

APEX模型 用户指南

[美] E.M. Steglich, J. Jeong, J.R. Williams 著



中国农业出版社
北京

图书在版编目 (CIP) 数据

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区麦子店街 18 号楼)

(邮政编码 100125)

责任编辑

策划编辑

文字编辑 刘金华

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行
2018 年 月第 1 版 2018 年 月北京第 1 次印刷

开本: 880mm×1230mm 1/32 印张:

字数: 千字

定价: 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

农业可持续发展和流域水环境维护是维持人类长期生存环境不可或缺的。研究和运用土地水土保持和管理措施，分析及预测不同措施对作物产量、水、泥沙和农业污染物的影响是帮助改善和提高现状，解决农业环境问题的重要途径。利用模拟模型作为研究农业非点源污染和指导合理利用水、土、肥资源的有效工具已受到世界各国的普遍重视。

由美国农业机械大学研究开发的农业政策与环境拓展模型 APEX (agricultural policy environmental extender) 旨在模拟农场及中小流域的水质和水文细节，解决与一系列农业生产系统相关的环境问题。自 1995 年推出以来，APEX 在模拟农业和环境过程以及为拟定农业环境管理决策提供信息方面应用广泛，已逐渐成为世界范围内用于分析和评估各种空间和时间尺度上环境和水资源问题的关键科学工具之一。除水质和水量外，该模型还用于评估不同农业管理系统对作物产量和与气候变化相关的土壤固碳潜力的影响等。

APEX 模拟农业系统的基本生物、化学、水文和气象过程及其相互作用。该模型为水文、土壤侵蚀等诸多过程的模拟提供有不同的模拟方法选项，以便具有更广泛的适用性，

提高准确性和便利性，在输入受限的情况下表现良好，并深受用户欢迎。为方便不同国家和地区的用户，该模型用户指导手册已翻译成包括西班牙语、韩语、波斯语在内的多种语言。该手册帮助用户正确使用模型，从模型概述、输入文件的结构和输入文件的准备入手，到输出文件和变量的介绍，以及输出分析和检查等各个环节，把如何使用该模型进行了分析。相信用户读者一定能通过本书对这个模型有更深的了解和更明确的把握，从而使中国在合理应用国外模型，进而借鉴和修订适合中国实际情况的模型方面得到进一步发展。

王秀英

2018年3月20日于美国芝加哥

CONTENTS / 目录

1	概述	1
1.1	APEX 主文件 (APEXFILE.DAT)	5
	APEX 运行所需的关联文件	5
2	输入文件	8
2.1	APEX 运行命令文件 (APEXRUN.DAT)	8
2.2	APEX 主控文件 (APEXCONT.DAT)	9
2.3	APEX 模拟站点文件 (FILENAME.SIT)	25
2.4	APEX 模拟站点文件列表 (SITE * * * *.DAT)	27
2.5	模拟单元 (或模拟子流域) 文件 (FILENAME.SUB)	28
2.6	APEX 子流域列表文件 (SUBA * * * *.DAT)	51
2.7	土壤文件 (FILENAME.SOL)	52
2.8	APEX 土壤列表文件 (SOIL * * * *.DAT)	61
2.9	农事操作文件 (文件名.OPS)	62
2.10	APEX 农事操作管理列表文件 (OPSC * * * *.DATA)	71
2.11	逐日气象文件 (FILENAME.DLY)	72
2.12	逐日气象列表文件 (WDLST * * * *.DAT)	74

2.13	逐月气象统计文件 (FILENAME.WP1)	75
2.14	APEX 月气象统计文件列表 (WPM1 * * * *.DAT)	78
2.15	风气象数据文件 (FILENAME.WND)	79
2.16	田间耕作管理文件 (TILL * * * *.DAT)	81
2.17	作物文件 (CROP * * * *.DAT)	87
2.18	肥料文件 (FERT * * * *.DAT)	102
2.19	农药文件 (PEST * * * *.DAT)	105
2.20	APEX 多次运行文件 (MLRN * * * *.DAT)	107
2.21	APEX 参数文件 (PARM * * * *.DAT)	108
2.22	打印文件 (PRNT * * * *.DAT)	125
2.23	畜群文件 (HERD * * * *.DAT)	135
2.24	点源文件列表 (PSO * * * *.DAT)	138
2.25	点源文件 (FILENAME.PSO)	139
2.26	暴雨事件降水文件列表 (RFDT * * * *.DAT)	141
2.27	暴雨事件降水文件 (FILENAME.HLY)	141
2.28	APEX 数组变量维度定义文件 (APEXDIM.DAT)	142
3	输出数据变量	144
3.1	*.SUS——子流域概要文件	144
3.2	*.WSS——流域汇总文件	146
3.3	*.SPS——子流域农药概要文件	148
3.4	*.SWN——特定流域 NRCS 农场规划文件概要	148
3.5	*.SCX——土壤有机碳和氮的概要文件	148
3.6	*.STR——供 NRCS STAR 工具应用的子流域 和流域概要文件	150
3.7	*.SAO——针对 GIS 的子流域文件	152
3.8	*.RCH——针对 GIS 的河段文件	154

3.9	*.ASA——年子流域文件.....	156
3.10	*.AWS——年流域出水口文件	157
3.11	*.ACY——年子流域作物产量文件	158
3.12	*.MAN——特定有机肥料/肥料管理概要文件.....	159
3.13	*.ACN——年土壤有机碳和氮文件	161
3.14	*.SWT——传送至 SWAT 的流域输出文件	162
3.15	*.AWP——年 CEAP 文件	163
3.16	*.APS——年农药文件	165
3.17	*.ACO——年成本文件	166
3.18	APEXBUF.OUT——缓冲带说明文件	166
3.19	*.MSA——逐月子流域文件.....	167
3.20	*.MWS——流域月文件	170
3.21	*.MSW——传送至 SWAT 的逐月输出文件	171
3.22	*.DPS——子流域农药日文件	172
3.23	*.SAD——子流域日文件	173
3.24	*.DRS——水库日文件	174
3.25	*.DWS——流域出口日文件.....	175
3.26	*.DGZ——放牧日文件	176
3.27	*.DUX——日有机肥施用文件	176
3.28	*.DDD——日灰尘分布文件	177
3.29	*.DCN——土壤有机碳和氮日文件	177
3.30	*.EFR——径流事件洪水演算文件	178
3.31	*.EHY——径流事件水文过程线文件	179
3.32	*.DPW——流域农药日文件.....	183
3.33	*.DHY——子流域水文日文件	184
3.34	*.DMR——逐日流域营养物和泥沙含量文件	185
4	APEX 输出分析	186
4.1	运行失败	186
4.2	可能导致运行失败（也有可能不失败）的	

输入问题	186
4.3 导致作物产量接近于 0 的问题	186
4.4 其他可能的输入问题.....	187
4.5 运行完毕—检查 *.OUT 输出文件.....	187
4.6 APEX * * * *.OUT (详细的模拟输出文件)	191
5 验证.....	193
5.1 作物产量验证	193
5.2 模型调整以验证径流和泥沙流失量.....	196
附录	201
附录 A—流域定义.....	201
附录 B—子流域定义.....	203
附录 C—流域名称定义	214
附录 D—流域分区定义	215
附录 E—添加模拟单元/子流域 (S)	221
附录 F—曼宁 N 的表面粗糙度 (UPN)	225
附录 G—演算河段 & 河道曼宁 N (RCHN & CHN)	226
附录 H—APEX 相关出版文献.....	227
附录 I—APEX 模拟各类平衡中的变量定义	237
附录 J—APEX 用以稻田模拟	240

概 述

APEX 是一个模型工具，可用于辅助管理一个农场或者小流域，以维持生产效率并维护环境质量。APEX 运行以日为模拟时间步长，能在农场尺度或小流域尺度进行长期（1~4 000 年）模型模拟。流域可以被划分成若干个具有相同性质的（具有相同的土壤、土地利用、地形等）模拟单元（或称模拟子流域，最多 4 000 个）。模型汇流模块可以模拟径流携带泥沙、营养物和农药迁移等经河道和河漫滩从一个子流域进入另一个子流域并最终到达流域出口的过程，从而评估田间地表径流、泥沙沉积和降解、营养物和农药的运输和壤中流过程。APEX 模型还可以模拟和评估等高耕作系统、草水道/沟、带状种植、缓冲带/植被过滤带、作物轮作、植物竞争、植物燃烧、多畜群的放牧方式、施肥、灌溉、撒石灰、开沟筑堤、排水系统和动物粪肥肥料管理（具有或不具有污水处理池的饲养场和奶牛养殖场）等带来的影响。

新增的 APEX1501 版本功能包括：

跨越地块和牧场的多业主、多牲畜的灵活放牧计划；

来自饲养场的风尘分布；

来自饲养场和放牧场的有机肥料流失；

由于树木根系的生长导致土壤中的管道和裂缝流；

改进的过滤带模拟模块；

新增的饲养场液态废物抽除和有机肥料刮除模拟选项；

改进的树木灌木燃烧管理模块；

类似 CENTURY 模型和 C/N 微生物生物量模型的碳库和转换方程；

改进的地下水位监测模块；

改进的反硝化计算方法；

基于饱和水力传导率的土壤可变传导率；

允许用水库和水井储量来灌溉；

增加用于水稻和湿地的稻田模块；

数据结构：APEX 的数据结构框架由 3 个文件组成，分别为 APEXFILE.DAT、APEXCONT.DAT 和 APEXRUN.DAT。APEXFILE.DAT 是模型运行时所用到的文件列表，指明每一个模拟运行用到了什么数据。APEXCONT 包含了控制模型运行的数据，例如模拟运行时长（年数）、各种过程模块所选用的模拟方法（如土壤流失方程的选取）、默认选项/值等。APEXRUN 列出了模拟运行的名称和自定义数字站点编号、气象数据和子流域列表文件（SUBACOM.DAT）（模型运行时在相应的文件列表中按数字找到指定的文件并打开使用）。文件和数据流概述可参见图 1.1。

注：以下当“文件名.*”被使用时，这意味着用户可自由命名文件名，但保留其相应的扩展名。然而这些文件名必须在 APEXFILE.DAT 文件中正确列出。

常量数据：APEXCONT.DAT 文件中包含的参数，将在整个模拟中作为常量，例如模拟的年数、模拟周期、输出文件设置、天气发生器选项等，此文件名不能改变。

站点：模拟中可能涉及多个站点（如农田、农场或流域）。filename.SIT 文件是用来描述每个站点。sitecom.DAT（或用户自定义的文件名）列出了数字编号的站点（APEXRUN.DAT 指定该用哪个编号的站点）及其相应的文件名。

气象：WPM1MO.DAT 列出了包含月气象参数统计数据的气象站的编号、相应的文件名和经纬度等描述信息。WIND-MO.DAT 文件列出了包含风速和风向分布统计数据的气象站的编号、相应的文件名和经纬度等描述信息。这两个文件的文件名用户

可以自定义（自定义的这两个文件名必须在 APEXFILE.DAT 中列出），用来引用气象站的编号及其对应的文件名。一个名为 filename.WP1 的文件是用来保存每个气象站统计数据，而一个文件名为 filename.WND 的文件是用来保存每个风气象站统计数据。

子流域（模拟单元）：在模拟中每个站点可能涉及多个模拟单元（如具有或不具有缓冲带和过滤带的农田或子流域等）。filename.SUB 文件是用来描述每个模拟单元（气候、土壤、土地利用、地形上属于均质的水文土地利用单元）。子流域根据汇流方向连在一起直到流域出口（详见后续章节）。在每个 filename.SUB 中，用户需要为每个模拟单元指定主要的土壤类型和农事操作计划（指定编号）。其相应的编号分别列在 SOILCOM.DAT 的土壤列表和 OPSCCOM.DAT 的农事操作列表中。开始运行模拟时，模型就会按其编号打开相应的土壤和农事操作文件。SUBACOM.DAT（或用户自定义的文件名）列出了描述模拟单元/子流域的编号及其对应文件名。

土壤：在农场或流域模拟分析中可能涉及不同的土壤类型。一个扩展名为 .SOL 的文件用于描述一个土壤类型，SOILCOM.DAT 文件（或用户自定义的文件名）列出了土壤编号及其相应的文件名。

农事操作计划：每一个模拟单元有其唯一的土地利用或农事操作计划（如具有特定耕作操作的作物类型或作物轮作、坑塘或水库、有无驻留池的养殖场等）。OPS 文件用于描述一个农事操作计划。每个农事操作计划必须编号，并列于 OPSCCOM.DAT 文件中（或用户指定的文件），该文件用于引用农事操作计划的编号列表及其文件名。

模型运行：一旦正确设置所有的输入文件，在 DOS 命令行窗口下进入 APEX1501.EXE 程序文件所在的目录，并输入命令：APEX1501.EXE（一个编译好的 FORTRAN 程序），程序便开始运行。

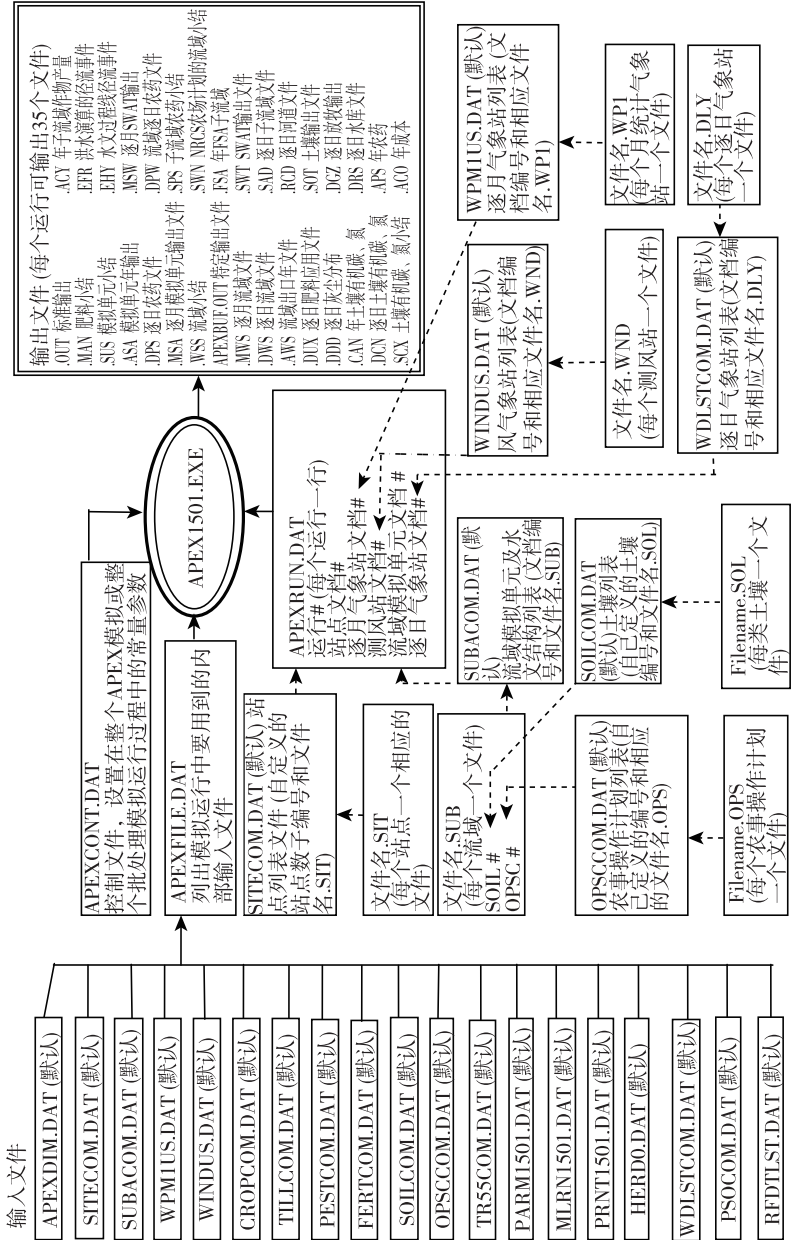


图1-1 APEX1501.DAT文件结构

1.1 APEX 主文件 (APEXFILE.DAT)

APEX 运行所需的关联文件

表 1.1 是一个文件名列表，描述了 APEX 运行所需的被列在 APEXFILE.DAT 中的 APEX 内部相关输入文件。表 1.2 是 APEX 用户输入文件名列表与其描述。图 1.2 显示了 APEXFILE.DAT 的一个文件截屏。

格式：F * * * * 10 个空格后紧随 20 个字符（图 1.2）。

表 1.1 在 APEXFILE.DAT 中列出的文件

默认的文件名 (* .DAT)	描 述
SITECOM	站点文件列表。filename.SIT 文件包含该站点的输入数据
SUBACOM	子流域文档列表。filename.SUB 包含流域模拟单元的输入数据
WPMIUS	月气象参数统计数据的气象站点。除编号外，该文件也给出了所列气象站的纬度、经度、州和地理位置等信息
WINDUS	包含月风速和风向分布统计数据的气象站编号，及其纬度、经度、州和地理位置等信息
CROPCOM	作物参数文件。包含作物列表及模拟作物生长所需的相关作物参数
TILLCOM	农田农事操作（设备）列表以及其相关的耕作输入数据
PESTCOM	农药列表及其相关的输入数据
FERTCOM	肥料列表及其相关的输入数据
SOILCOM	创建运行所需的土壤文件列表。filename.SOL 给出了该土壤的输入数据
OPSCCOM	创建运行的农事操作管理计划文件列表。filename.OPS 文件给出一个农事操作文件的相关输入数据
TR55COM	用 TR55 方法估算径流所需的数据
PARM1501	APEX 各子过程所需的参数与系数

(续)

默认的文件名 (*.DAT)	描 述
MLRN1501	通过选择包含连续的天气发生器随机数字种子和水力侵蚀而不用重新加载输入数据的选项，提供同一站点的多次运行
PRNT1501	在 APEX1501.OUT 文件和其他总结文件中用于设置打印输出文件以及文件中输出变量
HERD0	模拟牲畜和放牧的参数
WDLSTCOM	按照站点号排序的用于创建运行的日气象站列表及其对应的纬度、经度值
PSOCOM	点源文件列表
RFDTCOM	小于日间隔 (h、1/4h 等) 气象站列表

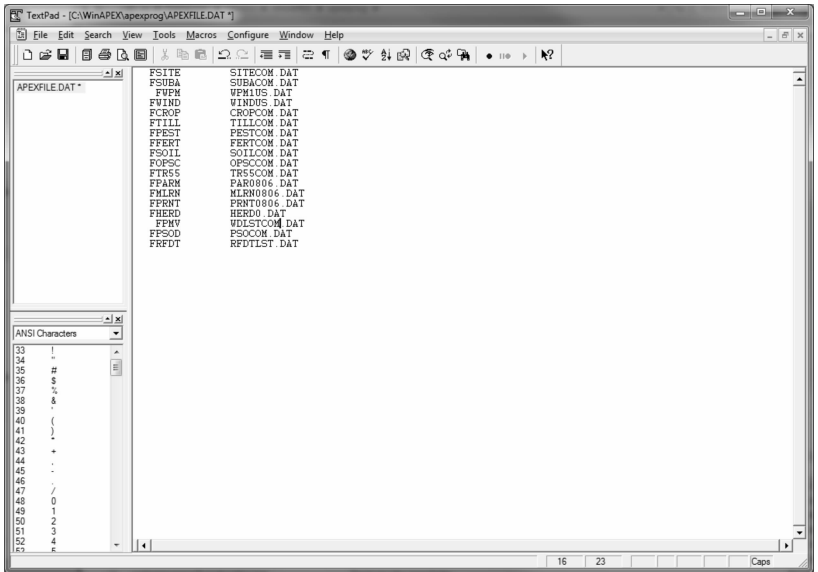


图 1.2 APEXFILE.DAT 文件截屏示例

表 1.2 APEX 文件名与描述

默认文件名	描 述
APEXRUN. DAT	按照运行的名称和顺序号组织的运行数据行，用以识别每次运行时所需要的站点、气象站、风速站和子流域文件
APEXCONT. DAT	控制文件——指定运行长度、模拟方法选定、默认值等。该输入数据在包含在 APEXRUN. DAT 文件中设定的不同运行时间不发生变化
filename. SIT	该文件包含每个站点的输入数据，这些数据适用于该站点下所有的子流域
filename. WP1	该文件包含每一个气象站的月气象参数统计输入数据
filename. WND	该文件包含每一个气象站的月风速及风向分布统计输入数据
filename. SUB	该文件包含每一个子流域（如地形、面积、土壤文件和农事管理列表编码等）的输入数据
filename. SOL	该文件包含每类土壤所有性质的数据
filename. OPS	该文件包含每一个农事操作计划的数据
filename. DLY	该文件包含每一个气象站的日气象数据
APEXDIM. DAT	大量数组的维度变量。允许用户根据他们的需求设置数组，确保给定的数据模型能最有效运行
CROP. DAT	该文件包含超过 100 余种作物模型运行所需的作物生长数据
TILL. DAT	该文件包含耕作措施（如施肥、灌溉、使用农药等）和设备的输入数据
PEST. DAT	该文件包含每一种农药的输入数据（参数内容详见相关章节）
FERT. DAT	该文件包含每一种肥料的输入数据（参数内容详见相关章节）

输入文件

2.1 APEX 运行命令文件 (APEXRUN.DAT)

图 2.1 显示了 APEXRUN.DAT 文件的结构。用户在命令提示符窗口调用 APEX1501.EXE 程序时，该文件中的每一行都会被读取，每一行代表一个独立的运行，每一行都会被运行，直到读取包含“XXXXXXXX 0 0 0 0 0”的一行。“XXXXXXXX 0 0 0 0 0”代表停止行，可以插入在任何位置，改行之前的都会被运行。表 2.1 为各变量的描述。

表 2.1 变量描述

字段	变量	描 述
	格式:	6 个字段; 自由格式, 见图 2.1
1	ASTN	运行命令名称和 (或) 数字编码 (为每个运行命令分配一个唯一的 ID, 这样输出文件就不会被覆盖)
2	ISIT	站点号: 必须是 SITECOM.DAT 文件站点列表中的一个站点
3	IWPN	月气象站号: 该次运行所使用的月气象站号, 必须是 WPM1US.DAT 文件中的站点; 如果保留为空, APEX 将根据 WPM1US.DAT 文件中各个气象站点的经纬度坐标计算离 SIT 经纬度最近的气象站

(续)

字段	变量	描述
4	IWND	风站号：该次运行所使用的包含风速及风向分布的气象站文件编号，必须是 WINDUS.DAT 文件中的一个站点；如果保留为空，APEX 将象处理 IWPW 一样计算最近的站点
5	ISUB	子流域编号：必须是 SUBACOM.DAT 文件中列出的一个子流域数据文件
6	ISOL	0 表示正常运行 >0 表示使用 .SOT 文件运行
7	IRFT	来自 RFDLST.DAT 文件的暴雨雨量站编号

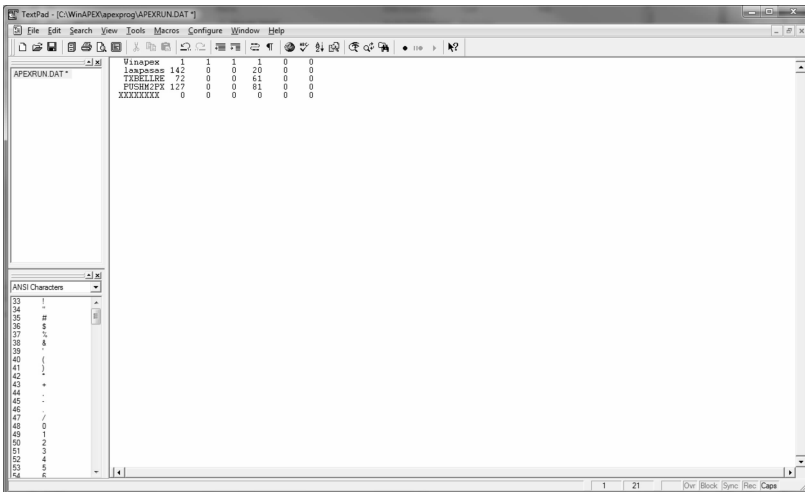


图 2.1 显示大量运行命令的 APEXRUN.DAT 截屏示例

2.2 APEX 主控文件 (APEXCONT.DAT)

APEXCONT.DAT 控制文件包含了各种参数，这些参数将在 APEXRUN.DAT 中定义的所有运行命令中保持不变。APEX-

CONT.DAT 包含的参数列举见表 2.2。图 2.2 为 APEX-CONT.DAT 文件的截屏。

表 2.2 变量描述

字段 (参数 行数及位置)	变量	描 述
第 1 行	格式:	自由格式
1 (第 1 行第 一个参数)	NBYR	<p>模拟持续时间的年数</p> <p>年数范围可以是 1 到数百年的任何数字, 然而, 对于众多问题一般用 20~30 年的模拟就足以估算出其频数分布 (范围: 1~100)</p>
2 (第 1 行第 二个参数, 后面以此类 推)	IYR	<p>模拟开始年</p> <p>如果模拟开始年份早于历史气象数据的第一个年份, 那么模型将使用天气发生器生成所有的气象数据。一旦模型开始生成气象数据, 将会一直持续到模拟结束。例如, 如果历史气象资料开始于 1960 年 1 月 1 日, 模拟时间开始于 1956 年, 那么所有的天气数据将从 1956 年 1 月 1 日开始生成, 并且一直持续到模拟期结束。模拟中从 1956 年 1 月 1 日到 1959 年 12 月 31 日使用生成的气象数据, 从 1960 年 1 月 1 日之后开始使用历史数据</p> <p>如果模拟期开始的年份包括在历史气象文件中, 但是气象数据没有涵盖到整个模拟期, 天气数据的生成将会从历史气象数据结束的点开始到模拟期结束, 例如, 如果历史气象数据开始于 1960 年 1 月 1 日, 结束于 2000 年 12 月 31 日。模拟期是从 1996 年 1 月 1 日到 2005 年 12 月 31 日, 那么生成的气象数据将于 2001 年 1 月 1 日使用并且持续到 2005 年 12 月 31 日模拟期结束 (范围: 1~2 040)</p>
3	IMO	<p>模拟开始月</p> <p>大多数长期模拟开始于 1 月 1 日。如果仅模拟有数据记录的生长季, 那么选择模拟开始于 1 月 1 日之后较为合适 (范围: 1~12)</p>
4	IDA	<p>模拟开始日</p> <p>大多数长期的模拟开始于 1 月 1 日。如果仅模拟有数据记录的生长季, 那么选择模拟开始于 1 月 1 日之后较为合适 (范围: 1~31)</p>

2 输入文件

(续)

字段 (参数 行数及位置)	变量	描 述
5	IPD	<p>输出文件及输出参数的打印代码</p> <p>输出打印代码 (IPD) 允许用户指定日、月或年尺度的参数输出, 以及指定是否输出描述土壤状况的表格。年尺度相关的文件打印最大限度地减少了输出文件的总大小, 对于一些长期的模拟可能是有用的。采用月尺度文件的输出可方便用户评估模型模拟生长季节的能力或者用来检验季节性的径流、侵蚀以及其他过程。月尺度文件的输出通常用于短期 (1~10 年) 模拟, 而且在模型测试中特别有用。日输出对模型的测试也很有用, 可以与详细的实测数据进行对比。为了获得所需的输出类型, 需要设置从 0 到 9 的 IPD 值, 如下所示 (范围: 0~9):</p> <ul style="list-style-type: none">N0 表示年流域输出N1 表示年输出N2 表示包含土壤表的年输出N3 表示月输出N4 表示包含月土壤表的月输出N5 表示在收获期包含土壤表的月输出N6 表示 n 天间隔N7 表示 n 天间隔的土壤表N8 表示 n 天间隔, 仅限于降雨天N9 表示在生长季的 n 天间隔 <p>除 N=0 输出田间操作管理外, N 年间隔 N=0 与 N=1 所有输出相同</p>
6	NGN	<p>观测气象变量输入代码</p> <p>APEX 允许用户从用户指定的外部文件中读取一个或多个日气象变量。气象输入代码—NGN, 指定哪个变量将被读入; 其他所需要但没有在用户日气象数据中提供的则由 APEX 的天气发生器生成 (范围: -1~2 345)</p> <p>如果 NGN 没有被设置为 0, 降水数据则从子流域文件中所指定的日气象数据文件 (DLY) 中读取。除降水之外, 其他任何如下组合的日气象变量的也都可以被读取, 由整数 1 到 5 来识别不同的天气输入变量/组合:</p> <ul style="list-style-type: none">[1] 降水[2] 最高和最低日气温[3] 太阳辐射

字段 (参数 行数及位置)	变量	描 述
6	NGN	<p>[4] 平均风速</p> <p>[5] 平均相对湿度</p> <p>若有任何的日气象变量 (如 [1]、[2]、[3]、[4] 和 [5]) 输入时, 则要求必须输入日降水数据。因此没有必要指定 ID=1, 除非降水是唯一的输入变量。</p> <p>NGN 的示例值如下:</p> <p>NGN= [0] 生成所有的天气变量 (空间分布)</p> <p>NGN= [-1] 生成所有的天气变量 (所有子流域的值相同)</p> <p>NGN= [1] 读取降水数据, 生成其他变量</p> <p>NGN= [2] 读取最高和最低温度和降水数据; 生成其他变量</p> <p>NGN= [3] 读取太阳辐射和降水数据; 生成其他变量</p> <p>NGN= [4] 读取风速和降水数据, 生成其他变量</p> <p>NGN= [5] 读取相对湿度和降水数据; 生成其他变量</p> <p>NGN= [23] 读取最高和最低温度、太阳辐射及降水数据; 生成风速和相对湿度</p> <p>NGN= [2345] 读取所有的天气变量</p> <p>注: (1) 如果 MLRN * * * *.DAT 文件被激活并且年份 (YEARS) 大于 0, 那么 NGN 必须等于 0, 在 MLRN * * * *.DAT 文件中的实测天气方能被准确模拟</p> <p>(2) 如选取的气象参数有缺失数据, 那么模型将自动生成缺失的气象数据。对选取的气象参数, 模型将使用所有可获得的输入数据, 只自动生成缺失的气象数据</p>
7	IGN	<p>模拟开始前随机数生成器循环周期数</p> <p>随机数生成器用来随机地产生一系列日气象数据输入到 APEX 的输入数据。通过改变 IGN, 用户可以达到改变产生的气象数据的序列而不改变其长期的统计属性的效果 (范围: 0~100)</p> <p>为了使用默认随机数, 用户需要设置 IGN 为 0。这是 IGN 的默认值</p> <p>在某些情况下, 用户可能希望改变不同的运行之间的天气序列, 这可以通过在每次模型运行时把 IGN 设置为不同的数值来实现</p>

2 输入文件

(续)

字段 (参数 行数及位置)	变量	描述
7	IGN	<p>这个代码将激活一个随机数生成器, 它将用一套新的数据集取代默认的随机数数据集。IGN 设置的值决定了随机数生成器在模拟开始前循环的次数。由随机数发生器产生的种子, 然后用于天气发生器替代默认值。已经读取到模型中由用户提供的历史气象数据不会受到影响。然而, 如果历史气象数据包括缺失数据, 天气发生器将会生成数据来替代缺失数据。用来替代缺失数据的生成数据会受此 IGN 变量的影响</p> <p>如果 IGN 和月天气统计资料未发生变化, 连续的模拟将使用相同的天气序列</p>
8	IGSD	<p>日天气发生器停止产生日天气数据</p> <p>这个变量被用于实时模拟。当 IGSD 是个负整数时, 它表示输入的天气数据的年数 (包括整年或部分年份)。一般来讲, 仅有一年中的一部分 (如, 从 1 月 1 日到播种日期) 的实测数据, 那么 IGSD=-1。如果要用这一部分年份的输入天气数据来估算 20 个产量的可能性, 那么设置 NBYR 为 20, IGSD 为 -1 (范围: -N~366)</p> <p>IGSD 也可以用来模拟相同天气数据下的作物产量。例如, 如果 IGSD 被设置为 -3, 这就是告诉模型重复使用这 3 年的输入数据, 然后再返回再次使用此数据, 循环多次直到达到了总的模拟年份 NBYR</p> <ul style="list-style-type: none">0 天气模型正常运行N 复制天气从给定的年到日期 N-N N 年之后再返回当前天气 <p>366 用仅有的两年的模拟给出平均产量的粗略估计</p>
9	LPYR	<p>闰年设定 (范围: 0~1)</p> <ul style="list-style-type: none">0 考虑闰年1 闰年被忽略。通知模型输入只有 365d 并且只产生 365d 的天气数据, 而忽略 2 月 29 日。用户需要将 2 月 29 日从天气输入文件中删除
10	IET	<p>潜在蒸散量计算方程选择代码</p> <p>在过去的 50 年里, 农业科学家已经开发了很多经验公式来估计潜在蒸散量 (PET)。PET 是指在足够湿润条件下的草地或农作物, 其冠层完全覆盖了土壤表面, 保持充分水供应时的蒸散量。APEX 用户可以选择以下方程来估计 PET (范围: 0~5)</p>

(续)

字段 (参数 行数及位置)	变量	描 述
10	IET	<p>0 * (默认) PENMAN-MONTEITH 方程 (通常适用于多风的情况)</p> <p>1 * PENMAN-MONTEITH 方程 (通常适用于多风的情况)。在彭曼 (<u>PENMAN</u>) 方程中增加了一个涡流扩散对数方程和冠层阻力</p> <p>2 * PENMAN 方程。在必须的气象输入基础上增加了相对湿度, 风速和风测量值的海拔</p> <p>3 PRIESTLEY-TAYLOR。需要输入辐射和温度</p> <p>4 HARGREAVES。有两个可调整的参数, 用以校正模型因子, 如主要水体的邻近度</p> <p>5 BAIER-ROBERTSON</p> <p>* 需要海拔高度 (ELEV)、月平均风速 (WVL) 数据。这些方程也需要相对湿度; 然而, 如果没有相对湿度, APEX 模型将估算相对湿度。露点温度也可以使用。</p>
11	ISCN	<p>随机的 CN 估计量代码</p> <p>APEX 模型径流量估计的最后一步是尝试考虑不确定性。径流滞留参数或 CN 值受土地利用、管理措施、土壤水文组、坡度和土壤含水量及其分布等因素的影响, 它也可以被调整以适合冻土。然而, 影响径流的许多自然过程和管理因素在模型中并没有考虑进去。APEX 用户可以使用确定性的或者随机的方法来估算 CN 值。如果选择确定性方法, CN 值根据每日的土壤含水量和冻土情况来做调整。如果选择随机方法, 估算出的值会根据三角形分布以日为基础随机变化。三角分布的极限值为估算出的 CN 平均值的±5 (范围: 0~1)</p> <p>0 随机的 CN 值估计量 (默认的随机方法)</p> <p>>0 精确的 CN 值估计量 (确定性方法)</p>
12	ITYP	<p>径流峰值估计代码</p> <p>类型 I 和 I A 表示冬季潮湿、夏季干燥的太平洋海洋性气候。类型 III 表示墨西哥湾和大西洋沿海地区热带风暴带来 24h 的强降雨。类型 II 表示国家其余地方。如果一个州有多于一种类型, 要获得更精确的分布边界请联系 SCS 州水土保持工程师 (SCS 1986) (范围: -1~4)</p> <p>0 修改的合理方程 (RATIONAL EQ) 随机峰值估计</p> <p>-1 修改的合理方程峰值估计 (计算值)</p>

2 输入文件

(续)

字段 (参数 行数及位置)	变量	描 述
12	ITYP	<p>>0 SCS TR55 峰值估计</p> <p>1→ (类型 1 降水模式</p> <p>2→ (类型 1A 降水模式</p> <p>3→ (类型 2 降水模式</p> <p>4→ (类型 3 降水模式</p>
13	ISTA	<p>静态土壤代码</p> <p>设置该代码可以使 APEX 估计土壤侵蚀,除了更新土壤速效养分和水分外,不改变土壤剖面。这个选项设置为 1 时,可以在相同的土壤剖面情况下模拟多年气候下的土壤侵蚀及对比不同天气情况下的土壤侵蚀 (范围: 0~1)</p> <p>0 土壤剖面的正常侵蚀 (侵蚀的土壤被带走,因而土壤剖面有变化)</p> <p>1 静态的土壤剖面</p>
14	IHUS	<p>根据热单位进行的农事操作计划</p> <p>基于潜在的热单位 (PHU) (范围: 0~1)</p> <p>0 正常操作 (采用用户输入)</p> <p>1 根据热单位进行的农事操作计划 (输入种植操作时必须也输入作物达到成熟所需要的热单位量)</p> <p>注: 这个选项工作原理为在运行的第一年,所有的农事操作都被赋予一个基于该农事操作的日期所计算的热单位占年总热单位的比例。热单位的计算是基于逐月的气象统计数据。在接下来的年份中所有的操作将基于分配给它们的热单位比例而发生。这可以被用来帮助调整操作以适应不同年份的气象变化 (温度)</p> <p>从种植到收获期间的操作是基于种植时的热单位设置。在种植前发生的操作是基于模型计算出的年度总热单位设置的</p>
15	NVCN	<p>CN - CN2 值 (范围: 0~4)</p> <p>0 逐日变化的 CN, 非线性 CN/SW, 根据不同深度土壤水分加权 (可用参数 PARM92 来调节)</p> <p>1 逐日变化的 CN, 非线性 CN/SW, 不使用土壤深度加权</p> <p>2 逐日变化的 CN, 线性 CN/SW, 不使用土壤深度加权</p> <p>3 不变的 CN - CN2, 用于所有的暴雨</p> <p>4 逐日变化的 CN SMI (SOIL MOISTURE INDEX, 土壤湿度指数) (可用参数 PARM42 来调节)</p>

(续)

字段 (参数 行数及位置)	变量	描 述
16	INFL	径流 (Q) 估计方法选择 (范围: 0~4) 0 CN 方法估算径流 1 GREEN & AMPT (G&A) 方法估算径流, 降水指数分布, 模拟峰值降水率 2 G&A 方法估算径流, 降水指数分布, 需要输入峰值降水 3 G&A 方法估算径流, 降水均匀分布, 需要输入峰值降水 4 G&A 方法估算径流, 需要输入以 DTHY 变量为时间间隔 (小时) 的降水量
17	MASP	农药的使用量 (范围: 0~1) 1 农药的使用量以 g/hm ² 为单位 1 000 农药的使用量以 kg/hm ² 为单位
18	IERT	富集率方法 设置有多少有机物随径流流失 (范围: 0~1)。 0 APEX (EPIC 也通用) 富集率方法 1 GLEAMS 富集率方法
19	LBP	可溶性磷流失估计方程 (范围: 0~2) 0 使用 GLEAMS 农药方程来估算可溶性磷流失 1 LANGMUIR 方程
20	NUPC	植物吸收氮和磷浓度代码 (范围: 0~1) 0 SMITH 曲线 1 S-曲线
第 2 行	格式:	格式自由
1	MNUL	粪肥施用代码 (范围: 0~3) 0 以最低易分解的磷浓度自动施肥到子流域 1 根据 1 月 1 日易分解的磷浓度, 设定年度磷肥施用限量 2 根据 1 月 1 日易分解的磷浓度, 设定年度氮肥施用限量 3 除了一次应用于一个子流域直到易分解的磷浓度达到 200mg/L, 然后再应用到另外一个子流域, 其余的与 1 一致

2 输入文件

(续)

字段 (参数 行数及位置)	变量	描 述
2	LPD	液态废物泵出 (范围: 0~365) 0 不触发额外的泵吸 >0 触发液态废物泵出的起始日 (忽略正常的泵出发, 通常在冬季或强降雨季节之前)
3	MSCP	固体粪肥清理 (范围: 0~365) 0 在饲养区不清理额外的粪肥 >0 设定在投喂区定期清理固体粪肥的间隔天数
4	ISLF	坡长/坡度因子 (范围: 0~1) 0 RUSLE 坡长/坡度因子 >0 MUSLE 坡长/坡度因子
5	NAQ	空气质量分析 (范围: 0~1) 0 无空气质量分析 1 空气质量分析
6	IHY	洪水演算 (范围: 0~2) 0 无洪水演算 1 可变存储系数 (VSC) 洪水演算 2 SVS 洪水演算 3 Muskingum-Cunge VC 4 Muskingum-Cunge 4 点 VC
7	ICO2	大气 CO ₂ (范围: 0~2) 0 大气 CO ₂ 常数 1 动态的大气 CO ₂ 。基准年=1 880; 基准浓度=280mg/L 2 动态的大气 CO ₂ 。通过逐日天气文件输入
8	ISW	田间持水量/萎蔫点估计 (范围: 0~5) 0 使用 Rawls 方法估计田间持水量/萎蔫点 (动态) 1 使用 Rawls 方法输入田间持水量/萎蔫点 (动态) 2 使用 Rawls 方法估计田间持水量/萎蔫点 (静态) 3 输入田间持水量/萎蔫点 (静态) 4 最近邻点法田间持水量/萎蔫点 (动态) 5 最近邻点法田间持水量/萎蔫点 (静态) 6 使用 Behrman-Norfleet-William (BNW) 方法估计 (动态) 7 使用 Behrman-Norfleet-William (BNW) 方法估计 (静态)

(续)

字段 (参数 行数及位置)	变量	描 述
9	IGMX	为模拟站点设定发生器种子的初始化次数 (范围: 1~100)
10	IDIR	数据文件目录选项 (范围: 0~1) 0 从工作目录中读取数据 1 从工作目录以外的其他目录读取数据
11	IMW	自动收割的最小间隔 这指的是当自动收割功能用于农事操作计划时收割间的最短时间长度 (天数)。如果作物的高度高过农事操作计划中收割机设置的收割作物高度, 那么作物在这个时段就被收割。如果在 APEX 主控文件 (APEXCONT.DAT) 中设置了 IMW, 那么就不必在子流域文件中设置 IMW, 除非有一个或多个子流域 IMW 的时间间隔不同于这里设置的间隔。在所有的情况下, 为了使 IMW 生效, 必须在农事操作计划文件中用到自动收割机 (范围: 0~365)
12	IOX	O ₂ ——深度函数 (范围: 0~1) 0 原 EPIC 氧气/深度函数 >0 Armen Kemanian 碳/黏土函数
13	IDNT	反硝化子程序 (范围: 1~4) 0 原 EPIC 反硝化子程序 1 Armen Kemanian 反硝化子程序 2 Cesar Izaurralde 反硝化子程序 (原版) 3 Cesar Izaurralde 反硝化子程序 (新版)
14	IAZM	0 纬度来源 (范围: 0~1) 1 子流域使用输入的纬度 >0 基于坡度的方位角计算等同的纬度
15	IPAT	自动施用磷肥开关 (范围: 0~1) 0 关闭自动施用磷肥 >0 打开自动施用磷肥
16	IHRD	放牧模式 (范围: 0~2) 0 人工放牧模式 (不要求畜群文件) 1 混合放牧模式 (要求畜群文件) 2 自动放牧模式 (要求畜群文件)

2 输入文件

(续)

字段 (参数 行数及位置)	变量	描述
17	IWTB	驱动地下水位的降水和 PET 积累所需的前期持续时间 (范围: 5~30d)
18	IKAT	自动施用钾肥开关 (范围: 0~1) 0 关闭自动施用钾肥 >0 打开自动施用钾肥
19	NSTP	一年中的实时天数 (d, 范围: 0~365)
20	IPRK	0 土壤水下渗计算方法 (范围: 0~1) 1 传统的土壤饱和和导水率方法。此方法将大于田间持水量的水即时下渗到下层土壤 2 变化的土壤饱和和导水率方法。此方法基于土壤有效饱和和导水率将土壤水分段来计算下渗。大于田间持水量的土壤水下渗是在模型中迭代运算出来的, 迭代函数由参数 Parm82 和饱和导水率 (KSat) 组成, 每次迭代中土壤水以不超过 4mm 下渗为一计算段。选用这个下渗方法, 土壤水大于田间持水量会持续一段时间。如果水位在下层, 那么土壤饱和和水会上移
21	ICP	碳/氮矿化计算方法 (范围: 0~1) 0 Phoenix 方法。该方法模拟碳和氮的矿化和固化采用 Century 模型中的碳氮汇原理以及 Phoenix 方法中的微生物生物量 C/N 比。此方法强化了原版 Century 方法中的微生物生物量函数。默认方法为此 Phoenix 方法 1 Century 方法。该方法模拟碳和氮的矿化和固化采用 Century 模型中的碳和氮池。微生物生物量 C/N 比也采用 Century 方法
22	NTV	氮挥发计算方法 (范围: 0~1) 0 原版 APEX 氮挥发计算方程 1 由 Cesar Izaurralde 修改后的氮挥发计算方程
23	IREM	SSK 水蚀设置 (范围: 0~1) 0 来自 REMX 的 SSK (C 因子计算) (使用来自 RHEM 的侵蚀方程的逐日牧场土壤流失方程) 1 来自 USLE 的 SSK (C 因子计算)
24	ISAP	输入子流域编号 (NBSA), 该子流域的逐月输出结果将在 .OUT 文件里打印输出 (范围: 1~1 000)

(续)

字段 (参数 行数及位置)	变量	描 述
第 3 行	格式:	自由格式
1	RFN	<p>降水中的氮的平均浓度</p> <p>在不同区域降水中的氮的平均浓度可能略有不同。然而，由于降水中的氮是氮循环中相对较小的部分，值为 0.8mg/L 或 0.8mgN/L 通常是符合要求的。如果可获得特定地点的信息，用户可以将其设置为当地值（范围：0.5~1.5）</p>
2	CO ₂	<p>大气中二氧化碳浓度</p> <p>以 mg/L 为单位的当前大气中二氧化碳量。当前值为 380mg/L（范围：0~1 000）</p>
3	CQN	以 mg/L 为单位的灌溉用水中 NO ₃ - N 浓度（范围：0~1 000）
4	PSTX	<p>虫害规模因子（范围：0~10）</p> <p>该因子针对虫害数量增长设定病虫的生长（仅昆虫和疾病）规模。变化范围是从 0（没有病虫的生长，不启动虫害模拟）到 10（病虫生长最大化）。默认条件下，这个参数被设为 1.00，表示最低的害虫生长，不会影响作物产量。这个参数与参数 9（Parm9）和 10（Parm10）联合起来起作用</p> <p>病虫害函数可以控制在很轻微的程度（0.05~0.1）到非常严重的程度（1.0~10.0）</p>
5	YWI	<p>可得到的最大月半小时降水量的年数</p> <p>可以从美国商务部获得这些数据（0 表示 WI 没有被输入）（范围：0~20）</p>
6	BTA	<p>雨天干湿概率系数（0~1）</p> <p>如果仅能获取月平均湿日数的信息，那么该系数可用于估计干湿降水概率。通常湿日数比干湿降水概率更容易获取。当 BTA 值设定为 0.75 时，干湿概率的估计值通常是比较满意的。如果有日降水输入，可设置为 0。如果模型用生成的降水数据并有输入的干湿概率，可设置为 0（范围：0~1）</p>
7	EXPK	<p>用于修改降水量分布指数的参数</p> <p>若标准差和偏态系数不可获取，模型用修正过的指数分布来生成降水量。EXPK=1.3 在很多地方取得了令人满意的结果。若未知，或有输入的降水标准差和逐日降水的偏态系数，可设置为 0（范围：0~2）</p>

2 输入文件

(续)

字段 (参数 行数及位置)	变量	描 述
8	QG	河道有效容纳流量 频率为两年的 24 小时降水。如果未知的话, 模型用估算的河道几何形状, 单位用 mm/h (范围: 1~100) (假如用户输入河道底部宽度/深度 (BWD) 来定义河道几何形状, 则设为 0)
9	QCF	流域流速方程指数 (范围: 0.4~0.6)
10	CHSO	流域平均山地坡度 (m/m) (范围: 0.001~0.7)
第 4 行	格式:	自由格式
1	BWD	河道底部的宽度/深度, 单位: m/m; 河道流量 (QG) > 0 (范围: 1~20)
2	FCW	河漫滩宽度/河道宽度, 单位: m/m (范围: 2~50)
3	FPS0	河漫滩的土壤饱和和导水率调整因子, 单位: mm/h (范围: 0.000 1~10)
4	GWSO	最大地下水蓄水量, 单位: mm (范围: 5~200)
5	RFTO	地下水滞留天数 (范围: 0~365)
6	RFPO	回流/(回流+深层渗漏) (范围: 0~1), 该值设置越接近 1, 就意味着更多的流量将被分配给回流量。
7	SATO	土壤饱和和导水率调整因子 (同 Green & Ampt 结合使用) (范 围: 0.01~10)
8	FL	田块长度 (如果要模拟风蚀) (单位: km) 如果使用正常的风蚀计算 [风蚀调整因子 (ACW) = 1], 田块必须输入有尺寸和方向。这个变量是指暴露在风中田块的长度。没有树, FL=长田块的长度; 若有树, FL<田块的长度。如果是模拟具体站点的风力侵蚀, 那么田块长度 FL、宽度 FW 和角度 ANG 会容易测到。然而, 假设的站点经常用于大尺度决策支持的长期模拟。在这种情况下, FL、FW 和 ANG 值的选择应能够代表当地田块格局。没有必要费力去匹配田块的尺寸和排水面积, 因为模型除了要用到 FL 来估算沟灌的水蚀外, 田块尺寸仅用于估计风侵蚀。因此, 模拟站点可能是一个小的区域 (1hm ²), 如 1 个 1 * 0.5km 的田块。需要指出的是, 对于 FL>

(续)

字段 (参数 行数及位置)	变量	描 述
8	FL	0.3km, 模拟的风力侵蚀变化不大。因此, 对于大于 10hm ² 的田块, FL 和 FW 的估计通常并不很关键。然而, 当大于 10hm ² 的田块是带状种植时, FW 的估计变得尤为重要。为了评估带状种植的影响, FW 估计为条带的平均宽度。若未知, 可设 FL 值为 0.0, 模型会用到估算出的 FL 值 (范围: 0.001~12)
9	FW	田块宽度 (若考虑风蚀) (单位: km) 看以上变量 FL 获取更多的信息。若未知, 可设 FW 值为 0.0, 模型能估算出 FW 值 (范围: 0.001~12)
10	ANG	从北起算顺时针田块角度 (若模拟风蚀) 查看变量 FL 获取更多的信息。若未知, 可设 ANG 值为 0.0, 并且它会被估计。如果 ANG 已知, 输入以度为单位的已知值 (范围: 0~360)
第 5 行	格式:	自由格式
1	UXP	改进的风速指数分布的幂参数 (如果要模拟风蚀) 改进的风速指数分布的幂参数范围约从 0.3 至 0.7。0.5 的值通常能得到令人满意的逐日风速估计。若未知, 可设 UXP 为 0.0, 模型估算其值 (范围: 0~1)
2	DIAM	土壤颗粒直径 (若考虑风蚀) 如果值是已知的, 输入以 μm 为单位的值。通常这个值变化范围从 300~500 μm (沙粒), 该参数仅用于风力侵蚀。若未知, 可保留空白 (范围: 100~500)
3	ACW	风蚀调节因子 风蚀调节因子与 PEC 值一起使用, 用于关闭或加速侵蚀。与模拟水力侵蚀一样, 设置 ACW=0, 可以不模拟风蚀。如果需要正常的风蚀计算, 则设置 ACW=1。同样, AWC 可以增加使 ACW=10.0, 作为对土壤剖面的风蚀效果估计的捷径。由于 ACW 与风蚀线性相关, 1000 年的模拟可近似为 ACW=10 的 100 年模拟值 (范围: 0~10) ACW=0 无风蚀 ACW=1 正常模拟 ACW>1 加速风蚀 (缩短时间)

2 输入文件

(续)

字段 (参数 行数及位置)	变量	描 述
4	GZL0	<p>放牧限制</p> <p>这是放牧所必需的植物量的最小值 (t/hm²), 在未达到这个值时不启动放牧。放牧后植物量到这个限制值时, 放牧停止 (范围: 0.001~5.0)</p> <p>可选项假如大于 0, 这个值会用来覆盖设在牧场主数据表文件中的放牧畜群的最小放牧限制</p>
5	RTN0	<p>模拟起始年前土地已耕作的年数</p> <p>此参数影响氮、碳向慢性和惰性腐殖质库的转化。APEX 用模拟开始前耕作的年数来估计可矿化的有机氮库的部分。近期为草地的土壤氮素矿化的速度会较快。田块耕作的年数越长, 氮和碳在惰性库中的含量也越大, 这意味着使碳和氮转化为速效可用的形态需要花费更长的时间 (范围: 0~1 000)</p>
6	BXCT	<p>从东到西降水变化的线性系数 (PI/PO/km) (范围: 0~1)</p> <p>PI=流域东部平均年降水量</p> <p>PO=流域西部平均年降水量</p>
7	BYCT	<p>从南到北降水变化的线性系数 (PI/PO/km) (范围: 0~1)</p> <p>PI=流域南部平均年降水量</p> <p>PO=流域北部平均年降水量</p>
8	DTHY	<p>洪水汇流演算的时间间隔 (单位: h) (范围: 0.5~12)</p>
9	QTH	<p>演算阈值 (mm) 当 QVOL>QTH 时, 使用 VSC 演算 (范围: 0~200 000)</p> <p>VSC=变量存储系数</p> <p>QVOL=日径流量</p> <p>QTH=汇流开始演算阈值</p>
10	STND	<p>当河道储量>STND 时, 使用 VSC 演算 (范围: 0~200 000)</p> <p>VSC=变量存储系数</p> <p>STND=日河道储量</p>
第 6 行	格式:	自由格式
1	DRV	<p>水蚀方程选项 (范围: 1~6)</p> <p>1 RUSLE2 改进的 RUSLE</p> <p>2 USLE 通用土壤流失方程</p> <p>3 MUSS 小流域的改进的通用土壤流失方程</p>

(续)

字段 (参数 行数及位置)	变量	描述
		4 MUSLE 改进的通用土壤流失方程
		5 MUST 改进的通用土壤流失方程的理论基础方程
		6 REMX 改进的牧场水文侵蚀方程 (RHEM)
2	PC00	池塘占子流域面积百分比 (范围: 0~1) 当池塘的准确位置未知时, 可用此参数
3	RCC0	USLE 作物管理河道因子 必须输入项。如果在子流域文件设置了 RCHC, 模型就会用 RCHC 覆盖 RCC0 值。河道在裸露的条件下, RCHC 应该被设置为 0.1~0.6, 如果河道有良好的土地覆盖, 则需要设置该值为 0.000 1 (范围 0.000 1~0.6)
4	CSLT	灌溉水中的盐浓度 (25~32 列), 单位: mg/L
5	CPV0	下渗水到土壤垂直裂隙或排水管道所占的比例
6	CPH0	下渗水到土壤横向裂隙或排水管道所占的比例
7	DZDN	气体扩散方程微分方程解所用土层厚度 (m)
8	DTG	气体扩散方程所用时间间隔 (h)

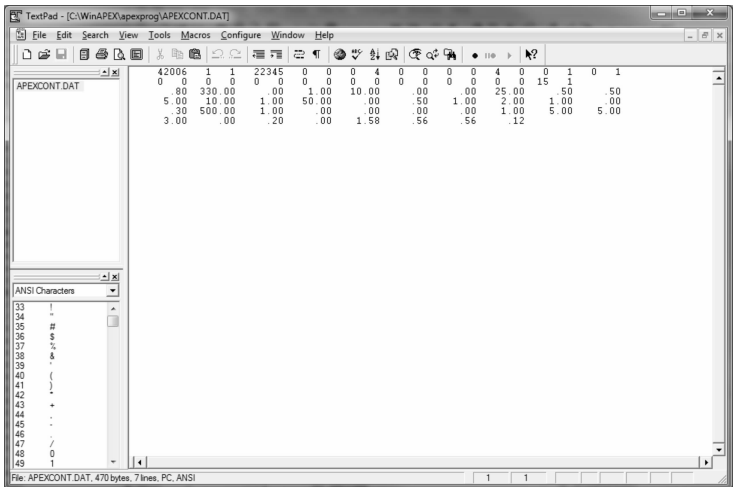


图 2.2 APEXCONT.DAT 文件截屏示例

2.3 APEX 模拟站点文件 (FILENAME.SIT)

一个研究可能涉及多个站点（田块、农场或者流域），每一个站点中的参数都保存在 filename.SIT 文件中，这些文件在 SITE-COM.DAT（或者是用户选择的文件名）文件中列出。filename.SIT 文件中的参数：其中前 3 行是对该站点的描述信息，其余见表 2.3。图 2.3 为 *.SIT 文件的一个截屏。

表 2.3 变量描述

行数及位置	变量	描 述
第 4 行	格式:	10 个参数，每个参数占 8 个列位置，每个参数包括最多 2 位小数（浮点型）
1	YLAT	十进制度表示的流域纬度（1~8 列） 田块或流域的纬度（YLAT）被用来估计昼长时间。它必须由用户来提供，单位：°。南半球的纬度值用负数表示，北半球的纬度值用正数表示（范围：-90~90）
2	XLOG	十进制度表示的流域经度（9~16 列）（范围：-180~180）
3	ELEV	流域平均高程（17~24 列） 如果用 Penman 或 Penman-Monteith 方法来估计潜在蒸散发时，需要输入流域的平均海拔，单位：m（范围：-200~8 000）
4	APM	洪峰径流速率-降水能量调整因子（25~32 列） 洪峰径流速率-降水能量调整因子为水力侵蚀估计提供了一种能量因子微调的方式。一般地，APM 值为 1 即可取得满意的结果。0 表示未知（范围：0~1）
5	CO ₂ X	大气中 CO ₂ 的浓度（mg/L）（33~40 列） 如果不是零，模型将用这个值而不是采用 APEX-CONT.DAT 中输入的 CO ₂ 值（范围：0~1 000）
6	CQNX	灌溉用水中 NO ₃ 的浓度（mg/L） 如果不是零，模型将用这个值而不是采用 APEX-CONT.DAT 中输入的 CQN 值（范围：0~1 000）

(续)

行数及位置	变量	描述
7	RFNX	降水中的氮的平均浓度 (mg/L) (49~56 列) (范围: 0.5~1.5)
8	UPR	用来提供 P 吸收量之粪肥施用量 (比率), 单位: kg/ (hm ² · 年) (57~64 列) (范围: 0~1 000)
9	UNR	用来提供 N 吸收量之粪肥施用量 (比率), 单位: kg/ (hm ² · 年) (65~72 列) (范围: 0~1 000)
10	FIR0	调节自动灌溉量的因子 (73~80 列) 用来调整自动灌溉的水量。FIRG (来自子流域文件) * FC (田间持水量)
第 5 行	格式:	10 个字段, 每个字段占 8 列, 包括最多 2 位小数 (浮点型)
1~5	保留为空	
6	GWSP	地下水坡度 (m/m)
7~8	保留为空	
9	BCHL	以千米为单位的 SWAT 流域河道长度 (65~72 列)
10	BCHS	以 m/m 为单位的 SWAT 流域河道坡度 (73~80 列)
第 6 行	格式:	20 个字符
	保留为空	
第 7 行	格式:	20 个字段, 每个字段占 4 列 (整型)
		天气参数数量 (来自 WPM1US.DAT 或者其他气象站列表)。用于基于空间方法的气象数据生成。格式允许 20 个字段, 然而, 只有 10 个字段可以被读取
第 8 行	格式:	10 个字段, 每个字段占 8 列, 包括最多 2 位小数 (浮点型)
		流域面积 (WSA) 的比例可由上述所选的气象站 (IWPM) 来代表。用于基于空间方法的气象数据生成 (范围: 0~1)

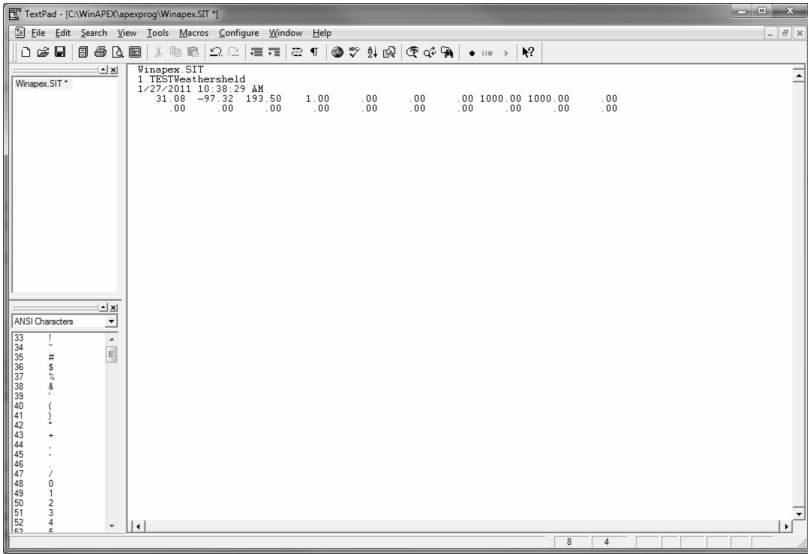


图 2.3 *.SIT 文件截屏示例

2.4 APEX 模拟站点文件列表 (SITE * * * * .DAT)

APEX 模拟站点列表包含了所有的模拟站点文件，这些站点文件需要按照 2.3 节中描述的格式创建，并可被用于创建运行。所有站点按数字排序，在 APEXRUN.DAT 文件中可以按照文件的序号来引用。这个文件是自由格式的。图 2.4 是 SITECOM.DAT 文件的一个例子。用户可自定义模拟站点列表的文件名，但需要在 APEXFILE.DAT 文件中列出相应的文件名以便模拟正确用户自定义的站点列表文件。

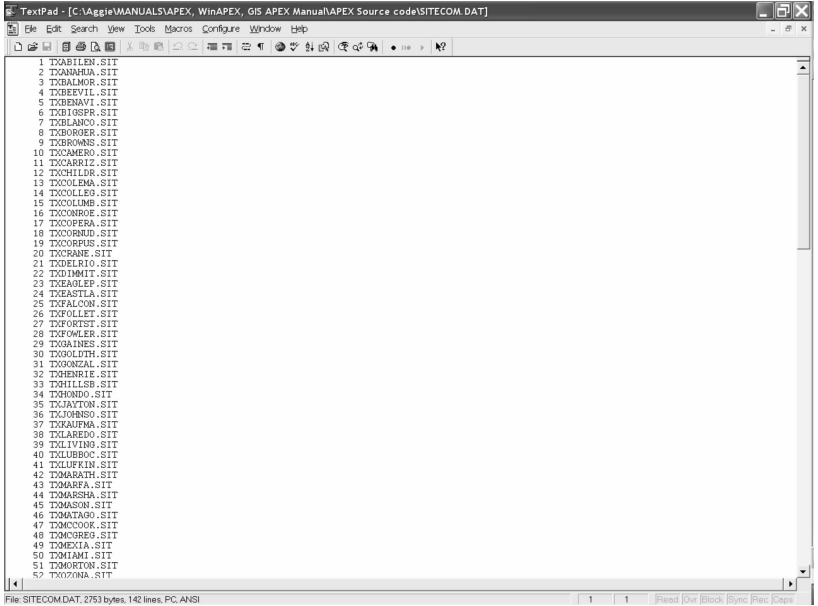


图 2.4 SITECOM.DAT 文件示例

2.5 模拟单元（或模拟子流域）文件（FILENAME.SUB）

农场或流域的研究可能包括多个田块或者子流域，或者一般称为同质的水文土地利用单元（HLU）。每个模拟单元或子流域需要具有同质的气候、土壤、土地利用（农事操作计划）以及地形。因此，流域/农场的异质性由子流域的数量来决定。流域中的每个子流域根据流域的水流汇流方向相互关联，汇流方向从距离最远的子流域开始一直到流域出口。在 filename.SUB 中对子流域进行描述。所有的 filename.SUB 文件需要在 SUBACOM.DAT（或者是用户自定义的名称）中列出，以便模拟时引用子流域的数字列表来寻找对应的子流域文件名。图 2.5 展示了一个由 4 个子流域组成的

简单流域，可以帮助用户来理解汇流机制如何在 APEX 中设置。

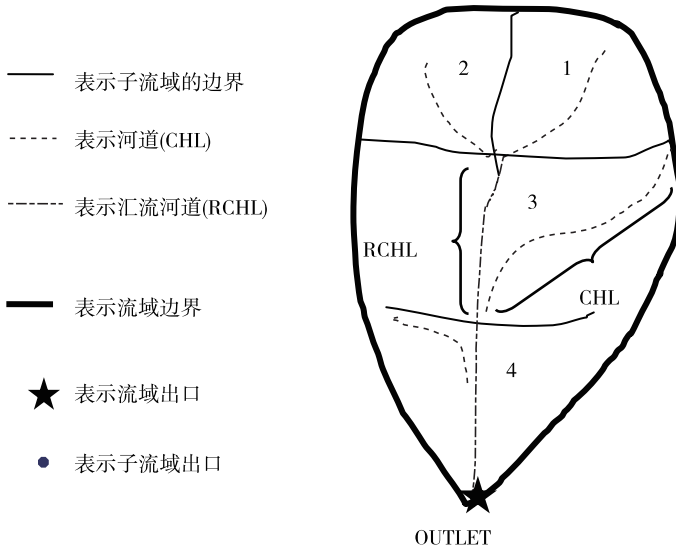


图 2.5 APEX 模型模拟的演算机制规则（以流域为例）

演算规则：

(1) $CHL = RCHL$ 。该子流域是一个源头区域 CHL 等于从子流域出口到子流域边界最远点的距离。RCHL 等于流经子流域的河道演算距离（干流或河道）。在一个源头区域，没有水流过子流域，因此，在这一点上没有建立真正的汇流河道。当水从子流域的末端移动时（水从上游子流域进入该子流域）完全地穿过子流域到达子流域对面的出口，此时需要定义一个汇流河道。

(2) $CHL \neq RCHL$ 。该流域是一个汇流子流域（仅当子流域是一个狭窄的峡谷宽度为 0 $RCHL = CHL$ ）。

(3) $-WSA$ 。负的流域面积（WSA）说明该流域的水流需要加在另一个源头流域，然后两个源头流域的水流会被汇流到下游汇流流域（在这，从 2 加上 1，在汇流通过 3 之前）。一个负的 WSA 被用来指示一个被添加的子流域，汇流的泥沙、水、农药等来自另外的子流域。

在 APEX 模型中，需用 3 个变量（CHL、RCHL 和 WSA）来确定每一个流域的汇流机制。当一个子流域的 $CHL = RCHL$ 时，该流域是源头子流域，代表没有上游流域汇流到该子流域。当 $CHL > RCHL$ 时，模型会将该子流域认定为一个汇流子流域。负的流域面积（ $-WSA$ ）表示在进入下游子流域之前，该子流域的模拟结果会被添加到另一子流域。图 2.5 中汇流机制示例如下：

	WSA (hm^2)	CHL (km)	RCHL (km)
子流域 1 (源头区域)	50	1.25	1.25
子流域 2 (源头区域)	-45	1.16	1.16
子流域 3 (汇流区域)	70	1.45	0.85
子流域 4 (汇流区域)	30	0.95	0.55

filename.SUB 文件包括数据项见表 2.4、表 2.5。

表 2.4 变量描述

字段	变量	描述
第 1 行		
1	SNUM	子流域的 ID 号（1~8 列，整型） 这是由用户给定的编号
2	TITLE	子流域描述（9~28 列，字符型）
第 2 行 格式：自由格式，见图 2.6		
1	INPS	来自土壤列表中的土壤编号（SOIL1501.DAT）
2	IOPS	来自农事操作计划表中的操作计划（OPSC1501.DAT）
注：		
(1) 如果种植制度是旱地类型，自动触发灌溉参数（BIR）必须为 0		
(2) 如果业主拥有畜群并且属于一个饲养场子流域，那么休耕（只有一个作物）是唯一可以使用的作物		
(3) 如果饲养场有一个氧化塘，则灌溉方式必须是氧化塘灌溉类型		

2 输入文件

(续)

字段	变量	描 述
3	IOW	业主 ID# 必须输入项
4	II	饲养区 0 表示非饲养区 HERD# 表示饲养区 如果畜群在牧场放牧，则设置为 0；否则，选择将会在这个区域（饲养区域）固定放牧的畜群（范围：0~10） 注意：如果 II=0，那么被氧化塘（DALG）面积占子流域面积的比例必须为 0
5	IAPL	有机肥施用区域 0 表示没有施用有机肥的区域 施用有机肥区域的有机肥来源：饲养场子流域 ID 为正值表明此子流域是固体有机肥的来源地。饲养场子流域 ID 为负值表明这个饲养场是液态有机肥的来源地（范围：-10 000~10 000）
6		未使用的
7	NVCN	CN - CN2 代码（范围：0~4） 0 逐日变化的 CN，非线性 CN/SW，考虑不同深度土壤水分权重 1 逐日变化的 CN，非线性 CN/SW，不考虑土壤深度权重 2 逐日变化的 CN，线性 CN/SW，不考虑土壤深度权重 3 不变的 CN - CN2，用于所有的暴雨 4 逐日变化的 CN SMI（土壤湿度指数）
8	IWTH	输入逐日气象站编号 仅当控制文件（APEXCONT.DAT）中的变量 NGN 大于 0 时才使用 注意：在使用此选项时必须要有 .DLY (S) 文件
9	IPTS	点源输入文件编号
10	ISAO	溢流释放方法（范围：0~10 000） • 0 表示正常的水库主要通过泄洪道释放 • 该子流域 ID 接受从地下管道出口排出的流量。这种设置方式可用来模拟一个子流域的地表溢流流向指定子流域的情况

(续)

字段	变量	描 述
11	LUNS	<p>土地利用编号</p> <p>土地利用编号来自 NRCS 的土地利用—水文土壤组表。此编码将覆盖操作文件 (OPSC * * * *.DAT) 的土地利用编码 (LUN)。如果某个耕作操作已经被设置有相应的 LUN, 那么根据 LUNS 和 LUN 的差值耕作操作的 LUN 会做相应的增加或减少, 例如, 如果 LUNS 等于 29, LUN 等于 25, 那么这个耕作操作的土地利用编号集将会增加 4 (范围: 1~35)</p> <p>OPSC * * * *.DAT 文件中的 2.6 节给出了 NRCS 土地利用水文土壤组表相对应的 LUN</p>
12	IMW	<p>自动割草的最小天数间隔</p> <p>这指的是当操作计划中使用了自动割草功能, 在两次割草间设置的最短时间长度 (d)。当草生长的高度超过切割机设置的割草高度时, 在设定的时间内草就会被割断。如果在控制文件 (APEXCONT.DAT) 表中设置了 IMW 变量, 这个值将会覆盖控制文件的值。为了使这个变量起作用, 操作计划中必须有自动割草机 (范围: 0~365)</p>
第 3 行	格式:	<p>自由格式, 见图 2.6</p> <p>初始状况</p>
1	SNO	<p>模拟开始时地面积雪的含水量</p> <p>在模拟开始时, 用户指定的地面积雪的含水量。对于用于决策支持的长期模拟, SNO 通常是未知的, 但在大多数情况下, 这个值并不是非常关键。如果一个 SNO 的测量值在模拟开始时是可获得的, 应该首选该 SNO 测量值。单位是 mm 的积雪含水量 (英制单位为英寸) (范围: 0~1 000)</p>
2	STDO	<p>枯死的作物残茬</p> <p>该变量允许输入模型起始运行时地面初始的枯死作物残茬, 单位为 t/hm²。若未知, STD 的值可设为 0; 然而, 第一年作物生长之前是没有作物残茬的。只有在第一个作物生长周期之后才会有作物残茬 (范围: 0~1 000)</p>
3	YCT	<p>子流域质心的纵坐标 (纬度)</p> <p>若在研究中考虑粉尘分布和空气质量, 需要输入该参数。若要用到空间方法生成天气信息这一选项, 也需要输入。在控制文件 (APEXCONT.DAT) 中把 NGN 变量设为 0 即可进行空间天气的生成。注: 负 YCT 值指的是南半球 (范围: -90~90)</p>

2 输入文件

(续)

字段	变量	描述
4	XCT	子流域质心的横坐标 (经度) 若在研究中考虑粉尘分布和空气质量, 需要输入该参数。若要用到空间方法生成天气信息这一选项, 也需要输入。在控制文件 (APEXCONT. DAT) 中把 NGN 变量设为 0 即可进行空间天气的生成 注: 负 XCT 值指的是西半球 (范围: $-180\sim 180$)
5	AZM	坡度的方位角 (从北方向起的顺时针度)
6	SAEL	子流域海拔 (m)
7	FL	田块长度 (如果模拟风蚀), 单位: km 如果使用正常的风蚀计算 [风蚀调整因子 (ACW) = 1], 田块必须输入其尺寸和方向。这个变量是指暴露在风中田块的长度。没有树, FL=长田块的长度; 若有树, FL<田块的长度。如果是模拟具体站点的风力侵蚀, 那么田块长度 FL、宽度 FW 和角度 ANG 会容易测到。然而, 假设的站点经常用于大尺度决策支持的长期模拟。在这种情况下, FL、FW 和 ANG 值的选择, 应能够代表当地田块的格局。没有必要费力去匹配田块的尺寸和排水面积, 因为模型除了要用到 FL 来估算沟灌的水蚀外, 田块尺寸仅用于估计风蚀。因此, 模拟站点可能是一个小的区域 (1hm^2), 如 1 个 $1 \times 0.5\text{km}$ 的田块。应该注意的是, 对于 $FL > 0.3\text{km}$, 风侵蚀模拟的变化不大。因此, 对于大于 10hm^2 的田块, FL 和 FW 的估计通常并不很关键。然而, 当大于 10hm^2 的田块是带状种植时, FW 的估计变得尤为重要。为了评估带状种植的影响, FW 估计为条带的平均宽度。若未知, 可设 FL 值为 0.0, 模型会用到估算出的 FL (范围: $0.001\sim 12$)
8	FW	田块宽度 (如果模拟风蚀), 单位: km 参阅变量 FL 以获取更多的信息。若未知, 可设 FW 值为 0.0, 模型能估算出 FW (范围: $0.001\sim 12$)
9	ANG	从北起算顺时针田块角度 (如果模拟风蚀) 查看变量 FL 获取更多的信息。若未知, 可设 ANG 值为 0.0, 并且它会被估计。如果 ANG 已知, 输入以度为单位的值 (范围: $0\sim 360$)
第 4 行	格式:	自由格式, 见图 2.6

(续)

字段	变量	描 述
流域特性		
1	WSA	<p>子流域（汇水）面积</p> <p>子流域面积单位为 hm^2。如果这是第二个源头子流域，与第一个源头子流域的水流相连，但不流经第一个源头子流域，那么在第二个源头子流域 WSA 前加上负（-）号，使它成为一个负值。程序在计算水流时把第二区的 WSA 添加到第一个上游区</p>
2	CHL	<p>从出水口到流域最远点的距离（河道长度）</p> <p>河道长度是指沿着河道从出水口到子流域最远点的汇流距离。通常在小的区域没有明晰的河道。在这种情况下，长度的测量是沿着一个汇流路径或者是通过流域的长宽比来进行简单的估计。对于面积小于或等于 20hm^2 的区域，河道长度不太关键。在河道数据不可获得的情况下，CHL 可以设置为 0，模型可估算 CHL，单位是 km（公制）或 mile（英制）。如果这是一个上游的子流域，没有从其他流域来的汇流，那么河段汇流的河道长度必须等于河道长度（$\text{RCHL}=\text{CHL}$）。如果这是一个下游子流域，那么河段汇流的河道长度不能等于河道长度（$\text{RCHL}\neq\text{CHL}$）。如果河道数据不可获取，输入 0</p>
3	CHD	<p>河道深度</p> <p>河道的深度，单位是 m。若未知，输入 0</p>
4	CHS	<p>河道坡度</p> <p>河道平均坡度的计算是用流域出水口和最远点的高程差除以 CHL 得到的。CHL 和 CHS 仅用来估计流域的汇水时间。在小流域占主要部分的汇水时间是地面漫流，而不是河道径流，所以对于面积较小的区域这个值并不关键。坡度单位以每单位距离下降的单位长度（m/m）来表示。如果未知，则输入 0</p>
5	CHN	<p>河道曼宁 N 值</p> <p>如果路经田块边缘的导流河道弯曲或者有障碍物，径流流量将会减少，泥沙就会沉积。河道粗糙因子称为曼宁（Manning）N。表中列出了各种条件下河道曼宁 N 值（Chow, 1959）。周文德提供了非常广泛的曼宁粗糙度率系数表。表中的数值只是周文德专著中列表的一小部分。如果未知，则输入 0</p>

2 输入文件

(续)

字段	变量	描 述																								
5	CHN	<p>不同条件下河道径流的曼宁 N 建议值 (CHOW, 1 959)</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">河道特性</th> <th style="text-align: center;">取</th> <th style="text-align: center;">值范围</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3">A. 挖掘或疏浚的人工河道</td> </tr> <tr> <td>①泥质的, 直且均匀</td> <td style="text-align: center;">0.025 0</td> <td style="text-align: center;">0.016~0.033</td> </tr> <tr> <td>②泥质的, 弯曲的和水流迟缓的</td> <td style="text-align: center;">0.035 0</td> <td style="text-align: center;">0.023~0.050</td> </tr> <tr> <td>③没有维护, 杂草和灌木</td> <td style="text-align: center;">0.075 0</td> <td style="text-align: center;">0.040~0.140</td> </tr> <tr> <td colspan="3">B. 天然河道</td> </tr> <tr> <td>①少量树、石头或灌木</td> <td style="text-align: center;">0.050 0</td> <td style="text-align: center;">0.025~0.065</td> </tr> <tr> <td>②大型树木或灌木</td> <td style="text-align: center;">0.100 0</td> <td style="text-align: center;">0.050~0.150</td> </tr> </tbody> </table>	河道特性	取	值范围	A. 挖掘或疏浚的人工河道			①泥质的, 直且均匀	0.025 0	0.016~0.033	②泥质的, 弯曲的和水流迟缓的	0.035 0	0.023~0.050	③没有维护, 杂草和灌木	0.075 0	0.040~0.140	B. 天然河道			①少量树、石头或灌木	0.050 0	0.025~0.065	②大型树木或灌木	0.100 0	0.050~0.150
河道特性	取	值范围																								
A. 挖掘或疏浚的人工河道																										
①泥质的, 直且均匀	0.025 0	0.016~0.033																								
②泥质的, 弯曲的和水流迟缓的	0.035 0	0.023~0.050																								
③没有维护, 杂草和灌木	0.075 0	0.040~0.140																								
B. 天然河道																										
①少量树、石头或灌木	0.050 0	0.025~0.065																								
②大型树木或灌木	0.100 0	0.050~0.150																								
6	SLP	<p>流域山地平均坡度</p> <p>坡度单位为 m/m。必须输入项。</p> <p>该流域平均坡度可以从现场测量或者使用网格等值线 (Grid-Contour) 的方法估计 (Williams 和 Berndt, 1977)</p>																								
7	SPLG	<p>流域山地平均坡长</p> <p>长度单位为 m。必须输入项</p> <p>流域坡长可以根据 Wischmeier 和 Smith (1978) 所描述的实地测量方法来估计, 或者根据地形图采用等值线极值点的方法估计 (Williams 和 Berndt, 1977)</p> <p>这是片流占主导的地表径流过程的距离。应该在汇流开始时测量坡长。在细沟发育良好的休耕地, 一场大雨过后坡长很容易观测到。在这种情况下, 坡长是从子流域到细沟的源头的长度。坡长值可以从地形图上获取</p> <p>梯田把丘陵的坡度划分成与水平梯田间隔相等的部分。梯田的坡长就是梯田的间隔。对于宽底的梯田, 水平梯田区间是从山脊中心到下面的河道中心的距离。对于陡峭的反坡梯田, 水平的梯田间隔是从山脊的耕作开始点到梯田下面前坡的基础点的距离</p> <p>坡长通常是一个被高估的参数。根据经验, 90m 被认定为非常长的坡长</p>																								
8	UPN	<p>流域山地曼宁 N 值</p> <p>这里的曼宁 N 是指表面粗糙度。这个表格包含对于各种坡面流的条件下曼宁 N 建议值和可能的范围 (Engman, 1 983)</p>																								

(续)

字段	变量	描 述																																										
8	UPN	曼宁 N 在各种坡面流条件下的建议值和可能的范围 (Engman, 1983)																																										
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>表面类型</th> <th>取值</th> <th>范围</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>休耕, 无残留物</td> <td>0.010 0</td> <td>0.008~0.012</td> </tr> <tr> <td>常规耕作, 无残留物</td> <td>0.090 0</td> <td>0.060~0.120</td> </tr> <tr> <td>常规耕作, 有残留物</td> <td>0.190 0</td> <td>0.160~0.220</td> </tr> <tr> <td>铧式犁耕作, 无残留物</td> <td>0.090 0</td> <td>0.060~0.120</td> </tr> <tr> <td>铧式犁耕作, 有残留物</td> <td>0.130 0</td> <td>0.100~0.160</td> </tr> <tr> <td>秋季耙耕作, 有残留物</td> <td>0.400 0</td> <td>0.300~0.500</td> </tr> <tr> <td>免耕, 无残留物</td> <td>0.070 0</td> <td>0.040~0.100</td> </tr> <tr> <td>免耕, 含残留物 (0.5~1.0t/hm²)</td> <td>0.120 0</td> <td>0.070~0.170</td> </tr> <tr> <td>免耕, 含残留物 (2.0~9.0t/hm²)</td> <td>0.300 0</td> <td>0.170~0.470</td> </tr> <tr> <td>放牧地 (覆盖率 20%)</td> <td>0.600 0</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>短草草原</td> <td>0.150 0</td> <td>0.100~0.200</td> </tr> <tr> <td>茂密草地</td> <td>0.240 0</td> <td>0.170~0.300</td> </tr> <tr> <td>百慕大草</td> <td>0.410 0</td> <td>0.300~0.480</td> </tr> </tbody> </table>	表面类型	取值	范围	休耕, 无残留物	0.010 0	0.008~0.012	常规耕作, 无残留物	0.090 0	0.060~0.120	常规耕作, 有残留物	0.190 0	0.160~0.220	铧式犁耕作, 无残留物	0.090 0	0.060~0.120	铧式犁耕作, 有残留物	0.130 0	0.100~0.160	秋季耙耕作, 有残留物	0.400 0	0.300~0.500	免耕, 无残留物	0.070 0	0.040~0.100	免耕, 含残留物 (0.5~1.0t/hm ²)	0.120 0	0.070~0.170	免耕, 含残留物 (2.0~9.0t/hm ²)	0.300 0	0.170~0.470	放牧地 (覆盖率 20%)	0.600 0	—	短草草原	0.150 0	0.100~0.200	茂密草地	0.240 0	0.170~0.300	百慕大草	0.410 0	0.300~0.480
表面类型	取值	范围																																										
休耕, 无残留物	0.010 0	0.008~0.012																																										
常规耕作, 无残留物	0.090 0	0.060~0.120																																										
常规耕作, 有残留物	0.190 0	0.160~0.220																																										
铧式犁耕作, 无残留物	0.090 0	0.060~0.120																																										
铧式犁耕作, 有残留物	0.130 0	0.100~0.160																																										
秋季耙耕作, 有残留物	0.400 0	0.300~0.500																																										
免耕, 无残留物	0.070 0	0.040~0.100																																										
免耕, 含残留物 (0.5~1.0t/hm ²)	0.120 0	0.070~0.170																																										
免耕, 含残留物 (2.0~9.0t/hm ²)	0.300 0	0.170~0.470																																										
放牧地 (覆盖率 20%)	0.600 0	—																																										
短草草原	0.150 0	0.100~0.200																																										
茂密草地	0.240 0	0.170~0.300																																										
百慕大草	0.410 0	0.300~0.480																																										

* 若未知, 记为 0。

9 FFPQ 通过河漫滩的径流占总径流的比例: 这是通过过滤带和缓冲区的地表径流的比例。它是从子流域进入并穿过滤带的水流比例。如果子流域是过滤带子流域, 则需要输入这个值。如果 FFPQ=0.90, 那么 10% 的径流量形成汇流, 其他的 90% 则通过过滤带。FFPQ 依赖于缓冲区或过滤带的地理形态。如果地形是平地, FFPQ 的值接近 1.00。然而, 如果地形包括低洼区和山丘, FFPQ 将趋近于 0。等高的缓冲带被设计用于截留大量的地表径流, 因此作为一个高效的过滤带, FFPQ 将接近 1.00 (范围: 0~1)

注:

① FFPQ=1.00。缓冲带应该能截获上面田块几乎 100% 的地表径流

② FFPQ<1.00。从上部过滤带的田块截获的地表径流的缓冲比例大约为 20%, 这主要是由于土地的形状被沟渠化的原因



图水平角度的缓冲带形状

2 输入文件

(续)

字段	变量	描 述
10	URBF	城镇面积占子流域面积的比例 指城镇面积占子流域面积的比例。子流域的这一部分将作为一个不透水土地利用进行模拟，而且该子流域所有输出都基于这个比例进行加权（范围：0~1）
第 5 行	格式：	自由格式，见表 2.7.1 通过子流域的河段演算的河道几何形态
1	RCHL	汇流河段的河道长度 在河道开始或者进入子流域和离开子流域的长度（距离），单位为 km。如果这是一个上游源头的子流域，那么汇流河段的长度必须等于河道距离（CHL）。如果这是一个下游的汇流子流域，那么汇流河段的长度不能等于河道距离（CHL）。对于下游子流域， $RCHL \neq 0$
2	RCHD	汇流河段的河道深度 汇流河道的深度，单位为 m。若未知，则输入 0
3	RCBW	汇流河段的河道上游宽度 汇流河道上游的宽度，单位为 m。若未知，则输入 0
4	RCTW	汇流河段的河道顶部宽度 汇流河道顶部的宽度，单位为 m。若未知，则输入 0
5	RCHS	汇流河段的河道坡度 汇流河道的坡度，单位为 m/m。若未知，则输入 0
6	RCHN	汇流河段的河道曼宁 N 下面的表格包括在各种河道汇流条件下曼宁 N 的建议取值（CHOW, 1959）。周文德专著中有一个范围很广的曼宁粗糙系数列表。这些数值仅仅是周文德专著中列表的一小部分。如果未知，则输入 0 在各种河道汇流条件下曼宁 N 的建议值（CHOW, 1959）
	河道特点	取值 范围
	A. 被挖或者疏浚的人工河道	
	①泥质的，直且均匀	0.025 0 0.016~0.033
	②泥质的，弯曲的和水流迟缓的	0.035 0 0.023~0.050
	③没有维护，杂草和灌木	0.075 0 0.040~0.140

(续)

字段	变量	描 述	取 值	范 围
6	RCHN	河道特点 B. 天然河道 ①少量树木、石头或灌木 ②大型树木和灌木	0.050 0 0.100 0	0.025~0.065 0.050~0.150
7	RCHC	河道 USLE 作物管理 (C) 因子 如果设置, RCHC 将覆盖控制文件中 RCC0 值。河道在裸露的条件下, RCHC 值应被设置为 0.1~0.6, 如果河道有良好的土地覆盖, 则需要设置该值为 0.000 1 (范围是 0.000 1~0.6)		
8	RCHK	河道 USLE 土壤可蚀性 (K) 因子 必须输入项。在岩石条件下, RCHK 值应为 0.000 1, 黄土 (粉土/淤泥) 条件下, RCHK 值应为 0.30 (范围在 0.000 1~0.5)		
9	RFPW	河段漫滩区宽度 指过滤器或缓冲带的宽度 (排水面积 WSA×10 000) / (洪泛区的长度 RFPL×1 000), 单位: m。若未知, 则输入 0		
10	RFPL	漫滩区长度 缓冲区或漫滩区的长度, 单位为 km。指水流的长度。若未知, 则输入 0		
11	SAT1	土壤饱和导水率 (GREEN & AMPT) 调整因子 (范围: 0.01~10)		
12	FPS1	河漫滩土壤饱和和导水率调整因子 (范围: 0.000 1~10)		
第 6 行	格式:	自由格式, 见表 2.7.1		

2 输入文件

(续)

字段	变量	描 述
水库数据		
1	RSEE	紧急泄洪道处的高程 (m)
2	RSAE	紧急泄洪道所在高程的水库总面积 (RSEE), 单位: hm^2
3	RSVE	紧急泄洪道所在高程的水库容量, 单位为 mm。 $\text{mm} = (\text{m}^3 / 10) / \text{WSA} (\text{hm}^2)$ 。对于一个 PL566 大坝的应急泄洪道典型容量约 150mm
4	RSEP	主泄洪道高程 (m)
5	RSAP	主泄洪道高程下的水库总表面积 (RSEP), 单位: hm^2
6	RSVP	在主泄洪道高程下的库容量, 单位: mm。 $\text{mm} = \text{m}^3 / 10 \times \text{WSA} (\text{hm}^2)$
7	RSV	初始库容量, 单位: mm。 $\text{mm} = (\text{m}^3 / 10) / \text{WSA} (\text{hm}^2)$ 。对于一个 PL566 大坝的主泄洪道典型容量约 20mm
8	RSRR	平均主泄洪道释放速率, 单位为 d 从紧急泄洪道向主泄洪道排放所需天数
9	RSYS	水库初始泥沙含量, 单位为 g/m^3
10	RSYN	水库正常泥沙含量, 单位为 g/m^3
第 7 行	格式:	自由格式, 见表 2.7.1
水库数据		
1	RSHC	水库底部的水力传导率, 单位为 mm/h
2	RSDP	水库中泥沙含量恢复正常值所需时间 径流时间结束后水库泥沙恢复正常含量所需的时间 (d)。较好的平均值是 10~20d (范围: 0~365)
3	RSBD	水库泥沙容重 (t/m^3)
4	PCOF	池塘占子流域的比例 子流域中径流流经池塘的径流比例 (分数)。其只会影响源自于这个子流域的水文。来自其他子流域流经这个子流域池塘的流入量不参与演算 (范围: 0~1)


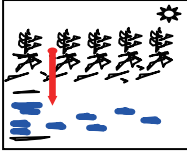
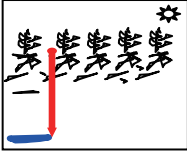
(续)

字段	变量	描 述
5	BCOF	<p>缓冲区所占子流域面积的比例</p> <p>指缓冲区所占子流域面积的比例（分数）。这只会影响源自于这个子流域的水文。来自其他子流域流经这个子流域缓冲带的流入量不参与汇流演算。当缓冲带的确切位置是未知时，应使用这个变量。如果缓冲带的确切位置是已知的，缓冲带应被视为另一个子流域（范围：0~1）</p> <p>假设：所有缓冲带都由草覆盖</p>
6	BFFL	<p>缓冲带水流长度（m）</p> <p>水流流经缓冲带的距离。如果在子流域几个独立的缓冲带是连续分布的，这个长度是指积累的水流长度。如果 BCOF 大于 0，应当设置这个变量</p>
7	WTMN	<p>地下水位的最小深度（范围：0~100）</p> <p>这是地下水位最高时从土壤表面到地下水位的深度（m），见表中图距地下水位的最小深度所示。</p> <p>注意：</p> <p>(1) 如果这个深度大于 1.8m（6 英尺^①），其对模型结果的影响是最小的。设定深度为 0，模型自动设置足够深的深度，以消除任何影响。若未知，设置为 0</p> <p>(2) 地下水位的波动受到降水和 ET 的影响。如果在 30d 前期雨量减去 30d 前期 PET，与 30d 前期 PET 比率小于 0，则地下水位下降。如果该比率大于 0，地下水位上升</p>
8	WTMX	<p>到地下水位的最大深度（范围：0~100）</p> <p>这是地下水位处于最低水平时，从土壤表面到地下水位的深度（m）。如未知，则设置为 0，见表中图距地下水位的最大深度</p>
9	WTBL	<p>初始的地下水位高度（范围：0~100）</p> <p>从土壤表面到模型开始模拟时的当前地下水位的深度（m）。整个模拟过程中水位将上下波动，见表中图地下水位初始深度</p> <p>注意：</p> <p>这个深度必须大于或等于最小地下水位深度（WTMN）并小于或等于最大地下水位深度（WTMX）</p>

① 英尺为非法定计量单位，1 英尺=0.304 8m。

2 输入文件

(续)

字段	变量	描述
9	WTBL	<p>当农地的地下水位非常接近地表时，最后这 3 个参数是非常重要的。默认设置假设地下水位足够深而不影响植物生长；然而，如果地下水位距离地表几英尺的范围内，它则能够提供额外的水，模型一般并不考虑</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">    </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">距地下水位的 最小深度</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">地下水位 初始深度</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; text-align: center;">距地下水位的 最大深度</div> </div>
10	GWST	<p>地下水储量（范围：0~200） 在模拟开始时的地下水储量，单位：mm 若未知，设置为 0</p>
11	GWMX	<p>地下水最大储量（范围：10~500） 地下水储量的最大值，单位：mm 若未知，设置为 0</p>
12	RFTT	<p>地下水滞留天数（范围：1~365） 若未知，设置为 0</p>
13	RFPK	<p>回流/（回流+深层渗漏）（范围：0.01~0.99） （若未知，设置为空白）</p>
第 8 行	格式：	自由格式
管理信息		
1	NIRR	<p>灌溉设置选项（范围：0~2）</p> <p>0 应用弹性的（变化的）灌溉。应用最低灌溉输入量，土壤田间持水量（FC-SW）和最大单次灌溉量（ARMX）</p> <p>1 应用固定灌溉。用户输入的灌溉量或 ARMX 量。灌溉选项是用来指定灌溉策略。分为两种灌溉模式：用户输入和自动。下面详细说明该模型如何处理固定灌溉应用、弹性灌溉应用的组合和人工与自动灌溉</p>

(续)

字段	变量	描 述
1	NIRR	<p>(1) 固定/刚性的灌溉。如果使用用户输入的灌溉量，那么模型根据用户在农事操作计划中指定的量和日期进行灌溉。如果使用自动灌溉，那么当灌溉触发器 (BIR) 触发时，启动灌溉，每次应用的用量等于在每个子流域设置的最大单次灌溉量 (ARMX)。在有灌溉的情况下，灌溉形成径流的部分 (由用户输入变量 EFI 给出) 会首先通过径流在灌溉水下渗到土壤前被移除。如果灌溉量大于土壤所需的田间持水量时，模型会产生径流流失这 EFI 部分，补充土壤剖面到田间持水量，剩余的水会透过土壤下渗。因而，灌溉可能导致营养物的淋失。可溶性营养物质通过土壤淋失或者径流流失</p> <p>(2) 可变的/弹性的灌溉。如果使用用户输入的灌溉，灌溉按照在农事操作计划中指定日期进行灌溉，灌溉应用的量等于指定最小的量、最大单次量、或所补充根区达到田间持水量所要求的量，计算方法为：$[(\text{田间持水量} - \text{当前水存储量}) / (1 - \text{EFI})]$。不管选择什么选项，都要考虑到 EFI。如果使用自动灌溉，灌溉则是基于每个子流域设置的灌溉触发器 (BIR)，最小 (ARMN) 和最大 (ARMX) 单次灌溉量以及最大年度灌溉量 (VIMX) 和灌溉时间间隔 (IRI)。在所有情况下，灌溉形成径流的部分会首先通过径流在灌溉水下渗到土壤前被移除，计算公式为：$(\text{田间持水量} - \text{当前水存储量}) / (1 - \text{EFI})$</p> <p>2 水田灌溉应用。允许用户模拟水田和湿地的情况</p>

表 2.5 变量描述

字段	变量	描 述
1	IRR	<p>灌溉选项 (范围: 0~5)</p> <p>0 旱地</p> <p>1 喷灌</p> <p>2 沟/漫灌</p> <p>3 滴灌施肥 (灌溉时加入肥料)</p> <p>4 液态废肥 (利用液态废肥灌溉)</p> <p>5 滴灌</p> <p>灌溉的代码用于指定是否使用灌溉以及灌溉的类型</p> <ul style="list-style-type: none"> • 若指定沟/漫灌，灌溉引起的侵蚀将被计算

2 输入文件

(续)

字段	变量	描 述
1	IRR	<ul style="list-style-type: none">• 若指定滴灌施肥, 按照 IDFT 识别肥料类型和 FNP 识别每次灌溉的肥料用量• 如果指定氧化塘液态废物, 那么土壤中污水的浓度 (单位: t/m^3) 则由 FNP 给出, 养分比例需要在 Fert1501.DAT 文件中通过创建一个化肥名并输入适当的营养成分含量来获得, 并用 IDFT 选择 <p>注: NIRR 和 IRR 仅作为数值输入。例如, 一个刚性滴灌灌溉制度将被输入为 15</p>
2	IRI	自动灌溉的最小时间间隔 设置自动灌溉事件间隔的天数。无论 BIR 是否已经满足, 直到达到最小间隔天数, 灌溉才会发生。如果 IRR=0, 那么设置 IRI 为 0。IRI 也会影响人工灌溉。如果人工灌溉设置的日间隔少于 IRI 设置的值, 那么手动灌溉仅应用于 IRI 的间隔设置 (范围: 0~365)
3	IFA	自动选项的最小施肥应用间隔 指在自动施肥事件之间间隔的天数。无论 BFT 是否已经满足, 直到达到最小间隔天数, 施肥才会发生 (范围: 0~365)
4	LM	石灰施用代码 (范围: 0~1) APEX 允许用户模拟农业石灰石的方式来提高土壤 pH 和 (或) 减少土壤铝饱和度。对于大多土壤和 APEX 模型应用, 这个特性是不需要的; 因此, 它可以通过将 LM 设置为 1 来关闭它 长期模拟非钙质土壤和氮肥或固氮豆科作物, 经常要求施用石灰防止土壤酸化和减少作物的生长 <ul style="list-style-type: none">0 自动施用石灰防止土壤酸化1 无石灰施用
5	IFD	犁坝代码 犁坝 (或垄) 通常由耕作器械构筑的位于犁沟内的一些小坝。设计的目的是阻止降水径流和促进降水下渗和 (或) 喷灌。APEX 模拟犁坝的构建、它的功能和毁坏。犁坝代码 IFD 用于确定是否模拟犁坝 (范围: 0~1) <ul style="list-style-type: none">0 表示不模拟犁坝系统1 表示模拟犁坝系统

(续)

字段	变量	描 述
6	IDR	<p>排水代码</p> <p>安装的人工排水系统（瓦罐、多孔管、明渠排水等）主要是为了从农地里排出多余的水（范围：0~2 500）</p> <p>0 没有排水设施</p> <p>>0 表示安装的排水系统的深度，单位为 mm</p>
7	IDF1	<p>施用液态废肥</p> <p>液态废肥施肥或自动施肥的肥料识别码。输入 0 表示没有来自液态废肥的施肥或自动施肥。应用来自液态废肥灌施肥需要指定肥料编码，这个肥料编码应列在 FERT1501.DAT 提供的肥料列表中。如果没有指定肥料编码，模型默认为 # 69 肥料。即使目前还没有使用此功能，建议选设这个编码，以便于选中的肥料编码能够与使用的肥料列表正确匹配</p> <p>注意：必须在控制文件（APEXCONT.DAT）中设置 MNUL。如果目前还没有液态肥料或没有启用液态废肥，那么即使肥料编码已经设置，这个功能也不会启动</p>
8	IDF2	<p>自动施用饲养区贮存的固态有机肥</p> <p>自动施用饲养区贮存的固态有机肥料识别码。输入 0，表示无固态有机肥的自动施肥。自动施用来自饲养区贮存的固态有机肥需要指定肥料编码，这个肥料编码应列在 FERT1501.DAT 提供的肥料列表中。如果没有指定肥料编码，模型默认设置为 # 68 肥料。即使目前还没有使用此功能，建议设置这个编码，便于选中的肥料编码能够与使用的肥料列表正确匹配</p> <p>注意：</p> <p>(1) 在子流域文件中必须设置 FNP2</p> <p>(2) 必须在控制文件（APEXCONT.DAT）中设置 MNUL</p>
9	IDF3	<p>商业磷肥的自动施用</p> <p>需要指定肥料编码，这个肥料编码应列在 FERT1501.DAT 提供的肥料列表中。如果没有指定肥料编码，模型默认设置为 # 53 肥料。即使目前还没有使用此功能，建议设置这个编码，便于选中的肥料编码能够与使用的肥料列表正确匹配</p> <p>注意：控制表中的 IPAT 必须设置为 1，以使自动施用磷肥起作用</p>

2 输入文件

(续)

字段	变量	描 述
10	IDF4	商业氮肥的自动施用 需要指定肥料编码，这个肥料编码应列在 FERT1501.DAT 提供的肥料列表中。如果没有指定肥料编码，模型默认设置为 # 52 肥料。即使目前还没有使用此功能，建议设置这个编码，便于选中的肥料编码能够与使用的肥料列表正确匹配 注意：在子流域文件中必须设置 BFT、FNP4 和 IFA 的值
11	IDF5	固态有机肥的自动施用 需要指定肥料编码，这个肥料编码应列在 FERT1501.DAT 提供的肥料列表中。如果没有指定肥料编码，模型默认设置为 # 68 肥料。即使目前还没有使用此功能，建议设置这个编码，便于选中的肥料编码能够与使用的肥料列表正确匹配 注意： (1) 子流域文件 FNP5 和 IFA 必须设置 (2) 必须在控制文件 (APEXCONT.DAT) 中设置 MNUL
12	IDF6	商业钾肥的自动施用 需要指定肥料编码，这个肥料编码应列在 FERT1501.DAT 文件中提供的肥料列表中。如果没有指定肥料编码，模型默认设置为 # 54 肥料。即使目前还没有使用此功能，建议设置这个编码，便于选中的肥料编码能够与使用的肥料列表正确匹配 注意：必须在控制文件 (APEXCONT.DAT) 中设置 IKAT 为 1 来启动钾肥的自动施用
13	IRRS	提供水库灌溉用水的子流域编号 0 没有水库灌溉用水或灌溉 >0 用来提供水库灌溉用水的子流域编号
14	IRRW	提供井灌水的子流域编号 0 没有井或井灌。 >0 用来提供井灌水的子流域编号
第 9 行	格式:	自由格式，见图 2.6
1	BIR	作物胁迫因子触发自动灌溉 为了触发自动灌溉，作物胁迫因子需要设定如下：

(续)

字段	变量	描 述
1	BIR	<p>0 用户输入的灌溉计划</p> <p>0~1.0 植物水胁迫因子。(1-BIR) 等于植物缺水压力可承受的比例。</p> <p>1.0 不允许水分胁迫</p> <p><0.0 根区植物有效水分亏缺 (单位为 mm, 而且一定要输入负值)</p> <p>>1.0 土壤表层 200mm 的土壤水分张力 (单位为 kPa 的绝对值)</p> <p>-1 000 设置足够高的水分亏缺, 所以不会启动自动灌溉, 仅使用用户输入的灌溉计划</p> <p>注意:</p> <p>BIR 在包含一个以上的轮作作物的种植制度中被设置和使用, BIR 将在轮作中适用于所有作物</p> <p>如果使用 BIR 不是根据植物缺水压力胁迫 (0~1), 当土壤水分亏缺或水张力达到 BIR, 则会在生长季节之外进行灌溉。这将减少作物生长期有效灌溉量</p>
2	EFI	<p>灌溉水通过地表径流流失的量/灌溉用水总体积比</p> <p>灌溉径流比是用来描述每个灌溉应用通过径流损失的比率。可溶性养分也会通过灌溉径流而流失。在模型里土壤坡度的变化并不动态影响灌溉径流, 所以必须由用户相应地设定 EFI 的值。如果 IRR 为 0 (旱地), 那么设置该参数为 0 (范围: 0~1)</p>
3	VIMX	<p>每年最大灌溉定额</p> <p>这是允许的每年最大灌溉量, 单位为 MM。如果一年内种植了几种作物, 第一季作物需水量将按照需求补给, 余下的水量将按照需求补给第二季作物。若 VIMX 分配的所有水都用在第一季作物上, 则第二季作物不会得到任何灌溉水。这也适用于由用户输入的灌溉计划。一旦灌溉用水量与 VIMX 相等, 那么不再会用多余的水来灌溉了, 不管是用户输入的灌溉计划还是自动灌溉</p>
4	ARMN	<p>单次灌溉的最小量</p> <p>自动灌溉允许的最小灌溉量, 单位为 mm</p>
5	ARMX	<p>单次灌溉的最大量</p> <p>自动灌溉允许的最大灌溉量, 单位为 mm。这是选择了固定自动灌溉的灌溉量</p>

2 输入文件

(续)

字段	变量	描述
6	BFT	<p>作物氮压力触发自动施肥</p> <p>触发自动施肥与 BIR 触发灌溉相似。当植物氮胁迫水平达到 BFT, 会自动施用氮肥。</p> <p>如果该值大于 0, IDFT 必须是施肥的代码。</p> <p>0.00 用户输入的施肥计划</p> <p>0~1 允许植物氮胁迫的比例 (1-BFT) 等于允许氮胁迫的比例。</p> <p>1.00 没有氮胁迫, 需肥时自动施肥</p> <p>>1 当 BFT>1, BFT 是土壤中触发自动施肥的氮含量, 单位为 g/t</p>
7	FNP4	<p>自动施用氮肥量</p> <p>可变的自动氮肥施用量 (降低氮胁迫所需的施肥量), 固定的自动施肥量 (设置每次达到氮胁迫的固定施肥量)。参数单位为 kg/hm²</p> <p>注意:</p> <p>(1) 必须设置 BFT (自动施肥触发器)</p> <p>(2) 为了使这个变量起作用, IDF4 (自动商用肥施用) 不能为 0</p>
8	FMX	<p>每年最大氮肥用量</p> <p>每年可施最大氮肥用量, 单位为 kg/hm²。若一年内有多种作物生长, 氮肥将用于指定的第一种作物, 然后到后续作物, 最多到年度最大值。当达到年度最大值时, 将不会施用额外的肥料。用户在农事操作计划文件里可以为每个作物设置氮肥施用量, 因此这里的 FMX 变量就不被采用了。请参见 2.6 以获取设定每种作物年度最大量的详细信息</p> <p>注意: 如果在子流域文件或农事操作计划中设置这个变量, 和用户输入的施肥计划同时存在, 模型将应用最大量, 而不考虑用户输入的施肥计划</p>
9	DRT	<p>排水系统终止植物过量水胁迫所需时间 (天数)</p> <p>人工排水系统能非常有效迅速降低地下水位, 也可能需要花几天的时间降低水位以足以消除通气胁迫。变量 DRT 用于指定排水系统消除胁迫所需的时间。单位按 d 计算。如果不考虑排水, 输入 0 (范围: 0~365)</p>

(续)

字段	变量	描述
10	FDSF	<p>犁坝安全因子</p> <p>犁沟容量用以储存水的比例。FDSF 控制的水量指在水溢出犁坝之前，犁坝能保存的水量。这个变量在犁坝容量的不确定性中会用到。通过行高、行间隔（行宽）、坝长和坝高来计算犁坝的容量。如果这些值不确定，最好的办法是设置一个较低的 FDSF 值，表明犁坝设计的不确定性较低。这将导致犁坝溢流更快，然而，这将影响径流和侵蚀。如果犁坝设计的不确定性比较高，可以设置 FDSF 到 0.9 或更高，这将减少犁坝溢流以及径流和侵蚀（范围：0~1）</p>

第 10 行 格式： 自由格式，见图 2.6

1	PEC	<p>土壤侵蚀控制措施因子</p> <p>根据保护性措施的有效性，侵蚀控制措施因子通常约为 0.1~0.9。默认值 1.0 为非等高耕作的地块。然而，为了完全消除水侵蚀，可以设置 PEC 为 0.0。这样，土壤剖面保持相对静止，因为它是在每一年年终时被重设为初始条件。这个特性便于保持一个给定的土壤剖面。另一个极端是为了改进长期模拟的效率，设 PEC=10，侵蚀率增加了 10 倍。这种特性在估计高达 1 000 年以上的周期水侵蚀对土壤特性的影响时，能大大节约时间。显然，可以用 PEC=10 的一个 100 年模拟大约等同于 1 000 年周期模拟（范围：0~10）</p>
---	-----	---

P 值和等高的坡长限制

坡度 (%)	P 值	最大长度 (英尺)
1 to 2	0.60	400
3 to 4	0.50	300
6 to 8	0.50	200
9 to 12	0.60	120
13 to 16	0.70	80
17 to 20	0.80	60
21 to 25	0.90	50

设置合适的 PEC 值能提高模拟的侵蚀量精度。

注意：如果作物播种后残留物覆盖经常超过 50%，最大长度可以增加 25%

2	DALG	<p>液态肥料池（氧化塘）面积所占子流域面积的比例</p> <p>只有当 IRR=4 时才需要（范围：0~1）</p>
---	------	---

2 输入文件

(续)

字段	变量	描 述
3	VLGN	<p>液态肥料池容积率 液态肥料池常容量与最大容量之比（常容量/最大容量）（比值小数）（范围：0~1） 仅在 IRR=4 时才需要 注意：如果受液态肥料池控制的子流域的比值（DALG）为 0，则 VLGN=0</p>
4	COWW	<p>来自于清洗污水的氧化塘输入 仅当 IRR=4 而且牧主至少拥有一头家畜时需要输入该参数（平均正常值为 0.15）（范围：0~1） 注意：如果氧化塘面积占子流域面积的比例（DALG）为 0，则 COWW=0 [m³/（畜·d）]</p>
5	DDLG	<p>氧化塘的储量由最大降到正常所需要的时间 仅当 IRR=4 时需要（范围：0~365） 注意：如果氧化塘面积占子流域面积的比例（DALG）=0，则 DDLG=0（d）</p>
6	SOLQ	<p>饲养场产生的液态粪便占粪便总量的比率 产生的粪便是液态的比例。仅当 IRR=4 时才需要（范围：0~1） 注意：如果氧化塘面积占子流域面积的比例（DALG）=0，则 SOLQ=0</p>
7	SFLG	<p>液态粪池设计的安全因子 这个数字以分数来表示。仅当 IRR=4 时才需要 $VLG = VLG0 / (1 - SFLG)$，其中 VLG 等于氧化塘容量，VLG0 是初始氧化塘容量（范围：0~1）</p>
8	FNP2	<p>饲养场贮存固体有机肥的自动施用量 当饲养场被分配 IAPL 和 IDF2>0 时，在指定的固体有机肥区域应用的量（kg/hm²）</p>
9	FNP5	<p>自动有机肥施用量 只有当 IDF5>0 时激活，该功能允许按需施用有机肥，单位为 kg/hm²。施用的有机肥可来自于外部</p>
10	FIRG	<p>自动调节灌溉量的因子 允许土壤剖面填充到部分田间持水量的调节因子。可设置 FIRG >1 允许超过灌溉量 $FIRG \times FC$</p>

(续)

字段	变量	描述
第 11 行	格式:	自由格式, 见图 2.6
1	NY (1)	<p>畜群可放牧作物</p> <p>如果没有畜群在此子流域放牧的话, 选择无 (0), 或者选择畜群数 (来自站点文件的 NCOW)。如果选择了畜群, 设置放牧区域允许的放牧下限 (在控制表中的 GZLM 或子流域文件中的 XTP) (范围: 0~10)</p> <p>注意:</p> <p>(1) NY 必须被设置来确定牧草合适畜群放牧</p> <p>(2) 对于该作物, 管理预算必须有一个开始放牧操作用以激活放牧。如果户主没有畜群 (来自于 OWNER 表) 那么不能设置 NY 和 XTP</p> <p>(3) 如果 HERD 文件中天数的最小分数 (变量在 FFED 文件中) 设置为 1, 那么畜群不会在选择的列表中显示</p>
:	:	:
10	NY (10)	<p>畜群可放牧作物</p> <p>如果没有畜群在此子流域放牧的话, 选择无 (0), 或者选择畜群数 (来自站点文件的 NCOW)。如果选择了畜群, 设置放牧区域允许的放牧下限 (GZLM) (范围: 0~10)</p>
第 12 行	格式:	自由格式, 见表 2.7.1
1	XTP (1)	<p>每个畜群的放牧限制 (1~8 列)</p> <p>这是放牧时必须维持的植物最低量 (t/hm^2)。当畜群啃食达到这个限制时必须停止放牧, 畜群用补充饲料喂养。如果在子流域文件中未设置 XTP, 控制表将使用放牧限制 (GZLM)</p>
:	:	:
10	XTP (10)	<p>每个畜群的放牧限制 (73~80 列)</p> <p>这是在放牧发生时必须保存的植物最低量 (t/hm^2)。当畜群啃食达到这个限制时必须停止放牧, 畜群用补充饲料喂养。</p>
流域内每个子流域重复从第 1 行到 12 行		

2 输入文件

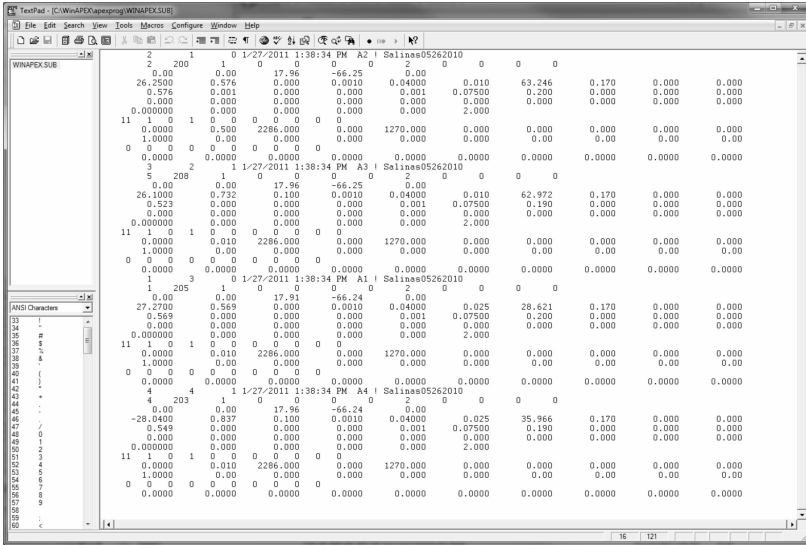


图 2.6 子流域 (*.SUB) 文件截屏示例

2.6 APEX 子流域列表文件 (SUBA * * * *.DAT)

APEX 子流域列表文件列出了所有的子流域文件，这些列表文件之前已经按照 2.5 所描述的格式创建好，并可用于创建运行。子流域列表包括有序编号的所有子流域文件，可以通过编号在 APEXRUN.DAT 文件中查找到。文件格式为自由格式。图 2.7 是 SUBACOM.DAT 文件的一个例子。用户可以自定义子流域列表文件名，但是它必须可以被 APEXFILE.DAT 文件正确识别。

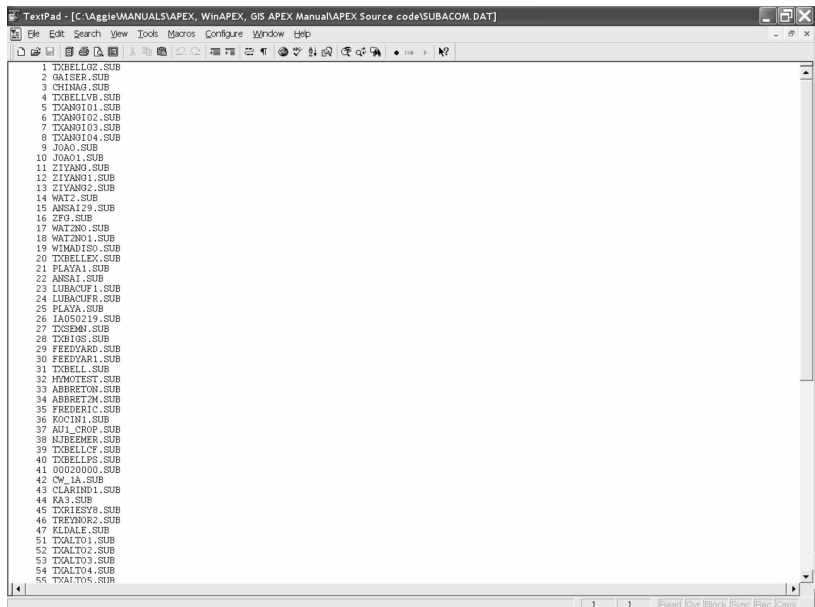


图 2.7 SUBACOM.DAT 文件示例

2.7 土壤文件 (FILENAME.SOL)

每一种土壤数据都保存在一个独立的土壤文件里，名为 filename.SOL。模型运行需要用到的每类土壤必须在 SOILL1501.DAT 文件（或用户自定义的名称）中列出，同时与子流域文件中的变量 INPS 对应。可以用“UTIL SOILLIST”编辑土壤列表文件。图 2.8 为土壤 (*.SOL) 文件的一个截屏示例。filename.SOL 包括参数见表 2.6。

表 2.6 变量描述

字段	变量	描述
第 1 行	格式:	20 个字母字符 土壤类型的一般描述行

2 输入文件

(续)

字段	变量	描述
第2行	格式:	10个字段,每个字段占8列,包括最多两位小数(浮点型)
1	SALB	土壤反照率(1~8列)(范围:0~1) 被土壤反射的太阳辐射量与入射到土壤的太阳辐射量的比率,经常表示为分数。反照率的值应在土壤接近或达到田间持水量时被报告
2	HSG	土壤水文组(1=A, 2=B, 3=C或4=D)(9~16列)(范围:1~4) 美国自然资源保护局(NRCS)根据土壤的入渗特征将土壤分为4类,NRCS土壤调查工作人员(1996)将相似的暴雨和覆盖条件下具有相近的径流潜力的一组土壤定义为一个水文组。土壤性质包括通过影响湿润未冻结裸土最小下渗率来影响径流潜力,包括季节性高潜水的埋深、饱和导水率以弱透水层的埋深。对于不同类的定义如下: A. 土壤即使完全湿润时,下渗率也很大。主要由排水深度大、排水性能好的砂和砾石组成,这种土壤具有高的导水率(低径流潜力) B. 土壤完全湿润时,具有中度下渗率,主要特征为排水中度到深度、排水性能中等到良好、质地中等到中等粗,导水率中等(中等径流潜力) C. 土壤完全湿润时,下渗率很小。主要有一个阻碍水分向下运动的隔水层,土壤质地中等细到细,导水率小(较高径流潜力) D. 土壤完全湿润时,下渗率很小,主要由黏土构成。黏土膨胀潜力大、具有永久潜水面、表面或表面附近具有不透水黏土层或黏土层,以及几乎不透水物质之上有浅层土壤,导水率非常小(高径流潜力)

用于 USDA 土壤调查的指导方针把土壤分成水文组,见下表

(续)

字段	变量	描述
水文组分级标准		
	标准*	水文学土壤组
		A B C D
	最终恒定的入渗率 (mm/h)	7.6~11.4 3.8~7.6 1.3~3.8 0~1.3
	平均渗透性: 表层 (mm/h)	>254.0 84.0~254.0 8.4~84.0 <8.4
	平均渗透性: 从表层到 1.0 米深度的最大限制性土层 (mm/h)	>254.0 84.0~254.0 8.4~84.0 <8.4
	胀缩性: 最大限制性的土层 **	低 低 中等 高、非常高
	至基岩或胶结层的深度 (mm)	>1016 >508 >508 <508
	双重水文组	A/D B/D C/D
	至地下水位平均深度 (m)	<0.61 <0.61 <0.61
<p>* 这些标准仅作为指导。它们是基于最小渗透性在上层 50cm 内发生的理论。如果最小的渗透性发生在 50~100cm 的深度, 则水文学土壤组需要一组。例如, C 到 B。如果最小渗透率发生在 100cm 以下, 使用之前给出的规则, 水文学土壤组是基于超过 100 厘米的渗透性。</p> <p>** 胀缩性用如下的规则来分配剖面:</p> <p>低: 所有的土壤包括沙土、壤砂土、沙壤土、壤土或粉砂壤土边界距表层 50cm 厚, 距表层 100cm 内无黏土层。</p> <p>中: 所有的土壤在距表层 50cm 内有粘壤土层或者是在距地表 50~100cm 有黏土层。</p> <p>高: 所有的土壤在距地表 50cm 内都有黏土层。当高岭石占优势时具有较低的胀缩性。</p>		
3	FFC	土壤初始含水量 (17~24 列) (范围: 0~1) 土壤初始含水量占田间持水量的比例, 若未知, 设为 0
第 3 行	格式:	10 个字段, 每个字段占 8 列, 最多两位小数 (浮点型)

2 输入文件

(续)

字段	变量	描述
1	TSLA	土层分割后的最大层数 (1~8 列) (范围: 3~10) 这个参数用来设置土壤最大分割层数, 模型将自动分割用户输入的土壤剖面并在此基础上进行模拟。把原土层分割成薄层, 能使水、养分和根系从一层到下一层的运动更精确。当植物根系穿透土层, 模型假设他们能充分的获取该层土壤养分和水。如果该层较厚时, 植物获得的营养物质和水比它们实际上能提供给植物的多。土层最大数 (TSLA) 的范围可以从 3 到 10。如果没有输入 TSLA, 模型自动使用 10 层。如果用户输入的土壤剖面层数比 TSLA 少, 模型分割土层以获得指定的数目。从上面的土层向下, 一层将会被分隔成上下两部分。最初模型先分割厚度大于 ZTK 的土层。该值设置为 0, 模型则以用户输入的土壤剖面为准, 而不用再分割土层厚度。请参阅 ZQT、ZF 和 ZTK 获取进一步的信息
2	XIDS	土壤风化代码 (9~16 列) (范围: 0~4) 土壤风化因素为估算磷吸附率提供信息, 如果没有风化信息, 或者如果土壤中含有碳酸钙, 则 XID 保留为 0 0 碳酸钙和无碳酸钙的土壤, 没有风化的信息 1 无 CaCO_3 , 轻微风化 2 无 CaCO_3 , 中度风化 3 无 CaCO_3 , 高度风化 4 输入磷吸附率 (PSP) 或者活跃的和稳定的矿质磷 (kg/hm^2)
3	RTN1	模拟开始时已经耕作的年数 (17~24 列) (范围: 0~300) 该参数影响土壤氮和碳进入惰性和慢分解腐殖质库的分配比例。在模拟开始前, 耕作年数被用来估计可矿化的有机氮库的比例。生草覆盖的土壤的矿化速率很快。田块耕作年数的增加使得惰性库中的碳和氮量增加。这意味着使碳和氮形成可利用的状态需要更多的时间
4	XIDK	土壤分组 (25~32 列) (1~3 列) 1 高岭土土壤组 2 混合土壤组 3 蒙脱土土壤组
5	ZQT	最大土层的最小厚度 (33~40 列) (范围: 0.01~0.25)

(续)

字段	变量	描 述
5	ZQT	模型分割的第一层厚度大于 ZQT [用户定义的最小分割的厚度 (m)] 的土壤层。土层被侵蚀并流失掉后, 土层会继续分割直到总层数等于 TSLA。在整个模拟期间这种分割计划使得土壤上层是更薄的土层。由于大多活动 (耕作、根系生长、微生物活性、降雨/径流作用等) 发生在近土壤表层, 模拟集中运算在较薄的土层区能取得令人满意的结果。当最厚的土层达到 ZQT 就不再有进一步的分割发生。如果土层被侵蚀, 直至土层数量减少到只剩下两层为止。此时, 模拟停止。如果达到用户指定最小土壤剖面厚度 (ZF) 时模拟也停止。如果 ZQT 和 ZF 没有输入, 模型会把这两个均设置为 0.1m。参考 TSLA、ZF 和 ZTK 获取更多信息
6	ZF	土壤剖面厚度的最小值 (41~48 列) (范围: 0.05~0.25) 这是允许的剖面厚度的最小值。如果剖面被侵蚀至此值, 模拟将会停止。如果没输入 ZF, 模型将把它设置为 0.1 M。参考 TSLA、ZF 和 ZTK 获取更多信息
7	ZTK	开始模拟层的最小土层厚度 (49~56 列) (范围: 0.05~0.25) 模型分割从表层开始, 用户所输入土层中第一个大于 ZTK (m) 的土层厚度; 如果不存在大于 ZTK (m) 的土层, 那么最厚的土层将被分割。只分割一次以确定在较低深度没有极端厚的土层。参考 TSLA、ZF 和 ZTK 获取更多信息
8	FBM	生物量库的有机碳比例 (分数) (57~64 列) (范围: 0.03~0.05)
9	FHP	惰性库中的腐殖质比例 (分数) (65~72 列) (范围: 0.3~0.7)
10	XCC	.SOT 文件自动写入的代码 (非用户输入) (73~80 列)
从第 4 行起, 每个土层占一列数据 (最多 10 层)		
格式: 10 个字段; 每个字段占 8 列, 最多两位小数 (浮点型)		
土壤被垂直划分成层 (在用户指定的厚度条件下, 土层最多划分 30 层)。一次可输入 10 层的数据。因此, 在指定的行上输入以下数据的 10 个值。		
第 4 行	Z	到该土层底部的深度 (范围: 0.01~10) 从土壤表层到底层的深度 (m)

2 输入文件

(续)

字段	变量	描述
第 5 行	BD	<p>湿容重 (t/m^3) (范围: 0.5~2.5)</p> <p>土壤容重表达的是土壤固相颗粒的重量占土壤总体积的比率</p> <p>$\rho_b = M_S/V_T$ 湿容重测量, 土壤质量是烘箱烘干后的重量, 土壤的总体积是指达到或接近田间持水量条件下测定的体积。容重的值一般在 1.1 和 1.9 mg/m^3 之间</p>
第 6 行	UW	<p>凋萎点的土壤含水量 (范围: 0.01~0.5)</p> <p>土壤含水量在 1500kPa 或 -15bars (m/m) (若未知, 值为 0)</p>
第 7 行	FC	<p>田间持水量的土壤含水量 (范围: 0.1~0.6)</p> <p>土壤含水量在 33kPa 或 -1/3bars (m/m) (若未知, 值为 0)</p>
第 8 行	SAN	<p>沙粒含量 (范围: 1~99)</p> <p>土壤中沙粒的百分比。直径在 2.0~0.05mm 的土壤颗粒的百分比</p>
第 9 行	SIL	<p>壤粒含量 (范围: 1~99)</p> <p>土壤中壤粒的百分比。直径在 0.05~0.002mm 的土壤颗粒的百分比</p>
第 10 行	WN	<p>初始的土壤有机氮浓度 (范围: 100~5 000)</p> <p>用户可以在模拟开始时定义有机氮的浓度 (干重) 包括所有土层中的腐殖质。如果用户没有指定初始氮浓度, APEX 将初始化有机氮水平 (gN/mg 或 mg/L) (若未知, 值为 0)。</p>
第 11 行	pH	<p>土壤 PH (范围: 3~9)</p> <p>土壤平衡溶液的 pH。它由玻璃、醌氢醌或者其他合适的电极或指示剂在特定溶液中有特定的水土比下测得。通常是蒸馏水、0.01mol CaCl₂ 或 1mol KCl。</p>
第 12 行	SMB	<p>阳离子基总量 (范围: 0~150)</p> <p>阳离子交换基总量 (cmol/kg) (若未知, 值为 0)</p>
第 13 行	WOC	<p>有机碳含量 (%) (范围: 0.1~10)</p>
第 14 行	CAC	<p>土壤中碳酸钙的含量 (%) (范围: 0~99)</p> <p>CaCO₃ 作为一种化合物被发现存在于自然界中的方解石、霏石、植物灰分、骨骼和贝壳中。CaCO₃ 被发现存在于石灰性土壤中。它也用作石灰改良剂来提高土壤 pH (若未知, 则为空白)</p>

(续)

字段	变量	描 述
第 15 行	CEC	阳离子交换量 (范围: 0~150) 土壤阳离子交换量是指在给定的条件下, 中和单位质量土壤中的负电荷所需要的阳离子的量 (cmol/kg) (若未知, 值为 0)
第 16 行	ROK	粗碎片含量 (范围: 0~99) 直径大于 2mm 的样品含量。也就是不能通过 2mm 筛的样品的百分含量, 用分数来表示 (若未知, 值为 0)
第 17 行	CNDS	初始的可溶性氮浓度 (范围: 0.01~500) 用户可以在模拟开始时定义所有土层中的硝酸盐的浓度 (干重) (g/mg) (若未知, 值为 0)
第 18 行	SSF	初始的可溶性磷浓度 (范围: 0.01~500) 用户可以在模拟开始时定义所有土层中的可溶性磷的浓度 (干重) (g/mg) (若未知, 值为 0)
第 19 行	RSD	作物残茬 (范围: 0~20) 前茬作物残留在土壤或土壤表面的生物量总量 (t/hm ²) (若未知, 值为 0)
第 20 行	BDD	干容重 (烘干) (范围: 0~2.0) 烘箱烘干后的土壤容重 (t/m ³) (若未知, 值为 0)
第 21 行	PSP	磷的吸附率 (范围: 0~0.9) 吸附在土壤微粒表面的磷的分数。若未知, 可设置为 0.0。模型将会计算这个比率。在输入这些值时, 必须设置土壤风化代码 XIDS 为 4.0
第 22 行	SATC	土壤饱和导水率 (范围: 0.000 01~100) 指在饱和情况下, 水穿过土层的速率。土壤饱和导水率使土壤水流量 (通量密度) 与水力梯度有关, 是一种测量土壤水运动容易程度的方法。土壤饱和导水率与土壤基质对水流阻力相反 (mm/h) (若未知, 值为 0)
第 23 行	HCL	侧渗水力传导率 (范围: 0.000 01~10) (mm/h) (若未知, 值为 0)
第 24 行	WPO	初始有机磷浓度 (范围: 50~1 000) 用户可以定义模拟开始时所有土层中的腐殖质中的有机磷的浓度 (基础干重) (g/t) (若未知, 值为 0)

2 输入文件

(续)

字段	变量	描 述
第 25 行	EXCK	交换性钾浓度 (范围: 0~200) 土壤颗粒表面易被盐溶液置换的钾总量 (g/t)
第 26 行	ECND	电导率 (范围: 0~50) 测定水或土壤浸提液中的导电性。通常用来估计溶液中可溶性盐含量 (mmho/cm)。
第 27 行	STFR	与硝酸盐淋溶交互的存储分数 (范围: 0.05~1) (若未知, 值为 0)
第 28 行	ST	初始土壤含水量 (范围: 0.001~1) 模拟开始时初始的田间持水量分数。单位: m/m
第 29 行	CPRV	流入该土层的水流分配到垂直裂缝或管道流的比例 (范围: 0~0.5) (若未知, 值为 0)
第 30 行	CPRH	流入该土层的水流分配到水平裂缝或管道流的比例 (范围: 0~0.5) (若未知, 值为 0)
第 31 行	WLS	结构性凋落物 (范围: 0~10 000) 两种凋落物组分之一包括植物残体和根系中的木质素。凋落物组分有固定的 C/N 比 (kg/hm ²) (若未知, 值为 0)
第 32 行	WLM	代谢性凋落物 (范围: 0~10 000) 两种凋落物组分之一由易分解的和水解性的有机质组成 (kg/hm ²) (若未知, 值为 0)
第 33 行	WLSL	结构性凋落物中木质素的含量 (范围: 0~10 000) 木质素是复杂的高分子聚合物, 它和纤维素一起使植物细胞壁更坚实。它非常抗分解 (kg/hm ²) (若未知, 值为 0)
第 34 行	WLSC	结构性凋落物的碳含量 (范围: 0~10 000) 碳元素是植物干物质近一半的组成元素, 并且是所有有机物质的常见成分。它也以 CO ₂ 的形式存在于大气中。有关更多信息, 请参阅 WLS (kg/hm ²) (若未知, 值为 0)
第 35 行	WLMC	代谢性凋落物碳含量 (范围: 0~10 000) 详见 WLSC 和 WLM (kg/hm ²) (若未知, 值为 0)

(续)

字段	变量	描 述
第 36 行	WLSLC	凋落物木质素中的碳含量 (范围: 0~10 000) 详见 WLSL、WLSL 和 WLS (kg/hm ²) (若未知, 值为 0)
第 37 行	WLSLNC	凋落物木质素中的氮含量 (范围: 0~10 000) 凋落物木质素中发现的氮的含量。详见 WLSL 和 WLS (kg/hm ²) (若未知, 值为 0)
第 38 行	WBMC	生物量中的碳含量 (范围: 0~10 000) 活的植物体的碳含量 (kg/hm ²) (若未知, 值为 0)
第 39 行	WHSC	慢分解腐殖质中的碳含量 (范围: 0~10 000) 慢分解腐殖质是土壤有机质的一个概念性成分, 它分解的速率介于微生物和难分解的腐殖质之间 (kg/hm ²) (若未知, 值为 0)
第 40 行	WHPC	惰性腐殖质的碳含量 (范围: 0~10 000) 惰性腐殖质是土壤有机质的一个概念性成分, 它由老的或稳定的土壤有机质组成 (kg/hm ²) (若未知, 值为 0)
第 41 行	WLSN	结构性凋落物中的氮含量 (范围: 0~10 000) 详见 WLS (kg/hm ²) (若未知, 值为 0)
第 42 行	WLMN	代谢性凋落物的氮含量 (范围: 0~10 000) 详见 WLM (kg/hm ²) (若未知, 值为 0)
第 43 行	WBMN	生物量氮含量 (范围: 0~10 000) 活的植物体中的氮含量 (kg/hm ²) (若未知, 值为 0)
第 44 行	WHSN	慢分解腐殖质中的氮含量 (范围: 0~10 000) 详见 WHSC (kg/hm ²) (若未知, 值为 0)
第 45 行	WHPN	惰性腐殖质中的氮含量 (范围: 0~10 000) 详见 WHPC (kg/hm ²) (若未知, 值为 0)
第 46 行	FE26	铁含量 (%)
第 47 行	SULF	硫含量 (%)
第 48 行	ASHZ	土壤剖面 (A, B, C)
第 49 行	CGO ₂	气态 O ₂ 浓度 (g/m ³ 的土壤空气)
第 50 行	CGCO ₂	气态 CO ₂ 浓度 (g/m ³ 的土壤空气)
第 51 行	CGN ₂ O	气态 N ₂ O 浓度 (g/m ³ 的土壤空气)

2 输入文件

```
TextPad - [C:\cpm0320V2\EPIC\Epic.sol]
File Edit Search View Tools Macros Configure Window Help
ALTOGA (LgC) (SIC) Runnumber 1
.15 3. .80 50.00 100.00 75.00 25.00 50.00 .00 .00
10.00 0. 162.4 2. .10 .10 .15 .04 .89 1.00
.01 .06 .14 .23 .34 .46 .57 .69 .90 1.15
1.19 1.18 1.22 1.32 1.41 1.42 1.40 1.40 1.20 1.20
.17 .17 .17 .18 .19 .19 .17 .17 .14 .11
.37 .37 .36 .36 .37 .37 .35 .35 .33 .28
14.82 14.82 14.82 12.49 8.60 8.60 12.30 12.30 10.40 22.20
61.89 61.89 61.89 59.23 60.10 60.10 59.40 59.40 64.20 61.30
1664.00 2006.00 1598.00 990.00 615.00 550.00 407.00 406.00 216.00 108.00
7.07 7.07 7.07 7.07 7.20 7.20 7.30 7.30 7.30 7.40
15.95 15.95 15.95 15.95 24.00 24.00 23.10 23.10 21.80 19.00
1.82 1.99 1.59 .98 .61 .55 .41 .40 .21 .11
.00 .00 .00 .00 .00 .00 .00 .00 .00 .00
17.50 17.50 17.50 20.90 27.50 27.50 25.20 25.20 22.90 19.60
.00 .00 .00 .00 .00 .00 .00 .00 .00 .00
37.03 32.33 57.88 42.32 28.00 15.50 14.77 15.12 64.68 322.03
42.33 25.32 26.70 22.45 16.33 14.83 10.14 5.99 7.88 7.33
.18 .33 .11 .06 .04 .03 .03 .09 .30 .27
1.19 1.18 1.22 1.32 1.41 1.42 1.40 1.40 1.20 1.20
.50 .50 .50 .50 .50 .50 .50 .50 .50 .50
8.52 8.52 8.52 6.44 5.63 5.63 6.65 6.65 7.66 10.47
.09 .09 .09 .06 .06 .06 .07 .07 .08 .10
20.80 19.67 17.40 16.39 10.23 10.42 19.96 39.59 19.46 10.60
575.50 170.01 105.75 71.91 48.55 31.62 29.46 20.99 36.82 98.46
.00 .00 .00 .00 .00 .00 .00 .00 .00 .06
1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00
-.44 .50 .92 .99 1.00 .14 .01 .01 .02 .02
112.00 268.00 92.00 50.00 34.00 25.00 23.00 65.00 195.00 160.00
63.00 66.00 21.00 10.00 7.00 6.00 9.00 28.00 108.00 109.00
3.00 6.00 2.00 1.00 .00 .00 .00 1.00 4.00 3.00
47.00 113.00 39.00 21.00 14.00 10.00 9.00 27.00 82.00 68.00
26.00 27.00 8.00 4.00 3.00 2.00 4.00 12.00 45.00 46.00
1.00 3.00 1.00 .00 .00 .00 .00 .00 2.00 1.00
46.00 110.00 38.00 21.00 14.00 10.00 9.00 26.00 80.00 67.00
51.00 299.00 208.00 113.00 79.00 54.00 46.00 93.00 260.00 179.00
576.00 2622.00 2127.00 968.00 668.00 480.00 528.00 835.00 1166.00 834.00
1427.00 9283.0013112.0010473.00 8696.00 8675.00 5650.00 5765.00 5656.00 4823.00
.31 .75 .26 .14 .09 .07 .06 .18 .55 .45
1.69 1.74 .54 .20 .11 .10 .16 .51 1.87 1.91
9.83 75.93 57.44 32.45 23.79 16.31 13.11 28.10 77.63 46.65
36.00 209.00 171.00 77.00 54.00 39.00 45.00 76.00 105.00 76.00
146.00 960.00 1331.00 1057.00 877.00 875.00 568.00 577.00 567.00 483.00
```

图 2.8 土壤 (*.SOL) 文件截屏示例

2.8 APEX 土壤列表文件 (SOIL * * * *.DAT)

APEX 土壤列表文件列出了按 2.7 部分所描述的格式创建好的土壤文件，用户可用来建立 APEX 模拟运行。土壤列表包括有序编号的所有土壤文件，APEX 子流域文件通过这些编号来调用相对应的土壤文件。文件格式是自由格式。图 2.9 是 SOILCOM.DAT 文件的一个例子。用户可以自定义土壤列表文件的名称，但需要注意的是，相应的文件名必须在 APEXFILE.DAT 文件中列出以便模型调用。

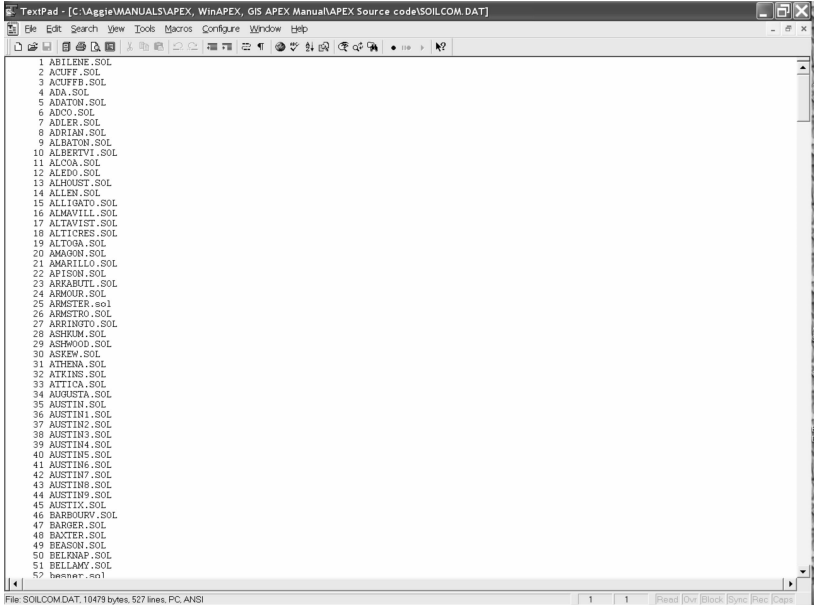


图 2.9 SOILCOM.DAT 文件截屏示例

2.9 农事操作文件（文件名.OPS）

农事操作文件的典型命名为：文件名.OPS，这一命名由以下结构组成（注意：变量 opv1 到 opv7 有上下文特定含义，例如，不同的含义和变量名依赖于操作行的类型），文件（文件名.OPS）必须包含在 OPSC1501.DAT 之中（或者用户指定的农事操作文件列表文件名称中）。变量描述见表 2.7。图 2.10 是一个文件截屏示例。

表 2.7 变量描述

字段	变量	描述
第 1 行		格式：20 个字母字符
第 2 行：	格式	20 个字段，每字段占 4 列（整型）

2 输入文件

(续)

字段	变量	描 述
1	LUN	土地利用编号, 由 NRCS 土地利用-土壤水文组表所定义 (1~4 列) (范围: 1~35) 表 2.7.1 中标记土地利用编号的列。这个数字随土壤水文组一起用于确定 CN 值
<p>以下 6 个变量可选; 建议对它们进行设置, 因为默认操作数字可能不能完全匹配所用的 TILL.DAT 文件, 从而造成无法预计的模拟结果。</p>		
2	IAUI	自动灌溉设备 # (5~8 列) (范围: 1~∞) 如果使用自动灌溉, 该 # 指定的灌溉设备 (设备 # 及相对应的参数列在 TILLCOM.DAT 文件中) 将被用来提供灌溉。如果没有指定, 默认操作是 #500
3	IAUF	自动施化肥设备 # (9~12 列) (范围: 1~∞) 如果使用自动施化肥设置, 该 # 指定的施肥设备 (设备 # 及相对应的参数列在 TILLCOM.DAT 文件中) 将被用来提供商业无机肥。如果没有指定, 默认操作是 #261
4	IAMF	有机肥自动沉积操作 # (13~16 列) (范围: 1~∞) 如果动物粪便自动存放到地块或饲养场, 那么这一操作 (见 TILLCOM.DAT 文件) 将被用来施肥。如果没有指定, 默认操作是 #268
5	ISPF	自动施固体有机肥的设备 # (17~20 列) (范围: 1~∞) 如果自动施用固体有机肥, 这一操作 (见 TILLCOM.DAT 文件) 将被用来施用来自于料堆或其他地方的有机肥。如果没有指定, 默认操作是 #266
6	ILQF	自动施液体有机肥设备 # (21~24 列) (范围: 1~∞) 如果自动施用液体有机肥, 这一操作 (见 TILLCOM.DAT 文件) 将被用来施用来自于料堆或其他地方的有机肥。如果没有指定, 默认操作是 #265
7	IAUL	自动施用石灰设备 # (25~28 列) (范围: 1~∞) 如果自动施用石灰, 这一操作 (见 TILLCOM.DAT 文件) 将被用来自动施用石灰。如果没有指定, 默认操作是 #267

(续)

字段	变量	描 述
行 (3~N)	格式	3 个字段, 每个字段占 3 列 (整型) 紧随其后的是 4 个字段, 每个字段占 5 列 (整型) 紧随其后的是 7 个字段, 每个字段占 8 列 包括小数位 (浮点型)
一行一个操作:		
1	JX (1)	农事操作年份 (1~3 列) (范围: 1~100) 指进行农事操作发生的年份 1=运算发生在作物系统第一年 2=运算发生在作物系统第二年 : N=运算发生在作物系统第 N 年
2	JX (2)	农事操作月份 (4~6 列) (范围: 1~12) 农事操作发生的月份 (范围: 1~12)
3	JX (3)	运算日期 (7~9 列) (范围: 1~31) 运算发生在一个月中的哪一天
4	JX (4)	耕作 ID 编号 (10~14 列) (范围 1~∞) 指赋予每次耕作操作或每件设备的 ID 编号 (见 TILL1501.DAT)
5	JX (5)	拖拉机 ID (15~19 列) (范围: 1~∞) 指 TILL1501.DAT 文件中赋予每台拖拉机的 ID 编号
6	JX (6)	作物 ID 编号 (20~24 列) (范围: 1~∞) 指 CROP1501.DAT 文件中赋予每种作物的 ID 编号
以下变量将随操作类型相关的数据值类型不同而有所不同		
7	JX (7)	(1) XMTU 从种植到成熟的时间 (Y) (仅限于种植树木)。这里指树完全成熟的时间 (树木生长的整个生命周期)。对于树木不需要潜在热量输入, 该值将由 XMTU 计算 (25~29 列) (范围: 5~300) (2) LYR——各年从种植到收获的时间, 是针对树的收获操作 (完全成熟的一部分) (25~29 列) (范围: 5~100) (3) 农药 ID 编号, 见 PEST1501.DAT (只适用于农药施用) (25~29 列) (范围: 1~∞) (4) 肥料 ID 编号, 见 FERT1501.DAT (只适用于化肥施用) (25~29 列) (范围: 1~∞)

2 输入文件

(续)

字段	变量	描 述
8	OPV1	<p>种植操作时, 这个变量指潜在热单位。热单位总数或植物从发芽到生理成熟所需要的生长度天数, 用于确定生长曲线。如果未知则输入 0 (30~37 列) (范围: 1~5 000)</p> <p>对于树木, 不用输入 PHU。其值由 XMTU 计算</p> <p>对于其他作物, PHU 是每年年初开始累积的, 并在年末重置为 0。树是一种特殊情况, 它的 PHU 逐年连续积累。树中的落叶树种也是一个特例, 其 PHUS 通过年度的计算 (类似非树作物) 来模拟叶落, 并通过 PHUS 逐年累积来模拟树的成熟</p> <p>(1) 如果是放牧操作, 这个变量指放养率。这一变量以公顷数/动物来设置放养率。利用这一特性, 用户可以随时改变畜群中动物数量, 来模拟动物的买入/卖出 (30~37 列) (范围: 0~200)</p> <p>(2) 如果是灌溉操作, 这个变量指灌溉量 (mm) (30~37 列) (范围: 1~5 000)</p> <p>(3) 如果是施肥操作, 这个变量指施肥量 (kg/hm^2), 使用可变的施肥率时设置为 0 (30~37 列) (范围: 0~500)</p> <p>(4) 如果是喷施农药操作, 这个变量指农药用量 (kg/hm^2) (30~37 列) (范围: 0~500)</p> <p>(5) 如果是施石灰操作, 这个变量指石灰用量 t/hm^2 (30~37 列)</p> <p>(6) 如果是洼地或积水稻田, 该变量是指目标积水的深度 (单位: mm)。该参数的设置将设定堰的高度, 并且调整第二层土壤的饱和土壤导水率为参数 39 (PARM39) 的值 (详情见附录 J 中有关稻田的模拟描述)</p>
9	OPV2	<p>(1) 平均湿度条件下 SCS 径流曲线数 (CN2 值), 或土地利用编号 (可选)。如果某一土地管理操作使土地状况发生转变, 那么以前设置的土地利用编号被这个值代替 (38~45 列) (范围: 1~35)</p> <p>(2) 如果是施农药操作, 这个变量指农药施用控制害虫因子 (害虫控制比例)。这个因子通过施用农药控制害虫总数。它只适用于虫害和病害。杂草则是通过间作控制 (38~45 列) (范围: 0~1)</p> <p>如果这个因子设置为 0.99, 那么 99% 的害虫将被杀死。每次处理后, 害虫总数将基于控制文件里参数 PSTX、作物文件里参数 PST 和参数文件里参数 9 (PARM 9 和 10) 这几个参数重新计算。一般地, 模型设置为害虫导致最小的伤害而不减少产量</p> <p>害虫生长依赖于温度和湿度。温暖湿润的环境有利于害虫的生长, 干燥和凉爽的环境会抑制害虫的生长</p>

(续)

字段	变量	描 述
10	OPV3	<p>自动灌溉触发器 (46~53 列) (范围: ~1 000~1 000)</p> <p>这与子流域文件灌溉触发器功能相同。子流域文件中的值可通过设置农事操作计划中的触发值而被替代。保持 OPV3=0, 就不会修改灌溉触发器在子流域文件中设置的值</p> <p>为了触发自动灌溉, 需要如下述设定作物水胁迫因子:</p> <p>0 用户输入的灌溉计划</p> <p>0~1.0 植物水胁迫因子。(1-BIR) 等于植物水胁迫可承受的比例</p> <p>1.0 不允许水分胁迫</p> <p><0.0 根区植物有效水分亏缺 (单位为 mm, 而且一定要输入负值)</p> <p>>1.0 顶层 200mm 的土壤水分张力 (单位为 kPa 的绝对值)</p> <p>-1 000 设置足够高的水分亏缺, 所以不会启动自动灌溉, 仅用户输入的灌溉计划</p> <p>9 999 允许水田自动灌溉 (有关水稻模拟的更多信息, 请参阅附录 J)</p> <p>注意:</p> <p>BIR 在包含一个以上的轮作作物的种植制度中被设置和使用时, BIR 适用于所有作物</p> <p>如果使用 BIR 不是根据植物水胁迫 (0~1), 那么需要清楚如果土壤水分亏缺或水张力达到 BIR, 则会在生长季节之外进行灌溉。这将减少作物生长期灌溉可用水量</p> <p>一旦在农事操作计划中设置触发器, 它将一直有效至农事操作计划改变。如果该操作计划与其他操作计划在轮作中一起使用, 甚至触发器将保持到下一个农事操作计划。当在一个农事操作计划中设置灌溉触发器, 最好在操作计划末尾设置灌溉触发器到 -1 000mm, 以便当农事操作计划与其他非自动灌溉作物轮流使用时, 第二种作物不受灌溉触发器影响</p> <p>移植作物的初始叶面积指数 (46~53 列)</p> <p>种植操作时, 这个变量设置移植作物移植时的叶面积指数。在作物文件中其相应种子的重量 (SDW) 也必须大于 0。PHUS (见 OPV1) 也应该相应减小来反映出移植作物移植前已经获得的热量单位。通常 PHUS 计算的是植物从发芽到生理成熟所需要的热单位总数</p>

2 输入文件

(续)

字段	变量	描 述
11	OPV4	<p>灌溉产流体积/灌溉用水体积比 (54~61 列) (范围: 0~1) 设置农事操作计划中的径流系数 (EFI) 可代替子流域文件内的 EFI。灌溉径流比指每次灌溉时通过径流损失部分。可溶性养分通过径流损失 土壤坡度变化不影响这个数量的动态性。EFI 必须相应设置 (范围: 0~1)</p>
12	OPV5	<p>种植密度 (62~69 列) (范围: 0~500) 如果是种植操作, 该变量则设置植株数/m², 如果植株数/m²< 1, 例如树, 就用植株数/hm²。APEX 不模拟分蘖, 同种子或发芽数量相比, 小麦、甘蔗等作物产生较高的分蘖数量, 设置种植密度时必须根据最终产量所产生的分蘖数进行估计 自动灌溉量调整因子 (62~69 列) (FIRG * FC)。更多信息见子流域文件中 FIRG</p>
13	OPV6	<p>作物年度最大氮肥施用量 (70~77 列) (范围: 0~1 000) (种植操作时, 该变量设置为 0 不改变 FMX; >0 时设置新 FMX)。在子流域文件中通过设定 FMX 来设定肥料用量限值, 这一限值以年为基础施用而与年内种植的作物数量无关。关于 FMX, 在 2.4 节中有更详细的信息。农事操作中年度最大氮肥量也可以在此设置, 而且可以对每种作物分别进行设置, 每种作物设置一个特定的氮肥用量。自动施肥时尤其重要 注意: 如果在子流域文件或农事操作计划中设置这个变量, 并有用户输入的施肥计划, 模型只会应用截至到最大量而不管用户输入的施肥计划是否全部落实 触发水稻灌溉的最小积水深度 (单位: mm) (70~77 列) 达到设定的积水深度时触发水稻灌溉 (关于水稻模拟的更多信息见附录 J)</p>
14	OPV7	<p>农事操作时间占生长季节的比例 (78~85 列) (范围: 0~1.5) 这也被称为热单位计划。热单位计划安排特定的生长阶段的农事操作。例如, 灌溉可以安排在作物生长阶段的 0.25、0.5 和 0.75, 这几个阶段代表作物生长变化阶段。也可以在作物潜在热单位 25%、50% 和 75% 进行灌溉 当使用热单位计划设置一个农事操作时, 最好输入尽可能最早</p>

(续)

字段	变量	描 述
----	----	-----

的农事操作可能发生的月和日 [JX (2) & JX (3)], 这是因为农事操作的发生需要操作的日期和预计的热单位满足条件。这对于收获操作是相当正确的。推荐收获日期比预想的实际收获日期提前 10~14d。如果设置的日期太晚, 并且热单位在操作日期之前达到条件, 作物将比期望生长得更久, 从而影响产量

在 APEX 模型中, 接下来的流程如下: 首先通过程序检查查看操作日期是否达到要求, 然后检查热单位分数是否达标。请参阅下表所做的进一步解释

表 2.7.1 水文-土壤覆盖复合物的径流曲线数 (CN 值)

土地利用	覆盖 处理或措施	水文 条件	土壤水文组				土地 利用 号	
			A	B	C	D		
休耕	直行	—	77	86	91	94	1	
	直行	差	72	81	88	91	2	
	条播作物	" "	好	67	78	85	89	3
		等高	差	70	79	84	88	4
	等高梯田	" "	好	65	75	82	86	5
		" "	差	66	74	80	82	6
		" "	好	62	71	78	81	7
谷物	直行	差	65	76	84	88	8	
	" "	好	63	75	83	87	9	
	等高	差	63	74	82	85	10	
	" "	好	61	73	81	84	11	
	等高梯田	" "	差	61	72	79	82	12
		" "	好	59	70	78	81	13
封闭种	直行	差	66	77	85	89	14	
豆科	" "	好	58	72	81	85	15	
或牧场轮作	等高	差	64	75	83	85	16	
	" "	好	55	69	78	83	17	
	等高梯田	差	63	73	80	83	18	
	" "	好	51	67	76	80	19	
牧草或覆盖范围								
<50%地表覆盖或过度放牧		差	68	79	86	89	20	
50%~75%地表覆盖和非过度放牧		中	49	69	79	84	21	

2 输入文件

(续)

字段	变量	描 述					土地 利用 号	
		覆盖 处理或措施	水文 条件	土壤水文组				
				A	B	C	D	
	>75%地表覆盖和轻度放牧		好	39	61	74	80	22
	以上特征和等高种植		差	47	67	81	88	23
	" "		中	25	59	75	83	24
	" "		好	6	35	70	79	25
	牧场（连续草地，非放牧和通常的割干草）		好	30	58	71	78	26
	森林							
	小树和灌木丛（过度放牧和正常焚烧）		差	45	66	77	83	27
	森林的非燃烧破坏，一些垃圾覆盖土壤		中	36	60	73	79	28
	森林未被破坏，垃圾和灌木覆盖土壤		好	25	55	70	77	29
	农庄		—	59	74	82	86	30
	道路（土）		—	72	82	87	89	31
	（硬化表面）		—	74	84	90	92	32
	甘蔗			39	61	74	80	33
	百慕大草			49	69	79	84	34
	不透水（路面、城区）		—	98	98	98	98	35

表 2.7.2 基于日期/热单位的操作

日期	热单位	作 用
日期达到要求	热单位系数未达到要求	直到热单位达到要求时，操作才发生
日期没有达到要求	热单位系数达到要求	日期一旦达到要求，操作就发生 日期达标立即运算。注：在生长周期中，将累积过量的 GDUs (growing degree units)，导致实际操作发生比预想的要晚
日期达到要求	热单位系数达到要求	操作立即发生进行

(续)

字段	变量	描述
----	----	----

热单位计划也可以用来根据历年的天气（温度）状况调整操作。如果热单位未安排（设置为 0），操作将按农事操作计划中计划的日期进行。每年农作物种植的日期相同

基于种植时设置的热单位，计划操作的热单位从种植到收获的过程中一直发生。种植前发生的操作是基于模型计算的每年总的热单位

对于一些粮食作物，允许存在农田脱水期。它表达为种植时热单位总额的一部分。在大多数情况下，脱水期是总热单位的 10%~15%。如果需要脱水期，热单位安排收获运算发生在 1.10、1.15 或另一个适当的分数

在饲料收割的情况下，实际上在饲料完全成熟之前收获是最好的。在这种情况下，热单位安排饲料收获 0.55 或另一个适当的分数

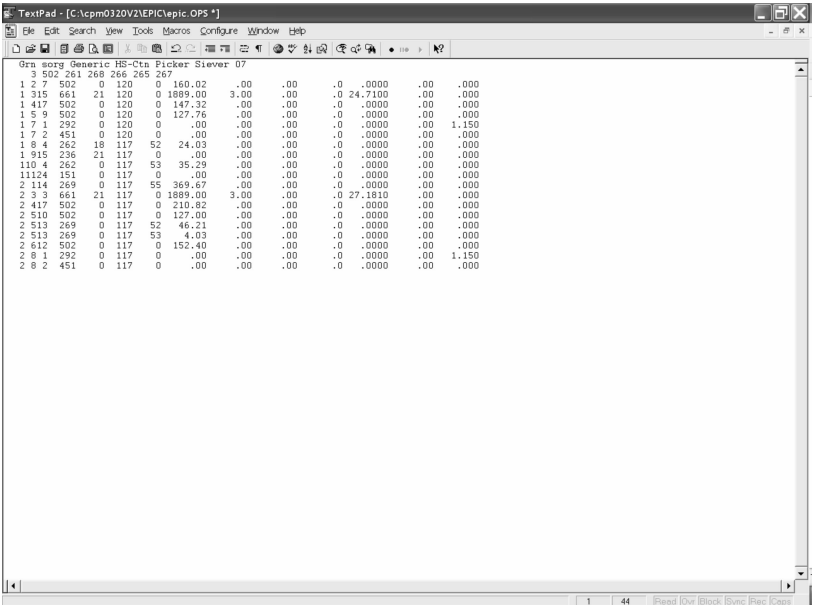


图 2.10 操作 (*.OPS) 文件截屏示例

2.10 APEX 农事操作管理列表文件 (OPSC * * * * .DATA)

APEX 农事操作计划列表文件列出了所有的农事操作计划文件名, 这些文件是之前按照 2.9 所描述的格式被创建, 可用于创建 APEX 运行。农事操作计划清单包括所有已编号的农事操作计划文件以及农事操作计划类型的简要描述 (作物和年数), 可以通过 APEX 子流域文件中的编号来引用。该文件格式为自由格式。图 2.11 是一个 OPSCCOM.DAT 文件示例。用户可自定义农事操作列表文件名, 但该文件名必须在 APEXFILE.DAT 文件中被正确列出。

```

1 CBH.OPC          1V COASTAL BERM HAY
2 PNUT.OPC        1V PEANUT MEDIUM TILL
3 CRWHM.OPC       1V COASTAL BERM-WHMT
4 CRSS.OPC        2V CORN SOYBEAN
5 SUMMH.OPC       1V SOYH-WHMT HAY
6 FINEBOM.OPC     FINE & SWEETBUM
7 WWSFL.OPC       3V WHMT-GRSG-FALL
8 FINE.OPC        1V FINE
9 BERM.OPC        2V BERM-WHMT GRAZ
10 FINEFESC.OPC   1V FINE-FESCUE HAY
11 LESO.OPC       1V LEST-SOAT NM
12 RORBM.OPC      1V RANGE HAY NM
13 ROCRF.OPC      1V RANGE CRP
14 CROGCT.OPC     1V CORN GRAIN MED TILL
15 CROHT.OPC      1V CORN GRAIN HIGH TILL
16 CROMT.OPC      1V CORN GRAIN MED TILL
17 CROHT.OPC      1V CORN GRAIN NO TILL
18 CRORG.OPC      1V CORN GRAIN RYE GRASS
19 FINEFEST.OPC   SGT FINE
20 WWO.OPC        1V WHEAT GRAIN
21 CTOGWW.OPC     3V COTN-GRSG-WHMT
22 CTOGWA.OPC     2V COTN-GRSG AF
23 SMTTAL.OPC     2V SPRING WHEAT FALLOW
24 BOLAWN.OPC     1V BERM LAWN
27 BERMWRE.OPC   2V BERM-WHMT GRAZ MAN F
28 TRB-SWMT.OPC  2V GRSG-WHMT
29 CSCWB.OPC
34 BERMAY.OPC
38 RICE123.OPC
39 POT.OPC
40 PINE1.OPC
41 BERMAY.OPC
42 PINE5.OPC
43 FALLOW.OPC
44 CORWML.OPC
45 CORWML.OPC
46 PESTTEST.OPC
47 PESTTEST1.OPC
48 MESQUITE.OPC
49 COTS.OPC       1V COTTON IRR
50 WASHB.OPC      1V WHMT GRAIN SOUTHERN HEMISPHERE
51 WHI.OPC        1V WHMT HAY
52 CROTFISH.OPC  1V CORN SOUTHERN HEMISPHERE
53 SHI.OPC        1V SEAS HAY
54 POT.OPC        1V POTATOES
55 LESO.OPC       1V LEST-SOAT
56 OSCR.OPC       2V GRAIN SORG-CORN
57 SGBT.OPC       1V SGBT IRR
58 SGNV.OPC
59 USLN.OPC
60 FALW.OPC
61 WHMT.OPC

```

图 2.11 OPSCCOM.DAT 文件示例

2.11 逐日气象数据文件 (FILENAME.DLY)

历史逐日气象数据可通过两种方式使用：第一，当历史日气象数据长度与模拟时期相同时，可在 APEX 模拟中直接使用。第二，一般来讲，历史日气象数据主要用来生成月气象数据，再被用来生成 APEX 气象输入数据。表 2.8 为变量描述。图 2.12 为日气象文件示例。

格式：2 个空格后跟着 3 个字段，每个字段占 4 列（整型）
随后是 6 字段，每个字段占 6 列，包括小数点（浮点型）

表 2.8 变量描述

变量	描述
YEAR	年份为 4 位数格式并且是必需数据 (3~6 列)
MONTH	月份是必需数据 (7~10 列)
DAY	天数是必需数据 (11~14 列)
SRAD	太阳辐射单位必须是 MJ/m ² ，但不是必需数据。如果数据不可获取，保留该字段为空，但位置仍然占 6 个字段 (15~20 列)
TMAX	最高温度单位必须是℃，但不是必需数据 (21~26 列)
TMIN	最低温度单位必须是℃，但不是必需数据 (27~32 列)
PRCP	降水量单位必须是 mm，并且是必需数据 (33~38 列)
RH	相对湿度必须是分数形式，但不是必需数据。如果数据不可获取，保留该字段为空，但位置仍然占 6 个字段 (39~44 列)
WSPD	风速单位必须是 m/s，但不是必需数据，如果数据不可获取，保留该字段为空，但位置仍然占 6 个字段 (45~50 列)

完成以下步骤来创建 WPM1MO.DAT 文件，如果有任何日最高温度、最低温度或降水等记录缺失，在记录缺失的字段中输入 9999.0。当在模拟中使用实测气象数据时，APEX 将自动生成缺失的记录。

注意：如果日数据包含缺失的记录，在输入 9999 作为任一缺

失记录之前生成月度统计文件（.WP1）是非常重要的。如果在月文件没有被创建，9999 被输入到日数据的缺失记录中，用来制作月文件的程序（WXPM.EXE）在计算中将包括 9999，这将导致月度统计数据的不正确。

逐日气象数据输入文件格式：最简单的构建一个历史气象输入文件方法是在 EXCEL 表格中输入数据，然后将其保存为一个 TAB 分隔的 *.TXT 文件。APEX 气象程序（WXPM3020.EXE）会读取这个 *.TXT 文件，以创建生成一个天气文件（.WP1）。

运行 APEX 气象程序

把历史日气象输入文件放在气象程序目录之下。在运行气象生成程序（WXPM3020.EXE）之前，需要设置 WXPMPRUN.DAT 文件。如果只有一个气象数据集需要创建，这可以通过将实际的日气象文件名 (*.DLY) 放在 WXPMPRUN.DAT 文件的第一行。如果是几个气象数据集需要通过 WXPM3020.EXE 生成，每个单独的实际日气象数据集必须在 WXPMPRUN.DAT 文件中列出。通过这样做，WXPM3020.EXE 将读取所有列在 WXPMPRUN.DAT 文件中的日气象数据并生成月气象文件。当 WXPMPRUN.DAT 设置完成后，可以在包含实际的逐日气象和气象生成程序保存目录下，在合适的路径提示符下输入 WXPM3020 执行天气生成程序，然后按回车键。气象程序将开始运行直至完成为止。当它完成时，它会产生 3 个文件，即 *.DLY（一个实际日气象文件）、*.OUT 和 *.INP 文件。其中只有 *.INP 文件需要 APEX 模拟。为保持一致性，这个 *.INP 文件应更名为 *.WP1 文件。这个 *.WP1 文件将被列在气象列表文件（WPM11501.DAT）中。有关 *.WP1 文件的内容，请参阅 WPM1MO.DAT 的下一节。

```

1960 1 1 7. 6.11 -3.33 0.00 0.73 2.99
1960 1 2 6. 6.11 -6.11 0.00 0.46 6.50
1960 1 3 4 15.00 3.33 19.81 0.99 5.73
1960 1 4 5. 7.78 -1.11 0.00 0.70 5.66
1960 1 5 8. 5.56 -1.67 0.00 0.64 4.98
1960 1 6 6. 5.00 0.00 0.00 0.69 5.51
1960 1 7 6. 3.33 1.11 2.03 0.99 6.38
1960 1 8 7. 9.44 0.00 0.00 0.68 4.44
1960 1 9 7. 8.33 -1.11 0.00 0.73 6.60
1960 1 10 7. 5.56 -2.22 0.00 0.53 5.92
1960 1 11 6. 4.44 0.56 0.00 0.65 2.30
1960 1 12 6. 1.67 -6.11 0.00 0.67 4.09
1960 1 13 2. 7.22 -1.11 12.70 0.99 2.88
1960 1 14 9. 8.33 0.56 0.00 0.60 5.10
1960 1 15 5. 10.00 2.22 12.19 0.97 5.02
1960 1 16 6. 8.89 0.00 0.00 0.47 4.01
1960 1 17 7. 5.00 -3.33 0.00 0.81 6.19
1960 1 18 0. 5.56 0.56 1.02 0.99 4.43
1960 1 19 8. 6.67 0.56 0.00 0.81 4.73
1960 1 20 9. 2.78 -1.11 0.00 0.55 1.63
1960 1 21 8. 1.67 -4.44 0.00 0.54 6.31
1960 1 22 10. 0.56 -6.11 0.00 0.49 6.55
1960 1 23 10. 3.33 -2.22 0.00 0.78 6.17
1960 1 24 8. 3.89 5.00 0.00 0.64 3.83
1960 1 25 11. 4.44 -7.22 0.00 0.36 4.42
1960 1 26 7. 10.56 -3.89 0.00 0.42 3.05
1960 1 27 10. 15.00 -2.78 0.00 0.73 4.48
1960 1 28 5. 12.78 5.00 7.87 0.99 3.44
1960 1 29 9. 8.33 2.78 0.00 0.68 4.57
1960 1 30 10. 7.78 -1.11 0.00 0.55 3.24
1960 1 31 7. 7.78 0.00 0.00 0.73 5.45
1960 2 1 10. 5.00 1.67 0.00 0.70 4.03
1960 2 2 9. 4.44 -2.78 0.00 0.49 5.00
1960 2 3 12. 4.44 -7.22 0.00 0.49 5.07
1960 2 4 13. 10.00 -3.89 0.00 0.75 7.66
1960 2 5 10. 8.89 3.33 0.00 0.57 4.38
1960 2 6 3. 15.56 5.56 13.87 0.99 4.45
1960 2 7 10. 13.89 2.78 0.00 0.48 5.84
1960 2 8 10. 6.11 -2.78 0.00 0.54 3.03
1960 2 9 10. 15.56 1.11 0.00 0.63 7.46
1960 2 10 9. 20.00 5.00 0.00 0.62 3.57
1960 2 11 6. 18.89 9.44 19.05 0.94 1.24
1960 2 12 12. 13.89 0.56 0.00 0.72 5.09
1960 2 13 9. 4.44 -3.33 2.79 0.99 6.45
1960 2 14 7. 1.11 -5.00 10.41 0.99 5.92
1960 2 15 11. 2.22 -6.11 0.00 0.66 7.56
1960 2 16 13. 6.67 -7.78 0.00 0.61 2.01
1960 2 17 9. 11.11 -1.67 0.00 0.69 4.30
1960 2 18 4 10.00 -2.78 4.32 0.91 3.09
1960 2 19 6. 8.33 0.56 29.21 0.96 3.06
1960 2 20 13. 5.00 -2.22 0.00 0.61 3.45
1960 2 21 14. 3.89 -3.89 0.00 0.37 4.88

```

图 2.12 日气象文件示例

2.12 逐日气象数据文件的列表文件 (WDLST * * * .DAT)

该文件是逐日气象站点的列表，同时也包括其相应的经度、纬度和气象站所在位置名称。模型以此文件为依据确定使用哪个气象站 (*.DLY) 的日气象数据。当 APEXCONT.DAT 文件中 NGN 等于 1、2、3、4、5 或它们的一些组合时，这表明将使用日气象数据。如果日气象站未包含在 APEXRUN.DAT 文件中，程序将参照子流域文件中的 XC 和 YCT 来确定子流域中心的经纬度，然后由此在 WDLSTCOM.DAT 中寻找一个距离此经纬度最近的气象站点。如果在子流域 (SUBAREA) 文件中未识别出 XCT 和 YCT，程序将参照站点 (SITE) 文件中的 YLAT 和 XLOG 来确

2 输入文件

定流域的经纬度，然后据此在 WDLSTCOM.DAT 中找出一个距离此经纬度最近的气象站点。气象列表文件为自由格式。图 2.13 为 WDLSTCOM.DAT 文件中气象站点示例。

1	TX0458.DLY	30.32	-97.76	TX	AUSTIN CAMP HARR
2	TX0691.DLY	32.65	-97.44	TX	BENDERBROOK DAM
3	TX0923.DLY	33.64	-96.17	TX	BORHAM 3 NNE
4	TX0984.DLY	33.55	-97.85	TX	BOWIE
5	TX1048.DLY	30.16	-96.40	TX	BRENNAM
6	TX1063.DLY	33.21	-97.77	TX	BRIDGEPORT
7	TX1138.DLY	31.68	-98.96	TX	BROWNWOOD
8	TX1348.DLY	30.85	-96.97	TX	CAMERON
9	TX1800.DLY	32.33	-97.40	TX	CLEBURNE
10	TX1889.DLY	30.59	-96.36	TX	COLLEGE STATION EAST
11	TX2019.DLY	32.11	-96.47	TX	CORINTHIANA
12	TX2404.DLY	33.20	-97.11	TX	DENTON 2 SE
13	TX2598.DLY	32.10	-98.33	TX	DURBIN
14	TX2715.DLY	32.40	-98.82	TX	EASTLAND
15	TX3183.DLY	29.68	-97.11	TX	FLATONIA
16	TX3415.DLY	33.64	-97.14	TX	GAINSVILLE
17	TX3420.DLY	33.65	-97.06	TX	GAINSVILLE 5 EN
18	TX3485.DLY	31.38	-97.72	TX	GATESVILLE 4 SSE
19	TX3668.DLY	33.10	-98.58	TX	GRAHAM
20	TX3734.DLY	33.17	-96.10	TX	GREENVILLE KNVL
21	TX4093.DLY	33.81	-98.20	TX	HENRIETTA
22	TX4137.DLY	31.99	-98.03	TX	HICO
23	TX4182.DLY	32.02	-97.11	TX	HILLSBORO
24	TX4517.DLY	33.23	-98.35	TX	JACKSBORO
25	TX4705.DLY	32.56	-96.27	TX	KAUFMAN 3 SE
26	TX5094.DLY	33.03	-96.48	TX	LAVON DAM
27	TX5429.DLY	29.67	-97.66	TX	LULING
28	TX5766.DLY	33.17	-96.62	TX	MC KINNEY 3 S
29	TX5869.DLY	31.68	-96.48	TX	MEXIA
30	TX5958.DLY	32.78	-98.06	TX	MINERAL WELLS FC
31	TX6276.DLY	29.73	-98.12	TX	NEW BRAUNFELS
32	TX6636.DLY	33.37	-98.77	TX	OLNEY
33	TX6794.DLY	33.67	-95.57	TX	PARIS
34	TX7633.DLY	32.08	-98.97	TX	RISING STAR 1 S
35	TX7983.DLY	29.87	-97.92	TX	SAN MARCOS
36	TX8274.DLY	33.70	-96.63	TX	SHEPHERD
37	TX8415.DLY	30.02	-97.15	TX	SMITHVILLE
38	TX8861.DLY	30.57	-97.41	TX	TAYLOR
39	TX8910.DLY	31.08	-97.32	TX	TEMPLE
40	TX9014.DLY	33.18	-99.19	TX	THROCKMORTON TX
41	TX9016.DLY	33.29	-99.10	TX	THROCKMORTON 7 N
42	TX9419.DLY	31.61	-97.23	TX	WACO REGIONAL AP
43	TX9522.DLY	32.42	-96.85	TX	WAXBURGH
44	TX9532.DLY	32.75	-97.77	TX	WEATHERFORD
45	TX9715.DLY	31.85	-97.77	TX	WHITNEY DAM
46	TX0246.DLY	30.76	-97.86	TX	ANDICE
47	TXB188.DLY	32.23	-101.50	TX	BIG SPRING
48	WRC0104.DLY	38.92	-76.15	MO	CARMBACHAL
49	CRESTON.DLY	47.00	-80.00		
50	P410440.DLY	32.13	-96.87	TX	
51	RIESR09.WP1	31.	-97.	TX	RIESE
52	TX9588.DLY	32.	-97.	TX	WESLACO 2 E
53	TXTEMPLE.DLY	31.08	-97.32	TX	TEMPLE
54	0000050.wch	37.95	-97.		
55	PCPTEMP.DLY	31.08	-97.32		
56	PCPTEX.DLY	31.08	-97.32		
57	PCPTEX1.DLY	31.08	-97.32		
58	HLBAV02.DLY	40.	-95.		
59	TXTEMP0.DLY	31.08	-97.32		
60	RIES4006.DLY	31.	-97.		
100	WISCONS1.DLY	43.18	-89.21	WI	SUN PRAIRIE
101	WVORANGE.DLY	36.22	-78.12	VA	ORANGE

图 2.13 WDLSTCOM.DAT 文件中气象站点示例

2.13 逐月气象统计文件 (FILENAME.WP1)

单个气象站点的逐月气象统计结果保存在 WP1 文件中。文件必须在 WPM1MO.DAT (或用户自定义的文件名) 列出。模型通过引用 WPM1MO.DAT 文件来确定使用哪个气象站的月气象数据。如果 APEXCONT.DAT 文件中的 NGN 等于 0 或 -1, 这表明

日气象数据是不可获得的，模型将用月气象数据来生成气象数据。如果月气象站未包含在 APEXRUN.DAT 文件中，程序将参照子流域文件中的 XCT 和 YCT 来确定子流域中心的经纬度，然后由此在 WDLSTCOM.DAT 中寻找一个距离此经纬度最近的气象站点。如果在子流域（SUBAREA）文件中未识别出 XCT 和 YCT，程序将参照站点（SITE）文件中的 YLAT 和 XLOG 来确定流域的经纬度，然后据此在 WDLSTCOM.DAT 中找出一个距离此经纬度最近的气象站点。表 2.9 为统计文件描述。图 2.14 为气象（*.WP1）文件的一个示例。

表 2.9 统计文件描述

第 1 行	标题	描述行。格式：20 个字符
第 2 行	标题	描述行。格式：20 个字符
第 3~15 行	格式	12 个字段，每个字段 6 列，包括最多两位小数（浮点型）
FILENAME.WP1 文件（第 3~15 行，每行 12 字段，每行为 1 个月，1~12 月）：		
第 3 行	OBMX	每月平均最高气温（℃）
第 4 行	OBMN	每月平均最低气温（℃）
第 5 行	SDTMX	每月平均日最高温度的标准偏差（℃）
第 6 行	SDTMN	每月平均日最低温度的标准偏差（℃）
第 7 行	RMO	每月平均降水量（mm）
第 8 行	RST2	每月日降水的标准偏差（mm） <ul style="list-style-type: none"> • 若日降水输入时，可以为 0 • 若未知，可以为 0（输入 0）
第 9 行	RST3	每月日降水的月度偏态系数 <ul style="list-style-type: none"> • 若有日降水输入时可以为 0 • 若未知，可以为 0（输入 0）
第 10 行	PRW1	每月晴天后雨天的概率 <ul style="list-style-type: none"> • 如果未知或每月的雨天平均天数（WVL）可获得的，可以为 0 • 若日降水输入时可以为 0

2 输入文件

(续)

第 11 行 PRW2 每月雨天后连续雨天的概率

- 如果未知或每月的雨天平均天数可获取, 可以为 0
- 若日降水输入时可以为 0

第 12 行 UAVM 每月平均降水天数

- 如果生成降水和干湿概率可获取, 可以为 0

第 13 行 WI 每月最大半小时降水量 (mm)

3 个选项可用

- YWI 期间月最大半小时降水量 (mm)
- Alpha (平均半小时降水量/平均暴雨总量)
- 如果未知, 空白或为 0

第 14 行 OBSL 每月平均总太阳辐射 (MJ/M * * 2 或 LY)

特别注意: 如果你打算使用日天气文件, 有 3 选项可用:

- 输入 MJ/M * * 2 表明你将读取 MJ/m²
- 输入 LY 表明你将读取 LY。MJ/m² = LY × 0.041 9
- 如果未知可为 0

第 15 行 RH 每月平均相对湿度 (分数) (3 选项)

3 个选项可用:

- 月均相对湿度 (分数, 例如 0.75)
- 月均露点 (°C)
- 如果未知可为 0

注意:

- (1) 在数字中使用 “E” 进行英制单位转换, 将输入的数字转换成摄氏度露点温度
- (2) 除非是用彭曼 (PENMAN) 方程来估计在潜在蒸散发情况下可以留做 0。见变量 IET

第 16 行 UAV0 月均风速 (m/s)

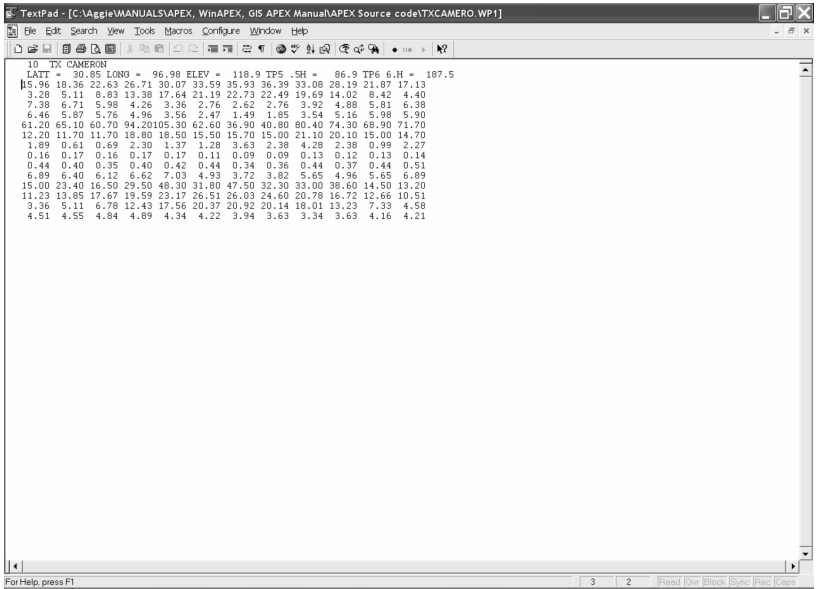


图 2.14 气象 (*.WP1) 文件截屏示例

2.14 APEX 月气象统计文件列表 (WPM1 * *.DAT)

APEX 月天气数据列表是一个列出了所有月气象站文件的列表，列表中的文件是按照 2.11 所描述的格式被创建，可用于创建 APEX 运行。月天气数据列表包含了所有月天气文件的编号列表及其相应的纬度、经度和 APEXRUN.DAT 文件中可通过编号引用的气象站位置的简要说明。该文件格式为自由格式。图 2.15 是 WPM1US.DAT 文件的一个示例，用户可以自定义月天气列表文件名，然而，它必须在 APEXFILE.DAT 文件中能被正确识别。

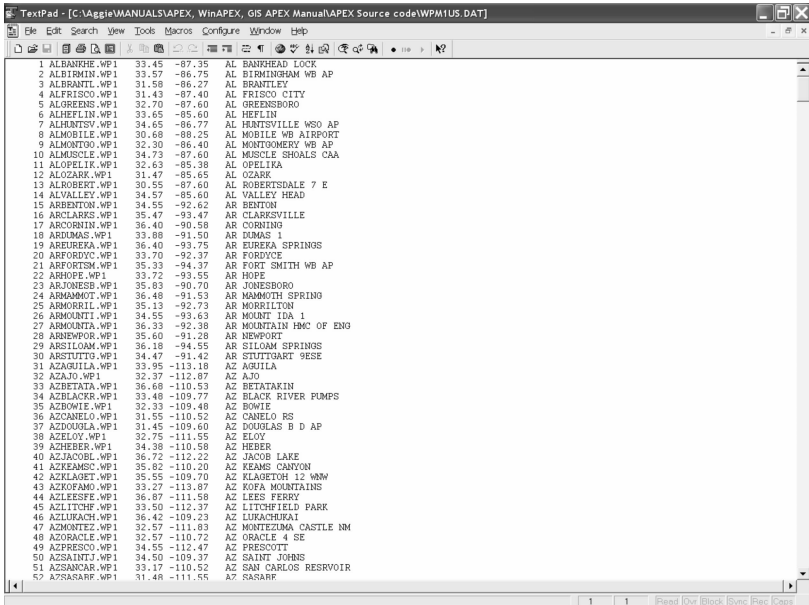


图 2.15 WPMIUS.DAT 文件示例

2.15 风气象数据文件 (FILENAME.WND)

单个站点的逐月风气象统计数据保存在 filename.WND 文件中。文件需要在 WINDMO.DAT 列出（或用户自定义的名称）。APEX 考虑了 16 个风向，若用户想分析风蚀问题、灰尘分布和饲养场空气质量等问题，风向数据是非常重要的。表 2.10 为统计文件描述。图 2.16 为风 (* .WND) 文件的一个示例。

表 2.10 统计文件描述

第 1 行	标题	描述行。格式：20 个字符
第 2 行	标题	描述行。格式：20 个字符
第 3~15 行	格式：	12 个字段，每个字段占 6 列，包括最多 2 位小数位（浮点型）
FILENAME.WND 文件（第 3~9 行，每行 12 个字段，一个月 1 行，1~12 月）：		

(续)

第 3 行	UAVM	<p>每月平均风速 (m/s) 必需项 在 10m 高度测量风速。若转换 2m 高度的风速到 10m 高度的风速， 需要 2m 高度的风速乘以 1.3 倍 要求用 UAVM 模拟风蚀 ($ACW > 0$，见 ACW) 若使用 Penman 或 Penman-Monteith 方程计算潜在 ET (见 IET)， 也有同样要求。</p>
第 4 行	DIR1	<p>月北风比例% 若风蚀不能估计，可以为 0</p>
第 5 行	DIR2	<p>月东北偏北风比例% 若风蚀不能估计，可以为 0</p>
第 6 行	DIR3	<p>月东风比例% 若风蚀不能估计，可以为 0</p>
第 7 行	DIR4	<p>月东北偏东风比例% 若风蚀不能估计，可以为 0</p>
第 8 行	DIR5	<p>月东风比例% 若风蚀不能估计，可以为 0</p>
第 9 行	DIR6	<p>月东南偏东风比例% 若风蚀不能估计，可以为 0</p>
第 10 行	DIR7	<p>月东南风比例% 若风蚀不能估计，可以为 0</p>
第 11 行	DIR8	<p>月东南偏南风比例% 若风蚀不能估计，可以为 0</p>
第 12 行	DIR9	<p>月南风比例% 若风蚀不能估计，可以为 0</p>
第 13 行	DIR10	<p>月西南偏南风比例% 若风蚀不能估计，可以为 0</p>
第 14 行	DIR11	<p>月西南风比例% 若风蚀不能估计，可以为 0</p>
第 15 行	DIR12	<p>月西南偏西风比例% 若风蚀不能估计，可以为 0</p>

2 输入文件

(续)

第 16 行 DIR13 月西风比例%
若风蚀不能估计, 可以为 0

第 17 行 DIR14 月西北偏西风比例%
若风蚀不能估计, 可以为 0

第 18 行 DIR15 月北风比例%
若风蚀不能估计, 可以为 0

第 19 行 DIR16 月西北偏北风比例%
若风蚀不能估计, 可以为 0

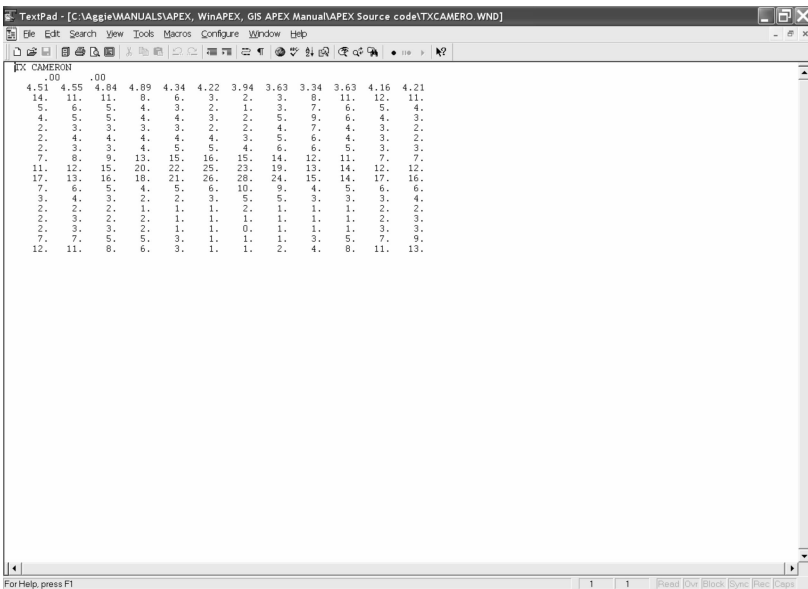


图 2.16 风 (*.WND) 文件截屏示例

2.16 田间耕作管理列表文件 (TILL * * * * .DAT)

TILL1501.DAT 中的耕作操作包括了大多数农业土地利用中

的农田管理活动。TILL1501.DAT 文件中的每一行代表一个耕作操作，并用 28 个参数来描述每个耕作操作。TILL1501.DAT 中的前两行是描述行，包括 8 字符。表 2.11 为文件变量描述。图 2.17 为耕作文件的一个示例。

表 2.11 文件变量描述

字段	变量	描 述
第 3~N 行		
	格式	1 空白列后跟着 1 字段，每个字段占 4 列（整型） 随后 1 空白列跟着 8 个字符的 1 个字段 其后 1 空白列跟着 4 个字符的 1 个字段 随后 27 个字段，每个字段占 8 列包括最多 3 位小数（浮点型）
1	TNUM	设备编号（2~5 列）（范围：1~∞） 编号仅供引用。耕作操作及其相应的参数通过在文件中的排序被引用。例如，不管这个变量如何设置，编号 9 的操作将访问排列在第九行的那个操作
2	TIL	耕作/设备操作名称（7~14 列） 操作的描述性名称
3	PCD	功率代码（16~19 列）（范围：1~5） (1) POWE：具有功率的引擎机械通常被用来拉动其他机械或设备，例如拖拉机 (2) SELF：机械有自己的动力引擎，但它采用类似联合收割机的操作 (3) NON：机器（或设备）没有动力引擎，它必须由其他具有动力的机械拉动 (4) IRR1：灌溉装备 (5) CUST：定制设备
4	PRIC	订购价格（\$）（20~27 列）（范围：0~999 999） 例外：惯例操作=花费（\$/hm ² ） 实际上购买设备的费用，评估购买价格减去初始价格的 10%
5	XLP	当前初始价格（\$）（28~35 列）（范围：0~999 999） 新设备的价格。考虑通货膨胀的美元金额，所以评估初始定价加上购买价格的 10%

2 输入文件

(续)

字段	变量	描 述
6	HRY	年使用时间 (h) (36~43 列) (范围: 0~8 760) 每年使用设备的时间
7	HRL	设备寿命 (h) (44~51 列) (范围: 0~999 999) 设备能够使用的总时间
8	PWR	功率单位 (kW) (52~59 列) (范围: 0~900) 设备的马力 * 或千瓦数, 其中千瓦数 * 1.341 = 马力
9	WDT	通过宽度 (m) (60~67 列) (范围: 0~50)
10	SPD	这指的是设备移动通过土地时所能覆盖的宽度。 操作速度 (km/h) (68~75 列) (范围: 0~200) 机械操作时的速度
11	RC1	维修成本系数 1 (76~83 列) (范围: 0~1) 指的是美国农业工程师学会标准工程技术数据指南上规定的这一数值
12	RC2	维修成本系数 2 (84~91 列) (范围: 0~5) 指的是美国农业工程师学会标准工程技术数据指南上规定的这一数值
13	XLB	润滑因子 (92~99 列) (范围: 0~1) 指的是美国农业工程师学会标准工程技术数据指南上规定的这一数值
14	FCM	油耗 (100~107 列) (范围: 0~1) 指的是美国农业工程师学会标准工程技术数据指南上规定的这一数值
15	RFV1	剩余的农场值参数 1 (108~115 列) (范围: 0~2) 指的是美国农业工程师学会标准工程技术数据指南上规定的这一数值
16	RFV2	剩余的农场值参数 2 (116~123 列) (范围: 0~2) 指的是美国农业工程师学会标准工程技术数据指南上规定的这一数值

* 马力为非法定计量单位, 1 马力=0.735 千瓦。——编者注

(续)

字段	变量	描 述
17	EFM	机械效率 (124~131 列) (范围: 0~1) 效率损失比例取决于重复作业。例如, 如果一次在土地上作业时, 设备覆盖了下一次作业的 10%, 则机械效率为 0.90。对于灌溉系统来说, 这一机械效率适用于系统效率, 包括从井或管道到土壤表面的损失。这些损失具体包括管道、管线和其他设备缺陷导致的渗漏, 以及喷灌系统中的水到达土壤地表之前的蒸发
18	RTI	年度实际利率 (\$/\$) (132~139 列) (范围: 0.001~0.15) 名义上的利率 (当前利率) 和通货膨胀率的差别
19	EMX	耕作混合效率 (140~147 列) (范围: 0~1) 操作的混合效率 (EMX) 是地表上材料 (作物残留、农药和养分) 部分在设备耕作深度内均匀混合。剩余残留和养分部分滞留在原位 (地表与土层)
20	RR	耕作所造成的随机表面粗糙度 (mm) (148~155 列) (范围: 0~100) 土壤表面粗糙度取决于土壤团聚体。随机表明粗糙度用以描述耕作对表面粗糙度的影响, 并用以估算使用机械耕作后的表面粗糙度。随机粗糙度指数是地面高程的转变的自然对数的标准差 (Potter KN, 1990)。
21	TLD	耕作深度 (mm) (156~163 列) (范围: -2 000~500) 1 (+) 正向深度是在地表以下 2 (-) 负向深度是在地表以上的割茬高度 3 也用作放牧高度 (mm) 的下限
22	RHT	垄高 (mm) (164~171 列) (范围: 0~1 000) 通过工具生成的垄高, 这将影响到风蚀
23	RIN	垄间距 (m) (172~179 列) (范围: 0~200) 通过工具生成的垄间距, 也就是通常所说的行距 设置作物行距, 通过 TILL1501.DAT 文件中的耕作者设置的垄间距
24	DKH	犁坝高度 (mm) (如果不用犁坝时, 保留为空白) (180~187 列) (范围: 0~1 000) 这将影响到犁坝所能储存的水量

2 输入文件

(续)

字段	变量	描 述
25	DKI	犁坝之间的距离 (m) (如果不用堤坝时, 留空白) (188~195 列) (范围: 0~200)
26	IHC	操作码: (196~203 列) (范围: 0~26) 0 犁, 耕作, 其他 1 杀死作物 2 收获而不杀死作物 3 模拟期间收获一次而杀死作物 4 拖拉机 5 行栽植物 6 穴栽植物 7 施用农药 8 灌溉 9 施肥 10 装袋 (棉花) 11 轧棉 12 搬运 13 干燥 14 焚烧 15 蓄水 16 防水 (水坑) 17 构建犁坝 18 破坏犁坝 19 开始放牧 20 停止放牧 21 从围栏中清除有机肥 22 汽车修理 23 塑料薄膜覆盖 24 移除覆盖薄膜 25 停止排水系统流 26 重新开始排水流 27 施用石灰
27	HE	收获效率 (0~1), 或农药效率 (204~211 列) (范围: 0~1) 作为收获操作时 (IHC=2.0): 这是从农田移除的作物产量与总产量的比率, 除了正常功能, 收获效率可用来模拟放牧 (HE≈0.1) 或种植绿肥作物 (HE=0.0) 作为农药离用效率时, 它是指残留在叶面或土壤表面的农药所占比例。剩余的损失掉。

(续)

字段	变量	描 述
28	ORHI	<p>重新加载饲草和根块作物收获指数 (212~219 列) (范围: 0~1)</p> <p>经济或可收获产量的作物与总生物量的比率。如果选择饲料或根块作物, 此值将覆盖 CROP1501.DAT 文件中的收获指数设置</p> <p>如果 $0 < \text{ORHI} < 1$, 将重新加载收获指数, 或者, 如果 $\text{ORHI} > 1$ 时, 它等于放牧比例 $[\text{kg}/(\text{hm}^2 \cdot \text{D})]$。</p> <p>当作物生长时, 可通过水分胁迫调整这些值。对像干草一类的作物, 收获指数不受水分胁迫影响。因此, 重新加载收获指数 (harvest index override, ORHI) 通过给出一个收获指数常数来获得。ORHI 的另一个重要功能是为相同的作物提供两种不同类型的收获。例如, 种子可以从作物上移除, 然后将稻草打包。水分胁迫调整 HI 适用于种子收获, 但可能不适用于稻草打包。因此, 需要两种收割机械。第二个收割机设置 ORHI 值在约等于 0.9 至覆盖第一次收获时调整的 HI 之间</p> <p>大于 1 的值表示每天放牧消耗掉的生物量 (kg/hm^2)。例如, 一个动物/每月大约相当于 $24\text{kg}/\text{d}$ ($12\text{kg}/\text{d}$ 消耗和等量践踏量)</p>
29	FRCP	<p>压实土壤比例 (220~227 列) (范围: 0~1) (轮胎宽度/耕作宽度)</p>
30	FPOP	<p>操作造成的种植密度减少的比例 (228~235 列) (范围: 0~1)</p> <p>此操作可用于间苗操作以减少实际种植时的种植密度。它也可以用来减少收获后 (如甘蔗) 或由于耕作操作而降低的种植密度。它是对播种率的一个修正。每次当 $\text{FPOP} > 0$ 的操作发生时, 当前种植密度会相应地降低</p>
31	TCEM	<p>碳排放 (236~243 列) (范围: 0~9 999)</p> <p>使用设备所造成的碳排放 (kg/hm^2)</p>
32	STIR	<p>农事操作的 STIR 值 (244~251 列) (范围: 0~200)</p> <p>STIR 是土壤耕作强度率</p>

2 输入文件

#	NAME	PCP	PRIC	PLEST	HRV	HRL	PWR	WRT	SPD	ROC1	RC2	XLE	FCM	VRT1	VRT2	EFM	RT
1	TRW40LP	POWE	16237.	17861.	320.	12000.	30.	0.3	0.00	0.007	2.000	0.100	0.680	0.680	0.920	0.000	0.00
2	TRW40SD	POWE	16600.	18260.	320.	12000.	30.	0.3	0.00	0.007	2.000	0.100	0.530	0.680	0.920	0.000	0.00
3	TRW40SD	POWE	16600.	18260.	320.	12000.	30.	0.3	0.00	0.007	2.000	0.100	0.420	0.680	0.920	0.000	0.00
4	TRW5SLP	POWE	22000.	24200.	340.	12000.	41.	0.3	0.00	0.007	2.000	0.100	0.680	0.680	0.920	0.000	0.00
5	TRW5SD	POWE	22000.	24200.	340.	12000.	41.	0.3	0.00	0.007	2.000	0.100	0.530	0.680	0.920	0.000	0.00
6	TRW5SD	POWE	22000.	24200.	340.	12000.	41.	0.3	0.00	0.007	2.000	0.100	0.420	0.680	0.920	0.000	0.00
7	TRW8SLP	POWE	34200.	37620.	550.	12000.	63.	0.3	0.00	0.007	2.000	0.100	0.680	0.680	0.920	0.000	0.00
8	TRW8SD	POWE	34200.	37620.	550.	12000.	63.	0.3	0.00	0.007	2.000	0.100	0.530	0.680	0.920	0.000	0.00
9	TRW8SD	POWE	34200.	37620.	550.	12000.	63.	0.3	0.00	0.007	2.000	0.100	0.420	0.680	0.920	0.000	0.00
10	TR2100LP	POWE	43400.	47740.	525.	12000.	75.	0.3	0.00	0.007	2.000	0.100	0.680	0.680	0.920	0.000	0.00
11	ROBEE	POWE	2190.	2409.	900.	9000.	0.	0.3	3.22	1.000	0.002	0.100	0.000	0.600	0.885	0.750	0.00
12	TR2100SD	POWE	43400.	47740.	525.	12000.	75.	0.3	0.00	0.007	2.000	0.100	0.420	0.680	0.920	0.000	0.00
15	TR2135SD	POWE	56298.	63916.	640.	12000.	101.	0.3	0.00	0.007	2.000	0.100	0.420	0.680	0.920	0.000	0.00
18	TR2160SD	POWE	71619.	78791.	660.	12000.	119.	0.3	0.00	0.007	2.000	0.100	0.420	0.680	0.920	0.000	0.00
21	TR2175SD	POWE	84254.	92679.	660.	12000.	130.	0.3	0.00	0.007	2.000	0.100	0.420	0.680	0.920	0.000	0.00
24	TR2205SD	POWE	103428.	113771.	685.	12000.	153.	0.3	0.00	0.007	2.000	0.100	0.420	0.680	0.920	0.000	0.00
27	TR2225SD	POWE	116240.	127864.	800.	12000.	168.	0.3	0.00	0.007	2.000	0.100	0.420	0.680	0.920	0.000	0.00
30	TR2290SD	POWE	147253.	161978.	999.	12000.	216.	0.3	0.00	0.007	2.000	0.100	0.420	0.680	0.920	0.000	0.00
33	TRW40SD	POWE	15908.	17499.	320.	12000.	30.	0.3	0.00	0.003	2.000	0.100	0.420	0.680	0.920	0.000	0.00
36	TRW5SD	POWE	18650.	20515.	340.	12000.	41.	0.3	0.00	0.003	2.000	0.100	0.420	0.680	0.920	0.000	0.00
39	TRW8SD	POWE	29862.	32848.	550.	12000.	63.	0.3	0.00	0.003	2.000	0.100	0.420	0.680	0.920	0.000	0.00
42	TR4100SD	POWE	38492.	42342.	525.	12000.	75.	0.3	0.00	0.003	2.000	0.100	0.420	0.680	0.920	0.000	0.00
45	TR4135SD	POWE	54791.	60270.	640.	12000.	101.	0.3	0.00	0.003	2.000	0.100	0.420	0.680	0.920	0.000	0.00
48	TR4160SD	POWE	69716.	76687.	660.	12000.	119.	0.3	0.00	0.003	2.000	0.100	0.420	0.680	0.920	0.000	0.00
51	TR4175SD	POWE	81881.	90069.	660.	12000.	130.	0.3	0.00	0.003	2.000	0.100	0.420	0.680	0.920	0.000	0.00
54	TR4205SD	POWE	100515.	110567.	685.	12000.	153.	0.3	0.00	0.003	2.000	0.100	0.420	0.680	0.920	0.000	0.00
57	TR4225SD	POWE	127000.	139700.	800.	12000.	168.	0.3	0.00	0.003	2.000	0.100	0.420	0.680	0.920	0.000	0.00
60	TR4290SD	POWE	143107.	157418.	999.	12000.	216.	0.3	0.00	0.003	2.000	0.100	0.420	0.680	0.920	0.000	0.00
63	W40HPSD	POWE	159080.	174990.	320.	12000.	30.	0.3	0.00	0.003	2.000	0.100	0.420	0.680	0.920	0.000	0.00
66	W40SPSD	POWE	18650.	20515.	340.	12000.	41.	0.3	0.00	0.003	2.000	0.100	0.420	0.680	0.920	0.000	0.00
69	W408SPSD	POWE	29862.	32848.	550.	12000.	63.	0.3	0.00	0.003	2.000	0.100	0.420	0.680	0.920	0.000	0.00
72	W100SD	POWE	38492.	42342.	525.	12000.	75.	0.3	0.00	0.003	2.000	0.100	0.420	0.680	0.920	0.000	0.00
75	W135SD	POWE	54791.	60270.	640.	12000.	101.	0.3	0.00	0.003	2.000	0.100	0.420	0.680	0.920	0.000	0.00
81	W175SD	POWE	81881.	90069.	660.	12000.	130.	0.3	0.00	0.003	2.000	0.100	0.420	0.680	0.920	0.000	0.00
84	W205SD	POWE	100515.	110567.	685.	12000.	153.	0.3	0.00	0.003	2.000	0.100	0.420	0.680	0.920	0.000	0.00
87	W225SD	POWE	112969.	124266.	800.	12000.	168.	0.3	0.00	0.003	2.000	0.100	0.420	0.680	0.920	0.000	0.00
90	W290SD	POWE	143107.	157418.	999.	12000.	216.	0.3	0.00	0.003	2.000	0.100	0.420	0.680	0.920	0.000	0.00
93	CW40SD	POWE	15908.	17499.	320.	12000.	30.	0.3	0.00	0.003	2.000	0.100	0.420	0.680	0.920	0.000	0.00
96	CW45SD	POWE	18650.	20515.	340.	12000.	41.	0.3	0.00	0.003	2.000	0.100	0.420	0.680	0.920	0.000	0.00
99	CW48SD	POWE	29862.	32848.	550.	12000.	63.	0.3	0.00	0.003	2.000	0.100	0.420	0.680	0.920	0.000	0.00
102	CW100SD	POWE	38492.	42342.	525.	12000.	75.	0.3	0.00	0.003	2.000	0.100	0.420	0.680	0.920	0.000	0.00
105	CW135SD	POWE	54791.	60270.	640.	12000.	101.	0.3	0.00	0.003	2.000	0.100	0.420	0.680	0.920	0.000	0.00
108	CW160SD	POWE	69716.	76687.	660.	12000.	119.	0.3	0.00	0.003	2.000	0.100	0.420	0.680	0.920	0.000	0.00
111	CW175SD	POWE	81881.	90069.	660.	12000.	130.	0.3	0.00	0.003	2.000	0.100	0.420	0.680	0.920	0.000	0.00
112	CW205SD	POWE	100515.	110567.	685.	12000.	153.	0.3	0.00	0.003	2.000	0.100	0.420	0.680	0.920	0.000	0.00
115	CW225SD	POWE	112969.	124266.	800.	12000.	168.	0.3	0.00	0.003	2.000	0.100	0.420	0.680	0.920	0.000	0.00
120	CW290SD	POWE	143107.	157418.	999.	12000.	216.	0.3	0.00	0.003	2.000	0.100	0.420	0.680	0.920	0.000	0.00
151	ND11M724	MMW	44130.	48623.	900.	9000.	0.	7.3	6.44	0.930	0.100	0.000	0.000	0.600	0.888	0.650	0.00

图 2.17 耕作文件截屏示例

2.17 作物参数文件 (CROP***.DAT)

每种作物都列有 56 个参数, 这些参数都保存在 CROP1501.DAT 文件中。未咨询模型设计人员或不具备扎实的作物生长发育知识, 不要轻易修改作物参数。CROP1501.DAT 文件的前两行为描述行, 由 12 个字符组成。文件变量描述见表 2.12。图 2.18 为作物文件的一个示例。

表 2.12 文件变量描述

字段	变量	描述
行 3~N		格式: 1 空白列跟 1 个占 4 列的字段 (整型) 随后是 1 空白列跟 1 个 4 个字符的字段 随后是包含小数的 56 个字段, 每个字段占 8 列 (浮动)

(续)

字段	变量	描 述
1	CNUM	作物编号 (2~5 列) 仅做参考用。作物通过在文件中的连续位置被访问。例如, 无论这个变量如何设置, 编号 9 将访问第九种作物
2	CPNM	作物名称 (7~10 列) 用四字符的名称代表一种作物
3	WA	生物质-能源比例 ($\text{CO}_2 = 330\text{mg/L}$) (11~18 列) 这是单位截获光合有效辐射所产生的潜在 (没有胁迫的) 生长率 (包括根)。这是最后才考虑需要调整的参数之一。应基于已有的研究结果进行调整。这个参数可以极大地改变生长季的生长率和胁迫水平, 从而影响产量。若要调整参数则应非常谨慎, 且只能是基于无干旱、养分和温度胁迫条件下的调整。WA 也被称为辐射利用效率
4	HI	收获指数 (19~26 列) 作物经济产量或可收获产量占作物总生物量 (或作物生物产量) 的比例。这个作物参数应该基于最小化作物胁迫达到其产量潜力的实验数据确定。作为最高收获指数的 HI (harvest index) 在非胁迫条件下可能达到。当从近开花期至成熟期产生水胁迫时, APEX 调整 HI。这一 HI 只适合于谷物和棉花作物。对于饲料和块根作物来说, 应在 TILL1501.DAT 文件中对收割此类作物的设备设置重载收获指数 (ORHI)
5	TOP	作物生长最佳温度 (27~34 列) 作物生长的最适温度规定为热量不会导致作物生理受损。对一个物种范围内的品种, TB 和 TG 是非常稳定的。一旦被确定适合某一类, 它们不应改变。品种或成熟类型的差异通过计算不同的总热单位来模拟
6	TBS	作物生长最低温度 (35~42 列) 作物在不受低温冷害影响的情况下生长的最低 (基准) 温度。TB 和 TG 对一个物种范围内的品种是非常稳定的。一旦被确定适合某一物种, 它们不应再改变。品种或成熟类型的差异通过计算不同的总热单位来模拟

2 输入文件

(续)

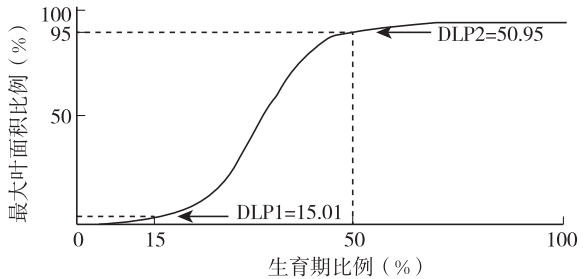
字段	变量	描述
7	DMLA	<p>最高潜在叶面积指数 (43~50 列)</p> <p>叶面积指数是指作物叶 (只是一侧) 表面积占所覆盖的地表面积的比例。这一参数是指作物能够达到的最大叶面积指数。CROP1501.DAT 数据集中的参数基于预期不受水分胁迫条件下的作物最高植株密度。在易旱地区, 通常其种植密度较小, 除非具备灌溉条件, DMLA 参数在模型中进行内部调整</p>
8	DLAI	<p>叶面积开始下降时的生长期的比例 (51~58 列)</p> <p>该点位于当由于叶片衰老而导致叶面积指数开始减少时的生长期 (表示为作物成熟所需要的热单位), 作物种植到成熟期累积的总热单位占生长季热单位的比例 (分数)。如果叶面积正常下降的日期是已知的, APEX 中的一个选项可以用来估算热单位积累比例。一个多个运行 APEX 模拟设置 IGSD 等于 366。紧随一年模拟之后的是是一年多个运行将产生一个多个运行模拟, 得到每月的平均热单位和成熟期的总热单位。收割操作的收获日期应设置为作物成熟的日期。用成熟期的热单位除以估算的最大叶面积热单位, 来评估叶面积指数开始下降时的生长期的比例</p>
9	DLAP1	<p>最优叶面积发育曲线的第一点 (59~66 列)</p> <p>这是最优 (非胁迫条件下) 叶面积发育曲线两点中的第一点。小数位之前的数字是生长季的百分比, 小数位后的数字是最大潜在 LAI 的比例。例如, 15.01 表示当生长季达到 15% 时, LAI 发育到 1%。叶面积发育过程两个点上, 关于最大叶面积百分比的研究结果或观测可以用来连接如同 DLAI 描述的 APEX 模拟。一年多步运行结果将建立播种期至成熟期的逐月热单位累积。然后通过区分两个日期中一个的估算累积热单位来计算热单位累积比例, 而对于这两个日期的其中一个, 已经通过 APEX 初始运行时设置的末端作物参数估算了最大 LAI 的比例。首次出现的月度估算热单位百分比是 DLAP1 中小数左边的数字, 而估计的最大 LAI 百分比是小数右边的数字</p>
10	DLAP2	<p>最优叶面积发育曲线的第二点 (67~74 列)</p> <p>这是最优 (非胁迫条件下) 叶面积发育曲线之上两点中的第二点。小数之前的数字是生长季的百分比, 小数后的数字是最大潜在 LAI 的比例。例如, 50.95 表示当生长季达到 50% 时, LAI 发育到 95%。叶面积发育过程两个点上, 关于最大叶面积百分比的</p>

(续)

字段	变量	描述
----	----	----

10 DLAP2 研究结果或观测可以用来连接如同 DLAI 描述的 APEX 模拟。一年多步运行结果将建立播种期至成熟期的逐月热单位累积。然后通过区分两个日期中一个的估算累积热单位来计算热单位累积比例，而对于这两个日期的其中一个，你已经通过 APEX 初始运行时设置的末端作物参数估算了最大 LAI 的比例。首次出现的月度估算热单位百分比是 DLAP2 中小数左边的数字，而估计的最大 LAI 百分比是小数右边的数字

下面的图说明了 DLPI=15.01 和 DLP2=50.95 是如何定义作物叶面积发育的



基于 DLAP1 和 DLAP2 的作物叶面积发育

11 RLAD 叶面积指数下降率参数 (75~82 列)

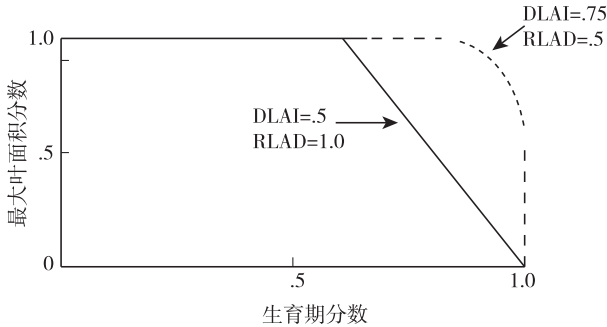
对于大多数粮食作物，作物叶面积下降是由于作物接近生理成熟的叶片衰老。在大多数情况下，叶片衰老从较老（较低）的泛黄的叶子开始，继续向上，直到所有的叶开始衰老并且作物死亡，类似作物为玉米、小麦、大豆。对于许多粮食作物来说，叶面积指数在谷物灌浆期以后随时间呈线性下降。初始衰老叶的养分和碳水化合物在谷物中的位置经常改变。在 APEX（或 EPIC）模型中，DLAI（前面已有描述）作物参数控制了当叶面积开始下降时生长季节中的某点，作物参数 RLAD 控制下降的速率。如果 RLAD 设置为 1.0，下降的速率呈线性的，如果 $RLAD < 1.0$ ，下降比例初始缓慢的，然后增加直到成熟期所有叶片死亡；如果 $RLAD > 1.0$ ，叶片衰老速率起初是非常迅速的，然后接近成熟期时变得缓慢。在所有情况下，APEX 假定当生长季的分分数等于 DLAI 时叶面积开始下降，并且在成熟期叶面积指数期趋于 0

(续)

字段	变量	描述
----	----	----

- 11 RLAD
- 1.0 是线性的
 - >1 加速降低
 - <1 阻碍降低率
 - 取值范围为 0~10

下图说明了 DLAI 和 RLAD 如何互相影响控制叶面积下降



基于 DLAI 和 RLAD 的作物叶面积生长

- 12 RBMD 生物质-能源转换率下降速率参数 (83~90 列)

指种植季节晚期生物质-能源转换率下降速率参数。类似上述的 RLAD，这个作物参数函数取值范围为 0~10。由于如种子等高能产品的产出，和（或）从叶子到种子的氮转移，它减少了光合有效辐射被截获并转换为生物质的效率。大多数作物的这一比率在营养生长阶段是相对稳定的，如纤维素等结构性碳水化合物是生长过程中的主要产品。然而，当粮食作物开始形成种子，由太阳辐射截获转变的生物量开始下降。也就是说，吸收每单位太阳辐射形成较少的干物质。此外，随着叶面积枯黄并开始衰老，转换效率下降更多。APEX 使用作物参数 RBMD 减少作物成熟过程中太阳辐射截获转换为生物量的比例（当生长季比例大于 DLAI）。从计算方面来讲，RBMD 减少 WA 如同 RLAD 减少叶面积指数，见图 2.23。例如，RBMD=1 导致从 DLAI 到生理成熟的作物成熟期的 WA 线性下降

- 1.0 线性的
- <1.0，最初下降比例缓慢，然后在成熟期所有叶子都死亡后增加
- >1.0，最初下降比例迅速，然后在成熟期降低
- 取值范围为 0~10

(续)

字段	变量	描 述
13	ALT	耐铝指数 (91~98 列) 作物耐受铝饱和的指数, 范围为 1~5, 1 为敏感, 5 为耐受
14	GSI	最大气孔导度 (99~106 列) GSI 作物参数是高太阳辐射和低蒸汽压差的最大气孔导度, Korner 等 (1979) 报道了 246 种物种和品种的最大气孔导度值 (Korner 和 Bauer, 1979)
15	CAF	临界通风因子 (107~114 列) 由于通气不良限制作物生长的土壤孔隙度分数, 大多数作物设置为 0.85, 水稻例外而设置为 1.0
16	SDW	种子重量 (115~122 列) 它影响初始作物的生物量, 将一部分种子重量分配给初始生物量, 这也用于移栽作物
17	HMX	最大作物高度 (123~130 列) 作物能够达到的最大潜在高度 (m)
18	RDMX	最大根深 (131~138 列) 根系能穿透的最深深度 (m)。这影响土壤水分提取
19	WAC2	CO ₂ 含量/导致 WA 值 (分离变量) (139~146 列) APEX 中辐射利用效率对大气中二氧化碳浓度非常敏感。WAC2 是一个用来描述二氧化碳浓度对作物参数 WA 影响的“S”曲线参数。小数左边的值是 CO ₂ 浓度高于周边环境的值 (即 450 或 660uL/L), 小数右边的值是 WA 相应值。这种提高的 WA 值可以通过升高 CO ₂ 浓度的短期作物生长的实验数据来估计。计算 CO ₂ 浓度升高后的作物生长速率对大约 330uL L ⁻¹ CO ₂ 时作物生长速率的比率, 乘以 WA 值 330uL L ⁻¹ 可以得到小数右边的值。典型比例值为 1.1~1.2, crop1501 使用 1.15。对于 C4 光合途径作物使用 1.3~1.4, C3 作物使用 1.35 (Kimball, B. A., 1983 Carbon dioxide and agricultural yield; an assemblage and analysis of 770 prior observations. Water Conservation Laboratory Report 14. USDA/ARS. Phoenix, Arizona)。
20	CNY	产量中氮比例 (147~154 比例) 产量中氮的正常成分 (g/g)。通过作物收获移除的氮量, 这是产量中氮占整个植株中氮的比例 通过 Morrison's 饲料、饲养和其它植物营养数据源进行估算。Morrison 中 N 比例调整为干物重除以总产量中干物质的比例

2 输入文件

(续)

字段	变量	描 述
21	CPY	产量中磷成分 (155~162 列) 通过作物收获移除的磷量, 这是产量中磷占整个植株中磷的比例 (g/g)。正常 P 的比例通过上述 CNY 中相同流程进行估算
22	CKY	产量中钾分数 (163~170 列) 目前钾功能未启用, 因此 CKY 在模型中不被考虑
23	WSYF	收获指数下限 (171~178 列) 0 和 HI 值之间的分数表示由于水胁迫导致预期的最低收获指数。一些作物的收获指数会有轻微增加, 如某些带有胁迫的糖料作物的含糖量是较高的
24	PST	害虫 (昆虫和病害) 因子 (179~186 列) 遭受破坏后所存的产量分数, 通常设置为 0.60。APEX 有一个关于水分、温度和残留物函数的调整处理过程。目前版本是一个合理的估计, 但以后的版本可能包括更详细的过程。您可能希望调整已知地理区域的参数来获取害虫造成大量破坏的情况
25	COSD	种子成本 (\$/kg) (187~194 列) 种子成本仅用于经济分析
26	PRYG	产量价格 (\$/t) (295~202 列) 粮食产量的价格仅用于经分析
27	PRYF	饲料产量价格 (\$/t) (203~210 列) 饲料产量价格仅用于经济分析。
28	WCY	产量含水量 (211~218 列) 收获时作物产量中现有的水量, 用分数表示。大多数粮食作物产量被认为具有一个标准含水量。然而, 对于某些应用, 粮食干重是适当的 (WCY=0)。APEX 产量产出均是干重 (WCY=0)
29	BN1	吸氮参数 (植株生长初期 N 比例) (219~226 列) 生长初期作物生物量氮的正常比例, 这个参数是基于已发表的对某作物或类似作物的研究成果
30	BN2	吸氮参数 (植株生产半成熟期 N 比例) (227~234 列) 生育期中期作物生物量氮的正常比例与 BN1 相同

(续)

字段	变量	描 述
31	BN3	吸氮参数（植株成熟期 N 比例）（235~242 列） 成熟期作物生物量氮的正常比例与 BN1 相同
32	BP1	吸磷参数（植株生长初期 P 比例）（243~250 列） 生长初期作物生物量磷的正常比例与 BK1 相同
33	BP2	吸磷参数（植株成熟期 P 比例）（251~258 列） 生育期中期作物生物量磷的正常比例与 BN1 相同
34	BP3	吸磷参数（植株成熟期 K 比例）（259~266 列） 成熟期作物生物量磷的正常比例与 BN1 相同
35	BK1	吸钾参数（植株生长初期 K 的比例）（267~274 列） 目前钾功能未启用，因此 BK1 在模型中不被考虑
36	BK2	吸钾参数（植株半成熟期 K 的比例）（275~282 列） 目前钾功能未启用，因此 BK2 在模型中不被考虑
37	BK3	吸钾参数（植株成熟期 K 比例）（283~290 列） 目前钾功能未启用，因此 BK3 在模型中不被考虑
38	BW1	直立活体作物的风蚀因子（291~298 列） 直立活体作物风蚀因子—基于该作物 Manhattan 风蚀方程，或者 Manhattan 风蚀方程中使用的类似作物
39	BW2	直立死亡作物风蚀因子（299~306 列） 直立死亡作物残体的风蚀因子与 BW1 相同
40	BW3	倒伏作物的风蚀因子（307~314 列） 倒伏作物残体的风蚀因子与 BW1 相同
41	IDC	作物分类编号（315~322 列） 1 暖季型豆类 2 冷季型豆类 3 多年生豆类 4 暖季 5 冷季 6 多年生 7 常绿木本作物

2 输入文件

(续)

字段	变量	描 述
		8 落叶木本作物 9 棉花 10 豆类木本作物 11 味道差的作物 注：其他的作物参数（TB，TG，FRST1，FRST2）也分冷暖气候作物而有差异
42	FRST1	霜冻害曲线上的第一点（323~330 列） 霜冻害曲线两点中的第一点，小数位前面的数字是最低温度（℃），小数位后面的数字是发生预定最低温度时每天生物量损失的比例 注：10.20 表示当温度达到 -10℃ 时，每天有 20% 的生物量损失。APEX 在度数上加了负号，是因为假设高于 0 度时不发生霜冻害。这两个参数是基于研究结果和观测结果的组合。野外监测的精确数据受景观微气候变化的支配。当前的参数估计是合理的，然而它们可能是低估了霜冻害而不是高估了霜冻害
43	FRST2	霜冻害曲线上的第二点（331~338 列） 霜冻害曲线两点中的第二点，小数前面的数字是最低温度（℃），小数后面的数字是发生预定最低温度时每天生物量损失的比例 注：10.20 表示当温度达到 -10℃ 时，每天有 20% 的生物量损失。APEX 在度数上加了负号，是因为假设高于 0 度时不发生霜冻害。这两个参数是基于研究结果和观测结果的组合。野外监测的精确数据受景观微气候变化的支配。当前的参数估计是合理的，然而，它们可能是低估了霜冻害而不是高估了霜冻害
44	WAVP	与联蒸汽压力不足和 WA（Biomass-Energy Ratio）相关的参数（339~346 列） APEX 中，辐射利用效率（RUE）对饱和水汽压差（VPD）是敏感的。当 VPD 增加时，RUE 下降。作物参数 WAVP 是每增加一单位 VPD 时 RUE 下降的速率。WAVP 随着物种不同而不同，但多数作物大约值为 6~8
45	VPTH	VPD 阈值（KPA）（347~354 列） 在 APEX 模型中，叶片电导率对 VPD 是不敏感的，除非 VPD（按小时计算）超过阈值 VPTH（一般 0.5~1.0kPa）

(续)

字段	变量	描 述
46	VPD2	<p>VPD 值 (KPA) (355~362 列)</p> <p>在 APEX 中, 当 VPD 增加到 VPTH 以上时, 叶片电导率呈线性下降。VPD2 是一个双参数, 其中小数点左边的数字表示 VPD 高于 VPTH 的某个值 (如 4.0), 小数点右边的数字表示 VPD 值的最大叶片电导率的相应分数 (如 0.7)</p>
47	RWPC1	<p>初期根重比例 (363~370 列)</p> <p>这是一种分离地上部和根生物量的分配参数。RWPC1 是初期的分配比例, RWPC2 是成熟期的分配比例。两点之间有一与热单位累积相关的分配比例线性插值</p>
48	RWPC2	<p>成熟期根重比例 (371~378 列)</p> <p>这是一种分离地上部和根生物量的分配参数。RWPC1 是初期的分配比例, RWPC2 是成熟期的分配比例。这两点之间有一与热单位累积相关的分配比例线性插值</p>
49	GMHU	<p>发芽所需的热单位 (379~386 列)</p> <p>从种植日或第 2 层土层温度超过 TG 之后, 会导致延迟萌芽。热单位是年度积累的</p>
50	PPLP1	<p>农作物和草的种植密度即曲线上的第一点 (387~394 列)</p> <p>在密度曲线上的两点中的第一个。除树或要求大于 1m²/株的植物外的作物、草等的种植密度。小数点左边的数字是植物数量, 小数点右边的数字是那个种植密度下的最大叶面积比例。种植密度表示为每平方米的植物数量</p> <p>如果作物是树, 种植密度表示为每公顷的树木量, 第二个种植密度点位于 SMR1 位置, 第一种植密度点位于 SMR2 位置。第一点应具有较高的种植密度</p> <p>如果输入 PLANTS/m², 则 PPLP1 (SMR1) < PPLP2 (SMR2)</p> <p>如果输入 PLANTS/hm², 则 PPLP1 (SMR1) > PPLP2 (SMR2)</p>
51	PPLP2	<p>农作物和草的种植密度即曲线上的第二点 (395~402 列)</p> <p>在密度曲线上的两点中的第二个。小数点左边的是植物数量, 小数点右边的数字表示特定种植密度下的最大叶面积比例。种植密度表示为每平方米的植物数量</p>

2 输入文件

(续)

字段	变量	描 述
51	PPLP2	<p>如果作物是树，种植密度表示为每公顷的树木量，第二个种植密度点位于 SMR1 位置，第一种植密度点位于 SMR2 位置。第一点应具有较高的种植密度</p> <p>如果输入 PLANTS/m²，则 PPLP1 (SMR1) < PPLP2 (SMR2)</p> <p>如果输入 PLANTS/hm²，则 PPLP1 (SMR1) > PPLP2 (SMR2)</p> <p>例如，玉米 PPLP1=30.43，并且 PPLP2=50.71。这意味着每平方米 30 棵植物可以达到最大叶面积的 43%，这也是种群曲线上的第一点。PPLP2 意味着每平方米 50 棵作物可以达到最大叶面积的 71%，这是玉米生产种群曲线上的第二点。由于 PPLP1 小于 PPLP2，它显示了除树以外的作物种植密度。然而，对于松树来说，PPLP1=1 000.95 且 PPLP2=100.10。然而小数前后的数字有与玉米相同的解释，它表示树的种植密度，因为这里 PPLP1 大于 PPLP2</p>
<p style="text-align: center;">种植密度曲线图例</p>		
52	STX1	<p>盐度对产量的影响 (403~410 列)</p> <p>这是指随着盐度增加而造成的产量下降。目前盐度功能未启用，所以模型在模拟中不会考虑 STX1 [(t/hm²) / (mmho/cm)]</p>
53	STX2	<p>盐度阈值 (411~418 列)</p> <p>任一盐度增加达到阈值点将导致产量下降。目前盐度功能未启用，所以模型模拟时不会考虑 STX2 (mmho/cm)</p>
54	BLG1	植物半成熟时的木质素分数 (419~426 列)
55	BLG2	植物完全成熟时的木质素分数 (427~434 列)

(续)

字段	变量	描 述
56	WUB	水分利用转化为生物量 (t/mm) (435~442 列) 每一单位用水量 (灌溉+降水) 所产生的生物量
57	FTO	棉花的产量分数 (443~450 列) 当前收获的植物材料 (棉绒+种子+废弃物 (叶和茎)) 中的棉绒比例。相对脱衣棉来说, 这个值对采摘的棉花来说有点高, 这是因为收获时的废弃物和皮棉、棉籽都很少。采摘棉的典型值为 0.38, 脱衣棉为 0.27。 产量分数=皮棉重量/(种子重量+皮棉重量+废弃物重量) 对于落叶树 (DECIDUOUS TREES), FTO 代表叶落所损失的生物量比例, 通常设置 FTO 0.05 为落叶树
58	FLT	棉花的皮棉分数 (451~458 列) 棉花 (种子+皮棉) 总收获量中皮棉比例。这一变量区别于不包括在总收获量中的废弃物中的 FTO, 皮棉比例不能大于产量比例 皮棉比例=皮棉重量/(种子重量+皮棉重量)
59	CCEM	碳排放 (459~466 列) 碳排放当前不包含在 APEX 中
60	IPDU	不用 (466~473 列)
61	TRE1	不用 (474~481 列)
62	TRE2	不用 (482~489 列)
63	LAYR	不用 (490~497 列)
64	WDRM	不用 (498~505 列)
65	EXTC	吸光系数 (506~513 列), 如果不设置 EXTC 时, 默认值为 0.65
66	GPAL	不用 (51~521 列)
67	FNAME	作物完整名称

2 输入文件

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
# NAME	WA	HI	TOP	TBS	IMLA	DLAI	DLAP1	DLAP2	READ	REMD	ALT	OST	CAF	SDW	HMX	RMD
1 BOFB	25.00	0.20	25.00	10.00	5.00	15.01	50.95	50.95	1.00	1.00	3.00	0.0070	0.85	35.00	2.00	2.00
2 CORN	40.00	0.50	25.00	8.00	6.00	15.01	50.95	50.95	1.00	1.00	3.00	0.0070	0.85	25.00	2.00	2.00
3 ORSO	37.00	0.50	27.50	10.00	5.00	15.01	50.95	50.95	0.50	0.50	2.00	0.0070	0.85	9.00	1.40	2.00
4 CYTS	25.00	0.40	25.00	10.00	5.00	15.01	50.95	50.95	0.50	0.50	2.00	0.0200	0.85	25.00	2.00	2.00
5 COTP	25.00	0.40	27.50	12.50	6.00	0.95	15.01	50.95	0.50	0.50	3.00	0.0200	0.85	25.00	1.00	2.00
6 FRMT	30.00	0.20	25.00	9.00	5.00	0.85	15.01	50.95	1.00	0.50	4.00	0.0100	0.85	30.00	0.50	2.00
7 SFRW	45.00	0.30	25.00	10.00	5.00	0.85	15.01	50.95	1.00	1.00	2.00	0.0070	0.85	25.00	2.00	2.00
8 CSRN	60.00	0.25	25.00	6.00	5.00	0.55	15.01	50.95	1.00	2.00	3.00	0.0070	0.85	8.00	2.50	2.20
9 FAWH	30.00	0.40	12.50	10.00	5.00	0.55	15.01	50.95	1.00	1.00	3.00	0.0150	0.85	0.01	2.00	10.00
10 MHHT	35.00	0.45	15.00	0.00	6.00	0.60	15.01	50.95	1.00	1.00	2.00	0.0070	0.85	90.00	1.00	2.00
11 SMHT	35.00	0.45	20.00	0.00	6.00	0.60	15.01	50.95	1.00	1.00	2.00	0.0070	0.85	90.00	1.00	2.00
12 DSMH	35.00	0.42	15.00	0.00	6.00	0.60	15.01	45.95	1.00	1.00	2.00	0.0070	0.85	90.00	1.00	2.00
13 DMHT	30.00	0.40	15.00	0.00	5.00	0.60	15.01	50.95	1.00	1.00	2.00	0.0070	0.85	90.00	1.00	2.00
14 BARL	30.00	0.40	15.00	0.00	6.00	0.80	15.01	50.95	1.00	1.00	2.00	0.0060	0.85	90.00	1.00	2.00
15 TBR	35.00	0.42	15.00	0.00	5.00	0.60	15.01	45.95	1.00	1.00	2.00	0.0070	0.85	90.00	1.00	2.00
16 OATS	35.00	0.42	15.00	0.00	6.00	0.80	15.01	50.95	1.00	1.00	2.00	0.0070	0.85	90.00	1.00	2.00
17 COAT	35.00	0.42	15.00	0.00	5.00	0.60	15.01	45.95	1.00	1.00	2.00	0.0070	0.85	90.00	1.00	2.00
18 RICE	25.00	0.2	25.00	10.00	6.00	0.80	15.01	50.95	0.50	0.50	3.00	0.0080	1.00	50.00	0.80	2.00
19 RYZ	35.00	0.40	12.50	0.00	6.00	0.80	15.01	50.95	1.00	1.00	2.00	0.0060	0.85	90.00	1.00	2.00
20 WFEA	20.00	0.55	14.00	1.00	1.40	0.90	15.02	45.95	1.00	0.50	0.00	0.0100	0.85	140.00	0.55	2.00
21 LEN1	20.00	0.55	14.00	1.00	5.00	0.90	15.02	50.95	1.00	0.50	3.00	0.0100	0.90	100.00	0.55	2.00
22 LEN2	20.00	0.55	14.00	1.00	4.40	0.90	15.02	50.95	1.00	0.50	3.00	0.0100	0.90	100.00	0.55	2.00
23 DNNA	34.00	0.30	21.00	5.00	4.50	0.49	15.02	45.95	0.20	0.30	3.00	0.0078	0.90	100.00	1.30	1.40
24 CANN	34.00	0.23	21.00	5.00	3.50	0.50	15.02	45.95	0.20	0.30	3.00	0.0078	0.90	100.00	0.90	0.90
25 FFAK	25.00	0.2	25.00	10.00	5.00	0.70	15.01	50.95	2.00	0.00	0.00	0.0078	0.85	35.00	2.00	2.00
26 FFEA	25.00	0.45	15.00	1.00	5.00	0.75	15.01	50.95	2.00	2.00	2.00	0.0070	0.85	35.00	1.20	2.00
27 MNG	25.00	0.31	25.00	10.00	5.00	0.90	15.01	50.95	2.00	10.00	3.00	0.0078	0.85	35.00	1.50	2.00
28 SEEB	50.00	0.31	25.00	10.00	5.00	0.90	15.01	50.95	2.00	10.00	3.00	0.0078	0.85	35.00	1.50	2.00
29 CSIL	39.00	0.50	25.00	10.00	6.00	0.80	15.05	50.95	1.00	1.00	3.00	0.0070	0.85	20.00	2.00	2.00
30 SOWP	35.00	0.50	27.50	10.00	5.00	0.80	15.01	50.95	1.00	1.00	3.00	0.0070	0.85	20.00	2.00	2.00
31 ALFA	20.00	0.02	25.00	1.00	5.00	0.90	15.01	50.95	0.50	0.50	3.00	0.0100	0.85	15.00	1.25	2.00
32 CLVA	15.00	0.02	15.00	0.00	5.00	0.60	15.01	50.95	2.00	10.00	2.00	0.0070	0.99	35.00	1.20	2.00
33 CLVR	25.00	0.02	25.00	1.00	5.00	0.75	15.01	50.95	2.00	10.00	2.00	0.0070	0.99	35.00	1.20	2.00
34 CLVS	25.00	0.02	25.00	1.00	5.00	0.75	15.01	50.95	2.00	10.00	2.00	0.0070	0.75	35.00	1.20	2.00
35 TMD	35.00	0.25	25.00	10.00	11.00	0.85	15.01	50.95	2.00	10.00	2.00	0.0070	0.85	35.00	1.00	2.00
36 RNR	30.00	0.02	25.00	8.00	5.00	0.99	15.01	50.95	1.00	1.00	4.00	0.0050	0.85	5.00	1.00	2.00
37 SPAS	35.00	0.02	25.00	8.00	5.00	0.99	15.01	50.95	1.00	1.00	2.00	0.0070	0.85	5.00	1.00	2.00
38 WPAS	35.00	0.02	25.00	8.00	5.00	0.70	15.05	50.95	1.00	1.00	2.00	0.0070	0.85	5.00	1.00	2.00
39 RYZA	30.00	0.02	15.00	0.00	3.00	0.80	35.01	62.95	1.00	1.00	2.00	0.0070	0.75	90.00	1.10	1.30
40 RYZR	30.00	0.02	15.00	0.00	3.00	0.80	35.01	62.95	1.00	1.00	2.00	0.0070	0.75	90.00	1.10	1.30
41 RYZB	30.00	0.02	15.00	0.00	3.00	0.80	35.01	62.95	1.00	1.00	2.00	0.0070	0.75	90.00	1.10	1.30
42 WMR	35.00	0.02	25.00	8.00	5.00	0.85	50.01	89.95	2.00	1.00	4.00	0.0070	0.85	5.00	0.60	1.30
43 WMRB	35.00	0.02	25.00	8.00	5.00	0.85	50.01	89.95	2.00	1.00	4.00	0.0070	0.85	5.00	0.60	1.30
44 WMR	35.00	0.02	25.00	8.00	5.00	0.85	15.01	50.95	2.00	1.00	4.00	0.0070	0.85	5.00	0.70	2.00
45 WMR	35.00	0.02	25.00	8.00	5.00	0.85	35.01	62.95	2.00	1.00	4.00	0.0070	0.85	5.00	0.70	1.30
46 BRM	35.00	0.02	25.00	8.00	5.00	0.85	15.01	50.95	2.00	1.00	4.00	0.0070	0.85	5.00	0.85	2.00
47 BRBS	35.00	0.02	25.00	8.00	5.00	0.85	15.01	50.95	2.00	1.00	4.00	0.0070	0.85	5.00	0.80	2.00

17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
WAC2	CNY	CFY	CEV	WSFY	PST	OSDO	PRVG	PRVY	WCV	BN1	BN2	BN3	BP1	BP2	BP3	BK1	BP
660.34	0.0699	0.0077	0.0196	0.23	0.60	0.63	198.08	100.00	0.13	0.0524	0.0265	0.0258	0.0074	0.0037	0.0035	0.0120	0.0
660.45	0.013	0.0025	0.0032	0.40	0.60	3.45	103.16	80.12	0.15	0.0440	0.015	0.01	0.0662	0.0029	0.0018	0.0150	0.0
660.36	0.0199	0.0032	0.0039	0.35	0.60	3.66	92.83	75.00	0.13	0.0440	0.0164	0.0128	0.0060	0.0022	0.0018	0.0270	0.0
660.30	0.0140	0.0020	0.0140	0.30	0.60	2.82	121.75	116.87	0.01	0.0580	0.0190	0.0177	0.0081	0.0027	0.0025	0.0300	0.0
660.30	0.0190	0.0029	0.0140	0.30	0.60	2.82	121.75	116.87	0.01	0.0580	0.0190	0.0177	0.0081	0.0027	0.0025	0.0300	0.0
660.25	0.0650	0.0090	0.0660	0.30	0.60	1.80	498.33	551.00	0.06	0.0329	0.0167	0.0162	0.0039	0.0020	0.0019	0.0300	0.0
660.66	0.0287	0.0056	0.0071	0.27	0.60	8.71	272.22	5.00	0.06	0.0500	0.0230	0.0146	0.0063	0.0029	0.0023	0.0290	0.0
660.81	0.0287	0.0056	0.0071	0.22	0.60	8.71	272.22	5.00	0.06	0.0500	0.0230	0.0146	0.0063	0.0029	0.0023	0.0290	0.0
660.35	0.0280	0.0060	0.0070	0.30	0.60	4.41	190.00	5.00	0.06	0.0500	0.0230	0.0150	0.0060	0.0020	0.0020	0.0290	0.0
660.47	0.0240	0.0033	0.0042	0.21	0.60	0.26	153.62	20.00	0.12	0.0600	0.0300	0.0134	0.0084	0.0032	0.0019	0.0190	0.0
660.41	0.0303	0.0038	0.0039	0.21	0.60	0.22	157.66	20.00	0.12	0.0663	0.0250	0.0148	0.0084	0.0032	0.0019	0.0230	0.0
660.47	0.0303	0.0038	0.0039	0.21	0.60	0.26	157.66	20.00	0.12	0.0663	0.0250	0.0148	0.0084	0.0032	0.0019	0.0230	0.0
660.41	0.0263	0.0037	0.0048	0.20	0.60	0.26	154.35	20.00	0.12	0.0518	0.0199	0.0116	0.0089	0.0034	0.0020	0.0230	0.0
660.45	0.0236	0.0029	0.0060	0.21	0.60	0.27	122.19	20.00	0.12	0.0590	0.0220	0.0131	0.0057	0.0022	0.0013	0.0160	0.0
660.47	0.0236	0.0029	0.0050	0.21	0.60	0.27	122.19	20.00	0.12	0.0590	0.0220	0.0131	0.0057	0.0022	0.0013	0.0160	0.0
660.47	0.0316	0.0057	0.0047	0.21	0.60	0.03	124.03	20.00	0.10	0.0580	0.0224	0.0130	0.0053	0.0020	0.0012	0.0280	0.0
660.34	0.0136	0.0013	0.0013	0.25	0.60	0.85	86.88	8.00	0.14	0.0500	0.0200	0.0100	0.0060	0.0030	0.0018	0.0250	0.0
660.47	0.0284	0.0042	0.0030	0.20	0.60	2.38	98.04	75.00	0.12	0.0560	0.0215	0.0125	0.0066	0.0025	0.0015	0.0180	0.0
660.27	0.0412	0.0055	0.0114	0.38	0.60	0.69	24.00	75.00	0.12	0.0400	0.0260	0.0232	0.0070	0.0040	0.0030	0.0140	0.0
660.27	0.0506	0.0051	0.0102	0.38	0.60	22.40	100.00	5.00	0.12	0.0440	0.0164	0.0128	0.0074	0.0037	0.0023	0.0140	0.0
660.27	0.0506	0.0051	0.0102	0.38	0.60	22.40	100.00	5.00	0.12	0.0440	0.0164	0.0128	0.0074	0.0037			

表 2.13 包含在 CROP1501.DAT 中的作物名称和编号

作物编号	作物名称	作物编号	作物名称	作物编号	作物名称
1	SOYB	大豆	31	ALFA	紫花苜蓿
2	CORN	玉米	32	CLVA	三叶草 (杂种)
3	GRSG	高粱	33	CLVR	三叶草 (红色)
4	COTS	脱衣棉	34	CLVS	三叶草 (甜)
5	COTP	采摘棉	35	TIMO	干牧草
6	PNUT	花生	36	RNGE	草围
7	SUNF	向日葵	37	SPAS	春牧草
8	CSUN	加拿大向日葵	38	WPAS	冬牧草
9	FALW	休耕	39	RYEA	一年生黑麦
10	WWHT	冬小麦	40	RYER	常年生黑麦
11	SWHT	春小麦	41	RYEG	黑麦草
12	CSWH	加拿大春小麦	42	WWGR	西方小麦草
13	DWHT	硬质小麦	43	NWGR	北方小麦草
14	BARL	大麦	44	SWGR	纤细小麦草
15	CBAR	加拿大大麦	45	CWGR	冠状小麦草
16	OATS	燕麦	46	BROM	冠状菠萝草
17	COAT	加拿大燕麦	47	BROS	光滑雀麦
18	RICE	大米	48	CWPS	牛豌豆
19	RYE	黑麦	49	BERM	百慕大草
20	WPEA	冬豌豆	50	POTA	土豆
21	LENW	小扁豆	51	ASPR	芦笋
22	LENT	小扁豆	52	BROC	西兰花
23	CANA	油菜 (阿根廷)	53	CABG	卷心菜
24	CANP	油菜 (波兰)	54	CAUF	菜花
25	FLAX	亚麻	55	CELR	芹菜
26	FPEA	紫花豌豆	56	LETT	生菜
27	MUNG	绿豆	57	OLET	油麦菜
28	SESB	芝麻豆	58	SPIN	菠菜
29	CSIL	玉米青贮饲料	59	CRRT	胡萝卜
30	SGHY	高粱干草	60	ONIO	洋葱
61	SGBT	甜菜	61	SGBT	甜菜
62	GRBN	青豆	62	GRBN	青豆
63	LIMA	青豆	63	LIMA	青豆
64	PEAS	黑眼豆	64	PEAS	黑眼豆
65	CUCM	黄瓜	65	CUCM	黄瓜
66	EGGP	茄子	66	EGGP	茄子
67	CANT	哈密瓜	67	CANT	哈密瓜
68	HMEL	蜂蜜瓜	68	HMEL	蜂蜜瓜
69	WMEL	西瓜	69	WMEL	西瓜
70	PEPR	胡椒	70	PEPR	胡椒
71	STRW	草莓	71	STRW	草莓
72	TOMA	番茄	72	TOMA	番茄
73	SPOT	红薯	73	SPOT	红薯
74	SCRN	甜玉米	74	SCRN	甜玉米
75	TOBC	烟草	75	TOBC	烟草
76	SUGC	甘蔗	76	SUGC	甘蔗
77	FESC	羊茅草	77	FESC	羊茅草
78	PMIL	狼尾草	78	PMIL	狼尾草
79	PINE	松树	79	PINE	松树
80	MESQ	豆科灌木树	80	MESQ	豆科灌木树
81	APPL	苹果树	81	APPL	苹果树
82	POPL	杨树	82	POPL	杨树
83	BLOC	刺槐树	83	BLOC	刺槐树
84	SWCH	柳枝稷	84	SWCH	柳枝稷
85	DRYB	干豆	85	DRYB	干豆
86	FABN	蚕豆	86	FABN	蚕豆
87	SOGR	燕麦格兰马草	87	SOGR	燕麦格兰马草
88	BBGR	大须芒草	88	BBGR	大须芒草
89	EGGR	东部伽马草	89	EGGR	东部伽马草
90	JHGR	石茂高粱	90	JHGR	石茂高粱

(续)

作物编号	作物名称	作物编号	作物名称	作物编号	作物名称
91	GTFX 大狗尾草	107	POAN 一年生蓝草	123	PAST 牧场
92	COCB 苍耳子	108	GRAP 葡萄	124	AGRL 农业-通用
93	VELV 绒毛叶	109	PTOM 加工番茄	125	AGRR 农业-行栽作物
94	GRFX 绿狗尾草	110	BRSB CRP 西刷	126	RNGB 刷围
95	CEAT 长叶草	111	LESP 胡枝子草	127	FRSD 森林-落叶
96	LBST 小须芒草	112	ORCH 果园草	128	FRSE 森林-常绿
97	GRMA 格兰马草	113	LOVE 画眉草	129	WETL 湿地-通用
98	BUFF 野牛草	114	ASH 灰树	130	WETN 湿地-非森林
99	SGUM 枫树	115	OAK 橡树	131	SWRN 西南地区范围
100	CASS 树薯粉	116	SHBG 谢尔曼蓝草	132	HAY 干草
101	COWP 豇豆	117	KNAF 洋麻	133	FRST 森林-混合
102	CHKP 鹰嘴豆	118	INDI 印度草	134	WETF 湿地-森林
103	BAHG 百喜草	119	COFF 咖啡	135	AGRC 农业-关闭生长
104	BUWH 荞麦	120	MISC 芒草	136	OLIV 橄榄树
105	PRMI 黍稷	121	PAVE 人行道	137	CITR 柑橘树
106	SEBK 沙棘	122	ORCD 果园		

2.18 肥料列表文件 (FERT * * * * .DAT)

肥料文件 FERTCOM.DAT 包括用于农业管理中最常见的肥料和/或其他营养物质，每种肥料的描述占一行。表 2.14 为变量描述。图 2.19 为肥料文件的一个示例。

表 2.14 变量描述

字段	变量	描述
第 1~N 行	格式:	1 个空白列跟着 1 个占 4 列的字段 (整型) 随后 1 个空白列跟着 1 个占 8 个字符的字段 随后是 10 个字段, 每个字段占 8 列, 包括最多 3 位小数位 (浮点型)

2 输入文件

(续)

字段	变量	描述
1	I	肥料 ID 号 (2~5 列)
2	FTNM	肥料名称 (7~14 列) 通常包括 N-P-K 养分含量的描述或有机肥类型
3	FN	矿质氮比例 (15~22 列) 肥料中矿质氮比例 (见示例)
4	FP	矿质磷比例 (23~30 列) 肥料中矿质磷比例。这是元素磷的比例, 不是 P_2O_5 。将 P_2O_5 转变为元素磷, 需要乘以 0.436 6 (见示例)
5	FK	矿质钾比例 (31~38 列) 肥料中矿质钾比例。这是元素钾的比例, 不是 K_2O 。将 K_2O 转变为元素钾, 乘以 0.830 1 (见示例)
6	FNO	有机氮比例 (39~46 列) 该参数适用于有机肥, 比如粪便。这个含量必须是基于产品养分的分析测试, 所记录的量以分数形式呈现 (见示例)
7	FPO	有机磷比例 (47~54 列) 这里适用有机肥, 如粪肥。这个含量必须是基于产品养分的分析测试结果, 所记录的量以分数表示 (见示例)
8	FNH ₃	铵态氮比例 (55~62 列) 肥料中矿质氮是铵态氮的形式 (见示例)
9	FOC	有机碳比例 (63~70 列) 有机碳=有机质/1.72
10	FSLT	盐分比例 (71~78 列) 土壤中盐含量
11	FCST	肥料花费 (\$/KG) (79~86 列) 仅用于经济分析

化学肥料示例 1

如果一个生产者应用 N-P-K 养分含量参数为 20-15-10 的商业复合肥, 参数设置如下:

FN: 0.20

FP: 0.065

FK: 0.083

FNO: 0.00

FPO: 0.00

FNH₃: 0.00

化学肥料示例 2

如果一个生产者应用 N-P-K 养分含量参数为 34-0-0 硝酸铵（50%的硝酸盐和 50%的铵态氮形式），参数设置如下：

FN: 0.34

FP: 0.00

FK: 0.00

FNO: 0.00

FPO: 0.00

FNH₃: 0.50

有机肥示例

生产者用 1 200 磅^①的散装有有机肥，包括 24 磅氮，其中为 6 磅的矿质氮和 18 磅的有机氮。矿物氮包括 5 磅的氨态氮和 1 磅硝态氮。散装有有机肥还包括 30 磅钾和 20 磅磷，其中 8 磅是有机磷。

成分小结 参数设置如下：

1 200 磅有机肥	FN: 0.005 (6 磅矿质氮/1 200 磅总肥料)
24 磅氮	
6 磅矿质氮	FP: 0.01 (12 磅磷/1 200 磅总肥料)
5 磅铵态氮	FK: 0.025 (30 磅钾/1 200 磅总肥料)
1 磅硝态氮	FNO: 0.015 (18 磅有机氮/1 200 磅总肥料)
18 磅有机氮	
20 磅磷	FPO: 0.007 (8 磅磷/1 200 磅总肥料)

^① 磅为非法定计量单位，1 磅≈0.45kg。

2 输入文件

8 磅有机磷 FNH_3 : 0.83 (5 磅铵态氮/6 磅矿质氮)

12 磅矿质磷

30 磅钾

```

TextPad - [C:\WinAPEX\APEX\PROG\fert.dat]
File Edit Search View Tools Macros Configure Window Help
1 B-FRESH 0.0140 0.0080 0.0000 0.0260 0.0040 0.9900 0.3000 0.0013 0.0122
2 B-FRIT-C 0.0010 0.0030 0.0000 0.0090 0.0020 0.9900 0.3000 0.0094 0.0122
3 B-FRIT-P 0.0300 0.0040 0.0000 0.0200 0.0020 0.9900 0.3000 0.0013 0.0085
4 B-FRIT-L 0.0020 0.0040 0.0000 0.0130 0.0020 0.9900 0.3000 0.0013 0.0122
5 B-FRESH 0.0120 0.0040 0.0000 0.0210 0.0020 0.9900 0.3000 0.0013 0.0122
6 D-1-LAGH 0.6800 0.1700 0.0000 0.0700 0.0800 0.9000 0.3000 0.0013 0.0122
7 D-1-LAGE 0.7000 0.1500 0.0000 0.0800 0.0700 0.9000 0.3000 0.0013 0.0122
8 D-SO-LGN 0.0490 0.0818 0.0000 0.6480 0.2210 0.9720 0.3000 0.0013 0.0122
9 D-LQ-LGN 0.5660 0.0896 0.0000 0.1020 0.2420 0.9870 0.3000 0.0000 0.0122
10 goot-fsh 0.0150 0.0100 0.0000 0.0380 0.0050 0.9900 0.3000 0.0000 0.0122
11 hog-frsh 0.0210 0.0160 0.0000 0.0400 0.0070 0.9900 0.3000 0.0000 0.0122
12 horse-frs 0.0130 0.0060 0.0000 0.0230 0.0030 0.9900 0.3000 0.0000 0.0122
13 P-DRIT-B 0.0100 0.0100 0.0000 0.0100 0.0070 0.9900 0.3000 0.0000 0.0000
14 P-DRIT-L 0.0100 0.0100 0.0000 0.0100 0.0070 0.9900 0.3000 0.0000 0.0122
15 P-FRSH-B 0.0060 0.0040 0.0000 0.0540 0.0070 0.9900 0.3000 0.0000 0.0122
16 P-FRSH-D 0.0030 0.0050 0.0000 0.0270 0.0020 0.9900 0.3000 0.0000 0.0122
17 P-FRSH-O 0.0030 0.0100 0.0000 0.0270 0.0060 0.9900 0.3000 0.0000 0.0122
18 P-FRSH-L 0.0050 0.0100 0.0000 0.0450 0.0070 0.9900 0.3000 0.0000 0.0122
19 P-FRSH-P 0.0030 0.0100 0.0000 0.0270 0.0050 0.9900 0.3000 0.0000 0.0122
20 P-FRSH-T 0.0060 0.0100 0.0000 0.0540 0.0070 0.9900 0.3000 0.0000 0.0122
21 P-LIQ-B 0.0040 0.0100 0.0000 0.0400 0.0070 0.9900 0.3000 0.0000 0.0122
22 P-LIQ-L 0.0040 0.0100 0.0000 0.0400 0.0070 0.9900 0.3000 0.0000 0.0122
23 P-MRIT-B 0.0200 0.0100 0.0000 0.0200 0.0070 0.9900 0.3000 0.0000 0.0122
24 P-MRIT-L 0.0200 0.0100 0.0000 0.0200 0.0070 0.9900 0.3000 0.0000 0.0122
25 sheep-frs 0.0180 0.0070 0.0000 0.0350 0.0030 0.9900 0.3000 0.0000 0.0122
26 weal-fsh 0.0140 0.0080 0.0000 0.0260 0.0040 0.9900 0.3000 0.0013 0.0122
27 10-20-10 0.1000 0.0873 0.0830 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.2229
28 10-21-00 0.1000 0.0916 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.2041
29 10-34-00 0.1000 0.1500 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.2912
30 11-46-00 0.1100 0.2007 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.3248
31 14-46-00 0.1400 0.2007 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.2977
32 16-00-00 0.1600 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.2610
33 16-20-00 0.1600 0.0880 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.2755
34 16-20-00 0.1600 0.0880 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.2755
35 18-18-00 0.1800 0.0786 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.1768
36 18-46-00 0.1800 0.2000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.2733
37 19-00-00 0.1900 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0882
38 20-00-00 0.2000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.3001
39 20-00-00 0.2000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.2047
40 20-00-00 0.2000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.1580
41 20-10-10 0.2000 0.0436 0.0830 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.2225
42 21-00-00 0.2100 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.2557
43 22-00-00 0.2200 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.1545
44 23-00-00 0.2300 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.1725
45 26-00-00 0.2600 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.1537
46 28-00-00 0.2800 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.3623
47 28-00-00 0.2800 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.1661
48 28-00-00 0.2800 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.1502
49 28-10-10 0.2800 0.1000 0.0830 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.2689
50 28-14-00 0.2800 0.0511 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.2602
51 30-00-00 0.3000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.2395
52 F1em-N 1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.2365
    
```

图 2.19 肥料文件截屏示例

2.19 农药文件 (PEST * * * *.DAT)

农药文件 PESTCOM.DAT, 包括农业管理中大部分常见的农药。表 2.15 为变量描述。图 2.20 为农药文件的一个示例。

表 2.15 变量描述

字段	变量	描述
1~N行	格式:	1个占5列的字段(整型)
		随后1个空白列跟着1个占16个字符的字段
		随后是16个字段,占16列(指数),包括最多6位小数位(浮点型)

(续)

字段	变量	描述
1	J1	农药 ID 编号 (1~5 列)
2	PSTN	农药名称 (7~22 列) 常见的农药品牌名
3	PSOL	以 mg/L 为单位的农药溶解度 (23~34 列) 可溶于水的农药的量 (mg/L)
4	PHLS	在土壤中农药半衰期天数 (35~42 列) 在土壤中农药产品浓度减少一半所需的时间 (d)
5	PHLF	叶片中农药半衰期天数 (43~50 列) 叶片中农药产品浓度减少一半所需的时间。降解是通过微生物活动和 (或) 阳光照射来实现的 (d)
6	PWOF	农药冲刷比例 (51~58 列) 叶片上施用的农药产品由于被冲刷而进入土壤的比例 (%)
7	PKOC	农药有机 C 吸收系数 (59~68 列) 附在土壤上的农药的量占溶液中的农药产品量的比例, 通过土壤有机碳 (%) 进行标化。参照 Environmental Contaminant Toxicological Reviews 123; 1-164
8	PCST	农药费用 \$ /kg (69~76 列) 仅用于经济分析

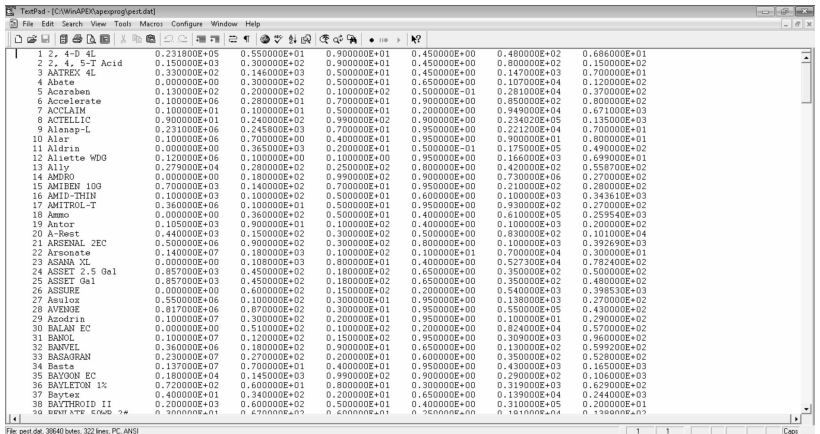


图 2.20 农药文件截屏示例

2.20 APEX 多次运行文件 (MLRN * * * *.DAT)

一个 APEX 研究可能涉及对风蚀和水蚀连续天气种子的分析, 无须重新加载模型。这一步骤通过 APEX 的多次运行选项很容易完成。模拟一直持续到 NBYR 为 0。

格式: 最多 20 个字段, 每个字段占 4 列 (整型)。表 2.16 为变量描述。图 2.21 为多次运行文件的一个示例。

表 2.16 变量描述

字段	变量	描述
1	NX (1)	从第二次到最后模拟年的年数 (1~4 列)
2	NX (2)	正常/静态土壤侵蚀 (5~8 列) 0 土壤剖面正常侵蚀 1 静态土壤剖面侵蚀控制措施因素
3	NX (3)	输出类型 (9~12 列) 0 年度流域输出 1 年度输出 2 年度土壤表 3 月 4 月度土壤表 5 收获时月度土壤表 6 n 天间隔 7 只有 n 天间隔的土壤表 8 生长期间只有 n 天间隔的土壤表 9 生长期间 n 天间隔
4	NX (4)	天气输入变量的 ID 号 (13~16 列) 1 降水 2 温度 3 辐射 4 风速 5 相对湿度

如果有变量输入, 必须包括降水。因此, 没有必要指定 N2=1, 除非降水是唯一的输入变量

(续)

字段	变量	描 述
5	NX (5)	输出 SAO 文件 (17~20 列) SAO 是子流域输出文件
6	NX (6)	输出 RCH 文件 (21~24 列) RCH 是河道流域输出文件
7	NX (7)	输出 SW1 文件 (25~28 列)

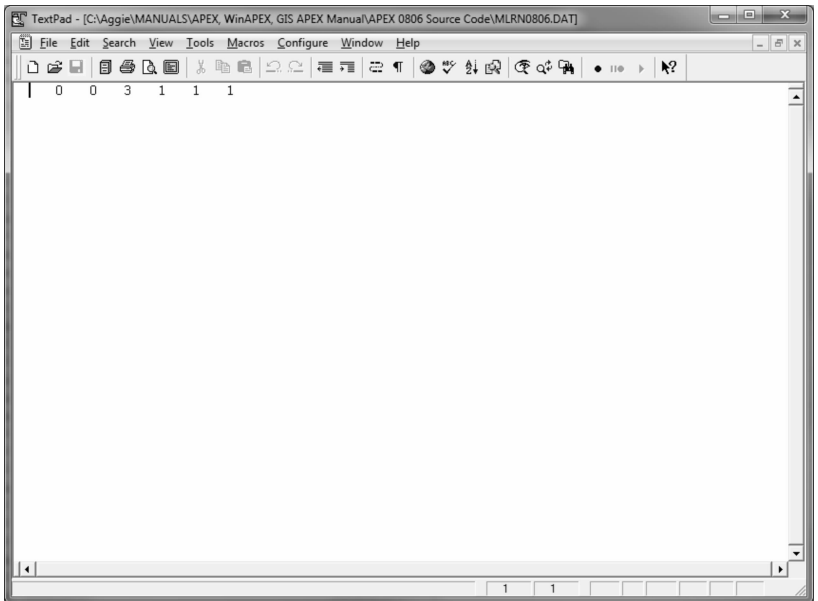


图 2.21 多次运行文件截屏示例

2.21 APEX 参数文件 (PARM * * * *.DAT)

PARMCOM.DAT 在 APEX 模型中是一个极为重要的文件，模型的很多系数都保存在该文件中。如果没有咨询模型设计者，不建议修改这些模型系数。

此文件包含 APEX1501 中所用到的 S 曲线以及其他各种参数的定义，见表 2.17、表 2.18。图 2.22 为参数表的一个示例。

S 曲线参数定义

S 形曲线被用于描述 APEX 模型中许多过程的行为。 y 轴取值范围为 0~1，用来表达一定范围内 x 轴变量的模拟效果。S 曲线可以由包含在 PARMCOM.DAT 文件中的两个点进行充分描述。用文件中的两组数字很方便地就能表达这两点的 x 、 y 坐标，即在 APEX 模型中小数点的左边为 x 值，右边则为 y 值，两个点都保存在 SCRP 阵列中。比如，PARM1501.DAT 的第一行两个 SCRP 值为 (90.05, 99.95)，即 $\text{SCRIP}(1, 1) = 90.05$ ， $\text{SCRIP}(1, 2) = 99.95$ ，分开表达就是 $x_1 = 90$ ， $y_1 = 0.05$ ， $x_2 = 99$ 和 $y_2 = 0.95$ 。APEX 使用这两点来解决指数方程的两个参数，这两个参数保证曲线从零点开始，经过两个指定点后， y 值趋近 1.0，同时 x 值的增加超过第二个点。方程表达式为：

$$y = x / [x + \exp(b_1 - b_2 \times x)]$$

其中 b_1 、 b_2 为 APEX 确定参数。

S 曲线参数定义

1~30 行包括两个字段（分别为 1~8 列和 9~16 列），每行存放 S 曲线的一对 SCRP1、SCRP2 的值。

表 2.17 变量描述

格式：两个字段中每个字段分别包括 8 列，并最多包括小数点后 3 位浮点型数字	
SCRIP1 (1) SCRIP2 (1)	岩石或土壤粗砾对根系生长的限制，小数点左边的数字为粗砾百分比，右边的数字为根系生长受限程度 $X = \text{粗砾}\%$
SCRIP1 (2) SCRIP2 (2)	土壤蒸发与深度。土壤蒸发为土壤深度的函数。小数点左边为土壤深度 (mm)，后边为土壤表层与指定深度间的土壤蒸发量的分数 $X = \text{土壤深度 (mm)}$

(续)

SCR1P (3)	SCR2P (3)	<p>潜在收获指数。小数点左边为生长季百分数，右边为收获指数的分数（驱动潜在在作物成熟的指数，为作物成熟度的函数）</p> $X = \text{生长季}\%$
SCR1P (4)	SCR2P (4)	<p>径流曲线数。这是正常 S 曲线过程的一个例外。小数点左边的数字是土壤含水量，右边的为曲线数。土壤水分含量范围是从 SCR1P (25, N) 到 CN2 和 CN3（分别为平均和潮湿条件下径流曲线数）</p> <p>注：曲线起点固定在 0.0, 0.0。SCR1P (4) 的值基于 SCR1P (25) 计算而得到</p>
SCR1P (5)	SCR2P (5)	<p>土壤覆盖因子。土壤覆盖因子用于模拟土壤温度。小数点左边的数字是植物地上部总量即死亡部分及存活部分之和 (T/hm^2)，小数点右边为土壤覆盖因子（分数）</p> $X = \text{植物地上部总量即死亡部分及存活部分之和}$
SCR1P (6)	SCR2P (6)	<p>降水引起的土壤沉降量。小数点左边数字为根据土壤质地和深度 (mm) 校正后的降水径流量，右边为降水引起的土壤沉降量</p> $X = \text{根据土壤质地与深度校正后的降水量 (mm)}$
SCR1P (7)	SCR2P (7)	<p>通气性胁迫—根系生长。小数点左边数字为介于临界通气性因子与饱和含水量之间的土壤贮水量百分数，右侧数字为由于通气性胁迫所造成的根系生长量的减少。根系生长的通气性胁迫因子为土壤水含量及作物临界通气性因子的函数</p> $X = \text{土壤含水量} - \text{临界通气性因子}$
SCR1P (8)	SCR2P (8)	<p>缺氮或缺磷胁迫—基于植物氮或磷含量。小数点左边数字为植物 N 或 P 含量比值的差异百分数（即实际潜在的 N、P 含量比值）。右边的数字是氮或磷的胁迫因子（氮或磷含量比=0.5 时为 0；当氮或磷含量比=1 时为 1.0）。SCR1P (8) 反应了氮磷缺乏引起的植物生长受限</p> $X = \text{植物最佳氮或磷含量百分数 (\%)}$

2 输入文件

(续)

- SCR1 (9) SCR2 (9) 虫害-温度, 水, 覆盖。小数点左边的数字代表日平均最低温度, 它是根据土壤覆盖和 30d 前期降水减去径流后的值而调整得到的, 小数点右边为由害虫引起的减产量, 表达为 1.0 (分数) 和最小虫害因子的差值 (PST 作物参数)。虫害因子为温度的函数, 并考虑 30d 降水量和植物地上部生物量的阈值。这几个参数用于调节害虫生长。请参见 PARM 9 和 10, 以及控制文件的 PSTX, 在作物文件的 PST
- X=用降水校正后的日最低温度总和
- SCR1 (10) SCR2 (10) 收获指数-植物水分利用。小数点左边的数字是实际水分利用与潜在水分利用的百分比。小数点右边为实际收获指数与潜在收获指数之分数。用于计算水分胁迫对收获指数的影响与植物水分利用之间的函数
- X=在关键时期的植物水分利用
- SCR1 (11) SCR2 (11) 植物 P 利用-土壤 P 浓度。小数点左边的数字为土壤易分解 P 的浓度 (mg/L), 右边为 P 的可利用量 (kg/hm²)。即植物 P 利用为土壤 P 浓度的函数
- X=土壤易分解 P 浓度
- SCR1 (12) SCR2 (12) 氮素挥发, 为土壤中 NH₃ 厚度的函数
- 小数点左边的数字是土壤中心区的厚度 (mm), 右边的数字是 N 挥发量 (kg/hm²)。N 挥发为土壤厚度的函数
- X=在土壤中心区的厚度 (mm)
- SCR1 (13) SCR2 (13) 计算风侵蚀植被覆盖因子, 为植物地上部分的函数。X=植被当量 (C1×BIOM+C2×STD+C3×RSD)。其中 C1、C2 和 C3 为系数, BIOM 是地上部生物量、STD 是直立的死亡植物残余, RSD 是落到地面的植物残留。小数点左边的数字是植物当量 (T/hm²), 右边是风蚀覆盖因子 (分数)
- SCR1 (14) SCR2 (14) 计算土壤温度因子在调节微生物过程中的作用。X=土壤温度 (°C)。小数点左边的是土壤温度, 右边的是因子 (分数)
- X=土壤温度 (°C)

(续)

-
- SCR1P1 (15) SCR2P2 (15) 水蚀 C 因子中的植物群体数。小数点的左边是每平方米植物群体数或每公顷植物数量，右边为水侵蚀覆盖系数（分数）或侵蚀控制分数。用于估算植物群体数对 USLE C 因子的作用

$$X = \text{植物种群 (植物群体数/m}^2\text{)}$$
- SCR1P1 (16) SCR2P2 (16) 融雪功能。从最后一次降雪开始，积雪融化为时间的函数。小数的左边的数字是最后一次下雪以来的时间 (d)，右边的数字为融雪率，为时间的函数

$$X = \text{最后一次下雪以来的时间 (d)}$$
- SCR1P1 (17) SCR2P2 (17) 基于土壤水分含量的植物水分胁迫因子的组成。小数点左边的数字是根区土壤含水量与植物有效蓄水量之比，而小数点右边的数字则是植物胁迫与水分胁迫之比。如果 Parm 38=1，则植物水分胁迫则完全是蒸发量 (ET) 的函数

$$X = \text{根区土壤含水量与植物有效蓄水量之比}$$
- SCR1P1 (18) SCR2P2 (18) 调整 CN2 为山地坡度的函数。小数点左边的数字是山地坡度 (%), 而右边的数字是调整后的径流曲线之分数

$$X = \text{山地坡度 (\%)-之分数}$$
- SCR1P1 (19) SCR2P2 (19) 基于饲养场垃圾水分含量对粉尘的排放控制。小数点左边的数字是每升或每单位重量垃圾中的水分含量，而小数点右边的数字是粉尘排放控制之分数

$$X = \text{垃圾中的水分含量 (升或重量单位)}$$
- SCR1P1 (20) SCR2P2 (20) 模拟土壤氧含量作为深度的函数。用于残留物腐解的微生物过程。小数点左边的数是距离每个土层中心的深度 (m)，而右边的数字是对氧含量调整矫正值。该参数与 Parm 53 结合。(1-PARM 53) × scrp20

$$X = \text{距离每个土层中心的深度 (m)}$$
- SCR1P1 (21) SCR2P2 (21) 空间降水发生器的距离因子。小数点左边的数是从暴雨中心区到子流域中心点的距离 (km)，小数点右边的部分是距离暴雨中心 Xkm 处的降水 (分数)

$$X = \text{从暴雨中心区到子流域中心点的距离 (km)}$$
-

2 输入文件

(续)

-
- | | | |
|-----------|-----------|--|
| SCR1 (22) | SCR2 (22) | 植物水分胁迫-土壤水张力。植物水分胁迫为土壤水张力的函数
$X = \text{重力} + \text{渗透压}$ |
| SCR1 (23) | SCR2 (23) | 估算植物地面覆盖作为叶面积的函数。小数点左边的数字是叶面积，小数点右边的数字是地面覆盖之分数
$X = \text{所有生长植物的叶面积指数 (LAI)}$ |
| SCR1 (24) | SCR2 (24) | 估算植物的地面覆盖作为直立存活生物量的函数。小数点左边的数字是直立存活生物量 (t/hm^2)，右边的数字是地面覆盖之分数
$X = \text{直立存活生物量 (t/hm}^2\text{)}$ |
| SCR1 (25) | SCR2 (25) | 模拟土壤氧含量作为碳和黏土含量的函数。这 S 曲线数用于残体腐解的微生物过程
$X = F (\text{碳}/\text{黏土})$ |
| SCR1 (26) | SCR2 (26) | 尚未使用 |
| SCR1 (27) | SCR2 (27) | 尚未使用 |
| SCR1 (28) | SCR2 (28) | 尚未使用 |
| SCR1 (29) | SCR2 (29) | 尚未使用 |
| SCR1 (30) | SCR2 (30) | 正常曲线过程的特例即根据 CN2、CN3 设置土壤水分含量
$X_1 = \text{土壤含水量占田间持水量 (FC) 百分数} - \text{凋萎点 (WP)}$
$X_2 = \text{土壤含水量占饱和含水量的百分数} - \text{田间持水量 (FC)}$
该参数不遵循其他参数那样的 X, Y 格式。这种情况下 Y 永远是 0
例如: $X_1 = 45.00$; 这表明, CN2 是田间持水量和萎蔫点之间体积的 45%, 即 $[0.45 \times (\text{FC} - \text{WP}) + \text{WP}]$
$X_2 = 10.00$; 这表明 CN3 是饱和含水量和田间持水量间体积的 10%, 即 $[0.10 \times (\text{SAT} - \text{FC}) + \text{FC}]$ |
-

参数定义

表 2.18 变量描述

31~39 行格式：每行 10 个字段，每个字段占 8 列，最多含两位小数（浮点型）		
字段	参数 (N)	定义、单位及（或）范围
第 31 行		
1	1	作物冠层-潜在蒸散量 (PET) 因子 (范围是 1~2)，用于校正 Penman-Monteith PET 方程中作物冠层阻力 (1~8 列)
2	2	根系生长-土壤强度 (范围是 1~2)，通常 $1.15 < \text{参数}(2) < 1.2$ 。设置为 1.5，以尽量减少土壤强度对根系生长的约束。设置参数 (2) > 2 时消除了所有的根系生长阻力 (9~16 列)
3	3	水分胁迫-收获指数 (范围为 0~1)，为当水分胁迫开始影响收获指数时所占生长季的比例 (17~24 列)
4	4	蓄水氮淋溶 (范围为 0~1)，氮淋溶发生时与渗透水发生作用的土壤孔隙的分数 (25~32 列)
5	5	土壤水分下限 (范围是从 0~1)，为 0.5m 深的土壤水分含量下限，为萎蔫点含水量的分数 (33~40 列)
6	6	冬季休眠 (h) (范围为 0~1)，所引起的冬季种植的作物的休眠。当白天时长少于全年最低白昼时长 + PARM (6) 时，植物不会生长 (41~48 列)
7	7	氮固定 (范围是从 0~1)，当值为 1 时，氮固定受土壤水分或硝酸盐含量或作物生长阶段的限制。值为 0 时，氮固定符合作物氮素吸收的需求。通过设置 $0 < \text{PARM}(7) < 1$ ，可获得这两种情景的组合 (49~56 列)
8	8	可溶性磷径流系数 ($0.1\text{m}^3/\text{t}$) (范围为 10~20)，为水中磷浓度除以沉积物中磷浓度 (57~64 列)
9	9	病虫危害水分阈值 (mm) (范围为 25~150)，为前 30d 的降水量减径流。为用于调节害虫生长的几个参数之一。其他可参考 parm 10, PSTX 在控制文件, PST 在作物文件和 SCRP (9) (65~72 列)

2 输入文件

(续)

字段	参数 (N)	定义、单位及 (或) 范围
10	10	病虫害覆盖阈值 (t/hm ²) (范围是从 1~10), 为作物残留 + 地上生物量。这是病虫害发生所需的覆盖量。将该参数 (parm 10) 设置为较大数值 (50) 会导致很少或者没有病虫害发生, 因为达到这么高水平的覆盖是不可能的。该参数为用于调节害虫生长的几个参数之一。其他可参考参数 9 (parm 9), PSTX 在控制文件, PST 在作物文件和 SCRP (9) (73~80 列)
第 32 行		
1	11	种子发芽所需水分 (mm) (范围为 10~30), 等于耕作深度内土壤存储水分减去萎蔫点水分 [耕层深度 = 参数 (43)]。如果耕层水量不等于或大于参数 11 (Parm 11) 时, 不会发芽。将该参数设置为一个负数 (如 -100) 时, 可以关闭该参数功能, 从而认为种子在土壤任何水分条件下都能够发芽 (1~8 列)
2	12	土壤蒸发系数 (范围为 1.5~2.5), 代表了土壤表土层 0.2m 的土壤蒸发率 (9~16 列)
3	13	风蚀系数 (范围是 0~3), 由于土壤松散部分被侵蚀, 所以通过校正使风蚀系数降低 (17~24 列)
4	14	硝酸盐淋溶率 (范围为 0.1~1), 地表径流中硝酸盐浓度与渗滤液中的硝酸盐浓度的比值 (25~32 列)
5	15	径流 CN 残留校正参数 (范围为 0.0~0.3), 在 RSD < 1.0t/hm ² 时增加径流; RSD > 1.0t/hm ² 时降低径流 (33~40 列)
6	16	CN 滞留增大参数 (范围为 1.0~5), 值 > 1.0 时 CN 滞留增加, 并减少径流损失 (41~48 列)
7	17	土壤蒸发-植物覆盖因子 (范围为 0.00~0.5), 减少植物覆盖的影响, 同时与能调整土壤蒸发的 LAI 因子相关 (49~56 列)
8	18	泥沙流动指数 (范围为 1~1.5), 水流速度函数的指数, 用于估算潜在泥沙浓度 (57~64 列)
9	19	泥沙流动系数 (t/m ³) (范围为 0.01~0.05), 当流速 = 1m/s 时的潜在泥沙浓度 (65~72 列)
10	20	径流曲线数初始损失 (范围为 0.05~0.4) (73~80 列)

(续)

字段	参数 (N)	定义、单位及 (或) 范围
第 33 行		
1	21	可溶性碳吸附系数 (0.1m ³ /t) (范围为 10~20), 定义为水中碳浓度除以沉积物中碳浓度 (1~8 列)
2	22	减少冻土 NRCS 径流 CN 滞留参数 (范围为 0.05~0.5), 为 S 的分数 (保持参数) 冻土的一部分 (9~16 列)
3	23	哈格里夫斯 PET 方程系数 (范围为 0.002 3~0.003 2), 原始值 =0.002 3, 当前值=0.003 2 (17~24 列)
4	24	农药浸出率 (范围为 0.1~1) 地表径流农药的浓度与渗滤液中农药浓度的比值 (25~32 列)
5	25	用来计算降水强度对曲线数影响的指数系数 (范围为 0.0~2.0), 该系数设定为 0 时则没有影响。 SCN=SCN * EXP [参数 25 * (0.2-AL5)] (33~40 列)
6	26	春季生长的起始成熟度 (范围为 0~1, 分数), 在最低温度月份之后, 允许秋播作物获取热单位指数为一个大于 0 的值 (41~48 列)
7	27	CEC 对反硝化和挥发的影响 (范围为 0~1), 设置在反硝化和挥发函数中的 CEC 修正系数下限。该值为 0 时 CEC 会阻碍反硝化和挥发进程, 为 1 时 CEC 对反硝化和挥发无影响 (49~56 列)
8	28	固氮上限 (范围为 0.1~20), 此值设置了每天豆科固氮最大值。固氮是针对土壤剖面 [kg/ (hm ² · d)] (57~64 列)
9	29	生物混合效率 (范围为 0.1~0.5), 模拟表层土壤被蚯蚓等生物混合的效率, 参数 (31) PARM (31) 为本参数设置深度值 (65~72 列)
10	30	可溶性磷流失指数 (范围为 1~1.5), 提供可溶性磷流失方程的非线性效应 (73~80 列)
第 34 行		
1	31	生物混合最大深度 (m), (范围为 0.1~0.3) (1~8 列)
2	32	有机磷损失指数 (范围为 1~1.2), 提供用于有机磷流失方程的非线性效应 (9~16 列)

2 输入文件

(续)

字段	参数 (N)	定义、单位及 (或) 范围
3	33	MUST EQ 系数 (范围为 2.0~3.0), 原始值=2.5 (17~24 列)
4	34	哈格里夫斯 PET 方程指数 (范围为 0.5~0.6), 原始值=0.5。修改为 0.6 以增加 PET (25~32 列)
5	35	反硝化的土壤水分阈值 (范围为 0.9~1.1), 导致反硝化作用的田间持水量土壤贮水量的分数 (33~40 列)
6	36	日反硝化速率上限 (范围为 0.000 1~0.5), 在受反硝化作用的土层中 NO ₃ 的最大含量的分数 (41~48 列)
7	37	SWAT 输出的泥沙输移比指数 (范围为 0.1~0.6), 转换 A-PEX 小流域产沙量至 8 位数流域产沙量以作为 SWAT 的输入参数。通常情况下低于 0.5 的值, 将会增加输沙量至 SWAT 中 (49~56 列)
8	38	水分胁迫加权系数 (范围为 0~1), 值为 0 时, 水分胁迫严格为土壤水分含量的函数; 值为 1 时, 水分胁迫严格是潜在蒸发量 (ET) 除以实际蒸发量 (ET) 的函数。0<参数 38<1 介于二者之间。另请参见 SCRP 17 (列) (57~64 列)
9	39	灌浆饱和和土壤传导率 (mm/h) (范围为 0.000 01~0.1), 模拟当第二土层饱和和导水率设定为较低值时稻田灌浆 (65~72 列)
10	40	地下水存储阈值 (范围为 0.001~1), 为开始发生回流的地下水储存量的分数。回流不会发生, 除非最大地下水储量>参数 40 (73~80 列)
第 35 行		
1	41	植物根系温度胁迫指数 (范围为 0.1~2), 土层温度与植物最佳和基础温度的平均值的比值指数 (1~8 列)
2	42	SCS 曲线数指数系数 (范围为 0.3~2.5), 调节 PET 对驱动 SCS 曲线数保留参数的影响。NVCN 在控制表=4 (9~16 列)
3	43	耕层深度 (m), 用于追踪可溶性磷浓度或重量、有机碳及土壤含水量 (17~24)

(续)

字段	参数 (N)	定义、单位及 (或) 范围
4	44	曲线数滞留参数 S 的上限 (范围为 1.0~2.0) $SUL = \text{参数 (44)} * S1$ 。允许 CN 值低于 CN1 (25~32 列)
5	45	泥沙运移时间系数 (范围为 0.5~10), 将流入泥沙浓度加入到输送能力浓度中, 作为运移时间和平均粒度大小的粒度的函数 (33~40 列)
6	46	RUSLE 作物因子系数 (范围为 0.5~1.5), 在残留物因子中指数残留函数的系数 (41~48 列)
7	47	RUSLE 作物因子系数 (范围为 0.5~1.5), 在生物量因子中作物高度指数函数的系数 (49~56 列)
8	48	校正气候胁迫因子 (范围为 50~80) [(年平均降水量/年平均温度) / 参数 48]。参数 48 设置为 0.0 时, 气候因子=1, 对作物产量不造成影响 (57~64 列)
9	49	植物冠层对降水截留的最大值 (mm) (范围为 0.0~15.0) (65~72 列)
10	50	降水截留系数 (范围为 0.05~0.3) (73~80 列)
第 36 行		
1	51	残留物储水系数 (范围为 0.1~0.9), 残留物重量的分数 (1~8 列)
2	52	公式中的指数系数, 用以表达耕作对残余物腐解率的影响 (范围为 5.0~15.0) (9~16 列)
3	53	在公式中用于修改随土壤深度变化微生物活性的系数 (范围为 0.8~0.95), 参见 SCRP 20 (17~24 列)
4	54	运移中 N 富集率系数 (范围为 0.3~0.9), GLEAMS 方程 $ER-TO = \min(3.5, \text{参数 } 54 / \text{CIN 参数 } 55)$ (25~32 列) ERTO—N 富集率 CIN—流入水中的泥沙浓度
5	55	运移中 N 富集率指数 (范围为 0.1~0.3), 用于 GLEAMS 方程 (33~40 列)

2 输入文件

(续)

字段	参数 (N)	定义、单位及 (或) 范围
6	56	由于焚烧引起的破坏的部分 (范围为 0.5~1.0, 分数) (41~48 列)
7	57	运移中 P 富集率系数 (范围为 0.05~2.0) GLEAMS 方程 $ENTP = \text{参数 } 57 / (\text{CY} \text{ 参数 } 58)$. (49~56 列) ENTP——P 富集比 CY——泥沙浓度
8	58	运移中 P 富集率指数 (范围为 0.3~0.9), 用于 GLEAMS 方程 (57~64 列)
9	59	通过蒸发系数导致的 P 上移 (范围为 1~20) (65~72 列)
10	60	草场在轮作前进行放牧的最大天数 (范围为 1~365) (73~80 列)
第 37 行		
1	61	土壤水分向上流动限度 (范围为 0.05~0.95), 限制水张力率, 用于将水从底层向高层移动。 $X1 = XX * \min [\text{参数 } 61, (T1 - T2) / T1]$ (1~8 列)
2	62	有机肥侵蚀方程系数 (范围为 0.1~0.5), 该值越大, 有机肥侵蚀越大 (9~16 列)
3	63	为 SWAT 输出的 N 富集率 (范围为 0.8~1.2), 提供 SWAT 应用到的 8 位数的流域出口的 (8-digit HUC, 这 8 位数是指水文单位代码, 用来指一个特定的流域) 富集率 (17~24 列)
4	64	灰尘分布系数 (范围为 0.5~1.5), 影响顺风运移时间 (25~32 列)
5	65	RUSLE2 传输容量参数 (范围为 0.001~0.1), 调控沉积作用, 为颗粒大小和流速的函数 (33~40 列)
6	66	RUSLE2 阈值运输能力系数 (范围为 1.0~10.0), 调整阈值 (流速 * 坡度) (41~48 列)
7	67	灰尘分布分散指数 (范围为 5.0~15.0), 修正风向和顺风子流域的质心之间角度的影响 (49~56 列)

(续)

字段	参数 (N)	定义、单位及 (或) 范围
8	68	有机肥侵蚀指数 (范围为 0.1~1.0), 根据表土有机肥重量修正方程 (57~64 列)
9	69	调节表土层土壤表面微生物活动功能的系数 (范围为 0.1~1) (65~72 列)
10	70	微生物衰减率系数 (范围为 0.5~1.5), 调节土壤—水—温度—氧气方程 (73~80 列)
第 38 行		
1	71	有机物侵蚀系数 (范围为 1.0~1.5), 根据植物地上部修正侵蚀估计。植物 (活着的和已死亡的) 能减少肥料流失 (1~8 列)
2	72	挥发/反硝化分配系数 (范围为 0.05~0.5, 分数), 挥发损失过程的分数的分数 (9~16 列)
3	73	水文过程线开发参数 (范围为 0.1~0.9), 存储损耗运移指数, 以估算流出时间与流出量的关系 (17~24 列)
4	74	从地下水流入的子流域氮 (范围为 0.0~20.0)。参数 74 = NCH/ NCV。RSFN = RSSF * NCH; DPKN = DPRK * NCV。NCH = 水平氮浓度; NCV = 垂直氮浓度; RSFN = 子流域回流氮量; RSSF = 返回潜流; DPKN = 深层渗漏水中可溶性氮; DPRK = 深层渗漏。例如, 如果参数 74 被设置为 5, 则意味着 RSFN 将比 DPKN 大 5 倍。如果参数 74 被设定为 0.2, 那么 RSFN 仅为 DPKN 的 0.2 倍 (25~32 列)
5	75	为 SWAT 输出的 P 富集率 (范围为 0.05~1.5)。为提供 SWAT 应用的到 8 位数的流域出口的 (8-digit HUC, 这 8 位数是指水文单位代码, 用来指一个特定的流域) 的富集率 (33~40 列)
6	76	直立死亡凋落率系数 (范围为 0.000 1~0.1)。控制直立死亡残留物转换为平面残留物的比例 (41~48 列)
7	77	推迟病虫害发生的径流量 (mm) (范围为 0.0~25.0)。在径流量大于参数 77 的天数里不施用农药 (49~56 列)
8	78	延缓耕作后土壤水分值 (范围为 0~1)。当 PDSW/ FCSW > 参数 78 时耕种延迟。PDSW = 耕层深度内土壤含水量; FCSW = 田间持水量土壤含水量 (57~64 列)

2 输入文件

(续)

字段	参数 (N)	定义、单位及 (或) 范围
9	79	自动割草下限 (t/hm ²) (范围为 0.2~3.0)。该参数将通过设置植物地上部生物量必须满足模型允许自动割草的发生, 而实现防止自动割草的目的。如果植物地上部的生物量小于或等于参数 79 所设置的值, 该模型将不允许发生自动割草直到植物量大于参数 79 (65~72 列)
10	80	反硝化一挥发上限 (范围为 0.0~0.5) NH ₃ 的分数 (73~80 列)
第 39 行		
1	81	技术系数 (范围为 0.0~0.01), 线性调整到收获指数基年 = 2 000 (1~8 列)
2	82	尚未使用 (9~16 列)
3	83	估算排水系统横向水力传导系数 (范围为 0.1~10.0) 排水 HCL 是在考虑排水时间和储水量时参数 83 的最大值、垂直 SC 和 APEX 估计 $HCL = \text{MAX}(\text{参数 } 83 * \text{SATC}, (\text{PO} - \text{S15}) / 24 * \text{DRT})$ (17~24 列) HCL——横向水力传导系数 SATC——饱和电导率 PO——孔隙度 S15——凋萎点 DRT——排水时间, 以减少植物逆境
4	84	不稳定和活性磷库间磷通量的调控系数 (范围为 0.000 1~0.001) $\text{RMN} = \text{PARM84} * \text{WPML} - \text{WPMU} * \text{RTO}$ (25~32 列) RMN——N 矿化率 WPM——不稳定层的 P 含量 WPMU——活性矿物磷库的重 RTO——Ratio: PSP / (1-PSP) PSP——磷吸附率
5	85	活动及稳定水池中 P 流动调节系数 (范围为 0.000 1~0.001) $\text{ROC} = \text{参数 } 85 * \text{BK} * 4.0 * \text{WPMA} - \text{WPMS}$ (33~40 列) ROC——稳定 P 矿化池的比例 BK——控制活跃和矿物质间流动的速率常数 WPMS——稳定磷库的重量

(续)

字段	参数 (N)	定义、单位及 (或) 范围
6	86	通过蒸发系数氮和盐分的向上移动 (范围为 0.001~20.0) (41~48 列)。通过蒸发调控氮和盐的向上运动。参数 86 增加, 向上运动也将增加
7	87	地下水位衰退系数 (范围为 0.001~1.0), 低值减缓地下水位衰退 (49~56 列)
8	88	限制日地下水位移动 (范围为 0.001~1.0)。WTBL 和 WTMN 或 WTMX 之间的分数 (57~64 列)
9	89	地下水位衰退指数 (范围为 0.1~0.9) 年/365 天的指数 (65~72 列)
10	90	潜流因子 (范围为 1.0~100.0) 传统值为 2.0, 较高值分配更多的流量给 SSF 和 QRF (73~80 列)
第 40 行		
1	91	洪水蒸发限度 (范围为 0.001~1)。在洪水泛滥时允许洪水蒸发的限度, 调节从沟渠和漫滩的蒸发, 数值低时减少沟渠和漫滩蒸发 (1~8 列)
2	92	直接链接的流失量校正 (NVCN=0) (范围为 0.1~2.0)。与径流呈负相关。使用类似于 CN 指数法 (NVCN=4) 中的参数 42。如果参数 92=1 (中性); >1 (减少径流); <1 (增加径流)。典型设置为 1.0 (9~16 列)
3	93	水侵蚀阈值 (范围为 0~10) (t/hm ²)。此参数设定一个阈值, 该模型能够计算超出所设定阈值的水侵蚀事件的数量 (17~24 列)
4	94	风侵蚀阈值 (范围为 0~10) (t/hm ²)。此参数设定一个阈值, 使得该模型能够计算超出所设定阈值的风侵蚀事件的数量 (25~32 列)
5	95	作物胁迫温度函数指数 (范围为 0.8~2.0), 该参数设置为 1 时则不产生影响
6	96	可溶性磷淋溶 KD 值 (范围为 1.0~15.0), 该值在 LANGE-MEIER 磷淋溶方程中使用。该参数设置为 1 时则不产生影响

2 输入文件

(续)

字段	参数 (N)	定义、单位及 (或) 范围
7	97	根权重因子 (范围为 0.00~1.00)。该值=0.00, 根重则根据前一天的重量来调整。该值=1.00, 根重则根据当天的重量来调整
8	98	调整可溶和可交换性钾通量库
9	99	调整可交换性和固定钾通量库
10	100	CENTURY 模型缓慢腐殖质转化率 (范围为 0.000 4~0.000 68)。原版该值=0.000 548。以此转化率周转期大概为 5 年。降低该值会增加周转期长度
行 41		
1	101	CENTURY 模型惰性腐殖质转化率 (范围为 0.000 008 2~0.000 015)。原版该值=0.000 012。以此转化率周转期大概为 228 年。降低该值会增加周转期长度
2	102	生物质的 N/C 比下限 (CRLNC)。在该值时 CR=0 并且结构废弃物和代谢废弃物的转型不会因生物质的 N/C 比受阻
3	103	生物质的 N/C 比上限 (CRUNC)。在该值时 CR=1 并且结构废弃物和代谢废弃物的转型不会因生物质的 N/C 比受阻
4	104	特定的氨化基准率 (WKA)
5	105	固化最大时生物质的 N/C 比 (BMNC)。在该值时氨化停止 (WNCMIN)
6	106	固化停止时生物质的 N/C 比 (BMNC)。在该值时氨化最大 (WNCMAX)
7	107	固化过程最大氮摄取率 (VMU) [g/ (g·d)]
8	108	氨固化的半饱和常量 (WKMNH ₃) (mg/L)
9	109	亚硝酸盐固化的半饱和常量 (WKMNO ₂) (mg/L)
10	110	硝酸盐固化的半饱和常量 (WKMNO ₃) (mg/L)
第 42 行 成本费用参数		
1	COIR	灌溉费 (\$/mm) (1~8 列)
2	COL	石灰费 (\$/t) (9~16 列)

(续)

字段	参数 (N)	定义、单位及 (或) 范围
3	FULP	燃油费 (\$/L) (17~24 列)
4	WAGE	劳动力费用 (\$/h) (25~32 列)
第 43 行 IZAURRALDE 所加的脱硝过程所用到的脱硝参数		
1	XKN5	米森斯门登 (Michaelis Menten) 常数: NO ₃ 减少 (范围为 5.00~50.00) (g/m ³)
2	XKN3	米森斯门登 (Michaelis Menten) 常数: NO ₂ 减少 (范围为 0.30~4.00) (g/m ³)
3	XKN1	米森斯门登 (Michaelis Menten) 常数: N ₂ O 减少 (范围为 0.003~0.200) (g/m ³)
4	CBVT	

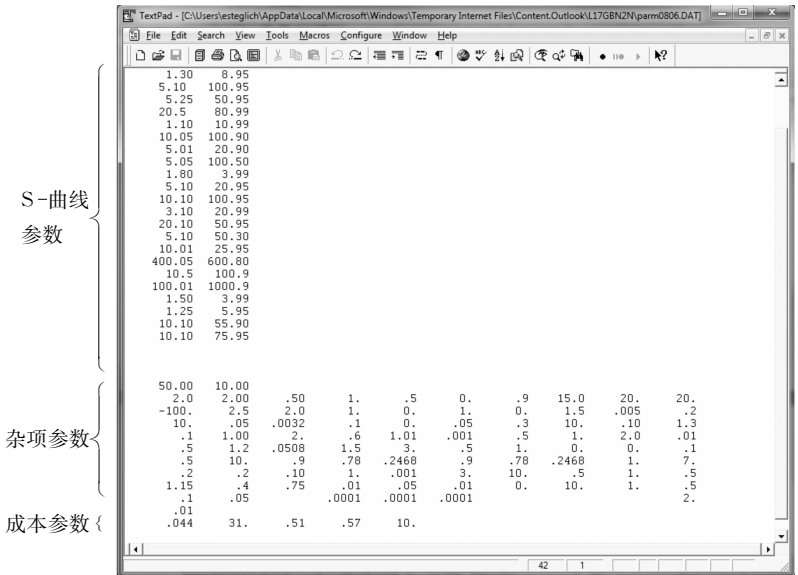


图 2.22 参数表截屏示例

2.22 打印文件 (PRNT * * * *.DAT)

文件 PRNTCOM.DAT 控制输出打印 (参见 APEX-CONT.DAT 文件中的 IPD): 该 PRINTCOM.DAT 可以用“UTIL DAT”命令进行编辑。用户可以从列表或通过按 UTIL 中 F1 键来选择输出变量。有很多模拟输出和摘要文件, 有些输出变量在几个文件中重复出现, 见表 2.19KFL。

表 2.19 变量描述

1~11 行 格式: 20 个字段, 每个字段占 4 列 (整数)

第 1~5 行	KA	输出变量 ID 码 (累积值和平均值) 从表 2.9 中选择多达 60 个项目 <ul style="list-style-type: none"> • 右对齐 • 每个有 4 空格 • 每行 20 个参数 • 按编号选择 • 为标准输出留出空间 • 输入 -1 以便省略所有累积变量
---------	----	---

第 6 行	JC	输出变量 ID 码 (浓度变量) 从下表中选择最多 4 个变量, 例如: <ul style="list-style-type: none"> 18 QN 径流中 NO₃ 损失 19 SSFN 潜流中 NO₃ 20 PRKN NO₃ 淋洗 29 QP P 径流损失 <ul style="list-style-type: none"> • 右对齐 • 每个有 4 空格 • 按编号选择 • 为标准输出留出空间 • 输入 -1 以便省略所有累积变量
-------	----	--

第 7 行	KS	<p>输出变量 ID (每月状态变量)</p> <p>从列表中最多选择 (输入号码) 17 变量:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 ZNMA 根区以 NH_3 形式存在的矿质氮 (kg/hm^2) 2 ZNMN 根区以 NO_3 形式存在的矿质氮 (kg/hm^2) 3 ZQP 根区可溶性磷 (kg/hm^2) 4 UNM 植物吸氮量 (kg/hm^2) 5 UPM 植物吸磷量 (kg/hm^2) 6 RZSW 根区土壤含水量 (mm) 7 WTBL 地下水位深度 (m) 8 GWST 地下水储量 (mm) 9 STDO 从原始农作物中获得的死亡植物残茬 (t/hm^2) 10 RSD 土壤表面及以下作物残茬 (t/hm^2) 11 RSVQ 水库容量 (mm) 12 RSVY 水库泥沙含量 (t/hm^2) 13 RSSA 水库表面积 (hm^2) 14 SWLT 地表残余物含水量 (mm) 15 SNO 雪折合水量 (mm) 16 RSDM 土壤表面有机残余物量 (t/hm^2) 17 GWSN 地下水含氮量 (kg/hm^2) <ul style="list-style-type: none"> • 右对齐 • 每个有 4 空格 • 按编号选择 • 为标准输出留出空间 • 输入 -1 以便省略所有累积变量
-------	----	---

第 8~9 行	KD	<p>输出变量 ID (每天输出变量)</p> <p>从表 2.20 中选择变量:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 为标准输出留出空间 • 最多 40 个变量 • 右对齐 • 每个有 4 空格 • 每行 20 个变量 • 按编号选择
---------	----	---

(续)

第 10~11 行 KY 全年输出变量 ID (累积值和平均值)
 从标准表中选择的变量 (表 2.20):

- 从 KA 列表上方选择
- 为标准输出留出空间
- 输入 -1 以便省略所有累积变量
- 最多 40 个变量
- 右对齐
- 每个有 4 空格
- 每行 20 个变量

第 12~14 行 KFL 输出文件选择

0 为不输出, KFL>0 给出选定文件的输出; 有 43 个可能的输出文件, 这一行有 20 个变量字段, 4 列宽。因此, 对于所需的文件, 在适当的变量空间输入 1, 右对齐, 例如:

```
1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1 0
0 0 1
```

从以下文件列表打印 文档 # 1, 9, 16 和 20。

文件名为 runname. *, 而 runname 指的是运行 # (ASTN), * 代表文件扩展名。

- 1 OUT 标准输出文件
- 2 MAN 特定肥料管理概要文件
- 3 SUS 子流域概要文件
- 4 ASA 年尺度的子流域文件
- 5 SWT 输送到 SWAT 的流域输出文件
- 6 DPS 逐日子流域农药相关参数文件
- 7 MSA 逐月的子流域文件
- 8 AWP 年尺度 CEAP 文件
- 9 DHY 逐日子流域水文文件
- 10 WSS 流域概要文件
- 11 SAD 逐日子流域文件
- 12 HYC 流域出口连续水文过程线 (DTHY) 文件
- 13 DRS 逐日水库文件
- 14 APEXBUF.OUT 缓冲带特定文件
- 15 MWS 逐月流域文件
- 16 DWS 逐日流域出口文件
- 17 AWS 年尺度流域出口文件
- 18 DGZ 逐日放牧文件

(续)

第 12~14 行	KFL	19	DUX	逐日有机肥施用文件
		20	DDD	逐日尘埃分布文件
		21	ACN	年尺度土壤有机碳和氮表文件
		22	DCN	逐日土壤有机碳和氮表文件
		23	SCX	土壤有机碳和氮表汇总文件
		24	ACY	年尺度子流域作物产量文件
		25	EFR	径流事件洪水演算文件
		26	EHY	径流事件水文过程线文件
		27	APS	年尺度子流域/流域农药文件
		28	MSW	输送到 SWAT 的逐月输出文件
		29	DPW	逐日流域农药文件
		30	SPS	子流域农药汇总文件
		31	ACO	年成本文件
		32	SWN	NRCS 农场计划特定流域汇总文件
		34	SAO	针对 GIS 的子流域文件
		35	RCH	针对 GIS 的河段文件
		36	ERX	错误文件
		37	DMR	NRCS MRBI 日流域养分和沉积物浓度文件
		38	STR	供 NRCS STAR 工具应用的子流域和流域概要文件
		39	MRH	逐月输出河段文件, 流域出口的年 GIS REACH 输出文件, 在 .SIT 文件中由 ICMO 所选定
		40	MGZ	逐月放牧文件
		41	DNC	逐日输出氮/碳文件 (CESAR IZAURRALDE)
		42	DHS	逐日输出水文/土壤文件
		43	SW4	流域出口的逐日输出文件, 在 .SIT 文件中由 ICMO 所选定。
		44	DGN	总的逐日输出文件 (BSIM 模块中命令循环后)
		45	DPD	逐日水田输出文件

表 2.20 用户可以从中间选择的输出变量列表

变量编号	变量名	变量描述	单位
1	TMX	最高温度	°C
2	TMN	最低温度	°C
3	SRAD	太阳辐射	MJ/m ²

2 输入文件

(续)

变量 编号	变量名	变量描述	单位
4	PRCP	降水	mm
5	SNOF	降雪	mm
6	SNOM	融雪	mm
7	WSPD	风速	m/s
8	RHUM	相对湿度	
9	VPD	蒸汽压差	kPa
10	PET	潜在蒸发量	mm
11	ET	蒸发量	mm
12	EP	蒸腾量	mm
13	Q	年地表径流量	mm
14	CN	SCS 径流曲线数	
15	SSF	侧向潜流量	m
16	PRK	根区下渗漏	mm
17	QDR	从排水系统流出水量	mm
18	IRGA	灌溉用水	mm
19	QIN	从地下水位流入到根区的水量	mm
20	TLGE	氧化塘蒸发	mm
21	TLGW	水洗到氧化塘	mm
22	TLGQ	径流到氧化塘	mm
23	TLGF	氧化塘溢出	mm
24	EI	降水能源因子	
25	C	平均水蚀/作物管理因子	
26	USLE	采用 USLE 计算水侵蚀造成的土壤流失	t/hm ²
27	MUSL	采用 MUSLE 计算水侵蚀造成的土壤流失	t/hm ²
28	AOF	采用 ONSTAD-FOSTER 计算水侵蚀造成的土壤流失	t/hm ²
29	MUSS	用 MUSS 计算的水力侵蚀	t/hm ²

(续)

变量 编号	变量名	变量描述	单位
30	MUST	采用改良 MUSLE 计算水侵蚀造成的土壤流失	t/hm ²
31	RUS2	采用 RUSLE2 计算水侵蚀造成的土壤流失	t/hm ²
32	WK1	风蚀土壤可蚀性因子	
33	RHTT	垄高	mm
34	RRUF	土壤随机粗糙度	
35	RGRF	风蚀垄粗糙因子	
36	YWND	土壤侵蚀—风	t/hm ²
37	YN	从子流域或河道泥沙运移氮量	kg/hm ²
38	QN	径流氮	kg/hm ²
39	SSFN	从子流域或河段中土壤水的水平移动造成的矿质氮损失总量	kg/hm ²
40	PRKN	渗漏水中的矿质氮损失	kg/hm ²
41	GMN	氮矿化量	kg/hm ²
42	DN	反硝化氮损失量	kg/hm ²
43	NFIX	豆科作物固氮量	kg/hm ²
44	NMN	稳定有机质氮矿化量	kg/hm ²
45	NITR	硝化氮量	kg/hm ²
46	AVOL	氮挥发量	kg/hm ²
47	QDRN	可溶性氮随地下排水流出的量	kg/hm ²
48	YP	随泥沙流失的有机磷量	kg/hm ²
49	QP	随径流流出的可溶性磷的量	kg/hm ²
50	MNP	磷矿化磷的量	kg/hm ²
51	PRKP	随渗漏流失的磷量	kg/hm ²
52	ER	富集率	
53	FNO	有机氮肥 (动物粪便)	kg/hm ²
54	FNMN	硝态氮肥	kg/hm ²
55	FNMA	铵态氮肥	kg/hm ²

2 输入文件

			(续)
变量 编号	变量名	变量描述	单位
56	FPO	有机肥中的有机磷 (实际 P)	kg/hm ²
57	FPL	施用的矿质磷肥用量	kg/hm ²
58	LIME	施用的石灰 (或等量的碳酸钙)	t/hm ²
59	TMP	第二土层的温度	°C
60	SW10	表土 10mm 中土壤水分/凋萎点比值	
61	LGMI	输入到氧化塘的有机肥	kg/hm ²
62	LGMO	从氧化塘输出的有机肥	kg/hm ²
63	EPP	潜在植物蒸发量	mm
64	RSQI	水库入流量	mm
65	RSQO	水库出流量	mm
66	RSEV	水库容积	mm
67	RSLK	水库渗漏 (进入地下水)	mm
68	RSYI	水库泥沙流入量	t
69	RSYO	水库沉积物流出量	t
70	RSYD	水库沉积物淤积量	t
71	DPRK	深层渗漏量	mm
72	RSSF	返回潜流量	mm
73	RSDC	作物残余物中包含的碳量	kg/hm ²
74	RSPC	CO ₂ 呼吸作用	kg/hm ²
75	PRKC	从根区渗漏的碳量	kg/hm ²
76	QC	随径流流失的无机碳量	kg/hm ²
77	YC	随泥沙流失的有机碳量	kg/hm ²
78	RSDA	以任何形态添加的残余物	t/hm ²
79	QFP	流入到河漫滩的水量	mm
80	RSFN	子流域回流中可溶性氮量	kg/hm ²
81	MAP	子流域施用有机肥量	kg/hm ²

(续)

变量 编号	变量名	变量描述	单位
82	BUNL	焚烧中损失的氮量	kg/hm ²
83	QRF	快速回流	mm
84	QRFN	快速回流中可溶性氮损失量	kg/hm ²
85	RFIC	降水截留量	mm
86	RSBK	水库回水	mm
87	CPVH	水平管流	mm
88	YMNU	有机肥侵蚀	kg/hm ²
89	SNOU	刮粪中氮量	kg/hm ²
90	SPOU	刮粪中磷量	kg/hm ²
91	DNMO	流域出口处无机氮沉积量	kg/hm ²
92	DPMO	流域出口处无机磷沉积量	kg/hm ²
93	DEMR	粉尘排放量	kg/hm ²
94	P10D	小于 10 μ m 粒径的粉尘排放量	kg/hm ²
95	SSFI	来自上游子流域的地下水流	m
96	DPKN	地下水中 N 的深层渗漏	kg/hm ²
97	CPVV	垂直管流	mm
98	FPF	河漫滩渗透量	mm/h
99	FOC	肥料中有机碳量 (分数)	
100	RFV	降水量	mm
101	SCOU	从饲养场刮出粪肥中的碳	kg/hm ²
102	DEPC	河道演算中沉积的碳	kg/hm ²
103	DECR	残余物腐解量	t/hm ²
104	PSOQ	点源流入量	mm
105	PSON	点源可溶性氮输入量	kg/hm ²
106	PSOP	点源可溶性磷输入量	kg/hm ²
107	RUSL	利用 RUSLE 估算的土壤水蚀量	t/hm ²

2 输入文件

			(续)
变量 编号	变量名	变量描述	单位
108	QPU	随粪便的流入河道可溶性磷	kg/hm ²
109	FALF	落叶量	kg/hm ²
110	IRDL	灌溉水分配损失量	mm
111	QRP	水库释流量	mm/d
112	YRP	水库泥沙流出口	t/ (hm ² · d)
113	YNRP	水库颗粒态氮流出量	kg/hm ²
114	YPRP	水库颗粒态磷流出量	kg/hm ²
115	QNRP	池塘可溶性氮流出量	kg/hm ²
116	QPRP	池塘可溶性磷流出量	kg/hm ²
117	WYLD	产流量	mm
118	YPM	总矿质磷损失	kg/hm ²
119	YPO	总有机磷损失	kg/hm ²
120	SW	整个剖面中土壤水	mm
121	PSOY	点源沉积物农药输入	t/d
122	PQPS	点源可溶性农药输入	g/d
123	PYPS	点源吸附态农药输入	g/d
124	MUSI	利用修正 MUSLE 估算的土壤水侵蚀量	t/hm ²
125	QI	流入水库量	m ³
126	QARS	水库流出量	m ³
127	RFRA	到水库表面的降水总量	m ³
128	DN2	氮气损失	kg/hm ²
129	SLTI	灌溉水中盐分含量	kg/hm ²
130	SLTQ	径流中盐分含量	kg/hm ²
131	SLTS	横向潜流中盐分含量	kg/hm ²
132	SLTF	肥料中盐分	kg/hm ²
133	SLTV	淋溶到根区外的盐分	kg/hm ²

2.23 畜群文件 (HERD * * * *.DAT)

每个畜群都有一个特定的业主，每一个业主被允许最多拥有 10 个畜群。在 HERD1501.DAT 文件中每一行标识一个特定畜群的特性。在畜群文件的结尾（畜群列表），用户可输入选项来表明有关购买/销售特定畜群的数据。如果没有买/卖畜群行为，则这个信息是空白。

见表 2.21 为模型必需的变量描述。如果不模拟放牧，则在 HERD1501.DAT 文件顶部添加一个空白行或一零行。模型读取每行信息，并查看业主是否非零。遇到空白行或零行时则停止读取。这允许用户设置一个畜群文件，但是如果用户只模拟作物而不包括放牧，在不影响 HERD1501.DAT 文件已经输入了业主和畜群所有数据的情况下，模型可以实现这种条件下的模拟。另一种方法是使用 HERD0.DAT 文件代替 HERD1501.DAT 文件。HERD0.DAT 文件只包含一零行。

表 2.21 变量描述

格式：首先是一个含 4 列的字段，然后为 6 个含 8 列的字段，其中包括最多 3 位浮点型小数

字段	变量	描 述
1	IDON	业主标识号 (1~4 列)
2	NCOW	畜群中的奶牛数量 (5~12 列) 业主 N 在畜群 N 中奶牛的数量
3	IDMU	FERTCOM.DAT 的有机肥 ID (13~20 列) 有机肥 ID 标识了业主 N 的牛畜群 N 可在土壤表面上沉积的肥料类型
4	FFED	一天内 (24h) 畜群呆在饲养区的时间 (分数) (21~28 列) 这部分为一天中业主 N 的牛畜群 N 呆在饲养区，而不是在牧场上放牧的时间

(续)

字段	变量	描 述
5	GZRT	每个动物的每日放牧摄食率 (29~36 列) 这是指动物在一天内能够在放牧中吃草的数量, 单位: kg/(头·d)。这个数值乘以畜群数即可得到一天内整个畜群的吃草量
6	DUMP	每个动物日粪便量 (37~44 列) 这是指每一个动物每天产生的粪便量, 单位: kg/(头·d)
7	VURN	每个动物的日产尿量 (45~52 列) 这是指每一个动物每天产生的尿量。单位: L/(头·d)

表 2.22 变量是可选变量。如果动物被买卖, 变量必须添加到 HERD1501.DAT 文件的畜群列表结尾处。任何特定动物可以在一年中被购买或出售多次, 随后的数据只需添加多行与适当的日期即可。

在畜群数据之间必须添加一个空白行 (在变量之上) 和相应的数据。这表明已经达到畜群特征数据的末尾和空白行之下所有信息的模型可以指示买卖的数据。

表 2.22 变量描述

格式: 最多 20 个字段, 每个字段为 4 列长整型		
字段	变量	描 述
1	IOW	业主号 (1~4 列) 标识业主 ID
2	IHD	畜群 ID (5~8 列) 这个数字标识了畜群 ID。在上面的畜群列表中, 业主 N 的第一个畜群用 1 来标识, 第 10 个畜群用 10 来标识 (范围: 1~10)
3	I1	买卖的年份 (9~12 列) 这是动物被买入或卖出的年份
4	I2	买卖的月份 (13~16 列) 这是动物被买入或卖出的月份
5	I3	买卖的日期 (17~20 列) 表示在这个月的某一天动物被买入或卖出

2 输入文件

(续)

字段 变量 描述

6 I4 买卖后动物的数量 (21~24 列)

该模型比较此参数和畜群进行先前设置的 NCOW 来确定动物买卖。如果 $I4 > NCOW$ ，那么动物被买入。如果 $I4 < NCOW$ ，那么动物被卖出

NCOW 然后被赋值为 I4 的值。如果每年动物从一个特定的群体被买入/卖出了很多次，每次买入/卖出动物时，NCOW 增加/减少可以反映其变化

61	13.00	69.00	0.00	20.00	9.00	40.00
61	10.00	69.00	0.00	20.00	9.00	40.00
61	2.00	69.00	0.00	20.00	9.00	40.00
64	18.00	69.00	0.00	20.00	9.00	40.00
64	11.00	69.00	0.00	20.00	9.00	40.00
64	94.00	69.00	0.00	20.00	9.00	40.00
64	5.00	69.00	0.00	20.00	9.00	40.00
64	3.00	69.00	0.00	20.00	9.00	40.00
64	12.00	69.00	0.00	20.00	9.00	40.00
64	38.00	69.00	0.00	20.00	9.00	40.00
64	19.00	69.00	0.00	20.00	9.00	40.00
64	18.00	69.00	0.00	20.00	9.00	40.00
64	11.00	69.00	0.00	20.00	9.00	40.00
74	5.00	69.00	0.00	20.00	9.00	40.00
74	89.00	69.00	0.00	20.00	9.00	40.00
74	13.00	69.00	0.00	20.00	9.00	40.00
77	12.00	69.00	0.00	20.00	9.00	40.00
77	12.00	69.00	0.00	20.00	9.00	40.00
77	21.00	69.00	0.00	20.00	9.00	40.00
88	5.00	69.00	0.00	20.00	9.00	40.00
88	28.00	69.00	0.00	20.00	9.00	40.00
88	7.00	69.00	0.00	20.00	9.00	40.00
88	3.00	69.00	0.00	20.00	9.00	40.00
88	27.00	69.00	0.00	20.00	9.00	40.00
88	6.00	69.00	0.00	20.00	9.00	40.00
88	26.00	69.00	0.00	20.00	9.00	40.00
88	82.00	69.00	0.00	20.00	9.00	40.00
88	40.00	69.00	0.00	20.00	9.00	40.00
95	15.00	69.00	0.00	20.00	9.00	40.00
95	46.00	69.00	0.00	20.00	9.00	40.00
95	25.00	69.00	0.00	20.00	9.00	40.00
95	15.00	69.00	0.00	20.00	9.00	40.00
95	1.00	69.00	0.00	20.00	9.00	40.00
95	4.00	69.00	0.00	20.00	9.00	40.00
95	88.00	69.00	0.00	20.00	9.00	40.00
96	23.00	69.00	0.00	20.00	9.00	40.00
97	10.00	69.00	0.00	20.00	9.00	40.00
64	9	1990	3	12	100	
64	9	1990	9	29	50	
95	1	1995	4	15	200	

图 2.24 HERD1501 文件截屏示例

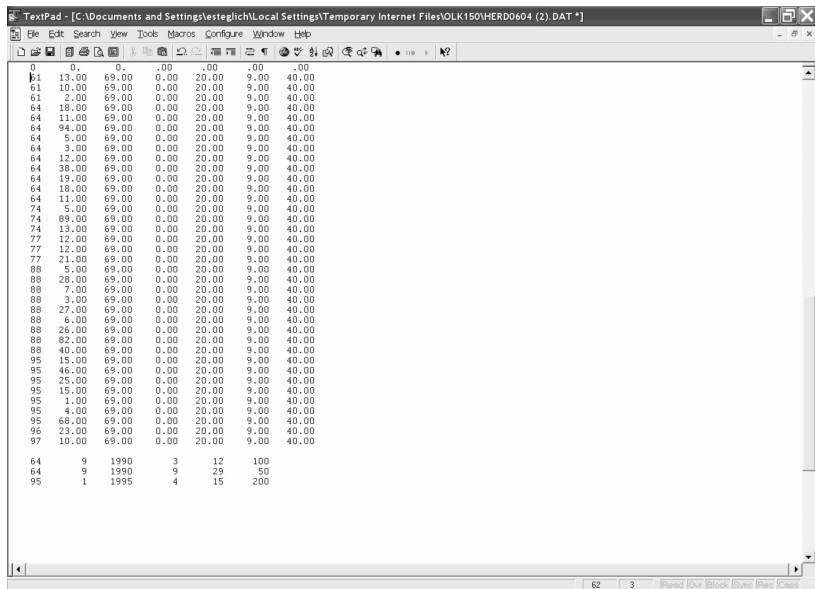


图 2.25 HERD1501 文件中具有 0 值的行，
以禁用放牧模拟的截屏示例

2.24 点源文件列表 (PSO * * * *.DAT)

点源文件列表包含了所有点源文件的清单。点源列表包含所有点源文件的编号列表，可以通过 APEX 子流域文件的编号来引用。该文件格式为自由格式，有关 PSOCOM.DAT 文件的示例，请参见图 2.26。用户可自定义点源列表文件名，但相应的文件名必须在 APEXFILE.DAT 文件中列出以便正确调用。

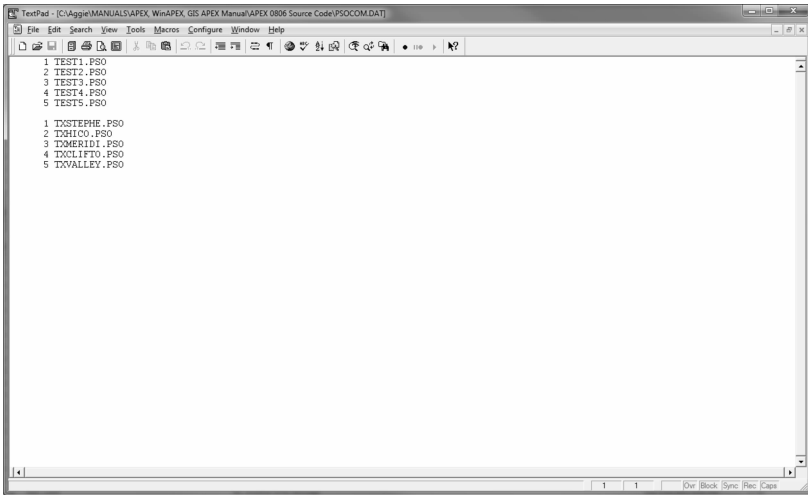


图 2.26 PSOCOM.DAT 文件截屏示例

2.25 点源文件 (FILENAME.PSO)

当和陆域无关的来源产生污染负荷流入到流域水网中时被称为点源。最常见的点源是污水处理厂。为了考虑来自点源的负荷，APEX 允许用户将点源的每日负荷数据添加到所在子流域的出水口处主河网。之后这些负荷通过水网与面源负荷一起进行演算，点源文件格式为自由格式。变量描述见表 2.23。

表 2.23 变量描述

变量	描述
DAY	一年中的某天
YEAR	年份
FLOCNST	日水负荷 (流量) (m^3/d)
SEDCNST	日沉积物负荷 (t/d)
ORGNCNST	日有机氮负荷 (kg/d)

(续)

变量	描述
ORGPCNST	日有机磷负荷 (kg/d)
NO3CNST	日硝态氮负荷 (kg/d)
NH3CNST	日氨氮负荷 (kg/d)
NO2CNST	日亚硝态氮负荷 (kg/d)
MINPCNST	日矿质 (水溶性) 磷负荷 (kg/d)
CBODCNST	日 BOD 负荷 (kg/d)
DISOXCNST	日溶解氧负荷 (kg/d)
CHLACNST	日叶绿素负荷 (kg/d)
SOLPSTCNST	日可溶性农药负荷 (g/d)
SRBPSTCNST	日吸附农药负荷 (g/d)
BACTPCNST	持续性细菌日负荷 (#细菌/d), 仅用于 SWAT, 不用于 APEX
BACTLPCNST	不可持续性细菌日负荷 (#细菌/天), 仅用于 SWAT, 不用于 APEX
CMTLICNST	惰性金属日负荷 #1 (kg/d), 仅用于 SWAT, 不用于 APEX
CMTL2CNST	惰性金属日负荷 #2 (kg/d), 仅用于 SWAT, 不用于 APEX
CMTL3CNST	惰性金属日负荷 #3 (kg/d), 仅用于 SWAT, 不用于 APEX
KSPN	农药#来自 PESTCOM.DAT

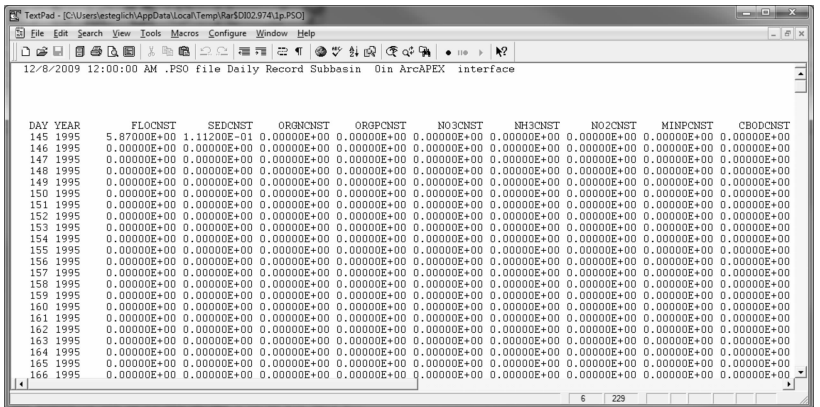


图 2.27 FILENAME. PSO 文件截屏示例

2.26 暴雨事件降水文件列表 (RFDT * * * *.DAT)

这是一个暴雨事件（非日降水总量，时间步长较日短）降水列表。模型参考这个文件来决定读取哪个雨量站（*.HLY）的暴雨降水数据。列表包含识别 ID 和暴雨降水文件名。文件格式为自由格式。图 2.28 为 RFDTCOM.DAT 文件的一个示例。

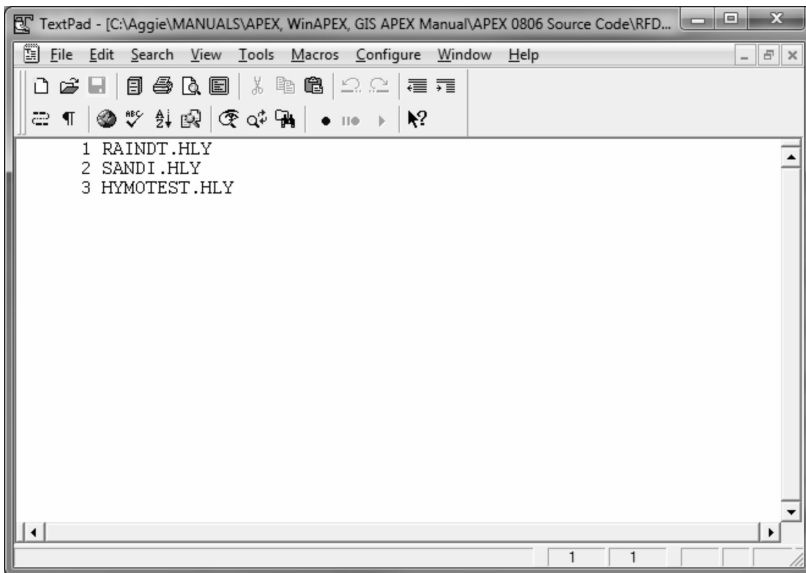


图 2.28 RFDTCOM.DAT 文件截屏示例

2.27 暴雨事件降水文件 (FILENAME.HLY)

如果模型采用 GREEN 和 AMPT 入渗法，则需要读取暴雨降水数据（亚日降水数据）。在控制文件（APEXCONT.DAT）中洪水演算参数 IHY 应设置为 1，DTHY 也必须进行设置以表达洪水演算间

隔时间。表 2.24 为变量描述。图 2.29 为 FILENAME.HLY 文件的一个示例。

表 2.24 变量描述

格式：3 个含 4 列整数的字段，随后为两个 10 列含浮点小数的字段

字段	变量	描述
1	IYZ	年 (1~4 列)
2	MOZ	月 (5~8 列)
3	IDZ	日 (9~12 列)
4	THZ	时间间隔 (h 的分数) (10~19 列)
5	RFDT	降水量 (mm) (20~29 列)

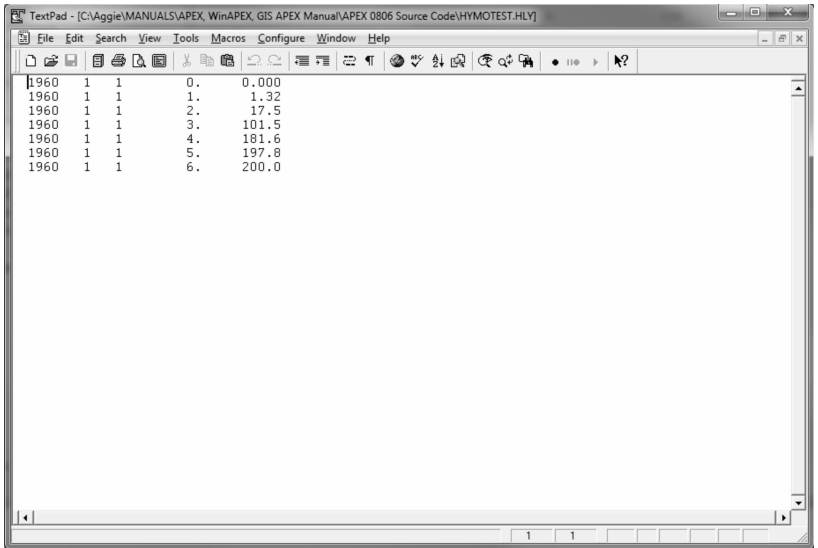


图 2.29 FILENAME.HLY 文件截屏示例

2.28 APEX 数组变量维度定义文件 (APEXDIM.DAT)

为了让模型更高效的运行，APEX 维度文件设置了数组的维度

2 输入文件

限制。用户可以视情况增加或减少这些限制。表 2.25 为变量描述。图 2.30 为 APEXDIM.DAT 文件的一个示例。

表 2.25 变量描述

格式：十个含 8 列整数的字段		
字段	变量	描述
1	MPS	最大农药数 (1~8 列)
2	MRO	最大作物轮作年数 (9~16 列)
3	MNT	最大耕作操作数 (17~24 列)
4	MNC	最大可种植作物数 (25~32 列)
5	MHD	最大动物群数 (33~40 列)
6	MBS	最大买卖牲畜交易数 (41~48 列)
7	MFT	最大肥料量 (49~56 列)
8	MPO	最大点源数 (65~72 列)
9	MHP	最大水文过程线点数 (73~80 列)
10	MHX	最大暴雨水文过程线横坐标天数 (81~88 列)
11	MSA	最大子流域数 (89~96 列)
12	MIR	最大灌溉次数 (97~104 列)

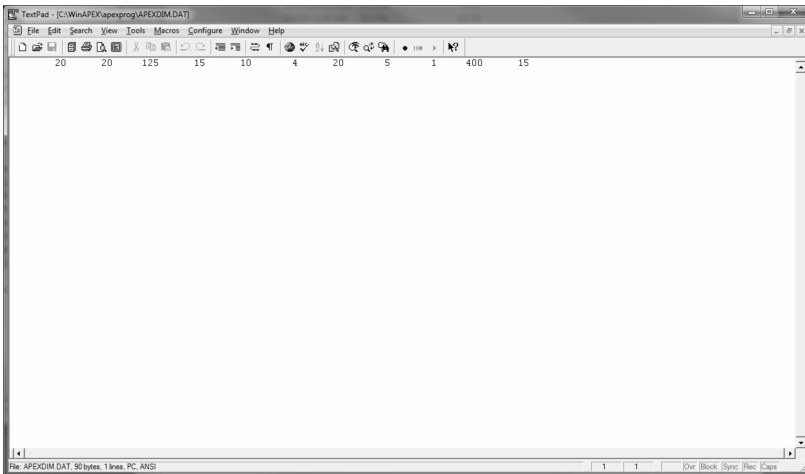


图 2.30 APEXDIM.DAT 文件截屏示例

3.1 * .SUS——子流域概要文件

表 3.1 参数描述

SA#	计算机分配的子流域编号
ID#	用户输入的子流域 ID 号
WSA	子流域面积或河段出口面积 (hm ²)
CN2	水分条件“2”下的 SCS 径流曲线数
YW0	基于 WEQ (manhattan-kansas 风蚀形式) 的风蚀近似值 (t/hm ²)
OCPD	耕层的有机碳含量 (kg/hm ²)
FSFN	表示施氮肥量占氮肥总施用量的分数 (kg/hm ²)
FSFP	表示施磷肥的分数 (kg/hm ²)
PRB	最高洪峰流量 (mm/h)
PRAV	平均洪峰流量 (mm/h)
TCMN	最小汇流时间 (h)
CYAV	平均含沙量 (mg/L)
CYMX	最大含沙量 (mg/L)
PRCP	降水量 (mm)
SNOF	降雪 (mm)
SNOM	融雪 (mm)
IRGA	灌溉用水量 (mm)

3 输出数据变量

(续)

PET	子流域潜在蒸散发量 (mm)
ET	蒸散发量 (mm)
SW	土壤含水量 (mm)。模拟期结束时土壤剖面的含水量
PRK	根区以下的渗漏量 (mm)
DPRK	深层渗漏量 (mm)
Q	年地表径流量 (mm)
SSF	侧向潜流 (mm)
RSSF	回流潜流 (mm)
WYLD	产流量 (mm)。离开子流域而汇入河流的净水量
CN	SCS 径流曲线数
TMX	最高温度 (°C)
TMN	最低温度 (°C)
TMP	第二土层的土壤温度 (°C)
SRAD	太阳辐射 (MJ/m ²)
MUSL	基于 MUSLE 方程估算由于水蚀引起的土壤流失量 (t/hm ²)
RUS2	基于 RUSLE2 方程估算由于水蚀引起的土壤侵蚀量 (t/hm ²)
FNO	有机氮肥 (动物粪便) 的施用量 (kg/hm ²)
FNMN	硝态氮肥施用量 (kg/hm ²)
FNMA	铵态氮肥施用量 (kg/hm ²)
FPO	有机磷肥施用量 (kg/hm ²)
FPL	矿质磷肥施用量 (kg/hm ²)
NFIX	豆科作物固氮量 (kg/hm ²)
DN	反硝化氮损失量 (kg/hm ²)
YN	子流域或河段泥沙运移的氮 (kg/hm ²)
YPO	子流域泥沙运移的有机磷 (kg/hm ²)
QN	包含在地表径流中子流域可溶性氮量 (kg/hm ²)
QP	可溶性磷量 (kg/hm ²)
YPM	总矿质磷的流失量 (kg/hm ²)
SSFN	子流域或河段在通过侧向潜流损失的矿质氮量 (kg/hm ²)
RSFN	回流中的子流域可溶性氮量 (kg/hm ²)
MUSL	基于 MUSLE 方程估算由于水蚀引起的土壤侵蚀量 (kg/hm ²)

3.2 * . WSS——流域汇总文件

表 3.2 参数描述

PART 1	土地利用概述
CROP	作物代码
AREA	作物面积 (hm ²)
FRACTION	作物面积比例 (分数)
YLD	作物产量 (t/hm ²)
PART 2	子流域出流年均总量/流域总出流量
PRCP	降水量 (mm)
QSS	按照面积加权的所有子流域地表径流总和 (mm)
QSW	流域出流量中地表径流的贡献 (mm)
QTS	来自所有子流域的总流量 (mm)
QTW	流域出流量 (mm)
YS	来自所有子流域的产沙量之和 (t/hm ²)
YW	流域产沙量 (t/hm ²)
YNS	来自所有子流域由泥沙运移的氮量 (kg/hm ²)
YNW	流域由泥沙运移的氮量 (kg/hm ²)
YPS	来自所有子流域由泥沙运移的磷量 (kg/hm ²)
YPW	流域由泥沙运移的磷量 (kg/hm ²)
QNS	来自所有子流域的可溶性氮量 (kg/hm ²)
QNW	流域可溶性氮量 (kg/hm ²)
QPS	来自所有子流域的可溶性磷量 (kg/hm ²)
QPW	流域可溶性磷量 (kg/hm ²)
YMUS	来自所有子流域的粪肥量 (t/hm ²)
YMUW	流域粪肥量 (t/hm ²)
QPUS	子流域粪肥中可溶性 P 总量 (kg/hm ²)

3 输出数据变量

(续)

QPUW	流域粪肥中可溶性磷量 (kg/hm ²)
YCS	(所有子流域之和) 泥沙运移的碳量 (kg/hm ²)
YCW	(来自流域出口) 泥沙运移的碳量 (kg/hm ²)

PART 3	子流域概述
CMD	汇流演算命令名称
OUT ID#	汇流演算命令编号
SA#	计算机指定的子流域编号
ID#	用户输入的子流域 ID 号
WSA	子流域或河段汇水面积 (hm ²)
Q	子流域或河段出口地表径流量 (mm)
SSF	从一个子流域到另一个子流域的潜流量 (mm)
QRF	田间地下快速回流量 (mm)
QDR	排水系统的流量 (mm)
RTF	来自地下储水量的回流量 (mm)
Y	子流域或河段出口的产沙量 (t/hm ²)
DEP	一个河段内的泥沙沉积量 (t/hm ²)
DEG	一个河段内的泥沙降解量 (t/hm ²)
YMNU	子流域或河段出口的有机肥量 (t/hm ²)
YC	泥沙中的碳损失量 (t/hm ²)
YN	子流域或河段泥沙运移的氮量 (kg/hm ²)
QN	子流域或河段的可溶性氮量 (kg/hm ²)
YP	子流域或河段的泥沙运移的磷量 (kg/hm ²)
QP	子流域或河段可溶性磷量 (kg/hm ²)
SSFN	子流域或河段可溶性氮量 (kg/hm ²)
QRFN	快速回流中包含的可溶性氮量 (kg/hm ²)
QDRN	田间地下排水系统中包含的可溶性氮量 (kg/hm ²)
RTFN	回流中包含的可溶性氮量 (kg/hm ²)

3.3 * .SPS——子流域农药概要文件

表 3.3 参数描述

该文件可能包含了 10 种农药的数据

SA #	子流域编号
ID	子流域 ID
PDRN	田间地下排水系统中的农药量 (g/hm ²)
PRSF	潜流中的农药量 (g/hm ²)
PDPK	深层渗透的农药量 (g/hm ²)
PSIN	从另一个子流域流入的农药量 (g/hm ²)

3.4 * .SWN——特定流域 NRCS 农场规划文件概要

表 3.4 参数描述

QS	地表径流量 (mm)
Y	产沙量 (t/hm ²)
QN	地表径流中可溶性氮量 (kg/hm ²)
SSQN	壤中流中可溶性氮量 (kg/hm ²)
YN	子流域或河段中泥沙运移的年均氮量 (kg/hm ²)
DWOC	在模拟中有机碳的变化 (t/hm ²)

3.5 * .SCX——土壤有机碳和氮的概要文件

一列为一个土层（土壤剖面分为 10 层，然而，土层通过原始层编号识别）。该文件还包括总的土壤层数。（除非另有规定，碳、氮单位为 kg/hm²）。

表 3.5 参数描述

Z	土壤深度 (m)
SWF	土壤水分因子
TEMP	土壤温度 (°C)
SWTF	土壤水分和温度联合因子
TLEF	耕作因子
SPDM	N 供给/需求
RSDC	作物残留物的碳输入
RSPC	作物残留物的碳呼吸
RNMN	净氮矿化
DN03	矿质氮的变化
HSCO	初始慢分解腐殖质碳库
HSCF	最终慢分解腐殖质碳库
HPCO	初始惰性腐殖质碳库
HPCF	最终惰性腐殖质碳库
LSCO	初始结构性凋落物碳库
LSCF	最终结构性凋落物碳库
LMCO	初始代谢凋落物碳库
LMCF	最终代谢凋落物碳库
BMCO	初始生物质碳库
BMCF	最终生物质碳库
W0CO	初始总碳库
W0CF	最终总碳库
DW0C	总碳库变化
HSNO	初始慢分解腐殖质氮库
HSNF	最终慢分解腐殖质氮库
HPNO	最初惰性腐殖质氮库
HPNF	最终惰性腐殖质氮库
LSNO	初始结构凋落物氮库
LSNF	最终结构凋落物氮库
LMNO	最初的代谢凋落物氮库

(续)

LMNF	最终的代谢凋落物氮库
BMNO	初始生物质氮库
BMNF	最终生物质氮库
W0NO	初始总氮库
W0NF	最终总氮库
DW0N	总氮库变化
C/NO	初始碳/氮比
C/NF	最终碳/氮比

3.6 * .STR——供 NRCS STAR (SYSTEM- ATIC TOOL FOR ANALYZING RE- SOURCES) 工具应用的子流域和流域概要 文件

表 3.6 参数描述

SA#	计算机分配的子流域编号
SAID	用户输入的子流域 ID 号
RF	降水量 (mm)
Q	地表径流量 (mm)
WYLD	产流量 (mm)
RUS2	基于 RUSLE2 方程估算由于水蚀造成的土壤侵蚀量 (t/hm ²)
Y	产沙量 (t/hm ²)
YWND	风蚀引起的土壤侵蚀量 (t/hm ²)
YLDG	粮食产量 (t/hm ²)
YLDF	牧草产量 (t/hm ²)
WS	水分胁迫 (干旱) (d)
NS	氮胁迫 (d)
PS	磷胁迫 (d)

3 输出数据变量

(续)

TS	低温胁迫 (d)
AS	通风胁迫 (d)
SS	盐分胁迫 (d)
FN	年度总的氮肥施用量 (kg/hm^2)
FP	年度总的磷施用量 (kg/hm^2)
IRGA	灌溉量 (mm)
STIR	土壤耕作强度等级
FULU1	燃料用量 (L/hm^2)
DWOC	在模拟过程中有机物的变化 (t/hm^2)
QN	地表径流中的可溶性氮量 (kg/hm^2)
SSFN	壤中流中可溶性氮量 (kg/hm^2)
QRFN	快速回流中的可溶性氮量 (kg/hm^2)
QDRN	排水系统的可溶性氮量 (kg/hm^2)
RTFN	回流中的可溶性氮量 (kg/hm^2)
DPKN	地下水的氮素深层渗漏量 (kg/hm^2)
YN	泥沙运移氮量 (kg/hm^2)
YNWN	风蚀引起的氮损失量 (kg/hm^2)
NVOL	氮素挥发量 (kg/hm^2)
DNIT	反硝化量 (kg/hm^2)
NFIX	豆科作物固氮量 (kg/hm^2)
QP	地表径流中可溶性磷量 (kg/hm^2)
SSFP	壤中流中可溶性磷量 (kg/hm^2)
QDRP	排水系统中可溶性磷量 (kg/hm^2)
PRKP	渗滤引起的磷损失量 (kg/hm^2)
YPWN	风蚀引起的磷损失量 (kg/hm^2)
QPST	地表径流中的农药量 (g/hm^2)
LPST	农药淋失量 (g/hm^2)
YPST	泥沙中的农药量 (g/hm^2)

3.7 * .SAO——GIS 针对 GIS 的子流域文件

表 3.7 参数描述

SAID	子流域 ID
GIS	GIS 代码
TIME	<ul style="list-style-type: none"> • 日时间步长：儒略日期格式 • 月时间步长：月（1~12） • 年时间步长：4 位数字表示的年份 • 年均总结行：数年总体平均值 注：控制表中的 IPD 决定时间步长 若 IPD=0~2，时间步长是年 若 IPD=3~5，时间步长是月 若 IPD=6~9，时间步长是日
WSA	子流域面积（hm ² ）
PRCP	降水量（mm）
SNOF	降雪（mm）
SNOM	融雪（mm）
IRGA	灌溉量（mm）
PET	子流域潜在蒸散量（mm）
ET	子流域实际蒸散量（mm）
SW	土壤含水量（mm）。模拟期结束时土壤剖面中的含水量
PRK	在模拟期间渗透出根区的水（mm）。水从根区底部到达浅层含水层可能存在潜在的时间滞后。在很长一段时间内，这个变量应该等于地下渗滤
DPRK	深层渗漏量（mm）
QSUR	模拟期间地表径流对河川径流的贡献（mm）
SSF	侧向地下水流（mm）
RSSF	地下水流归还（mm）
WYLD	产流量（mm）。离开子流域汇入河流中的净总水量
CN	SCS 径流曲线数

3 输出数据变量

(续)

TMX	最高温度 (°C)
TMN	最低温度 (°C)
TMP	第二土层的土壤温度 (°C)
SRAD	太阳辐射 (MJ/m ²)
MUSL	基于 MUSLE 估算由于水蚀引起的土壤损失量 (t/hm ²)
RUS2	基于 RUSLE2 估算由于水引起的土壤侵蚀量 (t/hm ²)
FNO	有机氮肥 (动物粪便) 施用量 (kg/hm ²)
FNMN	硝态氮肥施用量 (kg/hm ²)
FNMA	铵态氮肥施用量 (kg/hm ²)
FPO	有机磷肥施用量 (kg/hm ²)
FPL	矿质磷肥施用量 (kg/hm ²)
NFIX	豆科作物固氮量 (kg/hm ²)
DN	反硝化氮损失量 (kg/hm ²)
YN	子流域或河段泥沙运移的氮量 (kg/hm ²)
YPO	子流域泥沙运移的有机磷量 (kg/hm ²)
QN	子流域地表径流中可溶性氮量 (kg/hm ²)
QP	可溶性磷量 (kg/hm ²)
YPM	矿质磷损失总量 (kg/hm ²)
SSFN	来自子流域或河段侧向壤中流的矿质氮损失 (kg/hm ²)
RSFN	子流域回流的可溶性氮量 (kg/hm ²)
WOC	总有机碳 (t/hm ²)
PCTI200UM	随水输入子流域 <200 μ m 的颗粒量 (kg/hm ²)
PCTI10UM	随水输入子流域的 <10 μ m 的颗粒量 (kg/hm ²)
PCTI2UM	随水输入子流域的 <2 μ m 的颗粒量 (kg/hm ²)
PCTO200UM	随水输出子流域 <200 μ m 的的颗粒量 (kg/hm ²)
PCTO10UM	随水输出子流域 <10 μ m 的的颗粒量 (kg/hm ²)
PCTO2UM	随水输出子流域 <2 μ m 的的颗粒量 (kg/hm ²)
下面的变量可以显示多达 5 种作物	
YLDG	粮食产量 (t/hm ²)
YLDF	牧草产量 (t/hm ²)

(续)

HUI	热单位指数
LAI	叶面积指数 (m ² /m ²)
RD	根深 (m)
RW	根重 (t/hm ²)
BIOM	作物生物量—包括根和地上作物部分 (t/hm ²)
STL	直立生长的作物生物量 (t/hm ²)
CPHT	植株高 (m)
STD	直立的死亡作物残留量 (t/hm ²)
STDL	直立的死亡木质素 (t/hm ²)
WS	干旱胁迫 (d)
NS	氮胁迫 (d)
PS	磷胁迫 (d)
TS	温度胁迫 (d)
AS	通风胁迫 (d)
SALT	盐分胁迫 (d)
REG	作物生长调节剂 (最小胁迫因子)
CPNM	作物名称

3.8 * .RCH——针对 GIS 的河段文件

表 3.8 参数描述

RCID	河段 ID
GIS	GIS 代码
TIME	<ul style="list-style-type: none"> • 日时间步长: 儒略日期格式 • 月时间步长: 月 (1~12) • 年时间步长: 4 位数字表示的年份 • 年均总结行: 数年平均值 <p>注: 控制表中的 IPD 决定时间步长。 若 IPD=0~2, 时间步长是年 若 IPD=3~5, 时间步长是月 若 IPD=6~9, 时间步长是天</p>

3 输出数据变量

(续)

WSA	子流域或河段出口面积 (hm ²)
QI	进入河段的平均河流流量 (地表径流) (m ³ /s)
QO	流出河段的平均河流流量 (地表径流) (m ³ /s)
WYLI	入流水量 (m ³ /s)
WYLO	出流水量 (m ³ /s)
ET	蒸散量 (m ³ /s)
FPF	通过渗漏进入河床或河漫滩损失的水量 (m ³ /s)
YI	随水输入河段的泥沙量 (t)
YO	随水输出河段的泥沙量 (t)
CY	河段中泥沙含量 (g/m ³)
YONI	随水输入河段的有机氮量 (t)
YONO	随水输出河段的有机氮量 (kg)
YOPI	随水输入河段的有机磷量 (kg)
YOPO	随水输出河段的有机磷量 (kg)
NO3I	随水输入河段的硝酸盐量 (kg)
NO3O	随水输出河段的硝酸盐量 (kg)
NH4I	随水输入河段的氨量 (kg)
NH4O	随水输出河段的氨量 (kg)
NO2I	随水输入河段的亚硝酸盐量 (kg)
NO2O	随水输出河段的亚硝酸盐量 (kg)
QPI	随水输入河段的矿物磷量 (kg)
QPO	随水输出河段的矿物磷量 (kg)
ALGI	随水输入河段的藻类生物量 (kg)
ALGO	随水输出河段的藻类生物量 (kg)
BODI	输入河段物质的碳质生化需氧量 (kg)
BODO	输出河段物质的碳质生化需氧量 (kg)
DO2I	输入河段的溶解氧量 (kg)
DO2O	输出河段的溶解氧量 (kg)
QPSI	随水输入河段的可溶性农药 (g)
QPSO	随水输出河段的可溶性农药 (g)

(续)

YPSI	随水输入河段的泥沙吸附的农药 (g)
YPSO	随水输出河段的泥沙吸附的农药 (g)
RPST	由水引起 (冲走或化学反应) 的农药损失量 (g)
VPST	随水挥发的农药损失量 (g)
DPST	水中沉降到溪流或河漫滩引起的农药转化量 (g)

3.9 * . ASA——年子流域文件

表 3.9 参数描述

SA #	计算机分配的子流域编号
ID #	用户输入的子流域 ID 号
YR	年
YR #	年数 (1-NBYR)
PRCP	降水量 (mm)
SNOF	降雪 (mm)
SNOM	融雪 (mm)
IRGA	灌溉量 (mm)
PET	潜在蒸散量 (mm)
ET	蒸散量 (mm)
SW	土壤含水量 (mm)
PRK	根区之下的渗漏量 (mm)
DPRK	深层渗漏量 (mm)
Q	年度地表径流 (mm)
SSF	潜在壤中流 (mm)
RSSF	归还壤中流 (mm)
WYLD	产流量 (mm)。离开子流域汇入河流中的净总水量
CN	SCS 径流曲线数
TMX	最高温度 (°C)
TMN	最低温度 (°C)
TMP	第二土层的土壤温度 (°C)

(续)

SRAD	太阳辐射 (MJ/m ²)
MUSL	基于 MUSLE 方程估算由于水蚀引起的土壤流失量 (t/hm ²)
RUS2	用 RUSLE2 方程估算由于水蚀引起的土壤侵蚀量 (t/hm ²)
FNO	有机氮肥 (动物粪便) 施用量 (kg/hm ²)
FNMN	硝态氮肥施用量 (kg/hm ²)
FNMA	铵态氮肥施用量 (kg/hm ²)
FPO	有机磷肥施用量 (kg/hm ²)
FPL	矿质磷肥施用量 (kg/hm ²)
NFIX	豆科作物固氮量 (kg/hm ²)
DN	反硝化氮损失量 (kg/hm ²)
YN	子流域或河段泥沙运移的氮量 (kg/hm ²)
YPO	子流域泥沙运移的有机磷量 (kg/hm ²)
QN	可溶性氮量 (kg/hm ²)
QP	可溶性磷量 (kg/hm ²)
YPM	矿质磷损失总量 (kg/hm ²)
SSFN	来自子流域或河段的侧向壤中流引起的矿质氮损失量 (kg/hm ²)
RSFN	子流域回流中的可溶性氮量 (kg/hm ²)

3.10 * .AWS——年流域出水口文件

表 3.10 参数描述

YR	年
PRCP	降水量 (mm)
QSS	来自所有子流域的地表径流总量 (mm)
QSW	流域出流量中地表径流的贡献 (mm)
QTS	所有子流域的总流量 (mm)
QTW	流域出流量 (mm)
YS	所有子流域的总产沙量 (t/hm ²)
YW	流域产沙量 (t/hm ²)

(续)

YNS	来自所有子流域泥沙运移氮总量 (kg/hm ²)
YNW	流域泥沙运移的氮量 (kg/hm ²)
YPS	来自所有子流域的泥沙运移磷总量 (kg/hm ²)
YPW	流域泥沙运移磷总量 (kg/hm ²)
QNS	来自所有子流域的可溶性氮总量 (kg/hm ²)
QNW	流域可溶性氮量 (kg/hm ²)
QPS	来自所有子流域的可溶性磷总量 (kg/hm ²)
QPW	流域可溶性磷量 (kg/hm ²)
YMUS	来自所有子流域的粪肥量 (t/hm ²)
YMUW	流域粪肥量 (t/hm ²)
QPUS	子流域粪肥中可溶性磷总量 (kg/hm ²)
QPUW	流域粪肥中可溶性磷量 (kg/hm ²)
YCS	(所有子流域之和) 泥沙运移的碳量 (kg/hm ²)
YCW	(来自流域出口) 泥沙运移的碳量 (kg/hm ²)

3.11 * .ACY——年子流域作物产量文件

表 3.11 参数描述

SA#	计算机分配的子流域编号
ID#	用户输入的子流域 ID 号
YR	年
YR#	运行年号
CPNM	作物编号
YLDG	谷物、纤维等作物产量 (t/hm ²)
YLDF	饲料作物产量 (t/hm ²)
BIOM	作物生物量 (t/hm ²)
WS	干旱胁迫 (d)
NS	氮胁迫 (d)
PS	磷胁迫 (d)

(续)

TS	温度胁迫 (d)
AS	水分胁迫 (d)
SS	盐分胁迫 (d)
ZNMN	根区硝酸盐中矿质氮 (kg/hm ²)
ZQP	根区可溶性磷 (kg/hm ²)
AP15	耕深可溶性磷浓度 (g/t)
ZOC	根区有机碳 (t/hm ²)
OCPD	耕深有机碳 (kg/hm ²)
RSDP	作物残茬 (t/hm ²)
ARSD	现有作物残留 (t/hm ²)
IRGA	灌溉量 (mm)
FN	年总氮肥量 (kg/hm ²)
FP	年总磷肥量 (kg/hm ²)
FNMN	硝态氮肥施用量 (kg/hm ²)
FNMA	铵态氮肥施用量 (kg/hm ²)
FNO	有机氮肥 (动物粪便) 施用量 (kg/hm ²)
FPL	矿质磷肥施用量 (kg/hm ²)
FPO	有机磷肥施用量 (kg/hm ²)

3.12 * .MAN——特定有机肥料/肥料管理概要文件

表 3.12 参数描述

PART 1	年平均值
SA#	自动分配的子流域编号
ID#	用户输入的子流域 ID 号
OWN#	子流域业主编号
CROP	作物名称
YLD1	谷物、纤维等作物产量 (t/hm ²)
YLD2	饲料作物产量 (t/hm ²)

(续)

YLN	作物收获带走的氮 (kg/hm ²)
YLP	作物收获带走的磷 (kg/hm ²)
COW	子流域奶牛数量 (头)
WSA	子流域面积 (hm ²)
Q	子流域地表径流量 (mm)
Y	子流域泥沙量 (t/hm ²)
QP	子流域可溶性磷量 (kg/hm ²)
YP	子流域泥沙输送的磷量 (kg/hm ²)
QN	子流域地表径流可溶性氮量 (kg/hm ²)
SSFN	子流域地下径流可溶性氮含量 (kg/hm ²)
RSFN	子流域回流可溶性氮量 (kg/hm ²)
PRKN	子流域土壤剖面可溶性氮淋溶量 (kg/hm ²)
YN	子流域泥沙运移氮量 (kg/hm ²)
FP	子流域磷肥施用量 (kg/hm ²)
FN	子流域氮肥施用量 (kg/hm ²)
MAP	子流域有机肥施用 (t/hm ²)
AP0	初始的耕深 PARM (43) 可溶性磷浓度 (g/t)
APF	最终的耕深 PARM (43) 可溶性磷浓度 (g/t)
CSP	土壤表层可溶性磷的平均浓度 (g/m ³)
PART 2	
OWN ID	业主 ID 号
AREA	业主拥有的面积 (hm ²)
MAP	有机肥施用 [t/ (hm ² · 年)]
PART 3	
BALANCE	有机肥平衡
PER	有机肥料平衡 (t)
DF	有机肥平衡中误差百分比
TMPD	由动物产生的有机肥总量 (t/hm ²)
TWMB	氧化塘中初始有机肥含量 (t/hm ²)
TWMF	氧化塘中最终有机肥含量 (t/hm ²)
TSMU	运行结束时固体肥料储存量 (t/hm ²)

(续)

RSDM	土壤中及表面的最终有机肥料量 (t/hm ²)
YMNU	有机肥总流失量 (t)
MNMU	有机肥矿化量 (t/hm ²)
PART 4	有机肥施用平衡
PER	平衡中误差百分比
DF	平衡中误差
TWMP	总有机肥 (t/hm ²)
TMAP	子流域总有机肥施用 (t)
TWMB	氧化塘中初始有机肥含量 (t/hm ²)
TWMF	氧化塘中最终有机肥含量 (t/hm ²)
TSMU	运行结束时的固体肥料储存量 (t/hm ²)
YMFA	饲养区的肥料侵蚀 (t/hm ²)
LGOF	氧化塘溢出造成的有机肥损失 (t/hm ²)
MNFA	饲养区有机肥矿化度 (t/hm ²)
RSFA	饲养区的最终有机肥料储量 (t/hm ²)
LIQ MAN APPL	液体有机肥料总量 (t)
COMM FERT APPL N	商品氮肥总用量 (t)
COMM FERT APPL P	商品磷肥总用量 (t)

3.13 * . ACN——年土壤有机碳和氮文件

每一列一个土层 (土壤剖面分为 10 层, 然而, 土层通过原始层编号识别)。该文件还包括总体土壤层次。

(除非另有规定, 碳、氮单位为 kg/hm²)

表 3.13 参数描述

DEPTH	土层深度 (m)
BD 33kPa	田间容重 (t/m ³)
SAND (%)	土壤沙粒含量 (%)
SILT (%)	土壤壤粒含量 (%)

(续)

CLAY (%)	土壤黏粒含量 (%)
ROCK (%)	土壤砾石含量 (%)
WLS	结构凋落物的重量 (kg/hm ²)
WLM	代谢凋落物的重量 (kg/hm ²)
WLSL	结构凋落物中木质素的重量 (kg/hm ²)
WLSC	结构枯落物碳库重量 (kg/hm ²)
WLMC	代谢垃圾碳库的重量 (kg/hm ²)
WLSLC	结构凋落物中木质素碳重量 (kg/hm ²)
WLSLNC	结构中非木质素碳重量 (kg/hm ²)
WBMC	生物量碳库 (kg/hm ²)
WHSC	慢性腐殖质碳库 (kg/hm ²)
WHPC	惰性腐殖质碳库 (kg/hm ²)
WOC	总碳库 (kg/hm ²)
WLSN	结构枯落物氮 (kg/hm ²)
WLMN	代谢凋落物氮 (kg/hm ²)
WBMN	生物量氮库 (kg/hm ²)
WHSN	慢性腐殖质氮库 (kg/hm ²)
WHPN	惰性腐殖质氮库 (kg/hm ²)
WON	总氮库 (kg/hm ²)
ECND	电导率 (mmho/cm)
WSLT	(kg/hm ²)

3.14 * .SWT——传送到 SWAT 的流域输出文件

表 3.14 参数描述

JDA	儒略日期
YR	年
WYLD	产流量 (mm)。离开子流域汇入河流中的净总水量
Y	泥沙量 (t/hm ²)

(续)

YN	子流域或河段的泥沙输送的氮量 (kg/hm ²)
YP	子流域或河段的泥沙输送的磷量 (kg/hm ²)
QN	地表径流中可溶性氮量 (kg/hm ²)
QP	子流域或河段可溶性磷量 (kg/hm ²)
QPST	地表径流中的农药量 (g/hm ²)
YPST	泥沙中的农药量 (g/hm ²)

3.15 * .AWP——年 CEAP 文件

表 3.15 参数描述

YR	年
PRCP	降水量 (mm)
ET	蒸散量 (mm)
Q	年地表径流量 (mm)
SSF	壤中流 (mm)
RSSF	壤中流归还量 (mm)
QRF	快速回流 (mm)
QDR	排水系统流量 (mm)
PRK	根区以下渗漏量 (mm)
IRGA	灌溉量 (mm)
WY	产流量 (mm)
Y	子流域或河段出口泥沙量 (t/hm ²)
YWND	风蚀造成的泥沙流失量 (t/hm ²)
QN	径流中可溶性氮量 (kg/hm ²)
SSFN	地下水流中可溶性氮量 (kg/hm ²)
QRFN	快速回流中的可溶性氮量 (kg/hm ²)
RSFN	回流中水溶性氮量 (kg/hm ²)
YN	泥沙运移氮量 (kg/hm ²)
YNWN	风力侵蚀运移的有机氮量 (kg/hm ²)

(续)

QDRN	排水系统中可溶性氮量 (kg/hm ²)
PRKN	渗滤液中矿质氮损失量 (kg/hm ²)
DN	反硝化氮损失量 (kg/hm ²)
AVOL	氮挥发量 (kg/hm ²)
NFIX	豆科作物固氮量 (kg/hm ²)
FNO	有机氮肥 (动物粪便) 施用量 (kg/hm ²)
FNMN	硝态氮肥施用量 (kg/hm ²)
FNMA	铵态氮肥施用量 (kg/hm ²)
QP	可溶性磷肥量 (kg/hm ²)
YP	子流域泥沙输送的磷量 (kg/hm ²)
YPWN	风蚀侵蚀造成的 P 损失量 (kg/hm ²)
PRKP	渗滤液中的磷损失量 (kg/hm ²)
FPO	有机肥有机磷 (实际磷) 施用量 (kg/hm ²)
FPL	矿质磷施用量 (kg/hm ²)
QC	径流中含碳量 (kg/hm ²)
YC	泥沙碳损失量 (t/hm ²)
YCWN	风蚀碳损失量 (kg/hm ²)
RFN	降水中的氮量 (kg/hm ²)
YLN	作物收获而带走的氮量 (kg/hm ²)
YLP	作物收获而带走的磷量 (kg/hm ²)
BTN	初始总氮 (kg/hm ²)
BTP	初始总磷 (kg/hm ²)
FTN	最终总氮 (kg/hm ²)
FTP	最终总磷 (kg/hm ²)
BTC	初始总碳 (kg/hm ²)
FTC	最终总碳 (kg/hm ²)
BPDP	初始犁层磷 (kg/hm ²)
FPDP	最终犁层磷 (kg/hm ²)
BSLT	土壤初始含盐量 (kg/hm ²)
FSLT	土壤最终含盐量 (kg/hm ²)

(续)

BTC1	子流域 1 初始总碳量 (kg/hm ²)
FTC1	子流域 1 最终总碳量 (kg/hm ²)
RUS2A1	子流域 1 中基于 RUSLE2 方程计算由于水蚀引起的土壤流失量 (t/hm ²)
YTHS	大于 PARM 93 中所设置的水侵蚀阈值的水侵蚀天数 (d)
YWTH	大于 PARM 94 中所设置的风蚀阈值的风蚀天数 (d)

3.16 * .APS——年农药文件

表 3.16 参数描述

该文件可包括多达 10 种农药的数据

SA#	子流域号
SAID	子流域 ID
YR	年
YR#	运行年数
Q	年地表径流量 (mm)
SSF	壤中流 (mm)
PRK	根区以下的渗漏 (mm)
QDRN	暗管排水量 (mm)
Y	子流域或河段出口泥沙量 (t/hm ²)
YOC	泥沙中有机碳损失 (kg/hm ²)
PSTN	农药名称
PAPL	农药施用 (g/hm ²)
PSRO	径流农药 (g/hm ²)
PLCH	农药淋溶 (g/hm ²)
PSSF	壤中流中农药 (g/hm ²)
PSED	泥沙中农药 (g/hm ²)
PDGF	在枝叶上生物降解的农药 (g/hm ²)
PDGS	在土壤中降解的农药 (g/hm ²)
PDRN	排水系统中的农药 (g/hm ²)
PRSF	径流中 4 日农药浓度 (μg/L)

3.17 * .ACO——年成本文件

表 3.17 参数描述

SA #	子流域号
ID	子流域 ID
Y	年
M	月
D	日
OP	操作名称或描述
CROP	作物编号 (参考 CROP. DAT)
MT #	FERT 或 PEST 文件中的材料编号
HC	IHC 代码 (参考 TILL. DAT)
EQ	操作或设备代码 (参考 TILL. DAT)
TR	拖拉机 (参考 TILL. DAT)
COTL	总成本 (\$/hm ²)
COOP	操作成本 (\$/hm ²)
MTCO	材料成本 (\$/hm ²)
MASS	施用量 (kg/hm ²)
FUEL	燃料用量 (L/hm ²)

3.18 APEXBUF. OUT——缓冲带说明文件

表 3.1 参数描述

WSA	流域面积 (hm ²)
CHL	河道长度 (km)
CHS	河道坡度 (m/m)
FPL	(km)
Q	缓冲带的地表径流量 (mm)

(续)

Y	缓冲带的产沙量 (t/hm ²)
YN	泥沙运移的氮 (kg/hm ²)
YP	泥沙运移的磷 (kg/hm ²)
QN	地表径流中的可溶性氮 (kg/hm ²)
QP	地表径流中的可溶性磷 (kg/hm ²)

3.19 * .MSA——逐月子流域文件

表 3.19 参数描述

此文件包含多个月份的变量数据

SA #	子流域号
ID	子流域 ID
YR	年
YR#	年数 (1-NBYR)
TMX	最高温度 (°C)
TMN	最低温度 (°C)
SRAD	太阳辐射 (MJ/m ²)
PRCP	降水量 (mm)
SNOF	降雪 (mm)
SNOM	融雪 (mm)
VPD	蒸汽压差 (kPa)
PET	潜在蒸散量 (mm)
ET	蒸散量 (mm)
EP	蒸腾 (mm)
Q	地表径流量 (mm)
CN	NRCS 径流曲线数
SSF	壤中流 (mm)
PRK	根区以下的渗漏量 (mm)
IRGA	灌溉量 (mm)

(续)

EI	降水能量因子
C	作物管理因子
USLE	基于 USLE 方程估算由于水蚀引起的土壤流失量 (t/hm ²)
MUSL	基于 MUSL 方程估算由于水蚀引起土壤流失量 (t/hm ²)
MUSS	土壤侵蚀-水 (t/hm ²)
MUST	基于改进的 MUSLE 方程估算由于水蚀引起的土壤流失量 (t/hm ²)
RUS2	基于 RUSLE2 方程估算由于水蚀引起的土壤流失量 (t/hm ²)
YWND	风蚀引起的泥沙流失 (t/hm ²)
YN	子流域或河段泥沙运移的氮 (kg/hm ²)
GMN	氮矿化 (kg/hm ²)
DN	反硝化氮损失量 (kg/hm ²)
NFIX	豆科作物固氮量 (kg/hm ²)
NMN	稳定有机质的氮矿化量 (kg/hm ²)
NITR	硝化 (kg/hm ²)
AVOL	氮挥发 (kg/hm ²)
QDRN	排水系统的可溶性氮 (kg/hm ²)
YP	随泥沙损失的磷量 (kg/hm ²)
MNP	磷矿化 (kg/hm ²)
PRKP	渗滤液中的磷损失 (kg/hm ²)
ER	富集率
FNO	有机氮肥 (动物粪便) 施用量 (kg/hm ²)
FNMN	硝态氮肥施用量 (kg/hm ²)
FNMA	铵态氮肥施用量 (kg/hm ²)
FPO	有机肥中有机磷 (实际磷) 施用量 (kg/hm ²)
FPL	矿质磷肥施用量 (kg/hm ²)
TMP	第二土层的土壤温度 (°C)
SW10	土壤表层 10mm 的含水量
RSQI	水库流入量 (mm)
RSQO	水库流出量 (mm)
RSEV	水库蓄水量 (mm)

3 输出数据变量

(续)

RSLK	水库渗漏至地下水水量 (mm)
DPRK	深层渗漏 (mm)
RSSF	地下水流回流 (mm)
RSDC	作物残留物中碳量 (kg/hm ²)
RSPC	CO ₂ 呼吸 (kg/hm ²)
PRKC	根区淋溶的碳量 (kg/hm ²)
QC	随径流流失的碳量 (kg/hm ²)
YC	随泥沙损失的碳量 (t/hm ²)
RSDA	收获时作物残茬 (kg/hm ²)
MAP	子流域有机肥料施用 (t/hm ²)
QRF	快速回流 (mm)
QRFN	快速回流中的可溶性氮 (kg/hm ²)
RFIC	降水截留 (mm)
RSBK	水库回水 (mm)
YMNU	肥料流失量 (kg/hm ²)
DEMUR	粉尘排放率
P10D	<10 μ m 颗粒粉尘的排放 (kg/hm ²)
DPKN	深层渗漏出地下水的氮 (kg/hm ²)
FPF	河漫滩渗透 (mm)
FOC	肥料中有机碳组分
DEPC	演算河段的碳沉积量 (kg/hm ²)
DECR	残渣降解 (t/hm ²)
PSOQ	点源流量 (mm)
PSON	点源可溶性氮负荷 (kg/hm ²)
PSOP	点源可溶性磷负荷 (kg/hm ²)
RUSL	用 RUSLE 估算由于水蚀引起的土壤侵蚀量 (t/hm ²)
QPU	河段流出的有机肥中水溶性磷量
IRDL	灌溉分配损失
WYLD	产流量 (mm)。离开子流域汇入河流中的净总水量
QI	进入河段的平均河川径流 (地表径流) (m ³ /s)

(续)

QARS	水库流出量 (m ³)
RFRA	降到水库表面的降水量 (m ³)
DN2	二氮气体损失 (kg/hm ²)
YNWN	由于风蚀引起泥沙中的氮量
ZNMA	根区铵态矿质氮 (kg/hm ²)
ZNMN	根区硝酸盐中矿质氮 (kg/hm ²)
ZPML	根区不稳定形态的矿质磷 (kg/hm ²)
UNM	植物氮吸收量 (kg/hm ²)
UPM	植物磷吸收量 (kg/hm ²)
RZSW	根区土壤水量 (mm)
WTBL	初始潜水水位 (m)
GWST	地下水储量 (mm)
STDO	直立死亡作物残留 (t/hm ²)
RSD	土壤表层作物残留量 (t/hm ²)
RSVQ	水库蓄水 (mm)
RSVY	水库泥沙 (t/hm ²)
RSSA	水库表面积 (HA ²)
SWLT	地表枯落物含水量 (mm)
SNO	雪中含水量 (mm)
RSDM	土壤表层现存的粪肥量 (t/hm ²)
GWSN	地下水氮量 (kg/hm ²)

3.20 * .MWS——流域月文件

表 3.20 参数描述

此文件包含多个月份和年份的变量数据

QSW	流域出流量中地表径流的贡献 (mm)
QTW	流域出流量 (mm)
YW	风蚀引起的土壤流失量 (t/hm ²)

(续)

YNW	流域泥沙运移的氮量 (kg/hm ²)
YPW	流域泥沙运移的磷量 (kg/hm ²)
QNW	流域可溶性氮量 (kg/hm ²)
QPW	流域可溶性磷量 (kg/hm ²)
YMUW	流域粪肥量 (t/hm ²)
QPUW	流域粪肥中可溶性磷量 (kg/hm ²)
YCW	(来自流域出口) 泥沙运移的碳量 (kg/hm ²)

3.21 * .MSW——传送至 SWAT 的逐月输出文件

表 3.21 参数描述

AREA	流域面积 (hm ²)
YEAR	年
MONTH	月
WYLD	产流量 (mm)。离开子流域汇入河流中的净总水量
Y	从子流域或河段出口的泥沙量 (t/hm ²)
YN	子流域或河段中泥沙运移的氮量 (kg/hm ²)
YP	在子流域或河段中泥沙运移的磷量 (kg/hm ²)
QN	子流域或河段地表径流可溶性氮产量 (kg/hm ²)
QP	子流域或河段地表径流可溶性磷产量 (kg/hm ²)
QPST	径流中农药量 (g/hm ²)
YPST	泥沙中的农药量 (g/hm ²)

3.22 * .DPS——子流域农药日文件

表 3.22 参数描述

SA #	子流域编号
SA ID	子流域 ID
Y	年
M	月
D	日
RFV	降水量 (mm)
Q	地表径流量 (mm)
SSF	总壤中流 (mm)
YSD	泥沙量 (t/hm ²)
PSTN	农药名称
PAPL	农药用量 (g/hm ²)
PSRO	径流中农药含量 (g/hm ²)
PLCH	根区渗滤液农药量 (g/hm ²)
PSSF	壤中流中农药量 (g/hm ²)
PSED	泥沙运移的农药量 (g/hm ²)
PDGF	植物叶片降解的农药量 (g/hm ²)
PDGS	土壤中降解的农药量 (g/hm ²)
PFOL	农药植物表面生物降解 (月底) (g/hm ²)
PSOL	土壤中农药降解 (月底) (g/hm ²)
PDRN	排水系统流出的农药量 (g/hm ²)
PRSF	壤中流中的农药量 (g/hm ²)
PDPK	深层渗漏造成的农药损失 (g/hm ²)

3.23 *.SAD——子流域日文件

表 3.23 参数描述

SA#	子流域号
ID	子流域 ID
Y	年
M	月
D	日
CPNM	作物名称
HUI	热单位指数
LAI	叶面积指数
RD	根深 (m)
RW	根重 (t/hm ²)
BIOM	作物生物量包括根及地上植物体 (t/hm ²)
STL	直立生长作物生物量 (t/hm ²)
CPHT	作物高度 (m)
STD	直立死亡作物残茬 (t/hm ²)
STDL	直立死亡木质素 (t/hm ²)
WS	水分胁迫 (干旱) (d)
NS	氮胁迫 (d)
PS	磷胁迫 (d)
TS	低温胁迫 (d)
AS	通风胁迫 (d)
SALT	盐分胁迫 (d)
REG	作物生长调节剂 (最小胁迫因子)
TMX	最高温度 (°C)
TMN	最低温度 (°C)
SRAD	太阳辐射 (MJ/m ²)
PRCP	降水量 (mm)
RHUM	相对湿度

(续)

VPD	蒸汽压差 (kPa)
PET	潜在蒸散量 (mm)
ET	蒸散量 (mm)
EP	蒸腾 (mm)
ZNMA	根区铵态矿质氮 (kg/hm ²)
ZNMN	根区硝态矿质氮 (kg/hm ²)
ZPML	根区不稳态矿物磷 (kg/hm ²)
UMN	植物氮吸收量 (kg/hm ²)
UPM	植物磷吸收量 (kg/hm ²)
RZSW	根区土壤水量 (mm)
WTBL	初始潜水位 (m)
GWST	地下水储量 (mm)
STDO	初始前茬直立死亡作物残留 (t/hm ²)
RSD	土壤表层作物残留量 (t/hm ²)
RSVQ	水库储量 (mm)
RSVY	水库中的泥沙量 (t/hm ²)
SWLT	地表枯落物含水量 (mm)
SNO	雪的含水量 (mm)
RSDM	土壤表层存有的粪肥量 (t/hm ²)
GWSN	地下水包含的氮量 (kg/hm ²)

3. 24 * .DRS——水库日文件

表 3. 24 参数描述

SA #	子流域编号
ID	子流域 ID
Y	年
M	月
D	日

(续)

PRCP	降水量 (m ³)
QI	入库水量 (m ³)
EV	蒸发量 (m ³)
SP	渗透量 (m ³)
Q0	出库水量 (m ³)
RSV	初始储存体积 (m ³)
RSVP	主泄洪量 (m ³)
RSVE	紧急泄洪量 (m ³)
YI	泥沙流入量 (t/hm ²)
YO	泥沙流出量 (t/hm ²)
DEP	河段内的泥沙淤积 (t/hm ²)
RSSA	水库表面积 (hm ²)

3.25 * .DWS——流域出口日文件

表 3.25 参数描述

Y	年
M	月
D	日
RFV	降水量 (mm)
TMX	最高温度 (°C)
TMN	最低温度 (°C)
SRAD	太阳辐射 (MJ/m ²)
PRCP	降水量 (mm)
RHUM	相对湿度
VPD	蒸汽压差 (kPa)
PET	潜在蒸散量 (mm)
ET	蒸散量 (mm)
EP	蒸腾 (mm)

3.26 * .DGZ——放牧日文件

表 3.26 参数描述

SA#	子流域编号
ID	子流域 ID
Y	年
M	月
D	日
Y#	运行年数
ON#	业主编号
HD#	畜群
OPER	操作
CROP	种植制度名称
YLD	作物产量 (kg/hm ²)
YSD	产沙量 (kg/hm ²)
AGPM	地上植物体 (t/hm ²)
STL	直立生长植物生物量 (t/hm ²)
STD	直立死亡作物残茬 (t/hm ²)
CNLV	直立生长植被的氮浓度 (g/g)
CNDD	直立死植被的氮浓度 (g/g)

3.27 * .DUX——日有机肥施用文件

表 3.27 参数描述

SA#	子流域编号
ID	子流域 ID
Y	年
M	月
D	日

(续)

Y#	运行年数
ON#	业主编号
HD#	畜群编号
FERT	肥料类型
AP RATE	肥料施用量 (kg/hm ²)
MN	矿质氮施用量 (kg/hm ²)
NH3	铵态氮施用量 (kg/hm ²)
ON	有机氮施用量 (kg/hm ²)
MP	矿质磷施用量 (kg/hm ²)
OP	有机磷施用量 (kg/hm ²)

3.28 * .DDD——日灰尘分布文件

表 3.28 参数描述

ORDER #	从最大到最小灰尘分布的子流域排序
SA#	子流域编号
ID	子流域 ID
DP10	尘埃沉积小于 10 微米颗粒大小 (kg/hm ²)
FRACT	沉积在子流域的粉尘排放分数
ACCUM	粉尘排放分数之和。其值应该近似 1

3.29 * .DCN——土壤有机碳和氮日文件

表 3.29 参数描述

每一列一个土层（土壤剖面分为 10 层，然而，土层通过原始层编号识别）。该文件还包括总体土壤层次（除非另有规定，碳、氮单位为 kg/hm²）

YEAR 年
MONTH 月

(续)

DAY	日
SA #	子流域编号
ID	子流域 ID
DEPTH	土壤深度 (m)
SW	土壤含水量 (m/m)
TEMP	土壤温度 (°C)
RSD	土壤表层作物残留量 (t/hm ²)
CO2LOSS	通过呼吸损失到大气中的二氧化碳 (kg/hm ²)
NET MN	枯枝落叶、腐殖质和生物量的净氮矿化量 (kg/hm ²)
FOP	新的有机磷 (kg/hm ²)
TOTAL	整个土壤剖面中总量 (每一个适当的变量)

3.30 * .EFR——径流事件洪水演算文件

表 3.30 参数描述

CMD	命令
IDO	出流 ID
ID	子流域 ID
Y	年
M	月
D	日
QP	高峰流量 (m ³ /s)
TP	到达峰值的时间 (h)
Q	径流量 (mm)
SMQ	超渗雨总量 (mm)
SMH	水位曲线中径流量之和 (mm)

3.31 *.EHY——径流事件水文过程线文件

表 3.31 参数描述

SA	子流域编号
ID	子流域 ID
CMD	命令
IDO	出流 ID
Y	年
M	月
D	日
T	时间 (h)
WSAH	流域面积 (hm^2)
SCN	CN 滞留参数 (mm)
QVOL	径流量 (mm)
HYD	过程线水储量 (mm)
TC	汇流时间 (h)
XKDT	退水常数/到达峰值所需时间 (h)
RF	降水量 (mm)
QV	径流量 (mm)
DQ	径流变化量 (m^3/s)
ST	贮存量 (m^3/s)
QHYP	出流率 (m^3/s)
HYDVOL	总径流量 (mm)
HYDST	总存储量 (mm)
PEAKRATE	洪峰流量 (m^3/s)
TP	汇流总时间 (h)
WSAS	流域面积 (hm^2)
HYDV	径流量 (mm)
YI	入流泥沙量 (t/hm^2)

(续)

STY	泥沙储存量 (t/hm ²)
QHYS	出流流量 (m ³ /s)
CY	泥沙含量 (g/m ³)
YHY	出流泥沙率 (t/s)
YITOTAL	入流总泥沙量 (t/hm ²)
YIS	自前一天起入流的泥沙储存量 (t/hm ²)
YO	泥沙出流量 (t/hm ²)
YOS	当天结束时出流的泥沙储存量 (t/hm ²)
IDN1	演算入流 ID
WSAA	流域面积 (hm ²)
WSA (IDN1)	演算入流面积 (hm ²)
HYDVOLR	演算入流径流量 (mm)
HYDSTRR	演算入流总存储量 (mm)
QCAP	演算河道水流容量 (m ³ /s)
IT	演算收敛解的迭代次数
RFR	演算降水量 (mm)
QI	演算河道入流过程线量 (m ³ /s)
V	演算河道流速 (m/s)
TT	演算河道行程时间 (h)
C	演算河道变量存储系数
QIST	河道 QI 加 STR
STR	演算河道存储速率 (m ³ /s)
QOR	演算流出线用 QI1+QI2 (m ³ /s)
HYDVOLTOTR	演算河道出流径流量 (mm)
HYDSTTOTR	演算河道出流总存储量 (mm)
PEAKRATERT	演算河道洪峰流量 (m ³ /s)
TPR	演算总汇流时间 (h)
AVE IT	演算收敛解的迭代次数
IDN1A	添加 HYD 入流 ID
IDN2	添加 HYD 演算河段 ID
QI1	添加 HYD 的 SA1 入流流量 (m ³ /s)

3 输出数据变量

(续)

QI2	添加 HYD 的 SA2 入流流量 (m^3/s)
QO	添加 HYD 水位出流流量 $\text{QI1}+\text{QI2}$ (m^3/s)
WSA (IDN1) A	添加 HYD 入流河段面积 (hm^2)
WSA (IDN2)	添加 HYD 河段面积 (hm^2)
WSA (IDO)	添加 HYD 出流河段面积 (hm^2)
ADD VOLA	添加 HYD 径流量 (mm)
PEAK RATE A	添加 HYD 总洪峰流量 (m^3/s)
TPRA	添加 HYD 总汇流时间 (h)
SA	子流域编号
ID	子流域 ID
CMD	命令
IDO	出流 ID
Y	年
M	月
D	日
T	时间 (h)
WSAH	流域面积 (hm^2)
SCN	CN 滞留参数 (mm)
QVOL	径流量 (mm)
HYD	水位过程线存储量 (mm)
TC	汇流时间 (h)
XKDT	退水常数/到达峰值所需时间 (h)
RF	降水量 (mm)
QV	径流量 (mm)
DQ	径流变化量 (m^3/s)
ST	贮存量 (m^3/s)
QHYP	出流量 (m^3/s)
HYDVOL	总径流量 (mm)
HYDST	总储量 (mm)
PEAKRATE	总峰值速率 (m^3/s)
TP	总汇流时间 (h)

(续)

WSAS	流域面积 (hm ²)
HYDV	径流 (mm)
YI	入流泥沙量 (t/hm ²)
STY	泥沙储量 (t/hm ²)
QHYS	出流速率 (m ³ /s)
CY	泥沙含量 (g/m ³)
YHY	出流泥沙量 (T/s)
YITOTAL	入流泥沙总量 (t/hm ²)
YIS	自前一天起入流的泥沙储存量 (t/hm ²)
YO	泥沙出流量 (t/hm ²)
YOS	当天结束时出流的泥沙储存量 (t/hm ²)
IDN1	演算入流 ID
WSAA	流域面积 (hm ²)
WSA (IDN1)	演算入流面积 (hm ²)
HYDVOLR	河道入流径流量 (mm)
HYDSTRR	演算入流总存储量 (mm)
QCAP	演算河道流量容量 (m ³ /s)
IT	演算收敛解的迭代次数
RFR	演算降水量 (mm)
QI	河段演算后入流量 (根据水文过程线) (m ³ /s)
V	演算流速 (m/s)
TT	演算行程时间 (h)
C	演算变量存储系数
QIST	演算 QI+STR
STR	演算存储速率 (m ³ /s)
QOR	演算出流过程线流量 QI1+QI2 (m ³ /s)
HYDVOLTOTR	演算出流径流量 (mm)
HYDSTTOTR	演算出流总存储量 (mm)
PEAKRATERT	演算洪峰流量 (m ³ /s)
TPR	演算总汇流时间 (h)
AVE IT	演算收敛解的迭代次数

(续)

IDN1A	添加 HYD 入流 ID
IDN2	添加 HYD 演算河段 ID
QI1	添加 HYD 的 SA1 入流流量 (m^3/s)
QI2	添加 HYD 的 SA2 入流流量 (m^3/s)
QO	添加 HYD 水位过程线出流流量 $QI1+QI2$ (m^3/s)
WSA (IDN1) A	添加 HYD 入流河段面积 (hm^2)
WSA (IDN2)	添加 HYD 河段面积 (hm^2)
WSA (IDO)	添加 HYD 出流面积 (hm^2)
ADD VOLA	添加 HYD 径流量 (mm)
PEAK RATE A	添加 HYD 总洪峰流量 (m^3/s)
TPRA	添加 HYD 总汇流时间 (h)

3.32 * .DPW——流域农药日文件

表 3.32 参数描述

该文件可能包含了多达 10 种农药的数据

SA#	子流域编号
ID	子流域 ID
Y	年
M	月
D	日
RFV	降水量 (mm)
Q	年地表径流量 (mm)
SSF	壤中流 (mm)
YSD	产沙量 (t/hm^2)
PSTN	农药名称
PSRO	径流中的农药 (g/hm^2)
PSSF	地下水流中的农药 (g/hm^2)
PSED	泥沙中的农药 (g/hm^2)

3.33 *.DHY——子流域水文日文件

表 3.33 参数描述

ISA	子流域 ID
NBSA	子流域编号
Y	年
M	月
D	日
CN	SCS 径流曲线数 (CN)
SCI	NRCS CN 指数法滞留参数
RFV	降水量 (mm)
STMP2	第二土层的土壤温度 (°C)
SML	融雪 (mm)
Q	地表径流量 (mm)
SSF	地下水流 (mm)
QRF	快速回流 (mm)
RSSF	地下水回流 (mm)
WYLD	产流量 (mm)
QRB	高峰流速 (mm/h)
TC	汇流时间 (h)
DUR	持续时间 (h)
ALTC	平均降水量/暴雨量 (ALPHA)
AL5	平均半小时降水量/暴雨量 (HALF-HOUR ALPHA)
REP	降水强度峰值 (mm/h)
RZSW	根区土壤水分 (mm)
GWST	地下水储量 (mm)

3.34 * .DMR——逐日流域营养物和泥沙含量文件

表 3.34 参数描述

JDA	儒略日期
YR	年
WYLD	产流量 (mm)
Y	泥沙含量 (g/m^3)
YN	泥沙中的氮浓度 (mg/L)
YP	泥沙中的磷浓度 (mg/L)
QN	地表径流中可溶性氮浓度 (mg/L)
QP	地表径流中可溶性磷浓度 (mg/L)

4.1 运行失败

(1) 土壤数据 (*.SOL): 缺失必需数据; 土层深度排序错误; 输入的是 CN 值而不是水文土壤组代码 (位于第 2 行)。

(2) 农事操作计划 (*.OPS): 土地利用编号没有输入 (位于第 2 行); 格式问题——数据在错误的列; 数据乱序。

(3) 不正确的子流域文件 (*.SUB): 不正确的汇流演算说明。

(4) 天气数据输入问题: 不正确的数据格式。

4.2 可能导致运行失败的输入问题

(1) 土壤数据: 数据不一致; 容重/质地; 质地/植物有效水量; 有机 C/N/P。

(2) 农事操作计划: 周年作物收获后不移除。

4.3 导致作物产量接近于 0 的问题

(1) $CO_2=0$ 。

(2) 日天气数据输入: 月和日的太阳辐射单位不匹配。

(3) 种植密度=0 (在 *.OPS 文件中没有输入栽培信息)。

4.4 其他可能的输入问题

(1) 文件名与 APEXFILE.DAT 中所包含的文件名不匹配。

例如, 你正在使用的文件是 CROP1501.DAT, 而 APEXFILE.DAT 包含的是 USERCROP.DAT 文件。

(2) 当日数据输入时: 数据必须在第一行输入 (年, 月, 日), 格式 (2X, 3I4, 2 个空格, 3 个数字, 每个数字占 4 个字符, 是 FORTRAN 语言中要求的格式)。在 APEXCONT.DAT 文件中模拟的开始日期必须等于或大于出现在天气文件 (*.WTH) 第一行的日期。

4.5 运行完毕检查 *.OUT 输出文件

在 APEXCONT.DAT (IPD=3) 文件中选择月输出 (IPD=3)。

初步检查

(1) 检查每个子流域养分与水平衡 (查找 BALANCE), 它们应接近于 0。

(2) 检查整个流域的水平衡 (TOTAL WATER BALANCE)。

(3) 检查流域总面积, 若不正确, 说明在输入文件 (.SUB) 中对流域汇流结构安排有错误 (检查最后一张表的最后一行即 AVERAGE ANNUAL DATA)。

(4) 检查平均年径流量、产水量、泥沙量与营养物总量 (与 3 在同一行)。

(5) 若上述列在第四行的结果不合理, 检查单个子流域的贡献量 (使用最后一张表或从总结表 SUMMARY TABLE 获得更详细的信息)。

径流问题——需要检查的内容

1. PET 不合理

尝试另外一个 PET 方程，或许更适合这个站点。Hargreaves 方程适用性强，并有可调系数 [PARM (23) 0.002 3~0.003 2] 或指数 [PARM (34) 0.5 ~ 0.6] 来进行调整 (PARM1501.DAT)。PENMAN-MONTEITH 方程通常被认为是最精确的，但其对风速比较敏感，而风速又受测量误差的影响。它也可以通过 PARM1501.DAT 文件中的气孔导度系数 [PARM (1) 1.0~2.0] 调整。在寒冷气候条件下，加拿大发展起来的 Baier-Robertson 方程是一个好的选择。

2. ET 不合理

作物生长季节可能不正确则检查播种与收获日期和潜在热单位 (CRG. OPS)。同时针对 HUSC 值 (查找 CORN YLD=)，检查 .OUT 文件中每年的收获时间。HUSC 正常范围从 1.0 到 1.2，如果 $HUSC < 1$ ，PHU 过大或收获日期过早。如果 $HUSC > 1.2$ ，PHU 太小或收获日期太晚。对于许多一年生作物，HUSC 值应当设定到 1.2，并使用较早的收获日期 (.OPS)。直到达到输入的收获日期并且累计的热单位达到输入 HUSC 值时，收获操作才在模拟时发生。饲料作物可能被啃食得太近或收割的太频繁，而导致在正常植物水分利用条件下叶面积不能正常发育。

3. 检查径流方程

(1) NRCS CN 值方程：CN 值方程随着土壤水而改变。APEX 有 4 种不同的链接 CN 值与土壤水的方法，还包括一个常量的 CN 值选项。方法包括：

①逐日变化的 CN，非线性 CN/SW，考虑不同深度土壤水分权重。

②逐日变化的 CN，非线性 CN/SW，不考虑土壤深度权重。

③逐日变化的 CN，线性 CN/SW，不考虑土壤深度权重。

④不变的 CN - CN2，用于所有的暴雨条件下。

⑤逐日变化的 CN SMI (土壤湿度指数)。

通常土壤湿度指数(方法 5)由于对土壤数据中的错误不敏感,因此它是最强健、最可靠的。这种方法是可以由 PARM (42) (PARM1501.DAT) 调整的, PARM (42) 的变化范围是 0.5~2.0 (小的数值减少了径流)。非线性结构(方法 1, 2)在许多情况下效果很好。当土壤水不是一个主导因素时, 常量 CN 值方法(方法 4)是一个很好的选择。

(2) GREEN 和 AMPT 入渗方程: 土壤入渗 G&A 方程可用于 CN 值应用效果不是很好的特殊情况。模型有 3 种 G&A 方程的变异:

①用双指数分布模拟降水强度, 峰值降水率独立模拟。

②除输入的峰值降水率外, 其他与①完全相同。

③降水强度均匀分布和输入峰值降水率(在降水模拟器研究中是有用的)。

4. 汇流演算

相当大的径流量可渗入到洪泛区, 主要依赖于流经时间和漫滩饱和导水率(在 APEXCONT.DAT 文件中 FPSC 输入的最小值或漫滩第二土层 SC)。流经演算河段的水流可通过地下水和快速回流增加流量。最大地下水储量、地下水的停留时间以及回流对回流+深层渗透的比率可在 APEXCONT.DAT 文件中设置。在 *.SOL 土壤文件中的第 2 行也列有相应的参数, 如果大于 0, 模型则用列在土壤文件中的值。地下水储量必须超过阈值 [PARM (40) PARM1501.DAT], 回流才会发生。

5. 侵蚀/泥沙产沙问题

(1) 径流必须符合实际。

(2) 作物生长必须符合实际, 提供合理的覆盖和残留物。

(3) 耕作必须正确地将残留物与土壤混合。

(4) 侵蚀方程: USLE 和 5 个修改后的方程是可获取的。MUSLE、MUSS 和 MUST 通常给出相似的结果, 适合最大到 250km² 小流域的泥沙估算。USLE 是一个水土流失侵蚀方程, 在评估侵蚀

对生产力的影响等类似研究是有用的。

6. 坡长与陡峭因子

USLE 和 RUSLE 方程均包含该因子。RUSLE 首选大于 20% 的坡度。

7. 演算

当沉积物演算河段被运移时，净沉积或降解将会发生。在 *.OUT (AVERAGE ANNUAL DATA) 中的最后一个表中会显示每个河段的沉积和退化的值。河道/河漫滩传输率可以通过 YI (流域汇总表, WATERSHED SUMMARY TABLE) 除以 YO 获得。这不是一个真正意义上的流域传输率，因为在子流域有沉积过程发生。因此，YO/YI 一般变化范围为 0.5~0.95。

问题：

(1) 河道与河漫滩的几何形状无法很好的定义。低估的河道容量会导致过量的河漫滩流，因此发生沉积和河漫滩冲刷。高估的河道容量会引起数值大的错误传输率。希望有山谷部分的调查，但实际上几乎没有。缺少详细的 GIS 资料尤其是河道维度的信息。缺少好的数据情况下，最好的办法是让模型估算河道和河漫滩的维度。河道容量流量值 (QG, 以 mm/h 表示)，底部宽度/深度比值 (BWD) 和河漫滩宽度/河道宽度比值 (FCW)，可以输入到 APEXCONT.DAT 文件中。许多自然的河道可容纳两年一遇的流量。

(2) 河道覆盖与土壤侵蚀性因子估计不足。USLE C (RCHC) 和 K (RCHK) 因子位于 *.SUB 文件中的每个子流域的第五行。如果这些因子的乘积极低 (0.001)，无论流量情况如何，只会发生非常轻微的河道侵蚀。如果乘积较大 (0.3)，可能导致严重的河道侵蚀。

(3) 在 PARM1501.DAT 文件中流速为 1.0m/s 的泥沙含量 PARM (19) 可能不适合流域。以 t/m^3 为单位的泥沙含量正常的变化范围应为 0.05~0.25。这是演算方程中使用的本底含量。较高的值会引起泥沙输移的高估。

8. 作物生长

在 *.OUT 文件中, 转到平均年作物产量 (AVE ANNUAL CROP YLD) 和平均胁迫天数 (AVE STRESS DAYS)。胁迫的天数揭示限制作物生长的胁迫因子。

限制根生长的容重 (BD) 或铝饱 (ALSAT) 因子会导致作物严重减产。在 SOIL PHYSICAL DATA 中检查不合理的高容重值。在 SOIL CHEMICAL DATA 中检查由于 $\text{pH} < 5$ 而导致的 > 90 的高铝饱和值。可以通过深耕或通过简单地校正错误的的数据来降低容重。通过施用石灰或改正错误的 pH 数据降低铝饱和值。

水胁迫是作物生长最常见的限制因子。过量的 PET 或径流量估计是一个主要的原因。植物有效水是引起水胁迫的另外一个重要限制因素。当田间持水量和萎蔫点不正确时, 会错误地估算植物有效水的情况。在干旱的气候条件下, 土壤贮水量尤为重要。

低的矿化率、不充足的肥料或氮素的过量淋溶, 都会引起氮磷胁迫。在 SOIL CHEMICAL DATA 文件中, 检查有机氮、有机磷和有机碳。碳/氮 (C/N) 比应当接近 10。氮磷比 (N/P) 应当接近 8。在开始模拟阶段 (*.SOL 文件第 3 行), 通过降低耕作的年数提高矿化率。在最后一个表 (AVERAGE ANNUAL DATA) 中的 QNO3 下, 检查氮淋溶。如果发现与年度氮施肥量相关的高渗透值, 到摘要表 (SUMMARY TABLE) 查看 PRKN 和 PRK。高渗透值 (PRK) 可能由于低的 ET 值或径流值, 低的土壤作物有效水储量 (FC-WP) 或者高的饱和电导率值而产生。PRK 对于用户选择刚性的人工灌溉量非常敏感。

4.6 APEX * * * *.OUT (详细的模拟输出文件)

APEX * * * *.OUT 文件由于太长和太详细而无法对每一行进行讨论。下面描述文件的主要部分作为参考。

1. 输入参数

APEXFILE.DAT 列表

运行号 (Run #)

天气数据

管理数据

作物

子流域

土壤

河道演算

水库

演算方案

2. 输出

模拟结果

总结

5.1 作物产量验证

警告用户注意：如果多次运行命令执行后（在 MLRN1501.DAT 文件中第 4 列，用大于零的值表示）对模拟结果不感兴趣，那么打开 *.OUT 文件或找“TOTAL WATER BALANCE”。这章中模型模拟结果会用一个新描述标题表示。同样地，也用后缀为“*.MAN, *.ASA, *.AWS, *.WSS, *.MSW”的文件输出第二套结果。

打开 *.MAN 文件，检查在整个周年中作物平均产量的精度和流域包含的子流域。

读“YLD1”和“YLD2”列数据，第一个数是在整个模拟年份内的平均谷物产量，第二行是在整个模拟年份内的平均饲料产量。将这个文件拷贝到 Excel 表或 ACCESS 数据库中，计算每种作物在各个子流域的平均产量。然后对比流域的平均产量与流域上报的历史产量（如果能获得特定年份的历史产量，请使用 *.SIT 文件第 13 行中指定年份的逐日天气文件运行 APEX 模型）。若一种或多种作物产量不准确，请按照如下说明确定更准确的产量：

- 第一，如果特定的模拟产量比较低，检查土壤深度的精度为了判别土壤深度和重要的相关持水能力是否导致特定作物产

量的降低，打开 *.MAN 文件，其中谷物和饲料产量（YLD1 和 YLD2）按照作物和子流域列出。通过参考 *.SUB 文件的子流域编号，可以识别异常低产的土壤。通过打开相应的 *.SOL 文件并参考最后一个土层的累积深度（m），可以检查土壤数据深度的数据输入错误。

- 第二，检查从播种到收获期间热单位的精度

完成一次运行后，若自动热单位计划在 APEXCONT.DAT（第一行：IHUS）没有被选择，打开 *.OUT 文件并查找“TOTAL WATER BALANCE”，向下滚动几行到相应的模拟开始“SA（# ID）”。滚动直到发现 HARV 操作。这是第一年每个子流域的收获操作的清单。滚动到右边到 HUSC 等于每个被收获的作物。如果对于每个作物的任意 HUSC 值超出边界 0.9~1，需要向下滚动检查后面的年份。若所有年份都超出该范围，同时检查播种（在收获操作的上面）和准确的收获日期。如果依据良好的专业知识，认为它们是准确的，那么打开包含需要调整热单位作物的 *.OPS 文件。若 *.OUT 文件中的 HUSC 值小于 1.0，降低播种操作时的热单位，若大于 1.0，增加热单位。

若自动热单位计划在 APEXCONT.DAT（第一行：IHUS）被选择，打开 *.OUT 文件，除了改变热单位外，其余步骤与前面相同。在 *.OUT 文件中的收获操作改变种植或收获日期来产生更优化的 HUSC \approx 1.0。

- 第三，检查种植密度的准确性


若作物产量过低，检查 *.OPS 文件中的种植密度。良好的专业知识有利于保证数据的正确性。增加（减少）种植密度将会增加（减少）模拟产量。

- 第四，如果作物产量低，检查作物的胁迫水平

判断引起生物量和根发育胁迫的原因，可以从生物量或根部缺水程度、养分、容重、超标的铝中毒或不充足的空气等方面检查，打开 *.OUT 文件，查找“TOTAL WATER BALANCE”，再查找“AVE ANNUAL CROP YLD DATA”。

如果感兴趣的作物不在第一个列表，向下滚动到后面的列表。然后滚动到屏幕的右侧，查看作物的胁迫天数。如果观察到大量的氮胁迫的天数，例如，打开包含胁迫的作物的*.OPS文件，并增加更多的氮肥；对于作物的磷胁迫，继续同样的操作，并且，如果采用人工灌溉和水分胁迫天数比较高，若合适可以添加更多的灌溉。相反，如果根部或生物量的空气胁迫天数较多，则减少灌溉。铝中毒胁迫通常通过添加石灰改善土壤条件（如果在*.SUB文件中第7行被选择，会自动启用）。如果土壤容重导致根胁迫，对所有的*.SOL文件中的每个产生影响的作物的子流域，检查容重数据错误。

- 第五，检查叶面积指数（MXLA）

对于判别叶面积设置是否适合达到作物最佳产量，打开*.OUT，查找“CROP PARAMETERS”（作物参数）。向下滚动到指示低产作物值的“MXLA”行，并将其与相应作物的CROP1501.DAT文件的第1行的值“DMLA”进行比较。在每个作物参数表具有相同的参数各行名称不同的子流域中，如果两个叶面积指数几乎相等，并作物产量低，那么则在CROP1501.DAT文件中增加指数值。

- 第六，修订收获指数和生物质能源比率

如果前5个检查完成后，作物产量依然不准确，最后的办法就是修订一些基本的作物参数。由于这些参数对于美国的作物来说是准确的，通常不能修订。为了国际的用途，可以小幅地修订这些参数。在CROP1501.DAT文件中，收获指数（HI）与粮食产量相关，仅作为地上生物量的比率。收获指数越高（或越低），意味着一定水平的生物量所产生的粮食产量越高（或越低）。类似地，通过改变生物量，达到生物量与能源比（WA）的增加（或降低），因此，谷物和饲料产量都增加（或减少）。

5.2 模型调整以验证径流和泥沙流失量

方法一：适用于普通用户

警告用户注意：如果多次运行已执行（在 MLRN1501.DAT 文件中第 4 列用大于零的值表示）和对预运行模拟结果不感兴趣，那么打开 *.OUT 文件并转到或找到“TOTAL WATER BALANCE”（总水量平衡）。合适的模拟结果出现于一个新的 APEX 描述性标题开始的小节之后。同样地，只使用在 *.MAN, *.ASA, *.AWS, *.WSS, *.MSW 等文件中给出的第二套结果。

检查在一个流域出口模拟的径流/泥沙流失和泥沙流失的精度。打开 *.ASW 文件查看整年的模拟流失量，查看 APEX1501 手册中列表头的定义。如果被验证这些年份的 QTW 值不可接受，通常 YW 也是错误的，参考如下说明：

- 第一，检查土地利用值

通过检查代表径流量/泥沙量估计的 CN 值精度，校正径流量/泥沙量。可以通过检查每个 *.OPS 文件中第 2 行的土地利用编号来完成。若采用多个作物轮作，如果在每个作物种植与收获期，LUN 在合适的操作行输入值来修订，模拟的径流量/泥沙量精度会增强。

- 第二，检查水文土壤组值

通过检查每个 *.SOL 文件中第二行的水文土壤组（HSG），校正径流量/泥沙量。

- 第三，检查山地和河道水文值

通过检查每个子流域的水文，校正径流量/泥沙量。打开 *.OUT 文件，查找描述每个子流域河道和山地水文的“SUBAREA HYDROLOGIC DATA”。注意：检查每个子流域山地和河道坡度的精度。

• 第四，检查子流域和流域大小

通过检查流域的数量和它们的面积，校正径流量/泥沙量。打开 *.WSS 文件，再次转到第二组结果，检查在 WSA 列的最后一行的累计面积，然后再检查上面每个子流域面积。

• 第五，检查逐月和年降水量值

通过检查 *.AWS 文件中被验证多年的模拟月和年降水量值，校正径流量/泥沙量。

• 第六，检查土壤的饱和导水率

通过检查在 *.SOL 文件中的每个土壤饱和导水率的精度，校正径流量/泥沙量。

• 第七，检查侵蚀控制措施因子的精度

通过检查每个 *.SUB 文件中第 9 行侵蚀控制措施因子 (PEC) 的精度，校正径流量/泥沙量。

• 第八，检查水侵蚀方程的选择

对于流域分析，需要用 #3 (MUSS) 或 #0 (MUST) 推荐的选择指示泥沙流失。

• 第九，计算逐日调整 CN 值的修正方法

修正每一个 *.SUB 文件第 2 行计算逐日调整的 CN 值方法。通常推荐 #4 或 #0。

• 第十，如果应用灌溉操作，需要修正灌溉径流率

在每个 *.SUB 文件中的第 8 行，对每个独立的灌溉应用，修正全局灌溉径流率。可以在每个有灌溉作物的 *.OPS 文件中的灌溉行输入径流率。注意：如果在每个有灌溉的 *.SUB 文件 (NIRR) 的第 7 行，选择具有 0 值的自动灌溉，灌溉径流将显著比在 *.OPS 文件中使用严格的灌溉量低。

• 第十一，修正 PARM (42) 值

修订范围在 0.5~1.5 的 Parm (42) 值。高值增加径流流失量或泥沙流失量，反之亦然。

方法二：适用于专业用户

警告用户注意：如果多次运行已执行（在 MLRN1501.DAT 文件中第 4 列用大于零的值表示）和对预运行模拟结果不感兴趣，那么打开 *.OUT 文件并转到或找到“TOTAL WATER BALANCE”（总水量平衡）。合适的模拟结果出现于一个新的 APEX 描述性标题开始的小节之后。同样地，仅使用在 *.MAN, *.ASA, *.AWS, *.WSS, *.MSW 等文件中给出的第二套结果。

检查在一个流域出口模拟的径流/泥沙流失和泥沙流失的精度。打开 *.ASW 文件查看整年的模拟流失量，查看 APEX1501 手册中列表头的定义。如果被验证这些年份的 QTW 值不可接受，通常 YW 也是错误的，参考如下说明：

√ 什么类型的径流错误？Q、SSF、QRF、QDRN 还是 RTF？如果 Q 和（或）QDRN 有错误，按照下面 12 个步骤。如果是 SSF、QRF 和 RTF 错误，跳到下一个（项）。

- 第一，检查土地利用（CN）值

通过检查决定径流量/泥沙量的估计 CN 值的精度来校正径流/泥沙损失，这可以通过检查每个 *.OPS 文件中第 2 行的土地利用编号（LUN）来完成。若采用多个作物轮作，如果在每个作物的种植与收获期，在适当的操作行输入值来修订 LUN，模拟的径流量/泥沙量精度将得到提高。注意：土地利用编号可以用 CN 值替代。

- 第二，检查土壤的饱和导水率

通过检查在 *.SOL 文件中的每个土壤饱和导水率的精度，校正径流量/泥沙量。

- 第三，检查水文土壤组值

通过检查每个 *.SOL 文件中第二行的水文土壤组（HSG），校正径流量/泥沙量。该值应该和砂土（%）、壤土（%）和黏土（%）一致。

- 第四，检查山地和河道水文值

通过检查每个子流域的水文，校正径流量/泥沙量。打开 *.OUT 文件，查找描述每个子流域河道和山地水文的“SUBAREA HYDROLOGIC DATA”（子流域水文数据）。注意：检查每个子流域山地和河道坡度的精度。

- 第五，检查子流域和流域大小

通过检查流域的数量和它们的面积，校正径流量/泥沙量。打开 *.WSS 文件，再次转到第二组结果，检查在 WSA 列的最后一行的累计面积，然后再检查上面每个子流域的面积。

- 第六，检查逐月和年降水量值

通过检查 *.AWS 文件中的被验证多年的模拟降水量值，校正径流量/泥沙量。打开 *.WSS 文件，再次转到第二组结果，查找具有“PRCP”的行，判别多年模拟的逐月的平均降水量。

- 第七，检查侵蚀控制措施因子的精度

通过检查每个 *.SUB 文件中第 9 行侵蚀控制措施因子 (PEC) 的精度，校正径流量/泥沙量。

- 第八，检查水侵蚀方程的选择

对于流域分析，打开 APEXCONT.DAT 文件第 5 行 (DRV)，泥沙流失量需要用推荐的 #3 (MUSS) 或 #0 (MUST) 来指示。

- 第九，计算逐日调整 CN 值的修正方法

修正每一个 *.SUB 文件第 2 行计算逐日调整的 CN 值方法。通常推荐 #4 或 #0。对于每个运行所做的选择，可以通过打开 *.OUT 文件并查找“VARIABLE CN”文件来检查。

- 第十，如果应用灌溉操作，需要修正灌溉径流率

在每个 *.SUB 文件中的第 8 行，对每个独立的灌溉应用，修正全局灌溉径流率。可以在每个有灌溉作物的 *.OPS 文件中的灌溉行输入径流率。注意：如果在每个有灌溉的 *.SUB 文件 (NIRR) 的第 7 行，选择具有 0 值的自动灌溉，灌溉径流将显著比在 *.OPS 文件中使用严格的灌溉量低。

- 第十一，修正土地利用

打开 *.OUT 文件，查找“LAND USE SUMMARY”，通过土地利用分类，例如森林、草地和作物，检查土地利用精度。清单提供了将流域依比例按照作物或其他用途分解的土地利用。注意：由于径流和侵蚀与耕地及其土地状况（如直行、等高和梯田）高度相关，需要仔细验证这个清单里的流域中每种作物的比例。

- 第十二，修订 Parm (42) 值

修订范围在 0.5~1.5 的 Parm (42) 值。高值会增加径流流失量或泥沙流失量，反之亦然。

- √ 检查另一个径流组件：RTF

打开 APEXCONT.DAT 文件，判别第 4 行第 4 个变量 RFPO 值。若等于 0，修改为 0.1 或更大的值，直到完成 RTF 验证。

- 检查其他的径流成分：SSF 和 QRF

打开每一个 *.SOL 文件，判别在第 23 行中的每个 HCL 层的值。若等于 0，修改为 0.1 或更大的值，直到 SSF 和（或）QRF 被验证。

在完成径流验证后，进行 MUST 或 MUSS 精度检查。

- 验证侵蚀，为了更精确的 MUST/MUSS 模拟，调整 PARM 19。

附 录

附录 A—流域定义

标题	详细标题	含 义	最大值	最小值
Name	Watershed Name	流域名称；流域是汇集降水、降雪和排出、渗出到沼泽、小溪、河流、湖泊或地下水的陆地区域。庭院、农场、牧场、森林、小城镇和大城市等构成流域。一些流域贯穿县、州甚至国境边界。流域包含不同的形状和尺寸。一些大至几百万平方英里 ^① ，小至几英亩 ^② 。正如小溪汇流到河流，流域几乎总是更大流域的一个部分。流域的名称是用户对这个流域的命名		
APM	Peak runoff rate	峰值流量：峰值流量降水能量调节因子（APM），该因子提供了一种用于估计水侵蚀的能量因子微调方法。APM默认值为 1，该参数范围为 0.5~1.5		
YLAT	Latitude	纬度：以十进制度表示的流域的纬度，变化范围为：-90~90		
YLOG	Longitude	经度：以十进制度表示的流域的经度，变化范围为：-180~180		
ELEV	Elevation	高程：指流域的平均高程		

① 平方英里为非法定计量单位，1 平方英里 $\approx 2.59 \times 10^6 \text{m}^2$ 。

② 英亩为非法定计量单位，1 英亩 $\approx 4.047 \times 10^3 \text{m}^2$ 。

(续)

标题	详细标题	含 义	最大值	最小值
BCHL	SWAT basin channel length	SWAT 流域河道长度 (m): 这个变量是为特殊项目特设的, 一般并不需要, 如果 APEX 模拟结果要被 SWAT 模型所用, 则可能需要具体情况具体分析		
BCHS	SWAT basin channel slope	SWAT 流域河道坡度 (%): 这个变量是为特殊项目特设的, 一般并不需要, 如果 APEX 模拟结果要被 SWAT 模型所用, 则可能需要具体情况具体分析	1	0
CO ₂ X	CO ₂ concentration in atmosphere (1/1 000 000)	大气中 CO ₂ 浓度 (ppm): 如果设置了非零之值, 模型就不会用 CO ₂ 值	1 000 000	0
CQNX	NO ₃ concentration in irrigation water (mg/L)	灌溉水中的 NO ₃ 浓度 (mg/L): 如果设置了非零之值, 模型就不会用 CNO30 值	1 000 000	0
RFNX	Ave concentration of N in rainfall (mg/L)	降水中的氮平均浓度 (mg/L)	1 000 000	0
UPR	P uptake rate (Manure application)	磷利用率 (有机肥施用): 为补充被作物带走的磷, 有机肥自动施用量 (估计一年被作物带走的磷/有机肥中的矿质磷与有机磷总的分数)	100 000	1 000
UNR	N uptake rate (Manure application)	氮利用率 (有机肥施用): 为补充被作物带走的氮, 有机肥自动施用量 (估计一年被作物带走的氮/有机肥中的矿质氮与有机氮总的分数)	100 000	1 000
WITH	Weather Station	气象站: 距流域中心最近的气象站。 注: 仅仅当在控制文件中 NGN 变量等于-1 时, 才使用气象站	0	0

附录 B—子流域定义

标题	详细标题	单位类型	单位	含 义
IPTS	POINT SOURCE NUMBER		0	点源数
IDF3	Not Used		0	未使用
CNUM	County Name		0	县名称：来自土壤列表中的县名称
INPS	Soil number	Select Soil	0	土壤代码：来自土壤列表中的土壤代码
IOPS	Operation schedule	Select Cropping System	0	农事操作计划：来自农事操作计划列表。注：如果选择的种植制度属于旱地类型，那么灌溉自动触发器（BIR, irrigation auto trigger）必需等于 0。如果业主有畜群，同时这是一个饲养场子流域，那么休耕作物（仅一种作物）是唯一能用的作物。如果饲养场中有一个氧化塘，那么灌溉必须被设置为一个氧化塘灌溉类型
LCNO	Land Condition		0	LCNO（土地利用条件）：当构建 .OPS 文件时，LCNO 被用于查找所选定作物的 CN 值
IOW	Owner ID	Select Owner	0	业主 ID：必须输入项
II	Feeding area	Whole Number 0 or 1	0	饲养区：II=0 代表非饲养区；II=1 代表封闭的饲养区。注：如果 II=0，饲养场氧化塘面积占子流域面积的比例（DALG）必须为 0
IAPL	Auto. Manure Feedlot ID	-1 to 1	0	自动有机肥饲养场 ID：0 表示非有机肥施用区。使用正值的饲养场的子流域 ID 表示施用固体有机肥，使用负值的饲养场的子流域 ID 表示施用液体有机肥。注：这个子流域和自动施用有机肥的子流域必须要被同一个业主所拥有

(续)

标题	详细标题	单位类型	单位	含 义
IFLS	Filter Strip Code	Whole Number 0 or 1	0	过滤带编码：0 表示正常的子流域；1 表示过滤带。注：如果 IFLS=1，河漫滩流分数必须等于 1，用于一个平缓的地形；对于粗糙的地形，其值应为 0.1~0.5。注：当过滤带变为 1 时，河漫滩流分数将自动变为 1，缓冲带宽/河漫滩宽度 = (排水面积 * 10) / 演算河段长度
NVCN	Soil Moisture Index	Whole Number 0 or 4	0	土壤湿度指标： 0=逐日变化的 CN，非线性 CN/SW，考虑不同深度土壤水分权重 1=逐日变化的 CN，非线性 CN/SW，不考虑土壤深度权重 2=逐日变化的 CN，线性 CN/SW，不考虑土壤深度权重 3=不变的 CN - CN2，用于所有的暴雨 4=逐日变化的 CN SMI (土壤湿度指数)
WITH	Daily Weather Station		0	日气象站：只有在控制表中的 NGN 大于 0 时可以使用。注：必须有日气象数据 (.DLY (S)) 才可以使用这个选项
SNO	Water content of snow	(mm)	2	雪的含水量 (mm)：指在模型开始模拟时的地表积雪含水量
STDO	Standing dead crop residue	t/hm ²	3	直立枯死作物残茬 (t/hm ²)
LONG	X Coordinate of subarea centroid.		0	子流域质心点的 X 坐标：子流域质心的经度。如果要使用空间方法生成天气信息选项，需要输入这个参数。在控制表中对 NGN 变量输入 0，设置空间方法生成天气信息。注：对于西半球使用负的度

附 录

(续)

标题	详细标题	单位类型	单位	含 义
LAT	Y Coordinate of subarea centroid.		0	子流域质心点的 Y 坐标；子流域质心的纬度。如果要使用空间方法生成天气信息选项，需要输入这个参数。在控制表中对 NGN 变量输入 0，设置空间方法生成天气信息。注：对于西半球使用负的度
WSA	Subarea size	hm ²	11	子流域大小 (hm ²)。注：如果这是第二个上游，并且它的水流与第一个上游区的水流相连，但不流经第一个上游区，一个减号“-”标志需要添加到第二个上游区的前面。WSA 使它成为负数（由于它涉及水的流动，这通知程序添加第二上游区 WSA 到第一个上游区）
CHL	Longest Distance From Outlet	km	13	子流域的出口到子流域最远点的距离 (CHL) (km 或 mile)；河道长度是沿着子流域最远点到出口的河道距离。经常在小面积 (约 1hm ²) 没有定义的河道。在这种情况下，河道长度可以通过流的路径中心线测量或者简单地通过子流域的长宽比进行估测。对于面积 < 20hm ² 的区域，河道长度测量不重要。在这种情况下，输入 0，单位是 km (公制) 或 mile (英制)。如果这是一个上游的子流域，演算河段的河道长度必须等于距离出口点的距离。如果这是一个下游子流域，那么演算河段的河道长度不能等于距离出口的距离
CHD	Channel depth	m	6	河道深度 (m)
CHS	Channel slope	m/m	15	干流河道坡度 (m/m)：平均河道坡度可以通过流域出口和最远点 (CHL) 的海拔高度差值相除计算。对于小区域来说，这种测量方法不重要，因为 CHL 和 CHS 只用于估算流域的汇流时间。汇流时间主要与溢流坡面有关，而不是小流域的河道流

(续)

标题	详细标题	单位类型	单位	含 义
CHN	Channel roughness Manning's N		0	见附录 G—演算河段 & 河道曼宁 N (RCHN & CHN)
STP	Average Upland Slope	m/m	15	山地平均坡度 (m/m): 必须输入项。平均流域坡度可以通过实地测量或使用网格等值线方法估算 (Williams 和 Berndt, 1977)
SPLG	Ave Upland Slope Length	m	6	山地平均坡长 (m): 必须输入项。流域坡长可以通过现场测量 (Wischmeier 和 Smith, 1978) 或者使用等值线极值点法进行估算 (Williams 和 Berndt, 1977)
UPN	The surface roughness Manning's N		0	附录 F—曼宁 N 的表面粗糙度 (UPN)
FFPQ	Fraction of Buffer/floodplain flow		0	缓冲区/河漫滩流之比的分数: 通过过滤带的分割流
RCHL	Routing Reach Length	km	13	河段演算长度 (RCHL) (km 或 mile): 在河道开始或进入子流域的位置与存在的子流域位置之间的长度 (或距离)。如果这是一个上游的子流域, 那么演算长度必须等于距离出口端最长的距离 (CHL)。如果这是一个下游的子流域, 那么演算长度不能等于距出口的最长距离
RCHD	Channel Depth of Routing Reach	m	6	演算河段的河道深度 (m)
RCBW	Bottom Width of Channel of Routing Reach	m	6	演算河段的河道的底部宽度 (m)

附 录

(续)

标题	详细标题	单位类型	单位	含 义
RCTW	Top Width of Channel of Routing Reach	m	6	演算河段的河道的顶部宽度 (m)
RCHS	Channel Slope of Routing Reach	m/m	15	演算河段的河道坡度 (m) (m/m); 必须输入项
RCHN	Channel Manings N of Routing Reach.		0	见附录 G—演算河段 & 河道曼宁 N (RCHN & CHN)
RCHC	USLE Crop Mangement Channel Factor		0	USLE 作物管理河道因子。例如: 对于裸露的河道状况, RCHC 应该介于 0.1~0.6, 如果河道有好的土地覆盖, RCHC 应该是 0.000 1 (0.000 1~0.6)
RCHK	USLE Erodibility Channel factor		0	USLE 侵蚀度河道因子。例如: 在岩石条件下, RCHK 应该是 0.000 1; 在黄土 (粉砂/泥) 条件下, RCHK 应该是 0.30 (0.000 1~0.5)
RFPW	Buffer/Floodplain width	m	6	缓冲区宽度/洪泛区宽度 = (排水面积 (WSA) × 10 000) / (洪泛区长度 (RFPL) × 1 000)
RFPL	Buffer/Floodplain length	km	13	缓冲区/洪泛区长度 (km)
RSEE	Elev of emergency spillway	m	6	在紧急泄洪道高程点的海拔 (m)
RSAE	Total reservoir surface area	hm ²	11	在紧急泄洪道高程点的水库的总表面积 (km ²)
RSVE	Runoff volume	mm	2	在紧急泄洪道高程点的径流量 (mm)
RSEP	Elev of principal spillway	m	6	在主泄洪道高程点的高程 (m)
RSAP	Total reservoir surface area	hm ²	11	主泄洪道高程的水库总表面积 (hm ²)

(续)

标题	详细标题	单位类型	单位	含 义
RSV0	Volume at principal spillway elevation	mm	2	主泄洪道高程处的容量 (mm)
RSV	Initial reservoir volumes	mm	2	初始水库容量 (mm)
RSRR	Average principle spillway release rate	mm/h	61	主泄洪道平均释放率 (mm/h)
RSYS	Initial sediment concentration in reservoirs		0	水库初始泥沙含量 (g/m^3)
RSYN	Normal sediment concentration in reservoirs		0	水库中正常的泥沙含量 (g/m^3)
RSHC	Hydraulic conductivity of reservoir bottoms	mm/h	61	水库底部的水力传导系数 (mm/h)
RSDP	Time required for the sediment to return to normal		0	泥沙恢复正常所需要的时间: 径流事件后, 水库中的泥沙含量恢复到正常含量所需要的时间
RSBD	Bulk Density of Sediment in reservoir	t/m^3	36	水库中泥沙容重 (t/m^3)
NIRR	Rigidity of irrigation code		0	刚性灌溉代码: 适合弹性的 (变化的) 应用。应用土壤田间持水量 (FC-SW) 和最大单次灌溉量 (ARMX) 的最小值。1 适合刚性的 (固定的) 应用; 应用输入量或 ARMX 量。灌溉代码是用于指定灌溉策略, 有手动和自动两种灌溉模式。如果选择手动灌溉, 则按照用户指定的日期和灌溉量进行灌溉。0 表示仅在需要的时候进行灌溉并灌溉需要的量; 1 表示根据指定的灌溉量灌溉, 通过自动灌溉 (ARMX) 或者依据用户输入的灌溉量和条件

附 录

(续)

标题	详细标题	单位类型	单位	含 义
IRR	Irrigation Code		0	灌溉代码：通过改变农事操作计划中的灌溉代码来设置 IRR。0=旱地，1=喷灌，2=沟/漫灌，3=滴灌施肥（灌溉时加入肥料），4=氧化塘（从氧化塘灌溉），5=滴灌。灌溉代码用于指定是否使用灌溉以及灌溉的类型。若指定沟/漫灌，将计算由灌溉引起的侵蚀量。若指定滴灌施肥，IDFT 将识别肥料的种类和每次灌溉的肥料用量。若指定氧化塘，在每立方米土壤中废液的浓度由 FNP 和在 FERT1 501.DAT 文件中创建的养分分数指定，文件中包含合适的营养物，用 IDFT 进行选择
IRI	Min. application interval for auto. Irrigation	d	0	自动灌溉应用的最低间隔时间（天）。如果 IRR=0，则设置 IRI=0
IFA	Min. fertilizer application interval	d	0	施肥最低间隔时间（d）：自动选择
LM	Liming Code		0	石灰代码：0=自动施用石灰；1=不施用石灰
IFD	Furrow Dike Code		0	犁坝代码：0 表示不使用犁坝系统；1 表示考虑犁坝系统
IDR	Drainage code	mm	2	排水代码：输入 0 表示无排水或输入排水系统的排水深度（mm）
IDF01	Liquid Fertilizer Number		0	液体肥料编号：来自氧化塘，从 FERT.DAT 提供的清单中选择肥料或不选（必须在控制文件中设置 MNUL）
IDF02	Solid Manure From Feeding Area Stock Pile		0	来自饲养区贮存的固态有机肥：仅来自饲养区贮存的固态有机肥的自动施用。肥料编号或无（必须设置 FNP5，并且必须在控制文件中设置 MNUL）

(续)

标题	详细标题	单位类型	单位	含 义
IDF04	Automatic commercial Fertilizer Application		0	自动施用商业肥料；肥料编号或无（默认 ELEM N）（需要设置 BFT）（需要设置 FNP5）
IDF05	Automatic Solid Manure Application		0	自动施用固体肥料；肥料编号或无（根据需要）（必须设置 FNP5，并且必须在控制文件中设置 MNUL）
BIR	Irrigation Auto Trigger		0	自动灌溉触发器；触发自动灌溉的水分胁迫因子。为触发自动灌溉，水胁迫因子需要进行相应的设置：BIR = 0.0，表示允许植物受水分胁迫的影响；0.0 < BIR < 1.0，表示作物受到水分胁迫的分数；BIR = 1.0，表示不存在水分胁迫；BIR < 0.0，表示根区植物有效水分亏缺（-mm）；BIR > 1.0，对于顶层 200mm 土壤，仅当人工灌溉发生时，设置水分张力为 -1 000kPa，表示非常严重的水分亏缺
EFI	Runoff Irrigation		0	径流灌溉；径流体积/灌溉用水体积。灌溉径流比用来描述每次灌溉应用时，通过径流损失的比例（分数）
VIMX	Max. annual irrigation volume	mm	2	年最大灌溉量（mm）：允许对每一种作物进行灌溉设置
ARMN	Min. single application volume	mm	2	最小单次灌溉应用量（mm）：允许自动灌溉
ARMX	Max. single application volume	mm	2	最大单次灌溉应用量（mm）：允许自动灌溉
BFT	Auto Fert. Trigger (proportion)		0	自动施肥触发器；氮胁迫因子触发自动施肥。当氮胁迫水平达到 BFT 时，自动施用氮肥。0.00 代表人工施肥；0 < BFT < 1.0 允许氮胁迫的百分比，1.00 表示没有氮胁迫，按需自动施肥。如果 BFT 大于 1，BFT 是触发自动施肥时土壤中的氮肥（mg/kg）施用量（仅当 IDF0=4 时才触发）

附 录

(续)

标题	详细标题	单位类型	单位	含 义
FNP4	Auto Fert. Application Rate (N)	km	32	自动施肥量 (N): 可变的自动肥料施用量 (按需的施肥量以降低氮胁迫), 固定的自动施肥量 (设置每次达到氮胁迫的施肥量)。注: 必须设置 BFT (自动施肥触发器), 为了使这个变量起作用, IDF0 (自动施肥类型) 必须设置为 4, 并且 IDF4 (自动商用肥施用) 不能为 0
FMX	Max. annual N fertilizer applied for a crop	kg/hm ²	4	作物最大年氮肥施用量
DRT	Time requirement for drainage system to end plant stress		0	排水系统终止植物胁迫所需要的时间 (d)
FDSF	Fraction of furrow dike volume		0	能保存水的有效犁坝容量比例 (分数)
PEC	Erosion control practice factor		0	侵蚀控制措施因子: 根据保护性措施的最大有效性, 侵蚀控制措施因子的值通常为 0.1~0.9。默认值为 1.0, 为非等高的地块
DALG	Fraction of Feed Lot Subarea controlled by lagoon.		0	氧化塘控制的子流域比例。只有当 IRR=4 时才需要 (范围: 0~1)
VLGN	Normal Lagoon Volume		0	普通氧化塘容量/最大的氧化塘容量 (分数): 正常氧化塘体积为最大氧化塘体积的一个分数 (仅当 IRR=4 才需要)。注: 如果氧化塘面积占子流域面积的比例 (DALG)=0, 则 VLGN=0

(续)

标题	详细标题	单位类型	单位	含 义
COWW	Lagoon input from wash water		0	来自清洗污水氧化塘输入, 单位为 m^3 /单位动物/d (仅当 IRR=4 和每户至少拥有一头家畜时才需要) (平均正常值为 0.15)。注: 如果饲养场氧化塘面积占子流域面积的比例 (DALG) = 0, 则 COWW=0 [m^3 / (头 · d)]
DDLG	Time to reduce lagoon storage from maximum to normal in days.	d	0	氧化塘的储量由最大储量降到正常储量所需要的时间 (仅当 IRR=4 时需要)。注: 如果饲养场氧化塘面积占子流域面积的比例 (DALG) = 0, 则 DDLG=0 (d)
SOLQ	Ratio Liquid/Total manure applied		0	液体占饲养场产生粪便总量的比率: 产生的粪便以液态进入氧化塘的比例 (仅当 IRR=4 才需要)。注: 如果饲养场氧化塘面积占子流域面积的比例 (DALG) = 0, 则 SOLQ=0
FNP5	Automatic Manure application rate	kg/hm ²	4	有机肥自动施用量 (仅当 IDF0=2 或 4 才激活)
SFLG	Safety factor for Lagoon spillover		0	氧化塘外溢的安全因子 (分数 0~1) (仅当 IRR=4 才需要)
NY	Select Herd (s) Eligible For Grazing This Crop		0	选择适合放牧作物的畜群。如果子流域没有畜群的话, 选择无, 或者选择在这个区域符合喂养条件的畜群数量。如果选择了畜群, 在放牧区需要设置放牧最低限制 (每个畜群最低饲料量的放牧限制 (t/hm^2))。在补充饲料之前, 在牧场畜群饲料最低放牧限度下, 最低饲料量是多少。注: 在放牧之前, 对于这种作物, 该管理预算必须有一个开始放牧操作。若在 Owner 表中业主没有畜群, 则不能设置 NY 和 XTP 字段。如果日最小分数被设置为 1 (在 Owner 表), 该畜群不会显示在选择列表中

附 录

(续)

标题	详细标题	单位类型	单位	含 义
XTP	Grazing limit for each herd Selected Min. Plant Material	t/hm ²	4	<p>每个畜群最低饲料量的放牧限制。如果子流域没有畜群的话，选择无，或者选择在这个区域符合喂养条件的畜群数量。如果选择了畜群，在放牧区需要设置放牧最低限制（每个畜群最低饲料量的放牧限制（t/hm²））。在补充饲料之前，在牧场畜群饲料最低放牧限度下，最低饲料量是多少。注：在放牧之前，对于这种作物，该管理预算必须有一个开始放牧操作。若在 Owner 表中业主没有畜群，则不能设置 NY 和 XTP 字段。如果日最小分数被设置为 1（在 Owner 表），该畜群不会显示在选择列表中</p>

附录 C—流域名称定义

标题	详细标题	含 义
DALG	Feed Lot Subarea Controlled By Lagoon	饲养场氧化塘面积占子流域面积的比例（0~1）；如果不是一个饲养场子流域，那么饲养场氧化塘占子流域面积的比例（分数）（DALG）必须等于 0
VLGN	Normal Lagoon Volume	正常氧化塘容量（VLGN）（mm）：氧化塘正常水平的存储量为以 mm 为单位的径流，主要来自饲养场子流域的排水区域。注：如果饲养场氧化塘面积占子流域面积的比例（DALG）=0，那么 VLGN 必须等于 0
COWW	Lagoon Input from Wash Water	来自清洗水的氧化塘输入量（COWW）：来自挤奶室的清洗水排入氧化塘的水量，以 $m^3 / (\text{头} \cdot \text{d})$ 为单位。来自清洗水的氧化塘输入量单位为 $m^3 / (\text{头} \cdot \text{d})$ 。注：如果饲养场氧化塘面积占子流域面积的比例（DALG）=0，那么 COWW 必须等于 0
DDLG	Time To Reduce Lagoon Storage	降低氧化塘储存量所需时间：从最大储量到正常储量所需的时间（DDLG）（d）。注：饲养场氧化塘面积占子流域面积的比例（DALG）=0，那么 DDLG 必须等于 0
SOLQ	Ratio Liquid/Total manure applied	饲养场子流域的液体肥与总的有机肥施用比率；进入氧化塘的总的有机肥的分数。注：如果饲养场氧化塘面积占子流域面积的比例（DALG）=0，那么 SOLQ 必须等于 0

附录 D—流域分区定义

标题	详细标题	含 义	单位
IE	Current Subarea	当前的子流域数量	
IO	Downstream Receiving Subarea	接收子流域数是当前子流域排入的下游子流域或者 0 表示出口到流域	
ISOL	Soil	土壤代码：来自土壤列表中的土壤代码	
IOP	Management	管理（农事操作计划文件）：选定轮作种植制度。注：如果种植制度属于旱地类型，那么灌溉自动触发器（BIR, irrigation auto trigger）必须等于 0。如果业主有畜群，同时这是一个饲养场子流域，那么休耕作物（仅一种作物）是唯一能用的作物。如果饲养场中有一个氧化塘，那么灌溉必须被设置为一个氧化塘灌溉类型	
IOW	Owner	业主 ID：子流域土地的业主（在业主界面进行设置）	
IFED	Time Herd In Feed Lot	饲养区放牧时间的分数（饲养区）(II)；0 表示非饲养区；0.001~1 表示在饲养区的放牧时间的分数	
NGZ	Grazing Area / Feed Lot	0 表示非放牧区或非饲养区；1 表示放牧区；2 表示饲养区。注：饲养区=非放牧饲养区	
IAPL	Auto. Manure Feed Lot ID	自动有机肥饲养场 ID；0 表示非有机肥施用区。使用正值的子流域饲养场的 ID 表示施用固体有机肥，使用负值的子流域饲养场的 ID 表示施用液体有机肥。注：这个子流域和自动施用有机肥的子流域必须要被同一个用户所拥有	
IRR	Irrigation Code	灌溉代码：0=旱地，1=喷灌，2=沟/漫灌，3=滴灌施肥（灌溉时加入肥料），4=氧化塘（从氧化塘灌溉），5=滴灌。灌溉代码用于指定是否使用灌溉以及灌溉的类型。若指定沟/漫灌，灌溉引起的侵蚀将被计算。若指定滴灌施肥，按照 IDFT 识别肥料的类型和 FNP 识别每次灌溉的肥料用量。若指定氧化塘，在每立方米土壤中废液的浓度由 FNP 和在 FERT1 501.DAT 文件中创建的养分比例（分数）指定，文件中包含合适的营养物质，用 IDFT 进行选择	

(续)

标题	详细标题	含 义	单位
LM	Lime Application Switch	石灰施用开关：0 表示根据需要自动施用石灰；1 表示不施用石灰。APEX (EPIC 也通用) 允许用户模拟农业石灰石的应用，主要是为了增加土壤的酸碱度和 (或) 降低土壤铝饱和度。对于许多土壤，APEX (EPIC 也通用) 的这个功能是不需要的，因此，它可以被关闭	
WSA	Drainage Area	子流域排水区 (WSA) (hm ² 或 mile)：一般来说，随着农田面积的增大，单位面积农田流失的泥沙量逐渐减少。APEX (EPIC 也通用) 使用 WSA 来估算农田边缘的土壤侵蚀。WSA 的单位是 hm ² (公制) 或者亩 * (英制)。WSA 通常比较小，因为 APEX 假设土壤和管理均为同质的。注：如果这是第二个上游区，水流与第一个上游区水流相连，但不流经第一个上游区。添加一个负号到第二个 WSA 上游区使它成为一个负数 (负数是让模型知道当计算水流时要加上第二个上游区到第一个上游区)	hm ²
CHL	Longest Distance From Outlet	子流域的出口到子流域最远点的距离 (CHL) km 或 mile)：河道长度是沿着子流域最远点到出口的河道距离。经常在小面积 (约 1hm ²) 没有定义的河道。在这种情况下，河道长度可以通过流的路径中心线测量或者简单地通过子流域的长宽比进行估测。对于面积 < 20hm ² 的区域，河道长度测量不重要。在这种情况下，输入 0，单位是 km (公制) 或 mile (英制)。如果这是一个上游的子流域，演算河段的河道长度必须等于距离出口点的距离。如果这是一个下游子流域，演算河段的河道长度不能等于距离出口的距离。	km

* 亩为非法定计量单位，1 亩 ≈ 667m²。

附 录

(续)

标题	详细标题	含 义	单 位
CHS	Subarea Channel Slope	子流域河道坡度 (CHS) (m/m) (分数)。对于小区域来说, 这种测量方法不重要, 因为 CHL 和 CHS 只用于估算流域的汇流时间。对于小流域, 汇流时间主要与溢流坡面有关, 而不是河道流	m/m
UPN	Surface Roughness Manning's N	见附录 F—曼宁的表面粗糙度 (UPN)	
SLG	Land Slope Length	土地平均坡长 (m); 必须输入项。流域坡长可以通过现场测量 (Wischmeier 和 Smith, 1978) 或者使用等值线极值点法进行估算 (Williams 和 Berndt, 1977)	m
SLP	Average Upland Slope	山地平均坡度 (m/m, 分数); 必须输入项。平均流域坡度可以通过实地测量或使用网格等值线方法估算 (Williams 和 Berndt, 1977)	m/m
RCHS	Channel Slope Of Routing Reach	演算河段的河道坡度, 单位为 m/m (分数); m/m 河道坡度可通过子流域入口和出口的高程以及入口和出口的距离差进行估算	
RCHL	Routing Reach Length	演算河段长度 (RCHL) (km 或 mile); 在河道开始或进入子流域的位置与离开子流域的位置之间的长度 (或距离)。如果这是一个上游的子流域, 那么演算长度必须等于距离出口端最长的距离 (CHL)。如果这是一个下游的子流域, 那么演算长度不能等于距出口的最长距离	km
RCHN	Reach Channel Manning's N	见附录 G—演算河段 & 河道曼宁 N (RCHN & CHN)	
type	Type Of Subarea	子流域类型: 上游的子流域没有入口河道, 下游子流域有从另一个子流域的入口河道	
CountyNam	County Name	县名称: 来自土壤列表中的县名称	

(续)

标题	详细标题	含 义	单位
	Subarea Name	子流域名称；子流域名的设置主要是帮助用户识别这个子流域	
WITH	Daily Weather Station	日气象站；如果在控制表中的变量 NGN 大于 0，则使用该参数。注：使用这个选项，必须有“.dly (s)”文件	
Heard	Herd Number	牧群编号；在这个子流域中使用的编号。注：每个牧群只能有一个饲养场和一个氧化塘	
PEC	Erosion Control Practice	侵蚀控制措施因子 (PEC)：用于说明侵蚀控制措施对土壤侵蚀控制的效果。PEC 因子值正常介于 0.1~1.0 之间，这取决于保护措施的有效性。然而，为了完全消除水侵蚀，PEC 设置为 0.0。当这样做时，土壤剖面保持相对静态，因为每一年的年末它都被重置为初始条件。此功能对于比较可选择的侵蚀控制措施和完全侵蚀控制来说是非常方便的。默认值为 1.0，表示为非等高区域。对于等高农田，详见帮助	
IFA	Min Interval For Auto Fert (d)	最小 FERT；自动选项的施肥间隔 (d)	
BFT	Auto Fert. Trigger (proportion)	自动施肥触发器 (BFT)。0.00 表示人工施肥； $0.0 < BFT < 1.0$ 表示允许的氮胁迫百分比；1.00 表示没有氮胁迫，按需自动施肥；如果 BFT 大于 1，BFT 为自动施肥触发时土壤中的氮含量 (mg/kg)。土壤氮含量触发氮胁迫因子从而触发自动施肥。自动施肥触发功能类似于自动灌溉 (BIR) 的功能。当植物氮胁迫水平达到 BFT，可以自动施用氮肥。如果这个值大于 0，每个自动施用计划的肥料量 (IDFT) 必须是施用肥料的代码。如果 BFT 大于 1，BFT 是土壤中触发自动施氮肥的量 (mg/kg) (仅当 $IDF0=4$ 时才触发)。注：应用商业肥料，施肥自动触发器 (BFT) 必须设置大于 0。在管理文件中的任何肥料或有机肥都将会被应用	

附 录

(续)

标题	详细标题	含 义	单 位
CHK	Channel K Factor	河道 K 因子 (CHK): 反映了河道的可蚀性 (0.000 1~0.5)。例如: 在岩石条件下, CHK 应该是 0.000 1; 少石 (淤泥/泥) 条件下, CHK 应该是 0.30	
BIR	Irrigation Auto Trigger	水分胁迫因子触发自动灌溉 (BIR)。为触发自动灌溉, 水胁迫因子需要进行相应的设置: BIR = 0.0, 表示允许植物受水分胁迫的影响; $0.0 < BIR < 1.0$, 表示作物受到水分胁迫的分数; BIR = 1.0, 表示不存在水分胁迫; BIR < 0.0, 表示根区植物有效水分亏缺 (mm); BIR > 1.0, 对于顶层 200mm 的土壤, 仅当人工灌溉发生时, 设置水分张力为 -1 000kPa, 表示非常严重的水分亏缺	
IRI	Min Interval For Irr. (days)	灌溉的最小时间间隔 (自动灌溉) (IRI) (d); 一些灌溉系统可以频繁地只用水进行灌溉。变量 IRI 允许用户指定连续两次自动灌溉之间最短的时间间隔 (d)。在我们的例子中, 由于没有使用灌溉, IRI 设置为 0 (最大 365d)	
CHC	Channel C Factor	河道 C 因子 (CHC): 取值范围为 0.000 1~0.6。裸露河道条件下, CHC 应该设为 0.1~0.6。如果河道有很好的土壤覆盖, CHC 的值为 0.000 1	
NIRI	Rigidity of irrigation code	刚性灌溉代码: 弹性的 (变化的) 应用。应用土壤田间持水量 (FC-SW) 和最大单次灌溉量 (ARMX) 的最小值。1 为刚性的 (固定的) 应用; 应用输入量或 ARMX 量。灌溉代码用于指定灌溉策略, 有手动和自动两种灌溉模式。如果选择手动灌溉, 灌溉发生在用户指定的日期和灌溉量。0 表示仅在需要的时候进行灌溉并灌溉需要的量; 1 表示根据指定的量灌溉, 通过自动灌溉 (ARMX) 或者根据用户输入量和条件	

(续)

标题	详细标题	含 义	单位
IDF0	Auto Fert. Number	自动施肥代码 (IDF0)；0 表示不进行自动施肥；1 表示来自氧化塘的灌溉施肥；2 表示自动施用来自进料区的固体肥料；4 表示自动施用商业肥料 (默认为单质 N)；5 表示自动施用固体粪便。注：为了应用自动施用粪肥，必须在控制文件中设置 MNUL。为了应用商业肥料，自动滴灌触发器 (BFT) 需要设置为大于 0，管理文件中任何化肥或有机肥总是被应用	
IDFX	Fert. / Manure		
FNP4	Auto Fert. Application Rate (N)	自动施肥量 (N)；可变的自动肥料施用量 (按 需的施肥量以降低氮胁迫)，固定的自动施肥量 (设置每次氮胁迫达到时的施肥量)。注：必须设置 BFT (自动施肥触发器)，为了使这个变量起 作用，IDF0 (自动施肥类型) 必须设置为 4，并 且 IDF4 (自动商用肥施用) 不能为 0	km

附录 E—添加模拟单元/子流域 (S)

标题	详细标题	单位类型	单位	含 义
LCNO	Land Condition		0	LCNO (土地利用条件): 当构建 .OPS 文件时, LCNO 被用于查找所选定作物的 CN 值
IFLS	Filter Strip Code	Whole Number 0 or 1	0	过滤带编码: 0 表示正常的子流域, 1 表示过滤带。注: 如果 IFLS=1, 河漫滩流分数必须等于 1, 表示一个平缓的地形; 对于粗糙的地形, 其值应介于 0.1~0.5 之间。注: 当过滤带变为 1 时, 河漫滩流分数将自动变为 1, 缓冲带宽底/河漫滩宽度 = (排水面积 * 10) / 演算河段长度
NVCN	Soil Moisture Index	Whole Number 0 or 4	0	土壤湿度指标: 0=逐日变化的 CN, 非线性 CN/SW, 考虑不同深度土壤水分权重 1=逐日变化的 CN, 非线性 CN/SW, 不考虑土壤深度权重 2=逐日变化的 CN, 线性 CN/SW, 不考虑土壤深度权重 3=不变的 CN-CN2, 用于所有的暴雨 4=逐日变化的 CN SMI (土壤湿度指数)
SNO	Water content of snow	(mm)	2	雪的含水量 (mm); 开始模拟地面上的积雪
STDO	Standing dead crop residue	t/hm ²	3	直立枯死的作物残茬 (t/hm ²)
XCT	LONG		0	子流域质心 X 坐标: 子流域质心的经度。如果要使用空间方法生成天气信息选项, 需要输入这个参数。在控制表中对 NGN 变量输入 0, 设置空间方法生成天气信息。注: 对于西半球使用负的度

(续)

标题	详细标题	单位类型	单位	含 义
YCT	LAT		0	子流域质心 Y 坐标：子流域质心的纬度。如果要使用空间方法生成天气信息选项，需要输入这个参数。在控制表中对 NGN 变量输入 0，设置空间方法生成天气信息。注：对于西半球使用负的度
CHD	Channel depth	m	6	河道深度
CHN	Channel roughness Manning's N		0	见附录 G—演算河段 & 河道曼宁 N (RCHN & CHN)
FFPQ	Fraction of Buffer/floodplain flow		0	缓冲区/河漫滩流之比的分数；通过过滤带的分割流
RCHD	Channel Depth of Routing Reach	m	6	演算河段的河道深度 (m)
RCBW	Bottom Width of Channel of Routing Reach	m	6	演算河段的河道底部宽度 (m)
RCTW	Top Width of Channel of Routing Reach	m	6	演算河段的河道顶部宽度 (m)
RFPW	Buffer/Floodplain width	m	6	缓冲区宽度/洪泛区宽度 = [排水面积 (WSA) × 10 000] / ([洪泛区长度 (RF-PL) × 1 000])
RFPL	Buffer/Floodplain length	km	13	缓冲区/洪泛区长度 (km)
RSEE	Elev of emergency spillway	m	6	在紧急泄洪道高程点的海拔 (m)
RSAE	Total reservoir surface area	hm ²	11	在紧急泄洪道高程点的水库的总表面积 (hm ²)
RSVE	Spillway Runoff volume	mm	2	在紧急泄洪道高程点的径流量 (mm)

附 录

(续)

标题	详细标题	单位类型	单位	含 义
RSEP	Elevation of principal spillway	m	6	在主泄洪道高程点的高程 (m)
RSAP	Total reservoir surface area	hm ²	11	主泄洪道高程的水库总表面积 (hm ²)
RSV0	Volume at principal spillway elevation	mm	2	主泄洪道高程处的容量 (mm)
RSV	Initial reservoir volumes	mm	2	初始水库容量 (mm)
RSRR	Average principle spillway release rate	mm/h	61	主泄洪道平均释放率 (mm/h)
RSYS	Initial sediment concentration in reservoirs		0	水库初始泥沙含量 (g/m ³)
RSYN	Normal sediment concentration in reservoirs		0	水库中正常的泥沙含量 (g/m ³)
RSHC	Hydraulic conductivity of reservoir bottoms	mm/h	61	水库底部水力传导系数 (mm/h)
RSDP	Time for sediment to return to the normal		0	泥沙恢复正常所需要的时间；径流事件后，水库中的泥沙恢复到正常浓度所需要的时间
RSBD	Bulk Density of Sediment in reservoir	t/m ³	36	水库中泥沙容重 (t/m ³)
IFD	Furrow Dike Code		0	犁坝代码：0 表示不使用犁坝系统；1 表示考虑犁坝系统

(续)

标题	详细标题	单位类型	单位	含 义
IDR	Drainage code	mm	2	排水代码；输入 0 表示无排水或输入排水系统的排水深度 (mm)
EFI	Runoff Irrigation		0	径流灌溉；径流体积/灌溉用水体积。灌溉径流比是用来描述每个灌溉应用时通过径流损失的比例 (分数)
VIMX	Max. annual irrigation volume	mm	2	年最大灌溉量 (mm)；允许每一种作物
ARMN	Min. single application volume	mm	2	最小单次灌溉应用量 (mm)；允许自动灌溉
ARMX	Max. single application volume	mm	2	最大单次灌溉应用量 (mm)；允许自动灌溉
FMX	Max. annual N fertilizer applied for a crop	kg/hm ²	4	作物年最大氮肥施用量
DRT	Time for drainage system to end plant stress		0	排水系统终止植物胁迫所需要的时间 (d)
FDSF	Fraction of furrow dike volume		0	能保存水的有效的犁坝容量比例 (分数)
FNP5	Automatic Manure application rate	kg/hm ²	4	有机肥自动施用量 (仅当 IDF0=2 或 4 时才触发)
SFLG	Safety factor for Lagoon spillover		0	氧化塘外溢的安全因子 (分数 0~1) (仅当 IRR=4 才需要)

附录 F—曼宁 N 的表面粗糙度 (UPN)

山地的表面粗糙度 (曼宁 N); 曼宁 N (MANNING'S N) 是表面粗糙度因子。

适用于不同的条件下的曼宁 N 的值:

坡面流	取值	范围
休耕, 无残留	[0.010 0]	0.008~0.012
传统耕作, 无残留	[0.090 0]	0.06~0.12
传统耕作, 残留	[0.190 0]	0.16~0.22
耧犁, 无残留	[0.090 0]	0.06~0.12
耧犁, 残留	[0.130 0]	0.10~0.16
落耙, 残留	[0.400 0]	0.30~0.50
免耕, 无残留	[0.070 0]	0.04~0.10
免耕 (0.5~1.0t/hm ²)	[0.120 0]	0.07~0.17
免耕 (2.0~9.0t/hm ²)	[0.300 0]	0.17~0.47
草地 (20% 覆盖)	[0.600 0]	
矮草草原	[0.150 0]	0.10~0.20
茂密草地	[0.240 0]	0.17~0.30
百慕大草	[0.410 0]	0.30~0.48
如果未知为空白 (输入 0)	[0.000 0]	

附录 G—演算河段 & 河道曼宁 N (RCHN & CHN)

河段的河道曼宁 N (RCHN)；如果设置为 0，将会被计算。

河道类型	取值	可选范围
A. 开挖或疏浚的人工河道		
(1) 地表，直和均匀	0.025 0	0.016~0.033
(2) 地表，弯曲和缓慢	0.035 0	0.023~0.050
(3) 没有维护，杂草和灌木丛	0.075 0	0.040~0.140
B. 自然河道		
(4) 少量树，石头或灌木丛	0.050 0	0.025~0.065
(5) 重型木材和灌木丛	0.100 0	0.050~0.150

如果河道的径流通道是弯曲和（或）有障碍物，那么水流速率将降低，同时可能将会有沉淀物产生。河道的粗糙度因子指的是曼宁 N 值。该表包含适用于不同条件的河道流的曼宁 N 建议值。

附录 H—APEX 相关出版文献

APEX 期刊文章文献

1. Azevedo J C, Williams J R, Messina M G, et al, 2005. Impacts of the sustainable forestry initiative landscape level measures on hydrological processes [J]. *Water Resour Manage*, 19: 95 - 110.
2. Azevedo J C, Wu X B, Messina M G, et al, 2005. Assessment of sustainability in intensively managed forested landscapes: A case study in eastern Texas [J]. *Soc. Amer. Foresters*, 51 (4): 321 - 333.
3. Chen X, Harman W L, Magre M, et al, 2000. Water quality assessment with agro-environmental indexing of non-point sources, Trinity River Basin [J]. *Applied Engineering in Agriculture*, 16 (4): 405 - 417.
4. Fox G A, 1998. Investigation of High Plains Management Practices with the APEX Modeling System [J]. *Texas A&M Undergraduate Journal of Science*, 2 (1): 9 - 16, Spring issue.
5. Gassman P W, Osei E, Saleh A, et al, 2002. Application of an environmental and economic modeling system for watershed assessments [J]. *J. Amer. Water Res. Assoc*, 38 (2): 423 - 438.
6. Gassman P W, Osei E, Saleh A, et al, 2006. Alternative practices for sediment and nutrient loss control on livestock farms [J]. *Agric, Ecosys. & Environ*, 17 (2 - 3): 135 - 144.
7. Harman W L, Wang E, Williams J R, 2004. Reducing atrazine losses: water quality implications of alternative runoff control practices [J]. *J. Environ. Qual*, 33: 7 - 12.

8. Williams J R, Harman W L, Magre M, et al, 2006. APEX feedlot water quality simulation [J]. *Trans. of the ASABE*, 49 (1): 61 – 73.
9. Paudel K P, Hite D, Intarapapong W, et al, 2003. A watershed-based economic model of alternative management practices in southern agricultural systems [J]. *J. Agric. Applied Econ*, 35 (2): 381 – 389.
10. Osei E, Du B, Bekele A, et al, 2008. Impacts of alternative manure application rates on Texas animal feeding operations: A macro level analysis [J]. *J. Amer. Water Res. Assoc*, 44 (3): 562 – 576.
11. Osei E, Gassman P W, Jones R, et al, 2000a. Economic and Environmental Impacts of Alternative Practices on Dairy Farms in an Agricultural Watershed [J]. *J. Soil Water Cons*, 55 (4): 466 – 472.
12. Osei E, Gassman P W, Hauck L M, et al, 2003a. Using Nutrient Management to Control Nutrient Losses from Dairy Pastures [J]. *J. Range Manage*, 56: 218 – 226.
13. Osei E, Gassman P W, Hauck L M, et al, 2003b. Economic Costs and Environmental Benefits of Manure Incorporation on Dairy Waste Application Fields [J]. *J. Environ. Manage*, 68 (1): 1 – 11.
14. Qiu Z, Prato T, Godsey L, et al, 2002. Integrated assessment of uses of woody draws in agricultural landscapes [J]. *J. Amer. Water Resour. Assoc*, 38 (5): 1255 – 1269.
15. Ramanarayanan T S, Padmanabhan M V, Gajanan G N, et al, 1998. Comparison of simulated and observed runoff and soil loss on three small United States watersheds [J]. *NATO ASI Series*, 1 (55): 76 – 88.
16. Saleh A, Arnold J G, Gassman P W, et al, 2000. Ap-

plication of SWAT for the Upper North Bosque watershed [J]. Trans. ASAE, 43 (5): 1077 - 1087.

17. Saleh A, Gallego O, 2007. Application of SWAT and APEX using the SWAPP (SWAT-APEX) program for the Upper North Bosque River Watershed in Texas [J]. Trans. ASABE, 50 (4): 1177 - 1187.

18. Saleh A, Williams J R, Wood J C, et al, 2004. Application of APEX for forestry [J]. Trans. ASAE, 47 (3): 751 - 765.

19. Wang E, Xin C, Williams J R, et al, 2006. Predicting soil erosion for alternative land uses [J]. J. Environ. Qual, 35: 459 - 467.

20. Wang E, Harman W L, Williams J R, et al, 2002. Profitability and nutrient losses of alternative manure application strategies with conservation tillage [J]. J. Soil and Water Conservation, 57 (4): 221 - 228.

21. Wang X, Gassman P W, Williams J R, et al, 2008. Modeling the impacts of soil management practices on runoff, sediment yield, maize productivity, and soil organic carbon using APEX [J]. Soil Till. Res, 101 (1 - 2): 78 - 88.

22. Wang X, Potter S R, Williams J R, et al, 2006. Sensitivity analysis of APEX for national assessment [J]. Trans. ASABE, 49 (3): 679 - 688.

23. Wang X, Saleh A, McBroom M W, et al, 2007. Test of APEX for nine forested watersheds in east Texas [J]. J. Environ. Qual, 36: 983 - 995.

24. Williams J R, Harman W L, Magre M, et al, 2006. APEX feedlot water quality simulation [J]. Trans. ASAE, 49 (1): 61 - 73.

25. Yin L, Wang X, Pan J, et al, 2007. Evaluation of APEX for daily runoff and sediment yield from three plots in the Up-

land Huaihe River watershed [J], China. Trans. ASABE, 52 (6): 1833 - 1845.

含有 APEX 内容的模型综述期刊文章

26. Borah D K, Yagow G, Saleh A, et al, 2006. Sediment and nutrient modeling for TMDL development and implementation. Trans [J]. ASABE, 49 (4): 967 - 986.

27. Srivastava P, Migliaccio K W, ? im? nek J, 2007. Landscape models for simulating water quality at point, field, and watershed scales [J]. Trans. ASABE, 50 (5): 1683 - 1693.

28. Williams J R, Arnold J G, Kiniry J R, et al, 2007. History of model development at Temple, Texas [J]. Hydrological Sciences Journal, 53: 948 - 960.

APEX 书籍章节

29. Williams J R, Arnold J G, Srinivasan R, et al, 1998. APEX: A new tool for predicting the effects of climate and CO₂ changes on erosion and water quality [M]. NATO ASI Series / Global Environmental Change, Vol. I 55. Berlin, Germany: Springer-Verlag, 441 - 449.

30. Williams J R, Izaurralde R C, 2006. The APEX model [M]. Boca Raton, Florida: CRC Press, Taylor & Francis, 437 - 482.

APEX 应用会议或即将发表的文章

31. Gassman P W, Abraham J, Hauck L, et al, 2001. Simulation of nutrient losses from chicken litter applications in east central Texas with APEX and SWAT [C]. Presented at the 2001 ASAE Annual International Meeting, July 30-Aug. Sacramento, CA. ASAE Paper No. 01 - 2004, St. Joseph, MI: American Soci-

ety of Agricultural Engineers.

32. Gassman P W, Saleh A, Osei E, Abraham J, et al, 2003. Environmental and economic impacts of alternative management scenarios for the Mineral Creek Watershed [C]. In: Proceedings of the Total maximum Daily Load (TMDL) Environmental Regulations II, 323 - 331, Nov. 8 - 12, Albuquerque, NM. St. Joseph, MI: American Society of Agricultural Engineers.

33. Harman W L, Wang E, Williams J R, 2002. Herbicide remediation to protect water quality: Simulation results of APEX [C]. Presented at the International Conference on Environmentally Sustainable Agriculture for Dry Areas for the 3rd Millennium, Shijiazhuang, Hebei, Peoples Republic of China, Sept. 15 - 19.

34. Harman W L, Williams J R, Magre M, et al, 2003. Reducing nutrient losses from CAFOs: A simulation analysis of feedlot management options and filter strip characteristics [C]. Presented at the International Conference on Agriculture and Science Technology, Houston, Texas, Oct. 12 - 15.

35. Hauck L M, Ice G, Tanter A, 2005. Challenges to and opportunities for applying the Comprehensive Economic and Environmental Optimization (CEEOT) Tool to forestry activities [C]. In: Watershed Management to Meet Water Quality Standards and Emerging TMDL (Total Maximum Daily Load), Proceedings of the Third Conference, March 5 - 9, Atlanta, GA. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, MI, 533 - 542.

36. Intarapapong W, Hite D, 2003. Watershed-level policies to implement best management practices under environmental risk [C]. Presented at the Southern Agricultural Economics Association Annual Meeting, Feb. 1 - 5, Mobile, AL.

37. Intarapapong W, Hite D, Renck A, 2002. Environmental risk assessment under environmental standard and safety-first

constraints [C]. Presented at the Western Agricultural Economics Association Annual Meeting, July 28 – 31, Long Beach, CA.

38. Izaurrealde R C, Williams J R, McGill W B, et al, 2001. Simulating Soil Carbon Dynamics, Erosion, and Tillage with EPIC [C]. Paper presented at the First National Conference on Carbon Sequestration, Washington DC, May 14 – 17.

39. Osei E, Du B, Hauck L M, 2007. Impacts of changing herd sizes on the effects of manure application rates [C]. In: Watershed Management to Meet Water Quality Standards and TMDLs; 4th Conference Proceedings, March 10 – 14, San Antonio, A. McFarland and A. Saleh, eds. American Society of Agricultural and Biological Engineers, St. Joseph, MI, 59 – 66.

40. Osei E, Du B, Hauck L M, et al, 2008. Macro-level analysis of CNMPs in the Ohio River Basin [C]. In: Proceedings of the 21st Century Watershed Technology: Improving Water Quality and Environment Conference, March 29 – April 3, St. Joseph, MI; American Society of Agricultural and Biological Engineers.

41. Osei E, McNitt J, Gassman P, Rosenthal W, et al, 1998. An economic and environmental appraisal of selected manure management practices in agricultural watersheds [C]. In: Watershed Management: Moving from Theory to Implementation, March 3 – 6, Denver, CO, Alexandria, VA; Water Environment Federation, 1295 – 1302.

42. Ramanarayanan T S, Williams J R, Dugas W A, et al, 1997. Using APEX to identify alternative practices for animal waste management [C]. Presented at the ASAE International Meeting, 10 – 14 August, Minneapolis, Minnesota. MI; American Society of Agricultural Engineers, 97 – 2209.

43. Saleh A, Gallego O, 2007. Application of SWAT and APEX models using SWAPP (SWAT/APEX program) for the Up-

per North Bosque River watershed in Texas [C]. In: Watershed Management to Meet Water Quality Standards and TMDLs: 4th Conference Proceedings, March 10 – 14, San Antonio, A. McFarland and A. Saleh, eds. American Society of Agricultural and Biological Engineers, St. Joseph, MI, 458 – 468.

44. Saleh A, Gassman P W, Abraham J, et al, 2003. Application of SWAT and APEX models for Upper Maquoketa River watershed in northeast Iowa [C]. Presented at the 2003 ASAE Annual International Meeting, July 27 – 30, Las Vegas, NV. ASAE Paper No. 032063, St. Joseph, MI; American Society of Agricultural Engineers.

45. Saleh A, Osei E, Gallego O, 2008. Use of CEEOT-SWAPP modeling system for targeting and evaluating environmental pollutants [C]. In: Proceedings of the 21st Century Watershed Technology: Improving Water Quality and Environment Conference, March 29 – April 3, Concepción, Chile. E. W. Tollner and A. Saleh, eds. St. Joseph, MI; American Society of Agricultural and Biological Engineers.

46. Saleh A, Williams J R, Wood J C, et al, 2001. Application of APEX for forestry [C]. Presented at the 2005 ASAE International Meeting, July 17 – 20, Sacramento, CA. ASAE Paper No. 018004, St. Joseph, MI; American Society of Agricultural Engineers.

47. Saleh A, Williams J R, Wood J C, et al, 2003. Application of APEX for forestry [C]. In: Proceedings of the Total Maximum Daily Load (TMDL) Environmental Regulations, March 11 – 13, Forth Worth, A. Saleh, ed. St. Joseph, MI; American Society of Agricultural Engineers , 595 – 605.

48. Sanabria, Joaquin, Jay D A, et al, 2000. Precipitation Extreme Events and Land Management Practices for Flood Mitiga-

tion [C]. In Proceedings of American Water Resources Association Conference on Water Resources in Extreme Environments, Editor Douglas L. Kane. May 1 - 3. Anchorage, AK.

49. Schilling E, Ice G, Wigley B, et al, 2007. Water quality issues facing the forest products industry: Current research focus and future research needs [C]. In: Watershed Management to Meet Water Quality Standards and TMDLs: 4th Conference Proceedings, March 10 - 14, San Antonio, A. McFarland and A. Saleh, eds. American Society of Agricultural and Biological Engineers, St. Joseph, MI, 294 - 300..

50. Williams J R, 2002. The APEX manure management component [C]. In: Proceedings of the Total Maximum Daily Load (TMDL) Environmental Regulations, March 11 - 13, Forth Worth, A. Saleh, ed. St. Joseph, MI: American Society of Agricultural Engineers, 44 - 51..

51. Williams J R, Jones C A, Gassman P W, et al, 1995. Simulation of Animal Waste Management with APEX [C]. In: Innovations and New Horizons in Livestock and Poultry Manure Management, September 6 - 7, Austin, TX, 22 - 26, .

52. Williams J R, Srinivasan S, Arnold J G, et al, 2000. Agricultural runoff modeling [C]. In: Proceedings of the Workshop on Watershed Modeling, Watershed 2000, July 9, Vancouver, Canada. Alexandria, VA: Water Environment Federation.

其他 APEX 文件

53. Dybala T J. Lake Aquilla-Brazos River Authority Part I: Farm scale modeling using the Agricultural Policy Environmental Extender (APEX) [EB]. Temple, TX: U. S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, Water Resources Assessment Team, 1998. Available at: <http://>

www.tx.nrcs.usda.gov/technical/wrat/projects/aquilla.html.

54. FAPRI. Missouri watershed water quality initiative [EB]. FAPRI-UMC Report #22-06. Columbia, MO: Food and Agricultural Policy Research Institute, University of Missouri, 2006. Available at: http://www.fapri.missouri.edu/outreach/publications/2006/FAPRI_UMC_Report_22_06.pdf.

55. FAPRI. Estimating water quality, air quality, and soil carbon benefits of the Conservation Reserve Program [EB]. FAPRI-UMC Report #01-07. Columbia, MO: Food and Agricultural Policy Research Institute, University of Missouri, 2007. Available at: http://www.fapri.missouri.edu/outreach/publications/2007/FAPRI_UMC_Report_01_07.pdf.

56. Gassman P W, Williams J R, Benson V R, et al. Historical Development and Applications of the EPIC and APEX models [EB]. Working paper 05 - WP 397. Ames, Iowa: Center for Agricultural and Rural Development, Iowa State University, 2005. Available at: <http://www.card.iastate.edu/publications/DBS/PDFFiles/05wp397.pdf>.

57. Keith G, Norvell S, Jones R, et al. Livestock and the environment: a national pilot project: CEEOT-LP modeling for the Upper Maquoketa River Watershed, Iowa: final report. Report No. PR0003 [EB]. Stephenville, TX: Texas Institute for Applied Environmental Research, Tarleton State Univ, 2000.. Available at: <http://tiaer.tarleton.edu/library/library.cfm>.

58. McNitt J, Jones R, Osei E, et al. Livestock on the environment: Precedents for runoff policy: Policy options CEEOT-LP. PR 9909 [EB]. Stephenville, TX: Texas Institute for Applied Environmental Research, Tarleton State Univ, 1999. Available at: <http://tiaer.tarleton.edu/library/library.cfm>.

59. Osei E, Gassman P, Saleh A. Livestock and the Envi-

ronment: Economic and Environmental Modeling Using CEEOT [EB]. Report No. PR0002. Stephenville, TX: Texas Institute for Applied Environmental Research, Tarleton State Univ, 2002. Available at: <http://tiaer.tarleton.edu/library/library.cfm>.

60. Pratt S, Jones R, Jones C A.. Livestock and the environment: Expanding the focus: Policy options CEEOT-LP [EB]. PR 96 - 03. Stephenville, TX: Texas Institute for Applied Environmental Research, Tarleton State Univ, 1997. Available at: <http://tiaer.tarleton.edu/library/library.cfm>.

附录 I—APEX 模拟各类平衡中的变量定义

这些变量在 *.OUT 文档中能被找到

对于所有平衡的常用变量:

PER=平衡误差百分比

DF=平衡误差 (应接近 0)

土壤水分平衡 (m^3)

BSW=初始土壤含水量

PCP=降水量

Q=地表径流

ET=蒸散发

PRK=渗流

SSF=侧渗地下水出流

IRG=灌溉

SNO=积雪覆盖的初始含水量

QIN=为维持地下水水位的外部的人流

SSFI=来自上游子流域地下水入流

FPF=河漫滩渗透

QDR=排水系统出流

QRF=快速回流 (mm)

RBK=水库回水

CPVH=侧管流出

PSOQ=点源的流入

RGDL=灌溉输送损失

FSW=运行终止土壤含水量

氮平衡 (kg/hm^2)

BTOT=初始总氮量

RFN=降水中的氮

Y =氮以沉积物形式损失

Q = 地表径流中的可溶性氮损失
 SSF=侧向地下流出的可溶性氮损失
 PRK=可溶性氮淋溶损失
 QRF=快速回流的可溶性氮损失
 DR=通过排水系统的可溶性氮的流失
 SSFI=上游地下水的可溶性氮的流入
 DN=反硝化氮损失量
 VOL=挥发损失
 BURN=燃烧作物残茬或森林的氮素损失
 YLD=作物产量带走的氮素
 FIX=豆科作物的氮固定
 FNMN=硝态氮肥
 FNMA=氨态氮肥
 FNO=有机肥
 SNOU=当有机肥离开饲养场时的氮损失
 DEP=河漫滩冲刷/沉积的有机氮损失或增益
 PSON=点源贡献的氮
 ETOT=最终全氮量
 碳平衡 (kg/hm²)
 BTOT=初始全碳量
 Y=沉积物中的碳损失
 PRK=碳淋溶损失
 Q=地表径流碳损失
 RSPC=作物残茬呼吸碳损失
 RSDC=通过农作物残留增加的碳
 TFOC=有机肥料加入的碳
 SCOU=当有机肥从饲养场移除时的碳损失
 DEP=河漫滩冲刷/沉积的碳损失或增益
 FTOT=最终总碳含量
 磷平衡 (kg/hm²)

BTOT=初始全磷含量

Y=沉积物中的磷

Q=地表径流中的可溶性磷流失

PRK=可溶性磷淋溶损失

YLD=作物产量带走的磷损失

FPML=活性磷肥

FPO=有机磷肥

SPOU=当有机肥从饲养场移除时的磷损失

DEP=河漫滩冲刷/沉积的有机磷损失或增益

PSOP=点源贡献的磷

ETOT=最终总磷含量

附录 J—APEX 用以稻田模拟

设置作物参数

在 Crop.DAT 文件中更新水稻作物的参数

- a. HI=50
- b. DLAP1=10.001 和 DLAP2=40.95
- c. RWPC1=0.47 和 RWPC2=0.05
- d. SWD=100kg/hm² 设置初始的生物量（栽植时）
- e. HMX=1.2m；最大高度
- f. PPLP1=20.2 和 PPLP2=120.95

设置稻田土壤渗漏率

在 Parm.DAT 文件中更新 PARM (39) 为 0.5（或一个合适的值）。

创建管理计划

1. 耕作（翻耕）操作

选择田间耕作机或盘式耕作机等耕作器具来模拟耕作，为水稻作物做准备；设置了一个 100mm 的耕作深度。

2. 设置水田堤围

设置堤围（水坑）

- i. 选择积水操作，如水田
- ii. 设置 OPV (1)：堰高度（mm）
- iii. 确保一定要设置 PARM (39) 来减少入渗率（像前面指出的）

3. 灌溉

水田自动灌溉

- i. 选定并设置一个灌溉操作，如门控管

- ii. OPV (1): 输入目标水深 (mm)
- iii. OPV (3) = 9 999; 这用来设置稻田灌溉的目标积水深度
- iv. OPV (6): 输入触发灌溉的最小水深 (mm)
- v. NIRR=2 (在 *.SUB 子流域文件中)
- vi. IRR=2 (在 *.SUB 子流域文件中)

4. 移植

- a. 选用一个移植操作, 如用有 4 排的移植机械
- b. OPV (1) = 1 950: 所需潜在热单位
- c. OPV (2) = 12; 移植后的土地利用编号 (等高梯田)
- d. OPV (3): 移植时的叶面积指数 = 0.1

5. 施肥

- a. 选施肥操作, 如化肥空施 (农用飞机空中施肥)
- b. JX (7): 从化肥文件 FERT.DAT 中选化肥编号 ID
- c. OPV (1): 输入施用量 (kg/hm^2)

6. 施农药

- a. 选施农药操作, 如农药空施 (农用飞机空中喷施农药)
- b. JX (7): 从农药文件 PEST.DAT 选农药编号 ID
- c. OPV (1): 输入施用量 (kg/hm^2)
- d. OPV (2): 输入施农药操作所能控制的虫害比 (分数) (例如: 0.99)

7. 水坑破坏

- a. 选择水坑操作, 停止破坏堤围 (堤)
- b. 设 OPV (1) = 0
- c. 设 OPV (2) = 0
- d. 自动恢复入渗率到 SATK

8. 收割/结束生长

- a. 选择收割操作, 如收割合并机, 四轮驱动 (4WD)
- b. 选 Kill 操作来结束作物生长