

土地整理中灌溉设计频率分析计算方法研究
——以贵州省息烽县土地整理项目为例

刘兰华¹, 康峰峰², 姜海波¹, 张德林³

(1. 中国铁道科学研究院 环控劳卫研究所, 北京 100081; 2. 北京林业大学 省部共建森林培育与保护教育部重点实验室, 北京 100083; 3. 山东农业大学 植物保护学院, 山东 泰安 271018)

摘 要: 目前土地整理规划设计中常对降雨量进行频率分析来选取灌溉设计保证率及其对应典型年, 这种方法没有充分考虑降雨时空分布, 而采用对作物净灌溉需水量进行频率分析则可弥补这一缺陷, 更具合理性。
关键词: 灌溉设计保证率; 设计典型年; 频率分析
中图分类号: S274. 1 文献标识码: A 文章编号: 1005-3409(2007) 06-0245-02

A Method of Determining Suitable Probability for Land Consolidation Plan and Design
——Taking Xifeng County Project, Guizhou Province as an Example

LIU Lan-hua¹, KANG Feng-feng², JIANG Hai-bo¹, ZHANG De-lin³

(1. Environmental Control & Occupational Health Research Institute, China Academy of Railway Sciences, Beijing 100081, China; 2. The Key Lab for Silviculture and Conservation of Ministry of Education, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; 3. Plant Protection College of Shandong Agricultural University, Taian, Shandong 271018, China)

Abstract: Now, rainfall frequency analysis is used commonly to determine probability of irrigation water requirement, and to choose typical years for irrigation project design during the plan and design of the land consolidation. This method doesn't consider the rainfall distribution sufficiently, but the results of frequency analysis of net irrigation requirement can make up for these disadvantages and are valid.
Key words: probability of irrigation water requirement; typical year for irrigation project design; frequency analysis

目前,土地整理项目规划设计中灌溉制度设计通常采用对历年降雨资料进行频率分析来选取典型年。这种方法计算简单方便,其理论依据是一个水文年中降雨量越大,作物需要补充灌溉量越小。但实际上有可能即使降雨量很大,但历时短而且集中,形成时间分布不均,降雨与作物需水量变化过程不匹配,能够被作物实际利用的降雨量并不大,从而造成设计偏差。为了减少设计偏差,必须寻求一种较为合理的计算方法,使其与作物需水变化过程结合更紧密。为此,本文以贵州省息烽县土地整理项目为例,拟采用对项目区作物净灌溉需水量(或称缺水量)进行频率分析,以确定典型年,并与采用对历年降雨资料进行频率分析得出的典型年进行比较分析。

1 概 述

1.1 土地整理概述

土地整理是世界上不少发达国家在土地管理工作中经历的重要阶段,它是社会经济发展由外延型向集约型转变的一个具体体现,是人类文明用地的产物。具体来讲,土地整理是在一定的地域空间内,按照土地利用总体规划和土地利用计划的要求,采用一定的措施和手段,调整土地利用关系,改善土地利用结构,科学规划,合理布局,综合开发利用,提高土地资源的利用率

和产出率,增加可利用土地数量,确保经济、社会、环境三大效益良性循环的措施^[1-3]。目前,土地整理的核心内容是灌排系统、农田交通系统及农田生态系统规划设计。在这些相关系统的规划设计的基础依据就是灌溉设计保证率,其大小决定灌排等系统的规模等级、工程数量等。

1.2 分析方法概述

作物净灌溉需水量(或称缺水量)是作物需水量与有效降雨量的差值,它反映了作物整个生育期所需要补充的灌溉需水量。如果项目区内有 n 种作物,净灌溉需水量计算公式为

$$NIR = \frac{1}{A_{irr}} \sum_{i=1}^n (ETc_i - Pe_i) \times A_i \tag{1}$$

式中: NIR ——该地区年平均作物净灌溉需水量; A_{irr} ——该地区总灌溉面积; ETc_i ——第 i 种作物的需水量; A_i ——该作物的灌溉面积; Pe_i ——第 i 种作物的有效降雨量,按下式取值:

$$Pe_i = \begin{cases} 0 & P < 5\text{ mm} \\ P & 5\text{ mm} \leq P \leq ETc_i \\ ETc_i & P > ETc_i \end{cases} \tag{2}$$

在确定了整个项目区所选取样本年每年的 NIR 后,对其进行频率分析,确定项目区灌溉设计保证率及对应年份。

*收稿日期: 2007-04-16
基金项目: 国投土地开发整理项目(SJ2003-A-贵 001)
作者简介: 刘兰华(1977-),男,江西吉安人,硕士,主要从事水土保持、土地开发整理、建设项目环境保护监理研究。

经验频率计算公式如下^[4-5]：

$$P=\frac{i}{n+1}$$

(3)

式中： p ——经验频率； i ——样本数据序列号； n ——选取的样本个数。

2 项目区概况

贵州省息烽县土地整理项目位于息烽县西北部,距县城 25~33 km。涉及 9 个行政村,建设规模 408.3 hm²。项目区属北亚热带季风湿润气候,全年平均气温 14~15℃,年降雨量 1 111 mm,无霜期 246~288 d,≥0℃积温在 4 400~5 900℃,≥10℃积温 3 400~5 000℃。项目区地貌为低中山丘陵区,大部分地层均由碳酸盐岩和砂页岩组成,主要土壤类型为黄壤、石灰土、水稻土。黄壤土层深厚,构形为 A-B-C 型或 A-AB-C 型,表层厚 5~25 cm,pH 值 4.5~6.5。石灰土构型为 A-B-C 型,表层厚 10~25 cm,pH 值 6.5~8.0。水稻土是项目区的主要耕作土之一,耕层厚一般 15~25 cm。

项目区地表水资源丰富,能够满足项目区内农田灌溉需水要求,但灌排设施不完善,灌溉保证率低,严重制约了当地农业生产的发展。

3 实例分析

项目区作物种类比较多,夏秋季作物有水稻、玉米、蔬菜,冬春季作物有小麦、烤烟、油菜、冬春季蔬菜,根据当地农业发展规划,今后农业种植结构以水稻、蔬菜及烤烟为主,灌溉设计保证率以这几种作物为主计算。计算所需气象资料系列采用了项目所在地息烽县 1957~2001 年 45 a 的月平均降雨数据。

表 1 各气象年份作物净灌溉需水量计算结果

排序	$p/\%$	NIR/mm	年份	排序	$p/\%$	NIR/mm	年份
1	2.2	83	1980	24	52.2	188	1976
2	4.3	91	1977	25	54.3	189	1960
3	6.5	128	1964	26	56.5	194	1994
4	8.7	131	1971	27	58.7	197	1970
5	10.9	135	1996	28	60.9	201	1983
6	13.0	147	1957	29	63.0	202	1991
7	15.2	152	1995	30	65.2	203	1986
8	17.4	155	1982	31	67.4	203	1975
9	19.6	156	1969	32	69.6	207	1968
10	21.7	158	1973	33	71.7	211	1989
11	23.9	162	1974	34	73.9	214	1997
12	26.1	164	1963	35	76.1	215	1958
13	28.3	164	2000	36	78.3	225	1992
14	30.4	166	1967	37	80.4	227	1962
15	32.6	168	1959	38	82.6	228	1972
16	34.8	168	1999	39	84.8	230	1993
17	37.0	176	1984	40	87.0	233	1998
18	39.1	179	1961	41	89.1	238	1988
19	41.3	180	2001	42	91.3	243	1985
20	43.5	184	1987	43	93.5	263	1966
21	45.7	185	1978	44	95.7	269	1990
22	47.8	185	1979	45	97.8	281	1981
23	50.0	188	1965				

根据项目区内作物种植结构、作物净灌溉需水量计算公式及气象资料,可计算项目区各年份所对应的作物净灌溉需水量(NIR),然后根据公式(3)可计算其所对应的经验频率,结果如表 1 所示。

如果采取传统的对历年降雨资料进行频率分析,各年份

所对应的频率如表 2 所示。

表 2 对历年降雨资料进行分析后各年份所对应频率结果

排序	$p/\%$	降雨量/ mm	年份	排序	$p/\%$	降雨量/ mm	年份
1	2.17	1458.8	1980	24	52.17	1132.2	1975
2	4.35	1452.8	1977	25	54.35	1128.2	2001
3	6.52	1390.4	1996	26	56.52	1122.5	1994
4	8.70	1382.4	1964	27	58.70	1101.7	1976
5	10.87	1311.6	1991	28	60.87	1086.6	1997
6	13.04	1307.1	1982	29	63.04	1067.8	1978
7	15.22	1296.9	1959	30	65.22	1060.6	1972
8	17.39	1286.9	1971	31	67.39	1055.8	1965
9	19.57	1273.6	1974	32	69.57	1019.1	1983
10	21.74	1266.4	1957	33	71.74	1013.7	1958
11	23.91	1263.0	1999	34	73.91	1011.2	1993
12	26.09	1224.3	1979	35	76.09	1007.5	1986
13	28.26	1200.9	1995	36	78.26	1002.7	1989
14	30.43	1191.7	1961	37	80.43	991.5	1968
15	32.61	1188.5	2000	38	82.61	974.5	1992
16	34.78	1187.7	1970	39	84.78	941.2	1962
17	36.96	1172.9	1969	40	86.96	915.2	1988
18	39.13	1172.7	1967	41	89.13	907.7	1998
19	41.30	1172.5	1963	42	91.30	871.6	1985
20	43.48	1170.6	1973	43	93.48	827.3	1990
21	45.65	1170.1	1960	44	95.65	809.6	1981
22	47.83	1162.5	1984	45	97.83	805.2	1966
23	50.00	1136.6	1987				

由表 1 及表 2 可知:

(1) 对降雨量和净灌溉需水量进行频率分析,相同频率所对应的典型年只有 3 个频率相同(分别为 2.2%、4.3%、91.3%),其余 42 个频率没有相同的。

(2) 项目区各相应灌溉保证率下典型年选择依据相关设计规范,项目区内灌溉保证率可选择 85%~95%,上述范围内各频率下典型年选取情况如下:

①在灌溉设计保证率为 95% 时,如果对历年降雨进行频率分析,其典型年为 1981 年,对应降雨量为 809.6 mm,对应净灌溉需水量为 281 mm;如果对净灌溉需水量进行频率分析,其典型年为 1990 年,该年降雨量为 827.3 mm,该年净灌溉需水量为 269 mm。

④在频率为 90% 时,如果对历年降雨进行频率分析,其典型年为 1985 年,该年降雨量为 871.6 mm,该年净灌溉需水量为 243 mm;如果对净灌溉需水量进行频率分析,其典型年也为 1985 年,二者分析的结果一致,说明 1985 年作物需水量曲线与降雨过程曲线比较吻合。

④在频率为 85% 时,如果对历年降雨进行频率分析,其典型年为 1962 年,该年降雨量为 941.2 mm,该年净灌溉需水量为 227 mm;如果对净灌溉需水量进行频率分析,其典型年为 1993 年,该年降雨量为 1 011.2 mm,该年净灌溉需水量为 230 mm,说明 1993 年降雨与作物需水在时间分布上差异较大,降雨有效利用率较低,造成作物净灌溉需水量较大。

4 结 论

(1) 项目区 45 a 降雨与净灌溉需水量二者整体变化趋势基本一致,个别年份有差异,一般情况下降雨量与净灌溉需水量成反比,即年内降雨量大则作物的净灌溉需水量就较小,反之亦然。

(下转第 249 页)

支撑生态的安全,就要从绿洲的功能定位着手,研究其保护措施。依据流域上、中、下游绿洲的结构布局,建立起“三道防线”,即

(1) 祁连山区水源涵养林建设。河西内陆区山地水源涵养林属北半球北温带的森林、灌丛植被类型。水源林各种类型生态分布上,具有区域性的特征。祁连山区的森林、灌丛在资源性质上有多种用途。森林在山体生态系统平衡中起重要作用,特别是对水土流失有较好的控制能力,可调节山区径流,削减洪峰,起到水源涵养的功能。

(2) 绿洲生态系统建设。河西内陆区的人工绿洲是当地社会经济发展的主要依托,天然绿洲是人工绿洲的重要天然屏障,在生物多样性、抗旱耐盐、对环境变化的适应能力等方面,天然绿洲都有人工绿洲无法比拟的优势。人工绿洲是在天然绿洲的基础上开发、建立。现代人工绿洲基本上是以灌溉农业为主的生态经济系统,在河流周围,由于有较好的水分条件,发育有灌丛为主的天然植被、局部湿地,与河流水域共同形成了串接上下游绿洲的绿色廊道,共同形成了荒漠地区的绿洲景观。

(3) 荒漠区绿洲保护屏障建设。荒漠区的地带性天然植被,是绿洲生态系统与荒漠生态系统的过渡地带,是维系绿洲生态系统不可缺少的生命系统,也是经济活动中的农牧交错带,具有改变地面糙度,增加对气流的阻力,改变近地面的气流结构,防蚀阻沙的作用。其生境严酷,生态系统脆弱,成为易于产生沙漠化危害绿洲的流沙策源地。由于这一地带的植被主要靠天然降水支撑,不宜进行植树造林,封育是恢复生态的主要措施。

4.2 生态建设模式

(1) 加强山区植被保护和建设,提高水源涵养能力,减少水土流失。(2) 加强林区管理,理顺体制。(3) 发展二、三产业,加快小城镇建设。(4) 调整农业产业结构。(5) 加强农田防护林体系建设。(6) 恢复、重建退化固沙植被。(7) 退耕还草还荒,严禁新的土地开垦。(8) 适度发展沙产业。

5 水安全保障措施

(1) 建立高效的供水工程体系。借鉴水资源非常短缺的以色列管理水资源的经验,我们认为未来内陆河流域应该持续强化人类对水资源的控制能力,水库蓄水和管道输水是未

来水资源集约化管理的重要方面。

(2) 实行流域水资源的统一管理。水资源统一管理的基础是水循环的统一性。因此,水资源的统一管理就是以流域为单元,以环境安全为基础,以公平的方式,统一协调和管理各有关用水部门开发水、土等资源,实现区域经济和社会的优化发展。

(3) 建立合理的水资源开发利用与保护投资机制。水资源体系建设和运行的物质基础是资金,工程体系、管理机构建设和运行是以资金保障为前提的。在河西内陆区,水资源开发利用方面还没有建立起切实有效的资金保障体系,没有稳定的经费来源,严重阻碍了水资源安全保障体系的建设。对现有水利工程设施的修复、更新改造及运行维护所需资金的筹集,以及新建项目的资金筹集是一个巨大的挑战。

(4) 实施生态环境的保护和修复。加强天然林保护和天然草场建设,强化预防监督,禁止开荒、毁林草和超载放牧,加强森林植被保护,恢复上游地区生态功能和水源涵养能力,搞好绿洲防护林和绿洲边缘固沙林的建设和更新改造。

(5) 实行水资源使用权的界定和转让补偿。在内陆干旱区,社会经济用水与生态环境用水竞争激烈,上下游和国民经济各部门之间用水矛盾很大。因此,应明确水权,采取切实可行的措施,合理配置水资源。

参考文献:

[1] 陈绍金. 水安全概念辨析[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2004: 13- 15.

[2] 邱德华, 董增川. 水战略概念的演绎及其理论应用研究探析[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2004: 1- 4.

[3] 钱正英, 张光月. 中国可持续发展水资源战略研究[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2001.

[4] 朱尔明, 赵广和. 中国水利发展战略研究[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2002.

[5] 方红松, 刘石旭. 关于中国的水安全问题及其对策探讨[J]. 中国安全水利学学报, 2002, 12(1): 38- 41.

[6] 汪恕诚. 资源水利的理论内涵和实践基础[J]. 中国水利, 2000(5): 7- 8.

[7] 王浩, 秦大庸, 王研, 王芳. 西北内陆干旱区生态环境及其演变趋势[J]. 水利学报, 2004(8): 8- 14.

(上接第 246 页)

(2) 采用上述两种分析方法计算后同一年份所对应的频率几乎没有相同的,即同一年份两种分析方法形成了两种不同的结果。

(3) 净灌溉需水量考虑了降雨的时空分布与作物需水量的关系,因此对净灌溉需水量进行频率分析所选取的设计典型年,比仅对降雨量进行频率分析更趋合理性,符合作物水分需求的实际情况。因此,应改变过去仅用降雨量进行频率分析带来的不合理性,应充分考虑作物需水量与降雨的时空分布,按实际缺水量进行频率分析。

参考文献:

[1] 王万茂. 土地整理的产生、内容和效益[J]. 中国土地, 1997(9): 20- 22.

[2] 罗明, 王军. 中国土地整理的区域差异及对策[J]. 地理科学进展, 2001, 20(2): 98- 99.

[3] 张正峰, 陈百明, 董锦. 土地整理潜力内涵与评价方法研究初探[J]. 资源科学, 2002, 24(4): 43- 45.

[4] 郭元裕. 农田水利学[M]. 北京: 水利水电出版社, 1997.

[5] 蔡甲冰. 簸箕李灌区田间灌溉需水量计算与研究[D]. 北京: 中国水利水电科学研究院, 2001.