

文章编号: 1000-5692(2007)04-0487-05

湖北省红安县土地整理中的水资源供需平衡分析

陈朝, 高瑞, 朱明栋

(华中师范大学 城市与环境科学学院, 湖北 武汉 430079)

摘要: 以湖北省红安县红华土地整理项目为例, 简要分析了红华地区的水资源现状, 并结合项目区土地整理的规划要求, 对区域水资源供需平衡做出了分析。结果表明: 如按典型年标准估算, 得到的区内土地整理后的需水量远小于可供灌溉水量, 设计满足项目区的灌溉用水要求, 供需平衡十分合理; 灰色 GM(1, 1) 预测模型预测项目区灌溉保证率为 50% 时, 全区未来各个年份普遍缺水; 而按照采用的灌溉保证率为 75%~95% 的标准推算, 项目区今后几年供需水处于盈水状态。表 7 参 11

关键词: 农业工程; 土地整理; 需水量; 可供灌溉水量; 水资源

中图分类号: S29; F301.2 **文献标志码:** A

土地整理主要是指依据土地利用总体规划和土地开发整理规划, 对农村地区田、水、路、林、村进行综合整治; 对在生产建设过程中, 挖损、塌陷、压占、污染破坏的土地和洪灾、滑坡崩塌、泥石流、风沙等自然灾害损毁的土地进行复垦; 对滩涂、盐碱地、荒草地、裸土地等未利用的宜农土地进行开发利用^[1-5]。农田水利工程的规划设计是土地整理过程中的重要一环, 它不仅关系到整个土地整理项目区的农田耕作收益, 也关系到项目区土地平整和道路工程等其他工程的设计与实施, 而水资源供需平衡分析是实现项目区农田水利工程的规划设计的前提。笔者以国家投资湖北省黄冈市红安县红华土地整理项目为例, 具体论述了土地整理项目区水资源供需平衡分析的方法与过程。

1 项目区概况

湖北省红安县红华土地整理项目区, 地处红安县的北部丘陵地带, 海拔高度为 73.9~117.8 m, 主要有低山丘陵、岗地及河畈等地貌单元, 区内地势较为平坦, 土地肥沃, 主要农作物有水稻 *Oryza sativa*, 小麦 *Triticum aestivum*, 花生 *Arachis hypogaea*, 棉花 *Gossypium hirsutum* 等。项目区涉及华家河、七里坪 2 个镇 4 个行政村, 分为 2 片(矿山片和万田畈片)。矿山片位于华家河镇, 东抵金沙河, 南至山脚, 西至小河, 北邻陈河村, 位于 31°21'48"~31°22'49"N, 114°31'55"~114°32'50"E。万田畈片东抵小河, 南抵倒水河, 西齐山脚, 北齐公路及山脚, 位于 31°23'29"~31°24'25"N, 114°38'08"~114°39'09"E。根据项目区农业发展专项规划及土地适宜性分析, 项目完成后矿山片耕地面积 118.62 hm², 其中水稻种植面积 73.51 hm², 旱地面积 45.11 hm²; 万田畈片耕地面积为 110.23 hm², 其中水稻种植面积 30.56 hm², 旱地面积 79.67 hm², 由于灌溉条件的限制对项目区的旱地、水田作了部分调整。在地势较高的旱地, 基本没有水源可以灌溉。

收稿日期: 2006-10-17; 修回日期: 2007-03-16

基金项目: 国土资源部国家投资土地开发整理重点项目(2004-46)

作者简介: 陈朝, 助教, 硕士研究生, 从事土地整理与环境生态研究。E-mail: shuangshi1010@126.com

2 项目区水资源现状

2.1 水文条件

项目区地处北亚热带大陆性季风气候区,雨量充沛,年降水量为 1 021~1 154 mm,平均降水天数为 110 d,降水多集中在 3~7 月,占全年降水天数的 52%。降水的年际和季节变化较大,由于受季风影响,容易产生灾害性天气。

项目区内地表水径流山区为 550 mm,丘陵为 450 mm。地下水分为基岩裂隙水、第四纪松散岩孔隙水等 2 种主要类型。净储量 0.5 亿 t,年补给量(可开采量)为 4 622 万 t。

2.2 水资源利用现状

项目区所处的倒水河畔属间歇性河流,河床宽一般在 200 m 左右,平均比降为 0.18%,流域面积 1 353.3 km²。区内目前已修有烟宝地水库、檀树岗水库和金沙河水库,并有西干渠贯穿其间,大小坑塘 21 个,总面积为 5.18 hm²(占项目区土地总面积 2.00%)。大部分坑塘面积不足 0.067 hm²,利用价值极低;灌溉面积 86.27 hm²,引水灌溉面积达 30%;灌溉设施基础较差,没有完善的沟渠系统。灌排合一的现象普遍存在,沟渠在项目区内疏密不均,部分区域水网过密,而部分区域灌排却无法保证,且各等级沟渠不配套。供灌溉用支渠及毛渠多为泥渠,渗漏现象严重,排灌效果不甚理想,遇到旱灾,水源调度困难,无法实施有效的灌排。

3 规划水平年水资源供需平衡分析

3.1 需水量估算

需水量预测方法有多种,其中比较常用的方法和指标有:人均国内生产总值、人均供水量、人均水资源量、用水弹性系数、供水增长率和水资源利用率等^[9]。考虑到项目区主要是农作物需水,总结近年来土地整理项目中水资源供需平衡分析的经验,采用农作物灌溉定额的方法推求需水量比较科学合理。根据《红安县 2000—2003 年农业经济发展规划》及项目区农业发展专项规划,项目区未来土地利用类型以种植业用地为主,小面积防风林带及道路,少量居民点及工矿用地,居民生活用水数量有限,且考虑到项目区内居民生活用水主要为地下水,为方便计算,在需水量预测中假设项目区所有土地面积均用于作物种植。

本次设计灌溉保证率设计标准为 $P=90\%$ 。根据项目区土地利用适用性,设计以一季油菜 *Brassica campestris* 和一季中稻典型作物来确定灌溉定额。考虑到当地的灌溉制度和区域作物组成,按照水量平衡的原理逐月分析计算确定各种作物的净灌溉定额,然后,利用公式求得区域内典型作物的净需水量和毛需水量。计算典型年份设为 2000 年。

灌溉定额采用: $M=E-F-W-(W_0-W_1)$ 计算。其中: M 为灌溉定额 ($m^3 \cdot hm^{-2}$); E 为作物需水量 ($m^3 \cdot hm^{-2}$); F 为有效降水,按设计年降水的 65% 计; W 为地下水补给量(考虑到地表水丰富,引用地下水成本较高,故本设计不考虑地下水补给,取 $W=0$); (W_0-W_1) 为时段初和时段末土壤湿润层内储水量,本设计不计算其值。

采用红安县域水稻、油菜和农田排灌等历年相关统计资料和相关土地整理国家规范^[7,8],根据上式求得水稻、油菜的灌溉定额如表 1。

灌溉需水量按 $W_g=M_N \times A/N$ 计算。其中: W_g 为灌溉需水量 (m^3); M_N 为净灌溉定额 ($m^3 \cdot hm^{-2}$); A 为灌区面积 (hm^2); N 为灌溉水综合利用系数。

根据项目区水源情况及当地群众习惯,灌水采用沟灌。支渠、斗渠到田间的毛渠整理前采用土渠,整理后采取硬化,因此,灌溉水综合利用系数(N)取 0.85。农作物灌溉的需水量详细列表计算如表 2。

由表 2 可知,项目区农作物总需水量为 76.37 万 m^3 。项目区不包括居民点和畜牧需水,其用水只考虑农业生产用水。项目区整理后农田灌溉面积为 228.85 hm^2 ,通过以上计算,项目区的灌溉设计保证率为 90% 时,项目建成后,总需水量为 $76.367 \div 90\% \approx 84.85$ 万 m^3 。

3.2 可供灌溉水量估算

3.2.1 供水来源 项目区矿山片可利用的径流量主要为流域产水与金水河水库,项目区万田畈可利用的径流量主要为流域产水与倒水河、西北干渠的水。项目区斗渠承接周边各个泵站引来的水。

3.2.2 有效降水量 ①降水量。项目区属大别山区中纬度内陆湿润区,雨量充沛,年平均降水量为 1 154 mm。根据《红安县统计年报(1996—2005)》历年相关统计资料,得到红安县年平均降水量年分配

(表 3)。②地表径流。依据《红安县水利年鉴(1986—2005)》《红安县农田水利规划》等资料,红安县年平均降水量为 1 154.0 mm,平均 72.9%被蒸发和向地下渗透,27.1%形成地表径流,蓄于境内坑塘。所供地表水量=年均降水量×地表径流比例×项目区面积=1 154÷1 000×27.1%×237.70×10 000=743 368.718 m³≈74.34 万 m³。

表 1 红安县水稻、油菜的灌溉定额 (设计保证率 P=90%)

Table 1 Rice, rape's irrigation fixed quantity of Hong'an County (design guarantee rate P=90%)

月份	灌溉定额/ (m ³ ·hm ⁻²)		月份	灌溉定额/ (m ³ ·hm ⁻²)	
	中稻	油菜		中稻	油菜
1		100	8	900	
2		200	9		500
3		600	10		100
4		700	11		
5	600	400	12		
6	600				
7	900		合计	3 000	2 700

表 2 项目区农作物需水量表 (典型年为 2000 年)

Table 2 Crops water demand of project area (typical year for 2000)

作物品种	种植面积/ hm ²	灌溉定额/ (m ³ ·hm ⁻²)	净需水量/m ³	渠系利用系数	毛需水量/m ³
中稻	104.07	3 000	312 210	0.85	367 305.9
油菜	124.78	2 700	336 906	0.85	396 360.0

3.2.3 可供地下水量 红安县地下水资源调查资料显示,红安县地水平均产水模数为 33.9 万 m³·km⁻²。可供利用的地下水量为 33.9×237.70÷100=80.58 万 m³,因此,项目区可供水量为 74.34+80.58=154.92 万 m³。

项目区地下水资源丰富,但由于项目区内部自产水量和外来水量完全能满足农作物的灌溉需求,因此,本次规划设计中不考虑引用地下水资源。

3.3 水资源供需平衡分析

以上计算表明,在保证率为 90%的情况下,项目区水资源的总供给水量为 154.92 万 m³,其中可供地表水量约为 74.34 万 m³,可供地下水量约为 80.58 万 m³,需水总量为 84.85 万 m³,供需平衡水量为 70.03 万 m³,可以看出项目区水资源的供给量大于需求量,完全满足项目区的灌溉用水要求,而且项目区已规划建设提水站及排灌沟渠,能够充分解决项目区灌溉及排涝问题,使项目区成为旱涝保收的双高效田。因此本设计在水源保障方面是完全可行的。

表 3 红安县年平均降水量分配

Table 3 Year assignment for mean annual precipitation of Hong'an County

月份	降水量/ mm	月份	降水量/ mm
1	20.8	8	96.9
2	61.8	9	29.6
3	106.5	10	54.0
4	116.7	11	63.7
5	84.5	12	16.8
6	227.7		16.8
7	275.0	合计	1 154.0

4 水资源供需平衡趋势预测与分析

4.1 灰色系统 GM (1, 1) 预测模型的建立

由于土地整理项目区供需水量计算涉及到的供需水系统是一个典型的灰色系统^[9],因此,对项目区供需水量的预测可采用灰色系统 GM (1, 1) 模型预测方法。灰色系统建模的基本思想是把无明显规律的时间系列,经过处理变成有规律的时间系列(生成列)^[10]。灰色动态模型 GM (1, 1) 的一般形式为: $dX^{(1)}/dt + aX^{(1)} = u$ (a, u 为待辨识参数)。解此微分方程并将其离散化得:

$$X^{(1)}(k+1) = [X^{(0)}(1) - u/a] e^{-ak} + u/a, \quad k=1, 2, \dots, n \quad (1)$$

由(1)式计算所得的是在 $k+1$ 时刻生成列的预测值 $X^{(1)}(k+1)$, 则原始序列的预测值 $X^{(0)}(k+1)$ 为:

$$X^{(0)}(k+1) = X^{(1)}(k+1) - X^{(1)}(k). \quad (2)$$

在进行运算过程中用到了 Mathcad 7.0 数学软件包, 可直接进行矩阵运算。在使用模型(1)进行预测之前, 可利用 SPSS 软件对该模型的精度进行检验, 检验合格后即可使用该模型进行预测。

4.2 可供水量预测

水资源可供水量主要受降水、地表水拦蓄工程规模、管理调度方式及地下水开采规模等因素控制。根据《湖北农村统计年鉴(2000—2005)》^[1]提供的水利工程供水量的数据可得红安县历年农业供水量。利用该数据乘以项目区常用耕地面积占红安县常用耕地面积的比例系数(约为 0.0067)得到项目区 2001—2005 年各年度用水量, 构成一个独立的时间数据序列后, 对该时间序列作一次累加, 得到累加序列(表 4)。

表 4 项目区供水量原始数据 $X^{(0)}(k)$ 和累加数据 $X^{(1)}(k)$

Table 4 Primary data $X^{(0)}(k)$ and accumulation data $X^{(1)}(k)$ of water demand in project area

时序	年份	供水量/万 m ³	累加供水量/万 m ³
1	2001	133.83	133.83
2	2002	105.39	239.22
3	2003	107.06	346.28
4	2004	100.38	446.66
5	2005	118.14	564.80

经比较发现, 用水量的一次累加生成序列具有指数增长规律, 即可用模型进行拟合。利用 Mathcad 7.0 数学软件包, 通过矩阵运算, 最后得到项目区用水量的 GM(1, 1)模型为: $X^{(0)}(k+1) = (1 - e^{-0.031}) [X^{(0)}(1) + 3.134] e^{0.031k}$, $k=1, 2, \dots, n$ 。利用 SPSS 11.0 对该模型进行检验(过程略), 结果该模型预测精度为“合格”。取 $k=5, 6, 7, 8, 9$ 分别得到项目区 2006, 2007, 2008, 2009, 2010 年的供水量预测数据分别为 116.473, 120.140, 123.923, 127.824, 131.849 万 m³。

4.3 需水量预测

利用上述综合灌溉定额方法, 根据《湖北农村统计年鉴(2000—2005)》^[1]提供的红安县历年水稻和旱作物的种植面积可以推求 2001—2005 年项目区农业需水量(换算过程同供水量), 累加数据后(表 5), 采用灰色预测方法, 得到项目区农业需水量预测模型为: $X^{(0)}(k+1) = (1 - e^{-0.033}) [X^{(0)}(1) + 1.656] e^{0.033k}$, $k=1, 2, \dots, n$ 。

表 5 项目区需水量原始数据与累加数据

Table 5 Primary data and accumulation data of water demand in project area

时序	年份	需水量/万 m ³	累加需水量/万 m ³
1	2001	67.75	67.75
2	2002	58.21	125.96
3	2003	60.94	186.90
4	2004	58.48	245.38
5	2005	65.60	310.98

检验模型精度合格后, 根据供水工程现状和供水工程规划, 结合灌区水资源开发利用程度, 预测项目区 2006—2010 年保证率为 50%, 75%, 95% 的需水量数据(表 6)。

4.4 水资源供需平衡预测

根据对项目区 2006—2010 年水资源的可供水量和需水量的预测, 得到项目区 2006—2010 年供需水量平衡预测数据(表 7)。从表 7

可见: 在今后的数年内, 如果项目区按目前规划的土地整理模式发展, 那么在预测年份, 保证率为 75% 和 95% 时, 全区的水资源供需平衡偏向供大于求, 最大盈水量达到 52.58 万 m³; 在保证率为 50% 时, 全区各个年份普遍缺水, 最高缺水量可达到 18.76 万 m³。考虑到灌溉保证率标准要求为 75%~95%, 所以项目区在近几年供需平衡趋于供大于求。

5 结论

经上述分析, 项目区如按典型年标准, 水资源可供水量为 154.88 万 m³, 需水量 84.85 万 m³, 供需差额为 70.03 万 m³, 因此设计完全满足项目区的灌溉用

表 6 项目区 2006—2010 年需水量预测值

Table 6 Forecast data of water demand in project area during 2006—2010

保证率/%	需水量预测值/万 m ³				
	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年
50	131.99	136.41	140.99	145.72	150.61
75	87.99	90.94	93.99	97.15	100.41
95	69.45	71.80	74.21	76.70	79.27

水要求, 供需平衡十分合理。根据灰色预测模型对项目区未来供需水平衡分析可知: 未来几年, 项目区灌溉保证率为 50% 时, 全区各个年份普遍缺水; 而灌溉保证率为 75% 和 95% 时, 全区的水资源供需平衡偏向供大于求。按照灌溉保证率为 75% ~ 95% 的标准推算, 项目区今后几年供需水处于盈水状态。

综上所述, 本项目区根据土地整理各具体规范, 设计标准恰当, 水资源平衡合理, 完全可以应用此分析做下一步的农田水利工程和其他相关规划设计工作。

表 7 项目区 2006—2010 年供需水量平衡预测值

Table 7 Forecast data of water supply, demand in project area during 2006—2010

保证率/ %	需水量预测值/ 万 m ³				
	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年
50	-15.51	-16.27	-17.07	-17.90	-18.76
75	28.48	29.20	29.93	30.68	31.44
95	47.01	48.34	49.72	51.13	52.58

参考文献:

- [1] 国土资源部土地整理中心. TD/T 1011~1013—2000 土地开发整理标准[S]. 北京: 中国计划出版社, 2000.
- [2] 王如渊. 土地整理与耕地总量平衡[J]. 中国土地, 1999(2): 25—26.
- [3] 姜爱林, 姜志德. 论土地整理概念的科学界定[J]. 地域研究与开发, 1998, 3(1): 1—4.
- [4] 陈胜华, 段建国. 浅析现代意义土地整理的内容[J]. 山西高等学校社会科学学报, 2004, 12(12): 57—58.
- [5] 严金明, 钟金发, 池国仁. 土地整理[M]. 北京: 经济管理出版社, 1998.
- [6] 熊雪安, 张华江. 慈溪市水资源供需平衡分析[J]. 浙江水利水电专科学校学报, 2005, 17(2): 6—8.
- [7] 国土资源部土地整理中心. TD/T 1012—2000 土地开发整理项目规划设计规范[S]. 北京: 中国计划出版社, 2000.
- [8] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中华人民共和国建设部. GB 50288—1999 灌溉与排水工程设计规范[S]. 北京: 中国标准出版社, 1999.
- [9] 赵华龙, 张芳. 德州市水资源供需预测分析[J]. 德州学院学报, 2005, 21(4): 46—49.
- [10] 徐建华. 现代地理学中的数学方法[M]. 北京: 高等教育出版社, 2002: 342—345.
- [11] 湖北农村统计年鉴编辑委员会. 湖北农村统计年鉴(2000—2005)[M]. 北京: 中国统计出版社, 2001—2006.

Analysis of balanced water supply and demand in the land consolidation project of Hong'an County, Hubei Province

CHEN Chao, GAO Rui, ZHU Ming-dong

(College of Urban and Environmental Science, Huazhong Normal University, Wuhan 430079, Hubei, China)

Abstract: With the land consolidation project of Hong'an County, Hubei Province as an example, and on the basis of the study of status quo of water resources in Honghua region, the paper analyzed the equilibrium of supply and demand of water resources in the district with the planning of regional land consolidation. The estimate based on the typical annual water supply and demand showed that the design satisfied the irrigation water demand in the project area because the estimated water demand was far smaller than the irrigation water volume of the land arranged in the area; the supply and demand balance was extremely reasonable. While predicting the irrigation guarantee rate in the project area as 50% with grey GM(1, 1) forecasting models, there would be water scarcity in the following years. But when the irrigation guarantee rate was estimated as 75%—95%, there would be adequate water supply in the project area for the next several years. [Ch, 7 tab. 11 ref.]

Key words: agricultural engineering; land consolidation; water demand; water available for irrigation; water resources