

基于定额定量法的阿克苏市需水量预测分析

朱连勇^{1,2}, 雷晓云¹, 文静¹

(1. 新疆农业大学 水利与土木工程学院, 新疆 乌鲁木齐 830052;

2. 塔里木大学 水利与建筑工程学院, 新疆 阿拉尔 843300)

摘要: 以阿克苏市经济发展及水环境保护为目标, 分析目前该市各水平年的需水现状, 对各水平年的用水定额进行了分析确定, 以2006年为现状年, 对2015年及2030年的需水进行了预测, 从而为该市未来的水资源合理配置提供了理论依据。

关键词: 定额定量分析; 需水量; 需水量预测

中图分类号: TU999.31

文献标识码: A

文章编号: 1672-643X(2012)02-0013-03

Forecast analysis of Aksu city's water demand based on quantitative quota method

ZHU Lianyong^{1,2}, LEI Xiaoyun¹, WEN Jing¹

(1. College of Water Conservancy and Civil Engineering, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, China;

2. Institute of Water Resources and Architectural Engineering, University of Tarim, Alar 843300, China)

Abstract: Taking Aksu City's economic development and water environment protection as the object, the paper analyzed the present situation of water requirements in each level, determined the water quota in all level years. Taking 2006 as the present year, it predicted the water requirements in 2015 and 2030. the results can provide the theory basis for the city's rational allocation of water resources in the future

Key words: quota quantitative analysis; water demand; forecast of water demand

1 研究区概况

阿克苏市位于新疆维吾尔自治区西部, 东与沙雅县相邻, 西与柯坪、乌什县毗连, 南与阿瓦提、洛浦、策勒县接壤, 北与温宿、新和县为界。地理坐标为北纬 $39^{\circ}30' \sim 41^{\circ}27'$, 东经 $79^{\circ}39' \sim 82^{\circ}01'$ 。市境总面积 $18\,369.9\text{ km}^2$ 。属暖温带干旱气候区, 降水稀少, 蒸发量大, 气候干燥。无霜期 $205 \sim 219\text{ d}$, 年平均太阳总辐射量为 $13 \sim 141\text{ kcal/cm}^2$, 年日照 $2\,855 \sim 2\,967\text{ h}$, 年均气温 $9.9 \sim 11.50^{\circ}\text{C}$, 平均降雨量 $44.6 \sim 60.8\text{ mm}$, 年蒸发量 $1\,980 \sim 2\,602\text{ mm}$, 年均风速 $1.7 \sim 2.4\text{ m/s}$ 。

2 2006年各行业需水量现状

2.1 农业需水量现状

全市现有灌溉面积 7.674 万 hm^2 , 全年农业灌

溉用水量为 $86\,286.43\text{ 万 m}^3$, 其中: 地表水 $76\,130\text{ 万 m}^3$, 地下水 $3\,443.00\text{ 万 m}^3$ 。综合毛灌溉定额 $10\,200\text{ m}^3/\text{hm}^2$ 。

2.2 工业用水现状

2006年阿克苏工业总产值为13.8亿元, 因工业用水无统计资料, 工业耗水量按 $55\text{ m}^3/\text{万元}$ 估算, 工业用水量约为 $759\text{ 万 m}^3/\text{a}$, 主要采用地下水。

2.3 生活用水现状

2.3.1 城市用水现状 阿克苏市现有34.19万人, 市民主要靠自来水厂供水, 全年用水量达到 $1\,440\text{ 万 m}^3$, 少数市民靠手压井供水。

2.3.2 农村人畜饮水现状 阿克苏市农村现有14.82万人, 折合标准畜46.14万头(只), 全年农村人畜饮水用水量为 150 万 m^3 , 主要采用地下水。

2.4 城市绿化现状

2006年城区绿化面积 $1\,093\text{ hm}^2$, 年用水量

收稿日期: 2011-11-22; 修回日期: 2011-12-02

基金项目: “十一五”国家科技支撑计划项目(2007BAD38B05); 国家“973”计划项目(2007BAH12B03); 新疆水利水电工程重点学科基金资助项目; 新疆水文及水资源重点学科基金资助项目。

作者简介: 朱连勇(1970-), 男, 山东文登人, 副教授, 在读博士研究生, 主要从事水文水资源教学及技术研究

通讯作者: 雷晓云(1961-), 女, 湖南常宁市人, 教授, 博士生导师, 主要从事水资源教学及水资源高效利用与技术研究。

911.11 万 m^3 。长期以来靠城市自来水厂供水,目前东城区通过打井抽取地下水分片供水。

3 各水平年需水预测

3.1 农业需水预测

农业需水预测,涉及两个关键指标:各种作物的灌溉水利用系数和净灌溉定额。

目前常用的农业灌溉水利用系数与渠系水利用系数和田间水利用系数的高低有关。灌溉水利用系数 η ,通常是指净灌溉用水量 $W_{\text{净}}$ 与毛灌溉用水量 $W_{\text{毛}}$ 之比值。

$$\eta = W_{\text{净}} / W_{\text{毛}} \quad (1)$$

(1) 渠系水利用系数。指从渠首引入总干渠的阶段总用水量与经过各级渠道,包括末级固定渠道的渗漏、蒸发、漏水、跑水、泄水等各种工程和管理损失后进入田间的总水量的比值。它的数值等于各级渠道水利用系数的乘积,即:

$$\eta_q = \eta_{\text{干}} \cdot \eta_{\text{支}} \cdot \eta_{\text{斗}} \cdot \eta_{\text{农}} \quad (2)$$

式中: η_q 为灌区渠系水利用系数; $\eta_{\text{干}}$ 为干渠渠道水利用系数; $\eta_{\text{支}}$ 为支渠渠道水利用系数; $\eta_{\text{斗}}$ 为斗渠渠道水利用系数; $\eta_{\text{农}}$ 为农渠渠道水利用系数。

渠系水利用系数主要决定于各灌区渠道级数的多少、各级渠道的长度及输水流量的大小,可用各灌区实际运行中的水量统计法和流量测定法等办法求得。渠系水利用系数主要与各级渠道的质量、衬砌材料、建筑物的完整与否等因素有关。

(2) 田间水利用系数。田间水利用系数是指实际灌入田间的有效水量和末级固定渠道引进的水量的比值,即:

$$\eta_t = (A \cdot M) / W \quad (3)$$

式中: η_t 为田间水利用系数; A 为末级固定渠道的灌溉面积, hm^2 ; M 为净灌水定额或有效灌水定额(对水田不包括深层渗漏和田面泄水, m^3/hm^2); W 为末级固定渠道引进的总水量, m^3 。

此式所指的净灌水定额或有效灌水定额,是早作物有效土层深度内由灌溉临界最小持水量达到最大持水量的单位面积灌水量。对有效土层深度的确定,以不产生无法再被作物利用的深层渗漏为准,亦即渗到作物根层以下的水量仍能向上转移被作物利用的深度。

(3) 灌溉水利用系数。灌溉水利用系数是指在某一时段内田间实灌水量与渠首引水总量的比值,用来反映灌溉水的用水效率。可用下式表示:

$$\eta_g = \eta_q \cdot \eta_t + \eta_f \quad (4)$$

式中: η_g 为灌溉水利用系数; η_f 为灌溉水重复利用系数。

灌溉水利用系数与灌区工程管护、用水组织健全程度、水的合理运用以及田间灌水技术等有密切关系。我国目前已建灌区灌溉水利用系数 η 值在 0.45 ~ 0.6 左右。

(4) 灌溉定额。灌溉定额指主要作物在不同气候区、不同水文年情况下的全生育期灌溉用水量,可用下式表示:

$$M = E - P_0 - \Delta W \quad (5)$$

式中: M 为生育期灌溉定额, m^3/hm^2 ; E 为作物需水量, m^3/hm^2 ; P_0 为作物生长期内的有效降雨量, m^3/hm^2 ; ΔW 为生育期内作物自土壤中获得的水量, m^3/hm^2 。

根据阿克苏河流域的气候、种植作物的特性、土壤质地,结合灌区多年灌溉经验综合确定,同时灌溉定额应充分考虑高效节水的可行性。由于灌区林地实施非充分灌溉,因此现状年灌区综合净灌溉定额较低,阿克苏市老大河灌区和多浪河灌区分别为 5 400 m^3/hm^2 。农业灌溉水利用系数根据阿克苏市各灌区的渠道防渗、灌溉方式及灌溉管理水平综合确定。

根据《阿克苏地区申请国家和自治区支持的水利项目建议计划表》,阿克苏市到 2015 年完成棉花膜下滴灌 1.3 万 hm^2 ,果树滴灌 1 万 hm^2 ,到远期 2030 年完成棉花膜下滴灌 2 万 hm^2 ,果树 1.3 万 hm^2 。各水平年农业需水预测见表 1。

表 1 阿克苏市各水平年农业需水预测

项目	$hm^2, m^3/hm^2, 万 m^3$		
	常规节水 灌溉现状 (2006 年)	高效节水 水平年 (2015)	高效节水 水平年 (2030 年)
灌溉面积	7.674	7.674	7.674
净灌溉定额	5400	5175	5175
渠系水利用系数	0.52	0.62	0.64
田间水利用系数	0.82	0.84	0.86
灌溉水利用系数	0.524	0.561	0.576
毛需水量	86286.43	79051.49	74304.38

3.2 工业需水预测

分别按照三种方法对工业需水量进行预测。按照不同类型工业用地单位面积用水量指标测算;按照新政办发【2007】105 号文单位产量用水量指标测算;按工业总产值万元耗水量测算,三种测算方法结果取高值。

工业总产值常用以下预测模式:

$$D_t = D_0(1 + \delta)^{t-t_0} \quad (6)$$

式中: D_t 为预测年阿克苏市工业总产值, 万元; D_0 为基准年阿克苏市工业总产值, 万元; δ 为工业总产值年平均增长率, %; t 为预测年份; t_0 为基准年份。

到 2015 年工业园区规划用地面积 15.71 km²。阿克苏市 2006 年工业产值为 13.8 亿元, 按地区工业平均递增率 24% 计算, 预测到 2015 年工业产值将达到 95.65 亿元。工业园区毛需水量 6 320.34 万 m³。到 2030 年工业园区规划用地面积 48 km², 预测工业产值将达到 523.55 亿元, 毛需水量 19772.42 万 m³ (见表 2)。

表 2 各水平年工业需水量预测

项目	km ² , 亿元, m ³ /万元, 万 m ³		
	现状年 (2006)	水平年(近期) 2015(按 24% 增率计)	水平年(远期) (2030)
规划用地面积	8.79	15.71	48.00
工业产值	13.80	95.65	523.55
用水定额	55.00	66.00	37.80
毛需水量	759.00	6320.34	19772.42

3.3 生活需水预测

生活用水包括城镇生活用水和农村生活用水两部分。其中城镇生活用水指居民日常生活用水; 农村生活用水包括人口生活用水和牲畜饮水两部分。

用水量分为两个部分: 城镇生活用水量和农村生活用水量。

城镇生活用水量计算公式为:

$$W_{clt} = 0.365 P_t \cdot \mu_{ct} \cdot CL_t \quad (7)$$

式中: W_{clt} 为城镇生活用水量, 万 m³; P_t 为预测年人口数, 万人; μ_{ct} 为预测年城市化率, %; CL_t 为城镇人均生活用水量, L/d。

农村生活用水量计算公式为:

$$W_{rlt} = 0.365 P_t \cdot (1 - \mu_{ct}) \cdot RL_t \quad (8)$$

式中: W_{rlt} 为农村生活用水量, 万 m³; P_t 为预测年人口数, 万人; μ_{ct} 为预测年城市化率, %; RL_t 为农村人均生活用水量, L/d。

全部生活用水量计算公式为:

$$W_{lt} = W_{clt} + W_{rlt} = 0.365 P_t \cdot \mu_{ct} \cdot CL_t + 0.365 P_t \cdot (1 - \mu_{ct}) \cdot RL_t \quad (9)$$

3.3.1 城市生活需水量预测 参考《城市给水工程规划规范》GB50282-98、《城镇供水工程技术规范》SL310-2004 及新疆维吾尔自治区人民政府办公厅文件新政办发【2007】105 号《新疆维吾尔自治区生活用水定额》, 采用现状年城镇居民生活用

水定额为每人 115 L/d; 农村居民生活用水定额为 30 L/d; 规划水平年, 随着人民生活水平的提高, 城市规模的扩大及第三产业的发展, 城市生活综合用水指标也逐步提高, 2015 年、2030 年城镇居民综合用水定额分别为 120 L/d、140 L/d; 2015 年、2030 年农村居民生活用水定额分别为 60 L/d、70 L/d。

3.3.2 农村人畜饮水需水量预测 农村人口年增长率 14‰ 计算, 2015 年农村人口达到 16.8 万人, 农村居民生活用水定额为每人 60 L/d; 牲畜增长率按 14‰ 计算, 到 2015 年各类牲畜存栏数按标准畜将达到 52.29 万头(只), 牲畜用水定额为每只 10 L/d。2030 年农村人口年增长率 14‰ 计算, 农村人口达到 20.7 万人, 农村居民生活用水定额为 70 L/d; 牲畜增长率按 14‰ 计算, 到 2030 年各类牲畜存栏数按标准畜将达到 64.42 万头(只), 牲畜用水定额为每只 10 L/d。(见表 3, 表 4)

表 3 生活需水预测 L/(人·d), 万人, 万 m³

分类	指标	L/(人·d), 万人, 万 m ³		
		现状年 2006	水平年 2015(近期)	水平年 2030(远期)
城市生活	定额	115	120	140
	人口	34.19	38.06	45.52
	需水量	1440	1667.03	2326.07
农村生活 (不含牲畜)	定额	30	60	70
	人口	14.82	16.8	20.7
	需水量	162.28	367.92	528.88
合计	需水量	1602.28	2034.95	2854.95

注: 城市生活人口年增长率按 12‰ 计算, 农村生活人口年增长率按 14‰ 计算。

表 4 牲畜需水预测 L/(人·d), 万人, 万 m³

指标	L/(人·d), 万人, 万 m ³		
	现状年 (2006)	水平年(近期) (2015)	水平年(远期) (2030)
定额	10.00	10.00	10.00
存栏数	46.14	52.29	64.42
需水量	168.41	190.86	235.13

注: 牲畜年增长率按 14‰ 计。

3.4 城市绿化需水量预测

城市绿化采用微喷灌和滴灌, 绿化面积增长率按 10.6% 计算, 到 2015 年达到 2 706 hm², 用水定额为 6 000 m³/(hm²·a), 年需水量 1623.6 万 m³。城市绿化采用喷灌和滴灌, 城区绿化面积增长率按 2.1% 计算, 到 2030 年达到 3 700 hm², 用水定额为 6 000 m³/(hm²·a), 年需水量 2 220 万 m³。

3.5 各水平年需水统计

阿克苏市各水平年需水量预测见表 5。

(下转第 19 页)

合,起到了阻水机制,使入渗量减少,所以可以利用这种关系进行矿区工作面、采空区的水治理。

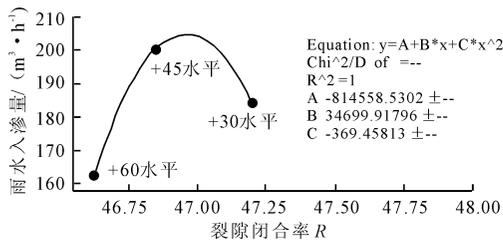


图 11 闭合率与入渗关系

6 结 语

(1) 裂隙不断沿煤层法线自煤层顶板向地面传播和扩张,并且破坏裂隙总是在位于采空区两端进刀处和开采处上方,呈抛物状分布。

(2) 覆岩裂隙闭合率随开采深度增加而增加,有效的阻止地表水的入渗,形成阻水机制。

(3) 入渗量与采动覆岩裂隙的闭合率存在不对称的抛物线状,且入渗量减小滞后于阻水结构形成。

参考文献:

[1] 谢和平. 分形—岩石力学导论[M]. 北京:科学出版社, 2005.
 [2] 涂敏,徐爱功. 综放开采顶板离层裂隙变化研究[J]. 煤炭科学技术,2004,32(4):44-47.

[3] 张振南,茅献彪,郭广礼. 松散岩块压实变形模量的试验研究[J]. 岩石力学与工程学报,2003, 22(4):578-581.
 [4] 彭永伟,齐庆新,李宏艳,等. 煤体采动裂隙场演化与瓦斯渗流耦合数值模拟[J]. 辽宁工程技术大学学报(自然科学版),2009,28(1):229-231.
 [5] 杨天鸿. 岩石破裂过程渗透性质及其与应力耦合作用研究[D]. 沈阳:东北大学,2010.
 [6] Ezzedine S, Marsily G E. Study of transient flow in hard fractured rocks with a discrete fracture network model[J]. Int J Rock Mech Min Sci & Geomech Abstr, 1993, 30(7): 1 605 -1 609.
 [7] 张金才. 采动岩体破坏与渗流特征研究[D]. 煤炭科学研究总院博士学位论文,1998.
 [8] 蔡美峰. 岩石力学与工程[M]. 北京:科学出版社,2002, 75-100.
 [9] Goodman R E, Taylor R L, Brekke T L. A Model for the Mechanics of Jointed Rock[J]. Journal of the Soil Mechanics and Foundation Division, ASCE, 1968, 94(3): 637-659.
 [10] 徐健. Hoek-Brown 强度准则参数的改进算法[J]. 重庆大学学报(自然科学版),2000,23(4):21-24+28.
 [11] 孙鑫,林传兵,林伯泉. 深部大倾角宗放工作面上覆煤层裂隙演化规律研究[J]. 煤矿安全,2008(4):21-24.
 [12] 宋桂军,梁冰,王俊光,等. 长沟峪煤矿矿井涌水量预测研究[J]. 煤炭技术,2008,27(11):81-83.

(上接第 15 页)

表 5 阿克苏市各水平年需水量预测统计 万 m³

分项	现状年 (2006)	水平年(近期) 2015	水平年(远期) (2030)
农业	86286.43	79051.49	74304.38
工业	759.00	6320.34	19772.42
城市生活	1440.00	1667.03	2326.07
农村生活	162.28	367.92	528.88
牲畜	168.41	190.86	235.13
绿化	911.11	1623.60	2220.00
合计	89727.23	89221.24	99386.88

4 结 语

通过以上预测结果可以看出,在近期发展过程中,需水量基本保持稳定态势,到了 2030 年,随着节水技术的提高,农业用水逐渐降低,但由于工业飞速发展,从而增加了用水需求。

阿克苏地区是实施“西部大开发战略”、尤其是新疆南疆的重点建设地区之一,其工业必将出现较

高速度发展局面,工业主要以资源开采与资源加工型工业这些高耗水工业为主。工业的高速发展必将驱动工业需水的增长。

参考文献:

[1] 刘迪,胡彩虹,吴泽宁. 基于定额定量分析的农业用水需求预测研究[J]. 灌溉排水学报,2008,27(6):88-91.
 [2] Xevi E, Khan S. A Much objective optimization approach to water management[J]. Journal of Environment, 2005, 77(4):269-277.
 [3] 冯尚友. 水资源系统工程[M]. 武汉:湖北科学技术出版社,1991.
 [4] 和刚,吴泽宁,胡彩虹,等. 基于定额定量分析的工业用水需求预测研究[J]. 水资源与水工程学报,2008,19(2):60-63.
 [5] 任高珊,李援农,吴冠宇,等. 多目标遗传算法优化配置水资源研究[J]. 水资源与水工程学报,2009,20(4):58-61.