

Analysing and Calculating the Feature of Agricultural Water Use and Benefit of Water Saving in Tangshan City

Yutao Shi

Tangqin Hydrology and Water Resources Survey Bureau of Hebei Province, Tangshan Hebei
Email: hbxtqgj@126.com

Received: Mar. 23rd, 2015; accepted Apr. 8th, 2015; published: Apr. 14th, 2015

Copyright © 2015 by author and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

We research the feature of agricultural water use and benefit of water saving in Tangshan city, and master the parameters about agricultural water use; these can provide the scientific basis for using water resources. According to water use data and statistical data on national economic development from 2001 to 2013 years of Tangshan city, using the method of mathematical statistics, we analyse the structure of agricultural water use, the index of agricultural irrigation water, agricultural water use efficiency and the measures of agricultural water saving. The water consumptions of multi-year average in Tangshan city are 2.72046 billion m³, among which agricultural water consumptions are 1.68666 billion m³, which account for 62% that of multi-year average. Because of applying measures of water saving, the grain yield of Tangshan city increases 70.539 thousand tons in average years, however water consumption decreases 34.27 million m³. According to agricultural water-saving irrigation data, the effective irrigation areas of Tangshan city are 7.1696 million mu, among which the water-saving irrigation areas are 2.3876 million mu, and the water-saving irrigation areas account for 33.30% of effective irrigation areas. The effect of agricultural water saving in Tangshan city is notable. Utilizing the experience of water saving management in recent years, agricultural water saving can bring more economic benefits and social benefits.

Keywords

Structure of Agricultural Water Use, Index of Irrigation Water, Water Saving Benefit, Measures of Water Saving, Tangshan City

唐山市农业用水特征与节水效益分析计算

时玉涛

作者简介: 时玉涛(1983-), 男, 汉族, 河北省唐山市人, 工程师, 从事水文水资源方面的工作。

河北省唐山水文水资源勘测局, 河北 唐山
Email: hbxtqgj@126.com

收稿日期: 2015年3月23日; 录用日期: 2015年4月8日; 发布日期: 2015年4月14日

摘要

通过对唐山市农业用水特征与节水效益分析研究, 掌握农业用水有关参数, 为制定农业节水规划、合理利用水资源提供科学依据。根据唐山市2001~2013年用水资料及国民经济发展统计资料, 采用数理统计法, 对唐山市农业用水结构、农业灌溉用水指标、农业用水效益及农业节水措施等分析。唐山市多年平均用水量27.2046亿 m^3 , 其中农业用水量16.8666亿 m^3 , 占多年平均用水量的62.00%; 由于开展各种节水措施, 唐山市粮食产量平均每年增加7.0539万t, 而用水量(水田和水浇地)平均每年减少0.3427亿 m^3 ; 根据唐山市2011年农业节水灌溉资料统计, 唐山市有效灌溉面积716.96万亩, 其中节水灌溉面积238.76万亩, 节水灌溉面积占有有效灌溉面积的33.30%。唐山市农业节水效果显著, 利用近年来取得的节水经验和节水管理经验, 使农业节水发挥更大的经济效益和社会效益。

关键词

农业用水结构, 灌溉用水指标, 节水效益, 节水措施, 唐山市

1. 引言

唐山市位于河北省东部, 东经 $117^{\circ}31' \sim 119^{\circ}19'$, 北纬 $38^{\circ}55' \sim 40^{\circ}28'$, 东隔滦河与秦皇岛市相望, 西与天津市毗邻, 南临渤海, 北依燕山隔长城与承德市相望, 东西长约130 km, 南北宽约150 km, 总面积为13,472 km^2 。

唐山市位居燕山南麓, 地势北高南低, 自西、西北向东及东南趋向平缓, 直至沿海[1]。北部和东北部多山, 海拔在300~600 m之间; 中部为燕山山前平原, 海拔在50 m以下, 地势平坦; 南部和西部为滨海盐碱地和洼地草泊, 海拔在15 m至10 m以下。唐山境内最高峰是青山关八面峰, 海拔842 m, 此峰山势险峻陡峭, 主峰突出。

依据河北省海岸线2008年12月最新修测成果, 唐山市大陆海岸线总长229.7 km, 比原来延长了33.2 km。据悉, 唐山市所属大陆海岸线东起乐亭县滦河口, 与秦皇岛市接壤, 西至涧河口西侧津冀省际北界线, 与天津市相邻。

2. 唐山市用水结构特征

随着城市化进程的快速发展, 唐山市规模不断扩大, 非农业人口不断增加, 经济增长和产业结构升级, 使得城市用水量和用水部门结构也在随之发生着相应的变化[2], 水资源供需矛盾日趋突出, 严重制约着城市的可持续发展。

设在一定时间尺度内, 共有 n 种用水户类型 $\{X_1, X_2, \dots, X_n\}$, 每个用水户用水量可表示为 $\{W_1, W_2, \dots, W_n\}$, 各部门用水量比例为:

$$P_i = \frac{W_i}{W} \times 100\% \quad (1)$$

式中: $W = \sum_{i=1}^n W_i$

式中： P_i 为第*i*种行业占总用水量的比例，%； W_i 为第*i*种行业用水量，万 m^3 ； W 为各用水行业总用水量，万 m^3 。

用水量统计项目包括农田灌溉用水量、林牧渔业用水量、工业用水量、生活用水量和生态环境用水量。其中：农田灌溉用水包括菜田、水田、水浇地用水等；林牧渔畜业用水包括果林灌溉、草场灌溉、鱼塘补水及畜牧业用水等；工业用水包括火力发电、国有及规模以上工业用水量、规模以下工业用水量等；生活用水包括城镇居民生活、农村居民生活及畜牧业用水等；生态用水包括城区河湖补水、城镇公共用水等[3]。

根据2001~2013年唐山市各行业用水量资料统计[4]，多年平均用水量27.2046亿 m^3 ，其中农业用水量16.8666亿 m^3 ，占多年平均用水量的62.00%；工业用水量为5.3883亿 m^3 ，占多年平均用水量的19.81%；居民生活用水2.4921亿 m^3 ，占多年平均用水量的9.16%；林牧渔畜业用水量1.9172亿 m^3 ，占多年平均用水量的7.05%；城镇公共用水量0.3821亿 m^3 ，占总用水量的1.40%；生态环境用水量为0.1583亿 m^3 ，仅占总用水量的0.58%。图1为唐山市各行业用水量所占比例柱状图。

3. 农业灌溉用水指标

农业灌溉用水指标反映出一个地区的灌溉效益，灌溉设施效率，渠道防渗效果、农作物种植结构等，都会影响到一个区域的灌溉用水指标。计算公式为：

$$B = \frac{W}{A} \quad (2)$$

式中： B 为农业灌溉用水指标， m^3 /亩； W 为农业灌溉年用水量，万 m^3 ； A 为耕地灌溉面积，万亩。

根据唐山市2011年农业用水统计资料，分析其农业灌溉用水指标。唐山市2011年耕地灌溉面积566.6万亩，灌溉用水量12.4024亿 m^3 ，平均用水指标为218.89 m^3 /亩。但各县市用水指标相差较大，如唐海县农业用水指标为572.30 m^3 /亩，路北区仅为1.85 m^3 /亩，相差300多倍。表1为唐山市农业灌溉用水指标计算表。

2012年7月11日，国务院批准同意撤销唐海县，设立唐山市曹妃甸区。将唐山市丰南区的滨海镇、滦南县的柳赞镇划归唐山市曹妃甸区管辖。上述资料是采用2011年调查资料，行政区按照2011年数据统计，名称用唐海县。

原唐海县位于滦河灌区下游，种植水稻的面积较大，耗水量较大，与一般农田用水指标相差也较大。而且，水田大部分退水排入下游，该用水指标只统计用水量，没有计算退水量。

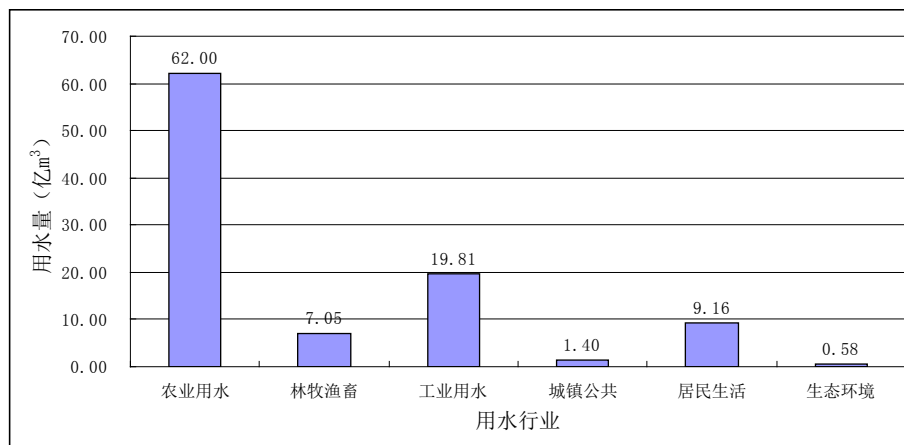


Figure 1. Water use ratio histogram Tangshan City industries

图1. 唐山市各行业用水量比例柱状图

Table 1. Tangshan City agricultural irrigation water index calculation table
表 1. 唐山市农业灌溉用水指标计算表

行政区	耕地灌溉面积(万亩)	用水量(万 m ³)	用水指标(m ³ /亩)
路南区	23.77	1741	73.24
路北区	3.24	6	1.85
古冶区	3.63	910	250.69
开平区	4.92	821	166.87
丰南区	74.34	15004	201.83
丰润区	67.52	13700	202.90
滦县	31.18	3076	98.65
滦南县	92.26	22684	245.87
乐亭县	67.29	13458	200.00
迁西县	1.28	104	81.25
玉田县	91.59	19059	208.09
原唐海县	32.67	18697	572.30
遵化县	44.40	10567	238.00
迁安县	28.51	4197	147.21
合计	566.6	124024	218.89

4. 农业用水效益分析

要对现象变动趋势进行动态分析, 就要建立与长期趋势相适应的数学模型。最常用的一种配合直线趋势模型的方法是最小平方方法, 又称最小二乘法[5]。其变化趋势直线方程为:

$$Y_t = a + bt \quad (3)$$

式中: Y_t 为时间序列的趋势值, 万 m³ (万 t); a 为截距, 无纲量; b 为趋势线斜率, 无纲量; t 为时间, 年(月)。

近年来, 唐山市坚持科学发展观, 立足市情、水情, 顺应经济社会发展需求, 把发展节水农业作为转变农业发展方式的重要方面来推进, 作为保障和改善民生的重大举措来统筹安排, 以规划为引领, 以项目为载体, 多渠道、大幅度增加投入, 以提高供水保障能力和用水效率为核心, 大力推广管道输水、渠道防渗等节水技术, 使农业灌溉用水量呈下降趋势。

农业发展是在节水和内部挖潜的基础上稳定发展的[6]。随着农业产业结构的大调整和高科技高附加值产品的提高, 农业用水可望在稳定现状的前提下, 保持农业产值的稳定提高。但农业依然是唐山市的第一用水大户。必须依靠节水灌溉措施来实现灌溉发展。根据唐山市 2004~2013 年粮食产量统计, 采用趋势法分别对农业用水量和粮食产量进行趋势分析。图 2 为唐山市粮食产量与灌溉用水量变化过程线。

通过唐山市 2004~2013 年粮食产量和用水量变化趋势方程分析, 建立其趋势方程式:

粮食产量变化趋势:

$$Y_{\text{粮食产量}} = 7.0539X + 267.13 \quad (4)$$

用水量变化趋势方程:

$$Y_{\text{用水量}} = -0.3427X + 13.6880 \quad (5)$$

利用变化趋势方程, 分别求得用水量和粮食产量变化情况: 唐山市粮食产量平均每年增加 7.0539 万 t,

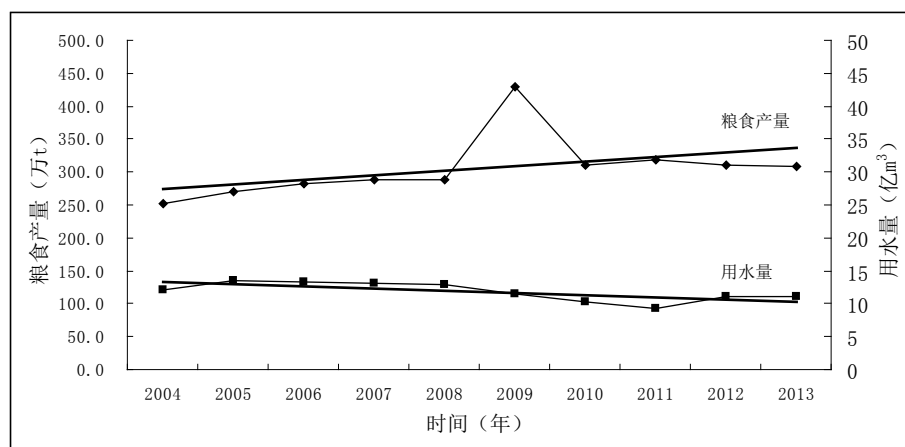


Figure 2. Food production and irrigation water change process line of Tangshan
图 2. 唐山市粮食产量与灌溉用水量变化过程线

而用水量(水田和水浇地)平均每年减少 0.3427 亿 m^3 , 由于开展各种节水措施, 使得用水量减小的情况下, 粮食稳步增产。2009 年粮食产量增加, 是由于当年粮食种植面积大的缘故, 2004~2013 年平均粮食种植面积 205.9 万公顷, 2009 年种植面积为 429 万公顷, 是多年平均值的 2.1 倍。

5. 农业节水措施

目前, 唐山市农业节水灌溉措施主要有微灌、喷灌、低压管道输水设施等。

微灌是利用微灌设备组装成微灌系统, 将有压水输送分配到田间, 通过灌水器以微小的流量湿润作物根部附近土壤的一种灌水技术[7]。微灌按灌水器及出流形式的不同, 主要有滴灌、微喷灌、小管出流、渗灌等形式。

喷灌是通过管道、喷头等机械部件将有压力的水喷射到空中, 分散成水滴均匀地降落到地面的一种灌溉方式。一般的粮、棉、油、蔬菜及果树等作物都可以采用喷灌来进行浇灌, 喷灌还可以结合喷洒农药和液肥, 是一种较理想的灌溉方法。喷灌的特点: 采用喷灌技术能达到节水、增产、省工、降低劳动强度等明显效果。喷灌的节水效果显著, 水的利用率可达 80%; 大大减少了田间渠建设及管理维护和平整土地等工作量, 减少了农民用于灌水的费用和投劳; 由于取消了田间水渠及畦埂, 增加了播种面积, 因此可提高单位耕地面积的作物产量, 增加了农民收入; 灌水均匀, 土壤不板结, 避免由于过量灌溉造成的土壤次生盐碱化。

管道输水灌溉是以管道代替明渠输水灌溉的一种工程形式, 水由分水设施输送到田间。直接由管道分水口分水进入田间沟输水进入田间沟、畦。管道输水有多种使用范围, 大中型灌区可以采用明渠水与管道有压输水相结合, 有专门为喷灌供水的压力输水管道, 还有为田间沟畦灌的低压管道输水[8]。管道输水可减少渗漏损失和蒸发损失, 与土垄沟相比, 低压管道输水损失可减少 5%, 水的利用率比土渠可提高 30%~40%, 而且投资少, 施工简便, 深受农民欢迎。

根据唐山市 2011 年农业节水灌溉资料统计, 唐山市有效灌溉面积 716.96 万亩, 其中节水灌溉面积 238.76 万亩, 节水灌溉面积占有有效灌溉面积的 33.30%。而唐山市节水灌溉面积主要是低压管道输水措施, 节水面积达 224.44 万亩。喷灌面积 12.95 万亩, 微灌面积仅 1.37 万亩。在各行政区, 节水灌溉比例相差较大, 如路北区节水灌溉面积达到 66.97%, 而路南区节水灌溉面积仅占 0.76%。表 2 为唐山市农业节水灌溉面积统计表。

6. 结论

通过对唐山市农业用水结构、农业灌溉用水指标、农业用水效益及农业节水措施等分析研究, 掌握农业用水方面的有关参数等情况, 为制定农业节水规划、合理利用水资源提供科学依据。

Table 2. Statistics Tangshan City agricultural water-saving irrigation area
表 2. 唐山市农业节水灌溉面积统计表

行政区	有效灌溉面积(万亩)	节水灌溉面积(万亩)				节水灌溉率(%)
		低压管道输水	喷灌	微灌	合计	
路南区	24.86	0.19	0	0	0.19	0.76
路北区	4.42	2.96	0	0	2.96	66.97
古冶区	8.37	4.74	0.77	0.05	5.56	66.43
开平区	7.42	3.48	0	0.03	3.51	47.30
丰南区	80.95	31.67	0.02	0.02	31.71	39.17
丰润区	74.54	37.08	0	0	37.08	49.75
滦县	40.68	19.36	0	0	19.36	47.59
滦南县	96.93	16.25	2.26	0.26	18.77	19.36
乐亭县	95.68	28.73	0	0	28.73	30.03
迁西县	12.86	3.6	0.15	0	3.75	29.16
玉田县	97.72	27.14	0.09	0.17	27.4	28.04
原唐海县	43.48	1.92	0.01	0	1.93	4.44
遵化县	66.15	24.6	0.19	0.41	25.2	38.10
迁安县	62.9	22.72	9.46	0.43	32.61	51.84
合计	716.96	224.44	12.95	1.37	238.76	33.30

根据 2001 年至 2013 年唐山市各行业用水量资料统计, 多年平均用水量 27.2046 亿 m^3 , 其中农业用水量 16.8666 亿 m^3 , 占多年平均用水量的 62.00%。

根据唐山市 2011 年农业用水统计资料, 分析其农业灌溉用水指标。唐山市 2011 年耕地灌溉面积 566.6 万亩, 灌溉用水量 12.4024 亿 m^3 , 平均用水指标为 218.89 m^3 /亩。

由于开展各种节水措施, 使得用水量减小的情况下, 粮食稳步增产。唐山市粮食产量平均每年增加 7.0539 万 t, 而用水量(水田和水浇地)平均每年减少 0.3427 亿 m^3 。

根据唐山市 2011 年农业节水灌溉资料统计, 唐山市有效灌溉面积 716.96 万亩, 其中节水灌溉面积 238.76 万亩, 节水灌溉面积占有有效灌溉面积的 33.30%。唐山市节水灌溉面积主要是低压管道输水措施, 面积达 224.44 万亩。喷灌面积 12.95 万亩, 微灌面积仅 1.37 万亩。

参考文献 (References)

- [1] 唐山市水务局. 唐山市水资源评价[M]. 唐山: 唐山市水务局, 2003.
The Water Bureau of Tangshan City. Tangshan City water resources evaluation. Tangshan: The Water Bureau of Tangshan City, 2003. (in Chinese)
- [2] 吴普特, 冯浩, 牛文全, 等. 中国用水结构发展态势与节水对策分析[J]. 农业工程学报, 2003, 19(1): 1-6.
WU Pute, FENG Hao, NIU Wenquan, et al. An analysis of the development trend of China structure of water use and water saving countermeasures. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2003, 19(1): 1-6. (in Chinese)
- [3] 杨凤辉. 推动信用体系建设加快企业转型升级[J]. 财经界, 2012, (5): 44, 109.
YANG Fenghui. To promote the construction of credit system to speed up the transformation and upgrading of enterprises. Money China, 2012, (5): 44, 109. (in Chinese)
- [4] 河北省水利厅. 河北省水资源公报[R]. 2001-2013.
Hebei Province Department of Water Resources. Hebei Provincial Water Resources Bulletin. 2001-2013. (in Chinese)

- [5] 上海财经大学应用数学系. 概率论与数理统计[M]. 上海: 上海财经大学出版社, 2007.
Department of Applied Mathematics of Shanghai University of Finance and Economics. Probability theory and mathematical statistics. Shanghai: Shanghai University of Finance and Economics Press, 2007. (in Chinese)
- [6] 刘俊萍, 畅明琦. 农业节水是现代生产力发展的要求[J]. 生产力研究, 2007, (21): 57-59.
LIU Junping, CHANG Mingqi. Agricultural water-saving is the requirement of developing modern productive forces. Productivity Research, 2007, (21): 57-59. (in Chinese)
- [7] 乔光建. 河北省农艺节水技术分析[J]. 水科学与工程, 2012, (z1): 104-106.
QIAO Guangjian. Analysis of agronomic water saving technology in Hebei Province. Water Science and Engineering Technology, 2012, (z1): 104-106. (in Chinese)
- [8] 王留运. 低压管道输水灌溉工程技术[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2011.
WANG Liuyun. Irrigation engineering technology of low pressure pipe. Zhengzhou: The Yellow River Water Conservancy Press, 2011. (in Chinese)