

## 昌黎县水资源问题及其可持续利用研究

赵会芝<sup>1</sup>,任树梅<sup>2</sup>

(1. 河北科技师范学院 园艺园林系,河北 昌黎 066600;2. 中国农业大学 水利与土木工程学院,北京 100083)

**摘要:**介绍了昌黎县的自然、地理及水资源概况,分析了昌黎县水资源开发利用中存在的问题,并提出了促进水资源可持续开发利用的具体策略,即:节约用水、进一步退耕还林、提高区域供水能力及加强管理与保护。

**关键词:**昌黎县;水资源;可持续利用

**中图分类号:**TV213.9

**文献标识码:**A

**文章编号:**1005-3409(2007)05-0171-03

## Problems and Research on Sustainable Utilization of Water Resources in Changli County

ZHAO Hui-zhi<sup>1</sup>,REN Shu-Mei<sup>2</sup>

(1. Horticulture and Gardening Department, Hebei Normal University of Science and Technology, Changli, Hebei 066600, China; 2. College of Water Conservancy and Civil Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

**Abstract:** In this paper, situation of nature, geology, and water resources in Changli county is presented, the problems existing in water development and utilization was analyzed, and some countermeasures were put forward to improve sustainable development and use of regional water resources, which are saving on water, reforesting some of the cultivated land, raising regional water-providing ability, and enhancing management and safeguard.

**Key words:** Changli county; water resources; sustainable utilization

水是基础的自然资源之一,是关系到一个国家或地区综合实力和发展的战略性资源;而水又是一种紧缺资源,2002年在南非召开的可持续发展首脑会议将水危机列为未来10a人类面临的最严重的挑战之一。随着经济的不断发展、人口过度膨胀和水环境污染的加剧,水资源危机已经成为许多国家社会、经济可持续发展的瓶颈。我国是一个水资源短缺的国家,人均水资源占有量仅为世界人均水平的1/4,排世界第121位,为世界13个贫水国之一,现有668座城市中,缺水城市有400多座,特别是近年以来,北方地区持续干旱,面临着严重的缺水危机<sup>[1]</sup>。昌黎县位于河北省境内,经计算,其人均水资源占有量约570 m<sup>3</sup>,低于全国平均值的1/3,远低于国际上公认的1 000 m<sup>3</sup>的缺水下限,缺水严重;地下水开采不合理,在某些区域已形成降落漏斗且面积在不断扩大;水环境污染严重,地表水、地下水都存在不同程度的污染,因而,昌黎县水资源问题,已成为制约当地经济和社会可持续发展的重要因素之一,引起了当地政府及有关人士的高度重视。

### 1 研究区概况

昌黎县位于秦皇岛市东南部,燕山余脉之东端,属华北暖温带半湿润大陆型季风气候。多年平均气温11℃,极端最高气温40.3℃,极端最低气温-20.9℃;平水年水资源总量为30 958.01万m<sup>3</sup>,年内降水不均,多集中在7~9月,降

水受地形影响,在燕山迎风坡形成多雨区;多年平均径流深69.0 mm;多年平均蒸发量1 022.8 mm。据《昌黎县城总体规划》所提供资料,截止到2001年底,全县耕地面积62 502.4 hm<sup>2</sup>,人均0.115 hm<sup>2</sup>。

### 2 水资源量及构成

根据《昌黎县水资源开发利用现状评价》(1997)及相关基础资料,昌黎县水资源由当地自产地表水资源、地下水资源及客水资源三部分组成。

#### 2.1 地表水资源

地表水资源量指各分区由降雨形成的自产地表水资源量。昌黎县多年平均降水量为636.90 mm,折合水量7.72亿m<sup>3</sup>,多年平均径流深69.0 mm,折合年径流量0.84亿m<sup>3</sup>;昌黎县自产地表水资源量见表1。

#### 2.2 地下水资源

地下水资源量主要指降水入渗补给量、山前侧向补给量、洼淀蓄水渗漏补给量、渠系渗漏补给量、渠田入渗补给量、井灌回归补给量。全县多年地下水补给量为淡水资源量30 156.68万m<sup>3</sup>,另在东部滨海区有2 297.60万m<sup>3</sup>的咸水资源。其中降雨入渗补给量为20 655.20万m<sup>3</sup>,山前侧向补给量为1 964.20万m<sup>3</sup>,洼淀蓄水渗漏补给量为129.70万m<sup>3</sup>,渠系渗漏补给量921.64万m<sup>3</sup>、渠田入渗补给量848.70

收稿日期:2006-09-23

作者简介:赵会芝(1967-),女,河北景县人,硕士,主要从事测量学及园林制图、农业节水及水资源管理与开发研究。

万 $\text{m}^3$ 、井灌回归补给量 7 935.13 万 $\text{m}^3$ ,扣除客水灌溉补给地下水 1 770.34 万 $\text{m}^3$ , (渠系渗漏补给量 921.64 万 $\text{m}^3$ 、渠田入渗补给量 848.70 万 $\text{m}^3$  两项之和),则全县宜井面积上的当地地下水资源总量为 28 386.34 万 $\text{m}^3$  (见表 1)。

表 1 昌黎县各分区水资源成果表 万 $\text{m}^3$

水资源量	北部 山丘区	中部 平原区	西部 滦河区	东部 滨海区	全 县
地表 水资源					
$P=50\%$	1676.34	2144.61	970.82	1447.66	6243.86
$P=75\%$	612.59	1119.58	453.89	716.14	2921.48
平 均	1144.67	1632.10	712.36	1111.90	4282.87
地下水 资源量	1986.23	15370.20	5853.32	5176.48	28386.34
井灌 回归量	226.90	4854.00	949.93	1904.30	7935.13
当地水 资源量					
$P=50\%$	3435.67	12660.81	5874.21	4719.84	26695.07
$P=75\%$	2371.92	11635.78	5357.28	3988.32	23372.69
平 均	2904.00	12148.30	5615.75	4384.08	24734.08
客水 资源量					
$P=50\%$	1096.60	453.6	2707.28	10	4267.48
$P=75\%$	381.70	158.00	2707.28	10	3256.98
水资 源总量					
$P=50\%$	4531.27	13114.41	8581.49	4729.84	30958.01
$P=75\%$	2753.62	11793.78	8064.56	3998.32	26610.28

资料来源:《昌黎县水资源开发利用现状评价》(1997)及相关资料计算。

## 2.3 客水资源

昌黎县客水资源包括:滦河、饮马河、贾河、西沙河入境水量和引滦灌区引水量。饮马河、贾河、西沙河入本县客水资源量为:平水年,保证频率  $P=50\%$ ,为 1 560.2 万 $\text{m}^3$ ;偏枯水年,保证频率  $P=75\%$ ,为 549.7 万 $\text{m}^3$ ;引滦灌区水量以多年平均实际引水量计,为 2 707.28 万 $\text{m}^3$  (见表 1)。

## 2.4 水资源总量

昌黎县水资源总量为客水资源量、当地自产地表水资源总量与地下水资源总量之和,扣除重复计算量(井灌回归水量)7 935.13 万 $\text{m}^3$  (见表 1)。

# 3 水资源开发利用现状及存在问题

## 3.1 水资源开发利用现状

### 3.1.1 水利设施及供水现状

据《昌黎县水资源开发利用现状评价》成果及实地调查,昌黎县现有蓄水闸 29 座,能正常运行的有 8 座,其中北部山丘区 1 座,设计蓄水量 59.3 万 $\text{m}^3$ ,中部平原区 5 座,设计蓄水能力 124 万 $\text{m}^3$ ,东部滨海区 2 座,设计蓄水能力 67.5 万 $\text{m}^3$ ,西部滦河区 1 座,设计蓄水能力 20 万 $\text{m}^3$ ;水库 10 座,均在北部山丘区,总库容 797.25 万 $\text{m}^3$ ,兴利库容 501.7 万 $\text{m}^3$ ;扬水站有 2 处,朱各庄扬水站和南石扬水站,朱各庄扬水站每年灌溉麦田 200~266.7  $\text{hm}^2$ ,南石扬水站设计灌溉稻田面积 1 333.3  $\text{hm}^2$ ,实灌面积 800  $\text{hm}^2$ ,有引水工程 2 处,即引滦灌区和裴家堡灌区,其中引滦灌区设计灌溉稻田面积 4 000  $\text{hm}^2$ ,实灌面积 1 200  $\text{hm}^2$ ,多年平均引水量为 2 707.28 万 $\text{m}^3$ ,裴家堡灌区因上游断水,未实现效益;机井 13 690 眼,多年平均供水量 32 194.73 万 $\text{m}^3$ ;另有塘坝 19 座,总兴利坝容 41.5 万 $\text{m}^3$ ;较大洼淀 31 处,其中西部区 14 处,中部区 13 处,东部区 4 处。

### 3.1.2 用水现状

据昌黎县水利局提供数据资料,昌黎县水资源开发利用量包括两部分:地表水利用量和地下水利用量。全县水资源开发利用总量为 34 038.94 万 $\text{m}^3$ ,其中地表水利用量 1 844.21 万 $\text{m}^3$ ,地下水利用量 32 194.73 万 $\text{m}^3$ ,各分区水资源开发利用量见表 2;在工业用水、城乡居民生活用水及农业灌溉用水中,农业用水占到了全县总用水量的 80.3% (见表 2),而在中部平原区,农业用水量在总用水量中所占比例达 85.9%,在东部滨海区高达 87.75%,可见农业用水状况在昌黎县水资源的开发利用中起着非常重要的作用。

表 2 昌黎县各区水资源开发利用量及农业用水 万 $\text{m}^3$

	北部 山丘区	中部 平原区	西部 滦河区	东部 滨海区	全 县
地表水资源	105.4	409.17	1129.70	200.30	1844.21
地下水资源量	2562.00	18424.87	4787.33	6420.54	32194.73
开发利用水 资源总量	2667.04	18914.04	5917.33	6620.84	34038.94
农业用水量	1575.313	16246.87	3690.788	5809.822	27322.793

资料来源:《昌黎县水资源开发利用现状评价》(1997)及相关资料计算。

## 3.2 水资源开发利用中存在的问题

昌黎县水资源开发利用中存在的问题主要包括 3 个方面:水资源量短缺、浪费现象严重、地表水、地下水及客水资源的开发利用不合理、水环境恶化。

### 3.2.1 水资源量短缺

经计算,昌黎县人均水资源量约为 570  $\text{m}^3$ ,单位耕地面积水量为 4 953  $\text{m}^3/\text{hm}^2$ ,而全国人均水资源量为 2 188.35  $\text{m}^3$ ,单位耕地面积水资源量为 21 301.95  $\text{m}^3/\text{hm}^2$ ,全球人均水资源量为 6 918  $\text{m}^3$ ,全球单位耕地面积水资源量为 35 943  $\text{m}^3/\text{hm}^2$  [1],昌黎县人均水资源量约为全国平均水平的 1/4,全球平均水平的 1/12;而联合国认定,人均占有水资源量 1 700  $\text{m}^3$  以上为不缺水,1 700~1 000  $\text{m}^3$  为轻度贫水区,1 000~700  $\text{m}^3$  为中度贫水区,700  $\text{m}^3$  以下为严重贫水区,据此标准,昌黎县属严重贫水区;单位耕地面积水量约为全国平均水平的 1/4,全球平均水平的 1/7,因而水资源的短缺已成为制约当地农业及社会经济可持续发展的主要障碍。

### 3.2.2 水浪费现象严重

昌黎县水资源的浪费主要集中在农业与工业用水方面。据《昌黎县水资源开发利用现状评价》,目前,昌黎县渠灌区输水系统中,70%以上为土渠,井灌输水只是部分采用了输水软管,跑、冒、漏比比皆是,田间灌溉方法均为大水漫灌,深层渗漏严重,且农业灌溉缺乏必要的指导,存在较大的随意性,因而该地区农业灌溉定额普遍偏高,比如保证率 50% 水平年下,水稻灌溉定额为 22 500  $\text{m}^3/\text{hm}^2$ ,小麦 3 750  $\text{m}^3/\text{hm}^2$ ,远高于有关研究表明的科学灌溉定额,全县平均综合灌溉定额为 9 900  $\text{m}^3/\text{hm}^2$ ,远高于全国同期 7 260  $\text{m}^3/\text{hm}^2$  的水平(1999 年) [2];在工业方面,万元产值耗水量偏高,约为 0.013 万 $\text{m}^3$ /万元,远高于全国平均水平及先进国家的标准,废水回用率低,到目前为止,昌黎县工业废水基本上都排放掉了,没有得到进一步开发利用。

### 3.2.3 地表水、地下水及客水资源开发利用不合理

通过对昌黎县水利局提供有关资料的分析可以发现,昌黎县地下水开发利用率过高,达133%,远远超过了一般专家所公认的经济合理的水资源开发利用率60%~70%的水平及一般地区所选用的85%的可开发利用水平,且开发利用程度不均衡,局部超采严重,其中北部山丘区最高,为152%,东部滨海区次之,为149%,中部平原区是141%。根据Gleik“警报灯”的评价标准,均属脆弱水平;地表水未得到充分利用,全县地表水开发利用率普遍偏低,为16.1%,低于一般认为的地表水开发利用率30%的合理开发利用水平及Gleik“警报灯”的60%水资源脆弱性临界指标,局部地区开发利用率更低,中部平原区7.6%,西部滦河区2.8%,东部滨海区6.1%,可见当地地表水资源进一步开发利用的潜力很大;客水资源未得到充分开发,引滦灌区设计灌溉稻田面积4 000 hm<sup>2</sup>,实灌面积1 200 hm<sup>2</sup>,利用客水资源量不到设计能力的1/3,南石扬水站设计灌溉稻田面积1 333.3 hm<sup>2</sup>,实灌面积800 hm<sup>2</sup>,发挥的效益只有2/3,因而客水资源的进一步开发仍有较大空间。

### 3.2.4 水环境恶化

昌黎县由于地下水污染和地表水的渗漏污染,地下水水质普遍恶化,全县除北部山丘区外,其它地区地下水均不同程度地受到污染。据动态监测资料显示,全县地下水等级均为IV<sup>[3]</sup>,地表水资源中除果乡水库水质较好外,其它的河流水系均受到不同程度的污染,尤以饮马河污染最为严重,即使物理性状相对比较好的上游,也大大超过了V类地面水质标准,中下游则因有机物为主的大量污染物的排入而成为天然氧化塘,地下水位持续下降,并呈加速的趋势。水资源是水量与水质的统一,水环境的恶化必将导致可用水资源量的进一步减少。

## 4 昌黎县水资源可持续利用的具体策略

### 4.1 节约用水

昌黎县水资源短缺,且用水浪费现象严重,因而实现水资源的可持续开发利用必须积极节约用水。在昌黎县开发利用的水资源总量中,农业用水占到了第一位,因而节约用水的重点应是农业节水。可以通过进一步修建、完善引滦灌区、朱各庄扬水站及南石扬水站的防渗渠道工程;对西部滦河区、东部滨海区集中大规模种植的稻田、麦田实施管道输水,积极改进田间灌水技术,提高田间水分利用率;对经济作物积极推广喷灌技术等措施实施工程节水;加强冬小麦、水稻及酿酒葡萄已经大面积种植或有可能大面积种植的农作物的节水栽培技术研究与推广,促进农艺节水等措施来促进昌黎县农业水资源的高效利用。而在工业方面,虽然昌黎县目前工业用水量在全部水资源开发利用总量中所占比例不大,但其浪费现象较为严重,并且随着昌黎县工业化步伐的加速,工业用水量必将进一步上升,工业节水潜力较大,因而应积极制定各项措施,减少工业用水。通过加强管理,减少跑、冒、滴、漏等现象,杜绝无益的水消耗;改进生产设备,提高生产工艺,以减少水的直接消耗;结合昌黎县工业发展规划,适当调整产业结构,限制高耗水企业的兴建与发展,减少

工业用水定额;同时,加强污水管理与处理的工作力度,增大污水回用量,减少工业耗水。

### 4.2 推进退耕还林工程

昌黎县现有林地面积17 308.4 hm<sup>2</sup><sup>[6]</sup>,森林覆盖率为14.3%,相对较低,且林地灌溉定额约为当地耕地平均灌溉定额的1/4,因而推进退耕还林工程,可以有效降低农业用水量,缓解当地水资源紧张的局面,并且,森林具有涵养水源,净化水质,保持水土的功能,林冠可以截留占降水总量15%~40%的降水,使50%~80%的降水渗入地下,林地内地表径流一般在1%左右,最多不超过10%,只要地表有1 cm后的枯枝落叶层,就可以使地表径流减少到裸地的1/4以下,而森林植被庞大的根系可以增强土壤吸水性和透水性,将地表径流转化为地下水,据统计,每公顷林地比无林地至少能多蓄300 m<sup>3</sup>的降水量,每公顷森林可以涵蓄降水约1 000 m<sup>3</sup>,1万hm<sup>2</sup>的森林的蓄水量相当于一个容量为1 000万m<sup>3</sup>的水库<sup>[5]</sup>。在昌黎的北部山丘区实施退耕还林工程,可以充分利用区域内丰富的降水资源,同时减少对地下水的开采,而在东部滨海区和中部平原区,实施退耕还林,可以有效涵养地表水源,增加降水渗漏量,在加大区域局部可用水资源量的同时,改善因地下水超采对水环境的破坏。

### 4.3 提高区域供水能力

提高区域供水能力,增大水资源供应量是促进昌黎县水资源可持续开发利用的重要措施之一。根据当地实际情况,昌黎县扩大区域供水能力应从两方面着手,一是增加当地地表水开发利用量,二是充分利用客水资源。在中部平原区清理、治理泥井沟、赵家港沟,并在这两条排水沟上修建新的蓄水闸,对区域内的池塘,加以适当维护,提高其蓄水能力,以充分利用当地雨洪资源;在北部山丘区,充分利用其降水资源比较丰富的优势,进一步实施坡地改梯田工程,按照“谁投资、谁所有、谁受益”的原则,鼓励农民以股份制、股份合作制等多种形式,修建拦水沟、蓄水闸、水窖、小型水库等集水、蓄水设施,做到闲蓄忙用、丰蓄枯用,实现地表水资源的季节调配和年际调配,提高地表水资源的开发利用程度和利用率。关于客水资源的进一步开发利用,可以修建废弃的新集分干、尹坨分干,提高灌区供水能力,努力促成该区域水稻的大规模种植,并尽可能用滦河水进行灌溉,以缓解本地水资源不足的矛盾;在朱各庄扬水站、南石扬水站都尽可能完善供水设施,提高供水能力,尽可能充分利用客水资源,以增大客水资源的利用量。

### 4.4 加强管理与保护

认真贯彻执行《中华人民共和国水法》及河北省有关水资源管理的具体规定,并制定、完善适于地方的具体实施细则,使水资源管理有法可依;完善水资源管理机构并使其职责到位,强化水行政部门在水资源管理与保护方面的权威,提高执法水平,加大执法力度,以实现地表水资源、地下水资源及客水资源的统一规划,统一调度,逐步建立起水资源合理开发与有力保护的运行机制。建立合理的水价体系,强化计量征收管理,下决心逐步关闭自备井,严格限制地下水的

(下转第177页)

4.5 石河子地区水资源时空优化配置结果

根据水资源系统安全运行规则,首先满足子系统生活用水、粮食作物用水和效益高的工业用水,不单独进行生态环境用水配置;其次由公共和私有的剩余水源依据以上理论对经济作物进行时空优化配置,其配置结果见表 5。

表 5 石河子地区水资源经济作物时空配置 10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>

阶段		1	2	3	4
下野地	地表水	789.21	4030.64	4938.29	1354.01
	地下水	2121.19	635.35	0	299.88
莫索湾	地表水	488.80	1326.14	4228.83	838.62
	地下水	2054.91	2060.91	0	525.50
石河子	地表水	352.42	1162.04	2843.08	604.64
	地下水	918.54	1311.21	0	85.31
金沟河	地表水	236.09	271.32	2411.69	29.78
	地下水	1203.60	1648.08	0	334.63
安集海	地表水	0	0	0	0
	地下水	1520.89	1841.84	1841.84	0

5 结论与讨论

5.1 结 论

水资源的时空配置问题已成为制约干旱地区社会经济发展和生态环境保护的重要问题,提高有限水资源的利用效率是促进地区经济发展的重要举措。本文在保证区域水资源可持续发展的前提下,遵从效益最大化原则,运用边际效益递减和作物灌溉制度最优理论,并以石河子地区为例,提出了水资源时空优化配置结果。本文求解水分产量函数是通过统计资料模拟,采用经济学原理,以资源利用效益最优为基础,科学安排不同供水量的价值流向,避免了传统上未考虑效率的按比例分配弊端,在具有较强的实践操作性。

5.2 讨 论

水资源作为生命资源,是经济发展和生态环境不可替代的资源,同时水资源作为自然资源,人人具有公平享用水资

源的权利。由于不同分区之间经济发展差异,水资源空间优化配置从一定程度上打破了这种公平。然而,资源分配的公平,不能理解为量上的平均主义,否则就失去稀缺资源的价值。资源分配的公平<sup>[10]</sup>,是资源分配制度的公平,体现为分配的规则,即分区间公平分配初始水权,科学地设置动态水价,实施水权交易,为水资源效益低的分区提供发展资金。

参考文献:

[1] Smith D V. Systems analysis and irrigation planning [J]. J. Irrig. Div. ,1973,(99):89—107.

[2] Dantzig G B. Linear Programming and Extensions[M]. Princeton University Press,1963.

[3] 沈佩君,等. 引丹灌区优化调度的模型及方法[J]. 水利学报,1991,(3):1—9.

[4] 辛玉琛,张志君. 长春市城市水资源优化管理模型研究[J]. 东北水利水电,2000,(1):15—17.

[5] Dinar A, Mark W, Rosegrant, et al. Water Allocation Mechanisms—Principles and Examples[R]. 1995.

[6] 贺北方,等. 基于遗传算法的区域水资源优化配置模型[J]. 水电能源科学,2002,20(3):10—12.

[7] 丛振涛,周智伟,雷志栋. Jensen 模型水分敏感指数的新定义及其解法[J]. 水科学进展,2002,13(6):11.

[8] 王劲峰,等. 水资源空间分配的边际效益均衡模型[J]. 中国科学(D 辑),2001,31(3):5.

[9] 蔡焕杰,等. 不同水分处理对膜下滴灌棉花生理指标及产量的影响[J]. 西北农林科技大学学报,2002,30(4):29—32.

[10] 杜杰. “公平”界定与价值选择[J]. 武汉交通科技大学学报,1997,(2):87—89.

(上接第 173 页)

开采;实施分类水价制度,根据不同的水质制定不同的价格标准,优质优价,以促进污、废水资源的进一步开发利用,减少淡水资源的开发利用量。加强对工业废水与生活污水的管理,在严格限制重污染企业的新建与发展的同时,逐步完善工业废水与生活污水的收集与处理系统,制定合理的排放标准,并加大监督、管理的工作力度,实现工业废水与生活污水的达标排放,以保护水环境,努力促进其良性循环。

5 结 语

昌黎县在水资源方面存在着总量短缺、浪费严重、开发利用不合理及水环境恶化问题,已导致了该地区的水资源危机。通过开展昌黎县水资源问题的研究,针对其存在的问题,提出相应的策略,以逐步实现水资源的可持续利用,对促

进昌黎县农业及社会经济的可持续发展有着重要的意义。

参考文献:

[1] 丁春梅. 浙江省水资源可持续利用研究[D]. 杭州:浙江大学,2005.

[2] 张领先,傅泽田,王德成,等. 唐山市沙流河镇水资源供需平衡优化分析[J]. 农业工程学报,2005,21(4):38—41.

[3] 黄万合. 我县地下水资源现状及开发利用对策探讨[A]. 秦皇岛市水利学会. 秦皇岛市水利学会论文集(1996—1998)[C]. 209—201.

[4] 昌黎县林业局. 昌黎县非公有制林业发展情况调查报告[J]. 河北林业科技,2003,(12):44—45.

[5] 韩友志. 辽宁省水资源可持续发展战略的研究[D]. 长春:东北林业大学,2003.