

新郑市新村镇农田水利现代化项目水量供需平衡分析

孔海龙¹ 黄喜良² 黄威威³

(1. 河南省水利勘测有限公司, 河南 郑州 450003;

2. 河南省农田水利技术推广站, 河南 郑州 450003;

3. 河南誉庭岩土工程有限公司, 河南 郑州 450003)

【摘要】 本文通过对不同灌溉对象在不同保证率条件下灌区水量供需变化进行分析, 提出灌溉工程建设和节水增效的措施建议, 为灌区水资源的可持续利用及长效运行提供技术支撑。

【关键词】 新村镇; 农田水利; 示范项目; 水量分析

中图分类号: TV93

文献标志码: A

文章编号: 2096-0131(2017)08-0001-06

Analysis on water supply and demand balance of farmland water conservancy modern project in Xincun Town of Xinzheng City

KONG Hailong¹, HUANG Xiliang², HUANG Weiwei³

(1. Henan Water Conservancy Survey Co., Ltd., Zhengzhou 450003, China;

2. Henan Farmland Water Conservancy Technology Promotion Station, Zhengzhou 450003, China;

3. Henan Yuting Rock-Soil Engineering Co., Ltd., Zhengzhou 450003, China)

Abstract: In the paper, water supply and demand changes in the irrigation district under the condition of different irrigation objects and assurance rate are analyzed. Measures and suggestions of irrigation project construction and energy-saving efficiency increase are proposed, thereby providing technical support for sustainable utilization and long-term operation of water resources in the irrigation district.

Keywords: Xincun Town; farmland water conservancy; demonstration projects; water quantity analysis

1 引言

新村镇位于新郑市西北部, 是传统的农业乡镇。全镇国土面积 14000hm², 其中耕地面积 3000hm²。农作物主要有小麦、玉米、蔬菜等, 由于灌溉条件差, 复种指数仅为 160%。地表水资源主要来自双洎河和黄河, 但河道多处断流。工农业用水主要依靠开采地下水, 造成了地下水漏斗。2015 年新村镇争取项目资金

拟建设农田水利现代化示范乡镇项目, 水资源问题成为制约项目实施的主要瓶颈。因此亟须开展水资源评价, 采取必要的技术经济措施, 保障项目建设和持续运行, 实现水资源的可持续利用。

2 项目区水土资源开发利用现状分析

2.1 项目区土地资源利用现状

新村镇国土总面积 14000hm², 土地利用总量为

7400hm², 占国土总面积的 52.86%。新村镇土地资源利用现状见表 1。

表 1 新村镇土地资源利用现状

土地类型	耕地			林地	园地	草地	水域及水利设施	其他用地	合计
	基本农田	一般农田	小计						
土地利用量/hm ²	2800	200	3000	533	150	50	2000	1667	7400
比例/%	40.54			7.2	2.03	0.67	27.03	22.53	100

2.2 项目区水资源及开发利用现状

2.2.1 项目区水资源现状

2.2.1.1 地表水资源及其可利用量

项目区多年平均降雨量为 580mm, 50% 保证率时降雨量为 560mm, 75% 保证率时降雨量为 435mm, 95% 保证率时降雨量为 252mm。

多年平均径流量由式(1)计算:

$$W = 0.1\alpha XF \quad (1)$$

式中 W ——多年平均径流量, 万 m³;

α ——径流系数, 一般取 0.2 ~ 0.6, 本次计算取 0.4;

X ——多年平均降雨量, mm;

F ——产流面积, km², 在此取 43km²。

项目区多年平均地表水资源总量 998 万 m³, 50%、75%、95% 保证率时地表水资源量分别为 963 万 m³、748 万 m³、433 万 m³。

由于项目区降水年内分配不均, 季节变化大, 汛期径流集中, 6—9 月径流量占全年径流量的 60% 以上; 径流拦蓄控制性水工建筑物少, 大部分流出境外, 因而地表水的利用率很小, 在地表水资源可利用量估算时按径流量的 80% 考虑。故项目区多年平均地表水资源可利用量为 798 万 m³, 50%、75%、95% 保证率时地表水资源可利用量分别为 770 万 m³、598 万 m³、364 万 m³。项目区地表水资源及其可利用量计算成果见表 2。

表 2 项目区地表水资源及其可利用量计算成果

保证率/%	地表水资源量/万 m ³	地表水资源可利用量/万 m ³
多年平均	998	798
50	963	770
75	748	598
95	433	364

2.2.1.2 项目区地下水资源及其可利用量

项目区地势平坦, 且含水层颗粒较细, 渗透性较弱, 地下水坡度平缓, 所以水平方向流入流出不予计算。项目区浅层地下水综合补给量主要包括降雨入渗 W_1 和灌溉回归 W_2 , 即

$$W_{\text{地下}} = W_1 + W_2 \quad (2)$$

降雨入渗补给量为

$$W_1 = 0.1\alpha PF \quad (3)$$

式中 W_1 ——降雨入渗补给量, 万 m³;

α ——入渗系数, 一般取 0.23 ~ 0.26, 本次计算取 0.25;

P ——多年平均降雨量, mm;

F ——控制面积, km², 在此取项目区面积 43km²。

灌溉回归水补给量为

$$W_2 = Q_{\text{定}}UF_{\text{灌}} \quad (4)$$

式中 $Q_{\text{定}}$ ——灌溉定额, 37.5m³/km²;

$F_{\text{灌}}$ ——灌溉面积, 43km²;

U ——回归系数, 取 0.2。

地下水可开采量等于地下水补给量乘以可开采系数, 可开采系数取 0.85。项目区地下水资源量计算成果见表 3。

表 3 项目区地下水资源量计算成果

年份	保证率/%	地下水补给量/万 m ³			地下水可开采量/万 m ³
		降雨入渗	灌溉回归	合计	
现状年	50	602	325	927	788
	75	468	406	874	743
	95	270	471	741	630

2.2.1.3 项目区水资源可利用总量

项目区水资源可利用总量见表 4。

表4 项目区水资源可利用量计算成果

年份	保证率/%	水资源可利用量/万 m ³		
		地表水	地下水	可利用总量
现状年	50	770	788	1558
	75	598	743	1341
	95	364	630	994

2.2.2 项目区水资源开发利用现状

2.2.2.1 项目区需水量现状

a. 项目区生活、生态及副业需水量。项目区农业

人口4.5万人;大、小牲畜分别为0.4万头、3万只;项目区内基本无工业生产企业。规划年灌溉面积4333hm²,人口自然增长率为5‰,大小牲畜增长率均为3%。农村居民生活用水定额按照55L/d计算,则20m³/(人·a)。大牲畜用水定额按照50L/(头·d)计算,则18.25m³/(头·a)。小牲畜用水定额按照4L/(只·d)计算,则1.46m³/(只·a)。生态环境用水量占可利用总量的10%计算。年农副产品加工分别为50万t、60万t、70万t,每吨用水量8L。项目区生活、生态及副业需水量计算结果见表5。

表5 项目区生活、生态及副业需水量计算

年份	居民生活用水		大牲畜用水		小牲畜用水		生态环境需水量/万 m ³	农产品加工业/万 m ³	合计/万 m ³
	农村人口/万人	需水量/万 m ³	大牲畜数/万头	需水量/万 m ³	小牲畜/万只	需水量/万 m ³			
现状年	4.5	90	0.4	7.3	3	4.38	2.22	0.40	104.3

b. 项目区现状农业灌溉需水量计算。项目区主要农作物有小麦、玉米、蔬菜、果园、草地、苗圃等,现状年灌溉面积3770 hm²,其中耕地面积3000hm²,林地533hm²,园地150hm²,草地50 hm²;现状年耕地灌溉面积中包括:小麦1200 hm²,玉米1050 hm²,露地蔬菜360

hm²,复种指数为1.87,灌溉水利用系数为0.6。净灌溉定额根据项目区灌溉调研数据,并参考河南省《农业用水定额》(DB41/T 958—2014)等资料确定。根据项目区作物实际灌溉情况确定毛灌溉定额(见表6)。

表6 项目区现状年农业灌溉需水量计算

保证率	作物	种植面积/hm ²	净灌溉定额/(m ³ /hm ²)	毛灌溉定额/(m ³ /hm ²)	灌溉需水量/万 m ³	总灌溉需水量/万 m ³
P = 50%	小麦	1200	2025	1823	219	678
	玉米	1050	1275	1148	121	
	蔬菜	360	2400	2160	78	
	果园	150	2700	2430	37	
	草地	50	1500	1350	7	
	苗圃	533	4500	4050	216	
	合计	3343			678	
P = 75%	小麦	1200	2100	1995	239	737
	玉米	1050	1425	1354	142	
	蔬菜	360	2400	2280	82	
	果园	150	3105	2565	39	
	草地	50	1500	1425	7	
	苗圃	533	4500	4275	228	
	合计	3343			737	

续表

保证率	作物	种植面积/hm ²	净灌溉定额/(m ³ /hm ²)	毛灌溉定额/(m ³ /hm ²)	灌溉需水量/万 m ³	总灌溉需水量/万 m ³
P = 95%	小麦	1200	2330	2330	280	859
	玉米	1050	1465	1465	154	
	蔬菜	360	2760	2760	99	
	果园	150	2700	2700	41	
	草地	50	1725	1725	9	
	苗圃	533	5175	5175	276	
	合计	3343			859	

c. 项目区现状需水总量计算成果见表7。

表7 项目区现状需水总量计算成果

单位:万 m³

年份	保证率	生活、生态及副业需水量	农业灌溉需水量	需水总量
现状年	50%	104.3	678	782
	75%	104.3	737	841
	95%	104.3	859	963

d. 项目区供水工程供水能力计算成果见表8。

表8 项目区供水工程供水能力计算成果

水源	设计提水能力/(万 m ³ /a)	实际供水能力/(万 m ³ /a)	供水工程形式
合计	1169	860	
地表水	578	385	机电泵站
地下水	591	475	机电井

2.2.2.2 项目区现状水量供需状况分析

a. 现状水资源承载能力分析。在现有水资源条件下,50%和75%保证率时水资源满足农业生产和生活用水需求。95%保证率时水资源可利用量与需水量接近,供需关系紧张。现状年水资源供需平衡测算见表9。

表9 现状年水资源供需平衡测算

单位:万 m³

年份	保证率	可利用水量	需水量	余缺水量
现状年	50%	1558	782	776
	75%	1341	841	500
	95%	994	963	31

b. 现状供水能力与水量需求分析。在现有供水条件下,50%保证率时水量满足农业生产和生活用水

需求。75%和95%保证率时供水工程供水能力不能满足农业生产和生活用水需求,亟待建设新的供水工程,增加供水能力,满足项目区农业生产和生活用水需求。现状年供水工程与水量需求测算见表10。

表10 现状年供水工程与水量需求测算

单位:万 m³

年份	保证率	供水量	需水量	余缺水量
现状年	50%	860	782	+78
	75%	860	841	-19
	95%	860	963	-103

3 项目区规划水平年水资源供需平衡分析

3.1 水平年的设定

新村镇拟建设的农田水利现代化示范项目于2015年立项,将2015年设定为现状水平年。2016年为建设期间,2017年交付运行,将2017年设定为近期水平年。主要取水工程为水井,设计使用年限为15年,将2032年设定为远期水平年。

3.2 项目区规划水平年土地利用分析

随着供给侧的经济结构性改革和农业结构调整,预测到2032年,项目区土地利用总量不变,但耕地复种指数提高,林地、园地、草地面积增加,其他用地减少。规划水平年土地资源利用分析见表11。

3.3 项目区规划水平年经济社会及农业发展需水量分析

a. 项目区社会经济发展需水量预测。项目区规划年人口自然增长率为5‰,大小牲畜增长率为3%。项目区社会经济发展需水量预测分析见表12。

表 11 规划水平年土地资源利用分析

土地类型	耕地			林地	园地	草地	水域及水利设施	其他用地	合计
	基本农田	一般农田	小计						
土地利用量/hm ²	2800	200	3000	733	500	100	2000	1067	7400
比例/%	37.84	2.70	40.54%	9.91	6.76	1.35	27.02	14.42	100

表 12 项目区社会经济发展需水量预测分析

年 份	居民生活用水		大牲畜用水		小牲畜用水		生态环境需水量/万 m ³	农产品加工业/万 m ³	合计/万 m ³
	农村人口/万人	需水量/万 m ³	大畜禽数/万头	需水量/万 m ³	小畜禽/万只	需水量/万 m ³			
现状年	4.5	90	0.4	7.3	3	4.38	2.22	0.40	104.3
近期规划年	4.514	90.28	0.401	7.32	3.009	4.39	2.3	0.48	104.77
远期规划年	4.7	94	0.417	7.61	3.126	4.56	2.5	0.56	109.23

b. 项目区农业发展预测。规划水平年灌溉面积 4333 hm²,较现状年新增 22%。复种指数由现状年的 1.87,提高到 2.0。低压管田间灌溉水利用系数为 0.75,喷灌田间灌溉水利用系数为 0.85,微灌田间灌溉水利用系数为 0.95。项目区规划水平年农业灌溉需水量计算见表 13。

表 13 项目区规划水平年农业灌溉需水量计算

保证率	作物	种植面积/hm ²	净灌溉定额/(m ³ /hm ²)	毛灌溉定额/(m ³ /hm ²)	灌溉需水量/万 m ³	总灌溉需水量/万 m ³
P = 50%	小麦	1425	2025	1823	260	918
	玉米	1140	1425	1148	131	
	蔬菜	435	2400	2160	94	
	果园	500	2700	2430	122	
	草地	100	1500	1350	14	
	苗圃	733	4500	4050	297	
	合计	4333			918	
P = 75%	小麦	1425	2100	1995	284	992
	玉米	1140	1425	1354	154	
	蔬菜	435	2400	2280	99	
	果园	500	3105	2565	128	
	草地	100	1500	1425	14	
	苗圃	733	4500	4275	313	
	合计	4333			992	
P = 95%	小麦	1425	2330	2330	332	1177
	玉米	1140	1465	1465	167	
	蔬菜	435	2760	2760	147	
	果园	500	2700	2700	135	
	草地	100	1725	1725	17	
	苗圃	733	5175	5175	379	
	合计	4333			1177	

c. 项目区规划水平年需水总量计算成果见表 14。

表 14 项目区规划水平年需水总量计算成果

单位:万 m³

年份	保证率	居民生活需水量	牲畜需水量	农业灌溉需水量	生态需水量	农副业生产需水量	需水总量
近期规划水平年	P = 50%	90.28	11.71	918	2.3	0.48	1023
	P = 75%	90.28	11.71	992	2.3	0.48	1097
	P = 95%	90.28	11.71	1177	2.3	0.48	1282
远期规划水平年	P = 50%	94	12.17	918	2.5	0.56	1027
	P = 75%	94	12.17	992	2.5	0.56	1101
	P = 95%	94	12.17	1177	2.5	0.56	1286

d. 项目区规划水平年水量供需状况分析。在现有水资源条件下,规划水平年 50% 保证率时水资源满足农业生产和生活用水需求;75% 保证率时基本满足农业生产和生活用水需求;95% 保证率时缺水率为 29%,必须采取制定严格的节水措施,建设新的节水工程,保障项目区农村经济社会发展用水安全。项目区规划水平年水量供需计算成果见表 15。

表 15 项目区规划水平年水量供需计算成果

单位:万 m³

年份	保证率	可利用水量	需水量	余缺水量
近期规划水平年	50%	1558	1023	535
	75%	1341	1097	244
	95%	994	1282	-288
远期规划水平年	50%	1558	1027	531
	75%	1341	1101	240
	95%	994	1286	-292

4 水质分析

新村镇项目区灌溉用水水质分析见表 16。

表 16 新村镇项目区灌溉用水水质分析

项目类别	主要水质指标及检测结果				分析结论
	粮食作物	测验值	蔬菜作物	测验值	
化学需氧量/(mg/L) ≤	100	89	0.60	50	合格
悬浮物/(mg/L) ≤	100	93	15	14	合格
阴离子表面活性剂/(mg/L) ≤	8	7	5	4	合格
水温/℃ ≤	25	15			合格
pH	5.5 ~ 8.5	7.5			合格
全盐量/(mg/L) ≤	1000 ~ 2000	1500			合格

续表

项目类别	主要水质指标及检测结果				分析结论
	粮食作物	测验值	蔬菜作物	测验值	
总磷/(mg/L) ≤	0.1	0.09	0.05	0.04	合格
粪大肠菌群数/(个/100mL) ≤	4000	3800	1000	850	合格
蛔虫卵数/(个/L) ≤			2.1	2	合格

5 主要结论

基于上述分析,在复种指数提高、粮食增产、人口增加、种植结构调整、生态用水增加明显的情况下,项目区规划水平年将出现水资源供需紧张的状况。因此,在建设新的供水工程,提高供水能力的同时,必须通过节水灌溉工程措施、管理措施的联合运用,提高灌溉水利用系数,挖掘节水增效的潜力,才能保障项目区水资源的有效供给和可持续利用。建议充分利用地表水灌溉工程,减少对地下水的开采。对现有的地下水取水机井进行改造,在距离地表水较远的地块,适当新建取水工程。通过对田间灌溉设施的改造,重点发展喷灌、微灌等高效节水灌溉,减少农业灌溉用水量。

参考文献

- [1] 水利部农村水利司,中国灌溉排水发展中心. 节水灌溉规划[M]. 郑州:黄河水利出版社,2011.
- [2] 水利部水资源管理司,水利部水资源管理中心. 建设项目水资源论证培训教材[M]. 北京:中国水利水电出版社,2005.
- [3] 河南省水资源编纂委员会. 河南省水资源[M]. 郑州:黄河水利出版社,2007.