

港口抽黄灌区水量平衡分析

姚骁鹏

陕西省水工程勘察规划研究院 陕西 西安 710000

摘要:港口抽黄灌区是陕西开发利用黄河水资源建设的高扬程多级电力抽水灌溉工程。根据项目区作物种植类型和种植比例,确定灌溉制度,并通过工程可供水量计算,进行项目区水量平衡计算分析,为类似工程设计和评价提供参考。

关键词:抽黄灌区;灌溉制度;灌溉定额;水量平衡分析

1 基本情况

港口抽黄灌溉工程位于关中平原东部的潼关县、华阴市境内,是陕西开发利用黄河水资源,改善这一地区农业基础设施的一座高扬程多级电力抽水灌溉工程。灌区东西长30.5km,南北宽12.1km,总土地面积369.1km²,覆盖两县(市)的5个乡镇,125个自然村,总人口14万多人,农业人口12.2万人。灌区内塬面平坦,土地肥沃,光照充足,以种植业为主,属农业型经济,是渭南市的主要粮棉产区之一。

港口抽黄工程1976年元月动工,1979年逐步投入运行,1990年竣工验收。渠首抽水流量7.30m³/s,灌区分南头塬、代字营塬、寺角营塬、吴村塬、高桥塬、孟塬、南场共7个灌溉系统。

目前,投运大中型抽水站共5级12座,安装水泵电动机组50台(套),总装机容量25270kW,累计最高扬程294.57m,大中型泵站机组运行良好,为灌区灌溉提供了水源保障。灌区现状建有渠道36条,总长101.53km,建筑物746座。其中干渠3条,总长15.39km,建筑物59座;分干渠2条,总长13.92km,建筑物52座;支渠14条,总长49.64km,建筑物402座;分支渠17条,总长22.58km,建筑物178座。输变电工程有110kV、35kV、10kV、6kV变电站10座,输电线路12条,总长52.6km。灌区原来为支渠和分支渠配套25座小型抽水站,经过多年运行,其中11座抽水站因城市规划、国道改线等原因已被拆除、损毁,目前仅现存14座。

港口抽黄灌区设计灌溉面积20.89万亩,现状实际有效灌溉面积仅为10.07万亩。

2 水资源平衡分析

2.1 灌区水资源利用现状分析

灌区内有发源于秦岭北麓的小河流20多条,但因流量小(总流量约1.00m³/s左右),季节性强,大多数无开发利用价值,目前只是通过修建小型水库和池塘开发利

用,每年的供水能力仅为860万m³,主要供给工业生产用水和其它用水。

由于灌区位于黄土台塬区,海拔高程400m~600m,虽塬面平坦,但受南山支流冲刷,沟壑发育,坡陡沟深。切深100~150m,形成秦岭北坡脚洪积区地下水排泄的有利条件,加之塬底主要含水层砂卵石层与洪积区前沿接触较薄,直接影响洪积区地下水向黄土塬区补给,因此灌区地下水补给仍以降水为主,储量较少,属极弱富水带,且埋深达150~250m,不易开采利用。根据当地水资源规划(2015年),项目区地下水资源量约为270万m³,目前灌区地下水年开采量约为160万m³,主要供给生活用水。

黄河水是港口抽黄灌区唯一的灌溉水源,且黄河水只用于农业灌溉,因此,灌区水资源供需分析时,供水只对黄河水源进行分析,地表水和地下水不参与分析;用水只对灌溉用水进行分析,工业企业用水及生产生活用水不参与分析。

2.2 灌区供水量分析

根据水利部编制的《中国河流泥沙公报》(2020年)黄河潼关水文站1952~2020年资料显示,黄河多年平均径流量335.3亿m³,多年平均输沙量9.21亿吨,多年平均含沙量27.5kg/m³,泥沙多年平均中值粒径0.021mm^[1]。

港口抽黄灌区,水源采用黄河径流,黄河天然来水量充沛,但是,作为电力提水灌区,工程可供水量能否满足需水要求,才是衡量灌区是否缺水的唯一标准。

港口抽黄工程由零级泵站抽水经总干渠输送至港口站,再由港口站加压后,由东、西干渠输水至各级泵站。西干渠灌溉系统控制的大型提升泵站包括花五站、西傲站、西泉站,控制灌溉吴村塬及高桥塬片区、孟塬片区、南场支渠片区和华阴支渠片区;东干渠灌溉系统控制的大型提升泵站包括望远沟站和试验站,控制灌溉南头塬及代字营塬片区、寺角营塬片区。各泵站控制灌溉片区及灌溉面积统计(如下图表1)

表1 各泵站控制灌溉片区及灌溉面积统计表

序号	泵站名称	控制灌溉区域	灌溉面积(万亩)	
			基准年(2020)	规划年(2025)
	港口站	西干渠灌溉系统、东干渠灌溉系统	10.07	17.19
(一)	西干渠系统		5.98	11.38
1	花五站低池	南场支渠片区、华阴支渠片区、西泉站控制灌溉区	3.75	8.95
2	西傲站	吴村塬及高桥塬	2.23	2.43
3	西泉站	孟塬	2.55	2.75
(二)	东干渠系统		4.09	5.81
1	望远沟站	南头塬及代字营塬	3.59	4.6
2	试验站	寺角营塬	0.5	1.21

零级站和港口站设计流量7.3m³/s, 根据灌溉制度, 其余各泵站设计流量及灌溉期工程可供水量分析成年灌水天数135天, 灌溉期内, 可供灌溉水量为8515万 m³。果见表(如下图表2)

表2 港口抽黄灌区灌溉期各级泵站可供水量成果表

序号	各级泵站	设计流量(m³/s)	日抽水时长(h)	年灌溉天数(d)	灌溉期可供水量(万m³)
一	零级站	7.3	24	135	8515
	港口站				
(一)	西干渠	4.44	24	135	5179
1	花五站低池	3.3	24	135	3849
2	西傲站	1.38	24	136	1622
3	西泉站	1.86	24	135	2170
(二)	东干渠	3.1	24	135	3616
1	望远沟站	2.46	24	135	2869
2	试验站	0.4	24	135	467

2.3 灌区需水量分析

灌溉水利用系数为0.52;

2.3.1 基准年需水量分析

b、灌溉制度

a、基准年计算参数

根据调查的当地不同作物的实际灌溉用水情况, 确定灌区水田农作物复种指数为145%, 小麦40%, 玉米35%, 果树20%, 夏杂20%, 油菜10%, 秋杂20%, 灌溉制度(如下图表3)。

基准年为2020年;

灌区灌溉保证率为75%^[2];

灌区灌溉面积为10.07万亩, 其中西干渠灌溉面积5.98万亩, 东干渠灌溉面积4.09万亩。

表3 港口抽黄灌区灌溉制度 (P = 75%)

作物名称	作物组成	灌水次数	生长期	灌水时间起止	灌水历时(天)	灌水定额(m³/亩·次)	灌水定额合计(m³/亩)	净综合灌溉定额(m³/亩)	设计灌水率q _{ik} [m³/(s·万亩)]
小麦	40%	1	冬灌	10/11~9/12	30	45	125	50	0.069
		2	拔节	15/3~5/4	22	40			0.084
		3	抽穗	26/4~15/5	20	40			0.093
玉米	35%	1	苗期	1/6~13/6	13	45	125	43.75	0.140
		2	拔节	10/7~20/7	11	40			0.147
		3	抽穗	26/7~6/8	12	40			0.135
果树	20%	1	越冬期	15/11~14/12	30	45	125	25	0.035
		2	坐果	21/4~15/5	20	40			0.046
		3	膨大期	19/7~7/8	20	40			0.046

续表:

作物名称	作物组成	灌水次数	生长期	灌水时间起止	灌水历时(天)	灌水定额(m ³ /亩·次)	灌水定额合计(m ³ /亩)	净综合灌溉定额(m ³ /亩)	设计灌水率q _灌 [m ³ /(s·万亩)]
夏杂	20%	1	拔节	24/4 ~ 13/5	20	45	85	17	0.052
		2	抽穗	1/6 ~ 20/6	15	40			0.062
油菜	10%	1	冬灌	15/11 ~ 10/12	20	45	85	8.5	0.026
		2	抽薹	21/4 ~ 10/5	16	40			0.029
秋杂	20%	1	拔节	1/7 ~ 13/7	13	40	80	16	0.071
		2	抽穗	16/7 ~ 25/7	10	40			0.093
合计	145%							160.25	

根据灌溉制度，基准年净综合灌溉定额为160.25m³/亩，灌溉水利用系数0.52，则毛综合灌溉定额为308.17m³/亩^[3]。

c、基准年灌溉用水量

根据灌溉制度、灌溉面积及灌溉水利用系数等确定灌溉用水量，基准年灌溉用水量计算公式如下：

$$W = \frac{F \times m}{\eta} \quad (\text{式1})$$

式中：W—供水区需水量，万m³；

F—灌溉面积，亩；

m—净综合灌溉定额，m³/亩；

η—灌溉水利用系数。

按上述的灌溉制度进行计算，P = 75%时基准年毛灌溉总需水量3103万m³。基准年灌溉用水量计算成果（如下图表4）。

表4 港口抽黄灌区基准年（2020年）灌溉需水量计算成果表

序号	泵站及灌溉片区		灌溉面积(万亩)	净灌溉定额(m ³ /亩)	灌溉水利用系数	毛灌溉定额(m ³ /亩)	毛需水量(万m ³)
一	零级站		10.07	160.25	0.52	308.17	3103
	港口站						
(一)	西干渠		5.98				1843
1	花五站低池		3.75				1156
(1)	西泉站	孟塬片区	2.55				786
(2)	南场支渠片区		1.2				370
(3)	华阴支渠片区		0				0
2	西傲站	吴村塬及高桥塬片区	2.23				687
(二)	东干渠		4.09				1260
1	望远沟站	南头塬、代字营塬	3.59				1106
2	试验站	寺角营塬	0.5				154

2.3.2 设计水平年需水量分析

a、设计水平年计算参数

设计水平年为2025年；

灌区灌溉保证率为75%；

灌区灌溉面积为17.19万亩，其中西干渠灌溉面积11.38万亩，东干渠灌溉面积5.81万亩。

灌溉水利用系数为0.65；

b、灌溉制度

根据调查的当地不同作物的实际灌溉用水情况，确定灌区水田农作物复种指数为145%，小麦40%，玉米

35%，果树20%，夏杂20%，油菜10%，秋杂20%，灌溉制度见表3。

根据灌溉制度，基准年净综合灌溉定额为160.25m³/亩，灌溉水利用系数0.65，则毛综合灌溉定额为246.54m³/亩。

c、设计水平年灌溉用水量

根据灌溉制度、灌溉面积及灌溉水利用系数等确定灌溉用水量，设计灌溉用水量计算公式见式1。

根据上述灌溉制度进行计算，设计水平年毛灌溉总需水量4238万m³。灌溉用水量计算成果见表（如下图表5）

表5 港口抽黄灌区设计水平年(2025年)灌溉需水量计算成果表

序号	泵站及灌溉片区		灌溉面积(万亩)	净灌溉定额(m ³ /亩)	灌溉水利用系数	毛灌溉定额(m ³ /亩)	毛需水量(万m ³)
一	零级站		17.19	160.25	0.65	246.54	4238
	港口站						
(一)	西干渠		11.38				3507
1	花五站低池		8.95				2758
(1)	西泉站	孟塬片区	2.75				847
(2)	南场支渠片区		1.2				370
(3)	华阴支渠片区		5				1541
2	西傲站	吴村塬及高桥塬片区	2.43				749
(二)	东干渠		5.81				1790
1	望远沟站	南头塬、代字营塬	4.6				1418
2	试验站	寺角营塬	1.21	373			

d、灌区流量确定

根据设计水平年灌溉制度,设计田间净灌水率为0.22m³/s/万亩,灌溉水利用系数0.6,则渠首毛灌水率为0.33m³/s/万亩。

(2) 水土资源平衡分析

① 基准年水资源平衡分析

基准年灌溉水资源平衡分析详见表6。

表6 港口抽黄灌区基准年(2020)水量平衡分析成果表

序号	各级泵站	灌溉期可供水量(万m ³)	灌溉需水量(万m ³)	供需平衡(万m ³)	
				余	缺
一	零级站	8515	3103	5411	
	港口站				
(一)	西干渠	5179	1843	3336	
1	花五站低池	3849	1156	2693	
2	西傲站	1622	687	934	
3	西泉站	2170	786	1384	
(二)	东干渠	3616	1260	2355	
1	望远沟站	2869	1106	1763	
2	试验站	467	154	312	

根据计算,基准年灌区可供水量8515万m³,灌溉需

水量3103万m³,可供水量满足灌区灌溉用水要求,余水5411万m³。

3 结语

作为电力抽水灌区,在天然来水量充裕的情况下,工程可供水量能否满足需水要求,才是衡量灌区是否缺水的唯一标准。经过计算分析,港口灌区各级泵站抽水能力满足灌区灌溉需要,为灌区的节水改造提供了可靠的水源保障。

参考文献

- [1]中华人民共和国水利部 中国河流泥沙公报[M]北京:中国水利水电出版社.2021
- [2]灌溉与排水工程设计标准(GB50288-2018)[S]北京:中国计划出版社.2018
- [3]陕西省水利电力勘测设计研究院,陕西省水利厅农村水利水电处 中小型农田水利工程设计手册-以陕西省为例 [M]北京:中国水利水电出版社.2020