

关于鸿化堰导水堰堰顶高程计算方法的优化

徐大海, 樊璐璐

(成都鸿策工程咨询有限公司, 四川 成都 610072)

摘要: 鸿化堰导水堰工程已经完工并正常运行数年, 通过运行资料来看, 设计成果实现了预定的设计目标。在导水堰的顶高程设计中, 综合考虑了各个因素对取水能力的影响, 结合导水堰过流过程对水位的抬高作用, 确定了导水堰的顶高程, 同时也复核了导水堰对岷江行洪能力的影响。其计算方法清晰, 计算过程科学, 充分利用了各种水力学计算公式, 对类似的工程设计均具有较好的指导意义。

关键词: 鸿化堰; 导水堰; 堰顶高程; 行洪计算

中图分类号: TV551.3+6; P216; G613.4

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2017)03-0127-03

1 工程概况

鸿化堰地处眉山市青神县境内, 位于岷江西岸。属无坝引水工程, 其取水闸位于眉山市东坡区松江镇。鸿化堰是一座历史悠久的古堰, 始建于唐代, 距今已有一千多年历史, 经过多次的复修、续建、扩建、配套、整治, 鸿化堰有了今天的规模, 使鸿化堰成为一座集灌溉、防洪、排涝、工业及城镇供水为一体的多功能水利工程。目前已建成总干渠1条, 长11.066 km, 东、西、南干渠3条, 长17.166 km, 支渠42条长67.53 km, 斗渠逾百公里。鸿化堰设计引水流量 $8.2 \text{ m}^3/\text{s}$, 设计灌面5.9818万亩。

近年来由于采砂等原因已经导致河床降低, 特别是枯期, 采砂留弃的卵砾石堆迫使主流改道,

导致取水口门前基本无水经过。从测量资料看, 鸿化堰取水口位于约2.5 km 直线河道下游端, 枯期平均河道宽度在400 m 以上, 灌区用水量较大的5月份流量较小, 因此, 在没有工程措施的情况下取水闸基本无水可取; 加之灌区渠系绝大部分没有衬砌, 淤积严重, 干渠纵坡大多小于 $1/10\ 000$, 甚至为逆坡, 造成渠道过流流量无法得到满足, 取水困难的问题日益突出, 迫切需要在进水闸前新建拦河导水堰工程。

经过设计分析比较, 拟在鸿化堰取水口下游约25m处新建全长442.00 m的导水堰, 堰两端与岷江堤防相接, 轴线基本垂直岷江两岸。导水堰的设计重点是满足小流量情况下鸿化堰的取水效果, 同时不影响岷江的行洪安全。

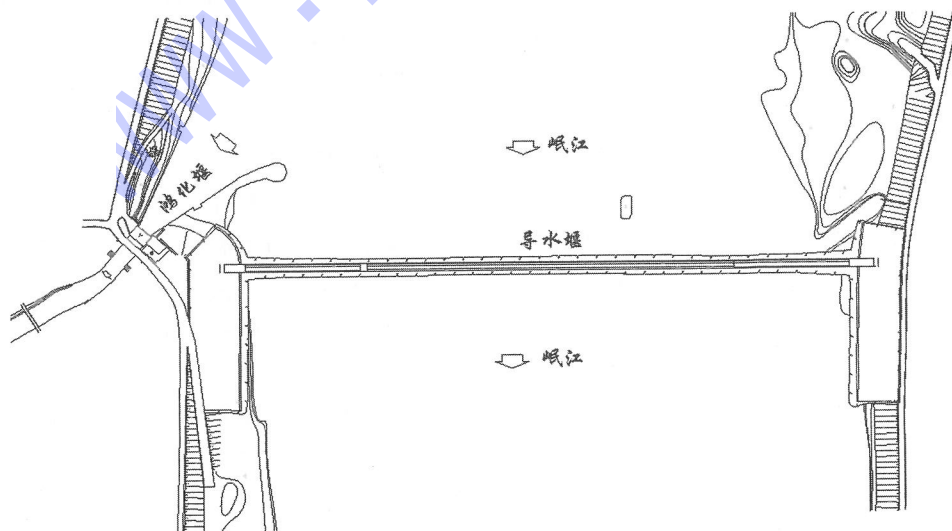


图1 鸿化堰取水示意图

收稿日期: 2017-06-05

2 闸前水位计算

由于进水节制闸的过水能力受下游淹没程度影响较大,即在闸前水位一定的条件下,下游渠道水位的高低,决定了取水闸流量的大小。当渠道用水量较大时,渠道流态接近于均匀流,此时闸门前后水位差最大,进闸流量也趋近于最大,当渠道用水量较小时,渠道为缓流,流速较小,流量也较小。所以采用以下步骤计算所需取水闸取 $8.2 \text{ m}^3/\text{s}$ 时闸前水位:

(1) 计算下游渠道为明渠均匀流时,渠道过流量为 $8.2 \text{ m}^3/\text{s}$ 对应的下游水深及下游水位。

(2) 计算进闸流量为 $8.2 \text{ m}^3/\text{s}$ 时的闸上下游水位差,从而推得闸门上游水位即所需的取水口闸前水位。

①明渠均匀流计算

表1 鸿化堰干渠主要控制段坡降

地名	桩号	渠(闸)底高程/m	间距/m	平均比降 <i>i</i>
取水闸	0+202	394.690		
防洪闸	4+821	394.295	4 619.00	1/11 694
南进闸	11+066	394.739	6 245.00	倒 1/14 065
高墩闸	12+856	394.227	1 790.00	1/3 496

②闸前水位计算

计算方法一:

按闸孔过流计算闸孔的过流能力,计算当闸孔过流为 $8.2 \text{ m}^3/\text{s}$ 时,闸门前后水位差,闸孔过流计算公式为:

$$Q = \sigma_s \sigma_c m n b \sqrt{2g} H_0^{3/2}$$

式中 Q 为流量, $8.2 \text{ m}^3/\text{s}$, σ_s 为淹没系数; $\sigma_s =$

$$2.3 \sqrt{\left(2 - \frac{Z}{Z_k}\right) \frac{Z}{Z_k}}; [1] Z \text{ 为闸上下游水位差, m; } Z_k$$

为临界水位差, $Z_k = [1 - L(m \sqrt{2g})^{2/3}] H$; L 为系数, $L = f(\sum b_0/B_j)$ 查表, 取 0.564; m 为堰的流量系数, 查表; g 为重力加速度; σ_c 为侧收缩系数, 取 1.0; n 为闸孔孔数; b 为孔口净宽; H_0 为包括行流速的堰前水头, 设计时堰前行进流速为 0, $H_0 = h + Z$;

经计算, 当闸上下游水位差为 0.002 m 时, 闸孔过流流量恰为 $8.2 \text{ m}^3/\text{s}$, 故可得出需要的闸前水位约为 396.77 m。

计算方法二:

由于下游水位较高, 当闸门取水 $8.2 \text{ m}^3/\text{s}$ 时, 闸门的过流能力实际上由下游过流能力控制, 按

计算公式为:

$$Q = \frac{[(b + mh)h]^{5/3}}{n(b + 2h\sqrt{1 + m^2})^{2/3}\sqrt{i}}$$

式中 Q 为流量, $8.2 \text{ m}^3/\text{s}$; b 为渠底宽, m; h 为水深, m; m 为渠道边坡, 1.00; i 为渠底坡降; n 为糙率。

由于鸿化堰引水渠道长年未进行清淤疏浚, 河道过流能力较差, 且缺少渠道运行资料, 故此处计算根据业主提供数据进行, 其中渠底宽度取渠道平均宽度 8.0 m, 渠底坡降取取水闸至防洪闸之间 4.619 km 的平均坡降, 约为 0.000 8 (见表 1), 渠道糙率取为 0.030。

经试算, 当下游水深为 2.08 m 时, 渠道明渠均匀流流量为 $8.2 \text{ m}^3/\text{s}$, 此时闸下水位为 396.77 m。

闸门过流的水头损失计算水流通过闸门损失的水头, 即为闸门前后水位差, 由于闸室长度较短, 不计沿程水头损失, 只计算局部水头损失, 局部水头损失计算公式为:

$$h_j = \zeta \frac{v^2}{2g}$$

式中 h_j 为局部水头损失, m; ζ 为局部水头损失系数, 进口处取 0.15, 门槽处取 0.10; v 为闸门处的水流流速, 约为 0.50 m/s

经计算, 水流经过闸门处的水头损失为 0.003 m, 故也可得出闸前水位约为 396.77 m。

3 堰顶高程确定

对已有资料 5 月每日流量排频, 得到供水保证率为 $P = 85\%$ 的流量为 $95.5 \text{ m}^3/\text{s}$, 因此设计要求转化为在岷江来流量 $95.5 \text{ m}^3/\text{s}$ 时, 满足鸿化堰取水闸闸门前水位为 396.77 m, 此时鸿化堰取水流量 $8.20 \text{ m}^3/\text{s}$, 导水堰过流量为 $87.3 \text{ m}^3/\text{s}$ 。由于导水堰仅在取水口下游约 25 m 处, 故不计此段的水力坡降, 认为导水堰上游水位与鸿化堰取水口水位相同, 故当堰上游水位为 396.77 m, 导水堰溢流流量应为 $87.3 \text{ m}^3/\text{s}$ 。经分析, 初拟导水堰堰顶宽度为 1.5 m, 在此流量时导水堰应按宽

顶堰流计算其过流能力。

计算公式为:

$$\sigma_s \sigma_c m b \sqrt{2gH_0}^{\frac{2}{3}}$$

式中 Q 为流量, $87.3 \text{ m}^3/\text{s}$; σ_s 为淹没系数, 取 1.0; σ_c 为侧收缩系数, 取 1.0; m 为堰的流量系数, 小流量时堰上水头较小, 取 0.36; b 为导水堰长度, 本设计堰前水位 396.77 m, 仅中间段和冲沙口溢流; g 为重力加速度; H_0 为包括行进流速的堰前水头, 设计时堰前流速为 0;

经试算, 当堰顶高程为 396.54 m 时, 恰好满足要求, 导水堰过流总量为 $87.3 \text{ m}^3/\text{s}$, 故最终确定堰顶高程为 396.55 m。

4 导水堰行洪计算

导水堰在设计洪水 $11\,565 \text{ m}^3/\text{s}$ 时, 堰上水头较大, 此时按堰流计算导水堰的过流能力已不合理, 为验证导水堰对岷江设计洪水过流的影响, 按潜坝过流来进行验算其对水位的抬高作用^[2]。

计算公式为:

$$\Delta z = H - (h_t - h_1)$$

$$H = \left(\frac{Q}{mB} \sqrt{2g} - \frac{v_0^2}{2g} \right)^{\frac{2}{3}}$$

式中: Δz 为壅水高度, m; H 为潜坝堰顶水头, m; h_t 为下游水深, m; h_1 为潜坝高度, m; Q 为过堰流量, 取 $11\,565 \text{ m}^3/\text{s}$; B 为导水堰长度, m; m 为流量系数, 通过表格查得; v_0 为堰前行进流速, 近似取为 2.5 m/s ;

通过试算, 本工程按潜坝计算流量系数为 0.28, 对应的雍高水位为 0.45 m, 由于鸿化堰取水口河段岷江堤防的防洪标准 20 年一遇洪水, 其对应安全超高值为 0.6 m (不允许越浪), 因此导水堰对已建岷江堤防安全不构成影响。

5 结语

目前鸿化堰导水堰工程已经完工并正常运行数年, 通过运行资料来看, 设计成果实现了预定的设计目标。在导水堰的顶高程设计中, 综合考虑了各个因素对取水能力的影响, 结合导水堰过流过程对水位的抬高作用, 确定了导水堰的顶高程, 同时也复核了导水堰对岷江行洪能力的影响。其计算方法清晰, 计算过程科学, 充分利用了各种水力学计算公式, 对类似的工程设计均具有较好的指导意义。

参考文献:

- [1] 华东水利学院主编. 水工设计手册第六卷. 北京: 水利电力出版社, 1982
- [2] 李炜主编. 水力计算手册. 北京: 中国水利水电出版社, 2006

作者简介:

徐大海(1988-), 男, 四川遂宁人, 毕业于武汉大学水利水电工程专业, 成都鸿策工程咨询有限公司从事水利水电设计工作;

樊璐璐(1987-), 女, 山西临汾人, 毕业于四川大学锦城学院土木工程专业, 助理工程师, 成都鸿策工程咨询有限公司从事水利水电设计工作。

(责任编辑: 卓政昌)

水电十局古瓦水电站项目开工

5月16日, 甘孜州乡城古瓦水电站在施工现场隆重开工, 公司总经理何其刚、甘孜州委、州政府及业主大唐四川发电有限公司等主要领导出席开工仪式。古瓦水电站位于四川省甘孜藏族自治州乡城县境内, 是硕曲河干段“一库六级”梯级开发方案中的“龙头水库”电站, 电站装机容量 20.54 万千瓦, 年平均发电量 8.078 亿千瓦时。十局中标的古瓦水电站首部枢纽工程主要有面板堆石坝、溢洪洞、导流放空洞、进水口和一、二号引水隧洞支洞、部分引水隧洞等工程以及机电设备安装等。

国电猴子岩水电站获藏区留州奖励电量 2 亿千瓦时

日前, 国电大渡河猴子岩水电站获得藏区留州奖励电量 2.03 亿千瓦时, 为完成年度经营目标打下了坚实基础。随着电力改革的不断深入, 市场电量的加速放开, 市场竞争更加激烈。2017 年四川电力总装机容量达 8 673 万千瓦, 市场电量占比已达 40%。参与市场直购的用户 995 家, 发电企业 254 家, 其中水电厂 234 家, 电力市场竞争异常激烈。猴子岩水电站积极与中国电科院等单位沟通, 加强与多家发电企业的联系, 深度研究甘孜州康定市至崇州蜀州 500 千伏线路送出断面拓展空间, 进一步提高线路送出能力。

华电金沙江上游叶巴滩水电站建设项目获银团贷款 267 亿元

25 日下午, 华电金沙江上游叶巴滩水电站建设项目银团贷款签约仪式在昌都举行, 在此次签约仪式上, 国家开发银行西藏分行、工商银行、农业银行、中国银行、建设银行、西藏银行、邮储银行共向叶巴滩水电站建设项目贷款 267 亿元, 贷款期限为 32 年。