

紫坪铺水库控制流域“7·10”洪水及调度过程分析

黄小丹¹, 滕飞²

(1. 四川省紫坪铺开发有限责任公司, 四川 成都 610091; 2. 中国长江三峡集团公司, 四川 成都 610094)

摘要:紫坪铺水利枢纽工程在2005年底投运,是一座以灌溉和供水为主,兼有发电、防洪、环境保护、旅游等综合效益的大型水利枢纽工程。2013年7月10日,紫坪铺水库控制流域发生了自投运以来最大的一次暴雨洪水,虽然此次洪水过程被水库成功拦截,但区间洪水给成都市的饮用水源造成了严重影响。

关键词:紫坪铺水库;控制流域;“7·10”洪水;调度过程

中图分类号:TV697.1+1;TV122

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2014)04-0106-03

1 降雨成因

本次降雨过程从2013年7月8日起至17日基本结束,降雨时间长,强度大。之所以长久盘踞在盆地西部,主要原因一是受到西太平洋副热带高压的影响。6月,副热带高压到了盆地西部,川东持续高温,副热带高压位置异常偏北、偏西且稳定少动,盆地沿山恰好处于盆地边缘,这个区域汇集了形成丰沛降水的有利条件:东边的副高源源不断输入热量、能量和暖湿气流,山地地形对气流起到抬升作用,促进空气垂直运动。

二是亚洲中高纬环流出现异常。原本盛行的纬向环流,经向度偏小,导致青藏高原西风气流平直,高原上不断有短波低值降雨系统东移,当其东移到盆地西部时,遇到高墙一般的副热带高压,触发热量释放使得强对流云团不断形成、聚集,产生了局地强对流天气,使得盆地西北部暴雨雷电不断,引发持续性降水。

另外,水汽的输送对于下雨来说也十分关键,南方暖空气势力偏强,孟加拉湾和南海的水汽和热量不断向盆地西部输送,使得强降雨总是有水汽补充,从暴雨变成了持续性暴雨。而北方冷空气势力又弱,进入我省后移动缓慢,延长了强降水的持续时间。

因为地形影响,盆地西部多夜雨,暴雨过程也需要地形参与。盆地西部处于青藏高原东坡,龙门山断裂带呈准南北向,从南方北上的强大暖湿空气在盆地中部折向西行,与南北向的龙门山断裂带正交,气流受阻后被迫上升,从而提高了暴雨

的量级。

2 降雨产流过程

7月8日以来,四川盆地西部大部分地区降暴雨,8日21时起,坝区附近普降大到暴雨,局部特大暴雨,降雨主要集中在映秀至紫坪铺坝区以及下游的白沙河流域。截止9日18时降雨量累积较大的站点有:虹口308 mm、关门石229 mm、坝上189 mm、皂角湾127 mm。入库流量从8日22时开始涨至1000 m³/s以上,9日10时首轮洪峰入库,流量1622 m³/s,后维持在1400 m³/s左右,坝区附近的强降雨仍在继续。

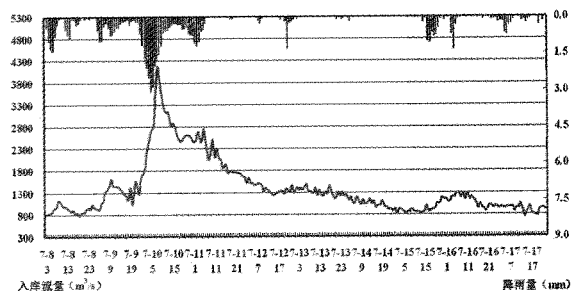


图1 7月8日~7月17日降雨产流过程示意图

9日20时~10日8时,降雨带自坝区及白沙河一线向西北方向转移,控制流域内威州以下区域普降大暴雨,其中金波106 mm、桃关131 mm、核桃坪66 mm、耿达104 mm、安家坪128 mm、黑土坡187 mm、关门石201 mm,雨量由桃关、金波一带向坝区逐次增强,暴雨中心位于关门石。强降雨过程由10日0时开始至4时达到峰值,入库洪水3时涨至2269 m³/s,7时涨至3738 m³/s达到10年一遇水平,至8时入库洪峰达到4231 m³/s,为枢纽投运以来最大洪峰,接近20年一遇

收稿日期:2014-03-07

水平(4 450 m³/s)。随着降雨过程逐渐减弱,10日白天入库流量稳中有降,维持在2 500 m³/s左右。

本次降雨过程从7月8日3时起,至7月18日0时基本结束,共历时238 h,累计雨量68.2 mm;雨强最大时刻在7月10日4~5时,暴雨中心位于近坝区的寿溪、龙溪河流域以及库区;由于高原来水区对产流的贡献较小,本次降雨产流过程属于典型的近坝区暴雨洪水产流过程。

3 洪水预报及精度

7月10日6时,水库调度中心通过对前期降雨、土壤墒情进行分析,结合本次强降雨过程,确定径流系数,依据降雨指数法,并辅以经验修正,预计峰值为3 848 m³/s,峰现时刻为10日8~10时。实际洪峰于10日8时20分入库,洪峰流量4 231 m³/s,由表1可见,洪峰和洪量的预报精度均达到90%以上(洪峰流量±20%),峰现时间也在规范允许的范围(预见期±30%)之内。

表1 7.10洪水预报结果与实测比较

	洪峰(m ³ /s)	峰现时刻	单日洪量(亿m ³)
预报值	3 848	10日8~10时	2.30
实测值	4 231	10日8:20	2.50
误差情况	偏小9%	<3h	偏小8%

同时,调度工程师根据实时降雨情况,以及产汇流、退水规律,给出了此次洪水的48 h过程预报(见图2);洪水过后对此预报过程进行对比不难看出预报值与实测值的相关性较高。

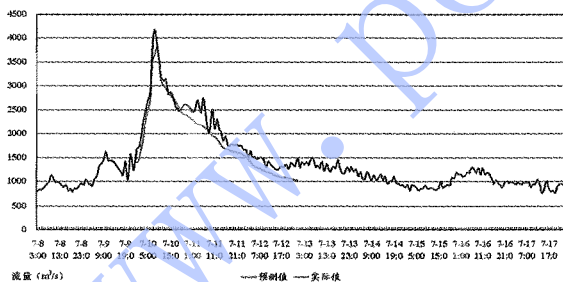


图2 7月10日-7月12日洪水预报过程对比示意图

4 洪水及调度过程

4.1 洪水过程

如下图3所示,本次洪水过程持续时间较长为典型的近坝区的暴雨山洪,部分降水直接落于库区,使得洪水陡涨陡落,由于本场洪水过程前期天气较为炎热,降雨较少,洪水过程初始基流为770 m³/s左右,第一轮强降雨后产生了1 314 m³/s的首轮洪峰,第二轮更强降雨紧随其后,产生了

本场洪水过程的最大洪峰4 231 m³/s(7月10日8:20),之后随着降雨的逐渐减弱,来水缓慢消退至760 m³/s左右。本场洪水过程初始时刻库水位为851.3 m,为保证下游河道及成都市中心城区安全,本场洪水过程前期调度以拦蓄洪水为主,后期逐量缓慢泄洪,至本场洪水过程结束时,库水位为854.66 m,过程中最高库水位为868.20 m(7月11日17时)。

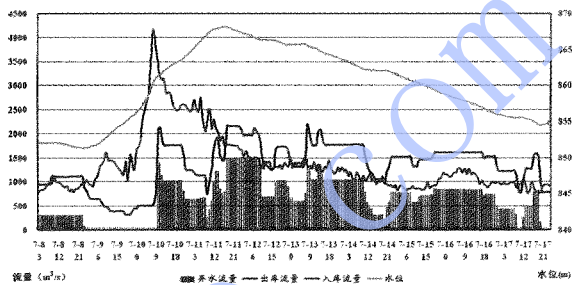


图3 7月8日~7月17日洪水过程及调度示意图

本场洪水过程从7月8日3时开始至7月18日0时结束共持续238 h,初始时刻库水位852.09 m,结束时刻库水位854.66 m,期间最高库水位868.20 m(11日17时),最低库水位851.33 m(8日23时);洪量11.88亿m³,出库水量11.53亿m³(发电水量5.84亿m³,弃水量5.69亿m³);期间共拦蓄洪水2.6亿m³,最大削峰比85%。最大单日洪量2.50亿m³,最大三日洪量5.50亿m³,最大七日洪量9.46亿m³。洪峰频率接近20年一遇(4 450 m³/s)水平,单日洪量略超过10年一遇(2.45亿m³)水平,三日洪量接近于10年一遇(5.75亿m³)水平。降水产生水量共5.28亿m³,产流系数为0.34。

4.2 调度过程

在洪水过程前期,受都江堰市强降雨的影响,7月8日22时下游都江堰首次告急,都管局请求公司控制下泄流量,以缓解下游防洪压力。公司防汛领导小组领导紧急会商后决定暂时停止冲砂放空洞泄洪,将出库流量由1 100 m³/s调减至800 m³/s,后又再次调减至640 m³/s,同时水库调度中心也将最新的雨情和水情及时通报给下游沿金马河各县(市、区)防办。

7月9日8时,由于强降雨仍在持续,且范围囊括了整个川西一带,造成都江堰等多个城市发生内涝,多条河流超警戒水位,白沙河水位陡涨,浊度严重超标,都江堰市再次告急。为减轻下游



图4 岷江干流进入水库的洪水

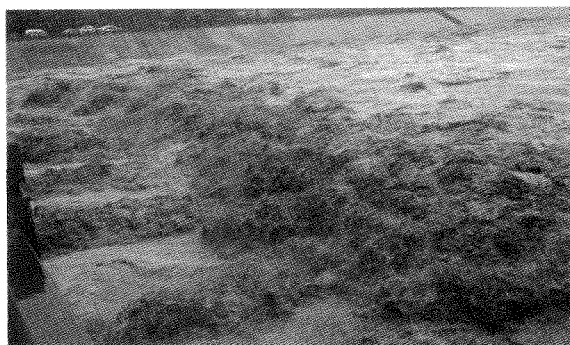


图5 白沙河大桥附近洪水实况

防洪压力,保障成都市中心城区供水,公司在流域降雨,入库流量 $1\ 600\ \text{m}^3/\text{s}$ 的情况下,根据省防办调度令,经过紧急会商,决定采取错峰调度方式进一步拦蓄洪水,同时积极向省调汇报,将出库流量减小至 $400\ \text{m}^3/\text{s}$ 。

7月9日午后,都江堰灌区的崇州、都江堰、彭州、邛崃、大邑、蒲江、郫县等多地遭受强降雨冲击,雨量最大达到 $297\ \text{mm}$,强降雨持续时间长,灌区渠道已经超负荷运行,截止7月9日13时,白沙河流量已超 $800\ \text{m}^3/\text{s}$,浊度达到 $13\ 000$ 以上,持续的强降雨还造成岷江下游清水河、江安河等多条支流水位上涨,部分河道出现漫堤险情,为最大限度地减轻灌区和成都市中心城区的防洪压力,公司在确保工程安全的前提下,尽力拦蓄上游入库洪水,为下游抢险救灾提供保障,于9日17时45分将下泄流量再调减至 $300\ \text{m}^3/\text{s}$ 。

7月9日公司严格执行省防办调度令,为减轻下游防洪压力,将下泄流量控制在 $400\ \text{m}^3/\text{s}$ 。7月10日7时,紫坪铺公司总经理、防汛领导小组组长李洪主持召开水情会商会,对水雨情、汛情进行分析研判。鉴于水库水位已逼近防洪高水位,库水位每小时上涨 $70\sim 80\ \text{cm}$,且上游强降雨仍在持续,公司经请示省防办后,按省防办76号、77

号调度令要求,于8时四台机组满发下泄流量加大至 $740\ \text{m}^3/\text{s}$,9时开启1#泄洪洞0.5开度,下泄流量达到 $1\ 300\ \text{m}^3/\text{s}$,9:15全开1#泄洪洞,下泄流量达到 $2\ 200\ \text{m}^3/\text{s}$,11:22时按省防办79号令要求,为满足与白沙河错峰要求,将1#泄洪洞开度调整为0.8,下泄流量控制在 $1\ 800\ \text{m}^3/\text{s}$ 。至10日17时共拦蓄洪水 $1.76\ \text{亿}\ \text{m}^3$,水位由 $851.41\ \text{m}$ 上涨至 $862.88\ \text{m}$,水位上涨速度控制在每小时 $20\sim 30\ \text{cm}$ 。

7月10日22:45收到省防办80号调度令要求水库出库流量控制在不超过 $1\ 400\ \text{m}^3/\text{s}$ 。公司立即将1#泄洪洞开度从0.8调整到0.54,减少泄洪流量 $400\ \text{m}^3/\text{s}$,控制总出库流量 $1\ 321\ \text{m}^3/\text{s}$ 。

7月11日6:25省防办要求水库出库流量在未来3小时内不超过 $800\ \text{m}^3/\text{s}$,公司于8:38全关1#泄洪洞,出库流量 $454\ \text{m}^3/\text{s}$ 。11日9:04省防办要求公司按照实际需要,在确保水库枢纽及下游安全的前提下进行调度。公司于9:15开启1#泄洪洞工作门,开度0.5,总出库流量 $1\ 280\ \text{m}^3/\text{s}$ 左右。11日10:30省防办要求水库出库流量控制在叠加杨柳坪流量后不超过 $2\ 500\ \text{m}^3/\text{s}$ 。公司于11:25将1#泄洪洞闸门开度由0.5调整至0.9,总出库流量 $1\ 900\ \text{m}^3/\text{s}$ 。11日13:47省防办81号调度令要求公司从13:30至16:30期间控制出库流量不超过 $1\ 400\ \text{m}^3/\text{s}$,公司立即将泄洪洞开度由0.9调整至0.6,总出库流量 $1\ 400\ \text{m}^3/\text{s}$ 。

7月12日9:12省防办再次要求未来3小时内控制水库出库流量不超过 $1\ 400\ \text{m}^3/\text{s}$ 。公司于9:40调整1#泄洪洞开度至0.56,之后出库流量控制在 $1\ 270\sim 1\ 390\ \text{m}^3/\text{s}$ 。保持此出库流量7小时后,16:06根据省防办83号调度令要求,全开冲砂洞工作门,总出库流量 $1\ 720\ \text{m}^3/\text{s}$ 。23:35省防办84号调度令要求公司在确保安全前提下,控制水库出库流量不超过 $2\ 200\ \text{m}^3/\text{s}$ 。之后公司按此要求,最大出库流量控制在不超过 $2\ 200\ \text{m}^3/\text{s}$ 下泄,直至12日晚~13日凌晨,由于下泄水量含沙量高,水厂原水浊度已达3万,超过其处理能力,成都市中心城区、双流县等地区先后出现了城区大面积自来水水压不足和停水情况,严重影响了居民的正常生活。公司于13日0:20全关了冲砂洞。

(下转第112页)

水检查压力 0.2 MPa,合格标准为:透水率不大于 0.1 Lu。现场抽检环氧灌浆材料抗压试件 1 组(3 个),28 天抗压强度最大值为 64.6 MPa,最小值为 61.3 MPa,平均值为 62.9 MPa。抗拉试件 1 组(6 个),28 天抗拉强度最大值为 12.7 MPa,最小值为 11.0 MPa,平均值为 11.7 MPa。环氧砂浆抗拉试件 1 组(3 个),28 天抗压强度平均值为 93.1 MPa。现场压水试验检测域随机抽样共 3 个测点,经检测裂缝透水率最大值为 0.6 ml/min,最小值为 0.35 ml/min,平均值为 0.45 ml/min,施工质量良好。取芯检测现场随机抽样 3 个测点,经检测环氧树脂化学灌浆注浆饱满率平均值为 98.9%。

二滩水电站表孔雷锋环氧灌浆项目于 2010 年 4 月下旬完成,共计完成裂缝灌浆工程量 719.94 m。2014 年上半年汛前检查,经过 4 个汛期的运行,表孔闸墩裂缝处理部位完好。

5 结 语

表孔闸门液压杆支承点等应力复杂、钢筋布置密集等区域大体积混凝土若出现裂缝,应重点关注,及早处理。分期浇筑混凝土之间密实度较差,一般容易产生裂缝,雨水和潮气将侵入后会影

数据交换平台的容灾备份是数据平台后续建设中必须关注的重点问题。

参考文献:

- [1] 关于印发《电力行业信息系统等级保护定级工作指导意见》的通知. 电监信息[2007]44 号
- [2] 关于印发《电力行业信息系统安全等级保护基本要求》的通知. 电监信息[2012]62 号
- [3] 王德文. 基于云计算的电力数据中心基础架构及其关键技术. 电力系统自动化, 2012. 11
- [4] 张瑜. 内蒙古电力信息系统容灾中心建设及应用分析. 内蒙

(上接第 108 页)

13、14 日经公司与成都市、双流县水务部门及都江堰管理局反复协商,并经过试验,最终确定了在每天用水低谷时段,间歇式开启冲砂放空洞 6~8 小时泄洪冲砂的运行方式。7 月 15 日都江堰仰天窝监测到的浊度已降至 7 000,16 日降至 4 000 以下,17 日成都中心城区和双流县恢复正常供水。紫坪铺水库正常泄洪冲砂调度运行对下游中心城区及郊县的自来水生产已完全没有影响。

5 结 语

响钢筋的强度和耐久性。

新型低黏度环氧灌浆材料就综合了环氧树脂浆材的高强度、高粘接力和聚氨酯浆材的良好韧性等优点,具有较高的抗拉、抗压、粘结和变形性能,关键在于可灌性好,能够灌入 0.1~0.2 mm 的细微裂缝,提高了裂缝封闭、补强加固的可靠性。

关于灌浆压力的控制,笔者参考国内众多施工建议,灌浆压力一般控制在 0.3~0.5 MPa。但裂缝有不同程度的析出物沉积时,一般需要将灌浆初始压力提高到 1~2 MPa,方能保证灌浆饱满。

表孔溢流面等过水部位裂缝处理后,应将结构表面打磨平整,同时在表面涂刷一层环氧涂层,以降低表面糙率。

参考文献:

- [1] 中国水利水电出版社:《二滩水电站工程总结》2005 年
- [2] 《水工建筑物化学灌浆施工规范》(DL/T 5406-2010)
- [3] 《混凝土裂缝用环氧树脂灌浆材料》(JC/T 1041-2007)

作者简介:

杨银辉(1983-),男,湖南长沙人,工程师,二滩水力发电厂水工部主任工程师;

闵四海(1976-),男,湖南常德人,工程师,二滩水力发电厂水工部副主任。

(责任编辑:卓政昌)

古电力技术,2012. 6

- [5] 刘平光. 防患于未然——北方电力本地/异地容灾系统建设的实践. 中国电力企业管理,2009. 12

作者简介:

张 竞(1982-),男,四川成都人,毕业于四川大学电力系统及其自动化专业,硕士,高级工程师,主要从事综合自动化系统及通信系统应用、管理工作;

宁 慧(1984-),女,河北大名,毕业于电子科技大学通信工程专业,硕士,工程师,主要从事信息化系统管理工作。

(责任编辑:卓政昌)

本次降雨过程中,7 月 9 日为紫坪铺水库投运以来最大的单日面雨量 35 mm;7 月 10 日日均入库流量 2 816 m³/s,本次洪水过程的洪峰流量 4 231 m³/s 和单日洪量 2.50 亿 m³ 均为投运以来最大,也是 1964 年百年一遇的大洪水以来岷江上游遭遇的第二大洪水。

作者简介:

黄小丹(1982-),女,四川成都人,硕士,工程师,主要从事水库调度及水文水资源研究工作;

滕 飞(1982-),男,天津人,硕士,工程师,主要从事水利水电工程建设项目管理工作。

(责任编辑:卓政昌)