

抚顺关山水库泄洪方案变动之分析

张相欣¹, 党连达²

(1. 抚顺市水利勘测设计研究院, 辽宁抚顺 113008; 2. 抚顺市水务局, 辽宁抚顺 113008)

摘要:抚顺关山水库在第一阶段的初设中,其泄洪方案采用在坝右侧上游 390 m 处开溢洪洞,溢洪过岭在前腰水库下游泄入东支,为跨流域泄洪。此方案既限制了未来前腰水库坝址选择,又在技术上造成困难,且施工难度也较大。后经方案比较,选择了既符合当地实际情况,又满足泄洪要求的在本流域坝左侧山脊处明开溢洪道方案,解决了上述问题。

关键词:水库;设计;泄洪;跨流域;走向;锚喷支护;经济分析;抚顺市

中图分类号:TV62 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-7716(2005)02-0076-03

1 工程概况

抚顺市水利发展“九五”计划和 2010 年水利发展远景规划中已把修建关山水库列为主要项目,2001 年该工程初步设计已经辽宁省有关部门批准,并于 2002 年 4 月正式开工。抚顺关山水库枢纽工程位于东洲河上游西支上,在抚顺县救兵乡关门册村下游 1.5 km 处,地理位置为东经 124°01'35",北纬 41°41'11"。其主要功能是防洪、城市供水,兼顾灌溉、养殖、旅游,为东洲河流域综合整治的控制性工程之一(整个控制工程包括东、西两支,东支上的前腰水库很快将进入设计阶段,该工程位于东洲河东支前腰村下游 0.5 km 处)。东洲河是浑河大伙房水库下游的一级支流,在距大伙房坝址下游 5.3 km 处汇入浑河。流域集水面积 537.6 km²,河长 58.5 km。关山水库原设计方案由大坝、副坝、溢洪洞、输水洞、电站组成,泄洪方式采用溢洪洞(依据为经可研阶段方案比较,认为跨流域泄洪较经济合理,同时节省了坝下土地,为淹没区移民创造条件),断面采用直墙圆拱城门式隧洞,全洞长 135 m,走向 NE 83°,整个洞包括进口明开段、洞身段及出口段,洞出口设挑坎挑流入东洲河东支,属跨流域泄洪。溢流洞堰顶高程 168.8 m,最大洞宽 20 m,渐变段长 24 m(由 20 m 渐变到 12 m)。沿洞线地质上有两条节理与洞线斜交,处理起来有一定的困难,且跨流域泄洪一定程度上影响未来前腰水库的枢纽布置。

经技术经济比较及多方面论证,决定采用本流域山脊鞍部明开溢洪道方案,走向 NE 48°52'51",溢

洪道轴线与坝轴线呈 38°角,堰体设在距左坝端 156 m 的山脊鞍部,出口远离大坝,发生校核洪水时,其泄洪也不会危及大坝安全。泄洪方案比较见图 1、图 2。

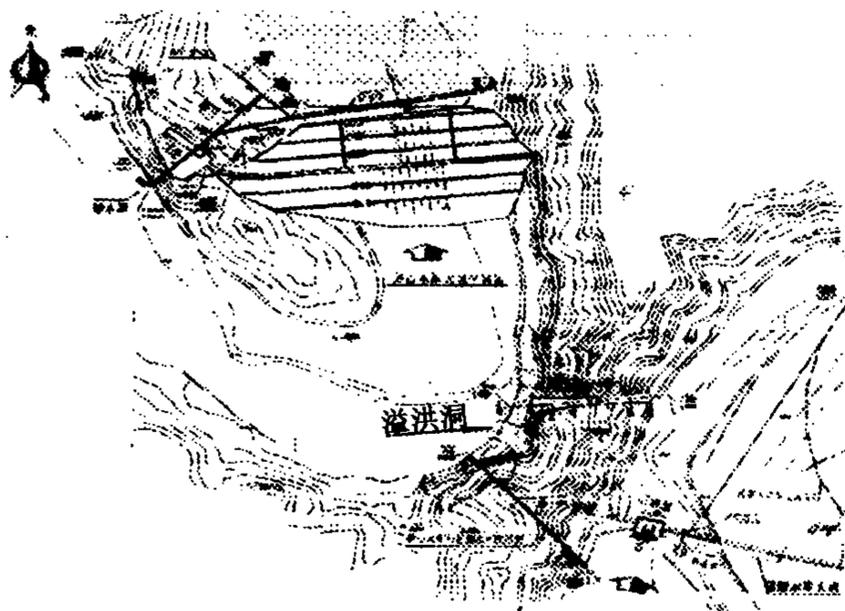


图 1 枢纽布置与泄洪方案比较图一

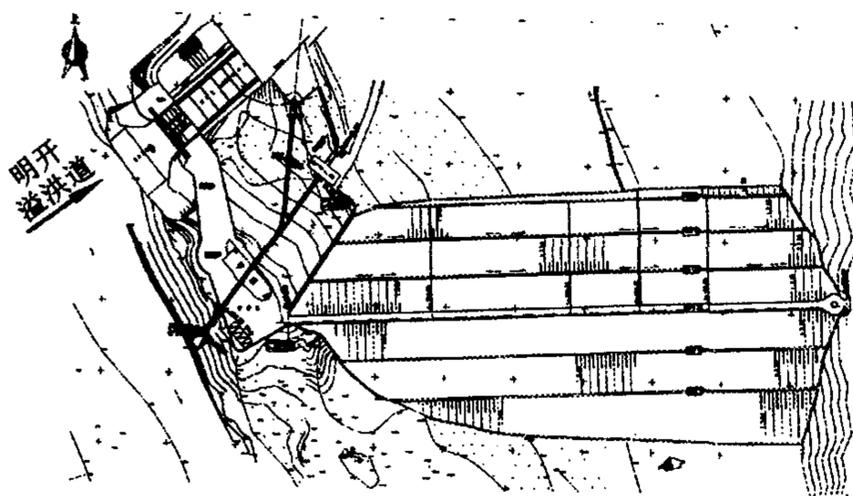


图 2 枢纽布置与泄洪方案比较图二

2 泄洪方案比较及技术经济分析

2.1 技术方面

跨流域泄洪洞方案洞径较大,属于跨度洞室结构。由于设计洪水 $P=2\%$ 时,泄流量为 434 m³/s,

收稿日期:2004-11-01

作者简介:张相欣(1952-),男,蒙族,辽宁人,工程师,从事水利规划设计工作。

流量较大,最大洞径处达 20 m 宽,相应顶拱半径 $R=11.3$ m,拱矢高 $f=6.0$ m,半中心角 $\varphi=62.25^\circ$ 。洞所在位置的地质条件均为辽河群斜长角闪岩,岩性坚硬,稳定性好,故采用高度较小而宽度较大的拱形断面,则横向洞径较大,开隧洞尚缺乏沿线的地质构造方面详细的地质资料和试验数据。据该工程枢纽地质条件描述,洞址附近有两组节理,其走向 NW $290^\circ\sim 300^\circ$,倾向 NE 倾角在 $80^\circ\sim 90^\circ$ 和 NW $290^\circ\sim 300^\circ$,倾向 SE 倾角在 $40^\circ\sim 50^\circ$ 之间,与洞轴线以 32° 斜交,线节理 3~4 条/m。这样的岩石产状使岩体构成易塌落的楔形体,但对成洞无影响,应锚喷支护。据此,对于可能导致的岩石崩塌,目前还没有可靠的设计参数。经取岩样试验,该斜长角闪岩湿抗压强度 $R=50\sim 53.7$ MPa。弹性模量 $E=3.75\times 10^4\sim 5.82\times 10^4$ MPa,按普氏理论计算,其岩石坚固系数 $f_k=A\cdot 5=0.4\times 5=2.0$;查《中小型水利水电工程地质》表 11-2,其坚固性系数偏小,需考虑侧壁压力及洞顶垂直压力,该洞开挖跨度较大,衬砌量亦比较大。鉴于地质条件复杂,相对采用开敞式溢洪道,从技术上说比较易行。

2.2 承受超负荷能力及水力条件方面

考虑到非常运用情况,泄洪洞承受超标准洪水能力有限,开敞式溢洪道超负荷能力较大。水流条件方面:洞子泄洪在渲泄较大流量或超标准洪水时,将产生诸多不利因素。根据已建工程经验,抚顺清原县小孤家水库采用侧堰式溢洪洞泄洪,模型试验显示:

(1)当洞前水位超过洞顶(封顶)时,形成孔口出流,流量系数明显下降,校核洪水时,相应 m 仅为 0.328,最大泄量时 $m=0.306$,从水面线上反映水流流态不佳。

(2)渲泄大流量时,当洞内水流为临界状态,溢流面上会出现负压,最大值达 -2.0 m,对工程运行不利。

(3)渲泄设计以上洪水时,洞内水流不稳,产生强烈旋滚、折冲和掺气,或减小溢洪洞的净空,目前,国内溢洪洞设计,一般情况下,为保证洞内为明流,净空余幅约 20%~30%左右。流速愈高,则余幅要求愈大些,况且由于水流掺气的程度在模型中要比在原型中低,所以原型中溢洪洞的余幅实际上将要比模型中的为小。

2.3 施工方面

泄洪隧洞施工难度较大,开挖后岩体的自然平衡状态被破坏,应力将重新分布,其径向应力越趋岩

体内部则越大。洞室充水后则产生附加应力,当附加应力过大,会产生裂缝,该工程岩性按 III 类围岩设计。在地质资料、岩石的物理力学试验资料尚不充分情况下,采用隧洞泄洪,从技术上分析还欠成熟。考虑溢洪洞承担泄洪,且断面过大,岩石情况掌握不充分,洞壁衬砌工程量浩繁,而采用开敞式溢洪道施工较为容易。

2.4 今后规划设计方面

因拟建的前腰水库同为东洲河控制工程,关山水库泄洪方案必须与其枢纽布置同时考虑,泄洪洞方案限制了前腰水库坝址选择,前腰水库规模比关山水库大,从该流域的规划建设全局考虑,在前腰水库枢纽方案未定情况下,在前腰水库坝址附近修建泄洪建筑物的做法将影响并限制了东河流域的整体方案布置。

2.5 主要工程量及造价方面

两方案比较见表 1:

表 1 泄洪洞两方案工程量及造价一览表

工程量及造价	土方开挖量 (m ³)	石方明挖量 (m ³)	石方洞挖量 (万 m ³)	混凝土衬砌量 (万 m ³)	金属结构 (t)	总造价 (万元)
方案一泄洪隧洞	0.1	3.15	2.28	0.454	26	1123
方案二明开溢洪道	3.73	3.05	0.825	46.5	767	356

3 结语

以上针对两个方案,即跨流域泄洪洞与本流域明开溢洪道的方案比较,我们从五个方面进行了探讨,从而使两个方案中的可取性逐渐明晰。根据新规范要求于 2001 年 4 月委托辽宁省水科院试验室进行溢洪道方案各频率下水面线观测、泄流能力、动水压力、局部冲刷等一系列模型试验,结果如下:

(1)溢洪道泄流能力满足要求,当达到校核水位 177.38 m 时,泄流量为 1470 m³/s,大于原设计校核流量 1317 m³/s。

(2)堰面曲线合理。仅在高程 167.45~166.76 m 范围内出现负压,且最大值仅为 -0.52 m,发生空蚀的可能性很小。

(3)溢洪道进口、陡槽布置合理,在各组频率洪水下均产生稳定流态,无不良流态及折冲水流产生。

(4)陡槽段流速大于 16 m/s,属高速水流区,建议施工时严格控制施工质量,以免发生空蚀破坏。

经技术比较及经济分析,关山水库泄洪建筑物,采用修建开敞式溢洪道方案切实可行。

南京市六合区金牛山水库洪水预报方法及应用

余海艳¹, 宋星原¹, 毛声录², 戴自速³, 黄程鹏¹, 李丹颖¹

(1. 武汉大学水利水电学院, 湖北武汉 430072; 2. 南京市六合区防汛抗旱指挥部办公室, 江苏南京 211500;

3. 武汉大学计算机学院, 湖北武汉 430072)

摘要:南京市六合区金牛山水库在该地区防洪防汛中具有重要的地位。对此, 介绍了流域新安江三水源产流模型、流域分散入流非线性汇流模型, 将研制的模型应用于金牛山流域实际洪水预报, 取得了较为满意的效果, 为防洪调度提供了可靠的依据。

关键词: 防洪预报; 新安江模型; 非线性汇流模型; 南京金牛山水库

中图分类号: TV124 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-7716(2005)02-0078-03

0 引言

暴雨洪水预报是水库汛期安全运行的可靠保证, 在城市防洪中有非常重要的作用。它不仅可以减少和避免洪灾造成的巨大损失, 而且对于指导水库防洪预报调度提供了可靠的科学依据, 是防御洪水灾害中不可缺少的重要手段。

金牛山水库位于南京市六合区东北部低山丘陵区, 滁河支流八百河上游, 库区北与安徽省天长市接壤, 东与江苏省仪征市相邻。集水面积 124.14 km², 总库容 9315 万 m³, 流域内植物根系发达, 植

收稿日期: 2004-10-15

作者简介: 余海艳(1982-), 女, 四川康定人, 硕士研究生, 研究方向为现代水文学。

关山水库遵循本流域溢洪道原则又进行了上、下方方案的比较: 下溢洪道方案开挖量少, 并代替了此处的挡水建筑物, 但是地质条件较差, 全风化岩层厚度达 7~11 m, 堰体部位的强风化岩埋深为 10.2 m (堰体成了溢流坝), 衬砌工程量较大。如果采用上溢洪道方案, 则堰体基岩面较高, 混凝土衬砌量较少, 开挖量较多, 造价低, 但需在山脊鞍部建造副坝, 副坝坝型选择土工布斜墙土坝, 其造价超过了下溢洪道方案。因此初步设计选择了较经济的下溢洪道方案。堰顶高程定为 168 m, 不同堰宽比较如表 2:

表 2 不同堰宽情况下工程造价表

堰宽 (m)	最高洪水位 (m)	大坝造价 (万元)	溢洪道造价 (万元)	总造价 (万元)
30	176.75	2081.66	619.70	2701.43
24	177.38	2158.60	526.33	2684.93
21	177.76	2209.77	503.08	2712.85

由表 2 可知, 不同堰宽, 工程总造价相差不是很大, 但堰宽为 24 m 时是最优方案, 故选择溢洪道堰

被良好。水库承担着下游防洪减灾等重大任务, 具有十分重要的地位。

鉴于六合区金牛山水库在该地区的重要性, 本文采用三水源新安江模型、非线性汇流模型进行流域产、汇流模拟, 这为防洪防汛提供了可靠的依据。

1 流域水文模型简介

1.1 产流模型

根据金牛山流域的自然地理状况, 以及洪水预报的实际经验, 流域产流模型可采用三水源新安江产流模型^{[1][2]}。模型基本结构见图 1 所示。

1.2 汇流模型

流域汇流模型, 根据净雨在流域上汇流的途径不一样, 将汇流过程分成地面汇流、壤中流汇流和地

宽为 24 m 方案。

不同堰顶高程比较如表 3:

表 3 不同堰高情况下工程造价表

堰顶高程 (m)	最高洪水位 (m)	大坝造价 (万元)	溢洪道造价 (万元)	总造价 (万元)
167	176.88	2127.01	568.38	2695.38
168	177.38	2158.60	526.33	2684.93

关山水库堰顶高程, 定在防洪限制水位(172.0 m)以下的目的, 主要是为了降低坝高, 减少工程造价, 同时下游有防洪要求, 水库必须安装闸门以错峰用。更有条件将堰顶降一些。故选择堰顶高程 167 m 与 168 m 进行比较, 选择 167 m 时, 由于溢洪道和金属结构工程量增加, 总投资超过 168 m 的总投资, 故堰顶高程选择 168 m 是合适的, 通过关山水库泄洪方案的分析, 不仅为该工程确定了较合理的设计方案, 也从理论和实践上为日后的设计工程积累了经验。