

呼和浩特抽水蓄能电站拦沙库设计

鲁红凯, 赵轶, 陈建华

(中国电建集团北京勘测设计研究院有限公司, 北京 100024)

摘要:呼和浩特抽水蓄能电站下水库每年入库沙量为3.42万t。为避免泥沙对机组的磨损,导致机组频繁检修,影响电站的安全运行,在上游设置拦沙坝,将下水库分隔为拦沙库和蓄能电站专用下水库。通过拦沙库负责拦洪排沙,蓄能电站下水库专职发电的方式,可彻底解决下水库的泥沙问题。同时拦沙库还可作为电站初期充水和运行期补水时的蓄水池。

关键词:抽水蓄能电站;泥沙;拦沙库;设计

中图分类号:TV743;TG802

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2015)05-0152-03

1 工程概况

呼和浩特抽水蓄能电站下水库位于哈拉沁沟上,其上游建有以防洪为主兼顾农业灌溉和供水的哈拉沁水库。下水库的入库沙量由哈拉沁水库下泄沙量和区间沙量构成,多年平均入库全沙量为3.42万t。为避免泥沙对机组的磨损,电站库盆采用封闭型式,由上游拦沙坝和下游拦河坝围筑形成。设置拦沙坝后在上游自然形成拦沙库,其主要任务是拦蓄上游的洪水,汛期开启左岸泄

洪排沙洞,使上游洪水和泥沙不进入蓄能专用下水库,保证蓄能专用下水库内始终为一库清水,还作为电站初期充水和正常运行期补水时的蓄水池。拦沙库正常补水水位、设计洪水位($P=0.2\%$)、校核洪水位($P=0.05\%$)均为1400m,冬季最高库水位1398m。拦沙库长约2km,正常补水水位时水面宽约200m、水面面积24.34万 m^2 、库容为233.4万 m^3 。

拦沙库平面布置见图1。

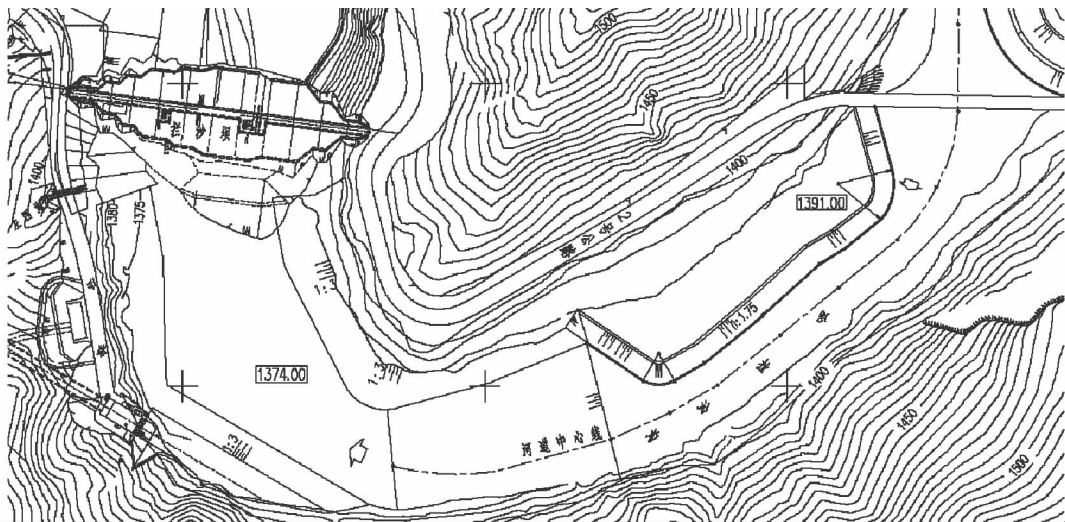


图1 拦沙库平面布置图

2 设置拦沙库的必要性

哈拉沁水库流域面积621 km^2 ,多年平均悬移质沙量为53.2万t。呼和浩特抽水蓄能电站下水库的入库沙量由哈拉沁水库下泄沙量和区间沙量构成,多年平均入库全沙量(含悬移质和推移

质)为3.42万t。

哈拉沁水库位于呼和浩特抽水蓄能电站拦河坝上游约2.6km处。考虑到哈拉沁水库对洪水的调蓄作用,拦河坝处的洪水由哈拉沁水库下泄过程和哈拉沁水库-拦河坝区间洪水叠加组成。当哈拉沁水库以上发生 $P=0.05\%$ 洪水时,下泄

收稿日期:2015-08-28

流量为 $412 \text{ m}^3/\text{s}$; 发生 $P = 0.2\%$ 洪水时, 下泄流量为 $402 \text{ m}^3/\text{s}$ 。加上区间同频率的洪水, 则拦河坝处 0.05% 和 0.2% 洪峰流量分别为 $744 \text{ m}^3/\text{s}$ 和 $657 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

为较好地解决电站泥沙问题, 选择经济合理的枢纽布置方案, 在可行性研究阶段设计时专门进行了下水库设拦沙坝和不设拦沙坝方案的技术经济综合比较, 拟定不同的枢纽布置型式, 分析相应的下水库补水方式、机组过机泥沙情况、电站运行方式等因素, 并与类似工程加以对比。经分析认为:

(1) 哈拉沁水库建成后, 虽拦截了河道的大部分泥沙, 但呼和浩特抽水蓄能电站下水库入库悬移质含沙量仍高达 $15.3 \text{ kg}/\text{m}^3$ 。根据下水库预测来沙情况, 在不设拦沙坝时, 即使采用在碾压混凝土重力拦河坝上设置泄洪排沙底孔、上下水库进/出水口设置沉沙池和挡沙坎等措施, 但在哈拉沁水库泄洪时, 这些工程措施对减少过机泥沙作用不大。发生洪水时若电站采取不避沙方式运行, 过机含沙量约为 $1.46 \text{ kg}/\text{m}^3 \sim 1.97 \text{ kg}/\text{m}^3$, 远超过 $0.15 \text{ kg}/\text{m}^3$ 的设计控制要求, 对额定水头 521 m 的呼和浩特抽水蓄能电站来说, 其空蚀磨损应比常规电站严重得多, 水泵水轮机本身的措施已难以解决泥沙磨损危害, 磨损会相当严重。若采用下水库蓄清排浑的措施, 洪水期水期机组停止运行, 电站又起不到日调峰、事故备用的作用, 会大大降低电站的经济效益。加之上下水库进/出水口为双向水流, 流态复杂, 变化频繁, 其附近沉积的泥沙会被扬起, 长期的过机泥沙造成对机组的严重磨损, 导致机组频繁检修。

(2) 虽从列明的分项建筑物直接投资来看, 下水库不设拦沙坝方案比设拦沙坝方案节省 1.6 亿元, 采用不避沙方式运行, 除四台机 50 年增加更换转轮投资约 1.5 亿元外, 每年仅水泵水轮机大修一项至少也将造成调峰电量直接损失 3500 万千瓦时左右, 约 1750 万元; 而为解决过机泥沙机组磨损问题, 采用避沙方式运行, 每次洪水考虑泥沙沉清时间, 电站在 4 天内将无法运行, 影响电站直接发电效益 1339 万元, 最多一年可能多达上亿元损失。当然, 这还不包括对电网调度运行造成的间接损失、每年多出的 $24 \text{ 万 m}^3 \sim 30 \text{ 万 m}^3$ 的补水费用以及下水库库盆范围深厚覆盖层下可

能渗漏点处理将增加的费用。

(3) 呼和浩特抽水蓄能电站泥沙问题较突出, 必须采取拦沙、治沙、排沙等各种措施, 尽量减少过机泥沙, 并从枢纽布置及水库调度运行方式上来减少入库和过机含沙量。若不采取拦沙或主汛期停机避沙运行等措施, 其过机泥沙问题将严重影响电站机组选型、设计、制造和今后的运行, 机组大修周期将远远小于 $8 \sim 10$ 年的基本要求, 机组将长期停机检修, 否则水轮机效率严重下降, 甚至无法停机危及电站运行安全。而主汛期停机避沙运行, 将严重影响呼和浩特抽水蓄能电站对蒙西电网的作用。借鉴山西西龙池抽水蓄能下水库岸边库从根本解决多泥沙河流泥沙问题的布置型式, 在呼和浩特抽水蓄能电站下水库设置拦沙坝, 将下水库分隔为拦沙库和蓄能电站专用下水库, 拦沙库负责拦洪排沙, 蓄能电站下水库专职发电的方式, 可彻底解决下水库的泥沙问题。

综上所述, 呼和浩特抽水蓄能电站下水库设拦沙坝方案与不设拦沙坝方案相比, 具有不可替代的优势, 枢纽布置简单, 电站建设和运行综合费用相对较低, 运行安全, 维护简单, 管理方便, 真正能承担电网调峰、事故备用的任务。可见, 在呼和浩特抽水蓄能电站下水库设置拦沙坝是必要的, 将下水库分隔为拦沙库和蓄能电站专用下水库, 通过拦沙库负责拦洪排沙, 蓄能电站下水库专职发电的方式, 可彻底解决下水库的泥沙问题。

3 拦沙库设计

3.1 拦沙库布置

库区两岸多为吕梁期片麻状黑云母花岗岩, 局部有透镜状斜长角闪岩和团块状大理岩展布, 地形坡度 $30^\circ \sim 40^\circ$, 坡脚分布崩坡积和崩洪积土夹碎石, 厚 $3 \text{ m} \sim 20 \text{ m}$ 。河床为冲积洪积砂卵砾石漂石层, 厚 $20 \text{ m} \sim 22 \text{ m}$ 。两岸局部发育有 I 级阶地, 高于现河床 $2 \text{ m} \sim 4 \text{ m}$, 水磨湾一带还残存有少量的高阶地。库区主要有左二沟、左三沟、左四沟和石孤子沟, 沟内多有洪积和崩坡积物分布, 山洪爆发时极易带入拦沙库, 左二沟、左四沟沟口还发育有洪积扇。

库区断层较少且规模不大, 主要结构面为两组高陡倾角的构造裂隙, NEE 组走向 $NE60^\circ$ 左右, 以倾向 SE 为主, 高陡倾角, 密度约 $1 \text{ 条}/\text{m} \sim 3 \text{ 条}/\text{m}$ 。NW 组走向 $NW320^\circ \sim 330^\circ$, 以倾向 SW 为

事。

[15] 语出《左传·哀公十七年》：“诸侯盟，谁执牛耳？”指在某一方面居领导地位。

[16] 语出《世说新语·任诞》：“王孝伯问王大：‘阮籍何如司马相如’？王大曰：‘阮籍胸中垒块，故需酒浇之。’”原指胸中郁结之气，此处借指突兀不平之物。

[17] 语出《道德经》：“天地不仁，以万物为刍狗。”指自然对万物一视同仁，无所偏倚。

[18] 即《春秋经》，儒家“六经”之一。作为鲁国的编年史，由孔子修订而成。此处代指史书。

[19] 语出《开元天宝遗事·梦笔头生花》：“李白少时，梦所用之笔头上生花后天才贍逸，名闻天下。”比喻笔法高超，文章绝妙。

[20] 语出《孟子·尽心上》：“有如时春风雨化之者。”比喻良好教育的普遍深入，也用来称颂师长的教诲。此处代指水电事业如及时春雨一般泽被后世。

[21] 语出《庄子·祛篋》：“鲁酒薄而邯鄲国。”楚国大会诸侯，鲁国和赵国都献酒给楚王，赵国所献味美，鲁国所献味薄。后以“鲁酒”称饕客之酒滋味淡薄。

[22] 典出《列子·杨朱篇》：“宋国有田夫，谓其妻曰：‘负日之暄，人莫知者，以献吾君，将有重赏。’里之富告之曰：‘昔人有美戎菽、甘泉茎芹萍子者，对乡豪称之。乡豪取而尝之，蜇于口，惨于腹，众哂而怨之，其人大惭。’”后以“献芹”称礼品菲薄或建议浅陋。
(责任编辑:卓政昌)

(上接第 147 页)

需要掌握产生事故的可能性、严重性以及诱发因素等具有共性的客观规律;熟知设备的情况,抓住具有个性的特点,多角度、多层次分析,采取必要的、可操作的、有效的措施,提高设备可靠性和自动化程度,确保设备安全稳定运行。

作者简介:

马跃利(1970-),男,山东莒县人,毕业于东北水利水电专科学校电力工程专业,厂长,高级工程师,现于四川省紫坪铺水力发电厂从事生产管理;

冯延红(1970-),女,青海西宁人,结业于东北水利水电专科学校电力工程专业,助理工程师,现于四川省紫坪铺开发公司水库调度中心从事水库调度。
(责任编辑:卓政昌)

(上接第 154 页)

左四沟沟口有少量裸露的卵砾石,覆盖层展布区植被发育良好,且成分以悬移质为主,因此,除沟口裸露的卵砾石外,其余地段覆盖层不需清理,为避免施工期因雨水冲刷等原因引起坍塌危及拦沙坝安全,左四沟沟口 1 384 m 高程以下的河床覆盖层予以清除,填筑石渣作为左岸环库路基,顶宽 11 m,临库侧坡比为 1:1,采用 1m 厚钢筋石笼护坡;靠山侧坡比为 1:1.2,沟底设置浆砌石挡渣墙和浆砌石护底,集水通过路基内 1 394.2 m 高程埋设的两根内径 1 m 的钢筋混凝土涵管排入拦沙库。

4 结 语

呼和浩特抽水蓄能电站下水库位于多沙的哈拉沁沟上,为减少泥沙对有效库容的淤积,降低进/出水口前泥沙淤积高程和过机含沙量,改善机组的磨损条件,设置拦沙坝将下水库分隔为拦沙库和蓄能专用下水库。拦沙库主要任务是拦洪排沙,通过泄洪排沙洞使上游洪水和泥沙不进入呼

和浩特抽水蓄能电站下水库,保证下水库内始终为一库清水,电站不因泥沙问题而停止运行;同时作为蓄水池,通过拦沙坝内埋设的补水钢管解决了电站初期充水和运行期补水问题。呼和浩特抽水蓄能电站这种拦沙库的布置方式,可供类似工程参考。

参考文献:

[1] 赵轶,钱玉英,等.《呼和浩特抽水蓄能电站枢纽布置简介》.《抽水蓄能电站工程建设文集 2009》,ISBN 978 - 7 - 5083 - 9506 - 7.

作者简介:

鲁红凯(1982-),男,河南太康人,毕业于河海大学水利水电工程专业,工程师,主要从事水工建筑物设计;

赵 轶(1970-),女,四川泸州人,毕业于葛洲坝水电工程学院水利水电工程专业,教授级高级工程师,专业总工,主要从事水工建筑物设计;

陈建华(1976-),女,山西运城人,毕业于华北水利水电学院水工结构专业,工学硕士,高级工程师,副设总,主要从事水工建筑物设计。

(责任编辑:卓政昌)