

精细化管理在大岗山水电站厂房岩锚梁施工中的应用

雷 宏

(中国水利水电第七工程局有限公司,四川 成都 610081)

摘要:以大岗山水电站地下厂房岩锚梁施工为例,通过岩锚梁质量控制要点分析,从技术方案、质量控制和施工组织三个方面紧紧围绕岩锚梁质量控制要点采取精细化管理措施,使岩锚梁施工质量得到了有效的控制,取得了良好的效果。

关键词:精细化管理;岩锚梁施工;应用;效果;大岗山水电站

中图分类号:

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2013)06-0018-04

1 概述

大岗山水电站坝址位于大渡河中游四川省雅安市石棉县挖角乡境内,上游与规划的硬梁包水电站尾水相接,下游与龙头石水电站水库相接,为大渡河干流规划22个梯级中的第14个梯级电站,总装机容量2600 MW。

地下厂房从左到右分别由安装间、主机间和副厂房组成,全长226.58 m。岩锚梁布置在厂房第Ⅲ层,岩锚梁以上开挖宽度为30.8 m,岩锚梁以下开挖宽度为27.3 m,岩锚梁总长206 m,高3.3 m,岩锚梁底部距离厂房第Ⅲ层底板高度为4.7 m。岩锚梁结构由Ⅰ期混凝土、Ⅱ期混凝土、永久伸缩缝、施工缝键槽、排水沟、排风排水钢管、吊车梁轨道及其他埋件等组成(图1)。

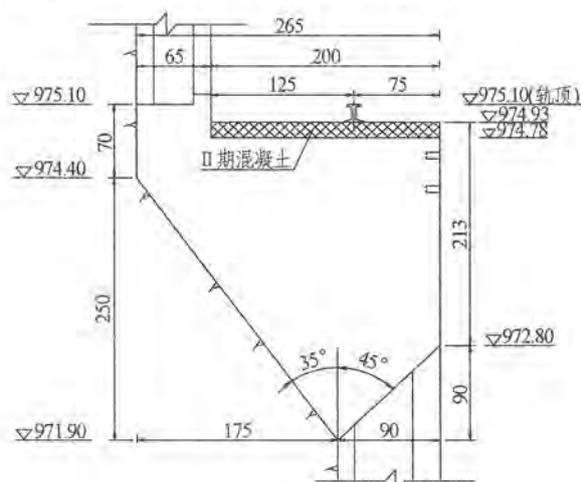


图1 岩锚梁结构图

2 岩锚梁精细化施工控制要点分析

收稿日期:2013-10-25

岩锚梁是一种空间条形悬臂梁结构,岩锚梁及桥机运行的全部荷载通过锚杆及混凝土与岩壁接触面上的摩擦力传递到岩体上,充分利用了围岩的自稳承载能力。因此,岩台的开挖成型、岩锚梁锚杆和混凝土浇筑的质量成为控制岩锚梁质量的关键因素,直接关系到岩锚梁的安全稳定及桥机的运行安全。

岩台开挖成型控制主要为下拐点的超挖控制、岩台平整度控制和爆破对岩台的松弛控制。锚杆施工质量控制主要为锚杆入岩深度、锚杆孔位倾角和注浆密实度的控制。混凝土施工质量控制主要为混凝土内外温差控制,混凝土温度裂缝控制和混凝土外观质量控制,以达到清水混凝土的质量标准。通过岩锚梁质量控制要点分析,从技术方案、质量控制和施工组织三个方面紧紧围绕岩锚梁质量控制要点采取精细化管理措施。

3 技术方案精细化

3.1 岩锚梁开挖支护

(1) 制定合理的开挖分区。

参照国内大型地下厂房开挖分区情况,岩锚梁确定分三大区开挖:先锋槽区、两侧保护层区及岩锚梁开挖区。其中Ⅲ1区先锋槽宽17.3 m,梯段高8.8 m;两侧保护层宽5 m,分三层开挖,分层高度分别为2.8 m、3 m、3 m;岩锚梁岩台为Ⅲ5区,开挖宽度为1.55 m。结合现场几个循环爆破效果分析,为进一步减小爆破对围岩的损伤并避免Ⅲ2区开挖爆破导致岩锚梁下拐点部位损伤拉裂,对开挖分区进行了优化调整:①Ⅲ1区先锋槽宽度由17.3 m调整为7.5 m,两侧各4.9 m宽拉槽保护层跟进,爆破单响药量控制在36 kg以内;

②分层高度调整为2 m、3.4 m、3.4 m(图2、3)。

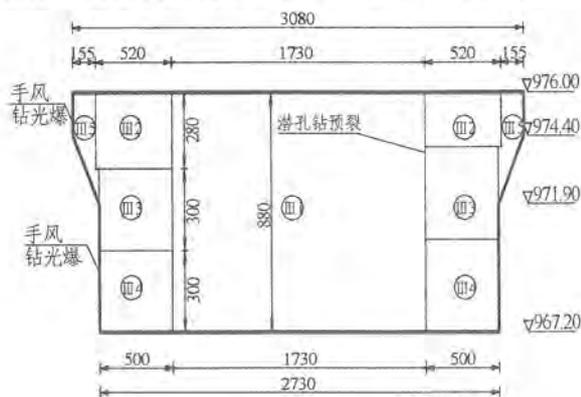


图2 岩锚梁调整前开挖分区图

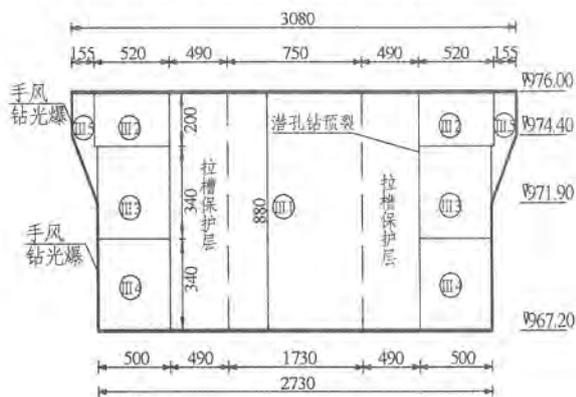


图3 岩锚梁调整后开挖分区图

(2) 岩台开挖工艺试验。

为了使试验工况与实际工况尽量接近,将试验地点安排在岩台保护层Ⅲ2区进行,按照岩锚梁岩台尺寸进行1:1的爆破试验,分别选取了Ⅱ、Ⅲ类和Ⅳ、Ⅴ类围岩进行试验。通过工艺试验,获取合理的钻爆参数。

(3) 样架造孔技术措施。

要求上拐点直孔、岩台斜孔和下拐点直孔“三孔一线”。岩台三孔均采用钢管样架的方式控制钻孔精度。样架导向管由内、外导向管组成,分别采用 $\varphi 33.5$, δ 为4 mm和 $\varphi 48$, δ 为3 mm的钢管。

(4) 优化爆破参数。

通过实践检验得知,孔距偏大及过小效果均不好,采用孔距30~35 cm为宜;隔孔装药爆破对空孔拉裂、平整度影响较大。因此,将岩台开挖光爆孔间距按35 cm控制,装药按照逐孔装药方式进行,Ⅱ、Ⅲ类围岩线装药密度为80 g/m,Ⅲ类偏Ⅳ类围岩线装药密度为70 g/m,Ⅳ类围岩线装

药密度为55 g/m(图4)。



图4 岩台开挖爆破效果图

(5) 对岩台下拐点加强预支护。

岩台开挖前,在岩锚梁下拐点以下先初喷5 cm厚钢纤维混凝土封闭,下拐点增加两排 $\varphi 2$, L 为9 m的锁口锚杆;对于局部围岩稳定性较差部位,在下拐点以下20 cm再增加一排 $\varphi 5$, L 为3 m的锁口锚杆。在锚杆施工过程中,对于塌孔严重、注浆出现串浆、冒浆情况的部位增加 $\varphi 8$, L 为6 m的固结灌浆。

3.2 岩锚梁锚杆施工

(1) 钻孔角度、孔深控制。

钻孔左右角度采用将罗盘靠在钻杆上确定钻杆钻进角度的方式,上下角度采用两端样架锚杆拉钢线控制,开孔时缓慢钻进。在钻孔过程中,随时检查钻杆的角度并及时进行调整。

钻孔深度用钻杆进行控制,当孔深与钻杆的长度成几何倍数时,由钻杆的根数控制孔深;当其不成几何倍数时,则在钻杆上标好长度记号以控制钻孔深度。

(2) 锚杆注浆控制。

锚杆根据倾角方向采取不同的施工工艺,上仰锚杆采用“先锚杆后注浆”;下倾锚杆采用“先注浆再锚杆”的施工工艺。对岩石破碎部位,采用无盖重固结灌浆,用以提高锚杆的注浆密实度。

3.3 岩锚梁混凝土施工

(1) 减少岩锚梁变形影响。

在厂房岩锚梁浇筑之前完成母线洞开挖及厂房侧锁口支护,按照“先洞后墙”的要求完成厂房

IV层预裂及拉槽、相应的系统支护(包括锚索)及安全监测设施。

(2) 缩短分块长度。

国内同等规模水电站地下厂房岩锚梁分块长度约为15~20 m,其目的是减少混凝土裂缝的产生。大岗山水电站岩锚梁分块长度按照不超过12 m控制,每个机组段划分为3块,岩锚梁共分35块,其中上游18块、下游17块,采用跳仓浇筑。

(3) 优化入仓手段和混凝土配合比。

为减少混凝土水泥用量,降低水化热,减少混凝土裂缝,采用常态混凝土,入仓采用25 t、16 t汽车吊配1 m³吊罐入仓。在配合比选择时,掺加10%的二级粉煤灰以减少水泥用量。配合比原材料产地统一,水泥采用同一厂家、同一批次产品,砂、石骨料色泽、颗粒级配均匀。

(4) 岩锚梁浇筑工艺试验。

通过试验检查混凝土配合比、混凝土浇筑支撑系统的稳定情况、模板的选择、安装、拆除等工艺及拆除后混凝土表面效果、混凝土内外温度、温差及采取的相应温控措施;对施工中存在的问题及时进行总结,以改进后续岩锚梁施工方式。

(5) 减少岩锚梁排架基础沉降变形。

为防止地基沉降引起的承重排架变形导致的岩锚梁混凝土跑模,在承重排架下部3 m宽范围浇筑15 cm厚C15水泥稳定层,再铺设18#槽钢。

(6) 优化清水混凝土模板工艺。

岩锚梁为清水混凝土,模板严格按照清水混凝土工艺标准的平整度和光洁度进行设计。模板采用定型钢模板、内贴18 mm厚维萨板,混凝土内部未设拉筋,模板接缝部位采用玻璃胶填充密实(图5)。

(7) 混凝土温度控制。

温控措施采用混凝土表面保温保湿法和预埋冷却水管通水法。侧面模板拆除后,在混凝土面上先铺2层塑料薄膜,然后铺一层棉被,将混凝土表面与内部的温差控制在25℃以内。通水冷却混凝土温度与水温之差以不超过25℃为宜,管中水的流速以0.6 m/s为宜,水流方向24 h调换一次以使混凝土均匀冷却,每天降温不宜超过1℃,通水时间一般为15~20 d。

每仓混凝土浇筑完对温度检测资料及时进行统计、整理与分析,通过对各个环节的温度进行控

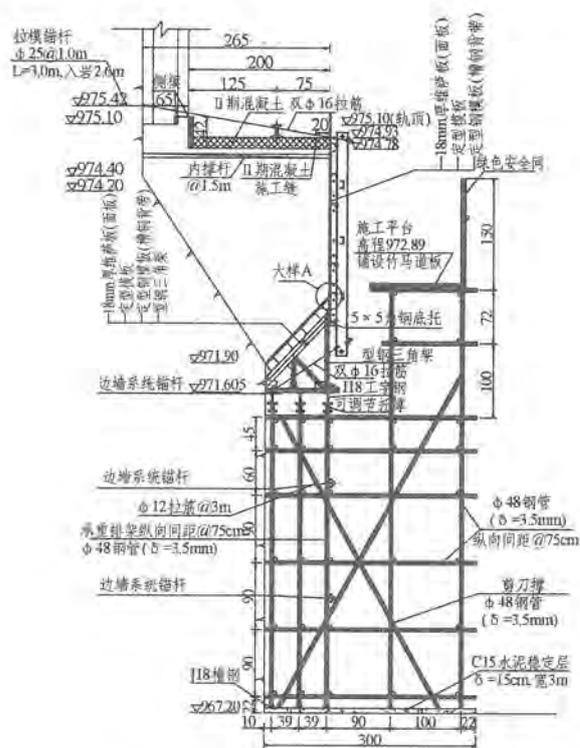


图5 岩锚梁模板结构图

制,最终将混凝土温度控制在允许范围之内。通过掌握结构混凝土温度情况,及时调整冷却水管的通水温度和通水持续时间。

4 质量控制精细化

(1) 执行“一炮一总结”和“一仓一总结”制度。

在岩锚梁岩台开挖过程中,每排炮爆破后,测量队及时提供断面资料,质量部对炮孔残孔率、不平整度、超欠挖等原始数据资料及时进行统计和收集,对爆破质量、成型效果作出评估,在后续开挖中采取相应措施、优化调整爆破参数;严格履行奖惩制度,尤其针对一线钻工。

每仓混凝土浇筑完成后,收集统计数据,由项目部和监理组织召开“一仓一总结”会议并兑现奖励或处罚。对浇筑中存在的问题进行分析,将优点提出并继续保持,同时将上一仓存在的问题定为下一仓号质量控制的目标。

(2) 联合验收制度。

建基面、钢筋、模板、监测设施等工序验收合格后,由监理组织专业监理工程师、业主、设计、监测联合对隐蔽仓号进行验收,验收合格会签后,由监理工程师签发开仓证。

(3) 加强爆破监测控制。

对于引水隧洞下平洞、主变室等附近洞室应尽量安排在岩锚梁开仓前先行爆破,岩锚梁开仓后直至收仓 12 h 内上述部位均不允许爆破。收仓 12 h 后严格控制爆破质点振动速度在新浇混凝土允许范围内。

(4) 全程旁站制度。

在整个浇筑过程中,监理及质检、技术、生产人员全程旁站,监测人员对各监测仪器进行数据采集和监控,同时,测量人员对模板进行监测,直至仓号结束。

(5) 拌和楼及现场混凝土质量控制。

为确保混凝土质量,质检人员和监理在拌和楼对出机口混凝土料进行现场塌落度检测并测量温度。罐车运至施工现场后,在卸料的同时再对混凝土温度和塌落度进行检查,对比运输期间的混凝土温升和塌落度损失。

(6) 温控及养护控制。

混凝土初凝后,安排专职养护人员按照相关措施进行保温保湿养护。冷却循环水管在收仓后开始通水。温度量测频率按收仓后 48 h 内每 2 h 量测 1 次,第 3~7 d 每 4~6 h 量测 1 次,7 d 以后每 12 h 量测 1 次,一直跟踪量测至第 10 d。岩锚梁内部温度采集不低于 5 000 次。

5 施工组织精细化

(1) 成立 QC 领导小组和工作小组。

成立 QC 领导小组和工作小组,对整个岩锚梁开挖支护及混凝土施工全程进行控制。

(2) 奖罚激励措施。

设立岩锚梁施工专项奖金并将其用于岩锚梁的各项工作保障,同时按照“一炮一总结”和“一仓一总结”制度及时兑现,公平公正。

(3) 挑选技术过硬的施工队伍。

精挑选有相应岩锚梁施工经验及人员组织充裕的施工队伍。

(4) 资源保证措施。

①合理配置开挖钻工,确保保护层和岩锚梁岩台能平行作业,形成平面多工序;配置充足的钢筋模板工,确保岩锚梁浇筑能多仓同时作业。

②合理配置技术人员、质检人员、试验人员及测量人员等。

③当遇到断层掉块、岩脉等不利地质情况时

需实施加强支护、固结灌浆、混凝土回填特别处理时,其他辅助作业人员配置到位。

④考虑岩锚梁承重模板在混凝土强度达到 70% 后才能拆除等因素,物资配备中确保 50% 的架管、扣件、钢模板和维萨板等周转材料。

⑤提前协调好水泥、粉煤灰、钢筋等甲供材料的供应。

⑥合理配置机械数量、提高机械完好率。吊罐、汽车吊、混凝土运输车等满足正常浇筑需求,同时配备 1 台吊车和 1 台“三一泵”作为备用。

6 综合质量评价

6.1 开挖质量评价

根据对岩锚梁开挖数据进行统计得知,岩台最大超挖值为 14.4 cm,最小超挖值为 3.8 cm,超挖平均值为 10 cm,无欠挖;最大不平整度为 7.01 cm,最小不平整度为 2.08 cm,平均不平整度为 4.35 cm;斜向孔爆破孔痕迹保存率最大为 100%,最小为 74.3%,平均为 85.3%,单元工程质量满足大岗山水电站岩锚梁施工技术要求。

6.2 岩锚梁锚杆质量评价

对岩锚梁锚杆进行 100% 无损检测,共检测 1 812 根,其中合格 1 807 根,合格率为 99.7%。对 5 根不合格锚杆按照 1:1 的原则进行了补打处理,并对补打锚杆全部进行了复检,检查结果满足设计和规范要求。

6.3 混凝土质量评价

(1) 外观质量评价。

①表面平整度评价:项目部质检人员联合监理工程师对梁体侧面进行平整度检查,大岗山水电站岩锚梁外观平整度量测点共计检测 1 783 点,检测点不平整度小于 3 mm 的点共计 1 459 点,占总检测点数的 81.8%;3~4 mm 的点共计 203 点,占总检测点的 11.3%;检测点大于 4 mm 的点共计 121 点,占总检测点的 6.8%。按照《清水混凝土应用技术规程》(行业标准)中允许偏差评判标准,岩锚梁外观平整度满足普通清水混凝土标准且已达到饰面清水混凝土的效果。

②色差评价:养护 28 d 后,距梁体侧面 5 m 设置观测点,无砂带和黑斑,表面平整、清洁、色泽一致。

③表面质感评价:拆模后无明显错缝,模板拼

(下转第 59 页)

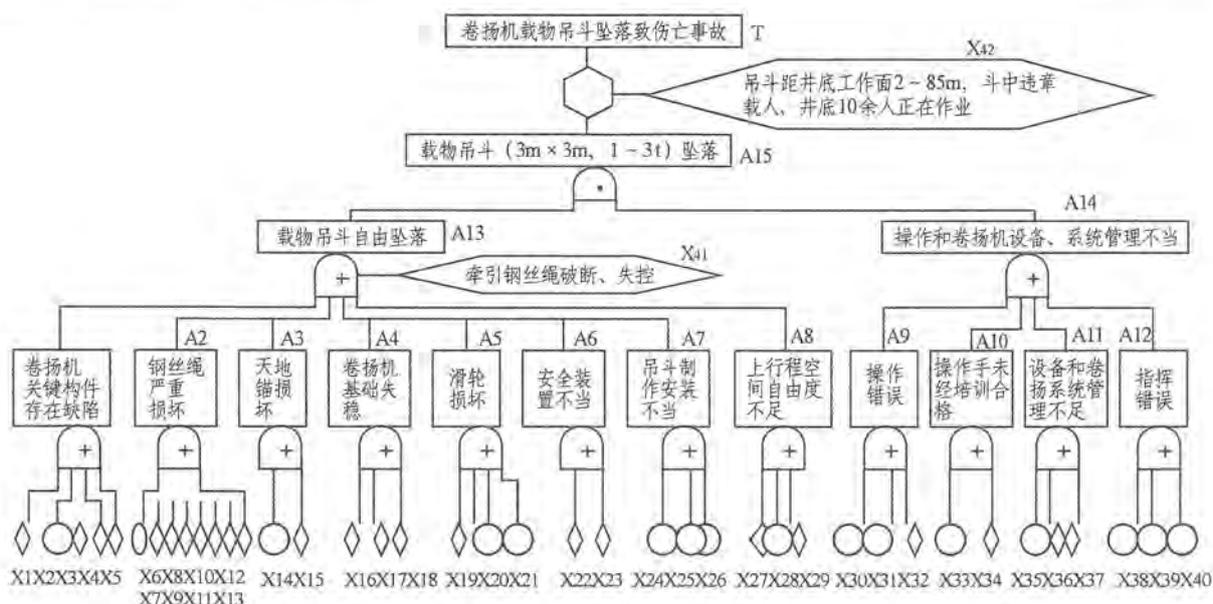


图3 卷扬机载物吊斗坠落致伤亡事故故障树图

的这一点毋庸置疑,竖井开挖施工确实过于危险,尤其是如此规模的竖井群施工。但是,巴贡项目部生产组织、安全管理是十分成功的,最终实现了安全生产并且未发生一例人身轻重伤害事故。

作为安全生产管理工作人员,我们期待企业所有的生产经营项目和活动都具备“本质安全”的条件,实现我们“珍爱生命,呵护健康,创建和谐社会”的美好愿望。

(上接第21页)

缝和施工缝处无错台、掉边和挂帘现象,棱角方正、线条顺直,表面局部有少量气泡存在。

(2) 混凝土性能质量评价。

岩锚梁混凝土浇筑 2 100 m³, 抽检 7 d 抗压强度试件 64 组; 28 d 抗压强度试件 70 组, 抗压强度标准差 < 4, 离差系数 < 0. 14, 抗压强度均满足设计要求, 混凝土综合评价为优良。

7 结 语

(1) 笔者以大岗山水电站地下厂房岩锚梁施工为例, 通过对岩锚梁精细化施工控制要点进行

参考文献:

- [1] 李海东. 建筑工程安全生产强制性标准与施工现场安全事故防范实务全书[M]. 长春: 吉林科学技术出版社, 2002.
- [2] 丁圻垠, 等. 安全生产管理知识[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2004.

作者简介:

王瑞峰(1980-), 女, 山西大同人, 工程师, 学士, 从事质量安全管理工。

(责任编辑: 李燕辉)

分析, 从技术方案、质量控制和施工组织三个方面对岩锚梁施工采取精细化管理措施, 使岩锚梁施工质量得到了有效的控制, 取得了良好的效果。

(2) 面对越来越大型的水电工程, 实施精细化管理, 规范生产过程和生产活动, 合理配置资源, 进一步挖掘管理的潜力、人的潜力已成为提高水电建设管理水平和建设质量的必然途径。

作者简介:

雷 宏(1979-), 男, 湖南衡阳人, 工程师, 从事水电工程施工管理及技术工作。

(责任编辑: 李燕辉)

全国水利水电施工技术信息网、中国水力发电工程学会施工专委会年会在成都召开

9月24~27日, 全国水利水电施工技术信息网、中国水力发电工程学会施工专委会2013年年会、土石坝工程施工专题技术交流会在成都召开。会议由全国水利水电施工技术信息网和中国水力发电工程学会施工专委会联合主办, 由中国水电五局承办。中国工程院院士钟登华、马洪琪, 施工专委会副主任阮光华, 中国水电股份公司副总经理宗敦峰, 中水五局总经理贺鹏程、党委书记刘光以及各大水利水电施工、设计、业主等单位的领导及代表110余人参加了会议。会上, 贺鹏程致欢迎词, 简要介绍了公司的情况, 重点对公司已建和在建的“十三陵上池、天荒坪上库、碧口大坝、岳城水库、长河坝大坝”等一大批在全国土石坝工程施工领域具有重要影响力的工程做了介绍。最后, 贺鹏程代表承办方对各位专家的到来表示热烈的欢迎。会议进行了学术交流并参观考察了长河坝水电站。