

硬梁包水电站施工安全措施的制定与实施

袁 亮， 张 国 平

(中国水利水电第七工程局有限公司,四川 成都 610213)

摘 要:根据硬梁包水电站的施工特点,从现场安全措施的选用、科技兴安的应用、体系制度和安全投入保障、危大工程管理等 方面论述了该工程施工安全措施的制定与实施,具有一定的针对性、可行性、可靠性、经济性,保障了工程全过程的施工安全,实现了施工期间“零事故”目标,取得了良好的管理效果和经济效益。

关键词:硬梁包水电站;施工;安全措施;科技兴安

中图分类号:TV7;TV51 **文献标志码:** B **文章编号:**1001-2184(2023)05-0066-05

Formulation and Implementation of the Construction Safety Measures for
Yingliangbao Hydropower Station

YUAN Liang, ZHANG Guoping

(Sinohydro Bureau 7 Co.,Ltd.,Chengdu Sichuan 610213)

Abstract: According to construction characteristics of the Yingliangbao Hydropower Station, the formulation and implementation of the project construction safety measures are discussed from the site safety measures, science and technology application, system and safety investment guarantee, and dangerous large-scale project management. The above measures have the following characteristics such as certain pertinence, feasibility, reliability, economy, through which the engineering construction safety throughout the whole process has been guaranteed, the goal of the "zero accident" during the construction period has been achieved and good management effect and economic benefits has been realized.

Key words: Yingliangbao Hydropower Station; Construction; Safety measures; Science and technology

1 概 述

硬梁包水电站位于四川省甘孜藏族自治州泸定县境内的大渡河干流上,为四川省大渡河干流最新规划 28 级方案中的第 14 级电站,上游为泸定水电站,下游接大岗山水电站,总装机容量为 111.6 万 kW,工程规模为二等大(2)型。电站采用低闸长引水式开发,枢纽工程主要由首部枢纽、引水系统、厂区枢纽等组成。

中国水利水电第七工程局有限公司(以下简称水电七局)承担了硬梁包水电站首部枢纽工程施工任务,主要合同内容包含导流明渠、围堰、基础处理、闸坝、面板堆石坝、进水口、生态厂房等。

鉴于水电站工程建设属于多工种立体交叉作业工程,施工情况多变,环境复杂,交叉干扰较大,安全工作历来都是工程建设中的头等大事。因此,抓好安全生产是该工程施工的重要组成部分。

安全措施是为了达到保障人民生命财产安全、维护社会公共秩序稳定、防范生产安全事故发

生等目的而采取的举措与行动^[1]。水电七局在硬梁包水电站工程施工中结合项目施工特点,通过安全风险辨识评估,制定出有针对性、可行性的安全措施并与安全管理并重管控与实施,使项目的安全生产不断持续改进,取得了较好的效果,有效地保证了项目安全生产。该工程项目制定与实施的安全措施对于化解安全风险、预防和控制各类事故隐患具有较强的现实意义和应用价值。

2 硬梁包水电站工程存在的施工安全隐患

2.1 施工作业安全环境复杂

该电站首部枢纽工程建设涉及德威镇、冷碛镇、兴隆镇三个乡镇,施工区内有至海螺沟景区的 S211 省道通过,且其紧邻的泸石高速公路工程同时兴建,施工区域人口密集,旅馆、饭店、汽车修理等各类经营商户密布。由于施工区内建筑物众多,人员流量大,施工作业安全环境十分复杂。

2.2 施工区交通安全风险突出

S211 省道为二级道路,采用混凝土路面,宽 7

收稿日期:2023-05-30

m,桥涵洞占比达 65%,是泸定至海螺沟、石棉县的主要通道,也是到达海螺沟、红石公园等国家名胜风景区的重点旅游环线公路。由于硬梁包水电站工程、泸石高速公路工程、川藏铁路工程及属地其他建设工程齐头并进,施工车辆与社会车辆共用 S211 省道,导致其车流量大,交通安全风险十分突出。

2.3 项目开工即进入施工高峰期

水电七局所属项目部于 2019 年 10 月中旬进场,工程于 10 月 26 日开工。为保证次年汛期度汛安全,实现一期截流目标,项目进场随即进入一期纵向围堰填筑、导流明渠开挖、拌和系统建设,夜以继日连续施工,开工即进入高峰期,导致安全管控风险高^[2]。

2.4 危险性较大的工程项目多

水电七局在硬梁包水电站工程建设中承担的施工项目比较多,包含三期导截流、高边坡开挖支护、深基坑开挖支护、基础处理、地下隧洞开挖支护、高闸坝混凝土施工等,经评估论证后得知:共有危大工程 17 项,超危大工程 3 项。

2.5 施工交叉作业频繁

该工程首部枢纽高边坡治理施工对其下线围堰、大江截流、隧洞、深基坑、护坦等工程项目存在上下交叉干扰的隐患;引水隧洞和灌浆廊道的开挖支护对洞外的深基坑施工存在平行作业干扰的隐患;深基坑地连墙和金属结构安装施工对毗邻的土建作业存在平行干扰的隐患。

2.6 施工布置战线长,跨度大,管理较困难

该工程首部枢纽右岸上游扯索坝暂存料场距项目部 1.1 km,右岸下游店子营地暂存料场距项目部 3.5 km,左岸乌支索料场距项目部 2.9 km,拌和系统距项目部 3.2 km,左岸高边坡治理工程距项目部 3.7 km,左岸金属结构加工厂距项目部 3.6 km,闸坝施工区距项目部 3.6 km。整个施工布置战线长,跨度大,管理较为困难。

2.7 移民工作滞后

施工期间,由于首部枢纽工程中的拌和系统、导流明渠、乌支索料场、扯索坝料场等部位的移民均未搬迁,工程推进举步维艰。直至 2022 年 3 月大坝工程已转序时,工区内的移民搬迁方完成,从而给施工安全生产带来极大挑战。

针对工程施工遇到的实际情况,项目部研究

制定出切实可行、有针对性的施工安全措施并予以实施,取得了较好的效果。

3 施工安全措施的制定与实施

由于硬梁包水电站首部枢纽工程施工的安全特点,决定了工程施工期间必须采取更加可靠的安全措施方能保证生产安全。为了降低安全风险,从根源上消除各类事故隐患^[3],从本质上保证安全生产,水电七局将编制完善的安全措施、强化安全措施管理作为保障项目安全生产的重要抓手^[4],具体叙述于后。

3.1 场内交通变更措施

按照合同约定,水电七局扯索坝暂存料场是首部枢纽混凝土和大坝填筑料的主要料场,均从 S211 新道路运入拌和系统和填筑现场。经分析,本合同工期为 2 068 日历天,至 2025 年 6 月 25 日完成,具有历时久、战线长的特点,加之从 S211 新道路运入与社会车辆共用,不但交通拥挤,而且安全风险突出。据此,项目部提出了“变更工程道路”的技术措施并征得建设单位同意后实施。

变更后的道路为 S211 报废旧路,其沿江布置,长度为 3.65 km,宽 4.5 m,为泥结碎石路面。通过返修,该路面成为混凝土结构,宽度为 7 m,临边增加了混凝土防护墩,其上游至扯索坝暂存料,下游接混凝土拌和系统和大坝施工区。大坝首部枢纽工程变更的主要安全通道见图 1。自该道路运行以来,有效地避开了与社会车辆交叉通行引发的干扰,通行畅快,未发生任何交通事件,有效地保证了工程建设。



图 1 大坝首部枢纽工程变更的主要安全通道示意图

3.2 高边坡安全防护措施

硬梁包水电站首部枢纽闸(坝)址区左右岸边坡地形坡度为 35°~45°,分布有坡洪堆积体、松散碎石体,易产生滚石、滑坡、泥石流等自然灾害,对

其下线隧洞、基坑安全施工影响大。项目部针对实际情况,优先施工并完成了防护网、框格梁、锚索等安全防护设施,有效防范了其上方边坡可能出现的地质灾害,有力的保证了下线施工安全和后续工程运行安全。边坡安全防护情况见图 2。

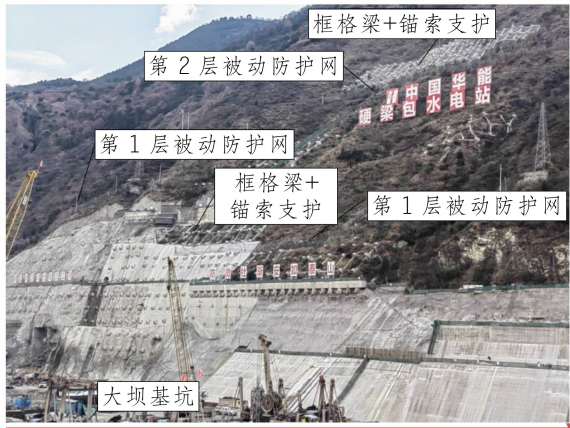


图 2 边坡安全防护示意图



图 3 钢筋石笼防护挡墙示意图

3.4 危大工程安全管控措施

鉴于该工程首部枢纽存在危大工程 17 项,超危大工程 3 项,其重点包含深基坑开挖支护、地下隧洞开挖支护、承重排架等,针对这些工程,项目部对其逐一依规实施管控。

危大工程施工前,项目部认真编制专项方案并经公司技术负责人、总监理工程师审核签字后实施;对超过一定规模的危大工程,项目部均组织了专家进行论证。对于论证结论为“通过”的工程,项目部参考专家意见自行修改完善并执行;对于结论为“修改后通过”的工程,项目部按照专家

3.3 交叉作业安全防护措施

由水电七局承担的引水隧洞进口 0+000~0+050 段施工的两条隧洞均布置于左岸,隧洞中心线间距为 60 m,采用方圆形断面,其开挖内径为 16 m,该洞段所处的岩体总体为碎裂~散体结构,以Ⅳ、Ⅴ类岩体为主,完整性差。

为解决引水隧洞进口段爆破对基坑等部位的安全影响,项目部决定设置钢筋石笼防护挡墙将隧洞施工与基坑施工有效隔离,达到了互不干扰的目的。钢筋石笼防护挡墙设置在洞口外 10 m 处,墙体长度为 25 m,宽 5 m,高 9 m,错缝砌筑,并使用直径为 25 mm 的钢筋整体焊接稳定。挡墙截面比隧洞开挖截面宽大,能够完全挡护隧洞开挖爆破的飞石,抵御隧洞开挖最大的爆破振动冲击。引水隧洞与基坑之间设置的钢筋石笼防护挡墙见图 3。

意见进行修改并履行有关审核和审查手续后予以实施并将修改情况及时告知专家。

在危大工程施工现场显著位置设置了危大工程公告牌,明确了工程名称、施工时间、施工工艺、安全风险及事故隐患、防范措施、具体责任人等,并在危险区域挂设安全警示标牌。

安全管理措施实施前,技术负责人向现场管理人员进行方案交底,现场管理人员向作业人员进行安全技术交底,并由双方和项目专职安全生产管理人员共同签字确认。

在安全管理措施实施过程中,监理工程师和

项目技术人员、专职安全人员现场跟踪指导、监控,确保方案落地。

对于按照规定需要验收的危大工程,在经施工项目自检合格后通知监理单位组织相关人员进行验收。对于验收合格的项目,由项目技术负责人及总监理工程师签字确认,并在现场显著位置设置验收标识牌,公示验收时间及责任人员,随即进入下一道工序施工^[5]。

3.5 科技兴安措施

由于水电七局承担的首部枢纽工程施工量大、面广,危大工程多,交叉作业频繁,附属设施分散,且因采取传统安全管控措施会出现“看不住”“管不全”“管不好”等一系列问题。针对所出现的问题,项目部积极探索科技兴安措施,快速有效地落实“人防”措施,填补“技防”短板,实现“物防”补充,进而保障了施工安全。

项目部建立了隐患排查与治理 APP 系统平台,使所有隐患从发现到整治闭合全部实现了在线跟踪;利用多媒体安全培训工具箱,凭指纹、身份证登录,按工种配置安全措施培训教程、自动完成安全技术交底及考评、自动判定上岗,实现了安全技术措施交底培训率达到 100%;应用人员定位系统通过安全帽智慧卡信息化能够精准搜索人员在岗状况和危险状态,自动提醒报警,及时采取纠偏措施;引进了车辆设备识别系统,实现了安全技术措施在线监控,降低了违规违章操作;设置了鹰眼视频监控平台,帮助管理者客观、真实、全面、全过程地掌握施工现场动态,以便于正确判别安全条件,快速有效协调解决安全问题,确保了安全生产平稳有序。

3.6 安全生产责任制的保证措施

新《安全生产法》正式施行后,其中修改后的重要条款(第二十一条)规定:“生产经营单位的主要负责人要建立健全并落实本单位全员安全生产责任制,加强安全生产标准化建设”。项目部领导充分认识到:责任是落实安全生产的关键和保证,要过好安全生产这一关,最重要的就是要过好“责任关”,把责任落实到最后一公里。

项目部根据法律法规和企业要求,结合施工环境及工艺特点制定出符合本项目实际的全员安

全生产责任清单,明确了主要负责人、其他负责人、职能部门负责人、生产车间(区队)负责人、生产班组负责人、一般从业人员等全体从业人员的安全生产责任,使项目安全生产没有旁观者,人人都是主角。

项目部不但建立了“层层负责、人人有责、各负其责”的体系,还制定出具体的考核标准并严格落实监督考核机制。各级各类人员在熟悉、掌握责任清单后签字确认,对单履职,把安全生产放在心上、抓在手上,落实到行动上,全力以赴筑牢守好安全堤坝,慎终如始牵牢安全“牛鼻子”,以常态化、全民化防控应对隐蔽性、突发性风险,确保了安全有人管、人人管、主动管、能管好。

3.7 安全投入保证措施

安全投入是保证所制定的安全措施得以有效实施的重要条件,是保证生产安全的前提。项目部编制了《安全投入管理制度》,依法设置了专项资金,专款专用,成立了专门机构进行有序管控。

工程实施前,项目管理人员通过系统分析找出了有规律性的问题,区分出轻、重、缓、急,对那些危险性大、容易造成事故的隐患或缺陷进行了超前的安全投入,使其具有针对性、突击性、可能性和实效性,尽量避免了没有实际效果的盲目投入,力求做到事半功倍。如在生态厂房及坝区高边坡开挖作业中,通过提前设置防护网、框格梁、锚索支护,有效防范了滚石、塌方及泥石流造成的危害,确保了工程施工安全;又如引水隧洞防护挡墙的设置,既防范了隧洞爆破飞石伤害,又保证了两个交叉工作面互不干扰,进而加快了施工进度。

另外,项目部将互联网新技术与安全生产技术深度融合,使用 APP 系统平台、多媒体安全培训工具箱、智慧安全帽、车辆设备识别系统、鹰眼视频监控平台等现代化安全技术,不但可以快速发现和有效解决问题,还节约了人力资源的投入,提高了工作效率,规范了安全管理。

4 结 语

硬梁包水电站建设面对施工作业安全环境复杂、交通安全风险突出、工期紧张、交叉作业频繁、安全管控量大面广、危险有害因素多等实际情况,因地制宜、科学合理地制定并实施了有效的安全

生产措施,通过现场认真落实,结合安全责任制、科技兴安措施,合规投入安全费用,有效地保证了工程施工安全,实现了安全生产“零事故”目标,取得了良好的管理效果和经济效益,具有一定的针对性、可行性、可靠性、经济性,为类似工程建设安全规范化、标准化管理总结出一定的经验,具有一定的参考价值。

参考文献:

[1] 张璇,谭洪波,吴爽.水利工程建设施工单位安全生产管理问题探讨[J].水利建设与管理,2019,39(12):36-39.
[2] 田志勇,骆双,廖重阳.高原峡谷大型水电站起重设备交叉

作业安全管理[J].四川水利,2020,41(6):127-131.

[3] 邹勤.水电站大坝施工的安全问题分析[J].现代物业(上旬刊),2014,13(7):98-99.
[4] 赵晓妮.建筑施工安全管理措施优化研究[J].山西建筑,2019,45(2):245-246.
[5] 郭攀.位于高陡边坡的路基桥梁施工安全措施分析[J].山西建筑,2018,44(7):140-141.

作者简介:

袁 亮(1973-),男,四川达州人,分局安全部主任,注册安全工程师、工程师,从事工程建设安全管理工作;
张国平(1976-),男,四川乐山人,项目副经理,高级工程师,从事工程项目管理工作。(责任编辑:李燕辉)

(上接第 46 页)

提前完成了引水隧洞的衬砌施工,为首台机组发电目标的实现打下了坚实的基础。

7 经济与社会效益分析

原设计方案中的衬砌钢筋为 16 770.333 t,设计方案优化后的衬砌钢筋实施工程量为 13 484.771 t,减少了 3 285.562 t。

该工程采用 EPC 模式,通过设计方案优化减少了实施工程量,降低了施工成本,取得直接经济效益约 1 925.76 万元。引水隧洞衬砌钢筋方案优化后缩短了现场施工工期,使每仓钢筋转运的次数减少,安装钢筋的工序时间缩短,优化后的配筋经受力验算得知:在引水隧洞实施及运行阶段无安全隐患,整体受控。

8 结 语

此次设计方案优化结合工程项目的实际交地

情况,从工期和成本的角度出发,在保证围岩稳定和施工安全的前提下对引水隧洞的衬砌钢筋进行了优化,增大了钢筋间距,节约了钢筋用量,优化后的施工方案其施工工艺得到了简化,节省了隧洞钢筋制安的时间,减少了施工工期,创造出较大的经济效益。

参考文献:

[1] 水工隧洞设计规范,SL279-2016[S].
[2] 工程岩体分级标准,GB/T50218-2014[S].
[3] 水工混凝土钢筋施工规范,DLT 5169-2013[S].
[4] 水电水利工程锚喷支护施工规范,DL/T5181-2017[S].
[5] 水电水利工程预应力锚固施工规范,DL/T 5083-2019[S].

作者简介:

林晓旭(1986-),女,四川资中人,副高级工程师,从事水利水电、市政、铁路工程施工技术与管理工作。
夏维学(1972-),男,四川仁寿人,分局总工程师,正高级工程师,从事市政、水电、铁路工程施工技术与管理工作。(责任编辑:李燕辉)

(上接第 65 页)

(2)通过对隧道典型变形段变形规律进行分析得知:近平行陡倾薄层状软岩隧道极易在隧道拱腰至拱脚边墙处发生大变形灾害,且其变形随岩层走向的改变存在明显的不对称性。

(3)近平行陡倾薄层状软岩隧道大变形灾害的发生机制主要是由于地应力方向、层理结构和洞轴线处于不利的组合位置所导致,隧道开挖后围岩尽早闭环,及时施作系统锚杆以增加拱架刚度等。

参考文献:

[1] 康永水,耿志,刘泉声,等.我国软岩大变形灾害控制技术与

方法研究进展[J].岩土力学,2022,48(8):21-25.

[2] 曹兴松,周德培,刘国强,等.陡倾小交角层状围岩浅埋隧道锚杆支护优化研究[J].地下空间与工程学报,2013,33(增刊 2):1926-1930.
[3] 郭小龙,谭忠盛,李磊,等.高地应力陡倾层状软岩隧道变形破坏机理分析[J].土木工程学报,2017,50(增刊 2):38-44.
[4] 张宁,郑国强,袁文强,等.陡倾层状软弱围岩隧道变形特征及变形处治技术研究[C]//2022 年工业建筑学术交流会议文集,中冶建筑研究总院有限公司,2022:1022-1027.
[5] 陈子全.高地应力层状软岩隧道围岩变形机理与支护结构体系力学行为研究[D].西南交通大学,2019.

作者简介:

孙慕楠(1995-),男,天津宝坻人,工程师,学士,从事建设工程施工技术与管理工。(责任编辑:李燕辉)