

桥巩水电站厂房混凝土施工质量控制

石覃升 ,黄继廷

(广西水电工程局 ,广西 南宁 530001)

摘要 :介绍桥巩水电站主、副厂房工程混凝土施工中采取的一些质量控制措施。混凝土温度控制的主要措施有降低原材料温度、降低混凝土水化热温升、通水冷却 ,在冬夏季则采用一些特殊的方法进行温度控制。质量控制首先控制混凝土原材料的质量 ,即砂石骨料、水泥、外加剂、水以及粉煤灰的质量 ,其次是混凝土拌和时的质量控制 ,从搅拌机械、配料的配合比、搅拌过程、拌和时间以及混凝土出机温度等方面严格把关和控制 ,最后是混凝土浇筑时的质量控制 ,根据不同部位采用不同的浇筑方法 ,面积较小的混凝土块通常采用通仓平层浇筑 ,面积较大的混凝土块采用斜层法或错台法浇筑。混凝土的质量检查验收主要分为混凝土单元工程的自检复检验收、施工单位质量部门的终检、监理部门的验收、混凝土施工质量评定。各项措施的严格控制 ,使该电站厂房混凝土施工合格率达到 100% ,优良率占 85.1% ,分部工程质量等级达到了优良工程的标准。

关键词 :电站厂房 ;混凝土施工 ;温度控制 ;施工质量控制 ;桥巩水电站

中图分类号 :TV731 ;TV431 文献标识码 :B 文章编号 :1006-7647(2009)S2-0023-05

桥巩水电站厂房布置于左岸漫滩和部分台地 ,安装有 8 台灯泡贯流式水轮发电机组 ,单机容量为 57.0 MW ,总装机容量为 456 MW ,厂房挡水前沿长度为 219.36 m ,其中主机间段长 168.2 m ,安装间段长 51.16 m ,安装间布置在厂房左侧 ,副厂房布置在厂房下游侧 ,主厂房尺寸(长×宽)为 165.7 m×85.98 m ,对外采用垂直进厂的方式。左岸上坝公路下游侧布置 1 个尺寸为 165.0 m×65.0 m 的开敞式开关站 ,高程为 95.00 m ,按户外中式双列管母线布置 ,出线电压等级为 220 kV。

主厂房内自左向右依次布置有主安装间、1~8 号机组。机组段上、下游方向又分进口段、主机段、尾水扩散段。主厂房底部包括大体积填塘混凝土 ,布置有尾水管 ,机组检修泵房 ,渗漏集水井、操作排水廊道等结构 ,主厂房下游侧为副厂房 ,内设 6 层楼面 ,主要服务于机组的水、油、气等系统的安装检测。主、副厂房于 2006 年 3 月 1 日开始浇筑至 2008 年 4 月 25 日第 1 台机组(1 号机)混凝土施工完毕 ,除 2~8 号机组二、三期混凝土及部分项目未施工外 ,工程基本结束。由于厂房结构复杂 ,技术要求高、施工工期紧、整体结构复杂、交叉作业协调环节多 ,施工干扰较大 ,混凝土工程量大、浇筑任务艰巨 ,月浇筑

强度达 3.86 万 m³ ,主、副厂房混凝土施工难度大 ,质量控制措施和手段尤为重要。

1 混凝土施工工序控制

建基面或老混凝土面经过监理工程师验收合格后才能浇筑混凝土 ,其工序流程见图 1。

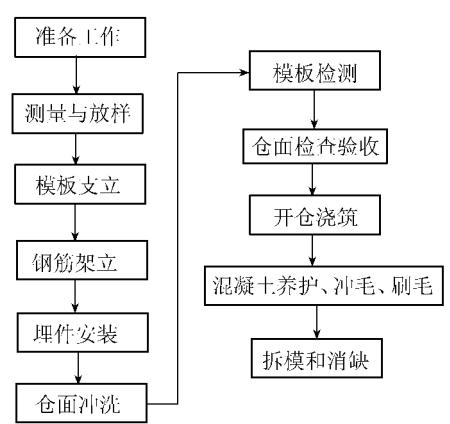


图 1 混凝土施工工序

对图 1 所示的 11 道工序 ,监理工程师都要在施工单位通过三级质量检查即初检、复检、终检后 ,再进行全面检查验收 ,合格后才允许进入下道工序施工。

2 混凝土温控措施

水工混凝土由于其本身的力学特性 ,受外界气温影响较大。混凝土受温度影响导致的热胀冷缩 ,若不采取必要的温控措施就容易产生裂缝或发生冻害 ,甚至使水工混凝土整体性受到破坏 ,因此在混凝土施工中 ,夏季高温季节要采取降温措施 ,冬季低温季节要采取保温措施防止混凝土受冻。桥巩水电站所在地区属亚热带季风气候地区 ,多年平均气温比较高 ,太阳辐射强 ,混凝土表面极易出现干缩裂缝 ,因此要加强混凝土的温度控制。主、副厂房混凝土温控主要采取以下措施。

2.1 降低原材料的温度

采用冷水配制混凝土 ,夏季粗细骨料均搭设遮阳棚 ,避免日光曝晒 ,控制混凝土的入仓温度。

2.2 降低混凝土的水化热温升

选用广西鱼峰水泥股份有限公司生产的鱼峰牌中热硅酸盐水泥 P·MH 42.5 水泥、P·O 42.5 水泥和红星河牌 P·O42.5 水泥 ,这 2 种品牌的水泥属于中低水化热品种的水泥。同时采取提高水泥标号以减少水泥用量 ,达到降低混凝土水化热温升的效果。

2.3 通水冷却降温措施

由于混凝土体积大 ,施工过程中聚集水化热大 ,内外散热不均匀和内外约束不一致 ,使混凝土内部产生较大的温度应力 ,导致裂缝产生 ,埋下了严重的质量隐患。因此 ,在大体积混凝土内设置循环冷却管是大体积混凝土降温的主要关键措施。本工程需要通水冷却降温的主要有厂房底板和尾水管顶板等大仓面大体积部位 ,厂房工程在 1~8 号机底板布置了 7 层冷却水管 ,范围在 33.70~45.70 m 高程。冷却水管采用 $\varnothing 25$ mm 乙烯塑料管埋设 ,在混凝土浇筑开始后通水 ,管中流速 0.6 m/s ,水流方向每天改变一次 ,使大体积混凝土块体均匀冷却。通水时间一般为 30~40 d。混凝土温度与水温之差不得超过 25℃ ,冷却时混凝土日降温幅度不应超过 1℃。

2.4 夏季温控措施

主厂房混凝土每年 5~10 月份共 6 个月为夏季施工期。在此期间 ,混凝土采用 4℃ 的冷水拌和 ,控制好混凝土出机口温度 ,以降低混凝土入仓温度及浇筑温度 ,混凝土从拌合楼运往浇筑工作面的过程中 ,运输车辆尽量选用隔热好的搅拌车或在运输车辆上加盖遮阳设施。浇筑仓面上采用塑料布边浇筑边覆盖 ,防止日光曝晒。拌和、运输、吊运、浇筑等工序一条龙管理 ,加快混凝土运输及入仓速度 ,确保连续浇筑、及时覆盖并平仓振捣。混凝土收仓后表面及拆模混凝土表面采用洒水并覆盖麻布袋养护 ,养

护时间不少于 14 d。夏季高温季节 ,仓号开仓尽量安排在早晚时间 ,浇筑尽量采用大级配、低坍落度混凝土以减少水泥用量 ,从而降低因水化热产生的混凝土温升。

2.5 冬季温控措施

本工程所在地属亚热带季风气候地区 ,多年平均气温 20.8℃ ,多年极端最高气温 39.6℃ ,多年极端最低气温 -3.3℃ ,混凝土冬季施工时段集中在 1 月、2 月及 12 月份。冬季浇筑混凝土时采用短间歇、仓面均匀上升的方式进行浇筑 ,以防混凝土表面长期暴露而产生裂缝 ,间歇期控制在 5~7 d。混凝土浇筑收仓或拆除模板后 ,仓面上用麻布袋或锯木渣及时覆盖保温。整个施工过程中施工单位派专人定时测量混凝土出机口温度、混凝土浇筑温度等 ,混凝土温度测量结果见表 1。

表 1 混凝土温度测量结果 ℃

月份	混凝土平均出机温度	混凝土平均浇筑温度	设计标准浇筑温度	月份平均气温
1	14.9	15.5	16.0	13.9
2	15.8	16.4	17.0	15.3
3	20.1	20.8	21.0	18.9
4	22.3	23.8	25.0	24.3
5	26.7	27.5	28.0	25.7
6	27.9	28.6	29.0	27.3
7	29.2	29.7	29.0	28.9
8	29.7	30.1	29.0	29.4
9	29.0	29.3	29.0	27.7
10	27.7	28.0	28.0	23.5
11	21.4	22.2	23.0	20.3
12	16.5	17.4	18.0	16.6

从表 1 中可以看出 ,7~9 月份的混凝土平均浇筑温度高于设计标准浇筑温度 ,虽然在混凝土拌制过程中采用低温冷水拌和 ,对成品料仓储存的粗骨料进行风冷 ,并对粗骨料采用风冷连续冷却方式 ,但由于成品料仓储存的大石、中石、小石风冷时间不能满足连续生产的需要 ,特别是在 7~9 月份高温的天气下 ,骨料风冷效果不明显 ,直接导致了混凝土平均浇筑温度高于设计标准浇筑温度。

3 混凝土质量控制措施

3.1 混凝土施工材料质量控制

3.1.1 砂石骨料的质量控制

本工程主要采用砂石系统生产的人工砂及人工碎石 ,按同品种、同规格每 400 m³ 或 600 t 为一批取样检验 ,不足 400 m³ 或 600 t 的也按 1 批计。根据 DL/T 5151—2001 及 DL/T 5144—2001 标准进行检验。对筛分厂筛洗出的骨料 ,实验室不但在成品料堆每日进行实验分析 ,而且在拌合楼输送上楼前对其进行同样的实验分析 ,写出实验报告 ,报工程部、

监理部审核验收。对粒径大于 40 mm 的粗骨料严格控制 ,骨料的净自由落差在 3 m 内 ,超出时设置缓降设备。成品骨料经过足够的脱水时间方可运到拌合楼 ;一般情况下 ,砂子的含水率控制在 5% 以内 ,含水率变化范围控制在 $\pm 0.2\%$ 以内 ,粒径 20 mm 以上的粗骨料含水率控制在 1% 以内 ,砂子的细度模数控制在 2.4 ~ 2.8 范围内 ,严格控制各级骨料的超逊径含量。

3.1.2 水泥的质量控制

水泥使用甲方指定的广西鱼峰水泥股份有限公司生产的鱼峰牌 P·MH42.5 水泥、P·O42.5 水泥以及红水河牌 P·O42.5 水泥 ,运往工地的各批水泥具有厂家的化学成分及物理力学指标检测成果 ,施工单位试验室联合业主单位中心试验室做现场试验复检 ,按同水泥厂生产的同品种、同强度等级及出厂编号 ,每一出厂编号为 1 个取样单位 ,散装水泥以 400 t 为 1 批 ,不足 400 t 也为 1 批 ;袋装水泥以 200 t 为 1 批 ,不足 200 t 的也为 1 批。所检验项目均符合 (LSDJ—207—82)《水工混凝土施工规范》中的有关要求。水泥强度检验结果统计见表 2。

3.1.3 外加剂的质量控制

混凝土外加剂选用江苏苏博特新材料股份有限公司生产的 JM-Ⅱ 缓凝高效减水剂、JM-2000C 引气剂 ,按同一生产厂家的同一品牌外加剂每 50 t 进货量作为 1 批 ,不足 50 t 的也按 1 批计。所检指标均达到电力行业标准 DL/T 5100—1999 的要求。外加剂检验结果统计见表 3。

3.1.4 水的质量控制

本工程拌和用水采用桥巩水电站工程水厂提供的红水河河水 ,在施工过程中对水中成分定期检测 ,

检验结果须符合《水工混凝土施工规范》的规定。

3.1.5 粉煤灰的质量控制

粉煤灰采用广西来宾 B 电厂以及广西田东瑞东粉煤灰开发有限公司生产的Ⅱ级粉煤灰。按同一粉煤灰生产厂家生产同一批次取样检验其品质 ,以连续供应的 200 t 为 1 批 ,不足 200 t 也为 1 批 ,按《粉煤灰混凝土应用技术规范》检测细度、烧失量、三氧化硫含量、需水量比 ,其各项指标均满足规范或国家标准。粉煤灰检验结果统计见表 4。

3.2 混凝土拌和质量措施

主厂房混凝土配合比的选择在施工前进行了大量的试验 ,确定有关参数 ,并根据施工中原材料的变化进行调整 ,最终形成厂房混凝土配合比。在实际生产过程中 ,由于各种材料计量的误差和骨料含水率的变化 ,加之搅拌均匀程度等差异 ,都会使混凝土强度产生波动。因此 ,加强对混凝土拌和物的质量控制 ,是确保混凝土质量的重要环节。

a. 混凝土拌和由 2 台 HL120-2S1500L 拌合楼拌制 ,全部采用较先进的计算机程序控制配料。

b. 严格按监理方的批准及试验室签发的配料单配料 ,严禁擅自更改配合比。

c. 混凝土拌和过程中 ,按试验规程要求在拌合楼出机口取样成型 ,做抗拉、抗压、抗渗、抗冻等性能试验。

d. 当混凝土的实际配合比与试验提供配合比相差较大时 ,还要按混凝土试验规程要求取样校核混凝土的抗冻和抗渗指标。

e. 在混凝土拌和生产中 ,定期对拌和物的均匀性、拌和时间以及称量衡器的精度进行检验。水泥、砂、石、掺合料等的称量偏差不得超过 DL/T 5144—

表 2 水泥强度检验结果统计 MPa

水泥品种	组数	抗折强度						抗压强度					
		3 d			28 d			3 d			28 d		
		平均值	最大值	最小值	平均值	最大值	最小值	平均值	最大值	最小值	平均值	最大值	最小值
红水河牌 P·O42.5	1	5.1	5.1	5.1	6.8	6.8	6.8	29.6	29.6	29.6	29.6	29.6	29.6
鱼峰牌 P·O42.5	70	5.4	6.9	3.9	8.1	8.9	6.7	30.7	38.4	20.1	51.6	55.8	43.2
鱼峰牌 P·MH42.5	107	4.9	6.4	3.9	7.8	8.9	6.6	29.4	36.3	20.2	52.2	56.5	44.3

表 3 外加剂检验结果统计

外加剂名称	组数	减水率/%	泌水率比/%	含气量/%	凝结时间差/min		抗压强度比/%		
					初凝	终凝	3 d	7 d	28 d
JM-Ⅱ 缓凝高效减水剂	18	20.0 ~ 22.3	50.0 ~ 85.0	2.1 ~ 2.9	+ 145 ~ + 205	+ 180 ~ + 230	138 ~ 189	138 ~ 170	119 ~ 157
JM-2000C 引气剂	2	6.7 ~ 7.2	50.1 ~ 52.3	4.5 ~ 4.9	+ 32 ~ + 48	+ 50 ~ + 65	105 ~ 133	94 ~ 125	90 ~ 115

表 4 粉煤灰检验结果统计 %

粉煤灰等级	组数	细度			含水量			烧失量			需水量比		
		平均值	最大值	最小值	平均值	最大值	最小值	平均值	最大值	最小值	平均值	最大值	最小值
Ⅱ级	185	13.3	22.4	5.5	0.4	0.6	0.2	7.0	10.0	1.1	96.5	103.0	80.0

2001 中表 7.1.3 的规定值,每班应至少检查 2 次,混凝土拌和程序和时间通过试验确定,拌和时间不能少于 DL/T5144-2001 中表 7.1.4 规定的数值,每班至少抽查 2 次,混凝土坍落度的检查,每班在机口进行 4 次,在仓面进行 2 次;掺加气剂混凝土,每班至少检查 2 次含气量,其变化范围应控制在规定范围内。

f. 冬、夏季施工,对混凝土出机温度严格检测、控制。

3.3 混凝土浇筑质量控制措施

在主、副厂房混凝土浇筑中,根据施工要求,各浇筑层块大小不一,相差很大,浇筑面积较小的混凝土块通常采用通仓平层浇筑,较大面积的混凝土块采用斜层法或错台法浇筑。对具备浇筑条件的仓号,人员、机械设备要配套齐全。浇筑混凝土前,用 2~3 cm 砂浆铺筑均匀,使水平层面结合可靠,下料时不能损坏模板、钢筋和埋件等,浇筑层厚度控制在 40 cm 左右,对混凝土经倒运入仓产生骨料分离的现象,采取人工铲料平仓,使骨料均匀分布。混凝土振捣工具主要采用高频振动器为主,以软轴振动棒为辅,梅花形竖直插入振捣,要求振捣密实。

3.3.1 流道混凝土浇筑

流道下半部分采用大块木模一次安装完毕,调整就位后用钢管排架在内部对撑,以作整体固定,然后按常规方式用拉筋固定模板,防止其在浇筑中侧移或上浮。1~2 号,5~8 号机组段,流道下半部木模以下至高程 45.70 m 范围浇筑高流态二级配混凝土,3~4 号机组段,流道下半部木模以下至高程 45.00 m 范围浇筑高流态二级配混凝土,流道周边 60 cm 范围及各机组段下 0+65 至出口端之间的闸墩部位浇筑二级配常态混凝土,其余部位浇筑三级配常态混凝土。流道底板层及顶板层的仓面均较大,需要分块浇筑。中间部位受流道分隔,可分左、中、右 3 块浇筑。流道模板安装后,按设计图纸就位加固,经测量检查无误后,据不同部位采用不同浇筑方法。按分层分块图,全仓面平层浇筑。卸料时料罐不能正对钢衬或模板冲击。在两侧混凝土同步上升的前提下,尽量加快进料速度,以便混凝土有较大的流动性灌满底部。在尾水管底板、扩散段底板等部位均进行抹光,由于有时混凝土坍落度控制不好,抹光混凝土往下流淌,造成了一些缺陷。

3.3.2 管形座二期混凝土浇筑

管形座周边二期混凝土共分 12 个浇筑层,层厚 1.5 m,为薄层浇筑。每浇完 1 层,间隔 4 d 才能浇上一层,以减少温度等应力对钢衬影响。混凝土采用高流态 I 级配,浇筑速度控制在 30 cm/h,钢衬两边同步上升,由于混凝土运转料次数多,为防止混凝土

过快地初凝,在混凝土拌和时掺入高效缓凝剂。钢衬底部钢筋密集,支撑较多,混凝土的浇筑难度大,混凝土浇筑采用人工喂料,竹竿绑软轴振动器伸长进去振捣,浇筑过程中派人在管壳上采用锤击法检查是否有脱空面积,检查是否有脱空以及底部混凝土浇筑是否饱满,对发现脱空的地方加强振捣,并在后期进行接触灌浆处理。

4 混凝土施工质量检查验收

桥巩水电站主厂房混凝土施工在单元工程检查验收中严格执行施工过程检查验收工作程序,施工单位班组自检、队部复检,质检部门终检,合格后申请监理工程师验收。单元工程验收依照《水利水电基本建设工程施工质量检查规程》、《水工施工规范》以及设计图纸、技术要求、设计修改通知要求进行。

4.1 混凝土单元工程自检、复检验收

自检由施工单位班组技术性强并有一定施工经验的负责技术人员从仓号准备工作到仓号结束,负责施工技术及质量检查工作,对每道施工工序进行严格控制。自检合格后经队部复检提供仓号验收签证、模板检查成果、钢筋检查表、预埋成果图等资料会同工程质量部质检人员进行终检。

4.2 施工单位质量部门终检

质量部门对各部位施工有专人负责。在主厂房混凝土单元仓号施工时对施工过程中的各工序进行检查,深入现场及时解决施工中存在的技术问题,并与监理部门及时联系,共同研究解决施工中存在的问题,在仓号开仓前签发单元验收合格证。在混凝土浇筑过程中会同队部技术人员进行 24 h 盯仓,对混凝土来料情况、混凝土入仓、平仓、振捣施工、模板稳固情况、预埋件的位置及保护等全过程进行监控,对浇筑收仓的混凝土进行巡视,检查夏季养护、冬季保温情况,对每个单元仓号拆模后进行质量检查,并得出单元号质量记录评定结果,严格执行施工单位制定的质量奖惩制度,不断提高施工质量,对产生的质量缺陷及时与监理部门研究消缺措施,使产生的质量缺陷能尽快得到处理。

4.3 监理部门验收

经施工单位质量部门验收合格的单元工程的准备工作,及时填写《施工工序验收通知单》,将齐全的验收资料送监理部门申请验收,资料审查合格后,监理方、施工单位方的质检人员及施工人员三方同时到现场最终验收,合格后签发验收合格证,即可开仓浇筑。对隐蔽工程的验收,在施工单位发出申请验收单后由监理方组织业主、设计及施工单位等四方进行联检,验收合格后才能进行下道工序。

表 5 厂房 1~8 号机组混凝土试验强度统计成果

强度等级	组数 n	混凝土强度/MPa				离差系数 C_v	合格率 $P_s/\%$	保证率 $P/\%$
		最大值	最小值	平均值	标准差 (σ)			
C10	9	22.9	10.6	17.3			100	
C15	265	28.7	15.4	18.7	2.46	0.13	100	93.3
C20	1 159	30.1	20.2	24.4	2.70	0.11	100	94.8
C25	209	32.7	25.0	27.5	1.95	0.07	100	90.0
C30	40	38.1	30.4	34.3	2.68	0.08	100	94.5
C35	114	45.9	35.5	37.8	2.33	0.06	100	88.5
C40	24	46.3	41.3	43.4			100	
C ₉₀ 10	2	21.6	14.0	17.8			100	
C ₉₀ 15	8	28.9	18.9	23.7			100	
C ₉₀ 20	104	31.3	20.4	28.7	2.89	0.10	100	99.9
C ₉₀ 25	1	27.5	27.5	27.5			100	

表 6 桥巩水电站主、副厂房混凝土质量缺陷处理统计

分部工程	详细部位	缺陷情况	处理方法
5 号、6 号机 主机段	5 号 6 号机⑥ ₁₋₁ 高程 42.825~45.70 m	混凝土外露面 出现蜂窝	小蜂窝 洗刷干净后 用水泥砂浆抹平压实。较大的蜂窝 凿去薄弱松散颗粒 刷洗干净后 用高一细石混凝土仔细填实抹平
1 号、2 号机 主机段	2 号机尾水事故 闸们门槽二期混凝土 ①高程 47.10~47.50 m	混凝土外露面 出现蜂窝	小蜂窝 洗刷干净后 用水泥砂浆抹平压实。较大的蜂窝 凿去薄弱松散颗粒 刷洗干净后 用高一细石混凝土仔细填实抹平
5 号、6 号机 主机段	5 号 6 号机③ ₄₋₁ 高程 45.70~48.20 m	混凝土外露面 出现狗洞	整个狗洞用冲击钻打梅花孔 孔深 8 cm 孔径 $\varnothing$ 10 mm 间距 5 cm×5 cm , 加工 $\varnothing$ 8' L 形钢筋勾。用压力水冲洗 支设带托合的模板 向梅花筋孔 注入砂浆 将 L 形钢筋打入孔内 人工把水泥浆搓成团状 用力向缺陷处压填 用钢批抹平抛光
7 号、8 号机 主机段	7 号 8 号机⑨ ₁₋₅ 高程 50.00~54.00 m	混凝土外露面 出现错台	用人工凿去突出部位 深凿 2 cm 全毛 冲洗干净后用高于原配合比一个等级的混凝土砂浆将错台面抹平压光
安装间	安装间⑨ _V 高程 75.00~78.00 m	混凝土外 露面出现挂帘	用手持砂轮磨平
进水池	厂房 5 号机顺坡段	混凝土外露面 出现蜂窝麻面	凿去薄弱松散颗粒 刷洗干净后 用高一级的细石混凝土仔细填实抹平
5 号、6 号机 主机段	5 号机组段拦污栅槽(左孔) 高程 44.325~85.00 m	混凝土外露面 出现蜂窝麻面	凿去薄弱松散颗粒 刷洗干净后 用高一级的细石混凝土仔细填实抹平
3 号、4 号机 副厂房	高程 68.50 m	垂直缝	抠槽 环氧砂浆抹缝 埋灌浆管 化学灌浆

4.4 混凝土施工质量评定

单元工程质量评定标准认真执行《水利水电基本建设工程单元工程质量等级评定标准》经施工单位质量管理部门评定。主、副厂房混凝土单元工程共计 1461 个 ,合格单元 1461 个 ,其中优良单元 1243 个 ,合格率 100% ,优良品率 85.1%。厂房 1~8 号机组各混凝土工程试验强度统计成果见表 5。

通过以上对混凝土数控及质控评定 ,桥巩水电站主、副厂房混凝土工程综合评定为优良。

5 混凝土质量缺陷及处理

桥巩水电站主、副厂房混凝土施工过程中 ,经施工单位质量管理部门及时认真地检查 ,先后发现并记录混凝土缺陷有裂缝 1 条及蜂窝麻面、错台、跑模等一些缺陷。对于这些缺陷 ,施工单位对其产生原因进行认真分析 ,并按设计、监理的要求进行了处理。处理后的结果均符合设计及规范要求。桥巩水电站主、副厂房混凝土质量缺陷处理统计见表 6。

6 结 语

桥巩水电站主厂房及副厂房混凝土工程结构复杂 ,施工难度大 ,在预埋件较多的不利情况下 ,工程人员克服重重困难 ,精心组织、精心施工、科学管理、严格检测 ,并注重新技术、新工艺的推广 ,在主、副厂房混凝土施工中 ,混凝土合格率达到 100% ,优良率占 85.1% ,分部工程质量等级达到了优良工程的标准 ,为在今后工程施工中提高对混凝土质量的控制手段及施工管理水平积累了丰富的经验。

参考文献：

[1] 缪长江 ,丁士昭 ,江见鲸 .水利水电工程管理与实务[M].北京 :中国建筑工业出版社 2008.
[2] 全国水利水电工程施工技术信息网 《水利水电工程施工手册》编写组 .水利水电工程施工手册 :混凝土工程 (第 3 卷 I)[K].北京 :中国电力出版社 2002.

(收稿日期 2009-12-02 编辑 高建群)