水利水电工程大体积混凝土施工技术探究

余 强

（四川省交通建设集团有限责任公司，四川 成都 610036）

摘 要 在水利水电工程建设中，大体积混凝土是核心构筑物的关键材料，其施工质量直接决定工程整体耐久性。本文围绕大体积混凝土在水利水电工程中的核心作用展开分析，聚焦配合比设计、浇筑施工、温控防裂、振捣成型及养护监测五大核心技术环节进行了分析，以期为助力施工人员攻克质量管控难点提供借鉴，进而提升水利水电工程大体积混凝土施工水平，保障工程长期稳定运行。

关键词 水利水电工程；大体积混凝土；施工管控；温控防裂

中图分类号：TV544 **文献标志码**：A **DOI**：10.3969/j.issn.2097-3365.2026.18.016

0 引言

当前水利水电工程朝着高坝型方向发展，对核心构筑物的结构强度提出了更高标准。大体积混凝土因体量庞大，施工期间极易出现温度裂缝及密实度不足等问题，直接影响工程使用寿命。施工人员需立足于工程实际工况，摒弃粗放式施工模式，搭建全流程技术管控体系，筑牢水利水电工程建设质量根基。

1 大体积混凝土在水利水电工程中的作用

大体积混凝土作为核心建筑材料，在工程建设中发挥着不可替代的支撑作用。施工人员依托大体积混凝土构筑重力坝、拱坝等主体坝体，利用其自身重量与结构强度抵御水流冲击、水压荷载，筑牢工程挡水防线，这也是水利水电工程安全运行的基础保障。相较于普通混凝土结构，大体积混凝土整体浇筑成型的特性，能够消除结构拼接缝隙，大幅提升构筑物的抗渗性能，避免坝体、厂房等部位出现渗漏隐患，保障水利水电工程蓄水、发电功能稳定发挥。大体积混凝土具备优异的耐久性与抗侵蚀能力，能够适应水利水电工程复杂的水下、潮湿环境，抵御水流冲刷等多重不利影响，延长工程使用寿命。施工人员在厂房基础、泄洪闸、导流洞等关键部位采用大体积混凝土施工，可有效提升构筑物的抗冲击性能，应对汛期高强度水流冲刷，减少工程后期维修养护成本。同时，大体积混凝土结构整体性强，能够均匀分散工程荷载，避免局部应力集中导致的结构破损，提升工程整体抗震、抗变形能力，适配各类地质条件的水利水电工程建设需求。在水利水电工程全生命周期中，大体积混凝土的质量直接决定工程运行效率与安全系数。优质的大体积混凝土结构，能够保障发电机组稳定运行，减少因结构病害导致的停机检修，提升工程经济效益[1]。对于偏远地区、地质条件复杂的水利水电工程，大体积混凝土施工便捷性与结构稳定性兼具，施工人员可结合现场工况灵活调整施工方案，既满足工程建设进度要求，又能守住质量底线。由此可见，大体积混凝土不仅是水利水电工程的结构核心，更是保障工程功能落地、实现长效运行的关键载体，其施工质量管控贯穿工程建设与运维全过程。

2 水利水电工程大体积混凝土施工技术

2.1 配合比优化设计，严控原材料质量

开展大体积混凝土配合比设计前，施工人员需全面勘查工程现场地质、气候、水文条件，结合构筑物受力需求制定适配的配比方案，这是把控混凝土质量的首要环节。原材料质量直接决定混凝土性能，施工人员需对水泥、骨料、掺合料、外加剂等各类材料进行进场检测，杜绝不合格材料投入使用。针对水泥选型，优先选用水化热较低的中热硅酸盐水泥，严控水泥进场温度，夏季施工时确保水泥进场温度不高于55摄氏度，减少混凝土内部水化热峰值。骨料选用环节，施工人员需筛选级配合理的碎石与河砂，粗骨料粒径控制在5毫米至31.5毫米之间，针片状颗粒含量控制在12%以内，细骨料细度模数保持在2.6至2.9区间，保障骨料密实度与黏结性能。为降低混凝土水化热，施

作者简介：余强（1987-），男，本科，研究方向：水利水电管理。

工人员可在配合比中掺入适量粉煤灰、矿渣粉等掺合料，粉煤灰掺量控制在胶凝材料总量的25%至35%，矿渣粉掺量控制在15%至25%，既能够替代部分水泥，又能改善混凝土和易性，延缓水化热释放速度。

外加剂选用需贴合施工需求，高效减水剂掺量控制在胶凝材料总量的0.8%至1.2%，提升混凝土流动性的同时减少用水量，将水胶比严格控制在0.45以内，降低混凝土收缩开裂风险。施工人员需结合现场施工温度、运输距离动态调整配合比，冬季施工时适当提高胶凝材料用量，夏季施工时增加缓凝成分，确保混凝土拌合物性能满足施工要求。配合比确定后，需进行试配检测，测试混凝土坍落度、强度、水化热等指标，确保各项参数符合水利水电工程施工规范。原材料存储环节，施工人员需搭建专用堆场，做好骨料防雨、防晒、防潮措施，避免骨料含水率波动过大[2]。水泥、掺合料需密封存储，严控存储环境湿度，防止受潮结块。每批次原材料进场后，留存检测试样，建立完整的质量台账，实现原材料全流程可追溯。通过精细化的配合比优化与原材料管控，施工人员能够从源头提升大体积混凝土质量，为后续施工奠定坚实的基础。

2.2 分层分段浇筑施工，保障浇筑密实

大体积混凝土浇筑体量较大，施工人员需采用分层分段浇筑工艺，避免一次性浇筑导致内部应力集中、水化热无法散出的问题。结合水利水电工程构筑物尺寸，施工人员可以将浇筑层厚度控制在30厘米至50厘米，分段长度根据施工能力设定在10米至15米，确保每层混凝土在初凝前完成覆盖，杜绝出现施工冷缝。浇筑顺序遵循由低到高、由中心到两侧的原则，均匀推进浇筑作业，避免局部堆积造成混凝土离析。施工人员要把控混凝土运输与入模节奏，采用混凝土泵车进行布料，入模温度严格管控，冬季施工不低于5摄氏度，夏季施工不高于28摄氏度。夏季高温施工时，可在运输车辆罐体覆盖保温层，对骨料进行洒水降温，减少混凝土入模温度波动。混凝土入模后，及时开展摊铺作业，避免长时间堆放导致坍落损失，每层摊铺完成后，快速进入振捣工序，保障混凝土整体密实度。

分层浇筑间隔时间应精准把控，结合混凝土初凝时间设定，一般控制在2小时至3小时，避免上层混凝土浇筑时下层混凝土已初凝[3]。对于大面积坝体浇筑，施工人员采用跳仓法施工，相邻仓段浇筑间隔不少于7天，减少相邻结构的应力干扰。分段浇筑时，设置止水钢板与连接钢筋，提升分段衔接部位的结构强度，防止缝隙渗漏。施工过程中安排专人监测混凝土摊铺厚度、平整度，及时调整布料位置，确保浇筑厚度符合设计标准。针对边角、钢筋密集等特殊部位，施工人员可以调整浇筑方式，采用小料斗辅助布料，避免混凝土堆积或漏浇。浇筑过程中实时监测混凝土坍落度变化，若出现离析、泌水现象，立即停止浇筑并排查原因，调整施工方案后再恢复作业，每层浇筑完成后，及时清理表面浮浆，为上层浇筑做好准备。

2.3 温控防裂综合调控，降低温度应力

温控防裂综合调控技术可精准化解大体积混凝土内部温度应力，严控内外温差阈值，杜绝有害温度裂缝产生。这项技术能保障混凝土结构整体性与密实度，提升构筑物抗渗，延长水利水电工程使用寿命，减少后期裂缝修补成本。施工人员可以搭建全过程温控体系，实时监测混凝土内部与表面温度差，将温差严格控制在25摄氏度以内，降低温度应力损伤。混凝土浇筑前，施工人员在构筑物内部预埋测温元件，按间距1.5米至2米布置测点，覆盖混凝土中心、表层、底部等关键部位，实现24小时不间断温度监测，实时采集温度数据并分析变化趋势。浇筑初期是水化热释放高峰期，施工人员根据测温数据及时调整温控措施。内部降温采用循环冷却水系统，水管间距控制在1.5米左右，进水温度控制在15摄氏度至20摄氏度，通水时间根据温度变化设定，一般持续7天至10天，确保内部温度平稳下降，降温速率控制在每小时0.5摄氏度至1摄氏度，避免温度骤降产生应力。

当内部温度达到峰值后，逐步减少通水流量，实现平缓降温。表面保温是防控温差裂缝的核心举措，施工人员可以根据施工环境温度选择保温材料，冬季采用保温棉、土工布双层覆盖，夏季采用遮阳棚+保湿毯组合防护，避免混凝土表面受外界温度骤变影响。混凝土表面与环境温差超过20摄氏度时，及时增加保温层厚度，延缓表面热量散失。拆模时间需结合温度监测结果确定，拆模时混凝土表面温度与环境温差不大于15摄氏度，拆模后立即覆盖保温，防止出现温度裂缝。施工人员要建立温度预警机制，当温差接近临界值时，立即启动应急措施，调整通水流量、增加保温层数。针对高温、低温等特殊天气，制定专项温控方案，极端高温天气避开正午浇筑，极端低温天气提前做好预热措施。温控过程中详细记录温度数据、温控措施实施效果，形成完整的温控台账，为后期质量验收提供依据。

2.4 振捣成型施工，提升结构密实

规范振捣成型施工能彻底消除大体积混凝土内部孔隙与蜂窝隐患，让骨料结合更紧密，大幅提升结构密实度与整体强度。振捣作业是提升大体积混凝土密实度的关键，施工人员需选用适配的振捣设备，采用插入式振捣器为主、平板振捣器为辅的方式，消除混凝土内部空隙，确保结构密实无缺陷。插入式振捣器选用直径50毫米至70毫米的型号，振捣棒移动间距控制在40厘米至50厘米，插入下层混凝土5厘米至10厘米，保证上下层混凝土结合紧密，杜绝分层现象。振捣作业遵循快插慢拔的原则，施工人员要控制振捣时间，每点振捣时长控制在20秒至30秒，以混凝土表面不再下沉、不出现气泡、泛出水泥浆为准，避免过振导致骨料离析、泌水。针对钢筋密集、预埋件周边等部位，更换小直径振捣棒精细化振捣，防止漏振或振捣不到位[4]。

在振捣过程中，要避开测温元件、预埋管线，避免设备碰撞造成构件移位。分层浇筑时，上层混凝土振捣需在下层混凝土初凝前完成，振捣棒插入下层的深度确保两层混凝土融为一体，消除施工缝隙。平板振捣器用于混凝土表面振捣，移动速度控制在每分钟1米至2米，往返振捣确保表面平整密实，为后续养护作业创造条件。振捣完成后，及时清理表面多余浆料，采用刮杠找平，控制混凝土表面平整度偏差在5毫米以内。施工企业可以对振捣作业人员开展专项培训，明确振捣点位、时长、力度要求，划分作业区域避免重复振捣或漏振。安排专人现场旁站监督，实时检查振捣效果，发现混凝土内部有孔洞、蜂窝等隐患，立即采取补振措施。振捣作业完成后，及时清理振捣设备，做好设备保养，确保后续作业正常开展。

2.5 全过程养护与监测，确保质量达标

全过程养护与监测技术可实时把控工程状态，及时发现隐患并精准处置，避免病害扩大。施工人员可以根据工程工况制定长效养护方案，养护周期不少于14天，重要部位延长至21天，确保混凝土充分水化、性能达标。混凝土初凝后立即启动养护作业，表面采用保湿毯覆盖洒水，保持养护环境湿度在90%以上，避免表面干燥收缩开裂。冬季养护采用保温保湿一体化措施，禁止洒水养护，防止受冻。养护期间，施工人员应持续监测混凝土温度、湿度变化，根据环境条件调整养护措施。高温天气增加洒水频次，确保保湿毯始终湿润；低温天气加厚保温层，维持养护温度稳定[5]。严禁在养护期间在混凝土表面堆放重物、踩踏作业，避免影响混凝土强度增长。拆模后的养护同样关键，裸露部位及时覆盖保温保湿材料，延续养护效果，直至混凝土强度达到设计标准。全过程质量监测贯穿施工全流程，施工人员除温度监测外，还需开展混凝土强度、裂缝、密实度检测。

养护期间定期抽取混凝土试块进行抗压强度检测，7天、28天强度需满足设计要求。采用超声波检测仪检测混凝土内部密实度，排查孔洞、疏松等隐患，用裂缝观测仪监测表面裂缝宽度，确保裂缝宽度不超过0.2毫米。施工人员可以建立完整的质量监测台账，详细记录养护时间、养护措施、监测数据、检测结果，实现施工全过程可追溯。针对监测发现的质量问题，立即制定整改方案，采取灌浆、修补等措施处置，复检合格后方可进入下一道工序。养护结束后，组织专项质量验收，确保大体积混凝土各项性能指标符合水利水电工程规范。

3 结束语

大体积混凝土施工是水利水电工程建设的核心工序，施工人员需立足于工程实际，聚焦关键环节，落实精细化施工技术，化解当前存在的难题。优质的大体积混凝土施工，能提升水利水电工程结构稳定性，延长工程使用寿命，实现经济效益与社会效益双赢。未来，施工人员需持续优化施工工艺，结合新技术提升管控水平，推动水利水电工程大体积混凝土施工质量迈上新台阶。

参考文献：

[1] 杨婉朋，杨发智，刘俊昌. 水利工程给排水蓄水池大体积混凝土施工温控防裂技术研究[J]. 全面腐蚀控制，2026，40(02):416-418.

[2] 林鹏. 水利水电工程大体积混凝土水泥管理技术研究[J]. 散装水泥，2026(02):145-147.

[3] 王新，陈海锋. 水利水电工程大体积混凝土裂缝成因及温度控制措施[J]. 城市建设，2026(04):139-141.

[4] 胡萧俊男. 水工大体积混凝土温度应力模拟及控制措施[J]. 水利技术监督，2026(03):248-250,321.

[5] 毛煜文. 低温天气条件下大体积混凝土裂缝控制与防范方法[J]. 城市建设理论研究(电子版)，2026(03):211-213.