

# 水利水电工程中混凝土拌和及制冷系统设计

孟新成

中国水利水电第七工程局有限公司第五分局 四川 眉山 620860

**摘 要：**水利水电工程中，混凝土质量关乎工程安全与耐久性。混凝土拌和及制冷系统设计需遵循质量优先、协同性、适应性和经济性原则。拌和系统设计涵盖设备选型配置、工艺流程规划与质量控制要点；制冷系统设计包括制冷负荷计算、工艺与设备选择、与拌和系统协同及运行优化。通过系统集成关键技术，结合某水电站成功案例，为类似工程提供设计参考，保障混凝土质量，提升工程效益。

**关键词：**水利水电工程；混凝土拌和系统；制冷系统

引言：在水利水电工程建设里，混凝土是关键材料，其质量直接影响工程的安全性与耐久性。混凝土拌和及制冷系统作为保障混凝土质量的核心环节，设计合理性至关重要。合理的系统设计不仅能确保混凝土满足工程各项性能要求，还能提高生产效率、降低成本。然而，水利水电工程规模、地形、气候等条件各异，给系统设计带来诸多挑战。因此深入探讨混凝土拌和及制冷系统设计原则与方法具有重要的现实意义。

## 1 混凝土拌和及制冷系统设计的基本原则

### 1.1 质量优先原则

在水利水电工程中，混凝土的质量直接关系到整个工程的安全性和耐久性。混凝土拌和及制冷系统的设计必须将质量放在首位。从原材料的储存、计量，到混凝土的搅拌、运输以及温度控制等各个环节，都要严格把控质量。例如，在原材料储存方面，要确保水泥、骨料等不受潮、不变质；在计量环节，要保证各种原材料的配比精确无误，因为配比的微小偏差都可能对混凝土的强度、抗渗性等性能产生显著影响。制冷系统对混凝土温度的控制也至关重要，合适的出机口温度和入仓温度能有效减少混凝土裂缝的产生，提高工程质量。只有坚持质量优先原则，才能为水利水电工程奠定坚实的基础。

### 1.2 协同性原则

混凝土拌和系统和制冷系统并非孤立存在，而是相互关联、相互影响的有机整体。在设计过程中，必须充分考虑两个系统之间的协同性。例如，制冷系统要根据拌和系统的生产能力和混凝土的温度要求，合理确定制冷量和制冷时间，确保拌和出的混凝土温度符合设计标准<sup>[1]</sup>。同时拌和系统的运行节奏也要与制冷系统的供冷能力相匹配，避免出现因制冷不足或过度制冷而影响混凝土质量的情况。另外，两个系统在设备布局、管道连接等方面也要协同规划，减少能源损耗和施工难度，提高

整个系统的运行效率。

### 1.3 适应性原则

水利水电工程的规模、地形地貌、气候条件等各不相同，混凝土拌和及制冷系统的设计必须具备适应性。要根据工程的具体特点，选择合适的设备型号和工艺流程。对于大型水利水电工程，可能需要配备大型的拌和设备和高效的制冷装置，以满足大规模混凝土施工的需求；而对于地形复杂的工程，要考虑设备的运输和安装难度，采用模块化设计或移动式设备。在气候方面，高温地区要重点加强制冷系统的设计，确保混凝土在运输和浇筑过程中的温度控制；寒冷地区则要注意设备的防冻措施，保证系统在低温环境下正常运行。

### 1.4 经济性原则

在保证工程质量和满足使用功能的前提下，混凝土拌和及制冷系统的设计应充分考虑经济性。要合理选择设备，避免盲目追求高端设备而导致成本过高。通过对不同供应商的设备进行性价比分析，选择性能稳定、价格合理的产品。同时，优化系统设计，降低能源消耗和运行成本。例如，采用节能型的制冷设备和高效的搅拌工艺，减少电力和水资源的浪费，还要考虑系统的维护和管理成本，选择易于维护和操作的设备，降低后期维护费用，提高工程的经济效益。

## 2 水利水电工程中混凝土拌和系统设计

### 2.1 设备选型与配置

混凝土拌和系统的设备选型与配置堪称保障混凝土生产质量与效率的核心要素。主要设备涵盖搅拌机、配料机、输送机、水泥仓等。搅拌机的选择至关重要，需依据混凝土的强度等级、生产能力以及搅拌质量要求综合考量。对于高强度混凝土，或是像桥梁、高层建筑等对搅拌均匀性要求极高的工程，强制式搅拌机是理想之选，其凭借独特的搅拌结构，能使物料在短时间内充分

混合,搅拌效果好且效率出众。配料机需具备精准的计量功能,能严格依照设计配比精确称量水泥、骨料、外加剂等各种原材料,计量误差必须严格控制在规定范围内,否则将直接影响混凝土的质量。输送机的类型和规格要根据物料的特性,如粒径、湿度等,以及输送距离来确定,确保原材料能顺利、快速且稳定地输送到搅拌机中。水泥仓的容量要结合工程的水泥用量和供应周期来设定,同时要充分考虑水泥的储存条件,做好防潮措施,避免水泥受潮结块<sup>[2]</sup>。在设备配置上,要依据生产规模和工艺流程进行科学合理搭配,使各设备之间紧密协作,形成一个高效完整的生产链条,从而提高设备的利用率和生产效率,降低生产成本。

## 2.2 工艺流程设计

混凝土拌和的工艺流程对混凝土的质量和生产效率有着直接且关键的影响。一般来说,完整的工艺流程包含原材料的储存与供应、配料、搅拌、出料等重要环节。原材料的储存必须分类有序进行,坚决避免不同品种、规格的原材料相互混杂,以免影响混凝土的性能。水泥要妥善储存在干燥、通风良好的水泥仓中,防止其受潮变质;骨料则应存放在封闭的料仓或堆场中,并采取有效的防雨、防尘措施,保证骨料的质量稳定。配料环节要严格按照设计配比精准操作,先通过配料机将各种原材料准确称量,随后输送到搅拌机中。搅拌过程中,要充分考虑混凝土的特性和搅拌机的性能,确定合理的搅拌时间和搅拌速度。搅拌时间过短,混凝土搅拌不均匀;搅拌时间过长,则会浪费能源且可能影响混凝土性能。出料时,要精准控制出料速度和高度,防止混凝土离析,影响施工质量。设置严格的质量检测环节必不可少,要对每一批次的混凝土进行抽样检测,确保其强度、坍落度等各项质量指标符合标准要求。

## 2.3 质量控制要点

混凝土拌和系统的质量控制是保证整个工程质量的重要基石。首先,要严格把控原材料的质量关卡,对水泥、骨料、外加剂等每一批次的原材料都要进行细致严格的检验和试验,查看其各项性能指标是否符合设计要求,只有检验合格的原材料才能进入生产环节。在配料过程中,要定期对配料机进行校准,保证计量的准确性,因为计量的微小偏差都可能导致混凝土质量的不稳定。搅拌过程中,工作人员要密切关注混凝土的搅拌均匀性和坍落度等性能指标,根据实际情况及时调整搅拌参数,如搅拌时间、搅拌速度等,确保混凝土的质量始终处于可控状态。同时,要加强对混凝土运输过程的质量控制,选用合适的运输设备,合理规划运输路线,缩

短运输时间,避免混凝土在运输过程中发生离析、泌水等现象。在混凝土浇筑前,要再次对混凝土的温度、坍落度等进行检测,确保其完全符合浇筑要求。另外,还要建立完善且严谨的质量管理体系,加强对拌和系统各个环节的质量监督和检查,一旦发现质量问题,要及时采取有效措施加以解决,确保混凝土质量万无一失。

## 3 水利水电工程中混凝土制冷系统设计

### 3.1 制冷负荷计算与参数确定

制冷负荷计算堪称混凝土制冷系统设计的基石,其准确性直接影响系统的性能与效果。要精准计算制冷系统需承担的冷量,需全面考量混凝土的出机口温度、入仓温度要求以及环境温度等关键因素。通常情况下,制冷负荷涵盖多个方面,混凝土冷却所需冷量是核心部分,不同强度等级、用途的混凝土,冷却需求差异较大;制冷设备自身热损失也不容忽视,设备运行中会产生热量散失;管道输送过程中的冷量损失同样要计入,管道材质、长度、保温性能等都会影响冷量损耗。计算时,要依据混凝土不同阶段和部位的冷却要求,像浇筑初期和后期、表面与内部的冷却需求不同,合理确定制冷参数,如制冷温度要精确到合适范围,制冷时间也要精准把控。结合工程所在地的气候条件和水电供应情况,选择适配的制冷方式和设备,确保系统满足工程实际需求。

### 3.2 制冷工艺选择与设备配置

在混凝土制冷领域,常见工艺有水冷制冷、风冷制冷和氨制冷等,各有优劣。水冷制冷凭借高效的热交换能力,制冷效率颇高,且温度控制精准,能稳定维持混凝土所需温度,但对水资源需求大,水质要求也严格,若水质不佳易堵塞管道、腐蚀设备。风冷制冷设备构造简单,操作便捷,易于维护,不过其制冷效率相对较低,在高温环境下可能难以满足大规模制冷需求<sup>[3]</sup>。氨制冷成本较低,在大规模制冷场景中具有一定经济优势,但氨具有毒性和易燃性,对安全性要求极高,需配备完善的安全防护设施。设计时,要综合工程具体情况和制冷要求选工艺。制冷设备配置方面,制冷压缩机、冷凝器、蒸发器等主要设备以及水泵、风机等辅助设备缺一不可。要根据制冷负荷和工艺要求,合理选型与确定数量,同时考虑安装空间和运维便利性,科学布局设备,提升利用率与运行效率。

### 3.3 制冷系统与拌和系统的协同设计

制冷系统与拌和系统的协同设计对于保障混凝土质量起着决定性作用。制冷系统需紧密依据拌和系统的生产能力和混凝土温度要求,及时、精准地为拌和系统

供应所需冷量。在设备布局规划上,要将制冷设备与拌和设备进行合理布置,通过优化布局缩短制冷介质输送管道的长度,最大程度减少冷量在输送过程中的损失,确保冷量有效利用。构建有效的通信和控制系统至关重要,实现两系统信息共享与协同运行。例如,当拌和系统因工程进度调整混凝土生产量时,制冷系统能迅速响应,及时调整制冷量,保证混凝土温度始终稳定在设计范围内。此外,还需关注两系统运行中的相互影响,如制冷设备运行时产生的振动和噪音可能干扰拌和设备正常工作,要采取减震、降噪等相应措施加以解决。

### 3.4 制冷系统运行优化

为提升制冷系统运行效率、降低运行成本,运行优化必不可少。一方面,要着重优化制冷设备的运行参数,制冷压缩机的吸气压力、排气压力等参数对制冷效率影响显著。通过精细调整这些参数,使设备在最佳工况下运行,可有效提高制冷效率,减少能源浪费。另一方面,加强制冷系统的维护和管理是关键。定期对设备进行全面检修和保养,及时发现并更换磨损的零部件,能确保设备始终处于良好运行状态,降低故障发生率。积极采用先进的节能技术,如变频调速技术可根据实际需求调整设备运行频率,热回收技术能将设备运行产生的余热回收利用,从而降低制冷系统的能源消耗。通过对制冷系统运行数据进行实时监测和深入分析,能及时发现系统运行中存在的潜在问题,并采取针对性措施进行改进,持续提升制冷系统的运行性能。

## 4 系统集成与工程案例

### 4.1 系统集成关键技术

混凝土拌和及制冷系统的集成是将两个系统有机结合,实现高效、协同运行的关键。系统集成的关键技术包括设备接口技术、通信技术和自动化控制技术等。设备接口技术要确保不同设备之间能够可靠连接,实现物料的顺利输送和能量的有效传递。通信技术要实现制冷系统与拌和系统之间的信息实时传输,使两个系统能够及时了解对方的运行状态和需求。自动化控制技术要采用先进的控制系统,如可编程逻辑控制器(PLC)或分布式控制系统(DCS),对两个系统进行集中控制和调度,实现生产过程的自动化和智能化。通过系统集成,

可以提高整个系统的运行效率、降低运行成本、减少人为误差,提高工程质量。

### 4.2 案例分析:某水电站混凝土拌和及制冷系统设计

某水电站位于高温地区,混凝土浇筑量大,对混凝土的温度控制要求严格。在该水电站的混凝土拌和及制冷系统设计中,充分考虑上述设计原则和关键技术。在拌和系统方面,选用大型强制式搅拌机和精确的配料机,确保混凝土的搅拌均匀性和配比准确性<sup>[4]</sup>。工艺流程设计合理,从原材料的储存到混凝土的出料,各个环节紧密衔接,提高生产效率。在制冷系统设计上,根据混凝土的制冷负荷要求,采用水冷制冷工艺,选用高效的制冷压缩机和换热器等设备。制冷系统与拌和系统通过先进的通信和自动化控制技术实现协同运行,制冷系统能够根据拌和系统的生产情况及时调整制冷量,确保混凝土出机口温度和入仓温度符合设计要求。同时,通过系统集成和运行优化,降低系统的能源消耗和运行成本,提高整个系统的可靠性和稳定性。该水电站的成功实践为类似工程提供宝贵的经验借鉴。

### 结束语

水利水电工程中混凝土拌和及制冷系统设计是一项复杂且系统的工程。从遵循基本原则,到精心设计拌和与制冷系统的各个环节,再到实现系统集成与优化,每个步骤都紧密关联着混凝土质量和工程效益。通过某水电站的成功实践,验证了科学设计理念与关键技术的有效性。未来,随着技术不断进步,应持续创新设计方法,提升系统性能,为水利水电工程的高质量建设提供更坚实保障。

### 参考文献

- [1]王振清.水利工程建设与管理现状及发展策略[J].南方农业,2022,15(3):205-206.
- [2]贾文光,孙秀丽.水利水电工程中混凝土拌和及制冷系统设计[J].建材与装饰,2018(46):274-276.
- [3]海卫华.水利水电工程施工中混凝土裂缝的防治技术研究[J].工程与建设,2022,36(04):1124-1125.
- [4]肖兵.解析水利水电工程施工中混凝土裂缝处理技术[J].长江技术经济,2022,6(S1):83-85.