

# 关于水利水电工程冬季混凝土施工技术的研究

周 锐

陕西省引汉济渭工程建设有限公司 陕西 西安 710024

**摘 要：**水利水电工程混凝土冬季施工环境极为复杂，低温对混凝土施工质量影响较大。如何防止混凝土受到冻害或者开裂是确保冬季混凝土施工的关键。这就需要合理选用混凝土材料，优化混凝土配合比设计，采取合理的混凝土预热和保温措施，加强混凝土的养护，通过从混凝土原材料至混凝土成品养护的全过程管理，克服低温对混凝土的影响，从而提高水利水电工程质量。

**关键词：**水利水电工程；冬季；混凝土；施工技术

引言：由于水利水电工程枢纽建筑物的工程基本都是布置于河道的拦河大坝，基于每个汛期前工程所需要达到的形象面貌均有着严格的要求，工期极为紧张，尤其是冬季枯水期往往施工工程施工的高峰期。而低温对于混凝土施工的影响较大。为了保证水利水电工程混凝土在冬季施工过程中顺利进行，就必须采取合理且有效的措施，以最大程度的减少低温环境给水利水电工程混凝土施工造成的不良影响，从而促进水利水电工程的完成效果。

## 1 水利水电工程冬季混凝土施工技术的主要原理

水利水电工程的冬季混凝土施工技术的主要原理包括控制混凝土的温度、防止开裂、控制固化时间和加强施工管理与监控。在低温环境下，混凝土中的水分容易冻结，导致施工难度增加。为了防止混凝土过早凝固或冻结，可以通过暖调混凝土的方式来提升其温度。具体来说，可以在混凝土配比中添加适量的防冻剂，并进行预热处理，保持混凝土温度处于较为适宜的施工条件下。防止混凝土开裂也是冬季施工的关键。冬季混凝土施工必须要有适宜的混凝土配合比，选用合适的水泥品种，或者使用早强剂，促使混凝土更快地完成硬化过程，缩短固化时间。在低温条件下，施工质量和效果容易受到环境因素的影响。因此，需要加强现场管理和监控，确保混凝土施工质量。只有通过科学合理地采取相应的施工技术措施，才能有效地保证混凝土施工质量和效果，提高施工效率，确保工程的安全和可靠运行。

## 2 冬季开展混凝土施工存在的主要问题

### 2.1 混凝土裂缝问题

冬季是一个对混凝土施工来说具有挑战性的季节。在低温和干燥的气候条件下，混凝土施工容易出现裂缝问题。低温会导致水分凝固，使得混凝土过早失去可塑性。当混凝土过早凝固时，其内部还没有完全凝固，而外部已经因为受冻而失去塑性，这样就会引起体积收

缩不均，从而产生裂。同时低温也导致混凝土表面温度低，而水工大体积混凝土内部往往因为散热较慢且因水化反应持续产生热量而温度较高，在叠加昼夜温差大的影响情况下，形成内部温度高，表面温度低，上下层温差大的情况，导致内部拉应力的产生从而产生裂缝。

### 2.2 混凝土表面起灰

混凝土表面起灰是水利水电工程在冬季开展混凝土施工技术过程中最常见的问题。混凝土的积灰是因为混凝土表面的水分流失过多，并且在施工过程当中由于冬季外界温度以及水分的影响导致混凝土拌合物出现一系列的结构变化，包括离析与沁水现象，这样就很可能导致混凝土自身内部的粘结性以及保水性能受到极大的影响，尤其在冬季浇筑过程中由于气候的作用下也会直接影响到混凝土自身的水化反应，水分的严重挥发和水分的迅速散失在一定程度上影响到混凝土在浇筑过程中的质量，从而减缓混凝土的凝固效率。当养护阶段的温度超出规定时，混凝土材料基本终止水化反应，表层水分因冬季干燥的气候环境而蒸发流失，则导致混凝土表面出现起灰现象。

### 2.3 混凝土物理性能降低

在低温天气条件下，骨料保存不当容易在骨料表面结霜结冰，这就导致混凝土施工配合比控制困难，水灰比增大，容易造成混凝土低强。同时由于混凝土拌和运输过程中温度控制不严也会导致混凝土浇筑过程中部分水分结冰，在混凝土内部形成冰晶体积膨胀影响混凝土的整体性，同时混凝土内部水泡也会影响混凝土的抗压强度和抗冻性能。

## 3 开展水利水电工程冬季混凝土施工技术方法

### 3.1 防止出现裂缝

在冬季浇筑时，要保证混凝土的施工温度处于最适宜的温度范围，而由于混凝土的热量与其他原材料特点

决定了混凝土的稳定性,所以把握好其施工温度,就能够有效防止出现开裂等问题<sup>[4]</sup>。首先在混凝土拌制过程中,需使用加热设备对混凝土材料进行加热处理,保持混凝土的温度稳定,避免温度快速下降引起的收缩变形。其次,控制混凝土用水量。混凝土水灰比应根据混凝土的使用要求合理配置,避免过多的水分进入混凝土中,引起溶胀和收缩。第三,添加外加剂。混凝土配制过程中可添加适量的减水剂、增塑剂等外加剂,改善混凝土的流动性和可塑性。第四,加强施工管理。严格控制混凝土的浇筑速度和温度,确保施工连续性和稳定性。及时处理混凝土表面积水,避免水分聚集导致裂缝的产生。第五,保湿养护。在浇筑完成后,立即对混凝土进行保湿养护,缓慢释放内部水分,促进混凝土的正常硬化和强度发展。最后,合理结构设计。在混凝土结构的设计中,考虑冬季施工的特点,合理安排伸缩缝和控制结构的应力分布,减小温度变化对混凝土的影响。通过以上技术措施的综合应用,可以有效地防止混凝土在冬季施工中出现裂缝问题,保证工程质量的顺利实施。

### 3.2 加强施工配料技术

要保证混凝土在冬季浇筑的过程中保持它的有效性,就必须做好施工配料方面的控制措施,为满足混凝土具有流动性、聚黏性和保水性特点等,就要求施工人员加强配合比设计和优化,以此来保证对混凝土的和易性和强度。其中流动性对混凝土施工的困难程度也有一定的关系,对混凝土是否能够平稳的填满模板发挥着关键性的作用。

在冬季水利水电施工及混凝土浇筑的过程中,混凝土早期受冻将影响混凝土的抗冻性能。一般尽可能提高混凝土早期强度,减少早期受冻,采用较低的水灰比,适当增加用水量,提高水泥用量,提高混凝土强度。

除了提高水泥用量,还可以对水泥的种类进行选择。强硅酸盐水泥的水化热特性很好,特别是在低温的使用过程中具有比较好的强度,因此也可以作为冬季的混凝土施工材料<sup>[2]</sup>。强硅酸盐水泥凝结硬化快,早期强度及后期强度高,水化热大,比较适用于冬季施工的混凝土,其抗冻性好,适用于严寒地区水位升降范围内遭受反复冻融循环的混凝土工程。同样也因为其水化热较大,不适用于大体积混凝土。强硅酸盐水泥的耐腐蚀性较差,对于有海水环境、盐雾、有腐蚀性液体的环境不适合选用,对于水利水电工程中的流道面混凝土、水位消落区表层混凝土也同样不适合选用。

对于一些温度较低的特别是冬季低于零度以下的工程施工过程中可以对混凝土适当加入一定的早强抗冻

剂,能够显著提高混凝土早期强度。防冻剂也可以减少物质冻结点,使得混凝土当中的水在就算是极低温的状况下也没有结冰,但是如果在冬季的状况下砼中水结冰就会形成内部膨胀的问题,而这种现象势必会对结构产生影响,但是添加了抗冻剂之后则能够显著缓解这一情况<sup>[5]</sup>。和外部加热法相比,使用抗冷剂比较节约,并缩短混凝土的生命周期,能够防止混凝土遭受自然造成的损伤。

常用的早强剂主要有氯化物、硫酸盐和三乙醇胺,一般氯化物早强抗冻剂对钢筋有腐蚀作用,在钢筋混凝土中掺量一般不超过1%,在钢筋混凝土中通常要搭配阻锈剂使用。硫酸盐早强剂与骨料中的活性SiO<sub>2</sub>发生碱性膨胀,因此,在使用具备潜在碱活性的骨料的工程不应选用硫酸盐早强剂作为冬季混凝土施工的早强剂。三乙醇胺早强剂单独使用早期强度提升效果不显著,需搭配少量的NaCl使用以提高早期和后期强度。同时三乙醇胺可增加混凝土塌落度,提高混凝土的抗冻融性能,但也会导致混凝土干缩增大,增加混凝土裂缝出现的风险。

根据工程环境的不同,结合混凝土的结构型式和使用环境,选择正确的外加剂和水泥材料品种。同时还需要选用合适的水灰比和用水量,以保证混凝土的强度、抗冻性能和和易性,是冬季混凝土施工的关键。

### 3.3 合理选择施工材料

水利水电工程冬季施工技术的应用打破了基础设施的季节性施工限制,有效地促进建设效率的提升,为了有效保证水利水电工程冬季混凝土施工质量,必须在施工过程中,精准识别温度变化对工程整体性和工程稳定性造成的不良影响。应该在施工材料选择上进行高度重视,严格保证施工材料的质量。考虑到由于温度变化,施工材料表面可能会产生一定的冰冻或结晶现象,降低了施工材料的抗压能力和整体强度,相关人员在选择水利水电工程冬季混凝土施工材料的过程中,应该积极的进行市场调研,参考以往工程所用的材料以及应用的质量效果,根据水利水电工程的实际施工环境和质量要求,对施工过程中所需施工材料的相关指标和性能建立明确标准。在此基础上应从建材市场中,选用信誉较高、品质过关、使用率较高的建筑施工材料,有效地为建筑工程质量的保证奠定基础<sup>[3]</sup>。同时进一步抵御温度对建筑施工材料造成的不良影响,还应在水利水电工程施工环境中,合理地划分建筑材料的储存空间,做好防水、防潮、保温工作,避免温度对建筑材料的质量造成不良影响。

### 3.4 选择合适的混凝土拌制方案

在选好适合在冬季低温下作业的混凝土原材料后,

接下来考虑冬季混凝土的搅拌技术,在拌制混凝土前,要对各材料的配比进行精确计算,保证合适比例<sup>[1]</sup>。对于零度以下的环境,还需要特别注重混凝土的配比工艺,配比工艺中使用硅酸盐混凝土,应严格控制混凝土水灰比,保证混凝土混凝土的结构强度。

在原材料精准配置的基础上,提高混凝土出机口温度也是避免混凝土早期受冻的有效手段。首先在混凝土原材料方面采取加热措施,能够有效提高混凝土温度。一般采用热水、骨料预热的方式提高材料温度,水泥不应采用加热手段。热水拌制和骨料预热进行比较,采用热水拌制混凝土有着天然的优势。首先是水的比热容较大,约为 $4.2 \times 103\text{J}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$ ,而砂石的比热容约为 $0.92 \times 103\text{J}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$ ,对水加热的储热效率远高于砂石骨料。其次对水进行加热较为简单便捷,而骨料预热成本较高,在材料输送环节也是水的保温成本相对较低。一般情况下优先选用热水拌制混凝土,骨料预热作为极端低温的施工条件下有较高出机口温度要求时的补充措施。采用热水拌和时,水温一般不宜超过 $60^\circ\text{C}$ ,超过 $60^\circ\text{C}$ 时应改变投料顺序,将骨料和水先拌和,再加入水泥,避免水泥出现假凝现象。

在原材料加热的同时,拌合楼应采取封闭保温取暖措施,以保证混凝土原材料环境温度,避免运输、称量、拌制过程中环境温度过低导致混凝土温度快速流失。同时混凝土出机口至仓面之间的运输过程中,同样要做好保温措施,尽量减少混凝土倒运次数,运输车辆要有可靠的防风措施并尽可能的采取保温措施,以减少混凝土运输过程过程中的温度流失。

### 3.5 加强混凝土养护

混凝土的凝结硬化速度与温度息息相关,混凝土温度越高,硬化速度越快,反之亦然。因此,在冬季混凝土浇筑完成后,如何确保混凝土温度是避免混凝土早期受冻破坏和裂缝产生的关键之一。低温季节混凝土的养护方法主要有蓄热保温法、暖棚法、蒸汽加热法、电热法等。水利水电工程大体积混凝土多采用蓄热保温法,相对于其他养护方法蓄热保温法有着明显的成本优势。

蓄热法是在混凝土的外表面使用保温材料,降低混凝土的温度流失,充分利用混凝土的内部水化热,保证混凝土的凝结温度,使其在受冻前达到所要求的早期强度。随着保温材料的不断更新,蓄热保温法的成本优势也更加明显。国内某些工程已经采用在普通模板外侧喷涂脲醛发泡保温材料以达到传统保温模板的保温效果,施工更加便捷。在 $-10^\circ\text{C} \sim 0^\circ\text{C}$ 的环境下,采用蓄热法施工拆模时间不宜早于5天,在条件允许的情况下可适当延长保温模板的拆除,拆除后应立即采用保温材料进行有效的保温。除了大体积混凝土外,因为施工进度需要或者蓄热法不能满足的情况下,针对一些对早期强度要求较高的重要部位结构混凝土、预制构件等,也可以采用暖棚法或者蒸汽加热养护等方法,以满足工程施工进度及质量要求。

除此之外,最后针对目前的施工者来说,更需要与拌合场的加强联系和信息沟通,并且要针对冬季天气状况做好全盘的了解,如此才可以采取合理有效的措施,保证混凝土施工质量。

### 结语

综上所述,在水利水电工程建设中,冬季混凝土施工是一项非常复杂的施工技术。在冬季混凝土的施工时,必须采取相应正确的技术措施以保证质量。在进行具体的施工过程中,施工人员也必须要严格遵照工程设计规定和施工方案进行施工,对混凝土的品质也必须加以严密的管理,如此才可以取得经济效益与实用性的多重效果。

### 参考文献

- [1]郝晓亮.农业水利工程冬季混凝土施工技术[J].建筑技术开发,2020,47(19):35-36.
- [2]郭峰.刍议水利水电工程混凝土施工技术[J].居舍,2020(21):38-39.
- [3]和仕云.高寒地区水利工程混凝土冬季施工措施与方法研究[J].水利科学与寒区工程,2020,3(02):139-141.
- [4]卜祥新.关于水利水电工程冬季混凝土施工技术的研究[J].珠江水运,2019,474(02):46-47.
- [5]韩玉玲.关于水利水电工程冬季混凝土施工技术的研究[J].中外企业家,2019(34):66.