

# 浅谈大体积混凝土设备基础冬季施工

赵 宇

西北电力工程监理有限公司 陕西 西安 710075

**摘要：**本文聚焦于大体积混凝土设备基础冬季施工，从原材料选择与配合比设计、搅拌与运输、浇筑与振捣、养护与测温以及安全与质量控制等关键环节展开研究。通过分析冬季施工特点及难点，结合工程实例提出相应技术措施，旨在为大体积混凝土设备基础冬季施工提供理论支持与实践指导，确保冬季施工质量与进度。

**关键词：**大体积混凝土；设备基础；冬季施工；关键技术

## 1 冬季施工特点与难点分析

冬季施工时，气温较低，混凝土中的水分易结冰，导致混凝土体积膨胀，破坏内部结构，降低强度与耐久性。同时，低温会使混凝土的水化反应速率显著降低，早期强度发展缓慢，影响施工进度。对于大体积混凝土设备基础，其内部水化热难以散发，而表面受低温影响散热快，易形成较大内外温差，产生温度应力，导致混凝土开裂。此外，冬季施工还面临原材料加热、运输与保温困难，施工操作不便等问题，增加了施工难度与质量风险。

## 2 原材料选择与配合比设计

### 2.1 原材料选择

水泥作为混凝土的主要胶凝材料，其性能对混凝土质量起着决定性作用。在冬季施工中，应选用早期强度高、水化热低的普通硅酸盐水泥。早期强度高可以保证混凝土在低温环境下尽快达到一定的强度，满足施工进度要求；水化热低则有助于减少混凝土内部水化热积聚，降低内外温差，减少开裂风险。同时，要确保水泥质量稳定可靠，严格检查水泥的出厂合格证与质量检验报告，对水泥的细度、凝结时间、安定性等指标进行复验，只有各项指标均符合标准要求的水泥才能用于施工。骨料是混凝土的骨架，其质量直接影响混凝土的力学性能和耐久性。石子应干净，含泥量必须严格控制在规定范围内。过多的泥分会吸附水泥颗粒，降低水泥与骨料之间的粘结力，影响混凝土的强度。此外，砂子的细度模数也会影响混凝土的性能，应根据具体工程要求选择合适的细度模数。外加剂是冬季施工的关键材料，合理使用外加剂可以显著改善混凝土在低温下的性能。防冻剂能够降低混凝土的冰点，使混凝土在负温环境下仍能保持一定的流动性，避免水分结冰对混凝土造成破坏。在选择外加剂时，要确保其质量符合相关标准要求，并根据工程实际情况进行试验，确定最佳掺量。水

是混凝土的重要组成部分，应使用洁净的饮用水或天然水。严禁使用海水等含有害物质的水，因为海水中的氯离子、硫酸盐等会对混凝土中的钢筋产生腐蚀作用，降低混凝土结构的耐久性。同时，水的pH值也应符合要求，避免对水泥的水化反应产生不利影响<sup>[1]</sup>。

### 2.2 配合比设计

冬季施工时，为了提高混凝土的早期强度，需适当增加水泥用量。但水泥用量并非越多越好，过多的水泥会增加混凝土的水化热，导致内部温度过高，与表面低温形成较大温差，从而增加开裂的风险。因此，要根据工程要求和试验结果，合理确定水泥用量，在保证早期强度的同时，尽量减少水化热的产生。水灰比是影响混凝土性能的重要指标之一。减小水灰比可以降低混凝土孔隙率，提高混凝土的密实性和抗冻性。在冬季施工中，应严格控制水灰比，通过试验确定最佳的水灰比范围。同时，要根据气温情况，合理调整外加剂用量。外加剂的掺量过少，无法达到预期的防冻、早强效果；掺量过多，则可能会对混凝土的性能产生不利影响，如导致混凝土凝结时间过长、强度降低等。因此，必须通过试验确定外加剂的最佳掺量，确保达到预期效果。以内蒙古呼伦贝尔市某汽轮机基础工程为例，该工程地处寒冷地区，冬季气温极低，对混凝土的抗冻性和早期强度要求较高。在原材料选择上，采用了内蒙古蒙西P.O42.5普通硅酸盐水泥，该水泥具有早期强度高、水化热适中的特点。砂子选用中砂，严格控制砂子细度模数与含泥量，确保砂子质量符合要求。碎石级配良好且含泥量低，为混凝土提供了坚实的骨架。为减少冻块，对原材料进行加热处理，提高了混凝土的入模温度。根据配合比试验计算，将混凝土中粉煤灰掺量提高至30%。粉煤灰的掺入可以改善混凝土的和易性，减少水泥用量，降低水化热，同时还能提高混凝土的后期强度和耐久性。

### 3 搅拌与运输

#### 3.1 搅拌

搅拌是混凝土生产的关键环节，搅拌质量直接影响混凝土的性能。在冬季施工前，需对搅拌机进行全面检查，确保其性能良好。检查搅拌机的搅拌叶片是否磨损严重，如果磨损严重，要及时更换，以保证搅拌均匀。搅拌机的传动部件、润滑系统等也要进行检查和维护，确保搅拌机能够正常运行。搅拌时，优先加热水。水的加热温度一般不超过80℃，极限可达到100℃，但要安排好投料顺序，避免加热的水与水泥直接接触。如果加热的水与水泥直接接触，会导致水泥速凝与“假凝”现象，影响混凝土的性能。当水加热到最高温度仍不能满足混凝土拌合温度要求时，应考虑加热骨料。可采用蒸汽直接加热法对骨料进行加热，这种方法加热效率高，能够快速提高骨料的温度。外加剂加热应在稀释桶内进行，稀释外加剂的水使用热水，且热水温度以不丧失外加剂作用为限。不同的外加剂对温度的敏感程度不同，要根据外加剂的说明书和试验结果确定合适的加热温度<sup>[2]</sup>。水泥不允许以任何方式加热，因为水泥加热会改变其化学性能，影响水泥的水化反应和混凝土的强度发展。搅拌时间要比常温下适当延长，一般延长1—2分钟。延长搅拌时间可以确保各种原材料充分混合均匀，使外加剂能够充分发挥作用，提高混凝土的均匀性和稳定性。同时，要控制好混凝土的出机温度，一般不低于10℃。出机温度过低会导致混凝土在运输和浇筑过程中温度进一步降低，影响混凝土的质量。

#### 3.2 运输

混凝土运输车辆要做好保温措施，包裹棉被、岩棉被等保温材料，防止运输过程中热量散失。保温材料的选择要根据当地的气温条件和运输距离来确定，确保在运输过程中混凝土的温度下降在允许范围内。尽量缩短运输时间，减少混凝土在运输过程中的热量损失和坍落度损失。运输时间过长，混凝土可能会出现离析、初凝等问题，离析会导致混凝土各组分分布不均匀，影响混凝土的强度和耐久性；初凝则会使混凝土失去流动性，无法正常浇筑和振捣。例如，在某工程中，采用专门的保温运输车，这种运输车具有良好的保温性能，能够有效减少混凝土热量的散失。并在运输过程中实时监测混凝土温度，通过在运输车内安装温度传感器，将温度数据实时传输到监控中心，工作人员可以根据温度变化情况及时调整保温措施，确保入模温度符合要求。

### 4 浇筑与振捣

#### 4.1 浇筑前准备

浇筑前，需对模板和钢筋进行全面检查。检查模板尺寸、平整度、垂直度是否符合要求，模板尺寸偏差过大会影响设备基础的尺寸精度；平整度和垂直度不符合要求会导致混凝土表面不平整，影响外观质量。同时，要检查钢筋规格、数量、位置等是否符合设计要求，钢筋是混凝土结构的骨架，其规格、数量和位置的准确性直接影响结构的承载能力。清理模板内的杂物，如木屑、灰尘等，防止影响混凝土质量。杂物的存在会在混凝土内部形成薄弱环节，降低混凝土的强度和耐久性。当环境气温低于-10℃时，对直径大于25mm的钢筋采取暖棚法加热至正温。钢筋在低温下会变脆，加热可以提高钢筋的韧性和可焊性，保证钢筋与混凝土之间的粘结力。对模板和钢筋进行预热，或对运输车辆采取保温措施，确保混凝土入模温度不低于5℃，一般控制在5℃—8℃。入模温度过低会导致混凝土早期受冻，影响强度发展和耐久性。

#### 4.2 浇筑过程

采用分层浇筑的方法，每层厚度不宜过大，一般以300—500mm为宜。分层浇筑可以使混凝土更好地散热，避免内部温度过高。如果每层厚度过大，混凝土内部水化热积聚，会导致内外温差过大，增加开裂风险。浇筑应连续进行，中途不间断，尽量在白天气温较高时进行，避免在最低气温时段浇筑。白天气温较高时，混凝土的温度下降速度相对较慢，有利于混凝土的凝结硬化。例如，在某大型设备基础浇筑中，合理安排施工顺序，采用分层分段浇筑。根据设备基础的形状和尺寸，将基础划分为若干个浇筑段，每个浇筑段再分层浇筑。在浇筑过程中，严格控制浇筑速度和间歇时间，确保混凝土能够充分振捣密实，避免出现冷缝等质量问题，从而确保混凝土浇筑质量。

#### 4.3 振捣

振捣要密实，确保混凝土充满模板各个角落。振捣密实可以排除混凝土中的气泡和空隙，提高混凝土的密实度和强度。但振捣时间不宜过长，防止混凝土出现离析现象。离析会使混凝土中的骨料下沉，水泥浆上浮，导致混凝土各组分分布不均匀，影响混凝土的性能。振捣棒、平板振捣器等振捣设备要准备充足，并检查其运转情况，保证施工顺利进行。在振捣过程中，要根据混凝土的浇筑情况和模板的形状选择合适的振捣设备。对于厚度较大的混凝土层，可采用振捣棒进行振捣；对于表面平整度要求较高的部位，可采用平板振捣器进行振捣。同时，要合理安排振捣人员的分工和振捣顺序，确保振捣工作高效、有序进行。

## 5 养护与测温

### 5.1 养护

混凝土浇筑完成后，立即在表面覆盖一层塑料薄膜，再盖上保温材料，如棉被、草帘等，减少热量散失。塑料薄膜可以起到保湿作用，防止混凝土表面水分蒸发过快而导致干裂；保温材料则可以保持混凝土的温度，促进混凝土的水化反应。根据工程情况，可采用暖棚法养护，在浇筑地点周围搭建保温棚，用保温材料围起来，内部设置加热设备，如火炉、暖风机等，提高混凝土养护温度。暖棚法可以为混凝土提供一个相对温暖、稳定的养护环境，有利于混凝土的强度发展和耐久性提高。养护期间混凝土的温度要保持在一定范围内，一般不低于5°C，最高温度不超过40°C。温度过低会影响混凝土的水化反应速率，导致强度发展缓慢；温度过高则会使混凝土内部水分蒸发过快，产生干缩裂缝。养护时间要比常温下延长，一般不少于14天。延长养护时间可以使混凝土充分水化，提高混凝土的强度和耐久性。例如，在某汽轮机基础养护中，采用暖棚法，将整个汽轮机用篷布包裹起来，形成一个相对封闭的空间。暖棚内生火炉，保证棚内温度达到零下5度左右，混凝土养护温度达到0度左右。同时在混凝土表面铺盖棉被进行保温养护，通过多层保温措施，有效减少了混凝土热量的散失，确保了混凝土在低温环境下的正常养护<sup>[3]</sup>。

### 5.2 测温

安排专人负责监测混凝土的温度，每2—4小时测量一次。测温工作要持续进行，直到混凝土达到设计强度并满足抗冻要求为止。测温范围包括大气温度、水泥、水、砂子、石子等原材料的温度、混凝土出机温度、入模温度和养护期间的温度等。通过全面监测各个环节的温度，可以及时掌握混凝土温度变化情况，为调整养护措施提供依据。测温孔布置及深度要绘制平面和立面图，各孔按顺序编号，一般选在温度变化较大、容易散失热量、构件易遭冻结的部位设置。例如，在混凝土表面、内部和底部等位置设置测温孔，以准确反映混凝土不同部位的温度变化。

## 6 安全与质量控制

### 6.1 安全措施

冬季施工要加强安全管理，加热设备周围要保持安

全距离，配备灭火器材，火炉要有专人负责，晚上要熄灭，防止火灾。施工现场的易燃物，如保温材料、木屑等要及时清理，保持场地整洁。道路要保持干净，及时清理积雪和结冰，在容易滑倒的地方铺设防滑材料，如麻袋、草垫等。电气设备、开关箱应有防护罩，通电导线要整理架空，电线包布应进行全面检查，保持良好的绝缘效果。脚手架、脚手板有冰雪积留时，施工前应清除干净，有坡度的跳板应钉防滑条或铺草包，并随时检查架体有无松动及下沉现象。上下立体交叉作业的出入口、楼梯、电梯口和井架周围应有防护棚或其它隔离措施，高层作业必须用安全带，进入工地必须戴好安全帽，楼面预留孔洞必须用盖板盖好。

### 6.2 质量控制

严格控制混凝土强度，通过制作标准条件下养护的试块进行抗压强度试验来评定。混凝土抗冻性要满足工程所处环境的抗冻要求，外观质量应平整、光滑，无裂缝、蜂窝、麻面等缺陷。对混凝土原材料质量进行经常性检测，掌握其含量变化规律，及时调整配合比。加强施工过程质量控制，对每一道工序进行严格检查，确保施工质量符合要求。

## 结束语

大体积混凝土设备基础冬季施工是一项复杂而艰巨的任务，需要综合考虑原材料选择、配合比设计、搅拌运输、浇筑振捣、养护测温以及安全与质量控制等多个环节。通过合理选择原材料、优化配合比、采取有效的保温措施和施工工艺，加强安全管理与质量控制，可以克服冬季施工的困难，确保大体积混凝土设备基础的施工质量与进度。在实际工程中，应根据具体工程特点和气候条件，制定科学合理的冬季施工方案，并严格按照方案执行，不断总结经验，提高冬季施工技术水平。

## 参考文献

- [1]杨敬平.大体积混凝土在桥梁施工中的温控方案与技术[J].交通世界,2019,28(33):190-191.
- [2]陈康.高层建筑基础底板大体积混凝土冬季施工技术的研究[J].四川水泥,2019,17(08):289-290.
- [3]谌宗文,李建明.大体积混凝土冬季施工温控技术的研究应用[J].港工技术,2018,55(06):196-199.