

混凝土浇筑过程中的质量控制技术研究

文 / 陈 北 安徽宝翔建设集团有限责任公司

摘要：在建筑行业蓬勃发展的当下，混凝土作为建筑工程中不可或缺的关键材料，其浇筑质量直接关乎建筑工程的整体品质。本文深入剖析混凝土浇筑过程中的质量控制技术，系统分析影响浇筑质量各类因素，包括原材料质量、配合比设计、施工工艺、环境因素以及施工管理水平等。并针对性地提出全面且有效的控制措施，旨在为实际工程提供科学、实用的指导，助力提升建筑工程质量。通过对混凝土浇筑全过程的精细化管理和技术优化，确保建筑物的结构安全、延长使用寿命，并降低维修成本，为建筑行业的可持续发展贡献力量。

关键词：混凝土浇筑；质量控制技术；原材料质量；配合比设计；施工工艺

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.14.046

引言

混凝土工程在现代建筑中占据核心地位，是建筑物结构的重要承载部分。其质量优劣不仅决定着建筑物的结构安全，还与建筑物的使用寿命、经济效益紧密相连。在实际的混凝土浇筑作业中，由于涉及多种原材料、复杂的配合比设计以及多样的施工工艺，再加上多变的环境因素影响，使得混凝土浇筑质量面临诸多挑战。一旦出现质量问题，可能导致建筑物结构出现裂缝、强度不足等缺陷，不仅增加维修成本，严重时还会威胁到人们的生命财产安全。因此，深入研究混凝土浇筑过程中的质量控制技术，对提高工程质量、降低建设成本、保障建筑行业的可持续发展具有重要的现实意义。

一、混凝土浇筑过程中的质量影响因素

（一）原材料质量

原材料是混凝土的基础，其质量对混凝土性能和浇

筑质量有着直接影响。水泥作为胶凝材料，其强度和安定性极为关键。强度不足的水泥会使混凝土达不到设计强度，安定性不合格则可能使混凝土体积膨胀、开裂。有些小厂生产的水泥，因生产工艺不达标，游离氧化钙含量过高，导致安定性不良。

骨料分为粗、细两种，其级配和含泥量对混凝土性能影响大。级配良好的骨料能使混凝土更密实，提高强度和耐久性；含泥量过高则降低骨料与水泥浆的粘结力，增加用水量，导致强度下降、收缩增大。如机制砂除尘不彻底，含泥量超标，就会影响混凝土质量。

水作为混凝土的重要组成部分，必须清洁。含有有害物质的水会与水泥反应，影响混凝土凝结硬化，降低强度和耐久性。外加剂选择不当或掺量不准确，也会对混凝土质量产生不利影响。（表1 原材料质量对混凝土浇筑质量的影响）

原材料	具体指标	对混凝土浇筑质量的影响
水泥	强度	强度不足会使混凝土达不到设计强度
	安定性	安定性不合格可能使混凝土体积膨胀、开裂
骨料（粗、细）	级配	级配不良会使混凝土不够密实，降低强度和耐久性
	含泥量	含泥量过高会降低骨料与水泥浆的粘结力，增加用水量，导致强度下降、收缩增大
水	清洁度	含有有害物质的水会与水泥反应，影响混凝土凝结硬化，降低强度和耐久性
外加剂	选择	选择不当会对混凝土质量产生不利影响
	掺量	掺量不准确也会对混凝土质量产生不利影响

表1 原材料质量对混凝土浇筑质量的影响

（二）配合比设计

配合比设计是决定混凝土性能的关键环节。合理的配合比应同时满足强度、耐久性和工作性能等多方面的要求。水灰比是配合比设计中的重要参数，它直接影响混凝土的强度和耐久性。水灰比过大，混凝土中的水泥浆会变得稀软，导致混凝土强度降低，同时多余的水分在混凝土硬化过程中蒸发，会留下较多的孔隙，降低混凝土的耐久性；

水灰比过小，则会使混凝土的工作性能变差，难以施工。

砂率是指砂在骨料中所占的比例，砂率过高或过低都会影响混凝土的性能。砂率过高，会增加混凝土的用水量，导致混凝土的干缩增大，强度降低；砂率过低，则会使混凝土的工作性能变差，容易出现离析现象。例如，在一些大体积混凝土工程中，如果砂率选择不当，可能会导致混凝土内部产生温度裂缝。

此外，配合比设计还需要考虑水泥、骨料、外加剂等原材料之间的相互适配性。如果原材料之间的适配性不好，即使配合比在理论上合理，也可能无法获得良好的混凝土性能。

（三）施工工艺

施工工艺涵盖混凝土搅拌、运输、浇筑、振捣、养护等环节，各环节操作不当均可能引发质量问题。搅拌需均匀，时间需合理，以避免成分分布不均或离析。运输过程中要保持混凝土均质性，避免离析、泌水和流动性减少。浇筑方法和顺序需根据工程实际和设计要求确定，避免温度裂缝和冷缝。振捣要充分且不过度，以确保混凝土密实无缺陷。养护方法和时间需依据水泥类型和环境条件确定，避免失水过快或凝结硬化受抑制，保证混凝土达到设计强度。

（四）环境因素

环境因素对混凝土浇筑质量影响显著。高温天气下，混凝土水分蒸发快，易失水导致干缩裂缝，且水泥水化反应加速，凝结时间缩短，施工难度增加。夏季高温时段浇筑，若降温措施不当，混凝土表面易干燥形成硬壳，内部振捣不密实。低温天气则使混凝土凝结变慢，水泥水化受抑制，强度增长缓慢，甚至水分结冰导致结构破坏。冬季施工需保温加热。湿度方面，不足会使混凝土失水影响强度，过高则表面泛浆影响外观。风速加速水分蒸发，大风天气浇筑更易出现干缩裂缝。因此，在混凝土浇筑过程中，需密切关注温度、湿度、风速等环境因素，采取有效措施加以控制，确保混凝土浇筑质量。

（五）施工管理水平

施工管理水平对混凝土浇筑质量至关重要。施工人员素质是影响质量的关键因素，缺乏专业知识和技能易导致操作失误，如振捣不密实等。合理的施工组织设计能确保施工顺利进行，包括进度计划、方法选择、人员设备安排等，不合理则易引发混乱，影响质量和进度。施工过程监控是保障质量的重要手段，能及时发现并纠正问题。但部分施工单位监控机制缺失，对质量问题未能及时发现处理，导致质量隐患。因此，提升施工管理水平，加强人员培训，完善施工组织设计和监控机制，是确保混凝土浇筑质量的关键。

二、混凝土浇筑过程中的质量控制技术

（一）原材料质量控制

对原材料进行严格的质量控制是保证混凝土浇筑质量的基础。在原材料采购环节，应选择信誉良好、质量可靠的供应商，并要求供应商提供原材料的质量证明文件。在原材料进场时，必须按照相关标准和规范进行严格的检验和试验。例如，对水泥应检验其强度、安定性、凝结时间等指标；对骨料应检验其级配、含泥量、压碎指标等；对外加剂应检验其减水率、凝结时间差等性能指标。

加强原材料的储存和保管工作也至关重要。水泥应储存在干燥、通风良好的仓库中，避免受潮结块。不同品种、强度等级的水泥应分别存放，防止混淆。骨料应分类堆放，避免不同规格的骨料混杂，并采取防雨、防尘措施，减少骨料含泥量的变化。外加剂应按照其性能和使用要求进行储存，防止变质失效。

（二）配合比设计与调整

配合比设计应依据工程实际情况和设计要求，结合原材料的性能特点进行科学合理的设计。在设计过程中，应充分考虑混凝土的强度、耐久性、工作性能等要求，并通过试配确定最佳配合比。在施工过程中，由于原材料的性能可能会发生变化，施工条件也可能有所不同，因此需要及时调整配合比。

例如，在雨天施工时，由于骨料含水量增加，应当减少用水量，以保证水灰比不变；在高温天气下施工时，为了补偿混凝土因水分蒸发而损失的流动性，可适当降低水灰比，并添加适量的缓凝剂。同时，在调整配合比时，应进行试配和试验，确保调整后的配合比满足工程要求。

（三）施工工艺控制

为确保混凝土质量，搅拌时间需根据搅拌机类型、骨料种类和拌合物流动性合理确定。强制式搅拌机搅拌时间可较短，自落式则需适当延长；细骨料多、流动性差的混凝土，搅拌时间应增加。搅拌时，投料顺序需严格控制，先骨料、再水泥、最后加水，外加剂掺加方法也需正确。

运输过程中，混凝土应保持均质性。运输车辆需密封良好，防止漏浆，运输时间应尽量缩短，减少坍落度损失。搅拌运输车可在运输中不断搅拌，防止离析。运输距离远或时间长时，可添加缓凝剂延长凝结时间，卸料前应搅拌确保均匀。

浇筑方法和顺序对混凝土质量至关重要。一般结构可采用分层浇筑、分层振捣，每层厚度根据结构特点和振捣设备性能确定，不宜超 500mm。大体积混凝土可采用全面、分段或斜面分层浇筑，控制温度裂缝。浇筑需连续均匀，避免中断产生施工缝，浇筑速度和高度需严格控制，防止离析。

振捣时间和频率需根据混凝土坍落度、浇筑部位和振捣器性能确定。坍落度小的混凝土，振捣时间应延长；钢筋密集部位应采用小型振捣器，并适当增加振捣时间和频率。振捣棒应快插慢拔，插入下层混凝土 50-100mm，保证上下层结合紧密，避免过度振捣和漏振。

养护方法和时间需根据水泥类型和环境条件确定。普通硅酸盐水泥配制的混凝土养护时间不得少于 7d，大体积、抗渗混凝土等需适当延长，一般不少于 14d。养护过程中应保持适宜温湿度，高温天气洒水养护，低温天气采取保温措施，如覆盖草帘、棉被等，确保混凝土质量。

（四）环境因素控制

根据工程实际情况和当地气候条件，采取相应的环境因素控制措施。在高温天气下施工时，可采取遮阳、降温等措施。例如，在混凝土浇筑现场设置遮阳棚，降低混凝土原材料和浇筑现场的温度；在混凝土中添加冰水或采用冷水搅拌，降低混凝土的出机温度。

在低温天气下施工时，应采取保温、加热等措施。如对原材料进行加热，提高混凝土的入模温度；在混凝土浇筑后，及时覆盖保温材料，对混凝土进行保温养护。同时，还应密切关注天气预报，避免在恶劣天气条件下进行混凝土浇筑施工。

（五）施工管理水平提升

提高施工管理水平，首先要加强施工人员的培训和教育。定期组织施工人员参加专业技能培训，使其掌握混凝土浇筑的规范和要求，提高施工人员的操作水平和质量意识。同时，还应加强对施工人员的安全教育，确保施工过程中的安全。

建立完善的施工组织设计和施工过程监控机制也是提升施工管理水平的重要措施。施工组织设计应充分考虑工程特点、施工条件等因素，制定合理的施工方案和施工进度计划。在施工过程中，应加强对施工过程的监控，建立质量检查制度，定期对施工质量进行检查和评估，及时发现和处理质量问题。

三、混凝土浇筑过程中的质量监控与检测

（一）质量监控

在混凝土浇筑过程中，建立完善的质量监控机制至关重要。应安排专人对施工过程进行实时监控，包括对原材料的使用情况、混凝土搅拌、运输、浇筑、振捣、养护等各个环节的操作情况进行监督。同时，应定期对原材料和混合料进行检验，确保其质量符合要求。

加强对施工人员的监督和管理，要求施工人员严格按照规范和要求进行施工。对违规操作的施工人员，应及时进行纠正和处理。此外，还应建立质量问题反馈机制，施工人员在发现质量问题时，应及时向上级报告，以便及时采取措施进行解决。

（二）质量检测

对浇筑完成的混凝土进行及时的质量检测是保证工程质量的重要手段。质量检测应包括混凝土的强度、密实度、外观质量等方面的检测。混凝土强度检测可采用标准试块法、回弹法、钻芯法等方法。（图1回弹法检测混凝土强度）标准试块法是最常用的方法，通过在施工现场制作标准试块，在规定的养护条件下养护至规定龄期后进行抗压强度试验。

密实度检测可采用超声波检测、雷达检测等方法，检测混凝土内部是否存在空洞、疏松等缺陷。外观质量检测主要检查混凝土表面是否存在裂缝、蜂窝、麻面等缺陷，对于外观质量缺陷，应及时进行修复处理。

（三）数据分析与反馈

应对质量监控和检测数据进行及时的分析和反馈。通过对数据的分析，可以了解混凝土浇筑过程中的质量问题和变化趋势，找出影响质量的原因，为改进施工工艺和质量控制措施提供依据。



图1 回弹法检测混凝土强度

通过反馈机制，将质量问题和改进意见及时传达给相关人员和部门。施工人员应根据反馈意见，及时调整施工操作方法；技术人员应根据数据分析结果，对配合比、施工工艺等进行优化；管理人员应加强对施工过程的管理和监督，确保改进措施的有效实施。

结语

混凝土浇筑过程中的质量控制技术是确保建筑工程质量的核心环节。通过对原材料质量的严格把控、科学合理的配合比设计与调整、精细化的施工工艺控制、有效的环境因素控制以及施工管理水平的全面提升等一系列措施的协同实施，能够显著提高混凝土浇筑质量，保障建筑物的结构安全和使用寿命。

同时，建立完善的质量监控与检测机制，实现对混凝土浇筑全过程的动态监管和质量评估，及时发现并解决质量问题，为工程质量提供坚实的保障。随着建筑行业的不断发展和技术的持续进步，未来应进一步加强混凝土浇筑过程中的质量控制技术创新，不断探索新的材料、工艺和方法，以适应日益复杂的建筑工程需求，推动建筑行业的高质量发展。

参考文献

- [1] 温东北, 李强, 曾胜, 等. 混凝土浇筑过程中温度裂缝控制技术[J]. 新型建筑材料, 2022, 49(10): 55-58.
- [2] 王友良. 高强清水配合比混凝土在劲性柱施工中的技术与质量控制[J]. 建设监理, 2023(11): 97-99.
- [3] 邓霞. 大体积混凝土施工的质量控制技术[J]. 四川: 西南科技大学, 2024(11): 80-82.
- [4] 张守庆, 高海燕. 建筑施工中大体积混凝土浇筑技术研究[J]. 建筑与装饰, 2024(15): 163-165.
- [5] 安磊. 大体积混凝土浇筑过程中裂缝控制技术[J]. 奥秘, 2024(12): 83-85.