

土木工程建筑中混凝土结构施工技术要点分析

文 / 高 进 齐齐哈尔工程学院

摘要：本文深入探讨了土木工程建筑中混凝土结构施工技术要点。首先阐述了混凝土结构的定义、特性及其在土木工程建筑中的应用，接着分析了影响混凝土结构施工技术的原材料、施工工艺和养护等因素。在此基础上，详细论述了混凝土结构施工技术要点，包括原材料选择与检验、裂缝控制、自缩控制、强度控制以及模板设计和安装等方面。通过对这些要点的分析，旨在为提高土木工程建筑中混凝土结构的施工质量提供理论支持和实践指导。

关键词：土木工程建筑；混凝土结构；施工技术要点

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.23.025

引言

在土木工程建筑领域，混凝土结构凭借其高强度、良好整体性、可塑性、耐久性及耐火性等诸多优势，成为应用最为广泛的结构形式之一。从城市的高楼大厦到跨江跨海的大型桥梁，从地下深邃的隧道到水利枢纽的大坝，混凝土结构无处不在，对保障建筑物的安全性、耐久性和使用功能起着决定性作用。然而，混凝土结构施工质量受多种因素影响，任何环节的疏忽都可能导致结构出现裂缝、强度不足等质量问题，严重影响工程的安全性和使用寿命。因此，深入研究混凝土结构施工技术要点，对于提高工程质量、推动土木工程建筑行业的可持续发展具有重要意义。

一、混凝土结构概述

（一）混凝土的定义和特性

混凝土是由水泥、骨料（如砂、石）、水以及必要时加入的外加剂和掺合料，按一定比例配制，经搅拌、成型、养护而得的人造石材。它具有以下特性：（1）物理特性：混凝土具有较高的抗压强度，能够承受较大的压力荷载，这使得它在土木工程中被广泛用于承受重力的结构构件。同时，混凝土的耐久性较好，能够抵抗一定的环境侵蚀，如风雨、化学物质等的作用，从而保证结构在长期使用中的稳定性。（2）化学特性：水泥在与水发生水化反应时，会释放出热量，这一过程会影响混凝土的内部温度和性能。此外，混凝土中的化学成分在一定条件下会与周围环境中的物质发生化学反应，如碳化反应等，可能会对混凝土的耐久性产生影响。（3）施工特性：混凝土具有良好的可塑性，在搅拌后可以根据需要浇筑成各种形状和尺寸的结构构件。同时，它还具有一定的流动性，便于施工操作和振捣密实。

（二）混凝土结构在土木工程建筑中的应用

混凝土结构在土木工程建筑中应用广泛且至关重要。在基础工程里，混凝土基础能稳定支撑建筑物，将荷载传递至地基，像高层建筑常采用筏板基础或桩基础等混凝土结构确保稳定性。主体结构方面，柱、梁、板等混凝土构件构成建筑主体框架，柱子承受竖向荷载，梁传递和分配荷载，板提供使用空间，它们相互连接共同保

障建筑整体安全。在一些特殊结构中，如水池、水塔、烟囱等也大量使用混凝土结构，这些结构对混凝土的抗渗性、耐久性等性能要求更高。混凝土结构还用于道路桥梁建设，道路的混凝土路面具有较高的强度和耐久性，能承受车辆荷载；桥梁的墩台、梁体等采用混凝土结构，可保证桥梁的稳固。此外，在地下工程中，如地下室、隧道等，混凝土结构能有效抵抗地下水的侵蚀和周围土体的压力，确保工程的安全使用。混凝土结构以其良好的性能和多样的适用性，在土木工程的各个领域都发挥着不可替代的作用。

二、混凝土结构施工技术影响因素分析

（一）原材料因素

原材料质量对混凝土性能与施工质量起着决定性作用。水泥作为混凝土主要胶凝材料，其质量优劣直接关系到混凝土力学性能和耐久性。不同品种和强度等级适用于不同工程，普通硅酸盐水泥用于一般土木项目，快硬硅酸盐水泥用于紧急抢修工程。水泥安定性、强度等指标必须达标，否则会致混凝土开裂、强度不足。骨料作为填充物，其大小、形状和性质影响混凝土强度和变形性能。选择时要考虑体积密度、吸水率、石英含量等，良好级配可提升工作性能和强度。若骨料含泥量、泥块含量过高，会降低混凝土强度和耐久性。外加剂和掺合料合理使用能改善混凝土性能，减水剂可减少用水量、提高强度和耐久性，缓凝剂可延长凝结时间。但品种选择不当或掺量不准，会产生负面影响。此外，水的质量也不容忽视，含有杂质或有害物质的水会影响水泥水化反应，进而影响混凝土质量。所以，严格把控原材料质量，是确保混凝土结构施工质量的基础。

（二）施工工艺因素

施工工艺因素对混凝土结构施工质量影响显著。配合比设计是关键环节，它需综合考虑混凝土工作性能和强度要求，通过试配和试块试验确定合适比例。若配合比不合理，易导致混凝土强度不足、耐久性差等问题。搅拌和运输过程也不容小觑，搅拌时间、速度和顺序影响混凝土均匀性，运输中要防止离析、泌水，缩短运输时间，保证其工作性能。浇筑和振捣时，要控制好浇筑

高度、速度和坍落度，避免冲刷或堆积。振捣需选用合适工具，快插慢拔，至表面浮浆、无气泡逸出，否则会出现蜂窝、麻面等质量问题。施工缝处理不当会影响结构整体性和耐久性，应凿毛处理，清除浮浆和松动石子，浇筑前充分湿润，确保新旧混凝土良好结合。此外，模板的安装和拆除工艺也很重要，模板应安装牢固、尺寸准确，拆除时间要根据混凝土强度确定，过早拆除会导致结构变形或损坏。严格控制施工工艺各环节，才能确保混凝土结构施工质量。

(三) 养护因素

养护因素对于混凝土结构的性能与质量提升起着举足轻重的作用，它贯穿于混凝土浇筑后的整个关键阶段。混凝土浇筑完成后，初期强度增长迅速，及时且恰当的养护不可或缺。养护时间的精准把控至关重要，不同类型的混凝土和环境条件下差异明显。例如普通硅酸盐水泥混凝土，养护时间不少于7天，有抗渗要求的则需达到14天。若养护时间不足，水泥的水化反应不充分，混凝土的强度无法达到设计要求，耐久性也会大打折扣。养护方法的选择需因地制宜、因时制宜。浇水养护能维持混凝土表面湿润，避免因水分快速蒸发导致干缩裂缝。尤其是在高温干燥环境下，及时补充水分是保障混凝土性能的关键。覆盖保温可减小混凝土内外温差，降低温度应力引发裂缝的风险。在寒冷季节，保温措施能防止混凝土受冻，确保其内部结构的完整性。遮阳同样重要，能降低混凝土表面温度，减少水分蒸发速率，为水泥水

化反应创造稳定的环境。此外，养护过程中的湿度和温度监测也不容忽视。通过实时掌握环境参数，及时调整养护措施，才能最大程度地发挥养护的功效，确保混凝土结构在长期使用中具备良好的性能和稳定性。

三、混凝土结构施工技术要点

(一) 原材料选择与检验

原材料的选择与检验是土木工程建筑中保障混凝土结构质量的基石。在选择原材料时，要依据工程的设计和功能要求，明确所需的物理性能、化学性能、生物相容性等关键指标。对于水泥，应考虑其品种和强度等级与工程适配，如大体积混凝土需选用水化热低的水泥。骨料的级配、含泥量等指标要严格把控，良好的级配能提升混凝土的工作性能和强度。外加剂和掺合料的使用也需谨慎，要确保其与水泥有良好的相容性，并通过试验确定最佳掺量。检验环节同样关键，要建立完善的进货检验制度。对每批进货的原材料进行严格的质量检验，涵盖外观、尺寸、性能等多方面指标。对于水泥，要检测其安定性、强度等；对于骨料，要进行筛分检验和物理性能测试。对于不合格的原材料，需进行隔离、标识和记录，按相关程序处理，防止误用。同时，要对供应商进行定期评估，审核其资质，考察其生产设备、工艺流程和检验手段，确保其质量管理体系有效运行。此外，还应为供应商提供培训和支持，提高其质量意识和技能水平，从源头上保障原材料的质量稳定，为土木工程建筑的质量奠定坚实基础。

表 1 混凝土原材料选择与检验数据统计表

原材料名称	检验项目	检验标准	检验结果	检验报告编号	是否合格
细骨料	颗粒级配、含泥量等	符合相关规范要求	符合要求	S201006003	是
粗骨料	压碎值、针片状颗粒含量等	符合相关规范要求	符合要求	G201006001	是
碱活性骨料	总石碱含量	符合设计要求	符合设计要求	-	是
拌合用水	酸碱度、杂质含量等	符合规定	符合规定	2009-0309-147	是
外加剂	掺量、效果等	符合相关标准	通过试验评估符合标准	-	是

(二) 裂缝控制

裂缝控制是土木工程建筑中混凝土结构施工的关键环节，关乎结构的安全性与耐久性。温度裂缝是常见问题，混凝土浇筑初期水化反应产生大量热量，内部温度升高，与外界形成较大温差，产生温度应力引发裂缝。可在配合比设计中选用水化热低的水泥，降低水化热产生量；大体积混凝土施工采用分层浇筑、埋设冷却水管等方式，带走内部热量，减少内外温差；加强养护，保持表面湿润，降低温度变化影响。干缩裂缝也不容忽视，混凝土干燥时体积收缩，受约束便产生裂缝。要严格控制水灰比，减少用水量，降低收缩率；加强早期养护，及时补充水分，防止表面干燥；添加减缩剂等外加剂，抑制收缩。结构裂缝与设计 and 施工有关，设计时合理布置结构构件，避免应力集中，大跨度梁、板按要求起拱；施工中确保钢筋位置准确，避免因钢筋挤占影响混凝土振捣密实。同时，

施工过程要控制好施工缝处理，凿毛、清理并充分湿润，保证新旧混凝土结合良好。此外，在混凝土中适当添加纤维材料，可提高混凝土的抗裂性能，分散应力，减少裂缝产生和扩展。通过这些综合措施，有效控制混凝土结构裂缝，提升工程质量。

(三) 自缩控制

混凝土自缩控制是确保土木工程建筑中混凝土结构质量的关键环节。从原材料角度出发，尽量避免使用高细度的水泥和矿渣，因为水泥细度越小，混凝土自缩值越大，高细度水泥早期自缩速度大。硅灰和矿渣的掺量不宜过大，使用偏高岭土做矿物掺合料时，避免10%的取代量，可在混凝土中掺加一定量的粉煤灰作为矿物掺合料，能降低自缩值，特别是早期自缩值降低明显，不过粉煤灰掺量超过20%后，减小自缩效果不显著。控制水胶比也很重要，降低水胶比可减小混凝土的孔隙率和

毛细孔径,从而减小自收缩。外加剂方面,高效减水剂可稍微降低自缩值,但不同类型和掺加量作用差别小;干缩减少剂能减小自缩值 50%,因其可减小毛细水的表面张力;某些氧化钙型的膨胀剂可减小自缩。骨料的选择也不容忽视,选用优质骨料,控制含泥量和泥块含量,减小其对自收缩的贡献,且吸水率高的骨料会使自缩值增大。在施工工艺上,合理分层浇筑混凝土,控制层厚和层间间隔时间,减少因温度变化引起的自缩。此外,养护条件也会影响自缩,潮湿养护可使表面水分蒸发慢,自缩应力小,不易产生裂缝,施工中应合理控制养护条件,降低自缩值。

(四) 强度控制

混凝土强度控制是土木工程建筑中保障结构安全与耐久性的核心任务,需从多个方面综合把控。配合比设计是强度控制的基础,要依据工程需求和原材料特性,精心确定水泥用量、水灰比、砂率等参数。通过试配和试块试验,不断优化配合比,保证混凝土强度达标。原材料质量是强度的根本保障,水泥的安定性、强度等指标必须严格符合标准;骨料的级配、含泥量等会影响混凝土的和易性与强度,要进行严格检验;外加剂和掺合料的品种与掺量需经试验确定,确保与水泥相容性良好。施工过程控制是强度实现的关键。搅拌时要确保时间、速度和顺序合理,使混凝土搅拌均匀;运输中防止离析和泌水,保持其工作性能;浇筑时控制好高度、速度和坍落度,避免出现质量问题;振捣要密实,防止蜂窝、麻面等缺陷。养护环节对强度增长至关重要,合理的养护措施能提升养护效果,确保水泥水化反应充分进行。例如,根据不同类型的混凝土和环境条件,控制好养护时间和湿度、温度等参数。此外,增强施工团队的质量意识也不可或缺,通过定期培训与考核,提高整体施工水平,从人为因素上保障混凝土强度符合标准要求。

(五) 模板设计和安装

模板设计和安装在土木工程混凝土结构施工中至关重要,直接影响混凝土成型质量和结构安全。模板接缝处理需严谨细致,微小缝隙可能导致漏浆,进而造成混凝土表面蜂窝麻面。采用海绵条、双面胶或专用嵌缝材料封堵,确保接缝严密,同时保证模板拼接平整,为混凝土表面平整度奠定基础。对于跨度较大的梁、板模板,按设计或规范要求起拱不容忽视。起拱可有效抵消混凝土自重及施工荷载引起的挠度,起拱高度依据跨度大小和设计要求精确定,一般为跨度的 1%~3%,精准起拱能保障结构的安全性和稳定性。脱模剂的选用需与混凝土及模板材质相适应,且不影响混凝土外观和后期装饰。均匀涂抹脱模剂,能使混凝土在脱模时表面光滑,减少对混凝土表面的损伤,提升混凝土的观感质量。钢筋保护层控制依赖合格的垫块,垫块强度、数量及布置

需合理。确保钢筋保护层厚度符合要求,可防止钢筋锈蚀,延长结构使用寿命。在梁柱节点、剪力墙边缘构件等钢筋密集部位,详细的排布方案必不可少。保证各钢筋位置准确,避免因钢筋挤占导致混凝土无法振捣密实,从而预防结构裂缝的产生。模板的支撑体系设计要科学合理,具备足够的强度、刚度和稳定性,能够承受混凝土浇筑和振捣过程中的各种荷载。安装过程中要严格控制模板的垂直度、平整度和轴线位置,确保模板尺寸准确无误。同时,模板安装完成后要进行全面检查和验收,及时发现并纠正存在的问题,为后续混凝土浇筑施工创造良好条件。

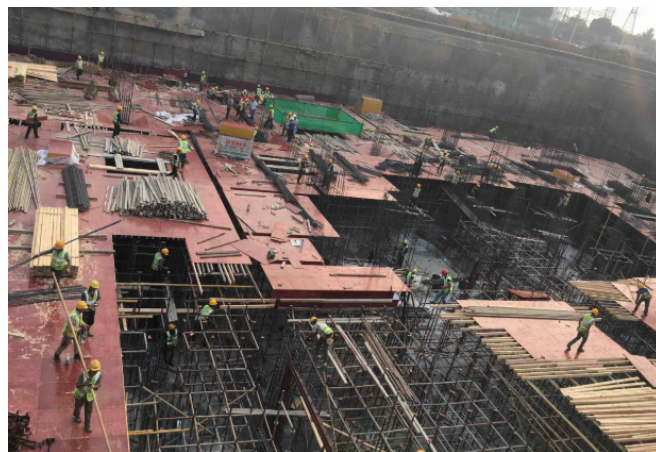


图 1 建筑工程模板施工现场

结语

在土木工程建筑里,混凝土结构施工质量直接关乎工程的安全性与耐久性。从原材料的选择与检验,到裂缝、自缩、强度的控制,再到模板设计和安装,每个环节都紧密相连、相互影响。原材料是基础,其质量优劣直接决定混凝土的性能;施工工艺是关键,合理的配合比设计、规范的搅拌运输、精准的浇筑振捣等都对质量起着决定性作用;养护是保障,恰当的养护时间和方法能促进混凝土强度增长和耐久性提升。而模板设计和安装的好坏则影响着混凝土的成型质量。因此,在施工中必须严格遵循相关标准和规范,加强各环节的质量控制,不断提升施工技术水平。只有这样,才能确保混凝土结构的质量,建造出安全可靠、经久耐用的土木工程建筑,推动我国土木工程建设事业高质量发展。

参考文献

- [1] 张国荣. 土木工程建筑中混凝土结构的施工技术要点分析[J]. 工程技术(文摘版)·建筑, 2019.
- [2] 刘松义. 土木工程建筑中混凝土结构施工技术要点分析[C]// 智慧建筑与智能经济建设学术研讨会论文集(二). 2025.
- [3] 赵子昂. 罗伟. 土木工程建筑中混凝土结构的施工技术要点分析[J]. 建材发展导向, 2018, 16(6): 2.