

探析建筑钢筋混凝土结构工程的施工技术

徐煌林

武胜县工业投资有限公司

摘要：在当今的建筑行业中，钢筋混凝土结构因其优异的结构特性和经济效益，已成为最常用的建筑形式之一。随着技术的进步和建筑需求的增加，施工技术的创新和优化成为行业发展的重要推动力。高效和质量上乘的施工技术不仅能确保建筑物的结构安全，还能显著提高建筑效率，降低成本。因此，系统地了解并改进钢筋混凝土的施工技术，对于推动建筑业的持续发展具有重要意义。

关键词：钢筋混凝土；结构工程；技术要点与应用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.20.033

一、前言

钢筋混凝土结构作为现代建筑工程中的主要构造形式，因其卓越的机械性能和经济效益而被广泛应用于多种建筑和基础设施项目中。这种结构方式结合了钢筋的高拉伸强度和混凝土的高压缩强度，能够设计出既稳固又经济的建筑物。随着城市化进程的加速和高层建筑需求的增加，钢筋混凝土结构的使用变得越来越普遍，对其施工技术的要求也随之提高。然而，施工过程中存在的诸多技术难题，如钢筋的处理和布置、混凝土的配比和浇筑质量控制，以及模板的安装和拆除等，直接影响到结构的安全性、耐久性和施工效率。因此，对钢筋混凝土结构工程的施工技术进行深入研究，不仅能提升建筑质量和工程效益，也有助于推动建筑技术的创新和发展。

二、钢筋混凝土工程施工现状及流程

（一）钢筋混凝土施工现状

钢筋混凝土作为现代建筑工程的核心材料之一，其发展历程充分反映了建筑技术的进步和创新。早在19世纪末，欧美国家开始探索使用钢筋增强混凝土的结构方式，而中国则从20世纪初开始逐步引进和发展这一技术。经过几十年的技术积累和实验，钢筋混凝土因其优越的承载能力、良好的耐久性和相对较低的成本，已成为最常见的建筑材料之一。到了20世纪末，随着计算机

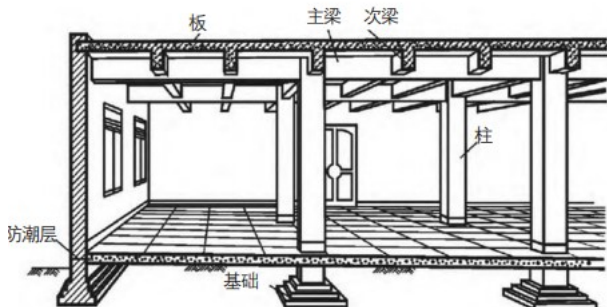


图1 钢筋混凝土结构

技术和材料科学的发展，高性能混凝土、智能感知技术的引入，以及对环境影响的考虑，更加多元和高效的混凝土结构设计和施工方法得到了发展。国内外的大型基础设施项目，如高速公路、桥梁和高层建筑，都广泛采用了这种材料，体现了其在现代工程中的重要地位。

然而尽管钢筋混凝土技术已经取得了巨大的进步，但环境因素对施工质量的影响、劳动力成本的增加以及施工效率的需求持续上升。混凝土在极端气候条件下的养护和性能稳定性是一个重要问题；由于现代建筑设计越来越复杂，传统的施工方法和流程往往难以满足精度和效率的要求。随着可持续发展理念的普及，建筑行业正面临着减少环境影响的压力，如何利用回收材料和降低碳排放成为新的发展方向。面对这些挑战，业界正在推动建筑信息模型（BIM）技术的广泛应用，通过数字化设计和管理提高施工精度和效率；同时新材料和新技术的研发也被视为优化施工流程、提高结构性能的关键途径。这些技术和方法的发展预示着钢筋混凝土施工技术将继续向着更高效、更环保的方向发展。

（二）施工流程

钢筋混凝土施工始于精确的钢筋加工阶段，其中钢筋根据设计要求被切割和弯曲成特定形状和尺寸，以确保施工中结构的精确匹配和强度。接着进行柱钢筋的安装，这一步骤对于整个建筑结构至关重要。在安装过程中，必须确保钢筋的垂直度和定位精度，从而保证后续混凝土浇筑的质量及柱子的承载能力。柱模板随后安装，需保证模板的稳固和精确，防止浇筑过程中的移位或漏浆。柱混凝土浇筑时，要维持混凝土的均匀性和流动性，同时控制浇筑速度以避免空洞和不密实的问题。浇筑完成后，进行适当的养护以确保达到设计的强度和耐久性。随后是顶板模板和钢筋的安装，考虑到承载重量和施工安全，确保模板结构在整个浇筑期间的稳定性。顶板钢筋安装需要精确布置，确保每根钢筋都处于正确位置以提供必要的结构强度。顶板混凝土浇筑需特别关注混凝土的均匀分布和养护。混凝土达到一定强度后，进行竖向和水平模板的拆除，拆除过程中需谨慎操作以防损害结构。整个施工过程中，每一个细节都必须严格控制，以确保结构的质量和施工的安全性。

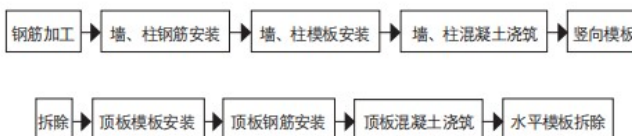


图2 钢筋混凝土结构施工工艺流程

自动化和信息化技术在钢筋混凝土施工中的应用已显著提升了施工效率和质量控制。使用计算机辅助设计（CAD）软件可以在设计阶段模拟钢筋的布局和混凝土的流动，提前发现可能的设计问题。在施工过程中，先进的机器人技术被用于自动化地切割、弯曲和安装钢筋，这些机器人可以精确地按照CAD模型操作，减少人为错误，加快施工速度。同时，实时数据收集系统如RFID（射频识别）标签和传感器被用于追踪材料的使用情况和监控混凝土的养护过程，确保每一步施工都符合设计规范。信息化管理系统能够整合来自各方的数据，提供决策支持，优化资源配置，进一步提高施工过程的效率和透明度。这些技术的集成不仅加快了建筑速度，降低了成本，同时也提高了建筑的整体质量和工程安全性。

三、钢筋混凝土施工常见问题分析

（一）钢筋绑扎与安装

钢筋绑扎不规范的问题表现在多个方面，最常见的包括钢筋间距不均匀、绑扎位置错误、绑扎点不足以及使用不当的绑扎材料。在施工过程中，这些问题可能因技术操作不精确或监督不严格而发生。钢筋的间距如果过大或过小，都不能有效地传递载荷，导致结构承载力下降。位置错误的钢筋会改变设计的受力结构，使得某些部位受力过大，从而增加发生结构损害的风险。此外，绑扎点的不足可能使钢筋在混凝土中的位置在后续的浇筑过程中发生移位，这会进一步影响结构的整体稳定性和安全性。使用不适当的绑扎材料，如质量较差的绑扎丝，也可能因承载力不足而在使用过程中断裂，导致钢筋松动。

绑扎错误导致钢筋位置不准确会削弱混凝土结构的抗震性和承载力，这在地震或其他外力作用下可能导致结构性失败。不均匀的钢筋布局会影响混凝土的整体质量，可能出现混凝土内部的蜂窝、孔洞等缺陷，这些缺陷会减少结构的防水性能和耐腐蚀性，缩短建筑的使用寿命。长期的安全隐患还可能导致维修成本的增加，甚至需要进行昂贵的结构加固或重建。因此，确保钢筋绑扎的规范性不仅是满足工程技术要求，更是维护建筑安全性和功能性的必要措施。

针对钢筋绑扎不符合规范的问题，业界已经提出了多种解决策略和技术。首先要加强施工现场的质量控制，通过培训施工人员了解并掌握钢筋绑扎的正确技术和规范要求，可以从根本上减少违规操作的发生。其次采用现代化的技术和工具，如钢筋绑扎机械化设备和钢筋定位技术，可以提高绑扎的精确度和效率。施工前要进行详细规划和设计审核，确保施工图纸的准确性和实用性，从而在施工过程中减少由于设计不当引发的钢筋绑扎错误。通过这些措施，可以有效地解决钢筋绑扎不符合规范的问题，提升建筑结构的整体质量和安全性。

（二）混凝土浇筑质量

混凝土浇筑速度和方法的不当选择会直接影响混凝土的均匀性和整体质量。如果浇筑速度过快，可能导致混凝土中的骨料和水泥浆分离，从而影响混凝土的强度和结构一致性。快速浇筑还可能引起过多的气泡积累，影响混凝土的密实度。相反，如果浇筑速度过慢，混凝土可能开始初凝，影响后续浇筑层与前一层的结合，导致冷缝的产生。要确定适当的浇筑高度和使用振动棒来确保混凝土充分填充模板和紧密包裹钢筋，对于防止结构缺陷同样至关重要。

混凝土浇筑中出现的空洞和蜂窝等缺陷通常是由多种因素引起的。空洞多发生在混凝土填充不充分或振捣不足的情况下，尤其是在复杂的钢筋网或密集的钢筋区域，混凝土无法顺畅流动至所有空间，留下未填充的空隙。蜂窝则主要由于混凝土中的骨料粒径过大或混合不均，以及浇筑中气泡未能排出导致。这些缺陷不仅降低了结构的美观性，更重要的是减弱了混凝土的密实度和均质性，从而影响到结构的防水性能、抗冻性能和整体耐久性。因此，在混凝土浇筑过程中，严格控制浇筑速度和方法，以及加强现场监控和质量检验，是确保结构质量和安全的必要措施。

（三）混凝土养护与质量控制

混凝土在初凝和硬化过程中极为敏感，不适当的养护条件如温度、湿度的控制不当，会导致混凝土强度不足、发生干缩裂缝和耐久性降低等问题。如果在养护期间混凝土暴露于低温环境中，水分会过早结冰，阻碍水泥水化反应，导致混凝土强度发展不足。高温条件下养护不足时，混凝土中的水分蒸发过快，也会导致裂缝和强度不达标。这些结构缺陷不仅会减少建筑的使用寿命，还可能因为强度不足而影响建筑的安全。

保持混凝土在适宜的温度和湿度环境中养护，以确保水泥充分水化，同时防止过早的水分蒸发，可以使用湿布、塑料薄膜覆盖、喷洒养护剂等手段来保持混凝土表面的湿润。常见的误区有养护时间不足和养护条件控制不当，有时为了追求施工进度，施工方可能缩短养护时间，使混凝土在没有达到设计强度前就开始承担负荷，从而导致裂缝和结构损伤。对于特殊环境条件下的养护控制不当，如在极端气候条件下未采取相应的保温或降温措施，也会严重影响混凝土的质量和性能。

混凝土如果未能得到适当的养护，其最终的抗压强度、抗折强度以及抗渗性能都将大打折扣。某座桥梁因为养护不当，导致混凝土强度不足，几年后出现了多处结构性裂缝和剥落，严重威胁到桥梁的安全。解决这类问题需要从源头做起，确保施工和养护过程中遵循科学的方法和标准，采用自动化的温湿度控制系统可以有效保持养护环境的稳定，使用高质量的养护材料和设备。同时加强施工人员的培训，提高他们对养护重要性的认

识，避免此类问题发生。

四、钢筋混凝土施工的技术要点

（一）钢筋施工技术

钢筋的选择与处理是钢筋混凝土施工中的基础工作，关系到整个工程的质量和安​​全。合适的钢筋材质选择必须满足特定的标准，如中国标准GB1499.2-2018规定的HRB400级钢筋，具有良好的抗拉强度和延展性，能承受更高的应力而不发生断裂。在钢筋的预处理过程中，通常包括除锈、切割和弯曲等步骤。例如，采用机械除锈可以有效去除钢筋表面的锈蚀和污染物，保证混凝土与钢筋之间的良好黏结力。钢筋的切割和弯曲应根据设计图纸精确执行，使用自动化切割和弯曲设备能够确保高精度和高效率，误差控制在±1mm以内，大大提高施工的准确性和速度。

精确控制钢筋绑扎位置与密度对于保证结构的承载能力和稳定性至关重要。绑扎技术的重要性体现在能够确保每根钢筋都严格按照设计要求定位，钢筋的间距和层次符合规范要求。在实施策略上，使用预制钢筋网可以减少现场绑扎的工作量和可能出现的错误，同时应用数字化模板和定位系统确保钢筋的精确放置。例如，一些先进的施工项目中，施工团队利用激光扫描技术和GPS定位系统来控制钢筋的精确位置，误差控制在±2mm。在现场施工管理中，钢筋的运输、存放和防护措施同样重要。运输过程中应避免过度弯曲和损伤，存放时应放置在干燥通风的环境中，避免与地面直接接触。并且要使用防锈涂层和定期检查，防止长时间暴露在恶劣环境中导致的质量降低。

（二）混凝土施工技术

混凝土施工技术的核心在于合理的配比和严格的施工控制。混凝土的配比需要科学选择各种材料的比例以及添加剂的应用，以确保混凝土的工作性、强度和耐久性。水泥、细骨料、粗骨料和水的比例必须根据具体工程的需求进行优化，对于承受高压力的基础部分，可能需要较高的水泥比例以提高其抗压强度。添加剂的应用，如减水剂可以增加混凝土的流动性而不增加水的比例，从而提高其强度和耐候性。飞灰、矿渣等矿物掺合料的加入，可以改善混凝土的可工作性和长期强度表现。在现代混凝土技术中，通过精确控制这些材料的比例，可以有效调节混凝土的性能，以满足更严苛的设计要求。

在混凝土浇筑前，必须确保模板的稳定性和密封性，避免混凝土漏浆和变形。浇筑时，选择合适的方法和工具至关重要，泵送是常用的一种方法，它可以有效地将混凝土输送到复杂或狭窄的地方。在浇筑过程中，应逐层进行，每层浇筑后使用振动棒进行充分振实，以避免空洞和蜂窝的产生。特别是在钢筋较密集的区域，振实工作需要更加仔细，以确保混凝土完全填充各个角

落并紧密包裹钢筋。同时，浇筑速度要与振实速度相匹配，以防止因混凝土初凝导致的层间质量差异。在施工过程中，应定期进行混凝土强度的现场测试，如采用压力测试来评估硬化混凝土的抗压强度是否达到设计要求。对于检测出的空洞和蜂窝问题，需立即采取补救措施，如局部拆除后重新浇筑。混凝土的养护过程也应受到重视，养护条件如温度和湿度的控制对混凝土的最终性能有极大影响。

（三）模板施工技术

传统的木模板因其成本较低和加工简便而广泛使用，适用于不承载重量的结构或小型项目。钢模板以其高强度、耐用性和重复使用率高的特点，适合大型工程和需要高精度的施工，尽管初期投资较高。复合材料模板，如玻璃纤维增强塑料（FRP）模板，提供了更轻便的选择，具有良好的耐腐蚀性和调整灵活性，但成本仍然较高。选择适当的模板材料需要根据具体工程的需求、预算和施工环境综合考虑。

安装模板时，需要精确测量和校正，确保模板的位置、角度和稳定性符合设计要求。为了提高施工效率，现代工程常采用预制模板和模块化设计，这可以大幅缩短施工时间并减少人力需求。安全措施也是模板安装过程中的重要考虑，确保所有连接点都牢固可靠，使用足够的支撑结构防止模板在浇筑混凝土时发生位移或倒塌。模板的拆除应在混凝土强度达到设计要求后进行，避免过早拆除造成结构损害。采用液压或机械拆模系统可以提高拆除的安全性和效率。在应用模板时，模板变形通常由于支撑结构不足或外力影响造成，解决方法是增强支撑系统和使用更高强度的模板材料。漏浆问题则可通过改进模板接缝的密封技术和使用密封胶带有​​效预防。

结语

钢筋混凝土施工技术的持续优化和创新是建筑行业未来发展的关键。通过深入研究和应用高效的施工方法，不仅可以提高建筑的质量和耐用性，还可以在更广泛的领域内推广环保和可持续的建筑实践。展望未来，随着新材料、新技术的不断涌现，建筑施工将继续朝着智能化、绿色化的方向发展，为建筑行业带来更多的可能性和挑战。

参考文献

- [1] 李杰. 建筑工程钢筋混凝土结构施工技术研究[J]. 中国建筑金属结构, 2023, 22(05): 70-72.
- [2] 陈铁钢. 高层房屋建筑施工关键技术及整体施工水平提升策略分析[J]. 工程技术研究, 2022, 7(21): 124-126.
- [3] 李宣, 李承勳. 建筑工程钢筋混凝土框架结构施工技术探析[J]. 砖瓦, 2022(03): 168-169+172.