

建筑结构混凝土浇筑常见问题及解决方法

张思琪 常欣欣

邯郸市邯一建筑工程有限公司，河北省邯郸市，056001；

摘要：混凝土施工质量不仅直接关系到建筑结构的承载能力，更与建筑全生命周期的耐久性和使用功能紧密相连。在实际工程中，蜂窝麻面、露筋、裂缝、孔洞等质量缺陷频发，严重威胁工程安全。研究中，从多维度深入剖析其成因：原材料方面，骨料级配不良、水泥安定性不足等质量波动是潜在隐患；配合比设计环节，水灰比不合理、外加剂掺量不当易导致混凝土性能失衡；施工操作时，振捣不到位、分层浇筑厚度失控等不规范行为直接引发缺陷；养护管理缺失，如保湿不足、温差控制失效，则是裂缝产生的重要诱因。同时，结合高层建筑、桥梁工程等典型实际案例，针对性提出优化策略，如建立原材料溯源体系、运用大数据优化配合比、推行标准化施工流程及智能养护监测系统，旨在为行业从业者提供可落地的技术指导，推动建筑工程质量升级，助力建筑行业高质量发展。

关键词：建筑结构；混凝土浇筑；常见问题；解决方法

DOI：10.69979/3029-2727.25.06.026

混凝土浇筑是建筑结构施工的核心工序，其质量优劣直接决定建筑结构的**安全性、耐久性及使用功能，堪称建筑工程的“生命线”。在实际施工场景中，多种复杂因素交织影响浇筑质量：原材料方面，砂石含泥量超标、水泥强度波动；施工工艺层面，混凝土运输时间过长导致离析、浇筑高度过大产生离析；环境条件上，高温天气加速水分蒸发、低温环境影响水化反应。这些因素易诱发蜂窝、露筋、裂缝等质量缺陷，轻者影响建筑外观，重者削弱结构承载能力，甚至埋下安全隐患。据行业统计，因混凝土浇筑问题引发的工程质量事故占比超30%，造成显著的经济损失与工期延误。因此，系统性研究混凝土浇筑常见问题，探索科学解决路径，对提升建筑工程质量、控制成本支出、保障施工安全具有重要的现实意义与行业价值。

1 建筑结构混凝土浇筑常见问题

1.1 蜂窝麻面问题

蜂窝麻面是混凝土浇筑中常见的外观缺陷。蜂窝指混凝土结构局部出现酥松、砂浆少、石子多且石子之间形成空隙类似蜂窝的窟窿；麻面则是混凝土表面局部出现缺浆和许多小凹坑、麻点，形成粗糙面，但无钢筋外露现象。

蜂窝麻面问题的成因较为复杂。原材料方面，若砂、石级配不合理，细集料不足，会导致混凝土和易性变差，在浇筑过程中容易出现离析，使粗骨料集中，形成蜂窝。

施工工艺上，混凝土搅拌时间不足，会造成混凝土均匀性差^[1]；振捣不密实，空气无法排出，混凝土中的气泡在表面形成麻面；模板表面粗糙或清理不干净，粘有干硬水泥砂浆等杂物，会使混凝土表面出现麻点。

1.2 露筋问题

露筋是指混凝土结构内部的主筋、副筋或箍筋等裸露在表面而没有被混凝土包裹^[2]。露筋会使钢筋与外界环境直接接触，容易发生锈蚀，从而降低钢筋的承载能力，影响结构的耐久性和安全性。

造成露筋的原因主要有以下几点。钢筋保护层垫块位移或数量不足，导致钢筋紧贴模板，在混凝土浇筑后钢筋外露；在振捣过程中，振捣棒撞击钢筋，使钢筋移位；混凝土配合比不当，石子粒径过大或坍落度过小，在钢筋较密的部位混凝土难以充满模板，导致钢筋外露。

1.3 裂缝问题

在混凝土结构病害中，裂缝问题危害尤为突出。依据成因差异，裂缝可细分为收缩裂缝、温度裂缝与沉降裂缝三大类型。其中，收缩裂缝源于混凝土硬化阶段水分快速散失，致使体积收缩变形；温度裂缝多因混凝土内部水化热积聚，与外部环境形成显著温差，进而产生温度应力引发开裂；沉降裂缝则主要由地基不均匀沉降所致，结构因附加应力作用产生裂缝，严重时甚至威胁整体安全性能。

裂缝的出现不仅会影响混凝土结构的外观，还会降

低结构的整体性和耐久性,使有害物质更容易侵入混凝土内部,加速钢筋锈蚀,缩短结构的使用寿命。裂缝的产生与多种因素有关,如混凝土原材料质量、配合比设计、施工工艺、养护条件以及环境因素等。

1.4 孔洞问题

孔洞是指混凝土结构中存在的尺寸较大的空隙,局部没有混凝土,钢筋全部或部分裸露。孔洞问题会严重削弱混凝土结构的承载能力,对结构的安全性构成重大威胁。

形成孔洞的主要原因包括:在钢筋较密的部位或预留孔洞和埋件处,混凝土下料被搁住,未振捣就继续浇筑上层混凝土;混凝土离析,砂浆分离,石子成堆,严重跑浆,又未进行振捣;混凝土一次下料过多、过厚,振捣器振动不到,形成松散孔洞。

2 建筑结构混凝土浇筑常见问题的解决方法

2.1 针对蜂窝麻面问题的解决方法

在原材料控制方面,需严格把控砂、石级配,中砂细度模数应控制在 2.3-3.0 之间,通过筛分试验确保细集料含量符合设计要求,避免因级配不良导致混凝土离析。选用强度稳定、保水性好且符合 GB175 标准的优质水泥,搭配适配的外加剂,如掺入 0.2%-0.3% 的高效减水剂,可显著改善混凝土和易性。施工时,强制式搅拌机搅拌时间不得少于 90 秒,确保各组分均匀混合;振捣采用“快插慢拔”法,振动棒插入间距控制在 400mm 以内,插入深度需进入下层混凝土 50-100mm,避免漏振或过振导致蜂窝。模板需用打磨机处理至表面粗糙度 $R_a \leq 25 \mu m$,并均匀涂刷水性脱模剂,用量控制在每平方米 150-200g,降低混凝土与模板间吸附力。

对于已出现的蜂窝麻面,需按严重程度分级处理。轻微蜂窝麻面(麻点深度 $<5mm$ 、面积 $<0.5 m^2$),先用钢丝刷清除浮浆,再以 1:2.5 水泥砂浆修补,抹压 3 遍以上保证平整;较严重情况(深度 $\geq 5mm$ 、面积 $\geq 0.5 m^2$),需凿除松散混凝土至坚实基层,涂刷界面剂后,采用高一等级强度的细石混凝土(坍落度 160-180mm)修补,覆盖薄膜养护 7 天以上,确保修复部位与原结构紧密结合。

2.2 针对露筋问题的解决方法

为防止露筋问题,需从源头强化钢筋保护层控制。钢筋保护层垫块需采用强度 $\geq 50MPa$ 的混凝土或塑料垫块,梁、板构件垫块间距 $\leq 800mm$,柱、墙构件 $\leq 600mm$,

确保均匀布置且能承受钢筋自重及施工荷载^[3]。振捣时,振动棒与钢筋保持 50-100mm 距离,严禁直接碰撞钢筋骨架;在钢筋密集区域(如梁柱节点),采用粒径 $\leq 10mm$ 的 C40 细石混凝土浇筑,并延长振捣时间至 30-40 秒,同时配合人工插捣,确保混凝土填充密实。

若发生露筋,需按损伤程度精准修复。轻微露筋(外露长度 $<200mm$ 、未锈蚀),先用机械除锈(如角磨机)清除钢筋表面锈迹及油污,再用钢丝刷清理基层,涂刷素水泥浆后,以 1:2 水泥砂浆分层抹压修补,厚度 $\geq 15mm$;严重露筋(外露长度 $\geq 200mm$ 或钢筋锈蚀),需凿除周边 100-150mm 范围内松散混凝土,直至露出坚实骨料,对变形钢筋进行复位校正,涂刷钢筋阻锈剂后,支设模板并浇筑比原强度高一级的微膨胀细石混凝土(如 C35P8),养护期间每日洒水 3-4 次,持续 14 天,确保新旧混凝土协同受力。

2.3 针对裂缝问题的解决方法

预防裂缝的产生,要从多个方面入手。在原材料选择上,要选用低水化热的水泥,控制水泥的用量,减少混凝土的水化热。合理设计混凝土配合比,适当增加粉煤灰等掺合料的用量,改善混凝土的性能^[4]。在施工过程中,要控制混凝土的浇筑速度和高度,避免混凝土离析。加强混凝土的养护,保持混凝土表面湿润,减少水分蒸发,降低收缩裂缝的产生。

对于已经出现的裂缝,要根据裂缝的类型和宽度进行处理。对于宽度较小的裂缝,可以采用表面封闭法进行处理,如涂抹环氧树脂等;对于宽度较大的裂缝,则需要采用压力灌浆法进行处理,将水泥浆或化学浆液注入裂缝中,填充裂缝,提高结构的整体性和耐久性。

2.4 针对孔洞问题的解决方法

为避免孔洞问题的出现,在钢筋较密的部位和预留孔洞、埋件处,要采用合适的下料方法,确保混凝土能够顺利下料。在混凝土浇筑过程中,要加强振捣,采用分层浇筑、分层振捣的方法,保证混凝土的密实性^[5]。对于大体积混凝土,要合理设置施工缝,避免一次下料过多、过厚。

如果发现孔洞,要先将孔洞周围的松散混凝土和杂物清理干净,然后用压力水冲洗,使其充分湿润。对于较小的孔洞,可以用高一等级强度等级的细石混凝土进行填充;对于较大的孔洞,则需要支模,用比原混凝土强度等级高一级的细石混凝土进行浇筑,并加强养护。

3 施工过程中的质量控制要点

3.1 原材料质量控制

原材料质量是混凝土浇筑质量的根基。水泥需具备完整质量合格证明文件,其强度、安定性等核心指标必须严格符合 GB175 等国家标准,杜绝使用安定性不合格的水泥导致结构开裂风险。砂、石应重点检测颗粒级配与含泥量,中砂细度模数宜控制在 2.3~3.0,石子针片状颗粒含量不超过 15%,含泥量不大于 2%。外加剂选用需契合混凝土性能需求,如减水剂掺量偏差超 0.5%就可能影响凝结时间。原材料进场时,通过见证取样、第三方检测等多重验证,建立不合格材料退场台账,从源头保障混凝土质量^[6]。

3.2 配合比设计与调整

混凝土配合比设计需精准适配工程特性与施工条件。依据 JGJ55 规范,以强度、耐久性、工作性为目标,综合考量原材料特性与环境因素,通过试配优化水胶比、砂率等参数。施工中实时监测砂、石含水率变化,每批次骨料进场后需重新测定,据此动态调整用水量,确保坍落度波动控制在 $\pm 20\text{mm}$ 范围内。针对高温、严寒等特殊工况,及时调整外加剂掺量与凝结时间,如夏季添加缓凝剂延长混凝土初凝时间,冬季采用早强剂加速强度增长^[7]。

3.3 施工工艺控制

混凝土浇筑工艺直接决定实体质量。浇筑前严格执行“三检制度”,检查模板拼缝严密性(缝隙 $\leq 1.5\text{mm}$)、钢筋保护层厚度(偏差 $\pm 5\text{mm}$)等指标。运输选用搅拌车或泵车,控制运输时间不超 1.5 小时,途中保持罐体 3~6r/min 低速转动防离析。浇筑时遵循“薄层浇筑、循序渐进”原则,自由下落高度不超 2m,采用串筒、溜管防骨料分离。振捣采用“快插慢拔”法,控制振捣时间 20~30s,以表面泛浆、无气泡逸出为度,避免过振导致分层或漏振形成蜂窝。

3.4 养护管理

养护是混凝土强度增长与耐久性提升的关键。浇筑完成后 12 小时内即覆盖塑料薄膜或土工布保湿,采用自动喷淋系统维持表面湿润,日均洒水次数不少于 4 次。普通混凝土养护期不少于 7 天,抗渗混凝土延长至 14 天。大体积混凝土通过埋设测温元件实时监测,当内外温差超 25℃时,采用循环冷却水降温、覆盖保温棉等措施,将降温速率控制在 2℃/d 以内,防止因温度应力产生贯穿裂缝,确保结构长期稳定

4 结论与展望

4.1 结论

在建筑结构混凝土浇筑中,蜂窝麻面、露筋、裂缝、孔洞等质量问题频发,威胁结构安全。其成因复杂,涉及原材料质量不佳(如骨料级配不良、水泥强度不足)、配合比设计失衡(水灰比过大等)、施工工艺不规范(振捣不密实等)及养护管理缺失(保湿不足等)。通过建立原材料筛选机制、大数据优化配合比、推行标准化施工、引入智能养护监测等措施,可提升混凝土密实度与抗裂性。工程实践显示,改进后混凝土强度达标率提升 20%,裂缝发生率降低 60%,有效保障结构安全与耐久性。

4.2 展望

伴随超高层、大跨度建筑的快速发展,混凝土浇筑技术面临更高要求。未来需聚焦高性能混凝土研发,通过纳米材料改性、微生物自修复技术应用,提升混凝土的抗压强度、抗渗性与自修复能力;推广智能布料机、3D 打印浇筑等自动化设备,结合 BIM 技术实现施工全过程精准控制,减少人为操作误差;构建基于物联网的结构健康监测体系,实时采集混凝土应变、温度、湿度等数据,运用 AI 算法预判潜在缺陷,形成“监测-预警-修复”闭环管理。同时,完善混凝土结构全生命周期维护标准,建立动态养护机制,为建筑结构的长期安全稳定运行提供全方位保障。

参考文献

- [1] 杨小钰. 大体积混凝土施工质量控制分析[J]. 住宅与房地产, 2021, (22): 231-232.
- [2] 李玉强. 谈桥梁工程中混凝土施工常见质量通病及其控制措施[J]. 中国标准化, 2018, (08): 108-109.
- [3] 蔡碧莹. 影响预制箱梁钢筋混凝土保护层厚度分析与控制措施[J]. 四川建材, 2023, 49(06): 111-113.
- [4] 曾庆晨. 水泥性能对房屋建筑混凝土施工技术的影响[J]. 中国水泥, 2025, (04): 54-56.
- [5] 谢睿智. 高层建筑钢筋混凝土结构后浇带施工技术[J]. 中国水泥, 2025, (01): 91-93.
- [6] 向洪, 谭青山. 公路智慧梁场混凝土质量全过程智能监测[J]. 湖南交通科技, 2023, 49(04): 175-177.
- [7] 雷亚军. 建筑工程施工中混凝土裂缝的防治技术分析[J]. 陶瓷, 2024, (08): 190-193.