

房屋建筑混凝土结构的加固施工技术

曾家麟

广西建工集团第二建筑工程有限责任公司

摘要：许多房屋建筑项目均采用的是混凝土结构，这类型结构在长时间使用的过程中常常会出现结构失稳等问题，给房屋建筑的使用带来了极大风险。面对频繁出现的房屋建筑混凝土结构问题，做好结构加固十分关键。虽在长期的项目中形成了多样化的加固技术和工艺，但每种加固技术都有各自的适用条件，为达到最佳的施工目标，相关人员需合理选择加固技术。基于此，本文从影响混凝土结构的因素着手，分析了几种常见的加固技术，引入案例展开了详细分析，以期指导同类型项目。

关键词：房屋建筑工程；混凝土结构；加固技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.14.019

近年来随着房屋建筑工程项目的增多，人们对工程结构提出了新的要求，各种规模及类型的房屋建筑中，绝大部分为混凝土结构。虽在建筑行业日渐发展的今天，混凝土结构施工技术越发成熟，逐步构建了相对完善的施工技术体系。但混凝土结构在长期使用中裂缝等问题时有发生，影响了结构安全。为着力解决房屋建筑混凝土结构问题，有关人员需立足项目本身、结构特点，科学采用结构加固技术，加强结构加固施工中的技术管理、质量控制。

一、建筑混凝土结构的影响因素

（一）原材料质量及配制工艺

房屋建筑的混凝土结构性能与原材料质量、配制工艺存在紧密联系。混凝土作为混合料，为多种材料在特定的比例搅拌形成，在此过程中对每种原材料都有严格的要求，任一原材料存在质量问题或者配制工艺达不到要求，都会增大混凝土的结构风险。从原材料角度，在混凝土施工中建材市场上的材料种类繁多，即使是同一种材料，也有多个材料厂家，施工人员必须对比每一厂家的可用材料以及材料的有关性能指标，选取与施工要求相一致且价格合理的材料，从源头上杜绝材料问题^[1]。从配制工艺方面，需做好搅拌与运输工作，加强搅拌期间的的时间、投料顺序管理，提前做好运输路线规划，并做好运输期间的保温工作，避免运输期间混凝土性能发生变化。

（二）混凝土强度及水灰比

水泥为混凝土施工中不可或缺的材料，但市场上的水泥种类较多，如选用高水化热水泥，后续配制的混凝土极易出现裂缝，可能出现结构问题。而水泥作为影响混凝土强度的重要因素，相关人员需选择符合要求的水泥。一般来说，水泥强度与混凝土强度呈正向关系，水泥强度越高，混凝土强度也越大。施工建设中有关人员需结合混凝土结构要求，选择符合要求的水泥，并控制配合比、加强搅拌、运输、浇筑、振捣、养护等工作，以提高混凝土强度。强度是影响混凝土结构的一大关键

指标，施工中应采取多种措施提高混凝土性能。另外，混凝土结构性能受水灰比影响较大，施工期间应合理控制水灰比，避免水灰比过大或者过小。

（三）浇筑及养护

浇筑与养护为混凝土作业中的关键，这些环节的工艺是否达标、操作是否规范，都将影响混凝土结构性能。虽当前行业内针对混凝土浇筑和养护形成了技术标准，但在实际的施工中一些工程企业往往过于追求进度，未意识到浇筑与养护对混凝土结构的重要作用，常常存在不规范的浇筑和养护行为，同样无法实现混凝土的结构目标。

二、房屋建筑混凝土结构加固技术

（一）基础灌浆加固技术

房屋建筑混凝土结构施工中，基础灌浆技术对加固结构相对有效，主要包含以下几种：（1）混凝土裂缝灌浆技术，此技术下可提高基础结构承载力，灌浆作业期间可引入环氧灌浆法，但需在现场配备专门的灌浆设备，将配制好的浆液灌入到裂缝中，使材料在缝隙内均匀分散、膨胀，修复裂缝，增强混凝土整体性。（2）无塞灌浆技术，此技术下现场需合理钻孔，一般钻孔深度在1.5~2m之间，宽度不超0.75m。当按照规定完成了钻孔作业后，施工人员需及时清孔，严禁孔内有杂物；以特定要求配备水泥、粉煤灰等形成的浆液，控制水灰比；安装无缝钢管，灌入浆液^[2]。（3）化学灌浆技术，需在常规浆液内添加一定的化学药剂，以提高浆液性能，通过在混凝土裂缝位置灌入浆液，实现修复。（4）高压喷射灌浆，此方式的操作简单、施工成本较低，一般用在大范围砖石与混凝土结构之间的缝隙、结构孔洞以及墙面麻面等部位，具体流程如图1所示。

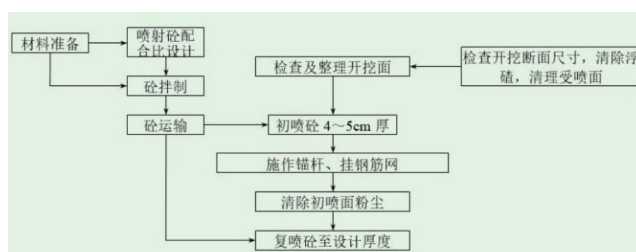


图1 喷射混凝土补强施工

（二）粘钢板加固法

混凝土结构中粘钢板加固法就是在构件薄弱位置粘贴钢板，用结构胶促进钢板与混凝土构件的可靠连接，提高结构刚度。粘钢板加固法在我国的出现和应用较晚，在当前的工程领域有相对普遍的应用。在预应力混凝土薄弱位置布置钢板，不仅增大了构件的抗弯刚度，也能最大程度上预防应力的过度集中，整个施工作业的操作简单，不需要占据更大空间，加固效果相对理想，如某工程中的加固情况如图2所示。虽粘钢板加固法对

提高结构性能有显著作用，但其同样存在一定的不足，加固后钢板的应力滞后现象明显，加固效果受黏结剂类型、性能的影响较大，未来的工作中需从这些方面实施改进。



图2 外包与黏合钢筋加固

（三）预应力加固技术

部分混凝土结构的加固中适合采用预应力加固技术，但该技术的复杂性较高，具体的作业中相关人员需结合现场的结构特点，在恰当位置安装预应力拉杆，该拉杆受力后将同步改变混凝土结构的内力分布，内力水平显著减小，结构承载力显著增大。不同于其他加固技术，预应力加固技术能改变混凝土结构原有的内力分布，应对应力应变滞后性问题。结合其技术应用情况，多用在跨度大、重型结构中，特别是混凝土在高应变状态时，此技术的加固效果理想。但利用预应力加固技术后建筑结构外观受一定影响，且该技术无法应用于高温环境。

（四）纤维复合材料加固

混凝土中如发生裂缝等结构问题，为实现结构加固，施工人员同样可选用纤维复合材料加固方式，具体的施工中需在原构件表面粘贴纤维布，发挥该材料的性能优势，使原有混凝土构件的抗剪、抗弯能力显著增强，即使在较大的外力作用下，构件也能有一定的抵抗能力。现阶段的工程市场上，纤维复合材料加固技术受到了广泛关注，此技术的应用效果与材料类型与性能存在直接关系，为提高施工效果，工程人员需合理选择纤维复合材料。纤维复合材料的加固施工简单，特别适合于弯折区域的加固，一般可采用玻璃纤维、碳纤维等材料。

（五）钢筋埋植加固技术

一些房屋建筑的混凝土结构加固中选用的是钢筋埋植加固技术，此技术不同于常规技术，在结构区域需合理钻孔，在钻好的孔中放入选定的钢筋材料，并将孔内灌入胶水材料，促进凝结，使钢筋与原有建筑结构成为整体，增强结构强度。此技术中钻孔为关键步骤，钻好的孔内不得有杂物，否则会影响加固效果，为此，钻孔结束且通过验收后应安排专人负责清孔，并检测钢筋材料的质量是否与施工要求相一致，不得使用劣质钢筋；钢筋插入钻孔时需沿顺时针方向平缓插入，插入到底；钢筋锚固作业期间合理控制胶体用量。

（六）置换混凝土加固技术

房屋建筑混凝土结构中，置换混凝土同样能实现结构加固。此技术原理简单，施工人员需将原有结构中低强度混凝土或者损坏严重的构件移出，在这些位置重新浇筑混凝土形成新结构，浇筑后的混凝土硬化凝结后将产生明显的水化反应，促进新旧混凝土的结合，增强混凝土性能，如提高强度、承载力。实际的工作中应用这一加固技术，成本投入小、操作简单，未损坏原结构，但其缺点也相对明显，适用范围有限，仅在小面积构件的加固中有效，且施工期间的耗时较长^[3]。另外，利用置换混凝土加固技术时，施工人员在前期需了解原有结构的混凝土材料性能，置换施工期间使用同种材料，且在移出破损结构时应规范操作，不得损坏其他结构、预埋钢筋。

（七）改变受力体系加固法

1. 增设构件加固法

混凝土结构的加固中增加构件法也相对常用，此方式的目的是增强结构整体性，具体的施工操作中施工人员需结合原有结构的特点及受力情况，适当增加构件，用这些新构件替换或者补强弱承载力、无承载力的旧构件。增加构件加固法具有显著优势：对原有建筑结构无破坏或者仅有非常小的破坏；施工操作便捷，无难度。但为达到最佳的加固施工效果，相关人员需考虑新构件与旧构件的作用力不同，新增构件可能影响了建筑的功能，具体的设计与施工中有关人员需分析具体情况，思考是否有增加墙体、立柱或拉杆的可能性，以达到最佳的加固效果。

2. 增设支点加固法

如在结构加固中采用增设支点方式，施工人员在前期的工作中需展开一系列受力分析与计算，通过减小结构的计算跨度值，在原有结构基础上增设支点，合理控制结构内力，增大建筑承载力。一般来说，增设支点加固法有其适用条件，多用在梁、板、网架等结构的加固中，施工流程简单，技术难度小。

3. 托梁拔柱加固法

托梁拔柱加固法也属于改变受力体系的方式，但此方式多用在扩大和改造空间方面，在许多工业建筑与民用建筑中比较常见。具体的施工中有有关人员需拆除上部或者支顶上部的结构，拔除柱，构建托梁，再恢复上部，此方式的显著优势为：能保障构件的承载力，施工简单且无须耗费较长时间，对既有结构产生的干扰较小；不足之处在于大部分作业需在现场完成，诸多因素会影响施工效果，如未合理控制这些影响因素，加固效果难以达到预期。

三、案例分析

（一）工程概况

某房屋建筑项目，于2015年建成并投入使用，整体为混凝土结构，包含主楼与裙房，结构为现浇混凝土框架剪力墙，建筑总高90m，共31层，地下、地上分别为3层和28层；裙房高28m，共7层，地下与地上分别为2层、5层。在多年的使用中，原有混凝土结构性能显著降低，难以达到结构安全要求，在现阶段的条件下需采

用合适的技术加固结构。

（二）结构加固技术要点

1. 钻孔植筋加固技术要点

针对本项目的结构特点，钻孔植筋加固较为有效，具体的施工中需注意以下方面：（1）加强前期准备，施工人员需检查被植筋混凝土的结构完整性，并分析其他性能，掌握植筋混凝土位置的钢筋分布情况，做好前期的数据统计，并由专人做好记录。（2）规范钻孔操作。钻孔作业完全按设计要求来实施，由专业人员在施工面上确定钻孔植筋位置，通过测量放样控制定位精度，借助电锤完成钻孔，但在施工中不仅需合理确定钻孔数量，控制每一钻孔的位置，更需注意控制钻孔深度与尺寸，只有通过检查与验收后方可停钻。（3）清孔，钻孔工作结束且验收合格后，为避免孔内杂物影响施工效果，相关人员应及时清孔，借助专业工具清除孔内杂物，如在吹风机上套上细管，将其深入到孔道中吹开粉尘，吹风工作结束后利用试管刷清刷孔壁，重复操作2次或者3次，直到孔内无杂物后结束清孔操作^[4]。清孔作业结束后需立即封堵孔口，防止孔洞再次被污染。

（4）按规定处理钢筋。植筋加固期间钢筋必不可少，一旦所采用的钢筋质量不达标，后续施工再规范也难以达到最佳的结构加固效果。现场施工中有关人员需检查钢筋的外观，并检查钢筋性能，判定钢筋是否顺直，如钢筋表面有锈迹，应立即清理，确保钢筋表面的洁净度。除锈后的钢筋应被存放在干燥、干净的环境，以防潮防锈。（5）合理配胶和注胶。配胶与注胶的复杂性较高，因为为一次性作业，施工期间应加强技术管理、质量控制。注胶操作中应使用专用粘胶灌注器辅助施工，具体的操作中将植筋胶放入灌注器内，但为提高注胶整体水平，刚从灌注器内流出的胶水不得立即使用，当所流出的胶水较为均匀的情况下方可使用。注胶过程中施工人员必须将胶管插入到钻孔底部再开始，后续通过规范作业保障施工质量。（6）插筋与锚栓，此环节的施工作业中相关人员需根据设计规范与标准，合理控制施工力度，否则，一旦施工力度过大，胶水附着不佳。按照大量的施工经验，有关人员需尽可能保障施工力道的均匀性，避免用力过大导致孔洞中胶水外流，为胶水均匀附着于钢筋或锚栓表面创造理想条件，发挥钢筋在结构加固中的作用。（7）合理实施养护施工。当前期的施工作业结束后需立即进入养护阶段，此环节应选择恰当的养护工艺，避免养护不当诱发的工程质量问题。通常来说，钢筋或锚栓被插入后，不得再产生其他操作行为，如不得移动钢筋或者锚栓。只有当钢筋胶养护作业结束后方可按总体结构要求焊接、绑扎钢筋，且养护时间应超24h。

2. 粘贴碳纤维布加固技术要点

针对本项目的结构加固，也需用到粘贴碳纤维布加固技术，此技术下的施工流程复杂，施工作业期间有关人员需加强工序管理，促进不同工序之间的衔接。首先，前期准备阶段，施工人员需根据加固施工技术要点，合理配备材料与机械设备，确保材料质量、设备性能，并且个别人员还需进入现场展开实际调查，了解被

加固结构的特点，开展受力分析，在全面把握工程情况的前提下与岗位人员做好技术交底。第二，做好有关构件的干燥处理。正式加固之前，施工人员需确保任何构件都处于干燥状态，如个别构件的表面相对潮湿，施工人员需采取烘干措施，避免因干燥处理不到位影响后续的施工效果^[5]。第三，按照相应规定处理构件表面，避免构件表面有杂物影响粘贴效果。粘贴碳纤维材料之前，相关人员需结合混凝土构件情况，清理表面的杂物，并清除被加固构件表面剥落、腐蚀等劣化混凝土，露出混凝土结构层，使用相应的修复材料完成处理，保障构件表面的平整度。如在待加固混凝土表面有裂缝，施工人员需采取灌缝方式修复裂缝。被粘贴的混凝土表面应打磨平整，去除表面浮浆、油污，直到混凝土新面完全露出。第四，底层树脂涂刷，当构件表面处理好并通过验收后，施工人员应使用滚筒刷将底层树脂均匀涂抹在构件表面，当完全露出混凝土面后停止涂刷。第五，配备符合加固要求的粘贴碳纤维片材，如该材料选用和使用不当，不利于提高结构加固效果。为此，施工作业中相关人员需了解加固期间的材料需求，合理对比市场上同类型材料的性能，选择高质量碳纤维材料；按照前期的设计尺寸，裁剪碳纤维布，将其放入到树脂中维持一段时间的浸润，并均匀涂抹在粘贴位置；粘贴操作中用手轻轻按压待粘贴部位，消除内部气泡，操作中不可破坏碳纤维布。第六，施工作业中企业内应安排专业的技术人员负责技术指导、质量控制与安全监管，如施工作业中出现了异常情况，这些人员需立即将问题反馈给有关人员，由不同部门的专业人员根据现场情况制定可行的解决措施。施工作业中督促施工人员将基层清理干净，避免基层有油污与尘土，施工期间不得偷工减料，应合理利用材料。因为碳纤维片为导电材料，为提高施工作业安全性，该材料必须远离电气设备、电源。

结束语

房屋建筑工程中混凝土结构在长期使用中性能逐步降低，难以达到结构安全要求。为着力解决这一问题，混凝土结构的加固施工十分关键，相关人员在当下及未来都需要结合混凝土结构情况，合理应用并创新加固技术。

参考文献

- [1] 孙哲, 雷勇, 陈星星, 罗成. 机场航站楼改造工程中的混凝土结构加固技术[J]. 建筑机械化, 2022, 43(12): 42-44.
- [2] 周永超. 房屋建筑混凝土结构加固施工技术研究[J]. 工程建设与设计, 2022, (23): 208-210.
- [3] 洪涛. 浅析房屋建筑混凝土结构工程加固施工技术[J]. 砖瓦, 2022, (09): 137-139.
- [4] 赵国涛. 钢筋混凝土结构粘钢加固施工技术研究及工程应用探析[J]. 冶金与材料, 2022, 42(03): 47-49.
- [5] 毛治泊. 钢筋混凝土建筑结构加固改造技术在工程中的应用[J]. 住宅与房地产, 2022, (10): 199-201.