

大跨度后张法有粘结预应力钢筋混凝土框架梁施工研究

王威威¹ 王晓磊¹ 万法全² 王刘煜²

1 中国建筑第七工程局有限公司 河南郑州 450000; 2 周口市政府投资项目代建中心 河南周口 466000

DOI: 10.12238/ems.v7i4.12617

[摘 要] 随着现代技术的持续优化，对建筑施工提出更高的要求，尤其承载力与空间利用情况，建筑行业给予足够的重视。而后张法有粘结预应力技术，因具有可提升构件承载能力、节省预应力材料及简化施工工艺等优势，被广泛用于多种建筑施工，如大型商业楼宇、现代高铁火车站房及大空间住宅建设等。基于此，本文从技术概述出发，探讨该技术的具体实施过程，结合实例分析，综合讨论大跨度后张法有粘结预应力混凝土框架梁施工优势，以期对相关施工工程提供借鉴。

[关键词] 大跨度；张法有粘结；预应力钢筋；混凝土框架梁；施工过程

当前，土木工程施工领域中，随着施工工艺的发展，对其自身的承载力及对场地使用提出更高的要求。大跨度后预应力混凝土构架是建筑结构的主要承重构件，其构造工艺对结构的安全与经济有直接影响。而后张法有粘结预应力混凝土梁作为新型的施工技术，其具备高强度、低成本等优势，进而被不同建筑项目广泛应用。文章针对大跨度后张法有粘结预应力混凝土梁构架施工全过程进行系统研究，旨在为此项新技术的应用提供实践指导。

一、技术概述

后张法有粘结预应力技术，即在混凝土结构中预先设置孔道，在混凝土强度达 75%或更高的情况下，采用张拉锚杆进行张拉的施工工艺。这种技术通过对钢筋进行张拉，在其内部形成预压力，进而改善其承载能力及抗开裂能力。后张法预应力混凝土框架具备截面小、重量轻、抗裂性好、耐久性好等优势，适用于各种大空间及大跨度相关的建筑项目，比如大跨度混凝土梁、大悬臂梁等混凝土构件。

二、跨度后张法有粘结预应力钢筋混凝土框架梁施工技术应用过程

(一) 原料制备

1. 预应力筋：预应力筋是后张法有粘结预应力施工的重要环节，其施工质量将影响到桥梁整体的稳定性与耐久性能。在材料选择上，既要按照现行规范要求，又要对其外观质量、尺寸精度、机械特性等进行严密检查^[1]。尤其是选取直径达到 15.24mm，极限强度高达 1860MPa 的低松弛预应力钢绞线，更需要保证更高延展性、抗疲劳及抗腐蚀能力。

2. 锚固和固定设备：锚固件作为桥梁的关键构件，其工作可靠、稳定，直接关系到张拉结果及整体结构的安全性。研究选用 QM15 型夹片锚具，其结构简单，使用方便，锚固效果可靠。锚具和卡具的装配，要严格执行《混凝土结构工程施工及验收规范》的有关规定，如锚具装配、预紧力的施加和夹片的安放次序，保证锚具的预张力能被平均地传输，防止由于应力集中而造成锚具的断裂或预应力筋的滑移。

3. 灌浆材料：注浆材料的选用与制备直接关系到预应力钢筋与混凝土的结合性能，也关乎整体结构的耐久性。研究选择高强度、稳定性能好的普通硅酸盐水泥作为注浆原料，并在注浆中掺入高性能早强剂、微型膨胀剂以提高其综合性能。采用高性能早强超塑化剂可明显改善注浆物料的流动性

能及早龄期强度，从而使注浆顺利进行，并加快注浆速度。同时通过引入微膨胀剂，使注浆料在固化时发生体积较小的体积收缩，可有效填补钢筋和混凝土间的细小间隙，增加界面结合强度，改善结构的综合力学性能^[2]。在注浆原料的制备及应用中，应严格控制水灰比、搅拌时间、搅拌速率等各项指标，保证注浆的各项指标达到设计指标（如表 1）。

表 1 注浆原料参数参考

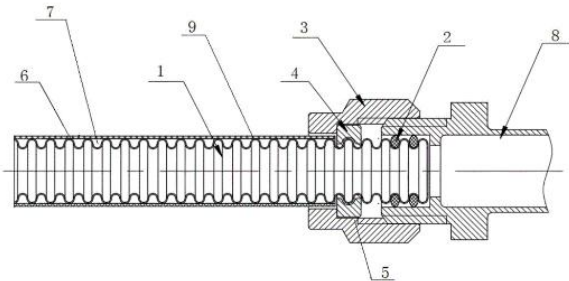
参数名称	推荐范围	备注
水灰比	0.35 - 0.45	根据具体注浆材料性能调整
搅拌时间（分钟）	5 - 10	搅拌时间应足够长
搅拌速率（转/分钟）	60 - 120	搅拌速率应适中

(二) 预应力筋下料与穿束

1. 预应力筋下料：要准确计算出预应力钢筋下料长度，其计算公式是： $L=L_{设}+L_{张}+L_{弹}+L_{余}$ ，这里 $L_{设}$ 是设计的直线，需要按照建筑图进行准确测量； $L_{张}$ 是张拉端伸出部分的预留长度，为保证张拉时留有充分的作业余地，一般不小于 150mm； $L_{弹}$ 是由预应力钢筋的力学性能及张拉应力的数值来确定的，一般取其总长度的 0.2%-0.5%； $L_{余}$ 是考虑到施工误差和锚固装置尺寸等的影响，通常保留±50mm。下料采用高精密锯条，确保垂直度不大于±1mm，切面平整，没有任何的锯齿。

预张力钢筋按照规格和型号分类堆放，堆放的层数不得多于三个，层间应加软质木板或橡皮衬垫，以免出现划伤。为防止预应力钢筋的锈蚀或降低其使用寿命，需采取有效措施，确保仓库内的空气湿度不超过 60%。

图 1 波纹管铺设示意图



2. 波纹管铺设与固定：波纹管的裁断必须采用专门的切

断刀具，保证管口的开口处没有毛刺，切断长度偏差不得超过 5mm。当使用配对的管件时，要在接合点上涂上特殊的密封剂，以保证接合严密，不漏水。各节管道接好后，要做通风试验，确保管内畅通（如图 1）。

安装波纹管前，要按照设计图在钢筋骨架上画好预应力筋的曲线。在敷设过程中，波纹管必须与钢筋框架紧密接触，并沿着设计的曲线平顺排列，最大允许误差在±10mm 以内。支架由 φ12mm 的钢筋制成，间隔为 800mm-1000mm，保证在浇筑时不会出现位移和变形。

3. 预应力钢筋穿束：穿束前，必须重新检测波纹管，并应用高压气体对管子进行吹扫，保证没有杂物和积水。并对预应力筋的末端进行检测，确定其末端的直线度，没有任何的弯折和破损，如有需要可以进行修正处理^[3]。安装完毕后，利用专用的检测仪器对预应力钢筋进行定位，其定位误差不大于 5mm。

（三）混凝土浇筑和养护

1. 浇筑：浇筑混凝土之前，应对模板、钢筋、预埋件等进行检验，以保证满足设计的需要。采用分层浇注、振捣密实，防止出现漏振和超振现象。在混凝土浇筑时，要对波纹管及预应力钢筋进行保护，防止损伤。

2. 养护：浇筑后要立即进行养护，养护过程中，要注意保护好混凝土的表层，防止混凝土发生干裂。其养护周期按混凝土的强度发展及设计的需要而定，通常为 14 天。

（四）预应力筋张拉和锚固

1. 张拉准备：在张拉工作正式启动前，需对其进行强度检验，使其满足设计强度 75%，并且不小于 C35 级，才能使其具备抵御预张力的能力。另外，张拉装置（如千斤顶、压力表等）必须由专门的检测机构进行校验，其偏差不得超过 2%，保证张拉力准确可靠。施工中，对预应力钢筋进行表面质量检验，确保钢筋表面无裂缝、无腐蚀、无其他不良现象，尺寸误差不得大于设计要求的 0.5mm（如表 2）。

表 2 张拉准备相关参数参考

项目	参考数值
预应力筋强度检验	设计强度的 75%，且不小于 C35 级
张拉装置校验	偏差不得超过 2%
预应力钢筋表面质量检验	无裂缝、无腐蚀、无其他不良现象
预应力钢筋尺寸误差	不得大于设计要求的 0.5mm

2. 张拉顺序：施工过程中，必须严格遵循施工方案张拉顺序。在没有确定施工次序情况下，按“分批、分阶段、对称张拉”的方法进行施工。针对大跨度的框架梁，为了降低徐变效应，可以采用连续张拉方式，每次张拉次数不能多于全部预应力筋根数的 30%，并且在连续两次张拉间隔至少 24 h。张拉速率要以不大于设计张拉力的 10%/min 为宜，以防止因过早张拉造成的预应力损耗和结构破坏。

3. 张拉控制应力：正常情况下，控制应力应该设置为该预应力钢筋的最大承载力的 70%-75%，并通过计算决定。比如：当 φ15.2mm 的钢筋达到 1860MPa 极限强度时，该控制应力可以设置在 1302MPa-1395MPa 的范围内^[4]。张拉时，需要采用高精度的变形传感器对预应力钢筋的延伸进行监控，并

将其与理论分析结果进行对比，保证预应力钢筋受力状况满足设计需求。

4. 锚固：使用 M15、M20 等规格的符合国家标准的专业锚具及夹具，以保证其抗拉强度，锚固率不小于 95%。在锚固前，先将预应力筋端及锚固内部的杂物清除干净，然后在锚固上涂抹树脂或牛油，以增强摩擦力。在锚固过程中，要将张拉缓放，以保证张拉顺直，并注意锚碇无松脱或不正常的声音，以保证锚固的稳定。在锚索锚固完毕后，还要再次检测锚索是否有滑脱和断裂现象，才能继续下一道施工。

（五）孔道注浆和锚固件

1. 孔道注浆：后张法有粘结预应力混凝土框架梁中，孔道注浆是关键技术。注浆前，必须将孔道清理干净，保证孔中没有任何杂质，也没有多余的水分。注浆必须采用特殊的注浆泵，并按水泥浆液配比进行配制。注浆必须均匀连续，不能间断、不可漏注。注浆结束后，要对注浆的质量进行检验，以保证注浆的密实、充实。

2 封锚：注浆结束后，要立即对其进行封锚。封锚时，要将锚固装置及孔道端部封紧，以避免水泥浆漏出或渗入。在施工结束后，要检验锚固的质量，以保证其满足设计的需要。

三、案例分析

以某工程餐厅及文体中心楼为例，建筑总面积 7993.32 平方米。建筑共 4 层，其中第三层为夹层，第四层 2893.8 平方米，夹层中间部位自三层至四层贯通，为高大空间，功能为室内运动场地，面积为 1754 平方米。第四层（屋面层）共计 18 道大跨度框架梁，其中 9 道梁截面尺寸为 600mm（500mm）x1150mm，跨度为 16.8 米，9 道梁截面尺寸为 600mm（500mm）x1600mm，跨度为 25.5 米，均采用后张法有粘结预应力混凝土技术。在实际工程施工中，严格遵循以上工艺要求，保证工程的质量与安全。通过对预应力钢筋的张拉试验，发现其预拉伸强度和延伸率以及孔内注浆的质量都满足设计的需要。本项目的顺利开展，为大跨度后张法有粘结预应力钢筋混凝土框架梁的建造技术提供有力依据。

四、结论

综上，大跨度后张法有粘结预应力混凝土框架梁的施工技术具有显著优势，进而在各大建筑行业得到推广使用。研究针对该技术的实现步骤和主要过程进行详细分析，以期为相同工程实践提供指导。未来建筑行业中，该技术应该得到更多的推广与运用，从而达到更好的施工效果和良好的经济效益。相信随着技术的持续发展，后张法有粘结预应力技术将会得到持续改进与革新，从而更好满足更高的工程需求。

【参考文献】

[1]王秋志. 超高跨度钢筋混凝土框架结构厂房施工技术分析[J]. 散装水泥, 2024, (05): 62-64.

[2]陈荣景. 基于 BIM 技术的钢筋混凝土框架结构施工质量控制研究[J]. 中国水泥, 2024, (10): 112-114.

[3]魏龙杰. 建筑工程钢筋混凝土框架结构施工技术及应用研究[J]. 江西建材, 2024, (09): 395-397.

[4]刀勇. 建筑工程钢筋混凝土框架结构施工技术研究[J]. 建材发展导向, 2024, 22 (11): 71-74.