

# PC结构钢筋套筒灌浆施工质量控制方法

康明臣

上海百通项目管理咨询有限公司 上海 200120

**摘要：**本文聚焦于PC结构钢筋套筒灌浆施工的质量控制，系统性地探讨了施工准备阶段的细节要求、材料控制的关键指标、施工过程控制的严谨步骤，并针对施工过程中可能出现的常见问题，提出了有效的解决策略。本文旨在为PC结构钢筋套筒灌浆施工构建一套全面的质量控制体系，从而确保施工操作的规范性、材料使用的合理性以及结构安全的可靠性，为建筑业的高质量发展贡献力量。

**关键词：**PC结构；套筒灌浆；施工质量控制；材料控制；过程控制

**引言：**近年来，建筑业蓬勃发展，PC结构（预制混凝土结构）凭借其高效、环保的优势，其使用范围越来越广泛。作为PC结构中的核心连接技术，套筒灌浆连接的施工质量对整体结构的稳定性和安全性具有决定性影响。鉴于其重要性，对PC结构钢筋套筒灌浆施工实施严格的质量控制，确保连接部位的稳固与安全，已成为当前建筑领域亟待解决的关键问题。本文将对此进行深入探讨，以期对相关实践提供有益参考。

## 1 PC结构钢筋套筒灌浆施工的特点

### 1.1 施工效率高

PC结构钢筋套筒灌浆施工采用预制套筒和现浇灌浆料的方式，大大缩短了施工周期。预制套筒的标准化生产确保了施工现场的快速组装，而灌浆料的快速硬化特性则进一步缩短了等待时间。这种高效的施工方式不仅提高了工程进度，还有效降低了劳动成本。

### 1.2 连接质量可靠

套筒灌浆连接通过灌浆料的硬化实现钢筋与套筒的紧密连接，具有较高的抗拉强度和变形性能。这种连接方式确保了结构在受力时的稳定性和安全性<sup>[1]</sup>。特别是在地震多发地区，PC结构钢筋套筒灌浆连接因其良好的抗震性能而备受青睐。

### 1.3 适应性强

PC结构钢筋套筒灌浆施工具有较高的灵活性，可以根据不同的工程需求进行定制。无论是大型商业建筑还是小型住宅项目，都可以根据具体的设计要求选择合适的套筒规格和灌浆料类型。此外该技术还适用于各种复杂的结构形式，如剪力墙、框架柱等。

### 1.4 环保节能

灌浆料通常采用水泥基材料，无毒、无味、无污染，不燃，对环境及操作人员无伤害。这不仅符合现代建筑的绿色施工理念，还有助于减少施工过程中的废弃

物排放。同时PC结构钢筋套筒灌浆施工还可以有效减少现场湿作业，降低能耗和碳排放。

### 1.5 施工简便易行

虽然PC结构钢筋套筒灌浆施工需要一定的专业知识和技能，但总体来说，其施工过程相对简便易行。施工人员只需按照既定的操作流程进行搅拌、灌浆、养护等步骤，即可确保连接质量。此外，随着技术的不断进步和施工经验的积累，该技术的施工难度和成本正在逐渐降低。

### 1.6 经济效益显著

PC结构钢筋套筒灌浆施工不仅提高了施工效率和质量，还带来了显著的经济效益。一方面，预制套筒和现浇灌浆料的使用降低了材料成本；另一方面，高效的施工方式缩短了工期，减少了人工费用。此外，该技术还可以提高结构的耐久性和抗老化性能，降低后期的维护和修缮成本。

## 2 施工准备与材料控制

### 2.1 施工图纸审核

施工图纸审核是PC结构钢筋套筒灌浆施工的前提保障。（1）PC图纸深化阶段，深化设计团队需依据项目实情细化图纸，精确标注套筒位置、规格，并规划构件连接与安装顺序，确保设计与施工无缝对接。（2）设计交底环节，设计单位需向施工单位等详尽说明设计意图、技术要求及施工要点，特别是灌浆连接的设计原理、灌浆料选择等，以助施工人员精准执行设计要求。（3）图纸会审作为审核关键，需多方参与，重点核对套筒灌浆连接位置、数量及施工细节，确保图纸无误。（4）运用CAD、三维建模等现代技术辅助审核，模拟施工过程，预判潜在问题。（5）各方需充分沟通，确保图纸理解一致，为后续施工奠定坚实基础。此过程旨在保障施工图纸的精准无误，推动施工过程顺利进行，确保连接部位

性能达标。

## 2.2 施工设备和材料准备

施工设备和材料的精心准备是套筒灌浆施工成功的基础。关键设备如(1)灌浆泵,需具备稳定可靠的性能,其工作压力、流量及耐用性直接关乎灌浆效果与连接强度。(2)搅拌机同样重要,其搅拌效率和均匀性直接影响灌浆料的性能,因此在选择时需关注搅拌能力、叶片设计及搅拌桶材质。(3)套筒作为连接预制构件的核心部件,其材质、壁厚、螺纹设计及表面处理均需严格把控,以确保连接强度和耐久性<sup>[2]</sup>。(4)灌浆料作为“粘合剂”,其流动性、强度、微膨胀性、泌水率及固化时间等指标至关重要,直接影响连接部位的各项性能。(5)钢筋作为结构支撑,其规格、型号、表面状态及力学性能均应符合设计要求。此外,饱满度监测仪的配备也不可或缺,它能实时监测灌浆过程,确保灌浆饱满,避免连接质量问题。综上全面而细致的施工设备和材料准备,是保障套筒灌浆施工质量的关键。

## 2.3 材料控制:灌浆料的质量

灌浆料的质量控制是套筒灌浆施工的重中之重。

(1)灌浆料的选择需严格遵循设计要求及相关标准,综合考虑其流动性、强度、微膨胀性、泌水率等关键指标,以及与套筒、钢筋的相容性,确保连接稳固。(2)灌浆料的检验验收须按标准执行,进场前全面检测各项指标,使用中定期抽样复查,确保质量无忧。(3)储存时,灌浆料应置于干燥通风、防雨防晒的环境中,避免变质。(4)使用时严查有效期,按说明书规范搅拌、灌注,充分发挥其性能。同时加强灌浆料使用过程的监管,确保用量、搅拌时间、灌注压力等参数精准无误。这一系列的质量控制措施,旨在确保灌浆料品质卓越,为套筒灌浆连接的强度和稳定性提供坚实保障,进而提升整体施工质量。

## 3 施工过程中的质量控制

### 3.1 套筒安装与固定

安装前需严格检查套筒质量,确保无裂缝、砂眼等缺陷。安装时,依据设计图纸精准定位,将套筒放置于钢筋骨架相应位置。利用铁丝或钢筋与周边钢筋绑扎牢固,防止移位,对于重要部位的套筒,还可增加支撑固定。套筒预埋步骤如下:先在模板上标记出套筒位置,保证定位准确。墙、柱等竖向构件,在钢筋绑扎完成后,将套筒按标记位置插入,使其与钢筋可靠连接;在浇筑混凝土前,再次检查套筒位置和固定情况,如有偏差及时调整。浇筑过程中,振捣棒避免直接触碰套筒,防止其移位或变形。通过以上规范操作,能确保套筒安

装固定及预埋符合要求,为后续构件连接提供可靠基础,保障建筑结构的稳定性和安全性。

### 3.2 灌浆料搅拌与灌注

灌浆料的搅拌与灌注是套筒灌浆施工中的关键环节。灌浆料的均匀性和流动性直接影响到灌浆效果和连接部位的强度。因此在灌浆料的搅拌与灌注过程中,必须严格控制搅拌时间和搅拌速度,以及灌浆速度和压力<sup>[3]</sup>。在搅拌灌浆料前,应对搅拌机进行清理和检查,确保搅拌机内无杂物和残留物。还应检查灌浆料的包装和标识,确保其符合设计要求和相关标准。在搅拌过程中,应按要求控制搅拌时间和搅拌速度,确保灌浆料的均匀性和流动性。搅拌完成后,应对灌浆料进行取样检验,检查其流动性、强度和微膨胀等指标是否符合要求。在灌注过程中,应控制灌浆速度和压力,避免产生气泡和空洞。灌浆速度过快或压力过高都可能导致灌浆料中的气泡无法及时排出,从而形成空洞和缺陷。因此,在灌注过程中,应使用专用的灌浆泵和灌注管,控制灌浆速度和压力,确保灌浆料能够均匀、稳定地填充套筒和钢筋之间的空隙。同时还应加强灌浆过程中的监督和检查,及时发现并纠正可能存在的问题。

### 3.3 灌浆后养护

灌浆完成后的养护工作是确保灌浆料充分硬化和强度发展的关键。养护时间和养护条件直接影响到灌浆料的性能和连接部位的强度。因此在灌浆后养护过程中,必须严格控制养护时间和养护条件。还应定期对灌浆部位进行检查和维护,确保其处于良好的状态。为了确保灌浆后养护的质量,应加强施工过程中的监督和检查。施工单位应建立完善的养护管理制度和记录体系,明确养护人员的职责和任务。还应定期对养护工作进行检查和评估,及时发现并纠正可能存在的问题。对于养护不到位的灌浆部位,应及时进行补救措施,确保每一个灌浆部位都能够满足设计要求。

### 3.4 加强施工过程中的监督和检查

在施工过程中,除了上述的质量控制措施,还需特别加强监督和检查工作。确保关键施工环节如套筒安装、灌浆作业等均有专人现场监督,及时发现并处理潜在的质量隐患。同时应严格执行灌浆令制度,每次灌浆前需经过严格审批,确保所有准备工作就绪且符合灌浆条件。此外为追溯灌浆过程及效果,应要求施工单位记录并保存灌浆作业的影像资料,包括但不限于灌浆前的准备情况、灌浆过程中的操作细节及灌浆后的检查结果。这些影像资料将成为质量评估和问题追溯的重要依据。通过加强施工人员的培训教育,提升其质量意识和

操作技能,同时结合严格的监督和检查机制,共同确保套筒灌浆施工质量的稳定性和可靠性,为工程项目的整体质量奠定坚实基础。

#### 4 常见问题与对策

##### 4.1 灌浆不密实

灌浆不密实是套筒灌浆施工中常见的问题之一。这可能是由于灌浆过程中的振捣和排气工作不到位,导致灌浆料无法充分填充套筒和钢筋之间的间隙。为了解决这个问题,我们可以采取以下对策:(1)加强振捣:在灌浆过程中,使用合适的振捣设备对灌浆料进行振捣,以确保其充分流动并填充所有间隙。(2)优化排气:在灌浆料灌注前,确保套筒和钢筋之间的排气通道畅通无阻。在灌浆过程中,定期观察排气情况,及时调整灌浆速度和振捣力度。灌浆不密实除振捣和排气不足外,还可能与以下因素相关:(3)配合比不合理:灌浆料的配合比需精确设计,水灰比、骨料级配等不当均会影响灌浆密实度。(4)压力不足:灌浆时需施加足够压力,以克服灌浆料流动阻力,确保填充密实。压力不足会导致灌浆料难以深入细小间隙。(5)漏浆:灌浆前应检查灌浆管道及套筒密封性,防止漏浆导致灌浆不连续或不充分。(6)未保压:灌浆结束后需保持一定压力一段时间,以压实灌浆料,避免后期收缩导致空隙。针对上述问题,应综合施策,从配合比调整、压力控制、防漏浆措施及保压操作等多方面入手,确保灌浆密实度。

##### 4.2 灌浆料强度不足

灌浆不密实是套筒灌浆施工中的常见问题,其成因多样,需综合应对。除振捣和排气不足外,配合比不合理、压力不足、漏浆及未保压等也是关键原因<sup>[4]</sup>。为此,应加强灌浆料的配合比设计,确保水灰比、骨料级配等参数精准无误。同时灌浆时需施加适当压力,促进灌浆料深入填充。灌浆前务必检查灌浆管道及套筒密封性,避免漏浆现象。灌浆结束后,还需保持一定压力进行保压操作,以压实灌浆料,减少后期收缩空隙。通过综合施策,从多方面入手,可有效提升灌浆密实度,确保套筒灌浆连接的质量与可靠性。

##### 4.3 套筒堵塞

套筒堵塞是另一个常见问题,它可能导致灌浆料无法顺利灌入套筒内部,从而影响连接效果。这可能是由于套筒内部清洁不彻底、灌浆速度和压力控制不当导致

的。为了解决这个问题,我们可以采取以下对策:(1)清洁套筒:在灌浆前,仔细检查套筒内部是否清洁、无杂物。如有需要,使用合适的清洁工具进行清理。(2)控制灌浆速度和压力:在灌浆过程中,根据套筒的直径和长度以及灌浆料的性能,合理控制灌浆速度和压力,避免产生过大的冲击力导致套筒堵塞。

##### 4.4 其他问题

(1)预留钢筋偏位:施工前,应确保预留钢筋位置准确,避免偏位导致套筒无法正确对接。若发生偏位,应及时调整钢筋位置,必要时采用专用工具进行校正。(2)灌浆孔堵塞:灌浆孔是灌浆料进入套筒的关键通道,施工前需检查灌浆孔是否畅通无阻。灌浆过程中,如发现灌浆孔堵塞,应立即停止灌浆,清理堵塞物后再继续<sup>[5]</sup>。综上,解决套筒堵塞问题需从清洁套筒、控制灌浆参数、确保钢筋位置准确及保持灌浆孔畅通等多方面入手,确保灌浆施工顺利进行,保障连接质量。

#### 结语

PC结构钢筋套筒灌浆施工质量控制是确保结构安全、提高施工效率和降低维护成本的关键。通过加强施工准备、材料控制、施工过程控制以及常见问题与对策的应对,可以建立一套系统的质量控制体系。未来,随着建筑技术的不断进步和经验的积累,PC结构钢筋套筒灌浆施工质量控制方法将进一步完善和发展,为建筑业的可持续发展做出更大的贡献。

#### 参考文献

- [1]李涛,肖彬,李勇,等.方钢管灌浆连接节点轴压性能试验研究[J].西安建筑科技大学学报(自然科学版),2023,55(5):643-651.
- [2]仇蓓宇.装配式建筑套筒灌浆连接施工质量管控方法及其工程应用[J].建筑科技,2022,6(2):78-80,83.
- [3]赵建华,凌良建,万里,等.装配式混凝土结构钢筋套筒灌浆料强度试验研究[J].混凝土与水泥制品,2023(9):75-79.
- [4]陈礼婧.装配式建筑PC结构施工技术研究[J].住宅与房地产,2023,(05):235-237.
- [5]张瑞,陈建伟,吴山,等.套筒灌浆连接钢管混凝土叠合柱偏压性能试验研究[J].建筑结构学报,2023,44(增刊1):239-247.