

# 建筑桩基工程常见质量问题及防治措施探讨

邵进超

首钢京唐钢铁联合有限责任公司 河北 唐山 063200

**摘要:** 桩基工程作为建筑结构的重要组成部分,其质量直接关系到上部结构的安全与稳定。然而,受地质条件复杂性、施工工艺多样性、质量控制难度大等因素影响,桩基工程在施工过程中易出现桩位偏差、桩身完整性缺陷、承载力不足、钢筋笼制作安装偏差、混凝土灌注质量缺陷等常见问题。本文系统分析桩基工程常见质量问题的表现形式与成因,并从勘察设计、材料控制、施工工艺、过程监测、检测验收等环节提出针对性防治措施,以期提升桩基工程质量提供参考。

**关键词:** 桩基工程; 质量问题; 防治措施; 灌注桩; 质量控制

引言: 桩基工程属于地下隐蔽工程,具有一次性投入大、施工条件复杂、质量检测难度大、事后补救成本昂贵等特点。近年来,随着高层建筑、工业厂房及大型基础设施的快速发展,桩基工程规模不断扩大,施工技术日趋多样,但桩基质量事故仍时有发生。因此,深入剖析桩基工程常见质量问题的成因,探索科学有效的防治措施,对于保障建筑结构安全、控制工程风险具有重要的现实意义。

## 1 桩基工程概述

### 1.1 桩基工程的定义与分类

桩基工程是指采用桩体将上部结构荷载传递至深层稳定地层的工程基础形式。根据受力机理,桩基可分为摩擦桩、端承桩及摩擦端承桩;根据施工工艺,可分为预制桩(或沉入桩)和灌注桩两大类。预制桩包括混凝土预制桩、预应力混凝土管桩、钢管桩等,采用锤击、静压或振动方式沉入地层。灌注桩包括钻孔灌注桩、冲孔灌注桩、人工挖孔桩等,通过成孔后浇筑混凝土形成桩体。在工业厂房与民用建筑领域,灌注桩与预制桩的应用均较为广泛,其中灌注桩适用于地质条件复杂、桩径较大的场景,预制桩则适用于地层均匀、对施工速度要求较高的项目。不同类型的桩基具有不同的工艺特点与质量控制要点。

### 1.2 桩基工程质量控制的重要性

桩基工程承载着建筑物的全部荷载,其质量优劣直接决定结构的安全性与耐久性。桩基属于隐蔽工程,一旦施工完成,质量问题难以直观发现,且维修加固极为困难,往往需要采取补桩、托换或加固地基等措施,费用高昂且效果难以保证。根据行业经验,桩基质量事故的处理费用通常远超原桩基造价,工期延误亦显著增加。另外,桩基质量缺陷引发的结构沉降差异,可能导致上部结构开裂、

设备基础倾斜、使用功能受限等连锁问题<sup>[1]</sup>。因此,桩基工程的质量控制必须贯穿勘察、设计、施工、检测全过程,建立系统化、精细化的管控体系。

## 2 建筑桩基工程常见质量问题分析

### 2.1 桩位偏差问题

桩位偏差是指桩体中心与设计坐标的空间错位超出规范允许范围,GB 50202对不同桩型的偏差限值约为50mm至150mm。导致偏差的因素多样:测量放线累积误差是首要诱因,虽GPS定位已降低偏差概率,但仍受仪器校准、信号遮挡影响;施工机械就位精度不足、成孔中钻机移位、导向装置失效等亦不容忽视;地层非均质性使软硬界面处钻孔易偏斜;预制桩施工中桩身垂直度失控、桩架倾斜、穿越硬夹层受力失衡均可引发偏位。地下障碍物如原有基础、管线、孤石等,会使桩体被迫绕避偏移,甚至改移桩位。偏差过大会导致桩身偏心受力、承台连接困难、桩间相互挤压,削弱群桩整体承载效能。

### 2.2 桩身完整性缺陷

桩身完整性问题表现为断桩、缩颈、夹泥、离析、空洞、蜂窝等形态。灌注桩方面,混凝土配合比不当导致和易性下降是基础诱因;导管理深控制失误或提升过快可引发断桩;孔壁坍塌或泥皮过厚易造成缩颈;清孔不彻底使沉渣形成夹层;灌注中断超初凝时间产生施工缝;离析导致强度分布不均。预制桩方面,完整性问题多为桩身裂纹、局部破损、接头脱开,根源涉及运输堆放磕碰损伤、沉桩锤击能量超限、出厂质量缺陷、焊接工艺不达标。工业厂房施工中预制桩运输距离长,磕碰损伤尤为突出,需在进场验收环节重点把关。

### 2.3 单桩承载力不足

单桩承载力不足表现为桩体实际承载能力低于设计

预期,无法可靠传递上部荷载,分为竖向与水平承载力不足。成因涉及多环节:勘察阶段地质资料失实、地层误判、参数偏差埋下隐患;设计阶段安全系数偏低、持力层判断失误使设计值偏离实际。施工过程是高发区:灌注桩方面,桩端未进入持力层或深度不足削弱端承,沉渣过厚使端承丧失,泥皮过厚或桩周土过度扰动降低侧摩阻,混凝土强度不达标或截面受损削弱自身承载;预制桩方面,停锤标准把控不严、过早停锤致桩端未达预定深度,桩身破损或接头缺陷亦削弱承载能力。此外,桩型或工艺与地质条件不匹配同样影响承载力稳定发挥<sup>[2]</sup>。

#### 2.4 钢筋笼制作与安装质量问题

钢筋笼制作与安装质量问题主要针对灌注桩。钢筋笼作为受力骨架,其制作安装精度决定桩身力学性能。质量问题包括:钢筋规格或数量不符设计要求;焊接接头质量欠佳,焊缝长度不足或未熔透;加强箍间距超标致骨架刚度下降;主筋间距不均,保护层厚度波动大;运输吊装中发生不可逆变形;灌注阶段出现上浮或下沉。其中保护层厚度偏差最为突出,过薄加速钢筋锈蚀,过厚削弱有效承载截面。钢筋笼上浮多发生于混凝土灌注阶段,混凝土上返冲击力将骨架向上托举,致桩顶锚固不足;下沉则与定位措施不可靠或混凝土冲击方向不当有关。

#### 2.5 混凝土灌注质量问题

混凝土灌注是灌注桩施工收官环节,对桩身品质起决定性作用。工程实践显示,灌注桩质量问题多因灌注过程管控疏漏,而非原材料质量把控,这是因为原材料进场检验制度成熟,而灌注过程受现场条件、操作水平、设备状态等多重可变因素影响,管控难度大。灌注阶段常见问题有:坍落度控制不当,过大离析、过小阻滞灌注;灌注间断形成冷缝;导管堵塞或埋深失衡,分别造成灌注中断、断桩或堵塞;桩顶超灌高度不足;混凝土强度低于设计等级;水下灌注初灌量不足致导管进水。其中导管埋深控制不当问题突出,混凝土强度不达标多与现场浇筑控制不严相关。

### 3 桩基工程质量问题的成因分析

#### 3.1 勘察设计维度

勘察设计环节存在的问题往往具有根源性,如勘察点分布过于稀疏、控制孔挖掘深度不够、土工试验数据不准确、地质分层出现偏差,这些都会造成设计所依赖的依据缺乏可靠性。桩型选用不合适、安全储备不够充分、对持力层的判断出现差错、构造措施不完善、施工要求表述模糊。在工业厂房与民用建筑项目中,地质条

件差异较大,若勘察阶段未能准确查明地层分布,将直接影响桩型选择与承载力设计。据相关统计,有相当一部分质量事故与勘察设计方面的因素存在直接联系。

#### 3.2 施工工艺维度

施工工艺把控不到位是引发质量问题的直接因素,在众多质量问题成因中占据较大比例。钻孔灌注桩施工过程中,成孔、清孔以及灌注这几个关键环节都容易出现典型问题;预制桩施工时,垂直度的把控、桩锤型号的选择、停锤标准的确定、接桩的质量以及障碍物的处理等方面,都极易出现偏差。这些工艺方面的缺陷会直接引发各类质量问题<sup>[3]</sup>。

#### 3.3 材料质量维度

材料质量作为工程质量的物质根基,在质量问题成因中也占据一定比重。就混凝土原材料而言,水泥、骨料、外加剂的质量,配合比的设定以及拌合物的控制等方面都潜藏着风险;对于钢筋材料,其强度、延性、焊接匹配性以及锈蚀情况等问题较为突出;在预制桩方面,强度、配筋、构件材质以及养护龄期等都需要严格把控。工业厂房项目中,预制桩用量较大,材料进场检验的全面性与规范性尤为重要。

#### 3.4 检测验收维度

检测验收是发现问题的最后关口。检测方法选择、检测数量、检测时机、结果判读、验收程序等方面存在疏漏,均可能导致缺陷未能及时识别与处置。对于灌注桩,低应变法、声波透射法是检测桩身完整性的常用手段;对于预制桩,高应变法可有效评估桩身完整性及承载力。极少数情况下,检测报告造假直接掩盖质量隐患。

### 4 桩基工程质量问题防治措施

#### 4.1 勘察设计阶段防治措施

勘察阶段应确保勘察点布置合理,对于地质条件复杂区域适当加密勘察点。控制性勘察孔深度应超过桩端持力层以下一定深度,确保持力层判断准确。土工试验应严格执行规范要求,确保参数取值可靠。勘察报告应明确各土层的力学参数、地下水位、不良地质条件等关键信息。设计阶段应根据勘察资料合理选择桩型、桩径、桩长,确保承载力安全系数符合规范要求。对于地层起伏较大的场地,应采用分区设计或变桩长设计。对桩端持力层应进行可靠性评价,必要时采用桩端后注浆等技术措施提高承载力。钢筋笼设计应满足构造要求,确保足够的刚度与耐久性。设计文件应明确施工控制标准,包括垂直度偏差、桩位偏差、沉渣厚度、泥浆性能指标、停锤标准等。

#### 4.2 施工过程质量控制措施

施工前要开展工艺性试桩，验证不同桩型（如钻孔灌注桩、预制桩、沉入桩等）施工工艺参数合理性。以钻孔灌注桩为例，成孔时控制钻进速度保孔壁稳定，护壁泥浆性能依地层动态调整，密度1.3 - 1.4g/cm<sup>3</sup>，黏度20 - 30s，含砂率 ≤ 6%。清孔分两次，成孔后和钢筋笼、导管下放后各一次，孔底沉渣厚度端承桩 ≤ 100mm、摩擦桩 ≤ 300mm。钢筋笼在专用平台制作，运输吊装防变形，安装设定位钢筋保护层厚度、防上浮。混凝土灌注是关键，首次设隔水栓，坍落度180mm - 220mm，导管做密封试验，首次灌注量保埋深 ≥ 1.0m，灌注中埋深2m - 6m，控制拔管速度，测量混凝土面高度算埋深后再拆管，严禁提离混凝土面，间隔 ≤ 30min且不超初凝时间，桩顶超灌0.5 - 1m。预制桩与沉入桩施工，着重控制垂直度、桩锤选型、停锤标准、接桩质量，严格按规范操作。

#### 4.3 材料质量控制措施

原材料进场应严格执行检验制度。水泥应查验强度、安定性等指标，严禁使用过期或受潮水泥。骨料应控制级配、含泥量、针片状含量等指标。混凝土配合比应经试验确定，并针对水下灌注工艺进行专门设计。钢筋应查验质保书并进行力学性能复验，焊接材料应与母

材匹配。预制桩进场应检查外观质量、尺寸偏差、混凝土强度等指标。桩身裂纹宽度不应大于0.2mm，严禁使用有明显破损或裂纹的桩节。预应力管桩应检查桩端板平整度、预应力筋锚固情况等<sup>[4]</sup>。

#### 4.4 检测验收质量控制措施

桩基检测应按照规范要求选择检测方法和检测数量。低应变法适用于桩身完整性普查，检测数量不宜少于总桩数的20%，且不少于10根。声波透射法适用于大直径灌注桩，应预埋声测管。静载试验是检验承载力的最可靠方法，检测数量不应少于总桩数的1%，且不少于3根。检测应在桩身混凝土达到设计强度后进行。检测结果应按照相关标准进行评判，对判定为Ⅲ类、Ⅳ类的桩应进行补强处理或返工。检测报告应真实、准确，对检测发现的问题应提出明确处理建议。桩基验收应组织勘察、设计、施工、监理、检测等单位共同参与，确保验收程序规范、结论可靠。

#### 4.5 常见质量问题防治要点汇总

下表汇总了桩基工程常见质量问题的表现形式、主要原因及防治措施要点：

质量问题类型	主要表现形式	主要原因	防治措施要点
桩位偏差	桩位偏移超限、群桩相互干扰	测量误差、钻机移位、地层不均	加强测量复核、确保设备稳定、采用导向装置
桩身完整性缺陷	断桩、缩颈、夹泥、离析、空洞	导管理深不当、塌孔、清孔不净、灌注中断	控制导管理深、优化泥浆性能、保证连续灌注
承载力不足	沉降过大、桩顶位移、结构倾斜	持力层判断失误、沉渣过厚、桩长不足	准确判断持力层、控制沉渣厚度、确保有效桩长
钢筋笼质量问题	规格不符、焊接不良、上浮下沉	制作精度不足、安装定位不当、混凝土冲击	专用平台制作、可靠定位、防上浮措施
混凝土灌注质量问题	坍落度失控、导管堵塞、强度不足	配合比不当、灌注不连续、原材料不稳定	优化配合比、严格控制灌注工艺、加强材料检验

#### 结束语

桩基工程作为建筑工程的基础，其质量直接关系到结构安全与使用功能。桩位偏差、桩身完整性缺陷、承载力不足、钢筋笼安装质量及混凝土灌注质量等问题是桩基工程中较为常见的质量缺陷，其成因涉及勘察设计、施工工艺、材料控制、检测验收等多个环节。提升桩基工程质量，必须树立全过程管控理念，从勘察设计源头把关，强化施工过程控制，严格材料检验与检测验收。通过系统化、精细化的质量管控措施，可有效降低桩基质量问题发生率，为建筑工程安全奠定坚实基础。

#### 参考文献

- [1]侯汉虎.旋挖钻孔成桩施工技术在建筑桩基工程中的应用研究[J].城市开发, 2025(7):133-135.
- [2]黄灵其.旋挖灌注桩施工成桩质量控制研究[J].福建建筑,2025,322(4):63-67.
- [3]吴尧.建筑桩基工程施工的质量控制探讨[J].居业,2025(7):73-75.
- [4]曾清莲.公共建筑桩基工程施工技术要点[J].中国住宅设施, 2025(11): 173-175.