

面板厂房灌注桩施工技术与质量控制研究

汲志高

中国五冶集团有限公司, 四川 成都 610066

[摘要]随着平板显示产业向高世代线演进, 面板厂房呈现出超大跨度、重荷载、微振动敏感等特征, 对基础工程提出了严苛要求。灌注桩作为面板厂房广泛应用的基础形式, 其施工质量直接关系到上部设备运行安全与结构稳定性。针对桩孔坍塌、缩径、钢筋笼偏位、断桩及夹泥等常见质量问题进行分析, 并从工序控制、材料管理及检测验收等维度提出质量控制措施。灌注桩施工前应进行试成孔, 数量不宜少于 2 个, 通过试成孔验证施工工艺参数。结合工程实践, 从成孔、钢筋笼制作、混凝土灌注等关键工序入手, 构建全过程质量管控体系, 确保灌注桩成桩质量满足设计要求。

[关键词]面板厂房; 灌注桩; 施工技术; 质量控制

DOI: 10.33142/ec.v9i6.19826

中图分类号: TU473.14

文献标识码: A

Research on Construction Technology and Quality Control of Grouting Pile in Panel Factory Building

Ji Zhigao

China MCC5 Group Corp. Ltd., Chengdu, Sichuan, 610066, China

Abstract: With the evolution of the flat panel display industry towards the high generation line, panel factories exhibit characteristics such as ultra large spans, heavy loads, and sensitivity to micro vibrations, which pose strict requirements for foundation engineering. As a widely used foundation form in panel factory buildings, the construction quality of grouting piles directly affects the safety of upper equipment operation and structural stability. Analyze common quality problems such as pile hole collapse, diameter reduction, steel cage deviation, pile breakage, and mud inclusion, and propose quality control measures from the dimensions of process control, material management, and inspection and acceptance. Before the construction of grouting piles, trial holes should be drilled, with a minimum quantity of 2, to verify the construction process parameters. Based on engineering practice, starting from key processes such as drilling, steel cage production, and concrete pouring, a full process quality control system is established to ensure that the quality of grouting piles meets design requirements.

Keywords: panel factory building; grouting pile; construction technology; quality control

引言

面板厂房内布置了很多精密的生产设备, 工后沉降要控制在毫米级以内。灌注桩由于承载力大、适应性好, 是面板厂房基础工程中常用的方案。但是灌注桩属于隐蔽工程, 施工质量控制难度大。泥浆护壁法钻孔灌注桩施工工艺流程有场地平整、桩位放线、护筒埋设、成孔与泥浆循环、清孔、下钢筋笼、浇筑水下混凝土等工序, 每一个工序的施工质量都会对成桩效果产生直接的影响。因此, 对面板厂房灌注桩施工技术进行系统探究, 剖析常见的质量通病产生的原因机理, 给出切实可行的质量控制手段, 有着十分重要的工程实践意义。

1 面板厂房灌注桩施工概述

面板厂房具有超大跨度、重荷载和微振敏感的结构特点, 对基础工程有很高的要求。荷载上主厂房单柱荷载达 8000kN 以上, 远远大于普通工业建筑; 沉降控制上差异沉降要求 $\leq 0.1\%$, 工后沉降总量 $\leq 5\text{mm}$; 规模上单栋厂房桩基数量上千根, 且多桩施工对质量控制有系统性要求。灌注桩在面板厂房基础中使用较多, 主要优点有: 承载力大, 桩径 600mm~1000mm, 单桩承载力 $\geq 3000\text{kN}$, 无接桩; 地质适应性强, 可以采用旋挖、冲击等不同的成孔工艺; 施工振动小, 采用跳打方式控制群桩扰动。质量管理必须全程。施工准备阶段主要是对测量放线方案进行审

核,建立施工控制网,桩位偏差控制在规范范围内。成孔阶段控制孔深、孔径、垂直度和沉渣厚度,垂直度允许偏差1%,端承桩沉渣不大于50mm。钢筋笼制作及安装时,主筋间距偏移 $\pm 10\text{mm}$,长度偏移 $\pm 100\text{mm}$,用定位法保证保护层厚度。混凝土灌注时坍落度为90mm至150mm,采用导管法,导管埋深为2m至6m,保证连续灌注。

2 面板厂房灌注桩施工关键技术分析

2.1 施工准备与测量放样技术

施工准备为灌注桩质量控制打下了基础。场地平整和硬化处理是第一道工序,施工前要清除地表的杂物,对软弱地段采取换填或铺钢板的方式,保证桩机行走及作业的安全性。测量控制网的建立是保证桩位精度的基础,应根据建设单位提供的基准点建立场区平面控制网和高程控制网。桩基轴线应以基准线为准,水准点不少于2个,施工时每天检查一次轴线。桩位放样用全站仪或者经纬仪,放样后要复核,群桩桩位允许偏差 $\pm 100\text{mm}$,单排桩 $\pm 50\text{mm}$ 。护筒埋设是保证孔口稳定的工序,护筒内径比桩径大100mm~200mm,埋深不小于1.5m,护筒中心与桩位偏差不得大于50mm,护筒顶面应高出地下水位1.5m以上。

2.2 成孔、钢筋笼制作及混凝土灌注技术

成孔施工属于灌注桩质量把控的重要环节。面板厂房灌注桩一般用旋挖成孔或冲击成孔工艺。旋挖钻孔灌注桩主要对施工方案和施工注意事项进行了阐述,以达到控制项目质量的目的。成孔时要严格控制钻进速度和泥浆性能。钻进速度不能太快,在软弱土层中钻进,防止孔壁失稳坍塌。泥浆比重应根据地层情况动态调整,一般控制在1.15~1.25之间。清孔质量控制用二次换浆清孔法。在一次清孔之后,提出钻杆,测量孔深,抓紧时间安放钢筋笼和混凝土导管,用混凝土导管压入清浆,进行二次清孔^[1]。其目的是清除在安放钢筋笼、混凝土导管时产生的沉渣,清孔后检查泥浆比重在1.15~1.25之间,清孔后再检查沉渣厚度。成孔质量检验包含孔深、孔径、垂直度和沉渣厚度,各项指标要符合设计和规范的要求。钢筋笼制作应使用胎具成型,保证主筋间距、箍筋间距和笼体直线度。钢筋笼接长焊接保证钢筋搭接倍数,焊缝连续无气孔、夹渣、裂缝、焊瘤。钢筋笼吊装时应使用专用吊具,防止吊装变形。钢筋笼下放时要保持垂直,缓慢下放到设计标高,严禁强行下放或者旋转扭压。钢筋笼定位后应采取防浮措施,防止混凝土灌注过程中钢筋笼上浮。混凝土灌注是决定成桩质量的最后一道工序。水下浇注混凝土时,施工不当如导管下口离开混凝土面、混凝土浇注不连续时,桩身会出现断桩现象,混凝土搅拌不均、水灰比过大或导管漏水都

会造成混凝土离析。混凝土配合比应通过试验来确定,坍落度控制在180mm到220mm之间。导管底端距孔底距离为300mm~500mm。混凝土初灌量要保证导管埋深不小于1.0m。灌注过程中应连续进行,适时测量导管埋深,严禁将导管拔出混凝土面。

3 面板厂房灌注桩施工常见质量问题及成因分析

3.1 桩孔坍塌与缩径问题分析

桩孔坍塌、缩径都是灌注桩施工中出现频率较高的质量问题,两者都会使桩身截面变小,桩的侧摩阻力和竖向承载力降低^[2]。桩孔坍塌主要是指孔壁土体发生失稳滑落,造成孔径变大或者局部塌落。其原因可以归纳为以下几点:一是泥浆性能不好,泥浆比重配置不合理,地层松散或者呈流塑状态,孔壁不能直立而发生塌孔;二是泥浆液面高度不够,孔内静水压力不能很好地平衡土体侧压力;三是钻进速度过快,单位时间内对孔壁的扰动强度超过了土体的自稳能力;四是施工工具、钢筋笼碰撞孔壁,造成孔壁局部损伤。缩径是桩身某一段直径小于设计尺寸,一般出现在软土层或者软硬土层交界处。缩径的主要原因有钢筋笼设计太密,混凝土级配、流动性差造成桩身某处断面尺寸达不到设计要求;软土层在钻进过程中产生应力释放,孔壁向孔内挤压力增大;拔管速度过快,混凝土不能及时填满孔壁间隙。

3.2 钢筋笼偏位与上浮问题分析

钢筋笼偏位指的是钢筋笼在桩身中实际位置与设计位置的偏差,平面位置偏差、垂直度偏差或者保护层厚度不够均属于钢筋笼偏位。偏位的产生原因有测量放线误差、钢筋笼吊装定位不准、混凝土灌注时钢筋笼受力不均等。导管、钢筋笼占据一定的空间,再加上孔壁、钢筋的摩擦力,混凝土上升困难,容易造成断桩或者钢筋笼上浮。钢筋笼上浮指的是在混凝土灌注时,由于混凝土顶升力的作用,钢筋笼向上移动的现象。上浮的原因是混凝土从导管底端流出后向上涌起,在钢筋笼底部产生向上的顶升力。当混凝土的流动性、坍落度控制不好或者灌注速度过快的时候,顶升力会大于钢筋笼自重加上摩擦力的总和,造成钢筋笼上浮。混凝土上升困难,容易堵管,造成断桩或者钢筋笼上浮,在桩径小的灌注桩中尤其如此。

3.3 断桩、夹泥及桩身缺陷成因分析

断桩是灌注桩最严重的一种质量事故,即桩身混凝土在某处完全断开或者形成软弱夹层。断桩成因多种多样,混凝土浇筑时不小心将导管拔出混凝土面,或者因为堵管、停电等原因而采用拔管方法,或者在软土层中流砂挤入钢筋笼内,都会产生断裂面。另外,混凝土灌注不连续、导

管埋深过浅、混凝土初灌量不足等都会引起断桩。夹泥指的是桩身混凝土里掺入了泥浆或者土体,造成局部软弱。夹泥的原因有混凝土浇筑时出现坍孔、内挤,坍落和挤入的土体混入混凝土中;清孔不彻底,孔底沉渣没有清除干净;导管提升过程中把孔壁泥皮带入混凝土。孔底沉渣是桩身缺陷的又一重要表现形式。施工过程中没有按照有关规范要求清孔,清孔后没有及时浇筑混凝土,下钢筋笼时碰撞孔壁,混凝土初灌量过小,混凝土浇筑前出现坍孔,都会造成孔底沉渣超标。沉渣过厚会降低桩端的承载力,对于端承桩来说影响更大。

4 面板厂房灌注桩施工质量控制措施

4.1 施工过程关键工序质量控制

成孔工序质量控制要贯穿钻进的全部过程。灌注桩施工前应做试成孔工作,以了解地质情况、检验所用设备及施工工艺是否合格。如果测得孔径容易缩颈或者塌孔,沉渣过多,就采取相应的补救措施或者重新考虑成孔工艺,修改工艺操作方法。成孔时控制钻进速度,软弱地层中用慢速钻进。泥浆性能要定时检测,及时调节泥浆比重和粘度。钢筋笼制作及安装工序要实行全过程的质量控制。钢筋原材料进场应进行验收和复检,合格后方可使用。钢筋笼制作应使用定型胎具,主筋间距、箍筋间距和焊接质量应逐节检查。钢筋笼外侧设置预制的砂浆垫块来保证混凝土保护层厚度。钢筋笼吊装应平稳垂直,不得碰坏孔壁。混凝土灌注工序要进行旁站监理。检查混凝土初灌量是否满足导管埋深不小于1.0m的要求,导管埋深控制在2m~6m之间。灌注时应连续进行,间歇时间不能大于混凝土的初凝时间。混凝土充盈系数应控制在1.05~1.15之间,充盈系数过小会说明有缩径或者孔壁塌落的情况。

4.2 原材料与设备质量管理措施

原材料质量是保证灌注桩工程质量的前提。本工程施

工机械、设备进场后,承包人需向监理工程师报送进场设备报验单,进场设备的数量、型号完好率应满足施工组织设计的要求。钻机、吊车、混凝土输送设备等必须经过检查合格后才能使用。钢筋材料必须有出厂合格证和质量证明书,进场后按规范要求做力学性能复检。钢筋焊接接头试验方法标准JGJ/T 27-2001中规定,检测项目全部合格后才能用于工程^[3]。混凝土原材料有水泥、砂、石、外加剂等,必须使用质量稳定的供应商。混凝土配合比应通过试配确定,各项性能指标应满足设计及施工要求。灌注桩每浇筑50m³应留置一组混凝土强度试件,单桩不足50m³的桩每连续浇筑12h应留置一组混凝土强度试件。

4.3 桩基检测与质量验收控制措施

桩基检测是检验灌注桩施工质量的手段之一,检测项目分为桩身完整性检测和承载力检测两大类。桩身完整性检测可以采用低应变法、声波透射法或者钻芯法。灌注桩排桩用低应变法检测桩身完整性,检测桩数不应少于总桩数的20%,且不得少于5根。采用桩墙合一时,低应变法检测桩身完整性检测数量应为总桩数的100%;采用声波透射法检测的灌注桩排桩数量不应少于总桩数的10%,且不应少于3根。当根据低应变法或者声波透射法判定的桩身完整性为Ⅲ类、Ⅳ类时,应采用钻芯法进行验证。承载力检测应该以静载试验为基准方法。静载试验得到单桩极限承载力直观、可靠,可以作为动测结果是否准确的依据。静载试验数量不应少于总桩数的1%,不应少于3根。对一级建筑桩基或者地质情况复杂的工程,静载试验数量要适当增加。质量验收应全部检测工作完成后进行。验收时要查验施工记录、检测报告及有关质量证明文件。桩基分部工程施工完成并具备验收条件之后,组织各方面的人员对桩基工程进行验收。验收合格后才能进行后续的承台和上部结构施工。

表1 灌注桩施工质量检验标准

检查项目	允许偏差	检查方法
桩位(mm)	单排桩≤50,群桩≤100	全站仪或钢尺量
孔深(mm)	+300	测绳或钻杆长度
桩径(mm)	±50	井径仪或钢尺量
垂直度	≤1%	经纬仪或线锤测量
沉渣厚度(mm)	端承桩≤50,摩擦桩≤150	沉渣仪或测绳
钢筋笼主筋间距(mm)	±10	钢尺量
钢筋笼长度(mm)	±100	钢尺量
混凝土坍落度(mm)	90~150	坍落度仪
混凝土强度	不小于设计值	试块28d强度
桩身完整性	I、II类桩占比≥90%	低应变/声波透射

5 结语

面板厂房由于超大跨度、重荷载和微振动敏感的结构特点,给灌注桩施工质量提出比一般工业建筑更高的技术要求。从施工技术及质量控制系统的角度来讲,灌注桩工程质量不是由某一个环节的好坏决定的,而是成孔、钢筋笼制作、混凝土灌注等各个环节的质量状态共同作用的结果。造成桩基质量事故的主要原因有测量放线错误、单桩承载力不够、成桩中断、沉渣超厚、混凝土离析、桩身夹泥、断桩和灌注桩顶标高不足等几个方面。造成这些问题产生的原因主要是对于地质条件的复杂性认识不够、施工工艺参数控制不到位、过程检测和验收流于形式。因此建立施工准备、过程控制、检测验收全过程质量管理体系,才是保证面板厂房灌注桩工程质量的根本途径。在大型工业项目,尤其是面板厂房的建设过程中,灌注桩施工质量控制要以预防为主、过程控制和结果检测相结合为原则。

通过试成孔验证工艺参数,工序验收控制过程质量,用多元检测手段验证成桩效果,形成闭环的质量控制链条。只有这样,才能保证几千根桩的整体质量,给上部精密设备安全运行和厂房结构长期稳定提供可靠的基础。

[参考文献]

- [1]张娜,鄢翠,覃媛媛.旋挖钻孔灌注桩基础施工技术探析[J].江西建材,2023,12(4):302-303.
 - [2]陈耀勇.复杂地质层灌注桩钻孔技术及相关质量控制[J].珠江水运,2024,12(5):38-41.
 - [3]苟泽东,简正,杜海明,等.复杂岩溶地质条件下零沉渣桩基施工关键技术研究[J].施工技术(中英文),2023,52(13):60-64.
- 作者简介:汲志高(1991—),男,上海宝山人,工程师,辽宁科技大学土木工程专业毕业,现就职于中国五冶集团有限公司,从事施工管理工作。