

# 地铁车站主体结构与外挂附属结构连接处缺陷处理

李兴

北京城建设计发展集团股份有限公司

**摘要:** 钻孔灌注桩为常用的地铁车站基坑围护结构形式,受成桩定位精度及桩间挂网喷射混凝土基面不平整等因素的影响,在未架设侧向模板的情况下,车站主体与附属结构连接处的混凝土工程为工程质量缺陷易发区。本文对实际工程遇到的该类质量缺陷问题进行原因分析,提出处理措施及避免该类质量缺陷的建议。

**关键词:** 地铁车站;附属结构;混凝土;质量缺陷  
【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2023.16.057

## 一、工程概况

某地铁车站为地下两层双柱三跨箱型框架结构,车站顶板覆土厚度约为2.5~4.2m,采用明挖顺筑法施工,围护桩采用 $\phi 1000\text{mm}@1200\text{mm}$ 钻孔灌注桩,基坑长度为199m,基坑标准段宽度为21.7m,车站盾构井段宽27.2m,基坑深度约18.89~21.2m。该站附属结构共设置4个出入口、2组风亭、配套地下商业空间,其中地下商业空间沿车站南侧全长设置,车站主体在与配套地下商业空间连接处沿车站全长通过在车站主体侧墙处设置梁柱的方式预留接驳条件,附属均采用明挖法施工。

本工程所处地层自上而下分别为素填土层、粉质黏土层(可塑~硬塑)、中风化灰岩层(伴有岩溶发育,进行注浆处理),其中车站主体结构底板坐落于中风化灰岩层上,附属结构底板坐落于粉质黏土层上。

为满足交通疏解需求,本工程共分两期实施,其中一期施工车站主体结构,主体结构侧墙处预留附属结构接驳条件,二期施工附属结构。

## 二、工程质量缺陷与质量概述

一期施工的车站主体结构采用钻孔灌注桩作为基坑的围护结构形式,在进行车站主体负一层侧墙施工时,未对附属结构一侧围护桩进行模板安装,受成桩定位精度及桩间挂网喷射混凝土基面不平整的影响,导致该站附属结构施工时,原主体结构梁、柱和侧墙侵入附属结构或未侵入但钢筋保护层不足的情况,造成车站预留接口处、临附属结构一侧的混凝土结构外观质量差,且影响附属结构施工。其工程质量缺陷有如下特点:①面积大,附属结构沿车站南侧全长设置,涉及范围大;②影响严重,主体结构质量缺陷对表观质量影响很大,难以达到结构竣工验收标准,侵入附属部分需大量凿除,影响附属结构施工,影响工期。

根据现行规范<sup>[1]</sup>要求,在对现浇结构外观质量的验收时,采取检查缺陷,并对缺陷的性质和数量加以限制的方法进行,规范对现浇结构外观质量进行了划分,分为严重缺陷、一般缺陷;因过大的尺寸偏差可能会影响结构构件的受力性能、使用功能<sup>[2]</sup>,故现行规范同时对结构尺寸偏差也进行了规定。

为满足设计要求及验收条件,需对存在的质量缺陷进行处理,处理后除满足钢筋混凝土验收标准外,尚应满足运营期安全要求。

## 三、质量缺陷问题分析

### (一) 主体围护桩定位问题

钻孔灌注桩定位时,为避免桩侵入主体结构导致侵限而进行外放,但外放量过大,未考虑附属结构施工过程中会产生主体结构侵入问题;存在偏孔的情况,偏孔问题一般都是由于钻机的钻头位置不正,通常是由于某一位置的坚硬物质对钻头形成的偏移<sup>[3]</sup>,本工程地层部分岩面高起至基坑内,具有硬度大、岩面倾斜的特点,钻孔过程易偏孔;挂网喷射混凝土未对基面进行平整处理,导致围护桩及其临车站主体一侧基面沿车站纵向呈“蛇形”状。

### (二) 施工和管理问题

现场施工员对现场把控不严,主体负一层结构施工过程中对侧墙、边柱和边梁的模板安装时,未对接附属一侧的结构进行模板安装处理,导致混凝土浇筑时超量,超量灌注的混凝土侵入附属结构,围护桩定位偏差越大,侵入附属结构的混凝土量越大。

主体结构浇筑混凝土时未按编制的施工管理流程进行混凝土浇筑申请,缺少该处模板安装验收环节。

施工因素从本质上来说是一种人为因素,如果施工部门已经建立起切实良好的工程质量管理体系,能够及时纠正与规范、规程、设计要求不符的人为差错以及由于工作制度不严格、工作疏忽所造成的错误,那么可以最大限度地避免施工因素对结构耐久性的影响<sup>[4]</sup>。

### (三) 地质条件的影响

本工程地质情况复杂,为碎石黏土层、中风化灰岩层,灰岩层中还分布有大量溶洞,饱和抗压强度高达47~63Mpa,围护桩施工过程中由于特殊的地质情况导致桩身存在一定程度的偏位。

## 四、质量缺陷处理方案

### (一) 施工准备及工艺流程

1. 建立质量缺陷记录档案,对质量缺陷进行分类、现场标记,做好记录;
2. 准备齐全施工过程中所需的检测工具、处理工具;
3. 对操作施工人员进行施工技术、安全交底;
4. 对施工人员进行技术指导和检查监督工作;
5. 要求修补处的施工操作环境满足安全生产。

### (二) 修补工艺流程

1. 选用的修补材料,除满足结构正常使用的各项要求外,其本身的强度、耐久度、与老混凝土的黏结强度等,均不得低于原混凝土的标准;
2. 修补材料固化后,应保持与原混凝土相一致的外观;
3. 将不符合要求的混凝土凿除,清除松动碎块,残渣,凿成陡坡,彻底清除后,再用空压机吹洗干净;
4. 对错台的处理遵循“宁磨不补,多磨少补”的处理原则。如图1。

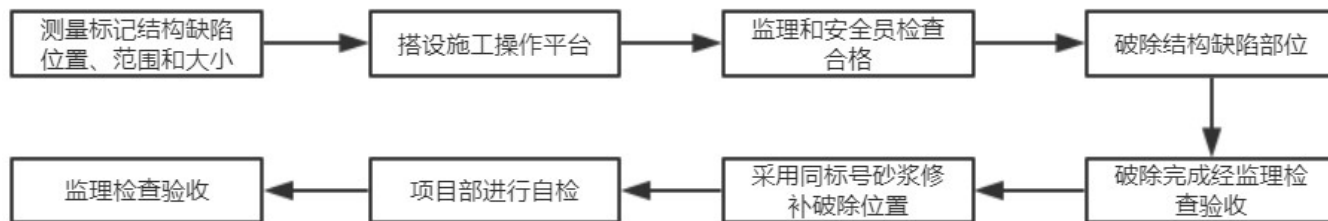


图1 质量缺陷处理工艺流程图

### (三) 具体处理措施

#### 1. 严重侵限部位

车站南侧纵向大面积与附属配套空间连接，该区域接口预留的梁、柱、侧墙存在大范围侵入附属结构的情况，若进行大面积凿除，将不可避免对原结构造成破坏，同时也对附属工期产生较大影响。经设计复核，在满足建筑功能基本不受影响的情况下，将附属配套空间的结构构件适当外移，减少主体结构预留的梁、柱侵限部位的混凝土凿除量。

#### 2. 缺陷边梁处理方法

对未侵入附属结构、但保护层厚度不足的情况，或轻微侵限需要剔除少量混凝土的情况，对基面进行凿毛后，采用细石混凝土进行找平，由于地铁空间具有人流量大等特点，大面积进行二次找平存在混凝土掉落的隐患，尚需采取防脱落措施。具体处理步骤如下：

(1) 对外露的有外观质量缺陷的梁底面放出梁宽标准边界线。

(2) 对超出梁宽轮廓处进行凿除，做到小锤细凿，避免过凿现象。

(3) 对凿除完成后的梁面采用1mm厚不锈钢铁皮覆盖，梁边角安装不锈钢角钢，并采用500mm间距两道膨胀螺钉固定。

对侵入附属结构较多情况，由于接口梁的保护层厚度偏大，长期使用可能引起开裂剥落，需进行处理，但因凿除量偏大且不利于成型结构保护，采取增加钢筋网并通过植筋方式锚固于原结构上的处理措施。具体处理步骤如下：

(1) 对缺陷部位进行凿毛处理，对局部侵限过大的地方进行平整；

(2) 增加梁宽5cm，对缺陷面植入一道E12@600钢筋（梁高>400mm增加一道）植入长度为10d，并在后浇附属顶板埋入吊筋E12@600钢筋（锚固35d）与植入钢筋相连，梁面悬挂C6@150×150钢筋网片。

(3) 对缺陷位置封模采用C35细石混凝土浇筑。

(4) 用砂纸或手砂轮适度打磨，使其平顺且色泽与原混凝土色泽相近。

#### 3. 缺陷柱、墙处理方法

(1) 首先对侵限的部位进行测量，确定厚度及面积；

(2) 对侵限处进行扫描，确定保护层厚度，与侵限厚度比较，判断是否有钢筋外露；

(3) 确定无钢筋外露后，对侵限处进行凿除，做到小锤细凿，避免过凿现象；

(4) 对修补处表面接洽面涂刷一层42.5R水泥浆进行界面涂刷处理，以使新旧混凝土能结合良好；

(5) 挂细密钢丝网，钢丝网通过植筋点焊方式挂于墙或柱上，采用1:2.5水泥砂浆抹面，施工完后用麻袋包密洒水养护；

(6) 用砂纸或手砂轮适度打磨，使其平顺且色泽与原混凝土色泽相近。

#### 4. 错台缺陷处理方法

对于凹凸错台的质量缺陷尽可能采用凿除、打磨等方法进行处理；当凹陷错台的质量缺陷较严重，采用凿除、打磨方法无法满足要求时，则对凹陷部位表面进行凿毛处理，并用比原混凝土设计强度等级高一级的细石混凝土或预缩砂浆进行填补。

#### 5. 蜂窝缺陷处理方法

(1) 为避免过度破坏原结构，应采用小锤细凿待修补部位的松散混凝土，凿除过程中避免损伤到钢筋，钢筋上粘连的松动混凝土亦需剔除；

(2) 采用毛刷对凿除面进行清理，清理后用高压水枪冲洗干净，清理后的基面应无松动石子及粉尘，待基面无明水后，采用纯水泥浆纵横各刷一遍；

(3) 支模并预留浇筑口及清理口，模板内杂物清理干净后封堵清理口；

(4) 为使新旧混凝土能结合良好，在基面处涂刷混凝土用界面剂；

(5) 采用比原设计混凝土强度高一级的C40微膨胀细石混凝土或C60高强灌浆料进行浇灌修复，并用小钢筋仔细插捣，确保灌注密实；

(6) 混凝土终凝后拆模，用麻袋包密洒水养护，避免新旧混凝土结合处开裂。

(7) 用砂纸或手砂轮适度打磨, 使其平顺且色泽与原混凝土色泽相近。

### 6. 麻面缺陷处理方法

(1) 过水表面出现的麻面, 先将麻面部位用钢丝刷加清水刷洗, 并使麻面部位充分湿润, 然后用水泥素浆或1: 2~1: 2.5的水泥砂浆抹平, 水泥浆或砂浆达到龄期强度后再用环氧基液涂刷两遍, 以保证修补部位有足够的耐磨度, 并防止水流对缺陷处产生空蚀现象, 待环氧基液基本凝固时用水泥素浆凝固后用砂纸适度打磨其表面, 以确保修补部位与原混凝土色泽相近;

(2) 非过水表面出现的麻面, 用钢丝刷加清水刷洗麻面处, 并使麻面部位充分湿润, 然后用水泥素浆或1: 2~1: 2.5的水泥砂浆抹平, 待水泥素浆凝固后用砂纸或手砂轮适度打磨, 使其平顺且色泽与原混凝土色泽相近。

### 7. 露筋缺陷处理方法

(1) 采用小锤细凿待修补部位的松散混凝土, 凿除过程中除尽量避免过度损坏原结构外, 还应避免损伤到钢筋, 钢筋上粘连的松动混凝土亦需剔除;

(2) 采用毛刷对凿除面进行清理, 清理后用高压水枪冲洗干净, 清理后的基面应无松动石子及粉尘, 待基面无明水后, 基面纵横各刷一遍纯水泥浆液;

(3) 在基面处涂刷混凝土用界面剂, 确保新旧混凝土有效结合;

(4) 薄抹一层厚度约10mm的1: 2.5水泥砂浆后, 采用略干硬性的、比原设计混凝土强度高一级的细石混凝土进行压实, 等待约30分钟后进行复压抹面, 后用麻袋包密洒水养护;

(5) 用砂纸或手砂轮适度打磨处理面, 使其平顺且色泽与原混凝土色泽相近。

### 8. 缺陷部位接水盒设置

本工程质量缺陷集中在车站主体与附属结构接口部位, 新旧混凝土连接处本身是防水薄弱环节, 加上质量缺陷具有涉及范围大、质量缺陷类型多、针对不同缺陷类型采用的处理方法多样化、缺陷所处地层含水等特点。此外, 缺陷部位位于人流量大的区域, 一旦出现渗漏将对地铁运营使用造成较大影响, 为避免不利影响发生, 缺陷部位全长设置不锈钢接水盒, 通过膨胀螺栓固定于顶板, 同时采用防水密封胶封堵接水盒与顶板之间的缝隙, 接水盒坡向下水点集中排入结构内设置的排水沟中。

### 9. 缺陷部位防水加强措施

因缺陷部位为防水薄弱环节, 迎土侧缺陷修复完

成后, 在满足原设计防水要求的基础上, 增设防水加强层, 防水加强层在接缝两侧过渡500mm。防水施工完成、混凝土强度达到覆土回填要求后, 尽快完成覆土回填, 避免暴露时间过长。

### (四) 检查验收

1. 对修补材料进行取样检查, 相同部位的取样次数不少于两次。

2. 检查处理基面是否达到设计要求。采用微膨胀水泥材料进行修补的, 在修补完成3天后, 用小锤轻击修补面, 声音清脆的为合格, 声音发哑的应凿除重新修补。

3. 对于灌浆处理的内部质量缺陷, 无损探伤检测时, 纵波速度要求大于4000m/s。钻孔取芯检查(测)的部位和数量由监理工程师确定, 至少进行两组检查, 且达到相应标准。

## 五、结语

车站主体与附属结构连接处的此类质量缺陷, 在质量缺陷处理中需耗费大量人力、物力, 对工期也有一定影响, 在施工过程中, 提出以下几点建议:

(1) 结合地层及自身工艺水平, 合理确定围护桩外放量, 加强定位精度的管控。钻孔桩大量打设前, 进行成桩试验, 以确定合理外放量等成桩参数。

(2) 桩间挂网喷射混凝土时, 使基面保持平整。

(3) 车站主体结构预留附属结构的接口部位, 必须设置侧模板, 重点验收后方可浇筑混凝土, 以保证接口部位平整。

(4) 一期围护桩破除过程中, 在破除接口连接部位的围护桩时, 注意成品保护, 避免因破除围护桩而造成的质量缺陷。

(5) 加强新旧混凝土连接面这一结构薄弱点、防水薄弱点处的施工质量管控, 包括界面处理、钢筋连接、混凝土振捣、防水施工等, 避免出现蜂窝、麻面的质量缺陷引起的结构渗漏水, 建议结构内侧接缝处增设接水盒, 同时外包防水进行加强。

### 参考文献

[1] GB 50204-2015, 混凝土结构工程施工质量验收规范[S].

[2] 张明轩. 混凝土结构工程施工质量调查研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2004.

[3] 李翰林. 地铁车站围护结构施工中的钻孔灌注桩施工技术[J]. 中国设备工程, 2020(08): 202-203.

[4] 黄炳德. 地铁结构耐久性影响因素及其寿命预测研究[D]. 上海: 同济大学, 2007.