

城市轨道交通工程质量通病防治指南

深圳市市政工程质量安全监督总站 主编

中国建筑工业出版社

城市轨道交通工程 质量通病防治指南

深圳市市政工程质量安全监督总站 主编



中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

城市轨道交通工程质量通病防治指南 / 深圳市市政工程质量安全
监督总站主编. — 北京: 中国建筑工业出版社, 2018. 9

ISBN 978-7-112-22477-7

I. ①城… II. ①深… III. ①城市轨道交通-铁路工程-工程质
量监督-指南 IV. ①U239.5-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 166087 号

责任编辑: 杜洁 李玲洁

责任校对: 芦欣甜

城市轨道交通工程质量通病防治指南

深圳市市政工程质量安全监督总站 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京海淀三里河路9号)

各地新华书店、建筑书店经销

北京建筑工业印刷厂制版

天津图文方嘉印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 17 $\frac{1}{4}$ 字数: 420千字

2018年8月第一版 2018年8月第一次印刷

定价: 168.00元

ISBN 978-7-112-22477-7

(32350)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

编 委 会

主 编：高 泉

副 主 编：申新亚

主 审：丁 锐 张宏伟 陈铁骑 李继超 马伟珊

编 委：朱奋发 李伟波 戴运祥 汪全信 李浩军

饶彩琴 于志敏 杜红劲 纵攀攀 高智伟

何 涌 孙成山 胡德华 刘永波 赵新杰

周建伟 黄 胜 刘仕亲 李金武 李建设

陈天平 柯昌喜 杜永军 段景川 胡卫国

任彦顺 张 涛 鄂嘉斌 陈永胜 黄鑫琢

刘 恒 高 星 肖云飞 张仓海 孔令超

王 雄 龙国俊 陈俭华 申天天 张晓磊

全先虎 隋 宇 赵 林 汪思海 王保锋

黄捷胜 宋越鹏 李雨函 鲍秀国 邝 磊

李子球 陈汉成 余祖坤 刘 彪 王宏飞

陈亚楠 马伟珊 邝伟健 罗文军 贾周锁

石红兵 杨炳维 刘 卜

主编单位：深圳市市政工程质量安全监督总站

参编单位：中电建南方建设投资有限公司

中铁南方投资集团有限公司

中铁建南方建设投资有限公司

中建南方投资有限公司

中国交通建设股份有限公司南方分公司

前 言

近年来，我国城市轨道交通工程建设飞速发展，建设规模、速度均超过其他国家，已成为世界上最大的轨道交通建设市场。因轨道交通工程建设环境复杂、施工工法多、技术难度大、危险程度高，所以轨道交通工程建设受到各级政府和广大市民的高度重视。同时，参建各方也在不断提高工程质量管理水平，但由于施工建设过程中多方面因素影响，工程质量通病屡见不鲜，并可能引发安全事故。因此，以工程质量提升行动为契机，在城市轨道交通领域推广质量通病防治技术具有重大意义。

城市轨道交通工程质量通病防治是一项相当复杂的系统性工程。一旦出现工程质量问题，将造成大量返工、整治工作，带来巨大经济损失，甚至引发安全事故，并给社会造成不良影响。所以，本书以深刻认识质量缺陷、发力质量提升、坚持质量效益为目的，着力提高质量管理水平。

本书共分8章，主要包括轨道交通工程中的车站、区间、附属结构的土建工程，轨道工程、建筑装饰工程、常规设备安装工程等，认真总结了既有轨道交通工程质量通病的成因和防治措施，结合图表分析说明，内容较全面，实用性强，可作为工具书在轨道交通工程建设中推广使用。

本书编制过程中得到深圳市住房和建设局、深圳市地铁集团有限公司的大力支持，参编单位中电建南方建设投资有限公司、中铁南方投资集团有限公司、中铁建南方建设投资有限公司、中建南方投资有限公司、中国交通建设股份有限公司南方分公司为本书编制工作付出了大量心血，本书经过了许多专家、学者审阅评审，提出了宝贵意见，在此对所有参编人员表示衷心感谢。

尽管付出了辛勤的汗水，但书中难免有不妥之处，恳请专家、同行批评指正。

目 录

第 1 章 明挖车站土建工程	1
1.1 基坑支护工程	1
1.2 防水工程	19
1.3 主体结构工程	30
1.4 砖砌体结构工程	58
第 2 章 盖挖车站土建工程	71
2.1 盖挖车站型钢柱（钢管柱）定位、垂直度偏差过大	71
2.2 盖挖车站梁、板外观质量差	72
2.3 盖挖车站侧墙外观质量差	74
2.4 盖挖车站梁柱板节点缺陷	75
2.5 侧墙上部水平接头处有空隙、裂缝	76
2.6 车站结构顶板、梁裂缝	77
2.7 侧墙竖向预留钢筋位置偏差过大	78
第 3 章 盾构工程	80
3.1 管片制作	80
3.2 盾构掘进与管片拼装	88
3.3 防水工程	104
第 4 章 区间暗挖隧道工程	111
4.1 隧道开挖与初期支护	111
4.2 隧道防水及二衬	126
第 5 章 区间高架工程	141
5.1 桥梁下部结构	141
5.2 桥梁上部结构	147
第 6 章 轨道工程	159
6.1 轨排组装	159
6.2 道岔	163
6.3 道床	167

6.4	钢轨焊接	181
6.5	碎石道床	183
第7章	建筑装饰工程	185
7.1	地面工程	185
7.2	抹灰工程	197
7.3	墙、柱饰面工程	199
7.4	顶棚工程	202
7.5	出入口装饰工程	206
7.6	门窗工程	210
7.7	细部工程	214
第8章	常规设备安装工程	221
8.1	电气工程	221
8.2	水系统工程	244
8.3	通风空调工程	257

第 1 章 明挖车站土建工程

1.1 基坑支护工程

1.1.1 槽壁坍塌


通病现象	在槽段成槽、下钢筋笼和浇筑混凝土时，槽段内局部孔坍塌，出现水位突然下降，孔口冒出细密的水泡，出土量增加，而不见进尺，钻机负荷显著增加等现象
规范标准及相关规定	•《地下铁道工程施工及验收规范》(2003年版) GB 50299—1999 4.4.3 挖槽过程中应观测槽壁变形、垂直度、泥浆液面高度，并应控制抓斗上下运行速度。如发现较严重坍塌时，应及时将机械设备提出，分析原因，妥善处理
原因分析	1. 遇竖向层理发育的软弱土层、流砂土层及块石杂填土层等不良地质；上软下硬地层冲桩过程中扰动过大，导致上部软弱地层坍塌。 2. 护壁泥浆性能指标（比重、黏度、含砂率等）不合理或成槽过程中补充清水，不能形成坚实可靠的护壁。 3. 地下水位过高，泥浆液面标高不够；由于漏浆，造成槽内泥浆液面降低。 4. 在松软砂层中挖槽，进尺过快，将槽壁扰动。 5. 成槽后搁置时间过长，未及时吊放钢筋笼浇筑混凝土，泥浆沉淀失去护壁作用。 6. 单元槽段过长，或地面附加荷载过大。 7. 钻杆垂直度偏差大或遇障碍偏轴使槽壁削成反坡
防治措施及通用做法	1. 在软弱土层或流砂土层中成槽施工，应提前进行槽壁地层加固。 2. 在竖向层理发育的软弱土层或流砂层成槽，应采取慢速成槽，适当加大泥浆密度，控制槽段内液面高于地下水位 0.5m 以上；成槽应根据土质情况选用合格泥浆，并通过试验确定泥浆密度，一般应不小于 $1.05\text{g}/\text{cm}^3$ 。 3. 槽段成槽后，及时下放钢筋笼并浇筑混凝土。 4. 单元槽段一般不大于 6m，不良地质地段应缩短槽段长度。 5. 严格控制钻机就位精度和钻杆垂直度。 6. 严重坍塌，要在槽内填入较好的黏土重新下钻；局部坍塌可加大泥浆密度；如发现大面积坍塌，用优质黏土（掺入 20% 水泥）回填至坍塌处以上 1~2m，待沉积密实后再进行成槽，回填后槽段应考虑槽壁加固和缩短槽段长度措施
工程质量缺陷照片	

图 1.1.1-1 槽壁坍塌混凝土超方

工程实例 照片	 <p style="text-align: center;">图 1.1.1-2 槽壁加固</p>
1.1.2 钢筋笼难以就位	
通病现象	由于槽壁变形或钢筋笼吊放时产生变形而造成钢筋笼难以放入槽内
规范标准及 相关规定	<p>•《地下铁道工程施工及验收规范》(2003年版) GB 50299—1999</p> <p>4.5.3 钢筋笼应在槽段接头清刷、清槽,换浆合格后及时吊放入槽内,并应对准槽段中心线缓慢沉入,不得强行入槽</p>
原因分析	<ol style="list-style-type: none"> 1. 施工中,未控制好槽段的垂直度和平整度,导致槽壁凹凸不平、弯曲或倾斜过大。 2. 钢筋笼的制作质量差,其外形尺寸不准确、误差较大。钢筋笼整体刚度不够,起吊点位置不对,吊放时产生变形;定位块或垫块过于凸出。 3. 清孔后泥浆指标不合格,沉渣厚度较大;会使钢筋笼下不到设计标高。 4. 成槽后,下道工序未及时跟进,导致槽壁变形、缩孔
防治措施及 通用做法	<ol style="list-style-type: none"> 1. 成槽时要检查槽壁的垂直度和平整度,发现偏差过大及时予以纠正。如果槽壁凹凸不平、弯曲导致钢筋笼不能放入,应修整槽壁直至可以放入。 2. 下笼前采用探笼或超声波检测仪检查槽壁垂直度。 3. 严格按照设计图纸和有关规范控制钢筋笼的外形尺寸,其长、宽应比槽体小100~120mm;钢筋笼接长时,上、下段应保持垂直且对齐。为防止钢筋笼上浮,可在导墙中设置锚固点,固定钢筋笼。 4. 加大钢筋笼整体刚度,防止吊装时塑性变形过大。 5. 施工异型槽段时,应严格控制单元槽段的成槽角度和钢筋笼制作的角度,如果两者偏差较大,不能进行钢筋笼吊装作业。 6. 清除槽底沉渣应测量其厚度,保证沉渣厚度不超出设计及规范要求。 7. 钢筋笼沉放就位后应及时灌注混凝土,并不应超过4h
工程质量 缺陷照片	 <p style="text-align: center;">图 1.1.2-1 钢筋笼卡笼</p>

工程实例照片		
	图 1.1.2-2 钢筋笼验收	图 1.1.2-3 超声波槽壁检测



1.1.3 地下连续墙露筋

通病现象	基坑土方开挖后，地下连续墙大面积或局部露筋	
规范标准及相关规定	<p>•《地下铁道工程施工及验收规范》(2003年版) GB 50299—1999</p> <p>4.9.2 基坑开挖后应进行地下连续墙验收，并符合下列规定：</p> <p>1 混凝土抗压强度和抗渗压力应符合要求，墙面无露筋、露石和夹泥现象</p>	
原因分析	<p>1. 施工槽段开挖成槽的直线性不好，槽壁的垂直度不高，壁面凸向坑外。</p> <p>2. 钢筋笼保护层垫块的布置数量及厚度不足，钢筋笼对槽壁有侧向压力时，保护层垫块被压入槽壁土体之中，失去应有的作用。</p> <p>3. 钢筋笼入槽下放时没有居中或不垂直。</p> <p>4. 吊装好钢筋笼后未能及时浇筑混凝土，导致缩孔</p>	
防治措施及通用做法	<p>1. 成槽后，用探孔器进行探孔，如有不符合规定要求时，及时修槽，保证地下墙成槽有良好的直线性与垂直度。</p> <p>2. 在钢筋笼布置足够数量的保护层垫块，遇到软弱的淤泥质土层时，钢筋笼上保护层垫块要适当加密，增加其与槽壁的接触面积，防止保护层垫块嵌入槽壁土体之中。</p> <p>3. 钢筋笼入槽后，如果不能保持自然垂直状态，应通过调整吊点位置，使钢筋笼呈自然垂直状态。</p> <p>4. 吊放钢筋笼时，如果钢筋笼下放受阻，不得强行插入槽内，以防槽壁发生坍塌。</p> <p>5. 钢筋笼沉放就位后应及时灌注混凝土，并不应超过 4h</p>	
工程质量缺陷照片		
	图 1.1.3-1 连续墙漏筋	

工程实例
照片

图 1.1.3-2 连续墙外观良好

1.1.4 地下连续墙槽段接头渗水

通病现象	基坑开挖后，在槽段接头处出现渗水、漏水、涌水等现象
规范标准及相关规定	<ul style="list-style-type: none"> •《地下铁道工程施工及验收规范》(2003年版) GB 50299—1999 4.7.4 后继槽段开挖后，应对前槽段竖向接头进行清刷，清除附着土渣、泥浆等物
原因分析	<ol style="list-style-type: none"> 1. 成槽机成孔时，黏附在上一槽段混凝土接头面上的泥皮、泥渣及接头封堵时回填料未清理干净，在浇筑的混凝土槽段内形成泥土隔层。 2. 槽段内沉渣未清理干净，沉渣过厚。在混凝土浇筑时，部分沉渣会被浇筑的混凝土挤到墙段接头处和两根导管中间，墙段接缝处形成泥隔层导致地下墙该部位渗水。 3. 在浇筑一期槽段时形成了绕流，在二期槽段成槽时绕流部位处液压抓斗无法下沉，采用冲桩未冲干净绕流混凝土，造成槽段之间空隙大或夹砂
防治措施及通用做法	<ol style="list-style-type: none"> 1. 二期槽段成槽后，在清槽之前，利用刷壁器在槽内一期槽段的混凝土端头上下来回清刷，直至接头面清刷干净。 2. 做好槽底清渣工作，使沉渣厚度控制在规范允许范围内，防止泥渣挤入接头面及墙体中间，造成渗漏。 3. 在一期槽段成槽后，浇筑混凝土前在两侧接头背面槽坑内用蛇皮袋装土回填至导墙顶部，然后开始浇灌混凝土，以防产生绕流；在接头工字槽内贴泡沫板或在接头工字钢板外侧焊接铁皮防止混凝土绕流。 4. 富水地段施工时，在型钢接头预埋注浆管，后期注浆封闭接头。 5. 针对砂层富水地段，连续墙接头处在墙外侧采用旋喷桩或袖阀管注浆加固
工程质量缺陷照片	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>图 1.1.4-1 接缝夹砂夹泥</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>图 1.1.4-2 槽段接头涌水</p> </div> </div>

工程实例
照片

图 1.1.4-3 刷壁器

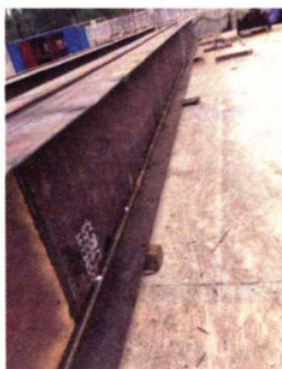


图 1.1.4-4 预埋注浆管



图 1.1.4-5 接头焊铁皮



1.1.5 地下连续墙出现夹层

通病现象	地下连续墙壁混凝土内存在局部或大面积泥夹层
规范标准及相关规定	<p>•《地下铁道工程施工及验收规范》(2003年版) GB 50299—1999</p> <p>4.9.2 基坑开挖后应进行地下连续墙验收,并符合下列规定:</p> <p>1 混凝土抗压强度和抗渗压力应符合设计要求,墙面无露筋、露石和夹泥现象</p>
原因分析	<ol style="list-style-type: none"> 1. 混凝土导管理入混凝土深度不足,浇筑混凝土时提管过快或测探错误,将导管提出混凝土面,致使泥浆混入混凝土内形成夹层。 2. 浇筑时导管摊铺面积不够,部分角落浇筑不到,被泥渣填充。 3. 导管接头不严密,泥浆渗入导管内。 4. 混凝土初灌量不足或初灌不同步,未能将泥浆与混凝土隔开。 5. 混凝土未连续浇筑或浇筑时间过长,首批混凝土初凝失去流动性,而继续浇筑的混凝土顶破顶层上升,与泥渣混合,导致在混凝土中央有泥渣,形成夹层。 6. 混凝土浇筑时局部塌孔,有大块泥渣未清理干净
防治措施及通用做法	<ol style="list-style-type: none"> 1. 经常测定混凝土面上升高度,并据此拔管,导管理入混凝土深度宜为1.5~3.0m,相邻两导管内混凝土高差应不大于0.5m。 2. 应根据槽段长度,设置足够数量的导管同时浇筑,导管水平布置距离应不大于3m,距槽段端部应不大于1.5m。 3. 导管接头应采用粗丝扣,设橡胶圈密封,混凝土浇筑前应试拼并进行密闭性试验。 4. 混凝土初灌量要足够充分,使其有一定的冲击量,能把泥浆从导管中排出,并与混凝土隔开。各导管储料斗内混凝土储量应保证开始灌注混凝土时埋管深度不小于500mm。 5. 混凝土浇筑应保持快速连续进行,因故中断灌注时间不得超过30min。 6. 一个槽段混凝土应一次连续浇筑完成,以防时间过长槽段塌孔



<p>工程质量缺陷照片</p>		
<p>图 1.1.5-1 地连墙露筋、夹泥</p>		
<p>工程实例照片</p>		
<p>图 1.1.5-2 地连墙浇筑</p>		<p>图 1.1.5-3 地连墙外观良好</p>

1.1.6 地下连续墙墙体鼓包

<p>通病现象</p>	<p>成槽施工过程中由于控制不当,导致槽壁局部坍塌,而坍塌的部位在地连墙浇筑时只能由混凝土来填充,基坑开挖后,地下连续墙表面出现不平整、局部鼓包现象</p>																									
<p>规范标准及相关规定</p>	<p>•《地下铁道工程施工及验收规范》(2003年版)GB 50299—1999 4.4.3 挖槽过程中应观测槽壁变形、垂直度、泥浆液面高度,并应控制抓斗上下运行速度。如发现较严重坍塌时,应及时将机械设备提出,分析原因,妥善处理。 4.9.2 基坑开挖后应进行地下连续墙验收,并符合下列规定: 2 墙体结构允许偏差应符合表 4.9.2 的要求。</p> <p style="text-align: center;">表 4.9.2 地下连续墙各部位允许偏差值 (mm)</p> <table border="1" data-bbox="271 1393 1154 1795"> <thead> <tr> <th>项目 \ 允许偏差</th> <th>临时支护墙体</th> <th>单一或复合墙体</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>平面位置</td> <td>±50</td> <td>+30 0</td> </tr> <tr> <td>平整度</td> <td>50</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>垂直度 (‰)</td> <td>5</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>预留孔洞</td> <td>50</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>预埋件</td> <td>—</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>预埋连接钢筋</td> <td>—</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>变形缝</td> <td>—</td> <td>±20</td> </tr> </tbody> </table> <p>注:平面位置以隧道线路中线为准进行测量。</p>		项目 \ 允许偏差	临时支护墙体	单一或复合墙体	平面位置	±50	+30 0	平整度	50	30	垂直度 (‰)	5	3	预留孔洞	50	30	预埋件	—	30	预埋连接钢筋	—	30	变形缝	—	±20
项目 \ 允许偏差	临时支护墙体	单一或复合墙体																								
平面位置	±50	+30 0																								
平整度	50	30																								
垂直度 (‰)	5	3																								
预留孔洞	50	30																								
预埋件	—	30																								
预埋连接钢筋	—	30																								
变形缝	—	±20																								

原因分析	<ol style="list-style-type: none"> 1. 泥浆质量不达标，不能形成可靠的护壁作用。 2. 在松软土层中钻进过快，泥浆未形成有效的护壁作用，对槽壁扰动频繁，引起槽壁变形塌孔。 3. 当地层中存在较为松散的填石层时，易造成填石层坍塌，形成连续墙鼓包。 4. 成槽后未及时进行混凝土浇筑，泥浆沉淀渐渐失去护壁作用，导致侧向土体位移过大。 5. 槽段划分过长，且地面动荷载和附加荷载过大、过频繁，导致槽壁塌孔。 6. 由于施工操作不当，如抓斗提升过快，又未及时补充泥浆及导墙未处理好而漏浆，造成槽内泥浆液面过快降低，超过安全范围，或某种原因使地下水过快上升等。 7. 清孔时，泥浆比重控制不当，易造成塌孔
防治措施及通用做法	<ol style="list-style-type: none"> 1. 配置泥浆时应采用合格的原料，经过试验确定泥浆的配比，严格按配比制作泥浆。 2. 控制槽段内泥浆液面满足护壁要求，且高于地下水位 0.5m 以上。 3. 在松软土层中钻进时不应过快或者空转时间过长，尽量缩短成槽时间。 4. 成槽后应及时吊放钢筋笼并浇筑混凝土。 5. 单元槽段长度宜控制在 6m 内，并根据开挖情况随时调整泥浆密度和液面标高。 6. 抓斗或钻头不应快速进入槽口，施工时随时注意槽壁发生坍塌的状况
工程质量缺陷照片	 <p style="text-align: center;">图 1.1.6-1 地连墙墙体鼓包</p>
工程实例照片	 <p style="text-align: center;">图 1.1.6-2 地连墙墙基面平整</p>


1.1.7 地下连续墙（桩）侵限

通病现象	围护结构地下连续墙或者钻孔桩侵入主体结构边线
规范标准及相关规定	<p>•《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120—2012</p> <p>4.4.8 除特殊要求外，排桩的施工偏差应符合下列规定：</p> <p>1 桩位的允许偏差应为 50mm；</p> <p>2 桩垂直度的允许偏差应为 0.5%。</p> <p>4.6.14 除特殊要求外，地下连续墙的施工偏差应符合现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202 的规定，垂直度：永久结构$\leq 1/300$、临时结构$\leq 1/150$</p>
原因分析	<p>1. 钻孔桩位或地下连续墙导墙定位不准，外放量不足，导致围护结构侵限。</p> <p>2. 地质岩面不均或遇孤石等障碍物，成孔时未及时采取措施纠偏，导致围护结构侵限。</p> <p>3. 施工过程中出现塌孔，混凝土超出设计量过多，造成围护结构侵限。</p> <p>4. 桩（墙）垂直度偏差超过设计及规范要求值。</p> <p>5. 机械设备的问题，造成围护结构侵限</p>
防治措施及通用做法	<p>1. 考虑基坑后期变形，施工误差，桩墙垂直度等不利因素的影响，为保证结构厚度和净空，应根据施工工艺适当增加围护结构的外放值。</p> <p>2. 在斜岩段成孔宜采取低落锤（钻头）、高频率的方式、采取在孔内（槽内）回填石块的方式进行孔位纠偏。</p> <p>3. 选用状况较好的机械设备，防止因设备造成槽壁（孔位）偏移，减少施工过程中设备故障停机</p>
工程质量缺陷照片	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>图 1.1.7-1 桩侵限处理</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>图 1.1.7-2 连续墙侵限处理</p> </div> </div>
工程实例照片	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>图 1.1.7-3 地下连续墙现场照片</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>图 1.1.7-4 超声波测斜</p> </div> </div>

1.1.8 混凝土灌注桩（水下灌注）桩身夹渣及断桩

通病现象	混凝土灌注桩（水下灌注）成桩后、桩身混凝土局部位置夹有泥土，严重的甚至导致断桩
规范标准及相关规定	<ul style="list-style-type: none"> •《地下铁道工程施工及验收规范》（2003年版）GB 50299—1999 3.6.15 水下混凝土灌注应符合下列规定： 3 导管理入混凝土深度应保持 2~3m，并随提升随拆除
原因分析	<ol style="list-style-type: none"> 1. 孔壁坍塌。 2. 水下混凝土灌注过程中，导管理入混凝土深度不足；拔出导管时过快或不当，导管提出混凝土面。 3. 灌注混凝土过程中出现卡管或导管堵塞，导致浇筑中断，重新浇筑时，混凝土内存在浮浆夹层，造成断桩。 4. 灌注水下混凝土时导管渗漏，导致护壁泥浆渗入导管内的混凝土之中
防治措施及通用做法	<ol style="list-style-type: none"> 1. 施工期间护筒内的泥浆面应高出地下水位 1m 以上，在受水位涨落影响时，泥浆面应高出最高水位 1.5m 以上，在容易产生泥浆渗漏的土层中应采取维持孔壁稳定的措施。 2. 混凝土灌注过程中，导管理入混凝土深度宜为 2~3m，严禁将导管提出混凝土灌注面，并应控制提拔导管速度。 3. 导管安放在桩孔时要上下抽动，检查是否有卡管现象，没有卡管现象才浇筑混凝土。 4. 灌注水下混凝土必须连续施工，并严格控制每车混凝土的坍落度，每根桩的灌注时间应按初盘混凝土的初凝时间控制，对灌注过程中的故障应及时采取处理措施。 5. 导管使用前应试拼装、试压，试水压力可取为 0.6~1.0MPa，确保灌注水下混凝土时导管不渗漏
工程质量缺陷照片	 <p style="text-align: center;">图 1.1.8-1 钻孔桩断桩</p>
工程实例照片	 <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>图 1.1.8-2 抽芯检测，桩身完整</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>图 1.1.8-3 桩身完整</p> </div> </div>

1.1.9 混凝土灌注桩（水下灌注）桩底沉渣过厚

通病现象	混凝土灌注桩（水下灌注）桩底沉渣过厚
规范标准及相关规定	<p>•《地下铁道工程施工及验收规范》（2003年版）GB 50299—1999</p> <p>3.6.6 清孔施工应符合下列规定：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 孔壁土质不易坍塌时，可用空气吸泥机清孔。 2. 用原土造浆时，清孔后泥浆比重应控制在 1.1 左右。 3. 孔壁土质较差时，宜用泥浆循环清孔，清孔后泥浆比重应控制在 1.15~1.25。 4. 清孔过程中必须补足泥浆，并保持浆面稳定。 5. 清孔后立即吊放钢筋笼，并灌注水下混凝土
原因分析	<ol style="list-style-type: none"> 1. 在清孔过程中，未能及时置换泥浆。 2. 清孔不干净或未进行二次清孔，也未进行沉渣厚度检验。 3. 泥浆比重过小或泥浆含砂率过大，而难于将沉渣浮起。 4. 钢筋笼吊放过程中，碰撞孔壁使泥土坍塌落入桩底。 5. 清孔后，待灌时间过长引起桩孔土壁坍塌，又未能进行再次清孔，导致沉渣过厚
防治措施及通用做法	<ol style="list-style-type: none"> 1. 在清孔过程中，应不断置换泥浆，并保持孔内浆液面的稳定，直至浇筑水下混凝土。 2. 孔壁土质较好，不易塌孔者，可用空气吸泥机清孔；孔壁土质较差时，可用泥浆循环或抽渣筒清孔；清孔后对沉渣厚度进行检测，符合要求后再浇筑混凝土。 3. 清孔后距孔底 0.5m 内的泥浆比重应小于 1.25，黏度不得大于 $28\text{Pa}\cdot\text{s}$，含砂率不大于 8%。 4. 运输材料、吊放钢筋笼、浇筑混凝土等作业，应防止扰动孔口土和碰撞孔壁导致泥土坍塌落入桩底。 5. 开始灌注混凝土时，导管底部至孔底的距离宜为 300~500mm，并应有足够的混凝土储备量，导管一次埋入混凝土灌注面以下不应小于 0.8m。 6. 下完钢筋笼检查沉渣量，进行二次清孔
工程质量缺陷照片	 <p>图 1.1.9-1 沉渣过厚</p>
工程实例照片	 <p>图 1.1.9-2 抽芯检测</p>