

铁路桥梁钻孔桩施工技术规范

Q/CR

中国铁路总公司企业标准

P

Q/CR 9212—2015

铁路桥梁钻孔桩施工技术规范

Technical Specification for Bored Pile Works of
Railway Bridge Construction



151134389

定 价：16.00 元

中国铁道出版社

2015-02-16 发布

2015-06-01 实施

中国铁路总公司 发布

中国铁路总公司关于印发
《高速铁路路基工程施工技术规程》
等 16 项建设标准的通知

铁总建设〔2015〕80 号

现将《高速铁路路基工程施工技术规程》(Q/CR 9602—2015)、《铁路路基填筑工程连续压实控制技术规程》(Q/CR 9210—2015)、《铁路路基工程施工机械配置技术规程》(Q/CR 9224—2015)、《铁路混凝土拌和站机械配置技术规程》(Q/CR 9223—2015)、《铁路桥梁工程施工机械配置技术规程》(Q/CR 9225—2015)、《铁路钢桥制造规范》(Q/CR 9211—2015)、《铁路桥梁钻孔桩施工技术规程》(Q/CR 9212—2015)、《高速铁路桥涵工程施工技术规程》(Q/CR 9603—2015)、《高速铁路隧道工程施工技术规程》(Q/CR 9604—2015)、《铁路隧道超前地质预报技术规程》(Q/CR 9217—2015)、《铁路隧道监控量测技术规程》(Q/CR 9218—2015)、《铁路隧道施工抢险救援指南》(Q/CR 9219—2015)、《铁路隧道工程施工机械配置技术规程》(Q/CR 9226—2015)、《铁路建设项目现场管理规范》(Q/CR 9202—2015)、《铁路建设项目工程试验室管理标准》(Q/CR 9204—2015)、《铁路工程试验表格》(Q/CR 9205—2015)等 16 项建设标准印发给你们,自 2015 年 6 月 1 日起施行。

原铁道部印发的《高速铁路路基工程施工技术指南》(铁建设〔2010〕241 号)、《铁路路基填筑工程连续压实控制技术规程》(TB 10108—2011)、《铁路路基工程施工机械配置指导意见》(铁建设〔2012〕113 号)、《铁路混凝土拌和站机械配置指导意见》(铁建设

中国铁路总公司企业标准
铁路桥梁钻孔桩施工技术规程
Q/CR 9212—2015

*

中国铁道出版社出版发行
(100054,北京市西城区右安门西街 8 号)
出版社网址:<http://www.tdpress.com>
中国铁道出版社印刷厂印

开本:850 mm×1 168 mm 1/32 印张:2.625 字数:65 千
2015 年 5 月第 1 版 2015 年 5 月第 1 次印刷

书号:15113·4389 定价:16.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社发行部联系调换。

发行部电话:路(021)73174,市(010)51873174

[2012]113号)、《铁路桥梁施工机械配置指导意见》(铁建设[2010]125号)、《铁路钢桥制造规范》(TB 10212—2009)、《铁路桥梁钻孔桩施工技术指南》(TZ 322—2010)、《高速铁路桥涵工程施工技术指南》(铁建设[2010]241号)、《高速铁路隧道工程施工技术指南》(铁建设[2010]241号)、《铁路隧道超前地质预报技术指南》(铁建设[2008]105号)、《铁路隧道监控量测技术规程》(TB 10121—2007)、《铁路隧道施工抢险救援指导意见》(铁建设[2010]88号)、《铁路隧道施工机械配置的指导意见》(铁建设函[2008]777号)、《铁路建设项目现场管理规范》(TB 10441—2008)、《铁路建设项目工程试验室管理标准》(TB 10442—2009)、《铁路工程试验表格》(铁建设函[2009]27号)等16项标准同时停止执行。

16项建设标准由中国铁路总公司建设管理部负责解释,单行本由经规院、中国铁道出版社组织出版发行。

中国铁路总公司
2015年2月16日

前 言

本规程是根据构建中国铁路总公司铁路工程建设标准体系要求,在原铁道部《铁路桥梁钻孔桩施工技术指南》TZ 322—2010(简称《指南》,下同)的基础上修编而成。

本规程在编制过程中,与现行国家、行业标准和铁路总公司相关标准进行了协调;调整了原《指南》中不符合中国铁路总公司铁路建设项目特点和要求的有关内容;吸纳了原《指南》发布后,在中国铁路总公司铁路桥梁工程建设和运营中的实践经验;配套修改了标准动态管理工作中对相关标准已作的局部修订内容,为中国铁路总公司铁路工程施工质量和安全提供技术支撑。

本规程共分为11章,主要包括:总则、术语、施工准备、钻孔、清孔、钢筋笼制作安装、混凝土浇筑、岩溶地区钻孔桩、水上钻孔桩、多年冻土区钻孔桩、环境保护及水土保持。

本规程主要完善了钻机的选型要求和适用条件,补充了新型钻孔设备应用以及特殊地质条件下施工安全管理的相关内容,进一步明确了浇筑水下混凝土前孔底沉渣厚度检查的相关要求。

在本规程执行过程中,希望各单位结合工程实践,认真总结经验,积累资料,如发现需要修改和补充之处,请及时将意见及有关资料寄交中铁三局集团有限公司(太原市迎泽大街269号,邮政编码:030001),并抄送中国铁路经济规划研究院(北京市海淀区北蜂窝路乙29号,邮政编码:100038),供今后修订时参考。

本规程由中国铁路总公司建设管理部负责解释。

主编单位:中铁三局集团有限公司、中铁四局集团有限公司。

主要起草人:王金、薛吉岗、高策、付国才、武双兆、

5.5 高压射风(水)辅助清孔	24
6 钢筋笼制作安装	26
6.1 一般规定	26
6.2 钢筋笼制作	26
6.3 钢筋笼安装	27
6.4 声测管安装	28
7 混凝土浇筑	29
7.1 一般规定	29
7.2 浇筑机具安装	29
7.3 水下混凝土施工	31
7.4 护筒拆除及桩头处理	33
8 岩溶地区钻孔桩	35
8.1 一般规定	35
8.2 一般溶洞处理	35
8.3 护筒跟进法	36
8.4 超前注浆填充法	37
9 水上钻孔桩	40
9.1 一般规定	40
9.2 筑岛围堰	40
9.3 钢板桩围堰	42
9.4 双壁钢围堰	43
9.5 钢管桩支架平台	46
9.6 浮船工作平台	47
9.7 导管架平台	48
10 多年冻土区钻孔桩	50
10.1 一般规定	50
10.2 施工要求	50
11 环境保护及水土保持	52
本规程用词说明	53
《铁路桥梁钻孔桩施工技术规程》条文说明	54

1 总 则

1.0.1 为指导铁路桥梁钻孔桩施工,统一主要技术要求,加强施工管理,保证施工质量,制定本规程。

1.0.2 本技术规程适用于铁路桥梁钻孔桩施工。

1.0.3 勘察设计单位应在钻孔桩施工过程中做好地质情况核查确认工作。

1.0.4 施工单位应认真进行地质核对。发现地质条件与勘察设计文件不符的,应及时联系有关单位进行解决。

1.0.5 监理单位应加强对钻孔桩施工过程进行全面监控,并应对水下混凝土浇筑进行旁站监理。

1.0.6 铁路桥梁钻孔桩施工应严格执行设计文件,全面贯彻设计意图,达到设计要求的安全使用功能。

1.0.7 铁路桥梁钻孔桩应按设计要求和基桩检测相关标准进行成桩质量检测。

1.0.8 基桩检测单位应通过省级及以上计量行政主管部门的计量认证,应具有行政主管部门颁发的专项检测资质证书。

1.0.9 铁路桥梁钻孔桩施工中采用的施工机械、工程材料、试验和检测设备、测量仪器等应符合国家、行业和中国铁路总公司现行有关标准的规定,并具有检验合格证件。

1.0.10 参加铁路桥梁钻孔桩施工的各类人员应经培训合格后方可上岗。特种作业人员应经专门培训并考试合格后持证上岗。

1.0.11 施工单位应严格实行逐级技术交底制度,技术交底应采用书面形式并签字确认。

1.0.12 铁路桥梁钻孔桩施工应加强环境保护和水土保持,并做

到安全、文明施工。

1.0.13 铁路桥梁钻孔桩施工除应符合本规程外,尚应符合国家、行业及中国铁路总公司现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 护筒 casing tube

防止孔口土层和颗粒坍塌、坠落的筒状设施。

2.0.2 泥浆 slurry

黏土分散在水中的悬浮液体,用作钻孔时的护壁、冷却钻具的冲洗液。

2.0.3 泥浆比重 slurry specific gravity

泥浆密度与 4℃ 纯水密度之比。

2.0.4 泥浆黏度 slurry viscosity

泥浆的流动性能。

2.0.5 含砂率 sand content ratio

泥浆中所含砂粒的体积百分比。

2.0.6 正循环 direct circulation

泥浆经钻杆、钻具压入孔底,然后携带土层颗粒从钻杆钻具与孔壁的间隙返回地面的循环方式。

2.0.7 反循环 reverse circulation

泥浆由孔口经钻杆、钻具与孔壁的间隙流入孔底,然后携带土层颗粒从钻具、钻杆抽返地面的循环方式。

2.0.8 导管 tremie pipe

在水下混凝土施工中,用于向孔底输送混凝土的钢制筒状体。

3 施工准备

3.1 一般规定

3.1.1 施工前应进行细致的施工调查,全面掌握现场实际情况,及时发现存在的问题,并据以编制施工组织设计和施工方案,做到科学、合理的组织施工。

3.1.2 施工前应严格作好各项技术准备工作。主要包括:图纸会审、施工组织设计和施工方案编制、施工测量及放样、辅助工程设计、施工技术交底、原材料试验及检验、试桩等。

3.1.3 钻孔桩试桩应按设计要求进行。试桩施工应编制专项试桩施工方案,经有关部门批准后方可施工试桩。试桩完毕应编制试桩报告。

3.2 施工调查

3.2.1 施工前施工单位应组织有关人员对照桥梁设计文件进行全面核查,结合对全桥的现场施工调查对钻孔桩工程进行施工调查。

3.2.2 施工调查前应编制施工调查提纲,明确施工调查的依据、施工调查的主要内容、参加调查的人员及各自的分工。

3.2.3 钻孔桩施工调查的主要内容应包括:

1 跨越河流的最高洪水位、最低水位、浪高、常年水位及相应水位的流速、河道通航条件及标准,河流洪水期和枯水期等。

2 当地降雨、降雪量,冰冻期,全年的天气温度及气候状况等。

3 桥梁附近地形地貌、河床地质构造、地下水位等。

4 钻孔桩施工需要占用的耕地和拆迁的建筑物;施工场地和

邻近区域内的地下管线(管道、电缆)、地下构筑物位置和分布;施工期内对当地水利排灌和交通设施的影响。

5 施工临时道路情况,水电供应条件等。

6 对图纸资料进行现场核对。

3.2.4 现场调查工作完毕,应确定施工建议方案,主要应包括以下内容:

1 施工区段划分,施工顺序,施工队伍驻地、临时工程的布置。

2 施工供水、供电线路和工地发电站的设置。

3 砂石料等主要材料供应基地、运输方法及供应范围。

4 混凝土集中拌和站设置方案。

5 重点墩台钻孔桩工程施工方案、方法及措施。

6 施工机具设备和劳力配置意见。

7 影响施工的障碍物的拆迁方案。

8 施工调查过程中发现的主要问题和优化设计的意见。

9 测量、检验和试验方案。

10 需进行试桩时的试桩方案。

3.3 施工组织设计

3.3.1 施工单位应根据钻孔桩工程规模大小、施工难易程度将其纳入全桥实施性施工组织设计或单独编制钻孔桩施工组织设计。其主要内容应包括:

1 编制依据、工程概况、工期要求、工程特点。

2 组织管理机构、施工总体部署、施工场地布置、材料运供方法、临时用地计划、辅助工程设计等。

3 施工方案,主要施工方法和施工工艺,技术措施和施工进度计划。

4 机械设备和劳力配置及使用计划,主要材料供应计划。

5 计划采用的保证施工安全、质量措施,创优规划和措施,保

证工期、进度措施,环保、水保、节能、节料、节约用地、降低工程成本等措施。

3.3.2 深水基础、岩溶地区、临近既有线等复杂条件下的钻孔桩施工应单独编制专项施工方案。

3.3.3 施工单位应严格执行施工组织设计(施工方案)和开工报告审批制度,未经批准不得开工。

3.3.4 施工单位应根据施工需要进行辅助工程设计,主要应包括临时便道(桥)、临时电力设施、临时码头、筑岛、围堰、水上作业平台、防护工程、泥浆循环系统等。辅助工程应做到统筹规划、合理布局。

3.3.5 钻孔桩施工流程如图 3.3.5 所示。

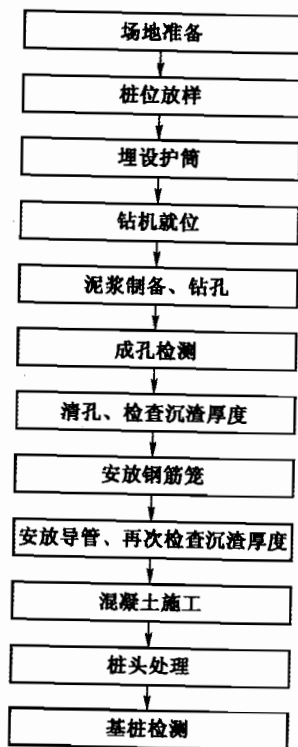


图 3.3.5 钻孔桩施工流程图

3.4 施工测量

3.4.1 钻孔桩施工放样前应按规定布设测量控制网,补充施工需要的桥涵中线桩及水准点,并测定各墩台中心和纵横向十字线位置。

3.4.2 在进行桩位放样以前,测量人员应熟悉结构物的总体布置图和细部结构设计图,并结合现场条件与控制点的分布,确定适宜的放样方法。

3.4.3 同一墩台各桩位中心测设完成后应对各桩中心的相对位置进行复核测量。复核无误后及时测放护桩。

3.4.4 开工前应将水准点引至墩台附近,并对墩台位处地面高程进行测量核对。

3.4.5 测量记录、计算成果和图表应记录清楚,标注准确,签署完整,并应复核和检算。未经复核资料严禁使用。

3.4.6 钻孔桩施工过程中,应对现场施工控制桩经常检查复核,如超过允许偏差时,应分析原因,并予以补救和改正。

3.4.7 桥梁钻孔桩施工测量除符合本规程的规定外,尚应符合铁路工程测量规范的有关规定。

3.5 钻机选型

3.5.1 钻孔桩施工应根据地质情况、设计桩长、桩径以及施工条件选择钻机类型,同时应兼顾施工工期、经济成本等影响因素。

3.5.2 铁路桥梁钻孔桩施工可选用冲击钻机、旋转钻机、旋挖钻机以及套管钻机等钻孔设备。深孔、大直径钻孔桩施工时也可选用全液压力头钻机等设备。

3.5.3 钻孔桩桩位地层地质变化较大时可选用不同类型钻机分层施工。

3.5.4 冲击钻机适用于黏性土、砂类土、砾石、卵石、漂石、软硬岩层及各种复杂地质的桩基施工。

3.5.5 旋转钻机适用于下列土层范围:

1 正循环旋转钻机:黏性土,砂类土,含少量砾石、卵石(含量少于20%)的土,软岩。

2 反循环旋转钻机:黏性土,砂类土,含少量砾石、卵石(含量少于20%,粒径小于钻杆内径2/3)的土,软岩,硬岩。

3.5.6 旋挖钻机适用于各种土质地层,砂类土,砾石、卵石,软白~中硬基岩。

3.5.7 套管钻机适用于黏性土层、砂类土,但不宜在地下水位下有厚于5m细砂层时使用。

3.6 人员机具配备

3.6.1 钻孔桩施工应根据选用钻机类型、泥浆循环、清孔方式和作业条件选用相适应的机具设备。施工应配备以下主要机具设备:

- 1 钻孔设备:钻机,泥浆循环设备等。
- 2 清孔设备:清水泵,高压泵,吸泥机、泥浆分离器等。
- 3 成孔检查设备:笼式井径器或超声波检测仪等。
- 4 钢筋加工设备:钢筋调直机,钢筋切割机,钢筋弯曲机,电(对)焊机等。
- 5 混凝土拌和及运输设备:混凝土拌和机(站),混凝土运输车等。
- 6 钢筋笼安装和混凝土浇筑设备:吊车,导管及漏斗,导管提升设备、混凝土输送泵等。
- 7 水上钻孔桩施工设备。

3.6.2 钻孔桩施工前应按有关规定对进场施工设备进行全面检查和校定,确保状态良好。施工中应定期进行检修和保养。

3.6.3 钻孔桩施工人员应配备有:工长、钻机长、钻机工、试验工、测量工、机械司机、起重工、混凝土工、钢筋工、焊工、电工、普工等,深水施工还应配备潜水员。配备人员数量应满足钻孔桩流水作业

施工组织要求。

3.7 场地布置

3.7.1 钻孔场地布置应根据桩基础平面尺寸、钻机作业及移位要求、泥浆循环系统布置、混凝土浇筑作业、排水系统等情况确定。同时应满足施工设备安全进、退场的要求。

3.7.2 钻孔施工场地应符合下列规定:

1 在旱地上应清除杂物,平整压实。钻机底座应置于坚实土层上。

2 场地位于陡坡时,可用枕木或型钢等搭设工作平台。

3 在浅水中宜用筑岛或围堰法施工,筑岛面积应按钻孔方法、设备大小等决定。条件许可时也可采用临时改河方案进行施工。

4 在深水中或淤泥较厚时,可搭设固定式水上工作平台施工。当水流平稳时,也可利用船舶或浮箱作为浮动式作业平台进行钻孔,但必须锚碇稳固。

5 水上钻孔筑岛或工作平台顶面高程应高出施工期可能出现的最高水位0.5m~1.0m。

3.7.3 在城区或居民密集地段施工时,施工场地应设置围挡,实行封闭管理。

3.7.4 根据钻机机械特点,对机械就位回转范围内的地上和地下建筑物、水利设施、通信设施以及电力设施等应进行针对性的防护。

4 钻 孔

4.1 一般规定

4.1.1 钻孔前应根据设计地质水文资料确定不同地质层的钻进方案,选取适宜的钻头、钻进压力、钻进速度及泥浆性能指标。钻头直径的选择必须保证成孔直径不小于设计桩径。

4.1.2 开孔的孔位必须准确,初成孔孔壁应竖直、圆顺、坚实。

4.1.3 钻孔时,孔内水位宜高于护筒底脚 0.5 m 以上或地下水位以上 1.5 m~2.0 m。并应及时向孔内补水或泥浆,保持水头高度和泥浆比重及黏度。

4.1.4 钻进过程中,钻头起、落速度宜均匀,不得过猛或骤然变速。孔内出土不得堆积在孔口周围。

4.1.5 钻孔作业应连续进行,因故停钻时,有钻杆的钻机应将钻头提离孔底 5 m 以上,其他钻机应将钻头提出孔外,孔口应加护盖。

4.1.6 钻孔过程中应经常检查并记录地质变化情况,并与地质柱状图核对。设计单位应对进入岩层的钻孔桩的持力层进行地质确认。

4.1.7 钻孔过程中应经常检查孔位、孔径和倾斜度,发现偏差时应及时进行纠偏。

4.1.8 钻孔过程发现异常现象时,应立即停钻,查明原因和位置,采用适宜的处理措施。处理卡钻和掉钻时,严禁人员进入没有护筒或其他防护设施的钻孔内;必须进入有防护设施的钻孔时,应探明孔内无有害气体和备齐防毒、防潮等安全设施后,方可进入。

4.1.9 钻孔中发生坍孔但不严重时,可采用加大泥浆比重、加高

水头等措施后继续钻进;坍孔严重时,应回填重钻。

4.1.10 钻孔到达设计深度后,应及时进行成孔检查。

4.2 护筒安装

4.2.1 护筒制作应符合设计要求,设计无要求时应符合下列规定:

1 护筒可采用钢板制作,也可采用钢筋混凝土制作。制作成型的护筒应满足钻孔方式对护筒刚度和强度要求。钢护筒适用于各种施工条件,安全性高,可多次使用。钢筋混凝土护筒可在水深不大的钻孔中使用。

2 护筒厚度应根据护筒制作材料、孔位地质水文条件、施工方法和设计桩径、护筒埋深和埋设方法等条件综合选定,必要时应通过计算确定。一般钻孔桩施工钢护筒厚度宜采用 6 mm~12 mm,钢筋混凝土护筒宜采用 8 cm~10 cm。

3 护筒内径应适当大于设计桩径,具体数值应根据采用的钻机类型确定。

4.2.2 护筒埋置深度应符合设计要求。设计无要求时,埋置深度应符合下列规定:

1 旱地或浅水埋设护筒时,对于不透水地层,埋深宜为护筒外径的 1.0~1.5 倍,但不得少于 1.0 m;对于砂土和粉土等透水地层埋设深度同上,但宜用不透水土换填至护筒刃脚下不少于 0.5 m,换填直径应超出护筒直径 0.5 m~1.0 m。

2 深水及河床软土、淤泥层较厚处,护筒底刃脚应深入不透水层中;无不透水层时应进入大砾石、卵石层内 0.5 m~1.0 m。

3 有冲刷影响的河床,护筒底刃脚宜进入一般冲刷线以下不少于 1.0 m。局部冲刷影响严重的河床,护筒底刃脚应进入局部冲刷线以下不少于 1.0 m。

4 季节性冻土地区,护筒底刃脚应深入到冰冻线以下未冻土层中不少于 0.5 m;多年冻土地区,护筒底刃脚应深入多年冻土层

中不少于 0.5 m。

4.2.3 护筒埋设应符合下列规定:

1 旱地或水深小于 3 m,当筑岛底部无软弱土层或淤泥和软土不厚时,护筒可采用明挖埋设方法,护筒底部和四周所填黏质土必须分层夯实。

2 水深小于 3 m,当筑岛底部淤泥和软土层较厚时应采用长护筒筒内除土,压重、振动、锤击沉入,沉入时应严格控制平面位置、竖向倾斜和护筒连接质量。

3 在水深大于 3.0 m 以上的水域沉入护筒应利用工作平台和导向架辅助,采用振动、锤击、射水等方法沉入。

4 护筒顶面宜高出施工水位或地下水位 2 m,并高出施工地面 0.5 m,其高度尚应满足孔内泥浆面高度的要求。

5 沉设到位的护筒,顶面允许偏差为 50 mm,倾斜度允许偏差为 1%。

4.2.4 多节护筒连接时,接缝应牢固、不漏水,筒内连接处应无突出物。

4.2.5 钻孔、吊放钢筋笼及浇筑水下混凝土过程中不得撞击护筒。当利用护筒固定钢筋笼和支撑浇筑漏斗时,应采取可靠措施,防止护筒下沉、上浮或破坏。

4.3 钻机就位

4.3.1 钻机就位应根据钻机自身机械性能和现场条件选用适宜的就位方式,钻机就位过程中应符合下列规定:

1 自行式钻机行走就位前,应检查安全栓销的锁固情况。就位过程中应采取可靠的防倾覆措施。

2 陆地吊装就位前,应对吊装索具进行检算和检查,吊装过程中应按机械设计吊点进行捆绑,严禁违章操作。

3 浮运吊装就位时,除应符合上款规定外,浮吊使用应严格按照浮吊安全操作规程进行操作。

4.3.2 钻机就位后应符合下列规定:

1 钻机应安放稳固,底架应水平,不得产生位移和沉陷。必要时应采用拉设缆风绳等措施进行锚固。

2 钻杆应保持竖直,钻头中心与孔位中心的偏差不得大于 2 cm。

3 钻机就位后应进行试运转,运转正常后方可进行钻进。

4 临近既有线施工应采取可靠措施防止设备倾倒。

4.4 泥 浆

4.4.1 钻孔桩施工应根据地层情况及钻孔方法进行泥浆护壁,并应符合下列规定:

1 在砂类土、碎(卵)石类土或黏土夹层中钻孔时,应制备泥浆护壁;在黏性土中钻孔当塑性指数大于 15,浮渣能力能满足施工要求时,可利用孔内原土造浆护壁;冲击钻机钻孔,可将黏土加工后投入孔中,利用钻头冲击造浆。

2 泥浆性能指标应符合下列规定:

1) 比重:正循环旋转钻机、冲击钻使用管形钻头钻孔时,入孔泥浆比重可为 1.1~1.3;冲击钻机使用实心钻头时,孔底泥浆比重不宜大于:黏土、粉土 1.3;大漂石、卵石层 1.4;岩石 1.2;反循环旋转钻机、旋挖钻机入孔泥浆比重可为 1.05~1.15。

2) 黏度:入孔泥浆黏度,一般地层为 16 s~22 s。

松散易坍塌地层为 19 s~28 s。

3) 含砂率:新制泥浆不大于 4%。

4) 胶体率:不小于 95%。

5) pH 值:应大于 6.5。

4.4.2 采用泥浆护壁进行钻孔施工时应设置泥浆循环系统。泥浆的循环系统应包括:制浆池、贮浆池、沉淀池、循环槽、泥浆分离器等。

4.4.3 钻机较分散时,宜每台钻机单独设置泥浆循环系统。钻机较集中时,可采用集中制浆与供浆。

4.4.4 水上钻孔桩施工泥浆制备及循环宜采用泥浆船,也可利用深护筒作泥浆池。泥浆不得污染河流。

4.4.5 泥浆配合比应通过试验确定,泥浆制备材料宜就地取材进行,不能就地取材时应经经济比选确定,泥浆制备应符合下列规定:

1 在黏土充足的地区,造浆材料宜采用黏土,采用钻孔设备自造浆或机械制备泥浆。

2 在黏土稀缺的地区,选用膨润土制备泥浆时,宜添加纯碱、CMC、重晶石、防渗剂等添加剂改善泥浆性能。添加剂的使用应根据地层地质情况确定添加种类,通过试验确定投放用量。

3 在特殊地质地区或钻孔有特殊要求时,造浆材料宜选用聚合物造浆料,采用聚合物造浆时应严格按照使用说明书进行配制,并经试验验证后使用,使用过程中应加强泥浆性能指标监测。

4 泥浆制备完成后应使用泥浆专用检测仪器进行泥浆性能检测,检测指标应包括比重、黏度、含砂率、pH值、胶体率等。

4.4.6 钻孔过程中,应经常对泥浆性能指标进行检测,泥浆性能指标不能满足钻孔泥浆要求时,应及时采取措施进行处理。

4.5 冲击钻机钻孔

4.5.1 冲击钻机钻孔在碎石类土、岩层中宜用十字形钻头,在黏性土、砂砾类土层中宜用管形钻具。卷扬机的起重能力应满足钻头、钢丝绳和吊具重量以及泥浆吸附作用的要求。

4.5.2 钻孔工地应有备用钻头,在岩石地层中钻进钻头直径磨损超过15mm时,应及时更换修补;更换新钻头前,应先检孔到孔底,确认钻孔正常时方可放入新钻头。

4.5.3 吊钻头的钢丝绳必须选用同向捻制、柔软优质、无死弯、无

断丝者,安全系数不应小于12,钢丝绳与钻头间应设转向装置并连接牢固,主绳与钻头的钢丝绳搭接时,两根绳径应相同,捻扭方向必须一致。

4.5.4 冲击钻开孔施工应符合下列规定:

1 冲击钻开孔过程中,应按照“小冲程、勤松绳”原则进行。初始应低锤密击,当钻进深度超过钻头全高加正常冲程后,方可进行正常的冲击钻孔。

2 为防止冲击振动导致邻孔孔壁坍塌或影响邻孔已浇筑混凝土强度,应待邻孔混凝土浇筑完毕,并且抗压强度达到2.5MPa后方可钻孔。

4.5.5 冲击钻钻进过程中应符合下列规定:

1 钻进过程中应根据地质情况、钻头形式及重量等确定松绳量,均匀松放钢丝绳。每次松绳长度宜控制在3cm~8cm内,严禁打空锤和松绳过多。

2 钻进过程中应勤抽渣,使钻头经常冲击新鲜地层。

3 采用泥浆循环法排渣时,应定时测定泥浆密度,并严格控制泥浆的性能指标,及时清理沉渣;采用抽渣筒法排渣时,除应控制泥浆性能外,在抽渣时应及时补充孔内泥浆,维持孔内泥浆高程。

4 钻孔采用分级钻进时,第一级钻头宜为设计孔径的0.4~0.6,初级与次级孔深相差不宜过大,钻次级孔时宜在初级孔下部1/4~1/3中投入泥块。

5 钻进中钻头起吊应平稳,不得撞击孔壁和护筒,起吊过程中孔口严禁站人。

6 发生卡钻时,不宜强提,应查明原因和钻头位置,采取晃大绳及其他措施,使钻头松动后再提起。

7 在有倾斜的岩层钻进时,应采用小冲程低速钻进,必要时应回填片石、卵石或混凝土冲平后再进行钻进。

4.6 旋转钻机钻孔

4.6.1 旋转钻机钻头选择应符合下列规定:

1 钻头的配重应根据孔深、孔径及孔位地质、钻机性能、钻头型式等综合选用。

2 旋转钻机的钻头应根据孔位地质与泥浆循环方式综合选用。

4.6.2 旋转钻开孔施工应符合下列要求:

1 钻机开钻前除应按本规程第 4.3.2 条进行检查外,还应检查机械水平度和钻杆直线度,符合要求后方可钻进。

2 开钻前应在护筒内存进适量泥浆;开钻时宜低挡慢速钻进,钻至护筒下 1 m 后再以正常速度钻进。

3 使用反循环钻机时,应将钻头提离孔底约 20 cm,待泥浆循环畅通方可开始钻进。

4.6.3 旋转钻钻进过程中应符合下列规定:

1 钻进过程中,应经常检查土层变化,对不同的土层采用不同的钻速、钻压、泥浆比重和泥浆量;在砂土或软土等容易坍孔的土层中钻孔时,宜采用慢速轻压钻进,同时应提高孔内水头和加大泥浆比重。

2 接换钻杆过程中钻头应均匀起落,不得碰撞孔壁;接换钻杆动作应快速;接好后的钻杆、接头应逐个检查及时调整;每次接换完钻杆重新钻进前应将钻头提离孔底 20 cm~30 cm,待泥浆循环正常后下落钻进。

3 钻孔至设计高程时,应将钻头提离孔底 5 cm~10 cm,转盘匀速旋转,泥浆继续保持循环,至泥浆分离器基本无钻渣时停机检孔。

4.6.4 钻孔中发生弯孔和缩孔时,可将旋转钻机的钻头,提到偏斜处进行反复扫孔,直到钻孔正直。严重时应采用小片石(卵石)与黏土混合物回填到偏斜处,待填料沉实后再重新修孔。

4.7 旋挖钻机钻孔

4.7.1 旋挖钻机钻头的选择应根据土层情况和钻孔方式进行选用。黏性土、粉土、填土、中等密实以上的砂土地层可选用回转钻头。碎石土、中等硬度的岩石及风化岩层可选用嵌岩钻头。

4.7.2 旋挖钻机钻孔根据不同地质条件可采用干式成孔和湿式成孔。对黏结性好的土层,可采用干式或清水钻进工艺,无需泥浆护壁。对于松散易坍塌地层,或有地下水分布、孔壁不稳定地层应采用静态泥浆护壁进行钻进。

4.7.3 旋挖钻机开孔施工应轻压慢进,钻头转速不宜大于 10 r/min,待主动钻杆全部进入孔后,方可逐步加速进行正常钻进。

4.7.4 旋挖钻机钻进中应符合下列规定:

1 钻孔过程中应根据地质情况控制进尺速度,防止卡钻和埋钻。不同地层中钻进应符合下列规定:

- 1) 在硬塑层中钻进时应采用快转速钻进,以提高钻进效率。
- 2) 在砂层等松散易坍塌地层中钻进时应采用慢转速慢钻进,并应适当增加泥浆比重和黏度。
- 3) 在易缩径的地层中钻进时应适当增加扫孔次数,防止缩径。
- 4) 由硬地层钻至软地层时,可适当加快钻进速度。
- 5) 由软地层钻至硬地层时,应减速慢进。

2 旋挖钻机钻孔过程中应严格控制钻头升降速度,减小钻头升降对孔壁的扰动,避免造成塌孔事故。

4.8 套管钻机钻孔

4.8.1 套管钻机钻孔施工中套管的起吊和对接应符合下列规定:

- 1 起吊套管时,应使用专用工具吊装。
- 2 套管对接时应对称拧紧。

4.8.2 套管钻机开孔施工下压套管时,钻进速度宜慢,并应反复上提下压校正套管位置和竖直度。

4.8.3 套管钻机钻进中应符合下列规定:

1 在中密或密实的土层中钻孔,宜随钻进随下套管;在松散的土层中钻孔,应先下套管并深于抓土面 1.0 m~1.5 m,然后钻进;在地下水位较高的粉、细砂土层中钻孔,应随时向套管中补水,保持套管内水位不低于地下水位。

2 在套管内挖掘土层时,遇到坚硬土、岩和风化岩石时,严禁用锤式抓斗冲击硬层,应用十字凿锥将硬层有效破碎后,再继续掘进。

3 钻进过程中,采用锤式抓斗挖掘套管内土层时,应在套管上加设喇叭口,保护套管接头的完好。

4 成孔过程中套管的倾斜度应随钻随测,倾斜度超出允许范围后,应拔出套管,调平钻机重新压入。

5 施工中应定时将埋入土层中的套管转动。

6 钻至设计深度后,应停机静置 15 min~20 min,待钻渣充分沉落孔底后,轻放抓斗,缓慢抓取沉渣。

4.9 成孔检查

4.9.1 钻孔成孔后应进行成孔检查,检查内容应包括:孔位中心、孔径、孔深、倾斜度等。

4.9.2 成孔检查应根据现场检测条件选择适宜的检测方法。检测应符合下列规定:

1 成孔孔位中心位置检测应恢复孔位中心点,采用尺量测定沿线路方向和垂直线路方向位置偏差。

2 成孔孔径检测可采用笼式检孔器或井径仪检测,前者以检孔器顺利通过为准,后者可根据直接测得数据进行验收。

3 成孔倾斜度检测可采用钻杆倾斜法、笼式检孔器检测法或电子测斜法。

4 成孔深度检测宜采用测绳直接量测。孔深应沿孔周进行量测。

4.9.3 笼式检孔器的制作应符合下列规定:

1 笼式检孔器应有足够的刚度,外径应与设计桩径相同。

2 笼式检孔器长度宜为 4~5 倍设计桩径,且不宜小于 6 m。

3 笼式检孔器两端宜制作成锥形,锥形高度不宜小于检孔器半径。

5 清 孔

5.1 一 般 规 定

5.1.1 成孔检查确认钻孔合格后,应立即进行清孔。清孔方法应根据成孔工艺、机械设备、工程地质情况确定,可选用下列方法:

1 吸泥法清孔适用于反循环旋转钻机和土质密实不易坍塌的冲击钻孔,在孔壁易坍塌的地层拟使用吸泥法清孔时,应注意防止坍孔。

2 换浆法清孔适用于正循环旋转钻机及冲击钻机。

3 掏渣法清孔适用于冲击钻机。

4 高压射风(水)辅助清孔适用于辅助泥浆正循环清孔。

5.1.2 清孔使用的泥浆宜为经泥浆净化器处理符合要求的泥浆。清孔过程中应及时向孔内加注清水或新鲜泥浆,保持孔内水位或泥浆高程。

5.1.3 清孔应符合下列标准:

1 孔内排出或抽出的泥浆手摸无 2 mm~3 mm 颗粒。

2 泥浆比重不大于 1.1。

3 含砂率小于 2%。

4 黏度为 17 s~20 s。

5 沉渣厚度符合标准要求。

5.1.4 浇筑水下混凝土前必须再次检查孔底沉渣厚度,并经监理工程师现场检查确认。当检查指标未达到要求时应进行二次清孔。

5.1.5 孔底沉渣厚度可采用刻度精度为 2 cm 的无收缩测绳悬挂 4 kg~6 kg 的圆柱型测锤进行量测。

5.1.6 严禁采用加大钻孔深度的方式代替清孔。

5.1.7 应提前做好水下混凝土浇筑前的准备工作,清孔达标后应立即进行混凝土浇筑。

5.2 吸泥法清孔

5.2.1 吸泥法清孔按吸泥设备可分为泥石泵吸泥清孔和空气吸泥机清孔两种方法,施工流程如图 5.2.1—1、图 5.2.1—2 所示。

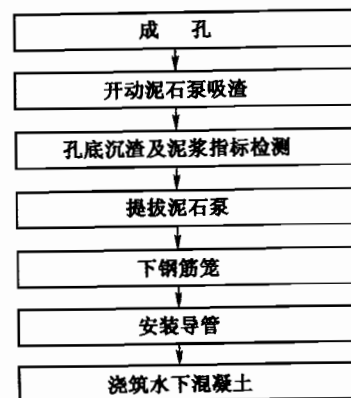


图 5.2.1—1 泥石泵吸泥清孔施工流程图

5.2.2 吸泥清孔机具应优先选用风管空气吸泥机和导管吸泥泵。

5.2.3 反循环回旋钻机钻进终孔后,应利用钻机的反循环系统的泥石泵持续吸渣 5 min~15 min 左右,使孔底钻渣清除干净。

5.2.4 空气吸泥机清孔应符合下列规定:

1 可利用浇筑水下混凝土的导管作为吸泥管,高压风管可设在导管内,也可设在导管外。

2 钢筋笼安装应在安装导管之前进行。

3 开始工作时应先向孔内供水,然后送风清孔。停止清孔时应先关气后断水,以防止水头损失造成坍孔。

4 风压可按下列式计算:

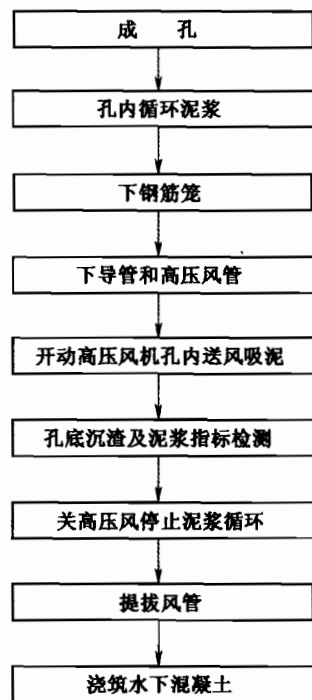


图 5.2.1—2 空气吸泥机清孔施工流程图

$$P = H/100 + 0.05 \quad (5.2.4)$$

式中 P ——风压(MPa);

H ——风管口入水深度(m)。

5 孔底沉渣较厚且坚实时,可适当加大送风量,并摇动导管,改变导管在孔底的位置。仍不能清除干净时,应采用高压射风法配合清孔。

6 清孔过程中应始终保持孔内原有水头高度。当孔深较大时,中途宜停顿片刻,待孔内上部悬浮钻渣均匀沉淀后,再次清孔。

7 当风管口设置很低,在清孔过程中不能保持孔口水头时,不得马上停止送风,应先将风管或导管提升一定高度才停止送风,

防止稠浆渣将风管口堵塞。

8 发生风管口堵塞时应将石块或泥浆清除后再继续清孔,不得任意加大风压,防止引起胶管爆裂。

9 清孔结束后应测量孔底高程和泥浆指标,合格后将导管弯头和风管拆除,进行水下混凝土浇筑。

5.3 换浆法清孔

5.3.1 正循环旋转钻机换浆法清孔施工流程如图 5.3.1 所示。

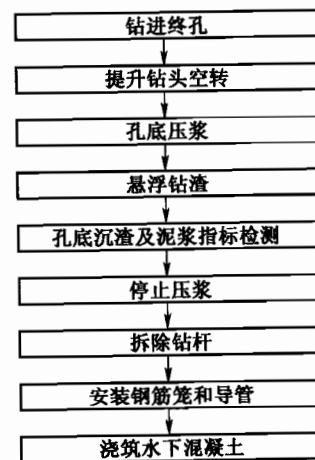


图 5.3.1 正循环旋转钻机换浆法清孔施工流程图

5.3.2 正循环旋转钻机钻孔桩终孔后,应稍提钻头距孔底 10 cm~20 cm 空转,以中速将比重 1.03~1.10 的纯净泥浆压入孔底,将钻孔内含悬浮钻渣的泥浆换出,持续进行净化循环。

5.3.3 地质为砂层时宜在泥浆循环过程中增设滤砂器,降低泥浆含砂率,加快清孔速度。

5.4 掏渣法清孔

5.4.1 掏渣法清孔适用于冲击钻机清孔,施工流程如图 5.4.1

所示。

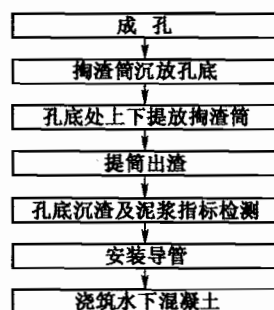


图 5.4.1 掏渣筒清孔施工流程图

5.4.2 掏渣法清孔应符合下列规定:

- 1 掏渣法清孔应配备掏渣筒或利用冲抓锥进行清孔。
- 2 用掏渣筒掏渣时应保持孔内水头高度。掏渣筒放到孔底后,宜在孔底上下提放几次,使钻渣满载。

5.5 高压射风(水)辅助清孔

5.5.1 首次清孔后孔底沉渣厚度未达到清孔标准时,宜使用高压射风(水)进行辅助清孔,施工流程如图 5.5.1 所示。

5.5.2 高压射风(水)辅助清孔应配置空气压缩机、高压射风管和喷风口等机具。

5.5.3 高压射风(水)清孔前,应检查高压风(水)管各部位的连接情况,确保橡胶管与射风(水)口及橡胶管与空压机之间连接严密。

5.5.4 喷风口宜采用钢管制作,并焊接配重件,配重量应通过计算确定。高压风管口宜距离孔底 5 cm~10 cm。

5.5.5 高压射风压力应比孔底压力大 50 kPa~100 kPa,其喷风口的工作风压应通过计算确定,通过压力表控制。

5.5.6 空压机风压达到计算值后,宜缓缓开启阀门,向孔内送风。

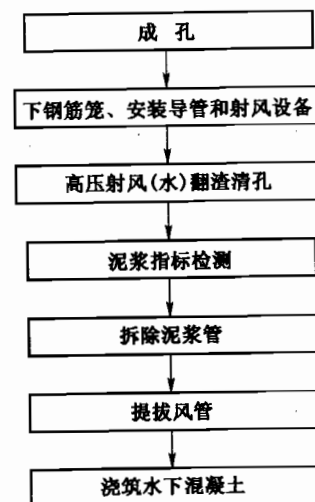


图 5.5.1 高压射风(水)辅助清孔施工流程图

当孔口泥浆面发生“沸腾”后,宜采用高压空气冲射孔底 3 min~5 min。

5.5.7 冲射孔底时,喷风口应间隔式围绕导管四周环形移动,一个导管周围宜设 6~10 射风点。宜在一个点位处送风 30 s 后,再环向移动 50 cm~60 cm 至下一个点继续送风。

5.5.8 砂层较厚的地层及容易坍塌地层应控制送风压力,在清孔过程中应注意采取措施加强护壁。

5.5.9 高压射风(水)辅助清孔前,应停止泥浆循环,拆除泥浆管,安装漏斗并装入混凝土。高压射风翻渣符合第 5.5.6 条规定后,应及时测定沉渣厚度,合格后立即浇筑混凝土。

6 钢筋笼制作安装

6.1 一般规定

- 6.1.1 钢筋原材料、加工、连接、安装应符合设计要求和铁路混凝土工程施工质量验收标准中有关钢筋工程的规定。
- 6.1.2 钢筋材料进场后,应按照规定进行检验和试验,同时做好产品标识及产品试验状态标识,未经检验合格的产品严禁使用。
- 6.1.3 钢筋笼连接方式应符合设计要求和有关标准的规定。

6.2 钢筋笼制作

- 6.2.1 钢筋笼的分节长度应满足设计图纸要求,当设计图纸无要求时可根据加工、运输和起吊能力进行分节。
- 6.2.2 长大钻孔桩的钢筋笼宜在长线胎架上加工成型。
- 6.2.3 长线法钢筋笼加工场地应进行硬化,加工场应设置防雨措施,长线胎架宜配置电动卷扬机滚轴,自动卷制钢筋笼。
- 6.2.4 每根桩的钢筋笼应分节编号,同一截面内接头数量不得超过钢筋总数量的 50%。
- 6.2.5 钢筋笼绑扎应符合下列规定:
 - 1 钢筋笼的加强箍筋设置应符合设计要求。
 - 2 主筋应附着在加强箍筋外侧,主筋与加强箍筋宜采用点焊连接。
 - 3 一般箍筋与主筋的相交处宜采用梅花形点焊牢固。在接头范围内的箍筋先预留足够长度待现场主筋连接后再搭接焊,箍筋相互搭接单面焊长度应不小于 $10d$ 。
- 6.2.6 环氧涂层钢筋笼的加工、绑扎应符合下列规定:

1 环氧涂层钢筋剪切与冷弯时,所有接触环氧涂层钢筋的支座和芯轴等接触区均应配尼龙套筒或其他合适的塑料套筒。

2 支承环氧涂层钢筋的垫块和绑扎环氧涂层钢筋的铁丝应采用尼龙、环氧、塑料或其他材料包裹。环氧涂层钢筋与无涂层钢筋不得有电连接。

6.2.7 钢筋保护层宜使用混凝土轮型垫块,垫块强度等级应不低于桩身混凝土强度。混凝土轮型垫块宜纵向间距不大于 2 m,环向不少于 4 个,呈梅花形布置。

6.2.8 加工后的钢筋笼存放时,宜每隔 2 m 设置衬垫,使钢筋笼高于地面不小于 5 cm,并应加盖防雨布。

6.3 钢筋笼安装

- 6.3.1 普通长度的钢筋笼可采用专用运输车运至施工现场。长大钻孔桩钢筋笼运输时应配备专用托架,采用平板车运至现场。
- 6.3.2 运输时应采取措施防止钢筋笼发生较大变形。
- 6.3.3 钢筋笼安装前应做好各项准备工作,缩短钢筋笼的安装时间。
- 6.3.4 钢筋笼吊装前应将钢筋笼上粘附的泥土和油渍清除干净。
- 6.3.5 钢筋笼吊装时应根据每节钢筋笼的长度、重量及施工现场的起重条件选用适宜的起重设备。
- 6.3.6 吊装时应采取措施避免钢筋笼变形,安放好的钢筋笼应保持竖直。
- 6.3.7 环氧涂层钢筋笼节段的连接应符合设计要求。环氧涂层钢筋笼安装时,应防止坠物碰撞损伤环氧涂层钢筋。环氧涂层钢筋笼节段连接后,应检查接头涂层,如有损伤应及时修补,待修补材料固化后,方可下放钢筋笼。
- 6.3.8 钢筋笼安装到位,经检查无误后应采取可靠定位措施,防止混凝土浇筑过程中钢筋骨架上浮或下沉。

6.4 声测管安装

6.4.1 桩径大于等于 2 m 或桩长大于 40 m 或复杂地质条件下的基桩应采用声波透射法检测。

6.4.2 声测管的埋设应符合设计要求,设计无要求时应符合下列规定:

1 桩身直径 $D \leq 0.8$ m 时,应埋设不少于 2 根管;当 0.8 m $< D \leq 2.0$ m 时,应埋设不少于 3 根管;当 $D > 2.0$ m 时,应埋设不少于 4 根管。

2 声测管应采用金属管,内径不小于 40 mm,壁厚不小于 3.0 mm。

3 每隔一个定位架钢筋应焊接一个声测管定位环,定位环直径比声测管外径大 10 mm。声测管对接采用套管连接。

4 安装在各节钢筋笼内的声测管应一一对应配置,相邻节段对应接头应作好标识。

5 声测管下端封闭、上端加盖,管内无异物,连接处应光滑过渡,不漏水。管口应高出桩顶 100 mm 以上,且各声测管管口高度宜一致。

6 声测管以线路大里程方向的顶点为起始点,按顺时针旋转方向呈对称形状布置并进行编号,如图 6.4.2 所示。

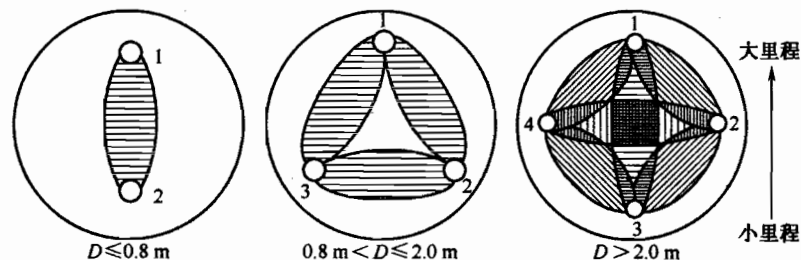


图 6.4.2 声测管布置示意图

7 混凝土浇筑

7.1 一般规定

7.1.1 水下混凝土浇筑施工流程如图 7.1.1 所示。

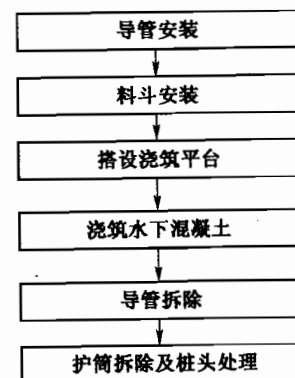


图 7.1.1 水下混凝土浇筑施工流程图

7.1.2 水下混凝土原材料选择、配合比设计、施工等应符合设计要求和铁路混凝土工程施工质量验收标准的有关规定。

7.1.3 水下混凝土应连续浇筑,中途不得停顿,混凝土供应必须满足混凝土连续浇筑的要求。

7.1.4 干作业成孔的钻孔桩混凝土可按水下混凝土标准进行配制,严格按照导管法干孔浇筑,桩顶 4 m 范围内的混凝土应进行振捣。浇筑完毕后对桩顶部混凝土应进行养护。

7.2 浇筑机具安装

7.2.1 水下混凝土浇筑用料斗应满足下列规定:

1 水下混凝土浇筑用储料斗宜采用钢制储料斗,应满足浇筑过程施工需要,结构尺寸制作合理,便于吊装。

2 水下混凝土浇筑用储料斗与导管的连接宜采用丝口、卡扣连接,采用法兰连接时连接应牢固不变形,采用承插连接时应设置防抱死和临时简易锁扣。

3 水下混凝土浇筑用储料斗提吊设施结构和索具规格应经安全检算后确定。

4 水下混凝土浇筑用储料斗容量应满足封底混凝土储存量要求。

7.2.2 水下混凝土浇筑用导管应符合下列规定:

1 水下混凝土导管在平面上的布设根数和间距,应根据每根导管的作用半径和桩底面积确定。

2 导管内壁应光滑,内径一致,接口严密;直径可采用 20 cm~30 cm,中间节长度宜为 2 m 等长,底节可为 4 m;漏斗下可用 1 m 长导管。

3 使用前应试拼试压,不得漏水,并编号按自下而上标示尺度;导管组装后轴线偏差宜不大于孔深的 0.5%,亦不宜大于 10 cm;组装时,连接螺栓的螺帽宜在上;试压的压力宜为孔底静水压力的 1.5 倍。

4 导管长度可根据孔深和孔口工作平台高度等因素确定,漏斗底距钻孔口应大于一节中间导管长度。

5 导管接头法兰盘宜加锥形活套,底节导管下端不得有法兰盘,有条件时可采用螺旋丝扣型接头,但必须有防止松脱装置。

6 导管应位于钻孔中央,在浇筑混凝土前应进行升降试验,导管吊装升降设备能力应与全部导管充满混凝土后的总重量和摩阻力相适应,并留有一定的安全储备。

7 导管底端距孔底的距离应能使混凝土球塞或其他隔水物沿导管流入水中,同时将导管内的水、空气和球塞或其他隔水物排出管外。

7.2.3 导管的拆除应有专人指挥与测量,拆除长度根据孔内实测混凝土面高程确定,拆除后应及时清洗。

7.2.4 钻孔桩孔口浇筑混凝土工作平台应在吊放导管前搭设,平台应坚固稳定,高度满足导管吊放、拆除和充满混凝土后的升降要求。

7.3 水下混凝土施工

7.3.1 水下混凝土浇筑前应做好以下工作:

1 应对成孔孔底高程、导管底口高程、泥浆性能指标和沉渣厚度进行检查。

2 应对施工机具及人员进行检查,施工机具和劳力应满足最大浇筑量的需要。

3 对混凝土输送管道和料斗等进行充分湿润,但不得有明水积存。

4 检查砍球装置的灵敏性和性能是否正常。

7.3.2 拆除导管的间断时间应尽量缩短,每根桩的浇筑时间不应过长,宜在混凝土初凝时间内完成。

7.3.3 桩顶混凝土浇筑面高程应高出设计桩顶高程 0.5 m~1.0 m。

7.3.4 水下混凝土浇筑过程中,特别是潮汐地区和有承压力地下水地区,应注意保持孔内水头高度。

7.3.5 首批混凝土浇筑应满足下列规定:

1 首批浇筑混凝土的数量应能满足导管首次埋置深度(≥ 1.0 m)和填充导管底部的需要,如图 7.3.5 所示,所需混凝土数量可按式计算:

$$V \geq \frac{\pi D^2}{4}(H_1 + H_2) + \frac{\pi d^2}{4}h_1 \quad (7.3.5)$$

式中 V ——浇筑首批混凝土所需数量(m^3);

D ——实钻桩孔直径(m);

H_1 ——桩孔底至导管底端间距,一般为0.4 m;

H_2 ——导管初次埋置深度(m);

d ——导管内径(m);

h_1 ——桩孔内混凝土达到埋置深度 H_2 时,导管内混凝土柱平衡导管外(或泥浆)压力所需的高度(m),即 $h_1 = H_2 \gamma_w / \gamma_c$;

H_w ——桩孔内混凝土面至桩孔内泥浆顶面高度;

γ_w ——泥浆比重;

γ_c ——混凝土比重。

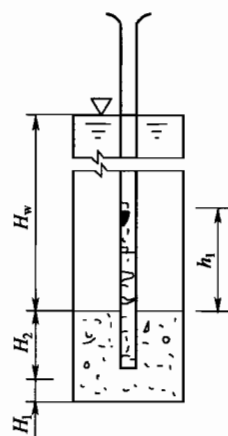


图 7.3.5 首批浇筑混凝土的数量计算

2 开始浇筑水下混凝土时应根据

混凝土供应方案严格控制砍球时间。导管内混凝土面不再显著下降,孔内泥浆涌出平稳后,测量孔内混凝土面高程。

3 首批混凝土浇筑时应在孔周预先设置挡水坎,适当开挖泥浆引流沟槽,预先开启抽浆设备,避免泥浆四溢。

4 首批水下混凝土浇筑完成后,导管埋置深度不得小于1 m,并不宜大于3 m。

7.3.6 封底完成后,后续水下混凝土浇筑应符合下列规定:

1 浇筑过程中,应采取措施防止杂物掉入孔中。

2 导管提升时,应保持轴线竖直和位置居中,逐步提升,防止导管连接部位钩挂钢筋笼。

3 水下混凝土浇筑过程中,混凝土浇筑速度应保持匀速,应随时核对混凝土的浇筑数量,以确定所测混凝土的浇筑高度是否正确。

4 浇筑过程中当导管内混凝土不满时,后续混凝土应控制浇筑速度,避免在导管内形成高压气囊造成导管密封破坏和飞物

伤人。

5 浇筑过程中,导管应缓慢提升和下降,避免在已浇筑混凝土中形成空洞或将顶层浮渣卷入。

6 混凝土浇筑过程中应经常测探孔内混凝土面高程,及时调整导管埋深。导管埋深宜控制在2 m~6 m,最小埋深任何时候不得小于1.0 m。当浇筑速度较快、导管较坚固并有足够的起重能力时,可适当加大埋深,但不宜超过8 m。

7 套管钻机成孔后,在浇筑混凝土过程中,应经常转动和逐步提升套管,套管刃脚埋入混凝土不宜小于1.5 m,也不宜大于5 m,混凝土浇筑完毕,应将套管立即拔出。

8 混凝土浇筑情况,浇筑数量、浇筑时间、混凝土面高程、导管埋深、导管拆除长度以及发生的异常情况等,应专人记录。

7.3.7 当混凝土面升到钢筋骨架下端时,为防钢筋骨架被混凝土顶托上升,可采取以下措施:

1 当混凝土面接近和初进入钢筋骨架时,应使导管底口处于钢筋笼底口3 m以下和1 m以上处,并放慢混凝土浇筑速度,以减小混凝土从导管底口出来后向上的冲击力。

2 当孔内混凝土进入钢筋骨架4 m~5 m以后,适当提升导管,减小导管埋置长度,以增加骨架在导管口以下的埋置深度,从而增加混凝土对钢筋骨架的握裹力。

7.3.8 末批水下混凝土浇筑提拔导管时,应控制速度,缓慢拔出。当出现混凝土浇筑困难时,可采用孔内加水稀释泥浆,并掏出部分浮渣或提升浇筑料斗增加压力差等措施进行处理。

7.3.9 使用全护筒浇筑水下混凝土时,当混凝土面进入护筒后,护筒底口应始终在混凝土面以下,随导管的提升,逐步上拔护筒,浇筑中应边浇筑、边排水,保持护筒内水位稳定。

7.4 护筒拆除及桩头处理

7.4.1 护筒拆除应符合下列规定:

1 护筒拆除宜在混凝土初凝后、终凝前进行。

2 护筒埋置较深,不易拆除时,宜采用一次性护筒,必须拔除时应有防坍塌和保护成桩桩头的可靠措施。

7.4.2 桩头处理应符合下列要求:

1 陆地理置深度不大于 1.5 m 的桩头,宜在混凝土初凝后、终凝前进行挖除处理,挖除深度应满足桩顶预留不少于 30 cm 的混凝土,进行承台施工时凿除。

2 采用后开挖截除桩头的方法时,可采用人工配合机械的方法,但距设计高程 30 cm 以内,不得使用大型机械凿除,应用人工配合小型凿除设备,桩头应修整平整。

3 在凿除过程中应修整齐预留钢筋,不得任意弯折钢筋或加热后修整。

8 岩溶地区钻孔桩

8.1 一般规定

8.1.1 岩溶地区钻孔桩施工应编制专项施工方案。地质条件复杂时还应编制应急预案。

8.1.2 钻孔前应根据每个孔位的地质柱状图,结合地质钻探资料,为每根桩制定相应的地表加固、溶洞处理方案、钻孔方法。

8.1.3 岩溶地层钻孔作业宜选用冲击钻机。

8.1.4 岩溶地层钻孔前应做好以下准备工作:

1 应准备足够的碎石、袋装水泥和黏土,黏土要做成泥砖。

2 机械设备应准备充分,单斗挖掘机、水泵等应提前准备好。

3 泥浆池容量应考虑溶洞漏水补给要求。泥浆池、排水沟、施工场地应进行地表防水处理,防止地表水渗入地下。

8.1.5 钻孔施工应符合下列规定:

1 岩溶地区钻孔桩施工宜按照先长桩后短桩的顺序进行。

2 钻进过程中当实际地质情况与设计不符时,应及时通知勘察设计单位现场补勘。

3 施工中应不断总结经验,改进钻头,合理选配泥浆指标。

8.2 一般溶洞处理

8.2.1 溶沟、溶槽、小溶洞宜采取抛填袋装水泥、黏土、碎石等混合料进行堵塞。

8.2.2 经过预处理的溶洞在钻至溶洞顶部 1 m 左右时,应改用小冲程缓慢将洞顶击穿。

8.2.3 在击穿无填充或半填充溶洞顶前,应密切注意护筒内泥浆

面的变化。若泥浆面下降,应迅速补浆补水,根据溶洞的大小按一定比例回填黏土、片石和水泥后反复冲击挤压密实。当泥浆不再漏失后方可转入正常钻进。

8.2.4 填充物为软弱黏性土或淤泥的一般溶洞应向孔内投入一定比例的黏土、片石混合料,并反复冲击形成护壁,钻头穿越溶洞时应防止偏钻。若发生偏钻,应回填黏土和片石至偏孔位置0.5 m以上,再重新钻进。

8.2.5 有浅埋岩溶地层或存在地面塌陷隐患的桩孔应先加固后再进行钻孔。

8.3 护筒跟进法

8.3.1 护筒跟进法适用于发育规模大、层数多、溶洞内填充物性能差、存在暗河等特大型溶洞,施工流程如图 8.3.1 所示。

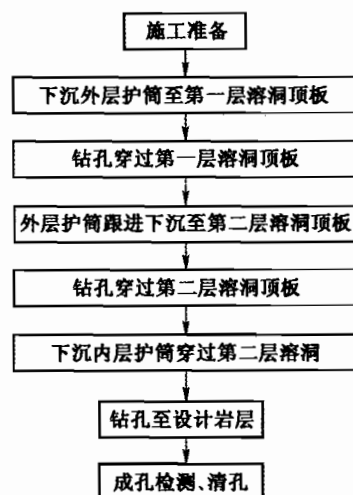


图 8.3.1 双层护筒跟进法施工流程图

8.3.2 施工前应仔细核对地质资料,确定辅助护筒的深度和层数,并根据护筒的层数确定每层钢护筒的直径。每层钢护筒的直

径应以最后一层辅助护筒为基准,最后一层辅助护筒的直径宜比设计桩径大 5 cm~10 cm,顺次每增加一层辅助护筒,其内径宜比相邻内层护筒外径增大 10 cm~20 cm。

8.3.3 辅助护筒的刚度应通过设计检算,满足辅助护筒在内外压力差和振动下沉条件下不变形的要求。

8.3.4 护筒与岩层交界处的间隙必要时可浇筑适量混凝土使护筒与周边岩层之间的空隙密实。

8.3.5 穿越溶洞过程中,若孔内发生漏水,泥浆不能正常循环时,可采用掏渣筒辅助掏渣,反复冲孔,反复掏渣。

8.3.6 若溶洞内地下水是流动水,在溶洞击穿后可预先灌入低标号混凝土,通过反复冲击提高溶洞内填充物的强度。

8.3.7 当溶洞为串珠状布置或溶洞高度过大时可采用多层钢护筒,直接使用钢护筒穿过下层溶洞。

8.3.8 当下层溶洞规模小可采用注浆法填充,注浆法施工应符合本规程第 8.4 节的有关规定。

8.4 超前注浆填充法

8.4.1 根据设计要求对溶腔内淤泥质全填充或半填充进行预注浆处理的溶洞,施工流程如图 8.4.1 所示。

8.4.2 注浆孔可采用地质钻机钻孔,注浆孔布置数量应根据溶洞填充情况及高压注浆泵压力通过计算确定。

8.4.3 利用注浆孔进一步探明地质情况,当岩溶的范围和深度与设计不符时,应及时反馈给设计单位。

8.4.4 溶洞注浆宜采用钢花管注浆工艺。地质钻机钻引孔后插入直径 3 cm 注浆管,注浆管孔底应封闭,管壁应钻 6 mm 的出浆孔,出浆孔间距宜为 20 cm,呈梅花形布置。

8.4.5 注浆材料、浆液强度应符合设计要求。

8.4.6 注浆顺序应从外向内进行。

8.4.7 加压注浆前应进行必要的封孔措施,封孔可采用水泥砂

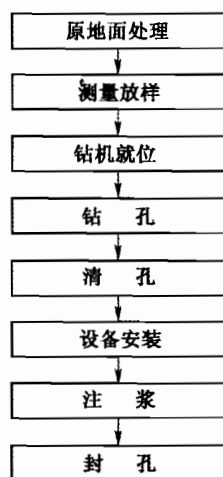


图 8.4.1 溶洞预注浆施工流程图

浆,封孔深度不宜小于 3 m。

8.4.8 正式压浆前应进行注水、压水试验,确认设备状况良好。

8.4.9 注浆过程中出现下列情况之一,应采用间歇反复注浆:

1 注浆孔揭露较大的空溶洞,自流注浆 2 m^3 后,孔底没有明显抬升。

2 浆液漏失严重,一次性连续注浆 2 m^3 后,注浆速率不减或压力不升高。

3 注浆压力突然降低(含突然为零)或速率突然升高。

4 当流量较大时,液面可以上升至孔口,但停止注浆液面又迅速下降且下降速率较大,反复注浆几次浆面没有抬升。

5 注浆环境发现异常情况。

8.4.10 采用间歇循环注浆方式时注浆材料宜采用水玻璃-水泥双浆液(水玻璃掺入量宜为水泥浆质量的 8%~10%),间歇循环注浆时间应不小于 6 h,使先注入的浆液初步达到胶结后再注浆。

8.4.11 多层溶洞应从下层向上层进行注浆,注浆压力宜较注浆

孔底水压大 $0.1 \text{ MPa} \sim 0.2 \text{ MPa}$,在注浆过程中可根据具体情况适当调整。注浆速度宜为 $8 \text{ L/min} \sim 10 \text{ L/min}$,渗透最小半径应大于桩半径 1 m。

8.4.12 注浆速度和结束时间可通过注浆泵上的 PQ 仪分析确定,压入量 Q 应根据渗透半径、固结体积来计算。注浆施工应按注浆量和注浆压力进行双控。

8.4.13 注浆完成后,应待注浆体达到设计强度 80%后方可进行钻孔。

9 水上钻孔桩

9.1 一般规定

9.1.1 水上钻孔桩施工前应对桥址处水文与地质条件、气象与环境条件进行仔细调查,结合施工单位的施工机具条件编制详细的施工方案。

9.1.2 水文调查应包含水深、流速、冲刷、水流方向、水位涨落幅度、漂浮物冲击力等内容。

9.1.3 地质资料调查应包含河床岩溶、溶沟、岩面倾斜及覆盖层土的物理力学性质等内容。

9.1.4 气象及环境资料调查应包含风、浪、气温、通航情况及周边建筑物和水下管线等内容。

9.1.5 水上钻孔桩宜在筑岛围堰、钢板桩围堰、双壁钢围堰、钢管桩支架平台、浮船工作平台、导管架平台等作业平台上安设钻机、钢护筒及泥浆池等辅助设备组织施工。

9.2 筑岛围堰

9.2.1 水深小于3 m且水流速度不大的浅水区域施工钻孔桩宜采用围堰筑岛施工。根据筑岛材料的不同可分为土袋围堰、钢丝笼围堰等多种类型,围堰的选用可按表9.2.1进行。

表9.2.1 筑岛围堰类型及适用条件

围堰类型	适用条件
土袋围堰	水深 ≤ 3.0 m,流速 ≤ 1.5 m/s,河床渗水性较小,或淤泥较浅
钢丝笼围堰	水深3 m以内,河床难以打桩,流速较大

9.2.2 筑岛围堰顶面应高出施工水位0.5 m~1.0 m,围堰面积应考虑钻机及混凝土浇筑设备的布置需要,围堰外形尺寸应考虑基础施工期间河流断面被压缩后,流速增大引起水流对围堰、河床的集中冲刷及对通航、导流、农用排灌等的影响。

9.2.3 围堰的断面应能满足堰身强度和稳定(防止滑动、倾覆)的要求,一般应通过计算确定,也可参照表9.2.3选择围堰参数。

表9.2.3 筑岛围堰的技术要求

类别	填 料	顶宽 (m)	边坡(高:宽)	
			内侧	外侧
土袋围堰	袋内装黏质土	1~2	1:0.2~	1:0.5~
	有黏质土心墙,内外侧袋内装黏质土或砂土	2~2.5	1:0.5	1:1
钢丝笼围堰	笼内填卵石、石块,心墙填黏质土	$\geq$ 水深	1:0	1:0.3

注:堰内坡脚至基坑边缘距离根据河床土质及基坑深度而定,但不得小于1.0 m。

9.2.4 填筑围堰时,可将土倾倒在已筑出水面的岛堤上,使其顺土体天然坡度下滑至沟床。填筑至水面以上的部分应分层填筑、分层压实。

9.2.5 当筑岛围堰处河宽不影响流水和通航时可在墩、台位置设局部围堰;当受河宽限制时应先开挖临时性引水渠,然后在桥位上、下游拦河筑堰。

9.2.6 土围堰施工应满足下列规定:

1 土围堰宜采用草袋、麻袋或编织袋盛装松散的黏质土,有黏土心墙的围堰,也可用砂土袋装,装土量宜为袋容量的1/2~2/3。

2 堆码土袋时应上下左右互相错缝,堆码整齐。

3 水流速较大时,外圈土袋可装小卵石或粗砂,必要时抛片石防护,或外圈改用竹篓或荆条筐内装砂石。

9.2.7 钢丝笼围堰应满足下列规定:

1 钢丝笼的形状及尺寸应适应河床、水流、基坑大小及防渗要求。

2 笼内石块尺寸需大于笼网孔眼,笼内石块应塞紧、装满,笼网应锁口牢固。

3 内外层钢丝笼应逐个靠紧并安放整齐,内外层距离(即围堰宽度)宜为水深的1.0~1.5倍。

4 内外层钢丝笼之间应填以黏土,必要时应在堰底外围堆码土袋防渗。

9.3 钢板桩围堰

9.3.1 钢板桩围堰适用于黏性土层或砂黏性土层的深水桩基础施工,施工流程如图9.3.1所示。

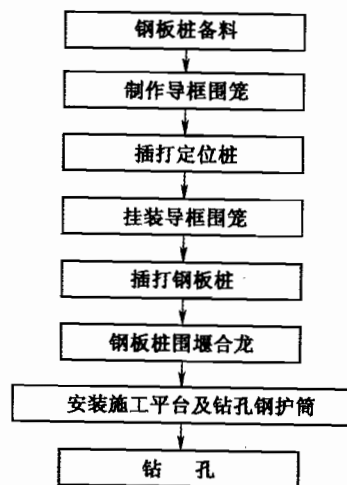


图9.3.1 钢板桩围堰施工流程图

9.3.2 流速较小的河流或静水湖塘宜采用单层钢板桩围堰,当流速较大时应采用双层钢板桩围堰。

9.3.3 在同一个围堰内宜采用同类型、同锁口的钢板桩。若采用不同锁口钢板桩时,应加制异形板桩联接。

9.3.4 板桩长度不够时,宜使用同类型的钢板桩等强度焊接接

长,相邻板桩接长缝应错开。

9.3.5 钢板桩采用组桩插打时,组桩的嵌缝可用油灰及旧棉絮嵌塞紧密。组桩及单块桩两侧锁口应在插打前涂刷混合油膏,以减少插打摩阻力,并增加防渗性能。

9.3.6 钢板桩围堰宜用围笼作导向装置。施工一层导框围笼时,宜先打定位桩,再在定位桩上挂装导框。

9.3.7 矩形钢板桩围堰的插打顺序宜从上游开始,在下游合龙;圆形钢板桩围堰的插打顺序宜从两侧对称开始,先上游合龙,后下游合龙。

9.3.8 插打钢板桩时应严格控制钢板桩的垂直度,第一块桩应从两个相互垂直方向同时控制。插打第二块桩时,可在板桩起吊后人工扶持插入前一块的锁口进行插打。

9.3.9 采用导框插打钢板桩应随时纠正偏斜。

9.3.10 钢板桩围堰抽水前,应将钢板桩与导框之间空隙用垫木塞紧,以保证导框受力均匀。

9.3.11 锁口不密的漏水宜在抽水后以板条、棉絮、麻绒等在板桩内侧嵌塞。堰脚漏水时宜采用水下混凝土封底或压浆防渗。

9.3.12 单层钢板桩围堰内可填筑黏土作为钻机施工平台。双层钢板桩围堰可在顶部安装钻机施工平台,该平台应根据钻机设置、泥浆循环系统布置、运输吊装设备布置等通过计算确定。

9.3.13 钢板桩拔除应符合下列规定:

1 拔桩前,宜先锤击钢板桩,使之与水下混凝土脱离,或向围堰内灌水,使堰内水位高出堰外1 m~1.5 m,利用水压差使桩壁与水下混凝土脱离。

2 采用振动液压打拔桩机拔桩时,可采用高压射水减少摩阻力。

9.4 双壁钢围堰

9.4.1 采用双壁钢围堰施工时,钻机施工平台宜安装在双壁钢围

堰顶部。施工平台应根据钻机设置、泥浆循环系统布置、运输吊装设备布置等进行设计。

9.4.2 双壁钢围堰适用于大型河流中河床覆盖层较薄或裸露基岩的深水桩基础施工,可采用双壁钢围堰浮运施工和原位施工两种方法,施工流程如图 9.4.2—1、图 9.4.2—2 所示。

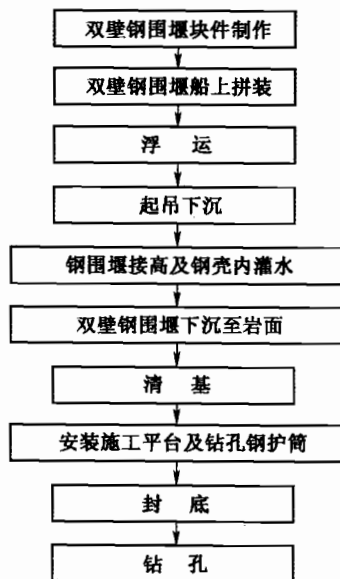


图 9.4.2—1 双壁钢围堰浮运施工流程图

9.4.3 双壁钢围堰宜采用圆形结构,围堰应有足够的强度和刚度,双壁钢围堰壁厚应考虑在围堰内灌水或浇筑混凝土后能够克服覆盖层的摩阻力。

9.4.4 双壁钢围堰施工前应对围岩进行仔细勘察,当围岩高差较大时可采用高低刃脚。

9.4.5 双壁钢围堰块件应在工厂利用胎具加工,出厂前应对结构焊缝进行检查,内、外壁板对接焊缝应通过煤油渗透试验。

9.4.6 浮运施工的双壁钢围堰拼装船可采用铁驳或浮箱组成,拼

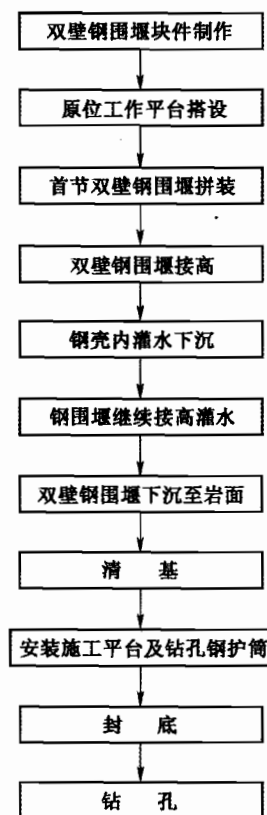


图 9.4.2—2 双壁钢围堰原位施工流程图

装船除应具备在各种荷载下保持稳定的性能外还需有必要的系统设备。

9.4.7 双壁钢围堰原位拼装时应逐层检测焊接质量,并做水密试验。

9.4.8 双壁钢围堰分段下沉时围堰加水应对称均匀进行。浮运施工的双壁钢围堰所加水量应使吊架放松时围堰进入河床,同时吊点施力后又可将围堰吊离河床。下沉时应使用锚绳、拉缆以及

围堰下段的前后兜缆对围堰位置进行精确对位。

9.4.9 浮运施工的双壁钢围堰分段入水后与导向船之间宜采用钢丝绳拉索等柔性连接。

9.4.10 封底混凝土应按水下混凝土施工要求进行浇筑,封底导管的布置应使混凝土在周围钢护筒和钢围堰之间流通顺畅。

9.5 钢管桩支架平台

9.5.1 钢管桩支架平台应根据机具材料运输方式、钻孔桩施工设备及钻机在平台上的移动方式、承台施工方法、施工水位、通航及排洪灌溉等要求进行施工设计,施工流程如图 9.5.1 所示。

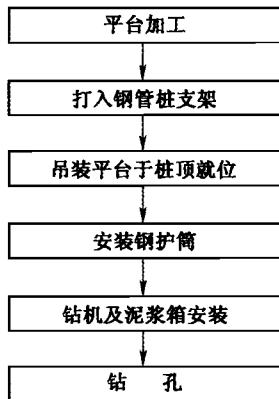


图 9.5.1 钢管桩支架平台施工流程图

9.5.2 钢管桩支架平台应具备一定的防撞击能力,必要时应设置防撞桩。

9.5.3 钢管桩支架平台设计荷载应包括平台自重、钻机和辅助施工机械自重及工作荷载、泥浆储浆桶的重量、水流冲击力、风力等。钢管桩支架平台应进行抗倾覆验算,在最不利荷载作用下抗倾覆系数不小于 1.3。

9.5.4 平台纵、横梁与钢管桩头之间,纵梁与横梁之间应采用限

位铁或抱箍进行定位。

9.5.5 泥浆箱应尽量靠近钢管桩附近搁置,减少纵、横梁的变形。

9.5.6 钢管桩可采用卷制螺旋管,钢管接头可采用电焊连接。当平台距离水面较高和水流速度较大时,钢管桩顶应增设横梁,并在水流方向焊接剪刀撑,形成框架体系。

9.5.7 平台施工起吊设备应满足在工作半径内起吊能力大于桩锤总重量、钢管桩重量和桩土间的摩阻力的总和。

9.5.8 钢管桩施工前应根据钢管桩直径和沉入深度以及桩位地质资料选用合适的振动设备及其夹具,钢管桩振动设备起振力应大于桩土间的摩阻力。

9.5.9 利用栈桥施工钢管桩时应使用导向架定位;利用打桩船施工钢管桩可利用定位桩定位。在导向架或定位桩上焊接定位框其尺寸宜比钢管桩外径大 5 cm~10 cm。

9.5.10 钢管桩的下沉应连续进行,接桩的间隙时间不宜过长。

9.5.11 钢管桩初入土时应轻振慢打并及时检查位置,发生倾斜时应及时进行修正或拔出重打。

9.6 浮船工作平台

9.6.1 浮船工作平台由多艘船只拼成,可在流速不大,风浪较小的河流中使用,施工流程如图 9.6.1 所示。

9.6.2 浮船工作平台的船只数量、吃水深度应根据平台设计荷载进行计算。平台设计荷载包括平台自重、钻机和辅助施工机械自重及工作荷载、泥浆箱自重、水流冲击力、风力等。浮船工作平台应进行抗倾覆验算,在最不利荷载作用下抗倾覆系数不小于 1.3。

9.6.3 工作船只应按照机械动力在同一端的原则组拼并固定为浮船工作平台。应在平台上设置钢护筒导向定位架,将首节钢护筒临时固定在定位架上,并将钻机、辅助施工机械及泥浆箱固定在浮船工作平台上。

9.6.4 浮船工作平台浮运至设计桩位精确测量就位后应及时抛

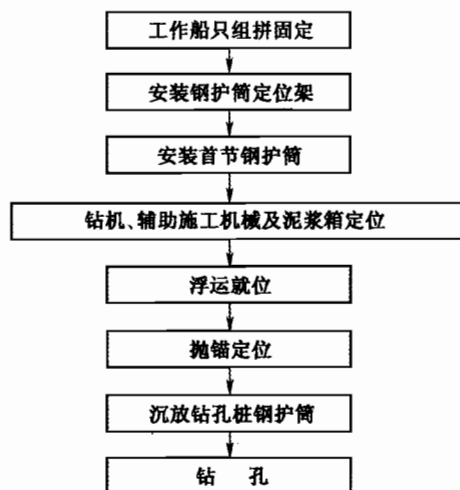


图 9.6.1 浮船工作平台施工流程图

锚定位。锚锭位置、数量及系统应通过计算确定。

9.7 导管架平台

9.7.1 导管架平台适用于大江、大河、海上因水流湍急、水深较大,覆盖层较薄且单桩钢护筒无法准确定位的钻孔桩群施工,施工流程如图 9.7.1 所示。

9.7.2 导管架平台结构设计应满足强度、刚度及稳定性要求。

9.7.3 每个导管架平台宜设置四个吊点,吊点设计应考虑潮汐、波浪冲击力、风荷载作用。

9.7.4 导管架平台宜采用四周排桩及套管定位,利用角桩将导管架调平。

9.7.5 对于覆盖层较薄的沟床,应对导管架下口进行混凝土封底。

9.7.6 导管架平台施工应符合下列要求:

- 1 主墩护筒群导管架的角桩应插入导管架套管内,与套管临

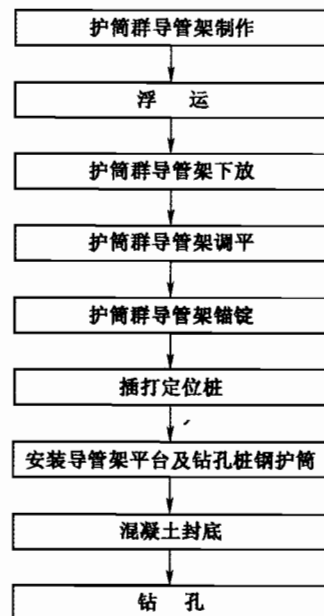


图 9.7.1 导管架平台施工流程图

时焊接。

- 2 围堰侧板、隔仓板宜与护筒群导管架整体吊装下放。

3 护筒群导管架吊装宜使用 GPS 定位系统进行定位,大型起重船精确下放护筒群导管架。

4 护筒群导管架调平就位后,应将护筒群导管架与四角桩焊接牢固。

5 墩位处水流湍急时,护筒群导管架调平后应采取加固措施。

10 多年冻土区钻孔桩

10.1 一般规定

10.1.1 多年冻土指冻结状态持续在二年或二年以上的冻土层。多年冻土的上限指最大融化季节时季节融化层与多年冻土层的融冻界面。

10.1.2 多年冻土地地区钻孔桩施工应依据设计要求,进行专项施工工艺设计。

10.1.3 多年冻土地地区钻孔桩各工序应衔接紧密,减少孔内冻土暴露时间。

10.1.4 多年冻土地地区钻孔桩的钢筋和混凝土施工应符合铁路混凝土工程施工技术指南和质量验收标准中冬季施工的有关规定。

10.2 施工要求

10.2.1 多年冻土地地区钻孔桩施工宜选择旋挖钻机或套管钻机进行钻孔。

10.2.2 多年冻土地地区钻孔桩成孔宜采用干作业成孔工艺。

10.2.3 护筒埋设宜采用加压、锤击或振动法埋设,护筒最小埋设深度应超过多年冻土上限不小于0.5 m。

10.2.4 钻孔作业应满足下列规定:

1 多年冻土地地区钻孔桩钻孔宜安排在一天中的低温时段施工。

2 多年冻土地地区钻孔桩钻孔施工应连续进行,中途不宜停顿。必须停顿时,将钻斗提出孔外后,应立即进行孔口覆盖保温。

3 钻孔到达设计高程后应立即进行孔底清理,清底后应立即

进行孔口覆盖保温。

4 钻孔作业过程中应及时清理钻斗外的粘附物。

5 钻孔作业过程中应在孔周设置拦水埂,严禁地表水以及弃渣冻融水分进入钻孔。

6 钻孔作业过程中应及时清运弃渣,严禁在孔口堆积。

10.2.5 钢筋笼制作安装应符合下列规定:

1 钢筋骨架制作过程中,钢筋焊接应采取必要的预热和保温措施,保证焊接质量。

2 多年冻土地地区钢筋笼宜采用整体制作,一次吊装入孔。

3 钢筋笼吊装入孔作业温度应符合设计要求,设计无要求时,宜避开一天中气温较高的时段,无法避开时,应采用降温措施。

4 钢筋笼吊装宜在成孔后立即进行,间隔时间较长时,应在吊装前检查孔底沉渣厚度,符合要求后进行。

10.2.6 导管宜采用整体拼装一次吊装入孔,分段吊装入孔时,应尽量缩短吊装时间。

10.2.7 多年冻土地地区混凝土拌制应符合下列规定:

1 混凝土的配合比设计应符合设计要求及有关标准的规定。

2 混凝土应采用低温早强耐久混凝土。

3 混凝土应集中拌制,并设置可靠的保温措施,拌和过程中应严格控制拌和用水用量和搅拌时间。

4 混凝土的运输宜采用带有保温措施的搅拌运输车运输,混凝土入模温度应满足设计要求,设计无要求时,入模温度不宜低于5℃。

10.2.8 多年冻土地地区混凝土浇筑应满足下列规定:

1 混凝土浇筑前检验合格后,应立即进行混凝土浇筑。

2 多年冻土地地区钻孔桩混凝土浇筑应符合本规程第7章的有关规定。

3 混凝土应在8 h内连续浇筑完成,浇筑完成后应立即进行保温养护和防冻胀处理。在回冻后方可施工承台。

11 环境保护及水土保持

11.0.1 钻孔桩施工应设置完备的泥浆循环系统,并采取防止泥浆循环系统跑、冒、漏浆的措施。

11.0.2 泥浆池内壁宜采取覆盖塑料膜等措施防止泥浆渗漏,池内沉渣应及时清理。池四周应设防护栏杆。

11.0.3 废弃泥浆不得直接进行排放,应在指定位置集中处理。

11.0.4 施工过程中产生的废弃渣土应根据现场实际情况及时外运弃除或就地平整。

11.0.5 钻孔桩施工中应作好水土保持,避免破坏农田和耕地,防止水土流失。施工完成后应及时恢复临时用地地表。

11.0.6 水中钻孔桩施工完成后应及时清除围堰,清理场地,恢复河道和堤岸,减少对河流的堵塞和污染,确保防洪安全。

11.0.7 城市中钻孔桩施工应在封闭场地内进行,废弃渣土和泥浆应及时外运。运输车辆应密封或进行遮盖,车辆应保持清洁,不得污染路面。

11.0.8 钻孔桩施工应根据国家和地方政府有关要求,制定针对性措施,降低噪声污染。

11.0.9 施工中应加强对文物、古迹的保护。在施工中发现文物古迹时应立即与当地文物保护部门联系,并采取必要的保护措施。

本规程用词说明

在执行本规程条文时,对于要求严格程度的用词说明如下,以便在执行中区别对待。

(1)表示很严格,非这样做不可的用词:

正面词采用“必须”;

反面词采用“严禁”。

(2)表示严格,在正常情况下均应这样做的用词:

正面词采用“应”;

反面词采用“不应”或“不得”。

(3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的用词:

正面词采用“宜”;

反面词采用“不宜”。

(4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

《铁路桥梁钻孔桩施工技术规范》

条文说明

本条文说明系对重点条文的编制依据、存在的问题以及在执行中应注意的事项等予以说明,不具备与标准正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。为了减少篇幅,只列条文号,未抄录原条文。

1.0.11 钻孔桩施工技术交底一般包括以下内容:

- (1) 钻孔桩施工方案,总体施工要求。
- (2) 桩位布置,桩径,桩长,桩深,桩体材料组成,钢筋图纸。
- (3) 各墩台采用钻孔机械类型,钻孔顺序。
- (4) 钻孔桩施工工艺,各工序作业要求、质量标准。
- (5) 安全、质量和环保措施。
- (6) 其他施工资料和施工注意事项等。

3.1.3 钻孔桩试桩内容包括力学试验和工艺试验。通过试桩选择合理的施工方法、施工工艺和机具设备;验证桩的设计参数,鉴定或确定桩的承载能力和成桩质量能否满足设计要求。当设计无要求时施工单位可根据地质情况、桩体尺寸和自身施工经验自行确定是否需要进行工艺性试桩。

(1) 试桩施工专项方案主要内容应包括:

- 1) 试桩目的,内容,设计要求。
- 2) 试桩地点、数量,桩长、桩径,锚桩设置,试桩处设计地质情况。
- 3) 试桩施工机具选择,施工工艺,进度安排。

4) 试桩施工记录和试桩测试内容,测试方法。

5) 试桩施工安全、质量、环保措施。

6) 其他试桩施工注意事项。

(2) 试桩地点、数量、桩长、桩径应符合设计要求。设计无要求时应符合下列规定:

1) 试桩地点宜选在修建桩基的场所,且宜靠近地质钻孔或静力触探孔,其间距一般不宜大于5 m或小于1 m。

2) 桩长、桩径应选择与代表性基桩相同。

3) 工艺性试桩的数量由施工单位根据施工具体情况决定。

3.4.2 钻孔桩施工放样的常用测设方法:

(1) 位于旱地的桥梁,在墩台中心和十字线位置定出后,可以墩台中心为基点,纵横向十字线为坐标轴建立局部坐标系,根据各桩中心在局部坐标系中的坐标直接测设出其位置。

(2) 对位于水中采用交会法设置中心的墩台,可在交会点的围堰或平台上置镜,根据墩台交会方向线方位角、纵横向十字线的方位角和各桩中心相对纵横向十字线的关系,后视基线点控制施工。也可利用水上作业平台测设,即先测设出排桩轴线延长线与平台的交点,再利用平台测放出各桩位中心。

3.5.1 钻孔桩施工设备型号和数量选择应符合下列原则:

(1) 能满足设计对工程的技术要求和质量标准。

(2) 适应地层特点和施工方法的要求。

(3) 适应施工现场和场地大小、场内搬迁、工期要求、供水供电条件等。

(4) 适应施工单位现有的设备条件,以较少的设备投入满足施工需要。

(5) 能较好的根据主机设备型号和数量进行辅助设备和器具的选型配套。

3.5.2 钻孔桩施工设备随着技术进步,不断的更新发展,各类桩机适应范围也不断扩大。如适用于深孔、大直径钻孔桩的全液压

动力头钻机、气举反循环钻机,可在坚硬岩层中钻孔的旋挖钻机等近年在铁路工程中得到了推广应用。在选型时要根据工期、地质条件等各方面条件综合考虑,选择适用性、经济性强的设备。

3.5.4 冲击钻机一般适用于桩径不大于2.5 m,桩深不大于60 m的钻孔桩施工,深度较大时浮渣困难,效率也较低。冲击钻机具有如下特点:

(1)冲击钻机应用范围广,可适用于除淤泥和淤泥质土以外的各种地质条件的钻孔桩施工。

(2)冲击钻机(十字形钻头)特别适用于卵石、坚硬漂石、岩层及各种复杂地质钻孔桩施工,优势突出。

(3)冲击钻机造孔后,孔壁四周形成一层密实土层,对稳定孔壁、提高桩基承载能力均有一定作用。

(4)冲击钻孔速度相对较慢,不宜在普通土中使用。

3.5.5 旋转钻机按照泥浆的循环方式,分为正循环旋转钻机和反循环旋转钻机。正循环旋转钻机一般适用于桩径不大于2.5 m的钻孔桩施工,桩深最大可达100 m。反循环旋转钻机一般适用于桩径不大于3 m的钻孔桩施工,桩深最大可达120 m。旋转钻机具有如下特点:

1 正循环旋转钻机

(1)泥浆由泥浆泵从泥浆池输进钻杆内腔,经钻头射出,钻头旋转钻进时形成的钻渣由泥浆悬浮,沿钻孔上升至孔口,溢进泥浆流槽,返回沉淀池中净化,流入泥浆池再次使用,形成循环。

(2)成孔速度较慢。

(3)井壁靠水头和泥浆保护,对泥浆质量要求较高。

(4)施工场地占地面积较大,需要大量水和泥浆原料。

(5)泥浆护壁较厚,对桩周摩擦力有所降低。

2 反循环旋转钻机

(1)泥浆由泥浆池流入钻孔同钻渣混合,通过泵吸,或射流抽吸,或送入压缩空气,将钻渣混合物从钻杆内腔中吸出,返回地面

沉淀池,净化后泥浆再次使用,形成循环。

(2)钻孔排渣连续性好,钻孔速度高。

(3)所用泥浆耗土量少,黏度低,比重小,清孔和换浆时间短。

(4)泥浆护壁较薄,不减弱桩周摩擦力。

3.5.6 旋挖钻机一般适用于桩径不大于2 m,桩深不大于60 m的钻孔桩施工。旋挖钻机具有如下特点:

(1)旋挖钻机是利用可闭合开启的钻斗旋转切削土层,使钻渣进入钻斗,提升出孔外,出土后再入孔继续钻进,形成循环。

(2)钻进速度快,较其他类型钻机优势明显。

(3)低噪声、低振动,环境污染小。

(4)为自带动力履带自行式钻机,机械安装和场内移动方便,施工占地面积小。

(5)根据地质情况可进行无泥浆护壁干作业钻孔或采用稳定液(或优质泥浆)护壁钻孔。泥浆护壁钻孔时对护壁材料要求较高,需采用稳定液或优质泥浆。

3.5.7 套管钻机一般适用于桩径不大于2.5 m,桩深不大于60 m的钻孔桩施工。套管钻机具有如下特点:

(1)噪声低,振动小。

(2)用套筒护壁,不易坍孔,易于防止流沙,且适宜于靠近既有建筑物施工。

(3)桩体断面尺寸和形状控制较好。

(4)施工机具占用场地大,机械使用成本高。

4.2.1 护筒内径宜比设计桩径适当放大,对于正反循环钻机成孔宜大于设计桩径20 cm~30 cm,对于冲击钻成孔宜大于设计桩径30 cm~40 cm,对于旋挖钻机成孔宜大于设计桩径10 cm~20 cm,其他成孔方式根据机械作业特点比照选用。

4.4.2 护筒口、出浆槽、沉淀池、贮浆池高程应满足泥浆循环需要。贮浆池至孔口可采用泥浆泵泵送,高差可不受限制。制浆池、贮浆池、沉淀池大小应根据不同施工方法和地质情况通过计算确

定。池深宜不小于 1 m。

4.4.5 泥浆配制材料组成及常用比例可参照说明表 4.4.5。

说明表 4.4.5 泥浆配制材料组成

材料名称	膨润土	纯碱	CMC	重晶石	防渗剂	水
材料用量比例	0.08~0.16	0.004	0.005	适量	适量	1

4.4.6 泥浆制备及钻孔过程中性能指标控制标准可参照说明表 4.4.6 选用。

说明表 4.4.6 钻孔过程中泥浆性能指标要求

钻孔方法	地层性状	比重	黏度 (s)	含砂率	胶体率	pH 值
正循环	一般地层	1.05~1.20	16~22	≤4%	≥95%	8~10
	易塌地层	1.20~1.45	19~28	≤4%	≥95%	8~10
反循环	一般地层	1.02~1.06	16~20	≤4%	≥95%	8~10
	易塌地层	1.06~1.10	18~28	≤4%	≥95%	8~10
	卵石层	1.10~1.15	20~35	≤4%	≥95%	8~10
冲击	一般地层	1.10~1.30	18~24	—	≥95%	8~11
	易塌地层	1.30~1.50	22~30	—	≥95%	8~11

4.5.5 不同地质地层常用钻进冲程参数参照说明表 4.5.5 确定。

说明表 4.5.5 不同地层钻进冲程参数表

项 次	项 目	钻进冲程(m)
1	黏土	0~1
2	砂土、粉砂土	0~0.5
3	砂卵石	0.5~1
4	风化岩	0.75~1
5	回填后重成孔	0.75~1.0

4.6.1 常用旋转钻头种类及适用范围参照说明表 4.6.1。

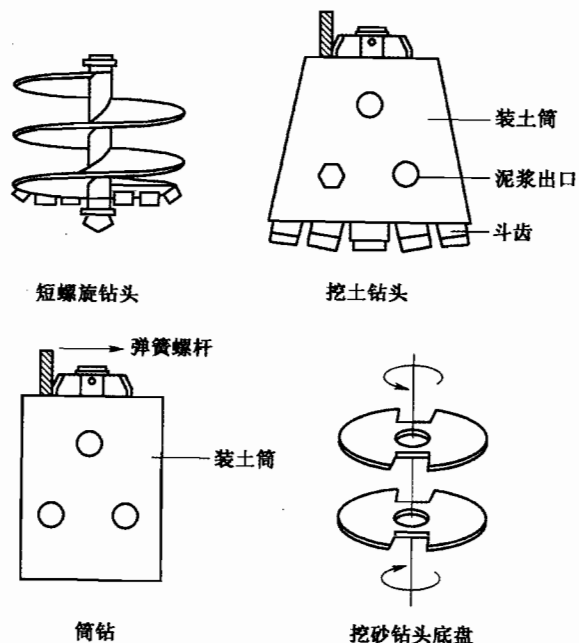
说明表 4.6.1 常用旋转钻头

钻头类型	适用地质	适宜循环类型
三翼空心单尖	无外环	松软的黏质土、粉质土和中、粗砂
	波形或带形外环	非固结塑性及松散层,软胶结岩层,抗压强度小于 1 000 kPa 和 N 值 50 以下的黏质土、砂类土、砂类土、砂砾卵石土、砂砾卵石土层,胶结的砂砾岩层
牙轮钻头	砂卵石和风化岩	反循环
楔齿滚刀钻头	固结岩层、抗压强度大于 30 MPa 的中硬岩层	反循环
球齿滚刀钻头	固结岩层,抗压强度大于 60 MPa 的硬、坚岩层,细晶花岗岩	反循环
刺猬钻头	50 m 以内的黏性土、砂类土等土质地层	正循环
笼式钻头	黏性土、砂类土和砂夹砾石	正循环
鱼尾钻头	黏性土、砂类土、砂夹砾石和风化岩层	正循环

4.7.1 旋挖钻机钻头一般分为回转钻头和嵌岩钻头。回转钻头包括单底土斗和双底捞砂斗,嵌岩钻头包括短螺旋钻头、嵌岩筒钻和牙轮钻头。常用几种钻头如说明图 4.7.1 所示。

地表土、淤泥质亚黏土、黏土层在干性状态下胶结性都比较好,在干孔钻进下可用单底板土层钻头钻进,也可以用双底板捞砂钻斗和土层螺旋钻头钻进;若在湿孔钻进条件下,因土遇水的胶结性能变差,一般用双底板捞砂钻斗钻进以便于捞取钻渣。淤泥层、砂土层及含水丰富的流砂、流泥等易坍塌地层,应采用双底板捞砂钻斗钻进。

砂卵石、卵砾石、泥灰岩、砂岩、灰岩、泥岩、页岩等硬岩层,因地层密度较大,摩擦钻杆和回转钻头无法完成成孔,此类岩层应选用机锁杆和短螺旋钻头。对于硬度较大的基岩地层、大的漂石层以及硬质永冻土层,直接用短螺旋钻头或旋挖钻斗钻进都比较困难,需要嵌岩筒钻配合短螺旋钻头和双底板捞砂钻斗钻进。



说明图 4.7.1 常用旋挖钻机钻头示意图

4.7.2 旋挖钻机一般采用稳定液进行静态泥浆护壁。稳定液应具有良好的物理性能、流变性能和稳定性能。主要指标为比重、黏度、pH 值、含砂量等。其中膨润土的质量标准可参见《钻井液材料规范》GB/T 5005。泥浆用黏土应选择黏粒含量大于 50%，塑性指标大于 20，含砂量小于 5%，二氧化硅与三氧化二铝含量的比值为 3~4 倍的黏土为宜。稳定液的主要材料及作用见说明表 4.7.2。

说明表 4.7.2 稳定液的主要材料表

材料名称	成 分	主要使用目的
水	H ₂ O	稳定液的主体
膨润土或黏土	以蒙特土为主的黏土矿物	稳定液的主要材料

续说明表 4.7.2

材料名称	成 分	主要使用目的
重晶石	硫酸钡	增加稳定液相对密度
CMC	羧甲基纤维素钠盐	增加黏性、防止孔壁剥落
腐殖酸族分解剂	硝基腐殖酸钠盐	控制稳定液变质及改善已变质的稳定液
木质素族分解剂	铬铁木质素磺酸钠盐(FCL)	
碱类	Na ₂ CO ₃ 及 NaHCO ₃	
渗水防止剂	废纸浆、棉子、锯末等	防止渗水

4.7.4 旋挖钻机在不同条件下钻斗转速和提升速度参照说明表 4.7.4—1 和说明表 4.7.4—2。

说明表 4.7.4—1 旋挖钻机钻斗转速选用表

土层土质类型	标准贯入度 (N 值)	转速(r/min)
黏土类粉质土、淤泥质粉质黏土、 粉质黏土夹粉砂、粉质黏土	≤30	0~20
砂质粉质夹粉砂、粉土、粉砂、粉质黏土	30<N≤50	0~15
粉细砂、粉砂、中粗砂	≥50	0~8

说明表 4.7.4—2 旋挖钻机钻进钻斗提升速度限值

桩径(mm)	满钻斗提升速度(m/s)	空钻斗提升速度(m/s)
φ700	0.973	1.21
φ1 000	0.858	1.02
φ1 200	0.748	0.83
φ1 300	0.575	0.83

5.1.1 清孔目的是抽、换原钻孔内泥浆,降低泥浆的相对密度、黏度、含砂率等,清除钻渣,减少孔底沉淀厚度,防止桩底存留过厚沉淀土而降低桩的承载力。特别是随着施工工艺的发展,采用大直径钻孔桩已趋于普遍,在施工中彻底清除孔底沉淀土对充分发挥

桩底原土层的承载力、提高大直径钻孔桩竖直承载力尤为重要。

5.2.1 吸泥法清孔适用于孔深在 70 m 以内的土质密实不易坍塌的冲击钻孔或反循环旋转钻机成孔。对于地质条件差、易坍塌的孔壁不宜使用吸泥法清孔。对于超深孔(孔深大于 70 m)的钻孔桩清孔时应采用气举反循环回转钻机清孔。

5.2.2 吸泥清孔机具以风管空气吸泥机和导管吸泥泵为优,因清孔后不必提升导管,卸下吸泥泵弯管接头后便能浇筑水下混凝土,节约时间。

5.3.1 终孔后,将新鲜泥浆压入,把钻孔内悬浮钻渣较多的泥浆换出。缺点是清孔不彻底,混凝土质量较难保证,且清孔时间较长。

5.4.1 本法仅适用于各类土层摩擦桩的初步清孔。

5.4.2 用掏渣筒掏孔底沉渣应边掏渣边加水,保持一定的水头高度。抽渣筒放到孔底后,要在孔底上、下提放几次,使其多进些钻渣,然后提出。抽渣后,用一根水管插到孔底注入高压水,使水流将泥浆冲稀,泥浆相对密度降低后向孔口溢出,泥浆比重达到所要求的清孔标准后,即可停止清孔。对大直径、深孔,应在用掏渣法清孔后,再用气举抽浆法或高压风辅助清孔法清孔。

5.5.1 根据武广客运专线新广州站及相关工程无砟轨道试验段桥梁工程施工经验:桥梁钻孔桩采用正循环冲击钻孔施工工艺,清孔时孔底沉渣清除速度慢,且难以实现客运专线桥涵施工验标规定的“孔底沉渣清除干净的要求”。为保证客运专线桥梁桩基对沉渣清除的要求,需对原清孔工艺进行改进,其施工采用了高压射风辅助清孔工艺,并做了取芯检查验证,检验结果表明,桩底岩芯完整,桩柱混凝土与基岩结合为完整的柱体,结合紧密,未见沉渣夹层。根据新广州站试验段施工经验,高压风辅助清孔适用于桩径小于 2 m、桩长在 50 m 左右的桩基施工。对于有溶洞、较厚砂层等不良地质的钻孔桩及大直径桩,进行清孔时,须对射风压力进行调整和控制。

高压射风辅助清孔方法的主要特点是:

(1)对桩底沉渣施工控制较好,孔底沉渣大大减少,符合客运专线桩基的设计及规范要求;

(2)相对于泥浆正循环清孔等常规清孔方法缩短了清孔时间,提高了工效,节约了成本;

(3)此方法所需辅助施工机具较少、操作简便、投入少、效果明显,适用于客运专线钻孔桩施工时的辅助清孔。

5.5.2 高压风辅助清孔机具,根据武广客运专线新广州站高压风清孔施工经验,主要包括:1 m³空气压缩机、高压射风管和喷风口这三种机具,设备的选型应根据成孔工艺、桩径、桩长等条件确定。

5.5.4 根据武广客运专线新广州站及相关工程无砟轨道试验段桥梁钻孔桩高压风清孔施工经验:为防止喷风口在高压风吹动下摆动不稳,橡胶风管底端 50 cm 范围采用长 50 cm 的 $\phi 30$ mm 钢管作喷风口。为防止喷风口在高压风吹动下摆动不稳,甚至插入钢筋笼内,在喷风口钢管上焊接钢筋等材料用作配重,配重计算公式:

风管喷风口风压力+高压射风压力+配重浮力=风管配重

以武广客运专线桥梁钻孔桩高压风清孔风管配重为例进行计算:

根据动量定律: $F_1 \times T = m_{\text{风}} \times v$ (1)

式中 F_1 ——风管喷风口风压力(N);

T ——时间单位,取 1 s;

$m_{\text{风}}$ ——风重量(kg);

v ——高压风风速(m/s)。

已知:1 m³空压机每秒喷风量为 $Q=1/60$ m³;喷风口径 $d=0.03$ m,喷风口面积 $S=\pi \times d^2=3.14 \times (0.03/2)^2=0.00071$ m²;风密度 $\gamma=1.29$ kg/m³;泥浆密度 $\rho_{\text{泥}}=1100$ kg/m³;铁密度(配重)=7850 kg/m³;则:

按 1 s 流过风管喷风口风量计算:风重量 $m_{\text{风}}=\gamma \times Q=1.29 \times 1/$

60=0.021 5 kg, 高压风风速 $v=Q/S=(1/60)/0.000\ 71=23.47\text{m/s}$; 将上式代入公式(1)得:

$$F_1 = \frac{m_{\text{风}} \times v}{T} = \frac{0.021\ 5 \times 23.47}{1} = 0.5\ \text{N}$$

高压射风增加压力:

考虑高压射风压力比孔底压力大 $P_{\text{风}}=50\ \text{kPa}$, 高压风产生的反力:

$$F_2 = P_{\text{风}} \times S = 50\ 000 \times 0.000\ 71 = 35.5\ \text{N}$$

配重所受的浮力:

$$F_{\text{浮}} = \rho_{\text{泥浆}} \times V_{\text{管}} \times g = \rho_{\text{泥浆}} \times \frac{m}{\rho_{\text{铁}}} \times g$$

根据: 风管喷风口风压力+高压射风增加压力+配重浮力=风管配重的计算原理, 得: $F_1 + F_2 + F_{\text{浮}} = m \times g$ (2)

将上各数值代入公式(2), 得:

$$0.5 + 35.5 + \rho_{\text{泥浆}} \times \frac{m}{\rho_{\text{铁}}} \times g = m \times g$$

得 $m=4.75\ \text{kg}$

考虑 1.5 的安全系数, 得 $m_{\text{配重}} = m \times 1.5 = 7.12\ \text{kg}$

按上式计算可得: 风管配重重量为 7.12 kg 时, 可保证风管喷风口在高压风吹动下不摆动, 保持稳定。

5.5.5 喷风口风压可按下式计算:

$$P = \gamma H + H/100 + P_0 \quad (\text{说明 5.5.5})$$

式中 P ——喷风口风压(kPa);

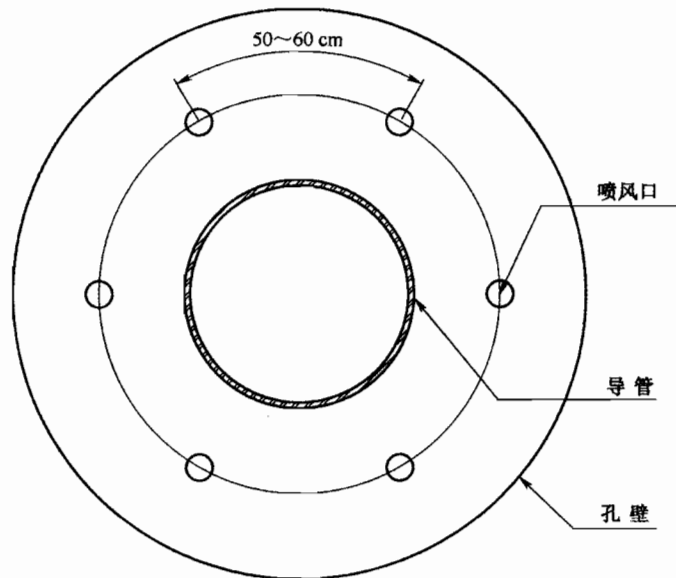
γ ——泥浆容重, 取 $11\ \text{kN/m}^3$;

H ——钻孔桩泥浆面至孔底高度(m);

$H/100$ ——管道引起的风压损失;

P_0 ——喷风口分压, 取 $50\ \text{kPa} \sim 100\ \text{kPa}$ 。

5.5.6 高压射风翻渣时, 喷风口间隔式围绕导管四周环形移动, 一般在一个导管周围设 6~10 射风点(说明图 5.5.6)。



说明图 5.5.6 喷风口移动示意图

5.5.7 砂层及容易坍塌地层由于高压风清孔形成的泥浆紊流冲刷孔壁, 容易造成孔壁坍塌, 注意适当减少风压防止塌方。

5.5.8 根据武广客运专线新广州站及相关工程无砟轨道试验段桥梁钻孔桩高压风清孔施工得出“混凝土浇筑前, 高压射风翻渣 3 min~5 min, 喷风口应间隔式围绕导管四周移动, 将孔底沉渣彻底悬浮起来, 并立即浇筑水下混凝土”的经验, 能够较好地减少孔底沉渣厚度。

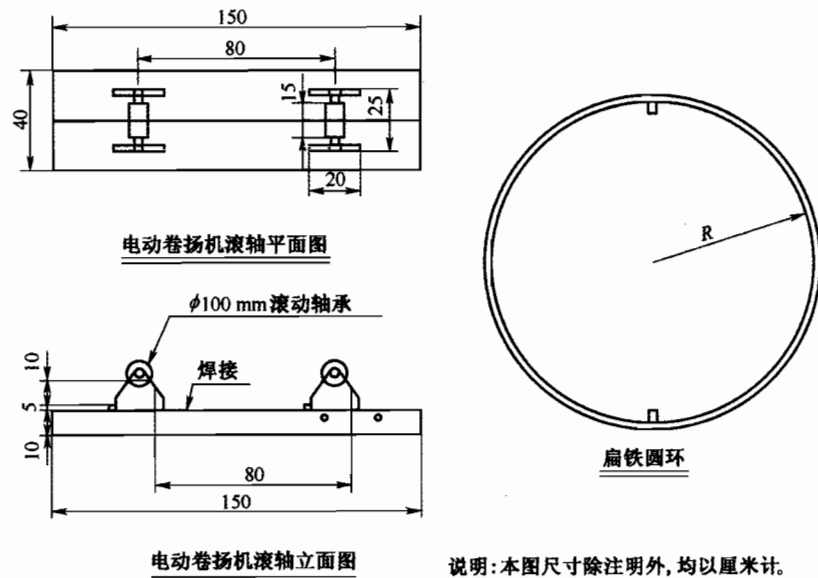
6.2.3 钢筋笼加工场应带顶棚, 场内应设材料卸放区、钢筋加工区、钢筋笼绑扎区、钢筋笼存放区, 可采用小型龙门吊进行纵向、横向运输。卷扬机带动钢筋笼自动卷制螺旋筋, 以提高工效, 也便于控制箍筋的间距。

调好钢筋加工滚动轴承及加工圆盘的位置, 按设计摆放好加强筋, 钢筋主筋按加工圆盘圆孔就位, 焊接完成后将加工圆盘从导

轨拉出,吊运到钢筋笼加工滚轴上,用加工好的环形扁铁将骨架捆紧,两半圆形扁铁通过 $\phi 20$ mm 的螺栓连接,环形扁铁在钢筋加工滚轴上通过电动卷扬机传动,滚动钢筋笼来缠绕螺旋筋(箍筋)。行走装置采用 $\phi 30$ mm 圆钢套外径 $\phi 150$ mm 的轴承,用 60 mm 的槽钢作导轨。桩钢筋笼加工台座(以 $\phi 1.5$ m 和 $\phi 2.0$ m 钢筋笼加工台座为例)构造如说明图 6.2.3 所示。

6.3.1 长大钻孔桩钢筋笼运输时配备专用托架,采用平板车运至现场,可减少钢筋笼运输过程中的变形。

6.3.2 钢筋笼刚度加强措施是为了减少钢筋笼在运输和安装过程中的变形。



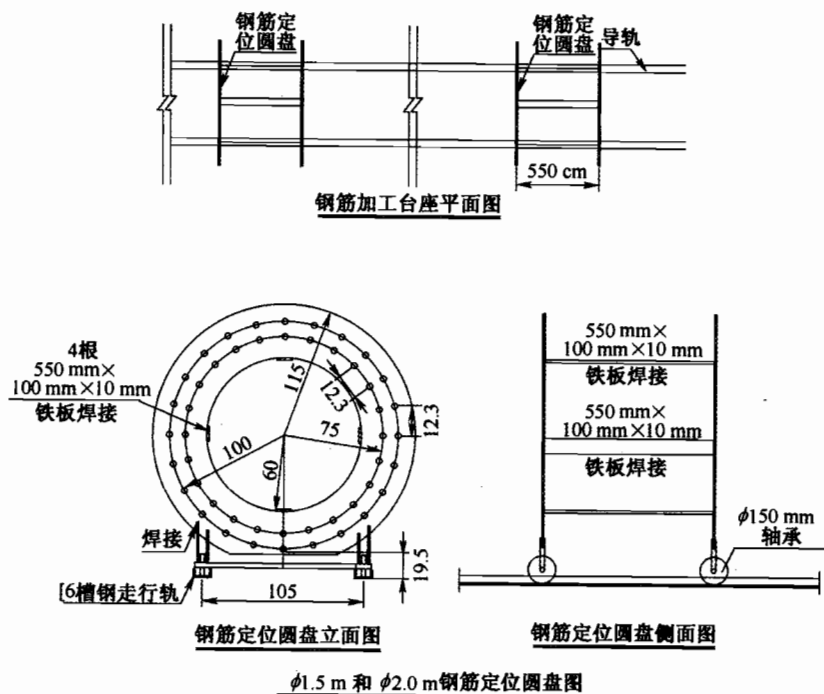
说明:本图尺寸除注明外,均以厘米计。

说明图 6.2.3 长线法钢筋笼加工台座示意图

6.3.3 对于易坍地层中的钻孔桩来说,争取尽早浇筑尤为重要。

6.3.4 钢筋笼表面的污渍会影响桩基混凝土与钢筋的结合。

6.3.6 对于长大钻孔桩钢筋笼利用履带吊起吊,使用专用吊具。为了保证骨架起吊时不变形,长大钢筋笼的吊装宜用两点吊。第一吊点设在骨架的下部,第二吊点设在骨架长度的中点到上三分之一点间。起吊前二点应同时起吊,待骨架离开地面后,第一点停止起吊,继续提升第二吊点,检查骨架是否顺直,如有弯曲应调直。当骨架进入孔口后,应将其扶正徐徐下降,严禁摆动碰撞孔壁。当骨架下降到第二吊点附近的加劲箍接近孔口时,用型钢穿过加劲箍的下方,将骨架临时支承于孔口,将吊钩移至骨架上端,取出临时支承,继续下降到骨架最后一个加劲箍处,按上述办法暂时支承并取出十字形钢筋内撑架。此时按编号顺序依次吊装第二节骨



说明图 6.2.3

架,使上下两节骨架位于同一竖直线上。

6.4.1 声波透射法检测准确可靠,不受桩长、长径比的限制,可准确评价长大桩的完整性。为了确保检测的准确性以及经济合理性,本规程规定桩径大于等于 2 m 或桩长大于 40 m 或复杂地质条件下的基桩,应采用声波透射法检测。当现场组织试验时,其桩长标准可根据试验数据确定。

6.4.2 声测管的内径不宜小于 40 mm,是为了便于换能器在管中能顺畅的上下移动。当换能器加设定位器时,声测管内径可比换能器外径大 15 mm~20 mm。铁路基桩大多数是长大桩,由于混凝土的水化热作用及钢筋笼安放和混凝土浇筑过程中存在较大的作用力,容易造成声测管变形甚至断裂,从而影响检测工作的顺利进行。因此,本规程建议声测管采用强度较高的金属管,壁厚不宜小于 3.0 mm。在安装检测管时,为了避免产生漏浆和因焊渣造成管内堵塞,声测管不应采用对焊方法连接。

为了便于了解桩身缺陷的方位,本规程规定声测管以线路大里程方向的顶点为起始点,按顺时针旋转方向呈对称形状布置并进行编号。

7.1.4 本条规定是为了规范干孔浇筑混凝土的施工方法。经对部分铁路项目的调研,采用此方法施工的钻孔桩基桩检测均为合格。要求顶部振捣是为了增强对桩顶部混凝土的密实度控制。

7.2.2 导管的直径和壁厚可参照说明表 7.2.2—1 和说明表 7.2.2—2 选择。

说明表 7.2.2—1 导管直径选用参考表

导管直径(mm)	平均通过能力(m ³ /h)	适用桩径(m)	备注
200	10	0.6~1.2	
250	17	1.0~2.2	
300	25	1.5~3.0	
350	35	>3.0	

说明表 7.2.2—2 导管壁厚选用参考表

导管长度 (m)	导管制作材质厚度(mm)			
	钢板卷制		无缝钢管	
	200 mm~250 mm	300 mm~350 mm	200 mm~250 mm	300 mm~350 mm
<30	3	4	8	10
30~50	4	5	9	11
50~100	5	6	10	12

7.3.8 钻孔桩水下混凝土面高程距设计高程 3 m~5 m 时即进入未批混凝土浇筑控制阶段。

8.1.2 地下溶洞的构造没有规律,其产状、大小变化十分复杂,即使在一个很小的范围内,溶洞的大小变化也十分明显,经常发生同一桥墩下不同桩位处岩溶发育明显不同的情况,导致桩长变化很大。岩溶发育时,应摸清地下溶洞的发育规模、竖向发展深度。

8.1.5 岩溶地层地下岩层起伏不定,易给勘察设计人员造成假像。例如多层溶洞地段,上层的岩层可能较厚,勘察设计人员在钻孔勘探时,有可能误认为已到稳定基岩,而实际其下仍然有溶洞存在。施工时先钻长桩有利于了解墩位处地质情况,长桩施工时部分溶洞已被泥浆填充便于后续短桩的施工,也可减少桩基施工过程中的干扰,确保桩基施工质量。

8.2.3 溶洞击穿后,桩孔中泥浆会很快下降,此时要用挖掘机及时将准备好的片石、黏土、水泥按一定的比例(1:1:0.2)填入,直至孔内的泥浆停止下降,并慢慢上升,此时,可用冲锤进行适当挤压,并不断抛填块石、黏土、水泥,反复冲砸,直至把桩基两侧的溶洞填满,最后补充泥浆重新钻孔,溶洞较大时最好等 1 d~2 d 后再重新钻孔。

8.3.1 护筒跟进工艺虽然对处理溶洞效果明显,但由于其成本高,投入大,对中小型或有填充的大型溶洞,不主张采用护筒跟进,但对于无填充或半填充的大型、特大型溶洞,为避免溶洞顶板被击穿后泥浆突然流失而导致塌孔或地面大面积塌陷,原则上要求采

用护筒跟进工艺,以确保施工安全和顺利成桩。位于既有铁路或公路路基边的钻孔桩,若地下溶洞发育,亦应考虑采用护筒跟进工艺,保证既有线的路基稳定和行车安全。

8.3.4 由于岩层不平整护筒与岩层交界处存在间隙,浇筑 1 m~2 m 的混凝土可减少钻孔桩在漏水后导致塌孔的可能性。

8.3.5 若溶洞内存在地下暗河,虽然反复充填片石黏土对溶洞能起到回填作用,但在溶洞顶板位置处,由于填料的可压缩性,每次回填再冲孔后,总会在顶板与回填物之间形成一道空隙,导致孔内泥浆反复流失。根据中铁四局在新广州站的施工经验在孔内回填部分低标号混凝土,并反复冲孔,能有效提高溶洞内填充物的强度,防止孔内泥浆反复流失。

8.4.9 采用间歇式注浆,是针对较大的空洞或地下水流动的地层,为防止浆液的流失,造成不必要的浪费而采用的一种工艺。由于钻孔桩桩径小,注浆加固范围只是到达桩壁以外 1 m~2 m 即可,采用间歇式注浆正是基于这一理念,目的是在能达到加固地层的情况下,尽可能节约成本。但应注意,由于间歇式注浆的施工周期较长,一定程度上影响了施工进度,在选择施工工艺时应慎重。若项目工期紧而又必须采用间歇式注浆时,可考虑进一步优化和调整浆液配合比,适当掺入水玻璃等快凝材料,以加快施工进度。

8.4.11 注浆深度不同,其注浆需要的压力就不同,孔底的水压可根据水位高程与孔底高程计算出地下水的压力,以确定注浆压力。将注浆压力适当加大,目的是保证浆液能渗流到一定的范围。实践证明,当注浆加固孔壁的厚度达到 1 m 以上时,在钻孔和浇筑水下混凝土时,孔壁不会塌垮。

8.4.12 注浆量可按下式计算:

$$Q = \pi R^2 H \beta \mu \alpha (1 - \gamma) \lambda \quad (\text{说明 } 8.4.12)$$

式中 R ——渗透半径(m);

H ——溶洞高度(m);

μ ——填充物的孔隙率;

α ——超灌系数;

λ ——地区性经验系数;

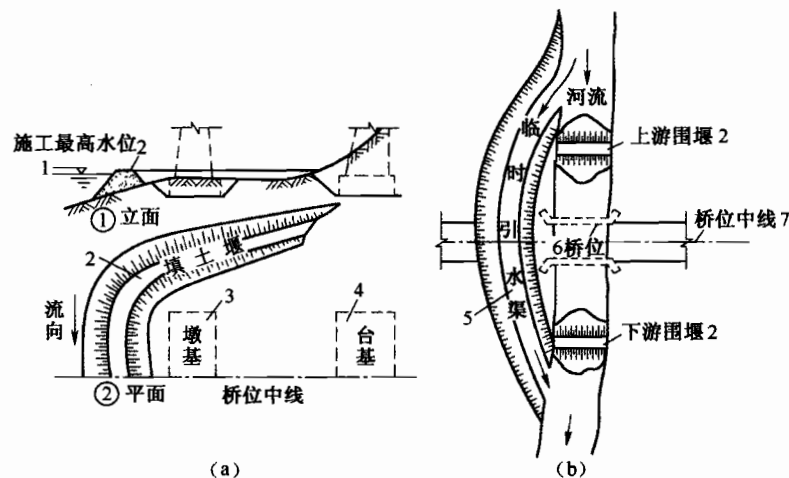
γ, β ——填充率与填充系数。

上述参数和系数可根据现场试验确定。

在规定注浆压力下,当孔段吸浆量小于 0.6 L/min,单孔注浆量达到平均注浆量 1.5~2.0 倍,且进浆量明显减少时,持续 30 min 后可停止注浆。

8.4.13 无论采用何种钻孔工艺,在成孔作业期间,对桩周土体均有扰动,因此,已注浆地层必须待注浆体达到一定强度后才能钻孔,否则注浆加固失去效果。实践证明,浆体的强度一般在 7 d 后可以达到设计强度的 80%,这种情况下,能承受钻孔的振动冲击效应,孔壁不致坍塌。

9.2.5 局部围堰和临时性引水渠作法如说明图 9.2.5 所示。



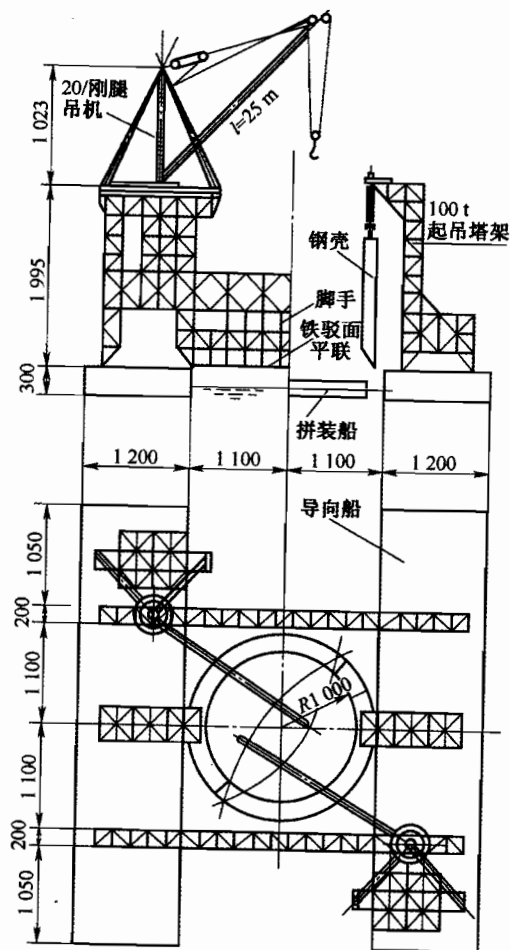
说明图 9.2.5 局部围堰和临时性引水渠作法图

9.4.3 圆形结构抵抗水压能力好,能够提高围堰整体刚度可以避免在围堰内设钢支撑,吸泥下沉和清基时都很方便。

9.4.5 根据《桥梁深水基础》(刘自民等编著)介绍九江长江大桥

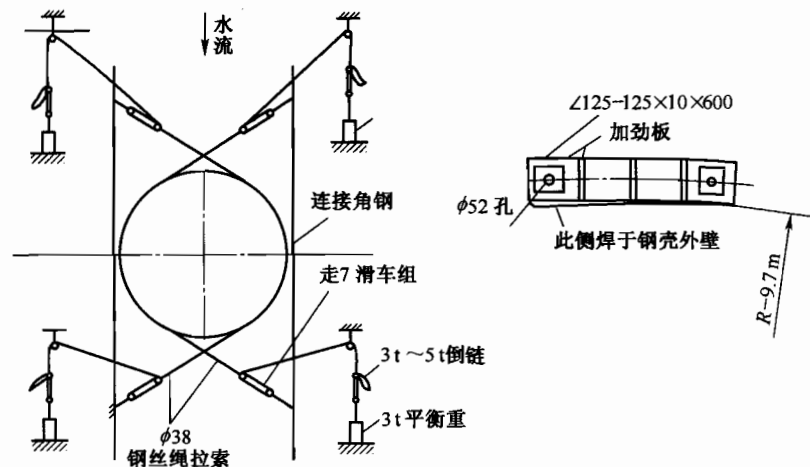
曾使用煤油渗透试验检测过内、外壁板对接焊缝质量。

9.4.6 双壁钢围堰浮运拼装时一般应有导向船和拼装船,导向船应作为配合钢围堰拼装、下沉、定位、围堰封底、钻岩的主要设备。导向船应有钢围堰安装和拆除用的起重设备、发电机、压气机、高低压水泵等常用施工机械。导向船和拼装船布置如说明图 9.4.6 所示。



说明图 9.4.6 导向船和拼装船布置图

9.4.9 围堰进入河床后围堰已固定,而导向船仍是浮体,随着水位涨落、大风袭击以及过往船舶影响,浮体的晃动不可避免。导向船与双壁钢围堰之间应设计既可以允许其上下相对运动,又须保持两者之间平面上必要的间隙以防止它们相撞击的设施,九江长江大桥采取 4 根 $\phi 38$ mm 钢丝绳拉索组成柔性连接设施,如说明图 9.4.9 所示。



说明图 9.4.9 导向船与围堰柔性连接图

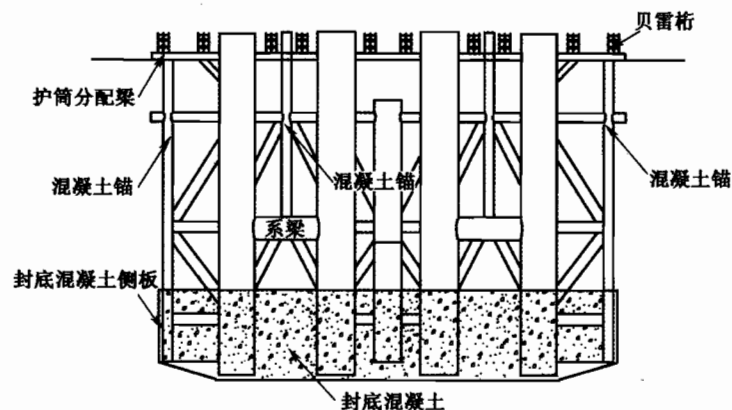
9.5.10 钢管桩下沉过程中如发生停顿或较长时间间隙周围土恢复后会导致继续下沉困难。

9.7.1 界定了导管架平台施工的适用范围。该方法充分利用了钻孔桩钢护筒作为平台支撑体系的一个重要组成部分,相对于其他施工平台更经济,但对水上吊装设备的吃水深度有较高要求。

9.7.2 导管架平台结构形式如说明图 9.7.2 所示。

9.7.3 每个导管架平台设置四个吊点,目的是实现平稳吊装。吊点处按每点承受的竖向荷载设计,必要时需采取加强措施。

9.7.4 为满足钻孔桩施工的作业空间要求,在护筒群的四周各设



说明图 9.7.2 导管架平台结构示意图

置一排定位桩及其套管,利用 4~6 根角桩将导管架自身调平。

9.7.5 为满足整个导管架平台的安全与稳定及钻孔桩结构的施工,须对导管架下口进行混凝土大封底,因此还设置了隔仓板、围堰侧板、侧板桁架。

混凝土封底之前,对导管架围堰侧板底口与海床面之间的空隙进行堵漏处理。在平潮时用吊机吊装混凝土袋,沿围堰侧板内外位置进行抛填,抛填高度 1.0 m。为减少水流对混凝土袋的冲刷,可在混凝土袋上抛填一层 1.0 m 高的 300 kg~500 kg 的碎石袋,压住混凝土袋。

利用操作平台在围堰侧板内侧与外侧之间进行碎石袋和混凝土袋的抛填,以便有效地封堵围堰侧板底口与海床面之间的空隙。

堵漏完成后,逐仓对护筒群导管架浇筑封底混凝土。浇筑时采用两台混凝土拌和船同时作业,并在低平潮时施工,以减少围堰顶水流对已浇筑混凝土面的淘蚀。

9.7.6 为减少导管架平台下放时的操作工序,在导管架平台的制造过程中将钢管定位角桩先插入钢套管内临时固定,围堰侧板及其桁架也固定在钢套管或钢护筒上,随导管架平台整体下放到海

床上。

主墩护筒群导管架制作完成后,完善导管架附属结构,在 4 根钢护筒上设置吊点。四角桩插入导管架套管内,与套管临时焊接。

主墩位处水流湍急时,护筒群导管架下放调平后可采取以下措施进行加固,防止护筒群导管架倾倒:

(1) 插打余下的定位桩,将桩与护筒群导管架焊接固定。在护筒群导管架 6 根定位桩内先抛填 1 m 高碎石,之后再在桩内浇筑混凝土,对护筒群导管架进行压重,以增强其抗倾覆能力。

(2) 主墩前后两侧抛设混凝土锚。锚与护筒群导管架四角桩连接,并拉紧揽绳稳固该护筒群导管架。

(3) 用定位桩将护筒群导管架与小导管架平台连接成整体,增强该导管架的稳定。

护筒群导管架平台施工参考标准:墩位处导管架平台纵、横向平面偏位 $<30\text{ cm}$;钢护筒倾斜度 $<1\%$ 。