|  |  |
| --- | --- |
| ICS | 93.020 |
| CCS | P10 |

|  |
| --- |
| 42 |

湖北省地方标准

DB42/TXXXX—XXXX

全方位高压喷射注浆技术规程

Technical code of omnibearing high pressure jet grouting

XXXX-XX-XX发布

XXXX-XX-XX实施

湖北省住房和城乡建设厅

湖北省市场管理监督局

联合发布

目次

[前言 III](#_Toc105066074)

[1 范围 1](#_Toc105066075)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc105066076)

[3 术语和定义 1](#_Toc105066077)

[4 符号 2](#_Toc105066078)

[5 基本规定 3](#_Toc105066079)

[6 设计 3](#_Toc105066080)

[6.1 一般规定 3](#_Toc105066081)

[6.2 设计计算 4](#_Toc105066082)

[6.3 构造 4](#_Toc105066083)

[7 施工 5](#_Toc105066084)

[7.1 一般规定 5](#_Toc105066085)

[7.2 施工机具 5](#_Toc105066086)

[7.3 施工准备 5](#_Toc105066087)

[7.4 施工工艺 6](#_Toc105066088)

[7.5 地内压力控制 8](#_Toc105066089)

[7.6 施工注意事项 8](#_Toc105066090)

[7.7 施工安全措施 8](#_Toc105066091)

[7.8 环境保护措施 9](#_Toc105066092)

[8 质量检查与验收 9](#_Toc105066093)

[8.1 一般规定 9](#_Toc105066094)

[8.2 施工前检查 9](#_Toc105066095)

[8.3 施工过程检查 10](#_Toc105066096)

[8.4 成桩质量验收 11](#_Toc105066097)

[附录A （资料性） 全方位高压喷射注浆设备选型参照表 12](#_Toc105066098)

[附录B （规范性） 施工记录表 15](#_Toc105066099)

条文说明 18

2. 前言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由湖北省住房和城乡建设厅提出并归口管理。

本文件起草单位：武汉誉城建设集团有限公司、上海隧道工程有限公司、城盾隧安地下工程有限公司、武汉市政工程设计研究院有限责任公司、武汉誉城千里建工有限公司、武汉桥建集团有限公司、中煤科工集团武汉设计研究院有限公司、武汉飞虹工程管理咨询有限公司、中国市政工程中南设计研究总院有限公司。

本文件主要起草人：盛华、吴伟文、徐杨青、陈建斌、冯师、万纯斌、李永迪、卢方伟、张守城、邓文辉、谢辉、叶井亮、李俊、罗汝勤、丁兴荣、邓涛、龚成、余杰、朱雁飞、李沫汝、吴锡、杨飞、陈娟、郑立群、蔡清、来颖、江强强、黄伟。

本文件实施应用中的疑问，可咨询湖北省住房和城乡建设厅，联系电话：027-68873088，邮箱：mail.hbszjt.net.cn。在执行过程中如有意见和建议请邮寄武汉誉城建设集团有限公司（地址：湖北省武汉市武昌区中北路151号（武汉控股大厦）2001-2010号，邮编：430060；电话：027-88779939；邮箱690728138@qq.com）。

全方位高压喷射注浆技术规程

* 1. 范围

本文件规定了全方位高压喷射注浆技术应用的基本规定、材料、成桩设计、施工与质量验收要求。

本文件适用于湖北省房屋建筑、市政工程等地下工程中全方位高压喷射注浆的设计、施工和质量检查与验收，其他工程可参照使用。

* 1. 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 12523 建筑施工场所噪声限值

GB 50007 建筑地基基础设计规范

GB 50202 建筑地基基础工程施工质量验收规范

GB 50300 建筑工程施工质量验收统一标准

GB 50497 建筑基坑工程监测技术规范

GB 50870 建筑施工安全技术统一规范

JGJ 33 建筑机械使用安全技术规程

JGJ 46 施工现场临时用电安全技术规程

JGJ 59 建筑施工安全检查标准

JGJ 63 混凝土用水标准

JGJ 79 建筑地基处理技术规范

JGJ 81 建筑钢结构焊接技术规范

JGJ 120 建筑基坑支护技术规程

JGJ 146 建设工程施工现场环境与卫生标准

JGJ/T 199 型钢水泥土搅拌墙技术规程

DB42/T 159 基坑工程技术规程

* 1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

全方位高压喷射注浆 omnibearinghighpressurejetgrouting

可垂直、水平、倾斜等多方位进行成孔及高压喷射注浆设备，通过喷射流切削土体并与土体拌和形成水泥土加固体，并利用具备强制排浆、排气的多孔管注浆钻杆调控地内压力降低对周边环境影响的地基处理方法。

喷射流 jet

用于切割、搅拌土体的水泥浆高压射流。

前端总成装置 monitor

位于钻杆最前端，集合了钻头、喷射流喷嘴、同轴高压空气喷嘴、回浆口、回流水喷嘴、压力感应器等部件的装置。

同轴高压空气 concentric high pressure air

包裹在喷射流周围，用于减少喷射流在泥浆中能量损耗的高压空气。

回浆口returning slurry entrance

设置于前端总成装置，用于回收施工中产生的废浆的管口。

回流水 back jet

利用射流原理使回浆口周边形成真空，吸入泥浆并通过排泥管路集中排放到地面的高压水流。

回流气 back air

在排泥管路中通过气举作用辅助排浆的高压空气。

地内压力 undergroud pressure

施工期间桩体内前端总成装置附近的泥浆压力。

地内压力控制系数 underground pressure controlling coefficient

地内压力控制数值与施工深度数值的比值。

步进提升或回抽 step lift

钻杆按照预设距离分步提升（垂直、倾斜施工）或回抽（水平施工）。

定喷 directional jet grouting

在喷射和移动钻杆过程中，钻杆不转动，使喷嘴对着固定方向喷射，浆液凝固后在土体中形成壁状加固体的成桩型式。

摆喷 pendulum jet grouting

在喷射和移动钻杆过程中使钻杆在一定角度内来回摆动，浆液凝固后在土体中形成类扇形或圆形截面加固体的成桩型式。

* 1. 符号

下列符号适用于本文件。

*N*——标准灌入击数；

*G*——每延米水泥用量；

*Q*——高压泥浆泵流量；

*E50*——弹性模量；

*c*——粘聚力；

*g*——每升水泥浆液中水泥含量；

——计算压力点处的垂直深度，单位为米（m）；

*k*——渗透系数；

*t*——每延米喷射施工时间；

——地内压力控制系数，根据地质条件、环境监测数据等取值，宜取1.2~1.6；

——水的重度，取10kN/m³。

* 1. 基本规定

适用范围

1. 适用于高压喷射注浆法所适用的所有范围，在富水软土地层对于传统高压喷射注浆法无法进行的水平、倾斜、水下施工、超深施工等领域也适用。
2. 适用于建筑、市政、环境、隧道等工程中对周边环境要求较高的止水帷幕、地基基础加固、挡土结构等，也可用于既有建（构）筑物和结构物基础托换。
3. 适用于传统旋喷工艺成桩直径无法满足需要的大桩径工程（如大直径管线需原位保护）。
4. 全方位高压喷射注浆法可用于素填土、淤泥、淤泥质土、黏土、粉土、砂土、碎石土地层地基处理施工。

对地下水流速过大、砾石直径过大，含量过多及有大量纤维质的腐殖土、缺乏相关实践经验的地层及重要工程应进行现场工艺性试验，以确定施工参数及工艺。

施工设备可按本规程附录A选用。

对重要工程或缺乏相关施工经验地区，全方位高压喷射注浆法施工参数应根据场地工程地质和水文地质条件、设计要求，通过工艺性试验确定。

全方位高压喷射注浆法施工材料应符合GB 50202的规定，施工用水应符合JGJ63的规定。

全方位高压喷射注浆施工质量应符合设计要求和现行有关标准的规定，应进行质量检查和验收。

* 1. 设计
     1. 一般规定
        1. 全方位高压喷射注浆法设计前，应具备下列资料：

1. 场地岩土工程勘察报告；
2. 项目用地红线图、建筑总平面图、拟建建（构）筑物和地下结构资料；
3. 周边环境资料，包括邻近建(构)筑物的基础及结构形式、道路、地下管线和障碍物详细资料等。

全方位高压喷射注浆法的设计内容应包括成桩方向、单桩成桩形式（摆喷或定喷）、单桩成桩截面形式、成桩直径、桩体强度、渗透系数、桩长、水泥型号及掺量、桩位布置等。

应根据工程需求、现场施工条件、机具设备条件、经济性等情况，确定成桩方向和单桩成桩形式。

注浆材料为水泥浆液，宜选用强度等级42.5级及以上等级的普通硅酸盐水泥或复合硅酸盐水泥；水泥掺入比应根据土质条件、水泥土强度、抗渗要求确定，且不宜小于40%。当添加外加剂及掺合料时，所用外加剂及掺合料的种类、用量应通过试验确定。

水泥浆液的水胶比应按工程需求选用，宜为1.0～1.3。

全方位高压喷射注浆法桩体28天无侧限抗压强度应满足设计要求，且不宜小于1.0 MPa。

全方位高压喷射注浆法用于隔水帷幕时，加固体渗透系数k不应大于1×10-6 cm/s。

全方位高压喷射注浆法成桩直径、桩身强度宜通过现场试桩测试确定。

全方位高压喷射注浆法用于地基加固时，加固体的宽度、深度和平面位置应根据土质条件、环境保护要求等确定。

对有地下存在动水流的特殊情况，应采用先外围后中间的施工顺序，并应自水头高的一端开始施工，同时要适当考虑增加加固体尺寸，必要时可添加速凝剂。

* + 1. 设计计算
       1. 全方位高压喷射注浆应根据工程特点和施工条件等因素进行设计计算；用于基坑支护结构时，应根据使用功能进行设计计算；用于隔渗帷幕时，应根据地下水控制要求确定桩体深度；用作地基加固时，应根据加固形式和使用要求进行设计计算和桩体布置。

全方位高压喷射注浆用于基坑支护结构、隔渗帷幕、地基加固时，应符合现行湖北省地方标准《基坑工程技术规程》DB42/T159和现行行业标准《建筑地基处理技术规范》JGJ79的有关规定。

全方位高压喷射注浆法作为支护结构的一部分时，其设计尚应符合下列要求：

1. 当全方位高压喷射注浆法内插芯材作为支护结构时，只考虑内插芯材的刚度。内插芯材型号、间距应根据计算结果确定，同一区段内应保证墙体刚度的均匀性；
2. 在进行支护结构验算时，插入芯材的深度应满足坑底抗隆起、抗倾覆、整体稳定性的要求；
3. 内插芯材的受力及变形计算、墙体局部抗剪验算尚应符合相关规范要求。

采用全方位高压喷射注浆隔断地下水时，应穿过含水层进入下卧完整的隔水层不小于2.0m。采用全方位高压喷射注浆作为深层地下水的悬挂式隔渗帷幕时，应根据渗流稳定性计算、周边环境控制要求和基坑降水环境影响分析等因素确定桩体的深度。

全方位高压喷射注浆用于竖向承载时宜按复合地基进行设计，复合地基承载力应通过现场复合地基载荷试验确定。初步设计时，也可结合相似工程经验和现行行业标准《建筑地基处理技术规范》JGJ79中的有关规定确定。

全方位高压喷射注浆法用于水利堤基处理时，应进行抗渗流、稳定、变形计算。

* + 1. 构造
       1. 桩位布置根据工程需求可采用单排桩、多排桩布置，多排桩可采用矩形布桩或梅花形布桩。

根据不同地层及成桩深度，全方位高压喷射注浆法桩体直径宜取2000mm～2600 mm。可采用延长喷射时间、增大喷射流量等措施增大成桩直径，其具体施工参数应通过试桩确定。当水平全圆成桩时可采用不带同轴压缩空气的方式，桩体直径宜取800 mm～1400 mm。

全方位高压喷射注浆法桩体深度或长度不宜大于60 m。

全方位高压喷射注浆法的桩端偏差值与钻孔长度的比值不应大于1/150。

桩间搭接应充分考虑成桩直径、土体不均匀性、成孔精度、加固土有效厚度等因素。有止水要求时，成桩深度20 米以内时，桩间搭接不宜小于300 mm，成桩深度大于20 m时，桩间搭接不宜小于500 mm。

全方位高压喷射注浆法成桩方向为水平时，与水平线向上的倾斜角度不宜大于15°。

成桩方向与竖直方向夹角大于等于30°或成桩方向为水平方向时，宜采用摆喷角度不大于180°向下喷射成桩形式，有特殊要求时可采用不带同轴高压空气的全圆成桩形式。

全方位高压喷射注浆法用作地下连续墙槽壁加固时，宜采用不大于180°的背向摆喷成桩形式，其桩心与地下连续墙的净距应根据成桩深度和垂直度偏差确定，且不应小于100 mm。

全方位高压喷射注浆法用作地下连续墙接缝止水时，宜采用不小于180°的正对接缝摆喷成桩形式，扇形桩体直径方向与地下连续墙虚拟搭接不宜小于500 mm。

全方位高压喷射注浆法用作排桩支护的截水帷幕时，宜采用正对桩缝扇形摆喷成桩形式，摆喷成桩角度不宜小于120°。当摆喷角度小于180°时，其桩心间距应与排桩桩心间距一致。

成桩方向为水平方向时应符合下列规定：

1. 加固区范围应结合作业空间和设备限界设计；
2. 桩体上部覆土厚度不宜小于2000mm。
   1. 施工
      1. 一般规定
         1. 全方位高压喷射注浆施工前应做好各类资料的收集工作：
3. 施工场区的地形、地质、气象、水文及“三通一平”等资料；
4. 邻近建（构）筑物、周边地下管线、场内架空线及地下障碍物等相关资料；
5. 当地防洪、防汛和环境保护的有关规定。

全方位高压喷射注浆施工前应对施工区域及影响范围内的邻近建（构）筑物和地下管线现场踏勘评估，必要时可开挖样沟确认地下管线位置和走向，并采取合适的监测和保护措施。

全方位高压喷射注浆施工前应编制施工方案，正式施工前应根据方案进行试桩施工，以检验设备性能、施工参数、工效、地层条件等是否满足要求。

根据试桩结果对施工方案进行修改，确定施工设备及施工技术参数。

应根据审批通过后的全方位高压喷射注浆施工方案，逐级向有关人员进行技术交底。

原材料进场时，应具有产品合格证、出厂试验报告。进场后，应按国家有关规定进行材料验收和抽检，确保其质量合格后方可使用。

施工过程中应有专人负责质量监测和动态施工控制，进行施工记录，当有异常情况发生时，应立即暂停施工，并采取必要措施。

* + 1. 施工机具
       1. 全方位高压喷射注浆施工设备应包括：钻机、前端总成、多孔钻杆、水龙头、排浆阀门控制油泵、地内压力监控设备、自动数据显示记录仪、高压泥浆泵、高压水泵、拌浆系统、空气压缩机、起吊设备等。

施工前应根据全方位高压喷射注浆施工工艺、现场场地条件选择合适的设备。

全方位高压喷射注浆设备应符合下列要求：

1. 前端总成应具有可控强制排泥、地内压力采集等功能；
2. 空气压缩机输出压力、流量稳定；
3. 高压泵输出压力、流量稳定，压力变动幅度应控制在±2MPa范围内；
4. 主机应具备自动控制步进提升（回抽）、摆动等功能。

全方位高压喷射注浆施工配套设备应根据工程要求进行配置。施工超大直径桩体时，宜选择流量不小于180L/min的高压泥浆泵。垂直深度在30m以上或砂质土层厚度大于10m的工况施工时，宜配置外套管。

水泥浆液的拌制宜采用自动拌浆系统，自动拌浆系统的计量仪器应进行定期检定，未经检定的计量仪器不得使用。

* + 1. 施工准备
       1. 施工前应平整场地，施工材料及设备或车辆荷载满足地面荷载限制要求，根据图纸测量放样，开挖样沟，排查市政设施及障碍物情况，砌泥浆池或设置堆土场地。

施工开始前应充分作好准备工作，包括机械器具、仪表、管路、材料、水和电等的检查及验收工作，施工一经开始即应连续进行，力求避免中断。

供电量应根据施工设备进行计算，每套设备供电容量不宜小于350kw。

用水量应根据施工参数进行计算，每套设备供水量不宜小于150L/min，现场用水如无法满足施工需求，应设置增压泵或水箱。

水平方向成桩施工前，应根据施工条件选择合适的作业平台、测斜设备、纠偏钻头、防喷装置、高扬程泵等。

作业平台应进行承载力、刚度及稳定性计算，对一些特殊平台宜进行现场预加载试验并验收，确保作业平台安全性。

施工前应根据邻近建（构）筑物和市政设施的保护要求，完成监测点的布置并进行工程监测。

* + 1. 施工工艺
       1. 测量放样

宜根据测量基准点，利用全站仪测放桩位。测放前，应复核测量基准点、水准点及建（构）筑物的基准线，并采取相应的保护措施。

* + - 1. 开挖沟槽

根据测放的桩位沿轴线开挖沟槽。沟槽开挖完成后，应重新复测桩位。

* + - 1. 浆液拌制

全方位高压喷射注浆法浆液拌制应注意以下几点：

1. 浆液拌制严禁使用过期和受潮结块的水泥。
2. 浆液应搅拌均匀；浆液的储存时间不应大于浆液初凝时间，浆液在泵送前应进行过滤，拌制好的浆液应随机抽检，对抽检不合格浆液应做废浆处理。
3. 当日平均温度低于5°C或最低温度低于-3°C的条件下施工时，应采取防冻措施；在炎热条件下，用水温度不应超过35°C。
4. 浆液拌制时间应小于浆液初凝时间。
   * + 1. 成孔

全方位高压喷射注浆法成孔要求如下：

1. 采用工程地质钻机预成孔或全方位高压喷射注浆钻机自行成孔，孔深或孔长应满足喷射流喷嘴到达设计桩端的要求。
2. 水平方向成孔时，应在围护结构或结构墙上用钻机预先开孔，开孔宜采用二次开孔工艺，并安装防喷装置，防喷装置的底座应以围护结构或结构墙稳固连接，避免工程险情的发生。
3. 在易坍塌的土层成孔时，应采取护壁措施。
4. 成孔过程中应及时测斜与纠偏，成孔完毕应抽查成孔质量，对不满足要求的孔洞应重新成孔。
   * + 1. 钻头试喷

全方位高压喷射注浆法设备钻头试喷时应注意以下两点：

1. MJS 主机就位后，将钻头吊放入主机动力头内，并安装倒吸空气适配器、安装水龙头，确认各路管线在通畅的前提下进行试喷。
2. 数据记录仪在地面或基坑内无荷载情况下清零，并依次开启回流水、回流气、排浆阀门、主气、浆，确认管路通畅，数据正常。
   * + 1. 下放钻杆

分节下放（钻进）钻杆、同步连接数据线、检查钻杆密封圈、并确认数据显示正常，直至将钻具下放（钻进）至桩端预定位置（在水平施工时需对钻杆姿态进行检测并纠偏，在满足钻杆姿态的情况下，方可钻进）。

* + - 1. 提升注浆

全方位高压喷射注浆法提升注浆步骤如下：

1. 钻杆下放（钻进）到预定深度后，根据工艺要求先开启回流水、回流气、排浆阀门，确认排浆及地内压力数据正常后，再依次开启主气、浆。
2. 喷射成桩时应按设定的喷射角度、步进间隔时间、步进间距、喷射流流量、喷射流压力、摆动转速等参数进行施工，确认地内压力正常、排浆正常后提升或回抽钻杆。
3. 喷浆过程中必须严格根据环境监测数据，通过调节回流水、回流气、排浆阀门大小等措施控制排浆量，调整和控制地内压力。在施工过程中如出现地内压力异常，应及时调整。
4. 喷射施工完毕立即拔出钻杆，并用水冲洗浆液管路（水平施工需对防喷装置进行双液浆回注）；
5. 移动钻机进行下一孔位施工。

全方位高压喷射注浆施工流程如图1所示。



1. 全方位高压喷射注浆施工流程图
   * 1. 地内压力控制
        1. 地内压力控制值应根据公式()计算：

()

式中：

——地内压力控制值，单位为兆帕（MPa）；

——地内压力控制系数，根据地质条件、环境监测数据等取值，宜取1.2~1.6；

——计算压力点处的垂直深度，单位为米（m）；

——水的重度，取10kN/m³。

喷射成桩时应实时监测地内压力，并按地内压力控制值进行回浆量调整。

回浆量可通过回流水、回流气、排浆阀门大小等进行调节，达到调控地内压力的目的。

施工产生的废弃泥浆应集中处理，宜采用泥水分离系统处理。

* + 1. 施工注意事项
       1. 喷射成桩开始时，喷射流压力宜分级加压至设定值。

全方位高压喷射注浆钻机与高压泵的距离不宜大于50m。

当喷嘴达到设计位置，同时在地内压力、排浆情况正常的前提下，喷射注浆参数达到规定值后，即可分别按摆喷或定喷的工艺要求，提升或回抽钻杆喷射注浆。钻杆分段提升或回抽的搭接长度应大于100mm。

施工中因故停止，恢复施工时应与停止前喷射过的区域搭接不小于50cm。当施工停止超过1 h，或高压喷射注浆完毕，应拔出钻杆并进行清洗，防止钻杆、喷嘴堵塞。

全方位高压喷射注浆法施工必须通过配置的自动数据显示记录仪，如实和准确地记录喷射压力和流量、地内压力数据、钻杆提升（回抽）速度、钻杆转数等参数，并对资料及时进行整理分析，发现异常情况应及时会同参建单位及时解决。

在全方位高压喷射注浆过程中出现地内压力骤然下降、上升或地面冒浆、回浆不正常等异常~~等~~情况时，应查明产生的原因并及时采取措施。

为防止浆液凝固收缩影响桩顶高程和产生沉降，必要时可采用超高喷射、在原孔位采用冒浆回灌或第二次注浆等措施。

全方位高压喷射成桩顺序应符合下列规定：

1. 成桩宜采用跳桩施工，跳桩间隔宜为2～3倍的有效桩径；
2. 相邻桩施工间隔时间不宜小于24h；
3. 水平方向群桩施工时应由下往上依次进行；
4. 邻近重要建（构）筑物和市政设施的群桩施工时，宜先进行隔离桩施工。

在施工过程中要注意保护相邻管线、建（构）筑物，严格做好监测，根据监测数据控制地内压力，严格控制施工进度、施工顺序，减小对建（构）筑物、管线的扰动。如监测数据达到报警值，应及时停工。

* + 1. 施工安全措施
       1. 施工过程的安全应符合现行国家标准JGJ 59的有关规定。

施工机械的使用应符合现行国家标准JGJ 33的规定，应对机械设备、设施、工具配件及个人劳保用品经常检查，应确保完好和使用安全。

机电设备应由考核合格的专业机械工操作，操作时应遵守操作规程。特殊工种及小型机械工应持证上岗。

工地临时用电线路架设及用电设施，应按现行行业标准JGJ 46的有关规定执行。

在进驻施工现场前，对施工人员进行安全教育。正确使用劳保用品，制定合理的劳动组织，劳动强度控制要符合国家的相关规定。

应对沟槽采取有效的防护措施。

应定期检查高压管路，确保连接牢固；压力表、安全阀等应定期检查。

在进行地面试喷射时，喷射范围内严禁站人。

拆卸钻杆前应进行泄压。

喷射成桩期间出现堵管时，高压泵应采用安全阀泄压。

* + 1. 环境保护措施
       1. 施工过程的环境保护应符合现行国家标准JGJ 146的有关规定。

施工前应制定建（构）筑物、地下管线安全的保护技术措施，并标出施工区域内外的建（构）筑物、地下管线的分布示意图。

周边环境监测结果应满足邻近建（构）筑物和市政设施的保护要求。

宜采用散装水泥，筒仓储存。拌浆系统应进行封闭处理，防止扬尘污染。

应按现行国家标准GB 12523的规定，严格控制施工期间的噪声。

夜间施工应办理相关手续，夜间施工应采取措施减少噪声、光污染。

废弃泥浆和污水未经处理严禁直接排入下水道和河流中；

施工中应做好泥浆处理，及时将泥浆运出或在现场短期堆放后作土方运出。特殊情况可采用泥水分离系统处理泥浆，外运土方。

* 1. 质量检查与验收
     1. 一般规定
        1. 全方位高压喷射注浆质量检查与验收应包括施工前检查、施工过程中的质量检查以及成桩后质量验收等过程。

全方位高压喷射注浆的质量检查与验收应符合现行国家标准GB 50202的相关规定。

全方位高压喷射注浆与芯材结合施工时，其质量检查与验收尚应符合现行行业标准JGJ/T 199的相关规定。

全方位高压喷射注浆的成桩质量检验应在施工结束28d后进行。

* + 1. 施工前检查
       1. 施工前应对膨润土、水泥、外加剂、掺合料等原材料进行验收。检验项目和技术指标符合设计要求和国家现行有关标准规定。

1. 检查数量：按检验批检查。
2. 检验方法：查验产品合格证及抽样送检质量报告。

施工前尚应标定施工设备中的压力表和流量表、感应器等。

1. 检查数量：全数检查。
2. 检验方法：现场测试。

喷射施工设备应进行进场检查并进行试运行试验，对全方位高压旋喷设备、引孔钻机、高压泥浆泵、搅浆后台、水泵等作试机运行，同时确保钻杆、钻头及导流器畅通无阻。

喷射注浆施工工艺及施工参数应通过试验确定，明确高压水、高压注浆泵及空压机的压力、流量，以及喷射过程注浆管的提升速度、注浆量、终孔条件等参数。

* + 1. 施工过程检查
       1. 全方位高压喷射注浆施工过程控制内容应包括：

1. 拌合用水；
2. 注浆材料用量；
3. 钻孔孔位；
4. 施工长度范围；
5. 钻孔精度；
6. 喷射流压力和流量；
7. 同轴高压空气压力和流量；
8. 浆液水胶比；
9. 钻杆移动速度和旋转速度；
10. 摆喷转速（摆喷）；
11. 地内压力控制值；
12. 周边环境监测数据。

全方位高压喷射注浆施工允许偏差应符合表1要求：

1. 全方位高压喷射注浆施工允许偏差、检查数量、检验方法

| 序号 | 检查项目 | 允许偏差或允许值 | | 检查数量 | 检验方法 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 水泥用量 | 不小于设计值 | | 每桩 | 查看拌浆记录或流量仪 |
| 2 | 浆液比重 | ±0.05 | | 每班抽检不少于2次 | 泥浆比重计量测 |
| 3 | 孔位 | 复合地基 | ±50mm | 每桩 | 全站仪或钢尺量测 |
| 隔水帷幕 | ±20mm |
| 4 | 施工长度范围 | 桩端 | +100mm，0mm | 每桩 | 测量钻杆长度 |
| 桩顶 | +100mm，0mm | 每桩 | 测量钻杆长度 |
| 5 | 成孔轴线偏差 | 设计值且不大于1/150 | | 每桩 | 经纬仪或测斜仪测钻杆 |
| 6 | 喷射流压力 | 按设定参数指标 | | 每桩 | 查看压力表和自动数据显示记录仪 |
| 7 | 喷射流流量 | 按设定参数指标 | | 每桩 | 查看流量仪和自动数据显示记录仪 |
| 8 | 喷射角度 | 按设定参数指标 | | 每桩 | 观察主机面板，检查钻杆喷嘴刻度线位置 |
| 9 | 提升速度 | 按设定参数指标 | | 每桩 | 观察主机面板，结合秒表和钢尺检查 |
| 10 | 旋转速度 | 按设定参数指标 | | 每桩 | 观察主机面板角度计，结合秒表和角度计检查 |
| 11 | 地内压力 | 按设定参数指标 | | 每桩 | 观察地内压力显示屏 |
| 12 | 同轴高压空气压力 | 按设定参数指标 | | 每桩 | 查看压力表和自动数据显示记录仪 |
| 13 | 同轴高压空气流量 | 按设定参数指标 | | 每桩 | 查看流量仪和自动数据显示记录仪 |

用作内插型钢支护时，型钢强度、规格、焊缝质量应符合设计要求和现行国家行业标准的相关规定。

钻杆步进提升（回抽）、转动速度必须符合设定参数指标要求，每台班抽检次数不应少于2次。

喷射角度必须符合设计要求，施工过程中随机抽检钻杆喷嘴刻度线位置和喷射角度设定值，测试频率宜每3m进行1次。

地内压力控制值应符合设定参数指标要求，通过现场地内压力监测仪和自动化显示记录仪监控地内压力。

施工期间，施工对周边环境的影响应符合设计要求。

* + 1. 成桩质量验收
       1. 全方位高压喷射注浆成桩质量验收应检查桩体的完整性、强度、抗渗（有抗渗要求时）；按复合地基设计时，应进行竖向承载力检验；验收宜按施工段分批进行。

成桩质量验收可采用开挖检查、取芯、载荷试验或现场渗透试验等方法进行检验，质量验收应符合表2的规定。

1. 全方位高压喷射注浆质量验收要求

| 序号 | 检查项目 | 允许偏差或允许值 | 检查数量 | 检验方法 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 桩体强度 | 设计值 | 1%且不少于3根 | 取芯试验 |
| 2 | 桩体完整性 | 设计值 | 1%且不少于3根 | 取芯判断 |
| 3 | 抗渗性（隔水帷幕） | 设计值 | 1%且不少于3根 | 取芯试验或渗透试验 |
| 4 | 地基承载力（复合地基） | 设计值 | 1%且不少于3根 | 荷载试验 |
| 5 | 搭接（隔水帷幕）（mm） | 设计值 | 1%且不少于3根 | 开挖暴露钢尺量测或取芯判断 |
| 6 | 成桩直径（mm） | ±50,0 | 抽查 | 开挖暴露钢尺量测或取芯判断 |

成桩质量验收检验点应布置在下列部位：

1. 建（构）筑物荷载大或有代表性的部位；
2. 相邻桩搭接部位；
3. 施工中出现异常情况的部位；
4. 地质情况复杂，可能影响质量的部位。

桩身完整性及强度检验应采用现场钻取芯样的方法确定，且应符合下列规定：

1. 桩长小于10m时，每孔应截取2组芯样；桩长10m～30m，每孔应截取3组芯样；桩长大于30m，每孔应截取4组芯样；
2. 上部芯样位置距桩顶设计标高不宜大于1倍桩径或超过2m，下部芯样位置柱底不宜大于1倍桩径或超过2m，中间芯样宜等间距截取；
3. 钻芯孔的位置宜距离桩中心0.8D；
4. 钻取芯样宜采用地质钻机和可靠的取芯钻具，钻头外径不宜小于100mm；用于抗压强度检测的水泥土桩龄期不宜少于28d。

用作隔水帷幕的防渗工程，可采用钻取芯样渗透试验或桩身注水试验确定抗渗性能。钻孔技术要求及钻孔数量应按本文件第8.4.4条执行，抗渗芯样组数及位置选取应结合加固土层特性确定，每组应取6个芯样试件。注水试验可利用满足垂直度要求的取芯钻孔进行，数量不宜少于2个。

竖向承载复合地基竣工验收时，承载力检验应采用复合地基载荷试验和单桩载荷试验。

钻孔取芯后，钻芯孔应采用注浆填充。

2. （资料性）  
   全方位高压喷射注浆设备选型参照表

全方位高压喷射注浆钻机应根据成桩方向、深度、施工条件等进行选型，可参考表A.1。

* 1. 全方位高压喷射注浆钻机常用设备及参数表

单位为米

| 序号 | 适应方向 | 设备照片 | 设备尺寸 | 适应深度  （m） | 额定功率（kW） |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 水平、垂直 | 冰箱上贴着许多海报  中度可信度描述已自动生成 | 2.55×1.85×2.47 | 1、垂直，深度≤40m；  2、水平，长度≤40m。 | 37 |
| 2 | 水平、垂直、倾斜 | cd14a3cc9fa7600fdfb73c5cc5b45ba | 2.73×1.69×1.69 | 1、垂直，深度≤40m；  2、水平，长度≤40m。 | 37 |
| 3 | 水平、垂直、倾斜 | 图片包含 桌子, 卡车, 充满, 覆盖  描述已自动生成 | 3.5×2.02×3.8 | 1、垂直，深度≤25m；  2、水平，长度≤30m。 | 45 |
| 4 | 水平、垂直 | 图片包含 建筑, 卡车, 桌子, 大  描述已自动生成 | 2.8×2.0×2.85 | 1、垂直，深度≤65m；  2、水平，长度≤65m。 | 45 |
| 5 | 水平、垂直 | 7a4507214162adabdb09bcd5f4ed854 | 3.7×2.29×3.1 | 1、垂直，深度≤110m；  2、水平，长度≤60m。 | 45 |
| 1. 垂直施工最小净空要求4.1m及2.5 m的设备，其配置的多孔管单节长度分别为1500mm及250mm。 | | | | | |

高压泥浆泵应根据技术参数、施工条件等进行选型，宜参考表A.2。

* 1. 高压泥浆泵选型表

| 设备用途 | 设备照片 | 平面尺寸  （m） | 额定压力  （MPa） | 额定流量  （L/min） | 额定功率  （kW） |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 高压泥浆喷射 | C:\Users\Administrator\AppData\Local\Microsoft\Windows\INetCache\Content.Word\120泵.jpg | 2.5×1.55×1.6 | 40 | 120 | 90 |
| 高压泥浆喷射 | C:\Users\Administrator\Desktop\200泵.jpg | 3×1.75×1.6 | 40 | 200 | 150 |
| 高压泥浆喷射 | 图片包含 建筑, 卡车, 大, 站  描述已自动生成 | 4.35×1.95×2 | 40 | 340 | 250 |
| 高压水  喷射 | 卡车停在路边  低可信度描述已自动生成 | 2×1.5×1.3 | 40 | 75 | 55 |

全方位高压喷射注浆自动采集数据显示记录仪宜参考表A.3。

* 1. 自动采集数据显示记录仪选型表

| 设备名称 | 功能 | 备注 |
| --- | --- | --- |
| 自动采集数据显示记录仪 | 地内压力实时显示；  排浆阀门开闭距离实时显示 |  |
| 地内压力、喷射流压力和流量、回流水压力和流量、同轴压缩空气压力和流量实时显示及数据采集； |

全方位高压喷射注浆钻具应根据技术参数、施工条件等进行选型，宜参考表A.4。

* 1. 钻具选型表

| 钻具名称 | 长度（mm） | 直径（mm） | 孔数（个） |
| --- | --- | --- | --- |
| 多孔管 | 1000 | 142 | 11 |
| 1500 | 142 | 11 |
| 3000 | 142 | 11 |
| 1000 | 165 | 13 |
| 1500 | 165 | 13 |
| 3000 | 165 | 13 |
| 250 | 90 | 9 |
| 前端总成装置 | 1640 | 142 | 11 |
| 2070 | 165 | 13 |

1. （规范性）  
   施工记录表
   1. 工程检验批质量验收记录

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 单位（子单位）工程名称 | | |  | 分部（子分部）工程名称 |  | | | | | 验收部位 | | | | |  |
| 施工单位 | | |  | 项目经理 |  | | | | | 专业工长 | | | | |  |
| 专业分包单位 | | |  | 专业分包项目经理 |  | | | | | 验收执行标准 | | | | |  |
| 质量验收规范的规定 | | | | | 施工单位检查评定记录 | | | | | | | | | | 监理单位  验收记录 |
| 主控项目 | 1 | 水泥及外掺剂质量必须符合设计要求 | | |  | | | | | | | | | |  |
| 2 | 水泥用量不小于设计值 | | |  | | | | | | | | | |
| 3 | 钻孔垂直度误差不得大于1% | | |  | | | | | | | | | |
| 4 | 钻孔深度不小于设计值，误差不得大于100mm | | |  | | | | | | | | | |  |
| 5 | 桩体强度或完整性检验必须满足设计值 | | |  | | | | | | | | | |  |
| 一般项目 | 1 | 浆液水胶比 | | 1.0～1.3 |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |
| 2 | 提升速度 | | 按设定参数指标 |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |
| 3 | 旋转速度 | | 按设定参数指标 |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| 4 | 孔位 | | 复合地基±50 mm；  隔水帷幕±20 mm |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| 5 | 相邻桩施工间歇 | | ≥24 h |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| 6 | 成孔轴线偏差 | | 设计值且≤1/150 |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| 7 | 注浆压力 | | 设定参数指标 |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| 8 | 搭接（隔水帷幕）（mm） | | 设计值 |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| 9 | 成桩直径(mm) | | +50,0 |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| 施工单位检查评定结果 | | | | 项目专业质量检查员：年月日 | | | | | | | | | | | |
| 监理（建设）单位验收结论 | | | | 专业监理工程师  （建设单位项目技术负责人）：年月日 | | | | | | | | | | | |

* 1. 全方位高压喷射注浆技术桩施工记录表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 | |  | | | | 施工单位 | |  | | | | | | 施工时间 | |  | |
| 施工部位 | |  | | 设计孔深（m） | |  | | 设计桩长(m) | | | |  | | 设计桩径(mm) | |  | |
| 设计桩顶标高(m) | |  | | 设计桩底标高(m) | |  | | 设计浆液水胶比 | | | |  | | 设计水泥掺量 | |  | |
| 桩号 | 施工  桩长 (m) | 工作时间 | | | 旋转速度(n/min) | 提升速度(cm/min) | 步进 | | 喷射角度 | | 注浆机 | | 空压机 | | 浆液水胶比 | | 水泥掺量 |
| 开始  时间 (h min) | 结束  时间 (h min) | 共计 (h min) | 间距  (mm) | 间隔时间（s） | 正 | 负 | 压力  (MPa) | 流量(L/min) | 压力(MPa) | 流量(L/min) |  | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |

记录员： 质检员： 技术负责人： 监理工程师：

* 1. 隐蔽工程验收单

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 单位工程名称 | | 建设单位 | | 设计单位 | | 监理单位 | | 施工单位 |
|  | |  | |  | |  | |  |
| 隐  蔽  工  程  内  容 | 分部工程、分项工程、验收批名称 | | | 图纸编号 | | | | |
|  | | |  | | | | |
| 验  收  意  见 |  | | | | | | | |
| 参  与  验  收  单  位 | 施工单位 | | 监理单位 | | 设计单位 | | 建设单位 | |
| （盖章）  技术负责人：  日期：年月日 | | （盖章）  专业监理工程师：  日期： 年 月 日 | | （盖章）  技术负责人：  日期： 年 月 日 | | （盖章）  业主代表：  日期： 年 月 日 | |

* 1. 全方位高压喷射注浆技术施工钻孔记录表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 |  | | | | 施工日期 | | |  | | |
| 施工单位 |  | | | | 施工部位 | | |  | | |
| 孔位类型 | 全方位高压喷射注浆预成孔 | | 孔号 |  | 设计孔深 | | |  | | |
| 孔径(mm) |  | | 地面标高(m) |  | 设计孔底标高(m) | | |  | | |
| 时间 | 钻进加尺（m） | 钻进精度  (%) | | 垂直偏差(L/200) | 孔位偏差 | | | | | 备注 |
| 前 | 后 | 左 | | 右 |
|  |  |  | |  |  | | | | |  |
|  |  |  | |  |  | | | | |  |
|  |  |  | |  |  | | | | |  |
|  |  |  | |  |  | | | | |  |
|  |  |  | |  |  | | | | |  |
|  |  |  | |  |  | | | | |  |
|  |  |  | |  |  | | | | |  |
|  |  |  | |  |  | | | | |  |
| 累计 |  |  | |  |  | | | | |  |
| 余尺 |  |  | |  |  | | | | |  |
| 备注栏 |  | | | | | | | | | |

施工员： 质检员： 技术负责人： 年 月 日

|  |  |
| --- | --- |
| ICS | 93.020 |
| CCS | P10 |

|  |
| --- |
| 卡通画  中度可信度描述已自动生成42 |

湖北省地方标准

DB42/TXXXX—XXXX

全方位高压喷射注浆技术规程

XXXX-XX-XX发布

XXXX-XX-XX实施

湖北省住房和城乡建设厅

湖北省市场管理监督局

条文说明

联合发布

目次

[1 范围 23](#_Toc105593190)

[3 术语和定义 23](#_Toc105593191)

[5 基本规定 23](#_Toc105593192)

[6 设计 23](#_Toc105593195)

[6.1 一般规定 23](#_Toc105593196)

[6.2 设计计算 24](#_Toc105593197)

[6.3 构造 24](#_Toc105593198)

[7 施工 25](#_Toc105593199)

[7.1 一般规定 25](#_Toc105593200)

[7.3 施工准备 26](#_Toc105593201)

[7.4 施工工艺 26](#_Toc105593202)

[7.6 施工注意事项 26](#_Toc105593203)

[7.8 环境保护措施 27](#_Toc105593204)

[8 质量检查与验收 27](#_Toc105593205)

[8.1 一般规定 27](#_Toc105593206)

[8.2 施工前检查 27](#_Toc105593207)

[8.3 施工过程检查 27](#_Toc105593208)

[8.4 成桩质量验收 28](#_Toc105593209)

《全方位高压喷射注浆技术规程》条文说明

* 1. 范围

全方位高压喷射注浆法据不完全统计，已在上海、广州、南京、天津、武汉、杭州、苏州、福州、宁波、长沙、深圳、珠海等地区有工程实例，在既有建（构）筑物保护及对周边环境保护要求较高的项目中得到了大量的应用，随着湖北省建设进度的不断推进，必定会在湖北省有较大的发展。

* 1. 术语和定义

全方位高压喷射注浆由日本引进时的英文名是Metro Jet System，直译为“地铁喷射系统”，在工程实践当中形成了约定俗成的MJS专有名称，为便于表达，简称为MJS工法。

* 1. 基本规定
     1. 杂填土、碎石土因含粒径较大的颗粒，喷射流可能受到阻挡或削弱，冲击破碎力急剧下降，对切削范围有影响。地下水流速过大，可能造成尚未凝固的水泥土稀释或流失，影响加固效果。腐殖土对固结体的化学稳定性有影响。上述几种土的处理效果差异大，应根据现场试验结果确定其适用性。施工前应对膨润土、水泥、外加剂、掺合料等原材料进行验收，标定施工设备中的压力表和流量表、感应器等，喷射施工设备应进行进场检查并进行试运行试验。喷射成桩时应按设定的喷射角度、步进间隔时间、步进间距、喷射流流量、喷射流压力、摆动转速等参数进行施工，确认地内压力正常、排浆正常后提升或回抽钻杆。喷浆过程中必须严格根据环境监测数据，通过调节回流水、回流气、排浆阀门大小等措施控制排浆量，调整和控制地内压力。
     2. 由于全方位高压喷射注浆工程均为隐蔽工程，施工时必须重视施工质量监测和质量检验方法。只有通过施工全过程的监督管理才能保证质量，及时发现问题和采取必要措施。当进行工程监理时，应阐明检验和监理的目的要求和相互配合验证的重要性。
  2. 设计
     1. 一般规定
        1. 全方位高压喷射注浆法，多在城市核心区域进行施工，施工区域管线众多，对周边环境的保护要求极为严格，所以对相关基础资料的收集极为重要。例：某区域存在直径3600mm的管线，但因前期资料调研不充分，设计按全方位高压喷射注浆直径2400mm设计，布桩孔位必将与3600mm管线重叠，如按设计施工将导致对3600mm管线破坏。
        2. 全方位高压喷射注浆法可以进行摆喷、定喷等成桩形式。在满足设计功能需求的条件下，应尽量满足经济性。

全方位高压喷射注浆的浆液一般采用水泥浆液，主要材料为强度等级42.5级及以上级别普通硅酸盐水泥或复合硅酸盐水泥。根据需要，可以在水泥浆中分别加入适量的外加剂和掺合料，以改善水泥浆液的性能，如早强剂、悬浮剂等。所用外加剂或掺合剂的数量，应根据水泥土的特点通过室内配比试验或现场试验确定。当有足够实践经验时，亦可按经验确定。全方位高压喷射注浆属于旋喷工艺的一种，喷射压力、喷射流量、喷射时间直接影响加固质量，任意参数的改变都将导致水泥掺量的变化，40%水泥的掺量是根据以往大量工程实践确认的最优掺入比。

从理论上来讲在一定范围内浆液水胶比越小加固体强度越高，但过小的水胶比会造成浆液稠度大、喷射困难、同等压力下喷射能量小等问题，故生产实践中常用1.0的水胶比。

* + - 1. 有地下水流动时会出现水泥浆液迁移现象，在施工时应先施工水头高的桩可起到一定阻挡作用，同时水泥浆液迁移会影响有效加固范围，要适当考虑增加加固体尺寸，如地下水流速过快可在浆液中添加水玻璃或速凝剂等材料，提高加固效果。
    1. 设计计算
       1. 方位高压喷射注浆用于基坑支护结构时，应根据工程具体情况和相关规范进行设计计算；用于隔渗帷幕时，应根据地下水控制要求和渗流稳定计算确定桩体深度；用作地基加固时，应根据具体的使用要求进行桩体布置和设计。

采用全方位高压喷射注浆内插芯材作为支护结构进行各项稳定性验算时，支护结构的深度应计算至内插芯材底端为止，不计入芯材端部以下全方位高压喷射桩的作用。其具体计算方法及参数指标可参见相关规范和标准中关于稳定性验算的相关规定。

* + 1. 构造
       1. 梅花形布桩有利于加固体的整体性，故此建议尽量采用。下表1为常用的布桩基本配置，仅供参考：

1. 垂直布桩

| 适用条件 | 施工无止水要求 | | 施工止水用 |
| --- | --- | --- | --- |
| 基本配置 | 图片包含 图示  描述已自动生成 | 图示, 工程绘图  描述已自动生成 | 图示, 工程绘图  描述已自动生成 |
| 基本间隔 |  |  |  |

高压喷射注浆成桩直径的确定是一个复杂的问题，尤其是深部的直径，目前无法用精确的方法确定。因此，除了浅层可以用开挖的方法确定之外，只能用半经验的方法加以判断、确定。水泥浆液喷射流压力、流量代表了喷射流的功率，钻杆提升速度代表了喷射流作用时间，这3个参数整体代表了喷射流的能量，主气是用来降低在泥浆中喷射流能量的损耗，都是保证成桩直径的关键参数。判断在特定的土层中，采用的施工参数，成桩直径、加固质量，带有很强的经验性，下列表2～表5为上海、武汉等地多年工程实践总结的经验，在设计时可参照执行。

1. 标准设计参数表

| 项目 | 水平施工 | 垂直施工 | 倾斜施工 |
| --- | --- | --- | --- |
| 水泥浆液压力（MPa） | 40 | 40 | 40 |
| 水泥浆液流量（L/min） | 90～130 | 90～130 | 90～130 |
| 主空气压力（MPa） | 0.7 | 0.7 | 0.7 |
| 主空气流量(Nm3/min) | 0.8～1.2以下 | 1～2.0 | 1～2.0 |
| 钻杆钻数 | 大于3转 | 大于3转 | 大于3转 |

1. 加固土体强度指标表

| 水泥材料 | 土质 | 单轴无侧限抗压强度（MPa） | 粘聚力（MPa） |
| --- | --- | --- | --- |
| P.O 42.5  水胶比：1.0 | 砂质土 | 2.5 | 0.5 |
| 粘性土 | 1.0 | 0.3 |
| 1. 弹性模量：E50=100×qu（MN/m2）；渗透系数：k≤1×10-7（cm/sec） | | | |

1. 有效成桩直径设计表（流量为90 L/min）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 土质 | 砂质土 | | | | | 粘性土 | | | |
| N＜15 | 15≤N＜30 | 30≤N＜50 | 50≤N＜70 | 70≤N | C＜10 | 10≤C＜30 | 30≤C＜50 | 50≤C |
| 标准桩径（mm） | 2600 | 2400 | 2200 | 2000 | 试验 | 2400 | 2200 | 2000 | 试验 |
| 提升速度 | 40min/m.360° | | | | | 40min/m.360° | | | |
| 1. N为标准入击数，C为粘聚力。 2. 砂质土，N≥70 需要现场试验确定成桩直径。 3. 粘性土，C≥50 需要现场试验确定成桩直径。 4. 砂砾，N＜70 成桩直径为砂质土的90%。 5. 腐殖土，需要进行试验确定。 | | | | | | | | | |

有防水要求的工程对桩径的要求较高，应采用相对保守的施工参数。

考虑到国内钻孔设备的性能与操作工人的能力，在钻孔过程中相比国外的钻孔水平，偏差较大、及对桩径判断的经验性等因素，在设计时应充分考虑上述因素，桩长越深搭接应越大。

因受重力的影响，以水平线向上的倾斜角度过大，将导致浆液向基坑方向回流，无法形成有效加固体，根据工程实践，以水平线向上的倾斜喷射角度不宜大于15°

因空气比重较轻，在施工水平方向或大角度倾斜桩时，空气的回收较为困难，大量空气会积聚在桩体的上半圆，导致塌方情况发生，所以在成桩方向与竖直方向夹角大于等于30°或成桩方向为水平方向时，喷射流角度宜控制在孔位水平线下方（向下180°以内，含180°）。有特殊要求时可采用不带同轴高压空气的全圆成桩形式，桩径宜取800 mm～1400 m。

* 1. 施工
     1. 一般规定
        1. 施工前，应对照设计图纸核实设计孔位处有无妨碍施工和影响安全的障碍物。如遇有上水管、下水管、电缆线、煤气管、人防工程、旧建筑基础和其他地下埋设物等障碍物影响施工时，则应与有关单位协商清除或搬移障碍物或更改设计孔位，增大成桩直径，进行设计变更。

水泥宜采用42.5级及以上强度等级的水泥，由于生产、运输和保存等原因，有些水泥厂的水泥成分不够稳定，质量波动较大，可能会导致高压喷射水泥浆液凝固时间过长，固结强度降低，因此事先应按照相关规定对水泥进行检验，检验合格后才能使用，因全方位高压喷射注浆水泥使用量较大，且工程多数位于城市核心区域，对环境要求较高，宜采用封闭式筒仓、自动化拌浆系统，做好防尘、降噪工作。

全方位高压喷射注浆施工成败的关键在于将周边环境检测数据与施工数据进行实时比对，进行及时调整，确保地内压力正常及周边环境稳定。但如果施工过程中没有做好上述工作，将导致异常情况的发生，所以在编制施工方案时，应结合施工周边环境、工况、施工设备、工程特点等编制应急预案。

7.3 施工准备

7.3.1 施工材料、设备、堆场等的设置应尽量规避地铁线路，避免造成地铁线路变形，确实无法避开需满足地铁保护相关条例。

7.3.5 施工作业平台可根据现场情况进行合适的选择，一般情况下可采用脚手架、H型钢堆砌、可升降式钢平台等，应根据不同平台的特性进行稳定性验算，确保安全。

* + 1. 施工工艺
       1. 成孔

1. 在透水地层条件下，在地下进行水平、倾斜施工时，需要在开孔处预先放置防喷装置，防止水、砂从开孔处反涌。
2. 在超深、超长施工情况下，要考虑预先放置外套管，如遇砂层等容易塌孔的土层，导致出现钻杆“抱死”现象，需要在钻孔过程中同步加入膨润土泥浆，泥浆配比和加入量根据现场情况确定。

全方位高压喷射注浆对周边环境影响小，从施工原理上分析有二种可能：一是强制排浆量大于注入量，地表下陷；二是强制排浆量小于注入量，土体侧向受压，地表隆起。从上述原因可以看出，强制排浆量对周边环境的影响非常明显，如何做到强制排浆量与注入量相匹配，是全方位高压喷射注浆成功的关键。在提升喷浆的过程中，在确保设备正常、参数准确的前提下，将周边环境监测数据与地内压力控制值进行比对，随时调整地内压力控制值，是提升喷浆过程中的重要环节。

* + 1. 施工注意事项

施工前后台之间由高压注浆管连接，在同样的压力条件下，高压注浆管越长，高压喷射流的沿程损失越大，将导致实际喷射压力降低的后果。根据工程实际经验，高压注浆管的长度宜控制在50米以内。在大面积场地施工时，为了减少沿程损失，则应搬动高压泵保持与钻机的距离。确无搬动的条件下应适当增加高压泵压力，确保喷射流量满足设计要求。

一般钻杆不能一次提升完成施工，需分数次卸管，为保证固结体的整体性，规定卸管后喷射的搭接长度不得小于100mm。

当全方位高压喷射注浆完毕后，或在喷射注浆过程中因故中断，短时间内不能继续喷射时（大于或等于浆液初凝时间），均应立即拔出注浆管清洗备用，以防浆液凝固后拔管困难。

当喷射注浆过程中出现下列异常情况时，需查明原因并采取相应措施：

1. 地内压力增大、可能是小石块、贝壳等堵塞排泥阀门，可通过调节排泥阀门、回流水压力、流量解决，调节无效时，应确认为排浆管堵塞，立即停止施工，做排堵处理；
2. 出现冒浆时，应注意地内压力情况，检查各调控设备参数是否正常，并适当调节设备参数，同时做好排堵准备；
3. 排浆管仅排水不排浆时，注意检查地内压力情况，地内压力正常或偏小时，应不断上下拉伸钻杆直至排浆正常、地内压力正常，或拔出钻杆待浆液固定后重新注浆；若地内压力偏大并上升时做排堵处理。
4. 注浆泵压力骤然下降，但流量增大，应考虑钻杆之间发生了内部泄漏，需立即停止施工，进行维修。

全方位高压喷射法在施工时桩顶标高和建筑物结构底板底标高一致且有防水或托换要求时，为防止因浆液凝固收缩，产生加固地基与建筑基础不密贴或脱空现象，导致沉降，可采用超高喷射（旋喷处理地基的顶面超过建筑基础底面，其超高量大于收缩高度）、回灌冒浆或第二次注浆等措施。

* + - 1. 全方位高压喷射注浆法在施工时对周边环境还是会有少量扰动，特别是在施工不当时，要完全发挥出全方位高压喷射法的优势，需要注意以下三方面：

1. 设备配套的可视化显示仪器安排专人监视、操作，发现异常及时处理。
2. 通过监测数据及时调整地内压力控制系数。
3. 集中大量施工可能会造成对环境的较大扰动，同时浆液在硬化前，有效喷射范围内的地基因受到扰动而强度降低，容易产生附加变形，因此在处理既有建筑地基或在邻近地下管线、既有建筑旁施工时，除施工过程中控制好地内压力，还需采用控制施工速度、顺序等方法防止或减少附加变形。
   * 1. 环境保护措施

在城市施工中泥浆管理直接影响文明施工，必须在开工前做好规划，做到有计划的堆放或废浆及时排出现场，保持场地文明。如场地狭小，泥浆无法及时外运，可采用压滤设备将泥水分离，将泥浆中的水重复利用，泥浆压为干土及时外运。

* 1. 质量检查与验收
     1. 一般规定
        1. 本条将全方位高压喷射注浆的质量检查与验收分为施工前材料与设备的检验、施工过程中的质量控制以及成桩后质量验收三部分，需加强对施工过程的检查，严格按操作规程及相应标准执行，随时纠正不符合要求的操作。
     2. 施工前检查
        1. 严禁使用过期水泥、受潮水泥。

各控制参数需通过试桩进行确认，试桩不宜少于2根。

* + 1. 施工过程检查
       1. 全方位高压喷射注浆需重点控制施工过程。

钻机就位后应对孔位进行检查，采用水平尺校正全方位高压喷射注浆钻机，并在成孔前、中、后分别对钻孔精度进行检查；成孔完成后对成孔深度（长度）进行检查。若实际施工孔位与设计孔位偏差过大，会影响加固效果。必须保持钻孔的精度。在水平、倾斜施工时要特别注意钻机的精确定位。

全方位高压喷射注浆采用步进提升或回抽，按照设定角度自动摆动的方式施工，施工过程中应利用秒表和钢尺进行随机抽查，确保施工参数的准确性。如抽检不合格，需要对设备进行修理，确保施工质量。

全方位高压喷射注浆采用的多孔管钻杆上有一根与喷嘴位置一致的刻度线，通过观察该线，可以明确喷嘴方向，施工中可通过观察该线随机抽查喷射角度。

施工现场应提前设置好地内压力控制值，施工过程中应根据施工深度检查相对应的地内压力监测仪和自动化显示记录仪上的地内压力数据，确保不同施工深度地内压力值在合理参数范围内。

* + 1. 成桩质量验收
       1. 验收要求说明

1. 对于试验桩或重要工程的桩体等，必须采用取芯检验，严禁采用试块取代取芯。
2. 开挖检查法难以对深层固结体的质量进行检查，可在浅层桩体质量验收中采用。
3. 钻孔取芯是检验固结体质量的常用方法，选用时需以不破坏固结体和有代表性为前提，应在桩体施工完成28d后进行。
4. 载荷试验宜用于建筑地基处理后检验地基承载力。
5. 透水试验宜在固结体有防渗漏要求时采用。
6. 建（构）筑物的沉降观测、基坑开挖等实施效果是桩体质量验收的重要方法。

检验点的位置应布置在有代表性的加固区。必要时，在喷射注浆时出现过异常情况和地质复杂的地段亦应检验。

* + - 1. 对用作截水帷幕的重要防渗工程，宜进行桩体渗透系数检测。

