

# DB42

## 湖北省地方标准

DB 42/T XXXX —XXXX

### 粉喷桩智能化施工技术规范

Technical Guide for Intelligent Construction of Powder Jetting Pile

(草案)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

湖北省市场监督管理局 发布



# 目 次

目 次	I
前 言	II
引 言	III
公路边坡监测技术规程	错误! 未定义书签。
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语、定义和符号	1
3.1 术语和定义	1
3.2 符号	3
4 总则	3
4.1 一般规定	3
5 智能化施工控制系统要求	3
5.1 智能化施工控制系统组成	3
5.2 智能化施工控制系统运行	4
5.3 智能化施工控制系统装备要求	4
6 智能化施工	5
6.1 施工准备	5
6.2 施工工序	6
6.3 施工要点	6
7 质量检验与验收	7
7.1 质量检验	7
7.2 工程质量验收	7
附 录 A 智能化双向搅拌粉喷桩机示意图	9
附 录 B 水泥土搅拌桩桩身质量检测方法	10
附 录 C 变截面搅拌粉喷桩施工工艺	12
附 录 D 双向搅拌粉喷桩现场记录表	13

## 前 言

本规程是在系统总结国内粉喷桩智能化施工技术研究成果和工程经验的基础上编制而成。

本标准按照GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

共分为6章、4个附录，主要内容包括：总则、术语、一般规定、智能化施工控制系统要求、智能化施工、质量检验与验收等。

本标准由湖北交投建设集团有限公司提出，由湖北省交通运输厅归口管理。

本标准起草单位：湖北交通投资集团有限公司、湖北交投建设集团有限公司、湖北省交通规划设计院股份有限公司、中南勘察设计院集团有限公司、东南大学、江苏盛泰建设工程有限公司。

本标准主要起草人：黄桥连、方贻立、刘勇、周俊书、熊申丽、杜广印、陈吉明、王怀才、何爱军、董永刚、雷万雄、刘永祥、罗勇、王国斌、张焱发、黄俊峰、章定文、杨泳、徐雄、邹国春

本标准由江苏盛泰建设工程有限公司负责解释。

本标准首次发布。

# 引 言

为在粉喷桩智能化施工中认真贯彻执行国家的技术标准和经济政策，做到确保质量、技术先进、安全适用、经济合理、保护环境和节约资源，制定本指南。

粉喷桩智能化施工应综合考虑场地工程地质条件、智能化施工设备性能、施工工艺和方法、上部结构类型、施工组织与管理、经济等方面的因素，遵循因地制宜、节约资源的原则。

采用粉喷桩智能化施工技术除执行本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

征求意见稿



# 粉喷桩智能化施工技术规程

## 1 范围

本规程适用于公路工程、铁路工程、机场工程、水利工程等采用粉喷桩智能化施工技术进行地基处理的施工和质量检验。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本规程的引用而成为本规程的条款。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规程。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规程。

GB50021 标准贯入试验方法按《岩土工程勘察规范》

## 3 术语、定义和符号

下列术语、定义和符号适用于本规程。

### 3.1 术语和定义

#### 3.1.1

**粉喷桩 Powder jetting pile**

粉喷桩是利用水泥、石灰等粉体材料作为固化剂的主剂，通过特制的搅拌机械将软土和粉体固化剂强制搅拌，利用固化剂和软土之间所产生的一系列物理、化学反应，使软土硬结成具有整体性、水稳性和一定强度的优质地基。

#### 3.1.2

**粉喷桩智能化施工控制系统 Intelligent construction control system of powder jetting pile**

粉喷桩智能化施工控制系统主要通过物联网技术，将水泥粉管控、现场施工参数采集、传输设备连成一体，实时采集各项施工数据并通过通信网络或 Internet 网络实时汇总到施工控制研究中心，经过智能化系统的分析计算与实时化、智能化的决策控制，实现粉喷桩智能化施工控制。

#### 3.1.3

**远程监控系统 Remote monitoring system**

监控主机对接收到的施工数据进行处理后立即通过网络上传、存储至云端服务器，通过 PC 端及移动端访问，对现场施工进行实时监控。

#### 3.1.4

##### 自动加送料装置 Automatic material conveying device

自动加送料装置可实现智能控制加灰加气的自动加送料,同时将水泥用量等数据实时发送到监控主机,在节省成本的同时同步实现了无尘化施工和文明施工。

#### 3.1.5

##### 粉喷浆喷一体化技术 Integrated technology of powder and grout spraying

在同一根桩体上,根据软弱土层含水量、含盐量、有机质含量的不同,采用双向搅拌粉喷桩加注水气钻具,实时地进行粉喷和浆喷的操作,从而解决单一送料方式所存在的问题。

#### 3.1.6

##### 自动识别桩长技术 Technology of automatic identification of pile length

自动识别桩长技术是将静力触探的锥尖阻力值(进入持力层)对应到施工设备内钻杆电流值,通过施工设备的复核验证,将得出的电流值输入到智能化控制程序,施工时依据电流值的变化进行智能化控制施工桩长。

#### 3.1.7

##### 双向搅拌粉喷桩 Bidirectional dry jet mixing

水泥土搅拌成桩过程中,采用粉喷技术和双向搅拌工艺形成的双向搅拌粉喷桩。

#### 3.1.8

##### 双向搅拌 Double mixing technology

采用同心双轴钻杆,在内钻杆设置正向旋转叶片并设置喷浆口,在外钻杆安装反向旋转叶片,通过正反向旋转叶片同时搅拌的搅拌桩施工方法。

#### 3.1.9

##### 粉喷技术 Powder spray technology

用压缩空气向软弱土层内输送水泥、石灰等粉状加固料,不向地基内注入水分,使其与原位软弱土搅拌、混合、压密。通过加固料与软弱土之间的离子交换作用、凝聚作用、化学结合作用等一系列物理、化学作用,达到加固地基的目的。

#### 3.1.10

### 变截面搅拌桩 Deep mixing column with variable diameter

通过自扩式钻头在不同深度处使搅拌叶片自动伸缩，形成截面积变化的搅拌桩。

#### 3.1.11

### 水泥石 CEMENT mixing soil

由水泥粉和地基土充分搅拌后，经水化和化学反应后形成的增强体。

#### 3.1.12

### 扩大桩体 Enlarged deep mixing column section

双向水泥石变截面搅拌桩的截面积扩大部分的桩体。

## 3.2 符号

$f_2$  ——构件承载力设计值；

.....

## 4 总则

### 4.1 一般规定

- 4.1.1 粉喷桩智能化施工技术适应于单向搅拌粉喷桩、双向搅拌粉喷桩和变截面搅拌粉喷桩等施工。对边坡病害增加应急处治措施的同时应开展边坡监测。
- 4.1.2 粉喷桩智能化施工控制系统应通过物联网技术，将水泥粉监管、现场施工参数采集、传输的设备连成一体，实时采集各项施工数据并存储于云端服务器，同时对所采集施工数据进行实时分析，基于分析结果合理控制粉喷桩施工过程。
- 4.1.3 粉喷桩智能化施工前，应编制专项施工方案，明确相关控制指标，对施工人员进行岗前培训与技术、安全交底。
- 4.1.4 粉喷桩智能化施工前，应进行工艺性试验。
- 4.1.5 粉喷桩施工过程中应对场地地质条件进行核查，发现实际地质状况与勘察报告不符，影响继续施工时应进行施工地质补充勘察。
- 4.1.6 粉喷桩施工过程中应加强监测，控制环境污染。
- 4.1.7 粉喷桩智能化施工控制质量验收应符合现行相关国家标准的规定。

## 5 智能化施工控制系统要求

### 5.1 智能化施工控制系统组成

- 5.1.1 粉喷桩智能化施工控制系统应包括施工数据采集系统、智能控制系统、水泥粉监管系统、数据传输与存储系统和远程监控系统等五部分。
- 5.1.2 施工数据采集系统主要由电流计、压力传感器、深度仪、测斜仪等传感器构成，且各类传感器在选择时应综合考虑其精度、耐久性、价格及维护等方面要求，并确定其采集频率。

5.1.3 智能控制系统由监控主机构成，该主机应为工业级计算机，配置电容触摸屏，安装有智能化施工控制程序。

5.1.4 水泥粉监管系统应配备全自动加送料装置，且该装置的施工数据应通过网络传输上传至云端服务器。

5.1.5 云端服务器是设置于云端的虚拟数据存储平台，施工过程中采集的所有施工数据以及数据处理结果均应存储于此，用户需凭用户名和登录密码登陆查看其中的数据。

5.1.6 业主和监理单位可实时通过网络通讯设备，登录云端在线查看所有施工数据或下载存档，掌握施工现场的实际施工情况，如发现问题可立即反馈至施工现场，实现对粉喷桩施工的远程监测。

## 5.2 智能化施工控制系统运行

5.2.1 根据地勘资料、水泥配合比试验、试桩结果等资料进行智能化施工程序编制，经试桩确认系统可正常运行时方可进行施工。

5.2.2 在施工过程中，需要对已完成的粉喷桩施工数据进行分析，根据分析结果对初始智能化施工控制程序进行优化修正，以保证控制程序符合实际土层情况。

5.2.3 采用自动加送料装置实现自动送灰、泄压上料、喷灰量控制及数据上传等功能。

5.2.4 采用自动判别桩长技术，依据施工过程中的电流值变化进行智能化控制施工桩长。

5.2.5 施工数据采集系统自桩机启动后开始不间断采集内、外钻杆电流、喷灰量、成桩深度和机架垂直度等施工数据，并传输至监控主机进行分析，并由监控主机上传、存储至云端服务器。

## 5.3 智能化施工控制系统装备要求

5.3.1 粉喷桩智能化施工所需设备及功能如下：

a) 智能操作电气箱：应能通过通信网络或 Internet 网络进行双向数据传输，经过系统的分析计算与决策控制，实现粉喷桩智能化施工。

b) 自动加送料装置：应配备称重传感器、压力传感器及自动化操作气阀、蝶阀等设施，能够实现自动送灰、泄压上料、喷灰量控制及数据上传等功能。

c) 绞龙（螺旋输送机）：一端与全自动灰罐连接，另一端与水泥罐连接，通过信号线与控制中心进行信息传输，能够根据所需灰量进行自动供灰。

d) 螺杆式空气压缩机：粉喷桩施工的送气、送灰及压力来源，能够根据气压变化自动进行供气、停气。

e) 储气罐：与空气压缩机相连接，主要起到稳定气压、储存空气的作用。

f) 干燥机：对施工所用的空气进行干燥，防止空气中的水分与水泥接触造成水泥结块堵管等现象。

g) 除尘设备：应有效去除输灰罐排出气体中的固体颗粒和粉尘，使得粉尘污染降低，同时还能进一步回收再利用夹杂的水泥，达到节约资源、降低成本、减少污染的目的。

h) 远程监控系统：对传感器采集的施工数据进行分析，如超出报警值则响起警报，督促现场操作人员及时检查纠正。

i) PC 端及移动端：通过访问云端服务器网址，实施对施工现场每台桩机的实时监控。

5.3.2 各类监测仪器、设备和监测元件应符合下列要求：

a) 满足计量精度和量程的要求；

b) 具有良好的稳定性和可靠性；

c) 经过校准或标定且校核记录和标定资料齐全，并在规定的校准有效期内。

5.3.3 粉喷桩智能化施工控制系统应具备自动判别桩长技术，能对施工桩长进行智能化控制；建议基于静力触探指标与施工设备电流值的对应关系实施施工桩长的自动判别。

5.3.4 粉喷桩智能化施工控制系统应显示以下功能：

- a) 内钻杆进入持力层电流值(A)；
- a) 内钻杆进入持力层极限电流值(A)；
- b) 分段下钻速度(m/min)；
- c) 分段提升速度(m/min)；
- d) 内钻杆转速(r/min)；
- e) 外钻杆转速(r/min)；
- f) 输送压力下限(MPa)；
- g) 输送压力上限(MPa)；
- h) 加料质量下限(kg)；
- i) 加料质量上限(kg)；
- j) 加料深度(m)；
- k) 钻杆垂直度(%)；
- l) 实时喷灰量(kg/m)；
- m) 实时统计数据(根数、延米数、用灰量)；
- n) 电脑小票(可打印)；
- o) 实时监控画面, 实时模拟动态画面。

5.3.5 粉喷桩智能化施工云端监控系统应通过互联网连接施工设备传感器并将数据实时上传云端服务器, 现场管理人员可通过互联网设备、移动 APP 和实地巡查等多种形式对施工状况进行监督管理, 后台管理人员也可通过远程监控系统实时了解工程进展与施工状况。

5.3.6 远程监控系统应具备数据采集、数据解析和数据展示功能。

## 6 智能化施工

### 6.1 施工准备

6.1.1 粉喷桩智能化施工前应具备下列技术资料:

- a) 工程地质勘察报告;
- b) 工程施工图、设计文件;
- c) 智能化施工现场地理位置图;
- d) 相邻建筑、道路、管线、高压输电线、构筑物、边坡等资料;
- e) 施工组织设计并经审核确认;
- f) 施工组织设计要求的施工技术和安全保障细则。

6.1.2 粉喷桩智能化施工场地应具备下列条件:

- a) 施工用水、用电、施工道路畅通;
- b) 施工场地平整, 地基承载力满足桩机施工要求;
- c) 保护场地邻近建筑、道路、管线、高压输电线、构筑物、边坡、环境的措施。

6.1.3 粉喷桩智能化施工组织设计应包括下列内容:

- a) 工程概况;
- b) 场地岩土特性及成桩条件分析;
- c) 施工总体部署及桩机的选择;
- d) 智能化施工工艺操作要点;
- e) 智能化施工质量、安全、环境保护的保证控制措施;
- f) 季节性及雨季施工相应措施;

- g) 桩机安装、拆卸技术要求及安全措施；
- h) 应急预案。

6.1.4 粉喷桩智能化施工前应按照设计在代表性场地进行现场试验施工，并应满足下列要求：

- a) 确定喷粉搅拌法的适应性；
- b) 确定合适的固化剂掺入比和添加剂；
- c) 评价成桩质量和搅拌均匀性；
- d) 设计龄期的桩身芯样无侧限抗压强度；
- e) 必要时检验单桩承载力和复合地基承载力。

6.1.5 粉喷桩智能化施工前应按设计参数进行工艺试验，并满足下列要求：

- a) 确定单桩设计喷粉量的施工技术参数；
- b) 确定合适的搅拌头形式、搅拌叶片的宽度和倾角；
- c) 确定合适的电机功率；
- d) 确保粉喷桩智能化操作及监控系统性能稳定。

## 6.2 施工工序

6.2.1 以双向搅拌粉喷桩智能化施工为例，其主要施工流程见图 5.2.2，具体如下：

- a) 智能桩机定位：搅拌机移动，将钻头对准桩位，并调整垂直度；
- b) 搅拌下钻：先启动内钻杆钻头（反向），后启动外钻杆钻头（正向），然后启动加压装置，加压装置中的链条同时对内外钻杆加压，使内外钻杆沿导向架向下，内钻头先切土、入土，外钻头后入土、搅拌；开启全自动送料装置，向土体喷水泥粉，双向搅拌桩机内、外钻杆上正、反向旋转的叶片同时旋转搅拌水泥石；
- c) 喷灰、搅拌：在内钻头（反向）入土后喷灰，其二层旋转叶片作用为：下面一层是破土，上面一层为搅拌；外钻头（正向）入土后，其二层旋转叶片作用为搅拌、压灰；
- d) 换向：桩长自动判别，停止喷灰，开始送气，对加压装置换向，链条将钻杆向上提升；
- e) 提升、搅拌：在提升过程中，双向搅拌桩机钻杆上正反向旋转的叶片持续搅拌水泥石；
- f) 成桩：提升、搅拌到地表上或设计标高以上 50 cm，完成双向搅拌粉喷桩的施工。

## 6.3 施工要点

- 6.3.1 粉喷桩智能化施工质量检查应贯穿施工全过程。
- 6.3.2 操作手应加强对自动化操作控制的培训。
- 6.3.3 所有搅拌桩机在智能化操控系统安装前要确保设备性能稳定，在电流表、电压表、压力表、电子秤等装置安装完成后，要重新进行计量标定并定时校核。
- 6.3.4 每台设备均要配备完整的计量监测自动记录系统，对深度、流量、压力、电流、垂直度等各个技术指标进行自动监测、记录及打印。
- 6.3.5 施工前应仔细检查搅拌机械、空压机供粉泵、送气（粉）管路、接头和阀门的密封性、可靠性。送气（粉）管路的长度不宜大于 100 m。
- 6.3.6 施工前应检查水泥及外掺剂等原材料的质量、标定或校准各种计量设备、搅拌叶片的伸展直径和搅拌机械工作性能等。
- 6.3.7 施工前参数设置要求：搅拌头翼片的枚数、宽度、与搅拌轴的垂直夹角、搅拌头的转速回转数、下钻及提升速度应相互匹配，以确保加固深度范围内土体任何一点均能经过 20 次以上的搅拌。搅拌头的直径应定期复核检查，其磨耗量不得大于 10 mm。
- 6.3.8 施工中应保持桩机底盘水平和导向架竖直，搅拌桩垂直度的允许偏差为 1%；桩位的允许偏差为 50 mm；成桩直径和桩长不得小于设计值。

6.3.9 施工中停灰面应高于桩顶设计标高 300 mm~500 mm。在开挖基础时，应将搅拌桩顶端施工质量较差的桩段用人工挖除。

6.3.10 粉喷桩智能化施工应参考设计桩长并采用自动判别桩长技术来控制施工桩长，宜穿透软土层。

6.3.11 施工中应实时监测打设深度、钻进速度、提升速度、内外钻杆转速、机架垂直度、喷粉量、喷粉压力、电机电流参数，并实时上传至指定终端。

6.3.12 施工结束后，应根据施工记录（见附录 D）、实时监测记录对桩长、单桩水泥用量以及单桩施工时间进行检查；基槽开挖后，应检验桩位、桩数与桩顶桩身质量，检验单桩与复合地基的承载力。如不符合设计要求，应采取有效补救措施。施工过程中随时检查施工纪录和监测记录，并对照规定的施工工艺对每根桩进行质量评定。检查重点是：水泥用量、桩长、内外钻杆转速、搅拌机提升和下沉速度、停粉处理方法和单桩施工时间等。

6.3.13 配备的电脑记录仪要具备完善的网络传输功能，要及时在远程监控云平台上监控整个施工过程。

6.3.14 当监控中心发现现场施工异常，应能发出指令使施工设备自动停机。考虑监控设备测试精度及信息化技术水平，设定粉喷桩智能化施工质量监控信息化关键参数标准，见表 6.3.14。

表 6.3.14 粉喷桩智能化施工质量监控信息化关键参数检验标准表

序号	关键参数	标准值	报警值
1	下钻与提钻速度	<2m/min	≥2m/min
2	喷灰量	100%设计值	<80%设计值
3	垂直度	1%	≥4%
4	桩长	100%设计值	<98%设计值

## 7 质量检验与验收

### 7.1 质量检验

7.1.1 双向搅拌粉喷桩成桩 7 天后，应采用开挖方法观察桩体成型情况和搅拌均匀程度，开挖深度宜超过停灰面下 0.5 m，并应量测桩直径。检验数量应符合设计且不低于相关规范要求。

7.1.2 双向搅拌粉喷桩成桩 28 天后，应采用双管单动取样器取芯进行无侧限抗压强度检测和桩身标准贯入试验，标准贯入试验钻孔取芯直径应不小于 108 mm。检验数量应符合设计或按相关规范执行。

7.1.3 双向搅拌粉喷桩复合地基承载力检验应采用复合地基静载试验和单桩载荷试验。

7.1.4 载荷试验必须在桩身强度满足荷载试验条件，并宜在成桩 28 天后进行。检验数量应符合设计或按相关规范执行。

### 7.2 工程质量验收

7.2.1 双向搅拌粉喷桩工程作为分项工程验收，其验收批次宜按相同施工机械、相同桩型设置、相近工程地质单元，分段分批次进行验收。

7.2.2 双向搅拌粉喷桩工程验收应由总监理工程师组织（对应质量验收规范）建设、政府质监部门、设计、施工单位的相关人员进行验收。

7.2.3 双向搅拌粉喷桩工程的验收原则上在施工单位自检合格，且资料齐全后由施工单位提出验

收申请。验收前施工单位应提供以下资料：

- a) 设计文件、岩土工程勘察报告、桩基施工平面图、图纸会审及技术交底记录、设计变更通知书等；
- b) 开工报告；
- c) 施工组织设计；
- d) 原材料质量合格证、检测报告和复检报告；
- e) 桩位测量放线图、桩位监理复核记录；
- f) 施工纪录；
- g) 监理记录及抽检资料；
- h) 桩身质量检验报告；
- i) 承载力检验报告；
- j) 施工过程中质量问题处理记录；
- k) 工程质量验收报告。

7.2.4 双向搅拌粉喷桩质量检验标准应符合表 7.2.4 规定。

表 7.2.4 双向搅拌粉喷桩质量检验标准

项目	序号	检查项目	容许偏差值		检查方法
			单位	偏差值	
主控项目	1	水泥及外掺剂质量	符合国家标准		查产品合格证书或抽样送检
	2	喷粉量	±1%		标定
	3	桩长	不小于设计值或电流、钻进速度控制值		钻芯取样结合监控施工记录
	4	桩身强度	设计要求		标贯试验和强度试验
	5	承载力	设计要求		载荷试验
一般项目	1	提升和下沉速度	m/s	±0.05	测单桩下沉和提升时间
允许偏差项目	1	桩位	mm	±50	全站仪或钢尺量测
	2	垂直度	1%		监控量测或经纬仪测量
	3	桩顶标高	mm	+30,-50	水准测量

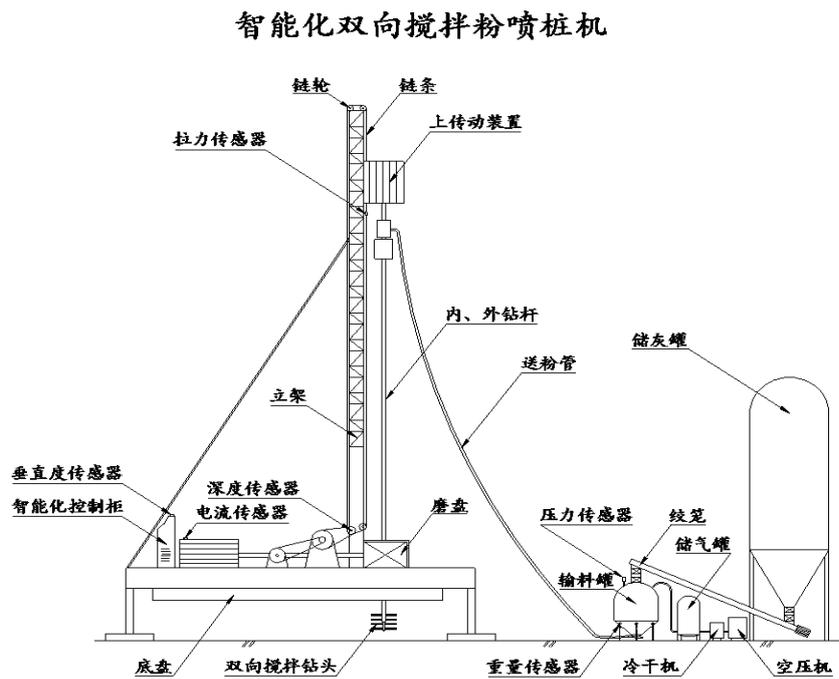
7.2.5 双向搅拌粉喷桩工程分项工程质量验收合格应符合下列要求：

- a) 主控项目必须全部合格；
- b) 一般项目合格率达 80%以上；
- c) 允许偏差项目合格率达 70%以上；
- d) 有完整的工程施工资料。

7.2.6 对不满足合格要求的工程应及时处理，直至符合要求。

附录 A  
(规范性附录)  
智能化双向搅拌粉喷桩机示意图

A.1 智能化双向搅拌粉喷桩机设备主要组成见附图 A.1。



附图 A.1 智能化双向搅拌粉喷桩机设备图

**附录 B**  
(规范性附录)

**水泥土搅拌桩桩身质量检测方法**

附 B.0.1 采用标准贯入试验检验水泥土搅拌桩桩身质量是江苏省高速公路工程经过多年总结形成的行之有效的办法，并已颁发了《江苏省高速公路水泥土搅拌桩检测工作实施细则》（苏高技(2003)147号），本附录主要依据该细则。

附 B.0.2 检验时间为成桩后 28 天，取芯和标准贯入试验检验孔位应布置在水泥土搅拌桩桩头偏离中心 100 mm 左右位置，用双管单动取样器连续取芯，保证取芯率>60%；对芯样进行观察描述，判断其搅拌均匀性，每隔 1.5 m 采取原状芯样用于无侧限抗压强度试验，然后在钻孔中进行标准贯入试验。通过标准贯入试验可判断桩身强度及桩体连续性，同时观察标贯器中水泥土搅拌的均匀程度、成桩状态以及端承条件。

附 B.0.3 标准贯入试验方法按《岩土工程勘察规范》（GB50021）执行。

附 B.0.4 现场取芯得到的水泥土芯样按下表进行描述、并评价其均匀性。

**附录 B.0.1 现场芯样描述与均匀性评判标准表**

搅拌均匀性	现场取芯情况
搅拌均匀	水泥土搅拌纹理清晰，无水泥粒块
搅拌不够均匀 (搅拌基本均匀)	水泥土搅拌纹理不连续，含水泥粒块且颗粒直径<2cm
搅拌不均匀	水泥土无搅拌纹理，夹水泥块或较多水泥富集块，且水泥颗粒直径>2cm

附 B.0.5 桩身质量评分方法：

a) 桩身按上部和下部标准分别评价，上下部界限为 5 m，0~5 m 范围按上部标准评判，5 m 以下部分按下部标准评判。

b) 根据标准贯入击数、芯样状态、无侧限抗压强度，按下表进行评分：

**附录 B.0.2 桩身质量评分表**

水泥土状态		SPT 试验 上部 (≤5m)		SPT 试验 下部 (>5m)		无侧限抗压强度 上部 (≤5m)		无侧限抗压强度 下部 (>5m)	
目测	标准分	N/击	标准分	N/击	标准分	qu/kPa	标准分	qu/kPa	标准分
稍硬以上	100	>20	100	>15	100	>450	100	>450	100
硬塑	75	15	75	10	75	250	75	200	75
软塑-可塑	25-50	5	50	4	50	50	50	30	50
软塑以下	0	<5	0	<4	0	<50	0	<30	0

注：①标贯击数、无侧限抗压强度得分可按照线性内插；

②当强度或状态描述为两种状态之间时，取中值。

c) 综合得分计算方法：

①计算各层得分时，标贯击数按 70%权重计算，无侧限抗压强度按 15%计，硬度或状态描述按 15%计；

②当某层缺无侧限抗压强度的检测数据时，则不计该检测项目，按标贯击数 80%、硬度或状态描述 20%计算该层分数；

③根据各层得分，采用层厚加权平均分别得出上、下部得分；

④上、下部得分的平均值为该桩综合得分。

附 B. 0. 6. 桩身质量评价标准：

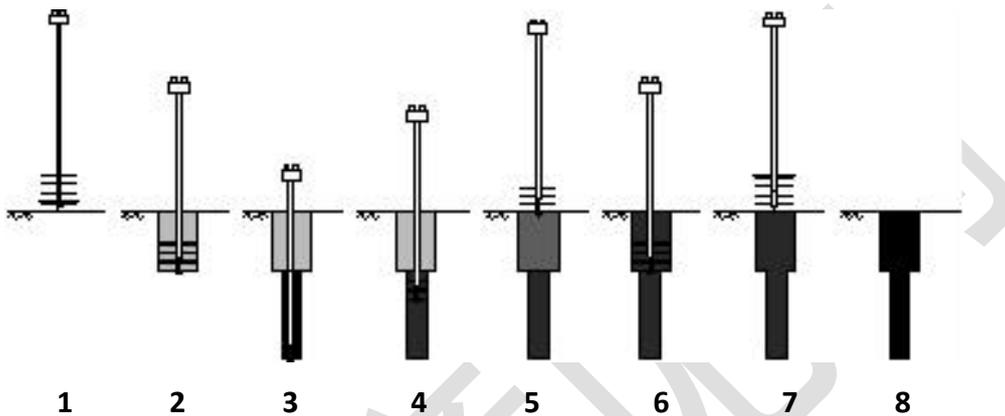
d) 上部应达到 75 分以上，下部应达到 60 分以上，否则判为不合格桩；

e) 桩身质量按综合得分分为四级：100-90 分为优，89-80 分为良，79-67.5 分为合格，<67.5 分为不合格。

征求意见稿

附录 C  
(规范性附录)  
变截面搅拌粉喷桩施工工艺

C.0.1 变截面搅拌粉喷桩施工工艺流程见附图 C.1。



附图 c.0.1 变截面搅拌粉喷桩施工工艺流程

- a) 桩机就位：将桩机移到桩位并对中，并调整垂直度；
- b) 喷粉下沉：启动桩机，使钻杆钻头沿导向架向下切土，同时开启全自动送料装置向土体喷水泥粉，钻头上两组叶片同时正、反向旋转切割、搅拌土体，钻头持续下沉，直到扩大头设计深度；
- c) 施工下部桩体：改变内、外钻杆的旋转方向，将搅拌叶片收缩到下部桩体直径；喷粉切土下沉：钻头上两组叶片同时正、反向旋转切割、搅拌土体，钻头持续下沉；
- d) 提升搅拌：桩长自动判别，到达处理深度后关闭送料装置，开始送气，钻杆提升，钻头上两组叶片同时正反向旋转搅拌水泥石，直至扩大头底面标高；
- e) 伸展叶片：改变内外钻杆的旋转方向，将搅拌叶片伸展至扩大头径；提升搅拌：提升钻杆，钻头上两组叶片同时正反向旋转搅拌水泥石，直到地表或设计桩顶标高以上 50 cm；
- f) 切土下沉：钻杆上钻头沿导向架向下切土，同时开启全自动送料装置，向土体喷水泥粉，钻头上两组叶片同时正、反向旋转切割、搅拌土体，搅拌机持续下沉，直到扩大头设计深度；
- g) 提升搅拌：关闭送粉装置，开始送气，钻头上两组叶片同时正反向旋转搅拌水泥石，直到地表或设计桩顶标高以上 50 cm，完成单桩施工。



征求意见稿