

DB61

陕 西 省 地 方 标 准

DB 61/T 1431—2021

水泥粉煤灰碎石桩施工质量动态 远程监控规范

Code for Dynamic Remote Monitoring of Construction Quality of Cement Fly Ash
Gravel Pile

2021 - 02 - 02 发布

2021 - 03 - 02 实施

陕西省市场监督管理局 发布

目 次

前言..... II

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 缩略语..... 1

4 术语和定义..... 1

5 设备要求..... 1

6 远程监控系统..... 3

7 质量控制指标..... 3

8 质量检查与验收..... 4

附录 A（规范性）CFG 桩施工质量动态远程监控系统的组成及传感器安装..... 6

附录 B（规范性）CFG 桩施工质量动态远程监控系统数据记录表..... 10

参考文献..... 14

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。

本文件由陕西省交通运输标准化技术委员会提出并归口。

本文件起草单位：陕西省铁路集团有限公司、陕西西韩城际铁路有限公司、长安大学、中铁十一局集团第三工程有限公司、西安公路研究院。

本文件主要起草人：赵军锋、赵亮、李宗华、陈一馨、李武祥、王军、王海英、刘海鹏、董鑫、张照龙、谢长征、井洪涛、孟宏强、赵鹏、思圆圆。

本文件由陕西省铁路集团有限公司负责解释。

本文件首次发布。

联系信息如下：

单位：陕西省铁路集团有限公司

电话：029—89801045

地址：西安市长安区东长安街420号陕铁大厦

邮编：710199

水泥粉煤灰碎石桩施工质量动态远程监控规范

1 范围

本文件规定了基于长螺旋钻管内泵压混合料灌注施工工艺的水泥粉煤灰碎石桩（以下简称CFG桩）施工质量动态远程监控系统的设备要求、远程监控系统、质量控制指标、质量检查与验收。

本文件适用于铁路工程长螺旋钻管内泵压混合料灌注施工工艺的CFG桩复合地基加固处理技术，其他工程可参照执行。

2 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/T 22239 网络安全等级保护基本要求
- JGJ 33 建筑机械使用安全技术规程
- JGJ/T 272 建筑施工企业信息化评价标准
- TB 10751 高速铁路路基工程施工质量验收标准
- TB 10414 铁路路基工程施工质量验收标准
- TB 10106 铁路工程地基处理技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

CFG桩 `cement fly-ash gravel pile`
水泥粉煤灰碎石桩。

3.2

充盈系数 `filling coefficient`
单根桩实际混凝土灌注量与理论混凝土灌注量之比。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

4.1

CFG `Cement fly-ash gravel`

水泥粉煤灰碎石。

5 设备要求

5.1 一般要求

- 5.1.1 施工应符合 TB 10106 的要求。
- 5.1.2 CFG 桩成桩作业前应全面检查长螺旋钻机和拖式混凝土泵车的完好性，完成 CFG 桩施工质量动态监控与数据采集终端设备和传感器的现场安装、调试、运行和检查工作。
- 5.1.3 风速达六级及以上时，长螺旋钻机应停止施工。
- 5.1.4 长螺旋钻机进入 CFG 桩施工现场前，对施工场地进行整平碾压，工作坡度不得大于 2°。
- 5.1.5 桩机移机至桩位时，应对桩位进行复核，保证桩位准确。
- 5.1.6 监控系统软件应进行软件功能和性能测评。

5.2 监控、采集设备

- 5.2.1 应在施工现场安装北斗 GNSS 定位基准站，长螺旋钻机机身安装北斗 GNSS 工程接收机、北斗定位天线、双倾角传感器、霍尔电流传感器、风速仪等监控测量仪表元件。
- 5.2.2 拖式混凝土泵车进油路上应安装压力传感器，泵车水箱内部应安装位移传感器。
- 5.2.3 测量仪表应经过计量部门检定合格且在检定有效期内。
- 5.2.4 监控传感器的测量精度见表 1。

表 1 监控传感器测量精度表

序号	名称	量程	精度	备注
1	北斗 GNSS RTK 定位	/	平面精度：±(10+1×10 ⁻⁶ ×D)mm 高程精度：±(20+1×10 ⁻⁶ ×D)mm	/
2	北斗 GNSS 静态测量	/	平面精度：±(2.5+1×10 ⁻⁶ ×D)mm 高程精度：±(5+1×10 ⁻⁶ ×D)mm	/
3	双倾角传感器	/	静态精度：0.05°； 动态精度：0.1°	串口输出信号，数据输出 频率：20 Hz~100 Hz
4	霍尔电流传感器	400 A	±0.1 A	/
5	压力传感器	20 MPa	±0.01 %FS	/
6	位移传感器	2000 mm	±0.1 mm	/

- 5.2.5 动态监控与数据采集终端设备应独立供电，有自检功能，应实时监控施工过程且监测数据能同步存储，带有断电、防拆、数据异常预警功能。
- 5.2.6 动态监控与数据采集终端设备采集数据应实时、不可修改，应具备断点续传功能，传输过程采用加密方式。
- 5.2.7 安装监控与数据采集终端设备和传感器时，不得改装长螺旋钻机与拖式混凝土泵车设备本身控制系统。

5.3 信息化管理设备

5.3.1 控制计算机

控制计算机应满足如下要求：

- a) CPU 处理器应为 Intel I 5 或 AMD 及其他同等能力以上处理器，主频不低于 2.0 GHz；
- b) 内存不小于 4 GB；
- c) 硬盘空闲空间不小于 1 TB；
- d) 操作系统不低于 Windows8。

5.3.2 网络

实时监控宜采用 5G/4G/3G/GPRS、WIFI 或者宽带网络进行数据采集传输，网络安全应符合 GB/T 22239 要求。

5.3.3 数据接口

应建立开放性数据接口及数据通信协议。

5.3.4 辅助设备

应配备不间断电源、断电保护器、外接常用模/数转换器接口及通信接口等。

6 远程监控系统

6.1 系统组成

6.1.1 远程监控系统由 CFG 桩施工质量动态监控与数据采集终端设备、各类传感器、现场报警系统、通信模块及外设接口、远程服务器、信息化管理系统和平板电脑、移动终端等组成。

6.1.2 远程监控系统分为长螺旋钻机施工质量动态监控模块及拖式泵车灌注量动态监控模块。

6.1.3 长螺旋钻机施工质量动态监控模块的基本组成及安装位置见附录 A.1、附录 A.2；拖式混凝土泵车混凝土灌注量动态监控模块基本组成及传感器安装位置见附录 A.3、附录 A.4、附录 A.5。

6.2 系统功能

6.2.1 系统应能对 CFG 桩施工的成桩位置、成桩深度、垂直度、钻进速度、拔管速度、持力层电流、施工现场风速、混凝土灌注量、充盈系数等参数进行实时监控和记录。

6.2.2 远程服务器上的信息化管理系统应设定解析程序实时接收和存储功能，施工参数信息应实时存储并上传至远程服务器。

6.2.3 利用后处理软件完成监控数据的实时在线处理、分析及反馈。数据记录格式参见附录 B。

6.2.4 将实时监控数据与设定的参数阈值进行对比分析，出现异常时自动预警。

6.2.5 应能查询任意时间段内 CFG 桩监控数据信息报表，并能自动生成 CFG 成桩质量评估报告。

6.2.6 应能对 CFG 桩历史施工参数信息进行长期存储和查询，保证数据可以溯源。

6.2.7 应能统计登录人员的登录时间、登录时长、登录人员、登录次数等信息。

6.2.8 应能记录每台长螺旋钻机的位置信息，统计进场与离场频次。

6.3 系统使用

获得监控授权的质量管理部门（建设单位、监理单位、施工单位等）均可通过移动终端或者PC机在异地利用网络，登陆信息化管理系统平台，远程在线查看CFG桩施工质量动态参数。

7 质量控制指标

7.1 施工过程质量控制主要指标见表 2。

表 2 施工过程质量控制主要指标表

序号	控制内容	控制指标	备注
1	成桩位置	桩位容许偏差 $\leq \pm 100$ mm	/
2	成桩垂直度	垂直度偏差 $\leq \pm 1$ %	/
3	成桩深度	深度误差 $< \pm 100$ mm	/
4	拔管速度	1.2 m/min~1.5 m/min	因土质类型、湿软不同拔管速度有所差异
5	持力层电流	钻进电流应控制在 50 A~70 A； 终孔电流应控制在 80 A~120 A	霍尔电流传感器安装在钻机配电柜内动力线上，实时获取钻进中的电流变化信息
6	单根桩充盈系数	不得小于 1.05	充盈系数为实际灌注量与理论灌注量之比

7.2 单根桩混凝土灌注量按公式（1）计算：

$$Q = \sum_{i=1}^n \frac{1}{4} \pi D_1^2 S_i \dots\dots\dots(1)$$

式中：
 Q ——单根桩混凝土灌注量，单位为（ m^3 ）；
 D_1 ——混凝土输送缸活塞的直径，单位为（m）；
 S_i ——活塞每次推送的有效位移，单位为（m）；
 n ——泵送次数。

7.3 单根桩充盈系数计算式按式（2）计算所得：

$$\eta = \frac{Q_s}{Q_L} \dots\dots\dots(2)$$

式中：
 η ——单根桩充盈系数；
 Q_s ——单根桩混凝土实际灌注量，单位为（ m^3 ）；
 Q_L ——单根桩混凝土理论灌注量，单位为（ m^3 ）。

8 质量检查与验收

- 8.1 应按附录 B 格式建立并保存施工记录、监测数据及远程监控电子档案。
- 8.2 施工过程中质量按表 2 要求进行检查。
- 8.3 施工质量验收应符合 TB 10751 的要求。

附 录 A
(规范性)

CFG 桩施工质量动态远程监控系统的组成及传感器安装

A.1 长螺旋钻机施工质量动态监控模块组成图

长长螺旋钻机施工质量动态监控模块组成图见图A.1。

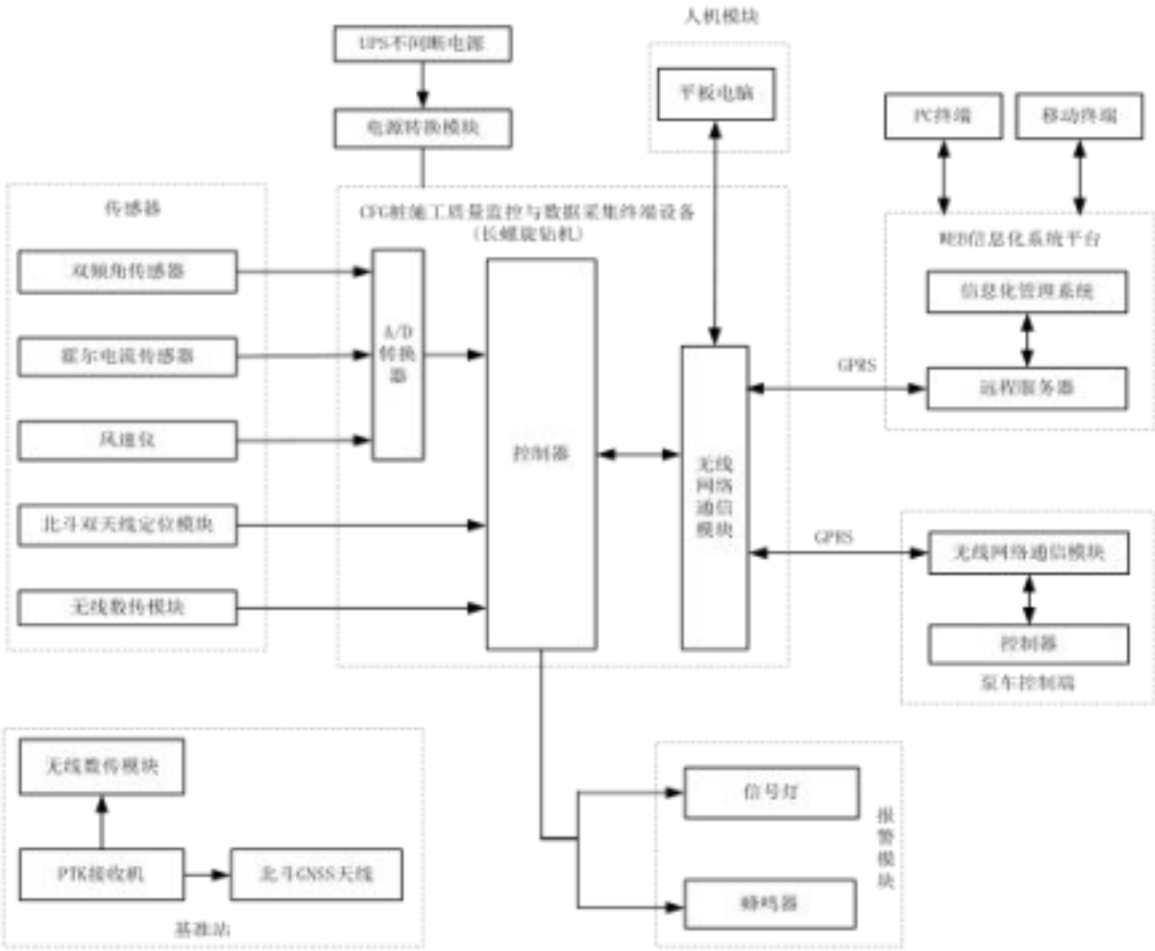
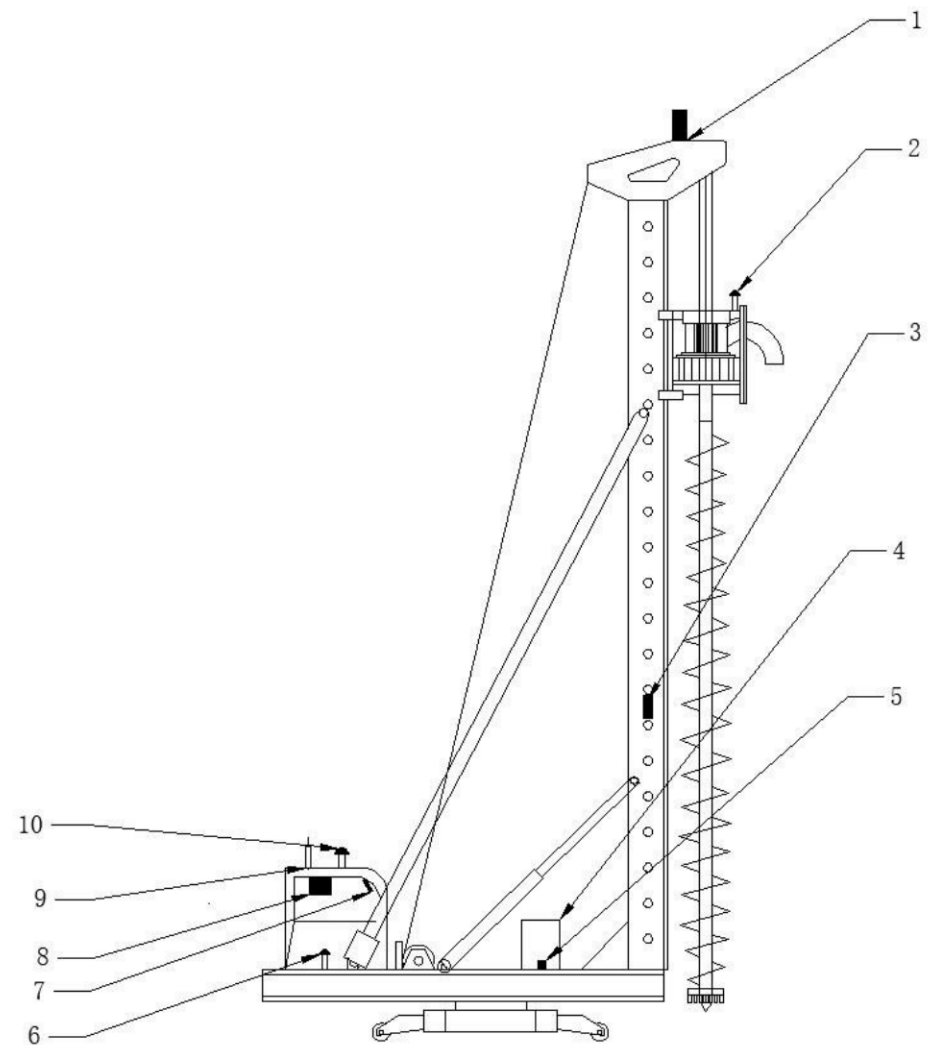


图 A.1 长螺旋钻机施工质量动态监控模块组成图

A.2 长螺旋钻机施工质量动态监控模块设备安装示意图

长螺旋钻机施工质量动态监控模块设备安装示意图见A.2。



- 1—风速仪;
- 2—GNSS 主定位天线;
- 3—双倾角传感器;
- 4—配电柜;
- 5—霍尔电流传感器;
- 6—GNSS 副定位天线;
- 7—平板电脑;
- 8—控制器;
- 9—通信天线;
- 10—报警模块。

图 A.2 长螺旋钻机施工质量动态监控模块设备安装示意图

A.3 拖式混凝土泵车混凝土灌注量动态监控模块组成图

拖式混凝土泵车混凝土灌注量动态监控模块组成图见图A.3。

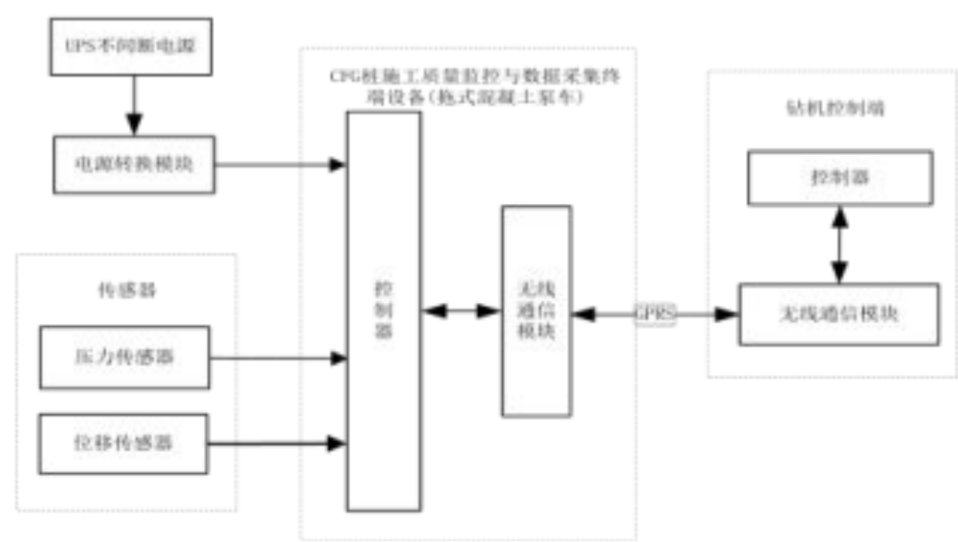


图 A.3 拖式混凝土泵车混凝土灌注量动态监控模块组成图

A.4 拖式混凝土泵车混凝土泵送压力传感器安装示意图

拖式混凝土泵车混凝土泵送压力传感器安装示意图见A.4。

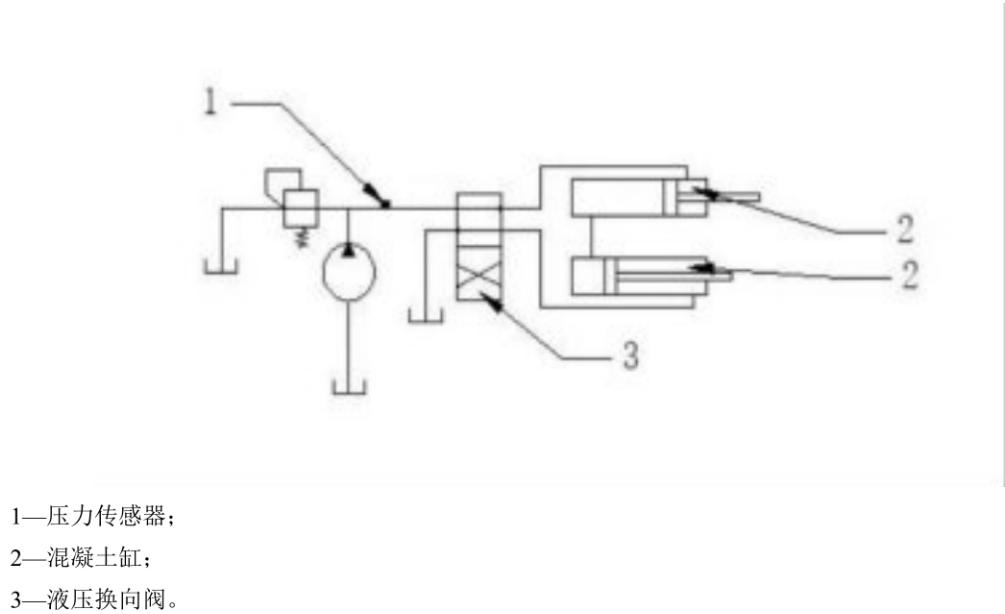


图 A.4 拖式混凝土泵车混凝土灌注量动态监控模块组成图

A.5 拖式混凝土泵车液压缸位移传感器安装示意图

拖式混凝土泵车液压缸位移传感器安装示意图见A.5。

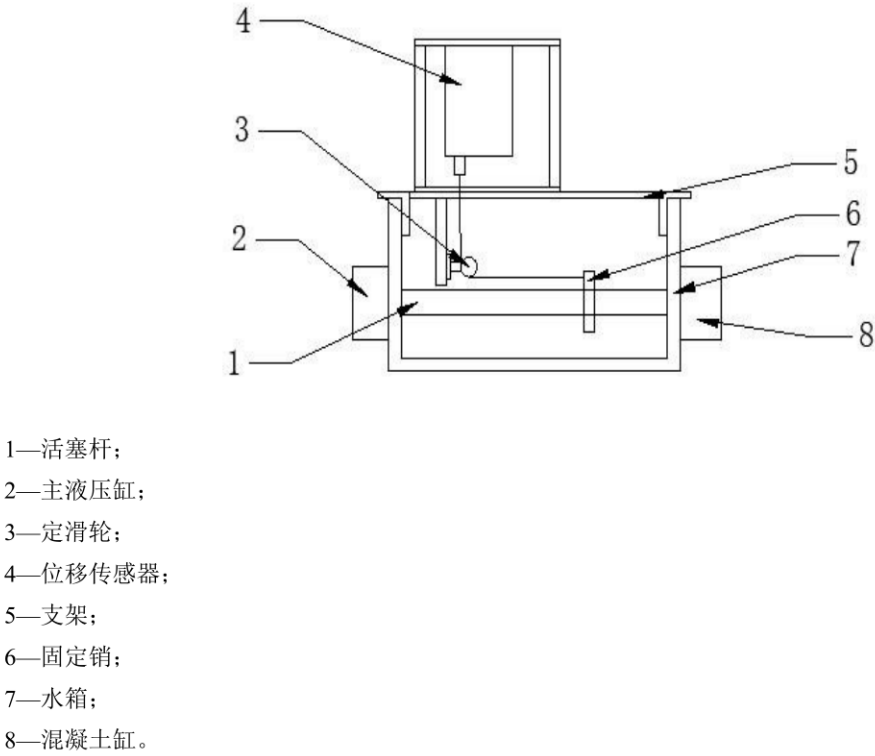


图 A.5 拖式混凝土泵车液压缸位移传感器安装示意图

附 录 B
(规范性)

CFG 桩施工质量动态远程监控系统数据记录表

B.1 长螺旋钻机设备记录表

长螺旋钻机设备记录表见表B.1。

表 B.1 长螺旋钻机设备记录表

ID	施工设备编号	监控终端编号	设备名称	最后信号时间	在线状态	实时监控	设备添加时间
1							
2							
3							

B.2 CFG桩施工参数记录表

CFG桩施工参数记录表见表B.2。

表 B.2 CFG 桩施工参数记录表

桩号	桩区间	成桩时间 (min)	施工设备名称	成桩深度 (m)	混凝土灌注量 (m³)	桩体垂直度	充盈系数	成桩电流 (A)	风速 (m/s)	操作	
										实时数据	详情
										实时数据	详情

B.3 CFG桩施工参数实时数据表

CFG桩施工参数实时数据表见表B.3。

表 B.3 CFG 桩施工参数实时数据表

顺序号	时间	电流(A)	深度(m)	风速(m/s)	钻孔速度 (m/min)	拔管速度 (m/min)
1						
2						
3						
4						
5						

B.4 CFG桩施工参数统计数据表

CFG桩施工参数统计数据表见表B.4。

表 B.4 CFG 桩施工参数统计数据表

CFG 桩质量检测指标名称	数值	CFG 桩质量检测指标名称	数值
桩编号		位置	
桩区间		设备编号	
成桩时间(yy-mm-dd hh:mm:ss)		钻杆直径(m)	
成桩总时长(min)		沉管时间 (hh:mm:ss)	
拔管总时长(min)		拔管时间 (hh:mm:ss)	
钻孔速度(m/s)		拔管速度(m/min)	
平均沉管电流(A)		持力层电流(A)	
成桩深度(m)		混凝土灌注量(m³)	
位置坐标		桩体垂直度 (%)	
平均风速(m/s)		高程(m)	
报警		充盈系数	
备注			

B.5 CFG桩基施工质量报告表

CFG桩基施工质量报告表见表B.5。

表 B.5 CFG 桩基施工质量报告表

报告项目	报告内容	报告项目	报告内容
工程名称		报告编号	
标段名称		报告日期	
施工单位		监理单位	
里程范围		施工面积(m2)	
施工开始日期		施工结束日期	
成桩总量(个)		投入机械数量(台)	
平均成桩深度(m)		平均成桩时长 (min)	

B.6 各工区工作质量统计表

CFG桩基施工工区工作质量统计表见表B.6。

表 B.6 CFG 桩基施工工区工作质量统计表

工区	机械 类型	成桩 数量 (个)	总灌入量 (m³)	平均 充盈 系数	平均 灌注量 (m³)	平均 桩深 (m)	平均 电流 (A)	平均钻孔 速度 (m/min)	平均拔管 速度 (m/min)

B.7 逐桩表

CFG桩基施工成桩位置逐桩表见表B.7。

表 B.7 CFG 桩基施工成桩位置逐桩表

桩号	坐标	
	N(X)	E(Y)

B.8 平台人员登录统计表

CFG桩基施工质量动态远程监控信息化管理系统平台人员登陆统计表见表B.8。

表 B.8 CFG 桩基施工质量动态远程监控信息化管理系统平台人员登陆统计表

ID	用户	账户	登录 时间	退出 时间	在线 状态	在线时长 (min)	IP	最后活动 时间

B.9 CFG桩施工报警信息统计表

CFG桩基施工报警信息统计表见表B.9。

表 B.9 CFG 桩基施工报警信息统计表

序号	项目	报警次数	施工单位处理	监理处理	闭合数量（初级/中级/高级）
1					
2					
3					
4					

参 考 文 献

- [1] TB 10218 铁路工程基桩检测技术规程
-