

ICS 73.020

D 04

备案号:

MT

中华人民共和国煤炭行业标准

MT/T ××××—××××

立井井筒地面预注粘土水泥浆技术规范

Technical specification of pre-grouting from the surface

with clay-cement grout in vertical shaft

(送审稿)

××××-××-××发布

××××-××-××实施

国家安全生产监督管理总局 发布

前 言

本标准由中国煤炭工业协会科技发展部提出。

本标准由煤炭行业煤矿专用设备标准化技术委员会归口。

本标准由煤炭科学研究总院北京建井研究所负责起草、北京中煤矿山工程有限公司参加起草。

本标准主要起草人：徐 润、周兴旺、郑 军、赵宏伟、高岗荣、左永江、宋雪飞、丁振宇。

立井井筒地面预注粘土水泥浆技术规范

1 范围

本标准规定了立井井筒地面预注粘土水泥浆工程施工的术语和定义、注浆原材料、设计与施工的技术要求及试验检测、注浆结束标准及效果检查。

本标准适用于采用粘土水泥浆进行立井井筒地面预注浆工程。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

- GB 175 硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥
- GB/T 1345 水泥细度检验方法 筛析法
- GB/T 4209-1996 工业硅酸钠（neq JIS K1408:1985）
- GB/T 50123 土工试验方法标准
- GBJ 213 矿山井巷工程施工及验收规范
- JGJ 63 混凝土用水标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用本标准。

3.1

粘土浆 **clay slurry**

粘土与水混合经粉碎、除砂后达到一定密度的浆液。

3.2

粘土水泥浆 **clay-cement grout**

由粘土浆、水泥、硅酸钠组成的悬浊浆液。

3.3

地面预注浆 **pre-grouting from the surface**

井筒开凿前，对地下岩层由地面进行的注浆。

3.4

止浆塞 **packers for grouting**

采用地面预注浆时，隔离注浆段与非注浆段，防止浆液流向非注浆段或流出孔口的装置。

3.5

注浆深度 **the depth of grouting hole**

根据含水层埋藏条件和井筒深度确定的注浆孔终孔深度。

3.6

注浆段高 **stage height of grouting**

岩层划分为若干段依次注浆时，每段的注浆长度。

3.7

布孔圈径 **diameter of bore location**

以井筒中心点为圆心的圆周上布置钻孔的圆圈直径。

3.8

浆液有效扩散距离 effective diffusion length of grout

以钻孔为中心浆液径向扩散达到堵水加固目的距离。

3.9

裂隙率 void volume of rock

单位体积岩层中裂隙体积所占的百分数。

3.10

浆液充填系数 stowing factor of grout

裂隙被浆液结石体充填的饱满程度。

3.11

浆液结石率 the rate of grout concretion

浆液形成结石体的体积与浆液原体积的比值。

3.12

注浆终压 final grouting pressure

注浆结束时的注浆压力。

3.13

注浆终量 final pump volume

注浆结束时注浆泵流量。

3.14

含砂量 sand content

粘土中直径大于0.074mm的不溶于水的固体物质量占粘土的质量百分数。

3.15

下行式注浆 downward grouting

钻孔钻进与注浆自上而下分层或分段交替进行的注浆。

3.16

上行式注浆 upward grouting

钻孔一次钻至设计深度自下而上分层或分段依次进行的注浆。

3.17

岩帽 cementation cover

注浆起始段上部一段岩层裂隙一般用水泥浆充填并加固，使其能承受其下一段最大注浆压力、防止浆液窜入上部非注浆岩层。

3.18

结束标准 end standards

注浆参数达到设计注浆终压、注浆终量和稳定时间的标准。

3.19

注浆压力 grouting pressure

注浆时，克服地下水压力和浆液流动阻力并使浆液扩散到一定范围所需的压强。

4 注浆原材料

4.1 水泥

硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥应符合GB 175的规定。水泥强度等级不应低于32.5，水泥细度应符合GB/T 1345的规定，通过80 μ m方孔筛的筛余量不宜大于5%。不得使用受潮结块的水泥。

4.2 水

水质应符合JGJ 63的要求。

4.3 粘土

粘土分析按GB/T 50123的规定进行。粘土塑性指数不宜小于10，粘粒(粒径小于0.005mm)含量不宜低于25%，含砂量不宜大于5%，有机物含量不宜大于3%。

4.4 硅酸钠(水玻璃)

硅酸钠应符合GB/T 4209-1996中液-2及液-3的规定。模数2.6~3.4，密度 $1.368 \times 10^3 \text{kg/m}^3 \sim 1.465 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 。

5 设计与施工的技术要求及试验检测

5.1 注浆工程设计基本资料

5.1.1 地质与工程地质资料

5.1.1.1 井筒检查孔综合地质柱状图

地质柱状图应描述井筒穿过的岩层名称、岩性、层位及起止深度、分层厚度及累计深度。宜提供钻孔水位曲线、冲洗液消耗曲线、地球物理测井曲线、盐化测井及流量测井曲线。

5.1.1.2 工程地质说明书

说明书宜描述井田区域地质构造、构造断裂及风化裂隙的起止深度、裂隙宽度、裂隙面特征、充填及充填物情况；宜提供临近井筒距离、深度、井径、井壁结构及支护特征、水文地质特征；临近井巷、采区、采空区概况、标高、水位、疏干降压漏斗发育特征。

5.1.1.3 地质勘查报告

岩层走向、倾向、倾角及各岩层硬度。

5.1.1.4 检查孔岩芯实地探查

岩性、裂隙的产状宽度和充填物的性质，是否有掉钻、溶洞等情况并附有岩溶裂隙率统计。

5.1.2 水文地质资料

5.1.2.1 工程水文孔的简易水文资料

宜提供各含水层、隔水层的起止深度、厚度，含水层岩性、裂隙特征、水位、水量及各含水层之间的水力联系情况。

5.1.2.2 水文地质报告

工程水文孔的冲洗液漏失量，各含水层的水位标高，地下水的流向、流速等。渗透系数，钻孔含水层单位涌水量，井筒的预计涌水量。

5.1.2.3 水质分析资料

地下水的水温、化学成分及侵蚀性。

5.1.3 井筒技术特征等资料

关于井筒坐标、井口标高、设计深度的参数；关于井筒的净径、荒径、井壁结构及相关(峒室技术特征)凿井方法。工业广场施工总平面图。

5.2 注浆孔参数设计及施工方法

5.2.1 注浆孔孔径

注浆段孔径宜不小于 $\Phi 110\text{mm}$ 。

5.2.2 冲洗液

注浆孔钻进时宜采用清水或泥浆作为冲洗液。

5.2.3 注浆孔偏斜要求

注浆孔偏斜要求如下：

- a) 直孔偏斜率不得大于0.5%，各注浆孔落点分布基本均匀；
- b) 定向孔进入注浆层位后要求各注浆孔落点分布基本均匀，其直孔部分偏斜率不得大于0.5%。

5.2.4 套管深度

套管深度应符合以下规定：

- a) 进入完整基岩；
- b) 冻结法施工时，注浆孔套管深度不应小于冻结深度10m。

5.2.5 注浆孔钻孔参数

注浆孔钻孔参数应符合以下要求：

- a) 开孔间距偏差±100mm；
- b) 每个注浆段测斜一次，每隔 20m~30m 设一个测点。

5.2.6 注浆孔套管固结

注浆孔钻至套管预计深度后，提出钻具并立即下入套管。用清水置换套管内泥浆并清洗孔壁，用水泥浆固管。

5.3 注浆参数设计及施工方法

5.3.1 注浆孔终孔深度

注浆孔终孔深度要求如下：

- a) 含水层埋藏深度小于井筒设计深度，注浆孔终孔深度应至少超过所注含水层底板 10m；
- b) 含水层埋藏深度大于井筒设计深度，注浆孔终孔深度应至少超过井筒底部 10m。

5.3.2 注浆段高

注浆段高应符合以下要求：

- a) 破碎岩层不大于 30m；
- b) 一般地层不大于 80m。
- c) 稳定地层或重复注浆不大于150m。

5.3.3 注浆孔数

注浆孔数量应根据井筒大小、浆液有效扩散距离、全井筒涌水量及岩石含水性、裂隙率来确定。注浆孔数量不宜少于3个。

5.3.4 布孔圈径

圆周布孔宜与井筒同心并使布孔圈径大于井筒荒直径3m，后施工的注浆孔孔位、角度应根据已钻的钻孔进行调整，使各钻孔在相同的注浆深度相对均匀。

根据施工条件，注浆孔可以其它方式布孔。

5.3.5 浆液扩散距离

粘土水泥浆的有效扩散距离宜为8m~12m。

5.3.6 注浆压力

注浆压力应符合如下要求：

- a) 岩帽段注浆终压值为静水压力值的 1.5 倍以上；
- b) 孔深小于 400m 的注浆段终压值为静水压力值的 2.5~3.0 倍；
- c) 孔深大于等于 400m 的注浆段终压值为静水压力值的 2.0 ~2.5 倍。

5.3.7 粘土水泥浆液配比

粘土水泥浆液配比的要求如下：

- a) 粘土浆密度 $1.12 \times 10^3 \text{kg/m}^3 \sim 1.24 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ ；
- b) 水泥加入量： $100 \text{kg/m}^3 \sim 300 \text{kg/m}^3$ ；
- c) 硅酸钠加入量： $10 \text{L/m}^3 \sim 40 \text{L/m}^3$ 。

5.3.8 浆液注入量

浆液注入量按公式（1）计算

$$Q = A\pi(R+r)^2 Hn\beta/m \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- Q—浆液注入量，单位为立方米(m³)；
- A—浆液消耗系数，取1.2~1.5；
- R+r—以井筒中心为基点的浆液有效扩散半径，单位为米(m)；
- r—注浆孔布孔半径，单位为米(m)；
- R—浆液有效扩散距离，单位为米(m)；

- H—注浆段高，单位为米（m）；
 m—浆液结石率，取0.5~0.85；
 β —浆液充填系数，取0.9~0.95；
 n—注浆段岩层平均裂隙率。

5.3.9 注浆方式

采用上行式注浆、下行式注浆以及上行与下行混合式注浆均可。

5.3.10 止浆塞位置

根据注浆段高，选择在岩石完整、孔形规则的位置。分段下行式注浆，一般止浆塞宜下放在欲注浆段与已注浆段重合大于5m，但不许出现漏注段。

5.3.11 止浆塞下放

下塞前应进行止浆塞检查，宜匀速下放，下放最大速度不得超过20m/min。

5.3.12 注浆泵及管路

注浆泵及管路的要求如下：

- 压力表安装在注浆泵上，使用最高压力宜在压力表最大标值的1/4~3/4之间。压力表应按规定进行检定，不合格的和已损坏的压力表严禁使用。压力表与管路之间应设有隔离装置；
- 注浆泵性能应与浆液粘度、浓度相适应，额定压力应大于最大注浆压力值的（1.2~1.5）倍，并应有足够的流量和稳定的工作能力；
- 注浆管路应保证浆液流动畅通，管路连接好后应进行压水检验，压力宜为注浆终压的（1.2~1.5）倍，试压时间不得少于15min。

5.3.13 注浆前压水试验

压水试验主要目的是检查止浆塞的止浆效果；确定钻孔的吸水量和单位吸水率，以便为确定泵量、泵压和浆液配比提供数据。

压水时间为10min~30min。

5.3.14 岩帽注浆

套管以下10m~20m为岩帽段，一般采用水泥浆，特殊条件可以使用其它速凝浆液。

5.3.15 粘土水泥浆浆液配制及注入

5.3.15.1 粘土水泥浆性能现场试验

粘土水泥浆性能现场试验包含以下内容：

- 现场制粘土水泥浆试验；
- 测定粘土水泥浆密度；
- 测定粘土水泥浆的析水率；
- 测定粘土水泥浆的相对粘度；
- 测定粘土水泥浆进入塑性状态的时间。

5.3.15.2 粘土浆及粘土水泥浆造浆流程

5.3.15.2.1 粘土浆造浆

粘土、水经粘土搅拌机粉碎（或其它制浆机具）制浆后进入原浆池，经除砂后储存于储浆池中。

5.3.15.2.2 粘土水泥浆造浆

在第一级搅拌池加入所需体积的粘土浆，然后在搅拌条件下，加入定量水泥，搅拌时间不少于2min，浆液应通过筛网过滤清除浆液中的块状物及杂物后，放入第二级搅拌池，边搅拌边加入定量硅酸钠，制成粘土水泥浆。浆液配制后应在3h内使用，浆液温度应控制在5℃~40℃之间。

5.3.16 注浆施工

注浆施工要求如下：

- 注浆所用浆液应满足设计要求，浆液搅拌应均匀；
- 注浆前应检查输浆管路是否通畅无泄漏，注浆泵是否完好无异常；
- 注浆过程中应根据实际情况及时调整浆液配比及泵量；

- d) 当注浆达到设计的终压终量时应至少维持 30min，压入定量的清水后方可停止注浆；
- e) 注浆过程中进行系统观测，每隔 5min 至少记录一次泵压和泵量。

5.3.17 止浆塞起塞

注浆结束后3h~6h或孔内浆液压力释放后进行止浆塞起塞，若遇返浆卸压后即可起塞。

5.3.18 扫孔与复注

扫孔时间不少于注浆结束后10h，当注浆未达到设计要求时应复注，复注间隔时间不小于12h。

6 注浆结束标准及效果检查

6.1 注浆结束标准

注浆终量小于250L/min、注浆终压达到设计值时、稳定时间为20min~30min，可结束该段的注浆工作。

6.2 注浆效果检查

注浆施工结束的注浆效果检查方法采用压水或抽水试验两种。一般选取最后施工的注浆孔、段作为检查孔，要求井筒注浆段的井筒剩余涌水量不大于10m³/h。