

注浆工程设计参考资料

(下册)

全国冶金系统设计院
采矿业务建设网



数据加载失败，请稍后重试！

目 录

第六章	注浆设计的一般原则和要求	1
6·1	一般规定与技术要求	1
6·2	注浆参数的确定	5
6·3	截源堵水专门设计的编制内容	7
6·4	对注浆工程的要求	19
6·5	注浆材料性能的测试	22
6·6	浆液配制	32
6·7	粘度的测定	37
6·8	表面张力的测定	40
6·9	化学特性测定	42
6·10	环氧树脂化学注浆技术规范	43
6·11	帷幕丙凝化学注浆技术规范	62
第七章	注浆设计	88
7·1	地面予注浆设计	88
7·1·1	技术方案	88
7·1·2	注浆的原理与施工	95
7·2	工作面予注浆设计	113
7·2·1	竖井井筒工作面予注浆	113
7·2·2	斜井、平巷注浆	120
7·3	壁后注浆设计	128

7.3.1 井壁注浆堵水规定.....	130
7.4 封堵特大涌水注浆设计.....	138
7.4.1 概 述.....	138
7.4.2 堵水方案的选择.....	138
7.4.3 注浆孔的布置.....	139
7.4.4 注浆材料.....	140
第八章 注浆保护.....	142
8.1 毒性和腐蚀性问题.....	142
8.2 劳动保护.....	164
8.3 环境保护.....	171
第九章 技术经济指标.....	173
9.1 注浆费用的预算.....	173
9.2 化学注浆费用的构成.....	178
9.3 注浆技术经济指标实例.....	179
第十章 附 录.....	195

第六章 注浆设计的一般原则和要求

6.1 一般规定与技术要求

1. 一般规定

苏联规定井筒施工井筒涌水量大于 $8 \text{米}^3 / \text{小时}$ ，用注浆法掘进；

南非一般情况下全进行注浆，除非确认地层无水时才不注浆；

国内在水文地质工作条件属于第Ⅳ类型的矿区，应当考虑建立注浆疏干的综合作业队伍，配备专职技术人员，添置注浆设备，积极开展疏、排、堵、截的综合防治工作；

国内没有统一标准，故建议井筒涌水量大于 $20 \sim 30 \text{米}^3 / \text{小时}$ 的情况下，进行予注浆，以提高建井速度，降低建井成本。

对普通法和注浆法进行经济比较可用下式：

$$Q_1 > \frac{A_1 H_1}{720 A_2 \frac{H_1 + H_2}{K \cdot V}} + Q_2 (\text{米}^3 / \text{小时})$$

Q_1 ——用注浆法的井筒涌水量；

A_1 ——采用注浆法施工每米井筒的掘进费用（元/米）；

A_2 ——采用普通法掘进时单位排水费用（元/米³）；

H_1 ——注浆段总厚度·（米）；

H_2 ——注浆段埋藏深度（米）；

K ——用普通法掘进因涌水降低生产率的修正系数，取 $0.7 \sim 0.9$ ；

V ——井筒平均掘进速度米/月；

Q_2 ——井筒注浆后残余涌水量米³/小时；

720 ——一个月用于注浆的小时数；

注浆孔深度应达不含水层中 $3 \sim 5$ 米深；

2、矿山注浆堵水的主要作用是：封堵裂隙，改善井巷施工条件，隔离水源，保护井巷穿越含水层；胶结加固松散透水围岩，保障井巷安全；堵塞水点和构筑防渗帷幕，减少矿坑涌水量，降低矿床疏排成本；封堵突水口，恢复淹没矿井。为确保注浆的堵水作用，凡应用注浆技术进行堵水的项目，均要有完整的设计和主管部门的审批才能允许施工。

3、注浆工程设计技术要求

1) 注浆防渗体（详、幕）的技术要求

(1) 注浆后受注岩层的透水性一般要求：渗透系数 $K < 0.80$ 米/昼夜 ~ 0.01 米/昼夜，单位吸水率 $g < 0.0002$ 升/秒米²；

(2) 防渗效率或允许渗漏量的要求，是根据注浆的目的、井下排水能力、经济效益等因素综合考虑确定的。井巷予注浆后注浆对防渗效率的要求较高，其允许渗漏量一般 $< 10 \text{ T/时}$ 。

(3) 在设计最大压力下，不允许发生冲刷与管涌的现象。

4、钻探工程布置与施工技术要求

1) 注浆工程钻孔的布置:

(1) 注浆工程钻孔按施工的目的可分: 注浆孔、观测孔、检查补强孔、条件勘察孔及注浆试验孔等类型;

(2) 各类工程的注浆钻孔, 其孔数、孔层数、层距、孔距的设计及钻孔布置应综合考虑含水层的性质; 含水裂隙的大小、分布、发育方向和发育程度(墙、幕)的设计厚度; 注浆有效扩散半径; 钻孔的孔径和排列方式等因素。在基岩中注浆, 单排注浆孔距一般为4~10米, 各类工程的注浆孔距也可按下式选择:

$$L = a \cdot b \quad \text{—————(1)}$$

式中: b ——防渗帷幕的厚度(米)

a ——孔距系数, 根据有效扩散范围的允许衔接面积确定, 交接部位面积大, a 取小值。一般 a 取0.45~0.65。

(3) 观测孔应布置在防渗体(墙、幕)周围, 地下水主径流带上, 一般要求在体(墙、幕)附近50~100米范围内, 其前、后、内、外, 不同的部位要有足够数量的观测孔控制。而矿区外围也要有一定数量的观测孔, 使其形成一个完整的观测网, 以便全面了解矿区地下水动态的变化及防渗体(墙、幕)的阻水能力。外围观测孔应尽量利用勘探阶段保留的长期观测孔代替, 观测孔的数量, 通常约为注浆孔数的10%。

(4) 检查补强孔应布置在注浆孔间的理论扩散半径未接合部位，或无线电波透视异常带上。一般检查孔数不少于注浆孔的20%，勘察孔和试验孔则根据具体情况而定。此外，若采用地表——井下联合方案注浆时，还应布置输浆钻孔和通讯孔。有条件的矿区，这两类钻孔可以把已注浆的钻孔重新扫通来代替。

2) 注浆钻孔施工

(1) 注浆孔按其开孔位置，可分为地面注浆孔和坑内注浆孔两种；按其开孔顶角，可分为垂直钻孔、斜孔和分枝导斜孔等。一般地面注浆孔的孔深不宜超过300米；井下注浆的水平孔和仰角孔，不宜超过80米。否则，由于钻孔的偏斜情况不一，钻孔排列次序容易受到破坏，设计规定的孔距也不易实现。

(2) 为保证帷幕的连续性和完整性，对注浆钻孔弯曲度的要求较高，一般必须达到如下标准：

①垂直孔：孔深150米范围内，天顶角允许偏斜 $\pm 3.0'$ 。
150米以下，每加深100米，允许增加 1° 。

②斜孔：终孔偏距应小于注浆孔距的 $1/2$ ；

(3) 第一序次注浆钻孔的其它各项施工质量，与工程勘察孔、观测孔和检查孔的要求一致，参照冶金部《关于钻探工程质量标准的暂行规定》1979年2月24日颁发)执行；其它序次的注浆孔，可采用无岩心钻进。

(4) 钻孔附近(2米半径的范围内)有宽大的含水裂隙、溶蚀空洞、或注浆过程发生堵塞事故需要处理时,若采用孔内爆破的方法进行,一般可以收到良好的效果。但应注意爆破处理段的岩石松散、软、破碎,钻孔不干净,溶洞充填物较多或遇流砂层时,则不宜使用爆破处理的方法,否则容易造成孔壁坍塌,报废钻孔。此类钻孔,若属观测孔,可用多头分枝孔代替;分枝导斜孔;揭露主要注浆段时,孔位的偏距,不少于注浆孔距的 $1/2$;若属注浆孔,则可在孔内导斜沟通注段的过水通道。

(5) 注浆钻孔施工的顺序,应遵循先稀后密的原则,当第一序列注浆钻孔完成后,应利用它们开展物探测视和水文地质试验工作,通过对这些工作的成果分析,并结合其注浆情况再确定后面序次的注浆孔孔位。

6.2 注浆参数的确定

1、浆液的有效扩散半径:在防渗墙和帷幕工程中,建议有效扩散半径按防渗墙(幕)的设计厚度确定,即: $R = 0.65 \sim 0.7$

b ————(1)

式中: R ——设计要求的浆液有效扩散半径(米);

b ——防渗墙(幕)的厚度(米)。

2、注浆压力:一般终压为静水压力的 $2 \sim 3$ 倍,但为了保证注浆固结岩层有较高的密实度,对于孔深在500米以内的地面注

浆，其终压要考虑加上工作面的静水压力。但若工作面围岩强度较低时，应加深注浆管的止浆深度。

3、浆液浓度：在设计注浆压力范围内，应尽量采用结石率高，粘度适中的浆液浓度作为注浆的起始浓度。为使用方便一般应将拟用的注浆材料进行试验，然后据试验结果分为若干个浓度等级，以供施工应用：如用水泥浆一般可按水灰比分为 5：1、3：1、2：1、1.5：1、1.2：1、1：1、0.9：1、0.8：1、0.7：1、0.6：1。

4、浆液凝结时间：由于每次注浆对浆液的凝结时间要求不同，故选择浆液种类时，要尽量采用凝结时间可调性好的浆液种类。

5、注入量：对于大型注浆工程注入量的设计，最好根据注浆试验来确定；一般情况下可按下列公式确定：

$$Q_{\text{孔}} = \frac{\pi R^2 \cdot M \cdot \emptyset}{C} (1 + \int)$$

式中： $Q_{\text{孔}}$ ——单孔预算注入量（米³）；

R ——浆液有效扩散半径（米）；

M ——注浆段总高（米）；

$\emptyset$ ——有效空隙率或未充填的岩溶率；

C ——浆液结石率（%）；

$\int$ ——超注系数（0.3~0.5）。

6、注浆段高一段要求不大于20米；对渗透阻力较小的宽大裂隙和岩溶空洞应作单独注浆。

7、注浆顺序：在岩溶地层中注浆，应尽可能采用下行法，以免串浆埋管。

6·3 截源堵水专门设计的编制内容

1、采用截源堵水工程时，必须编制专门设计。专门设计应有说明书和工程图。

1) 设计说明书中，应有：

(1) 水文地质条件；

(2) 钻探工程设计中，应说明：

① 帷幕注浆带、水文观测孔和检查孔的位置、层位(段)的选择；

② 钻孔间距、排列方式、孔深、孔数和工程量；

③ 钻孔结构和止浆方法；

④ 钻孔质量的要求；

⑤ 钻探施工的安全措施；

⑥ 钻探设备的选型。

(3) 注浆工程设计中，应说明：

① 注浆段高的确定；

② 注浆方法和注浆材料的选择；

③ 注浆参数的确定，单孔结束注浆的标准；

④ 安全措施；

⑤ 注浆设备及其布置；

(4) 帷幕注浆带的保护煤矿柱的留设；

(5) 供水、供电系统；

(6) 工期和劳动组织；

(7) 预计减少的矿井涌水量、预计解放的储量；

(8) 主要注浆材料预算；

(9) 工程费用概算。

2) 工程图应有：

(1) 水文地质条件分析图（包括平面、剖面、联通试验等图）；

(2) 帷幕注浆孔布置图（包括平面和剖面图）；

(3) 钻孔设计图；

(4) 注浆设备和浆液输送管道布置图；

(5) 供水供电管线图。

巷道穿过同河流、湖泊、溶洞、含水层等有水力联系的断层、裂缝破裂线时的规定。

1、掘进中必须探水前进。

2、巷道穿过破裂线前，可采取予注浆或疏放水等措施，减少突然涌水量；预计涌水量对矿井生产安全有威胁或涌水量大于矿井工作水泵排水能力的20%时，必须砌筑防水闸门。同一巷道穿过几条破裂线时，可在巷道最外侧打一道防水闸门。

3、穿过破裂线的一段巷道，每次掘进的长度不得超过2米，紧接砌筑加底拱，其范围应超出破裂带两侧各10米，内应预留注浆管。注浆压力不应低于（8公斤/厘米²）。

探放水设计的编制内容。

1、探放水设计必须有设计说明书、安全措施和工程图。

2、设计说明书应有以下内容；

1）探放水地区的积水范围、积水量和水压，并规定探水线；

2）探放水地区的地质和水文地质情况；

3）探放水巷道的布置、断面规格、支扩形式、坡度和施工次序以及巷道内的水沟断面，并应规定巷道不得起伏不平，以防巷道积水，堵塞巷道；

4）探水眼的超前距，可参照下表，如煤层厚度在1.6米以下时，探水眼的超前距，应根据煤岩性质，煤层厚度和水压等因素加以确定，报总工程师批准。

表6—1 探水眼的超前距（米）

煤岩性质	煤层厚度 米	水压、公斤/厘米 ²		
		< 5	5 ~ 10	10 ~ 20
坚硬岩石		8	10	12
松软岩石		12	15	18
坚硬煤层	> 3.5	15	20	25
	1.6 ~ 3.5	12	15	20
松软煤层	> 3.5	20	25	30
	1.6 ~ 3.5	15	20	25

5) 探放水钻眼的布置、包括个数、方向、倾角、深度和孔径;

6) 探水设备。

3、安全措施应包括;

1) 排水设备的维护制度;

2) 水沟、水仓的清理制度;

3) 流水路线;

4) 巷道维护制度;

5) 安全躲避 ;

6) 通风方法和瓦斯检查制度;

7) 通讯方法和工具;

8) 避灾路线;

9) 钻眼放水措施, 包括孔口装置、套管深度和固定方法;

10) 钻机安装和钻探操作的安全措施。

4、工程图应有:

1) 积水区范围图包括探放水巷道布置, 并注明探水线;

2) 探放水钻眼布置图;

3) 探放水钻眼结构图;

4) 通风系统、流水路线和避灾路线图。

建筑物下、铁路下和水体下专门开采设计的编制内容。

1、建筑物下、铁路下和水体下专门开采设计, 必须遵守工业技术政策的有关各项规定。

2、建筑物下开采设计, 应有设计说明书和工程图。

1) 设计说明书, 应包括下列内容:

(1) 建筑物下开采的必要性;

(2) 地质条件——说明压矿量、矿体数量、厚度、倾角和埋藏深度, 上覆和底板的岩层, 地质构造以及地下水位等简要的地质、水文地质情况;

(3) 开采条件——说明开采范围、工作面布置、开采程序、开采方法、顶板管理方法、回采速度以及周围开采情况;

(4) 建筑物概况——说明建筑物的体型、面积、长度、宽度、

高度、层数、结构类型、基础的型式及其埋置深度、地基土壤的厚度及其物理力学性质、建筑时间、使用要求、现有状况以及周围地质情况;

(5) 老采区活化的可能性及其对地表和建筑物的影响;

(6) 地表移动和变形预计——说明预计公式、参数的选择, 预计建筑物处地表的下沉、倾斜、水平移动、曲率和水平变形值;

(7) 开采对建筑物的影响程度, 应根据预计的地表移动和变形值、地下水位、建筑物的建筑特征和结构特征、以及建筑物的现有状况和建筑物的使用要求进行综合分析;

(8) 建筑物保护措施——说明开采前的加固措施、加固构件的设计计算以及开采后的维修措施。

建筑物的加固保护一般可采用钢筋混凝土圈梁、钢拉杆、变形缝以及在垂直地表水平压缩变形方向设置缓冲沟等措施;

(9) 减小地表移动和变形的开采措施, 一般可采用合理布置工作面、均匀回采、协调开采、不留残柱等措施。在开采厚矿体或在密集的建筑物的下开采时, 可采用充填法管理顶板或条带开采法;

(10) 观测工作应规定: 地表和建筑物观测站的观测线位置和长度, 观测点或控制点的数量、点间距离、观测项目、观测方法和精度以及观测时间等。还应进行地表裂缝和建筑物的素描工作;

(11) 材料和费用概算。