

# DB42

## 湖北省地方标准

DB42/T 1710—2021

---

### 工程勘察钻探封孔技术规程

Code of practice in filling borehole for engineering exploration

2021 - 07 - 07 发布

2021 - 11 - 07 实施

湖北省住房和城乡建设厅  
湖北省市场监督管理局

联合发布

目 次

前言 ..... III

引言 ..... IV

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和符号 ..... 1

    3.1 术语 ..... 1

    3.2 符号 ..... 2

4 基本规定 ..... 2

    4.1 一般规定 ..... 2

    4.2 封孔方法选择 ..... 2

5 回填法封孔 ..... 3

    5.1 一般规定 ..... 3

    5.2 回填法封孔 ..... 3

6 封填法封孔 ..... 3

    6.1 一般规定 ..... 3

    6.2 黏土球封填法 ..... 3

    6.3 水泥（砂）浆封填法 ..... 4

7 特殊情况钻探封孔 ..... 5

    7.1 溶洞钻探封孔 ..... 5

    7.2 承压水钻探封孔 ..... 5

8 封孔质量检查和验收 ..... 6

    8.1 一般规定 ..... 6

    8.2 外观检查 ..... 6

    8.3 挖孔检查 ..... 7

    8.4 套孔检查 ..... 7

附 录 A （规范性） 钻探封孔记录表 ..... 8

附 录 B （资料性） 封孔栓塞 ..... 11

附 录 C （规范性） 封孔质量检查和验收记录表 ..... 14

条文说明.....17

## 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：长江岩土工程有限公司、武汉市建设工程设计审查和消防验收中心、武汉市勘察设计有限公司、武汉市政工程设计研究院有限责任公司、中国建筑西南勘察设计研究院有限公司。

本文件主要起草人：马贵生、罗小杰、张杰青、余平安、戚辉、刘亚洲、唐建东、张三定、冯建伟、殷先松、张延仓、雷世兵、高健、肖冬顺、詹伟、沈德新、吴树良、曾剑华、张丙先、李士明、黄帆、夏骏、苏传洋。

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：407483361@qq.com。在执行过程中如有意见和建议请邮寄长江岩土工程有限公司，联系人：雷世兵，联系电话：027-82829512，邮箱：[cjyt@cjwsjy.com.cn](mailto:cjyt@cjwsjy.com.cn)，地址：武汉市江岸区解放大道1863号。

## 引 言

为规范工程建设过程中工程勘察钻探封孔技术方法与操作程序，确保封孔质量，特制定本文件。

工程勘察钻探封孔是一项十分重要的工作。湖北省地质条件复杂，不同区域的地质条件差异较大，钻探封孔质量的好坏不仅可能影响到建（构）筑物的安全，还可能对环境造成影响，甚至引发地质灾害。因此，做好工程勘察钻探封孔，防止因钻探封孔质量而引发的事故非常重要。工程勘察钻探封孔方法分为回填法和封填法，应根据周边环境、工程类别、施工工法等结合地质条件选择。

# 工程勘察钻探封孔技术规程

## 1 范围

本文件规定了工程勘察钻探封孔基本规定、回填法封孔、封填法封孔、特殊情况钻探封孔、封孔质量检查和验收等内容。

本文件适用于工程勘察钻探封孔。本文件不适用探矿、石油勘探等进行的钻探及静力触探孔的封孔。水文地质试验等大口径钻孔宜进行专门的封孔设计。

## 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。

- CJJ 56 市政工程勘察规范
- JGJ/T 87 建筑工程地质勘探与取样技术规程
- TB 10014 铁路工程地质钻探规程

## 3 术语和符号

### 3.1 术语

#### 3.1.1

**封孔** filling borehole

使用特定材料和方法，对工程勘察钻探进行封堵的全过程，包括回填和封填两种方法。

#### 3.1.2

**回填法** backfilling borehole

将岩芯按照原始地层顺序再填回到钻孔中并压实的封孔方法。

#### 3.1.3

**封填法** sealing borehole

为达到特定目的，按一定操作程序，使用特定材料，对工程勘察钻探进行封堵的封孔方法。

#### 3.1.4

**黏土球** clay ball

工程勘察钻探封孔使用的由特定黏土制作的球状物。

#### 3.1.5

**击实器** compactor

封孔过程中，用于将钻孔内封孔材料击实的设备。

### 3.1.6

**封孔栓塞** embolism used in sealing borehole

为达到封孔目的而在钻孔内某一特定位置放置的阻隔装置。

### 3.1.7

**挖孔检查** inspection from excavating by borehole

在钻孔周围开挖探坑，通过肉眼观察封孔材料及其与孔壁结合情况判断封孔质量的检查方法。

### 3.1.8

**套孔检查** inspection from drilling on sealed borehole

在已封孔的钻孔孔位上再打钻孔，根据钻探过程中是否有钻进速度加快、掉钻等现象和取出的封孔材料判断封孔质量的检查方法。

## 3.2 符号

$D$ ——钻孔直径 (mm)；

$h$ ——灌注孔段高度 (m)；

$k$ ——灌浆系数；

$K$ ——水泥砂浆封孔附加系数；

$P$ ——灌浆压力 (MPa)；

$P_w$ ——承压水压力 (MPa)；

$P_z$ ——压力表至压力计算零线的水柱压力 (MPa)；

$V$ ——水泥(砂)浆用量 ( $m^3$ )。

## 4 基本规定

### 4.1 一般规定

4.1.1 钻孔资料收集完毕后应立即封孔。

4.1.2 工程勘察钻探封孔工作由施钻单位负责组织实施，并对封孔质量负责。

4.1.3 封孔时应加强封孔过程控制，确保每一环节处于受控状态。

4.1.4 封孔过程中应按照附录 A 规定做好封孔记录，边封孔边记录。施钻单位的机长、操作人员和记录员等应在封孔记录表上签字。

4.1.5 封孔完成后宜做好孔口恢复工作，涉及防洪安全的钻孔应在孔口设置标识。

4.1.6 孔口标识可用混凝土制作标识桩，桩长宜为 0.5 m，断面尺寸 0.1 m×0.1 m，埋入土中 0.4 m，标记桩上应写明孔号、孔深等。

4.1.7 所有封孔记录、检查记录表和封孔总体评价意见应及时归档。

4.1.8 岩土工程勘察报告应对封孔方法、封孔质量、封孔质量检查情况等事项作出说明。

### 4.2 封孔方法选择

- 4.2.1 靠近江、河、湖等涉及防洪安全的钻探封孔应符合 CJJ 56 的相关规定和《湖北省河道管理范围内钻探及钻孔封堵管理规定》（鄂水利堤函[2013]206 号）。
- 4.2.2 堤防、水闸等涉水建筑物的钻孔，基岩孔段和黏性土孔段应封填，粗粒土孔段可用中、粗砂回填。
- 4.2.3 碳酸盐岩分布区的钻探封孔应符合下列规定：
- a) 上覆砂性土或软土时，碳酸盐岩孔段封填，以上孔段回填；
  - b) 上覆黏性土层且岩溶微弱发育时，全孔段回填；
  - c) 遇溶洞的钻探封孔应符合本文件 7.1 的规定。
- 4.2.4 在供水水源地的钻孔，应对含水层的顶、底板隔水层封填，其它（岩）土层回填。
- 4.2.5 承压水封孔应符合本文件 7.2 的规定。

## 5 回填法封孔

### 5.1 一般规定

- 5.1.1 回填法封孔可使用钻探机具等作为回填工具。
- 5.1.2 孔内若有套管，应边起拔套管边回填，每次提拔套管长度应与回填长度相对应，不应在套管内回填作业。

### 5.2 回填法封孔

- 5.2.1 钻孔内取出的芯样宜按原始地层顺序依次投入孔内，投入的单个芯样长度不宜超过 0.5 m。
- 5.2.2 单次回填的长度不宜超过 2.0 m，单次回填前、后应测量孔深，钻孔回填记录应符合附录 A 中表 A.1 相关规定。
- 5.2.3 覆盖层孔段芯样不足时，宜按“以土还土、以砂还砂”的原则回填。
- 5.2.4 基岩孔段芯样不足时，可选择碎石等其它合适材料回填。
- 5.2.5 钻孔回填过程中，发现架空现象时，应用钻具捣实后再继续回填作业。
- 5.2.6 孔口段回填应捣实，孔口捣实段长度不应小于 3.0 m。

## 6 封填法封孔

### 6.1 一般规定

- 6.1.1 黏性土孔段封填时，应采用黏土球封填法，钻孔黏土球封孔记录应符合附录 A 中表 A.2 的相关规定。
- 6.1.2 基岩孔段封填时，应采用水泥（砂）浆封填法，钻孔水泥（砂）浆封孔记录应符合附录 A 中表 A.3 的相关规定。
- 6.1.3 采用其它封填方法应经充分试验论证，并经现场试验性封孔验证。

### 6.2 黏土球封填法

- 6.2.1 制作黏土球所用的黏土宜满足下列要求：
- a) 粘粒含量 20%~40%；
  - d) 塑性指数大于 17。
- 6.2.2 黏土球宜用黏土加适量水混合均匀后制作，并宜满足下列要求：
- a) 黏土球的干密度不低于  $1.4 \text{ g/cm}^3$ ；

- b) 黏土球直径 2.0 cm~3.0 cm;
  - c) 黏土球制作好后, 风干备用。
- 6.2.3 击实工具可选用穿心锤或击实器。
- 6.2.4 采用穿心锤击实时, 可使用重型或超重型动力触探试验的标准落锤, 将圆锥探头换为平头击实头。
- 6.2.5 击实器可利用套管或钻具充装铁砂、钢粒加工制作, 并应满足下列规定:
- a) 直径比封填钻孔孔径小一个径级;
  - b) 长度为 2.5 m~3.5 m;
  - c) 质量不小于 100 kg。
- 6.2.6 钻孔终孔后, 宜用清水置换钻孔内浓泥浆, 直至黏土球能顺利下沉到达预定位置为止。
- 6.2.7 钻孔钻进过程中有塌孔或缩径现象时, 封填前应下入套管, 并宜用钻具扫孔至孔底。
- 6.2.8 分层封填应符合 JGJ/T 87 的相关规定, 单层封填厚度根据击实方法、击实能量等确定, 并宜控制在 0.2 m~0.6 m。
- 6.2.9 单层封填黏土球用量宜根据钻孔孔径和单层封填厚度确定, 并不低于表 1 的规定。

表1 不同孔径单层封填厚度黏土球用量

单位: kg

| 孔径 (mm) | 单层封填厚度 (m) |      |      |      |      |
|---------|------------|------|------|------|------|
|         | 0.2        | 0.3  | 0.4  | 0.5  | 0.6  |
| 91      | 4.6        | 7.0  | 9.0  | 11.4 | 13.7 |
| 110     | 6.7        | 10.0 | 13.3 | 16.6 | 20.0 |
| 130     | 9.3        | 14.0 | 18.7 | 23.3 | 28.0 |
| 150     | 12.4       | 19.0 | 24.7 | 31.0 | 37.1 |

- 6.2.10 软土孔段封填时, 封填黏土球用量不宜小于表 1 所列数值的 2 倍。
- 6.2.11 单层封填应按下列程序进行:
- a) 向孔内投入黏土球, 一次投入黏土球不宜过多, 以免造成架空现象;
  - b) 用击实器或穿心锤击实到预定的单层厚度;
  - c) 记录单层封填的黏土球用量和实际击实后的单层厚度;
  - d) 重复以上操作, 直至完成封孔。
- 6.2.12 在下入套管的钻孔内封孔, 应边起拔套管边封填。
- 6.2.13 在下入套管的钻孔内封孔, 应符合按 TB 10014 的相关规定, 边起拔套管边封填。
- 6.2.14 在封填过程中, 应控制封孔速度, 防止孔内泥浆变浓而影响封孔质量。如孔内泥浆变浓, 则应按本文件 6.2.6 条的规定重新用清水置换孔内浓泥浆。

6.3 水泥（砂）浆封填法

- 6.3.1 制作水泥（砂）浆的水泥可采用 42.5 级普通硅酸盐水泥, 砂可采用细砂。水泥（砂）浆中宜加入膨胀剂。
- 6.3.2 孔径小于 150 mm 的钻孔宜采用水泥浆封孔, 水泥浆配合比宜符合下列规定:
- a) 深度小于 20 m 的干孔可用稠水泥浆;
  - b) 其它钻孔水灰比为 0.5~0.6。

6.3.3 孔径大于 150 mm 的钻孔宜采用水泥砂浆封孔，水泥砂浆配合比（清水：水泥：细砂）应符合下列规定：

- a) 用导管输送时 0.4 : 1 : 1；
- b) 用水泥砂浆泵输送时 (0.5~0.6) : 1 : 1。

6.3.4 水泥（砂）浆用量（ $V$ ）可依据孔径、灌注长度和附加系数按下式计算：

$$V=7.85 \times 10^{-7} \times D^2 \times h \times K$$

式中：

$V$ ——水泥（砂）浆用量（ $\text{m}^3$ ）；

$D$ ——钻孔直径（mm）；

$h$ ——灌注孔段高度（m）；

$K$ ——水泥砂浆封孔附加系数，一般取 1.3~1.7。

6.3.5 封孔前，应用清水冲洗钻孔，清除孔内沉淀物，直至孔口返水基本变清为止。

6.3.6 灌注水泥（砂）浆前，应先泵送（或倒入）清水检查钻具（或导管），确认畅通无阻。

6.3.7 水泥（砂）浆应搅拌均匀，浅孔可采用人工搅拌，深孔可采用搅拌机搅拌。

6.3.8 水泥（砂）浆封孔应符合下列规定：

- a) 水泥浆采用泥浆泵灌注法；
- b) 水泥砂浆采用水泥砂浆泵灌注法或导管灌注法。

6.3.9 灌注水泥（砂）浆时，输送器或导管应放置于距孔底（或封孔栓塞）0.3 m~0.5 m 处。

6.3.10 封填孔段小于 2.0 m 时，在输送水泥（砂）浆过程中不应随意提升输送器或导管；封填孔段大于 2.0 m 时，应边灌注水泥（砂）浆边提升输送器或导管，输送器或导管不应提出水泥（砂）浆液面之上。

6.3.11 水泥（砂）浆灌注完后，应注入适量的清水，将输送器或导管内水泥（砂）浆液全部压送替出，再提升输送器或导管并进行清洗。

6.3.12 下入套管的钻孔进行封填时，应边起拔套管边灌注水泥（砂）浆。

6.3.13 灌注水泥（砂）浆过程中，若发生输送器堵塞，应按下列程序处理：

- a) 提升输送器；
- b) 将输送器悬在已灌注的水泥浆液面之上约 0.5 m 处；
- c) 泵送水泥（砂）浆液，排除输送器中的清水；
- d) 下降输送器到水泥浆液面以下，继续灌注。

## 7 特殊情况钻探封孔

### 7.1 溶洞钻探封孔

7.1.1 根据溶洞发育情况，确定封填孔段。

7.1.2 溶洞全充填时，基岩孔段可直接采用水泥砂浆封填；溶洞无充填或半充填时，可在溶洞顶板下入封孔栓塞后再进行封孔。

7.1.3 封孔栓塞宜放置到最上方溶洞的顶板处，具体位置应根据岩体条件等确定。

7.1.4 封孔栓塞应具有易放置到预定位置、易与孔壁牢固结合等技术性能，可按附录 B 选用。

7.1.5 溶洞上方的基岩孔段应采用速凝水泥砂浆封填，覆盖层孔段可采用回填法封孔。

### 7.2 承压水钻探封孔

7.2.1 承压水头低于地面时，对含水层顶、底板隔水层封填，含水层与其它孔段回填。

7.2.2 承压水头高出地面时，应在含水层顶板选择孔壁完整的孔段放置封孔栓塞，封孔应符合下列规定：

- a) 封孔栓塞以下孔段，通过栓塞上预留的注浆管采用水泥（砂）浆封填法封孔。
- b) 封孔栓塞以上孔段，基岩孔段采用水泥（砂）浆封填法封孔，第四系覆盖层孔段采用回填法封孔。

7.2.3 灌注水泥（砂）浆的压力应根据承压水压力等确定，并按下式计算：

$$P=k \times (P_w + P_z)$$

式中：

$P$ ——灌浆压力（MPa）；

$k$ ——灌浆系数，一般取 1.6；

$P_w$ ——承压水压力（MPa）；

$P_z$ ——压力表至压力计算零线的水柱压力（MPa）。

7.2.4 当水文地质条件特别复杂时，应对封孔方案进行专门设计。

## 8 封孔质量检查和验收

### 8.1 一般规定

8.1.1 钻探封孔完成后对封填钻孔进行检查验收，并应符合下列规定：

- a) 施钻单位对封孔质量进行自检；
- b) 封孔质量抽检，套孔或挖孔抽检率 0.5%~1.0%，抽检孔数不少于 3 个。

8.1.2 封孔质量检查和验收包括封孔记录抽查、现场抽查。

8.1.3 封孔记录抽查应包括下列内容：

- a) 封孔材料及其用量；
- b) 封孔程序；
- c) 封孔记录内容完备性；
- d) 相关责任人签名。

8.1.4 现场抽查分为表观检查、挖孔检查和套孔检查。抽查的钻孔由检查验收人员确定。

8.1.5 黏土球封孔、水泥土浆封孔宜选择挖孔检查或套孔检查，水泥（砂）浆封孔宜选择表观检查。

8.1.6 抽检钻孔应给出质量评价意见，并按附录 C 的要求填写“钻探封孔质量检查与验收记录表”，参与检查的人员应在“钻探封孔质量检查与验收记录表”上签名。每批次抽检钻孔应给出总体评价意见。

8.1.7 黏土球封孔存在下列问题之一时可判定为不合格：

- a) 黏土球之间空隙较大或存在架空现象；
- b) 在检查的孔段中，有 1/3 的黏土球没有发生变形；
- c) 黏土球击实后形成的土柱与孔壁结合不好。

8.1.8 水泥（砂）浆封孔存在下列问题之一时可判定为不合格：

- a) 水泥（砂）浆凝固后与孔壁间存在空隙；
- b) 水泥（砂）浆凝固后强度较低；
- c) 水泥（砂）浆凝固后存在水、砂分离现象。

8.1.9 当发现封孔质量不合格钻孔时，责任单位应对全部钻孔进行封孔质量复核，并对封孔质量不合格的钻孔重新封孔。

### 8.2 表观检查

8.2.1 肉眼直接观察孔口水泥（砂）浆凝结情况、与孔壁岩体结合情况等，是否存在空孔现象，并直观判断封孔质量。

8.2.2 表观检查应按附录 C.1 的要求填写。

### 8.3 挖孔检查

8.3.1 挖孔检查开挖深度根据现场实际情况确定，一般不宜小于 1.0 m。

8.3.2 封孔土柱应保留在坑壁一侧。

8.3.3 测量封孔土柱直径，观察封孔土柱中黏土球变形情况、密实程度、与孔壁土体结合情况，并按附录 C.2 的要求填写。

8.3.4 检查结束后，应对开挖坑分层回填夯实，分层回填厚度宜为 30 cm。

### 8.4 套孔检查

8.4.1 套孔检查宜符合下列规定：

- a) 套孔深度原则上不大于封填深度，一般不小于 5.0 m；
- b) 套孔直径不小于原钻孔孔径；
- c) 套孔钻进采取不给水低速慢进，回次进尺不大于 1.0 m；
- d) 钻进过程中应保证钻孔铅直度。

8.4.2 观察套孔岩芯结构密实程度、黏土球变形情况等，并按附录 C.3 的要求填写。

8.4.3 检查与验收结束后，应按本文件重新封填。

附 录 A  
(规范性)  
钻探封孔记录表

表 A.1~A.3 规定了勘察钻孔回填、黏土球封填、水泥(砂)浆封填封孔记录要求。

表A.1 钻孔回填封孔记录表

勘察单位:

|         |                |                           |                 |         |         |           |        |                   |
|---------|----------------|---------------------------|-----------------|---------|---------|-----------|--------|-------------------|
| 工程名称    |                |                           |                 | 勘察阶段    |         |           |        |                   |
| 钻孔编号    |                |                           |                 | 钻孔坐标    |         |           |        |                   |
| 钻孔深度（m） |                |                           |                 | 地下水位（m） |         |           |        |                   |
| 封孔日期    |                | 年    月    日（自    时至    时） |                 |         |         |           |        |                   |
| 序号      | 工序<br>起止<br>时间 | 回填材<br>料                  | 钻具<br>总长<br>（m） | 回填起止深度  |         | 钻具上余长度（m） | 孔径（mm） | 柱状剖面<br>及<br>钻孔结构 |
|         |                |                           |                 | 起始孔深（m） | 终止孔深（m） |           |        |                   |
| 1       |                |                           |                 |         |         |           |        |                   |
| 2       |                |                           |                 |         |         |           |        |                   |
| 3       |                |                           |                 |         |         |           |        |                   |
| 4       |                |                           |                 |         |         |           |        |                   |
| 5       |                |                           |                 |         |         |           |        |                   |
| 6       |                |                           |                 |         |         |           |        |                   |
| 7       |                |                           |                 |         |         |           |        |                   |
| 8       |                |                           |                 |         |         |           |        |                   |
| 9       |                |                           |                 |         |         |           |        |                   |
| 10      |                |                           |                 |         |         |           |        |                   |
| 11      |                |                           |                 |         |         |           |        |                   |
| 12      |                |                           |                 |         |         |           |        |                   |

项目负责人:

机长：

记录:

共 页 第 页



表A.3 钻孔水泥（砂）浆封孔记录表

勘察单位：

| 工程名称    |        |               |         |         | 勘察阶段      |           |           |      |           |
|---------|--------|---------------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|------|-----------|
| 钻孔编号    |        |               |         |         | 钻孔坐标      |           |           |      |           |
| 钻孔深度（m） |        |               |         |         | 地下水位（m）   |           |           |      |           |
| 封孔日期    |        | 年 月 日（自 时至 时） |         |         | 水泥（砂）浆配比  |           |           |      |           |
| 序号      | 工序起止时间 | 孔径（mm）        | 封孔起止深度  |         | 导管下入深度（m） | 理论灌入量（kg） | 实际灌入量（kg） | 灌注方法 | 柱状剖面及钻孔结构 |
|         |        |               | 起始孔深（m） | 终止孔深（m） |           |           |           |      |           |
| 1       |        |               |         |         |           |           |           |      |           |
| 2       |        |               |         |         |           |           |           |      |           |
| 3       |        |               |         |         |           |           |           |      |           |
| 4       |        |               |         |         |           |           |           |      |           |
| 5       |        |               |         |         |           |           |           |      |           |
| 6       |        |               |         |         |           |           |           |      |           |
| 7       |        |               |         |         |           |           |           |      |           |
| 8       |        |               |         |         |           |           |           |      |           |
| 9       |        |               |         |         |           |           |           |      |           |
| 10      |        |               |         |         |           |           |           |      |           |
| 11      |        |               |         |         |           |           |           |      |           |
| 12      |        |               |         |         |           |           |           |      |           |
| 13      |        |               |         |         |           |           |           |      |           |
| 14      |        |               |         |         |           |           |           |      |           |
| 15      |        |               |         |         |           |           |           |      |           |
| 16      |        |               |         |         |           |           |           |      |           |
| 17      |        |               |         |         |           |           |           |      |           |

项目负责人：

机长：

记录：

共 页 第 页

附 录 B  
(资料性)  
封孔栓塞

B.1 柔性杯型栓塞

B.1.1 柔性杯型栓塞宜采用橡胶板制作，材料的力学指标应符合表B.1的规定。

表B.1 栓塞橡胶材料力学指标表

| 项目                  |          | 单位  | 标准        |
|---------------------|----------|-----|-----------|
| 硬度（邵尔 A）            |          | 度   | 70（+5，-4） |
| 拉伸强度                |          | MPa | ≥4        |
| 扯断伸长率               |          | %   | ≥200      |
| 老化性能<br>（70° C×72h） | 拉伸强度变化率  | %   | ≤30       |
|                     | 扯断伸长率变化率 | %   | ≤40       |

B.1.2 栓塞的形状宜为上大下小、中空的结构，环绕中心沿杯壁均匀布置8个小孔，见图B.1。

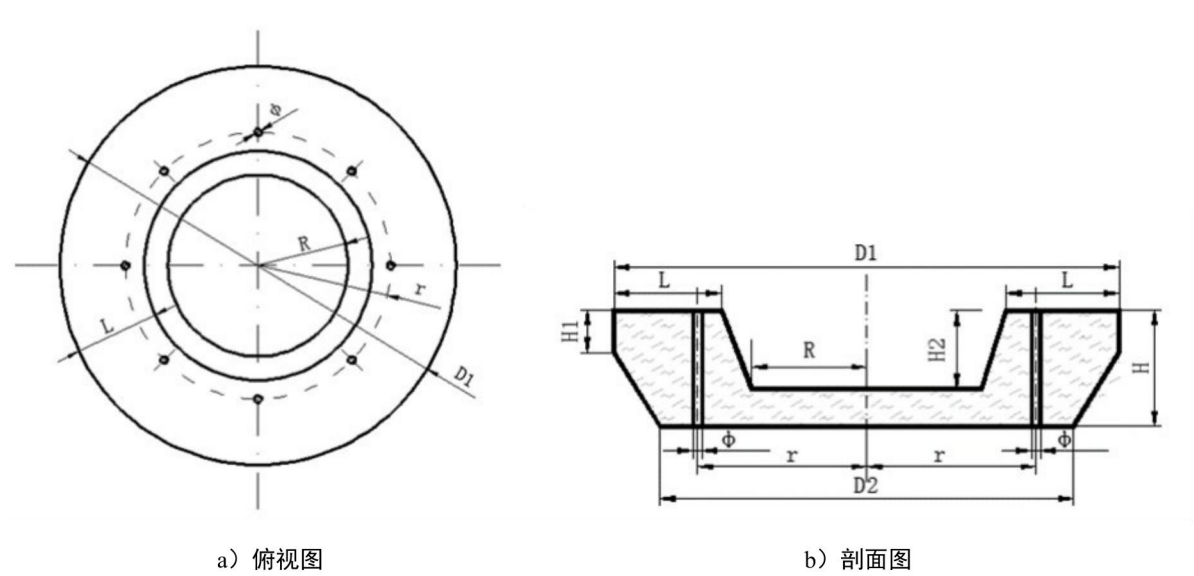


图 B.1 柔性杯型栓塞示意图

B.1.3 栓塞尺寸见表B.2。加工成型的栓塞尺寸误差应≤±2mm。

表B.2 栓塞尺寸表

单位：mm

| 尺寸代号 | 大小（钻孔孔径 Φ110） | 大小（钻孔孔径 Φ90） |
|------|---------------|--------------|
| H1   | 11.0          | 9.0          |
| H2   | 19.0          | 16.0         |
| H    | 38.5          | 31.9         |
| D1   | 115.5~118.8   | 95.6~96.5    |
| L    | 29.0          | 19.0         |
| R    | 25.0          | 25.0         |
| Φ    | 5.0           | 5.0          |
| r    | 45.0          | 45.0         |
| D2   | 99.0          | 81.9         |

B.2 囊袋式栓塞

B.2.1 囊袋式栓塞主要由胶囊、单向阀、爆破阀和注浆管组成，封孔装置结构如图B.2所示。

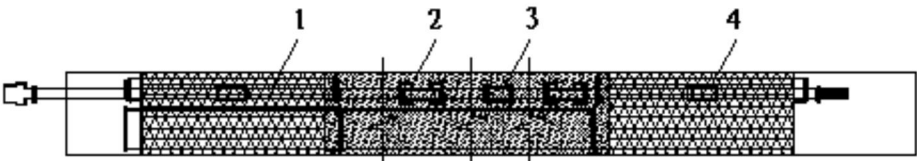


图 B.2 囊袋式栓塞结构示意图

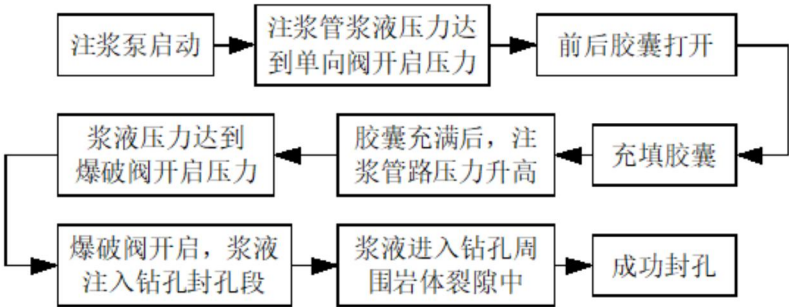
1-胶囊堵头；2-接头；3-爆破网；4-单向阀

B.2.2 胶囊膨胀时应能承受一定的压力，同时胶囊的膨胀性也不宜过大，避免胶囊过分膨胀而使其强度降低。

B.2.3 爆破阀的开启压力宜根据胶囊的有效封堵压力、胶囊的极限压力确定，现场应用中宜根据封孔压力调节。

B.2.4 应保证单向阀逆流闭锁的有效性。

B.2.5 囊袋式栓塞封孔流程如图B.3所示。



图B.3 囊袋式栓塞封孔流程示意图

### B.3 马丽散栓塞

- B.3.1 马丽散栓塞可在钻探现场制作，使用的材料主要有短钻杆、聚氨酯、毛巾布（麻袋布或棉纱）等。
- B.3.2 短钻杆长度可为0.5 m—1.0 m，宜用木楔或黏土将钻杆中心孔封堵。
- B.3.3 毛巾布宽可为0.5 m，长度宜根据钻孔直径确定，加缠毛巾后的钻杆直径可比钻孔直径小一个径级。
- B.3.4 将聚氨酯A、B组分（黑、白料）按照1：1的比例倒入容器中，应快速搅拌均匀。
- B.3.5 在钻杆上卷缠毛巾布时，宜边卷缠毛巾布边将聚氨酯混合液均匀涂抹到毛巾布上。
- B.3.6 将卷缠好聚氨酯混合液的封孔管快速插入钻孔，整个操作时间不宜超过5 min。

附 录 C  
(规范性)  
封孔质量检查和验收记录表

C.1～C.3 规定了勘察钻探封孔质量表观、挖孔、套孔检查与验收记录要求。

表C.1 封孔质量表观检查与验收记录表

勘察单位:

|                  |  |      |      |      |  |
|------------------|--|------|------|------|--|
| 工程名称             |  |      | 勘察阶段 |      |  |
| 钻孔编号             |  |      | 钻孔坐标 |      |  |
| 开孔日期             |  | 终孔日期 |      | 封孔日期 |  |
| 检查日期             |  | 钻孔直径 |      |      |  |
| 水泥（砂）浆凝结情况       |  |      |      |      |  |
| 水泥（砂）浆与孔壁岩土体结合情况 |  |      |      |      |  |
| 孔口恢复情况           |  |      |      |      |  |
| 检查结果综合评述:        |  |      |      |      |  |
| 处理意见:            |  |      |      |      |  |
| 检查或验收组组长（签名）:    |  |      |      |      |  |
| 签名:              |  |      |      |      |  |

表C.2 封孔质量挖孔检查与验收记录表

勘察单位：

|               |  |      |      |      |  |
|---------------|--|------|------|------|--|
| 工程名称          |  |      | 勘察阶段 |      |  |
| 钻孔编号          |  |      | 钻孔坐标 |      |  |
| 开孔日期          |  | 终孔日期 |      | 封孔日期 |  |
| 检查日期          |  | 钻孔直径 |      | 开挖深度 |  |
| 封孔土柱直径        |  |      |      |      |  |
| 黏土球<br>变形情况   |  |      |      |      |  |
| 是否存在架空        |  |      |      |      |  |
| 与周围土体结合情况     |  |      |      |      |  |
| 检查结果综合评述：     |  |      |      |      |  |
| 处理意见：         |  |      |      |      |  |
| 检查或验收组组长（签名）： |  |      |      |      |  |
| 签名：           |  |      |      |      |  |

表C.3 封孔质量套孔检查与验收记录表

勘察单位:

|                |  |      |      |      |  |
|----------------|--|------|------|------|--|
| 工程名称           |  |      | 勘察阶段 |      |  |
| 钻孔编号           |  |      | 钻孔坐标 |      |  |
| 开孔日期           |  | 终孔日期 |      | 封孔日期 |  |
| 检查日期           |  | 钻孔直径 |      | 套孔深度 |  |
| 封孔土柱直径         |  |      |      |      |  |
| 黏土球<br>变形情况    |  |      |      |      |  |
| 是否存在架空         |  |      |      |      |  |
| 与周围土体结合情况      |  |      |      |      |  |
| 检查结果综合评述:      |  |      |      |      |  |
| 处理意见:          |  |      |      |      |  |
| 检查或验收组组长 (签名): |  |      |      |      |  |
| 签名:            |  |      |      |      |  |

湖北省地方标准

**工程勘察钻探封孔技术规程**

**DB 42/T 1710—2021**

条文说明



## 4 基本规定

### 4.1 一般规定

4.1.1 钻探封孔应在施钻目的达到后立即进行。一般情况下，大部分钻孔在施钻完毕后即达到了钻孔目的。但一些特殊钻孔，如抽水试验钻孔、水文地质长期观测孔等，资料收集工作需要延续一段时间，此种情况下，应在资料收集完成后封孔。

4.1.2 本条规定了封孔工作的承担者及封孔质量责任者是施钻单位，遵循了“谁施工、谁负责”的基本原则。

4.1.3 过程控制是保证封孔质量的关键，本条规定封孔工作的每一环节都要得到有效控制，保证每一步骤质量才能保证封孔的整体质量。

4.1.4 封孔记录非常重要，应认真对待。封孔记录应在现场随着封孔进程边封孔边如实填写，不能事后追记，更不能伪造。参与封孔的人员应在记录表上签字。

4.1.5 封孔结束后孔口处理也是十分重要的。城区钻孔，可能涉及各种路面和场地，应及时做好孔口恢复。

涉及防洪安全的钻孔，是来年汛期防洪巡查的重要对象。若未做好封孔工作，汛期洪水可能沿钻孔产生渗透破坏，导致堤防溃口等重大险情的发生，危及人民生命财产，造成不可估量的严重后果，这方面的例子已发生过。

4.1.7 本条规定所有与封孔有关的记录，包括封孔记录、自检记录和验收记录等必须归档。

### 4.2 封孔方法选择

4.2.1 河道管理范围为两岸堤防之间的水域、沙洲、滩地（包括可耕地），以及堤身、禁脚地、工程留用地和安全保护区。无堤防的河道，其管理范围根据历史最高洪水水位或者设计洪水水位确定。长江、汉江干堤及重要支堤工程留用地和安全保护区范围一般为距堤内平台脚 500 米。

4.2.2 水闸等涉水建筑物，地下水沿钻孔流动，会导致建筑物底板扬压力升高，影响建筑物稳定。

4.2.3 碳酸盐岩分布地区，由于岩溶发育的复杂性，即使工程勘察钻探没有揭露溶洞，也有可能引发岩溶地面塌陷。因此，不能因为没有揭露溶洞就放松封孔工作，应确保万无一失。

4.2.4 供水水源地的钻孔，打穿含水层的保护层后，可能导致其它污染水进入含水层，污染水源，因此应采取封填的措施恢复含水层的自然状态。

## 5 回填法封孔

### 5.1 一般规定

### 5.2 回填法封孔

5.2.1 回填法封孔，向孔内投放芯样的秩序须按取出岩芯的逆向顺序投放，即最后取出的芯样，最先投入孔内。

为了保证回填封孔质量，每次投入孔内芯样数量，需要严格控制，投入芯样长度大于 0.5m 时，可能出现架空或空洞现象，回填捣实作业困难，不易保证回填质量。对较长芯样，可破成小段再投入孔内。

5.2.3、5.2.4 由于取样或钻探过程中的损失，芯样不足以将钻孔填满，应按“以土还土，以砂还砂”的原则选择其它材料回填。

5.2.6 孔口段用击实器捣实是保证封孔后孔口平整，避免伤及人、畜。

## 6 封填法封孔

### 6.1 一般规定

6.1.1 黏土球封填法的最大特点是黏土球击实后与孔壁黏性土结合好，因此黏性土层采用黏土球封填法效果较好。

6.1.2 水泥（砂）浆与岩石结合较好。因此基岩孔段选择水泥砂浆封填法比较理想。

### 6.2 黏土球封填法

6.2.1、6.2.2 本条规定是根据《湖北省河道管理范围内钻探及钻孔封堵管理规定》（鄂水利堤函[2013]206号）制订的，是上世纪八十年代湖北荆江大堤实际试验资料研究总结出的具体要求，按照本条规定制作的黏土球可以较好地达到封孔质量要求。

6.2.5 如果击实器直径太小，钻孔与击实器外壁的环状间隙不易击实。击实器过长易造成击实器贯入不畅，过短或质量过小则无法保证击实功能。

6.2.6 清水钻进的钻孔，孔内泥浆不浓时，可不进行冲洗，直接用黏土球进行封填。

6.2.8 单层封填厚度是指按表1的黏土球量投入孔内击实后的厚度。当击实器能量不足时，下部的黏土球不易被击实，影响封孔质量。因此，合理选择击实器和相应的单层封填厚度十分重要，选择不当会影响封孔质量。

6.2.9 封填黏土球用量按照孔内取出土重的2.5倍计算。

6.2.10 对于淤泥、淤泥质土等软土层，击实时黏土球本身并不能变形压实，而是适度向侧向挤出，为了保证封孔质量，宜将黏土球用量适当提高。实践证明，投入过多的黏土球会在钻孔周围形成一定体积的架空黏土球，不仅造成无端的浪费，甚至产生不利的现象，如在一定条件下可能形成渗流通道。

### 6.3 水泥（砂）浆封填法

6.3.1 水泥（砂）浆中的砂应无土、无杂质，粒径宜为0.5mm~1.0mm。加膨胀剂是防止水泥（砂）浆固结后收缩与孔壁脱空。

6.3.2、6.3.3 钻孔口径较大时，采用水泥砂浆是因为其强度普遍较高，而水泥浆强度较低。

6.3.4 水泥（砂）浆用量主要依据所需要灌注孔段的孔径和长度进行计算，附加系数是考虑地面损耗、钻孔超径、孔内漏失及产生“浮灰”等综合因素而确定。

6.3.7 采用水泵灌注法或导管灌注法时，应将钻杆或导管下至封孔段后，才能配置水泥（砂）浆。配置水泥浆液时，应先放入清水，随后边搅拌边放入水泥，搅拌均匀为止。

6.3.11 替水量可采用压力平衡方法计算，即压入水量可约等于孔内静止水位到孔底（或栓塞）之间长度的钻具（或导管）内容积，并加上地面管路（包括吸水管、水泵、高压胶管等）内腔的容积，按下式计算：

$$Q = (L - h) \times V_g + V_k$$

式中：Q——替水量（L）；

L——钻杆（或导管）长度（m）；

h——孔内水位高度（m）；

$V_g$ ——每米钻杆内腔的容积（L）；

$V_k$ ——地面管路的容积（L），一般大口径钻孔约为50L~60L，小口径约为40L~50L。

6.3.12 拔起的套管要依次重新丈量长度，注意与下入套管的长度是否相符，否则应及时处理。

## 7 特殊情况钻探封孔

## 7.1 溶洞钻探封孔

7.1.1 溶洞情况下钻孔封填，主要是对溶洞上方的基岩段进行封填，封孔的目的是防止产生次生地质灾害，因此没有必要封堵溶洞。而封堵溶洞还可能产生其它问题，比如：溶洞往往是地下水流通的通道，封堵溶洞可能引起岩溶水位的升高。另外，封堵溶洞耗时费力，还白白浪费材料。

7.1.3 应选择孔壁岩体条件较好的孔段下入封孔栓塞。如果岩体破碎，封孔栓塞难以起到隔离作用，封孔时水泥（砂）浆可能漏失。

7.1.4 封孔栓塞的种类较多，选择栓塞类型应考虑的因素：材料环保、制作简单、操作便捷和实用性，传统栓塞有纺锤形木制栓塞、钢丝球等。附录 B 列出了几种封孔栓塞，供使用时选择，也可选择其它类型封孔栓塞。

7.1.5 速凝水泥砂浆配合比（早强剂：水泥：砂：水）宜为 1：20：20：10。早强剂为碳酸铝；水泥为 42.5 级普通硅酸盐水泥。

速凝水泥砂浆易于灌注，省时高效，通过大量现场试验，得出各项性能指标如下：砂浆塌落度为 30 cm，初凝 5 min，终凝 15 min，抗压强度 3.5 MPa，抗剪强度 1.5 MPa，与灰岩面的剪切强度 0.5 MPa。

## 7.2 承压水钻探封孔

7.2.1 当承压水头低于地面时，钻孔中的水是静水条件，不需要采取特殊措施就能很好地达到封孔目的。

7.2.2 当承压水头较高时，应采取栓塞封死承压水，再进行封孔。放置封孔栓塞是承压水封孔的关键，封孔栓塞放置不好则封孔效果不好，甚至导致封孔失败。因此应选择孔壁岩石条件较好的孔段放置封孔栓塞。另外，封孔栓塞的放置位置应尽可能地浅，这样便于操作，也容易有效地封堵承压水。

7.2.4 水文地质条件复杂是指钻孔揭露多个承压含水层，或者复杂的岩溶水，封孔的目的是不改变原有的水文地质条件。

## 8 封孔质量检查和验收

### 8.1 一般规定

8.1.1 抽检的钻孔应达到规定的数量。当钻孔数较少时，选择较大的抽检比例；当钻孔数较多时，可选择较小的抽检比例。当按抽检比例确定的抽检孔数少于 3 个时，至少应随机选取 3 个钻孔进行质量检查。

回填法封孔的钻孔，由于对封孔要求不高，因此可不进行封孔质量检查和验收。

8.1.2 封孔质量检查与验收宜与勘察阶段相适应，当分阶段进行勘察时，每一阶段勘察工作结束时均应进行封孔质量检查。

8.1.6 本条规定封孔质量自检和验收应做好记录，参与人员对检查结论签字认可。

8.1.9 检查与验收发现封孔质量不合格的钻孔时，责任单位有责任对封孔质量进行复核筛查，发现封孔质量不满足要求的钻孔应返工，重新封孔。

### 8.3 挖孔检查

挖孔检查是对上部封孔质量开挖进行直接观察，这对反映封孔段上部的封孔质量有较强的代表性，若挖孔深度太浅则不足以反映封孔质量。挖孔检查时，将封孔土柱直径的 2/3 保留在开挖坑一壁的土体中，这样有助于直观观察封孔土柱密实程度、干湿状态、与钻孔壁的结合程度等。

### 8.4 套孔检查

套孔检查主要是对黏土球封孔质量的检查,可以反映出封孔的整体质量。套孔直径不小于原孔直径,可以取出较完整的封孔土柱。

附录 B 封孔栓塞

B.1 柔性杯型栓塞

B.1.1 橡胶板易于加工制作,性能满足要求。表 B.1 中的标准来源于《工业用橡胶板》(GB/T 5574-2008)。

B.1.2 8 个小孔可通气(水),便于栓塞顺利送达钻孔预定位置。

B.1.3 为保证栓塞能顺利送达钻孔预定深度,确定一个合理的栓塞杯口外径 D1 为关键因素,为此进行了室内模拟试验。

试验采用钢管代替岩石中钻孔,钢管内径有  $\phi 110$  与  $\phi 91$  两种;栓塞外径 D1 分别采用钻孔孔径  $\phi$  的 105%、108%及 110%三种;采用带压力表(型号 Y60/1MPa)的液压油缸(活塞直径  $\phi 160$ )作动力。试验时,导管水平固定,活塞以 2.9mm/s~3.2mm/s 的速率将栓塞推进钢管,栓塞在导管内行程 600mm,每 30 s 压力表读数 1 次。试验结束后,检查栓塞完好程度,试验情况见表 B.1。

表 B.1 栓塞试验情况表

| 试验<br>批次 | 栓塞<br>口径 | 试验<br>次数 | 压力表读数<br>(MPa) |      |      |      |      |      | 栓塞完好程度       |
|----------|----------|----------|----------------|------|------|------|------|------|--------------|
| 次        | mm       | 次        | 1              | 2    | 3    | 4    | 5    | max  | —            |
| 一        | 91×105%  | ①        | 0.58           | 0.60 | 0.59 | 0.59 | 0.57 | 0.60 | 完好           |
|          |          | ②        | 0.59           | 0.61 | 0.62 | 0.60 | 0.59 | 0.62 | 完好           |
|          |          | ③        | 0.61           | 0.65 | 0.64 | 0.62 | 0.60 | 0.65 | 完好           |
|          | 110×105% | ①        | 0.60           | 0.63 | 0.62 | 0.60 | 0.61 | 0.63 | 完好           |
|          |          | ②        | 0.63           | 0.65 | 0.63 | 0.62 | 0.60 | 0.65 | 完好           |
|          |          | ③        | 0.60           | 0.64 | 0.67 | 0.66 | 0.63 | 0.67 | 完好           |
| 二        | 91×108%  | ①        | 0.62           | 0.66 | 0.65 | 0.62 | 0.62 | 0.66 | 扭曲变形         |
|          |          | ②        | 0.63           | 0.67 | 0.69 | 0.66 | 0.63 | 0.69 | 扭曲变形         |
|          |          | ③        | 0.69           | 0.72 | 0.71 | 0.68 | 0.65 | 0.72 | 扭曲变形         |
|          | 110×108% | ①        | 0.62           | 0.65 | 0.63 | 0.61 | 0.61 | 0.65 | 完好           |
|          |          | ②        | 0.64           | 0.68 | 0.67 | 0.65 | 0.63 | 0.68 | 完好           |
|          |          | ③        | 0.62           | 0.69 | 0.70 | 0.68 | 0.62 | 0.70 | 完好           |
| 三        | 91×110%  | ①        | 0.65           | 0.75 | 0.71 | 0.66 | 0.63 | 0.75 | 扭曲变形<br>拉裂破坏 |
|          | 110×110% | ①        | 0.68           | 0.82 | 0.75 | 0.69 | 0.65 | 0.82 | 扭曲变形<br>拉裂破坏 |

表 B.1 表明,直径  $\phi 91\times 105\%$ 、 $110\times 105\%$ 及  $110\times 108\%$ 三种栓塞试验后完好。综合分析,栓塞直径  $\phi 91\times (105\sim 106\%)$ 、 $\phi 110\times (105\sim 108\%)$  较合理,换算成具体尺寸为 95.6mm~96.5mm 与 115.5mm~118.8mm。

柱塞与钢管内壁间摩擦力可按下式计算。

$$F_{(1\sim3)}= P_{(1\sim3)} A\times 103 \tag{1}$$

式中：

$F_{(1\sim3)}$ ——柱塞与钢管内壁摩擦力 kN

$P_{(1\sim3)}$ ——压力表读数 MPa

$A$ ——油缸活塞面积，直径 160 活塞面积为 0.02 m<sup>2</sup>

取三次试验计算的柱塞与钢管内壁摩擦力的平均值，按下式计算柱塞与钻孔岩壁的摩擦力

$$F_{岩}= \eta F_{金} \tag{2}$$

式中：

$F_{岩}$ ——柱塞与钻孔灰岩壁摩擦力

$F_{金}$ ——柱塞与钢管内壁摩擦力

$\eta$ ——摩擦系数之比，即灰岩与橡胶摩擦系数  $\mu_1$  和金属与橡胶摩擦系数  $\mu_2$  之比，根据孔内岩石粗糙度不同可取 1.1~1.3。

根据表 B.1 试验成果计算，柱塞与钻孔灰岩壁摩擦力见表 B.2。

表 B.2 柱塞试验摩擦力计算表

| $\phi$   | $P_{(1\sim3)}$ | $A$            | $F_{(1\sim3)}$ | $F_{金}$ | $\eta$  | $F_{石}$   |
|----------|----------------|----------------|----------------|---------|---------|-----------|
| mm       | MPa            | m <sup>2</sup> | kN             | kN      | —       | kN        |
| 91×105%  | 0.60           | 0.02           | 12.0           | 12.5    | 1.1~1.3 | 13.8~16.3 |
|          | 0.62           | 0.02           | 12.4           |         |         |           |
|          | 0.65           | 0.02           | 13.0           |         |         |           |
| 110×105% | 0.63           | 0.02           | 12.6           | 13.0    | 1.1~1.3 | 14.3~16.9 |
|          | 0.65           | 0.02           | 13.0           |         |         |           |
|          | 0.67           | 0.02           | 13.4           |         |         |           |
| 110×108% | 0.65           | 0.02           | 13.0           | 13.5    | 1.1~1.3 | 14.9~17.6 |
|          | 0.68           | 0.02           | 13.6           |         |         |           |
|          | 0.70           | 0.02           | 14.0           |         |         |           |

由表 B.2 可知，不同口径钻孔，柱塞与灰岩壁摩擦力可确定为 F110=13kN~16kN，F91=14kN~17kN。假设柱塞上覆封孔材料容重平均值为 22 kN/m<sup>3</sup>，不考虑封孔材料摩擦力的情况下，按静力平衡原理，上覆封孔材料封填厚度为 0.6m~0.8m。因此，为保证封孔的成功，初次封填材料厚度不宜超过此值。

B.2 囊袋式柱塞

B.2.1 囊袋式柱塞是煤矿业在煤层中抽采瓦斯所采用的一种封孔方法，该封孔装置结构简单，操作方便。应用表明，该装置封孔速度快，封孔质量高。

B.2.2 胶囊膨胀充填封堵钻孔是注浆的第一步，为了使得浆液能够渗入钻孔周围岩体裂隙，胶囊必须在膨胀的基础上，能够承载一定压力。另外，胶囊的膨胀性也不能过大，避免胶囊过分膨胀而降低其强

度。

**B.2.3** 爆破阀是新型封孔装置的最关键部件，主要起着控制胶囊充填压力的作用。爆破阀开启压力过高，会导致胶囊充填压力过大，甚至出现胶囊爆破的现象；爆破阀开启压力过低，会导致胶囊未能完全膨胀，在钻孔中不能形成有效封堵，从而出现封孔段浆液从胶囊与钻孔壁之间泄漏的现象，导致封孔失败。

**B.2.4** 单向阀是封孔装置中仅次于爆破阀的第二关键部件，单向阀逆流闭锁的有效性对封孔装置的成功与否起着决定性作用。单向阀是实现并保持胶囊压力的保障，一旦单向阀逆流闭锁失效，在浆液充填封孔段时，胶囊浆液会出现回流，导致胶囊膨胀不够，致使封孔段浆液泄漏，封孔失败。

### **B.3 马丽散栓塞**

**B.3.1** 马丽散封孔是利用发泡、膨胀特性，达到封堵钻孔的目的，是一种方便、快速、效果好的封孔方法，在我国抽放煤层瓦斯钻孔中普遍采用。聚氨酯由含有活泼氢的高分子量化合物、低分子量化合物及多异氰酯（用得最多的是二异氰酸酯）进行反应而成，分为A、B两个组分（即黑料和白料）。白料为多异氰酸酯；黑料是由多元醇聚醚、发泡剂、泡沫稳定剂、催化剂和阻燃剂等原料组成的混合物。

**B.3.4** 聚氨酯A、B组分配比为1:（1~1.1）时膨胀量最大。

**B.3.5** 棉纱要缠的均匀适中，保证在抽采管送入钻孔的过程中不发生卡管；而且棉纱要有一定的蓬松度，以利于封孔材料浸透棉纱保证封孔质量。

---