



## 管材与工具

### 一、管材规格系列

人造金刚石钻探用管材包括钻杆、岩心管、套管等等，几年来通过大量的试验与生产实践，已初步形成了适应冶金地质特点的人造金刚石钻具及管材系列标准（草案），见表1。该系列标准（草案）有如下几个特点：

（一）根据冶金矿山坑内和地面地质勘探的需要，钻头标称口径包括28、36、46、56、66和76毫米六种规格；

（二）考虑到目前人造金刚石钻头内外径较易磨损，钻头外径比天然金刚石钻头标准放大0.5毫米，内径缩小0.5毫米；

（三）钻头规格适用于单、双管钻进；

（四）为了简化管材标准，双层岩心管的外管既可作单管用又可作双管用，还可以兼作套管。

### 二、钻杆

#### （一）金刚石钻进时钻杆的工作情况

金刚石钻进的基本特点是转速高，口径

小。由于转速高，钻杆所承受的扭应力和交变应力都较大，因而易发生疲劳破坏；由于口径小，往往需用较小的钻杆钻较深的孔，且只能用外平接头连接，钻杆很易磨损。因此，对金刚石钻进用钻杆的性能要求比普通钻杆要高得多。为了提高钻杆的性能和使用效果，目前采取的技术措施有：

在材质上选用优质钢并进行热处理；

设计合理的规格尺寸及螺纹连接形式，提高加工质量；

加强使用管理与维护。

#### （二）钻杆的材质及机械性能

钻杆在高速回转工作条件下，报废的主要原因因为严重磨损和疲劳折断。因此，要求钻杆及其接头必须具有较好的综合机械性能：即较高的屈服强度，不易弯曲变形；较好的冲击韧性，不易脆断与破裂；较高的表面硬度，不易被磨损。

金刚石钻进用钻杆多采用中碳合金钢或低合金钢冷拔无缝管制造。要求其屈服强度达到55~65公斤/毫米<sup>2</sup>以上。无产阶级文化

表1

| 钻 头 |      |      |     | 双 层 岩 心 管 |      |     |      |    | 扩 孔 器 |      | 套 管 |    | 钻 杆  |      |
|-----|------|------|-----|-----------|------|-----|------|----|-------|------|-----|----|------|------|
| 标 称 | 外 径  | 内 径  | 唇 厚 | 外 管       |      | 间 隙 | 内 管  |    | 外径    | 内径   | 外径  | 内径 | 外径   | 壁厚   |
|     |      |      |     | 外径        | 内径   |     | 外径   | 内径 |       |      |     |    |      |      |
| 28  | 28.5 | 16.5 | 6.0 | 27        | 22.5 | 1   | 20.5 | 18 | 29    | 20.5 |     |    | 24   | 4    |
| 36  | 36.5 | 21.5 | 7.5 | 35        | 29   | 1   | 27   | 23 | 37    | 27   | 45  | 38 | 33.5 | 5.25 |
| 46  | 46.5 | 29.5 | 8.5 | 45        | 38   | 1.5 | 35   | 31 | 47    | 36   | 55  | 48 | 42   | 5    |
| 56  | 56.5 | 39.5 | 8.5 | 55        | 48   | 1.5 | 45   | 41 | 57    | 46   | 65  | 58 | 50   | 5.5  |
| 66  | 66.5 | 49.5 | 8.5 | 65        | 58   | 1.5 | 55   | 51 | 67    | 56   | 75  | 68 | 50   | 5.5  |
| 76  | 76.5 | 59.5 | 8.5 | 75        | 68   | 1.5 | 65   | 61 | 77    | 66   |     |    | 50   | 5.5  |

单位：毫米

表 2

| 钻 杆 规 格     | 钢 种       | 机 械 性 能                          |                                  |              |
|-------------|-----------|----------------------------------|----------------------------------|--------------|
|             |           | 屈 服 强 度<br>(公斤/毫米 <sup>2</sup> ) | 抗 拉 强 度<br>(公斤/毫米 <sup>2</sup> ) | 延 伸 率<br>(%) |
| φ 33.5×5.25 | 36Mn2Si   | 50                               | 70                               | 12           |
| φ 33.5×5.25 | 40Mn2     | 60                               | 85                               | 25           |
| φ 42×5      | 35MnMoV   | 65                               | 80                               | 12           |
| φ 42×5      | 40Mn2Mo   | 55                               | 75                               | 12           |
| φ 50×5.5    | 35SiMnMoV | 70                               | 85                               | 12           |

大革命以来,我国有关钢厂已研制出各种高强度钻杆(部分情况见表2),经勘探队试用,证明性能良好。

### (三)钻杆的热处理

钢材的机械性能是由其内部组织状态决定的。相同的钢种,由于热处理工艺不同,机械性能差别很大。所以,要得到良好的钻杆机械性能,除合理选择钢种外,进行热处理是个很关键的问题。钻杆的热处理方法有正火,正火加回火和调质(即淬火加高温回火),还有表面淬火。采用哪一种热处理方法则要根据钢种的不同以及所要求达到的性能而定。一般用正火或正火加回火可使钻杆强度达到55~65公斤/毫米<sup>2</sup>。在条件许可的情况下,采用调质处理则可更最大限度地提高钻杆的强度。表3是一些钻杆钢种调质前后的机械性能对比。从表中可以看出,经过热

处理后钢材的机械性能才能得到充分的发挥。可见,使用未经热处理的钻杆是极不合理的,由于强度低,硬度不高,往往导致钻杆折断和过早磨损而报废。

前面已经提到,金刚石钻进对钻杆性能要求除了高强度外,还要求有很好的耐磨性。实践证明,采用表面高频淬火可以在保持原有强度的基础上提高表面硬度,从而增加耐磨性。经过表面淬火的钻杆,淬硬层厚0.8~1.2毫米,硬度可由原来的HRc20提高到HRc50,耐磨性提高一倍以上。同样,钻杆接头经调质处理后也可在适当部位进行表面淬火,以提高其强度和耐磨性。

### (四)钻杆的规格系列

目前使用的钻杆规格如表1所列。矿山常用φ24和φ33.5两种钻杆;地质勘探则主要用φ42和φ50钻杆。此外,还有绳索取心钻

表 3

| 钢 种     | 热 处 理 |   | 机 械 性 能 对 比                   |                               |            |                |                                 |           |
|---------|-------|---|-------------------------------|-------------------------------|------------|----------------|---------------------------------|-----------|
|         |       |   | 屈 服 强 度<br>公斤/毫米 <sup>2</sup> | 抗 拉 强 度<br>公斤/毫米 <sup>2</sup> | 延 伸 率<br>% | 断 面 收 缩 率<br>% | 冲 击 韧 性<br>公斤-米/厘米 <sup>2</sup> | 硬 度<br>HB |
| 40Mn2   | 调 质   | 前 | 50                            | 70                            | 12         | 40             | 5                               | 217       |
|         |       | 后 | 70                            | 85                            | 12         | 45             | 7                               | 255~302   |
| 40Cr    | 调 质   | 前 | 55                            | 84                            | 18         | 49             | 6                               | 183       |
|         |       | 后 | 80                            | 100                           | 19         |                |                                 | 255~321   |
| 36Mn2Si | 调 质   | 前 | 52                            | 75                            | 14         | 60             | 7                               | 196       |
|         |       | 后 | 75~105                        | 85~110                        | 10~13      | 55~65          | 6~7                             | 300~330   |
| 45      | 调 质   | 前 | 38                            | 68                            | 15         | 50             | 5                               | 192       |
|         |       | 后 | 55~65                         | 82~95                         | 15~16      |                | 8~13                            | 241~262   |

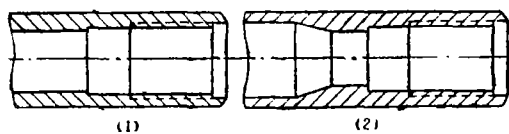


图 1

(1) 内平钻杆; (2) 端部内加厚钻杆

杆, 另有规格系列。实践证明, 采用与钻孔直径相接近的钻杆, 对于小口径高速金刚石钻进来说, 可以减小钻杆柱的振动, 从而延长金刚石钻头寿命, 提高岩心采取率。目前推广使用的人造金刚石钻头与钻杆的配套见表 1。

由于结构设计上的不同, 金刚石钻进的钻杆还有内平和两端内加厚之分。小直径和绳索取心钻杆多采用内平结构, 大直径钻杆才用两端内加厚结构 (图 1)。由于加工条件的限制, 内加厚钻杆质量难保证, 所以也有采用厚壁内平钻杆的。目前使用的厚壁钻杆有两种规格: 一种外径 42 毫米, 壁厚 6.35 毫米; 另一种外径 50 毫米, 壁厚 6.5 毫米。这种厚壁钻杆不但增加了重量, 对钢材的利用也是不合理的, 因其危险断面 (螺纹末端) 的壁厚并未增加。为了减轻重量和适应金刚石钻进的特点, 目前正在试用铝合金钻杆。

#### (五) 钻杆的合理使用与维护

1. 金刚石钻进转速高, 钻杆弯曲会引起钻具剧烈振动而损坏金刚石钻头。因此每米长度上弯曲度不应超过 0.75 毫米。

2. 要严格检查钻杆及其接头螺纹, 不得有漏水现象, 否则会引起孔底冲洗液量不足而烧钻。发现不密封时, 可用小股浸油棉纱缠绕, 或涂以丝扣油 (铅油: 机油 = 2:3 调制), 或放置 0.5~0.8 毫米厚的紫铜垫圈, 或加“O”形密封圈 (接头须稍加改进)。

3. 金刚石钻进转速高, 钻杆所承受的扭应力显著增加, 采用钻杆防振油或乳化冲洗液 (将在有关钻进工艺的章节中专门介绍) 可减少磨擦阻力, 从而降低钻杆的扭应力, 同时减少振动, 减少磨损。

4. 起钻时应严格检查, 对弯曲、磨损严重, 出现裂纹和螺纹不合格的钻杆和接头应

停止使用。钻杆和接头外径磨损超过 1.5 毫米时不得用以钻深孔; 磨损超过 2 毫米则不得继续使用。

### 三、岩心管

岩心钻探的主要目的是取得岩心。岩心管的主要作用是容纳和保护岩心。过去使用单层岩心管钻进, 由于岩心受到冲洗液的冲刷和旋转管壁的磨擦, 采取率只停留在 75% 左右。破碎岩层的岩心采取率则更低, 不能满足地质要求。后来采用了单动双层岩心管钻进, 岩心采取率普遍提高到 90~95% 以上。采用单动双管钻进具有很多优点: 既可提高岩心采取率, 又可提高回次进尺和钻头寿命。因此不论地表或坑内钻进, 都应尽量采用单动双管钻进。但是, 由于岩心管长度的限制, 回次进尺一般不超过 1.5~4.5 米。目前, 人造金刚石钻头的使用寿命有的已达几十米乃至百余米, 随着钻头寿命的不断提高, 要大幅度提高纯钻时间和钻进效率, 采用不提钻绳索取心钻具是重要技术措施之一。有关绳索取心钻具及岩心管的规格系列从略, 这里只着重介绍目前正在推广使用的单动双层岩心管。

图 2 为冶金 35—01、45—01、55—01 型单动双管的结构图。它具有另件少, 结构简单, 易加工, 密封性好, 作用可靠, 以及通水眼

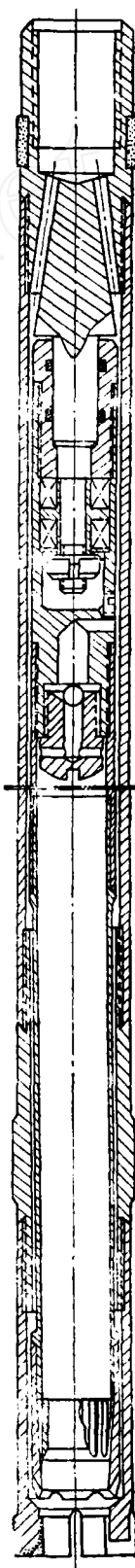


图 2

堵塞时便于检查和排除等优点。其结构是：

### (一) 接头部分

异径接头与内管心轴做成一体，保证了内、外管安装的同轴度。轴承装在内套里，用两个“O”型圈密封。采用轴承套把两盘轴承固定，以避免因轴承损坏而损坏异径接头，另外，还增加了支承宽度。

### (二) 内、外管

金刚石钻进用的岩心管口径小、管壁薄，工作时受到压力和扭力的作用，因此须用高强度无缝钢管制造，屈服强度应达到55~65公斤/毫米<sup>2</sup>。

内、外管的规格系列见表1。直径45毫米以上的外管壁厚均为3.5毫米，内管2毫米，内、外管间隙1.5毫米。坑内钻进用岩心管较短，口径也小，因此直径35毫米以下的内、外管壁厚设计得较薄，钻头壁也可薄些。

### (三) 钻头和扩孔器

减小岩心管与孔壁的间隙可以提高钻头工作的稳定性。一般钻头外径比外管大1毫米，内径比内管内径小1毫米。由于人造金刚石钻头内、外径的耐磨性较差，尤其是内径磨损常达0.5~0.8毫米还继续使用，因此设计的钻头内外径均比双管的内外径差1.5毫米。这个差量经几年试验证明是合适的。

设计的钻头是单、双管两用的。在完整岩层中可用单管钻进。用单管时只要把双管

的内管及内管短截卸掉，在卡簧座上增加一个定位环（图3）即可。

扩孔器是起保径作用的。一般天然金刚石扩孔器外径比钻头外径大0.3毫米，而人造金刚石目前耐磨性还较差，设计的扩孔器应比钻头大0.5毫米左右。

### (四) 尾部结构

为了使岩心及时进入内管，少受冲洗液冲刷，卡簧及卡簧座应尽量接近孔底。使用较长的岩心管时，可用带有通水槽外台阶的卡簧座（图4），强迫内管对中，以避免内管靠在外管上。

目前所使用的卡簧有内斜槽式的，外直槽式的和切槽式的三种（图5）。

由于人造金刚石钻头内径易磨损，在使用过程中一个钻头须配用两、三种内径的卡簧。在中硬以上岩层钻进，岩心比钻头内径小0.2~0.3毫米，卡簧自由内径应比岩心再小0.2~0.3毫米。使用时可按钻头内径磨损程度来选配，合适的卡簧应该是在轻推力下能沿岩心移动。

### (五) 双管使用要求

双管在现场装配时应检查各配合尺寸是否合格。

每次使用前应检查内管转动是否灵活，并在轴承上注润滑脂；检查接头出水孔及返水孔是否通畅，球阀是否锈蚀。在卡簧座及短

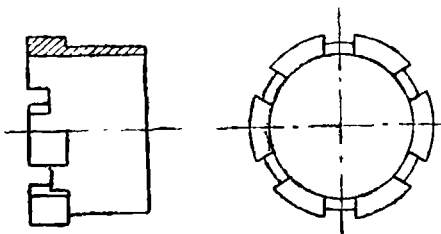


图3 定位环

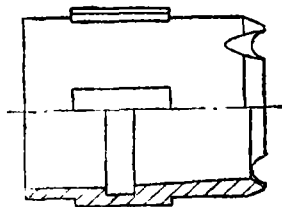


图4 卡簧座

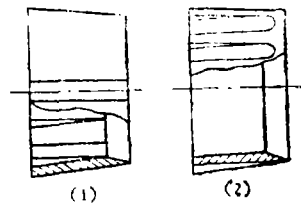


图5 卡簧

(1)内斜槽式；(2)外直槽式；(3)切槽式

截内涂抹润滑剂如医用软皂等。水泵莲蓬头应加过滤网。发现双管弯曲时应及时矫直。

下钻时, 钻具离孔底约200毫米处先冲孔然后缓慢扫孔; 无特殊情况不得在钻进中提动钻具; 给进速度要稳定, 以免造成堵心。

取岩心时应使用木锤或橡皮锤敲打内管。

#### 四、处理事故及附属工具

##### (一) 打捞工具

人造金刚石钻进比合金或钢粒钻进孔内事故要少得多, 但有时由于地层复杂, 钻具过度磨损和疲劳破坏, 或因操作不当, 也会发生钻具折断、脱扣、跑管、夹钻、卡钻、埋钻或烧钻等事故。事故发生后, 首先要掌握机上余尺, 判定事故发生部位及分析事故情况, 迅速组织力量确定处理方案, 及时排除。

处理事故, 归结起来有如下几种方法:

**捞、提、扫** 对折断或脱落钻具可用公、母锥去打捞, 对上后用升降机提拉, 提拉遇阻可上下串动, 当钻具能转动时, 可开车慢速回转, 上下扫。

**冲、打、顶** 对于夹钻、卡钻、埋钻或烧钻, 首先应开泵进行强力冲孔, 同时用吊锤打; 若在孔底发生夹钻时应向上打, 当钻具悬空挤夹时应向下打, 阻力太大时可用干

斤顶来起拔。

**反** 如以上措施无效, 则可用反丝钻杆和矢锥将钻杆分段反出, 再用小一径钻头把岩心管接头钻透, 并继续钻进1~2米, 再用丝锥将岩心管捞出。

金刚石钻进用的打捞工具与钢粒钻进用的差不多, 只是口径小一些, 表4为各种矢锥的规格尺寸。

矢锥在打捞事故钻具时, 主要承受拉伸和扭转负荷; 当用吊锤打时还受冲击负荷。因此, 各种矢锥除应有合理的几何尺寸外, 还应有里韧外硬的机械性能。为了使打捞钻具时易于攻丝, 吃扣牢固, 一般采用1:10的锥度, 同时为了打捞时保持孔内循环和冷却丝刃, 矢锥上还钻有通水孔。

矢锥常用的材料有12Cr2Ni4、20CrMo、20Mn2TiB、20MnVB等含碳量低的合金钢, 通过渗碳处理达到所要求的机械性能。一般渗碳层厚度为0.5~0.8毫米, 表面硬度达到HRC55~62, 未渗碳部位硬度HRC36~45, 屈服强度70~90公斤/毫米<sup>2</sup>, 抗拉强度90~110公斤/毫米<sup>2</sup>。

##### (二) 附属工具

###### 1、拧卸工具

金刚石钻进用的管材特别是岩心管、钻头和扩孔器壁厚都比较薄, 用普通管钳拧卸

表 4

| 矢 锥 号  | 矢 锥 直 径 (毫米) |     | 长 (毫米) 度 | 使 用 范 围                               | 连 接 方 式                 |
|--------|--------------|-----|----------|---------------------------------------|-------------------------|
|        | 小 头          | 大 头 |          |                                       |                         |
| 1号钻杆公锥 | 24           | 44  | 260      | φ 42 钻杆<br>φ 45 岩心管                   | φ 42钻杆接头                |
| 2号钻杆母锥 | 30           | 45  | 200      | φ 33.5 或<br>φ 42 钻 杆                  | φ 55双管外管                |
| 3号钻杆公锥 | 12           | 27  | 220      | φ 33.5、φ 42或<br>φ 50 钻杆接头<br>φ 33.5钻杆 | φ 42或 φ 33.5<br>钻 杆 接 头 |
| 4号套管公锥 | 34           | 54  | 235      | φ 50 钻杆<br>φ 55岩心管                    | φ 42钻杆接头                |
| 5号套管公锥 | 44           | 64  | 235      | φ 65岩心管                               | φ 42钻杆接头                |

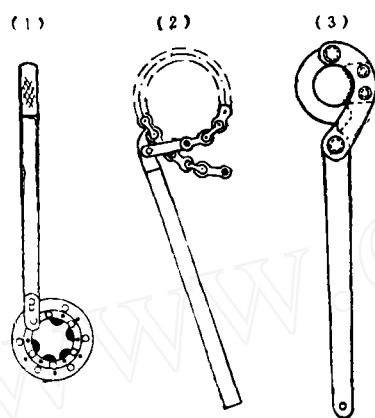


图 6

(1) 圆环形自由钳; (2) 链钳; (3) 齿瓦自由钳

时, 往往夹扁咬坏, 最好用自由钳和多触点的钳子。图 6 为金刚石钻进用的几种拧卸工具, 其中链钳可用于各种口径钻具。

## 2、打捞孔底异物工具

金刚石钻进要求孔底干净, 不允许有任何异物如胎体碎块、合金碎片或残留钢粒等物, 因为这些硬质碎块会使金刚石钻头胎体崩裂、掉刃、表镶金刚石折断掉粒, 如不及时处理, 事故将越趋严重以致无法继续钻进。处理孔底异物有多种方法, 如用粘结物去粘取, 或用十字钻头或磨孔钻头 (图 7)

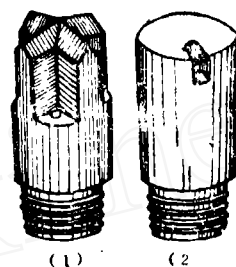


图 7

(1) 十字钻头  
(2) 磨孔钻头

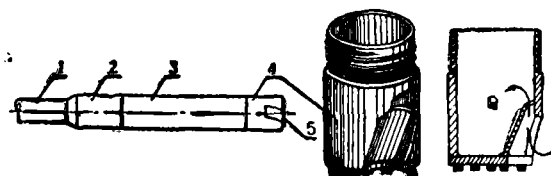


图 8

(1) 钻杆; (2) 喷射反循环接头; (3) 岩心管;  
(4) 打捞钻头; (5) 磨孔合金刃 (箭头为水流方向)

把它冲碎磨掉。十字钻头不必镶合金刃, 用 55 号钢制造经淬火即可。比较有效的方法是用喷射反循环打捞器 (图 8)。主要应用喷射反循环作用, 把碎块吸入管内, 然后沉淀掉入封底的钻头内, 反复几次即可打捞干净。在下打捞器之前, 应用十字钻头把孔底残留岩心冲碎。

以上仅介绍一般常用工具, 广大钻工同志在生产中通过不断的实践一定会创造出更多更好的工具来。

(上接第 47 页)

外队铜管材较缺的情况下, 也可用包氏仪测筒改制。原测筒可作导正管使用, 如导正管内孔太大, 在与盖子 (1) 连接的丝扣部份及与仪器套合部份, 可用一黄铜料, 车扣扭紧在管内, 然后再行车制内孔及上部丝扣等部份。

## 三、初步体会

由于此仪器是采用感光显影, 直接记录罗盘磁针和倾角指针的影象, 只要仪器加工

精度合格, 测斜结果就相当可靠。它与目前常用的包氏仪比较, 具有较大的优越性。主要是: 晶体管延时开关比钟表装置简单而准确; 不用机械顶卡装置可避免震动, 消除机械误差; 直接用感光显影记录方位倾角, 避免视觉误差; 比较小巧轻便, 继续改进, 可望用于人造金刚石小口径钻进测斜。当然, 目前这种新试成功的仪器, 在结构设计等方面也还不够理想, 加工要求较高, 野外队制造还有一定困难。因而还需要不断改进, 以适应地质勘探事业新形势的要求。