

钻孔护壁

堵漏与减阻

南昌冶金学院 曾祥熹 陈志超 何玉明 编著

地质出版社

5711

# 钻孔护壁堵漏与减阻

中南矿冶学院 曾祥熹 陈志超 何玉明 编著

社 址

## 前 言

复杂地层的护壁堵漏是岩心钻探中长期以来存在的困难问题。随着我国小口径金刚石钻探的发展,解决好复杂地层的护孔和钻进减阻问题,仍然是关键问题之一。

近几年来,我国钻探生产、科研和院校的同志,在解决岩心钻探复杂地层护孔和钻进减阻方面,进行了大量的工作,并取得了丰富的经验。

在总结这些经验的基础上,参照石油钻井的经验和整理了有关国内外资料,以及根据我们自己的实践与认识,编著了这本书。提供具有一定科学文化水平的钻探机班长、钻探科技人员和院校师生自学参考。

本书主要介绍了钻孔护壁堵漏和钻进减阻两方面的内容。对前者在书中主要介绍了有关复杂地层的基本概念和各种处理复杂地层的护壁堵漏方法(包括应用最多的泥浆和水泥护孔方法,各种化学浆液护孔方法)。对后者则在书中介绍了钻孔润滑减阻需要的乳状液和润滑冲洗液。最后对各种复杂地层还提出了一些具体的处理方法,以供参考。

本书由中南矿冶学院探工教研室曾祥熹、陈志超、何玉明三同志编写,其中曾祥熹同志为主编并具体负责编写第一、二、五、六、七等章,何玉明同志负责编写第三章,陈志超同志负责编写第四章。

由于作者水平有限,收集和研究资料不够,书中存在的缺点和错误,希望广大读者批评指正。

本书在编写过程中几经修改。得到不少单位和个人的热情帮助和大力支持。特别是长春地质学院李永信同志对全书进行审查,并重写了第二章第三节;勘探技术研究所汪仲英同志对全

书；探矿司徐筱如、武汉地院杨学涵和地质部勘察技术研究院张文佑等同志都对部分章节进行审查和修改。另外在编写过程中各省地质局、勘探公司和西南、华东石油学院、各油田等单位也都提供了不少资料，均在此表示感谢。

# 目 录

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 第一章 概 述 .....             | 1   |
| 第一节 复杂地层的基本概念 .....       | 1   |
| 一、什么是复杂地层 .....           | 1   |
| 二、复杂地层的地质成因与分类 .....      | 1   |
| 三、产生复杂情况的技术工艺因素 .....     | 5   |
| 四、孔壁稳定问题 .....            | 8   |
| 第二节 复杂地层的处理步骤 .....       | 11  |
| 一、对复杂地层测视和了解的一般方法 .....   | 11  |
| 二、处理方案与方法的选择 .....        | 17  |
| 第二章 泥浆护壁与堵漏 .....         | 18  |
| 第一节 泥浆的产生和发展 .....        | 18  |
| 第二节 泥浆基本原料—粘土和水 .....     | 19  |
| 一、粘土矿物的分类、化学组成和晶体结构 ..... | 19  |
| 二、粘土的寻找和鉴定 .....          | 28  |
| 三、钻探用水 .....              | 47  |
| 第三节 泥浆的物理化学性质 .....       | 50  |
| 一、粘土的吸附和水化作用 .....        | 50  |
| 二、泥浆中粘土表面的双电层 .....       | 65  |
| 三、电解质对双电层的影响 .....        | 66  |
| 四、泥浆的稳定性和凝聚 .....         | 69  |
| 五、泥浆分散系中的几种内部状态 .....     | 77  |
| 第四节 泥浆性能及其测定 .....        | 79  |
| 一、泥浆比重 .....              | 80  |
| 二、泥浆的流变性 .....            | 81  |
| 三、泥浆的滤失（失水）性能 .....       | 95  |
| 四、泥浆含砂量及其测定 .....         | 101 |
| 五、其他性能 .....              | 103 |

|                                   |            |
|-----------------------------------|------------|
| 第五节 泥浆处理剂 .....                   | 105        |
| 一、无机处理剂 .....                     | 106        |
| 二、有机处理剂 .....                     | 112        |
| 三、惰性材料 .....                      | 134        |
| 第六节 泥浆类型及其应用 .....                | 136        |
| 一、概    述 .....                    | 136        |
| 二、细分散淡水泥浆 .....                   | 137        |
| 三、粗分散泥浆 .....                     | 139        |
| 四、不分散低固相泥浆与无固相冲洗液 .....           | 143        |
| 五、乳化泥浆与润滑泥浆 .....                 | 147        |
| 六、充气泡沫泥浆 .....                    | 149        |
| 七、地热井泥浆简介 .....                   | 150        |
| 八、小口径金刚石钻进用泥浆的特点 .....            | 151        |
| 第七节 泥浆的配制、净化与管理 .....             | 152        |
| 一、泥浆的配制 .....                     | 152        |
| 二、泥浆净化与固相控制 .....                 | 159        |
| 三、泥浆的维护管理工作 .....                 | 164        |
| <b>第三章 水泥护壁与堵漏 .....</b>          | <b>165</b> |
| 第一节 概    述 .....                  | 165        |
| 第二节 普通硅酸盐水泥 .....                 | 165        |
| 一、普通硅酸盐水泥及其制造 .....               | 165        |
| 二、普通硅酸盐水泥的矿物组成及其主要性质 .....        | 168        |
| 三、普通硅酸盐水泥的凝结硬化机理简介 .....          | 169        |
| 四、影响水泥凝结和硬化速度的基本因素 .....          | 171        |
| 五、普通硅酸盐水泥的品质标准 .....              | 174        |
| 六、护壁堵漏对水泥浆性能的主要要求及其<br>测定方法 ..... | 175        |
| 第三节 特种水泥 .....                    | 179        |
| 一、硫铝酸盐地质勘探专用水泥 .....              | 179        |
| 二、油井水泥 .....                      | 183        |
| 第四节 水泥添加剂 .....                   | 184        |
| 一、水泥浆的速凝剂 .....                   | 184        |

|                            |            |
|----------------------------|------------|
| 二、水泥速凝早强剂 .....            | 187        |
| 三、水泥减水剂 .....              | 188        |
| 四、憎性物质 .....               | 191        |
| 第五节 水泥速凝混合液 .....          | 191        |
| 第六节 水泥浆灌注方法 .....          | 192        |
| 一、水泵灌注法 .....              | 193        |
| 二、输送器注入法 .....             | 196        |
| 三、干料投入法 .....              | 201        |
| 第七节 水泥浆灌注效果实例 .....        | 201        |
| 第八节 水泥浆及其添加剂的计算与配制 .....   | 206        |
| 一、水泥浆的配制 .....             | 206        |
| 二、水泥添加剂的配制 .....           | 208        |
| <b>第四章 化学浆液护壁与堵漏 .....</b> | <b>209</b> |
| 第一节 脲醛树脂 .....             | 210        |
| 一、脲醛树脂的合成与性能 .....         | 211        |
| 二、脲醛树脂的改性 .....            | 214        |
| 三、脲醛树脂的固化规律 .....          | 217        |
| 四、脲醛树脂的灌注工具 .....          | 219        |
| 五、应用实例 .....               | 223        |
| 第二节 氰凝浆液 .....             | 226        |
| 一、予聚体的制备 .....             | 226        |
| 二、氰凝浆液各组份的作用 .....         | 231        |
| 三、氰凝浆液的性能 .....            | 232        |
| 四、氰凝混合浆液 .....             | 236        |
| 五、水溶性氰凝 .....              | 238        |
| 六、氰凝浆液灌注方法及工具 .....        | 239        |
| 七、氰凝堵漏护壁实例 .....           | 242        |
| 八、氰凝浆液使用注意事项 .....         | 242        |
| 第三节 不饱和聚酯 .....            | 244        |
| 一、不饱和聚酯制造工艺简述 .....        | 245        |
| 二、不饱和聚酯的性能 .....           | 247        |
| 三、灌注工具及方法 .....            | 251        |

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 四、堵漏护壁实例 .....        | 252 |
| 第四节 其他化学浆液 .....      | 252 |
| 一、木胺浆液 .....          | 253 |
| 二、铬木素浆液 .....         | 253 |
| 三、环氧树脂 .....          | 254 |
| 第五章 其他护孔方法 .....      | 256 |
| 第一节 套管护孔 .....        | 256 |
| 第二节 沥青堵漏与护壁 .....     | 258 |
| 第三节 其他方法 .....        | 262 |
| 一、聚丙烯酰胺堵漏 .....       | 262 |
| 二、石膏护孔 .....          | 262 |
| 三、粘土堵漏与护壁 .....       | 263 |
| 第六章 乳状液及润滑冲洗液 .....   | 264 |
| 第一节 概述 .....          | 264 |
| 第二节 表面活性剂 .....       | 270 |
| 一、概    述 .....        | 270 |
| 二、功    用 .....        | 272 |
| 三、表面活性剂的性质与测定方法 ..... | 277 |
| 四、表面活性剂分类 .....       | 284 |
| 第三节 无基础油润滑冲洗液 .....   | 299 |
| 一、作用原理 .....          | 299 |
| 二、配方与配制 .....         | 300 |
| 三、应用实例 .....          | 301 |
| 第四节 乳状液的配制与应用 .....   | 302 |
| 一、乳状液的配制 .....        | 302 |
| 二、乳状液的性能测定 .....      | 306 |
| 三、破乳分析及处理 .....       | 309 |
| 第五节 金刚石钻进用润滑脂 .....   | 312 |
| 一、润滑脂的性能与配方 .....     | 313 |
| 二、润滑脂覆盖在钻杆柱上的方法 ..... | 314 |
| 第七章 各种复杂情况的处理 .....   | 316 |



|                      |                        |     |
|----------------------|------------------------|-----|
| 第一节                  | 坍塌层的钻进护孔方法 .....       | 316 |
| 第二节                  | 水敏层的钻进护孔方法 .....       | 318 |
| 第三节                  | 钻孔漏失的处理 .....          | 319 |
| 一、漏失层的分类 .....       | 319                    |     |
| 二、漏失层的测量 .....       | 323                    |     |
| 三、钻孔漏失的预防和处理 .....   | 335                    |     |
| 第四节                  | 溶洞及老坑道钻进时的护孔堵漏方法 ..... | 343 |
| 第五节                  | 涌水层的处理方法 .....         | 344 |
| 附    录               | .....                  | 345 |
| 一、化学元素周期表 .....      | 345                    |     |
| 二、部分酸、碱和盐的溶解性表 ..... | 345                    |     |
| 三、常用化学符号及代号表 .....   | 346                    |     |
| 主要参考文献               | .....                  | 347 |

# 第一章 概 述

## 第一节 复杂地层的基本概念

### 一、什么是复杂地层

复杂地层，也有的称它为难钻地层，广义的是指钻进、护孔、取心、孔斜等角度来说的。若单从钻孔冲洗和护孔角度来考虑，复杂地层则是指钻进时产生不同程度的钻孔坍塌、掉块、漏失、涌水或井喷、膨胀缩径等复杂情况的地层。

钻进复杂地层时，如措施不当，往往造成孔内事故多，钻进效率低，钻孔质量差，钻进成本高。甚至达到不能继续钻进，和造成钻孔报废的严重后果。

因此，必须认真研究与分析产生复杂情况的原因和复杂地层的特点，采取必要的测试手段，具体确定复杂层的部位、复杂程度……。以便根据不同情况采取相应而有效的措施，解决钻进、护孔等问题。以满足地质要求并顺利地完钻任务。

### 二、复杂地层的地质成因与分类

根据复杂地层的护壁与堵漏来分析，产生复杂地层的地质条件应包括两方面的内容。一方面是地质条件，如地层的松散、破碎、节理、裂缝、空洞发育地层及水敏性质等因素。另方面是地下水活动所造成的钻孔漏失与涌水的水文地质条件。由于岩心钻探一般遇高压油气层少，也就不列入本书的讨论范围。

#### （一）复杂地层的地质成因

常见复杂地层的地质成因大致有如下几方面：

1. 由于地质构造运动所造成的复杂层

由于地质构造运动产生的压力、张力和剪力……等作用，使岩层产生节理、裂隙、裂缝、断层和片理。特别是硬或中硬的脆性岩石受构造力的破坏是很强烈的，而对塑性岩石的影响较少。

(1) 节理的影响——节理或称它为裂隙，是没有明显位移的微小破裂。除主要是构造节理外，还有成岩节理和风化节理……等。特别是多次不同方向的地质构造力作用，在岩层中还会产生不同方向的交叉节理（裂隙），形成能分割岩体为许多小块的裂开面。

节理的存在，可成为地下水流的通道，可能造成钻孔较轻微的漏失或涌水。对于硬脆岩石，由于多组交叉节理的存在，在钻进时由于钻具的振动碰撞和冲洗液的冲刷作用，造成岩心破碎、采心率低和孔壁的严重坍塌。这就是许多硬脆碎地层的钻进特点。如著名的长兴灰岩和茅口灰岩硅质层，就存在这一特点。

(2) 裂缝的影响——裂缝是指有一定间距的岩层开裂现象（它不是构造地质学的名词）。它可以是构造运动引起的张力裂隙（张节理），特别在背斜轴部存在这种裂隙，并为含矿溶液所充填而形成矿床。它也可以是岩层的节理面、片理面或层理面被进一步溶蚀而扩大成为裂缝。

裂缝的间距可小至1毫米以下，大至几厘米或几米。有封闭性裂缝，也有连通性裂缝，较大的裂缝中还可能存在充填物。钻进中遇到裂缝，特别是连通性裂缝，就可能产生钻孔的严重漏失、涌水或坍塌。大的裂缝还会使钻具折断及造成孔斜。

(3) 断层的影响——断层是沿断裂面两侧的岩层有显著位移的构造运动。其位移距离可由几厘米至几十公里。断层中常存在断层角砾、断层泥……等而形成断层破碎带，特别是几组断层交叉处破碎更为突出。钻进时易造成严重坍塌和漏失。

(4) 片理的影响——片理是岩石受力后组成岩石的片状矿物发生定向平行排列，使岩石沿此方向具有裂开的性能的片状构造。当片岩的片理面与钻孔轴线夹角很小时，在冲洗液的浸泡和回转钻具的敲击下，易造成岩层的滑落和钻孔的坍塌。

## 2. 由于风化作用形成的复杂层

风化作用主要是指地表岩层由于受阳光、风雨、大气、地表水和地下水长期的物理化学作用和机械破坏作用，使基岩破碎、分解或由原生矿物变化为次生矿物和氧化物的作用。这些风化物有的留在原地，有的被搬运重新堆积成层（如坡积层……等）。如粘土、砂子、砾石、卵石和一些氧化物的混合层。其岩性较松散并胶结不良，层厚不等，有达百米以上的（如广西大厂的巴力破碎带）。钻进风化层时，易产生钻孔坍塌和漏失。

## 3. 由于地下水溶蚀所造成的复杂层

盐层、石膏层、碳酸盐地层……都易受地下水的溶蚀作用而形成洞穴。特别是广泛分布的碳酸盐地层（石灰岩、白云岩……），受地下水溶蚀作用（叫岩溶）后，形成溶洞、暗河、大裂缝……。大的溶洞裂缝，有几十米大小。有的溶洞中有充填物。钻进溶洞特别是大溶洞或溶洞群时，会造成钻孔的严重漏失、坍塌并易折断钻具，折断的钻具往往找不到头，从而造成严重孔内事故，同时也易造成孔斜。

## 4. 由河流冲积层、洪积层或风积层造成的复杂层

在河流中下游，经过河流搬运形成的冲积层，洪水搬运造成的洪积层，风力搬运造成的风积层（如黄土层）等均属于这一类。如我国河南河北的大冲积平原，各大河流出口的三角洲冲积平原。除风积黄土层具有一定胶结的粘土细粒和粉砂层较稳定外，一般含粘土、流砂、卵石和砾石的冲积层（其厚度几米至上千米不等），在钻进中均易产生钻孔坍塌和漏失等问题。

## 5. 由于岩性本身特点所造成的复杂情况

岩性松软（如粘土层、煤层……等）易被冲洗液冲刷破坏，遇水易造成膨胀缩径，岩粉易于造浆使泥浆变稠、糊钻等。

## （二）水文地质条件的影响

岩层中含水（也包括各种流体，如油和天然气）的特点，即地下水的特性，对产生钻孔漏失和涌水（或井喷）也有重大影响，或称为水文地质条件的影响。岩层中的裂隙、裂缝、空洞等均可

成为地下流体的通道和储存流体的地方。

具有裂隙、裂缝的岩层叫透水层，如一般地表坡积层、胶结不良的砂层、卵砾石层、不整合面、废石堆、风化层、断层破碎带、节理裂缝带、空洞溶洞……等均可成为透水层。如透水层含水叫含水层。一般含水层的上下有不透水的隔水层(如页岩层……等)存在，才能储存地下水，否则即使含水也会很快流失。

靠近地表的冲积层或坡积层含水叫潜水，其水面(或叫水位)称为潜水面。而较深部并有隔水层和补给来源的含水层含的水，往往是具有一定压力的地下水，称为承压水，其地下水面为承压水面。

由于钻孔钻进通过的水文地质条件不同，可能出现钻孔漏失或涌水的不同情况。现以图 1—1 的情况为例子来作说明。

图中坡积层为风化层，含粘土及岩石碎块，几乎不透水和不含水，不会产生漏失。有些部分为胶结差的砂砾堆积物，则可能产生漏失。靠近河流的冲积层由砂砾粘土等组成，一般含水，其地下水面称为潜水面，与河流水面一致。图中各透水层均部分含

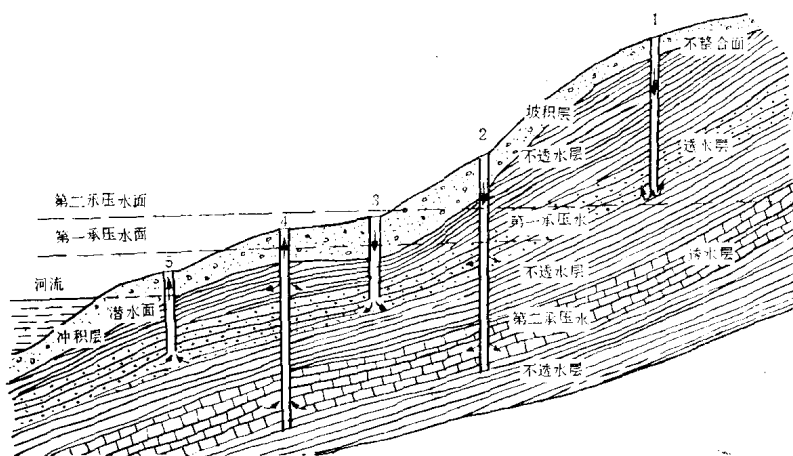


图 1—1 钻孔水文地质条件变化示意图

1—漏水孔(孔内无水位); 2—漏水孔(孔内静水位有变化); 3—漏水孔(终孔水位与第一承压水面同); 4—钻穿第一承压水层时为漏水孔, 钻穿第二承压水层时为涌水孔; 5—为第一承压水层的自喷孔

水,即有承压水,它的补给来源是通过透水层来自地表水等水源。其承压水面高低各不相同(图中有两层承压水)。通过钻孔,各承压水层间可以进行相互补给。

按照地下水分布,地势高低,钻孔布置及孔深等的不同,各钻孔所遇到的情况也有很大差别。孔1所处的地势较高,钻进坡积层时可能漏失或不漏失。钻到两层间不整合面时可能产生漏失。钻到第一透水层时,由于孔底是高于所有承压水面,因此可能产生漏失且孔内无水位。孔2由于孔口标高比承压水面高,钻进第一、二含水层时,仍属漏失孔。但是,孔内静水位是变化的,即钻进第一承压水层时,孔内水位与第一承压水相同;而钻进第二承压水层时,孔内水位升高,并取决于第二承压水层对第一承压水层的补给。孔3属于漏失孔,孔内静水位与第一承压水面同。孔4情况有些变化,当钻进第一承压水层时,由于孔口标高比承压水面高,仍属漏失孔;而钻进第二承压水层时,由于第二承压水面比孔口标高为高,因此产生涌水以及第二承压水层向第一承压水层补给地下水。孔5为涌水孔,虽然潜水面比孔口标高为低,但第一承压水面比孔口标高为高。综上所述,钻进不透水层时,毫无疑问是不会产生漏失或涌水的现象;而钻进含水层时,由于连通管的作用,孔内水位与岩层中水位有自然拉平的趋势,因而产生钻孔与地层间的水的交流,从而使钻孔产生漏失或涌水的可能性。但是当含水层裂隙或孔隙很小时,这种交流作用是较缓慢的。反之,当通道较大时,会产生较明显的漏失或涌水。冲洗液的性能(如泥浆粘度、比重)对漏失也产生很大的影响,见后述。

### 三、产生复杂情况的技术工艺因素

产生钻孔坍塌或漏失(涌水),除地质及水文地质条件外,与钻进的操作技术也有很大关系。如孔壁压力是否平衡,冲洗液的性能、冲洗液的上返速度、起下钻及开泵时的激动压力、钻进技术措施与操作等的影响。

### (一) 钻孔液柱压力与地层压力平衡的影响

钻孔内液柱压力与地层压力（水、油、气压力）间的平衡，是使钻孔产生漏失、涌水或井喷的关键。同时，这两者间的压力平衡也影响到孔壁稳定（此点见后述）。

一般情况，孔内液柱与地层间的压力平衡可用下式表示：

$$P_1 = P_2 \quad (1-1)$$

式中： $P_1$ ——孔内液柱压力，大气压；不漏失时，它又以下式表示：

$$P_1 = \frac{L \cdot \gamma}{10}$$

$L$ ——孔深，米；

$\gamma$ ——冲洗液比重；

$P_2$ ——地层压力，大气压；对地下水来说，是地层水压力，它等于静水位与孔口距离  $L_1$ ，除以 10 所得数值：

$$P_2 = \frac{L_1}{10}$$

当  $P_1 > P_2$  时，即产生漏失；而当  $P_1 < P_2$  时即产生涌水； $P_1 = P_2$  时不漏不涌。

但是在钻进过程中，情况就比较复杂。此时静平衡变为动平衡，还需考虑上返冲洗液流的压力损失及漏失时的水力阻力损失。因此，就由两种压力平衡变为四种压力间的平衡。即如下式表示：

$$P_1 + P_3 = P_2 + P_4 \quad (1-2)$$

式中： $P_3$ ——冲洗液在环状空间上返时的水力阻力（压头损失），大气压；

$P_4$ ——冲洗液漏失时，流过孔壁岩层漏失通道时的水力阻力（压头损失），大气压。

$P_1$  与  $P_2$  表示与上式 1—1 同。

能够产生漏失的条件是：

$$P_1 + P_3 > P_2$$

继续增大漏失的条件是：

$$P_1 + P_3 > P_2 + P_4 \quad (1-3)$$

对环状间隙  $\phi 91 \sim 150$  毫米的大口径岩心钻探来说,  $P_3$  值是不大的 (有时还不到 1 个大气压), 因此决定漏失或涌水的条件主要是  $P_1$  与  $P_2$  的差值大小。 $P_1$  与  $P_2$  的正差值愈大, 则漏失愈大; 其负差值愈大则涌水愈大。对小口径金刚石钻进, 由于环状间隙小 (往往只有 2~4 毫米)、环状空间的压头损失就很大, 往往是占整个泵压损失的  $1/2 \sim 2/3$ 。因此本来在停泵时不漏或微涌水的钻孔, 开泵循环后由于  $P_3$  较大, 使  $P_1 + P_3 > P_2$  值而产生漏失。此时漏失的大小则取决于  $P_4$  值。 $P_4$  值的大小取决于漏失通道的大小、漏失量的大小和冲洗液质量等条件。而漏失通道小时漏失阻力大, 一般都漏失很少。但当  $P_4$  很小时, 即使有很小的压差, 也足以使泵入孔内的全部冲洗液漏失。此时就必须采取增大  $P_4$  值的措施, 如采用注水泥或化学浆液胶结以堵塞岩石通道的方法或下入套管隔离等措施以增大  $P_4$  值。

## (二) 冲洗液性能的影响

冲洗液性能包括泥浆的比重、粘度、切力、失水量、滤液成分……等影响。比重影响孔内液柱压力, 它对控制漏失、涌水或井喷、孔壁稳定、泥浆粘度、切力和失水对无胶结的破碎松散岩层, 有一定的胶结作用, 小的裂隙也可用泥浆来堵塞, 加上失水后形成致密泥皮的作用, 均有利松散层的护壁与防漏。但是泥浆粘度、切力过大时对小口径金刚石钻进因环状间隙小所造成的压头损失和起下钻时的激动压力也增加很快。对水敏造浆地层来说, 泥浆失水及滤液成分对孔壁稳定有很大影响。此时要求泥浆失水量小, 滤液成分中含一定量的钙、镁离子或其他抑制水敏造浆的药物, 可以防止水敏层的膨胀坍塌及粘土质岩层的造浆。

## (三) 冲洗液的冲刷破坏作用

冲洗液在环状空间上返时, 如属层流 (流速较慢, 液流各层间彼此不相混合, 液流质点运动方向平行于孔壁), 对孔壁的破坏作用小。但属紊流 (流速较快, 液流各层间彼此相互穿插液流质点运动方向是紊乱的), 加上流速高动能大, 对孔壁的冲刷破坏作



用是很大的，特别是对松散松软岩层易造成钻孔超径或坍塌。

大口径石油钻井中冲洗液流在环状空间上返时，一般属层流态。 $\phi 91\sim 150$ 毫米大口径岩心钻探，也属层流态。而小口径金刚石钻进时，即使泵量在40~50升/分的情况下，环状空间液流的上返速度即达到1~1.5米/秒以上，多属紊流态。据有关资料介绍，当上返速度达1.5~2.5米/秒时，泥皮就难于形成，动失水量也增大。因此，其冲刷破坏作用是值得重视的。

#### （四）起下钻及开泵时的激动压力影响

这点对孔壁稳定性的影响也很大，特别是深孔、钻具与孔壁间隙小时以及泥包钻头时尤为显著。

钻具提升时，钻具像一根柱塞向上运动，使钻具下部造成负压，即产生抽吸作用，将地层水吸入孔内或造成坍塌。钻具下降时，像柱塞向下运动（特别是下钻速度快时），在钻具下部产生激动压力，造成冲洗液漏失甚至压裂地层。开泵时也产生激动压力，特别是泥浆粘度切力较大时更明显。

当钻具直径与孔径的差值较小时（特别是小口径金刚石钻进）上述现象是特别明显的。同时，提升钻具后，如不及时向孔口补充泥浆，则由于孔内液面降低过多，也会引起钻孔的坍塌。

#### （五）钻进措施和操作的影响

弯曲的钻具，或钻具在弯曲的孔内回转，转速越高，离心力越大，钻具对孔壁的敲打作用越剧烈，使不稳定的地层产生坍塌。在软层中还可形成沟槽产生卡钻等事故。

### 四、孔壁稳定问题

钻孔孔壁稳定问题是研究孔眼钻开以后，孔壁岩石的稳定性问题。也可从地质因素和钻进工艺技术因素两方面来进行分析，这个问题有待进一步研究。以下介绍一些基本概念，其中一些计算公式，只作为定性参考之用。

#### （一）地质因素

包括岩石压力、地层压力和岩性等影响。