

小秦岭地区深部钻探钻孔结构设计

陈风云¹, 王虎², 谷天本²

(1. 河南省地质矿产勘查开发局第二水文地质工程地质队, 河南 郑州 450053; 2. 河南省地质矿产勘查开发局第三地质探矿队, 河南 洛阳 471023)

摘要:介绍了钻孔结构设计的依据和原则, 目前国内最深的岩心钻探钻孔结构和基于新的岩心钻探规程下专家建议的深孔钻孔结构。据此提出了小秦岭地区深部钻探钻孔结构的设计, 建议深孔钻探必须加大开孔口径, 留足用套管隔离深部复杂地层的空间。

关键词:深部钻探; 钻孔结构; 小秦岭地区

中图分类号: P634.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2011)07-0044-03

Design of Borehole Structure of Deep Drilling in Xiaolinling Region/ CHEN Feng-yun¹, WANG Hu², GU Tian-ben²
(1. No. 2 Hydrogeology and Engineering Geology Team, Henan Provincial Bureau of Geo-exploration and Mineral Development, Zhengzhou Henan, China; 2. No. 3 Geological Prospecting Team, Henan Provincial Bureau of Geo-exploration and Mineral Development, Luoyang Henan, China)

Abstract: The paper introduced the basis and the principle of borehole structure design, the deepest borehole structure of core drilling in China and the deep borehole structure suggested by the experts according to the new core drilling rules. Hereby, the design of borehole structure for deep drilling in Xiaolinling region was put forward; the initial diameter should be enlarged to provide enough space for casing to isolate deep complex formations.

Key words: deep drilling; borehole structure; Xiaolinling region

0 引言

钻孔结构设计是钻探施工设计中的关键环节, 深部钻探钻孔结构设计更为重要, 合理的钻孔结构可为处理深部复杂地层留下更换小一级钻具的空间, 减少偏斜或报废钻探进尺。随着攻深找盲地质工作的开展, 孔深 > 1000 m 的钻孔越来越多, 施工中由于钻孔结构设计不合理, 造成的钻探进尺报废也越来越多, 需要钻探技术人员总结经验, 设计合理的钻孔结构, 以提高钻探效率。

小秦岭地区是我国的重要成矿带, 笔者单位多年来一直在小秦岭地区从事岩心钻探施工, 对小秦岭地区地层复杂程度比较了解, 因此, 笔者总结在该地区钻孔结构设计的经验, 以指导在该地区的钻探施工。

1 钻孔结构设计

钻孔结构是指钻孔由开孔至终孔, 孔深剖面中各孔段的深度和口径变化情况。一般来说, 地层越复杂, 孔越深, 钻孔换径次数越多, 钻孔结构越复杂。

1.1 钻孔结构设计依据^[1]

(1) 所钻岩石的物理、力学性质, 特别是岩石的硬度、稳定性和水敏性;

(2) 钻孔设计深度和倾角;

(3) 钻进方法, 钻探设备的技术参数和入孔测量仪器的外径;

(4) 与钻孔目的有关的终孔直径。

1.2 钻孔结构设计原则

钻孔结构设计通常备用一级口径(特别是在新矿区对地层情况不甚了解的情况下), 出现孔内复杂情况时可以补下一层套管, 以保证终孔直径满足设计要求。为了降低生产成本, 应尽量简化钻孔结构, 少下或不下套管。但是下列情况必须下套管:

(1) 泥浆护壁仍不稳定的地层;

(2) 隔离涌水层和漏水层;

(3) 处理孔内事故, 上部地层坍塌掉块、缩径等情况。

深孔钻孔结构设计必须考虑增大钻杆环状间隙以降低泵压, 增大泥浆粘度护壁等问题。

2 国内深孔(2000 m 左右)钻孔结构

2.1 典型深孔钻孔结构

由于受到地质管材规格限制, 国内目前大多数深孔钻孔结构如表 1 所示。

收稿日期: 2011-01-05

作者简介: 陈风云(1962-), 女(汉族), 河南洛阳人, 河南省地质矿产勘查开发局第二水文地质工程地质队工程师, 探矿工程专业, 从事地质岩心钻探、工勘施工技术工作, 河南省郑州市南阳路 56 号地矿大厦 411 室, dzdfyf@163.com。

表 1 目前国内典型的深孔钻孔结构 /mm

地层	开孔口径 / 孔口管	孔径/套管			终孔口径	备用口径
		第一层	第二层	第三层		
简单	110/108	91/89	-	-	75	60
复杂	150/146	130/127	110/108	91/89	75	60

这种钻孔结构的缺点是钻杆环状间隙小,深孔钻进时泵压高,不利于深孔复杂地层(泥浆粘度大)钻进。

2.2 目前国内最深的岩心钻探钻孔结构

目前国内最深的岩心钻探孔为安徽 313 地质队施工的 ZK1725 孔,孔深为 2706.68 m,该钻孔所遇岩层段岩石胶结性差,非常破碎,钻孔坍塌、漏水、涌水极为严重,入孔 4 级套管,其钻孔结构如图 1 所示。

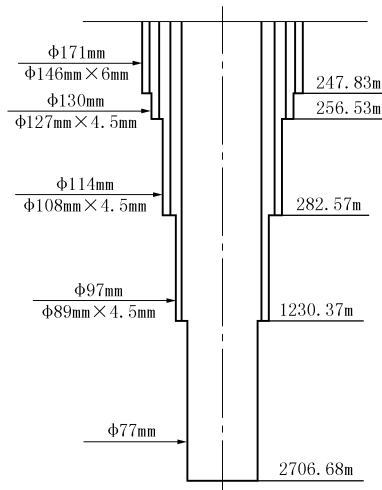


图 1 安徽 313 地质队 ZK1725 钻孔结构图^[2]

2.3 根据岩心钻探新规程建议的深孔钻孔结构

新颁布的《地质岩心钻探规程》(DD 2010-01)与国际通用标准接轨,口径级差合理。新规程主要起草人王达教授在建议的钻孔口径基础上,考虑到环状间隙大、利于深孔钻进的因素,提出了建议的钻孔结构如表 2^[3]。

表 2 基于新规程建议的钻孔结构 /mm

地层	开孔口径 / 孔口管	孔径/套管		终孔口径	备用套管 / 备用口径
		第一层	第二层		
简单	122/114	96/91	-	76	73/60
复杂	150/140	122/114	96/91	76	73/60

3 小秦岭地区深部钻探钻孔结构设计

小秦岭地区地层结构复杂,属于火山岩地层,钻进中坍塌、掉块、漏失、缩径等岩心钻探技术难题经常遇到,必须合理设计钻孔结构,留足套管隔离复杂地层的口径。

3.1 多年来小秦岭地区所采用的钻孔结构

2005 年以前,小秦岭地区勘探孔深在 500 m 左右(终孔直径 > 75 mm),现在,随着攻深找盲的开展,钻探孔深已达 1000 m 左右,然而,许多机台仍然沿用浅孔钻探的钻孔结构(如图 2)。

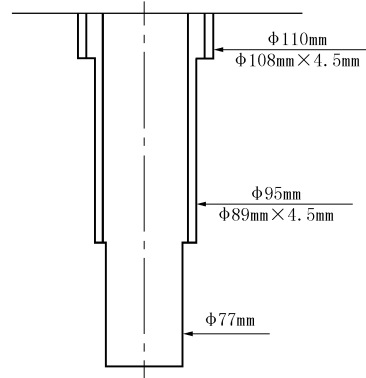


图 2 小秦岭地区浅孔钻孔结构

小秦岭地区浅孔钻探一般以 $\varnothing 110$ mm 开孔,钻穿覆盖层后直接换 $\varnothing 77$ mm 钻进,当遇到复杂地层需下套管隔离时,扩孔至 $\varnothing 95$ mm,下入 $\varnothing 89$ mm 套管,然后换回 $\varnothing 77$ mm 口径钻至终孔。这种钻孔结构对于浅孔比较合理,也属于超前裸眼钻进方案^[4],比较容易钻至设计孔深。对于深孔(1000 m 左右),这种钻孔结构存在很大弊端。深部地层复杂程度由于不可预见,深部遇到复杂地层需要下套管隔离时,终孔口径将不能满足最小钻孔直径要求($\varnothing 75$ mm)。因此,设计孔深结构时必须留足套管隔离空间。

3.2 小秦岭地区深孔钻孔结构设计

该地区钻孔终孔口径一般大于 75 mm,建议采用超前裸眼技术方案,留一级备用口径,以 $\varnothing 150$ mm 口径开孔,钻穿覆盖层后下入 $\varnothing 139.7$ mm 套管,然后以 $\varnothing 122$ mm 口径钻至 600 ~ 800 m,下入 $\varnothing 114$ mm 套管,再以 $\varnothing 77$ mm 口径进行绳索取心钻进,当遇到深部复杂地层泥浆无法控制时,可以扩孔下入 $\varnothing 89$ mm 套管(技术套管)隔离复杂地层,然后换回 $\varnothing 77$ mm 口径继续钻进。建议该地区深孔钻孔结构如图 3 所示。

4 应用效果

2009 年我们在小秦岭地区施工孔深 > 1000 m 的钻孔 4 个,因为地层复杂,全部采用增大开孔直径、超前裸眼钻进的方法,均顺利利用套管隔离了复杂地层,保证了钻探顺利实施。

灵宝市大湖矿区 ZK402 孔,设计孔深 1200 m,采用 $\varnothing 150$ mm 开孔,钻穿覆盖层(80 m)下入 $\varnothing 139.7$ mm 套管,然后以 $\varnothing 122$ mm 普通双管钻至 595 m 穿过上部破碎地层,下入 $\varnothing 114$ mm 套管 595

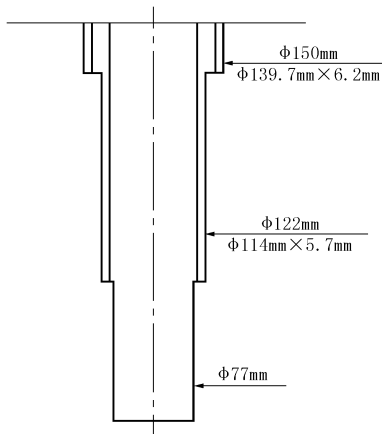


图3 小秦岭地区深孔钻孔结构

m 隔离上部破碎地层,再以 $\text{Ø}77$ mm 绳索取心钻具钻进,在 768 ~ 771.5 m 遇到缩径坍塌地层,以 $\text{Ø}95$ mm 钻具扩孔钻进至 771.5 m,下入 $\text{Ø}89$ mm 套管(技术套管)6 m 隔离缩径坍塌地层,然后换回 $\text{Ø}77$ mm 绳索取心钻进直至终孔。

5 结论

(1)深孔钻孔结构设计关系到钻探的成败,新

(上接第 39 页)

并适当调整扩孔器的摆放数量和结构,避免或减少了扫孔和提下钻次数,提高了钻探效率,降低了施工成本。

(4)针对不同地层特点,采取不同的探矿施工工艺和合理的钻进技术参数,对保证岩心采取率和控制钻孔弯曲度是关键所在,尤其对于软硬互层、漏失地层等,必须适当减压钻进,并适当降低转速、加大泵量;对于坚硬“打滑”地层,应适当加大钻压,降低转速,减小泵量。因此,选择合理的钻进参数是保证地质钻探施工质量的前提。

(上接第 43 页)

行交叉作业,减少设备维修、保养等辅助作业时间,提高钻井效率。

(9)通过引进、消化、推广应用新技术,实施快速钻井、快速测井、快速完井等综合配套工艺技术,实现“优快钻井”目标。

参考文献:

- [1] 杨成超. 陕北地区小位移深造斜点定向井施工技术探讨. 西部探矿工程, 2006, (5).
- [2] 许庭云, 熊大富. 华北分公司镇泾油田钻井防漏堵漏技术探讨

的矿区应深入了解地层构造,合理设计钻孔结构,才能保证钻遇复杂地层时适时下入套管隔离复杂地层,保证钻探顺利进行。

(2)深孔钻探开孔孔径应加大,开孔孔径加大会降低上部钻探效率,但是,孔径加大为深部钻探处理复杂地层留下了扩孔下套管的空间,能保证深部钻探顺利进行。

参考文献:

- [1] 鄢泰宁. 岩土钻掘工程学[M]. 湖北武汉:中国地质大学出版社, 2001.
- [2] 朱恒银. 2706 m 试验孔施工关键装备与技术[A]. 特深孔设备配套与施工技术研讨会及第二届全国地质勘探技术研讨会[C]. 安徽六安, 2010.
- [3] 王达. 深孔岩心钻探的技术关键[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2009, 36(S1).
- [4] 王达, 张伟, 张晓西, 等. 中国大陆科学钻探工程科钻—井钻探工程技术[M]. 北京:科学出版社, 2007.
- [5] 陈风云, 谷天本. 西平铁矿深孔绳索取心钻探技术应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2010, 37(6).
- [6] 孙德学, 陈伟, 张元清, 等. 沉积岩松软地层深孔绳索取心钻探技术实践[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2010, 37(1).

参考文献:

- [1] 孙丙伦, 陈师逊, 陶士先. 复杂地层深孔钻探泥浆护壁技术探讨和实践[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2008, 35(5): 13 - 16.
- [2] 石立明. 复杂地层岩心钻探综合治理技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2008, 35(2): 12 - 14.
- [3] 张元清, 宋健. 长白矿区复杂地层多金属矿深孔施工技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2010, 37(12): 13 - 16.
- [4] 胡成涛, 郑门关, 周红心, 等. 湖北磷矿复杂地层深孔钻探施工工艺[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2010, 37(11): 19 - 21.
- [5] 曾石友. 嵩县多金属矿区复杂地层岩心钻探施工综合技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2010, 37(11): 16 - 18.
- [6] 张春波, 等. 绳索取心金刚石钻进技术[M]. 北京:地质出版社, 1985.

[J]. 内蒙古石油化工, 2009, (8).

- [3] 褚树攀, 魏红利, 苗克顺. 水基无粘土低固相钻井液在镇泾工区的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2010, 37(7): 25 - 27, 36.
- [4] 俞宪生. 鄂尔多斯盆地镇泾工区钻井堵漏技术措施[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2009, 36(6): 19 - 20, 23.
- [5] 李文明, 陈绍云, 刘永贵. 优快钻井配套技术在希 50 - 54 井应用实践[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2010, 37(6): 04 - 06, 12.

注: 本文撰写过程中还参考了《长庆地区井下事故与复杂的预防》(张连水. 长庆钻井工程总公司技术交流材料汇编)和《定向井二开“一趟钻”钻完井技术研究》(姚战利, 袁立志. 长庆钻井工程总公司技术交流材料汇编)。