

提高复杂地层取心质量的新型钻具

卢春华¹, 鄢泰宁¹, H. 叶戈罗夫²

(1. 中国地质大学工程学院, 武汉 430074; 2. 俄罗斯自然资源部地质研究所, 图拉 300026)

摘要 地质勘探钻进的主要任务是可靠准确地获取有代表性的地层岩芯样品, 然而, 在复杂地层中, 现有的钻探方法很难获得有代表性的高质量岩芯样品。本文介绍了一种双管强制取芯新型钻具, 论述了其工作机理, 对其关键机构的设计进行了分析探讨, 并归纳出新型钻具的主要技术特征, 生产试验表明, 该新型钻具能够显著提高复杂地层的取芯质量, 应用前景广泛。

关键词 岩芯样品 双管强制取芯钻具 工作机理 取芯质量

中图分类号 P634.5 **文献标识码** A **文章编号** 0495-5331(2009)02-0112-03

Lu Chun-hua, Yan Tai-ning, Egorov. New drilling tools for improving core recovery in complex strata [J]. *Geology and Exploration*, 2009, 45(2): 112-114

1 问题的提出

岩芯样品是评价矿产资源储量、地质构造等最直观、准确的资料, 采用合理的钻探技术和工具准确获取有代表性的岩芯样品意义重大。对于坚硬完整的岩矿层, 要获取质量满足要求的岩芯样品并不难, 然而对于节理发育、松软、破碎、怕冲毁、怕溶蚀、怕污染的复杂地层, 要想获得有代表性的岩芯样品则十分困难, 甚至有些复杂地层根本无法取上岩芯。论文针对提高复杂地层取芯质量的新型钻具展开研究。

2 双管强制取芯钻具的工作机理

双管强制取芯钻具的结构如图 1 所示, 主要包括上接头 1、带倒刺的衬套 2、销阀 3、连杆 4、滑阀 5、出水口 6、外接头 7、钢球 8、水口 9、溢流管 10、岩屑收集器 11、滤管 12、内岩芯管 13、爪簧 14 和爪簧座 15、钻头 16 部件。

双管强制取芯钻具按如下方式工作:

正常钻进时, 销阀 3 留在地表不投入取芯钻具内。冲洗液经过衬套 2 的中心通道后进入取芯钻具内外管之间的环状间隙, 直达孔底, 冲洗液的流向如图 1 中箭头所示, 冲洗液到达孔底后分为两部分, 一部分沿钻具内腔上升, 另一部分沿钻具外管与孔壁之间的环状间隙上升。沿钻具内腔上升的液流携带

部分岩屑经滤管 12 后较大颗粒的岩屑留在岩芯管内, 含有小颗粒岩屑的冲洗液继续上升, 顶开钢球 8, 经水口 9 进入岩屑收集器 11, 在离心力作用下小颗粒的岩屑样品沉积在岩屑收集器 11 内, 较为干净的冲洗液经溢流管 10 继续上升, 最终从出水口 6 进入钻具与孔壁之间的环状间隙完成循环。

进尺结束后要提钻取芯时, 先停泵, 把销阀 3 通过水笼头投入钻具内, 再短暂开泵后关泵。销阀 3 投入后沿钻杆内腔直达取芯钻具并堵死取芯钻具中心水路, 开泵后, 取芯钻具内管总成在水压作用下相对钻具外管整体向下位移, 爪簧 14 与带内锥度的爪簧座 15 收紧卡死岩芯, 同时滑阀 5 与外接头 7 的出水口错开, 内管基本处在封闭状态, 可以很好地保护收集的岩屑和岩芯。

3 关键机构设计分析

3.1 爪簧卡取岩芯机构

卡取岩芯机构主要由爪簧和爪簧座组成, 如图 2 所示。爪簧的设计: 在一个薄壁圆筒上均匀地加工 10 条长 30mm, 宽 0.3mm~0.8mm 的垂直缝隙, 圆筒被 10 条缝隙分隔成 10 个爪子, 每隔一个爪子上安装半球形的铆钉。爪簧座的设计: 圆筒内部带一内锥面。卡取岩芯时, 如前所述, 在水压力的作用下, 爪簧相对爪簧座位移, 铆钉 3 与爪簧座的内锥面

[收稿日期] 2008-07-07; [修订日期] 2009-02-07。[责任编辑] 王梅。

[基金项目] 中国地质大学(武汉)优秀青年教师资助计划项目(编号: CUGQNL0819)资助。

[第一作者简介] 卢春华(1976年—), 男, 2007年毕业于中国地质大学, 获博士学位, 讲师, 现主要从事钻探工艺与机具的研究与教学工作。

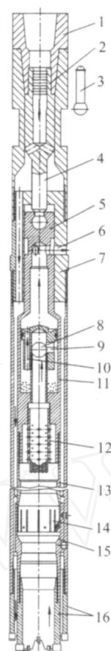


图 1 强制取芯钻具结构图

Fig 1 Structure chart of enforced coring tools

- 1—上接头;2—带倒刺的衬套;3—销阀;4—连杆;5—滑阀;6—出水口;7—外接头;8—钢球;9—水口;10—溢流管;11—岩屑收集器;12—滤管;13—内岩芯管;14—爪簧;15—爪簧座;16—钻头
- 1—top connection; 2—bush; 3—pin valve; 4—connecting bar; 5—slide valve; 6—water outlet; 7—exterior joint; 8—friction ball; 9—water gap; 10—overflow paper; 11—rock chip collector; 12—filter; 13—core barrel; 14—pawl spring; 15—abutment; 16—bit

5 配合,迫使爪子收紧,安装铆钉的 5 个爪子形成内圈,没有安装铆钉的 5 个爪子形成外圈,牢固地卡住岩芯,当岩芯比较破碎时,爪子可以并拢,同样能够可靠地取上岩芯。

3.2 销阀与衬套配合机构

销阀与衬套配合机构如图 3 所示。销阀 3 的前部是球状结构,其尾部用紧固螺钉 1 压住一薄铜片 2,衬

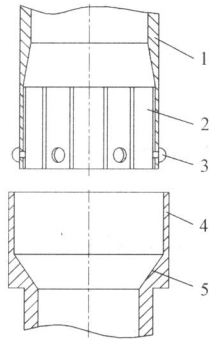


图 2 爪簧卡取岩芯机构

Fig 2 Mechanism of pawl spring core grouting

- 1—爪簧;2—爪子;3—铆钉;4—爪簧;5—锥面

- 1—pawl spring; 2—claw; 3—rivet; abutment; 5—conoid

套 4 内部带有倒刺状结构。由强制取芯钻具的工作机理可知,爪簧卡紧岩芯的握固力与钻具内管总成所受的竖向压力密切相关。如果能够保持这个竖向水压力,则起钻过程中爪簧能够始终紧紧卡住岩芯,岩芯不会脱落。销阀衬套配合机构正是为此目的而设计的。

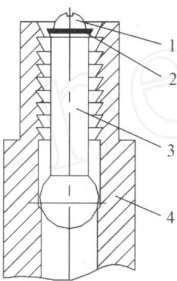


图 3 销阀与衬套配合机构

Fig 3 Fit mechanism of pin valve and bush

- 1—紧固螺钉;2—薄铜片;3—销阀;4—衬套。
- 1—trip bolt; 2—sheet copper; 3—pin valve; 4—bush

销阀投入钻具后与衬套配合,销阀前部的球状结构堵住水路形成水压,而销阀尾部的薄铜片则与衬套的倒刺结构配合,使得销阀即使在起钻过程中钻具发生振动也不会相对衬套向上位移,这样其前部的球状结构就能始终牢固地堵住水路形成水压,显然这种设计机构远远优于传统常规设计的球阀。

3.3 岩粉收集装置

含有细颗粒岩屑的冲洗液顶开图 1 的钢球 8 后,经水口 9 射向岩屑收集器的内壁形成旋涡流,岩粉在离心力的作用下沉淀在岩屑收集箱内,较干净的泥浆从溢流管 10 流出。

4 主要技术特征

- 1) 设计的强制性卡芯机构能够可靠卡取完整和破碎的岩芯,保证很高的岩芯采取率;
- 2) 岩芯管内的上升液流不仅可以避免冲刷岩芯,还能使小块岩芯处于浮动状态,从而降低岩芯自卡的可能性,并避免岩芯的重复破碎,使岩芯采取率明显提高;
- 3) 在上升流体通道上安装了过滤器,以阻止大于指定尺寸(例如 3mm)的岩屑被冲走,同时在过滤器上方安装了岩粉收集器,保证有效地采集和贮存孔底细小岩粉(尺寸 $\geq 0.1\text{mm}$),与地表收集的岩粉相比,更具代表性。

5 生产试验效果

在某含水石膏矿区,34 个回次的平均采取率 98.1%,而其它方法不足 52.3%;在某金刚石矿区,该强制取芯钻具取出了 90%~96.5%有代表性的

岩芯,其它方法没取上岩芯;在某钾盐矿区不仅取出了 93%~98.2%未侵蚀的岩芯,还从夹层中取出了碎屑状的岩石,这是其它方法不曾取到的样品。这些例子说明该双管强制取芯钻具能够在各种复杂地层可靠取出有代表性的岩芯和岩屑,可正确地评价矿区的地质构造,图 4 为双管强制取芯钻具与传统取芯钻具的岩芯采取率对比。

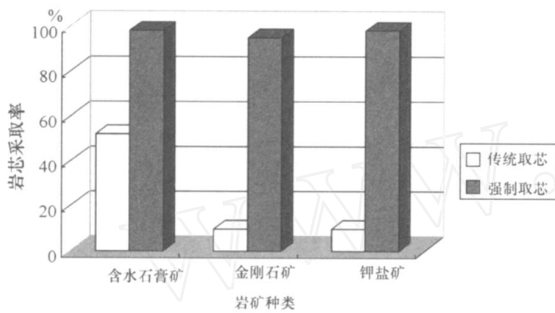


图 5 双管强制取芯钻具与传统取芯钻具的岩芯采取率对比

Fig 5 Coring rate contrast between double barreled enforced coring tools and traditional coring tools

6 结论

强制性双管取芯新型钻具能够准确可靠获取有代表性的岩芯,同时还能够在孔底收集对应孔段的岩屑作为补充分析资料,显著提高岩芯采取质量,生产试验表明,该新型取芯钻具取芯效果良好,应用前景广泛。

[参考文献]

- [1] 李世忠. 钻探工艺学 [M]. 北京:地质出版社, 1990.
Li Shi-zhong. Drilling technology [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1990.
- [2] 吴银柱, 杨国春. 大直径硬岩环状取芯钻具的试验研究 [J]. 地质与勘探, 2006, 11(6): 90~93.
Wu Yin-zhu, Yan Guo-chun. Research on experiment of drilling tools of large diameter hard rock annular coring [J]. Geology and Prospecting, 2006, 11(6): 90~93.
- [3] 杨树林, 苏涛, 许树谦. 破碎地层取芯工具的研制与应用 [J].

新疆石油科技, 2003, 13(4): 1~4.

Yang Shu-lin, Shu Tao, Xu Shu-qian. Develop and application of coring tools used in broken formation [J]. Xinjinag Petroleum Sciences and technology, 2003, 13(4): 1~4.

- [4] 杨玉坤, 成伟. 我国松软地层取芯技术浅谈 [J]. 石油机械, 2003, 31: 107~109.
Yang Yu-kun, Chen Wei. Simple discuss on coring technology of quick ground in China [J]. Petroleum Machinery, 2003, 31: 107~109.
- [5] 李伟成, 成晓彬, 陈立. 提高碳酸盐岩破碎地层取收获率技术 [J]. 钻采工艺, 2007, 30(2): 37~38.
Li Wei-chen, Chen Xiao-bin, Chen Li. Coring technology of improve core recovery in the fractured carbonate formation [J]. Drilling and Production Technology, 2007, 30(2): 37~38.
- [6] 贾中芳. 松散砂岩地层的取芯技术 [J]. 地质与勘探, 1994, (06): 75~76.
Jia Zhong-fang. Coring technology in loosening sandstone formation [J]. Geology and Prospecting, 1994(6): 75~76.
- [7] 杨玉坤, 成伟. 国外松软地层取芯技术浅谈 [J]. 石油机械, 2002, 30(10): 65~67.
Yang Yu-kun, Chen Wei. Simple discuss on coring technology of quick ground abroad [J]. Petroleum Machinery, 2002, 30(10): 65~67.
- [8] 谢绍军. 钻井取芯出芯装置研制 [J]. 石油天然气学报, 2008, 30(1): 269~270.
Xie Shao-jun. Develop on drilling coring equipment [J]. Petroleum and Natural Gas Journal, 2008, 30(1): 269~270.
- [9] 张永勤. 我国地质找矿取芯 (样) 钻探设备现状及提高效能的分析研究 [J]. 探矿工程, 2006, (8): 45~50.
Zhang Yong-qin. The present status of geological mineral exploration coring (sampling) drilling equipment in China and analysis research of increasing the drilling efficiency [J]. Drilling and Exploring Engineering, 2006(8): 45~50.
- [10] 张金来, 潘广灿. 舞阳铁矿复杂地层钻进技术 [J]. 探矿工程, 2008, (4): 26~28.
Zhang Jin-lai, Pan Guang-can. Drilling technology of bad ground in WUYANG iron ore field [J]. Drilling and Exploring Engineering, 2008(4): 26~28.
- [11] 石立明. 复杂地层岩芯钻探综合治理技术 [J]. 探矿工程, 2008, (2): 12~14.
Shi Li-ming. Comprehensive control technology of core drilling in bad ground [J]. Drilling and Exploring Engineering, 2008(2): 12~14.

New Drilling Tools for Improving Core Recovery in Complex Strata

LU Chun hua¹, YAN Tai ning¹, Egorov²

(1. Engineering Faculty, China University of Geosciences, Wuhan Hubei 430074, China;

2. Russia Science Research Institute of Geology, Tula, 300026, Russia)

Abstract: The main task of geological exploration drilling is to obtain representative core samples reliably and accurately, however, it is very difficult to get high quality core samples with conventional drilling techniques in complex strata. A kind of new double barreled forced coring tools is introduced here, its working principle is discussed and its key mechanisms is analyzed, the main technical characteristics of the new coring tools are summarized. Drilling tests indicate that the new coring tools can obviously increase the coring quality and core recovery in complex strata, it has a broad application prospects.

Key words: core sample, double barreled forced coring tools, working principle, coring quality