

浅谈地测钻探测斜成像

苏振明, 彭坤, 程艳涛

河南省商丘市永城市河南神火煤电股份有限公司新庄煤矿, 河南 商丘 476600

摘要 : 煤炭矿山测量贯穿于矿山建设和生产的全过程, 是矿山安全生产中的十分重要的基础性工作。经过我国煤矿地质工作者数十年的不懈奋斗, 构建了一套针对我国煤田地质特征的勘探技术体系。该体系依托精确的地质填图、高效的遥感监测、精准的钻探技术、先进的物探方法和细致的样品测试等多元化技术手段, 紧密结合我国煤田的特定环境条件, 以最大化信息获取为目标, 形成了一套综合性的煤矿勘探技术策略。这一策略不仅体现了对地质条件的深刻理解, 也展现了我国煤矿地质勘探技术的专业水准和创新能力。为避免在煤炭开采作业中意外穿透既有的采空区、含水层、溶洞或侵入邻近巷道, 引发潜在的安全事故, 必须采取严格的技术措施和管理手段, 确保开采活动的安全性和稳定性。这一过程要求高度的专业性, 以确保对地质结构的精准识别与控制, 防止因地质风险导致的安全生产事故。

关键词 : 矿山测量; 矿山安全生产; 地质; 钻探; 测斜; 成像

Shallow Talk on Dip Measurement and Imaging in Geological Survey and Drilling

Su Zhenming, Peng Kun, Cheng Yantao

Henan Shenhuo Coal and Electricity Co., Ltd. Xinzhuang Coal Mine, Yongcheng City, Shangqiu City, Henan Province, Shangqiu, Henan 476600

Abstract : Coal mine surveying runs through the entire process of mine construction and production, and it is a very important basic work in mine safety production. After decades of unremitting efforts by Chinese coal mine geologists, a set of exploration technology system has been established according to the geological characteristics of China's coalfields. Relying on diversified technical means such as precise geological mapping, efficient remote sensing monitoring, precise drilling technology, advanced geophysical exploration methods, and meticulous sample testing, and closely combining with the specific environmental conditions of China's coalfields, this system aims to maximize information acquisition, forming a comprehensive coal mine exploration technology strategy. This strategy not only reflects a deep understanding of geological conditions, but also demonstrates the professional level and innovation ability of China's coal mine geological exploration technology. To avoid accidentally penetrating existing goafs, aquifers, caves, or invading adjacent tunnels during coal mining operations, which may cause potential safety accidents, strict technical measures and management methods must be taken to ensure the safety and stability of mining activities. This process requires a high degree of professionalism to ensure accurate identification and control of geological structures, preventing safety production accidents caused by geological risks.

Keywords : mine surveying; mine safety production; geology; drilling; dip measurement; imaging

引言

矿山测量旨在解决矿地质勘探、建设及采矿过程中, 从矿体至围岩、从地下至地面的各类静态与动态几何问题, 为矿山工程提供精确的空间数据和技术支持。该领域涉及对矿山空间结构的精确测定与分析, 确保矿产资源开发的安全、高效与精准。它是由测绘, 采矿地质等学科交叉而成的边缘性学科; 矿山测量是矿业开发, 矿山生产中一项重要的基础工作, 指导采矿安全生产各项工程工作正确进行。矿山测量工作有很多, 其中钻探、物探工作是矿山测量环节矿山开采钻探工作中一项极其重要的测量工作, 也是关乎安全与效率的关键环节。通过精准的测量, 不仅能够保证钻探作业的安全进行, 更能有效提高工作效率, 为作业人员提供一个安全的作业环境, 从而避免各类钻孔事故的发生。在钻探作业中, 煤矿测斜钻孔的重要性不容忽视。为了确保钻探作业的安全与高效, 必须对斜度进行准确的测量和定位。

一、地质勘探中钻探技术的应用与发展挑战

(一) 岩心钻探技术

钻探技术已经为资源勘探工作做出了较大贡献，在已经发现的矿种中有 171 个都使用了此类技术，在储量被探明的 150 个矿种中也有该技术的应用^[1]。就是提取地下深处矿体的信息数据，将其作为后期工程施工的参考依据。岩心钻探技术所适用的范围较广，很少受现场环境制约，即便在地质复杂情况下，岩心钻探大都可以获取地下深处的各种信息数据。在工作中，技术人员一般是靠其在地下深处获取的岩石或者是石粉取样来判断出地质地貌，从而分析准确的情况。

(二) 浅钻技术

浅钻和浅井较为相似，在实际的地质钻探中，如果使用的是钻井技术适用于勘察较浅的岩层或煤层，如果勘察的矿井范围比较浅，那么同样可以用这种技术来进行^[2]。浅钻技术与岩心钻探相比，其地质钻孔深度较浅，操作过程中所使用的设备更为轻便，易于移动，且成本较低，能够迅速获取矿体数据信息。浅钻技术方法多样且具有一定的复杂性，其对地质勘察的主要要求为岩石层的硬度不宜过高。在实际作业中，必须依据具体的技术要求和操作方案进行精确执行。

(三) 地下钻探技术

地下钻探技术就是应用于水平巷道中，也被叫作坑内钻。在实际的钻探操作中，其应用的原理太过复杂，并且很难被理解，使用的成本也很高。目前地下钻技术很少被拿来广泛应用，其中在较小的范围内使用^[3]。但是如果是在矿床和地质环境都复杂的矿井之内，地下钻技术就可以被使用起来，其能够准确地获得地质勘察需要的数据信息，高效完成工作，占有很大优势。

(四) 钻孔技术存在的问题

钻探技术是地质勘探不可或缺的关键手段，它能够精确地将地下深层的测量样品提取至地表，供技术人员进行地质分析判断。随着科技进步，科研人员的研究与开发推动了钻孔施工技术传统取样方法的替代，不断提升钻探技术和设备的完善与革新。这一进程不仅是技术发展的必然结果，也是社会进步的客观需求。鉴于我国地质条件的复杂性，采用更先进的钻探设备与技术进行地质勘察的工作已提上议事日程，成为当前地质工作的重要发展方向。

二、钻孔技术的应用分析

在实际的地质勘察钻探过程中，专业的设备是必不可少的，而钻孔就是利用相关的设备向地下深处钻出小直径范围的圆孔，钻出圆孔深度和直径是由钻孔的设备和地质情况所决定的^[4]。地质勘察中，钻孔技术的核心目的是使勘察人员能够有效获取地下深层的地质资料。通过分析提取的岩心或岩煤粉样本，工作人员能够准确判断地质状况，这一过程对于确保开采计划的顺利实施至关重要。

三、钻孔设备仪器的应用

我们就以钻探测斜仪器为例说说，测斜仪是一种滑坡深部位移变形监测以及滑坡稳定性监测的重要仪器。随着研究人员的努力，新一代高精度、高效率、操作人性化、自动化程度高、性能更为优良的测斜仪具有十分重要的现实意义。测斜仪最高能达到的精度是多少？通常在空间环境条件下传感器的精度是有限的线性规范。倾斜角度范围的测量度是理想的线性输出。高度敏感的电子测斜仪传感器级的分辨率，可能最小精度会限于 0.01° ^[5]。然而，测斜仪传感器的真值或绝对精度（误差总和），是一个对初始传感器零点误差和灵敏度、传感器线性度、滞后、可重复性和零的温度漂移、敏感度的组合（根据传感器和情况的不同倾斜计精度通常范围是 $0.01^\circ \pm 2^\circ$ ）。

一种矿用钻孔测量仪探头出现：由成像短节、轨迹短节、伽马短节和连接短节组成，其特征在于：所述成像短节、轨迹短节和伽马短节和连接短节通过螺纹连接，连接处设置有密封用 O 形圈，连接的同时通过航空插头和航空插座实现电熔连接。

(一) 技术方案

由成像短节、轨迹短节、伽马短节和连接短节组成，所述成像短节、轨迹短节和伽马短节和连接短节通过螺纹连接，连接处设置有密封用 O 形圈，连接的同时通过航空插头和航空插座实现电熔连接^[6]。

所述成像端架由灯罩、闪光灯、摄像头、成像骨架、成像保护筒、成像电路板、母接头和航空插头组成，摄像头、闪光灯和灯罩装在摄像骨架前端内孔里，闪光灯和灯罩装在摄像头的外圈，灯罩装在闪光灯的前面，保护闪光灯，成像骨架通过螺纹与成像保护筒连接，连接处以及成像骨架另一端均装有 O 形圈，成像保护筒的另一端通过螺纹与母接头连接，连接处装有 O 形圈，母接头的内孔通过螺纹装有航空插头，摄像电路板安装在摄像骨架的凹槽内，摄像电路板分别通过导线与闪光灯、摄像头和航空插头实现电连接。

所述轨迹插件由航空插座、轨迹骨架、轨迹电路板、轨迹保护筒、母接头和航空插座组成，所述航空插头通过螺纹与轨迹骨架一端内孔连接，轨迹骨架通过螺纹与轨迹保护筒连接，连接处以及轨迹骨架另一端均装有 O 形圈，轨迹保护筒的另一端通过螺纹与母接头连接，连接处装有 O 形圈，母接头的内孔通过螺纹装有航空插头，轨迹骨架上设置有轨迹电路板，所述轨迹电路板上包括电熔连接的轨迹测量传感器、微处理器、稳压电源，轨迹电路板分别通过导线与航空插座和航空插头实现电连接^[7]；所述伽马插件由航空插座、伽马骨架、晶体、光电倍增管、伽马电路板、伽马保护筒、母接头和航空插头组成，所述航空插头通过螺纹与伽马骨架一端内孔连接，伽马骨架通过螺纹与伽马保护筒连接，连接处以及伽马骨架中间和另一端均装有 O 形圈，伽马保护筒的另一端通过螺纹与母接头连接，连接处装有 O 形圈，母接头的内孔通过螺纹装有航空插头，晶体、光电倍增管封装在伽马骨架内孔里，伽马骨架另一端设置有伽马电路板，所述伽马电路板上包括电性连接的高压电源和微处理器，伽马电路板和光电倍增管电性

连接，伽马电路板与航空插座和航空插头电熔连接^[8]。

所述连接短节由航空插座、连接头、电缆组成，所述航空插头通过螺纹与连接头内孔连接，航空插座与电缆连接，并用密封胶将连接处粘接牢固，连接头的另一端备有推杆连接螺纹。

(二) 技术方案的有益效果

1. 本实用新型的钻孔测量仪探头能独立实现轨迹测量、钻孔成像、自然伽马测量，也可随意组合同时进行两种或三种测量，可应对不同钻孔的地质勘探需要，即可降低采购成本，也可提高探头的使用寿命。

2. 本实用新型的钻孔测量仪采用操作简单、可靠性好，不易出问题。

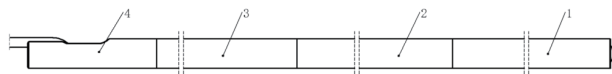
(三) 具体实施方式

下面结合具体实施例对本实用新型作进一步描述，在此实用新型的示意性实施例以及说明用来解释本实用新型，但并不作为对本实用新型的限定。

实施例：如图1所示的一种矿用钻孔测量仪探头。本实用新型实施例的实施原理为：

在使用本实用新型进行三种功能工作时，按照图1完成探头组装，电缆通过计米装置与测量仪主机连接，测量仪主机为探头供电，计米装置可记录电缆伸入孔内深度，使用推杆安装在连接短节4的推杆连接螺纹孔4-3，推杆首尾依次连接实现将测量仪探头推入孔内，实现对轨迹、钻孔成像和自然伽马的测量，测量仪主机可实时显示测量数据。

在使用本实用新型进行两种功能工作时，以实现针孔成像和轨迹测量举例，参考图1将成像短节、轨迹短节和连接短节依次连接，电缆通过计米装置与测量仪主机连接，测量仪主机为探头供电，计米装置可记录电缆伸入孔内深度，使用推杆安装在连接短节4的推杆连接螺纹孔4-3，推杆首尾依次连接实现将测量仪探头推入孔内，实现对轨迹、钻孔成像测量，测量仪主机可实时显示测量数据。



>图1

1. 实验分析：23机轨巷-1
2. 仪器型号：ZXC1000矿用本安型钻孔测斜仪
仪器型号：CXK7.2矿用钻孔成像仪

3. 探测目的：两套设备测斜结果对比

(四) 钻孔数据

实测数据 (ZXC1000 矿用本安型钻孔测斜仪)

序号	孔深(m)	倾角(°)	方位角(°)	工具面向角	上下偏差(m)	左右偏差(m)
1	6.00	-9.99	19.22	53.44	-0.00	0.44
2	9.00	-9.59	19.40	53.44	0.01	0.66
3	12.00	-9.40	22.04	53.46	0.03	0.95
4	15.00	-8.90	19.02	53.46	0.07	1.24
5	18.00	-8.18	22.44	53.47	0.15	1.53
6	21.00	-8.01	22.54	53.49	0.25	1.92
7	24.00	-8.18	22.57	53.48	0.34	2.31
8	27.00	-7.97	21.61	53.49	0.44	2.68
9	30.00	-7.99	20.09	53.50	0.55	2.98
10	33.00	-7.31	20.29	53.50	0.67	3.25
11	36.00	-7.23	20.39	53.49	0.81	3.52
12	38.00	-5.60	25.83	53.49	0.93	3.80

> 实测数据 (CXK7.2 矿用钻孔成像仪)

序号	孔深	倾角	方位角	磁场强度	温度	工具面	电压	校验和	时间	目标方位角
1	5.99	-9.55	20.74	54	25	27.22	7.5	1	#####	20
2	9	-9.02	19.37	52	25	145.9	7.5	0.999	#####	20
3	12	-9.74	21.96	53	25	340.44	7.5	1	#####	20
4	15	-8.43	18.24	51	26	189.63	7.5	0.999	#####	20
5	17.98	-7.46	20.3	50	27	136.82	7.5	0.999	#####	20
6	21	-7.31	22.76	51	27	83.06	7.4	1	#####	20
7	24	-7.64	24.08	52	28	18.08	7.5	1	#####	20
8	27	-6.78	21.86	50	29	117.23	7.4	1	#####	20
9	30.01	-7.65	20.37	50	30	142.42	7.4	1	#####	20
10	33.01	-7.99	20.43	50	30	221.36	7.4	1	#####	20
11	36	-7.99	20.44	50	31	221.36	7.4	1	#####	20
12	37.94	-7.99	25.86	49	31	40.08	7.4	1	#####	20

(五) 试验概况

2023年12月至2024年1月在XX煤矿23机轨巷-1钻场进行现场试验。本次试验共施工距离孔深为70多米，由于孔内出现局部塌孔，实际测量38米。试验要求技术指标是准确性，误差性。通过实验验证了XXXX微科科技有限公司具CXK7.2矿用钻孔成像仪具备钻孔轨迹测量的能力，解决了在煤层钻孔后长距离快速复测的问题，达到了长距离轨迹测量的目的，有较好的应用效果。

(六) 施工结论

对同一钻孔进行两套设备倾角与方位角复测，由于人工推送测量，测量结果有极小误差，在允许范围内。两套设备均可达到测斜目的。

四、结束语

煤矿侧斜钻孔在钻探工作中具有举足轻重的地位。在未来的钻探工作中，我们应更加重视这一环节，充分利用高科技手段，不断提高地质测量准确度和钻孔质量，为安全生产保驾护航。

参考文献

[1] 刘浩. 地质岩心钻探技术及其在资源勘探中的应用研究 [J]. 中国金属通报, 2022, (01): 181-183.
 [2] 张国良, 朱家钰, 顾和. 矿山测量学 [M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2000.
 [3] 陈俊杰, 邹友峰. 矿山测量在煤矿安全生产中的作用及发展趋势 [J]. 焦作·河南理工大学测量工程系 2006.
 [4] 黄盟. 矿山测量对矿山安全生产的作用 [J]. 沿海企业与科技, 2010, (10): 99-100+98.
 [5] 曹思文, 祁洪晓, 张民. 浅谈矿山测量在煤矿中的作用及发展前景 [J]. 山东煤炭科技, 2003, (06): 32-33.
 [6] 李永强, 向文斌. 煤矿地质钻探技术的应用探讨 [J]. 资源信息与工程 2018, 33 (5) : 54-55.
 [7] 高盛林. 浅析安全生产管理在地质钻探工艺技术中的应用 [J]. 世界有色金属, 2018, (14): 263+265.
 [8] 闻家俊. 煤田地质钻探中钻孔漏失与堵漏情况分析 [J]. 科技风, 2018, (21): 135. DOI: 10.19392/j.cnki.1671-7341.201821119.