

随钻测量钻进技术在煤矿井下瓦斯抽放中的应用

郭益辉, 王 斌, 桑 鹏

(煤炭科学研究总院西安研究院, 陕西 西安 710077)

摘要: 随钻测量是煤矿井下定向钻进中的关键技术之一。介绍了随钻测量钻进技术的特点和工作原理, 以及定向孔的设计和工艺步骤, 并对其在陕西彬县亭南煤矿、宁夏汝箕沟煤矿和晋煤集团岳城煤矿瓦斯抽放中的应用进行了阐述。

关键词: 煤矿井下; 随钻测量; 螺杆马达; 定向钻进; 瓦斯抽放

中图分类号: P634.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2011)01-0032-03

Application of Measurement while Drilling for Gas Drainage in Underground Coalmine/GUO Yi-hui, WANG Bin, SANG Peng (Xi'an Branch of China Coal Research Institute, Xi'an Shaanxi 710077, China)

Abstract: Measurement while drilling is one of the key technologies of directional drilling in coalmine, the article introduced its characteristics and the working principles, simply illustrated the design and flowchart of directional drilling technology and described the applications of gas drainage in several coalmines.

Key words: underground coalmine; measurement while drilling; positive displacement motor; directional drilling; gas drainage

煤矿井下地质构造复杂, 煤层走向起伏多样, 常规的井下钻进工艺很难进行定向深孔瓦斯抽放施工, 稳定组合钻具钻进工艺也只能在一定范围内调整钻孔倾角, 无法调整方位角^[1]。随钻测量定向钻进工艺对钻孔轨迹可以及时修复, 而且定向钻进钻孔布置时钻一个主孔, 很容易在该主孔上开出多个多级分支孔。所以随钻测量定向钻进技术的应用不仅可以缩减钻进工作量、提高钻探质量, 而且钻场的减少还可以节省拆卸、搬迁、安装设备等费用^[2]。因此, 在煤矿井下为实现瓦斯高效抽放, 随钻测量定向钻进技术的应用值得推广。

1 随钻测量定向钻进技术及其工作原理

随钻测量定向钻进技术是我国煤矿井下近水平钻进中的一项关键技术^[3]。它是煤矿井下利用螺杆马达造斜、通缆钻具随钻测量, 使近水平钻孔轨迹按设计要求延伸钻进至预定目标的一种钻探方法^[4], 即有目的的将钻孔轴线由曲变直或由直变曲。

随钻测量定向钻进系统的工作原理如图 1 所示: 泥浆泵提供的高压水流经送水器、通缆钻杆、上无磁钻杆、测量探管、下无磁钻杆到螺杆马达后驱动钻头回转钻进。正常钻进时钻机只夹紧钻具给进,

钻头以前都不回转, 这样既可减小钻具磨损又能防止钻杆旋转摩擦孔壁^[5], 使孔壁坍塌造成卡钻等事故。而测量探管中的传感器测出的孔底的倾角、方位角等数据经通缆钻具传输到孔口监视器, 通过软件处理得出与设计轨迹的上下、左右偏差值及其轨迹平面图。在加钻杆时通过旋转通缆钻具调整螺杆马达弯头, 实现工具面相角的改变, 从而实现钻孔轨迹的上下、左右偏差的修复。

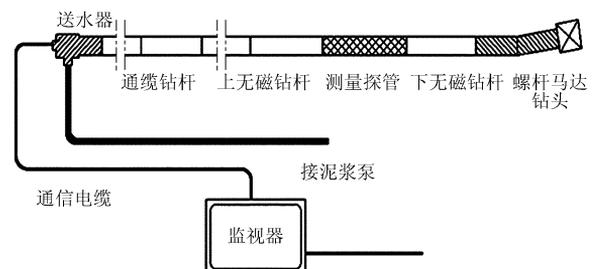


图 1 随钻测量定向钻进系统工作原理图

2 钻孔设计及工艺步骤

根据矿方提供的地质资料, 主要包括: 表现煤层起伏的等高图, 煤层地质构造图、抽采面工程布置图等。根据这些资料合理布置钻场位置, 在同一个钻场中设计多个不同方位的定向钻孔及其分支孔, 在设计时选定相对地理坐标系和相对钻孔坐标系进行定向钻孔轨迹的设计与计算。

收稿日期: 2010-08-31

作者简介: 郭益辉(1981-), 男(汉族), 陕西西安人, 煤炭科学研究总院西安研究院助理工程师, 机械工程专业, 从事钻探机具的设计与工艺研究工作, 陕西省西安市高新区锦业一路 82 号, gyhbsn@163.com。

2.1 钻孔设计步骤

(1)需考虑钻孔的目的,为了处理什么问题而钻孔。

(2)根据工程要求和施工条件来设计钻孔的长度、钻孔的仰俯倾角(+/-)以及钻孔的曲线曲率等。

(3)预留分支孔(数量及分支位置)。

(4)设备抱钻情况下需考虑打捞能力。

2.2 工艺步骤

(1)绘制钻孔轨迹平面图:一要注意孔间距均匀恰当(根据瓦斯含量高低煤层地质条件等);二是设计钻孔轨迹要遵循直线-曲线-直线的原则,这样不仅对钻具寿命有益,而且在实际打钻中易于实现;三是线条越简单越好,曲线曲率越小越好,这样有利于减小钻具磨损;四是在孔位布置时合理布置分支孔,尽量使设计钻场能够完全覆盖整个施工面,避免产生钻进不到的区域。

(2)绘制抛面图:在 excel 钻孔设计模板中绘制上下、左右偏差图。

(3)将设计好的数据存为.xml 格式,通过 USB 接口传至井下孔口监视器应用,终孔后将井下数据存为 excel 文件以备井上分析。

3 现场应用

3.1 陕西彬县亭南煤矿

自 2007 年底到 2008 年 4 月,我院的随钻测量定向钻具分别在陕西彬县亭南煤矿的 113 工作面 and 107 工作面做了应用试验。亭南煤矿煤质较硬,一般硬度系数 $f > 2.5$ 。

3.1.1 在 113 工作面的试验

该工作面巷道宽 4 m,高 3 m。设计 1 号钻孔平行于 113 工作面运输巷道,设计方位 147.5° ,钻孔倾角 2.3° ;2 号钻孔设计方位 147.5° ,钻孔倾角 3.8° 。如图 2 所示,此次试验钻孔 6 个,包含 4 个分

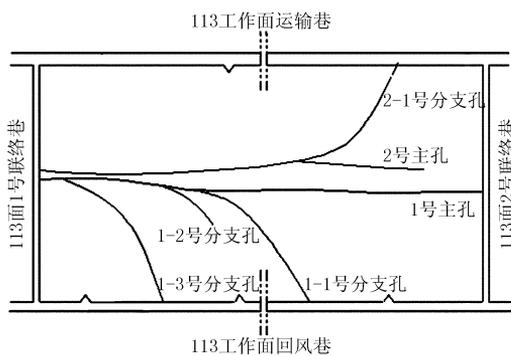


图 2 113 工作面钻孔施工图

支孔,3 个分支孔都从巷道穿出。施工 1 号主孔:9 ~ 102 m 采用弯角 0.93° 的螺杆马达进行钻进,102 ~ 117 m 采用弯角 1.5° 螺杆,117 ~ 225 m 保直稳定组合钻具进行保直钻进,225 ~ 1046 m 采用带扶正器的 0.62° 螺杆钻具,钻出了 1046 m 的深孔。

3.1.2 在 107 工作面的试验

如图 3 所示,钻场布置在 2 号联络巷与 107 运输顺槽的交界处,主钻孔方位角 304° ,开孔倾角为 3.6° ,在主钻孔中分别施工 2 个分支孔。施工主孔:0 ~ 822 m 用 1.25° 型螺杆马达配 $\varnothing 94$ mm 平底烧结钻头钻进,钻进过程中根据返渣变化情况,通过对比随钻测量实钻数据与设计数据的偏离情况,不断变化螺杆钻具工具面向角,调整钻孔倾角和方位角,从而使钻孔一直在煤层中钻进,最终钻孔实际轨迹与设计轨迹的平均偏差 < 1 m。

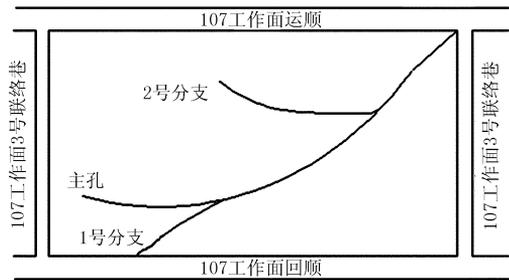


图 3 107 工作面钻孔施工图

3.1.3 施工效果

113 工作面的 1 号主孔钻进孔深 1046 m 并且信号良好,107 工作面主孔孔深 822 m,与设计偏差不到 1 m。这 2 次试验充分验证了我院生产的随钻测量钻具在煤矿井下的定向钻进能力。

3.2 宁夏汝箕沟煤矿

该矿各工作面属低灰、低硫、低磷、高发热量优质无烟煤,煤硬度系数 f 在 1.2 左右,瓦斯含量较高属煤与瓦斯突出矿井。地质条件复杂,煤层不稳定,在实际钻孔施工过程经常会遇到一些问题,如:由于地质构造的变化造成遇岩、遇高瓦斯、遇煤层裂隙造成的塌孔卡钻等事故。

为了高效减少煤层中瓦斯含量,神华集团环安公司针对汝箕沟煤矿的具体情况,特别引进了我院的 ZDY6000LD 型钻机一台、测量钻具一套(配备 400 根通缆钻杆)依次在 534 工作面和 32215 工作面进行施工。

2008 年 8 月 29 日 ~ 2009 年 2 月 12 日在 534 工作面 1 号钻场和 2 号钻场实现总进尺 13387 m;2009 年 2 月 19 日 ~ 9 月 18 日在 32215 工作面 1 号

钻场实现总进尺 16744 m, 累计总进尺 30131 m (包含所有分支进尺、探顶底进尺), 直接经济效益 4000 多万元。特别是 2009 年 6 月 11 日~9 月 17 日钻杆配件更新后钻孔 7 个, 平均孔深 804.3 m; 补孔 6 个, 平均孔深 802.8 m, 最深打到 961 m, 单班记录 120 m 以上。施工情况见表 1。

表 1 32215 工作面 1 号钻场部分施工情况

编号	孔号	倾角/(+°)	方位角/(°)	孔深/m
1	6	3	220.0	763
2	6-1	3	220.0	724
3	6-2	3	220.0	798
4	补 6-1	3	220.0	789
5	补 5	3	220.0	789
6	补 4	3	237.5	769
7	7-1	3	213.5	781
8	7	3	213.5	820
9	8-1	3	206.5	865
10	8	3	206.5	879
11	补 9	3	206.5	961
12	补 2	3	265.5	759
13	补 1	3	265.5	750

3.3 晋煤集团岳城煤矿

岳城矿 1303 工作面煤层松软、瓦斯含量高, 该煤硬度系数 f 在 0.5 左右。1303 工作面长 1200 m, 宽 230 m, 煤层厚度平均 6 m, 且煤层起伏较大。

2009 年 11 月前该矿钻机队采用我院生产的 MK-5S 型钻机配备 $\varnothing 63.5$ mm 普通钻杆钻孔 55 个, 其中: 在尾巷左帮煤层的上 3 m 层、宽 20 m 区域共钻孔 40 个, 总进尺 5679 m, 钻孔平均深度 142 m; 在水平巷道与 21 横穿交接处钻孔 15 个, 总进尺 2136 m, 钻孔平均深 142.4 m。如图 4 所示。效果非常差, 不是钻到底板钻不动提钻就是塌孔卡钻, 而且钻孔布置太密导致许多串孔现象。瓦斯抽放效果差, 工作强度大。11、12 月期间换用我院的随钻测量钻探机具后, 只在 18 横穿处设立了一个钻场, 先钻了一个 230 m 的 1 号孔, 然后调整钻机方向钻 2、3 号主孔, 并在这 2 个主孔上各开 3 个分支孔覆盖图 4 中的三角区域, 然后再钻出 4、5、6、7、8、9 号主孔, 并在其上开分支覆盖 160 m 宽区域。总进尺不到 3000 m 就完成了 1303 工作面跨越 4 个横穿 160 m 宽区域的瓦斯抽放施工。

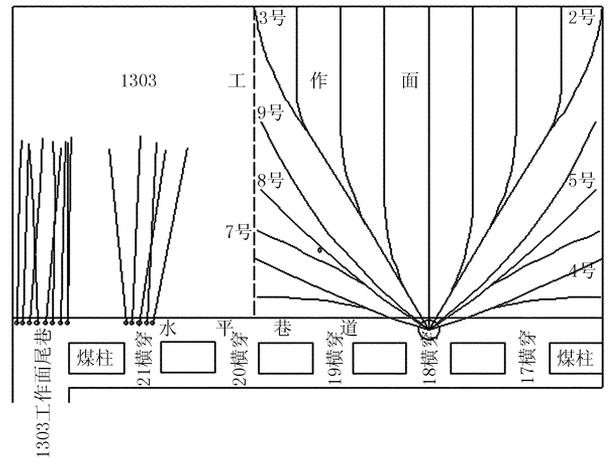


图 4 岳城矿 1303 工作面施工图

通过本次试验可以看出, 随钻测量钻进技术不仅在深孔领域应用前景广泛, 在地层条件复杂, 煤层松软、瓦斯含量高的三四百米的中深孔领域应用前景也不错。

3.4 小结

截止到 2010 年 3 月, 我院生产的随钻测量钻具已经在十几个煤矿应用, 施工定向钻孔累计进尺达十几万米, 其中主孔深度最深达 1046 m (陕西彬县亭南煤矿), 分支钻孔最大孔深达 581 m (宁夏汝箕沟煤矿), 同一主孔施工最多分支孔达 20 个 (晋城成庄煤矿), 钻进平均时效均能达到 25 m 以上。

4 结语

实践证明, 我国国内的随钻测量钻进技术已经走向成熟, 高效的钻进技术不仅大大提高了各矿瓦斯抽采效率, 而且为改善各煤矿安全生产状况做出了突出的贡献。

参考文献:

- [1] 赵永哲. 煤矿井下近水平定向孔螺杆钻具钻进受控机理研究 [D]. 陕西西安: 煤炭科学研究总院西安研究院, 2008.
- [2] 李世忠. 钻探工艺学 [M]. 北京: 地质出版社, 1989.
- [3] 丛皖平. 煤矿井下近水平定向钻进中的随钻测量技术 [J]. 中国矿业, 2009, (7).
- [4] 石智军. 煤矿井下千米瓦斯抽采钻孔施工装备及工艺技术研究 [R]. 陕西西安: 煤炭科学研究总院西安研究院, 2008.
- [5] 向军文. 定向钻进技术及其应用 [J]. 探矿工程 (岩土钻掘工程), 2007, 34(8).

欢迎投稿、欢迎订阅、欢迎刊登广告!