

千米定向钻机在瓦斯治理工作中的应用研究及前景展望

张鹏

毕节市煤矿勘测设计院

摘要：瓦斯治理一直制约着煤矿生产，各煤矿企业在矿井瓦斯抽采方面不断加大投资力度，矿井瓦斯抽采取得了一定的成效，但是，随着采掘活动的不断进行，开采深度进一步增大，煤层瓦斯压力也随之增大，普通钻机功率及钻深等参数较小，同时，普通钻机在钻孔施工过程中还受到诸多因素的影响和制约，不利于矿井长远发展。本文分析了当前毕节市煤矿瓦斯治理的主要模式及过程中存在的重点难点问题，针对传统瓦斯治理方式的技术局限性，结合千米定向钻机技术特点和优势，论述了千米钻机在煤矿瓦斯治理过程中的多方面的应用，展望了千米钻机在煤矿瓦斯治理方面的应用前景。

关键词：千米钻机；瓦斯治理

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.12.106

一、引言

当前，瓦斯灾害依然是毕节市煤矿最主要的灾害之一，突出表现为煤与瓦斯突出涉险事故多发、瓦斯频繁超限，发生涉险事故的县（区）和瓦斯超限煤矿呈集中多发状态。2021年全市煤矿发生了5起瓦斯涉险事故，全市发生瓦斯超限753矿次，多处煤矿多次发生高浓度、大面积、长时间瓦斯超限。瓦斯超限背后实则暴露了煤矿瓦斯治理不到位等问题。

矿井瓦斯治理不到位，诱发煤与瓦斯突出，严重影响煤矿的安全生产。科学有效的瓦斯抽采方法，能够有效减少瓦斯事故，帮助煤矿在安全的前提下提升产量，目前，高瓦斯矿井及煤与瓦斯突出矿井采掘工作面通常采用顺层钻孔和穿层钻孔预抽煤层瓦斯，能够有效降低工作面煤层瓦斯。但随着矿井开采深度的增加，煤层瓦斯参数普遍增高，且普通钻机的功率偏小，钻孔长度施工距离短、钻孔直径小，以至于工作面抽采达标距离短、反复预抽时间长，严重制约着矿井的采掘接续^[1]，导致矿井抽、采比失衡。

千米钻机能够在矿井瓦斯治理中发挥多方面的作

用，如对某一回采区域的煤层瓦斯进行顺层预抽、穿层预抽，采空区瓦斯的抽采、不开采煤层及邻近层的瓦斯进行预抽等，不仅能够扩大抽采区域，还能提高瓦斯抽采量，为瓦斯利用发电提供质量保证，同时还能有效缓解矿井“抽采掘”失衡问题。

二、千米钻机布置钻孔进行煤巷条带瓦斯预抽

（一）顺层钻孔预抽煤巷条带瓦斯

顺层钻孔预抽煤巷条带瓦斯的区域防突措施，单纯从技术上分析，主要优点是不需要辅助抽采的岩巷，施工速度快，工程量小，容易施工密集钻孔，防突效果好；其技术上的缺点主要是钻孔施工成孔的技术难度大，钻孔的实际轨迹偏移也大，而预抽区域的大小依赖于钻孔成孔长度，所以预抽区域的规模受到限制。但是关键的问题是钻孔施工、预抽等都与巷道掘进相矛盾，当掘进进度要求紧张时，预抽时间、空间条件将很容易被压缩，难以保证预抽防突效果。

顺层钻孔控制的条带长度不应小于60m，采取的区域防突措施，控制的条带长度越长越好，这就对钻孔长度、钻机的能力提出了要求，钻机能力越大，适应性越强，钻孔成孔长度就越大，控制的区域就越大，就越能缓解掘进进度紧张的问题，在这一点上传统钻机与千米钻机相比有很多的局限性。

下面以80m的一个循环分析普通钻机与千米钻机施工钻孔的工程量：抽采半径是1.5m，控制巷道轮廓线外各15m；普通钻机施工顺层钻孔共需要施工钻孔23个，钻孔总工程量1580m；利用千米钻机施工顺层钻孔预抽煤巷条带瓦斯，共需要施工钻孔11个，钻孔总工程量968m。

千米钻机顺层钻孔预抽煤巷条带瓦斯可以有效减少钻孔工程量，减少矿井瓦斯治理的时间，加快了巷道施工进度。

（二）顺层钻孔预抽区段煤层瓦斯

顺层钻孔预抽区段煤层瓦斯的方式中，如果抽采钻孔只控制回采区域的煤层，这就是预抽回采区域煤层瓦

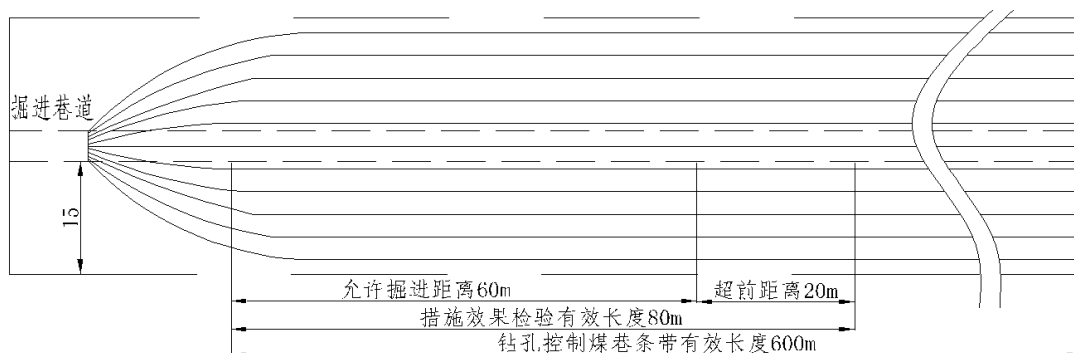


图1 千米钻机顺层钻孔预抽煤巷条带瓦斯示意图

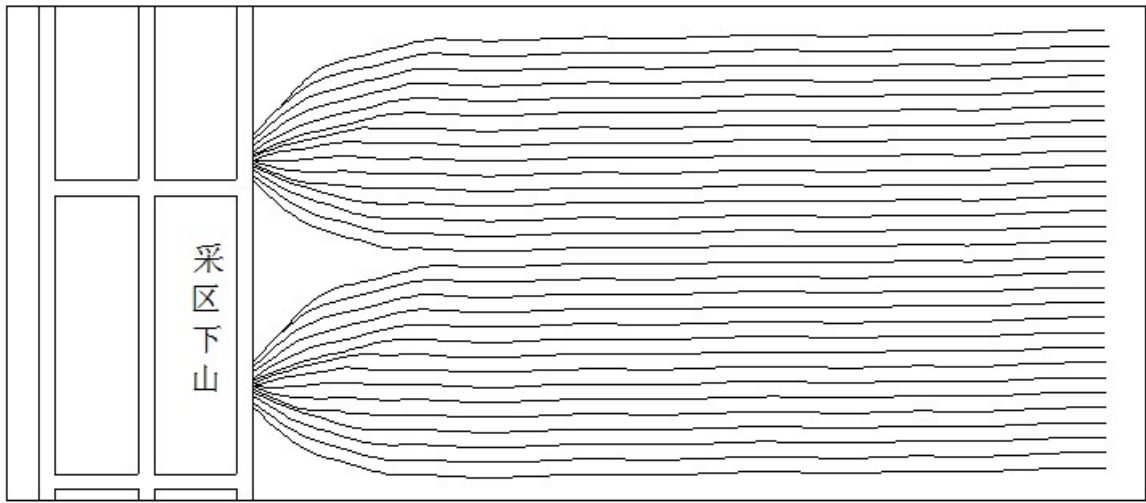


图2 千米钻机布置顺层钻孔预抽区段煤层瓦斯示意图

斯区域防突措施，如果抽采钻孔控制了整个区段的煤层，就说预抽区段煤层瓦斯；传统钻机在实施该措施时存在的问题主要是施工钻孔困难，当工作面太长时，钻孔长度通常很难覆盖整个回采区域，常常需要缩短采面长度，以便顺层钻孔能控制整个回采区域，如果顺层钻孔的成孔长度仍无法覆盖整个回采区域煤层时，就要采用穿层钻孔预抽^[2]。

千米钻机施工顺层钻孔预抽区段煤层瓦斯，具有钻孔布置方式灵活，对地质条件适应性强，能在施工开拓准备巷道的同时施工顺层钻孔预抽煤层瓦斯，有效解决传统钻机遇到的种种难题，缩短瓦斯治理时间，提高瓦斯抽采效果。

（三）以孔代巷穿层预抽煤巷条带瓦斯

由于受到地应力及煤体松软等因素的影响，传统钻机施工顺煤层钻孔难度大，钻孔塌孔严重，成孔困难，严重影响了瓦斯抽采的效果，制约着矿井的长远发展；用穿层钻孔预抽煤层瓦斯是技术上难度小、效果较为可靠的方式。但是如果用穿层钻孔预抽整个区段煤层瓦斯则钻孔工程量大，工期很长，所以，考虑到投入、工期等问题，可以选择穿层钻孔先期预抽解决好煤巷条带瓦斯的问题，待煤巷掘进后，再由煤巷向回采区域打顺层钻孔进行预抽，形成穿层钻孔与顺层钻孔相结合的格局^[3]。

目前的穿层钻孔预抽煤巷条带瓦斯的主要方式有施工专用瓦斯抽采巷进行穿层预抽和利用临近煤层回采巷道施工穿层钻孔进行预抽等方式，但是，施工专用瓦斯抽采巷成本高，施工进度慢，严重影响煤矿正常采掘接续；利用临近层回采巷道进行穿层预抽的方式常常受到煤层间距、工作面布置方式等诸多因素的影响，有很大的局限性。

千米钻机以孔代巷技术就是在煤层顶（底）板施工一个主钻孔，主钻孔布置在岩层中，然后在倾斜向上（下）施工分支钻孔直至穿透煤层，与顶（底）板瓦斯抽采巷穿层钻孔工程相似，有效减少了钻孔受地应力导致塌孔的概率，保障了瓦斯抽采的效果。

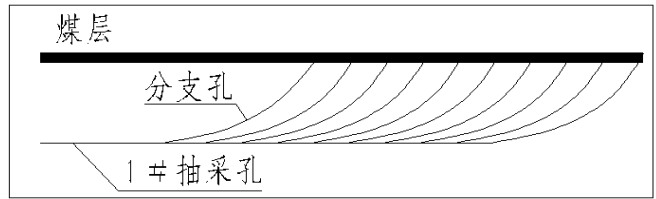


图3 千米钻机以孔代巷穿层预抽煤巷条带瓦斯示意图

二、千米钻机布置高位钻孔进行瓦斯预抽

高瓦斯、突出矿井回采工作面的上隅角瓦斯浓度频繁超限，严重影响矿井的回采进度和安全生产，造成回采工作面上隅角瓦斯浓度超限、瓦斯治理困难的主要原因是工作面本煤层瓦斯含量高、煤层较软、透气性差、抽采衰减快、围岩富含瓦斯、钻孔空白带等因素。

当前煤矿上隅角瓦斯治理研究表明，采用高位钻孔抽采效果明显，但是传统的高位钻孔受到普通钻机不能定向且钻孔距离短的原因，多在回风巷内施工钻场安设钻机，且普通钻机总会造成大量的无效进尺（不在裂隙带的进尺），还要不断地进行钻机和施工队伍的钻场迁移，造成大量的人力、物力的浪费。千米钻机施工的垂直距离最大可达80m，通过定向功能将平面偏差控制在每千米300m，完全可以达到裂隙带高度，并且可以沿着工作面回采后产生的裂隙带层位进行定向施工，从而解决了普通钻机施工钻孔短时达不到裂隙带高度的无效进尺浪费问题，同时利用千米钻机施工长钻孔代替短钻孔能减少钻场数量，大大减少了钻场迁移次数，即便是一个走向1000m长的工作面，施工一个钻场就能够满足要求，而且可以在钻场内施工多个钻孔，加大抽采断面，提高抽采效果^[4]。

三、千米钻机进行定点取样测定瓦斯参数

普通钻机在施工顺层钻孔进行定点取样过程中，时常会因为煤层赋存条件的变化或遇地质构造等因素的影响，导致在指定地点不能成功取样。此外，当遇到软煤区或者是煤体裂隙发育区，在这些区域钻进时首要问题是钻进回水全部渗入软煤区或裂隙区，钻孔不返水不排渣，非常容易导致塌孔抱钻事故，致使钻进很难再在煤

层中继续进行^[5]。遇到这种情况,普通钻机只能将钻杆退出,重新布置钻孔再次进行定点取样,导致取样工程量和成本增加。

利用千米钻机进行定点取样,若遇上述情况,将钻杆拔出至一定位置,利用千米钻机可施工拐弯钻孔的特点将钻孔重新调整,绕开构造区域或软煤区,到达指定取样地点,从而达到缩短取样时间,降低取样成本的效果。

四、千米钻机应用前景

千米钻机除了在煤矿瓦斯治理应用过程中效果明显以外,在其他领域也有很广阔的应用前景,如在煤层气开发、煤矿水害治理等领域得到广泛应用。

(一) 煤层气开发

目前,毕节市多家煤矿企业已经建立了煤层气发电厂项目,发电厂项目所需煤层气量远远大于目前矿井的瓦斯抽采量,这必须依靠瓦斯预抽来解决,瓦斯预抽又必须施工大量的巷道工程和钻孔工程,在没有进行煤层预抽的情况下施工巷道是难以进行的,没有巷道就没有施工钻孔的场地,抽采也就难以实现,在时间紧、工程量大的情况下,依靠千米钻机可以解决这个矛盾。

凡是有裂隙带、断层或背斜轴部等地质构造存在,往往瓦斯资源非常丰富,利用这个特点,可以从地质资料和三维地震勘探资料上寻找这样的地点,然后在最接近该处的巷道中,利用千米定向钻机能施工拐弯钻孔的特点施工数个长钻孔,不但能进行开采层的瓦斯开发,而且可以进行非开采层的瓦斯开发^[4]。

(二) 水害治理

目前,主要采取防、堵、疏、排、截五项措施治理矿井水害。钻机在矿井的水害防治中起着关键性作用,随着定向钻进工艺的不断创新发展,千米定向钻机在水害防治中得到成功应用,千米钻机在探放水方面主要优势在于:一是开孔点相对较少,可以进行一孔多个方位探测,将相邻方位的几个探测点设计成一条钻进曲线,减少钻机的方位调整次数及钻孔数量,提升探测效率;二是无效进尺少,根据预判的水源点进行探测时,可能会出现钻孔施工到了位置却没有排出水,如果采用普通钻机施工时,则该孔为无效孔,而使用千米钻机则可以利用原有的钻孔进一步进行分支钻进,通过定向对新的可疑区域进行探测,能够充分利用原有钻孔;三是目标点准确,终孔位置准确,是探放水的意义所在,使用千米钻机进行探放水时,可以测定钻孔轨迹上的任一点坐标,可以时刻控制钻头位置。通过探水仪所确定的探放点坐标来设计钻孔轨迹,利用千米钻机进行定向钻进,确保终孔位置准确^[6]。

五、结论

通过利用千米钻机布置钻孔预抽煤层瓦斯,有效提高矿井瓦斯抽采效果,大大缩短了煤矿瓦斯治理的时间,为煤矿瓦斯治理提供了成本更低、更为有效、更为彻底的瓦斯治理途径,同时,千米钻机在煤层气开发、煤矿水害防治等方面将会具有较大的技术优势和推广应用前景,对煤矿提产增效具有重要的意义。

参考文献

[1] 宋超, 司俊鸿, 黄欣等. 顺层定向长钻孔瓦斯区

域预抽技术研究[C]. 中国煤炭学会钻探工程专业委员会学术研讨会论文集, 2016: 319-323.

[2] 国家煤矿安全监察局编. 防治煤与瓦斯突出规定读本[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2009: 65-71.

[3] 袁亮. 煤矿安全规程解读[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2016: 255-261.

[4] 姜铁明, 苗惠东. 千米钻机在晋煤集团应用前景展望[J]. 煤矿开采, 2003, (3): 17-20.

[5] 贵宏伟, 李学臣, 郭艳飞等. 千米钻机超深钻孔定点密闭取芯技术研究与应用[J]. 煤炭工程, 2018, 50(12): 54-57.

[6] 高志. 近水平千米定向钻机在煤矿水害治理方面的技术应用[C]. (第二届)全国煤矿机械与救援装备高层论坛暨新产品技术交流会, 2011: 321-323.

[7] 陆军, 熊克剑. 近水平千米定向钻机在矿井瓦斯抽采中的应用[J]. 煤炭科学技术, 2011(12): 92-95.

[8] 赵建国. 底抽巷梳状钻孔代替保护层的瓦斯治理工艺技术研究[J]. 中国煤炭, 2016, 40(6): 121-126.

[9] 张洪健, 李长青, 姜文浩等. 千米钻机定向钻进技术在矿井防治水中的应用[J]. 中州煤炭, 2012(9): 112-114.

[10] 杜子健, 刘子龙. 煤矿井下顺煤层千米枝状长钻孔抽采瓦斯技术[J]. 矿业安全与环保, 2007(1): 302-312.

[11] 林柏泉, 李庆钊, 杨威等. 基于千米钻机的“三软”煤层瓦斯治理技术及应用[J]. 煤炭学报, 2011, 36(12): 1969-1973.

[12] 刘彦鹏. 余吾煤业掘进工作面千米钻机抽采钻孔优化布置[J]. 机械管理开发, 2018(11): 168-169.

[13] 史鑫. 千米钻机在煤矿瓦斯抽采中的应用探讨[J]. 矿业装备, 2018(4): 138-139.

[14] 王杨. 千米钻机在软岩煤层巷道施工抽采钻孔应用[J]. 山东煤炭科技, 2019(2): 118-119.

[15] 卫永清. 千米钻机在突出煤层掘进预抽中的应用研究[J]. 山西煤炭, 2008(3): 19-21.

[16] 肖东辉, 苏军康, 克里斯·弗睿尔. 千米钻机在上隅角瓦斯超限治理中的应用[J]. 煤, 2015, 24(3): 16-18.

[17] 徐宁, 何宇雄, 叶川. 千米钻机在松软煤层中的应用与研究[J]. 煤炭技术, 2014(9): 245-248.

[18] 冯国文. 鑫顺矿超长钻孔瓦斯抽采技术研究[J]. 山西焦煤科技, 2015(8): 4-7.

[19] 张苗. 定向千米钻机在汝箕沟矿井的实施工艺及应用[C]. 第三届全国煤矿机械安全装备技术发展高层论坛暨新产品技术交流会论文集, 2012: 356-358.

[20] 冯浩, 高云. 千米钻机在高河煤矿瓦斯抽采上的应用[J]. 煤, 2017(3): 25-26.

[21] 李红德, 马晋民. 千米钻机在大宁煤矿的应用[J]. 煤, 2016, 25(6): 16-17.

作者简介: 张鹏, 男, 山东菏泽人, 采矿工程师, 1988年10月出生, 2011年6月于湖南科技大学采矿工程专业毕业, 获学士学位。研究方向: 采矿工程。