



袁亮,安徽金寨人,煤炭开采及瓦斯治理专家,中国工程院院士。现任煤炭开采国家工程技术研究院院长、煤矿瓦斯治理国家工程研究中心主任、深部煤炭开采与环境保护国家重点实验室主任。

破解深部煤炭开采重大科技难题的 思考与建议

煤炭长期以来是我国主要能源。未来一段时期内,随着新能源和可再生能源开发利用技术的进步,我国能源结构向清洁和优质化方向发展,煤炭的发展方向是安全绿色开采和清洁高效利用。我国煤炭资源赋存条件复杂,53%的资源埋深在千米以下,随着煤炭开采逐步加深,深部煤炭开采不可避免地面临着煤与瓦斯突出、冲击地压、巷道围岩控制、水害、热害等诸多重大科学问题和技术难题,深部煤炭开采与环境保护国家重点实验室研究团队根据我国深部开采典型矿区的长期研究实践提出以下科学思考与建议:

煤与瓦斯突出防治。随着开采深度增加,煤层赋存及开采条件日趋复杂,煤与瓦斯突出发生频次和强度不断增加,而突出机理尚不清楚,措施存在盲目性。必须从煤矿井下开采源头来解决深部低透气性、高瓦斯煤层瓦斯突出防治难题。采用卸压开采煤与瓦斯共采技术,打破传统开采程序,选择好首采关键层,造成上下岩层移动,膨胀卸压,从而增加煤层透气性,使相邻煤层高瓦斯突出煤层瓦斯解析为游离瓦斯,再通过预先布置的巷道和钻孔抽采瓦斯,实现区域治理,高瓦斯煤层在低瓦斯状态下安全开采。

冲击地压防治。煤矿冲击地压以其突然、急剧、猛烈的破坏特征严重威胁着矿井安全生产。深部开采冲击地压发生频次和强度明显增加,造成了严重的人员伤亡和财产损失。开采关键卸压层实现区域卸压,对于防治冲击地压至关重要,能够最大限度地发挥“降压、减震、吸能”的作用。具有冲击危险性的工作面实施采前“大范围、高强度”的煤岩预卸压,采时实施多参量预警,对预警危险区实施“二次”卸压。

巷道围岩控制。巷道是矿井的咽喉,既是矿井的生产通道也是生命通道。进入深部开采后,巷道围岩呈现软岩特征,容易发生大流变、大破坏,造成巷道断面大变形,通风网络失灵,进而引发重特大事故。深部巷道围岩的控制应基于深部巷道围岩稳定控制理论,强化围岩与强化支护结构相结合,采用分步联合支护。对不同级别的深部巷道围岩,采取不同的技术措施。

矿井水害防治。矿井水害极易造成群死群伤,在煤矿重特大事故中所占比重较大。随着煤矿开采深度的增加,矿井水文地质条件更加复杂,煤层开采受底板高承压水威胁日趋严重,突水机率不断上升,水害防治难度进一步加大。疏水降压和注浆改造是防治深部承压水突出的有效手段。在开采受高承压水威胁的深部煤层时,一般采取疏水降压的方法将承压水水头值降到安全水头值以下;承压含水层的集中补给边界已经基本查清的情况下,可采取帷幕注浆;当承压含水层的补给水源充沛,可考虑注浆加固和改造提高隔水煤层自身强度,确保不溃水。

矿井热害治理。矿井热害在我国绝大部分深部矿井中已经相当突出,成为煤矿向深部延深的重要瓶颈之一。在深度为1000 m时,地温高达40~50℃,尤其在掘进工作面,气温高、湿度大、空气含氧量低、工作环境恶劣,严重制约安全高效生产。开展井上下立体降温降湿技术和新型隔热材料研究,最大限度降低或消除矿井热害威胁,采用巷道隔热材料降温技术隔绝高温围岩,将热源隔离,减少围岩热量放散,有效缓解对巷道风流加热,降低工作面的空气温度,改善井下的工作条件。

深部煤炭开采面临的几大灾害既相互联系、相互依存,又相互制约,给灾害防治研究带来极大挑战。国际上由于深部煤层不开采,很少开展此类研究,为确保我国能源安全,应超前探索出深部煤炭开采灾害防治的科学手段,为我国主导能源安全绿色开采提供支撑,建议如下:一是加大基础研究支持力度。国家制定科技攻关年度计划和中长期计划,通过整合国家研发资源平台,采取产学研合作,协同创新,加大“973计划”、“863计划”、“国家科技支撑计划”及国家自然科学基金项目等重大科技攻关力度,重点开展深部煤炭开采应用基础理论和关键技术研究,依靠科技创新突破制约我国深部煤炭开采的理论与技术瓶颈。二是在研究思路方面,国家应支持自主创新重大仪器及科学装置开发研究,开展微观、细观、宏观多尺度研究。重点研究采动应力场、渗流场、裂隙场的3场发育及演化特征和致灾机理,以大尺度真三轴最大相似比的新型实验室物理模拟、数值模拟为手段,形成从现场实测到实验室,从定性到定量,可重复推演的现场试验、物理模拟、数值模拟和虚拟现实相结合的系统研究方法,研究深部动力灾害致灾机理,寻求灾害预防与控制对策。三是在灾害治理方法上,坚持先卸压后开采的科学治理。深井动力灾害是多场耦合作用的结果,应力是灾害的源头,必须在营造低值应力区上做文章,通过首采关键层形成卸压区,对被卸压煤层的大范围卸压,实现对煤与瓦斯突出、冲击地压等动力灾害的区域性治理。四是科学确定开采下限。在充分认清深部各种灾害特征、治理能力极限和技术经济可行性的基础上,科学确定开采下限。同时,在满足合理需求的前提下,逐步降低煤炭的依存度,调整能源结构,大力发展新能源及可再生能源。开发利用煤层气是近期实现能源结构调整最有效、可能性最大的途径。

未来我国煤炭开采逐渐走向深部,我们认为只有坚持科学开采,依靠科技创新,加强基础理论研究和关键技术的攻关才能有效解决深部煤炭开采面临的科学问题和重大技术难题。

(煤炭开采国家工程技术研究院,淮南232000)

(责任编辑 李娜)