

科技赋能“绿色”开采 创新成就“黑金”闪耀

记不连沟煤业特厚松软煤层工作面端头顶板管理工作法

孙峰 周朴

长期以来,煤炭在我国能源体系中占据着主体地位,对支撑我国经济社会平稳较快发展发挥着能源安全保障的稳定器作用,在未来较长时期内,对我国能源转型发展还将发挥不可或缺的兜底保障作用。随着我国进入“十四五”时期,全面建设社会主义现代化强国步入新征程,同时,煤炭行业也将进入高质量发展的攻坚期。面对新形势新要求,亟须把加强科技创新作为最紧迫的任务,加快原创技术、关键核心技术攻关,实现高水平科技自立自强,以科技创新驱动煤炭行业的高质量可持续发展。

我国煤炭产区主要集中在北方地区,其中,山西、内蒙古是中国最大的产煤省区。作为国内实力雄厚的电力企业,中国华电集团在2006年自主开发建设的第一座千万吨级现代化特大型煤炭企业——内蒙古蒙泰不连沟煤业有限责任公司顺利投入生产。

内蒙古蒙泰不连沟煤业有限责任公司位于内蒙古自治区鄂尔多斯市准格尔旗范围内,下属不连沟煤矿及选煤厂、煤矸石热电厂、铁路专用线。本着上级单位华电煤业集团有限公司“夯实煤炭主业,优先铁路建设,配套电力、物流产业,强化管理创新,实现循环发展”的总体思路,不连沟煤业经过多年实践,逐渐在煤炭开采行业拥有了突出的竞争优势,在我国北方地区的煤炭开采工作中发挥着举足轻重的作用。

运筹帷幄,探索理论依据打下坚实基础

煤炭开采行业处在煤炭行业的最上游,采用科学的开采技术对于提高煤矿资源的利用率以及环境的可持续发展具有重要意义。我国是世界煤炭资源大国,在现有的煤炭储量和产量中,厚煤层产量和储量接近50%,是实现高产高效开采的主力煤层。在世界采煤技术突飞猛进的今天,加强开拓方式和采煤方法的研究,依靠科技进步,努力改进工艺工法对我国煤炭开采行业的健康发展显得尤为重要。

厚煤层开采的主要方法为分层开采、放顶煤开采和大采高开采。其中,放顶煤开采技术得到了快速发展和广泛应用。不连沟煤矿现采用的就是综采放顶煤开采,属于典型的浅埋薄基岩特厚放顶煤开采。不连沟煤矿地表为黄土层,厚16.7—44.8米,埋深一般为230—260米。煤层上覆基岩薄,大部分初期开采区域的煤层顶板厚度较薄,一般为30—40米,有的煤层顶板只有十几米。现主采煤层为6#煤层,平均厚度为16米,裂隙较发育,既不利于安全生产,更容易对环境造成污染。改进回采技术,提高回采率成为关键。

在综放工作面回采过程中,端头常留有一定宽度的顶煤不放,而对要不要留设顶煤以及留设顶煤



内蒙古蒙泰不连沟煤业有限责任公司全景

宽度已成为回采技术的一个重要问题,这种问题听起来似乎云淡风轻,但不连沟煤矿的工作者们都明白,它不仅关系到端头围岩的稳定,而且涉及煤炭资源的采出率。对其进行技术改进,若失之毫厘,便会差之千里,他们面对的,是技术工法创新的一次严峻挑战,功成名就和功亏一篑只在一线之间。

理论是实践的基础,实践是理论的来源。对已有经验的总结和寻求探索新的理论依据是创新实践的第一步。

采矿工程专家钱鸣高院士提出的关键层理论认为,在煤层顶板中,由于成岩矿物成分及成岩环境等因素的不同,造成顶板各岩层的厚度和力学特性等方面存在着较大的差异,而其中一些较为坚硬的具有一定厚度的岩层起着主要的控制作用,它们破断后形成的结构直接影响着采场的矿压显现和岩层活动,这样的岩层称为关键层。

关键层理论的提出实现了矿山压力、岩层移动与地表沉陷、采动煤岩体中水与瓦斯流动研究的有机统一,为更全面、深入地解释采动岩体活动规律与采动损害现象奠定了基础,为煤矿绿色开采技术研究提供了新的理论平台,也成为不连沟煤矿对综放开采技术进行改进的理论支撑。

技术破冰,工艺创新成果锁定行业标杆

实践是检验真理的唯一标准。在有了强大的理论依据之后,工作者们根据不连沟煤矿开采状况和现有技术资料,结合当前技术水平,对开采工法展开了步步为营的细致研究,最终形成“特厚松软煤层工作面端头顶板管理工作法”,并制定出严谨的可行性技术方案,在五个方面投入应用。

工作法针对不连沟部分工作面后方切眼、两巷顶板出现了不能随着工作面放顶而冒落的现象,造成初采垮落和初次放煤步距加大、工作面上下端头后部较大范围的悬顶及在工作面上端易形成通风死角、悬顶三角区瓦斯聚积超限等问题,提出对工作面切眼和回采巷道实施支护解除,减小初采垮落和放煤步距、减小工作面上下端头后部悬顶长度、改善煤柱的受力状态,同时使煤柱压力减小,提高煤柱的稳定性。

工作法通过对厚煤层工作面端头区顶板断裂特征研究分析,得出不连沟煤矿大采高综放开采端头区易形成“弧三角形悬板结构”,使巷道及煤柱应力增加,不利于维护的结论。因此针对不连沟现场条件,为了能够尽量减小端头不放顶煤宽度,同时能够保证端头的稳定性,提出了深孔爆破强制放顶和深孔注水弱化顶板两种断顶卸压技术方案,效果较好。

F6204工作面辅运顺槽受F6203工作面回采影响后,矿压显现更明显,煤柱帮侧围岩破碎严重,出现大面积“网兜”,部分地段巷道两帮相对移近量达150—400毫米,最大移近量为800毫米,顶底板移近量为400—500毫米,底鼓变形主要集中在巷道的中部。工作法采用深孔爆破强制放顶技术或者深孔注水弱化顶板技术,使暴露岩层沿预裂(弱化)面切落,充填了冒落空间,消除了悬顶现象,减小了悬臂梁上覆荷载以及旋转变形力,极大消散了F6204工作面辅运顺槽围岩的应力集中程度,使应力集中向辅运顺槽南部的未采煤体深部转移,很好地改善了辅运顺槽的围岩应力环境,从根本上优化了巷道内的结构力学环境。

工作法通过切顶卸压法,使悬伸岩层沿设计的预裂面断落,减小悬伸岩层长度,从而减小煤柱、端头和巷道上方的覆荷载以及旋转变形力,降低围岩中应力集中程度。切顶卸压后,区段煤柱变形均匀,煤柱上应力峰值降低,煤柱上应力范围减小。巷道顶板移近量及两帮移近量变小。相邻工作面未开采实体煤部分所受应力范围减小,最大应力值降低。

工作法采用中部卸压槽法控制底鼓量。设计卸压槽宽度为0.5米,距巷道中心线均为0.25米,深度分别为0.5米、1.0米、1.5米、2.0米。数值计算结果表明:开设卸压槽后,巷道底板岩体向卸压槽内挤压,导致卸压槽有闭合趋势。底板应力向深部岩层转移,帮部应力向远离巷道转移,从而使巷道所受应力降低,底鼓量降低。随着卸压槽深度增加,塑性区深度增加,塑性区面积增大。帮部最大水平位移逐渐增加,最大底鼓量逐渐减小。

实践证明,在不连沟煤业工作者的不懈努力下,特厚松软煤层工作面端头顶板管理工作法大获

成功,它将为指导浅埋巨厚裂隙发育松软煤层综放工作面设计、决策、管理提供科学依据,不仅能解决不连沟煤矿高产高效综放工作面机头机尾煤炭资源的损失难题,同时在提高煤炭资源的采出率、降低工作面顺槽支撑压力、控制采空区遗煤自燃等方面都有重要的指导意义。此项成果既在本矿区具有广泛的应用前景,在国内类似条件的矿区也有重要的推广和使用价值,获得了显著的经济效益和社会效益。

开云见日,赢得口碑效益彰显企业品牌

不连沟煤矿6#煤层F6203综放开采工作面在运用新工法开展采煤工作后,提高了煤炭开采率,资源回采率也得到大幅提升。由于工作面端头全部放煤技术的应用,使巷道的返修量大大减少,缩短了超前加强支护段,工作面的生产效率得到很大提高,节省了更多费用,大量减小了工人的井下劳动强度、有效节约了人力物力,降低了吨煤成本,让6#煤层多开采的

产量总共约1668.2万吨,既实现了安全、高效的目标,更为企业带来非常可观的经济效益。

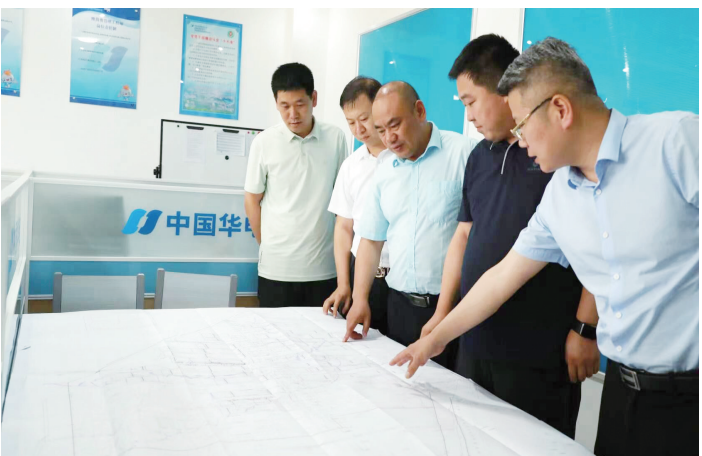
值得一提的是,新工法在环境保护方面亦成绩显著。按照以往的经验,综放工作面上下端头的排头排尾架上的顶煤,均没有被放掉采出,因为端头煤的支撑作用,将对地表的均匀沉降以及环境恢复带来很大的负面影响。不均匀沉降将使地表产生很大很深的裂缝,将导致土地风干,地表干旱,植被大量的死亡,严重影响生态系统。同时,这些裂缝会造成采空区的漏风,从而使采空区未采出的煤氧化与自燃,带来安全隐患。通过应用端头全部放煤技术之后,将使整个采空区上方的地层沉降更加均匀,裂缝弥合,有利于安全和采空区上方地表生态系统的恢复。新技术在煤炭开采工作中的应用,对促进矿区产学研用相结合,提升绿色开采技术管理水平产生深远影响。

多年来,本着“不畏浮云遮望眼”的奋斗精神,砥砺前行,不连沟煤矿及选煤厂荣获了“太阳杯”“鲁班奖”“双十佳煤矿”“特级安全高产高效矿井”等多项国家级荣誉,成功通过绿色矿山5A级认证,成为生态建设先进企业和国家首批智能化示范矿井。

未来,不连沟煤矿将积极贯彻华电煤业集团“和谐进取 创新超越”的公司精神,探索煤炭绿色开采技术路线,努力创新工艺工法,积极应用成熟技术,以高标准、高品质打造示范矿区,以科技创新推动煤炭资源开发向绿色开采方式转变,为可持续发展的长效机制添砖加瓦,为煤炭绿色开采规范化、标准化贡献更大力量。



专家组答辩现场



参与创作人员讨论技术方案