大雁二矿软岩煤层回采巷道失稳原因分析

张 建 华
(呼伦贝尔学院 工程分院，内蒙古 海拉尔 021008)

摘 要：随着开采深度的不断增加，软岩煤层回采巷道失稳现象越来越严重，巷道维护非常困难。在分析大雁二矿的现场实际情况的基础上，采取有效的支护措施，在软岩煤层回采巷道支护方面积累了成功经验。

关键词：软岩煤层；回采巷道；失稳
中图分类号：TD322 **文献标志码**：B **文章编号**：0253-2336(2006)09-0078-03

Analysis on instability causes of soft rock gateway in Dayan No. 2 Mine

ZHANG Jian-hua
(*Engineering School of Hulunbeir College, Hailar 021008, China*)

大雁二矿主要开采的煤层属中生界，侏罗系上统，扎赉诺尔群大磨拐组的中部含煤岩段。岩性主要有砂岩、粉砂岩、含砾泥岩、粗砂岩、泥岩等；岩石主要矿物成分为蒙脱石、石英、高岭石、钾长石和伊利石等。大雁二矿开采深度为440 m，30号煤层为该水平的主采煤层，煤层平均厚度13.66 m，伪顶为0.92 m的砂质泥岩，基本顶为泥岩和中砂岩，底为1.45 m的泥岩和20.06 m的含砾泥岩。随着开采深度的不断增加，回采巷道失稳现象越来越严重，巷道维护非常困难。

1 煤层回采巷道失稳原因

1.1 围岩性质的影响

30号煤层顶底板均为泥质岩层，岩层比较松软、破碎，煤层底板的泥岩变质程度低，具有各向异性的体积膨胀特点，煤层顶底板软岩的孔隙率为24.02%～42.37%，岩层的风化、泥化、吸水潮解、流变等性能较强，导致煤层围岩的抗压强度极低，只有1.01～9.06 MPa；煤层层理十分发育，含有两层软弱夹层，夹层面较光滑，夹层上下煤层极不稳定；煤层和岩层中均含有伊利石和高岭石等吸水矿物，吸水导致煤体和岩体的膨胀，膨胀率为0.15%～11.39%。这些性质的存在，对回采巷道的稳定造成了不同程度的影响。

1.2 水文地质条件的影响

30号煤层顶板砂岩中有含水层，由于采动影响，将使含水层中的水沿围岩裂隙向下流动，使煤层和岩层富水。30号煤层夹层及围岩中含有伊利石和高岭石等，当煤层和岩层中含水时，伊利石和高岭石等将吸水膨胀，导致岩层潮解、泥化和流变，使煤层和围岩的自承力大大降低，从而引起巷道失稳。另外，巷道顶板的淋水，将使煤层底板泥岩吸水膨胀，造成底鼓使巷道失稳。

1.3 地质构造的影响

大雁二矿井田构造类型为Ⅱ类，井田内发育有7条大中型断层，断裂性质均为张扭性断裂，井田内无复杂的褶曲构造，无岩浆侵入。由于断层的存在，致使断层附近的煤层和岩层破碎，产生应力集中，最大水平应力与巷道轴线成60～70°作用在巷道两帮上，造成支护的棚柱折断或单体支柱弯曲、内移，底鼓量最大超过1.0 m，巷道严重破坏。

1.4 开采深度的影响

随着开采深度的增加，地压也越来越大，巷道的稳定性也越来越差。30号煤层巷道布置在+250 m水平，垂直深度为440 m，根据计算可知，由上部岩体重量引起的垂直应力为10.09 MPa，而30号煤层和顶板泥岩的抗压强度分别为9.13 MPa和3.91 MPa，所以，在岩体自重作用下，煤层巷道会受到破坏。

1.5 煤层中软弱夹层的影响

30号煤层中含有二层软弱夹层，厚度分别为0.05 m和0.23 m。在煤层及围岩原始应力状态破坏后，煤层及围岩的应力重新分布，在煤岩应力的重新分布过程中，煤层受剪切应力作用后，将沿软

万方数据

弱夹层面移动，促使煤层巷道也沿软弱夹层而开始错移，进而导致煤层巷道失稳。

1.6 巷道布置的影响

30号煤层的开采，其巷道布置受28号、29号煤层巷道保留煤柱应力叠加作用的影响。30号煤层上分层回采巷道，一般布置在30号煤层上部距煤层顶板4.6～4.9 m的层位上，巷道设计高度2.3 m，由煤层结构可知，该回采工作面的回采巷道将被厚度为0.23 m的软弱夹层切割成上下2个部分，因此，上分层的回采巷道除受应力叠加作用的影响外，还受到软弱夹层间错移作用以及软弱夹层泥岩吸水潮解膨胀作用的影响，进而导致巷道失稳破坏。30号煤层下分层回采巷道布置在距煤层底板以上0.60～0.90 m的层位上，巷道内存在一条0.05 m的软弱夹层。因此，除了受软弱夹层的影响外，还会受到上分层巷道煤柱应力叠加作用的影响，这种应力叠加作用，极易导致回采巷道的失稳破坏。例如，在回采360阶段，30号煤层回采工作面前后巷道都在28号煤层巷道的保护煤柱内，受煤柱应力叠加的作用非常明显；在回采305阶段，30号煤层综放工作面，前巷道布置在上分层的巷道保护煤柱内，受煤柱应力叠加作用也非常强烈，都造成了巷道失稳破坏。另外，根据实测，最大水平应力为13.15 MPa，与回采巷道夹角为60～70°，这也是造成巷道失稳的原因之一。

2 避免回采巷道失稳的对策

2.1 正确选择巷道位置

正确选择巷道位置是保证巷道处于稳定状态的关键条件之一。一是尽量使巷道避免受到邻近煤层巷道保护煤柱应力叠加作用的影响；二是尽量避免本煤层软弱夹层间错移作用的影响；三是保留合理的顶底煤厚度，确保锚杆锚固的稳定；四是尽量使巷道轴向与最大水平应力平行，尽量减少最大水平应力对巷道稳定的影响，以保持巷道的稳定。因此，由分层开采改为一次采全高综放开采，回采巷道布置在邻近煤层巷道保护煤柱应力叠加作用的影响以外，并呈伪斜布置，以减少最大水平应力的影响，且留1.30 m厚的底煤。这样不仅避免了煤层软弱夹层间错移作用的影响，而且也能充分发挥锚杆的锚固作用，使巷道始终处于稳定状态。

2.2 合理确定巷道掘进顺序

在上、下区段接续时，一般情况下先掘下区段回风及运输巷道至开切眼，形成接续回采工作面。但由于下区段回风巷道掘进与上区段回采工作面在走向的中部相遇，下区段回风巷道受回采动压影响较大，巷道破坏严重；因此采取了在下区段工作面内掘进回风中间巷（与区段回风巷平行），进入上区段回采工作面动压稳定区（距回采工作面80 m以上）后再掘下区段回风巷至开切眼形成回采工作面（这时，回风巷掘进工作面与上区段回采工作面背向推进），然后再回头反向掘进未掘的回风巷道（这时，下区段回风巷掘进工作面始终滞后上区段回采工作面80 m以上，同向推进）。这样保证了回风巷道既不受上区段回采工作面动压影响，又不影响接续，保证了回采巷道的稳定。

2.3 正确选择支护结构及支护强度

软岩巷道一经掘进，若不及时控制，则围岩变形发展很快，会出现围岩碎裂、流变以致垮落。软岩地压的显现属于变形地压，其支护结构有“先柔后刚”的特性，需要进行二次支护。因此，初始支护采用锚杆支护，初始支护充分发挥围岩与锚杆共同作用的原理，它既允许围岩产生一定量的变形移动，以发挥围岩的自承能力，同时，又能限制围岩发生过大的变形移动；二次支护采用锚杆支护（围岩比较破碎时采用锚网支护），二次支护进一步提高了巷道的稳定性。再者，根据最大水平应力理论，巷道顶底板的稳定性主要受水平应力的影响。在最大水平应力作用下，顶底板岩层易于发生剪切破坏，出现错动产生膨胀造成围岩变形，锚杆的作用是约束其沿轴向岩层膨胀和重直于轴向的岩层剪切错动，因此要求锚杆必须具备强度大、刚度大、抗剪阻力大，才能起到约束围岩变形的作用。大雁二矿30号煤层回采巷道使用的锚杆为φ16 mm×1 800 mm的树脂锚杆，间排距为800 mm×750 mm，支护效果很好。

另外，在回采过程中，要根据回采巷道受移动支承压力的影响范围及强度情况，确定回采巷道超前加强支护的距离和支护密度。如在回采305阶段30号煤层综放工作面时，工作面前后两巷受回采动压的影响范围达80 m，因此，前后两巷超前加强支护的距离必须由20 m增加到80 m，这样才能保持回采巷道的稳定。

2.4 采取防治水措施

采取有力的防治水措施，以有效防治巷道变形尤其是巷道底鼓的发生。尽量减少水对围岩的影

万方数据

响，以控制巷道围岩吸水膨胀变形。首先是加强探放水工作，积极疏导，避免顶板中砂岩中含水层的水受采动影响沿围岩裂隙进入巷道围岩，其次是加强巷道的积水排放工作，第三是加强注浆管路以及各类排水管路的管理，杜绝跑冒滴漏现象。

2.5 巷道底鼓的防治

巷道底鼓的防治除了应采取有效的防治水措施外，还应采取下列措施：一是合理留设底煤的厚度，以使巷道支护的底部锚杆锚固在稳定的煤层中，充分发挥锚杆的支护作用，有效地抵制巷道底板的变形，并防止巷道沿两帮脚收敛而导致巷道破坏失稳。根据大雁二矿30号煤层围岩的特点，底煤厚度以1.30 m为宜。二是对于已发生的局部底鼓，采取挑顶翻修的方法进行维护。根据实测，巷道底鼓的速度是顶板下沉速度的3～4倍，因此，采取挑顶翻修的方法是合理的。

2.6 加强观测

日常观测是巷道维护过程中一项重要环节，一方面是发现异常及时采取措施，另一方面也是搜集现场数据，以便进一步优化巷道断面设计，使断面设计更科学合理、符合实际情况。日常观测的主要内容有：超前加强支护观测、锚杆受力观测、顶板离层观测、底板底鼓观测、巷道两帮移近量观测等。

综上所述，影响软岩煤层回采巷道的稳定性因素很多，要根据具体情况具体分析，只要措施得当，就能有效地控制巷道失稳现象，保持回采巷道的稳定。大雁二矿在30号煤层的开采实践中，针对软岩煤层回采巷道的失稳问题，进行了深入的探索，效果显著。

参考文献：

[1] 李　凝，杨玉华．软岩巷道支护技术调研［J］．煤炭工程，2003（8）．

[2] 邓小林．深井煤巷锚网支护技术优化及管理［J］．煤矿开采，2005（6）．

[3] 杜善周．回采巷道矿压规律与锚杆支护技术研究［J］．煤炭工程，2006（2）．

[4] 石印宗．煤巷锚杆支护冒顶事故的类型及预防［J］．煤矿开采，2005（5）．

[5] 徐　坤．围岩稳定性综合控制技术的应用［J］．煤矿开采，2005（4）．

作者简介：张建华（1961－）男，黑龙江双鸭山人，副教授，现主要从事煤矿开采及安全技术的教学及研究工作。Tel：0470－8259712，E－mail：zhangjianhua121@163.com

收稿日期：2006－04－09；责任编辑：曾康生

（上接第64页）

个别窑洞出现新增细微裂缝，但裂缝宽度不超过4 mm，也有的旧裂缝因受压缩而减少。从整体上看，地面村庄损坏等级被控制在Ⅰ级范围内。

3.2 条带开采的采出量及采出率

村庄下条带开采技术于1997年在辛置矿琵琶垣、南李庄成功取得后，集团公司先后在曹村矿、团柏矿、白龙矿进行推广应用，取得了良好的效果，截止2002年底，已采出优质2号煤298万t，见表3。

表3 采出量和采出率

矿名	开采时间	开采工作面数	采出量/万t	开采方法	采出率/%
辛置矿	1997年	16	131	轻型综采	25～30
曹村矿	1999年	11	93	轻型综采	25～30
团柏矿	2001年	5	49	高档普采	22～23
白龙矿	2000年	6	25	高档普采	28

4 结　论

（1）条带开采尽管其采出率低，影响了矿井的生产效率，但由于我国地质条件千变万化，特别是对于厚黄土层下或埋藏较深的村庄下压煤问题，采用条带开采方法仍不失为一种有效的技术途径。

（2）条带开采具有成本低、见效快、经济效益显著等特点，可减少村庄搬迁或重建费、建筑物加固维护费、开采沉陷治理费、水资源破坏或经济补偿费等，不影响农民生产生活，同时保护耕地和地面生态环境，在现有技术水平和现有经济环境下，对于解决中西部矿区类似条件下的村庄下压煤开采问题更具有实际意义。

作者简介：薛勇军（1962－），男，山西芮城人，高级工程师，现任山西焦煤集团有限责任公司副总工程师。

收稿日期：2006－03－15；责任编辑：许升阳

万方数据