

一种塌陷安全距离判定方法在煤矿的实践与应用

李成虎

国家能源集团乌海能源公司, 内蒙古 乌海
Email: 844052102@qq.com

收稿日期: 2020年12月20日; 录用日期: 2021年1月20日; 发布日期: 2021年1月27日

摘要

针对国家能源集团公司某矿8110工作面回采期间是否受到90100采空区塌陷的影响, 本论文探索出一种塌陷安全距离判定方法, 并详细阐述了该方法的工作原理和具体计算步骤, 通过该方法在煤矿现场的使用收到了良好的应用效果, 保证了矿井的安全生产。

关键词

塌陷安全距离, 判定方法, 实践, 应用

A Method for Determining the Safety Distance of Collapse in Coal Mine Practice and Application

Chenghu Li

National Energy Group Wuhai Energy Company, Wuhai Inner Mongolia
Email: 844052102@qq.com

Received: Dec. 20th, 2020; accepted: Jan. 20th, 2021; published: Jan. 27th, 2021

Abstract

Aiming at whether the 8110 working face of a mine of the National Energy Group Corporation was affected by the collapse of the 90100 goaf during the mining period. This paper explores a method for determining the safety distance of collapse, and elaborates the working principle and specific

calculation steps of the method. The on-site use of the Coal Mine has received good application effects, ensuring the safe production of the mine.

Keywords

Collapse Safety Distance, Judgment Method, Practice, Application

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

地下煤层采空区对地表建筑物的安全和上覆煤层的安全有序的回采有重大的影响, 一般情况下地表建筑物和上覆煤层的回采工作面都应该尽量避开地下煤层采空区所形成的塌陷盆地[1]。煤层采空以后, 采空区上部的覆岩及采空形成的煤柱边帮均形成自由面。原来的应力平衡被破坏, 在上覆岩层重力作用下, 覆岩承受的压力随着采空区范围的扩大而增加, 当这种压力超过煤层顶板岩石的承载力以后, 顶板岩石就会破裂塌陷形成冒落带。冒落的岩块大小不一, 杂乱无章地充填到采空区[2]。冒落的岩块凸出的与上部岩层相接触, 但支撑力已不足以托住上部的岩层, 于是上部岩层下沉, 向下弯曲, 并且破裂, 产生裂隙, 即形成破裂带[3]。裂隙带岩层上部的岩层, 由于裂隙带的岩层向下弯曲, 在自身重力及上覆岩层的重压下, 发生整体向下弯曲, 但既不破裂, 也不脱落, 故称为弯曲带。在弯曲带影响下地面上造成塌陷, 形成塌陷盆地、塌陷坑[4]。大面积开采造成地下矿层采空矿层上部的岩层失去支撑, 平衡条件被破坏, 随之产生弯曲塌落, 以致发展到地表下沉变形, 形成采煤地表变形沉陷。随着采空区的不断扩大, 地表沉陷不断发展成凹陷盆地, 造成水土流失, 环境污染和土地荒芜等, 造成对生态环境的严重破坏。另外, 由于我国对煤炭的需求量较大, 建筑物下、铁路下和水体下的煤炭开采强度和开采范围在不断地扩大, 造成了较大规模和范围的地表移动与变形, 导致地表建(构)筑物因地基承受力下降而受到损坏。这一现象不仅严重影响了处于采空区上方的道路、住宅小区及工矿企业等的正常使用及运营, 而且威胁到了在矿区中生产生活的人民的安全。因此, 为了最大限度地减小煤炭开采对矿区造成的地面沉陷灾害影响, 研究、预测矿区开采沉陷对地面建(构)筑物的影响程度是十分必要和迫切的。最后地表如果是松散物, 还会形成地裂缝, 对地表建筑物和上覆煤层的回采工作面的安全构成巨大的威胁[5]。针对这种情况我们探究了一种计算塌陷安全距离的判定方法, 本方法主要是根据煤层垮落以后形成的塌陷盆地的几何尺寸来进行分析, 并运用几何学原理计算出了塌陷影响的水平距离, 并将工作面与采空区实际留设的水平水平距离与之进行比较, 最后得出科学的结论, 对于煤矿综放工作面的安全高效地回采具有重要的意义。

2. 矿井及工作面概况

2.1. 矿井概况

国家能源集团公司某煤矿井田面积 4.8336 平方公里, 批准开采 4[#]煤层~11[#]煤层, 现核定生产能力 300 万吨/年。井田采用斜井开拓方式, 有主斜井、副斜井、行人斜井和回风立井四个井筒。矿井共设两个开拓水平, 一水平标高为+1135 m, 开采井田范围内的 4[#]煤层, 二水平标高为+1072m, 开采 9[#]煤层和 11[#]

煤层。矿井通风方式为中央分列式，通风方法为机械抽出式，主扇为 2 台 FBCDZ-10-No.30 型对旋式轴流通风机，一台工作，一台备用，配备电机型号为 YBF630S1-10，功率 280 KW × 2。矿井回采工作面采用全负压通风，掘进工作面采用压入式通风，矿井风量及各用风地点风量满足矿井生产需要，且通风系统正常运转。根据 2019 年瓦斯等级鉴定结果，矿井瓦斯绝对涌出量为 2.95 m³/min，相对瓦斯涌出量为 0.43 m³/t，属低瓦斯矿井。煤层自燃倾向等级均为 II 类，均属自燃煤层，自然发火期为 83 天，煤尘均有爆炸危险性。矿井采掘机械化程度 100%。目前 4[#]煤层布置 1 个综放工作面，9[#]煤层布置 1 个综放工作面，4 个掘进工作面。

2.2. 工作面概况

8110 工作面地面对应位置为王高登村东黄土中山丘陵，地势东高西低，地表对应无河流及其他建筑物。本工作面位于 401 采区的北部，以北为断层保护煤柱，以东为 8301 采空区，以南为 8108 采空区，以西为 401 运输巷。工作面煤层厚度为 7.8 m，一般不含矸。煤岩类型为半暗型，煤层倾角 2°~5°，平均为 4°。

8110 工作面所采煤层为 4[#]煤层，采用综采放顶煤走向长壁采煤方法开采，顶板管理采用全部垮落法，割底留顶煤，走向长度 350 m，工作面长度 60 m，工作面通风采用一进一回的 U 型负压通风方式，工作面需风量为 980 m³/min。

3. 问题的提出

4[#]煤层 8110 工作面与 9[#]煤层层间距为 53 m，8110 工作面中部对应下方 9[#]煤层 90106 工作面，且均为实体煤，8110 工作面尾部对应下方 9[#]煤层 901 北辅运巷、901 北回风巷，8110 切眼煤柱侧与 901 北运输巷平距为 10.6 m，与原 90100 工作面采空区平距为 32.4 m，如图 1 所示。90100 工作面是在 2017 年 1 月份回采完毕，距今已有 3 年多了，但是其采空区上方的岩层垮落已经形成了一定的塌陷区域，但是塌陷区域是否会波及 8110 工作面的正常安装和安全回采都是未知数。如何才能判定出 90100 工作面采空区侧翼水平方向的塌陷距离对于 8110 工作面的安全生产意义极为重大，因此矿工程技术人员积极开展技术探讨，最后提出了一种塌陷安全距离判定方法有效地解决塌陷的安全距离，对 8110 工作面的安全生产提供了理论指导和科学依据，促进了工作面的安全高效地生产。

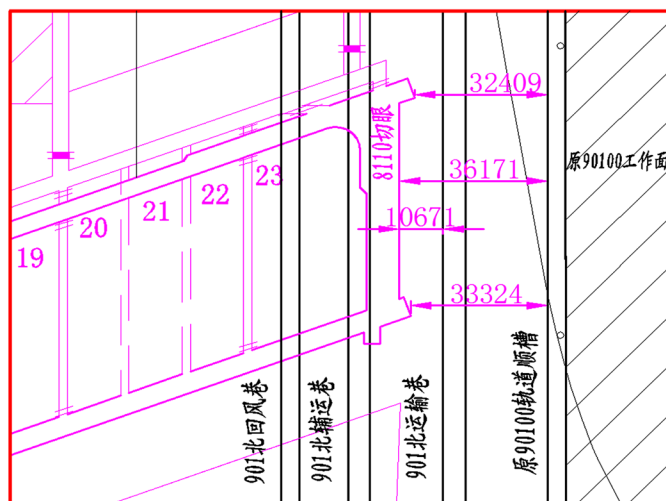


Figure 1. The upper and lower comparison diagram of 8110 working face and 9[#] coal seam
图 1. 8110 工作面与 9[#]煤层上下对照图

4. 塌陷安全距离判定方法

4.1. 采空区塌陷角的确定

煤矿塌陷一般情况下分为采空区塌陷和岩溶塌陷两种。采空区塌陷，长期的大规模的开采形成采空区，随着采空区面积不断加大，煤层的顶板(覆岩)失去支撑，顶板岩层随之发生弯曲、断裂、垮落，产生倾斜变形和水平移动[6]。煤矿开采都有塌陷角的，据此计算影响范围。按一般规定，取同区域的经验数据，有些地方专门做了影响角度的测试，有一些经验数据，酌情选取即可[7]。

4.2. 9#煤层 90100 采空区塌陷角计算

塌陷角参数中的边界角、移动角或裂缝角圈定，对于低潜水位地区，以移动角或裂缝角划定地表或4#煤层的塌陷范围较为合适。此外，国家能源集团公司某煤矿位于丘陵山区，故本次计算通过井上井下参考对照图上按移动角划定采空区对4#煤层塌陷影响范围。4#煤层的移动和变形主要集中在开采边界上方区域为2R的范围内，主要影响范围边界与开采边界的直线与水平所成的夹角，即塌陷角 θ 有关，塌陷水平影响范围的计算：

$$X = \frac{H}{\tan \theta} \quad (\text{式 1})$$

式中： X 是塌陷水平影响距离， H 为4#煤层底板至9#煤层顶板之间的层间距， θ 为岩层塌陷角。地表上山移动角取 $\gamma = 70^\circ$ ，下山移动角为 $\beta = 70^\circ - 0.6a$ (a 为煤层倾角)，走向移动角 $\delta = \beta - 70^\circ$ 。由于岩层的裂缝角和煤层的倾角存在一定的正相关性，当相关性系数取值为1时两者在数值上是相等的，又因为9#煤层的倾角 a 在 $3^\circ \sim 5^\circ$ 之间，本次测试中考虑到安全起见将9#煤层的倾角 a 设定为 5° ，且90100工作面采空区对应的地表为上山，所以塌陷角的取值为：

$$\theta = \gamma + \alpha = 70^\circ + 5^\circ = 75^\circ \quad (\text{式 2})$$

因此工作步骤为：通过矿区平面图，确定各采空区在剖面图具体分布位置，采用移动角直接确定采空区的影响范围，最后投影到9#煤层底板的平面上转换成平面影响范围，具体情况如图2所示。

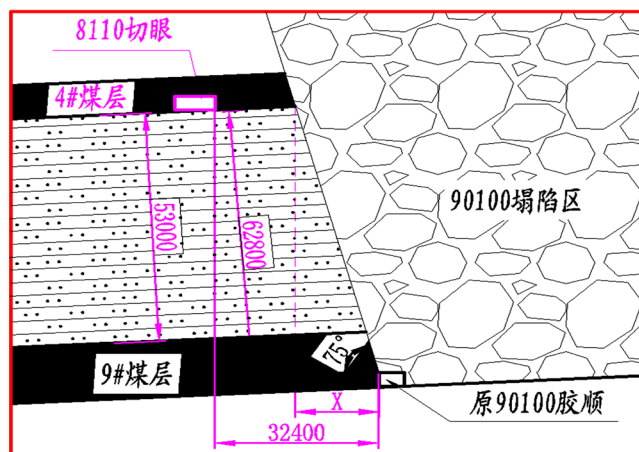


Figure 2. Schematic diagram of the 90100 collapse distance determination method
图 2. 90100 塌陷距离确定方法示意图

8110 切眼煤柱侧与原 90100 工作面采空区平距为 32.4 m，4#煤层底板与 9#煤层顶板之间的层间距为 53 m，根据式 2 所示取塌陷角 θ 为 75° ，来计算 9#煤层原 90100 采空区到达 4#煤层 8110 工作面塌陷距离。

9#煤层原 90100 工作面煤厚为 13 m, 去掉巷道高度 3.2 m, 剩余 9.8, 4#煤层与 9#煤层实际层间距为 $53 \text{ m} + 9.8 = 63 \text{ m}$, 其中 X 为 90100 采空区塌陷距离。

$$X = \frac{H}{\tan \theta} = \frac{62.8}{\tan 75^\circ} = \frac{62.8}{3.732} = 16.8 \quad (\text{式 3})$$

$$32.4 \text{ m} > 16.8 \text{ m}$$

5. 结论

国家能源集团公司某矿 8110 工作面中部下方(9#煤层)为实体煤无采掘作业, 尾部对应的 901 北回风巷、901 北辅运巷、901 北运输巷均已施工完毕, 且支护可靠, 不会对 4#煤层 8110 工作面回采带来影响。

通过对 9#煤层 90100 采空区塌陷角计算, 原 90100 采空区到达 4#煤层塌陷距离为(平距)16.8 m, 而 8110 工作面与原 90100 工作面采空区平距为 32.4 m, 塌陷距离小于实际预留距离, 所以原 90100 工作面采空区不会对 4#煤层 8110 工作面回采带来影响。通过计算 4#煤层塌陷距离后国家能源集团公司某矿 8110 综放工作面已经安全回采了 42 天, 没有发生顶板垮落、底板下沉、液压支架压架等安全事故, 这样充分地证明了我们计算的必要性和合理性, 这就为 8110 工作面的安全生产提供了理论依据和科学指导, 具有重要的理论和现实意义, 另外也为相似矿井的塌陷安全距离的计算提供了可供借鉴的经验。

参考文献

- [1] 付贵. 宁夏王洼矿区煤矿关于 1512 塌陷区范围及岩层移动角参考值确定[J]. 城市建设理论研究, 2015(17): 1014.
- [2] 张树标. 下奎钨矿大平矿区地表塌陷原因分析及危险区圈定[J]. 中国钨业, 1999, 14(3): 25-27.
- [3] 黄昌富, 迟大祥, 等. 地铁线路穿越急倾斜煤层采空区塌陷区相似模拟试验[J]. 科学技术与工程, 2018, 18(31): 58-63.
- [4] 程经权. 煤矿塌陷区环境预测及其综合整治[J]. 能源环境保护, 1989(1): 44-49.
- [5] 米绍文. 山西吕梁山脉地带煤矿工作面地表沉陷移动参数的分析与应用[J]. 矿山测量, 2016, 44(5): 83-86+102.
- [6] 王运敏, 陆玉根, 等. 崩落法深部开采岩移及地表塌陷规律分析研究[J]. 金属矿山, 2015(6): 6-9.
- [7] 乔冲, 张滨. 田陈煤矿深部开采地表移动规律与预测方法研究与应用[J]. 内蒙古煤炭经济, 2018(18): 47-47.