

煤矿矿井井筒穿越采空区的治理方法

王振

山东华新建筑工程集团有限责任公司, 山东 新泰 271200

[摘要]在煤矿矿井井筒建设过程中, 遭遇采空区是不可避免的事情。采空区可能导致围岩强度降低, 并对井筒建设产生不利影响。针对某矿井井筒工程及井筒附近的煤层采空区, 首先对该工程做出简单介绍, 之后阐明采空区对井筒建设影响的类型和机理, 最后讨论了当井筒穿越采空区时对采空区的处理原则和具体方法。

[关键词] 矿井井筒; 采空区; 治理方法

DOI: 10.33142/sca.v2i8.1216

中图分类号: TD262

文献标识码: A

Treatment Method of Coal Mine Shaft through Goaf

WANG Zhen

Shandong Huaxin Construction Engineering Group Co., Ltd., Xintai, Shandong, 271200, China

Abstract: In the construction process of coal mine shaft, it is inevitable to encounter goaf. The goaf may lead to the decrease of surrounding rock strength and have a negative impact on the shaft construction. In view of a mine shaft project and the coal seam goaf near the shaft, this paper first makes a brief introduction to the project, then clarifies the type and mechanism of the influence of the goaf on the shaft construction, and finally discusses the treatment principle and specific method of the goaf when the shaft passes through the goaf.

Keywords: mine shaft; goaf; treatment method

1 工程概况

某地区的一个煤矿井, 面积大约在 17 平方公里, 这个煤矿在采矿、生产和日常管理等方面都有比较丰富的经验, 同时在生产规模、煤矿的资产和生产技术等方面都比较突出。为了尽可能的缩减采矿生产工艺, 尽可能的最低限度的进行工程建造, 同时还要保障以最少投资和相对较短的施工工期, 在不影响煤矿正常生产的情况下, 优化和更新矿井的各个方面。在矿井的建筑施工开始之后, 该矿区主要采用了倾斜井开发方法来建造主钻井、辅助钻井和风井^[1]。在这个过程中, 新的倾斜辅助井的倾斜角为 7° , 倾斜长度为 1173.65 米 (包含了 60 米的平缓短部分), 矿井的宽度为 6.1 米, 净截面为 20.49 平方米。该副斜井负责所有辅助的生产运输工作, 同时还充当通风系统的进风口, 以及工人的安全出口。根据施工前期的地质勘测数据可以看出, 倾斜辅助井的挖掘建设必须穿过采空区, 这就需要在建造施工的过程中采用更为稳妥的建造施工技术, 这对于确保倾斜辅助井的建造安全是非常重要的。

2 地层情况

根据施工前期对于地质情况的勘探, 钻井的最深处位于石炭系中统本溪组与太原组底界面附近, 也就是说, 钻井施工的过程中从旧到新穿越的地层为石炭系、二叠系、侏罗系和新生界第四系^[2]。建造施工需要穿越的煤层主要位于 3 号煤层下方约 10 米到 30 米之间。在太原组的上方 5 号煤层区域, 这部分煤层的平均厚度为 10 米左右, 性质相对稳定, 但是这个煤层的结构比较复杂, 厚度也非常大, 在煤层的顶部、底部和夹矸的主要成分是砂岩、硅石和高岭土等等。通过对施工现场的分析和研究表明, 这个挖掘区域的岩土的整体性已被破坏, 现场的岩石块大多类似于砾石, 岩层之间的连接程度比较低, 周围岩石的稳定性也难以满足工程施工的要求。在这种地质条件下, 钻井施工很有可能导致岩石稳定性的崩溃, 造成施工塌方^[3]。对项目建造和施工人员的生命安全构成严重的威胁。

3 井筒对采空区地段围岩变形的影响及采空区危害性评价

矿井挖掘的采空区域周围的岩石类型经过勘测大概可以分为两部分: 一部分是由泥岩、粉砂等结构, 另一部分是塌陷区散体结构形成的岩石。这两类周围岩石的主要变形和断裂模式包括内鼓的膨胀、重力坍塌和挤出等等^[4]。钻井的建造施工将明显的对该采空区周围的岩石的固有结构和稳定性产生很大的负面干扰, 而这种影响的主要因素包括钻井施工的上部和下部对应区域有关。如果钻井施工的区域比采空区高, 那么钻井下方的岩体就会塌陷, 如果钻井施工的区域比采空区要低, 那么底板部位就可能会出现裂缝。根据地质勘测调查数据显示, 在钻井的施工挖掘过程中, 没有

完成局部变形的采空区，将会很容易发生坍塌事故，因此必须要对采空区进行必要的施工前处理。

4 井筒穿越采空区时的处理原则

4.1 根据煤层的赋存条件采用相应的处理措施

由于煤层的诸多因素影响，钻井区域和采空区域的相对位置会出现一些不同的变化，采空区域对于钻井施工的影响状态也会有很大的差异，所以必须要根据不同区域、不同施工段的具体情况，采用有针对性的科学合理的处理手段^[5]。

4.2 根据井筒开挖应力重新分布提出处理方法

钻井的挖掘施工过程会影响到钻井施工区域周围岩体的稳定状态，如果岩体自身的结构稳定性不足以支撑钻井施工施加在岩体周围的应力的化，钻井施工区域周围的一部分岩石固有的结构就会被破坏，很有可能出现开裂、坍塌等问题。为了防止钻井施工的过程中，受到严重变形的损害，必须加强挖掘施工区域周围的岩石强度。因此，必须确定施工会影响到的岩石结构的区域范围。需要做出施工前处理的岩石区域范围的确定可以通过现场勘测以及公式计算等方法来进行。

$$R_0 = a \left[\frac{P + c \cot \varphi}{P_i + c \cot \varphi} (1 - \sin \varphi) \right]^{\frac{1 - \sin \varphi}{2 \sin \varphi}} \quad (1)$$

式中：a——井筒开挖半径，m；p——原岩体应力，kPa；p_i——支护对井筒围岩反力，kPa；c——井筒围岩的粘聚力，kPa；φ——井筒围岩内摩擦角^[6]。

4.3 适当加大预留量

由于煤层较软，煤采出后的煤系地层可能出现较大变形。因此，在井筒断面设计时，应适当增加预留量。

5 井筒穿越采空区的治理方法

5.1 采空区位于井筒底板以下

如果采空区位于矿井施工建造区域下方，且未在矿井施工段裸露，而且相对靠近矿井施工边缘，那么就可以在矿井施工区域内进行钻孔，注入混凝土砂浆，以提高采空区域内岩土结构的承载强度。防止矿井建造施工区域的塌方和沉降。在这个注浆施工的过程中，采空区采用双管液压注入法进行注浆加固。注入孔的直径为 65 毫米，孔间距为 1.2 米，孔的深度根据采空区的深度综合确定。浇注材料选择混凝土和水玻璃的混合溶液，注浆量根据地层变化及现场确定。单孔每米注入量不少于 400kg^[7]。

5.2 采空区位于井筒洞身上方

当采空区位于洞身上方，特别是近水平、缓倾斜的采空区且距井筒顶部较近时，可采用 U 型钢棚支撑加强支护。本工程煤层顶板主要为泥岩、砂岩，平均重度 22.0Kn/m³，综合内摩擦角 60°，设计井筒的开挖半径为 2.8m，井筒的最大埋深为 130m。根据本文式（1）可求得井筒的塑性区半径 R₀=2.4m；井筒上的均布荷载最大值可根据式（2）计算，为 618.2kPa。

$$P = \gamma H \left(1 - \frac{H}{2a} \lambda \operatorname{tg} \theta \right)$$

$$\lambda = \frac{\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \varphi}{\operatorname{tg} \beta [1 + \operatorname{tg} \beta (\operatorname{tg} \varphi - \operatorname{tg} \theta) + \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \theta]}$$

$$\operatorname{tg} \beta = \operatorname{tg} \varphi + \sqrt{\frac{(\operatorname{tg}^2 \varphi + 1) + \operatorname{tg} \varphi}{\operatorname{tg} \varphi - \operatorname{tg} \theta}}$$

对于井筒开挖引起的塑性变形，设计采用锚杆、锚索加固，其中锚杆采用 22×2400mm 的左旋无纵肋螺纹钢锚杆，间排距为 800mm×800mm，每根锚杆配一支 C K 2335 型超快速药卷、一支 K 2360 型快速药卷，锚杆托板选用拱形预应力铁托板，托板规格为 100mm×100mm×16mm；锚索采用 17.8×7300mm 钢绞线，间排距为 2000mm×2400mm，每根锚索配一支 C K 2335 型超快速药卷、两支 K 2360 型快速药卷，锚索托板采用 300mm×300mm×16mm 的方形铁托板，施工时锚索须锚至顶板稳定岩层中，其长度应根据顶板岩层情况合理调整^[8]。采用 29 U 型钢支护抵抗岩体作用在井筒上的荷载，U 型钢底部使用尺寸为 200mm×200mm×8mm×12mm 的 H 型钢与其焊接，二者水平间距 800mm。井筒筒壁喷射 200mm 厚的

C20 混凝土面层, 混凝土面层内铺设由直径为 8mm 的钢筋加工而成的双层钢筋网片, 网格间距为 100mm×100mm, 两网片之间搭接长度不小于 100mm, 采用双股 16 号铁丝连接。

6 结束语

在工程实践方面, 本文着重澄清了采空区域对井筒建造施工的影响, 以及分析了造成影响的原因和影响的类型和机制, 并且有针对性的提出了对应的解决方案, 如果钻井的施工位置比采空区要高, 那么施工挖掘将会导致采空区域的塌方。如果钻井的施工位置比采空区低, 那么施工挖掘将会出现裂纹的现象。除此之外, 还论证了该情况下对于采空区域的处理问题, 在钻井工程项目建造施工的过程中, 需要对采空区进行科学合理的处置, 加强支护结构的支护能力, 在前期需要做好地质勘测, 有针对性的采取必要的保护措施。当井筒的建造施工过程中, 遇到采空区的时候。要结合具体情况和实际问题, 合理的分析采空区域和井筒的挖掘施工区域的相对位置, 选择合理喝血的处理技术。当井筒建造施工区域比采空区高的话, 就应用混凝土灌注加固的方式进行采空区的处理, 如果当井筒建造施工区域比采空区低, 可以使用 U 形钢结构进行支护, 用以加强上层岩土的稳定性的。

[参考文献]

- [1] 罗申国. 煤矿井筒防冻燃煤炉清洁能源替代方案[J]. 山东煤炭科技, 2019(05): 192-194.
 - [2] 王志晓. 立井井筒穿越多层采空区综合预治理技术研究[J]. 中国煤炭, 2018, 44(11): 63-67.
 - [3] 周玉华, 周恒心, 程继东. 济宁二号煤矿井筒破损井壁修复技术实践[J]. 煤田地质与勘探, 2018, 46(1): 84-88.
 - [4] 郭丽军. 煤矿井筒机电安装管理存在的问题及对策[J]. 机械管理开发, 2017, 32(07): 187-188.
 - [5] 崔晋飞. 五阳煤矿井筒破裂机理分析及防治措施[J]. 现代矿业, 2017, 33(06): 222-224.
 - [6] 张好, 姚多喜, 鲁海峰, 薛凉, 朱宁宁. 恒源煤矿井筒非采动破坏判据的弹性力学分析[J]. 煤矿安全, 2017, 48(02): 208-211.
 - [7] 汪洋, 石磊, 米振华. 安徽板集煤矿井筒涌水量的计算与分析[J]. 江西煤炭科技, 2016(04): 72-75.
 - [8] 刘东旭. GPS 在煤矿井筒十字线设定中的应用实践探析[J]. 山东工业技术, 2016(14): 53.
- 作者简介: 王振 (1985. 11-), 男, 山东省泰安市, 山东科技大学, 工程师, 矿井建设。