

解析闭坑矿山地灾治理及生态修复新思路

俞彪

安徽省地质矿产勘查局 332 地质队

摘要: 闭坑矿山不仅仅是简单地停止开采, 要规范完成一个闭坑过程, 还需确保矿区内地质灾害隐患被全面排除, 恢复一定的生态水平。本文通过分析闭坑矿山地灾治理与生态修复的思路, 进一步分析了实施治理的科学手段。

关键词: 地质灾害; 闭坑; 生态环境

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.10.024

引言

矿区开采给社会发展带来了许多资源, 但其也造成矿区生态环境的恶劣变化, 如地貌损坏、水体污染以及土地沙化等。因此, 在完成矿区开采生产工作后, 都要落实地灾治理工作与生态修复工作。

一、工程项目概况

某闭坑矿区始建于1966年, 位于当地市区北郊地区, 与市区中心的距离约为四千米, 其周围邻接着养殖场、农场、自来水厂、变电站等, 距矿区两千米远有一条铁路。矿区原设计的生产能力为30万t/a, 预计生产服务的年限为25年, 但由于实际地质条件的影响, 多年来年生产只能达到12-15万, 采矿方式主要为地下开采, 通过竖井来开拓, 开采的范围约为-50—-400米, 受到条件限制, 该矿区从2016年年底开始决定正式闭坑, 现已停止生产。

二、对闭坑矿山进行地质灾害治理和生态修复的重要意义

许多矿山在开采结束后都会留下大面积采空区, 这些采空区极易出现安全隐患, 一旦控制不佳就可能发生地面塌陷情况, 间接导致周围构筑物倒塌或人员安全受到威胁。因此, 矿山闭坑项目实施时都要求开展地灾治理, 将可能存在的隐患排除, 尽可能促进矿区恢复生态能力, 提高土地利用效率, 推动矿区的绿色可持续发展。在党的十九大会议中, 总书记也强调了有关生态文明建设的重要性, 明确始终坚持人与自然和谐共生的理念, 对于矿区闭坑处理, 要保证将安全放在首位, 致力于建设国家矿区生态文明体系。此次研究的项目中, 采空区塌陷影响面积高达300平方公里, 危险程度较高的区域达到86平方公里, 其地灾治理工作也已经十分紧迫, 此次治理和生态修复工作也能为城市提供更多土地资源, 推动地方经济的发展^[1]。

三、新时期闭坑矿山地灾治理与生态修复的思路分析

闭坑矿山是指区域内被采空后或因特殊情况停止开采的状况, 实施闭坑的过程本身就具有复杂特性, 其涉及许多专业的工作内容, 且这些内容间也具有较强关联性, 需要依据规范步骤和顺序来一步步实施。而矿山闭

坑情况会对社会经济产生一定影响, 同时也会在一定程度上破坏地表环境和生态环境, 引发地质灾害, 严重时还可能威胁到矿山附近人们的生命安全和财产安全, 因此还需采用合适手段进行地灾治理并实现生态修复。在具体开展工作时可遵循以下几点思路:

一是在实施治理时应当对闭坑矿山地灾开展综合性的危险评估工作, 该工作目的是为了对矿山闭坑实施后有可能留存下的安全隐患要素进一步预测, 有效预防地质灾害的发生, 当前绝大多数的矿山闭坑项目地质灾害危险评估都是由当地专业的地质调查研究院完成, 同时要编制获得相关评估报告文件^[2]。

二是要对闭坑矿山项目的地质情况进行调查并由地质部门对报告进行编制, 通过报告内容可以获知该矿山开采的历史和当前的地质条件, 了解到矿山实施闭坑的实际原因, 矿产品的具体采出量剩余储量以及储量消耗现状等, 同时也要明确剩余矿产品的处理方向。对相关地质报告加以编制的同时, 还应调查矿井下采空区的实际分布状态, 其将会成为预测分析地质灾害的重要依据, 对灾害治理有着很大帮助。地质报告的内容还会交由原本负责发放矿山生产许可证部门进行审核, 待到审核通过后, 还需交给矿产的主管部门相关储量审批的部门来查阅并批准报告。

三是开展闭坑矿山地灾治理与生态修复的规划设计, 编制出可靠方案, 同时出具研究方案可行性的相关报告。在治理方案中, 应当具有针对不同灾害的治理措施、环境保护手段、土地复垦方法、水土保持对策以及劳动安全工作等内容, 使规划具有综合性, 最后则是对不同方案进行对比分析, 论证可行程度, 选择出最佳方案^[3]。

四是了解矿山所在城市的发展总体规划内容, 提取有用信息, 再将其与地质灾害治理和生态修复方案内容相结合, 分析后续实施的效果, 针对闭坑矿区的占地规模与实际影响区域范围开展分析, 讨论闭坑实施后的矿区土地利用, 基于当地经济发展的切实需求来制定土地利用方案, 明确利用方向, 合理制定矿区地灾治理和生态修复的目标, 再提出治理和修复的建议。

五是进一步细化并完善闭坑矿山地灾治理与生态修复的方案内容, 主要是结合上述分析的土地利用方案, 开展专题研讨会议或是专家会议, 将土地利用规划融合进治理方案中, 还要分析治理修复工作推进时遇到的现实问题, 提前明确解决问题的措施。实现城市整体规划和矿区地灾治理、生态修复工作的协调, 保证宏观目标的一致性, 从而让闭坑矿山的地质灾害治理与生态修复工作高效服务于地区城市建设, 致力于得到绿色矿山发展的新时期目标, 促进现代社会中矿区闭坑后社会、人

以及自然间和谐共处的格局形成。

六是落实闭坑矿山地质灾害治理与生态修复的方案内容，推动矿区地质灾害的治理工作和生态修复工作并不是短期任务，而是需要长期坚持，为了保证工作的有效落实，可以采用矿山分区并分期限治理的方式，比如说对某个区块划分之后，确定在一定期限内完成治理工作，随后按方案实施治理与修复举措，做好区块的开发和建设，完成后进行下一个区块治理。这种方式能够让整体地质灾害治理和生态修复更具有秩序，还有利于获得更多的矿区土地开发效益，促进项目经济性提高。图1和图2分别表示岩爆和采空区塌陷的矿山地质灾害类型。

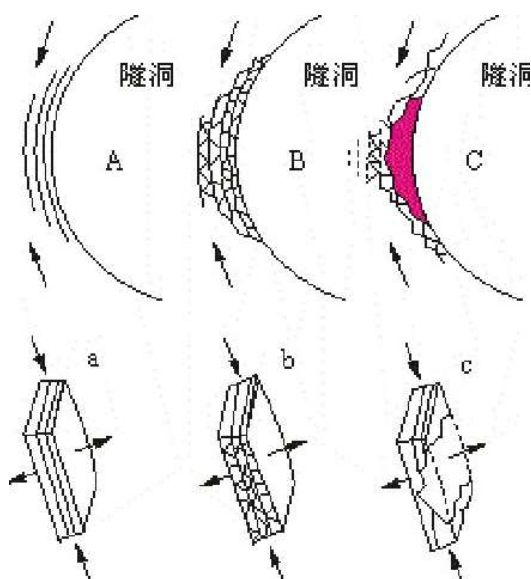


图1 矿山地质灾害—岩爆的渐进破坏示意图，ABC分别表示劈裂、剪断以及弹射

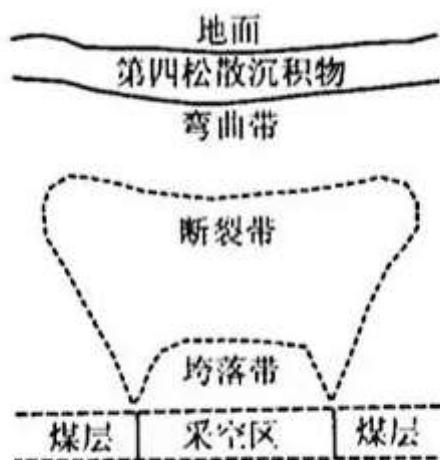


图2 矿山地质灾害—采空区塌陷的垂直“三带示意图”

四、闭坑矿山地灾治理与生态修复中尾矿充填技术的应用

本次研究距离的闭坑矿山项目原本为地下开采模式，因此其最容易发生地灾问题的隐患就是未科学处置的采空区。而根据地下矿山采空区事故隐患治理的方案文件要求来看，对矿山采空区的治理主要可采用崩落法、充填法以及封闭法等，此外也可直接将周围居民迁移，但耗费成本巨大，故而不建议采用，目前最鼓励使用的矿山采空区处理方法为充填法，其经济性相对较好且效果较佳，能够实现对地压的控制，还有助于预防地表塌陷事故的发生。由于所分析项目矿山主要生产磷矿，建议采用尾矿充填技术处置采空区，这种技术当前的发展已经相对成熟，被运用到我国的湖北、贵州等多地矿山项目中，部分地区甚至也形成了全尾矿胶结充填的系统，使技术获得了良好的运用成效。尾矿充填技术在矿山地灾治理与生态修复中运用，还能够尽可能保证工作安全推进，以免采空区突然出现崩落塌陷问题，给地面人的安全造成威胁，同时其也有助于保护周围道路设施、地表构筑物等。该技术的优势还在于成本偏低、相关材料与设备输送便捷，在矿井下填充入尾矿也能够二次利用工业废物，以免尾矿在地面堆积而污染周围环境，或是影响到周围居民的安全，与此同时，尾矿都进入采空区成为填充物后，原本尾矿库的空间也被释放出来，占用的土地可以重新规划用到其他方向，也可与城市土地利用规划相结合^[4]。

目前还没有针对矿山采空区治理之后的土地规范开发标准，故而在治理采空区的过程中，需强化对矿区的监测，保证治理工作顺利执行。重点监测采空区及其周边影响到的范围内地表沉降情况，在充填采空区之后，可以将处理前的地表沉降数据与目前监测到的数据加以比对，确认填充后采空区的地质强度，后续可以依据分析结果合理进行土地开发及利用。此外，本文研究的闭坑矿山项目所有尾矿都存放在附近，其与矿区之间的距离较短，方便运输，且矿区15km左右距离处也有一磷矿尾矿库，能够供填充使用，提高了采空区尾矿填充技术运用的可行性。

五、闭坑矿山地灾治理与生态修复中损毁土地复垦技术的应用

通过结合矿区土地利用的总体规划方案，了解区域内的自然条件和经济条件，最终确定将矿区部分损毁土地采用复垦方式进行治理，合理划分各复垦单元。例如，对于矿山闭坑之后的一些主矿井和副矿井的工业广场先进行地面构筑物拆除施工，随后将地面整平处置，再采用客土覆土手段处理地面，一般覆土的厚度都不小于0.5米，再开展土地翻耕和培肥工作，最后种植植物以恢复土地。对于复垦处理的矿区区域，要根据处理后的地质情况、当地自然情况以及气候情况来选择种植植物，在本项目当中选择了二年生的花椒苗木作为复垦植物，其高度普遍在60厘米以上，容易成活，后续通过护理可以实现造林，达到生态修复的效果^[5]。图3为某矿区复垦后的景色。



图3 某矿区闭坑复垦后的景色

六、闭坑矿山地灾治理与生态修复工作的重点关注内容

为了保证闭坑矿山的地质灾害治理与生态修复达到预期效果，还需关注许多影响该工作的要素，主要包括以下几个方面。

（一）要做好各方面的协调与管理

闭坑矿山项目的复杂性还体现在参与主体较多，而其地质灾害治理和生态修复工作也需多方主体相互配合，共同协调达成一致目标。比如说与其有关的机构包括地方政府、矿山项目负责企业、安全应急部门、自然资源部门、城市建设规划部门以及环境保护部门等，因而要将这些主体联通起来，做好各方面协调，主管项目的领导要亲自督办各项工作管理，推动治理修复工作的快速实施，也能够提高治理效果。

（二）应保证有充足资金支持项目

不管是采用哪种类型的矿山地质灾害治理与生态修复方案，都必然需要投入较大规模资金，同时该工程不属于快速获得效益的类型，因而要做好资金只投不出的准备。当前为推动环境治理工作，矿山生态恢复类项目也由中央拨付一些资金，但由于专项资金有限，因此可能无法满足项目资金需求，同时，许多地方的配套较为困难，地方政府对项目投资缺乏积极态度，而各企业更是没有治理矿区地质灾害的意识，导致项目实施遇到资金不足问题。整体来看，对于闭坑矿山地灾治理与生态恢复的融资机制未实现良性运转，专项资金来源渠道过于单一，故而可以在对国家相关专项资金申请的基础上，更多的关注从社会上进行融资，吸纳更多资金以支持矿山地灾治理和生态恢复工作，为了吸引投资可以将治理完成后的矿区土地开发权利交由投资企业。

（三）治理修复目标与城市规划充分结合

本次研究的闭坑矿山所在城市区域，未来规划的发展方向为支持商务会议、生态旅游以及观光休闲等，因而在开展矿山地灾治理过程中，也应考虑这些要求，比如治理之后的环境影响可以为开发旅游景点或休闲度假区提供条件，这样就能和城市规划科学结合，也能让项目实施更具有社会价值。

（四）相关治理任务推进要“能快尽快”

矿区地质灾害治理与生态修复都要抓紧时间推进工作，这主要是由于矿山在闭坑之后就会立刻停止开采生产，其矿井下可能存在许多机电附属设施和通道，这些设施不再进行科学维护，也会给井下环境带来不利影响，再加上地质环境本就处于动态变化中，若后续地下水位开始提升，那么留存的采空区和各巷道很可能被水淹没，其浸泡的时间较长，就会具有更大的风险，比如说矿柱可能被加速腐蚀而破坏，采空区上方顶板也可能会出现崩落情况，导致地面出现塌陷事故，影响到周围地区的安全，后续采空区的治理人员和设备若是进入，很容易出现安全事故，造成人员伤亡或财产损失。因此，对于闭坑的矿山要避免拖延治理，否则治理效果也会变差，达不到计划目标，也会增加物力、人力以及财力等多方面的成本。

（五）综合考虑治理和修复的效益

闭坑矿山地灾治理与生态修复还需考虑到多方面效益，这样治理工程才能够实现可持续发展。首先是社会效益，在环境保护与地灾治理工程实施过程中，应将消除或减缓矿山灾害作为重点，同时，矿区工程实施过程中也可给周围居民提供工作岗位，促进城市的良好发展。其次是环境效益，矿区治理以恢复良好生态环境为目标之一，关注矿区中多类不良地质的情况改善，将影响环境良好运转的各因素消除，促使区域发挥出生态价值，比如复垦绿化后的矿区可以调节空气环境、保持水土稳定。最后是经济效益，尽管矿山地灾治理与环境恢复工程需投入过多成本，但其恢复后可以获得一定土地，用于重新建设构筑物或是植树造林，这也能持续不断创造经济收益。

结论

综上所述，闭坑矿山的地质灾害治理和生态环境恢复一直是十分重要的工作，其会影响到矿区土地的未来规划利用，也关系到城市的发展。由本文分析可知，在进行闭坑矿山地灾治理与生态恢复的过程中，还需做好各方面的协调与管理，保证有充足资金支持项目，同时应促进治理修复目标与城市规划的充分结合。

参考文献

- [1] 韩宝富, 王金龙, 郑广桥. 空间治理视角下露天废弃矿山生态修复路径研究[J]. 城市地质, 2021, 16(04): 410-414.
- [2] 廖静. 关于矿山地质灾害治理及生态环境修复的探究[J]. 世界有色金属, 2021(18): 123-124.
- [3] 成晓敏. 闭坑矿山地灾治理及生态修复新方法分析[J]. 节能, 2019, 38(09): 158-159.
- [4] 周壁鑫. 闭坑矿山地灾治理及生态修复新思路探讨[J]. 世界有色金属, 2019(05): 156-157.
- [5] 牛明远, 胡顺发, 唐建华. 闭坑矿山地灾治理及生态修复新思路探讨[J]. 化工矿物与加工, 2019, 48(01): 60-62.

作者简介: 俞彪(1989-), 男, 汉族, 青海平安人, 本科, 工程师, 主要从事水工环地质工作。