

采矿区地表稳定性评价

——以山西西山西曲矿南一盘区为例

●牛亦航 孙亚清



[摘要] 开采矿山时会在采矿区形成大量采空区,采空区是我国矿山的主要灾害源之一,煤矿采空区的稳定性评价是在采空区场地开展建设工程前的一项重要工作。本文以山西西山西曲矿南一盘区为研究对象,对采矿区进行地表稳定性评价。得出以下结论:一盘区的开采煤层为8#、9#煤层,计算的地表变形持续时间为0.8~1.6年。采空区的稳定性评价方法是开采条件判别法,具体以采空区终采时间为主要评价因素,同时,结合地表移动变形特征、顶板的岩层岩性,以及松散层的测量厚度进行综合性评价。研究区的地表稳定性评价结果为南一盘区地表已整体达到稳定状态。

[关键词] 山西西山西曲矿;地表变形特征;稳定性评价

开 采矿山时在采矿区会形成大量采空区,由此会带来诸多危害,如围岩失稳将会导致顶板坍塌冒落、巷道变形破坏,冲击气浪可能会造成人员和设备损伤等事故。煤矿采空区的稳定性评价,是在采空区场地开展建设工程前的一项重要工作。本文依托“山西省自然资源厅加强矿山环境保护与土地复垦工作”项目,在进行土地复垦前对采空区地表进行一系列稳定性评价工作,以促进被损毁的土地尽快恢复可利用、遏制矿区土地塌陷和水土流失。

Q 矿区地质现状

西曲矿区隶属山西古交矿区,该矿区位于吕梁山东麓边缘、太原盆地西侧,境内山峦叠嶂、沟壑纵横。整个地势呈西北高、东南低,四周高、中间低的特征,形成了盆地地貌。井田内地层主要包括古生代的石炭系、二叠系(下统山西组、下石盒子组、上统上石盒子组),以及新生代的新近系和第四系地层。地层总体为向南偏西倾斜的单斜构造,走向NW,倾向SW,倾角 $3^{\circ}\sim 15^{\circ}$ 。矿井构造分布具有一定的规律性,矿井西北部地质构造较复杂,东部相对简单。井田内的主要构造为断层和宽缓的褶皱。

Q 矿区开采历史与地表变形特征

本区含煤层总厚度为15.04m,共含煤层14层,含煤系数经计算为9.41%。其中,西曲矿南一盘区对8#、9#煤层进行了开采,开采工作面个数18个,其中8#煤层开采工作面

11个,9#煤层开采工作面7个。煤层开采后地层会发生移动变形,呈现先快后慢的变形特征,最终变形量趋于0。目前,南一盘区已达到稳定状态。地表移动测量需要厘清移动期开始、移动期结束时间,开始与结束之间的时间段为地表移动的持续时间。一般以地表下沉量约10mm时为移动开始,以6个月下沉量小于或等于30mm时认为地表移动结束。地表移动的持续时间又可进一步分为初始期、活跃期和衰退期。延续时间(T)计算公式如下: $T=2.5H(d)$ 。其中,H含义为工作面的平均采深,单位为m。基于此,西曲矿南一盘区开采历史及工作面信息见表1,所有开采沉陷区均已稳定。

Q 地表稳定性评价

(一)评价因子的选取

不同类型采空区场地稳定性的评价因子可按表2确定。根据南一盘区工作面开采资料,南一盘区为综合机械化采煤,采用全部垮落法管理顶板,因此,属于“顶板垮落充分的采空区”。表2选取终采时间、地表变形特征、采深、松散层厚度作为评价因子。

(二)评价方法的选择

一般从采空区开采条件、地表移动变形和煤(岩)柱稳定分析几个方面对采空区的稳定性进行评价。本研究综合考虑了南一盘区实际情况和表2中评价因子的选取,最终选择开采条件判别法进行项目区的地表稳定性评价。

表 1 南一盘区开采工作面特征统计表

开采煤层	工作面	开采时间/年	平均采深/m	平均厚度/m	煤层倾角/°	地表移动持续时间/年
8#煤层	18101	1993	115	3.82	4	0.8
	18102	1994	135	3.82	4	0.9
	18103	2000	173	3.82	4	1.2
	18104	2001	220	3.82	5	1.5
	18105	2003	225	3.82	5	1.5
	18106	1996	185	3.82	4	1.3
	18107	1998	227	3.82	3	1.6
	18108	1999	165	3.82	4	1.1
	18109	2005	202	3.82	4	1.4
	28102	2012	225	3.82	4	1.5
	28101	1996	175	3.82	4	1.2
9#煤层	19101	2005	150	1.65	4	1.0
	19102	2006	219	1.65	3	1.5
	19103	2007	232	1.65	3	1.6
	19104	2006	239	1.65	5	1.6
	19106	2009	162	1.65	5	1.1
	19107	2007	187	1.65	5	1.3
	29101	2016	180	1.65	5	1.2

表 2 采空区场地稳定性评价因子

评价因子	采空区类型			
	顶板垮落充分的采空区	顶板垮落不充分的采空区	单一巷道及巷采的采空区	条带式开采的采空区
终采时间	作为评价因子	作为评价因子	作为评价因子	作为评价因子
地表变形特征	作为评价因子	作为评价因子	不作为评价因子	作为评价因子
采深	作为评价因子	作为评价因子	作为评价因子	作为评价因子
顶板岩性	不作为评价因子	作为评价因子	作为评价因子	不作为评价因子
松散层厚度	作为评价因子	作为评价因子	不作为评价因子	作为评价因子
煤(岩)柱稳定性	不作为评价因子	不作为评价因子	作为评价因子	不作为评价因子

(三)稳定性评价

1.评价依据

(1)对于各种类型的采空区，其场地稳定性的定性评价都可从开采条件方面进行。

(2)对于顶板垮落不充分、难以进行定量计算的采空区，也可以采用开采条件判别法进行稳定性评价。

(3)具体进行稳定性判断时，应该优先以工程类比和经验法进行。无类似经验的，以采空区的终采时间为主，辅以地表移动变形特征、顶板岩性及松散度进行判别。按表 3 进行综合判别。

2.稳定性评价

西曲矿南一盘区上覆岩层岩性为中硬，即表 3 中的较硬覆岩，以此作为南一盘区地表稳定性评价的顶板岩性评价因子。根据《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》》，较硬覆岩条件下终采时间 $t>2.5$ (年)，则采

空区地表即为稳定状态。表 4 为南一盘区开采工作面地表稳定性评价结果统计表。

表 4 中终采时间最近的工作面为 9#煤层 29101 工作面，该工作面于 2016 年回采完毕，距今已有 7 年历史，根据《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范》》可知其终采时间距今大于 2.5 年，地表已达到稳定状态。其余工作面都于 2016 年之前就回采完毕，因此南一盘区地表已整体达到稳定状态。

表 3 按终采时间确定采空区场地稳定性等级

稳定性等级	终采时间 t (年)		
	软弱覆岩	较硬覆岩	坚硬覆岩
稳定	$t>1.0$	$t>2.5$	$t>4.0$
基本稳定	$0.6<t\leq 1.0$	$1.5<t\leq 2.5$	$2.5<t\leq 4.0$
不稳定	$t\leq 0.6$	$t\leq 1.5$	$t\leq 2.5$

表 4 南一盘区开采工作面地表稳定性评价结果

开采煤层	工作面编号	开采时间/年	平均采深/m	平均厚度/m	终采距今时间/年	稳定时间/年	稳定状态
8#煤层	18101	1993	115	3.82	30	2.5	稳定
	18102	1994	135	3.82	29	2.5	稳定
	18103	2000	173	3.82	23	2.5	稳定
	18104	2001	220	3.82	22	2.5	稳定
	18105	2003	225	3.82	20	2.5	稳定
	18106	1996	185	3.82	27	2.5	稳定
	18107	1998	227	3.82	25	2.5	稳定
	18108	1999	165	3.82	24	2.5	稳定
	18109	2005	202	3.82	18	2.5	稳定
	28102	2012	225	3.82	11	2.5	稳定
	28101	1996	175	3.82	27	2.5	稳定
9#煤层	19101	2005	150	1.65	18	2.5	稳定
	19102	2006	219	1.65	17	2.5	稳定
	19103	2007	232	1.65	16	2.5	稳定
	19104	2006	239	1.65	17	2.5	稳定
	19106	2009	162	1.65	14	2.5	稳定
	19107	2007	187	1.65	16	2.5	稳定
	29101	2016	180	1.65	7	2.5	稳定

Q 结论

本文以山西山西曲矿南一盘区为研究对象，采用资料收集、现场调查和理论分析的方法，对采矿区地表稳定性评价。共得出以下结论：（1）一盘区的开采煤层为 8#、9#煤层，计算的地表变形持续时间为 0.8~1.6 年。（2）研究区宜选取终采时间、地表变形特征、采深及松散层厚度作为稳定性评价因子。（3）采用开采条件判别法对研究区的稳定性进行评价，具体以采空区的终采时间为主，结合地表移动变形特征、顶板岩性及松散层厚度等因素综合判识。（4）研究区的地表稳定性评价结果为南一盘区地表已整体达到稳定状态。为后期的土地复垦等项目的建设提供了依据。

参考文献

[1]李军,李忠.老矿区地表岩层稳定性评价的数据融合方法[J].煤炭科学技术,2009,37(08):116-119.

[2]刘占梅.虎头石煤矿土地整理地表沉陷稳定性评价[J].地质灾害与环境保护,2019,30(02):101-106.

[3]童立元,刘松玉,邱钰.采空区对高速公路危害性特征与评价方法研究[J].公路交通科技,2005(11):5-9.

作者简介:

牛亦航(1990—),男,汉族,山东淄博人,本科,工程师,山西省煤炭地质资源环境调查院有限公司,研究方向:地质灾害监测、环境地质调查。

孙亚清(1990—),女,汉族,河北唐山人,本科,工程师,中晋环境科技有限公司,研究方向:水文与工程地质、生态环境、地质灾害。