

doi:10.3969/j.issn.1001-358X.2020.01.011

开采沉陷

黄土丘陵区高压输电线塔下压煤安全开采*

周 磊¹, 刘 明²

(1. 山西方山金晖瑞隆煤业有限公司, 陕西 吕梁 033100;

2. 中煤科工集团唐山研究院有限公司, 河北 唐山 063000)

摘要: 晋西黄土丘陵区地形复杂, 冲沟发育, 黄土层地表受煤炭开采影响后地表移动变形剧烈, 地表移动变形十分复杂, 容易引发地裂缝、崩塌、滑坡等地质灾害。为确保地面高压输电线塔安全使用, 通过对黄土丘陵区地表采动变形及损坏特征及地表高压输电线塔抗采动变形能力分析, 文中提出了高压输电线塔保护性开采方案, 并对高压线塔采取安全保护措施, 实践表明采后未影响高压线塔的安全使用。

关键词: 黄土丘陵区; 高压输电线塔; 开采沉陷; 安全开采

中图分类号: TD325

文献标识码: A

文章编号: 1001-358X(2020)01-0049-03

Safe mining of coal under high voltage transmission tower in loess hilly area

Zhou Lei¹, Liu Ming²

(1. Shanxi Fangshan Jinhui Ruilong Coal Industry Co., Ltd., Lyuliang 033100, China;

2. CCTEG Tangshan Research Institute, Tangshan 063012, China)

Abstract: The loess hilly area in Western Shanxi was characterized by complex topography and gully development. The surface movement and deformation of the loess stratum ground was intense after coal mining. The surface movement and deformation was very complex, which could easily lead to geological disasters such as ground fissures, collapses and landslides. In order to ensure the safe use of ground high-voltage transmission towers, the protective mining scheme of high-voltage transmission towers was put forward by analyzing the characteristics of surface mining deformation and damage and the anti-mining deformation ability of surface high-voltage transmission towers in Loess Hilly areas, and safety protection measures were taken for high-voltage transmission towers. Practice showed that the high-voltage transmission towers safety use were not affected after mining by taking some protective measures.

Key words: loess hilly; high voltage transmission tower; mining subsidence; safe mining

瑞隆煤矿地处晋西黄土丘陵区, 井田上方地形起伏多变, 地貌类型以侵蚀的黄土梁、峁为主, 其次为黄土沟谷地貌中的冲沟。因黄土丘陵区地形地貌及黄土物理力学性质的特殊性, 如垂直节理发育、抗拉强度低、大孔隙等特性, 煤炭开采引起的地表沉陷变形也表现出特殊性, 如产生不同程度的裂缝、崩塌、滑坡甚至滑坡等剧烈移动变形^[1], 对地表建(构)

筑物危害较大, 若煤层埋深浅、开采厚度大, 地表移动变形更加剧烈。瑞隆煤矿开采一采区地表分布有高压输电铁塔和高压输电杆, 下部压覆 5 号和 8 号煤层, 煤层埋深浅、煤厚大, 若开采方案、保护措施不合理, 将对地表高压线杆塔造成严重破坏, 影响矿井正常生产。为确保地表高压输电线塔和线杆的安全使用, 需采取科学合理的保护性措施。

* 基金项目: 国家重点研发计划资助项目: 大型煤电基地土地整治关键技术(2016YFC0501105)

引用格式: 周磊, 刘明. 黄土丘陵区高压输电线塔下压煤安全开采[J]. 矿山测量, 2020, 48(1): 49-51, 58.

1 高压输电杆塔及地质采矿条件概况

1.1 高压输电线杆塔(线杆和线塔)概况

高压输电杆塔位于瑞隆煤矿工业广场南侧,周边地表冲沟发育,地形起伏变化大,冲沟底部标高为+1 094.0 m,顶部标高为+1 219.6 m,最大高差相差约125.6 m,最大坡度54°。下部压覆5煤层和8煤层。

高压线杆塔沿东西方向分布有35 kV曹家山线(供矿方使用)和110 kV临方线,沿南北方向分布有东相王110 kV出线。高压线杆塔均位于冲沟顶部。

(1)35 kV曹家山线线杆为门型混凝土双杆结构,高度约20 m,挂线6根,其中横担两端和中间各挂一根,两个杆顶各挂一根,南侧杆横梁下部挂线一根;110 kV临方线铁塔为猫型直线塔,高度约30 m,挂线6根,四角螺栓连接,混凝土底座。

(2)东相王110 kV出线高压线塔为三角形直线塔,高度约30 m,四角螺栓连接,塔脚为独立混凝土基础。

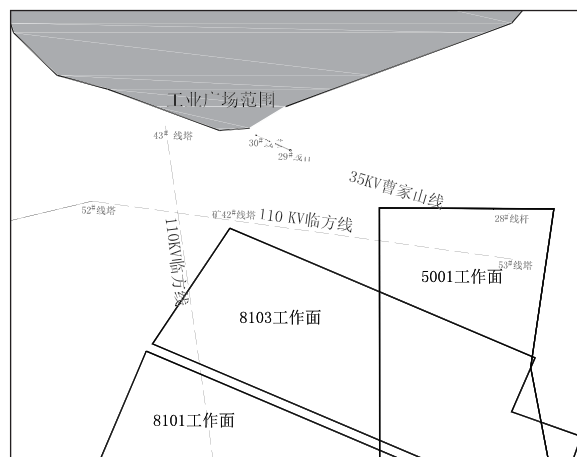


图1 高压输电线杆塔井上下对照图

1.2 煤层开采条件

5煤层工作面底板标高+1 030 ~ +1 060 m,煤层倾角3°~12°,开采深度为65~158 m,煤厚约6 m。8煤层位于5煤层的下方,与5煤层间距约60 m,底板标高+950 ~ +1 040 m,煤层倾角3°~12°,开采深度为120~213 m,煤厚约9.6 m。黄土覆盖层厚度24~71 m。

2 高压输电杆塔抗变形能力

高压线杆塔为基础面积较小的高耸结构,承受地表下沉和水平变形的能力较强,承受地表倾斜的

能力较差,对倾斜变形较为敏感。倾斜变形亦影响档距、悬垂串和输电导线近地距离^[2-4]。

(1)开采沉陷引起的地表倾斜将导致高压输电线杆塔的基础发生相应的倾斜。杆塔的倾斜增加了基础和杆塔的倾覆力矩,根据《架空送电线路运行规程》要求,杆塔倾斜度和横担的歪斜度最大允许值见表1。

表1 杆塔倾斜、横担歪斜最大允许值表

类别	钢筋混凝土杆	铁塔
杆塔倾斜度 (包括挠度)	1.5%	0.5% (适用于50 m及以上高度铁塔)
		1.0% (适用于50 m及以下高度铁塔)
横担歪斜度	1.0%	1%

地面高压输电线塔高均在30 m以下,钢筋混凝土杆高均在20 m以下,按照规程高压线塔倾斜不超过1.0%,钢筋混凝土杆倾斜不超过1.5%。因此,为确保高压线杆和线塔的安全,相应杆塔基础处地表倾斜变形应分别控制在10 mm/m和15 mm/m以内。

(2)杆塔倾斜引起输电导线中的应力重新分布,为了保持各档之间的应力平衡,悬垂串将发生偏移以平衡各档间的不平衡张力,拟在开采过程中根据观测情况,必要时进行动态调整。

(3)杆塔倾斜导致的导线松弛和实际高度的减小,都将引起导线近地距离的不足^[4]。地表杆塔均位于黄土冲沟坡顶,输电导线最低点均位于冲沟上方,不影响近地距离安全性。

3 高压线塔下开采方案

开采区域地表及下部煤层赋存条件复杂,为了达到高压输电杆塔在采后能够安全正常使用,且能够充分采出煤炭资源的目的,开采方案设计原则:(1)高压输电线路杆塔通过及时维修和调整,能够保障其正常使用;(2)减缓地表移动变形速度,为杆塔维修调整留有足够时间;(3)充分采出被杆塔压覆的煤炭资源。

根据以上原则,对高压输电杆塔下压覆的5煤、8煤采取限厚开采、间歇开采措施。首先对下覆5001工作面采取限厚开采,限厚开采2.0 m。5001工作面开采后地表移动变形基本稳定后,开采8煤层的8101工作面。8101工作面开采后地表移动变

形基本稳定后,开采 8 煤层的 8103 工作面。各工作面开采时间为 5001 工作面开采时间为 2011 年 4 月~2011 年 12 月,8101 工作面开采时间为 2013 年 7 月~2014 年 7 月,8103 工作面开采时间为 2016 年 5 月~2018 年 2 月,各工作面间歇开采时间一般为 2 年。

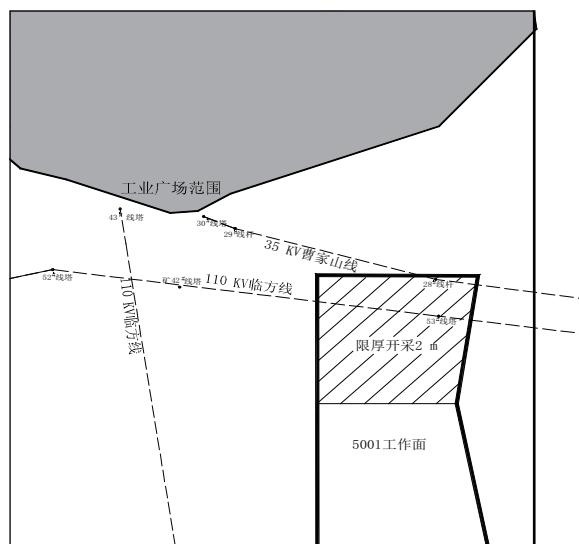


图 2 5 煤层限厚开采范围图

4 高压输电杆塔采动影响分析

5001 工作面开采后杆塔位置地表下沉基本控制在 1.6 m 以内,地表最大下沉速度为 41.8 mm/d,倾斜变形在 20 mm/m,水平移动基本在 500 mm 以内,最大水平变形 12.7 mm/m,53#线塔、28#线杆位于 5001 工作面上方,其基础处地表变形较大。根据表 2 可知,线塔基础处最大变形超过了其最大允许变形值,因此,必须采取相应的维修处理措施,方能保证其安全正常使用。由于地表变形的不连续和地表冲沟作用,其他高压线杆塔基本不受采动影响。

表 2 5001 工作面开采后 53#线塔地表综合变形值表

项目	下沉 /mm	倾斜 /(mm/m)	水平移动 /mm	最大水平 变形/(mm/m)
杆	1 550.0	20.0	461.9	12.7
塔	1 335.0	18.0	386.0	10.0

5001 工作面开采后对 53#线塔、28#线杆进行了及时维修、调整,基本恢复到符合规程要求状态。8101、8103 工作面开采前,对其开采范围进行了设计,目的是使地表杆塔基本不受采动影响。根据矿方观测资料,8101、8103 工作面开采后各杆塔基础地表移动变形较小,杆塔基础地表变形详见表 3,高压

表 3 各杆塔基础处地表移动变形

杆塔	下沉 /mm	倾斜 /(mm·m ⁻¹)	水平拉伸 变形/(mm·m ⁻¹)
52#线塔		0.4	0.6
53#线塔	80	3.0	6.0
28#线杆	10	0.6	1.5
29#线杆	10	0.8	1.8
30#线塔		0.4	1.0
43#线塔		0.3	0.3

输电杆塔基本不受采动影响。

5 杆塔与维护与调整措施

由于开采 5001 工作面对 53#线塔、28#线杆影响较大,因此在开采过程中采取了维修调整措施:增设牵引绳提高杆塔稳定性,在 110 kV 的高压铁塔北方向和北东 65°方向上,设置两条牵引绳;开采过程中定期进行地表和杆、塔变形观测,若观测到杆塔的倾斜超过 0.5% 时,必须立即进行调整^[5-6];松开塔脚螺栓,当观测到铁塔开始受到开采影响后,逐步松开固定塔脚的螺栓,不可将螺帽摘下;杆塔基础和结构补强;及时填埋地表裂缝^[7-8],等等措施,确保了地表杆塔的安全使用。

6 结 论

(1) 瑞隆煤矿工业广场南侧高压输电杆塔压煤区地表冲沟发育,地形起伏变化大,且煤层采厚大、埋深浅,黄土丘陵区地表移动变形剧烈、地表变形大,严重危害高压输电线路的安全,需对高压输电杆塔采安全开采措施。

(2) 地表高压输电杆塔对倾斜变形敏感,根据《架空送电线路运行规程》规程要求,铁塔和线杆的倾斜变形应控制在 10 mm/m 和 15 mm/m 以内。

(3) 为减缓地表移动变形,对 5001 工作面采取了局部限厚开采措施,并对 5001、8101、8103 采取间歇开采措施,间歇时间平均为两年,有效控制了地表变形及其剧烈程度,为高压输电杆塔维修、调整留出足够时间。

(4) 开采过程中对杆塔采取的维修调整措施,如设置牵引绳,定期观测杆塔变形,松开塔脚螺栓,杆塔基础和结构补强,及时填埋地表裂缝等安全措施,实践确保了地表杆塔的安全使用。

(下转第 58 页)