

抚顺发电有限责任公司厂区地基变形治理对策

徐法奎¹, 张凤岐², 孙岐发³, 陈建国³

(1.煤炭科学研究总院 开设计研究分院, 北京 100013; 2.抚顺发电实业有限责任公司, 辽宁, 抚顺 113008;

3.抚顺发电有限责任公司, 辽宁 抚顺 113008)

[摘 要] 基于对厂区地基变形机理、变形特征及厂区生产设施布局情况的分析, 提出了今后厂区地基变形治理对策, 包括治理区域、治理时序和治理深度等, 以供厂区地基变形治理决策、治理方案设计时参考。

[关键词] 厂区地基; 变形机理; 治理对策

[中图分类号] TD325.2

[文献标识码] B

[文章编号] 1006-6225 (2008) 05-0042-03

Countermeasures of Factory Groundsill Deformation of Fushun Power-generation Company

1 问题的提出

抚顺发电有限责任公司厂区地基变形始于 1997 年, 从 2001 年开始至 2007 年, 先后 5 次投入资金治理厂区地基变形。然而, 由于变形是与抚顺西露天矿的剥采活动相关的, 出现了一边治理一边变形继续增加的现象。于是, 对抚顺发电有限责任公司厂区地基变形发生的机理和抚顺西露天矿剥采情况不甚了解的领导和员工, 产生了发电厂的安全生产还能坚持多久、治理有没有尽头、今后该采取什么治理方案、需要多大的治理规模和治理资金的疑问。作者根据对厂区地基变形机理、变形特征和抚顺西露天矿剥采情况的了解, 对今后厂区地基变形治理对策, 包括治理区域、治理时序和治理深度等进行分析, 以便为厂区地基变形治理提供参考。

2 抚顺发电有限责任公司与抚顺西露天矿概况

抚顺发电有限责任公司厂区东西长 990m, 南北宽 540m, 目前有 4 台发电机组, 除担负电网的供电任务外, 还主要担负抚顺市区冬季 $7 \times 10^6 \text{ m}^2$ 供热任务。

抚顺西露天矿东西长 6.6km, 南北宽 2.2km, 北帮为剥离和采煤区。矿坑现状为: EW0 (矿区坐标) 以西坑深约 320m, 北帮边坡角约 34° ; 矿区坐标 E200~E3000, 坑深最大约为 400m, 北帮边坡角约 $23 \sim 25^\circ$ 。

抚顺发电有限责任公司位于抚顺西露天矿北帮边坡坡肩上, 东西长轴方向与抚顺西露天矿平行, 与坡顶最近距离为 180m。抚顺西露天矿目前的剥

采范围为矿区坐标 E200~E3000, 公司厂区所对应的矿区坐标为 E500~E1500, 是抚顺西露天矿的主剥采区。抚顺西露天矿设计最终坑深将达到 440m, 边坡角扩大到 34° 左右, 还将剥采出约 $1 \times 10^8 \text{ m}^3$ 矸石和煤。

3 厂区地质构造与变形机理

《抚顺发电有限责任公司厂区地质状况评价》、《抚顺发电有限责任公司 2007 年厂区地质灾害治理工程设计》、《抚顺发电有限责任公司 2000 年~2006 年地质灾害综合治理效果评价》等报告, 对抚顺发电有限责任公司厂区地质状况和构造、厂区地基变形发生的机理、厂区地基变形现状和发展、抚顺西露天矿现状和未来剥采情况、治理效果以及今后可能产生的变形, 进行了详细、透彻的分析、评价和预测, 得出如下几点定论:

(1) F_{1A} 逆断层 (走向 $80 \sim 85^\circ$, 倾向西北, 在本厂区内内的倾角约 60° , 宽度 14~20m, 西宽东窄) 自西向东穿过厂区, 抚顺西露天矿的剥采活动引起 F_{1A} 逆断层活化, 产生“V”形张裂性变形;

(2) 厂区地基变形与抚顺西露天矿的剥采活动有关, 抚顺西露天矿剥采活动持续进行, 导致厂区地基变形持续增加, 且变形速率总体呈增加趋势;

(3) 治理工程不能根治变形, 只能在一定程度上减小、减缓变形的发展, 间断或停止治理, 变形发展得将更快;

(4) 厂区地基变形还将持续相当长的时间, 因而, 治理工程也将持续相当长的时间;

[收稿日期] 2008-03-24

[作者简介] 徐法奎 (1962-), 男, 山东嘉祥人, 高级工程师, 主要从事建筑物下采煤、岩体移动观测和岩土体注浆设计工作。

(5) 根据 1997~2007 年的变形速度推测, 再有 10 年左右的时间, 1[#], 2[#] 机主厂房和汽轮发电机的地基变形将超过国家经济委员会电力司主编的《火力发电厂土建结构设计技术规定》的允许值。

4 治理对策

根据所掌握的抚顺西露天矿剥采计划及 2000 年~2007 年抚顺发电有限责任公司厂区地基变形速度预计, 到 2010 年底, 厂区部分重点建(构)筑物将要再发生的下沉量为: 1[#] 3500m² 冷却塔基础南端为 185mm, 北端为 154mm; 2[#] 3500m² 冷却塔基础南端为 162mm, 北端为 136mm; 二期主厂房基础西南角 167mm, 东南角 163mm; 240m 高烟囱基础南端 152mm; 厂办楼基础西南角 137mm; F_{1A} 破碎带露头处由东向西最大为 130~190mm。所以, 治理是必须的。

但是, 由于治理效果与治理费用的投入有关, 要追求最好的治理效果, 治理的规模就必然要大, 所投入的治理费用就高。鉴于治理的长期性, 对发电厂来说, 巨大的经济负担难以承受。反之, 为了减少治理费用而缩小治理规模, 就达不到预期的治理效果。因此, 追求合理的效费比(即治理效果与治理费用比)、把有效的资金投入变形最严重、最需要治理的区域, 是抚顺发电有限责任公司今后制定治理规划的目标和方向。

4.1 治理区域

厂区地基变形机理是: ①抚顺西露天矿北帮滑移导致 F_{1A} 逆断层活化, 产生“V”形张裂性变形, F_{1A} 破碎带变宽, 其内部裂隙和空洞发育, 岩体因压缩而沉降。而 F_{1A} 破碎带内裂隙和空洞的发育又为雨水和潜水的冲刷、携带作用提供了条件, 雨水和潜水冲刷携带走裂隙和空洞中的颗粒, 进一步使 F_{1A} 破碎带内裂隙和空洞发育, 岩体则进一步逐渐压缩, 并且地基岩(土)体受地下水的潜蚀、压溶、浸泡和渗流作用, 可溶性物质流失, 改变原有的力学性质, 颗粒间连接力削弱, 变形加剧。

因此, 从区域来讲, F_{1A} 破碎带以南是西露天矿北帮的延伸, 其变形是受抚顺西露天矿影响的, 发电厂根本没有办法控制或治理其变形; 而 F_{1A} 破碎带及其以北的厂区地基变形则是受 F_{1A} 破碎带控制的, 所以治理的重点对象是 F_{1A} 破碎带。

既然 F_{1A} 破碎带以北的厂区地基变形是由于 F_{1A} 破碎带活化引起的, 那么, 对 F_{1A} 破碎带进行充填式注浆治理则是标本兼治。由于 F_{1A} 逆断层走向 80~85°, 倾向西北, 在本厂区内的倾角约 60°, 宽度 14~20m, 根据观测资料, F_{1A} 破碎带露头及其以北宽 60m 左右是变形最严重的区域; 而在东西方向上, F_{1A} 破碎带也是不平衡的, 由东向西逐渐增大, 并且重要的生产设备、设施和厂房, 如 1[#], 2[#] 机主厂房、240m 高烟囱、通往机组的一些供油、供汽、供水管道等, 都集中在厂区坐标 B400~B700 (矿区坐标 E500~E800) 间的厂区西部。所以, 从区域上划分为: ①厂区坐标 B400~B700 F_{1A} 破碎带 (南北宽 60m); ②厂区坐标 B700~B1000 F_{1A} 破碎带 (南北宽 60m); ③厂区坐标 B400~B700 F_{1A} 破碎带以北至 2[#] 机主厂房; ④厂区坐标 B700~B1000 F_{1A} 破碎带以北至老机组厂房; ⑤其他需治理的区域或地点。其中①区是治理的重点区域。

4.2 治理顺(时)序

治理顺(时)序包括两个方面: 一方面是指治理的顺序, 如 4.1 所分析, 区域上的重要性顺序就是时间上的治理顺序; 另一方面是指治理的时间和时间间隔。

4.2 治理顺(时)序

治理顺(时)序包括两个方面: 一方面是指治理的顺序, 如 4.1 所分析, 区域上的重要性顺序就是时间上的治理顺序; 另一方面是指治理的时间和时间间隔。

(1) 由于 F_{1A} 逆断层活化, 产生“V”形张裂性变形是一个连续不断的过程, 从理论上来说, 治理也应该是随着变形的发生而连续不断地进行, 如此, 治理的费用将是巨大的, 经济上不合理, 抚顺发电有限责任公司也难以承受巨额负担。所以要确定一个合理的治理时间间隔。对于厂区坐标 B400~B700 F_{1A} 破碎带 (南北宽 60m), 由于其变形严重且直接影响其北部 1[#], 2[#] 机组主厂房、烟囱、电除尘室、引风机房等生产核心设施, 所以, 这一区域合理的治理次数为每年 5 月、10 月各 1 次; 5 月份治理是为了填补上一年度秋冬季和本年度春季由于断层移动产生的空化裂隙; 10 月份治理是为了及时填补本年度雨季产生的空化裂隙, 因为在雨水的作用下, 雨季的变形速度快, 雨季的变形量占全年变形量的 40% 以上, 雨水冲刷携带走破碎带内大量的泥岩颗粒, 使破碎带产生空化裂隙。

(2) 厂区坐标 B700~B1000 F_{1A} 破碎带 (南北宽 60m), 变形比其西部要小, 其北部的生产设施的重要性也不如西部。所以, 这一段的 F_{1A} 破碎带的治理最好是每年进行 1 次; 经济条件允许时最好是每年 5 月、10 月各 1 次; 如果治理受费用所限, 也应至少每两年进行 1 次。

(3) 由于 F_{1A} 破碎带的变形是根本性的, 应尽量把有限的费用应用在 F_{1A} 破碎带的治理上。F_{1A} 破碎带的变形被有效地遏制了, 则其北部区域的变形也就相应地降低了、减缓了。但北部区域的变形终

究还是增长的，所以，对于 1[#]、2[#]冷却塔及 2[#]机组主厂房、烟囱、电除尘室、引风机房、老机组厂房等其他主要建（构）筑物的基础，视变形发展情况每 3 年进行 1 次注浆加固治理。

(4) 对于 F_{1A}破碎带以南、厂区东北部的一些建（构）筑物，届时根据具体情况进行个案处理，如采取地基灌注桩、旋喷桩加固、结构加固、地下管沟、管线加固或改造，增加可调节措施等。

4.3 治理深度

F_{1A}破碎带形成上宽下窄的“V”形空间，“V”形深度是随着变形的发展逐渐加深，“V”形深度决定着 F_{1A}破碎带以北区域的变形范围和程度。治理的深度要与“V”形深度一致，才能达到最好的效费比。在“V”形深度（变形）较小时，深部并不急需治理，此时，若治理的深度大，费用高，效费比不合理；在“V”形深度（变形）较大时，需治理的深度大，此时，若治理的深度小于“V”形深度，虽然费用低，但没有达到应治理的深度，效果不是最好。目前 F_{1A}破碎带的注浆深度在 60~80m 为宜，随着变形发展应逐渐加深。

在 F_{1A}破碎带露头 60m 以北，F_{1A}破碎带以北，地层由上而下为杂填土、粉质黏土、黏土、细砂、粗砂、砾砂、圆砾和基岩，第四系地层厚度为 13~15m，约 25m 深度以下为中等风化~强风化的混合花岗岩、凝灰岩，次安山岩。所以，F_{1A}破碎带

(宽度 60m) 以外的区域的治理深度一般在 30m 以内即可。

5 结束语

分析阐述了厂区变形治理的区域、时序及治理深度的基本内容，今后 5 年内可参照制定治理方案。随着变形的增加，治理的区域和深度还会不断加大，治理的时间间隔也应缩小。那时应根据新的变形情况确定新的治理对策和治理方案。

[参考文献]

[1] 徐法奎，张凤岐，李凤明，等·采煤沉陷区综合治理效果分析 [A]·中国煤炭学会岩石力学与支护专业委员会·中国煤炭工业可持续发展的新型工业化之路 [C]·北京：煤炭工业出版社，2004。
[2] 煤炭科学研究总院·抚顺发电有限责任公司厂区地质状况评价报告 [R]·北京：煤炭科学研究总院，2004。
[3] 煤炭科学研究总院·抚顺发电有限责任公司厂区地面沉降与变形预测报告 [R]·北京：煤炭科学研究总院，2004。
[4] 煤炭科学研究总院·抚顺发电有限责任公司厂区地质灾害综合治理方案可行性研究报告 [R]·北京：煤炭科学研究总院，2004。
[5] 徐法奎，张凤岐·抚顺发电厂地质灾害治理工程总结和分析 [A]·煤炭科学研究总院北京开采研究所·地下开采现代技术理论与实践新进展 [C]·北京：煤炭工业出版社，2007。

[责任编辑：徐乃忠]

(上接 24 页)

观测点进行观测，具体支护效果如表 1。

表 1 两帮移近量观测效果

时间	1 [#] 测点		2 [#] 测点	
	位移量 /mm	位移速度 /mm·d ⁻¹	位移量 /mm	位移速率 /mm·d ⁻¹
2007.2.23	6095		6076	
2007.3.2	6092	0.43	6071	0.71
2007.3.9	6089	0.43	6067	0.57
2007.3.16	6086	0.43	6064	0.43
2007.3.23	6083	0.43	6061	0.43
2007.3.30	6082	0.14	6059	0.29
2007.4.6	6081	0.14	6058	0.14
2007.4.16	6080	0.14	6058	0
2007.4.30	6080	0	6057	0.14

由表 1 可见，采用吸水井集约化设计后，井壁位移速率极小，集约化吸水井的支护能有效地控制围岩变形。

4.2 经济效益比较

集约化吸水井设计与传统设计比较如表 2。

表 2 集约化吸水井设计与传统设计比较

	吸水井 数 / 个	配水巷 长度 / m	井巷工 程量 / m	工程造价 估算 / 万元	稳定性 评价
传统设计	3	28~30	35~48	28~38.4	差
集约化设计	1	0	5	4	良好
新设计 优越性	节约 2 个	节省 28~30	减少 30~43	节约 24~34.4	显著提高

5 结论

软岩泵房吸水井集约化设计^[2]，把煤矿中的立体巷道最密集、应力最集中也最容易破坏的部位，用最简化的新型集约化设计来代替。和传统设计相比，在功能完全满足的前提下，不仅减少了工程量和工程造价，而且稳定性大大提高，推广价值较大。

[参考文献]

[1] 何满潮，孙晓明·中国煤矿软岩巷道工程支护设计与施工指南 [M]·北京：科学出版社，2004。
[2] 何满潮，景海河，孙晓明·软岩工程力学 [M]·北京：科学出版社，2002。

[责任编辑：周景林]