

# 开发建设项目挖方坡面冻融侵蚀监测调查与评价 ——以白山热电有限责任公司新建工程水土保持监测为例

刘明义, 许晓鸿, 孙玥, 张瑜, 常晓东, 翟婷婷

(吉林省水土保持科学研究院, 吉林 长春 130033)

**摘要:** 冻融侵蚀对北方地区来说一直是一个重要的研究课题, 但也是一个容易被忽视的对象。对开发建设项目来说, 冬季由于施工停止, 阶段扰动量小, 降水以降雪为主, 没有地表径流, 往往认为不存在水土流失。在冬季主要针对挖方坡面和填方坡面进行了测钎侵蚀量定点监测, 该季节产生了较为严重的冻融侵蚀, 但较大的危害主要存在于挖方边坡和填方边坡, 对较为平整的厂区影响比较小(影响小旨在说危害小, 并不代表侵蚀量小)。开发建设项目冬季冻融侵蚀, 虽然在代表性上较差, 但在局部点上仍然说明了一定的问题。

**关键词:** 开发建设项目; 水土保持监测; 冻融侵蚀

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2007)04-0084-03

中图分类号: S157. X830

## Achievement and Evaluation of Freeze thaw Erosion Monitoring in Exploitation and Construction Project

— A Case Study of Soil and Water Conservation Monitoring in the New  
Construction Project by Baishan Thermoelectricity Co., Ltd.

LIU Ming yi, XU Xiao hong, SUN Yue, ZHANG Yu, CHANG Xiao dong, ZHAI Ting ting  
(Jilin Provincial Academy of Soil and Water Conservation Science, Jilin, Changchun 130033, China)

**Abstract:** Freeze thaw erosion is an important research topic to the north regions of China, and however, it is also an easily neglected object. For the exploitation and construction projects, soil and water loss is usually not thought to occur in winter because of ceased construction work, less stage disturbance, snowfall dominated precipitation, and seasonally disappeared runoff. We carry out a fixed point erosion monitoring by the drill rod method on both excavated slope and filled slope in winter in order to investigate the influence of freeze thaw erosion on exploitation and construction project. Results from monitoring and investigation show that more serious freeze thaw erosion occurs in the stage. The bigger harm is mainly found on excavated slope and filled slope. The influence on the flat factory area is less (less influence means less harmful, not a small quantity of erosion). This paper briefly discusses freeze thaw erosion in exploitation and construction project. It may be worse in representation, but it provides a reference to future works since it still explains some problems partly.

**Keywords:** exploitation and construction project; soil and water conservation monitoring; freeze thaw erosion

白山热电有限责任公司新建工程位于浑江河上游, 厂址位于吉林省白山市八道江区河口村, 在浑江发电公司(现有)东侧约 2.0 km 处, 鹤大公路由南向北通过厂区, 交通方便。根据水土保持方案界定的水土保持防治责任范围面积为 103.93 hm<sup>2</sup>, 其中项目建设区面积 74.93 hm<sup>2</sup>, 直接影响区面积 29 hm<sup>2</sup>, 工

程挖方量 1.28×10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>, 填方量 1.32×10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>。工程从 2005 年 8 月份开始施工, 至 2008 年 2 月机组安装投产。

由于工程施工期长, 破坏土地面积大, 挖损、填方、堆渣工程量大, 因此, 对项目施工区、厂区、施工生活区、铁路专用线区、取土场区进行水土保持监测非

收稿日期: 2007 05 20

作者简介: 刘明义(1957—), 男(汉族), 吉林省长春市人, 研究员, 从事水保科研、监测监理研究及管理工作。电话(0431)4669302。

E-mail: jlsbylmy@126.com。

常必要,能及时发现并有效控制项目建设区及其直接影响区水土流失恶化现象的发生。

## 1 冻融侵蚀监测布设

我们于2005年9月及11月开展了两期水土保持阶段监测。2005年11月5日至2006年5月15日对项目建设工程施工期进行了冻融侵蚀现场监测。主要目的是对项目建设区的铁路专用线取土场挖方坡面进行冻融侵蚀水土流失面积、冻融侵蚀发生形式和冻融侵蚀量及侵蚀危害等进行监测。其中水土流失的阶段定量监测主要利用测钎进行了调查。对冻融引起的重力侵蚀和冻融侵蚀采用巡查和调查相结合的方式,并同期监测了气温和降水量等气象因素。监测结果表明,东北地区冬季严寒时间长,降雪量较大,2005年11月至2006年4月,降水量达到118.2mm,虽然该阶段未进行较大的施工扰动,但仍然存在着较大的冻融侵蚀危害,其侵蚀主要发生在挖方坡面,冻融侵蚀不可忽视。

2005年11月5日将测钎布设在项目区的铁路专用线区挖方取土坡面上,坡面坡度为 $40^\circ$ ,小区面积 $9\text{ m}^2$ ,按一定距离分上中下、左中右纵横各3排,共9根测钎,沿铅垂方向打入坡面,钉帽与坡面齐平,并在钉帽上涂上红漆,编号登记入册。

从2005年11月至2006年4月每月分别观测1~2次。不同扰动面积及扰动类型监测采取GPS中海达8200G进行外业监测,室内整理采用GIS系统处理并与厂区工程总体布局图进行复核校正。土壤侵蚀类型监测采取调查、巡查法。

## 2 监测结果

### 2.1 冻融侵蚀面积监测

采用中海达(HD8200G)GPS设备,沿厂区、施工区及取土场扰动区域进行跟踪作业,获取精确地理属性的轨迹坐标点,经差分解算,生成扰动地块二维测绘数据。该期监测仅限于取土场挖方坡面。通过对扰动地块的测量,统计出冻融侵蚀面积(挖方坡面面积)为 $2.10\text{ hm}^2$ 。

### 2.2 气象资料统计及分析

据气象资料统计,建设区冬季干旱,夏季湿热,多年平均气温 $4.7^\circ\text{C}$ ,年降雨量 $800\sim 1\,000\text{ mm}$ ,且主要集中在夏季,累年最大冻土深度 $130\text{ cm}$ (1984年3月15日),全年主导风向为西南风。本监测期间(2005年11月至2006年5月)总降水量为 $209\text{ mm}$ ,主要以降雪为主,各月降水量分别为:2005年11月 $13.4\text{ mm}$  12月 $9.1\text{ mm}$  2006年1月 $8.4\text{ mm}$  2月

22 mm,3月 $13.8\text{ mm}$ ,4月 $51.5\text{ mm}$ ,5月 $90.8\text{ mm}$ 。期间气温均在摄氏 $0^\circ$ 以下。

### 2.3 冻融侵蚀量监测

#### 2.3.1 冻融侵蚀变化过程

(1)测钎高度变化。2005年11—12月测钎基本变化不明显;2006年1—2月测钎周围土略有凸起;3—4月,测钎周围土体随气温逐步升高,发生热融侵蚀,测钎头逐步裸露,平均裸露深度 $22.16\text{ mm}$ 。

(2)坡面土壤颗粒变化。挖方后土体由含水颗粒状白浆土逐步碎化脱落,粒径由最初的平均复合粒径 $1.2\text{ cm}$ 逐步细化为 $0.05\sim 0.2\text{ cm}$ ,土壤容重(自然风干10d)由 $1.85\text{ g/cm}^3$ 变为 $1.35\text{ g/cm}^3$ (坡用自然脱落细面状土),细面状土在坡面下部低洼处也有堆积(见图1)。



图1 自然热电有限公司新建工程监测现状图

(3)融冻滑塌侵蚀。在铁路专用线取土场挖方坡面还产生了 $0.25\text{ hm}^2$ 的融冻滑塌。主要原因是挖方坡面坡度较大( $40^\circ$ 以上),在4月初坡面上部解冻后的土体失去平衡,沿着永冻土层表面向坡下迅速滑动,滑动土方达 $6\,500\text{ m}^3$ 左右。

2.3.2 挖方坡面侵蚀量计算 工程挖方坡面面积为 $2.10\text{ hm}^2$ ,按照侵蚀量计算公式: $W=ZS/1\,000\times\cos\theta$ 计算,侵蚀深 $22.16\text{ mm}$ ,平均土壤容重为 $1.5\text{ g/cm}^3$ ,挖方坡面月平均侵蚀模数为 $82\,656\text{ t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 侵蚀时间为6.3个月,冻融侵蚀量为 $910.15\text{ t}$ 。由于冻融导致坡面塌方量约为 $6\,500\text{ m}^3$ ,计算得重力侵蚀量为 $9\,753\text{ t}$ 。

## 3 成果分析与评价

冻融侵蚀——土壤及其母质孔隙中或岩石裂隙中的水分冻结时,体积膨胀,裂隙随之加大增多,整块土体或岩石发生碎裂,消融后其抗蚀稳定性大为降低,在斜坡坡面或沟坡上的土体由于在冻融过程中隆

起和收缩,即使不受水力或风力的搬运,在重力作用下也会导致岩土顺坡向下方产生位移的现象。冻融使边坡上的土体含水量和容重增大,因而加重了土体的不稳定性;冻融使土体发生机械变化,破坏了土壤内部的凝聚力,降低了土壤的抗剪强度;土壤冻融具有时间和空间不一致性,当土体表层融解时,底层未融解形成一个近似不透水层,水分沿接触面流动,使两层间的摩擦阻力减小,因此在土体坡角小于休止角的情况下,也会发生不同状态的机械破坏。所以,冻融侵蚀是一种不同于水力侵蚀、重力侵蚀的独特侵蚀类型。

### 3.1 冻融侵蚀分析

根据观测,得出本开发建设项目挖方坡面的冻融侵蚀发生发展情况:在未产生融冻滑塌的部分坡面产生了面状洗刷作用的土壤侵蚀。在部分石砾较多的坡面春季 4 月份产生了部分石砾的冻胀脱落,而在有煤矸石坡面,结构相对较土层紧密,较土层抗滑力强,未产生融冻滑塌现象。

(上接第 78 页)

### 4.5 水土流失防治措施监测

通过监测,原方案报告书设计的综合防治措施体系基本落实,采纳了护坡、沟道治理、蓄排水、拦渣等工程措施,植物防护和迹地植被恢复等植物措施,草苫临时覆盖等临时管护措施。

编织袋装土挡护  $2.86 \times 10^5 \text{ m}^3$ ,截水沟开挖土方  $4.76 \times 10^4 \text{ m}^3$ ,边坡干砌块石挡护  $1.07 \times 10^5 \text{ m}^3$ ,土工保护挖沟槽  $2.87 \times 10^4 \text{ m}^3$ ,浆砌块石  $2.16 \times 10^4 \text{ m}^3$ ,穿越工程铺土工布  $1.167 \text{ m}^2$ ,筑施工围堰  $6.41 \times 10^5 \text{ m}^3$ ,浆砌片石铺堤面  $2.33 \times 10^4 \text{ m}^3$ ,草苫临时覆盖  $5.90 \times 10^4 \text{ m}^2$ ;弃渣场筑挡渣墙干砌块石  $2.133 \text{ m}^3$ ,截排水开挖土方  $1.950 \text{ m}^3$ ,迹地恢复植灌木  $2.64 \times 10^5$  株,撒播草籽  $72.43 \text{ hm}^2$ ,开挖排水沟  $2.609 \text{ m}$ 。

根据以上冻融侵蚀发生发展现状监测和分析,该区挖方坡面较陡,建议业主与施工方,采取削坡整治和工程护坡措施,同时在挖方坡面上部修建浆砌石不透水层截水沟,及时防治夏季来水对坡面冲刷,同时也防治由于夏季融水渗透,在春秋季节产生融冻交替而有节奏的、间歇性的向坡下运动。

### 3.2 冻融侵蚀评价

通过以上监测结果来看,对于开发建设项目扰动土体的挖方坡面,冬季的冻融侵蚀是一个非常严峻的问题,特别是坡度较陡的( $> 25^\circ$ 以上)挖方坡面易产生融冻滑塌, $10^\circ \sim 25^\circ$ 坡面易产生融冻泥石流,其侵蚀量和危害都非常大。本项目观测的挖方坡面都产生了融冻泥石流、融冻滑塌和坡面土壤颗粒融冻崩解,对下部建设区产生了一定的危害, $40^\circ$ 坡面的冻融侵蚀达到  $82.656 \text{ t} / (\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。因此,对于北方地区的开发建设项目开展冬季冻融侵蚀监测和预测是非常必要的,以便于业主及时在取土挖方坡面采取防护措施,以免对工程造成危害。

从控制水土流失情况来看,各项防治措施基本达到预期效果,使项目区内水土流失得到了较大程度遏制,取得了良好生态效益。结果表明,至 2006 年 9 月植被恢复期,土壤流失量降低到  $1.895.74 \text{ t}$ ,水土流失治理度、扰动土地治理率、土壤流失控制比、拦渣率、林草覆盖度、植被恢复系数等 6 项控制指标,分别为  $97.5\%$ ,  $95.0\%$ ,  $1.34$ ,  $99.7\%$ ,  $48.46\%$  和  $95.2\%$ ,达到或超过原水土保持方案报告书设计目标。

### [ 参 考 文 献 ]

- [ 1 ] 中华人民共和国水利行业标准. 水土保持监测技术规范(SL277—2002)[ S ]. 2002 年 10 月 1 日实施.
- [ 2 ] 赵永军,姜德文,袁普金. 线状工程建设项目的水土保持监测——以西气东输项目为例[ J ]. 水土保持研究, 2005, 12(6): 71—75.