

广东 LNG 站线项目水土保持监测及其评价

陈子平^{1,2}, 邹战强², 张展羽¹, 王斌¹

(1. 河海大学 农业工程学院, 江苏 南京 210098; 2. 广东省水利水电科学研究院, 广东 广州 510610)

摘 要: 广东 LNG 站线项目是典型的线形工程。根据项目特点,详细阐述了该工程水土保持监测范围、分区、监测点布设以及监测内容和采用的监测方法。监测结果表明,该工程水土保持措施总体效果良好,水土流失防治达到了目标值。通过监测分析,为类似工程的规划设计提出了建议。

关键词: 广东 LNG 站线项目; 水土保持; 监测

文献标识码: A

文章编号: 1000—288X(2008)03—0113—05

中图分类号: S157, X830

Monitoring and Evaluation of Soil and Water Conservation for the LNG Station-pipeline Project of Guangdong Province

CHEN Zi-ping^{1,2}, ZOU Zhan-qiang², ZHANG Zhan-yu¹, WANG Bin¹

(1. College of Agricultural Engineering, Hehai University, Nanjing, Jiangsu 210098, China;

2. Guangdong Provincial Research Institute of Water Resources and Hydropower, Guangzhou, Guangdong 510610, China)

Abstract: The LNG station-pipeline project is the typical linearization project. According to the characteristics of the project, monitoring scope of soil and water conservation, monitoring zone, monitoring-point layout, and monitoring content and means are described in detail. Results show that soil and water conservation measures have played an important role and soil erosion prevention and control reach the target value. By monitoring analysis, some suggestions are presented for the similar programming design of engineerings.

Keywords: LNG station-pipeline project of Guangdong Province; soil and water conservation; monitoring

开发建设项目水土保持监测是准确掌握项目建设水土流失动态变化和水土保持措施实施效果的重要手段与基础性工作。通过监测,了解项目建设生产过程中水土流失发生的时段、部位、强度及特点,检验其水土保持方案拟定的防治措施的可行性和有效性,可为类似开发建设项目水土流失预测和制定防治方案以及水土保持专项验收提供依据。开发建设项目水土流失因子繁多,且各因子之间的关系错综复杂,水土流失类型多样,水土流失过程变化多端。根据广东 LNG 站线项目特点和 SL277—2002《水土保持监测技术规程》^[1]以及有关的要求,制定出监测实施细则^[2],并进行了全程监测和监测结果的分析与评价。

1 项目及项目区概况

1.1 项目概况

广东 LNG(液化天然气)站线项目是国家重点示范项目,也是广东省“十五”计划的大型能源基础设施

项目。该项目主要为珠江三角洲的深圳、惠州、东莞和广州等 4 个城市的燃气电厂、城市工业、城市民用及商业用户提供可靠清洁的燃料,年进口 LNG350 万 t,以调整能源结构,改善环境,缓解广东电力供应不足状况。

工程于 2003 年 12 月开工建设,目前工程已投入试运行,向用户供气。项目由 1 座 LNG 专用码头和接收站,11 座分输站和长 378.66 km 的输气管线组成,包括 3 条支干线及 2 条支线。

1.2 项目区概况

项目处在珠江三角洲冲积平原区,局部分布有低山丘陵。地带性土壤为赤红壤、红壤和水稻土。管线所经地区经济发达,土地开发利用程度较高,植被主要为经济林和以针叶林为主的次生群落。工程地处亚热带季风气候区,年均气温为 22.2 ~ 23.6,年均降雨量为 1 613 ~ 1 898 mm,4—9 月降雨量约占年降雨量的 70%,且多以大雨、暴雨形式出现。项目

收稿日期:2007-11-06

修回日期:2008-02-19

资助项目:广东省水利厅水利科研项目(2004025)

作者简介:陈子平(1965—),男(汉族),广东省台山市人,博士生,高级工程师,从事水土保持与节水灌溉研究工作。E-mail:chenzp369@tom.com; 0621201202@hhu.edu.cn。

建设过程中若不采取水土保持措施,极易造成严重的水土流失。

2 监测范围及分区

2.1 监测范围

水土流失监测范围为整个防治责任范围,包括项目建设区和直接影响区。项目建设区包括 LNG 码头、接收站、输气站和输气管线等永久或临时占地;直接影响区是工程建设过程中水土流失影响区域。根据批准的水土保持方案,该项目水土流失防治责任范围面积为 954.96 hm²。

由于工程在施工过程中充分利用了站区开挖多余土石方,取消了拟设置的弃渣场。因此,实际监测范围面积减少为 949.58 hm²。

2.2 监测分区

该项目主要由站(接收站、分输站)和管线组成,没有取、弃土场,施工道路直接利用管线施工作业带,施工临建区全部采用当地租用解决。因此,该项目监测主要分为站区和管线区,站区包括 1 个接收站和 11 个分输站,管线区总长为 378.66 km。由于管线区分为 P₁—P₆ 共 6 个标段施工,且施工时间不一,因此,把每个施工标段作为一个监测单元。

3 监测重点地段与监测点布局

3.1 监测重点地段和对象

该项目施工战线长,穿越河流、丘陵、山岭等多种地貌,行政区域多,挖填方数量较大,监测距离长,难度大。据此确定监测重点地段包括接收站、丘陵区的分输站,穿越山区的管道敷设段;监测的重点区域包括施工开挖面,临时堆土场和经过山岭区的管道沟埋施工面;监测重点对象包括山区段土石方挖填数量与流向,挖填方形成的高陡边坡,以及沿山区陡坡敷设形成的工作面。

3.2 监测点布局

监测点的布局主要围绕监测重点地段和监测重点对象,并满足水土保持监测内容的要求来布设。在丘陵山区的站区和管线区选择有代表性的地段设置地面定位观测点,平原区主要采用调查监测。定位监测点主要布设在站区的开挖坡面和临时堆土坡面,沿山区敷设的管道覆土后的坡面以及管线交叉工程的施工区。

项目共设 8 个固定监测区、27 个不同观测点,每个观测点设 2~3 个重复。监测区布置及观测点位置见表 1。

表 1 地面监测点布置

测区编号	地段	观测点位		测区编号	地段	观测点位			
		点号	位置			点号	位置		
接收站		1	东部开挖坡面(北)	梅林检查站管段		1	挖填陡坡面(>25°)		
		2	东部开挖坡面(中)			2	挖填平缓坡面(25°~5°)		
		3	东部开挖坡面(南)			3	挖填平坦面(5°~0°)		
		樟木头林场管段		4	东部山边临时堆渣坡面			1	挖填平缓坡面(25°~5°)
				5	东部场内临时堆渣坡面			2	挖填平坦面(5°~0°)
				6	西部场内临时堆渣坡面			3	挖填平坦面(5°~0°)
				7	东部场内平台				
坪山分输站		1	东面开挖面(上)	东莞松山湖管段		1	挖填平缓坡面(25°~5°)		
		2	东面开挖面(中)			2	挖填平坦面(5°~0°)		
		3	东面开挖面(下)	坪山大坝河穿越		1	左岸临时堆土坡面		
		4	北面临时堆渣坡面			2	右岸临时堆土坡面		
		5	东部场内平台	番禺金山路管段		1	挖填陡坡面(>25°)		
		2	挖填平坦面(5°~0°)						
坪山石井管段		1	挖填陡坡面(>25°)	说明:每个测区根据实际布置有简易水土流失观测场、简易坡面观测场或简易径流小区;每个观测位置设 1~3 个重复。					
		2	挖填平缓坡面(25°~5°)						
		3	挖填平坦面(5°~0°)						

4 监测内容和方法

4.1 监测内容

4.1.1 施工期监测内容 依据批准的水土保持方案

以及相关的技术标准,施工期监测内容包括 4 类。

(1) 水土流失主要因子。包括项目占地面积、扰动地表面积、挖方、填方数量以及弃土、弃石量等;(2) 水土流失。包括水土流失形式、面积、强度、流失量;(3)

水土流失危害。包括滑坡、崩塌等对主体工程危害,下游河道泥沙、洪涝灾害、植被及生态环境变化等;

(4) 水土流失防治效果监测。包括防治措施的数量和质量以及各项防治措施的拦渣保土效果等。

4.1.2 林草恢复期监测内容 林草恢复期主要对水土保持效果进行监测。包括各项防治措施的保存量;林草措施的成活率、保存率;防护工程的稳定性、完好性;防护措施的拦渣、护坡、改善生态环境效果等进行监测。

4.2 监测方法

主要采用地面观测和调查监测两种形式和方法^[3]。水土流失影响较小的地段采用调查监测,水土流失影响较大的地段进行地面定位观测。定位观测法包括简易水土流失观测场、简易坡面测量以及简易径流小区等;调查监测法包括典型调查和巡查。

4.2.1 地面观测 对不同地表扰动类型,采用不同的定点观测方法来监测土壤侵蚀强度。

(1) 简易水土流失观测场,简称桩钉法。方法是将直径6~10 mm,长30~50 cm的钢钎相距1 m×1 m分上中下,左中右纵横各3排沿坡面垂直方向打入,钉帽与坡面齐平,并在钉帽上涂上红漆,编号登记入册。坡面面积较大时,为提高精度,钢钎密度可加大。每次暴雨后和汛期终了以及时段末,观测钉帽出露地面高度,计算土壤侵蚀厚度和土壤侵蚀量。计算公式采用^[11]

$$A = (ZS/1000) \cos \alpha$$

式中:A——土壤侵蚀量(m³); Z——土壤侵蚀厚度(mm); S——坡面水平投影面积(m²); α ——斜坡坡度数值。

(2) 简易坡面量测法。对于暂时不扰动的开挖或堆填坡面,选择有代表性的坡面做样方,样方大小取5~10 m宽的坡面,侵蚀沟按大(>60 cm)、中(30~60 cm)、小(0~30 cm)分3类统计,每条沟测定沟长和上、中上、中、中下、下各部位的沟顶宽、底宽、沟深(如果冲沟长度较长,断面变化较大,再细分,以提高精度),推算流失量。

(3) 简易径流小区。对于保存1 a以上的复合扰动面,采用木板、铁皮、混凝土以及其它隔湿材料或排水沟等围成矩形小区,在小区较低的一端安装收集槽(沉沙池)和测量设备,或直接引水至低洼地,定期量测淤积量,即可算出该小区的水土流失量。采用简易径流小区来测量复合的施工扰动面的侵蚀强度更符合实际。

4.2.2 调查监测 调查监测主要采用GPS定位仪,结合地形图、照相机、标杆、尺子等工具。调查监测分

设固定点的典型调查和不设固定点的全线巡查。对扰动面积较大和挖、填土石方量较大的站点以及山丘区的线段进行典型调查,其余采用巡查。典型调查点有接收站、坪山分输站、东莞分输站、南沙分输站以及坪山石井山丘区管线段、南坪快速路梅林站沿山陡坡段、樟木头林场沿山铺设段、番禺南村微丘管线段。巡查是定期或不定期(雨季)进行全线踏勘,若发现较大的扰动类型的变化(如新出现堆渣或堆渣消失,开挖面采取了措施等)或流失现象,进行临时监测记录。

5 监测结果与分析

5.1 水土流失因子

(1) 扰动地表面积及地类。扰动地表面积包括开挖和堆土占压面积,共432.67 hm²,其中站区48.67 hm²,管线区384.0 hm²。扰动地类有耕地74.43 hm²,鱼塘40.0 hm²,园地107.46 hm²,林地93.23 hm²,未利用地101.04 hm²,海域12.0 hm²。站区施工没有临时施工道路和取弃土场,扰动面积主要为征地面积,管线区施工扰动面积包括宽度为10~25 m的施工作业带平整及沟槽开挖面积。

项目建设对地形地貌产生剧烈的扰动,扰动面划分为平面(台)和坡面两大类,平面分为开挖平面(台)和填筑平面(台)2类;坡面划分为开挖土质坡面、开挖石质坡面、堆(填)土坡面、堆(填)石坡面、挖填复合平缓坡面(25°~5°)、挖填复合平坦面(5°~0°)、挖填复合陡坡面(25°以上)等7类。挖填复合平缓坡面、平坦面以及陡坡面主要针对管线沟槽开挖和回填平整形成的坡面,管线敷设的扰动面,主要是以复合坡面存在。

(2) 土石方量。站区开挖土石方量共计1.48×10⁶ m³,回填土石方量共计1.11×10⁶ m³,多余的3.70×10⁵ m³外卖给临近的东部电厂用于码头填筑,没有弃方。线区开挖土石方量为1.52×10⁶ m³,全部就近回填平整。

5.2 水土流失状况

(1) 土壤侵蚀模数及水土流失量。不同施工扰动面的土壤侵蚀模数为2580~25050 t/(km²·a),见表2。整个施工过程造成的水土流失总量为1.11×10⁵ t,其中站区5.50×10³ t,线区1.03×10⁵ t。

(2) 水土流失危害。站区场地平整主要在秋冬旱季,站内建筑物主要在围墙内围蔽进行施工,对下游及周边地区没有造成水土流失危害。管线经过山丘区特别沿陡坡敷施工,在雨季造成了水土流失。

在标段P₅南坪公路检查站附近,因管道在2006年4—6月施工,覆土后即遇连续十多天的强降

雨,造成坡面冲刷,形成沟蚀。临近水库上游长约 2.0 km 的管线施工面产生水土流失约 400 m³,淤积于库尾,部分流入水库。

在标段 P₁ 坪山分输站附近,管线沿山坡陡坡面敷设,削坡开挖土石方量较大,就地平整后,由于截、排水沟标准不高,350 m³ 的松散泥土进入下游,淤积低洼地和部分水沟。由于该处远离居民区及农地,没有造成直接经济损失。

在标段 P₂ 樟木头林场和风岗山坡段,管线沿陡坡面敷设。由于原有天然沟道被施工截断没有及时恢复,遇上暴雨,雨水冲刷沟槽的覆土深达 1.5 m,造成 200 m³ 多的水土流失,也造成了输气管道外露,危及管道安全。

表 2 施工期各种水土流失面侵蚀模数

水土流失面类型		侵蚀模数/ (t·km ⁻² ·a ⁻¹)
站 区	开挖土质坡面	16 050
	开挖石质坡面	7 850
	填筑坡面	22 050
	平台	2 580
管 线 区	挖填复合平缓坡面(25°~5°)	18 700
	挖填复合平坦面(5°~0°)	5 850
	挖填复合陡坡面(>25°)	25 050

5.3 水土流失防治效果

(1) 防治指标。项目扰动土地治理率为 98%,其中站区 99%,线区 97%;水土流失治理度 96%,其中站区 98%,线区 95%;水土流失模数的控制比为 0.85,其中站区 0.9,线区 0.8;拦渣率为 98%,其中站区 99%,线区 97%;植被恢复系数 96%,其中站区 97%,线区 91%;林草植被覆盖率 46%,其中站区 28%,线区 56%。

(2) 水土保持措施的数量与质量。完成的水土保持措施有临时沙包拦挡 4 200 m³,浆砌石护坡 1.03 × 10⁵ m³,砼网格植草护坡 2.13 × 10⁴ m²,砼喷锚护坡 1.81 × 10⁴ m²,土地整治土方 5.41 × 10⁵ m³,浆砌石挡土墙 5.61 × 10⁴ m³,截排水沟浆砌石 5 800 m³,种树 8 101 万棵,植草 4.55 × 10⁵ m²。根据监测和施工监理报告,水土保持设施质量全部合格。

(3) 各项防治措施的拦渣保土效果。拦挡护坡以及防洪排水等工程措施,在施工期水土保持效果好,见效快,是关键措施。种树植草等植物措施具有长久持续的拦沙保土效果。从整个施工过程的监测结果看,施工后水土流失在短时间内(1—3 月)明显减少,说明各项水土保持防护措施效果良好。

6 评价及建议

6.1 综合评价

(1) 扰动土地面积和防治责任范围减少。建设及施工单位较重视水土保持生态工作,各施工标段合理安排了施工时间,缩短了管线施工区的裸露时间。同时,在施工过程中,主动联系有关用土单位,将多余的土石方充分利用于填筑码头以及作为开发区平整填土。直接影响区主要在山丘区的管线下游,宽度 5~10 m。与审批的水土保持方案中相比(下同),防治责任范围面积减少了 431.89 hm²。

(2) 水土保持措施总体效果良好。项目在施工过程中,水土保持措施基本能够做到及时、到位,效果良好。拦挡泥沙,减少了 2.97 × 10⁴t 泥沙流量;稳定坡面。避免滑坡发生,为主体工程安全运行起到基础保证作用;林草覆盖率达到 46%,改善项目区生态环境。

(3) 水土流失防治达到了目标值^[4]。该项目属于建设类项目,项目所在区域属于广东省水土保持重点监督区,经测算,扰动土地治理率等 6 项指标试运行期达到了建设项目水土流失防治的二级标准和批复的方案目标值。

6.2 体会及建议

6.2.1 监测体会

(1) 要熟识工程设计以及施工要求,抓准重点监测地段和对象。该项目监测的重点地段在山区山坡上的管线敷设,重点的监测对象是沟槽覆土平整后的陡坡面。这些地段既是监测重点,又是督促施工单位及时到位布设水土保持措施的地段。

(2) 密切与建设单位、施工单位和监督单位沟通,在监测布点上争取主动。我们监测的目的,首先是为了减少水土流失量,因此,必须做到与建设单位、施工单位联动,一经发现潜在水土流失危害的区域,即报告建设单位,并要求施工单位及时采取水土保持措施,制止或减轻水土流失危害。

(3) 为了获取较准确的水土流失量,对同类型的水土流失面,应采用 2 种以上监测方法并设置 3 个重复观测区。到目前为止,开发建设项目水土保持监测的手段比较落后,方法也比较原始,这也是针对开发建设项目“扰动的水土流失面复杂,变化快”的特点所采用的。由于变化快,要得到可靠的数据,需要增加重复观测区。

6.2.2 有关建议

(1) 管线经过丘陵及山区段长达 120 km,有些沿坡度达 50°~70°的陡坡敷设,工程施工难度大,水土流

失防治难度也大,是水土流失发生的主要区域。因此,从主体工程安全运行,水土资源保护和项目区人居环境考虑,建议今后管线敷设应避免沿山区陡坡敷设。

(2) 项目主体工程施工单位和水土保持工程施工单位不是同一单位,在施工过程中,没能很好地做到“三同时”,造成水土保持工作被动。建设单位在委托施工单位时,应将主体工程施工和水土保持工程施工委托给同一家单位,使水土保持措施与主体工程的建设穿插、交叉进行,避免出现脱节,造成大的水土流失,也增加了工程投资。

(3) 在穿越山区的管线段,穿越很多天然沟道,在雨季山洪暴发将可能冲刷覆土层,危及管道安全。因此,首先要做好排水措施,而且工程标准比平原区适当提高。建设单位需要进一步对山区管线敷设造成的开挖边坡执行水土保持治理,提高植被恢复率,以达到防治目标要求。

(4) 山区管线区的植被生长缓慢。在山区管线区,为了以后的管线管理,裸露面主要采用撒播草籽(狗牙根等)恢复植被。但由于坡陡,又没有做好排水、覆盖措施,施工单位经过多次播种仍不理想,生长缓慢,覆盖率低,应加强对山区管段植被恢复的管护工作。

[参 考 文 献]

- [1] 中华人民共和国水利部. 中华人民共和国水利行业标准. 水土保持监测技术规程(SL277—2002) [S]. 北京:中国水利水电出版社,2002.
- [2] 李智广. 开发建设项目水土保持监测实施细则编制初探[J]. 水土保持通报,2005,25(6):91—95.
- [3] 刘震. 水土保持监测技术[M]. 中国大地出版社,2004.
- [4] 中华人民共和国国家标准. 开发建设项目水土流失防治标准(GB/T50434—2007) [S]. 北京:中国计划出版社,2007.

欢迎订阅 2009 年《水土保持通报》

《水土保持通报》创刊于1981年,双月刊,中文版,属环境科学类期刊,连续5届被认定为我国中文核心期刊。主管单位为中国科学院,由中国科学院水利部水土保持研究所与水利部水土保持监测中心联合主办。为《中国科技论文统计源期刊》,《中国科学引文数据库统计源期刊》,以及日本《科学技术文献速报(JICST)》,《中国期刊精品荟萃》等收编。本刊为A4开本,192页/期。刊号为:ISSN1000-288, CN61-1094/X。国内邮发代号:52—167,国外发行代号:4721BM,定价:20.0元/册。

办刊宗旨:紧密跟踪水土保持学科的发展动向,及时报道本学科前沿领域科学理论、技术创新及其实践应用研究最新成果,积极引导和推动水土保持学科和水土保持实践的发展与繁荣。

报道内容:土壤侵蚀、旱涝、滑坡、泥石流、风蚀等水土流失灾害的现状与发展动态;水土流失规律研究、监测预报技术研发成就与监测预报结果;水土流失治理措施与效益分析;水土流失地区生态环境建设与社会经济可持续发展研究;计算机、遥感工程、生物工程等边缘学科新技术、新理论、新方法在水土保持科研及其实践中的应用;国外水土流失现状及水土保持研究新动态等。

读者对象:从事水保科技研究、教学与推广的科教工作者及有关行政管理人员;国内外环境科学、地学、农业、林业、水利等相关学科科教人员及大专院校师生。

地址:陕西省杨凌区西农路26号《水土保持通报》编辑部

邮编:712100

电话:(029)87018442

E-mail:bulletin@ms.iswc.ac.cn <http://www.iswc.ac.cn>