

广东省某燃煤电厂水土流失预测分析

马西军, 叶炜, 张翔宇

(中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司, 广州 510663)

摘要: 水土流失预测目的在于根据工程建设特点及所在区域的水土流失特点, 采用科学合理的预测方法, 对可能造成水土流失的形式、强度、数量、危害等作出预测评价, 为制定水土流失防治措施的总体布局和各单项防治措施设计提供依据。文章以广东省某燃煤发电工程为例, 分析了广东地区燃煤电厂项目在建设过程中可能产生水土流失的部位、时段和数量, 并提出了指导性意见。

关键词: 水土流失预测; 燃煤电厂

中图分类号: S157

文献标志码: A

文章编号: 2095-8676(2016)01-0132-05

Soil and Water Loss Prediction Analysis of a Coal-fired Power Plant in Guangdong Province

MA Xijun, YE Wei, ZHANG Xiangyu

(China Energy Engineering Group Guangdong Electric Power Design Institute Co., Ltd., Guangzhou 510663, China)

Abstract: The purpose of soil and water loss prediction is to evaluate the form, strength, quantity and harm of soil and water loss using scientific methods based on the characteristics of engineering construction, to provide the basis for designing prevention measures of water loss and soil erosion. Taking a coal-fired power plant in Guangdong for example, this paper analyzes the location, quantity and time of soil and water loss during building coal-fired power plant project and gives some advices from the perspective of soil and water conservation.

Key words: soil and water loss prediction; coal-fired power plant

随着广东进入社会经济发展新阶段, 电力需求持续快速增长, 根据广东省电力系统规划方案, 广东省内“十二五、十三五”期间分别新增电源容量 22 303 MW 和 25 458 MW, 才能满足全省国民经济发展的需求。根据广东省统计局网站公布的 2013 年广东能源消费情况^[1]分析, 原煤依然是广东的主要能源消费产品。建设燃煤发电厂通常会有大面积的土方开挖, 势必会引起水土流失。

对建设燃煤电厂进行水土流失预测, 能够分析工程建设所造成的水土流失情况, 为合理布设水土保持措施提供依据。

广东省某燃煤电厂位于广东省西部, 西江干流

右岸, 工程建设涉及厂区、贮灰场、码头工程、厂外道路、厂外水源及管线、施工供电工程以及施工生产生活区等。工程总占地 51.49 hm² (其中占用水域面积 2.3 hm²), 工程计划总工期 22 个月。

1 项目区概况

项目区地形地貌为丘陵及丘间冲沟, 场地范围内高程约为 10~113 m 之间, 地形起伏较大。项目区属亚热带季风性湿润气候, 多年平均气温 21.6℃, 多年平均降雨量 1 571.8 mm, 平均蒸发量 1 481.7 mm。土壤是花岗岩赤红地土属。项目占地主要为林地和耕地, 植被覆盖率约 90%。主要植被有松树、杂树丛、玉米、水稻、杂草等。经实地调查, 项目区水土流失相对较弱, 人为活动影响程度低, 以水力侵蚀为主, 土壤侵蚀轻度。根据 2000 年《广东省人民政府授权发布全省水土流失重点防

收稿日期: 2014-12-11

作者简介: 马西军(1988), 男, 山东枣庄人, 助理工程师, 硕士, 主要从事电力项目环境保护相关研究工作(e-mail)maxijun@gedi.com.cn。

治区的通告》,项目所在地属于广东省水土流失重点监督区^[2]。

2 水土流失预测分区和时段

2.1 水土流失影响因素分析

水土流失类型分自然侵蚀和加速侵蚀两大类,本项目造成水土流失的主要是受人为因素影响的加速侵蚀^[3]。

工程建设期,由于厂区土方开挖填筑、码头、道路、贮灰场、施工生产生活区、施工供电工程建设等施工过程,开挖扰动地表,改变原地貌,破坏地表植被,从而使土壤抗侵蚀能力下降,在降水等作用下易形成地表剥蚀和侵蚀冲沟,并使地层原有结构被破坏、植被退化,加剧了水土流失。工程建设过程中存在大量的开挖土方和弃渣的临时堆放,在大风或降雨的情况下,均会产生水土流失。

生产运行期,厂区建设完成、道路硬化、排截水沟修筑、边坡防护及植被恢复等措施使水土流失得到有效的控制,水土流失强度相对稳定。仅贮灰场还扰动地表,可能造成水土流失。

2.2 水土流失预测分区

科学、合理分区是提高项目区水土流失预测精度的重要保证。根据本工程地形地貌和水土流失防治分区,将项目预测范围划分为厂区、贮灰场区、码头工程区(包含引桥)、厂外道路区、厂外水源及管线区、施工供电工程区和施工生产生活区。

根据扰动方式、水土流失特点又可将厂区细分为挖方、填方、临时堆土、厂区平台等四个预测单元,将贮灰场细分为灰场和临时堆土两个预测单元。

2.3 水土流失预测时段

本项目为建设生产类项目,依据《开发建设项目水土保持技术规范》^[4],预测时段划分为施工期和自然恢复期,生产运行期预测时段按最不利的情况考虑,超过雨季长度不足一年的按一年计算,不超过雨季长度的按占雨季长度的比例计算、不在雨季的按实际长度计算。

本工程施工期共22个月,从2014年3月到2015年12月。施工准备期与施工期合为施工期,不再单独对施工准备期和施工期进行水土流失预测;自然恢复期按绿化工程完工后的1年考虑。

2.4 预测内容

根据项目区自然条件、主体工程情况、影响水土流失的因素,确定水土流失预测内容为:(1)原地貌、土地和植被损坏情况;(2)损坏水土保持设施;(3)弃土弃渣量;(4)可能造成水土流失面积和流失总量;(5)水土流失危害预测。预测分区和时段详见表1。

表1 水土流失预测分区、时段划分表

Table 1 The Part Quantity and Time of Soil Erosion Prediction

预测分区	施工期		自然恢复期		
	时段/a	面积/hm ²	时段/a	面积/hm ²	
厂区	挖方	0.5	7.64	1	5.91
	填方	0.5	2.66	1	1.53
	临时堆土	0.5	1.45	-	-
	厂区平台	2.0	22.45	1	3.30
贮灰场区	灰场	1.0	4.66	1	0.05
	临时堆土	2.0	0.80	1	0.80
码头工程区	1.0	0.24	1	0.14	
厂外道路区	0.5	3.81	1	1.10	
厂外水源及管线	0.5	0.58	1	0.50	
施工供电工程区	0.5	0.99	1	0.97	
施工生产生活区	2.0	5.36	1	5.36	
合计	10	49.19	10	19.66	

注:厂区临时堆土面积不重复计列。

3 水土流失预测方法和参数

3.1 水土流失预测方法

3.1.1 扰动面积预测方法

利用工程设计单位提供的地形图对该地段进行实地调查,调查工程经过地段的水土流失及其防治现状,对施工期开挖扰动地表、占压土地和破坏林草植被的程度与面积分别进行统计。

3.1.2 损坏水土保持设施面积和数量的预测方法

对项目建设过程中损坏的水土保持设施的面积、数量,采用收集有关资料和结合外业踏勘的方法,列表分别进行测算统计。

3.1.3 弃土弃渣量的预测方法

根据主体工程设计单位提供的资料,对建设期及运行期的弃土、弃石、弃渣量进行预测。

3.1.4 可能造成水土流失量预测方法

参考《开发建设项目水土保持技术规范》^[5],水土流失预测计算公式如下:

$$W = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^3 (F_i \times M_{ik} \times T_{ik}) \quad (1)$$

$$\Delta W = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^3 (F_i \times \Delta M_{ik} \times T_{ik}) \quad (2)$$

$$\Delta M_{ik} = \frac{(M_{ik} - M_{i0}) + |M_{ik} - M_{i0}|}{2} \quad (3)$$

式中： W 为扰动地表土壤流失量， t ； ΔW 为扰动地表新增土壤流失量， t ； i 为预测单元； k 为预测时段， $k=1, 2, 3$ 分别指施工准备期、施工期、自然恢复期； F_i 为第 i 个预测单元的面积（扰动面积）， km^2 ； M_{ik} 为扰动后不同预测单元、不同预测时段的土壤侵蚀模数， $t \cdot km^{-2} \cdot a^{-1}$ ； ΔM_{ik} 为不同预测单元、不同预测时段的新增土壤侵蚀模数， $t \cdot km^{-2} \cdot a^{-1}$ ，只计正值，负值按0计； M_{i0} 为扰动前不同预测单元的土壤侵蚀模数， $t \cdot km^{-2} \cdot a^{-1}$ ； T_{ik} 为预测时段（扰动时段）。

预测面积、时段与土壤侵蚀模数相乘得到预测水土流失量，扰动后侵蚀模数与原地貌侵蚀模数之差值与扰动面积、预测时段相乘得到在不采取水土保持措施的情况下新增的土壤流失量^[5]。

3.2 水土流失预测参数

3.2.1 扰动面积预测方法

项目区为南方红壤丘陵区。根据现场调查，项目区内植被覆盖率高，现状土壤侵蚀程度属轻度，结合《广东省土壤侵蚀现状图(1:10万)》、《土壤侵蚀分类分级标准》^[6]确定项目区土壤侵蚀模数背景值为 $500 t \cdot km^{-2} \cdot a^{-1}$ 。

3.2.2 扰动面积预测方法

本工程建设过程中的土壤侵蚀模数采用类比法来确定，选取广东省某燃煤电厂工程水土保持监测总结报告为参考对象，参考工程厂址位于广东省珠江三角洲西北部的肇庆市，毗邻北江，由于两个项目在地形地貌、地理位置、地表物质组成、降雨特性等诸方面也十分相似，因此在施工内容相同条件下，其建设期土壤侵蚀强度可参照类比工程数值，以主导因子多年平均降雨量为权重修正^[7]，修正系数为本工程多年平均降雨量和类比工程多年平均降雨量的比值，修正系数为0.91，土壤侵蚀模数类比结果见表2。

3.2.3 自然恢复期土壤侵蚀模数取值

自然恢复期各种施工扰动活动结束后，建筑、安装工程已经完成，道路已硬化，大部分空闲地已经

完成绿化，排水工程完善，施工建设的各种工程措施已充分发挥水土保持功效。但植物措施还未完全发挥作用，厂区、贮灰场区、施工供电工程区、施工生产生活区等还存在少量水土流失现象，本工程自然恢复期土壤侵蚀模数统一取 $1\ 000 t \cdot km^{-2} \cdot a^{-1}$ 。

4 预测结果

根据工程特性，结合施工组织设计方案，本工程可能造成的原地貌改变及占压、破坏土地面积总计 $49.19 hm^2$ ，破坏植被面积 $40.68 hm^2$ ；工程影响区内尚未有专项水土保持设施，损坏的水土保持设施为因原地貌和植被破坏而使水土保持功能降低甚至丧失的部分，为 $40.68 hm^2$ ；建设期整个项目土石方平衡，弃方主要是拆除原地表建筑物 $0.17 万 m^3$ ，运行期弃渣主要为灰渣、脱硫石膏，拟全部综合利用，工程1年最大灰渣、脱硫石膏共 $53.88 万 m^3$ 。

表2 土壤侵蚀模数类比选取结果

Table 2 The Result of Soil Erosion Analogy Analysis

预测分区	背景值	基建期		自然恢复期	
	本工程	类比工程	本工程	本工程	
厂区	挖方	500	31 900	29 029	1 000
	填方	500	36 500	33 215	1 000
	临时堆土	500	36 500	33 215	-
	厂区平台	465	12 300	11 193	1 000
贮灰场区	灰场	500	12 300	11 193	1 000
	临时堆土	500	36 500	33 215	1 000
施工生产生活区	码头工程区	500	12 300	11 193	1 000
	厂外道路区	500	12 300	11 193	1 000
	厂外水源及管线	500	12 300	11 193	1 000
	施工供电工程区	500	12 300	11 193	1 000
	施工生产生活区	500	12 300	11 193	1 000

注：*指自然恢复期。

根据前述水土流失预测方法，经计算，工程建设产生水土流失量为 $9\ 892 t$ ，新增水土流失量为 $9\ 457 t$ ，新增流失量占总流失量的比例为95.60%。工程建设总的水土流失量中，厂区、施工生产生活区、贮灰场区占的比重分别达到了73.0%、12.7%、10.7%。工程建设新增的水土流失量中，厂区、施工生产生活区、贮灰场区占的比重分别达到了73.2%、12.4%、10.8%。可以看出，该三区

表 3 项目区水土流失量统计表
Table 3 Statistics of Soil and Water Loss in the Project Area

项目分区	预测时段	土壤侵蚀模数背景值 $t \cdot km^{-2} \cdot a^{-1}$	扰动后侵蚀模数 $t \cdot km^{-2} \cdot a^{-1}$	侵蚀面积 hm^2	侵蚀时间 a	背景水土流失量 t	水土流失总量 t	新增水土流失量 t
挖方	施工期	500	29 029	7.64	0.5	19.10	1 108.91	1 287.34
	自然恢复期	500	1 000	5.91	1	29.55	59.10	29.55
填方	施工期	500	33 215	2.66	0.5	6.65	441.76	559.93
	自然恢复期	500	1 000	1.53	1	7.65	15.30	7.65
厂 临时堆土	施工期	500	33 215	1.45	0.5	3.63	240.81	305.23
	自然恢复期	\	\	\	\	0.00	0.00	0.00
区 厂区平台	施工期	465	11 193	22.45	2	208.79	5 025.66	6 122.12
	自然恢复期	465	10 000	3.3	1	15.35	330.00	314.66
总计	施工期	\	\	\	\	238.16	6 817.13	8 274.61
	自然恢复期	\	\	\	\	52.55	404.40	351.86
	小计	\	\	\	\	290.71	7 221.53	6 930.83
灰场	施工期	500	11 193	4.66	1	23.30	521.59	498.29
	自然恢复期	500	1 000	0.05	1	0.25	0.50	0.25
贮 临时堆土	施工期	500	33 215	0.8	2	8.00	531.44	523.44
	自然恢复期	500	1 000	0.8	1	4.00	8.00	4.00
区 总计	施工期	\	\	\	\	31.30	1 053.03	1 021.73
	自然恢复期	\	\	\	\	4.25	8.50	4.25
	小计	\	\	\	\	35.55	1 061.53	1 025.98
码头工程区	施工期	500	11 193	0.24	1	1.20	26.86	25.66
	自然恢复期	500	1 000	0.14	1	0.70	1.40	0.70
	小计					1.90	28.26	26.36
厂外道路区	施工期	500	11 193	3.81	0.5	9.53	213.23	203.70
	自然恢复期	500	1 000	1.1	1	5.50	11.00	5.50
小计	施工期	\	\	\	\	15.03	224.23	209.20
	自然恢复期	\	\	\	\			
厂外水源及管线	施工期	500	11 193	0.58	0.5	1.45	32.46	31.01
	自然恢复期	500	1 000	0.5	1	2.50	5.00	2.50
	小计	\	\	\	\	3.95	37.46	33.51
施工供电工程区	施工期	500	11 193	0.99	0.5	2.48	55.41	52.93
	自然恢复期	500	1 000	0.97	1	4.85	9.70	4.85
	小计					7.33	65.11	57.78
施工生产生活区	施工期	500	11 193	5.36	2	53.60	1 199.89	1 457.92
	自然恢复期	500	1 000	5.36	1	26.80	53.60	26.80
	小计					80.40	1 253.49	1 173.09
总计	施工期					338	9 398	9 060
	自然恢复期					97	494	397
小计						435	9 892	9 457

为工程建设过程中可能产生水土流失的最主要部位。工程建设产生总的水土流失量中, 施工期产生的为 9 398 t, 自然恢复期为 494 t, 施工期产生量所占比例约为 95.0%。新增水土流失量中, 施工期产生的为 9 060 t, 自然恢复期为 397 t, 施工期产生量

所占比例约为 95.8%, 可以看出绝大部分水土流失产生在施工期。项目区水土流失量统计表见表 3。

5 结论

本工程建设过程中, 由于扰动和破坏了原地

貌,加剧了水土流失,如不采取有效的水土保持措施,将对工程和当地的水土资源及生态环境带来不利的影响^[8]。根据预测结果,本工程建设造成的水土流失潜在的危害主要有:

1) 本项目临近西江干流,电厂建设开挖填筑大量土方,若防护不当,会造成水土流失汇入西江,特别是码头引桥基础施工,会造成泥浆汇入西江,影响水质。

2) 施工过程中场地开挖、回填改变原地形地貌,破坏土壤表层结构,减弱地表抗冲抗蚀能力,同时,形成的高陡边坡在降雨作用下,极易发生水土流失。

3) 工程建设期间进行场地平整、基础开挖等,对产生的临时堆土如不采取有效防护措施,将会影响施工环境,造成施工不便或窝工,进而影响施工进度。

根据前述分析,建议:

1) 工程建设期中,水土流失防治的重点时期是施工期(包括施工准备期),水土流失防治重点区域是厂区、施工生产区和贮灰场区。同时应加强该区域在施工期的水土流失监测,适当加大监测频次^[9]。

2) 工程建设产生水土流失的因素较多,其中厂区场地平整、基础开挖、边坡开挖等人为活动在强降雨情况下极易诱发严重的水土流失。施工过程中的临时措施防护是控制水土流失量的关键。水土保持防护措施以拦挡工程、排水工程、植物措施相结合。

3) 根据预测结果,以厂区为产生新增水土流失的重点部位,必须通过加强施工管理控制其水土流失。水土保持的各项措施(特别是临时防护措施)应同主体工程的施工进度相对应,措施安排原则上应

当先实施工程措施,后实施植物措施,弃渣应先拦后弃。

4) 土方工程施工应该注重表土剥离与防护,由于表土具有较高的经济生产力且成土速度缓慢,属于稀缺资源,从经济和稀缺两方面综合来看,应加强对表土的防护和利用^[10]。

参考文献:

- [1] 广东统计信息网. 2013 广东省能源消费情况分析[EB/OL]. 2014-03-06. http://www.gdstats.gov.cn/tjzl/tjfx/201403/t20140320_140251.html.
- [2] 广东水利水电科技推广网. 关于发布全省水土流失重点防治区通告的通知[EB/OL]. 2000-09-11. <http://jstg.gdwater.gov.cn/TgzxFront/News/NewsDetailed.aspx?NewId=B0F2858EC2D14BA2ADF8E733A6CDBAA1>.
- [3] 王礼先,朱金兆. 水土保持学[M]. 北京:中国林业出版社,2006:92-93.
- [4] GB 50433—2008, 开发建设项目水土保持技术规范[S].
- [5] 赵永军. 开发建设项目水土保持方案编制技术[M]. 北京:中国大地出版社,2007:192-201.
- [6] SL 190—2007, 土壤侵蚀分类分级标准[S].
- [7] 高旭彪. 开发建设项目土壤侵蚀模数预测方法初步研究[J]. 中国水土保持科学,2008,6(3):116-120.
GAO Xubiao, Prediction Method for Erosion Rates on Developing and Construction Projects[J]. Science of Soil and Water Conservation, 2008, 6(3): 116-120.
- [8] 张洪江. 土壤侵蚀原理[M]. 北京:中国林业出版社,2008:5-7.
- [9] 李智广. 开发建设项目水土保持监测[M]. 北京:中国水利水电出版社,2008:35-40.
- [10] 杨才敏. 也谈生产建设项目区的表土剥离问题[J]. 中国水土保持,2014(9):23-24.
YANG Caimin. Topsoil Stripping of Production and Construction Project Area[J]. Soil and Water Conservation in China, 2014(9): 23-24.

(责任编辑 高春萌)

中国能建承建首个“一带一路”核电项目高标准开工

2016年2月29日,巴基斯坦卡拉奇K-2/K-3核电项目2号机组常规岛顺利浇筑第一罐混凝土(FCD),标志着中国能建承建的首个“一带一路”核电项目正式开工。

据悉,卡拉奇K-2/K-3核电项目厂址位于阿拉伯海沿岸、巴基斯坦卡拉奇市附近,距巴基斯坦首都伊斯兰堡约900公里。该项目是中巴两国政府合作成果,也是国家实施“一带一路”战略的重要项目,采用国产华龙一号(ACP-1000)技术,是我国自主知识产权ACP1000核电技术在海外的首堆工程,具有重要的示范作用,对我国实施核电“走出去”的国家战略有着重要而深远的意义。

(中国能建)