

标桩法监测广东省人为侵蚀模数研究初报

王继增¹, 吴志峰^{2,3}, 朱立安^{2,3}, 程 炯^{2,3}, 陈汉先⁴

(1. 仲恺农业技术学院环境科学与工程系, 广州 510225; 2. 广东省生态环境与土壤研究所, 广州 510650;
3. 广东省农业环境综合治理重点实验室, 广州 510650; 4. 广东省水利厅, 广州 510150)

摘 要: 通过标桩法开展了广东省 4 种典型的开发建设项目类型一个降雨周年侵蚀模数的实测, 所监测到的侵蚀模数可供水土保持方案编制单位在编制水土保持方案时参考和借鉴, 以期切实提高水土保持方案的编制质量和水平。
关键词: 广东省; 人为侵蚀模数; 标桩法; 水土流失监测
中图分类号: S157. 1 文献标识码: A 文章编号: 1005-3409(2006) 05-0299-03

Preliminary Study on Monitoring Man-made Soil Erosion
Modulus of Guangdong Province Through Standard Stake Method

WANG Ji-zeng¹, WU Zhi-feng^{2,3}, ZHU Li-an^{2,3}, CHENG Jiong^{2,3}, CHEN Han-xian⁴

(1. Department of Environmental Sciences and Engineering, Zhongkai Agricultural Technology College, Guangzhou 510225; 2. Guangdong Institute of Eco-Environment and Soil Sciences, Guangzhou 510650;
3. Guangdong Key Laboratory of Integrated Control of Agro-Environment, Guangzhou 510650;
4. Guangdong Academy of Water Resources and Hydropower Sciences, Guangzhou 510150, China)

Abstract: The man-made soil erosion modulus for the four typical exploitation construction project in one rainfall year were monitored through the standard stake method, the soil erosion modulus monitored can provide reference in composing soil and water conservation scheme for units which have qualification in composing soil and water conservation scheme. This will enhance actually the quality of the composed soil and water conservation scheme.

Key words: Guangdong Province; man-made soil erosion modulus; standard stake method; the monitoring of soil and water loss

近年来,随着开发建设项目编报水土保持方案制度的切实落实和全面推开,对规范开发业主的开发行为、保护水土资源和生态环境、减少新增水土流失起到了很好的作用。但水土保持方案编制单位在编制水土保持方案的过程中,常遇到的一个问题就是如何确定项目建设区域的水土流失背景值以及预测项目建设过程中新增水土流失的侵蚀模数。由于时间紧,任务急,方案编制单位一般不可能就方案编制本身开展侵蚀模数实测,而常常通过类比法、数学模型法等方法来获取侵蚀模数数据,这样所获取的侵蚀模数的客观性、准确性就会受到一定程度的影响,而所编制的方案预测的侵蚀模数是否科学、合理,是否切合工程建设实际情况,就成为判别方案本身编制质量和学术水平的一个非常重要的衡量指标,也是方案审查审批部门在方案的审查过程中最感头痛、最觉棘手的一个问题。本文通过标桩法开展了广东省四种典型的开发建设项目类型一个降雨周年的侵蚀模数的实测。虽只进行了一个降雨周年的侵蚀模数的实测,但所监测到的侵蚀模数数据仍有一定的借鉴参考价值。现将监测结果总结如下,供水土保持方案编制单位在编制水土保持方案时参考,以期切实提高水土保持方案的编制质量和水平。

1 广东省人为侵蚀现状

广东省人为侵蚀按侵蚀形式分为采矿、采石取土、陡坡开垦、修路、开发区建设、水利电力工程、坡耕地及其它等八

种侵蚀类型。

表 1 广东省人为侵蚀类型表

采矿	由于采矿造成的土壤侵蚀
采石取土	在山中大量挖采土、石所造成的土壤侵蚀
人 陡坡开垦	开垦坡度在 25° 以上的旱地、果园或经济作物园等所引发的土壤侵蚀
为 修路	修筑公路、铁路后造成的边坡、堆积土冲刷等方面的土壤侵蚀
侵 开发区建设	开辟房地产、经济开发、旅游等方面的开发区所引发的土壤侵蚀
蚀 水利、电力工程	修筑水库、电站等水利、电力工程基础设施建设所引发的土壤侵蚀
坡耕地	坡度在 3° 至 25° 之间的旱地(包括果园、经济作物园)所发生的土壤侵蚀
其它	其它不明类型的土壤侵蚀

根据最新的土壤侵蚀遥感调查资料^[1]分析,广东省人为侵蚀类型以坡耕地侵蚀面积为最大,全省面积为 1 570. 43 km²;其次为开发区侵蚀,面积为 728. 87 km²;其它侵蚀类型的面积依次为:采石取土 128. 95 km²;陡坡开荒 125. 9 km²;修路 60. 08 km²;采矿 52. 68 km²;水利水电工程 6. 20 km²;其它人为侵蚀 17. 46 km²。人为侵蚀类型以坡耕地、开发区建设造成的侵蚀为主,其中由开发区建设造成的强度侵蚀以上的面积达 452. 52 km²,轻度至中度侵蚀面积为 276. 35 km²;坡耕地诱发的侵蚀以轻度至中度侵蚀为主,面积为 1 478. 07 km²,强度侵蚀以上的为 92. 36 km²。

在全省的人为侵蚀分布中,坡耕地侵蚀分布较为广泛,多分布于山麓、缓坡丘陵等地区。开发区侵蚀、修路侵蚀、采

* 收稿日期: 2005-09-22
基金项目: 广东省水利厅项目“广东省土壤侵蚀模数研究”(010211020203); 广东省科技攻关项目(2003C34509)
作者简介: 王继增(1963-),男,河北省人,博士,副研究员,研究方向为土壤侵蚀与水土保持,农业非点源污染及其控制。

石取土侵蚀等与工程建设有关的人为侵蚀的分布主要与区域经济发展速度与水平、城市化程度、人口密度、经济起步的早晚、当地政府的生态环保意识等因素密切相关。根据最新的土壤侵蚀遥感调查资料^[1]分析,湛江市的人为侵蚀面积最大,为 35 256.7 hm²;其次为清远市,为 26 981.3 hm²;再次为惠州市,为 25 066.3 hm²。

表 2 广东省人为侵蚀各侵蚀强度等级面积 hm ²						
侵蚀类型	轻度	中度	强度	极强	剧烈	合计
采矿	1936.14	1018.77	1082.35	1018.52	212.63	5268.41
采石取土	121.05	1176.92	8939.76	2010.80	646.47	12895.00
人为陡坡开垦	784.50	7187.53	2029.48	2560.09	28.18	12589.77
为修路	5.08	1816.80	3399.53	764.33	22.75	6008.49
侵蚀开发区	27.62	27607.40	36291.00	8900.83	59.91	72886.76
水电等工程	0	0	574.35	45.71	0	620.06
坡耕地	96462.28	51344.35	8652.20	583.96	0	157042.79
人为其它	896.74	560.94	288.59	0	0	1746.27

2 人为侵蚀模数标桩监测方法

土壤侵蚀强度是指地壳表层在自然营力(水力、风力、重力及冻融等)和人类活动综合作用下,单位面积和单位时段内被剥蚀并发生位移的土壤侵蚀量,以土壤侵蚀模数表示。土壤侵蚀模数表示单位面积和单位时段内的土壤侵蚀量。其单位名称为吨每平方公里年[t/(km²·a)],或采用单位时段内的土壤侵蚀厚度,其单位名称为毫米年(mm/a)(土壤侵蚀模数与侵蚀厚度的换算关系为:土壤侵蚀厚度=土壤侵蚀模数/土壤容重,土壤容重单位为 g/cm³ 或 t/m³)。

土壤侵蚀模数是衡量土壤侵蚀程度的一个量化指标,年平均侵蚀模数是土壤侵蚀强度分级(水利部部颁标准)的判别指标。土壤侵蚀量(土壤侵蚀模数)的大小受多种因素的影响,包括降雨侵蚀力因子(同一年份的不同地区、同一地区的不同年份其降雨侵蚀力因子均不同)、土壤可蚀性因子(由土壤理化性质,如土壤质地、土壤有机质含量、土壤渗透性等决定)、地形因子(坡长、坡度)、植被因子(植被类型和覆盖度)以及水土保持管理措施因子。年土壤侵蚀模数是一个动态变量指标,用于反映水土流失的动态变化及发展趋势;而年平均(多年平均,有起止年限)侵蚀模数则是一个相对恒定的常数,常作为侵蚀区土壤侵蚀状况的背景值用于反映区域水土流失的严重程度,常用于水土流失调查和水土保持规划。

人为侵蚀,尤其是开发建设项目造成的侵蚀,因其施工期动土量大,地形、地貌变化迅速、剧烈,扰动地表类型多样的特点^[2],用其它监测方法进行侵蚀模数监测难以奏效,根据《水土保持监测技术规程》(SL277-2002)^[3]的推荐,一般多采用标桩法进行监测。

标桩法:一般要求首先制备好大量长度为 10~15 cm、直径为 3~4 mm、一头为尖锥形而另一头距顶端 2 cm 处用

钢锯做出线记号的标桩,若留土中时间短,可用竹筷制作成(但在有白蚂蚁蛀蚀区须用钢筋、去帽长铁钉或硬塑料制作)。同时准备好比标桩直径稍小稍短的螺丝刀(刀口磨尖)、小钉锤、0.02 mm 读数精度的量距(厚)卡规各一把和一块 2 cm 厚、10 cm×10 cm 大、中有比标桩大 2 mm 垂直向钻孔的平木板。还有,要做好不同土壤、坡面、植被类型区的坡面标桩布设设计。然后,到实地布设标桩。在实地布桩时,选择地表坡度、植被覆盖度和质地均较一致且有 30 cm(上下向)×10 cm(左右向)平整范围中心处为标桩位,先将平木板置于标桩位,用螺丝刀沿板孔钻入土中并反旋出,插上标桩并使其线标记转至上坡向右侧,再用钉锤将标桩轻轻敲入土中至桩头近木板时去掉木板,续敲至桩上右侧线标记线下边缘与地表齐平时止。如此设置的标桩才不破坏表土又能垂直坡面。在标桩上未作线状标记时,需用卡规量测桩顶至桩上坡向右侧表土的距离。经满一周年侵蚀后,再用卡规量桩顶至右侧表土面的距离,减去 2 cm 或在标桩时桩顶至表土面距离的余数,则为实测的年流失厚度 h。

3 人为侵蚀模数定位监测标桩的布设

课题组于 2003 年 3 月先后在广州从化市鳌头镇开采瓷土矿场、广州市白云区九佛镇工业开发区、东莞市清溪镇采石场以及惠阳县淡水镇高压线铁塔敷设现场的典型开发建设项目上布设了监测标桩,开展为期一个周年的侵蚀模数实测。标桩监测的时间是 2003 年 3 月~2004 年 3 月。每一个标桩监测场在一个周年内均进行了三次实测,最后将每次监测时采集的侵蚀深度数据进行累加,从而得出一个降雨周年的侵蚀深度数值,然后再换算成侵蚀模数。就开发建设项目开发后所形成的地貌形态来看,我们均可将其抽象概化为三种地貌类型,即:开挖边坡、开发平台和堆积边坡^[2]。因此,每一个标桩监测场均按三种侵蚀微地貌类型布设标桩,即在堆积边坡和开挖边坡上选择典型地段分上中下三排(每一排布设三个监测标桩)分别布设 9 个监测标桩,每一次测定时取其 9 个监测标桩侵蚀深度数据的平均值;在开发平台上按照三角形布设三个监测标桩,每一次测定时取其 3 个监测标桩侵蚀深度数据的平均值。在上述四个地点布设标桩监测场的同时,课题组还在位于广州市白云区太和镇的京珠高速公路的弃土场、东莞市、清远市、河源市等地布设了标桩,但由于标桩主要布设在正在施工的工程现场或监测场处于无人管护的状态,致使所布设的标桩不是被人为破坏就是被快速建设的工程项目施工动土所掩埋,最后就只剩下上述四个监测场保留了完整的监测记录。

4 人为侵蚀模数定位监测结果

表 3~表 6 为监测结果:

表 3 从化市鳌头镇瓷土矿开采场标桩监测记录							
监测次数	监测时间	边坡类型					
		堆积边坡		开挖边坡		开发平台	
		侵蚀深度 /mm	侵蚀模数/ (t·km ⁻² ·a ⁻¹)	侵蚀深度 /mm	侵蚀模数/ (t·km ⁻² ·a ⁻¹)	侵蚀深度 /mm	侵蚀模数/ (t·km ⁻² ·a ⁻¹)
第一次监测	2003-07-15	21.1		4.5		0.95	
第二次监测	2003-09-01	62.4		14.7		3.0	
第三次监测	2004-03-08	8.3		3.1		0.35	
累 积		91.8	124114	22.3	32335	4.3	6235

注:(1)标桩布设时间为 2003 年 3 月 1 日;(2)堆积边坡的土壤容重按 1.352 g/cm³ 计算;开挖边坡和开发平台的容重按 1.450 g/cm³ 计算(以下相同)。

表 4 东莞市清溪镇采石场标桩监测记录

监测次数	监测时间	边坡类型					
		堆积边坡		开挖边坡		开发平台	
		侵蚀深度 / mm	侵蚀模数/ (t • km ⁻² • a ⁻¹)	侵蚀深度 / mm	侵蚀模数/ (t • km ⁻² • a ⁻¹)	侵蚀深度 / mm	侵蚀模数/ (t • km ⁻² • a ⁻¹)
第一次监测	2003-07-16	10. 6		3. 6		0. 90	
第二次监测	2003-09-02	42. 5		11. 9		3. 5	
第三次监测	2004-03-09	6. 7		3. 4		0. 90	
累 积		59. 0	79768	18. 9	27405	5. 3	7685

注: 标桩布设时间为 2003 年 3 月 2 日。

表 5 广州市白云区九佛镇工业开发区标桩监测记录

监测次数	监测时间	边坡类型					
		堆积边坡		开挖边坡		开发平台	
		侵蚀深度 / mm	侵蚀模数/ (t • km ⁻² • a ⁻¹)	侵蚀深度 / mm	侵蚀模数/ (t • km ⁻² • a ⁻¹)	侵蚀深度 / mm	侵蚀模数/ (t • km ⁻² • a ⁻¹)
第一次监测	2003-07-14	8. 8		2. 6		0. 6	
第二次监测	2003-08-31	35. 6		9. 7		2. 7	
第三次监测	2004-03-07	4. 3		3. 5		0. 8	
累 积		48. 7	65842	15. 8	22910	4. 1	5945

注: 布设标桩的时间为 2003 年 2 月 29 日。

表 6 惠阳淡水镇高压线铁塔敷设现场标桩监测记录

监测次数	监测时间	边坡类型					
		堆积边坡		开挖边坡		开发平台	
		侵蚀深度 / mm	侵蚀模数/ (t • km ⁻² • a ⁻¹)	侵蚀深度 / mm	侵蚀模数/ (t • km ⁻² • a ⁻¹)	侵蚀深度 / mm	侵蚀模数/ (t • km ⁻² • a ⁻¹)
第一次监测	2003-07-17	7. 2				0. 7	
第二次监测	2003-09-03	31. 5				3. 2	
第三次监测	2004-03-10	3. 3				0. 6	
累 积		42. 0	56784			4. 5	6525

注: (1) 标桩布设时间为 2003 年 3 月 3 日; (2) 此监测场未有开发边坡类型。

5 讨论与小结

从表 4~ 表 6 的监测结果可以得出以下基本结论:

(1) 影响土壤侵蚀模数的因子很多, 也异常复杂, 其本身的空间变异性较大, 因此实测出的侵蚀模数空间变异性也较大。

(2) 开挖边坡其土体结构基本上未被破坏和扰动, 地表物质组成基本为基岩风化物, 土质相对紧实, 以沟蚀为主, 兼有面蚀, 因而侵蚀模数相对较小; 开发平台, 经机械推平形成, 大多经过了机械的碾压, 土体结构稍有破坏和扰动, 以击溅侵蚀和面蚀为主, 因坡度一般很小, 因而侵蚀模数也相对较小; 堆积边坡为机械堆填形成, 完全为新堆积的松散土, 其土体结构遭到完全破坏, 因其结构松散, 且坡度较大(一般为休止角, 约为 35°), 主要以沟蚀为主, 兼有面蚀, 因而侵蚀模数相对较大。表 4~ 表 6 的监测结果也表明, 侵蚀模数的大小顺序为: 堆积边坡> 开挖边坡> 开发平台。

参考文献:

[1] 广东省水利厅农水水保处, 中山大学地球与环境科学学院, 广东省土壤侵蚀遥感调查及水土保持信息系统建立研究项目报告[R], 1999.

[2] 王继增, 吴志峰, 朱立安, 等. 关于城市水土流失研究中若干问题的探讨[J]. 水土保持通报, 2005, 25(4) : 106~ 110.

[3] 水土保持监测技术规程(SL277- 2002) [S]. 中华人民共和国水利行业标准, 北京: 中国水利水电出版社, 2002.

(3) 4 个监测点的监测结果表明, 堆积边坡侵蚀模数最大值为 124 114 t/(km² • a), 最小值为 56 784 t/(km² • a), 平均值为 81 627 t/(km² • a); 开挖边坡侵蚀模数最大值为 32 335 t/(km² • a), 最小值为 22 910 t/(km² • a), 平均值为 27 550 t/(km² • a); 开发平台侵蚀模数最大值为 7 685 t/(km² • a), 最小值为 5 945 t/(km² • a), 平均值为 6 598 t/(km² • a)。

(4) 从 4 个监测点有限的监测结果可以看出, 堆积边坡的侵蚀模数一般在 5~ 13 万 t/(km² • a), 且数据的变异性较大; 开挖边坡的侵蚀模数一般在 2~ 3. 5 万 t/(km² • a), 数据的变异性相对较小; 开发平台的侵蚀模数一般在 0. 5~ 0. 8 万 t/(km² • a), 数据的变异性相对较小。但这只是从 4 个监测点有限的监测数据得出的结论, 还有待于通过更多的监测点的监测数据来印证这一结论。