

# 闲置开发平土区水土流失特性及其治理途径研究

杨 耕

(深圳市水利规划设计院, 广东 深圳 518001)

摘 要: 城市化水土流失及其治理仍是个新的课题, 通过对深圳地区的花岗岩风化物土壤的开发平土区水土流失特性分析和侵蚀调查, 提出了适合城市开发平土区的侵蚀等级划分和侵蚀模数。在此基础上, 治理实践从水土流失和城市景观双重视角开展了三边优先治理。在治理途径方面探索出“理顺水系、周边控制、绿化固坡”的治理模式。

关键词: 开发平土区; 水土流失; 治理途径

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2001)06-0069-04

中图分类号: S157

## Characteristic and Its Control Measures of Soil and Water Loss at Unused Platform Left After Urban Development

YANG Geng

(Shenzhen Designing Institute of Water Conservancy Plan, Shenzhen 518001, Guangdong Province, PRC)

**Abstract** The soil and water loss and its control during urbanization is still a new subject. Based on detail investigation of soil erosion and analysis on the characteristic of soil and water loss in the area of weathered granite soil, the erosive intensity control and erosive modules adapted to urban developing platform are put forth and the basic scientific data for it is provided. Based on this study, the priority harness of triple sides was performed with control practice of double view point on soil and water loss and urban landscape. Furthermore, the control mode of regulating water system, surrounding control and control method are also put forth.

**Keywords** developing platform; soil and water loss; control method

城市化是人类社会经济发展和技术文明进步的产物,是散居人口不断向城市汇聚并参与城市组建的过程。城市水土流失是伴随乡村城市化而产生的,但并不是城市化就一定带来城市化水土流失,它是一种特定的历史产物。就我国而言,主要是 20 世纪 90 年代以来,由于城市化开发过快,而相应的管理措施未能跟上,使开发规模远远大于城市化发展规模所致。根据 1995 年对广东省珠江三角洲地区 11 个城市的统计,由于城市建设、房地产开发、修路、开矿采石等开发建设活动造成的水土流失面积达 845.72 km<sup>2</sup>,其中,深圳市水土流失面积 148.68 km<sup>2</sup><sup>[1]</sup>。

由于深圳市位于我国改革开放的前沿,城市化发展迅速,水土保持管理机制未健全,当开发规模过大时,超越当时经济发展水平时,就普遍存在开发平土区的闲置现象,大量的高强度的水土流失,不仅影响城市生态景观,而且危害城市基础设施和城市防洪安全。并对城市的社会经济可持续发展构成威胁。

深圳市的城市水土流失大都是 1992、1999 年大开发热潮中造成的。根据 1995 年底调查统计,深圳市水土流失面积约 184.99 km<sup>2</sup>。如何开展城市水土保持工作,研究防治闲置开发平土区城市水土流失尤为严重,城市水土流失途径就成为当今城市水土保持生态环境的迫切要求。为集中讨论,本文着重研究讨论了开发平土区的水土流失特性及其治理途径。

### 1 土壤理化性质分析

深圳市平土区的主要土壤为花岗岩风化物赤红壤,但也有少部分属砂页岩赤红壤。

花岗岩赤红壤由花岗岩风化物形成,母质风化层深厚,石英砂含量可达 70%,淋溶作用强烈,这是深圳市建设平土区遇到的主要土壤。根据土体崩解率试验<sup>[2]</sup>,遇水的土块在 2 min 内崩解率即可达 100%,且崩解后的黏结力几乎为 0,在有汇流的堆积部位极易形成“冲沟”。

收稿日期: 2001-09-28

资助项目: 深圳市水土保持规划项目

作者简介: 杨耕,男(1959-),男(汉族),四川宜汉人,硕士,高级工程师,深圳市水利规划设计院院长。研究方向为水利规划与设计。电话(0755) 5573647, E-mail wrpd@ szonline.net

在母质风化层原状土取样分析,其土壤容重在 1.70~2.00 t/m<sup>3</sup>之间,以细粒土为例,当填土层密实度达 90% 以上时,填土层土壤容重 1.66~1.76 t/m<sup>3</sup>,而扰动后的松土一般在 1.25~1.42 t/m<sup>3</sup>。资料分析由龙岗二通道建设指挥部监理中心实验室提供。

为了有针对性地开展治理,提出切实可行的工程措施和植物措施配置,我们对该土壤组成、土壤化学性质和不同侵蚀程度养分含量和砂化情况,进行了取样、调查、分析,结果见表 1~4,表中的数据由治理规划设计提供。

由表 1 和表 2 可以看出,闲置开发平土区土壤的含沙量较大,表层土中以 1.00~0.05 mm 沙粒含量较

大,约占 60.35%,物理性黏粒 (<0.01 mm) 约占 26.74%。有机质含量极低,只有 0.77%,全氮、全磷、全钾的含量也很低,土壤的阳离子代换量只有 4.9,表明其保肥供肥能力差,可见花岗岩风化物土层虽然深厚,但其肥力水平很低。

表 1 土壤的化学性质

采样深度 / cm	有机质 / %	全氮 / %	全磷 / %	全钾 / %	阳离子代换量 / (cmol kg <sup>-1</sup> )
0~18	0.77	0.063	0.048	1.299	4.9
18~50	0.76	0.049	0.046	1.531	5.0

注:① 样品取自于龙华镇中心开发区和樟坑径开发区;② 表中全磷、全钾含量分别指 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>和 K<sub>2</sub>O 含量。

表 2 龙华镇中心开发区土壤的颗粒组成

%

采样深度 / cm	> 3 mm 砾石	各级颗粒含量 / mm							< 0.01 mm 物理性黏粒
		3~1.0	1.0~0.25	0.25~0.05	0.05~0.01	0.01~0.005	0.005~0.001	< 0.001	
0~18	0.09	1.74	33.29	27.06	11.17	3.19	16.77	6.78	26.74
18~50	0.19	8.30	24.36	21.07	9.70	7.09	16.05	13.43	36.57

表 3 不同侵蚀程度表土层养分含量

侵蚀程度	采样深度 / cm	有机质 / %	全氮 / %	全磷 / %	全钾 / %	水解性氮	速效磷	速效钾
沟蚀	0~16	0.25		0.03	0.61	1.22	0.33	1.8
面蚀	0~16	0.64	0.025	0.03	1.03	2.43	0.40	2.5
无明显侵蚀	0~16	0.77	0.049	0.046	1.53	10.96	0.40	4.0

注:① 样品取自于龙华镇中心开发区和樟坑径开发区;② 水解性氮、速效磷、速效钾的单位均为 mg/100 g。

表 4 不同程度侵蚀表土砂化情况

%

粒径	> 3 mm	3.0~1.0 mm
沟蚀	24.19	14.39
面蚀	16.09	14.00
无明显侵蚀	0.13	2.92

注:样品取自于龙华镇中心开发区和樟坑径开发区。

由表 3、4 可知,不同侵蚀程度的表土层养分含量和砂化情况都不一样,侵蚀程度越大,表土层的有机质含量越低,全氮含量也越低,表土砂化程度也越深。实地调查还发现,水土流失严重的表土层上随处可见砂砾物质,这些砂砾物质既不能提供养分,又无吸肥能力,这给水土保持林草措施带来了很大困难。

## 2 水土流失特性与侵蚀强度等级划分

对花岗岩风化物形成的自然山头侵蚀特性与治理我国已有系统的研究。如何描述平土区的侵蚀特性及其强度等级划分,深圳市之外还没有先例<sup>[8]</sup>。而原 GB《水土保持技术规模》(1996)的水力侵蚀强度分级指标难以表达平土区的水土流失状况。根据城市建设用地等级按 3 级划分的思路,在《深圳市城市水土保持

规划》中,我们把城市水土流失划分为: I 级——较少; II 级——一般; III 级——严重。

根据对城市建设与管理的调查分析,我们在编制深圳市水土保持生态环境建设规划时,开发新区的侵蚀模数控制标准(阈值)限定在 500 t/(km<sup>2</sup>·a) 以下。城区的特殊监督区阈值定在 200 t/(km<sup>2</sup>·a) 以下。

典型的平土区存在“二坡一面”,即开挖边坡、松散堆积坡和平台面。强度流失区主要发生在松散堆积坡,但若平台面很大,面蚀、沟蚀的侵蚀总量也很大。平台面又划分为原状土区部分和填土区部分,平台面侵蚀又主要发生在填土区。根据调查研究分析,开发平土区可以大致划分为两大类型。

(1) 水路边界开放型(有明显的侵蚀沟且占一定分量的堆积坡):一般根据堆积坡高差(考虑水土保持措施,如挡土墙等)、台面面积和植草覆盖情况,划分为 II 级或 III 级。山头被夷平是特殊情况,即不存在开挖边坡,只有一坡(堆积坡)一面。

(2) 水路边界相对封闭型(没有明显的堆积坡或只有局部存在堆积坡,且没有集中冲刷):按上述参数定为 I 级或 II 级。一般情况是一坡一面,即开挖坡和

平台面。根据野外调查和试验成果的反复校核,得出具体的分析标准<sup>[8]</sup>见表 5,相应侵蚀模数见表 6

表 5 深圳市开发平土区侵蚀强度分析标准

开发区类型	评价项目	分级评分标准			
		0	1	2	3
边界封闭式	植被覆盖率 %	> 50	30~ 50	< 30	< 30
	斜坡高差 /m	< 1	1~ 2	> 2	> 8
	平面面积 /10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup>	< 1	1~ 4	> 4	> 6
边界开放式	植被覆盖率 %	> 70	50~ 70	30~ 50	30
	斜坡高差 /m	< 1	1.0~ 1.5	1.5~ 2.0	> 2.0
	平面面积 /10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup>	0.5	1.0	1~ 4	> 4

注: 用以上评价项目按等权、加权平均值指标判别: I < 1.5(较少); II= 1.5~ 2.5(一般); III> 2.5(严重)

表 6 开发平土区强度等级与侵蚀模数

等级	侵蚀模数 /( $10^4 t km^{-2} a^{-1}$ )	侵蚀厚度 /mm
严重级	> 1.00	14.80~ 44.80
一般级	0.50~ 1.00	3.70~ 5.90
较少级	0.15~ 0.50	1.30~ 3.70
轻微级	0.05~ 0.15	0.43~ 1.30
无明显(阈值)	< 0.05	< 0.43

### 3 治理途径与措施优化配置

#### 3.1 控制性治理措施的优化配置模式

通过比较研究得出,深圳地区的降雨量大(年均降雨量 1 944 mm),暴雨集中,水土保持措施中除了设置沉沙池拦截泥沙外,所有的工程措施都在于排水,即理顺水系,规范水流,使径流不直接冲刷边坡,而地块周边的松散堆积边坡控制则主要采取土方整坡措施,发挥林草植被在固坡、防冲中的水土保持作用和绿化美化功效。“理顺水系、周边控制、植物护坡绿化”的优化配置治理模式既增加林草植被对周边边坡绿化的作用功效,又尽量减少浆砌石用量,为提高减沙效果,需适当设置沉沙池

根据对深圳市开发建设平土区土壤侵蚀的调查研究,严重的土壤侵蚀主要发生在松散堆积坡及其相邻台缘地,因此松散堆积坡的治理成为平土区水土流失治理的关键,同时也是“理顺水系、周边控制、植物护坡绿化”治理模式中周边控制的主要内容。

松散堆积坡的整治首先应考虑的是坡面的长期稳定性。石质化的砌石护坡或挡土墙是解决稳定的有效方法,也是开发商惯用的治理方法,但从景观生态上考虑既不理想,也不经济。

对已有的松散堆积重新分层碾压(象公路边坡碾压一样),使土体达到规定的压实密度,边坡坡比在 1: 1.5~ 1: 2.0 是稳定的。除建设区地基稳定的需要,一

般并不采用这种耗费的办法进行整坡。从快速恢复生态的角度,我们探索出一种简易的堆积坡绿化固坡设计方法。此方法不仅以坡面的长期稳定为目的,而且以与自然环境相协调的生态系统的恢复、减轻维护管理工作量等为宗旨的植被固坡方案<sup>[4]</sup>。

根据我们的调查研究分析,公路填土边坡大量采用砼(浆砌石)格栅防护喷草固坡,实际上有些多余,也与自然环境景观不相协调。据测定(资料来源于龙岗第二通道建设监理中心实验室),花岗岩风化物原状土的土壤容重可达 1.78~ 2.00 t/m<sup>3</sup>,路基填土压实密实度要求 90% 以上时,土壤容重可达 1.66~ 1.76 t/m<sup>3</sup>(一般松散堆积坡土壤容重 1.25~ 1.42 t/m<sup>3</sup>)。只要不存在出露地下水或集中径流冲刷,即使 1: 1 的边坡也是稳定的,而我们发现用于平土区堆积坡的格栅护坡措施大都失效。因为平土区堆积坡的填土层不可能压实到公路(铁路)边坡的规定密实标准,几场降雨后,填土层会自然沉降。只有植物措施能适应这种变形,而浆砌石排水沟、防护格栅会因土坡严重沉降而开裂失效,因此坡面马道排水沟也不宜采用浆砌石沟。

1997 年底实施的九矿开发区治理松散堆积坡(2° 坡)的植被固坡方案是相当成功的。当时设计者拟设计分级浆砌挡土墙,后来又改为砌石格栅斜坡种草。经多方论证,我们选用了 1: 1.5 边坡的土坡林草植被固坡方案,经优化方案配置后,按 10 m 高差分级(30 m 高差分级)。

#### 3.2 实施三边优先治理

根据深圳市目前的城市化进程要求“三高—快”,即高起点规划、高标准建设、高效能管理和城市建设发展快速要求和建设园林式花园式城市的目标,对闲置裸露地的治理实行最优化配置,使投入的资金尽快见效,既满足社会公共利益的需要,又控制了用的水土流失。为此,实施大规模治理的初期,我们提出了优先治理“三边”(即公路边、水边、建成区边)开发区水土流失的基本思路

(1) 在 3 条发展轴线的主干公路两侧对开挖坡面,尽量采用绿色植物进行绿化护坡(格栅种草、喷草、种藤本植物绿化覆盖)。只有重力侵蚀的山坡才考虑工程护坡。绿化应考虑城市景观绿与美的结合,在公路绿化保护带范围内的水土流失裸露地,按城市园林绿化要求进行整地绿化(一般采用疏林草坪),在绿化带以外采用密植方法植树造林(在路边一侧采用乔灌混交立体式),并注意设置排水设施,保护公路和绿化带。对松散堆积坡,从开发商的土地使用率来考虑,往往需要建挡土墙,但挡土墙不仅修建费用高,而且

过高的挡土墙也是对环境景观的破坏。为此,从城市生态环境重建的景观生态学角度考虑,应尽量采用林草植被护坡。若坡面同时作为绿化隔离带,采用种草并栽植乔灌,这对改善城市的生态环境效果较好,又大大节省土地开发费(在坡上须有排水沟)。

(2) 河道两旁。为保护城市生态环境,对未建成区,应规定河岸特殊绿化带要求。建议主干河道两岸保护带不小于 40 m,主要支流两岸不小于 15 m。除城市特殊规划要求外,河岸绿化带可按城市绿化带的要求进行城市景观生态建设(或建成象三明市的滨河公园)。深圳市的河流均属于小流域的范畴,应按小流域综合治理的要求,与城市片区规划相衔接,实施统一的土地开发性的综合治理与“三通一平”工程相结合。

(3) 建成区旁的开发流失地,应严格控制水土流失量。除注意措施的实用性外,还需兼顾绿、美、花香和整体的协调。对有排洪要求的地下涵管,若上游开

发区不能在短期内全面覆盖,其侵蚀量控制还需要时间,应在涵管入口处上游适当位置建造沉沙池。

“三边”治理的实施,为深圳市水土保持生态环境建设赢得了时间,1997、1998年综合治理地块的植物措施已显示了良好的水土保持生态功能。水保综合措施为园林式、花园式建设提供了强有力的生态保障。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 吴长文. 城市化进程中的水土保持问题 [J]. 中国水土保持, 1995. 12.
- [2] 杨耕, 等. 开发平土区水土流失及等级划分 [J]. 南昌大学学报, 1996. 4.
- [3] 吴长文, 陈法扬. 坡面土壤侵蚀及其模型综述 [J]. 南昌水专学报, 1994. 4.
- [4] 山喜寺成, 等. 恢复自然环境绿化工程概论—坡面绿化基础与设计 [M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1997.

(上接第 59 页)

(1) 回归分析。包括直线回归、曲线回归、多元回归。回归分析的过程和结果可直观显示和打印,并给出回归统计量;(2) 按数据自动绘制柱状图;(3) 按数据自动绘制饼状图;(4) 按数据自动绘制折线图。

4.2.10 报表设计、检索和打印。针对“查询成果库”中的数据表格,可进行报表设计、检索和打印,从而制作出精美的数据报表。

4.2.11 图片、录像等多媒体信息的显示。系统提供了对图片、声音等信息类型的管理与查询支持,从而满足了信息系统技术对丰富信息类型的管理要求。

4.2.12 强大、完善的帮助系统。系统提供了强大、

完善的在线帮助系统,可以随时随地地回答系统运行中的有关问题。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 国家环境保护总局. 中国西部地区生态环境现状调查技术规程 [Z]. 2000. 9.
- [2] 国家环境保护总局. 中国西部地区生态环境现状调查指标说明 [Z]. 2000. 9.
- [3] 陈述彭, 鲁学军, 等. 地理信息系统导论 [M]. 北京: 科学出版社, 1999. 5.
- [4] 陈建春. Visual C++ 开发 GIS 系统 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2000. 9.