

城市水土流失及其防治探讨

徐 刚

(西南师范大学地理系·重庆北碚·630715)

摘 要 城市水土流失问题日益普遍严重,城市更需要水土保持,城市水土流失主要发生在城市边缘区,其产生的根本原因是建设活动。与自然水土流失相比,城市水土流失具有人为性、复杂性、严重性和可调控性等特点。应采取协调建设活动与环境的关系,抑制不合理的人为作用等措施,综合治理城市水土流失。

关键词: 城市水土流失 建设活动 城市环境 水土保持对策

Urban Soil and Water Loss and Its Control

Xu Gang

(Department of Geography, Southwestern Teacher's University, Beipei, Chongqing 630715, PRC)

Abstract Urban soil and water loss is trending towards seriousness and universality. It is more necessary to control urban soil and water loss. It takes place at urban fringes, and the building actions are the radical cause of its forming. Compared with natural soil and water loss, urban soil and water loss has the features of artificiality, complexity, seriousness and regulation. Urban soil and water loss should be comprehensively controlled by coordinating the relationship between building actions and environment and restraining unreasonable action of man-kind.

Keywords: urban soil and water loss; building action; urban environment; soil and water conservative measures

改革开放以来,我国城市化进程显著加快,截至1995年底,我国已有城市640个,比1980年增加1.87倍,城市化水平达到29%,比1980年增加19.86%。随着城市发展,城市在我国社会经济生活中的主导地位不断提高。但与此同时,也产生普遍且严重的城市水土流失问题。不仅大城市有水土流失,中小城市也存在,其中部分沿海城市、山地城市和丘陵城市尤为突出,由于城市人口集中,建筑设施集中,生产集中和财富集中,忽视水土保持所造成的水土流失问题远比农村严重得多,危害也大得多。城市水土流失直接影响城市环境、生活环境和投资环境,成为城市经济发展的严重制约因素。以深圳为例,1994年全市的水土流失面积达167.7km²,比10年前扩大了47倍;水土流失导致河道和河口淤积而造成的洪水灾害损失,每年高达几亿至

十几亿人民币,城市水土流失问题已引起各地政府、水利主管部门和有关专家学者的关注,成为我国现代化建设新形势下水土保持工作面临的新课题和一项刻不容缓的紧迫任务。城市更需要水土保持。

1 城市建设与水土流失

一个城市由建成区和城市边缘区两大地域系统组成。这两个地域单元的土地利用方式、土地覆盖类型、自然和社会环境状况与过程、人类活动及其与自然环境的相互关系等存在着很大的差异,它们的水土流失问题也是不同的。

1.1 城市边缘区的水土流失

城市边缘区是典型的生态脆弱带^[1]。这里是城市与农村的过渡地带,是城市近域推进和广域扩展的地带,是人类活动对自然环境的影响和作用最强烈、变化最迅速的地带。在这个各种建筑活动高度集中的特殊地带,是城市水土流失的主要策源地,下面从四个方面分析建设活动与水土流失的关系。

1.1.1 水土流失的建设周期性变化 对城市的一片开发建设区而言,水土流失持续时间一般是开发建设土地裸露时间和自然环境恢复所需时间的函数。随着工程建设的进展,开发建设区水土流失发生阶段性的变化。第一阶段(施工地段平整场地期)。为了克服地形障碍,大规模进行爆破开山和机械化挖填土方工程,以平整场地满足建设的需要。这迅速扰动和改变土地覆盖层,破坏植被,改变地形,沟谷大量消失,从而使地表的抗蚀能力明显减弱,侵蚀力人为的大大增强,致使水土流失速度和强度增大,一般比建设前增加3~5倍。第二阶段(建筑施工早期)。在这一阶段,裸露的土地逐渐被屋顶,水泥或沥青等不透水地面替代,大大降低了地表的渗透能力,一定量的降水便能形成较大的地表径流。而此时建筑工地仍有相当部分的土地裸露,极其脆弱,抗蚀力很低。因此,地表侵蚀速度和侵蚀量继续上升,并达到峰值。第三阶段(建筑施工晚期)。在建筑施工末期,大部分裸露的地表已被人工铺筑的不透水地面取代,大大增强了地表抗蚀能力,植树种草和各项护坡工程等措施,改善了开发建设区的环境质量。因此建筑工程结束后,水土流失迅速减弱,至此结束了一个开发建设区的水土流失过程,而在另一个新的开发建设区又重复上述的水土流失建设周期性变化过程。表1揭示了这一变化规律。

1.1.2 水土流失的建设性空间变化 城市边缘区水土流失主要发生在开发建设区,道路建筑地带和采石场等受建设工程影响的地区。发生在这些地区的地表加速侵蚀,集中出现在建筑期间,开发建设完成后(即城市化后),其水土流失迅速降低,甚至低于农耕区或牧业区,但随着城市继续向外扩展,又一片土地划为城市新的边缘区和开发建设区,并因城市建设而成为新的城市水土流失区。因此城市边缘区水土流失的地域不是固定的,它随城市扩展而不断向外推进演替。它的面积可用一定时期内受城市建设扰动和破坏的土地面积来表示。据估计美国60年代年均受城市开发建设影响的土地面积约3700km²,70年代年均均为5700km²。我国1980年以来年均均为1000km²左右。

1.1.3 水土流失途径与方式 城市开发建设改变了施工地段土地性质和地貌形态,打破了

表1 暴雨径流中的平均悬移质泥沙含量 mg/L

| 建筑工地代号 | 建设前 | 建设期间 | | | 建设期间平均 |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|
| | | 平整场地阶段 | 建筑施工早期 | 建筑施工晚期 | |
| 1 | 44 | 55 | 210 | 100 | 170 |
| 2 | 68 | 225 | 820 | 120 | 370 |
| 3 | 50 | 370 | 370 | 230 | 280 |

原有的自然环境与水土流失过程之间的平衡,受到改变的自然环境便通过新的侵蚀过程来予以响应,试图建立新的平衡关系。建筑施工改变了原始地形,形成人工均夷坡,人工堆积坡和人工切割坡等三类坡地。发生在这三类坡地上的水土流失过程有较大的差异。

人工均夷坡是挖高填低人工塑造的平缓坡地。原有的植被、土层结构、地形起伏、沟谷和坡地等已不复存在,取而代之的是平坦完整裸露的地表。其侵蚀过程以片状和线状流水侵蚀为主,并受风化作用,暴雨径流和地表裸露时间的控制。但由于地表平缓,侵蚀速度和侵蚀量相对较低。

人工堆积坡是在平整场地和建筑过程中,将大量的弃土搬运堆积在建筑工地周边或其它地区的沟坡或河流沿岸形成的人工堆积坡地。它由大小混杂的石块和泥沙等组成,堆积时间短,疏松多孔隙和空洞,堆积坡的坡度接近岩土碎屑物的休止角,一般为 $25^{\circ}\sim 33^{\circ}$,稳定性差,加上大多数是乱堆乱弃,没有配套修筑拦渣坝和其它保护措施,一遇暴雨往往泥石齐下,大量淤积到河流、堰塘、水库和农田中。因此人工堆积坡是建筑工地水土流失的关键所在,它的侵蚀速度和侵蚀量是人工均夷坡的几倍至十几倍。如深圳乌石古堆石场的侵蚀模数为 $1\ 000\sim 1\ 500\text{t}/(\text{hm}^2\cdot\text{a})$ 。而且建筑施工结束后,堆石场的水土流失还将持续数年。

山地城市和丘陵城市在建设中,平整场地和基坑开挖都会形成大量高陡、不稳定的人工切割坡。这些边坡一方面由于改变了原始坡地结构面组合与临空面的关系,边坡的应力和应变发生变化,以及大量地表水渗入坡体内,降低边坡的稳定性和安全系数;另一方面由于高陡切坡勘察资料不准确,边坡施工方案和方法不当,或边坡稳定措施不力等人为原因,致使边坡失稳产生滑坡或崩塌等重力侵蚀。这是建筑工地水土流失的又一重要形式。80年代以来,重庆城市建设切坡导致的滑坡和崩塌多达 40 起以上。美国每年因切割坡滑坡造成的损失达 4 亿美元。

1.1.4 水土流失速度和沉积量 侵蚀速度是气候、地质、地貌、土壤和植被等环境背景的函数。由于城市建设活动破坏了建设地段的自然环境,打破了侵蚀力与抗蚀力之间的平衡关系,人为侵蚀作用与自然侵蚀作用相叠加,大大超过地表物质的抗蚀力,使建筑工地的侵蚀以高速,甚至超高速进行,这已被国内外大量的观测所证实(表 2、表 3)。盖伊和弗格森(1970 年)调查了一流域面积为 24hm^2 的建筑工地。1959 年 7 月至 1962 年 7 月,在该流域内修建了 89 幢独立的建筑物,占地约 8hm^2 。同期建筑工地的侵蚀模数是 $1\ 127\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$,暴雨时河流流量为 $2.35\text{m}^3/\text{s}$,河流含沙量 $44\ 000\text{mg}/\text{L}$,最大值 $90\ 000\text{mg}/\text{L}$ 。

表 2 不同土地利用方式下侵蚀速度

| 土地利用方式 | 侵蚀速度 $\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ | 与林地相比 (林地为 1) |
|--------|---|------------------|
| 林地 | 8.5 | 1 |
| 草地 | 85.0 | 10 |
| 农耕地 | 1700 | 200 |
| 废弃矿地 | 850 | 100 |
| 采矿地区 | 17000 | 2000 |
| 建筑地区 | 17000 | 2000 |
| 城市化后 | 20~80 | 0.5~2 |

表 3 人类活动对地表侵蚀的影响

| 初始状况 | 破坏类型 | 影响程度 (以初始状况为 1) |
|------|-------|--------------------|
| 林地 | 种植农作物 | 100~1000 |
| 林地 | 修筑道路 | 220 |
| 林地 | 采矿 | 1000 |
| 农耕地 | 建筑 | 10 |
| 牧地 | 建筑 | 200 |
| 林地 | 建筑 | 2000 |
| 林地 | 火灾 | 7~1500 |

侵蚀量的增加必然使建筑工地附近河流沉积量大增。沃尔曼和斯杰克(1976 年)调查了美国巴尔的摩和华盛顿附近城市发展及沉积之间的关系。50 年前该地区还是郊区,当时的河流的年沉积量为 400t ,而建筑期间河流年沉积量突增到 $55\ 000\text{t}$,几乎增加了 140 倍。为了估计建

筑期间河流沉积量,美国学者提出了以下方程^[3]:

$$Q_s = R[(Q_c \frac{A_c}{A} + q \cdot (1 - \frac{A_c}{A})) \cdot A$$

式中: Q_s ——建筑期间的沉积量; Q_c ——建筑工地的侵蚀速度; q ——非建筑工地的侵蚀速度; A_c ——建筑工地面积; A ——建筑工地所属流域的面积; R ——沉积物的迁移率。

1.2 城市建成区的水土流失

城市建成区是人工化的生态环境,大量不透水地面和完善的排水系统是建成区的重要特征之一,它改变了城市地表径流产流和汇流的两个基本要素——渗透率和滞后时间。在建成区不透水地面占总面积的比例一般为70%左右,在城市商业区可高达90%。这使得建成区地表水渗透率大幅度下降,只有自然环境地表水渗透率的30%左右。这样在相同的降雨条件下,建成区平均径流量比自然环境高2~3倍。而建成区完善的排水系统能迅速地将地表径流汇集和排泄出城区,从而使最大降雨至最大径流形成之间的滞后时间缩短。因此渗透率和滞后时间的变化使建成区水文特征发生显著变化,这突出表现在径流量增加,产流和汇流时间缩短,水文过程曲线变得尖陡。

尽管建成区地表径流量和流速增加,侵蚀力增强,但由于地表受铺筑的硬化层保护,建成区侵蚀量远低于地形和气候特征与之相似的农村地区,前者的侵蚀模数一般为20~80t/(km·a),而者一般为800~1000t/(km·a)。只是在建成区的局部地段,如城市下水道出口处,城市堡坎河段与天然河段交界处等地段,常出现流水加速侵蚀现象。

2 城市水土流失灾害的特殊性

城市水土流失的产生、发展和成灾与城市这个特殊地段的环境变化和社会经济发展密切相关,它是由社会人文,工程技术和自然环境等多种因素交织综合影响,并主要由“建设性破坏”造成的人为——自然灾害。它具有既不同于农耕区,更不同于纯自然水土流失灾害的特殊性。

2.1 人为性

人为作用全面渗透到了城市水土流失形成和演变的各个环节和方面,具有显著的人为性。城市水土流失的产生不仅与自然因素有关,更与建设者的文化素质和环保意识,城市土地利用与管理,城市环境保护政策与措施等社会政治、经济和文化因素密切相关。城市水土流失的动力源首推城市建设活动,它直接和间接地加剧城市水土流失。而由城市建设活动酿成的水土流失灾害后果,又反馈回城市经济系统。在这里人既是致灾因素也是受灾体,自己是自己的灾害。这是城市水土流失灾害最主要的特性。

2.2 复杂性

城市水土流失灾害的成因、灾害损失样态和灾害的社会问题等都表现出日益复杂的趋势。一方面城市水土流失灾害的产生表现为自然和人为多种灾因复杂叠加,突出表现在与城市建设在空间上和发展周期上的联系,人为态与自然态的联系,作用与反馈等方面,因而城市水土流失灾害形成机制日益复杂化。另一方面城市水土流失灾害损失的样态复杂化,不仅造成原生灾害,而且造成更复杂多样的次生和衍生灾害。灾害涉及面的扩大又使在处理城市水土流失灾害损失赔偿和治理中,需要解决和协调的矛盾日益复杂尖锐,处理不当还可能引发复杂的社会问题。

2.3 严重性

随着城市化发展,城市人口资产密度不断提高,城市的功能系统和生命线不断完善和交织

成相互关联的有机整体。但同时城市对灾害也日益呈现出“脆弱”的趋向,一旦城市受灾就可能引起连锁反应,灾害损失逐级放大。城市水土流失灾害的直接经济损失包括因流水侵蚀而降低的土地价值、滑坡、崩塌和泥石流等造成的人员伤亡与财产损失。间接经济损失包括水的净化,疏浚河流,水道,港口解决航运问题,以及清除城市排水系统淤塞所花费的费用,因河流和水库等淤积而加剧洪灾及其衍生灾害造成的巨大经济损失,治理城市水土流失投入的大量人力、物力和财力,这是城市水土流失灾害间接经济损失上升的又一重要新增因素。在城市水土流失灾害损失中,间接经济损失远远大于直接经济损失,前者可能是后者的十几倍,甚至几十倍。

2.4 可调控性

人文因素是城市水土流失最主要的影响因素,也是各影响因素中可调控性最大的因素。随着对城市水土流失形成机制和规律的深入研究,群众文化素质的提高和水土保持意识的增强,具有高度智慧和理性的人类,是完全可以规范自己的行为,建立和谐、协调的人地关系,从根本上减少水土流失的产生。

3 城市水土保持措施

针对城市水土流失的成因,规律和特性,遵循“增强水土保持意识,抑制不合理的人为作用,综合治理”的指导思想,从城市建设规划,勘察设计到施工,工程完工后的环境恢复等各个方面,协调建设活动与环境的关系,最大限度控制人为作用,防患于未然,积极主动从根本上防治水土流失。

3.1 转变观念,提高认识

长期以来我们主要抓农村地区的水土流失研究和治理,对城市水土流失认识不足,甚至相当一部分人还很难接受这一严峻的事实。因此,要搞好城市水土保持,首先要提高认识。要从城市发展战略的高度来认识城市水土保持工作的重要性和紧迫性,树立城市水土保持的观念和意识。各级政府和有关部门要把城市水土保持工作提到议事日程上来,广泛开展调查和研究,抓好城市水土保持试点和示范,不断探索,总结出一条适合城市水土保持工作的新路子,以全面推动和做好城市水土保持工作。

3.2 制定水土保持规划

城市大型建筑项目要新增环境影响评价和水土保持规划。在建设项目勘察,规划和设计中,要充分调查和分析建设地段的自然条件和社会经济环境,分析和预测建筑活动对环境可能造成的影响和破坏,以及由此引发的水土流失问题。在此基础上制定防范侵蚀和淤积的规划与措施,包括设计科学合理的、有利于水土保持的施工程序和施工方法,控制侵蚀和淤积及恢复环境的措施等。

3.3 水土流失控制措施

城市水土保持的关键是控制土方工程中挖方、平整场地和弃土等 3 个环节,将水土流失降低到最低程度。首先要认真论证挖填方设计与地形的适应情况,尽可能避免大规模的土方工程,力求挖方与填方的平衡,减少弃土量。第一,严格限制施工工地裸露的时间与面积,最好不要在雨季进行土方工程。第二,施工工地及其周围要修筑临时性的截水、排水和沉渣池。第三,对挖方形成的人工高陡边坡,要及时采取工程措施和生物措施护坡,防止边坡发生流水侵蚀和重力侵蚀。第四,尽可能保留原有的植物,并利用防侵蚀网,地面覆盖物等保护裸露的地表,减少侵蚀。第五,对不得不倾倒的弃土,不得任意直接向河流或沟谷倾倒,而应将弃土堆放在指定

的弃土场。弃土场应修筑拦渣坝、截水沟和沉渣池,做好绿化保护工作。

3.4 加强监督管理

城市水土保持工作是一项公益性事业,涉及方面多,其成败在很大程度上决定于协调和监督管理。按《水土保持法》的规定,各级水行政主管部门应是城市水土保持的主管机构,应将城市水土保持纳入其职责和工作范畴之内。其职责是抓好城市水土保持规划,组织实施和协调,预防和治理监督,强化管理。为了使城市水土保持监督管理走上法制化和制度化的轨道,应依据《水土保持法》等有关法规,制定城市水土保持实施细则。

3.5 建立城市水土保持基金

城市水土保持以工程措施为主,工程量大,要求标准高,需要很大的投入。因此应有稳定可靠的资金,以保证开展城市水土保持工作。为此,除了坚持“谁造成水土流失谁治理”的原则,还应建立城市水土保持基金。基金经费可来源于依据《水土保持法》收缴城市开发建设水土保持补偿费和土地出让费等渠道。

参 考 文 献

- 1 牛文元. 生态环境脆弱带 ECOTONE 的基础判定. 生态学报, 1989, 9(2)
- 2 许炼烽. 试论特区长江场的水土流失问题. 重庆环境科学, 1992, 14(6)
- 3 Dov Nir. Man, A Geomorphological Agent. Keter Publishing House, 1983

(上接第26页)

仍是一种潜在的、有希望的幼林地土壤管理措施,可结合植树及幼林中耕除草加以使用,可望强化幼林抚育效果,促进幼林生长,并尽早郁闭成林,充分发挥其水土保持效益。由于这种人工胶结剂的改土效果在使用浓度不大($<0.50\%$)的范围内,随其浓度的升高而增大,使用时应注意掌握适宜的浓度。

该试验由于历时短,还缺乏对改良林地的土壤水分以及林木生长效果方面的系统研究,尚须进一步深入开展试验。

本试验得到了杨咏元老师的帮助和指导,谨此致谢。

参 考 文 献

- 1 杨文治,韩仕峰. 黄土丘陵区人工林草地的土壤水分生态环境. 中国科学院西北水土保持研究所集刊, 1985年,第2集:18~28
- 2 北京林学院主编. 土壤学(上册). 北京:中国林业出版社, 1982, 124~130
- 3 朱永绥. 水解聚丙烯腈对土壤物理性质及小麦产量影响. 土壤学报, 1965, 13(1): 92~94
- 4 徐富安等. 水解聚丙烯腈的改土和增产作用. 土壤, 1975, (1): 34~40
- 5 杨咏元,王晗生等. 薪炭林地土壤物理特性及养分状况研究. 中国科学院、水利部西北水土保持研究所集刊, 1992年,第15集:103~109
- 6 田积莹等. 增加土壤渗透,减少水土流失. 水土保持通报, 1988, (3): 25~30
- 7 林长英等. 聚合物的改土作用和时效性的初步研究. 土壤, 1982, (5): 168~171