

中国城市水土保持研究综述

曾祥坤,王仰麟,李贵才

(1. 北京大学深圳研究生院循环经济重点实验室,深圳 518055; 2. 北京大学城市与环境学院,北京 100871)

摘 要:本文系统回顾了10多年来我国城市水土保持研究进展。首先从城市水土保持研究的阶段划分入手,将研究历程分为1995–1999年的问题导向型研究阶段和2000年至今的目标导向型研究阶段,并分析了不同阶段我国城市水土保持研究的重点和特色;其次,根据城市水土保持研究的理论框架从理论基础研究、形成机制研究、状况评价研究、保持措施研究四个方面进行了归纳与总结,另外对相关学科和理论发展也进行了介绍;最后,总结当前城市水土保持研究所存在的问题,提出结合城市土地利用开展基于城市水土保持的功能导向型研究,对未来研究发展的主要趋势和重点问题进行了探讨。

关 键 词:城市水土保持;发展阶段;研究框架;发展趋势

自20世纪90年代初以来,城市水土流失以其广泛性、特殊性和严重性而备受关注^[1]。以典型快速城市化地区——深圳市为例,1980年建市前水土流失面积仅3.5 km²,到1995年发展到185 km²,占全市面积的9.1%,其中由于城市化和工业开发区建设造成的水土流失面积达80%以上。尽管在2001年一度将水土流失面积降低到59 km²,但近年来又有所反弹^[2]。与此同时,国内一些城市化较晚的城市也相继面临城市水土流失的威胁^[3–7]。由此看来,伴随着日益加速的城市化进程,城市水土流失在当前的经济技术条件下尚不能完全避免,加强城市水土保持具有必要性和长期性。为此本文总结过去10多年我国围绕城市水土保持所进行的相关研究,针对国内城市水土保持研究存在的深层次问题进行归纳与反思,提出未来城市水土保持研究的发展趋势和研究重点,以此促进我国城市水土保持工作的创新与深化。

1 我国城市水土保持研究的阶段划分

1995年,在水利部召开的“部分沿海城市水土保持工作座谈会”上首次正式提出城市水土保持的概念。因此,通常以1995年为分界点将我国城市水土保持研究划分为初始阶段和发展阶段。1995年以前的研究多为行政任务,工作较零散,对城市水土流失的根本原因和侵蚀规律缺乏系统而深入的研究;1995年以后的研究则具有主动性和系统性,进

行了理论层面的研究框架构建^[8]。但在10多年后的今天看来,前述划分方法过于简单笼统,而可将后一时期继续划分为1995–1999年的问题导向型研究阶段和2000年以来的目标导向型研究阶段。

检索1995–2008年国内城市水土保持研究的相关文献,总计285篇。除1995年为3篇外,历年研究文献均在13篇以上,其中高峰时期的1997年文献达到36篇。在不同时期,城市水土保持研究的侧重点和趋势有着显著的不同(表1)。1995年,所有论文几乎都是由中央和地方水利部门的工作人员撰写的,学术界成果甚少。1996–1999年是我国城市水土保持理论研究的高峰时期,城市水土保持的研究框架在这一时期大致构建起来。由于当时城市水土流失问题的突发性、普遍性和严重性,大大加强了城市水土保持研究的紧迫感,因此这一阶段的研究具有问题导向型的特点,将研究重点集中在如何认识和解决城市水土流失问题上。2000年以来,在深圳、珠海等早期研究区,随着多年城市水土保持实践缓解了城市水土流失的严峻局面,研究者们开始对以往工作进行总结与反思,强调城市水土保持与城市生态安全和环境保护目标的结合,研究多集中在城市水土保持的规划编制和机制完善方面;同时随着可持续发展、城市生态学、景观生态学、地理信息系统等新的学科理念与方法被有意识地借鉴和应用,使我国城市水土保持研究转入目标导向型的发展阶段。

收稿日期:2009–08; 修订日期:2010–01。

基金项目:国家自然科学基金重点项目(40635028);国家自然科学基金重点项目(40830747)。

作者简介:曾祥坤,男,湖北武汉人,博士生,主要从事景观生态和土地利用方面的学习和研究。E-mail:cosbeta@gmail.com

2 城市水土保持研究进展

由于早期城市水土保持研究的现实紧迫性,在短期内研究者们多是通过与传统水土保持研究进行对比,构建起了城市水土保持研究的研究框架。因此城市水土保持的理论基础和研究范式大量借鉴了我国传统水土保持研究的成果。按照“发现问题—机理判断—问题诊断—解决问题”的逻辑关系,城市水土保持在研究内容上可分为理论基础研究、城市水土流失成因机制研究、城市水土流失评价和城市水土保持措施研究这四个部分。

2.1 城市水土保持的理论基础研究

2.1.1 城市水土流失的概念与内涵

水土流失是相对某一空间单元而言^[9],地球陆地表面的土壤及其母质、岩石等着受水力、风力、冻融和重力等作用下所产生的侵蚀、搬运及堆积过程^[10-11]。城市水土流失与传统水土流失在过程上是本质相同的,但在外营力、侵蚀强度、影响范围等外在表现上明显不同^[12],进而形成城市水土流失自有的类型体系和治理策略^[13]。经过 10 多年的研究,国内对城市水土流失的概念尚未形成统一的解释。早期研究者多是从认识城市水土流失的特点和危害出发,进而分析城市水土流失的成因,并界定城市水土流失发生的时间、空间和内容,与传统水土流失进行对比研究^[14]。总结以往对城市水土流失概念的各种提法^[12-13,15-17],也正是从上述几个方面对它的内涵进行阐释的:城市水土流失是在城市化过程中,在城市及其周边地区主要由城市开发建设等人为活动引发的水土流失,它是一种对城市社会经济发展和生态环境有严重影响的新的灾害,广义上城市水土流失包括水、土两种资源的破坏和损失。

近些年来,关于城市水土流失概念的争议主要存在于对“城市”的理解,是指发生范围抑或影响因素。就城市水土流失发生空间范围而言,柴宗新^[16]认为是城镇(含工厂)用地;甘枝茂^[15]指出是城市范围内的市区和郊区;邓岚等^[8]则认为狭义上是指城市规划建设区、开发区、郊区以及城市之间和城市内的交通道路等,而广义上应包括传统行政区域界定的城市边界以内的范围;王继增等^[17]综合前人观点,从明晰城市水土流失与传统水土流失差异的角度,将城市水土流失的空间范围界定为“城市(含建制镇)建成区及其周边地区”,并指出随着城市化的发展城市水土流失的空间范围是不断扩大和延伸。

从城市水土流失的影响因素看,最早由唐克丽^[12]指出城市水土流失主要由人为活动引发(包括形成、诱发和激发等),人为活动包括建设用地开发、采石、筑路、架桥、引水和排水设施及城市垃圾处理等。王继增等^[17]进一步指明人为活动是城市水土流失的主要成因,但人为水土流失却不一定是城市水土流失,如“工程侵蚀”就不属于城市水土流失的范畴。目前国内研究者大多接受和引述唐克丽的观点,不过以祁生林^[1]、邓岚^[8]、袁仁茂^[13]为代表的部分研究者则认为城市范围内发生的自然水土流失也应属于广义城市水土流失的范畴。

2.1.2 城市水土保持的概念与内涵

城市水土保持是针对城市水土流失而提出来的。城市水土保持应理解为防治开发建设水土流失和生态景观破坏的管理和技术措施;城市水土保持不是要使城市化过程逆转,而是要使城市化过程有序化,确保城市化过程中的各种基础设施能发挥其正常的功能^[18];城市水土保持含有传统水土保持的部分内容,但主要还是以体现城市功能为目的的水土资源环境的保护^[19]。

针对城市水土流失所造成的生态失调、资源衰退、设施破坏三大类危害^[20],城市水土保持具有较传统水土保持更为广泛的内涵^[21],主要涵盖对城市水土流失的预防和治理、对城市基础设施的生态保障、对城市生态用地(河流廊道、各类林地)的恢复和保护三个方面。吴长文等在 1997 年的《城市水土保持规划的原理与方法》^[19]和 2004 年的《城市水土保持的理论与实践》^[18]两篇文章中详细阐述了城市水土保持内涵的具体内容。比较国内 10 多年来的相关文献和实践经验,城市水土保持的内涵的具体内容是在随时间不断充实和发展的。在部分发达城市已经由最初的对重点流失区防治发展到了整个城市的生态安全建设,城市雨洪资源利用也将逐步被纳入城市水土保持的范畴^[22]。

2.1.3 与传统水土保持的比较研究

城市水土保持的主要理论基础依然是传统水土保持学。因此,研究者们特别注重比较城市水土保持与传统水土保持的异同,以开辟借鉴传统经验解决城市问题的途径。现有研究成果主要从治理原则与方向、效益、内涵、治理模式这四个方面进行了探讨^[21,23-24]。普遍认为,最显著的差异在于城市水土保持是以城市建设服务为中心目标的水土资源保护,它主要考虑生态和社会效益。这一观点在 2000

年以后的研究中表现得尤为明显。

2.2 城市水土流失的形成机制研究

城市水土流失的形成机制研究是有效开展城市水土保持的基础。自 1995 年以来国内学者结合实地调研对城市水土流失的成因进行了归纳梳理和实证研究,并对城市水土流失形成过程的时空特征进行了一定的分析。

2.2.1 城市水土流失的成因研究

城市水土流失是人为因素与自然因素综合作用的结果,前者起主导作用。而土地的超强度开发、水土保持方案管理机制的不健全和缺乏生态环境保护意识导致城市水土流失的人为因素的形成^[8]。经研究者的归纳总结^[25-26],除自然流失外,城市水土流失的成因包括:基本建设活动破坏原地貌引起的侵蚀、乱堆乱排废弃物引起的侵蚀、交通建设弃土引起的流失、城市垃圾引起的侵蚀、地面下沉塌陷引起的侵蚀等。

尽管目前对于城市水土流失尚未建立具有普遍适用性的数学模型,而且大多数城市缺乏基础资料^[8],使我国城市水土流失成因机制的量化研究受到极大的制约,但部分研究者也进行了一些有益的探索。张丽萍、唐克丽^[27]建立坡度增加数学模型,论证了随着工程建设的扩大,坡地临空面增加,坡地侵蚀量成倍增加。杨耕^[28]根据深圳地区花岗岩风化物土壤的性状分析,提出适合城市开发平土区的侵蚀等级划分和侵蚀模数。孙希华^[29]应用 USLE 模型定量分析济南市舜湖流域城市建设前后水土流失量的变化情况。

2.2.2 城市水土流失形成过程的时空特征研究

在归纳了一般原因的基础上,研究者们还从城市水土流失形成过程的时空特征入手,展开了更为细致深入的研究。城市水土流失具有随着建设周期性而变化的特征,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^[25]。普遍观点认为,城市水土流失多发于城市边缘区的开发建设区,其地域不是固定的,随城市扩展而不断向外推进演替^[17]。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^[25]。

从更宏观的角度看,城市水土流失作为城市化进程中现阶段经济、技术作用的综合产物^[8],必然随城市化过程表现出动态性和阶段性。在不同的城市

发展阶段,城市土地增长模式、土地流转类型和城市建设区域不尽相同,使一定时期内城市水土流失形成的主要原因和空间范围有着很大的区别。如深圳市从 1995 年以来所进行的分阶段城市水土保持生态建设^[30]就在一定程度上反映了这一特点。在空间上,甘枝茂等^[15]指出城市地域结构是水土保持措施布局的基础,必须根据城市功能地域差异及其功能区的组合进行城市水土保持措施的空间配置。大量研究表明在不同自然条件和不同社会经济发展程度的地区,城市水土流失成因必然有所不同^[13]。

2.3 城市水土流失评价研究

城市水土流失评价是城市水土保持功能分区的基础,是城市水土保持研究的重要环节。由于城市水土流失表现出流失强度特别大的特点,使得传统水土流失的强度分级标准《水土保持技术规范》无法适应城市水土保持的需要^[31]。因此,长期以来我国城市水土流失评价以城市水土流失强度分级指标体系的研究为主。

陈法扬等在深圳市城市水土流失调查中率先提出了城市水土流失强度的三级诊断指标^[32]。吴长文等对开发建设平土区的水土流失按开放性、植被覆盖率、斜坡高差、平台面积划分为三个等级,并通过实验调查确定各等级对应的侵蚀模数和侵蚀厚度范围。这是国内首次系统研究平土区的侵蚀模数,为后来的城市水土保持提供科学基础数据^[33]。王志明在吴长文工作的基础上将模糊评判处理方法引入到城市化土壤侵蚀强度等级划分的确定中,提出了一个简单而又具有可操作性的综合评判模型,从而可作为建立城市水土保持地理信息系统的基础^[34]。许有鹏等继续完善前述分级指标体系,增加了对采石场、建设开挖面、自然流失的评判标准,建立起城市水土流失综合评估模型;并以深圳市水土保持系统作支持,进行了模型应用分析,使模型为城市水土流失实时评估和预测创造条件^[35]。之后,万方秋等^[36]、田耀武等^[37-38]又建议将水流失指标和流失率的概念引入到现有指标体系中来。

经过 10 多年的研究,城市水土流失分级指标体系不断得以完善。但上述理论研究大都将研究区放在深圳一地,且都按三级分等,研究成果的普遍适用性有待验证。从 1996 年吴长文的研究开始,实际研究对象都是以开发平土区为主,在一定程度上限制了指标体系在城市其他地区的适用性^[17]。

2.4 城市水土保持措施研究

我国城市水土保持措施以城市水土保持规划为先,包括城市水土流失防治监督机制和城市水土保持技术体系两大内容,而且近年来国内研究者也十分注重对国外城市水土保持经验的学习和借鉴。

2.4.1 城市水土保持规划

城市水土保持规划是以城市功能为中心,为改善城市生态系统的结构和功能及城市可持续发展服务的^[39]。城市水土保持规划是开展城市水土保持工作基础,是城市总体规划中不可或缺的一部分。

1997 年前后,国内研究者们根据对已有城市水土保持实践的总结和思考^[40],逐渐提出一些在城市水土保持规划中值得注意的问题。如吴长文认为应根据城市防洪、城市供水、城市环境保护等要求制订出城市土壤流失容许值,作为制定城市水土保持规划的依据^[23]。陈法扬归纳了城市水土保持规划具有与城市功能相结合、与城市总体规划相结合、与城市防洪(潮)和河道整治相结合的特点,认为城市水土保持规划的内容应包括城市水土流失治理和城市水土流失预防与监督两大部分,并对城市水土保持规划的方法与步骤进行了较为详细的阐述^[41]。吴长文等从功能分区规划、图则与法则的结合、措施服从城市建设和城市防洪等方面,总结了城市水土保持规划的原理,对规划中的水土流失调查方法、诊断方法以及水土保持措施规划方法进行了有益的尝试与探索^[42]。陈道机结合福建省城市水土流失调查和规划工作,对城市水土保持规划的原则、依据、内容和步骤进行了非常详细的说明^[43]。2000 年以后,各地城市水土保持规划开始以改善城市生态环境、建设生态型城市为目标,提出了新的理念和原则^[3],但规划编制的框架和方法相对 1997 年没有太大的创新。

2.4.2 城市水土保持的机制完善

2000 年以来,城市水土保持的外延已经扩展到城市社会经济活动的每个角落,成为一项需要城市各行业、政府各部门、社会各界共同参与实施的系统工程。总结国内相关研究^[31,44-46],已经形成了一套以规划和预防为先导,以项目水土保持方案编制与审批为主干,辅以机构与法制建设,并结合宣传与公众参与的城市水土保持机制。

在案例研究方面,水土保持方案编制的思路方法是近年来的研究热点。吴长文等以深圳市为例分析了南方城市规划区水土保持方案编制的特点,探

讨了方案编制和审查的要求^[44]。王永喜等结合深圳市龙华二线拓展区开发建设,对方案土石方平衡、雨洪资源利用、排水措施设计、边坡生态防护进行了详细的阐述,从理论到实践对开发建设项目水土保持方案进行了分析和总结^[45]。

2.4.3 国内城市水土保持的技术措施

城市水土保持的技术措施主要包括生物措施和工程措施两大类,而且必须以生物措施为主,工程措施为辅^[47]。生物措施主要以乔灌优先、乔灌草藤结合的原则进行生态修复^[48],近年来应用并推广的技术如喷混植生、人工植生盆、挂笼砖等^[48-50]。工程措施则是在一般生态防护措施难以奏效的区域,根据具体情况采取拦渣、护坡、土地整治、防洪排水、防风固沙、泥石流防治等工程措施来控制水土流失,近年来多有关于沉砂池技术^[51]、与主体工程结合的工程措施设计^[52-53]方面的报道。

此外,3S 技术在我国城市水土保持研究与实践中得以广泛应用。深圳、重庆等城市已经以 GIS 技术为支持建立了地形数据库及土壤、植被和水土流失专题数据库,初步实现城市水土流失基本信息的计算机管理^[35,54]。遥感数据、可视化技术和 GPS 已开始被应用于城市水土流失的调查和实时监测^[55-57]。

2.4.4 国外城市水土保持经验考察

自城市水土流失问题引起重视以来,研究者们在国内城市水土保持的特点和途径的同时,也十分重视对国外成功经验的学习。如王鹏等^[26]介绍了美国在控制土壤沉积和水资源管理方面的立法和信息化工作。黄荣珍等^[58]总结国外城市水土流失和城市水土保持研究进展,介绍国外在城市水文水质、城市土壤、城市水土流失沉积、基于 GIS 的城市土壤信息系统研究等方面的研究成果。吴长文等^[59]在考察欧洲主要国家在修建公路、城市化开发的生态建设、矿区生态恢复、维护河流生态平衡、城市背景的生态风景林及水源保护林等方面的经验的基础上,提出了提高我国水土生态建设水平的措施。

2.5 相关学科和理论发展

国内与城市水土保持相关的学科和理论主要包括城市水土保持原理、城市生态学相关理论和可持续发展理论。

城市水土保持原理是研究城市化水土流失发生的原因、方式和规律,据以防治水土流失,维护城市建设的生态安全,改善生态景观的一门综合性应用技术及管理科学。它是目前国内城市水土保持技

术体系的学科理论基础,具体包括水力、水文学、土木工程学、边坡稳定原理、侵蚀控制原理、水土保持林草学等^[18]。

城市生态学是以城市生态系统为对象,联结生命、环境和人类社会的有关可持续发展的系统科学,主要包括了景观生态学、恢复生态学、人居生态学、生命支持系统生态学等。近年来,在许多城市的平土区、缺口山体、边坡的治理过程中,恢复生态学得到了极为广泛的应用^[18,47]。部分研究者开始重视景观生态学在城市水土保持研究中应用前景^[18,60-61],对其主要的原理和方法以及在对城市水土保持规划的指导意义进行一定的理论探讨和阐述。

2000 年以来,随着我国城市水土保持向目标型研究的转变,涌现出大量探讨城市水土保持与可持续发展相互关系的文章。2000 年,聂国辉等首先提出当前城市水土保持保护环境、改善环境和美化环境的三个发展层次^[62]。此后,研究者们从案例分析、经验总结、可持续发展等不同角度阐述城市水土保持在城市生态环境建设中的作用,系统论述了城市水土保持生态环境发展的思路^[63-65]。

3 存在问题与发展趋势

城市水土保持是随着我国城市化进程加快而产生的新的研究热点,在不到 20 年的时间里无论理论研究还是实际应用都取得了丰硕的成果。但现阶段城市水土保持研究仍存在着许多亟待完善的地方,须大量借鉴地理学的研究思路。

(1) 研究的过程化问题。不管是水土保持学理论,还是城市水土保持规划,都是从工程学或建筑学的学科分析视角来看待城市水土流失问题,使目前的城市水土保持只重结果,而忽视了去达到这个结果的中间过程。毕竟城市水土保持的目的不仅在于解决以往和当前所存在的水土流失问题,还要为缓解城市化与水土保持之间的矛盾提出针对性的策略。所以,城市水土流失更应作为一种地理现象进行过程研究,分析它与城市化过程的内在联系与耦合机制,切不可“先流失后治理”或使城市水土保持被动地从属于城市建设过程。

(2) 研究的空間化问题。现阶段城市水土保持多以在建项目、道路边坡和缺口山体等为基本空间单元,但在治理过程中各空间单元基本上是独立存在的。同时,监测数据的极度匮乏加大了从中、宏观

尺度研究城市水土流失的困难。这些都令现阶段城市水土保持在大空间尺度上缺乏关联性和系统性。

(3) 研究的功能化问题。城市土地利用变化的城市水土流失的主要诱因,但现阶段城市水土保持规划与土地利用规划的衔接却很不够紧密。在土地利用规划中极少考虑到各用地类型的水土保持功能,在水土保持规划中关于用地空间配置的研究则很少。目前的目标导向型研究多流于概念化和形式化,缺乏与土地利用的关联只能使城市水土保持规划脱离城市建设的现实。

总结上述问题,笔者认为今后城市水土保持研究的主要发展趋势是结合城市土地利用开展基于城市水土保持的功能导向型研究,实现与城市化过程紧密结合的城市水土保持。重点内容应包括:加强城市水土流失与土地利用/覆被变化关系的量化研究,特别是数学模型方法和 3S 技术的应用;借鉴景观生态学原理和方法从“源—汇”的角度进行城市水土保持功能分区研究;完善小流域尺度城市水土保持治理模式的研究,探讨基于水土保持的城市用地空间配置模式;开展城市生态用地水土保持功能的量化研究;扩展城市水土保持规划的内涵,加强城市闲置用地的水土保持监督与管理。

参考文献

[1] 祁生林, 杨进怀, 张洪江, 等. 关于我国城市水土保持的刍议. 水土保持研究, 2006, 13(3): 115-118.

[2] 杨涛. 百年一遇暴雨带给深圳什么. 南方都市报, 2008-6-16(SA11).

[3] 李志坚, 蔡志清, 何建华. 搞好城市水土保持试点, 推进山西生态城市建设. 中国水土保持, 2002(9): 30-31.

[4] 吴照柏, 杨新民, 李占斌. 石嘴山市水土流失成因与防治对策研究. 水土保持通报, 2004, 24(2): 60-62.

[5] 刀红英. 云南省城市水土保持试点的经验与成效. 中国水土保持, 2004(8): 25-26.

[6] 周继霞, 张凤太, 苏维词. 中国西南山地型城市水土流失及其防治措施研究. 水土保持研究, 2007, 14(6): 350-353.

[7] 李杰, 王亚娥, 孙三祥, 等. 陇东黄土塬区城市水土流失问题及排水资源化研究. 干旱区资源与环境, 2008, 22(7): 126-131.

[8] 邓岚, 宋桂琴. 我国城市水土流失研究进展初探. 水土保持学报, 2001, 15(5): 72-75.

[9] 杨子生. 论水土流失与土壤侵蚀及其有关概念. 山地学报, 2001, 19(5): 436-445.

[10] 吴以敦. 略论水土保持型生态农业问题. 中国水土保持,

- 1992(12): 56–58.
- [11] 孙建轩. 水土保持词语浅释. 北京: 水利电力出版社, 1985: 1–23.
- [12] 唐克丽. 城市水土流失和城市水土保持. 水土保持通报, 1997, 17(1): 封2.
- [13] 袁仁茂, 杨晓燕, 李树德. 论城市水土流失及其类型系统. 北京大学学报: 自然科学版, 2001, 37(3): 400–406.
- [14] 郭志贤. 试论城市水土保持. 中国水土保持, 1998, (10): 29–30.
- [15] 甘枝茂, 孙虎, 吴成基. 论城市土壤侵蚀与城市水土保持问题. 水土保持通报, 1997, 17(5): 57–62.
- [16] 柴宗新. 城镇侵蚀及其防治. 中国水土保持, 1997(1): 29–32.
- [17] 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. 水土保持通报, 2005, 25(4): 106–110.
- [18] 吴长文. 城市水土保持的理论与实践. 中国水土保持科学, 2004, 2(3): 1–5.
- [19] 吴长文, 刘伟常, 盛定生. 城市水土保持规划的原理与方法. 中国水土保持, 1997(1): 36–39.
- [20] 白清俊, 朱晓霞. 我国城市水土流失现状分析及对策探讨. 榆林高等专科学校学报, 1999, 9(2): 1–4.
- [21] 林军. 关于深圳市城市水土流失问题的探讨. 中国水土保持, 1997(1): 33–36.
- [22] 宋伟, 周庆华, 郭永辰. 着力开展以雨洪利用为重点的城市水土保持生态建设工作. 河北水利, 2006(4): 35–36.
- [23] 吴长文. 城市化进程中的水土保持问题. 中国水土保持, 1995(12): 38–40.
- [24] 胡建民. 试论城市水土保持与城市可持续发展. 水土保持科技情报, 2000(3): 59–61.
- [25] 徐刚. 城市水土流失及其防治探讨. 水土保持通报, 1997, 17(5): 40–45.
- [26] 王鹏, 罗东翔. 城市水土保持理论与实践研究进展. 中国高新技术企业, 2007(3): 211–212.
- [27] 张丽萍, 唐克丽. 工程建设加大坡面系统潜在侵蚀能力的研究. 水土保持通报, 1997, 17(2): 27–30.
- [28] 杨耕. 闲置开发平土区水土流失特性及其治理途径研究. 水土保持通报, 2001, 21(6): 69–72.
- [29] 孙希华. 济南城市扩展对水土流失的影响研究. 水土保持研究, 2004, 11(1): 50–52, 73.
- [30] 吴长文. 深圳城市水土保持的探索与实践. 中国水土保持, 2006(8): 29–31.
- [31] 陈法扬, 谢军. 论我国城市化过程中的水土保持问题. 水土保持研究, 1997, 4(1): 16–18.
- [32] 陈法扬. 城市水土流失强度分级标准商榷. 中国水土保持, 1999(3): 30, 36.
- [33] 吴长文, 欧阳菊根, 欧阳毅. 开发建设平土区的水土流失等级划分. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1996, 2 (3): 8–14.
- [34] 王志明. 关于城市化土壤侵蚀等级划分综合评判模型的探讨. 水土保持研究, 1998, 5(2): 131–135.
- [35] 许有鹏, 都金康, 张立锋, 等. 城市水土流失综合评估模型研究. 水土保持通报, 2000, 20(4): 16–19.
- [36] 万方秋, 丘世钧, 王继增. 城市水土流失强度分级指标体系初探. 水土保持研究, 2003, 10(2): 79–82.
- [37] 田耀武, 郑根宝. 城市地区水土流失指标探讨. 陕西林业科技, 2004(3): 21–24, 29.
- [38] 李文玲, 田耀武, 郑根宝. 城市森林水流失率和水土流失率的探讨. 水土保持通报, 2005, 25(2): 57–60.
- [39] 王锐亮, 何炳辉, 罗雷. 城市水土保持规划与城市可持续发展. 水土保持应用技术, 2006(1): 31–32.
- [40] 郭廷辅. 城市水土保持工作从何入手. 中国水土保持, 1997(1): 6–7.
- [41] 陈法扬. 城市水土保持规划简述. 水土保持通报, 1997, 17(4): 37–41.
- [42] 吴长文, 刘伟常, 盛定生. 城市水土保持规划的原理与方法. 中国水土保持, 1997(1): 36–39.
- [43] 陈道机. 对我省开展城市水土流失调查与规划方法的探讨. 福建水土保持, 1997(3): 50–53, 56.
- [44] 吴长文, 李财金, 卢进波, 等. 南方城市开发建设项目水土保持方案编制的有关问题探讨. 亚热带水土保持, 2006, 18(3): 75–76, 83.
- [45] 王永喜, 吴长文, 郭江红. 城市片区开发建设水土保持方案探讨. 亚热带水土保持, 2006, 18(3): 80–83.
- [46] 柳长顺, 齐实, 杜丽娟. 关于土地开发整理项目水土保持有关问题的探讨. 水土保持学报, 2003, 17 (3): 101–104.
- [47] 罗振, 李财金, 邱甜, 等. 深圳市水土流失生态防治理念的产生与发展. 中国水土保持, 2008(2): 15–16.
- [48] 吴长文, 李财金. 深圳市裸露山体缺口生态治理探索. 亚热带水土保持, 2005, 17(3): 11–13.
- [49] 吴长文, 章梦涛, 付奇峰. 喷播绿化技术在斜坡水土保持生态环境建设中的研究. 水土保持学报, 2000, 14(2): 11–14.
- [50] 钟晓, 吴长文, 陈林东. 绿化笼砖在治理岩质陡坡中的作用. 中国水土保持科学, 2004, 2(3): 119–121.
- [51] 吴长文, 王富永, 何伟. 城市化开发场平工程沉砂池设计的原理与方法. 水土保持学报, 2004, 16(4): 155–158.
- [52] 周淑兰, 杨文利, 黄红卫. 城市引水工程水土保持方案研究: 以深圳市东部供水水源工程水土保持方案设计为例. 水土保持研究, 2001, 8(1): 79–81, 122.
- [53] 卜立新, 王耀生, 黄毅, 等. 海城市水土保持示范园区功能分析. 中国水土保持, 2007(12): 29–30.
- [54] 王佐成, 赵纯勇, 郭跃, 等. 城市水土流失地理信息系统设计与开发. 水土保持研究, 2002, 9(1): 57–61, 66.
- [55] 汪西林, 白占雄, 王冬梅, 等. 可视化技术在城市水土流失调查中的应用. 水土保持学报, 2004, 18(4): 182–185.
- [56] 吴永红. 线形开发建设项目水土保持监测技术. 水土保持通报, 2003, 23(4): 33–35.

[57] 肖卫国, 陈冬奕, 吴长文. 深圳市水土保持管理信息系统 GPS 应用. 人民珠江, 2003(1): 41-42.

[58] 黄荣珍, 张金池, 舒洪岚, 等. 国内外城市水土保持研究进展. 江西林业科技, 2005(4): 30-33,42.

[59] 吴长文, 黄翰森, 黄琼. 欧洲城市水土保持考察及其思考. 中国水土保持, 2006(3): 10-12.

[60] 宋瑜, 江洪, 余树全, 等. 水土流失的景观生态分析. 浙江林学院学报, 2007, 24(3): 342-349.

[61] 王昭艳, 张旭东, 周金星, 等. 景观生态学在城市水土保持规划中的应用. 水资源与水工程学报, 2007, 18(6): 32-35.

[62] 聂国辉, 开美玲, 张玉梅, 等. 城市化地区水土保持发展层次分析. 水土保持研究, 2000, 7(3): 56-58.

[63] 谢汉生, 王冬梅, 苏新琴. 城市水土流失对城市环境的影响及其对策. 水土保持学报, 2002, 16(5): 67-70.

[64] 张璐, 王秀茹. 城市水土保持与可持续发展. 水土保持研究, 2004, 11(3): 188-190.

[65] 白芙蕖. 城市水土保持生态环境发展思路. 内蒙古水利, 2006,(2): 46-47.

Urban Water and Soil Conservation Research: Status, Issues and Trend

ZENG Xiangkun, WANG Yanglin, LI Guicai

(1. The Key Laboratory for Recycling Economy, Shenzhen Graduate School, Peking University, Shenzhen 518055, Guangdong, China;
2. College of Urban and Environment Science, Peking University, Beijing 100871, China)

Abstract: This article reviewed the research of urban water and soil conservation in China during the period 1995-2008. Firstly, the period of research was divided into the problem-oriented research stage in the years of 1995-1999 and the goal-oriented research stage in the year of 2000-2008. Each stage had its special research focus and characteristic. And then, based on the research framework, this paper summarized the domestic urban water and soil conservation research in four aspects, namely theoretical basic research, urban water and soil loss formation research, urban water and soil loss appraisal and urban water and soil conservation measures research. The progress of relational subjects and theories was also introduced. Finally, some problems were pointed out and function-oriented research was proposed as a main development trend in future.

Key words:urban water and soil conservation; research stage; research framework; research trend

本文引用格式:
曾祥坤, 王仰麟, 李贵才. 中国城市水土保持研究综述. 地理科学进展, 2010, 29(5): 586-592.