

supply and disposal systems cost far more than small, autonomous systems". Could you explain the concept of urban autonomous system?

GEIGER: The term "autonomous system" at the time was used for decentralized onsite solutions. This article had been written more than 10 years ago. In the meantime I have learned to understand and appreciate urban planner's anxieties towards decentralized solutions much further. The citation "large supply and disposal systems cost far more than small, autonomous systems" at the time was based on the analysis of a cost comparison of a number of engineering projects applying central, half central and decentralized water management solutions. In principle it still holds today, but I should add, the costs very much depend on specific conditions of site and especially on the time frame you look at. In a short time, central systems usually proof to be more cost-effective, while over a period of two or more generations decentralized systems are more profitable and especially more sustainable.

What policies have an important influence on implementation of urban water management?

GEIGER: First, charging the true costs for water including resource costs and storm and waste water treatment to the users. Especially industries shall not make discriminating profit by disposing their wastes into (urban) rivers and lakes on the charge of society. Second: punish offenses of water laws rigorously. Third: eliminate corruption in context with water. Fourth: subsidize recharge of groundwater and rainwater harvesting, for example, for toilet flushing, irrigation and street cleaning.

What stage do you think storm water management is developing in China currently?

GEIGER: While around 1990 the storm water problems both quantity and storm water quality has been completely ignored, today 20 years later much attention is paid to storm water. Reasons are that in 1990 urban storm runoff dynamics were not fully understood, but also that increasing occurrences of flash floods in cities within the last decade, for example, the one hitting Beijing on July 10, 2004, forced to deal with the storm water problem. Further in 1990 there was almost no treatment of municipal waste water, but today in many cities there is. So the relation of pollution caused by untreated waste water and the pollution caused by storm runoff has changed making storm runoff pollution visible. Since around 1990 I myself have advocated the importance of urban storm water management in China always trying to link water management concepts to China's own great tradition. Laws and regulations meanwhile have been adapted to today's needs.

Once you drew a line in a map of China in your previous lecture, the regions in the South of the line are facing water pollution, the areas around the line are struggling with flooding, and the northern regions are in the shortage of water resource. To these quite

variable situations, what kind of different solutions should be taken in water management?

GEIGER: The line drawn is a simplification meaning that in the North water is scarce by nature, whereby pollution still exists and makes the scarce resources even scarcer. In the South there would be enough water available, but many sources are made unusable by pollution. Both for North and South pollution must be stopped by just obeying the law. For landscaping in the North water concepts reducing lake surfaces to diminish evaporation, favoring groundwater recharge and rainwater harvesting for domestic and irrigation uses are ideal. In the South large lake and pond systems allowing for storage of long duration storms shall be considered. In both cases spaces in landscapes must be provided that can be flooded under rare storm events.

Comparing with policies in both Germany and China, what do you think are the crucial issues in storm water management of cities in China?

GEIGER: Policies and regulations equally exist in both countries, but are enforced more rigorously in Germany. Policies in Germany are user oriented meaning everyone has to pay for the true cost of water and disposal of waste water. Even house owners are encouraged to infiltrate storm water into the ground by charging for the amount of surface runoff from properties, as it needs public drainage systems to bring this water safely to a river. Legislation is similar stringent in both countries, but as mentioned above law enforcement differs. There would be no economic restrictions to fulfill the laws in China provided that priorities are set accordingly, while in Germany often economic constraints are encountered to accomplish the strict European and German laws and regulations.

According to the significant differences in climate conditions, environmental policies, the level of urbanization, scale of the cities between Germany and China, how well can the concepts and theories of stormwater management that are operating in Germany be adapted and promoted in China?

GEIGER: The principles of hydrology are the same, while climate conditions in Germany due to the size of the country are more uniform and China stretches over entirely different climate zones. In urban areas, however, independent from their size urban rainfall-runoff processes are overpowering the differences in climates calling for similar solutions. There is a large number of Chinese and international research projects, which proved this issue. Just to mention one project directly related to the question: The joint Chinese-German pilot project "Sustainable Water Management in Urban Areas: Flood Control and Groundwater Recharge", carried out in Beijing 2000 to 2005 and supported by the German and Chinese federal ministries of education and research (BMBF and MOST) demonstrated that German urban water management strategies work quite well in China. This project was one of the joint projects initiated and guided by myself. The findings of this project started

and gave distinction to the Engineering technical code for rain utilization in building and sub-district (GB50400—2006).

Beside the lectures for the master students of Peking University, you have also organized other lectures and seminars in China on water management. What kind of background did these trainees/listeners have? And which aspects did they interested in the most?

GEIGER: I have trained staff of water authorities including Beijing water authority. Their background was quite different ranging from agriculture over mechanical and civil engineering to environmental sciences. At universities knowledge of Chinese students is very good in individual subjects, however, to my surprise nobody told the students that the many lectures they had in municipal engineering, agriculture, hydraulics, hydrology, environment, geology, soil mechanics or even social science in some way were all linked to solving water and landscaping problems. So in my courses I try to bundle all that knowledge and form a common integrated basis before I start teaching storm water management for sustainable urban development. All students and trainees are surprised, how much water saving and how much flood control can be achieved by applying on-site strategies and that many storm water problems can be solved by landscaping.

So in terms of water resource/drainage management, what do you think the university education should do for students who are pursuing their careers in design/planning area?

GEIGER: Landscape and urban design students usually have different backgrounds, for example, art, agriculture, architecture, horticulture, not showing similar knowledge in hydraulics, hydrology, environmental issues, geology, soil mechanics or social science, just naming some of the disciplines involved in urban and landscape design. Although the principles in the different sciences needed for landscape designs deem to be rather simple, students still have to be advanced to same level of basic knowledge. Then both water management and landscaping are cross-sectorial. To teach the interconnections of the different disciplines involved affords innovative teaching approaches involving students in building up their integrative thinking abilities. The biggest problem is that education systems all over the world are sectorial rather than integrative. Sustainable and integrated solutions need holistic education. Further teaching in landscaping should support own and creative thinking, train to develop new ideas in the frame of existing regulations, train logic thinking, not only transmit knowledge, but also wisdom, take time to discuss with students context of certain issues in a wider perspective and train to realize visions — all of that simultaneously. It requires both teachers and students to exercise broad and wide views in silence and deliberation and to create space in mind, where ideas can grow. (Interviewed by Feng GAO, Translated by Chan XU, Proofread by Feng GAO)



因地制宜的雨洪管理 Stormwater Management with Local Conditions

车伍：北京建筑工程学院城市雨水系统与水环境省部共建教育部重点实验室教授。

Wu CHE: Professor of Key Laboratory of Urban Stormwater System and Water Environment, Beijing University of Civil Engineering and Architecture.

您觉得目前中国城市雨水管理的认识处于一个怎样的阶段？

车伍（以下简称车）：正处在一个大的转变初期，但整体上还很落后。基本类似于20世纪七八十年代，一些发达国家开始认识、重视城市雨水问题的时候。中国城市雨水管理领域，从科学研究、工程技术、法规标准、管理和相关产业等整个体系来看，与一些发达国家相比应该说有30年的差距。当然，在一些学术研究、工程应用和局部领域可能跟国外没有太大的差别，与国际的交流也非常频繁。

我国城市对待雨水基本上还是按照老的排放模式在做，核心就是“排”。但控制或管理好城市雨水需要从多个方面入手。比如我们所说的三年一遇、五年一遇，这是指大暴雨，是排放和防洪安全需要重点考虑的。而雨水利用和水质控制，一般并非针对大暴雨，而是主要针对中小降雨。这两者有联系，但不能混为一谈。传统的雨水处理方式认为用管道、排洪沟尽快把多年一遇的暴雨径流从城市排出去就是安全，对大量中小雨的水质水量、减排利用、生态等问题却很少关注。中国还处在城市化快速发展期，基础设施和水利工程建设投入很大，雨洪问题应该趁着这个时机解决好，再过三五年或更长时间来考虑、解决这些问题就太晚了，代价也太大。

您认为我们现在最大的短板在哪儿？

车：直接看，最大的短板可以说是没有国家和地方层面的法律法规、规范标准来约束和控制。现在越来越多的城市管理者 and 科技人员意识到雨洪是一个重要的问题了，但是对新建项目却没有对削减径流及其污染控制方面的任何要求，设计和建设单位想应用新型雨水技术的时候，也没有相关的法律法规、设计规范来依循。

要解决好城市雨洪问题，没有相应的法律法规和规范标准是不行的，但它们又不是凭空产生的。当城市发展 to 一定阶段，主要关注点就会从污水（也称为点源污染物）控制逐渐转移到雨水径流污染（也称为非点源污染）控制。比如美国，自从20世纪70年代开始重视城市雨洪问题后，经过几十年的积累和举国的投入与研究，才逐渐形成现在的体系。在20世纪70年代初，美国环保局就在全国开展了一个1.2亿美元的雨水项目^[5]，那是第一次大规模的城市径流污染方面的研究，一直到现在还在进行持续、广泛和深入的研究和推广。因此，归根结底，我们的短板实际上是研究整体处于落后、滞后的水平，缺乏长期积累的科学基础和技术储备。

但您讲到我们的研究现在已经与国际接轨了？

车：前沿的一些研究与国际是比较接轨的，但是我们只是一个小团队，还有北大、清华、同济等院校和一些设计院所近年来也在开展这方面的研究。可是从全国来讲，还远远不够。中国那么大，全国那么多有给排水、环境工程等相关专业的大学生，以及城市的管理部门、建设和工程单位，大家还没有形成一个共识，远没有全方位的接轨。而且，我们区域性差异非常悬殊，排水基础设施和水环境方面的问题如此突出，所以，要实现现代意义上的城市雨洪管理还任重道远。

从气候条件、社会和政策这些环境来说，中国与欧美都是很不一样的，您认为哪些经验是可以适用于中国的呢？

车：应该说所有的经验都是可以借鉴的，就是



10. 利用废弃沙石坑修建的大型雨洪调蓄湿地公园 © 车伍

他们今天面对或曾经遇到过的问题，他们所建立的理念、方法、思路、技术，甚至法规政策、宣传教育及市民参与，其实都可以借鉴的。只不过在应用的过程中要针对中国的实际情况。同样，在中国，同一个雨洪管理的技术措施，在北京、上海、深圳，甚至贵州、新疆都是可以应用的，但在具体应用的时候——比如说具体的计算、措施和参数的选择——要根据每个地方甚至每个项目的特定条件来制定。我们在各地推广应用新的技术、解决当地的问题时就经常遇到这方面的质疑，还有来自不同专业方面的质疑和抵触，我们急需克服“理念障碍”、“传统障碍”、“专业障碍”、“法规与标准障碍”。

近年来，我国城市——尤其是发达城市，雨水系统的问题暴露得越来越突出，造成巨大的灾难和恶劣的社会影响。中国与一些发达国家是有所不同，我们太多的城市严重缺水，所以我们对雨水利用应比他们更加重视。比如美国（大部分城市）、新西兰的雨洪管理也包含雨水利用，尽管他们不缺水。此外，我们的城市径流污染更为严重，发展和环境的矛盾更尖锐，这些都是特殊性问题，但只能说明，更需要重视雨洪综合管理。

面对中国城市缺水的现状，雨水花园等措施是不是在我国就不太适宜？我们是否该用不一样的理念和措施来解决中国的问题？

车：恰恰相反，这些措施在我国大有用武之地，因为它们具有保水（补充地下水）、净化、缓解水涝和很好的景观生态等多功能，

相对“灰色的”基础设施更节省投资、具有更高的综合效益。任何地区的水问题都有其特殊性，但我想不出有什么本质上不同的“模式”。在当代城市里共性的问题是什么？共性就是现代雨洪管理应该是综合性的，以实现城市良性水循环为总目标，包括要解决水质问题、洪涝及安全问题、缺水和地下水的问题，还包括整个城市景观和水环境生态的问题。这些问题在每个国家、每一个不同的地区都存在，只是当地具体条件、体现的主要矛盾可能有所不同。

雨洪管理对雨水专家的要求很高，需要多方面的背景知识。

车：是的，雨洪管理是一个跨专业、多学科交叉的领域，它涉及到大的水利工程、给排水、环境工程、城市规划、建筑学、水土保持和水资源，还有景观和道桥等专业，因为它需要从各方面来实施，需要各专业的共同努力，以实现多种目标。

就像俞孔坚教授讲到的，这是一个关乎我们生存的问题。这是有血的教训的，济南前几年那次特大暴雨就死了30多人。而这恰恰不仅仅是天灾，还有“人祸”的因素。尽管要将水涝灾害完全消除是不可能的，但是在尽量减少它发生的频率，或是减少发生时带来的损失方面，我们应该能做得更好。济南那次事故之后我们去考察，发现就是在城市快速扩张的时候未能很好地解决雨洪系统的问题。济南的老城毗邻黄河，黄河堤坝和水位都很高，老城区的雨水难以外排，新城向南山的扩张又带来径流

量的大幅度增加，原本可以在大片山区滞留的雨水在暴雨时都迅速地变成了“马路洪水”，一些车被冲翻了，在下游商场等区域形成严重水涝，造成典型的“洪一涝”双重灾难。如果在城市建设过程中能实施现代雨洪管理理念和措施——也就是像一些发达国家要求的那样——达到开发建设后产生的径流总量和峰值不超过开发前，这样当遇到天灾时（**但是在**超百年一遇的暴雨时不发生水涝几乎是不可能的），灾害就不会那么严重。

那么景观在这个领域里扮演着怎样的角色？是最后表现形式的一种装饰吗？

车：当然不是！雨洪管理从涉及的知识结构来看是专业性很强的，雨水处理和水质保障涉及的化学、微生物学、处理技术；排水系统、水量计算和设施规模涉及的水文学和水力学；此外，还涉及许多土建施工、装置、材料结构等等，这些是应该由给排水或环境等专业工程师来完成的。但另一方面，除了传统城市排水设施大多在地下，现代雨洪管理设计主流——绿色雨洪基础设施（GSI, Green Stormwater Infrastructure）、LID设施——全是在地面上的，这是与土地利用分不开的，而且这些设施应该且必须被合理地安排在绿地和开放空间中，所以景观设计在其中担任了非常重要的角色。

你去读俞孔坚等翻译的《景观规划的环境学途径》（*Landscape Planning Environment Applications*）一书，里面有七八章的内容是在讲述与雨洪管理相关的内容。在美国，包括

哈佛大学在内的很多学校的景观专业都开设有雨洪方面的专门课程，美国景观设计师的职业考试也有雨水设施设计的内容。所以景观设计师、城市规划师也要像美国的从业者一样，要理解雨洪的概念、基本的手段，并融合到自身的工作中去。

中国城市规划设计研究院的杨保军在一次城市雨洪学术报告会上也指出，一些城市规划师都把水的问题当成一个配角，城市规划先做完了，水的相关规划再来配合一下。他认为应该反过来，要在规划前期的时候就应该将水，尤其是雨水系统的内容考虑进来。

我们现在也的确看到很多标榜成绿色建筑和湿地公园的项目，这些项目真正起到了城市雨水管理的作用吗？

车：不只是一些湿地公园，还包括一些城市的雨水利用项目、生态保护区、绿色建筑项目，在关于雨水管理和雨水资源利用方面做得很不到位，在方案设计、功能体现、参数选择方面可能缺乏科学性，造成方案不合理、规模偏大、投资浪费和污染隐患等等问题，最后虽然戴了一顶“绿色”或“生态”的帽子，但本质已经相违。比如一些大型的湿地没有明显的滞蓄雨洪的功能，也没有很好解决径流的污染；一些雨水利用工程主体构筑物规模过大，造成闲置和浪费，100年都收不回投资；还有一些绿色建筑项目，在特定条件下硬性要求回用雨水，但回用那么多雨水可能本身就是不合理的方案，采用直接下渗可能是更经济、更适用、更高效的方法。所以，一些相关规范标准如《绿色建筑评价标准》、《公园设计规范》、《城市绿地设计规范》、《室外排水设计规范》和《城市道路设计规范》等，进行修编时，应该合理增加这方面要求和量化的内容。我们正在承担一些相关研究课题，希望三五年之后能带动一系列规范标准的修订，使之更趋完善。

在美国有低影响开发、在澳大利亚有水敏感城市设计、在英国可有持续排水系统，这些设计原则的优势分别是什么？

车：2011年我在巴西参加“第十二届城市排水国际会议”（The 12th International Conference on Urban Drainage）时，其中一个论坛也在讨论这个话题，国际上的专家们也为这个问题困惑。这几个概念侧重还是有所不同的，因为每个国家面临的特殊问题、发展



13

过程不同，所以各国学者针对自己国情提出的概念会有一些差异。

例如美国最早提出的BMP（Best Management Practices, 最佳管理措施），这一概念是在20世纪70年代美国发现城市径流污染很严重的时候提出的，它早期的主要目的是处理径流污染，基本属于终端处理方式。在20世纪90年代又提出LID并得到广泛采纳，因为在实施BMP过程中发现，当城市基础设施、空间布局都完成以后，再来做径流控制非常困难，而且费用非常高。LID就提出要在项目启动时就考虑径流问题，强调分散式源头控制，就是从径流产生的源头——道路、广场、停车场等这样的场地开始实施，控制径流量和水质。“源头”还有另一层含意，是在项目的规划设计阶段处理好雨水问题。

澳大利亚的WSUD，涉及的城市水问题就很广泛了，不只有雨洪，还有城市污水、再生水、饮用水。严格地说，WSUD是一个更庞大的系统，但如果看WSUD的文献和报告，会发现其中雨水系统还是核心，WSUD有时甚至成了澳大利亚的雨水管理系统的代名词，一方面说明雨水系统的重要性，另一方面也是因为其他水系统都相对固定和成熟。

英国的可持续排水系统则主要是针对城市传统、落后的灰色基础设施而言的，对传统的城市排水系统所做的改进，也是要实现下渗、回用、减排、水质控制等目标，使排水系统体现可持续性。

所以，这些概念既有差异也有共性，殊途同归。我也注意到，德国和日本这两个特别

务实的国家在国际上也没有什么叫得响的“概念”，但他们在城市雨水管理方面做得也非常好。所以有时候也不用太在意概念叫什么，关键看你怎么做，怎么解决好自己问题。

一个积极有效的城市雨水管理系统，它应该是怎样的？

车：我认为在城市尺度上应该是传统措施加上新的绿色措施，以实现雨洪控制利用和城市良性水循环的综合目标。不应过于保守，也不要过于激进，应该强调因地制宜。在不同的自然条件、气候条件及项目的具体条件下，怎么科学地实施雨洪管理是一个比较大的挑战，也是我们经常遇到的难题。经常有人说，雨水利用只适合南方地区，那里雨水多；而另一种声音会反过来说，雨水利用应该在北方应用，因为北方缺水。类似的悖论还有很多，都是因为僵化、片面地看问题。其实就城市水循环和雨洪管理而言，从理念和方法上都是放之四海而皆准的。无论南方北方，雨水都是构成地表和地下水资源的基本要素，也是城市水循环系统中的关键环节，而城市的开发建设又必然对之造成严重的干扰和影响。所以，因地制宜地善待它是如此之重要！（余依爽、涂先明 采访，涂先明 整理）



11



12

11, 12. 管理不善小雨也会造成水涝 © 车伍
13. 雨水湿地形成生态屏障(东方太阳城) © 车伍