

基于城市化特征的雨水控制与利用

陈建伟

湖南省建筑设计院有限公司

摘要：雨水既是城市重要的非传统水源，也可能给城市带来洪涝灾害，同时又是许多重要城市景观和城市文化的自然载体。传统的城市雨水控制与利用只立足于城市排水防涝和防洪，忽视了水资源、水环境、水生态的问题和它们之间的内在联系，已不能完全适应城市化快速发展的需要。海绵城市——低影响开发雨水系统的提出，为城市雨水控制与利用提供了新的系统化思路，但在发展过程中也遇到了一些问题。本文在梳理上述问题的基础上，提出了城市雨水控制与利用的发展对策与展望，供有关人士参考。

关键词：城市化特征；雨水；控制与利用

一、引言

雨水既是城市重要的非传统水源，也可能给城市带来洪涝灾害，同时又是许多重要城市景观和城市文化的自然载体。如何安全、经济、有效、环境友好地控制与利用雨水，始终是城市建设与给排水行业发展的重要议题。近年来，我国城市化进程不断加快，使得城市雨水的控制与利用愈发重要。

二、城市化特征与传统雨水控制利用的困境

城市化是保持经济持续发展的强大引擎，是推动区域协调发展的有力支撑，也是促进社会全面进步的必然要求。随着城市化进程的加快，城市人口迅速增加，地表不透水面积逐渐增大，原有的水系、湿地被破坏，应对雨水的自然防灾减灾能力逐渐减弱。此外，随着城市污水量的增加，加之城市水生态平衡被打破，水体自净能力降低，部分城市水环境显著恶化。

传统的城市雨水控制与利用，往往只立足于城市水安全的两个方面——排水防涝和防洪安全，忽视了水资源、水环境、水生态的问题和它们之间的内在联系，忽略了源头径流控制的重要意义。在快速城市化特征条件下，传统的雨水控制与利用措施在应对城市水资源短缺，城市水环境溢流污染、面源污染，城市水生态系统失衡，维持城市自然水文循环等方面已显得捉襟见肘。

三、海绵城市——低影响开发雨水系统的重要意义

海绵城市——低影响开发雨水系统的提出，为城市雨水的控制与利用提供了新的系统化思路。作为传统城市防洪及排水防涝体系的重要补充和完善，海绵城市——低影响开发雨水系统的提出，使人们对降雨、产流、汇流的过程规律、水问题的相互关联、水的自然循环和生态属性有了更深刻的认识，使得不同强度的城市降雨均能得到有效的控制与利用，综合系统地统筹城市水安全、水资源、水环境、水生态等多方面的需求。

当低影响开发雨水设施设计降雨量以内的降雨（小雨或初期雨水）发生时，雨水先经低影响开发雨水设施（如下沉式绿地、绿色屋顶、透水铺装等）渗透、滞留、净化、调蓄而不外排，在净化初期雨水的同时，减轻排水系统的负担，并实现雨水的自然循环和利用。当降雨量继续增大，雨水开始通过城市排水管和超标雨水应对系统进行调蓄和排放。

我国是世界13个贫水国之一，人均水资源占有量不足世界平均水平的1/4。而且我国水资源分布南北差异大，对北方缺水城市而言，水资源短缺更为突出。通过构建低影响开发雨水系统，在地表利用雨水的同时，恢复降雨回补地下水的自然循环路径显得尤为重要。对南方丰水城市而言，低影响开发雨水系统在控制溢流污染、面源污染上可发挥根本性的作用。

对合流制排水体制而言，由于截留井后的合流制排水管道只能按一定截留倍数的旱季污水量来设计，而雨水峰值流量远远大于旱季污水量，因而必然会发生溢流污染。当降雨发生

时，低影响开发雨水设施在调蓄、净化及利用初期雨水的同时，还降低径流系数，延长地面集水时间，不仅控制径流总量和污染物总量，一定程度上也有利于延缓峰现时间、削减峰值流量，在大幅减少合流制溢流污染的污染物总量的同时，还将大幅降低溢流频次。

对于分流制排水体制，由于管网系统缺乏对初期雨水的截留，低影响开发雨水设施对面源污染控制的重要性就更加不言而喻了。

四、海绵城市建设发展过程中遇到的问题

（一）对海绵城市的内涵理解不清

2014年10月，住建部印发《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建（试行）》，随后财政部、住建部、水利部联合开展的海绵城市建设试点申报和建设工作，迅速在全国范围内掀起了海绵城市建设的热潮。但在当时直至今日，许多人仍对“海绵城市”和“低影响开发雨水设施”的内涵理解不清，因而出现了低影响开发雨水设施的“无用论”和“万能论”。应当说，海绵城市建设包括低影响开发雨水设施、城市排水管网、超标雨水应对系统的建设，与城市排水防涝系统是一个有机的整体，同时在实施过程中应坚持灰绿结合、经济适用、统筹兼顾。

（二）缺乏有效的系统实施方案和配套管理制度

海绵城市建设是一项系统工程，必须要有效的系统实施方案。有些地方虽有名义上的系统实施方案（或规划），但因现状家底不明，又没有合适的模型支撑，相关监测和管控手段缺失，既没有可操作性，也无法对实施效果进行验证。

由于缺乏相应的配套管理制度，许多地方海绵城市建设的推进存在困难。

（三）海绵城市建设各相关主体单位准备不足

首先，对有关主管部门而言，技术上对海绵城市的内涵了解不深，行政上又缺乏行之有效的管理制度，审批管理往往十分松散。对某些地方而言，甚至只有一纸空文，在实际的审批管理中完全没有可操作性。这在大部分的非海绵城市试点城市中表现尤为突出。

其次，作为工程投资主体，许多建设单位对海绵城市建设也常常感到无所适从。一来一些地方只有海绵城市建设的要求而无具体的规划指标，项目建设没有依据；二来某些地方海绵城市相关审批流程不规范，管理上存在一定的漏洞。对地产开发项目而言，由于海绵城市对植物配置和景观做法技术上有特定的要求，部分建设单位甚至较为抵触。

最后，对设计、施工、监理和运营维护单位而言，由于对海绵城市的内涵理解存在偏颇，早期又缺乏相关项目的经验，在项目的规划设计、施工监理和运营维护中也存在许多片面、僵化甚至错误的做法。

五、城市雨水控制与利用的发展对策与展望

综合考虑城市水安全、水资源、水环境、水生态等方面需求，可在海绵城市建设理念下开展城市雨水控制与利用，但需注重以下几点：

（一）注重海绵城市建设内涵的理解和传播

应当使城市建设各相关主体单位（主管部门、建设单位、设计、施工、监理和运营维护单位）对海绵城市建设内涵的理解深化，从理念到做法实现转变。

（二）注重相关配套管理制度的建立和完善

对一个城市而言，相关配套管理制度的建立和完善是顺利

（下转第66页）

免混淆。钢材复验合格后方可使用，钢筋堆场做好排水措施，防止钢筋锈蚀。已加工好的半成品钢筋按部位、规格堆码整齐，并挂牌备用。

②钢筋笼绑扎工艺流程：核对图纸、作配料表→钢筋加工→半成品钢筋运输→弹线定位→就位绑扎钢筋笼→安放砂浆垫块→校核自检→专检隐蔽。

③每根桩必须检查合格方能进行钢筋笼绑扎等下道工序的施工作业。

④桩基钢筋笼就近制作。钢筋笼竖向受力钢筋的接头不得设在土石层分界处。且接头应分散布置，间隔错开，错距 $<45d$ 。钢筋接头应焊接，不得采用绑扎接头。

⑤为防止挖孔桩钢筋吊放时扭曲变形，使钢筋整体架立具有足够的刚性和稳定性，并保证主筋排距位置正确。

⑥钢筋的安装不得与砼浇筑同时进行，并不得在无有效措施保证钢筋定位的情况下浇筑砼，严禁为方便砼浇筑擅自移动或割除钢筋。

(4) 桩基砼浇筑

①砼的材质要求

本工程挖孔桩除护壁采用现场搅拌砼浇筑外，桩芯、承台、地梁全部采用砼拌和站集中拌和，施工时，应严格按照要求控制好砼的原材料质量和配合比，以确保砼的施工质量。

②砼浇筑程序

a. 对桩孔内渗水较少，采用抽水泵能够及时抽干的桩孔，采用常规的桩芯砼浇筑方法进行浇筑，其浇筑程序为：泵管及串通安装→专用运输车运送砼进场→混凝土入泵（检查坍落度）浇筑→振捣密实→清除表面浮浆→养护。

b. 对个别桩孔内渗水较多，采用抽水泵不能够及时抽干的桩孔，将有针对性地重新编制水下砼浇筑施工方案进行桩芯砼浇筑。

③砼浇筑施工要点

a. 本工程桩成孔较深，为了保证砼浇筑质量，桩芯砼浇筑采用 $\Phi 25\text{cm}$ 的钢串通（20m、10m长的串通各一组），根据浇筑深度不同进行设置下料浇筑。

b. 本工程砼的运输采用专用砼罐车进行运输，保证运输过程材质质量。浇筑前，必须测定砼的坍落度，并由现场严格按照规定要求进行监理工程师见证取样制作标准试件，用于桩基砼强度检测。

c. 本工程桩芯砼采用分层连续进行，分层高度为振捣器作用部分长度的1.25倍，最大不超过50cm。使用插入式振捣器振捣时应快插慢拔，插点均匀排列，逐点移动，不得漏振、过振，做到均匀振实，移动间距为30~40cm，振捣上一层时应插入下层5cm，以消除两层间的接缝。

（上接第31页）

推进海绵城市建设的基础。当前，全国两批共计30个城市的海绵城市建设试点工作已基本完成，其中形成了许多行之有效的配套管理制度，其余各城市应根据自身社会经济、气候特征、水文地质等特点主动借鉴，逐步建立并完善相关制度，使得相关审批管理逐步规范，最终实现海绵城市建设总体目标。

(三) 注重规划引领和系统实施方案的编制

在摸清家底的基础上，进行相关规划和系统实施方案的编制。摸清家底，既包括对现有排水设施的普查、清淤、修复，也包括对城市雨型、下垫面分布、雨水径流水质特征、水文和水环境容量的分析。在此基础上，运用合适的模型进行动态模拟，辅以必要的监测手段予以率定，并通过行业管控进行动态更新；结合模型分析结果、现场实际和城市建设发展规划，编制相关规划和系统实施方案，并严格实施。

(四) 注重工程验收、运营维护及后期整体效果的评估

因海绵城市——低影响开发雨水设施与传统设施在建设上存在差异，若后期运营维护不到位，最终的实施效果将大打折

d. 浇筑砼前，桩井内积水、泥渣杂物及松动岩石等均应清除，如遇有承压水，应制定引排或封堵措施和方法报监理批准，清理干净后的基础岩面在砼浇筑前应保持洁净。

e. 桩芯砼的浇注，严格控制砼自由下落高度 $\leq 2\text{m}$ ，砼分层浇筑时，每层浇筑高度不超过0.5m，连续一次性浇筑完毕，不留施工缝，当出现意外情况，必须留施工缝时，应按相关技术规范进行处理。

f. 本工程桩芯砼安排操作技术熟练的专人进行振捣。采用长振动棒随浇随振捣，振动棒插点均匀间距 $@400\text{mm}$ ，振捣时间15~30s，在20~30min后进行第二次复振。施工中应防止过振造成桩顶砼沉实而形成浮浆。

g. 浇入桩内的砼应随浇随平仓，不得堆积。浇筑砼时，严禁在加水，如发现砼和易性较差，应采取加强振捣等措施进行及时处理。

④砼的养护

混凝土浇筑完毕后，应在12h以内进行浇水养护。时间 <14 天。成桩后，请质监站所属的检测站作桩基检测。

⑤桩基检测

本工程桩基检测严格按照设计规定进行，其具体要求如下：

a. 嵌岩桩基竖向承载力可根据桩端岩石单轴饱和抗压强度试验进行检验，岩石采样数不少于总桩数的10%，且不少于4根，每桩不少于9个标准试件。

b. 桩身质量检验可采用声波透射法或可靠的动测法进行全部检测。

c. 按监理工程师及业主要求的桩孔，进行埋管，作桩基声波检测，要全部检测。

⑥砼质量要点及保证措施

a. 砼用水泥、粗细骨料必须符合施工规范及有关规定。

b. 砼的强度等级、坍落度必须符合设计要求，并预先做好配合比试验。

c. 砼强度的试块取样、制作、养护和试验要求符合规范规定。

d. 砼应振实、振匀，不得欠振、过振。

四、结语

人工挖孔桩因具有诸多优点而被广泛应用于桥梁桩、支护桩等工程中。施工过程中要加强质量管控，保证工程质量，为社会创造更大效益。

参考文献

[1] 赵刚, 韩彦滨. 对人工挖孔桩施工工艺的简要探讨[J]. 中国科技财富, 2009(02): 26-27.

[2] 张尚文, 姜丽. 对人工挖孔桩施工技术及工艺的研究[J]. 黑龙江科技信息, 2007, 000(004): 164.

扣，甚至给城市管理带来困难。工程验收既是保障工程施工质量的必须环节，也是项目前期工作质量的综合体现。通过加强工程验收及后期整体效果的评估，倒逼项目前期工作和施工质量；同时通过后期及运营维护中反映的问题进一步优化系统实施方案和项目前期工作，形成良性循环。

六、结语

当前城市化特征下的雨水控制与利用，可在海绵城市建设理念下继续完善和深化。随着城市化的进一步发展和技术的进步，未来城市的雨水控制与利用必将向智慧化迈进，使“水患”变为“水利”，更好地为城市可持续发展和人居环境的提升而服务。

参考文献

[1] 车伍, 申丽勤, 李俊奇. 城市道路设计中的新型雨洪控制利用技术[J]. 公路, 2008年11期.

[2] 王建龙, 车伍, 易红星. 基于低影响开发的都市雨洪控制与利用方法[J]. 中国给水排水, 2009年14期.