

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2021.06.008

# 澳大利亚墨尔本水敏性设施评估管理模式及启示

郑琦, 王成坤, 王川涛, 刘旼旼

(中国城市规划设计研究院深圳分院, 广东深圳 518000)

**摘要:** 随着我国海绵城市建设的全面推进,对建成后的各类海绵城市设施进行高效的评估管理,正日益成为我国海绵城市建设水平进一步提升面临的重要课题。澳大利亚墨尔本水敏性设施实行全生命周期评估管理,根据评估结果对水敏性设施进行维护和管理,并将评估中出现的问题反馈到设计、施工、运行和维护阶段,促进各个阶段完善。介绍了墨尔本水敏性城市构建体系,基于墨尔本水敏性全生命周期评估管理,分析了我国海绵设施的细节管控与墨尔本水敏性设施管控存在的差异,重点介绍了墨尔本水敏性设施评估内容和案例,并提出了其对我国海绵设施评估的启示,以期为我国海绵设施运行和维护提供借鉴和参考。

**关键词:** 海绵城市; 评估管理; 全生命周期管理

**中图分类号:** TU992 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2021)06-0043-05

## Assessment Management Model of Water Sensitive Urban Design Assets in Melbourne, Australia and Its Enlightenment

ZHENG Qi, WANG Cheng-kun, WANG Chuan-tao, LIU Min-min

(Shenzhen Branch, China Academy of Urban Planning & Design, Shenzhen 518000, China)

**Abstract:** Due to the highly development of sponge city construction in China, the effective assessment on the management of these sponge city facilities becomes an important issue, which relates to the further improvement of the sponge city construction level. There is a life cycle management system for WSUD (water sensitive urban design) assets in Melbourne, Australia. The maintenance and management of the WSUD assets is implemented according to the assessment result. The feedback from the assessment promotes the improvement progress at each stage including design, construction, operation and maintenance. We reviewed the WSUD framework and its life cycle management system. Moreover, this paper analyzed the differences between the control on Chinese sponge city facilities and the management of WSUD assets in Melbourne. Based on the case study, the life cycle management of the WSUD system provides advices for the operation and maintenance of sponge city facilities in China.

**Key words:** sponge city; assessment management; life cycle management

规划设计-建设实施-评估管理是落实海绵城市建设工作的三个重要环节。近年来,我国相继出台了《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水

系统构建(试行)》《海绵城市建设绩效评价与考核指标》《海绵城市建设评价标准》等一系列的技术文件,从规划设计和建设实施环节,极大地提升了我国

海绵城市规划建设的水平,促进了海绵城市建设工作从局部试点到全面推进转变。

随着我国海绵城市建设工作的全面推进,海绵城市规划、设计、建设的技术手段趋于成熟,但海绵设施建成之后的评估管理工作有待加强。海绵设施的有效运营维护,既可以保障海绵设施的运行效果,同时也可减少海绵设施的维修和更新,大幅度降低投资。为此介绍澳大利亚墨尔本水敏性设施评估体系,并总结分析生态河流评估项目,以供参考。

### 1 墨尔本水敏性城市构建

澳洲对于城市与水关系的认识经历了六个阶段<sup>[1]</sup>(见图1),从单一的考虑供水、污水和雨水系统,逐步将供水、污水和雨水作为一个系统整体考虑,并且思考城市与水的和谐发展,将城市规划与水体规划相结合,最后形成了水敏性城市的构建模式。1999年,维多利亚州发布第一份水敏性城市设计指南。从城市开发尺度上,通过整合城市空间设计和综合水资源管理的手段实现雨水的综合利用。2015年,维多利亚州墨尔本发布《水敏性城市设计指南》<sup>[2]</sup>,将雨洪管理、供水、污水管理一体化,同时兼顾景观和生态系统。

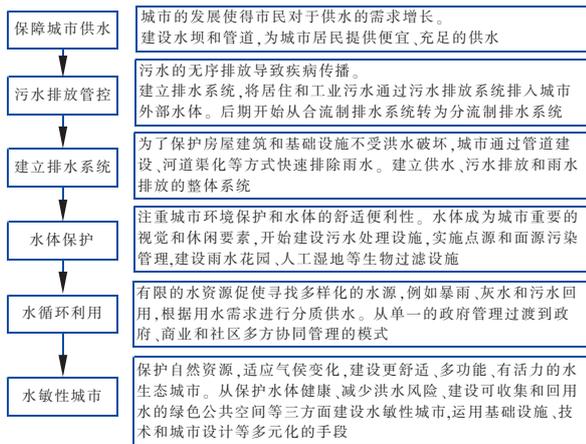


图1 澳洲城市和水关系六阶段

Fig. 1 Six stages of transitions between cities and water in Australia

### 2 墨尔本水敏性设施全生命周期管理

墨尔本水敏性设施采用全生命周期管理的方式(见图2),对于我国的海绵设施管理具有借鉴意义。墨尔本水敏性设施建设没有停留在设计和建设阶段,在设施运行过程中进行定期的设施检查和设施评估,发现设施运行问题,促进设施维护或更新,从而保障设施的良好运行。同时墨尔本发布多项指

南,从规划设计到建设启用并且持续关注运行维护,覆盖水敏性设施的各个阶段<sup>[3-5]</sup>。这些指南内容详尽丰富,使用者可以通过翻阅指南快速有效地进行水敏性设施的设计、建设、运行和管理。我国海绵城市建设指南以总体规划和建设评估为主,缺少对海绵设施的细节管控。《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建(试行)》对规划设计进行了总体把控,同时对各个海绵设施的构造、适用性和优缺点进行了介绍,但是对海绵设施的运行维护只有简单说明。《海绵城市建设绩效评价与考核指标》从水生态、水环境、水资源、水安全、制度建设及执行情况对海绵城市建设提出了目标和要求,各级政府以及相应的规划设计单位根据此项规定进行海绵城市的规划和设计。但是《海绵城市建设评价标准》是对海绵设施的实施效果进行评估,并未包含海绵设施的运行维护。墨尔本水敏性设施和我国海绵设施相关指南对比见图3。

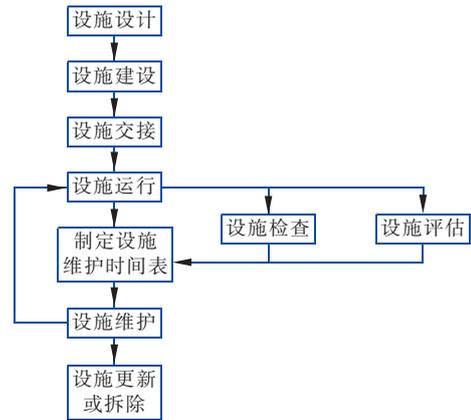


图2 水敏性设施全生命周期管理

Fig. 2 Life cycle management of WSUD assets

	规划和概念设计	功能设计	细节设计	建设	启用	评估	运行和维护	更新
墨尔本	湿地设计手册	MUSIC模型指南	生物滤池使用指南	水敏性城市工程步骤	水敏性城市建设和启用指南	设计、建设和启用湿地设计说明书	暴雨生物过滤系统设计指南	水敏性城市维修和管理指南 水敏性城市维修和检查指南
中国	海绵城市建设技术指南	海绵城市建设绩效评价与考核指标				海绵城市建设评价标准		水敏性设施评估指南

图3 墨尔本水敏性设施和中国海绵设施相关指南对比  
Fig. 3 Comparison of guidelines between the WSUD assets in Melbourne and the sponge city facilities in China

由于我国海绵设施的细节管控与墨尔本水敏性设施管控存在差异,为此通过介绍墨尔本水敏性设施的运行评估方式,以期能给我国的海绵设施评估提供借鉴。

### 3 墨尔本水敏性设施评估

2017年墨尔本水务局发布《水敏性设施评估指南》<sup>[5]</sup>,详细阐述了9类水敏性设施(洼地、生物滞留设施、雨水花园、生态树池、湿地、沉淀池、渗透系统、透水铺装和污染物捕捉网等)的评估细则。

#### 3.1 评估分类

《水敏性设施评估指南》将评估分为三种情况,即交接评估、简单检查和定期评估。交接评估,即在设施建成后交接给运行管理政府的阶段,会进行全面的交接评估,评估设施的建成情况和运行情况。简单检查,即在设施运行期间,一般3~6个月进行设施的简单检查,保障设施的运行。定期评估,即在

设施运行期间或强降雨之后,进行一年一次的定期评估。根据每一次的评估结果对水敏性设施进行维护和管理,并且将评估中出现的问题反馈到设计、施工、运行和维护阶段,促进各个阶段完善。

#### 3.2 设施状况评估

《水敏性设施评估指南》将水敏性设施细分为13个要素,即:周边、入口、场地、植被基层、无植被渗透基层、渗透植被基层、水生植物带、开放水体、垃圾和沉积物池体、出口、溢流和检查口(不同水敏性设施包含不同的要素)。分别从功能和景观两个方面进行各个要素的评估。评估指标包括是否堵塞、是否有结构破损或移除、植被覆盖是否充足等。将各个要素的评估指标分为三级:优秀(1分)、良好(2分)和较差(3分),通过实地考察,对每一个指标进行评分。表1为以雨水花园场地部分为例的评价指标和具体的评分要求<sup>[5]</sup>。

表1 雨水花园场地部分评估指标

Tab. 1 Assessment indicators of the rain garden site

评估项目		状况优秀(1分)	状况良好(2分)	状况较差(3分)	总体状况
			需要维护	需更新建设	分数
工程	侵蚀	没有侵蚀	少量侵蚀,不影响结构完整和设施功能	大量侵蚀,对结构完整、公众安全、设施功能(大部分水流形成短路)有影响	
	汽车或行人破坏	没有压实、植物损失和破坏等影响系统功能	少量压实,植物损失,不影响结构完整和设施功能	明显压实,植物损失,对结构完整、公众安全、设施功能有影响	
景观	垃圾	没有垃圾	有一些垃圾,美感降低,导致一些可见的堵塞	有大量垃圾,严重影响景观美感,堵塞流动	
	植物健康	植被健康	植被减少,状况差(有疾病或者害虫)植物占比<20%	植被死亡,状况差(有疾病或者害虫)植物占比>20%	
	植物覆盖	植被密度覆盖率>80%,或者在6株植物/m <sup>2</sup> 以上	植被密度覆盖率为50%~80%	植被密度覆盖率<50%	
	杂草	杂草覆盖率<10%,没有有害草种	杂草覆盖率为10%~50%,没有有害草种	杂草覆盖率>50%,存在有害草种	
	有害动物	无有害动物	存在一些有害动物,对景观、水质和植被生长有一定影响	明显存在有害动物,严重影响景观、水质和植被生长	

#### 3.3 维护优先级别

对于运行状况较差而需要维护的水敏性设施,由于规划时序以及预算限制,不能同时完成所有设施的维护,因此需要确定设施维护的优先级别。《水敏性设施评估指南》在设施状况评估的基础上,叠加设施本身特性。综合设施状况评分和设施本身特性评分,确定设施维护的优先级别。通过这一体系,运行状况差且重要程度高的水敏性设施被识别出来,可以得到尽快维护。水敏性设施维护评分示意如图4所示。

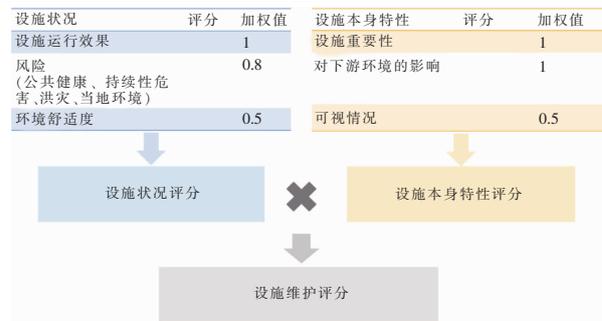


图4 水敏性设施维护评分示意

Fig. 4 Maintenance rating schematic of the WSUD assets

### 3.4 墨尔本水敏性设施评估案例

墨尔本通过生态河流项目<sup>[6]</sup>建设了200多个水敏性设施。2017年,根据《水敏性设施评估指南》的指引,墨尔本水务局对其中95个水敏性设施进行了评估。其中包括57个生物滞留设施、25个生态树池和13处湿地。水敏性设施的位置见图5<sup>[6]</sup>。

以生物滞留设施和生态树池的功能评估为例。整个评估过程包括评估标准细化、评估结果、关键问题识别和建议反馈四部分。项目将《水敏性设施评估指南》的评估指标进行了细化,采用图文结合的方式,统一评估标准(见表2)<sup>[6]</sup>。

评估结果显示,生物滞留系统和生态树池中有25%满足暴雨控制设计要求,50%低于暴雨控制设计要求,另有25%完全失效。失效原因集中于入口堵塞、扩展滞留深度降低、植被覆盖率低和渗透层堵塞<sup>[6]</sup>。墨尔本水务局将评估结果反馈到水敏性设施各个阶段。在设计阶段,需要避免入口堵塞,入口

需要设计下降段、采用合适的尺寸并避免植被生长。在建设阶段,确保施工控制点,特别是表面水平、出入口高度等。运行阶段,在植物栽种期间关注植物生长,注重灌溉和水流管理。在维护阶段,进行持续性维护,确保入口不被堵塞,渗透层保持渗透性等。

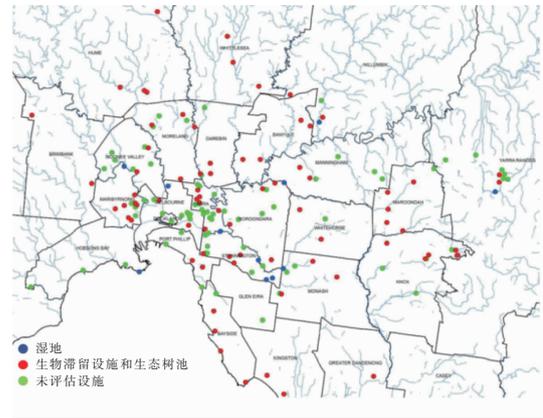


图5 水敏性设施的位置示意  
Fig.5 Location of WSUD assets

表2 生物滞留系统和生态树池功能评估细化标准

Tab.2 Key performance indicators of bioretention systems and tree pits

项目	入口	渗透率	扩展滞留深度	表面水平	植物密度
优秀 (1分)					
	入口干净	淤泥和黏土含量 < 20%	满足设计要求	水流可沿表面分布	植物密度 > 80%
良好 (2分)					
	入口部分堵塞	淤泥和黏土含量为 20% ~ 50%	设施部分缺失	部分区域未参与水流分布	植物密度为 50% ~ 80%
较差 (3分)					
	入口完全堵塞	淤泥和黏土含量 > 50%	扩展滞留深度明显降低	大部分区域未参与水流分布	植物密度 < 50%

## 4 对我国海绵设施评估的启示

澳洲水敏性城市设计已经探索了30年,形成了一套详细的水敏性城市建设体系,对于我国高速发展中的海绵城市建设具有借鉴意义。我国亟需形成一套完善的海绵设施全生命周期管理体系,明确规划管理、建设管理以及运行维护等各个阶段的责任主体、监管部门和工作任务。目前对于规划和建设阶段,国家到地方相继发布了管理办法,而对于运行维护阶段尚未形成详细的管理办法。因此形成海绵设施全生命周期管理体系,应补齐运行维护这一环节。

### 4.1 明确海绵设施运营维护主体

运行维护首先需要明确管理主体,我国海绵设施主要分为政府投资建设项目以及社会投资建设项目。政府投资建设项目有道路透水铺装、道路雨水滞流设施、下沉式绿地、植草沟、生物滞留带、雨水花园等,其管理主体涉及到城市管理部门、园林绿化部门、公园管理部门、广场管理部门等多个部门,可以遵循“谁投资,谁管理”的方式明确运营维护主体。社会投资建设的项目主要指居住小区内的海绵设施,应当由该设施的所有者或委托方负责运行维护,可纳入物业服务范围的设施由物业服务企业维护,无法纳入物业服务范围的由所属社区负责维护。此外,海绵设施的评估监管由当地政府负责。

### 4.2 完善海绵设施评估和维护指南

海绵设施建成之后,能否发挥运行效果,与设施运行状况检查和设施维护相关。在国家和地方已出台的规划指南和建设指南的基础上,应完善海绵设施评估指南和维护指南。我国海绵城市通过各种技术手段实现,包括透水铺装、绿色屋顶、下沉式绿地、生物滞留设施、渗透塘、渗井、湿塘、雨水湿地、蓄水池、雨水罐、调节塘、调节池、植草沟、渗管/渠、植被缓冲带、初期雨水弃流设施、人工土壤渗滤等。各类海绵设施的作用不同,结构各异。评估指南应根据海绵设施的特性,明确各自的评估时间、评估内容和评分标准,并且形成系统的评估记录。维护指南也应明确海绵设施的维护期限、维护项目,并形成系统的维护记录。简单的维护可以与评估检查同步进行。在评估检查过程中,发现一些严重问题或者难度较大的维护工程,可以记录在案,根据损坏情况和重要程度等评估结果,按照次序进行维护和更新。

例如,透水铺装,建议以3个月作为一个周期检查其透水表面的情况,包括表面沉积、堵塞、渗透等情况。根据其运行状况,进行简单的垃圾清理、堵塞物疏通等。以一年为周期,检查其透水层厚度,并清理其排水通道。若透水层出现结构性破坏,则记录在案,进行定期更新。

### 4.3 建立反馈机制

由于我国南方和北方存在差异,东部和西部也存在差异。统一海绵设施的规划设计、建设和运行维护体系,可能存在地方性水土不服的情况。各地的海绵设施运行维护也会遇到不同的问题,各地在海绵评估指南和维护指南的基础上应当形成符合地方实际情况的指南。同时建立信息反馈机制,将海绵设施在实际运行中的情况,梳理反馈到规划设计、建设、运营维护等各个阶段。通过反馈信息,不断完善我国海绵设施的设计理念、建设方式和运营流程,从而提高我国海绵城市建设水平。

### 参考文献:

- [1] REBEKAH B, BRIONY R, LARA W. Moving Towards Water Sensitive Cities: A Guidance Manual for Strategists and Policy Makers [M]. Australia: CRC for Water Sensitive Cities, 2016.
- [2] Melbourne Water. City of Melbourne WSUD Guidelines [M]. Victoria: City of Melbourne, 2015.
- [3] City of Melbourne. Total Watermark—City as a Catchment [M]. Victoria: City of Melbourne, 2009.
- [4] City of Melbourne. Total Watermark—City as a Catchment Update [M]. Victoria: City of Melbourne, 2014.
- [5] DALE B, MICHAEL G, KIM M, et al. WSUD Audit Guidelines [M]. Victoria: Stormwater Victoria, 2017.
- [6] Melbourne Water. Living rivers WSUD asset audit [EB/OL]. [2017-12-30]. <https://www.melbournewater.com.au/sites/default/files/LivingRivers-WSUD-asset-audit.pdf>.

作者简介:郑琦(1989-),女,四川绵阳人,博士,工程师,主要从事市政给水排水、海绵城市、黑臭水体治理的研究和设计工作。

E-mail: zhengqi201705@163.com

收稿日期:2019-03-26

修回日期:2019-11-07

(编辑:丁彩娟)