

# 严寒地区基于海绵城市理念的地铁场段设计策略探讨

李 强

(中铁第一勘察设计院集团有限公司, 710043, 西安//高级建筑师)

**摘 要** 以严寒地区城市地铁场段为研究对象,阐述了场段用地的平面功能分区、布置特点、汇水分区及污染物特征等。对严寒地区基于海绵城市理念的地铁场段进行了可行性分析,分析了基于海绵城市理念的地铁场段与普通场段的异同点。依据低影响开发设计原则,提出基于海绵城市理念地铁场段不同阶段的设计策略,以及针对性地给出绿地、道路与停车位、办公与生活区、库区,以及轨行区等场段用地的设计策略。

**关键词** 地铁;场段;设计策略;海绵城市理念;严寒地区  
**中图分类号** U279.3

**DOI:**10.16037/j.1007-869x.2021.10.041

## Design Strategy of Metro Yard and Section in Severe Cold Area Based on Sponge City Concept

LI Qiang

**Abstract** Taking the metro yard and section in severe cold area as the research object, the plane function zoning, layout characteristics, catchment zone and pollutant characteristics of the site section land are expounded. Then, with a feasibility analysis of the metro section construction in severe cold area based on sponge city concept, the similarities and differences between the metro section built on the basis of sponge city concept and the ordinary metro section are discussed. According to the design principle of low-impact development, the design strategies of metro depot engineering at different stages based on the sponge city concept, the design strategies of green space, road and parking space, office and living area, reservoir area, rail transit area and other depot land are put forward pertinently.

**Key words** metro; yard and section; design strategy; sponge city concept; severe cold area

**Author's address** China Railway First Survey & Design Institute Group Co., Ltd., 710043, Xi'an, China

目前,海绵城市理念已在全国大多数城市的学校、居住区广泛应用,但在地铁场段内的应用尚处于初步探索阶段。地铁场段往往位于城市边缘,由

于周边市政管网密度小、管径小,场段的运营会给周边的市政管网带来较大压力。因此,从减少市政管网中雨水排放量、促进雨水下渗补充地下水的角度出发,场段内的建设采用海绵城市理念具有必要性和紧迫性。同时,地铁场段内绿化空间相对充足,也适宜采用多种措施来实现雨水水质优化及其可能条件下的回收利用。因此,有必要针对海绵城市理念在地铁场段内的应用开展深入研究。

## 1 严寒地区基于海绵城市理念的地铁场段概述

### 1.1 严寒地区地铁场段的构成与特点

地铁场段内建筑按其使用性质进行集中布局,一般分为库区、办公与生活区、轨行区、段内道路与停车场等,主要特点如下:

1) 规模大、硬化面积大。地铁场段占地面积一般为  $2 \times 10^5 \sim 5 \times 10^5 \text{ m}^2$ <sup>[1]</sup>。其中,轨道、车间等硬质铺装面积较大。办公后勤区相对较为开放,对室外景观的要求不强,可布置适应气候特点的简单绿化<sup>[2]</sup>。

2) 场地坡度小。地铁场段内为便于车辆在段内的低速行驶,以及避免车辆发生溜车,基本无高差,场地坡度一般控制在 0.2%,不利于组织地面径流。根据 GB 50157—2013《地铁设计规范》,场段的场地最低标高要求不得低于周边百年洪水位,因此场地标高往往比周边高,在进行场段设计时仅需考虑自身雨水处理的问题。

3) 段址周边市政配套欠缺。一般情况下场段均位于轨道交通线路末端,对于规模不大的城市而言,场段选址常常位于城郊结合部,周边的市政设施建设往往并不十分完备,雨水外排条件不完善。

4) 内部地面径流大。场段内地面人、车流量小,轨行区早、晚时段地铁车辆出入频繁,轨行区、库区占地面积较大,大面积的硬化屋面、地面会在降雨时快速产生大量雨水径流。需要按照不同的

分区布置相应的设施。

5) 建筑布局主要考虑保温和防风。严寒地区的场段内建筑在布局与设计时,主要满足冬季防寒、保温、日照和防风的要求,争取南北朝向。对建筑物外形进行规整以获得较小的体形系数。由于建筑物外露面积小,且密闭性强,其屋面主要考虑积雪荷载及抗冻融危害等。为保证夏季通风和冬季避风,严寒地区的场段内建筑群体往往采用错列式、南敞北闭的建筑布局。为防止冻害,场段内排水沟避免选用明沟。

6) 场段绿化简单、范围小、布置零散。由于严寒地区的气候不利于植物生长,为减小场段后期的养护压力、节约工程费用,往往采用硬化代替绿化,或者仅采用简单绿化,避免采用水体、园林、堆土山体等较为复杂的景观绿化设计手段。场段内建筑布置以工艺需求为主,绿化随建筑分散布置。

## 1.2 场段用地汇水分区及污染物特征

场段用地汇水特征比较复杂,和其他城市用地不同,场段用地包含了地铁的运维检修、车辆清洁、办公区域等,所产生的污染物也不仅仅是一般的地表污染物,它包含特殊的轮胎磨损污染物、机油污染物、燃油污染物及重金属等。因此,场段用地的污染物较其他用地更为复杂。根据场段平面布局中不同功能区的汇水特征,可将场段用地分为以下4种类型。

1) 综合办公区:该区域内的建筑主要包括各类办公建筑、维修建筑及附属用房等,该类污染物较小,汇水面为屋顶界面,面积大且较为集中;绿地主要为附属绿地、防护绿地及广场用地。

2) 库区:该区域内主要为厂房式建筑,其占地和屋顶面积均较大,建筑高度一般约为10 m,落水高差很大;运用库区域周边绿地极少。

3) 其他建筑及道路区:该区域内的建筑主要包括锅炉房、调度室、值班室、门卫处、变电所等,建筑分布较分散,占地面积较小;绿地主要分布在建筑附近为附属绿地,面积较小;道路主要为硬质铺装,面积较小。

4) 股道区:室外股道区由露天的车辆运行线组成,其面积大、长度长,周边多为绿地或硬质铺装,和普通道路有很大区别,由铁轨和碎石组成。

## 1.3 严寒地区基于海绵城市理念的地铁场段可行性分析

1) 基于海绵城市理念的地铁场段的构建是保

证场段防内涝的有效措施,同时又可有效改善场段内的环境。

2) 在场段建设中,原有的地面和植被均会被开挖与迁移,在工程后期进行地面硬化和绿化布置时,采用符合海绵城市理念的措施和材料便可实现。

3) 海绵城市系统所要求的各种材料、措施与技术均较为成熟,将其运用于场段中,不会给工程投资、难度、工期带来较大变化。

结合上述分析,基于海绵城市理念的地铁场段建设是合理、可行的。

## 1.4 严寒地区基于海绵城市理念的地铁场段含义

严寒地区基于海绵城市理念的地铁场段是指,针对所处严寒地区场段的不同区域、不同建设阶段,分别采用不同的措施;考虑充分利用现有的条件,在发挥绿化自然调蓄作用的同时,考虑接纳部分轨行区的场地雨水,来完成场段内雨水的截污-滞留-下渗-回用。

## 1.5 基于海绵城市理念的地铁场段与普通场段的主要异同点

1) 基于海绵城市理念的地铁场段与普通场段相比,在雨水处理方面,由传统的汇集—外排,变为了汇集—净化—滞留—下渗—回用—外排,力争将雨水利用绿地、生物滞留设施、雨水回收设施等就地消纳,削减被直接排放至市政管线系统内的雨水,减轻市政雨水管网压力。

2) 通过生物滞留、雨水净化等设施对雨水进行处理,除补充地下水外,还可利用雨水作为绿化灌溉、道路清洗等日常非生活用水,以实现场段内雨水的回收利用。

3) 基于海绵城市理念的地铁场段内设置有大量的雨水滞留、径流传输设施,此类设施可以削减径流峰值、延缓峰值时间,有利于保证场段在遭遇短期强降雨时的安全,避免内涝。

4) 为保证有效汇集屋面雨水,基于海绵城市理念的地铁场段均采用屋面进行有组织排水;为保证地面径流的有效汇集,采用植草沟而非排水沟。

5) 基于海绵城市理念的地铁场段内的生物滞留设施、生物过滤设施可以对雨水内的污染物进行处理、过滤,有利于保证地下水的水质,以及排向市政雨水管网内的溢流雨水水质。

总之,与普通场段相比,基于海绵城市理念的地铁场段在综合选取了多种低影响措施后,在雨水的就地消纳、净化、处理上具有更好的社会效益与

生态效益。

## 2 严寒地区基于海绵城市理念的地铁场段的设计原则

在基于海绵城市理念的地铁场段的设计中,根据严寒地区的气候特点,需基于低影响开发设计原则采用针对性的技术措施:①根据城市规划的要求确定场段的雨水控制目标;②采用渗透、过滤、净化、阻断、引导等措施,促进雨水的汇总、净化、下渗,减少雨水的外排量。

其主要设计原则如下:

1) 根据《海绵城市建设技术指南》,以及各地区发布的技术导则、总体与控制性详细规划,确定径流控制目标等各项标准;

2) 结合场段的场地特点及景观需求,基于海绵城市理念有针对性地进行场段设计;

3) 重视绿化的设置,在海绵城市理念的场段内,绿地是最重要的组成部分,应充分发挥绿地的自身特点,最大限度容纳及净化雨水;

4) 尽可能设置下凹式室外绿地,采用透水材料铺装室外停车场的地面、道路、广场,同时在可能的条件下设置雨水调蓄池,将储存的雨水经处理后用于日常绿化养护、道路除尘、车辆清洗等工作中。

## 3 严寒地区基于海绵城市理念的地铁场段的设计策略

基于海绵城市理念的地铁场段的相应设施以生态化的地面设施为主,按布局方式不同分为分散型设施(如雨水花园、下沉式绿地等)和相对集中型设施(如渗透塘、湿塘等)。根据场段用地的特征以及绿地分布规律,建议按区域划分布置分散型设施,有针对性地控制每个区域的径流。相较于集中型设施,分散型设施的调蓄空间一般更小,在相同径流总量控制目标的情况下,所需面积大于集中型设施,需要更多的绿地空间。

### 3.1 地铁场段不同阶段的设计策略

在前期规划研究阶段,应依据城市规划的要求提出相应的措施,以此确定地铁场段的设计标准。在施工图设计阶段,应对场段内各个不同分区落实相应的设计策略。

### 3.2 绿地、道路与停车位的设计策略

绿地、道路与停车位的设计策略如下:

1) 场段内广场、机动车与非机动车停车场、人

行道、建筑物入口广场,以及内部道路均采用透水材料进行路面铺装,广场、人行道、停车场、人员活动场地可分别选取透水混凝土、透水砖、嵌草砖、鹅卵石、砂石碎石进行铺装,机动车道可选取透水混凝土、透水沥青路面。嵌草砖、透水砖适用于停车位的铺装<sup>[2]</sup>。

2) 将场段内的绿化带与绿地均布置为低于周边路面 0.2 m 左右的下沉式绿地,同时在下沉绿地上设溢流口,在降雨量较大的情况下对无法容纳的雨水进行排放,溢流口顶部高出下沉式绿地 0.1 ~ 0.2 m。下沉式绿地相对于其他区域再下凹 0.1 m,使得路面及周边绿地雨水首先流入下沉绿地。应注意,当有非透水铺装时,其周边应不再设置下沉式绿地,并在下沉式绿地与非透水铺装之间做防水处理,同时使用砂石、100 mm 厚级配碎石作为非透水道路及其周边绿化的换填土以防止道路发生冻害<sup>[3]</sup>。

3) 停车场内道路,以及广场、停车场等周边均设置植草沟(见图 1)。植草沟主要是在地表沟渠内种植草与灌木或乔木,可以用于净化、收集、下渗和排放雨水,也可用于其他雨水设施与排水管网的连接。植草沟深 0.15 ~ 0.20 m,土方回填和换填时应采用砾石层及砂层。为了防止雨水由道路流入植草沟时的冲蚀,可在靠近植草沟一侧沿道路按照一定的间距设置路缘石。植草沟的出水处也需进行防侵蚀保护,处理措施为在出水处铺设卵石。



图 1 植草沟实景图

Fig. 1 Actual diagram of grass planting ditch

4) 为保证渗透效果,应及时进行植物维护、除杂草。进水口尺寸应能满足相应面积的雨水汇集要求;还应保证进水口、溢流口处无植物或其他障碍物影响其畅通。

在植物的搭配上应选择耐淹、耐旱、耐污染、耐盐碱、耐寒抗冻的本土植物。在严寒地区禾本科植物对雨水设置的各种要求也有较好的适应性,可予

以重点考虑<sup>[4]</sup>。

### 3.3 办公与生活区的设计策略

办公与生活区建筑密度相对于库区而言较小,有较多室外场地。该区域主要为屋顶界面汇水,以及绿地周边的地表径流,包括周边地表径流及屋顶界面有组织排水。汇水区构成复杂,地表污染物、顶界面污染物、生产用水污染物较多。该区域的设计策略如下:

#### 3.3.1 屋面的设计策略

本区域内屋面结构主要为钢筋混凝土现浇屋面,具有较好的承载力和防水性,为屋面绿化提供了充足的条件。研究表明,若屋顶绿化种植基质层厚度为 10 cm,则屋顶绿化能承载的日降雨量为 19.14 mm;若屋顶绿化种植基质层厚度为 30 cm,对应承载的日降雨量为 31.9 mm<sup>[5]</sup>。

受屋顶承载力和成本的限制,需要选择根系较浅的植物,同时所选择的植物需要有抗风性。为了减少日常维护管理,生命力强、抗旱的植物适用于屋顶绿化。图 2 为屋顶绿化实景之一。



图 2 屋顶绿化实景图

Fig. 2 Actual diagram of roof greening

#### 3.3.2 楼旁绿地的设计策略

楼旁绿地应以下沉式的植草与灌木为主。通常的做法为:在建筑与周边的下沉式绿地、植草排水沟间采用雨水断接措施,通过渗透、储存等措施以阻断地面径流的连续性,使雨水不至于直接流入周边的绿地、植草排水沟中,控制径流量,形成将雨水由屋面引导至下沉绿地、植草排水沟等地面生态系统。雨水断接措施如图 3。

#### 3.3.3 公共绿地的设计策略

公共绿地作为段内工作人员在非值班期间的休闲娱乐活动的场所,其设计手法较为多样,重点应注意该区域植物、水体的设置。

公共绿地除要使其高度低于周边道路外,其内



图 3 雨水断接措施

Fig. 3 Rainwater disconnection measures

部不宜过于平整,应有局部的下凹和凸起,在进行不同植物搭配时应采用乔木、灌木、草构成高低搭配的垂直绿化系统。

由于蒸发量大于降水量、封闭水体自净能力低、冬季严寒且封冻周期长、气候干燥等自然因素的制约,导致严寒地区的水景维护成本较高。因此,不建议在严寒地区的场段设计中布置水体景观。

#### 3.3.4 其他场地

在办公与生活区内往往还设置有篮球场、羽毛球场等室外活动场地。这类场地应采用透水混凝土、透水砖、嵌草砖、鹅卵石及砂石碎石等进行铺装。

### 3.4 库区的设计策略

由于库区占地大、整体屋面面积较大,因此对场段内低影响开发雨水系统的构建至关重要。库区基本都采用屋顶界面汇水。库区的设计策略如下:

#### 3.4.1 库区屋面的设计策略

库区建筑屋面材料多为金属屋面或轻型屋面板,承载力和防水性较弱,因此,屋面绿化措施不适用于库区的建筑屋面处理。

#### 3.4.2 库区绿化与道路的设计策略

库区景观需求性不强,往往仅对库边与车道之间的区域进行简单绿化,一般不设置成规模的公共绿地。库区道路使用透水沥青或透水混凝土路面进行铺装。在设置库区绿化时将绿化带设置为下沉绿地,将排水沟设置为植草沟;在建筑与周边的下沉式绿地、植草排水沟之间采用雨水断接措施,雨水流至地面后首先流入雨水断接设施内,这样雨水不至于直接流入周边区域中,通过该措施最终可将屋面雨水引导至周边地面生态系统中。为保证水面低于路面,在下沉式绿地内应设溢流口、排水沟,并将其与场段内的排水系统连接。

库区绿化为仅限于车道与建筑之间的绿化带,

为保证消防扑救要求,主要采用植草和灌木等措施。

为避免库内地面沉降,在绿地、渗沟靠近建筑物的一侧,应当采取适当措施使更多的雨水下渗,避免对库区建筑和轨道造成破坏。

### 3.5 轨行区的设计策略

室外股道污染物主要为燃油燃烧污染物、重金属、轮胎磨损物、悬浮固体等。地表污染物主要为燃油燃烧污染物和重金属、砂砾、泥土和颗粒物、轮胎磨损物、润滑油、融雪剂、农药等。

轨行区主要由股道区、股道两侧的绿化区组成,应根据3个区域的特点和性质分别采取不同的措施。

#### 3.5.1 股道区

场段内的股道区连接着库区与正线,早发车、晚收车,股道区道岔多、弯道多,对地表沉降要求高,故此处应重点考虑快速汇水、排水,保证列车行驶安全。股道区雨水地面采用不透水硬化处理,将雨水汇集后通过排水明沟排向周边的绿化区。

#### 3.5.2 股道周边绿化区

股道区地面有较多污染物,在股道周边的绿化区内,应通过植物、土壤和微生物系统净化雨水。因此,将股道周边的绿化区设置为雨水滞留设施,将道路周边设置植草沟,路面采用透水铺装。

雨水滞留设施中的水量与降雨关系密切,在非降雨期间几乎是干燥的,配置的植物应根系发达、能抗污染、耐水、耐旱、抗冻<sup>[6]</sup>。应定期维护雨水滞留设施以免使其渗透能力下降,降低污染物滞留处理效果。在雨水滞留设施中设置溢流口,保证上下游排水系统的顺畅,及时将超标雨水尽快排入市政管网,避免场地内涝。

## 4 结语

海绵城市体系在地铁场段中以非点源水质污染控制及雨水资源化利用为主要目标,同时还可以辅助城市排水系统解决雨洪问题,以发挥区域内水循环的更大潜力。反之该体系也会影响整个城市的海绵城市体系规划,因此,应努力使该体系更加完善、布局更加合理、效果更加明显。在现有城市绿地的基础上,根据场地的特征,科学合理地选择建设用地范围及其处理方式,在保证地铁安全运行的基础上,最大限度地满足雨水管理控制目标。在海绵城市建设的浪潮下,理性认知是推动海绵城市体系建设的充分必要条件,因此,各个领域应协同

发展,进一步促进城市的可持续健康发展。

在严寒地区的地铁场段进行海绵城市体系建设仍然是个需要不断探索完善的新课题。需综合考虑各方面因素,因地制宜地选取经济、高效、合理的技术措施,改善场段水的收集排放系统,减少雨水初期径流对城市水环境的污染,减缓雨水排放不畅给场段运行带来的不便和安全隐患,减少场段内雨水外排,为地铁工程带来良好的环境、社会与经济效益。

## 参考文献

- [1] 郭建民,李虎.城市轨道交通环线与城市建设的协同耦合发展[J].城市轨道交通研究,2019(1):8.  
GUO Jianmin, LI Hu. On the coupling development of urban rail transit circle line planning and city construction[J]. Urban Mass Transit, 2019(1): 8.
- [2] 张爱萍,于之华,陈艳.透水路面在校园景观道路建设中的应用和发展[J].重庆建筑,2018(10):41.  
ZHANG Aiping, YU Zhihua, CHEN Yan. Application and development of permeable pavement in campus landscape road construction[J]. Chongqing Architecture, 2018(10): 41.
- [3] 李冠杰.浅析透水铺装材料在严寒地区海绵城市建设中的应用与发展[J].建材·质检·研究,2018(9):55.  
LI Guanjie. Analysis on the application and development of permeable pavement materials in the construction of sponge cities in severe cold areas[J]. Building Materials · Quality Inspection · Research, 2018(9): 55.
- [4] 王思思,吴文洪.低影响开发雨水设施的植物选择与设计[J].园林,2017(7):16.  
WANG Sisi, WU Wenhong. Plant selection and design of rainwater facilities for low impact development[J]. Garden, 2017(7): 16.
- [5] 彭湛,杨霞.屋顶绿化对海绵城市建设的重要性分析[J].建筑技术开发,2019(2):152.  
PENG Chen, YANG Xia. Importance of roof greening to construction of sponge city[J]. Building Technique Development, 2019(2): 152.
- [6] 陈世杰,宫永伟,李俊奇,等.北京市某车辆段雨洪控制利用方案模拟评估及优化[J].给水排水,2016(6):42.  
CHEN Shijie, GONG Yongwei, LI Junqi, et al. Evaluation and optimization of stormwater runoff control and management plan of a subway station in Beijing City[J]. Water Supply and Drainage, 2016(6): 42.
- [7] 张冰,周玲,董建昆.海绵城市技术在地铁车辆段中的方案应用性研究[J].建筑技术开发,2018(8):9.  
ZHANG Bing, ZHOU Ling, DONG Jiankun. Applied research for solutions of subway depots in sponge cities[J]. Building Technology Development, 2018(8): 9.

(收稿日期:2019-11-27)