

doi: 10.3969/j.issn.1672-6073.2018.05.019

完全有组织排水技术 在地铁车辆段中的应用

何瑞兰¹, 任盼盼², 赵辰¹, 吴春光¹

(1. 北京城建设计发展集团股份有限公司, 北京 100037; 2. 中铁上海设计院集团有限公司, 上海 200070)

摘要: 地铁车辆段在地铁运营中起着重要作用, 但在工程实践中地铁车辆段常被暴雨侵袭出现积水, 影响车辆段正常使用的现象屡见不鲜。针对这种现状, 以某地铁车辆段为例, 结合完全有组织排水技术理念, 探究车辆段有组织排水技术的应用方式。在对大量车辆段暴雨特点现状调查与分析的基础上, 通过剖析其排水体制, 提出针对雨水系统的以源头减排来实现削减洪峰流量, 采用虹吸雨水、调蓄池等行之有效的有组织排水技术。

关键词: 轨道交通; 车辆段; 完全有组织排水技术; 调蓄池; 下凹式绿地

中图分类号: U231

文献标志码: A

文章编号: 1672-6073(2018)05-0101-05

Application of Fully Organized Drain Technology in Planning for Prevention of City Waterlogging

HE Ruilan¹, REN Panpan², ZHAO Chen¹, WU Chunguang¹

(1. Beijing Urban Construction Design & Development Group Co., Ltd., Beijing 100037;

2. China Railway Shanghai Design Institute Group Co., Ltd., Shanghai 200070)

Abstract: The subway depot plays an important role in the operation of the subway. However, in engineering practice, subway depot sections are often flooded during rainstorms, and normal use of the vehicles is often affected. Taking a subway depot as an example, combined with the idea of fully organized drainage technology, we explored the use of organized drainage technology applications in the subway depot. Based on the investigation and analysis of the characteristics of many subway depots, we have analyzed the drainage system and proposed effective organized drainage technologies for reducing the peak discharge of rainwater systems, such as the use of a siphoned rain and storage pool.

Keywords: subway; subway depot; fully organized drain technology; siphon rain; storage pool

地铁车辆段是城市轨道交通系统中对地铁车辆进行运营管理、停放以及保养的重要场所, 同时也是车辆段工作人员的办公及临时住宿场所。地铁车辆段占地面积大, 通常在十几公顷以上。目前, 1) 联合检修库、运用库等建筑物的屋面面积很大, 甚至进行了上盖开发^[1]; 2) 股道部分面积大, 纵向排水沟排水点位集中布置; 3) 车辆段雨水系统往往要接纳出入段线洞口雨水泵房的压力雨水。地铁车辆段的雨

水如何安全有效地快速排除, 成为地铁给排水设计人员的一个设计重点。

1 研究现状

有组织排水是将车辆段划分成若干排水区, 按一定的排水坡度把雨水沿一定方向有组织地汇入雨水管道系统的排水方式。完全有组织排水技术是通过车辆段区域内的绿地等公共面积进行下沉改造来收集、储存过量雨水^[2-3]。

车辆段上述下沉区域底部设置雨水管连接至市政雨水管网。雨水管上安装流量调节阀, 来控制雨水的排出流量。暴雨时, 过量雨水先期储存于各下沉区域,

收稿日期: 2017-12-26 修回日期: 2018-01-10

第一作者: 何瑞兰, 女, 硕士, 工程师, 从事城市轨道交通给排水研究工作, 303319867@qq.com

并以不超过城市管网排水能力的流量排放至城市雨水管网；降雨减小或停止时，储存的雨水继续排放至城市雨水管道。暴雨过程中超出储存容积的雨水，由溢流设施组织排放至城市雨水管网^[4-5]（见图1）。

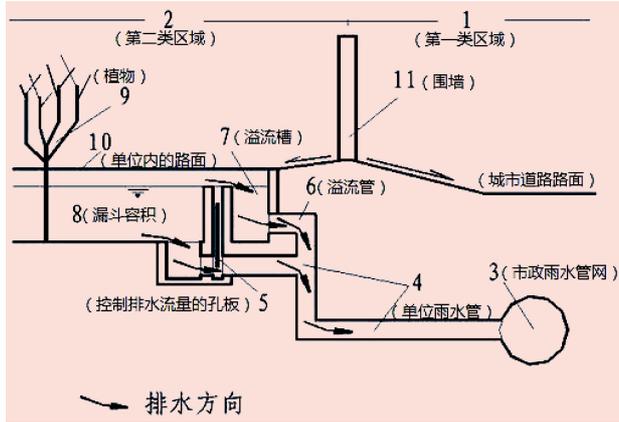


图1 完全有组织排水技术构成

Fig. 1 Technology behind a completely organized drainage system

2 应用现状分析

2.1 大屋面有组织排水技术

车辆段的停车列检库、联合检修库、运用库等大库屋面跨度大、面积广，屋面荷载承受能力较小^[6]。这就要求大屋面雨水能在短时间内迅速排出。如采用传统重力流雨水排水系统，需要增加雨水斗及雨水管数量，但是由于屋面跨度大、柱距大，且雨水只能采用外排水方式，传统重力流不符合大屋面瞬时排水的需求。

虹吸雨水系统主要应用于工业厂房、库房、公共建筑的大型屋面雨水排放。其关键技术为不掺气的新型雨水斗，该种雨水斗采用特殊的构造，使雨水在进入雨水排水系统前得到整流，最大限度地将空气隔离在雨水排放系统之外，为系统内形成压力满管流提供条件^[7-8]。

虹吸排水的原理见图2，充分利用屋面雨水斗与排出管之间的几何高差，当降雨强度达到设计值时，管道内呈满流状态，雨水从悬吊管转入立管跌落时管道内形成负压，产生虹吸作用，快速排出屋面雨水。

2.2 股道有组织排水技术

车辆段股道专供列车在车辆段内进出库房、试车等使用要求。股道间雨水通过纵、横相连的排水设备收集后，就近接入道路上的雨水检查井排走。股道雨水量按5年一遇的暴雨强度计算确定。

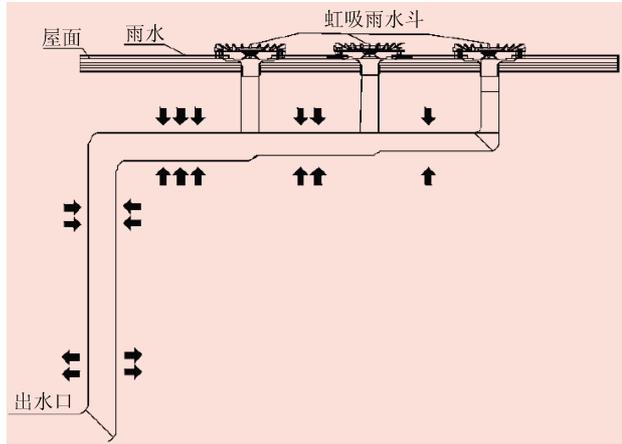


图2 虹吸排水系统原理

Fig. 2 Diagram of a siphon drainage system

经计算，本项目股道间横向过水孔直径取400mm，坡度为0.005°。横向盖板排水槽及管涵见表1。

表1 横向盖板排水槽及管涵

Tab. 1 Horizontal cover drainage trough and culvert table

| 编号 | 里程 | 孔径类型/m | 长度/m | 坡度/% | 标高/m | |
|-----|-----------|--------|------|------|-------|-------|
| | | | | | 入口 | 出口 |
| H5 | DK0+563.6 | 0.4 | 8 | 5.0 | 3.505 | 3.467 |
| H1 | DK0+200.0 | 0.4 | 7 | 5.0 | 3.816 | 3.781 |
| H4 | DK0+550.0 | 0.4 | 10 | 5.0 | 3.679 | 3.63 |
| H8 | DK0+650.0 | 0.4 | 7 | 5.0 | 3.865 | 3.831 |
| H6 | DK0+600.0 | 0.4 | 9 | 5.0 | 3.69 | 3.644 |
| H7 | DK0+650.0 | 0.4 | 6 | 5.0 | 3.788 | 3.759 |
| H10 | DK0+569.4 | 0.4 | 9 | 5.0 | 3.72 | 3.674 |
| H9 | DK0+540.1 | 0.4 | 9 | 5.0 | 3.662 | 3.619 |
| H3 | DK0+475.0 | 0.4 | 6 | 5.0 | 3.448 | 3.416 |
| H2 | DK0+425.0 | 0.4 | 12 | 5.0 | 3.429 | 3.368 |
| H11 | DK0+540.0 | 0.4 | 7 | 5.0 | 3.657 | 3.624 |
| H13 | DK0+650.0 | 0.4 | 8 | 5.0 | 3.95 | 3.909 |
| H12 | DK0+600.0 | 0.4 | 15 | 5.0 | 3.799 | 3.725 |

本项目股道间纵向排水沟宽度一般取400mm，坡度为0.002°。

通过设置纵横排水设备，股道上产生的雨水能快速有组织排至车辆段道路雨水管线系统。

2.3 车辆段出入段线有组织排水技术

车辆段出入段线是连接车辆段到运营正线的连接线。U型槽段汇水面积内的雨水经洞口雨水泵房收集后，由潜水泵就近排入道路上的雨水检查井排走。

洞口雨水通过横截沟排入雨水集水池内，横截沟的数量应通过计算确定；泵站的排水能力根据其汇水

面积按 50 年一遇的暴雨强度计算确定;集水池的有效容积不小于排水泵 5~10 min 的排水量;排水泵房设 3 台潜水排水泵,平时两用一备,最大时 3 台泵同时工作,每台泵的排水能力应不小于最大小时排水量

的 1/3;雨水通过潜水排水泵提升后从洞口排至室外压力检查井,并排入城市雨水管网。

洞口雨水泵站设两根压力排水管。本项目洞口雨水泵房平面图及剖面图见图 3 和图 4。

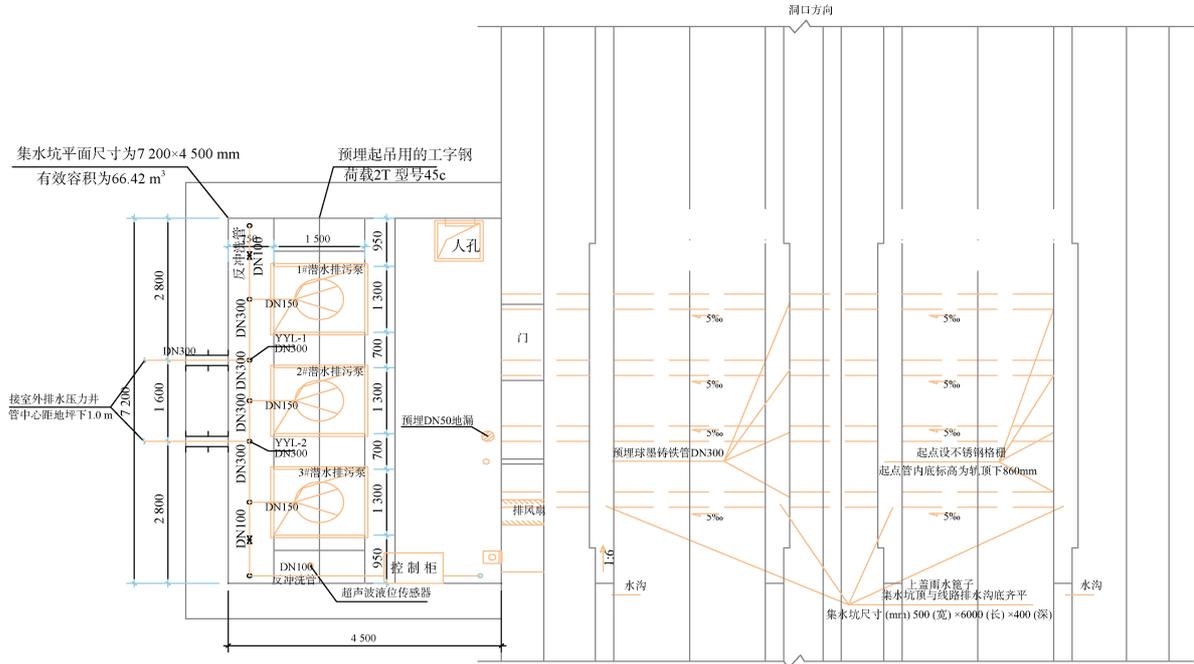


图 3 洞口雨水泵房平面布置

Fig. 3 The rainwater pump room layout

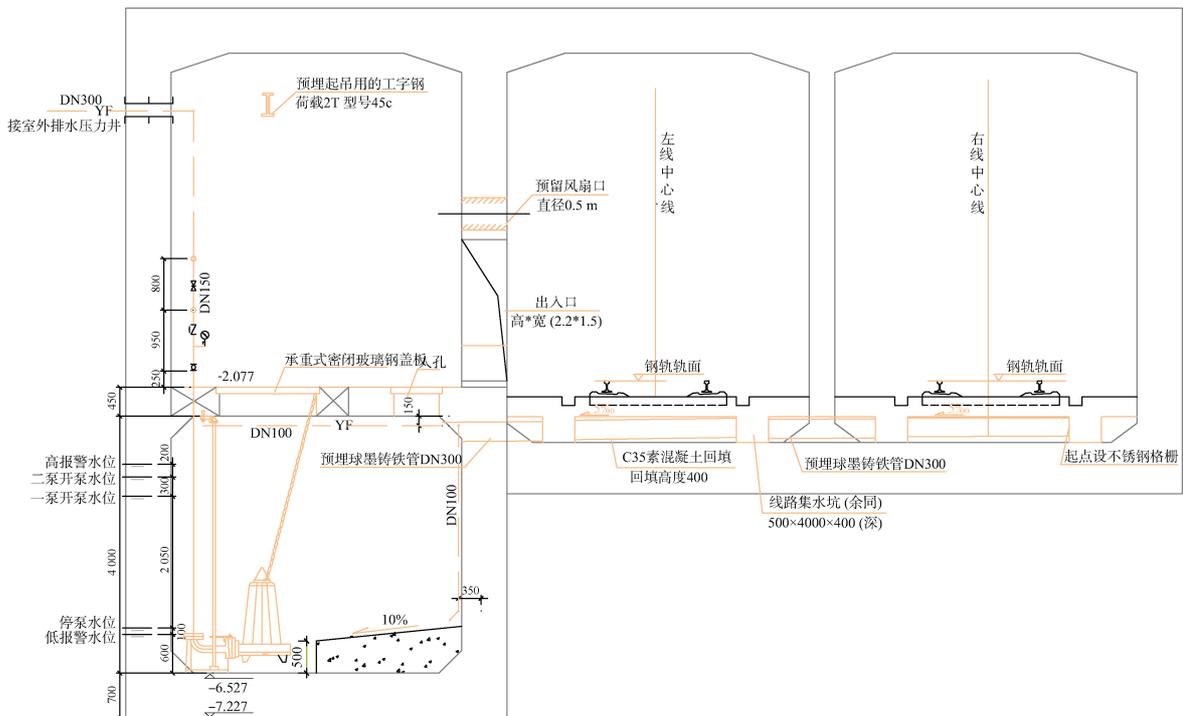


图 4 洞口雨水泵房剖面

Fig. 4 The rainwater pump room section

经计算，洞口雨水泵房的集水坑平面尺寸为 7.5 m×4.5 m，有效容积 66.42 m³。设两根 DN300 压力排水管。设 3 台潜水泵，平时两用一备，必要时同时启动。潜水泵参数： $Q=350\text{ m}^3/\text{h}$ 、 $H=20\text{ m}$ 、 $N=37\text{ kW}$ 。控制方式有 3 种，分别为就地手动控制、就地液位自动控制及 BAS 远程控制。车站控制室控制并显示排水泵工作状态和水位信号。

2.4 雨水调蓄池

降雨过程中，降落在透水路面的雨水就地入渗，

部分路面雨水进入周边下凹绿地渗入地下，其余路面与屋面雨水经雨水管道，经初期弃流后进入蓄水池。蓄水池除可以调蓄雨水、缓解洪峰、降低市政管网的压力之外，池内收集的雨水同时具有很高的回用价值^[9-10]。

车辆段在合适的位置和空间内将雨水蓄水池全部构筑单元设在地面以下。雨水利用系统布置见图 5。

在雨水收集利用过程中，初期雨水水质较差，应将初期雨水予以排除，收集较为洁净的中、后期雨水。初期雨水水质检测见表 2。

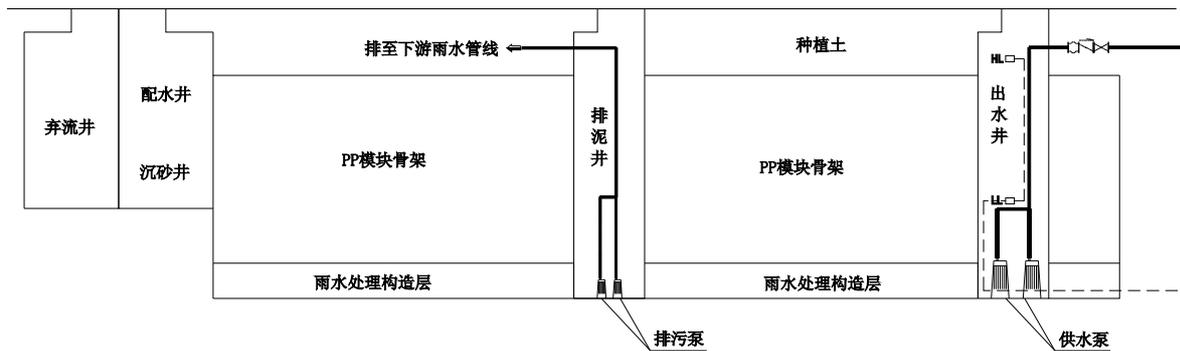


图 5 雨水收集回用系统工艺流程

Fig. 5 Rainwater collection and reuse flow chart of system processes

表 2 初期雨水水质检测

Tab. 2 Testing table of initial rainwater quality

| 项目 | 天然雨水 | 联合检修库屋面 | | 道路雨水 | |
|---------------|--------|---------|-------|-------|---------|
| | 平均值 | 平均值 | 变化系数 | 平均值 | 变化系数 |
| COD/ (mg/L) | 25~200 | 700 | 0.5~4 | 1 220 | 0.5~3 |
| SS/ (mg/L) | <10 | 800 | 0.5~3 | 1 934 | 0.5~3 |
| 合成洗涤剂/ (mg/L) | | 3.93 | 0.5~2 | 3.50 | 0.5~2 |
| NH3-N/ (mg/L) | | | | 7.9 | 0.8~1.5 |
| Pb/ (mg/L) | <0.05 | 0.69 | 0.5~2 | 0.3 | 0.2~2 |
| 酚/ (mg/L) | 0.002 | 0.054 | 0.5~2 | 0.057 | 0.2~2 |
| TP/ (mg/L) | | 4.1 | 0.8~1 | 5.6 | 0.5~2 |
| TN/ (mg/L) | | 9.8 | 0.8~1 | 13 | 0.5~5 |

通过以上测试结果可以看出大库屋面雨水较道路雨水清洁很多，屋面雨水的弃流采用弃流井。弃流雨水进入路面雨水排放管线，中、后期的洁净雨水进入屋面雨水收集管线，流向雨水储水池。

用于收集雨水的储存装置，采用成品装配式 PP 模块，可以采用不同数量的组合来构成不同的容积。该材质储水池便于安装施工，且容易保证储水池内水质。此类 PP 储水模块可回收使用。PP 模块单体结构

和整体安装效果见图 6 和图 7。

调蓄池：以聚丙烯塑料模块箱组合形成一个地下水池，在水池周围根据工程的需要可以包裹防渗不透水和可以入渗透水的两种土工布，做成贮水型和渗透型的两种不同类型。塑料模块组合的水池安装方便，承载力大。同时内壁粗糙度为 0.009，比混凝土内壁光滑，内部结构不易附着杂质，更有利于保证水质稳定。水池上方可作为绿地，种植花草和树木等，起到美化环境的作用。

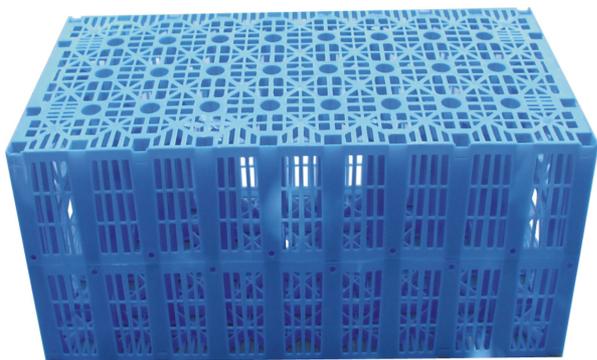


图6 PP模块单体结构

Fig. 6 Structure of the PP module monomer



图7 PP模块整体安装效果

Fig. 7 Overall installation effect diagram of the PP module

3 结论

笔者探究了车辆段有组织排水技术应用的方式。在对大量车辆段暴雨特点的现状调查与分析的基础上,通过剖析其排水体制,提出了行之有效的有组织排水技术。1)利用虹吸雨水系统快速、有效地排出大屋面雨水;2)利用横向、纵向排水沟槽及时地排除股道雨水;3)利用洞口雨水泵房收集并排除出入段线雨水;4)利用蓄水池延缓洪峰径流形成的时间,削减洪峰流量,从而减小雨水管道系统的防洪压力,提高设计区域的防洪标准,减少洪灾造成的损失。

通过这几种行之有效的完全有组织排水技术,我们能够实现对车辆段雨水在时间和空间上的合理组织,将暴雨洪峰流量对车辆段的危害降到最低。对目前国内城市的车辆段雨水排水系统的设计,具有重要的参考借鉴意义。

参考文献

[1] 杨彩玲. 地铁车辆段大型屋面的排水工程设计[J]. 福建建筑, 2017(10): 90-94.

YANG Cailing. Design of drainage engineering on large roof in metro depot[J]. Fujian architecture & construction, 2017(10): 90-94.

[2] 张星宇, 张乐平. 减少城市道路积水的方法: 中国, CN 200910066397.3[P]. 2009.

[3] 城镇内涝防治技术规范: GB 51222—2017[S]. 北京: 中国计划出版社, 2017.

Technical code for urban flooding prevention and control: GB 51222—2017[S]. Beijing: China Planning Press, 2017.

[4] 室外排水设计规范: GB 50014—2006[S]. 北京: 中国计划出版社, 2016.

Code for design of outdoor wastewater engineering: GB 50014—2006[S]. Beijing: China Planning Press, 2016.

[5] 城镇雨水调蓄工程技术规范: GB 51174—2017[S]. 北京: 中国计划出版社, 2017.

Technical code for urban storm water detention and retention engineering: GB 51174—2017[S]. Beijing: China Planning Press, 2017.

[6] 胡世春. 西安地铁二号线渭河车辆段屋面虹吸雨水系统施工技术探讨[J]. 水利与建筑工程学报, 2010, 8(4): 196-199.

HU Shichun. Discussion on construction technology for roof siphon drainage system of weihe vehicle depot in No.2 line of Xi'an metro[J]. Journal of water resources and architectural engineering, 2010, 8(4): 196-199.

[6] 黄晓家, 赵雨舟, 高敬, 等. 我国屋面雨水排水系统技术应用的研究与发展[J]. 给水排水, 2007, 33(4): 83-88.

HUANG Xiaojia, ZHAO Yuzhou, GAO Jing, et al. Research and development of roof water drainage system technology application in China[J]. Water & wastewater engineering, 2007, 33(4): 83-88.

[7] 孙瑛. 压力流(虹吸式)屋面雨水排水系统水利计算[J]. 给水排水, 2002, 28(1): 77-81.

SUN Ying. Water conservancy calculation of pressure-flow (siphonic) roof rainwater drainage system[J]. Water & wastewater engineering, 2002, 28(1): 77-81.

[8] 城市内涝防治规划标准(征求意见稿)[A]. 北京: 中华人民共和国住房和城乡建设部标准定额司, 2017.

[10] 张辰, 吕永鹏, 陈嫣. 城镇内涝防治技术规范 GB 51222—2017 的解读[J]. 给水排水, 2017, 47(8): 55-59.

ZHANG Chen, LV Yongpeng, CHEN Yan. Interpretation of GB 51222—2017 Technical Code for urban flooding prevention and control[J]. Water & wastewater engineering, 2017, 47(8): 55-59.

(编辑: 王艳菊)