

海绵城市理念在工业厂房项目设计中的应用

——以合肥市某电动汽车产业园项目为例

黄永伟

(合肥市规划设计研究院, 安徽 合肥 230000)

【摘 要】工业厂房项目具有屋面多、硬化比高、绿地面积小等特点, 场地硬化率高, 径流系数大, 水文条件较未开发前发生较大变化, 加大了下游排水系统的压力, 需要采取低影响开发措施。本文以合肥市某电动汽车产业园项目为研究对象, 研究分析在工业厂房项目中的海绵城市专项设计应用, 主要采用下凹式绿地、生态停车位、调蓄管涵等海绵措施, 实现了年径流总量控制率、径流峰值控制和年SS去除率等控制要求。

【关键词】海绵城市; 下凹式绿地; 生态停车位; 调蓄管涵

一、概述

工业厂房是城镇化建设的重要组成部分, 它是城市区域的一部分。工业厂房作为海绵城市建设的单元, 只有将工业厂区的雨水系统及生态建设搞好, 才能逐渐地扩大目标, 实现海绵城市整体化建设的目标, 提高城市的自然蓄水能力和自然渗水能力^[1]。

合肥市某电动汽车产业园项目位于安徽省合肥市空港经济示范区, 白云路以东、通辽路以西、机场北路以南、龙嘉路以北。项目位于东侧距国道G206约10km, 西侧紧邻合肥新桥国际机场约2km, 南侧距沪陕高速G40、机场高速、空港大道机场互通约5km, 东南侧距合肥站约30km、合肥南站约35km, 东南侧距合肥市政府约30km。

厂区规划建设用地总面积47.85 hm² (合717.8亩), 总建筑面积为689437 m²。厂区呈相对规则

的矩形, 南北长749 m, 东西厂639 m。

厂区分分为生产区、生产辅助区、厂区管理服务区、仓储区、公共服务区及公用动力区等。生产区相对集中, 整体建筑占地面积大, 约占园区70%的面积。

二、建设条件分析

(一) 自然条件分析

1. 气象条件。合肥地处中纬度地带, 属北亚热带湿润季风性气候区, 年平均蒸发量838mm, 年降水量1000毫米左右。降雨季节分布不均, 6月-9月期间的降雨量约占年降雨量的60%-70%。

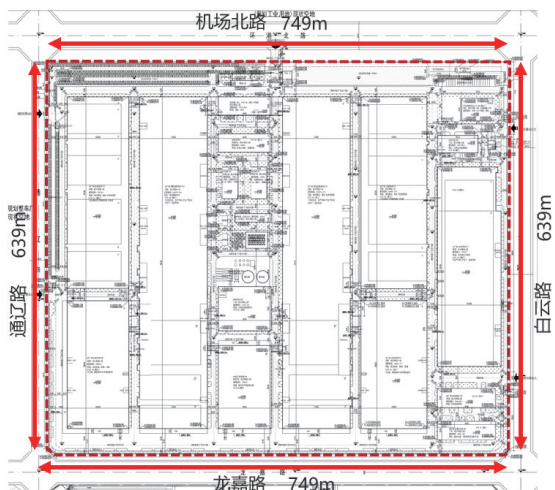
2. 地质条件。拟建地块地貌为江淮波状平原, 微地貌单元为岗地和坳沟。整个场地地形大致呈南高北低之势, 地形起伏较大。

根据地勘报告显示, 场地内表层分布厚约0.5~8.0m厚人工填土, 填土以耕植土为主, 局部含碎石子、少量建筑垃圾。水塘底可见少量淤泥。该层近期堆填, 成分混杂, 强度差异大, 为欠固结土, 土质的均匀性和密实度差, 力学性质差; 填土层以下主要土层包括粉质粘土、粘土、全风化泥质砂岩、强风化泥质砂岩、中风化泥质砂岩。

3. 水文条件。本地块地表水主要为地块水塘、芦苇荡中积水及地块内排水沟中的积水。据野外钻探勘察揭露, 勘察地块地下水上部为上层滞水, 下部为基岩裂隙水。

(二) 场地竖向分析

1. 现状地形分析。厂区地形高差较大, 整体南高北低、东高西低。标高在49.6m~58.5m之间,



项目总平面布置图

场地高差约 8.9m。

2. 设计竖向分析。厂区道路与城市道路平顺衔接。根据厂区地形并考虑与四周城市道路的衔接。为了保障厂区工艺运行要求，厂区地坪设计高程整体较平 51.00 ~ 52.00m，厂房建筑地坪高程为 52.30m。

（三）下垫面分析

开发前，项目区域内主要以鱼塘、农田和未开发利用土地。大面积鱼塘是天然的蓄留空间，面积约 4.98 公顷，约占总用地面积的 10.15%。项目建设前，下垫面为自然状态，综合雨量径流系数为 0.2 ~ 0.4。

本项目为工业厂房，项目特点为屋面多，硬化比高，绿地面积小。硬质建筑屋面面积 299597 m²，占比 61.09%；沥青道路 97002 m²，占比 19.78%；透水铺装（透水广场铺装及生态停车场）面积 25533 m²，占比 5.21%；绿地占地面积 68291 m²，绿化率约为 13.92%。经加权计算，项目建成后综合雨量径流系数为 0.707。

对于整个区域，由于厂房屋面的占比较大，硬化率较高，径流系数增大，会增加下游的排水压力；相对于现状本底，项目区域建设后，水文条件较未开发前发生较大变化，需要采取相应的低影响开发措施。

（四）排水条件分析

1. 周边排水条件分析。根据空港经济示范区排水规划，厂区位于南小河流域。雨水通过道路下的市政雨水管网汇入南小河，目前南小河为自然沟渠，未开发状态。南小河自机场东北部经渠下涵下穿瓦东干渠后，汇入新桥水库。

项目周边市政道路均规划建设有雨水管网，市政雨水管网设计标准为 3 年一遇，综合径流系数为 0.6。

2. 场地排水分析。厂区雨水管网主要布置在厂房周边道路的绿化带内，屋顶虹吸排水立管接入雨水井，接入厂区雨水管网，排至市政管道。

厂区雨水管网设计标准为 5 年一遇，综合径流系数为 0.707。厂区道路排水时，路面雨水优先进入道路侧的下凹式绿化带内进行下渗、调蓄和净化。超出下凹式绿地处理的雨水通过溢流井进入雨水管道。

三、海绵城市设计目标

根据《合肥市海绵城市专项规划（2016-2030 年）》要求，项目位于海绵城市规划管控单元 2 区。

结合项目实际情况出发，考虑到该区域下游南小河建设未同步开发，仍然为自然沟渠，还没有增加过水能力，为尽可能减少排水峰值，相对于开发前的水文状况，建成后不发生较大改变，确定如下设计目标：

1. 年径流总量控制率不低于 62%，对应设计降雨量为 14.0mm^[2]。

2. 径流峰值控制应不增加市政排水压力，径流峰值流量不超过市政允许的排水能力（重现期 3 年一遇，综合径流 0.6）。

3. 面源污染削减率以 SS 计不低于 50%。

四、总体方案

屋顶区域硬化面积大，污染量小、雨水径流量大，主要以地下蓄水池或是地下蓄水管涵来控制径流。

道路雨水相对于屋顶雨水污染量大，主要以道路两边的绿地设计为植草沟、下沉式绿地来控制径流。

根据地下蓄水池或是地下蓄水管涵等 2 个方案，对其进行技术经济比选。

（一）方案一：调蓄池方案

在厂区北侧、邻近机场北路侧，在厂区停车场下建设地下雨水调蓄池，雨水管道末端连接调蓄池，雨水优先进入调蓄池，调蓄池蓄满后，再排至市政雨水管网。

厂区共设置 4 座雨水调蓄池，总调蓄容积 6900 m³。

厂区共设置 4 个雨水出口，出口 1 为向东排至现状通辽路市政雨水箱涵，排口管径为 DN1800；出口 2、3 向北排至规划的机场北路雨水管道，排口管径为 DN1400、DN2000；出口 4 为向西排至规划的白云路市政雨水箱涵，排口管径为 d1800。

（二）方案二：调蓄管涵方案

方案二不建设调蓄池，通过对厂区道路下雨水管道放大管径，除满足过流能力外，赋予管道一定的调蓄空间。在厂区北侧、邻近机场北路侧，在停车场下设计雨水箱涵，作为雨水调蓄空间。

北侧新建雨水调蓄箱涵 B5300H2500，长 730 米。

厂区共设置 3 个雨水出口，出口 1 位于厂区西北角，雨水出口向北排至规划的机场北路雨水管道，排口管径为 d1600；出口 2 为向西排至规划的白云路市政雨水箱涵，排口管径为 d1800；出口 3 为超标雨水排放管道，雨水出口向北排至规划的机场北

路雨水管道，排口管径为 d1800。

（三）方案比选

经对比分析，方案二排水安全性更高，市政接口少，管理维护更方便，无能耗，造价相对较低，方案二更有利于项目排水的建设和管理，综合考虑，推荐采用方案二。

五、海绵措施总体布置

本项目的雨水径流控制主要采用了下凹式绿地、生态停车位、调蓄管涵等海绵措施，以减少建设项目的径流总量排放、径流峰值和径流污染，来满足年径流总量控制率、径流峰值控制和年 SS 去除率的控制要求。

（一）下凹式绿地

在绿地建设中，下凹式绿地低于周围地面一定的高程，以利于周边雨水径流的汇入，蓄水深度 10 ~ 20cm。

厂房周边绿地、厂区道路外侧绿地设计为下凹式绿地，路面、屋面雨水优先进入下凹式绿地，经滞蓄、渗透、净化，超量雨水溢流排至雨水管道，下凹式绿地总面积为 35180 m²。

（二）生态停车位

生态停车场是一种具备透水、净化、环保、低碳功能的停车场^[3]。将停车空间与周边下凹式绿地结合，结合停车场下渗、过滤功能实现海绵城市径流控制和污染物去除的控制指标。结合下凹式绿地的海绵设施和溢流设施，生态停车场周边可以选择开口侧石，初期雨水经生态停车场渗透、净化，地表径流进入周边下凹式海绵设施，超标雨水通过溢流设施进入排水系统。厂区内职工停车位设计采用生态停车场，总面积 9154 m²。

（三）调蓄管涵

在厂区北侧、邻近机场北路侧，在停车场下设计雨水调蓄箱涵，箱涵采用双舱结构设计，北侧为径流峰值控制的溢流调蓄舱，南侧为排水 + 径流总量控制的调蓄舱。

通过对厂区道路雨水管道放大管径，在设计标准下，管道除满足过流能力外，赋予管道一定的调蓄空间。

厂区内雨水管涵径流总量控制总调蓄容积达到 2180 m³。

六、海绵目标可达性分析

（一）径流总量控制率

本项目主要的雨水径流控制措施有下凹式绿

地、生态停车位、调蓄管涵等，海绵设施可实现径流调蓄总容积为 6729.5 m³，实现场地年径流总量控制率 71% > 62%，故满足海绵设计径流总量控制率要求。

（二）径流峰值控制

厂区内雨水设计标准为降雨重现期 P=5a，流量综合径流系数为 0.81；而市政雨水管渠标注为降雨重现期 P=3a，流量综合径流系数为 0.6。以径流峰值控制为目标，在厂区北侧雨水箱涵内设计径流峰值调蓄舱，实现径流峰值调蓄容积 3711.5 m³，即满足厂区径流峰值控制要求，达到径流峰值削减目标。

（三）年径流污染（SS）控制率

本项目主要采用下凹式绿地、透水停车场等海绵设施控制面源污染，其中透水铺装 80%，植草沟按照 90% 计，经加权平均计算得出，低影响开发设施对 SS 的平均去除率为 83.7%。

项目年 SS 总量去除率 = 83.7% × 71% = 59.4% > 50%，满足年径流污染削减率的要求，减少了因径流污染而带来的城市水环境污染。

七、结论

本文以合肥市某电动汽车产业园项目为研究对象，研究分析了在工业厂房项目中的海绵城市专项设计。工业厂房海绵城市的建设是解决传统城市建设中少下渗、快排放、多径流的有效途径，将工业厂房及工业园区建设成为海绵厂房及海绵厂区，能够极大地实现工业厂区的雨水滞留、下渗净化和调蓄能力。通过建设下凹式绿地、植草沟、生态停车位、调蓄管涵等海绵措施，实现了年径流总量控制率、径流峰值控制和年 SS 去除率等控制要求。工业厂房海绵城市技术完全符合城市生态发展的目标，在未来城市建设中有着广阔的应用前景。

参考文献：

- [1] 王凯, 吴明亮柳川. 工业厂房海绵城市施工控制技术研究 [J]. 中华建设, 2020(16):124-125.
- [2] 合肥市海绵城市专项规划 (2016-2030 年) [S]. 合肥市规划设计研究院、深圳市城市规划设计研究院, 2017.
- [3] 朱瑞康, 张雄兵, 李梅春. 绿色生态露天停车场的设计与施工 [J]. 土工基础, 2003, 017(001):31-33.

作者简介：黄永伟（1985-），男，安徽宣城人，硕士，高级工程师。