

工业园区海绵城市设计与实践

杨彦武

深圳市卓金建筑科技有限公司

摘要：工业园区是我国工业化进程中重要的建设项目之一，面积之大世界罕见。园区是否能实现海绵城市直接关系到我们基本建设可持续发展目标的实现。^[1] 本文以珠海市某工业园区为例，阐述了海绵城市设计思路及技术方法，根据工业园区特点，提出了适合工业园区的低影响开发技术措施，对于工业园区类建设项目实现海绵城市目标具有一定的指导意义。

关键词：海绵城市；低影响开发；下凹式绿地；透水铺装；工业园区

引言

海绵城市是指城市能够像海绵一样，在适应环境变化和应对自然灾害等方面具有良好的“弹性”，下雨时吸水、蓄水、渗水、净水，需要时将蓄存的水“释放”并加以利用^[2]。海绵城市的建设是建立在低影响开发的理念之上，是基于模拟自然水文条件原理，采用源头控制理念实现雨水控制与利用的一种雨水管网方法^[3]，本文主要针对建设项目中的工业园区类海绵城市设计进行分析阐述，总结工业园区类项目常用的海绵城市设计技术措施。

一、海绵城市目标分析

本文以珠海市某工业园区为对象进行海绵城市目标分析，该项目用地类型属于工业用地、物流仓储用地，总用地面积40250.48 m²，容积率2.39，建筑覆盖率59.55%，绿化率13.98%。根据《珠海市海绵城市规划设计标准与导则（试行）》要求，本项目年径流总量控制率为77%，对应的设计降雨量为36.6mm。

二、基础条件分析

（一）水文地质条件

勘察期间测得场地地下水混合水位埋深0.30m~2.40m，平均标高为3.20~6.82m，场地地下水主要赋存于花岗岩风化孔隙、裂隙中，属含水层，上部残积土层为相对隔水层，因此具微承压性。场地局部分布粗砂层，但分布面积小，总体含水量一般，为孔隙潜水，此外，素填土层赋存上层滞水及孔隙潜水不可忽视。粗砂层属强透水层，于场地内分布不连续，主要分布于场地南边，厚度较小，富水性一般。其余各土（岩）层均属微~弱透土层，富水性差。地下水补给来源主要为大气降水和附近水体的侧向补给，地下水位变化幅度值约为1.0~2.0m。

（二）竖向分析

项目场地地形高差相对较小，未开发之前，本项目用地现状呈多边形，东西面宽约260m，南北进深约160m，场地原始地貌属残丘地貌，项目总体呈西北侧高，其他地方低的趋势，项目开发对地基进行填充压实处理，做双层阶梯式设计，使项目场地同层内外高差保持相近。

项目开发后一层室外的整体竖向标高在9.0m以内，建筑室内标高9.4m，二层室外的整体竖向标高在19.6m以内，建筑室内标高19.74m，场地最低点为东南侧一层出入口处6.9m。

红线外的竖向标高为6.6m~7.5m，相比场地内的标高普遍降

低0.3m以上，故在降雨过程中，场地红线内基本不会出现客水。

（三）下垫面分析

项目开发后整体地势较为平坦，同层高差变化较小。场地北侧有大面积绿化，不过高程较高，部分可做下凹式绿地设计，收集附近道路雨水，增加场地下渗和作雨水调蓄作用；场地建筑四周有长条状海绵设施带，建筑周围绿化较为分散，由于靠近厂房仓库，可全做下凹式绿地，并做雨水立管断接，将屋面降雨引入下凹式绿地。厂房仓库屋顶设计面积较大，为大跨度框架，荷载不高，做屋面绿化需大范围加强结构，成本较高且不划算，因此仓库屋顶不宜做屋面绿化；办公楼顶层屋面为不上人屋面，且覆土后会超过24米的高度，因此不宜做屋顶绿化。除此之外，宿舍、食堂及办公楼裙房均可做屋顶绿化。场地由于是工厂性质，常有大型货车在场道路经过，场地道路要求荷载较高，不宜做透水铺装。场地地面停车位较多，可做植草砖设计。下垫面分析图如图2.1所示。

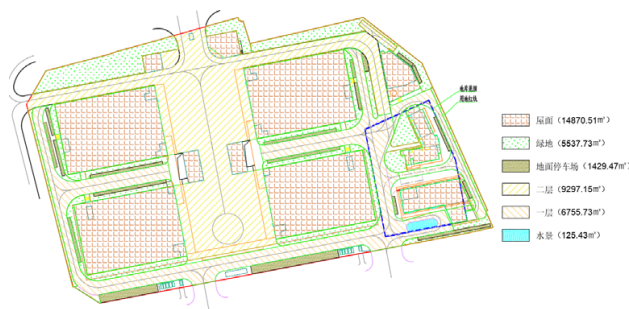


图2.1 下垫面分析图

三、海绵城市设计方案

（一）汇水分区划分

根据场地竖向设计及雨水管网布置，将场地进行汇水分区划分，共划分为5个汇水分区，其中，汇水分区1的面积为9437.74m²，汇水分区2的面积为7735.21m²，汇水分区3的面积为7528.26m²，汇水分区4的面积为9817.36 m²，汇水分区5的面积为5731.91m²。汇水分区示意图如图3.1所示。

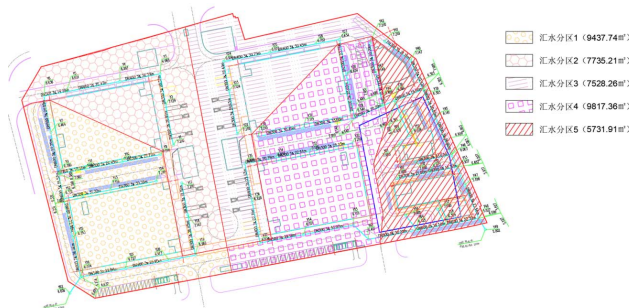


图3.1 汇水分区示意图

（二）海绵城市设施布置

根据场地竖向设计，将海绵城市相关措施均匀分布在场地

内，海绵设施布置图如图3.2所示。

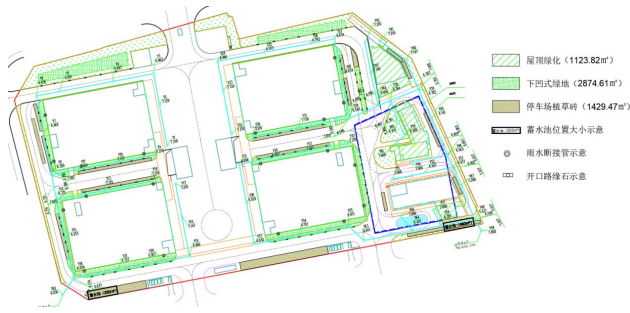


图3.2 海绵设施布置图

(三) 海绵整体排水方案

本项目场地中部建筑为厂房，厂房屋面雨水通过断接的雨水立管，进入到周围的下凹式绿地中，经由下凹式绿地净化调蓄后，无法积蓄的雨水通过溢流口进入场地雨水管网。

场地道路多重型货车经过，对道路荷载要求较高，综合考虑效用及安全，不建议对道路做透水设计。道路雨水经由道路两旁的开口路缘石，进入道路周围的下凹式绿地中，对雨水进行净化调蓄处理，在下凹式绿地中设置溢流口，无法积蓄的雨水通过溢流口进入到场地的雨水管网中。

(四) 年径流总量控制率计算

根据《海绵城市设计指南》对各类型下垫面径流系数的取值标准，进行项目场地综合径流系数面积加权计算，然后根据项目年径流总量控制率目标计算各汇水分区及整体场地控制降雨量，具体计算结果如下表3.1所示。

表3.1 雨水径流控制计算表

汇水区名称	年径流总量控制率目标 (%)					77
	年径流总量控制率目标对应设计降雨量 (mm)					36.5
汇水区名称	汇水分区1	汇水分区2	汇水分区3	汇水分区4	汇水分区5	整体
汇水区面积 (m²)	9437.74	7735.21	7528.26	9817.36	5731.91	40250.48
总降雨量 (m³)	345.42	283.11	275.53	359.32	209.79	1845.84
综合雨量径流系数	0.7235	0.7360	0.7657	0.7365	0.6188	0.7221
需要控制容积 (m³)	249.91	208.37	210.98	264.64	129.81	1063.72
下凹式绿地调蓄容积 (m³)	104.41	41.19	29.00	112.87	0	287.46
水景调蓄容积 (m³)	0	0	0	0	4.59	4.59
总共调蓄 (m³)	104.41	41.19	29.00	112.87	4.59	292.05

汇水分区1和汇水分区2为同一个雨水排放口，两个分区总共需控制降雨249.91+208.37=458.28m³，可调蓄雨水104.41+41.19=145.60m³，剩下312.68降雨可通过在管网末端设置320m³的雨水调蓄池进行控制回收。汇水分区3、汇水分区4和汇水分区5为同一个雨水排放口，三个汇水分区总共需控制降雨210.98+264.64+129.81=605.43m³，可调蓄雨水29.00+112.87+4.59=146.46m³，剩下458.99m³的降雨可通过在管网末端设置460m³的雨水调蓄池进行控制回收。

项目所需控制雨量为1063.72m³，在一次设计降雨量的情况下，项目所能控制的雨量为1072.56m³。在设计降雨的情况下，通过海绵城市设计后，项目总控制降雨36.81mm，对应的年径流总量控制率为77.16%，项目整体能达到雨水控制目标。

(五) 年SS总量去除率计算

城市径流污染物中，SS往往与其他污染物指标具有一定的相关性。因此，一般可采用SS作为径流污染物控制指标，该项目污染物总削减率计算如下表3.2所示。

表3.2 污染总削减率计算表

设施类型	面积 (m²)	控制系数	控制体积 (m³)		污染物去除率 (以SS计)		面源污染总削减率 (%)
			A	B	A	B	
下凹式绿地	2874.61	-	287.46		80%		0.77 × Σ (Ai × Bi / Ai) = 64.15
绿色屋顶	1123.82	1	41.13		75%		
雨水池	-	-	780		85%		

通过上表可知，项目年SS总量去除率计算为64.15%，满足35%的控制目标。

四、结论

工业园区由于具有场地用地面积大、建筑覆盖率高，绿地面积少，车行道路承重高等特点，在进行海绵城市设计时与普通建筑小区有所不同，此类项目海绵城市设计应根据工业园区特点，合理设置下凹式绿地、雨水花园等滞蓄措施，对于园区配套宿舍、食堂、办公楼等屋面可做绿化屋面，对于工业厂房屋面不宜做屋顶绿化，场地车行道不宜采用透水铺装，主要通过设置雨

水调蓄池来满足海绵城市控制目标要求。

参考文献

[1] 孟军. 海绵型工业园区关键技术与设计方案研究 [D]. 东南大学, 2015.
 [2] 海绵城市建设技术指南-低影响开发雨水系统构建(试行) [S]. 2014.
 [3] 林清娴. 基于SWMM的低影响开发水文效应模拟评估-2019国际绿色建筑与建筑节能论文集[C]. 中国城市科学研究会, 2019.