

浅谈海绵城市在改扩建机场中的应用 ——以太原武宿机场三期为例

赵宇飞

山西航空产业集团有限公司, 山西 太原 030000

摘要：民用机场属于大面积的硬化地区，由于航站楼建筑面积、飞行区地面材质等限制，在海绵城市建设方面很难采用常规的建筑或小区模式。以太原武宿机场三期改扩建工程为例，采用“飞行区快排、工作区存蓄”的思路，分区落实设计指标，构建从源头减排、全过程控制、系统治理的机场水系统全过程管控的海绵城市体系。可为同类机场融合海绵城市建设提供思路。

关键词：机场；海绵城市；建设思路

On The Application Of Sponge City In Reconstruction And Expanding Airport —— Take Taiyuan Wusu Airport Phase III As An Example

Zhao Yufei

Shanxi Aviation Industry Group Co., LTD., Taiyuan, Shanxi 030000

Abstract : The civil airport belongs to a large area of hardened area. Due to the limitations of the terminal building area and the ground material of the flight area, it is difficult to adopt the conventional building or community model in the construction of sponge city. Taking the third phase renovation and expansion project of Taiyuan Wusu Airport as an example, the idea of “fast discharge in flight area and storage in working area” is adopted to implement the design indicators in different areas, and build a sponge city system with the whole process control of airport water system from the source emission reduction, process control and system management. It can provide ideas for the construction of similar airports.

Keywords : airport; sponge city; construction ideas

一、项目概况

太原武宿国际机场三期改扩建工程（以下简称“本工程”）系民航局“十四五”规划机场重点建设项目，定位为区域枢纽机场，是北京首都国际机场和北京大兴国际机场的备降机场，是山西省推动经济社会发展的重要民生工程，于2022年3月16日获得国家发改委批复。工程按照满足年旅客吞吐量4000万人次、货邮吞吐量30万吨的终端目标设计。主要建设内容包括：在现有跑道南侧新建一条跑道及相应滑行道系统，新建40万平米的T3航站楼和122个机位的站坪，配套建设综合交通中心、停车楼、货运、航食、机务维修、生产业务用房及供电、给排水、暖通等生产生活辅助设施。

二、设计目标

本工程践行绿色机场建设理念，缓解机场排水防涝压力，将海绵城市理念融入项目实施中。但因民用机场具有其极强的特殊性，城市中系统完善并且行之有效的海绵城市建设技术手段不能简单套用到机场建设中来^[1]。因此，本工程海绵城市建设模式侧重点在于通过在机场的具体规划建设中进行落实海绵理念，根据

机场不同功能区组成和使用要求，按照“飞行区快排、工作区存蓄”的思路，分片区明确海绵城市建设目标并落实绿色设施。将海绵城市的建设理念应用到部分场区建设中，引导机场建设成为具有吸水、蓄水、净水和释水功能的“海绵机场”，提高机场排水防涝能力，削减机场径流污染负荷，实现对场地开发影响最小化，同时提高机场的雨水资源利用效率^[2]。

三、设计思路及重难点分析

本工程在各地块内均匀、分散的设置下沉式绿地、生物滞留设施、透水铺装、雨水调蓄池等海绵设施，有效滞蓄雨水，可实现年径流总量控制率83%，年径流污染控制率50%，雨水资源利用大于5%，防洪标准为100年一遇，内涝防治标准为50年一遇的机场防洪排涝控制、径流总量控制与雨水科学管理等多重目标，为将太原武宿国际机场建设成为“绿色、生态、安全、智慧”的先进航空枢纽提供重要保障。

（一）海绵设施布局方案

结合民用机场海绵城市建设的特殊性^[3]，本工程从源头减排、过程控制、系统治理三方面加强机场水系统全过程管控。源头减排：通过海绵城市的设计使大部分雨水在形成可观径流前便进入

作者简介：赵宇飞（1995-），女，汉，山西太原人，硕士，助理工程师，主要研究方向：环境工程（建筑工程管理）

洼地存蓄或就地下渗，让更少的雨水形成地表径流，让所形成的地表径流花费更多的时间才能流入雨水管网，有效降低排水设施所需要应付的降雨的强度。过程控制：采用信息化管控手段进行雨水系统管理，对灾害天气进行高效调度与实时反馈。通过与天气预报联动、自动化本地雨量抓取、实时内涝模拟推演、设备在线远程控制等，对各区域闸门开度、泵站运行状态等进行实时调整，使设备强度维持在合理的区间，进而提高设施的运行效率。系统治理：从宏观的视角来审视排水问题，统筹考虑机场与区域防洪排涝系统搭接，实现场内外联动。建立完整的排涝模型，通过模拟真实降雨情况更好的决策何时排放涝水，使工程建设更加经济、高效。

工程设计理念主要为：“以调蓄池及泵站为核心的大海绵——以排水管、沟、渠为核心的中海绵——以 LID 设施为核心的小海绵。”大海绵系统由“4 排水分区 +4 调蓄池 +3 泵站”构成，在顺应场地地势的同时设置了压力排水系统，严防在工程内部形成涝点，着重解决了机场整体系统防洪排涝问题。中海绵系统由“工作区排水管、飞行区排水沟、系统排水渠”构成，根据地块属性、排水系统、地形竖向、雨水径流排放路径等，细分汇水分区，充分考虑与原有工程及现有水系的衔接，使排水沟中雨水能够顺利排出场外，保障排水能力充足。小海绵系统由“LID 设施”构成，采取下沉式绿地、雨水花园、透水铺装等消减部分地表径流，通过下渗和植物吸附等作用，对初期雨水中的 SS 及其他污染物质进行净化处理，工作区结合景观设计，发展绿色机场、海绵机场^[4]。

工程设计注重从体系到局部的宏观把控，对飞行区、航站区、配套区及市政道路分区讨论，在满足全场年径流总量控制率的前提下，设立各地块年径流总量控制率目标，布置既属于各自分区特点又满足总体布局的绿色雨水设施。对于飞行区而言，积水利于昆虫生长、引诱鸟类，不利于飞行区的安全运行管理，且积水反光对降落航班有炫光影响。根据民航行业规定，需以保证排水防涝安全为第一要务。我们在道口、灯光站等飞行区外围地块设置透水铺装、下凹式绿地等设施，同时在飞行区西侧新建一座带沉砂区的 20 万 m³ 调蓄容积的蓄水池，将雨水径流的高峰流量暂存其内，规避雨水洪峰，实现雨水循环利用。航站区地块以屋面为主，但因其屋顶大面积铺设太阳能光伏板，不具备绿色屋顶的设置条件，在该地块尽可能采用透水铺装、末端调蓄及雨水净化设施等措施以体现海绵城市设计理念。配套区是本次海绵设计的重点区域，按照“北客南货”的功能格局，在飞行区北侧主要分布宿舍、办公用房等工程，在南侧则主要布局了货运、航食、机库等工程。整体设计遵循暴雨处理为主、景观设计为辅的方针，统筹设计植草砖车位、人行及车行透水铺装、植草沟、下沉式绿地、旱溪等海绵设施。停车车位普遍采用植草砖车位透水铺装，其具有高绿化、高承载性能的特点，可有效缓解积水问题。采用透水沥青面料的车行透水铺装，通过不同颜色的冷拌透水沥青液自由搭配，形成丰富多彩的装饰色彩及图案，兼具美观及耐磨损等优点。采用仿石透水砖的人行透水铺装。外观和质感类似于天然的石材，具有生态环保、防滑安全、美观等优点。绿

地是本次海绵设计的重点区域，其在满足改善生态环境、美化公共空间、提供游憩场地等基本功能的前提下，充分结合现状地形地貌，保护并利用场地内原有景观地形，合理进行场地设计及建筑布局，同时分析绿地规模和竖向设计，在绿地内设计可消纳屋面、路面及停车场径流雨水的低影响开发设施，如植草沟、下沉式绿地、旱溪等，通过溢流排放系统与城市雨水管渠系统及超标雨水径流排放系统有效衔接，使得 LID 设施兼具观赏性与雨水收集灌溉功能^[5]。绿地内植物是雨水净化、滞留和储存的重要单元，是海绵城市建设中的关键一环，在植物选择方面考虑地域性、物种多样性、时间性和经济性。配套区多以草坪为主，搭配种植狼尾草、鸢尾等，点植榆叶梅、紫丁香、细叶芒、针茅等耐水湿品种，同时满足视觉和嗅觉效果的同时也更好的发挥下沉式绿地功能。进出机场绿化大部分属于桥下空间，在设计时主要考虑使用花灌木和球形植物搭配少量大乔进行设计，遵循景观效果。针对道路，采取有利于雨水顺畅汇入海绵城市设施的平面、横断面和竖向设计，使用透水铺装人行道，在绿化带内设置离线生物滞留设施，同时设置开口路缘石和环保雨水口收集雨水，最大限度净化雨水^[6]。

（二）防洪排涝

内涝积水，是航空港的国际性难题。机场大面积的飞行区地面经过硬化改造，雨水难以下渗。航空和物流公司驻场，海关、公安、检疫等部门进驻，都势必带来高强度的城市开发，自然河流被切断，湿地被填平^[7]。这些都使得空港区域极易发生内涝，一旦遭遇积水，轻则航班大面积延误取消，机场运行效率降低，重则飞机被泡受损。近些年，极端降水事件和洪涝灾害更加频繁，2021 年 10 月 2 日至 6 日，山西省出现区域性暴雨，机场过程累计降雨 204.7mm，月降水量是历史同期月最大降水量的 1.76 倍，打破了北方省会城市降水总量记录，此次降雨不到 5 天，降雨量达到全年降雨量的 40%。暴雨造成多架航班被迫取消、延误，大量旅客滞留。因而，机场项目区别于一般的建设项目，海绵城市建设应重点解决洪涝叠加的问题，确保区域排水安全^[8]。

在工程设计初期，就将防洪排涝列为重点建设内容。通过分析区域防洪排涝工程设施及自然调蓄空间，统筹洪涝体系建设，实施防洪提升工程、雨洪调蓄利用工程等措施，完成防洪排涝工程。在原有“水库—缓洪池、湿地”基础上增设两道防线，确保机场防洪安全：第一道防线为建设一座 24 小时蓄水量为 160 万 m³ 的缓洪池和一条设计流量为 155m³/s 排洪渠，与既有渠系统分别独立泄洪，可有效应对超标洪水的冲击，确保机场防洪安全。第二道防线为机场东侧高于周边地面 1—2m 且设置 23m 下沉绿带的一条道路，可作为超标降雨时的应急行泄通道，使机场不受洪水侵害^[9]。

在工程设计时，结合场外雨水受纳水体排水高程及承载能力，雨水排水系统分为重力流排水系统及压力流排水系统。在充分利用场地地势条件下，优先考虑重力流排放以降低工程投资和运行费用，排水线路布置与地势设计方案有机结合，充分考虑与原有工程及现有水系的衔接，使排水沟中雨水能够顺利排出场外。在场外雨水受纳水体排水高程及承载能力不满足机场排水需

求的区域设置压力流排水系统,其由雨水管网(排水沟)、调蓄水池及雨水泵站组成。各区域雨水经雨水管道(排水沟)收集后排至相应调蓄水池,经调蓄水池削峰调蓄后由泵站提升排至机场周边市政雨水管网(排水沟)进行外排。

同时,本工程设置雨水管理信息平台,由智慧雨水管理系统、机场泵站设备仪表、闸门监控、水文水质监测、视频监视及通信网络等组成。通过在雨水管渠出口等处设置液位、流量等计量装置,雨水泵站内设置液位装置等,在线监测格栅前后水位及水泵运行状态,对机场雨水系统进行指挥调度和系统决策。针对大、中、小三种降雨情景,泵站实行不同的运行方案^[10]。当预测值为中小降雨时,泵站起泵水位相对较高,调蓄设施主要以满足径流总量控制要求为主要目标。当预测值为大雨或暴雨时,调蓄

池将在降雨前执行水位预降,同时降低泵站起泵水位,为调节暴雨峰值流量预留充足的调节空间,从而确保机场排水安全。

四、总结

通过构建“海绵机场”系统,一方面增强了机场对雨水的综合管理能力,提升机场市政公用设施管理水平,对消除安全隐患、降低内涝风险、增强防灾减灾能力起到积极的作用。另一方面改善了机场生态系统,美化机场景观环境,极大地满足了广大旅客对高品质公共休憩空间的需求,实现了建设自然积存、自然渗透、自然净化的海绵绿色机场愿景。

参考文献:

- [1] 葛惟江,宋肖肖,路海峰. 海绵机场建设的实践——以北京新机场为例 [J]. 中国勘察设计, 2015(7):56-59.
- [2] 李丹丹,李丹薇. 青岛绿色智慧新机场的建设研究 [J]. 智能建筑, 2018(07):38-42.
- [3] 张海林,郝薛文,薛莹. 西安咸阳国际机场海绵城市建设思考 [J]. 民航管理, 2018(11):57-60.
- [4] 《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建(试行)》发布实施 [J]. 城市规划通讯, 2014(21):8.
- [5] 王建龙,车伍. 低影响开发与绿色建筑. 中国给水排水 [J], 2011,27(20):17-20.
- [6] 姜文娟. 园林植物配置与养护在首都机场西湖园的应用研究 [J]. 甘肃农业, 2018(05):39-42.
- [7] 胡先琼,李艳. 深圳机场扩建工程雨洪利用可行性研究 [J]. 中国农村水利水电, 2008(5):17-19.
- [8] 杨玲,陈光. 周界防范解决方案的对比与分析 [J]. 城市建设理论研究(电子版).2012,(20).
- [9] 曹学明,王喜富,刘海迅. 基于物联网的机场周界安防系统设计 [J]. 物流技术, 2010,(10).DOI:10.3969/j.issn.1005-152X.2010.19.023.
- [10] 陈满. 光纤光栅技术在周界入侵报警系统中的应用 [D]. 2012.