

# 四川省机场集团绿色机场建设实践

四川省机场集团有限公司（下称“集团公司”）早在 2012 年已率先提出打造“全国示范绿色机场”的战略目标，集团公司十三五”规划和《四川省机场集团 2014-2020 年节能减排专项规划》中，明确要求将成都双流机场打造成为全国杰出示范绿色机场，成为全国民航机场节能减排“领跑者”，同时在成都天府机场规划、设计及建设过程中，全面落实绿色机场理念，突出“花园机场典范、智慧机场引领、便捷服务标杆、节能应用示范”四项原则，因地制宜地打造别具一格的绿色标杆机场。

## 一、成都双流国际机场绿色建设实践

### （一）协同联动，打赢蓝天保卫战

自 18 年 10 月 1 日以来，成都双流机场制定实施《成都双流国际机场打赢蓝天保卫战三年行动计划》专项工作方案，与中航集团、川航签署《绿色民航节能减排合作框架协议》，与比亚迪签署《绿色机场战略合作框架协议》，同行业内、行业外加快融合，共同推进机场车辆“油改电”和飞机 APU 替代、共同促进机场地面运行保障节能和建筑物节能、共同分享民航节能减排新技术，加强优质项目试点合作。

#### 1、民航地面车辆“油改电”

截至目前，成都双流机场联合驻场单位共采购电动车辆 312 台，包含飞机牵引车、客梯车、行李传送车、旅客摆渡车、飞机引导车、勤务车、货运拖车、货运叉车等，车型基本覆盖目前民航适合电动化

的所有种类,并配套在近、远机位及货运区安装了充电桩共计 171 台。据初步统计,目前上述车辆每年减少燃油消耗 2718 吨,年减少标煤消耗 3168 吨,年节能效益 1785 万元,年减排二氧化碳 6600 吨。同时,成都机场也承担了飞行区内所有特种车辆充电设施的建设、维护工作,为所有驻场单位提供车辆智能充电服务,统一了场内特种车辆的充电接口和通信协议,保持了电动车桩的协调统一,保持了机场与驻场单位的整体统一。另外,积极对全场在用国三及以下汽柴油内场车辆,按照 DOC(氧化性催化转换器)+DPF(颗粒物捕集器)+在线监控平台方式进行 100%尾气达标改造。



图 1 双流机场机坪执行保障的电动车辆



图 2 双流机场电动飞机牵引车保障航班

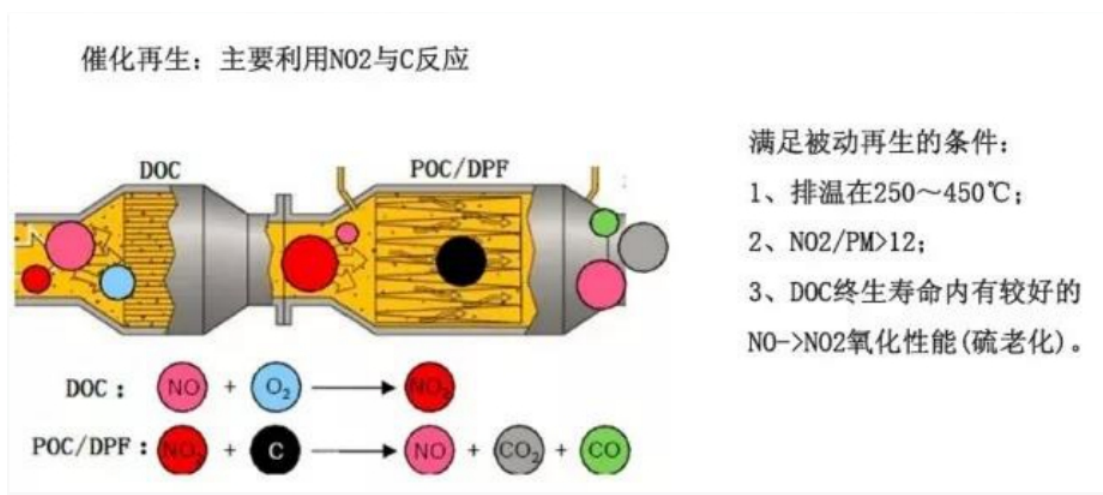


图 3 双流机场被动再生方式尾气改造

## 2、桥载设备替代 APU

目前双流机场所有近机位均安装了飞机电源和空调设备，航空公司累计使用率达到 98%以上，使得大量过站和航后航班能够关停飞机 APU 作业，大幅度提高了机坪作业环境。年减排二氧化碳 9.8 万吨，减少航空燃油消耗 3.1 万吨，年节约能耗费用 1.28 亿元。



图 4 双流机场廊桥机务岸电设施保障航班

### 3、光伏+远机位地面设备（GPU）系统

双流机场首家在远机位试点并推广光伏+远机位地面设备（GPU）系统，该系统可以为各类飞机、车辆提供不间断的电源供电服务，实现航后飞机大幅关停 APU,实现电动车辆的随时充电，同时保障廊桥等重要设施的不间断供电，提高全场的安全运行效率，增加绿色能源供给。四川省机场集团公司已获得该系统的国家实用新型专利，目前正在申请国家发明专利。双流机场南机坪 7000 余平方米光伏+56 台 GPU 年减少远机位飞机 APU 运行时间 81760 小时，年减排二氧化碳 3.95 万吨，年节约能耗费用 5452 万元。



图5 双流机场南机坪光伏车棚

另外，在蓝天保卫战专项工作中，积极试点远机位地井、智能物料搬运系统、新能源电源车、遥控式抱轮牵引车、廊桥 BPM 基础充电设备一体化、远机位电源空调一体化等创新项目。



图6 双流机场远机位岸电设施升降井

## （二）污水处理提标改造及再生水回收利用

双流机场污水处理厂占地面积 33.31 亩，通过改造现有的

A2/O 生化池，新建调节池、航空污水处理设施及高效沉淀池和深床反硝化滤池等，使污水处理厂出水水质从现状的《城镇污水处理污染物排放标准》一级 A 标提高到《四川省岷江、沱江流域水污染物排放标准》城镇污水处理厂限值。同时，双流机场再生水回用厂日处理能力 3000 立方米，供水水质达到 GB18918-2002 中城市绿化、道路浇洒、车辆冲洗的标准值，消减区域污染排放物 COD18.5 吨/年，氨氮 1.85 吨/年。该项目的运行，标志着成都机场污水处理的能力和标准进入了更高层级，大力推进了成都机场水资源全面节约和循环利用。



图 7 双流机场再生水回用厂超滤间

### （三）节能照明

双流机场范围内航站楼、指廊、办公区等区域进行了大面积 LED 节能照明改造，年节电量 875 万千瓦时。同时，双流机场飞行区及航站楼区域 1799 盏高杆灯均采用合同能源管理方式完成节能照明改造，显色指数高 70 以上，年节电量约 422 万千瓦时。



图8 双流机场节能光源

#### （四）绿色建筑及景观项目

双流机场机坪净水厂建筑面积 1788 平方米，按照绿色三星建筑标准规划设计，设计理念“以水为源”，主体为阶梯式水景观，同时采用 18 项节能技术，围绕自然通风、天然采光、围护结构保温隔热、雨水收集、光伏发电等技术措施进行设计。日产机上饮用水 16 吨，生产废水作景观补水、冲厕耗水和机坪特种车辆洗车之用。

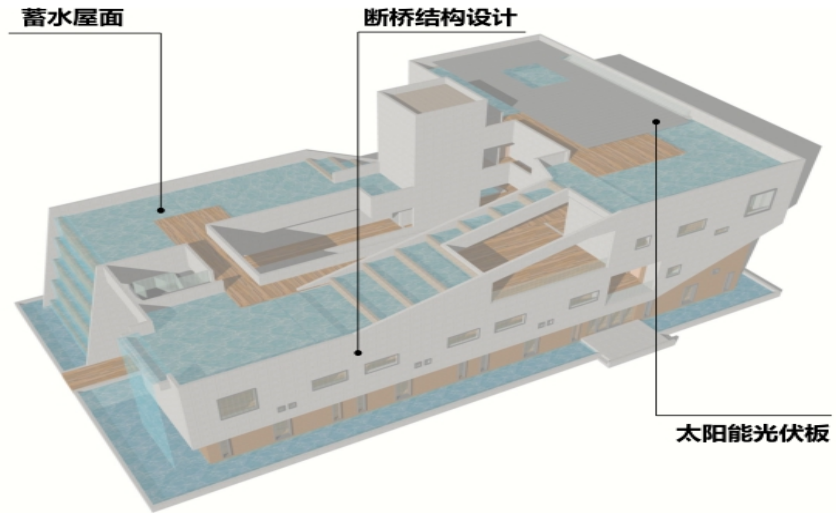


图9 双流机场机坪净水厂

成都双流国际机场再生水回用厂日处理能力 3000 立方米，景观打造面积 5728 平方米，分为水景展示区、屋顶休闲区、生态停车区及生产休闲区。厂区运用雨水回收、预制混凝土铺装材料、中水利用等先进技术，将景观与建筑物功能相结合，增加绿植面积（整体绿化面积 3391 平方米，占比为 49.7%），减少雨水径流，降低主要能耗，旨在打造“会呼吸的绿色厂区”。



图10 双流机场再生水回用厂区景观



### （五）绿色共享

双流机场模范履行企业社会责任，满足旅客个性化需求，目前于陆侧停车场共建设投用 300 余台充电桩（快充比例达到 60%），供共享汽车、新能源汽车、电动旅游大巴等社会车辆使用，方便旅客节能低碳出行。



图 11 双流机场陆侧停车场充电设施

## 二、天府机场绿色建设实践

成都天府国际机场是“国家十三五”规划建设的我国最大民用运输枢纽机场，为有效推动绿色机场建设落地，天府机场建设指挥部对绿色机场建设目标进行了全面规划，将绿色建设要求写入招标文件要求，并制定了一套具有阶段性、层次性和可操作性的天府机场绿色建设体系指导文件，该文件不仅成为了各参建单位有序推动绿色机场建设的实施纲领，也确保了绿色机场规划设计在项目的真正落地。

## （一）、低耗高效 节能机场

围绕绿色发展主线，天府机场基于所在地区的地形、气候、能源等条件，因地制宜的开展机场绿色建设规划，围绕总平面规划、综合交通规划、绿色建筑设计以及装配式建筑等专题，开展专项规划，以打造低耗高效的节能机场。

### 1、总平面规划

天府机场基于空地一体化运行仿真技术，结合空域、地面、环境影响、运行效率等要素开展综合比选、优化，最终选用带有侧向跑道的全向跑道构型，航站区规划位于中央区域，并合理、高效布置快速出口滑行道、平行滑行道、垂直滑行道、机坪滑行道等滑行系统。

从机场运行来看，天府机场与双流机场互不干扰，为“一市两场”、“两场一体”高效运营奠定基础。从运行仿真结果来看，地面和空中衔接顺畅，有效减少滑行距离，降低航空器穿越及绕滑频率，运行效率达到世界先进水平。从环境保护方面来看，能够有效降低噪音，减少能源消耗及空气污染，年碳减排量约 11 万吨。

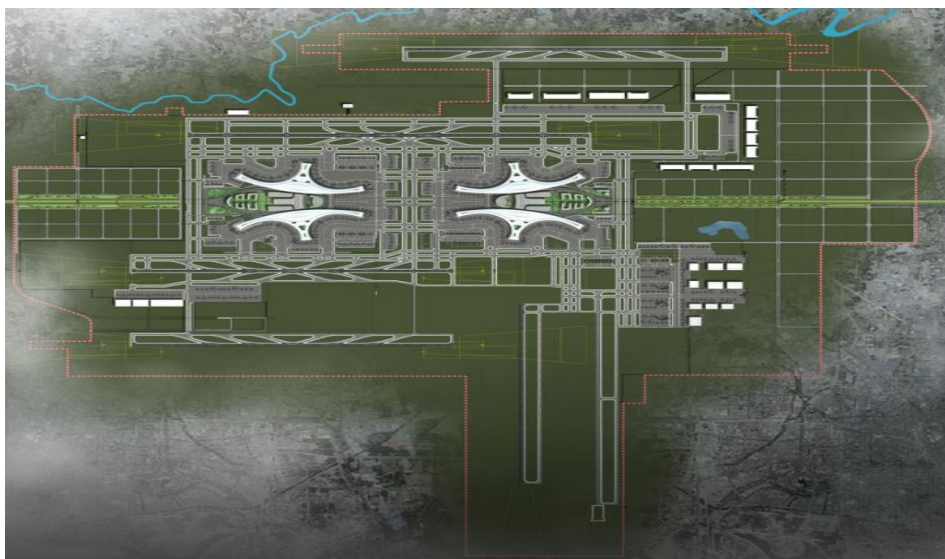


图 12 天府机场总平面规划

## 2、综合交通规划

天府机场交通规划倡导公共交通优先的理念，结合航站区采用“手拉手”方式连接的单元式航站楼布局形式，进场交通为南北贯穿式布置，在航站楼之间建设综合交通换乘中心（GTC）。GTC集结了高速铁路、城市地铁、出租车、私家车、长途大巴等多种交通方式。

天府机场航站楼间通过综合交通换乘中心（GTC）、空侧连廊和捷运系统（APM）相连接。创新性引入无人驾驶智能小车系统（PRT），连接工作区与航站区；并采用旅客捷运系统（APM），连接近远期4座单元式航站楼。

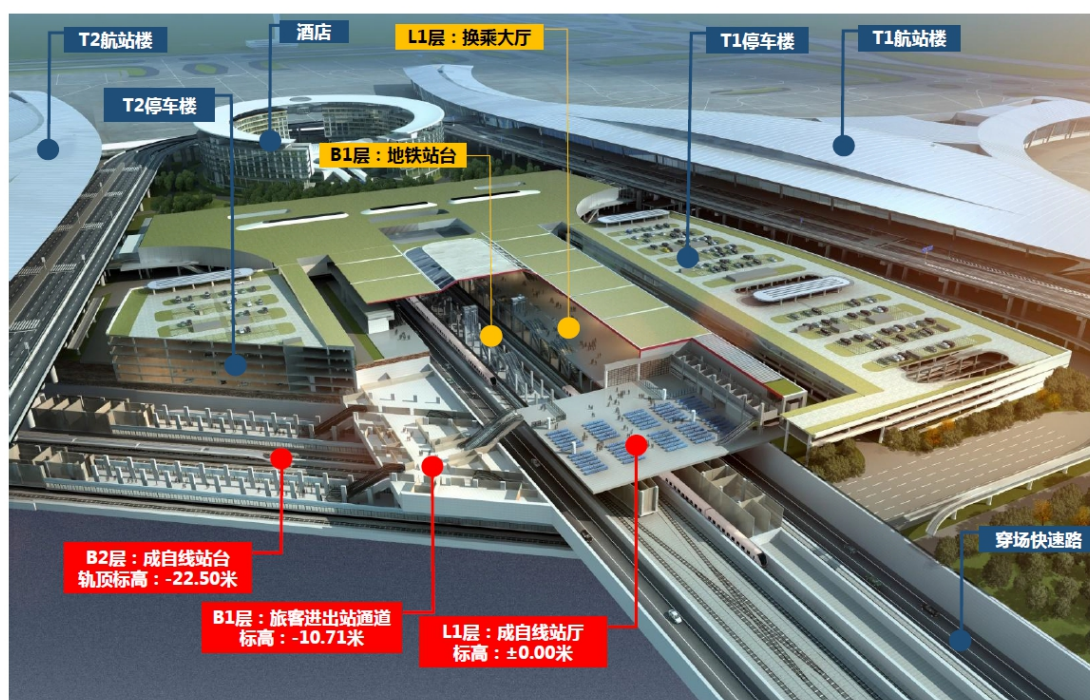


图 13 天府机场综合交通换乘中心



图 14 天府机场 PRT 系统



图 15 天府机场 APM 系统

### 3、绿色建筑设计

天府机场以打造机场节能绿色建筑典范为愿景，统筹制定了绿色建筑规划，要求 100% 实现全场绿色建筑。其中，航站区建筑按照绿色建筑三星级要求设计，全场办公建筑按照绿色建筑三星级要求设计。

在绿色建筑技术措施上，天府机场统一规划、遴选适宜技术在全场内应用，包括：高耐久性混凝土、高反射涂料、三银充氩气玻璃、雨水调蓄设施、非传统水源利用、透水铺装、一级节水器具、建筑室内空气处理措施、空气质量监控系统以及屋顶、复层绿化等。同时，航站楼通过开展一系列专题研究，如自然通风、围护保温隔热性能、自然采光+人工照明+空调能耗的耦合分析、声学设计、雨水规划研究、建筑碳排放计算等研究，最终采用了一系列低耗高效的节能技术，实现了绿色节能技术在航站楼的集成应用。

目前，天府机场航站区、工作区以及货运区全部单体均通过绿建施工图审查并获得三星级绿色建筑的设计标识评审，全部三星级绿色建筑均已拿到绿建标识。据测算，天府机场绿色建筑三星级面积比例超过 80%，是目前绿色建筑三星级面积比例最高的机场之一。



图 16 天府机场绿色建筑设计标识示例

#### 4、装配式建筑

装配式建筑具有建造速度快、受气候条件制约小的特点，可以有效节约劳动力，并提高建筑质量。天府机场在建筑设计阶段，结合机场建筑特征，选择适合采用装配式建筑的工作区和货运区建筑，统筹建筑结构、机电设备、部品部件、装配施工、装饰装修，推行装配式建筑一体化集成设计。据统计，工作区及货运区的主要办公建筑预制构件率达到 15%，整体装配率超过 30%，实现了装配式建筑在机场大规模应用的首次尝试。

## （二）、清洁环保 低碳机场

天府机场全面贯彻国务院打赢蓝天保卫战行动计划，全面落实《新时代民航强国行动纲要》中“践行绿色智慧，服务人民大众”和民航“油改电”专项工作等相关要求，全面推广清洁能源技术在天府机场的应用，努力构建清洁环保的低碳机场，推进机场高质量发展。

### 1、清洁能源及可再生能源利用

充分使用清洁能源。四川省作为我国水电资源大省，水电装机容量占比全省电力结构接近 80%，本地丰富的水电资源将有利于清洁能源的大量使用，可有效减少未来碳交易带来的运行成本，是最节能环保的能源利用方案。结合低碳机场建设优势的分析表明，天府机场通过有效利用水电这一清洁能源，可以大量减少机场对一次能源的消耗，有助于改善机场区域环境，减少碳排放量。

积极利用可再生能源。在太阳能匮乏的条件下，天府机场设计利用空气源热泵和地源热泵技术，以提高可再生能源使用比例。在航站区综合交通中心 GTC 中，生活热水将用空气源热泵加热，通过设置 14 套空气源热泵机组，以解决 GTC 热水使用难题。

### 2、新能源车及配套设施

为全力推动新能源汽车及充电基础设施建设，天府机场加大力度为新能源汽车提供地面基础服务，有效减少车辆排放，提升机场空气质量，促进机场“绿色交通”方式。

目前，天府机场空侧特种车辆采用电动汽车的比例超过 70%，通用车辆 100%采用电动汽车，并按照车桩比不大于 4:1 配置充电桩，

即飞机牵引车按照 1:1 配置，工作通勤车辆按照 4:1 配置，其余特种车辆均按照 3:1 配置。办公类建筑规划建设供电基础设施按照停车位的 25%进行设置，并按 50%预留建设和安装条件。

### 3、岸电设施

成都天府机场全面建设飞机地面空调和地面动力单元。航站楼近机位、远机位及功能机位全部设置飞机地面电源和空调；天府机场岸电设施规划采用“统一规划、分期实施”，为本期建设提供匹配的供配电电源、用电接口等系统配套设备，并为远期建设预留接口，保障远期岸电设施建设。

### 4、环境保护与绿色施工

在机场建设过程中，天府机场高度重视环境保护工作，确立了“绿色机场标杆工程”和“生态文明示范工程”的建设目标，构建了完善的环保水保管理体系，并出台了相应的环保水保政策及管理制度。

在环境保护方面，对噪声环境影响、大气污染、固体废物环境污染提出了相关防治措施，对生态环境、地表水环境、地下水环境制定了保护措施；在水土保持方面，对全场的耕地、林地、园地、草地等表土进行分层剥离，并单独集中堆放；同时进行了临时拦挡、苫盖，临时种草，设置临时排水沟、沉沙池、沉淀池以及洒水降尘等水土保持措施，施工结束后全部用于绿化回填，全场不设弃土（渣）、取土（料）场；在绿色施工方面，天府机场编制了《绿色施工指南》，并下发到各施工单位，指导绿色施工的顺利开展。多家施工单位取得四川省建筑业绿色施工示范工程荣誉。

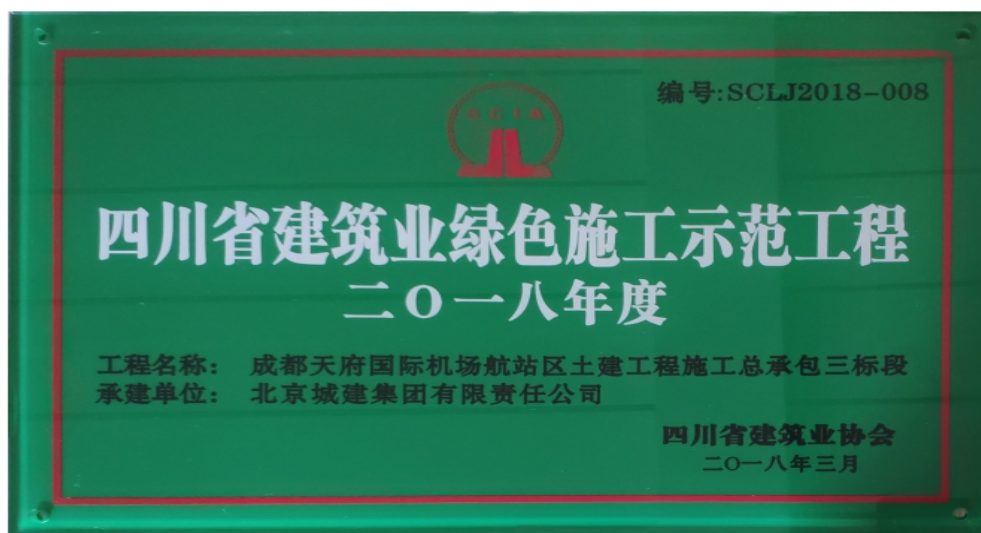


图 17 天府机场绿色施工

### (三)、山水交融 花园机场

天府机场得天独厚的自然条件，为花园机场建设奠定了基础。融入“海绵城市”理念，结合机场排水系统设计，构建机场景观带，促进机场与自然的和谐共生。通过雨水花园、绿色屋顶、湖泊水塘等多样面貌呈现天府花园机场的美丽景色。

#### 1、景观花园

天府机场以“巴山蜀水·天府长卷”为主体，以新时代手法构建现代、大气、山水自然的机场景观，展示“连绵蜿蜒、迂回跌宕”自然美景。

景观设计以行云流水的空港大道中轴为景观导入区，层层递进，在航站区形成景观核心与高潮，大道两侧机场公园与工作区绿地交相呼应，锦上添花，共同形成主次分明、层次丰富的空间形象。办公区上位景观定位为“云水悠然”。根据场地功能，融入整个环境理念，展现“山水交融”的地形，演绎“一山一水、一景一物”的景观场景。塑造宁静休闲、悠然自得的景观氛围，打造灵动飘逸、舒缓心灵的自然空



间，实现云水悠然之“云上花园”之境。

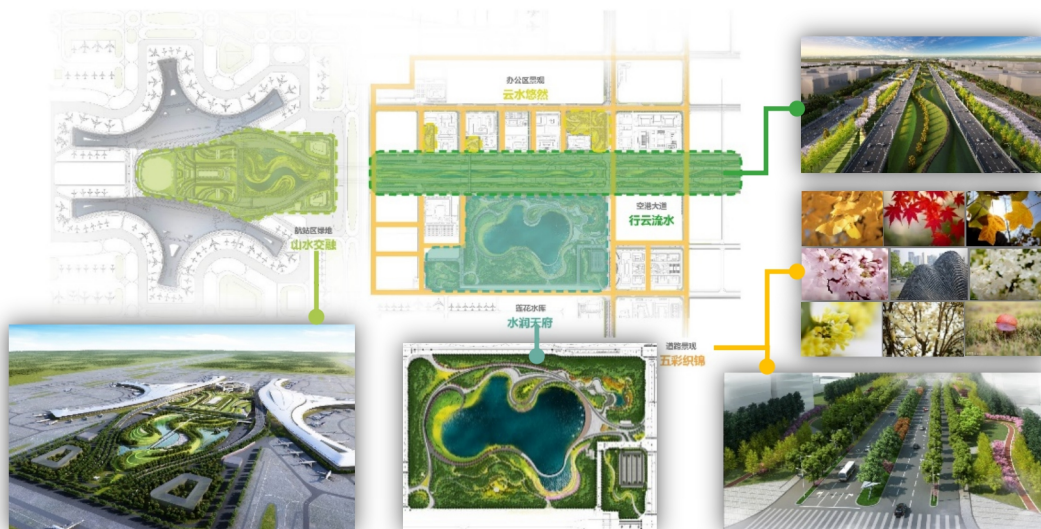


图 18 天府机场景观规划



图 19 天府机场景观鸟瞰图

场地保留了原有的莲花水库，并围绕它打造成机场公园。其主要是为员工和机场短暂停留的旅客提供一个可游赏的景点，同时兼顾城市公园与工作区配套公园的功能。结合地形现状，叠山理水，打造自然、大气的山水构架。综合体现文化元素，展现绵长久远、大气谦和

的蜀地特质。



图 20 天府机场莲花水库

在场地绿化方面，天府机场规划除部分功能性建筑因行业规范无法设置屋顶绿化之外，其余建筑面积大于 2000 平方米的屋顶，必须覆盖必要设施以外屋顶面积 50%以上的屋顶绿化；并鼓励利用建筑架空平台设置空中花园，屋顶绿化以轻型绿化为主。航站楼采用垂直绿化，GTC 和停车楼采用屋顶绿化，据统计全场绿地率（主体工程）达到 42.64%。办公区屋顶绿化占可用屋顶面积的 59.8%。



图 21 天府机场屋顶绿化

值得一提的是，天府机场污水处理厂采用“地下全埋式”结构，将主要处理构筑物布置在地下，地面设计为绿化和园林建筑，将生态景观与污水处理构筑物融为一体，成为天府机场绿色建设的亮点之一，体现了天府机场因地制宜，独具匠心的绿色设计。一方面实现了污水处理过程全封闭，处理厂不散发任何异味，防止空气污染。另一方面占地规模仅为传统工厂的 1/10，节约用地效果明显。同时，该污水厂能够实现污水处理率 100%，处理水（中水）可以全部或者部分回用于机场内的绿化浇洒等，大大降低了市政用水量。



图 22 天府机场污水处理厂

## 2、海绵机场

天府机场采用海绵城市规划理念与方法，开展水资源综合利用，制定方案及总体目标，并将指标分解到各功能区。因地制宜地使用渗、滞、蓄、净、用、排等多种生态化技术取代传统雨水收集设施的作法，适当保留场址内的水域、植被。通过合理规划场地内雨水径流，结合机场排水系统设计，对场地雨水实施外排总量控制，场地雨水年径流总量控制率不低于 80%。有效调蓄容积 10.38 万  $\text{m}^3$ 。

具体措施方面，采用雨水花园、透水铺装、蓄水设施、下沉式绿地等雨水调蓄设施；全场采用新型雨水口进行初期雨水净化，对于机务、生产配套工程等有针对性地采用水力颗粒分离器进行初期雨水净化。通过构建雨水湿地和湖泊、景观渠道等生态水系，形成具有成都天府机场特色的海绵机场。

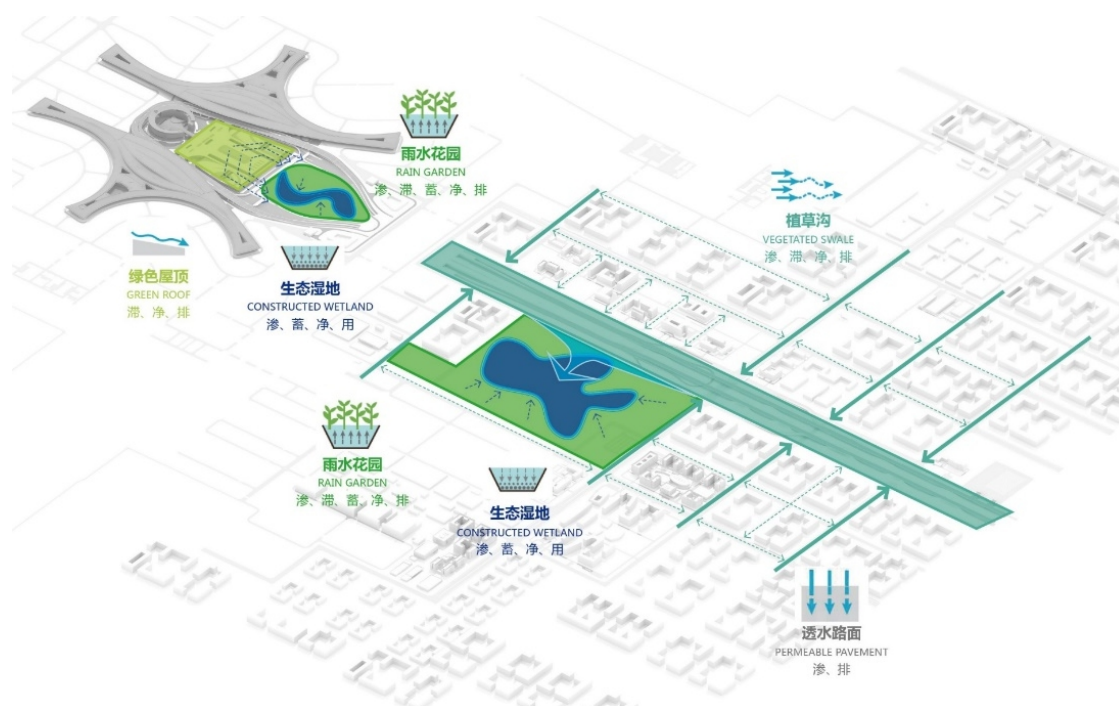


图 23 天府机场海绵机场示意图

#### (四)、信息助力 智慧机场

天府机场在绿色机场建设过程中充分融入智慧机场理念，以绿色+智慧的方式，利用信息化、数字化、智慧化的科技手段，构建智慧管理平台，切实提高能源利用效率，提升绿色机场管理水平，为旅客提供方便快捷的高品质绿色出行服务，让智慧因子助力绿色机场建设。

##### 1、能源智慧管理

天府机场构建了智慧能源管理系统，以“设备智能、多能协同、信息对称、供需分散、系统偏平”为特征，对能源的“源”、“储”、“网”、“荷”进行检测，通过就地智能控制层输入综合能源协调控制层进行分析，并在综合能源优化调控层中实现能源全景监控、综合能源信息广泛接入与集成、能源优化调度，最终为综合能源运营管理层提供能效分析与诊断、智能运维、智慧用能互动服务、计量结算和综合展示。系统覆盖了全机场能源生产—转换—存储—配送—消费区域，实现

“电、冷、热、水、气”等能源统筹规划、综合供应，达到有效调整和平衡机场能源供需结构、推动节能减排、提高能源利用效率，提升绿色管理运营水平的建设目标。

### 设备智能 多能协同 信息对称 供需分散 系统扁平

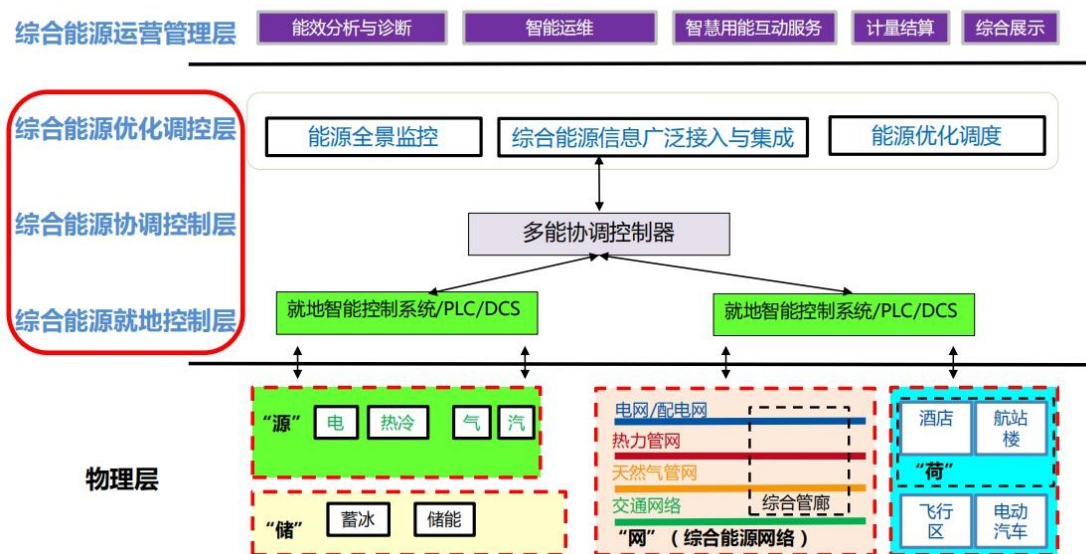


图 24 天府机场智慧能源管理系统

## 2、环境智慧管理

天府机场重视环境管理，搭建了机场智慧环境综合管理平台。通过“一个中心、两个平台、三类应用”组成机场环境管理核心大脑，收集机场各类环保信息（噪声、空气、水质、三污排放、除冰液排放、机务维修、航空垃圾污染源、电磁环境等各种污染数据及信息），实现环境数据实时监控和分析。以此了解机场环境的变化情况，制定环境管理措施，进行环保隐患自查，提升机场环境质量，实现机场环境智慧化管理。