



02/2021

总第54期

# 建筑沙龙

ARCHITECTURE SALON





封面/波音737MAX飞机完工及交付中心定制厂房及配套设施建设项目

《建筑沙龙》为中国航空规划设计研究总院有限公司建筑专业内部交流刊物，所有文章及图片皆可在其他刊物发表。《建筑沙龙》感谢所有提供图片及资料的个人和机构，并尽力表明。如有疏漏，敬请谅解。

本刊所载文章为作者个人观点，不代表本刊立场，特此声明。

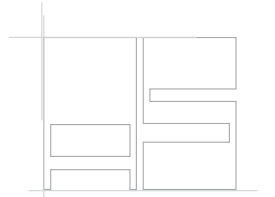
杂志如有印刷质量问题，请致电编辑部。

电话：010-62038235

建筑沙龙 (季刊) ARCHITECTURE SALON  
2021年6月 总第54期

主管：中国航空规划设计研究总院有限公司  
主办：中国航空规划设计研究总院有限公司建筑技术委员会  
编委会主任：傅绍辉  
编委会副主任：陈海风 赵京  
编委会（按姓氏笔画排序）：  
王宇泽 王建一 王巍 申江  
刘武 刘国新 张卫才 张雪涛  
陈阳 吴思海 何晶 杨妹  
赵海鹏 徐平利 董岳华

主编：刘锐峰 电话：010-62038235 62038276  
执行主编：王蕊 传真：010-62038297  
责任编辑：范蕊 创刊：2007年9月  
英文编辑：余男 版面尺寸：230mm×280mm  
美术编辑：程萍 地址：北京市西城区德外大街12号(100120)



CONTENT 目录  
Architecture Salon  
2021.06 NO.54

## Projects 项目聚焦

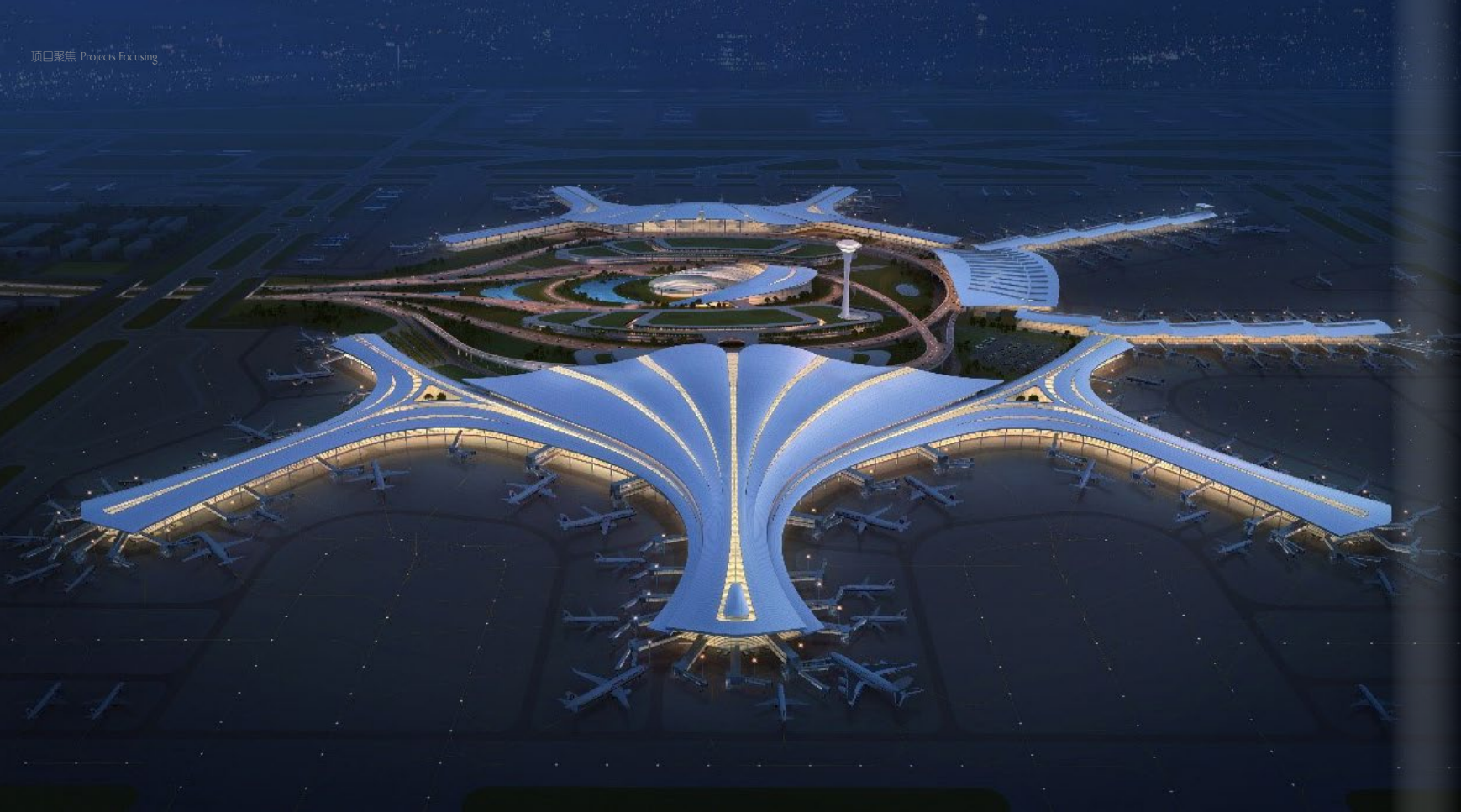
- 04 落霞与孤鹜齐飞，人杰地灵  
——南昌昌北国际机场T3航站楼建筑造型及室内（商业空间）方案设计/尹泽妍 焉嵩

## Culture 建筑文化

- 理论研究
- 10 “均衡布局，环境友好”  
——办公楼概念设计/李婧雯 戈珍平
- 14 低建造技术下援外项目设计  
——以援非洲某国社区技术学院为例/戴锦璐
- 19 旧城区中小学校园环境更新策略探讨  
——以西安建筑科技大学附属中学改造工程为例/关俊卿

## 理论研究

- 22 数据机房BIM管线综合设计流程与应用  
——以某数据机房项目为例/张敬怡 马浩林
- 25 成都商飞民机示范产业园二期建筑设计/侯广大 屈健
- 28 马站智慧冷链仓储物流产业园室外消防设计/郭冀 杜慧英
- 31 基于可持续发展理念下我国通用机场整体规划设计策略  
——以合肥市肥东白龙通用机场为例/李妍 赵保东
- 34 健康策划视角下的田园康养小镇设计实践思考/王峻
- 40 工业建筑中高隔声性能门窗设计探讨/张卫才
- 44 以ANSYS软件为例解析《绿色建筑设计标准》中风环境模拟的技术要点/赵璇 马浩林
- 47 办公建筑的景观融入探讨/米澍暄 马浩林
- 50 回归自然的设计  
——圣·乔瓦尼巴蒂斯塔教堂解读/郭欣
- 52 中国古代官学校园选址研究/苗严 马浩林
- 58 我国航空应急救援运营模式探讨/崔青 常秀娟
- 60 高高原地区通用飞机选型研究/郑妍 张倩



# THE SUNLIGHT SHOOTS THROUGH THE ROSY CLOUDS, ITS TALENTED PEOPLE ARE OUTSTANDING AND THE SPIRIT OF INTELLIGENCE PERVADES THE PLACE

—ARCHITECTURAL MODELING AND INTERIOR (COMMERCIAL SPACE) DESIGN OF TERMINAL T3 OF NANCHANG CHANGBEI INTERNATIONAL AIRPORT

## 落霞与孤鹜齐飞，人杰地灵

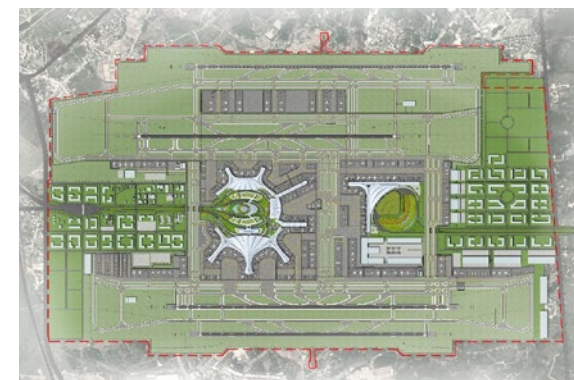
—南昌昌北国际机场T3航站楼建筑造型及室内（商业空间）方案设计

文/尹泽妍 焉嵩

## 1 引言

江西省省会南昌市地处赣江下游，是环鄱阳湖城市群核心城市，也是著名的英雄城和历史文化名城，因“昌大南疆、南方昌盛”而得名，素有“文章节义之邦，白鹤鱼米之国”的美称。

当前，随着我国民航事业的快速发展，南昌昌北国际机场以其独特的区位优势迎来了的良好发展机遇。本方案立足于长远发展，尊区域文化理念，以面向未来的发展作为总体设计目标。



总平面规划图

## 2 项目概况

本方案深入分析了南昌昌北国际机场的发展模式，统筹、处理近期和远期规划关系，为机场陆侧和空侧高效运行创造有利条件，最大限度地发掘核心航站区潜力，减少未来建设不停航施工难度，适度融入陆侧开发理念，并实现航站楼应对未来需求的弹性转换功能，为南昌昌北国际机场打造现代化机场与区域文化相互融合的空港形象。



透视效果图

## 3 建筑造型方案设计

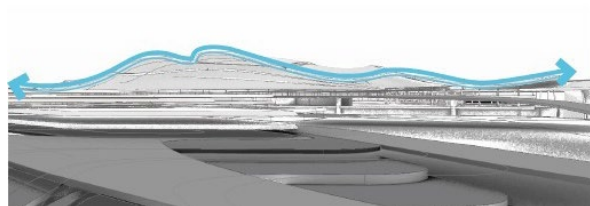
本方案希望以创新的方式，实现新时代机场与江西省物华天宝、人杰地灵的区域属性有机融合，并承担起机场作为文化传承的载体面向世界腾飞远航的历史使命。

传承于区域文化的设计灵感——江西省自古被称为文章节义之邦、白鹤鱼米之国，这里拥有舒适优美的自然环境和长久传承的人文情怀：落霞与孤鹜齐飞，人杰地灵，白鹤飞舞于江畔祥瑞优雅仪态万方；星火燎原的革命者豪情催人奋进，千载传承的滕王阁意境令人神往……这一切向设计师传递着区域属性的灵感：奔流不息的赣江之水源远流长，水润万物吐故纳新的灵性滋养了江西大地的生息势如长河奔流；赣江水畔翩翩起舞的白鹤优雅祥瑞，鹤舞云天献瑞呈祥的气韵正是代表了江西儿女的活力，好似腾蛟起凤。

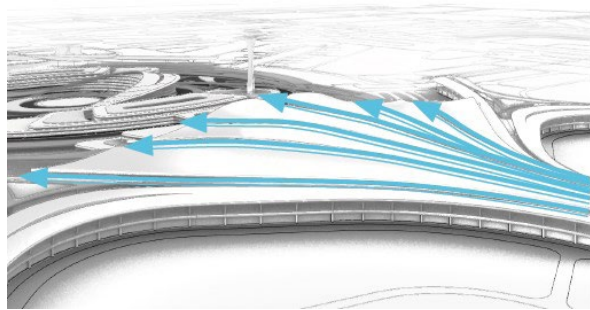
“峰峦叠嶂，碧水如镜，青山浮水，倒影翩翩，两岸景色犹如百里画廊”。有水的地方就有山，江西的群山也是一绝——庐山的神秘，武功山的秀美、三清山的壮阔都是让人叹为观止的山川美色。设计从山中得到灵感，提取出峰峦叠嶂的层层之美，运用在航站楼中，更增添一种宏伟的特色。

“章贡汇流成赣江，水绕吉昌连鄱阳”。赣江作为长江的主要支流，江西的主要河流，从古自今都与江西人密不可分。古往今来，对于赣江的美好描述也非常多。方案提取赣江波光粼粼的江面浪花作为设计元素，运用在航站楼的整体造型中，不仅突出了江西特色，更为航站楼的建筑注入了一丝的灵动。

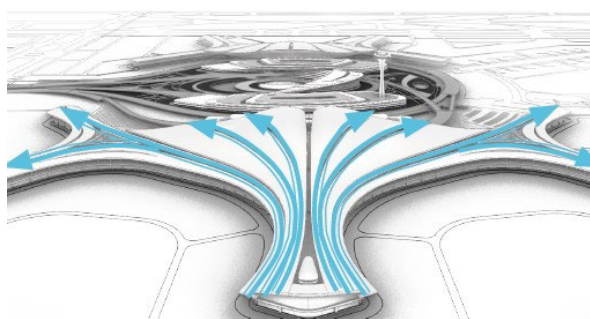
“流光溢彩、鹤舞苍穹”。仙鹤祥云在江西人眼中代表了一种美好的意向：高贵、庄严、华丽、祥瑞，把仙鹤祥云的姿态用抽象的表现方式展示出来，赋予了航站楼新的生机与活力，也带来设计者对于航站楼直冲云霄、带动



峰峦叠嶂



赣江波光



仙鹤祥云

江西省经济飞鸿腾飞的美好愿望。

T3 航站楼建筑形体在满足实用功能的前提下逐级降低，减少了运行能源的损耗。航站楼屋盖结合建筑造型及屋面排水系统，布置斜面采光窗及侧高窗，既可引入自然采光，又减少了雨水渗漏的隐患，还可以增加自然通风。

T3 航站楼建筑造型采用现代建筑抽象转换的设计手法，将赣江水畔鹤舞云天的祥瑞意蕴演绎成为势如腾蛟起

凤的生机与活力，以开放、包容的建筑属性彰显雄州雾列、俊采星驰的人文情怀，以舒缓起伏的建筑轮廓融合桂殿兰宫即冈峦之体势的区位属性，以简洁大气舒展流畅的建筑形态引入襟三江而带五湖、水润万物的灵性与祥瑞。

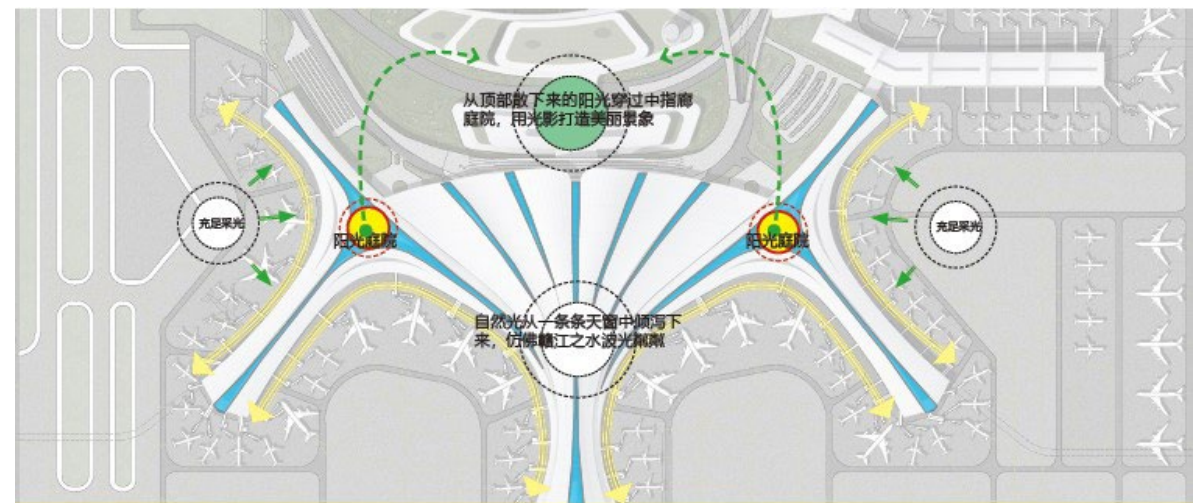
由此，建筑造型风格根据综合灵感的融合自然而然地引入了“江涛浩渺，水润物华天宝；鹤舞云天，星曜人杰地灵”的设计理念，以此展现江西省最深层次的文化内涵



鸟瞰



人流导向示意图



室内光影空间布局条件

和现代化门户枢纽机场所蕴含的时代风貌。

#### 4 室内空间造型设计

T3 航站楼内部空间以实现便捷功能和丰富旅客体验为目标，并融入长河奔流、鹤舞云天的区域灵感，打造富有现代都市活力的空港环境。在室内空间，光是旅客最好的伙伴。

T3 航站楼室内空间与外部造型风格一脉相承，在充满灵动性的光影中勾勒出一条条柔美的空间曲线，以全新的空间尺度营造了面向未来腾飞远航的时空隧道、从航站楼顶部天窗倾泻而来的自然光犹如赣江之水，碧波荡漾，又好似白鹤羽翼之间流露出自由翱翔的风情，为大空间增添了富有浪漫诗意的愉悦感。

结合旅客流程，航站楼内部空间在充满现代化人文关怀的建筑场所中抽象化地融入了江西特有的人文特征：雄州雾列，俊采星驰；飞阁流丹，桂殿兰宫；都市胜景，日

新月异……旅客既可以在这里享受现代化空港的高品质服务和愉悦体验，又可以尽情地畅想“落霞与孤鹜齐飞，秋水共长天一色”的美妙意境。



室内空间效果图



中心商业区室内空间效果图



江西地域文化特色

## 5 商业空间设计

如今，非航收益与综合开发越来越成为机场发展与区域增能的强大助力。设计需要通过多维度的商业策划与布局，使机场成为最具有潜质的城市活力源。

设计策略为：“一心”、“两核”、“三联动”。

一心——众所周知，安检后的集中商业价值最高。中指廊采用外凸三角区构型，确保可以在旅客流程上布置分别为国际、国内旅客服务的充足的双层集中商业区。

两核——向南北分流的商业动线聚焦于航站楼南北指廊的交接处，形成辐射两侧候机区的商业副核。

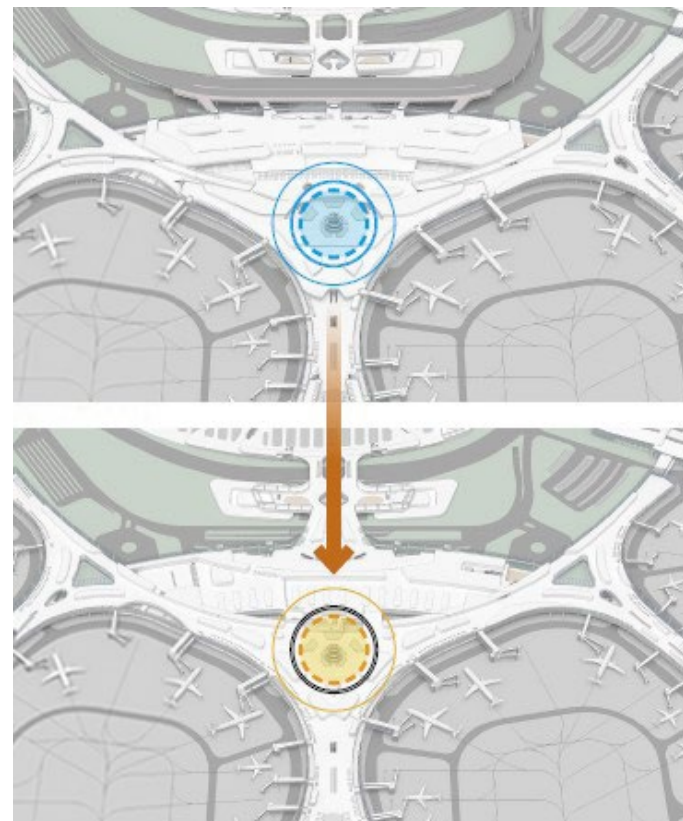
三联动——交通中心贯通东西的空中步行指廊，是航站区陆侧商业的外延，它衔接起轨道交通带来的人流和商业流，并通过东西向的联动态势引领航站区一体开发，通过北向联动态势为将来南昌经济的发展和综合开发创造了各种可能。“三联动”充分挖掘了机场核心圈层的土地价值。

机场旅客的消费需求是多层次的，既包含零售、餐饮类的基本需求，又涉及到休闲、商务以及办公等高层次的消费。业态的组合就是要以旅客需求为出发点，通过调查旅客对业态不同需求量，从而制定合理的业态比例关系。

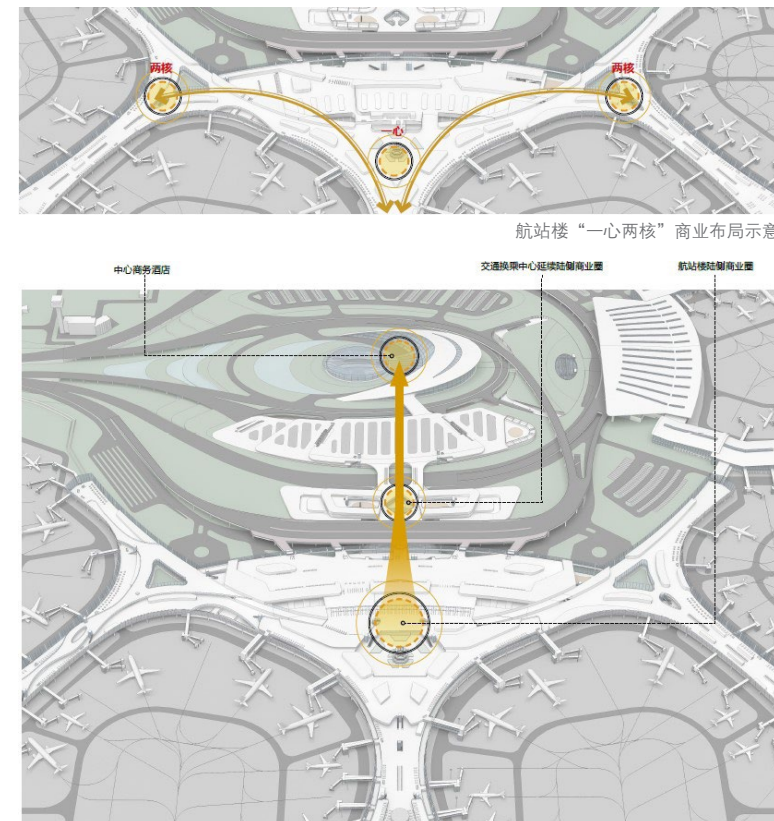
合理的业态面积组合是制定店铺数量的前提，可以根



夜景透视效果图



航站楼中心商业区布局示意图



航站区“三联动”商业布局示意



商业业态配比

据面积分配进一步规划每一类业态所需的店面数量。考虑到各功能业态的单位店铺面积不同，零售类店铺应该远远超过餐饮类及休闲类商铺数量。通过对国内外大型机场商业业态分析：零售类店铺大多占比 40% ~ 55% 左右，餐饮类设施比例一般占比 30% ~ 40% 左右，休闲服务类设施一般占比 10% ~ 25% 范围之内。机场管理者在具体商业业态配比中，应根据及场实际情况、区域特色等进行合理布局分配。

## 6 结语

本方案在总体规划、环境格局、机场运行、功能流程、建筑造型、商业布局、节能环保等方面全方位地诠释了南昌昌北国际机场作为现代化航空枢纽的功能需求、运行方式以及形象特征，实现了平安机场、绿色机场、智慧机场、人文机场、价值机场、创新机场的总体设计目标。

本方案以独创性的规划设计理念为南昌昌北国际机场未来腾飞发展编织了祥瑞美好的梦想。它属于江西南昌，更属于中华文明智慧在当今伟大时代发展创新的结晶。相信未来，南昌昌北国际机场扩建项目的顺利建成，在日月星辰的照耀下必将焕发出璀璨耀眼的光芒！

# BALANCED LAYOUT AND ENVIRONMENTALLY FRIENDLY

## —CONCEPTUAL DESIGN OF OFFICE BUILDING

### “均衡布局，环境友好”

#### ——办公楼概念设计

文/李婧雯 戈珍平

[摘要]: 本项目综合考虑地理环境、气候条件、规划要素、功能空间等设计要素, 阐述设计在创作中对总体规划思路、建筑单体设计、设计原则上的应对与思考。

[关键词]: 均衡布局; 办公楼; 设计策略

### 1 项目背景

项目用地内包含已建成主楼及附属建筑, 本次拟新建 1 座 2215m<sup>2</sup> 办公楼、1 座 591m<sup>2</sup> 的后勤用房及 1 个带雨棚停车场。本项目可促进当地文化繁荣, 提高地区服务功能, 改善当地办公条件, 促进设施的完善与发展, 提升城市办公形象, 利于形象塑造。

### 2 气候概况

项目所在城市南部临海, 属热带雨林气候, 旱季烈日直射、阳光充足; 雨季多雨、雷电频繁。全年平均气温 27℃, 年平均降雨量 700mm。当地盐雾腐蚀及蚁害严重。

当地建筑以多层为主, 建筑物窗户很小, 考虑遮阳通风, 建筑屋面颜色较为鲜艳, 忌黑色。

### 3 总平面规划设计

总平面规划设计采用了统一协调的规划手法。本项目包含两个新建建筑, 规划设计上考虑与现有建筑的脉络相协调, 不应影响现有主体建筑作为院区中心建筑的地位, 并考虑与其协调使用, 做到统一规划、统一使用、统一管理。设计采用了 3 点场地规划原则:



总平面图

- (1) 轴线关系: 遵循该区域原有规划格局, 形成“北大门—主楼—中心大道”的轴线关系;
- (2) 主从呼应: 新建办公楼场地与自建办公楼场地分别位于中心建筑两侧, 沿轴线对称, 和主楼在场地上形成主从关系;
- (3) 均衡体量: 新建后勤用房场地位于新建办公楼东北侧, 与原有后勤楼形成围合庭院, 与西侧停车场形成对称的均衡体量感。

在设计策略上兼顾整体性; 设计遵循原有格局, 强化轴线关系, 打造成为整体、统一、协调的办公场所, 以提升形象。在创新层面上, 设计遵循环境友好原则, 进行良性互动开发。建筑平面通过模块化布局, 结合景观处理, 形成步步有景、步移景异的效果。通过对交流空间的营造, 方案打造出创新开放的工作氛围, 适应当地气候特征, 增补节能的设计手段, 达到能源的高效利用。设计采用当地材料, 尊重场地原有建筑肌理, 打造符合当地环境特色的建筑空间, 并与地域文化融合, 营造具有地域特色的现代化办公建筑新形象。

### 4 办公楼建筑设计

#### 4.1 设计思路

设计考虑规划上的整体布局, 延续办公场所的中正大气气质, 呼应西侧自建办公楼的建

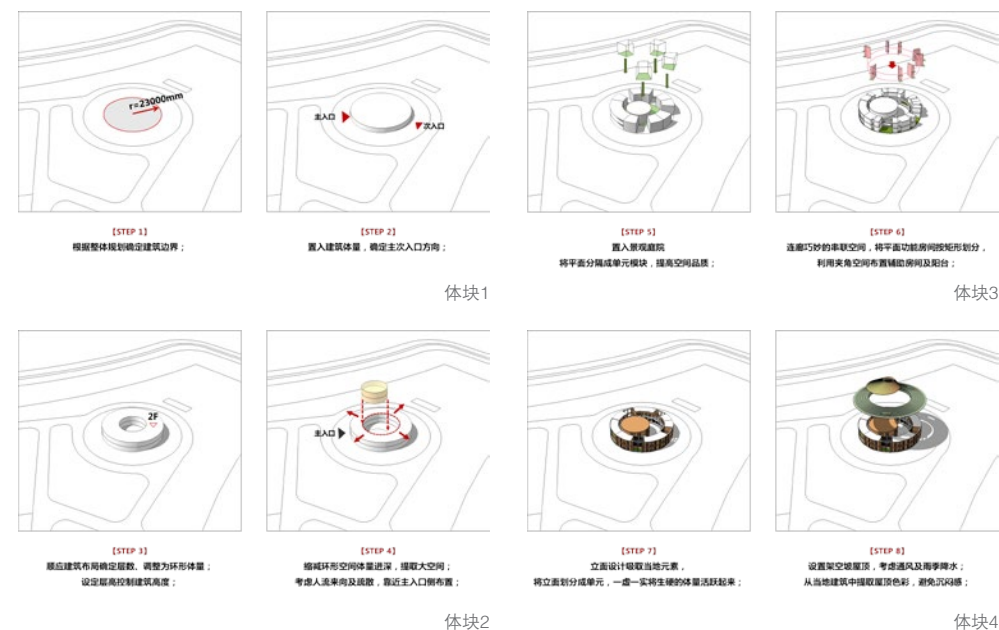
#### 4.2 体块生成

建筑设计采用边界指引、院落嵌入的指导思想, 根据规划条件置入建筑体量。设计考虑与西侧自建办公楼的轴对称关系, 面向广场方向设置主入口, 面向中心建筑方向设置次入口, 专用出入口; 顺应建筑采光布局模式, 调整为环形体量, 确定建筑层数及高度控制; 将环形空间体量缩减, 大空间单独提取, 靠近主入口方向布置, 便于疏散; 置入景观将大空间与环形体量连接, 并将平面分割成单元模块, 结合景观布局; 采用单侧连廊的空间串联方式, 并将平面功能房间调整为矩形空间, 利用夹角空间布置卫生间、阳台等辅助功能空间。立面设计吸取当地元素, 采用单元式立面设计, 花格墙及柱廊的设计虚实结合。屋顶考虑通风及降水, 设置架空坡屋顶, 庭院采光部分做透空处理, 并提取当地明亮色彩, 避免屋顶的沉闷感。

#### 4.3 功能布局及流线

建筑功能布局清晰明确, 既彼此联系, 便于使用, 又相互独立, 互不干扰。其中办公区主入口由西侧广场进入, 半开敞的入口门厅将建筑的室内外交界弱化处理。首层主要功能为单人办公室、开放办公区、会议室及部分设备机房。功能布置上考虑到开放办公区人员较多, 面向入口门厅布置, 大大缩减流线距离, 也减少了建筑内部的流线交叉。两侧各布置 4 间单人办公室, 每间均配有独立卫生间及阳台, 并设置两间会议室作为配套使用。垂直交通紧邻入口门厅两侧布置, 最大化地缩减交通距离, 快速疏导人流走向。东侧结合庭院布置专区办公独立出入口, 可通过专梯直达二层办公区,

筑体量, 确定圆形为建筑体量边界。根据其功能的诉求, 整合建筑空间容量, 提取出会议室、多人办公室为独立大空间, 并设置专人办公区、办公室等功能用房。设计遵循最新的办公建筑设计理念, 采用单元模块化布置, 合理分配功能, 并将景观做分散化处理, 与基本单元空间结合, 增强空间的共享性, 提升空间品质。



体块1

体块3

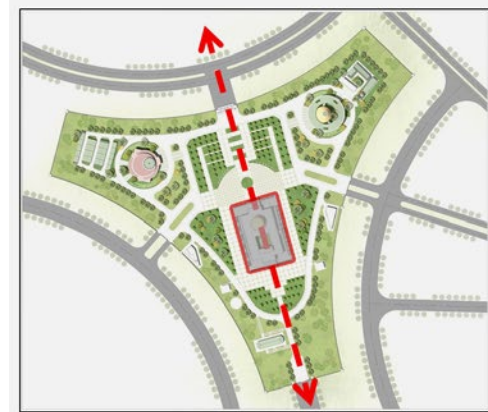
体块2

体块4

总平面规划原则

#### 【轴线关系】

遵循原有规划格局, 强化“北大门—主楼—中心大道”形成的轴线关系。



#### 【对称呼应】

新建办公楼位于场地东北角, 在主要朝向和建筑形式上与现有西侧自建办公楼沿轴线对称。



#### 【均衡体量】

新建后勤用房位于新建办公楼东北侧, 与原有后勤楼形成围合庭院, 同时与西侧停车场形成对称的均衡体量。





办公楼鸟瞰图

不存在流线交叉的情况。

二层设置办公专区，配有电话会议室、专用会议室及其他辅助用房。办公专区配有办公室、休息室、接待室及独立卫生间，并与电话会议室通过连廊联通。多人会议室置于多人办公区正上方，配有茶水间及开敞休息区，可举办茶歇，或共享交流空间；休息平台可俯瞰整个园区；多人会议室设置两个连廊与办公专区连接，避免流线交叉。

建筑内景观庭院的设置可以带来自然采光

及通风，从不同视角带来不同的空间延伸感。月牙形的景观庭院形成了步步有景，步移景异的独特景致。每两个建筑单元中间会形成一个景观天井，用格栅作为空间围界，亦虚亦实。

#### 4.4 立面及细部设计

立面材质采用与主楼相同的黄色面砖，使新建建筑与既有建筑在整体印象上保持一致。门窗比例来自对已有建筑立面柱廊的比例提取，相似的空间比例会带来空间使用上的连续感，让办公人员能够使用舒适。细部设计上提

取圆形百叶图案、白色勾边等细节，植入在新建建筑中，令建筑更加精致而富有细节，又与中心建筑相呼应，使新旧建筑不论整体还是细部，均有着整体统一的协调性。

#### 4.5 屋面设计

设计采用类似穹顶的设计手法，与既有建筑的穹顶手法呼应，同时方案积极创新，使场地内3个穹顶在整体协调的同时保持各自的特性。针对当地烈日直射、雷雨频繁的气候特色，方案采用坡屋顶设计，便于排水，采用架空的处理方式有利于隔热与通风，并吸取当地屋面色彩作为新建屋面主体颜色。对应景观庭院，在屋面3处开设天井，有利于竖向通风及采光需求。

中心处屋顶设置采光天窗，可以提供会议室的自然采光，具有良好的空间导向，创造特有的空间感受。为保持室内建筑的光热舒适性，建筑采光屋顶可选用电动梭形百叶作为外遮阳装置。

### 5 设计原则及应对措施

(1) 整体规划原则：确保项目使用功能完善、配套设施健全、技术先进适用。考虑园区总体规划，尊重既有中心建筑为园区建筑的统领地位，设计出与主楼脉络相协调，并符合整

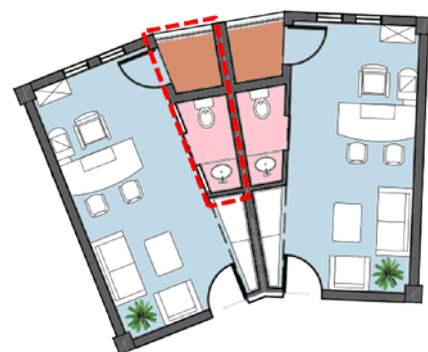


办公楼人视图

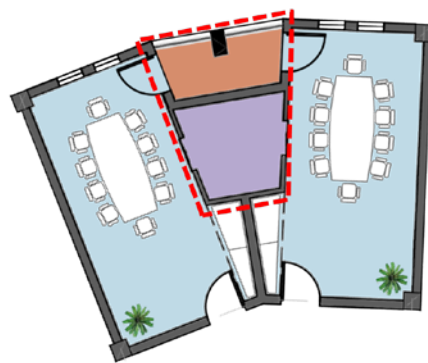
体规划肌理、风格造型统一的新建办公楼。

(2) 投资匹配原则：本项目作为重要办公场所，在保证功能的前提下，提升整体的档次及水平。从节约施工成本及缩短工期的角度出发，设计上减少了弧形楼板、弧形梁、弧形墙面等曲面构件，将更多的投资用于核心功能的提升和主材上。结合当地对空调的需求及使用习惯，办公室、会议室采用冷媒流量多联机制冷，其他房间设置分体空调。

(3) 功能优先原则：设计强化人性化功能设计的先进性、实用性和配套性。布置合理的功能分区，新建办公楼动静分区，开放区紧邻建筑主入口空间，较私密空间布置在首层内侧，专区办公位于二层，实现公共与私密的合理布局。办公单元各功能房间均为标准矩形单元，避免扇形空间带来家具难布置的缺点，并将单元之间的三角形空间合理利用起来，布置辅助房间及阳台，既避开了缺点，又提高了使用上



办公室三角区布置：  
独立卫生间、独立阳台



会议室三角区布置：  
会议准备间、可连通阳台

矩形及三角形空间合理布局



采光天窗效果图

的功能空间品质。

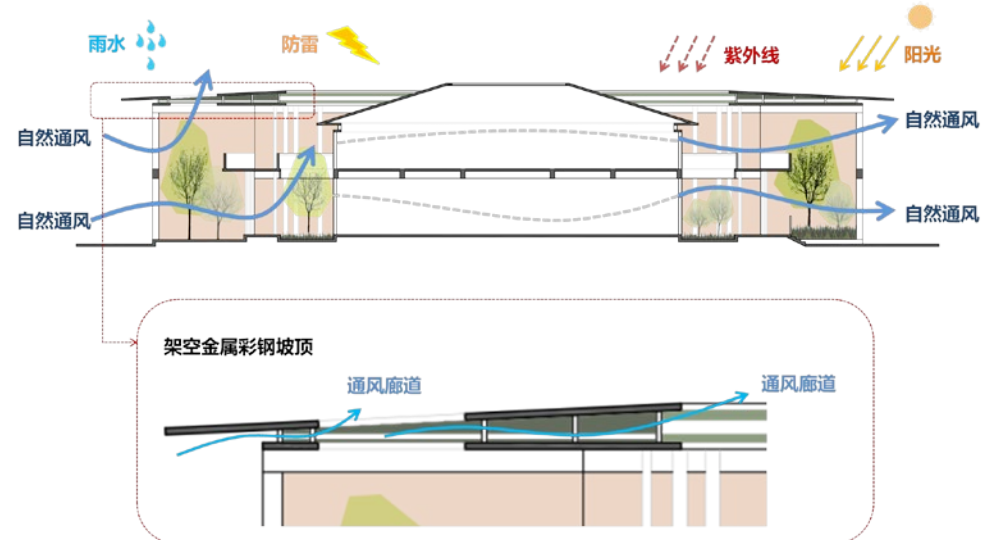
(4) 技术创新原则：方案在充分考虑当地自然环境和社会文化条件的基础上，按照“可靠使用、经济合理”的原则，建筑外立面设计以模数化为基础，施工简便。考虑当地具有盐雾腐蚀，设计中适当增加混凝土保护层厚度，对于裸露的金属构件进行防锈、防腐处理。

(5) 绿色环保原则：综合考虑朝向、噪音干扰等条件，做到利用自然采光及通风，与周围环境和谐融合。在平屋面上架设金属彩钢坡屋顶，有利于雨季快速排水，并有通风、隔热、降噪、防雷的效果，还可以有效减少紫外线对

平屋面防水层的辐射，减少维护成本。

(6) 维护便利原则：系统设备选型考虑当地气候条件等因素，不应脱离当地的实际维护保养条件，不盲目选择高档设备，充分考虑日常维护保养和定期大修的可性和便利性。

(7) 可持续发展原则：从方案设计、设备材料选型、投资控制等多个方面统筹考虑项目全周期的维护管理和成本。采取各项技术措施避免对环境产生影响，着重防止水污染、垃圾污染、大气污染、噪音污染。在提升项目品质的同时，节约能耗，为项目建成后实现可持续运行与发展提供有力条件。



架空坡屋面设计分析



# DISCUSSION ON FOREIGN AID PROJECTS WITH LOW CONSTRUCTION TECHNOLOGY

## ——TAKE A COMMUNITY TECHNICAL COLLEGE IN AFRICA AS AN EXAMPLE

### 低建造技术下援外项目设计 ——以援非洲某国社区技术学院为例

文/戴锦晓

**[摘要]:** 近些年,越来越多的中国建筑师参与到国外经济条件相对落后地区的建筑设计项目中。本文以援非洲某国社区技术学院项目为例,从建筑的整体布局、气候应对、材料选择、形象塑造等几个方面,探讨如何在低建造技术条件下设计出能够较好适应当地环境的建筑项目,以供参考。

**[关键词]:** 低技; 援外项目; 环境适应性

#### 1 序言

近些年,伴随经济和文化全球化发展,“一带一路”政策的进一步落实,我国建筑行业走出国门也迎来了新的契机。越来越多的建筑师有机会通过援建工程承接海外项目。我国所承接的援外项目绝大多数位于亚非拉美等经济文化相对落后的国家。有些项目受援国虽然经济实力一般,但近些年本国基础建设已有所发展,特别是项目位于该国首都等相对发达的城市和地区,亦或项目为受援国重点项目,政府重视程度高,投资具备一定规模和档次,基本的施工技术条件可以有所保证。特别是在已有相当规模的中资施工企业开展业务的国家和地区,我国建筑师设计的工程项目落地性已有较大保证。然而在笔者接触的一些项目中,一方面,受援国极度贫困,项目选址又位于本国非中心城市,另一方面,项目本身建设规模、投资规模较小,这些项目会受制于所在地施工材料采购困难、电力供应不足、大型施工设备缺乏、后期维护能力差等诸多限制,许多在我国已较为普及的施工技术或材料难以应用。这对长期

在我国国内进行建筑项目实践的建筑师来说无疑是一个较大的挑战。

此外,这些援外项目所处的气候环境,往往与我国存在巨大差异。以非洲为例,许多地区所特有的常年高温、太阳辐射强烈、瞬时暴雨频繁等气候特征,在国内很难找到与之对应的实践经验。一个优秀的建筑设计项目应该充分根植于项目土壤,解决项目的切实问题,对项目质量的追求不能因为条件的不足而有所舍弃。

如何用最直接、简易、高效的手法解决设计中遇到的切实问题,成为此类项目设计过程中最值得探索的问题。本文试图通过笔者参与的援非洲某国社区技术学院项目,简单探讨以上问题的应对措施。

#### 2 项目背景分析

项目所在国位于非洲东南部,全国90%的人口务农,经济严重依赖农业。经济对农产品的依赖,使其特别容易受到干旱等外部环境冲击,因此该国是世界最不发达的国家之一,其经济严重依赖国际援助,在非洲依然属于相对落后的国

家。本项目由5个分项构成,每个分项选址均位于其本国较大城市经济圈以外的郊区。

该国属于典型的热带草原气候,年平均气温在20℃左右,雨季从11月一直持续到第二年的4月,年降雨量为90%发生在这一季节。在雨季,该国大部分地区年平均降雨量760mm~1015mm,一些高原地区降雨量超过1525mm,有些地区降雨量高达2150mm。

#### 3 项目概述

该国政府一直寻求解决长期失业问题的途径,通过建立替代性行业和就业领域,减少外部因素对经济的影响。技术工人对于该国来说十分重要。鉴于此,该国相关部门把技术、创业和职业教育与培训确定为重点发展的政策,计划在全国各个地区建设社区技术学院,向青少年提供专业技能培训,希望我国能够在还没有社区技术学院的5个社区援建5所相应学院。

根据对方要求,我国决定为对方援助5所社区技术学院,每个社区技术学院拟建总建筑面积约1500m<sup>2</sup>。每个学院内的建设内容包括木工



该国地理位置及全国地图

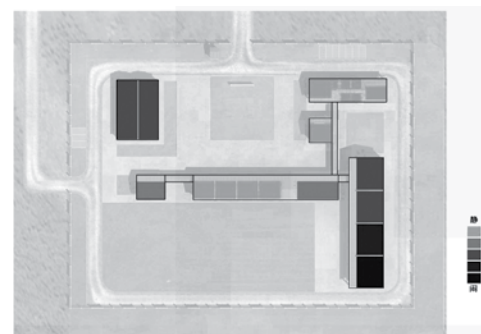
实习车间、瓦工实习车间、焊接实习车间、水工实习车间、缝纫实习车间各1间,普通教室4间,计算机教室1间,院长办公室、行政办公室、财务办公室、学生管理办公室、教师备课办公室等办公用房各1间以及图书阅览室、校方管理用备餐间、卫生间、设备用房和电气用房等其他功能用房。室外工程包括停车场、预留场地、围墙、大门、门卫室、室外管网等。

#### 4 设计应对策略

##### 4.1 整体设计策略

项目选址分别位于5个社区,项目用地均位于郊区,用地由十几公里到几十公里的土路与该国硬质路网联通,连接道路大多仅能单向行驶车辆、路面凹凸不平,雨季较为泥泞,大型作业工程车辆进入有一定难度。由于用地较为宽松,本项目拟定每块用地为100m\*130m的方形。项目不追求建设效果的高大形象,全部建筑均设计为1层。5个社区技术学院采用模块化设计,尽量保持总平面布局的一致,便于项目的材料采购及施工管理。

项目将主入口正对校园中心绿化广场,教学区、办公区、后勤区围绕广场布局,教学区后



项目动静分区



该国自然村落风貌

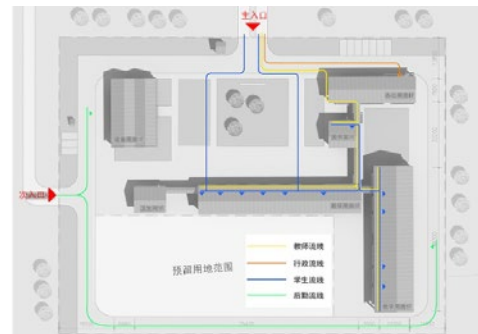
方预留发展区,发展区可兼做学生生活场地。

规划及建筑设计充分考虑了各功能区的使用流线和动静分区。功能分区合理紧凑,流线组织清晰便捷。教学区普通教室、实习车间动静分区,避免噪声干扰,同时又便捷联系。办公区建筑临近主入口及停车场,同时与教学区联系便捷。后勤区临近后勤入口及停车场,便于市政管线的接入,同时避免了后勤车行流对教学办公区的干扰。

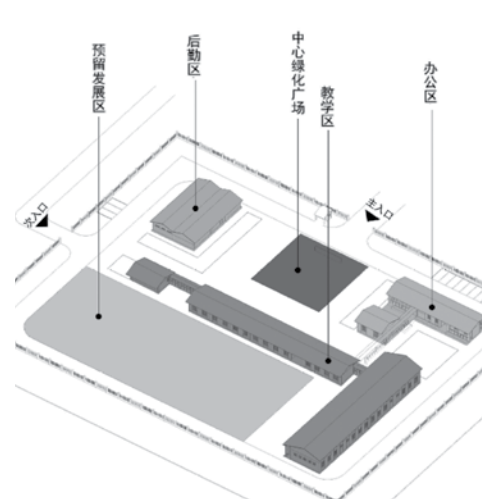
##### 4.2 气候应对策略

项目所在地的气候与国内差别较大,受当地经济条件及造价限制,气候应对策略以采用被动式、低技以及当地常用手段为基本原则。

本项目5个建设用地纬度位于南纬9.8°~17.5°之间,为典型的热带草原气候,建筑的通风隔热极为重要。考虑到项目所在地纬度低,太阳高度角大的特征,本项目采取屋顶挑檐遮阳及外廊遮阳两种形式,并通过总图设计使建筑主要功能房间尽量南北向布置,避免西晒等不利条件影响。建筑一侧设置宽度1.5m~2.1m的外廊,另一侧设置出挑500mm到800mm的挑檐,能够有效遮挡大部分直射阳光。此外,在主要功能用房之间设计连廊,并在满足使用需求的同时,尽量压低连梁屋顶高度,为学院师生提供半室外



项目流线分析示意图



项目总平面布局

具有遮阳效果的室外环境。

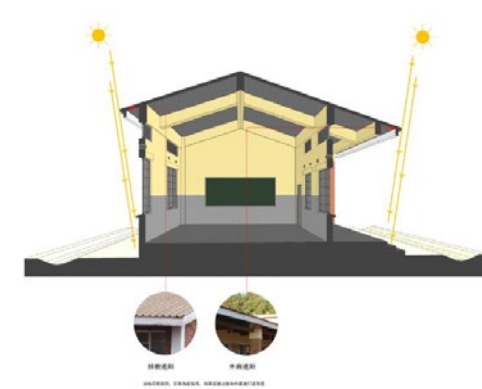
室内自然通风设计也是高温气候应对的设计重点。据调研,当地的电力供应非常不稳定,即使设置空调和机械通风的房间,其设备使用频率也存在较大问题。本设计的自然通风策略,主要采取以下几点措施:

房间采取单廊式布局,并在满足使用功能前提下,尽量降低进深尺寸;每个房间的左右两侧均设置大面积开窗,窗户采取采用当地常用的玻璃百叶,保证雨季室内通风;当地建筑中常采用一种100mm\*200mm带有金属纱窗的成品,自然通风气孔通风效果明显,本项目予以采用;在屋顶挑檐下方均设置木通风百叶窗。

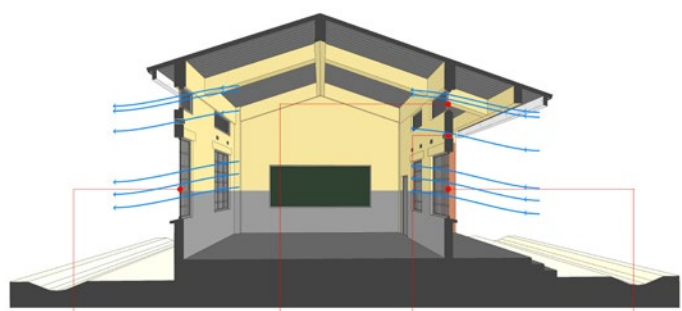
该国每年分为明显的旱季和雨季。其降雨以瞬时暴雨为主,雨量大、潮气重,基于以上特点,本设计在建筑和场地两个层面采取以下适应性措施。

项目设置450mm的室内外高差,并在基础部分涂设沥青防潮层,在防潮的同时,防止雨季瞬时暴雨引起雨水倒灌。

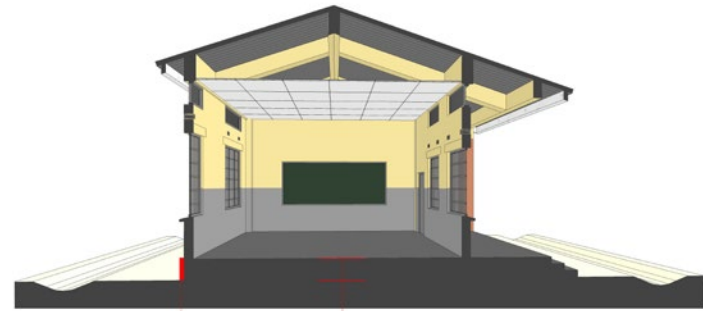
当地建筑一般采取1:2~1:3.5坡度的坡屋顶进行屋顶排水,本设计将屋顶坡度设置为1:



屋顶遮阳示意图



通风措施示意图



建筑防潮措施示意图

3, 满足屋顶排水要求;项目场地内采取当地普遍使用的明沟进行有组织排水。拟建项目场地的周边目前无市政雨水管道,雨水由场地直接排到附近的雨水明沟中,通过地表自然下渗等方式解决排水问题。

出于项目成本及施工条件的考虑,本设计中采取金属屋面屋顶形式,在雨季瞬时暴雨时,雨水落到金属屋面板上会产生较大噪音,对教室形成较大干扰。设计中在办公室、教室、图书馆等对噪音要求较高的房间设置石膏板吊顶,对噪声进行隔绝。吊顶所需石膏板及龙骨在当地办公建筑中比较常见,能够在当地进行采购。

#### 4.3 建筑材料的适应性运用

本项目所涉及的建筑材料及构造做法都以最大程度本土化为原则,这样既能够降低项目成本

本,方便项目使用过程中的维护,也符合我国援外项目的指导原则。

结构材料。该项目所在地属内陆地区,建筑用砂主要取自河砂,各地建材市场均可提供合格的建筑用砂;当地石料取自本国山区,石子采用青石破碎而成,石子质地坚硬,各种常用粒径均可供应。该国有外资水泥厂,生产相当于我国325和425标号的水泥,质量较好。当地砂、石所制成的混凝土强度能达到C45。当地无钢筋和钢材的生产,主要依靠进口。考虑到钢材的力学性能与我国设计规范的统一性、焊接材料的相容性以及钢材力学性能的现场检查,建议本项目所用钢材及焊材全部采用我国生产的材料。

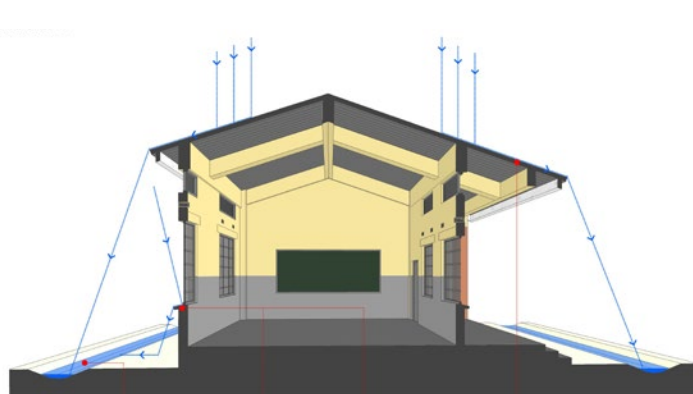
外墙材料。当地填充墙体普遍采用烧黏土砖,但烧制质量较差,无强度标准。目前政府

已有规定,减少或禁止使用烧黏土砖。本项目采用施工现场自制的混凝土砌块作为基本维护墙体。虽成本有所增加,但可满足施工质量及政府环保要求。

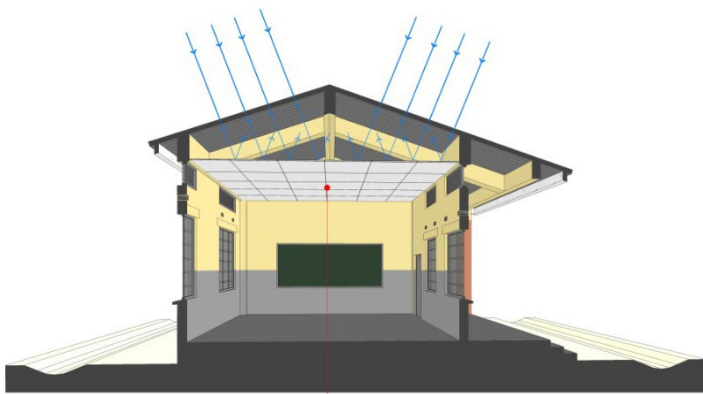
屋面材料。本设计综合项目使用功能、造价、施工难度等多方面考虑,拟采取金属屋面板的形式,金属屋面板在当地运用较多,工人施工技术成熟,效果较好。

建筑门窗。设计中的全部门窗全部采取当地可购买的木质门窗形式。在外窗的设计中,为保证采购便捷,项目采取统一的外窗尺寸,全部项目外窗均为1200\*1800mm、1800\*1800mm、700\*700mm这3种尺寸。

通风百叶。木质通风百叶为当地常见的建筑构件,分为可开启和不可开启两种形式,构造



建筑及场地排水措施示意图



隔绝降雨噪声措施示意图



当地企业自制混凝土砌块及当地的金属屋面

简单,维护方便,通风效果明显。

成品镂空花砖。在当地建筑中,成品镂空花砖技术成熟,使用较为广泛,在起到围合作用时,又能有效通风,并起到装饰作用,本设计中在卫生间予以使用。

对当地材料的大量使用,一方面可以节省



当地建筑常见窗与本设计中使用的窗

成本,降低项目实施难度,另一方面也会使受援方使用过程中具有亲切感。

#### 4.4 建筑形象的适应性设计

对于援助项目,其建筑形象的设计牵涉面较多。受援国的自然、社会、文化、经济,所援建项目的性质以及造价等都会对建筑形象的形成产生较大影响。在施工条件及造价可控的情况下,运用合理的手法提升项目的整体形象。

该项目所在国受英国殖民统治多年,独立以来,济发展缓慢,城市基础设施简陋,现代建筑的形式风格并未形成。对本项目而言,建筑形象既要考虑当地的传统材料和设计元素,同时基于援建项目性质考虑,适当融入中式建筑风格,在当地民众心中建立起特点鲜明、辨识度且形象亲切的学校、活动中心形象。

外露的红色烧黏土砖建筑在当地较为常见,同时,红色也是中国文化的代表色彩之一。因此,选取红色作为本次设计的主要色彩。双坡屋顶是中国传统建筑的代表形象之一,也同样适合马拉维当地的构造技术和气候应对策略,故本设计选择坡屋顶形式,既是中国援助建筑文化的表达,又方便施工,符合当地气候逻辑。

在建筑整体布局上,采用建筑、连廊、庭院相结合的形式,符合当地建筑的疏密特征,满足排水、疏散要求,又暗合中国传统园林建筑“宅”、“廊”、“院”三级空间系统的组合逻辑。



本方案室内外效果图



当地建筑常见木百叶与本设计中使用的木百叶



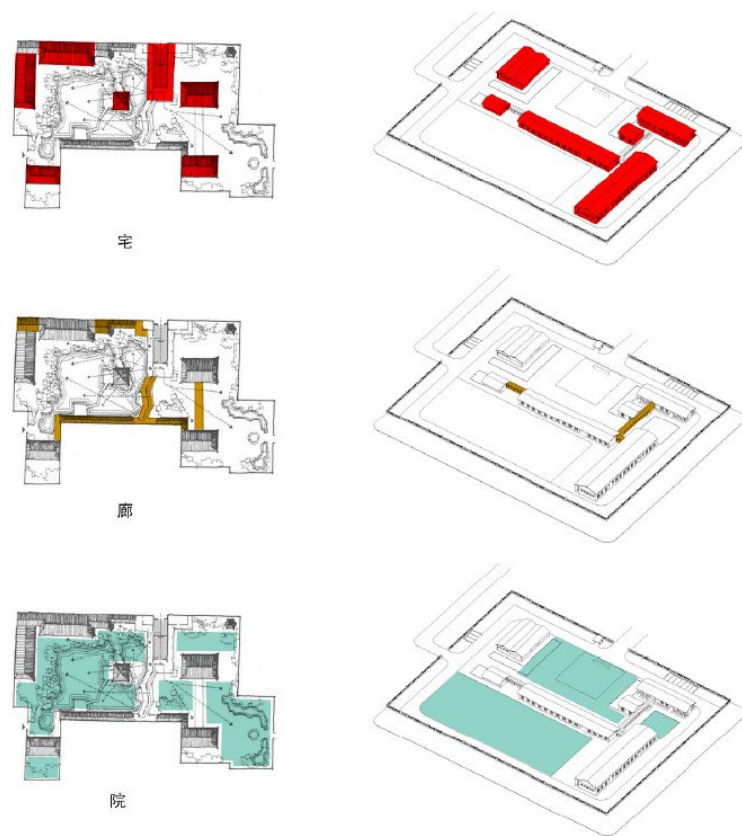
当地建筑常见成品通风砖及其在本项目中的运用

## 5 结语

笔者通过近些年来参与的一系列援建项目，充分认识到此类项目与国内项目的诸多不同之处。援助项目受该国气候、经济、文化、项目类型、造价等各个方面的影响都比较敏感。设计既要满足外方对建筑功能的实际需求，又要综合考虑受援国家的施工水平、材料设备市场情况，在低施工技术、低设备维护能力的前提下进行方案创作。在设计过程中，应该抓住项目的主要问



方案色彩及屋顶形式



空间意向分析

题，以最高效的手段解决主要矛盾；要充分研究当地气候环境，做出绿色、实用、高效的设计；要充分调研当地建材状况，既能充分运用好当地材料设备，又能保证项目工程质量；合理而适度提升建筑造型，展示我国国家形象。

### 参考文献

- [1] 郝杰. 中国境外建设项目建筑设计策略研究——以格鲁吉亚·第比利斯青奥村项目为例. [D]. 北京建筑大学, 2017
- [2] 江叶帆. 援外建筑本土化的设计表达. [D]. 湖南大学, 2013
- [3] 任力之, 张丽, 萍, 吴杰. 矗立非洲 非盟会议中

- 心设计. [J]. 时代建筑, 2012 (03)
- [4] 寒志. 架起友谊之桥:BIAD 第七设计所援外设计回顾. [J]. 建筑创作, 2010 (04)
- [5] 薛求理, 丁光辉, 常威, 张璐嘉. 援外建筑 中国设计院在海外的历程. [J]. 时代建筑, 2018 (05)
- [6] 范路, 孙凌波. 访谈:中国建筑师境外实践. [J]. 世界建筑, 2015 (01)
- [7] 胡志强. 浅谈建筑本土化与国际化的协调发展. [J]. 沿海企业与科技, 2005 (07)
- [8] 董振侠. 援外建筑设计——援老挝国际会议中心项目设计漫记. [J]. 建筑知识, 2013 (03)
- [9] 宋建华. 援外工程建筑设计有感. [J]. 安徽建筑, 2019 (09)

# DISCUSSION ON CAMPUS ENVIRONMENT RENEWAL STRATEGY OF PRIMARY AND SECONDARY SCHOOLS IN OLD CITY

## ——FOR INSTANCE OF THE RECONSTRUCTION PROJECT OF THE AFFILIATED MIDDLE SCHOOL OF XI'AN UNIVERSITY OF ARCHITECTURE AND TECHNOLOGY

### 旧城区中小学校园环境更新策略探讨

#### ——以西安建筑科技大学附属中学改造工程为例

文/关俊卿

**[摘要]:** 随着我国中小学教育改革的深入和教育体系的不断完善，学校功能发生了很大变化。但由于目前很大一部分中小学校都是在上世纪80、90年代建设，学校基础设施陈旧，校园环境陈旧零乱，难以适应目前教育发展的需求。本文以西安建筑科技大学附属中学改造工程为例，分析校园设计的影响因素，探索中小学校园环境的设计策略。

**[关键词]:** 旧城区；中小学校；更新改造

## 1 背景

我国的教育方式深受社会发展的影响，受影响的还有教育类建筑的形式。随着政府对教育事业的投入逐渐加大，人们对教学环境提出了更高的要求，中小学校园环境设计成为大家关注的热点。优质的校园环境应切实考虑学生的需求，力图营造一个舒适而温馨的环境，让学生能够在其中健康快乐地成长。为适应现代化信息化多元化的教育手段，除了新建学校外，更新改造原有校园正成为经济合理的建设方式。



教学区(改造前)

1b 教学区(改造后)

作者: 关俊卿 医药工程设计研究院 工程师



教学北楼立面



教学北楼走廊



前广场东侧(改造前)



4b 前广场东侧(改造后)

## 2 研究意义

我国正处于大发展时期,城市扩容速度加快,中小学教学功能趋向多样与复杂,提高空间使用率以适应有限空间内的多种功能需求已经成为日后中小学建设的核心。当下,中小学校的更新改造也逐渐显示出其必要性和重要意义。笔者曾在研究生就读期间参与完成西安建筑科技大学附属中学的改造工程,本文试图通过该项目的实践,探索中小学校园环境的设计策略。

## 3 影响因素

基础教育的改革不仅需要教育体制的完善,也对教育环境提出了更高的要求。学校除了要在课程安排和教学方法等方面做出改革外,还要能够为学生提供富有时代气息的校园环境和丰富的室外外交往空间,促进学生做多层次的交流,并培养学生的适应能力与自我表现能力,激发学生丰富的想象力、创造力,为社会输出多样化的全方面发展的人才。然而,一些处于城市中

心地区的中小学面临着诸如用地条件局促、教育建筑老化、教育设施陈旧等问题。现有一些校园由于空间、功能、环境落后不能满足素质教育观念的要求。

首先,由于长期以来填鸭式的教学模式,使学校空间环境变得单一与无趣,再加上许多中小学校在缺乏统一规划指导下,不断进行加建活动,校园环境呈现出一种支离破碎的状态,物理的、心理的空间环境品质普遍不高,学生的个性得不到解放。



教学北楼局部(改造前)



5b 教学北楼局部(改造后)



教学楼前广场



教学楼入口

其次,当前社会资源和教育资金十分有限,大部分学校难以通过新建学校设施来适应新型教育模式。以旧校园更新改造的方法实现教学环境适应教育发展的方式逐渐显示出其优势。

另外,校园旧建筑通过更新改造的方式,在社会发展的历程中被保留下来,融入新的校园环境之中,重新焕发出古老而又生机勃勃的生命力,这既赋予了旧建筑文脉传承的价值意义,也体现了可持续发展的思想。

西安建筑科技大学附属中学改造工程正是在这种大背景下,探索当下中小学校园改造策略的典例。

## 4 设计实践

西安建筑科技大学附属中学是陕西标准化中学,位于西安建筑科技大学南院。自1979年建校以来,学校为适应教学不断增加的新需求,经历了多次改造和装修工程。如1995年教学楼加建和2011年卫生间改造等。由于学校地处城

市中心区,用地紧张,周边环境杂乱,加上过去“填补式”的局部加建和改造行为,学校面临着诸如建筑陈旧、设施落后、校园整体空间环境品质不高等诸多问题,难以适应当下教育发展的需求。因此,学校希望在这次校园改造中融入“以人为本,为每一位学生的发展成才创造条件”的办学理念,形成一个以文化育人、环境育人的新校园。在此次改造工程中遵循以下原则:

(1) 整体性原则。在西安建筑科技大学附属中学的改造设计中,注重校园环境的连续性,以形成完整的形象,满足多元的、不同层次的需求,统筹考虑工程经费紧张、工期短、施工不影响教学等此次改造工程中的特殊问题,在设计中对原有校园色彩零乱、教学区南北楼间距过小等问题进行整体改造设计。设计在南北楼之间设计了东西通长的展墙,形成两楼的空间联系纽带,以削弱拥挤感,选择灰色作为建筑主色调,并用木材的暖色和铝合金的冷灰加以点缀。

(2) 经济性原则。鉴于施工周期紧张和资金短缺,在改造设计之初就考虑用单一材料、简

单技术操作的“装配式”施工方式,这在一定程度上节约了经费,并为工程在短工期内完成提供了可能性。这种装配式施工不仅不破坏原有结构,也不需要更多的技术,而且安装拆卸方便,在日后的使用过程中,可以随时对隐藏其中的线路进行检修甚至重新布线。

(3) 把握细部的原则。在设计中,注重校园每一个细部空间环境建筑的营造,以人的尺度进行设计,真正从细节处做到以学生为本,为教育服务。教学楼外廊用青砖与木材相结合,创造出朴素与温馨的环境氛围,形成促进学生交流的空间。走廊顶棚用铝方管与方木吊顶,在色彩上取得协调,并体现出线的构成关系,给人以清新的印象。增加的展墙墙面也饰以青砖,顶部以木方做格栅,营造出立体的空间感。在北楼前广场东侧设计了背景墙,加强教学广场的围和感,增加空间层次。面向学校大门的教学楼体部增加了一处形象墙,呼应学校入口。前广场及南北楼之间的地面铺装纹理与建筑肌理相呼应。校园内增加木质座椅,提供阅读区。维修改造的室外洗水池朴素整洁,与建筑融为一体。

(4) 营造积极空间。学校是充满朝气与活力的地方,校园中最富有活力的景象是学生的各种丰富多彩的活动,这是学校的精神所在。而学生进行各种活动的时候需要有一个优美的空间活动场所。因此,在空间设计上更加强营造出一种积极向上的氛围,关注建筑周围形成的大量消极空间,并努力把这些消极空间改造为积极空间。合理利用建筑入口空间、楼梯空间或教学楼内的转角空间等进行设计,将建筑内的一些消极空间转变为积极空间,并在空间内增设一些座椅和木材装饰等,为学生创造交流空间。在高楼层学习的学生在课间休息时,更愿意选择待在走廊上进行简单的课外活动。因此在改造的过程中,通过改善廊道空间各界面,为学生改善课间停留的空间环境,提高学生交流的机会和主动性。

## 5 结语

中小学校园不仅是培育人才的空间载体,同时也是城市空间环境、城市形象的组成部分。但在城市规模不断扩展与城市化进程的不断加速的过程中,旧城区中小学校园空间环境已不能满足需求。为适应当前中小学教育发展需求,建筑师应当尽可能地利用现有空间环境和当下的技术手段,满足教学空间多样化的需求,并充分考虑以人为本的教育理念。■



前后教学楼之间

# INTEGRATED DESIGN PROCESS AND APPLICATION OF BIM PIPELINE IN DATA ROOM

## ——TAKING A DATA ROOM PROJECT AS AN EXAMPLE

### 数据机房BIM管线综合设计流程与应用

#### ——以某数据机房项目为例

文/张敬怡 马浩林

**[摘要]:** 本文结合某数据机房项目的BIM管线综合设计,介绍了数据机房类建筑BIM管线综合设计的流程和方法,探讨如何通过BIM模型进对建筑设计进行优化。

**[关键词]:** BIM管线综合; 数据机房; 管线综合流程; 设计优化

## 1 引言

在进行管线综合设计过程中,需要设计师提前对各专业的设计逻辑、原则等进行了解,并对所有管线路由路径进行分析。对于BIM技术在管线综合设计上的应用研究主要集中于MEP(Mechanical,Electrical and Plumbing)设计。T.M Korman<sup>[1]</sup>介绍了BIM可以提高建筑的MEP协调过程,将其大量知识基础的设计标准、建设、运营和维护知识开发为一种系统,协助设计师解决MEP系统问题。Leite<sup>[2]</sup>等在工程中应用NavisWorks进行系统的自动碰撞检测,通过自动监测和手动检测的对比,指出要检查的所有碰撞点,需要有针对性地建立详细模型和详细参数。而国内学者杨科<sup>[3]</sup>对比了基于BIM技术应用的MEP设计与传统的MEP设计,着重分析了空调回风系统运用Revit MEP软件的建



人视效果图

模过程。马捷<sup>[4]</sup>将BIM应用于地铁的MEP设计,研究了基于BIM的地铁综合管线设计优化方法。

而近年来,数据机房项目数量逐渐增加,因其具有独特的功能需求,故对管线综合设计要求也非常高。本文以某数据机房为例,探讨BIM技术在施工图阶段管线综合设计的流程与应用以及对于建筑设计的优化。

## 2 项目概况

### 2.1 项目简介

该项目为综合业务楼,建筑类别为A级数据中心,属于多层民用建筑,总建筑面积为1.4万m<sup>2</sup>,其中地上面积1.1万m<sup>2</sup>,地下面积3000m<sup>2</sup>,消防水池165m<sup>2</sup>。建筑层数为地下1层(局部地下2层)、地上4层(第4层局部设有夹层,屋面设有电梯机房以及出屋面楼梯间)。

### 2.2 项目特点

#### (1) 数据机房规模较大

项目总建筑面积超过1.4万m<sup>2</sup>,其中大部分功能为数据机房及其辅助用房,为有效降低能耗,故各建筑功能分区联系紧密,功能布局紧张。在设计过程中,需要综合考虑各个专业在不同方面的因素。

#### (2) 机电专业管线多

在采用上走线的数据中心机房中,顶部会有大量的机电安装工作,比如灯具、强弱电桥架、

风管、消防报警、气体灭火管道、摄像机等。这些专业管线为管线综合设计带来了极大难度。

#### (3) 设计调整多

根据建设单位要求,设计需求在深化过程中不断变化,导致设计调整较多。各个不同功能分区设计条件也各不相同,设计过程较为复杂。

### 2.3 设计难点

#### (1) 楼层层高低

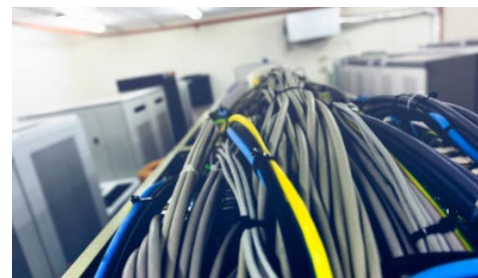
新建改建项目在建筑设计时,如果没有考虑到数据中心的用房要,会出现层高矮,部分管线排布难、施工难等问题。

#### (2) 机房电缆较多,运营管理困难

机房内电缆较多,在设计方面需要充分考虑后期运维管理的便利性,以便在例行检修或改造时,方便管理及维护工作。

#### (3) 考虑机房设计的可拓展性

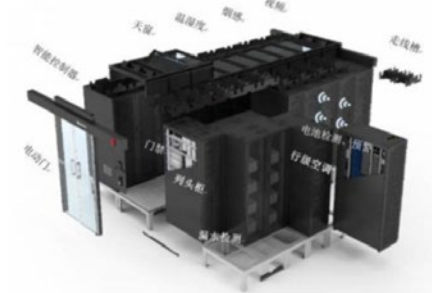
数据中心基础设施的可用性问题最初是由IT厂商提出。许多IT厂商推崇“逐步升级”的扩



数据机房所需管线量大



数据机房检查工作繁重



数据机房机柜部分组成

管线综合原则表

1	有压管让无压管
2	小管道让大管道
3	电气管线避让热水、蒸汽管线
4	水管和桥架布置在上方,风管在下方
5	干管靠近使用端
6	附件少避让附件多
7	成本低避让成本高

展模式来替代“一步到位”的建设模式。数据中心由两个层面组成——IT层面和机房设施层面。机房设施的扩展性需求,是IT层面的扩展性对运行环境的灵活性需求。与IT层面的扩展性相比,机房设施的可扩展性实现起来更困难一些。

## 3 数据机房BIM管线综合设计标准流程

在通过对公司其他项目的经验总结,得到管线综合设计流程。

### 流程一:完成土建模型及图纸分析

建立好轴网与标高后将土建专业的dwg图纸参考进入Revit作为底图,完成建筑与结构专业模型,在创建模型的同时,也可以检查结构与建筑的图纸是否有冲突。对已建成模型以及已出具图纸进行分析,对建筑的空间概况、各区域梁高、吊顶形式、走道宽度等进行了解,从而对管线的敷设空间进行把控。在这个阶段,可以找到净高不足的地方,提前确定管线复杂点位。

### 流程二:管线情况统计

对机电图纸进行分析,即对管线情况进行统计和分析,包括不同专业管线的尺寸、标高、数量、特殊要求等。

### 流程三:确定管线综合原则及思路

在这一流程中,结合行业共识的管线综合思路进行管线综合设计,管线综合原则如表所示。

### 流程四:管线综合优化

进行模型的搭建工作,并依据上一步管线综合原则对模型进行优化调整。这一步是BIM

管线综合设计的核心。

### 流程五:管线综合成果输出

最终输出对外交付成果,其中包括BIM模型、BIM施工图纸、管线优化及净高分析报告等。

## 4 现阶段建筑设计存在的问题

在进行管线综合初步设计时,发现以下关联建筑设计的问题。

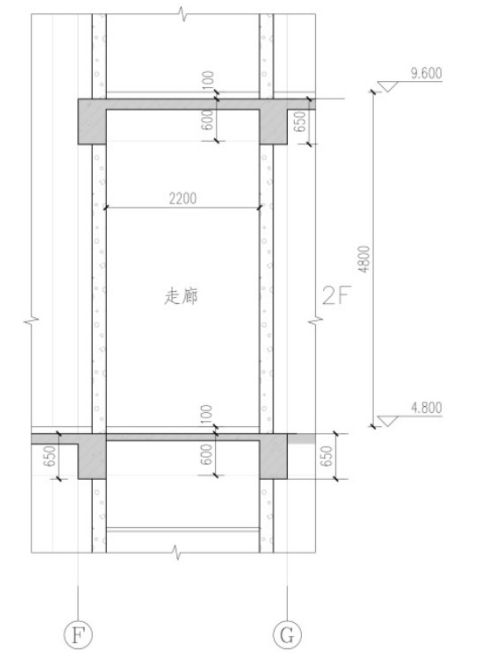
#### (1) 机房区域管线较多,美观性较差

在采用上走线方式的数据机房中,顶部会有大量机电安装工作,比如灯具、强弱电桥架、风管、消防报警、气体灭火管道、摄像机等。按照传统的安装方式,施工人员将在机房原顶板打大量的孔,并采用膨胀螺栓连接。除不利于后期机房发展外,顶板区域的美观性也较差。

#### (2) 走廊宽度较小

走廊北侧为暖通风井与楼梯间,走廊南侧为1层数据机房的挑空区域。该走廊净宽为2.2m,2层层高为4.8m,走廊北侧梁高0.75m、南侧梁高0.65m、东西侧梁高为0.6m,最低处梁下净高仅3.95m。

#### (3) 走廊区域吊顶高度较低



走廊区域剖面图

以本项目2层东侧走廊区域为例,完成管线情况统计。

#### 暖通专业:

1) 排风系统从北侧风井开始引出排风管,在走廊处连接1800mm(长)\*1200mm(宽)\*650mm(高)的联箱;联箱左侧连接1250mm(宽)\*320mm(高)的排风管,联箱右侧连接较小为800mm(宽)\*320mm(高)的排风管道。

2) 新风系统在此区域顺着走廊连接1000mm(宽)\*250mm(高)新风管道。

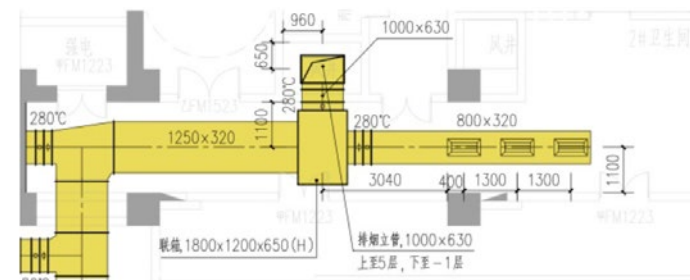
3) 空调冷凝水系统在此区域顺着走廊连接4根DN300的管道。

4) 供暖系统在此区域有1根DN32、1根DN50的供暖管线。

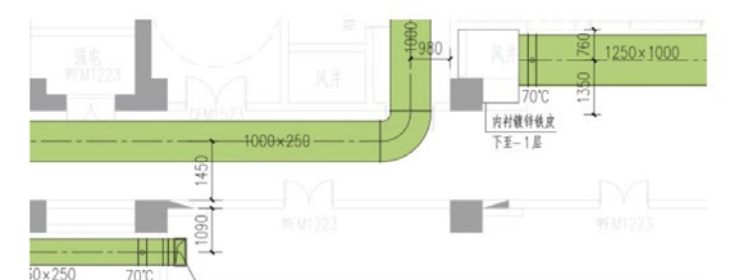
#### 暖通专业空调水系统 暖通专业供暖系统

电气专业:强电此区域顺着走廊设置1个400mm(宽)\*200mm(高)的桥架;弱电顺着走廊设置1个300mm(宽)\*200mm(高)的桥架。

给排水专业:此区域顺着走廊设置两根DN125的消防栓给水管,1根DN40的喷淋管。



暖通专业排风系统



暖通专业新风系统





成都商飞二期主广场鸟瞰图

形成主次分明、相辅相成的统一整体。

### 2.2 建筑整体布局设计

一期指挥大楼(中央)、北侧一期运营中心与二期新建筑共同围合出中央广场。首先,将二期办公楼布置在二期地块北侧是考虑办公的功能区能够相互连接,如果将宿舍布置在北侧,不仅会显得喧宾夺主,不够谦逊,无法突出一期指挥大楼,且这样围合成的中央广场空间感觉不佳,同时,宿舍楼对于南向采光的要求比较高,地块南侧的河流景观也比较好,所以,经过综合考虑,将宿舍布置在南侧是最佳选择。其次,将厨房和食堂布置在办公楼和宿舍楼之间,同时,

在地块东侧布置后勤服务,因为建筑东侧面向厂区内部道路,食堂和后勤用房立面较为杂乱,面向厂区内部比较合理。场地西侧布置体育馆,场地西侧临街,体育馆展示面较好,有助于加强体育馆与社会的联系,外部人员进入体育馆较为方便,能够很好地实现资源共享。

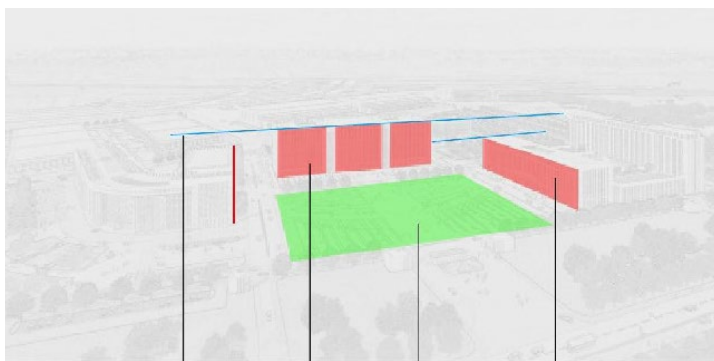
### 3 建筑细节设计

当代社会对于绿色建筑的需求越来越强烈,项目对于绿色建筑设计策略的运用也日趋成熟,例如在建筑中形成自然通风、引入自然采光、

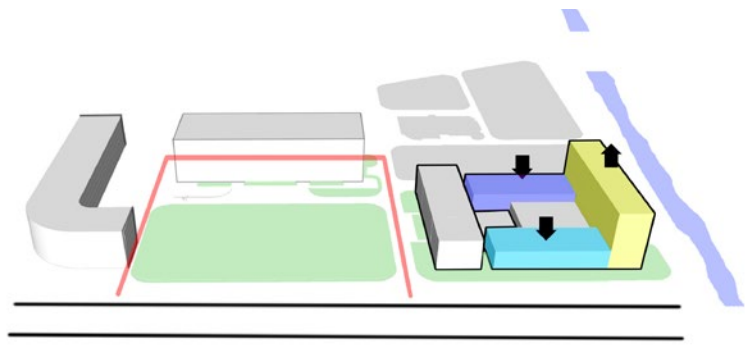
建筑采用浅色表面来降低热岛效应、海绵城市及地源热泵等概念在建筑设计中的运用等等。设计结合成都当地的气候环境,在建筑的通风立柱、立面热转换通道、空中花园等细节方面进行了特殊的设计

#### 3.1 建筑立面细节设计(通风立柱)

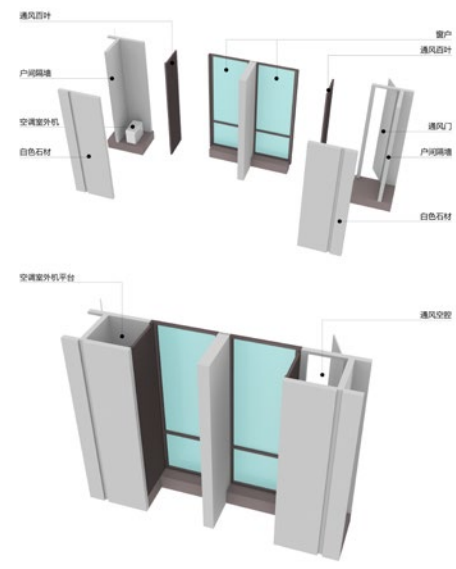
设计对外立面元素进行了详细设计使立面更加精致完美。办公楼立面上的立柱是由石材和通风百叶围合而成的通风空腔,在室内设开启扇以实现通风,这样的设计使得玻璃幕墙部分由于不需要开启而可以设计为较大的分格,使得立面更加统一、整齐、大气。宿舍部分与此类似,但



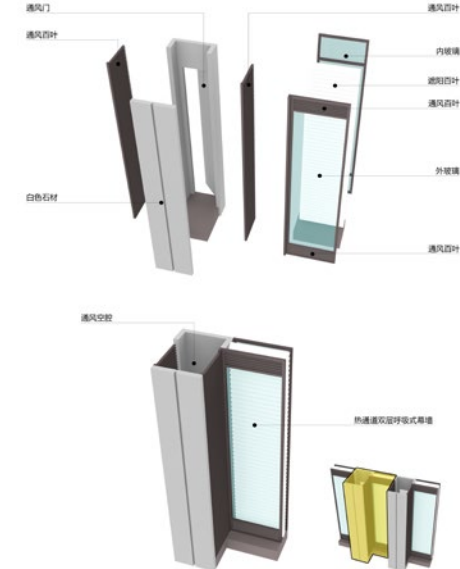
建筑整体布局图 一期指挥大楼 围合广场 建筑上体办公大楼



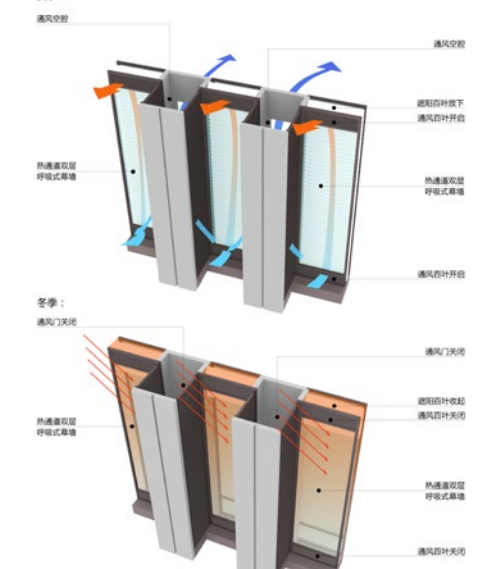
成都商飞二期综合楼与指挥大楼、运控中心位置体量关系



通风立柱示意图



宿舍通风单元分解示意图



办公通风冬夏示意

“立柱”面更宽,一侧用来设置通风,另一侧用来放置室外机,在不影响功能的前提下使得立面单纯统一。

#### 3.2 外立面可调节热通道设计

幕墙玻璃均采用断热型材铝合金中空 low-e 玻璃,减少随阳光进入室内的热量,提高了幕墙的隔热能力。在南向幕墙上采用采用了热通道呼吸式双层玻璃幕墙。

夏季开启夹层热通道,同时可放下夹层中受保护的遮阳百叶,通过热通道中的气流带走热量,有效减少室内得热。

冬季关闭热通道,使热通道变成温室,充分利用阳光为室内加热。

建筑造型延续一期建筑风格形成以竖线条为主的立面风格,建筑采用石材和玻璃幕墙作为装饰材料,利用石材和通风百叶围合通风空腔,在立面上则形成竖向的立柱造型,密列的立柱造型形成了建筑严整有力的风格。同时,建筑在横向上进行了三段式的划分,使得建筑具有典

雅端庄的气息。外装饰材料以白色石材和玻璃幕墙为主,给人以典雅,简洁,现代的印象。浅色石材表面有利于减少辐射热吸收,降低热岛效应。

#### 3.3 景观绿化设计

##### 3.3.1 中央景观庭院和屋顶花园

设计强调绿化景观的营造,建筑采用围合式布局,在中央形成完整的景观庭院。景观庭院草坪,树木和水面相结合,既美化了环境,又改善了园区的生态。

裙房的各层屋面也设计了屋顶花园,种植屋面不仅美化建筑,增加休憩空间,也能改善屋面热工性能,起到节能和提高热舒适度的作用。

##### 3.3.2 空中花园

设计强调建筑与自然的融合,通过设计绿色景观中庭,随时感受四季的变化,改善办公环境,增强花园的体验,为办公人员提供合适的场所,保证各种丰富活动的可能性,使工作不仅仅成为工作,而成为一种享受。员工在工作闲暇之时,可以在办公室泡上一壶清茶,看尽庭院花开花落。

同时,屋顶花园和天井的存在有利于形成自然通风,在过渡季节达到降低空调能耗和改善空气质量的目的,又将自然光引入室内,改善照明环境,并在一定程度上节约照明用电。

##### 3.3.3 室内绿植墙面及景观

整个建筑的核心是“引入自然”,将绿化植入引入建筑室内,让每个人从办公室的各个位置都能看到绿色景观,同时,大量使用天然材料,模仿自然纹理,也让人感觉置身于自然环境中。

### 4 结语

在本次设计过程中,设计师充分考虑了新建建筑与周边建筑及场地的空间位置关系,合理地将建筑内部不同的功能分区组合在一起,使各个功能空间既相对独立,又紧密联系,同时建筑与场地的相互关系也更加合理。同时针对当地气候环境,运用一些对建筑细部的设计,使环境与建筑更好的融合在一起。■



室内效果图



成都商飞二期宿舍楼人视效果图



成都商飞二期综合楼鸟瞰

# OUTDOOR FIRE PROTECTION DESIGN OF MAZHAN SMART COLD CHAIN WAREHOUSING AND LOGISTICS INDUSTRIAL PARK

## 马站智慧冷链仓储物流产业园室外消防设计

文/郭贇 杜慧英

**[摘要]:** 本文结合规范、建筑单体设计等情况,对马站智慧冷链仓储物流产业园项目内建筑周边的消防通道和高层建筑周边的消防救援场地的设置进行了分析介绍,将消防救援要求结合进总图室外工程设计中,提供参考。

**[关键词]:** 总平面设计;消防通道;消防救援场地

### 1 项目概况

马站智慧冷链仓储物流产业园位于山东省临沂市沂水县马站镇,距离沂水县城东北方向约32km,位于马站镇南部。项目总用地约24.7万m<sup>2</sup>(约合371亩),分为商业用地和工业用地。

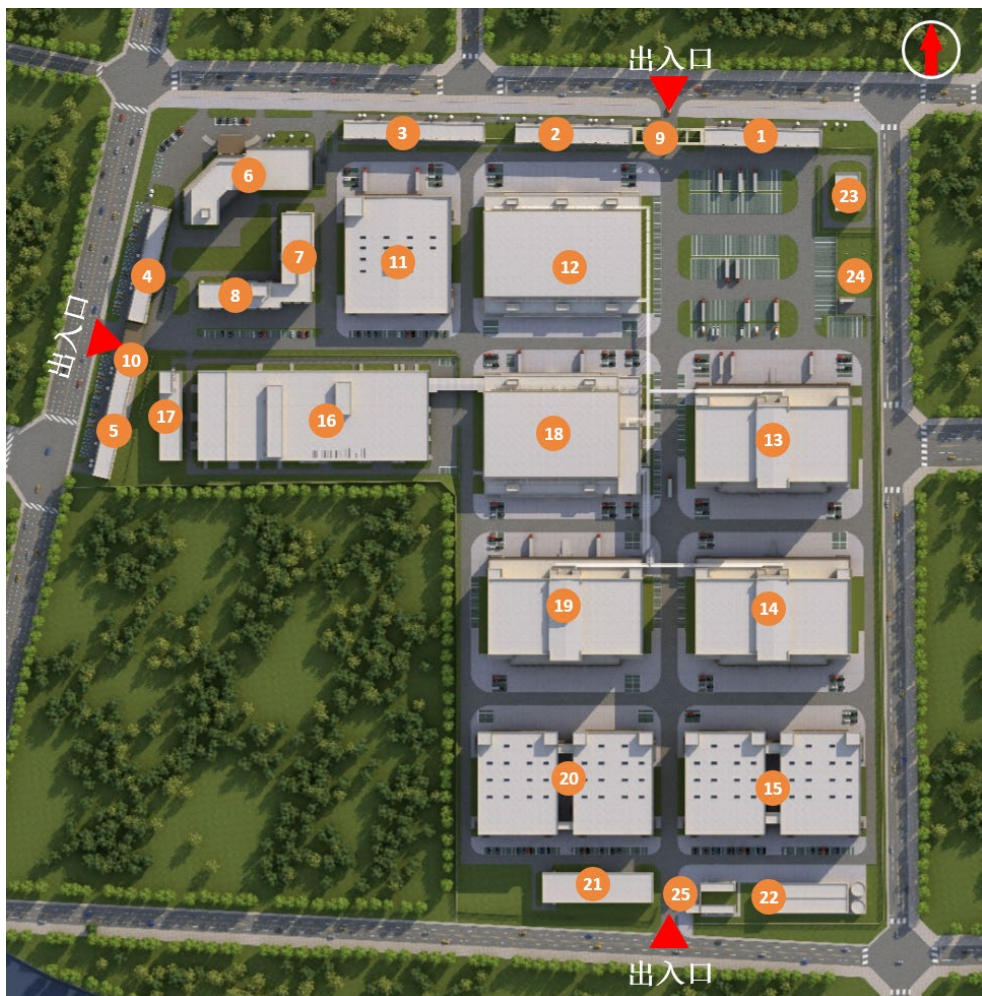
建设用地内拟新建建筑包括工业建筑和商业建筑,工业地块内新建建筑总面积为约28万m<sup>2</sup>(其中地上面积25万m<sup>2</sup>,地下面积3.5万m<sup>2</sup>);商业地块内新建建筑总面积为5.6万m<sup>2</sup>(其中地上面积4.6万m<sup>2</sup>,地下面积9818m<sup>2</sup>),合计新建总建筑面积为34万m<sup>2</sup>。

### 2 总平面布局

总平面布局在符合生产流程、操作要求和使用功能的前提下,按照功能分区,合理确定通道的宽度,建筑物及构筑物的外形宜规整,功能分区内各项设施的布置应紧凑、合理。

商业用地沿北侧和西侧布置有1#~5#商铺和6#酒店,内部布置有7#公寓楼和8#办公楼。工业用地内主要建筑为原料库、冷库和加工中心,其余配套建筑布置在用地周边,其中16#A和16#B布置在商业用地西侧,其余建筑主要沿南北方向分两列布置。

在园区西侧和南、北三侧布置有园区运输车辆出入,酒店门前布置有车辆进出口用于酒



总平面布置图

主要建筑物一览表

编号	建筑名称	建筑单体总面积(m <sup>2</sup> )	建筑占地面积(m <sup>2</sup> )	建筑高度(室外地坪至建筑屋面)(m)	火灾危险性类别/建筑性质	耐火等级
商业	1#商铺	3075.00	1025.00	13.85	多层公共建筑	二级
	2#商铺	3075.00	1025.00	13.85	多层公共建筑	二级
	3#商铺	3729.00	1243.00	13.85	多层公共建筑	二级
	4#商铺	3090.00	1030.00	13.85	多层公共建筑	二级
	5#商铺	3090.00	1030.00	13.85	多层公共建筑	二级
	6#酒店	20196.00	3230.00	39.65	高层公共建筑	一级
	7#公寓楼	8745.68	1420.80	26.35	二类高层公共建筑	地上二级,地下一级
	8#办公楼	11347.32	1064.44	26.35	二类高层公共建筑、地下为三类汽车库	地上二级,地下一级
	9#门房	63.00	63.00	4.95		二级
	10#门房	63.00	63.00	4.95		二级
工业	11#加工中心	13586.00	6530.00	14.20	丙类厂房	一级
	12#冷库	14663.00	9628.00	16.25	丙2类库房	二级
	13#原料库	48233.00	8589.00	38.40	丙II类库房	一级
	14#原料库	49535.00	8589.00	38.40	丙II类库房	一级
	15#加工中心	38783.00	8696.00	23.99	丙类厂房	一级
	16#A加工中心	13126.00	10901.00	13.00	丙类厂房	一级
	16#B配套用房	2268.00	1056.00	10.70	多层民用	二级
	17#冷库	14352.00	9661.00	16.25	丙2类库房	二级
	18#原料库	49664.00	8589.00	38.40	丙II类库房	一级
	19#加工中心	36713.00	8696.00	23.99	丙类厂房	一级
	20#锅炉房	1653.00	1653.00	9.45	丁类厂房	二级
	21#废水处理站	2773.00	1819.00	7.95	戊类厂房	一级
	22#中心变电站	833.07	529.86	10.45	丙类厂房	一级
	23#供水站	415.00	25.00	3.70	戊类厂房	二级/一级
	24#门房	63.00	63.00	4.95		二级

### 3 消防设计

场地总平面消防设计主要包括消防车道和消防救援场地两个方面。

#### (1) 消防车道

根据《建筑设计防火规范(2018年版)》(GB 50016-2014)7.1.2条:高层民用建筑,超过3000个座位的体育馆,超过2000个座位的会堂,占地面积大于3000m<sup>2</sup>的商店建筑、展览建筑等单、多层公共建筑应设置环形消防车道,确有困难时,可沿建筑的两个长边设置消防车道。

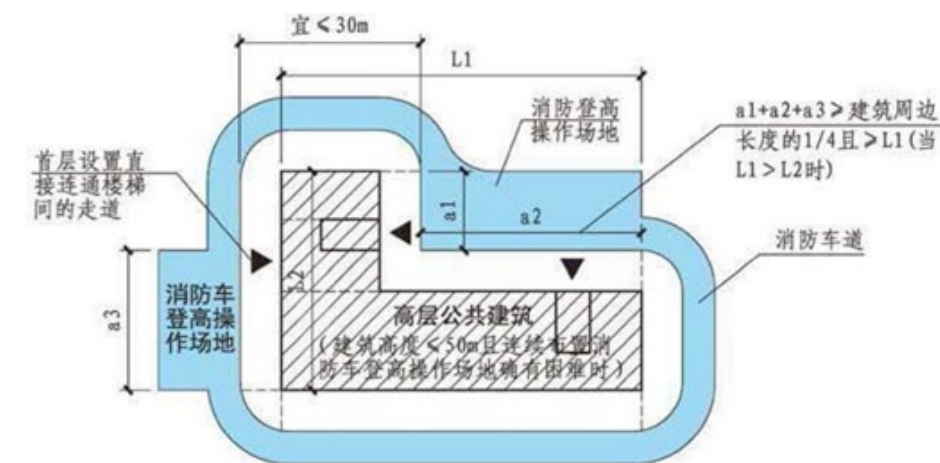
根据《建筑设计防火规范(2018年版)》(GB 50016-2014)7.1.3条:工厂、仓库区内应设置消防车道。高层厂房,占地面积大于3000m<sup>2</sup>的甲、乙、丙类厂房和占地面积大于1500m<sup>2</sup>的乙、丙类仓库,应设置环形消防车道,确有困难时,应沿建筑物的两个长边设置消防车道。

本项目物流园内商业区域内,6#酒店、7#公寓楼、8#办公楼周边需设置环形消防车道,其余建筑周边根据场地平面布置,均有道路可用作消防车道,满足消防车道救援的要求。

店的进出,出入口兼具有人行出入的功能。商业用地沿街边布置有人行出入口,与外部现状道路采用绿化作为分隔。

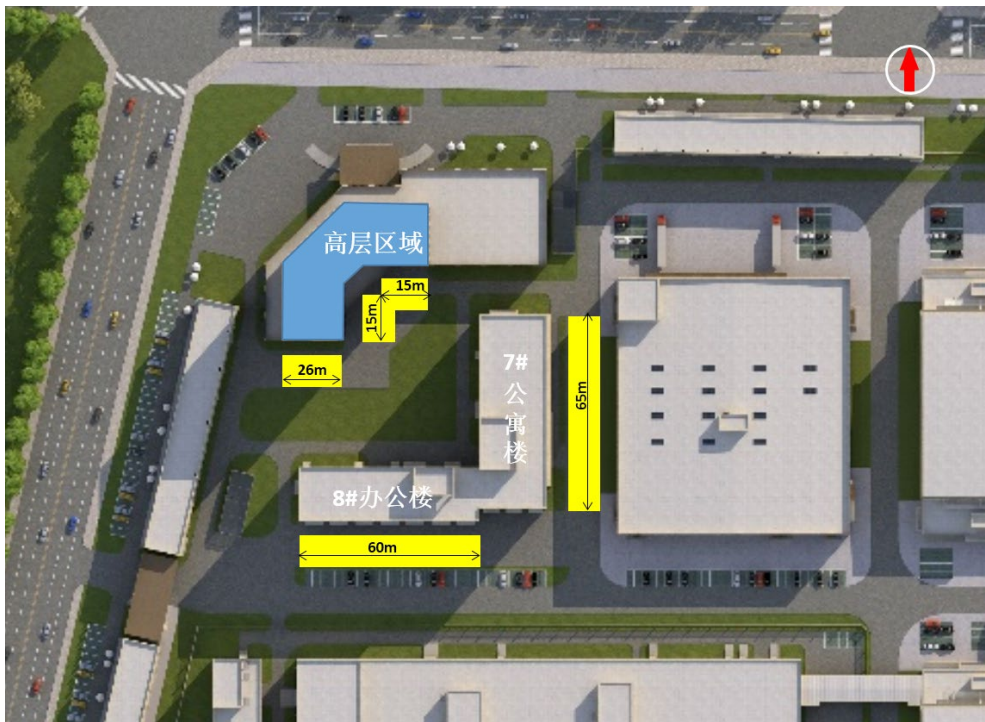
商业用地内沿商铺门前布置6m宽的场地,兼做车行道路,酒店及公寓和办公楼周边布置有4m宽道路,门前布置有广场。

工业用地内,道路宽度主要有6m、7m、9m和12m,其中南北方向主干道路宽度为12m,沿用地边界周边道路为7m,16#园区内道路宽度为6m,其余道路宽度为9m。



消防救援场地图示





酒店区域救援场地示意

工业用地内，所有库房、冷库和加工中心周边均布置有宽度不小于4m的环形道路，可利用该部分道路作为工业地块内的环形消防通道。

所有消防车辆可由园区入口进入，消防通道与外部道路均有连通；车道的净宽度不小于4m（可用作消防车道的道路宽度有6m、7m、9m和12m），净空高度5m；车道转弯半径在工业区内按12m设计，商业区域按6m和9m设计，能满足消防车转弯的要求；消防车道与建筑之间未设置妨碍消防车操作的树木和架空管线等障碍物；消防车道靠建筑外墙一侧的边缘距离建筑外墙不宜小于5m；竖向设计时，园区内道路坡度均能满足消防车道坡度不大于8%的要求。

#### （2）消防救援场地

根据《建筑设计防火规范（2018年版）》（GB 50016-2014）7.2.1条：高层建筑应至少沿一个长边或周边长度的1/4，且不小于一个长边长度的底边连续布置消防车登高操作场地，该范围内的裙房进深不应大于4m。建筑高度不大于50m的建筑，连续布置消防车登高操作场地确有困难时，可间隔布置，但间隔距离不宜大于30m，且消防车登高操作场地的总长度仍应符合上述规定。

园区内共有6栋高层建筑，分别为6#酒店、7#公寓楼、8#办公楼、13#原料库、14#原料库和18#原料库，其中，6#酒店局部为高层，周边为酒店裙房。

分别针对各建筑，消防救援场地布置方案如下：

7#和8#沿建筑外侧长边布置消防救援场地；酒店高层区域设置扑救场地，参照《建筑设计防火规范》图示（18J811-1），7.2.1条。



13#原料库消防救援场地示意

酒店区域高层建筑消防救援场地布置如图所示，共布置有消防救援场地总长度为56m，酒店高层区域长边长度为46m，能够满足规范要求，另有酒店门前区域亦可在紧急情况下用作消防救援。

13#、14#和18#原料库轮廓相似，以13#为例进行扑救场地布置。在严格遵循防火规范的要求下，选择建筑裙房的进深不大于4m、消防救援场地之间的间距不大于30m的区域布置救援场地，将13#周边消防救援场地的位置布置如图所示。13#原料库长边长度为112m，消防救援场地总长度为112m，能够满足消防救援场地的各项要求，在满足最低要求的情况下，另有建筑北侧门前其他场地可用作消防救援。14#和18#高层仓库同13#所示布置消防救援场地。

所有消防救援场地的范围内，坡度和荷载的设计均能符合《建筑设计防火规范（2018年版）》的要求。

#### 4 结语

综合上述分析，综合考虑建筑设计和总平面布置，本项目物流园区内消防车道和救援场地的布置能够符合规范最低要求，同时，建筑周边另有硬化场地能够用作消防救援，在园区未来的运行中能够满足紧急情况下的消防救援需求。

# OVERALL PLANNING AND DESIGN STRATEGY OF CHINA'S GENERAL AIRPORT BASED ON THE CONCEPT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT — A CASE STUDY OF FEIDONG BAILONG GENERAL AIRPORT IN HEFEI

## 基于可持续发展理念下我国通用机场整体规划设计策略 ——以合肥市肥东白龙通用机场为例

文/李妍 赵保东

**[摘要]:**近几年，在全球倡导可持续发展的大背景下，中国也在大力推行绿色发展，2018年我国民航局出台了《关于深入推进民航绿色发展的实施意见》，明确了民航绿色发展的六大方面。我国通航机场作为民航航空的重要组成部分，正处于快速发展阶段，但与国外相比较，在理论与实践方面仍有欠缺，还没有形成较为成熟的建设体系，因此本文通过对实际工程项目进行解析，总结出基于可持续发展理念下的设计原则与设计策略，希望为今后在通用机场的设计提供新的思路。

**[关键词]:**可持续发展；通用机场；绿色建筑

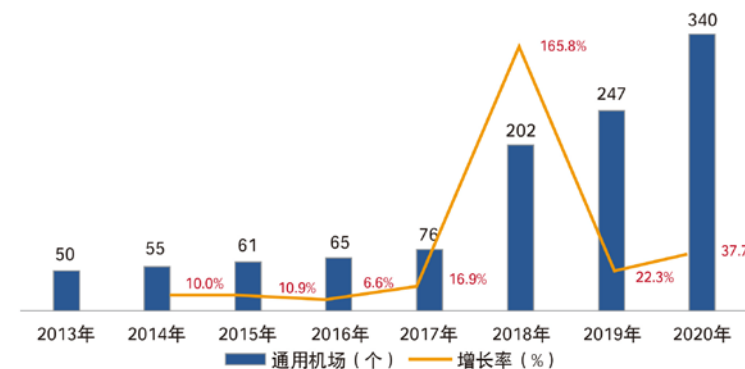
气候变化问题是21世纪人类生存发展面临的重大挑战，积极应对气候变化、推进绿色低碳发展已成为全球共识和新建建筑的发展趋势。近年来，我国民航局相继印发了《民航节能减排“十三五”规划》、《关于深入推进民航绿色发展的实施意见》等政策文件，不断引导我国民航、通航领域中长期绿色发展，把可持续发展理念融入工程建设全过程。目前，我国通用航空机场正处于快速发展阶段，根据通用机场信息平台统计数据显示，截止至2020年12月，我国已发布通用机场340个，与2019年的247个通用机场相比，通用机场净增93个，增长率为37.65%，仅次于通用机场建设大爆发的2018年。在此期间，设计者们秉持着可持续发展的设计理念，在项目定位、建筑节能、能源节约、新技术应用等不断进行探索，力求降低能源消耗以及污染物对生态环境带来的负面影响。

作者：李妍 机场规划设计研究院 助理工程师

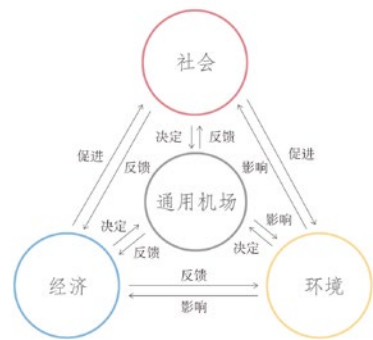
### 1 基于可持续发展理念下我国通用机场设计原则

“可持续发展是一个动态的过程，促使所有的人发现自身的潜力和提高生活的质量，同时保护和提高地球的生态系统。”相对于传统通航，可持续发展理念下的通用机场设计可以从狭义和广义两个角度理解。广义的可持续发展

设计是指通航机场与社会、经济、环境之间的关系，涵盖了通航机场的从投资、规划、咨询、勘察、设计、建设以及运营到评估的全价值链工程建设阶段以及各类航空器的生产及污染物排放等。狭义的可持续发展理念下的通航机场设计主要指室内的温湿度、通风换气效率、噪音、自然光、空气品质等物理量以及空间布局、环境色彩、建筑材料等因素。在本文中，主要



我国通用机场发展现状及增长率



通用机场设计原则分析示意

着重于以结果为导向的设计和可可持续的开发使用上，确保可持续的规划设计可以实现经济效益和旅客体验的双赢。

在实际的设计过程中，应从社会、经济、环境3个方面统筹考虑，通航机场的空间设计与社会、经济、环境是相互渗透、相互影响、相互制约的关系。首先，社会、经济、环境功能决定了通航机场的项目定位、总体布局、内部空间功能，其次，通用机场作为从事相关作业的活动载体，其项目定位、总体布局以及内部空间功能对社会、经济、环境的反馈程度直接影响了通航机场的整体运营及评价。若契合度较高，则会大幅度带动周边城市的发展，提高其整体经济效益。因此，建设可持续的通航机场规划设计不仅仅是社会政策的导向，更是提升机场设施能效和品质，创造环境、社会和经济价值的有力抓手。

## 2 基于可持续发展理念下我国通用机场整体规划设计策略——以合肥市肥东白龙通用机场为例

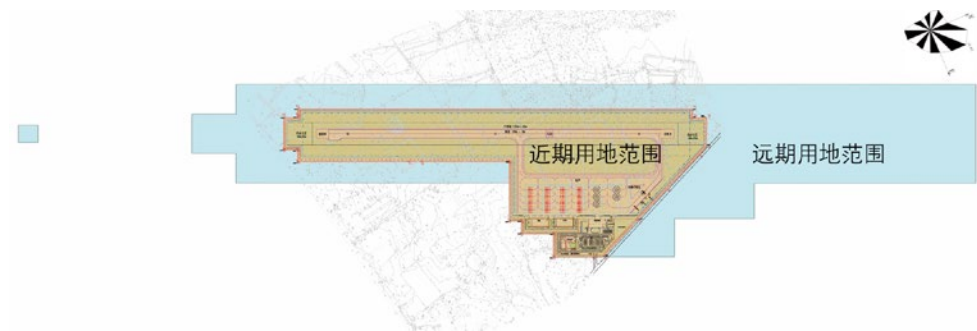
### 2.1 项目概况

此项目位于合肥市肥东县白龙镇，总用地面积近 42 万 m<sup>2</sup>，总建筑面积 1.4 万 m<sup>2</sup>。合肥位于我国安徽省中部，地处华东地区、江淮之间，且历史悠久，素有“三国故地，包拯家乡”之称。作为安徽省的省会城市、皖江城市带核心城市之一、以及长三角城市群的副中心城市，近年来，合肥对进一步提升城市服务品质、引领经济发展，以及完善其内部交通运输体系和交通网络提出了更高要求。此次白龙通用机场的建设，主要希望可以加强当地航空及相关产业的发展，加快构建区域综合交通问题，促进肥东文化、旅游发展、加强地方应急救援等社会保障建设的需要。

### 2.2 设计策略

#### 2.2.1 协同周边城市发展，统筹策划机场规模

城市的发展与机场建筑息息相关，设计应结合城市当下以及未来的发展需求，预测本期以

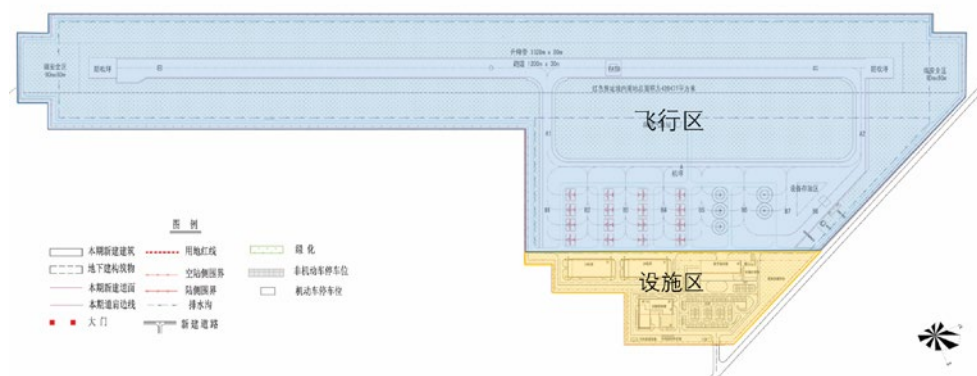


肥东白龙通用机场近远期分析

及远期的旅客吞吐量，定位机场的性质及作用，明确拟用机型以及跑道类别，预测近、远期短途运输、航空培训、观光旅游、农林作业、托管销售、应急救援所需机位数量等（见表），进而计算出适宜的机场规模及配套设施建筑面积，在保证本期机场的使用需求外，亦为远期机场扩建预留一定的发展空间。根据合肥市及肥东县的城市发展规划以及航空产业基地运营需求，合肥白龙通用机场预测目标年本期为 2030 年，远期目标年为 2050 年，其主要业务包括：短途运输、航空物流、航空培训、应急救援、农林作业、托管销售、观光旅游等。本期机场飞行区技术指标为 2B，跑道长度 1200m，非仪表导航，不设置助

航空业务量预测汇总表

序号	项目	本期2030	远期2050
1	年航空旅游吞吐量	40705	221794
2	年通勤运输吞吐量	20352	138621
3	总旅客吞吐量	61057	360415
4	高峰小时旅客吞吐量	75	385
5	年飞行培训人数	26	137
6	年飞行总量（架次）	20105	103965
7	高峰小时飞机起降量（架次）	23	70
8	观光旅游机位数（个）	4	14
9	通勤运输机位数（个）	2	6
10	飞行培训机位数（个）	8	24
11	应急救援机位数（个）	1	2
12	农林作业机位数（个）	2	4
13	飞机托管机位数（个）	4	6
14	站坪机位总数（个）	21	56



肥东白龙通用机场分区示意

航灯光系统。远期飞行区技术指标为 3C，跑道长度 2000m，仪表导航，可设置助航灯光系统。

#### 2.2.2 整合周边场地环境，总体布局集约高效

结合场地周边环境统筹考虑通用机场的空间整体布局，满足防火间距以及净空高度的要求，场区内部交通流线清晰，营造出一个高效、便捷、安全的空间环境。根据地勘设计报告，肥东白龙通用机场整体划分为两个区域，即飞行区和航站区。两个区域既相互联系，又互不干扰。通过对本期以及远期净空高度的分析，严格控制建筑高度不超过场地限高，并且满足塔台控制室的可视度。此外该项目结合实际场地地形，整个机场采用明沟排水，最大限度地减少厂区土方量。

#### 2.2.3 契合实际使用需求，立面形态简约通透

通用机场与民用机场在建筑体量以及功能组成方面有较大不同，通航机场的体量相对较小，且内部空间功能除了基本的进出港、候机、安检等功能，还配置了办公会议等场所。因此它是一个交通建筑，建筑立面形态需要具有一定的标志性，同时它又是一个办公建筑，需要满足内部空间日常办公内部空间的使用需求。肥东白龙机场结构建筑空间构成，在建筑体量方面主要运用了三段式的划分手法，建筑外围护结构整体采用幕墙体系，整体呈现出灵透、轻盈的建筑性格，在建筑中部的办公空间设置遮阳挡板，减少夏季



航管综合楼人视效果图

阳光直射对室内环境的影响。同时，该建筑将本土的建筑符号符号进行转译，其屋顶形态融合当地“马头墙”的建筑特征，并且在建筑中部融入浮槎山的起伏韵律，形成其独特的建筑立面要素，与建筑周边环境相呼应，营造出积极向上蓬勃发展的整体态势。

#### 2.2.4 运用建筑节能技术，塑造舒适空间环境

根据研究表明，机场建筑的能源主要集中在行李处理系统、照明、通风和管道、暖气和制冷 4 个方面。在可持续发展的背景下，应巧于利用建筑的节能技术，运用被动式采光及通风设施，安装光伏发电板，采用植树等方式减弱噪音

对周边的影响等，塑造符合我国绿色建筑评价标准的机场建筑。合肥市白龙通用机场的后期保障楼采用了太阳能热水系统，节能门窗、采用节水型器具和设备等，大幅度降低整体建筑能耗。同时，该项目通过绿色建筑以及节能模拟分析，在建筑的维护结构的热工性能、建筑隔声性能以及室内污染物、建筑室内外天然采光与炫光等方面均满足我国绿色建筑的设计要求，并且到绿色建筑一星设计标准。

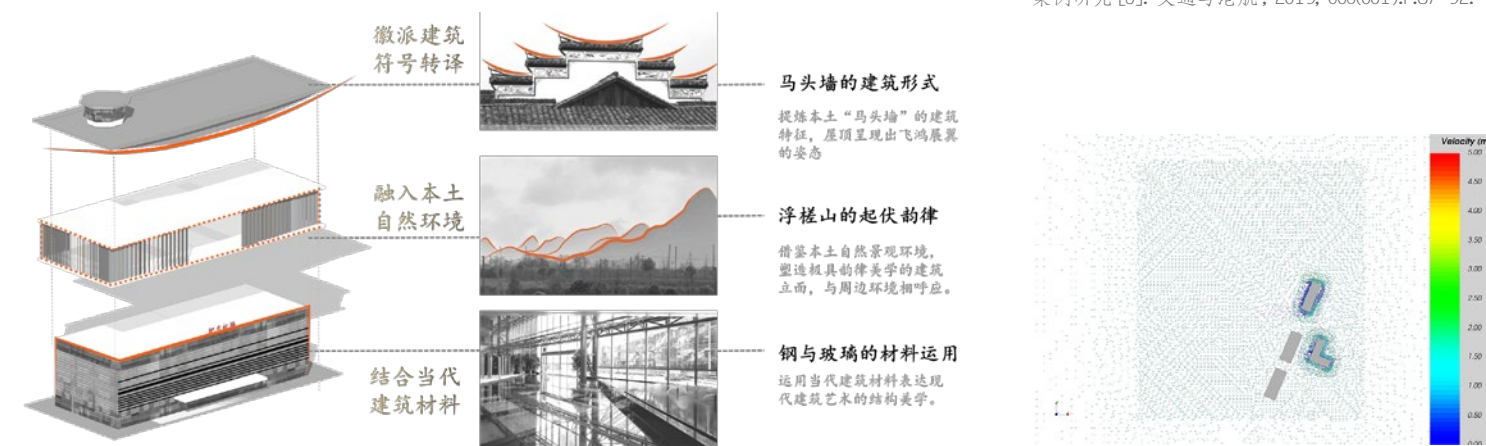
## 3 结语

可持续发展是所有机场的共同关注和挑

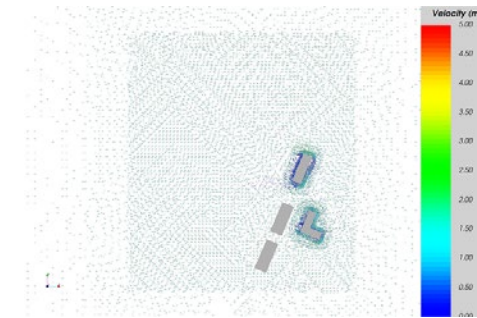
战，每个项目应结合自身项目的实际情况，在规划布局、建筑单体节能等方面综合考虑本期以及远期的设计目标及要求，最大限度地降低整体运营能耗，实现“资源节约、低碳减排、环境友好、运行高效”的目标。

### 参考文献

- [1] 李晰睿. 我国通用航空发展现状与对策研究[J]. 中国民航飞行学院学报, 2020, 031(001):25-28.
- [2] 李海峰, 栗德祥. 美国通航发展对我国通航机场规划的启示[J]. 沈阳航空航天大学学报, 2012, 29(001):91-92,96.
- [3] 袁建, 李耀鼎. 国外通用航空机场布局相关案例研究[J]. 交通与港航, 2019, 006(001):P.87-92.



设计理念分析



肥东白龙通用机场风速模拟分析

# THINKING ON THE DESIGN PRACTICE OF RURAL HEALTH TOWN FROM THE PERSPECTIVE OF HEALTH PLANNING

## 健康策划视角下的田园康养小镇设计实践思考

文/王竣

**[摘要]:** 田园康养小镇是当代健康空间的重要组成部分, 本文研究健康建筑的主要手段和目标, 通过对成都市龙门山旅游康养小镇规划设计实践的简要分析与归纳, 提出健康视角下田园康养项目中的策划开发、规划设计的建议。

**[关键词]:** 田园康养; 健康策划; 设计实践; 后疫情时代

### 1 健康概念与康养项目策划

2016年10月, 国家发布“健康中国2030”规划纲要, 党的十九大报告将实施健康中国战略正式纳入国家发展的基本方略。“健康中国”上升为国家战略, 人民健康是民族昌盛和国家富强的重要标志。没有全民健康, 全民小康没有意义。2020年的新冠疫情全球大流行, 带来全球经济的创伤和人类健康环境的挑战。

健康取决于多方面的因素: 基因、经济环境、社会环境、生活环境、生活方式、医疗卫生服务等。其中, 从行业的角度而言, 营造健康的生活环境、改善生活方式的配套设施、完善的医疗卫生和服务设施是规划建筑行业的健康措施着力点。

《“健康中国2030”规划纲要》要求“普及健康生活、优化健康服务、完善健康保障、建设健康环境、发展健康产业”, 而建筑是5个重点的重要构成和影响因素。因而, 健康建筑是“健康中国”战略的需求。通过基础设施的规划建设, 建筑行业与大健康行业的联系日趋紧密。2016年以来, 我国借鉴美国well健康标准体系, 由中国建筑学会标准化委员会正式出台了《健

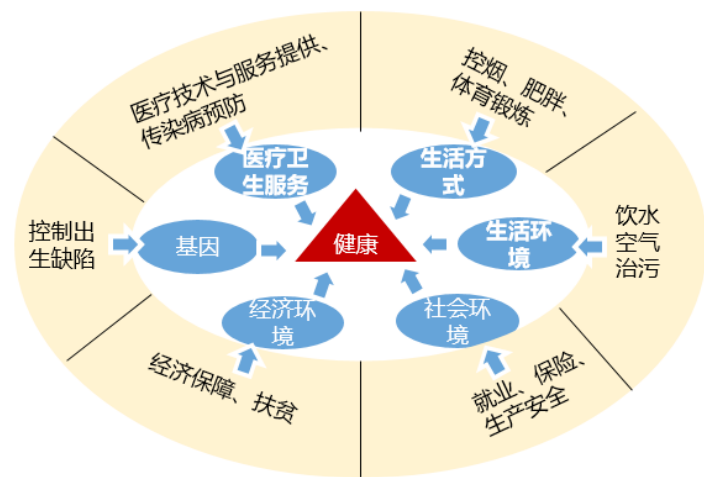
康建筑评价标准 T/ASC 02-2016》, 目前正在持续开展一系列的健康建筑标准, 包括:《健康住宅评价标准 T/CECS 462-2017》、《健康小镇评价标准 T/CECS 710-2020》、《健康养老建筑标准》(我司建筑、暖通专业正参与编制)等。

健康建筑在绿色建筑的基础上, 以使用者的“健康”属性为核心, 成为绿色建筑多维发展的深化方向之一。随着房地产从刚需时代走向改善时代, 健康概念一经提出, 便得到很多

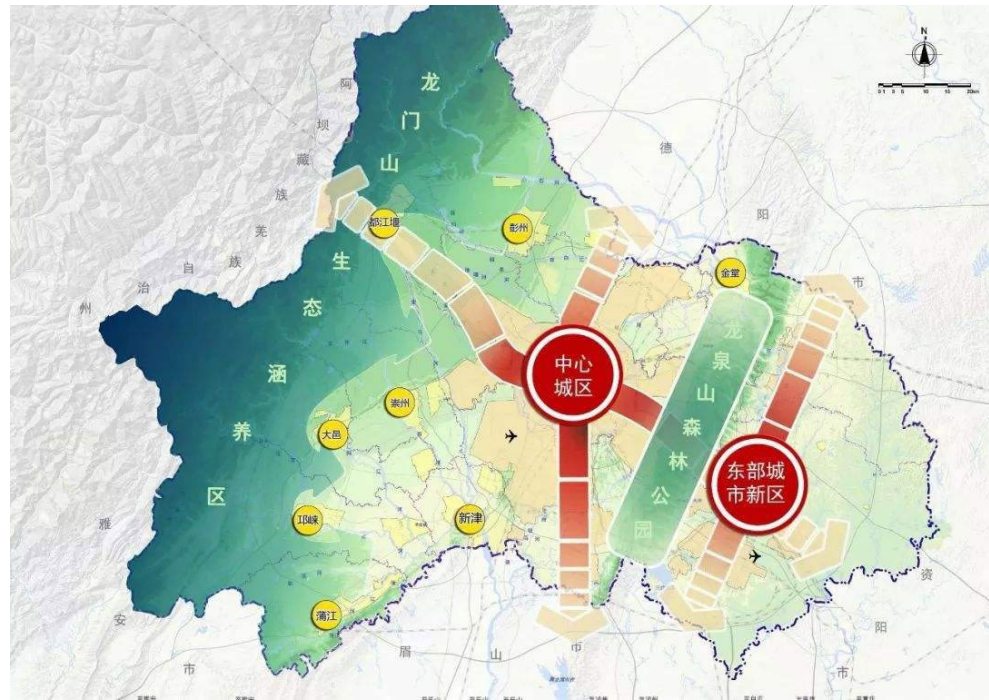
康养开发企业的认可和推崇, 包括融创中国控股有限公司的“融爱家”系列产品、远洋地产推出“健康生活家”项目等。健康建筑的理念正成为项目策划的重要因素。

### 2 健康建筑的主要特征

根据《健康建筑评价标准 T/ASC 02-2016》, 健康建筑是指: 在满足建筑功能基础上,



韩启德院士“九三正见”系列讲座资料



成都市总体规划布局及西北部生态涵养区

为建筑使用者提供更加健康的环境、设施和服务, 促进建筑使用者身心健康, 实现健康性能提升的建筑。标准与建筑使用者切身相关的室内外环境、空气、水、建材、人文、健身、服务等关键因素进行引导, 力求满足人们当前日益增长的健康需求。

通过对健康建筑概念的梳理, 从影响健康的主要空间环境因素出发, 不难发现: 田园康养小镇面向的客群更多的是以健康为目的的城市旅居人群, 康养小镇作为健康产业的重要组成部分, 有其特殊的优势和不足。其优势在于: 小镇具有自然康复治疗效用、田园生活放松效用、更接近自然效用。一方面其自然人文景观的优势明显, 另一方面田园生活的丰富多彩也是影响现代人健康的重要因素。不足往往在于: 生活方式、交通、医疗等服务配套设施不足, 缺乏支撑, 影响居住者高质量的生活体验和项目长期稳定的吸引力。

### 3 龙门山康养小镇规划设计实践

龙门山康养小镇项目位于成都市西北部的彭州市, 项目总用地面积 9.1 万 m<sup>2</sup>, 建筑面积约 8 万 m<sup>2</sup>, 分为 8 个地块, 功能涉及商业、住宅、旅游配套及其他公共配套。本项目属于汶川地震灾后重建的重要组成部分, 由彭州市龙门山镇政府融资开发。

龙门山古称湔山, 位于成都平原西北方向,

是四川盆地与川西高原的天然界线, 由青藏高原向东南推覆并绵延约 300km 形成。成都市西有龙门山, 东有龙泉山, 形成“两山夹一城”千古古都的形态格局。随着 2017 年城市发展东进、跨越龙泉山的“一山连两翼”战略, 使得龙门山区域承担更多的城市涵养功能。彭州市紧紧围绕成都市“东进、南拓、西控、北改、中优”十字方针, 全面落实“西控”和“北改”的规划控制要求, 转变城市发展方式, 不断提升城市发展质量、人居环境质量、人民生活品质和城市竞争力, 实现城市可持续发展。

龙门山镇作为成都市西北生态涵养区的重要目的地节点, 拥有良好的自然山水资源、交通和人文环境, 对于打造成都北部新区以及提升彭州市旅游资源质量有较好的带动意义。项目位于场镇白水河, 是湔江河谷的源头, 也是湔江河谷地貌单元最丰富、旅游资源最聚集的地方, 具有全年适合度假的基础条件, 形成了春季赏花、夏季避暑休闲、秋季观光、冬季冰雪运动的主要旅游目的地。

成渝城市群人口众多, 经济总量较高, 已经全面进入休闲康养时代。康养活动是当地居民休闲度假的主要需求。本项目如何整合其区位、资源、产业优势, 通过健康理念推进田园康养项目和旅游资源同步建设, 是项目策划阶段要解决的核心问题。

#### 3.1 功能定位

通过对小镇的市场趋势触摸, 结合资源分

析, 龙门山康养小镇的功能定位: 遵循全龄康养、生态旅游这一主线, 探索以田园社区型聚落推动的旅居模式, 其功能定位如下:

(1) 开放包容的旅居生活。借助龙门山历史文化底蕴, 打造龙门山镇的开放、共享型文旅服务、康养居住等小镇特色名片。

(2) 地域性闲适田园生活。在保留当地田园生活内核的基础上, 提高公共配套设施建设和使用效率、集约利用土地, 以社区综合体方式设置公共配套设施, 提升当地居民的生活品质。

(3) 区域级全龄旅游目的地。借助成渝市场对于龙门山镇特色清凉文化、花卉盛事和冰雪文化等的影响力, 建设旅游配套设施。

(4) 特色商业购物餐饮。围绕游客需求, 打造具有个性化的商业购物环境, 发展中高端院落式餐饮设施。

(5) 提升项目原有卫生服务基础设施水平, 打造设施健全、体验友好的康复理疗设施。

龙门山田园康养小镇服务设施包括: 小镇接待中心、健康管理中心、商业服务区、餐饮服务区和健康住区, 满足健身、人文、交流、心理、无障碍等多种需求, 通过制定合理的健康运营管理制度, 确保康养建筑的健康性能在运行过程中保持稳定。以使用者需求为导向, 打造复合型空间, 提升社区层次与活力。从生理、社会、精神、健康等需求入手, 在规划布局和设计细节中体现人文关怀。

#### 3.2 设计理念

良好的生态环境和气候条件是实现健康生活的一个重要基础条件。成都气候怡人, 适合各类室外活动, 结合景观节点设置各项康养活动。依托项目难得的冰雪资源, 开发户外非专业滑雪市场, 突出田园康养生活的特色, 通过主动或被动的方式促进使用者的身心状况和社会适应能力的恢复。推进健康环境建设, 实现建筑健康性能提升, 营造健康环境。康养融入田园生活, 唤醒人与自然的联系。

(1) 以功能性原则为出发点, 打造田园康养综合体

本项目更新当地客运集散和卫生资源, 新建内容包括游客接待中心、文化广场、商业、餐饮、居住、医疗等, 涵盖“吃、住、行、游、购、娱、康、养”等多项综合功能。其中, 龙门集市面向区域内主干道路, 利用地势高差, 打造立体化龙门集市, 既能满足当地人的生活需求, 又能满足游客的购物需要。客栈酒店区融入本地民俗文化特色, 配套餐饮、娱乐、休闲等要素。借用湔江河谷的风景优势, 沿河谷设置康养住区, 场地采用缓坡设计, 地上 3~6 层均设置无障碍电梯。场



龙门山田园康养项目总体鸟瞰

地内设置养老驿站、公共卫生和室外健康活动场所。建筑利用当地建材，采用新中式建筑风格营造现代建筑风格。

(2) 遵循系统性和多学科融合性的原则，配置康养服务设施

采用通用化设计手法，打造使用者无需特别帮助，就能自由使用的空间环境。本项目无障碍设计细节不仅仅覆盖老年人群，还包括障碍人士和低幼等服务需求。面对不同人群的不同使用需求和重点，意在打造方便各类人群的切换、焕发社区活力的社区环境，而非单纯的适老化、托幼或运动特性。从整体系统的打造到建筑细部的无障碍设计，进行了全面考虑，实现全龄人群独立、自由、安全、灵活的使用空间环境设施。

多学科融合，对建筑的空气、水、舒适、健身、人文、服务等进行综合建设。如：山水资源丰富不等同于生活用水安全，因此项目分区设置储水设施保证饮用水水质符合国家标准的要



利用地势高差打造立体化龙门集市



康养住区

求。在建筑周边设置吸烟区域，距离建筑出入口、可开启外窗、新风引入口等10m半径范围外，室外吸烟场地放置吸烟有害健康的标识，引导吸烟者远离设置有禁烟标识的场所，如：露天平台、天井、阳台、屋顶和其他经常有人活动的建筑外部空间。

(3) 本着便捷的原则，合理配置交通和服务半径

便捷性包括道路和服务设施两个方面的内容。其中：

1) 项目外部依赖于公共交通和车行路线。汽车站位于项目各地块的中心位置。通过立交



龙门山田园康养项目健康环境营造——室外健身步道



室外儿童活动场地

桥、快行道路、慢行道路交通体系有效疏导园区内人流、车流。项目地块内部车行路线结合消防路线、商业运营路径,能够保障项目正常、安全运营时,做到人车分流、方便、快捷、安全。考虑步行半径在 300~500m 左右,人行路线尽量近便,各类活动场地和服务配套设施额布置在临近且易于达到的位置。

2) 服务配套设施的便携性主要体现在接待、就医、购物、餐饮、如厕等节点的设置。

公共卫生间在位置上靠近社区养老服务用房、交通节点或商业中心等;在间距上不仅满足公共卫生间的设置间距 300m 的要求,同时,兼顾使用者的实际使用情况。在细节上,设置能够满足妇婴使用的妇婴用房、方便健康照护的第三厕位和方便障碍人士使用的无障碍卫生间等。同时,在商业区和接待中心等服务场所,设置饮水功能,与卫生间节点配套,满足大量运动休闲人群的使用需求。加强细节部分的设计,体现小镇的友好、开放的理念。

菜市场作为田园康养的自然基因和社交基因,融合属地文化,丰富了康养生活体验。本项目打造旅游型菜市场,改变传统脏乱差的市场环境,保留菜市场的情感内核,升级其外在表现形式。作为项目的主要配套节点,设置在游客方便到达的主路附近,同时照顾主要使用人群的步行可达的范围内,以方便各类人群就近获取相应的服务。

打造三级卫生服务体系,全面提高区域康养服务水平。

①在接待中心设置医务室,方便 24h 医疗服务。

②升级项目内基本医疗服务的品质,与上级医院建立应急对接措施。

③新建高端医疗保健会所,集健康体检、健康管理、私人医生、中医疗养为一体,提供正规的中医治未病及养生保健方面的服务。

(4) 本着安全性原则,多方位采用防止意外发生的措施

本项目充分采取安全措施、消除安全隐患,保障各类人群的日常活动安全,主要采取的措施有以下内容:

1) 人车分流设计

采用人车分行能保障使用者在场地内的安全,尽可能减少车辆对地面活动的影响,实现人车分流。本项目借用地块之间的高差,采用水平分流和垂直分流结合的方式。考虑到不同的产品类型,对于容积率较大(大于 1.6)或人员流动较密集的商业配套等场所采用垂直分流;而容积率较低的地块尽量保障要车辆与建

筑物入口的衔接。

2) 无障碍设计与障碍训练设施

本项目地块高差较大。在无障碍设计中不仅考虑建筑室内的无障碍设计,还通过坡道设计,联系不同高差,避免因场地内排水设计高差或因景观种植的差异设置的台阶,方便轮滑、骑车、婴儿车通行安全及老年人活动安全,有利于活动休闲人群的使用。内部人行道路做到平整、连续、无障碍。专门的连续健步道,在材质上坚固防滑,色彩上易于辨识,并经过主要节点,路边设置休息空间。部分项目设置遮荫避雨的连续通道。

在满足大量活动空间无障碍化的前提下,设置部分台阶,一方面在建筑外围设置一定障碍,自然划分各功能分区间的人流、车流;另一方面可供有运动锻炼需求的使用者进行简单的肢体训练恢复,设计坡高比及防护满足运动安全保障。

3) 安全栏杆的设置高度及间距

为保障障碍人士、老年人及幼儿使用安全,对于栏杆的设计高度和竖向栏杆间距满足《民用建筑设计统一标准》GB50352-2019 的要求。

## 4 田园康养项目健康策划要点分析

田园康养项目与健康建筑理念、健康理念三者之间如何实现有效对接?如何进行配套?根据项目实践及资料研究,可简要概括为以下内容。

### 4.1 健康理念



室内外健康环境管理与禁烟引导

健康理念与开发企业的品牌定位相符合,有较好的市场反馈;作为基本手段,综合配置功能配套;作为绿色建筑的更高要求,其在设计过程中遵循健康建筑的基本原则,多学科结合实现健康理念。

### 4.2 二种功能的平衡

田园生活和健康促进两大功能结构既相互独立,又彼此交融。策划阶段可通过规模的控制,通过商业化运营与项目自营多种手段的结合,来保证田园康养项目的良性发展。在相对合理的规模的基础上(一般以容纳 100 个家庭以上),项目中的健康促进板块具备一定规模的景观用地和公共设施用地,才可能有条件做到较完备的必要配套。

### 4.3 三大服务配套配置

发挥田园康养项目的功能综合体性优势,本文将不同服务配套划为三类:

(1) 医疗康复配套

医疗康养作为基础,主要指提升医疗康复基础设施,为多样化的康养生活服务,提供健康的生活环境,包括:医疗卫生、健康理疗、康复会所等服务功能配套。可在一定程度上解决健康问题、预防疾病产生,可作为区域服务资源辐射者,带动周边地区的发展。

(2) 休闲度假配套

休闲度假配套成就项目亮点,可兼顾全龄人群的需要,构建高品质复合化的健康、运动休闲体系,构建完善的健康休闲系统,主要包括:旅游接待服务、会议服务、商业服务、餐饮娱乐

服务。通过建筑空间环境的设计,方便使用者焕发生活热情,提高生命质量。

(3) 生活配套

灵活共享的生活配套设施,解决全龄人群使用时间、功能的不同,寻找能够满足运营平衡的灵活性空间,主要指居住服务、餐饮配套等满足城市规划条例规定的配套设施,应设置日常生活中使用频率较高的服务和功能,如:餐厅、洗衣、药店、银行等。具体标准可参考《城市居住区规划设计规范》GB50180-2018 中“居住街坊”和“五分钟生活圈”配套设施的有关规定。

### 4.4 四类产品搭配

田园康养项目面对的主要消费人群为城市旅居人群,我国大多数家庭生活,核心是“三代人”:第一代老年人,他们需要的是退休后一种新的,健康的、积极的生活方式;第二代中青年,他们上有老下有幼,平日工作压力大,节假日又面临着探望父母、陪伴孩子和自身放松的多种选择困难,难以兼顾;第三代是孩子,健康全面的成长需要校外的、能够亲近自然、提升素质、培养兴趣的第二课堂。田园康养项目产品定位应该是基于兼顾“三代人”家庭各项健康需求的新型康养产品。在产品结构设置上,通过长居、短租产品的结合,搭配能够满足多维度需求的 4 类产品(酒店公寓、度假住宅、商业街区、理疗会所),可增强项目粘性,创造有活力的综合社区。

### 4.5 五大健康技术植入

(1) 人文植入

注重人文关怀,保障建筑、装饰、绿化等材料的无毒无害,色彩协调,注重公共和私密空间的配置合理、无障碍设施的完整连贯,建立全龄友好型室内外环境。设置宜老宜幼的活动场地、文化活动中心,提供心理调整空间、展览厅、图书室、音乐舞蹈、教育培训和多功能厅等。

(2) 绿色环保植入

注意可再生能源的利用;使用环保建材;采用百叶遮阳、中水利用等环保措施;注意垃圾分类,依据实际情况充分考虑太阳能、风能、地热等新能源的利用。

(3) 健身休闲植入

设置健身休闲场所,保障人均健身场地面积和设施建设。在合理的间距(500m)内,设置室外健身场所,如健身步道、足球场、篮球场、游泳馆等促进大众运动的室内外设施或健身中心,保证其安全、环保,并保障对外绿色出行系统的设置。可利用消防车道较宽的特点,通过材质的划分、色彩搭配,形成连贯的步道。

(4) 健康服务植入

设置医疗救助体系,优化医疗卫生布局,



龙門山田园康养项目高端医疗保健会所

完善 15min 医疗卫生服务圈,建立健康档案和智慧医疗平台,发展养老机构,配置青少年、老龄等心理咨询室和健康培训机构,配置健康餐饮购物中心或商业街。

(5) 健康舒适性植入

空气、水、阳光作为健康建筑的主要要素,从规划设计的角度考虑,需尽量增加绿地率、使用清洁能源、建设充足的充电汽车设施、控制污染物浓度、禁烟等手段增进环境空气质量;通过自然开窗通风、新风设施等控制室内空气质量。从保证饮用水、景观用水的安全和质量、采用海绵城市相关措施,有效控制雨污水排放;控制机动车道、停车场等公共场所环境照明的色温、照度,采取避免光污染的建筑形式。

## 5 康养项目后疫情时代的健康策划

健康与建筑的关系,在 2003 年“非典”期间就已经受到广泛关注,2020 年新冠疫情的全球爆发,国内、国际的形势不容乐观,防疫成为了行业研究领域的一个热门话题。后疫情时代,田园康养项目的策划融合健康行业,笔者有以下几个思考:

(1) 方便封闭管理的空间设计策略。封闭与开放是很多康养项目寻找的平衡点之一。封闭的环境方便管理,保障内部环境安全,但开放性的环境则带给人休闲、舒适、便捷、避免空间生硬、活跃商业氛围等。田园康养项目往往倾向于后者。设计应提供方便切换的可能。尤其是在疫情原因期间,大多数场所都实施封闭式管理,这

一举措可以有效地减少病原体的带入和带出,规划设计中需考虑方便切换的可能性。

(2) 空间结构的多组团化和服务设施配置的去中心化。在调研过程中,一站式服务中心的综合体比较常见,一方面展示功能较强,氛围比较好,也比较方便运营。比较好的配置可以做到小中心+大分散的模式,把服务设施释放到组团级。一方面因为疫情造成的聚集性场所的经营受到限制,另一方面对于大型旅居康养项目来说,组团方式的控制更为灵活不失为一种发展可能。

(3) 减少内部空间感染传播。一方面可在设计阶段,减少对于机械通风等被动式措施的依赖,多采用自然通风以减少疫情期间病毒通过通风系统的传播。另一方面,民政部发布的《养老机构新型冠状病毒的肺炎疫情防控指南(第二版)》中就专门指出,倡导“勤洗手”。采用便捷的洗消措施可有效减少内部接触感染,提供数量充足、位置恰当的洗手池,以促进洗手行为的发生,进而显著减少空间内部感染。

(4) 宜设置初级的隔离空间。因田园康养项目距离大城市规范化医疗设施距离较远的原因,可因地制宜地设置平疫结合的隔离设施,并设置单独的卫生间,具备基本的隔离条件。■

# RESEARCH ON THE DESIGN OF DOORS AND WINDOWS WITH HIGH SOUND INSULATION PERFORMANCE IN INDUSTRIAL BUILDINGS

## 工业建筑中高隔声性能门窗设计探讨

文/张卫才

**[摘要]:**高噪声工业建筑的隔声设计一直是大多建筑师困惑的难题，设计中应注意的事项很多、很专业，某一细节没有做到位都有可能造成整体隔声性能下降，甚至造成项目噪声控制不达标而无法验收，给后期整改带来极大的麻烦和困难。隔声墙体上设置的隔声门窗的隔声性能就直接影响工程整体噪声控制的成败。本文将分别从高性能隔声门及隔声窗的设计选择及构造细节等角度进行探讨如何选择合理的高性能隔声门窗设计方案。

**[关键词]:**高隔声量；声闸室；双层隔声门；双层隔声窗

工业建筑中高噪声建筑空间很多，一般将产生大于100dB噪声的建筑定义为高噪声建筑，就需要采取相对严格的隔声措施使其达到周边环境噪声限制的要求。但由于人员的进出、采光、通风、排烟以及设备安装等需要，在隔声墙体上设置必要的门、窗及洞口形成组合构件。组合构件隔声量的高低直接决定最终的隔声效果好坏。一般而言，门窗的隔声量较均匀密质的墙体要差，特别是比面密度较大的混凝土墙、砖墙差。设计组合隔声墙体时，应使各构件的透声量相接近，即遵循“等透射原则”是最为优，不宜通过加大墙体的隔声量来弥补门窗隔声的不足。在实际设计中，除减少非必要设置的门窗面积，还要控制墙体的隔声量与门窗的隔声量差值不宜大于10dB，如果门窗二者隔声量相差大于10dB以上或更多时，门窗墙体组合构件的综合隔声量将由低隔声量的构件门窗所主导，其隔声性能较差，方案的性价比比较低。门窗之所以隔声差，主要是因为它属于轻薄围护构件，它的面密度一般都比墙体小很多。同时，门窗四周的缝隙又是噪声泄露的主要途径。

高隔声性能的门窗设计应注意以下细节：

(1) 门窗的几何尺寸与入射声波波长相比，一般并不很大，所以按质量定律计算的结果与实际情况会有较大的偏差。

(2) 门窗一般来说需要开启来使用，属于活动构件，开启扇与框之间的缝隙以及门窗框

与墙体之间的安装缝隙都对门窗的隔声性能产生不可估量的影响。

(3) 门窗的隔声还涉及许多具体的加工等技术问题，很难加以计算和控制。所以，设计对隔声性能有严格要求的门窗应做成试件，经实验室测试认定隔声性能。

### 1 高隔声性能的隔声门设计

一般常用的普通木门由于经常使用，为了开启方便，门体的质量通常比较轻，因此，普通木门靠质量定律增加隔声量比较困难。普通木门的隔声量一般约20dB左右。即使在双层饰面板中间填多孔吸声材料，通常也只能增加5dB左右。当隔声量大于25dB的门通常定义为隔声门。在设计高性能的隔声门时，应注意把控影响门隔声性能的主要因素，综合考虑才能达到理想的隔声性能。

#### 1.1 隔声门门扇设计

遵循质量定律，高隔声性能的隔声门通常采用重型、多层材料的复合门。高隔声性能隔声门设计应注意以下事项：

(1) 用不同性质的材料叠合可以有效提高门的隔声量。

(2) 因门板厚度的选择不当出现吻合效应而降低门的隔声量。尤其是采用厚度不同的钢板制面板组成的门，当钢板厚度为3mm以上时，

在高频区会有明显的隔声低谷。门体空腔厚度80mm，内填玻璃棉，当单面板采用1.5mm及2.5mm厚钢板做面层时，门扇平均隔声量达到55dB；而采用4mm厚的钢板做面层门扇时，门扇平均隔声量仅有49.1dB。

(3) 门体空腔内应填满吸声材料，并使吸声材料稍有压缩，压缩过多或没有压缩都会对提高门的隔声量产生不利影响。高隔声性能隔声门的空腔厚度应大于100mm时，隔声门的隔声性价比才能达到最佳。因此，在隔声门的材质选择时，应从门的材质、空腔厚度、填充材料3个方面因素综合确定合理的门体隔声设计方案。

#### 1.2 门缝隙的处理

隔声门门缝的处理十分重要，直接决定了门最终隔声量的高低。一般门缝不做处理，那该门的隔声量很少能超过20dB，所以隔声门的门扇与门扇、门扇与门框以及门扇与楼地面之间应有紧密的接触，不留有缝隙，门关闭状态时以不透声为原则，这样才能充分发挥门体应有的隔声性能。

填充门缝隙的材质通常有：橡胶、毛毡、海绵、泡沫塑料、发泡胶、硅胶、玻璃胶、皮、革等可压缩材料。这些填充材料再加上压紧装置可使门的隔声量达到35~50dB或更高。门缝隙可采取全密封、密封条、充气带、盖缝条等多种方式，隔声效果相差较大。全密封与不做任何缝隙处理，隔声门的隔声量性能相差15dB

编号	门缝密封方式	门的平均隔声量 (dB)
1	全密封	33.3
2	双道橡胶9字形密封条	30.6
3	单道软橡胶9字形密封条	27.6
4	单道硬橡胶9字形密封条	25.6
5	不处理	19.8

左右或更多。同一樘门上采用不同的门缝密封方法时隔声量的变化，如表所示。

隔声门的门缝宜采用企口密封方式处理，易开闭，隔声性能好。因此隔声门一般都设四边框，门框的下边框在不影响开启的情况下，将部分门框埋在楼地面层中，露出部分形成门槛。但当因物流的频繁运输需要不宜设置门槛时，可考虑采用自动下落的密封条。当采用无门槛的隔声门时，门的隔声一般都不超过30dB。

门因为经常开启，门缝的密封装置因时间老化、安装不合理造成的变形、局部损害等都会造成隔声门隔声量的下降，因此注意当门关上时，密封条应处处受压，各处压力均匀才能取得良好的隔声效果。对于隔声要求高，不常开启的隔声门为了达到更好的隔声效果，可采用在门的四周钢筋混凝土抱框上做充气密封门缝。当充气时，250mm厚的复合板隔声门的隔声量能达到50dB以上。这种门的隔声效果很好，经常在演播室、录音棚、高噪声试车间、工厂车间的测听室等处使用。因此设计中明确隔声门的密封材料和密封方式与选择合理的隔声门体一样重要。

当采用单道隔声门无法满足工程隔声量的要求时，还可以采用设置声闸室的方式来提高门

的隔声量。声闸室就是在双道门之间形成隔声小室（声锁间），并在声闸室内壁设置吸声材料，减少穿过声闸室的声能。在设计声闸室时应注意两道门前后位置应尽量错位布置，双道门的距离要大于100mm。噪声透过声闸室传播到另一侧时的总隔声量为：两道门各自隔声量加上由于设置声闸室而附加的隔声量。声闸室附加的隔声量可采用公式计算：

$$R = 10 \log \frac{1}{S \left( \frac{\cos \theta}{2\pi d^2} + \frac{1 - \bar{\alpha}}{A} \right)}$$

式中：S——门扇的面积（m<sup>2</sup>）；

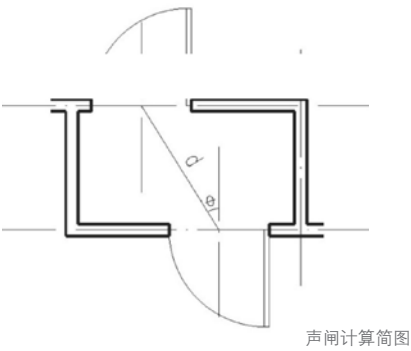
$\bar{\alpha}$ ——声闸室表面平均吸声系数；

d——两门之中心距离（m）；

A——声闸室内总吸声量；

$\theta$ ——直线d与门的法线之夹角。

声闸实例及其隔声量如图所示。



声量高低的主要因素。依据质量定律提高玻璃厚度来提高窗的隔声量是可行的，但是一味加大玻璃厚度来提高窗的隔声量不是经济合理的方案。

通过对表中列举的数据分析可以看到：当玻璃厚度达到12mm时，窗取得隔声量的性价比最高。当玻璃厚度再加大时，其临界频率的影响加剧，隔声量反而出现降低现象。

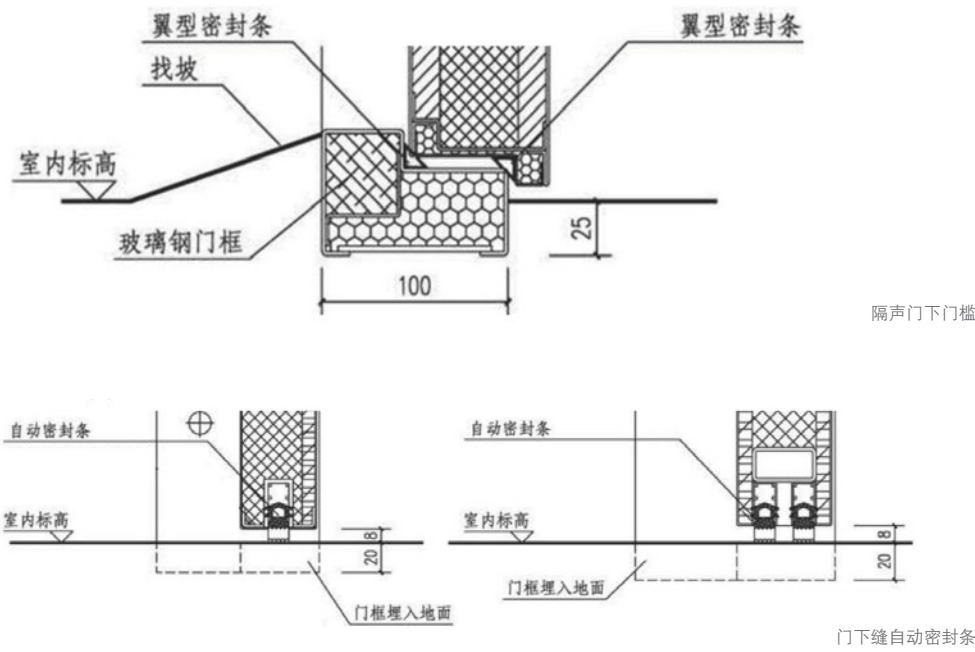
(2) 采用双层玻璃时，应注意特别薄的空气层对于窗隔声量的增加

基本没有作用。5mm玻璃+6mm（空气）+5mm玻璃组合后的隔声量与10mm厚玻璃隔声量相当；6mm玻璃+9mm（空气）+6mm玻璃组合后的隔声量与12mm厚玻璃隔声量相当，只是他们的传热系数度差异较大。因此采用双层玻璃窗时，空气层大于100mm时隔声效果比较好。一般来说，空气层厚度取80~200mm，既经济可行，又能达到理想的隔声效果。6mm玻璃+100mm（空气）+6mm玻璃组合后的平均隔声量可为38~41dB；6mm玻璃+200mm（空气）+6mm玻璃组合后的隔声量可达到42.5dB。

对于双层玻璃窗的隔声设计还应注意吻合效应和共振的影响。为了减弱或避免吻合效应而降低隔声量，双层玻璃的厚度最好选择不同的厚度。如能做到两层玻璃不平行，有一定夹角时隔声效果最好。双层玻璃隔声窗还需要注意入射频率的低频区易受到共振频率的影响而降低隔声量。中空塑钢窗（6+9+6）的共振频率 $f_r=230\text{Hz}$ ，正是在敏感的低频声频区。而将空气层加厚得到约60mm时，双层5厚玻璃窗的共振频率为 $f_r=98\text{Hz}$ ；当采用双层6厚玻璃窗时，空气层加厚得到约50mm时，窗的共振频率为 $f_r=98\text{Hz}$ ，均在敏感区域（100Hz~3500Hz）以外。因此采用不同厚度的玻璃，中间空气层厚度应计算确定，控制窗的共振频率在敏感区域之外，建议双层玻璃间的空气层大于10cm为宜。普通双层玻璃窗的隔声量可参考图表。

双层玻璃窗共振频率计算公式：

$$f_r = \frac{120}{\sqrt{0.25d(t_1 + t_2)}}$$



序号	门与声闸	倍频程隔声量 (dB)						平均隔声量 (dB)	隔声指数 (dB)	附图	
		125	250	500	1000	2000	4000				
1	门的隔声	M <sub>1</sub>	23	27	25	31	35	36	29.5	30	
		M <sub>2</sub>	16	12	17	19	29	30	20.5	20	
	声闸	A→B	48	55	55	62	72	74	61	60	
		A→C	51	57	63	71	78	80	66.7	68	
2	门 M	28	35	31	33	34	27	31.3	33		
	声闸 A→B	44	50	43	47	56	64	50.7	48		
3	门 M	21	26	30	31	28	27	27	29		
	声闸 A→B	44	51	60	62	57	57	55.2	58		
4	门 M	27	30	28	30	35	37	31.2	32		
	声闸 A→B	47	48	55	59	67	71	57.8	58		
5	门 M	22	23	29	26	26	22	24.7	27		
	声闸 A→B	45	44	52	48	50	55	49	50		

声闸实例及隔声量图一

序号	门与声闸	倍频程隔声量 (dB)						平均隔声量 (dB)	隔声指数 (dB)	附图
		125	250	500	1000	2000	4000			
6	门 M	33	36	38	38	43	45	38.8	40	
	声闸 A→B	59	66	75	85	90	92	77.8	78	
7	门 M	25	31	29	27	24	25	26.8	25	
	声闸 A→B	30.5	34	41	52	53	54	44.1	46	
8	门 M <sub>1</sub>	24	17	28	38	51	58.5	35.9	31	
	门 M <sub>2</sub>	26	27.5	31	32	41	53	35.0	34	
	声闸 A→B	37	44	55	70.5	70.5	79	60.0	58	
	门 M <sub>1</sub>	28	26	32	40	52	59.5	39.0	37	
8	门 M <sub>2</sub>	28	31	34	36	43	57	38.2	40	
	声闸 A→B	41	46	56	71.5	71.5	80	61.5	59	

注：表中所列数据为现场测量所得之声压级差。

声闸实例及隔声量图二

响隔声量的增量将减少。例如 6mm 厚的玻璃的吻合低谷出现在 2000Hz，使得 6mm 玻璃的计权隔声量仅比 3mm 厚玻璃高出 2dB，而不是遵守质量定律的增加 4~6dB。而 3mm 和 4mm 厚玻璃叠合后，由于两厚度不一，使得吻合低谷变得很浅，它的计权隔声量可达到 35dB，比 3mm 厚玻璃高出 5dB，接近于质量定律的规律。

夹层玻璃又称夹胶玻璃，就是将两片或三片玻璃用透明胶片粘在一起。3+3 夹层玻璃的隔声量 R<sub>w</sub>=35dB，3+6 夹层玻璃的隔声量 R<sub>w</sub>=36dB，6+6 夹层玻璃的隔声量 R<sub>w</sub>=38 dB。从以上数据看出夹层玻璃厚度加厚时隔声量的增加基本符合质量定律。夹层玻璃与叠合玻璃不一样，有了自己的吻合效应临界频率。由于胶片的阻尼作用，夹层玻璃的吻合低谷变浅。这有利于提高玻璃的隔声量。

计算夹层玻璃构件隔声量的公式：  

$$\bar{R} = 13.5 \log(m_1 + m_2) + 13 + \Delta R_1$$

窗面积 (m <sup>2</sup> )	玻璃厚度 (mm)	倍频程隔声量 (dB)						平均隔声量 (dB)	隔声指数 (dB)
		125	250	500	1000	2000	4000		
2	3	21	22	23	27	30	30	25.5	29
3	4	22	24	28	30	32	29	27.5	27
3	6	25	27	29	34	29	30	29.0	29
2	8	31	28	31	32	30	37	30.5	31
2	10	32	31	32	32	32	38	32.8	32
2	12	32	31	32	33	33	41	33.7	33
2	15	36	33	33	28	39	41	35.0	30

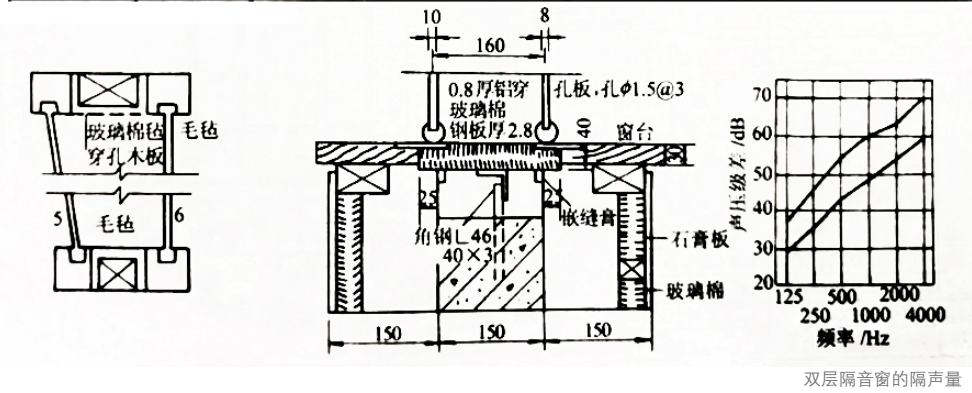
上式中：  
 $\bar{R}$ ：夹层玻璃构件的隔声量；  
 m<sub>1</sub>,m<sub>2</sub>: 夹层玻璃的面密度；  
 $\Delta R_1$ ：夹层玻璃中间层的附加隔声量。  
 对于 PVB 胶片，当胶片厚为 0.38 时， $\Delta R_1$  可取 4dB；  
 当胶片厚为 0.76 时， $\Delta R_1$  可取 5.5dB；  
 当胶片厚为 1.14 时， $\Delta R_1$  可取 6dB；  
 当胶片厚为 1.52 时， $\Delta R_1$  可取 7dB。  
 计算中空 + 夹层玻璃构件隔声量的公式：  

$$\bar{R} = 13.5 \log(m_1 + m_2 + m_3) + 13 + \Delta R_1 + \Delta R_2$$
 上式中：  
 $\Delta R_1$ ：夹层玻璃中间夹层的附加隔声量；  
 $\Delta R_2$ ：玻璃中间空气层的附加隔声量。（对空气层，按“瑞典技术大学”试验测定参数曲线

窗面积 (m <sup>2</sup> )	双以聚异氰酸酯类空气层厚·玻璃厚 (mm)	倍频程隔声量 (dB)						平均隔声量 (dB)	隔声指数 (dB)
		125	250	500	1000	2000	4000		
1.9	3/8/3	17	24	25	30	38	38	28.7	30
1.9	3/32/3	18	28	36	41	36	40	33.2	36
*1.8	3/100/3	24	34	41	46	52	55	42	43
*3.0	3/200/3	36	29	43	51	46	47	42	41
1.13	4/8/4	20	19	22	35	41	37	29	27
*1.8	4/100/4	29	35	41	46	52	43	41	44
*3.0	4/254/4	31	41	50	50	51	44	44.5	45
3.8	6/10/6	22	21	28	36	30	32	28.2	30
*1.8	6/100/6	32	38	40	45	50	42	41.2	43
1.8	6/100/3	26	32	39	39	46	47	38.2	41
*1.8	6/100/3	30	35	41	46	51	54	42.8	45

注：表中有·者为边框有吸声处理的双层窗。

双层固定窗	木	—	穿孔板中空	5+6	85~115	31.0	36.0	44.5	56.5	55.0	43.2	44.0	46	
			穿孔板中玻璃棉毡	5+6	85~115	30.1	36.4	46.7	57.2	57.4	53.0	46.1	49	
			穿孔板中玻璃棉毡	5+6	125~150	29.0	36.8	48.0	59.0	59.0	49.5	46.7	49	
			穿孔板中玻璃棉毡	5+6	80~190	29.5	36.0	46.5	58.0	57.0	52.0	45.7	48	
双层固定窗	钢	—	穿孔板玻璃棉	10+8	160	见附图曲线						55	—	55dB 为 500Hz 之声级差



双层隔音窗的隔声量

选取，在空气层为 100mm 以下时，附加隔声量近似等于空气层厚度的 0.1 倍。）

示例：

(1) 中空玻璃 (6+12A+6) 的隔声量 (1cm 厚玻璃的面密度为 25kg/m<sup>2</sup>)：

$$\bar{R} = 13.5 \log(m_1 + m_2) + 13 + \Delta R_1$$

$$\bar{R} = 13.5 \log(6 \times 2.5 \times 2) + 13 + 12 \times 0.1 = 34.14 \text{ dB}$$

(2) 夹层玻璃 (6+0.76PVB+6) 的隔声量：

$$\bar{R} = 13.5 \log(m_1 + m_2) + 13 + \Delta R_1$$

$$\bar{R} = 13.5 \log(6 \times 2.5 \times 2) + 13 + 5.5 = 38.44 \text{ dB}$$

窗户缝隙漏声是造成窗隔声量下降的主要原因。窗户的缝隙对于隔绝高频噪声的影响比较大，低频相对小一些。当窗户的缝隙不做处理时，仅增加玻璃厚度，中高频隔声量没有什么提高，低频隔声有一定的提高。例如：5mm 玻璃 +45mm 空气层 +5mm 玻璃的双层隔声窗，当采取全密封时，窗的平均隔声量 37.5dB；采用  $\varnothing 15$

乳胶条密封时，窗的平均隔声量 27.1dB；当不做任何密封处理时，窗的平均隔声量 18.2dB。隔声差异主要表现在中高频，在 2000Hz 时，隔声量大约相差 30dB。因此隔声窗的缝隙处理显得格外中重要，最好是做全密封处理，才会有效提高隔声窗的隔声性能。

双层隔声窗要达到更高的隔声性能，安装时应采取分立式和用隔振材料将两层窗户完全脱开。在双层窗间加吸声材料，沿双层窗间窗框做吸声处理，能使隔声量增加 3~5dB。当采用薄玻璃窗时，窗间做吸声对提高隔声性能效果更明显，而且吻合效应也将被减弱。双层木质固定窗的平均隔声量为 44.6dB，当双层窗之间窗框做不同的吸声处理后，双层木质固定窗与双层钢质固定窗的隔声量如图所示，有明显提高。

可开启隔声窗的隔声量会伴随开口宽度的加大逐渐降低，但窗的隔声量从关闭状态到开启较小的缝时的隔声量下降很明显，有大于 10dB 的下降，开启缝宽 100mm 与开启 200mm 时的

建筑门窗空气声隔声性能分级

分级	外门、外窗的分级指标值dB	内门、内窗的分级指标值dB
1	$20 \leq R_w + C_{tr} < 25$	$20 \leq R_w + C < 25$
2	$25 \leq R_w + C_{tr} < 30$	$25 \leq R_w + C < 30$
3	$30 \leq R_w + C_{tr} < 35$	$30 \leq R_w + C < 35$
4	$35 \leq R_w + C_{tr} < 40$	$35 \leq R_w + C < 40$
5	$40 \leq R_w + C_{tr} < 45$	$40 \leq R_w + C < 45$
6	$45 \leq R_w + C_{tr}$	$45 \leq R_w + C$

1. R<sub>w</sub>：计权隔声量；C<sub>tr</sub>：交通噪声频谱修正量；C：粉红噪声频谱修正量。  
 2. 用于对建筑内机器、设备噪声源隔声的建筑内门窗，对中低频噪声宜采用外门窗的指标进行分级；对中高频噪声仍可采用内门窗的指标值进行分级。

隔声量下降就很小，约 2~3dB。因此，隔声窗设置应严格控制开启窗扇的面积及开启角度。

### 3 结语

在隔声门窗的设计中，应根据噪声源的特点、频谱、声级强度、室内外声环境水平等因素，并结合防火、防盗等相关因素综合确定门窗的构造及材质。常见的道路交通噪声、铁路噪声、机场噪声及工业噪声大部分属于中低频噪声，因此隔声门窗在设计选择时要注意提高中低频的隔声量。

隔声门的选择还需要根据工艺生产需要确定是否设置门槛，因为门槛的设置与否将直接决定了隔声门的隔声量级。一般情况下，无门槛，设置一道密封条的隔声门，其隔声量均 ≤ 30dB；当采用有门槛，设置两道密封条时，其隔声量均 ≤ 40dB。当门的隔声量超过 40dB 时，就需要采用特殊措施来实现。隔声门窗宜采用平开或平开与固定组合的开启方式，隔声性能要求高的隔声门窗可采用内平开与内倒组合的开启方式。

由于加工、构造等因素的影响，无法准确确定某种隔声门的隔声量，隔声门的隔声量应在选购时由专业厂家实测提供作为设计依据。设计选择的隔声门的隔声性能分级及检测方式应满足规范《建筑门窗空气声隔声性能分级及检测方法》GB/T8485 - 2008 的要求。■

#### 参考资料

- [1] 谢浩. 在门隔声处理中“声闸”的设置. 工业建筑, 1998.3
- [2] 康玉成. 建筑隔声设计—空气声隔声技术. 北京: 中国建筑工业出版社, 2004
- [3] 马大猷. 噪声与振动控制工程手册, 北京: 机械工业出版社, 2002.9
- [4] 吴大胜、蔡应曦、郑永生. 装配式墙板的空气声隔绝性能及孔洞缝隙对隔声的影响, 声学学报. 1966.1

# ANALYSIS OF THE TECHNICAL POINTS OF STROKE ENVIRONMENT SIMULATION IN "GREEN BUILDING DESIGN STANDARD" BY TAKING ANSYS SOFTWARE AS AN EXAMPLE

## 以ANSYS软件为例解析《绿色建筑设计标准》中风环境模拟的技术要点

文/赵凝 马浩林

**[摘要]:** 本文以ANSYS软件（Fluent求解器）操作为例，结合计算流体力学、城市气象学理论，对于《绿色建筑设计标准》附录C中9条风环境模拟边界条件进行详细解读。通过CFD软件简介、建模方法、网格划分要点、模拟边界条件设定、收敛标准及后处理几个部分介绍建筑室外风环境模拟的技术流程，旨在帮助建筑设计人员掌握风环境模拟技术。

**[关键词]:** 风环境模拟；风场建模；网格划分；风廓线函数；绿色建筑评价

### 0 引言

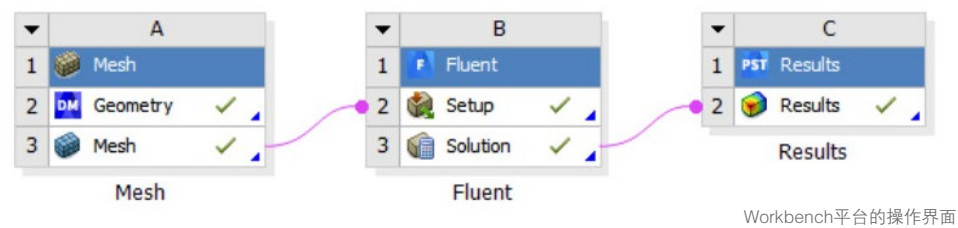
随着我国社会发展、人民生活品质的提高，建筑的物理环境品质得到了更多的重视。室外风环境作为其中重要的组成部分，直接影响到场地行人的户外舒适度，在《绿色建筑评价标准》<sup>[1]</sup>中具有10分的评价权重。然而风模拟环境技术使用的CFD（计算流体力学）软件学习成本较高，对于建筑设计人员学习门槛较高，因此很难直接应用于建筑方案设计阶段。本文以ANSYS软件（Fluent求解器）操作为例，以通俗易懂的语言解析北京市地标《绿色建筑设计标准》附录C<sup>[2]</sup>中9条风环境模拟边界条件，帮助建筑设计人员更好掌握CFD风环境模拟技术。

### 1 CFD软件简介

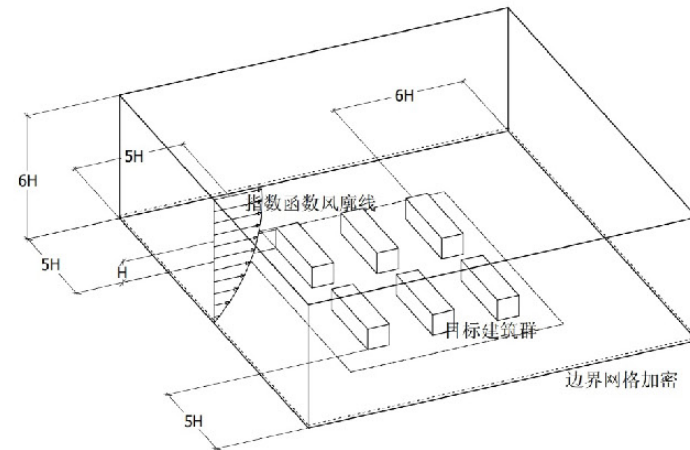
CFD，英语全称（Computational Fluid Dynamics），即计算流体动力学。建筑物室外的空气是一种流体，在建筑和城市设计中，通过运用CFD技术，可实现对建筑物周边空气流动状态的模拟，可从户外风环境角度对建筑设计

布局提供指导意见。目前CFD技术仍存在局限性，由于计算机硬件的限制，可计算的网格数量有限。在建筑领域，CFD模拟仅适用于中尺度和微尺度的模型。

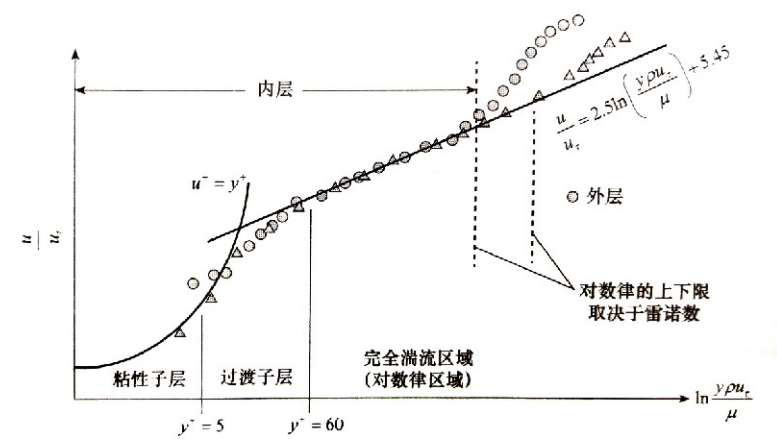
在CFD软件中，工作流程共计4步：建模、网格划分、模拟、后处理。建模即通过抽象方式选择建筑的合理特征，建立三维模型。网格划分是在流场内部进行计算点划分，其决定了模拟的精度和准确性，网格尺寸越小，计算精度越高，计算时间越长。模拟是通过设定一系列边界条件和流体参数后，通过求解器求出流场内部各个网格点的物理参数的过程，目前比较主流的CFD求解器有：CFX、Fluent、Phoenics、Star-CD、comsol等。后处理在于选择输出的参数和模型截面，进行模拟结果可视化处理，生成常见的



Workbench平台的操作界面



边界条件示意图



近壁面位置流速分布示意图<sup>[3]</sup>

Rhino建模，然后导入ANSYS软件，这样既满足了软件兼容性，同时也方便进行建筑建模。

值得注意的是，CFD模拟当中，需要模拟的部分是建筑外部的流场，因此需要对流场的范围（即空气的部分）进行建模，可采用Rhino作为建模工具，分别对建筑物和场地范围进行建模，再通过布尔运算（Boolean）命令除去交集，从而得到流场模型。按照庄智等<sup>[4]</sup>的研究结果，以目标建筑高度为H，在入口处、建筑左右两侧和上方均空出5H的距离，在出口处保留6H的距离。

将建好的Rhino模型，通过Geometry组件的DM建模工具进行打开。对于风的入口边界，将其命名为“inlet”，出口边界命名为“outlet”，其他壁面命名为“wall”。只有正确的命名，软件才能完成后续的边界识别（类似于建筑常用的Enscape软件中的附材质操作）。对于需要分别输出的面，可以采用加入英文、数字和下划线的命名方式，如“wall\_archi”。在正确的建模、导入、命名后，即可进行网格划分。

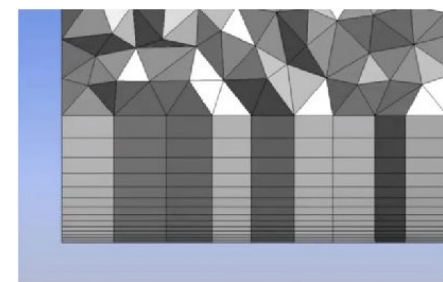
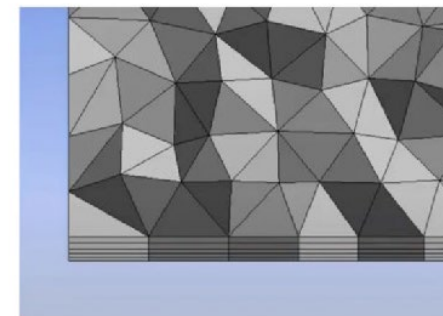
### 3 网格划分要点

网格的特征包括网格形状和网格数量。良好的网格划分对于CFD计算至关重要，是得到准确模拟结果的基础。根据《绿色建筑设计标准》附录C<sup>[2]</sup>的标准，“建筑的每一边人行高度区1.5m或2m高度应划分10个网格或以上；重点观测区域要在地面以上第3个网格或更高的网格以内”，这是因为在流场边界部分流体的湍流运动状态会发生改变。不同于场地内部的较大网格，形体边界需要更细致的网格划分来进行计算。

“y+”是用于描述边界层厚度的无量纲数。在不同的研究对象当中，y+有不同的取值。对于y+在一定数值范围内的网格，计算结果会产

生较大误差，造成模拟数据不可采用。场地的行人高度1.5m相对于整体流场的60~100m处于边界位置，加上风廓线指数函数在数值较小处变化剧烈，因此必须对地面边界网格进行加密处理。

良好的网格划分应该保证网格大小的均匀度，避免造成网格尺寸的突变，进而影响数值仿真的计算收敛。李魁山等<sup>[4]</sup>认为六面体网格系统最佳，其次考虑棱柱与四面体混合网格系统，尽量不要采用单一四面体网格系统。本文中对流场主体部分采用了四面体网格，对地面边界采用了三棱柱网格（三棱柱）。四面体和三棱柱网格通过平面的多个三角形紧密相接，无悬空节点。图4为网格的纵向剖面图，左图为不好的网格划分，右图为网格划分的理想状态。图中网格均匀变大，两种网格相接部分变化程度较低，可以保证网格的计算迭代有一个良好的过渡。而图中的网格变化剧烈，会造成较大的计算误差。李魁山



边界层过渡区网格划分方式优劣对比（左劣右优）<sup>[5]</sup>

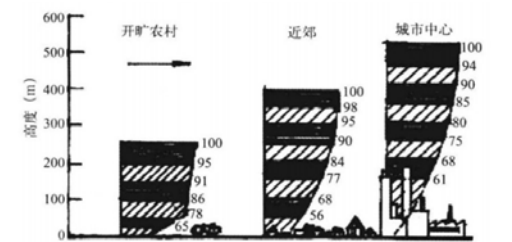
等<sup>[4]</sup>认为相邻两个网格的膨胀率应不大于1.3。在ANSYS软件Mesh模块当中，采用inflation功能设置地面边界网格，建议采用1.1~1.3之间的数值。

### 4 模拟边界条件设定

边界条件的作用是对建筑物模拟的环境条件进行限定，包括入口边界条件、地面边界条件、湍流模型选择、差分格式等。在CFD软件中，大多数边界条件按照《绿色建筑设计标准》附录C<sup>[2]</sup>的规定进行直接选择设置即可。然而风廓线函数是城市气象学领域的专用定义，非建筑学专用的CFD软件中不会内置，需要使用者自行调整，下文对此着重介绍。

风是大气边界层内空气流动的现象，风速和风向用于描述风的运动状态。大气在高空流动速度较快，靠近地表的时候，地面植被或建筑物等会对气流产生阻力，导致空气流速降低。因此，气流速度在靠近地面的边界层内是递减的，根据下垫面的粗糙程度不同，流速降低的程度不同。

风廓线是用于描述大气层内风速随高度变化的曲线。目前学者们提出过不同的风廓线函数模型，主要包括对数风廓线理论、复合指数风廓线理论、莫宁—奥布霍夫相似理论等，目前在建筑风环境模拟当中多采用指数风廓线作为边界条



由于地面粗糙度导致不同的近地面风速变化<sup>[6][29]</sup>



件。风廓线的指数计算式由达芬堡（Davenport）在1965年提出<sup>[6]</sup>，公式如(1)。现有的气象观测站和天气预报的风速一般是地面上10m高度处的风速，此时参考高度*h<sub>g</sub>*为10m。

$$V_h = V_g \left( \frac{h}{h_g} \right)^a \quad (1)$$

式中*V<sub>h</sub>*——高度*h*处的风速，m/s；*V<sub>g</sub>*——参考高度风速，m/s；*h<sub>g</sub>*——参考高度，m；*a*——当地下垫面粗糙度系数。

下垫面粗糙度系数是从空气动力学的角度出发，描述下垫面粗糙程度的物理量。在城市空间里，不同的场地环境对应了不同的下垫面粗糙度系数。城市的建筑密度越大，下垫面粗糙度系数越大。在CFD模拟当中，可以采用设置风廓线函数的方法，用于模拟气流遇到城市下垫面造成减速的情况。下表的粗糙度系数即风廓线函数中的指数,根据建筑物场地位置的差异进行选择。

不同类型地表面下的α值与梯度风高度 <sup>[7]</sup>			
地面类型	适用区域	粗糙度指数α	梯度风高度/m
A	近海地区，湖岸，沙漠地区	0.12	300
B	田野，丘陵及中小城市，大城市郊区	0.15	350
C	有密集建筑的大城市区	0.22	450
D	密集建筑群且房屋较高的城市市区	0.30	550

对于风廓线函数指数式,部分软件（Phoenics等）中实现了将风廓线函数内置。在ANSYS软件中，没有自带的风廓线函数，因此需要通过C语言编程的用户自定义（User Defined Function, UDF）文件来实现，UDF文件为C语言格式（\*.c）。指数风廓线函数的代码全文如下所示：

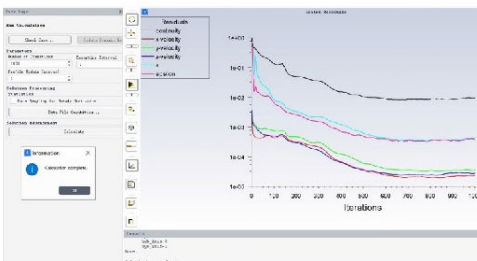
```
#include "udf.h"

#define a 0.15
#define hg 10
#define Vg 3.7

DEFINE_PROFILE(wind_profile,thread,index)
{
    real pos[ND_ND];
    real z;

    face_t f;

    begin_f_loop(f,thread)
```



数值曲线收敛示意图

```
{
    F_CENTROID(pos, f, thread);
    z = pos[2];

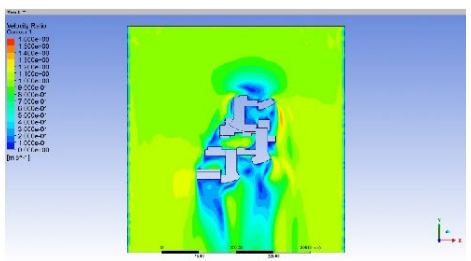
    F_PROFILE(f, thread, index) = Vg * pow(z/hg, a);
}
end_f_loop(f, thread)
}
```

注释：*a*——粗糙度系数；*hg*——气象基站的高度10m；*V<sub>g</sub>*——风速气象数据。将上述代码通过文本文档存为txt文件，直接将文件后缀名“.txt”改为“.c”即可使用。一般来说，当前的风环境模拟使用的气象参数主要参照《GB50736—2012民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》<sup>[8]</sup>，该规范中的数据来自中国气象局和清华大学联合出版的《中国建筑热环境分析专用气象数据集》<sup>[9]</sup>。以上数据来自1970~2000年实测，然而目前还没有其他权威机构出版的全国范围的新版气象数据，因此大多数城市仍在延续使用现有规范。

## 5 收敛标准及后处理

曲线收敛是检验模拟结果是否可信的必要非充分条件。当数值曲线的残差小于10<sup>−4</sup>或沿一固定值上下波动，可以认为风环境模拟结果收敛，是相对可信的结果。收敛时的模拟结果未必正确，但是不收敛的计算结果一定是不可用的。实际使用中，还需要结合最终的云图数值查看模拟结果是否可信，可以观察没有建筑物的场地区域风速，正确条件下等同于场地边界初始风速。如果出现模拟结果发散，或数值曲线一直为0，则需要重新检查网格化分和边界条件设置。

后处理即将模拟计算的数值结果以图像形式输出的过程。在CFD Post当中，使用者可以自行选择输出的参数、截面位置、表达形式等，此处不作赘述。值得注意的是，在需要计算风速比时，要根据风廓线指数式，将10m高度的气



后处理模块中输出的风速比云图

象站风速换算成1.5m人行高度的风速，二者数值相差较大，不可忽略影响。

## 6 总结与展望

本文通过CFD软件简介、建模方法、网格划分要点、模拟边界条件设定、收敛标准及后处理几个部分介绍了建筑室外风环境模拟的技术流程，将建筑师的使用习惯、现有的建筑规范、CFD理论的相关知识相结合，详细介绍了风环境模拟中的技术要点，旨在帮助建筑设计师理解并掌握室外风环境模拟技术，提高建筑师的模拟软件使用能力，可以增加物理环境模拟技术在建筑设计环节的参与度，有助于使建筑设计真正地走向绿色、节能、环保的道路。

- 参考文献

- ↑ GBT50738—2019, 绿色建筑评价标准[S].
  - ↑ DB1138—2012, 绿色建筑设计标准[S].
  - ↑ 胡坤．ANSYS CFD入门指南——计算流体力学基础及应用[M]. 北京：机械工业出版社，2018：
  - ↑ 李魁山，王峰，赵彤，等．城市超高层建筑群人行区风环境舒适性研究[J]. 绿色建筑，2012(5):16-18.
  - ↑ SimuTech—Group. ANSYS CFD – Yplus and Wall Mesh Sizing[EB/OL]. (2018-06-25)[2021-05-01]. https://www.youtube.com/watch?v=aNLk3zn2R9U.
  - ↑ 刘加平．城市环境物理[M]. 北京：中国建筑工业出版社，2011：
  - ↑ GB50009—2012, 建筑结构荷载规范[S].
  - ↑ GB 50736—2012, 民用建筑供暖通风与空气调节设计规范[S].
  - ↑ 中国气象局气象信息中心气象资料室，清华大学建筑技术科学系．中国建筑热环境分析专用气象数据集2005[M]. 北京：中国建筑工业出版社，2005：

# STUDY ON THE LANDSCAPE INTEGRATION OF OFFICE BUILDINGS 办公建筑的景观融入探讨

文/米激瞳 马浩林

**[摘要]**：随着社会发展，使用人群越来越重视配套的办公建筑景观的规划设计。如何利用景观柔化建筑线条，保障工作人群在建筑内部工作时的使用感和舒适度，这是一个值得思考的问题。本文主要通过办公建筑的多个方面特点，结合景观设计要素，突出现代化的办公建筑的功能复合化、讲求环保和生态、高度智能化的特征，并研究了办公建筑景观融入的思路，提出了相关的建议和措施。

**[关键词]**：办公建筑；景观设计；景观融入

1 办公建筑景观融入的意义

在办公建筑的景观规划设计中，需要着眼于创造良好景观效果，提升绿化率，体现休闲、生活、生产的多项功能。城市办公建筑具有绿地率低、容积率高的特点，加上一些商业写字楼具有综合使用性，这些因素较大限制了景观的作用发挥。当前人员的办公环境需求在提升，本着“以人为本，注重人群精神层面”的原则，通过科学的景观融入设计，为员工提供交往和交流的场所，创设景观适宜和生态健康的空间环境，促进技术、艺术和生态的结合，构建人文和自然有机融合的景观综合体。

## 1 办公建筑的景观融入设计原则

### 1.1 景观融合原则

在办公建筑景观融入过程中，需要考虑各种景观要素的融合和组织，构成和谐的景观体系，这样才能充分体现城市办公区的空间特色。景观绿化让办公建筑的使用人群获得了亲近自然的机会，从而提升人们对办公建筑空间的认同感。另外，景观环境设施能体现办公建筑的特色，提升建筑质量。其中，绿化水体可以起到柔化办公建筑的线条的作用，避免给人群带来压迫感。在景观融合中，尽可能使用本地的建材和材料，尊重本地的乡土知识和传统文化，这样方能构建和谐的景观。

### 1.2 生态设计原则

在景观融入设计中，需要保障景观的生态性、科学性，并且在规划中提升知识性。一个吸引力较强而且优美的办公区景观能巧妙融合人文景观和自然景观，组合人文景观、植被景观、水文景观和地文景观，为使用者提供多种多样和舒适方便的工作场所。当今社会发展较

快，导致城市环境中人文景观和自然景观有着失衡的趋势，这是建筑师们需要重视建筑景观规划设计生态性的原因。

### 1.3 可持续发展原则

在许多办公建筑景观设计中，缺乏自然元素，脚下的水平线、地平线逐渐成为抽象名词。在景观设计中，需要重视人与自然的合作，强调人人参与设计，在规划设计中，考虑到使用者的需求,遵循可持续发展的理念,把环境当做主题，利用系统设计和生态学原理来引导人群。基于可持续发展理念设计的景观，在设计中不允许耗竭资源或者破坏其他生态系统，使建筑和能与周边景观生态相依存。

## 2 办公建筑的景观要素

### 2.1 植被

绿化能发挥生态功能，同时在调节人的精神和心理方面能发挥一定作用。在办公建筑中的景观设计常常使用灌木乔木、草地等景观元素来烘托办公气氛。在植物配置方面，考虑到树木的寿命和生长速度，设计需要多方面分析树木的空间层次和色彩搭配。一般来说，遵循设计和自然相结合的原则，才能体现色彩明快和整洁清新的效果。在办公建筑植物搭配方面，选择花卉、灌木和乔木等，重点关注植物的观赏性，选择姿态优美和形体高大的植物。例如，草坪一般在办公建筑庭院中设置，在设置草坪时，考虑到多种景观的协调性，保证起伏缓和。草坪周边规整设置树木，能让环境更加明朗和整洁。合理设计办公建筑前的植物，可以协调建筑和人的尺度，呈现垂直和水平的对比，体现舒缓和亲切的环境气氛。

### 2.2 水景

在空间景观构成方面，水景发挥了重要作用，能满足人的视觉需求和生态环境需求。水体存在大小和形态的差异，在景观中，有点线面三种形态，可以将办公环境划分成不规整形式和规整形式。在办公建筑景观规划设计中，一般会结合水体的动和静，采用喷泉和水池等形式。

例如，张江科技园区盛大网络中心景观设计，在地形处理方面，引入了挖湖堆山的造景措施。在园区的会所周边设置人工湖，为了保障人工湖的水质，引入三星河的活水，这样既可以避免死水问题，也可以使水系得到自然净化。在工程开展过程中，从地下室和人工湖开挖出大量的自然土，把这些土堆放在北侧绿化隔离带区域，利用现有的资源构建土丘状草坡，通过种植针叶树种，发挥绿化隔离带的效果，成熟的针叶林不仅能发挥杀菌作用，还能有效净化空气，对建筑适用人群的身体健康有良好效果。

在设计水体过程中，需要考虑多方面因素：第一，水体的尺度。因为水体的尺度涉及到整个建筑环境的比例，合理的尺度会使建筑更为



盛大网络中心办公楼



盛大网络集团办公园区总平面图

协调。第二,在水中合理运用雕塑小品,形成完整视觉形象。第三,合理运用灯光。美丽的灯光可以很大程度上提升水体的景观效果,使办公环境更赏心悦目。

### 2.3 建筑立面

建筑立面是人们对建筑的第一印象,是艺术、生活、文化的沉淀,在时代的发展过程中经历着持续变化。办公建筑的组合设计和形体设计,能形成开敞的、向外发散的外部空间。办公建筑的墙身形态,包括层高、层数、高宽比等,决定了围护界面的尺度和形态。在这方面的景观融入中,需要考虑肌理、色彩和材料等。洞口和门窗的设计会减弱墙面的封闭感,进而形成视线、风和自然光的渗透。所以在设计中,合理设置窗户及玻璃幕墙,注意设计比例使十分必要的。在景观融入设计中,绿植和玻璃可以有有机结合,柔化建筑线条,使建筑有虚有实,丰富层次。

### 2.4 小品设施

常见的办公建筑小品景观设施包括服务设施、信息设施、照明、雕塑等,其造型、色彩、体量、位置都需要和外部环境协调一致,充分体现审美价值、观赏性、实用性等。雕塑是办公建筑景观的重要组成部分,可以发挥烘托和点缀环境气氛的作用,展示办公建筑的时代风格和文化气息。在办公建筑的中庭、入口庭院设置雕塑,可以使之成为具体场所的空间焦点,发挥一定的凝聚作用。例如,在雕塑设计规划中,同样应考虑和整体环境的协调性,针对空间心理、文化传统、环境特征要



采用壁挂式设计的花卉景观



某写字楼水池竹林景观

有独到的把握和理解,这样才能确定雕塑的题材、尺度、体量、色彩和材质。服务设施包括卫生用具、桌椅等,合理设置可以满足人们在办公建筑景观中的观赏、休息和交流需求。

## 3 办公建筑的景观融入方法

### 3.1 合理规划植物景观

在办公建筑景观融入中,应优化植物景观的设计,考虑到空间的功能,让植物景观为空间功能服务,利用以下几个方面的设计方式:第一,陈列式设计方法。在设计中遵循多样性和统一性要求。统一性要求指的是在景观规划设计中,经过精心选择景观,形成自然、室内空间和人的和谐统一。在放置植物景观时,利用点线面3种方式综合排列植物。点式排列的方式最常见,就是把花盆、盆栽放置在窗台等位置,这样能发挥美化环境和净化空气的作用。盆栽法是陈列式中比较常用的,在花盆中放置自然生产的植物能创造独特的美感。盆栽能单独形成景观,多盆连接之后,能发挥引导空间和分隔空间的作用,共同放置能形成一个面,构成规模比较大的景观。

镶嵌法也比较常见,这种方法的最大优点为提升空间的利用率,通过设置搁板架,能设置姿态各异的花卉和盆景。利用专业的花架分隔室内空间,发挥良好的效果。此外,还可以在橱柜或者书架空余部位设置小盆的盆花,这也属于镶嵌法的一种。第二,壁挂式设计方法。在墙壁上设置凹凸不平的墙洞,通过设置绿色植物形成的绿色空间。采用这种方法时,应考虑植物的色彩



建筑周边植物配置



富有层次感的中庭景观规划

和姿态。较小的办公空间适合采用悬垂法,不需要占用较多空间,同时能发挥同样的绿化效果。选择常春藤和吊兰能形成垂直的绿化空间,攀缘法能让攀缘式植物在空间上方或者墙面形成绿叶形式的壁毯,一般都是在墙面绿化中使用这种方法。第三,栽培式设计方法。把多种植物,利用层次结构和谐、疏密有致和聚散相依的方式搭配,同时结合水景和山石形成模拟景观,能构建办公建筑中的迷你花园,这样能发挥植物景观的生态作用,提升观赏效果。

植物的点缀和绿化是让室内空间更加丰富的重要方法,植物本身就有一定的丰富性,有着千奇百怪的形态和成千上万的品种。从嗅觉和视觉方面能让室内环境变得更加多元化。例如,在西欧许多办公建筑中加入丰富的植物景观,营造出富有自然气息的空间。其中加入了常春藤、绿萝等垂吊植物,还有应季花卉和观赏植物等等。在办公建筑中设置鲜花柜台,不仅能美化环境,还能提升营业效果。在层间或者底层设置大型树台,能让员工进行休息。在景观设计中加入植物能营造丰富的空间,利用绿化设计进行对比和衬托。植物具有独特的形态和色彩,能和室内冰冷的工业化设计和简单的装饰形成对比。这种对比包括动静对比和冷暖色调的对比,能发挥相互衬托的作用。在办公建筑的门厅空间设置植物,能渗透和连接室内外的景观,让室内的景观具备自然气息。室内景观设计中的植物属于外部自然景观的延续。例如,在某办公建筑中,利用一泓池水贯穿整个室内空间环境,让各个空间形成一个整体。前边门厅部分只漏出一小部分池水,中间



上海世博会主题馆



Consorcio大厦的垂直绿化景观

部分包括了大部分的水体,其中设置了栽植景观和多种观赏植物。1个水体串联了3个不同的空间,各个空间之间使用玻璃墙分割,能够起到视线连接和渗透的效果。在美化室内空间的同时,让室内空间更加协调,调控了人们的视线。

### 3.2 应用垂直绿化方法

第一,结合传统建筑材料和垂直绿化。当前的办公建筑往往使用大理石和玻璃幕墙等材料,这种千篇一律的风格会给人冷漠感和距离感,但是融合了垂直绿化设计之后能发挥柔化立面的作用,丰富立面视觉的效果。例如,在上海世博会的主题馆设计中,采用了垂直绿化的方案,实现了和钢筋构造支撑体的融合。马来西亚的DIGI技术运营中心建筑中,垂直绿化和建筑表面有机融合,成为了建筑立面的一部分。日本企业宝胜那集团的办公大楼景观设计中,针对原有建筑进行了改造,使用绿墙覆盖建筑外侧的立面,发挥了遮阳的作用,同时凸显了企业品牌的识别性。

第二,把垂直绿化景观当做立面附着。在不影响建筑通风、采光的前提下,减少建筑阳光的直射,这样能提升建筑的美观度和舒适度,提升建筑的肌理感。在办公建筑景观设计中,建筑西面获得阳光辐射的强度最大、时间最长,这是夏季温度高、空调耗能高的主要原因。因此,针对西立面,利用垂直绿化的方式,能发挥辅助遮阳和调温效果。例如,圣地亚哥的 Consorcio 大厦采用了这种设计方案,通过设置垂直绿化景观,能解决日晒问题。利用横向胶合木板结合攀缘植物,能限制太阳的直射。

### 3.3 优化庭院空间设计

中庭顶面一般使用装饰性材料,顶盖的种

类比较多,包括实体顶盖、半透光和透光顶盖。使用盆栽能创造自然景观,同时搭配中空透光塑料、膜材料、玻璃等,能使用自然光照达到节约资源的目的。中庭的侧面包括较多的构成要素和围合形式,不仅有比较常见的实体墙面,也包括观光电梯和回廊等元素。实体桥面能起到分割空间的作用,当做中庭的主要背景。玻璃幕墙、隔断和柱廊有着更好的通透性,促进建筑外空间和中庭空间的交融和流动。中庭的底面是人们活动和工作的主要载体,体现了中庭的基本要求和功能。在中庭的地面种植植物,能发挥柔化环境和绿化环境的作用,形成室内的微景观。结合瀑布、水池等景观小品,采用动静结合的方式,活跃办公建筑的景观气氛<sup>[1]</sup>。

在中庭设计中,需要采用多种设计方法和多元化构景模式,体现人们对于自然的情怀、理解和认识<sup>[2]</sup>。

第一,几何化设计方式。中庭构景的几何化,指的是融合多种景观素材,利用一定的几何模式来形成有理性、有秩序的组织构造景观方式。这种构景方式具有设计性,同时展示了景观自然化的特征。在构景中应保持逻辑清晰并且简约精致。

第二,对自然意境的追求<sup>[3]</sup>。所谓追求自然意境,就是遵循景观的天然特点,避免过度加入人工修饰的内容,不过度讲究对称美感,需要遵循植物生长模式进行构景,减少了人工改造和修建,让人产生无限的想象。在构景中,体现朴素的自然美,重视情感和氛围的烘托。这样的构景方式尊重了植物的天然特点,给人带来真切的审美体验。

第三,追求自然写实。自然写实的构景模式不会拘泥于某一种的构景方法,着重体现景观的情趣,需要关注布局的合理性,体现对称美和理性美[4]。利用自然形式的构景方法,能构建简约的景观。例如,加入简单的一池清泉、一片草地和简单的花圃设施,能提升构景效果。这种构景方式没有简单复杂之分,追求的是以小见大,虚实相生。

第四,结合功能进行设计。在中庭设计中,考虑空间的具体功能,只有符合办公建筑的功能,才是好的设计。中庭有休息、通行和交往小聚的功能,属于办公建筑的枢纽。因此,需要考虑景观入口的便捷性,避免影响到人们的活动,同时要发挥组织空间方向的作用,对各个功能空间进行引导和疏通。例如,走廊区域设置绿萝、巴西木、螺纹铁等等,但要注意在人流较少的区域设置。如果行人常常能碰到植物,不仅影响植物的生长,也会影响人流的通行<sup>[5]</sup>。

### 3.4 完善室内水景设计



办公建筑中庭玻璃幕墙、隔断和柱廊的使用

在办公建筑景观中,水体发挥着积极的作用,不但可以调控室内空气的湿度,还能让人们拥有一个交谈和休息的场所,舒缓工作中产生的紧张情绪。室内水景包括水池、管流、瀑布、涌泉和喷泉。喷泉的水量比较大,不适合在办公环境中设置,其他形式的水景能在办公建筑的内部空间中采用。例如,能设置在休息中庭和入口门厅区域<sup>[6]</sup>。小型办公建筑则可以使用管流、帘幕等方式。如果办公建筑的周边条件允许,也能在合适的地点构建室内景观水体。在水源方面,可以收集雨水,有利于自然界的水循环,有着一定的生态效益和经济效益,也可以使用再生水,这样避免了浪费饮用水<sup>[7]</sup>。

## 4 结论

综上,在办公建筑景观融入设计中,需要认识到景观的作用,遵循景观设计的原则。通过打造优美的景观空间,能缓解工作人员的工作压力。景观属于人们追求美好生活和工作方式的物质载体,在景观规划中应立足于办公建筑的功能和特点开展工作,遵循可持续发展、绿色、生态的理念,保障景观融入的和谐性。在科技化、信息化和智能化发展时代背景下,应持续引入先进的景观设计思路,不断优化景观设计方案。■

### 参考文献

- [1] 李韵涵. 浅谈水景在商业办公建筑设计中的合理运用[J]. 西部皮革,2019,41(16):19.
- [2] 吴牧洪. 日照市泓源物流园景区景观设计研究[D]. 曲阜师范大学,2019.
- [3] 关之晨. 西安市屋顶绿化实践及景观评价研究[D]. 西北农林科技大学,2019.
- [4] 陈雪. 深圳市办公建筑立体绿化设计研究[D]. 西南交通大学,2019.
- [5] 刘紫璇. 极简主义在办公空间景观设计中的应用——以广州萝岗创智汇科技园景观为例[J]. 住宅与房地产,2019,(12):85.
- [6] 刘元旦.《办公建筑景观》[J]. 广东财经大学学报,2019,34(02):117.
- [7] 高竹青. 办公建筑媒介属性的研究与应用[D]. 中国建筑设计研究院,2018.

# A RETURN TO NATURE DESIGN ——INTERPRETATION OF THE CHURCH OF SAN GIOVANNI BATISTA 回归自然的设计

## ——圣·乔瓦尼巴蒂斯塔教堂解读

文/郭欣

**[摘要]:** 圣·乔瓦尼巴蒂斯塔教堂是意大利建筑师米凯卢奇回归自然设计手法的代表作品。本文通过对米凯卢奇创作生涯中设计理念更迭的分析,解析了米凯卢奇设计理念从现代主义到乡土建筑,再到对自然形态描摹的变迁,从形而上对圣·乔瓦尼巴蒂斯塔教堂回归自然的设计手法进行解读。

**[关键词]:** 圣·乔瓦尼巴蒂斯塔教堂;米凯卢奇;结构;空间

造访乔瓦尼·米凯卢奇(Giovanni Michelucci)在 Autostrada 的圣·乔瓦尼巴蒂斯塔(Chiesa di San Giovanni Battista)教堂之后,文丘里赞叹“我意识到它是一座极端美观和给人以深刻印象的建筑”,并懊悔在《建筑的复杂性与矛盾性》中将其作为反面典型与阿尔托在伊马特拉(Imatra)

的教堂进行比较,文章称其“以危险的结构和空间故意追求形象”。

圣·乔瓦尼巴蒂斯塔教堂竣工于1964年,也称高速公路教堂。教堂创建目的是纪念在建造这条高速公路而牺牲的众多建筑工人,建筑位于米兰与罗马相连接的高速公路中点。

建筑的主要材料是石头、水泥以及流线型屋顶采用的金属铜。建筑外形呈流线型,非常具有视觉冲击力,形态如同船、山及树,分别喻意着诺亚方舟、耶稣受刑的 Calvario 山及客西马尼果园和生命之树。走进教堂,在通往大厅之前,有一个宽阔的前廊,让人在进入教堂大厅前有一个



教堂主入口



教堂北立面



教堂前廊



教堂主厅

平静心绪的空间。在前廊米凯卢奇设计了10块水泥板,水泥板上采用浮雕雕刻了高速公路连接的10个城市的守护神。教堂内部空间充满流动感,充满张力的曲线看上去如同一个支撑于森林中的巨大帐篷。

要很好理解教堂回归自然的形体,需要回溯米凯卢奇设计理念的更迭。

1891年1月2日出生的米凯卢奇几乎是柯布西耶(1887)的同龄人。他早年推崇自由文化和新艺术、未来主义等早期现代主义建筑运动。受一战影响,天主教理想主义(catholic idealism)逐渐占了上风,让他摒弃了较为激进的建筑运动,使他在学术上更为推崇乡土建筑与城市理论。

米凯卢奇认为,如果建筑具有什么意义,那一定是人类精神所产生的。他曾说“美不是人眼所能见,只有没有眼睛的灵魂才得以看见”。而自然则始终保存着人类建设自己家园的无穷源



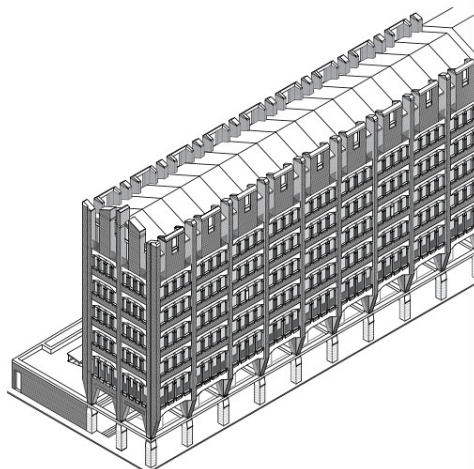
博洛尼亚大学数学与几何系新馆



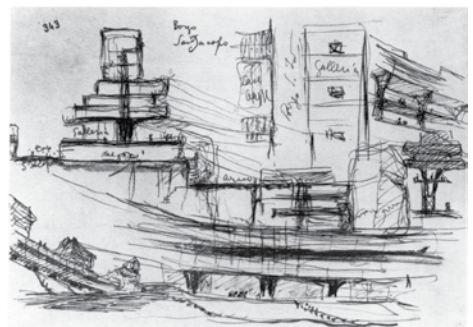
城市阅读素描(佛罗伦萨)

泉,不仅过往的城市源自于此,未来的城市也源于此。因此,一方面,他对现有城市元素进行阅读分析,另一方面,他也参详着树、树根、树叶这些自然元素,并将之与人体尺度、姿态结合起来。他愿意将自己比作一个哥特教堂的建造者,为灵魂需求而建,始终考虑到人与环境的关系,快乐建造,不断突破结构上的限制。

博洛尼亚时期(1947~1962)奠定了米凯卢奇之后的建筑发展道路,博洛尼亚大学数学与几何系新馆就是这一时期初期的例子。在这个项目中,米凯卢奇除了从建筑体量、立面用材、建筑与人及城市的关系等方面来考察建筑的城市表达,更为重要的是尝试如何从结构上表现博洛尼亚最为中世纪的元素:支撑上部悬挑的牛腿柱。这一点可与同时期研究类型学的 Saverio Muratori 在博洛尼亚建成的 ENPAS 办公楼进行比较。米凯卢奇虽然也将牛腿柱的细节“做足”,但只是在风貌上让办公楼显得“中世纪”,实际上仍旧是框架结构,平面也是规整的。米凯卢奇反而在外立面上并没有做过多风貌上的协调,他意识到了在城市过往的例子中已经出现了斜撑由木结构转变为砖结构的做法,因此他通过错层和悬挑,



博洛尼亚ENPAS办公楼

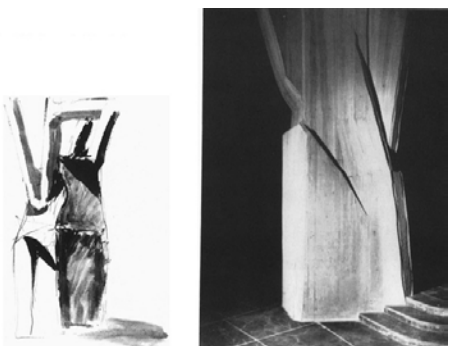


结合建筑设计的自然元素描摹

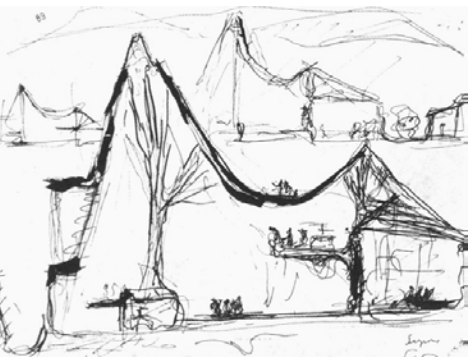
以钢筋混凝土结构来取代,让牛腿柱真正起到了支撑作用。

随着米凯卢奇对自由的向往加深,就越发想要以结构来突破形式本身的限制,倾向用巨大的覆盖来塑造空间,而这些覆盖的支撑一方面看似如树杈般随意,另一方面却试图戏拟着人的体态。米凯卢奇相信这庞大的屋顶,这扭曲的身姿能够让前来教堂的人们得到最大的自由,每个人都能够在这一大树支撑下的帐篷中找到符合他理解的灵魂空间。

圣·乔瓦尼巴蒂斯塔教堂回归自然的形体走向了宗教沉思,并努力将个人灵魂的自由以建筑空间的方式表达出来。■



模拟人体形态的结构件



教堂设计草图

# RESEARCH ON SITE SELECTION OF OFFICIAL SCHOOL IN ANCIENT CHINA

## 中国古代官学校园选址研究

文/苗严 马浩林

**[摘要]:** 本文主要研究中国古代官学( 庙学) 校园选址的基本特点及影响因素。论文以文献研究为依据, 通过案例分析总结古代官学选址中风水形势、因旧更新、规避灾害等种种影响因素, 揭示古人在校园选址中的考量、思考与变通。

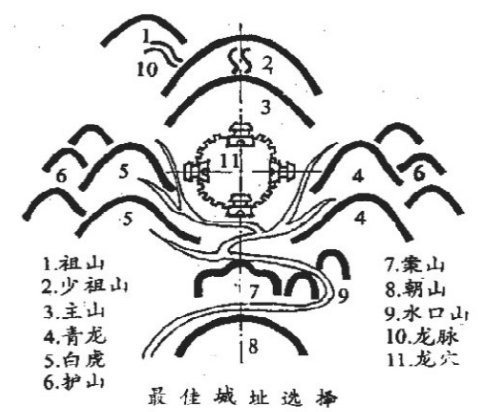
**[关键词]:** 校园选址; 官学; 中国古代校园

中国古代学校可以分为“官学”和“私学”。官学可分中央、地方两级。中央官学由中央直接创办和管辖, 如国子学; 地方官学则由地方官吏在其治所设置与管理, 如府学、县学、卫学等。古代学校存在形式很多, 如古史所记载的“成均”、“庠”、“序”、“校”、“瞽宗”, 周王朝都城的大学“辟雍”, 秦代的官学“学室”等。汉武帝时期, 已经开始自上而下重视地方官学, 并把地方官学纳入各级行政体系当中。自汉代起, 逐步确立了儒学在意识形态领域的主导地位, 对于儒学创始人孔子的尊崇也不断提升, 并逐渐开始设置专庙以祭祀。由于儒学是各级官学教授的核心内容,

需要进行释奠、乡饮等祭孔活动, 因而逐渐有了“即庙立学”或“即学立庙”, 将学宫与孔庙并置的校园规划方法, 亦逐步形成了中国古代官学设计最具代表性的“庙学”制度。“庙学”制度的典型特征为校园由以大成殿为核心的“庙”(孔庙) 与以明伦堂为核心的“学”(学宫) 构成, 是精神与物质的统一体。“庙”, 主要以祭孔及其相关祭祀为主要活动内容, “学”则负担主要的教学功能。“庙学”制度萌芽于两汉至南北朝时期; 隋唐至宋朝时期逐步走向成熟; 元明以后走向兴

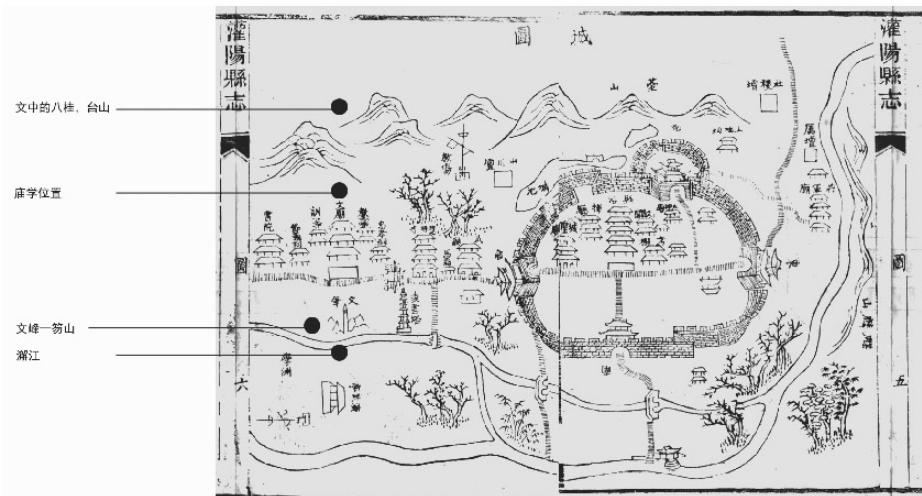
盛, 形成了稳定的设计规制; 清代进一步深入发展, 并随着清末封建制度的解体而终结。它反映了古代教育思想、人文精神、规划理念等诸多方面的思想内核, 其规划选址亦反映出不同时代政治、经济与文化背景下, 中国人对于城市规划的认识与教育建筑群体选址的理念和精神。

由于种种原因, 中国古代官学校园设计选址并没有过于机械讲究。尤其是地方城市建设中, 并不一定遵循“文东武西”的建筑配置, 体现出一定的随意性。很多情况下, 既有可用基地和既

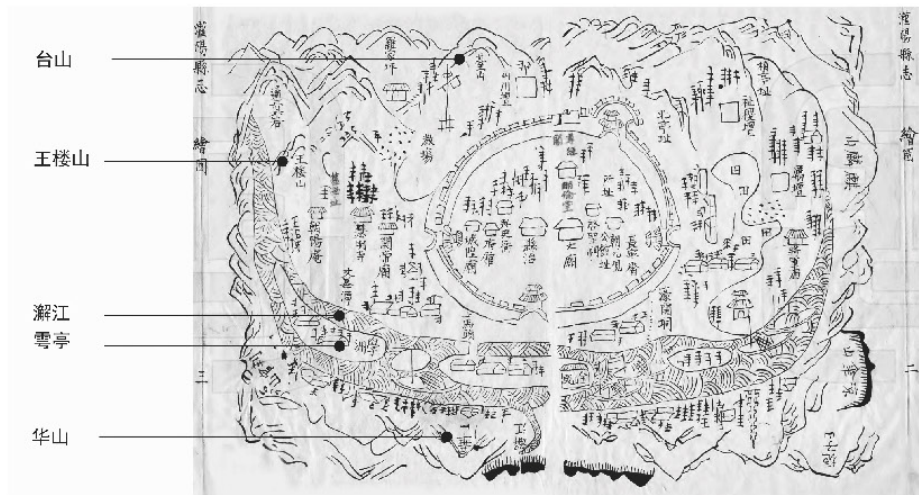


城市选址风水形势

作者: 苗严 机载工程事业部 助理工程师



灌阳县城图1



灌阳县城图2

有“庙”或者“学”就决定了校园的选址。由于元代以后庙学发展趋于稳定和成熟, 明代各级地方志出现, 很好地保留了一些关于庙学选址的信息, 让我们可以一窥古人的校园选址精神。基于590 例个案分析可以看到总结得到, 古代官学校园设计的选址主要出于以下几方面因素: 风水因素, 强调与自然山水景观的联系; 因旧换新, 主要是充分利用旧有基地而建庙学; 大多择址城内, 东多为上, 南向为尊; 远离不利因素, 减少外界干扰等。古代庙学的营建并非一蹴而就, 而是随着年代逐渐演化发展的, 免不了有多次迁址的情形, 多次迁址的原因也不尽相同, 往往是多种原因混杂在一起的复杂过程。同时, 庙学迁址的原因多为用地湫隘卑劣, 不能满足扩建和增建的需求; 或是经常遭遇水患; 亦或是因为靠近淫祠 或者闹市区, 对校园内的学生造成干扰; 还有相当一部分是因本地人才不多而归咎的“风水不利”或“方位不利”。

### 1 风水形势, 与自然山水对话

风水, 或称堪舆, 是中国古人基于自身文化形成的一类自然哲学, 而非简单迷信。建筑风水理论包含了建筑与自然和谐统一的规划设计思想, 是古人认识与处理自然与建筑关系的规划思想方法的一种综合与提炼。美国风水学博士尹弘基在《自然科学史研究》1989 年第1 期撰文说: “风水是为找寻建筑物吉祥地点的景观评价系统, 它是中国古代地理选址布局的艺术, 不能按照西方概念将它简单称为迷信或科学”。古建筑学家潘谷西教授在《风水探源》一书的序言中指出: “风水的核心内容是人们对居住环境进行选择和和处理的一种学问, 其范围包含住宅、官室、寺观、陵墓、村落、城市诸方面。其中涉及陵墓的称阴宅, 涉及住宅方面的称为阳宅”。建筑风水理论研究的

进行了这样的描述: “其山来自八桂, 号曰台山, 面古钟源, 源上群峰森列, 参错秀整, 左曰华山, 有舜庙, 前曰濂江, 江有禹祠, 又其前曰笏山, 西曰王楼山, 有望华岩, 有古城岗, 西向洸水流揖学, 前有亭曰雩亭, 环亭皆江也, 洪涛沃日, 澄澜际天, 盖其亨登览之胜, 士夫经从每叹赏云。”我们可以从图(图2、图3) 中看到其风水格局: 背有龙脉台山、主山, 前有朝山古钟源群, 朝山左曰华山, 山上有舜庙, 中有案山笏山, 濂江从前环绕而过, 西有王楼山环抱。整体格局与王其亨先生《风水理论研究》中的最佳城址选择颇有一番相似之处。此后, 明嘉靖二年, 认为建于荒僻卑隘的城外不妥, 仍迁回县城东原址。乾隆四十八年则再迁于西门故址。风水形势与实用功能两个校园选址基本因素权衡中此消彼长, 不断左右校园选址的决策。

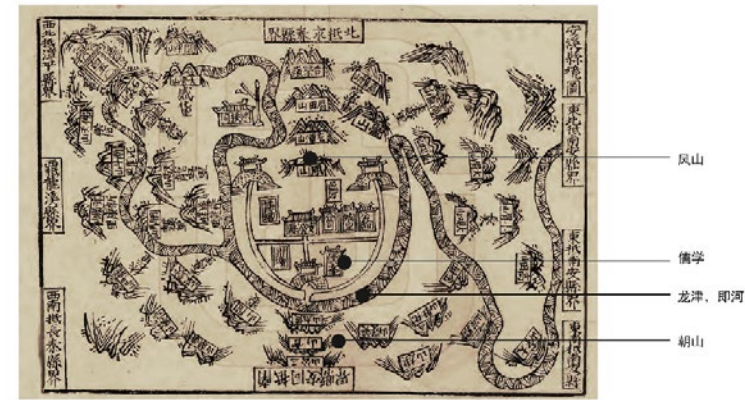
又如四川名山县文庙, 于明洪武三年, 由知县杨矩建于月华山麓, 庙附于学。至清代道光二十一年移建于月华山顶旧时唐宋文庙遗址( 期间曾为罗汉寺) 建立“庙学”。知县王宝华移建文庙的时候, 就充分考虑了“庙学”的风水格局: “相阴阳, 度基址于县治北月心山废寺基处, 得吉壤焉, 其地后控蒙顶, 前瞰衣江, 登高眺望水秀山明, 实爽垲之胜域, 为神灵之奥区”。嘉定府( 现四川乐山县) 文庙的选址同样以风水为重要依据。据县志中江朝宗的《嘉定州重修庙学碑记》中对于文庙风水格局作这样的描述: “嘉州, 蜀之文献巨邦也, 州之学官据万景山麓,



名山县城图



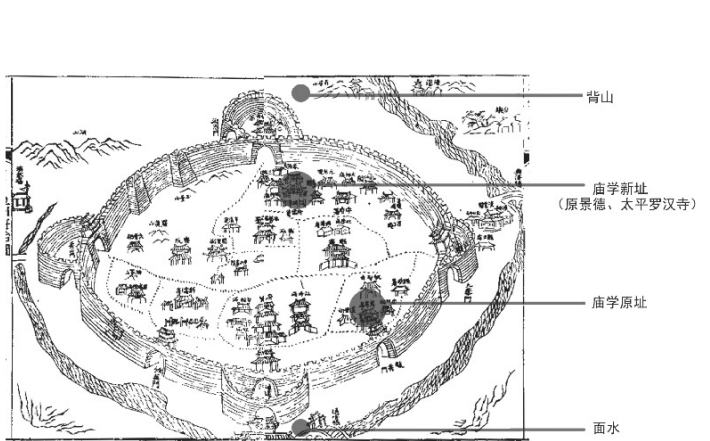
嘉定府城图



安溪县城图

去州治西百步许，三峩峙其右，九顶列其左，雅锦二江濠洞环合于前，实州之形胜也，士之游歌其间者彬彬济济出”。宋宣和五年，福建安溪县令杨幹将县庙学迁址至风水宝地。从总图与县志记载可以看到，安溪庙学的具体格局为：背山面水，左右翼山环抱。后踞凤山，前俯龙津（指龙池，这里隐喻学校前的河），三峰外面，爽塿端拱。此外还有，四川广元昭化县文庙，“其建庙之地面睨白水，背依翼山”。凤山庙学，“康熙二十三年始建焉，在兴隆庄，前有莲池潭，为天然泮池；潭水澄清，荷香数里。凤山对峙，窳如列榜，打鼓（山名）半屏（山名）插于左右，龟山、蛇山盘旋拥护，真人文胜地，形家以为甲于四学”。

通过上述案例可以清晰地看到，我国古代学校（庙学）选址所蕴含的风水形势层面的考量。校园风水格局与城市选址类似，常采用“背山面水”的风水格局，有条件的还会考虑朝山，案山、砂山等因素。从文献整理分析的结果来看，风水是庙学选址的重要因素，但并非全部，有时也并非主导因素。选址对风水因素考虑的程度与“庙学”所处城市、地理位置有着密切的关系，毕竟并非古代每个城市都能做到处于风水绝佳的位置；更重要的是与当地行政官员、堪輿家的责

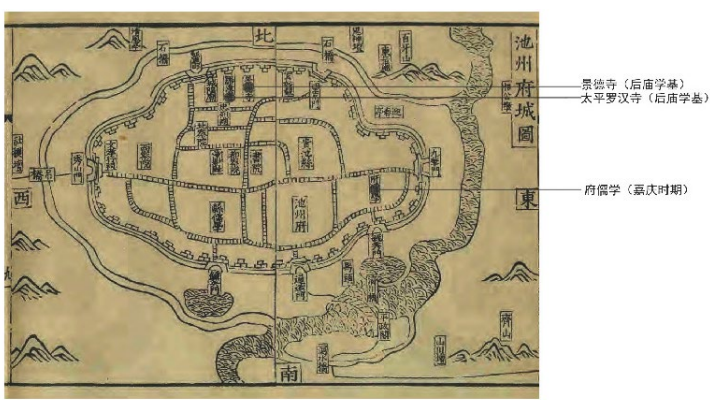


池州府城图2

任意识、学识水平和用心程度等等紧密相关的。至于有个别因风水而反复迁址的“闹剧”，如“嘉靖五年知县龍宣和以形家言迁永泰县庙学，于东皋山之麓”；“万历二年知县陈克侯亦以形家言复迁还旧址”，则说明了风水之说的局限性。从当代规划与环境理论的视角来看，“庙学”风水格局的确在择址优势（近水又防水患）、视线联系、营造氛围、陶冶情操方面有其客观的优势。但真正谈到风水环境在整肃学风、振奋士气，使学校培养更多优秀人才方面，起到的作用还是局限的，肤浅的。

## 2 因旧更新，节材省力

由于朝代更替、战乱、各类灾害及木结构本身体系之弊端等多种因素作用，庙学建筑常遭罹灾难或渐渐凋敝，且由于实际情形多受到财力、物力之限，故有部分庙学并非大兴土木，完整铺开重建,而是采用因旧更新的策略。从更新的程度，因旧更新可以分为部分因旧与全部因旧。从因借的主体来看，有的是因借旧庙学原址建设新的庙学，如前文提到的广西灌阳县学；有的则是因借旧的寺庙、宫殿、廊署建设新庙学，这与寺庙、宫殿和大成殿、明伦堂两主殿在结构和外观上有

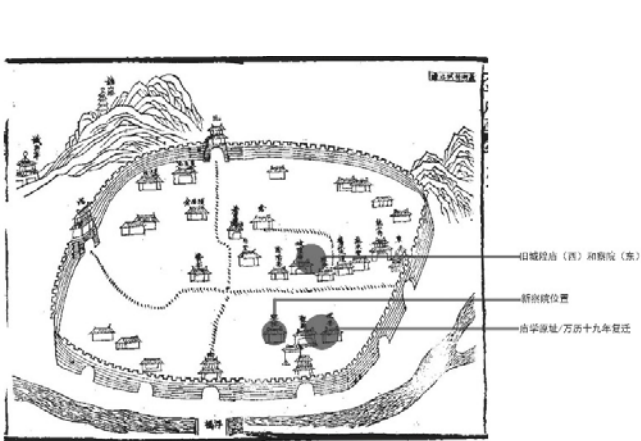


池州府城图1

着高度的相似性相关。

江苏苏州长洲县学，文献记载有三次因旧地建庙学的记录。“县初未有学，附于府。南宋景定三年（1262年）制诏天下县新设主学，时宋楚材以选至，叹曰：“官以主学名，而居无廬士，无稟师倚席不讲，可乎？遂请于太守陈均即广化寺改建学校，建讲堂曰礼堂，建四斋曰富文、贵德、广业、博学，又仰慕范文正公,因此建景文堂，建友德堂，绘学中士登大魁者黄由、阮登炳像于堂中墙壁，立学从此始；元初，以县之驿舍为孔子庙，大德六年（1302南）县迁徙到丽郡，移驿材在县故址建学校；正德二十年，教谕萧文佐以地隘不称，与巡按御史舒汀、知府迁城东之福宁寺，新建庙学”。

安徽池州府学，同时综合考虑了迁建避免水患和庙学风水两方面因素。旧府学学宫初建于城东南隅。北宋太祖开宝癸酉年(973年)，知府成昂移建于城西北。北宋仁宗至和甲午（1054年）知府吴中复仍移建于城东南，此后经历了多次的重修，于元末毁于战乱。明洪武三年至嘉靖十一年经多次修缮，逐渐形成完整的庙学格局。但是由于学宫“地卑湿，夏涝时至，江涨迫棹星门下，数月不降，则有事学官者屡沮洳 中修习，展礼所不便”，并且堪輿家说：“形势无所据”。明隆庆



芜湖县城图

元年，知府尹士龙将其从毓秀门移建新址。该校址为宋景德、太平两座禅寺（太平寺，考察嘉靖版本府志即太平罗汉寺,在景德寺西）的旧址，后经万历、天启直到清代均有修缮与增建，庙学未曾再迁址。该府学迁址到二禅寺的原因是因为其地“依山面流，形与胜合”。《明徐绅池州府迁建庙学碑记》中赞叹道：“若夫撤其旧而特新之不安，于卑隘湫陋之常而必择夫高明光大之区以更置之，此其用心之贤何如也。”。

安徽芜湖县庙学，在历史上也经过多次迁址，且文献中有在其庙建庙学和复因旧庙学建新学的记载。县学为宋元符三年建，在县东南一里许，南面辟城垣，城垣出曰金马门，直迎山川，东南俱城墙，西面以察院为界，北抵宜春门长衙。自崇宁元年至嘉靖三十三年均有增修的记载。万历十二年，城墙东缩，于是学宫距离城墙过近，格局变得湫隘起来，于是迁建到城隍庙与察院旧址。万历十九年，知县听从儒士的请求，上报郡守，仍迁回旧地。万历四十四年，“应天府推周于蕃义奉委至谒庙，顾学址面逼于城，自定方属，知县魏士前辟金马门”，格局才有所宽敞，明后期、清代多次增建补修，庙学格局逐渐完备。

安徽蒙城县庙学也有在原文庙旧址新建文庙的记载。县学之始建年代无从考证，元至元二十一年，县令李仲卿因旧庙基建设新庙。元贞元间，县尹刘正平改建到新的用地（记文 显示新建位置在庙之东偏）。安徽太和县庙学，有“在县治东南，元大德间路花赤李英创建，后毁于兵。明洪武五年知县马良沿旧址重建”的记载。其他案例还有福建龙海镇海卫儒学，最初是因佛寺草创；江西饶州府学，旧县治东有文翁宅，疑为汉学宫遗址，清代顺治时期，知府将淮王废址改建府学 等等。可见，因各类旧址建设新庙，是庙学选址的主要方式之一。

## 3 多在城内，东为上位，南向为尊

古代庙学营建，在选址的方位上也是很讲究的。在考虑风水形势的基础上，庙学方位设计常见的特点有以下几种情况：一是选址多在城内，个别特殊情况下选址于城外；二是选址会尽量避免放置在西侧；三是庙学的朝向多以南向为尊，个别情况下，因为设计的局限，也会有其他朝向。

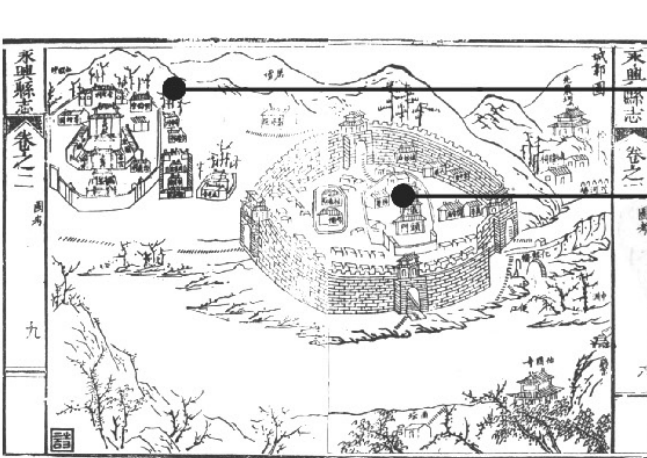
庙学绝大多数都选址于城内。广西富川县庙学属于初在城外，后移到城内的情况。富川县庙学明洪武二十九年建成，在城外西南郊。成化四年、弘治二年在原址重修。正德元年，因“南郊湫隘尘嚣，弗利多士藏修”，督学姚镛徙建城内北隅，“称得形胜”。选址于城外的常因为城外有

绝佳的风水“吉地”，风水形势因素占据了主导地位，如前文提到的灌阳庙学。

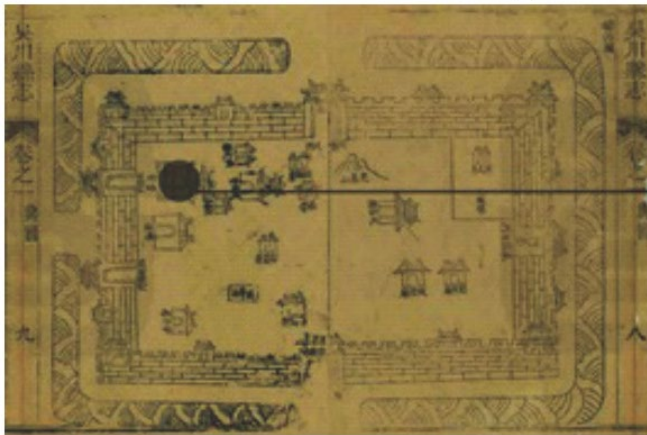
湖南永兴县庙学建于城外。宋绍定戊子，县令赵汝炳将庙学从县衙迁址到西关外重建，坐壬向丙（即坐北向南）。明、清多次增修。清顺治圯毁，康熙丙甲年重修。乾隆二十七年，知县沈维基以学自改寅山申向，科第渐歇，改建艮山坤向，两次改向均处于坐东北朝西南向，后直到咸丰、光绪陆续有所增建。

庙学放于城东的位置是较常见的做法。福建沙县县学约建于唐武德七年。宋庆历元年，杜京到任拜谒孔庙时谈到“先师之庙，上自庠序，自郡县无不见之于东之位，此独不然，乃在县治之西。诚非其所博雅均值，将有间焉”。于是在庆历二年，徙于魁星坊，距离县治东半舍许，庙学斋舍等形制都很完备。由此记文可见，庙学选址于城的东侧是很普遍的做法。

考证全国现存文庙选址，大都是符合面南的特点。这里谈到的面南向并非严格坐子向午，常因地势、县城方位等不可抗因素稍有偏差。缪川思齐、宋坤《中国古代城市与建筑方位尊卑观探源及演变》一文中认为，西汉时期已由东为尊开始转变为以南为尊，唐都城“更加系统、规矩地

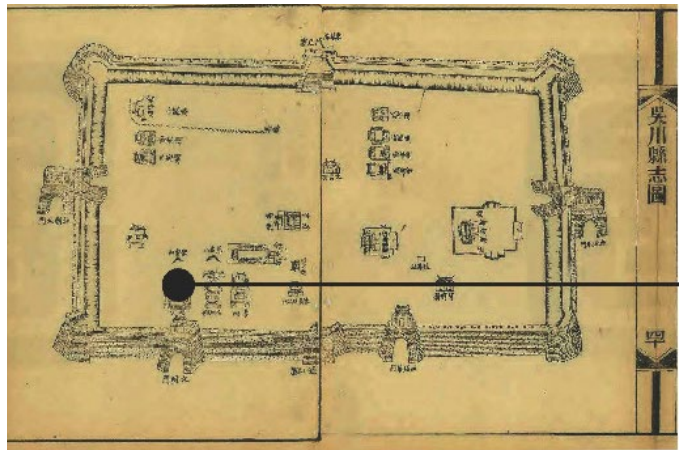


永兴县城图



富川县城图1

体现了‘面南为尊’的观念……宋代以后，直至清朝，随着封建社会的延续和封建礼教的强化，南北轴线最终完全击败东西轴线，成为了城市规划、建筑群落的主宰。”庙学格局从宋初定到元代成型与“以南为尊”的历史时期相重合，故多为南向，南向也被这段时期的古人认为“合礼”的方位。即使有个别案例不朝向南向，也是由于风水形势、地形限制、旧有基地格局等等因素所限制。如福建德化县县学，“宋时，在县治之东，后迁于县东南隅沙坂，坐巽向乾，议者谓弗称南面之义”。坐巽向乾，大致方位是坐东南，面向西北方位。于是，建炎中（1127~1130年）迁建于县治东，面朝南向，之后明清均有增建。广东吴川庙学，原在旧县治左，南向。自元至雍正时期，一直保持了这一格局。雍正五年，训导许绍中率绅士议请台使在分司废址处改建今所，一切都按照原来的建筑布局，改为面向西，庙学方向于是改为向西。从上述记载可知，吴川庙学之所以呈西向布置是因为原分司废址向西，直接借用原有建筑建学的缘故。创建于宋建炎年间的灵川庙学，康熙五十年，知县以“学宫地卑”，迁址到城南门外高地上，并听从堪輿家的建议，改庙学方位朝北。乾隆二十九年，知县认为庙学向北



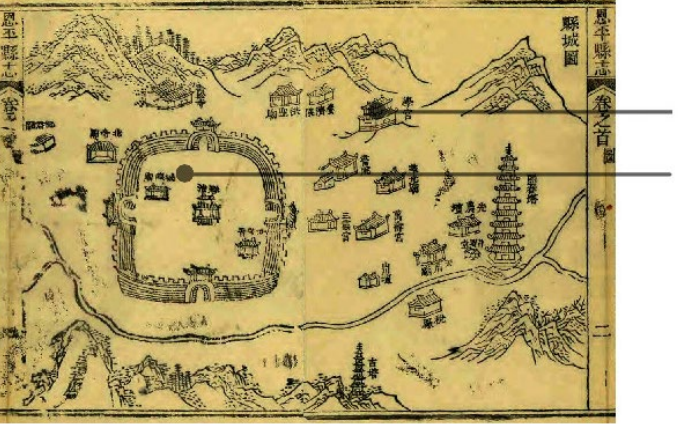
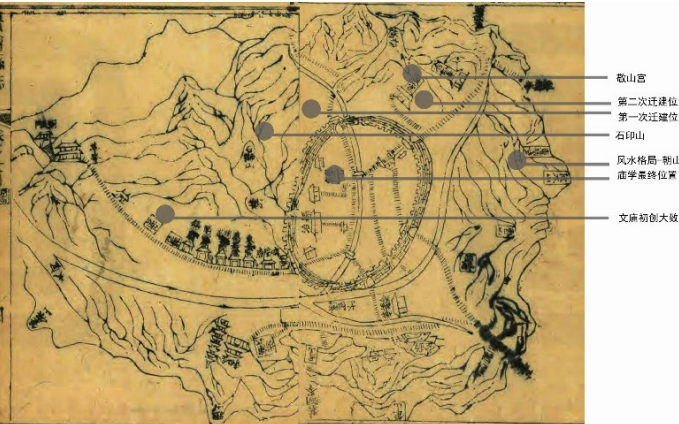
庙学位置（光绪）

“非礼也”，将其迁址到嘉靖年间的旧址，确定了右庙左学，面南而建的基本格局。

### 4 规避科第不佳、闹市扰学、水患圯学、用地湫隘等问题

       庙学的迁址有诸多原因。风水不宜、闹市扰学、水患圯学、科第不佳、用地湫隘、增建无地都是重要的动因。

       浙江景宁庙学较为典型地体现了风水和水患的迁址原则。此庙学明景泰年间由潘氏贯道书院改建而成，当时“科第晨星，犹号称得士”。崇祯十年，由于学校培养人才成果不佳，“咎由其地隘陋，且面向弗称，故吉气不踵者”。崇祯十四年，庙学因“原地湫隘，风水不宜”第一次迁建。知县徐日隆亲自相地，于县北承恩门外五十余步，前临大路，后枕石印山麓，改建新学。《明知县徐日隆迁建儒学记》中记载如下：“学宫之设，以安圣灵，亦以开文运，凡都会郡邑人才隆茂，恒必谣之。余己卯春莅斯邑，初谒宣圣即周视学宫，前后坐山无脉，去水无情，汎之庠师诸生成云创自景泰三年，分邑时建，邑后从未有腾发者，且庙柱倾斜，堂斋虎废，因叹曰与其修业，不如迁”



后文庙位置

原文庙位置

恩平县城图

建西隅沈家窰左”。等。

       用地湫隘，增建无地，是庙学建设中较多遇到的情况，一方面是庙学本身的择址之地，比较湫隘，比如太迫近城墙，或者太迫近民居等等，使得学校的氛围和规制不展；另一方面是因为庙学从开始的祭祀用的泮池、庙、大成殿、学、堂、斋、号舍，到最后的名宦祠、乡贤祠、忠义节孝祠、崇圣祠、尊经阁、敬一亭的建设，都是庙学增建所必须的基本要素，因此随着庙学标准规制的完备，所需要的土地面积越来越多，这时候也会造成庙学土地不太够用，或者即使勉强够，也会显得湫隘。如福建惠安县庙学，南宋淳熙九年，士人诟病庙学湫隘，因此“请于邑令蔡易迁登科山之阳……淳熙十五年，县令成之”。贵州静宁庙学，明嘉靖时期以“庙当崇，学当肃……陋弗宏，隘弗敞”迁址。《民国恩平县志》卷之十八艺文中记载康熙五十一年广东恩平庙学迁址的原因，“前令佟君虽复锐意更新，然但仍其旧址，地势卑狭，士气弗舒，欲振其敝而壮其观……未萃山川之淑气而发玉石之精英，予将卜而迁址……诸生曰邑之东北隅有地爽垲，名镇彥楼者，本吴新之业”，于是迁建庙学到这个敞阔清幽的地方。

## 5 结语

       本文基于大量个案的数据分析，通过深入每一个案的相关文献，透析当时的营建者在关于校园选址、迁址方面的真实考量，进而总结出中国古代官学（庙学）选址、迁址是受到风水理论、人才培养效果、经济性、基地建设条件、规避自然灾害等方面因素共同作用的普遍规律。这种通过自下而上的分析、总结得到的普遍规律，一方面让我们看到中国古代官学在城市营建中的重要地位，另一方面，对于今人真切认识中国古代官学校园选址的考虑因素亦具有重要的意义，同时亦能够感受到古人在营

附表	
影响因素	代表性案例
风水形势，与自然山水对话	广东信宜学宫、广东番禺学宫、广东罗定学宫、广西灌阳文庙、海南崖城文庙、海南澄迈文庙、重庆开州文庙、重庆璧山文庙、重庆奉节文庙、四川富顺文庙、四川通江文庙、四川乐山文庙、四川广元昭化文庙、四川安岳文庙、四川都江堰文庙、四川仪陇文庙、四川长宁双河文庙、四川雅安名山文庙、四川丹棱文庙、贵州黄平文庙、贵州关岭永宁州文庙、贵州福泉平越文庙、陕西西安临潼文庙、陕西合阳文庙、陕西华阴文庙、甘肃永昌县文庙、江苏泗阳县文庙、浙江嘉兴秀水文庙、安徽芜湖夫子庙、福建尤溪文庙、江西丰城文庙、湖北大冶文庙
因旧更新，节材省力	浙江松阳文庙、浙江天台文庙、安徽蒙城文庙、安徽绩溪文庙、安徽泗县文庙、安徽歙县文庙、安徽巢城夫子庙、福建建瓯文庙、福建泉州府文庙、福建汀州文庙、福建惠安县文庙、福建上杭文庙、福建沙县文庙、山东巨野文庙、山东阳谷文庙、河南密县文庙、河南漯河郾城文庙、河南获嘉文庙、河南汝州县学宫、河南辉县文庙、河南南乐文庙、河南禹州文庙、海南澄迈文庙、海南文昌文庙、河北定州文庙、河北平乡县文庙、山西阳城县文庙、辽宁辽阳文庙、江苏江浦文庙、江苏六合文庙、江苏盱眙县文庙、江苏武进阳湖县文庙、江苏泗阳县夫子庙、江西潘阳饶州府文庙、湖北大冶文庙、湖北浠水文庙、湖北竹山文庙、湖南岳阳文庙、湖南湘阴文庙、湖南安化文庙、湖南安化文庙、湖南醴陵文庙、广东五华长乐文庙、广东潮州海阳学宫、广东丰城东海文庙、广西玉林文庙、广西灵川文庙、广西岑溪文庙、四川射洪金华文庙、甘肃镇原文庙
多在城内，东为上，南为尊	数量庞大，反例见本文详述
规避科第不佳、闹市扰学、水患圯学、用地湫隘等问题	河北行唐县文庙、江苏六合文庙、江苏邳州府学、安徽萧县文庙、安徽繁昌夫子庙、福建漳州文庙、福建屏南双溪文庙、福建闽清县文庙、福建沙县文庙、四川乐山文庙、甘肃灵台文庙、河北香河县文庙、浙江海宁盐官孔庙学宫、浙江桐乡崇德文庙、福建长汀县文庙、浙江惠安县文庙、河南南乐文庙、湖南石门文庙、湖南宁远文庙、广州增城学宫、广州从化学宫、广东阳江学宫、广东罗定学宫、广西柳州学宫、海南海口琼山文庙、重庆丰都文庙、四川中江文庙、四川雅安名山文庙、四川武胜文庙、陕西合阳文庙、山西米脂文庙、甘肃静宁文庙、甘肃西和文庙

建活动之中所透露出的方位观、风水观、以及历史局限性。■

       注：本论文由国家自然科学基金面上项目“中国古代教育建筑设计思想与实践研究”（51478293）资助。

       参考文献

- [1]尹弘基、沙露茵.论中国古代风水的起源和发展[J].自然科学史研究,1989,8(01):84-89
- [2]何晓昕.风水探源[M].南京：东南大学出版社，1990：1
- [3]王其亨.风水理论研究[M].天津：天津大学出版社.2005,8:5
- [4]千风文.（民国三年）灌阳县志[DB/OL].http://mylib.nlc.cn/web/guest/shuzifangzhi，2019-8-1
- [5]千风文.（民国三年）灌阳县志[DB/OL].http://mylib.nlc.cn/web/guest/shuzifangzhi，2019-8-1
- [6]千风文.（民国三年）灌阳县志[DB/OL].http://mylib.nlc.cn/web/guest/shuzifangzhi，2019-8-1
- [7]赵怡、赵懿.光绪名山县志[DB/OL].http://mylib.nlc.cn/web/guest/shuzifangzhi，2019-8-1
- [8]唐受潘.民国乐山县志[DB/OL].http://mylib.nlc.cn/web/guest/shuzifangzhi，2019-8-1
- [1]庄成修、沈钟、李畴等.乾隆安溪县志[M].厦门：厦门大学出版社，2012-7：477
- [9]张绍龄.同治昭化县志[DB/OL].http://mylib.nlc.cn/web/guest/shuzifangzhi，2019-8-1
- [10]陈文达.乾隆重修凤山县志[M].台北：大通书局，1984：14
- [11]王绍沂.民国版本永泰县志[M].上海：上海书店出版社，2000：卷之五学校志 22
- [12]李光祚.乾隆版本长洲县志[M].南京：江

       苏古籍出版社，1991：卷之五学官 1

- [13]佚名.乾隆池州府志[M].南京：江苏古籍出版社，1998：卷第十六学校志 1-62
- [14]佚名.乾隆池州府志[M].南京：江苏古籍出版社，1998：卷第十六学校志 1-62
- [15]黄桂.太平府志[M].台湾：成文出版社,1974：卷之十九学校 1-5
- [16]丁炳煊等.民国大和县志[M].南京：江苏古籍出版社，1998：卷之五学校志 1-10
- [17]锡德、石景芬等.同治饶州府志[M].台湾：成文出版社,1975：卷之七学校志 783
- [18]顾国诤等.光绪富川县志[M].台湾：成文出版社,1967：卷之六学校 1-20
- [19]罗克涵等.民国沙县志[M].上海：上海书店出版社，2000：卷之七学校 1
- [20]缪思齐.中国古代城市与建筑方位尊卑观探源及演变[J].城市建筑,2017(3):382-384.

- [21]李繁滋.民国灵川县志[M].台湾：成文出版社，1975：877
- [22]周杰.同治景宁县志[DB/OL].http://mylib.nlc.cn/web/guest/shuzifangzhi，2019-8-1
- [23]周杰.同治景宁县志[DB/OL].http://mylib.nlc.cn/web/guest/shuzifangzhi，2019-8-1
- [24]周杰.同治景宁县志[DB/OL].http://mylib.nlc.cn/web/guest/shuzifangzhi，2019-8-1
- [25]卢兴邦、马传经.民国尤溪县志[M].上海：上海书店出版社，2000：卷之四祠庙 42
- [26]黄恺元.民国长汀县志[M].上海：上海书店出版社，2000：卷之十三学校志 4
- [27]罗克涵等.民国沙县志[M].上海：上海书店出版社，2000：卷之七学校 5
- [28]锡荣.同治萍乡县志[M].台湾.成文出版社，1975：卷之四学校学官 1-2
- [29]莫尚简.嘉庆惠安县志[M].上海：上海书店出版社，2000：卷之九学校 56

       [30]王炬.乾隆静宁州志[M].台湾：成文出版社,1970：卷之七《迁学庙记》6

       [31]佟世男.民国恩平县志[DB/OL].http://mylib.nlc.cn/web/guest/shuzifangzhi，2019-8-1

- 图片来源
- 图 1- 王其亨.风水理论研究[M].天津：天津大学出版社，2005-8，P27
- 图 2- 苗严自绘一底图来自国家数字图书馆《道光灌阳县志》图考卷
- 图 3- 苗严自绘一底图来自国家数字图书馆《民国 23 年灌阳县志》图考卷
- 图 4- 国家数字图书馆《光绪名山县志》图考卷
- 图 5-《中国地方志集成·嘉庆乐山县志》图考卷
- 图 6- 苗严自绘一底图来自国家数字图书馆《1963 年重刊嘉靖安溪县志》图考卷
- 图 7- 苗严自绘一底图来自国家数字图书馆《嘉庆池州府志》图考卷
- 图 8- 苗严自绘一底图来自《中国地方志集成·乾隆池州府志》图考卷
- 图 9-- 苗严自绘一底图来自《中国地方志集成·康熙修光绪刊太平府》图考卷
- 图 10- 苗严自绘一底图来自《中国地方志集成·光绪永兴县志》图考卷
- 图 11- 苗严自绘一底图来自国家数字图书馆《道光吴川县志》图考卷
- 图 12- 苗严自绘一底图来自国家数字图书馆《光绪吴川县志》图考卷
- 图 13- 苗严自绘一底图来自国家数字图书馆《同治景宁县志》图考卷
- 图 14- 苗严自绘一底图来自国家数字图书馆《道光恩平县志》图考卷
- 附表 1- 苗严自绘

# DISCUSSION ON OPERATION MODE OF AVIATION EMERGENCY RESCUE IN CHINA

## 我国航空应急救援运营模式探讨

文/崔青 常秀娟

**[摘要]:** 随着社会进步和经济发展,航空应急救援已经成为发达国家和部分发展中国家应急救援体系的重要组成部分,其快速的反应能力在抗灾、救援等工作过程中发挥了巨大的作用。本文通过对公益救援与社会救援进行分类,分析了不同救援任务情况下救援工作开展模式以及资金来源,提出为保障航空应急救援的良性发展,需要集合政府、金融保险、公益组织、企业主体等各方之合力,逐步发展出不同类型的航空应急救援模式,解决体系建设的资金来源和长远发展问题。本文研究工作可为航空应急救援实施主体间的合作以及新型商业化运营模式的研究提供参考。

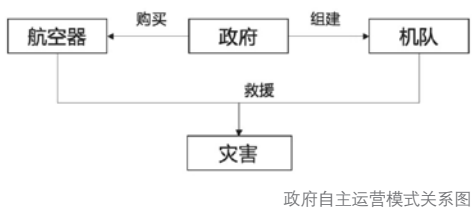
**[关键词]:** 应急救援体系;航空应急救援;应急救援模式

根据我国航空应急救援任务的应用领域,航空应急救援主要应用于自然灾害救援、事故灾害救援、公共卫生事件救援和公共安全事件救援。应对自然灾害、公共卫生事件和公共安全事件产生的救援需求,如森林消防救援、地质灾害救援、气象灾害救援等,由政府为主导进行社会公益救援,主要运营模式有政府自主运营和政府购买通航公司服务模式;应对企业或个人产生的医疗救援,主要由通航公司进行商业化运营。

### 1 政府自主运营模式

政府直营模式是由政府出资,配置一批具有专业搜索、救援装备和专业医疗救护设备的救援航空器,同时由政府组建专业的航空队进行救援,并建立完善的航空应急救援运行机制及相关法律法规,建设覆盖全地区的、快速响应系统的航空应急救援网络,费用由政府财政提供。例如,我国交通运输部购买的西科斯基 S-76 系列直升机,主要针对渤海、黄海、东海以及南海 4 个海域的船只以及石油平台进行人员救援工作;除此之外,越来越多的公安机关开始购置警用航空器,并着手组建警务航空队。截至 2020 年初,我国已组建 39 支警务航空队,开展空中巡逻、追捕抓逃、交通疏导等作业任务。

以政府为主导的直营模式,有利于建立一体化的航空应急救援领导机构和指挥体系。各级政府可以充分利用救援设施和资源,灵活调配各



政府自主运营模式关系图

方救援力量,通过高度统一的组织管理,提高应急救援工作的效率。政府出资成立航空应急救援队伍,公益性且覆盖面广,航空应急救援过程中产生的费用都由政府买单,一方面有利于提高各方救援主体的积极性,促进航空应急救援的发展;另一方面,有利于我国建设高效便捷的公共服务体系,更广泛地服务公众,充分体现了社会主义优越性。

### 2 政府购买通航公司服务模式

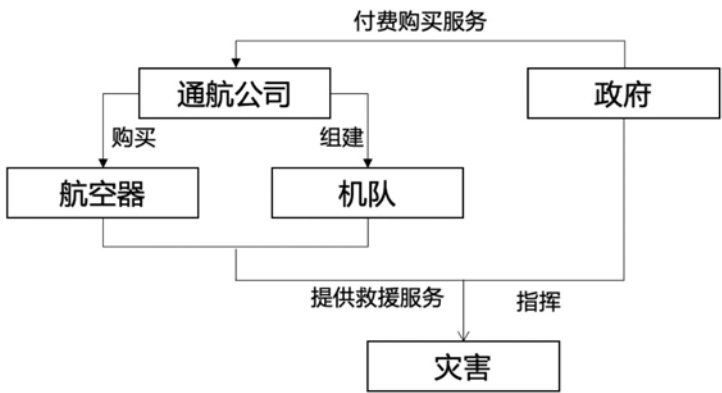
相较于政府独立购买航空器的自营模式而言,政府购买通航公司服务模式缓解了政府一次性财政支出的负担,由政府根据救援任务的需要,向通航公司租赁航空器使用权并由通航公司进行应急救援任务。通航公司主要提供航空器、机组人员、所需燃油、维修等方面的支援与飞行保障服务。目前,我国政府购买服务模式主要应用在分时段租赁和按次租赁模式。

分时段租赁主要针对短期内发生频率较高的灾害救援租赁,以月度、季度为计算标准,多用于森林防火。例如,国家森林防火指挥部办公室

公开招标租赁卡-32 直升机,用于森林航空消防直接灭火,每年预计租用 400 小时,底限小时为 280 小时。广西壮族自治区林业局租赁 M-171 直升机用于航空护林,于 2020 年 4 月 1 日开航,历时 240 天。其中,2020 年 4 月 1 日~5 月 31 日,每天保底飞行 1 小时,保底飞行 61 小时;6 月 1 日~9 月 9 日,每天保底飞行 0.8 小时,保底飞行 80 小时。9 月 10 日~12 月 31 日,每天保底飞行 1 小时,保底飞行 111 小时。

按次租赁主要用于突发性灾害救援,在应对突发事件时,省指挥部统一进行航空器调配,政府调遣商业救援队,通航公司执行抢险救灾任务,所需花费由国家专用公共基金承担,如汶川地震、疫情救助等。例如,2020 年陇南市因暴雨导致大量洪水泥石流堵塞河道造成堰塞湖,百余名群众被洪水围困,甘肃省防汛抗旱指挥部紧急派遣甘肃中航旅金汇通用航空有限公司调派专业救援直升机 AW139 赶赴灾区执行抢险救灾任务。

针对以灾害救援为主的公益性救援任务,根据民航局和财政部发布的《通用航空发展专项资金管理暂行办法》,通用航空企业从事“应急救援作业”固定翼飞机每飞行小时可获得 2800~70000 元的作业补贴,直升机每小时可获得 6000~78000 元的作业补贴。除此之外,承租期内听候政府调遣,不论是否开展航空应急救援任务,均按一定标准向政府收取租赁费用,发生的固定费用均由政府负担。但是由于大范围的灾害及事故是小概率事件,航空器难以充分利用,因此政府可以与



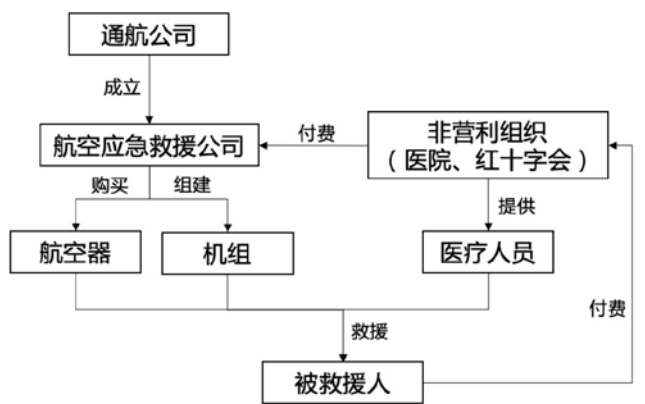
政府购买通航公司服务运营模式关系图

通用航空企业签订合同,在保证政府需要或满足政府每年一定飞行量的前提下,其余时间可由通用航空企业支配使用,所产生的效益归企业所有。此种模式下,政府和通航企业发挥其各自优势,在满足政府公益性救援任务的同时,促进了通用航空领域的发展。

### 3 通航公司商业化运营模式

通航公司运营模式由通航公司或相关性质的企业向地方政府相关部门申请成立航空应急救援公司。航空应急救援公司通过融资租赁或者协议购买的方式购买运营所需的航空器,并在已有的通用机场内建立救援基地,同时招募飞行员及相关保障人员,进行商业化运营。当出现自然灾害性应急救援需求时,由政府统一调配航空器使用,所费用由政府承担。市场化运营模式下,由通航公司进行的救援任务主要表现在医疗救助和航空转运方面。目前,我国航空医疗救援未被划入应急救援作业,属于一般飞行作业,对于通航公司而言,补贴水平较低,固定翼补贴为 300~1500 元/小时,直升机补贴为 300~4500 元/小时。与此同时,航空医疗救援市场化程度高,受众范围广,费用通常由被救援方支付,主要以个人付费和商业保险形式为主。

个人付费分为按小时收费和会员卡付费模式。按小时收费费用高,需要临时鉴定伤情,谈价钱,签合同,再出动直升机救援,需要救援的病人等候时间长,有一定性命风险。按小时收费只适合于紧急但不会马上致命的情况,而且往往是针对高净值人群或者国际 SOS 采购服务,条件要求苛刻,推广价值较低。救援公司自己发行会员卡服务可操作性更强,有平价的标准服务卡,也有提供增值服务的 VIP 卡。一般会规定购卡者哪些情况下可以享受直升机(飞机)救援,哪些情况下不能,以及一年内救援的次数等。不过,由于救援公司不像保险公司那样有庞大的用户群和成熟的销售渠道,靠自



通航公司商业化运营模式关系图

救援的发展,医院及红十字会等医疗机构也加入到应急救援的队伍中。针对不同救援主体,应急救援航空器的来源不同。对于政府和医疗机构,大多以租赁通航公司救援器的形式参与救援,一些部门为自主购买航空器,如警用航空。而通航公司主要以购买的方式获得航空器,配合政府救援任务或主动完成救援任务。

航空应急救援过程中产生的收入以政府补贴和通航公司商业化运营收入为主。政府补贴主要针对自然灾害时发生的航空应急救援任务,通航公司商业化运营收入主要针对个人对航空应急救援的需求,如森林搜救、医疗转运等。然而,航空医疗救援费用价格高昂,费用来源主要为商业保险和会员会费,覆盖人群较少,重点集中在北京、上海、广州等经济比较发达地区。

随着我国应急救援航空体系建设的进一步完善,需要“开源节流”解决航空应急救援资金紧张的问题。“开源”方面,积极引入保险公司,探索航空应急救援种从商业保险转变为社会保险的路径,覆盖更多、更广范围的群体,通过保险公司和通航企业合作解决运营成本高的难题。“节流”方面,进一步研究航空器融资租赁模式。由融资租赁企业向飞机制造商购买航空器,政府根据需求向融资租赁企业租赁所需航空器,并委托通航企业负责实施救援。在政府支持下,银行为融资企业提供担保,便于其进行融资购买航空器。融资租赁模式下,降低各方成本支出的同时使得资源得到充分利用,解决应急救援的成本费用问题。

为保障我国航空应急救援的可持续发展,需要政府、通航企业、非营利机构、金融保险等多元化主体共同发挥作用,探索出针对不同类型救援任务的运营模式,形成规范化的救援标准和业务费用,解决航空应急救援的资金来源和长远发展问题。■

### 4 结论及建议

在我国应急救援航空体系建设下,航空应急救援主体主要为政府机构或通航公司,随着医疗

# STUDY OF THE SELECTION OF GENERAL AIRCRAFT IN HIGH PLATEAU

## 高高原地区通用飞机选型研究

文/郑妍 张倩

**[摘要]:** 通用航空是我国区域经济发展、产业转型升级的有力抓手。我国高高原地区的通航产业目前已起步发展，但因高高原地区海拔高、空气稀薄，对通用飞机的选型与运营造成了较大的挑战。本文首先对通航运营业的各细分产业所应用的典型机型进行了梳理，然后结合高高原地区通航业务的需求分析，按直升机和固定翼通用飞机两个维度，对适合在高高原地区运营的通用飞机进行机型推荐。

**[关键词]:** 高高原；通用飞机选型；直升机；固定翼通用飞机

### 1 引言

十三五以来，我国通用航空运营业进入快速发展期，行业规模迅速扩张。2020年，我国通用航空运营企业523家、在册通用航空器4164架、飞行作业97.17万小时，较2016年分别增长63%、60%、27%。同时，通航产业政策不断深化，2016年5月，国务院办公厅印发《关于促进通用航空业发展的指导意见》，明确了通用航空国家级战略性地位，通用航空产业将成为我国区域经济发展的新增长和产业转型升级的新引擎。此后，民航局、国家体育总局、国家发改委、交通运输部等部委近几年累计共发布超过80项鼓励和促进通航发展的政策与文件，着力促进行业发展。

通用航空作为我国的“战略性新兴产业体系”，对促进地区经济结构转型、扩大内需、保障民生具有重要意义。与通航产业快速发展的内陆地区相比，我国高原及高高原地区因环境限制，通用飞机可用型号有限，通航产业发展较慢。本文从高高原地区的通航产业现状入手，通过梳理不同通航细分业务的常用机型，结合当地的通航需求，按直升机和固定翼通用飞机两个维度，对高高原地区的通用飞机选型进行研究。

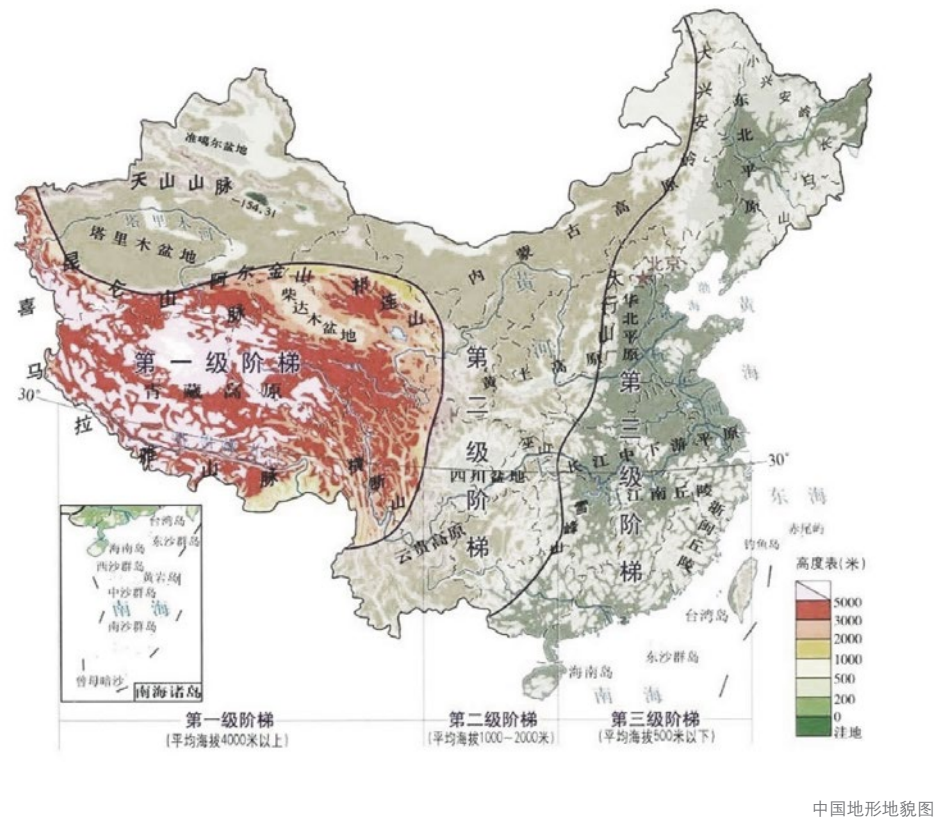
### 2 高高原地区通航产业发展背景及现状

机场标高在2438m以上的机场称之为高高原

作者：郑妍 综合规划研究院 助理工程师

机场<sup>1</sup>，在高高原地区发展通航产业面临的挑战诸多：首先，随着海拔升高，气压降低、空气密度减小、氧气含量降低，对发动机和螺旋桨的性能造成影响，因此高高原地区运营的运输机和通用飞机多需要经过换发、加装氧气设备等改装操作，可选机型较少，且运营时需要减载，固定翼

飞机起降所需的跑道长度增加<sup>2</sup>。同时，由于受地形地貌和大气环境影响，高高原地区的气候独特而且复杂多样，包括热带、亚热带、高原温带、高原亚寒带，高原寒带等各种类型，因此航空天气复杂。再加上低氧、低气压、昼夜温差大、紫外线强、高原地区无线电信号差等特点，对在高



高原地区执飞的机组人员提出了很高的要求。此外，高高原地区的地形复杂多样，建设机场时会面临选址困难、土方量大、投资金额大等挑战<sup>3</sup>。

我国是个高原国家，地形从西向东可分为三级阶梯，其中第一级阶梯主要是青藏高原，平均海拔4000米以上，是高高原（2438米）密集地区，也是全球最高的高原地区；第二阶梯集中了内蒙古高原（1000~1200米）、黄土高原（800~3000米）、云贵高原（2000~4000米），平均海拔1000~2000米，是高原（1524米）密集区。两级阶梯覆盖面积占我国国土面积近2/3。

青藏高原是中国最大、世界海拔最高的高原，包括中国西藏全部和青海、新疆、甘肃、四川、云南的部分地区以及不丹、尼泊尔、印度、巴基斯坦、阿富汗、塔吉克斯坦、吉尔吉斯斯坦的部分或全部地区。目前，我国高高原地区的通航产业仍处在起步阶段。总体来说，我国高高原地区通航产业普遍面临着发展滞后、基础设施薄弱、航线网络辐射能力不足、机队规模较小等问题。

### 3 各通航细分业务典型机型

通航运营包括应急救援、短途运输、低空旅游、飞行培训、工农林作业、海上作业等多个细分产业，各细分产业适用的典型机型存在差别。

#### 3.1 应急救援

应急救援一般包括海上救助、医疗救护、空中灭火等细分领域，其中高高原地区主要需要医疗救护和空中灭火两类应急救援业务。常见机型包括直升机和涡桨固定翼通用飞机两种类型，直升机可实现“点对点”飞行、无需跑道，但航程较小、舱内空间相对较小，固定翼飞机飞行速度更快、航程更大，适用于远距离运输。航空应急救援常见机型包括AC311、AC312、AC313、

表1 应急救援典型机型

细分领域	活塞固定翼通用飞机	涡桨固定翼通用飞机	直升机
医疗救护	——	赛斯纳208 C90GTx KingAir350i KingAir-350ER PC-12 NG PC-6 大棕熊100 Y-12E	AC311/312/313 H125/130/135/145/215 S76-D S76-C++ S-92 AW119kx AW139 AW109Trekker
空中灭火	——	AG600 CESSNA 208 AT-802F CL-415 安-32	K-MAX 卡-32 米-26 S-70i AC313 Be11407/412 H215/225 S-64

表2 低空旅游典型机型

活塞固定翼通用飞机	涡桨固定翼通用飞机	直升机
赛斯纳172/182/206 DA40/42 SR20/22 小鹰500 P2006T Y5B	赛斯纳208 PC-12 大棕熊100 DHC-6 Series 400 Twin Otter	R44 AC311/312 H120/125/130/135/145 AW109/119/139 MD500/600/900 Be11206/407/505/429

H125、H130、H135、S76-D等直升机和赛斯纳208、C90GTx、KingAir350i、PC-12NG、Y-12E等涡桨固定翼通用飞机。

#### 3.2 低空旅游

低空旅游需要使用小型轻便、成本低廉、平稳安全、适于低空慢速飞行的航空器。在固定翼飞机领域，城市型、景区型的低空旅游以赛斯纳172、DA40等小型上单翼固定翼飞机为主，交通型低空旅游则以赛斯纳208、PC-12等19座以下固定翼飞机为主。在直升机领域，R44、H120/H130、AW119、MD500/600、AC311以及Bell206/407/505等轻型单发涡轴直升机是直升机航空旅游观光的主力机型，H135/H145、MD900、Bell429以及AW109/139等轻型双发涡轴直升机成本相对较高，但安全性更高，业务范围更加广泛。

#### 3.3 工农林作业

对工农林作业飞机的性能要求包括起降距离短，对起降场地要求不高，操纵性好，超低空性能好，爬升率大、加速性好、转弯半径小，载荷大，加载方便，座舱视界好，维护保养方便，安全性好等。固定翼飞机因不能悬停、航程较大等特征，一般用于大面积的农林作业，而直升机可以悬停、飞行机动灵活，因此适合地形复杂、地块小且作物交叉种植地区的农林作业、航空探矿、电力巡线等应用领域，并且，直升机旋翼搅动所产生的气流能使喷洒药物更加充分地覆盖在作物的上下表面，因此喷洒效果优于固定翼飞机。

#### 3.4 短途运输

目前，国内开展短途运输的通航企业主要包括内蒙古通航、新疆通航、华夏通航、幸福通航等。在机型选择上，以空中国王350和赛斯纳208为代表的涡桨固定翼飞机是国内短途运输的主力机型，在远程飞行上具备显著优势，而H125、H130等直升机则更适用于城市间摆

表3 工农林作业典型机型

活塞固定翼通用飞机	涡桨固定翼通用飞机	直升机
Y5B N5A 海燕650C Transavia PL12-T400	AT-802A/402B/504B 画眉鸟510G	Z-9 米8 H125 S-300C R44 Be11212

渡飞行。

#### 3.5 飞行培训

在固定翼飞机培训领域，目前我国单发活塞固定翼飞机的占比最大，主要因为其易于操作且成本相对较低。这类飞机通常用于私人驾驶员执照（私照）培训，以赛斯纳172、DA40和SR20为代表。此外，一些超轻型公务机也用于飞行培训，这类飞机则主要用于航线运输驾驶员执照训练。在直升机培训领域，活塞式培训直升机占主导地位，以罗宾逊直升机为主，其余则包括用于运动驾驶员执照（运动照）培训的旋翼机和用于型别等级训练的中型直升机。

### 4 高高原地区通航业务需求分析

应急救援。高高原地区的地理位置及地址构造特殊，气候复杂多变，因此自然灾害高发，

表4 短途运输典型机型

活塞固定翼通用飞机	涡桨固定翼通用飞机	直升机
——	Kin-gAir-350i 赛斯纳208B 大棕熊100 DHC-6 400 C90GTx PC-6/12NG Y-12IV 大棕熊100	H125/130/135/145/175/215 AC312/313/352 Be11505

表5 飞行培训典型机型

活塞固定翼通用飞机	涡桨固定翼通用飞机/涡扇固定翼通用飞机	直升机
赛斯纳172 DA40NG/42M SR20/22 PA-44-180 PA-28-181 Archer III (TX) Y5B P2006T Aurora SA60L	C90GTx奖状525 奖状550	R44/22 施瓦泽S300 Be11206 AC311 H135



且具有灾害种类多、分布地域广、发生频率高及灾害损失严重等特点。同时，高高原地区的应急救援基础相对薄弱，受地域和自然条件限制，以及经济和社会发育程度等诸多因素影响，存在着防灾减灾救灾体系不健全、基础设施落后、救援条件艰苦、救灾环境恶劣等问题。因此，在高高原地区建设航空应急救援力量对提升应急救援能力，确保社会稳定具有重大意义。

低空旅游。高高原地区的文旅产业蕴藏着极大潜力，通过开展低空旅游业务，可以有效提高旅游产品的附加值和旅行品质，直接带动地方经济增长。

工农林作业。在工农林作业领域，高高原地区地广人稀，森林资源、矿产资源丰富，利用通用航空开展飞播造林、航空探矿、电力巡线等业务可有效解决高高原地区劳动力稀缺、成本高等问题，可助力地方经济建设。

短途运输。以青藏高原为例，东西长约2800km，南北宽约300～1500km，总面积约250万km²，因环境限制，人口密度普遍较低。同时，高高原地区的地面交通设施仍处在发展阶段，因此，发展通航短途运输是解决当地人民出行困难的有效途径。

飞行培训。在高高原地区发展航空培训，有利于为当地通航产业的发展提供坚实的人员支撑，同时有利于扶贫攻坚任务的推进。并且，除扶贫外，航空培训业务自身具备较强的盈利性，未来产业化运作后可对当地经济的发展起到促进

作用。

综合考虑高高原地区的政治、经济、资源等要素，结合通航需求，建议高高原地区重点发展应急救援和低空旅游产业，适时扩大工农林作业规模，择机发展短途运输、飞行培训等业务。

## 5 高高原地区通用飞机选型

在进行通用飞机选型时，重点考虑高高原地区的海拔对通用飞机的限制，目前我国海拔最高的高高原运输机场为稻城亚丁机场，标高4411m，且在高高原地区进行通航运营时，部分航线需要跨越海拔5000余m的雪山。但我国高高原地区的主要城镇、人口密集区几乎都集中在河谷、山谷等海拔相对较低的地带，因此通用飞机的使用升限在5000m以上，起降高度达到3000~4500m即可。同时，考虑到高高原地区空气稀薄，固定翼飞机起降滑跑距离变大，所需的通用机场投资额度加大。因此在直升机能满足通航需求时优先选择直升机，在直升机无法满足的细分通航作业领域进行固定翼通用飞机的选型。

### 5.1 直升机选型

直升机可按最大起飞重量分为小型、轻型、中型、大型、重型5种，其中小型直升机以罗宾逊公司的R22为代表，多装配活塞式发动机，升限多小于5000m，不适合在高高原地区运营，而重型直升机则多用于军用且成本较高，不适于通航产业基础较为薄弱的高高原地区。因此，综合

考虑高高原地区的应急救援、低空旅游、工农林作业、短途运输、飞行培训等通航需求，按不同起飞吨级，给出轻型、中型、重型直升机的选型推荐。

### 5.1.1 轻型直升机

轻型直升机推荐型号为AC311A、H125与Bell407HP，具体技术参数见表。3款直升机的升限均满足高高原地区的使用要求；有效载重相近；最大巡航速度AC311A略小于另两款机型，但实际应用时对执行任务的影响较小；最大航程AC311A略大于另两款飞机。

### 5.1.2 中型直升机

中型直升机推荐型号为AC312E、H145与AW139，具体技术参数见表。H145的升限较小，在部分对升限要求较高的航线中使用受限；有效载重和最大巡航速度AW139、AC312E、H145依次递减；最大航程3款机型类似。

### 5.1.3 大型直升机

大型直升机推荐型号为AC313A、H225与S-92，具体技术参数见表。S-92升限较小，在高高原地区运营受限，且最大载重与另两款直升机相差较大；最大巡航速度S-92相较另两款机型存在优势；最大航程AC313A具备较大优势。

### 5.2 固定翼通用飞机选型

由直升机的应用领域可知，轻型、中型、大型直升机所组成的机队能满足高高原地区绝大部分通航运营需求，除固定翼飞行培训和航程较远的医疗救护、短途运输等业务需要采用固定翼通

表7 中型直升机性能对比

技术指标	AC312E	H145	AW139
制造商	航空工业	空客直升机	阿古斯塔
座级（最大）	2+12	2+9	2+15
最大起飞重量（kg）	4250	3650	6400
有效载荷（kg）	1850	1651	2355
最大外挂载荷（kg）	907	1500	2200
最大巡航速度（km/h）	287	268	306
使用升限（m）	6069	5486	6096
有地效悬停升限（m）	3987	3139	4682
无地效悬停升限（m）	2194	2454	2478
最大航程（km）	670	650	667
最大航时（h）	3.7	3.6	5.2
发动机类型	涡轴	涡轴	涡轴
发动机制造商	Turbomeca	赛峰	Pratt & Whitney
发动机型号	Arriel-2C/MZ8	Arriel 2E	PT6C-67C
发动机数量	2	2	2
应用领域	客货运输、公安执法、低空旅游、医疗救护、空中摄影、搜索救援	医疗救护、执法、空中作业、私人飞行、公务飞行、海上平台作业	私人飞行、医疗救护、海上石油勘探、巡检

表8 大型直升机性能对比

技术指标	AC313A	H225	S-92
制造商	航空工业	空客直升机	俄罗斯直升机
座级（最大）	2+27	2+19	2+19
最大起飞重量（kg）	13000	11000	12020
有效载荷（kg）	5000	5202	4180
最大外挂载荷（kg）	5000	4999	4536
最大巡航速度（km/h）	268	262	287
使用升限（m）	5900	6096	4572
有地效悬停升限（m）	4200	—	3536
无地效悬停升限（m）	2300	—	2225
最大航程（km）	816	676	789
最大航时（h）	4.4	5.6	
发动机类型	涡轴	涡轴	涡轴
发动机制造商	普惠	赛峰	GE
发动机型号	PT6B-67A	Makila 2A1	CT7-8A
发动机数量	3	2	2
应用领域	应急救援、空中消防、客货运输、吊装作业	搜救、空中消防、商业运输、执法、医疗救护等	客货运输、医疗救护、搜索救援

用飞机。

通过梳理我国现有短途运输航线所用机型和对短途运输相关规章进行分析可知，目前除H125外，国内实际运营的航线均采用固定翼飞机，座级基本都在10座以上。在10~19座范围内，以涡桨固定翼飞机为主，也有少量小型的涡扇固定翼飞机，例如飞鸿300等轻型公务机。在19座以上的领域，据《关于推进通用航空法规体系重构工作的通知》（民航发〔2019〕5号），在特定地区有条件开放20~29座短途运输。同时《小型航空器商业运输运营人运行合格审定规则》（CCAR135-R1）规定，符合CCAR135部的小型航空器在定期载客业务中起飞全重小于等于5700kg，非定期载客业务中载客数小于等于30人且商载小于等于3400kg。目前，20~29座级的固定翼飞机机型有限，仅有以猎鹰7X、世袭1000等为代表的大型公务机。大于30座的固定翼飞机已不满足CCAR135部规定，只能作为运输飞机受CCAR121部管理，超出通用航空范畴，不予考虑。

### 5.2.1 活塞固定翼通用飞机

活塞固定翼通用飞机受发动机性能限制，升限通常较低，难以满足高高原地区的需求。目前具备高高原性能的活塞固定翼通用飞机以山河科技的SA60L-T为代表，该飞机装有Rotax914发动机，可在云南、新疆等地运营，但起降高度在3500米以下，仅能在高高原地区的少数区域运营，因此不建议高高原地区开展固定翼飞行培训业务。

### 5.2.2 涡桨固定翼通用飞机

在我国开展过短途运输业务，且座级在

表9 高高原地区公务机起降典型情况

机型	高高原地区起降信息
G550	南山公务机、纵横航空利用G550开展医疗救援业务
挑战者604	彩虹公务机的挑战者604完成成都-拉萨航线的验证飞行
豪客800xp	金鹿公务航空的豪客800在拉萨机场完成验证飞行
赛斯纳560	雪鹰通航利用赛斯纳560开展医疗救援业务
波音BBJ	波音公务机直航试飞北京-拉萨航线

综上，高高原地区通用飞机的选型问题，在直升机领域，以AC系列为代表的国产直升机和以空客、阿古斯塔、贝尔为代表的进口直升机均能满足作业需求。但从经济性角度来说，国产飞机的购买成本、运营成本均明显低于进口飞机。同时从维保角度来说，国产飞机可以提供更加及时的售后服务和工程支持，并且，美国《出口管制条例》（Export Administration Regulations，EAR）出台后，外国机队在维保领域可能会面临风险。此外，从便于运营管理的角度来说，运营多个型号直升机所组成的机队时，选购同一家公司的不同机型，可以减少备件数量、优化机组人员培养流程，有助于节约成本。因此，推荐航空工业生产的AC311A、AC312E、AC313A作为高高原地区直升机机队的备选。在固定翼通用飞机领域，推荐具备高高原起降能力的空中国王350和Y12F，用于执飞航程超过1000km的短途运输航线，若资金充足且确实存在包机飞行、公务航空运输等高端通航需求时，可考虑购买G550、赛斯纳560等公务机。✈️

参考文献

[1]白天喜.高高原通用机场设计机型的探讨[J].建筑工程技术与设计,2018,000(021):3392-3393,3395.

[2]段钧剑.高原机场飞机起飞性能研究[D].西北工业大学,2007.

[3]祝海明,林志宇.高原地区通用机场选址难点分析及思考——以维西通用机场为例[J].民航管理,2020, No.353(03):75-78.

# 征稿启事

《建筑沙龙》创刊于2007年9月,由中航规划建筑技术委员会主办,现面向中国航空规划设计研究总院有限公司总部、直属单位及各成员单位员工征稿。

## 来稿须知

《建筑沙龙》稿件由文字、照片和工程图3部分组成。

1. 所有来稿内容应严格遵守保密规定,不得泄露国家机密和商业秘密。
2. 所有来稿需提供电子文件,不要在word中插入图片,将图片另建文件夹单独提交。
3. 所有照片需提供.jpg文件格式,若投稿至“优秀方案”栏目,每张图片大小需10~15M,其他栏目3~8M,实景照片需提供图注和拍摄者姓名。
4. 所有工程图应转存为.eps文件格式(设好线宽),去掉轴线、标注及填色。线图需提供图名、图注、大样图需提供详细的图中文字。
5. 所有来稿需提供作者简介(含作者姓名、学历、职称)和一张可体现职业风采的个人生活照片。
6. 来稿时请在稿件中注明通讯方式,以便编辑部及时与您联系。
7. 编辑部有权根据版面需要及实际情况对文章进行修改和部分删减。

## 栏目介绍

### 【项目聚焦】

本栏目为公司优秀项目立体化宣传平台,来稿要求2000字左右,内容包括项目概况、设计理念、方案特点、工程管理等,需提供完整的工程档案,注明各专业负责人,并提供主要技术经济指标及团队简介,具体内容包括:建设单位、设计单位、建筑师、项目地点、建筑面积、设计时间、竣工时间、建筑摄影。来稿图片格式需符合本刊“来稿须知”。

### 【青年建筑师】

本栏目为公司青年建筑师展示风采的平台,青年建筑师可自愿报名,编辑部将根据刊物内容选定适当人选,针对建筑师的作品,与建筑师本人进行深度对话。来稿需提供个人简介(包括教育背景、工作经历)、设计理念和设计作品(3~5个)。

### 【精英团队】

本栏目为公司优秀团队宣传平台,需提供团队人员文字介绍(500字左右),团队项目介绍(要求包含技术经济指标),大于2M的团队合影照片、团队内个人生活照片(大于2M)等资料。

### 【艺术生活】

本栏目面向全体员工征集摄影作品,旨在展示建筑师生活风采,为喜爱摄影的建筑师提供切磋摄影技术的平台。来稿需提供照片原片,并标明拍摄参数。

## 联系方式

联系人:范蕊

联系电话:010-62038235

联系邮箱:jianzhushalong@163.com



作者：傅绍辉 中国航空规划设计研究总院有限公司 首席专家 总建筑师

内部资料 免费交流

SPALON

ARCHITECTURE