

打破常规 创新理念

甘孜格萨尔机场为国内民用支线机场建设树立新标杆

2019年9月16日，我国西南地区第50个民用运输机场，也是我国第5个海拔4000米以上的民用运输机场——甘孜格萨尔机场正式建成通航。这座海拔4068米的高高原民用支线机场在以鲜明的格萨尔文化特色让广大旅客眼前一亮的同时，其整合机场航站区各功能单体，合建形成航站楼的建设模式也开创了先河，成为国内民用支线机场整合建设首例。

甘孜格萨尔机场于2015年12月15日经国务院、中央军委批准机场立项，2017年6月正式开工建设，是《四川省“十三五”综合交通运输发展规划》中6座新建民用机场之一，也是甘孜州“十三五”期间“交通先行”战略的重大项目之一。机场总投资24.25亿元，飞机等级为4C，跑道长度4000米，按目标年2025年旅客吞吐量22万人次，年货邮吞吐量660吨设计。

《甘孜机场预可行性研究报告》获得“2016年度全国优秀工程咨询成果优秀奖”，甘孜机场通航被评选为“榜样中国-2019四川十大经济影响力事件”。



图1 甘孜格萨尔机场航站楼（机场标高 4068m）



图2 甘孜机场航站楼前绿化环境

一、我国高高原机场面临的建设难题

我国地形复杂多样，据统计其中高原占比 26%，山地占比 33%。呈现出分布范围广、面积占比大的特点。在我国机场建设领域，高原山地支线机场广泛的分布于西藏、云贵川、青海等西部地区，在改善

当地对外交通、促进地区经济社会发展、维护地区社会稳定、促进民族团结、提高防灾救灾能力方面发挥了巨大的作用。到 2020 年，全国民航运输机场将达 260 个左右，其中高原山地机场将达 30 多个，是我国民用运输机场布局的重要组成部分。《中国民用航空发展第十三个五年发展规划》提出，要增加中西部地区机场数量、提高机场密度、扩大航空运输服务覆盖。随着全国支线机场建设事业的深入发展，高原山地机场也迎来了大力发展契机。

高原山地机场所处的地形地貌、气候气象等自然条件相比平原地区差异极大，而我国现有支线机场航站区规划无论平原还是高原山地基本统一采用分散式布局，即航站楼、航管楼、消防站、办公楼、货运仓库等功能建筑各自独立布置。这种传统的分散式规划建设模式有着功能独立、扩建灵活性大等特点，但却不能很好的适应于高原山地自然环境下的机场。

第一，高原山地机场往往海拔高度高，早晚温差大，年平均气温低。航站区分散式布局带来建筑体形系数大、室外管网距离长，导致机场运营能耗大。对于部分能源匮乏的高原山地地区如四川省甘孜州，由于缺乏有效的冷热源，机场的运行保障需要依赖电锅炉能源，机场能耗大带来机场高昂的运营成本。

第二，由于地形条件限制，高原山地机场的建设往往需要削山填谷，高挖填方的背后是巨大的工程投资，航站区分散式布局模式的土地利用效率差、投资成本高。

第三，高原山地特别是高寒高海拔机场，气候恶劣，加上高原缺

氧，工作环境十分艰苦。航站区分散式布局模式下，建筑之间缺乏必要的室内连接，员工工作需要频繁在室外穿行，对机场员工是巨大的身心挑战，长此以往，不利于机场职工队伍的稳定。

第四，受限于自然条件，高高原地区往往人口密度较低。西藏、四川等藏区高原山地支线机场的吞吐量增速较为缓慢。机场的运营成本高、经济效益差，对地方财政依赖性大。机场规划设计的核心需求往往不在机场远期发展，而在于如何更好的实现机场的功能组织、改善旅客乘机和员工工作环境以及降低机场的建设运营成本。

二、四型机场理念在本项目的应用简介

为了深入贯彻落实新发展理念，推进民航强国建设，民航局适时提出了“平安机场、绿色机场、智慧机场、人文机场”的“四型机场”建设理念，对全国机场建设事业提出了新的要求。在平安篇章里提出了安全生产基础牢固，安全保障体系完备，安全运行平稳可控的建设要求；在绿色机场篇章里提出了资源节约型、环境友好、低碳减排、运行高效的建设要求；在人文机场篇章里提出了基于旅客、驻场单位、机场员工的人本关怀理念的建设要求。本项目基于四型机场理念，结合甘孜机场面临的建设难题，创新的采取了一系列技术措施，简介如下：

（一）基于平安机场理念下的设计和建设

甘孜机场填方垂直高度达到 110 米（民航国内第一高），边坡高度超过 130 米；场区地质条件复杂，存在软土、地表（下）水、变质砂岩软化和高地震烈度（抗震设防为 8 度）等众多工程问题。平安机

场要求安全生产基础牢固，甘孜机场地处高高原地区，环境恶劣，工程地质问题较多，如何保证高填方地基的稳定性和牢固性是甘孜机场建成后安全运行平稳可控的基础，在建设过程中采取了多种有效措施。

(1) 科研和设计结合，以科研成果指导设计。为了使机场建设方案合理，投资可控，保证机场的地基处理和高填方边坡稳定性。建设单位提出了《高地震烈度下高填方地基变形和稳定性研究》的科研课题，科研和设计结合，以科研成果指导设计，推动高原地区机场建设技术的发展。

(2) 进行高填方边坡专项勘察，优化边坡设计。通过边坡专项勘察，进一步查明了软土分布空间、细分强风化变质砂岩层，优化了其参数，使边坡坡比从 1: 3.5 优化成 1: 2.5，节约了土方量和征地面积。

(3) 地基处理和土石方施工全过程监测。甘孜机场挖填总量达 6000 万方，高高原地区施工日期有限，通过全场道槽区、边坡区布置监测网对高填方沉降和边坡稳定性进行监测，形成信息化施工模式，提高效率。

甘孜机场通航运营期间，坚持系统思维和底线思维，全力建设“平安机场”，确保机场发展的稳定性和可持续性，落实了一系列措施，如组织开展隐患排查、危险源识别培训；国庆期间申请武警驻场，联合本场公安进行巡逻，确保本场安全可控，将“安全隐患零容忍”的理念贯彻到机场安全管理的全过程。



图3 甘孜机场东南端高边坡和铁塔（东南往西北视图）



图4 甘孜机场东南端高边坡和铁塔（南往北视图）

（二）基于绿色机场理念下的项目技术创新

1、航站区建筑单体整体合建策略节地节能节材

甘孜机场突破传统支线机场分散式建筑布局模式，将航站区各功能单体尽量整合设计，整个航站区主体建筑仅一幢航站楼，内设航站楼区、空管区、机务场务区、动力设施区和员工生活区等不同分区，并实现了功能分区独立、流线互不干扰。经过测算，通过合建实现节约建筑用地面积达 50%，为机场远期发展让出了足够的发展用地。同时，航站区建筑表面积相比于分散式布局节约了近 30%，总图管网节约了 30%。再者，航站楼通过功能重组使旅客候机、值机等各项业务保障能力得到了较大提升，各项资源配置得到了进一步整合优化，机场员工几乎不用出航站楼就能完成绝大部分工作流程。通过这样的优化设计方案，使该机场旅客吞吐量保障能力从原设计的年 22 万人次提高到年 55 万人次。



图 5 甘孜机场航站区总图（正视图）

2、近远期发展模式下的功能置换发展模式

甘孜航站楼整合设计后，如何应对建筑的近远期分期建设是

一个新的挑战，甘孜机场创新的设置了渐进式发展模式。首先，在针对旅客保障能力的关键流程如值机、安检、候机等，通过预留改造空间来解决航站楼未来发展问题。其次，建筑采用统一建筑柱网尺寸、统一的建筑做法，方便未来功能调整。附属设施功能区可以通过渐次搬迁部分功能，来实现功能内部有序更新改造。整个甘孜机场设计充分考虑使用弹性，通过渐进式发展理念，可以有效避免在未来改扩建过程中出现保障能力与规划建设时序不匹配的困局，也更有效的提升机场设施的使用效率。



图6 甘孜机场航站区总图（俯视图）

3、空间化整为零，创新能源精细化管控模式

在空间设计上，甘孜机场充分考虑降低机场运行使用成本。近机位候机厅突破传统机场大空间候机模式，而创新性的采取各自相对独立的小厅候机布局理念，在有航班时，楼内的供水、供电、供暖、供氧都只需对正在使用的某一两个候机小厅进行集中供应，而无需同时供应其他闲置区域，极大程度地实现了节能降耗。

4、环境友好，与周围自然环境和谐相融

(1) 植被恢复。高高原地区生态环境恶劣，机场建设后不能破坏原有的生态环境系统，设计中采取相关措施，防止水土流失，做好生态环境恢复，主要考虑对飞行区、航站区、净空区的挖填边坡进行浆砌框格网护坡铺植草皮进行绿化，对土面平整区考虑草皮土覆盖撒播草籽进行补植绿化。

(2) 尽量减少施工对环境的影响。采用新施工技术和工艺，缩短施工时间，减少环境影响。甘孜机场导航台机房均采用一体式方舱机房，有效地缩短了导航台土建施工时间、设备工艺安装时间，且方舱机房具有更好的保温性和密封性、空调耗电量更小、强度和稳定性更好，将原有的3个月土建机房施工时间有效缩短至20天。



图7 甘孜机场航站区周边绿化环境



图 8 甘孜机场飞行区周边绿化环境

5、基于动态变化的机场智慧能源管理系统

针对机场冬季的高寒气候，为了给旅客和工作人员提供一个相对舒适的出行和工作环境，甘孜机场设置了智慧能源管理系统，能根据室内温度的即时变化即时调整锅炉的出力。机场能源管控平台旨在打破供热能源供应系统单独规划、单独设计和独立运行的既有模式，与供电、供水等各种能源供应在规划、设计、建设和运行阶段，通过对各类能源的生产、传输、分配、转化、储存和消费等环节进行有机协调与优化，实现机场能源的梯级利用和协同调度。机场智慧能源管控一体化平台建设，是机场绿色节能运行、增强可持续发展能力、提升综合服务水平的重要保障。

（三）基于人文机场理念下的项目技术创新

1、交通与旅游双重定位，多层次打造格萨尔景观机场

甘孜机场在传统支线机场交通功能定位基础上，丰富机场旅游观光定位，多层次打造格萨尔景观机场。功能航站区以坛城印象为规划理念，航站楼以格萨尔圣殿为立意，通过规划、建筑、景观、室内全方位设计，打造一条格萨尔文化纪念序列长廊。航站楼从当地传统藏式建筑作为切入点，通过对于格萨尔圣殿的想象，让建筑成为格萨尔王与甘孜人民的重要联系节点。甘孜格萨尔机场在装修风格上将格萨尔文化元素融入航站区及候机区的各个细节，大至壁画、浮雕、楼体外观，小至各室内艺术摆件，让广大旅客在进入航站区时就能感受到浓郁的地方文化特色，使其在乘机进出港的过程中能有印象深刻的文化体验。



图9 甘孜机场航站区总图布置（南往北视图）

2、空间人性化考虑，提高员工和旅客使用舒适度

(1) 针对机场工作人员，甘孜机场充分考虑了机场员工的生活工作需求，机场所在海拔高度为4000m以上的高高原地区，生存条件极其恶劣，为了最大程度规避了严苛气候环境对机场员工的影响，缓解高海拔给员工生活、身体带来的不利影响，为机场员工创造相对舒

适的生活环境，在海拔相对较低的甘孜县内配置甘孜机场综合服务基地做为机场轮换人员生活性设施。

(2) 针对机场旅客，充分考虑提升机场舒适的室内环境和人性化设施设备的布局。机场配备了登机桥系统，实现了全室内登机流程；通过设置阳光棚，引入阳光提高室内光环境舒适度；通过在楼体顶层覆盖植物土，并在室外区域大面积进行绿化，提高航站区保温效果和景观效果；通过设置了母婴室、吸烟区、饮水区、会议室等多项功能设施，提升了候机旅客的舒适度，实现了周到的人性化服务。

3、对机场工作人员和旅客进行人文关怀，在机场设置了供氧系统

甘孜机场区域天气复杂多变，气候恶劣，空气稀薄，大气中氧气含量只有海平面的 60%左右，绝对最低气温-22.7℃，以上各种原因决定了甘孜机场飞行安全保障任务艰巨，是一个工作条件艰苦的地方，民航专业技术人员需要更多的精力和坚定的毅力，确保机场运行安全，时刻准备应对突发的极端天气。

甘孜地区人烟较少，当地教育相对落后，机场管理、航空管制等专业技术人员缺乏，很多外地到机场工作的专业技术人员对高原地区气候条件很难适应，有些甚至患慢性高原病，给员工带来长期的痛苦，严重影响机场工作人员的工作和生活质量，不利于机场安全运行。另外他们不仅需要克服艰苦的工作环境，还要面对机场业务量增长带来的繁重工作。因此为机场工作人员提供相对人性化的工作环境是十分必要的，甘孜机场航站区从一开始就考虑了进行人文关怀的供氧设计：在工作人员活动区域和医疗室、氧吧、贵宾室等旅客活动区域设计了弥散供氧或分布式供氧。

打破常规，化零为整，注重绿色环保，彰显文化魅力，甘孜格萨尔机场为国内民用支线机场建设树立起了一支新的标杆。在 4000 多米的高原上，经过两年多的施工建设期，民航建设者们交出了一份完美的答卷，为甘孜州实现脱贫致富、经济腾飞贡献了自己的力量，也是民航人对于“不忘初心、牢记使命”主题的深入实践。



图 10 甘孜机场飞机滑行



图 11 甘孜机场航站楼和停机坪



图 12 甘孜机场冬季雪景