

2023 年度“双碳机场”评价报告



中国民用机场协会
“双碳”管理服务中心

2024 年 8 月

目 录

前 言	1
一、2023 年度“双碳机场”评价总体情况	1
(一) 完成的主要工作	1
(二) 年度评价结果	2
(三) 参评机场代表性	2
二、参评机场碳排放管理能力评价情况	5
(一) 一星级评价	5
(1) 管理制度方面	5
(2) 行动方面	5
(3) 绩效方面	6
(4) 一星级评价总结	7
(二) 二星级评价	7
(1) 管理制度方面	8
(2) 行动方面	9
(3) 绩效方面	10
(4) 二星级评价总结	11
(三) 三星级评价	12
(1) 管理制度	12
(2) 行动方面	13
(3) 绩效方面	15
(4) 三星级评价总结	15
(四) 获星机场碳能耗和碳排放情况	16
(1) 能源消耗特征分析	16
(2) 碳排放特征分析	17
(3) 航站楼能耗及碳排放特征	18
(4) 能耗和碳排放特征总结	19
三、获星机场碳排放管理能力整体情况及提升建议	20
(一) 整体情况	20
(1) 获星机场碳排放管理基础较为扎实	20
(2) 获星机场节能降碳行动落实力度与机场规模呈明显的正相关。	20
(3) 获星机场“双碳”管理能力提升的绩效层面成果突出	21
(4) 获星机场提升碳排放管理能力的制约因素仍然突出	22
(二) 提升建议	22
(1) 机场运行层面	23
(2) 管理和研究层面	26

前 言

2023 年是全面贯彻党的二十大精神开局之年。中央经济工作会议指出：要深入推进生态文明建设和绿色低碳发展，积极稳妥推进碳达峰碳中和，促进经济社会发展全面绿色转型，要聚焦经济社会发展重点领域，构建绿色低碳高质量发展空间格局，推进产业结构、能源结构、交通运输结构、城乡建设发展绿色转型，加快形成节约资源和保护环境的生产方式和生活方式。绿色发展已经成为经济发展的底色，绿色生产力已经成为新质生产力的重要组成部分。

中国民航深入学习贯彻落实党中央要求，在《“十四五”民航绿色发展专项规划》中充分阐述了“双碳”目标对民航高质量发展的重要意义，支持行业协会发挥平台作用开展相关工作，共同完善绿色民航治理体系。

2023 年是疫情结束后第一年，中国民航迎来了快速复苏，机场的能源消费和碳排放量都恢复到常态化水平，提升机场碳排放管理能力，降低机场能源消耗，减少机场碳排放量，成为机场高质量发展的必要一环。中国民用机场协会（以下简称“机场协会”）在 2022 年完成了首年度“双碳机场”评价的基础上，进一步完善了评价指标体系，在中国民航局指导和全行业的支持下，顺利组织完成 2023 年度“双碳机场”评价工作，为摸清机场行业能源及碳排放管理现状提供了有效路径，为行业政策及规划制定提供了有力支撑。

一、2023 年度“双碳机场”评价总体情况

2023 年，机场协会以提升评价质量为重点，以实效性和先进性为方向全力推进年度“双碳机场”评价，总体情况如下：

（一）完成的主要工作

（1）按计划推进评价工作实施。2023 年 6 月，机场协会下发年度评价工作通知，在有效申请期内，20 家运输机场提出评价申请。后续评价过程中，4 家机场因为自身原因决定推迟参与评价工作。最终，16 家机场顺利完成现场审核工作。随后，机场协会严格按照评价工作管理文件相关要求，在完成专家评审的基础上，经机场协会“双碳机场”评价工作委员会对年度评价现场审核及专家评审情况进行认真审查会议，最终确定 2023 年度“双碳机场”评价星级结果。

（2）发布 2023 年度评价结果。2024 年 1 月 23 日，机场协会组织召开 2023 年度“双碳机场”评价结果发布会，发布会以线上直播方式召开，“双碳机场”参评机场代表、现场审核机构代表、行业内外专家等近 7000 人参会，人民日报、新华社、中国民航报、中国环境报等权威媒体进行报道，在行业内外引起了强烈的反响。

（3）持续优化“双碳机场”评价管理流程及相关文件。机场协会修订并下发《运输机场碳排放管理评价（“双碳机场”评价）管理办法（2023）》《运输机场碳排放管理评价（“双碳机场”评价）实施细则（2023）》等管理文件，重点对涉及评价工作公正性相关条款

进行了优化调整，由机场协会对评价现场审核环节实施统一管理，为评价工作顺利开展提供有力制度保障。

(4) 为了积极落实国家“双碳”战略以及民航业“以绿色转型全面推进民航高质量发展”相关要求，加强并保障以评价工作为核心的绿色机场发展相关工作推进，机场协会理事会批准成立“双碳”管理服务中心，对“双碳机场”评价相关工作进行统一管理，从人员资质建设、评价数据管理、评价平台搭建等方面着力提升评价工作的质量和效能。

(二) 年度评价结果

2023年，全国共有16家运输机场获得“双碳机场”星级称号，其中被授予“双碳机场”三星称号的机场3家，分别为郑州新郑国际机场、杭州萧山国际机场、北京大兴国际机场；被授予“双碳机场”二星称号的机场9家，分别为无锡硕放机场、喀什徕宁国际机场、丽江三义国际机场、银川河东国际机场、德宏芒市国际机场、伊宁机场、福州长乐国际机场、盐城南洋国际机场、西宁曹家堡国际机场；被授予“双碳机场”一星称号的机场4家，分别为玉树巴塘机场、格尔木机场、延安南泥湾机场、安康富强机场。

(三) 参评机场代表性

(1) 从所处气候区域看，本年度参评机场覆盖了全国所有气候区域，严寒地区、寒冷地区、夏热冬冷地区、夏热冬暖地区、温和地区均有机场参加本年度的评价工作。各建筑气候区域参评机场数

量如下图所示。

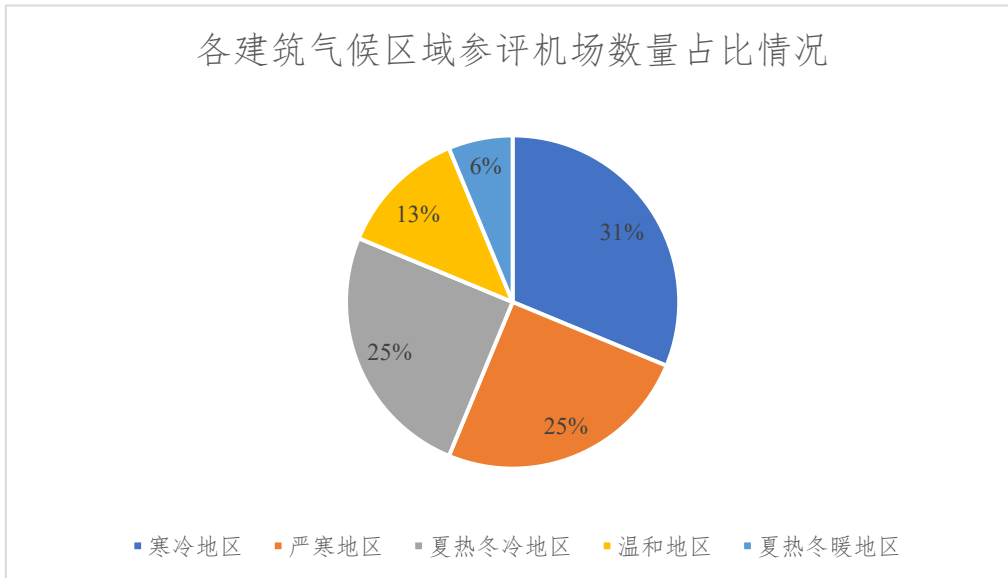


图 1 各建筑气候区域参评机场数量占比情况

(2) 从吞吐量规模看，本年度参评机场覆盖了不同等级的机场，3000 万以上级别、1000 万-3000 万级别、200 万-1000 万级别、50 万-200 万级别及 50 万以下吞吐量级别均有机场参加本年度的评价工作。各吞吐量级参评机场数量如下图所示。

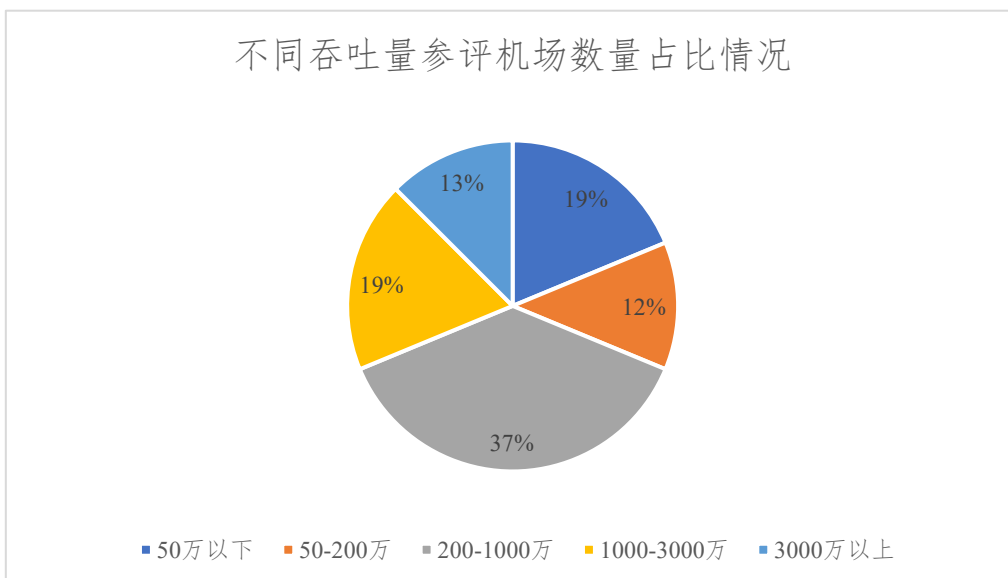


图 2 不同吞吐量参评机场数量占比情况

(3) 从机场定位和功能看，本年度参评机场涵盖了不同定位和

功能的机场，国际航空枢纽机场、区域航空枢纽机场及非枢纽机场均有机场参加本年度的评价工作。

综上，本年度参评机场覆盖国内全部气候区、不同年旅客吞吐量典型量级及不同定位和功能的机场，其碳排放管理特征在行业内具有较强代表性。

二、参评机场碳排放管理能力评价情况

（一）一星级评价

本年度通过一星级“双碳机场”评价的 4 家机场分别为玉树巴塘机场、安康富强机场、格尔木机场和延安南泥湾机场。

（1）管理制度方面

①在管理职责方面，4家机场均建立了碳排放管理机构，明确了碳排放管理工作职责及组织架构。归口管理部门分别为综合办公室（管理部）（2家机场）和机场管理部（2家机场）。

②工作计划及总结方面，4家机场均制定了能源及碳排放管理工作计划和工作总结。从计划内容上看，4家机场均明确了详细的年度能源指标和强度指标，有利于机场能源管理工作开展成效的评价与监督。大部分机场的工作总结从月度、年度对工作计划进行检查、监督和总结，其中 1 家机场具有较为完善的能源绩效考核指标并落实到位。

（2）行动方面

①能源计量。供电计量方面，4家机场在电表配备和管理方面存在不同差距，均无法实现用电的分项、分区计量。其中仅有 1 家机场可以实现对 APU 替代设施的单独计量；供暖计量方面，4 家机场均为独立供暖，能够实现对供热一级能耗的独立计量，但不能实现供热的分区域计量。

②降碳措施。4家机场相应的降碳措施如下表。

表 1 机场节能降碳措施

机场	节能降碳措施
机场一	煤改电、LED改造
机场二	太阳能灯具改造、机场驱鸟设备改造
机场三	太阳能路灯、锅炉节能改造、航站楼灯光
机场四	太阳能路灯、锅炉节能改造、屋顶光伏、能源系统

如上表，4家机场的降碳项目均选择对灯具进行节能改造，其中3家机场选择了太阳能路灯改造。此外4家机场中有3家机场中对其供暖锅炉进行了节能改造，进一步调整和优化机场的能源结构，提升了机场的能源利用效率。

③绿色发展类培训。4家机场均组织员工进行绿色发展类培训和宣贯，同时组织员工参与机场协会组织的“双碳机场”培训，提升机场员工对节能降碳工作的认识。

(3) 绩效方面

①定期开展能源分析，形成能源消费量和能源结构报告。4家机场均定期开展能源分析工作，并提供能源分析报告，暂未委托第三方机构开展能源审计工作。机场编制的能源分析报告内容均涵盖了能源结构、能源消耗量、能源费用及用能指标的分析，能源分析工作情况较好。部分机场的能源分析报告报告中对能源分析方面仅仅局限于表面，没有深入地分析机场节能减排潜力等内容，缺乏指导性。

②编制碳排放清单，报告碳排放量和排放强度。4家机场均编制

了机场碳排放源清单和碳排放报告，碳排放清单均以 Excel 文件形式展示，碳排放报告依据机场协会“双碳机场”评价要求编制碳排放报告，报告了机场的单位吞吐量碳排放等碳排放强度指标。

（4）一星级评价总结

获星机场从制度、行动、绩效三个维度来看，4家参评机场具备了以下碳排放管理基础能力：从制度维度来看，建立了能源或碳排放管理组织架构，落实了年度能源工作计划和总结工作，实现了能源和碳排放的统筹管理与落实；从行动维度来看，完善了计量器具配备及监测的基础能源管理工作，具备未来开展碳排放监测的基础数据采集能力；从绩效维度来看，开展了能源分析和碳排放报告编制工作，实现了能源和碳排放的量化，提高机场基础数据分析能力。

同时，获星机场在碳排放管理能方面存在以下不足：能源计划的内容有待进一步细化，考核指标缺乏科学性；能耗数据采集基础能力薄弱，智慧化管理有较大提升空间；能耗和碳排放数据分析的专业性仍有较大不足。

（二）二星级评价

本年度通过二星级“双碳机场”评价的有9家机场，分别为无锡硕放机场、喀什徕宁国际机场、丽江三义国际机场、银川河东国际机场、德宏芒市国际机场、伊宁机场、福州长乐国际机场、盐城南洋国际机场、西宁曹家堡国际机场。

二星级“双碳机场”在一星级的基础上，具备了碳排放管理提

升能力，主要体现在完善机场碳排放管理制度、提升能源管理的智慧化水平、完成碳排放核查工作以及能源审计工作等方面。

(1) 管理制度方面

①**管理机构及职责。**9家机场均建立了碳排放管理机构，明确碳排放管理工作职责及组织架构，建立完善的碳排放报告制度，并正式发布了碳排放管理制度文件。从碳排放归口部门来看，4个为机场运行部门，5个为机场职能部门。

②**工作计划和总结。**9家机场均建立了能源及碳排放管理工作计划。从管控方向上看，5家机场在明确了能源和碳排放的消耗和管控指标，4家机场仅明确了能源消耗指标；从考核内容上看，有5家机场明确了能源和碳排放的绩效考核指标并体现考核责任，4家机场仅对考核指标进行评价；从总结周期上看，2家机场做到月度分析、年度总结，1家机场分季度、年度总结，4家机场分半年度、年度总结，2家机场仅有年度总结；

表 2 机场能源及碳排放工作计划和工作总结特点

机场	计划类型	考核方式	总结周期
机场五	能源和碳排放	绩效	半年度、年度
机场六	能源和碳排放	绩效	季度、年度
机场七	能源和碳排放	绩效	周、月度、年度
机场八	能源	绩效	年度
机场九	能源和碳排放	评价	半年度、年度
机场十	能源	评价	半年度、年度
机场十一	能源	绩效	月度、年度
机场十二	能源	评价	半年度、年度
机场十三	能源和碳排放	评价	年度

③**碳排放专项规划**。9家机场均制定了碳排放相关的专项规划，规划近期目标年一般为2025年，即“十四五”结束年，中远期目标年一般为2030年，即碳达峰目标年。从规划的符合性评价结果来看，其中3家机场依托所属集团“双碳”专项规划制定适合机场实际的专项行动方案；3家机场碳排放相关专项规划未体现与机场总体规划的衔接，缺乏一定前瞻性、科学性。

(2) 行动方面

①**计量表具**。从电力表具配备看，机场用电计量器具配备相对完善，但部分机场二级、三级计量器具配备有较大的提升空间，缺少用能系统和重点用能设备的计量表具，无法实现分项、分区计量监测；从供暖计量表具配备情况看，多数机场未配备热力计量表具，难以实现分区域的热力计量；从计量器具管理情况看，少数机场计量表具未进行定期检定，表具的准确性无法保障。

②**节能降碳措施**。9家机场采用的相关措施如下表。

表 3 机场节能降碳措施

机场	节能降碳措施
机场五	LED改造、智能照明系统、分布式光伏
机场六	制冷站能效提升、高杆灯改造
机场七	煤改电、分布式光伏、LED改造
机场八	LED改造
机场九	LED改造、分布式光伏、地源热泵、中央空调改造
机场十	空调系统改造、高杆灯控制系统
机场十一	太阳能高杆LED灯具改造
机场十二	照明系统LED改造，冷却水系统改造
机场十三	地源热泵、建筑幕墙改造、雨水回收

如上表所示，二星级获评机场节能改造措施多为照明灯具改造、空调系统改造及可再生能源应用，少数为智慧控制系统改造。其中，7家机场均选择对灯具进行节能改造，占本次获评二星级“双碳机场”的78%。由此看出，二星级机场实施措施相对单一、智慧化改造较少、节能降碳措施降碳缺少量化分析，并且机场可再生能源应用比例较少。

③能源管理系统。9家机场中有7家机场建立能源管理系统，具备能源监测、设备控制等基础功能，其中3家机场依托集团的碳排放管理平台，实现机场能源数据的监测及管控，并实现碳排放统计功能。但管理功能单一，多数由其他能源监测平台整合而成，仅限于数据展示，缺乏智慧控制及监控等功能。智慧能源系统作为机场实现智慧化管理的必要措施，受计量表具配备现状和能源管理能力限制，部分机场完成情况有提升空间。

④绿色发展类培训及宣传。9家机场均组织员工进行绿色发展类培训和宣贯，并组织员工参与“双碳机场”培训。通过评价结果发现，碳排放相关持证人数较机场碳排放管理人员数量仍处于较低水平。

9家机场均开展节能降碳相关宣传，多在节能周或低碳日等相关活动中开展，其中1家机场通过广泛收集机场用电、用水、污染治理实际案例进行宣传，其他机场均为单一的宣传海报，缺乏多元性。

(3) 绩效方面

①定期开展能源分析，开展第三方能源审计。9家机场均委托第

三方机构开展能源审计工作，且审计报告均在有效期。从评价结果可看出，由第三方出具的能源审计报告，内容较为完善，能够有效分析机场能源管理现存问题并提出未来改进建议，有效指导机场开展能源管理工作。

②**按时报告碳排放**，开展第三方碳核查。9家机场均委托由碳核查资质的第三方机构开展碳核查工作，并出具碳核查报告。其中4家机场有连续两年度的碳核查报告，5家机场只有评价年度的碳核查报告。

（4）二星级评价总结

从制度、行动、绩效三个维度来看，9家机场均实现了碳排放管理能力的提升，主要体现在碳排放管理制度与专项规划、计量监测水平、节能降碳技术应用、能源及碳排放数据库建设等能力提升方面。从制度维度来看，建立了更为完善的碳排放管理制度，编制碳排放相关专项规划和专项投入，形成制度先行，规范管理的统一原则；从行动维度来看，建立碳排放管理台账及能源管理系统，推进节能降碳项目应用，开展绿色专项培训及宣传，规划内容得到了有效落实；从绩效维度来看，通过第三方机构开展碳核查和能源审计工作，确保数据客观准确，有效提高机场能源管理规范性和科学性。

同时，获星机场仍存在以下不足：可再生能源占比低且利用形式单一；节能降碳可持续投入不足且节能降碳措施较为单一；智慧能源和碳排放管理系统功能亟需整合提升。

（三）三星级评价

本年度通过“双碳机场”三星级评价的有3家机场，分别是：郑州新郑国际机场、杭州萧山国际机场和北京大兴国际机场。

三星级“双碳机场”应在二星级基础上具备采取有效管理和技术手段以实现碳减排的能力，并取得减排效果。主要体现在完整的能源管理体系、节能项目及可再生能源应用、碳排放总量或强度降低、智慧能碳平台建设等方面。

（1）管理制度

①**碳排放制度及能源管理体系**。获星机场均建立了碳排放管理机构，明确碳排放管理工作职责及组织架构，建立完善的碳排放报告制度，并正式发布了碳排放管理制度文件。3家机场均建立了完整的能源管理体系并通过认证。

②**能源及碳排放工作计划和总结**。获星机场均建立了能源及碳排放管理工作计划，计划及总结内容全面、绩效考核有效落实。从计划类型上看，3家机场都明确了能源和碳排放的消耗和管控指标，并提出年度节能降碳思路；从考核内容上看，都明确了能源和碳排放的绩效考核指标并体现考核责任，且均有效落实绩效考核制度；从总结周期上看，2家机场做到月度、年度总结。

③**碳排放专项规划及投入**。3家机场均制定了碳排放相关的专项规划，规划近期目标年都为2025年。3家机场碳排放专项规划形势分析清晰，内容完善，契合机场总体规划。其中1家机场除自主编

制专项规划外，还委托第三方研究机构编制专项推进方案，专项规划客观、科学，并能够结合机场实际发展现状，具有较强指导意义。此外，3家机场均在规划或专项投入中明确了近期计划实施的节能降碳重点工作项目，有效保障了低碳发展专项资金。

(2) 行动方面

①**计量表具**。从计量器具配备来看，3家机场用电计量的表配备相对完善，部分机场的二级、三级热力计量器具配备存在不足，且部分机场计量表具检定的覆盖率不足，表具准确性无法保障。

②**降碳措施**。3家机场相应的降碳措施如下表。

表 4 机场节能降碳措施

机场	节能降碳措施
机场十四	光伏路灯、太阳能光热和空气源热泵生活热水系统、空气热泵生活热水系统、分布式光伏、路灯改造、中央空调改造；
机场十五	分布式光伏、中央空调改造、LED改造；
机场十六	地井式桥载设备、能源系统航班联动、超大型航站楼能源精确管控研究、地源热泵、分布式光伏、智能照明监控系统；

如上表所示，三星级获评机场节能降碳手段较多，涵盖了可再生能源利用、空调系统能效提升、能源智慧化管理等多个方向，特别是可再生能源利用方向，3家机场都大力推进分布式光伏建设。值得一提的是机场十六积极开展节能技术研究及应用，不断挖掘机场节能潜力。

此外，3家机场均开展节能降碳项目效果评估，从评估结果上看，各项措施均有显著降碳效果，为机场降碳措施应用提供科学支撑。

③**可再生能源应用**。3家机场可再生能源应用以光伏为主，均开

展分布式光伏应用，且其中 1 家机场开展了地源热泵的应用。从建设规模上看，3 家机场分布式光伏装机容量均在 7MWp 以上。此外，从表 5 中可看出，机场可再生能源占比较上年度参评机场大幅度提升，其中机场十六可再生能源占比高达 12%以上。另外，各机场可再生能源应用形式已经由之前单一的太阳能光伏发展为太阳能光伏应用为主，多种可再生能源并行的趋势。

表 5 机场可再生能源应用表

机场	占比	形式
机场十四	3.84%	光伏/光伏路灯/太阳能热水/空气源热泵热水热能回收；
机场十五	4.87%	光伏；
机场十六	12.13%	光伏/地源热泵/太阳能热水；

④能源和碳排放管理系统。3家机场已建立能源和碳排放管理系统，具备能源和碳排放监测等功能。从评价结果上看，碳排放管理系统以监为主，通过数据采集、处理、特征主成因分析、能源函数拟合、可视化能源交互，同时进行动态关联分析，协助机场开展碳排放分析，提高机场碳排放智慧化管理水平。

表 6 机场碳排放管理系统详情

机场	功能模块	精细化管理	功能亮点
机场十四	碳排放管理	实现分类、分区、分户精细化管理	
机场十五	“双碳”管理、能源管理、雨水污水监控、配电监控、空调监测、智能照明监测、充电桩监测等功能	实现分类、分区、分户、分项精细化管理	异常能耗数据、分层分布式系统体系结构、未来能耗预测、用能预警、碳排放量预警功能
机场十六	碳排放管理、能源管理、能源站运行管理、光伏发电管理、移动设备管理、航站楼碳排放管理	实现分类、分区精细化管理	碳排放预警

⑤**绿色发展类培训及宣传**。3家机场均定期开展节能降碳专项培训和节能宣传。3家机场均有工作人员参与中国民用机场协会组织的“双碳机场”培训并获得合格证书。此外，3家机场均开展节能降碳相关宣传，宣传形式多样，其中2家机场通过绿色机场开放日、绿色低碳主题征文活动引导旅客和工作人员参与，带动了参与人员积极性，宣传效果显著。

(3) 绩效方面

①**能源及碳排放报告**。3家机场均按时开展能源分析工作并报告碳排放，并委托第三方机构开展能源审计工作和碳核查工作，其中3家机场审计报告均在有效期内且都具有2-3年的碳核查报告，数据保存制度完善。此外，获评三星级的3家机场较一、二星级获评机场能源及碳排放数据质量较高，能源审计内容及核查范围详细，能够有效分析机场能碳现状，科学指导机场未来改进方向，深化碳排放权交易机制建设。

②**碳排放总量及强度**。3家机场评价年度碳排放总量较上年度均有所下降，碳排放总量受机场规模、吞吐量、能源结构、用能管理水平等因素影响较大，从结果上看，3家机场节能措施都产生了减排效果。但3家机场碳排放强度较上年度均有所上升，主要原因在于受不可抗力影响导致其旅客吞吐量大幅下降。

(4) 三星级评价总结

从三星级指标制度、行动、绩效等三个维度来看，3家机场实现

了碳排放管理能力的优化。主要体现在节能降碳技术研究及应用、碳排放管理平台建设、节能降碳特色宣传、碳排放指标控制等能力优化方面。从制度维度来看，建立了完整的碳排放管理制度和能源管理体系，并通过认证，编制科学的碳排放相关专项规划和专项投入，落实绩效考评制度；从行动维度来看，建立碳排放管理系统，推进节能降碳项目研究和应用，开展特色绿色宣传；从绩效维度来看，连续开展能源审计和碳核查工作，保障数据质量，挖掘节能降碳潜力，有效控制碳排放指标下降。

同时，获星机场存在以下不足：可再生能源占比仍有提升空间；相关方碳排放管理力度亟待提升；智慧能碳管理系统以监测功能为主，缺少控制、预警等智慧化功能。

（四）获星机场碳能耗和碳排放情况

本报告数据分析基于 16 个获星机场 2022 年度能耗和碳排放数据，数据统计口径是机场法人边界下全能源统计口径，包含煤炭、天然气、汽柴油等化石能源和外购电力、热力等二次能源。（受不可抗力影响，数据结果仅供参考）。

（1）能源消耗特征分析

①能耗总量分析。参评机场 2022 年综合能耗同比 2021 年下降约 6.1%，综合能耗总体呈下降趋势，其中仅有 2 家机场综合能耗总量较上年度有所提高。分气候区看，寒冷地区综合能耗总量最大。

②能耗强度分析。参评机场 2022 年度单位综合能耗强度同比

2021 年度增长约 56%，增长幅度较大。吞吐量的下降对机场能耗强度将会产生较大影响，从机场运行数据来看，主要在于 2022 年各机场受疫情影响旅客吞吐量骤减，同比 2021 年下降约 39%。

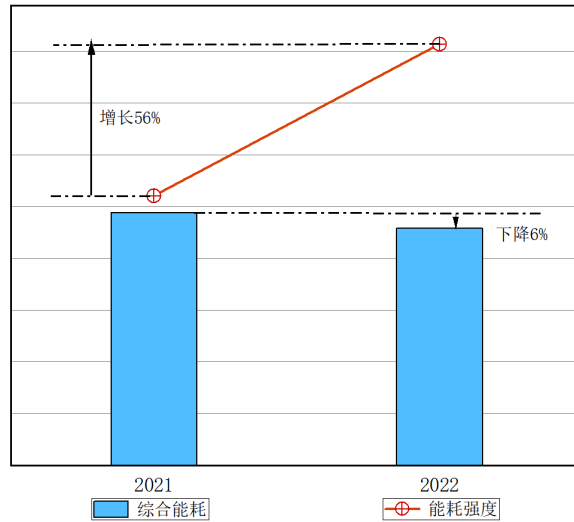


图 3 16 个参评机场两年度综合能耗总量及强度变化趋势

(2) 碳排放特征分析

①**碳排放总量分析**。参评机场碳排放总量与综合能耗变化趋势相同，16 家机场 2022 年度碳排放总量较 2021 年度同比下降 10%。碳排放总量受机场规模、吞吐量、能源结构、用能管理水平等因素影响较大。从气候区看，寒冷地区碳排放总量最大。

②**碳排放强度分析**。参评机场碳排放强度较 2021 年度同比增长 48%，增长幅度较大。增长原因与能耗强度趋同，主要在于 2022 年各机场受不可抗力影响旅客吞吐量同比骤减 39%，机场碳排放强度仅能代表当年的变化，未来随着吞吐量的逐渐稳定，机场碳排放强度将获得更为客观的数据及结论。此外，分气候区来看，严寒寒冷地区碳排放强度最高。

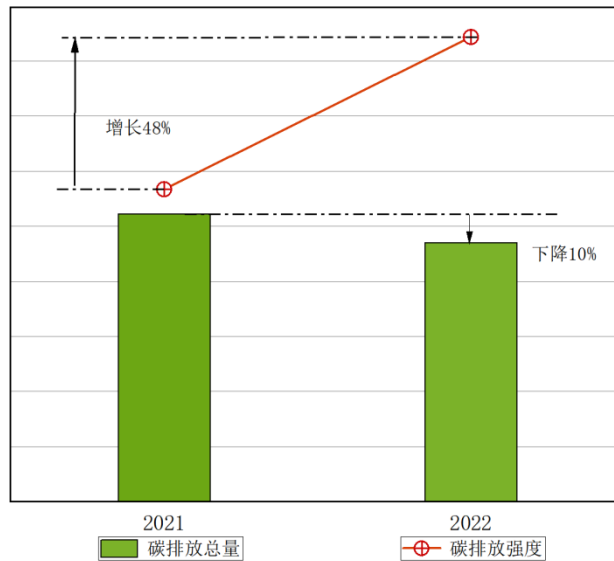


图 4 16 个参评机场两年度碳排放总量及强度变化趋势

此外，从本年度参评机场的碳排放强度平均值上看，一星级“双碳机场”评价碳排放强度 > 三星级“双碳机场”评价碳排放强度 > 二星级“双碳机场”评价碳排放强度。

(3) 航站楼能耗及碳排放特征

①航站楼能耗及碳排放占比分析。从评价结果来看，航站楼区域综合能耗及碳排放占机场对应最高。综合能耗方面，航站楼综合能耗约占机场综合能耗的 46%，其中寒冷地区航站楼能耗占比最高，其次为严寒地区；碳排放方面，分布特征与综合能耗特征趋同，航站楼占比最高，航站楼碳排放约占机场碳排放总量的 52%。由此可见，航站楼是未来各机场进行碳排放管控的关键区域。此外，通过对部分参评机场的用能系统进行能耗分析发现，在航站楼各用能系统中，暖通空调系统碳排放占比最高，其次为综合服务用能系统和非航站楼自身用能系统。因此，未来对航站楼建筑环境用能系统进行节能改造是实现节能降碳的重点。

②**航站楼能耗及碳排放强度分析**。受不可抗力影响，参评机场2022年度吞吐量数据失真，但数据也能体现出航站楼能耗及碳排放的特征。从单位建筑面积能耗和碳排放强度来看，不同气候区航站楼能耗强度和碳排放强度差异较大，主要体现在供暖需求上，寒冷严寒地区航站楼能耗强度和碳排放强度明显高于其他地区航站楼。此外，在机场规模及用能需求相近条件下，使用外购热力进行供暖的机场，由于缺乏热力计量能力，导致其计算出的航站楼能耗强度和碳排放强度明显高于天然气供暖的机场。

(4) 能耗和碳排放特征总结

①综合能耗、碳排放总量2022年同比2021年整体呈下降趋势，能耗强度、碳排放强度呈升高趋势；

②综合能耗和碳排放总量、强度呈明显气候特征；

③可再生能源应用占比呈增加趋势，应用形式逐步多样化，中小机场也逐渐注重可再生能源应用；

④航站楼是机场法人边界内主要能耗和碳排放主体，航站楼建筑环境用能系统是主要碳排放源。

三、获星机场碳排放管理能力整体情况及提升建议

（一）整体情况

（1）获星机场碳排放管理基础较为扎实

从评价结果看，本年度参评的 16 家机场在制度方面的工作基础扎实，为“双碳机场”建设打下坚实基础。主要体现在两方面，一是碳排放管理制度较为完善，能够较为有效地指导机场开展碳排放管理工作。各机场的碳排放管理制度是根据国家、地方碳排放体系标准，结合公司实际情况制定，确立了碳排放职责部门，明确碳排放管理工作职责和组织架构，制定了有效的管理制度，能够进一步加强科学管理，可以有效提高机场能源和碳排放管理水平，更好适应不断变化的内外部运营环境；二是碳排放管理工作的科学统筹和持续有效开展进一步夯实了碳排放管理基础。各机场据实际管理情况和运行规模，有针对性地从不同周期对不同区域进行能源消费情况进行总结，并分析变化原因和趋势，并以此制定了年度工作计划，包括但不限于总量目标、实施项目、管理措施等内容，同时通过工作总结不断改进工作计划中的不足，进一步提高碳排放管控能力。

（2）获星机场节能降碳行动落实力度与机场规模呈明显的正相关。

从评价结果看，大型枢纽机场由于其能源系统相对较为复杂，配备了足够的技术人员和且有持续性投入，其节能降碳行动的特点呈现出“三多”的特点：数量多，应用场景多，商务模式多。大型

机场通过自投、合同能源管理、PPP 等模式，实施了包括但不限于智慧照明及灯具更换、可再生能源利用、智慧能源管控、空调系统能效提升等节能降碳项目。中小机场受限于机场的经营状况及其能源系统的复杂程度，中小机场节能降碳从业人员技术能力和数量均不足，且节能降碳总投入不多，持续性不足，其节能降碳行动的特点呈现出“三少”的特点：数量少、应用场景少、投资金额少。中小机场节能降碳措施主要为灯具更换、车辆油改电，少数通过引入合同能源管理的模式开展光伏建设、空调系统节能改造等项目。这些特征也与中国民用机场行业所处的发展阶段是相符的，不同规模不同区域的机场在碳排放管理能力上存在发展不平衡不充分的情况。

(3) 获星机场“双碳”管理能力提升的绩效层面成果突出

从评价结果看，本年度获星机场在“双碳”管理能力提升的绩效层面的成果突出，主要体现在以下两个方面，一是能源结构调整取得了明显进步。本年度 16 家参评机场有 7 家应用了可再生能源，接近参评机场总数的一半，且可再生能源占比较上年度有明显提升。从可再生能源应用形式上看，光伏、光热、地源热泵等可再用能源形式均有使用；从项目投用时间来看，其中大部分可再生能源利用项目为近三年建设投产；二是通过第三方评价、认证、审计等工作提升机场能力效果明显。二星三星机场通过能源审计、碳核查、节能量审定、能源管理体系认证等工作，吸纳和落实第三方的改进建议，提升了机场的碳排放管理水平。

（4）获星机场提升碳排放管理能力的制约因素仍然突出

从评价结果看，制约机场碳排放管理能力持续提升的因素仍然突出，主要体现在以下几个方面：一是计量器具配备不足、管理不到位，数据的获取、准确度和分析仍有较大的提升空间；二是机场碳排放智能化管理总体水平仍需提升。现有智能化碳排放管理平台的机场平台功能较为单一，多家机场能碳基础数据计量仍采用传统人工抄表手段开展能源计量工作，影响机场碳排放管理和数据时效性。三是机场可再生能源的发展基础薄弱，未来仍有很大提升空间。受制于可再生能源应用的局限性和相关管理要求、标准缺失等情况，很大一部分机场在可再生能源利用方面存在不敢用、不会用的情况；四是中小机场从业人员能力和数量制约了机场提升碳排放管理能力，人员数量和专业能力不足，工作人员主要经历用于保障系统的稳定运行，在精细化运行管理、专业化技术管理挖掘系统节能降碳运行潜力存在很大的提升空间，且许多技术层面的工作，如能源分析、碳排放报告、重点能源系统精细化运行管理等工作也无法持续性开展。

（二）提升建议

党的二十大提出要加快发展方式绿色转型，实施全面节约战略，发展绿色低碳产业，倡导绿色消费，推动形成绿色低碳的生产方式和生活方式。2024年和2025年是“十四五规划”的后半段，也是落实党的二十大精神 and “美丽中国”建设的重要阶段，本章节内容以

助力实现民航“十四五”绿色发展规划各项目标和解决民用机场行业绿色低碳发展存在的各项问题为导向，分别从机场运行层面和管理研究层面提出碳排放管理能力提升相关建议如下：

(1) 机场运行层面

由于不同规模不同区域的基础在碳排放管理能力方面存在发展不平衡不充分的现状，本报告将分别从大型枢纽机场和中小机场两个方面给出建议。

①大型机场提升碳排放管理能力的建议

大型机场配备了较高水平的管理队伍和运行队伍，通过持续性投入积累了丰富节能减碳项目实施经验，筑牢了碳排放管理方面基础，但在能源智慧管控、可再生能源禀赋充分利用以及绿色发展整体工作等方面仍存在提升的空间。因此，结合“双碳机场”四星机场评价指标的相关要求，大型机场可从以下几个方面开展工作以提升碳排放管理能力：

a. 进一步提升碳排放管理效能，一是建立的科学和系统的能源和碳排放管理体系，机场可参考相应的标准，结合机场的管理实际建立能源和碳排放管理体系，并在机场的各项能源管理活动中，贯彻落实能源和碳排放管理体系的要求，避免出现体系要求和实际运行“两张皮”的现象；二是进一步完善计量器具配置，建立较为完善的各类能源的一级、二级和三级计量网络，并能够实现数据的自动化采集和分析，同时强化对计量表具的管理，提升数据的准确性和实时性；三是要建立完善的考核指标体系和考核制度，通过考核

进一步挖掘管理潜能，提升管理效能。

b. 提升节能降碳项目的科技性能和绿色含金量。一是要推动落实高科技含量项目的实施，如智慧能源管控，智慧照明、滑行优化等项目，通过高科技高技术手段进一步挖掘机场的节能潜力；二是要提升节能降碳项目的绿色性能，如绿色建筑改造、可再生能源利用、非二氧化碳温室气体排放控制、中水回用、除冰液资源化处理等项目，进一步优化机场的能源结构提升机场的绿色性能；三是在注意项目实施过程中采取合适的商务模式，确保资金都用在刀刃上。

c. 提升机场的影响力，推动行业整体减碳。一是发挥机场作为区域能源供给方的作用，强化区域协同，为相关方节能降碳提供制度支持、技术支撑；二是积极提出和参与行业标准、团体标准的编制工作，积极参与行业内相关活动推广自身的节能降碳经验，为行业推动碳排放管理能力提供助力。

②中小机场提升碳排放管理能力的建议

中小机场在碳排放管理方面存在基础制度薄弱、人员数量和专业技术能力不足和持续性投入不足等现状，基于现状，借鉴部分碳排放管理能力优秀的中小机场发展路径，中小机场可从以下几个方面开展工作以提升碳排放管理能力：

a. 进一步夯实管理基础。一是从机场的管理需求出发，对标“双碳机场”评价一星和二星指标的要求，建立符合机场管理实际的各项制度，并注重制度的持续有效的实施。特别是能源和碳排放分析工作、能源计划和总结工作、节能降碳绩效考核等工作，通过

质量管理的 PDCA（策划-实施-检查-处理）循环在持续有效落实各项管理制度的基础上，不断总结和完善各项制度和工作的实施，进一步筑牢机场的碳排放管理基础；二是增加关键位置的计量表具的配置完善计量基础，强化计量设备的管理，进一步提升数据的准确性、及时性，提升能源和碳排放数据分析工作的质量；三是注重人员专业技术能力的提升，特别是机场节能减排工作的主管人员，在能源管理提升、节能项目策划、能源系统精细化运行等方面具备较高的专业素养；四是推动高能耗低能效设备更新工作，淘汰国家明令淘汰的设备设施，对于新采购的设备设施优先选取高能效的设备，进一步提升设备的运行效率。

b. 采用多种商业模式有针对性地实施节能降碳项目。中小机场可以结合机场经营的时机状况，充分利用有限的资源，采取合同能源管理、融资租赁、PPP 等商业模式，实施投资金额较大但项目经济效益不高的项目，如可再生能源利用项目、充电桩建设项目、智慧能源管控项目等；采取自投的模式实施投资金额较小且项目经济效益明显的项目，如 LED 更换、暖通空调系统能效提升、能源系统精细化运行管理等项目。

c. 注重第三方成果对实际工作的指导和应用。可视情邀请第三方机构实施一些专业化的项目，如能源审计、能源系统能效提升专项研究等项目，充分利用专业的第三方机构的智力资源，为机场节能减排工作提供一些合理化建议。

(2) 管理和研究层面

①行业管理层面

a. 促进机场碳排放行业标准化建设。一是在基础通用标准领域，推动机场碳排放核算核查、机场碳排放管理和评价、碳信息披露等标准，解决针对机场业态的碳排放数据“怎么算”“算得准”的问题。二是在减碳技术标准领域，推动零碳航站楼技术标准、零碳机场技术标准、智慧能源管控技术标准、可再生能源机场领域应用技术标准等，重点解决碳排放“怎么减”的问题。

b. 强化示范引领效应和行业内沟通交流。一是持续推动碳排放管理优秀案例的征集、发布和推广工作，通过优秀案例的导向引领作用助推行业碳排放管理能力提升；二是推动零碳航站楼、零碳机场试点建设和示范引领工作，针对碳排放管理水平基础较好的机场为突破口打造低碳近零碳机场示范项目，发挥示范引领作用，针对碳排放管理基础较差的基础，推动试点建设工作，研究探索出不同区域不同规模实现绿色低碳发展的技术路径，助力行业实现“双碳目标”。

c. 提前布局机场行业纳入强制碳市场。一是借鉴其他行业，开展机场交易范围、配额分配、碳资产管理等研究工作，为机场进入碳交易市场进行前期探索；二是推动温室气体核算、核查团体标准的出台，推动机场开展碳排放报告、核查工作，为机场进入碳交易市场积累数据基础。

②技术研究层面

a. 关注提升管理效能的基础研究。一是机场实现“双碳目标”技术路径的研究，为行业实现碳达峰碳中和提供参考；二是机场改扩建绿色性能和目标要求的研究，提升机场新改扩建部分的绿色成色，为机场实现“双碳”目标奠定基础；三是机场 SAF 配套设施等节能减碳相关基础配套设施建设及政策支持方面的研究。

b. 关注节能降碳前沿技术研究。一是关注机场数字化赋能低碳管理研究，聚焦智慧能源管控，关注碳交易、碳资产管理等需求，研究机场实现能源和碳排放智慧化管理的技术路径和功能需求；二是关注零碳航站楼、零碳机场技术路径研究。影响机场碳排放的因素很多，包括机场服务规模、机场所处气候区、机场管理水平、机场所处地区能源禀赋等，需要针对机场的基础条件，提出不同规模不同区域机场实现零碳的技术路径；三是关注可再生能源利用、滑行优化、非二氧化碳排放控制等方面的研究工作，特别是可再生能源利用，结合机场资源禀赋情况和安全管理要求，提出机场可再生能源利用的标准和要求，为机场实施可再生能源利用提供技术支撑。