

欧洲航空环境报告 2022

执行摘要与建议



执行摘要

在过去的三年中，航空业的环境绩效及其在运营许可方面所面临的挑战成为了人们关注的焦点。第三份欧洲航空环境报告(EAER)客观地概述了这方面发生的重大进展。

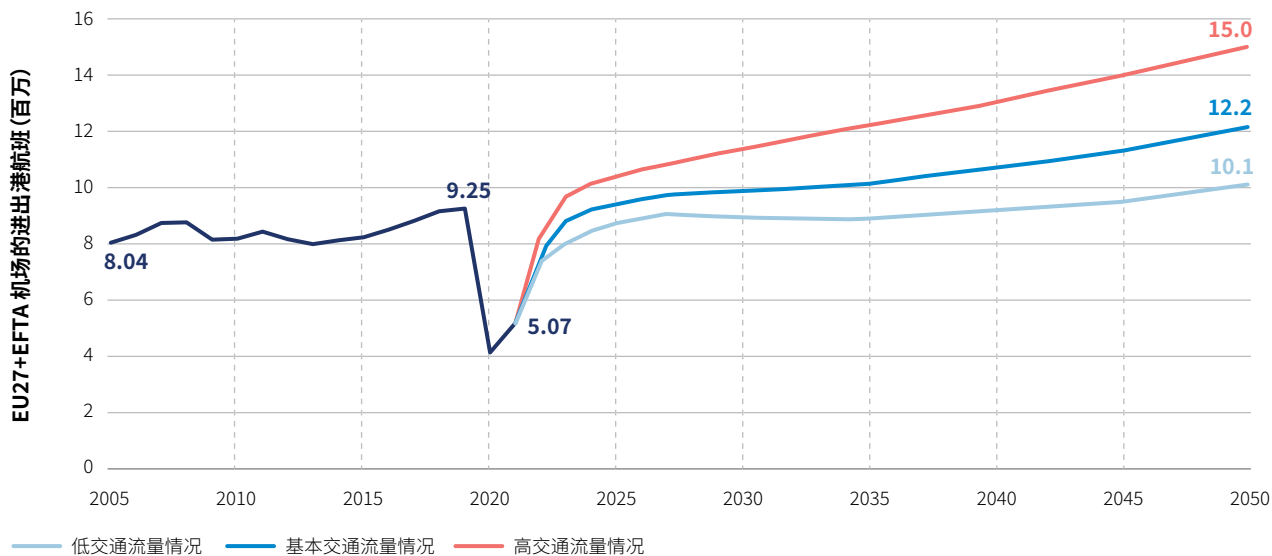
在航空业为欧洲带来经济效益、提高欧洲内部的连通性、刺激创新的同时，越来越多的欧洲公民开始意识到航空活动通过气候变化、噪音和空气质量对其生活质量的影响，其中的许多人已做好对这些问题采取行动的准备。气候变化方面尤其如此——欧洲人认为气候变化是世界面临的唯一最严重的问题。伴随挑战而来的还有机遇，企业从而有机会围绕可持续发展这一关键优先事项建立自己的战略和品牌，以减少对环境的影响，吸引更多的市场份额、人才和投资，并使他们的客户也在这决定性的十年中加入到应对气候变化的斗争中来。

为加强现有措施并确定新措施，扩大公共和私人利益相关者的合作也将极其重要，有助于实现《欧洲绿色协议》的目标。本报告旨在发布清晰、准确的信息，为欧洲内部这些讨论与合作提供启发。航空业的长期前景将取决于这一努力的成功。



EAER 仪表盘

交通流量

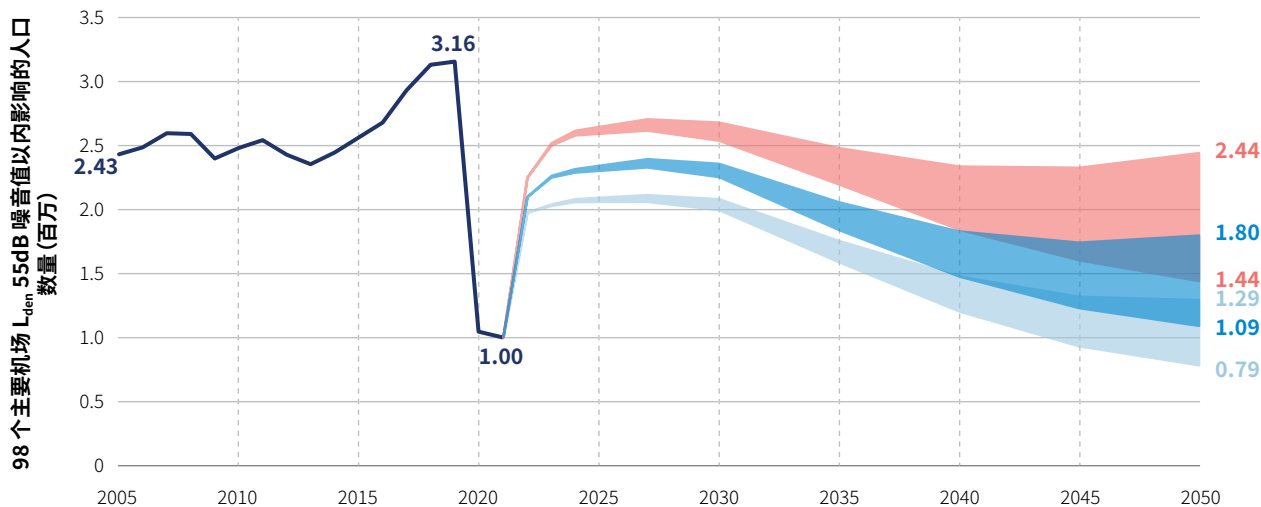


指标	单位	2005	2019	2020	2021
航班数量 ¹	百万	8.04	9.25	4.12	5.07
乘客公里数 ²	十亿	781	1484	389	509
大多数周的直飞城市数量		5389	8161	不适用	6188

1 EU27+EFTA 的所有进出港航班。

2 EU27+EFTA 的所有出港航班。

噪音



● 低交通流量情况 ● 基本交通流量情况 ● 高交通流量情况

假设:

- 每个机场的基础设施不变(无新增跑道)
- 机场周围人口分布不变
- 不考虑当地的起飞和降落时的降噪程序

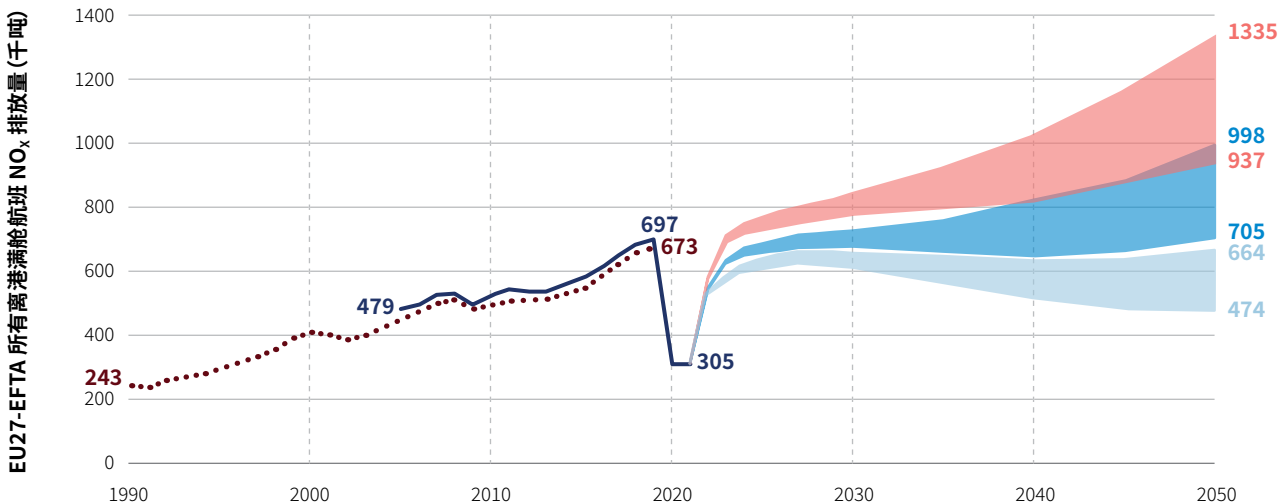
对于每种交通流量情况, 该范围的上限反映了机队更新的“冻结”技术情况, 而下限反映了“先进”技术情况。

指标	单位	2005	2019	2020	2021
L _{den} 55dB 噪音值以内影响的人口数量 ³	百万	2.43	3.16	1.05	1.00
每次飞行的平均噪音能量 ⁴	10 ⁹ 焦耳	1.22	1.30	1.21	1.15

3 98 个欧洲主要机场。

4 所有 EU27+EFTA 机场。

排放



●●●● 欧洲经济区 (EEA) /《远距离越境空气污染 (LRTAP) 公约》

— IMPACT, 2005-2021 年

● IMPACT, 低交通流量情况

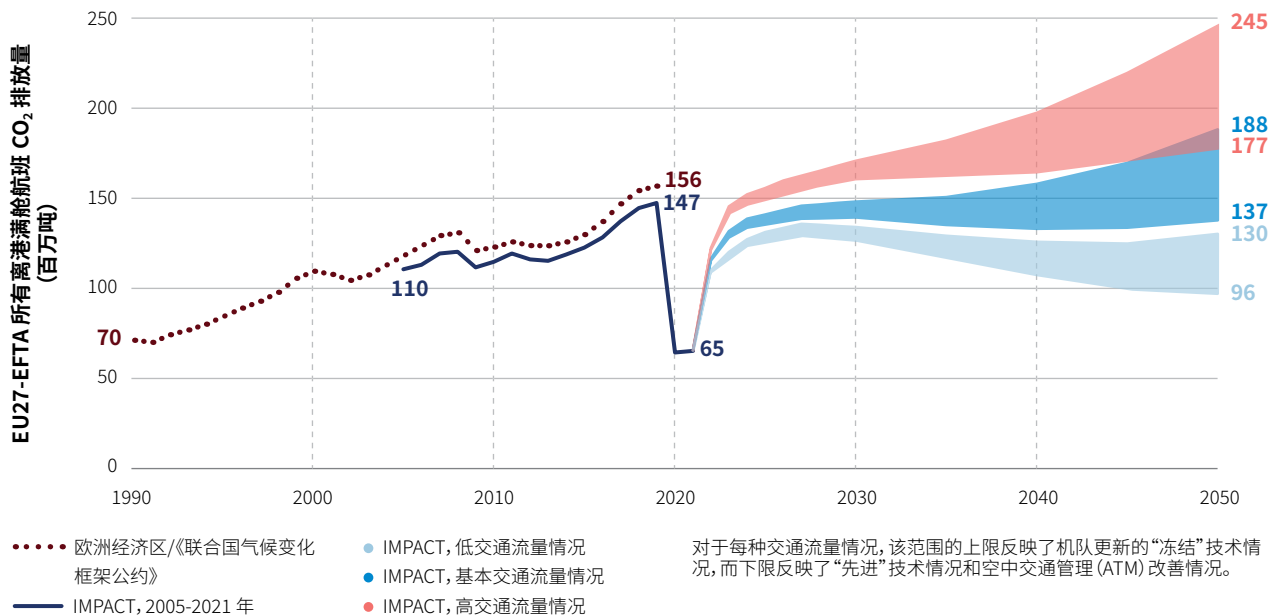
● IMPACT, 基本交通流量情况

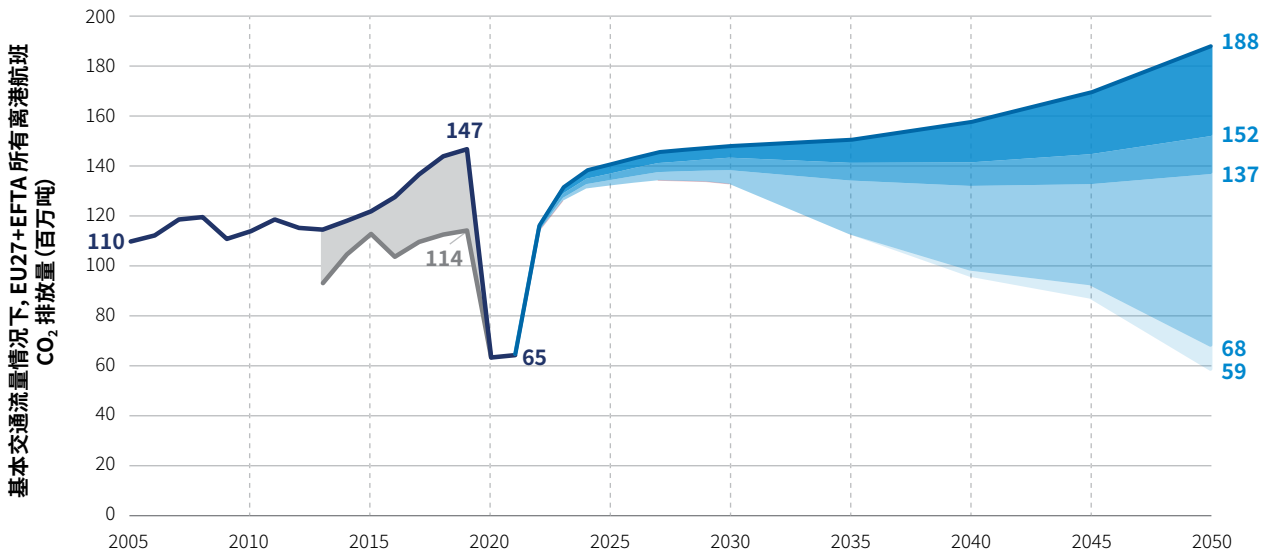
● IMPACT, 高交通流量情况

对于每种交通流量情况, 该范围的上限反映了机队更新的“冻结”技术情况, 而下限反映了“先进”技术情况和空中交通管理 (ATM) 改善情况。

指标 ⁵	单位	2005	2019	2020	2021
满舱航班 CO ₂ 排放量	百万吨	110	147	64	65
EU ETS 减排时的满舱 CO ₂ 净排放量	百万吨	110	114	64	65
满舱航班 NO _x 排放量	千吨	479	697	306	305
平均燃油消耗量	升燃油/100 乘客公里	4.8	3.5	4.8	不适用

5 EU27+EFTA 的所有出港航班





- IMPACT, 2005-2021 年
- IMPACT, 2013-2021 年, 包括 EU ETS 的影响
- 使用“冻结”技术的机队更新

- 传统的飞机技术
- 空中交通管理
- 可持续的航空燃油
- 电动和氢能飞机

新的(即生命周期) CO₂ 减排量包括 2013-2020 年期间欧盟排放交易体系(ETS)的影响,以及在 2050 年之前的基本交通流量情况下的行业内措施(技术、ATM、可持续的航空燃油(SAF)、电动/氢气)的影响。由于欧洲和国际民用航空组织(ICAO)正在就 ETS 和国际航空碳抵消和减排计划(CORSIA)进行讨论,因此没有对基于市场的措施的减排量做出预测。

行业概述



- 2005 年至 2019 年间, EU27+EFTA 机场的航班数量增加了 15%, 达到 930 万, 而乘客公里数几乎翻了一番(+90%)。然而, 由于新冠疫情的影响, 2021 年航班数量降至 510 万。
- 2019 年期间, 在 98 个欧洲主要机场, 暴露在飞机噪音水平 L_{den} 55dB 以内的人口数量达 320 万, 每日暴露在超过 70dB 的 50 起以上飞机噪音事件中的人口数量达 130。比 2005 年分别增加了 30% 和 71%。
- 2019 年, L_{den} 55dB 人口暴露的前 10 个机场占 98 个欧洲主要机场人口暴露总量的一半。
- 2019 年, EU27+EFTA 机场的所有离港航班的 CO_2 排放量达到 1.47 亿吨, 比 2005 年增加了 34%。
- 长途航班(4000 公里以上) 约占 2019 年期间离港航班的 6%, 占有 CO_2 和氮氧化物排放量的一半。
- 单通道喷气机的航班数量和产生的噪音较多, 而双通道喷气机的燃油消耗和排放较多。
- 每乘客公里的 CO_2 平均排放克数以每年 2.3% 的平均速度下降, 在 2019 年达到 89 克, 相当于每 100 乘客公里耗费 3.5 升燃油。
- 2020 年, 由于新冠疫情的影响, 排放量减少了 50% 以上, 暴露于噪音的人口下降了约 65%, 而每乘客公里的平均 CO_2 排放克数则回升到 2005 年的水平。
- 根据 L_{den} 和 L_{night} 指标, 未来 20 年内, 机队更新可能会导致欧洲机场的总噪音暴露减少。
- 据预测, 到 2050 年, 与一如往常的“技术冻结”情况相比, 行业内措施可以减少 69% 的 CO_2 排放, 达到 5,900 万吨(19% 来自技术/设计, 8% 来自空中交通管理和运营, 37% 来自 SAF, 5% 来自电动/氢能飞机)。

航空环境影响



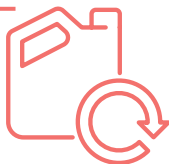
- 为了减轻飞机噪音对欧盟公民健康的不利影响,世界卫生组织欧洲分会建议将飞机噪音水平降低至 45dB Lden和 40dB L_{night} 以下。
 - 欧盟内部航空业的空气污染物排放量有所增加。有效的行动需要更好地表述航空业(与其他排放源相比)的具体贡献,特别是在颗粒物方面。
 - 新冠疫情前,航空业 CO₂ 排放的增长正在加速,1940 至 2019 年期间,近一半的全球CO₂排放发生在 2000 年之后。
 - 2018年,非 CO₂ 排放的有效辐射强迫估计占航空净升温效应的一半以上(66%),尽管非 CO₂ 效应的不确定性水平是 CO₂ 的 8 倍。
 - 关于飞机发动机的非 CO₂ 排放(包括 NO_x 和 nvPM)的环境认证标准已经存在,并且正在考虑制定进一步的缓解政策。
- 当具体的减排措施需要在 CO₂ 排放和非 CO₂ 排放之间做出权衡时,一个强有力的评估方法对于确保全面减少气候影响至关重要。此外,应支持同时减少两者的“双赢”政策选择(如合适的可持续航空燃油)。
 - 2022 年,政府间气候变化专门委员会(IPCC)发布的第六次评估报告(AR6)指出,需要立即、快速、大规模地减少温室气体排放,以将升温限制在1.5°C,而航空业仍处于适应气候危害增加的早期阶段。

技术和设计



- 在过去的 10 年中, 新飞机设计 (如空客 A320neo、A350 和波音 737MAX、787) 的累计幅度比最新的第 14 章噪声标准低 5 到 15 EPNdB。
 - 虽然最近传统飞机的认证活动有所减少, 但新细分市场 (如无人机、城市空中交通) 的认证活动有所增加。
 - 鉴于无人机和城市空中交通飞机的具体特点, 欧洲航空安全局 (EASA) 正在为无人机和城市空中交通飞机制定专门的噪声认证标准。
 - 在产的发动机类型是在新的非挥发性颗粒物 (nvPM) 标准之前设计的, 制造商正在评估如何在新的发动机设计中减少 nvPM 排放。
- 发动机 NO_x/nvPM 标准及飞机噪声/ CO_2 标准决定了产品的设计空间, 以同时解决噪声、空气质量和气候变化问题。
 - 2020 年, Pipistrel Velis Electro 成为第一架获得 EASA 认证的全电动通用航空飞机, 现在正用于飞行员教学。
 - 2021 年, 空客 A330-900neo 成为第一架获新的飞机 CO_2 排放标准认证的飞机, 尽管认证的飞机 CO_2 数据仍然有限。

可持续的航空燃油



- 目前 SAF 的供应量仍然低迷,不到欧盟航空燃油总用量的 0.05%。
 - 欧盟委员会已提议对供应给欧盟机场的燃油进行 SAF 混合授权(SAF 的最低份额从 2025 年的 2% 逐渐增加到 2050 年的 63%),并对动力转液体 SAF 进行次级授权。
 - 为获得授权,到 2030 年,将需要大约 230 万吨 SAF,到 2040 年,将需要 1480 万吨 SAF,到 2050 年将需要 2860 万吨 SAF。
 - 滴入式 SAF 可在现有的全球机队和燃油供应基础设施中使用,因此将在航空业去碳化中发挥关键作用。
- 目前,已获认证的 SAF 与化石喷气燃油的最大混合比例为 50%,这取决于所考虑的途径。为使到 2030 年最大混合比例达到 100%,行业和燃油标准委员会正在开展研究。
 - SAF 由可持续性认证计划根据欧盟层面的可再生能源指令和全球层面的 CORSIA 框架规定的标准进行认证。
 - 尽管当前 SAF 比化石喷气燃油更昂贵,但若未来生产实现规模经济效应,则预计可以节省成本。SAF 的价格会随着生产途径、相关生产成本和能源市场的波动而变化。

空中交通管理和运营



- 《欧盟绿色协议》要求采取更加宏大、全面和整体的方法,让所有利益相关者参与进来,以加快部署在短期内实现绿色运营的解决方案。
 - 2019年,在网络管理员区域内,平均每个航班的超额消耗估计在 8.6% (XFB10)⁶ 至 11.2% (XFB5) 之间,超额油耗随着飞行距离的增加而减少。
 - 由 SESAR 3 管理的欧洲空中交通管理 (ATM) 总体规划为 ATM 利益相关者制定了一个共同的愿景和路线图,以实现欧洲 ATM 系统的现代化协调发展,包括通过加强合作实现到 2035 年将每个航班的平均 CO₂ 排放量减少 5-10% (0.8-1.6吨) 的理想目标。
 - 在整个 RP2 期间 (2015-2019 年),欧洲单一天空 (SES) 联盟范围内的环境目标未能实现,且后半部分时间内业绩有所恶化。2020 年,业绩确实有所改善,但一些成员国仍未能实现其环境目标,而疫情导致交通流量急剧下降。
- 考虑到基于实际 CO₂ 排放的环境指标,反映飞行路线和环境影响之间关系的关键绩效指标 (KPI) 不充分,需要重新评估。
 - 随着交通流量恢复到疫情前水平,2020 年观察到的绩效改善应通过“绿色”恢复原则来维持,如合理的动态使用空域限制,以及飞机运营商使用的优化飞行计划。
 - 据估计,2018 年,21% 的欧洲民航会议 (ECAC) 航班进行了油箱运输,这意味着航空公司每年可净节省 2.65 亿欧元,但燃烧了不必要的 286,000 吨额外燃油 (相当于 ECAC 喷气燃油使用量的 0.54%)。

6 第10个百分点 (XFB10) 的参考值实际上意味着,对于每个直飞城市/飞机类型组合,90% 的航班燃烧的燃油比参考值多,10% 的航班燃烧的燃油相当或更少。

机场



- 2020 年, EASA 推出了环境门户网站以促进飞机噪声证书信息共享, 同时还推出了 ANP 数据库以共享飞机噪声和性能数据。
- 2020 年期间, 符合最新第 14 章噪声标准的飞机在欧洲运营中的比例达到大约 50%。
- 批准并实施基于绩效的导航过渡计划方面的重大延误, 反过来又推迟了环境效益的实现。
- 随着航空业不断发展以应对环境挑战, 以及新细分市场的产生, 机场基础设施也需要相应的调整。
- 《欧盟绿色协议》的“零污染行动计划”的目的是, 到 2030 年, 将长期受交通噪声干扰的人口比例减少 30%, 并改善空气质量, 将空气污染造成的过早死亡人数减少 55% (与 2017 年相比)。
- 2020 年, 机场碳排放认可计划增加了第 4 级 (转型) 和 第 4+ 级 (过渡), 以支持机场实现 CO₂ 净零排放, 并使其与《巴黎协定》的目标保持一致。

市场化措施



- 2013-2020 年期间, 欧盟排放交易体系通过为其他部门的减排提供资金, 使航空业的 CO₂ 净排放量共减少 1.59 亿吨 (约相当于荷兰 2018 年的年排放量)。
- ICAO 的国际航空碳抵消和减排计划 (CORSIA) 规定, 从 2019 年开始对 CO₂ 排放进行监测、报告和核查。88 个国家自愿从 2021 年起参与 CORSIA 抵消试点阶段, 包括所有欧盟和欧洲自由贸易联盟 (EFTA) 国家。这一数字在 2022 年增加到 107, 代表了 ICAO 的大多数成员国。
- 抵消的环境完整性取决于这些国家能否证明, 如果缺乏为抵消提供资金的市场机制, 就不会出现减排量。
- 2021 年举行的第 26 次缔约方会议 (COP26) 同意将《巴黎协定》中的核算规则用于碳市场单位的国际转让, 包括避免重复计算 CORSIA 的减排量和《气候变化框架公约》下各国的国家自主贡献。
- 为应对航空业面临的全球环境和可持续性挑战, 国际合作是能力建设的关键。欧盟资助的行动加强了各伙伴国在实施 CORSIA 和其他环境保护领域的关系。
- 欧洲正在讨论与航空业有关的碳定价举措相关的其他措施。





安全是航空业文化的核心要素, 这一承诺在各个层面均得到了体现。关于航空安全的一系列信念、价值观和规则(无论是公开的还是默认的)得到了所有利益相关者的认同, 并被视为成功高效企业的基本前提条件。欧洲绿色协议提出了将上述原则应用于环境保护战略问题的要求, 以确保行业的长期生存能力。

帕特里克·基 (Patrick Ky)
执行主任
欧盟航空安全局 (EASA)

建议



以下 EASA 与欧洲环境署 (EEA) 的建议基于《2022 年欧洲航空环境报告》(EAER) 中的信息与分析。旨在提高民用航空领域环保水平, 并协助欧盟确保航空部门通过有效合作、承诺及核查, 为《欧洲绿色协议》⁷ 目标的实现作出贡献。



支持欧洲环境目标的实现



- 在行业内 (如技术、运营、燃料) 和行业外 (如基于市场) 的缓解措施方面, 为欧洲航空设定长期噪音和减排途径及期望目标。
 - 支持《欧洲绿色协议》的目标的实现:
 - 与 1990 年的水平相比, 到 2030 年, 经济层面的温室气体净排放至少减少 55%, 到 2050 年实现气候中和目标。
 - 到 2050 年, 运输相关温室气体排放比 1990 年水平减少 90%。
 - 到 2030 年, 长期受交通噪声干扰的人口比例与 2017 年相比减少 30%。

- 改善空气质量, 到 2030 年, 因空气污染而过早死亡的人数比 2005 年减少 55%, 解决飞机和机场 (包括机场附近) 运营产生的污染物排放问题。
 - 加强航空业向可持续和气候中和经济过渡规划必要投资的承诺。

- 加强支撑 EAER 的信息管理, 确保欧盟建立健全的欧洲航空业环境绩效监测系统, 以支持欧盟立法和政策目标的实施, 并帮助验证这些目标的实现情况。
 - 加强数据集和分析能力, 对历史目标实现情况和预测进展进行客观、全面、透明和准确的监督。

7 《欧洲绿色协议》主要包括《欧洲气候法》、《可持续与智能交通战略》以及《零污染行动计划》。

将有效的环境措施纳入欧洲空中交通管理系统



- 加强网络管理者、空中导航服务提供商 (ANSP)、机场和其他服务供应商⁸对欧洲单一天空 (SES) 的实施,以期赋能并激励空域用户实现“绿色”飞行。
 - 推广跨境解决方案以最小化网络限制。
- 进一步探索能够帮助空域用户提高效率并改善环境绩效的经济激励措施,如共同单位费率和空中导航服务费的调节。
- 制定环境指标,以更好地反映受 SES 性能计划约束的 ANSP 以及其他相关利益相关者的环境绩效。

扩大可持续航空燃油的供应和使用规模



- 探讨建立一个长期连贯支持结构的可行性,以确保在欧洲成功引入具有高减排潜力的新 SAF 生产途径。

- 建立一个欧盟信息交流中心,以支持 SAF 生产商通过燃油审批程序,并研究欧盟燃燃油标准,以确保支持环保目标的健全认证程序。
 - 基于不同原料组合,推动高达 100% 的 SAF 混合物的批准程序。不同类型的 SAF 可在中期支持不同的航空细分市场。
- 考虑使用欧盟排放交易体系 (ETS) 创新资金支持高风险的 SAF 生产投资,以及其他鼓励使用 SAF 的机制。

促进研究并确定解决方案,以应对环境和气候影响并建立气候变化复原力



- 响应政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 第六次评估报告。该报告指出航空业是一个关键的脆弱经济部门,仅处于适应气候变化的早期阶段。
 - 协调并加强对气候影响和极端天气事件给航空业带来的危害和风险的认知。
 - 将气候适应和复原力的考虑因素纳入产品设计和关键基础设施的规划过程、未来投资以及标准。

8 如数据服务提供者 (PDS)、欧洲卫星服务提供商 (ESSP)、欧洲航空情报服务数据库 (EAD)。

- 协调并开展对航空业整体气候影响 (包括非二氧化碳排放和飞机云的形成) 的进一步研究, 以减少科学上的不确定性并指导具有成本效益的行动。
 - 寻找并应用既能减少二氧化碳排放又能减少非二氧化碳排放的“双赢”解决方案, 并在必要时, 采用健全的评估方法评估减排措施的得失, 以确保全面减少航空业对气候和空气质量的影响 (例如, 改变燃油规格, 如降低芳烃和/或硫含量, “绿色”飞行轨迹以及使用可持续航空燃油)。
- 与主要合作伙伴合作, 加快技术和 ATM 解决方案的开发和部署, 以改善欧洲和全球航空队伍的环境绩效。

通过监管标准方面的持续国际合作激励科技创新



- 评估新的细分市场 (如无人机、城市空中交通、超音速) 对环境的影响, 并制定认证标准, 以确保高度统一的环保水平, 并加快将认证标准纳入航空系统。
- 基于最新数据, 为技术上可行、经济上合理及对环境有益的现有国际民航组织环境认证标准制定更严格的监管限制。

促进绿色机场运营和基础设施建设



- 根据关于空域使用要求和操作程序的欧盟委员会实施条例 2018/1048 的适用日期, 及时更新基于性能的导航 (PBN) 过渡计划并全面实施。
 - 在制定过渡计划时, 评估并优化实施 PBN 的环境效益 (噪音和排放)。
- 激励并促进必要的绿色机场基础设施和运营的建设与实施 (例如, SAF/氢气/电气化供应标准)。
- 推广机场噪音行动计划, 向世界卫生组织推荐的欧洲地区飞机噪音水平靠近, 以减轻飞机噪音对公民健康的不利影响。

促进投资 and 市场化措施, 以提高航空业的可持续性



- 确保用于抵消或减少航空业排放的自愿合规的碳信用额度的环境可信度。
- 继续逐步将航空环境和气候影响的成本纳入市场价格。
- 鼓励利用欧盟分类系统激励航空业的可持续投资。

ISBN: 978-92-9210-243-2 (BOOK) | 978-92-9210-260-9 (PDF)

Doi: 10.2822/310277 (BOOK) | 10.2822/276066 (PDF)

目录编号: TO-05-22-042-ZH-C (BOOK) | TO-05-22-042-ZH-N (PDF)

Photo credits: Sylvain Ramadier, istock.com

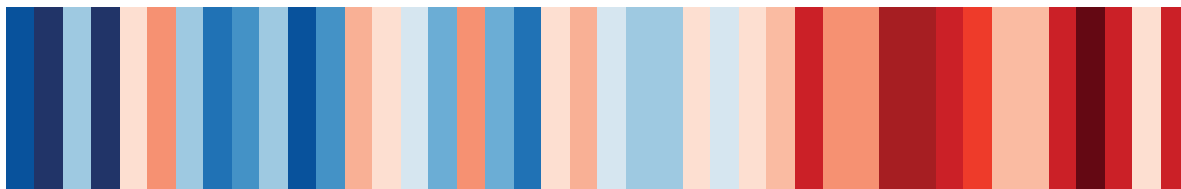
Copyright © [EASA]. All rights reserved. ISO 9001 certified. Proprietary document. All logo, copyrights, trademarks and registered trademarks that may be contained within are the property of their respective owners.

封面页

航空变暖条纹由牛津大学、曼彻斯特城市大学和 自然环境研究委员会 (NERC) 国家地球观测中心 (NCEO) 合作开发。

航空变暖条纹

研究者根据最近一项量化航空业对全球变暖影响的研究⁹设计了下图的航空“变暖条纹”，旨在通过简单直观且容易记住的视觉方法传达复杂信息，使人们的真切感受到这一影响。变暖条纹通常以全球或国家层面的平均地表温度随时间的变化来体现全球变暖的影响¹⁰。作为对比，下图的航空变暖条纹的颜色代表了 1980 年（左为 1.9%）至 2021 年（右为 3.7%）间某年的航空排放对整体全球变暖（相对于工业化前基线的温度上升）影响的模拟百分比。



9 Klöwer, M., Allen, M. R., Lee, D.S., Proud, S.R., Gallagher, L. 和 Skowron A. (2021) 量化航空对全球变暖的贡献。Environmental Research Letters, 第 16 卷, 第 10 期。

10 雷丁大学 (2018), 变暖条纹。



www.easa.europa.eu/eaer

邮政地址

Postfach 101253
50452 科隆
德国

访问地址

Konrad-Adenauer-Ufer 3
50668 科隆
德国

其他联系方式

电话 +49 221 89990-000
传真 +49 221 89990-999
网站 www.easa.europa.eu



**European
Environment
Agency**

