



航空排放特征、减排措施及其受疫情影响

汇报人：陈龙飞

2020/11/05

北京航空航天大学



→ **航空排放污染物概述**

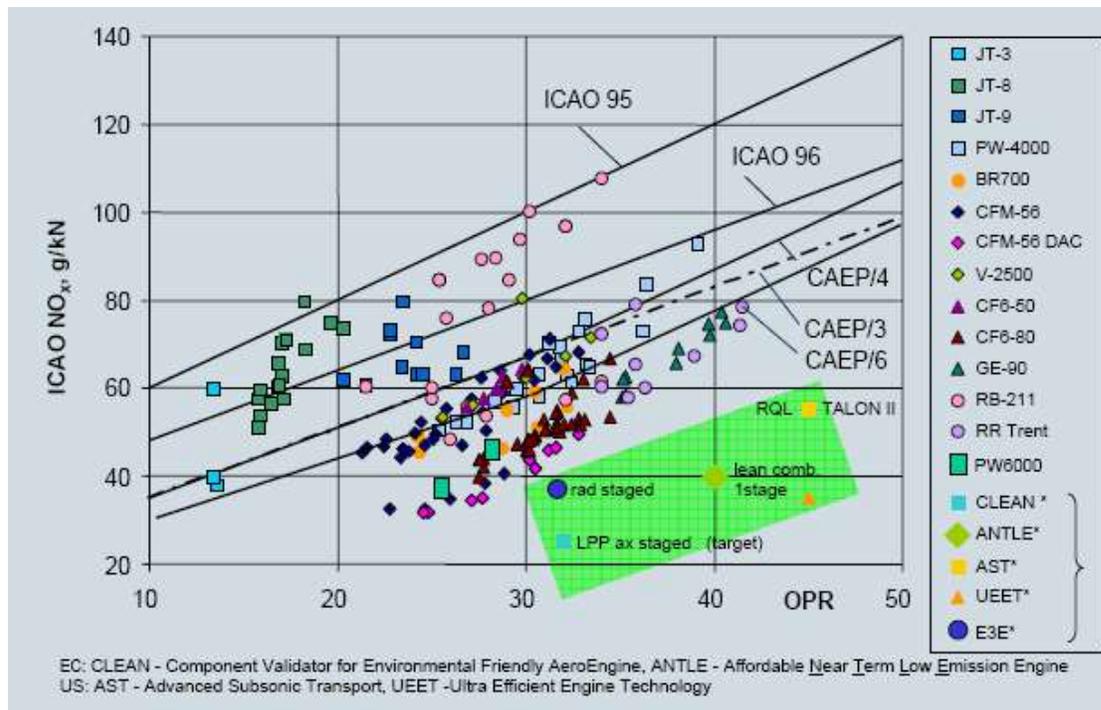
→ **航空排放污染物解决方案**

→ **COVID-19对于航空业的影响**



航空发动机燃烧污染物

- 主要关注民用发动机污染物（干线客机大涵道比涡扇发动机）；
- 国际民航组织（ICAO）规定：**二氧化碳、颗粒物、氮氧化物、一氧化碳、未燃碳氢**为有害污染物。





航空颗粒排放对全球气候变化的影响

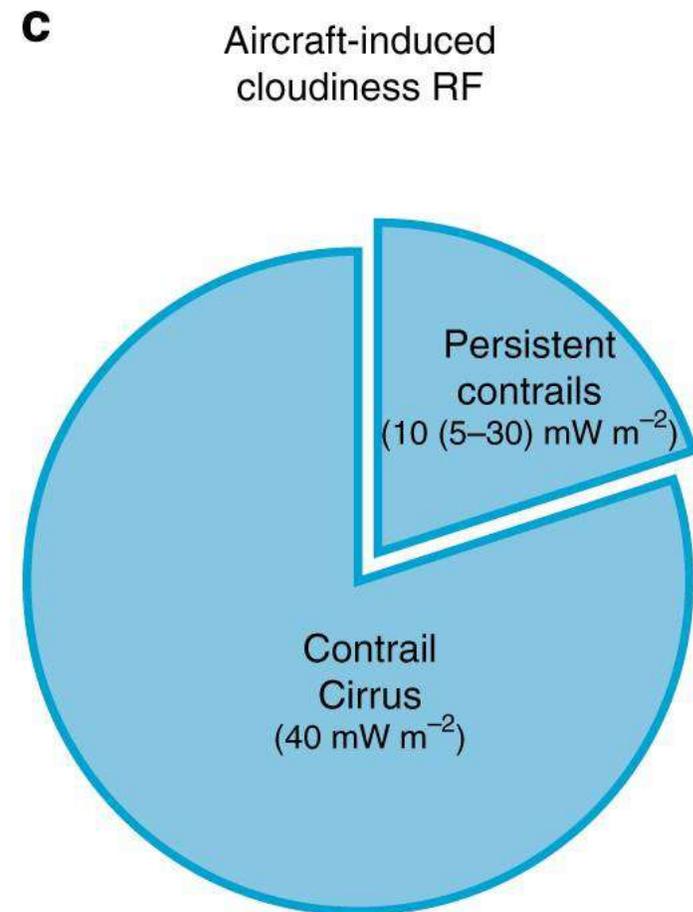
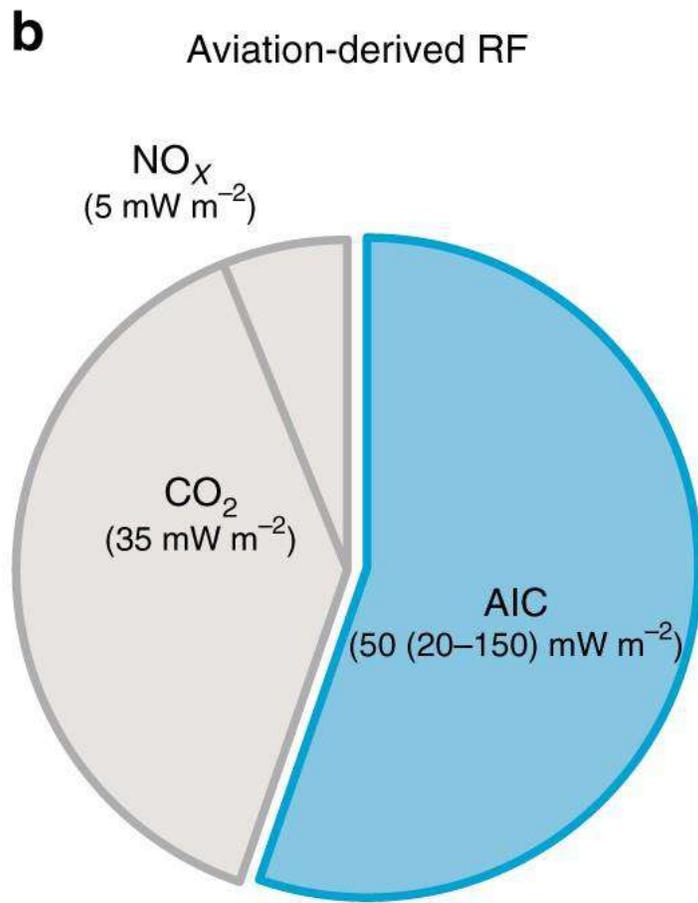
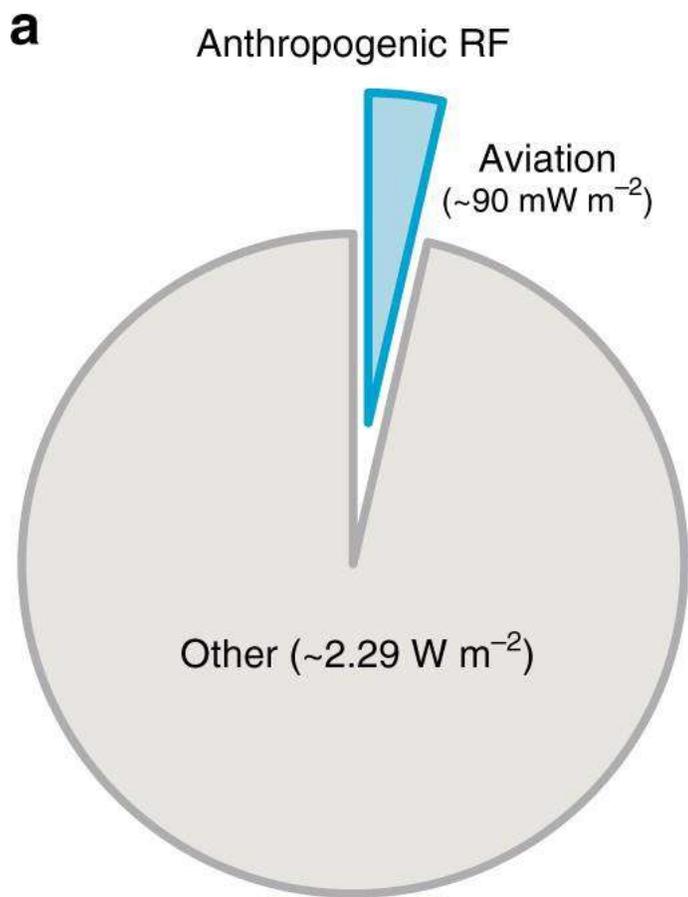
航空颗粒是高空唯一污染源(5Gt/y)，形成冰云和尾迹云，影响太阳辐射、水汽分布，进而影响气候变化。





航空颗粒排放对全球气候变化的影响

航空二氧化碳排放并不是导致辐射强迫 (RF) 的第一因素，而航空颗粒诱发尾迹云和冰云，再航空对RF影响的比重最大。





→ 航空排放污染物概述

→ 航空排放污染物解决方案

→ COVID-19对于航空业的影响



解决方案1：新型高效飞机

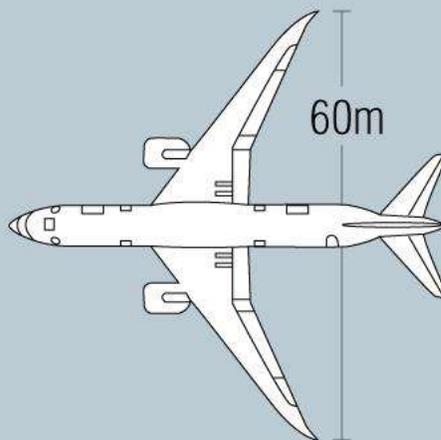
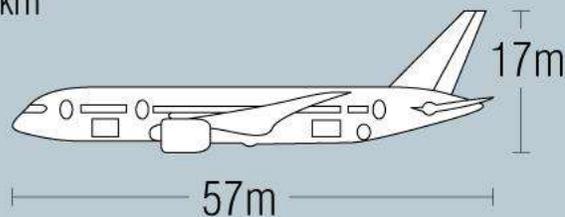
Boeing 787 Dreamliner

Seating: 210 - 250

Internal cabin width: 5.4m

Range: 14,200 - 15,200km

Price: US\$243 million



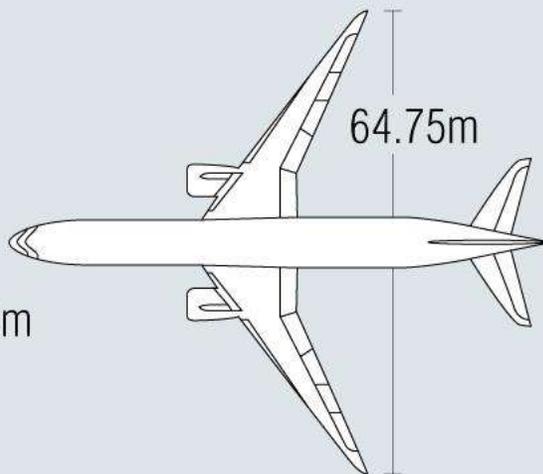
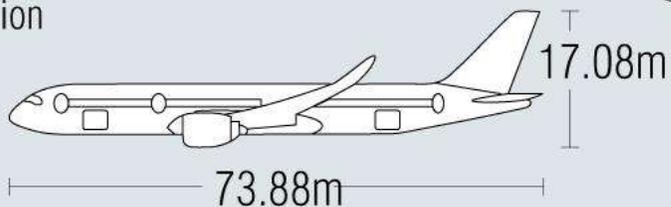
Airbus A350 - 1000

Seating: 350

Internal cabin width: 5.61m

Range: 15,600km

Price: US\$320.6 million

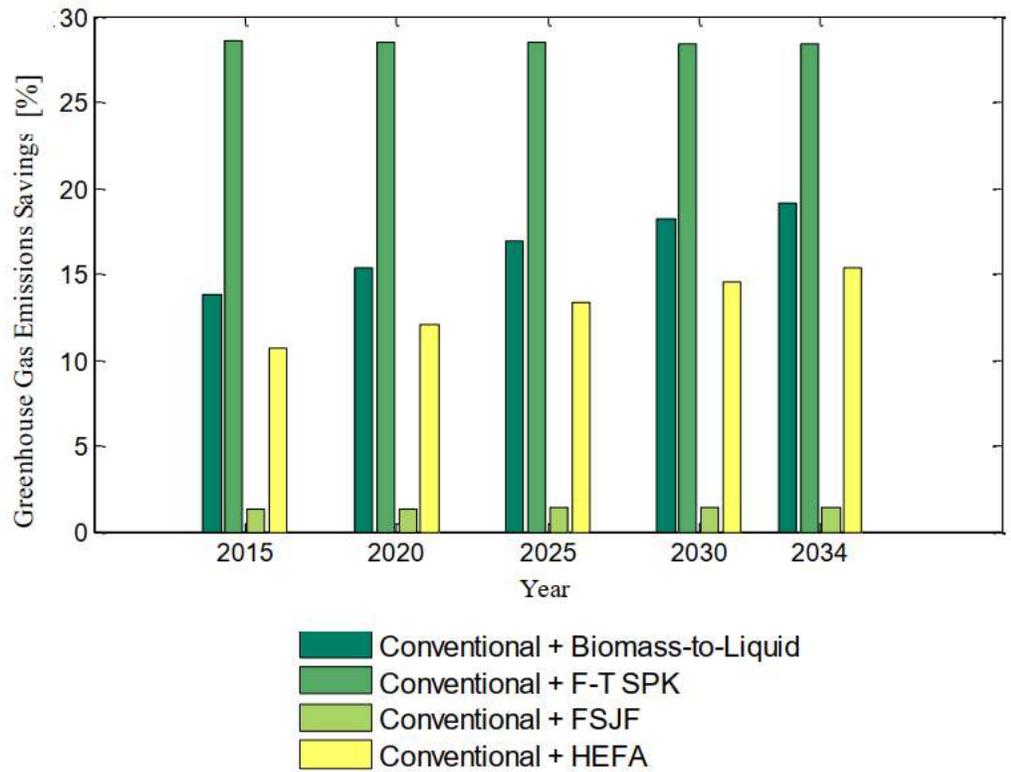
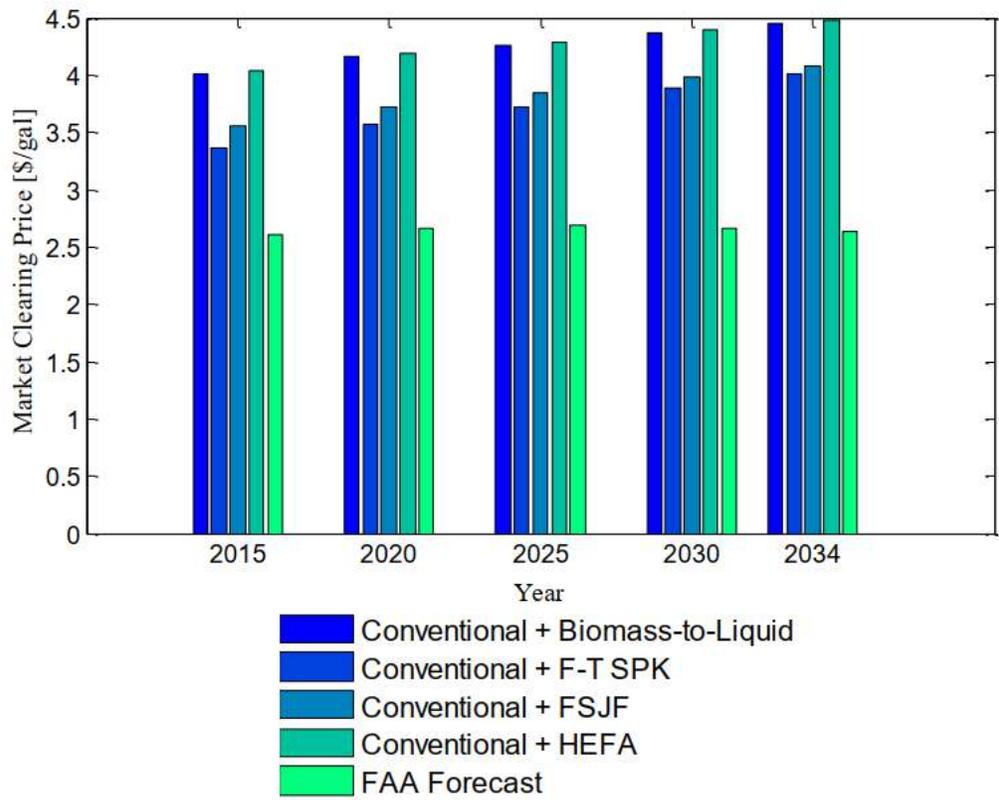


波音787或空客A350等新型飞机，会逐渐替代旧型喷气式飞机。这些新机型使用更轻的材料，具备更高效的发动机，大大降低了排放量。

下一代短途飞机的工作效率预计提高10%-15%。



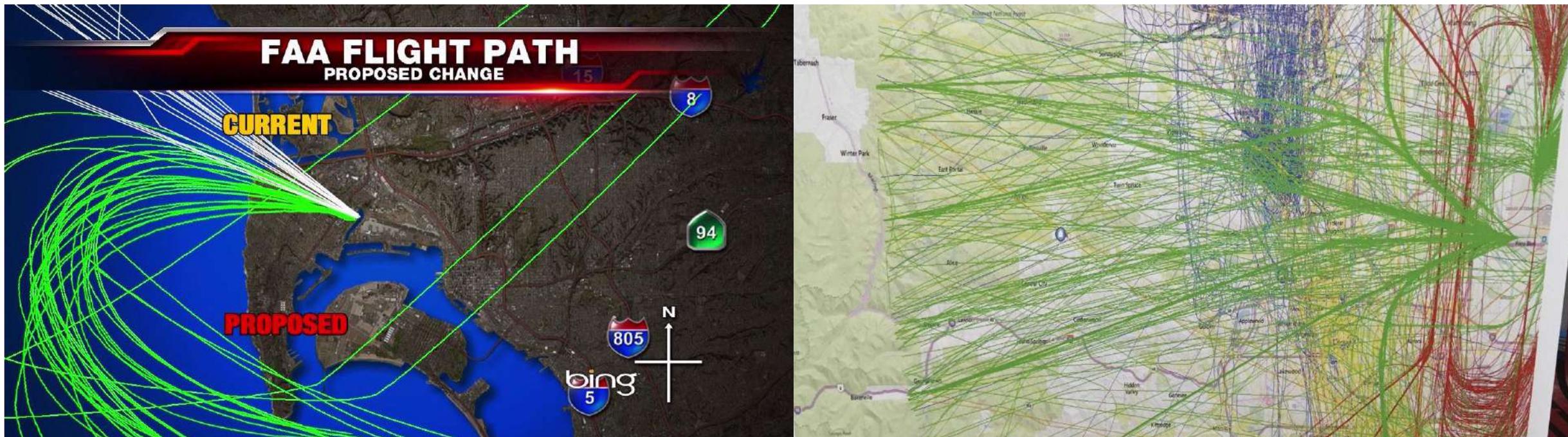
解决方案2：替代飞行器燃料



美国联邦航空局（FAA）与航空企业合作，通过ASTM International验证，批准了五种可再生飞机燃料合成途径(ATJ-SPK,SIP,HEFA-SPK,FT-SPK,FT-SKA)。这些新燃料将有助于航空业实现控制碳排放目标。



解决方案3：合理的航线



通过更好地利用空域和协调飞行路径，飞机整个航程可以更高效率的。美国联邦航空管理局（FAA）和欧洲航空安全局（EASA）等航空监管机构正在重新设计其空域，以创造更好的航线。他们执行了很多有效方案，如消除航线堆积，这将有助于飞机携带更少的燃料。



解决方案4：国际航空碳抵消与减排机制（ CORSIA ）

The Corsia timeline

2016 ICAO agrees to offset emissions growth from 2021 in approach known as "Corsia"

2018 ICAO council adopts "SARPs" (Standards and Recommended Practices), laying out criteria for Corsia offsets

2019 All ICAO members start monitoring and reporting emissions from international flights

2021 Corsia begins voluntary pilot phase

2024 Corsia begins voluntary first phase

2027 Corsia begins mandatory second phase, with exemptions for some small emitters

2032 ICAO reviews if Corsia should be ended, extended or improved after 2035

2035 Second phase ends

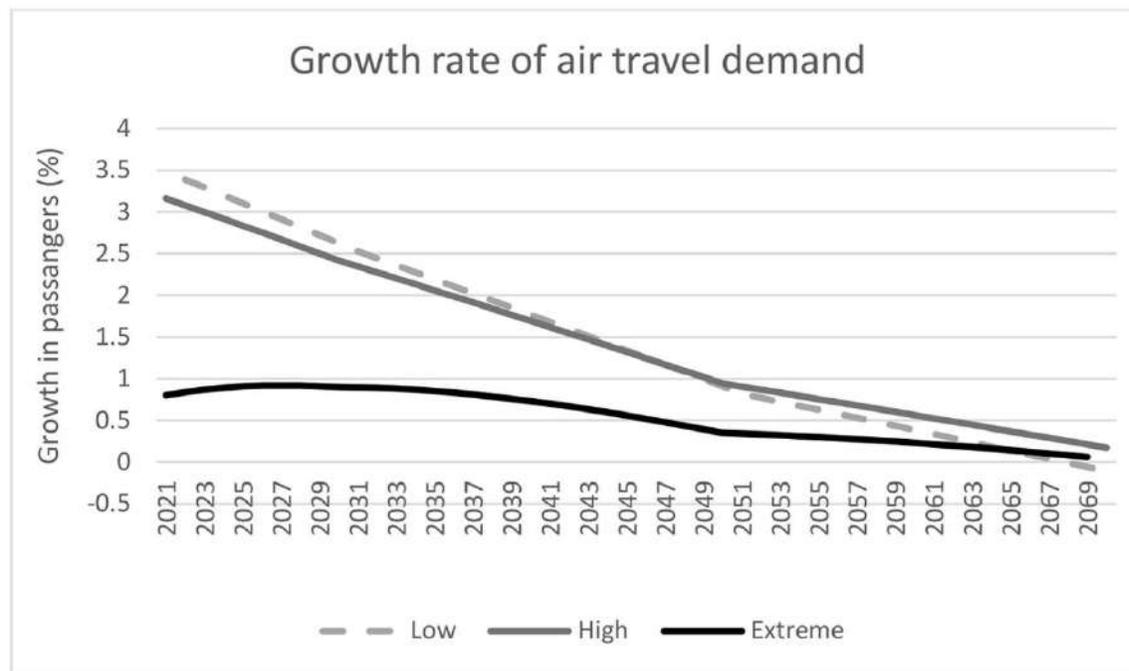
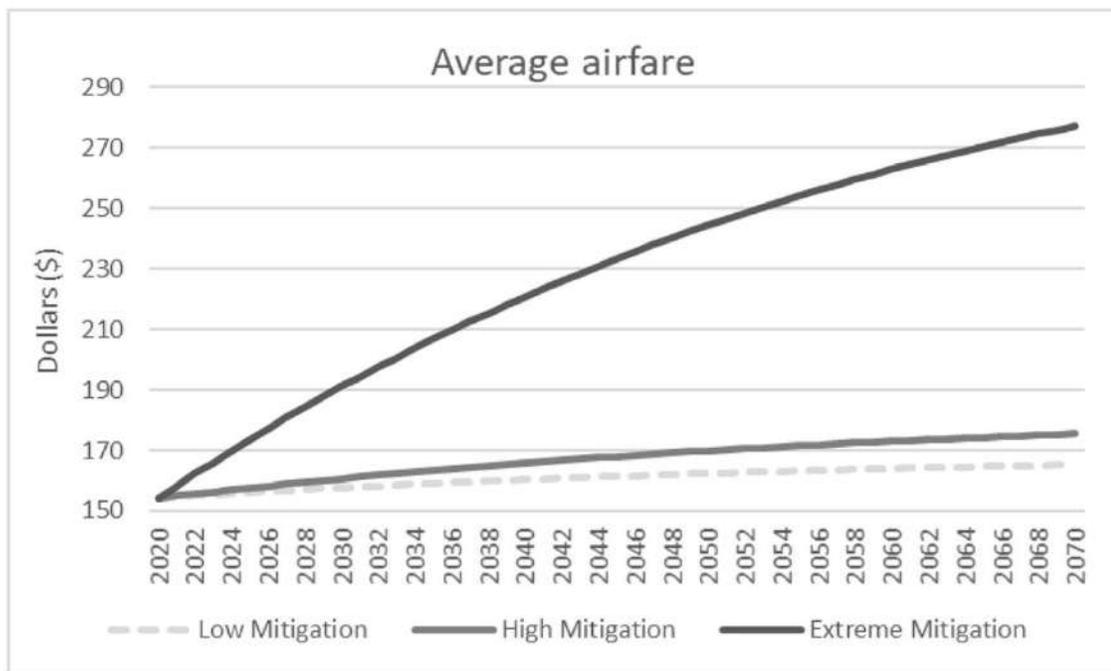
国际民航组织（ ICAO ）制定了国际航空碳抵消和减排计划（ CORSIA ），并于2016年10月通过。目标2050年排放达到2005年一半。

- CORSIA是全球航空业的一种减排方法。这些措施主要包括补偿和“替代”燃料。CORSIA只处理国际航空中超过基线水平的排放量。
- 第一阶段(2021-2026)，自愿参加。第二阶段，国际航空运输收益吨公里比超过0.5%或全球国际航空运输吨公里累计占比进入前90%的国家需要参与。最不发达国家、小岛屿发展中国家和内陆发展中国家自愿参与。



解决方案5：提高费用，降低需求

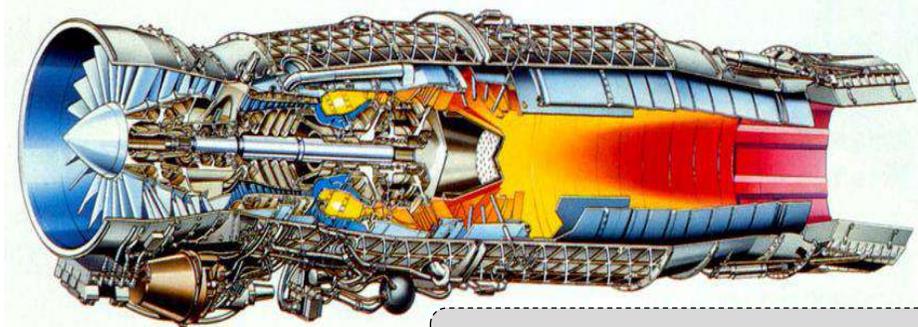
替代飞机燃料比传统的石油基燃料更贵，预计2065年碳价格要上涨10倍。商用航空领域为满足碳抵消政策所增加的投入，会以更高的票价转嫁给消费者，这可能会限制航空出行的需求。





解决方案6：高精度颗粒数目(PN)测量为精确减排提供依据

2021年将实施最新航空颗粒数目PN法规，**关注超细纳米颗粒**



200°C
20°C

采样管

排气下游需多点测量

宽温域

新标准对航发颗粒测量提出更苛刻要求

难点

宽温域
(20-200度)

超细颗粒
(10-500 nm)

在线测量
(响应时间 < 3s)

传统的常温检测技术无法满足要求

需要研制高精度PN测量仪，满足未来航空发动机适航取证

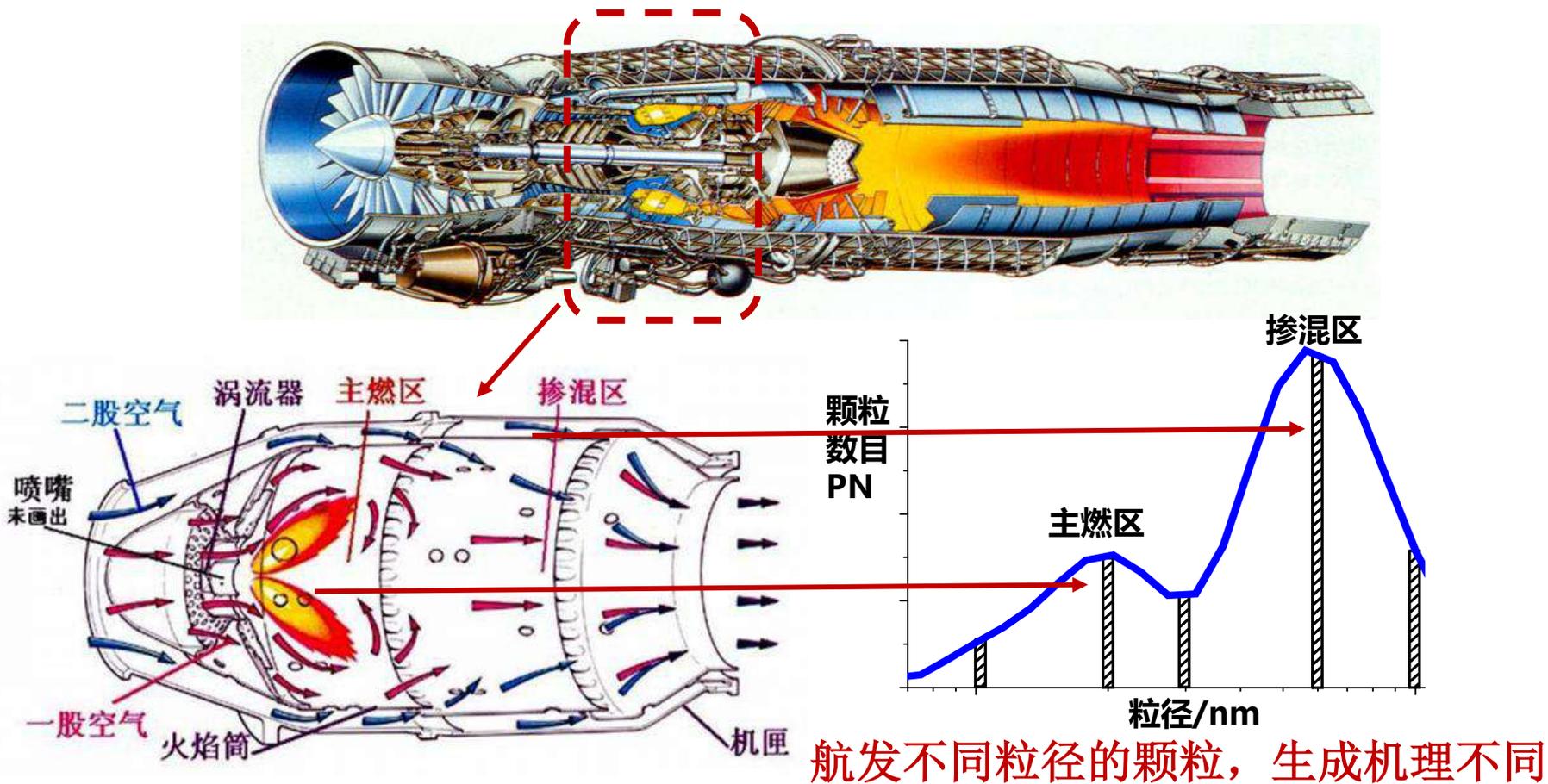
高精度PN测量仪器为航空发动机市场准入提供基石



解决方案6：高精度颗粒数目(PN)测量为精确减排提供依据

测量升级

烟度(SN)→颗粒质量PM→精准粒径下的颗粒数目PN



航发不同粒径的颗粒，生成机理不同

最新法规要求的精准粒径下PN测量，为航发**精准定点减排**提供依据



解决方案6：北航研制的高精度颗粒数目测量仪器WTCPC



	常温CPC (美TSI,德Grimm等)	WTCPC (北航)	航发标准需求 (CAEP11)
采样温度	0-50°C	-10-300°C	20-200°C
颗粒粒径	5-1000 nm	7-1000 nm	10-500 nm
配套设备	需要冷却	无需冷却	N/A
响应时间	5 s	1 s	<3s

WTCPC解决航发PN测量难题 (宽温、超细、在线)

针对高温颗粒凝结难题，**独立设计新工质，突破WTCPC原理和技术瓶颈**，研制出样机，提升我国航发排放测量水平。



→ 航空排放污染物概述

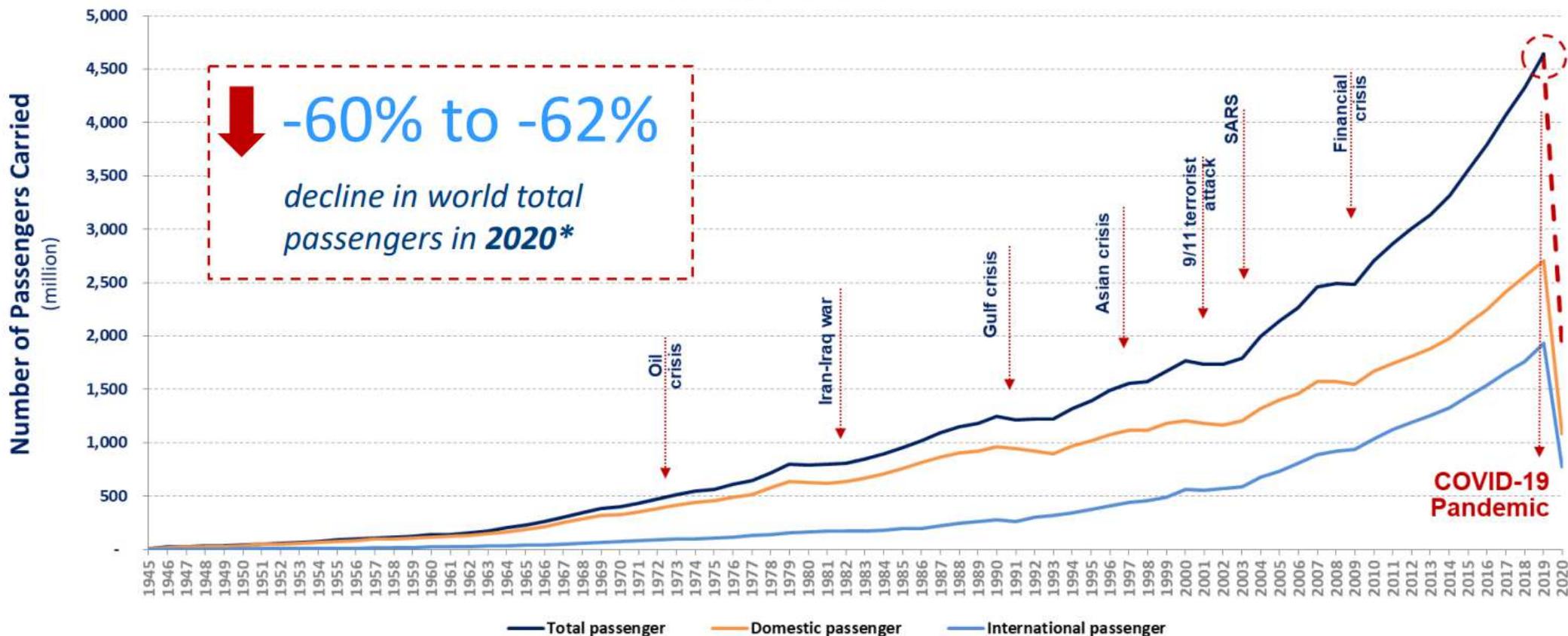
→ 航空排放污染物解决方案

→ **COVID-19对于航空业的影响**



COVID-19对航空运输量的影响（最新ICAO报告）

World passenger traffic evolution 1945 – 2020*



数据来源 ICAO Air Transport Reporting Form A and A-S plus ICAO estimates.



COVID-19对于航空业的经济影响（ICAO最新预测报告）

COVID-19: Unprecedented Decline In Air Traffic

Number of flights tracked daily worldwide
(01 Feb-30 Mar, 2020)



Source: Flightradar24



statista

2020年全年（1-12月）

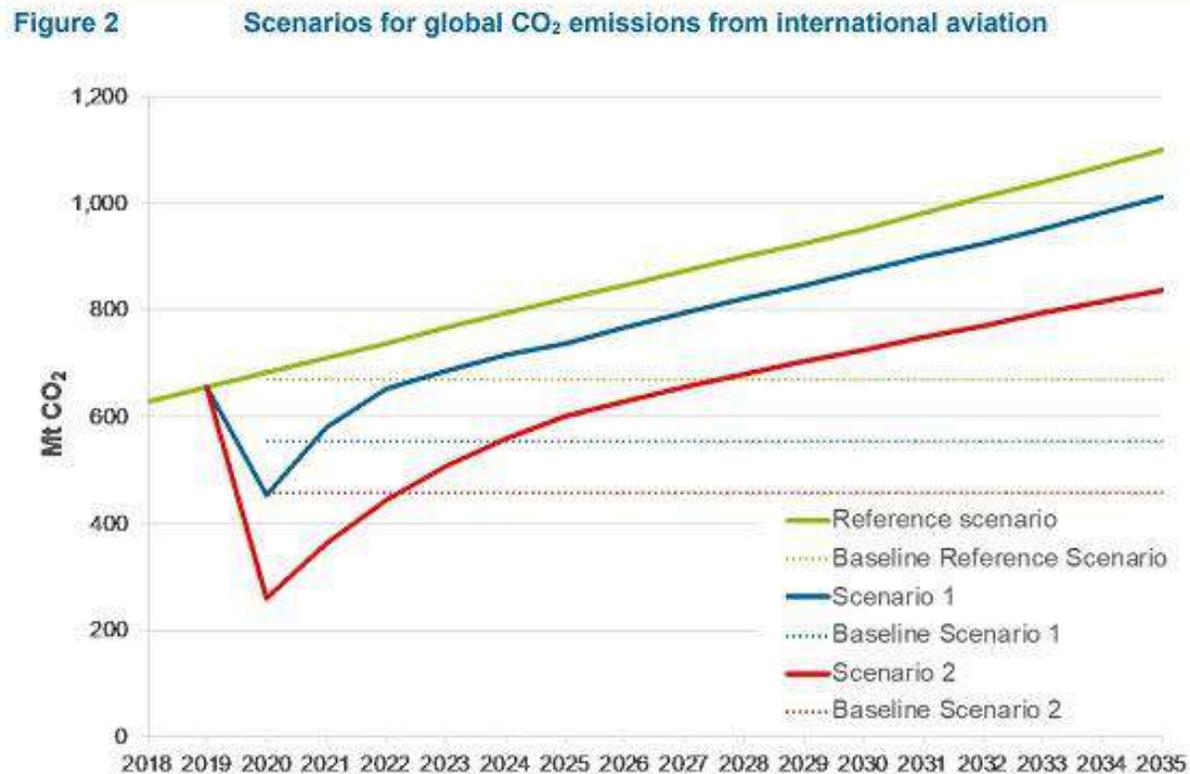
→ 航空公司上座率整体下降51%至52%。旅客总量减少29.18亿人次至29.78亿人次。航空公司旅客营业总收入的潜在损失约为3920-3990亿美元。

2021年第1季度（1月至3月）

→ 航空公司提供的座位整体减少37%至47%。整体减少5.35亿人次至6.79亿人次。航空公司旅客营业总收入的潜在损失约为760亿至960亿美元。



基于COVID-19影响，对于CORSAIA的调整



Note: The figure shows total emissions from international aviation, not considering the coverage of CORSIA.
Source: CAEP (2019); Source: Own calculations

2020年6月30日，鉴于COVID-2019，国际民航组织理事会商定，为首次对所有行业施行的全球基于市场的措施 — 国际航空碳抵消和减排计划（CORSIA） — 提供明确的保障措施。

→ 根据A40-19号决议第16条所载的保障措施，为避免对航空业造成不适当的经济负担，理事会确定将把2019年的排放值当作2020年的排放量（而非使用2019和2020平均值），以便2021年至2023年的试验阶段实施国际航空碳抵消和减排计划。



航空业的复苏前景

	全球市场份额占比	收入客公里	2020年6月（同比变化率）		
			可用座公里	载客率同比变化率	载客率
整体市场	100.0%	-86.5%	-80.1%	-26.8%	57.6%
非洲	2.1%	-96.5%	-84.5%	-54.9%	16.2%
亚太	34.6%	-76.4%	-69.6%	-18.5%	63.8%
欧洲	26.8%	-93.7%	-90.0%	-31.9%	55.5%
拉美	5.1%	-91.2%	-89.0%	-16.7%	66.6%
中东	9.1%	-95.5%	-90.4%	-40.7%	35.7%
北美	22.3%	-86.3%	-76.9%	-36.5%	52.4%

国际航空运输协会（IATA）预测，交通复苏速度比预期的要慢。

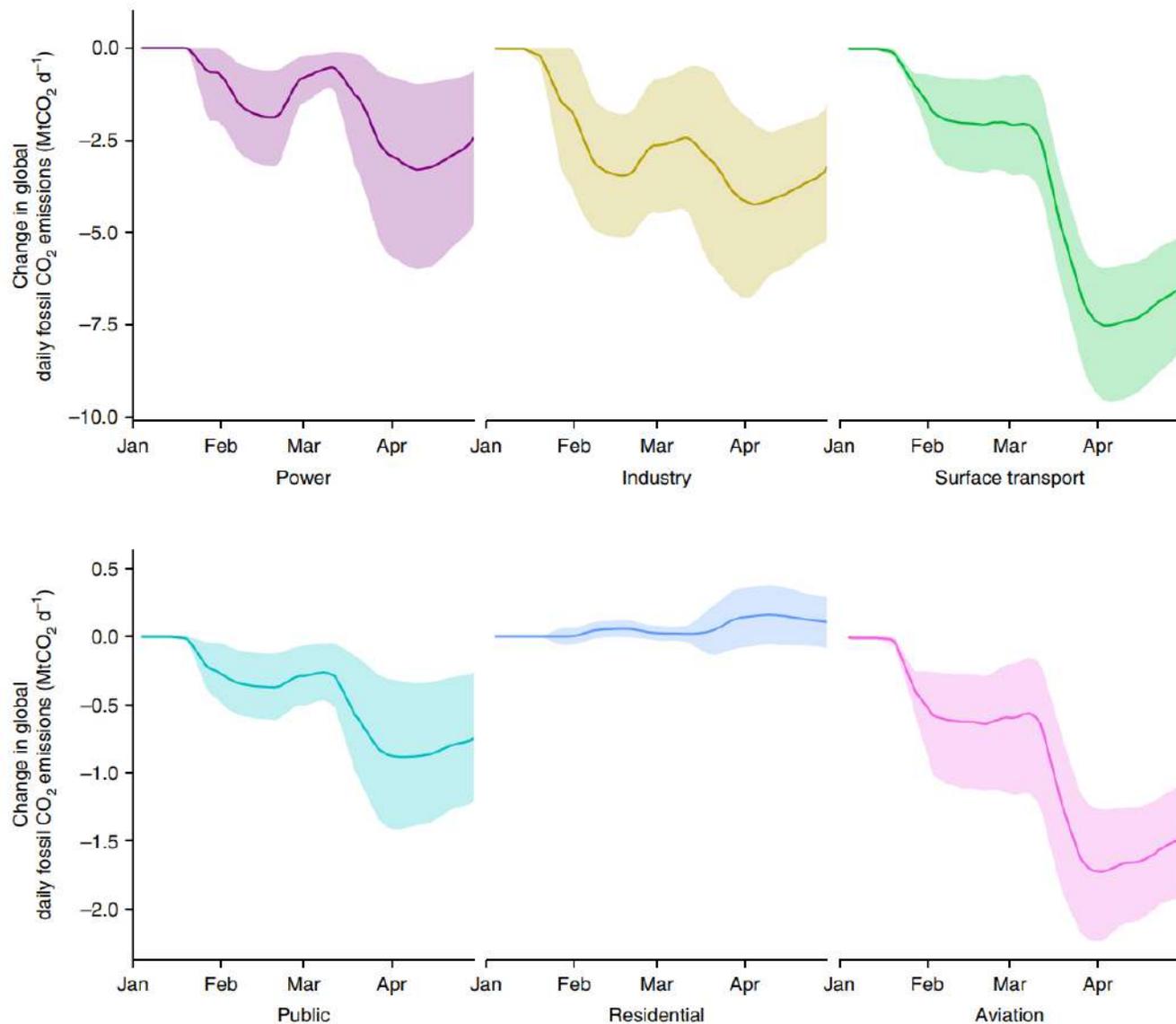
- **2024年，全球航空客运需求才能恢复到疫情之前的水平，比此前的预测晚了一年。**
- **短途旅行的复苏预计仍将比长途旅行更快。因此，旅客数量的恢复速度将快于以RPKs计算的航空客运需求。**

基于近期情况，复苏前景更加悲观：

- **1、美国（40%）和发展中经济体的病毒遏制缓慢。 2、公务旅行减少。 3、消费者信心不足。**



全球二氧化碳日排放量下降

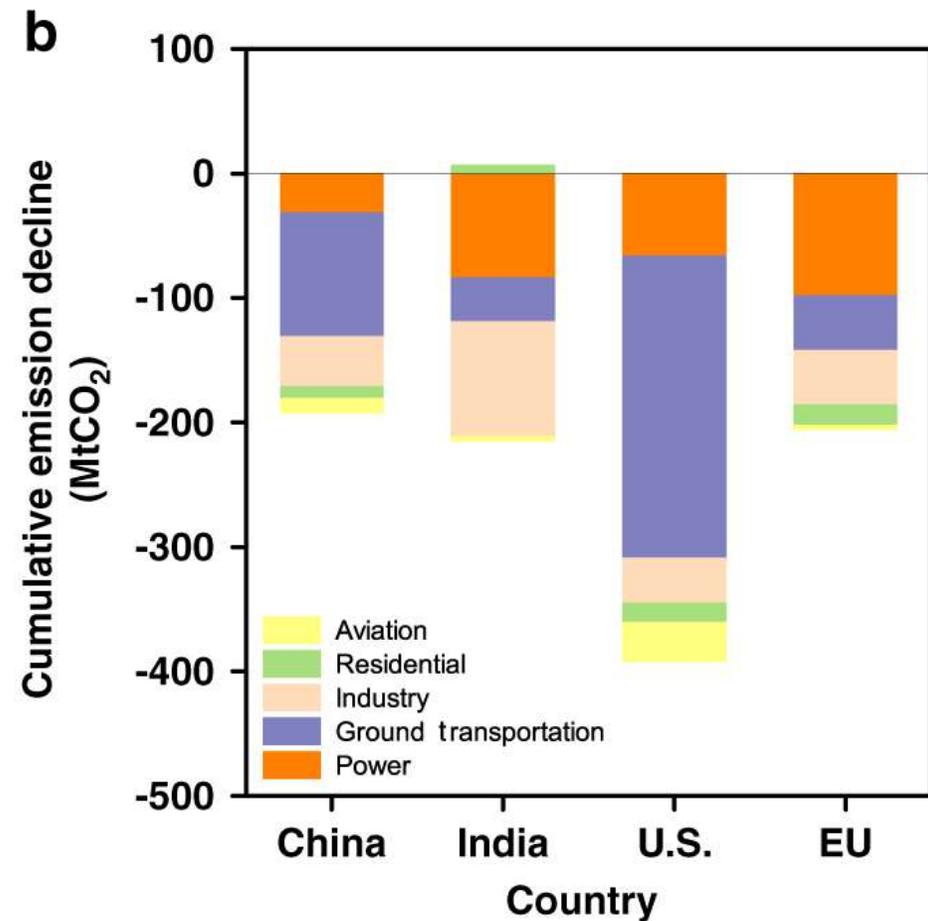
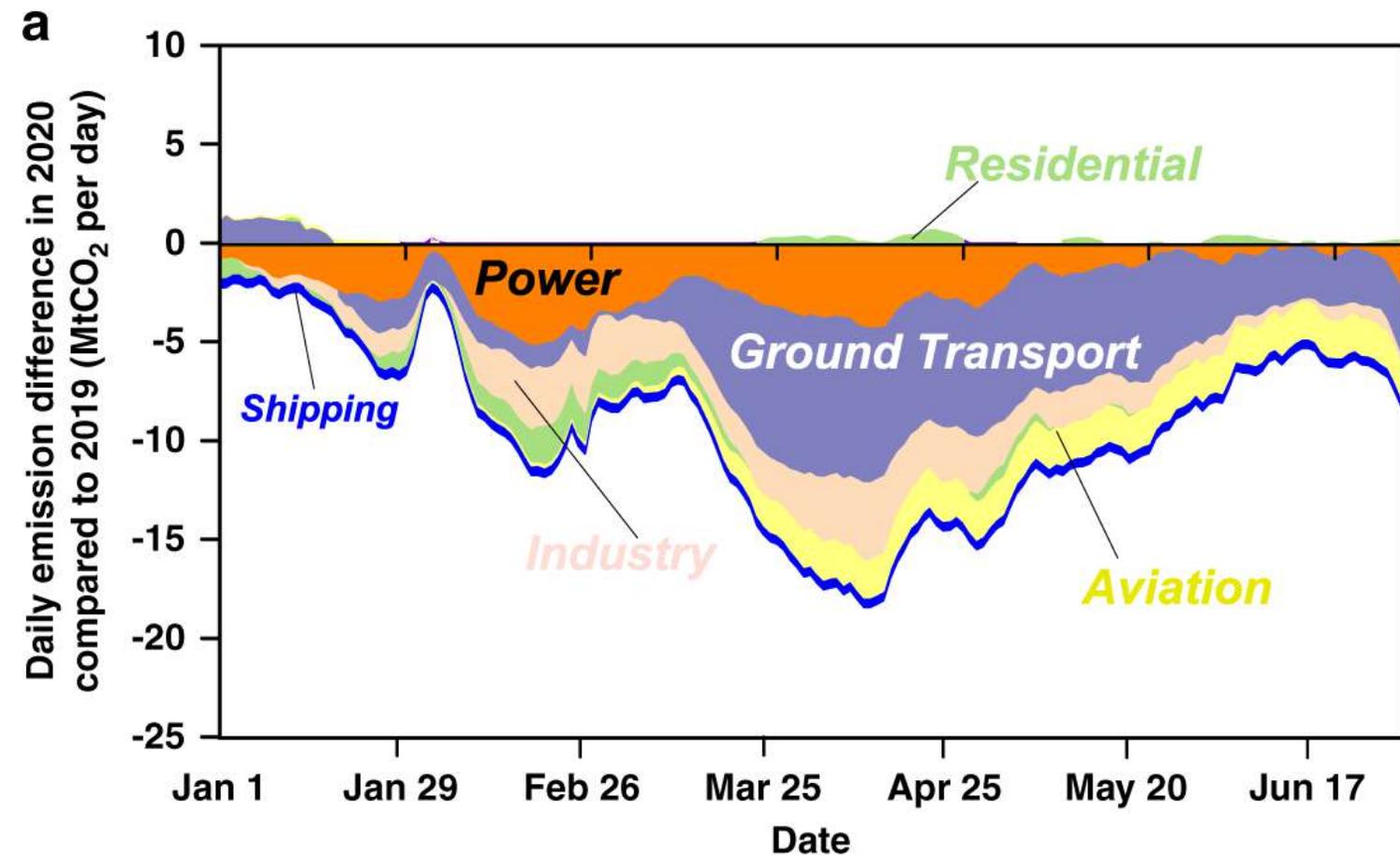


- 电力部门排放下降7.4%
- 工业部门排放下降19%
- 地面交通排放下降36%
- 公共领域排放下降21%
- 住宅排放量增长了2.8%
- 航空领域排放下降60%
- 地面运输、能源和工业占到了排放下降总量的86%
- 航空领域下降仅占排放下降总量的10%

数据截止2020.4.7



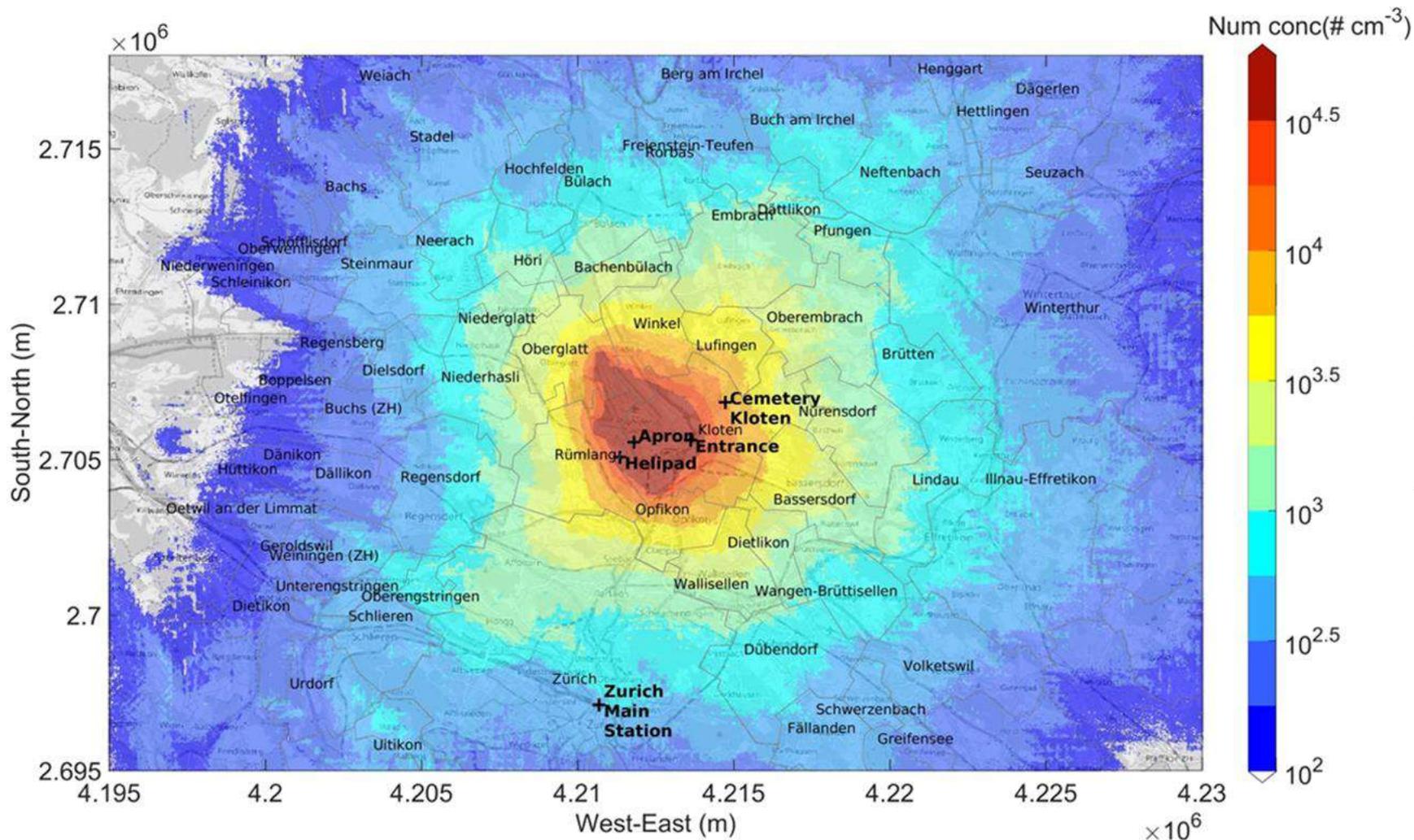
全球二氧化碳排放量下降



《Nature Communication》的一篇论文预估，与2019年相比，2020年航空排放量将下降13%。



航空颗粒排放



《Environmental Science & Technology》10月的一篇论文对苏黎世机场周围的航空排放的颗粒数进行了测量，并评估了对于周围环境年颗粒浓度平均值的影响。

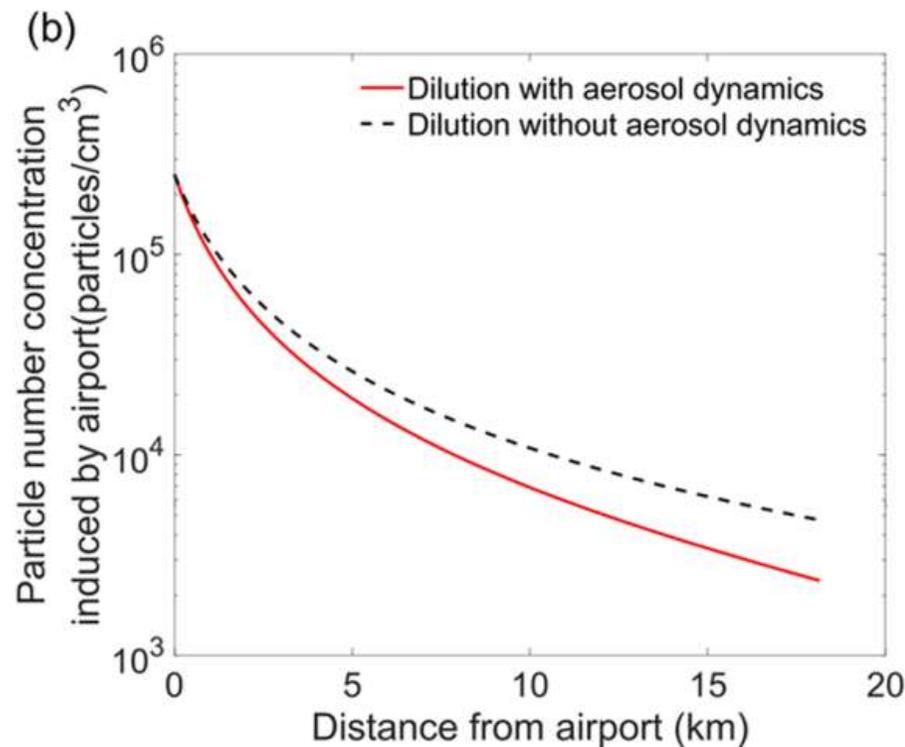
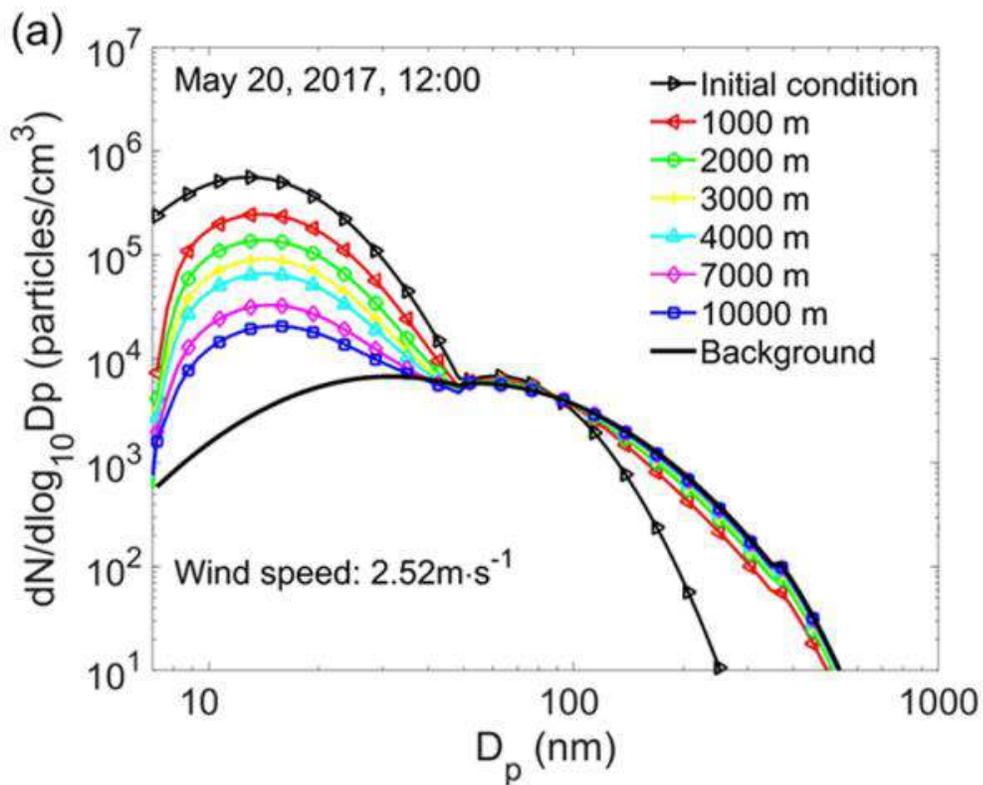
估测年颗粒排放量为10²⁴量级。

由飞机排放引起的地表(离地2米)粒子数浓度的空间分布，分辨率为20米（排除环境浓度）

数据来源<https://dx.doi.org/10.1021/acs.est.0c02249>



巴塞尔观测站颗粒数测量结果



从距离机场90Km的瑞士国家空气污染监测网巴塞尔站得到的数据看，在疫情流行期间，飞机排放量的大幅减少，并没有导致环境颗粒监测浓度的可监测变化。巴塞尔监测站的测量值并没有受显著影响。但这些数据没有反映平流层巡航高度颗粒排放和相应尾迹云、冰云对RF的影响。



→ 航空排放污染物概述

→ 二氧化碳、颗粒物、氮氧化物、一氧化碳、未燃碳氢

→ 航空排放污染物解决方案

→ 针对CO₂的减排、高精度颗粒物PN测量方法、北航WTCPC

→ COVID-19对于航空业的影响

→ CO₂大幅下降、机场周围颗粒物影响不大（缺RF数据）