



大会第 37 届会议

执行委员会

议程项目 17: 环境保护

2020 年国际航空运输碳中性增长目标评估

(由中华人民共和国提交)

执行摘要

根据对 2020 年国际航空运输 CO₂ 排放量的预测，在不同减排情景和目标执行方案下对 2020 年国际航空运输碳中性增长目标进行可行性分析，结论表明：相对于目前已知的全球国际航空可评估减排潜力，在不影响各国国际航空业发展且目标为不针对各国的全球意向性前提下，2020 年排放量仍与碳中性目标存在约 37.2% 的差距，表明 2020 年全球国际航空碳中性增长目标过于理想化，除非使用基于市场措施，否则将难以实现。另外，各国国际航空运输处于不同的发展阶段，各国不平衡发展将进一步加剧 2020 年实现全球国际航空碳中性增长目标的实现难度。为此，换一个角度，从减排责任和减排能力两方面出发，以国际航空运输人均历史累计 CO₂ 排放量和各国人均 GDP 为排序和评估指标，制定公平的减排义务分担机制将比碳中性增长目标更为合理和公平。

行动：请大会：

- (1) 对碳中性增长目标可行性和国际航空运输减排潜力进一步评估，商讨并确定以国际航空运输人均历史累计 CO₂ 排放量和各国人均 GDP 为排序和评估指标，以此制定更加务实的且不失“雄心勃勃”的国际航空中长期减排目标；
- (2) 尽快采取务实行动，向发展中国家提供技术、资金和能力建设援助，努力推动全球国际航空整体减排能力以应对气候变化。

战略目标:	本工作文件涉及战略目标 C: 环境保护 — 将全球民用航空对环境的不利影响减至最小。
财务影响:	无需额外资源。
参考文件:	无参考文件。

¹ 英文和中文译文由中华人民共和国提供。

1. 引言

1.1 国际民航组织应铭记《芝加哥公约》第 44 条对国际民航组织宗旨和目的的授权，将发展作为首要任务。

1.2 国际民航组织及各成员国自第 36 届大会以来，在应对气候变化的减缓方面做了许多积极工作。理事会先后审议通过了国际航空与气候变化小组（GIACC）的“国际航空与气候变化行动方案”以及国际航空与气候变化高级别会议宣言和建议，进而确认了年均 2% 的燃油效率改进目标作为国际民航组织中长期的减排目标。

1.3 GIACC 经协商一致通过的“行动方案”第 11 条和 12 条提出，该小组对以 2005 年为基线，2020 年实现碳中和目标的问题予以讨论，但未能达成一致。

1.4 国际航空与气候变化宣言第 3 段称“.....国际民航组织及其成员国与有关组织还将继续携手努力，就中期和长期目标开展进一步的工作，包括探索更雄心勃勃目标的可行性，其中包括碳中和增长和减排.....”。但截至目前，此项工作并未取得实质进展。

1.5 “更加雄心勃勃”的减排目标并非只包含“碳中和增长”和“绝对量减排”两个目标，国际民航组织应尝试全面研究并系统提出所有可能的目标，如以公平性为核心，从减排责任和能力方面积极探索。

2. 碳中和增长全球目标的可行性分析

2.1 碳中和增长目标定义

国际民航组织国际航空与气候变化组（GIACC）对碳中和增长目标（以下简称碳中和目标）的定义是“指航空业界的净碳足迹在任何给定年份均不超出选定年份的基线值”。具体而言，即 2020 年国际航空运输综合 CO₂ 排放总量与 2005 年持平，控制在 391 百万吨以下²。

2.2 不同情景下的国际航空运输 CO₂ 排放量预测

2.2.1 数据来源

预测基础数据来源于世界银行、欧盟统计局、美国交通运输部、中国国家统计局等官方数据发布机构，以及世界民航组织和中国民用航空局等行业主管部门的年报和统计年鉴。

2.2.2 预测方法选择

国际航空运输易受经济社会环境和突发性事件影响，波动性大；国际航空运输排放量除了跟运输量密切相关外，还受到民航领域未来各种减排技术措施的影响，不确定性很大，如图 1 所示³。这些都使

² 引用 IEA（CO₂ Emissions from Fuel Combustion 2009 edition）报告，包括国际航空运输在飞行、起降、等待等阶段的综合 CO₂ 排放量。

³ 引自 ATAG 总裁 Paul Steele 报告 Aviation & Climate Change: Industry Perspectives & Policy Implications Post - Copenhagen, 2010

得国际航空运输 CO₂ 排放的量值规律难以把握，预测难度大。针对上述国际航空运输排放量预测中存在的难点，采用分情景的 TEI@ I 预测方法⁴，该方法已被广泛用于温室气体排放趋势、能源消费、集装箱吞吐量等相关预测问题中，被证明对突现性、不稳定性、非线性和不确定性特征的现实复杂系统进行预测分析是十分可靠可信的方法。

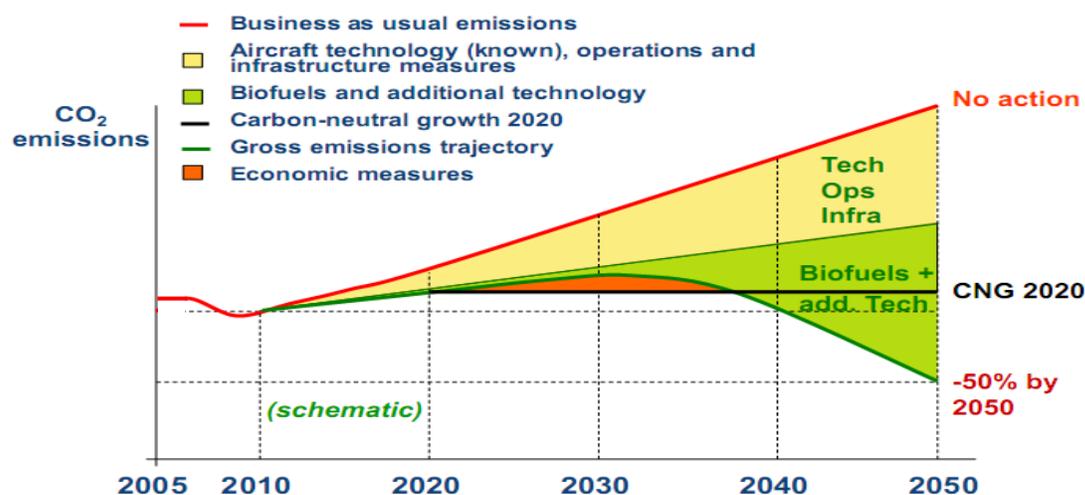


图 1 国际航空运输 CO₂ 排放量中性增长目标 (Steele, 2010⁵)

2.2.3 情景假设

国际航空运输 CO₂ 排放量主要受 RTK 的自然增长和各种措施下不确定的 CO₂ 减排效果的影响。RTK 的自然增长采取 TEI@ I 方法预测，对不确定的减排效果进行如下情景假设。

根据航空运输 CO₂ 排放量计算公式：航空运输 CO₂ 排放量=燃油效率×RTK×排放因子，将影响国际航空运输 CO₂ 减排量的不确定因素划分为 A、B 两类。A 类因素包括图 1 中所示的技术、运营和基础设施类减排措施，主要是通过降低单位油耗和减少 RTK 以减少国际航空运输 CO₂ 排放量。B 类因素是指图 1 所示的可持续性替代燃料技术，主要通过降低航油排放系数减少航空运输排放量。

对 A 类因素起到的减排效果设置三种情景：

A1：未采取任何技术、运营和基础设施类措施减排，正常发展模式（BAU）；

A2：采取中度技术、运营和基础设施类减排措施，使年均燃油效率提高 1.5%；

A3：采取高度技术、运营和基础设施类减排措施，是年均燃油效率提高 2.0%。

⁴ TEI@I: 2004 年由中国学者汪寿阳首次提出，具有突现性、不稳定性、非线性和不确定性等特征的现实复杂系统进行预测分析的全新方法论。Text mining 代表文本发掘，通过专家意见的提炼处理不规则事件对预测量的影响；Econometrics 代表计量经济学模型，把握预测量大趋势的预测，Intelligent techniques 代表人工智能预测技术，处理预测量周期性和复杂的变化规律；@代表上述预测过程集成一体；I 代表第一代。

⁵ 此图引自 Paul Steele 2010 年 3 月在 DGCIG/1 上所作的展示说明，此图同时也说明国际航空 CO₂ 减排的不确定性。

对 B 类因素起到的减排效果设置三种情景：

B1：未采用可持续性替代燃料；

B2：采用 1.2% 的可持续性替代燃料；

B3：采用 2.4% 的可持续性替代燃料。

说明：

根据 ATAG 报告 Aviation & Climate Change: Industry Perspectives & Policy Implications Post - Copenhagen 估计, 2020 年采用可持续性替代燃料的比例为 1.5%-3%；另据 ATAG 报告 Aviation & Climate Change: Global Framework for addressing aviation CO₂ emissions, 使用可持续性替代燃料将抵消 CO₂ 排放 80%；因此 2020 年使用可持续性替代燃料将使国际航空运输排放量减少 1.2%-2.4%。综上, B 类因素起作用的情况下, 2020 年国际航空运输排放量将减少 1.2%-2.4%。根据 B2 情景定义, 该情景下国际航空运输排放量将减少 1.2%。根据 B3 情景的定义, 该情景下国际航空运输排放量将减少 2.4%。

综上所述, 结合现实情况, 对 A 类因素减排效果和 B 类因素减排效果进行组合, 即得到各种措施下不确定减排效果的九种情景, 考虑到各种情景出现的可能性和对比分析的需要, 选择如下五种情景进行分析: A1 和 B1 组合成的 A1B1 情景 (BUA 模式)、A2 和 B2 组成的中度 A2B2 情景、A2 和 B3 组成的 A2B3 情景、A3 和 B2 组成的 A3B2 情景、A3 和 B3 组成的乐观 A3B3 情景, 如图 2 所示。

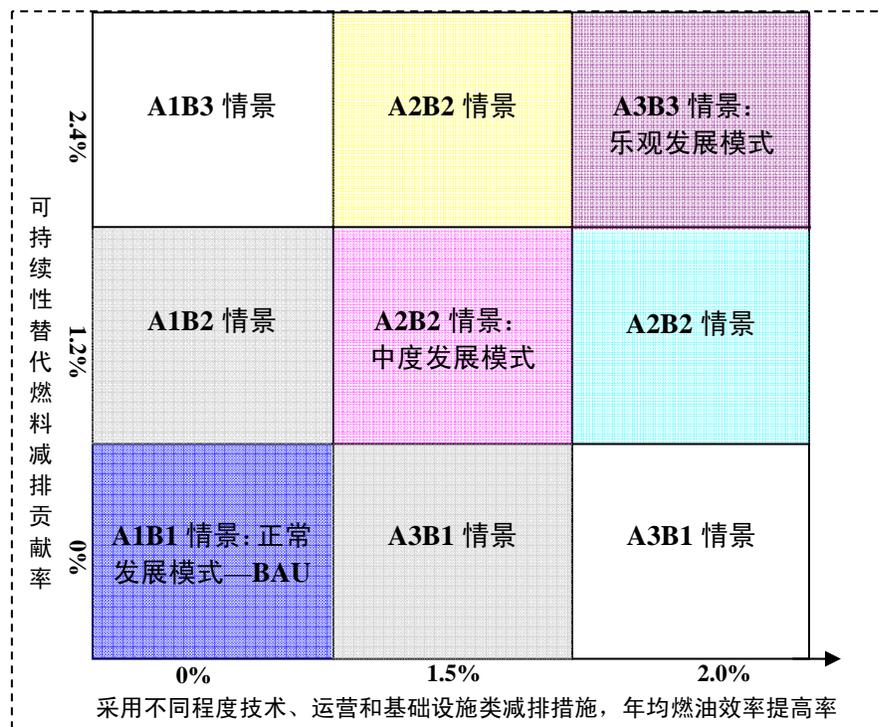


图 2 国际航空运输未来 CO₂ 减排情景

2.2.3 各种情景下的国际航空运输 CO₂ 排放量预测结果

对全球国际航空运输排放量进行预测，以评估碳中和总体目标可行性评估的重要依据。选取欧盟、美国、日本和中国四个 2008 年全球 RTK 排名前列的国家和地区作为碳中和目标执行层面可行性评估的考察对象进行国际航空运输排放量预测。预测结果如图 3-7 所示。

2010 年—2020 年，A1B1、A2B2、A2B3、A3B2、A3B3 情景下全球国际航空运输 CO₂ 排放量预测结果如图 3 所示。

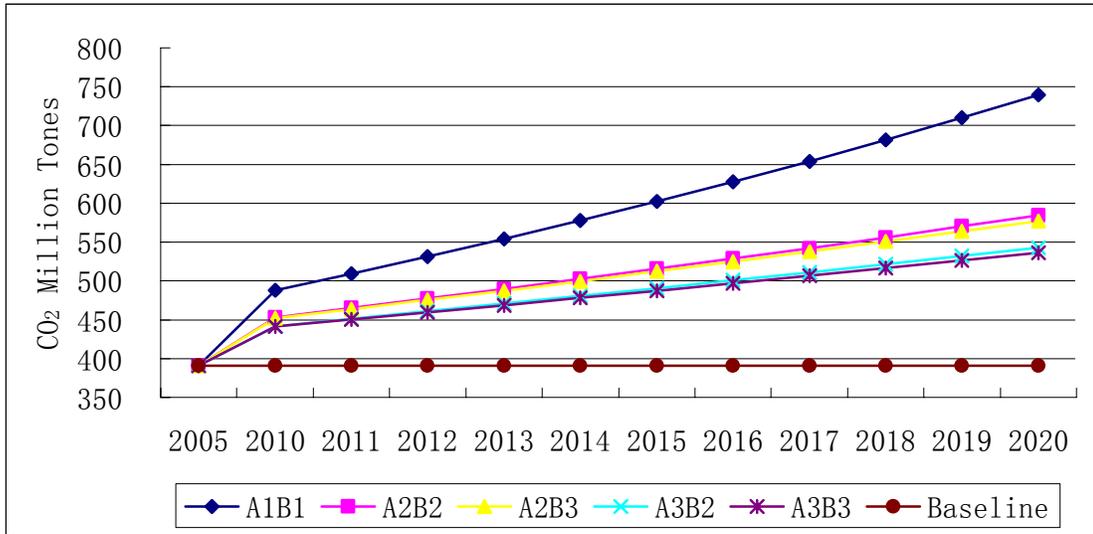


图 3 全球国际航空运输 CO₂ 排放量分情景预测与比对分析

2010 年—2020 年，A1B1、A2B2、A2B3、A3B2、A3B3 情景下欧盟国际航空运输 CO₂ 排放量预测结果如图 4 所示。

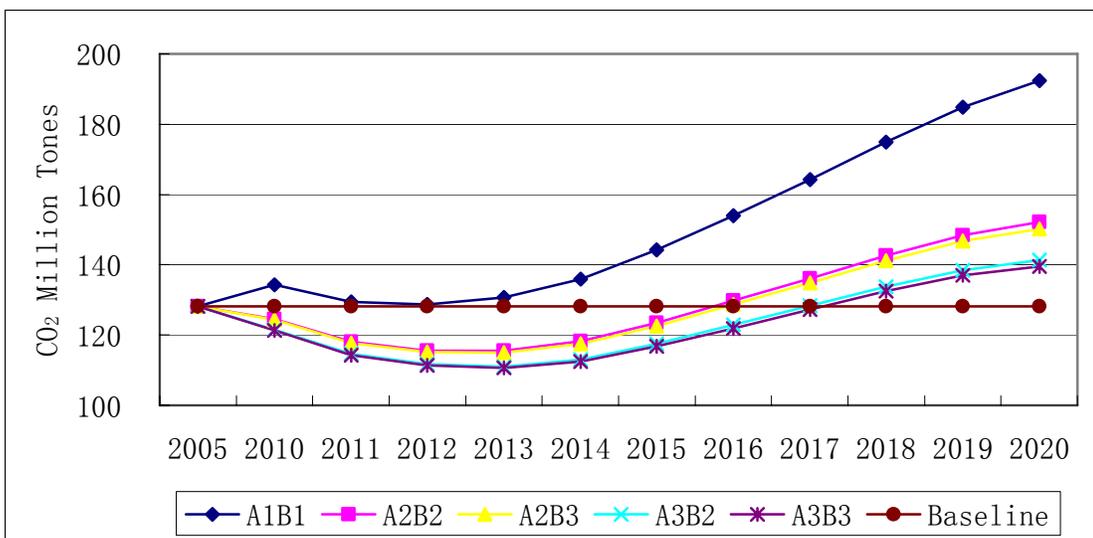


图 4 欧盟国际航空运输 CO₂ 排放量分情景预测与比对分析

2010年—2020年，A1B1、A2B2、A2B3、A3B2、A3B3情景下美国国际航空运输CO₂排放量预测结果如图5所示。

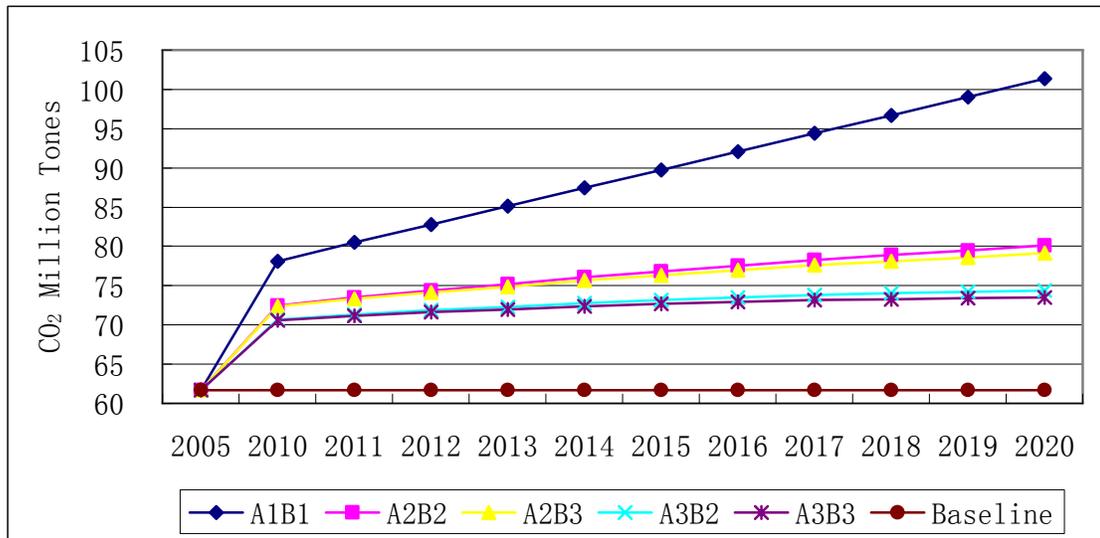


图5 美国国际航空运输 CO₂ 排放量分情景预测与比对分析

2010年—2020年，A1B1、A2B2、A2B3、A3B2、A3B3情景下日本国际航空运输CO₂排放量预测结果如图6所示。

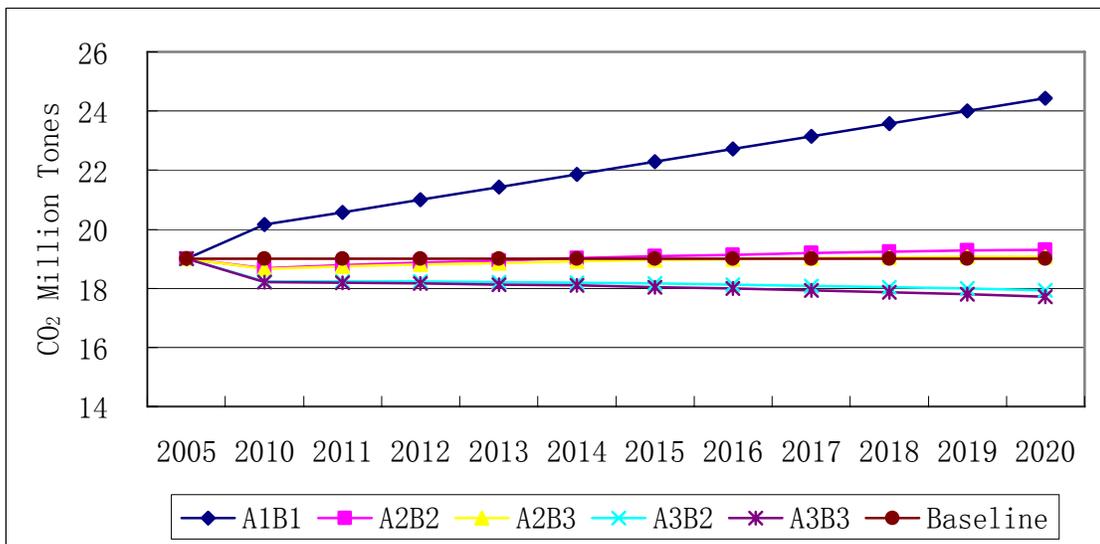


图6 日本国际航空运输 CO₂ 排放量分情景预测与比对分析

2010年—2020年，A1B1、A2B2、A2B3、A3B2、A3B3情景下中国国际航空运输CO₂排放量预测结果如图7所示。

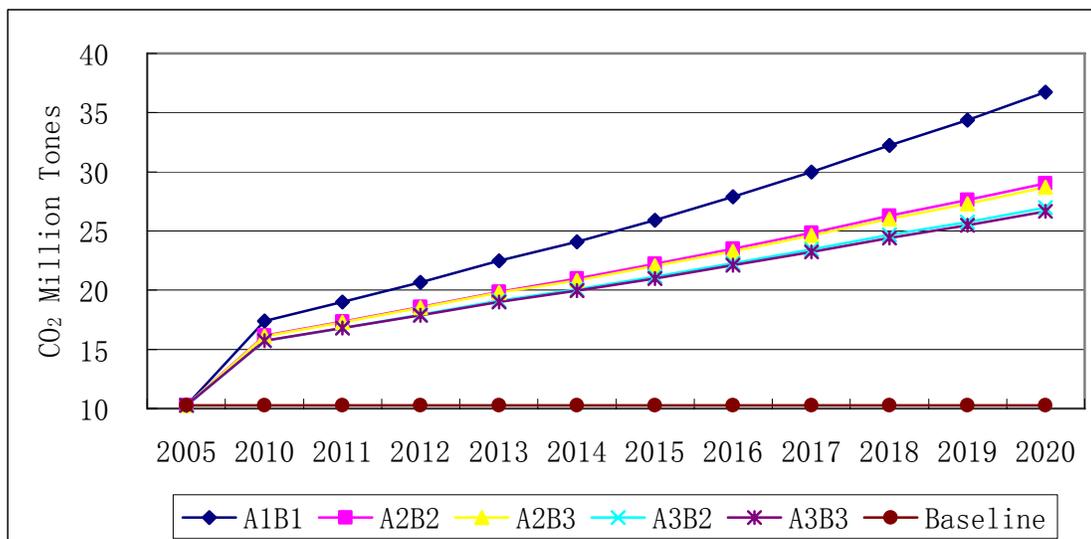


图 7 中国国际航空运输 CO₂ 排放量分情景预测与比对分析

2.3 全球国际航空运输碳中性增长目标评估

2.3.1 全球国际航空运输 2020 年碳中性增长目标：难以实现

如图 3 所示，若实现全球国际航空运输 2020 年碳中性增长目标，2010 年当年的排放量应为 391 百万吨。但是，依照最乐观的 A3B3 情景，2020 年 CO₂ 排放量至少达到 536 百万吨。因此，仍需实现 2020 年碳中性增长目标之前，要再减排约 37.2%。

A3B3 情景已经对当前可知的可评估的减排潜力作了最乐观的估计，采取技术、运营和基础设施类减排措施和可持续性替代燃料继续减排的空间并不大，除非采取基于市场的减排措施。但是指望基于市场的减排措施帮助全球国际航空运输在 2020 年实现碳中性目标并不现实。首先，ETS 是一个漫长而复杂的法律和政策过程，2020 年前将难以实现。欧盟 2003 年出台 2003/87/EC 号指令，直到 2008 年才通过了 2008/101/EC 指令的修改，规定自 2012 年起正式实施航空 ETS，时间跨度达 10 年。2010 年 4 月澳大利亚政府由于在国会遇到阻力，将碳排放交易计划推迟三年；美国和日本目前也只是在国内局部地区试点碳排放交易体系。其次，各国对待 ETS 政策取向不同，短时间难以达成一致意见。欧盟单方面将民航纳入 EU ETS，遭到各国普遍反对，各国对基于市场的减排措施还存在很多分歧，在多边机制下达成共识更加困难。综上，至 2020 年，除 EU ETS 外，很难再有其他基于市场的减排措施能够对国际航空运输排放碳中性目标起到实质性帮助，仅 EU ETS 带来的减排量难以弥补 2020 年全球航空运输 CO₂ 排放量与碳中性目标的差距⁵。

⁵ EU ETS 限制 2020 年抵离欧盟国际航班的 CO₂ 排放总量为 2004 年至 2006 年平均水平的 95%，2004 年至 2006 年欧盟国际航空运输排放总量为 128 百万吨，假设欧盟国家在其国际航线上的市场份额为 50%，则 EU ETS 对 2020 年抵离欧盟国际航班的 CO₂ 排放限制量为 256 百万吨；在 A3B3 乐观情景下 2020 年欧盟国际航空运输排放总量为 140 百万吨，仍假设欧盟国家在其国际航线上的市场份额为 50%，则 2020 年抵离欧盟国际航班的 CO₂ 排放总量预测值约为 280 百万吨；减排量为 24 百万吨。而根据预测 2020 年全球国际航空运输排放量与碳中性目标的差距为 536-391=145 百万吨。

综上所述，2020 年实现全球国际航空运输 2020 年碳中性增长目标过于理想，难以实现，除非以牺牲发展速度作为代价。

2.3.2 对照相同目标减排：各国压力不同

虽然 ICAO 制定的航空减排目标是全球意向性的且不针对各国，但一旦确立，任何负责的国家都将参照该目标实施相应的减排行动，同时国际民航组织作为负责的国际组织也必然不会空喊口号。然而，一个不容忽视的事实是，在实际执行过程中，各国航空业因处于不同的发展阶段，实施相似的减排行动，面临的难度、承担的压力各不相同：

如图 4 所示，欧盟若实现 2020 年国际航空运输碳中性增长目标，当年其排放量为 128 百万吨。依照 A1B1、A2B2、A2B3、A3B2、和 A3B3 情景，2020 年其国际航空运输 CO₂ 排放量分别达到 192、152、150、141 和 140 百万吨，参照碳中性目标仍需在此基础上分别再减排约 50.3%、18.8%、17.3%、10.3% 和 9.0%。

如图 5 所示，美国若实现 2020 年国际航空运输碳中性增长目标，当年其排放量为 62 百万吨。依照 A1B1、A2B2、A2B3、A3B2 和 A3B3 情景，2020 年其国际航空运输 CO₂ 排放量分别达到 101、80、79、74 和 74 百万吨，参照碳中性目标仍需在此基础上分别再减排约 64.2%、29.8%、28.2%、20.5% 和 19.1%。

如图 6 所示，日本若实现 2020 年国际航空运输碳中性增长目标，当年其排放量为 19 百万吨。依照 A1B1、A2B2、和 A2B3，2020 年其国际航空运输 CO₂ 排放量分别达到 24.4、19.3、19.1 百万吨，参照碳中性目标仍需在此基础上分别再减排约 28.5%、1.6% 和 0.3%。而如果依照 A3B2 和 A3B3 情景，2020 年日本可以分别超额 5.6% 和 6.8% 完成碳中性增长目标。

如图 7 所示，中国若实现 2020 年国际航空运输碳中性增长目标，当年其排放量为 10 百万吨。依照 A1B1、A2B2、A2B3、A3B2 和 A3B3 情景，2020 年其国际航空运输 CO₂ 排放量分别达到 36.7、29.0、28.7、27.0 和 26.6 百万吨，参照碳中性目标仍需在此基础上再减排约 257.5%、182.5%、179.1%、162.5% 和 159.3%。对比欧、美、日，中国民航在技术、资金以及人员能力方面都有明显差距，因此，依靠自身能力，即使采取最积极的减排行动，中国也根本不可能在 2020 年完成碳中性增长目标，除非以牺牲发展为代价。

2.3.3 依据责任与能力减排：更合理的选择

参照国际航空运输排放量碳中性增长目标，尚处民航高速发展期且减排能力弱的发展中大国的减排压力远远大于进入民航发展稳定期且减排能力强的发达国家，不仅使得碳中性目标的实现更加困难，而且会造成减排压力与各国应承担减排责任和减排能力倒挂的现象，事实上也是不公平的。另外的方案就是，各国依据不同的减排能力和责任朝向该目标努力，即：按照高级别会议宣言第 4 条：“发展中国家和发达国家的不同情况、各自能力及对大气层中航空温室气体排放的浓度的促进成分，将决定每个国家如何为实现全球意向性目标作出贡献”。

该条的核心是强调各国对航空温室气体浓度的贡献，即强调了历史累计排放。据此，以 1980—2008 年国际航空运输人均历史累计 CO₂ 排放量作为衡量各国减排责任的指标。一国的减排能力与其经济发展和科技水平密切相关，研究表明人均 GDP 可以很大程度上反映上述因素的强弱。据此，以 2008 年人均 GDP 作为衡量各国减排能力的指标。根据排放量预测与目标差值与人均历史累计排放量和人均 GDP 的对比反映减排压力与各国应承担的减排责任和减排能力倒挂的现象，如图 8-9 所示。

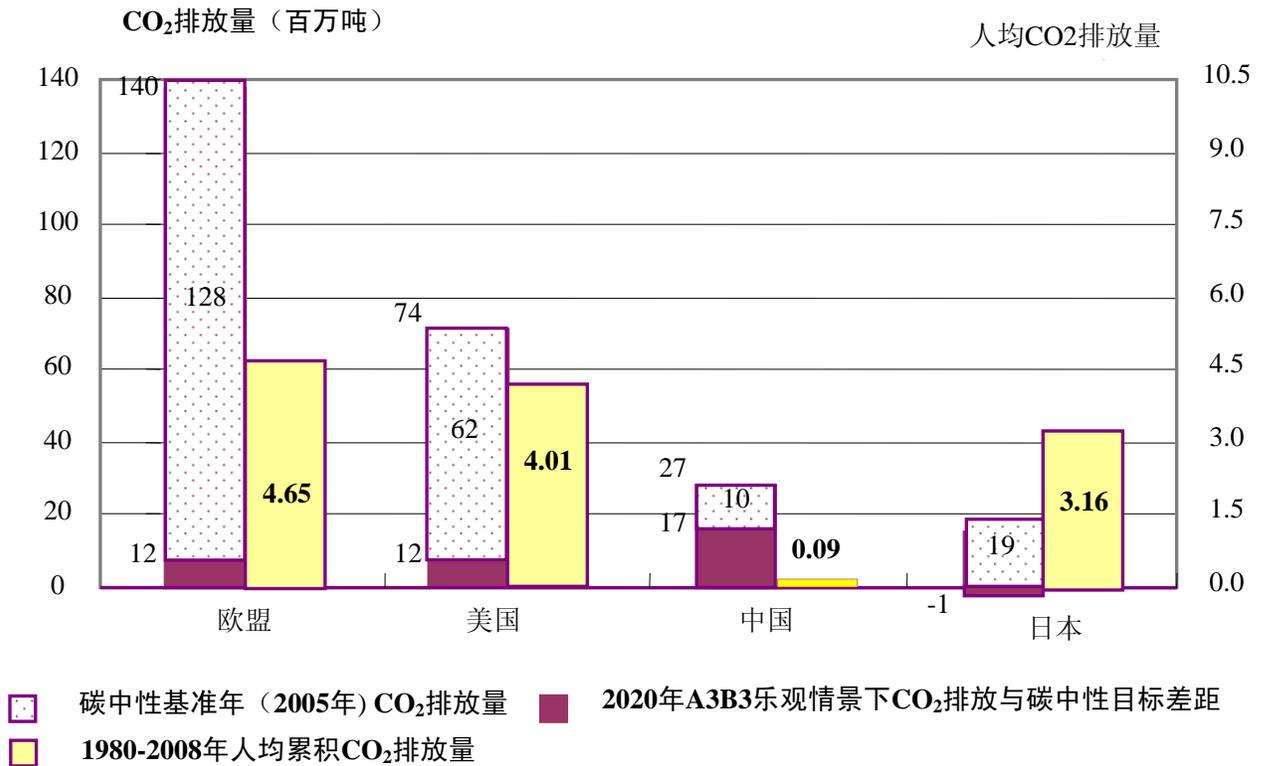


图 8 各国基于历史人均累积排放的减排责任与碳中性增长目标下的减排压力比对

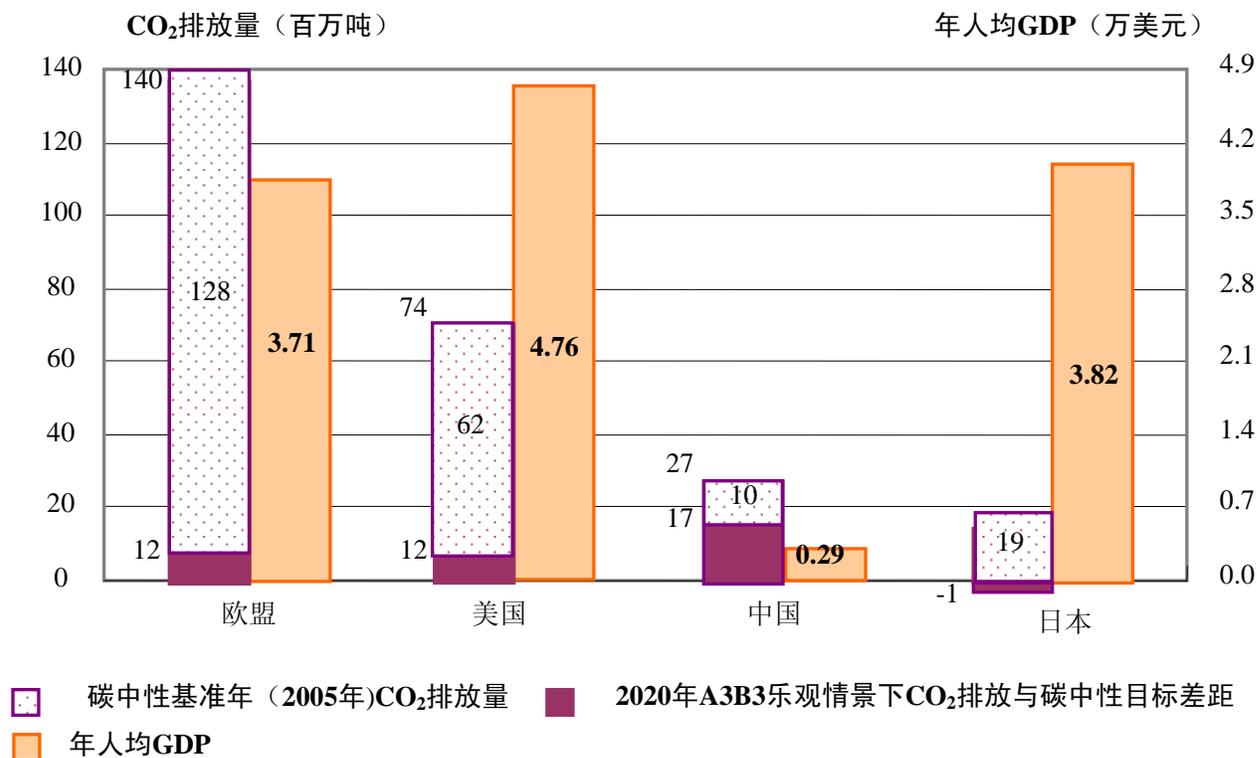


图 9 各国基于历史人均累积排放的减排责任与碳中性增长目标下的减排压力比对

联系图 8 和图 9 能够反映出人均历史累计排放量大的国家减排能力也强，这一观点在现实也能得到印证，发达国家最早开展航空运输服务，掌握着诸如发动机制造、航空生物燃油等先进的减排关键技术，拥有丰富的减排经验。美国、日本和欧盟主要大国民航业都进入成熟期，排放增速放缓。因此以国际航空运输人均历史累计 CO₂ 排放量和各国人均 GDP 为排序和评估指标，制定更加务实的且不失“雄心勃勃”的国际航空中长期减排目标，这能够在不影响发展的前提下，促动先进的技术、充足的资金来保障减排目标按时完成。这样还能维护人际公平原则，保障各国民众平等的出行权。这也符合高级别会议宣言精神，体现了责任和义务的对等。综上所述，以国际航空运输人均历史累计 CO₂ 排放量和各国人均 GDP 为排序和评估指标，制定更加务实的且不失“雄心勃勃”的国际航空中长期减排目标，这是合理的和可行的。

3. 结论

3.1 相对于目前已知的全球国际航空可评估减排潜力，在不影响各国国际航空业发展且目标为不针对各国的全球意向性前提下，2020 年全球国际航空碳中性增长目标过于理想化，将难以实现。经引用权威机构研究成果，对当前可知的所有可评估减排潜力作最乐观的估计，2020 年排放量仍与碳中性目标存在约 12% 的差距，说明该目标难以完成。另外，各国国际航空运输处于不同的发展阶段，广大发展中大国家民航业目前处于高速发展期，在技术、资金和人员能力方面普遍落后于发达国家，这种不平衡将进一步加剧 2020 年实现全球国际航空碳中性增长目标的实现难度。

3.2 从减排责任和减排能力两方面出发,以国际航空运输人均历史累计 CO₂ 排放量和各国人均 GDP 为排序和评估指标,制定公平的减排义务分担机制将比碳中性增长目标更为合理和公平。

4. 建议

请大会在草拟气候变化决议时顾及本文执行摘要中 1) 和 2) 部分的内容。

—完—