



航空与代用燃料会议

2009年11月16日至18日，巴西里约热内卢

议程项目1：环境可持续性与相互依存

航空器可持续代用燃料对当地空气质量的额外益处

（由秘书处提交）

摘要

尽管开发航空器可持续代用燃料的主要益处，是它们有可能减少温室气体（GHG）排放的寿命周期，但预计用来生产这些代用燃料的原料将产生含硫量极低的燃料。减少燃料的硫含量，由于硫氧化物（SO_x）和颗粒物（PM）排放较低，经证明是改进当地空气质量的一种行之有效的方法。

请会议批准第5段和第6段的结论和建议。

1. 引言

1.1 如CAAF/09-IP/06号文件所述，使用可持续代用燃料提供了减少温室气体排放的可能性。减少喷气机燃料中的硫含量，可能通过减少硫氧化物（SO_x）和颗粒物（PM）的排放，带来空气质量方面的益处。

2. 燃料的硫含量

2.1 喷气机常规燃料脱硫，以便生产低硫喷气机燃料，将大幅减少航空器的颗粒物和硫氧化物排放。目前，喷气机燃料的规范是最大硫含量为3 000 ppm（百万分率）；但是，市场上喷气机燃料的硫含量更低。2007年开展的世界范围调查发现，年加权平均喷气机燃料的硫含量介于321—800 ppm¹。可用于燃料脱硫的加氢脱硫法，是炼油厂的一个常用流程，且低硫柴油机燃料已经在国际上被广泛使用。低硫喷气机燃料的硫含量已经低于15 ppm。

¹ 2009年2月，美国佐治亚州Alpharetta的协调研究理事会航空研究委员会W. F. Taylor的《商业喷气机燃料硫含量调查》。

2.2 由于一些地区²柴油燃料的硫含量大幅下降，通过汽车、卡车和其他运输工具已经表明，靠燃料脱硫可减少排放。例如：近年来欧盟、日本和美国都已经减少了柴油燃料中的硫含量。随着这些变化的出现，实际上已经消除了硫氧化物排放，这导致了二次颗粒物和挥发一次颗粒物排放的大幅减少，第3段对此作了说明。

2.3 用来减少喷气机燃料硫含量的加氢脱硫法流程，确实导致了炼油厂温室气体排放的较小幅度的提高。在巡航高度较低的硫排放，还可能加重全球变暖的影响，因为高层大气中的硫氧化物反射太阳辐射，因而减少了总体辐射的外力作用。因此，在规划减少喷气机常规燃料的硫含量时，应考虑空气质量的益处与增加的温室气体排放之间的相互依存关系。

3. 颗粒物

3.1 燃料燃烧产生的颗粒物（PM），混合了细微的固态物、液态滴状物以及空气中悬浮的由固态和液态部分组成的颗粒。烟灰或炭黑一类的固态颗粒，被称作不挥发颗粒。挥发颗粒物则是由无机酸（及其对应的盐类，如硝酸盐和硫酸盐）和燃料燃烧不充分所产生的有机化学物质组成的。

3.2 颗粒物一般按颗粒的大小进行分类。小于2.5微米的用PM_{2.5}表示，通常被称为细颗粒。航空器排放主要由超细（<PM_{0.1}）颗粒组成³。

3.3 燃料燃烧还产生气体污染排放，主要是氮氧化物（NO_x）、硫氧化物，以及未燃烧的碳氢化合物。这些污染物被称作二次颗粒物前体，因为它们在大气中变成了气溶颗粒物。大气中的复合化学反应和/或颗粒核化过程导致形成的二次颗粒物，可能产生新的颗粒或增加现有颗粒。形成二次颗粒的例子包括：

- a) 二氧化硫（SO₂）变为硫酸（H₂SO₄）蒸气，这是石油中的硫磺氧化产生的，随后因其蒸气压力较低，硫酸浓缩形成滴状物。产生的硫酸气溶物可以和大气中的气态氮（NH₃）发生进一步反应，进而形成硫酸盐（如硫酸铵（NH₄）₂SO₄）的不同颗粒；
- b) 二氧化氮（NO₂）变为硝酸（HNO₃）蒸汽，与大气中的颗粒物相互作用，并与氨发生进一步反应，形成硝酸铵（NH₄NO₃）颗粒；和
- c) 包含有机挥发化合物（VOC）的反应，产生可凝有机化合物，还会形成大气颗粒，同时形成二次有机气溶颗粒。

3.4 根据关于航空排放对人类健康⁴影响的一项近期分析，一次颗粒物排放占颗粒物影响总量的13%。二次颗粒物则多得多，占了与硫有关的颗粒物排放的33%，和与氮氧化物有关的颗粒物排放的54%。使用低硫喷气机燃料，将大幅减少硫氧化物的排放，反过来导致二次颗粒物的大幅减少。总体而言，一次挥发颗粒物排放因燃料硫含量下降而减少。氢化脱硫引起燃料其他方面的改变，还会减少不挥发颗粒物的排放。

² 2009年9月，美国环保局国家清洁柴油推广运动：<http://www.epa.gov/otaq/diesel/index.htm>。

³ 2008年，华盛顿特区，国家科学院运输研究委员会机场合作研究方案第6号报告：与机场颗粒物排放有关的研究需求。

⁴ 2009年5月，马萨诸塞州的波士顿麻省理工学院E. Brunelle-Yeung的航空科学硕士论文：航空排放通过空气质量和紫外线辐射变化对人类健康的影响。

3.5 目前我们对颗粒物污染的认识，不足以充分评估承受的健康和环境影响的严重程度。但是，各种迹象表明，颗粒物的大小是一个重要因素。较大的颗粒物可以被吸入，但往往会停留在鼻腔。较小的颗粒物更有可能进入呼吸系统。健康研究表明承受细颗粒和超细颗粒与心肺疾病的早逝存在重要联系。细颗粒和超细颗粒还与心血管病一类的诱因有关，包括心律不齐和心脏病猝发，以及哮喘发作和支气管炎一类的呼吸道病症。这些诱因可能导致住院、急诊、学习或工作缺勤以及受限制活动天数的数量增加。对吸入细颗粒特别敏感的个人，包括心脏病或肺病病人、老人以及儿童⁵。

3.6 制定标准的组织规定了各项要求，使喷气机燃料必须符合物理特性、化学含量、污染物限制以及总体性能等要求。为了限制燃料燃烧的颗粒物和硫氧化物排放，燃料标准规定了燃料硫含量的最大限制。《国际民用航空公约》附件16第II卷（航空器发动机排放），没有特别为这些排放制定标准，因为它们主要是由燃料组成成分造成的，而不是发动机技术造成的。

4. 对当地空气质量的益处

4.1 用来生产航空器可持续代用燃料的原料没有硫磺，因而使这些燃料根本就不含硫磺。使用这些燃料会导致硫氧化物和一次颗粒物排放与喷气机常规燃料相比几乎全部减少。它们还大幅减少了二次颗粒物。

5. 结论

5.1 请会议：

- a) 作出结论，航空器可持续代用燃料除了其温室气体排放寿命周期的益处外，还可以带来当地空气质量方面的益处；和
- b) 确认航空常规燃料脱硫与航空器排放对气候影响之间的相互依存关系。

6. 建议

6.1 请会议建议：

- a) 各国在做出使用航空器可持续燃料的政策决定时，应虑及与其使用相关的当地空气质量的益处；和
- b) 国际民航组织进一步探索代用燃料对当地空气质量的环境效益与平衡。

—完—

⁵ 2005年12月，美国环保局：对国家环境空气质量有关颗粒物标准的审查；对科技信息的政策评估，
http://www.epa.gov/ttn/naaqs/standards/pm/data/pmstaffpaper_20051221.pdf。