



航空运输业减碳的七类方法 | 航空产业碳中和之路



【财新网】(作者 于占福、Didier Brechemier、Manfred Hader、Robert Thomson) 总体而言, 航司所能采取的减排和中和措施可以归为七大类别, 即航空燃油使用优化、航司机队型号优化、碳补偿与碳捕捉、碳排放指标交易、航空绿色金融加持、多方协作优化外围资源环境、针对碳议题的必要组织变革。

航空燃油使用优化

从来源而言, 航空燃油是民航运输业碳排放的最集中来源。从燃油入手找寻解决方案也就是最重要环节。

民航运输中每次航班执飞, 燃油加注量是由航空公司经过一系列精密的规章制度和方法严格计算得出的。但是在实际操作过程中, 各个航空公司的实际运行管理水平、机组重视程度以及各个职能部门的协作与配合都影响着最终实际的燃油消耗量。有效的燃油管理手段, 可以在一定程度上减少不必要的燃油消耗及相应的碳排放。

1. 不可预期燃油的最低标准政策

2019 年 10 月, 中国民航局正式发布了《航空承运人不可预期燃油政策优化和实施指南》, 配合《大型飞机公共运输承运人运行合格审定规则》第五版 (CCAR-121-R5) 同步修改了航空公司不可预期燃油 (为补偿不可预见因素所必需携带的燃油) 的加油标准 (目前最新版是 CCAR-121-R6, 但是燃油政策与 R5 版内容相同)。该咨询通告规定: “允许具备相应燃油

监控能力的航空公司在经过审批的机型和航线上使用最低 3%的不可预期燃油，而没有经过审批或监控能力不足的航空公司则需要使用 10%的不可预期燃油。”根据 IATA 的测算，飞机每多携带一吨燃油，就会增加 40 公斤左右的油耗，也就额外增加了不必要的碳排放。这为航空公司减少燃油消耗和碳排放带来了巨大的机会，同时也能推动航空公司提升自身运行管理能力，减少日常运行中不必要的燃油消耗。

2019 年底，海南航空公司率先完成了 5%的不可预期燃油补充运行合格审定，预计每年可以减少碳排放 7500 吨。2020 年，中国东方航空公司完成了 3%不可预期燃油的补充运行合格审定，在上海浦东-纽约、上海浦东-伦敦往返航线上使用 3%的不可预期燃油优化政策，单个航班可节约碳排放量 5 吨。其他航空公司也在陆续推进落实这一燃油优化政策。

除了不可预期燃油的优化，航空公司还可以对飞行签派员和飞行员进行培训，制定相关制度和标准，严格控制额外补偿油的加注和使用，鼓励签派员和飞行员使用成本指数（Cost Index）、速度和最佳飞行高度飞行，节省燃油消耗，达到节能减排的效果。

中国南方航空公司早在 2004 年就开始推行成本指数飞行，此后 6 年减少二氧化碳排放量约 60 万吨。以波音 777 执飞的广州-大阪航班为例，成本指数从 100 减少到 60，单班燃油消耗减少 300 公斤。

2.航路优化

随着中国航空公司航线网络越来越广，航网覆盖面积越来越大，航路走向选择对航空公司碳排放的影响开始越来越大。对于国内航班来说，航空公司和飞行机组可以积极协调空管部门，在条件允许的情况下使用最优飞行高度层和尽可能趋近于点对点的（大圆）直线飞行。对于国际航班来说，可认真研究不同季节的气象条件，以及不同国家的空域政策，在不影响飞行安全的前提下，选择高空顺风航路、极地航路，开辟新的出入境点，截弯取直。减少飞机在空中飞行的时间，就可以减少燃油消耗和二氧化碳的排放。

航路优化的一个重要实现方式是使用计算机飞行计划系统（如波音旗下 Jeppesen 公司的 Jetplan，汉莎航空旗下的 Lido，美国 Sabre 公司的 DM，空客旗下 Navblue 公司的 N-Flight 以及恒赢智航的 CFP 飞行计划系统）。一款优秀的飞行计划系统可以自动整合各种飞行所需的数据，自动收集高空风温气象数据，自主研判航行通告，结合飞机性能参数和公司飞行政策，通过大数据分析将飞机机型与航线数据匹配，得到最优油耗的飞行计划。

根据中国民航局的统计，仅 2020 年，共有 28.97 万架次航班使用临时航路，缩短飞行距离 1232 万公里，节省燃油消耗 6.65 万吨，减少二氧化碳排放约 20.95 万吨]。

3.载重平衡优化

理论上飞机重量越大，消耗的燃油越多。合理优化飞机的载重平衡配

置在一定程度上可以节省飞机的燃油消耗。

飞机的运营重量通常由飞机自身、客舱设施、配餐、机供品、水箱和业载构成。飞机机体本身重量由制造商采用的结构设计方式和材料决定，这一环节的减碳空间将在后续文章做详细讨论。客舱设施则决定于航空公司的飞机选型：如果航空公司选择更加轻薄的客舱座椅和娱乐设施，则可以有效减少客舱设施带来的重量。对于飞机配餐，航空公司可以通过精细化管理航班餐食供应量，根据实际旅客的数量，提前调整配餐数量，并鼓励乘客通过官方网站等渠道提前预定餐食，严格控制航空配餐带来的重量增加。对于机供品，航空公司可以利用历史数据分析不同航线机供品的经验用量，针对性的调整机供品配置数量，并且在配置前统一称重，做成标准化数据，由配载系统自动进行调取，以达到精细化管理的目的。对于短程航班来说，飞机水箱可以适当减少加水量，对于减少飞机重量也能起到一定功效。对于客运航班来说，业载分为腹舱的货邮行李以及客舱的乘客和手提行李，航空公司目前普遍采用的是指定固定的乘客体重和旅客行李重量，来进行预配载，如人均 75kg 的体重和 20kg 行李重量。但是，实际场景中，预配的重量往往高于实际的业载重量。以 A320 为例，一小时的航程下，每虚增 1 吨业载，飞机则需要多加 30 公斤燃油，这就会带来不必要的碳排放。如果航空公司能够通过抽样统计或大数据收集统计更精准的乘客体重和手提行李重量，减少预计业载和实际业载的误差，也可以减少不必要的燃油消耗和碳排放。

在载重平衡优化方面，低成本航空与全服务航空公司相比有着天然的优势。低成本航空通常采用更紧密的客舱布局，如果选择轻薄的航空座椅，重量减少更为显著。同时为了增加座椅数量，通常会削减部分盥洗室或配餐空间，进一步降低了飞机重量。配合严格的行李政策，所削减的重量远超全服务航空公司，既节约了成本，又减少了碳排放。

而随着数字化技术的推进，电子飞行包（EFB）的逐步普及也在为飞机减重和减碳在做出实际贡献。电子飞行包（EFB）可以将飞行员需要用到的各类手册和纸质资料数字化，存在可移动的电子终端中，供飞行员查看和使用，实现无纸化飞行，这可以有效地减少驾驶舱重量，达到节约燃油的效果。2011 年起，中国民航就开始逐渐试点和推进电子飞行包的使用。目前，中国民航已经大幅进入到电子飞行包时代，驾驶舱内的各类纸质资料和手册已经成为历史。截至 2020 年底，全国已经有 46 家航空公司应用了电子飞行包（EFB）。

4.飞机硬件方案优化

a)飞机清洗

飞机和发动机在日常使用过程中，随着运行时间的累积，机身、机翼和发动机函道表面会附着粉尘等污染物，造成飞机气动阻力增加、发动机性能衰减。定期清洗机身和发动机可以减少污染物的影响，恢复飞机机身和发动机的整体性能。根据海南航空的统计数据，以波音 737-800 为例，清洗后的发动机可以提高燃油效率约 5%，每架飞机可以年均减少二氧化碳

排放量约 94.5 吨。

b) 发动机改装

飞机发动机在使用过程中通常伴随着性能衰减，而衰减的最主要特征之一就是油耗升高，如果将部分老旧的飞机发动机进行升级改造，可以提高老旧飞机的燃油效率。以波音 737-NG 系列的 CFM56 发动机为例，每完成一台升级改造，一年可节省燃油消耗约 38 吨。

c) 加装翼尖小翼

2010 年开始，中国民航局不断鼓励航空公司对没有安装翼尖小翼的飞机加装翼尖小翼，可以使飞机在飞行中有效减少诱导阻力，从而减少油耗，达到节能减排的效果。根据波音的数据，其 737NG 系列的融合式翼尖小翼可以减少 5% 的碳排放量。而根据空客公司的数据，其 A320 系列的鲨鳍小翼可以减少 3.5% 的碳排放量。更加先进的波音 787 梦想客机和空客 A350 系列飞机采用了后斜削式翼尖小翼，可以减少更多的飞行阻力。

d) HUD、GLS 等新技术的应用

以 HUD（平视显示系统）和 GLS（GBAS 着陆系统）为代表的着陆辅助技术的使用可以使飞机在恶劣天气的情况下通过卫星和地面设备精确导航，减少飞机在空中的延误时间，减少不必要的等待，从而达到减少燃油消耗和碳排放的目的。

e) APU 替代和单发滑行

飞机发动机和 APU（辅助动力单元）是飞机燃油消耗的主要组件。可以积极推动飞机减少 APU 在飞机停车场期间的使用，使用地面电气源设备设施为飞机供电和供气，对于机场廊桥供电设备不可用的情况，积极协调机场相关部门对廊桥设施进行改造。此外，加强机组培训，积极使用地面单发滑行，优化地面滑程序，都可以助力减少二氧化碳的排放。目前全球主流航空公司都在积极减少 APU 的使用，并大力推广飞机落地后单发滑行，达美航空、美联航、卡塔尔航空、汉莎航空等主流航空公司都公开宣称它们使用了上述运行方式。以中国东方航空为例，2019 年前三季度，APU 替代方案直接节约燃油 6218 吨，减少碳排放数十吨，单发滑行使用占全公司航班量的 60%左右，减少由滑行产生的二氧化碳排放量约 50%。

5.可持续航空燃油的使用（SAF）

与地面交通不同，飞机使用的电池和氢能对技术要求更为严苛，仍然需要至少 10 年才有可能找到切实可行的商业解决方案。SAF 是传统航空燃油的可靠替代品，有助于降低航空业的碳足迹。此外，SAF 的使用无需改装发动机，也可以和传统航空煤油混合使用。因此，可持续航空燃油（SAF）

预览已结束，完整报告链接和二维码如下：

https://www.yunbaogao.cn/report/index/report?reportId=1_28423

