

民用航空业碳减排机制及其应对策略

钱璟, 宋巍, 杜澜

(中国民用航空总局第二研究所, 四川成都 610207)

摘要:航空业因其碳排放的特点, 日益成为全球关注的公共问题。2018年国际民航组织发布了国际航空碳抵消和减排计划, 中国也于2020年做出了碳达峰和碳中和的承诺, 在此情势下, 总结全球航空碳减排的机制发展经验, 分析碳税、减排交易体系和生物燃料技术等节能减排措施的利弊, 能有助于进一步完善我国航空业碳减排相关政策制度, 推动我国航空业的可持续发展。

关键词: 碳减排; 机制发展; 碳排放配额; 航空

中图分类号: F562 **文献标志码:** A **文章编号:** 1003-6490 (2021) 10-0170-03

The Carbon Offsetting & Reduction Scheme for Aviation and Coping Strategy

Qian Jing, Song Wei, Du Lan

Abstract: Aviation Carbon Offsetting & Reduction is a public issue of global concern because of its carbon footprint. The international civil aviation organization issued the international aviation carbon offsets and emission reduction plan in 2018. China made the carbon peak and carbon neutral time goal in 2020. The global development experiences of aviation carbon offsetting & reduction is benefit of coping strategy in this situation. Analysis the advantages and disadvantages of emissions reduction measures of carbon tax, the emissions trading system and aviation biofuel to improve China's aviation carbon emission reduction policies and systems, promote the sustainable development of the aviation industry in China.

Key words: carbon emissions; scheme development; carbon emission; aviation

自2020年9月22日, 中国在75届联合国大会上宣布在中国CO₂排在2030年达峰, 争取2060年实现碳中和目标后, 相关表述不断深化, 尤其在2021年两会期间, 节能减排成为各方关注的焦点, 已确定为中长期的国策, 碳减排成为行业的一个明确而现实的任务。根据权威统计, 航空业使用化石燃料仅占总化石燃料CO₂排放的3%左右, 航空碳排放在各行业乃至全球碳排放占比不高, 但年均增长速度较快, 加之民航飞机巡航高度集中在9000-12000m, 导致其尾气排放至大气平流层和对流层上部, 加剧了全球温室效应, 因此航空业成为重点关注的行业之一。根据国际民航组织(ICAO)估计, 如果放任航空业碳排放, 到2050年, 全球航空的年碳排放量会从目前约7亿t大幅增加3倍多, 至26亿t。由此可见, 实施航空碳减排具备现实而紧迫的压力。本文通过分析全球航空碳减排机制最新情况, 从而提出我国航空碳减排方面应对措施。

1 全球航空碳减排机制的发展现状

1.1 欧盟航空碳减排

欧盟2008/101/EC号指令将航空业纳入到了欧盟碳排放交易机制(EU ETS), 在进行总量控制的基础上, 允许排放单位进行碳排放许可额分配或交易^[1]。为确保该项制度的有效落实, 从2012年开始, 所有飞往、飞经或飞离欧盟的航班均需遵守EU ETS的要求。2017年, 欧盟颁布了2017/2392号法规, 提出从2017起将EU ETS的地理范围限制在欧洲经济区内^[2]。在欧盟2008/101/EC号指令中根据各航空运营者的历史排放量等情况, 确定免费配额, 其中85%的碳排放额实施免费分配, 另外15%以拍卖的方式分配。对于超额排放, 但未购买配额的营运者, 征收相应碳税, 但是这一措施也遭到了中、美、俄、日等国家的强烈反对, 认为该政策是纯粹的单边措施, 缺少合法性, 违背了《联合国气候变化框架公约》《芝加哥公约》《1994年关税及贸易总协定》中的公平原则^[3]。2009年, 美国航协

随即向欧洲法院提起诉讼, 中国民航局也曾禁止中国航司加入EU ETS体系, 迫于国际政治压力, 欧盟于2014年发布了2014/421/EU指令, 该指令明确自2013年1月1日起至2016年12月31日, 所有来自或飞往欧盟之外国家的航班可不再参与EU ETS。

1.2 航空碳抵消和减排计划

2016年, 国际民用航空组织(ICAO)大会建立了航空碳减排的一揽子措施 CORSIA, 主要分为三个阶段进行实施, 在实验阶段和第一阶段, 采用各国自愿参与的方式, 鼓励发达国家率先参与; 第二阶段采用强制性参与的方式, 对于达到相关标准的成员国必须参与, 小岛屿发展国家和最不发达国家可自愿参与^[4]。虽然在第39届ICAO大会已经通过了CORSIA, 但具体实施方面仍存在较多困扰, 具体表现在: ① CORSIA基于历史排放, 缺少对各发展中国家增长空间的考虑, 结果是增长快的发展中国家承担了比发达国家更大的减排责任, 违背了“共同但有区别”的原则^[5]; ②以大会决议的性质通过的CORSIA, 缺乏法律约束, 在各成员国对单边行动条款持保留态度时, 会影响计划的执行效率。目前我国民航业已建立起碳排放核查机制, 在国际互认基础上, CNAS批准了数家可从事航空业碳排放核查的单位, 并定期向国际民航组织报备。

2 航空碳减排机制的相关应对策略

2.1 法律法规支撑

碳排放与气候变化之间有着紧密关系, 在关于气候变化的国际谈判方面, 我国经历了被动参与、谨慎保守参与和开放活跃参与的过程, 《中国应对气候变化国际方案》是首个应对气候变化的全面政策, 在2007年制定之后, 我国又陆续出台了应对气候变化的相关法律和规章制度^[6]。由于气候变化是一个综合性问题, 任何一项立法都难以对其进行较为全面的规制, 所以应积极按照气候变化应对的总体要求, 严格执行与之相关的法律法规, 如可再生能源法、草原法、节约能源法等, 有序推进我国的气候变化应对工作。通过分析总结全球航空碳减排法制现状, 我国应积极总结相关经验, 规避不足, 制定一部具有基本法性质的《气候变化应对法》, 从

收稿日期: 2021-07-09

作者简介: 钱璟(1984—), 男, 四川成都人, 高级工程师, 主要研究方向为航空油料审定、碳核查和可持续性评价。

而更好地满足气候变化应对需求,更快地与国际碳减排相衔接,体现出我国在碳减排方面的责任担当,同时该法律的制定,能够为我国航空碳减排相关法制的制定打下良好基础。

2.2 基于碳税的减排措施

我国2016年颁布的《环境保护税法》并未将碳税纳入环境保护税的范畴,碳税作为应对气候变化,减轻全球环境问题的重要手段,与碳交易制度一样,都是促进温室气体尤其是二氧化碳减排的有效手段。与碳交易相比,碳税手段更加直接,能够保证减碳力度,中国在2020年承诺2030年碳达峰目标,碳税应引起足够重视,使其作用能够充分发挥出来^[7]。碳税与碳排放交易有着直接关联,通过将碳税纳入环境保护税范围,能够更好地落实节能减排工作,减少各行各业的碳排放量。与其他税收不同,碳税所涉及的范围较广,基本能够覆盖所有消费化石燃料的单位与个人,其执行成本相对较低,且通过实施碳税,能够在达到碳减排目标的同时,稳定能源及延伸产品或服务的价格,具有较强的公益性和稳定性。

基于此,我国可适当拓宽环境保护税的征收范围,对相关单位征收碳税,按照“谁使用、谁排放、谁缴税”的原则进行相关政策设计,明确碳税只用于碳减排,用来协助企业转型,有利于抑制高耗能、高排放产业的增长,有利于鼓励航司企业降低运行耗能,促进航空可持续燃料的使用,为我国航空碳减排的实施奠定基础。

2.3 碳交易制度

目前,ICAO的第219届理事会认可了6个减排项目体系,在2021年至2023年的CORSIA试点期内为其提供合格碳减排指标,这些减排项目体系包括:①美国碳注册登记簿(ACR);②中国温室气体自愿减排项目(CCER);③清洁发展机制(CDM);④美国气候行动储备方案(CAR);⑤黄金标准(GS);⑥核证减排标准(VCS)。但CORSIA要求合格碳减排指标必须由2016年1月1日以后投产的减排项目产生,且时间不得晚于2020年12月31日,用于抵消试运行阶段(2021—2023年合格减排指标)。

表面上,中国航司可以通过购买CCER减排量履行减排,但根据ICAO的评估,认为CCER项目对于减排项目额外性要求不足,而且CCER项目对于避免履行国际碳减排义务时,会出现重复计算的问题。由于CORSIA只认可2016年1月1日以后的项目产生的减排量。同时,自2017年起,CCER方法学开发、项目、减排量、审定与核证机构、交易机构备案的申请都处于暂停状态,根据中国自愿减排交易信息平台的信息,已经备案签发的减排量中没有符合CORSIA合格碳减排指标要求的减排量;而根据已备案未签发的项目设计文件信息计算,这些项目到2020年12月31日将产生总计4千多万吨的减排量。

2021年,随着全国碳排放权交易体系的启动,相关单位应尽快启动CCER项目和减排量的备案,促进CCER方法学、项目与减排量的备案及签发流程按照ICAO建议进行升级修订。同时考虑国家碳市场交易和国际碳减排指标交易的需求,做好CCER的国际对标,保障保CCER能够拥有广泛的认可和市场消化通道,释放市场化减排潜力。主管部门可以委托具有非盈利性特征和政府公信力的专业机构负责相关事宜,并履行好监管职责。

2.3.1 碳交易中的配额和抵消责任

在进行航空碳减排法制建设时,航空碳排放额的分配极为关键,直接影响运营者的经营成本,也会对其参与碳排放

交易的积极性造成较大影响,所以航空碳排放额的分配是碳减排工作的重中之重。随着我国航空业的不断发展,我国的航空碳排放问题也备受关注,所以航空业也应根据其自身发展阶段,制定与之相适应碳排放目标。设计航空碳排放配额时,首先应建立MRV体系,营运者主动监测和记录碳排放数据,确定航空碳排放总量后,进行配额分配。

起初,CORSIA基准线的计算是基于2019年和2020年的平均排放量,并要求抵消高于基线的排放量,使参与CORSIA的航空公司在基线年之后保持碳中和。在遭遇新冠肺炎疫情危机后,2020年航空运输量只有2019年的一半,之后数年全球航空业运输量也难以恢复到2019年的水平,如果使用2020年的排放量进行计算,CORSIA的基准线将会严重失衡,因此ICAO决定,将2020年从基准线的计算中剔除。这导致一个结果是设置的基线水平较低,可能对航空业长期减排带来一定压力。

2.3.2 稳定交易价格问题

我国的碳排放交易市场是在政府主导下建立,碳价格的稳定是碳市场运行的关键问题,应有相应的措施避免碳价格过度波动。碳交易仅以履约为目的,可注销履约部分的配额,对于剩余配额可进行交易和转让^[8]。为了防止碳价格过度波动,还应适当建立碳配额储备制度,加大减排量供给,合理设置碳价格上限,避免碳价格过高。在市场配额不足或价格过高的情况下,政府可适当释放储备配额,以满足市场需求,稳定碳价格。在碳价格过低或配额过多的情况下,政府可适当回购部分配额,避免碳减排成本随意传递给消费者,确保航空业能够稳定运行^[9]。

2.4 航空业低碳技术

同时应基于自身国情,应用可行的航空低碳技术,在确保飞行安全的前提下,最大限度减少碳排放。例如,为确保航空减排目标的实现,首先应加强航空节能产品的自主创新和研发,利用技术手段来降低航空业的碳排放,如应用新型低油耗发动机、降低空载、优化航线、使用生物燃料、进一步加强对航空运营的管理等措施,进而降低碳排放。但受制于航空燃料能量密度、航司机队规模、机龄和空域资源供给,航司的吨公里油耗下降幅度基本探底,目前看来,依靠使用航空可持续燃料抵消碳排放是比较现实的选择。因此保证国产航空可持续燃料能够正常生产销售,并经过合适的可持续评价,是航空业履行减排责任的重要途径。

3 结束语

在我国近年来航空业快速发展的情况下,加强航空业的碳减排面临紧迫和现实的压力。我国应学习借鉴其他国家的法制发展经验,促进CCER项目重启,加大减排量供应,开展国产航空可持续燃料的可持续评价,多种手段促进有意愿有能力的厂商生产航空可持续燃料。从中国过去十几年实际经验看,行政手段是最高效的节能减排手段,在未来,应该综合利用碳市场、碳税和航空减排技术,实现航空业的可持续发展。

参考文献

- [1] 闫海,孟琦.全球航空碳减排的法制发展及其对我国的启示[J].南京航空航天大学学报(社会科学版),2019,21(4):62-67.
- [2] 唐书传,刘志云,肖条军.考虑社会责任的供应链定价与碳减排决策[J].中国管理科学,2020,28(4):99-108.
- [3] 李菲菲,钱魏冬,许正松.效率和公平视角下我国30个省(市)碳减排潜力指数及减排政策分析[J].湖南工业大学学报,2020,34

(5): 47-55.

[4] 王珊珊, 张李浩, 范体军. 基于碳减排技术的竞争供应链投资均衡策略研究[J]. 中国管理科学, 2020, 28 (6): 73-82.

[5] 廖维君, 范英. 国际航空碳抵消协议对不同国家的影响分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2020, 30 (6): 10-19.

[6] 陈燕. 碳减排约束下经济增长包容性测度和趋势分析[J]. 宏观经济研究, 2020 (9): 103-118.

[7] 曹细玉, 吴晓志. 碳税政策下的双渠道供应链碳减排技术创新协作策略[J]. 华中师范大学学报(自然科学版), 2020, 54 (5): 898-909.

[8] 董梅, 李存芳. 低碳省区试点政策的净碳减排效应[J]. 中国人口·资源与环境, 2020, 30 (11): 63-74.

[9] 董梅. 碳税与能源效率提高的碳减排效应比较 - 基于 CGE 模型的分析[J]. 财经理论研究, 2020 (1): 47-55.

(上接第6页)

于杂质离子进行富集的过程, 对于溶液当中存在的有价元素进行富集操作, 比如对于含量达到500mg/L的Li元素, 相对于卤水工业品为150mg/L来说要相对较高, 在提取价值方面相对较高。由此可见, 对于废液处理的工艺设计方面, 需要对离子的回收利用进行全面的考虑。对于蒸垢母液的实际处理工艺流程当中, 需要对喷雾焙烧的温度以及压力和流量进行有效的控制, 以此来实现对蒸垢母液中的氯化铝进行转化, 最终转化成为氧化铝。对于此种方式来说, 可以对氧化铝进行产出, 氧化铝具备的除氟、吸附能力, 在加工造球之后可以在催化剂载体、吸附剂、除氟剂等多个方面进行应用。与此同时, 对于下一步所要操作的浸出过程, 可以实现对各种离子的浸出操作, 比如锂、钠、钾、钙等离子。在喷雾焙烧之后所产生的尾气主要为HCl气体, 在利用尾气进行酸吸收的过程当中可以实现循环利用和再生处理。对于焙烧之后产生的固体, 对其进行过滤之后实现溶出工序, 此过程可以实现对铝资源的回收和利用。对于过滤所得到的滤液当中所包含的氯化锂、氯化钠、氯化钙、氯化钾等杂质, 对其进行净化处理之后, 可以实现对其中所包含的钾、钠、钙等杂质离子的去除, 在溶液当中加入碳酸钠实现化学沉淀之后就可以得到碳酸锂。在现阶段, 利用该工艺技术手段来实现净化除杂可以实现对电池级的碳酸锂的生产, 对于废液的资源利用得到了有效的提升, 同时经济效益和社会效益也会得到提升。

4) 对于碱洗塔废水和循环水废水来说, 要实现二级水

吸收和一级碱吸收的方式, 以此来保证酸吸收的工序, 对于尾气当中的HCl浓度产生降低的效果。一级碱吸收的过程当中会产生部分的废水, 因此被称之为碱洗塔废水方式。此种方式在水系统当中的循环下可以实现空气冷却塔, 对于风沙较大的区域当中, 在水循环的过程当中由于其悬浮物质和溶解性的固体存在的原因, 一段时间的积累下需要对其进行循环水废水的排除。在对其进行废水进行处理的过程当中, 需要对碱洗塔废水来实现酸碱调节保持数值大于7, 之后对调节池和循环水的混合操作, 其中添加絮凝剂之后可以实现絮凝沉淀现象, 对于废液当中存在的悬浮物质, 需要经过过滤之后外排。在中间水池当中, 上层清液在经过超滤、反渗透之后可以实现循环使用, 之后形成的浓水在调节池的作用下可以利用高浓度的盐进行处理, 在MVR蒸发器的作用下实现水的循环使用, 促使固体盐进行外排。

4 结束语

在一步酸溶法提取粉煤灰中氧化铝生产工艺当中, 对于生产废水来说, 在分类、分质以及资源利用之后进行科学化的处理, 对于废液当中存在的有价金属离子实现了分离或者转换为优质工业产品, 其中产生的废水将实现最大限度的资源利用化和环保方面的零排放技术。利用此种生产废水处理技术在经济效益和社会效益方面具有极高的应用价值。

参考文献

[1] 贾秀丽. 粉煤灰酸法制取氧化铝除铁工艺简介[J]. 当代化工研究, 2020 (19): 127-128.

(上接第48页)

表10 耐磨性测试磨耗损失

配方	实验前			老化后		
	色品坐标		亮度因子	色品坐标		亮度因子
	x	y	Y	x	y	Y
A	0.3180	0.3356	0.8186	0.3181	0.3361	0.8118
	0.3179	0.3356	0.8193	0.3182	0.3361	0.8093
	0.3180	0.3356	0.8184	0.3182	0.3362	0.8095
B	0.3195	0.3371	0.8028	0.3222	0.3401	0.7740
	0.3196	0.3370	0.8004	0.3222	0.3401	0.7719
	0.3194	0.3370	0.8023	0.3221	0.3401	0.7736
C	0.3221	0.3398	0.7651	0.3183	0.3362	0.7097
	0.3220	0.3396	0.7658	0.3184	0.3364	0.7090
	0.3218	0.3396	0.7697	0.3185	0.3364	0.7089

由表10可以看出, 经过600h的人工加速耐候性实验, 涂膜的亮度因子均有不同程度的下降, 其中基础配方C下降最多, 达到8%, 不过色品坐标仍可以落在色品图内。

4 结束语

从高亮耐久标线涂料的组成研究出发, 在常规标线配方基础上, 研究各组分对性能的影响, 确定了改进后的配方, 并从基本性能(软化点、不黏胎干燥时间、抗压强度、抗滑性能)、识认性能(色度性能、光度性能、抗污性能)和耐久性(耐水性能、耐碱性能、低温抗裂性能、耐磨性能、耐候性能)出发对其路用性能进行研究, 性能指标均符合《路面标线涂料》JT/T 280—2004中对热熔型标线的相关要求, 进而得到一种高亮耐久型道路标线涂料, 为后续应用提供了基础。

参考文献

[1] 董元帅, 侯芸, 薛忠军. 基于道路安全的蓄能发光材料配伍性研究[J]. 公路, 2020 (5): 277-285.

[2] 张阳, 滕俊江, 黄展, 等. 道路标线涂料的研究进展[J]. 广东石油化工学院学报, 2014 (1): 4-7.

[3] 黄磊, 马静洁, 郑嘉麒, 等. 道路交通标线可视性评价指标及测试方法研究[J]. 道路与交通科学技术, 2019 (6): 23-30.