



2050 年铝业温室气体减排路径

执行摘要

铝是可持续经济发展的关键推动力。轻质、坚固、耐用、导电和可回收的铝产品是低碳未来的基本推动力。它们为那些排放量高的重要服务行业（包括能源、交通、建筑、食品和制药行业）提供节能和节碳的解决方案。

2018 年，全球铝需求量为 9500 万吨；其中，三分之二(6400 万吨)是由原铝（矿石生产）供应，三分之一是(3100 万吨)由回收铝供应。

未来几十年，人口和经济将迅速增长，意味着到 2050 年，全球铝需求将增长 80%。这一需求将由回收铝和原铝满足。

尽管回收铝的供应量预计将有所增加，但国际铝业协会（IAI）估计到 2050 年，每年原铝的需求量将高达 9000 万吨。

IAI 正在探索符合国际能源署设想的实际可靠的 2050 年全行业温室气体减排技术路径。2018 年，行业总排放量为 11 亿吨二氧化碳当量；按照“照常经营”情境，预计到 2050 年将达到 16 亿吨。在“2°C 优化情境”（B2DS）下，该行业需要将其总排放量从现有的基准水平降至 2.5 亿吨二氧化碳当量。

为实现这一目标，IAI 在满足日益增长的需求的同时，确定了三种减排路径：

1. 路径 1——电力脱碳
2. 路径 2——减少直接排放
3. 路径 3——循环利用和资源效率

所有路径都将是技术的组合，包括现有的、新的、正在开发的以及尚未开发的解决方案。

电力脱碳

原铝生产是一种电能密集型工艺过程。在铝行业 2018 年 11 亿吨二氧化碳当量的排放量中，有超过 60%的排放量来自于该行业所耗电能的生产过程。截至本世纪中叶，在对标 B2DS 的情境下，此类排放需要减少至接近于零的水平。

该行业三分之二的电力需求由铝生产商自备和自营的发电厂满足。其中，大部分发电厂燃烧化石燃料，是电力行业最新、最高效的产能之一。

脱碳发电和碳捕获利用和储存（CCUS）技术的部署为发电厂、电力用户以及那些从电网购买电力的冶炼厂提供了最重要的减排机会。

减少直接排放

铝业中非电力相关排放的主要来源是燃料燃烧、冶炼厂阳极消耗、辅助原料和运输。这类排放目前约有 4 亿吨二氧化碳当量，在“照常经营”情境（BAU）下，2050 年将达到 6 亿吨二氧化碳当量。所有生产商均有这些排放源，且业内个体排放差异微乎其微。

截至 2050 年，在 B2DS 情境下，即使铝需求量增加了 80%，此类排放量仍需要减少至 2.5 亿吨左右。

用以供给热量和蒸汽的燃料燃烧所导致的直接排放量占该行业排放量的 15%（2018 年）。对于这些热工艺过程，电气化、绿氢、聚光光热能量和 CCUS 技术提供了潜在的脱碳路径。

循环利用和资源效率

铝的独特优点之一是具有无限的可循环性而不丧失其性能。

如今，回收消费后废料可以减少近 2000 万吨的原铝需求，每年可规避约 3 亿吨二氧化碳当量的排放量。

如果在经济运行中没有回收铝，则必须用原铝替代。如今，原铝生产的平均温室气体排放量是回收利用消费后废料导致的排放量的 25 倍。

截至 2050 年，将近 100%的铝回收率、废料分类的改进以及消费前废料和金属损耗的消除，可能会将原铝需求降低 20%。这将在 2050 年额外减少 3 亿吨绝对二氧化碳当量的排放——与路径 2 减少直接排放的影响程度相当。

铝业参与者的路径选择将取决于以下各种因素：独特的能源条件、原材料和废料可用性、区域政策、投资选择以及技术开发和实施的可用性、速度和成本。

最后，在满足不断增长的铝需求同时，这一大规模减排带来的挑战将诉诸于行业内和行业间的伙伴关系来应对。至关重要的是，随着铝行业的脱碳成本升至上万亿美元，2050 年实现低碳铝业的关键推动因素是投资。