

废钢在钢铁行业的应用



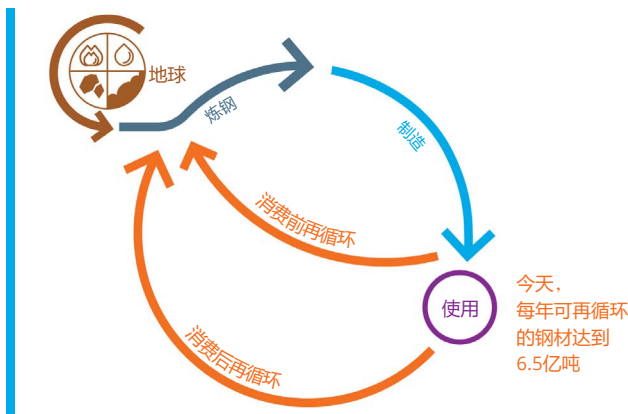
在向低碳世界转型的过程中，我们需要转变钢铁的生产方式。低碳炼钢没有唯一的解决方案，需要实施多种技术组合，可以选择独立部署，也可以根据实际情况进行混合部署。应对气候变化系列资料概览，将主要介绍和探讨目前开展的关键突破性技术以及面临的现状。

什么是废钢以及废钢的重要性？

“废钢”一词，既可以指已经抵达生命终点的钢材，即“消费后废料”，也可指钢材生产过程中产生的废料，即“消费前废料”。

虽然“废钢”一词可能会让人以为这是一种作废的产品，但实际上，它是钢铁生产过程中每条工艺路线都能用到的宝贵原料。

由于钢铁具有磁性，所以很容易从废物流中分离出来，这使得它具有很高的回收率。



废钢的使用方式及原因？

炼钢工艺主要有两种金属输入物：铁矿石和回收废钢。在全球钢铁生产中，大约70%的含铁原料来自铁矿石，其余部分就是废钢。¹

在钢材抵达生命终点阶段时，将废钢熔炼后，可生成新的钢

材、调整钢材的化学成分以及调整新产品的形状。废钢经过分离和拣选，可用于生产任何新钢材。

每家钢厂都会把废钢作为原料的一部分，因此每家钢厂也是废钢回收厂。

在高炉生产工艺中，碱性氧气转炉是将高碳铁水精炼成粗钢的设备，该设备每次投料通常都含有15%-25%废钢。废钢作为冷却剂，可以吸收放热脱碳工序产生的多余热量，另外还可以作为含铁物料（Iron Unit）的来源。在有些情况下，作为含铁物料来源的废钢被直接投入高炉，可减少温室气体排放。

在电弧炉生产工艺中，使用电能重新熔炼进料生产新钢材，进料中废钢占比最高达100%。²

使用废钢有哪些好处？

在抑制行业排放和降低资源消耗上，废钢发挥了关键作用，钢铁生产过程中每使用1吨废钢，可以减少1.5吨二氧化碳排放，节约1.4吨铁矿石、0.74吨煤炭和0.12吨石灰石。³

废钢的使用量？

钢铁行业可利用的所有废钢被反复用来生产新钢材。再循环的钢材保留了原始钢材的内在属性，并且在循环过程中，钢材品质得到提升。

钢材生产每年消耗约6.5亿吨废钢（粗钢总产量为每年18.69亿吨），并且两大主要钢铁生产工艺使用的废钢量相当。⁴因此，每年可减少9.75亿吨二氧化碳排放，并且极大的减少了其他自然

资源（例如，铁矿石、煤炭和石灰石）的用量。

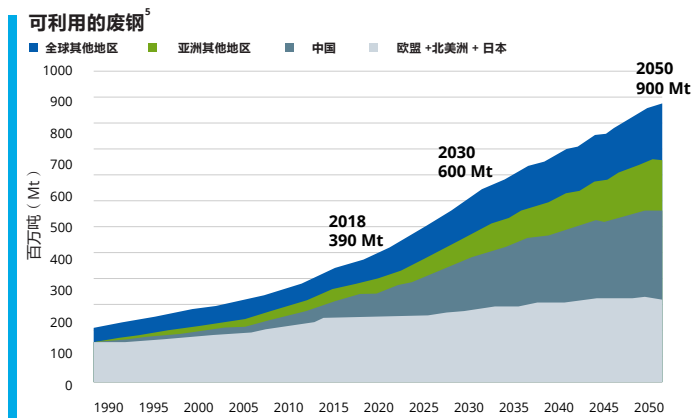
世界钢铁协会估计，全球铸造业每年使用大约7000万吨废钢。再循环废钢总量达7.2亿吨，从而构成全球最大规模的再循环活动。

废钢可利用量有多少？

理论上，所有新钢材都可利用再循环钢材制造。不过，目前由于废钢短缺，这一理论设想并不可行。主要原因是钢材具有高强度和高耐久性，因此使用寿命更长。

钢制包装材料的平均使用寿命为几周，而建筑物和基础设施的平均使用寿命可达百年以上。因此钢材的平均使用寿命为40年。⁵ 这表明，钢材生产与钢材再循环之间存在相当长的时间间隔。由于钢材需求的持续增长，本世纪内，钢铁行业不太可能完全过渡到使用废钢来生产钢材。

钢材需求的增长速度超过了“钢铁蓄积池”释放出的废钢。目前收集的所有废钢都进入了再循环过程。因此，可利用废钢的增长空间有限。未来可利用废钢的增长幅度将取决于消费后可利用废钢的预期增长幅度。



21世纪初，全球钢材产量显著增加，主要动力来自中国的增长。预计从2020年代中期开始，伴随这部分钢材的使用寿命结束，可利用的废钢量将逐渐增加。

虽然铁矿石的供应可能会随着需求变化而灵活调整，而废钢的供应量却基本稳定，这主要取决于钢铁需求和含钢产品在其使用寿命结束时产生的折旧废钢。世界钢铁协会估计，2019年全球可利用废钢约为4亿吨。我们预计到2030年，全球可利用的废钢将达到约6亿吨，到2050年，该数字将升至9亿吨，因此未来30年，废钢作为主要铁源将增加5亿吨以上。

放眼未来，随着循环经济的不断发展，经过再利用和再制造，钢铁的使用寿命还将进一步延长，废钢的可利用量将因此被抑制在低于当前预期的水平。

如何评估废钢质量？

各地区存在多种废钢分类法——例如，欧洲含铁金属回收和再循环联盟（EFR）制定的《欧盟27国废钢规范》⁶，以及美国废料回收工业协会（ISRI）制定的相关规范。⁷ 鉴于废钢贸易的国际化性质，如果利益相关方能够约定一个全球分类办法，充分利用未来预期增加的废钢供应量，这将是优选方案。

残存元素的累积导致废钢无法使用？

炼钢工艺能够去除废钢中存在的大部分杂质。因此，钢铁行业不会像玻璃行业和铝业一样，将废钢降级循环成更低品质的产品。

尽管如此，部分元素（尤其是铜）无法通过炼钢工序去除。铜含量的提高将导致钢材失去延展性，形成表面缺陷。⁸ 目前，我们通过综合使用拣选和稀释技术，谨慎控制铜含量。

放眼未来，随着人类社会的电气化范围不断扩大，回收废钢的铜含量将会上升。另外，随着废钢可用量的增加，以及基于铁矿石的钢材产量的相应减少，稀释用原生金属的可用量也将减少。随着废钢拣选和分离技术的完善，痕量金属（比如铜）污染将会降低，这对保证第二条工艺路线生产的所有钢材等级都具有重要意义。

将循环经济原则应用于产品设计（再制造和再循环式设计），可更加方便分离和回收黑色金属和有色金属（比如铜）。

2021年5月 | AP/BC

¹ 钢铁减排技术路线图，国际能源署，2020年

² 世界钢铁协会生命周期评价数据库

³ https://www.worldsteel.org/en/dam/jcr:ab8be93e-1d2f-4215-9143-4eba6808bf03/steelfacts_vfinal.pdf 第41页

⁴ 世界钢铁协会数据

⁵ <https://steelfacts.worldsteel.org/assets/facts/WST-Section-218.jpg>

⁶ <https://www.euric-aisbl.eu/facts-figures/standards-specifications>

⁷ <http://www.scrap2.org/specs/1/#zoom=z>

⁸ 废钢再循环中的铜和锡，L Savov、E Volkova、D Janke，2003年