

报告

废钢铁循环利用： 助力太原结构性降碳



项目单位及研究人员

山西科城能源环境创新研究院：刘宇、王东燕、薛清月、秦艳、何泓、赵跃华、许小静
自然资源保护协会：王佳、刘季熠



山西科城能源环境创新研究院（简称：科城研究院）成立于2017年，是一家以推动区域可持续发展为目标的非营利研究机构和协同创新平台，联合国气候变化框架公约观察员机构。自成立以来，研究院围绕应对气候变化、能源绿色低碳转型、资源循环高效利用、低碳包容性转型、新质生产力培育、环境社会治理等领域开展研究，从政策倡导、战略研究、技术建议、能力建设、策略传播等角度为政府、企业和公众提供绿色低碳转型解决方案。



自然资源保护协会（NRDC）是一家国际公益环保组织，成立于1970年。NRDC拥有700多名员工，以科学、法律、政策方面的专家为主力。NRDC自上个世纪九十年代中起在中国开展环保工作，中国项目现有成员40多名。NRDC主要通过开展政策研究，介绍和展示最佳实践，以及提供专业支持等方式，促进中国的绿色发展、循环发展和低碳发展。NRDC在北京市公安局注册并设立北京代表处，业务主管部门为国家林业和草原局。

所使用的方正字体由方正电子免费公益授权

封面图片：废钢铁打包块 | 图源：刘宇 / 山西科城能源环境创新研究院

执行摘要

循环经济助力降碳行动是城市推动实现碳达峰目标的重要内容。废钢铁¹是一种重要的高载能²绿色铁素资源^[1]，可有效促进钢铁行业碳减排，每利用1吨废钢铁可减少二氧化碳排放量约1.6吨^[2]，能够助力城市降碳和产业结构绿色化发展。太原市是山西省会，国家“无废城市”试点、废旧物资循环利用体系重点建设城市，2023年获批成为首批国家碳达峰试点城市。钢铁是太原市支柱性行业，2023年钢铁行业产值、营收、税收分别占全市规上工业的19%、20%、9%，碳排放占全市约34%。太原市具备一定废钢铁行业基础，2023年废弃资源综合利用业产值86亿元，占全市规上工业比重约1.7%。

本研究在分析太原市废钢铁循环利用现状与困境基础上，前瞻预测2030年、2035年太原市废钢铁资源产生量与废钢铁利用需求，提出推动废钢铁循环利用助力太原市碳达峰试点建设的建议，以期为国内其他钢铁产业偏重城市推进碳达峰碳中和进程提供启发。

主要结论如下：

一、太原市钢铁行业综合废钢比约16%，低于全国21%的平均水平，未来通过加强废钢铁利用实现减碳的潜力需进一步挖掘。

截至2024年底，太原市共有太钢集团和山西美锦钢铁两家钢铁企业，合计产能约1400万吨。2023年，全市粗钢产量约1379万吨，钢铁生产使用废钢量约220万吨，综合废钢比约16%，低于全国钢铁行业21%的综合废钢利用水平5个百分点。其中太钢集团长流程废钢比约12%，短流程废钢比约53%，综合废钢比约16%。山西美锦钢铁采用长流程冶炼工艺，废钢比约13%。2023年废钢铁利用推动太原市钢铁行业减少约352万吨碳排放，对全市的降碳贡献约5%。太原市当前的废钢铁综合利用水平较低，随着钢铁行业正式纳入全国碳交易市场，废钢铁资源逐步集聚并实现稳定供应，为太原市提高废钢比、钢铁行业碳减排创造了空间。

二、提高废钢铁利用水平是控制太原市结构性碳排放增长的有效手段。转型情景下，到2030年，通过增加废钢铁使用，可使钢铁行业碳排放量占全市碳排

1 本报告中废钢铁主要指不能按原用途使用且能够作为熔炼原料回收使用的钢铁碎料及废旧钢铁制品，主要分为自产废钢、加工废钢、折旧废钢。需要特别说明的是，报告仅在“废钢比”“废钢收得率”等惯用表达或专有名词处使用“废钢”作为简称。

2 废钢铁的高载能属性指其能够把钢铁生产过程中的能源消耗以资源形式储存并再次释放，从钢材→制品→使用→报废→回炉炼钢，废钢铁可以循环使用，且自然损耗较低，利用率较高。

放比重较2023年降低约5个百分点，到2035年，较2023年下降约9个百分点。

综合考虑政策要求、市场需求、冶炼工艺等因素，本研究设置基准情景、政策情景、转型情景三种情景预测太原市钢铁行业废钢铁利用需求，其中转型情景对城市结构性降碳影响最为明显。

转型情景下，2030年，太原市钢铁行业电炉钢产量占比为20%，废钢铁利用以长流程炼钢为主，废钢利用量达到410万吨，可推动钢铁行业碳排放较2023年减少约474万吨，碳排放强度下降至1.29吨二氧化碳/吨粗钢（以下简称为“吨/吨”），较2023年将下降近28%，行业碳排放量占全市碳排放比重有望较2023年降低约5个百分点，下降至29%左右。2030年-2035年，在废钢铁资源供应充分，且钢铁行业碳市场稳定运行背景下，太原市钢企转变为以短流程用废钢铁为主的废钢铁利用模式，到2035年，电炉钢占比达到30%，废钢铁利用量增加至576万吨，可推动钢铁行业较2023年减少碳排放约743万吨，碳排放强度下降至1.04吨/吨，较2023年下降42%，钢铁行业碳排放量对太原市碳排放的贡献比重下降至25%，较2023年降低约9个百分点。

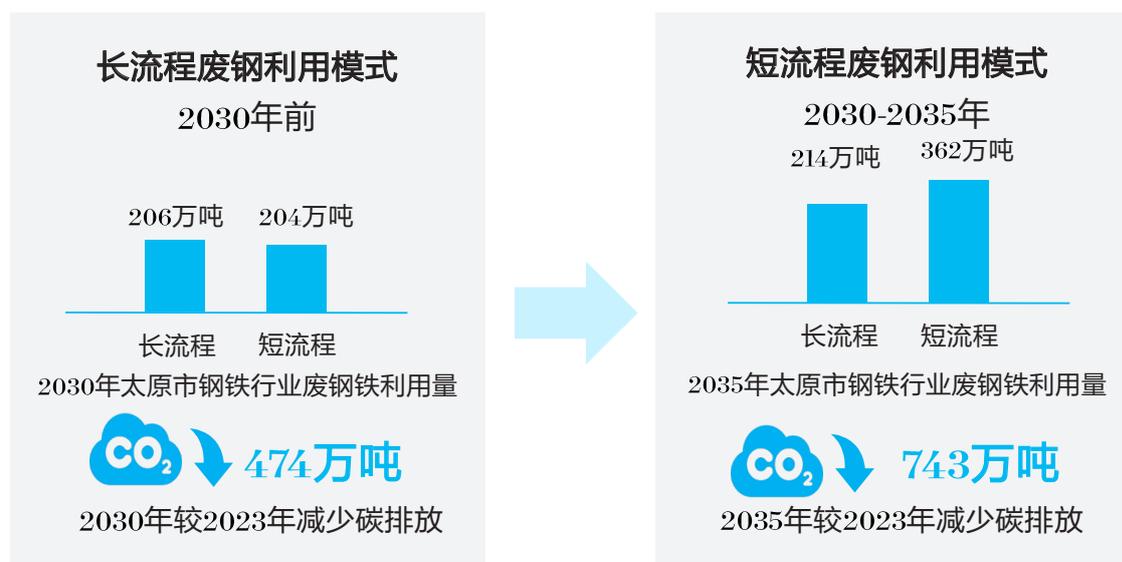


图1 转型情景下太原市不同时期废钢铁利用模式与降碳效益

三、太原市废钢铁循环利用体系尚未健全，面临着回收体系建设难、废钢高质利用难、行业规模发展难、行业规范管理难等“四难困境”。转型情景下，到2030年，太原市废钢铁供给缺口约246万吨-253万吨，若全市废钢铁年回收加工能力提升至600万吨左右，废钢铁行业产值占工业行业总产值比重将从1.7%增加至3.8%。

太原市属于典型的废钢铁流入型城市，2023年太原市本地废钢铁资源量约为133万吨，半径在400公里范围内的吕梁市、忻州市、晋中市等周边城市和陕西、宁夏等周边省份是太原市废钢铁回收的重要来源。目前太原市废钢铁循环利用体系尚未完善，主要存在回收体系建设难、废钢高质利用难、行业规模发展难、行业规范管理难等困境，具体表现为缺乏大型回收企业带动、废钢铁利用政策引导不足、废钢铁行业财税外流、基础统计数据难获取等。

太原市废钢铁资源量较难满足钢铁行业的利用需求，在转型情景下，到2030年，太原市废钢铁供给缺口约246万吨-253万吨。构建以太原市为中心，辐射方圆400公里的“省内+省外”相结合的废钢铁回收网络是关键。在此基础上，假设到2030年，全市废钢铁回收加工能力提升，对以太原为中心400公里范围内的废钢铁资源进行回收加工，年回收加工能力提升至600万吨左右，则可全部满足转型情景下太原市钢铁行业的废钢铁利用需求，同时废钢铁行业产值扩大至近200亿，占全市工业产值比重将从1.7%提升至3.8%，助力全市产业结构绿色化低碳化发展。

四、为推动国家碳达峰试点城市建设，太原市需要重点从“推动钢铁行业利用废钢铁降碳”和“推动城市废钢铁循环利用体系建设”两方面强化政策引导。

推动钢铁行业利用废钢铁方面：

（1）将废钢铁资源利用等目标列入太原市钢铁行业减污降碳目标体系。建议在未来五年全市碳达峰行动方案中强化钢铁行业废钢铁利用目标，明确设定钢铁行业综合废钢比、短流程电炉钢占比等关键指标，增加吨钢碳排放强度下降的激励性指标。

（2）推动钢铁行业率先开展碳预算、碳预警和碳足迹管理。基于全市碳达峰目标和碳排放“双控”要求，研究确定钢铁行业未来五年碳预算目标，开展常态化碳排放监测预警和碳预算管理。支持重点企业建立钢铁行业碳足迹背景数据库，收集和采集不同类型钢铁产品、服务和活动的碳足迹信息，核算钢铁产品、服务或活动的碳足迹，强化供应链管理，提升产品低碳竞争力。

（3）引导金融机构通过工业碳账户贴标管理对接资金需求。依托太原市工业企业碳账户平台，率先将钢铁行业纳入碳账户管理，建立涵盖碳排放总量、碳排放强度等指标在内的碳账户指标体系，对钢企碳账户进行贴标管理，引导金融机构助力钢企绿色低碳化改造资金需求。

推动城市废钢铁循环利用体系建设方面：

（1）将废钢铁行业发展纳入省级发展战略。将太原市重点废钢铁循环利用项目列入未来五年山西省循环经济发展相关规划；将废钢铁行业发展融入山西省中部城市群发展战略，提高废钢铁行业发展的战略定位；将废钢铁行业发展纳入山西省重点产业链发展规划，培育壮大废钢铁行业。

（2）明确废钢铁循环利用体系建设目标。坚持规划先行和目标引领，着眼废钢铁循环利用体系建设要求，科学制定太原市废钢铁回收、加工、利用、园区建设、产业环境等发展目标，确保废钢铁循环利用体系高质量发展。

（3）构建“内网+外网”回收体系。完善本市“点-站-场”回收体系，规划建设再生资源绿色分拣中心。鼓励回收企业在山西省晋中、忻州、吕梁等中部城市群以及内蒙古、陕西、河南等周边省份以建设回收站点、成立下属公司、收购当地企业等形式，延伸回收网络，提升废钢铁供应保障能力。

（4）建设再生资源循环利用产业园区。建议在阳曲县、尖草坪区等北部地区，依托大型钢铁企业和废钢铁加工企业，建设集成多种服务为一体的废钢铁加工基地；在清徐县、小店区等南部地区，依托报废机动车拆解企业，打造以消费品拆解和加工为主要产品和服务的消费品拆解产业园区。

目录

前言	1
第一章 废钢铁循环利用是助力实现碳达峰目标的重要举措	2
1.1 “双碳”背景下资源循环肩负助力降碳新使命	2
1.2 废钢铁循环利用的降碳效益显著	2
1.3 以太原市作为案例开展研究的意义	2
第二章 太原市废钢铁循环利用现状	4
2.1 废钢铁产生环节	4
2.2 废钢铁回收环节	8
2.3 废钢铁加工环节	10
2.4 废钢铁利用环节	11
第三章 废钢铁循环利用体系建设面临“四难困境”	13
3.1 回收体系建设难	13
3.2 废钢高质利用难	13
3.3 行业规模发展难	14
3.4 行业规范管理难	15
第四章 太原市钢铁行业废钢铁利用情景研判	16
4.1 测算思路	16
4.2 发展趋势	17
4.3 情景设置	18
4.4 情景研判	19
第五章 太原市废钢铁产需匹配分析	25
5.1 基于钢铁产品生命周期法的废钢铁资源预测	25
5.2 未来废钢铁产需匹配分析	26
第六章 废钢铁助力太原市碳达峰试点建设的建议	28
6.1 推动钢铁行业利用废钢铁降碳的主要建议	28
6.2 推动废钢铁循环利用体系建设的主要建议	29
参考文献	34

前言

太原市是典型的资源依赖型城市，2023年获批国家首批碳达峰试点城市，循环经济助力降碳是城市达峰的任务之一。钢铁行业是全市工业经济的支柱，工业产值占比约19%，碳排放占比约34%，深挖废钢铁助力钢铁行业的降碳潜力，有助于促进太原市降碳和产业结构绿色低碳发展，到2030年，通过加强废钢铁循环利用，太原钢铁行业碳排放量占全市碳排放比重较2023年可降低约5个百分点，废钢铁行业产值占规上工业行业总产值比重较2023年增长约2个百分点。

2024年，课题组在自然资源保护协会（NRDC）的支持下启动了废钢铁循环利用助力城市碳达峰试点建设研究，以太原市为例，从废钢铁循环利用体系建设出发，以助力降碳为导向，提出推动废钢铁循环利用助力太原市碳达峰试点建设的建议。希望研究成果能够为同类钢铁工业城市碳达峰试点建设提供启发。

第一章

废钢铁循环利用是助力实现碳达峰目标的重要举措

1.1 “双碳”背景下资源循环肩负助力降碳新使命

大力发展循环经济，推动资源循环利用，能够通过提高资源利用效率为碳达峰碳中和提供有力支撑。《2030年前碳达峰行动方案》将“循环经济助力降碳行动”纳入“碳达峰十大行动”，为新时期发展循环经济赋予新使命、指明新方向、提出新要求。资源循环利用可以通过原材料替代和流程优化等方式有效减少产品的加工和制造步骤，延长材料和产品生命周期，从而降低资源消耗和二氧化碳排放，降低单位产品碳排放强度，是实现结构性降碳的有效途径。2016年-2020年，发展循环经济对我国碳减排的综合贡献率达25%左右，2023年通过发展循环经济约减少排放35亿吨二氧化碳^[3]。

1.2 废钢铁循环利用的降碳效益显著

废钢铁是唯一可以大量代替铁矿石的再生资源^[4]，可以有效促进钢铁生产过程碳减排。与长流程炼钢工艺相比，以废钢铁和电力为原料的电炉短流程炼钢工艺减少了烧结或球团、焦化、高炉等高能耗高排放工序，每利用1吨废钢铁可减少二氧化碳排放量约1.6吨^[2]。其次，废钢铁循环利用体系的构建以及废钢铁行业的发展可以培育壮大资源循环利用产业，推动城市产业结构向绿色、低碳方向发展。

1.3 以太原市作为案例开展研究的意义

作为典型的资源型城市，太原市面临较大的降碳压力和产业转型挑战。太原市是山西省会，也是国家重要的能源和重工业基地，国家可持续发展议程创新示范区、国家碳达峰试点城市、“无废城市”建设试点、废旧物资循环利用体系重点建设城市。全市能源消费以煤为主，电力、钢铁等高碳排放行业是支柱行业，能源消费偏煤、产业结构偏重的特征使其在推动实现碳达峰的进程中，面临更大

的降碳压力和产业转型挑战。

钢铁行业是太原市的支柱产业。2023年太原市粗钢产量1379.13万吨，占山西省粗钢产量的比重为22%。太原市钢铁行业产值和营收近五年均位居全市规模以上工业行业前两位，2023年产值贡献19%，规上工业行业中排名第二；营收贡献20%，规上工业行业中排名第二；税收贡献9%，规上工业行业中排名第三。钢铁行业是全市煤炭消费总量控制和碳排放控制重点，初步核算，2023年太原市钢铁行业煤炭消费占比约占全市的21%，仅次于焦化行业和电力热力行业³；碳排放约占34%⁴，仅次于电力热力行业。

选取太原市开展系统性研究可为当地在建设碳达峰试点城市过程中突破资源依赖、高碳锁定、产业偏重等困境提供可行的切入点；其次，作为全国重要的能源重化工基地和钢铁生产基地，相关建议仍可为国内其他钢铁工业城市探索资源循环助力降碳提供启发。

³ 课题组根据《太原统计年鉴2023》估算。

⁴ 包含化石燃料燃烧、工业生产过程、电力间接排放，由课题组根据太原统计年鉴、太原市企业环境信息依法披露系统等公开信息估算。

第二章

太原市废钢铁循环利用现状

2.1 废钢铁产生环节

根据钢铁产品生命周期法对太原市废钢铁资源量进行估测^[5]，2023年，太原市废钢铁资源量约133万吨。其中，自产废钢约为90.5万吨，占全市废钢铁资源比重约68%；加工废钢约17.1万吨，占全市比重13%；折旧废钢约25.1万吨，占全市比重约19%。与全国以折旧废钢为主的废钢铁供给相比，太原市废钢铁以自产废钢为主。

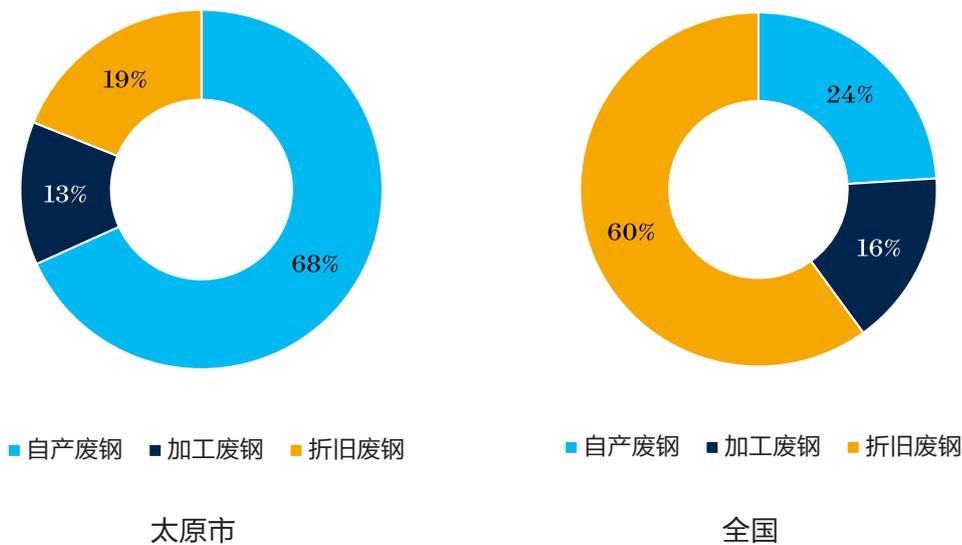


图2-1 太原市与全国废钢铁资源构成对比

数据来源：课题组测算、渤海期货

2.1.1 自产废钢占比较大

太原钢铁集团有限公司、山西美锦钢铁有限公司是太原市的自产废钢主要来

源。两大钢铁企业合计约1400万吨钢铁产能，且太钢集团以生产不锈钢、冷轧硅钢、高强韧系列钢材为主，自产废钢收得率较高。自产废钢量主要受企业粗钢产量、钢材收得率和自产废钢回收率⁵等相关因素影响。2013年-2023年太原市自产废钢量整体呈现缓慢上升趋势，近年维持在90万吨左右，占全市废钢铁资源比重较大。



图2-2 太原市2013—2023年粗钢产量和自产废钢量

数据来源：课题组根据太原统计年鉴（2014-2023）、太原市2023年国民经济和社会发展统计公报测算

2.1.2 加工废钢占比较少

太原市用钢行业主要为建筑行业 and 制造行业两大类，用钢过程中产生的废钢铁是太原市主要的加工废钢来源。用钢制造企业如太原重型机械集团、太原锅炉集团有限公司、中国船舶集团汾西重工等在钢材加工过程中会产生切边、切角、边角料等废钢铁。建筑行业在施工过程中也会产生废钢筋、废钢板等施工废料。2000年至2023年，太原市加工废钢量呈现上升趋势，近年稳定在17万吨左右，占全市废钢铁资源比重较小。

⁵ 自产废钢回收率指自产废钢量占当年粗钢产量的百分比，钢材收得率越高，自产废钢回收率越低。

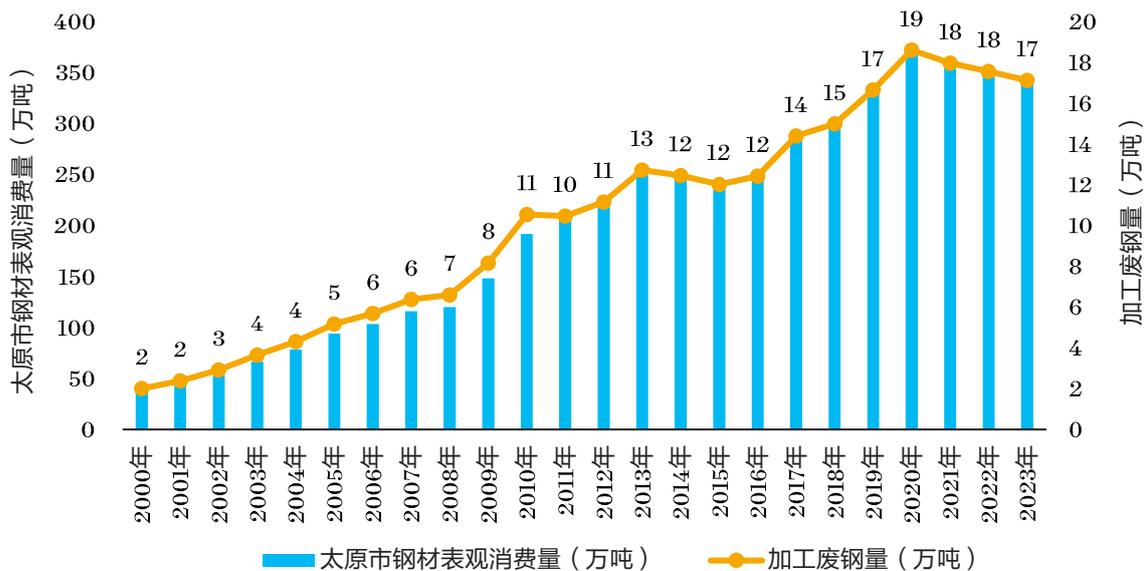


图2-3 太原市2000—2023年太原市钢铁表观消费量、加工废钢量

数据来源：课题组根据国家人均钢材消费量测算

2.1.3 折旧废钢来源广泛

建筑领域是太原市折旧废钢的来源之一。太原市早期的房屋建筑多以砖石结构为主，废钢铁多集中产生于门、窗等易于替换的建筑结构构件，21世纪中后期多应用建筑钢材。因此，随着城市更新，房屋建筑拆迁后会产生折旧废钢，太原市近中期建筑领域折旧废钢上涨，但从近十年太原市房地产当年竣工面积、新开工面积、施工面积变化趋势可以看出，远期全市建筑领域折旧废钢可能呈现下降趋势。

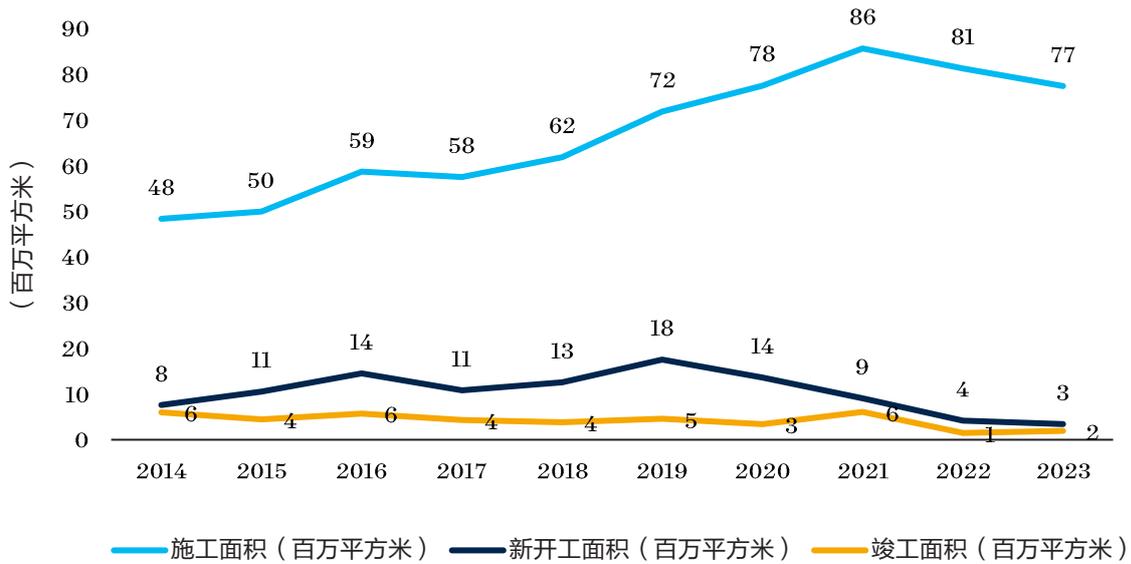


图2-4 近十年太原市房地产施工、新开工、竣工面积变化

数据来源：太原统计年鉴

工业领域是太原市折旧废钢的主要来源之一。2023年，太原市工业行业机械设备固定资产中，钢铁行业占比近46%，居首位；其次是煤炭采选行业和电力热力行业，分别占12%和9%，这些传统行业都是折旧废钢和钢铁制品报废设备的重要来源。以煤矿为例，煤矿所用生产设备多以钢铁材质为主，变压器、矿用开关、潜水泵、液压钻机机电设备报废和钢丝绳等钢铁制品耗材报废都会产生折旧废钢。



图2-5 太原市2023年工业行业机械设备固定资产占比

数据来源：太原统计年鉴

报废汽车是太原市折旧废钢的一大重要来源。截至2023年底，太原市民用汽车拥有量约221万辆，千人汽车拥有量402辆，高于同年全国千人汽车拥有量238辆的水平^[6]，且近年呈递增趋势。按每年1%的汽车报废量估算，2023年太原市报废汽车约为2.2万辆，按照每辆汽车平均拆解1.5吨废钢铁估算^[7]，约产生3.3万吨废钢铁，占折旧废钢铁比重13%。随着国家大规模设备更新和消费品以旧换新行动的实施，太原市报废机动车将呈现增加趋势，而目前太原市仅一家报废机动车拆解企业，有待扩大布局。

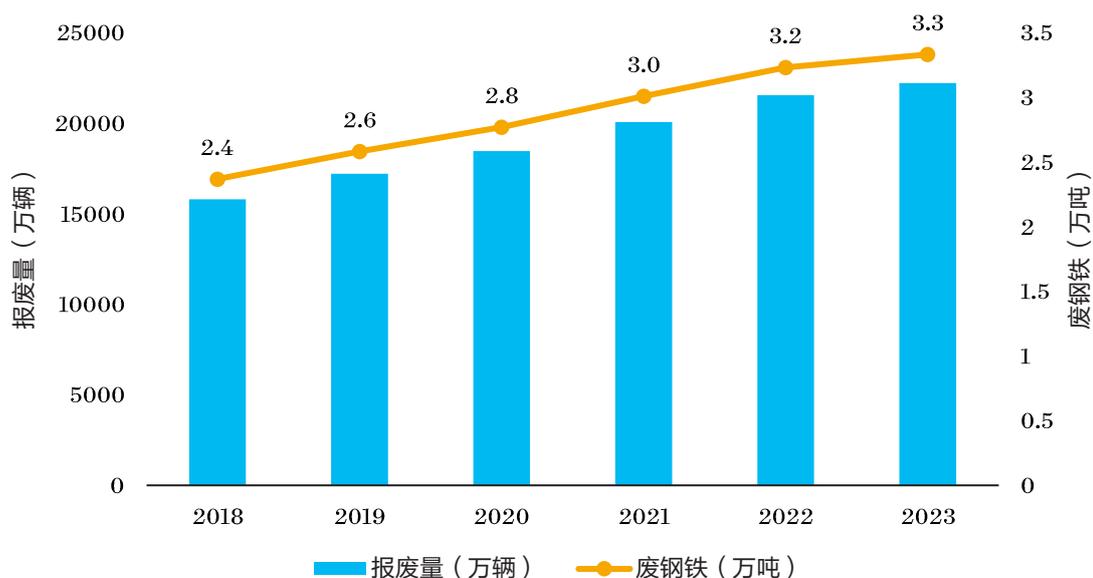


图2-6 太原市2018—2023年汽车报废量及产生废钢铁量

数据来源：课题组估算

2.2 废钢铁回收环节

2.2.1 废钢铁回收辐射周边地区

太原市废钢铁回收辐射吕梁市、忻州市、晋中市等周边城市和陕西、宁夏等周边省份。太原市目前普碳钢的回收市场半径一般为400公里，受市场价格和需求关系影响，废钢铁回收半径可能进一步扩大，如陕西、宁夏、甘肃等周边省份由于废钢铁需求规模较小，部分废钢铁资源因此流入太原市。受废不锈钢的资源分布等影响，太原市废不锈钢回收半径大于普碳钢，可辐射至江浙一带，如宁波的宝新不锈钢有限公司是太钢集团废不锈钢的主要供应商之一。

2.2.2 以“小商贩”式分散型回收为主

太原市废钢铁回收主体主要有回收站点和回收企业两种，“小商贩”式的分散型回收主体较多。回收站点是废钢铁资源的前端收集点，太原市废钢铁回收站点主要有独立运营、回收企业下设回收站点、流动回收站点三种形式，其中，独立运营的回收站点常以“小商贩”形式分布在居民社区附近街道，再出售至规模较大的回收企业。



图2-7 太原市废钢铁回收站点

来源：课题组拍摄

2.2.3 废钢铁前端回收分拣薄弱

太原市废钢铁前端回收分拣环节滞后，相对薄弱。生活源废钢铁方面，太原市约四分之一的生活源废钢铁经由万柏林区综合分拣中心处理，其余均由城市环卫系统分拣处理；商业源废钢铁资源经由企业、建筑工地等交售至回收站点，再由回收站点出售至大型回收企业或废钢铁加工企业，仅当废钢铁资源流向至加工企业后，才会进行废钢铁分拣，分拣环节延后且前端回收分拣薄弱。

2.3 废钢铁加工环节

2.3.1 废钢铁加工企业分布较散

太原市废钢铁加工企业多，加工产能较大。太原市现有废钢铁加工企业数量较多，产能超300万吨，其中加工产能超过15万吨的企业约8家，合计产能超过全市50%，大部分企业废钢铁年加工能力未超万吨。截至2024年底，太原市仅有太原钢铁集团金属回收加工贸易有限公司、山西美锦再生资源有限公司、山西鑫汇林金属制造有限公司3家企业被纳入工信部认证的废钢铁加工行业准入企业“白名单”。

表2-1 太原市废钢铁加工行业准入企业名单

企业	经营范围
太原钢铁（集团）金属回收加工贸易有限公司	废旧金属、废旧机械及设备零部件回收、加工、利用；批发零售金属材料（除贵稀金属）
山西美锦再生资源有限公司	生产性废旧金属回收；再生资源加工；再生资源销售；金属材料销售；报废机动车回收；报废机动车拆解；报废电动汽车回收拆解；
山西鑫汇林金属制造有限公司	金属废料和碎屑加工处理，再生资源回收（除生产性废旧金属）；金属材料制造；金属材料销售；金属制品销售；有色金属合金销售；锻件及粉末冶金制品销售；生产性废旧金属回收；再生资源加工；再生资源销售；太阳能发电技术服务

数据来源：课题组据公开信息整理

加工企业分布较散，暂未出现集聚化、园区化的发展趋势。规模较大的8家废钢铁加工企业分布于太原市10个县（市、区）中的6个，分布较散，其中，山西鑫汇林金属制造有限公司位于阳曲县，太钢集团金属回收加工贸易公司和山西太嘉钢贸再生资源有限公司位于尖草坪区，山西金利嘉再生资源有限公司位于万柏林区，山西宏亿再生资源有限公司和太原市伟鑫龙再生物资回收有限公司位于小店区，山西美锦再生资源有限公司位于清徐县、山西云钢再生资源产业有限公司位于古交市。

2.3.2 加工工艺主要以压块、剪切为主

太原市废钢铁加工工艺以压块、剪切为主，更加精细化的破碎加工工艺较少。太原市大部分废钢铁加工企业具有压块、剪切能力，而仅有4家企业具备废钢铁破碎生产能力，分别是山西鑫汇林金属制造有限公司、山西宏亿再生资源有限公司、山西太嘉钢贸再生资源有限公司、山西金利嘉再生资源有限公司。



图2-8 废钢铁打包块

来源：课题组拍摄

2.3.3 加工产品主要流向河北、河南两省

太原市过半的废钢铁加工产品出售至省外。受市场价格和废钢铁质量等因素影响，废钢铁加工产品除销往太原市两家钢铁企业外，主要销往河北石家庄、唐山，以及河南省等地。河北省粗钢产能约1.99亿吨，废钢铁需求量大，且紧邻山西省，运输半径相对较短，河北废钢铁市场具有较强的虹吸效应，太原市乃至山西省的废钢铁加工产品多运输至河北省出售。河南省积极引导钢铁行业绿色低碳转型，发布政策对钢铁行业每年的废钢铁资源利用量做出目标引导，鼓励钢铁行业废钢铁利用，因此对太原市等周边地区废钢铁加工产品也表现出较强的吸纳能力。

2.4 废钢铁利用环节

2.4.1 废钢铁利用率低于国家平均水平

钢铁企业是太原市最主要的废钢铁利用主体。走访发现，2023年太原市钢铁企业用废钢铁约220万吨，综合废钢比约为16%。太钢集团以长流程工艺为主，辅以电炉短流程工艺，2023年太钢集团在太原地区的粗钢产量1229万吨^[8]，

利用废钢铁约200万吨，综合废钢比约16%，其中，长流程工艺添加废钢铁约135万吨，废钢比约12%；短流程工艺添加废钢铁65万吨，废钢比53%。山西美锦钢铁为长流程炼钢工艺，2023年利用废钢铁约20万吨，废钢比约13%。

表2-2 太原市2023年钢铁企业废钢铁利用情况

钢铁企业	粗钢产量	废钢铁利用量	废钢比
太钢集团	1229万吨	200万吨	综合废钢比：16% 长流程废钢比：12% 短流程废钢比：53%
山西美锦钢铁	150万吨	20万吨	13%

数据来源：课题组走访获取

与全国钢铁行业平均水平相比，太原市钢铁行业综合废钢比相对较低，废钢铁利用提升空间较大。从2023年综合废钢比数据来看，太原市钢铁行业综合废钢比约16%，低于全国综合废钢比21%的平均水平^[9]。而国际上主要产钢国家的综合废钢比水平则更高，废钢比最高的是土耳其，受铁矿资源匮乏影响，土耳其大力推进电炉建设，大量进口废钢铁以满足电炉钢生产需要，2022年废钢比高达86%。

2.4.2 废钢铁利用为全市带来降碳贡献约5%

太原市废钢铁利用为全市降碳做出贡献。废钢铁主要通过原材料替代和工艺流程优化的方式推动钢铁行业实现碳减排，进而助力全市碳减排。2023年，太原市钢铁企业利用废钢铁带来显著的降碳效益，与不利用废钢铁相比，助力钢铁行业实现碳减排约352万吨，对整个城市的降碳贡献约5%。

第三章

废钢铁循环利用体系建设面临“四难困境”

3.1 回收体系建设难

3.1.1 三级回收体系尚不健全

太原市再生资源“点-站-场”三级回收体系尚不健全，尤其是后端缺乏专业的废钢铁分拣中心。目前太原市主要依靠回收站点或下游中间商的粗放分拣和人工处置。此外，太原市生活源废钢铁再生资源分拣能力不足，目前太原市两大分拣中心覆盖范围主要为万柏林区、晋源区、尖草坪区等汾河以西的城区，服务范围未能覆盖小店区、杏花岭区、迎泽区等城区的部分社区和农村地区的生活源再生资源，分拣能力仅为全市需求的四分之一。

3.1.2 缺乏大型回收企业带动

缺乏大型回收企业带动，是当前太原市废钢铁回收体系建设中的一大短板。大型回收骨干企业通常拥有完善的管理体系以及发达的回收网络，能够在提高回收效率、保障回收质量等方面发挥重要作用。而太原市废钢铁回收行业仍以小型回收站点为主，仅有10家左右企业年回收规模超过10万吨，大部分规模较小、管理缺乏规范，难以形成高效而发达的回收网络体系。

3.2 废钢高质利用难

3.2.1 废钢铁质量参差不齐

受地区消费水平以及废钢铁分拣、加工水平等影响，太原市废钢铁难以符合钢铁企业的废钢铁质量要求。从品类看，太原市产生的废钢铁资源以普碳钢为主，而实际生产过程中，废不锈钢也是太原市钢铁企业的一大需求，以普碳钢为主的废钢供给结构和加工体系难以保障本市钢铁企业对于废不锈钢“量”的需求。从废钢铁质量看，钢企对不同品种的废钢铁质量要求不一，如《太钢废钢公

开征集供应商公告》要求钢筋压块、冷板压块等废钢“单一原料不得含有其他废钢，不允许混入或掺入杂物，废钢铁表面不得有油污”。而走访发现，太原市部分废钢加工企业分拣粗放，对表面油污、锈迹等精细化处理不足，难以达到废钢采购“质”的要求。

3.2.2 利用废钢铁积极性不足

经济成本是太原市企业利用废钢铁积极性不足的主要因素。在钢铁市场整体下行趋势下，太原市钢铁企业经济压力较大，加之市场供需趋紧推高废钢铁收购价格，使得钢企更倾向于选择经济性价比较高的铁矿石或铁水。此外，金融工具支撑不足、碳市场尚未常态化运行等因素导致钢铁企业利用废钢铁经济价值转化难以实现。太原市面向钢铁行业低成本借贷金融工具尚未与废钢铁利用挂钩，金融工具激励力度不足。钢铁行业碳排放权交易市场处于初期，以碳排放强度为划分依据的碳配额机制的低碳引导成效仍需实践检验。

3.2.3 废钢铁利用政策引导不足

太原市钢铁行业废钢铁利用目标引导缺失，政策引导不足。国家层面已出台《钢铁行业节能降碳专项行动计划》，并提出2025年废钢利用量达到3亿吨和电炉钢产量占粗钢总产量比重力争提至15%的发展目标。但山西省和太原市均未针对钢铁行业节能降碳出台相关专项政策，太原市钢铁行业废钢铁利用目标引导缺失，钢铁行业废钢铁利用的政策激励和引导不足。此外，确保废钢铁利用目标实现的支持政策和保障措施缺失，引导钢铁企业加强废钢铁利用的政策环境欠佳。

3.3 行业规模发展难

3.3.1 正规企业经营成本高

太原市废钢铁回收“劣币驱逐良币”的现象突出，正规回收企业经营成本高。正规回收企业进项税增值税抵扣链条断裂，难以完成增值税抵扣闭环，出售再生资源产品时，需向下游购买方开具较高的增值税发票，其生存空间遭受挤压，难以持续扩大回收规模。针对这一问题，国家税务总局推出“反向开票”政策，允许资源回收企业向自然人报废产品出售者开具发票，但在实际操作过程中，还存在申请材料繁重、凭证保存难度大、税费代办繁琐等问题，政策实施效果受到影响。

3.3.2 集聚化、规模化水平较低

太原市废钢铁加工企业分散，暂未呈现出集聚化发展趋势，难以形成规模效应。从企业分布来看，太原市加工企业呈“零散”状分布在阳曲县、小店区、清

徐县等地，缺少民间市场自发形成的废钢铁加工集聚区、交易集散地、仓储中心等，缺乏统一规划。企业分散的同时缺乏如欧冶链金山西瑞赛格等百亿营收级别的龙头企业，区域辐射能力和市场竞争能力均有待提升。

3.4 行业规范管理难

3.4.1 回收站点经营混乱

回收站点经营散乱是废钢铁行业发展的共性问题之一。受行业准入门槛、从业人员素质、经营成本等因素影响，太原市废钢铁回收站点“脏乱差”的现象普遍存在。一方面，由于回收站点或回收企业缺乏市场准入门槛，从业人员多为年龄在40至50岁的中年群体，整体素质普遍较低，回收站点的资金账目管理粗放。另一方面，行业多为个体工商户或民间自发形成的回收站点，极易存在拆解粗放，处置混乱，污水、粉尘、噪声等“二次污染”。

3.4.2 财税外流现象突出

各地废钢铁行业税收政策不一，太原市废钢铁行业财税外流现象突出。部分地方政府为鼓励废钢铁等再生资源行业发展，通过提供减免税收、抵扣税收、税费返还等税收优惠的方式吸引企业落地投资兴业，导致企业异地虚开增值税发票、套取销售返利等现象发生，造成本地区财政收入外流。以2023年太原市废弃资源综合利用行业应交增值税和税金估算，税费外流规模约在3亿到6亿元左右。

3.4.3 基础统计数据获取难

废钢铁行业回收量、加工量等基础统计数据获取难度大。商务部对《再生资源回收管理办法》进行修订后，废钢铁回收企业仅需在工商管理部门登记，无需向商务部门备案，但在实践过程中，部门间信息共享工作推进难度大、时间周期长，商务管理部门作为再生资源回收行业的主管部门，难以及时获取行业信息。此外，由于太原市多数废钢铁加工企业未“入规入统”，统计数字与行业真实规模存在偏差。

第四章

太原市钢铁行业废钢铁利用情景研判

4.1 测算思路

太原市钢铁行业废钢铁利用潜力与粗钢市场需求、冶炼工艺、经济成本、政策要求、废钢铁资源等因素相关。本研究基于太原市钢铁企业粗钢产量、长流程与短流程粗钢产量比重、长流程与短流程废钢比等关键因素预判2027年⁶、2030年、2035年太原市钢铁企业废钢铁利用需求。需求测算思路和方法如下。

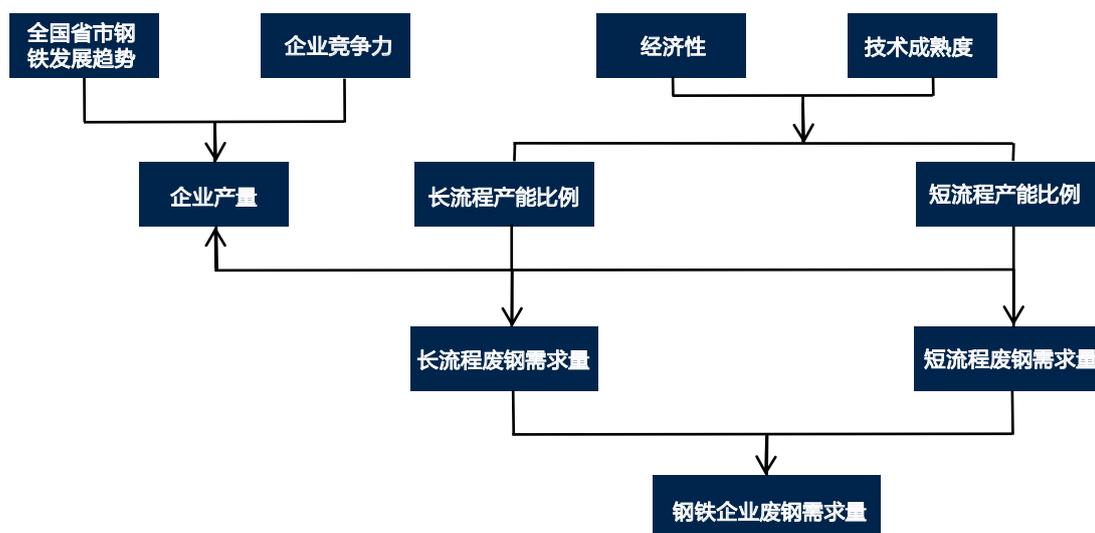


图4-1 太原市钢铁行业废钢铁利用需求测算思路

来源：课题组绘制

⁶ 2027年为国家大规模设备更新和消费品以旧换新行动的目标年份。

钢铁行业废钢铁利用量=

$$\sum_{i=1}^n (\text{企业}_i \text{粗钢产量} \times \text{长流程粗钢产量比重} \times \text{长流程废钢比} + \text{企业}_i \text{粗钢产量} \times \text{短流程粗钢产量比重} \times \text{短流程废钢比})$$

其中， $n=2$ ，表示太原市两家钢铁企业； i 表示第 i 家钢铁企业， i 取1、2。

4.2 发展趋势

4.2.1 多项政策要求钢铁企业深挖节能降碳潜力

基于国家、山西省及太原市相关政策要求，太原市钢铁行业发展主要呈现以下趋势：冶炼工艺方面，山西省政策要求到2025年、2030年短流程炼钢产量占比分别达到5%、10%以上，太原市2023年电炉钢产量占比约10%，其未来发展趋势与全省基本保持一致；装备技术方面，根据政策要求，美锦钢铁 $2 \times 500\text{m}^3$ 、 $1 \times 1080\text{m}^3$ 炼铁高炉及配套 $2 \times 50\text{t}$ 转炉属于限制类工艺，需逐步淘汰；碳排放强度方面，太原碳达峰试点建设要求2025年、2030年吨钢碳排放强度分别较2020年降低5%、10%，本报告基年2023年，太原市钢铁行业碳排放强度为1.8吨/吨。

表4-1 太原市钢铁行业发展要求

钢铁行业发展趋势	相关要求	政策来源
产能产量	严禁新增钢铁产能并实施粗钢产量调控。	《山西省落实〈空气质量持续改善行动计划〉实施方案》
冶炼工艺	到2025年，短流程炼钢占比力争提升至5%以上。到2030年，短流程炼钢占比达10%以上。	《山西省工业领域碳达峰实施方案》
装备水平	加快推动1200立方米以下高炉、100吨以下转炉、100吨以下电炉（合金钢50吨）等限制类工艺装备淘汰退出，重点区域率先淘汰退出。	《山西省落实〈空气质量持续改善行动计划〉实施方案》
碳排放强度	到2025年吨钢碳排放强度较2020年降低5%，2030年吨钢碳排放强度较2020年降低10%。	《国家碳达峰试点（太原）实施方案》
碳市场管理	钢铁、水泥、铝冶炼行业重点排放单位按年度向所在省级生态环境主管部门足额清缴其碳排放配额。	《全国碳排放权交易市场覆盖钢铁、水泥、铝冶炼行业工作方案》

4.2.2 市场影响下太原市粗钢产量将呈下降趋势

产量方面，预计太原市粗钢下降趋势较全国相对缓慢。经济发展水平和市场

需求等因素影响下，预计2024—2035年全国粗钢产量呈趋势^{[10][11][12][13][14][15]}。考虑太钢集团不锈钢产量和市场占有率位于前列，下降趋势较全国趋势缓慢，预计2027年、2030年、2035年太钢集团太原地区产量分别为1193万吨、1157万吨、1097万吨；而美锦钢铁的企业竞争力相对偏弱，预计未来粗钢产量下降趋势与全国趋势保持一致，预计2027年、2030年、2035年美锦钢铁粗钢产量分别为141万吨、132万吨、118万吨。总体看，预计太原市2027年、2030年、2035年粗钢产量分别为1334万吨、1289万吨、1215万吨。

4.2.3 从长流程最大化利用废钢铁逐渐向短流程过渡

太原废钢铁利用将由长流程最大化利用过渡至短流程电炉用废钢铁。长流程工艺中，转炉是主要废钢铁利用环节，高炉和铁后环节废钢铁添加比较有限^[16]。而生产高级钢种时，由于外购废钢铁杂质影响，废钢比基本维持在20%左右^[17]。电炉工艺可全部使用废钢铁炼制粗钢，但拥有电炉的长流程钢铁企业会视经济性在电炉中加入一定比例铁水。2023年太原市电炉钢产量占粗钢产量比重约10%，废钢比约53%。根据相关研究及政策要求，预计我国2025年、2035年电炉钢产量占粗钢总产量比例将分别达到15%、30%^[18]。虽然太原市目前暂无短流程电炉产量比重要求，但结合国家要求及趋势，太原短流程炼钢产量可能进一步提高。

4.3 情景设置

为更好地分析太原市钢铁行业的废钢铁利用需求，本研究基于2024—2030年太原市粗钢产量预测不变情形下，以满足《国家碳达峰试点（太原）实施方案》中对钢铁行业碳排放强度下降目标要求为前提，设置基准情景、政策情景、转型情景。

基准情景：假设全国钢铁市场需求按照发展趋势进展，太原市钢铁行业不同工艺流程炼钢产量结构保持不变，短流程、长流程产量分别占比10%、90%，预计2027、2030、2035年短流程废钢比分别达60%、70%、80%，长流程废钢比分别达到15%、20%、25%。

政策情景：在基准情景基础上，该情景假设政府出台一系列强有力环保和产业政策，鼓励企业充分发挥现有300万吨电炉钢产能规模，预计2027、2030、2035年电炉钢产量比重分别达13%、15%、20%。

转型情景：在政策情景基础上，该情景假设废钢铁资源量相对充足，并积极引导长流程工艺转型发展短流程电炉钢工艺，进一步增加电炉钢产量比重，逐步实现短流程全废钢炼钢，预计2027、2030、2035年，电炉钢产量达到15%、20%、30%，短流程废钢比达到65%、80%、100%。

表4-2 不同情景下废钢铁资源利用潜力主要参数设定

情景名称 参数名称	基数	主要参数设定		
	2023	2027	2030	2035
情景一：基准情景				
太钢集团粗钢产量 (单位：万吨)	1229	1193	1157	1097
美锦钢铁粗钢产量 (单位：万吨)	150	141	132	118
电炉钢产量占比	10%	10%	10%	10%
短流程废钢比	53%	60%	70%	80%
长流程产量占比	90%	90%	90%	90%
长流程综合废钢比	12%	15%	20%	25%
情景二：政策情景				
太钢集团粗钢产量 (单位：万吨)	1229	1193	1157	1097
美锦钢铁粗钢产量 (单位：万吨)	150	141	132	118
电炉钢产量占比	10%	13%	15%	20%
短流程废钢比	53%	60%	70%	80%
长流程产量占比	90%	87%	85%	80%
长流程综合废钢比	12%	15%	20%	25%
情景三：转型情景				
太钢集团粗钢产量 (单位：万吨)	1229	1193	1157	1097
美锦钢铁粗钢产量 (单位：万吨)	150	141	132	118
电炉钢产量占比	10%	15%	20%	30%
短流程废钢比	53%	65%	80%	100%
长流程产量占比	90%	85%	80%	70%
长流程综合废钢比	12%	15%	20%	25%

4.4 情景研判

4.4.1 情景对比分析

到2030年，提高长短流程废钢比是增加太原市钢铁行业废钢铁利用量、促

进钢铁行业碳减排的重要途径。基准情景下，到2030年，将短流程废钢比从53%提高至70%，长流程废钢比从12%提高至20%，废钢铁利用量较2023年增加99万吨，因增加废钢铁利用量分别较2023年减少碳排放354万吨；政策情景下，将电炉钢产量从10%提高至15%，废钢铁利用量较2030年基准情景增加37万吨，碳排放较2030年基准情景减少47万吨；转型情景下，引导长流程转型发展电炉短流程并提升短流程废钢比，将电炉钢产量从15%提高至20%，短流程废钢比从70%增加至80%，废钢铁利用量较2030年政策情景增加54万吨，碳排放较2030年政策情景减少碳排放73万吨。

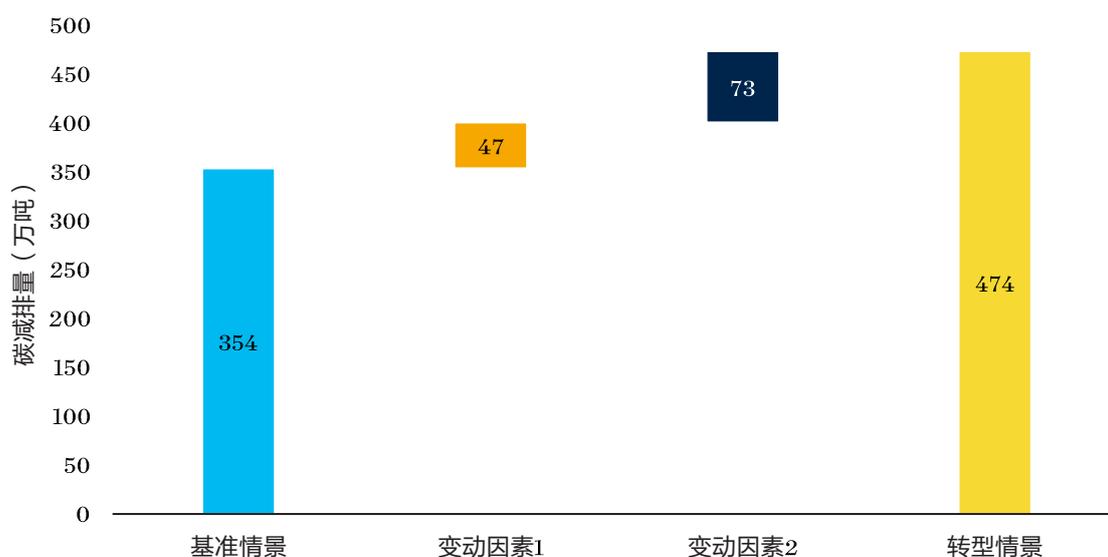


图4-2 基准情景和转型情景下2030年太原市废钢铁利用的降碳效益对比

注：变动因素1为短流程产量（增加5%）；变动因素2为短流程产量（增加5%）短流程废钢比（提升10%）。
数据来源：课题组测算

表4-3 不同情景下废钢铁资源利用潜力及降碳效益

情景名称	基数	预测结果		
	2023	2027	2030	2035
情景一：基准情景				
电炉钢产量占比	10%	10%	10%	10%
短流程废钢比	53%	60%	70%	80%
长流程产量占比	90%	90%	90%	90%
长流程综合废钢比	12%	15%	20%	25%
钢铁行业碳减排量 ⁷ (单位：万吨)	/	236	354	452
情景二：政策情景				
电炉钢产量占比	10%	13%	15%	20%
短流程废钢比	53%	60%	70%	80%
长流程产量占比	90%	87%	85%	80%
长流程综合废钢比	12%	15%	20%	25%
钢铁行业碳减排量 (单位：万吨)	/	261	401	534
情景三：转型情景				
电炉钢产量占比	10%	15%	20%	30%
短流程废钢比	53%	65%	80%	100%
长流程产量占比	90%	85%	80%	70%
长流程综合废钢比	12%	15%	20%	25%
钢铁行业碳减排量 (单位：万吨)	/	298	474	743

4.4.2 废钢铁利用及降碳效益分析

到2030年，太原市钢铁行业增加废钢铁利用将带来**49.8%到57.0%的行业碳减排贡献**。基准情景下，2027年、2030年、2035年太原市钢铁行业因增加废钢铁利用量分别较2023年减少碳排放236万吨、354万吨、452万吨，分别占碳减排总量的45.5%、49.8%、48.5%；政策情景下，2027年、2030年、2035年太原市钢铁行业因增加废钢铁利用量分别较2023年减少碳排放261万吨、401万吨、534万吨，分别占碳减排总量的48.0%、52.8%、52.7%；转型情景下，2027年、2030年、2035年太原市钢铁行业因增加废钢铁利用量分别较2023年减少碳排放

⁷ 该表中钢铁行业碳减排量均扣除产量变动因素。

298万吨、474万吨、743万吨，分别占碳减排总量的51.3%、57.0%、60.8%。

表4-4 不同情景下废钢铁资源利用潜力及降碳效益

情景名称	基数	预测结果		
	2023	2027	2030	2035
情景一：基准情景				
短流程废钢铁利用量 (单位：万吨)	65	74	86	98
长流程废钢铁利用量 (单位：万吨)	155	182	233	274
钢铁行业废钢铁利用量 (单位：万吨)	220	256	319	372
钢铁行业碳减排量 ⁸ (单位：万吨)	/	236	354	452
情景二：政策情景				
短流程废钢铁利用量 (单位：万吨)	65	100	138	193
长流程废钢铁利用量 (单位：万吨)	155	175	218	244
钢铁行业废钢铁利用量 (单位：万吨)	220	275	356	437
钢铁行业碳减排量 (单位：万吨)	/	261	401	534
情景三：转型情景				
短流程废钢铁利用量 (单位：万吨)	65	132	204	362
长流程废钢铁利用量 (单位：万吨)	155	170	206	214
钢铁行业废钢铁利用量 (单位：万吨)	220	302	410	576
钢铁行业碳减排量 (单位：万吨)	/	298	474	743

⁸ 该表中钢铁行业碳减排量均扣除产量变动因素。

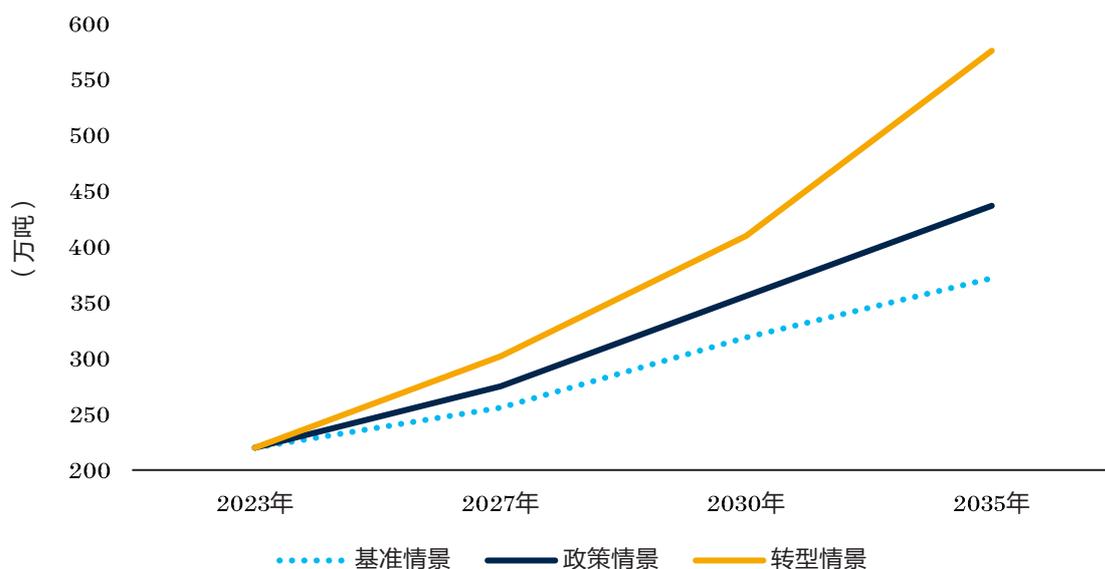


图4-3 不同情景下太原市钢铁行业废钢铁利用量

数据来源：课题组测算

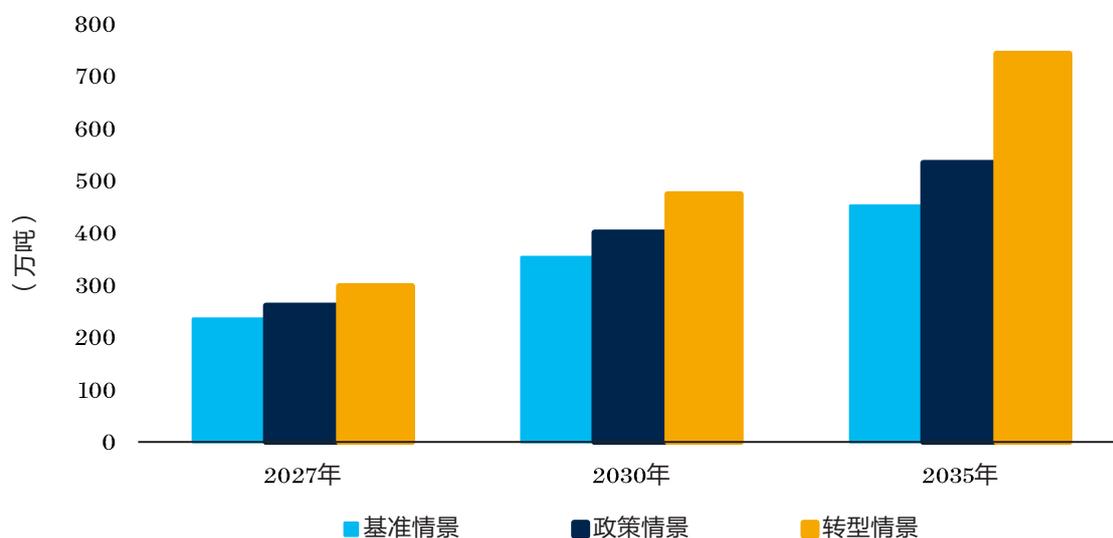


图4-4 不同情景下太原市钢铁行业碳减排量
(扣除产量变动因素)

数据来源：课题组测算

引导长流程转型发展短流程并提高长流程工艺和短流程废钢比能够显著降低钢铁行业吨钢碳排放强度，并最大程度助力城市结构性降碳。转型情景下，2030年前太原市钢铁企业以长流程废钢铁利用模式为主，增加废钢铁利用量帮助钢铁行业碳排放强度较2023年将下降近28%，下降至1.29吨/吨，行业碳排放量占全市碳排放比重有望较2023年降低约5个百分点，下降至29%左右⁹。2030年到2035年，在废钢铁资源供应充分，且钢铁行业碳交易市场稳定运行背景下，钢企转变为以短流程用废钢铁为主的废钢铁利用模式，逐步提高电炉钢的废钢比，2035年增加废钢铁利用量带来碳排放强度较2023年下降42%，下降至1.04吨/吨，行业碳排放量占全市碳排放比重有望较2023年降低约9个百分点，下降至25%左右。

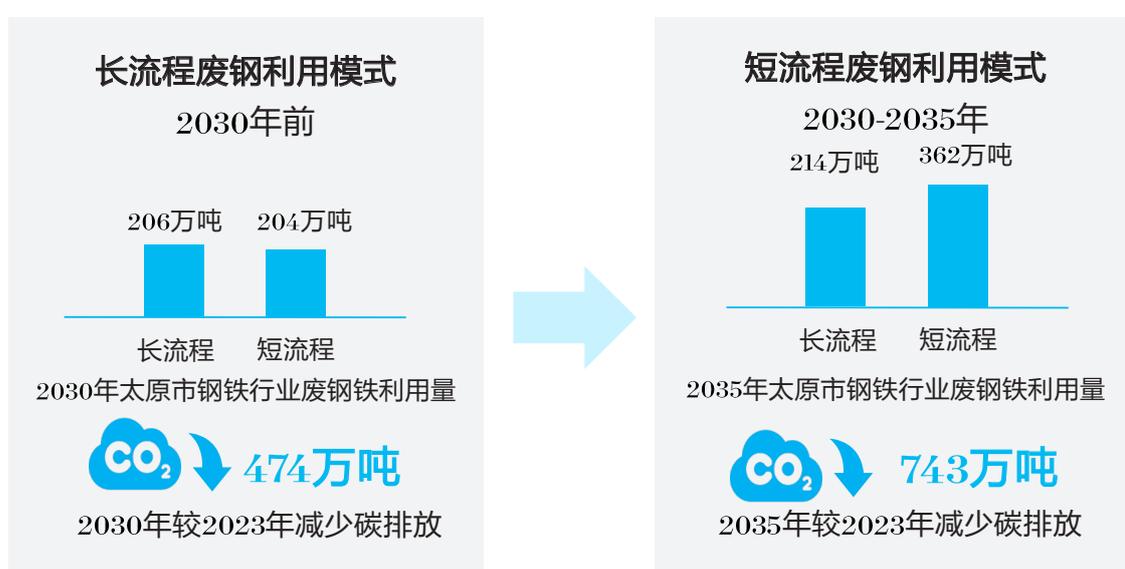


图4-5 转型情景下太原市不同时期废钢铁利用模式与降碳效益

数据来源：课题组测算

⁹ 仅考虑因废钢利用带来的钢铁行业碳排放变动，保持其他不变。

第五章

太原市废钢铁产需匹配分析

5.1 基于钢铁产品生命周期法的废钢铁资源预测

为进一步明确太原市废钢铁资源供给与利用的匹配情况，本节从资源产生的角度对太原市废钢铁资源量展开预测。在粗钢产量和各类废钢收得率不变的前提下，影响太原市废钢铁蓄积量的主要因素是钢材消费量。本研究主要考虑经济发展水平、固投水平等因素对钢材消费量做出情景设置，对太原市废钢铁资源量展开预测。低线情景下，钢材消费量受经济水平和固投水平影响降幅较大；中线情景下，钢材消费降幅放缓；高线情景下，受经济拉动和固投双重影响，钢材消费量下降速度较慢。

表5-1 不同情境下太原市钢材消费参数设置

情景名称 参数名称	基数	主要参数设定		
	2023	2027	2030	2035
情景一：低线情景				
太钢集团粗钢产量 (单位：万吨)	1229	1193	1157	1097
美锦钢铁粗钢产量 (单位：万吨)	150	141	132	118
全市钢材消费量 (单位：万吨)	362	279	248	202
情景二：中线情景				
太钢集团粗钢产量 (单位：万吨)	1229	1193	1157	1097
美锦钢铁粗钢产量 (单位：万吨)	150	141	132	118
全市钢材消费量 (单位：万吨)	362	284	255	212
情景三：高线情景				

情景名称 参数名称	基数	主要参数设定		
	2023	2027	2030	2035
太钢集团粗钢产量 (单位:万吨)	1229	1193	1157	1097
美锦钢铁粗钢产量 (单位:万吨)	150	141	132	118
全市钢材消费量 (单位:万吨)	362	288	263	224

预估太原市2027年废钢铁资源总量约在152万~157万吨左右，2030年约157万~164万吨，2035年的废钢铁资源总量约205万~217万吨。比较三种情景，在高线情境下，即全市经济发展水平和固定资产投资水平持续向好，带动粗钢生产和钢材消费量降幅较小的情况下，太原市废钢铁资源产生量能够达到最大值。

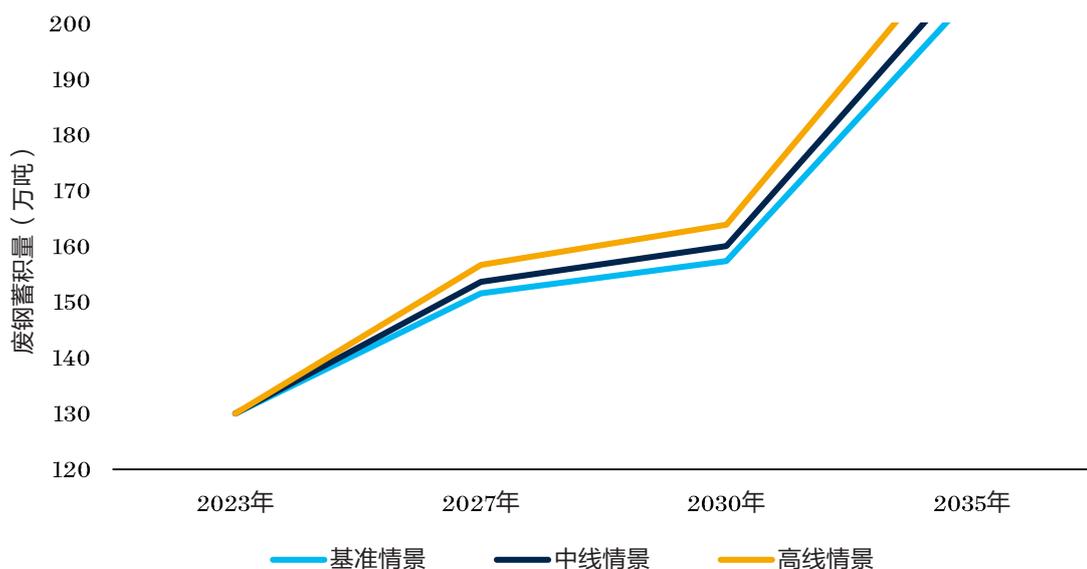


图5-1 不同情景下太原市废钢铁资源量

数据来源：课题组测算

5.2 未来废钢铁产需匹配分析

太原市废钢铁资源量均难以满足全市废钢铁利用，太原市废钢铁资源供给量

与需求量呈现出明显的“供不应求”现象。多种情景交叉匹配结果显示，2027年，太原市可能存在99万吨~150万吨的废钢铁资源缺口；2030年，将产生155万吨~253万吨的废钢铁资源缺口；2035年，废钢铁资源缺口约在155万~371万吨之间。即使对废钢铁产生量进行全量回收，也不足以满足钢铁行业需求，而现实情况下，往往难以做到“应收尽收”，废钢铁资源供不应求的现象将更加突出。

表5-2 太原市未来废钢铁资源缺口

年份	废钢铁资源缺口（万吨）
2027年	99.35-150.46
2030年	155.11-252.65
2035年	155.4-370.87

数据来源：课题组估算

未来太原市废钢铁循环利用体系建设的重点在于废钢铁回收能力的提升。考虑到太原市废钢铁资源量供不应求的产需关系以及废钢铁资源的市场流动性，为满足太原市钢铁行业废钢铁利用需求，最大化发挥废钢铁的减碳功能，未来废钢铁循环利用体系建设的重点应在于废钢铁回收网络体系的建设，以及辐射山西省中部城市群，甚至周边省份地区的回收能力，保证废钢铁的持续稳定供应。

废钢铁循环利用体系建设将助力全市产业结构绿色化低碳化发展。到2030年，假设全市废钢铁循环利用体系建设成效显著，全市废钢铁回收加工能力提升，覆盖以太原为中心400公里范围内的区域，年废钢铁回收加工能力提高至600万吨左右¹⁰，则可全部满足转型情景下太原市钢铁行业的废钢铁利用需求，经估算，届时太原市废钢铁行业产值将扩大至近200亿元，占全市工业产值比重将从1.7%提升至3.8%¹¹。

10 以太原市为中心400公里范围除山西省外，主要包括河南省安阳市、鹤壁市、焦作市、濮阳市，河北省保定市、石家庄市、邢台市、邯郸市、衡水市，陕西省延安市、榆林市，内蒙古乌兰察布市等地区，本处为课题组按照省内50%回收和省外20%回收能力估算。

11 仅考虑废钢铁行业产值变动，其他行业保持不变。

第六章

废钢铁助力太原市碳达峰试点建设的建议

6.1 推动钢铁行业利用废钢铁降碳的主要建议

6.1.1 强化目标引领，将废钢铁利用纳入钢铁行业减污降碳目标体系

强化钢铁行业减污降碳目标引领和规划管理。强化钢铁行业废钢铁利用目标，进一步扩充现有钢铁行业减污降碳目标体系，建议在未来五年全市碳达峰行动方案中，增加吨钢碳排放强度下降的激励性指标，明确设定钢铁行业综合废钢比、高炉-转炉长流程工艺废钢比、短流程电炉钢占比等废钢铁利用相关目标，鼓励太原市钢铁企业采用以废钢铁为主的再生原料组织绿色化钢铁生产，有序提升短流程电炉炼钢比重。

到2030年，建议太原市钢铁行业综合废钢比达到30%，高炉-转炉长流程工艺废钢比达到20%，短流程电炉钢产量占粗钢产量比提升至20%；吨钢碳排放水平明显降低，较2023年下降25%；钢铁行业对全市结构性碳减排影响显著，钢铁行业碳排放占全市碳排放比重降低至25%¹²。

6.1.2 率先开展钢铁碳排放预算预警管理，引导行业深度减排

研究确定全市钢铁行业碳预算管理目标。建议有关部门开展全市碳排放核算，基于全市碳达峰目标和碳排放“双控”要求，研究明确全市钢铁行业碳排放总量、排放构成及特征；开展未来五年全市及重点行业碳排放总量预测分析，合理确定钢铁行业 and 重点钢铁企业总量控制目标和单位产品强度目标，开展常态化碳排放监测预警和碳预算管理。

加快建立钢铁产品碳足迹管理体系。支持钢铁企业牵头研究制定不锈钢、特种钢制品产品碳足迹核算行业标准或团体标准。支持重点企业建立钢铁行业碳足迹背景数据库，收集和采集不同类型钢铁产品、服务和活动的碳足迹信息，涵盖

¹² 此处综合考虑废钢利用和粗钢产量变化因素给出目标建议。

从原材料采购到产品生命周期结束的全过程，核算钢铁产品、服务或活动的碳足迹，强化供应链管理，提升产品低碳竞争力。

6.1.3 依托工业碳账户平台，引导金融机构对接钢铁行业资金需求

率先将钢铁行业纳入碳账户管理。依托太原市工业企业碳账户平台，将钢铁行业列入碳账户管理范畴，实现对钢铁企业碳排放数据的及时采集、科学核算、精准分析和贴标管理等功能，同时为钢铁行业参与碳市场交易做好准备。

对钢铁企业碳账户进行贴标管理。建立涵盖碳排放总量、碳排放强度、碳排放变化幅度等指标的钢铁企业碳账户指标体系，通过与行业基准值、行业先进值对比分析进行贴标管理，推进“碳账户+”支持模式，灵活运用货币政策工具、碳征信、金融服务等方式，引导金融机构积极对接钢铁企业绿色低碳化改造资金需求。

6.1.4 加快优化冶炼工艺，持续提升钢铁行业废钢铁利用水平

合理提升长流程废钢铁利用水平。鼓励钢铁企业开展长流程高废钢比冶炼工艺系统设计，优化转炉金属料结构，提升转炉废钢比。根据生产需求，合理搭配废钢铁、铁水等入炉原料用量，采取废钢预热、外加增热剂、调控炉渣组分等措施，提升废钢铁熔化效率和热量利用率。优化转炉入炉废钢结构，合理搭配不同种类和规格的废钢铁，提高转炉冶炼效率。

引导电炉短流程规模扩大。鼓励钢铁企业提升现有电炉产能利用率，优化存量产能，有序引导高炉一转炉长流程炼钢转型为电炉短流程炼钢，做大做强车用零配件、工业用特种不锈钢、航空机械设备、医疗器械高端不锈钢产品。建议政府出台举措鼓励发展新型电炉装备，在符合节能降碳、环保、产业等政策条件下，实行全废钢电炉炼钢项目差异化的产能置换、环保管理、上网电价等政策，引导有条件的高炉转炉长流程冶炼装备或限制类冶炼装备转型为电炉短流程炼钢。

6.2 推动废钢铁循环利用体系建设的主要建议

6.2.1 推动融合发展，将废钢铁行业纳入多项省级战略

将太原市重点废钢铁循环利用项目列入山西省循环经济发展规划。推动太原市循环经济发展，争取将本市优质废钢铁循环利用项目列入未来五年省级循环经济发展规划，为相关项目提供发展空间和政策支持，以废钢铁为主，发展具有区域影响力的循环经济。

将废钢铁行业发展融入山西省中部城市群发展战略。建议在未来五年规划中，将废钢铁行业发展融入山西省中部城市群发展战略，提高废钢铁行业发展的战略定位。在山西省中部城市群发展规划中注重城市间产业发展的协同和配合，建设以太原市为中心，辐射山西省中部城市群、周边外省废钢铁资源的再生资源循环利用产业园区。

将废钢铁行业发展纳入山西省重点产业链发展规划。扩充现有山西省重点产业链建设范围，开展废钢铁行业“链主”企业领航计划，支持废钢铁“链主”企业做大做强。畅通产业链融资渠道，开展精深对接服务，围绕重点产业链资金需求，积极引导金融机构在服务团队、审批流程、贷款规模、授信条件、融资利率等方面给予政策支持，充分利用诚信贷、制造业专项贷、重点产业发展专项贷等金融产品，争取金融支持。

6.2.2 坚持规划先行，明确废钢铁循环利用体系建设目标

研究制定废钢铁循环利用体系建设目标。建议太原市政府坚持规划先行和目标引领，着眼废钢铁循环利用体系建设要求，科学制定太原市废钢铁回收、加工、利用等发展目标，确保废钢铁循环利用体系高质量发展。

到2030年，废钢铁回收网络进一步完善，构建起覆盖全省、辐射西北和中部地区的废钢铁回收网络，建成1个以上大型再生资源绿色分拣中心；全市废钢铁加工利用能力进一步提升，加工利用产值超过200亿元；废钢铁再生利用水平显著提升，钢铁行业废钢铁利用量达到400万吨，废钢铁再生利用达到国内先进水平；废钢铁产业聚集程度逐步增强，建成2个规模效益显著、集约化水平较高、综合竞争力较强的百亿级再生资源循环利用园区和消费品拆解园区；产业发展环境进一步优化，产业政策机制逐步健全，形成有利于再生资源产业发展的市场环境。

6.2.3 构建“内网+外网”回收体系，保障废钢铁资源供应稳定

完善“内网”回收网络。建议太原市商务部门、城乡管理部门等结合生活垃圾回收站点设置废旧物资交投点，每个街道（乡镇）至少建设一个具备计量称重、分拣、转运等设备设施的废旧物资中转站，推进垃圾分类与废旧物资回收“两网融合”，完善“点-站-场”三级回收体系。规划具备相应处置能力的再生资源分拣中心，建设一个以上再生资源绿色分拣中心，更好承接生活垃圾分类后低值可回收物和城市固废，推动废钢铁等再生资源分质高质利用。

延伸“外网”回收网络。鼓励回收企业发挥地处山西省中部地区的区位优势，扩大废钢铁的回收网络覆盖范围，将废钢铁回收触角延伸至周边地市、省份。支持回收企业在晋中、吕梁、忻州、阳泉等山西省中部城市群以及内蒙古、

陕西、河南等周边省份以建设回收站点、成立下属公司、收购当地企业等形式，扩大市域内外回收网络，提升废钢铁供应保障能力。对于不锈废钢，进一步拓展回收目标地，扩大回收半径，延伸至江浙等东部沿海地区。

专栏：400公里内太原市可回收的废钢铁资源量

以太原市为中心方圆400公里涉及的区域范围有山西省全省，河南省安阳市、鹤壁市、焦作市、濮阳市，河北省保定市、石家庄市、邢台市、邯郸市、衡水市，陕西省延安市、榆林市，内蒙古乌兰察布市等。按照GDP钢材消费强度对2030年该范围内的废钢铁资源产生量进行预测，太原市400公里内废钢铁资源量约为1991万吨。

考虑到省内外废钢铁资源的可回收潜力，结合与业内人士走访交流，省内废钢铁资源按照50%比例回收，省外按照20%比例回收，2030年，预估太原市400公里内可回收废钢铁资源约为609万吨。

引导回收企业探索创新回收模式。鼓励本市回收企业先行探索碳普惠机制，对废钢铁交投进行量化并赋予价值，提升生活源废钢铁交投的积极性。支持回收企业发展“互联网+回收”模式，为智能回收箱进入社区提供便捷服务。支持环保企业等第三方环保服务机构与工业企业、回收企业开展多方合作，积极参与商业源废钢铁回收。

6.2.4 建设再生资源循环利用产业园区，提升行业集聚化发展水平

城市北边布局废钢铁加工配送基地。在阳曲县、尖草坪区等太原市北部地区，依托太钢集团和鑫汇林等加工规模较大的废钢铁加工企业，建设集“仓储—加工—配送”等多种服务为一体的大型废钢铁加工配送基地，实现废钢铁原料定制化加工配送，快速响应市场需求，扩大区域辐射能力。

城市南边布局消费品拆解园区。在清徐县、小店区等太原市南部地区，依托报废机动车拆解企业、废钢铁加工企业等产业基础，积极引入家电拆解、动力蓄电池循环利用等领域企业，打造以汽车、家电、电动车等消费品拆解和拆解后废钢铁加工为主要产品和服务的消费品拆解产业园区。研究出台山西省废弃电器电子产品处理发展规划，为废弃电器电子产品回收拆解处理提供政策引导。

6.2.5 配套支持政策，集中调配资源要素支持园区发展

集聚各类要素资源支持园区发展。从优化项目审批、金融扶持等方面给予再生资源循环利用园区支持政策，引导企业入园发展。行政审批方面，建议相关管理部门明确并优化废钢铁炉料加工项目的落地审批流程，对于符合产业发展方向、技术含量高的废钢铁加工项目，建立绿色通道，简化项目落地审批流程。金融支持方面，支持金融机构优先在园区内开设绿色供应链金融试点网点，探索

“供应链金融+再生资源”发展模式，与园区合作推出“园区贷”“贴息贷”等金融服务和产品，在信用评级、贷款准入、贷款授信和利率优惠等方面对园区内企业和项目予以重点支持。

专栏：绿色供应链金融支持再生资源行业发展

再生资源加工中小企业融资：江西省财通供应链金融集团有限公司是江西省省属地方金融机构的投资主体和金融资产的管理平台，为更好地支持和服务再生铜、铝等客户做大做强，旗下子公司江西金控商业保理有限公司使用应收账款作为底层资产，为一家专门从事铜加工制造企业提供“池保理”融资2500万元。通过“池保理”模式，解决再生资源中小企业因增信措施较弱导致融资难、融资贵、融资慢等问题。

再生资源行业绿色供应链融资：2023年，为支持废钢铁再生利用，兴业银行南宁分行向广西鑫之源再生资源回收有限公司发放信用贷款200万元，同时利用“E票贷”产品为上游废钢铁销售企业发放融资500万元，以绿色供应链融资支持废钢铁企业实现绿色发展。

6.2.6 加强废钢铁交易与质量管控，提升行业规范化发展水平

打造大型废钢铁交易中心。支持大型废钢铁加工企业打造覆盖西北地区、华北地区的废钢铁交易中心，建立智能化、数字化的线上废钢铁交易平台，采用线上线下相结合的方式，促进废钢铁资源的收集、流通，同时便于加强对废钢铁交易数据与交易产品质量的监管，提升交易规范性。

加强废钢铁相关标准体系建设。建议太原市商务部门、工信部门、市场监督管理部门等牵头，联合钢铁企业、废钢铁加工准入企业联合研究制定一批废钢铁回收管理、质量控制、检验检测及废钢铁加工设备等标准和技术规范，全面提升废钢铁回收管理水平、废钢铁加工质量管控，推动废钢铁资源精细化分类配比和质量管控，更好满足不同粗钢产品、冶炼工艺、冶炼装备对废钢铁入炉料的个性化市场需求，降低钢铁生产过程中能源、资源消耗。

结语

为深入研究废钢铁循环利用助力城市碳达峰试点建设，厘清太原市废钢铁循环利用现状，研判2030年、2035年等关键年份废钢铁资源量与需求量，提出科学、合理的建议，课题组开展多次行业交流、专家咨询，完成本课题研究。在此特别感谢中国循环经济协会、中国钢研科技集团、山西省社会科学院、山西省废钢铁应用协会、太钢集团等专家对本课题的重要指导。

研究过程力求客观公正，文中难免存在疏漏之处，敬请批评指正。

参考文献

- [1] 世界金属导报.双碳背景下我国废钢资源供给分析.[EB/OL].2021.
<http://www.worldmetals.com.cn/viscms/bianjituijianxinwen1277/20210622/255257.html>.
- [2] 中国循环经济协会.循环经济助力碳达峰研究报告[R].2022.
- [3] 国家发展改革委.加速构建覆盖全社会的循环型产业体系——访中国循环经济协会会长朱黎阳[EB/OL].2025.https://www.ndrc.gov.cn/fggz/hjzyz/tdftzh/202504/t20250409_1397119.html.
- [4] 李树斌.我国废钢铁资源利用现状及发展趋势分析[J].资源再生,2022,(08):18-22.
- [5] 崔志峰,上官方钦,王方杰,等.2022—2060年中国废钢资源量分析预测[J].钢铁,2023,58(06):126-133.
- [6] 搜狐.中国汽车保有量“第一城”：651.2万辆反超北京，苏州排名第五[OL].2024.https://www.sohu.com/a/761214512_120468014#.
- [7] 新浪财经.废钢铁：汽车保有量跃居世界第一 汽车拆解废钢市场可期[OL].2023.<https://finance.sina.com.cn/money/future/roll/2023-03-14/doc-imykvqxx5202569.shtml>.
- [8] 太原市尖草坪区人民政府.太钢[OL].2024.<https://www.tyjcp.gov.cn/spyx/20240815/30151888.html>.
- [9] 中国物资再生协会.中国再生资源回收行业发展报告[R].2024.
- [10] 陈浩,胡静茹,王寿兵,等.中国钢铁行业CO₂排放特征和减排路径研究——基于ARIMA-LEAP模型[J].中国环境科学,2024,44(06):3531-3543.
DOI:10.19674/j.cnki.issn1000-6923.2024.0138.
- [11] 高斌.浅谈“十四五”及2035年我国钢铁原料需求及结构变化[J].冶金管理,2021,(10):4-10.
- [12] 杨帆,敖翀,华鹏伟等.碳达峰全景图：新目标、新结构、新机遇[R].中信证券研究,2021,3,2.
- [13] 张金元,程欣,宋腾飞等.我国钢铁行业发展状况分析及趋势预测[J].冶金经济与管理,2021,(04):19-20.
- [14] 刘超,陈甲斌,胡聪.矿产资源开发利用上线划定方法与应用研究[J].地球学报,2021,42(02):167-78.
- [15] “双碳”背景下我国废钢资源高质循环利用战略研究[J].中国工程科学,2024,26(3):63-73.

- [16] 顾萌,许惠敏.废钢系列专题（一）：低利润压制废钢需求，资源量仍有待释放[EB/OL].东证衍生品研究院，2022-11-22.
- [17] 樊三彩.“双碳”背景下，废钢流向哪种流程更有优势？[N].中国冶金报,2024-10-23(001).DOI:10.28153/n.cnki.ncyjb.2024.002492.
- [18] 中国钢铁工业协会.中国钢铁工业协会电炉短流程炼钢发展研究课题组.我国电炉短流程炼钢发展研究报告：现状趋势、降碳潜力、发展前景[EB/OL].2023-09-13.https://mp.weixin.qq.com/s/PdP02oLX2_-Knu9j7oA1eQ.



NRDC北京代表处

地址：中国北京市朝阳区东三环北路38号泰康金融大厦1706

邮编：100026

电话：+86 (10) 5332-1910



关注我们