化学回收成为电池废料回收主流方式

Dominik Stephan

人们普遍认为废弃物最终都会被丢弃，但实际上，在回收、再利用及循环经济领域，围绕原材料、效率与材料成本的竞争已变得日益激烈。如今，传统的机械回收方式正逐渐被化学回收所取代。尤其电池废料成分复杂，且其中许多物质对环境和人体健康具有潜在危害，采用化学回收显得尤为重要。先进的电化学回收方法不仅能够提高回收的选择性和效率，还能有效降低能源消耗，并最大限度地减少二次废物的产生，在电池废料回收方面具有巨大的应用潜力。

在废弃物管理领域，回收状况面临诸多挑战。德国联邦二次原材料和废物管理协会（BVSE）的总经理 Eric Rehbock 指出：“在废纸和废钢领域，我们正经历着回收量下降、市场需求减弱、库存积压和价格下滑的局面。”这种情况同样出现在塑料行业，原材料与再生材料之间存在着激烈的“价格战”。同时，随着市场的发展，废旧物资回收加工行业也将逐渐走向规范化和专业化，企业的竞争力将进一步提升。因此，回收企业不仅要提升自身的运营效率，还需积极探寻新的加工技术。

废物处理公司由于高昂的运输成本、复杂的设施设备和不断上升的能源、燃料、道路通行费、备件和维护成本，承受着巨大的成本压力。Eric Rehbock 强调：“为了将当前的困境转化为机遇，回收和废物管理行业必须全力以赴推进可持续的循环经济模式。这要求我们在提高回收设备、运输工具和作业流程的效能与品质上做出更

本文作者系《PROCESS》德文版编辑。

当机械回收方式无法再满足塑料回收需求时，化学回收的机遇便应运而生

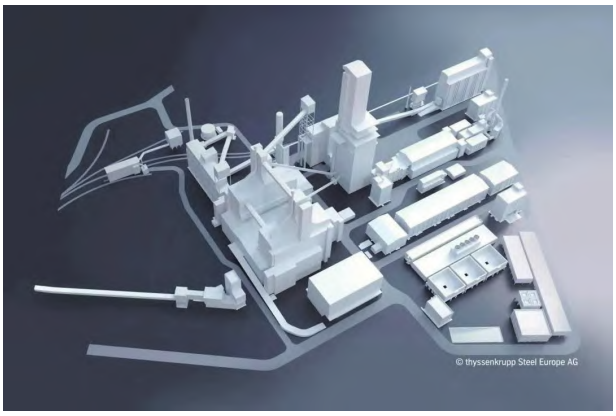
多努力。”

1　塑料回收的提升潜力巨大

例如，塑料回收工艺的效率正在不断提高。德国塑料欧洲协会（Plastics Europe Deutschland）的首席执行官 Ingemar Bühler 提到：“我们在机械回收工艺方面取得了显著进展，同时在化学回收方面也取得了实质性突破，实现了更高的产出率和更低的能耗。”

化学回收成为了工业领域的一个热门话题，该技术能够将长链烃分解成类似于合成轻质油的产品，之后再用于合成新的聚合物链。德国机械设备制造业联合会（VDMA）废物与回收技术专业协会的总经理 Sarah Brückner 博士指出：“近年来，欧洲的塑料回收率有了显著增长，目前欧盟地区约有 32.5% 的塑料实现了回收利用，而在德国，这一比例甚至超过了 35%。这得益于先进的废物管理和回收技术的应用。不过，我们仍有许多提升空间。”

尽管如此，大量的塑料废料依然通过被焚烧的方式处理。德国机械设备制造业联合会（VDMA）工艺机械与设备分会的总经理 Richard Clemens 解释说：“大约 42% 的塑料废料因为材质混合或受到严重污染，最终只能通过能量回收的方式处理。”他补充说：“在此背景下，化学回收可以作为机械回收的补充，从而更有效地实现材料的循环利用。”此外，在慕尼黑 IFAT 展览会上，VDMA 废物与回收技术专业协会展示了包括生物质处理的移动装置在内的多种大型设备，以及针对建筑和拆除废料的回收解决方案。



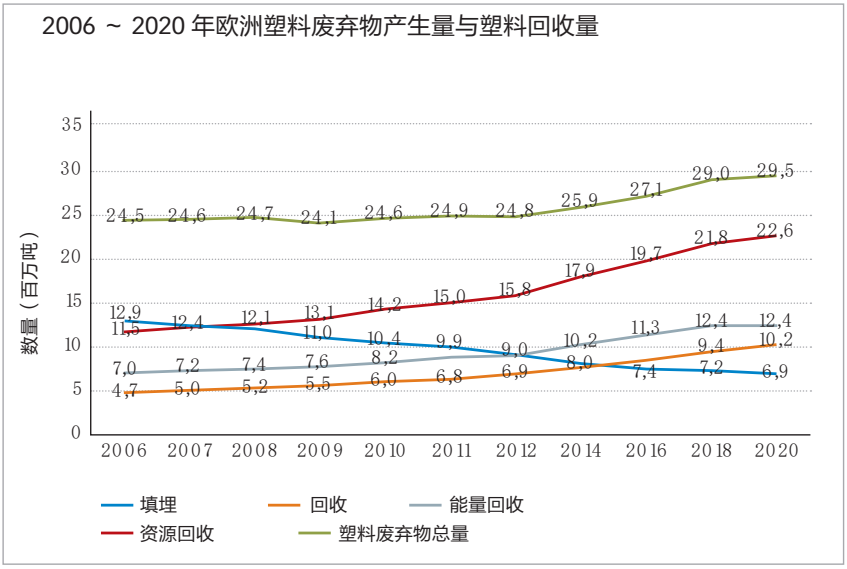
蒂森克虏伯钢铁公司直接还原工厂 3D 展示

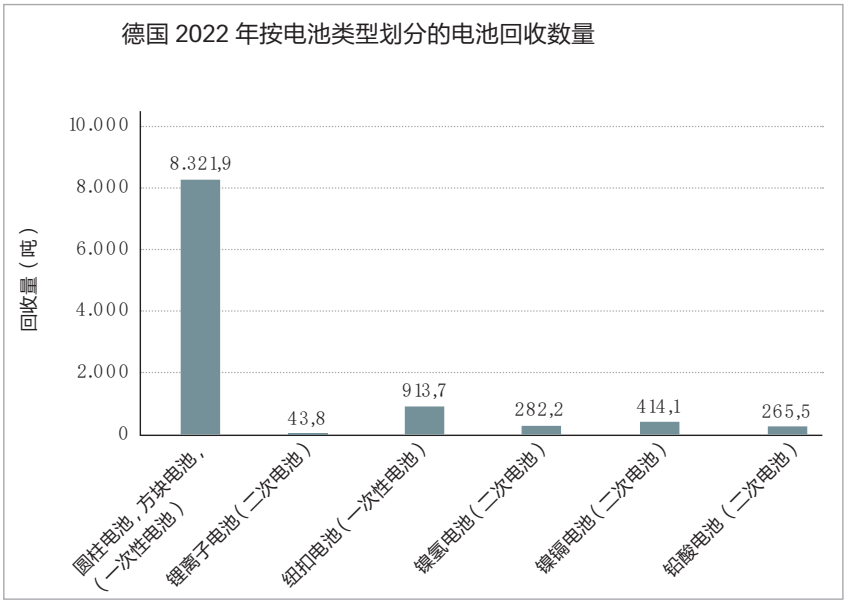
2　电池循环经济即将来临

电池回收的情况尤其复杂。自 2023 年 8 月新的《欧盟电池与废电池条例》（EU 2023/1542）生效以来，废物管理行业面临着前所未有的压力。新法规对电池的性能、耐用性和安全性设定了严格的标准，并对有害物质含量进行了限制，同时要求强制披露电池的碳足迹信息。新规还规定，电池在其从原材料提取到废弃后的回收利用整个生命周期中都必须满足特定的碳足迹要求。

这对于中国企业来说影响尤为重大，因为不达标的电池可能会面临市场准入障碍，如产品撤回或召回的风

广告





险，这无疑增加了产品出口至欧盟市场的合规难度。中国企业需要加大投入，进行合规审查和认证工作，确保产品符合欧盟的新规要求。此外，当前中国在电池回收追踪体系和原材料回收效率方面与国际先进水平存在一定差距，这可能阻碍中国企业达到欧盟关于电池全生命周期碳足迹的标准。因此，中国企业需致力于提升自身的回收体系效能和供应链透明度，以更好地满足欧盟严格的碳足迹要求。

德国废物、水和循环经济联邦协会（BDE）及其成员企业对电动汽车电池的生产、使用和回收持有谨慎态度。BDE 主席 Peter Kurth 指出：“能否以及如何在回收和再生材料的再利用方面实现野心勃勃的目标，现在是一个关键时刻。”要实现循环利用，生产和回收之间的有效协作至关重要。“电池条例和关键原材料法案旨在促进欧盟内部资源的循环利用，但要实现这一目标，我们需要在生产和消费阶段就将回收纳入考虑，否则，这些对欧盟能源和交通转型至关重要的资源将无法满足新法规要求。”Peter Kurth 补充道。

慕尼黑 IFAT 展览会上，BDE 重点展示了电池材料流，并呈现实现电动汽车所需的多种材料，涵盖电池循环利用的关键环节，以及汽车制造中金属、塑料等其他材料的循环利用流程。Peter Kurth 进一步说道：“未来的汽车制造需要全面考虑其生命周期。我们希望通过最佳实践案例，来帮助大家在电池及其他材料上实现循环闭环。”

3 推进废钢资源高效回收再利用

废钢是一种可再生资源，增加废钢供应能力是缓解铁矿石供应压力的重要途径。为了提高回收钢材的利用率，必须保证其质量能满足特定钢材生产工艺的需求。德国钢铁回收和废物管理联合会（BDSV）指出，借助创新的清洁、尺寸测量、分析和分选技术，可以有效地从废钢中剔除低质量部分。随着工艺的不断优化，通过精确的尺寸测量和化学分析，可以根据废钢的具体成分进行分类和定制化处理。结合智能跟踪与处理方案及流程自动化，可以实现最佳的回收钢成分匹配。

BDSV 认为，开发这些先进技术的成本非常高昂，不应仅由钢铁回收行业单独承担。因此，国际回收组织呼吁给予废钢材料回收同等程度的支持，类似于对氢基钢铁生产提供的能源支持，因为后者的实施成本比预期更高。目标是改善所有钢铁生产流程中的废钢质量。

北莱茵 - 威斯特法伦州的公开资助项目（通过提高钢铁生产中回收材料的比例来减少 CO_2 排放）便是这样一个前瞻性的示范项目。蒂森克虏伯钢铁公司与西马克集团合作，参与了该项目，内容包括位于杜伊斯堡的世界首座氢基直接还原工厂的设计、交付和建造。这标志着全球最大的工业脱碳项目之一正式启动，预计该项目将每年减少超过 350 万 t 的 CO_2 排放。该工厂将具备每年生产 250 万 t 直接还原铁（DRI）的能力，计划于 2026 年底建成投产。北莱茵 - 威斯特法伦州和德国政府已经承诺为该项目提供大量的财政支持。