利用焦化工艺处理废塑料技术研究

廖洪强[1] 钱 凯[1] 赵 鹏[1] 何亚斌[1] 余广炜[2] 蔡九菊[2] 雷 勇[2]

（1 首钢技术研究院 100041 2 东北大学国家环境保护生态工业重点实验室 110004）

摘 要 利用钢铁企业高温设备处理城市固体废弃物已经引起了全世界的关注。本文介绍了由首钢自行研究开发的利用焦化工艺处理废塑料技术，该技术充分利用现有成熟的焦化设备和系统，大规模高温炭化处理废塑料，将其分解成焦炭、焦油和煤气，实现废塑料的资源化利用和无害化处理。200kg 焦炉试验以及工业试验研究表明：废塑料与首钢炼焦配煤按一定比例共焦化能够显著提高焦炭强度。利用焦化工艺处理废塑料技术将为解决我国“白色污染”和资源回收利用提供了一条新的途径。

关键词 废塑料 煤 焦化

Waste Plastic Disposal By Using The Traditional Coking Process

Liao Hongqiang Qian Kai Zhao Peng He Yabin Yu Guang-wei Cai Jiu-jv Lei yong

(1 Shougang Technical Research Institute 100041

2 SEPA Key Laboratory on Ecoo-industry, Northeastern University 110004)

ABSTRACT City solid waste disposal by using high temperature equipments of iron and steel plant has been interesting all over the world for the environmental protection and the resource recycling. This paper introduced a technology of waste plastics disposal by using the coking process, which was developed by Shougang Group of China. This technology was carried out by coke-oven experiments with 200 kg material scale and industry test. The results showed that co-coking of waste plastics and blend coal mixed by a certain ratio can enhance the metal coke strength. In this technology, waste plastics can be used as a kind of high quality coking coal to enhance the metal coke strength. Further more, a large quantity of waste plastics can be changed into coke, tar and gas, which can be used as fuels and chemical resources, and that the problem of 'white pollution' caused by waste plastics also can be resolved. So, this technology is beneficial to the environmental pollution and the resource recycling.

KEY WORDS waste plastic, coal, coking, protection

1 前言

据统计，我国城市生活垃圾中的废塑料约占垃圾总量的 4%～10%，年产量达到 500～600 万吨，而且每年正以近 8%～9%的速度增长。北京市目前生活垃圾日产量高达 1.2 万吨，其中废塑料的重量占垃圾总量的 3%～5%，日产废塑料约 360 吨，但废塑料的资源综合利用率还不到 10%。因此，如何治理“白色污染”，实现废塑料资源化利用和无害化处理，已经成为国人关注的焦点。

关于废塑料与煤共焦化技术的研究，90 年代以来国内外研究者作了大量的基础工作，而且日本于 2000 年将该技术成功应用于工业实践[1-6]。利用焦化工艺处理废塑料技术是传统煤炼焦技术与现代废塑料加工处理和热解油化回收技术的有机结合。其基本思路是将废塑料，通过收集、粉碎等加工处理后，与炼焦配煤混合加入炼焦炉中进行共焦化，共焦化产生的焦炭、焦油和煤气可直接利用传统焦化工艺进行处理和回收。该技术具有以下优点：1）废塑料处理规模较大，工艺简单，建设周期短，无需对传统焦化工艺进行改造即可投入生产应用，大大降低了初投资和运行费用；2）利用废旧塑料代替部分炼焦用煤，增加炼焦工艺的焦油产率和高热值煤气，既有效解决“白色污染”问题，又节约了炼焦煤资源，具有明显的社会效益、环保效益和经济效益。但利用焦化工艺处理废塑料技术目前仍存在一些技术难题急待解决：一是废塑料的预处理技术路线复杂，投资成本高；二是添加废塑料将对焦炭质量的影响。因此，有必要开展这方面的研究工作和技术开发工作。

本文介绍首钢自主开发的专利技术，该技术可以成功实现利用废塑料作粘结剂生产塑料型

煤，在大规模处理废塑料的同时，可以兼顾提高焦炭强度和焦炭产量。

2 新技术原理及工艺

首钢开发的利用废塑料做粘结剂生产塑料型煤技术，其原理是利用煤预热技术和型煤生产技术与废塑料加工技术有机结合，利用废塑料的熔融粘结性能将煤粉粘结成型，制成塑料型煤，同时实现废塑料与煤粉的均匀混合以及废塑料缩体加工，再将塑料型煤与炼焦配煤混合入炉炼焦。利用现有成熟的焦化工艺和设备大规模处理废塑料，使废塑料在高温、全封闭和还原气氛下，转化为焦炭、焦油和煤气，实现废塑料大规模无害化处理和资源化利用。具体工艺如下：

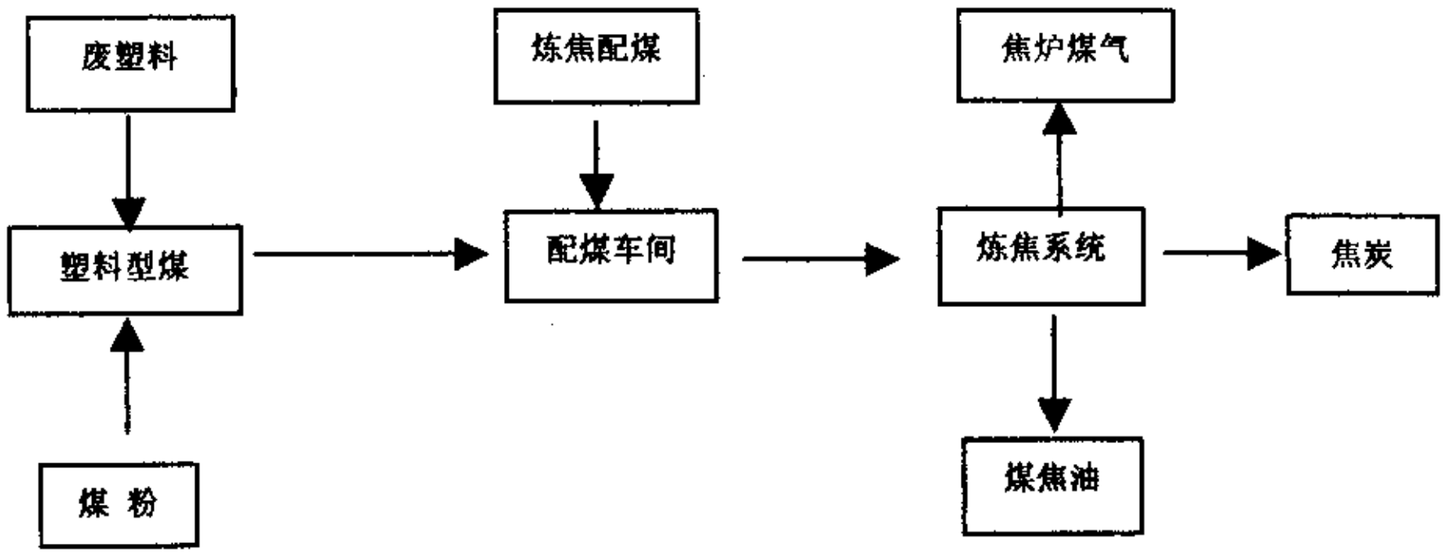

图 1 新技术工艺流程图

3 实验部分

3.1 200kg 焦炉中试试验

3.1.1 实验方案与原料

利用首钢 200kg 焦炉和工业焦炉重点考察了废塑料与煤共焦化过程中产生的焦炭特性。试验采用首钢焦化厂的炼焦配煤(BC)和北京市生活垃圾中的废塑料 WP(Waste Plastics)为试验原料。试验前将 WP 与 BC 混合加工成型煤后，按照一定配比与炼焦配煤混合加入焦炉炼焦。焦炭按国标进行转鼓试验和 CO_2 反应性试验测试焦炭冷热强度。原料的工业分析和元素分析如表 1 所示。

表 1 原料的工业分析与元素分析

样品	工业分析(w%)			元素分析(daf. w%)				
	挥发分	灰分	固定碳	S	C	H	N	O(diff.)
BC	23.40	9.52	67.08	0.87	83.92	5.07	1.29	8.85
WP	96.11	3.84	0.05	0.05	84.62	14.12	0.12	1.09

3.1.2 实验结果与讨论

利用 200kg 焦炉进行塑料型煤炼焦试验，主要考察该技术对焦炭质量的影响。试验条件与常规 200kg 焦炉中试炼焦试验相同。试验数据如下表 2 所示：

表 2 200kg 焦炉试验焦炭性能

废塑料配比 /%	焦炭特性			
	M_{40}	M_{10}	CRI	CSR
0	73.6	10.0	33.08	46.92
2	73.6	10.0	31.62	57.02
3	69.2	11.6	33.91	54.67
4	68.4	10.8	32.78	53.94

从表 2 所列试验结果可以看出，塑料型煤技术处理废塑料后，从热强度指标来看，焦炭反应后强度 CSR 均显著增加。废塑料配比为 2%-4%之间时，焦炭的 CSR 比不添加废塑料增加了约 10%-7%；添加废塑料后焦炭的反应性 CRI 有所降低，但降低的幅度不明显。从焦炭冷强度指标来看，添加 2%废塑料时与不加废塑料的指标相当，随着废塑料配比增加，焦炭冷强度指标劣化；没有显著变化。这说明添加 2%的废塑料基本上不影响焦炭的冷强度，但焦炭的反应性和反应后强度指标得以显著改善。该配加方案可以考虑用于工业生产。

3.1.3 200kg 焦炉中试试验结论

通过上述中试试验，可以得出以下结论：

添加 2%的废塑料，采用塑料型煤炼焦技术，可以一定程度上改善焦炭的反应性和反应后强度。

随着废塑料添加比例的增加，焦炭的冷热性能指标均有不同程度的变差，因此废塑料与煤共焦化的废塑料配比应控制在适宜的范围才可能提高焦炭强度。

3.2 工业焦炉试验

3.2.1 实验方案与原料

利用首钢四、五号焦炉进行实验，试验用碳化室孔术数取 1 孔。废塑料配比按照 5%的塑料型煤配加 95%的炼焦配煤，全煤中的废塑料比例占 1%。废塑料从北京一清有限公司购买，试验所需废塑料共 200Kg；炼焦配煤来自首钢焦化厂，试验所需煤料 800Kg。生产焦炭样和试验焦炭样在首钢焦化厂四五炉的晾焦台取样，取样安排是机、焦侧各取 80Kg，中部取 40Kg，共取样 200 Kg。取得的焦炭样按照国标进行筛分试验和转鼓实验以及焦炭反应性测试和反应后强度分析。

3.2.2 实验现象与结果

（1）试验现象与分析

塑料型煤向输煤皮带落料，并与皮带上的炼焦配煤混合，其间的主要试验现象为：塑料型煤在皮带上无明显飞飘现象，但对粒径细小的纸片和煤粉而言，则出现轻微扬尘现象；经过三次皮带倒腾后，塑料型煤在皮带上分布较为均匀，在皮带上无明显偏析现象。装煤车三个料斗没有出现偏析现象。装煤过程中初煤气量平稳，没有出现装煤明火现象。炼焦过程中没有发现异常现象，结焦时间和焦饼中心温度与往常相同。出焦时推焦电流正常，熄焦和筛焦无异常现象。

（2）试验结果与分析

本次试验焦炭采样地点四五炉的晾焦台，采集试验样和生产样各 200kg，进行转鼓实验、反应性测试和反应后强度测试。试验结果如表 3 所示：

表 3 工业试验焦炭特性试验结果

焦样名称	M_{10}	CRI	CSR
试验焦样	7.2	24.93	72.72
生产焦样	8.8	34.57	54.04

从表 3 中所示结果可以看出，型煤炼焦后，试验样焦炭的耐磨强度 M_{10} 降低了 1.6，反应性（CRI）降低量接近 10；反应后强度（CSR）增加约 18。这说明配用塑料型煤炼焦可以达到改善冶金焦强度的目的。

本次工业试验装炉时煤气量平稳，装煤口无烟尘产生。通过试验焦炉与生产焦炉 3 个装煤线测量结果比较，可以看出试验焦炉装煤量大且炉内煤粉体积小，足以说明配用塑料型煤显著提高装炉煤堆密度。实验室我们已经测的型煤的密度为 1.154 t /m3，高于一般装炉煤堆密度 0.75 t /m3 近 5 4 %。按照本次试验结果推算，若工业生产配塑料型煤 10%，则装煤堆密度将提高约 5.4%，单孔碳化室可多装煤量为 1.05 吨。试验焦炉比生产焦炉多装煤 220Kg，而试验焦炉煤线高度高于正常装煤煤线，这意味可以再装入一定量煤粉，所以采用塑料型煤技术生产可以提焦碳产量。

本次试验炼焦、出焦、熄焦与筛焦方法及设备完全与常规炼焦相同。炼焦过程中没有发现异常现象，结焦时间和焦饼中心温度与往常相同。出焦时推焦电流正常，熄焦和筛焦无异常现象。

3.2.3 工业试验结论

通过本次工业试验取得了以下结论：成功解决了废塑料与煤共焦化工艺中的废塑料与煤料偏析问题，通过塑料型煤，提高装炉煤堆密度可以改善焦炭质量，完全可以不用添加剂而炼出较好质量的焦炭。通过塑料型煤技术，完全达到日常组织生产装煤、除尘所要求的条件。通过塑料型煤技术，完全克服推焦电流偏大的问题。通过塑料型煤技术，可以提高装煤堆密度约 5.4%，进而提高焦炭产量。

4 结束语

首钢自行研究开发的利用焦化工艺处理废塑料新技术，该技术避免了传统废塑料加工方法，将煤粉预热技术和型煤生产技术与塑料加工技术有机结合，成功实现了添加废塑料后可以改善焦炭质量的目的。该技术已经申请多项国家专利，并通过了北京市科委主持的技术成果鉴定，鉴定专家认为该技术指标达到料国际先进水平，可以应用于工业实践。

5 致谢

在此，作者对为焦化工艺处理废塑料技术研究项目提供资金支持的北京市科学技术委员会表示衷心的感谢！

参 考 文 献

[1] NIPPON STEEL CORP(YAWA), Treating waste plastics to give high-added-value tar, light oil and gas by charging coal for coking opt. blended with waste plastics into coke oven and cracking plastics

thermally during carbonization[p]. Japan:081578 34, 1996.

[2] KANSAI NETSUKAGAKU KK(KANU), Coke making utilizing waste plastic -comprises charging preliminarily heat decomposed waste plastic with raw coal into coke oven [p], Japan:07216361, 1995.

[3] Miura K, ed. Coal Science and Technology 24, 8th Iccs. Oviedo, Spain, 1995, 2:1527.

[4] Hodek W, Fuertjes T, van Heek K H. Erdoel Erdgas Ohle, 1995, 111(9):376

[5] Collion G, Bujnowska B, Placzek J. CO-coking of coal with pitches and waste plastics. Fuel Process Techn, 1997, 50(1):179～184.

[6] Li Dongtao, Li Wen, Li Baoqing. Co-carbonization of coking coal with different waste plastics. Journal of Fuel Chemistry, 2001, 29(1):20～23.

（上接第 309 页）

模应用试验的基础上发展推广；其次，政府政策和法规框架也可能成为一个障碍，因为它们是在现存的社会技术体系的框架中，这样框架下的技术或许不会有助于新技术的出现；第三，新技术的象征意义或形象可能形成障碍。以工业产品为例，一些国家环保的垃圾发电厂的开始取决于消除对以前的垃圾焚烧炉印象的所形成的偏见的努力。第四，需求因素，换句话说经济和市场因素对改革扩散是至关重要的。形成一个新的环保产品市场的过程，一方面，就是把消费者的偏爱转向关注环境。建立其新的偏爱并不意味消费者会放弃根据他们以前经验建立的偏爱；另一方面，消费者花费多少、喜欢什么方式来支付新的偏爱；第五，在生产或供应方，现有的公司或制造商通常不会投资那些潜在的激进技术，除非有特别的环境。一般是新来者对一项产业先引进激进的改革，这是因为新来者面对很多限制，比如资源、相关知识、一定的能力等问题出现；第六，新的制造商必须建立起许多案例。大多少情况下这些障碍是不能靠单个单位的努力来解决得了的。所有这些障碍的高效解决需要不同单位得参与，不同单位在整个过程中得角色转换是普遍得。不同单位之间的关系不老是合作，在改变条件的情况下它可以转变为竞争的关系。绝大部分有关如何从公司层面、网络层面以及政府层面的研究是一个长期得目标。

4 结论

为了朝着可持续发展的垃圾管理体系方向发展，首选必须澄清什么是可持续发展的垃圾管理体系，但是就这个概念本身就是多角度的，可以在多层次上执行，因此不同的人对此有不同的理解和解释。这样就产生这样一个问题，怎样才能取得比较一致的看法，消除和避免促进可持续垃圾管理的意见冲突和敌视偏见。潜在的研究必须自由地融合不同处理垃圾问题的措施，创造容纳不同改革措施的空间。有前途的研究需要强调由下而上的行为，并同由上而下的行为联系起来，本文所建议的变迁途径和机制是在这个尺度上的一个初步研究，还需在这个领域内展开进一步研究和讨论。

参 考 文 献

[1] Cen Kefa, Cen Yuhong, Ni Mingjiang, Yan Jianhua, Chi Yong, Li Xiaodong (2003), "The Progress for the Thermal Treatment of Municipal Solid Waste in China", Paper for 4th International Symposium on Waste Treatment Technologies, Sheffield, UK

[2] "中国环境公报," 参见:http://www.zjepb.gov.cn

[3] Hongtao Wang and Yongfeng Nie, "Remedial strategies for municipal solid waste and management in China," Journal of the Air & Waste Management Association, Vol. 51, pp. 264-272, 2001.

[4] Environmental and economic policy research center of SEPA (2003), "Report of the investigation and study on the issues in marketization of construction and operation of municipal environmental infrastructure in China", China Environment News, March 14, 2003, http://www.h2o-china.com/policyandmarket/

[5] Kemp R. and Loorbach (2003), "Governance for Sustainability through Transition Management", EAEPE 2003 Conference, Maastricht, the Nether－lands