

冶金窑炉共处置 危险废物

Hazard Waste Co-treatment
in Metallurgical Furnace

郭培民 潘聪超 编著
庞建明 刘云龙



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press



ISBN 978-7-5024-7032-6



9 787502 470326 >

定价79.00元

销售分类建议:冶金工程/环境科学

冶金窑炉共处置危险废物

Hazard Waste Co-treatment in Metallurgical Furnace

郭培民 潘聪超 庞建明 刘云龙 编著

北 京

冶 金 工 业 出 版 社

2015

内 容 提 要

本书主要介绍冶金工业高温窑炉共处置危险废物的工程试验与管理。全书分为7章,首先分析了冶金工业高温窑炉共处置危险废物技术发展现状和废物管理现状,介绍了国内外相关技术进展;然后根据冶金工业高温窑炉的热工特性和冶金危险废物的特性,阐述了共处置危险废物的技术要求,介绍了钢铁冶炼工业高温窑炉共处置危险废物的工程试验研究;最后对冶金工业高温窑炉共处置危险废物的工艺技术和环境保护标准进行了探讨。

本书可供环境、能源、冶金领域相关科研、设计、管理、教学人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

冶金窑炉共处置危险废物/郭培民等编著. —北京:冶金工业出版社, 2015. 8

ISBN 978-7-5024-7032-6

I. ①冶… II. ①郭… III. ①冶金炉—固体废物处理
IV. ①X705

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 219329 号

出 版 人 谭学余

地 址 北京市东城区嵩祝院北巷 39 号 邮编 100009 电话 (010)64027926

网 址 www.cnmp.com.cn 电子信箱 yjcs@cnmp.com.cn

责任编辑 刘小峰 杜婷婷 美术编辑 彭子赫 版式设计 孙跃红

责任校对 石 静 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-7032-6

冶金工业出版社出版发行;各地新华书店经销;北京画中画印刷有限公司印刷

2015 年 8 月第 1 版, 2015 年 8 月第 1 次印刷

169mm×239mm; 20.5 印张; 400 千字; 318 页

79.00 元

冶金工业出版社 投稿电话 (010)64027932 投稿信箱 tougao@cnmp.com.cn

冶金工业出版社营销中心 电话 (010)64044283 传真 (010)64027893

冶金书店 地址 北京市东四西大街 46 号(100010) 电话 (010)65289081(兼传真)

冶金工业出版社天猫旗舰店 yjgycbs.tmall.com

(本书如有印装质量问题,本社营销中心负责退换)

前 言

危险废物由于其所具有的特殊危害性，一直是我国固体废物管理的重点。根据工业固体废物申报登记数据和危险废物与工业固体废物的比例判断，我国危险废物的年产生量在4000万~6000万吨之间。随着我国经济的快速增长，危险废物的产生量还在不断攀升，但针对这些废物的无害化处置设施能力却远远不能满足要求。2008年全国危险废物许可证中批准的危险废物处理能力合计1613.5万吨/年，处理能力仅占产生量的40%，无法满足快速增加的危险废物的处置要求，导致大量的危险废物无法得到无害化处置。此外，我国现有、在建及规划中的危险废物无害化处置设施主要集中在大中城市，其地理分布有一定的局限性，在发生各类突发事件时，这些设施难以对集中产生的大量危险废物进行应急处置。

事实上，危险废物的组成特性决定了一些危险废物是可以在危险废物集中处置设施之外的其他工业窑炉，如水泥窑、电厂锅炉、炼铁高炉等高温窑炉中进行处置的。危险废物中的危害成分在高温窑炉内的高温环境中可以发生反应而消除其危害性或被固定化，甚至可以作为某些天然燃料和原材料的替代品。例如，废油类危险废物焚烧所产生的热能，可以替代部分化石燃料为工业窑炉提供能量支持；铬渣由于其自身的氧化性，可以在炼铁的还原性气氛中得到无害化处置，同时由于其特殊的硅铝比，可以作为水泥生产中的替代原料参与生料配料，等等。只要采取相应措施确保共处置过程与产品的长期环境安全性，就可实现危险废物的无害化处置与资源化利用的统一。

在冶炼行业中多涉及高温窑炉，如钢铁工业中的高炉、焦炉、转炉，铁合金工业中的矿热炉以及有色冶金工业中的鼓风炉、反射炉、

闪速炉等均属于此类窑炉。冶炼窑炉通常具有温度高、氧化或还原气氛以及处理量大等特点,并且分布广泛,几乎在全国各省份都有分布。冶金高温窑炉共处置危险固体废弃物工艺的实现,为固体废弃物处理提供了新的模式,也对固体废弃物危害的应急处理具有实际意义。

本书在对钢铁冶金工业中的烧结—高炉冶炼系统、炼焦炉系统、转炉及电炉炼钢系统、矿热炉冶炼系统以及有色冶金工业中的鼓风炉炼铅系统、反射炉炼锌系统、闪速炉炼铜系统等高温冶金窑炉进行调研的基础上,就各冶炼系统的行业概况、主要流程进行了介绍,阐述了共处置危险废物在我国冶金工业中的现实意义,同时还就国外及国内的冶金工业高温窑炉共处置危险废物相关的政策、法规、现行处理工艺和管理技术等进行了介绍,阐明了项目的背景和我国在现阶段相关工作的方向,并提出了利用冶金高温窑炉进行共处置固体危废的工艺方式,如“变性处理”、“燃烧处理”、“稀释处理”以及“富集提取处理”等,提出了高温窑炉实现共处置的技术要求及二次污染控制要求。

本书是四位作者三年来的课题研究结果的总结,各人撰写的内容交叉在相关章节中,初稿形成后由郭培民进行统稿。

本书的完成,首先感谢环保公益性行业科研专项的大力支持,同时还要感谢中国环境科学研究院王琪所长、李丽教授、闫大海博士以及项目完成单位的协助和交流指导;也离不开北京首钢资源综合利用技术开发公司、武汉北湖胜达制铁有限公司、钢铁研究总院低温冶金与资源高效利用中心研究人员的支持。在此一并表示感谢!

由于作者水平所限,书中不妥之处,还请读者包涵并给予指正。

郭培民、潘聪超、庞建明、刘云龙

于钢铁研究总院

2015年5月4日

目 录

1 冶金工业高温窑炉共处置危险废物技术发展现状	1
1.1 我国冶金工业发展现状	1
1.1.1 钢铁工业发展现状	1
1.1.2 有色工业发展现状	8
1.2 国外冶金工业高温窑炉共处置危险废物技术发展现状	19
1.2.1 国外相关环保政策及法律规定	19
1.2.2 国外利用钢铁工业窑炉处理废弃物概况	20
1.2.3 钢铁工业高温窑炉共处置固体废弃物技术	20
1.3 我国冶金工业高温窑炉共处置危险废物技术发展现状	26
1.3.1 高炉喷吹塑料技术	27
1.3.2 钢铁厂粉尘处理技术	28
1.3.3 高炉处理铬渣工艺	30
1.3.4 焦炉处理废塑料技术	31
1.3.5 其他工艺	32
2 冶金工业高温窑炉共处置危险废物管理现状	34
2.1 国外冶金工业高温窑炉共处置危险废物管理现状	34
2.1.1 国外固体废物管理技术	34
2.1.2 国外废塑料共处置工艺的管理	36
2.1.3 国外钢铁厂粉尘共处置工艺的管理	43
2.2 我国冶金工业高温窑炉共处置危险废物管理现状	49
2.2.1 我国冶金行业中的固废资源综合利用标准	49
2.2.2 我国危险废弃物的管理制度	52
2.2.3 我国冶金行业在共处理废物环境风险控制方面的不足	53
3 冶金工业高温窑炉热工特性	56
3.1 钢铁工业高温窑炉热工特性	56
3.1.1 烧结—高炉冶炼系统及共处置特性	56
3.1.2 焦炉冶炼系统及共处置特性	71

3.1.3	回转窑冶炼系统及共处置特性	78
3.1.4	矿热炉冶炼系统及共处置特性	82
3.1.5	转炉及电弧炉冶炼系统及共处置特性	89
3.2	有色工业高温窑炉热工特性	100
3.2.1	鼓风炉冶炼系统及共处置特性	100
3.2.2	反射炉冶炼系统及共处置特性	112
3.2.3	闪速炉冶炼系统及共处置特性	121
附录		130
附表 3-1	烧结—高炉系统的冶炼及共处置特性与控制指标	130
附表 3-2	焦炉系统的冶炼及共处置特性与控制指标	131
附表 3-3	回转窑系统的冶炼及共处置特性与控制指标	132
附表 3-4	矿热炉系统的冶炼及共处置特性与控制指标	133
附表 3-5	转炉及电弧炉系统的冶炼及共处置特性与控制指标	134
附表 3-6	鼓风炉系统的冶炼及共处置特性与控制指标	135
附表 3-7	反射炉系统的冶炼及共处置特性与控制指标	136
附表 3-8	闪速炉系统的冶炼及共处置特性与控制指标	137
4	冶金危险废物特性	138
4.1	危险废物的基本性质	138
4.1.1	危险废物名录	138
4.1.2	危险废物的特点	138
4.1.3	危险废物的污染与危害	159
4.2	典型的冶金危险废物	161
4.2.1	含铬危险废物	161
4.2.2	含铅、锌危险废物	170
4.2.3	焦油类危险废物	174
5	冶金工业高温窑炉共处置危险废物技术要求	177
5.1	钢铁工业高温窑炉共处置危险废物技术要求	177
5.1.1	钢铁工业高温窑炉实现共处置的工艺方式	177
5.1.2	共处置工艺中的控制标准	179
5.1.3	钢铁工业高温窑炉共处置的技术要求	181
5.1.4	钢铁工业的二次污染控制	195
5.1.5	钢铁工业共处置工艺中的高温窑炉及可处理废物	207
5.2	有色工业高温窑炉共处置危险废物技术要求	214

5.2.1 有色工业高温窑炉实现共处置的工艺方式	214
5.2.2 有色工业中高温窑炉共处置的技术要求	215
5.2.3 有色工业的二次污染控制	225
5.2.4 有色工业共处置工艺中的高温窑炉及可处理废物	231
6 钢铁工业高温窑炉共处置危险废物工程试验	234
6.1 炼焦炉共处置危险废物工程试验	234
6.1.1 工业试验背景	234
6.1.2 钢铁行业焦化生产工艺	235
6.1.3 焦化有机危险废物的产生及其处置的基础性研究	239
6.1.4 焦炉共处置焦化有机危险废物工业试验	244
6.1.5 焦炉共处置焦化有机危险废物工业试验结论	250
6.2 炼铁回转窑共处置危险废物工程试验	250
6.2.1 工程试验目标	251
6.2.2 回转窑工艺及含锌浸出渣的共处置技术	251
6.2.3 回转窑共处置含锌浸出渣的理论基础	255
6.2.4 共处置工艺的流程及工业试验方案	258
6.2.5 工业试验内容及结果	260
7 冶金工业高温窑炉共处置危险废物工艺技术	267
7.1 高炉共处置危险废物的工艺技术	267
7.1.1 高炉冶炼系统概述	267
7.1.2 高炉共处置特征	268
7.1.3 烧结机—高炉共处置废物特性	269
7.1.4 烧结机—高炉共处置工艺运行技术	270
7.1.5 烧结—高炉共处置技术模式及废物投加强度	275
7.1.6 高炉喷吹共处置技术模式及废物投加强度	278
7.2 焦炉共处置危险废物的工艺技术	282
7.2.1 炼焦炉冶炼系统概述	282
7.2.2 炼焦炉共处置特征	283
7.2.3 炼焦炉共处置废物特性	284
7.2.4 炼焦炉共处置工艺运行技术	285
7.2.5 焦炉共焦化共处置技术模式及废物投加强度	288
7.3 回转窑共处置危险废物的工艺技术	291
7.3.1 回转窑冶炼系统概述	291

7.3.2 回转窑共处置特征	292
7.3.3 回转窑共处置废物特性	293
7.3.4 回转窑共处置工艺运行技术	294
7.3.5 回转窑共处置技术模式及废物投加强度	297
7.4 闪速炉共处置危险废物的工艺技术	303
7.4.1 闪速炉冶炼系统概述	303
7.4.2 闪速炉共处置特征	304
7.4.3 闪速炉共处置废物特性	305
7.4.4 闪速炉共处置工艺运行技术	306
7.4.5 闪速炉共处置技术模式及废物投加强度	309
7.5 危险废物管理通用技术要求	313
7.5.1 运输与场内输送要求	313
7.5.2 储存要求	313
7.5.3 接收与分析要求	314
参考文献	315

1 冶金工业高温窑炉共处置危险废物 技术发展现状

我国冶金工业发展现状

钢铁工业

有色工业

国外冶金高温窑炉共处置技术现状

我国冶金高温窑炉共处置技术现状

1.1 我国冶金工业发展现状

冶金就是从矿石中提取金属或金属化合物，用各种加工方法将金属制成具有一定性能的金属材料的过程和工艺。冶金的技术主要包括火法冶金、湿法冶金以及电冶金。按照产品性质分类，冶金工业可以分黑色冶金工业和有色冶金工业，黑色冶金主要指包括生铁、钢和铁合金（如铬铁、锰铁等）的生产，有色冶金指包括其余所有数十种金属（如铝、镁、钛、铜、铅、锌、钨、钼、稀土、金、银等）的生产。

1.1.1 钢铁工业发展现状

1.1.1.1 钢铁行业发展现状

“十一五”期间，我国粗钢总产量超过26亿吨。根据中国钢铁工业协会历年理事会报告的数据，2006~2010年，我国粗钢产量分别为41878.2万吨、48924.08万吨、50048.80万吨、56784.24万吨、62665.4万吨。五年间我国粗钢产量的平均增幅为12.40%，至2013年我国粗钢产量为7.79亿吨，2014年达到8.227亿吨，钢铁产能甚至超过了10亿吨。分析2013年各省份、地区的钢铁产量数据，钢铁产量最高的省份是河北、江苏、山东、辽宁和山西，分别为18849.6万吨、8469.1万吨、6119.8万吨、5972.9万吨、4519.6万吨，其中仅河北一省钢产量就占全国总产量的24.2%，前五省钢产量总和占全国总产量的56.4%，集中分布在华北、华东地区。而经济发达的华南地区如广东、广西，以及具有较大城镇化发展空间的西

北地区如陕西、甘肃、宁夏等地的钢产量很低，两地区钢产量分别为 3109.5 万吨、3227.5 万吨，分别占全国总产量的 3.9% 和 4.1%。

目前我国除了西藏没有钢铁企业外，其余各省份均有钢铁生产企业存在，而且在华北、东北、华中地区大中型城市周边钢铁厂集中分布，尤其是京津冀和长三角地区。高炉设备的技术水平和大型化的发展也在这些区域中集中体现。相对大型高炉，小中型高炉的分布更加广泛。而且小型高炉对共处置料的要求不如大型高炉苛刻，更适合用于共处置废弃物。

1.1.1.2 钢铁行业存在的问题及发展方向

目前钢铁行业存在产能过剩、能耗偏高、产能集中度不高、产业结构单一、产品附加值低等诸多问题，其中产能过剩和能耗高是限制钢铁工业发展的主要问题。

根据 2012 年世界钢铁协会的统计，目前全球钢铁行业产能超过 20 亿吨，其中中国产能超过 10 亿吨，占全球产能的 50%。钢铁行业产能过剩是全球性现象，根据世界钢铁协会的数据，全球钢铁行业过剩产能 5 亿吨中有超过 2 亿吨在中国，占全球过剩产能的 40%，约为 2012 年全球钢产量的 13%。发达国家平均钢铁消费峰值为 0.612 吨/人；如果按照 2013 年 7.79 亿吨的粗钢产量测算，我国人均粗钢消费量已接近 0.6 吨，逼近了发达国家钢铁消费峰值，数据说明我国钢铁消费已接近饱和水平。因此，扩大出口和刺激内需均很难在短期内消化 2 亿吨的过剩产能。2013 年，国务院出台了《化解产能过剩政策的指导意见》，称将有效地推进和化解钢铁等行业产能严重过剩矛盾，未来五年钢铁业须压缩 8000 万吨的总产能。钢铁工业是能耗大户，中国的钢铁工业以 16.3% 的全国总能耗，只贡献了 3.2% 的 GDP。钢铁工业的能耗具有集中现象，二次能源产生量大，梯级利用水平低，余能回收利用仍有较大提升空间。炼铁和焦化在整个钢铁工业生产中的能耗所占比例最大，而炼铁系统（包括烧结、球团、焦化、炼铁）能耗占钢铁联合企业总能耗的 73.5%，成本约占 60% 左右，污染物排放占 70% 以上。

钢铁行业还存在的问题包括：（1）钢铁产能分布不均，导致区域钢铁产能过剩和不足的情况共存，北钢南运、东钢西运的现状未能得到充分缓解。（2）钢铁小微产能集中度偏低，政策调控和市场调控的作用不能很好发挥。淘汰落后产能同时又立项投入新产能，使钢铁行业产能过剩的问题趋于恶化。（3）钢铁行业产品结构不合理，低端产能过剩而高端产能不足。行业资源分配不合理，产品附加值低。大型钢铁企业高附加值战略出现趋同化。因此，钢铁行业面临转型，必须促进钢铁行业尤其是小微钢铁企业的落后、高能耗产能通过宏观调控和市场的竞争机制逐步淘汰退出，有效增加钢铁行业的集中度，从而提高

行业调控力度；通过调整钢铁工业生产工艺结构、用能结构，如高炉采用精料冶炼、提高炼铁喷煤比、增加球团配比、采用连续铸钢工艺、采用薄板坯连铸连轧工艺、轧钢坯料热装热送工艺等技术以实现节能的效果；大型钢铁企业应不断调整产品结构，有计划地削减低附加值产能，同时增加优质钢材产品的比重。钢铁行业从粗放型向集约型的发展是整个行业面临的主要挑战和机遇。

1.1.1.3 钢铁工业主要生产流程及主要类型窑炉

现代钢铁联合企业各主要工艺流程分为铁前准备、高炉炼铁、转（电）炉炼钢、炉外精炼、连铸等工序。其工艺流程如图 1-1 所示。

（1）铁前准备：主要有铁矿石造块烧结、球团和焦化生产。铁矿石造块烧结或球团就是把铁矿粉、熔剂、燃料及返矿按一定比例制成块状或球状冶炼原料的一个过程，主要设备有烧结机系统、球团链算机一回转窑系统。焦化即通过炼焦炉使配煤形成质量合格的焦炭的过程，主要设备是炼焦炉系统。

（2）高炉炼铁：就是将铁矿石、焦炭及助熔剂由高炉顶部加入炉内，再由炉下部风口鼓入高温热风，产生还原气体、还原铁矿石，产生熔融铁水与熔渣的炼铁过程，主要设备是高炉冶炼系统，包括高炉、热风炉等。

（3）炼钢：以铁水、废钢、铁合金为主要原料，在反应器内完成脱碳、脱氧、脱磷等任务，得到成分和温度均满足要求的钢水的过程，主要设备包括转炉和电弧炉。

（4）炉外精炼：将转炉、电炉初炼的钢水转移到另一个容器（主要是钢包）中进行精炼的过程，也称“二次冶金”或钢包精炼，主要包括 LF 炉、RH 炉、AOD 炉、VOD 炉等。

（5）连铸：即连续铸钢，就是将合格钢水在铸机中冷却成坯的过程，主要设备包括中间包、连铸机系统。

钢铁冶炼工艺中所涉及的窑炉大多为高温窑炉，具有生产规模大、工艺温度高、工序连续化等特点。本书选取具有共处置危险废物潜力的几类高温窑炉进行详细说明，包括：高炉、炼焦炉、链算机一回转窑、转炉和电弧炉等；同时还对铁合金冶炼工艺中的主要设备矿热炉的共处置特性进行了调研和研究。

1.1.1.4 全国主要地区钢铁工业窑炉分布规模

A 高炉及烧结机规模及分布

a 高炉规模

自 2002 年开始，中国的钢铁产能、产量不断跃升，2012 年中国粗钢总产能近 10 亿吨，产量占全球一半以上，2013 年钢材产量达 10.68 亿吨，生铁产量达 7.09 亿吨。根据最新相关调查（不包括京津冀地区），目前国内高炉共计 685 座，

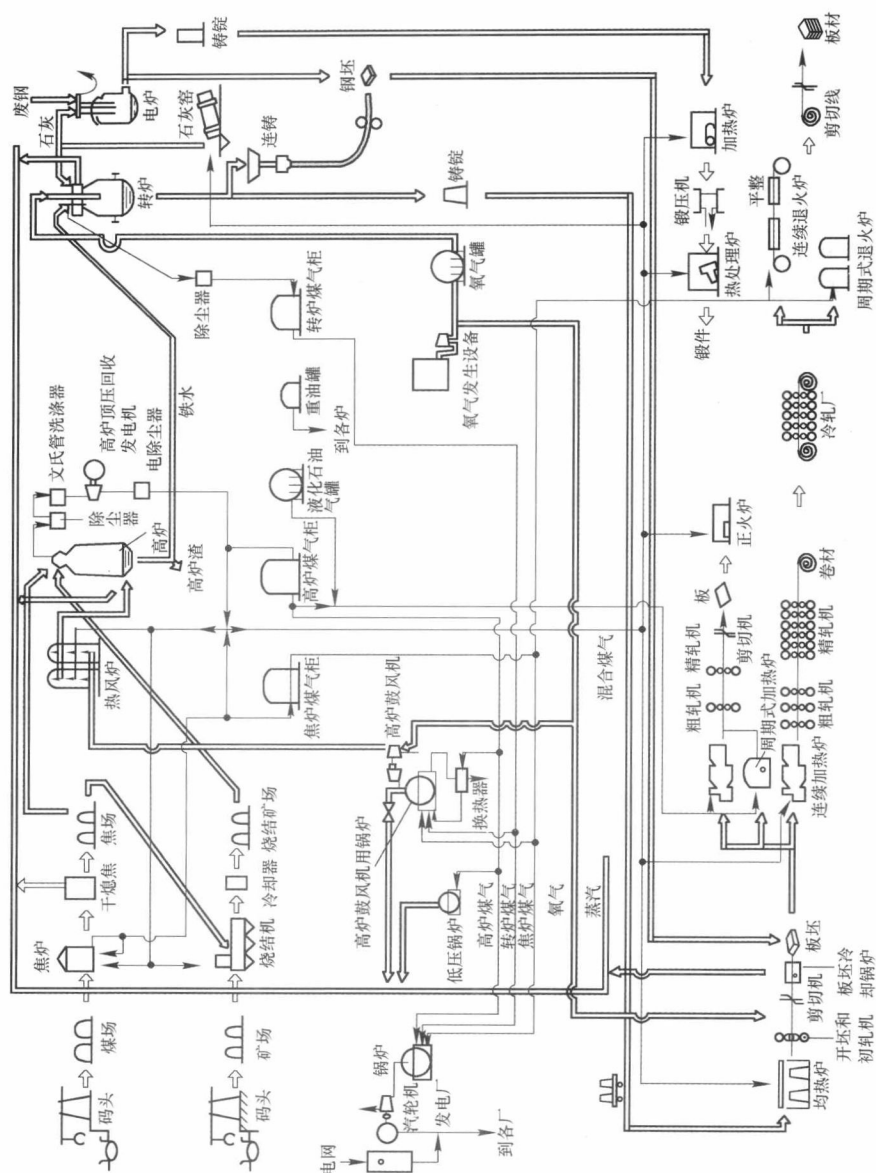


图 1-1 钢铁工业工艺流程示意图

高炉总容积达到 665639m^3 。作为高炉炼铁系统的主体设备，高炉的有效容积决定了高炉的生产能力，同时也决定了与之衔接的其他工序如烧结、炼焦等设备的生产能力。因此将高炉的有效容积作为“烧结—高炉”炼铁系统生产能力的标准。高炉的炉型基本上都是鼓风竖炉，按照容积的大小可以分为小型高炉（炉容为 1000m^3 级及以下）、中型高炉（炉容为 2000m^3 级）、大型高炉（炉容为 3000m^3 级）以及特大型高炉（炉容为 4000m^3 级及以上）。高炉的分布具有以下特点：

(1) 高炉设备分布广泛，在全国各省份几乎均有分布。

(2) 生产能力和设备水平分布不均，大型及特大型高炉集中分布在中东部地区，冶炼技术水平较高；小型高炉在各地均有分布，但生产水平低。

(3) 由于政策导向，小型高炉面临产能淘汰，大型和特大型高炉是今后的发展主体。

然而我国到底有多少座高炉，并没有确切的数据，因为许多小高炉无法统计。官方曾有数据显示，我国约有 1300 座高炉。但是随着钢铁政策的实施，小高炉正逐渐被淘汰，高炉朝大型化方向发展。至 2010 年，中国在产和在建 1000m^3 以上的高炉情况见表 1-1。

表 1-1 我国 1000m^3 以上高炉情况

炉容/ m^3	1000 ~ 1500	1500 ~ 2000	2000 ~ 3500	> 3500	总 计
座 数	73	37	77	16	203
总容积/ m^3	86182	67752	203795	71691	429420

b 烧结机规模

带式烧结机的规格是按其抽风面积的大小来划分。烧结有效面积是风箱宽度和长度的乘积。目前，国内外带式烧结机有两种：一种是全部面积用来烧结，即混合料随台车移动到机尾风箱处即烧结完毕，这种机型占绝大多数；另一种是“机上冷却”的烧结机，即一段用来烧结，一段用来冷却。这种烧结机，有效面积包括烧结面积和冷却面积。根据早期的统计结果，我国共有烧结机 191 台，随着我国钢铁工业的扩大，烧结机的规模也迅速发展。我国的烧结机以小型占多数，主要规格有 (8.25m^2) 、 (13m^2) 、 (18m^2) 、 24m^2 、 27m^2 、 36m^2 、 50m^2 、 62.5m^2 、 (75m^2) 、 90m^2 、 115m^2 、 130m^2 等，由于提高生产率和降低单位成本的要求，烧结机向着大型化的方向发展。

烧结厂规模大小的划分，按烧结机机型或年产烧结矿量分为：

大型厂：单机面积 $\geq 200\text{m}^2$ ，年产量 ≥ 200 万吨；

中型厂：单机面积 $\geq 50\text{m}^2$ ，年产量 ≥ 50 万吨；

小型厂：单机面积 $\leq 50\text{m}^2$ ，年产量 < 50 万吨。

B 焦炉规模及分布

据国家统计局数据，截止到 2005 年底，我国的炼焦企业已有 1300 多家，“十五”期间，我国焦炭产量以每年 21.7% 的速度增长，总产量已达到 2.5 亿吨，产能规模约为 3 亿吨以上，约占世界焦炭产能规模的 50%，焦炭出口量达 1276 万吨，占世界焦炭贸易额的 47%。2012 年，我国焦炭产量达到 4.43 亿吨。

我国使用的焦炉炉型较多。在 1953 年以前主要是恢复和改建新中国成立前遗留下来的奥托型、考贝型、黑田、日铁、亨塞尔曼和索尔维型等老焦炉；随后又兴建起一批前苏联设计的 ПБP-56 型和 ПK-49 型焦炉；1958 年以后，我国自主设计了具有世界先进水平的 58 型焦炉、JN55 型焦炉、JN60 型焦炉。20 世纪 90 年代以来，炭化室高 6m 的焦炉炉型逐步成为我国炼焦行业的基本炉型，并逐步在我国焦化行业占据主导地位。随着国家产业政策的不断调整、环保法规的不断完善以及对炼焦行业准入标准的提高，加速了各炼焦企业对新技术的引进和应用，4.3m 焦炉已成为炼焦行业的准入炉型，一些有实力的炼焦企业，正逐步淘汰 4.3m 以下焦炉，6m 焦炉成为主导炉型，5m 以上的捣固焦炉和年产 50 万吨以上的清洁化热回收焦炉也相继建成。近年来武钢、太钢、马钢等企业的 7.63m 大容积焦炉建成投产。我国目前使用的焦炉炉型特点及主要尺寸见表 1-2。

表 1-2 我国目前使用的炼焦炉炉型及基本尺寸

炉型	炭化室有效 容积/m ³	炭化室尺寸/mm							立火道		加热 水平 /mm
		全长	有效长	全高	有效高	平均宽	锥度	中心距	中心距 /mm	个数	
JN60	38.5	15980	15140	6000	5650	450	60	1300	480	32	905
M 型	37.6	15700	14800	6000	5650	450	60	1300	500	30	755
5.5m	35.4	15980	15140	5500	5200	450	70	1350	480	32	900
JN43	23.9	14080	13280	4300	4000	450	50	1143	480	28	800
58 型	21.7	14080	13350	4300	4000	407	50	1143	480	28	600
JN50	26.8	14080	13280	5000	4700	430	50	1143	480	28	799
ПБP	21.7	14080	13350	4300	4000	407	50	1143	480	28	600
鞍 71 型	21.4	13590	12750	4030	3730	450	60	1100	457	28	700
7.63m	76.25	18800	18000	7630	7180	590	50			36	
	79	18000	17200	7630	7180	610					

C 钢铁厂回转窑规模及分布

近些年来，国际市场上球团矿涨势攀高，全球球团矿总生产能力约 3.81 亿吨，其中炼铁高炉用球团生产能力为 2.36 亿吨/年，占 76.6%。20 世纪末，我国铁矿球团的年产量已达到 2400 万吨左右，2006 年全国球团的产量达到了

7634.95 万吨,我国铁矿球团工业有了很大的发展。目前工业生产上采用的球团焙烧设备主要有带式焙烧机、链算机一回转窑和竖炉。从所处理的矿石种类来看,以磁铁精矿为原料,链算机一回转窑生产比重占 38.7%,以赤、褐混合精矿为原料,链算机一回转窑生产比重占 25.5%。链算机一回转窑工艺的生产规模大,一般年生产能力在 50 万吨以下的球团厂主要采用竖炉和带式焙烧机;年生产能力超过 50 万吨则适宜采用带式焙烧机或链算机一回转窑;单机能力在 200 万吨/年以上的,只有采用带式焙烧机和链算机一回转窑。鞍钢、首钢、包钢、承钢、杭钢、济钢、莱钢、太钢、唐钢、马钢、新疆八一钢、邢钢等大中型钢厂均建设有链算机一回转窑生产线。其中,武钢的氧化球团厂的产能可达 500 万吨/年,更多的是年产在 10 万~100 万吨的中小型设备产能。

D 矿热炉规模及分布

矿热炉分交流和直流电源供电两大类。它们按容量大小可分为大中小三类。按我国目前的习惯划分,炉用变压器小于 5MVA 为小容量矿热炉;介于 5~10MVA 为中等容量矿热炉;大于 10MVA 为大容量矿热炉。矿热炉主要应用于铁合金生产中。中国是铁合金生产大国,生产量约占全世界总产量的 40%。中国铁合金企业的数量和产能从 2000 年的 800 余家和 900 万吨产能迅速发展到 1800 家之多,产能跃升到 3600 万吨以上。根据中国铁合金工业协会在 2006 年的相关统计数据,全国共有各类矿热炉 3400 座。

E 转炉及电炉规模及分布

我国 2013 年钢材产量突破 10 亿吨,达 10.68 亿吨,粗钢产量达 7.79 亿吨。转炉是炼钢的主要设备,钢材产量的 80% 以上都是通过转炉生产。根据炉容量,转炉可以分为小型转炉、中型转炉和大型转炉。小型顶吹转炉有天津钢厂 20t 转炉、济南钢厂 13t 转炉、邯郸钢厂 14t 转炉、太原钢铁公司引进的 40t 转炉、包头钢铁公司 40t 转炉、武钢 40t 转炉、马鞍山钢厂 40t 转炉等;中型的有鞍钢 140t 和 180t 转炉、攀枝花钢铁公司 120t 转炉、本溪钢铁公司 120t 转炉等;大型转炉有宝钢的 300t 转炉、250t 转炉,首钢的 210t 转炉,武钢的 150t 转炉等。

20 世纪 80 年代,我国建立了一大批小电炉,但技术很落后。尽管我国引进了多座国外先进的电弧炉成套设备,其水平较高,但它的各项技术经济指标与国外同类型的电弧炉相比还有一定的差距。在 1983~1992 年 10 年间,我国电炉钢比例一直徘徊在 20%~22% 之间。1993 年突破 23% 达到历史最高水平。在 1993~2000 年间我国电炉钢产量在 1800 万~2000 万吨波动,电炉钢比例逐年下降,从 23.2% 下降至 15.7%。此后,电炉钢比例开始回升。随着国家环保政策的压力和钢材换代,今后以废钢为原料的电炉炼钢的比重将提高。从 20 世纪 90 年代初期至今,我国先后建设了 40 多个现代化的超高功率电弧炉车间。超高功率电弧炉车间及相关的主要设备均从国外引进,电炉容量为 50~150t。到 2003