

# 重点钢铁企业能耗水平分析报告

本报告在钢铁行业“双碳”背景下，全面分析重点钢铁企业节能降耗工作的推进情况和实施效果；重点分析烧结、球团、焦化、炼铁、炼钢、钢加工等不同工艺的能耗情况、指标水平；对不同区域钢铁企业的能耗情况进行对比分析。

## 目录部分

<b>第一篇 政策篇</b> .....	<b>1</b>
<b>第二篇 产量篇</b> .....	<b>56</b>
第一章 全国钢铁产量综述.....	56
1. 分省市粗钢产量分析.....	56
2. 粗钢产量变化情况分析.....	58
3. 分区域粗钢产量变化情况分析.....	59
第二章 重点统计钢铁企业钢铁产量分析.....	62
1. 近 11 年来重点统计钢铁企业钢铁材产量变化情况.....	62
2. 重点统计钢铁企业粗钢产量排名前 10 名企业情况.....	64
3. 重点统计钢铁企业钢材分品种产量情况.....	65
<b>第三篇 重点统计钢铁企业工序能耗指标分析</b> .....	<b>69</b>
第一章 重点统计钢铁企业能耗指标情况.....	69
1. 重点统计钢铁企业能耗指标解读.....	69
2. 重点统计钢铁企业综合能耗指标水平.....	72
3. 重点统计钢铁企业吨钢新水消耗情况.....	77
第二章 烧结工序单位能耗指标分析.....	82
1. 烧结工序单位能耗概况.....	82
2. 重点统计钢铁企业各月度烧结工序单位能耗水平.....	83
3. 分区域烧结工序能耗情况分析.....	84
4. 钢铁企业降低工序能耗的技术措施案例.....	88
5. 烧结工序能效标杆技术条件.....	91
第三章 球团工序单位能耗指标分析.....	92
1. 球团工序单位能耗指标解读.....	92
2. 重点统计钢铁企业各月度球团工序能耗情况分析.....	92
3. 分区域球团工序能耗指标情况.....	94

4. 球团工序降耗案例.....	97
5. 球团工序能效标杆技术条件.....	99
第四章 焦化工序单位能耗指标分析.....	100
1. 焦化工序单位能耗指标解读.....	100
2. 重点统计钢铁企业各月度焦化工序能耗指标情况.....	101
3. 分区域焦化工序能耗指标情况分析.....	102
4. 焦化工序降耗技术发展.....	106
5. 焦化工序能效标杆技术条件.....	107
第五章 炼铁工序单位能耗指标分析.....	109
1. 炼铁工序单位能耗指标解读.....	109
2. 重点统计钢铁企业各月度炼铁工序能耗指标情况.....	110
3. 分区域炼铁工序单位能耗指标情况.....	112
4. 高炉燃料比技术指标的优化.....	115
5. 炼铁高炉工序能效标杆技术条件.....	117
6. 宝钢炼铁工序降能耗案例.....	117
第六章 转炉炼钢工序能耗指标分析.....	119
1. 转炉炼钢工序单位能耗指标解读.....	119
2. 重点统计钢铁企业各月度转炉炼钢工序能耗指标情况.....	120
3. 分区域转炉炼钢工序能耗指标情况.....	121
4. 转炉炼钢工序能效标杆技术条件.....	126
第七章 电炉炼钢工序能耗指标分析.....	127
1. 电炉炼钢工序单位能耗指标解读.....	127
2. 钢铁行业电炉炼钢发展现状.....	127
3. 重点统计钢铁企业各月度电炉炼钢工序能耗指标情况.....	128
4. 分区域电炉炼钢工序能耗指标情况.....	130
5. 电弧炉炼钢工序能效标杆技术条件.....	134
第八章 钢加工工序能耗指标分析.....	135
1. 钢加工工序单位能耗指标解读.....	135
2. 钢加工工序单位能耗指标分析.....	135
3. 热轧工序能耗指标分析.....	136
4. 冷轧工序能耗指标分析.....	140
5. 镀层工序能耗指标分析.....	143
6. 涂层工序能耗指标分析.....	144
结束语.....	146

## 本报告摘自“烧结工序能耗”章节

### 1. 烧结工序单位能耗概况

#### 1.1 烧结工序单位能耗指标解读

依据中华人民共和国国家标准 GB 21256-2013，烧结工序单位产品能源消耗是指报告期内，烧结工序每生产一吨合格烧结矿（吨），扣除回收的能量后实际消耗的各种能源总量即工序净耗能量（千克标煤）。其计算公式为：

工序单位能耗（千克标煤）= 工序净耗能量（千克标煤）/ 工序产品合格产出量（吨）

公式说明（据中国钢铁工业生产统计指标体系指标解释）：

工序净耗能量=工序耗用燃料及动力等能源总量－回收二次能源外供量－利用余热外供量－利用余能外供量。

烧结工序单位产品能耗为生产系统（熔剂、燃料破碎开始，经配料、原料运输、工艺过程混料、烧结机、烧结矿破碎、筛分等到成品烧结矿皮带机离开烧结工序为止的各生产环节）和辅助生产系统（生产管理及调度指挥系统、机修、化验、计量、水处理、烧结除尘和脱硫等环保设施）消耗的能源量，扣除工序回收的能源量。不包括附属生产系统（如食堂、保健站、休息室等）消耗的能源量。

烧结生产能源消耗主要包括固体燃料消耗、电耗和煤气消耗，其中固体燃料消耗约占80%左右，电耗约占13.5%左右，煤气消耗约占6.5%左右，故烧结生产能耗主要为固体燃料消耗。

2023年1-12月份，重点统计钢铁企业的烧结工序能耗为48.25千克标煤/吨，比去年同期减少0.24千克标煤/吨，比去年同期降低0.50个百分点（见图1）。

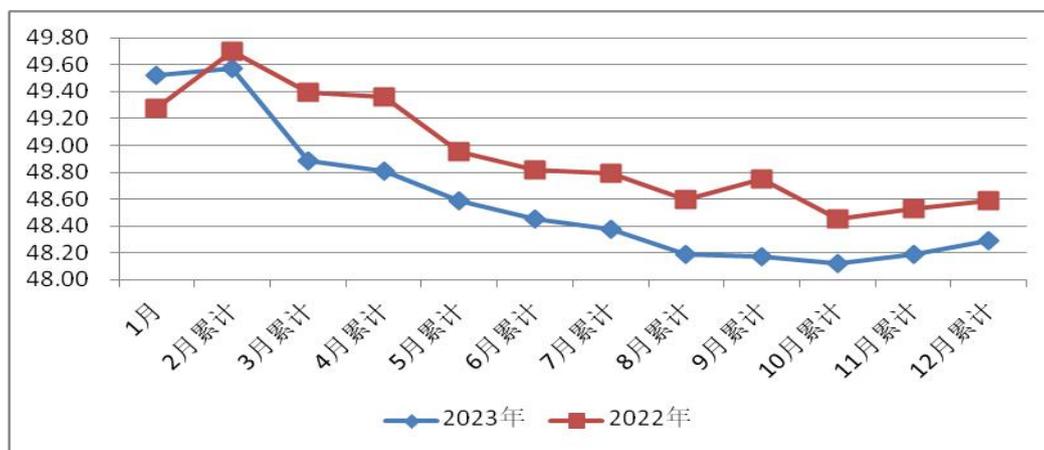


图1 2022-2023年烧结工序能耗（千克标煤/吨）

## 1.2 影响烧结工序能耗的因素

烧结是将矿石粉末进行高温加热,使其熔结成块状物质的过程。这个过程需要消耗大量的电力和燃料来提供热能。同时,还需要进行烟气处理和废气处理,这些处理过程也需要消耗额外的能量。烧结工序能耗包括生产中消耗的固体燃料、点火用气体或液体燃料、电力、水、蒸汽、压缩空气和氧气等,以生产每吨烧结矿的能耗量称为烧结工序单位能耗,该统计指标综合反映了不同规模烧结机的能耗状况。由于上述能源折算为标准煤,故可比性强。通过不同规模烧结机之间比较,大型烧结机要好于中、小型烧结机。

**固体燃料消耗:** 烧结工序在常态下,固体燃料占整个烧结工序能耗的 80%,钢铁企业烧结固体燃料主要使用焦粉(外购焦粉和高炉返焦粉),固体燃料按照标煤折算约占烧结工序能耗的 70%左右。厚料层烧结是降低固体燃料的重要措施,实践证明料层厚度提高 100mm,固体燃料降低 1.04kg/t。依据《中国钢铁工业生产统计指标体系—指标解释》,人造块矿的固体燃料计算中均以干基为准,其水分化验应由质检部门核算或认可,企业按实际情况可对实物消耗量分别计算毛耗(包括各种损耗及计量溢损)和净耗。

**点火煤气消耗:** 烧结生产过程中,点火煤气消耗大约占烧结总能耗的 6.5%左右,点火煤气的消耗与操作的精细化密不可分,点火空燃比的调整、点火时间、料层厚度等都影响点火煤气消耗。

**电力消耗:** 烧结工序在常态下,电耗占整个工序能耗的 15%,主抽风机电耗又占总电量的 70%以上。

**余热回收:** 根据目前国内钢铁企业烧结来看,烧结的余热回收可抵扣 10-15kg 工序能耗,因此增加余热回收装备和提高余热回收量是提高烧结能源利用效率和进一步降低烧结工序能耗的主要途径之一。

**新水消耗:** 新水消耗的控制可以通过专业化和精细化的管理深入的挖掘降低潜力,特别是脱硫系统的新水消耗可以通过优化冲洗周期、滤液水提高回塔量等方式进行进一步降低。

## 2. 重点统计钢铁企业各月份烧结工序单位能耗水平

据中钢协发布数据显示:参与 2023 年重点统计钢铁企业的烧结工序单位能耗总体

呈下降态势。2023年1月份，纳入重点统计钢铁企业烧结工序单位能耗为49.61千克标煤/吨，同比增加0.15千克标煤/吨，同比上升0.31%，是2023年唯一一个月烧结工序单位能耗高于去年同期，同时也是2023年烧结工序单位能耗最高值。

2023年1-2月份，纳入重点统计钢铁企业烧结工序单位能耗为49.47千克标煤/吨，同比减少0.09千克标煤/吨，同比下降0.17%，环比下降0.28%。

2023年1-3月份，纳入重点统计钢铁企业烧结工序单位能耗为48.89千克标煤/吨，同比减少0.52千克标煤/吨，同比下降1.04%，环比下降1.17%。

2023年1-4月份，纳入重点统计钢铁企业烧结工序单位能耗为48.81千克标煤/吨，同比减少0.56千克标煤/吨，同比下降1.14%，环比小幅下降0.17%。

2023年1-5月份，纳入重点统计钢铁企业烧结工序单位能耗为48.58千克标煤/吨，同比减少0.39千克标煤/吨，同比下降0.79%，环比下降0.47%。

2023年1-6月份，纳入重点统计钢铁企业烧结工序单位能耗为48.42千克标煤/吨，同比减少0.30千克标煤/吨，同比下降0.62%，环比下降0.33%。

2023年1-7月份，纳入重点统计钢铁企业烧结工序单位能耗为48.35千克标煤/吨，同比减少0.35千克标煤/吨，同比下降0.71%，环比下降0.14%。

2023年1-8月份，纳入重点统计钢铁企业烧结工序单位能耗为48.12千克标煤/吨，同比减少0.32千克标煤/吨，同比下降0.66%，环比下降0.47%。

2023年1-9月份，纳入重点统计钢铁企业烧结工序单位能耗为48.10千克标煤/吨，同比减少0.50千克标煤/吨，同比下降1.02%，环比下降0.04%。

2023年1-10月份，纳入重点统计钢铁企业烧结工序单位能耗为48.07千克标煤/吨，是2023年重点统计钢铁企业烧结工序单位能耗最好水平，同比减少0.24千克标煤/吨，同比下降0.50%，环比下降0.06%。

2023年1-11月份，纳入重点统计钢铁企业烧结工序单位能耗为48.19千克标煤/吨，同比减少0.21千克标煤/吨，同比下降0.43%，环比上升0.25%。

2023年1-12月份，重点统计钢铁企业烧结工序能耗为48.25千克标煤/吨同比减少0.24千克标煤/吨，同比下降0.5%，环比上升0.12%。

### 3. 分区域烧结工序能耗指标消耗情况分析

#### 3.1 华北区域烧结工序能耗单位能耗指标消耗情况

2023年华北区域重点统计钢铁企业烧结工序单位能耗为48.54千克标煤/吨，高出重点统计钢铁企业烧结工序能耗平均水平0.29千克标煤/吨（见图2），比2023年重点统计钢铁企业烧结工序行业最好平均水平（2023年1-10月48.07千克标煤/吨）高出0.47千克标煤/吨。

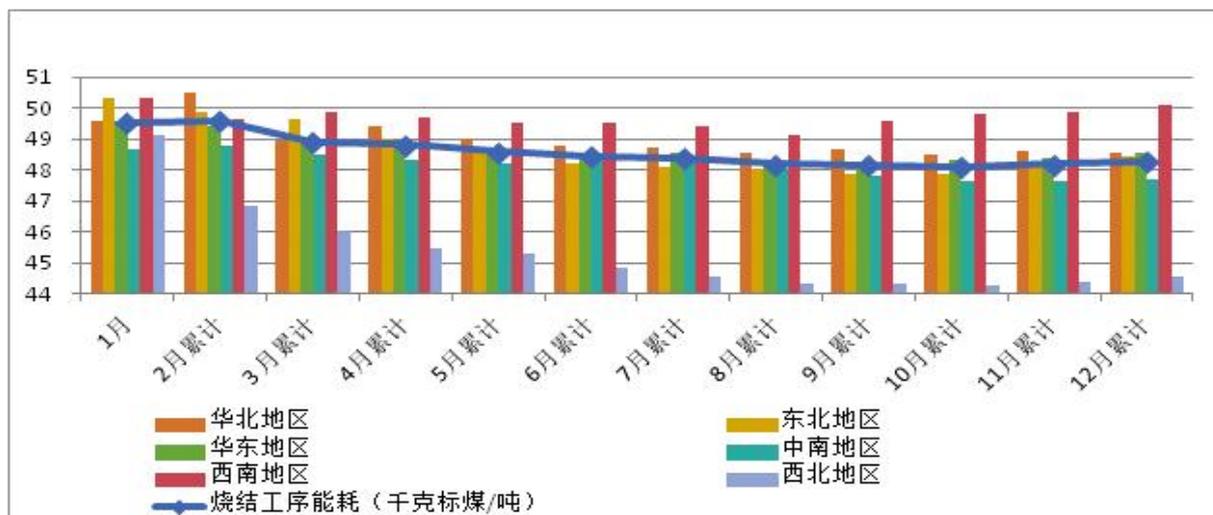


图2 2023年各区域烧结工序能耗对比

华北区域重点统计钢铁企业烧结工序能耗指标最高值是2023年1-2月，指标值为50.49千克标煤/吨，比重点统计钢铁企业烧结工序行业平均水平高0.92千克标煤/吨；华北区域重点统计钢铁企业烧结工序能耗指标最低的是2023年1-10月，指标为48.51千克标煤/吨，比重点统计钢铁企业烧结工序行业最好平均水平高0.44千克标煤/吨，比2013年10月发布2014年10月实施的中华人民共和国国家标准（GB 21256-2013）《粗钢生产主要工序单位产品能源消耗限额》中规定的烧结工序单位产品能耗的先进值（≤45千克标煤/吨）高出3.51千克标煤/吨。产生上述现象的主要原因：华北区域的一些大型钢铁企业生产的烧结原料中含稀土矿、钒钛磁铁矿，从而导致烧结工序单位能耗的增加。烧结原料中稀土矿、钒钛磁铁矿用量比例每增加1%，烧结工序能耗在基准水平基础上增加0.15千克标煤/吨。这提示我们，华北区域的重点统计钢铁企业通过节能技术改造、加强节能管理，烧结工序单位能耗节能降耗潜力大。

### 3.2 东北区域烧结工序单位能耗指标消耗情况

2023年东北区域重点统计钢铁企业累计的烧结工序单位能耗为48.46千克标煤/吨，高于重点统计钢铁企业烧结工序能耗平均水平0.21千克标煤/吨，比2023年重点统计钢铁企业烧结工序行业最好平均水平（2023年1-10月指标为48.07千克标煤/吨）

高 0.39 千克标煤/吨。

东北区域重点统计钢铁企业烧结工序能耗指标最高值是 2023 年 1 月, 指标为 50.31 千克标煤/吨, 比重点统计钢铁企业烧结工序行业平均水平高 1.85 千克标煤/吨; 东北区域重点统计钢铁企业烧结工序能耗指标最低的是 2023 年 1-9 月, 指标为 47.84 千克标煤/吨, 比重点统计钢铁企业烧结工序行业最好平均水平低 0.23 千克标煤/吨, 比中华人民共和国国家标准 (GB 21256-2013)《粗钢生产主要工序单位产品能源消耗限额》中规定的烧结工序单位产品能耗的先进值高出 2.84 千克标煤/吨。

2023 年 6-11 月, 东北区重点统计钢铁企业烧结工序单位产品能源消耗指标, 连续 6 个月低于重点统计钢铁企业烧结工序行业平均水平, 说明 2023 年下半年东北区域重点统计钢铁企业烧结工序单位产品能源消耗指标优于 2023 年上半年, 同时也说明 2023 年 6-11 月期间, 由于东北区重点统计钢铁企业通过烧结工序节能技术的改造和烧结机生产效率的改善, 促进东北区域重点统计钢铁企业的烧结工序单位能源消耗指标呈持续下降态势, 有力推动了东北区域钢铁企业对标找差、追求能效达标杆的步伐。

### **3.3 华东区域烧结工序能耗单位能耗指标消耗情况**

2023 年华东区域重点统计钢铁企业累计的烧结工序单位能耗为 48.55 千克标煤/吨, 高于重点统计钢铁企业烧结工序能耗平均水平 0.30 千克标煤/吨, 比 2023 年重点统计钢铁企业烧结工序行业最好平均水平 (2023 年 1-10 月为 48.07 千克标煤/吨) 高 0.44 千克标煤/吨。

华东区域重点统计钢铁企业烧结工序能耗指标最高值是 2023 年 1 月, 指标值为 49.58 千克标煤/吨, 比 2023 年重点统计钢铁企业烧结工序行业平均水平高 1.33 千克标煤/吨; 华东区域重点统计钢铁企业烧结工序能耗指标最低的是 2023 年 1-9 月累计, 指标值为 48.29 千克标煤/吨, 比重点统计钢铁企业烧结工序行业最好平均水平高 0.22 千克标煤/吨, 比中华人民共和国国家标准 (GB 21256-2013)《粗钢生产主要工序单位产品能源消耗限额》中规定的烧结工序单位产品能耗的先进值高出 3.29 千克标煤/吨。

2023 年由于华东区域重点统计钢铁企业为满足市场订单需求, 从生产工序源头入手, 通过依托超低排放技术、回收节能改造项目投产运行等协同推进作用下, 拉动了华东区域钢铁企业烧结工序单位能耗指标从年初的最高位 49.58 千克标煤/吨, 持续下降至年末的 48.55 千克标煤/吨, 这说明华东区域钢铁企业平均每生产一吨烧结矿可

节省 1.03 千克标煤的能耗，从而为企业带来可观的经济效益和社会效益。

### 3.4 中南区域烧结工序能耗单位能耗指标消耗情况

2023 年中南区域重点统计钢铁企业累计的烧结工序单位能耗为 47.70 千克标煤/吨，低于重点统计钢铁企业烧结工序能耗平均水平 0.55 千克标煤/吨，比 2023 年重点统计钢铁企业烧结工序行业最好平均水平(2023 年 1-10 月 48.07 千克标煤/吨)低 0.37 千克标煤/吨。

中南区域重点统计钢铁企业烧结工序能耗指标最高值是 2023 年 1-2 月累计，指标值为 48.79 千克标煤/吨，比重点统计钢铁企业烧结工序行业平均水平低 0.54 千克标煤/吨；中南区域重点统计钢铁企业烧结工序能耗指标最低的是 2023 年 1-11 月累计，指标值为 47.63 千克标煤/吨，比重点统计钢铁企业烧结工序行业最好平均水平低 0.44 千克标煤/吨，但比中华人民共和国国家标准（GB 21256-2013）《粗钢生产主要工序单位产品能源消耗限额》中规定的烧结工序单位产品能耗的先进值高出 2.63 千克标煤/吨。

2023 年，中南区域重点统计钢铁企业的烧结生产工序单位能耗指标，是六大区域各月份表现最平稳的，各月份的烧结工序单位能耗指标均低于行业平均水平，也是导致钢铁行业烧结工序单位能耗降低的助推者之一，表明中南区钢铁企业通过加强能源管理，提升烧结装备效率，优化工艺参数、利用余热回收技术等最大限度节能减排、降低工序能耗，使企业最终实现降本增效。

### 3.5 西南区域烧结工序能耗单位能耗指标消耗情况

2023 年西南区域重点统计钢铁企业累计的烧结工序单位能耗为 50.10 千克标煤/吨，高于重点统计钢铁企业烧结工序能耗平均水平 1.85 千克标煤/吨，比 2023 年重点统计钢铁企业烧结工序行业最好平均水平（2023 年 1-10 月为 48.07 千克标煤/吨）高 2.03 千克标煤/吨。

西南区域重点统计钢铁企业烧结工序能耗指标最高值是 2023 年 1 月，指标为 50.32 千克标煤/吨，比 2023 年重点统计钢铁企业烧结工序行业平均水平高 2.07 千克标煤/吨；西南区域重点统计钢铁企业烧结工序能耗指标最低的是 2023 年 8 月累计，指标为 49.15 千克标煤/吨，比重点统计钢铁企业烧结工序行业最好平均水平高 1.08 千克标煤/吨，比中华人民共和国国家标准（GB 21256-2013）《粗钢生产主要工序单位产品能源

消耗限额》中规定的烧结工序单位产品能耗的先进值高出 4.15 千克标煤/吨。西南区域重点统计钢铁企业烧结工序能耗指标超高的原因，是该区域的钢铁企业生产的烧结原料中含钒钛磁铁矿引起的烧结工序单位能耗的增加导致，烧结原料中钒钛磁铁矿用量比例每增加 1%，烧结工序能耗在基准水平基础上增加 0.15 千克标煤/吨。

### 3.6 西北区域烧结工序能耗单位能耗指标消耗情况

2023 年西北区域重点统计钢铁企业累计的烧结工序单位能耗为 44.53 千克标煤/吨，低于重点统计钢铁企业烧结工序能耗平均水平 3.72 千克标煤/吨，比 2023 年重点统计钢铁企业烧结工序行业最好平均水平（2023 年 1-10 月为 48.07 千克标煤/吨）低 3.54 千克标煤/吨。

西北区域重点统计钢铁企业烧结工序能耗指标最高值是 2023 年 1 月，指标为 49.12 千克标煤/吨，比重点统计钢铁企业烧结工序行业平均水平高 0.87 千克标煤/吨；西北区域重点统计钢铁企业烧结工序能耗指标最低的是 2023 年 1-10 月，指标值为 44.29 千克标煤/吨，比重点统计钢铁企业烧结工序行业最好平均水平低 3.78 千克标煤/吨，比中华人民共和国国家标准（GB 21256-2013）《粗钢生产主要工序单位产品能源消耗限额》中规定的烧结工序单位产品能耗的先进值低 0.72 千克标煤/吨。2023 年，西北区域重点统计钢铁企业的烧结生产工序单位能耗指标，是除中南区域外，各月份的烧结工序单位能耗指标均低于行业平均水平的另一个区域，也是钢铁行业烧结工序单位能耗降低的主要支撑者之一。同时受市场订单偏低、纳入西北区域重点统计钢铁企业的统计样本数量少等多因素影响，西北区域钢铁企业的烧结工序单位能源消耗统计指标是六大区域钢铁企业指标最低的。

## 4. 钢铁企业降低烧结工序能耗的技术措施案例

### 4.1 厚料层烧结是降低固体能耗的重要技术措施

近年来，钢铁企业烧结生产实践得出提高料层厚度能有效降低固体燃料消耗，宝钢烧结生产总结得出：料层厚度从 500mm 提高到 600mm，每吨烧结矿焦粉降低 1.04kg/t。煤气消耗下降 0.64m<sup>3</sup>/t，工序能耗降低 1.15 千克标煤/吨。由于厚料层烧结有利于降低能耗和改善烧结矿质量，故我国烧结生产一直提倡提高料层的厚度，目前有些企业的料层厚度已达到即超厚料层（900mm-1000mm）。

我国厚料层烧结技术是从 20 世纪 80 年代初开始发展起来的，由于厚料层烧结有

利于改善烧结矿的强度，提高成品率，降低烧结能耗和成品矿的 FeO，改善烧结矿的矿物组成和还原性，提高烧结矿的产量。1978 年，全国烧结料层的平均厚度仅为 269mm，从 1980 年开始武钢烧结厂的料层逐年提高到 340mm、380mm、420mm，1999 年武钢新建的 435m<sup>2</sup> 大型烧结机，料层厚度达到了 630mm，全国各烧结厂也相继实现了 600mm 厚料层烧结。进入 21 世纪以来，我国多数烧结厂如莱钢、宝钢、首钢、太钢等相继实现了 700-750mm 厚料层烧结。

随着我国烧结设备大型化，工艺流程的完善及原燃料条件的改善，宝钢、鞍钢、柳钢等钢铁企业的烧结厂纷纷根据自身条件调整工艺参数，改造烧结设备，均于 2000 年前后实现了 600mm 厚料层的生产，平均料层厚度约 471mm。2000 年之后我国烧结机料层平均厚度逐年增加，2005 年国内大中型烧结机料层厚度已达 600-800mm，全国烧结料层平均厚度为 563mm，湘钢、武钢等在设计时烧结料层厚度均在 600-650mm，但要保证整个料层具有良好的透气性，垂直烧结速度均匀。鞍钢二烧 2006 年 11 月料层达到 700mm，柳钢 80m<sup>2</sup> 烧结机料层厚度 2002 年提高至 700mm，固体燃耗从 84kg/t 下降至 48kg/t，首钢京唐 1 号烧结机料层厚度由 750mm 增加至 800mm，上料量稳步提高，固体燃料消耗 3 个月内降低约 2.14kg/t。由此可见，烧结机实施超厚料层烧结既能提高生产能力，改善烧结矿质量和粒度组成，又能降低烧结工序能耗，节约生产成本，未来 850mm 及以上超厚料层是目前烧结机料层厚度设计的趋势。

据有关资料统计，我国有 36 台烧结机实现了超厚料层烧结，其中近 5 年来有 8 台烧结机实现 1000mm 超厚料层，在降低固体燃耗，提高产品质量上取得明显效果。

(见表 1)

表 1 部分钢铁企业烧结料层厚度

序号	企业	烧结面积 (m <sup>2</sup> )	台数	料层厚度 (mm)	实施时间	≥1000mm 台数
1	新天钢联合特钢	2×230	2	1000	2017.9	2
2	陕钢集团汉钢公司	2×265	2	1000	2019.11	2
3	宝钢本部二烧	1×600	1	1000	2021.8	1
4	宝钢本部三烧	1×660	1	1000	2021.9	1
5	韶钢 6 号烧结机	1×360	1	1000	2022.2	1
6	日照钢铁有限公司	1×360	1	1000	2022.8	1
7	山东泰山钢铁集团	1×265	1	980~1000	2019.1	
8	首钢京唐	2×550	2	930、938	2019.8	

序号	企业	烧结面积 (m <sup>2</sup> )	台数	料层厚度 (mm)	实施时间	≥1000mm 台数
9	宝钢湛江钢铁1号机	2×550	2	950	2021.9	
10	山钢日照公司	2×500	2	940~960	2021.1	
11	华菱湘潭钢铁有限公司	1×360	1	930	2020.4	
12	山东永锋钢铁临港基地	1×500	1	930	2022.8	
13	中天钢铁集团有限公司	1×550	1	920	2021.10	
14	阳春新钢铁有限责任公司	1×180 1×105	2	920	2018.4	
15	鞍钢鲅鱼圈分公司	2×405	2	900	2018.8	
16	中天钢铁南厂区	1×180	1	900	2021.10	
17	陕钢集团龙钢公司	1×400	1	900	2019.9	
18	马钢三烧	2×360	2	900	2011.4	
19	马钢炼铁总厂	2×380	2	900	2021.3	
20	日钢集团营口钢铁	1×600	1	880	2020.6	
21	莱钢型钢炼铁厂	2×265	2	850~880	2018.12	
22	宝钢本部四烧	1×660	1	853	2021.9	
23	青岛特钢有限公司	2×240	2	850	2017.4	
24	涟源钢铁有限公司	1×130 1×180	2	850	2018.7	
	小计		36			8

(数据来源 密思拓)

#### 4.2 湛钢 1#550m<sup>2</sup>烧结机厚料层生产实践

生产实践证明，厚料层烧结具有改善烧结矿质量、降低工序能耗等优点。目前，宝山、马钢、天津联合特钢等众多国内钢铁企业实现了 900mm 以上厚料层烧结，取得了良好的经济效益。宝钢湛江钢铁有限公司（以下简称湛钢 1#550m<sup>2</sup> 烧结机原设计料层厚度为 800mm，但烧结机栏板预留了 150mm 抬升空间，以备增加烧结料层厚度。在 2019 年 4 月年修期间，经过设备改造，烧结台车栏板提升至 950mm，经过一系列技术探索和生产实践，厚料层烧结具有改善烧结矿质量、降低工序能耗、改善各项烧结指标等优点。基于厚料层烧结的可行性分析，湛钢 1#550m<sup>2</sup> 烧结机通过设备改造、操作参数优化、技术水平提升等措施，成功实现 900mm 以上厚料层烧结的生产实践。实施厚料层烧结后，从厚料层对生产过程、产品质量及能源消耗的影响进行分析，烧结成品率提高了 0.55%，吨矿工序能耗降低 2.88kgce，取得了良好经济效益。一烧结料层厚度提高后，由于料层自动蓄热作用，烧结各项能耗指标改善明显。（见表 3）

表 3 烧结质量指标变化

项目	利用系数 (t/(m <sup>2</sup> d))	烧结成品率 (%)	烧结矿强度 (%)	烧结矿平均 粒度 (mm)	烧结矿粉率 (mm)
1DL	31.78	79.19	81.85	22.02	4.04
2DL	29.99	78.64	80.91	22.87	3.76
差异	1.79	0.55	0.94	-0.85	0.28

其中，一烧结整体工序能耗相对二烧结降低了 2.88kgce/(t·s)，固体燃料单耗较二烧结降低了 1.93kg/(t·s)，COG 单耗较二烧结降低了 0.58m<sup>3</sup>/(t·s)，蒸汽回收较二烧结提高了 2.87kg/(t·s)。(见表 4)

表 4 烧结能耗指标变化

项目	固体燃料单耗	COG (m <sup>3</sup> /(t·s))	蒸汽回收 (kg/(t·s))	工序能耗 (kgce/(t·s))
1DL	44.63	2.46	86.25	41.69
2DL	46.56	3.04	83.38	44.57
差异	-1.93	-0.58	2.87	-2.88

## 5. 烧结工序能效标杆技术条件

烧结工序节能重点关注以下关键条件：

- ①宜采用宜采用烧结矿显热高效回收技术；
- ②应加强设备密封性，最大限度降低漏风率；
- ③宜采用烧结余热回收技术（如烧结余热能量回收同轴驱动技术、烧结低温余热有机朗肯循环透平发电及热电冷多联供技术、烧结矿冷却废气余热梯级利用技术等）；
- ④宜采用喷吹含氢气体、天然气、蒸汽烧结技术；
- ⑤宜采用活性炭（焦）、选择性催化还原等高效脱硝技术；

### 本章小结：

烧结能耗占长流程钢铁生产总能耗的 10%—15%，降低烧结工序能耗是非常重要的环节，而固体燃料消耗又占烧结工序能耗的 80%左右。可见，在原燃料价格的压力下，钢铁企业内部挖潜，降低成本在烧结生产环节的重点就是降低固体燃料的消耗（目前烧结矿固体燃料消耗构成主要是煤粉和焦粉，煤粉消耗大致 19 千克/吨，焦粉消耗大致 35 千克/吨，烧结矿固体燃料消耗量基本为煤粉焦粉之和，大致在 54 千克/吨）。