

首钢焦化厂一号焦炉干熄焦工程节能分析

李西林

(北京首钢设计院)

摘 要 本文结合首钢焦化厂一号焦炉湿法改干法的工程实际,从焦化工艺到炼铁、炼钢工艺,综合分析了其节能降耗的成果,并指出干法熄焦技术装置实现国产化,普及推广具有重要意义。

关键词 干熄焦 工序能耗 节能分析

Abstract This article accords to the practice of the project that the process of the No.1 coke stove of S.G. coking plant is being changed from the method extinguishing wetly to dryly. Then, it analyses the benefit of saving energy of the new process to coking and refining iron & steel. Farther, it point out the important the major equipment being made and popularized in China.

Keywords extinguishing dryly the coke energy intensity saving energy analysis

1 前言

焦炭生产是现代化钢铁联合企业的主要生产环节之一,首钢焦化厂有焦炉 5 座,均为湿法熄焦生产工艺,设计能力为年产焦炭 190.5 万吨,其中一号焦炉 50 孔,焦炭年产量 47.5 万吨。

湿法熄焦生产工艺具有浪费能源和污染环境的弊端,首钢焦化厂现年排放粉尘量 3812 吨,湿法熄焦时红焦热能伴随每吨焦炭大约有 0.5 吨的水蒸汽排入大气,全年将达到 95 万吨左右;干熄焦生产工艺采用惰性气体冷却红焦,可大量减少粉尘排放量,把红焦热能转化成水蒸汽加以利用,降低能耗。

首钢由于它的特殊地理位置,环境污染和高能耗问题显得很敏感,受到的压力也愈来愈大,首钢近年加大了节能和环保投资,逐步淘汰落后生产工艺,增加高科技投入。这次首钢焦化厂首先进行的一号焦炉湿法改干法熄焦工程的主体设备由日本政府赠送,配套设施由首钢自行解决,本工程已于 1999 年 6 月 16 日开工,工程建成投产(2001 年 1 月)后,不仅可以减少焦化厂污染排放总量和降低能耗,尤其是为以后设备国产化,推广干熄焦技术的应用有很重要的意义。

本文将主要分析说明首钢一号焦炉干熄焦工程为焦化厂工序能耗和首钢总能耗产生的节能效益。

2 首钢焦化厂能耗现状及水平

首钢焦化厂 1998 年焦炭实际产量为 192.35 万吨,燃料消耗为 29 万吨标准煤,动力消耗 7 万吨标准煤,能耗合计为 36 万吨标准煤,占首钢公司总能耗的 5.05%,入炉焦比 419.08kg/t,工序能耗为 190kgce/t。(摘自首钢总公司 1998 年能源平衡表)

首钢焦化厂工序能耗在国内大中型钢铁企业中所处的水平见表 1。

表1 1998年度大中型钢铁企业能源消耗情况表(摘录)

序号	企业类别及名称	钢产量 (104t)	综合能耗 (tce/t)	可比能耗 (tce/t)	焦化工序 能耗(kgce/t)
1	宝山钢铁集团公司	986.70	0.737	0.727	153
2	邯郸钢铁总厂	291.67	0.805	0.761	153
3	济南钢铁总厂	265.88	0.920	0.808	157
4	攀枝花钢铁集团公司	307.73	1.198	0.916	144
5	马钢股份有限公司	338.08	1.196	0.989	168
6	唐山钢铁集团公司	265.50	1.043	0.889	169
7	包头钢铁集团公司	379.66	1.186	0.976	176
8	鞍山钢铁集团公司	845.14	1.252	0.997	184
9	首钢集团总公司	767.56	0.943	0.844	190
10	武汉钢铁集团公司	609.38	1.009	0.928	221
	大中型钢铁生产企业		1.009	0.901	173
	钢铁联合企业小计		1.039	0.897	174

注：表中数据摘自《冶金经济内参》1999年第9期

以上只摘录了国内具有代表性的大型钢铁联合企业焦化厂工序能耗数据，首钢焦化厂的工序能耗不仅处于较高水平，而且也高于行业平均水平，与宝钢、邯钢、济钢等企业差距明显。

采用什么措施把首钢焦化厂工序能耗降下来呢？除了加强管理、能源综合利用等措施外，改进落后的生产工艺也是首钢焦化厂降耗的重要措施之一。

3 一号焦炉干熄焦工艺和设备配置概述：

3.1 工艺流程

干熄焦工艺采用惰性气体冷却红焦，本工艺所用惰性气体为氮气，主要工艺流程如下：

干熄炉内温度约1000℃的红焦炭与被循环风机鼓入的温度230℃以下的冷惰性气体进行热交换，焦炭温度降至230℃以下，然后经炉前焦库送到筛焦系统；惰性气体温度上升到800℃—950℃，经过一次除尘后，送到余热锅炉生产蒸汽至发电机组发电，或蒸汽经减压后，并入热力管网供生产使用。本次一号焦炉干熄焦装置产生的蒸汽直接并入公司管网，以后二期工程产生的蒸汽用于发电，发电设施的占地也已在本次一号焦炉设计中预留。

3.2 设备配置

本工程干熄焦装置主体设备由日本赠送，配套设施由首钢解决，中日联合设计。主要设备分工情况见表2。

表2 干熄焦主要设备表

设备名称	机器名称	数量	设备分工
1 干熄焦设备本体		1座	A
2 装料装置		1套	A
3 排料装置		1套	A
4 气体循环设备		1套	A
5 排尘装置		1套	A
6 灰回收设备		1套	A
7 集尘管道		1套	B-2
8 辅助设备	1) 公用配管	1套	B-4
9 环境集尘设备		1套	B-3
10 电梯		1台	B-3
11 运焦设备	1) 干式专用皮带输送机	2条	B-3
12 锅炉设备	1) 除氧器	1座	B-2
	2) 其余设备	1套	A

13 赤热焦炭输送设备	1) 横移装置	1 台	A
	2) 吊车本体	1 台	A
	3) 焦罐	3 台	B-2
	4) 焦罐走行台车	2 辆	B-2
	5) 自动定位装置 (APS)	1 套	A
	6) 检修电葫芦	1 台	B-3
	7) 焦罐中间台车	2 套	B-2
	8) 电机车	1 台	A
14 电气设备	1) 各种控制盘	1 套	A、B-2
	2) 通讯装置	1 套	B-4
15 计控设备		1 套	A

注: A——日方供货、中方安装、调试

B-2——日方负责至基本设计, 中方负责详细设计、制造、安装、调试

B-3——日方负责提供技术规格, 中方负责采购设备、安装、调试

B-4——日方提供技术规格, 中方负责基本计划至安装调试的全过程

本工程首钢投资设备费为 2377.20 万元, 总投资不包括日方赠送的主要干熄焦设备, 只计取建筑费、安装费及其它费合计 8703.6 万元 (其中外汇 1260 美元)。

4 节能效益分析:

4.1 蒸汽节省量

干熄焦工艺产出的蒸汽是本工艺的直接效益, 每干熄 1 吨焦炭可以产生 500kg~560kg 的过热蒸汽, 首钢焦化厂一号焦炉采用干熄焦装置投产后年处理 44.9 万吨焦炭, 将产生 25 万吨蒸汽。首钢全公司蒸汽供应一直很紧张, 尤其是冬季, 蒸汽压力不足, 经常影响生产。焦化厂是用汽大户之一, 年蒸汽用量约 41 万吨, 全部由外部供应, 如果利用红焦显热生产蒸汽, 可减少 61.5% 的外部供汽量, 对保证该厂正常生产用汽起到积极作用。

4.2 焦炭节省量

与湿法熄焦相比, 干熄焦后的焦炭机械强度、耐磨性、筛分组成、反应性等方面均有明显的提高, 根据日方提供的资料, 干熄焦用于炼铁可降低高炉焦比 2.5%, 同时提高高炉生产能力 1%, 那么, 首钢一号焦炉干熄焦装置投产后比原湿熄焦装置将节约焦炭量为:

$$44.9 \times 10^4 \times 87\% \times 2.5\% = 9,765.75 \text{ t}$$

高炉增产量为:

$$44.9 \times 10^4 \div 419.08 \text{ kg/t} \times 87\% \times 1\% = 9321 \text{ t}$$

4.3 焦化厂工序能耗减少量:

一号焦炉干熄焦投产后, 可以降低首钢焦化厂工序能耗, 同时干熄焦装置运行过程中需消耗能源, 能源介质主要有焦炭烧损及水、电、蒸汽、氮气、压缩空气等, 详见表 3。

表 3 进制一号焦炉干熄焦工程回收能源计算

序号	名称	单位	实物量	折标系数	单位	标煤 (tce)
1	投入					9,290.39
1.1	焦炭烧损	t/a	1347	0.97	t/t	1,306.59
1.2	工业水	m ³ /a	694 × 10 ³	0.11	t/10 ³ m ³	76.34
1.3	蒸汽	t/a	28.6 × 10 ³	0.12	t/t	3,432.00
1.4	电	kwh/a	10462 × 10 ³	0.404	t/10 ³ kwh	4,226.65

1.5	氮气	m ³ /a	2,567×10 ³	0.047	t/10 ³ m ³	120.65
1.6	压缩空气	m ³ /a	3,560×10 ³	0.036	t/10 ³ m ³	128.16
2	产出					
2.1	蒸汽	t/a	251,712	0.12	t/t	30,205.44
3	回收能源					20,915.05

注：回收能源=产出-投入

上表计算结果显示：一号焦炉干熄焦装置每年处理 44.9 万吨焦炭，可从红焦中回收能源折标准煤为 20,915.05 吨，单位产品可回收能源量为：

$$20,915\text{tce} \div (44.9 \times 10^4\text{t}) = 46.58(\text{kgce/t})$$

1998 年焦化厂总能耗为 365,403 吨标准煤，一号干熄焦装置投产后焦化厂的工序能耗计算如下：

$$\text{工序能耗} = (\text{总能耗} - \text{回收能源}) \div \text{焦炭产量} \quad (1)$$

$$(365,403\text{tce} - 20,915.05\text{tce}) \div (192.35 \times 10^4\text{t}) = 179.09(\text{kgce/t})$$

如果焦化厂全部改造成干熄焦工艺后，可从红焦中回收能源：

$$\text{总回收能源} = \text{焦炭产量} \times \text{单位产品回收能源量} \quad (2)$$

$$192.35 \times 10^4\text{t} \times 46.58 \text{ kgce/t} = 89,596.63(\text{tce})$$

焦化厂的工序能耗将达到：

$$\text{工序能耗} = (\text{总能耗} - \text{总回收能源}) \div \text{焦炭产量} \quad (3)$$

$$(365,403\text{tce} - 89,596.63\text{tce}) \div (192.35 \times 10^4\text{t}) = 143.39(\text{kgce/t})$$

焦化厂工序能耗达到这样的水平后，不仅低于行业平均工序能耗，而且也接近宝钢的水平，可见，干熄焦工艺对首钢焦化厂的节能效益是非常显著的。

4.4 首钢总公司工序能耗减少量

首钢焦化厂一号焦炉干熄焦工艺不仅降低了焦化工序能耗，而且将从总公司吨钢工序能耗降低上直接反映出来，计算如下：

1998 年首钢总能耗 7,235,609 吨标准煤，总钢产量 7,675,588 吨，吨钢综合能耗为 942.68kgce/t；

从公司总能耗的角度来分析时，干熄焦后的焦炭用于炼铁所节省的焦炭量（见 4.2 节）也应考虑进去，故总能耗将变为：

$$\text{总能耗} = \text{现总能耗量} - \text{回收能源量} - \text{节约的焦炭量} \quad (4)$$

$$7,235,609\text{tce} - 20,915.05\text{tce} - 9,765.75\text{tce} = 7,204,928.2\text{tce}$$

$$\text{吨钢综合能耗} = (4) \div \text{总钢产量} \quad (5)$$

$$7,204,928.2\text{tce} \div 7,675,588\text{t} = 938.68(\text{kgce/t})$$

一号干熄焦装置投产后就可降低吨钢综合能耗量：

$$942.68 \text{ kgce/t} - 938.68 \text{ kgce/t} = 4\text{kgce/t}$$

如果焦化厂全部改造成干熄焦工艺后，干熄焦后的焦炭用于炼铁年节省的焦炭量可达到（计算方法同 4.2 节）：

$$192.35 \times 10^4\text{t} \times 87\% \times 2.5\% = 41,836.13\text{t} \quad (6)$$

公司总能耗将减少到：

总能耗=现总能耗量 - (2) - (6)

$$7,235,609\text{tce} - 89,596.63\text{tce} - 41,836.13\text{tce} = 7,104,176.24\text{tce} \quad (7)$$

$$\text{吨钢综合能耗} = (7) \div \text{总钢产量} \quad (8)$$

$$7,104,176.24\text{tce} \div 7,675,588\text{t} = 925.56\text{kgce/t}$$

最后可降低吨钢综合能耗=现吨钢综合能耗 - (8)

$$942.68\text{kgce/t} - 925.56\text{kgce/t} = 17.12\text{kgce/t}$$

使总公司吨钢综合能耗降低了 1.8%。

5 结论

本工程建成投产后, 焦化厂工序能耗将由 190 kgce/t 降低到 179 kgce/t, 并且可降低吨钢综合能耗 4 kgce/t; 如果其余焦炉全部改成干熄焦, 节能效益会更加显著。由于干熄焦工艺回收了蒸汽, 相应减少了生产蒸汽的燃煤量, 对降低首钢北京地区的 SO_2 、TSP 等污染物的排放总量有重要的意义。

本工程国内配套设施投资额为 8703.6 万元, 投资回收期为 9.08 年, 由于国内配套建设投资包含了部分预留的第 2 套干熄焦装置的公用设施部分, 这样就使投资回收年限增长。

通过从以上几个方面来分析干熄焦工艺的节能效益, 说明干熄焦法较湿法熄焦优越得多, 但干熄焦装置设备复杂, 制造要求精, 投资高, 制约了此项技术的普及。

这次首钢一号焦炉干熄焦工程利用日本政府赠送的主体设备投产后, 将利用此契机同国内外有关专家合作, 实现主体设备的国产化, 降低投资成本, 使首钢焦化厂全部实现干熄焦, 并且在国内推广, 让干熄焦工艺的节能效益真正发挥出来。

总而言之, 随着市场竞争愈来愈激烈, 唯有把优化企业结构, 推进技术进步, 提高管理水平有机结合起来, 达到节能降耗, 实施低成本战略, 才是企业的立足之本。

参 考 文 献

- 1 徐一. 炼焦与煤气精制. 冶金工业出版社, 1985
- 2 首钢总公司能源平衡表. 首钢总公司能源部. 1998, 1~12
- 3 冶金经济内参. 1999, 9
- 4 首钢焦化厂 1 号焦炉干熄焦国内配套工程基本设计. 首钢设计院, 6277 初 38

(编辑: 杜涛 李东辉)