



众然品知科技
ZHONGRANPINZHI TECHNOLOGY

转炉废钢连续烘烤装置简介

武汉众然品知科技有限公司

2017年08月

目 录

一、废钢预热的意义	1
二、废钢预热方式分析	3
三、废钢预热工艺分析	6
四、废钢预热经济效益分析	8
五、废钢连续预热装置简介	11
附：废钢预热装置简图	13

转炉废钢连续烘烤装置简介

一、废钢预热的意义

近年来，国家对环保的要求越来越严，钢铁行业受到的冲击极大，从 2015 年开始，每到冬/春季节，政府部门在加大钢铁行业污染排放检查力度的同时，还对大多数钢铁企业实行烧结(含球团)、高炉装备停/限产等更严格的措施。这就造成了炼钢能力大于铁水生产能力的倒挂现象，从长期看，可能会成为常态，而提高转炉废钢比，无疑是一个非常好的补救措施。

另外，随着中国家用汽车的轮换年限临近，基础设施的更替，将会产生大量的废钢，同时，国家一再限制钢铁产能，可以预见的将来，废钢价格将比铁水便宜得多，为废钢的利用提供机会，废钢比将成为转炉炼钢的一个重要考核指标。

当然，废钢加热是提高炼钢废钢比的有效途径之一，还必须配合炼钢工艺的综合改进如吹氧工艺、造渣工艺、控制出钢温度等，才能最终实现废钢比的大幅提升，废钢加热是提高废钢比的基础。

目前，国内进行废钢加热的途径主要有三种：一种是兑铁前转炉内废钢加热，这种方法简单，不需要专门设备，但延长了冶炼时间，由于氧化铁的侵蚀而降低了炉衬的使用寿命；第二种是利用外部热源，用铁水包加热废钢，投资少见效快，可以缩短冶炼时间，提高炉衬的使用寿命；第三种是采用炉

外加热法；炉外废钢预热方式具有投资少、技术要求低、不影响生产、见效快等原因，具有一定的发展优势。

武汉众然品知科技有限公司是武汉科技大学的合作企业，依托武科大强大的技术力量，积累多年冶金设备设计、制造的经验，结合当前我国国情以及现阶段各个钢铁企业的生产现状，研发了转炉废钢连续加热装置，可以将入炉前废加热到 300~500℃，实现如下效果：

- ★ 提高废钢比，炼钢最有效的节能降耗途径之一；
- ★ 提高废钢比，降低铁水消耗；
- ★ 降低转炉出钢温度，有利于提高炉衬寿命；
- ★ 消除废钢中的水分，安全生产；
- ★ 消除废钢中有机杂质（如油漆、橡胶、油脂等），纯净废钢入炉，提高炼钢质量。

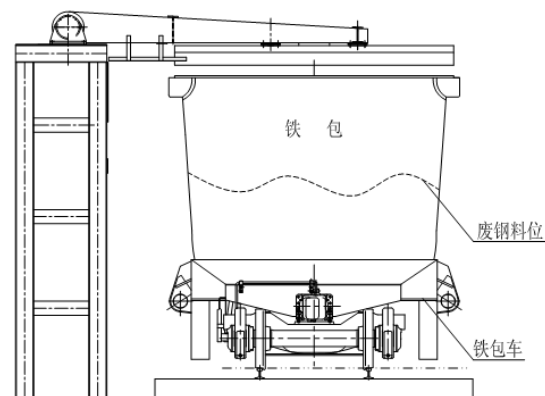
二、废钢预热方式分析

废钢预热的途径有多种，按热源分类有电预热法、煤气预热法、废气预热法；按装料形式分类则有包内预热法、炉外预热法和炉后连续预热法；但在实际生产过程中在用的方法主要有以下几种，具体分析如下：

2.1 铁包废钢预热装置

流程：铁包兑铁后→加入废钢→加盖保温至预热站→废钢预热到 800℃→高炉接铁水→加盖保温至炼钢厂→转炉兑铁

优点：装料（轻薄料）简单，预热速度快，可在铁路沿线直接布置废钢预热装置，完成后直接去高炉接铁水。



缺点：① 废钢装入量有限，原则上不超过铁包容积的一半，预热不均匀；
② 铁包内，特别是包底部，温度较低，且不均匀。

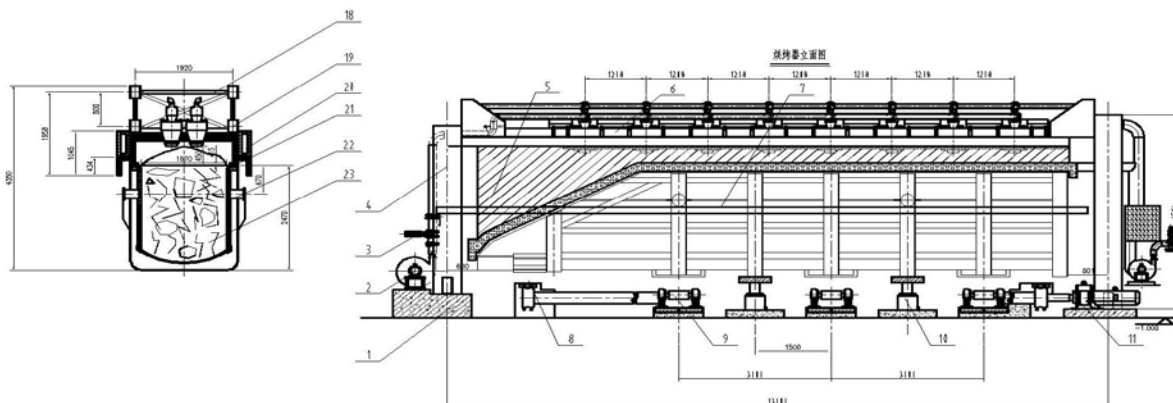
2.2 转炉炉后在线废钢预热装置

流程：钢包在转炉跨接钢→运行至合金加料段→通过溜槽加入已预热的废钢→吹氩站吹氩→进入到精炼炉精炼

优点：用中频电炉加热时，无烟尘和废气排泄，对环境无污染，适合布置在转炉平台上，安装简单，操作方便，热效率高、预热时间短、预热均匀、废钢烧损少，能精确控制废钢的温度等优点；亦可用煤气加热。

缺点：① 对废钢种类要求高（短棒料、圆钢及短小型钢，流动性好的废钢）；
② 用煤气加热时，则结构复杂，操作难度大；
③ 用中频电炉加热时，则功率高，投资大。

2.3 废钢料槽预热装置

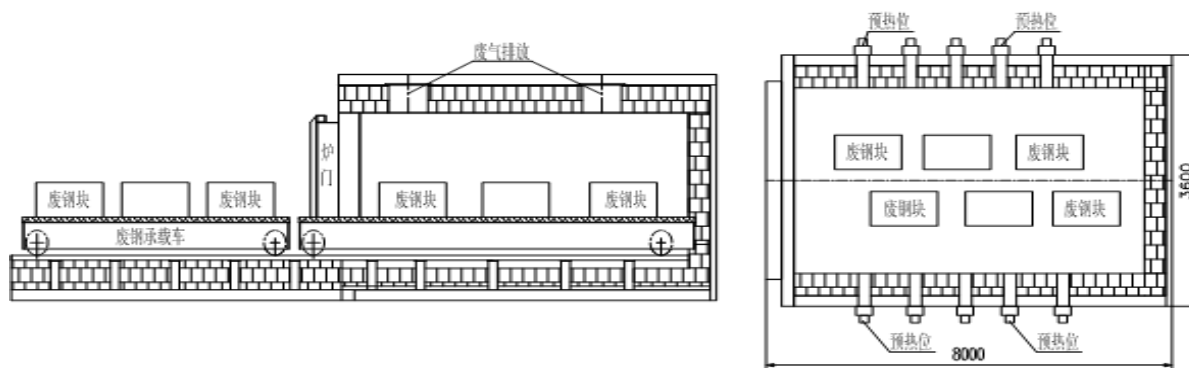


流程：废钢散料→加入废钢料槽→废钢预热装置→预热到 300~500℃→直接吊装至转炉

优点：适用各种废料，预热的废钢量大，预热迅速，可有效整合进炼钢工艺。

缺点：对现场场地要求高，料槽需要改造。

2.4 废钢压块预热装置



流程：废钢块预热装置→预热到 500-800℃→装入料槽→计量→吊装至转炉加料。

优点：一次预热的废钢块量大，且预热均匀，升温快，热效率高。

缺点：预热炉占地面积大，工序多，投资大、维修费、人工费用高。

2.5 散料预热和隧道窑预热

应用较少，在 2.6 节表中分析。

2.6 废钢预热方式对比

表 2-1 废钢预热方式对比表

序号	预热方法	流程	主要热源	结构形式	优点	缺点	应用情况	备注
1	铁包废钢预热装置	铁包加入废钢→至预热站→废钢预热到 800℃→高炉接铁水→加盖保温至炼钢厂-转炉兑铁	钢厂自产的煤气	立式钢包烘烤器	装料简单，预热速度快	装料量有限，预热不均匀，铁包底部温度低，降低包龄	当前应用较多	经济效益差
2	炉后在线预热装置	废钢分类→进入加热炉预热→履带输送机→溜槽→转炉/钢包接料位	钢厂煤气或电（中频管）	卧式结构，嵌入主工艺	热效率高，可精确控制温度	对废钢要求高，结构复杂，场地要求高，故障率高，投资大	转炉炼钢极少应用，电炉有少量应用	
3	废钢料槽预热装置	废钢散料→加入废钢料槽→废钢预热站→预热到 300~500℃→吊装至转炉加料	钢厂自产煤气	立式料槽预热装置	对废钢要求低，预热量大	场地要求高、料槽要改	极少应用实例	经济效益好
4	废钢压块预热装置	废钢压块→预热装置→预热到 500-800℃→装入料槽→计量→吊装至转炉加料	钢厂自产煤气/外购天然气	卧式加热炉，炉外预热	预热的废钢量大，温度均匀，升温快，热效率高	要增加废钢制块装置，加热炉结构复杂，投资高	未见应用报告	场地受限投资大
5	废钢散料连续预热装置	废钢散料→进入预热位→移动式预热装置→加热到 300~500℃→装入料槽→吊装至转炉加料	钢厂自产煤气/高温废气/高温钢渣等	移动式烟罩+固定预热位	不受废钢类型限制，预热量大，对场地要求低	废气处理是难点，现场环境差不，实际操作困难	无应用报告	不推荐
6	隧道窑式连续预热装置	废钢散料→加入专用料槽→进入隧道窑预热→加热至 300℃左右→出窑→转运至转炉	钢厂自产煤气/天然气	多段隧道窑式加热炉	连续性强，可精确控制温度，对废钢料不挑剔。	时间长，难以满足生产，场地要求大，结构复杂	未见应用报告	场地要求太大

三、废钢预热工艺分析

以下按某炼钢厂 3 台 120t 转炉，年产量 400 万吨为例进行分析：

3.1 炼钢厂 3 台 120t 转炉，平均每小时共出钢 5~6 炉，按废钢比为 30%，则每小时需要废钢量约为 180t；

3.2 预热时间：平均炼钢周期约 35min，采用废钢料槽在线预热方式，则必须在 10~15min 内预热一个废钢料槽的废钢，单斗预热量 30t；

3.3 现场条件：炼钢厂现有废钢处理区域平面极为紧凑，在布置废钢预热装置的同时，要充分考虑到其运输、卸料、装料、吊装等，可用区域有限；同时现有的废料坑配置行车的起吊高度的限制；

3.4 废钢料槽要求改造，其一增加有效容积至 35m³ 左右，实际满装量 30t，其二要增加隔热层减少变形，同时，满装废钢料槽的重量都必须在行车的能力范围内；

3.5 炼钢厂生产节奏快，负荷重，各工序配合十分紧凑，周转间隔控制严格，增加废钢预热后，即增加了一道工序，如何将废钢预热工序合理地嵌入到原生产工艺中，是关键问题；

3.6 根据转炉热平衡计算及经济效益分析，废钢预热温度设定为 300~500℃ 较为合理；

3.7 预热装置布置在废钢区，且方向与转炉入口方向保持一致；

3.8 安全生产：

3.8.1 煤气进入废钢区域，为确保安全生产，除对预热装置采取必要的安防措施外，还必须对交叉作业面进行防护处理，修改现场的部分操作规范；

3.8.2 预热装置均按 GB6222 进行必要安全设计外，根据现场情况，对暴露部位、通道、旋转设备、运动设备等按要求进行隔热包裹、安装防护栏或防护罩等；

3.8.3 所有设置的安全防护联锁均全自动防护，在发生设置条件不满足安全生产时，系统能自动关闭，并有效切断煤气源（多级切断），发出声光报警，提示现场工作人员注意或撤离；

3.8.4 现场关键设备均设置独立检修平台、检修楼梯。

3.9 环境保护：

3.9.1 废钢预热主要外排物为烟气，排烟温度控制在 150℃ 以下，可借用原炼钢的除尘总统一收集处理，不另外增加投资，不会对环境造成负面影响。

3.9.2 主要的污染物为废气：即混合煤气燃烧产生的废气、废钢中水分蒸发的水汽、废钢中有机物燃烧生产烟气和粉尘、废钢中自带的粉尘等。不生产固废和废液。

3.9.3 现场噪音：噪音源为燃烧器鼓风机和引风机，拟选用低噪音风机或对风机进行降噪处理，确保预热装置工作位噪音符合国家标准；

3.9.4 照明：除关键设备处安装单独照明外，其它均借用车间内照明。

四、废钢预热经济效益分析

4.1 提高废钢比，降低铁水消耗：设计在原基础上提高 10~15%左右，按年钢产量 400 万吨，可增加消耗废钢 30~35 万 t；

4.2 社会效益明显：每利用 1 吨废钢，可带来的社会效益，详见下表：

表 4-1 利用废钢的社会效益

每利用 1t 废钢和利用铁矿石生产对应量的钢材对比

项目	节约铁矿石	节约焦炭	减少废气	减少废水	减少废渣
数量	2~3 吨	~1 吨	~86%	~76%	~97%

4.3 降低转炉出钢温度，有利于提高炉衬寿命

废钢预热相比不预热(在其它工况相同时)，是可以降低出钢温度的，加入的比例越高，影响越明显。(说明：预热废钢并不是降低出钢温度的主因，但有积极作用)

4.4 消除废钢中的水分，安全生产

当废钢加热到 100℃ 以上时，水份开始蒸发，当到 300℃ 以上时，杂质中的结晶水开始分解排出，不仅保障生产安全，减少因水分造成的喷溅事故，还减少对炼钢质量的影响。

4.5 消除废钢中有机杂质(如油漆、橡胶、油脂等)，纯净废钢入炉，降低了废钢中杂质对产品质量的影响。

4.6 提高废钢比，降低吹损：

转炉炼钢中废钢比每提高 1%，可减少非铁元素吹损 0.04% 左右。由

于加入废钢后非铁元素的氧化物减少而使渣量减少，估计每增加1%废钢比，铁元素的损耗大约可减少0.02%，两者综合起来的效果是每增加1%废钢比，可降低吹损0.065%左右。

4.7 降低炼钢能耗：转炉炼钢，如果用 1t 废钢代替 1t 铁水，在不另增加能耗的情况下，可节约 559kgtec，以预热废钢为基础，通过各项综合措施，可将废钢比提高到 40%以，有效降低炼钢能耗。

4.8 经济指示

表 4-2 经济指示分析（按年产量 400 万吨钢产量计算）

废钢预热效益分析						
1	基础数据					
	项目	单位	数值	计算单位	计算数据	
1.1	混合煤气价格	元/GJ	¥35.00	元/m ³	¥0.28	按混合煤气热值 8000KJ/m ³ 折算
1.2	焦炉煤气价格	元/GJ	¥65.00	元/m ³	¥1.07	按混合煤气热值 165000KJ/m ³ 折算
1.3	铁水结算价格	元/t	¥2,100.00	元/t	¥2,100.00	
1.4	电费	元/kwh	¥0.60	元/kwh	¥0.60	
1.5	废钢价格	元/t	¥2,000.00	元/t	¥2,000.00	
1.6	钢材平均售价	元/t	¥4,500.00	元/t	¥4,500.00	
1.7	钢水结算价格	元/t	¥2,700.00	元/t	¥2,700.00	按某厂 2018 年 3 月成本推算
1.8	吨钢收益	元/t	¥200.00	元/t	¥200.00	
1.9	标煤价格	元/t	¥610.00	元/t	¥736.21	按 2017 年大同混煤 5800Kcal/kg 折算
1.10	年产量	t/年	4000000	t/年	4000000	
1.11	混合煤气用量	m ³ /h	5500	m ³ /年	42900000	
1.12	焦炉煤气用量	m ³ /h	200	m ³ /年	1560000	
1.13	年平均工作时间	h	7800	h/年	7800	
1.14	项目总功率	kw	75	kw	75	
1.15	增加废钢量	%	10	t/年	300000	
1.16	人工成本	元/人·年	¥96,000.00	元/人·年	¥96,000.00	
2	主要运行费用					
	项目	单位	数值	计算单位	计算数据	
2.1	混合煤气费用	元/年	¥12,012,000.00	m ³ /年	42900000	按平均 5500m ³ /h
2.2	焦炉煤气费用	元/年	¥1,673,100.00	m ³ /年	1560000	按年平均工时 7800h 计算
2.3	电费	元/年	¥351,000.00	kwh/年	585000	总功率 75kw

2.4	人工费用	元/年	¥576,000.00	人数	6	按增加 6 人计算
2.5	维护费用	元/年	¥350,000.00	元/年	¥350,000.00	按现设计结构估算
2.6	其它费用	元/年	¥150,000.00	元/年	¥150,000.00	估算
2.7	设备折旧	元/年	¥750,000.00	元/年	¥750,000.00	按 10%计提
2.8	运行费用合计	元/年	¥15,862,100.00	元/年		
3	主要收入项					
	项目	单位	数值	计算单位	计算数据	
3.1	铁水差价	元/年	¥29,550,000.00	t/年	295500	按年增加 30 万吨计算, 熔损 1.5%
3.2	降低吹损	元/年	¥7,020,000.00	t/年	2600	综合按降低 0.065%, 总钢 400 万 t
3.3	降低出钢温度 10℃	元/年	¥28,000,000.00	元/t	¥7.00	参考宝钢技术总监李鹏 2017 年 9 月 15 日百度云智峰会提供数据
3.4	炼钢效率提升		¥21,600,000.00	t/年	108000	按 3min/炉的提升计算(约每天增加 3 炉钢), 吨钢收益 200 元
3.5	增产钢材价格	元/年	¥59,100,000.00	t/年	295500	按钢水收益价格 200 元/t 估算, 钢材实际销售利润可能不止
3.6	收入项合计	元/年	¥145,270,000.00			
4	综合收益					
	项目	单位	年收益	计算单位	吨钢收益	
4.1	综合收益 1	元/年	129,407,900.00	元/t	¥32.35	本计算按提高废钢比 10% 计算, 后期还有很大提升空间
4.2	综合收益 2	元/年	78,257,900.00	元/t	¥19.56	如果铁水与废钢价格持平或倒挂, 且不计算效率提升时的情况

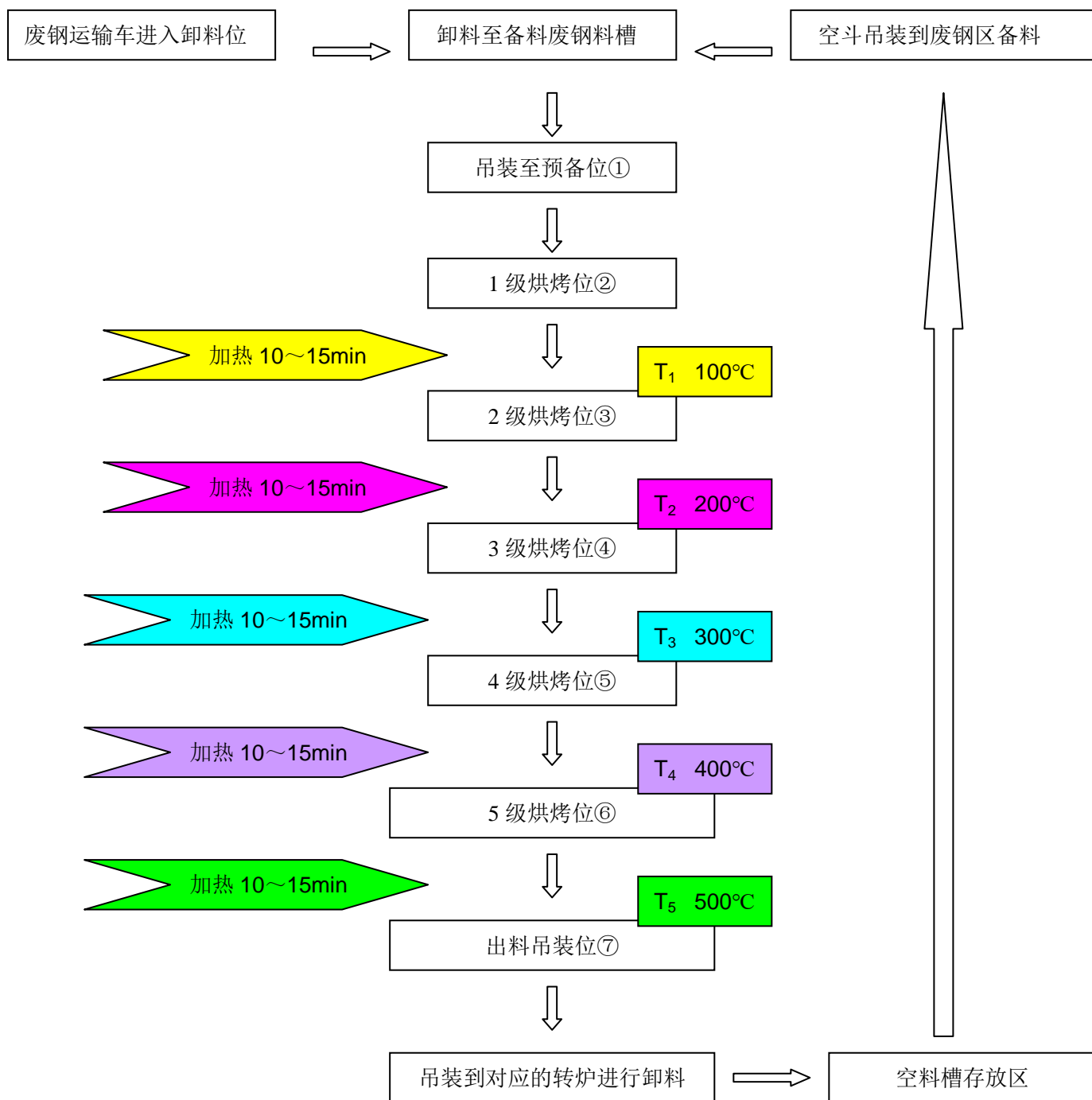
说明:

- 1、表中绿色数据为输入数据, 根据实际修改;
- 2、表中主要支出项和收入项可根据钢厂实际情况进行调整/增减;
- 3、本表为分析供参考;
- 4、上述效益分析主要引用文献(不限于以下文献资料):
 - ① 《转炉能耗和提高废钢比问题》 东北大学学报 戴云阁 王文忠
 - ② 《提高转炉废钢比 降低铁水消耗新技术》 涟钢科技与管理 陈楚圣
 - ③ 《废钢炉料质量对炼钢生产的影响分析论述》 废钢论坛 毛盖丽
 - ④ 《浅谈提高废钢比》 三亿文库
 - ⑤ 《150t 顶底复吹转炉物料及热平衡计算与应用》 特殊钢 吕亚 王新志等
 - ⑥ 宝钢技术总监李鹏 2017 年 9 月 15 日百度云智峰会上的讲话

五、废钢连续预热装置简介

5.1 根据第 2、3 节的分析，我公司开发了以“废钢料槽预热装置”为核心的废钢连续预热系统；

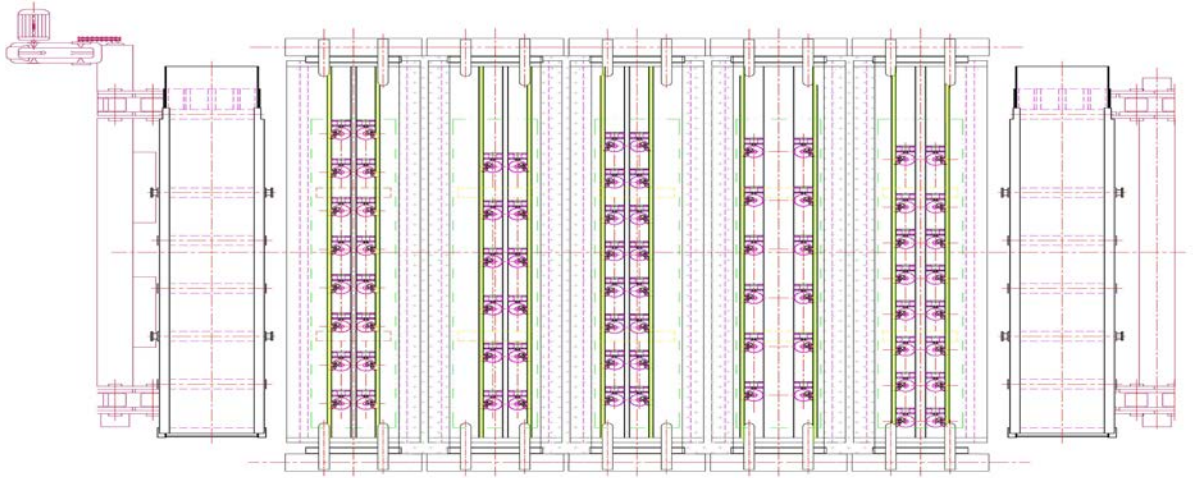
5.2 采用多级预热，预热装置工艺流程如下图：



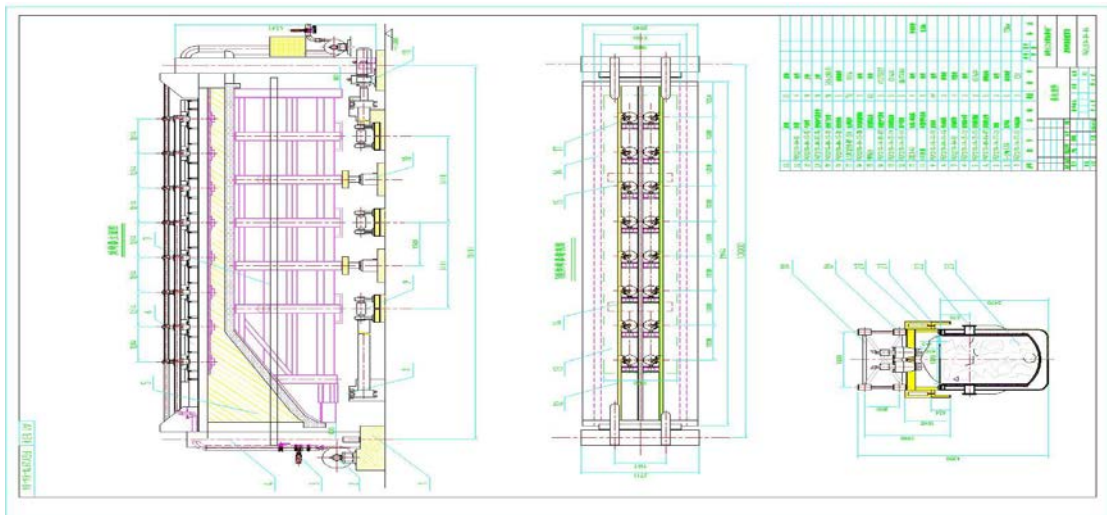
- 5.3 设置为 5 级烘烤机制，级间燃烧器采用错位安装，每级布置不同数量的燃烧器，且采用蓄热式燃烧技术和低氮燃烧技术；
- 5.4 每级烘烤器均可作为独立的系统，单独运行，也可通过选择开关并入系统整体运行；
- 5.5 每级烘烤器边罩、二排燃烧器中间设置了烟气收集管道，管道内为微负压，管道均经过特殊处理，收集的烟气首先进入对应蓄热仓进行换热，降温后烟气再进入空预器（空预器和蓄热仓实行错位配置），设计换向时间为 30s~60s；
- 5.6 废钢料槽放置在炉底均布的 3 组滚轮上，其重量全部由滚轮承载，料槽的移动由链轮链条驱动：选用 8 级电机配行星齿轮减速机，再通过链轮二次减速，驱动链条，链条上设置了相应的挡块，与料槽下的沟槽配合，推动料槽前进或后退；
- 5.7 煤气管道：从混合煤气总管出口端至每组燃烧器前，共配置四级安全切断（组合阀系）；
- 5.8 烟气管道：引风机前设置手动风门、电动风门、进入各自的除尘器，最后汇集到烟气总管，排出厂外；
- 5.9 每级烘烤器顶部均布置固定式多探头 CO 和 H₂ 的探测报警装置；
- 5.10 系统设置十五层/级的安全防护措施，其中。涉及安全的主要指标或参数均纳入安全连锁；
- 5.11 按 180t/h 预热量，预热速度 10min/斗，则预热装置需要占地面积：22000×13500mm，含操作位和检修平台等。

附：废钢预热装置简图

附 1、平面布置图



附 2、立面外形图



武汉众然品知科技有限公司

地址：武汉市青山区和平大道 1244 号 47 栋 5018 室

电话：027-86668893 传真：027-86848845

邮箱：1985873219@qq.com

网址：<http://www.whzrpz.com>