

轧钢加热炉的改造

本社 编

编 者 的 话

在毛主席无产阶级革命路线指引下，天津市冶金系统的广大干部和职工，认真学习无产阶级专政理论，高举“鞍钢宪法”旗帜，坚持“独立自主，自力更生”的方针，深入开展工业学大庆的群众运动，技术革新和技术改造蓬勃发展，取得了显著成绩。

实践证明，开展技术革新，对现有工矿企业有计划地进行技术改造，尽量采用先进技术，是充分挖掘现有企业的潜力，多快好省地发展生产，加速社会主义建设步伐的重要途径，对促进国民经济的进一步发展，赶超世界先进水平，也有着重要意义。为了促进我市冶金工业战线技术革新和技术革命运动的不断发展，交流“双革”经验，我们在天津市冶金局党委的支持下，编辑了《轧钢加热炉的改造》这本小册子。由于我们的水平有限，加之时间仓促，缺点错误在所难免，希望读者批评指正。

目 录

加热炉无水冷滑轨的应用

.....天津市轧钢二厂 (1)

矾土水泥耐火混凝土在加热炉上的应用

.....天津市中板厂 (20)

加热炉无水冷滑轨的应用

天津市轧钢二厂

一、引言

目前，轧钢加热炉大多采用“水冷滑轨”。这种加热炉需要大量冷却水，因此要设置水冷系统和设备，炉型结构复杂，钢材用量大，建设费用高。由于冷却水带走大量热量，炉子热效率低，钢坯加热不均匀，有明显水冷“黑印”和“阴阳面”，严重影响了钢材质量。

遵照毛主席关于“我们不能走世界各国技术发展的老路，跟在别人后面一步一步爬行”的伟大教导，我们狠批了“爬行主义”、“洋奴哲学”，破除迷信，解放思想，在“鞍钢宪法”指引下，在冶金部和各级党组织的关怀、支持下，一冶武汉冶金建筑研究所、唐山古冶耐火材料厂和我厂的工人、干部和技术人员，组成三结合小组，决心根据我国的实际情况，走我国自己工业发展的道路，研制我国自己的加热炉无水冷滑轨。

武汉建筑研究所和古冶耐火材料厂三结合小组于一九七一年试制出第一批棕钢玉——碳化硅滑轨砖。于年底在我厂小型车间300轧机用加热炉上开展工业性试验，

经过一段时间的试验，目前滑轨寿命已经超过半年，这个实验炉的各项经济技术指标与国内同类型加热炉比较有一定的提高，初步显示出无水冷加热炉的优越性。

二、轧钢生产用连续式加热炉

（一）轧钢用连续式加热炉简介

钢坯（锭）在轧制前必须经过加热，使其具有一定的塑性，以便于轧制加工成型。用来加热钢坯（锭）的炉子形式，根据不同生产特点，有多种多样。这里介绍的是适合中小型轧机生产用的“连续式”加热炉。炉子系采用耐火砖砌筑，四周有钢架固定，它的特点是装入和推出同时进行，可连续生产，从而保证了它的高产特色。燃料由安设在炉墙上的烧嘴供给，燃料燃烧产生的炉气在炉内和被加热的钢坯（锭）相向而行，连续炉一般根据被加热钢坯（锭）的材质和受热钢坯（锭）断面大小，从进料端（炉尾）到出料端（炉头）可采用预热段、加热段、均热段的“三段式”炉和由预热段、加热段组成的“二段式”炉。各段炉气的温度一般预热段为：700~1000℃、加热段：1000~1400℃、均热段：1200~1300℃。加热又分单面加热和双面（上下两面）加热两种，可根据原料断面大小及产量要求选定。炉子出料有从端头出料的“端出料”炉和从侧面出料的“侧出料”炉。根据产量大小的要求，炉内排料又有单排、双排两种，其他炉子参数如：炉长、炉宽、炉高则根据生

产上的具体要求确定。

(二) 加热炉水冷滑轨的一般情况及无水冷滑轨的提出

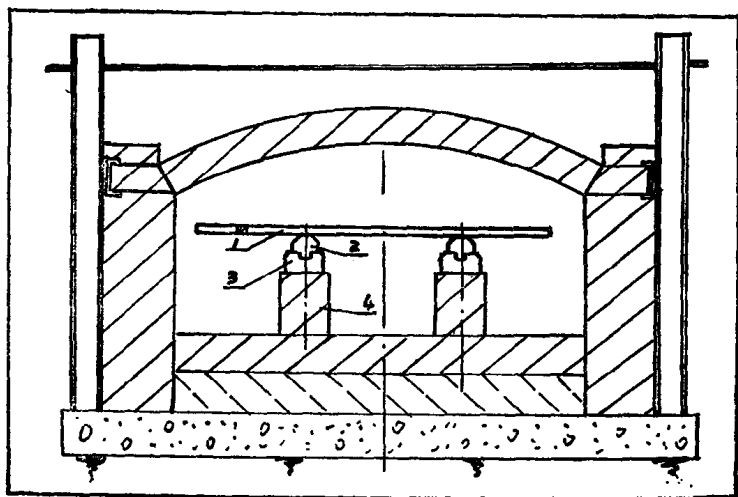
前面谈到加热炉分单面加热和双面加热两种。单面加热炉炉料由耐火砖砌筑之实炉坑承托，而双面加热，过去均采用水冷滑轨，“水冷滑轨”即炉料由架设在耐火砖墙周围的钢架上的多组横水管上的纵水管承托，使钢坯架空于炉中，从而从上、下两面来加热钢坯(锭)。水冷钢管中通水冷却，以保持钢管的刚性，这就必须有一套水冷系统和设备，因此，炉子所用钢材、设备及投资较多，但突出的缺点还在于加热质量差，钢坯与水管接触处有黑印及因下部水管大量吸热而造成钢坯下面温度低于上面形成“阴阳面”，严重影响轧材质量，这在合金钢生产及板材生产上影响尤为突出，另外也降低了炉子的热效率，增大了燃料消耗。

基于水冷滑轨存在的缺点，提出了试验无水冷滑轨的问题，设想以一种高温强度好、高温耐磨性好、热稳定性好和耐熔融氧化铁渣侵蚀的材料来取代现有的水冷滑轨。

(三) 加热炉无水冷滑轨的结构

无水冷滑轨由三部分组成：滑轨砖、座砖和粘土砖基墙。滑轨砖砌筑在座砖上，而两者由基墙承托（如图一所示）。

滑轨砖每块长462毫米，座砖每块长230毫米，形状



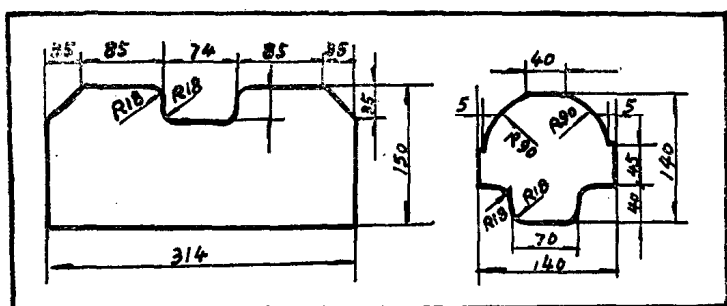
图一 无水冷滑轨构造

1. 被加热钢坯 2. 滑轨砖 3. 座砖 4. 基墙

及断面尺寸见图二和图三。



图二 滑轨砖、座砖外形图



图三 滑轨砖、座砖尺寸

三、加热炉无水冷滑轨的滑轨砖和座砖

(一) 滑轨砖

1. 滑轨砖材质的选择

滑轨砖在加热炉内受钢坯的压力、高温摩擦、熔融氧化铁渣的侵蚀以及因温度急变而产生的热应力作用，因此，理想的滑轨砖材料应具有强度高、高温耐磨性好、抗氧化铁渣侵蚀性强、热稳定性好等性能。国外有采用熔铸的锆刚玉、锆莫来石、莫来石滑轨，也有采用碳化硅滑轨的。过去有的单位也曾试用过电熔铸锆刚玉和电熔铸莫来石滑轨，均因热稳定性差而损坏。我们分析了上述情况认为：电熔刚玉滑轨耐磨性虽好，抗渣性虽强，但热稳定性不好；另外滑轨形状复杂、体积小，采用熔铸造型也有困难。针对上述两方面情况确定：以电熔刚玉为骨料，在基质中加入碳化硅细粉以改善棕刚玉烧结滑轨的热稳定性，并确定采用磷酸铝作结合剂，

这种结合剂是一种较好的高温结合剂，在不太高的烧成温度下就可以获得较高的强度。

具体配料：

8 目刚玉料	60%
碳化硅细粉料	15%
刚玉细粉	25%
磷酸铝溶液	5 % (外加)

2. 影响滑轨砖质量的几个因素

(1) 碳化硅含量对滑轨砖质量的影响：

棕刚玉—碳化硅滑轨中碳化硅的用量少时，制品常温耐压强度高、抗渣性好，但热稳定性差；与此相反碳化硅含量高时，常温耐压强度低，抗渣性不好，但热稳定性好。通过试验，碳化硅用量对制品性能的影响见表1。

碳化硅用量与制品性能的关系

表 1

编号	配 料 (%)			常温耐压强度 (kg/cm ²)	热稳定性 (次)*	抗渣性** (侵蚀深度)
	刚玉颗粒	刚玉细粉	碳化硅粉			
10	60	30	10	1221	7	微量
15	60	25	15	1233	11	4 mm
20	60	20	20	1207	12	侵蚀严重
25	60	15	25	948	18	全部侵蚀

* 加热温度为1200°C保温40分钟后水冷的热稳定性次数。

** 试样为 $\phi 36 \times 50$ 毫米，在1400°C熔融渣液中，旋转20分钟后测定结果。

试验初期滑轨砖曾选用25%的碳化硅加入量，经我厂使用后认为：对滑轨砖的热稳定性、抗渣性、常温耐压强度应综合考虑，后改用15%碳化硅的加入量，经生产使用认为性能较好。

(2) Fe_2O_3 含量对制品性能的影响：

滑轨原料中 Fe_2O_3 含量对滑轨质量有很大影响。同样的刚玉原料经酸洗除铁后，制品的常温耐压强度由 $500\text{kg}/\text{cm}^2$ 提高到 $1000\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上。滑轨在使用中也证实含铁量高的滑轨使用寿命短，因此选用棕刚玉原料时，必须对 Fe_2O_3 含量予以规定，要求 $< 1\%$ 。

(3) 滑轨砖的烧成温度：

以磷酸铝作结合剂的棕刚玉—碳化硅滑轨的烧成温度不宜过高，随碳化硅用量的增加烧成温度应降低，否则碳化硅分解程度加剧，失去在基质中加碳化硅的作用。15%碳化硅加入量的滑轨砖经试验确定：烧成温度为 1450°C ，保温16~24小时为好，在此温度下烧成可获得较好耐压强度指标。

3. 滑轨砖的理化性能

棕刚玉—碳化硅滑轨砖的物理、化学性能测试结果

棕刚玉—碳化硅滑轨砖的化学成分 表2

编 号	Al_2O_3	SiC	SiO_2	TiO_2	Fe_2O_3	CaO	MgO
15	79.42	14.18	1.05	2.1	0.62	—	—
26	72.16	22.9	2.29	1.28	0.99	0.16	0.43

见表 2、表 3。

棕刚玉—碳化硅滑轨砖的物理性能 表 3

编号	显气孔率 (%)	体积密度 (g/cm ³)	常温耐压 强度 (kg/cm ²)	荷重软化点 (4kg/cm ²)°C		热稳定性 (次)
				KD	4 %	
15	15	3.08~3.09	786	1660	1770	>30 (出现 裂纹较早) >30
26	15~16	3.05~3.06		1730	1780	

(二) 座砖

1. 原料选择

座砖在炉内起承托滑轨砖的作用，与钢坯无接触，故与滑轨砖相比高温耐磨性、高温强度二项性能要求不如滑轨砖那么严，在性能上主要要求热稳定性、抗渣性好，并有一定的耐压强度，其原料由高铝（高 B 级矾土熟料）加碳化硅组成，并以磷酸铝作结合剂。

具体配料：

6 目高 B 级矾土熟料	60%
高 B 级混合细粉熟料	25%
碳化硅细粉	15%
磷酸铝溶液	4 % (外加)
亚硫酸盐纸浆废液	3 % (外加)

2. 座砖的理化性能

详见表 4、表 5。

高铝碳化硅座砖的化学成分 表4

Al ₂ O ₃	SiC	SiO ₂	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
64.45	16.15	12.5	2.4	2.39	0.24	0.23

高铝碳化硅座砖的物理性能 表5

显气孔率(%)	体积密度(g/cm ³)	常温耐压强度(kg/cm ²)	荷重软化点4kg/cm ² (°C)		热稳定性(次)	热膨胀系数(20—1000°C)	重烧收缩(1550°C/3小时)(%)	
			KD	4%			平均	最大
19~12	2.55~2.61	737	1655	1730	>30	5.9×10 ⁻⁶	0.37	0.7

四、加热炉无水冷滑轨的实践

(一) 无水冷加热炉概况及技术性能

1. 车间概况

小型轧钢车间轧机为 $\phi 300 \times 2 / \phi 300 \times 3$ 两列布置。

产品： $\phi 28 \sim 36$ 元钢， $5 \sim 8 \times 60 \sim 80$ 扁钢，钢种以普碳为主，碳结钢约为20~30%，并有少量合结钢。

原料：60²、67²方坯，长2~2.5米。

产量：一九七四年为64000吨。

2. 加热炉概况

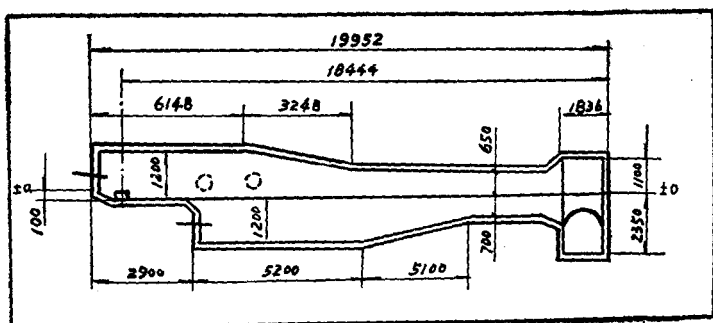
加热炉为单排二段式二点供热无水冷加热炉，出料方式为侧出料。炉子有效长为18.4米，有效宽2.9米，滑轨中心距为1.1米。炉体外形见图四，炉子各部尺寸见

图五。

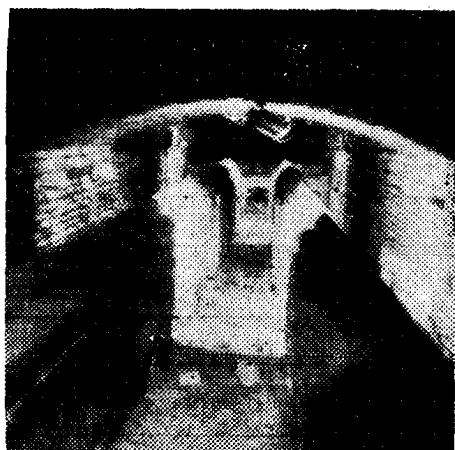


图四 炉子外型

炉内滑轨分为二段：炉尾烟道上部一段长3米，为耐热铸铁滑轨，其余部分为棕刚玉—碳化硅滑轨。炉内滑轨砌筑见图六。



图五 炉型示意图



图六 炉内滑道

炉子采用4~C型烧嘴，烧嘴配置：炉头3个，下加热3个。上侧烧嘴每侧2个（但未使用）。风机型号为8—18—101 No. 8，风量：12250米³/时，风压：1380毫米水柱，配套电机：100瓩2极。炉子推钢机为20T螺旋式推钢机。

滑轨的摩擦系数经实测， $\mu_{静} = 0.51$ ， $\mu_{动} = 0.45$

炉子技术性能经测定统计列于表6中。

（二）加热炉无水冷滑轨的使用效果

三年多的实践表明，加热炉无水冷滑轨的应用具有一定的经济价值，是冶金战线在毛主席“自力更生，奋发图强”和“走自己工业发展道路”的光辉思想指导下取得的一项新成就。

1. 改善了钢坯的加热质量

实验炉的技术性能

表6

名 称	单 位	数 值	备 注
有 效 面 积	m ²	54	
炉 底 强 度	kg/m ² h	593	
小 时 产 量	T/h	32	
原 料 尺 寸	mm	60×60 67×67×2200~2500	
出 钢 温 度	°C	1170~1200	
燃 料 发 热 值	KCal/kg	9470	渣油, 少量重油 及原油
燃 料 消 耗 量	kg/T钢	平 均55.6 最 低38.0	最低值为圆钢班 产162吨时测得
炉 前 油 压	kg/cm ²	1.5~2.0	
炉 前 油 温	°C	110~120	
废 气 温 度	°C	470	
空气预热温度	°C	130	装有金属管状换热器
炉 子 热 效 率		41%	班产85.3吨时测得
钢 材 烧 损 率		1.5~2.2%	

水冷滑轨加热时, 钢坯始终存在黑印、阴阳面, 即钢坯上有较大的温差, 致使轧制时变形不均, 对于一些合金钢就可能产生裂纹, 影响轧材质量, 同时也常使马达负荷突然增高, 严重时以致造成断辊事故。无水冷加热炉克服了上述弊病, 从而可提高轧材质量, 对合金钢及板材生产意义尤为重大。同时因热效率提高加热速度快, 也改善了合金钢的脱碳质量问题。

2.降低燃料消耗

水冷滑轨由冷却水带走的热量约占供热量的20~30%左右。这座炉子原为烧煤的，煤耗178公斤/吨钢，采用无水冷滑轨后降至139公斤/吨钢。炉子改烧重油后，最低油耗达38公斤/吨钢（按班产162吨计）。平均油耗55.6公斤/吨钢（因某些原因，我厂平均台时利用仅5时38分，平均班产只65吨，无论台时利用及产量均低，故油耗是偏高的）。目前一般小型加热炉油耗在80公斤/吨钢左右，最低为52公斤/吨钢。

3.提高炉子热效率

一般加热炉热效率为25~30%，无水冷加热炉热效率达41%。

4.提高了炉子的加热能力

无水冷加热炉热损失小，加热速度快，产量高，一般小型加热炉炉底强度在450公斤/平方米·小时左右，无水冷试验炉炉底强度可达593公斤/平方米·小时，加热能力提高30%左右。

5.降低金属烧损

因为加热速度快，烧损率平均降低1%左右，从而减少了钢耗。

6.节省大量水、电及附属设备和投资

无水冷炉除节省循环冷却水外，每天还节省自来水约160~200吨，相应地撤除了两台40瓩循环水泵，其年耗电量达35万度，另外去掉了大量给排水管网系统，与

汽化冷却加热炉比较，节省了庞杂的汽水循环分离系统和取消了水质处理系统，因此降低了投资，与一般水冷滑轨加热炉相比降低投资约15~20%。结构的简化也加快了施工进度。

(三) 无水冷滑轨的使用情况

我们对无水冷滑轨的试验分两个阶段，第一阶段是燃煤的。第二阶段是燃油的。

1. 第一阶段燃煤时使用情况

我厂小型车间加热炉一直是燃煤的，并且使用振动炉排，因此无水冷滑轨的构造在下加热的腰炉处砌了一条拱圈，以跨过振动炉排，拱圈跨度1600毫米，厚度230毫米，宽350毫米，拱圈材质为高铝—碳化硅砖。初时采用的棕刚玉—碳化硅滑轨砖，碳化硅加入量为25%。滑轨的使用，根据使用温度及其他条件的不同可分高温段、中温段和炉尾低温段来分别叙述。

高温段滑轨的使用寿命一般为两个月，最长三个月。碳化硅含量25%的使用三个月滑轨砖磨损50~60毫米，有明显渣蚀现象，后改用碳化硅15%加入量的滑轨砖，使用二个月左右磨损20~30毫米，渣蚀就较弱了。滑轨砖磨损量大和渣蚀明显，一方面是加热炉滑轨距下加热腰炉太近，使用温度过高，此外炉排振动时大量的燃料灰份熔渣的侵蚀，而其内因则是滑轨砖表面的碳化硅氧化分解产生一种低熔点物质，在高温下低熔点物质粘性小而流出，致使滑轨砖表面刚玉颗粒暴露出来失去嵌固而