

机械制造工厂和车间设计手册

总编辑〔苏〕E.С.杨波尔斯基

编辑委员会〔苏〕E.С.杨波尔斯基（主任委员）

Б.И.安济别尔格, В.М.舍斯托帕尔, A.М.曼苏洛夫

З.И.索洛维依, М.И.赫拉莫依

翻译总审校 赵永年, 陈锡禄, 孙文彬, 蔡德洪

第 二 册

铸造车间和工厂设计

В.М.舍斯托帕尔

本册翻译审校 宁德仁



机械工业出版社

内容简介 本手册介绍了有关熔化工部、造型-浇注-落砂工部、制芯工部、砂处理工部、热处理清理工部、炉料准备工部、造型材料准备工部、仓库、破碎场、运输等工艺设计和设备计算以及有关布置、面积和人员计算方面的参考资料。

本书可供设计单位和基建部门的工程技术人员使用。

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ
ЗАВОДОВ И ЦЕХОВ**

Под общей редакцией Е. С. Ямпольского

ТОМ 2

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛИТЕЙНЫХ ЦЕХОВ И ЗАВОДОВ

В. М. Шестопал

МОСКВА “МАШИНОСТРОЕНИЕ” 1974

* * *

机械制造工厂和车间设计手册

第二册

铸造车间和工厂设计

本册翻译 曹行、樊养柏、季民贤、黄祖裘、宁德仁

本册校订 宁德仁、马方太

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第 117 号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ · 印张 $15 \frac{3}{4}$ · 字数 487 千字

1982 年 8 月北京第一版 · 1986 年 9 月北京第二次印刷

印数 6,701-10,550 · 定价 3.30 元

*

统一书号: 15033 · 5182

目 录

第一章 总 论

铸造车间的分类	1
铸造车间的生产能力与组成	1
设计的原始资料	2
工作制度与时间基数	3

第二章 工艺过程与设备计算

熔化工部	5
熔炼设备的选择	5
金属平衡与熔炼炉需要量	17
燃料和材料的单位消耗量	19
厂房主要参数、运输设备与熔炼设备 布置图	21
布置示例	28
造型-浇注-落砂工部	35
概述	35
产量	37
造型、浇注与落砂	38
设备及其生产率	45
大批大量生产的造型-浇注-落砂工部	55
成批、小批与单件生产的造型-浇注-落砂 工部	64
布置示例	73
制芯工部	75
型芯分类与制芯工艺	75
产量	75
设备及其生产率	80
大批大量生产的制芯工部	85
单件小批生产的制芯工部	89
布置示例	91
砂处理工部	94
型砂与芯砂	94
型砂消耗量	94
工艺过程与设备	96
设计基本原则	101
布置示例	102

热处理清理工部	107
概述	103
工艺过程、设备及设备生产率	104
布置示例	116

第三章 特种铸造法

熔模铸造车间	122
适用范围	122
设计的原始资料	122
模料的制备	123
模、模环与模组的制造	125
耐火涂料的配制与制壳	126
造型、浇注与落砂	133
金属液的熔炼	133
清理工序	135
布置示例	135
壳型铸造车间	139
适用范围	139
设计的原始资料	140
壳型与壳芯的制造	140
合型	142
布置示例	142
离心铸造车间	142
适用范围	142
设计的原始资料	142
铸型的选择	142
离心铸造机	143
设计方案	146
金属型铸造车间	146
适用范围	146
设计的原始资料	146
金属型铸造机	147
布置示例	147
压铸车间	149
适用范围	149
设计的原始资料	150
压铸机	150

压型准备	152	给料机	197
金属液浇注	152	冲天炉专用加料机	200
清理工序	152	气力输送装置	202
布置示例	152		
第四章 造型材料与炉料的储存及 准备, 铸造车间的辅助部门			
造型材料	154		
炉料	155		
材料消耗量的确定	155		
造型材料与炉料仓库	158		
造型材料准备工部	166		
砂再生装置	168		
炉料准备工部	172		
辅助部门	174		
布置示例	177		
第五章 机械化运输设备			
带式输送机	183		
斗式提升机	186		
铸型输送机	187		
鳞板输送机	189		
螺旋输送机	192		
悬挂输送机	192		
		第六章 各类车间的布置	
		总体布置决定	204
		布置图	205
		布置示例	208
		第七章 劳动力与面积计算, 技术经济指标	
		劳动力计算	223
		面积计算	226
		工业动力	228
		技术经济指标	229
		第八章 铸 造 厂	
		分类	231
		适用范围	231
		设计基本原则	232
		铸造厂的典型化	233
		设计方案与技术经济指标	234
		参考文献	242
		中俄技术名词对照表	243

第一章 总 论

铸造车间的分类

铸造车间可按铸造合金的类别、生产性质(批量)、单个铸件重量、车间生产能力(铸件年产量)、生产方法以及所服务的工业部门进行分类。

按上述每一种分类特征,铸造车间都可分成若干类。

按合金类别,铸造车间分为铸铁(灰铸铁、可锻铸铁、球墨铸铁和合金铸铁)车间、铸钢(碳素钢、低合金钢和高合金钢)车间以及有色合金铸造车间;有色合金铸造车间又包括重合金(青铜、黄铜和锌)铸造车间和轻合金(铝、镁)铸造车间。

按批量,铸造车间分为大量生产、大批生产、成批生产、小批生产和单件生产。黑色金属铸造车间按生产批量的分类参见表1。表中列示了各相应铸件重量组别每一名目铸件的全年概略数量。

表1 黑色金属铸造车间按生产批量分类

铸件重量组别(公斤)	不同生产性质每一名目铸件全年数量				
	大量生产	大批生产	成批生产	小批生产	单件生产 不大于
至20	>200000	35000~200000	3000~35000	300~3000	300
20以上至100	>100000	15000~100000	2000~15000	150~2000	150
100以上至500	>40000	6000~40000	1000~6000	75~1000	75
500以上至1000	>20000	3000~20000	600~3000	50~600	50
1000以上至5000	>4000	300~4000	100~300	20~100	20
5000以上至10000	>1000	150~1000	50~150	10~50	10
10000以上	—	>75	25~75	5~25	5

按单个铸件重量,铸造车间分为五类:轻型铸件铸造车间、中型铸件铸造车间、大型铸件铸造车间、重型铸件铸造车间和超重型铸件铸造车间。不同生产批量的每类车间都有相应的最大铸件重量(表2)。在设备负荷允许的情况下,前三类铸件可安排在同一车间但在独自的流水线上生产。在重型和超重型车间设计中,建议最小铸件重量应大于1吨。

按生产量,铸造车间分为小生产能力、中生产能力和大生产能力三类。

按生产方法,铸造车间分为普通砂型铸造车间和特种铸造车间。特种铸造车间包括:壳型铸造、金属型铸造、压铸、离心铸造等。生产下述特种铸件的车间属于单独一类:浴盆、钢锭模、排水管以及其他不属于机械制造业范畴的铸件。

按部门特征,铸造车间总是相应地表现出自己的属性,由此可准确地判定铸造生产的性质与生产规模、合金类别以及铸件重量。例如,汽车工业的铸造车间是大批大量生产性质的,通常具有大生产能力,产品为黑色和有色合金中、小型铸件。

表2 黑色金属铸造车间按单个铸件重量分类

车间类别	生产性质	
	大批大量生产	成批、小批与单件生产
	最大铸件重量(公斤)	
轻型铸件铸造车间	10	100
中型铸件铸造车间	50	1000
大型铸件铸造车间	500	5000
重型铸件铸造车间	>500	20000
超重型铸件铸造车间	—	>20000

铸造车间的生产能力与组成

铸造车间最适生产能力,可理解为每年产品在产量和名目方面的某一最小范围,在此范围内可有效地利用基建投资,采用先进工艺,使工艺过程和运输工序综合机械化、自动化,从而达到最好的技术经济指标。机械制造工厂铸造车间推荐的最适生产能力参见表3。表中列出的生产能力应根据车间的具体任务和采用的工艺及设备的生产率进一步确定。当有明确的论据时,车间设计可采用比表3规定更大的生产能力。单件小批生产的铸铁车间和铸钢车间的最适生产能力也适用于联合车间。

铸造车间的组成 铸造车间分为生产工部、辅

表 3 机械制造业铸造车间的最适生产能力

金类别	铸件用途或制造工艺	铸件重量 (公斤) 不大于	车间生产 能力 (千吨/ 年)
普通砂型铸造车间			
大批大量生产			
铁	汽车拖拉机和农机零件	100	50~60
		200	80~100
		300	100~120
曲轴 活塞环, 油环	—	60~80	
	—	5~10	
段铸铁	汽车拖拉机和农机零件	25 60	30~40 60~80
钢	汽车拖拉机和车辆零件等	100	50~60
		200	80~100
		500	100~125
成批与小批生产			
铁	机床、工程机械、空压机、 泵等机械零件	100	15~25
		1000	20~30
		5000	25~35
钢	压力机 工程机械、空压 机、泵等机械零件	1000	20~30
		5000	30~35
单件小批生产			
铁	机床、泵、空压机、水轮机 等机械零件	20000	60~90
		50000	80~100
钢	轧钢机、挖掘机、初轧机、 压力机零件及底座等	20000	60~90
		50000	80~100
特种铸造车间			
铁	壳型	20	5~7
		20	10~15
		50	20~30
		60	60~120
钢	熔模	0.5	1~2
		2.5	2~5
铁	金属型	50	20~25
		100	40~80
钢		30	60~80
铝		5	5~6
铜		20	10~12
		30	25~30
		2①	10~15
铸铜	压铸	1	2~3
铸锌		5	5~6
铝		5	1~2
		5①	5~6
		20	10~12
		30	25~30

① 原文恐有误。——译者

助工部(工段)和仓库。

属于生产工部的有: 熔化工部(包括配料工段); 造型-浇注-落砂工部(包括烘干设备和铸芯骨工段); 制芯工部(包括烘干设备和型芯库); 型砂和芯砂处理工部; 热处理清理工部(包括铸件水压试验和缺陷修补工段); 铸件底漆工部。

属于辅助工部和工段的有: 砂准备工部(包括砂子烘干和筛选、粘土粉和煤粉粉磨、粘土浆制备、覆膜砂准备、石英粉制备等工段); 修包工部(包括耐火材料制备、浇包和炉盖修理、坩埚炉衬捣结和塞杆装配烘干等工段); 车间试验室(为熔炼设备和造型材料服务的快速化学试验室等); 机修和电修间、砂箱模型装备修理间、砂钩制备工段、保护性气氛制备工段; 车间总控制室; 变电所、通风装置、泵站等等。

属于仓库的有: 有卸料设备的炉料和焦炭库; 有卸料设备的造型材料库; 熔剂、耐火材料、辅助材料和粘结剂库; 车间合格铸件和钢锭库; 砂箱和钢锭模库; 车间模型、芯盒、烘芯板和底板库; 车间修理用备件库和各种辅助材料库。

设计的原始资料

设计的主要原始资料有: 生产纲领(精确生产纲领或折合生产纲领 \ominus)、蓝图、产品铸件明细表和技术条件以及工艺设计用的定额。

对于铸件名目不多、批量很大的大批大量生产的铸造车间, 生产纲领按格式1的形式提出。格式1系根据明细生产纲领汇总, 明细生产纲领则按格式2编制。

格式 1

大批大量生产铸造车间生产纲领

序号	产品名称	产品 (或成套 设备) 年产量 (台)	每台产品 全套铸件 重量 (公斤)	备 件 (%) (按重量)	铸件年产量 (吨)		
					基本纲领	备件	总计

附注: 格式应分别按合金类别和牌号填写。

① 见第一册第九章。

格式 2

明细生产纲领

序 号	零 件 号	产 品、 部 件 及 零 件 名 称	材 料 及 牌 号	零件重量(公斤)		产 品 数 量 台 数	铸 件 重 量 (公 斤)	铸 件 年 生 产 纲 领						
				成 品	铸 件			基本产品		备 件		总 计		
						件	吨	%	件	吨	件	吨		
		合计……												

附注：格式应分别按合金、产品和产品部件的类别和牌号以及零部件编号顺序进行填写。

在填写格式 1、格式 2 的基础上编制铸造车间生产纲领汇总表。汇总表中包括铸件的名目总数、每一名目铸件的最大和最小年产量以及典型铸件或其所属组别的年产量（重量数）。

单件小批生产铸造车间的生产纲领按格式 3 的形式提出，铸件重量分组按格式 4 的形式提出。此外，车间生产纲领中还应表明铸件的最大重量和最大轮廓尺寸。

格式 4

铸件重量分组

序 号	重 量 组 别 (公 斤)	年生产纲领中的铸件数量					
		车间总计		其 中①			
		吨/件	%	……	……	……	……
		吨/件	%	吨/件	%	吨/件	%
1	至 5						
2	5 以上至 20						
3	20 以上至 50						
4	50 以上至 100						
5	100 以上至 200						
6	200 以上至 500						
7	500 以上至 1000						
8	1000 以上至 3000						
9	3000 以上至 5000						
10	5000 以上至 10000						
11	10000 以上至 50000						
12	>50000						
	合 计						

① 按合金牌号填写。

格式 3

单件小批生产铸造车间生产纲领

序 号	产 品 名 称 及 铸 件 类 别	年 生 产 纲 领 中 的 产 品 数 量	零件净重 (吨)		铸件产量 (吨)	
			每 台 产 品	年 生 产 纲 领	每 台 产 品	年 生 产 纲 领
1	基本产品 (提出目录)					
2	备件					
3	自用铸件					
4	协作铸件					
	合 计					

工作制度与时间基数

铸造车间的基本工作制度为平行工作制（效率较高）和阶段工作制。

平行工作制是指在各自的地点（工部、工段）上同时完成铸造生产各工艺工序。平行工作制用于大批大量生产和部分用于成批生产的铸造车间。平行工作制的车间通常采用两班工作制，第三班用于设备的计划预修。

大批大量生产的铸钢车间（汽车拖拉机行业）属于例外，这些车间通常设计成三班平行工作制。装有平炉的铸钢车间通常也采用这种工作制度。

阶段工作制是指在同一地点（工部、工段）上完

成的工艺工序在时间上错开。例如，在一班进行地面或地坑造型；二班进行浇注；三班进行落砂。阶段工作制用于单件生产和少数小批生产的铸造车间。

按平行工作制或阶段工作制工作的铸造车间，都会有一些工部、工段或个别类型的设备采用与车间基本工作制度不同的工作制度。例如，在修铸车间，除采用三班阶段工作制的造型工部外，还可能有采用输送机或辊道输送系统的造型工部，而后者一般采用两班平行工作制。

连续式热处理炉和工作循环时间很长的炉子，无论车间为何种工作制，皆采用三班工作制。

对于设备、工作位置和工人需要量的计算，应采用实际（计算）年时基数（格式5）。

格式 5

工作制度和时间基数 (每周工作时间41小时, 每年节假日 8 天)

序号	车间、工部、工段、小组及个别类型设备名称	每昼夜工作班次	实际年时基数(小时)	
			设备	工人

工作位置年时基数(无设备)……

表 4 设备工作的实际 (计算) 年时基数 (小时)

设 备	工 作 班 次		
	1	2	3
<u>铸造设备</u>			
成批与小批生产车间	2030	3975	5900
大批大量生产车间	—	3935	5775
大型复杂设备(机械化抛丸室、水力清砂室、10吨以上的震实台等)	—	3770	5525
自动造型线和制芯线	—	3645	5340
铸件自动打磨清理线	—	3725	5465
<u>熔炼炉</u>			
冲天炉(2台一组, 每天修炉)	2070	4140	6490
有预热送风和废气净化的封闭式冲天炉(两台冲天炉一套预热器)	2030	3890	5840
铸钢和铸铁熔炼用电弧炉, 容量(吨):			
0.5~1.5	1985	3890	—
3~6	—	3890	5840
12~25	—	3890	5775
25以上	—	—	7620
工频感应铸铁熔炼炉或保温炉, 容量(吨):			
≤2.5	2010	3975	6100
≤25	—	3890	5840
高频感应炼钢炉, 容量(吨):			
0.06~2.5	1985	3890	—
6.0~25	—	3850	5710
铝合金及其他轻合金熔炼炉	2010	3975	5840
铜合金熔炼炉	1775	3510	5160
<u>热处理炉</u>			
连续工作制热处理炉	—	—	7800
工作周期长的热处理炉	—	—	7710
工作周期短的热处理炉			
机械化的	—	3890	5840
非机械化的	—	3975	5840
升降式电炉	—	3935	5715
<u>烘 炉</u>			
连续式	—	3935	5775
室 式	2010	3975	5840
<u>金属切削机床</u>			
修理间用	2030	4015	5960
工作位置(无设备)	2070	4140	6210

实际时间基数的计算方法参见第一册第九章。15天、18天和24天时, 工人实际年时基数相应为设备的实际年时基数列于表4。当基本节假日数为1860小时、1840小时、1820小时和1610小时[⊖]。

⊖ 每一工作日为6小时。

第二章 工艺过程与设备计算

熔化工部

熔炼设备的选择

熔炼设备的型式及其生产率的选择依据下列因素而定：铸件的金属类别及质量要求；熔炼炉所用的燃料；生产量；铸件的重量组别；熔化工部工作制度等。

铸铁 在铸铁生产中，冲天炉仍然是常用的熔炼设备，它或者作为独立的熔炼设备，或者和电炉配合组成双联熔炼。

近十年来，冲天炉的结构有了较大的变化，在生产中已经应用封闭式热风冲天炉、煤气和焦炉煤气冲天炉、碱性冲天炉和水冷冲天炉。

冲天炉的热风温度达500~600℃或更高。废气经电除尘器或过滤式除尘器或洗涤器等装置除尘。废气中的一氧化碳通过燃烧清除。除尘净化后的冲天炉废气由高度为30米或更高的烟囱排入大气。

预热送风、净化废气中的灰尘和一氧化碳，可改善劳动卫生条件，降低焦炭消耗量，提高铁水温度。当热风温度达400~500℃时，若不改变焦炭的消耗量，则铁水过热温度可提高70℃左右；若保持原有的铁水温度，则焦炭消耗量可降低30%左右。

必须指出，虽然封闭式热风冲天炉具有较完善的结构，但其投资较冷风冲天炉要大1~2倍或更高。此外，还提高了运转费用。由于采用净化设

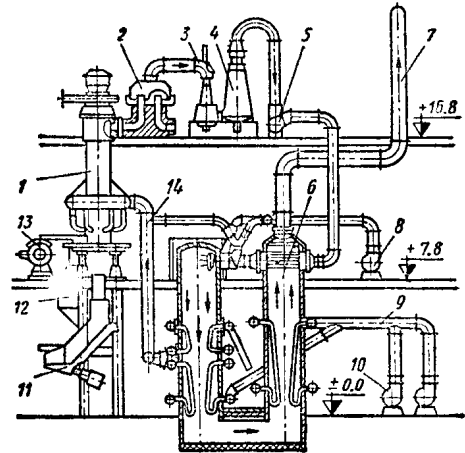


图1 国立机床工厂设计院（Гипростанок）封闭式热风冲天炉系统图

- 1—冲天炉 2—水封换向阀 3—废气除尘文氏管
- 4—湿式除尘器 5—风机 6—辐射-对流式热交换器 7—烟囱 8—燃烧器用风机 9—冷风管
- 10—风机 11—冲天炉残料箱 12—炉渣粒化装置
- 13—回转前炉 14—热风管

施，热风冲天炉的铁水成本约提高5%（按国外资料）。考虑到改善劳动卫生条件具有重要的意义，因此，不论生产的规模和性质如何，在车间设计中都应该采用封闭式热风冲天炉。

国立机床工厂设计院封闭式热风冲天炉系统图示于图1。冲天炉生产率5~30吨/小时（参见表1）。克莱斯勒（Крайслер）公司铸造厂现代化的50吨/小时冲天炉纵剖面图参见图2。

表1 带废气净化的热风冲天炉

炉膛内径 (毫米)	生产率 (吨/小时)	煤气预热前炉容量 (吨)	爬式加料机规格		安装功率① (千瓦)	燃料消耗量	
			料桶容量 (米 ³)	有效起重量 (吨)		焦炭 (公斤/小时)	天然气 (米 ³ /小时)
850	5	2.5, 5			400	600	100
1100	8	5, 8	1.0	1.5	400	900	150
1350	12	5, 8, 12	1.3	2.5	400	1450	225
1700	20	8, 12, 16	2.5	4.5	1500	2200	325
2100	30	8, 12, 16			1500	3400	550

① 包括送风和送煤气设备以及冲天炉和前炉驱动机构的功率。

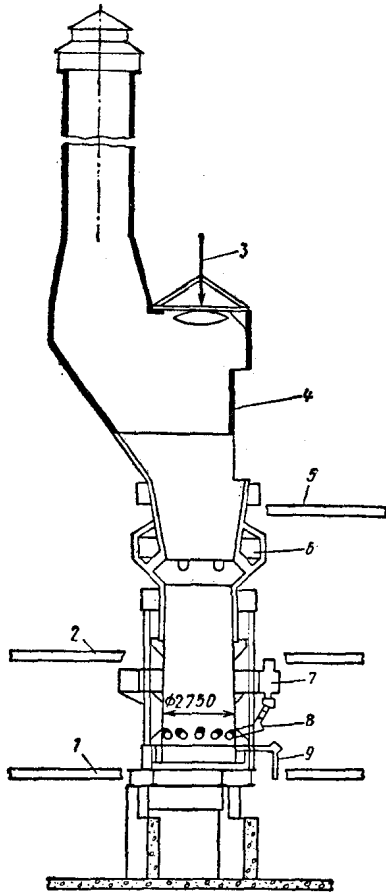


图2 克莱斯勒公司50吨/小时冲天炉纵剖面图

1、2—操作平台 3—盘形顶盖 4—加料口 5—加料平台
6—炉气引出口 7—风带 8—风口
9—出铁槽

冲天炉生产率和炉膛直径的关系，以及前炉容量和爬式加料机的料桶容量和起重量列于表1。表中列出的料桶容量和起重量是按炉料、燃料和熔剂

同时加入而定。在实际生产中，炉料、燃料和熔剂经常分开加入，此时应采用较小的料桶容量和相应的爬式加料机起重量。

除使用易于自动化加料的爬式加料机之外，有时，还可采用板式输送机或其它输送设备连续加料。在改建现有车间时，冲天炉加料可采用单轨加料机或原有的加料起重机。设计中应采用炉渣粒化和机械化收集冲天炉残料的装置。

冲天炉配料采用磁盘吸力可调的电磁起重机或带传感器的定量系统。在后一种定量系统中，采用带式或其它型式给料机的振动斗，将金属炉料给入定量器中。各种称量好的金属炉料，由可逆板式输送机送至位于加料机料桶上方的漏斗中。

在上述的二种金属炉料配料系统中，按给定数量称量好的焦炭和石灰石，都在金属炉料送往冲天炉途中的短暂停留时加入料桶内[⊖]。

对于中型或大型冲天炉，金属炉料的配料通常采用磁盘吸力可调的电磁起重机。

长时间工作的冲天炉，熔化带通常要进行冷却。

当在设计中采用波兰制造的冲天炉时应该注意，青特罗札波（Центрозан）公司生产小型（生产率小于6吨/小时）和中型（生产率7~20吨/小时）热风冲天炉。冲天炉装备有炉外辐射-对流式双级预热器，利用炉气的物理热和化学热，热风温度达400~450℃。二台一组昼夜交替工作16小时的冲天炉装有净化装置以清除废气中的灰尘和一氧化碳。冲天炉组还配有检测冲天炉和预热器主要工作参数的现代化测量仪表，以及配料和加料的遥控装置。中等生产率冲天炉的技术规格列于表2，炉组

表2 波兰制造的热风冲天炉（图3）

炉膛内径 (毫米)	生产率 (吨/小时)	鼓风量 (米 ³ /分)	风压 (毫米水柱)	冲天炉组安装尺寸 (毫米)		
				A	B	C
1000	7~8	110~125	1450~1550	7000	7500	5000
1100	8~9	130~150	1450~1650	8000	8000	5000
1200	10~12	160~180	1550~1700	8000	8000	5000
1400	15	190	—	12000	—	—
1550	20	240	—	12000	—	—

附注：生产率15吨和20吨冲天炉的尺寸B和C视熔化工部具体条件确定。

⊖ 冲天炉配料和加料工段的布置参见下文。

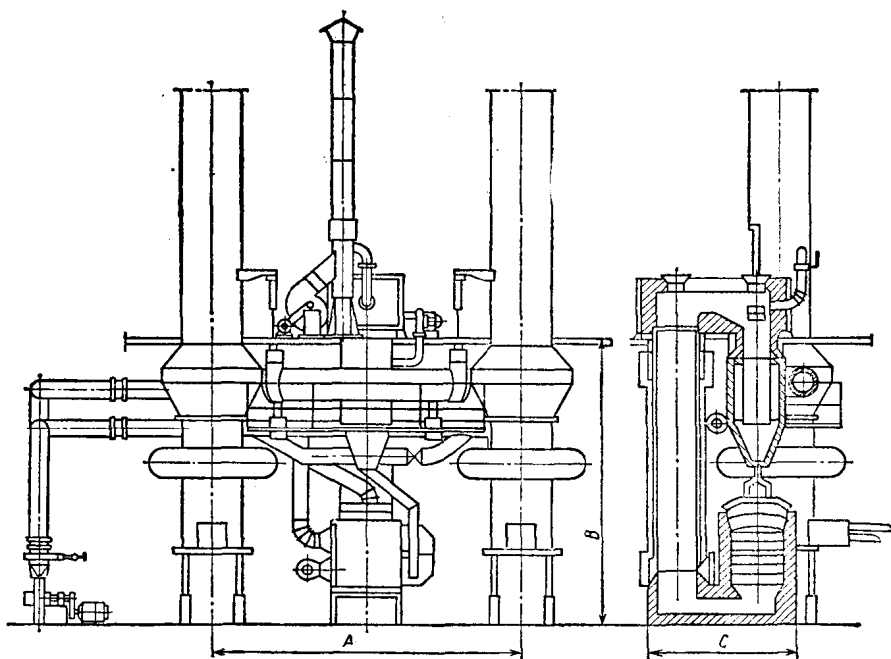


图3 波兰制造的热风冲天炉

安装图参见图3。

在选择熔炼设备时应该考虑到，冲天炉在加热和熔化金属炉料时其热效率达45%，而在过热铁水时则下降到5%；用电炉过热铁水时其热效率达55%，但在将金属炉料加热到熔化温度时其热效率则仅有20~30%。显然，用冲天炉熔化铸铁比较经

济；而将铁水过热到所需的温度，则用电炉较为合适。所以，冲天炉+电炉双联熔炼在铸铁生产中得到越来越广泛的应用。

在冲天炉双联熔炼中，用ДЧМ-10型电弧炉过热和精炼铁水以达到所要求的温度和化学成分。

在新的设计中，采用无芯或有芯工频感应保温

表3 ИЧТМ型无芯工频感应铁水保温炉

参 数	ИЧТМ-1М	ИЧТМ-2.5	ИЧТМ-6	ИЧТМ-10	ИЧТМ-16
坩埚容量(吨)	1	2.5	6	10	16
变压器容量(千伏安)	200	400	400	1300	1300
保温炉功率(千瓦)	182	260	400	750	800
过热铁水工作温度(°C)	1300~1400				
过热100°C时的生产率① (吨/小时)	$\frac{3}{2.1}$	$\frac{4}{2.8}$	$\frac{6.5}{4.5}$	$\frac{15}{10}$	$\frac{16}{11}$
过热100°C时的理论单位耗 电量(千瓦小时/吨)	55	63	60	50	50
铁水保温时的功率(千瓦)	54	162	173	244	226
保温炉金属结构重量(吨)	5.3	10.8	17	26.5	27
保温炉连同铁水总重量(吨)	7.7	15.8	28	41.9	47
变压器型号	ОА-200А	ЭПОМ-350/10	ЭОМНК- 1000/10	ЭОМН-1500/10	ЭОМН-1500/10
高压侧电压(千伏)	0.380	10	10	10	10

① 分子为理论值，分母为实际值。

表4 ИЧКМ型有芯工频感应保温炉①

型 号	有效容量 (吨)	变 压 器 容 量 (千伏安)		过热铁水100℃时的理论生产率 (吨/小时)	
		I	II	I	II
ИЧКМ-2.5	2.5	400	—	7	—
ИЧКМ-4	4	630		1260	
ИЧКМ-6	6				
ИЧКМ-10	10				
ИЧКМ-16	16	1260	2520	30	29
ИЧКМ-25	25				
ИЧКМ-40	40	2000	4000	60	60
ИЧКМ-60	60				
ИЧКМ-100	100				

① 保温炉处于设计阶段。

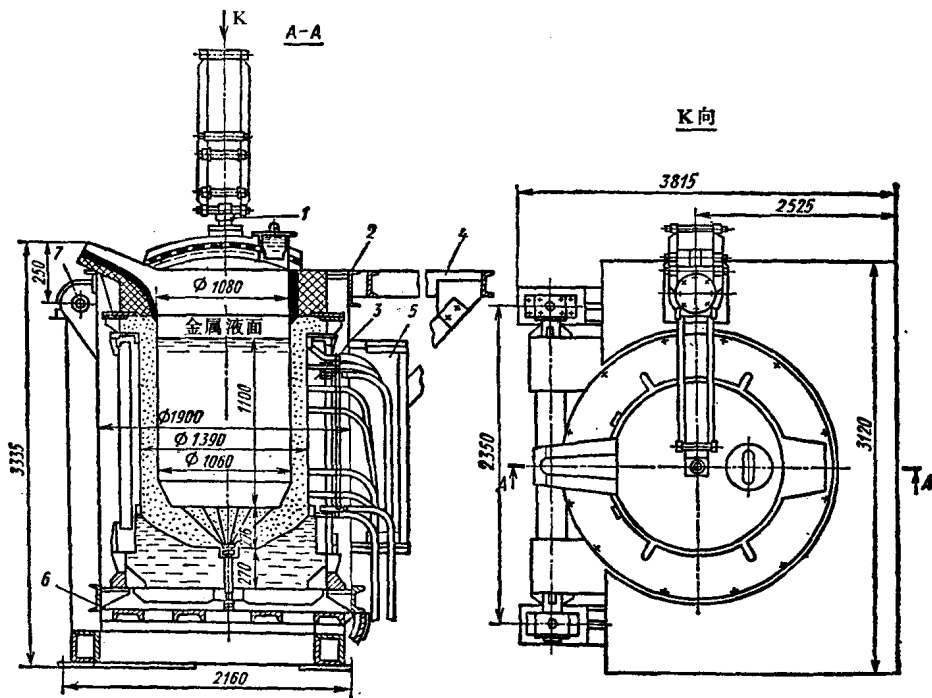


图4 ИЧТ-6和ИЧТМ-6型无芯感应炉总图

1—带升降机构的炉盖 2—炉壳 3—感应器 4—工作平台 5—接头保护罩 6—炉架 7—轴承

表5 波兰制造的有芯工频感应铁水保温炉

参 数	电 炉 容 量 (吨)							
	6	8	12	16	20	25	30	50
电炉功率(千瓦)	300	400	500	640	800	1000	1150	1800
过热铁水工作温度(℃)	1450~1550							
过热100℃时的理论生产率(吨/小时)	6	8	12	17	22	29	35	57
过热100℃时的理论单位耗电量(千瓦小时/吨)	45	42	40	38	36	34	33	32
铁水保温时的理论单位耗电量(千瓦小时/吨)	20	19	18	17	16	15	15	15
耗水量(米 ³ /小时)	—	—	15	—	23	—	—	—
电炉总重(吨)	—	—	48	—	59	—	—	—

炉代替 ДЧМ-10 型电弧炉。

苏联制造容量 1~16 吨 ИЧТМ 型无芯感应保温炉,其技术规格列于表 3,炉子结构参见图 4。苏联还计划制造 9 种有效容量为 2.5~100 吨的 ИЧКМ 型有芯感应保温炉。从能量消耗上看,这类炉子的热效率比较高,比无芯感应炉经济。此外,当熔沟可拆换时,不用倒空炉子,就可用预先筑好并烘干的新熔沟更换已经烧损的熔沟。

波兰制造容量为 6~50 吨有芯工频感应铁水保温炉,其技术规格列于表 5。

除冲天炉双联熔炼外,还采用其它形式的双联熔炼:无芯感应电炉+有芯感应电炉;电弧炉+感应电炉;电弧炉+电弧炉;等等。

熔炼铸铁的 ИЧТ 型无芯工频感应电炉的技术规格及其能达到的实际生产率列于表 6 和表 7,电炉结构参见图 4。

考虑到装料、出铁水以及熔炼前准备坩埚所需要的时间,表 7 中列出的 ИЧТ 型电炉实际生产率

均为理论生产率(表 6)的 70%。表 7 所列是由两个(或一个)坩埚和一个熔炼变压器组成的装置的生产率。当装置由三个(或两个)坩埚和两个变压器(其中一个为熔炼变压器,另一个为保温用的辅助变压器)组成时,装置的生产率应乘以系数 1.3。

带起熔体工作时,ИЧТ 型电炉的熔炼时间和生产率与加入坩埚内的固体炉料量成正比。

波兰制造的无芯感应炉的技术规格列于表 8。

这种型式的电炉成功地应用于熔炼合金铸铁和高强度铸铁,在熔炼合金铸铁时甚至比冲天炉生产各种牌号的灰口铸铁件还要经济。在后一种情况下,可以采用廉价的铁屑、飞边等作为炉料,补偿了用感应炉熔炼时的电耗和用冲天炉熔炼时的焦炭成本之间的差值。这个差值平均约占铁水成本的 10%。

因为铁屑常被油和冷却液弄得很脏,投入熔炼炉后会产生黑色的浓烟,不仅污染熔化工部的空气,还会影响到离它很远的地方。所以铁屑在加入

表 6 ИЧТ型无芯工频感应铸铁熔炼炉

参 数	ИЧТ-1	ИЧТ-2.5	ИЧТ-6	ИЧТ-10	ИЧТ-25
坩埚容量(吨)	1	2.5	6	10	25
变压器容量(千伏安)	360	1300	1300	2500	6300
电炉功率(千瓦)	357	687	1190	2130	5800
铁水保温时的功率(千瓦)	69	112	226	208	—
铁水工作温度(°C)	1400				
熔炼固体炉料时的理论生产率(吨/小时)	0.56	1.23	2.26	4.2	9.4
熔炼固体炉料时的理论熔炼时间(小时)	1.78	2.04	2.65	2.4	2.7
熔炼和过热时的理论单位耗电量(千瓦小时/吨)	638	585	547	542	546
电炉金属结构重量(吨)	4.8	11.5	17	—	42
电炉连同铁水总重量(吨)	7.3	17	28	41	82
变压器型号	АО-360Аз	ЭОМН-1500/10	ЭОМН-3500/10	ЭОМН-3500/10	ЭТМН-7000/10
高压侧电压(千伏)	0.380	6 和 10	6 和 10	6 和 10	6 和 10

表 7 ИЧТ型无芯工频感应铸铁熔炼炉生产率

参 数	ИЧТ-1	ИЧТ-2.5	ИЧТ-6	ИЧТ-10	ИЧТ-16	ИЧТ-25
实际生产率(吨/小时)	0.39	0.86	1.58	2.94	3.15	6.44
熔炼固体炉料的总周期(小时)	2.56	2.91	3.8	3.4	5.08	3.88
年产铁水量(吨)						
一班	780	1730	—	—	—	—
二班	1550	3420	6150	11440	12250	25050

表 8 波兰制造的无芯工频感应铸铁熔炼炉

参 数	坩 埚 容 量 (吨)							
	6	8	10	12	16	20	25	32
变压器容量(千伏安)	1600	2500	2500	2500	3150	4000	5000	6300
电炉最大功率(千瓦)	1400	1800	2000	2300	2800	3300	4200	5200
铁水工作温度(°C)	1450							
最高过热温度(°C)	1450							
熔炼固体炉料时的理论生产率(吨/小时)	2.5	3.2	3.6	4.0	5.2	6.2	8.0	10.5
熔炼固体炉料时的理论熔炼时间(小时)	2.4	2.5	2.8	3.0	3.1	3.2	3.1	3.0
熔炼和过热时的理论单位耗电量(千瓦小时/吨)	570	560	560	550	540	530	520	500
铁水从1450°C过热到1550°C时的理论单位耗电量(千瓦小时/吨)	47	45	43	42	40	38	36	35
耗水量(米 ³ /小时)	—	32~20	—	40~22	—	—	—	—
电炉总重量(吨)	—	31	—	41	—	—	—	—

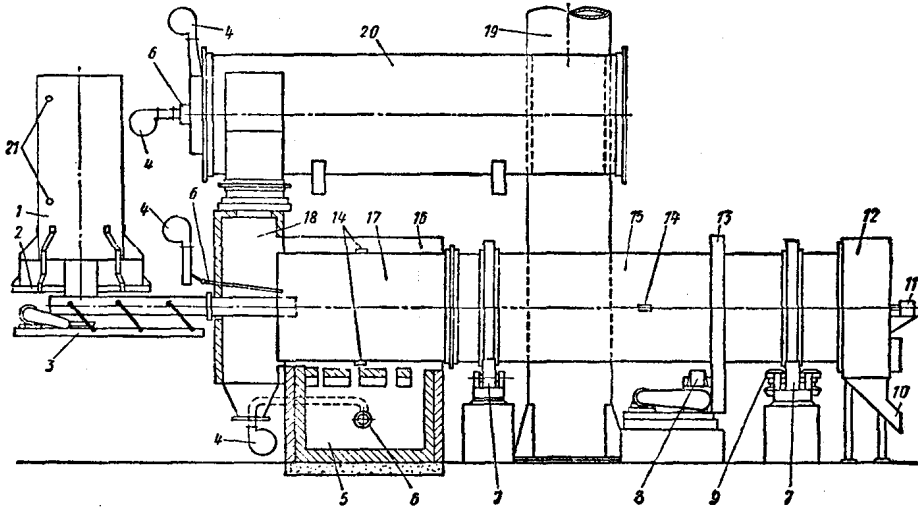


图 5 铁屑蒸发处理滚筒烘炉

1—潮湿铁屑料斗 2—圆盘给料机 3—供给烘炉铁屑的振动给料机 4—风机 5—拱顶带孔的铁屑间接加热室 6—烧嘴 7—滚筒托辊 8—电动机 9—滚筒调整托辊 10—出料口 11—干铁屑卸料装置 12—滚筒卸料段 13—链条驱动装置 14—热电偶 15—滚筒冷却段 16—加热室 17—滚筒烘干段 18—排烟罩 19—烟囱 20—残余油汽燃烧室 21—上、下料位计

熔炼炉以前应该进行预处理, 去除油和水分。对于铁屑的预处理, 可采用滚筒烘炉。铁屑在滚筒烘炉内的处理分为三个阶段: 间接和直接地加热铁屑, 挥发油分和蒸发水分; 铁屑的干燥和干铁屑预冷却; 最终冷却铁屑并从滚筒烘炉中卸出(图5)。

感应炉熔炼在铸铁生产中不但已占有牢固的地位, 而且还在不断发展中。但是, 在美国除用感应炉熔炼外, 电弧炉熔炼也得到发展。某些大规模生产

铸铁件的公司偏向于采用电弧炉, 如美国福特汽车公司的新铸铁车间安装了六台容量50吨的电弧炉。

金属炉料高温快速预热的广泛采用, 使电炉熔炼铸铁得到迅速地发展。而且, 值得注意的是预热炉可利用如天然气之类比电能便宜的燃料。

预热炉的主要参数, 即炉料预热温度及其预热时间, 直接影响到炉料的氧化程度。

国外预热炉的实际运行经验证明, 当温度超过

650°C时,氧化过程便趋向剧烈。因此,最合适的炉料预热温度应不超过600~650°C。

因为炉料的氧化程度与加热时间有关,所以预热炉的工作效率取决于炉气运动强度。为此,建议设计炉气再循环的预热炉,这种炉子的燃烧产物的热量传递比较充分。为了增大传热系数,可适量的供给炉子过剩空气。

在相同的条件下,炉料的预热时间与其预热温度有关。当预热温度为500°C时,预热时间不超过4分钟;而当预热温度为650°C时,则需要12分钟。

炉料预热缩短了熔炼周期,提高了熔炼设备的生产率,同时降低了单位电能耗量,因而降低了金属液的成本和熔化工部的基建投资。此外,炉料预

热可以去除炉料中沾染的水分、油和有色金属夹杂物等。当炉料的预热温度达600~700°C时,熔炼电炉的生产率可提高25~35%,同时单位电能耗量约降低15~20%。

通常,炉料预热在炉料库中进行。

对于感应炉炉料的输送和加料,可采用板式输送机(送热炉料)、带式输送机(送冷炉料)和导料溜槽。输送机和导料溜槽可以控制炉子的加料速度,避免用料桶加料时可能发生的炉料搭桥现象。炉料搭桥常常是使感应炉炉衬过早损坏的原因。

大、中型电弧炉采用桥式起重机和底开料桶加料,小型电弧炉一般用手工加料。配料采用电磁起重机。

在球墨铸铁生产中,广泛采用密闭处理室(压力

表9 铸铁球化处理压力包

参数和性能	B. 111	B. 80	B. 137	B. 92	B. 107	KM2
压力包容量(吨)	≤0.3	0.3~0.8	≤2.0	5~7	10~15	0.65~0.75
生产率(吨/小时)	≤3.5	≤6	≤10	≤15	≤30	6
空气压力(公斤/厘米 ²)	3~6	3~6	3~6	3~6	3~6	≤8
镁耗量(占铁水比例)(%)	0.15~0.20	0.18~0.20	0.20~0.25	0.20~0.25	0.20~0.25	—
冰晶石熔剂耗量(占铁水比例)(%)	0.10~0.15	0.10~0.15	0.10~0.15	0.15~0.20	0.15~0.20	—
反应时间(分)	0.8~1.2	1.0~1.5	2~3	3.5~6	6~10	—
孕育周期(分)	4~5	5~6	10~12	15~20	20~25	5~6
装置传动方式	风 动	电-液压				
操纵室	手动操纵台	自动操纵台	手 动 操 纵 台			—
轮廓尺寸(毫米)						
长	2500	3200	3000	6500	9000	1700
宽	1400	1100	3000	4000	6700	1600
高	1550	1600	4000	3500	4000	2820
重量(吨)	3.0	4.07	11.33	15.0	37.0	6.12

表10 脱硫摇包

参 数	MCM-2	MCM-5	MCM-7	MCM-10
额定容量(吨)	2	5	7	10
工作容量(吨)	1.5~2	4~5	6~7	8~10
摇包功率(千瓦)	8	15	20	35
搅拌时间(分)	5~7	5~7	7~10	7~10
耐火砌体重量(吨)	7	9.5	11.5	15.0
一次作业脱硫剂用量(公斤)				
焙烧过的石灰粉	20~40	60~100	90~140	120~200
粒状炭化钙	6~12	16~23	24~42	32~60
脱硫时出渣周期	每次作业后			
石 灰	每三次作业后			
炭化钙	每二次作业后			

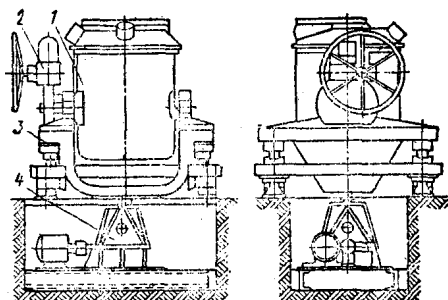


图6 搅和铁水用摇包

1—摇包 2—转动摇包装置 3—回转机构
4—电机传动装置

包)进行铁水的镁球化处理。在压力包内球化,能保证镁的吸收率高,球化剂在铁水中均匀分布,石墨球化稳定。压力包的技术规格列于表9。

摇包广泛用于铁水的脱硫处理和使铁水成分均匀,很少用来进行铁水的球化处理。摇包的回转机构能在数秒钟内交替地改变包内铁水的转动方向。在这样的往复旋转中,包内的铁水和脱硫剂得以迅速而充分地拌和,加快了它们之间的反应速度。根据国外资料,铁水的脱硫效果可达80~90%。

摇包的外形见图6,表10为波兰资料所提供的

脱硫摇包的技术性能。

铸钢 在铸钢生产中主要以电熔炼炉作为熔炼设备,其中有ДСП和ДСН型电弧炉、ИСТ型中频无芯感应炉。这些炉子的技术规格列于表11和12。

按碱性法和酸性法熔炼时的电弧炉熔炼总周期及其生产量列于表13。这里应该指出,在熔炼合金钢时,对于容量小于6吨的电弧炉,表列生产率要降低20%;对于容量大于6吨的电弧炉,则要降低10%。ДС-5MT和ДСП-6型电弧炉的功率相等。

在电弧炉炼钢中进行吹氧时,其生产率要比表13所列数值提高10~20%。只在熔炼的氧化期使用氧气时,炉子的生产率可提高10~12%;只在炉料熔化期使用氧气或氧气和天然气(用水冷氧气-煤气烧嘴)时,炉子生产率可提高7~12%。

表14列出了ИСТ型无芯感应炼钢炉的生产率。坩埚容量小的电炉(ИСТ-0.16~ИСТ-0.4)多用于熔模铸造。

表14中所列的数据,是按酸性法炼钢时的生产率;采用碱性法炼钢时,炉子的生产率要降低15~20%。考虑到加料、出钢水和熔炼前准备坩埚所需要的时间,表14中列出的实际生产率均取理论生产率的70%。

表11 炼钢电弧炉

参 数	ДСН-3	ДСП-6	ДСП-12	ДСП-25	ДСП-50
额定容量(吨)	3	6	12	25	50
变压器容量(千伏安)	2000	4000	8000	12500	25000
熔炼固体炉料时的理论单位耗电量(千瓦小时/吨)	500	500	470	460	440
石墨电极直径(毫米)	200	300	350	400	500
电极分布圆直径(毫米)	700	1000	1000	1250	1600
炉壳内径(毫米)	2764	3190~3500	3760~4260	4450~4950	5800~6050
炉膛直径(毫米)	—	2230	2740	3540	4560
炉膛深度(毫米)	400	425	555	775	890
从炉门坎到炉顶拱脚的空间高度(毫米)	1050	1110	1365	1500	1950
加料口尺寸(毫米)	650×500	750×500	980×680	1000×800	1200×970
炉盖沿出钢侧旋转角度(度)	—	61	70	75	70
炉子沿出钢侧倾斜角度(度)	—	40	45	45	45
炉子沿加料侧倾斜角度(度)	—	15	15	15	15
熔池水平方向左右旋转角度(度)	—	—	—	40	40
炉子金属结构重量(吨)	35.5	45	80	140	235
电动机功率(千瓦)					
加料炉门提升机构	—	1.0	—	—	—
油泵	—	10×4	10×4	10×4	10×4
熔池旋转机构	—	—	—	2.2	3.5

附注:1.电极升降、炉子倾斜、以及炉盖的提升和转动装置由蓄能泵站液压驱动。

2.容量25吨和50吨电弧炉可配备钢水电磁搅拌装置。

表12 中频无芯感应炼钢炉

参 数	ИСТ-0.06	ИСТ-0.16	ИСТ-0.25	ИСТ-0.4	ИСТ-1	ИСТ-2.5	ИСТ-6M1	ИСТ-10
坩埚容量(吨)	0.06	0.16	0.25	0.4	1.0	2.5	6	10
供电机组功率								
驱动电动机(千瓦)	70	125	290	350	630	2000	2500	2000×2
中频发电机(千伏安)	50	100	250	250	500	1500	2520	1500×2
发电机电流频率(赫兹)	2400	2400	2400	2400	1000	500	500	500
炉子功率(千瓦)	43	83	222	250	480	1456	1977	2730
电容器组容量(千瓦)	1000	2090	4400	6160	8960	18900	37060	40250
钢水工作温度(°C)	1600							
钢水在工作温度保温时所需功率(千瓦)	14	24	60	—	40	96	360	215
熔炼和过热钢水时的理论时间(小时)	1.0	1.3	0.7	1.2	1.1	1.0	1.7	2.0
熔炼和过热钢水时的理论生产率(吨/小时)	0.06	0.12	0.35	0.36	0.8	2.5	3.5	5.0
熔炼和过热钢水时的理论单位耗电量 (千瓦小时/吨)	1000	900	820	890	705	655	635	640
炉子金属结构重量(吨)	0.27	0.3	2.9	3.2	4.0	10.5	15.0	29.4
炉子连同坩埚和钢水总重量(吨)	0.5	0.75	—	—	6.5	15.4	25.0	46.0

表13 炼钢电弧炉生产率

参 数	ДСН-0.5	ДСН-1.5	ДСН-3	ДСП-6	ДСП-12	ДСП-25	ДСП-50
熔炼总周期(小时)							
碱性法	1.8	2.1	2.5	3.2	4.0	5.2	6.3
酸性法	1.5	1.7	1.9	2.3	—	—	—
年生产量(吨)							
碱性法: 一班	550	1400	—	—	—	—	—
二班	1100	2800	4700	7300	—	—	—
三班	—	—	7000	10900	17300	27800	60500
酸性法: 一班	660	1800	—	—	—	—	—
二班	1300	3400	6200	10200	—	—	—
三班	—	—	9200	15900	—	—	—

表14 无芯中频感应炼钢炉生产率

参 数	ИСТ-0.06	ИСТ-0.16	ИСТ-0.4	ИСТ-1	ИСТ-2.5	ИСТ-6M1	ИСТ-10
实际生产率(吨/小时)	0.05	0.10	0.26	0.57	1.75	3.0	3.5
熔炼周期(小时)	1.2	1.55	1.56	1.76	1.43	2.0	2.86
年生产量(酸性法)(吨)							
一班	100	200	510	1125	3475	—	—
二班	195	400	1000	2210	6810	11600	13500
三班	—	—	—	—	—	17200	20000

在国外某些生产重型铸钢件的车间,发展了转炉吹氧炼钢(LD法)。众所周知,这种炼钢法的实质是以高纯度的氧气(99.5%)吹入转炉钢水面,而使钢水中的化学元素氧化,达到所要求的数值。

在热风冲天炉(很少用冷风冲天炉)+吹氧转

炉双联熔炼中,主要采用容量为2~20吨的吹氧转炉。转炉的容积按每吨钢水1米³确定。

吹炼钢水的氧气经带水冷吹管的专用管道送入转炉中。在不同的吹炼阶段,可用这种管道控制送入吹管中的氧气数量。