

工业炉设计手册

Gongyelu Sheji Shouce

第一机械工业部第一设计院 主编

机械工业出版社

工业炉设计手册

第一机械工业部第一设计院 主编



机械工业出版社

本手册较为详尽地提供了机械工厂用工业炉的设计计算资料，主要内容有：设计方法介绍、炉型结构、烟道烟囱、炉用机械、筑炉材料、燃料燃烧、钢材加热、燃料消耗量计算、预热器计算以及消烟除尘与噪声治理等。可供广大工业炉设计、制造、维修、操作人员使用，也可供大专院校有关专业的师生参考。

工业炉设计手册

第一机械工业部第一设计院 主编

*

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）

民族印刷厂印刷

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 53 · 字数 1296 千字

1981 年 10 月北京第一版 · 1981 年 10 月北京第一次印刷

印数 0,001—8,500 · 定价 6.20 元

*

统一书号：15033·4710

前 言

我国机械行业在工业炉设计、制造、操作、维修以及科学研究等方面都积累了很多经验。为了总结交流经验，更好地为工厂设计和技术改造服务，我们组织编写了这本手册。

手册的编写原则是力求简明、实用，内容以设计计算、经验数据、炉型结构及炉子测试调整为主，并以图表化为基本编写形式。

本手册的主编单位是第一机械工业部第一设计院，由王秉铨工程师任主编人。参加编写的单位和分工编写的内容以及有关编写人员是：第四章由一机部第二设计院尹桐文编写；第九章第四节由一机部设计总院设计处刘溪濂编写；第十一章第四、五节及第十二章由农机部第一设计院孙昌楷编写；第十三章由三机部第四设计研究院武静轩编写；第十四章由北京钢铁学院张先耀编写；第十五章第三节由一机部第一设计院范建兴编写；第十五章第一、二、四节，第五节，第六节分别由上海市机电设计研究院周志清、俞颂尧、殷经星编写；其余各章、节由一机部设计总院设计处王秉铨编写。

手册稿件主要由一机部设计总院设计处夏志超工程师，一机部第二设计院尹桐文工程师，北京钢铁学院冶金炉教研组高仲龙副教授进行了全面审核。

在编写过程中，曾先后召开了由技术人员、教师、工人参加的手册编写工作会议和审查会议，得到了与会代表的热情支持，提供了许多宝贵意见和资料，并由一机部第一设计院和北京钢铁学院组成专门小组，进行了技术校对，谨在此表示感谢。

由于编者水平有限，书中难免有缺点和错误之处，敬希读者提出宝贵意见，使手册不断地得到充实和提高。

编 者

目 录

第一章 工业炉设计概述 1

第一节 设计概述 1

一、炉型分类 1

二、设计要则 2

三、设计原始资料 3

四、设计计算 3

第二节 炉型选择 4

一、燃料选择 4

(一) 固体燃料 4

(二) 气体燃料 4

(三) 液体燃料 6

二、预热器选择 6

三、燃烧装置选择 7

四、排烟方式选择 8

第二章 燃料与燃烧计算 9

第一节 燃料性质 9

一、固体燃料 9

(一) 煤的分类 9

(二) 煤的一般燃烧性质 11

二、液体燃料 12

(一) 液体燃料的性质 12

(二) 燃油标准及性能指标 15

(三) 恩氏粘度与运动粘度的 换算 17

三、气体燃料 17

(一) 各种煤气 17

(二) 油气 19

(三) 液化石油气 20

第二节 燃料燃烧 21

一、燃烧计算 21

(一) 燃料发热量计算 21

(二) 燃烧计算表 22

(三) 燃料理论燃烧温度计算 23

(四) 空气量及燃烧生成气量计算 26

(五) 燃料的不完全燃烧损失率 28

二、着火温度与着火极限 30

(一) 着火温度 30

(二) 着火极限 30

第三节 燃料换算 31

一、换算公式 31

二、计算举例 33

第三章 钢材加热 34

第一节 基本概念 34

一、炉温 35

二、加热温度 36

三、热处理加热 37

四、“薄钢材”与“厚钢材” 39

五、温度压头与钢材截面温差 39

六、加热、均热与保温时间 40

七、计算参数 40

(一) 导热系数 λ 40

(二) 热容量 C_p 41

(三) 重度 γ 41

(四) 导温系数 a 43

(五) 热惰性系数 b 43

(六) 综合给热系数 α_z 43

(七) 钢材平均表面温度 t_{jb} 44

第二节 加热时间简易计算公式 44

一、恒温炉内加热时间 44

(一) 加热“薄钢材”、加热 温度 $\leq 1200^\circ\text{C}$ 时 44

(二) 加热“薄钢材”、加热 温度 $> 1200^\circ\text{C}$ 时 44

(三) 加热“厚钢材”、加热 温度 $\leq 1200^\circ\text{C}$ 时 45

(四) 加热“厚钢材”、加热 温度 $> 1200^\circ\text{C}$ 时 45

二、热流不变情况下加热 46

三、表面温度不变情况下加热 46

第三节 加热时间计算图表 49

一、恒温炉内加热时间 49

二、台车式炉内钢锭 加热时间图表 51

三、连续式炉内钢材加热

时间计算图表	55	八、扩散式煤气烧嘴	119
(一) 各计算参数	55	九、大气式煤气烧嘴	120
(二) 计算例题	57	十、油、煤气烧嘴	121
第四节 无氧化加热	60	第二节 燃油烧嘴	123
一、无氧化加热工作原理	61	一、低压油嘴	123
二、无氧化加热计算	62	(一) 一般特性	123
三、计算例题	63	(二) 低压油嘴计算	123
第四章 燃料消耗量计算	66	(三) 油嘴分类	124
第一节 炉底(或容积)热强度		二、高压油嘴	130
指标	66	(一) 高压油嘴计算	131
一、砂型及泥芯干燥炉	66	(二) 高压油嘴分类	132
二、塞杆烘炉及烘包器	67	(三) 高压油嘴使用的旋流	
三、各种加热炉	68	式调风器	134
四、室式及台车式热处理炉	68	三、转杯式油嘴	135
五、井式热处理炉	69	(一) 工作原理	135
六、燃油或燃煤气热处理		(二) 油嘴分类及性能数据	136
用盐浴炉	69	第三节 新型烧嘴简介	137
七、燃油或燃煤气熔铜坩埚炉	69	一、平焰烧嘴	137
第二节 单位热耗指标	70	二、高速烧嘴	141
第三节 热平衡计算	73	三、油压自动比例调节油嘴	142
一、热收入项	73	第六章 预热器	144
二、热支出项	74	第一节 预热器的作用及使用规定	144
三、炉子热效率计算	85	一、预热器的作用	144
四、用热平衡法计算燃料消耗量	86	二、预热器使用规定	146
第五章 燃烧器	95	第二节 预热器设计	146
第一节 煤气烧嘴	95	一、设计概述	146
一、DR 型低压煤气烧嘴	95	(一) 有关设计参数与计算	
二、DT 型低压天然气烧嘴	99	数据	146
三、高压喷射式烧嘴	100	(二) 设计要点	148
(一) 使用预热气体的高压		二、预热器计算	150
喷射式烧嘴	100	(一) 块状、管状预热器	150
(二) 单独预热煤气的高压		(二) 圆筒辐射预热器	156
喷射式烧嘴	110	(三) 带筋片圆筒辐射预热器	164
(三) 使用冷煤气冷空气的		(四) 铁屑预热器	170
高压喷射式烧嘴	110	(五) 蓄热室	171
(四) 改进后的高压喷射式		第三节 燃油加热器	177
烧嘴	112	一、蒸汽套管式燃油加热器	177
(五) 燃烧道设计	113	二、油箱	178
四、天然气喷射式烧嘴	114	(一) 蒸汽加热蛇形管计算	179
五、天然气半喷射式烧嘴	116	(二) 电加热计算	179
六、焦炉煤气扁烧嘴	118	第七章 筑炉材料与砌体设计	180
七、焦炉煤气喷射式烧嘴	118	第一节 耐火材料	180

一、工业炉对耐火材料的要求	180	第五节 砌体设计	225
二、耐火材料分类	180	一、砌体设计的一般要求	225
三、耐火材料的热性能	181	二、砌体尺寸	225
(一) 耐火材料的使用性能	181	三、膨胀缝留法	225
(二) 耐火制品的热学性能	183	四、拱形结构设计	228
(三) 耐火制品的化学性能	184	(一) 拱顶厚度与中心角度	228
(四) 耐火制品的级别	186	(二) 拱形结构的设计要点	228
四、常用耐火制品的形状及尺寸	186	(三) 拱形结构尺寸及每环	
五、耐火纤维	194	用砖量	230
(一) 简介	194	五、炉墙结构设计	238
(二) 分类	195	(一) 炉墙厚度	238
(三) 纤维炉墙参考结构	196	(二) 炉墙结构	239
(四) 热工计算	197	(三) 炉底结构	240
六、耐火泥与耐火粉料	199	第八章 炉前管道	242
(一) 耐火泥	199	第一节 炉前煤气管道设计	242
(二) 耐火泥浆	199	一、设计范围	242
(三) 涂料、填料、捣打料		二、计算流速	242
与密封泥料	200	三、设计要点	242
第二节 耐火混凝土	203	四、管件	244
一、铝酸盐水泥耐火混凝土	204	五、阀门选用及布置	245
二、水玻璃耐火混凝土	207	六、放散吹扫系统	246
三、磷酸盐耐火混凝土	208	七、管道支架	247
四、镁质耐火混凝土	209	八、管道阻力计算	249
五、硫酸铝耐火混凝土	210	九、施工及检验说明	250
六、轻质耐火混凝土	210	第二节 空气管道设计	251
七、耐火可塑料	211	一、设计范围	251
第三节 绝热材料	212	二、设计要点与设计数据	253
一、绝热材料的主要性能	212	三、设计布置	253
二、硅藻土质绝热材料	212	四、鼓风机(通风机)	253
三、石棉制品	214	(一) 离心式风机	253
四、矿渣棉	215	(二) 罗茨风机	255
五、蛭石	215	(三) 风机性能的换算	255
六、高温超轻质珍珠岩制品	216	(四) 风机的选用与布置	256
第四节 普通筑炉材料	217	五、施工及检验说明	257
一、普通粘土砖	217	(一) 施工说明	257
二、水泥	217	(二) 检验说明	257
三、砂	218	(三) 绝热层结构及施工说明	257
四、常用胶结剂	219	第三节 燃油管道设计	259
五、促凝剂	222	一、设计范围	259
六、铸石制品	222	二、燃油流速及阀门选用	260
七、常用筑炉材料的重度、		三、设计要点	260
导热系数、热容量	224	四、阻力计算	261

五、施工及检验说明	264	(二) 台车式热处理炉炉门	
六、U形膨胀节	264	及炉门导板设计	304
第四节 炉前冷却水管道设计	265	(三) 台车式加热炉炉门及	
一、水的计算流速	265	炉门导板设计	305
二、设计要点	265	(四) 井式热处理炉炉盖	307
三、施工及检验说明	266	(五) 室式干燥炉炉口装置	308
第九章 炉用结构件	267	三、炉门与炉口装置的计算	309
第一节 炉架	267	(一) 台车式炉炉门计算	309
一、概述	267	(二) 室式干燥炉炉口装置	
二、拱顶旁推力计算	268	计算	310
三、侧支柱承受的最大弯矩	270	(三) 井式热处理炉炉盖计算	311
四、拉杆受力计算	270	第五节 烟道闸门	313
五、拱脚梁承受的最大弯矩	272	一、烟道闸门分类	313
六、前、后支柱长细比计算	272	(一) 铸铁烟道闸门	313
七、钢材选用	273	(二) 水冷烟道闸门	315
八、钢支柱结构计算	275	(三) 转动烟道闸门	315
(一) 柱脚计算	275	二、烟道闸门配件	317
(二) 柱顶板计算	278	(一) 手动卷扬机	317
(三) 缀板计算	279	(二) 电动卷扬机	317
第二节 轨道与砂封	280	第十章 排烟系统	319
一、台车轨道	280	第一节 车间烟道	319
(一) 轨道安装	280	一、烟道布置	319
(二) 轨枕弯矩计算	285	二、烟道计算	321
二、砂封装置	286	(一) 烟气流量	321
第三节 操作平台	288	(二) 烟气温度	321
一、结构设计	288	(三) 烟气流速与阻力计算	322
(一) 平台结构	288	(四) 烟道截面尺寸	322
(二) 扶梯结构	289	(五) 烟道施工说明	322
二、结构计算	292	(六) 烟道结构温度计算	333
(一) 正应力计算	292	第二节 烟囱	340
(二) 强度和稳定性计算	293	一、排烟方式及特点	340
(三) 容许长细比 λ	293	二、烟囱布置	340
(四) 受弯构件的容许挠度 f	293	三、烟囱高度与直径计算	341
第四节 炉门与炉口装置	294	第三节 喷射排烟计算	343
一、炉门与炉口装置的一般分类	294	一、带扩散段喷射器计算	343
(一) 室式炉用炉口装置	294	(一) 有关计算参数	343
(二) 台车式炉用炉口装置	300	(二) 喷射器空气喷出口速度	344
(三) 井式热处理炉炉口装置	300	(三) 喷射器最大效率	344
(四) 室式干燥炉炉门	301	(四) 喷射器各段压力变化	344
二、炉门与炉口装置的结构设计	301	(五) 喷射器结构参数计算	345
(一) 室式炉炉门及炉口		二、简单喷射器(无扩散段)	348
装置设计	301	(一) 喷射气体喷出口速度	348

(二) 计算步骤	349	第四节 振底式炉	379
(三) 计算举例	349	一、概述	379
第十一章 常用炉型设计	351	(一) 振底式炉的特点	380
第一节 室式炉	351	(二) 振底式炉的分类	380
一、概述	351	二、设计计算	385
二、设计计算	355	(一) 设计原始资料	385
(一) 炉温计算	355	(二) 有效炉底面积计算	385
(二) 炉膛尺寸计算	355	(三) 炉底有效长度计算	386
(三) 烧嘴数量及布置	356	(四) 炉底推力计算	387
(四) 有关计算参数	356	(五) 基础受力计算	388
三、炉型结构	357	(六) 燃料消耗量及燃料分配	389
(一) 炉膛结构	357	三、炉子结构	390
(二) 炉底结构	358	(一) 炉膛结构	390
(三) 烟道结构	358	(二) 炉底结构	393
(四) 热电偶与窥视孔的布置	359	(三) 其他有关结构	397
四、计算举例	359	四、计算举例	399
第二节 台车式炉	362	第五节 环形炉	401
一、概述	362	一、概述	401
二、设计计算	365	二、设计计算	401
(一) 炉温	365	(一) 加热时间	401
(二) 炉膛尺寸计算	365	(二) 炉膛尺寸的确定	402
(三) 烧嘴数量及布置	365	(三) 炉子供热	402
(四) 有关计算参数	366	三、炉型结构	404
(五) 炉子测量要求	367	(一) 炉膛区段	404
三、炉型结构	368	(二) 炉内隔墙	406
(一) 炉膛结构	368	(三) 排烟	406
(二) 炉底结构	369	(四) 砌体结构	406
(三) 烟道结构	370	(五) 环缝及水封装置	410
(四) 炉口结构	371	(六) 金属结构	411
(五) 炉后结构	373	四、炉底传动和装、出料方式	411
第三节 井式炉	373	(一) 炉底传动	411
一、概述	373	(二) 装、出料方式	411
二、设计计算	374	第六节 煤炉	412
(一) 炉膛尺寸计算	374	一、概述	412
(二) 烧嘴数量及布置	374	二、燃烧室	413
(三) 有关计算参数	375	(一) 燃烧室分类及结构尺寸	
(四) 热电偶、窥视孔、测压		的确定	413
孔布置	375	(二) 炉篦类型与结构尺寸	416
三、炉型结构	375	(三) 供风方式	419
(一) 炉膛结构	375	三、排烟结构	420
(二) 排烟方式	378	四、炉型设计	421
(三) 炉口结构	379	(一) 燃煤加热炉	421

(二) 燃煤热处理炉	424	(二) 倾动式坩埚炉	463
(三) 燃煤室式干燥炉	425	二、设计计算	464
第七节 冲天炉	428	(一) 熔化金属所需热量	464
一、结构原理	428	(二) 燃料消耗量	465
二、设计计算	428	三、坩埚的选用	466
(一) 直炉膛冲天炉	428	第十二章 可控气氛炉	468
(二) 多排小风口曲线炉膛 冲天炉	431	第一节 可控气氛	468
(三) 多排交叉风口冲天炉	432	一、钢铁与炉气氛间的化学反应	468
(四) 中央送风冲天炉	433	(一) 钢铁与氧的反应	468
(五) 大间距小风口冲天炉	435	(二) 钢铁在炉气氛中的 氧化—还原反应	468
(六) 煤粉、燃油、天然气 冲天炉	435	(三) 钢铁在炉气氛中的 脱碳—增碳反应	469
三、冲天炉的热量平衡	442	(四) 炉气内部的化学反应	471
(一) 各项热参数	442	(五) 炉气氛中 N_2 、 NH_3 、S 对钢铁 的作用	473
(二) 燃烧反应	442	二、炉气氛的碳势控制	473
(三) 热平衡计算举例	442	(一) 定义	473
四、附录	445	(二) 炉气氛碳势控制的原理	473
第八节 室式干燥炉	450	三、可控气氛简介	474
一、概述	450	四、可控气氛类型	476
二、炉室结构	450	五、可控气氛的选择	479
(一) 炉室尺寸及燃气道与 排烟道的布置	450	六、可控气氛的用量	480
(二) 燃气道结构	452	(一) 经验指标	480
(三) 炉顶结构	452	(二) 计算公式	481
三、设计计算	455	七、原料与用量	482
(一) 炉温	455	(一) 原料种类	482
(二) 烧嘴数量及布置	455	(二) 原料选用原则	482
(三) 炉子填充率	455	(三) 原料气的成分与性质	482
(四) 炉内几何压力	455	(四) 原料的用量	486
(五) 炉内烟气流速	456	第二节 炉型类别及特点	490
(六) 排烟阻力	456	一、炉型类别	490
(七) 离炉烟气量与离炉 烟气温度	456	二、可控气氛炉特点	492
(八) 循环倍数与循环烟气量	456	第三节 炉用材料与构件	493
四、炉型示例	457	一、炉子砌体	493
(一) $5 \times 3.5 \times 3$ 室式干燥炉	457	(一) 对抗渗碳耐火材料的 性能要求	494
(二) $7 \times 5.5 \times 4.2$ 室式干燥炉	459	(二) 砌体结构	494
五、计算举例	460	二、加热元件	495
第九节 坩埚炉	462	(一) 波形带	495
一、简介	462	(二) 电辐射管	495
(一) 固定式坩埚炉	462	(三) 火焰辐射管	495

三、风机	503	(三) 管状电热元件	567
四、防爆装置	505	(四) 抗渗碳金属电热元件	573
五、火封装置	505	第二节 空气循环电炉设计	575
六、窥视孔	507	一、炉型	575
七、供气	508	二、热工计算	577
八、排气	508	(一) 加热时间计算公式	577
九、可控气氛的取样	509	(二) 对流给热系数	578
十、烧净	510	(三) 加热时间计算图表	582
第四节 可控气氛热处理炉机组	511	(四) 气流速度、循环次数与 炉温均匀度关系	582
一、室式多用炉热处理机组	511	三、电热元件计算	584
(一) 机组类型	511	四、电热元件的安装	585
(二) 炉体设计	511	五、空气循环装置设计	586
(三) 前室	514	(一) 风机的安装位置	586
(四) 传送机构	518	(二) 风道的阻力计算及 风机选择	587
二、推杆式炉热处理机组	518	(三) 导流装置	588
(一) 机组类型	518	(四) 风机轴的冷却	591
(二) 炉体设计	519	六、结构件的膨胀缝	593
(三) 装料前室	523	第三节 电极盐浴炉设计	596
(四) 后室 (淬火或缓冷室)	523	一、炉型分类	596
(五) 清洗设备	523	(一) 插入式电极盐浴炉	596
(六) 回火炉	523	(二) 埋入式电极盐浴炉	597
(七) 推料机	524	二、炉膛设计	598
(八) 料盘返回机构	524	三、电极设计	599
(九) 动作控制	524	四、起动电极	602
(十) 附表	526	五、炉罐	603
第十三章 电阻炉	528	六、电极盐浴炉用变压器	603
第一节 电阻炉设计	528	七、排气装置	607
一、炉型	528	八、电极盐浴炉常用盐类及 钢材的性能参数	608
(一) 室式电阻炉	528	第四节 硝盐炉设计	610
(二) 台车式电阻炉	528	一、硝盐炉功率计算	610
(三) 井式电阻炉	529	二、管状电热元件的安装	611
(四) 推杆式电阻炉	529	三、汇流排	612
(五) 立式电阻炉联合机组	529	四、搅拌器	613
二、炉膛尺寸计算	534	五、内槽	615
三、安装功率计算	534	六、槽漏报警装置	616
(一) 热平衡计算法	535	七、硝盐	616
(二) 指标计算法	536	第十四章 火焰炉的投产、热工 测定与调整	619
四、安装功率的分配	537	第一节 火焰炉的投产	619
五、砌体设计	538		
六、电热元件设计	539		
(一) 金属电热元件	539		
(二) 非金属电热元件	555		

一、投产前的准备工作	619	七、炉压的测定与调整	659
二、烘炉	620	八、炉内气氛的测定与调整	659
三、热工指标的测定与计算	623	九、预热器性能的测定与调整	660
(一) 炉子生产力的测定与计算	623	十、烧嘴的测定与调整	660
(二) 金属烧损率的测定与计算	623		
(三) 炉子热效率的测定与计算	624	第十五章 炉用机械	662
(四) 单位燃料消耗量的测定与计算	627	第一节 炉用机械零部件设计	662
第二节 火焰炉热工参数测定方法	628	一、环形起重链及链轮	662
一、压力的测定工具和方法	628	二、钢丝绳、绳轮及卷筒	664
(一) 热工测定时常用的压力计	628	三、板式起重链及链轮	669
(二) 压力计使用方法	628	四、套筒滚子链及链轮	670
(三) 测量压力时应注意的问题	630	五、销齿条及钝齿轮	671
二、流速及流量的测定工具和测量方法	630	六、心轴	674
(一) 常用的流速计和流量计	630	七、转轴	675
(二) 毕托管使用方法	630	八、滚柱带	676
(三) 节流装置使用方法	633	九、滚球带	676
(四) 流量计算	637	十、滚球	678
(五) 标准孔板的计算	641	十一、轴承	679
三、温度的测定工具与方法	644	十二、齿轮	679
(一) 常用的温度计	644	十三、传动机构	684
(二) 水银或酒精温度计使用方法	644	第二节 炉门升降机构	689
(三) 热电偶温度计使用方法	645	一、手动炉门升降机构	689
(四) 光学高温计使用方法	648	二、气动炉门升降机构	692
(五) 特殊温度的测定方法	649	三、电动炉门升降机构	693
四、气体成分的测定工具与方法	650	第三节 台车	694
(一) 热工测定时常用的气体分析器	650	一、台车类型	694
(二) 露点杯使用方法	651	二、台车结构	699
(三) 干湿球湿度计使用方法	652	(一) 车架	699
(四) 化学气体分析器使用方法	653	(二) 行走机构	699
(五) 采取气样时应注意的问题	655	三、台车的设计与计算	702
第三节 火焰炉热工性能测定与调整	655	(一) 车架材料及容许弯曲应力	702
一、供风系统的测定与调整	655	(二) 车架计算温度	702
二、排烟系统的测定与调整	656	(三) 加热炉及热处理炉台车的设计与计算	702
三、供油系统的测定与调整	657	(四) 干燥炉台车的设计与计算	708
四、供煤气系统的测定与调整	657	(五) 台车牵引构件	711
五、炉膛内空气过剩系数的测定与计算	658	第四节 台车牵引机构	714
六、炉膛温度的测定与调整	659	一、行车牵引机构	714
		二、钝齿轮牵引机构	715
		三、钢丝绳牵引机构	715
		四、板式起重链牵引机构	716
		五、自行式牵引机构	717
		六、行星摆线针轮减速器牵引机构	717

七、蜗轮减速器牵引机构	718	(二) 风机噪声的控制方法	790
八、往复小车牵引机构	718	四、消声器的设计原理	791
第五节 气动	719	(一) 阻性消声器	791
一、气缸分类	720	(二) 扩张室消声器	792
二、气缸牵引力计算	723	(三) 共振消声器	793
三、气动三大件及控制阀	724	(四) 阻抗复合消声器	794
第六节 液压传动	731	五、消声器设计要点	796
一、液压基本回路与炉用		六、几种风机的噪声级及其	
机械液压回路选例	731	频谱特性	798
(一) 压力控制基本回路	731	附录	799
(二) 速度控制基本回路	731	附录一 常用数学公式	799
(三) 方向控制基本回路	736	一、三角函数表	799
(四) 炉用机械液压回路选例	738	二、拱形结构尺寸计算	800
(五) 图形符号	741	三、数学公式	800
二、液压件的选择与设计	745	(一) 代数及指数	800
(一) 油缸	745	(二) 对数公式	801
(二) 油泵	755	(三) 三角函数公式	801
(三) 控制阀的选择	756	(四) 级数近似计算式	802
(四) 液压油及辅助设备	762	(五) 微分	802
三、计算举例	775	(六) 积分	803
第十六章 消烟除尘与噪声防治	779	(七) 温度换算	804
第一节 消烟除尘	779	四、理想气体的状态变化	804
一、烟尘来源	779	附录二 热参数计算及选用图表	805
二、烟尘危害	779	一、热参数选用图表	805
三、消烟除尘措施	779	二、部分热参数的近似计算公式	813
(一) 干法除尘	780	(一) 平均热容量	813
(二) 湿法除尘	782	(二) 煤气及燃烧生成气的重度	813
四、有害气体及防治	783	(三) 按烟气成分近似	
(一) 二氧化硫 (SO_2)	783	计算烟气重度	813
(二) 氮氧化物 (NO_x)	784	(四) 改变化学成分时	
(三) 一氧化碳 (CO)	784	钢重度的变化	813
(四) 光化学烟雾	784	(五) 多孔物体的导热系数	813
(五) 氟化氢 (HF)	785	(六) 水流量计算	814
五、有害物质的排放标准	785	附录三 局部阻力系数表	814
第二节 噪声防治	786	附录四 地区气象表	823
一、噪声的危害	786	附录五 铁水包、盛钢筒主要尺寸	825
二、噪声的物理量度	787	附录六 图例	826
(一) 噪声强度	787	附录七 炉体及管道的	
(二) 噪声频谱	788	涂漆类别 (参考)	827
(三) 响度级	789	附录八 耐热钢与电热合金	827
三、冲天炉用风机的噪声控制	790	一、常用抗氧化钢和抗氧化合金	827
(一) 风机噪声的产生	790	二、高电阻电热合金	830

第一章 工业炉设计概述

第一节 设计概述

一、炉型分类

机械工厂常用的工业炉，按工艺用途，分为加热炉、热处理炉、干燥炉、熔化炉等；按热源，分为煤气炉、油炉、煤炉、电炉等；按结构型式，主要分室式、开隙式、台车式、井式、步进式、振底式、连续式等；按热工制度及操作方式则分为恒温炉、间断变温炉及连续变温炉等。

炉膛内各区段温度相等，要求炉温不随时间变化时为恒温炉，如室式及开隙式加热炉，炉膛内各区段温度相等，但炉温随时间变化时为间断变温炉，如台车式加热炉及一般热处理炉；炉膛内各区段温度不等，且各区段温度不随时间变化时为连续变温炉，如各型连续式炉及半连续式炉等。

机械工厂主要炉型分类见表 1-1。

表1-1 机械工厂主要炉型分类表

炉 型	炉温范围 (℃)	结 构 特 点	生 产 用 途
室 式 加 热 炉	1250~1400	室状炉膛，分单室式、双室式及单室双门式等类别，炉门提升或侧开	小批工件加热
室式热处理炉	600~1100	室状炉膛，多为单室单门，燃烧室在底部或侧部	小批工件热处理加热
开 隙 式 加 热 炉	1250~1400	室状炉膛，缝式炉口，不带炉门	成批工件加热或工件局部加热
台 车 式 加 热 炉	1250~1300	炉底为活动台车，利用牵引机构将台车拉出	单件小批钢锭或钢坯加热
台 车 式 热 处 理 炉	600~1100	炉外装卸料，拉入炉内进行工件加热	小批工件热处理加热
连 续 式 加 热 炉	1250~1350	炉膛分区段，水冷滑轨炉底或实炉底，排烟口在进料端，工件在炉内连续移动	工件成批连续加热
推杆式热处理炉	600~1100	炉膛分或不分区段，底燃或侧燃结构，用推杆推料	多为工件成批热处理加热
环 形 加 热 炉	1250~1300	可旋转的环形炉底，机械手装、出料	工件成批加热
振 底 式 炉	600~1100	电动或气动推动炉底，并使炉底运动突然停止或后退，利用惯性将工件振出	多为工件成批热处理加热
井 式 炉	600~1100	炉膛为圆筒形深井，水平对开炉盖，工件用吊具悬挂炉内	长轴件或杆件小批热处理加热

(续)

炉 型	炉温范围 (°C)	结 构 特 点	生 产 用 途
电 阻 炉	600~1300	电阻丝(带)为加热元件	多用于工件热处理加热,也可用作高温加热
室 式 干 燥 炉	300~500	室状炉膛,炉底为活动台车,一端装、出炉,或两端贯通装、出炉,炉门对开或提升	用于砂型或泥芯干燥
铁 合 金 烘 炉	700~800	室状炉膛,活动或固定炉底	烘烤铁合金用
烘 包 器	700~800	烧嘴装在包子顶部,敞开加热	烘烤铁(钢)水包
塞 杆 烘 炉	250~350	封闭炉膛,塞杆悬挂炉内	烘烤钢水包塞杆
冲 天 炉		圆筒形立式炉身	熔化铸铁
坩 埚 炉	900~1300	封闭炉膛,固定式或倾转式	熔化有色金属

二、设计要则

1. 工业炉设计必须符合国家有关的技术政策,炉子的技术性能应能满足生产工艺要求;

2. 运用不断发展的热工及机械理论,例如:燃料燃烧、流体力学、传热学、机械原理等指导炉子的设计工作;引进并吸收国外工业炉先进技术,不断完善和提高炉子的技术性能及机械化自动化程度;

3. 炉子结构尺寸应根据生产实践或科学试验中已经发展了的实践数据加以确定,不应照旧有结构按比例放大或缩小;

4. 设计新的炉型结构时,应注重提高炉子生产率,提高产品质量,降低燃料消耗,改善操作条件和提高炉子使用寿命;

5. 要不断引用新材料、新设备以改进炉子结构,例如尽量采用新型耐火材料和绝热材料改进炉子的砌体结构,使炉墙热损失少,升温速度快,从而提高炉子的热效率;

6. 要熟悉各种炉用机械传动方案,熟悉炉子控制原理,不断提高炉子的机械化自动化程度;不断革新炉子构件,如炉门、台车砂封、烟道闸门等装置,提高炉子的密封性能;

7. 设计炉子时,对材料选用、设备选型、通用构件的规格尺寸等,应尽可能全厂或全车间通用以使维修方便;

8. 在一定时期内,有条件有步骤地进行某些工业炉三化(典型化、系列化、完善化)设计工作,及时总结和推广新技术;

9. 要采取保护环境和防止污染的治理措施,例如:对于煤炉应不断改进燃烧过程,用煤气化代替层状燃烧;用机械化代替人工加煤;对于冲天炉应至少采用旋涡除尘器代替重力除尘器,进而用湿法或干湿结合的除尘方案以达到除尘和消除有害气体的目的;对于高压风机要装设消声器以减少噪声危害。

三、设计原始资料

设计前应具备下列资料：

1. 初步炉型及规格；
2. 炉口尺寸；
3. 燃料种类。应具备下列内容：
对于煤：产地、工业分析、低发热量、灰熔点；
对于燃料油：牌号、产地、低发热量、重度；
对于煤气：低发热量、成分、重度、粘度，对于发生炉煤气尚应了解煤气内水、灰、焦油的含量；
4. 炉子用途和操作班次；
5. 加热件或物料的形状、尺寸、重量、材质；
6. 装料方式及最大装载量；
7. 炉温或典型的炉子升温曲线；
8. 炉子最大生产力；
9. 排烟方式；
10. 地质气象资料，如土质、土壤耐压强度、地下水位、全年平均气温、大气压力、风向、空气平均湿度等；
11. 生产工艺对炉子机械化程度和热工测量控制的要求；
12. 车间工艺布置图及炉子周围地下构筑物轮廓图。

四、设计计算

（一）确定炉型结构

根据工厂生产工艺要求，工厂所处地区燃料及材料供应情况，地质与气象情况等因素，统一选择并确定合理的炉型方案。

（二）分项计算

炉子的结构方案确定以后，分别进行下列各项计算：

1. 炉温计算；
2. 燃料消耗量计算；
3. 燃烧装置计算（规格及数量）；
4. 空气量及燃烧生成气量计算；
5. 电炉功率及电热元件计算；
6. 炉膛尺寸计算；
7. 炉架计算；
8. 预热器计算；
9. 炉前管道计算；
10. 烟道烟囱及炉用机械计算等。

（三）绘制施工图

炉子施工图纸包括下列内容：

1. 炉子总图

以砌体为主要绘制内容,对炉墙、炉顶、炉底的材质组成,结构尺寸等应详细标注。此外,应尽量画出炉子的主要附属构件,如:炉架、炉前管道、炉用机械等的结构示意及相互间的安装尺寸。在炉子总图上尚应附有:图签、炉子组成部分表、技术性能表、耐火材料及建筑材料明细表、施工说明等。

2. 部件图

部件图反映了炉型结构的基本组成部分,属于装配图纸。在部件图上要标注零件间的安装尺寸及公差配合代号,并编出全部零件的顺序号。在部件图上还应附有:图签、零件明细表、技术说明等。

3. 零件图

零件图是炉子最基本的制造图纸,要求图面清晰、视图正确、齐全,尺寸准确无误,选材合理可靠并且便于加工制造。在零件图上必须注出加工符号(光洁度)、公差数字、焊接符号及焊条种类等。零件图上应附有图签,图签内应注出:材料种类,零件重量,制图比例、图幅大小等。

4. 编写设计说明书

5. 编制图纸目录

第二节 炉型选择

炉型选择涉及多方面问题,主要与燃料种类、预热器类型、燃烧装置类别、排烟方式等有密切关系。

一、燃料选择

根据工厂所在地区的燃料来源情况,并根据国家燃料政策对可能供应的燃料进行热工分析和经济比较,然后确定按燃料分类的炉型。

(一) 固体燃料

常用固体燃料主要为煤,也有使用煤粉的,冲天炉则主要使用焦炭。

各地煤种差异较大,设计工业炉时必须因地制宜地选用煤种,在可能条件下应该充分利用劣质煤。

(二) 气体燃料

大型机械工厂多使用发生炉煤气、焦炉煤气、天然气,少数工厂也有使用混合煤气、油气及液化石油气的。

发生炉煤气、焦炉煤气、混合煤气的炉前煤气压力分两种:

高压煤气 工作压力 ≥ 1200 毫米水柱;

低压煤气 工作压力 ≤ 500 毫米水柱。

天然气的炉前煤气压力亦分两种:

高压天然气 工作压力 $15000\sim 20000$ 毫米水柱;

低压天然气 工作压力 $\leq 500\sim 1000$ 毫米水柱。

中、小型工厂,由于炉子规格小,温度制度易于控制,一般适于用高压煤气、选用高压