

高等学校教学用书

冶金炉热工及构造

东北工学院冶金炉教研室

編著

北京钢铁学院冶金炉教研组



中国工业出版社

前 言

本书为高等学校冶金炉专业讲授“冶金炉热工及构造”课程所用教材。这门课的主要任务，是分析和探讨冶金炉热工原理和结构原则，使学生能够综合地把自己所学过的专业知识（如燃料燃烧，气体力学，传热学以及其他有关课程）具体运用到炉子上。所以，我们力求对于炉子热工原理进行比较详细的分析，为了解、改进和发展炉子结构和热工操作打下基础。

书中内容以黑色冶金工厂的火焰炉为主，前后共分四篇。

第一篇包括了炉子热工方面带有普遍性的几个主要问题：学科的形成和研究对象、炉子的生产率、燃料消耗和废热利用等。

第二、三两篇是平炉和加热炉。按炉子种类而言，这是本书重点讨论的两种冶金炉。

第四篇包括热处理炉、干燥炉和耐火材料工业用窑炉。

高炉、转炉虽是钢铁厂的重要设备，但是由于有关热工方面成熟的资料比较缺乏，并且归纳不够，而未能列入书中。至于电炉，考虑到教学的方便拟归入另一门课程中。在分别论述各种冶金炉时，并没有系统地介绍它们的计算方法，准备以后再编写这方面的资料。

参加本书编写的有东北工学院冶金炉教研组（编写第一、二篇及第三篇一二章）陆钟武、宁宝林、朱汝恩、任世铨、杨宗山、刘春声，以及北京钢铁学院冶金炉教研室（编写第三篇第三章及第四篇）倪学梓、高仲龙、邱国仕、徐业鹏、陈洁珍等同志。

我们希望，本书的出版有助于提高教学质量。在今后教学过程中本书能得到进一步的充实和提高。望读者批评指正。

编委会



問題：第一篇，介紹了冶金炉热工方面带普遍性的几个主要
 形成和研究对象，炉子生产率，燃料消耗等；第二、三篇
 加热炉热工和构造；第四篇对其它冶金炉，例如热
 处理、工业用窑炉等，作了一般的介绍。
 为冶金工业“热工及构造”课程的教学用书，亦可
 供高等工业院校及炼钢等专门技术人員也有参考价值。

冶金炉热工及构造

东北工学院冶金炉教研室 編著
 北京钢铁学院冶金炉教研组

*

冶金工业部工业教育司編輯(北京猪市大街78号)

中国工业出版社出版(北京佟麟阁路丙10号)

(北京市书刊出版事业許可証出字第110号)

中国工业出版社第三印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ · 印张 $16 \frac{3}{4}$ · 插頁2 · 字数370,000

1961年9月北京第一版·1962年5月北京第二次印刷

印数1,338—3,110 · 定价(10—6) 2.05元

*

統一书号: K 15165 · 469(冶金-137)

目 录

第一篇 总 论

第一章 緒論.....	7
§ 1 冶金炉的分类.....	7
§ 2 对炉子的基本要求.....	8
§ 3 冶金炉热工学科的形成和研究对象.....	9
第二章 炉子的各主要組成部分.....	12
§ 1 炉膛的磚砌体.....	12
§ 2 炉子的鋼結構.....	17
§ 3 烟道, 閘門和烟囱.....	21
§ 4 气体輸送管道及閘門.....	23
第三章 炉子的生产率.....	25
§ 1 綜述.....	25
§ 2 影响炉子生产率的热工因素.....	25
第四章 炉子热平衡及燃料消耗.....	37
§ 1 基本概念.....	37
§ 2 热平衡的編制.....	38
§ 3 热量利用系数及热量有效利用系数.....	45
§ 4 燃料的节约.....	47
第五章 废热利用装置.....	49
§ 1 概述.....	49
§ 2 預热空气及煤气的作用.....	49
§ 3 换热器的一般工作原理.....	50
§ 4 金属换热器.....	53
§ 5 耐火材料(陶瓷)换热器.....	62
§ 6 金属换热器与陶瓷换热器的比較.....	65
§ 7 换热器的計算方法.....	65
§ 8 改进换热器工作的途徑.....	69
§ 9 蓄热室的构造.....	70
§ 10 蓄热室的計算.....	73
§ 11 蓄热室的換向.....	75
§ 12 换热器与蓄热室特点的比较.....	79
§ 13 废热鍋炉.....	79
第一篇 参考文献.....	81

第二篇 平 炉

第一章 平炉的热工原理.....	82
------------------	----

§ 1	平炉的概述	82
§ 2	炉膛内气体运动	84
§ 3	炉膛热交换 (熔炼室)	89
§ 4	炉料内部的热交换	96
第二章	平炉构造	98
§ 1	平炉的分类	98
§ 2	平炉炉头	99
§ 3	平炉炉膛 (熔炼室)	105
§ 4	沉渣室	113
§ 5	蓄热室	116
§ 6	平炉钢架	116
§ 7	平炉冷却部件	118
第三章	平炉热制度	124
§ 1	热负荷	124
§ 2	空气过剩系数	127
§ 3	炉膛压力	128
§ 4	换向间隔时间	129
§ 5	燃料发热量	129
§ 6	两个蓄热室间的废气分配	130
第四章	平炉热工方面的技术措施及构造的改进	131
§ 1	热工方面的技术措施	131
§ 2	构造的改进	136
第二篇	参考文献	140

第三篇 加 热 炉

第一章	金属加热工艺	141
§ 1	金属的物理性质和机械性质	141
§ 2	金属加热时的氧化、脱碳、过热与过烧	145
§ 3	金属加热温度	148
§ 4	金属加热速度	152
§ 5	金属加热制度	156
§ 6	金属加热时间	157
第二章	连续加热炉	160
§ 1	连续加热炉的温热制度和压力制度	160
§ 2	连续加热炉的炉型	166
§ 3	连续加热炉主要部分的构造	174
§ 4	各种连续加热炉	184
§ 5	机械化炉底炉及快速加热炉	189
第三章	均热炉热工及构造	193

§ 1	概述.....	193
§ 2	各种均热炉.....	194
§ 3	均热炉热工及操作.....	203
§ 4	均热炉车间的布置及辅助设备.....	210
第三篇	参考文献.....	214

第四篇 其他冶金炉

第一章	热处理炉热工及构造.....	215
§ 1	热处理炉构造的特点.....	215
§ 2	热处理炉内钢的加热和冷却.....	219
§ 3	热处理炉构造.....	228
§ 4	热处理炉内的无氧化加热及保护气体.....	245
第二章	干燥炉.....	247
§ 1	概述.....	247
§ 2	干燥过程.....	248
§ 3	干燥炉的热工计算.....	250
§ 4	干燥炉.....	255
第三章	耐火材料工业用窑炉.....	260
§ 1	原料煅烧窑.....	260
§ 2	耐火材料制品烧成窑.....	264
第四篇	参考文献.....	269

原书缺页

原书缺页

前 言

本书为高等学校冶金炉专业讲授“冶金炉热工及构造”课程所用教材。这门课的主要任务，是分析和探讨冶金炉热工原理和结构原则，使学生能够综合地把自己所学过的专业知识（如燃料燃烧，气体力学，传热学以及其他有关课程）具体运用到炉子上。所以，我们力求对于炉子热工原理进行比较详细的分析，为了解、改进和发展炉子结构和热工操作打下基础。

书中内容以黑色冶金工厂的火焰炉为主，前后共分四篇。

第一篇包括了炉子热工方面带有普遍性的几个主要问题：学科的形成和研究对象、炉子的生产率、燃料消耗和废热利用等。

第二、三两篇是平炉和加热炉。按炉子种类而言，这是本书重点讨论的两种冶金炉。

第四篇包括热处理炉、干燥炉和耐火材料工业用窑炉。

高炉、转炉虽是钢铁厂的重要设备，但是由于有关热工方面成熟的资料比较缺乏，并且归纳不够，而未能列入书中。至于电炉，考虑到教学的方便拟归入另一门课程中。在分别论述各种冶金炉时，并没有系统地介绍它们的计算方法，准备以后再编写这方面的资料。

参加本书编写的有东北工学院冶金炉教研组（编写第一、二篇及第三篇一二章）陆钟武、宁宝林、朱汝恩、任世铨、杨宗山、刘春声，以及北京钢铁学院冶金炉教研室（编写第三篇第三章及第四篇）倪学梓、高仲龙、邱国仕、徐业鹏、陈洁珍等同志。

我们希望，本书的出版有助于提高教学质量。在今后教学过程中本书能得到进一步的充实和提高。望读者批评指正。

编委会



目 录

第一篇 总 论

第一章 緒論	7
§ 1 冶金炉的分类	7
§ 2 对炉子的基本要求	8
§ 3 冶金炉热工学科的形成和研究对象	9
第二章 炉子的各主要組成部分	12
§ 1 炉膛的磚砌体	12
§ 2 炉子的鋼結構	17
§ 3 烟道, 閘門和烟囱	21
§ 4 气体輸送管道及閘門	23
第三章 炉子的生产率	25
§ 1 綜述	25
§ 2 影响炉子生产率的热工因素	25
第四章 炉子热平衡及燃料消耗	37
§ 1 基本概念	37
§ 2 热平衡的編制	38
§ 3 热量利用系数及热量有效利用系数	45
§ 4 燃料的节约	47
第五章 废热利用装置	49
§ 1 概述	49
§ 2 預热空气及煤气的作用	49
§ 3 换热器的一般工作原理	50
§ 4 金属换热器	53
§ 5 耐火材料(陶瓷)换热器	62
§ 6 金属换热器与陶瓷换热器的比較	65
§ 7 换热器的計算方法	65
§ 8 改进换热器工作的途徑	69
§ 9 蓄热室的构造	70
§ 10 蓄热室的計算	73
§ 11 蓄热室的換向	75
§ 12 换热器与蓄热室特点的比较	79
§ 13 废热鍋炉	79
第一篇 参考文献	81

第二篇 平 炉

第一章 平炉的热工原理	82
-------------	----

§ 1	平炉的概述	82
§ 2	炉膛内气体运动	84
§ 3	炉膛热交换 (熔炼室)	89
§ 4	炉料内部的热交换	96
第二章	平炉构造	98
§ 1	平炉的分类	98
§ 2	平炉炉头	99
§ 3	平炉炉膛 (熔炼室)	105
§ 4	沉渣室	113
§ 5	蓄热室	116
§ 6	平炉钢架	116
§ 7	平炉冷却部件	118
第三章	平炉热制度	124
§ 1	热负荷	124
§ 2	空气过剩系数	127
§ 3	炉膛压力	128
§ 4	换向间隔时间	129
§ 5	燃料发热量	129
§ 6	两个蓄热室间的废气分配	130
第四章	平炉热工方面的技术措施及构造的改进	131
§ 1	热工方面的技术措施	131
§ 2	构造的改进	136
第二篇	参考文献	140

第三篇 加 热 炉

第一章	金属加热工艺	141
§ 1	金属的物理性质和机械性质	141
§ 2	金属加热时的氧化、脱碳、过热与过烧	145
§ 3	金属加热温度	148
§ 4	金属加热速度	152
§ 5	金属加热制度	156
§ 6	金属加热时间	157
第二章	连续加热炉	160
§ 1	连续加热炉的温热制度和压力制度	160
§ 2	连续加热炉的炉型	166
§ 3	连续加热炉主要部分的构造	174
§ 4	各种连续加热炉	184
§ 5	机械化炉底炉及快速加热炉	189
第三章	均热炉热工及构造	193

§ 1	概述	193
§ 2	各种均热炉	194
§ 3	均热炉热工及操作	203
§ 4	均热炉車間的布置及輔助設備	210
第三篇	参考文献	214

第四篇 其他冶金炉

第一章	热处理炉热工及构造	215
§ 1	热处理炉构造的特点	215
§ 2	热处理炉内鋼的加热和冷却	219
§ 3	热处理炉构造	228
§ 4	热处理炉内的无氧化加热及保护气体	245
第二章	干燥炉	247
§ 1	概述	247
§ 2	干燥过程	248
§ 3	干燥炉的热工計算	250
§ 4	干燥炉	255
第三章	耐火材料工业用窑炉	260
§ 1	原料煅烧窑	260
§ 2	耐火材料制品烧成窑	264
第四篇	参考文献	269

第一篇 总 論

第一章 緒 論

冶金炉是冶金生产中各种冶炼（熔化）和加热设备的统称。

多数冶金过程都需要较高的温度；矿石的焙烧和冶炼，金属的提纯和重熔，金属锭（坯）的加热以及金属或合金的热处理等一系列过程中，炉子都是不可少的。

耐火材料原料的焙烧，料坯的干燥和烧成等工艺过程，也以各种炉子为其主要设备。所以，这些炉子也在冶金炉范围之内。

本书从炉子热工及构造的角度，着重地探讨了提高炉子生产率，节约原料，燃料和提高劳动生产率等问题，因此它在社会主义建设事业的发展方面，具有重要意义。

§1 冶金炉的分类

为了研究和了解方便起见，将所有冶金炉，按其主要的特征，作如下的分类：

一、按热的来源分：

- (1) 火焰炉；
- (2) 电炉。

二、按工艺过程分：

- (1) 加热炉；
- (2) 熔炼炉。

三、按冶炼或加热金属种类分：

- (1) 黑色冶金用炉；
- (2) 有色冶金用炉。

每一种炉子都具有上列特征之一，综合起来即成为具有一定特征和用途的炉子。

火焰炉与电炉相比较，电炉的结构简单，可以较精确地控制温度，炉内没有燃烧产物，热效率高，产品质量较高。但电热的生产成本却较高，一方面是电炉的建筑材料（发热体、电极等）价值昂贵，消耗量大且使用寿命短，另一方面是电能的成本比燃料的成本高得多，原因是电能多半由燃料的热能转变而来，在电炉中燃料不是直接被利用的。因此利用电炉的生产成本比火焰炉高。对于同一种加热目的，应用电热所花的成本比燃料热高二至三倍。如果建立了强大的水电站或原子能电站，则电热的成本将会降低。

目前，电炉应用的范围主要是：

- (1) 熔炼优质金属及合金；
- (2) 金属的热处理，目的在于准确地控制炉内温度以获得优良的加热质量；
- (3) 快速加热。应用电热可以使物体在极短时间内加热到指定温度。

火焰炉的应用范围，则极其广泛，无论在大型，中型或小型的冶金及机械制造的工

厂中，都有应用，而且是一种不可缺少的设备。

本课程中，将着重讨论火焰炉的构造和热工问题。

冶金炉按工艺过程的分类中，有加热炉与熔炼炉两种，加热炉的用途有：

- (1) 加热金属以改变其机械性质（可塑性），得以进行压力加工（轧制，锻造，冲压和拉丝）；
- (2) 加热金属以改变其结晶组织，达到金属的热处理（淬火，回火，退火，渗碳等）的目的；
- (3) 煅烧材料（石灰石，白云石，菱镁石，矿石及耐火材料等）；
- (4) 排出材料中的水分（铸型、粘土、砂子、矿石及煤炭的干燥）。

综上所述，在加热炉中，不改变物料的物态，仅改变它的机械及物理——化学性质。

根据上述的用途，加热炉可分为：

- (1) 轧钢及锻工生产用炉；
- (2) 热处理炉；
- (3) 材料煅烧窑炉；
- (4) 干燥炉。

熔炼炉的用途有：

- (1) 由矿石提取金属（如炼铁，获得铜精矿等）；
- (2) 熔化金属（如生铁的熔化）；
- (3) 除去金属中的杂质，以获得必须成分的金属（如炼钢）。

可知，材料在熔炼炉中，进行的加热和熔炼，不但改变其机械及物理性质，而且还改变了它们的物态。

熔炼炉，按其构造，可以分为如下二类：

- (1) 竖炉及冲天炉；
- (2) 室状炉或熔池炉。

关于黑色及有色冶金用炉，则因其工艺过程的不同，炉子的构造也有不同的特征。

§2 对炉子的基本要求

为了说明对炉子的要求，首先提到评价炉子工作的几个主要指标：

一、生产率：炉子生产率乃指单位时间内炉子的产量，例如公斤/时，吨/时，吨/日等。

为了正确的评价炉子工作的好坏（在产量方面），应采用单位生产率这一指标，它是单位炉底面积上（或炉膛单位体积中）在单位时间内的产量。这个指标对加热炉而言，就是炉底强度（公斤/米²·时）；对平炉而言，是炉底利用系数（吨/米²·日）；对高炉而言，是容积利用系数（吨/米³·日）^①；其它各种炉子的单位生产率的表示方法视具体情况而定。

二、产品质量：产品质量的指标，随炉子而异，不便一概而论。以加热炉为例，则：

^① 国外这一指标的单位是米³/吨·日。

金属加热质量一般注意以下几方面：

- 1) 金属出炉温度及其断面上的温度分布；
- 2) 金属的氧化和脱碳程度；
- 3) 金属的过烧和烧毁；
- 4) 金属内部及表面有无裂纹等。

三、燃料消耗量：燃料消耗量的单位是公斤/时（对固体燃料和液体燃料而言），标米³/时（对气体燃料而言）。

通常用单位燃料消耗量作为这一方面的指标评价，它指的是加热或熔炼单位重量金属所消耗的燃料或燃料燃烧的放热量。例如千卡/公斤钢，公斤焦炭/吨生铁，以及公斤标准燃料/公斤钢。

四、建炉和修炉时所耗费的筑炉材料：炉子工作期间由于高温化学作用以及机械磨损的结果，炉体将会有程度不同的毁坏，因此炉子都定期地进行小修，中修和大修。炉子的检修是保证炉子正常工作不可缺少的。

筑炉材料消耗量一般都表示为生产每单位重量产品所耗费的量。

五、劳动条件：这是指炉子机械化和自动化的程度以及操作环境的安全和卫生。

一般而言，对炉子的基本要求是在以上五方面都有良好的指标，即单位生产率高，产品质量好，单位燃料消耗量低，单位重量产品消耗的筑炉材料少，劳动条件好。但在解决具体问题时，必须正确的对待这些指标间的相互关系。最重要的是从全局着眼，而不能只看局部；在生产发展的不同时期，对于各指标的要求应该是发展的、变化的；必须辩证的对待产量与质量和原料燃料消耗之间的关系。比如，究竟是在保证最大生产率的前提下，尽量降低原料燃料消耗；还是在保证最低原料、燃料消耗的条件下，尽可能提高炉子的生产率。这一问题就要看当时当地的具体条件。

总之，在考虑对于炉子的基本要求时，必须以党的社会主义建设总路线为依据，并从建炉当地当时的具体条件出发。

§3 冶金爐热工学科的形成和研究对象

一、学科的形成

冶金炉热工开始成为系统的科学是在本世纪初。它的理论基础是一般的气体力学、燃烧理论和传热学。像其它学科一样，冶金炉理论的发展以生产力发展为其基础；它的发展体现了劳动人民的智慧。

历史上有一些科学工作者，他们在前人的理论工作和实践基础上，总结提高，在理论上形成系统，形成学派，促进了本学科的发展。各学派在不同的条件下，从不同的角度，用不同的方法，进行炉子方面的研究，所以它们的基本观点各有不同。在各学派的代表著作中清楚地反映了这个差别。它们相互补充，相互校正，在学科的成长方面起了促进作用。

可以认为苏联是冶金炉理论发展较早较快的国家，学派的发展也比较明显。以下将介绍其历来各主要学派^①。

^① 关于各学派的介绍和评论，主要根据参考文献〔9〕。

二、炉子水力学原理派

这一学派的代表人物是格罗姆（Грум-гржимайло）；1912—1925年期间是这一学派形成的最后阶段。当时正处在十月革命前后，钢铁工业生产水平尚比较低。在此学派开始形成的时期，多数炉子还不使用鼓风机；炉子的设计主要凭技师的经验。在这种情况下，格罗姆在前人的工作和生产经验的基础上发表的阐述基本原理的文章和书籍起了重要作用，其中主要是“火焰炉”一书（1925年）。

当时，水力学早已发展，而传热学尚未系统化。炉子水力学原理，就其理论基础而言，是建筑在水力学上的。

这一原理的基本观点是：“把炉内火焰以及气体流动看作是轻的流体在重流体中的流动”。由此：

（1）用气柱重度的差别解释了烟囱工作原理，并认为炉内气体的流动全靠烟囱的抽力；

（2）炉底上的压力应与外界压力相等，以防冷空气吸入，或溢出过多的热气；

（3）把热气体在炉内的流动，与河水在河床中流动相比，前者好像是倒置的河床。河水比其四周的空气重，所以水在河床底部流动，并由高处流向低处；炉子里的情况刚好反过来，热气体比其四周的冷气体轻，所以它贴着炉顶流动，自然的趋势是由低处流向高处；

（4）炉内热气层厚度的计算公式与河床中水位高度的计算公式相同；炉子在工作时，热气层的厚度应等于炉膛高度；热气与被加热物接触有利于加热；

（5）欲使气流在炉内分布均匀，则渐冷的热气应自上而下流动，渐热的冷气应自下而上流动——分流定则基本原理的确立；

（6）火焰在炉内停留的时间愈长，它放出的热量愈多，

（7）炉内气体的自然流动比强制流动更有利于传热和燃烧。

当时这个学派对指导炉子的设计和操作起了极为重要的作用。格罗姆曾以这些理论为基础提出了火焰炉方面的一些设计原则和方法，而且在当时得到了广泛的应用。炉子热工的迷宫初步被揭开。

但是，由于受到当时生产力和基础理论的限制，这原理中有些观点是不正确的，例如上述最后两点。此外有些观点，因为后来生产水平的提高，而变得不再适用，例如炉内气体改为强制流动后就不再像是河床中水的流动。

这一原理在学术上的缺点，在于有些地方片面地强调水力学的原理和定理，考虑炉子的特点不够。单纯地从气体运动的角度研究炉子，有较大的片面性。

三、炉子一般原理派

1923~1929年间在苏联形成了以道布洛赫托夫（Н. Н. Доброхотов）为代表的炉子一般理论。当时，生产力已经提高到一个新的水平，炉子采用了强制鼓风，作为炉子热工重要基础之一的传热学已经开始发展起来了。

这一学派重视了技术物理的定理在冶金炉上的应用，比较深刻地说明了炉子的原理。在具体炉子热工方面有以下几个结论：

（1）炉内的气体流动不像倒置河床的情况，而是气体充满管道时的流动；

- (2) 应采用鼓风机, 排烟机以便于組織燃烧过程以及增大燃料和空气的用量;
- (3) 气体(火焰)不必在炉內多停留, 因为气体的輻射在剎那間就能进行;
- (4) 改进炉內传热的条件是增大火焰輻射, 使火焰接近被加热物以及增大其受热面;
- (5) 空气与燃料的混合过程是燃烧过程的決定因素, 因为在高温下化学反应在瞬間即完成。

这方面比較完整的代表著作是那札洛夫(И.С.Назаров)在1941年所著“工业炉理論基础”。

这一学派, 在炉子工作者和冶金工作者中糾正以前水力学原理的陈旧观点方面, 起了很大作用, 是炉子热工理論发展中极为重要的阶段。道布洛赫托夫在早期也有些明显的錯誤观点, 如: 1) 过分地強調对流传热, 认为气体要流得快才好, 曾建議做矮炉頂的炉子, 未得良好效果; 2) 认为燃烧过程应该在炉膛外进行^①, 进入炉內的是熾热气体, 只要它具有一定温度, 能以对流方式将热传给被加热物。这主要是把鍋炉热工方面的成就向炉子热工方面机械搬用的結果。

炉子一般理論派在学术上的缺点, 是单独地闡明燃烧, 气体运动, 传热等过程, 而相互联系較少。这一点反映在炉膛热交换問題的研究上最为明显: 只把炉膛认为是充滿气体的空間, 忽略了其中气体运动和燃烧过程对传热的重大影响。

四、炉子的热理論和能量理論派

1930年以塞米金(И.Д.Семикин)为代表, 在炉子热工方面形成一派观点——炉子的热理論。这是在斯卡列道夫(Н.Е.Скарёдов)和塞米金等人長時間研究平炉热工的基础上提出来的, 这一理論的基本观点是: “做为热设备的炉子, 它的工作好坏的決定因素是热負荷問題, 即单位時間內供入炉內的热能数量問題”。在这一理論基础上, 明确了强化炉子工作必須增强供热设备的能力。但也必須指出該理論的片面性, 即是它把热負荷的作用絕對化, 而忽略了热交换和燃料燃烧条件对炉子工作的影响, 这显然是不全面的。

1935~1937年間, 苏联斯达哈諾夫先进生产者运动期間, 生产力迅速提高, 原有的理論显得不能滿足需要。在此情况下, 形成了“能量理論”, 其实质, 就是“热理論”与“炉子一般理論”的綜合, 仍然过分強調增加热負荷对提高炉子产量的作用。

以上几个学派, 它們涉及問題的范围較广, 影响較大。除此之外还有許多单纯闡叙某一类型炉子(豎炉, 平炉, 加热炉, 有色炉等)的原理。虽然它們研究的面較窄, 但对子学科的充实提高起了重大作用。近20年来, 研究工具、研究方法的改进和創造使学科得到了更加迅速的成长。例如模型法就是研究炉子的重要方法之一, 它不仅被用来研究炉子設計的改进, 而且在炉子理論方面提供了丰富的資料; 各种測量研究工具的使用, 更使人們获得了大量的数据, 从而使本学科的基础更加牢靠。

近些年来, 以格林科夫(М.А.Глишков)为代表的一些学者提出要重新建立炉子的普遍原理, 也就是要在炉子設計、操作、构造等方面, 从用途不相同、种类繁多的炉子中抽出共同的东西来作为“炉子热工一般原理”。其代表著作是1959年出版的“炉子

① 即炉膛內无燃烧过程。