

中等专业学校教学用书

冶金爐及燃料

鞍山钢铁学院冶金炉教研组編



中国工业出版社

76.181
762

中等专业学校教学用书



冶金炉及燃料

鞍山钢铁学院冶金炉教研组编

20308/17

中国工业出版社

本书系根据冶金工业部教育司1959年制定的中等专业学校指导性教学大纲编写而成。本书为中等冶金专业学校黑色冶金及轧钢专业试用教材。全书共分六篇。第一篇为燃料燃烧，介绍了燃料的来源、种类及其特性，燃料设备和燃烧计算；第二篇为气体力学，主要讲述气体流动的状态，气体流动的动力学及炉内气体的流动；第三篇是传热原理，讲述传热的基本规律及其计算；第五篇为筑炉材料及筑炉；第六篇为炉子构造与热平衡。

本书除可供作中等专业学校的教材外，亦可供厂矿等单位工程技术人員参考。

本书经冶金工业部教育司推荐作为中等专业学校轧钢冶炼专业教学用书。

冶 金 炉 及 燃 料

鞍山钢铁学院冶金炉教研组編

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许可证出字第110号）

中国工业出版社第三印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店經售

开本 $850 \times 1159^{1/32}$ · 印张 $12^{5/8}$ · 插頁 1 · 字數 318,000

1961年8月北京第一版·1961年8月北京第一次印刷

印数0001—5,037 · 定价（9—4）1.45元

統一書号：15165·240（冶金—87）

編者的話

本书根据冶金工业部教育司1959年制定的冶金系統中等专业学校指导性教育計劃，在我組原有冶金炉讲义的基础上，并参考了兄弟院校的教材与讲义編写而成。編写时基本上保持了原有体系和包括了“炉及燃料”教学大綱所規定的內容。书中力求反映我国大跃进以来的成就。在結合专业方面也作了一定的努力。

参加该书編写和审閱工作的有鞍山鋼鐵学院冶金炉教研組全体同志和石景山冶金学院部份同志，另外还有炼鋼、炼鉄等兄弟教研組协助进行了审閱工作。

由于受到時間和編者水平的限制，缺点和錯誤在所难免，因此，誠懇地希望讀者，提出意見和批評，以便今后再版时加以修改，充實和提高。

鞍山鋼鐵学院冶金炉教研組

05131

緒 論

冶金过程絕大多數是在高溫下进行的，因此炉子是冶金生产的基本設備。要使炉子工作良好，必須完成下述几件工作：

- (1) 正确地选择燃料和組織燃烧过程，以获得高溫；
- (2) 連續不断地供給空气和排出废气，并合理地組織炉内气体流动；
- (3) 将燃料燃烧放出的热量尽可能多的給予被加热物，同时减少热損失；
- (4) 正确选用筑炉材料和砌筑炉子，以获得高的寿命；
- (5) 根据不同的目的和要求，完成不同的工艺过程。

冶金工作者的任务之一，是要掌握上述知識，正确运用它們的規律，使炉子工作向人們所期望的方向发展，在最短的时间內加热或熔炼出最多的、质量良好的产品；同时减少原料和材料的消耗，降低产品的成本。

“炉及燃料”課程的目的就是給予学生具备上述的基本理論知識和計算方法，也为学习专业課打下基础。由于炼鋼和炼鉄专业課中将詳細讲授該专业的生产工艺和炉子設備，因此本課程不再讲授这些知識，而只讲授炉子的基本原理，对軋鋼专业除了讲授这些基本原理之外，还有讲授金属加热的工艺操作和炉子設備。

炉子出現是很早的，但是炉子理論尚是一門年青的科学。最初人們应用的炉子是很簡陋的，随着生产的发展，特别是冶金工业的发展，要求炉子結構不断地改善，生产操作不断强化，劳动人民在生产实践中，对炉子結構进行很多改进，但是为了进一步改进炉子結構，設計合理的炉型，滿足生产不断强化的需要，就要有正确的理論来进行指导，在1905年—1911年，俄国工程师格魯姆——格罗瑞馬益洛根据多年对冶金生产用炉工作的观察，綜合了前人有关炉子方面的工作經驗，在此基础上建立了所謂“炉子

水力学理論”，炉子水力学理論的主要內容是它把炉子看成是一个倒置的河床，炉气在炉中流动就好像水在河床中流动一样，因此他就把水力学一些原理应用到炉子中，炉子水力学理論对当时主要依靠自然通风的炉子基本是适合的，因此对推动生产起了一定的作用，但是随着冶金工业进一步发展，炉子操作的进一步强化，炉子水力学的理論就不能完全正确反映与指导現代炉子的实践了，这样就产生了以道布洛赫托夫、格林科夫为代表的現代炉子理論，現代炉子理論是比较綜合地考虑了燃料燃烧，气体流动、热交換等各方面的問題，并結合具体炉子做具体分析，它认为热交換是炉子热工的首要过程，因此也必須相应地組織炉內的燃料燃烧与气体流动，为热交換的进行創造最有利的条件。

現代炉子理論虽然还不十分完善，但它基本反映了現代炉子的一般情况，因此对生产起了推动作用，例如目前在平炉中定向传热的应用、噴射高压空气来强化火焰刚性，就是現代炉子理論发展的結果。

我国是陶瓷与冶金工业发展最早的国家之一，远在殷商时代就有青銅器的出現。因此炉子的发展有着悠久的历史。在公元前31年东汉南阳太守杜詩就使用了水力鼓风的熔铁炉，这說明了当时已出現了强制通风的炉子。但是解放前由于封建社会束縛和帝国主义的压迫，我国冶金工业处于极端的落后状态，劳动人民創造的宝贵經驗沒有被系統地記載下来，因此炉子理論还是很薄弱的。

解放以后，在党的正确领导和苏联及其他社会主义国家的援助下，我国冶金工业得到飞速的发展，特别是党提出鼓足干劲、力爭上游、多快好省地建設社会主义总路綫以后，工人阶级发挥了冲天的革命干劲，在炉子热工方面也获得許多新的成就，許多新型加热炉得到应用，58年大跃进中加热工人在保証鋼錠质量前提下，进行了快速加热，使均热炉产量翻了一番，在炼鋼方面根据我国实际情况，用鋁鎂砖代替了鉻鎂砖在平炉炉頂上使用，大大提高了炉子寿命，給强化生产提供了有利条件，此外在强化冶炼方面，广泛地采用了噴焦油，压缩空气等措施，使平炉炉底平均

利用系数已经达到先进水平。轉炉工人根据我国具体情况，創造了碱性側吹轉炉，在炉型方面采用了渦鼓型轉炉。使我国炼鋼工业取得了很大成就。在炼鉄方面，热风炉工人通过改进操作，使热风炉温度大大地提高，保証高炉生产的增长。这些都证明了只有在党的领导下，在无比优越的社会主义制度下，工人阶级才能發揮最大的智慧与創造性，使炉子热工获得巨大成就。

炉子的理論来源于生产实践，并且随着生产发展而发展，它必須进一步为生产服务，推动生产的不断发展。我們学习这门課也必須是理論联系实际，学以致用，学完以后必須与专业課中工艺过程联系起来，在实际生产中寻求强化操作的途径，只有这样才能达到我們的学习目的。

目 录

緒論.....	9
---------	---

第一篇 燃料燃烧

第一章 鋼鐵企业常用的燃料.....	13
§ 1—1 煤的矿化过程.....	13
§ 1—2 煤中各成分的存在状态及其评价.....	15
§ 1—3 煤的工业分析.....	17
§ 1—4 烟煤.....	18
§ 1—5 无烟煤.....	22
§ 1—6 炼焦.....	22
§ 1—7 液体燃料.....	27
§ 1—8 气体燃料的特点和主要成分.....	28
§ 1—9 气体燃料种类.....	30
第二章 固体燃料气化.....	32
§ 1—10 发生炉煤气的气化原理.....	32
§ 1—11 煤气发生炉内所发生的实际反应.....	34
§ 1—12 煤气发生炉操作.....	36
§ 1—13 煤气发生炉和发生站.....	42
§ 1—14 煤气保安技术.....	46
§ 1—15 煤气化的其它方法.....	47
第三章 燃烧设备.....	48
§ 1—16 概述.....	48
§ 1—17 块状固体燃料的燃烧.....	49
§ 1—18 粉煤的燃烧.....	59
§ 1—19 液体燃料燃烧.....	60
§ 1—20 气体燃料燃烧.....	60
第四章 燃烧计算.....	70
§ 1—21 燃料的发热量.....	71

§ 1—22	气体燃料燃烧所需空气量和生成 废气量的计算	73
§ 1—23	固体燃料燃烧所需空气量和生成 废气量的计算	77
§ 1—24	空气过剩系数	79
§ 1—25	燃料的理论燃烧温度	82
§ 1—26	燃烧温度的讨论	84
§ 1—27	燃料消耗量的确定	87

第二篇 气体力学

第一章	气体流动的状态	92
§ 2—1	气体力学的基本定律	92
§ 2—2	气体流动的状态	96
第二章	气体流动的动力学	101
§ 2—3	柏努利方程式	101
§ 2—4	柏努利方程式在实际中的应用	107
第三章	气体流动时的压头损失与排烟装置	115
§ 2—5	压头损失	115
§ 2—6	烟囱计算	124
§ 2—7	烟囱计算实例	132
§ 2—8	炉子的强制通风	138
§ 2—9	喷射管	141
第四章	炉内气体流动	147
§ 2—10	自由流股与限制流股	148
§ 2—11	炉型结构对炉内气体流动的影响	155
§ 2—12	沿炉子长度压力的分布及其影响因素	158

第三篇 传热原理

第一章	传导传热	164
§ 3—1	传导传热的基本方程式	164
§ 3—2	导热系数的概念	165
§ 3—3	多层平壁传热	167

第二章 对流传热.....	170
§ 3—4 对流给热的本质.....	170
§ 3—5 计算对流给热系数的经验公式.....	173
§ 3—6 对流传热的水力学原理.....	176
第三章 辐射传热.....	180
§ 3—7 辐射的基本概念.....	180
§ 3—8 辐射的基本定律.....	183
§ 3—9 两物体间的辐射.....	188
§ 3—10 通过炉墙开孔的辐射.....	195
§ 3—11 气体与固体间辐射热交换.....	196
§ 3—12 火焰的辐射.....	205
第四章 综合热交换.....	207
§ 3—13 炉膛热交换.....	207
§ 3—14 气体通过平壁对另一气体的传热.....	212
§ 3—15 定向传热的概念.....	215

第四篇 金属加热

第一章 钢加热的理论基础.....	217
§ 4—1 钢材加热的目的和要求.....	217
§ 4—2 加热过程中钢的物理性质与机械性能的变化.....	218
§ 4—3 钢在加热时产生的缺陷.....	222
§ 4—4 钢的加热规范.....	226
第二章 加热计算.....	232
§ 4—5 薄材的加热计算.....	232
§ 4—6 厚材与薄材的概念.....	234
§ 4—7 厚材的加热计算.....	235
§ 4—8 钢材加热的经验公式.....	252

第五篇 筑炉材料和炉子砌筑

第一章 筑炉材料.....	256
§ 5—1 概述.....	256
§ 5—2 鑑定耐火材料质量的主要指标.....	257

§ 5—3	耐火材料的生产工艺过程.....	258
§ 5—4	硅质耐火材料.....	259
§ 5—5	硅酸鋁质耐火材料.....	264
§ 5—6	鎂质耐火材料.....	268
§ 5—7	鎂鋁磚、鎂鋁磚及鋁磚.....	274
§ 5—8	其它耐火材料.....	276
§ 5—9	耐火材料的选择和使用.....	279
§ 5—10	耐火材料的破損.....	281
§ 5—11	我国耐火材料工业的发展.....	285
第二章	冶 炉的基本构件和筑炉.....	286
§ 5—12	炉基.....	286
§ 5—13	炉底.....	287
§ 5—14	炉.....	292
§ 5—15	炉頂.....	293
§ 5—16	金属結構.....	297
§ 5—17	炉底水管.....	303
§ 5—18	空气及煤气管道.....	306
§ 5—19	炉門及其提升机构.....	307
§ 5—20	烟囱.....	307
§ 5—21	烟道及 板.....	313
§ 5—22	砌磚的基本知識.....	315

第六篇 炉子构造与热平衡

第一章	均热炉.....	323
§ 6—1	均热炉的特征.....	323
§ 6—2	复座式均热炉.....	324
§ 6—3	蓄热式均热炉.....	327
§ 6—4	换热式均热炉.....	334
§ 6—5	軋鋼工厂中均热炉座数的选择.....	339
第二章	連續式加料炉.....	341
§ 6—6	連續式加熱炉的特征及分类.....	341

§ 6—7	連續加熱爐在計算時各段溫度的確定	342
§ 6—8	連續式加熱爐的爐型結構	344
§ 6—9	加熱爐的操作	350
§ 6—10	連續式加熱爐尺寸的確定	351
第三章	機械化爐底爐	353
§ 6—11	鏈帶加熱爐	355
§ 6—12	輥底式加熱爐	355
§ 6—13	轉底式加熱爐	357
§ 6—14	步進式爐底加熱爐	359
§ 6—15	隧道式加熱爐	361
第四章	熱處理的室狀爐	362
§ 6—16	無氧化熱處理爐（間接加熱爐）	362
§ 6—17	退火用的罩式爐	364
§ 6—18	煤氣強制循環的回火熱處理爐	366
第五章	空氣與煤氣的預熱設備	367
§ 6—19	概述	367
§ 6—20	換熱器	368
§ 6—21	管式熱風爐	379
§ 6—22	蓄熱室	385
§ 6—23	蓄熱室熱風爐	391
第六章	爐子熱平衡	394
§ 6—24	熱平衡的目的與原理	394
§ 6—25	爐子的熱收入項目	394
§ 6—26	爐子的熱支出項目	397
§ 6—27	熱平衡方程式和熱平衡決算表	402

76.181
762

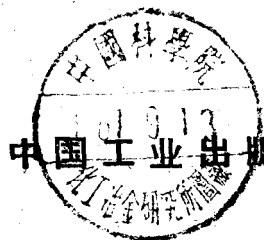
中等专业学校教学用书



冶金炉及燃料

鞍山钢铁学院冶金炉教研组编

2008/17



中国工业出版社

本书系根据冶金工业部教育司1959年制定的中等专业学校指导性教学大纲编写而成。本书为中等冶金专业学校黑色冶金及轧钢专业试用教材。全书共分六篇。第一篇为燃料燃烧，介绍了燃料的来源、种类及其特性，燃料设备和燃烧计算；第二篇为气体力学，主要讲述气体流动的状态，气体流动的动力学及炉内气体的流动；第三篇是传热原理，讲述传热的基本规律及其计算；第五篇为筑炉材料及筑炉；第六篇为炉子构造与热平衡。

本书除可供作中等专业学校的教材外，亦可供厂矿等单位工程技术人員参考。

本书经冶金工业部教育司推荐作为中等专业学校轧钢冶炼专业教学用书。

冶 金 炉 及 燃 料

鞍山钢铁学院冶金炉教研组編

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许可证出字第110号）

中国工业出版社第三印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店經售

开本 $850 \times 1159^{1/32}$ · 印张 $12^{5/8}$ · 插頁 1 · 字數 318,000

1961年8月北京第一版·1961年8月北京第一次印刷

印数0001—5,037 · 定价（9—4）1.45元

統一書号：15165·240（冶金—87）

編者的話

本书根据冶金工业部教育司1959年制定的冶金系統中等专业学校指导性教育計劃，在我組原有冶金炉讲义的基础上，并参考了兄弟院校的教材与讲义編写而成。編写时基本上保持了原有体系和包括了“炉及燃料”教学大綱所規定的內容。书中力求反映我国大跃进以来的成就。在結合专业方面也作了一定的努力。

参加该书編写和审閱工作的有鞍山鋼鐵学院冶金炉教研組全体同志和石景山冶金学院部份同志，另外还有炼鋼、炼鉄等兄弟教研組协助进行了审閱工作。

由于受到時間和編者水平的限制，缺点和錯誤在所难免，因此，誠懇地希望讀者，提出意見和批評，以便今后再版时加以修改，充實和提高。

鞍山鋼鐵学院冶金炉教研組

05131

目 录

緒論.....	9
---------	---

第一篇 燃料燃烧

第一章 鋼鐵企业常用的燃料.....	13
§ 1—1 煤的矿化过程.....	13
§ 1—2 煤中各成分的存在状态及其评价.....	15
§ 1—3 煤的工业分析.....	17
§ 1—4 烟煤.....	18
§ 1—5 无烟煤.....	22
§ 1—6 炼焦.....	22
§ 1—7 液体燃料.....	27
§ 1—8 气体燃料的特点和主要成分.....	28
§ 1—9 气体燃料种类.....	30
第二章 固体燃料气化.....	32
§ 1—10 发生炉煤气的气化原理.....	32
§ 1—11 煤气发生炉内所发生的实际反应.....	34
§ 1—12 煤气发生炉操作.....	36
§ 1—13 煤气发生炉和发生站.....	42
§ 1—14 煤气保安技术.....	46
§ 1—15 煤气化的其它方法.....	47
第三章 燃烧设备.....	48
§ 1—16 概述.....	48
§ 1—17 块状固体燃料的燃烧.....	49
§ 1—18 粉煤的燃烧.....	59
§ 1—19 液体燃料燃烧.....	60
§ 1—20 气体燃料燃烧.....	60
第四章 燃烧计算.....	70
§ 1—21 燃料的发热量.....	71

§ 1-22	气体燃料燃烧所需空气量和生成 废气量的计算	73
§ 1-23	固体燃料燃烧所需空气量和生成 废气量的计算	77
§ 1-24	空气过剩系数	79
§ 1-25	燃料的理论燃烧温度	82
§ 1-26	燃烧温度的讨论	84
§ 1-27	燃料消耗量的确定	87

第二篇 气体力学

第一章	气体流动的状态	92
§ 2-1	气体力学的基本定律	92
§ 2-2	气体流动的状态	96
第二章	气体流动的动力学	101
§ 2-3	柏努利方程式	101
§ 2-4	柏努利方程式在实际中的应用	107
第三章	气体流动时的压头损失与排烟装置	115
§ 2-5	压头损失	115
§ 2-6	烟囱计算	124
§ 2-7	烟囱计算实例	132
§ 2-8	炉子的强制通风	138
§ 2-9	喷射管	141
第四章	炉内气体流动	147
§ 2-10	自由流股与限制流股	148
§ 2-11	炉型结构对炉内气体流动的影响	155
§ 2-12	沿炉子长度压力的分布及其影响因素	158

第三篇 传热原理

第一章	传导传热	164
§ 3-1	传导传热的基本方程式	164
§ 3-2	导热系数的概念	165
§ 3-3	多层平壁传热	167