

炼钢常用
图表数据
手册

陈家祥编著

冶金工业出版社

1
18.1.1.02
783

炼钢常用图表数据手册

陈 家 祥 编 著

冶 金 工 业 出 版 社

820

DN85/98
炼钢常用图表数据手册

陈家祥 编著

冶金工业出版社出版

(北京红箭口74号)

新华书店北京发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

787×1092 1/16 印张48 3/4插页 2 字数1130千字

1984年11月第一版 1984年11月第一次印刷

印数00,001~5,000册

统一书号：15062·3968 定价7.40元

前 言

为适应钢铁生产、科研和教学的需要，编写了炼钢常用图表数据手册。

全书共分七章。包括物质的基本性质；元素和化合物相图；熔渣的物理性质；元素含量和固态铁、钢的物化及工艺性质的关系；金属熔体的物理性质；炼钢反应的物化性质及常用图表；常用数表、单位换算表及钢号对照表等内容。全书计有表格 200 余个，图 1200 余幅。

本书特点是系统地收集整理了纯物质和钢、渣的资料和数据，按专题内容编排，保持了数据的完整性。本书使用大量图表反映了钢、渣和气体等的物化性质及在炼钢工艺中变化的规律性，为综合分析各冶金因素，简化冶金计算，收集了必要的图解，因而，适用性强。

本书适于从事炼钢生产的科技人员和大专院校炼钢专业师生参考。

在编写过程中，承蒙赵玉祥同志对全书提出了宝贵的意见，在此表示感谢。

由于编者经验不足，书中遗漏和欠缺之处在所难免，有待今后陆续补充、更正，恳切地希望读者批评指正。

目 录 索 引

第一章 物质的基本性质	1	第四节 元素含量和铁、钢的热处理	
第一节 元素的基本性质	1	性质	276
第二节 常见金属的物理性质和温度的关系	12	第五节 元素含量和铁、钢的机械性质 ..	334
第三节 气体的物化性质和温度的关系	18	参考文献	381
第四节 常见化合物的性质	32	第五章 金属熔体的物理性质	383
第五节 耐火材料的基本性质	58	第一节 钢、铁熔体的物理性质	383
参考文献	69	第二节 钢液的凝固性质	429
第二章 元素和化合物相图	70	参考文献	465
第一节 元素的结构和相图	70	第六章 炼钢反应的物化性质及常用	
第二节 常见化合物的结晶结构及其相图	114	图表	467
参考文献	174	第一节 炼钢过程常用元素和化合物的主要热力学数据	467
第三章 熔渣的物理性质	175	第二节 炼钢常见物质的热函和温度的关系	473
第一节 渣的组元和熔点	175	第三节 元素在铁液中的溶解	492
第二节 熔渣的密度	177	第四节 炼钢反应的热效应	535
第三节 熔渣的热性质	183	第五节 常见化合物生成反应的自由能和温度的关系	540
第四节 熔渣的导电性	186	第六节 钢液的脱氧、脱碳、脱硫、脱磷等主要的化学反应	593
第五节 熔渣的粘度	201	第七节 气体在渣中的溶解和渣组成的活度	629
第六节 熔渣的表面张力	222	第八节 冶金反应的动力学数表	654
第七节 熔渣的界面张力	228	参考文献	676
第八节 熔渣的挥发及其它性质	234	第七章 常用数表、单位换算表及钢号对照表	679
参考文献	236	第一节 常用数表	679
第四章 元素含量和固态铁、钢的物化及工艺性质的关系	237	第二节 单位换算表	684
第一节 铁的物化性质	237	第三节 钢号对照表	718
第二节 元素含量对铁、钢物理性质的影响	240	参考文献	742
第三节 元素含量对铁及钢的化学性质的影响	257		

目 录

第一章 物质的基本性质	1
第一节 元素的基本性质	1
一、元素周期表	1
二、元素的电子排布	1
三、元素的分类	插页
四、部分元素的结晶结构	4
五、部分元素的物理性质	6
六、稀土元素的物理性质	10
七、主要物理常数	12
第二节 常见金属的物理性质和温度的关系	12
一、元素的蒸气压和温度的关系	12
二、元素的密度和温度的关系	14
三、常见金属的线膨胀率和温度的关系	14
四、金属粘度和温度的关系	14
五、液态金属的表面张力和温度的关系	15
六、金属的导热系数 λ 和温度的关系	15
七、金属、合金的热容和温度的关系	16
八、元素的电阻系数和温度的关系	16
九、一些金属的分光放射率和温度的关系	16
十、难熔金属和材料单位表面辐射功率和温度的关系	17
十一、金属的弹性模数和温度的关系	17
第三节 气体的物化性质和温度的关系	18
一、冶金常见气体常数表	18
二、燃烧用气体的性质	22
三、气体的热容热函和导热系数	23
四、气体的蒸气压和温度的关系	25
五、常见气体的解离度和温度的关系	25
六、 CO_2 的分解和温度的关系	25
七、 CO_2 的相平衡状态图	26
八、纯气体产生弧光时电流和电压降的关系	26
九、各种气体的导热系数和温度的关系	26
十、常见气体的粘度和温度的关系	27
十一、不同温度、压力下单位体积空气中饱和的水气量	27
十二、各种干燥剂上平衡的水分含量	29
十三、纯金属中氮的溶解度和温度的关系	29
十四、各种金属中氢的溶解度和温度的关系	30
十五、气体的自扩散系数和互扩散系数	30
第四节 常见化合物的性质	32
一、常见氧化物的性质	32
二、常见碳化物的性质	38
三、常见硫化物的性质	40
四、常见氮化物的性质	42
五、常见氟化物和氯化物的性质	44
六、常见硅化物的性质	44
七、氧化物及其它化合物的物性和温度的关系	46
1. 蒸气压	46
氧化物的蒸气压和温度的关系	46
氧化物和硫化物的蒸气压与温度的关系	47
氯化物的蒸气压和温度的关系	48
氟化物的蒸气压和温度的关系	49
碳化物的蒸气压、蒸发速度和温度的关系	49
硼化物的蒸气压、蒸发速度和温度的关系	49
2. 热容和导热系数	50
不同温度下氧化物的热容和平均热容	50
氧化物的热容和温度的关系	50
不同温度下金属氧化物的导热系数	51
氧化物的导热系数和温度的关系	51
Al_2O_3 陶瓷的导热系数和温度的关系	52

耐热材料的导热系数和温度的关系	52
高温材料的导热系数和温度的关系	52
3. 热膨胀率、电阻系数、强度和其它	53
氧化物的热膨胀率和温度的关系	53
耐火氧化物的热膨胀率和温度的关系	54
各种SiO ₂ 晶型的热膨胀率和温度的关系	54
氧化物的电阻系数和温度的关系	55
氧化物的高温强度和温度的关系	55
高温材料熔点的比较	56
复合氧化物的熔点和密度	57
第五节 耐火材料的基本性质	58
一、一些耐火材料的主要性能	58
二、耐热混凝土的性能	60
三、隔热材料的主要性能	62
四、耐火材料的热容、导热系数和温度的关系	64
粘土砖的热容、导热系数和温度的关系	64
硅砖的热容、导热系数和温度的关系	64
镁砖的热容、导热系数和温度的关系	64
耐火材料的导热系数和温度的关系	65
隔热材料的导热系数和平均隔热温度的关系	65
五、耐火材料和炉渣中矿物的组成	66
参考文献	69
第二章 元素和化合物相图	70
第一节 元素的结构和相图	70
一、元素的结构	70
1. 元素结构	70
面心结构	70
体心结构	70
Mg型结构	71
白锡β Sn	71
Se结构	71
金刚石结构	72
2. 常见钢中相结构及其关系	72
渗碳体结晶结构	72
W ₂ C结晶结构	72

σ相结构	73
铁的晶格关系	73
面心立方晶格各晶面及方向	73
体心立方晶格各晶面及方向	73
晶格中八面体和四面体的空间关系	74
α-Fe和γ-Fe晶格	74
二、二元相图	75
1. 二元相图	75
Fe-Al相图	75
Fe-B相图	75
Fe-Ca相图	76
Fe-Ce相图	76
Fe-Co相图	76
Fe-Cu相图	76
Fe-Cr相图	77
Fe-La相图	77
Fe-Mn相图	77
Fe-Mo相图	77
Fe-Ni相图	78
Fe-Nb相图	78
Fe-O相图	79
Fe-Ta相图	80
Fe-Ti相图	80
Fe-V相图	80
Fe-W相图	80
Fe-Zn相图	81
Fe-Zr相图	81
Al-Al ₂ O ₃ 相图	81
Cu-Cu ₂ O相图	81
Cr-Cr ₂ O ₃ 相图	81
Fe-O相图	82
Mo-O相图	83
Ni-NiO相图	83
Ni-O溶解度图	83
Nb-O相图	83
Nb-O溶解度图	83
Ta-Ta ₂ O ₅ 相图	84
Ti-O相图	84
V-O相图	84
W-O相图	84
Zr-O相图	85
Al-S相图	85
Co-S相图	85

Cu-S相图	85
Fe-S相图	86
Mn-S相图	87
Ni-S相图	87
V-S相图	88
Co-P相图	88
Cu-P相图	88
Fe-P相图	88
Ni-P相图	89
Mn-P相图	89
Al-C相图	90
Co-C相图	90
Cr-C相图	90
Fe-C相图	91
Mn-C相图	91
Mo-C相图	91
Ni-C相图	92
Ta-C相图	92
Ti-C相图	92
V-C相图	93
W-C相图	93
Zr-C相图	93
Cr-N溶解度图	93
Fe-N相图	94
Mn-N相图	94
Mo-N相图	94
Ti-N相图	95
V-N溶解度图	95
Zr-N相图	95
Fe-H相图	96
Ti-H相图	96
Zr-H相图	96
Si-Al相图	96
Si-Ca相图	97
Si-Co相图	97
Si-Cu相图	97
Si-Cr相图	97
Si-Fe相图	98
Si-Mn相图	98
Si-Mo相图	98
Si-Ni相图	98
Si-Nb相图	99
Si-Ti相图	99

Si-V相图	99
Si-W相图	99
Si-Zr相图	100
Si-P相图	100
Al-Ca相图	100
Al-Cr相图	100
Al-Ti相图	100
Mg-Al相图	100
Mg-Ca相图	101
Mg-Si相图	101
Ti-V相图	101
Ca-N相图	101

2. 二元溶液中溶质的重量%—摩

尔%及 $\frac{N_2}{N_1} - \frac{W_2}{W_1}$ 换算图解... 102

三、常用铁基三元及多元相图... 103

1. 三元相图... 103

Fe-Cr-C系等熔点图... 103

Fe-Cr-Ni系液相、固相面图... 104

Fe-Cr-Al系液相面图... 104

Fe-Mn-C系等熔点图... 104

Fe-W-C系等熔点图... 105

Fe-Ni-Al系在1300~1600°C时固、液相线图... 105

Fe-S-O系等熔点图... 106

Fe-Cr-C相图(Cr = 1.6%)... 106

Fe-Cr-C相图(Cr = 2%, 5%)... 107

Fe-Cr-C相图(Cr = 13%)... 108

Fe-Cr-C相图(Cr = 17%)... 108

Fe-Cr-C相图(Cr = 25%)... 109

Fe-Cr-C系析出相和成分的关系... 109

Fe-Si-C相图(C = 0.07%, 0.01%)... 110

Fe-Si-C相图... 110

Fe-Mn-C相图(Mn = 2.5%)... 110

Fe-Mn-C相图(Mn = 13%)... 111

Fe-Mn-C相图(C = 1%)... 111

高锰钢水韧后(C)、(Mn)和组织的关系图... 112

Fe-Ti-C相图(Ti = 0.3%)... 112

Fe-V-C相图... 112

2. 多元相图... 113

Fe-Cr-Ni-C相图(Cr = 18%,

Ni = 8%).....	113	$\text{Al}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2$ 相图	123
Fe-Cr-Ni-C相图(C = 0.1%)	113	$\text{B}_2\text{O}_3\text{-CaO}$ 相图	123
Fe-W-Cr-C相图(W = 18%,		$\text{B}_2\text{O}_3\text{-K}_2\text{O}$ 相图	123
Cr = 4%).....	113	$\text{B}_2\text{O}_3\text{-La}_2\text{O}_3$ 相图	124
Fe-W-Cr-Mo-C相图(W = 6%,		$\text{B}_2\text{O}_3\text{-MgO}$ 相图	124
Cr = 4%, Mo = 5%, V = 2%).....	114	$\text{B}_2\text{O}_3\text{-MnO}$ 相图	124
第二节 常见化合物的结晶结构及		$\text{B}_2\text{O}_3\text{-Na}_2\text{O}$ 相图.....	124
其相图.....	114	$\text{CaF}_2\text{-CaO}$ 相图	125
一、化合物的结晶结构.....	114	$\text{CaF}_2\text{-FeO}$ 相图	125
1. AB型离子结构	114	$\text{CaF}_2\text{-MgO}$ 相图	125
NiAs型.....	114	$\text{CaO-Cr}_2\text{O}_3$ 相图.....	125
ZnS型	115	CaO-FeO 相图	126
PbO型	115	$\text{CaO-Fe}_2\text{O}_3$ 相图.....	126
BN型	116	CaO-MgO 相图	126
ZnS型	116	$\text{CaO-Mn}_2\text{O}_3$ 相图	126
NaCl型.....	116	$\text{CaO-P}_2\text{O}_5$ 相图	127
CsCl型.....	117	CaO-SiO_2 相图	127
2. AB_2 型离子结构.....	117	CaO-TiO_2 相图	128
MoS_2 型	117	$\text{CaO-V}_2\text{O}_5$ 相图	128
CdCl_2 型	117	$\text{Cr}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 相图.....	128
CdI_2 型	118	$\text{Cr}_2\text{O}_3\text{-MgO}$ 相图	129
CaC_2 型	118	$\text{Cr}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ 相图	129
TiO_2 型	119	$\text{Cr}_2\text{O}_3\text{-V}_2\text{O}_5$ 相图	129
CaF_2 型	119	$\text{Cr}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2$ 相图	129
3. SiO_2 型结晶结构.....	120	FeO-MgO 相图	129
SiO_2 的结晶形态.....	120	FeO-MnO 相图	129
β SiO_2 离子型化合物	120	FeO-SiO_2 相图	130
4. α - Al_2O_3 型结晶结构	120	FeO-TiO_2 相图	130
二、二元化合物相图.....	120	FeO-ZrO_2 相图	130
1. 氧化物相图.....	120	$\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-La}_2\text{O}_3$ 相图.....	130
$\text{Al}_2\text{O}_3\text{-B}_2\text{O}_3$ 相图	120	$\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-MgO}$ 相图	131
$\text{Al}_2\text{O}_3\text{-CaF}_2$ 相图	121	$\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-Mn}_2\text{O}_3$ 相图	131
$\text{Al}_2\text{O}_3\text{-CaO}$ 相图	121	$\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-Na}_2\text{O}$ 相图	131
$\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Cr}_2\text{O}_3$ 相图.....	121	$\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-P}_2\text{O}_5$ 相图	131
$\text{Al}_2\text{O}_3\text{-FeO}$ 相图	121	$\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-V}_2\text{O}_5$ 相图	132
$\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 相图	121	$\text{K}_2\text{O-P}_2\text{O}_5$ 相图	132
$\text{Al}_2\text{O}_3\text{-La}_2\text{O}_3$ 相图	122	$\text{K}_2\text{O-TiO}_2$ 相图	132
$\text{Al}_2\text{O}_3\text{-MgO}$ 相图	122	$\text{K}_2\text{O-V}_2\text{O}_5$ 相图	132
$\text{Al}_2\text{O}_3\text{-MnO}$ 相图	122	$\text{La}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ 相图	132
$\text{Al}_2\text{O}_3\text{-BeO}$ 相图.....	122	MgO-MnO 相图	132
$\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ 相图.....	123	$\text{MgO-P}_2\text{O}_5$ 相图	133
$\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$ 相图	123	MgO-SiO_2 相图	133
$\text{Al}_2\text{O}_3\text{-V}_2\text{O}_5$ 相图	123	$\text{MnO-P}_2\text{O}_5$ 相图.....	134

MnO-SiO ₂ 相图	134	CaO-SiO ₂ -B ₂ O ₃ 相图	147
MnO-TiO ₂ 相图	134	CaO-SiO ₂ -BaO相图	143
Na ₂ O-P ₂ O ₅ 相图	134	CaO-SiO ₂ -CaF ₂ 相图	148
Na ₂ O-TiO ₂ 相图	134	CaO-SiO ₂ -Cr ₂ O ₃ 相图	149
P ₂ O ₅ -SiO ₂ 相图	135	CaO-SiO ₂ -FeO相图	150
SiO ₂ -TiO ₂ 相图	135	CaO-SiO ₂ -FeO相图	151
2. 其它氧化物相图	135	CaO-SiO ₂ -Fe ₂ O ₃ 相图	152
Cr ₂ O ₃ -CaO-SiO ₂ 相图	135	CaO-SiO ₂ -MgO相图	153
FeO-2CaO-SiO ₂ 相图	135	CaO-SiO ₂ -MnO相图	154
Fe ₃ O ₄ -Mn ₃ O ₄ 相图	135	CaO-SiO ₂ -TiO ₂ 相图	155
3. 含硫化物相图	136	MgO-SiO ₂ -Cr ₂ O ₃ 相图	156
CaS-FeO相图	136	MgO-SiO ₂ -CaF ₂ 相图	156
CaS-CaO-SiO ₂ 相图	136	MgO-SiO ₂ -FeO相图	157
FeS-MnS相图	136	MgO-SiO ₂ -(FeO+Fe ₂ O ₃)相图	157
FeS-FeO相图	136	MgO-SiO ₂ -MnO相图	158
FeS-Fe ₃ O ₄ 相图	137	MgO-SiO ₂ -TiO ₂ 相图	158
FeS-2FeO-SiO ₂ 相图	137	FeO-MnO-Al ₂ O ₃ 相图	159
MnS-2FeO-SiO ₂ 相图	137	FeO-MnO-SiO ₂ 相图	159
MnS-MnO-SiO ₂ 相图	137	FeO-MnO-TiO ₂ 相图	160
MnS-2CaO-MgO-SiO ₂ 相图	137	FeO-FeS-MnS相图	160
MnS-MnO相图	137	Cr ₂ O ₃ -Al ₂ O ₃ -MgO相图	161
4. 含CaY ₂ 的相图	138	Cr ₂ O ₃ -Fe ₃ O ₄ -SiO ₂ 相图	161
CaF ₂ -CaC ₂ 相图	138	P ₂ O ₅ -Al ₂ O ₃ -CaO相图	162
CaF ₂ -CaCl ₂ 相图	138	P ₂ O ₅ -FeO-CaO相图	163
CaF ₂ -Ca ₃ (PO ₄) ₂ 相图	138	CaO-CaF ₂ -Al ₂ O ₃ 相图	163
CaF ₂ -CaSiO ₃ 相图	138	CaO-CaF ₂ -CaCl ₂ 相图	164
CaC ₂ -CaO相图	138	CaF ₂ -CaO-2CaO-SiO ₂ 相图	164
CaF ₂ -Ca, CaCl ₂ -Ca, CaBr ₂ -Ca相图	139	CaF ₂ -CaO-5CaO-3Al ₂ O ₃ 相图	165
5. 炉渣组成的重量和摩尔换算图解	139	CaF ₂ -CaO-FeO相图	165
6. 二元渣系摩尔百分数和重量百分数的换算图解	140	CaF ₂ -Al ₂ O ₃ -MgO相图	166
三、炼钢常用三、四元相图	141	CaF ₂ -Al ₂ O ₃ -MnO相图	166
1. 三元化合物相图	141	Al ₂ O ₃ -MgO-TiO ₂ 相图	167
Al ₂ O ₃ -SiO ₂ -Cr ₂ O ₃ 相图	141	FeO-Fe ₂ O ₃ -SiO ₂ 相图	167
Al ₂ O ₃ -SiO ₂ -Fe ₃ O ₄ 相图	142	Al ₂ O ₃ -AlF ₃ -Na ₃ AlF ₆ 相图	168
Al ₂ O ₃ -SiO ₂ -FeO相图	142	CaO-P ₂ O ₅ -(FeO+MnO+Fe ₂ O ₃)相图	168
Al ₂ O ₃ -SiO ₂ -K ₂ O相图	143	3CaO-P ₂ O ₅ -MgO-SiO ₂ -SiO ₂ 相图	168
Al ₂ O ₃ -SiO ₂ -MgO相图	144	2. 四元及多元相图	169
Al ₂ O ₃ -SiO ₂ -MnO相图	145	CaO-Al ₂ O ₃ -SiO ₂ -CaF ₂ (5%)相图	169
Al ₂ O ₃ -SiO ₂ -Na ₂ O相图	146	CaO-Al ₂ O ₃ -SiO ₂ -MgO(10%)相图	169
Al ₂ O ₃ -SiO ₂ -CaO相图	146	CaO-MgO-SiO ₂ -Al ₂ O ₃ (5%)相图	170
		CaO-MgO-SiO ₂ -Al ₂ O ₃ (10%)相图	170
		CaO-MgO-SiO ₂ -Al ₂ C ₃ (1%)相图	171

CaO-MgO-SiO ₂ -Al ₂ O ₃ (20%)相图	171	氟化物对CaO-Al ₂ O ₃ 熔体密度的影响,1550°C, CaO:Al ₂ O ₃ = 1:1	179
CaO-MgO-SiO ₂ -Al ₂ O ₃ (25%)相图	172	CaO-Al ₂ O ₃ -CaF ₂ 渣系的密度(1450°C)	179
CaO-MgO-SiO ₂ -Al ₂ O ₃ (30%)相图	172	E _x O _y -Al ₂ O ₃ -CaF ₂ 熔体的密度(1400°C, 1600°C, CaF ₂ : Al ₂ O ₃ = 7:3)	180
CaO-MgO-SiO ₂ -Al ₂ O ₃ (35%)相图	173	CaO-SiO ₂ -Al ₂ O ₃ 系的密度(1400°C, 1500°C)	180
CaO-SiO ₂ -TiO ₂ -Al ₂ O ₃ (10%)-MgO(10%)相图(中性气氛下)	173	CaO-SiO ₂ -FeO系的密度(1400°C)	181
CaO-SiO ₂ -TiO ₂ -Al ₂ O ₃ (10%)-MgO(10%)相图(还原气氛下)	173	CaO-SiO ₂ -CaF ₂ 系的密度(1600°C)	181
CaO-Al ₂ O ₃ -SiO ₂ -MgO在1600°C时CaO、C ₂ S、C ₃ S、MgO的饱和溶解度	173	MnO-SiO ₂ -Al ₂ O ₃ 系的密度(1570°C)	181
参考文献	174	MnO-SiO ₂ -FeO系的密度(1410°C)	181
第三章 熔渣的物理性质	175	四、实际炼钢炉渣的密度	182
第一节 渣的组元和熔点	175	炼钢炉渣密度和(FeO)的关系	182
一、E _x O _y 对SiO ₂ 熔点的影响	175	炉渣的密度和渣中(FeO+Fe ₂ O ₃ +MnO)的关系	182
二、E _x O _y 对Al ₂ O ₃ 熔点的影响	176	炼钢炉渣的密度和渣中铁含量的关系	182
三、E _x O _y 对CaO熔点的影响	176	室温下固态渣的密度计算公式	182
四、一些化合物对2CaO·SiO ₂ 熔点的影响	176	熔渣密度和比容计算公式	183
五、CaF ₂ 含量对CaO-SiO ₂ -Al ₂ O ₃ (Al ₂ O ₃ 5%)熔点降低的影响	176	第三节 熔渣的热性质	183
第二节 熔渣的密度	177	一、导热系数	183
一、单元系	177	酸性渣的导热系数	183
液态氧化物的密度	177	炼钢炉渣的导热系数和热阻	183
熔融氟化物的密度和温度的关系	177	玻璃、釉、珐琅的导热系数近似计算公式	184
CaF ₂ 的密度和温度的关系	177	二、热函	184
二、二元系	178	SiO ₂ -FeO-Fe ₂ O ₃ 系的热函(1473、1523K)	184
二元渣系的密度	178	CaO-SiO ₂ -Al ₂ O ₃ 渣系的等热函、等温度(得到渣的良好流动性,其粘度为0.2~0.5牛·秒/米 ² ·时)曲线	184
CaO-CaF ₂ 渣系的密度和温度的关系	178	高炉炉渣热函	184
Al ₂ O ₃ -CaF ₂ 渣系的密度和温度的关系	178	CaO-SiO ₂ -FeO系的热函(1473、1523K)	185
CaO-Al ₂ O ₃ 渣系摩尔体积和成分的关系(1600°C)	178	SiO ₂ -FeO-CaO-Al ₂ O ₃ 系的热函(973、1473、1523、1573K)	185
E _x O _y -CaF ₂ 的密度和成分的关系(1450°C)	178		
三、三元系	179		
CaO-Al ₂ O ₃ -CaF ₂ 系在1600°C时的密度($\frac{CaO}{Al_2O_3} = 1$)	179		
CaO-Al ₂ O ₃ -CaF ₂ 系在1600°C时的摩尔体积	179		

酸性转炉渣的热函 W_{27}^T	186	CaO-Al ₂ O ₃ -SiO ₂ 的比电导和温度的关系	195
平炉炉渣的热函和温度的关系	186	CaO-Al ₂ O ₃ -SiO ₂ 的比电导 (1600°C)	195
第四节 熔渣的导电性	186	MgO-Al ₂ O ₃ -SiO ₂ 的比电导和温度的关系	196
一、单元系	186	MgO-Al ₂ O ₃ -SiO ₂ 的比电导 (1500°C)	197
FeO的比电导和温度的关系	186	CaO-Al ₂ O ₃ -CaF ₂ 的比电导 (1500,1600,1700,1800°C)	197
CaF ₂ 的比电导和温度的关系	187	CaO-Al ₂ O ₃ -CaF ₂ 的比电导和成分之关系	
二、二元系	187	($\frac{CaO}{Al_2O_3} = 1, 1500, 1600, 1700^\circ C$)	198
CaO-Al ₂ O ₃ 的比电导和温度的关系	187	Na ₂ O-Fe ₂ O ₃ -SiO ₂ 的比电导 (1400°C)	198
SiO ₂ -Al ₂ O ₃ 的比电导和温度的关系	188	四、多元系	198
FeO-Al ₂ O ₃ 的比电导和温度的关系	188	CaO-MgO-Al ₂ O ₃ -SiO ₂ 的比电导 (Al ₂ O ₃ = 5%, 1450, 1500, 1550°C)	198
FeO-MnO的比电导和温度的关系	188	CaO-MgO-SiO ₂ -Al ₂ O ₃ -CaF ₂ 的比电导 (Al ₂ O ₃ = 5%, CaF ₂ = 2% 1400, 1500, 1550°C)	199
Fe ₂ O ₃ -CaO的比电导和温度的关系	189	CaO-MgO-SiO ₂ -Al ₂ O ₃ -CaF ₂ 的比电导 (Al ₂ O ₃ = 10%, CaF ₂ = 2% 1450, 1550, 1600°C)	199
CaO-SiO ₂ 的比电导和温度的关系	189	矿石、萤石和各种渣的比电导与温度的关系	200
FeO-SiO ₂ 的比电导和温度的关系	190	各种渣的比电导的比较	201
MnO-SiO ₂ 的比电导和温度的关系	190	电渣炉用渣系比电导和温度的关系	201
Na ₂ O-SiO ₂ 的比电导和温度的关系	191	碱性氧化渣在1600°C时的电导近似计算公式	201
CaO-CaF ₂ 的比电导和温度的关系	191	第五节 熔渣的粘度	201
Al ₂ O ₃ -CaF ₂ 的比电导和温度的关系	191	一、单元系	201
三、三元系	191	纯氧化物的粘度	201
FeO-MnO-SiO ₂ 的比电导和温度的关系	192	SiO ₂ 的粘度和温度的关系	202
FeO-MnO-SiO ₂ 的比电导 (1350°C)	192	熔融盐的粘度和温度的关系	202
CaO-Fe ₂ O ₃ -SiO ₂ 的比电导和温度的关系	193	二、二元系	202
CaO-Fe ₂ O ₃ -SiO ₂ 的比电导 (1550°C)	193	EO-SiO ₂ 渣系的粘度和温度的关系	202
CaO-FeO-SiO ₂ 的比电导和温度的关系	193	CaO-SiO ₂ 渣系的粘度和温度的关系	203
CaO-Fe _t O-SiO ₂ 的比电导 (1300°C) (1500°C)	194		

CaO-Al ₂ O ₃ 渣系的粘度和温度的关系.....	203	15%)渣系的等粘度线(1400~1500°C)	210
FeO-SiO ₂ 渣系的粘度和温度的关系.....	203	CaO-MgO-SiO ₂ -Al ₂ O ₃ (Al ₂ O ₃ : 20%)渣系的等粘度线(1500°C)	210
MgO-SiO ₂ 渣系的粘度和温度的关系.....	203	CaO-MgO-SiO ₂ -Al ₂ O ₃ (Al ₂ O ₃ : 25%)渣系的等粘度线(1500°C)	210
三、三元系.....	204	CaO-FeO-SiO ₂ -Al ₂ O ₃ 渣系的粘度(1300°C, Al ₂ O ₃ : 5%)	210
CaO-Al ₂ O ₃ -SiO ₂ 渣系的粘度(1400, 1500, 1800, 1900, 2000°C)	204	CaO-FeO-SiO ₂ -Al ₂ O ₃ 渣系的粘度(1300°C, Al ₂ O ₃ : 15%)	211
CaO-Al ₂ O ₃ 渣系中SiO ₂ 、MgO含量和温度对粘度的影响.....	205	CaO-Al ₂ O ₃ -SiO ₂ -MnO渣系的粘度(1400°C, MnO 10%)	211
CaO60%, SiO ₂ 20%, Al ₂ O ₃ 20%熔渣粘度和温度、气氛的关系...	205	CaO-Al ₂ O ₃ -SiO ₂ -MnO渣系的粘度(1400°C, Al ₂ O ₃ 6%).....	212
CaO-Al ₂ O ₃ -CaF ₂ 渣系的粘度(1500, 1600, 1700, 1800°C)...	206	CaO-Al ₂ O ₃ -SiO ₂ -CaF ₂ 渣系的粘度(1500°C, Al ₂ O ₃ : 15%)	212
CaO-SiO ₂ -FeO渣系的粘度(1300, 1350, 1400°C)	206	CaO-Al ₂ O ₃ -SiO ₂ -CaF ₂ 渣系的粘度(1200°C, Al ₂ O ₃ : 5%).....	212
CaO-SiO ₂ -TiO ₂ 渣系的粘度(1600°C).....	207	CaO-Al ₂ O ₃ -SiO ₂ -K ₂ O渣系的粘度(1450°C, Al ₂ O ₃ : 5%)	213
CaO-SiO ₂ -MgO渣系的粘度(1500°C)	207	CaO-Al ₂ O ₃ -SiO ₂ -K ₂ O渣系的粘度(1450°C, Al ₂ O ₃ : 10%).....	213
CaO-SiO ₂ -CaF ₂ 渣系的粘度(1400, 1600°C)	207	CaO-Al ₂ O ₃ -SiO ₂ -MgO-CaF ₂ 综合渣系的粘度和(MgO)温度的关系.....	213
CaO-SiO ₂ -EF ₂ (E: Ca, Mg, Ba)渣系的粘度(1500, 1600°C).....	208	氯化物和温度对综合渣系粘度的影响.....	213
CaO-SiO ₂ -Cr ₂ O ₃ 渣系的粘度(1550°C)	208	五、碱性炼钢炉渣.....	214
E _x O _y -Al ₂ O ₃ -CaF ₂ 渣系的粘度和(E _x O _y)含量的关系(1400°C)	208	碱性氧化渣的粘度和碱度、温度的关系.....	214
Al ₂ O ₃ -SiO ₂ -FeO渣系的粘度(1300°C)	209	碱性平炉渣的粘度和碱度、温度的关系.....	214
Al ₂ O ₃ -SiO ₂ -MnO渣系的粘度(1500°C).....	209	CaC ₂ 对碱性电弧炉渣粘度的影响.....	214
Al ₂ O ₃ -SiO ₂ -MgO渣系的粘度(1500°C).....	209	碱性电弧炉白渣的粘度和温度、碱度的关系.....	214
四、四元系渣和综合性炉渣.....	209	碱性还原性炉渣的粘度和温度的关系.....	215
CaO-MgO-SiO ₂ -Al ₂ O ₃ (Al ₂ O ₃ : 5%)渣系的等粘度线.....	209	碱性还原性炉渣的粘度和(Cr ₂ O ₃)、温度的关系	215
CaO-MgO-SiO ₂ -Al ₂ O ₃ (Al ₂ O ₃ : 10%)渣系的等粘度线(1500°C)	209	碱性还原性炉渣的粘度和	

(MgO)、温度的关系.....	215	CaF ₂ -E _x O _y 渣系的表面张力	
碱性还原性炉渣的粘度和		(1400°C)	224
(TiO ₂)、温度的关系.....	215	CaO-P ₂ O ₅ 渣系的表面张力	
碱性还原性炉渣的粘度和		(1170,1825°C)	224
(Al ₂ O ₃)、温度的关系.....	216	三、三元及多元系.....	224
碱性氧化渣1600°C时的粘度和组成		Al ₂ O ₃ -MnO-SiO ₂ 的表面张力	
关系的近似计算式.....	216	(1570°C).....	224
六、酸性炉渣.....	216	FeO-MnO-SiO ₂ 的表面张力	
酸性电炉炉渣的粘度和成分、温度		(1450°C).....	224
的关系.....	216	FeO-CaO-SiO ₂ 的表面张力	
酸性平炉炉渣的粘度、和		(1450°C).....	224
$\frac{(\text{SiO}_2)}{(\text{FeO} + \text{MnO})}$ 、温度的关系...	217	CaO-SiO ₂ -CaF ₂ 的表面张力	
酸性平炉炉渣的粘度和(CaO)、		(1600°C)	224
温度的关系.....	217	CaO-Al ₂ O ₃ -CaF ₂ 的表面张力	
高炉酸性渣的粘度和碱度、温度		(1550, 1700°C)	225
的关系.....	217	E _x O _y -Al ₂ O ₃ -CaF ₂ 的表面张力	
偏酸性渣的粘度和CaF ₂ 含量、温		和(E _x O _y)含量的关系(1400,	
度的关系.....	218	1600°C)	225
七、电渣炉用渣.....	218	CaO-Al ₂ O ₃ -MgF ₂ 的表面张力 ...	225
电渣炉重熔渣系的粘度和温度的		CaO-Al ₂ O ₃ -SiO ₂ 的表面张力和	
关系.....	218	气相成分的关系.....	225
CaO-Al ₂ O ₃ -SiO ₂ -CaF ₂ 渣的粘度		CaO-Al ₂ O ₃ $\left(\frac{\text{CaO}}{\text{Al}_2\text{O}_3} = \frac{56}{44}\right)$ 的表	
和温度的关系.....	219	面张力和(MgO)、(SiO ₂)含量	
八、保护浇注用渣.....	220	及温度的关系.....	226
不同渣系的粘度和温度的关系.....	220	CaO-Al ₂ O ₃ $\left(\frac{\text{CaO}}{\text{Al}_2\text{O}_3} = \frac{56}{44}\right)$ 的表面张力	
液渣保护浇注用炉渣的粘度和温		和(S)、温度的关系.....	226
度的关系.....	221	CaO-Al ₂ O ₃ $\left(\frac{\text{CaO}}{\text{Al}_2\text{O}_3} = \frac{56}{44}\right)$ 的表面张力	
精炼渣的粘度和温度的关系.....	222	和(E _x O _y)及温度的关系.....	226
第六节 熔渣的表面张力.....	222	含CaCl ₂ 碱性渣的表面张力	226
一、单元系.....	222	CaO-FeO-Fe ₂ O ₃ -SiO ₂ -CaF ₂ 各	
一些化合物的表面张力.....	222	为27,36,6.6, 31,5%渣的表	
CaF ₂ 的表面张力和温度的关系		面张力和(E _x O _y)的关系	227
.....	222	CaO-MgO-SiO ₂ -Al ₂ O ₃ (5%)渣	
二、二元系.....	223	的表面张力(1550°C, 1600°C) ...	227
CaF ₂ -Al ₂ O ₃ 、CaF ₂ -CaO、CaF ₂ -		熔渣表面张力和成分关系的计算	
CaO-Al ₂ O ₃ $\left(\frac{\text{CaO}}{\text{Al}_2\text{O}_3} = 1\right)$		式(1400°C).....	227
渣系的表面张力(1550°C).....	223	第七节 熔渣的界面张力.....	228
FeO-E _x O _y 渣系的表面张力		一、金属液和渣间的界面张力.....	228
(1400°C)	223	CaF ₂ -CaO, CaF ₂ -Al ₂ O ₃ ,	
SiO ₂ -E _x O _y 渣系的表面张力		CaF ₂ -Al ₂ O ₃ -CaO渣系和低碳	
(1570°C)	223		

钢间的界面张力 (1600°C)	228
CaF ₂ -CaO, CaF ₂ -Al ₂ O ₃ , CaF ₂ -Al ₂ O ₃ -CaO渣系和低碳 钢间的粘附功 (1600°C)	228
CaF ₂ -E _x O _y 和CB-08钢的界面张 力与 (E _x O _y) 含量的关系 (1400°C)	228
CaF ₂ -E _x O _y 和ЭИ701的界面张 力与 (E _x O _y) 含量的关系 (1400°C)	228
含CaO56%、Al ₂ O ₃ 44%的渣和GCr- 15、30CrMnSiA、40CrNiMoA 的界面张力与温度的关系	229
用CaO~55%、Al ₂ O ₃ ~44%渣处 理GCr15、40CrNiMoA后钢、渣 中的硫含量和界面张力(σ _{m-s})、 粘附功(W _A)的关系	229
含CaCl ₂ 的炉渣和GCr15、20Cr2 Ni4A的界面张力(1600°C)	229
FeO-MnO渣系和工业纯铁间的 界面张力与(O)间的关系	230
FeO-MnO渣系中(FeO)含量和 液态铁间的粘附功、润湿角的 关系	230
SiO ₂ -E _x O _y 渣系和工业纯铁间 的界面张力(1560°C)	230
SiO ₂ -MnO-Al ₂ O ₃ 和熔钢间的界 面张力(1610°C)	230
综合炉渣和铁液中成分对其界面 张力的影响	231
CaO-Al ₂ O ₃ (50:50), CaF ₂ -CaO- Al ₂ O ₃ (60:20:20)渣和Fe-Cr 系间的界面张力 (1600°C)	231
CaO-Al ₂ O ₃ (50:50), CaF ₂ -CaO- Al ₂ O ₃ (60:20:20)渣和Fe-Mn 系间的界面张力 (1600°C)	231
CaO-Al ₂ O ₃ (50:50), CaF ₂ -CaO- Al ₂ O ₃ (60:20:20)渣和Fe-Si 系间的界面张力 (1600°C)	231
Al ₂ O ₃ 和Fe-P、Fe-S间的粘附功 及钢的表面张力 (1560°C)	232
Al ₂ O ₃ 和Fe-E系的粘附功 (1560°C)	232
纯铁和含氟渣系间的界面性质	233

二、化合物和渣间的界面张力	233
SiO ₂ , Al ₂ O ₃ 和AHΦ-6渣系的界 面张力	233
氮化物和一些渣的润湿角及渣的 表面张力(1530, 1600°C)	233
第八节 熔渣的挥发及其它性质 ..	234
一、二元系	234
E _x O _y + CaF ₂ 反应的自由能和氟 化物的熔点、沸点	234
E _x O _y -CaF ₂ 熔体的挥发度(克/厘 米 ² ·秒)和(E _x O _y)含量的关 系(1400°C)	234
二、三元系	234
E _x O _y -Al ₂ O ₃ -CaF ₂ 熔体的挥发 度和(E _x O _y)含量的关系 (1400°C, CaF ₂ /Al ₂ O ₃ = 7/3) ..	234
E _x O _y -Al ₂ O ₃ -CaF ₂ 熔体的重量 损失和时间的关系(1400, 1500°C)	235
CaO-SiO ₂ -CaF ₂ 系的SiF ₄ 气相压 力 (1450°C, 毫米汞柱)	235
Al ₂ O ₃ -SiO ₂ 渣和CaF ₂ 反应时温度 对化学反应重量损失的影响	235
CaO-FeO-SiO ₂ 渣中MgO的溶解 度 (1600°C)	235
参考文献	236
第四章 元素含量和固态铁、钢的物 化及工艺性质的关系	237
第一节 铁的物化性质	237
一、物理性质	237
铁的晶格常数和温度的关系	237
铁的自扩散系数和温度的关系	237
铁的比容和温度的关系	237
铁的热容和温度的关系	238
铁的热焓和温度的关系	238
铁的导热系数和温度的关系	238
铁的电阻率和温度的关系	238
铁的磁化率和温度的关系	239
二、化学性质	239
铁中氮、氢溶解度和温度的关系 ..	239
纯铁在650~975°C, Po ₂ 为1大气 压时氧化增重和时间的关系	239
第二节 元素含量对铁、钢物理性质	

的影响	240
一、元素含量对铁的晶格常数的影响...	240
〔C〕对铁的晶格常数的影响.....	240
〔C〕和温度对奥氏体晶格常数的影响.....	240
元素含量对 α_{Fe} 晶格常数的影响 ...	241
元素含量对 α_{Fe} 晶格常数的影响 ...	241
二、Fe-E系和钢的密度及比容的关系.....	241
〔C〕对钢中各相($\gamma, M, \alpha + Fe_3C$)比容的影响.....	241
〔C〕和钢中相体积的状态图.....	241
〔E〕和比容的关系.....	242
〔E〕和铸钢密度的关系.....	242
一些金属、合金的密度与温度的关系.....	242
退火状态钢的密度.....	243
碳钢比容的数据及计算.....	243
20°C合金钢的密度的计算.....	243
三、元素含量对铁及钢的膨胀、收缩性质的影响.....	244
〔E〕对铁的平均线膨胀系数的影响.....	244
〔E〕对铁的平均线膨胀系数差值的影响.....	244
〔E〕对铁的线膨胀的相对值的影响.....	244
不锈钢的线膨胀系数和温度的关系.....	245
〔E〕对铁的总固态收缩率的影响.....	245
碳钢及其它合金的线膨胀率和温度的关系.....	246
碳钢凝固后的线收缩率和温度的关系.....	246
高强度焊接铸钢凝固后的线收缩率和温度的关系.....	247
一些合金钢中〔E〕和凝固后的线收缩率的关系.....	247
〔E〕对0.35%C合金在 $\alpha \rightarrow \gamma$ 晶型转变时体积变化率的影响.....	248
钢在加热时的线膨胀系数 $\alpha \times 10^6$	248
钢在加热时的真实热膨胀系数.....	249
四、Fe-E和钢的导热系数	250

〔E〕对铁的导热系数的影响.....	250
〔C〕和温度对钢的导热系数的影响.....	250
各种材料的导热系数和温度的关系.....	250
不锈钢的导热系数和温度的关系.....	251
钢在各种温度下的导热系数.....	251
合金钢的导热系数和温度的关系.....	252
五、钢的比热和相变热.....	253
钢的平均热容和温度的关系.....	253
〔C〕对钢的相变热的影响.....	253
钢在各种温度时的真实热容.....	253
六、Fe-E系和钢的导热性	254
铁中元素含量和电阻系数的关系.....	254
〔E〕对铁的电阻系数的影响.....	254
〔C〕对铁的电阻系数的影响.....	254
不锈钢的电阻系数和温度的关系.....	255
钢在各种温度下的电阻系数.....	255
七、Fe-E系和钢的导磁性	256
〔E〕对铁的导磁率的影响.....	256
〔E〕对铁的矫顽力的影响.....	256
〔E〕对居里点的影响.....	256
〔E〕对饱和磁化强度的影响.....	257
〔E〕对剩余磁感应强度的影响.....	257
〔C〕对淬火、退火状态下的最大导磁率 $H_C, 4\pi J_s$ 的影响	257
第三节 元素含量对铁及钢的化学性质的影响	257
一、元素在铁中的溶解度及活度.....	257
1. 碳.....	257
不同温度下奥氏体中的〔C〕和活度的关系.....	257
不同温度下〔C〕和碳活度的关系.....	258
〔E〕对碳的活度系数的影响.....	258
Fe-Ni-C系〔C〕和奥氏体中碳活度的关系(1000°C)	258
〔E〕对〔C〕的溶解度的影响.....	259
〔E〕对奥氏体中〔C〕溶解度的影响.....	259
几种合金元素对共析温度 A_1 和共析碳的影响.....	260
2. 氮	260
固体铁中〔E〕·〔N〕积和温度的	

关系	260
固体铁中 $(E) \cdot (N)$ 积和 $(E) \cdot (C)$ 积与温度的关系	260
固体铁中 (E) 和 (N) 含量的关系 (910°C)	260
(Mn) 、 (Ni) 对 (N) 的溶解度的影响 (在奥氏体铁中)	261
(Si) 对 (N) 的活度和溶解度的影响 ($P_{N_2} = 1$ 大气压)	261
(Cr) 对 (N) 的溶解度的影响 ($P_{N_2} = 1$ 大气压)	261
(V) 对 (N) 的活度的影响	261
(E) 对 (N) 的活度和活度系数的影响 (1200°C)	262
1200°C和1600°C氮的活度系数值的比较	262
e_N 和温度的关系	262
3. 氢	262
(C) 和氢的溶解度的关系	263
氢在18-8钢中的溶解度和氢分压、温度的关系	263
(Si) 和温度对氢的溶解度的影响	263
Ni 、 Cr 、 $Fe-Ni$ 中氢的溶解度	263
氢在 $Fe-Mo$ 中的溶解度	263
氢在 $Fe-Cr$ 中的溶解度	263
氢在 $Fe-V$ 中的溶解度	264
4. 其它元素在铁中的溶解度	264
氧在奥氏体铁中的溶解度	264
元素在奥氏体铁中的溶解度	264
(E) 在 α 或 $\delta-Fe$ 中的溶解度	264
二、元素在铁、钢各相中的分配	265
1. 元素在碳化物、铁素体相中的分配	265
元素在碳化物相中的分配 (C 0.4%, $t = 700^\circ C$)	265
(E) 对碳化物相中 (E) 含量的影响	265
2. 元素在硫化物相中的分配	265
软钢中硫化物相内合金含量的分配	265
纯铁中 $\frac{(E)}{(S)}$ 对硫化物中 (E) 的影响	265

$(Cr) = 13\%$ 的钢中 $\frac{(E)}{(S)}$ 对硫化物中合金元素含量的影响	266
18-8系的不锈钢中 $\frac{(E)}{(S)}$ 对硫化物中合金元素含量的影响	266
三、氧化气氛对铁、钢氧化反应的影响	266
$Fe-O$ 系中 $\frac{P_{H_2O}}{P_{H_2}}$ 平衡比值和温度的关系 ($P_{H_2O} + P_{H_2} = 1$ 大气压)	266
$Fe-O$ 系中 $\frac{P_{CO}}{P_{CO} + P_{CO_2}}$ 的平衡比值和温度的关系 ($P_{CO} + P_{CO_2} = 1$ 大气压)	267
低碳钢在 CO_2 、 O_2 、 H_2O 、 SO_2 空气中的氧化增量和加热温度及加热时间的关系	267
(C) 和温度对钢在空气中氧化增量的影响	269
钢的氧化浸入深度和合金元素含量的关系	269
氧化气氛对 $(C) = 0.5\%$ 的钢氧化深度的影响	269
铁中元素含量对其氧化性能的影响	269
四、气相和钢间的脱碳反应	270
H_2-CH_4 气氛和温度、 (C) 的平衡关系	270
$CO-CO_2$ 气氛、温度和 (C) 的平衡关系	270
$H_2-CO-CO_2$ 气氛、温度和 (C) 的平衡关系	271
$CO-CO_2-H_2-CH_4$ 气氛、温度和 (C) 的平衡关系	271
露点和钢的碳位平衡关系	272
实用钢种和吸热型气氛的露点和热处理温度的关系	272
五、铁中元素含量对在酸中溶解的影响	272
(E) 对在10% HCl 中(25°C)溶解减量的影响	272
(E) 对在10% H_2SO_4 、10% HNO_3 中(25°C)溶解减量的影响	273
(C) 对在5%的硝酸、硫酸、盐	