

镁冶炼及 镁合金熔炼工艺

第二版

李明照 许并社 编著

MEIYELIAN JI MEIHEJIN RONGLIAN GONGYI



NLIC2970825557



化学工业出版社

镁冶炼及 镁合金熔炼工艺

第二版

李明照 许并社 编著

MEIYELIAN JI MEIHEJIN RONGLIAN GONGYI



NLIC297082667



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

镁冶炼及镁合金熔炼工艺/李明照, 许并社编著.

2 版. —北京: 化学工业出版社, 2012.8

ISBN 978-7-122-14402-7

I. 镁… II. ①李…②许… III. ①镁-轻金属冶金②镁合金-熔炼 IV. ①TF822②TG146.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 113183 号

责任编辑: 刘丽宏
责任校对: 洪雅姝

文字编辑: 汲永臻
装帧设计: 张 辉

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 三河市延风印装厂

710mm×1000mm 1/16 印张 16½ 字数 326 千字 2012 年 9 月北京第 2 版第 1 次印刷

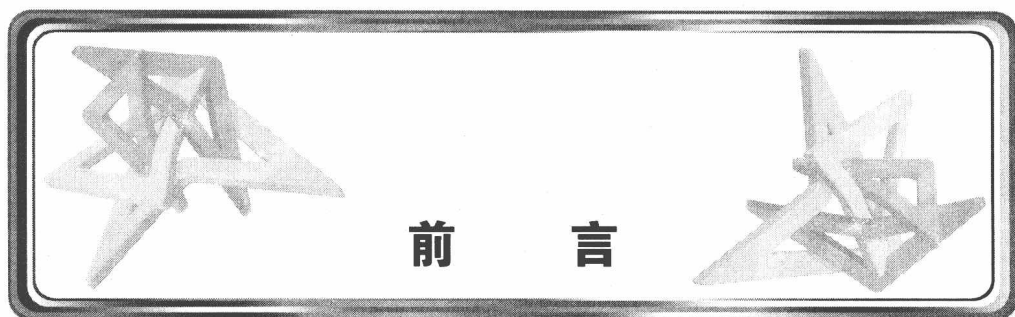
购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 58.00 元

版权所有 违者必究



前言

1808 年在实验室制得纯镁，1886 年镁合金在德国开始工业化生产，1930 年德国首次在汽车上运用镁合金，1935 年苏联首次将镁合金用于飞机生产，1936 年德国大众用压铸镁合金生产“甲壳虫”汽车发动机传动系统零部件，1938 年英国伯明翰首次将镁合金运用到摩托车变速箱壳。在 20 世纪 60 年代前，世界上 80%~90% 的镁是用于军事工业和航空业，60 年代后逐渐扩大到民用工业。

随着改革开放和市场经济的不断深入发展，我国镁工业有了突飞猛进的发展。目前，我国是世界上最大的原镁生产国，2011 年原镁产量近 70 万吨。镁已成为我国继铝、铜、铅、锌之后的第五大有色金属，我国也成为世界镁的生产基地。

镁合金是镁的合金化产品，是当今世界发展应用最快的轻合金。镁合金具有密度小、比强度和比刚度高，导电导热性好，良好的阻尼减震和电磁屏蔽性能，良好的可切削加工性并易于压铸成型，特别是易于回收再利用，被誉为 21 世纪最具开发和应用潜力的绿色工程材料。

本书第一版自 2005 年出版以来，深受广大读者欢迎。第二版结合镁及镁合金生产企业的实际情况和近年来的技术进展，较详细地阐述了从镁冶炼到镁合金熔炼、过程中各个环节的工艺技术、设备等知识，可为从事镁及镁合金研发、生产的人员提供指导，更适合于作为工厂技术人员的培训用书。

在此书再版之际，编者首先要感谢书中引用的参考文献作者及为此书再版做出努力的同仁们，同时也要感谢课题组全体成员。对本书不当之处，敬请读者不吝批评指出。

编著者



上篇 镁冶炼工艺

第1章 概论	2
1.1 国内外镁工业	2
1.1.1 镁的发展阶段	2
1.1.2 世界镁工业	3
1.1.3 我国镁工业	4
1.2 镁矿资源	5
1.3 镁及镁合金的应用	7
1.3.1 镁的应用	7
1.3.2 镁合金的应用	8
第2章 硅热还原法	11
2.1 硅热法炼镁的工艺流程	11
2.1.1 概述	11
2.1.2 硅热还原法的特点	12
2.1.3 硅热法炼镁的工艺流程	12
2.2 煅烧白云石	13
2.2.1 白云石的分解	13
2.2.2 煅烧白云石控制的条件	14
2.2.3 煅烧回转窑及其操作	17
2.2.4 其他煅烧设备	21
2.2.5 煅烧白云石的产物	22
2.3 还原炉料的准备	23
2.3.1 还原剂的选择	23
2.3.2 添加剂的选择	24
2.3.3 煅白、萤石及硅铁的配料	25
2.3.4 煅白、萤石及硅铁的磨粉工艺和设备	27
2.3.5 炉料的制团工艺及设备	29

2.4 镁的真空热还原	30
2.4.1 真空热还原过程的特点	30
2.4.2 真空热还原的基本原理	31
2.4.3 影响还原过程的因素	34
2.5 还原罐	36
2.5.1 还原罐的结构和工作环境	36
2.5.2 还原罐的材质	37
2.5.3 影响罐体使用寿命的因素	37
2.6 燃气或燃煤还原炉	38
2.6.1 煤气加热的还原炉	38
2.6.2 用煤加热的外热式还原炉	38
2.6.3 燃气或燃煤还原炉的生产实践	39
2.6.4 热还原辅助设备	41
2.7 蓄热式还原炉	43
2.7.1 蓄热燃烧系统的原理	43
2.7.2 传统燃烧与蓄热式燃烧	43
2.7.3 蓄热式还原炉换向方式	44
2.8 半连续和连续生产真空还原炉	45
2.8.1 熔渣导电半连续生产真空还原炉	45
2.8.2 连续还原炉	46
2.9 镁蒸气的冷凝与结晶	47
2.10 硅热法还原的产物	49
2.11 硅热法炼镁中的安全环保问题	49
2.12 硅热法炼镁新工艺	50
第3章 电解法炼镁	52
3.1 电解法炼镁的工艺流程	52
3.1.1 概述	52
3.1.2 各种炼镁工艺流程	53
3.2 氯化镁的制备方法	56
3.2.1 道屋法	56
3.2.2 阿玛克斯法	57
3.2.3 氧化镁氯化法	57
3.2.4 诺斯克法	57
3.3 水氯镁石 ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) 制备氯化镁	58
3.3.1 氯化镁水合物脱水的基本原理	58
3.3.2 氯化镁水合物脱水与水解的相图	60
3.3.3 水氯镁石的一次脱水	61

3.3.4	水氯镁石的二次脱水	62
3.4	菱镁矿(氧化镁)氯化制备氯化镁	63
3.4.1	氧化镁氯化的基本原理	63
3.4.2	氧化镁的制备及氯化设备	66
3.4.3	影响氧化镁氯化的因素	68
3.4.4	氧化镁的氯化工艺	72
3.5	电解质	75
3.5.1	电解质的组成	75
3.5.2	电解质的性质	75
3.5.3	电解质组成对电解过程的影响	79
3.5.4	电解质中杂质对电解过程的影响	79
3.6	镁的电解	81
3.6.1	镁电解的电流效率及影响因素	81
3.6.2	镁电解中的电能消耗	83
3.6.3	镁电解用的电解槽	84
3.6.4	镁电解工艺	88
第4章	粗镁精炼与镁锭的表面处理	92
4.1	粗镁精炼的工艺流程	92
4.1.1	粗镁精炼概述	92
4.1.2	粗镁精炼的工艺流程	93
4.2	粗镁	93
4.2.1	粗镁的化学组成及质量等级	93
4.2.2	粗镁中杂质的来源及分布情况	93
4.2.3	粗镁除杂方法	95
4.3	粗镁的熔剂精炼法	97
4.3.1	对熔剂的要求及熔剂组成	97
4.3.2	熔剂精炼的操作	98
4.3.3	熔剂精炼的设备	98
4.4	其他精炼方法	100
4.4.1	添加剂深度精炼	100
4.4.2	升华精炼	100
4.4.3	感应精炼炉精炼	101
4.5	浇注镁锭	101
4.5.1	影响镁锭浇注的因素	101
4.5.2	连续铸锭机	102
4.5.3	人工浇注	103
4.5.4	镁锭	103

4.6 镁锭的表面处理	104
4.6.1 镁锭腐蚀的原因	104
4.6.2 镁锭表面的处理方法	104

下篇 镁合金熔炼工艺

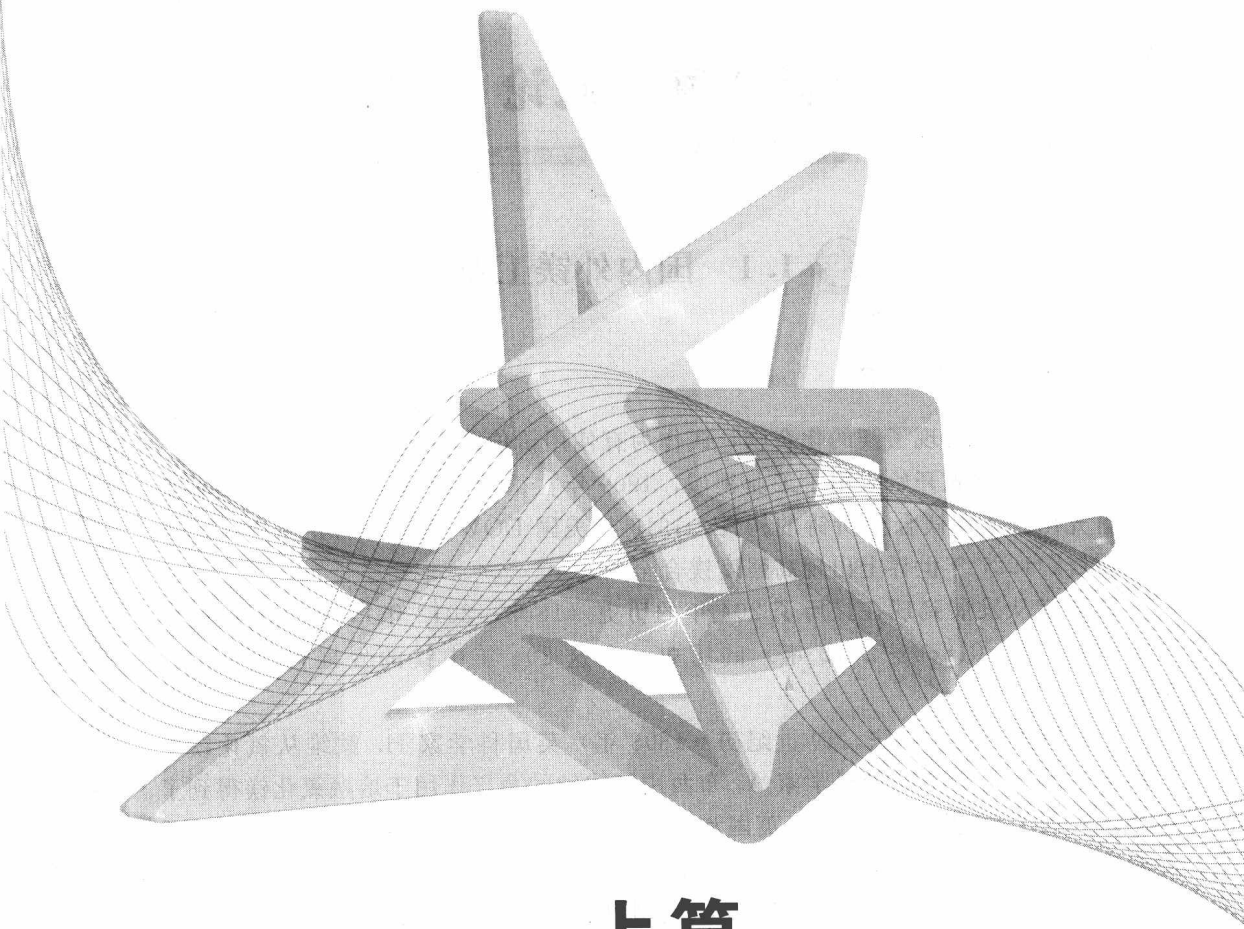
第5章 镁合金的牌号、分类及性能	108
5.1 镁合金的牌号	108
5.1.1 美国牌号	108
5.1.2 中国牌号	109
5.1.3 前苏联牌号	109
5.1.4 其他牌号及部分镁合金相近牌号对照	109
5.2 镁合金的分类	112
5.2.1 化学成分	112
5.2.2 成形工艺	113
5.2.3 是否含锆	113
5.3 镁合金的性能	114
5.3.1 铸造镁合金的性能及特点	114
5.3.2 变形镁合金的性能及特点	116
第6章 镁合金熔炼的基本原理	119
6.1 镁的合金化	119
6.1.1 镁的合金化特点	119
6.1.2 镁的合金化强化原理	120
6.1.3 镁合金中合金元素对组织和性能的影响	124
6.2 镁合金系及相图	127
6.2.1 Mg-Al 二元系相图	127
6.2.2 Mg-Zn 二元系相图	128
6.2.3 Mg-Mn 二元系相图	129
6.2.4 Mg-Li 二元系相图	130
6.2.5 Mg-RE 系合金	131
6.2.6 其他合金相图	134
6.3 镁合金的一些物理化学特性	135
6.3.1 镁与氧的作用	136
6.3.2 镁与氢的相互作用	137
6.3.3 镁与氮的相互作用	139
6.3.4 镁与硫及 SO_2 的相互作用	139
6.3.5 氯气与镁及其合金组元的作用	139

6.3.6 镁与 B_2O_3 的作用	140
6.3.7 镁与水的作用	140
第7章 镁合金生产前的准备工作	141
7.1 各种工具及材料的准备	141
7.1.1 生产镁合金用工具的准备	141
7.1.2 坩埚的准备	141
7.1.3 涂料的准备	143
7.1.4 炉料及熔炼用辅助材料的准备	144
7.2 配料	145
7.2.1 用粗镁或镁锭生产镁合金的配料操作注意事项	145
7.2.2 生产镁合金各金属加入量的计算	146
7.2.3 熔剂的选用及用量	149
7.2.4 用坩埚炉熔炼 Mg-Al 系合金的操作与步骤	149
7.2.5 各种铸造镁合金的推荐配料成分	150
7.3 中间合金的制备	151
7.3.1 中间合金的成分	151
7.3.2 各种中间合金的制备方法	151
第8章 镁合金生产用设备及安全技术 with 操作	154
8.1 镁合金的熔炼设备	154
8.1.1 反射炉	154
8.1.2 坩埚炉	155
8.1.3 工频感应炉	157
8.1.4 双室熔炼炉和三室熔炼炉	158
8.2 镁合金的浇注设备	159
8.2.1 气体保护半连续浇注机	159
8.2.2 浇注镁合金锭用结晶槽和漏斗	160
8.2.3 其他常用浇注工具	161
8.3 电气控制系统	163
8.4 镁合金生产的安全技术与操作	164
8.4.1 镁合金发生燃烧和爆炸的化学反应机理	164
8.4.2 镁合金生产的安全技术	164
8.4.3 镁合金生产的安全操作条例	166
第9章 镁合金生产工艺	168
9.1 镁合金生产工艺概要	168
9.1.1 镁合金生产工艺的特点	168
9.1.2 镁合金的生产技术	169
9.2 镁合金的生产工艺流程	170

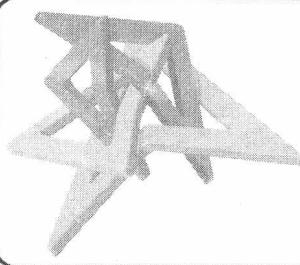
9.2.1 熔剂保护镁合金的生产工艺流程	170
9.2.2 气体保护镁合金的生产工艺流程	171
9.3 反射炉熔炼镁合金工艺	172
9.4 坩埚炉熔炼镁合金工艺	175
9.5 熔剂法熔炼 ZM-5 合金的工艺	176
9.6 无熔剂法熔炼 ZM-5 合金的工艺	177
9.7 AZ91 镁合金熔炼的工艺	178
9.8 镁合金生产中需控制的重要环节	179
9.9 两种特殊元素的加入方法	180
9.10 废料复熔工艺	181
第 10 章 镁合金生产过程防氧化及燃烧的方法	183
10.1 概述	183
10.2 熔剂保护法	184
10.2.1 熔剂的作用	184
10.2.2 对熔剂的要求	184
10.2.3 配制熔剂用盐类的性质	185
10.2.4 常用熔剂的成分和性能	187
10.2.5 熔剂的配制工艺	189
10.2.6 传统熔剂的不足之处	190
10.2.7 新型无公害熔剂	191
10.3 气体保护法	191
10.3.1 气体保护机理	191
10.3.2 保护气体	193
10.3.3 气体保护与熔剂保护的比较	194
10.4 合金化阻燃保护法	194
第 11 章 镁合金熔体的净化与变质处理	197
11.1 镁合金熔体的净化处理	197
11.1.1 除气	197
11.1.2 除夹杂物	198
11.2 镁合金的变质原理及常用的变质剂	200
11.2.1 镁合金的变质原理	200
11.2.2 常用的变质剂	201
11.3 Mg-Al 系合金的变质处理	202
11.3.1 过热变质法	202
11.3.2 加碳变质法	202
11.4 Mg-Zn、Mg-RE 系合金的变质处理	205
11.4.1 加锆细化晶粒	205

11.4.2 铝的加入方法	206
11.5 其他合金系的变质处理	207
11.6 电磁搅动镁合金液穴熔体细化晶粒	208
11.7 其他镁合金晶粒细化的工艺	210
11.7.1 半固态成形细化晶粒工艺	210
11.7.2 铸锭变形处理工艺	211
11.7.3 铸造粉末冶金成形工艺	212
第12章 镁合金的浇注	213
12.1 镁合金浇注的特点及方法	213
12.1.1 镁合金浇注的主要特点	213
12.1.2 镁合金浇注时应采取的措施	213
12.1.3 半连续浇注镁合金锭前的准备	214
12.2 镁合金的浇注工艺制度	215
12.3 镁合金的浇注方法	217
12.3.1 用浇包舀取合金熔体的浇注	218
12.3.2 有挡板坩埚的浇注	219
12.4 浇注过程中镁合金熔体的保护	219
第13章 镁合金的质量控制和常见缺陷及防止方法	221
13.1 质量控制内容和检测方法	221
13.1.1 影响镁合金质量的因素	221
13.1.2 镁合金化学成分及夹杂物的检测方法	222
13.2 镁合金中常见的缺陷及防止方法	226
13.2.1 镁合金的裂纹倾向性	226
13.2.2 镁合金锭及铸件的偏析	229
13.2.3 镁合金锭及铸件的冷隔	230
13.2.4 镁合金锭及铸件的夹杂	231
13.2.5 镁合金铸件的缩松和缩孔	232
13.2.6 镁合金锭中带状气孔	233
13.2.7 镁合金锭中金属间化合物	233
第14章 镁合金废料的回收与再利用	234
14.1 镁合金再生概述	234
14.2 镁合金废料的分类	234
14.2.1 压铸废料和机加工废料	236
14.2.2 报废的镁合金零部件	236
14.3 镁合金废料的回收工艺	236
14.4 镁合金废料的回收方式	237
14.4.1 厂内回收	237

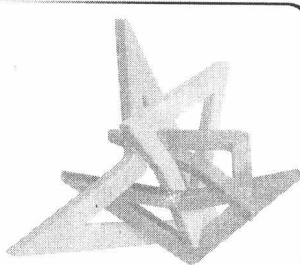
14.4.2 厂外回收	237
14.4.3 废旧汽车上镁合金零部件的回收	238
14.5 镁合金废料的前期处理	239
14.6 镁合金废料的熔炼方法	239
14.6.1 镁切屑的重炼工艺	240
14.6.2 镁切屑真空蒸馏法	240
14.6.3 熔解法	241
14.6.4 无熔剂法	243
14.7 镁合金废料在熔炼中的质量控制	244
14.7.1 降低镁合金中铁的含量	244
14.7.2 降低镁合金中非金属杂质的含量	245
14.7.3 预防外来杂质	246
14.8 再生镁合金的质量要求及检测	247
14.8.1 再生镁合金的质量要求及检测项目	247
14.8.2 再生镁合金的检测方法	247
14.9 再生镁合金的未来	248
参考文献	249



上篇 镁冶炼工艺



第 1 章 概论



1.1 国内外镁工业

1.1.1 镁的发展阶段

1755 年人类发现了镁的化合物，镁作为有使用价值的材料始于 1808 年，直到 1886 年在德国首先开始应用于工业领域，1909 年在德国法兰克福国际航空展览会上，首先出现了用镁合金所铸的构件。1916 年美国 DOW 化学公司开始生产工业化电解镁，1927 年世界上出现高强度镁合金。

金属镁从发展到现在经历了 204 年的历史（1808~2012 年），工业生产的年代已有 126 年（1886~2012 年）的历史，在这 204 年中镁的发展可分为三个阶段。

第一阶段——化学法。19 世纪初（1808 年）英国科学家 H. 戴维从氧化镁中分离出了镁。1929 年法国科学家 A. 布西用钾或钠的蒸气作用于熔融氯化镁得到了金属镁。到了 19 世纪 60 年代，英国和美国才开始用化学法得到了多一点的镁。此阶段经历了 78 年（1808~1886 年），但没有形成工业生产的规模。

第二阶段——熔盐电解法。1830 年英国科学家 M. 法拉第首先用电解熔融氯化镁的方法制得了纯镁。1852 年 P. 本生在实验室范围内对此法进行了较详细的研究，直到 1886 年在德国开始镁的工业生产。1886 年以后，镁的需求量增加，1909 年由于“电子”镁基合金（作结构材料）的发明和使用，对镁生产的发展产生了重大的影响，才奠定了电解氯化镁作为工业生产镁的方法。电解法为当今具有先进水平的工艺方法之一。

第三阶段——热还原法。由于镁的需求量越来越大，光靠电解法生产不能满足镁的需求，所以许多科学家在化学法的基础上，研究了热还原法炼镁。氧化镁真空热还原法炼镁是 1913 年开始的，到现在已有近百年的历史。第一次用硅作还原剂还原氧化镁是 1924 年由 Л. X. 安吉平和 A. Ф. 阿拉贝舍夫实现的。1932 年安吉平、阿拉贝舍夫用铝硅合金作还原剂还原氧化镁。1941 年加拿大 Toronto 大学教

授 L. M. 皮江在渥太华建立了一个以硅铁还原煅烧白云石炼镁的试验工厂, 并获得了成功。1942 年加拿大政府在哈雷白云石矿建立了一个年产 5000t 金属镁的硅热法炼镁厂。皮江法炼镁成为工业炼镁的第二大方法。

第二次世界大战以后, 1947 年法国着手研究了连续生产的硅热法炼镁工艺流程, 1950 年建立了扩大试验炉, 1959 年第一台日产镁 2.5t 工业炉投产, 经过长期的研究试验, 1969 年建成年产 4500t 镁的半连续硅热法镁厂 (半连续还原炉日产镁 3.5t), 1971 年扩建到年产 9000t 镁 (半连续还原炉日产镁 6.5t)。半连续法炼镁 (即熔渣导电半连续还原炉) 成为当今镁工业生产中具有先进水平的工艺方法之一。

1.1.2 世界镁工业

20 世纪 50 年代以前, 镁的发展依附于军事工业, 60 年代以后, 由于金属镁在民用市场和空间技术的应用得到发展, 于是推动了镁的平稳增长。近几年来随着镁合金在交通、电子及通信等领域应用的增长, 世界镁的消费在逐年上升并增长迅速。

全世界 (除中国外) 有 10 个国家即美国、加拿大、挪威、俄罗斯、法国、意大利、前南斯拉夫、巴西、印度、朝鲜生产金属镁。20 世纪 90 年代初, 西方国家的镁需求量约 250kt, 其中美国约占 50%。世界上大规模的镁供应商也在西方。在随后的 10 年间, 镁的需求达到了 350kt 以上, 与此同时, 世界的镁供应也发生了很大的变化。美国、挪威、法国等国受到中国、俄罗斯镁锭的冲击, 宣布关闭了多家镁冶炼厂。在日本, 日本重化公司和宇都兴业公司相继从镁冶炼行业退出。世界最大的 Freeport 镁冶炼厂因在 1998 年两次遭受自然灾害, 也从镁冶炼领域退出。取而代之的是中国镁产业的兴起。除了中国、俄罗斯之外, 世界原镁的上市量, 南美和非洲勉强保持增长, 欧洲、亚洲也呈下降趋势, 而北美则显著下降。Norsk Hydro 公司在 2002 年 4 月关闭了波尔斯可兰工厂, 并把生产移至中国的西安, 从而加入了中国的镁生产行列。

随着中国流向世界市场的低价格纯镁锭的数量逐年递增, 西方国家的大型纯镁生产厂家在竞争中相继关闭。与此形成对照的是, 中国出口的纯镁锭数量占西方国家用于镁市场总运货量的比例则越来越大, 接近于钢铁脱硫剂市场的总运货量。中国的纯镁生产厂家向这两个市场的渗透程度将进一步提高, 而且在西方发达国家显现出越来越明朗的趋势。

在此形势下, 西方的纯镁生产企业只能对附加值比纯镁更高的镁合金材料市场寄予希望, 这也是他们唯一的生存之路。因此, 镁锭市场向纯镁和镁合金两个市场分化的导向性将更加清晰。即使西方镁生产商锁定了向汽车产业提供镁合金压铸材料的目标, 但为了满足未来此领域镁合金每年两位数的增长需求, 镁锭的生产技术、装备水平以及生产成本仍然是未来竞争的焦点。

1.1.3 我国镁工业

1938 年日本在东北抚顺建立了一个镁车间，抗日战争后，这个镁车间未恢复生产。1957 年在前苏联专家的指导下，在原来的基础上，采用菱镁矿干团炉料氯化生产氯化镁熔体再电解生产金属镁的方法建成了年产 3000t 金属镁的车间，即抚顺铝厂镁分厂。1963 年后将菱镁矿干团炉料氯化改为菱镁矿颗粒氯化生产 MgCl_2 ，再电解 MgCl_2 生产金属镁。1986 年我国着手将青海民和镁厂的半连续硅热法炼镁工艺改造为年产 4000t 镁的电解法镁厂，生产工艺为菱镁矿颗粒氯化——电解法。1992 年后，利用青海盐湖资源，将天然光卤石脱水为无水光卤石，增加了电解无水光卤石制取金属镁的生产工艺，并解决了生产工艺中氯气的利用与平衡问题，使青海民和镁厂成为我国利用镁资源生产金属镁的重要基地。

1987 年起，皮江法炼镁在经过多年的研究及引进消化吸收的基础上，开始工业化生产。皮江法炼镁由于工艺流程和设备简单，建厂投资少，生产规模灵活，所用炉体小、建造容易、技术难度小，再加上我国以前对环境与资源的限制小，皮江法炼镁企业在我国得到迅速发展。

我国镁企业为扩大出口，提高产品附加值与市场占有率，积极按市场需求开发新产品，调整产品结构。已有多家企业可以生产镁合金锭、镁粉、镁合金棒材、挤压材、板材及镁合金压铸件等。镁的研发热潮正在兴起，经过市场的磨炼，镁企业普遍开始重视产品质量和企业信誉，已经逐步实施品牌战略。目前，大部分镁企业通过 ISO 质量认证，镁锭、镁合金、镁粉产品质量与产品标准已与国际接轨。

我国国内镁消费逐年增加，镁产品主要依赖于出口，因此我国镁工业是出口主导型的工业。1992 年以前，我国是镁的净进口国，1992 年起，我国成为镁的净出口国。我国已成为最大的镁产品出口国，西方世界供需缺口的 85% 以上需由我国供应。欧盟、美国、日本是我国镁产品三大出口市场，近几年加拿大、韩国等国家也成为我国镁的新兴市场。镁的出口企业主要集中在山西、陕西、宁夏等地，出口商也在竞争中走向集中，并形成经营规模。

经过几十年的发展，我国镁已经从资源优势转变为产业优势。随着改革开放和市场经济的不断深入发展，我国镁工业有了突飞猛进的发展，2003 年，我国原镁产量占到全球的 2/3（全球：515kt；我国：354kt），此后逐年增加，2010 年我国原镁产量近 70 万吨。镁已成为我国继铝、铜、铅、锌之后的第五大有色金属，我国也成为世界镁的生产基地。自“十五”国家科技攻关计划项目正式启动以来，一批与镁及镁合金开发应用及产业化相关的项目先后在国家“973”、“863”、“国际合作”等计划中获得立项支持。“十一五”期间，镁冶炼企业开发的双蓄热式镁还原炉、镁渣制造水泥及大直径竖式还原罐炼镁等技术，为减少矿石和能源消耗、减轻生态环境破坏程度及环境污染程度作出了一定贡献。我国镁业在政府的重视与支持

下建立了山西、宁夏、重庆、青岛、南京等 10 个特色镁合金基地，为扩大镁合金的应用领域打下了良好基础。“十二五”期间，我国镁及镁合金的开发和应用已经开始进入一个新的发展时期，正在朝着健康、强大、可持续发展的目标迈进。

1.2 镁 矿 资 源

镁的蕴藏量丰富，在地壳中储量达 2.1%~2.7%，是仅次于铝和铁居第三位的金属元素，海水中的镁高达 0.13‰。

世界上镁盐资源主要以液体矿和固体矿两种形式存在。液体矿以海水、地下水、盐湖卤水为主，固体矿包括菱镁矿、白云石矿、蛇纹石矿、滑石、水镁石及少量其他沉积矿等。

我国是世界上镁资源最为丰富的国家之一，总储量占世界的 22.5%，居世界第一。镁资源主要来源于菱镁矿、白云石、盐湖镁盐及海水等。我国已探明菱镁矿储量达 31.45 亿吨，居世界之首；白云石资源储量达 40 亿吨以上；盐湖镁盐资源储量达 80 亿吨以上。

在盐湖资源中，液体矿产资源居于十分重要的地位，世界上已大规模开发的盐湖几乎全是利用其卤水，盐湖固体矿的开发则很少 [因为卤水（包括海水和盐湖卤水）是一种再生资源，而菱镁矿是不可再生资源]。利用盐湖镁资源生产金属镁或（高纯）镁砂的工艺主要有钾光卤石脱水电解炼镁、水氯镁石脱水电解炼镁。

从世界镁盐工业发展趋势来看，发展卤水镁盐工业前景十分广阔，应充分利用盐湖卤水这种可再生资源，而保留更多的不可再生资源，为镁及镁合金的长久发展积蓄力量。位于青海湖区的察尔汗盐湖是我国最大的钾镁盐盐湖，其镁盐储量占全国镁盐资源的 74%，且具有多种有用组分共生的特点。随着各国经济的发展，资源的匮乏将成为制约一国发展的重要因素，所以说盐湖卤水资源的开发对于镁业及其他产业的发展具有无可估量的价值。

在自然界中镁是地壳中分布较广的元素之一，占地壳量的 2.1%，见表 1-1。

表 1-1 地壳中分布最广的化学元素的含量

元 素	质量含量/%	元 素	质量含量/%
氧	49.13	钙	3.25
硅	26.00	钠	2.40
铝	7.45	钾	2.35
铁	4.20	镁	2.10

镁以化合物形态存在的镁矿在 1500 种矿物中占 200 多种，但能作为炼镁原料的镁矿仅几种，见表 1-2。