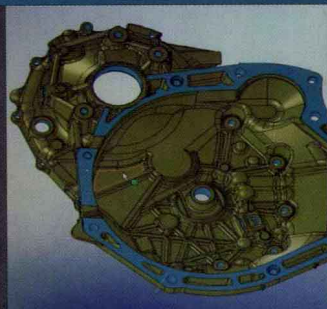


21世纪高等学校应用型特色系列教材

[高校教材]

镁合金压铸工艺与模具

刘好增 罗大金 主 编
白坤举 程贵生 崔国英 副主编



中国轻工业出版社

21 世纪高等学校应用型特色系列教材

镁合金压铸工艺与模具

主 编 刘好增 罗大金

副主编 白坤举 程贵生 崔国英

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

镁合金压铸工艺与模具/刘好增, 罗大金主编. —北京:
中国轻工业出版社, 2010. 4

(21 世纪高等学校应用型特色系列教材)

ISBN 978-7-5019-7492-4

I. ①镁… II. ①刘…②罗… III. ①镁合金-压力铸
造-生产工艺-高等学校-教材②镁合金-压铸模-高等
学校-教材 IV. ①TG292

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 012359 号

责任编辑: 王 淳 责任终审: 孟寿萱 封面设计: 锋尚设计
版式设计: 王超男 责任校对: 杨 琳 责任监印: 张 可

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印 刷: 河北高碑店市德裕顺印刷有限责任公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2010 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 787×1092 1/16 印张: 16

字 数: 329 千字

书 号: ISBN 978-7-5019-7492-4 定价: 30.00 元

邮购电话: 010-65241695 传真: 65128352

发行电话: 010-85119835 85119793 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

90929J1X101ZBW

序

材料是社会现代化和高新技术的先导,是人类生存发展的物质基础,镁材是新世纪一种极其具有发展前景的新型绿色材料,我国镁的矿藏量世界第一,原镁产量世界第一,原镁出口量世界第一。我国镁材的开发和应用与经济发达国家如美、日、英、澳相比,相对较落后,而国家高新技术发展计划(863计划)十分重视这一工作,为完成这一工程,我们作为全国高校里第一个创办镁合金科学和技术的有关学科教学的学校,现着手编写符合高等职业技术教育的系列教材,首先出版《镁合金压铸工艺与模具》、《镁合金锻压成形工艺与模具》、《镁合金液态模锻工艺与模具》和《镁合金焊接和防腐》和《模具 CAD/CAE/CAM》五本。它填补了职教教材的空白,同时又有所创新,它们的特点是:

(1) 紧扣金属镁和镁合金的特性和加工技术来制定教材内容。

(2) 简单扼要、概括综合了镁合金成形技术。强调实际应用,符合职业教育的基本要求。

(3) 分别介绍了当前镁合金成形技术的主要方式、基础知识、三种工艺和模具的特点及应用。

(4) 不同工艺和模具有它的相似性,又各有其特殊性,每本书尽量避免个别内容的重复,又不失它的完整性和系统性。因此在编写过程中重点介绍了它的独特性,比较了它们的相似性。

(5) 前四本书构成了当今镁及镁合金的一般知识和主要成型方面的基本内容。

(6) 模具 CAD/CAE/CAM 以塑料模的计算机应用为主,同时与压铸、锻造、挤压和冲压模具相配。

参加编写该系列教材的院校有鹤壁职业技术学院、河南机电高等专科学校、开封大学、洛阳理工学院、安徽机电职业技术学院、台州学院、温州职业技术学院、台州职业技术学院等院校。

由原河南科技大学教授,现为鹤壁职业技术学院专职常驻特聘教授罗大金为首组成系列教材编委会。

编委会

2010 年元月

前 言

镁合金是继钢、铁、铝、锌、铜金属材料之后又一新型工业材料。镁及其合金因具有密度小、比强度大、比刚度高、抗振性能好、可回收利用等优点，因此格外引人注目。同时，与地壳中其他金属含量相比，镁元素在地壳中的含量仅在铝、铁之后，位居第三。占地球面积70%的海洋也是一个天然的镁资源宝库。据测算，每立方米海水之中约含有1.3kg的镁，仅是死海一处的镁若能全部开发，就可供人类使用22000年。而现在常用的铜、铅、锌矿藏的开采只能维持几十年，铝、铁也只能维持100~300年。我国目前在镁工业方面有三项“世界冠军”，第一是资源大国，储存量位居世界首位；第二是原镁生产大国，产量占全球的三分之二；第三是镁矿石出口大国，占世界总产量的80%~85%。

我国镁的深加工技术很落后，品质不够稳定。针对世界经济发展状况和我国镁工业的现状，国家政府部门投入了大量的资金进行有关问题的研究与开发，已取得一定的成效。

我国的镁质产品制件将会在交通、运输、电子信息、航空航天、医疗环保等方面逐步开始和扩大应用。因此，我国特别需要从事这方面工作的工程技术和现场指导的技术人才。

镁合金具有良好的铸造性能，当前镁合金的铸造方法有砂型铸造、金属型铸造、低压铸造、压力铸造等多种方式，而压力铸造是应用最广泛的铸造方式。压力铸造属于特种铸造，采用钢质压铸模在压铸机上进行生产。现代压铸生产中，压铸件的质量与压铸模、压铸设备和压铸工艺这三大因素紧密相关。在这三项要素中，压铸模质量最为关键，它的功能是双重的，对熔化后的金属液在其型腔内，在一定压力下冷却，以得到一定形状、性能、质量的制件，它是保证生产过程顺利进行、制件质量好坏、生产效率的高低、具体实质的装备。

本书共分七章，较系统地介绍了镁合金的压铸性能、压铸工艺、压铸模、压铸件质量和当前镁合金压铸件的应用等方面的知识。

本书由刘好增、罗大金任主编，白坤举、程贵生、崔国英任副主编，杨晓红、李建伟、张新海、朱海勇参加编写。其中：杨晓红编写第1章，程贵生编写第2章和第5章，李建伟编写第3章第1节，张新海编写第3章第2~3节，崔国英编写第4章中1~7节，刘好增编写第4章的8、9节，白坤举编写第6章，朱海勇编写第7章，卜建新、王彦勋审。在编写过程中借鉴了国内外一批镁材的科研成果和成型技术方面资料，在此一并表示感谢。

由于本书要体现镁科学及技术，又要介绍适合镁合金成型技术的特点，因此编写难度较大，缺乏经验，肯定有不足之处，敬请读者指正。

目 录

第 1 章 金属镁及镁合金	1
1.1 金属镁的基本性能	1
1.1.1 纯镁的物理性能	1
1.1.2 纯镁的力学性能	1
1.1.3 纯镁的化学性能	1
1.1.4 纯镁的工艺性能	3
1.2 世界镁资源概况	3
1.2.1 菱镁矿主要分布国家	3
1.2.2 我国菱镁矿储量分布情况	4
1.2.3 国外近代镁冶金的发展概况	4
1.2.4 我国镁工业	5
1.3 铸造镁合金	8
1.3.1 铸造镁合金的化学成分	8
1.3.2 铸造镁合金的主要类型	9
1.3.3 镁合金中合金元素的应用	17
1.3.4 镁合金的编号	20
1.3.5 铸造镁合金的性能	21
复习思考题	25
第 2 章 镁合金压力铸造工艺	26
2.1 压铸工艺过程及特点	26
2.1.1 压铸工艺过程	26
2.1.2 压铸的特点	28
2.2 压铸的类型	30
2.2.1 热压室压铸	30
2.2.2 冷压室压铸	31
2.3 压铸镁合金的熔炼	32
2.3.1 镁合金的熔炼特点	32
2.3.2 熔炼设备及工装	39
2.3.3 熔体的精炼处理	46
2.3.4 合金的晶粒细化及变质处理	48
2.3.5 ZA91 合金的熔炼工艺	52
2.4 压铸工艺参数	54
2.4.1 压力	54

2.4.2 速度	56
2.4.3 温度	57
2.4.4 时间	61
复习思考题	63
第3章 压铸机与压铸模	64
3.1 压铸机的型号与技术参数	64
3.1.1 压铸机应具备的基本功能	64
3.1.2 压铸机的型号和技术参数	69
3.1.3 压铸机的基本构造	73
3.1.4 压铸机的液压及电控系统	82
3.1.5 压铸生产自动化及工艺参数测量	89
3.2 压铸模的组成与基本结构	97
3.2.1 压铸模的结构组成	97
3.2.2 热压室压铸机压铸模基本结构	98
3.2.3 卧式冷压室压铸机用压铸模基本结构	98
3.2.4 立式冷压室压铸机压铸模基本结构	100
3.2.5 全立式冷压室压铸机压铸模基本结构	101
3.3 压铸机的选用	102
3.3.1 压铸机锁模力大小的选择	103
3.3.2 压铸机压室容量的选择	107
3.3.3 开模行程的校核	107
3.3.4 模具安装尺寸校核	108
复习思考题	109
第4章 压铸模设计	110
4.1 压铸件的结构工艺性	110
4.1.1 压铸件的尺寸精度	110
4.1.2 压铸件的结构要求	112
4.2 分型面选择	116
4.2.1 分型面的作用及类型	116
4.2.2 铸件在模具内的位置	120
4.3 浇注系统设计	120
4.3.1 浇注系统的组成	120
4.3.2 浇注系统对填充条件的影响	121
4.3.3 浇口	122
4.3.4 直浇道	128
4.3.5 横浇道	130
4.4 排溢系统	132

4.4.1 溢流槽	132
4.4.2 排气道	134
4.5 成型零件	134
4.5.1 成型零件的结构设计	135
4.5.2 成型零件制造尺寸的计算	137
4.5.3 成型表面的粗糙度	142
4.6 抽芯机构	144
4.6.1 抽拔力	144
4.6.2 斜销机构	145
4.6.3 斜滑块机构	150
4.6.4 液压抽芯机构	156
4.7 顶出机构	157
4.7.1 顶出元件	157
4.7.2 顶出元件的分布	164
4.7.3 顶出力和顶出面积	165
4.7.4 复位杆和导向零件	165
4.7.5 顶出机构	167
4.8 模板及其导向	171
4.8.1 模板的形式	171
4.8.2 模板的尺寸	172
4.8.3 模板的导向	179
4.9 压铸模的技术要求	183
4.9.1 压铸模零件的常用材料	183
4.9.2 压铸模零件的公差与配合	184
4.9.3 压铸模零件的表面粗糙度	186
4.9.4 压铸模的技术条件	186
复习思考题	187
第5章 压铸模材料及制备	189
5.1 概述	189
5.1.1 压铸模对成型零件和浇注系统零件材料的要求	189
5.1.2 主要零部件和浇注系统零件常用材料	190
5.2 常用压铸模材料的制备	193
5.2.1 5CrNiMo 钢	193
5.2.2 3Cr2W8V 钢	194
5.3 新型压铸模材料的制备	197
5.3.1 H11	197
5.3.2 H13 钢 (4Cr5MoSiV1 钢)	198

5.3.3 Y 系列热工模具钢	202
5.3.4 HM3 钢 (3Cr3Mo3VN6)	207
5.3.5 ER8 钢	208
复习思考题	210
第 6 章 镁合金压铸质量检验与控制	211
6.1 质量控制项目和方法	211
6.1.1 化学成分的检验	211
6.1.2 力学性能的检验	211
6.1.3 铸件的内部质量和气密性的检验	212
6.1.4 工艺检验	212
6.2 镁合金的组织检验	212
6.2.1 镁合金的宏观检验	212
6.2.2 断口检验	219
6.2.3 镁及其合金的显微组织检验	222
6.3 常见的铸造缺陷及其控制	226
6.3.1 气孔	227
6.3.2 冷隔	227
6.3.3 夹杂	228
6.3.4 疏松和缩孔	228
6.3.5 偏析	229
6.3.6 热裂	230
复习思考题	230
第 7 章 镁合金的应用	232
7.1 概述	232
7.2 镁合金在汽车工业上的应用	232
7.2.1 在国外汽车上的应用	233
7.2.2 在国内汽车上的应用	233
7.3 镁合金在摩托车上的应用	234
7.3.1 在国外摩托车上的应用	234
7.3.2 在国内摩托车上的应用	235
7.4 镁合金在自行车上的应用	235
7.4.1 在国外自行车上的应用	236
7.4.2 在国内自行车上的应用	236
7.5 镁合金在航空工业上的应用	236
7.5.1 在航空工业上的应用	236
7.5.2 镁合金航空部件示例	238
7.6 镁合金在 3C 产品上的应用	239

7.7 镁合金在武器中的应用	240
7.7.1 在武器中的应用	240
7.7.2 武器镁合金零件的应用前景	240
7.8 镁及镁合金在其他领域中的应用	241
7.8.1 冶金工业	241
7.8.2 化学工业	241
7.8.3 电化学工业	241
7.8.4 镁牺牲阳极及其他产品	242
参考文献	243

第 1 章 金属镁及镁合金

20 世纪 90 年代以来，镁合金应用领域的快速发展已经引起了世界各国的普遍重视。美、德、日和澳大利亚等国相继出台了各自的镁研究计划，将镁资源作为 21 世纪获得重要战略物资的基本条件，加强了金属镁及镁合金在资源加工、应用等方面的研究开发，并着力扩大应用数量的范围。这些计划的共同点都是以产业化为目标，以技术成就为特征，以汽车工业和电子信息工业为主要用户，由政府组织协调，以研究单位与生产厂家联合开发为主要形式。这些计划的制定与实施极大地推动了镁合金的开发和应用。

1.1 金属镁的基本性能

1.1.1 纯镁的物理性能

纯镁的物理性能如表 1-1 所示。

表 1-1 纯镁的物理性能

性质	温度/℃	数值	性质	温度/℃	数值
原子序数		12	多晶镁泊松比	25	0.35
相对原子质量		24.3	线收缩率	20 ~ 650	1.9%
熔点		650℃	液-固收缩率	650	4.2%
沸点		1 090℃	热容 C_p	27	24.86J/(mol · K)
晶体结构	25	密排六方	熵 S	27	32.52J/(mol · K)
c/a		1.623 6	焓 H	527	14.1kJ/(mol · K)
密度	25	1 736kg/m ³	热导率	27	156W/(m · K)
多晶镁电阻率	20	$4.46 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$	热扩散率	27	0.874cm ² /s
多晶镁弹性模量	25	45GPa	电化学位		-2.37V

注： c 、 a 点阵常数（晶格常数）是表征晶体结构的参数、密排六方结构需两个点阵常数，即六边形的边长 a 和上下底面的间距 c 确定。金属镁： $a=3.2094$ ， $c=5.2105$ 。

1.1.2 纯镁的力学性能

纯镁的力学性能如图 1-1 和图 1-2 所示。

1.1.3 纯镁的化学性能

镁是非常活泼的金属，镁的标准电极电位 $E = -2.37V$ ，与其他金属相比电极电位最低，即对其他金属呈阳性，因此镁已成为常用工程构件阴极保护系统的牺牲阳极。一般来说，镁是耐碱的，而不耐酸，在干燥空气中很稳定。常温下氢在镁中的固溶度极小，但随

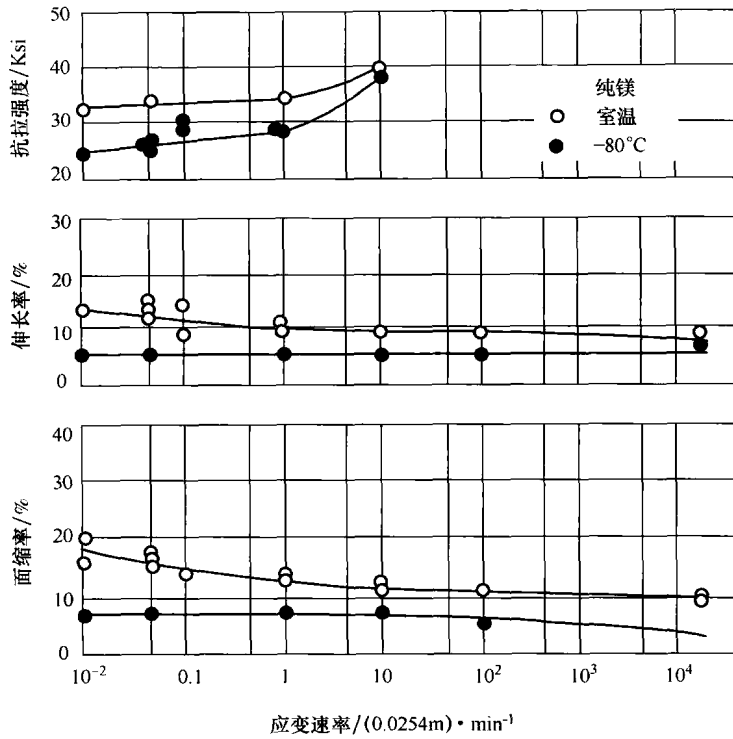


图 1-1 纯镁拉伸性能与应变速率的关系

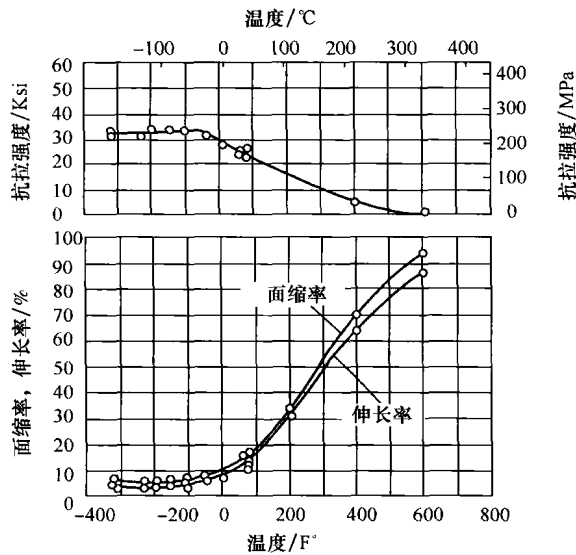


图 1-2 纯镁拉伸性能与温度的关系

着温度的上升而增加，在常温下镁即能与空气中的氧形成 MgO 薄膜，而致密系数很小，所以氧化膜不致密，因此镁不耐腐蚀。在高温下镁与水反应比与氧反应更为剧烈，当镁溶

体与水接触时，会析出大量的氢并放出大量的热，氢与空气中的氧结合形成水后又迅速汽化，往往引起爆炸。

1.1.4 纯镁的工艺性能

镁是密排六方晶格，室温变形时只有单一的滑移系 $[0001]$ ，因此镁的塑性比铝的低，各向异性比铝显著。随着温度的升高，镁的滑移系会增多，在温度 225°C 以上发生 $(10\bar{1}1)$ 面上 $[1120]$ 方向滑移，从而塑性显著提高。因此，镁合金在 $300 \sim 600^{\circ}\text{C}$ 温度范围内，可以采用挤压、轧制和锻造成形。此外，镁合金还可以通过铸造成形，且镁合金的压铸工艺性能比大多数铝合金好。

镁容易被空气氧化成热脆性较大的氧化膜，该氧化膜在焊接时极易形成夹渣，严重阻碍焊接缝的形成，因此镁合金的焊接工艺比铝合金复杂。

与其他合金相比，镁合金具有以下特点：

①同铝、锌合金相比，镁合金具有较低的结晶潜热，因此型腔中的金属液能够快速凝固，其速度为 $100 \sim 1000^{\circ}\text{C}/\text{s}$ ，一般可比铝压铸周期缩短 $20\% \sim 30\%$ ，减少模具磨损。

②镁合金密度只有铝合金的 $2/3$ ，在相同的压射压力下，能够获得更高的内浇口压力。

③镁合金与钢或铁亲和力较低，可以减少粘模。除此之外，镁合金的比热容小。因此，模具的使用寿命比压铸铝合金时长 $2 \sim 3$ 倍。

④镁合金具有较好的切削加工性能，切削加工速度较铝合金约快 4 倍。

正是由于镁合金具有优良的压铸工艺性能，有效地保证了压铸生产效率和质量，在众多领域中获得了广泛的应用。

1.2 世界镁资源概况

1.2.1 菱镁矿主要分布国家

镁是地壳中含量丰富的元素，其蕴藏量为 2.77% 。镁同时也是海水中的第三富有元素，约占海水质量的 0.13% 。镁有 60 多种矿产品，其中白云石 ($\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$)、菱镁矿 (MgCO_3)、氢氧化镁石 [$\text{Mg}(\text{OH})_2$ 或 $\text{MgO} \cdot \text{H}_2\text{O}$]、光卤石 ($\text{MgCl}_2 \cdot \text{KCl} \cdot \text{H}_2\text{O}$)、橄榄石 ($\text{Mg}_2\text{Fe}_2\text{SiO}_4$) 和蛇纹石 ($3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)，最具商业开采价值。据有关资料介绍，目前全世界已探明的菱镁矿储量为 $1.2368 \times 10^{10}\text{t}$ ，主要储存于十几个国家和地区，见表 1-2。

表 1-2 菱镁矿主要分布国家

国家	储量/ 10^6t	国家	储量/ 10^6t
阿尔巴尼亚	1.3	巴基斯坦	12
澳大利亚	682	菲律宾	6
奥地利	30	波兰	12
巴西	562	罗马尼亚	2
加拿大	64	俄罗斯	2750
中国	3319	沙特阿拉伯	42
埃及	5	塞尔维亚	13.8

续表

国家	储量/ 10^6 t	国家	储量/ 10^6 t
希腊	30	斯洛伐克	1240
印度	245.2	南非	18
伊朗	3.3	西班牙	30
哈萨克斯坦	5	土耳其	150
科索沃	8	乌克兰	5
尼泊尔	66	美国	66
朝鲜	3000	总计	12368

数据来源：中国非金属矿资讯网

1.2.2 我国菱镁矿储量分布情况

我国菱镁矿主要分布在辽宁、山东、甘肃等省和西藏、新疆维吾尔自治区，见表1-3。

表 1-3 全国菱镁矿储存及分布情况

地区	矿区数	已利用矿区数	储量/ 10^4 t			MgO 质量 分数/%
			总计	A + B + C	D	
辽宁	12	6	257676	113737	143939	>46
河北	2	1	1438	1000	438	>38
安徽	1		333		333	
山东	4	2	28715	16932	11783	>43
四川	3	1	783	174	609	38 ~ 43
西藏	1		5710		5710	44.02
甘肃	2	1	3087		3087	44.05
青海	1		82	50	32	38.45
新疆	1		3100		3100	45.37
全国	27	11	300934	131893	169041	

数据来源：中国非金属矿资讯网

1.2.3 国外近代镁冶金的发展概况

金属镁从发现到现在已经历了 200 多年的历史（1808 ~ ），工业生产的年代已有 124 年的历史（1886 ~ 2010 年），在发展与生产实践中，完成了以各种镁矿为原料（菱镁矿、海水、盐湖卤水、蛇纹岩、光卤石）的脱水、氯化及电解制镁的理论与实践；以白云石为原料的内热法、外热法与半连续熔渣导电的硅热法炼镁的理论与实践。20 世纪 80 年代至 21 世纪初，在各种镁冶炼的方法上（电解法与硅热法）出现了许多高新技术，世界镁业发生了巨大变化，尤其是镁合金材料工业的迅速发展，进一步推动了镁工业的发展。在 20 世纪 90 年代末到 21 世纪初，金属镁作为“时代金属”展现在冶金工业上，成为有色金属中的佼佼者。由于金属镁在民用市场（汽车工业、精密机械工业、结构材料工业、电化学工业）和空间技术的应用具有很大的优越性和独特性，因而推动了镁的平稳增长。近年来，全世界镁的生产及消费动向朝着有利的方向发展，尽管其市场竞争激烈，但镁的消费在逐年上升，世界镁业不断发展，世界镁工业显示出镁的消费增长迅速，镁的市场非

常活跃,呈现出消费与生产上升的好势头。表1-4,表1-5为世界各地原镁产量。

表1-4

20世纪80年代世界各地原镁产量

单位: 10^4t

年	地区				
	美国和加拿大	拉丁美洲	西欧	亚洲及大洋洲	总计
1984	15.28	0.1	7.16	0.67	23.21
1985	14.29	0.2	8.08	0.82	23.39
1986	13.07	0.37	8.14	0.81	22.39
1987	13.32	0.52	8.4	0.79	23.03
1988	14.96	0.58	7.62	0.96	24.12

表1-5

2000~2007年世界各国原镁产量

单位: 10^4t

年	国家					
	中国	美国	加拿大	俄罗斯	以色列	全球
2000	14.21	9.40	8.57	4.10	3.17	47.00
2001	19.97	5.00	8.34	4.40	3.40	47.86
2002	32.50	2.50	8.00	4.00	2.80	52.41
2003	34.18	2.50	3.50	4.00	2.60	49.08
2004	44.24	4.30	5.40	3.50	2.80	63.34
2005	45.08	4.30	5.80	3.80	2.80	65.78
2006	51.97	4.30	4.70	3.60	2.80	70.87
2007	62.47	4.30	1.60	2.80	3.00	77.67

数据来源:中国有色金属协会镁业分会

表1-6 2000~2007年世界镁消费的

增长变化情况

单位: 10^4t

年	国家	
	中国	西方发达国家
2000	2.55	36.69
2001	3.04	32.95
2002	4.01	36.50
2003	5.12	38.70
2004	7.05	40.30
2005	10.55	43.00
2006	15.65	52.00
2007	26.30	56.00

数据来源:中国有色金属协会镁业分会(西方发达国家不含中国与俄罗斯)

1988年世界镁产量(均为年产量计,下同)为24.12万t,与1984年的23.21万t相比较,增长4%;2000年世界镁产量与1988年相比,增长95%;2007年世界镁产量与2000年相比,增长65.3%。中国从20世纪80年代镁的产量仅1万t,到2007年达62.47万t,其产能达35万t以上。表1-6的数值表明,从21世纪初,几年间镁的消费量逐年增长,2007年消费量为2000年的153%。

1.2.4 我国镁工业

20世纪80年代,我国镁工业仅有抚顺铝厂镁分厂、青海民和镁厂、包头光华镁集团公司生产金属镁,其产量不足1万吨,而且采用菱镁矿直接氯化,生产无水氯化镁的电解工艺,因此生产成本高、环境保护条件差。20世纪80年代末90年代初为了满足地方上对金属镁的需求,兴建了许多中小型硅热法炼镁厂(即皮江法镁厂),使我国金属镁的产

量不仅能满足国内市场的需求，部分金属镁还销往国际市场。

20 世纪 90 年代，我国金属镁的发展非常迅速，但市场镁价低迷。直到 21 世纪初，我国的镁工业仍是在欧美反倾销的困境下生存，致使少数镁厂难以承受企业的减产而被迫停产。但大多数企业面对困境，仍然致力于增强企业自身的竞争力，挖潜、改造、增产或企业重组实现规模经营；加强企业自身管理，重视技术进步，实现节能降耗，降低产品成本；有的改善产品品种结构和提高产品质量；也有少数企业引资，寻求新的发展。使我国的金属镁在近几年仍然保持着高的产能、产量和出口量，在技术经济指标、新产品开发、新设备的应用与综合利用等方面都取得了新的进展，在环保治理方面也初见成效。我国镁冶炼企业坚持走自主创新之路，采用清洁能源和蓄热式高温空气燃烧技术，部分企业走上循环经济之路，提高企业竞争力。大力开发镁深加工产品，推动产业结构优化升级。表现在以下方面。

(1) 我国金属镁的产能、产量持续大幅度增长

2007 年我国 7 个主要生产金属镁地区的产能、产量如表 1-7 所示。

表 1-7 2007 年各省镁的产能及产量 单位：10⁴t

序号	地区	产能总计			产镁量总计	
		厂家数	产能合计	%	产量合计	%
1	山西	53	70.32	71.96	48.11	72.97
2	宁夏	8	10.8	11.05	7.75	11.75
3	陕西	16	11.6	11.87	7.32	11.1
4	内蒙古	4	3.3	3.39	1.50	2.28
5	河南	1	0.50	0.5	0.40	0.61
6	吉林	1	0.90	0.92	0.70	1.06
7	重庆	1	0.30	0.31	0.15	0.23
8	合计	84	97.72	100	65.93	100

数据来源：中国有色金属协会镁业分会

表中为 80 多家企业的统计产能 97.72 万吨，产镁量为 63.93 万吨，分别为上年度的 108.3% 和 125.5%。

(2) 扩大经营规模，卓有成效

有些企业，不仅拥有一定生产规模，而且还有一定的市场竞争能力（见表 1-8）。

表 1-8 表明，产能在万吨以上的已有多家企业，产量达 34 万吨以上。由于扩大了经营规模，故也取得了较大的经济效益。

表 1-8 2007 年中国原镁冶炼部分企业产量 单位：10⁴t

名次	企业名称	产能	产量
1	太原市同翔镁业有限公司	12.0	10.60
2	太原易威镁业集团有限公司	8.6	5.39
3	山西闻喜银光镁业（集团）有限责任公司	5.0	4.72
4	宁夏惠冶镁业有限公司	5.0	4.0
5	山西金信易威镁业有限公司	2.5	2.0
6	宁夏华源冶金实业有限公司	2.3	1.96

续表

名次	企业名称	产能	产量
7	山西闻喜宏富镁业有限责任公司	2.0	1.63
8	山西金星镁业有限公司（原山西启真镁业）	2.05	1.56
9	陕西榆林天龙镁业有限公司	1.7	1.53
10	山西闻喜八达镁业有限公司	1.5	1.24

数据来源：中国有色金属协会镁业分会

（3）重视技术进步，改善了技术经济指标

我国金属镁的生产有电解法与热法两种工艺。2000年8月成功地以盐湖光卤石为原料，自行研究了光卤石脱水熔融氯化制取无水光卤石熔体，在无隔板电解槽中电解的制镁工艺。沸腾炉日产脱水料150吨，氯化器日产无水光卤石120吨，平均吨镁总电耗下降1500kWh，吨镁副产氯气1.6~2吨，取代外供液氯，使吨镁成本下降15%。利用盐湖光卤石脱水炼镁工艺，可以改善环保，为我国西部综合利用盐湖资源炼镁提供了一条可行的途径。

传统还原炉用固体煤炭作燃料，其废气排放带走的热量通常占燃料燃烧热量的60%以上，为改变这一浪费能源又污染环境的问题，近两年，国内有半数以上炼镁企业利用了经过洗涤处理的清洁的焦炉煤气（或半焦煤气、发生炉煤气）等气体燃料作炼镁能源。有的同时采用蓄热式高温空气燃烧技术和余热利用技术，大幅提高烟气余热回收的效率，它使助燃空气预热到了与炉膛温度接近的高温（1150℃），而排烟温度则降至100℃以下，使烟气带走的热损失由60%降为5%左右，从而提高了还原炉热效率，相比传统还原炉节能40%左右。蓄热式还原炉解决了镁冶炼行业当前能源紧张的关键问题，是解决硅热法炼镁能耗高的有效途径；同时清洁气体燃料是经过环保处理的，减少了有害气体排放，因此，采用清洁能源既节能又环保，为企业带来可观的经济效益。

（4）镁品种已形成规模

镁制品品种主要包括有镁合金、镁牺牲阳极合金、镁粉、钝化镁、盐覆镁粒等。为了适应市场需求，2007年镁合金产量达22.62万吨，同比增长7.20%；镁粒（粉）产量11.08万吨，同比增长11.24%，如表1-9所示。

表1-9

2004~2007年中国镁产品产量

单位：10⁴t

年	原镁（锭）产量	镁合金产量	镁粒（粉）产量
2004	45	13.58	9.13
2005	46.76	17.51	8.62
2006	52.56	21.1	12.04
2007	97.72	22.62	11.08

数据来源：中国有色金属协会镁业分会

在国内13所研究机构及高校中，他们在镁合金熔炼、阻燃、成型，表面处理及回收再生等方面展开系统而深入研究，取得很多成果，为中国镁及镁合金的开发应用奠定了技术基础。如上海交通大学，校内设研发中心，校外在九亭建成有中试生产基地，承担工程化和产业化示范服务，他们把自己研制的多种新型镁合金和多种新工艺相结合（见表1-10）