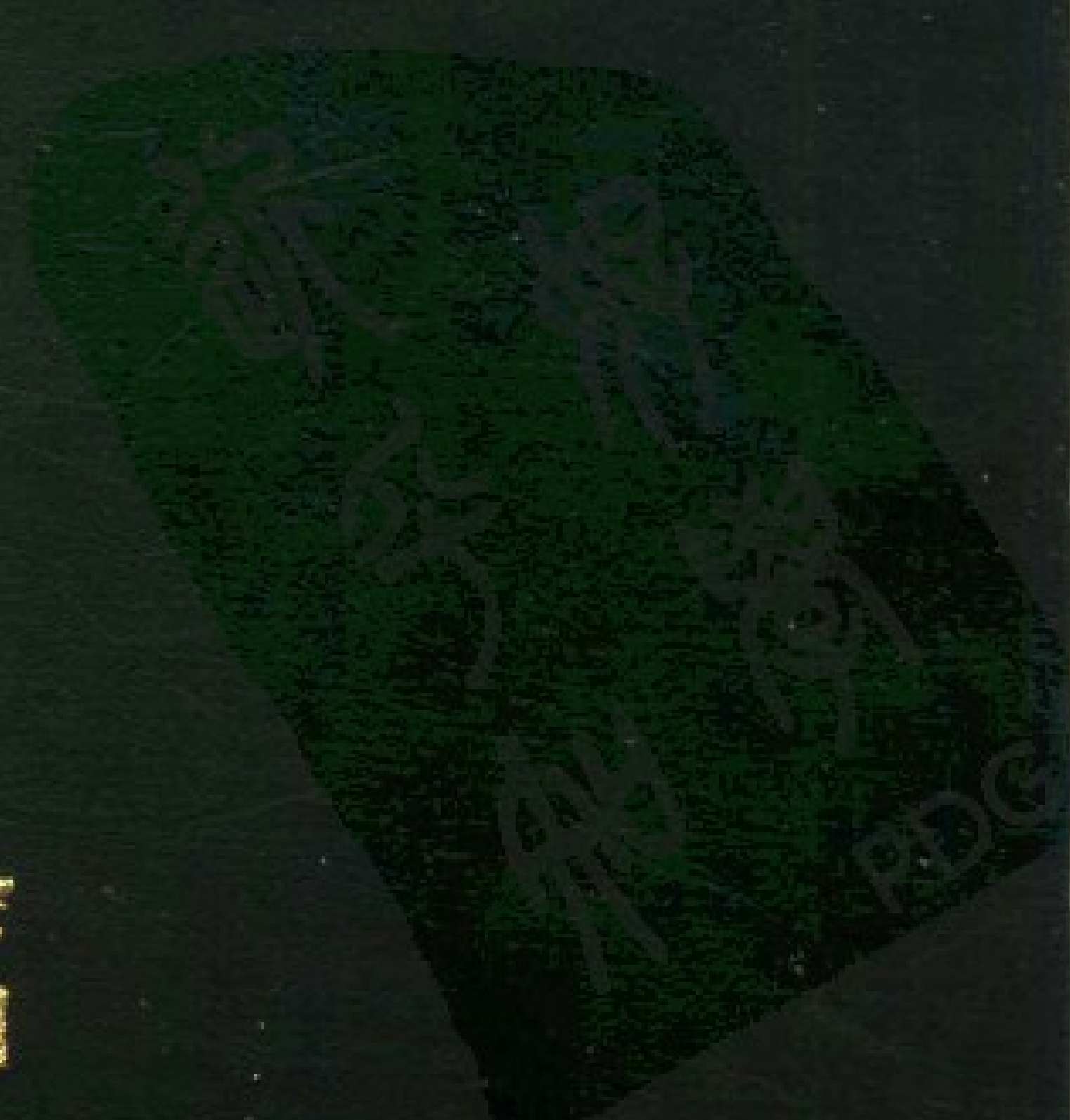


日本现代铸造技术

上海经济区铸造协会
全国可锻铸铁科技情报网



说
博
研

博

8

日本现代铸造技术

上海经济区铸造协会
全国可锻铸铁科技情报网

日本现代铸造技术

上海经济区铸造协会 出版
全国可锻铸铁科技情报网

全国可锻铸铁科技情报网 发行
上海市永兴路 515 号 邮政编号 200070

开本 787×1092 1/16·印张 54·字数 1359 千字

1990 年 4 月上海第一版 上海崇明永南印刷厂印刷

印数 0001-2000 册 定价 36 元

新
解
船
PDG

编委主任：刘荫棠

编委副主任：叶来根 沙济平 徐性澄 王上均

主 编：林汉同

副 主 编：徐性澄 王上均 张泽仁

编 委：(按姓名笔划为序)

王上均 王云召 叶来根 刘荫棠 孙可伟 沙济平

林汉同 林克光 张泽仁 金远智 金杏元 徐性澄

郭曙勤 黄宪珪 曾大本 戴励策

责任编辑：胡广哲 金杏元

前 言

自 1980 年以来,我国政府陆续派出留学人员赴日本东北大学、早稻田大学、京都大学、大阪大学、名古屋大学、九州大学等学校和有关工厂从事铸造技术的进修和研究工作。留学人员在日本期间努力学习,刻苦研究,取得了深受日本铸造界重视的科研成果,并发表了很多优秀论文。他们学成回国后,在工厂、学校、研究单位从事铸造领域的改革、教学和研究工作,而且继续与日本铸造界保持联系,开展技术交流活动。他们都有将各自多年来所掌握的技术资料奉献给广大铸造工作者,以促进我国铸造工业发展的愿望。为此,留日回国的徐性澄、孙可伟、王上均、郭曙勤等人于 1986 年初提议出版一本介绍日本现代铸造情况的专题文集的设想。1986 年 10 月在北京国际铸造会议期间他们商定编写《日本现代铸造技术》一书,并拟定了编写大纲,推举出徐性澄、林汉同、王上均负责该书的编写和组稿工作,当即得到上海经济区铸造协会的赞同,1987 年 3 月在上海正式成立了《日本现代铸造技术》编委会,并于 1988 年 7 月、1989 年 3 月、1990 年 3 月先后召开了三次组稿审稿会议,决定由上海经济区铸造协会和全国可锻铸铁科技情报网担负本书的编辑和出版工作。

本书各篇章基本上由出国留学人员撰写,较全面地介绍了日本铸造生产技术现状和发展趋势,较深入地阐述了日本各种铸造生产工艺新技术;各类新颖铸造材料的开发应用,日本铸造界的理论研究和应用研究;并详细地介绍了日本铸造车间技术改造和污染治理的技术。书末还附有日本铸造行业名录的资料。

为能使我国读者阅读方便,本书图文中的计量单位已一律换算成国家法定计量单位。

中国铸造协会秘书长缪良高级工程师、日本早稻田大学名誉教授草川隆次、日本东北大学名誉教授、日本石卷专修大学教授井川克也为本书撰写了序言;上海经济区铸造协会、全国可锻铸铁科技情报网、上海三联铸铁厂也为本书的出版给予大力资助,在此一并表示诚挚的感谢。

由于本书的编辑出版工作,涉及范围较广,编辑人员的水平有限,因而书中难免会有错误或不妥之处,恳切希望广大读者批评指正。

《日本现代铸造技术》编委会主任
上海经济区铸造协会理事长

刘荫繁

序

中国的古代铸造技术,举世闻名。有些铸件,如明永乐大钟,隋县曾侯乙编钟和尊盘,时至今日许多中外铸造专家观赏后,无不叹为观止。我国古代工艺技术的历史遗产和传统这么好,而我们今天的铸件水平,同国外工业发达国家相比,却相差一大截,原因何在呢?

我国古代的铸件,都是为宗教,祭祀、音乐、炊饮服务的。一经铸出,就直接成为用具,铸件基本上以艺术品的面貌出现,谈不上有什么强度和精度的要求。

工业革命以后,铸件成了机器的重要组成部分,铸件作为艺术品的时代基本结束。纵观近代铸造发展史,不难发现,铸件品种的发展,材质的变化,质量的提高,在很大程度上,是受了机器产品发展需要的影响。

在工业发达国家里,这一重要关系,较早地就被铸造工程师和产品设计师们理解。工业产品的进步,对铸件的性能和质量,提出了新的要求,铸件在质量和性能上的改善,又为工业产品的新发展提供了条件。这样,在互为因果,互相促进的情况下,铸造工业在这些国家得到了迅速的进步与发展。

遗憾的是,国内对这一内在联系似乎反应迟缓。产品设计师很少对铸件提出严格的要求,而只是迁就现实。铸造工程师也很少过问怎样才能使铸件更好地满足产品发展的需要。

近十多年来,国内铸造工作者开始认识到铸件质量对工业产品性能和寿命的重要作用,尤其是机械加工方面广泛采用专用机床和加工中心等先进加工设备以后,公差概念也开始进入铸造领域,对铸件的精度要求愈来愈高。一句话,对铸件内外部质量的要求同三、四十年前大不一样。铸造工作者开始从国外寻找新的装备和工艺,以改善工厂现有的铸造水平。

但是,提高铸件质量和全厂铸造水平,是不是只要有了先进的设备工艺,便可万事大吉了呢?国内许多实例证明,并不是那么简单。因为一般说来,要做到这一点,三个条件是不可缺少的:一叫科学管理,二叫技术进步,三还要靠人的素质。在当前国内情况下,原材料的质量稳定,还应算是第四个条件。

本书的特点之一是它绝大部分文章的内容是综合性的,是就某一专题综合了日本生产、科研、学校等各方面的情况,进行论述,而不是仅就某一个单位或某一局部事件作报道,因而内容比较全面,包含了前面所说提高铸件质量的三个条件,使读者对日本铸造行业水平,能有个总的概括性了解。

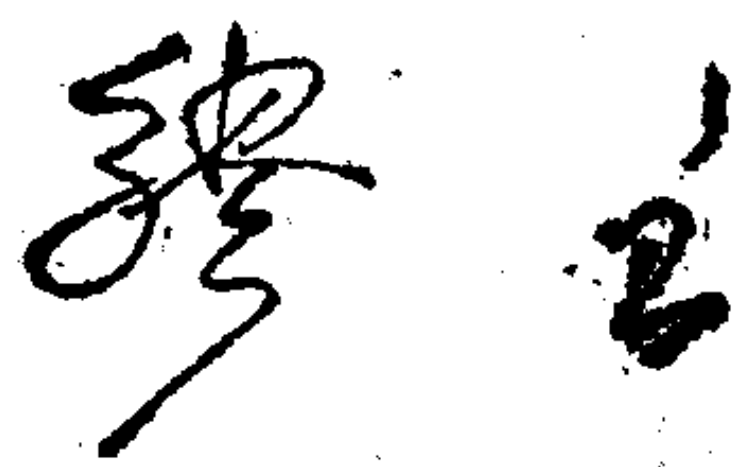
本书的特点之二是各篇文章的作者,都是国内在铸造方面有造诣的专家学者,而且大部分都是在日本有较长时间的逗留,如深造访问,专题考察,有的还屡次东渡,搜集的资料丰富,对问题的观察比较深刻,因而参考价值也更大。

本书的第三个特点是文中带有作者的倾向性观点。本书由多人编写,文章作者各异,命题又有交叉渗透,因而不免仁者见仁,智者见智,在相同的问题上,出现不同的观点。这么一来,会带来一个好处,在读者心中打起了个问号,引起读者的思索,从而有可能使读者对该问题有更深入的理解。

要提高铸件质量这个问题,在国内已经喊了许多年了,虽有成效,但进展太慢,跟不上时代发展的步伐。铸造生产牵涉到的因素很多,要提高铸件质量,也决不是单靠引进些设备和技术就能成功的。

本书的特点既如上述,因而本书的问世,相信会在提高我国铸造生产技术水平和正确引进日本铸造技术这类问题上,作出它应有的贡献,是为序。

中国铸造协会秘书长



序

最近几年来，去日本留学的中国各位先生将他们在日本和回国后的研究成果以及在日本各地参观学习的心得进行了归纳和总结，出版成了《日本现代铸造技术》一书，我由衷地表示祝贺。书中较详细地介绍了日本的现代铸造技术，令人高兴。

中国和日本在铸造方面的交流在一千多年以前就已开始，但是自中华人民共和国建立以来，还只是 1980 年左右的事。时间虽然不长，但是来日本留学的一些研究人员，已在日本学会上发表了不少优秀的研究成果，这些成果中有相当一部分受到日本铸造界的重视。现将包括这些研究成果在内的一些资料汇总出版，不仅对我们日本铸造界是一件有益的工作，而且对大多数后来的人也将一定有很大的作用。

这次尝试是第一次，我希望今后将继续有这样的研究报告出版。

最后再次对这次出版工作表示祝贺。

日本早稻田大学名誉教授

草川隆次

序

《日本现代铸造技术》一书即将出版了,我认为是极为适时的,谨表示由衷地祝贺。编者中林汉同先生、徐性澄先生曾在日本国早稻田大学留学,王上均先生也曾曾在日本国东北大学留学。三位先生在留学期间热心于铸造方面的研究,在日本铸造学会上曾多次发表研究报告,并考察了许多日本铸造工厂及研究所,调查了日本铸造界的现状,同时也结识了不少日本朋友和知己。他们回国之后,许多访问中国的日本同行多次受到他们的热情关照与款待,并对他们的热情接待表示感谢。

我曾二次访问中国,受到了王上均先生的热诚款待,进行了非常愉快的参观访问。第一次访问中国时曾在郑州机械研究所举办了历时十天的题为“铸铁材料学特性”的报告会,请林汉同先生担任翻译,给予了很大的帮助。此后,在上海又访问了上海及上海市机械制造工艺研究所,给上海地区的铸造同行作了关于“日本铸造技术现状”的报告,当时请徐性澄先生陪同与翻译。第二次访问中国是在北京、郑州、驻马店、广州等地参观考察,并作了“日本球墨铸铁的发展”为中心议题的报告,请王上均先生担任翻译。

中国是古代铸铁铸造的发源地,如果游览一些名胜古迹,就可以看到许多精美的艺术铸件。我怀着深厚的敬意与中国铸造学术界和企业界各位同行们交往,衷心祝愿日中两国铸造界在日益发展的友谊基础上,携起手来,为铸造技术的发展,为两国友好关系的发展作出贡献。为此,加深两国的相互了解将比什么事都重要,我想本书的出版为此所起到的作用,将是难以估计的,谨以此序言衷心祝愿本书能与广大中国铸造界见面。

日本东北大学名誉教授
日本石卷专修大学教授

井川 克也

目 录

第一篇 日本铸造生产概况徐性澄 陆立权	1
一、铸造生产基本情况.....	1
(一) 铸件产量和产值	1
(二) 铸造工厂和职工人数	3
(三) 工资及劳动生产率	4
二、各类铸件生产概况.....	7
(一) 铸铁件.....	7
(二) 铸钢件.....	10
(三) 铜合金.....	12
(四) 轻合金.....	13
(五) 压铸件.....	15
(六) 精密铸件.....	16
三、铸造技术发展动向.....	18
(一) 金属成形工艺间的相互竞争和铸造技术的发展指向.....	18
(二) 日本近年来生产技术上的进步.....	18
四、日本政府对铸造工业的优惠政策.....	22
(一) 减免国家税收方面.....	22
(二) 减免地方税收方面.....	23
第二篇 球铁生产技术及球化理论研究黄宪珪	25
一、概述.....	25
二、日本球铁生产的技术现状.....	26
(一) 球铁用生铁及熔炼方法.....	26
(二) 冲天炉铁水的炉外脱 S 方法.....	28
(三) 球化剂及球化处理方法.....	29
(四) 球铁的缺陷与对策.....	31
(五) 球墨铸铁的性能.....	32
(六) 球墨铸铁的用途.....	36
三、球化理论.....	36
(一) 离心生长说.....	36
(二) 向心生长说.....	40
第三篇 奥氏体——贝氏体球铁曾大本	44
一、球墨铸铁材质高级化的进展.....	45
(一) 球墨铸铁的用途和地位.....	45
(二) 球墨铸铁标准的变迁.....	45
二、奥贝球铁的金属学特征.....	46
(一) 等温转变图.....	46
(二) 显微组织.....	47

(三) 等温淬火处理相变过程·····	47
(四) 残余奥氏体的稳定性·····	54
(五) 合金成分与热处理条件对组织、性能的影响·····	58
(六) 铸态奥贝球铁·····	75
三、奥贝球铁材质的评价·····	79
(一) 高强度、高韧性·····	79
(二) 耐磨特性·····	91
(三) 切削性能和加工硬化·····	97
(四) 物理性能·····	99
四、奥贝球铁的生产技术 ·····	100
(一) 等温淬火处理 ·····	100
(二) 壁厚和成分对机械性能的影响 ·····	102
(三) 热处理前组织对组织和机械性能的影响 ·····	105
(四) 大断面球墨铸铁的等温淬火处理 ·····	107
(五) 切削性能的改善 ·····	111
(六) 流动床热处理工艺 ·····	114
(七) 无损检测 ·····	117
五、奥贝球铁的应用与展望 ·····	120
(一) 概况 ·····	120
(二) 应用实例 ·····	123
(三) 展望 ·····	127
第四篇 薄壁铸态球铁的开发 ·····	林汉同 张 军 130
一、引言 ·····	130
二、抑制白口的对策 ·····	130
三、球铁的白口化与石墨球数的关系 ·····	131
(一) 石墨球数随 C、Si 量的变化 ·····	131
(二) 白口临界球数 ·····	133
四、化学成分对石墨球数的影响 ·····	135
(一) 稀土元素和 Ca 对石墨球数的影响 ·····	135
(二) RE, Ca 的行为与石墨球数增加的机理 ·····	137
(三) 原铁水硫量对石墨球数的影响 ·····	141
(四) Bi 对石墨球数的影响 ·····	142
(五) Ba, Sr 对石墨球数的影响·····	144
(六) 增加石墨球数的方法与条件 ·····	145
五、薄壁铸态球铁的机械性能 ·····	146
六、产品试验 ·····	147
七、小型冲天炉生产薄壁铸态球铁一例 ·····	150
八、结束语 ·····	151
第五篇 蠕墨铸铁 ·····	林克光 152
一、引言 ·····	152
二、蠕墨铸铁的组织 ·····	152

(一) 关于蠕墨铸铁的名称	152
(二) 蠕墨铸铁的石墨组织	153
(三) 蠕墨铸铁的基体组织	160
三、蠕墨铸铁的性能	160
(一) 机械性能	160
(二) 物理性能及其他性能	170
(三) 铸造性能	175
四、蠕墨铸铁的凝固过程	178
(一) 研究与试验	178
(二) 几种不同认识	180
五、蠕墨铸铁的制取和应用	182
(一) 蠕墨铸铁的制造方法	182
(二) 蠕化剂	184
(三) 蠕墨铸铁的应用	186
(四) 蠕墨铸铁的质量管理	186
第六篇 可锻铸铁生产技术	黄宪珪 190
一、概况	190
二、日本可锻铸铁生产技术现状	193
(一) 白心可锻铸铁	193
(二) 黑心可锻铸铁	198
(三) 珠光体可锻铸铁	200
附：各国白心可锻铸铁标准	206
第七篇 特种铸铁	金远智 林汉同 209
一、小引	209
二、耐磨铸铁	209
(一) 概述	209
(二) 耐磨料磨损铸铁	210
(三) 高强度低碳白口铸铁	255
(四) 边界摩擦条件下使用的耐磨铸铁	260
三、耐热铸铁	264
(一) 概述	264
(二) 高硅耐热铸铁(Silal)	265
(三) 高铝耐热铸铁	268
(四) 高铬耐热铸铁	271
四、耐蚀铸铁	272
(一) 概述	272
(二) 高硅耐酸铸铁	276
(三) 高镍耐蚀铸铁(Ni-Resist)	277
(四) 高铬铸铁	279
五、冷硬铸铁	280
(一) 概述	280
(二) 冷硬铸铁的化学成分	283
(三) 冷硬铸铁的金相组织及机械、物理性能	287

(四) 冷硬铸铁的应用	290
第八篇 铸铁金属型铸造	金远智 杨胜明 294
一、概述	294
二、金属型铸造技术	295
(一) 铸铁金属型铸造过程中的白口控制	295
(二) 合金元素对金属型铸造铸铁基体组织的影响	304
(三) 金属型铸造工艺方案	306
三、金属铸型与涂层	309
(一) 金属铸型	309
(二) 铸型涂层	316
四、金属型铸造铸铁材质	318
(一) 片状石墨金属型铸造铸铁	318
(二) 球状石墨金属型铸造铸铁	321
五、金属型铸造机及铸造生产线	325
(一) 金属型铸造机	325
(二) 金属型铸造生产线	328
六、金属型铸造铸铁的应用 ^{[28][49]}	329
(一) 曙机工株式会社	329
(二) 三菱汽车株式会社	330
(三) 友铁工业株式会社	331
(四) 大和重工株式会社	332
(五) 新东工业株式会社	333
(六) 日立制作所	335
(七) 久保田铁工株式会社	335
第九篇 铸铁熔炼技术	曾大本 338
一、熔炼设备的现状	338
(一) 熔炼炉的变迁	338
(二) 冲天炉、感应电炉的选择	339
(三) 熔炼炉经济性比较	340
(四) 铸铁熔炉的热效率	341
(五) 熔炼技术的开发动向位置	346
二、冲天炉熔炼	349
(一) 冲天炉的构造 ^[20] 及其附属装置	349
(二) 冲天炉主要参数的确定	357
(三) 铸造用焦炭	358
(四) 冲天炉送风量的确定	359
(五) 提高铁水质量、熔炼优质铁水	360
(六) 配料计算的原则	360
(七) 炉况控制	362
三、感应炉熔炼	363
(一) 无芯工频炉的熔炼特性	363
(二) 工频炉熔化的铁水性质	364

(三) 工频炉故障及其排除措施	367
(四) 高频炉的熔炼特性	370
四、铁水处理	373
(一) 不同熔炼方法引起的铸铁中微量元素的差异	373
(二) 微量元素与铁水质量	374
(三) 铁水处理与微量元素之间的关系	375
第十篇 铸铁孕育技术	王云昭 382
一、引述	382
二、孕育与气体元素的作用	382
(一) 对孕育和各种孕育学说的分析和评价	382
(二) 实验验证	383
(三) 试验结果分析	386
三、孕育剂对孕育衰退的影响	387
(一) 孕育剂抗衰退能力的评价	387
(二) 孕育剂对抗拉强度的抗衰退能力的影响	387
(三) 孕育剂对共晶团级别的影响	391
(四) 孕育剂对试样全白口深度衰退性能的影响	391
四、各种孕育剂的抗衰退性能	392
(一) 含 Ba 孕育剂的抗衰退性能	392
(二) 含 Sr 孕育剂的抗衰退性能	393
(三) 含 Zr 孕育剂的抗衰退性能	395
(四) 对孕育剂研究的几点结论	395
五、日本的商品化孕育剂	396
第十一篇 有色金属铸造的现状与发展	戴励策 399
一、有色金属铸造业概况	399
(一) 有色合金铸件分类	399
(二) 近年来的发展	399
(三) 产量和产值	401
(四) 工厂规模 and 专业化	401
(五) 有色合金铸件的应用范围	402
二、铸造铝合金	403
(一) 化学成分和机械性能	403
(二) 合金特性和典型用途	409
(三) 车轮轮毂铸造用铝合金	411
三、压铸铝合金和锌合金	415
(一) 压铸铝合金	415
(二) 铸造锌合金	417
四、铸造铜合金	420
(一) 纯铜及其熔炼	420
(二) 铸造普通黄铜及其熔铸	421
(三) 铸造青铜	423
五、有色铸造合金熔炼	432
(一) 有色铸造用熔炉的演变	432
(二) 铸造铜合金的熔炼	433

(三) 铸造铝合金熔炼	435
(四) 除气精炼	441
(五) 细化组织	450
(六) 铝合金液质量的评定	458
六、熔剂商品化及铝合金、废料重熔工艺举例	461
(一) 熔剂商品化	461
(二) 铝合金熔炼工艺举例	462
(三) 铝合金废料的再生重熔	463
(四) 熔炼用辅助设备及浇注装置	464
七、铝合金铸件生产方法	469
(一) 砂型铸造法	469
(二) 金属型铸造	469
(三) 压力铸造	472
(四) 低压铸造	487
(五) 挤压铸造法	492
第十二篇 造型新工艺与应用	500
一、静压造型	郭曙勤 500
(一) 静压造型原理	500
(二) 静压造型的工艺特点	503
(三) 静压造型机(线)在日本的发展概况	506
二、呋喃树脂砂造型	陈立夏 508
(一) 概述	508
(二) 呋喃自硬性铸型的原辅材料	509
(三) 呋喃自硬铸型的砂处理设备	511
(四) 呋喃自硬铸型的铸造工艺	513
(五) 呋喃树脂砂铸件的缺陷及其对策	516
(六) 结语	518
三、实型铸造造型	陈立夏 521
(一) 非批量型-FM法	521
(二) 批量型-FMC法	522
四、吸压造型	陈立夏 525
(一) 概述	525
(二) 设备	526
(三) 造型材料	529
(四) 造型操作与铸造工艺方案	529
五、V法造型	陈立夏 530
(一) 概述	530
(二) V法的优缺点与应用情况	531
(三) 设备	532
(四) 造型材料	533
(五) 造型操作及铸造工艺方案	534
(六) 结语	534

六、VRH法	徐性澄	535
(一) 原理		535
(二) 抽气装置		535
(三) VRH法的造型及旧砂再生系统		537
(四) VRH法的典型布置及实施情况		538
第十三篇 铸造新技术		540
一、铸铁型材连续铸造技术	唐玉林 王云昭	540
(一) 日本神户铸铁所概况		540
(二) 连铸型材的生产特点		541
(三) 连铸型材的材质特性		542
二、双轧辊凝固法制造铸铁和磷青铜薄板	林汉同 徐性澄	545
(一) 铸铁薄板的制造		546
(二) 磷青铜薄板的制造		548
三、铸铁与其他材料的扩散接合	林汉同	549
(一) 球铁(FCD)-铜的接合		549
(二) 球铁(FCD)-不锈钢的接合		549
(三) 球铁(FCD)-铝的接合		550
(四) 球铁(FCD)-钛的接合		550
(五) 球铁(FCD)-镍的接合		551
(六) 结语		551
四、中小型冲天炉的节能问题	王云昭	551
(一) 日本铸造焦概貌		552
(二) 热风冲天炉		552
五、泡沫金属的制作性质和用途	陈继珠 金杏元	556
(一) 概述		556
(二) 泡沫铝的制作		557
(三) 泡沫金属的性质		559
(四) 泡沫铝的用途		562
六、泡沫陶瓷材料	徐性澄	562
(一) 概述		562
(二) 应用		563
第十四篇 陶瓷与金属的复合技术	徐性澄	566
一、概述		566
二、陶瓷纤维增强金属复合材料		567
(一) 概述		567
(二) 强化用陶瓷纤维		571
(三) 作为FRM复合材料的基体金属		575
(四) 几种陶瓷纤维增强金属复合材料的特性		576
(五) 应用实例		581
(六) 今后发展方向		587
三、陶瓷颗粒强化金属复合材料		588
(一) 概述		588

(二) 试验实例及材料特性	591
四、工程陶瓷材料与金属的直接接合	606
(一) 工程陶瓷材料	606
(二) 陶瓷材料与金属材料的直接接合	620
第十五篇 铸造车间技术改造与设计	孙可伟 徐性澄 段晓芳 643
一、日本铸造车间清洁铸造系统设计概述	643
二、日本树脂砂车间的设计	644
(一) 由采用水玻璃砂转向采用树脂砂	644
(二) 呖喃树脂砂车间的工艺及设备	649
(三) 呖喃树脂砂车间的主要设计计算	652
(四) 大批大量生产的树脂砂车间设计实例	655
(五) 多品种小批量生产的树脂砂车间设计实例	679
(六) 树脂砂回收系统工艺布置	698
三、日本铸造车间的各种生产线	703
(一) 造型工部实例	704
(二) 制芯工部实例	722
(三) 砂处理工部实例	725
(四) 熔化工部实例	730
(五) 清理工部实例	733
(六) 铸造车间布置实例	735
第十六篇 日本铸造车间污染治理	孙可伟 段晓芳 744
一、日本铸造车间作业环境的现场调查及分析	744
(一) 粉尘	744
(二) 有害气体	751
(三) 噪声	753
二、日本铸造车间局部排气装置的调查及分析	755
(一) 概述	755
(二) 混砂工部的局部排气装置	755
(三) 造型工部的局部排气装置	758
(四) 浇注工部的局部排气装置	760
(五) 落砂工部的局部排气装置	761
(六) 清理工部的局部排气装置	763
(七) 旧砂处理工部的局部排气装置	771
(八) 除尘系统	774
三、改善铸造车间作业环境的对策	777
(一) 粉尘对策	777
(二) 有害气体对策	780
(三) 噪声对策	781
(四) 暑热对策	782
附录：一、日本铸造单位、研究机关及学校名录	783
二、日本铸造行业团体名录	788
三、日本铸造工厂、企业团体会员录	789
四、与日本铸造业有关的学术团体名录	823
五、日本铸造设备及铸造原辅材料主要公司名录	826
六、中国赴日本进修、访问学者部分名录	832