

铸铁金属型铸造

徐 雍 译

Fe

F

V₀₁₁

C

C

奥氏体

同济大学出版社

石墨

TONGJI
DAXUE
CHUBANSHE

TG 249.3
R 53

369984

铸铁金属型铸造

日本铸物协会编

徐 雍译



同济大学出版社

(沪)新登字204号

责任编辑 陆菊英
封面设计 邹越非

铸铁金属型铸造

日本铸物协会编

徐 雍译

同济大学出版社出版

(上海四平路1239号)

新华书店上海发行所发行

同济大学印刷厂印刷

开本 850×1168 毫米 1/32 印张 15 字数 360 千字

1993年5月第1版 1993年5月第1次印刷

印数 1-4500 定价 11.70 元

ISBN 7-5608-0964-2/TG·1

编辑的话

正如发刊词所说，本书是以东海支部和关西支部金属型铸造的研究人员为主执笔的。因此，依执笔者的专业，确定分头执笔计划，并努力使铸铁金属型铸造现状的最高技术水平在全书中得到整体表现。虽然慎重分配执笔项目，但执笔者不满意的地方或读者看来不合适之处仍可能存在。自然这是编辑干事的责任，乞望谅解。

全部原稿收集之后，渡边先生（日本铸物报社）和我们按以下方针进行编辑：

1. 由于执笔人员多，专业用语、送假名等不统一，因此整理成尽可能简明的形式表达。

2. 前后进行了两次查读，在上述之点以及内容重复、冗长之处，请执笔者加以改写。蒙各执笔者的理解，在七月上旬完成了全稿。

这期间，或许给执笔者带来了某些不愉快，但我们认为，得到了大家的尽心协作，形成了如今基本完整的书稿。

现在付印之前，面对书稿，深感各位执笔者的研究成果已结出硕果。同时作为编辑再次通读书稿，觉得进入了一种实际感受到铸铁金属型铸造本质的心境。因此编辑过程实际上给予了我们一个很好的学习机会，为此向各位执笔者表示感谢。各位读者如能通读，想必会有同样的感受。

最后对于承担本书出版印刷的渡边先生所进行的实际上的编辑、修改工作以及安江先生（名古屋工业技术试验所）的辛勤帮助，在此一并深表谢意。

中村幸吉 矶谷三男

1976年7月3日

译者的话

铸铁采用金属型铸造具有节约能源、节省投资、少、无污染、铸件精度和表面质量高、材料性能好等特点，历来受到国外的重视，我国对此研究和应用还较少，缺乏专著。《铸铁金属型铸造》一书全面介绍了日本和其它国家对该领域的发展历史、现状以及材质、工艺、设备方面的理论研究及应用情况。译者翻译此书是为了供铸造、热处理、金属材料专业的大中专学校教师、学生、尤其是从事这些方面工作的工程技术人员参考，希望藉此能促进我国在这一领域的发展。由于水平有限，翻译中一定还存在不确切之处，恳请读者指正。翻译过程中得到华中理工大学林汉同教授的指导，付印前还得到关景泰老师的帮助，在此一并表示感谢。

译者

1991年10月

发 刊 词

近年来，随着铸造技术的不断革新的要求，通过众多的研究和技术人员的努力，使得造型方法、熔炼方法以及合金等方面获得了长足的进步。此外，现在制订包含防止环境污染在内的各项政策已成为必要，社会根据新的观点重新审视着铸造工业。除了对砂型为主的以往各种铸型的不断改善，无论是对于铁合金还是非铁合金，金属型铸造法的探讨已成为重要的课题。

受各国铸铁金属型铸造实施状况的影响，我国不少人对此深表关注，不仅是研究和试制，采用该技术生产的制品也已在市场上出现了。然而，由于铸铁的金属学特性或熔化温度等因素的影响，还不能达到实际应用的稳定状态。

很早就注意到这点的日本铸物协会东海支部以及关西支部分别从1971年和1972年开始，在有志于这项工作的部门之间设立了铸铁金属型铸造研究会，彼此联系密切，同时，大学、研究机构、企业人员为弄清该技术的有关问题进行了不断努力。虽然这些活动尚不成熟，但却是热情地确立了新技术的拼搏进取精神。

这里对以这些成果为中心的铸铁金属型铸造的现状 & 展望进行了归纳整理。尽管现在仍有许多问题未解决，但希望本书能成为对未来的研究和开发工作以及工业化等问题的基础，并随着大家的努力而不断积累和发展。

本书是由长期从事该领域工作的工业技术院名古屋工业技术试验所矶谷三男技官和近畿大学中村幸吉教授周密计划，以及有关的研究、技术人员的尽心尽力而完成的。在此对有关人员表示深切的敬意，此外，对承蒙协助印刷该书的日本铸物工业报社渡边弘二先生表示感谢。

名古屋大学工学部教授

工学博士 西 成基

1976年10月

推 荐 词

金属型铸造铸件的方法，在非铁合金材料中已比较广泛地被采用。但对于比钢熔点低的铸铁来说，由于金属型的导热率比砂型大，熔液的冷却速度大，因此铸件表面易产生白口这样的组织和材质上的问题。而且金属型制作费用大，因为铁液熔点高，致使铸型寿命较短。或许是因为这些原因，虽然在部分国家伊通公司工艺已达到较实用的程度，但在我国还未发展到工艺化大生产的规模。

铸铁金属型铸造，由于可望具有能提高材料的机械性能、易实现机械化自动化并减少公害等的优越性，符合铸造技术的发展方向，因此在我国已开始引起人们的重视。

为了使这种技术能有效、经济地得以实施，有必要弄清熔化、铸件材质、金属型、涂料等这些基本问题，以及铸造条件、生产性质即铸造机械和生产周期等问题。几年前，由学术界和工业界的研究者、技术人员组成的日本铸物协会东海支部的铸型研究会和关西支部的金属型铸造研究会互相密切配合，对这些问题不断进行了实验和理论研究，并发现了新的规律。

今天，以这些研究会的委员为主体，集我国铸铁的金属型铸造基础研究成果和技术现状之大成，对熔化、铸件材质、金属型、涂料等基础性研究，以及可以公开发表的铸造机械以及金属型铸造的作业条件、缺陷及其解决方法、实例等现场技术进行了撰写，以《铸铁金属型铸造》一书，由日本铸物协会发行，正合时宜。

铸铁金属型铸造对于与生产铸铁铸件有直接关系的人们和使用铸铁铸件有关的人们，无疑是一件值得关心的重大事情。本书对与铸铁铸件有关的人们具有很好的参考价值，它将加深他们对铸铁金属型铸造法的理解，认识其现状并得到其将来的发展线索。务必请各位一读。

京都大学工学部教授

工学博士 尾崎良平

1976年10月

执 笔 者

- * 中村幸吉 近畿大学理工学部
 - 岡本 平 大阪大学产业科学研究所
 - 上田椒完 名古屋大学工学部
 - 近藤靖彦 工业技术院名古屋工业技术试验所
 - 川野 豊 京都大学工学部
 - 塩田俊雄 近畿大学工学部
 - 膝田健治 大阪府立工业技术研究所
 - 安江和夫 工业技术院名古屋工业技术试验所
 - * 磯谷三男 工业技术院名古屋工业技术试验所
 - 西田義则 工业技术院名古屋工业技术试验所
 - 角田一男 三重县金属试验场
 - 三木 薰 爱知县工业指导所
 - 铃木正匿 新东工业株式会社技术部
 - 棚瀬耕司 岐阜县金属试验场
 - 土田正信 新东工业株式会社研究所
 - 古屋一裕 新东工业株式会社研究所
 - 炭本治喜 近畿大学理工学部
 - 竹内英典 曙机工株式会社
 - 饭田纯夫 三菱汽车工业(株)水岛汽车制作所
 - 友广大造 友铁工业株式会社
 - 松井直吉 大和重工株式会社
 - 竹下公雄 久保田铁工株式会社
 - 三浦 康 东芝机械株式会社研究所
 - 柏木伸夫 东芝机械株式会社研究所
 - 望月善一 东芝机械株式会社研究所
- 作者按书中出现顺序排列

(* 为编辑干事)

目 录

发刊词

推荐词

编辑的话

译者的话

1. 铸铁金属型铸造的变迁与现状

.....〔中村幸吉〕

- 1.1 古代..... 1
- 1.2 中世纪..... 3
- 1.3 近代至现代..... 5
- 1.4 现状..... 7
- 1.5 目前的课题..... 14
- 参考文献..... 16

2. 急冷条件下的铸铁凝固〔岡本平〕

- 2.1 金属型铸造铸件的冷却..... 18
- 2.2 初生奥氏体枝晶的结晶与组织..... 23
- 2.3 影响共晶石墨形成的因素..... 28
- 2.4 影响石墨形态的因素..... 39
- 2.5 金属型铸造的铸铁组织..... 42
- 参考文献..... 45

3. 金属型铸造灰铸铁的组织与性能

.....〔上田倣完 近藤靖彦〕

- 3.1 冷却速度及组织..... 50

3.2	化学成分与组织	57
3.2.1	碳和硅	57
3.2.2	锰和硫	63
3.2.3	磷	64
3.2.4	微量元素的影响	67
3.2.5	气体的影响	69
3.3	孕育对防止白口的作用	70
3.4	D型石墨——初生奥氏体枝晶的生成条件	73
3.4.1	关于初生奥氏体树枝晶的析出	73
3.4.2	初生奥氏体枝晶和冷却速度	76
3.4.3	急冷时的石墨组织	78
3.4.4	金属型铸造铸铁强度高的原因	85
3.5	热处理	87
3.6	机械性能	91
3.6.1	抗拉强度	91
3.6.2	硬度	98
3.6.3	抗弯强度	101
3.6.4	冲击韧性	104
3.6.5	其它机械性能	106
	参考文献	107

4. 金属型铸造球墨铸铁的组织 and 性能

……………〔川野豊 盐田俊雄 藤田健治〕

4.1	冷却速度与组织	112
4.1.1	球墨铸铁凝固过程的特点	113
4.1.2	金属型球墨铸铁的基体组织	114
4.1.3	金属型球墨铸铁的显微组织	115
4.1.4	伴随急冷出现的各种现象	119
4.2	化学成分和微量杂质元素与组织的关系	120
4.2.1	金属型球墨铸铁的 C、Si 含量	120

4.2.2	其它化学成分（除碳、硅以外）与石墨和基体组织的关系	122
4.3	石墨球化及孕育	123
4.3.1	石墨球化理论	123
4.3.2	石墨球化剂及球化处理	124
4.3.3	孕育剂和孕育处理	125
4.4	金属型球墨铸铁的热处理	127
4.4.1	渗碳体的石墨化	127
4.4.2	回火后的石墨形状	130
4.4.3	石墨化退火的几个实例	131
4.4.4	自行退火	133
4.4.5	共晶状石墨的退火使石墨粒状化	134
4.5	金属型球墨铸铁的机械性能	136
4.5.1	铸态金属型球墨铸铁的机械性能	138
4.5.2	退火金属型球墨铸铁的机械性能	143
	参考文献	150

5. 金属型铸造要点

5.1	金属型材料与金属型的破坏	[安江和夫] 155
5.1.1	金属型材料选择的基本出发点	155
5.1.2	金属型使用中的热状态	156
5.1.3	金属型的损坏现象	163
5.1.4	铸铁和钢的热学性质	173
5.1.5	化学成分对铸铁金属型耐久性的影响	183
5.1.6	各种耐热铸件	185
5.1.7	金属型的表面处理	188
5.2	涂料的种类和性质	[磯谷三男] 193
5.2.1	铸型涂料层的构造	195
5.2.2	涂料的导热率	198

5.2.3	涂料层的气孔率和热阻	201
5.2.4	铸造时的涂料表面温度	205
5.3	铸件与金属型之间的传热现象	[西田義则] 211
5.3.1	金属型铸造传热现象的特点	211
5.3.2	铸件与金属型之间热迁移的计算法	212
5.3.3	影响铸件冷却和凝固时间的因素	224
5.4	金属型铸造工艺设计	[角田一男 三木薰] 229
5.4.1	工艺设计的基本参数	230
5.4.2	浇注系统的设计	235
5.4.3	排气孔	246
5.4.4	冒口	248
	参考文献	250

6. 金属型铸造的条件

6.1	作业条件的有关问题及其选择	[磯谷三男] 254
6.1.1	作业条件对铸件性质的影响	255
6.1.2	铸态热处理	260
6.2	铸造机的结构	[铃木正匿] 261
6.2.1	铸造机的种类和结构	261
6.3	金属型制造方法	[棚濑耕司 土田正信] 269
6.3.1	金属型的设计	271
6.3.2	金属型的制作	280
6.3.3	金属型的热处理	286
6.3.4	金属型的检验和保养	287
6.4	金属型结构与耐久性	[土田正信] 287
6.4.1	金属型的构成	287
6.4.2	金属型的结构	288
6.4.3	制作金属型要注意的几个问题	297
6.5	上涂料与涂料的耐久性	[磯谷三男] 299
6.5.1	影响涂料耐久性的因素	300

6.5.2	喷涂耐火材料	312
6.6	尺寸精度	[古屋一裕] 314
6.6.1	影响铸件尺寸精度的因素	315
6.6.2	金属型对铸件尺寸精度的影响	315
6.6.3	熔液成分对铸件尺寸精度的影响	322
6.6.4	退火对铸件尺寸精度的影响	322
6.6.5	浇注温度对铸件尺寸精度的影响	324
6.6.6	实际使用例子	326
6.7	标准试样	[中村幸吉 炭本治喜] 336
6.7.1	统一试验设定的条件	339
6.7.2	所使用的金属型形状	341
6.7.3	统一试验结果	344
6.7.4	采样用标准金属型和采样标准	348
6.7.5	标准金属型的使用结果	349
	参考文献	351

7. 铸造缺陷及防止措施

		[中村幸吉 炭本治喜]
7.1	缺陷的分类	353
7.2	铸造缺陷及解决办法	355
7.2.1	外观不良 (A项)	355
7.2.2	尺寸不合要求 (B项)	361
7.2.3	内部缺陷 (C项)	361
7.2.4	材质缺陷 (D项)	361
	参考文献	362

8. 金属型铸造实例

8.1	可能用金属型铸造的制品及其特性	[角田一男] 363
-----	-----------------	------------

8.1.1	金属型铸造的特征	363
8.1.2	应用制品的形状与大小	367
8.1.3	金属型铸造铸铁的特性	369
8.1.4	应用范围	373
8.1.5	对金属型铸造应持积极的态度	375
8.2	机械零件	377
8.2.1	机械零件(例一) … [曙機工株式会社]	377
8.2.2	机械零件(例二) … [三菱汽车株式会社]	385
8.3	人孔铸件	396
8.3.1	人孔铸件(例一) … [友铁工业株式会社]	396
8.3.2	人孔铸件(例二) … [大和重工株式会社]	405
8.4	异型管 … [名古屋工业技术试验所]	420
8.4.1	设备	420
8.4.2	试制品	422
8.4.3	铸造缺陷	424
8.5	轴承座 … [新东工业株式会社]	425
8.5.1	历史变迁	425
8.5.2	设备	427
8.5.3	实施情况	430
8.6	球铁螺栓 … [久保田铁工株式会社]	436
8.6.1	历史变迁	436
8.6.2	铸造方法和铸件的性能	437
8.7	铸铁的金属型压力铸造 … [东芝機械株式会社]	439
8.7.1	历史变迁	440
8.7.2	设备	440
8.7.3	实施情况	444
8.7.4	压铸件的特点	448
	参考文献	453

9. 金属型铸造在未来的地位……〔磯谷三男〕

- 9.1 社会结构的变化454
- 9.2 社会的需要和技术455
- 9.3 金属型铸造法的实施效果456
 - 9.3.1 改善工厂内的环境.....456
 - 9.3.2 节约工厂电耗.....456
 - 9.3.3 减少工厂废弃物品.....457
 - 9.3.4 经济性好, 节省人力.....457
 - 9.3.5 提高铸件性能.....457
- 9.4 存在的问题和解决办法458
- 9.5 金属型铸造铸件的优越性469
- 9.6 日本金属型铸造的技术水平460
- 9.7 金属型铸造将来的面貌461

附录 日本铸铁牌号

1. 铸铁金属型铸造的变迁与现状

[中村幸吉]

铸铁金属型铸造的起源相当悠久，因此我们有必要沿着其历史的踪迹来弄清金属型铸造的现状。

1.1 古代

欧洲的炼铁文化是从锻铁、锻钢开始，然后进化到铸铁。所以铸铁的出现比较迟，直到中世纪才出现。然而，中国古代文化就是以铸铁为主体发展起来的，因此最早的铸铁金属型铸造也是在中国出现。

在新中国成立以后，中国的考古学界进行了大规模的发掘工作，逐步弄清了中国古代铸铁文化的真实情况。在湖南省长沙楚墓和河北省兴隆县的燕国遗址中，发掘了铸铁农具和铸铁制的铁范，这在图 1.1 所示的广阔发掘地区都有发现。而从 1953 年 11 月兴隆县古铜沟燕国遗址中发掘的大量铁范（见图 1.2 上的文字可以推证，那是属于战国后期（公元前 480~200 年）的器具。关于这些范，在《新中国考古收获》¹⁾ 中是这样记载的：“这批群范有 40 对 87 件，耒（耜）范、锄范、镰范、斧范、凿范以及车具范等，本身都是铸铁件，同时，也是用铸铁的金属型制作的。其中有比较复杂的复合范并有双型腔，外型设计使得铸造时各部分保持温度均匀。此外还采用了防止铸件变形的加强结构和甚至现在仍不易处理的金属型芯。金属型芯的应用是铸造工艺的一项重要发展。”由此可见当时高度发展的铸造技术。那个时代正值中国中原六国（韩、魏、赵、齐、楚、燕）竞相吞并的战乱时

* 范即铸型，也称铸范。铁范即铁制的铸型即金属型。

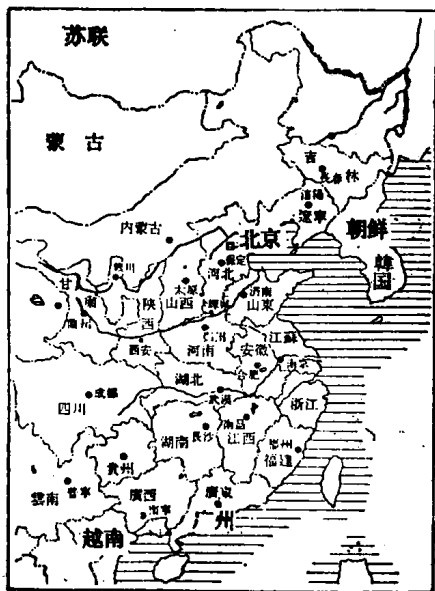


图 1.1 新中国遗址地图

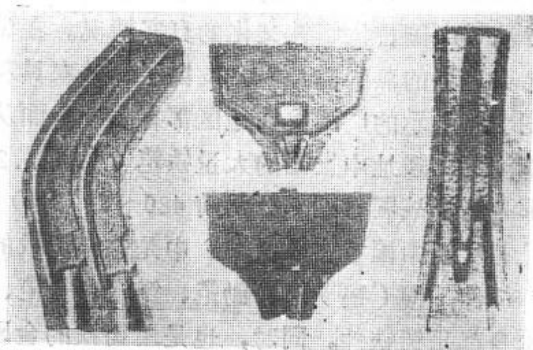


图 1.2 中国古代的铁范（由左曲范，斲范，鎌范）

期，西部边境的新兴国家秦始皇在公元前 221 年结束了这场战乱，从此中国完成国家统一。当时的金属以青铜为主导地位，武器和器具是用青铜制作的，而普通农民使用的农具仍用木料和石头制作。待大量廉价的铁制农具出现以后，中国农业史上才发生了一大革命。关野²⁾曾写道：以铁制农具的出现为转机，开始了牛挂