

湖南省机械工程学会焊接分会

铸铁焊补的 实践与技巧

457.12

ZHU TIE HAN BU DE SHI JIAN YU QIAO

铸铁焊补的 实践与技巧

湖南省机械工程学会焊接分会

湖南科学技术出版社

铸铁焊补的实践与技巧

湖南省机械工程学会焊接分会

责任编辑：李遂平

*

湖南科学技术出版社出版

(长沙市展览馆路14号)

湖南省新华书店发行 岳阳地区印刷厂印刷

*

1981年4月第1版第1次印刷

开本：787×1092毫米 1/32 印张：3.375 字数：69,000

印数：1—9,300

统一书号：15204·52 定价：0.30元

内 容 提 要

本书从理论上分析了铸铁焊接的特点，比较全面地介绍了国内各种铸铁焊补方法和焊接材料，而重点在于介绍我省不同类型的铸铁焊补件中成功的实例。本书可供从事铸铁焊补的焊接工作者参考，也可作为铸铁焊接短训班的教材。

前 言

铸铁是机械制造工业中应用最广、焊接难度较大的金属材料之一。

在铸造生产中，由于技术上的原因，往往会出现一些有缺陷的铸件。这些铸件中有一部分是可以修复使用的，特别是那些复杂的大型铸件，如报废回炉重新熔化，将给国家带来不应有的浪费和损失。

我省广大焊工、技术人员在长期的生产实践中，采用各种焊补方法，积累了一定的经验，其中尤以铸铁电弧冷焊为焊工所欢迎。铸铁电弧冷焊成本低、劳动条件好、方法简单、容易掌握，因此，应用越来越广泛。

为适应四化建设的需要，进一步推广铸铁焊接技术，我们汇编了这本小册子，供焊工在焊补铸件时参考。

本书的第一章着重介绍铸铁的种类、性质和焊接特点。第二章综合介绍了我国长期以来在铸铁焊补方面所采用的各种方法，并对这些方法的特点和基本原理作了概括的介绍，对于经常混淆的手工电弧冷焊与不预热手工电弧焊这两种焊接方法，在概念上作了明确的区分。第三章比较详细地介绍了我国部颁标准的铸铁焊接材料，简要地说明了铸铁焊条药皮配比的原理，这对于自行配制焊接材料的单位有较大的参考价值。第四章主要是介绍我省焊接工作者在铸铁焊补的实践中取得成功的实例。这些实例根据工件焊补时不同要求

和不同难度，选用不同方法、不同材料和采取不同工艺措施，各有各的特点，为焊工提供了宝贵的经验。

本书由虞觉奇、郑洛帮负责主编。为本书提供资料的有：文花明、许优祖、朱志兴、陈信强、凌受恩、雷长生、张世合、王文榆、沈应祖、肖跃祖、姜新民、李晓阳等。

书中的缺点和错误，希望读者批评指正。

湖南省机械工程学会焊接分会

1980年9月

目 录

第一章 铸铁的种类、性质及焊接特点…………… (1)

第一节 铸铁的种类与性质…………… (1)

一、白口铸铁…………… (1)

二、灰口铸铁…………… (2)

三、可锻铸铁…………… (4)

四、球墨铸铁…………… (5)

五、合金铸铁…………… (7)

第二节 铸铁的焊接特点…………… (8)

一、焊接接头处易产生白口和脆硬组织…………… (8)

二、焊接接头易产生裂缝…………… (11)

三、焊缝易产生气孔…………… (12)

四、焊补工件的多样性…………… (12)

第二章 铸铁的焊接方法…………… (14)

第一节 铸铁的手工电弧焊…………… (14)

一、铸铁的电弧热焊…………… (14)

二、铸铁的不预热电弧焊…………… (16)

三、手工电弧半热焊…………… (16)

第二节 铸铁的气焊	(17)
一、铸铁气焊热焊.....	(17)
二、不预热气焊.....	(19)
第三节 加热减应法焊接铸铁	(19)
第四节 采用小的线能量焊接	(20)
一、灰口铸铁的电弧冷焊.....	(21)
二、细丝CO ₂ 气体保护焊.....	(25)
第五节 钎焊	(26)
第六节 手工电渣焊焊补灰口铸铁	(27)
第七节 胶接	(30)
第三章 铸铁焊接材料	(36)
第一节 涂料配方设计原理	(36)
第二节 铸铁焊接材料简介	(39)
第三节 铸铁焊接材料使用注意事项	(44)
第四章 铸铁焊补实例	(45)
一、60吨冲床床身焊补.....	(45)
二、190柴油机机身铸造缺陷的焊补.....	(48)
三、解放CA—10型汽车汽缸体的焊补.....	(50)
四、解放CA—10型汽车汽缸体弹簧座圈内壁裂纹 的焊补.....	(55)

五、汽缸体气门与缸间壁裂纹的焊补.....	(57)
六、解放C A—10型缸体水道墙板大面积补板电 弧冷焊.....	(59)
七、解放牌汽车缸体的焊补.....	(61)
八、解放牌汽车缸体气门弹簧座水套壁裂纹的焊 补.....	(62)
九、20匹马力小型柴油机缸体焊补.....	(63)
十、东方红拖拉机缸体焊补.....	(64)
十一、日本K M型货车后桥底壳损坏后的焊补.....	(65)
十二、空气锤工作缸裂纹电弧冷焊.....	(66)
十三、150公斤空气锤锤身裂纹的焊补.....	(69)
十四、龙门刨床导轨的焊补.....	(70)
十五、开式双柱可倾压力机横梁的焊补.....	(71)
十六、铸铁蒸浓锅的焊补.....	(74)
十七、铸铁反应锅的焊补.....	(75)
十八、MC型龙门刨床立柱两侧裂纹的焊补.....	(76)
十九、日本龙门剪刀机机体裂纹的焊补.....	(78)
二十、塑料制品液压机床的手工电弧冷焊.....	(80)
二一、200匹马力发电机机座及大梁的焊补.....	(82)
二二、用铸248焊条焊补灰口铸铁.....	(83)
二三、用铸208焊条局部预热焊补虎钳.....	(85)
二四、轧机齿轮箱焊补.....	(87)
二五、塑料捏合机驱动齿轮的焊补.....	(88)
二六、用结422焊条焊补花盘缺陷.....	(89)
二七、用结422焊条冷焊平面磨磨头主轴外套.....	(90)
二八、手工电渣焊焊补大面积铸造缺陷.....	(91)
二九、用细丝CO ₂ 气保焊焊补3L~10/8型空压机	

裂纹.....	(93)
三十、用CO ₂ 气保焊焊补日本进口汽车排气管裂 纹.....	(94)
三一、用细丝CO ₂ 气保焊焊补减速箱体.....	(95)
三二、农机2号粘接剂修补190型柴油机机体.....	(95)
三三、MC型龙门刨床床面导轨及工作台面拉伤的 钎焊焊补.....	(97)

第一章 铸铁的种类、性质及焊接特点

工业中常用的铸铁是含碳量 $2\sim 4\%$ ，含硅量 $1\sim 5\%$ 的铁-碳-硅三元合金；此外，尚含有少量的锰、硫、磷等元素。特种铸铁则还有一定量的其他合金元素，如铬、钼及镍等。

工业中常用铸铁的熔点通常为 $1100\sim 1250^{\circ}\text{C}$ ，比重为 $6.7\sim 7.6\text{克/厘米}^3$ ，线膨胀系数比钢稍小些，等于 10.6×10^{-6} ($1/^{\circ}\text{C}$)。熔化的铸铁在冷却过程中，其体积收缩约 $5\sim 8\%$ 。

第一节 铸铁的种类与性质

按照碳在铸铁中存在的形式和不同的生产方法，可将铸铁分为白口铸铁、灰口铸铁、可锻铸铁、球墨铸铁以及合金铸铁等五类。

下面分别介绍上述几种铸铁的性质。

一、白口铸铁

白口铸铁中的碳，全部是以碳化三铁(Fe_3C)的形式存在的。其断口呈白色，故称为白口铸铁。其性质非常硬 ($\text{HB}=800$)且脆，不易切削加工，在机器制造中主要用于耐磨零件

和制造可锻铸铁毛坯,因此,焊接该种铸铁的机会是很少的。

二、灰口铸铁

在灰口铸铁中,碳是以游离态的片状石墨形式存在的。其断口呈灰黑色,故称为灰口铸铁。这种铸铁在工业上应用最广,我们所遇到的铸铁焊接问题大部分就是灰口铸铁的焊接问题。

灰口铸铁按其基体组织的不同又可分为:珠光体灰口铸铁、珠光体-铁素体灰口铸铁及铁素体灰口铸铁。灰口铸铁的组织主要取决于石墨化过程,而影响铸铁石墨化的因素是铸铁的化学成分和冷却速度。

(一) 化学成分的影响

在铸铁中含有硅、锰、硫、磷等元素,这些元素对铸铁石墨化过程有着不同程度的影响。各主要元素对铸铁组织或石墨化过程的影响可从

图1—1中清楚地看出。由图1—1可见,所有各种元素可分为两类:一类是促使石墨析出的,叫做石墨化剂或石墨化元素;另一类是促使形成碳化三铁的,叫做碳化物稳定剂,或叫阻止石墨化元素。

碳和硅是强烈促进

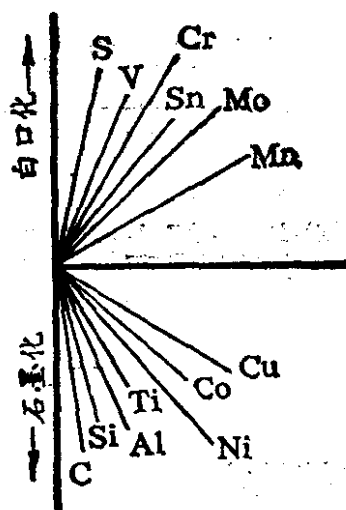


图1—1 铸铁中各主要元素对其石墨化的影响

石墨化的元素。在灰口铸铁中一般含碳量为2~4%，含硅量为1.5~3.5%。

硫和锰：硫是强烈阻止石墨化的元素，且引起热脆性，是有害的杂质，应尽量控制在最少的范围内，通常 $<0.1\%$ ；锰也是阻止石墨化元素，但它与硫共存时能生成 MnS ，这样可减轻硫的有害作用，但当其含量超过硫所需要的含量时，也起了阻止石墨化的作用，锰的含量一般为0.5~1.0%。

磷对石墨化没有多大影响，但可增加铸铁的流动性，也可引起冷脆性。一般灰口铸铁中含磷为0.3~0.4%。

(二) 冷却速度的影响

铸件的冷却速度越大，则石墨化的程度越小；而缓慢冷却时，则石墨化的过程进行得较为完全。因此在实际生产中，铸件厚薄不同，可能出现不同的组织。

灰口铸铁的机械性能取决于金属基体及晶粒的大小、石墨的形状、尺寸和分布特点以及化合碳和自由碳的比例。在普通的灰口铸铁中，石墨呈片状分布，在其金属基体间存在着片状石墨起着切口的作用。故具有片状石墨的灰口铸铁的塑性很低，抗拉强度也不高，但其抗压强度接近于钢。由于石墨的存在，使其对外部切口的敏感性较小，并使灰口铸铁在受到交变载荷和振动载荷的时候具有消振的能力。此外，石墨还能使铸铁具有耐磨的性能。故在机器制造中，灰口铸铁被广泛用作机器的底座、壳体及机床床身等。

工业上用的灰口铸铁按其机械性能可分为四类，即低强度、中强度、较高强度和高强度。其牌号与机械性能列于表1—1中。

①
金
火
寸

表1—1 灰口铸铁的机械性能与牌号

牌 号	抗拉强度 kg/mm^2	抗弯强度 kg/mm^2
国 家 标 准 (GB976—67)	不	小 于
HT10—26	10	26
HT15—33	15	33
HT20—40	20	40
HT25—47	25	47
HT30—54	30	54
HT35—61	35	61
HT40—68	40	68

三、可锻铸铁

将白口铸铁毛坯进行长时间退火处理，使其中的渗碳体(Fe_3C)分解，产生具有团状石墨的铸铁，称为可锻铸铁。

可锻铸铁，根据白口铸件热处理规范不同，又可分为黑心可锻铸铁与白心可锻铸铁。

将白口铸铁加热至 $900\sim 980^\circ\text{C}$ 保温15小时左右，然后使其冷却到 $750\sim 700^\circ\text{C}$ 间，再进行24小时左右的保温，使奥氏体转化为铁素体与团状石墨，珠光体中的共析渗碳体亦分解为铁素体和团状石墨，然后出炉空冷便得到铁素体可锻铸铁，即黑心可锻铸铁。

若将白口铸铁加热到 1050°C ，保温30~40小时，然后冷至 550°C 出炉，就得到珠光体可锻铸铁，即白心可锻铸铁。

常用的可锻铸铁的化学成分为： $C = 2.4 \sim 2.7\%$ ， $Si = 1.4 \sim 1.8\%$ ， $Mn = 0.5 \sim 0.7\%$ ， $P < 0.08\%$ ， $S < 0.25\%$ 。

铁素体可锻铸铁具有一定的强度和较高的塑性与韧性，可用在承受冲击和振动的场合，例如汽车、拖拉机的后桥外壳、转向机构和弹簧钢板支座等。

珠光体可锻铸铁的强度、硬度高，耐磨性好，可用于铸造曲轴、连杆、齿轮、摇臂、凸轮轴和农具等零件。

根据我国1967年制订的国家标准（GB 978—67），可锻铸铁共分八个牌号。铁素体可锻铸铁的代号为“KT”，这两个字母是“可铁”二字汉语拼音的字首。铁素体可锻铸铁分为KT30—6、KT33—8、KT35—10和KT37—12四个牌号。珠光体可锻铸铁分为KTZ45—5、KTZ50—4、KTZ60—3和KTZ70—2四个牌号。牌号的第一组数字代表最低抗拉强度，第二组数字代表最低延伸率。现将可锻铸铁的牌号及机械性能列于表1—2中。

四、球墨铸铁

在液态铸铁中，加入适量的球化剂，使石墨呈球状分布，就成为球墨铸铁。

球墨铸铁因石墨对基体割裂最小，大大降低了应力集中的作用，所以球墨铸铁的强度很高，延伸率较大。由于球墨铸铁制造方便，机械性能优良，所以球墨铸铁被广泛地用于制造承受较大动载荷的重要零件，如柴油机的曲轴、连杆、汽缸盖、汽缸套和齿轮等等。

制造球墨铸铁的球化剂常用稀土硅铁镁中间合金，加入镁的量为铁水重量的0.2~0.7%。球墨铸铁的牌号与机械性

表1—2 可锻铸铁的牌号及机械性能

牌 号	铸件主要 壁 厚 (mm)	试 棒 直 径 (mm)	抗拉强度 δ_b (kg/mm ²)	延伸率 δ (%)	屈服强度 δ_s (kg/mm ²)	硬 度 (HB)
KT30-6	< 8	8	34	10		120~163
	8~12	12	33	9		120~163
	>12	16	30	6		120~163
KT33-8	< 8	8	37	12		120~163
	8~12	12	36	11		120~163
	>12	16	33	8		120~163
KT35-10	< 8	8	39	14		120~163
	8~12	12	38	13		120~163
	>12	16	35	10		120~163
KT37-12	< 8	8	41	16		120~163
	8~12	12	40	15		120~163
	>12	16	37	12		120~163
KTZ45-5	——	16	45	5	28	152~219
KTZ50-4	——	16	50	4	34	179~241
KTZ60-3	——	16	60	3	42	201~269
KTZ70-2	——	16	70	2	55	240~270

能列于表 1—3 中。

表1—3 球墨铸铁的牌号与机械性能

铸铁类别	球墨铸铁 牌 号	抗拉强度 (kg/mm ²)	屈服极限 (kg/mm ²)	延伸率 (%)	冲击值 (kg-m/cm ²)	硬 度
		不 小 于				(HB)
珠 光 体 球 铁	QT45-0	45	36	—	—	187 ~255
	QT50-1.5	50	38	1.5	1.5	187 ~255
	QT60-2	60	42	2	1.5	197 ~269
铁 素 体 球 铁	QT45-5	45	33	5	2	170 ~207
	QT40-10	40	30	10	3	156 ~197

表中“QT”表示“球铁”二字汉语拼音的字首，“QT”后的第一组数字表示最低抗拉强度，第二组数字表示最低延伸率。

五、合金铸铁

在铸铁中加入少量的合金元素（如镍、铬、铜、钛、钼、钒、铝等），可以获得较细的晶粒和良好的石墨结构，从而在一定程度上改变铸铁的物理、化学性质和改善机械性