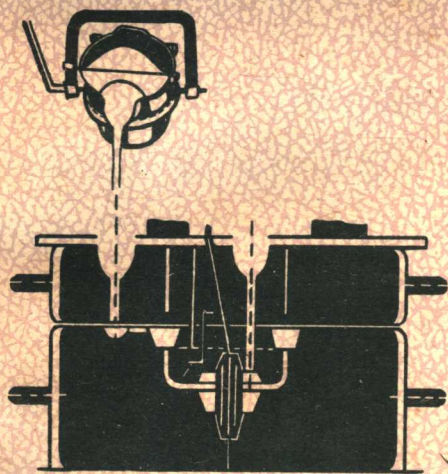


铸工技术问答



033

山东人民出版社

铸工技术问答

——铸铁及其熔炉

上册

徐明林 周洪昌 编

*

山东人民出版社出版

山东新华印刷厂潍坊厂印刷

山东省新华书店发行

*

1976年8月第1版 1976年8月第1次印刷

统一书号：15099·35 定价：0.32 元

毛主席语录

阶级斗争是纲，其余都是目。

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

坚持政治挂帅，加强党的领导，大搞群众运动，实行两参一改三结合，大搞技术革新和技术革命。

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

编 者 的 话

在毛主席革命路线的指引下,无产阶级文化大革命以来,机械工业战线上的职工业余技术教育,已在各工厂企业普遍开展起来。为革命学技术,练好基本功,已成为广大青年工人的迫切要求。

为便于青年铸工在生产实践中学习参考,我们根据技工学校铸工工种实习及理论教学的体会,并尽量搜集了一些铸工生产实践中的经验,以问答的形式,用通俗的语言,编写了《铸工技术问答》这本书。

本书在编写上,考虑到铸工生产的实际情况,分上、下两册出版:上册主要介绍铸铁及其熔炉,内容包括——铸铁的一般知识及其熔制工艺、常用的铸铁熔炉及其操作技术、铸铁熔炉的附属设备及其测量仪表;下册重点讲述造型材料及其造型工艺,内容包括——造型材料、铸造工艺、浇注系统、铸件的缺陷及其防止方法。

本书在编写过程中,承蒙山东省革命委员会机械工业局设计研究院、山东工学院铸工教研室和济南柴油机厂的有关同志审阅、修改加工,谨表示衷心的感谢。

由于我们水平所限,实践经验也很缺乏,书中一定还存有缺点、错误,希望广大读者批评指正。

编 者

一九七六年三月

目 录

铸铁的一般知识及其熔制工艺

1. 什么是铸铁？它分哪几类？……………（1）
2. 铸铁中主要含有哪些元素？每种元素对
铸铁的组织 and 机械性能有什么影响？……………（2）
3. 铸铁中有什么组织？每种组织有什么特
性？……………（4）
4. 石墨化是什么意思？石墨对铸铁性能有
什么影响？……………（5）
5. 冷却速度对铸铁组织和机械性能有什么
影响？影响冷却速度的因素有哪些？……………（6）
6. 什么是碳当量？什么是共晶度？……………（6）
7. 合金元素对铸铁的组织 and 性能有什么影
响？各合金元素的作用是什么？……………（7）
8. 灰口铸铁的牌号和用途是什么？各种牌
号的化学成分怎样确定？……………（8）
9. 机床上常用的耐磨铸铁有哪几种？各有
什么优缺点？……………（9）
10. 孕育处理是什么意思？对孕育处理的原
铁水成分有什么要求？……………（10）
11. 怎样进行孕育处理？……………（12）

12. 什么是可锻铸铁？它分哪几类？其外壳和基体有什么不同？…………… (12)
13. 怎样选择铁素体可锻铸铁的化学成分？…………… (13)
14. 什么是球墨铸铁？它有哪些牌号、性能和用途？如何选择它的化学成分？…………… (15)
15. 如何选择球墨铸铁的化学成分？…………… (16)
16. 怎样进行球化处理？…………… (18)
17. 怎样进行球墨铸铁质量的炉前检验？…………… (19)
18. 球墨铸铁的常见缺陷有哪些？其产生的原因是什么？…………… (21)
19. 怎样生产稀土高牌号灰铸铁？其存在的问题是什么？…………… (22)
20. 怎样稳定稀土高牌号灰铸铁的生产？…………… (24)
21. 怎样进行稀土高牌号灰铸铁的炉前检验？…………… (25)
22. 冷硬铸铁是怎样铸成的？各种冷硬铸铁的化学成分有什么不同？…………… (26)
23. 什么是合金铸铁？合金铸铁中常用的合金元素有哪些？怎样分类？…………… (27)
24. 常用的耐热铸铁有哪几种？各有什么特点？…………… (28)
25. 什么是无磁性铸铁？无磁性铸铁中含有哪些合金元素？各起什么作用？…………… (30)
26. 哪种耐蚀铸铁是最常用的？有什么铸造特性？…………… (30)
27. 常用的稀土镁中间合金有哪几种？…………… (31)

常用的铸铁熔炉及其操作技术

28. 铸铁熔炉有几种? 常用的冲天炉是怎样
熔化铁水的? (33)
29. 挽炉由哪几部分组成? 各组成部分有什
么用处? 挽炉熔化有什么优缺点? 主要
用在什么地方? (34)
30. 怎样修挽炉的“鼻子”? (35)
31. 挽炉应怎样点火? 熔化时如何操作? (36)
32. 什么叫三节炉? 其结构特点是什么? (36)
33. 冲天炉由哪几部分组成? 各部分的作用
是什么? (37)
34. 怎样选择冲天炉的内径? (39)
35. 冲天炉的风箱有什么作用? 其尺寸如何
确定? (39)
36. 冲天炉的前炉有什么作用? 什么时候必
须有前炉? 其大小如何确定? (40)
37. 什么叫冲天炉的有效高度? 它对熔炼有
什么影响? 有效高度怎样确定? (40)
38. 什么是风口比? 怎样选择风口比? 我国
常用的冲天炉都采用多大的风口比? (41)
39. 冲天炉采用小风口有哪些优点? 改用小
风口冲天炉时应注意哪些问题? (42)
40. 怎样确定冲天炉风口的排数、排距和角
度? (43)
41. 在冲天炉风口配制方面有哪些不同的方

- 案? 它们之间有什么共同点? (44)
42. 什么是密筋炉胆? 预热送风有哪些优点? (44)
43. 制做和使用密筋炉胆时, 应注意哪些问题? (45)
44. 修砌曲线炉膛时应遵守哪些共同的原则? 为什么? (47)
45. 曲线炉膛各部位的尺寸大小及比例如何? 改建曲线炉膛时应考虑哪些因素? (48)
46. 立式重油化铁炉的结构和使用效果怎样? (49)
47. 怎样进行油炉化铁? (50)
48. 怎样进行煤粉化铁? 其存在的问题是什么? (51)
49. 什么是工频感应电炉? 常用在什么地方? 有哪些优缺点? (54)
50. 操作工频感应电炉时, 应注意哪些问题? (55)
51. 冲天炉熔炼的基本原理是什么? (56)
52. 风量对冲天炉熔炼有什么影响? (59)
53. 冲天炉所需风量的大小如何确定? (59)
54. 风压对冲天炉熔炼有什么意义? 如何确定冲天炉所需风压的大小? (61)
55. 什么是底焦? 底焦高度对铁水温度和熔化率有什么影响? 怎样判断底焦高度是否适当? (61)
56. 适当的底焦高度如何确定? 实际的底焦高度如何测量? (62)
57. 铸铁熔炼为什么要进行配料? 怎样配料? (63)

58. 为什么要修炉? 怎样修炉? (63)
59. 冲天炉开炉前应做哪些准备工作? (66)
60. 怎样准备炉料? (66)
61. 炉衬有哪几种? 各种炉衬的主要原料是
什么? 怎样配制? (69)
62. 怎样进行炉前操作? (70)
63. 怎样进行炉后操作? (73)
64. 观察风口有什么用处? 怎样观察? (74)
65. 怎样根据冲天炉炉渣颜色来判断熔化的
情况? (75)
66. 怎样进行炉前快速检验? 白口深度过大
或过小怎么办? (76)
67. 冲天炉熔炼中常见的故障有哪些? 怎样
排除? (77)
68. 大炉工人应注意哪些安全事项? (82)
69. 铁水氧化有什么害处? 怎样观察和防止
铁水氧化? (84)
70. 什么叫冲天炉的交界铁水? 怎样控制交
界铁水? (85)
71. 怎样估计铁水贮存量? (85)
72. 使用废钢屑、铁末应注意哪些问题? (86)
73. 如何脱硫? (87)
74. 有的铸件硬度为什么不够? 应怎样解决? (88)
75. 低牌号的铸铁件为什么会出现“缩孔”、
“缩松”? 怎样解决? (89)
76. 什么叫反白口? 为什么会出现反白口?

怎样解决反白口? (90)

铸铁熔炉的附属设备及其测量仪表

77. 怎样选择冲天炉的鼓风机? (91)
78. 冲天炉常用的鼓风机有哪几种? 各有什
么样的性能和规格? (91)
79. 鼓风机怎样进行串联与并联? (93)
80. 离心式鼓风机的结构和工作原理是什
么? 如何使用? (95)
81. 罗茨式鼓风机的结构和工作原理是什
么? 如何使用? (97)
82. 怎样测量风压? (98)
83. 怎样测量风量? 在制造和安装风量计时
应注意什么? (99)
84. 光学高温计的结构和工作原理是什么?
如何使用? 测得的温度为什么要进行修
正? 怎样修正? (104)
85. 热电偶的工作原理是什么? 怎样使用?
铸造车间常用的热电偶有哪几种? 测量
范围有什么不同? (106)
86. 为什么用热电偶测得的温度还需要修
正? 怎样修正? 使用时为什么需要用补
偿导线把热电偶延长? (108)
87. 电磁配铁秤的工作原理是什么? 国内电
磁配铁秤有哪几种? 其性能是什么? (110)

附表一	灰铁铸件 (GB976—67)	(112)
附表二	直筒炉膛冲天炉主要参数表	(114)
附表三	曲线炉膛冲天炉主要参数表	(115)
附表四	铸造用生铁 (GB718—65)	(117)
附表五	炼钢用生铁 (GB717—65)	(118)
附表六	硅铁的化学成分 (YB58—65)	(118)
附表七	锰铁的化学成分 (YB59—65)	(119)
附表八	铸造化铁炉用石灰石 (JB/Z72—64)	(119)
附表九	铸造化铁炉用焦炭 (JB/Z71—64)	(120)
附表十	可锻铸铁件 (GB978—67)	(121)
附表十一	球墨铸铁件 (JB298—62)	(122)

铸铁的一般知识及其熔制工艺

1. 什么是铸铁？它分哪几类？

答：一般情况下，人们把含碳量小于百分之二的铁碳合金叫钢；含碳量大于百分之二的铁碳合金叫铁；在高炉中用矿石提炼得到的叫生铁；生铁经化铁炉重新熔炼后，作为铸件结构材料的叫铸铁。

铸铁的种类很多，由于分类的方法不同，铸铁的名称也各不相同，就是同一种铸铁也有不同的名称。归纳起来，主要有以下几种：

(1) 普通灰口铸铁（图 1 甲）：在凝固过程中，碳主要以片状石墨形式存在，其断口呈灰色。

(2) 孕育铸铁（图 1 乙）：又叫高级铸铁、变质铸铁。铁水在炉外经过孕育处理后，具有细片状石墨，它也属于灰口铸铁。

(3) 白口铸铁：碳几乎全部以渗碳体形式存在，其断口呈白亮色。

(4) 可锻铸铁（图 1 丙）：又叫展性铸铁、韧铁、马铁、玛钢。这种铸铁的毛坯是白口铸铁，退火后铸铁中的碳转变成团絮状石墨，其断口变成黑绒状（铁素体为基体）或银灰色（珠光体为基体），

(5) 球墨铸铁（图 1 丁）：铁水经球化处理，石墨变成

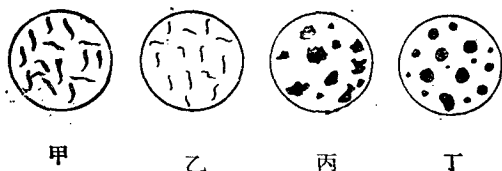


图1 铸铁中石墨的形状

甲、普通灰口铸铁 乙、孕育铸铁
丙、可锻铸铁 丁、球墨铸铁

球状，其断口呈银灰色。

(6) 冷硬铸铁：又叫淬冷铸铁、激冷铸铁、冻铁。铸件断口靠铁模一侧是白口，靠砂模一侧是灰口，其间是麻口。

(7) 合金铸铁：加入某些特定的元素，以改善基体组织和分布状况，而达到某些特定性能的铸铁。其中包括耐热铸铁、耐蚀铸铁、耐磨铸铁、无磁性铸铁等。

2. 铸铁中主要含有哪些元素？每种元素对铸铁的组织 and 机械性能有什么影响？

答：铸铁中主要含有碳、硅、锰、硫、磷等元素。习惯上，把这五种元素称为铸铁的五大元素。因这些元素是在冶炼中带来的，所以也叫伴生元素。

铸铁中各元素的多少是决定铸件机械性能的主要因素。因为元素的含量影响着铸件的石墨数量、形状和分布，影响着金属基体晶粒的大小和特性。五大元素对铸铁的组织 and 机械性能都有影响，每种元素的主要影响是：

(1) 碳和硅的影响：碳、硅含量增加，石墨化程度增大，

石墨数量增多，石墨变粗，这就几乎降低了铸铁的全部机械性能。同样，因为碳、硅都是促进石墨化的元素，当冷却速度一定，碳当量 ($C + \frac{1}{3}Si$) 越低，则灰口铸铁中的石墨就越少，机械性能也就越高。

(2) 锰的影响：锰是阻碍石墨化的元素，在一般灰口铸铁中，锰含量约为 0.5~1.0%，在此范围内，锰阻碍了石墨的析出，稳定了珠光体，有利于强度、硬度的提高。当锰含量提高时，会促使渗碳体、莱氏体生成；锰超过 5% 时，则铸铁变成白口。

(3) 硫的影响：硫是一个强烈反石墨化的元素。适量的硫可以细化晶粒，但硫含量高了，不仅会形成白口，而且还会降低铁水的流动性，形成低熔点(975°C)的硫化铁(FeS)，分布于晶粒边界，使铸铁产生热裂。含硫量较高的铁水也容易形成气孔。

铸铁中的锰和硫起化学作用，生成硫化锰(MnS)。硫化锰能促进石墨化。为了减少硫的有害作用，铸铁中总是加入足量的锰来中和硫。硫化锰中锰和硫的重量比约为 1.7，因此中和硫所需的锰量：

$$Mn = 1.7S + 0.3$$

0.3 是额外加的，目的是更好的脱硫。除非为了增加铸铁的硬度，一般情况下，锰不宜太多。

(4) 磷的影响：磷有微弱的促进石墨化和稳定珠光体的作用。铸铁中磷超过 0.1% 就有很多磷共晶出现。磷共晶硬而脆，容易造成铸件的脆裂。但磷共晶也能提高铸件的耐磨性。磷类似于碳，增加含磷量，能增加铸铁的流动性，由于磷共晶的熔点低，磷高的铸件容易产生缩孔和缩松。

3. 铸铁中有什么组织？每种组织有什么特性？

答：铸铁的组织由基体和石墨组成。铸铁的基体主要有铁素体、珠光体、渗碳体和磷共晶。每种组织都有它自己的特性。其主要特性是：

(1) 石墨：铸铁中的石墨与矿物中的石墨没有什么本质区别，都是六方晶格的晶体。石墨的强度很低，延伸率几乎等于零，比重只有铁的三分之一左右。基面之间很容易发生滑移，使人感到它的硬度很小。实际上，它的硬度与玻璃的硬度相差不大。石墨是铸铁中的特有组成物，它分为片状、团絮状和球状。

(2) 铁素体：又叫纯铁体。它的强度较低，硬度较小，但塑性很大，冲击韧性较高。铁素体中含碳很少。

(3) 珠光体：珠光体是铁素体与渗碳体的机械混合物，其显微组织是片状，类似指纹，因具有珍珠光泽，所以称为珠光体。其强度、硬度都比铁素体高，而塑性、韧性一般较铁素体低。

(4) 渗碳体：渗碳体是铁与碳的化合物，也叫碳化三铁 (Fe_3C)。它的含碳量为 6.67%，性能硬而脆，硬度值高达 800H_B ，塑性几乎等于零。

(5) 磷共晶：铸铁中常遇到磷共晶组织，有二元磷共晶及三元磷共晶之分。二元磷共晶是铁与磷化铁 (Fe_3P) 的混合物；三元磷共晶是铁、磷化铁、碳化铁的混合物。磷共晶硬而脆，可使铸铁更脆，冲击韧性降低，但可提高铸铁的耐磨性。由于三元磷共晶比二元磷共晶更脆，所以一般都希望

得到二元磷共晶。实际上，铸铁中不一定各种组织都有，有时也可能出现其他组织。由于铸铁中所含的各种单个组织的数量、形状以及分布不同，所以铸铁的性能也就不一样。

4. 石墨化是什么意思？石墨对铸铁性能有什么影响？

答：铸铁中，碳以石墨的形式析出的过程，称为铸铁的石墨化。

石墨很脆，对铸铁性能的影响主要有以下六点：

(1) 石墨存在于基体中，就象一条条裂缝（片状）或一个个孔洞（球状），削弱了基体组织。铸铁与钢相比，抗拉强度、塑性、韧性等机械性能均较差。

(2) 石墨从铁中析出时，铸铁发生体积膨胀。因此，灰口铸铁的收缩量比钢和白口铸铁小。

(3) 石墨能够吸收外界给予铸铁的震动能量，铸铁这一晶粒的振动不易传到另一晶粒上去，使铸铁具有良好的吸震性和消震性。

(4) 石墨本身很滑，可以作润滑剂。石墨又比较疏松，可以吸收润滑油，便于在摩擦面上形成连续的油膜，因此使铸铁具有良好的耐磨性。

(5) 由于石墨的存在，切削加工时切屑很容易断裂，并且具有一定的润滑作用，可以减小刀具磨损，使铸铁具有良好的切削加工性。

(6) 石墨使铸铁对缺口的敏感性减弱。

5. 冷却速度对铸铁组织和机械性能有什么影响？影响冷却速度的因素有哪些？

答：冷却速度对铸铁组织和机械性能的主要影响是：铸件的冷却速度越大，就越不利于石墨析出而有利于渗碳体的析出。因此，只要铸件的冷却速度适当，就可使铸件获得细珠光体和细石墨，铸铁的强度大，硬度高。反之，冷却速度小，析出的石墨较多，铸铁的强度小，硬度低。

影响铸件冷却速度的因素很多，其中主要的有：

(1) 铸件的壁厚：铸件的壁厚大，则冷却速度小。

(2) 铸型的结构材料和紧实程度：铸型的导热系数、热容量大，则冷却速度大。因此，金属型比砂型冷却速度大，湿型比干型冷却速度大。铸型桩得紧，冷却速度则大。

(3) 浇注温度的高低：浇注温度高，则铁水传给铸型的热量就多，到铁水开始结晶时，铸型已很热，因此冷却速度就小。

6. 什么是碳当量？什么是共晶度？

答：所谓碳当量，就是铸铁中的含碳量加上铸铁中含硅量的三分之一。用公式来表示，就是 $C_{\text{当}} = C + \frac{1}{3}Si$ 。因为硅对铸铁组织的作用和碳是相似的，而其作用强度大约只有碳的三分之一。

所谓共晶度，就是用来表明铸铁的化学成分(碳当量)离开共晶成分(碳为4.3)远近的程度，往往用 Sc 来表示。