

铸件缺陷分析

美国铸造师协会编

ANALYSIS OF CASTING DEFECTS



215
8

铸件缺陷分析

美国铸造师协会编

武达兼 陈嵩生译



机械工业出版社

提高铸件质量是铸造业面临的首要问题。为此，我们组织翻译了美国铸造师协会编写的《铸件缺陷分析》一书（第三版）。本书按铸件缺陷类别，共编排了三十二章。每章都从铸件和模样的设计，模样，砂箱及其准备，浇冒口系统，型砂，制芯，造型，金属成分，熔化，浇注和其他等十一个方面，探讨了缺陷的成因，并提出了防止方法。这对提高我国铸造技术和管理水平，降低铸件不良品率，会有很大的参考价值。

AMERICAN FOUNDRYMEN'S SOCIETY
ANALYSIS OF CASTING DEFECTS
COPYRIGHT 1947, 1966, 1974 DYTNE
AMERICAN FOUNDRYMEN'S SOCIETY

* * *

铸件缺陷分析

美国铸造师协会 编

武达兼 陈嵩生 译

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第117号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16，印张 13 1/4 ·字数 321 千字

1982 年 9 月北京第一版·1982 年 9 月北京第一次印刷

印数 00,001—10,200 ·定价 1.90 元

*

统一书号：15033·4783

译者序

在科学技术日新月异,成形技术竞相发展,新型材料不断涌现的今天,千方百计地提高铸件质量已成为国内外铸造业面临的首要问题。以质量求数量,以质量降成本,以质量保效果,以质量争发展,以质量赛速度,以质量竞生存,总之,以提高铸件质量为中心来发展铸造生产,将是今后一个长时期的严峻任务。

据国外统计,目前国外铸件废品率已普遍降至5%以下:近二十年来,铸件的强度和重量比值提高约57%。这也就是说,铸件的强度越来越高了,重量越来越轻了,废品越来越少了。建国以来,我国的铸造生产虽然也获得了很大的发展,但是,现在我们的铸件废品率还是要比国外高1~2倍,铸件的一般精度和光洁度,也要比国外的普遍水平低1~2级。这一“高”一“低”,反映了我们和国外的主要差距。这一差距,比起我们和国外在机械化和自动化方面的差距来,要更加严重得多,更需要我们给予及时的注意。因为,不尽力缩小这个差距,不仅会造成惊人的浪费,更为严重的是,还会把这些本应是我们铸造行业解决的问题和矛盾转嫁给其他行业和其他部门,以致会影响整个国民经济的发展速度。

正是从缩小这一差距出发,我们翻译了这本书。我们希望这本专门分析铸件缺陷成因的科学总结,将会对从事铸造生产和科研的人员有所裨益,将会对提高我国铸件质量,发展我国铸造生产,起到一点借鉴的作用。

的确,这本书的读者面应该说是十分广泛的,因为它绝不是一本仅仅谈技术的书。通贯全书的主要内容,也还包含着如何加强铸造车间科学管理的问题。全书共三十二章,针对每一类缺陷,各章都从铸件和模样设计、模样、砂箱及其准备、浇冒口系统、型砂、制芯、造型、金属成分、熔化、浇注和其他等十一个方面,探讨了缺陷的成因,提出了防止的方法。其态度之严肃,分析之认真,探讨之详尽,概括之全面,都给人留下了深刻的印象,使我们得到很大的启发。

我们应该把对铸件缺陷的分析,作为一门科学来对待。我们虽然在解决某些铸件缺陷方面下过力气,取得了一些成绩,但是我们还缺乏系统、全面和科学的分析和总结。不要以为这是在搞繁琐哲学,例如本书的某些章节,明明和该章所述之缺陷没有什么关系,却还要在该节之下注明某某工序和产生某类缺陷无关等字样。须知这绝不是例行公事,这是经过无数科学探索和分析的宝贵结论,这正是本书之科学严谨性的体现。本书对某些缺陷分类很细,例如把掉砂缺陷又细分为合箱时压坏砂型而造成的掉砂,落箱时顶坏砂型而造成的掉砂,夹箱时因挤坏砂型而造成的掉砂。其缺陷分类之细,有时我们甚至找不出适当的译名来。其实,这正说明我们的工作还应当进一步深入。我们衷心地希望这本书除了在技术上,管理上能给读者以参考和借鉴之外,更希望它能在一丝不苟的科学态度上也能给大家以启示。从这后一方面,也许我们能够引出更为宝贵的收益来。

经过了将近一年的努力,我们终于把这本难啃的书译完了。此时此刻的心情,一方面是如释重负;但另一方面却又有些忐忑不安:因为虽然在翻译这本书的过程中,我们的确是胼手胝足,不敢稍有怠慢,但却仍然感到捉襟见肘,力不从心,我们深怕会因为自己的失误而

造成违反原意，谬种流传。我们就是带着这种心情，把这部不尽成熟的译稿呈献给广大读者的，因此诚恳地期待着读者们的批评和指正。

本书在翻译过程中，一项非常严肃，但又非常麻烦的工作，就是对不少铸造专用名词术语的定名问题。有的译名，虽然经过反复推敲，多次改动，但仍觉得不尽满意。有的译名，则是本着约定俗成的原则勉强定下来的。对于我们过去沿用的明显不合理的术语，我们都进行了大胆的改动。当然，在某些方面我们也做了违心的妥协。例如 Metal Penetration，原意为“金属渗入”之意，我们认为译做“渗入粘砂”，则要比目前统一定名的“机械粘砂”合适得多。fin的原意是翅、鳍之意，译做“毛翅”则要比目前统一定名的“毛刺”好。因为“翅”多是片状的，而“刺”则给人一种不呈片状而带尖的感觉。统一我国铸造技术专用名词术语，是一项很有意义的工作，但绝不是一朝一夕就可以最后确定的。我们希望在这项工作中既要照顾到多年的习惯，也应兼顾其科学性和准确性，对于一些不合理的叫法，一定要下决心坚决予以改正，不要一误再误。同时，我们还要着重说明的是：本书作为译文，我们十分强调忠实原著，因为翻译和自己写书毕竟是有原则区别的。

全国铸造学会质量控制与检测技术学组对这本书的翻译做了很多工作，在它的核心组会议和嘉兴首届年会上，都曾邀请了有关方面的专家，对译文定名和本书的翻译提出了许多宝贵意见，这是需要我们特别致以谢意的。在铸造名词术语委员会上，我们也和不少同志认真地交换了意见，得到了不少的帮助。

当然，最后我们还要感谢美国铸造师协会和本书的编撰者。我们衷心地希望本书的翻译将有助于进一步促进中、美两国铸造界的学术交流，进一步加强中、美两国人民的合作和友谊。

陈嵩生 武达兼
1980年5月

原 序

《铸件缺陷分析》一书的初版本发行于1947年,旨在帮助铸造工作者消除或减少由来已久的铸造缺陷、提高铸件质量和降低清理与精整的成本。在8-S委员会成员们的大力指导下,广泛搜集了大量的资料和照片。这项工作的完成和该委员会诸成员的努力及其负责人的支持是分不开的。

在该委员会新老成员的指导下,本书第二版于1966年问世,为了现场操作人员就地查证方便起见(同时为了厂内培训工作),于1972年又出版了便于携带的袖珍本。

本书介绍了黑色和有色金属的铸造质量问题,并推荐了一些行之有效的纠正缺陷的措施。希望书中提供的资料,能有助于读者进一步进行细致的探讨研究,以便对于铸造缺陷做出恰当的鉴定。对铸造缺陷的错误判断,不但会使问题得不到及时的解决,而且还会浪费许多宝贵的工时。

本书是经过修订的第三版,它再一次展示了多年的实践经验与铸造生产知识的进一步发展相结合的成果。各铸造公司在鼓励和支持任职于各公司的委员参与这项对铸造工艺有重大贡献的工作中,为铸造行业作出了极其宝贵的贡献。

造型方法和造型材料分部的8-S委员会已改名为专门出版委员会(80G-2)。本书的这一版即是在该委员会指导下编写成的。80G-2委员会成员名单及其所属公司名称如下:

George W. Anselman, Chairman

Anselman Foundry Service

Joseph Cunningham

Cunningham Pattern

Richard A. Green

International Minerals &
Chemical Corp.

James C. Lee

Frank Foundries Corp.

Edwin H. Phelps

American Cast Iron Pipe

Albert M. Prewitt

Campbell, Wyant & Cannon

Victor Rowell

Construction Aggregates Corp.

LeRoy E. Taylor

Manley Brothers

Charles W. Ward

Benjamin Harris Co.

Ezra L. Kotzin staff

目 录

译者序

原序

第一章 导言	1
第二章 铸件断缺或开裂	3
第三章 石墨漂浮及其他宏观偏析	6
第四章 掉砂	10
第五章 冲砂	14
第六章 进脏、夹渣及其他夹杂缺陷	18
第七章 塌型	23
第八章 冲蚀结疤	27
第九章 膨胀缺陷	31
第十章 化学粘砂	36
第十一章 气孔	40
第十二章 硬点、硬区和激冷点	47
第十三章 热裂	51
第十四章 反白口	55
第十五章 整体过硬	57
第十六章 机械粘砂	60
第十七章 密实砂型的机械粘砂	67
第十八章 浇不到和冷隔	73
第十九章 型芯引起尺寸不符	80
第二十章 晶粒粗大	83
第二十一章 未浇满	88
第二十二章 春砂位移	89
第二十三章 表面粗糙	92
第二十四章 跑火与型漏 (即漏箱)	98
第二十五章 凹痕—凹纹—重皮	102
第二十六章 错型 (包括抬芯)	107
第二十七章 冷豆 (铁豆)	110
第二十八章 缩孔与缩坑	113
第二十九章 粘模多肉	118
第三十章 胀砂、带毛刺胀砂和下沉	123
第三十一章 脉纹与毛刺	128
第三十二章 铸件翘曲	133
索引	136

(一) 英-汉对照铸件缺陷名词

(二) 各工序可能产生的缺陷及其成因

第一章 导 言

质量控制包括铸件缺陷的预防和消除两个方面。最好能够在产生废品之前做到防患于未然。实际上,这正是任何一项质量控制方案的最终目的。然而,在生产过程中正确地判断已经发生的缺陷,以便提出适当的措施借以防止今后再度发生类似缺陷,也是十分必要的。本书在质量控制方面,论述了对于报废铸件或修补量过大、打磨或清理费用过高的铸件,如何分析其缺陷成因并提出纠正措施,同时还论及铸造生产中其他的不利因素。

每个企业都希望执行一项“无缺陷”(简称ZR)*的规划,朝此方向努力,就会有希望在投资上及时地得到最佳的收益,这样,就需要花费精力以使每一个生产人员都能自觉地争取做到无缺陷(ZR)。然而,在每道生产工序中,一旦发生了意料不到的情况,排除故障仍是不可缺少的。此时,就必须依靠解决问题的基本技术了。本书的目的即在于在解决缺陷问题的两个最重要方面——判断缺陷成因和推荐纠正方法,向铸造工作者尽可能提供最大的帮助,而且特别着重于缺陷成因的判断上,因为这是质量控制中采取纠正措施最重要的一环。

解决任何问题,其方法均有正确与谬误之分。正确的方法总是最好和最有效的方法。现将解决铸件缺陷问题的正确步骤叙述如下:

(1) 说明问题。正确、简明、完整地说明问题之所在和解决废品问题具有同等意义。例如,要是说:“每当型砂潮湿,砂型硬度超过92,1号铸件就会产生气孔。若铁水浇注温度超过2625°F(1440°C),气孔即可消除。”为此,我们可以认为纠正这一缺陷的措施已经十分清楚。这是因为问题陈述得很完整。但是,如果说:“我们的某些铸件中有许多气孔,”这对于真正解决废品问题而言,等于什么也没有说。在后面这个例子中,对问题没有陈述清楚,因为它根本没有说清楚与缺陷有关的各种因素。

(2) 搞清真相。在这方面本书是一本颇有价值的工具书。它用图例和说明来帮助读者识别铸件缺陷。它指出许多对所论及的缺陷有影响的因素,有助于读者确定为获得有关数据而需深入探讨的范围。本书附有说明某些缺陷典型外观的插图,但这些图例仅仅是用来作为判断缺陷的辅助参考。在某些情况下,两种或更多种完全不同的缺陷却具有类似的外观。因此,不能仅仅由于某个铸件的缺陷,从外表看来颇似标题为“因型砂太湿而造成气孔”的图例,就断定这个铸件的缺陷是因型砂太湿而造成的。说不定该铸件的缺陷很可能是其他三十余种缺陷中的某一种。

当使用本书去进一步搞清楚缺陷真相时,千万不要忘记它只能作为一种指南。事实真相或数据必须根据自己的记录而推断出来。这些记录必须相当完整,足以提供有关数据。如果铸件出了问题,第一步最好是翻阅记录,查看是否可以从了解所需要的数据。这些记录应当能回答下述有关问题:

缺陷发生于何处?发生于何时?怎么发生的?是否经常发生?为什么发生?谁应对铸件质量负责?

对某一缺陷来说,可能会遗漏某些有关的情况。这样,下一步即应补齐这些遗漏的情况。

* ZR为Zero Rejects的缩写。

(3) 探讨遗漏的情况。在这方面，本书又可作为指南。它能有助于确定各种可能的线索，从而可以很快地得出有关的数据。例如，也许有一些有关型砂的数据，但是没有造型方面的数据。那么，究竟从造型的哪些方面去寻找问题的答案呢？

为此，要求对缺陷情况作再一次说明。

(4) 再次说明问题。如果第二和第三步已经完成，那么就可能以这样一种方式来说明问题，借以进一步直接提出正确解决问题的措施。

(5) 对尝试的解决方法进行试验。许多人却是从这一步开始解决铸件缺陷问题的。他们往往还没有了解问题的确切性质，就试图去解决它了。解决问题的尝试应该是第五步，而不是第一步。

如果实践表明，试用的解决办法方向对头，就可以进行第六步。

(6) 付诸实施。有些人竟越过上述五个前提步骤，而从这最后一步着手解决问题，这种作法往往造成很大的浪费。改变操作工艺应该是解决问题的最后一步，而不是第一步。

还要强调，不要把本书当作一本检验手册。本书的作用只是帮助铸造工作者改进铸件质量，减少损失和废品。铸件的外观损坏，铸件的清理或精整的成本增加，都应认为是一种缺陷。至于有这些缺陷的铸件是否影响使用，则不在本书讨论的范围之内。检验的作用是保证用户得到合乎质量要求的产品。

质量控制的目的是防止产生不良品。质量控制和铸件检验的作用是给用户提价低廉而质量符合使用要求的铸件。

第二章 铸件断缺或开裂

一、概 述

断缺或开裂是指铸件因受机械作用或搬运不慎而造成的缺陷。图 2.1 即为典型断缺铸件的图例。

二、缺陷成因

1. 铸件和模样设计

(1) 截面不规则, 如骤厚骤薄或骤然突起。这类铸件 (见图 2.2) 在落砂和清理工段搬运时要倍加小心。铸件中的薄弱截面, 在正火与退火之前, 就有形成热应力的趋势。截面不规则处, 也最容易产生补缩不良。这类产品在初次生产时应做破坏性试验, 若有条件, 最好进行 X 射线检验, 以确保其内部致密。

(2) 内圆角太小。这是上述第 (1) 种情况的变异, 因为尖角部位在热处理前最容易形成冷却应力。

(3) 未设置加强筋和拉筋。在铸件设计较差易于产生断裂的薄弱部位, 未设置加强筋和拉筋, 常会造成铸件断裂。

2. 模样

在浇口和冒口上未设置合理的缩颈时, 就会对铸件本身产生过大的应力。因此, 工艺设计上的任何差错, 对于造成铸件缺陷影响很大。

3. 砂箱及其准备

(1) 箱带距冒口或直浇道过近, 会阻碍铸件的正常收缩, 这样就会产生内应力。如果这一内应力没有造成热裂, 那么内应力就很可能尚未消失。这样, 若搬运不慎 (包括落砂时冷却过速), 就会导致铸件冷裂或断裂。

(2) 箱带伸进铸件空腔过深, 会阻碍型砂正常溃散, 同样会在铸件中造成类似上述的应力。

4. 浇冒口系统

(1) 内圆角倒角不够。在浇注系统中若内圆角倒角不够, 则在打掉浇冒口时, 会使内浇口或冒口断在铸件一侧。

(2) 防裂筋和拉筋置放不当。若防裂筋和拉筋做得过大, 则在将其除去时, 难免把铸件打裂; 若做得过小, 又难以防止在铸件中产生应力 (见图 2.3)。

(3) 浇注系统设计不良, 会导致铸件产生应力。这是产生铸件缺陷的基本问题。通常的错误是忽视同时凝固的一般原则, 结果在薄截面处产生应力或变形。

5. 型砂

虽然铸件的这类缺陷是因搬运不慎而造成的, 但是还有许多因素会使铸件产生应力异常,

从而使铸件变得十分脆弱。

(1) 型砂的高温强度或干强度过高, 造成溃散性不良。型砂的溃散性不良会在铸件中形成冷却应力, 这样, 铸件就会产生断缺或开裂。造成型砂高温强度和干强度过高的原因, 是型砂中含有过量的沥青、水分、细砂、粘土或粘结剂。

(2) 型砂中含有烧结点低的物质(熔剂)。这会使砂型变得异常坚硬, 从而阻碍其正常的溃散。

(3) 型砂的高温强度高, 而湿退让性又低。这会增加铸件中的冷却应力。要是型砂具有足够的高温退让性, 那么, 即使高温强度高一点, 一般也是允许的。例如, 砂型紧实度过高, 则砂型的高温强度会远比其高温退让性增加得快。这一因素减少了型壁的位移, 但对那些设计欠佳的铸件, 则可能会在铸件中造成预应力。

6. 制芯

(1) 芯砂的高温强度或干强度过高, 造成砂芯溃散性差。这可能是由于芯砂中含有过量的沥青、水分、细砂、粘土或粘结剂所致。

(2) 砂芯的高温退让性差而溃散性又不好。这会进一步使问题复杂化。更换粘结剂品种, 会改变铸件产生裂纹的倾向。

(3) 芯棒、芯骨等距砂芯表面过近。这将妨碍局部砂芯的溃散, 并且在铸件冷却过程中产生局部应力。

(4) 砂芯加固过度, 会妨碍砂芯的正常溃散, 并且在铸件中造成冷却应力。

7. 造型

(1) 砂型春实过度, 会妨碍砂型的正常溃散, 或者在砂型高温退让性没有得到相应提高的情况下, 造成高温强度不适宜地增高。

(2) 铁棒、骨架和砂钩距型面过近, 将造成如同制芯(3)所阐述的结果。

(3) 冒口或直浇道距箱带过近, 其后果见砂箱及其准备(1)。

(4) 修型时刷水或(用海绵球)蘸水过多, 会在砂型的局部区域造成高温强度或干强度高, 如型砂(1)所述。

(5) 冷铁使用不当或激冷过度, 将因局部(受激冷)区域冷却过快, 故而非常容易在铸件中造成内应力。

8. 金属成分

金属成分是产生铸件断缺或开裂缺陷的一个因素, 因为金属中产生内应力倾向的大小与其成分有关。某些金属对截面尺寸或冷却速度极为敏感。对于结构设计不良的铸件, 采用这类金属是很容易造成铸件断缺的。参见铸件和模样设计的(1)和(2)。

(1) 铸件成分差误。如前所述, 这可能是铸件产生这类缺陷的原因之一。然而, 因判断不准, 不适当地改变铸件成分, 将进一步增加在金属中造成应力的倾向。成分差误会降低合金的强度, 这样, 即使是正常的应力也会使铸件产生断裂。

(2) 金属收缩率过高。可能是熔化操作不正确, 如炉内气氛不当所致。

9. 熔化

(1) 碳化物稳定剂加入量过多, 促使金属收缩率增高(特别对灰铸铁), 尤其在截面不均匀处会造成很大的内应力。应力大的铸件则很容易断裂。

(2) 收缩率太高的金属会引起许多铸造缺陷。

10. 浇注

浇注温度过低影响砂型和砂芯的正常溃散。这可能是由于熔化操作不当或熔融金属在运输中或浇注时温度下降所致。其结果是铸件不能适当地将粘结剂烧毁，因而砂型或砂芯便不能按要求那样溃散。

11. 其他

由于断裂问题仅限于和铸件受力不当或搬运不慎有关，那么管理不良，操作疏忽或操作人员缺乏训练，就是造成此类缺陷的主要原因。

(1) 落砂过早或过猛。落砂过猛可能是因设备有问题，或者是铸件在落砂格栅上停留时间太长所致（参见图2.4）。

(2) 搬运和操作不慎。包括：铸件在搬运时跌落、将铸件向装运箱内扔摔，把厚实的铸件抛在轻薄的铸件上，或在校直和去除毛刺时粗心大意。图2.5即为去除毛刺时不慎而造成铸件断缺的示例。

(3) 在清理滚筒中铸件装填不当。在滚筒和其他类似的机械清理设备中，有可能因铸件相互碰撞而造成铸件断裂。

(4) 用抛丸滚筒清理铸件或把厚实铸件和轻薄铸件装在同一滚筒内清理，厚实铸件就会像铁锤似地砸撞在轻薄铸件上，这些轻薄铸件即使不被砸断也会产生裂纹。

(5) 装卸铸件时操作过猛或粗心大意。尤其是在热处理前，这是造成铸件断裂的重要原因。

(6) 不正确地堆置或叠放铸件，会在复杂的或薄弱的铸件中造成过高的应力。

(7) 铸件在垫板上捆扎过紧，会使薄壁或复杂的铸件发生断裂（参见图2.6）。

(8) 凡使铸件以一定距离落入装运箱中的机械运输方式，均可能造成铸件断裂。

第三章 石墨漂浮及其他宏观偏析

一、概 述

漂浮石墨是由熔融铁水中分离出来的游离石墨。在球墨铸铁、各种有色合金以及事实上所有的金属中，只要其成分中有一种或几种元素接近或超过合金的最大溶解度，就会产生类似的宏观偏析。这种缺陷受金属成分和冷却速度所影响。因此，凡影响冷却速度的各种因素，在确定金属成分时都是非常重要的。平衡图所指出的最大溶解度和共晶成分是在冷却十分缓慢的条件下获得的。较快的冷却速度，能使易于形成偏析的成分避免偏析。例如，碳当量4.3%是灰铸铁在极缓慢冷却速度下的理论上的共晶点。在实际生产中，诸如活塞环铸件，其冷却速度非常快，所以，即使碳当量高达4.5%也不会出现过共晶组织。而同样成分的厚截面铸件，便很容易出现漂浮石墨（见图3.1和图3.2）。不论什么原因导致铸件缓慢冷却（如靠近内浇口或横浇道），均易于出现共晶点偏移的现象。

二、缺陷成因

1. 铸件和模样设计

（1）铸件截面厚薄悬殊。若金属成分系按冷却较快的截面选定的，则在厚截面处，由于冷却缓慢而产生偏析。例如，对于铸铁件，可能就不得不在下述两种情况中选择其一：一种是薄截面会形成白口不能切削，一种是薄壁虽然恰当，而厚壁处有出现石墨漂浮危险。遇到这类设计时，铸造工作者就不得不在对薄、厚截面分别都是正确的成分中，选取一个折中成分。

（2）砂型或砂芯中的部分区域形成热汇，将促使铸件产生局部偏析。如有一些设计，在合理的厚截面中包含着一个小砂芯，就会出现这种问题。这时，小砂芯把热量汇集起来，致使铸件的有效截面大于原来设计的截面。这时，和设计中所标明的相比，可能就不得不以较厚的截面为依据来选择成分。例如，在6英寸（152.4毫米）的截面中，设置一个直径为1英寸（25.4毫米）的砂芯，以减薄壁厚。从图面上看，铸件截面只有 $2\frac{1}{2}$ 英寸（63.5毫米） $(\frac{6\text{英寸}-1\text{英寸}}{2}=2\frac{1}{2}\text{英寸})$ 。然而，砂芯汇集了大量的热量，将使它的冷却速度和6英寸（152.4毫米）的截面一样，所以，如果所选择的成分不允许如此缓慢的冷却，则对于铸铁件就会出现石墨漂浮。

2. 模样

如果制模工对浇冒口尺寸及安放位置都按要求去做，那么，这样的模样就不会引起偏析。

3. 砂箱及其准备

砂箱旋转不稳（不平衡）。众所周知，这会在离心铸造中使那些接近形成偏析的合金成分发生偏析。正常离心力的间断，其作用就像改变冷却速度一样，从而把那些有偏析倾向的组分分离出来。这种情况常见于碳当量高的砂型离心铸铁管。在生产这种管子时，漂浮石墨和

各种硫化锰夹杂物会被旋离出来。

4. 浇冒口系统

(1) 浇冒口布局不当,促使局部区域出现热汇,会使某些截面出现通常只有在厚得多的截面处才出现的那种缓慢冷却。例如,在靠近相当薄的截面处设置大冒口,就会使该薄截面处的冷却速度,相当于较原截面厚数倍之截面的冷却速度。所以,如果其成分是按照截面快速冷却而选定的,那就会出现粗大偏析。

(2) 内浇口或冒口与铸件相连处出现局部热节,会使冷却速度降低到在铸件连接内浇口及冒口颈的部位出现粗大偏析的程度。

(3) 金属湍流,会打乱某截面所要求的正常冷却速度。金属湍流会使某些组分出现沉淀或产生偏析,而如果是层流状态,则这些组分仍会溶解在熔液中或处于悬浮状态。

(4) 发热造型材料使用不当,会造成局部过热,或与采用指定成分所预期的冷却速度不符。

5. 型砂

热传导异常缓慢。由于在型砂中采用了绝热材料,使热传导变得异常缓慢,从而改变了铸件某一截面原来的冷却速度。如果铸件选用的化学成分变动范围很窄,只要砂型舂得过松,或者型砂中木屑加得过多,就足以引起偏析。在大多数情况下,选择金属成分时已考虑到足够的安全系数,足以使冷却速度的这些微小变化的影响不甚显著,但是还不足以抵消配砂中的巨大变化,正如在有色金属预防结疤措施中所阐述的,由于在型砂中添加了以珍珠岩砂为主的添加物而引起了偏析。

6. 制芯

(1) 油砂芯未烘透,具有放热反应,会使砂芯受热过度,因而在实质上改变了铸件与砂芯相邻接部位的冷却速度。

(2) 气膜起了绝热作用,例如在树脂壳芯中,这种气膜就可能改变金属截面和芯砂间的热传导系数。其结果是使冷却减缓,致使原定的金属成分变得有形成偏析的危险。所以,当制芯有重大改变,而所选择的金属成分对于出现宏观偏析又处于一触即发的状态,则要求在冶金方面对成分进行调整和改变。

7. 造型

(1) 掺入绝热材料,如掺入石棉粉或珍珠岩砂都会造成局部缓冷。

(2) 发热造型材料使用不当,将会改变邻接热源(发热材料)的铸件截面的冷却速度。必须看到,发热造型材料放出的热量对于铸件截面冷却速度产生的影响,就象是设置了冒口一样。

8. 金属成分

(1) 灰口铸铁与可锻铸铁。从冷却角度来看,灰口铸铁与可锻铸铁的碳当量也许偏高。正如本章前文所述,这两种铸铁的确切共晶点很少恰好在碳当量为4.3%处。对薄壁铸件,铸造工作者不得不选用超过4.3%的碳当量,以免材料过硬。结果,较厚截面处可能受到不良的影响,因为,这样的碳当量对于较厚截面来说就太高了。

金属中磷含量过高也会出现上述后果,因为,虽然磷在计算碳当量时往往不予示出,但是它对共晶的形成却有影响。有时,磷的作用与相同数量的硅相等。

在碳当量高的铸铁中,如果稳定碳化物的元素不够,就会有游离碳偏析出来。

石墨化元素用量过多，除了对碳当量有明显影响外，对漂浮石墨的形成也有直接影响。某些在浇包中添加的石墨化元素，当将其加到接近共晶成分的铁水中时，即使对薄截面铸件来说，也会产生明显的“晶种效应”。

(2) 球墨铸铁。除上面各节中讨论的各种因素外，无论是加镁处理，或是二次孕育处理时孕育剂加入量过多，均能成为产生石墨漂浮缺陷的额外因素。这两种情况对石墨形成均有影响，而对接近共晶成分的球墨铸铁，则更容易出现上述两种过量处理。

球化处理时，金属液中含硫量过高，会有硫化锰和其他偏析物从金属液中析出。

铝和钛合在一起的含量超过0.1%时，会形成三元共晶碳化物的偏析物。

(3) 钢。除一些特殊的合金钢，如高硫或高铅钢（易切削钢）会出现偏析外，钢一般不会出现宏观偏析。特殊用途的高铜钢，如果含铜量超过其溶解极限（约0.6%）时，也会出现偏析。

(4) 铝。铝中的铜或其他合金元素加入量超过其溶解极限时，会出现宏观偏析。

9. 熔化

(1) 灰口铸铁和球墨铸铁。在冲天炉中熔化的灰口铸铁和球墨铸铁，由于熔化时操作不当，无意中改变了铸铁的成分而产生偏析。焦炭和风量的比例不当，会造成增碳而使碳当量不适当的提高，若原始成分已接近或已超过共晶成分，则将直接产生晶种效应。

熔化温度太高，会在开始熔化时就造成增碳过多，从而因石墨漂浮而不合要求。出铁间隔太长，使金属液和焦炭接触时间过长，致使增碳超过预期的程度。间断操作（停风等）会造成过量增碳，形成预料不到的高碳当量。

由于炉料块度变化造成的化学成分不均匀，会使含碳量发生变化，从而造成一部分金属液中的含碳量过高，而另一部分金属液中含碳量又过低的情况。只有使冲天炉炉料的尺寸和形状在合理的范围内变动，才能保证炉料的各种组分能均匀一致地熔化。

加料或秤料疏忽，会造成化学成分不均匀。成分不均的铁水，在原定的冷却速度下，也可能会出现碳当量过高的问题。

(2) 可锻铸铁。熔化温度过高、熔化速度太快或在还原性炉气中熔化，会形成碳当量过高，或有可能直接引起晶种效应，而使漂浮石墨聚集在一起。

(3) 钢。无。

(4) 铝。过热温度太高，会引起晶粒长大，这会诱发或出现偏析。因备料疏忽而掺入的各种杂质超过其溶解度极限时，也会产生各种偏析物。

(5) 镁。备料疏忽会掺入各种不适当的和引起偏析的杂质。

(6) 黄铜和青铜。铅青铜搅拌不充分，会有铅析出。这是一个棘手的问题，因为铅不是真正溶解于铜，所以很容易析出。浇包不干净或带有渣壳引起污染，则会因为成分发生了变化，或是因为那些杂质仅仅一部分被金属液重新吸收，都会导致各种偏析物的产生。

在对回炉料分类时，操作疏忽，以致使熔化的合金化学成分不符合要求。在生产几种成分的黄铜和青铜铸件的车间，对回炉料进行认真的分类是非常重要的。用错铸锭或用错回炉料，似乎是不可原谅的疏忽，但是确实还偶有发生，这是因为许多有色金属炉料外观相似，容易混淆。

10. 浇注

(1) 浇注温度低于饱和溶解温度。当几种合金化元素的饱和溶解温度有很大差别时，

即使原来的熔融金属已经充分混匀并合金化了，但在浇注前将金属液降温冷却，也会使一些组分从熔液中析出，而出现偏析。

(2) 浇注温度过高，对铅青铜来讲，在凝固过程中就会有铅析出。这些合金必须尽可能在接近凝固点时进行浇注，而且要在即将浇注之前进行搅拌。

11. 其他

对金属的化学成分而言，铸件的冷却速度过慢。这适用于上述的许多论点。此外，还有可能包括：对所生产的合金来说，选用的造型材料的热传导率太低及未设置必要的冷铁。

第四章 掉 砂

一、概 述

压碎掉砂、顶碎掉砂和挤碎掉砂（以下统称为掉砂），都会在铸件表面形成各种凹陷。这些缺陷是由于铸型表面在内力、外力或本身自重的作用下造成破坏而引起的。

虽然，砂型或砂芯本身有些缺陷也会造成或引起这类缺陷，但主要原因还是各种各样的疏忽大意。这种疏忽大意，包括使用已经磨损或变了形的工艺装备，明显地用错或粗率地搬动完好的工艺装备。为此，在本章砂箱及其准备和造型两节中，列出了造成这类缺陷的最常见的原因。

二、缺陷成因

1. 铸件和模样设计

掉砂不能直接归咎于铸件设计。然而，有些设计要求使用精度非常高的工艺装备，所以，也就容易造成这类缺陷。

2. 模样

（1）模样及芯盒磨损。这是造成掉砂的主要根源。例如，使用已经磨损的模样，会使芯座变小。反之，芯盒磨损的后果是使芯头变大。两种情况的最终结果是一样的，都会造成掉砂。模样和芯盒磨损之处一经发现，应在造成废品之前立即修复。图 4.1 为一典型的因模样磨损而发生掉砂报废的事例。

（2）拔模斜度太小。这可能是制造模样时的差错，也可能是由于模具磨损所致。如果是制造上的差错，则是能够改正的。如果是设计上的错误，就是说，在设计上规定要很小的拔模斜度，而所用的造型方法和工艺装备又难以满足要求，那么这个难题也许一定要采用砂芯才能有所缓和。

（3）模样安装不正确，既能压碎砂型，也会挤碎芯头。把模样按正确的位置重新安装，就可避免上述问题。

（4）上、下模与模底板未对准。这也是模样安装不正确的一种形式，需要将分开的上下模精确的对准各自的模底板。之所以出现这种情况，可能是因为安装模样的定位夹具磨损，或人为错误所致。

（5）模板的定位销和定位套磨损。模板的定位销和定位套磨损，导销弯曲、孔径不符，或者使用没有定位销的模板，这些都是对工艺装备长期使用不加维护所造成的后果。定位销和定位套只有经过仔细检验之后，才能重新装上使用。

（6）模样的芯头未做出适当标记。芯头未做标记，特别当下芯工还是新手时，会导致下错型芯。所有的芯头，都应该有明显的定位标记，有特殊的形状或者制成不可倒放的芯头。

（7）模板上未做出防跑火沟。若砂箱与模样间的吃砂量不够，则应在模板上做出防跑