

高等学校教学用书

铸件质量检查

П. П. 貝尔格著

章厚基译



中国工业出版社

高等学校教学用书

铸件质量检查

П. П. 貝尔格 著

章 厚 基 译



中国工业出版社

本书系统地叙述了鑄件质量检查的方法。对于鑄件的外观检查、鑄件尺寸及表面质量的检查、加压试验、X射线及γ射线的透视和照像检查、超音波探伤、磁力探伤、鑄件成分及組織分析、机械性质试验等做了系统而精练的介绍。书中并提到多种检查鑄件缺陷及性质指标的間接法。

为了批判地对检查结果进行评定，在书中讨论了用数学的方法研究检查结果，并介绍了鑄造生产中抽样检查的方法。

对于一切检查方法的研究皆从理论基础讲述开始，并以鑄造生产实践中的实例说明。由于原书出版较早，其中所载之部分标准虽已陈旧，但这并不影响读者对于检查方法的领会。

本书供鑄造技术人员，特别是工厂检查科及試驗室工作人员之用。也可做为高等学校鑄造专业学生的参考书。

П. П. Берг

Проверка качества отливок

Машгиз 1950

* * *

鑄件质量检查

章厚基 譯

(根据机械工业出版社紙張重印)

*

第一机械工业部教材编审委员会編輯 (北京復興門外三里河第一机械工业部)

中国工业出版社出版 (北京德勝門外大街10号)

(北京市书刊出版事业許可証出字第110号)

机工印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 850×1168 $\frac{1}{32}$ ·印張 5 $\frac{1}{4}$ ·插頁 1·字数 136,000

1959年2月北京第一版

1961年6月北京新一版·1962年5月北京第三次印刷

印数 03,601—06,640·定价(10-5)1.05元

*

統一书号:K15165·184(一机-14)

目 次

原序	6
第一章 总論	7
1 基本概念	7
2 鑄件缺陷及其檢查方法的分类	7
一般概念(7)——鑄件廢品的分类(8)——檢查方法的分类(10)	
3 檢查的組織原則	11
对檢查組織工作的一般要求(11)——組織机构的形式(12)	
4 原材料的檢查及平均試样选取的原則	15
总則(15)——选取試样的基本規則(18)——材料檢查自动化的原理(20)	
5 操作过程的檢查原則及其自动化途徑	20
总則(20)——操作过程檢查的方法(21)——关于操作过程檢查的自动化概念(22)——操作过程檢查实例(24)	
6 結語	27
第二章 外觀缺陷的檢查	29
1 概論	29
2 尺寸及重量不合	29
精度等級(29)——关于測量及檢查鑄件尺寸的方法和仪器的概念(34)——測量仪器的選擇(42)	
3 表面質量	42
概論(42)——鑄件表面光潔度的数量特征(43)——关于表面光潔度測定方法的概念(44)	
4 結語	47
第三章 內部缺陷的檢查	48
1 檢查內部缺陷方法的分类	48
2 外觀檢查	50
直接观察(50)——光学放大仪器(50)——改善缺陷可见性的物理和化学方法(51)——螢光分析(52)	
3 鑄件加压試驗	53
加压試驗法的原理(53)——液壓試驗(53)——气壓試驗(53)	
4 透視的理論基础	54
鑄件內部缺陷透視法的一般概念(54)——波的一般特性(54)——射線	

的 吸 收 强 度 与 鑄 件 壁 厚 的 关 系(55)—— 减 衰 系 数(56)—— 持 續 时 間(57)—— 缺 陷 圖 像 的 显 明 度(59)—— 圖 像 的 清 晰 度(61)—— 鑄 件 中 內 部 缺 陷 分 布 位 置 的 确 定(63)—— 透 視 結 果 的 評 定(64)	
5 透 視	65
γ 射 綫 的 特 性 及 γ 射 綫 源(65)—— γ 射 綫 照 像(66)—— X 射 綫 的 特 性 及 X 射 綫 源(67)—— X 射 綫 照 相(71)—— X 射 綫 透 視(72)—— 安 全 規 程(73)—— γ 射 綫 及 X 射 綫 透 視 方 法 的 优 缺 点 比 較(73)	
6 超 音 波 探 伤	74
超 音 波 探 伤 法 的 一 般 概 念(74)—— 超 音 波 的 特 性(74)—— 超 音 波 源(75)—— 超 音 波 的 查 覺(76)—— 超 音 波 探 伤 装 置 的 应 用 范 圍(77)	
7 發 現 內 部 缺 陷 的 磁 力 探 伤 法	78
理 論 基 础(78)—— 磁 場 的 产 生(79)—— 磁 力 綫 的 查 覺(81)—— 磁 化 法 的 应 用 范 圍(82)	
8 內 部 缺 陷 的 間 接 确 定 法	83
內 部 缺 陷 間 接 确 定 法 的 分 类(83)—— 測 定 物 理 性 質 的 間 接 法(83)—— 測 定 机 械 性 質 的 間 接 法(84)—— 內 部 缺 陷 間 接 确 定 法 的 应 用 范 圍(84)	
9 結 語	85
第四章 成 分 缺 陷 的 檢 查	85
1 总 則	85
2 測 定 全 元 素 含 量	86
一 般 概 念(86)—— 关 于 化 学 方 法 測 定 成 分 的 特 点 的 概 念(87)—— 关 于 物 理 化 学 方 法 特 点 的 概 念(88)—— 关 于 光 譜 分 析 的 概 念(92)	
3 組 織 分 析	96
一 般 概 念(96)—— 用 可 見 譜 綫 观 察 显 微 組 織 法 的 应 用 范 圍(97)—— 关 于 X 光 結 构 分 析 的 概 念(98)	
4 測 定 成 分 的 間 接 法	102
总 則 及 定 义(102)—— 表 面 檢 查 法(103)—— 測 定 物 理 性 質 的 測 定 方 法(103)—— 光 学 方 法(107)	
5 工 艺 試 样	108
总 則(108)—— 流 动 性(108)—— 收 縮 性(113)—— 断 口 試 样(118)	
6 結 語	120
第五章 机 械 性 質 的 檢 查	120
1 总 則	120
2 試 样 的 制 造	121
总 則(121)—— 从 鑄 件 切 取 的 試 样(122)—— 与 鑄 件 一 起 鑄 出 的 試 样(123)—— 灰 鑄 鉄 試 样(124)—— 可 鍛 鑄 鉄 試 样(128)—— 鋼 試 样(130)	

——有色合金試樣(131)

3 試樣的試驗.....132

總則(132)——測定機械性質時，一般最主要的誤差來源(133)——拉伸試驗(134)——壓縮試驗(136)——彎曲試驗(136)——楔壓力試驗(137)——沖擊韌性試驗(137)——持久極限(疲勞極限)的測定(138)

4 機械試驗結果的評定.....139

總則(139)——標準的機械性質(139)——關於修正試樣機械性質指標的概念(146)

5 機械性質的間接測定法.....149

總則(149)——化學成分的換算(149)——關於測定硬度的概念(150)
——硬度測定結果的換算(150)

6 結語.....152

第六章 檢查結果的研究152

1 總論.....152

2 確定現象之間的數學關係.....153

總則(153)——最常用的公式(153)——觀測結果圖示法的原則(154)

3 頻率曲綫.....154

總則(154)——頻率曲綫的圖解法(156)——頻率曲綫圖解的分析(157)
——頻率曲綫的解析法(160)——頻率曲綫的計算舉例(165)——或然率計算(166)

4 關於抽樣檢查的概念.....169

總則(169)——批量一定時的廢品抽樣檢查(169)——批量不定時的廢品抽樣檢查(170)——預防性的抽樣檢查(171)

5 結語.....173

原 序

提高机器产品的質量，是恢复与發展国民經济的斯大林战后五年計劃的主要任务之一。

在許多机器制造部門中，鑄鉄件的比重达到80%，因此鑄件質量的問題具有决定性的意义。

虽然已有大量关于鑄件質量的書籍，但对研究質量檢查的方法却注意得不够。

本書作者的目的是在于叙述和拟定各种檢查方法的应用范围，以生产實踐中的一些实例对檢查法加以分析，討論檢查結果处理的方法，以及根据对偏差值發生頻率的分析而拟定鑄造生产中預防性的（統計的）抽样檢查的方法。

在叙述本文时，作者企圖对所有問題的研究都尽量从最普遍的和最概括的理論叙述开始，以便繼續对其进行推論并导出具体的实际指示。为了能完全避免錯誤和不正确的地方，作者广泛地征得了許多最有名望的專家审阅原稿，并提出批評的意見。作者認為，应当向审阅原稿及提出批評意見的下列同志致以真誠的謝意：第一章——技术科学碩士依万諾夫，教授切列舍夫，第二章——技术科学碩士依薩也夫，第三章——教授、技术科学博士伏列依曼，技术科学碩士拉世柯及技术科学碩士恩琴，第四章——技术科学碩士彼得罗娃，技术科学碩士可馬洛夫斯基（光譜分析），第五章——技术科学碩士、斯大林奖金获得者庫得廖夫切夫。

所有上述同志应看成是本書相应章节的合著者，但作者并不因此推卸自己对可能發生缺点应負的責任。

作者也向对全稿提出意見的評閱人表示謝意，即功勋科学技术工作者、斯大林奖金获得者、教授、技术科学博士魯布措夫，教授、技术科学博士阿克蕭諾夫，斯大林奖金获得者、技术科学碩士阿松諾夫，并感謝校閱者、講師、技术科学碩士拉賓諾維奇和技术科学碩士巴里諾夫提供了很多材料。

第一章 总論

1 基本概念

鑄造工作者最終的生产目的是获得質量优良的鑄件，即获得質量合乎技术条件要求的产品。

为了获得質量优良的鑄件，不仅需要了解鑄件的生产工艺过程，而且要懂得鑄件質量檢查的方法。后者就是本書要达到的目的。

了解鑄件質量的檢查，不能仅局限于研究实际經驗、現成的方案和个别的理論原理，必須系統地和不断地研究鑄件質量檢查的可能的办法，必須用普遍性的和綜合性的观点来分析檢查工作的理論基础，并研究由此而得出的典型方案及实际方法。当这样处理所要研究的問題时，讀者可以在实际問題中获得比較全面的理解。

鑄件生产的檢查可分成彼此密切相关的三个阶段即：

- a) 原材料的檢查；
- b) 操作过程的檢查；
- b) 鑄件成品的檢查。

由于前两个阶段带有从屬性質，并且在專門的書籍中有某些研究，故仅在本書的第一章中作了簡要地敘述。本書重点放在第二至第五章中所研究的第三个阶段，即鑄件成品的檢查。在最后的第六章中研究与处理檢查結果有关的一些問題。

2 鑄件缺陷及其檢查方法的分类

一般概念 根据在每一具体情况下对鑄件提出的技术要求不同，带有一定缺陷的鑄件在某一情况下可認為是合格品，而在另

一情況下可能當作不合格品。

這種情況完全適用於成批鑄件，尤其是大量生產的鑄件。在單件生產大的及很貴重的鑄件時，為了遷就已生產的鑄件，可以改變技術條件。但這種改變是極少見的。

可能也有這樣情況，鑄件被當作不合格品，但所帶的缺陷是可以修整的。

因此鑄件的合格程度可用下面的概念來評定：

1. 合格的。
2. 有條件的合格品。屬於此類的，僅僅是唯一的及很貴重的鑄件。
3. 可修理的廢品。所謂「有缺陷的」鑄件屬於此類。有缺陷的鑄件可以進行修整，並不影響其使用的可靠性。
4. 不可修理的廢品。

按照發現廢品的特徵，廢品可分為「外部的」及「內部的」。前者常在鑄造車間範圍內發現，而內部的廢品常在機械加工時發現。在所有情況下廢品增加鑄件生產的成本，廢品發現的愈晚，加工鑄件消耗的勞動量愈大，鑄件就愈貴。所以內部廢品的生產成本總要比外部廢品大些。為了降低鑄件成本，檢查工作應使所產生的廢品盡可能及早的發現。減少產生廢品可能性的檢查形式是最適宜的形式。為了減少內部廢品，對於可能生成內部廢品的地方應特別注意。

鑄件廢品的分類 鑄件廢品分類的方法有很多種。在工廠中根據生產特點分類。灰鑄鐵、可鍛鑄鐵及鋼鑄件最常見的廢品形式業已標準化（ГОСТ 2612-44, 3287-46 及 4009-48）。為了適于研究鑄件質量的檢查方法，將鑄件缺陷適當分成以下幾類：

- 第一類——從鑄件表面可以直接看出的外部缺陷。
- 第二類——位於鑄件內部并破壞鑄件致密性的內部缺陷。
- 第三類——鑄件成分及組織的缺陷。
- 第四類——屬於機械性質不合要求的缺陷。

表1 鑄件廢品形式的分類

類 別	組 別	廢 品 形 式 舉 例	國家標準中廢品形式的號碼		
			2612-44	3287-46	4009-48
I. 外觀缺陷	鑄件外形損壞	冷隔	13	31	ДС-32
		飛邊	01	32	ДС-43
		欠鑄	05	33	ДС-41
		錯箱及壁厚不均	—	37	ДС-42
		變形	02	38	ДС-44
		機械損傷	22	39	ДС-35
	鑄件尺寸及重量不合	鑄件尺寸與圖紙不合	20	35	ДС-45
		鑄件重量不合	21	36	ДС-45
	鑄件表面質量	表面光潔度不夠	—	41	—
		粘砂	07	42	ДС-31
		節瘤	04	43	—
		表面氧化	—	44	—
		鉄豆	03	—	ДС-15
		夾砂	16	34	ДС-33
		結疤及沖砂	—	—	ДС-34
II. 內部缺陷	裂紋	熱裂紋	14	11	ДС-21
		冷裂紋	15	12	ДС-22
		熱處理裂紋	—	—	ДС-23
	孔眼	氣孔	08	21	ДС-11
		砂眼	09	22	ДС-12
		渣孔	11	23	ДС-13
		縮孔	10	24	ДС-14
		縮松及疏松	12	25	ДС-14
III. 成分與組織的缺陷	成分不合	金屬成分不符合技術條件	17	51	ДС-51
	組織不合	金屬組織不符合技術條件 白口	18 06	52 —	ДС-81 —
IV. 屬於機械性質不合的缺陷	—	金屬機械性能不符合技術條件	19	53	ДС-61
V. 屬於物理化學性質不合的缺陷	—	物理化學性質不符合技術條件	—	—	ДС-71

第五类——属于物理化学性质不合要求的缺陷。

标准中所规定的铸件废品形式及分类载于表1中。

检查方法的分类 检查铸件缺陷的方法可按几种特征分类。

1. 按照前边的铸件缺陷分类,把铸件缺陷的检查方法也相应地分为五类。这种分类的特征构成编写本书的基础。

2. 按照所测性质和要求性质之间符合的特征,检查方法可分为两类:直接法和间接法。

用第一种方法直接测定要求的性质,用第二种方法测定随着要求性质的改变而改变的其他性质,例如,测定强度可以直接测定破坏的负荷,有时亦可间接测量硬度。像金属断口的形式可属于间接测量的指标。在大多数情形下,间接性质测定较快。这就是间接测定法的优点。在应用间接法进行检查时必须很仔细,因为这些方法与所要检查的性质没有直接的关系。

所采用的间接检查法,在本书各相应章节的末尾加以叙述。

3. 按照进行检查时间的特征,可将所采用的检查方法分为:铸件制造过程中的检查及制造过程结束后的检查。在前一种情形下,可以在生产进行的过程中改变操作过程;而在第二种情形下,仅能为下一批制造的铸件改变操作过程。这种分类的特点在相当程度上是有条件性的,因为并不是总有可能弄清该过程正式结束的时间的。例如在连续铸造时就是如此。根据上述减少废品所造成的损失理由,在大多数情况下,应适当地采用铸件制造过程中的检查方法。

4. 按检查完成程度的特点,常常分为中间检查及最终检查。在前一种情况下检查半成品,而在第二种情况下检查成品。这种分类也是有条件性的,因为同一产品对于一个工艺阶段为半成品,而对于另一阶段则为成品。检查的组织工作最好是使在最终检查时发现最少量的废品。

5. 按照监督机构组织的特点可分为两种情形。在第一种情况下由操作者检查,在第二种情况下由专门工作人员(检查员)检

查。前者的优点在于較大的灵活性，而后者則有較大的客觀性。

为了同时保証檢查的灵活性及客觀性，常采用綜合的檢查制度，操作者自己檢查，同时檢查員也檢查。最大的灵活性及客觀性，可以在自动化檢查的情况下达达到。原材料及生产过程的檢查自动化的一些問題将在第一章中討論。

6. 按照进行檢查的地点，檢查可以在工艺过程的不同阶段及在不同的工段进行。与檢查生产过程有關的問題将在第一章第五节中作簡要的叙述。

7. 按照檢查的頻繁程度，可分为百分之百的連續的或定期的檢查，及抽样的檢查。至于选取上述檢查方式中的那一种，这要取决于生产的組織情况。在大量生产并且生产很正規时，組織定期的抽样檢查較為适宜。

3 檢查的組織原則

对檢查組織工作的一般要求 在組織檢查时，必須注意到滿足多方面要求的必要性。这些要求是：

1. 执行現行的政府決議及主管机关的指示，遵守标准、技术条件及苏联部長會議度量衡及度量仪器委員會的指示。

2. 質量的檢查不仅应当由高度熟練的檢查員进行，而且应由参加鑄件生产过程的全体人員进行，使得每一个生产参加者尽可能的不仅是本工序的，而且也是上一工序的檢查員。

为了便于建立这样的組織，必須：

a) 施行最严格的工艺紀律，这个要求具有特殊的意义，因为檢查員进行檢查工作困难，而且当他們注意不够时会产生严重的后果。

b) 消除檢查員个人的影响；或在不可能完全消除的情况下，减少檢查員个人的影响；这就要編制詳細的規程，取消任何計算，采用校准器，用仪器代替肉眼取讀数等。

в) 用組織訓練班、演講、展覽会、展出廢品的專用园地等

方法提高檢查員的熟練程度和積極性。

3. 檢查工作不应当以檢查為目的，而應以其作為改善鑄件質量的有效方法。所以必須將質量檢查與生產的工藝過程緊密的聯繫起來。

為了加強這種聯繫，實施各種措施，例如：

a) 編制考慮到質量檢查問題的工藝卡片；

b) 制定提高勞動生產率、同時易于進行質量檢查的裝置，這個要求在生產及檢查自動化的情況下得以最充分地和最客觀地實現；

в) 採取獎勵和懲罰的措施以提高勞動生產率及改善產品質量，同時應當注意到，產品質量的原則問題已由政府加以規定，並訂為法律；

г) 仔細尋求對質量要求的根據，因為在大多數情況下，提高對質量的要求會減少生產的數量，在很多情況下使工藝過程複雜化，因而增加鑄件成本；同時很自然的，在所有情況下，對鑄件質量的要求應當保持在完全滿足消費者的水平上；

д) 在最重要的生產工段組織檢查。在極大多數情況下證明：檢查方法的耗費能降低產品成本。對檢查的評價不僅僅考慮到降低廢品損失，而且減少與可能的生產停工有關的耗費。

改善檢查工作也能使對鑄件的質量更加確信。例如，熟練的鑄件檢查工作，可允許應用於機械製造的重要零件，適當地降低安全係數。

組織機構的形式 根據檢查的要求及檢查所用的方法確定組織機構的形式。檢查組織機構的確定應隨具體的生產條件而改變。所以唯一的組織機構是不存在的，而且也不可能存在。

下列原則可作為選擇組織機構的基礎：

1. 檢查員的數量取決於生產規模及生產的價值，同時與所生產的鑄件的重要程度有關。

2. 甚至在生產量最小的情況下，也應規定脫產的，而且不

原书缺页

原书缺页

屬於生產人員領導的，專門從事檢查工作的人員。

3. 在極大多數情況下，沒有專門的試驗室是不可能進行檢查工作的。首先是型砂試驗室及金相試驗室。

4. 在檢查工作量相當增大時，適于成立專門研究組，專門研究與改善產品質量有關的問題。

5. 大力改善檢查工作，要靠檢查的機械化，尤其是自動化來達到。在生產過程本身自動化的情況下，檢查工作可最完滿的實現。

在圖 1 中列出沃依可夫（Войков）暖氣片廠的檢查組織系統的實例。

4 原材料的檢查及平均試樣選取的原則

總則 在檢查原材料時，主要應當注意不允許將不合乎技術條件的材料投入生產。

根據這個原則可得出幾個結論：

1. 檢查進行的速度應當使不合於技術條件的材料不混入生產中。根據這個原則性的要求，而選擇檢查的方法及檢查的組織。

2. 為了迅速獲得檢查結果，在很多情況下，偏重于間接檢查法。同時偏重于能快測定的、而且與鑄件質量有密切關係的性質的間接檢查法。

3. 最好的材料應當是，在現實的生產條件下性質改變較小的，且與平均值差別較少的材料。

4. 組織原材料的檢查，應當和組織供應的工作相協調。檢查方法的問題同樣與材料貯存條件是分不開的。

5. 檢查的任務並不包括規定原材料所應具有的性質。檢查時首先應當確認所要檢查的材料是否與所規定的技術條件相符合。因此，檢查的任務主要在於比較新到的原材料是否與原有的材料相同。

6. 若供應的材料質量較好並且已經過檢查，檢查就簡化了。

表2 原材料分类及检查表

材料类别	材料组别	材料举例	检查的元素和化合物	检查范围	其他指标	标准
I. 造型材料	A. 砂及粘土	砂	在未洗除部分中的 SiO_2	检查	σ, W, K ① 粘土含量	ГОСТ 2189-43 ГОСТ 2138-46 ГОСТ 3226-46; 3594-47
		粘土	$\text{SiO}_2, \text{Al}_2\text{O}_3$	检查	同上十加热分析②	
	B. 粘結剂	芯子粘結剂	无	仅限粉状	σ, W, K 十 螢光分析③	OCT 377, 433, 434, 520 ГОСТ 190-41, 797-41
	B. 抗焦材料	石墨煤	C及灰份 C, S, 灰份, 揮發物	检查 检查	— —	
II. 燃料	Г. 混合料	造型混合料	无	无	σ, W, K , 温度	
	A. 冲天爐的	焦炭	C, S, 灰份, 揮發物, 灰粉中的 SiO_2 , $\text{Fe}_2\text{O}_3, \text{Al}_2\text{O}_3$, CaO, MgO	检查	發热量, 單位体积重量	ГОСТ 513-41 ГОСТ 2014-47 ГОСТ 3340-49 ГОСТ 3132-46
		无烟煤	同上	检查	同上	ГОСТ 18-49 及1785-42
	B. 反射爐的	煤重油	同上 W, 灰份	检查 无	發热量 同上	OCT 13913-39
III. 金屬	A. 高爐生鉄	鑄造生鉄	C, Si, Mn, P, S, Cr, Ni	无	断面及表面 清潔度	ГОСТ 805-49 4831-49 4832-49 4833-49 4834-49
	B. 廢鋼及廢鉄		同上	检查	同上	ГОСТ 2787-44 4475-48
	B. 有色金屬	鋁 硅 鉄		} 无		ГОСТ 3549-47 ГОСТ 2169-43 ГОСТ 804-41