

铸造检验技术

温永都 李冬琪 朱承兴 编著

机械工业出版社

铸造检验技术

温永都 李冬琪 朱承兴 编著



机械工业出版社

本书系统地介绍了铸造生产中有关检验组织、检验项目、检验标准、检验方法等方面的内容。总结了检验工作中，行之有效的经验。

书中以铸铁件、铸钢件的砂型铸造生产为中心进行论述，同时，也兼顾了其他铸造合金、其他常用铸造方法的检验技术，反映的范围比较宽。全书的主体分为：原材料及工艺过程的检验、铸造缺陷分析、外部质量的检验、内在质量的检验等四大部分。可供从事铸造工作的组织、领导人员、工程技术人员、质量检验人员，以及教学和研究参考。对于新建的铸造企业将有更大的帮助。

本书可以作为铸造专业技术人员、大专院校师生的专业参考书，也可以作为成人专业培训班的教材使用。

铸造检验技术

温永都 李冬琪 朱承兴 编著

*

责任编辑：余茂祚 版面设计：张世琴

封面设计：方 芬 责任校对：张 媛

责任印制：王国光

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南里一号）

（北京市书刊出版业营业许可出字第 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 $\frac{1}{32}$ ·印张 18 $\frac{7}{8}$ ·字数 418 千字
1989 年 6 月北京第一版·1989 年 6 月北京第一次印刷

印数 0,001—3,760·定价：14.20 元

*

ISBN 7-111-00442-6/TG·125

前 言

铸造已不仅是一种技艺，它已发展为一门应用科学。现代的铸造生产过程应该是按照科学规律进行组织、管理和控制进行的。在这个过程中，检验技术显然占有非常重要的地位。原材料的检验、生产过程的监控，以及成品的检验，都是生产过程中所不可缺少的环节。没有完善的检验系统，便不能对生产过程实行有效的控制，就不能生产出符合现代要求的优质铸件，也不能创造出好的效益。

编写本书的目的是：系统地介绍铸造检验技术，供从事铸造生产、教学和研究的人员参考。书中系统地整理了国内外的经验，并注意引用那些在实践中已见成效的最新成果，以及有关的国际标准和国内外的先进标准。力求做到系统、实用、新颖，为提高我国铸造行业水平，生产优质产品，创造更好的效益服务。

在编写本书的过程中曾得到北京曙光电机厂、北京内燃机总厂、北京第一机床厂、北京大华铸造技术开发公司、北京工业大学铸造教研室、北京航空航天大学第九研究室等单位的协助，提供资料与经验，在此表示感谢！作者们也特别感谢机械工业出版社为本书出版所做的组织工作，以及编辑同志对本书提出的宝贵意见。

本书由温永都、李冬琪、朱承兴合作编著。由朱承兴统稿审定。鉴于编者水平所限，书中的缺点与错误在所难免，编者希望各界读者给予指正。

目 录

前言

第一章 绪论	1
一、铸造生产中检验的地位及作用	1
二、质量检验工作的要素	2
三、质量与检验标准	6
四、检验方式及其分类	7
第二章 铸造过程质量检验	10
一、原材料的检验	10
二、工艺装备的检验	12
1. 工艺装备检验的原则	12
2. 工艺装备检验的内容及方法	12
三、工艺过程检验概况	26
四、型(芯)砂性能的检验	28
1. 选取原砂及混合料试样	28
2. 含水量的测定	29
3. 紧实率的测定	29
4. 透气性的测定	30
5. 强度的测定	31
6. 型(芯)砂的溃散性及其测定	35
7. 发气性的测定	36
8. 型砂试验仪器	37
9. 型(芯)砂质量检验项目	38
五、铸型制造过程及其质量检验	38

六、砂芯制造过程及其质量检验	44
七、合金熔炼的检验	45
1. 合金配料的检验	45
2. 铸铁熔炼过程的检验	46
3. 其他合金熔炼过程的检验	54
八、炉前质量检验	59
1. 普通灰铸铁的炉前质量检验	59
2. 其它铸铁的炉前检验	83
3. 铸钢的炉前检验	92
4. 有色金属的炉前检验	97
九、铸件的浇注检验	108
十、铸件的清理检验	110
十一、铸件的热处理检验	110
十二、铸件的吹砂检验	111
十三、铸件的汇总检验	112
第三章 铸件的缺陷分析	113
一、气孔	114
1. 气孔的种类	114
2. 气孔形成的机理	116
3. 气孔产生的原因	129
4. 气孔形成原因判断	142
二、缩孔和缩松	146
1. 缩孔和缩松的种类	147
2. 缩孔和缩松的形成机理	148
3. 缩孔和缩松产生的原因	156
三、夹杂类缺陷	166
1. 夹渣	166
2. 金属夹杂物	172

3. 冷豆	173
4. 内渗豆	174
5. 砂眼	176
四、裂纹、冷隔类缺陷	179
1. 热裂纹	179
2. 冷裂纹	182
3. 热处理裂纹	190
4. 冷隔	190
五、各种表面缺陷	192
1. 鼠尾、沟槽和夹砂结疤 (夹砂)	192
2. 粘砂	198
3. 表面粗糙	207
4. 皱皮	207
5. 缩陷	208
六、多肉类缺陷	209
1. 披缝 (飞边)、毛刺	209
2. 抬型 (抬箱)	210
3. 胀砂	211
4. 冲砂	212
5. 掉砂	213
6. 外渗物 (外渗豆)	214
七、残缺类缺陷	215
1. 浇不到	215
2. 未浇满	216
3. 跑火、型漏 (漏箱)	217
4. 损伤	218
八、尺寸、形状和重量差错类缺陷	219
1. 尺寸和重量差错	219
2. 变形	220

3. 错型 (错箱)	222
4. 错芯	223
5. 偏芯 (漂芯)	223
6. 春移	224
九、铸件的成分、性能、组织不合格	225
1. 铸件的化学成分不合格	225
2. 铸件性能不合格	226
3. 石墨漂浮	227
4. 石墨粗大	228
5. 组织粗大	228
6. 偏析	229
7. 白口	231
8. 反白口	233
9. 球化不良	234
10. 球化衰退	235
第四章 铸件的外观质量检验	237
一、铸件表面缺陷的检验	237
1. 检验要求	237
2. 表面缺陷的检验标准	238
3. 检验方法	251
二、铸件表面粗糙度的检验	275
三、铸件重量允差的检验	278
四、铸件尺寸的检验	278
1. 铸件尺寸公差常用名词的定义	278
2. 铸件的尺寸精度等级	280
3. 铸件尺寸精度检验标准	280
4. 铸件尺寸检验的规范	304
5. 铸件的划线检验	306
6. 铸件形状和位置误差的测量	310

7. 检验铸件尺寸常用量具的选择	322
第五章 铸件内在质量的检验	325
一、铸件内部缺陷的检验	325
1. 超声波探伤法	325
2. 射线探伤法	345
3. 液晶和声发射探伤法	362
4. 加压试验法	369
5. 金相检验法	371
6. 其他检验法	432
7. 铸件内部缺陷检验规范	433
二、铸件化学成分的检验	434
1. 铸造合金成分标准及其检验规范	435
2. 化学成分分析用试样的制备	477
3. 化学成分的检验方法	490
三、铸件机械性能的检验	503
1. 试样的分类	503
2. 试样的制造	505
3. 机械性能标准及其检验规范	527
4. 机械性能的测定	560
参考文献	595

第一章 绪 论

一、铸造生产中检验的地位及作用

铸造是现代工业中制造金属零件的重要成型方法之一。铸件的形状及尺寸都非常接近成品零件。在合金成分的选择和零件外形设计上所受局限很少，并能保证一定要求的外部质量和内在质量。随着铸造技术的进步，使铸造零件工作的可靠性不断提高，这就使它具有更高的技术上的可行性和经济上的合理性。当前，在零件成型的多种工艺方法中，铸造法有它强大的竞争力，在某些情况下，它还是唯一可行的零件成型方法。

铸造生产不仅应经济地制出合乎设计要求的铸件，还应不断提高产品质量，以满足不断提高的机械产品要求。传统的考核铸件优劣的指标——成品率，并不能反映铸件的质量，因为它首先取决于制造标准。铸件质量的好坏，首先应表现为铸件能满足怎样的技术要求上。优质品能满足更为严格的技术要求，一般产品只能满足较低的要求。

对铸造生产来说，它所进行的各种检验工序，应当具备保证、预防、报告三个方面的职能，即：（1）保证职能——保证生产的铸件是合格的，即符合预期的技术要求；（2）预防职能——通过检验与监控，排除生产中的不合理因素，把不合格品从已生产出来的铸件中剔除出去，或者采取相应措施，不使不合格的铸件产生；（3）报告功能——通过检验的实施，了解生产中现实存在的不合理因素，对生产过程提出

改进与调整的建议，以保证铸造生产过程更趋合理化，稳定化，从而使铸件质量得到提高。

铸造检验应包括下列内容：

- 1) 原材料及设备工具的检验；
- 2) 工艺过程的检验；
- 3) 铸件缺陷的分析；
- 4) 成品铸件的检验。

由此可见，铸造生产中的检验工作，首先控制了投入生产的诸因素；进而监控过程的合理进行，及时排除非合理因素及其影响；成品检验把住最后一关。这样才能使铸造生产过程得到科学的控制。检验标准执行得越严格，检验手段越先进，控制的程度越大，生产过程进行得越加合理。才能保证产品质量的稳定性与可靠性，并可以做到以较小的投入，获得较大的产出，带来较好的效益。

上述检验、控制过程，并不是一成不变的，它将随着科学技术的进步而日臻完善。对于铸造生产而言，由于过程复杂，涉及面宽，目前检测手段有限，处于相对落后的状态。所以，总结现有的经验，尽量采用先进技术，完善有关制度，就显得非常重要。没有先进的铸造检验，就不能组织起现代化的铸造生产。国内近年生产优质铸件的经验 and 成功地引进国外先进技术的事实，都已经使人们得到这样的结论。

二、质量检验工作的要素

为保证检验工作顺利而有效地进行，首先应明确质量检验工作赖以存在的三项重要因素。分述如下：

- 1) 要有一套完整的，高效率的检验系统

检验工作是生产过程中的一个不可缺少的组成部分。检

验的目的是为了获得更好的生产效果。二者从基本目标上本是一致的；但是检验本身的监督和控制职能又必然和直接的生产过程有一定的矛盾，即又有其对立的一面。因此，为保证检验工作正常地开展，在体制上应该有一套统一的，有权处理质量问题的独立系统。它应该受厂长直接领导，并向上级检验部门负责。它可以不受工厂其他生产技术部门的约束，以有利于全面而客观地处理质量问题，发挥其检查、监督作用。

随着生产技术的发展，很多检验项目只能由专职检验人员来完成。专职检验人员应当具有专门的知识技能。因为使用现代化检验手段，需要经过专门的训练；又因为熟悉复杂的技术要求，正确地理解和掌握检验标准又决不是轻而易举的事情。

另一方面，产品的优劣归根到底是由直接生产者制造的。一般而论，生产优质品也是直接生产人员向往的目标。因此，创造较好的工作条件，向生产人员宣传注重质量的意义，并使之明确掌握质量标准，以及控制质量的方法，给生产者自检以应有的地位，也是检验工作中一个重要的、积极的方面。在生产班组中强调自检，设立工人质量监督员，使专职检验人员与非专职检验人员相结合，能弥补专职检验的疵漏，组织得好时，能发挥很大的威力，也便于检验工作能高效率地进行。

2) 要有先进的检测手段

检验的结果总要做定量结论的。这个结论无疑要以数据为依据。为此，没有足够精度的检验手段是难以完成的。可喜的是，近十年来我国研制成功或引进了不少有效的检测仪器，有力地武装了铸造行业，有关部门也相应地制订了不

少检测标准。从而使原来无器可用，无据可依的状态有了很大变化。但是由于我国工业基础薄弱，技术水平还有待提高，不但这些先进装置的推广应用还需要时间，而且生产的指挥者和操作人员对它们的认识也有待提高。目前在相当多的工厂中，还有不少只凭人的感官来进行控制和检查的项目。为此就更有必要强调先进的检测手段在现代生产中的作用。先进的检测手段应该能迅速、准确地反映出被检对象的性能、状态，给出定量的结果。而带有预报性能的仪器还具有监控功能，受到更大的重视。

在这里不妨略早地举出一些先进的测试手段以表明上述观点。如造型材料的发气性测定仪、含泥量连续冲洗测定仪、热湿拉强度仪、粉料粒度分析仪、铸铁化学成分和机械性能炉前快速测定仪等等都有力地武装了铸造检验队伍。原机械部和航空部所订熔模铸造检测标准是参考国外先进经验，依据国内进行的大量试验研究成果制订出来的，都给出了合理而又简单易行的控制、测试方法。低压铸造和差压铸造的微机控制系统使得铸造过程中相当难于控制的充型和凝固过程变为基本可控或可控过程。实践表明，先进检测手段的采用将促进管理的科学化，生产的稳定化，产品的优质化。

3) 严密而合理的检验制度

理想的生产是从原材料、设备、工艺到操作人员都非常稳定的生产，这是永远不可能实现的。事实上，只存在相对的稳定性，而不可能有绝对的稳定性。检验制度的严密程度在很大程度上决定了这种相对稳定的程度。这是保证生产合理进行和产品质量合乎要求所必需的。历来军品生产一般比民品生产的检验制度要严密一些。重要产品比次要产品的检验要严格一些。正是这个道理。

由于生产条件不可能绝对地不变，通过检验找出不合格因素，把它剔除，或者反映到有关部门，通过调整、改制使之变为合格因素，使生产稳定地进行下去。这便是它的监控作用，或预防作用。从某种意义上说，人们对于生产条件的变化是不怕其变化，但怕不知其变化。若无严密的检验制度，是无法达到知其变化的目的的。

检验制度严密的程度与人们对生产过程的认识有关。随着对生产过程的研究不断深入，人们对它的认识也不断深化。原来认为是不变的因素，后来认识到了它的变化，必然设法对它予以检查和控制。原来检测得比较粗糙的，后来认识到了它的重要性，于是检测得细微起来。当然也不乏这样的例子，原来认为需要严加控制的指标，由于有了可靠的保证，或者经研究认为它影响较小，也会放弃或放宽对它的检测和控制。一般说来，技术越先进，检验的“关口”将设得越合理，检验的内容倾向于增加，要求也倾向于更加严格。但是，采用先进的检验手段也将加快检验速度。从全过程来看，为稳定和提高铸件质量执行了严密的检验制度并不一定延长生产周期，相反地，一般是缩短了生产周期。所以，技术检验部门应与科学研究部门，生产工艺部门密切配合不断地完善各项检验制度，采用先进的方法使之更加严密，更加合理化。

还需强调指出的是：机构、手段与制度，归根到底都是由人们去执行的。从事检验工作和从事直接生产工作的人员是生产诸因素中最活跃的因素。人员的知识水平、技术素质，特别是认真负责精神，在一定的条件下起着决定性的作用。为发挥人的积极性，我国铸造行业广大职工也曾开展了不少有创造性的活动。如在检验人员中开展的“三员，三

满意”活动。即检验人员应是质量检验员、又是“质量第一”的宣传员、同时也是操作工人的技术辅导员。做到工人满意、下道工序满意、最终用户满意。在操作工人中开展的“产品质量信得过”活动，根据具体条件使产品质量达到被检验员信得过，用户信得过，国家信得过等标准。这些活动的开展，有利于调动有关人员的积极性，改善了工作人员之间的关系。思想工作与技术工作密切结合，开展得好时，能够充分显示出我国社会主义制度下现代化生产的特点。

三、质量与检验标准

产品的质量是设计和制造出来的，在此过程中技术检验具有保证、预防和报告三种职能已如前述。但是，设计、制造和检验都涉及标准问题。论及提高产品质量，虽然涉及问题很多，但是所用标准的水平是首要问题。标准水平的高低将贯穿于设计、生产、检验、销售、监督等社会生产的全部过程。

质量低劣的产品，在低标准下可能是合格品，在高标准下则是废品。不提高所用标准的水平，提高产品质量就缺乏驱动力。以我国铸造行业而论，由于过去采用的标准水平一般较低，不少企业对此认识不足。执行对外开放政策以后，要使产品投放国际市场，马上遇到困难，感觉到了问题的迫切性。采用较高标准进行生产，就必须从材料、设备、工艺、以及检验等方面加以补充、更新或改造。这样提高了产品质量，也提高了行业的水平。

为了迅速缩短我国产品质量和生产技术水平与国际先进水平之间的差距，引用国际标准和国外先进标准是切实可行的途径。我国于1986年6月召开了采用国际标准工作会议，决定尽快采用国际标准和国外先进标准，并制订了原则和办

法。这无疑是正确的措施。对于我国的四化建设将有巨大的推动作用。为此，本书在有关章节中，除引用国内先进的检验标准以外，还将尽量引用有关的国际标准和国外先进标准，以适应工作的需要。

四、检验方式及其分类

铸造生产需要进行多种方式的检验。需要检验的内容则取决于工艺控制和质量的要求，检测方法与施行的可能性。目前，常用的检验方式有如下分类方法：

1) 按检验的性质分

I. 预先检验：包括原材料、工具、模具、设备等投入使用之前的检验。目的是检查这些投入生产的条件是否合乎生产的要求。

II. 工艺过程检验：工艺过程是否按规定执行直接影响产品质量。工艺过程的检验本身具有监控性质。因此，人们越来越重视这类检验，更加欢迎具有自动记录和显示功能的，用于过程监测的先进仪器。

III. 成品检验：它具有把关的作用。通过成品检验来判断产品的成、废；优、劣。

2) 按检验对象的数量分

I. 全部检验：对检验对象施行100%的检验。

II. 抽样检验：对检验对象按规定的比例抽取样件进行检验，其结果则代表全部产品的质量。

3) 按照检验的时间不同分

I. 定期检验：按规定的日期或工作时间进行。

II. 非定期检验：根据检验人员对生产过程所进行的了解来决定。

4) 按进行检验的地点分

I. 固定检验：在固定的地点进行测试。一般是因为检验需要在固定地点安装设备而进行的。

II. 流动检验：一般是在生产现场进行。不影响生产过程的进行，而与之密切配合。

5) 按照对于被检对象的损坏程度不同分

I. 破坏性检验：检验后，被检对象已不可能是制成品或者不可能再投入生产加工或使用。

II. 非破坏性检验：有时也称为无损检验。检验后，对被检对象只有轻微的损伤，或根本不损伤，故仍可以投入生产或成为成品。

此外，在改变生产对象或生产条件以后，为保证成批产品的质量 and 验证条件的可行性，常进行首件检验。事实上并非只检查头一件产品，而是重点地，比较全面地考查头几件，甚至前几批产品，以判断生产可否稳定进行。在正常的，大批量生产条件下，又常进行统计检验。即运用数理统计的方法，对检查结果施行统计分析，从而找出规律，或提出预见性的建议来控制生产过程的稳定。

至于究竟应采用哪种方式进行检验，有时有选择的余地，有时则没有。在需要选择时，所依据的指导思想，无疑是首先要保证质量，其次应减少消耗。

由以上概略的说明，不难看出：铸造生产需要大量的技术检验工作。由于铸造生产涉及的原材料、辅助材料、工具、设备五花八门，铸造合金品种繁多，差异又很大，铸造方法方面的差别则更大，对铸件的各种技术要求甚至是因件而异，所以在本书中提供典型的检验组织、检验制度、以及检验方式是意义不大的。