

商品质量检验技术

刘北林 白世贞 著

中国物资出版社

图书在版编目(CIP)数据

商品质量检验技术 / 刘北林, 白世贞著. —北京: 中国物资出版社, 2002.11

ISBN 7-5047-1906-4

. 商... . (1) 刘... (2) 白... . 商品检验—技术
. F760.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第082360号

责任编辑 沈兴龙

封面设计 彩奇风

责任印制 沈兴龙

责任校对 顾 勇

中国物资出版社出版发行

网址: <http://www.ciph.com.cn>

社址: 北京市西城区月坛北街25号

电话: (010) 68392746 邮编: 100834

全国新华书店经销

中国农业出版社印刷厂印刷

开本: 850×1168mm 1/32 印张: 9.25 字数: 235千字

2002年11月第1版 2002年11月第1次印刷

书号: ISBN 7-5047-1906-4/F·0678

定价: 20.00元

(图书出现印装质量问题, 本社负责调换)

前 言

商品质量检验是一门新兴的应用技术，是质量管理科学的一个重要组成部分。随着国际标准化管理体制的引进和实施，尤其是ISO9000族标准质量体系的快速发展，商品质量检验已经涉及到商品生产、流通和消费过程的各个环节。我国加入WTO后，为了加强商品质量监督与检验，进一步提高我国商品在国际市场的竞争力，商品质量检验技术必将得到进一步加强和发展。

本著作以计量、实验、数理统计、分析、评判和标准化等商品质量检验的理论和方法为基础，综合了商品与力学、热学、化学、电学、微生物学等学科相关的商品质量性能或性质，形成了商品质量检验技术的主要研究内容。它以商品为分析研究对象，商品质量为核心，标准、检测、技术为主线，从感官、光学、生物学、化学、热学、力学、电学、卫生安全性等方面，阐述了商品质量检验的常用术语、基本要求、基本原理和基本技能，同时介绍了一些有关国内外新的质量检测的原理和方法。

因编者水平有限，错误之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 绪论.....	(1)
第一节 商品质量检验.....	(1)
第二节 商品质量检验中的数据处理.....	(8)
第二章 商品质量检验的抽样技术.....	(14)
第一节 概述.....	(14)
第二节 计数抽样检验与计量抽样检验.....	(20)
第三节 抽样检验的实施要点.....	(25)
第三章 商品质量感官检验.....	(28)
第一节 概述.....	(28)
第二节 感官检验方法及其应用.....	(32)
第四章 力学性能检验.....	(39)
第一节 拉伸性能的测定.....	(39)
第二节 弯曲性能的检验.....	(44)
第三节 冲击性能的检验.....	(50)
第四节 压缩性能的检验.....	(62)
第五节 耐撕裂性能的检验.....	(69)
第六节 硬度的检验.....	(73)
第七节 摩擦与磨损性能的测定.....	(84)
第五章 电学性能检验.....	(89)
第一节 电阻率测定.....	(89)
第二节 介电强度测定.....	(96)
第三节 介电常数和介电损耗角正切的测定.....	(103)
第六章 热学性能检测.....	(107)
第一节 热稳定性测试.....	(107)

第二节	流动性能检验.....	(123)
第三节	燃烧性能检验.....	(129)
第七章	化学性能分析.....	(141)
第一节	高效液相色谱检测法.....	(141)
第二节	气相色谱检测法.....	(161)
第三节	原子吸收分光光度检测法.....	(184)
第四节	氢化物发生——原子荧光光谱检测法.....	(201)
第五节	紫外——可见分光光度检测法.....	(209)
第六节	微机极谱检测法.....	(223)
第八章	卫生安全性能检验.....	(241)
第一节	微生物检测.....	(241)
第二节	生物性能试验.....	(274)

第一章 绪 论

第一节 商品质量检验

质量是产品、过程或服务满足规定或潜在要求（或需要）的特征和特性总和。

所谓的特征是指可作为事物特点的征象、标志等。对商品而言，每个可测量的，可数的，至少是可分类的量，都是商品的一种特征。例如食品的含糖量，化妆品中的含铅量等。而特性是指某个事物特有的性质，例如石蜡的熔点，线材的抗拉强度等。

一、商品质量的要求

商品质量是指商品能够满足人们需要所具备的各种特性的综合，它是衡量产品使用价值的尺度。尽管商品的种类繁多，用途各异，表面看起来风马牛不相及，但是对质量的要求却有许多共同之处，那就是产品的性能可靠性、安全性、适应性、经济性和时间性等。

（一）性能

性能是商品在开发、设计、研制阶段综合顾客和社会的需要对产品所规定的功能，并在制造和生产阶段加以保证的。性能可分为使用性能和外观性能。例如一台原子吸收分光光度计不仅要求灵敏度高、检出限低、稳定可靠，还要讲究造型美观、颜色协调等。

（二）可靠性和维修性

商品的可靠性是指在规定的条件下和规定的时间内，完成规定功能的能力。商品的维修性是指商品在规定的条件下和规定的时间内，按规定的程序和方法进行维修时，保持或恢复到规定状态

的能力。可靠性与可维修性决定了商品的可用性和商品的效能。由此可见可靠性与维修性之所以重要并被列为评价商品质量的基本特性。是因为它关系到商品的成败。商品如果不具备要求的可靠性与可维修性，其技术性能就不能正常发挥，甚至无法实际使用，使商品失去了存在的价值。

商品的可靠性与维修性是在设计时奠定的，在生产时所保证的，在试验时所承认的，在使用中被考验并得到鉴定的。即商品的可靠性与维修性是设计、制造和管理的结晶。为此，必须在商品质量要求中明确地提出可靠性与维修性的定量和定性要求，并在全过程质量体系中进行保证。

（三）安全性

商品的安全性是指商品在储存流通和使用过程中，不发生由于商品质量而导致人员伤亡、财产损失和环境污染的能力。不符合安全性要求的商品是没有使用价值、不允许使用的。

（四）适应性

适应性是指商品适应外界环境变化的能力。它既包括商品适应沙漠、山地、振动、噪声、灰尘、油污、电磁干扰、高温与高湿等自然条件的能力，也包括适应某地区、某国家、某类顾客需求等社会环境的能力。

（五）经济性

商品的经济性是指合理的商品寿命周期费用等。商品的周期费用包括开发研制过程、生产制造过程、流通使用过程以及用后处理所需费用的总和。商品的经济性是保证企业在竞争中得以生存的关键之一，是商品质量特性的重要组成部分。

（六）时间性

商品的时间性是指在规定时间内满足顾客对商品交货期和数量要求的能力，以及满足随时间变化而变化的顾客需求的能力。

二、商品质量检验

(一) 商品质量检验的分类

1. 按检验目的和作用分类

(1) 生产检验(第一方检验)。生产企业为了维护企业信誉,保证出厂的产品质量符合标准要求或用户的需要,在市场竞争中获得高效益,而对原材料,半成品和成品进行的各项检验活动称为生产检验。

生产检验是保证商品质量的基础环节,是企业为了保证不合格原材料不投产,不合格工序产品不流入下道工序,不合格产品不出厂的重要措施。

(2) 验收检验(第二方检验)。买方为了保护自身的经济利益,保证买到的商品符合需要,便于销售或使用而对所采购商品进行的检验。

验收检验是对生产检验的补充,该类检验能及时发现产品的质量问題,反馈给生产企业便于提高产品质量和新产品的开发。

(3) 监督检验(第三方检验)。是由国家法定的检验机构,各级技术监督局授权的检验机构(例如产品质量监督检验所)为实施国家对产品质量的监督而进行的检验。

由于监督检验不受生产方和买方各自经济利益的影响,具有公正性。由于监督检验机构技术水平高、设备精良、管理严格、法制观念强、具有科学性。由于它受国家权力机关的委托更具有权威性。

监督检验是对生产检验工作质量的检查。对买卖双方质量争议的仲裁,实际上也是对生产检验和验收检验的监督。

2. 按企业生产过程的顺序分类

(1) 进货检验。进货检验是由检验部门对进厂的原材料、外购、外协等物质入厂前的检验。其中包括对供货单位首次提供样品进行的首件检验,以便了解供货单位的产品质量是否符合自己

的要求。它是企业外购原材料管理的重要组成部分，为配合企业对供货单位进行质量认证，审核供应单位有无保证质量的能力，决定以后是否成批建立供货关系提供可靠的依据。

进货检验还包括成批进货的检验，其目的是防止不符合质量要求的原材料等物资进入自己的生产过程，以稳定正常的生产秩序和产品质量。

成批进货检验，可根据货物性质选择适当的检验方法。对产品质量影响极大的A类原材料，必须严格检验；对产品质量影响较大的B类原材料，可采用抽样检查；对产品质量影响不大的一般C类原材料，查看一下合格证书即可。

进行检验时，企业的检验部门应按买卖双方签订的合同或协议书中的质量要求和标准进行检验。凡外购物资，均应附有供货企业的检验机构和检验人员签发的合格证或质量保证书，以供采购单位检验人员进行核查。

(2) 工序检验(半成品检验)。工序检验是指在生产过程中，对产品质量和与产品质量有关的要素进行的检验与分析，防止发生成批量的不合格品，以保证不合格产品不流入下道工序。

工序检验一是根据检验要求对加工产品是否合格作出判断，二是判断工序是否处于统计控制状态。

各种工序检验都要做好原始记录和统计，并及时为车间提供生产工序中的质量信息。

(3) 成品检验。成品检验是产品入库前的一次全面检验。它是按照产品标准对成品进行的检验，也是产品出厂前的最后一次检验，为此要认真、细致、严格、全面做好成品的检验工作。

经成品检验合格的产品，可签发合格证书(或标志)，准许包装入库和销售。

成品检验是厂内质量信息的重要来源之一。为此，在成品检验中要认真做好检查记录，特别是要记录各种质量缺陷，并总结上报，为企业指导生产，改进质量提供信息。

3. 按检验地点分类

按检验地点通常可分为固定检验和流动检验两种方式。

固定检验是由检验人员从生产中随机抽取样品或由生产者将产品送往检验站进行检验。

流动检验是检验人员到生产现场对产品质量进行检验。其优点是能发挥检验的预防作用，有利于对操作者的技术指导，但仅适于一些较简单的检验方法。

4. 按检验对象的数量分类

(1) 全数检验即对受检产品逐个进行检验。它仅适用于主要质量特性不多，检验费用不高的非破坏性关键质量特性的检验或批量小不必抽样的产品，对价值昂贵、精度高、大型产品和能够用自动化检验的产品，也可全部检验。

全数检验受检验人员的素质、心理和生理等影响，也会出现错检和漏检，未必就完全正确，同时在大批量连续生产的情况下，由于受人力、物力、时间、检验条件等限制，或者由于产品检验后功能受到影响、产品遭到破坏时，全数检验就不可能了。

(2) 抽样检验即从一批产品中，按照事先确定好的抽样方案，随机抽取部分样品进行检验，将检验结果与产品质量标准进行比较，用统计推断该批产品是否合格。由于这种方法能减少检验的工作量，节约检验费用，提高工作效率，因此它是目前被广泛使用的一种检验方法。

5. 按企业检验人员分类

(1) 自检：生产工人按照质量标准及有关技术文件的要求，对自己生产的产品进行自我把关检验，通过自检可以把不合格产品主动挑出来，防止流入下道工序。同时可及时发现工序中质量异常的原因，迅速采取措施予以纠正，此乃保证产品质量，减少不合格产品的重要质量活动之一。

“三自一控”是自检的一种良好形式。所谓的“三自一控”是指工人在生产中用“自检，自分，自盖工号和控制自检准确度”的方

法。“自检”就是操作者在产品加工完毕后，进行自我检验，判断产品是否合格；“自分”就是操作者自己将合格品与不合格品分别存放与处置；“自盖工号”就是操作者对自己加工的产品在规定部位打上工号或其他标记。这样，不论产品转到下面哪道工序，一经发现质量问题，便可找到责任者，从而促使操作者严格执行工艺、提高加工质量。

“自检准确率”可按下列式计算：

$$\text{自检准确率}\% = \frac{\text{检验员检验合格率}}{\text{自检合格率}} \times 100\%$$

$$\text{自检准确率}\% = \frac{\text{抽检合格率}}{\text{抽检数}} \times 100\%$$

(2) 互检：生产工人之间对生产的产品相互进行质量检验。它是在生产过程中依靠工人相互检查，相互促进，严格把关，以保证产品质量的一种有效形式。

(3) 专检：由专职检验人员进行的质量检验，它在检验工作中起主导作用。

(二) 商品质量检验的实施要点

质量检验是判定商品质量、考核工程质量、反映工作质量必不可少的重要手段。即使是自动化生产系统，也必须在系统内设置自动检验和调控装置。因此，为了有效地实施质量检验，必须注意以下几个问题。

1. 质量检验应以保证质量为前提

质量检验应以质量第一和为用户服务的思想贯穿检验过程的始终，严格把好质量关。

2. 切实维护质量监督检验的公正性、科学性和权威性
要站在供需之外的（第三方）公正立场上，坚持原则，秉公办事，不徇私情，检验方法要正确，出具数据应准确；以严格的科学态度和强有力的法律武器，维护检验的权威性。

3. 检验人员应具有完成下列各项任务的能力

(1) 熟悉被检产品的主要性能特点及其技术标准，掌握产品的

质量要求，了解有关的工艺流程；

(2) 正确使用并合理维护各种通用量具和量仪，以及专用检验器具、检测仪器和装置；

(3) 按照技术条件及图纸提出的质量标准检验产品，并准确判断产品是否合格；

(4) 按规定准确及时地填写检验记录，签发合格证、报废单、返修单等原始记录和质量证明凭据；

(5) 辅导、帮助自检与互检，提出改进产品质量的意见；

(6) 对现场废品进行隔离，杜绝合格品与废品相混。

4. 实施检验的基本条件

(1) 必须有相应的质量标准，以便对检验结果进行判定。这些标准应尽可能量化。

(2) 必须制订出相应的检验计划，规定检验程序、操作要点和取样部位等事项。

(3) 拥有较为完善的检验设施，一般包括进行检验的场所、试验室、精密测试室（恒温、恒湿、消声、屏蔽等）以及各种检验仪器、设备、手段。

5. 检验水平的估价

检验水平是指检验员对产品质量作出正确判断的程度，主要表现为错检、漏检率，适用性的判断力和分析能力。

错检是指检验环节中的失误，导致检验结论的错误，把合格品误判为废品（称为第一种错判），或把废品误判为合格品（称为第二种错判）；漏检是指漏掉了检验工序或检验项目。错、漏检的直接结果是使不合格品继续在生产现场流转或出厂，造成经济损失，给用户带来种种危害。产生错漏检的原因有管理性、技术性和过失性三种。检验结果是否准确可靠还取决于检验员的分析能力，具体表现在检验人员是否善于“用数据说话”，是否能够通过检验数据的变化预估质量的趋势，若产生了质量问题能否找到其影响因素等。

检验员分析判断准确性的估价可采用准确性百分率A来表述：

$$A = \frac{d - k}{(d - k) + b} 100\%$$

式中：A——准确性百分率

d——检验员检出的不合格品数

k——被检验员剔除的合格品数

d—k——检验员所发现的真正不合格品数

b——检验员漏检的不合格品数

(d-k) + b——产品中实际存在的真正不合格品数

一般地，k和b由复核检验员在复核检验时查出。

第二节 商品质量检验中的数据处理

商品质量检验中的数据有两种，一种是通过测量器具得到的测量结果；另一种是感官检验中专家评定的得分。本节仅对测量数据予以分析和讨论，感官检验在下一章介绍。

商品质量指标有单指标和多指标之分。

一、测试过程中的误差及减小测试误差的措施

通过测量器具对商品质量指标进行检测所得到的是一些数据。往往因为测量器具本身质量原因，实际环境条件如温度、湿度、振动、气压、电压等变化与严重不稳定，采用近似测量原理或方法，以及测量人员主观因素所引起的误差等，均使测量结果不能真实反映商品质量的实际状态。商品质量指标测量结果与其真值之差为测量误差。由此可知，测试过程中所取得的数据一般都包含有误差成分。为了减小或消除商品质量测量结果中的误差，在测试方法和数据处理两个方面必须采取相应的有效措施。

（一）系统误差的消除

系统误差的特征是其绝对值与符号保持恒定或按某一确定规律变化。产生系统误差的主要原因是测量条件的影响和测试方法的差异。系统误差反映了测量数值对产品质量真值的偏离程度，决定测量结果的准确度。从理论上讲，系统误差是可以消除的，而实际上是只能找到相应的措施，将系统误差的影响减小到一定程度。比如：可采用以下方法减少或消除系统误差。

1. 检定修正法

将测试器具送交有关法定计量部门，采取相应措施消除产生误差的因素，或者对示值误差予以直接修正。

2. 反向对称法

通过正向和反向各测量一次，将两次测量结果代数相加取其平均值，可消除某种系统误差。

3. 区组管理法

将同一产品置于两种环境中测量，环境条件保持相对稳定，将两个环境下测量结果的平均值相减，即为环境条件系统误差。采取针对性平均值作为测量结果的措施，消除或减小部分系统误差，可以提高测量结果的准确度。

（二）随机误差的控制

随机误差的特征是其绝对值和方向以不可预定的方式变化，但具有统计规律，通常服从正态分布。一般情况下，符号相反而绝对值相等的随机误差出现的概率相等，绝对值大的随机误差出现的概率小，所有随机误差的代数和等于零。

随机误差产生于许多独立因素的综合作用，且无特别突出的影响因素。随机误差引起测量结果的分散性，反映测量的精密度。

减小随机误差影响的主要方法是重复测量，根据随机误差上述概率分布特性，可采用多次测量数据的平均值作为产品质量指标的评价结果，或者对多件产品的同一指标进行检测，以平均值来评价产品总的质量状态。

虽然重复测量或多件测量可以减小随机误差，但是不可能完全消除，同时还应照顾到检测效率和抽样检验原则，所以重复测量次数是有限的。

（三）粗大误差的消除

粗大误差是在规定的检验条件下，测量数据中极少数超出预计的误差。粗大误差多半是由于测量人员疏忽大意或测量条件突变等原因所致，如突然的振动，电网上的电压突变，观测者一时眼睛恍惚读错数据等。在正常测试过程中是不允许有粗大误差的，一旦发现必须剔除。

从一批测量数据中，发现并剔除粗大误差的方法很多，其中比较简便适用的是极限误差法。首先计算这批数据的标准差，再根据随机误差中绝对值大的出现的概率很小的有界性特点，认为大于 3σ 的误差就是粗大误差，应该从观测数据中剔除（此时， σ 为大量测量数据的统计值或理论给出值）。

二、检验数据的处理

检验数据的处理包括判断并剔除粗大误差，判断和消除系统误差，评定随机误差的影响以及抽样检验后的假设检验等，这里主要是讨论含有随机误差的数据处理。考虑到有效数值的作用，首先介绍数值修约规律，然后讨论平均值和标准差的计算与意义。

（一）数值修约规则

由于实际检测过程中，观测数据最后几位数字受仪器误差或其他条件影响并不准确，有时只要求数据精确到前几位，这就需确定有效数据。对于观测数据的位数取舍，应该遵守修约规则。

1. 进舍规则

当决定应该保留几位数字作为有效数字后，对于有效数字后的一位应根据进舍规则，即“四舍六入五考虑，五后非零则进一，五后皆零视奇偶，五前为偶应舍去，五前为奇则进一”，这是在数据修约时应该遵守的规则。

例如，要求修约17.4546到个位数，正确的修约结果为17。修约规则特别强调不许连续修约，否则造成17.4546 17.455 17.46 17.5 18，显然这是一个错误的修约结果，应当只对要求保留的后一位数字进行修约。

2. 半个单位修约与0.2单位修约

考虑到实际工作中有的量具仪表，其指示精度为半个单位或0.2单位，有的指标按现有位数表达显得精度不够或达不到。因此提出了半个单位修约与0.2单位修约规则。

半个单位修约是指修约间隔为指定数位的半个单位，一般表示修约间隔为0.5，即修约值在0.5的整数倍系列中选取。

例如，将60.25和-60.75修约到个位数的半个单位。修约方法是 $60.25 \times 2 = 120.50$ ，根据进舍规则变成修约间隔为1的数120，然后 $120/2 = 60.0$ 为修约间隔0.5的结果，即60.25 60；同样-60.75 -121.50 -122 -61：

0.2单位修约是指修约间隔为指定数位的0.2个单位，即修约到指定数位的0.2个单位。

例如，将842和-930修约到百数位的0.2单位，即有效数字为2位，修约间隔0.2，所以修约过程为： $842.5 \div 4 = 210.625$ 840； $-930.5 \div 4 = -232.625$ -920。

(二) 平均值与标准差的计算

设产品的某一质量指标共测量了n次，各次的观测值分别为 $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ 假设粗大误差与系统误差已经消除，则观测值的平均值为：

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n}$$

当观测次数n充分大时，可以认为就是该产品质量指标的真值X。实际上，将有限次测量结果的平均值作为被测质量指标的估计值。

也可以将同一批产品的某一质量指标进行逐个检测，n作为

检测批的样本容量，则平均值 为该批产品被测质量指标的估计值，为该质量指标的评价数据，作为保持或改进产品质量的依据。

将每次测量结果和真值比较，其差值为随机误差。表示测量精度的参数通常用标准差 表示。

$$\sigma = \sqrt{\left(\sum_{i=1}^n x_i - x_0\right)^2 / n}$$

如果n是抽样检验中的样本容量，即n是有限次测量数，则用 作为 的估值可由下式计算：

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\sum (x_i - \bar{x}^2) / (n - 1)}$$

标准差 或标准差估值 反映了测量数据的分散程度。对同一质量指标多次测量， 数值越小，表示测量精度越高，反之值越大，表示测量精度越低；当测量条件不变，对一批产品逐个测量某一指标时， 值越大，表示产品之间质量差异越大，生产过程不稳定，生产工艺有待调整；反之， 值小，生产过程稳定，能够保证产品质量。

（三）检验结果的评定

通过对产品的测试可以取得一批数据，如果仅以其平均值表示检验结果是不够确切的。因为任何测量都有误差，有的误差可以消除，有的误差可以计算，还有些误差无法肯定。将测量结果中不能肯定的测量误差范围称为随机不确定度。随机不确定度一般以标准差估值的倍数估算：

$$=L_0 (n \sim 1)$$

式中 t_0 是按自由度为 $n - 1$ 、显著性水平为 的 t 分布确定的系数，可由《概率论与数理统计》附表查出。

不确定度包括在测量结果中，是无从进行修正的部分，它反映测量结果中未能确定的数值范围。所以，作为一个测量结果，应包括两个部分，测量数值或平均值与测量不确定度，即：

$$X_r = X \pm$$

式中： X_r ——产品质量单项指标综合检测结果；