

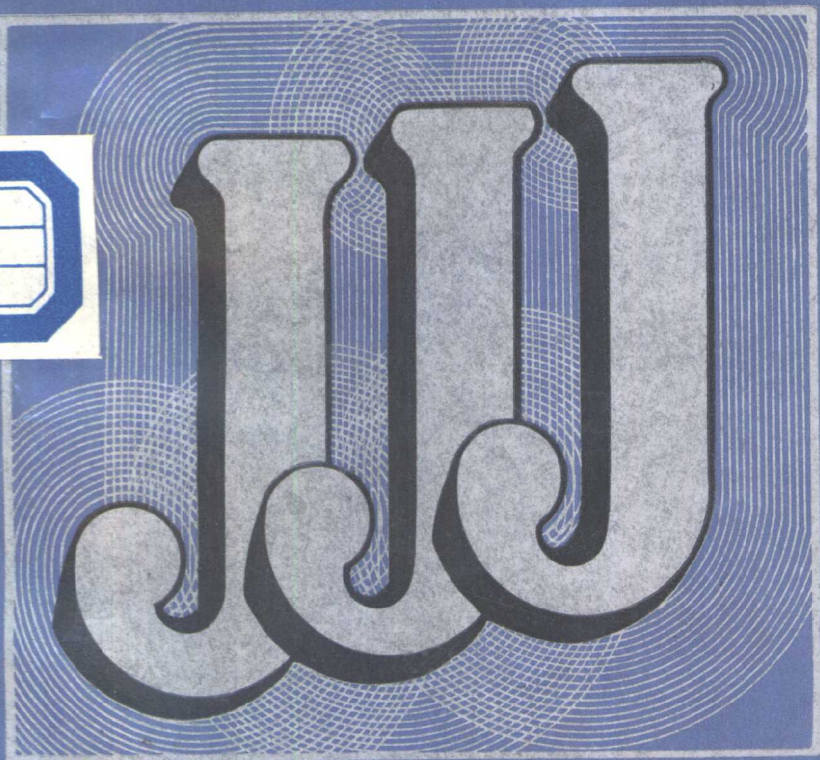
国家机械工业委员会统编

工厂试验室建设和管理

(高级工业化学分析工适用)

机械工人技术理论培训教材

JIXIE GONGREN JISHULILUN PEIXUN JIAOCAI



机械工业出版社

机械工人技术理论培训教材

工厂试验室建设和管理

(高级工业化学分析工适用)

国家机械工业委员会统编



机械工业出版社

本书包括工厂试验室建设和工厂试验室管理两部分。第一部分简单地介绍了工厂试验室的建设及作用；第二部分比较系统、全面地介绍了工厂理化检验管理制度及仪器设备、安全等方面的管理知识。

本书为高级工业化学分析工技术理论培训教材，也可供科研、学校等有关部门从事理化检验的科技工作者和管理人员参考。

本书由江西省机械科学研究所雷友国编写，核工业部苏州阀门厂徐盘明、上海材料研究所贾基文审稿。

工厂试验室建设和管理

(高级工业化学分析工适用)

国家机械工业委员会统编

*

责任编辑：王 斌 责任校对：李广平

封面设计：林胜利 版式设计：冉晓华

方 芬

*

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登记证出字第 117 号)

机械工业出版社印刷厂印刷

机械工业出版社发行·新华书店经销

*

· 开本 $787 \times 1092^{1/32}$ · 印张 $3\frac{1}{8}$ · 字数 65 千字

1988年10月北京第一版·1988年10月北京第一次印刷

印数 00,001—10,000 · 定价：1.15元

*

ISBN 7-111-01192-9/O·37

前 言

1981年,原第一机械工业部为贯彻、落实《中共中央、国务院关于加强职工教育工作的决定》,确定对机械工业系统的技术工人按照初、中、高三个阶段进行技术培训。为此,组织制定了30个通用技术工种的《工人初、中级技术理论教学计划,教学大纲(试行)》,编写了相应的教材,有力地推动了“六五”期间机械行业的工人培训工作,初步改变了十年动乱造成的工人队伍文化技术水平低下的状况,取得了比较显著的成绩。

鉴于原机械工业部1985年对《工人技术等级标准(通用部分)》进行了全面修订,原教学计划、教学大纲已不适应新《标准》的要求,而且缺少高级部分;编写的教材,由于时间仓促、经验不足,在内容上存在着偏深、偏多、偏难等脱离实际的问题。为此,原机械工业部根据新《标准》,重新制定了33个通用技术工种的《机械工人技术理论培训计划,培训大纲》(初、中、高级),于1987年3月由国家机械工业委员会颁发,并根据培训计划、大纲的要求,编写了配套教材148种。

这套新教材的编写,体现了《国家教育委员会关于改革和发展成人教育的决定》中对“技术工人要按岗位要求开展技术等级培训”的有关精神,坚持了文化课为技术基础课服务、技术基础课为专业课服务,专业课为提高操作技能和分解解决生产实际问题的能力服务的原则。在内容上,力求以

IV

基本概念和原理为主，突出针对性和实用性，着重讲授基本知识，注重能力的培养，并从当前机械行业工人队伍素质的实际情况出发，努力做到理论联系实际，通俗易懂，具有工人培训教材的特色，同时注意了初、中、高三级之间合理的衔接，便于在职技术工人学习运用。

这套教材是国家机械工业委员会委托上海、江苏、四川、沈阳等地机械工业管理部门和上海材料研究所、湘潭电机厂、长春第一汽车制造厂、济南第二机床厂等单位，组织了 200 多个企业、院校和科研单位的近千名从事职工教育的同志、工程技术人员、教师、科技工作者及富有生产经验的老工人，在调查研究和认真汲取“六五”期间工人教材建设工作经验教训的基础上编写的。在新教材行将出版之际，谨向为此付出艰辛劳动的全体编、审人员，各地的组织领导者，以及积极支持教材编审出版并予以通力合作的各有关单位和机械工业出版社致以深切的谢意！

编好、出好这套教材不容易；教好、学好这些课程更需要广大职教工作者和技术工人的奋发努力。新教材仍难免存在某些缺点和错误，我们恳切地希望同志们在教和学的过程中发现问题，及时提出批评和指正，以便再版时修订，使其更完善，更好地发挥为振兴机械工业服务的作用。

国家机械工业委员会
技工培训教材编审组

1987年11月

本教材适用于高级 工业化学分析工

本工种需学习下列课程

初级：无机化学、电工常识、分析化学(初级)

中级：光学基础、分析化学(中级)

高级：金属材料常识*、化学分析、光度分析、
仪器分析、工业分析、工厂试验室建设和管理。

注：带*者未编写

目 录

前言

第一章 工厂试验室建设	1
第一节 理化检验及其在机械工业生产中的作用	1
第二节 工厂试验室建设规模、专业设置及必备条件	10
第三节 加强试验室管理	14
复习题	19
第二章 工厂试验室的管理	20
第一节 理化检验管理制度的建立	20
第二节 化学分析质量和生产管理	24
第三节 化学分析技术管理	37
第四节 化学分析计量管理	57
第五节 化学分析仪器设备及安全管理	67
复习题	91

第一章 工厂试验室建设

第一节 理化检验及其在机械工业生产中的作用

一、理化检验与理化检验工作

1. 理化检验 理化检验是原材料质量检查、工艺质量监测和产品质量评定等的重要手段，也是指导生产、发展产品品种、提高产品质量和开展科学研究的基础技术，它是工业产品的“耳目”。

理化检验主要包括有化学分析、金相检验、机械性能测试、无损检测等四个方面的检测技术，在机械工业中属特殊工种，人数少，专业性强，然而各专业技术之间又有一定的关联和影响。如材料化学成分，热加工工艺的改变在显微组织上就有相应的改变，而金相组织的改变又影响着性能的改变。因此理化检验技术各专业间既有其独立性、又有密切联系，所以理化检验的综合结果才是正确评定材料、工艺和产品质量等的可靠依据。人们习惯地把能提供理化数据的检验叫做理化检验，它是企业生产和管理系统的一个组成部分。

2. 理化检验工作 理化检验是综合性技术，在机械行业的工厂中经常接触到的专业主要有：化学分析、光谱分析、金相检验、物理方法测试、机械性能测试、高温性能测试和无损检测。

(1) 化学分析：主要是为生产和科研提供有关物料的组成，相态等方面的数据。目前，机械工业的大、中型工厂以及科研单位中已普遍建立了分析试验室、开展了化学分析

工作。并且向着仪器化、计算机化和联动化方向发展。由于应用了现代化新技术，改进了化学分析仪器、也创造了许多新型仪器，使分析化学面貌大为改观，已能解决从仲裁分析到快速分析，从总体分析到微区分析及表面和薄层分析，从常量分析到痕量分析，从物质的组成测定到结构和相态的测定，以及从单机的自动化到多机联动等一系列分析问题。根据我国国情，我们认为，在相当长的期间内仍需继续发挥化学分析在分析工作中的作用，与此同时，要积极开展高速分析、微量分析、痕量分析技术；扩大相分析、夹杂物和渗层分析的方法研究；为标准物质分析和仲裁分析提供可靠数据的高精度分析技术；在分析试验室应用微处理机实现半自动化；研究和应用新的显色剂、掩蔽剂和新的络合滴定剂，扩大其使用范围，加强基础性研究，以适应各种日益发展的新材料、新工艺、新技术对分析化学的要求。并努力争取实现化学分析的自动化、高速化、标准化。

(2) 光谱分析：是进行元素定性或定量分析的一种近代物理分析方法。它包括目视法、摄谱法、光电直读等各种原子发射光谱分析及 α 荧光光谱法，原子吸收光谱分析法，原子荧光光谱分析等。由于光谱分析具有快速、灵敏、准确、简便等优点，在近半个多世纪以来得到了飞速的发展，在工业先进国家的冶金和机械行业中，光电直读、 α 荧光、原子吸收光谱等分析方法在日常生产任务中占80~90%。光谱仪器与微处理机联用后更使工作简化、准确，有的已实现无人监控工作，新的光源的产生使各元素的分析灵敏度可达 μppm ~ ppb 之下，有的甚至可做到对单个原子的检测。分析速度可达3min内同时分析所需要的数十个元素。但是，由于光谱分析仪器价格昂贵，对有些非金属元素光谱分析灵敏度较

低等不足，使得光电直读光谱仪和 x 荧光光谱仪在广大中、小型工厂难以采用。

(3) 金相检验：是经典的观察金属材料显微组织的方法，至今仍是检验材料的常用手段。金相技术在控制产品质量，发展新材料、新工艺、新设备以及进行失效分析等方面起着极其重要的作用。由于宇航、核能和表层处理技术，陶瓷材料，金属陶瓷及聚合物等方面的发展与应用，对金相技术提出了更高要求，大大扩大了应用范围。国外金相样品的制备广泛采用机械化和自动化装置，对试样中夹杂物，石墨碳等级评定等简单项目已可自动进行检查和记录。配有电子计算机的图象分析仪已得到普遍应用，可迅速地记录和分析有关金相特征的许多参数。将显微镜和光谱分析或质谱分析结合起来的激光显微镜，能在观察显微组织的同时对合金的微区进行成分分析，进一步开展了特殊合金显微组织分析。此外，由于许多新型仪器的出现和应用，如高压透射电镜、扫描电镜、电子探针、离子探针、俄歇谱仪、光电子谱仪等，使得显微组织的研究能与化学成分和晶体结构的分析紧密地联系起来。近年来金相显微组织的定量分析也有很大进展，高温和低温金相检验在材料研究中发挥了重要作用。在金相分析工作中，光学金相是基本的不可缺少的手段，但是，随着工业技术的发展，光学金相分析的放大倍数和鉴别率、景深度等都已难满足需要，必须借助电子金相分析的配合。目前，大多数工厂和科研单位基本不具备电子金相分析手段，因此，必须普及电子金相知识和分析技术，做到光学金相分析与电子金相分析相结合应用，把金相技术提到一个新水平。

(4) 物理方法测试：物理测试技术主要是以电子显微镜、电子探针、俄歇电子能谱分析、 x 射线分析及物理参数

测定去研究材料的显微组织形貌、晶体结构、化学组成与性能之间的关系。物理测试不仅为机械产品的正确选材、用料等提供依据，而且为材料组织结构的变化及合金成分影响的研究提供了途径。物理测试主要内容有：

1) 失效分析。失效分析是一门综合性技术，它通过物理测试手段找出失效原因。在失效分析过程中，断口分析乃是一项十分重要的内容。目前广泛应用透射电镜和扫描电镜研究断口形貌，为寻找断裂原因提供依据。失效分析在工业、农业和国防中有着十分重要的实用价值。

2) 微区分析和表面分析。这是近30年来随着微区分析仪器的发展形成的一门可对物质微小区域进行化学成分分析、显微形貌观测及微观结构测定的新技术。表面分析与微区分析是相互联系的，且常与失效分析的研究结合在一起，通过表面及微区分析，可找出失效原因，提出改进措施。为了学习和吸收国外先进技术，对国外材料可通过微区和表面分析，找出其热处理工艺，特别是表面处理工艺的特点。同时也为摸清国外材料中微量元素的作用与机理，找出理论上的依据。

3) 物理性能的测定。材料的物理性能与材料的合金成分及组织结构等密切相关，为了保证重大工程和关键产品的先进性、可靠性以及经济性，对各种材料进行大量物理测试十分必要（如：密度、比热、热导率、膨胀系数、电导率、熔点等）。

(5) 机械性能和高温性能测试：机械性能是指材料在一定的环境条件下，在常温或高温环境中受力或能的作用所表现出来的性能（如强度、塑性、韧性、蠕变、断裂等）。目前，大、中型工厂在常规机械性能试验，测试方法和测试技

术方面条件比较成熟，疲劳试验也已开展，但大多数仍停留在纯弯曲疲劳和恒载荷下的疲劳试验上。国外在某些特殊试验研究方面如：NDT、DT、BWTT……等方面的研究已制定出试验标准和规范，并研制出相应的试验设备。还有如对材料在蠕变-疲劳交互作用下的性能试验研究，以及关于松弛的试验研究方面发展得也很快，并均系用微电脑技术使试验系统控制与数据处理全部自动化。

(6) 无损检测：它是以不损坏被检测对象为前提，通过各种检测手段及时、准确地测定材料的各种有关性能和物理量的方法。在保证材料及其构件的高质量、高性能和在安全可靠基础上，使用经济地、有效地检测技术。目前，超声波、射线、磁性、表面渗透等技术已在大、中型工厂中作为常规方法。无损检测新技术如单通道和多通道声发射装置、激光全息、声全息、红外技术、微波技术、电磁声等的研究与应用也取得一定的进展。

3. 企业生产中的理化检验任务 理化检验工作是企业工艺管理和质量管理的重要组成部分，理化检验项目和指标应列入产品工序，反映在有关技术工作中，作为产品质量考核验收标准，因此，企业生产中的理化检验主要任务有以下几方面：

1) 对进厂的主要原材料、辅助材料、燃料、协作件、外购件进行理化性能检测。

2) 对生产过程中的毛坯件、半成品、成品进行理化检验和工艺质量控制、评定。

3) 对出厂产品质量的检验、考核以及对次品、废品进行质量分析。

4) 大、中型企业应根据上级和行业制订的科技发展规划

划以及本企业产品开发, 升级、创优、技术攻关和开发计划, 开展理化检验技术的科研等工作。

5) 理化试验室的理化检验工作除上述几点外, 还应承担以下任务:

① 新产品、新工艺、新材料的试验, 测试技术的研究及有关引进技术、产品的消化;

② 产品质量分析, 可靠性和失效分析研究;

③ 理化检验标准, 测试方法和测试仪器装置的研究;

④ 参加有关技术文件的制订, 会签以及产品的验证, 鉴定工作;

⑤ 组织理化检验工作对外技术协作, 并积极参加有关行业活动。

二、理化检验在机械工业生产中的作用

理化检验是研究和开发新材料、新工艺、新产品的基础技术, 又是保证和提高机械产品内在质量的重要手段, 也是对产品内在质量进行控制和监督的主要手段。应该充分发挥理化检验工作对企业产品所起的保证, 控制和监督作用。它是发展机械工业必不可少的一个重要环节。

1. 理化检验在科研和生产中的作用 理化检验在国民经济发展中占有重要地位。理化检验技术的发展从一开始就是科学技术发展的一个重要部分, 是人们进行科学实验的极其重要手段。在机械工业中, 一种产品的产生与发展, 从调研、设计、试制、工艺准备、试生产直至正式投入使用的各个环节上都离不开理化检验工作, 它预示和监控着产品发展各阶段中的内在质量与功能, 对防止机械产品早期失效, 提高可靠性和使用寿命, 具有十分重要的意义。由于理化检验技术的发展, 也促进了工业产品水平的提高。如: 光电直读

光谱分析技术的发展，适应了转炉顶吹吹氧冶炼法的需要，促进了钢铁冶炼技术的发展；红外线二氧化碳分析法和氧探头测试技术的发展有助于可控气氛热处理工艺的炉内气氛控制；经过测试，有效地控制铜中氧含量由 0.3% 降至 0.003%，电导率可提高 3% 等等。这些情况说明，理化检验在生产中既可保证产品质量、降低生产成本，又可节约大量能源。

总之，理化检验这一基础技术，无论在市场调查中的来样分析，研制中的样机解剖分析，模型试验，或是工艺准备中的工艺参数调整试验，生产调试中的质量分析等都离不开它。在科研与生产中，每一个发展阶段都将提出各自要求的理化检测项目，将理化测试所得数据进行处理，并反馈给有关的发展阶段，从而又促进各阶段工作的发展，所以在科研生产中，理化检验是指导生产，发展产品品种，提高产品质量和开展科学研究的重要依据。它的成果，它所提供的数据信息，必然转化为经济效益，它是发展机械工业必不可少的基础技术。

2. 理化检验在引进和出口产品中的作用 在四个现代化建设中，如何完全吸收和应用引进技术并从中创造出自己的技术，同样是机械工业发展中的一个极为重要的问题，而理化检验技术则是引进、消化国外产品，综合分析其材料性能与工艺的重要手段。也可为材料研究，工艺研究提供信息，打开思路，促进新技术、新工艺在机械制造业中的应用。它在做好国外引进产品的消化工作中，特别是在对国外机电产品的剖析工作中发挥积极作用。不少厂矿、院校和科研单位通过理化检测技术剖析国外先进产品，大至飞机、机车、钻机、汽车等机电产品中的零部件，小至注射针头、手表游丝等。从中了解到不少国外新材料、新工艺和新技术。这些

测试数据及工艺资料及时提供给生产和研究单位使它们取得了显著的经济效益。如继电器产品所用银接点材料，某厂在对国外同类产品进行理化测试后证明微量元素的存在对材料的性能及加工工艺起了关键作用，按照测试成分熔炼，继电器接点簧片的寿命达到了60万次，比技术条件规定要求2万次、争取10万次的指标提高了六倍。

在进口设备质量验收、复查和索赔工作中，理化检验也同样起着促进、把关和仲裁的作用，保证了进口产品质量，为国家避免了损失。如某厂从国外引进的三十万吨氨合成塔，吊耳螺栓在起吊时断裂，合成塔断裂，造成重大事故，经理化检验进行仲裁分析，外商赔偿了损失。在出口产品中，国外特别重视理化检验工作，只有具备良好的理化检验技术和设备才有条件签订合同订货。如联邦德国厂商与某重型机械厂洽谈订货时，首先要看中心试验室，在验收产品时，只承认中心试验室的签章。可见理化检验在出口产品时也同样起着重要的作用。

3. 理化检验在机械工业中的立法和执法作用 理化检验工作是一项非常严肃的工作。建立与监督执行各种科技标准、规程、规范、技术条件等技术法规，是保证机械工业发展的一个重要方面，这些法规的建立，需立足于大量的理化检验实验的数据和信息，它反映了科学技术发展的客观规律，它具有一定的法律性和权威性。因此，理化检验既是整个机械工业科技发展的组成部分，也是建立和监督执行各种科技标准、规范、技术条件、确保产品质量的基础。技术比较先进的国家都设有相应的鉴定产品的法规和监督机构，如美国国家标准局每年都建立一些物性测试方法标准，发布试验报告和测试结果，并提供相应的标准试样，当产品质量有争议

时，以仲裁机构检测结果为依据，不得违裁。所以，理化检验技术工作在立法和执法中都负有重大责任，是一项极其严肃谨慎的工作。

4. 理化检验在产品质量评定中的作用

(1) 理化检验的考核项目：

1) 无损检测：用磁力，超声波、 x 、 γ 射线等一系列先进探伤仪器对成品进行缺陷检验；

2) 机械性能测试：主要是检测成品中主要部件的硬度、强度、冲击韧性等；

3) 金相检验：主要是检测成品中关键零部件的金相组织是否符合要求，包括渗层厚度、晶粒大小等；

4) 化学分析：根据产品零部件技术条件，分析其化学成分和主要有害杂质，以检查材料质量。

对于具体的零部件，应根据技术工艺文件的要求，(包括检测方法及标准，检测项目等)，对工艺过程中必要的理化数据予以控制，对半成品、成品的理化指标进行考核。

(2) 理化检验在机械产品质量评定中的作用：评定一个产品的优劣，主要有两大内容，一是外在质量，如几何尺寸，表面粗糙度、结构、色彩等。二是内在质量，如材料成分，硬度，显微组织等。而内在质量始终是看不见、摸不着的，这就必须依靠理化检测手段和技术。在机械产品质量评定中，尤其在优质产品(省优、部优、国优)的评定中和生产许可证的发放中，关键零部件内在质量的检验，均应列入主检项目。在某些整机检测中，应在条件许可情况下尽可能地对主要部件进行内在质量检验，以便进一步提高整机运转的先进性、可靠性。凡是出厂的产品所附技术文件中都应有关键零部件的理化检测数据。技术文件中规定的理化指标都必须进

行理化检测，其数据达不到规定标准要求的产品，应为不合格品，不许出厂。应通过理化检验把好产品质量关。

第二节 工厂试验室建设规模、专业 设置及必备条件

一、试验室建设规模及专业设置

1. 试验室的建设规模 由于大、中、小型工厂、研究所的规模不同，任务不同，条件要求也不同。所以各企业应根据生产的需要，建立和健全与此相应的理化检验机构，配备必要的测试设备和专职人员，在建设规模上不能强求一律。

(1) 小型厂试验室：主要承担常规测试，对进厂的原材料及产品质量进行理化检验，可一厂设立一个试验室，或几个厂合建一个试验室。这种规模的试验室，应包括化学分析、金相检验和机械性能测试等专业。如是生产受压机械和压力容器的企业，还必须配备无损检测专业。无条件建立试验室的小企业，可委托地区的（或系统的）理化测试中心，或其他企业的中心试验室进行检验，并固定协作关系。

(2) 中型厂试验室：宜各厂自建，规模应稍大，设备也应稍多。特别是热加工比重较大或材质要求较高的工厂，一般应设立包括化学分析、金相检验、机械性能测试和无损检测等专业和具有一定试样加工能力的理化试验室（或称中心试验室）。

(3) 大厂、研究所及测试中心：生产规模较大，产品用料复杂，研究任务的比重较大，有日常分析任务，也有测试方法本身的改进与研究，还有新材料和新工艺的研究，所以均应设立独立的、条件比较完善的、包括有化学与光谱分析、金相与物理测试、力学性能测试与无损检测专业的中心