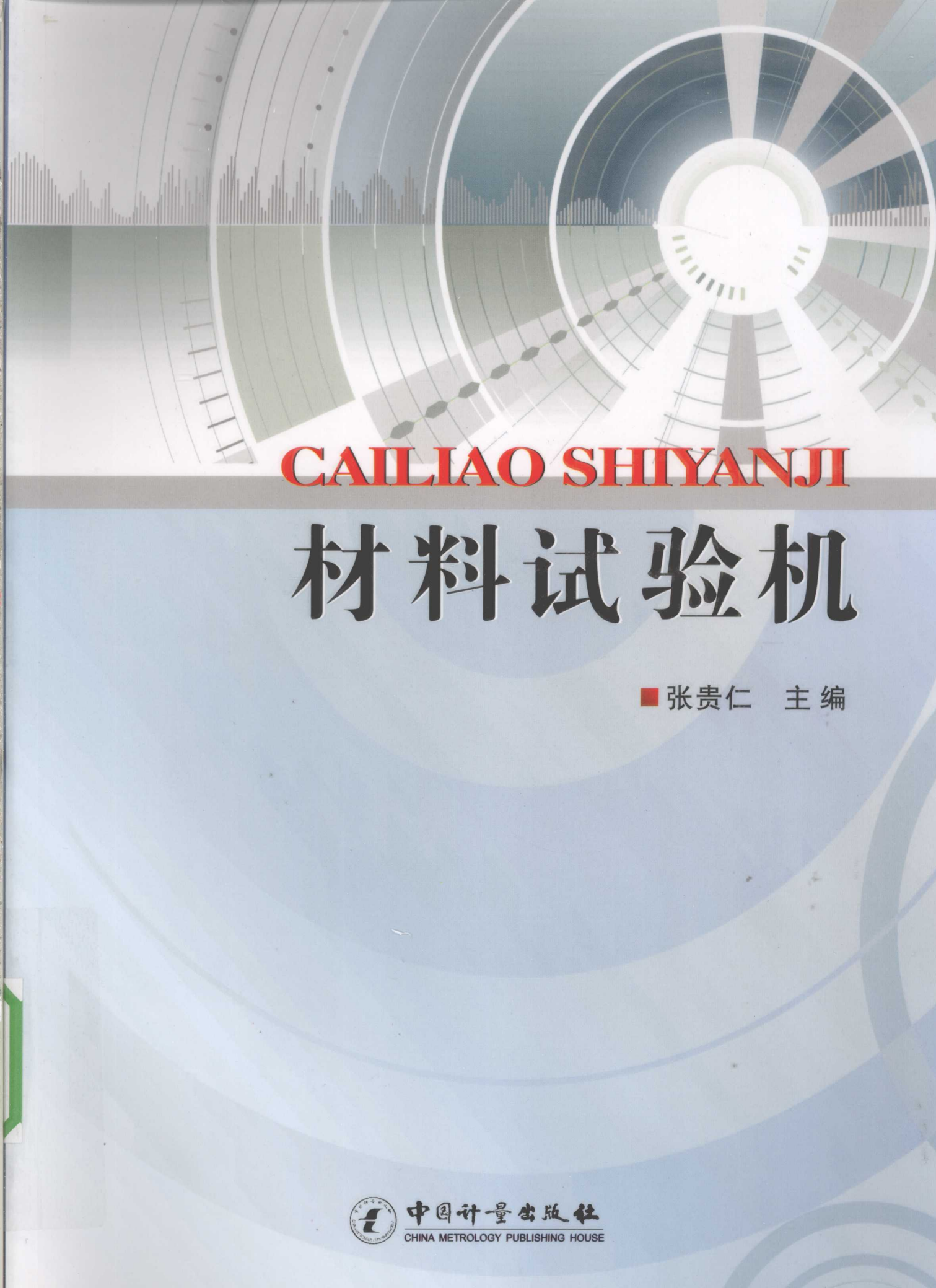




CAILIAO SHIYANJI

材料试验机

■ 张贵仁 主编



中国计量出版社

CHINA METROLOGY PUBLISHING HOUSE

材料试验机

张贵仁 主编

中国计量出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

材料试验机/张贵仁主编. —北京:中国计量出版社, 2009. 11

ISBN 978-7-5026-2989-2

I. ①材… II. ①张… III. ①材料试验机—基本知识 IV. ①TH87

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 205397 号

内 容 提 要

本书介绍了材料试验机在国民经济建设中的作用和材料检测的重要性, 简要论述了材料试验机的基本结构和测量原理, 重点介绍了有关拉力、压力、万能、扭转、蠕变、持久、松弛、抗折、冲击、疲劳、复合、工艺等材料试验机在工作原理、结构形式、计量检测、选购、使用、安全防护、常见故障及其排除等方面的知识。针对有关的计量检定规程、检定用计量标准器及样机型式试验方面的内容进行了综合讨论。

本书可作为试验机应用、计量检定、设计和科研人员的培训教材。也可供广大操作使用人员、计量检定人员、考评员、产品质量管理人员、工程技术人员及高等院校相关专业师生学习参考。

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲 2 号

邮政编码 100013

电话 (010) 64275360

<http://www.zgjl.com.cn>

北京密东印刷有限公司印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

*

850 mm × 1168 mm 16 开本 印张 19.5 字数 532 千字

2010 年 4 月第 1 版 2010 年 4 月第 1 次印刷

*

印数 1—2 000 定价: 42.00 元

编 委 会

主 编 张贵仁

副主编 张智敏 卢长城 梁忠举

主 审 何 力

副主审 王学智 张 崧 陈鲁铁

编 委 (按姓氏拼音排序)

曹俊影 陈鲁海 顾 健 胡 刚 胡 翔 稽友仁

李海根 李明义 梁忠举 刘国胜 刘学刚 卢长城

卢 丹 秦晓峰 全军兴 史卫东 唐晓坪 王时伟

吴骏逸 肖 飞 杨 毅 袁仍辉 阴元峰 张贵仁

张宏寅 张建邦 张坤涛 郑春蓉 张智敏

序

材料试验机是对各种各样材料、零部件、构件施加力、变形或扭矩等进行力学性能和工艺性能试验或检测的仪器（设备或系统）。在材料试验机上能进行拉伸、压缩、弯曲、剪切、扭转、蠕变、持久强度、应力松弛、断裂韧性、硬度、冲击、疲劳、摩擦磨损、工艺和复合应力等试验。通过试验可以测定材料的弹性、塑性、韧性、延性、强度、刚度、硬度等力学性能参数和指标。材料试验机是试验机大类产品中“金属材料试验机”和“非金属材料试验机”的两个小类产品，它包括了许多种类、系列、规格和功能。使用者通常是根据材料、试验方法、试验条件、被测参数和量值的大小来选用试验机。

材料试验机既是古典的也是现代的试验设备，自一百多年前它面世以来，随着世界科学技术的飞速发展和新材料与新方法的不断涌现与更新，促进了材料试验机自身的提升和发展，至今它已成长为集“机—光—电—液”为一体的高科技产品，在各行各业、各个领域得到了广泛的应用。材料试验机也是检验材料质量、安全合理使用必不可少的计量仪器是发现新材料、促进材料科学发展不可替代的重要试验设备。

由张贵仁先生主编，协同计量、检验领域与试验机行业专家共同编辑的《材料试验机》一书，集众专家经验和智慧，经两年多辛勤劳动，给我国的计量、检验领域和试验机行业提供了一部宝贵的经典之作。编者们将自己在多年工作中积累的技术数据和实践工作经验毫无保留地奉献给在这个行业中工作的同仁和渴望获得这方面知识的使用者。旨在启迪试验机设计、制造者的创造力，丰富专业技术人员的知识储存量，提高试验机操作人员和维修人员的技能和水平。本书可作为试验机行业的管理者、入门者了解和掌握材料试验机国家计量检定规程、技术规范与国家标准的业务指导书；可作为相关计量检验人员的工作手册以及高等院校有关专业的教材。

全国试验机标准化委员会

秘书长 王学智

2010年1月

前 言

材料试验机与航空、冶金、机械、建筑和造船等工业部门，乃至人们的日常生活息息相关，材料试验机的应用对合理设计工程结构、节约材料、提高产品质量、改进工艺和降低成本具有重要的意义。

通常，我们把测定材料机械性能的仪器和设备称为材料试验机。在国外，在工业比较发达的国家，对于材料试验机的研制和生产，大都比较重视。这是因为，材料试验机作为一个基础工业部门的测试设备，对于工业生产和科研工作有着直接的不容忽视的影响。实际上，对于工业生产和各种工程设计来说，材料试验机是确保各种机器、车辆、船舶和结构物合理设计与安全运行的重要测试设备。要经济实用又安全可靠地进行各种工程设计，必须根据材料的机械性能选取合适的材料。否则，可能造成浪费或者导致发生严重的事故。而要获得准确的材料机械性能数据，必须使用材料试验机。

在工业生产特别是军事工业生产中，为了保证产品质量，常常需要对各种材料和零部件或整机进行检定和测试。许多重要的热处理零部件，如轧钢机的钢辊、机器的主轴和汽车的连杆、传动轴等；都要百分之百地进行硬度检定。在冶金工业生产中，随着科学技术的飞速发展，也提出了许多新问题。例如现代技术的发展，需要一些具有特殊性能的，能在高温、低温、高压、高速以及各种复杂条件下工作的材料，因此必须研制新型材料与合金。钢铁厂生产的钢材，也需要随时检验。所有这些研究和检验工作，离开材料试验机是无法进行的。

由于材料试验机所涉及的科学技术领域比较广泛，如高温技术、低温技术、真空技术、液压技术、光学技术、电子技术和激光技术等，并且还应用各种测试、记录和显示仪器，所以材料试验机的发展，往往取决于众多科学技术领域的水平。

大多数试验机是集机—光—电—液于一体的技术密集型高科技产品，其中多数产品属于依法管理的计量器具。广泛应用于工矿企业、计量检测机构、工程施工现场和学校的实验室，其应用领域涉及到机械、冶金、建筑、航空、航天、军工、交通、运输、质检、计量、教育、医疗等各行各业。目前我国的试验机市场已形成一定的规模，试验机产品的发展日趋大型化、智能化、动静态功能复合化，部分试验机产品已出口到国外。

为了方便对试验机知识的掌握，本书首先介绍了试验机的基本概念和发展历程，试验机的基本结构和测量原理。不同用途、不同结构的试验机内容作为重点详细论述。根据试验机的作用，作者将多年工作实践中涉及的同一用途、不同原理的试验

机及近年来试验机上采用的新技术、新工艺如传感技术、计算机应用等尽量介绍，以便读者对试验机的发展演变过程和现有水平有所了解。最后介绍试验机的应用部分，包含试验机的选择、计量检验、操作使用与常见故障判断、排除等内容。

我们希望本书能够对广大的试验机操作使用人员、计量检验人员、设计技术人员提供全面而实用的专业知识，能够对他们正确使用、检验、设计制造试验机有所帮助。由于作者水平有限，书中疏漏或错误在所难免，热忱欢迎专家与读者们批评指正。

本书在编写过程中，得到陈志英博士、石楠等同志的大力帮助与支持，谨在此表示感谢。

本书由全国力值硬度计量技术委员会委员张贵仁先生主编；全国力值硬度计量技术委员会秘书长何力先生主审；全国试验机标准化委员会秘书长王学智先生作序。

编 者

2010. 2

目 录

1	材料试验机的发展与材料性能	(1)
1.1	概述	(1)
1.2	材料试验机的发展概况	(2)
1.3	材料试验机在国民经济建设中的作用	(4)
1.4	材料的性能与材料试验机	(5)
2	试验机基本结构与测量原理	(13)
2.1	试验机基本结构	(13)
2.2	试验机测量原理	(23)
3	拉力试验机	(44)
3.1	正弦摆测力结构的机械式拉力试验机	(46)
3.2	与杠杆结合的正弦摆式拉力试验机	(49)
3.3	小摆锤变支点结构的机械式拉力试验机	(53)
3.4	电子式拉力试验机	(57)
3.5	卧式拉力试验机	(58)
3.6	纳米纤维张力仪	(62)
3.7	束纤维强伸度仪 (斯特洛仪)	(63)
3.8	全自动张力仪 (JK99C 型)	(66)
4	压力试验机	(70)
4.1	利用弹簧测力的液压式压力试验机	(70)
4.2	利用摆锤测力的液压式压力试验机	(75)
4.3	电液式压力试验机	(81)
4.4	单纤维压缩弯曲仪	(86)
4.5	弹簧压力试验机	(87)
5	万能试验机	(89)
5.1	机械式万能试验机	(89)
5.2	液压式万能试验机	(93)
5.3	电液式万能试验机	(104)
5.4	电液伺服万能试验机	(111)
5.5	全自动万能试验机	(115)
5.6	电子式万能试验机	(118)
5.7	弹簧拉压试验机	(125)
6	蠕变、持久强度试验机	(133)
6.1	多头持久强度试验机	(133)
6.2	机械式高温蠕变、持久强度试验机	(134)
6.3	电子式蠕变、持久强度试验机	(138)

7 松弛试验机	(140)
7.1 立式松弛试验机	(140)
7.2 卧式松弛试验机	(143)
8 抗折试验机	(144)
8.1 电动抗折试验机	(144)
8.2 水泥胶砂抗折试验机	(147)
9 扭转试验机	(150)
9.1 电子式扭转试验机	(151)
9.2 杠杆测力式扭转试验机	(155)
9.3 微机控制电子式扭转试验机	(158)
10 冲击试验机	(159)
10.1 摆锤式冲击试验机	(162)
10.2 仪器化(数字化)摆锤式冲击试验机	(166)
10.3 落锤冲击试验机	(167)
10.4 铁素体撕裂试验机	(171)
11 疲劳试验机	(173)
11.1 材料的疲劳、疲劳试验与疲劳试验机	(173)
11.2 疲劳试验机类型与结构	(176)
11.3 几种型号疲劳试验机的介绍	(181)
12 复合试验机	(185)
12.1 橡胶支座压剪试验机	(185)
12.2 双轴向织物要素综合分析系统	(190)
12.3 全自动高强螺栓检测仪	(192)
12.4 岩石三轴试验机	(194)
13 工艺试验机	(197)
13.1 自动杯突试验机	(197)
13.2 液压式杯突试验机	(201)
13.3 线材扭转试验机	(203)
13.4 摩擦磨损试验机	(204)
14 试验机的选购与使用	(206)
14.1 试验机的选购	(206)
14.2 试验机的使用	(218)
14.3 试验机应用交流	(224)
14.4 试验机使用注意事项	(233)
15 试验机的计量检定	(236)
15.1 依法进行计量检定	(236)
15.2 试验机的量值传递系统	(236)
15.3 检定用标准计量器具的选择	(239)
15.4 检定依据、项目与方法	(240)
15.5 检定应注意的问题	(245)
16 试验机的制造与管理	(258)
16.1 试验机的制造	(258)

16.2	进口材料试验机	(264)
16.3	材料试验机产品的出口	(267)
17	国内外试验机生产厂家简介	(268)
17.1	上海华龙测试仪器有限公司简介	(269)
17.2	上海德杰仪器设备有限公司简介	(269)
17.3	上海中晨数字技术有限公司简介	(270)
17.4	济南科汇试验设备有限公司简介	(271)
17.5	济南力支测试系统有限公司企业简介	(272)
17.6	上海康信光电仪器有限公司简介	(273)
17.7	绍兴市肯特机械电子有限公司	(274)
17.8	上海申联试验机厂有限公司	(274)
17.9	国外试验机生产厂家简介	(275)
18	试验机动态与发展方向	(276)
18.1	国内外试验机动态	(276)
18.2	试验机的发展趋势	(284)
附录 A	非金属拉力、压力和万能试验机型式评价统一大纲 (参考)	(287)
附录 B	电液式水泥压力试验机型式评价大纲 (参考)	(295)
附录 C	力值 ($\leq 1\text{MN}$) 计量器具检定系统框图	(296)
附录 D	大力值计量器具检定系统框图	(297)
附录 E	扭矩计量器具检定系统框图	(298)
附录 F	摆锤式冲击能计量器具检定框图	(299)
参考文献		(300)

1 材料试验机的发展与材料性能

1.1 概述

自从人类诞生以来,源于生存环境的恶劣和追求生活水平的改善,他们对材料性能的鉴别也自觉或不自觉地进行关注。早在茹毛饮血的原始社会,为了有效地狩猎,人们就学会了选择使用坚硬的石块、削尖的木棒作为武器猎杀小动物以获得食物,同时也作为抵御猛兽伤害时进行自卫的武器(见图1-1)。这个时期人们还居住在山洞中,虽然学会了钻木取火,但对材料性能的了解还停留在肤浅的感性认识上,只会简单地选择自然界现有的材料作为简易工具进行一些劳动和加工。进入奴隶社会后,社会的需求促进了制陶、冶炼业的发展,这时的人们不但会选择使用不同的材料制造所需的物品,还学会了使用不同工艺制造新材料。考古学家挖掘发现的大量陶器(见图1-2)、青铜器充分表明人类已经从只会选择材料进化到了能够制造材料的新时代。



图1-1 猿人持带骨刺的木棒狩猎



图1-2 陶罐

在历史发展的漫长时间里,社会的快速发展已经使人们不满足于发现使用现成的自然材料了,研究新材料和制造新材料被提到了议事日程。特别是在欧洲资本主义发展早期,工业和科学的蓬勃发展使许多有识之士认识到新材料的研究、制造和应用不仅能够促进社会经济活动的发展,提高生产效率,还与涉及国家安危的防御能力有密切的联系。

因此,在积极开展科学研究、探索新材料制造方法的同时,许多鉴别材料性能的方法、仪器也产生和制造出来。用于检测材料性能的仪器有许多,有检测材料机械性能的、有检测材料物理性能的、有检测材料化学性能的、还有检测材料工艺性能的。本文将主要介绍用于检测材料机械性能和工艺性能的试验检测仪器。

与此同时,力学理论作为社会生产和科学实践长期发展的产物,也得到了长足的发展,它也是在社会经济发展过程中逐渐充实完善的。

我国的墨翟在公元前468年至公元前382年,在《墨经》中就最早记述了有关水力学方面

的理论。

古希腊阿基米德在公元前 287 年至公元前 212 年著的《论比重》提出了杠杆平衡公式（限于平行力）及重心公式，奠定了静力学基础。

荷兰学者 S. 斯蒂文于 16 世纪解决了非平行力情况下的杠杆问题，发现了力的平行四边形法则。

意大利的达芬奇在公元 1452 年至公元 1519 年研究了滑动摩擦、平衡、力矩。

波兰的哥白尼于公元 1473 年至公元 1543 年创立宇宙“日心说”。

德国的开普勒于公元 1571 年至公元 1630 年提出行星运动三定律。

意大利的伽利略于公元 1564 年至公元 1642 年发现自由落体规律、惯性定律及提出加速度的概念。

英国伟大科学家牛顿（见图 1-3）在公元 1687 年版的《自然哲学的数学原理》一书总其大成，提出动力学的三个基本定律，万有引力定律，天体力学等。

物理学家爱因斯坦于公元 1879 年至公元 1955 年创立了相对论力学，为力学学科的发展作出了划时代的贡献。

近年来我国科学家如钱学森、周培源、钱伟长等在力学理论研究方面也作出了突出贡献。美国刚刚研制出的 10 倍音速的飞机就是根据钱学森在上个世纪 50 年代提出的理论研发的。

力学理论除了在材料的科学、合理应用方面有着极其重要的理论指导作用。其与材料试验、检测仪器的研制、发展也是相辅相成、相得益彰的。许多材料试验、检测仪器就是根据相关的力学理论研制的，例如杠杆结构的机械式拉力试验机、纸张摩擦测试仪等。

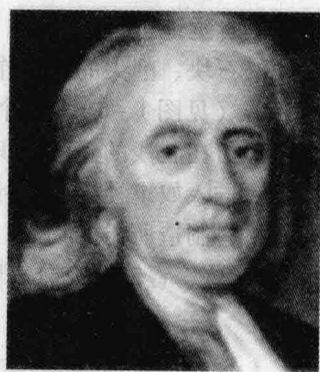


图 1-3 牛顿像

1.2 材料试验机的发展概况

在人类的生产活动中，很早以前就有了一些有关鉴别材料性能的知识。古代劳动人民在长期生产实践中，积累了丰富的识别材料性能的经验，如用弹敲器皿或工具的方法来鉴别其质地好坏；用打弯钢条的方法来判断铁是否已经炼成了；用划痕和击断的方法了解钢条的质量和内部结构情况等。直到目前，这些简易的方法有时还在继续沿用着。这些在生产实践中逐步掌握的方法，是以经验为主的，并且只能初步地定性分析材料的性能，而不能精确地获得材料的机械性能数据。而生产活动的进一步发展，要求能定量地测定材料的机械性能，用以作为合理设计的依据。

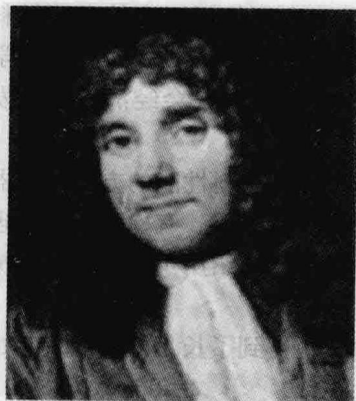


图 1-4 虎克像

定量地测定材料的机械性能，是从十七世纪开始的。十七世纪的欧洲，正处于封建社会解体和商业资本发展时期，冶金工业已经萌芽。这时工业有了较大的发展，随之出现了一系列技术问题。例如海外贸易需要增大船只吨位，这不仅需要材料力学知识，而且需要掌握准确了解材料性能的方法。1638 年意大利物理学家伽里略首次用施加净重的方法测量钢棒的强度。

不久之后，虎克定律问世，虎克（见图 1-4）也是最早从事材料试验的人之一。

以后，由于建筑工业和机械工业的发展，促使材料试验工作也相应地进一步发展起来。罗蒙诺索夫提出的物质不灭定律，在材料试验中得到了应用。他还提出了石块与玻璃的压缩试验方法等。这样，在工业生产的发展过程中，新的材料试验

方法便不断的涌现出来。与此相应地研制和生产了许多材料试验设备。

第一台材料试验机于 1729 年问世。它是根据杠杆原理制成的, 形状很像一台大秤。经过一个多世纪, 到十八世纪中叶, 材料试验机逐渐地有了较大的改进, 例如在加荷机构中采用了刀口结构等。这时, 材料试验机的加荷能力也已增高到了 100 吨。

现存于是上海同济大学材料力学试验室的一台 444.5kN (100000 磅) 的万能试验机 (见图 1-5) 就是利用杠杆原理测力的, 该机由美国 Timius Olsen 公司制造, 使用至今估计已有九十至一百年历史, 是全国历史最为久远, 仍然能完好使用的万能材料试验机, 堪称货真价实的“世纪”试验机。

液压材料试验机是在十九世纪初开始应用的, 第一台液压材料试验机于 1827 年制成, 也是采用杠杆原理测量负荷。

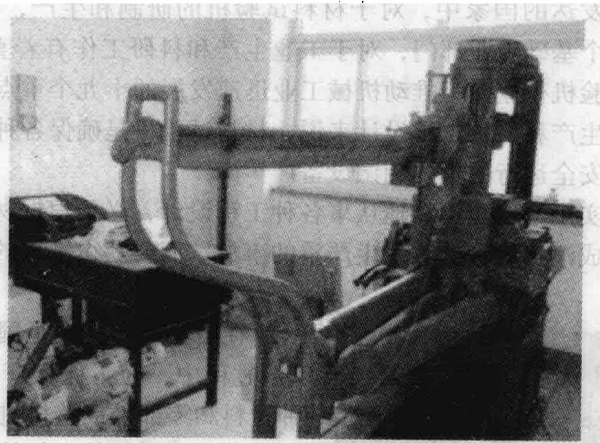


图 1-5 杠杆式万能试验机

早期瑞士 AMSLER 公司制造的液压拉力材料试验机结构非常简单, 框架结构内有一对拉力夹持钳口, 利用液压油缸人力加载, 压力表显示试验力读数 (见图 1-6)。

从这时起, 才开始系统地发表了一系列关于材料强度和弹性的试验数据。19 世纪 30 年代, 制造了在 1310°F* 下测定金属拉力强度的机械式材料试验机。不久, 又制造了疲劳试验机。

20 世纪初, 制成了布氏硬度计, 随后制成了洛氏硬度计和维氏硬度计、蠕变试验机等材料试验机。

第二次世界大战后, 由于航空工业的飞跃发展, 使新型合金的研究工作也随之发展起来。与此同时, 一系列新型材料试验机, 如高温材料试验机, 低温材料试验机、高速材料试验机和高频材料试验机等也相继出现, 负荷测量系统和变形测量系统也有了新的发展。

在 20 世纪 50 年代, 出现了电子式材料试验机; 由于它具有许多优点, 颇受人们重视。当时的电子拉力和电子万能试验机, 在国外已经成批生产并推广使用。因为在材料试验机的控制、测量和记录系统中, 广泛地采用了电子技术, 使材料试验机的面貌大为改观。

在 20 世纪 60 年代, 材料试验机中又应用了电液伺服控制系统, 打破了动力试验机和静力试验机的传统界限, 使材料试验机的性能又有了很大的提高。

在 20 世纪 70 年代, 又出现了一种引人注目的新的试验方法——断裂力学试验, 与之相应的



图 1-6 最简单液压拉力机

* $1^{\circ}\text{F} = 5/9\text{K}$

新型材料试验机也随之出现,并得到发展和完善。

近几年,电子计算机已成熟地应用到材料试验机中。于是,不仅能严格地按照给定的程序进行各种模拟试验,而且还能够把各种试验数据和曲线快速地进行处理并将结果打印或显示出来,较之以往极大地提高了材料性能检测的准确性和速度。

1.3 材料试验机在国民经济建设中的作用

通常,把测定材料机械性能的仪器和设备称为材料试验机。但是,有些国家有时把测定材料物理性能、甚至化学性能的仪器和设备也称为材料试验机。

国外,在工业比较发达的国家中,对于材料试验机的研制和生产,大都比较重视。这是因为,材料试验机作为一个基础工业部门,对于工业生产和科研工作有着直接的不容忽视的影响。例如,日本就把材料试验机行业做为推动机械工业迅速发展的十九个重点行业之一予以重视。

实际上,对于工业生产和各种工程设计来说,材料试验机是确保各种机器、车辆、船舶、桥梁和结构物合理设计与安全运行的重要测试设备。

因为,要求既经济实用又安全可靠地从事各种工程设计,必须根据材料的机械性能选取合适的材料。否则,可能造成浪费或者导致发生严重的事故。而要获得准确的材料机械性能数据,只有使用材料试验机。



图 1-7 泊港的中国舰船

在工业生产特别是国防工业生产(见图 1-7)过程中,为了保证产品质量,常常需要对各种材料和零部件或整机进行检定和测试。许多重要的热处理零部件,如轧钢机的钢辊、机器的主轴和汽车的连杆、传动轴等;都要百分之百的进行硬度检定。

在冶金工业生产中,随着科学技术的飞速发展,也提出了许多新问题。例如现代技术的发展,需要一些具有特殊性能的,能在高温、低温、高压、高速以及各种复杂条件下工作的材料,因此必须研制新型材料与合金。钢铁厂生产的

钢材,也需要随时检验。显而易见,所有这些研究和检验工作,离开材料试验机是无法进行的。另外,在人们的日常生活中,材料试验机也如表 1-1 所述和我们的衣食住行密切相关。

表 1-1 材料试验机与日常生活密切相关

序号	涉及领域	涉及产品之一	部分试验、检测内容
1	衣	服装、鞋帽、床被	强度、牢固、舒适性
2	食	可口可乐、矿泉水等饮料	液面张力、渗透性
3	住	墙体、门窗	混凝土抗压强度、门窗角强度
4	行	汽车刹车、轮胎	刹车片的制动力、轮胎耐磨性
5	娱	纸牌	摩擦力
6	医	药剂、注射针	颗粒强度、针尖锋利度
7	体育	乒乓球	回弹性力的大小
...	...	...	...

上述点点滴滴,足以说明材料试验机的发展对航空、冶金、机械、建筑和造船等工业部门,乃至我们的日常生活不但密切相关,在合理设计工程结构、节约材料、提高产品质量、改进工艺和降低成本方面更加具有重要的意义。

另外,由于材料试验机所涉及到的科学技术领域比较广泛,如高温技术、低温技术、真空技

术、液压技术、光学技术、电子技术和激光技术等,并且还应用各种测试、记录和显示仪器,所以材料试验机的发展,往往取决于很多科学技术领域的水平。

大多数试验机是集机—光—电—液于一体的技术密集型高科技产品,其中多数产品属于依法管理的计量器具。广泛应用于工矿企业、计量检测机构、工程施工现场和学校的实验室,其应用领域涉及到机械、冶金、建筑、航空、航天(见图1-8)、军工、交通、运输、质检、计量、教育、医疗等各行各业。目前我国的试验机市场已形成一定的规模,试验机产品的发展日趋大型化、智能化、动静态功能复合化,部分试验机产品已出口到国外。

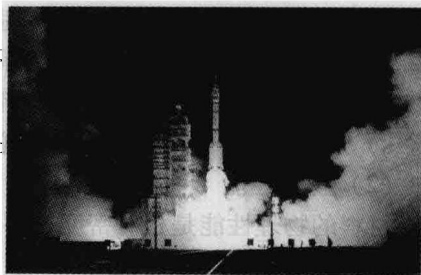


图1-8 神七飞船成功发射

1.4 材料的性能与材料试验机

1.4.1 材料的性能

材料的性能决定着材料的适用范围及应用的合理性。材料特别是金属材料性能一般分为工艺性能和使用性能两类。其中使用性能又包括机械性能、物理性能、化学性能等三方面内容。

1.4.1.1 工艺性能

工艺性能是指机械零件在加工制造过程中,其材料在所规定的冷、热加工条件下表现出来的性能。零件材料工艺性能的好坏,决定了它在制造过程中加工成形的适应能力。由于加工条件不同,要求的工艺性能也就不同,如铸造性能、可焊性、可锻性、热处理性能、切削加工性能等。

1.4.1.2 使用性能

(1) 机械性能

材料的机械性能又称材料的力学性能。是指材料在各种不同工作情况(负荷、扭矩、速度、温度等)下,从开始受力(静力或动力)至破坏的全部过程中所呈现的力学特征。如弹性、塑性、强度、刚度、硬度、冲击韧性、延伸性、持久极限和蠕变等。

在JB/T 7406.1—1994《试验机术语 材料试验机》中,这些不同力学特性都有确切的名词与定义,其中主要名词有:

- a) 弹性——材料恢复变形的能力。
- b) 塑性——材料保留变形的能力。
- c) 强度——在外力作用下,材料抵抗各种变形和破坏的能力。

强度是力学性能中主要的性能。根据不同的试验方法可以得出不同的强度值。常见的有抗拉强度、抗压强度、抗扭强度、剪切强度、弯曲强度、疲劳极限、蠕变极限、持久极限等。

d) 弹性模量——在静态力作用下,试样的应力与应变成比例关系(符合虎克定律)的比值。承受拉力或压力时试样的弹性模量称为“杨氏模量”,承受剪力或扭力时试样的弹性模量称为“剪切弹性模量”。

弹性模量是材料抵抗弹性变形的性能指标,在工程技术上常称为“材料的刚度”。刚度的倒数通常称为“柔度”。

e) 硬度——材料在不大的体积内抵抗弹性变形、塑性变形、划痕或破裂等一种或多种作用同时发生的能力。根据不同的试验方法可以得出不同的硬度值。

f) 冲击韧性——在冲击力作用下,试样一次冲断时单位横截面上所消耗的冲击功。

g) 疲劳极限——材料承受无限多次循环应力作用,而不发生疲劳断裂的最大应力。

- h) 持久极限——又称蠕变断裂强度。在规定温度下, 试样按规定时间破坏的应力。
- i) 蠕变——材料在规定温度下承受恒定力的作用, 其塑性变形随时间增加的现象。
- j) 塑性变形——承受力的材料卸除力后的残余变形。
- k) 应力松弛——在给定的恒定总应变条件下, 试样所受应力随时间减小的现象。

(2) 物理性能

材料的物理性能是相对密度、熔点、导电性、导热性、热膨胀性、磁性等特性。

(3) 化学性能

化学性能是指材料与周围介质接触时抵抗发生化学或电化学反应的性能, 如耐用腐蚀性、抗氧化性等。

1.4.2 材料试验机

1.4.2.1 材料试验机定义

依据中华人民共和国国家计量技术规范 JJF 1011—2006《力值与硬度计量术语及定义》, 材料试验机有着明确的定义, 是指: 对材料、零件和构件进行机械性能和工艺性能试验的设备。因此, 使用不同功能的材料试验机可以对材料的不同机械性能进行试验和检测。如拉力、压力和万能试验机检测材料的弹性、塑性、强度、刚度等特性; 硬度试验机检测材料抵抗外力侵入的能力; 摆锤式冲击试验机检测材料的冲击韧性; 杯突试验机检测材料的延展性; 而持久和蠕变试验机则是用于检测材料的持久极限和蠕变性能等。

1.4.2.2 分类

根据中华人民共和国专业标准 JB/T 10059—1999《试验机与无损检测仪器型号编制方法》, 其涉及的试验机与无损检测仪器共划分为八大类产品 (见表 1-2)。

表 1-2 试验机与无损检测仪器的分类

序号	分 类	序号	分 类
1	金属材料试验机, 习惯上常省略“金属”二字	5	平衡机
2	非金属材料试验机	6	振动台、冲击台、碰撞台
3	力、变形检测仪	7	运输包装件试验机
4	摩擦磨损、与工艺试验机	8	无损检测仪器

其中, 用以对材料、零件和构件进行机械性能和工艺性能试验的三大类试验机及力、变形检测仪可按如下方式 (见表 1-3) 划分小类。

表 1-3 检测材料机械性能和工艺性能的试验机

序号	大 类	小类号	小 类
1	金属材料试验机 (按其机械性能分小类)	1	拉力试验机
		2	压力试验机
		3	万能试验机
		4	扭转试验机
		5	蠕变试验机
		6	持久强度试验机
		7	松弛试验机
		8	冲击试验机
		9	疲劳试验机
		...	...

续表

序号	大 类	小类号	小 类
2	非金属材料试验机 (按其试验对象分小类)	1	橡胶塑料试验机
		2	水泥岩石混凝土试验机
		3	耐火材料试验机
		4	木材试验机
		5	纸张试验机
		6	油漆涂料油墨试验机
		7	漆包线试验机
		8	电缆线试验机
		9	粘合剂试验机
		10	陶瓷试验机
		11	界面张力试验仪
		12	皮革试验机
		13	果品试验机
		14	砖瓦试验机
		15	纤维试验机
		...	...
3	工艺试验机	1	弹簧试验机
		2	杯突试验机
		3	弯折试验机
		4	线材扭转试验机
		5	挠度试验机
		6	摩擦磨损试验机
		...	...
4	功能附件(变形检测仪)	1	引伸计
		2	扭转计
		3	
		...	...

1.4.2.3 试验机功能

表1-4给出了部分通过不同单项功能及搭配、组合成的形形色色不同用途的专用试验机、通用试验机、多用途试验机及复合试验机。

表1-4 由主元素搭配、组合的不同试验机

序号	基本功能	配置与边界条件	主功能	具体试验机	类型
1	拉力	拉伸速度可调或设定	抗拉强度	拉力试验机	单功能
			抗拉强度	万能试验机(拉力部分)	多功能
		给定温度、试验力和时间	蠕变变形	蠕变试验机	单功能
		给定温度、试验力	抗拉强度和温度	持久强度试验机	单功能
		给定温度、试件总变形,在规定时间内间隔	松弛应力	松弛试验机	单功能
		给定试验力、频率、振幅	疲劳寿命	疲劳试验机(拉力部分)	多功能
		给定试验力(压分量)	试验力(拉分量)	橡胶压剪试验机(拉力部分)	复合