

国外机械工业基本情况

实验室仪器与装置

湘西科学仪器研究所

广州电器科学研究所 编

沈阳铸造研究所

机械工业出版社

一九八六

5.9

7

内容简介 本资料为《国外机械工业基本情况》的实验室仪器与装置部分。主要介绍国外实验室仪器行业、企业及产品情况和发展趋势,并对美国、日本、英国、联邦德国和其他国家的企业作了重点介绍。可供本专业领导干部、工程技术人员和教学工作者阅读与参考。

实验室仪器与装置

湘西科学仪器研究所

广州电器科学研究所 编

沈阳铸造研究所

*

机械工业部科学技术情报研究所编辑

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·机械工业出版社书店经售

*

开本 $787 \times 1092^{1/4}$ · 印张 $7^{3/4}$ · 字数 188 千字

1986年12月北京第一版·1986年12月北京第一次印刷

印数 0,001 3,000 · 定价 2.85 元

*

统一书号: 15033·7011Q

出版说明

机械工业肩负着为国民经济各部门提供技术装备的重任。为适应四化建设的需要，必须大力发展机械工业。上质量、上品种、上水平，提高经济效益，是今后一个时期机械工业的战略任务。为了借鉴国外机械工业的发展道路、措施方法和经验教训，了解国外机械工业的生产、技术和管理水平，以便探索我国机械工业具有自己特色的发展道路，我们组织编写了第三轮《国外机械工业基本情况》。这一轮是在前两轮的基础上，更全面、系统地介绍了国外机械工业的行业、企业、生产技术和科学研究等方面的综合情况，着重报道了国外机械工业七十年代末和八十年代初的水平以及本世纪末的发展趋向。

第三轮《国外机械工业基本情况》共一百余分册，参加组织编写的主编单位包括研究院所、工厂和高等院校共一百余个，编写人员计达一千余人。本书为《实验室仪器与装置》分册，由机械部仪表局情报室审编，责任编辑：杨丽卿；主编单位是湘西科学仪器研究所，参加编写单位：广州电器科学研究所和沈阳铸造研究所；主要执笔人：陈贤才、王聚福；参加编写人员：蒋洪富、李洪振、于淑言。

机械工业部科学技术情报研究所

目 录

一、综述	(1)
(一) 前言	(1)
(二) 国外实验室仪器的发展概况	(3)
1. 天平仪器	(3)
2. 环境试验设备	(4)
3. 铸造测试仪器	(9)
4. 实验室离心机	(11)
5. 动力测试仪器	(13)
6. 应变仪	(14)
7. 热分析仪器	(15)
8. 噪声和振动测试仪器	(15)
二、行业情况	(18)
(一) 美国的环境试验设备行业	(18)
(二) 日本的环境试验设备行业	(19)
三、国外企业	(22)
(一) 日本企业	(22)
1. 日立制作所	(22)
2. 岛津制作所	(23)
3. 理学电机株式会社	(27)
4. 八岛制作所	(27)
5. 佐竹化学机械工业株式会社	(27)
6. ヌガ试验机株式会社	(28)
7. 小野测器株式会社	(28)
8. 田叶井公司 (TABAI ESPEC)	(30)
9. 东京衡机制作所	(34)
10. 大和科学株式会社	(35)
11. 丽闻株式会社	(36)
(二) 美国企业	(37)
1. 贝克曼仪器公司	(37)
2. 珀金 埃尔默公司	(39)
3. Thermotron 工业公司	(41)
4. Tenney 工程公司	(41)
(三) 英国企业	(42)
1. MSE 科学仪器公司	(42)
2. 盖伦坎普有限公司	(43)
3. 奥尔特林有限公司	(44)
4. 英国科学仪器厂商协会	(44)

(四) 联邦德国企业·····	(45)
1. 沙多利斯公司 (Sartorius) ·····	(45)
2. Karl Weiss Giessen 环境试验设备公司·····	(47)
3. 赫雷伍斯—富其公司 (Heraeus Votsch)·····	(47)
(五) 其他国家企业·····	(51)
1. 法国梅特拉维公司 (Metravib)·····	(51)
2. 丹麦 B&K 公司·····	(51)
3. 瑞士梅特勒公司 (Mettler) ·····	(55)
4. 瑞士 Vibro-Meter 公司·····	(55)
5. 奥地利 AVL 公司·····	(56)
四、产品情况·····	(58)
(一) 天平仪器·····	(58)
(二) 环境试验设备·····	(62)
1. 温度试验设备·····	(62)
2. 湿热试验箱 (室) ·····	(65)
3. 盐雾试验室 (箱) ·····	(73)
4. 生物研究箱·····	(73)
5. 气候—真空试验箱·····	(74)
6. 有害气体试验箱·····	(76)
7. 综合型和特殊型的气候环境试验设备·····	(76)
8. 苏联生产的气候环境试验设备·····	(79)
(三) 铸造测试仪器·····	(79)
(四) 实验室离心机·····	(83)
(五) 动力测试仪器·····	(92)
1. 传感器·····	(92)
2. 电荷放大器·····	(94)
3. 转速测量仪表·····	(96)
4. 转矩测量仪·····	(96)
5. 油耗测量装置·····	(102)
(1) 燃料消耗测量仪·····	(102)
(2) 奥地利 AVL 公司的 4001 型机油消耗测量装置·····	(102)
6. 数字分析设备和系统·····	(110)
(1) FFT 分析仪·····	(110)
(2) 奥地利 AVL 公司的 656 型数字分析系统·····	(110)
(3) 日本小野测器的 CB-366 型发动机燃烧解析装置·····	(111)
(4) 日本小野测器的 CB-466 型多通道发动机分析仪·····	(111)
7. 其他动力测试仪器·····	(112)
(1) 烟度计·····	(112)
(2) 排气分析仪·····	(112)

(六) 热分析仪器	(112)
1. 热分析技术分类和国外热分析仪器主要生产厂家及機種	(112)
2. 热分析仪器商品	(112)
(1) 差热分析仪(DTA)	(112)
(2) 示差扫描量热计(DSC)	(115)
(3) 热重分析仪(TG)	(117)
(4) 热机械分析仪(TMA和DMA)	(117)
3. 美国 Perkin-Elmer 公司的热分析数据台	(119)

一、综 述

(一) 前 言

实验室仪器,顾名思义,即实验室中用的仪器设备和测量系统。随着科学技术的发展,实验室中所用的仪器品种不断增加。根据仪器的不同工作原理和用途,对这些仪器进行了分类。国际经济合作发展组织(O.E.C.D.)把科学测试仪器划分为A、B两大类:B类是指工业生产线上所用的工业流程控制仪表;A类是指实验室中所用的仪器,包括:分析仪器,电子测试仪器,核子仪器,生物、医学仪器,光学显微镜和电子显微镜。

目前,美国标准工业分类法,在“测量、分析和控制仪表”组内分为七小类,其中3811、3822、3829为工程和科学仪器。表1为美、英、日和我国的实验室仪器分类情况。本分册是根据我国实验室仪器行业范围内的天平仪器、热学测试仪器、实验室离心机、环境试验设备、动力测试仪器、铸造测试仪器、噪声和振动测试仪器等专业编写的国外有关情况。

表1 四个国家实验室仪器行业所包括的范围

序号	专 业	产品系列	产 品 品 种 示 例	国 家			
				美国	英国	日本	中国
1	分析仪器	电化学分析仪器	滴定仪, pH 仪、极谱仪	✓	✓	✓	
		光谱仪器	原子吸收光度计, 荧光光度计, 红外分光光度计	✓	✓	✓	
		电磁分析仪器	X 射线分析仪, 探伤仪, 衍射仪	✓	✓	✓	
		色谱分析仪器	液、固体色谱仪, 纸张色谱仪, 专用色谱仪	✓	✓	✓	
		热分析仪器	差热分析仪, 热膨胀仪, 热重天平	✓	✓	✓	✓
		元素、成份分析仪器	氧测定仪, 硫肉素测定仪, 电泳仪, 血液分析仪	✓	✓	✓	
2	光学仪器照相设备	激光光学仪器、激光器	激光光谱仪, 测距仪, 全息照相, 气、固态激光器	✓	✓		
		显微镜	各种光学显微镜, 解剖显微镜, 荧光光谱显微镜	✓	✓	✓	
		照相机	高速照相机, 红外摄影机, X 射线摄像仪	✓	✓	✓	
3	材料试验机	金属材料试验机	摩擦、磨损、弯曲、疲劳、冲击、扭转试验机, 硬度计			✓	
		非金属材料试验机 无损探伤仪器	腐蚀、涂料、透水、橡胶塑料试验机 荧光探伤仪, 同位素测定仪, X 射线电视装置			✓ ✓	
4	气象海洋仪器		风速、风流、海流、光照计(仪)、取样器, 海底照明器具			✓	
5	教科仪器		动、植物模型标本, 普通物理量测试仪器, 矿物、岩石标本收集器具, 人体解剖模型, 地球仪, 天文、生态仪器			✓	

(续)

序 号	专 业	产品系列	产 品 品 种 示 例	国 家			
				美国	英国	日本	中国
6	基本物理量 测试仪器	质量测试仪器	天平 (杠杆、电子天平)、分析天平、单 盘天平	✓	✓	✓	✓
		温度测试仪器	电阻温度计, 粘度度仪, 水银温度计, 热 敏温度计	✓	✓	✓	
		电工量测试仪器	电阻、电压、电流表, 信号发生器, 电路 测试仪, 示波器	✓	✓	✓	
		监测控制仪表	控制板, 调压器、热电偶, 流量计、调温 器, 记录仪	✓	✓	✓	
		长度测量仪器	激光测长仪, 干涉仪	✓	✓	✓	
7	电子器件与 计算机		计算机 (器)、卡片阅读器、打印机、应 用软件、集成电路、微机	✓	✓		
8	真空测试仪器	真空检测仪表	真空计、检漏仪、极谱仪	✓		✓	✓
		真空获得设备	真空泵、增压泵、扩散泵, 真空炉内	✓		✓	
		真空镀膜装置	蒸发镀膜, 溅射镀膜设备	✓		✓	✓
9	实验设备	气候环境设备, 试验箱	恒温、恒湿箱, 干燥箱, 培养箱, 水坛, 油坛, 气候环境模拟设备	✓		✓	✓
		高压釜	电磁振荡, 机械搅拌式高压釜	✓		✓	✓
		实验室离心机	高速、超高速离心机	✓	✓	✓	✓
		其它	鼓风机, 破碎机, 搅拌器, 蒸发器, 筛子, 均质器, 振荡器	✓	✓	✓	
10	动力测试仪器		转矩、转速、功率测量仪, 油耗仪, 漏气 仪, 数据分析装置, 五轮仪, 电荷放大器, 测振仪				✓
11	铸造测试仪器		型砂热变形测试仪, 溃散性测试仪, 冲天 炉自控仪				✓
12	环境监测和 劳动保护	污染测试仪器	各种粉尘、水源、空气、辐射等污染监测 仪器和设备	✓	✓	✓	
		噪音和振动测试 其它	声级计, 噪声剂量计, 公害振动测量仪 净化工作室, 尘罩, 防护服, 高能粒子过 滤器		✓ ✓		✓
13	农科土壤仪器		氨基酸分析仪, 叶绿素测定仪, 土壤P、K、S 测定仪 土壤击实仪, 土壤快速分析仪, 部分分析 光学仪器				✓
14	应变测试仪器		动、静态应变测量仪, 遥测应变仪, 电阻 应变片				✓
15	实验室用材 料、试剂、家 俱和装置设备		化学制品, 试剂, 标准气体, 高纯金属, 非金属材料, 试管, 试瓶, 烧杯, 量筒, 蒸 发皿, 过滤器, 坩埚, 实验桌, 物品柜, 水、 电、汽源接插件、工具、密封件	✓	✓	✓	

注: "✓" 表示属于实验室仪器范围内的产品。

实验室仪器商品化已有一百多年的历史。美国生产实验室仪器已有九十年的历史，英国则已有一百二十年的历史。第二次世界大战后，随着军工的迅猛发展，实验室仪器也获得了迅速发展。各种先进的技术，特别是电子技术，在实验室仪器中得到了广泛的应用。进入七十年代以后，微处理机和数字显示已成为现代实验室仪器的一个重要标志。各种仪器不仅在精度、稳定性和可靠性方面大大提高，而且操作也越来越简便，非专业技术人员也能轻而易举地使用。

现在，实验室仪器的服务领域不断扩大，它不仅在机械、冶金、航空、船舶、石油化工、交通运输等各方面得到广泛的应用，而且已应用于工业过程和现场测量。现代的天平已不仅是传统的称重仪器，除了用于精密称量外，它还可用于原子能工业，对放射性物质进行分析，在半导体工业，用来对晶体的吸附、氧化、潮解过程进行分析，在工业生产中用于生产过程和产品质量控制。环境试验设备是对产品进行环境因素试验分析极其重要的试验装置。目前已发展为一门独立的科学，称为环境科学。环境科学是研究人们从事生产和生活的环境，研究环境质量和环境变化的规律及生物效应的科学。现在，国外各行各业所需要的环境试验设备都已有商品出售。

实验室仪器作为精密的测试仪器和设备，对计量科学、生物工程、机械工业、化工和农业等各方面的发展起着极其重要的作用。随着新技术革命的到来，实验室仪器正面临技术上重大变革的时期。

(二) 国外实验室仪器的发展概况

1. 天平仪器

从六十年代中期开始，世界上几个比较先进的天平制造厂，在单盘天平的基础上相继试验了把测定值变换为电信号，取出和记录电输出的方法，即采用传感器和电磁力矩器的自动控制闭环系统的早期数字式电子天平。瑞士和日本最先将这种产品投入市场。1965年以后，日本将这一成果以 RL 系列公开发表。这是天平仪器的重大革新，其结果使原来的模拟式光学刻度读数的机械天平飞跃发展为直接以数字显示质量读数的电子天平。实现了精密天平的自动数据处理、自动灵敏度校正和数字输出等多种功能。

七十年代以后，现代科学技术和生产的迅速发展，尤其是大、中规模集成电路和计算机技术的不断发展，进一步推动了计量测试技术和实验技术的发展。越来越多地采用半导体器件已成为精密天平设计和制造技术的一大特点。高集成度的 CMOS 半导体元件，特别是微处理机的广泛应用，给精密天平技术带来了革命性的进步。七十年代初，由于航空和航天工程的需要，瑞士梅特勒公司在美国航空和航天部门的技术帮助下，生产出了第一台全电子天平。而后，联邦德国沙多利斯 (Sartorius) 公司、英国奥尔特林 (Oertling) 公司和日本岛津制作所等也都相继研制出了各种规格系列的上皿式电子天平。1975年，沙多利斯公司、岛津公司、珀金-埃尔默公司和梅特勒公司又进一步研制出带微处理机的电子天平。以后，电子天平的量程不断扩大，重量和体积不断减小，而成本和价格一直不断下降。到七十年代末、八十年代初，电子天平的分辨率已经提高到 $0.1\mu\text{g}$ 。

电子天平的出现不仅大大扩大了天平的应用范围，使天平仪器的功能越来越完善，而且使用方便，称量速度快，读数清晰正确。现代电子天平除了可用于实验室精密称重外，还可

用来计数、计算、分析和发出控制信号,自动去皮重和变换量程。在生产线上则可用它做抽样检验、重量控制、进行各种运算和换算、对多种试样进行统计分析,求出总的测定值、平均值和测定次数,同时也可给出最大值、最小值和标准偏差。新一代的电子天平配上相应的功能附件,如沙多利斯公司的膜滤器及过滤装置,可做晶体的吸附、氧化和潮解过程的分析研究,如润滑油的颗粒污染分析和灌输溶液的无菌试验等。

由于电子天平在各方面具有许多明显的优点,它正在迅速取代传统的机械天平。梅特勒公司1982年生产的电子天平已有30多种型号。岛津公司1982年的电子天平品种为机械天平的3.3倍,其中电子天平40种,机械天平为12种。沙多利斯公司在七十年代初期电子天平仅占其天平产量的10%左右,机械天平占90%左右,直到1978年机械天平的产量还占一半以上。特别是学校实验室用的机械天平,销售量几乎占机械天平销售量的一半以上。当时预计,由于机械天平价格便宜,可以直观地给学生讲解杠杆平衡原理,因而它至少在学校实验室领域还将继续存在许多年。但是,事实证明,即使在学校实验室领域,电子天平也比机械天平受欢迎得多。一个从未接触过电子天平,而仅仅根据使用说明书来操作的学生,他的称量速度要比受过初步训练使用机械天平的学生快3~4倍,每次称重大约少用1分多钟。由于电子天平使用简单,每个学生无需训练即会使用,因此大大提高了工作效率,节省了使用机械天平必需的训练时间。因此,到1983年沙多利斯公司的电子天平产量已上升到90%以上,而机械天平则下降到不到10%。1984年,在沙多利斯公司生产的37种主要天平中,电子天平占35种,年产量6000多台,机械天平只有二种单盘天平,年产量仅3000台左右。根据《美国实验室》杂志对6222名匹兹堡会议参加者的调查,1983年使用电子天平的人数为84.2%,使用机械天平的人数为66.9%。在所调查的6222名参加者中,有18%的人(1120人)将在1984年购买电子天平,按预计单价每台1500美元计算,销售额为1680000美元。而在1984年购买机械天平的人数仅占1.1%(68人),按预计单价每台1000美元计算,销售额为68000美元。根据这一调查,1984年美国电子天平的使用量将比1983年增长21.4%,而同期机械天平的使用量仅增长1.6%。日本岛津公司1982年电子天平的品种就已达到机械天平的3.3倍,电子天平约有40种,而机械天平仅12种。

随着工业分析和科研工作的进一步发展,使用方便、称量快速、读数清晰准确、具有多种功能的电子天平将越来越受到用户的欢迎。因此,大量生产各种规格和性能的电子天平是当前国外精密天平行业的主要趋向。在电子天平中,由于上皿式电子天平比下皿式电子天平操作方便,可以接入生产自动线,容易实现机械方式加载和卸载,因而上皿式电子天平的发展将大大超过下皿式电子天平。

近年来,精密天平的应用范围已经不断扩大,它不仅用作实验室精密称量,而且广泛用于原子能工业、半导体工业、工业生产过程和产品质量控制等方面。随着科学技术的进步和生产的发展,精密天平的结构设计将愈加完善,新的技术成果将在精密天平技术中不断得到应用,从而大大提高天平的技术性能,天平产品的更新换代也将越来越快。单盘天平出现后20多年才取代了双盘天平,而电子天平出现后仅10年左右就基本取代了机械天平,同类产品本身的更新周期也已缩短为3~5年。

国外主要天平企业及其产品品种见表2。

2. 环境试验设备

(1) 环境试验设备产品技术发展概况

表2 国外主要天平企业及其产品品种

厂 商	天平种类				称 量				应 用					特 点											
	扭力天平	弹簧天平	电子天平		其他	分析天平 (0.1mg分度值)	微量分析天平 (0.001mg分度值)	上皿分析天平 (0.1mg分度值)	精密天平 (mg分度值)	大称量天平 (20kg以上)	非称重用微处理机程序				工业环境用	动物称重	湿度测量	其他	电子去皿	双量程	不必锁定	带标准打印附件	提供其他标准附件	自动校准	电池工作
			带数据输出装置	不带数据输出装置							带选择数据输出装置	横梁天平	计数	百分比称重											
Mettler			√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	1 2	√	√	√	d e	√	√	√	√	√	√	√
Ohaus	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	1	√	√	√	b	√	√	√	√	√	√	√
Sartorius	√		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	1	√	√	√	b	√	√	√	√	√	√	√
Thornion		√				√	√	√	√	√	√	√	√		√	√	√		√	√	√	√	√	√	√
Oertling			√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√		√	√	√	√	√	√	√
Avon																									
Salter		√	√	√	√			√	√	√	√	√	√												
Sauter			√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	3	√	√	√	a	√	√	√	√	√	√	√
Thor			√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	c	√	√	√	√	√	√	√
CI 电子						√	√	√	√	√	√	√	√						√	√	√	√	√	√	√
Cenke	√																√								
Precisa			√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√		√	√			√	√	√	√	√	√	√
Bosch	√						√	√	√	√	√	√	√			√			√	√	√	√	√	√	√
Gravitrone			√	√	√			√	√	√	√	√	√		√	√	√	f	√	√	√	√	√	√	√
VDF	√																								
Griffin						√		√																	
Harris	√	√						√																	
Stanton			√	√	√			√							√				√	√	√	√	√	√	√
Stevens			√	√	√			√							√				√	√	√	√	√	√	√
島津			√			√		√		√	√	√	√	4	√	√	√	d	√	√	√	√	√	√	√
Labimex & Onaus																									
Soehnie				√															√	√					
GP	√	√								√															
MSE			√	√	√		√	√	√	√	√	√		5	√	√	√		√	√	√	√	√	√	√
MSE & Sauter				√	√	√	√	√	√	√	√	√	√		√	√	√		√	√	√	√	√	√	√
Orme	√	√																							
Schuco																√									
Perkin Elmer					√	√													√	√	√	√	√	√	√
Classic	√	√												6	√			a	√	√	√	√	√	√	√
Ainsworth			√					√		√		√							√	√	√	√	√	√	√
Murakami								√											√	√	√	√	√	√	√
White	√					√		√										g							

注：工业环境用一般是指天平能防飞溅，有耐腐蚀外壳，过载保护和防震装置等。

A：颗粒分析仪；B：杠杆秤；C：游标天平；E：简易电子天平。

1：动物称重；2：处方称重；3：库存控制；4：密度；5：求和求差称量；6：微样品称量。

a：防爆；b：药力；c：热重分析和示差热重分析；d：克拉克；e：教学；f：程序应用；g：表面和界面张力、比重和密度。

环境试验设备大体可分为三类:

① 气候环境试验设备—湿热、干热、高原、高寒、化工、户外、石油、井下、矿山和海洋等气候环境条件模拟用的试验设备;

② 机械环境试验设备—冲击、碰撞、自由跌落、振动、加速度、爆炸、地震等机械环境因素的模拟用试验设备;

③ 特殊环境专用的环境试验设备—射电干扰、原子辐射、海底、宇宙等极端环境条件模拟用试验设备。

世界上最早生产环境设备的专业厂是德国的VÖTSCH公司。创建于1929年,当时只是生产气候环境试验用的电讯、电工产品。

四十年代,英、美由于在太平洋战争中的惨痛教训而大力开展军用器材的热带气候环境试验,并开始出现了试验设备的专业厂。

至今,美国在环境试验设备的研制和应用、性能水平和普及程度上均占世界领先地位。拥有100多家试验设备厂,产品产量在世界上占首位。五十年代,以国际电工委员会IECTC 50编制的基本环境试验方法推荐标准(IEC Publ.No68)把早期的热带气候试验扩展到整个地面范围(包括海洋和低空)的气候环境试验。试验对象也从军品迅速扩展到民品,从电子器材扩大到电工产品和航空工业产品。极大地刺激了制造业的迅速发展。美、英、法、日等国都先后健全和发展了自己的专业环境设备制造厂。

六十年代和七十年代,环境试验技术深入到国民经济各个领域之中,成为各种耐久性工业品质量控制和质量保证的重要试验手段,出现了“环境试验工程”的新概念。美国有些专家提出了“试验工业”新名词。所谓“试验工业”就是专门从事环境试验和其它基本性能试验的理论、方法和设备研制的独立的新兴工业部门。七十年代末,美国经济衰退,但唯独环境试验设备制造业的销售量仍然逐年大幅度上升,引人注目。如美国郎司格工业公司(Ransco Industries) 1978年销售额和利润比前年增长50%。

近年来,环境试验设备已经发展成为一种相当复杂而高级的科学实验设备,其主要特点是:

① 可在试验设备内人工模拟环境因素的临界值,不断升高和扩大,从而可以满足更加严酷的试验要求。如 $-90^{\circ}\text{C} \sim +180^{\circ}\text{C}$ 的高低温箱和 $-10^{\circ}\text{C} \sim +250^{\circ}\text{C}$ 的冷热冲击箱在国外都已成了系列产品。

② 在同一箱(室)内顺序模拟多种因素的多用途气候试验箱以及同时模拟的气候箱,发展极快,一箱多用和综合程度越来越高。如法国FLONIC的冷—热—真空—湿度箱和日本的汽车综合环境试验间。在这种设备中,可同时对整台汽车进行温、湿、日照、路面、辐射、降雨、降雪、紫外臭氧照射和新鲜空气等试验。

③ 环境试验设备采用微机及计算机程序装置飞速发展。1976年,美国的Thermotron公司首先发展了211微机程序装置。操作者把所用的程序以键盘输入,光电显示盘通过程序步骤指示器来指示操作者工作,读数实现了数字式。八十年代初,由于微电子技术的高度发展,国外在环境试验设备,尤其是大、中型以上设备中,微机及其程序控制器应用已十分普遍,而且发展甚快。如美国Tenney公司的Micro Tenn微机程序控制器在1981年正式商品化前已改型四次。目前的控制器具有如下功能:RS-232或IEEE 448兼容;微型磁带存储系统,可调高、低温终止;比例控制,具有电池组备用装置,偏差报警,LCD显示;触动敏感键盘,

51个程序级，自诊断功能。

双通道的Micro Tenn价格为3500美元，三通道的约为4000美元。典型的环境试验装置温—湿—低气压箱的微机系统总成本已只相当于早期的电子和电动控制器。

由于微机的采用，设备的试验重现性和自动化程度大大提高。目前国外的环境试验设备已能在精度上满足各主要工业化国家相应标准的要求。环境试验设备本身的寿命和可靠性指标也得到了不断地改善和提高。日本田叶井公司的环境试验箱 MTBF 据称已达到25000h。

④ 向系列化、装配化发展。环境试验设备，特别是气候环境试验设备，是量大面广的产品。近年来，国外在这些产品结构上的发展趋势是系列化、多品种和装配式结构，以满足多方面的需要和降低成本。联邦德国Weiss公司的湿热箱，从 2.2m^3 至 2000m^3 的范围内已构成系列产品。日本田叶井制作所研制并已成批投产的中小型装配式恒温和湿热箱系列，按其性能和容积范围分成五个规格，按内部材质分成三个规格，按控制仪表的不同分为五个规格，总共有375个品种。这类产品做成组装式结构，可在现场迅速安装供试验用。对于大型笨重的试样，国外的大型气候试验室往往可以在装运进出试验室（箱）时，试验设备的整块前板可沿专门设计的滑道向上升起。如在 50m^3 的气候室内装入3000kg的变压器。美国美军试验和评价部队（TECOM）已专门研制了一种 270m^3 的车箱式气候试验设备，全部装在卡车上，成为一个名符其实的流动试验站。

⑤ 采用传感技术的环境试验设备的发展

温度、湿度（相对湿度和绝对湿度）、气压等环境因素的测量仪器及其自动化水平在很大程度上取决于传感技术的发展。国外在这一方面投入了相当可观的研制力量，仅美国从事温度测量仪器研制的公司已有一百家。

在环境试验设备中，带有温度传感器的实用温度计除了简单的目测式温度计外，还有可给出随时间变化而变化的线性图温度计、数显式温度计、数字记录温度计、也有温度和亮度或颜色成比例的双维显示温度计，以及可给出温度和某种特定的参数成函数关系曲线的自记温度计。当前，在环境试验设备中，传统的目测和人工记录温度已被淘汰。相对湿度的测定，虽然在技术上一直比较落后，现在也已采用了微电脑控制的多通道相对湿度测定和自动控制装置。这种装置是由专门研制的集成电路湿度传感器代替阿斯曼湿度计中的干湿球，并使用微电脑来储存饱和水蒸气压的数据。1983年国外报导的电子相对湿度测定仪不仅测定精度高（2%以下），反应迅速快（数秒），而且可同时实现多点测量和自动记录，成为环境试验技术现代化的重要手段。

⑥ 综合和特殊的气候环境试验设备

在美国及欧美军品市场，美国军用标准MIL-STD781C要求对设备进行可靠性鉴定，即进行综合环境可靠性试验（CERT）。

十多年来，国外若干工业发达国家已经出现了通用于多种环境条件的所谓“通用型”或全气候型的电机电器产品及相应的试验设备。如美国Instron公司研制了能满足军用要求的新型振动试验装置IMS系列。这种振动机适用于IHCA型系列环境试验箱，符合MIL-STD-781B标准的试验要求，并能与试验箱的控制系统连接使用。随着水下、井下、强腐蚀性介质和放射性辐照特殊环境用的电机电器产品的不断出现，国外十分注意相应的试验设备的研制。如日本田叶井的有害气体及微粒试验箱，适用于各种器材的耐有害气体和固体微粒性能的环境试验。美国试验和评价部队装备有容积为 8ft^3 、砂尘粒度为140目、风速为

200~1750ft/min, 风温为70℃~170℃的砂暴试验箱。日本为了把环境试验设备和技术用于民用建筑业,建造了数套6000m³的气候试验室,并用电脑控制整个试验,可把整座标准的二层楼房放入其中进行试验。

⑦ 随着人类在地下、深海以及宇宙空间活动领域的不断扩大,对环境试验设备也提出了越来越高的要求。国外(尤其是美国)在这一领域投入了惊人的人力和财力。例如,在阿波罗登月计划实施过程中,直接用于器材和人的环境试验的费用高达总经费的20~30%。这种包括从地面到星际空间气候条件和机械环境条件的综合环境试验可称是现代环境工程的尖端。

(2) 环境试验方法发展概况

随着现代科学技术,特别是航天技术的发展,各种产品所处的环境更为复杂,更为严酷。因此人们对环境试验也提出了更新更高的要求。所谓环境试验,就是把试验品暴露在自然环境或模拟的环境中,从而对它们实际会遇到的使用,运输和贮存条件下的性能作出评价。

对于电子和电工产品的环境试验始于第一次世界大战前后。到了第二次世界大战期间,英、美等国军事部门由于战争的教训而开始了大量的研究工作,并制订了一系列相应的技术规范。IEC在1954年出版了IEC-68文件的第一版——气候和机械耐久性试验。1960年出第二版。现在有些试验项目已出了第三、四版了。迄今为止,已出版的IEC68文件中已包括气候、机械、杂项以及综合试验等一整套较完整的环境试验方法。在IEC68号文件中的基本环境试验程序中共包括了15种单项气候试验和综合试验,如:A:寒冷(低温)试验;Ka:盐雾试验;Z/AM:寒冷、低气压和湿热连续综合试验等。

各国的温度试验方法,在1974年前制定的标准与IEC标准的第三版有接近的(民主德国),也有差别较大的(苏联)。1974年以后,各国制订的标准则已与IEC标准的第四版一致(英、法)或基本一致(联邦德国、日本)。

湿热试验,在IEC68中现包括二种方法,恒定湿热Ca(1969年三版)和交变湿热Db(1980年二版)。试验Ca采用 $40 \pm 2^\circ\text{C}$, 93~95% RH,持续时间为4、10、21、56天。试验Db采用12+12h循环制,上限温度 $40 \pm 2^\circ\text{C}$ 或 $55 \pm 2^\circ\text{C}$,循环周期数分别为2、6、12、21、56或1、2、6天;下限温度为 $25 \pm 3^\circ\text{C}$,有2种降温方式。

各国的恒定湿热试验方法大多与IEC相同(英、法、民主德国)或基本一致(日本,联邦德国)。其中法国、联邦德国对恒定湿热规定了二种方法,其中一种符合IEC,另一种根据各自国家的情况采用了较低的温湿度。交变湿热试验方法中,英国与现行的IEC完全相同,其余国家基本一致。

大气腐蚀试验中,各国的盐雾试验方法标准以直接引用IEC的试验方法Kc和Kd为多。但有些国家则以IEC和自己的国内标准同时采用。这可能与产品的出口有关。

太阳辐射试验的IEC,1975年出版了试验Sa:模拟地面的太阳辐射试验第一版。国外近年来所制定的标准已基本与Sa趋向一致。

在综合试验方面,IEC自1974年起已制订了四项综合方法,各国也已相继采用。

近年来,各国环境试验方法的发展有2个特点:一是积极向国际标准靠拢。如英国标准BS2011(1979)包括了IEC68号文的全部试验内容和方法,其中交变湿热试验Db与IEC试验Db第一版相同。而当1980年IEC Db出第二版时,英国则在1981年随之很快地修改了BS2011的Db。法国标准的NFC 20 500系列和NFC 20 600系列中,各项试验也是与IEC

相应一致的。日本电子元件试验方法在1978年进行了修改而力求使之与IEC文件相一致。由于近年来电子元器件国际认证制度的推行和实施,更促使所有的国家参加制订与IEC标准相一致的标准。另一个特点是各国普遍重视发展综合环境试验。随着科学技术的不断发展,产品在使用时的环境因素越来越复杂,综合环境的试验研究也就越来越受到重视。IEC除了已经制订的四项综合试验标准外,正在讨论一批气候与机械因素相结合的综合试验方法。

由于IEC标准是各先进国家的经验总结和反映,而且它是不断发展和进步的,所以在IEC组织中的各成员国的标准工作组除了积极推行和采用IEC国际标准外,还竭力以其本国的研究成果来影响IEC标准的制订和修订。

3. 铸造测试仪器

国外对铸造测试技术的研究只是近半个世纪以前才开始的。现在,它已发展到较高的水平。尤其是近十年来,随着电子技术的推广,铸造测试领域也产生了许多新的测试技术和仪器。如铸型型壁位移与铸件缩孔的预测及一些用数字模拟而对三维空间进行测算的难题,现在借助于电子计算机已有可能解决了。用于铸造工艺测试的仪器大致可以分为四个方面,现分别对它们的发展趋势介绍如下:

(1) 造型材料测试仪器

造型材料测试仪器最早为从事铸造的人们所重视。早在六十年代,美国铸造协会(AFS)就对广泛使用的型(芯)砂试验方法制定了有关标准,并且每隔四年修订一次,以不断充实新的试验方法,同时不断推荐所采用的仪器。最近,随着新的造型方法的出现,诸如化学硬化法、V法造型和高压造型等,对型砂的要求也提高了。所要测试和控制的数据也更多,除对水份、透气性、湿强度控制外,还要求对成型性、紧实率、粘土含量等进行控制和测量。在这一系列数据中,紧实率是满足自动化造型线快速处理型砂最重要的条件,是控制型砂质量的最重要的指标。国外近年来不仅对紧实率理论和试验方法做了十分有益的探讨,而且研制了许多紧实率测试仪器,可用于试验室和生产现场控制。如美国迪特公司的紧实率测试仪,经纽约Atlica西屋电力铸造厂砂处理部使用,证明完全能够在自动造型线上起调节型砂性能的作用。

传统的型砂试验往往是单参数测试和试验,不仅操作麻烦,而且单一的数据往往不能说明型砂的可用性,尤其不能快速地对制砂系统发出有效的调节指令。近年来,国外纷纷研制综合性的型砂测试仪器,将通常情况下造型混合料要求控制的水份含量、有效粘土含量及湿强度等性能在一台测试仪器上,用一个试样就能测出。这样,操作人员只用一台仪器,作一次试验就能得出混合料的可用性结果。瑞士GF公司的PVF型气动·电子型砂试验仪,可以制样,测紧实率及测抗弯强度或抗拉强度。该仪器手动预选程序,半自动控制,数字显示,微机处理数据,复印记录结果。综合型型砂试验仪将是今后型砂测试仪器的主要方向。树脂砂测试仪目前正受到各国铸造界的密切注视。对于单件小批量生产铸钢车间和制芯部门,树脂砂被认为是造型制芯工艺的新的发展方向。对它的测试目前各国都在寻找和研制适宜的仪器。已作为商品出现的仪器有冲击透入度试验仪,647型热变形试验仪,表面划痕强度试验仪等。但这些仪器都还不能满足掌握树脂砂硬化机理及控制树脂砂高温性能的要求。苏联、保加利亚、日本等国在这一领域的研究较为活跃。日本的山东冶等人研制的自硬砂高温性能测试装置模拟浇注状态条件下铸型所经受的环境及热速度,将试样放在非氧化性环境中,使试样的中心部分在2分钟内加热到1000℃,然后开动旋转的网筛,使已加热的试样在规定的高

温下与筛网摩擦,根据试样表面摩擦的程度,确定其表面的热稳定性。随着树脂砂工艺的推广应用,相应的测试仪器在国际市场上将大有发展。

(2) 熔炼过程的检测和监控仪器

当前,根据铸造熔炼的实际需要,携带方便,使用灵活,既可测C、Si和CF的百分含量,又可测炉温的铁水成份分析仪在国外已十分普及。自七十年代以来,英国首先发展并采用了热分析法快速测定铁水中碳、硅的含量。近来,已发展了采用热分析法来检验和控制铸造合金质量,测定合金成份,甚至发展到预示铸件成型后,在室温条件下的机械性能和金相组织,评定球墨铸铁的球化率和检测铝合金变质效果等等。热分析法在炉前控制与检测合金质量方面具有迅速准确、使用方便等优点。通过实验,可以找出某种合金的金相组织、机械性能和判据间的相互关系,并可建立数学模型,进而为测试的完全自动化提供条件。苏联在热分析法测定碳含量方面,具有独到之处。他们根据相变理论,认为亚共晶铸铁的液相线温度与介质稳定共晶转变和硅的含量无关,仅与碳有关。因此,将碳含量的测定简化为铸铁的稳定结晶温度 Δt 的测定。采用温度自记法(溶液的冷却曲线)来测定熔融状态合金的含碳量。此方法速度快,从浇注试样到得出记录数据仅需4分钟。苏联明斯克拖拉机厂利用熔化过程中硫、碳含量影响炉内饱和磁场强度和导磁率的原理,研制出了检测溶液中硫、碳含量的装置,可连续测出熔融金属的成份,还能连续自动调整。

此外,用热分析法测球化率也是目前炉前快速测定球化率及控制孕育效果的一个大突破。它是根据掌握液态试样(铁水)冷却过程的过冷度、共晶温度、共晶时间等特殊变化特征来进行判定的,较之快速金相法或三角试片法测定球化率则更为准确、简便和快速。日本矢作制铁所生产的测试仪,在铁水注入样杯后,仪器用90秒即能描绘冷却曲线,用30秒作曲线解释,共计2分钟便能显示结果,用微机全自动控制。

熔融金属温度的测量和控制,是控制铁水质量的重要手段,是保证铸件质量及其机械性能的重要环节。对冲天炉来说,也是检测冲天炉工作情况,降低焦耗的必要手段。连续地对熔融金属测温是近十年才发展起来的。在日本,七十年代中期,只有33%的工厂使用光学高温计或热电偶,大部分工厂的冲天炉全凭操作者的估计。光学高温计不仅仪器误差和人为误差大、准确度低,而且无记录装置,无法记录工艺过程的温度情况。国外现在已采用了浸入式热电偶及红外辐射温度计,突破了连续测温的难点。目前的浸入热电偶已可经受50次反复冷热变化。东京国际技术研究所生产的红外辐射手提式触点测温计可在1分钟内直接读出液面温度,分辨率为 1°C ,精度为 $\pm 1\%$ 。英国Leeds公司生产的Readomax型湿度仪,已应用了微机,它能精确地测出熔池温度,不受熔渣温度“热区”引起的峰与谷的影响,也不受电噪声的干扰,可以数字显示(LED),能显示 1°F 读数。

(3) 铸型检测仪器

检测铸型的性能,控制铸型的质量不仅与型砂试验和熔炼过程检测具有同等重要的意义,而且对于节能、保证铸件质量意义重大。目前,广泛使用的检测铸型质量的仪器有:各类硬度计、铸型透气性测定仪、铸型强度计等。国外对检测大型铸钢件铸型的高温性能作了不少工作。并且,随着电子计算机技术的深入应用,对复杂铸型的测试已成为可能。日本久宝公雄对复杂铸件的三元空间凝固问题的测算作了十分有益的工作,已经能够根据铸型的凝固速度预测缩孔大小。但是,在这方面,仍有许多空白。预计到九十年代前后日本即可实现冒口设计的计算机化。

(4) 压铸工艺参数测定仪器

为了获得优质压铸件,对压铸工艺同样要进行严格的控制与测试。由于压铸设备的复杂性及其特殊的工艺性能,早期使用的单项工艺参数的测试,诸如压射速度、压射力、镇型力、二次压射后压力动态变化等的测试已显得落后。现在的压铸测试仪器不仅能够测量、显示和记录压铸机工作的全过程的各工艺参数,也能用于新压铸模具的调试,缩短掌握旧模具的重复使用和新模具投入使用的时间,以确保最佳铸造参数的再现性。也就是说,目前压铸机上已应用监控仪。国外已能在2000t的大型压铸机的控制柜内采用监控仪,显示77个回路单元的状态和七个全“阶梯图”,并在屏幕上显示单元和线圈的真实情况,以便帮助校验和排除故障。总的说来,国外铸造测试仪器的发展趋势是从实验室仪器向生产现场控制发展,重视发展生产过程的控制;从单一性能的测试仪器向多性能综合测试仪器发展,以提高仪器监控和指导生产的能力;随着电子技术的进展,提高测试技术的自动化水平及测量精度。从过去的手工操作,目测数据的单点检测装置向自动控制、多点检测、数字显示和动态分析发展。以电子计算机技术改造旧的测试仪器的更新换代的时期已经到来。

4. 实验室离心机

七十年代以后,美国的贝克曼公司首先在其L8系列离心机中采用了变频电机、微机控制、数字显示和感触开关等先进技术,从而出现了第五代离心机产品。近年来,贝克曼公司又推出了更为先进的L8M系列实验室离心机,实现了离心机与计算机对接,这可算是第六代离心机产品。第五代和第六代离心机的出现使实验室离心机在驱动系统、控制系统、显示功能和与计算机对接等方面取得了很大发展。

(1) 驱动系统的重大变革

离心机的驱动系统直接关系到整机的寿命、噪音、控制性能、效率、结构等主要指标,所以自从离心机问世,驱动系统一直受到人们高度的重视。可以说,新一代的离心机往往是由驱动系统的变革而产生的。目前美国Beckman和日本HITACHI已大量采用变频电机驱动离心机。这是实验室离心机技术上的一大进步。

变频电机首先是由MSE公司在1969年研制成功的。但该公司只在分析型超速离心机中应用(Centriscan 75)。1973年以后,美国Beckman经5年的研制,不仅实现了在L8系列产品上应用变频电机,而且在高速机(J2-21M),低速大容量机(J-6M)上都采用了变频电机。日本HITACHI则自1981年起也自行研制成功变频驱动系统。在SCP型离心机中应用。变频电机驱动方式比起以往的高速直流电机加齿轮变速驱动方式,没有碳刷的磨损,不需要高速油密封,速度调节和控制不仅容易实现而且精度高。此外,还具有寿命长、噪音低、效率高、机械结构简单、体积小等优点。

继变频电机驱动方式以后,Beckman公司在八十年代初又研究成功了一种结构更先进,可靠性更高,效能更好的变频系统——超平稳感应驱动(Ultra Smooth Induction Drive)系统。这种驱动系统也是由一频率可控的感应电机为主体组成:电机直接驱动转头,以相同的速度运转,因此不用变速齿轮或冷却液泵,整个系统密闭在一真空室内,无需进行高速真空密封;并且其提供的高转矩较之别的感应电机使转子加速快30%。整个驱动系统的可靠运转时间为100亿转。日本SCP系列超速离心机的变频电机驱动系统据报道其寿命指标可达200亿转。

用变频电机直接驱动方式来代替直流电机经齿轮变速的驱动已是实验室离心机驱动系统