


材料检测仪器装备发展 研究报告

陶春虎 肖澜 凌玲 等 编著

 中国质检出版社
中国标准出版社

材料检测仪器装备发展研究报告

陶春虎 肖澜 凌玲 等 编著

中国质检出版社
中国标准出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

材料检测仪器装备发展研究报告/陶春虎,肖澜,凌玲等编著. —北京:中国标准出版社, 2013.6

ISBN 978-7-5066-7141-5

I. ①材… II. ①陶…②肖…③凌… III. ①材料—检测仪表—研究报告—中国 IV. ①TH87

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 062582 号

中国质检出版社
中国标准出版社 出版发行

北京市朝阳区和平里西街甲 2 号 (100013)

北京市西城区三里河北街 16 号 (100045)

网址: www.spc.net.cn

总编室: (010) 64275323 发行中心: (010) 51780235

读者服务部: (010) 68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

开本 1000×1400 B5 印张 6.375 字数 173 千字

2013 年 6 月第一版 2013 年 6 月第一次印刷

*

定价 75.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话: (010) 68510107

编委会名单

主 审：张继红

副主审：许心超 汤 健 陶春虎 肖 澜

主 编：陶春虎

副主编：肖 澜 凌 玲

成 员（按姓氏笔画升序排列）：

万德田	王福生	王东升	王晓薇	王俊芳	王 蓬
王 亮	包亦望	刘 正	刘瑞鑫	刘古权	刘正权
何玉怀	李树勇	李华昌	李 波	宋楠楠	张亚珍
张小帅	张春达	陈舜琮	陈 颀	杨鸿骏	金 磊
周 航	祝铁柱	黄福玉	缪宏博		

序 言

有关材料检测的历史可以追溯到 4000 多年前。公元前 2025 年，巴比伦王国汉谟拉比撰写了历史上第一部有关对产品质量问题进行严厉惩罚的法律文件。生产力的落后导致商品供不应求以及检测技术的落后导致对产品质量问题责任无法科学认定，使得汉谟拉比法典难以实施。对产品质量的辨认只能靠零星、分散、宏观的经验世代相传，这一阶段与简单的手工生产基础相适应的检测技术发展一直持续到 200 多年前的工业革命时期。期间（16 世纪到 18 世纪）也发展了用断口粗糙度、断口分析等判断材料质量等一系列技术，但这些技术发展十分缓慢。

以蒸汽动力和大机器生产为代表的工业革命给人类带来了巨大的物质文明，产品失效却给人类带来了前所未有的灾难，人们首先遇到了越来越多的蒸汽锅炉爆炸事件，在总结这些重大失效事故的经验教训中，英国于 1862 年建立了世界上第一个蒸汽锅炉监察局，对蒸汽锅炉材料、结构等进行检测，并把失效分析作为仲裁事故的法律手段和提高产品质量的技术手段，随后在工业化国家中，对产品进行质量检测与评估的技术和管理机构相继出现。

工业革命对产品质量的要求，不仅推动了检测相关学科的快速发展，也极大地推动了检测装备的迅速发展，摆锤冲击试验机与疲劳试验机等相关检测装备相继出现，特别是 20 世纪 50 年代末以后，随着电子行业的兴起，可靠性设计与检测得到广泛的应用。电子显微分析、无损检测及成分分析等大量微观分析的实验技术和装备水平得以迅速提升，为材料的深入研究和检测提供了可能。损伤容限设计思想的应用和发展，使得近半个多世纪的无损检测、化学分析特别是微痕量分析、力学性能数据测试与表征等检测技术得到了快速发展。近半个多世纪的检测技术和检测仪器装备的发展，千万倍于过去多少世纪仪器装备发展的总和。



检测技术在历史上的首要地位建立在对产品质量的鉴定和监督上，是对产品质量问题进行惩罚的基础和前提，也是提高产品质量的重要保证。

在现代社会文明高度发展的今天，检测技术不仅是全面质量管理的重要环节，而且是可靠性工程的重要技术基础，是安全和维修工程的理论基础和指导依据，更是市场经济条件下用户手中最强有力的武器。检测包括提供设计用性能数据，新材料性能评价与测试，产品质量技术仲裁以及使用过程中的寿命预测等。因此，对产品的技术质量保证而言，设计是灵魂，材料是基础，工艺是关键，检测是保证，而且检测贯穿于从设计到最终产品，一种产品技术含量的高低，很大程度上体现于检测的投入。

检测技术的提升，人才是关键，技术是基础，仪器是手段。由北京材料分析测试服务联盟组织撰写的材料检测仪器装备发展研究报告，系统地分析了材料检测仪器装备行业的发展现状，国内外典型领域材料检测仪器装备如物理性能测试、化学性能测试、无损检测以及力学性能检测仪器装备的发展情况，并对仪器装备的发展趋势进行了预测。不仅有助于相关机构及行业人士了解行业与市场变化，认识国内检验检测仪器装备发展的特点及趋势，更重要的是为政府相关部门制定检测装备发展决策提供依据，具有重要的实用价值。

本书的作者由北京材料分析测试服务联盟各主要单位从事检测的专家和管理人员组成，他们在检测领域具有扎实的理论基础和丰富的实践经验，本书的出版将对我国材料检测领域仪器装备的发展与技术提升起到积极的促进作用。

师昌绪
2013.4.1

前 言

我国著名科学家、两院院士王大珩先生指出：“机器是改造世界的工具，仪器是认识世界的工具”。

随着国民经济的快速发展，工业的进步，对产品质量水平的不断追求，国内对检测行业的需求越来越大，要求越来越高，在国家大型科研项目、军工项目以及涉及国计民生的食品、药品、环境、材料等领域都离不开检验检测。著名科学家、两院院士师昌绪先生指出：产品质量的提高，“设计是灵魂，材料是基础，工艺是关键，检测是保证”，精辟地阐述了检测在掌控产品质量中的重要作用。

随着检测产业的发展，处于检测服务产业的上游行业——检测仪器装备行业的市场必然越来越大，持续不断的市场需求，促使我国检测仪器装备行业成为投资热点。近年来，国家在仪器装备行业给予了大力支持。

2012年2月6日国务院颁发的《质量发展纲要（2011—2020年）》中明确指出要提升检验检测能力，在检测仪器装备研发上加大检验检测技术和检测装备的研发力度，推进重点仪器、关键检测装备的国产化进程，加快速检测仪器设备、方法的筛选、推广和应用。

《仪器仪表行业“十二五”发展规划》中指出，“到2015年，仪器仪表行业总产值达到或接近万亿元，年平均增长率为15%左右；出口超过300亿美元，其中本国企业的出口额占50%以上，到‘十二五’末或‘十三五’初贸易逆差开始下降；积极培育长三角、重庆以及环渤海三个产业集聚地，形成3~5个超百亿的企业，销售额超过10亿元的企业过百。”

随着材料检测服务市场日益壮大，国家政策的持续支持，我国材料检测仪器装备行业面临着巨大的发展前景和发展机遇，国内仪器装备厂商勇于创新，大力推进我国仪器装备行业的发展，提升了国产仪器装备，尤其是材料检测仪器装备的国际竞争力。



与此同时，我国国产仪器装备制造厂商面临激烈竞争，国产仪器装备在产品技术、产品性能、技术支持、售后服务、市场运作等方面与国外先进仪器装备相比还有较大差距，部分产品关键技术和核心技术受制于人。高档、大型仪器装备几乎全部依赖进口，中档产品以及许多关键零部件也严重依赖进口，高端仪器装备处于被动状态，依赖进口产品导致检测成本大大提高。

为了更好地反映我国材料检测仪器装备的情况，让国家有关部门及上下游用户更好地了解材料检测仪器装备产业的发展，同时也为探索实现材料测试服务业上下游产业联动机制，促使检测机构与上游仪器装备厂商形成良性互动机制，北京材料分析测试服务联盟成立了“材料检测仪器装备发展研究”项目组，对材料检测仪器装备行业的发展进行研究。项目组成员包括来自中航工业北京航空材料研究院、钢研纳克检测技术有限公司、北京市理化分析测试中心、中国建材检验认证集团股份有限公司、航天材料及工艺研究所、北京矿冶研究总院等单位的专家。在北京材料分析测试服务联盟的组织和指导下，项目组迅速投入工作，经过广泛深入的企业调研、专家研讨和科学论证，形成了本书内容。

本书从材料检测仪器装备行业的典型领域角度，深入研究仪器装备行业发展现状，对国内典型材料检测仪器装备领域中物理性能测试仪器装备、化学分析仪器、无损检测仪器装备以及力学性能测试仪器装备等进行分析，目的在于帮助相关机构及行业人士了解行业与市场变化，认识国内材料检测仪器装备技术发展水平，为其作出正确决策提供支撑，为政府相关部门制定决策提供参考依据。

由于检测范围宽广，涉及的仪器装备品种繁多，受技术水平的限制，加之时间仓促，本书不妥和错误之处在所难免，恳请读者批评指正。希望本书的出版，能够对我国检测仪器装备的发展起到积极的推动作用。

编著者

2013年3月

目 录

第一章 材料检测仪器装备发展分析	1
一、国内外仪器仪表行业发展分析	2
二、我国科学仪器发展情况分析	13
三、材料检测仪器装备市场现状	17
四、材料检测仪器装备市场发展特点及趋势	23
五、材料检测仪器装备在国民经济中的地位和作用	26
第二章 典型材料检测仪器装备现状分析	30
一、物理性能测试仪器装备	31
二、化学分析仪器	42
三、无损检测仪器装备	64
四、力学性能检测仪器装备	75
五、典型材料检测仪器装备发展概况	80
第三章 我国材料检测仪器装备产业现存问题分析	82
一、材料检测仪器装备产业总体现状	82
二、产品	83
三、厂家	84
四、行业及外部环境	85
第四章 材料检测仪器装备业发展建议	86
一、产业政策上积极引导推进	86
二、技术难题上组织资源突破	88
三、产业协作上形成平台机制	89
四、需要重点支持领域和产品	90



附录 1	质量发展纲要（2011—2020 年）	93
附录 2	关于加快发展高技术服务业的指导意见	113
附录 3	电子专用设备仪器“十二五”规划	120
附录 4	科研条件发展“十二五”专项规划	132
附录 5	服务业发展“十二五”规划	145
附录 6	加快推进传感器及智能化仪器仪表产业发展行动计划	183

图目录

图 1-1	2006 年~2010 年仪器仪表类商品国际贸易额	2
图 1-2	2004 年~2011 年我国仪器仪表行业工业总产值	5
图 1-3	2006 年~2011 年我国仪器仪表进出口额	7
图 1-4	2006 年~2011 年我国仪器仪表市场规模	9
图 1-5	国内上市仪器仪表公司 2011 年国内外市场份额	12
图 1-6	2006 年~2011 年我国科学仪器产值规模	17
图 2-1	OPA-100 金属原位分析仪	50
图 2-2	Plasma1000 电感耦合等离子体发射光谱仪	52
图 2-3	辉光光谱仪	52
图 2-4	X 射线探伤机	70
图 2-5	MTS 材料试验机	78
图 2-6	INSTRON 材料试验机	78
图 2-7	高频试验机群	78

表目录

表 1-1	仪器仪表行业规模分析	4
表 1-2	2011 年~2012 年 6 月我国仪器仪表产销情况	5
表 1-3	2011 年我国仪器仪表行业部分地区企业及产销值情况	8
表 1-4	部分上市仪器仪表公司 2011 年营业收入	10
表 1-5	国内上市仪器仪表公司 2011 年国内外主营业务收入	11
表 1-6	科学仪器分类	14
表 1-7	部分国产仪器装备产品信息	19

○第一章 材料检测仪器装备发展分析

随着经济和工业的进步，仪器仪表行业在世界各国国民经济中占有越来越重要的地位，已经成为国家科技水平进步的重要标志，各发达国家日益重视仪器仪表行业的发展。

一些发达国家通过制定一系列战略规划来发展本国的仪器仪表行业，如美国通过国家自然基金（NSF）和国家健康研究院等扶助科学仪器的研发，确保美国在世界科学仪器产业的领先地位；欧盟在“第六框架计划”（2002年~2006年）中将“操纵和控制装备和仪器的开发”列为纳米技术和纳米科学领域的重点内容，在“第七框架计划”（2007年~2013年）中，斥资41亿欧元主要用于辐射源、望远镜和数据库等新型研究基础设施建设；加拿大自然科学与工程研究理事会制定了“研究工具、仪器和设施计划”等等。

近年来，中国、智利、巴西、俄罗斯、印度、阿根廷等国家的仪器市场发展也很快，对科学仪器的进口正以年均15%~30%的速率增长。发展中国家也认识到仪器仪表行业的重要性，如我国制定了《仪器仪表行业“十二五”发展规划》。

我国仪器仪表行业已经形成品种比较齐全、产业规模较大的产业体系，是发展中国家中规模最大、产品品种最全、综合实力最强的仪器仪表生产国家，在国际仪器仪表市场中发挥越来越重要的作用。

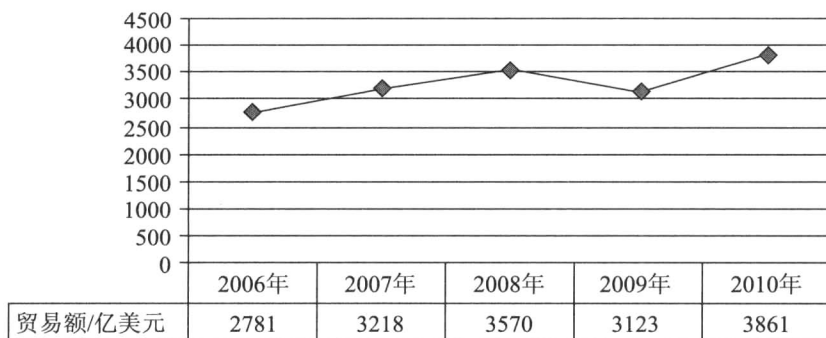
仪器的一个重要用途是用于材料检测。材料检测仪器装备按应用领域来说是仪器仪表行业的重要组成部分，属于“科学仪器”的范畴。在材料检测中用于分析材料成分、结构、性质与使用性能等因素，虽在制造业产值中所占比例较小，但是对国家经济的发展、科学研究以及国计民生的影响越来越大。



一、国内外仪器仪表行业发展分析

1. 全球仪器仪表行业发展

全球仪器仪表在 2009 年由于受到金融危机的影响，贸易额比 2008 年下降了 12.5%，2010 年又实现增长，国际贸易额达 3861 亿美元，实现了 23.6% 的高增长率，全球仪器仪表市场在 2006 年~2010 年之间总体发展呈上升趋势，如图 1-1 所示。



数据来源：机械工业仪器仪表综合所

图 1-1 2006 年~2010 年仪器仪表类商品国际贸易额

全球仪器仪表行业经过几十年的快速发展，已经形成了不同的层面和特点：

(1) 并购扩张

全球仪器行业经历了 2009 年的下滑，2010 年的反弹，2011 年实现较快增长，其中在 2011 年全球仪器市场的一个重大特点就是各公司通过并购实现扩张，促使全球仪器公司的布局发生重大变化。

2011 年全球知名仪器装备企业积极进军新兴市场。如安捷伦科技有限公司 (Agilent) 总收入 17 亿美元中有 25% 来自新兴市场；美国珀金埃尔默仪器有限公司 (PerkinElmer) 分析科学和实验室服务总裁 Dusty Tenney 预计，2012 年其所在部门 50% 的增长将来自于新兴市场，



并指出,除巴西外,阿根廷和智利在食品和采矿等领域有很好的增长空间。

(2) 布局发展诊断市场

2011 年全球仪器公司排名前 10 位的公司中有 5 家都涉及诊断业务,而美国 Agilent、赛默飞世尔科技(Thermo Fisher)、美国丹纳赫集团(Danaher)及 PerkinElmer 通过收购极大地扩展了诊断业务的规模。2012 年 5 月,Agilent 收购癌症诊断公司丹麦丹科公司(Dako),扩大了癌症诊断业务的规模;2011 年,Danaher 收购了贝克曼库尔特,扩大了其生命科学与诊断业务的规模;2011 年 5 月,Thermo Fisher 收购了瑞典血检系统供应商 Phadia。

(3) 重视产品高端设计,引导产业发展

国外仪器厂商非常重视科学仪器的高端设计,占领了高端仪器市场。我国以及其他发展中国家的高端仪器严重依赖进口。

(4) 加大对科学仪器产业共性关键技术的研发投入,降低企业技术创新的成本。

(5) 重视科学仪器产业技术和管理人员队伍建设,如定期安排培训、制定科学的考核标准、分类制定薪酬标准等。

2. 国内仪器仪表行业发展

(1) 国内仪器仪表行业概况

近 10 年是我国仪器仪表行业发展最快的 10 年。目前,我国已经成为国际仪器仪表行业规模较大的国家之一,也是发展中国家仪器仪表行业规模最大、产品种类最齐全的国家。我国仪器仪表行业经过二十多年的发展已经成为常用仪器仪表的生产大国,市场销售份额不断提高,发展速度也居世界前列,世界上仪器仪表的增长率为 3% ~ 4%,而我国已连续 4 年实现 20% 以上的年增长率。

国家已经把仪器仪表行业列为当今社会发展的重要行业,并把仪器仪表行业的发展列入“十二五”发展规划中,制定了《仪器仪表行



业“十二五”发展规划》，依照“十二五”规划要求：“十二五”期间全行业利润总额将达 713 亿元，年均增幅为 13%，主营收入利润率达到 8.5%~9%，总资产达 8700 亿元。随着物联网、智能电网等新技术的快速发展，以及全球环保、低碳、绿色等标准的提高，我国仪器仪表行业必然会获得飞速发展。

我国仪器仪表行业虽然取得了大幅度的增长，但是与国际水平的差距依然不容忽视，我国与发达国家相比仍有 10 年~15 年的差距，这些差距主要体现在行业规模较小，产品综合竞争力低（如产品稳定性、可靠性较低、工艺设计粗糙等），自主创新能力不足，关键技术依然受制于人，低水平重复建设现象严重等方面。

(2) 2011 年我国仪器仪表行业基本情况

1) 我国仪器仪表行业总体概况

我国仪器仪表行业工业总产值从 2005 年起，一直保持两位数的大幅增长态势，在经过 2009 年的疲软之后，2010 年其增长率又达 29.58%。

虽然增长幅度较大，但是整体行业规模较小，分析如表 1-1 所示：

表 1-1 仪器仪表行业规模分析

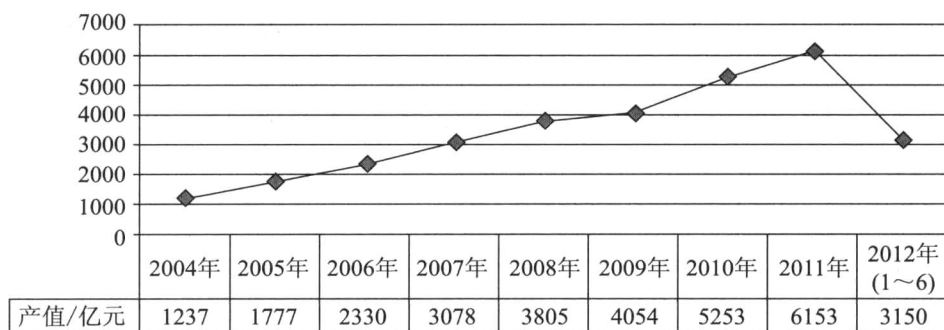
年份	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年
仪器仪表产值/亿元	1237	1777	2330	3078	3805	4054	5253	6153
全国工业总产值/亿元	65230	77304	91285	110577	130329	135338	160882	188572
仪器仪表产值占全国工业总产值比例	1.90%	2.30%	2.55%	2.78%	2.92%	3.00%	3.27%	3.26%
国内生产总值 (GDP) /亿元	159878	184937	216314	265810	314045	340903	401202	471564
仪器仪表产值占 GDP 比例	0.77%	0.96%	1.08%	1.16%	1.21%	1.19%	1.31%	1.30%

数据来源：国家统计局、中国仪器仪表协会



如表 1-1 所示, 仪器仪表行业总产值在全国工业总产值和国内生产总值中占的比例很小, 发达国家如美国 10 年前总产值已达到 4000 亿美元, 占工业总产值比例达 4%, 但从表 1-1 可以看出, 我国仪器仪表产值占工业总产值以及国内生产总值的比例近年来得到迅速提升。

据工信部公布, 截至 2011 年, 我国仪器仪表企业总数增加到了 7154 个, 截至 2011 年 12 月, 仪器仪表全行业完成工业总产值 6153 亿元, 销售产值 5976 亿元, 利润总额 531 亿元, 全年进出口总额 551 亿美元, 其中出口总额 189 亿美元, 进口总额 362 亿美元。2004 年 ~ 2011 年仪器仪表行业工业总产值数据详见图 1-2。



数据来源: 国家统计局

图 1-2 2004 年 ~ 2011 年我国仪器仪表行业工业总产值

2) 我国仪器仪表行业产销情况

2011 年 12 月, 仪器仪表全行业完成工业总产值 6153 亿元, 销售产值 5976 亿元, 2012 年 1 月 ~ 6 月实现工业总产值 3150 亿元, 销售产值 3049 亿元。2011 年 ~ 2012 年 6 月我国仪器仪表产销情况见表 1-2。

表 1-2 2011 年 ~ 2012 年 6 月我国仪器仪表产销情况

时间	工业总产值/亿元		工业销售产值/亿元	
	当月	累计	当月	累计
2010 年 12 月		5253	592	5116
2011 年 2 月	338	722	332	705