

《国外机械工业基本情况》参考资料

光 学 仪 器

上海光学仪器研究所
新添光学仪器研究所
北京光电技术研究所
上海新跃仪表厂

编

第一机械工业部技术情报所

出 版 说 明

以华主席为首的党中央向全国人民提出了新时期的总任务，全国从上到下一心一意搞四个现代化。机械工业要适应“四化”的要求，必须为国民经济各部门提供现代化的技术装备。为此，需要研究和学习国外机械工业的先进技术和经验。在这种形势下，我们组织有关单位编写一套《国外机械工业基本情况》参考资料。这项工作第一次开始于1973年，1975年基本完成，这次是第二轮，在内容和范围上都比上次有所充实和扩大。

这套参考资料按专业分册出版。本书为光学仪器分册，主编单位是上海光学仪器研究所，参加编写单位有新添光学仪器研究所、北京光电技术研究所、上海新跃仪表厂，主要执笔人员有祝绍箕、朱庆华、张葆年、陈海英、白国强、文渝华、林富成、陆国辉、朱尉新等同志。

第一机械工业部技术情报所

目 录

前言	1
光学仪器篇	2
一、国外光学仪器行业情况	2
二、光学仪器企业情况	5
(一) 国外光学仪器主要企业概况	5
(二) 国外光学仪器企业管理的一些特点	21
三、光学仪器产品情况	24
四、光学仪器科研情况	30
五、对二〇〇〇年的展望	46
激光器和激光光学仪器篇	48
开头的話	48
一、激光工业发展历史	48
二、国外激光工业发展水平	50
(一) 气体激光器	51
(二) 固体激光器	55
(三) 可调谐激光器	66
(四) 其它激光器	68
(五) 激光光学仪器	68
三、国外激光重点企业介绍	69
(一) 美国	69
(二) 西德	86
(三) 英国	89
(四) 日本	92
四、激光学术活动与情报	95
本篇主要参考资料	96
电子显微镜篇	97
开头的話	97
一、国外电子显微镜行业、企业情况	97
(一) 日本	97
(二) 英国	103
(三) 荷兰	104
(四) 西德	105
(五) 美国	106
(六) 法国	107
第一部分的参考文献	108
二、国外电子显微镜产品介绍	108

(一) 透射电子显微镜	108
(二) 扫描电子显微镜	113
(三) 高压电子显微镜	121
第二部分的参考文献	122
三、国外电子显微镜的发展动态及趋势	122
(一) 提高电子显微镜的分辨本领	122
(二) 电子显微镜作物质成分与结构分析	124
(三) 电子光源的采用	126
(四) 电子透镜的设计	127
(五) 超导透镜	128
(六) 环境室	129
(七) 高压、超高压、低压电子显微镜	129
(八) 扫描透射电子显微镜	131
(九) 信息处理及显示	132
(十) 减少镜筒与样品污染, 提高镜筒真空度	132
(十一) 扫描电子显微镜的小型化	133
(十二) 提高自动化程度, 简化操作	133
第三部分的参考文献	133
四、电子显微镜的应用	134
(一) 在冶金学中的应用	134
(二) 在半导体领域中的应用	135
(三) 在生物学和医学上的应用	135
(四) 在植物学中的应用	135
(五) 在其它方面的应用	136

前 言

凡是应用光学原理实现各种观察、测量、记录、分析、处理和加工的仪器通称为光学仪器。光学仪器具有精密的光学元件，近年来它越来越与精密机械和电子技术、特别是同电子计算机紧密地结合成一体，标志着光学仪器的发展进入了新阶段。

对于光学仪器的分类，各国不相统一。根据光学仪器的性质和用途，目前我们把光学仪器分为：光学计量仪器、物理光学仪器、显微镜、大地测量仪器、航测仪器、光学测试仪器、电子光学仪器、演示仪器和光学元器件九大类。由于新技术和新原理的不断引入，使光学仪器的品种，数量及应用范围不断扩大。例如随着电子工业的发展，要求提供大量的光刻机和光学检验设备。随着激光和全息照相、遥感技术和光通讯技术的发展，要求提供一大批新的光学仪器。所以上述分类今后可能会变化，光学仪器的包罗面也将不断扩大。

光学仪器是国民经济的一个重要组成部分，它不但作为瞄准、制导和侦察仪器在国防工业中有着重要应用，而且是国家建设中必不可少的工具。近年来，炼钢炉向大型、高速和自动化发展，迫切地需用电子计算机控制的真空光量计进行炉前分析，以有效地控制质量，加速钢铁工业的发展。为了发展石油、化工和医药事业，必须成套供应各种分光光度计。为了传递国家计量基准和进行工厂计量工作，特别是生产现场的计量，需要大量的光学计量仪器，目前三坐标测量机，激光干涉仪和计量仪器的数字化和自动化的迅速发展就说明了这一点。农业是国民经济的基础，各级农科站为了进行科学种田需要大量的显微镜、分光光度计、经纬仪、水准仪和平板仪等。此外监测环境污染，防止公害、发展医疗事业、保障人民健康也都需要大量的光学仪器。除此，对物质成分及结构的分析和对微观世界的认识研究，迫切地需要电子光学仪器。

七十年代以来，光学仪器领域有了较大进展，例如在激光和全息照相、信息处理、纤维光学、光通讯、非线性光学等方面取得了一定成就。此外光学还渗透到核物理、天文学、电子学和计算技术等领域中去。所以现代光学技术是衡量一个国家“四个现代化”水平的标志之一，是一门引人注目的学科。

下面我们分光学仪器、激光器和激光光学仪器、电子显微镜等三篇分别来叙述。

光学仪器篇

一、国外光学仪器行业情况

光学仪器历经三百多年的发展，现已形成一个独立的具有一定规模的工业部门。1976年西德精密机械和光学工业有949个企业，职工总数146000人，其中工人98000人，工人占职工总数的67%，销售额达8936百万西德马克。1976年西德生产显微镜81876台，价值146百万西德马克；生产望远镜177330台，价值38百万西德马克；生产经纬仪和地形仪共2434台，价值4百万西德马克；生产光学计量和检验仪器17938台，价值41百万西德马克。

1973年日本光学仪器工业（不包括照相机和电影机械）有职工5223人，销售额达14373百万日元。1975年生产光学计量仪器10584台，其中投影仪2112台；生产光谱仪器21324台；生产水准仪56135台；生产经纬仪17484台；生产望远镜230138台。

1977年美国光学仪器和透镜工业有职工26000人，其中工人15000人，工人占职工总数的58%，发货额共计1040百万美元。

1976年苏联光学机械仪器产值达509百万卢布，1977年计划达548百万卢布。1975年英国光学仪器产值达39.6百万英镑。1974年法国光学和精密仪器发货额达1401百万法郎。

光学仪器在国民经济中占有相当大的比例，据统计西德的光学仪器约占国民经济总产值的6.5/万、美国约占4.5/万、日本约占3.6/万、苏联约占0.35/万、英国约占2.5/万、法国约占2.1/万。

光学仪器分为九大类，它包括了400多个品种。由于不同产品的需要量有多寡之别，分析一下国外光学仪器工业的内部结构比例，可供合理布局和统筹安排生产作参考。就西德来说，显微镜的产值约占光学仪器总产值的30%，其次是光学计量仪器、光谱分析仪器和望远镜各占10%左右，水准仪约占3%，经纬仪约占2%。日本光谱分析仪器产值约占光学仪器总产值的40%，显微镜约占25%，光学计量仪器约占15%，经纬仪约占8%，水准仪约占6%，望远镜约占7%。据1976年统计，美国光学仪器和透镜工业由下述四部分组成：分析仪器占45%，光学仪器占30%，光学透镜和元件占12%，瞄准、扫描和火控装备占13%。

表1列出光学仪器世界贸易情况。贸易的兴衰在一定程度上反映光学仪器的生产水平和景况。西德、日本、美国 and 英国出口的光学仪器占世界光学仪器总贸易额的76%，几乎垄断了世界市场。这也说明西德、日、美和英的光学仪器比较先进。特别是西德的产品性能好、精度高、稳定可靠和使用寿命长，虽然仪器价格较高，仍能在国际市场上畅销。西德光学仪器的出口达577百万美元，进口达386百万美元。

日本光学仪器的出口以较大幅度增加，已超过西德，达657百万美元。另一方面进口额不大，仅115百万美元。日本光学仪器的发展是畸形的，其畸形表现有二：一是有70%的光学仪器出口，国内市场小，几乎依赖国际市场；二是消费用产品（如照相机、放映机、电影机

械、望远镜等) 约占93%，而生产用产品（如显微镜、光学测定机、光谱分析仪器、测量仪器等）仅占7%。光学仪器的发展全赖消费用产品的增产，而生产用产品只增长4%，是不景气的，见表2。

表1 各主要国家光学仪器输出输入情况(1973年)(单位: 千美元)

国 家	日 本	西 德	美 国	英 国	法 国	意比荷卢 大利 森 利 时 兰 堡	瑞 士	瑞 典	加 拿 大
输 入	115888	386555	534760	222922	290993	514216	119367	80683	224871
输 出	657372	577741	482908	239417	146283	334827	66221	39909	26545

表2 1976年日本光学仪器产值 (百万日元)

种 类		产 值	构 成 比 (%)	年 增 长 率 (%)
消 费 用	照 相 机	251151	64.8	18.6
	电 影 机 械	80314	20.7	25.2
	望 远 镜	6719	1.7	21.5
	照 相 机 附 件	22487	5.8	19.6
	小 计	360671	93.0	20.1
生 产 用	显 微 镜	7685	2.0	9.4
	光 学 测 定 机	2924	0.8	27.9
	光 谱 分 析 仪 器	10493	2.7	8.5
	测 量 仪 器	5980	1.5	2.4
	小 计	27082	7.0	4.0
总 计		387753	100	18.8

美国虽然大宗出口光学仪器，输出额达483百万美元，但进口则更多，达534百万美元，造成贸易上的赤字逆差。所以美国每年都要支付一笔外汇去购买光学仪器，成为日本和西德倾销光学仪器的市场。这并不是美国在光学仪器技术上落后，而是美国过去认为光学仪器生产的机械化和自动化程度低，尤其是光学加工需要大量的熟练工，效率低、成本高，故依赖进口。在经济危机的冲击下，为防止美元外流，美国采取鼓励光学仪器发展的政策，实行企业改造，提高生产效率，今后可能会有较大发展。

各国的光学仪器企业虽为数不少，但厂的规模不大，千人以上的厂不多，多数是百人以下的小厂。1972年美国光学仪器和透镜工业规模如表3。在491家光学仪器厂中，百人以下的小厂有447家，占91%，千人以上大厂仅二家。西德约有300家光学仪器厂，职工近五万，其中100人以下小厂占80%，千人以上大厂仅四家，这四家工厂有职工四万二千人，占职工总数的84%，仅蔡司公司就有三万多职工，占西德光学工业职工总数的50%。

表3 美国光学仪器和透镜工业规模

规 模(人)	1~4	5~9	10~19	20~49	50~99	100~249	250~499	500~999	1000~2499
工 厂 数(个)	204	67	76	68	32	30	9	3	2

注：引自《1972 Census of Manufactures》

日本有300多家光学仪器厂，职工约三万五千，其中千人以上厂有六家，这六家工厂有

职工一万七千人，占职工总数的50%。东德约有40家光学仪器厂，有职工三万一千人，仅蔡司厂就有一万八千人，占了职工总数的58%。

小厂一般有两种经营方式：有的是配件厂，只加工光学元件或某些机械零部件，便于组织专业化生产；有的是装配厂，要外购大部分零部件以维持生产。为数不多的大厂控制整个光学仪器工业。近年来垄断资本日趋集中。如美国光学公司并入 Warner-Lambert 公司，美国鲍许·隆姆公司 1972 年并吞了 Ramft 公司、1973 年并吞了法国的 Lamard 公司和 R·P·C 公司、1974 年并吞了南美洲的一家光学公司，美国佩肯·埃尔姆公司在 1971~1976 年间共并吞了五个公司。

光学仪器厂的另一个特点是劳动集约性。近年来国外工业发达国家主要依靠技术成果、技术手段来提高劳动生产率、扩大生产能力和提高质量，而不是简单地依靠增加人力和设备数量。国外把前者叫做技术集约，把后者叫做劳动集约。我们知道，在玻璃的研磨和抛光，机械零件精加工和仪器装校时需要大量的技术熟练的工人，所以劳动生产率低，是一个劳动集约性的行业。表 4 虽是日本提供的资料，但也和西德、美、英、法、苏的情况相似。表 4 中指出，光学仪器工业的附加价值较低，劳动分配率较高。这说明光学仪器工业中人的劳动量所占比重重大，生产的机械化和自动化程度低，反映了技术上和工艺上的落后。

表 4 关于附加价值的主要指标
(日本三菱总合研究所《企业经营分析》1974年度下期)

行 业	每人平均销售额 (千日元)	每人附加价值额 (千日元)	劳动分配率 (%)	附加价值率 (%)	劳动装备率 (千日元)
全 制 造 业	21136	5581	51.5	26.4	6051
化 学 工 业	24586	7026	46.7	28.6	8141
汽 车	25049	5185	50.1	20.7	5347
弱 电 机	15581	4214	57.6	27	2046
机 床	7392	3412	75.5	46.2	1557
事务用家庭用仪器	11867	4221	62.5	35.6	2078
精 密 机 械	16932	4795	58.1	28.3	1769
光 学 仪 器	11101	4216	62.2	38	1817

关于光学仪器工业的技术经济水平，本文引用了“欧洲经济共同体组织”提供的资料，见表 5，虽然该表只统计到 1973 年，但这些资料是经过“欧洲经济共同体组织”的加工，具有相当的可比性。此外我们还列出表 6，介绍我们所收集到的新近资料。从这些表格中我们可以看出：美国的光学仪器产值最大，第二是西德，第三是日本。

表 5 光学仪器产值 (百万美元)

	美国	西德	日本	英国	法国	意大利	澳大利亚	奥地利	瑞典	西班牙	荷兰
1970	651.3	143.6	262.4	30.7	68.5	20.0	4.1	5.6	1.1	1.1	0.1
1971	594.0	161.0	186.1	35.1	66.1	19.4	13.2	7.7	1.3	1.3	0.1
1972	761.9	187.2		66.5	71.5			9.1			0.7
1973	885.6	265.9		76.5				11.9			

关于劳动生产率只提供参考数字，美国年平均全员劳动生产率为 40000 美元；西德为 47032 美元；日本为 17077 美元。

表 6 若干工业发达国家光学仪器产值表

国 家	单 位	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
美国 1)	百万美元	432	421	538	594	744	860	950	1040
苏联 2)	百万卢布	332	357	393	438	482	520/ 459	509	548*
日本 3)	百万日元	153965	155420	172992	218526	261136	215144		
英国 4)	百万英镑			25.6	31.2	31.4	39.6		
法国 5)	百万法郎	871	970	1072	1223	1401			

1) 美国光学仪器和透镜发货额, 见“U. S. Industrial outlook 1978”。

2) 苏联光学机械仪器和设备产值, 见“Народное хозяйство сср 1977”。

3) 日本光学工业产值, 见“机械统计月报1977”。

4) 英国光学仪器产值, 见“Annual Abstracts of Statistics 1976”。

5) 法国光学和精密仪器, 见“Annual Statistique Industrielle 1976”。

* 计划数字。

二、光学仪器企业情况

(一) 国外光学仪器主要企业概况

西 德

1. 卡尔·蔡司财团

卡尔·蔡司财团是世界上著名的光学仪器托拉斯。成立于 1889 年, 二次大战后分别在西德奥培柯亨(Oberkochen)及梅恩茨(Mainz)设厂, 并分成二个组, 即蔡司组和肖特组。经过三十多年的发展, 目前整个蔡司财团在西德国内拥有十多个工厂, 在国外有若干分公司。财团雇佣的职工总数达三万四千人, 其中科学家约 500 名, 工程师约有 1000 名左右。

(1) 蔡司组——卡尔·蔡司公司(Carl Zeiss): 蔡司组拥有二万多名职工, 卡尔·蔡司公司是该组的总公司, 本部设在奥培柯亨, 有职工 4500 人, 另有二个分部专门生产眼镜和望远镜, 约有职工 1500 人。全公司有 200 名科学家和 500 名工程师。生产工人中令在十年以上的约占 51%, 20 年以上的占 20%。每年培养技术工人 150 名。公司下设生产部、研究发展部、管理部、采购部和销售财务部。研究发展部下面按产品划分为 13 个设计室, 还有一个专门负责工程、电子和光学设计的中央室。

卡尔·蔡司公司生产的产品范围很广, 包括: 计量光学仪器, 物理光学仪器、大地测量仪器、医用光学仪器、军用光学系统、望远镜、摄影镜头、激光应用装置、电子显微镜以及眼镜和各种光学元器件等共约 6000 种。1975 年公司的年销售额为 506.343 百万马克, 其中出口占 46%。有一台电子计算机管理企业的生产, 负责计划、调度、库存、材料、工时、工序等方面的控制。

蔡司公司的工厂厂房为多层建筑结构, 主厂无翻砂、铸造车间。机械加工车间和光学车间均为大厂房化。车间机床设备按工艺布置。机械加工机床多为组合程序控制式半自动多工位机床, 每台机床有压缩空气喷枪, 用来喷吹切屑和保持机床整洁。光学和装配车间普遍

用大面积空调，温度控制在60%，温度约 $23^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。为了适应生产大型天文望远镜的需要，专门设计和制造了加工大型反射镜的6台大型加工设备，其中大型靠模铣床一台，细磨抛光机五台，可加工直径达4米的重型光学零件。光学车间约有工人500人，月产光学零件10万件（包括球面光学零件1000种，平面光学零件100种），使用350种光学玻璃，30余种光学晶体。玻璃材料均由蔡司财团所属的肖特玻璃厂供应。

卡尔·蔡司公司近年来在产品发展方面的特点是不断采用新技术，发展新品种，提高仪器精度，简化仪器结构。随着电子技术、计算机技术的发展，普遍实现了数字显示和自动记录，并应用电子计算机和微处理器实现数据自动处理和测量过程自动化，提高了仪器的半自动化和自动化水平。例如，在计量仪器方面，近年来重点发展了三坐标测量机，该公司自70年以来先后发展了三种型号的三坐标测量机，即 UMM-500、UMM-800 和 WMM-850，这几种产品在技术上是比较先进的。UMM-500 和 UMM-800 均属于高精度型测量机，测量范围前者为 $500\times 200\times 300$ 毫米，后者为 $800\times 600\times 600$ 毫米，测量机三轴均采用电机驱动，测量速度可在1微米/秒至40微米/秒的范围内调节。测量机采用该公司发明的 PHOCOSIN 光电增量式长度测量系统，最小分辨率为0.5微米，重复定位精度为 ± 0.3 微米。仪器配用美国 HP9810 型台式计算机，可进行标准数据处理，计算结果由七位数字显示，并由打印机自动打印记录。测量过程可按预选程序自动进行。

在物理光学仪器方面，蔡司公司主要生产吸收光谱仪器，近年来生产的 FMD-4 型原子吸收分光光度计，由于使用了微处理器，使仪器性能大大改善，操作容易、迅速，测量灵敏度和精度均有提高。在航测制图仪器方面，该公司在1976年研制出 Planicomp C-100 型解析测图仪，配用美国 HP21MX 型计算机，可对航测像片进行座标测量，进行数学模拟，绘制地图，从而大大提高成图效率。

卡尔·蔡司公司对科学研究是非常重视的，公司每年用于科研的经费均占销售额的10%以上。1975年科研经费为五千四百万马克，占该公司75年销售额的16%。蔡司公司在科研方面除了开展对新产品、新技术应用方面的研究外，还比较重视光学方面的研究，近年来主要研究方向是：1) 梯度光学；2) 集成光学；3) 纤维光学；4) 塑料代替光学玻璃制造光学零件；5) 非球面加工等。另外在防霉方面，对胶合用胶、镀膜、涂黑漆、润滑油脂等也有相当研究，并取得一定的成效。

蔡司组所属其它各主要企业的基本情况如表7所示。

(2) 肖特组——肖特玻璃厂(Jenaer Glaswerk Schott & Gen)：蔡司财团的肖特组拥有一万二千多名职工，肖特玻璃厂是肖特组的总部，1952年建于西德梅恩茨城。据75年统计，肖特厂有职工5005人，科研技术人员约有250人。该厂的产品包括光学玻璃、工业和科研用的技术玻璃，眼镜玻璃和普通玻璃，此外还生产光导纤维及各种滤光片。肖特厂生产光学玻璃的工人有1200人，光学玻璃品种有500多种，年产光学玻璃1200~1500吨。其它玻璃年产十万吨。近年来，肖特厂发展了多种新型特殊性能的光学玻璃和多种激光玻璃，零膨胀玻璃也已大量生产。1975年肖特组的销售额为604.5百万马克，其中出口占40%。

2. 莱茨公司(Ernst Leitz GmbH)

莱茨公司建于1849年，是西德最老的光学仪器企业之一，以生产莱卡(Leica)照相机闻名于世。总厂设在威茨拉城(Wetzlar)，在西德国内设有四个分厂，在日本有一个照相机装配分厂，在加拿大有一个光学仪器装配分厂。公司雇有职工6500人，其中研究人员和技术

人员约有 550 人。在威茨拉的总厂有职工 4300 人（据 77 年统计），公司基金为四千万马克。全厂的组织机构分为五大部分：生产部、研究发展部、管理部、采购部、销售财务部。研究发展部有 400 人，其中工程师以上的技术人员有 250 人。全厂有四台电子计算机，一台用于光学设计，一台用于生产管理，一台用于财务计算，一台与西德联邦中心或美国相联。

表 7 蔡司组所属其它主要企业基本情况

序号	企业名称	建立年份	资金(百万马克)	职工人数(人)	主要产品	销售额(百万马克)	厂址
1.	蔡司·依康 (Zeiss Ikon AG)	1926	20	4335(71年) 其中：工人3221 职员1114	照相机、技术摄影仪器及器材等	132,493 (71年)	Berlin Stuttgart Kiel
2.	亨查特 (M. Hensoldt & Söhne Optische Werk AG)	1852		1100(76年)	望远镜、内窥镜、光学分度头、机床读数装置等	35,719 (72年)	Wetzlar
3.	伯朗吐尔 (Protor- Werk Alfred Gauthier GmbH)	1931年 入蔡司 财团	7	880(72年)其中： 工人600 职员 220 学徒60	照相机快门及附属设备、专用机床		Calmbach
4.	马尔维茨·霍瑟尔 (Marwitz & Huser)	1919	16	1300(72年)	眼镜		Stuttgart
5.	福克兰特 (Optische Werk Volgländer GmbH)	1971年 加入蔡 司财团	3	552(76年) 其中：工人469 职员83	摄影镜头、照相设备		Braun- Schweig

莱茨公司主要生产四类光学仪器：显微镜、计量光学仪器、物理光学仪器和照相机。此外还生产双筒望远镜、超 8 毫米摄影机、显微硬度计、特种光学玻璃以及在物镜、标尺上刻字的特种工艺铣刻用积木式机床，近年来还生产程控组合机床。产品品种约 5000 余种（包括附件、元件等）。1976 年公司的销售额为 221.5 百万马克。

近十年来莱茨公司在产品发展方面普遍应用了数字显示技术,采用组合式结构,增加附件,扩大仪器使用范围。该公司先后对大型工具显微镜作了三次改进,发展成 UMM-1 型和 UMM-S 型,前者采用增量式编码器,后者用计量光栅实现了数字显示,并采用纤维光导管照明,增设了高倍显微投影和屏幕显示装置,扩大了使用范围。近年来又在 UMM-S 型基础上发展成 UMM-200×100 数显电动型,采用直流伺服电机,以无级变速驱动座标滑架,并配有台式计算机,用于直接控制测量。该公司对 UMM1000×300 型重型万能工具显微镜也作了重大改进,扩大了 Y 方向的测量范围,改用电动操纵,测量系统应用爱宾斯坦原理补偿了阿贝误差,使仪器更趋于合理化。

在计量仪器方面,近几年来,莱茨公司还重点发展了三座标测量机。他们认为,精密型三座标测量机大部分用于 1000 毫米以内,因此该公司只重点发展这个范围内的测量机。目前生产的座标测量机有三个型号: UPM-3D(测量范围: 200×100×200 毫米)、3D 型(测量范围: 1000×300×200 毫米)、PMM864 型(测量范围: 800×600×400 毫米)。UPM-3D 型是小型全自动万能精密三座标测量机,采用直流无级调速电机驱动,速比 1:80000,调速范围 0.5 微米/秒至 40 毫米/秒。测量系统采用该公司的专利——相位光栅高分辨率光电测量系

统, 最小分辨率为 0.5 微米, 单轴精度 1 微米。测量机配有美国 Wang-2200 型台式计算机以及显示装置和电传打字机, 可进行自动测量, 也可以手动测量。

此外, 为适应电子工业半导体集成电路发展的需要, 莱茨公司研制出一种 MVG 型掩模比较仪, 用于检查集成电路的工作掩模, 采用红绿互补色双像法对准, 反射照明采用纤维光导管, 工作台采用步进马达驱动, 可检查的掩模尺寸最大为 125×125 毫米, 数字显示最小读数 1 微米。

莱茨公司在显微镜方面近年来主要生产各类高级显微镜, 图像自动分析显微镜及显微分光光度计等。

3. 海顿汉公司(Dr Johannes Heidenhain)

海顿汉公司于 1889 年建于德国柏林, 二次大战期间被毁。战后于 1947 年在西德塔郎罗坦(Traunreut)重建。精密刻度技术是该公司发展的基础, 由于海顿汉公司发明了一种利用照相复制技术制造高精密刻度的新方法——迪阿图(DIADUR)法, 使精密刻度的复制水平和效率大大提高, 从而成为目前世界上精密标尺、度盘、光栅的主要供应厂商之一。该公司现有职工 1000 人, 有 130 多名科学家和技术人员在公司的研究发展部工作, 每年用于科研的费用约占生产总值的 15%, 有时高达 25%。

海顿汉公司有三个生产厂, 有不少厂房均建在地下一层或二层, 在地下二层的恒温室内, 温度通常控制在 $20^{\circ}\text{C} \pm 0.01^{\circ}\text{C}$, 精密设备均有良好的弹性消震装置, 空气经过高度净化。该公司拥有欧洲最大的、直径为 5 米的平面抛光机, 用来加工厚度为 5 毫米、长为 2 米的玻璃尺坯, 不平度可达 $1.5 \sim 2$ 微米。该公司所拥有的精密刻划设备, 可以刻制精度为 0.1 微米/米的精密标尺。线纹尺和光栅尺的精度检定, 是在光电线纹比长仪上进行的, 所用的玻璃毫米标准尺系该公司自己刻制, 精度为 -0.04 微米/米, 光电显微镜的瞄准精度为 0.001 微米。度盘的分度精度在自制的全自动圆分度检验系统上检验, 仪器用四个光电显微镜读数, 标准度盘的直径为 600 毫米, 测量桥的径向和轴向支承均采用空气轴承, 角度检定精度为 $\pm 0.01 \sim 0.05$ 弧秒。

目前, 海顿汉公司生产各种规格的计量光栅和标尺, 品种系列完整, 精度高。长度为 1 米的光栅尺最高精度为 ± 0.1 微米, 度盘和圆光栅的精度可达 0.1 弧秒。每月可生产二千余根不同精度等级的光栅尺。

海顿汉公司除了生产标尺、计量光栅、码盘、网线板、分划板等刻度元件外, 还生产多种长度和角度测量装置、增量式和绝对式光电编码器、同步感应器、精密空气轴承和小型反射式天文望远镜(口径 150~300 毫米, 焦距 750~3000 毫米)。其产品向世界各国出口, 并被各国广泛用来作为测量系统, 如作座标测量机和座标镗床及其它金属切削机床的测量系统。表 8、表 9 分别列出该公司生产的长度和角度测量系统。

4. 施耐德公司(Jos Schneider & Co Optische Werke)

是一家专业生产各种摄影和放映镜头的工厂, 成立于 1913 年。总厂设在西德巴特克伊茨纳赫城(Bad Kreuznach), 有职工 1400 人。另在哥廷根城有一分厂(即 ISCO 光学厂), 有职工 700 人, 主要生产投影放映镜头。该公司自建立以来至七四年, 已生产了一千二百万个镜头。目前生产各类镜头约 400 种, 年产镜头 25 万个。光学零件有 80% 采用压型件, 块料占 20%。

该公司的技术管理部门主要有三部分: 生产部: 包括生产准备、工装设计、生产计划和

表 8 海顿汉公司的长度测量系统

型 号 技术规格	ULS200	LID1/92.21	LID2/92.22	MINILID300	LIDA55.12 MINILIDA150 MINILIDA170
扫 描 原 理	光电-透射光	光电-透射光	光电-透射光	光电-透射光	光电-反射光
分辨率(微米)	0.5, 1, 5, 10	0.5, 1	2, 2.5	0.5, 1, 2, 2.5, 5	2, 2.5, 5, 10, 50, 100
系统精度(微米)	$\pm 1, \pm 2, \pm 3 \pm 5$	$\pm 1, \pm 2, \pm 3$	$\pm 1, \pm 2, \pm 3$	$\pm 1, \pm 2, \pm 3$	$\pm 3, \pm 5, \pm 10$
测量长度(毫米)	150, 250, 500	1200以上	1200以上	1200以上	3000

表 9 海顿汉公司的角度测量系统

型 号 技术规格	210型数显电动转台	22.35型光学转台	LIDA55.124转台用测量系统
度 盘 直 径 (毫 米)	~400	/	扫描原理: 光电-反射光
分 辨 率 (弧 秒)	0.1	0.25	适用最大直径: 1000毫米
测 量 精 度 (弧 秒)	± 0.15	± 0.5	分辨率: 1 弧秒
最 大 测 量 速 度	1转/10秒	手动	
承 载 重 量 (公 斤)	100	500	

调度, 使用一台 IBM5445 型计算机来控制、管理生产计划、生产工艺、工时定额等; 检验部: 直接管理生产中各个环节的检验工作, 各个工序中检验装备比较齐全; 研究发展部: 下设光学室, 机械室和光学试验室。光学室主要搞光学设计, 使用一台 IBM1130 型电子计算机。试验室主要承担新产品的试验和检验工作。

日 本

日本的光学仪器企业按产品类别组成八个工业会, 即望远镜、显微镜、照相机、测绘仪器、光学测定机(计量仪器)、电影机械、照相器材及光学玻璃。除光学玻璃工业会外, 其它七个工业会组成日本光学工业协会。据 1977 年 1 月统计, 日本光学工业协会共有会员 215 家, 其中正式会员(制造商) 168 家, 资金在一亿日元以上的厂商有 22 家。

1. 日本光学工业公司

成立于 1917 年, 属日本三菱财团。据 1977 年 9 月统计, 公司资金为 5729 百万日元, 雇佣职工总数为 5383 人。公司本部设在东京, 下面设有三个工厂, 即大井制作所、横滨制作所和相模原工场, 各厂的基本情况列于表 10。

表 10 日本光学工业公司所属各厂基本情况 (1976 年统计)

工厂名称	职工人数 (人)	占地面积 (米 ²)	建筑面积 (米 ²)	机械设备价值 (百万日元)	资 金 (百万日元)	主要产品
大井制作所	3213	39,275	60,710	2,073	3954	照相机
横滨制作所	977	24,281	25,960	700	1880	光学仪器
相模原工场	174	35,844	11,832	505	1884	光学玻璃

该公司是一个综合性多品种生产的光学企业，产品以照相机和眼镜为主，其它还包括显微镜、光学计量仪器、望远镜及光学玻璃。据77年3月统计，该公司76~77年度的销售额为66256百万日元，其中照相机占67%，眼镜16%，显微镜6%，光学测量仪器4%，望远镜4%，其它2%。产品的47%均出口。表11列出日本光学工业公司历年销售状况，表12列出该公司生产成本分配情况。

表11 日本光学工业公司历年销售状况

年 份	销售额 (百万日元)	年 份	销售额 (百万日元)
1971.3	29,531	1975.3	53,804
72.3	32,247	76.3	57,851
73.3	39,077	77.3	66,256
74.3	45,529	78.3*	73,000

* 系77~78年度计划数字。

表12 日本光学工业公司产品成本分配

(单位: 百万日元)

项 目 \ 年 份	74.4~75.3	75.4~76.3
材 料 费	5,998	4,945
加 工 费	29,313	24,837
劳 动 工 资	10,229	10,481
业 务 费	3,689	3,717
总 计	49,229	43,980

该公司比较重视研究发展工作，公司内设立日本光学工业研究所，有121人，其中研究人员有103名。研究所建筑面积为2500平方米。76年的研究费用约700百万日元。研究所下设五个研究室和一个加工车间：第一研究室——镜头设计；第二研究室——电子技术、应用光学、及激光技术；第三研究室——薄膜技术；第四研究室——金属和非金属材料研究、材料分析；第五研究室——光学玻璃及其加工技术、精密测定。加工车间——制造所内实验用设备。研究所的主要设备有：电子显微镜、X射线光谱仪，各种分光光度计，高温显微硬度计、各种材料试验机、真空镀膜装置、光栅刻划装置、电子计算机、光学玻璃试验熔炼设备及加工机械、扩散炉等。

2. 奥林巴斯光学公司

该公司建于1919年。据77年10月统计，公司的职工总数为3098人，资金为4232百万日元。公司下面设有三个工厂和一个研究本部，在西德、美国和印度设有分公司，从事仪器的装配和修理。各工厂的规模列于表13。

奥林巴斯公司的产品主要有照相机、显微镜、计量仪器、医用光学仪器（胃镜）等。照相机约占产值的一半。近年来还生产微型磁带录音机。据1977年10月统计，该公司的销售额为63957百万日元，其中照相机54%，医用光学仪器24%，显微镜及计量仪器15%，磁带录音机7%。产品的56%供出口。该公司历年销售情况和生产成本分配列于表14和15。

奥林巴斯公司的研究本部建于1966年，共有62人，其中研究人员44名，主要从事激光、摄影、干涉仪、医疗仪器、纤维光学等方面的研究。

表13 奥林巴斯光学公司所属各厂的基本情况 (76年统计)

工厂名称	职工人数 (人)	占地面积 (米 ²)	建筑面积 (米 ²)	机械设备价值 (百万日元)	资 金 (百万日元)	主 要 产 品
諏访工场	748	20,549	13,373	619	1,311	照相机
伊拿工场	803	21,172	16,532	549	1,139	显微镜
八王子工场	826	48,857	17,766	236	1,315	内窥镜(胃镜)

表14 奥林巴斯公司历年销售状况

年 份	销售额(百万日元)	年 份	销售额(百万日元)
1971.10	17,670	1975.10	45,936
1972.10	19,800	1976.10	53,518
1973.10	25,403	1977.10	63,957
1974.10	36,560	1978.10*	70,000

* 系计划数字。

表15 奥林巴斯公司的产品成本分配 (百万日元)

项 目 \ 年 份	73.10~74.10	74.11~75.10
原 材 料 费	13,612	12,805
加 工 费	11,994	12,120
劳 动 工 资	5,493	5,823
业 务 费	3,208	2,625
合 计	34,757	33,373

3. 尤尼恩公司

尤尼恩公司成立于1948年,是一家专门生产显微镜的公司。据1976年统计,该公司有职工144人,资金为三亿五百万日元,占地3000平方米,建筑面积为4116平方米。该公司75年度的销售额为803百万日元,其中各类显微镜占75%(高温显微镜占7%),计量仪器(主要是测量显微镜)占22%,其它占3%。

该公司在显微镜品种发展方面的特点是大力发展特殊用途的显微镜,如各种高、低温显微镜、自动测量显微镜。近年来该公司研制成HM-100型超高温显微镜,采用电子束加热,在一分钟内可以升温到2500℃,炉内真空度为 10^{-5} 托,炉内还带有角度台可在 α 、 γ 、 z 轴移动和调节角度,可用来观察金属材料在高温下扩散,再结晶等状态。

尤尼恩公司历年的销售状况及产品成本分配列于表16、17。

表16 尤尼恩公司历年销售状况

年 份	销售额(百万日元)	年 份	销售额(百万日元)
1968.6	273	1972.6	441
69.6	315	73.6	552
70.6	690	74.6	797
71.6	577	75.6	803

表17 尤尼恩公司历年产品成本分配 (百万日元)

项 目 \ 年 份	72.7~73.6	73.7~74.6	74.7~75.6
材 料 费	150	269	189
加 工 费	88	181	166
劳 动 工 资	176	243	302
经 费	34	42	50
合 计	449	742	707

4. 三丰公司

三丰公司成立于1934年,是一家专门生产精密量具量仪的企业。1976年公司共雇有职工2038人,公司下设三个工厂和两个研究所,占地20万平方米,建筑面积37050平方米,共有设备二千余台。各工厂和研究所的情况如表18所示。

表18 三 丰 公 司 各 部 门 概 况

工 厂 或 研 究 所 名 称	人 数 (人)	主 要 业 务
沟ノ口工场	308	各种精密测微计、光学测定仪器
宇都宫工场	700	电气量仪、三座标测量机
广岛工场	450	测微计、精密工具、光学仪器、专用机械
沼田研究所(61年建立)	60	从事机械量仪、量具研究试制
电子技术研究所(71年建立)	30	从事电气测定仪器的研究发展

该公司在建立初期,主要生产各种机械量具、量仪,如游标卡尺、千分尺等。以后逐步向电气量仪、光学量仪发展。从1969年开始生产三座标测量机,目前已发展成四个系列,大小规格齐全。该公司生产的三座标测量机为Microcord型,有A、B、C、D四个系列,共20多个品种,测量范围从150×100×100毫米到5000×500×400毫米,所采用的测量系统有多种型式,包括游标刻线尺,齿条加旋转编码器、磁尺及透射式或反射式光栅系统。此外,该公司还生产多种光学计量仪器,主要有台式投影仪、中型投影仪及测量显微镜等,近年均已实现数字显示。

日本其它主要光学仪器企业一览见表19。

表19 日本其它主要光学仪器企业基本情况一览表

(据1976年统计)

企 业 名 称	建 立 年 份	职 工 人 数 (人)	资 金 (百万日元)	主 要 产 品	年 销 售 额 (百万日元)	备 注
东京光学机械公司	1932	1,493	300	照相机(13%)医疗器械 (44%)大地测量仪器和 光学计量仪器(18%)	7,484	
测机会公司	1920	589	500	经纬仪(28%)水准仪 (26%)特殊机械(24%)	3,788	
日本分光工业公司	1958	约 200	30	分光光度计、质谱仪、 X射线分析装置		

(续)

企 业 名 称	建 立 年 份	职 工 人 数 (人)	资 金 (百万日元)	主 要 产 品	年 销 售 额 (百万日元)	备 注
柳本制作所	1938	431	60	理化分析, 环境检测仪器		
岛津公司*	1917	4,204	6,736	科学计测仪器(42%) 医疗器械(27%)精密机械(10%)工业机器(12%)	61,483	属三菱财团, 光学产品主要是光谱分析仪器
日立公司*	1910	72,922	129,691	电机和电气仪器(28%) 通讯和电子装备, 测量仪器(21%)家用电器(25%) 工业机械(13%)运输装备(13%)	1,294,871	系综合性大企业, 光学产品主要为分光光度计
津上公司*	1937	1,068	2,805	精密机床, 光学计量仪器, 三座标测量机	6,389	
东京精密公司	1949	561	408	三座标测量机, 机床工具及计测机械	2,977	
三井精机公司	1928	约1500	625	精密机床, 座标测量机		

* 系1977年统计数据。

美 国

据 1976 年统计, 美国光学工业共有 1453 家企业, 其中包括照相设备、电影机械、军、民用光学仪器、激光仪器的生产厂商, 为数很大的是元器件生产厂商和为光学工业服务的机床设备生产厂以及若干咨询、研究机构和销售商等。与光学仪器比较密切的生产企业约有 379 家, 其中专门从事光学元器件生产以及光学加工和镀膜的企业有 170 家。

1. 鲍许·隆姆公司(Bausch & Lomb Inc)

成立于 1853 年, 目前是美国最大的光学仪器公司之一。据 76 年 12 月统计, 共有职工 11500 人。该公司主要生产眼科仪器(包括眼镜)、科学仪器及消费性光学产品。科学仪器包括光谱仪器、分析仪器、计量仪器、显微镜、摄影测量仪器、折射仪器及多种光学元件。1976 年公司的销售额为 34,905.5 万美元, 其中科学仪器约占 28%。表 20 列出了该公司历年销售额及研究经费。

鲍许·隆姆公司下面设有七个生产部门, 它们是:

表 20 鲍许·隆姆公司历年销售额及研究经费

年 份	销 售 额 (千美元)	研 究 经 费 (元美元)
1970	142,570	5,700
1971	157,007	4,980
1974	296,552	7,984
1975	333,883	9,500
1976	349,055	10,730

(1) 分析系统部(设在纽约州): 主要生产衍射光栅、紫外、可见、近红外分光光度计、单色仪、折射计和图像分析系统;

(2) 鲍许内尔(Baushnell)光学公司(设在加利福尼亚州): 制造双筒望远镜、瞄准镜等;