

《国外机械工业基本情况》参 考 资 料

电 工 仪 表

国外电工仪表《基本情况》编写小组

第 一 机 械 工 业 部 情 报 所

出版说明

在毛主席无产阶级革命路线指引下，在党的十大精神鼓舞下，我国机械工业形势一派大好。广大革命职工，高举毛泽东思想伟大红旗，深入开展批林批孔运动，狠抓革命，猛促生产，巩固和发展了无产阶级文化大革命的丰硕成果。毛主席关于“中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平”的伟大号召，正在胜利地实现。

“知彼知己，百战不殆”。为了介绍国外机械工业基本情况，我们组织有关单位，按机械工业各行业分别编写与出版一套《国外机械工业基本情况》参考资料。

毛主席教导我们：“……一切外国的东西，如同我们对于食物一样，必须经过自己的口腔咀嚼和胃肠运动，送进唾液胃液肠液，把它分解为精华和糟粕两部分，然后排泄其糟粕，吸收其精华，才能对我们的身体有益，决不能生吞活剥地毫无批判地吸收。”资本主义、修正主义国家的东西，必然打上资本主义的社会烙印和带有资产阶级的阶级偏见。因此，在参考国外情况的过程中，必须遵照伟大领袖毛主席的教导，采取分析、批判的态度。

本册为国外电工仪表部分，参加编写工作的单位有：哈尔滨电工仪表研究所、上海电工仪器研究所、一机部西安设计院。

由于我们水平有限，编辑工作中定有不少缺点和错误，请读者批评指正。

第一机械工业部情报所

一九七四年九月

前 言

电工仪表是用来指示、记录和标定各种物理量和化学量的工具。它对国民经济的电气化、特别是工业自动化程度的提高和尖端科学技术的发展有着重要的意义。

在整个测量技术和仪器仪表中，电磁测量技术及仪器仪表应用的最为广泛。它具有如下一些优越性：

1. 测量精度高。
2. 测量灵敏度高和具有宽广的测量范围，如测电流可从微微安、毫微安到几万、几十万安培。
3. 测量速度快，如用快速数字仪表，每秒可测几千次，并易于与计算机配合，实现整个系统的自动控制。
4. 测量不受距离限制。
5. 通过各类变换器，可测各种非电量，并能换成统一讯号，实现自动调节与控制。

国外电工仪表的发展很快。据美刊“新闻与世界报导”称：近十年来，美国仪器仪表工业的增长速度相当工业平均增长速度的三倍。并且电工仪表的产品范围愈来愈广、深入到各个领域，品种之多远不限于一般的电工仪表。各电工仪表制造企业、特别是大中型企业，一般都向综合性方向发展。

在这份资料里，我们所叙述的电工仪表范围系根据我国第一个五年计划期间归纳的十二大类产品为基础。十二大类产品为：

(1) 开关板指示电表；(2) 实验室和便携式指示电表；(3) 直流电阻仪器；(4) 交流仪器；(5) 电度表；(6) 测磁仪器；(7) 记录电表和示波器；(8) 扩大量限装置和变换器；(9) 校验装置；(10) 电源装置；(11) 数字式电表；(12) 遥测电表。

当然，由于当时历史条件的限制，这个品种范围已不适应目前工业和科学技术的发展要求。现在的测量技术已引进计算技术。由于工业自动化程度的提高，不仅需要测量仪表和装置（包括巡回检测装置），而且还需要调节，控制和处理测量信息的综合装置。

另外，由于国外的产品分类与国内有很大不同，统计的范围也不相同，如电工仪表与工业自动化仪表常合在一起统计等，这给我们收集资料和加工增加了困难。为了清楚，在需要时加了注解。

目 录

前 言

一、国外电工仪表行业发展概况	1
(一) 发展简史	1
(二) 各国电工仪表行业发展概况	5
1. 美国	5
2. 日本	7
3. 苏联	12
4. 西德	13
(三) 各类电工仪表在电器工业中所占比重	15
(四) 日、美国家电工仪表行业在电器工业中所占比重	17
(五) 专业化和协作化	18
(六) 日、美国家电工仪表企业的布局	18
二、国外典型企业介绍	20
(一) 日本主要企业	20
(二) 美国主要企业	25
(三) 西德主要企业	28
(四) 苏联主要研究所和厂	29
三、国外电工仪表产品基本概况	31
(一) 指示电表类	31
(二) 电度表类	39
(三) 数字显示仪表	40
(四) 交流测试仪器	57
(五) 磁测量仪器	71
(六) 记录仪器	79
四、科研动向	87
五、电工仪表的国际性组织	89

一、国外电工仪表行业概况

(一) 发展简史

电工仪表制造工业兴起于19世纪末,发展较早的国家是英国、德国和美国(如在1888年即出现惠斯通公司)^①。列宁指出:“电气工业是最足以代表最新技术进步和十九世纪末期与二十世纪初期资本主义的工业部门。这个工业部门,在两个最先进的新兴资本主义国家,即美国 and 德国,是最为发达的。在德国,1900年的危机,特别厉害地加紧了这工业部门的集中。”^②与电力工业密切相关的电工仪表制造业,也是被垄断的对象之一。

在1908年以后,德国生产电工仪表的几家大垄断公司有:西门子哈尔斯克公司(Siemens & Halske),通用电气公司(AEG)和哈特曼布劳恩公司(Hartmann & Braun)。美国有通用电气公司(General Electric CO)和西屋电气公司(Westinghouse Electric CO),以及后起的Hewlett-packard公司,Bell & Howell公司,Honeywell公司等。

日本在1915年9月创立“电工仪表研究所”,在此基础上于1920年12月创建第一个生产电工仪表的公司——横河电机制造公司,稍晚的有大仓电气公司、武田理研公司以及兼生产电工仪表的富士,三菱等公司。

各大垄断集团形成后便在各国家和地区设立所谓合股经营的公司,输出资本。因此,各国除了几家大垄断公司以外尚有一些合股或跨国经营的公司。例如,在西德就有与美国合股经营的Hewlett-packard公司、Honeywell公司与法国合股经营的Elima公司,与瑞士合股经营的Landis & Gyr公司。西德、美国、日本、英国在外国均设有合股经营公司、代销处,或在外国公司中有投资,以达到剥削他国劳动人民获取最大限度利润之目的。

有代表性的跨国公司为斯鲁姆贝尔格(Schlumberger)公司。该公司建于1927年,到目前雇用职工约40000人,其中工程技术人员和科研人员在3000人以上,约有40个国家,70个地区的代表参加该公司。

苏联在十月革命后仅有两家仪表厂,即“电表厂”和“高温计厂”。1929年建成列宁格勒电工仪表厂,1942年建成《振子》(Вибра-мор)工厂。战后又建成一些新的电表厂,如鄂木斯克精密电表厂、克拉斯诺达尔仪表厂、埃里温电表厂等。

随着科学技术和电气工业的发展,电工仪表产品在品种、数量和技术性能方面也在不断提高。

到40年代根据原子能工业发展需要制成了高灵敏度的电子管电表。

到50年代,由于自动化测量技术的发展,美国N. L. S.公司于1952年试制成第一台数字仪表。从此,在世界各国也都相继生产出了数字测量仪表系列产品。0.1级电动系和磁电系指示电表也在此期间内制成并成批生产。

60年代电工仪表行业发展到一个新的水平。在此期间,西德完成0.1级的磁电系、电磁系

^① 《列宁文选》两卷集976页 1953年北京

70年代,各种数字仪表已得到了广泛的应用。特别是发光二极管以及液晶显示器的出现,国外制成了携带式或袖珍式数字电表,并使原有的数字仪表体积大大缩小。激光技术也被应用到电工测量领域,制成了测量电流和电压用的激光变换器。应用激光器、光电元件和放大器构成的激光“变压器”,使强电流高电压无接触测量技术发展到了一个新的阶段。

① 近三十年来, 电力工业的飞跃发展和自动控制技术水平要求越来越高;

③ 电子工业的迅速发展和对各种电测试仪表需要量的增加;

1. 行业的特征:

(1) 兼业厂占多数

(2) 中大型企业占垄断地位。

国外的电工仪表制造业中, 499人以下的企业约占全行业总数的85~90%以上, 但全行业的产品产量、品种数和职工人数, 却大部分集中在中大型企业手中。如美国1958年有电工仪表企业492家, 500人以上的企业约占4%, 但却拥有全行业56%的职工, 58%以上的商品产

日本 500 人以上企业情况

年 度	500人以上企业 占全部企业%	500 人 以 上 企 业 拥 有 全 行 业 的 %			
		职 工	原材料消耗	总 产 值	净 产 值
1961	1.3	28	48	46	45
1970	1.1	42	50	49	48

2

值。又如日本,1961年到1971年电工仪表制造企业增加了76%,但500人以上的企业数以1.3%下降到1.1%,而这些中大型企业却拥有42%的职工,49%的商品产值等等。这说明美、日等国的电工仪表制造业是被大中型企业垄断着,英、法、西德等资本主义国也是如此。参见表1-1。

(3) 大批量和小批量产品相结合

由于仪器仪表的品种多、规格杂、市场需要量也各有不同,所以国外电工仪表制造业大都以大批量生产的产品为主来维持小批量产品的正常生产。这些大批量的产品大都是市场需要量大、销路广、并持有本企业某些技术特长的产品。例如日本横河电机制作所、英国的 Ferranti 公司和瑞士的 Landis & Gyz 公司在电工仪表产品中都是以电度表、携带式或袖珍万用表等产品为主大量地生产,美国的 Fairchard 公司则是以数字电表为主兼生产电子元件等等。另外值得指出的,国外的小型企业多数是采取少而精的生产方式,即只维持一种、数种产品的生产,但这些产品的性能或结构却有独特之处或市场需量极少的产品。

(4) 采取有效的技术组织措施,力求提高生产效率。

国外电工仪表行业为了尽可能的增加产量,以获取最大限度的利润,寻求有效的技术组织措施,自动化生产是其中主要措施之一。组织生产自动化的必要条件之一是在经常变动的多品种成批生产条件下保持产品零部件具有较大的通用性。此外零部件标准化、规格化也是扩大批量的一个重要条件。

电工仪表生产自动化分单机自动化和自动生产线。单机自动化中有通用的自动机床或连动机床,及由旧的普通机床改装的专用自动机床。较复杂的零件(如仪表基架等)则由各种形式的专用自动生产线加工。

美国通用电气公司根据“玩具火车”原理制成了电度表装配自动线。即令“玩具火车”装着电度表支架在生产线上行驶,到每一工位上按装上一种零件,直到调整、检验为止,就构成装配自动线。此种形式生产线只需一个操作者和一名兼职调整工。可以生产几种型式的

表1-2 (单位:百万美元)

国 名	年 份	1968	1969	对 前 年 比 %
比利时、卢森堡		27.7	31.1	112
丹 麦		7.4	8.0	108
法 国		82.9	90.5	109
意 大 利		44.8	48.8	109
日 本		270.6	333.9	123
荷 兰		48.7	51.8	107
挪 威		8.9	9.7	111
西 班 牙		5.8	6.7	115
瑞 典		34.6	36.6	106
瑞 士		12.1	13.4	111
英 国		67.2	75.3	112
美 国		769.0	861.0	112
西 德		112.6	124.4	112
合 计		1,485.3	1,691.2	114

电度表。英国佛兰蒂 (Ferranti) 的 HOILinwood 电度表厂采用全自动电镀车间, 每12分钟完成一槽镀锌零件等。

2. 1968~1969年各主要资本主义国家电工仪表仪器销售情况见表1-2。

3. 美、日、英等国电工仪表产品进出口情况

几个国家电工仪表行业输出输入情况如表1-3。

(1) 美国

美国电工仪表行业向加拿大输出额约占全部输出额的26%, 向英国输出约占16%、向法国输出约占14%、向日本输出约占13%、向西德输出约占12%。进口额中从加拿大进口约占66%, 从日本进口约占8%, 从西德进口约占9%(见表1-3)。

(2) 日本

日本电工仪表仪器在1961年—1966年间每年平均的输出额(占总产值的%)从2.9%上升到22.7%, 以后由于资本主义市场的竞争而稍有下降, 1967—1968年分别为18.9%及17.2%。

日本1970年向各国输出额占输出额总数的百分数为: 美国22.2%、南朝鲜15.5%、苏联5.7%、西德4.9%、澳大利亚4.2%、英国3.2%。输入额为266.4亿日元, 占商品产值的11.6%。从各国输入额的百分数为: 美国80%(比前一年增加38.1%)、西德6.2%、英国4.3%、瑞士2%。

(3) 英国

英国1962年到1970年电工测量仪表输出额增长29%, 电子测量仪表增长212%, 工业仪表增长22%, 主要是向法国、西德、美国、荷兰出口。

国外电工仪表的输入情况见表1-3。

表1-3 几个国家电工仪表输出输入情况 (单位: 千美元)

国名	品种名	美国	加拿大	比利时 卢森堡	法国	西德	意大利	荷兰	英国	丹麦	瑞典	瑞士	日本	合计
美国	电 工 测 量 仪 表	—	68,216	311	3,346	9,343	2,117	796	4,376	2,785	1,235	2,112	8,009	103,446
加拿大		52,768	—	—	397	1,464	—	345	3,214	460	273	451	806	60,178
比利时、卢森堡		4,099	293	—	1,866	6,698	1,069	2,531	1,155	271	293	2,044	756	21,075
法国		28,411	294	1,391	—	14,523	2,516	4,579	5,032	960	1,106	4,785	577	64,177
西德		23,954	3,634	1,303	4,341	—	22,831	8,847	5,804	1,708	1,371	7,515	1,547	82,855
意大利		10,819	2,592	210	2,534	8,747	—	1,749	2,135	433	393	4,249	172	34,033
荷兰		11,911	1,362	2,730	2,278	10,148	1,585	—	3,645	593	562	2,292	1,058	38,164
英国		32,904	4,212	349	1,798	7,343	1,575	1,466	—	2,151	1,055	2,077	1,718	56,648
丹麦		1,722	853	—	230	3,488	—	285	1,175	—	795	1,135	260	9,943
瑞典		4,282	299	—	981	7,282	131	968	3,127	1,420	—	1,784	503	20,777
瑞士		7,763	721	103	1,546	7,914	861	162	1,703	393	311	—	395	22,878
日本		26,004	289	—	399	2,560	—	110	1,086	660	411	561	—	32,026
合计		204,645	82,765	6,397	19,656	79,510	32,685	22,839	32,452	11,834	7,805	29,005	16,601	546,194

注: 横向数字表示输入、纵向数字表示输出。

来源: 《日本电子工业年鉴》70—71年

参 考 资 料

- [1] 《工业统计表、产业编》1961年(日本)
- [2] 《工业统计表、产业编》1970年(日本)
- [3] 《U. S. Census of manufactures》1958
- [4] 《电子工业年鉴》71~72年(日本)
- [5] 《日立评论》Vol 55, No. 5
- [6] 《几个国家电度表生产工艺的概况》一机部西安设计院1974.3.
- [7] 《省力化と自动化》1972年
- [8] 《machinery》1962.6.

(二) 各国电工仪表行业基本概况

1. 美国

(1) 一般情况

在50年代美国的“惠斯登”公司和奥地利的“鲍利·赫芝”公司已制成0.1级磁电系和电功系指示电表,但是美国的指示电表在50—60年代变化不大,实验室精密电表有的采用了西德西门子公司的结构。数字仪表的发展甚为迅速,1952年NLS公司试制出第一台数字仪表;1962年Heutleff Peckard与Vidar公司研制出V-F变换式数字电数;1966年Fairchild公司研制出双斜积分式数字电压表,这与以前的逐次比较式相比具有抗噪音能力强和造价低的特点,因而得到一定的发展。

60年代由于固体电路的发展,HP等公司生产出能用于数字计算、控制、记录和遥测系统的数字式开关板电表,一般精度可达0.5%—0.05%,显示部分用发光二极管,但价格仍稍贵,在100~500美元之间。由于液晶显示技术的发展这类电表的价格大大降低了,美国的Triplett公司认为可降至20美元。

美国毕德尔(Biddle)公司在1966年生产了晶体管式检流计代替原来的指针式检流计(精度0.05%),该公司自称是填补了0.05级便携式电工仪器的空白点。后来生产的准确度0.03%的便携式电桥、双桥、毫伏级电位差计及伏级电位差计都达到了国际水平。

到60年代末期数字电压表的水平在0.001~0.005%之间,分辨率为—微伏。美国的有效值交流数字电表具有较宽的频带、较高的灵敏度。如3403型有效值数字电压表准确度为0.1%、频率范围0—100MHZ、量限10mv~100v。应用发光二极管数字显示的3469型数字复用表准确度为0.1%、交流100mv~1000v、1MA~100MA、1 Ω ~10M Ω 。

(2) 电工仪表行业情况

据有关资料统计,1967年电气测量仪表制造企业共有540家,雇用职工61,500人(1968年)。美国的电气测量仪表行业自1958年—1968年从业人员增加了31%。由于资本主义的经济危机,中间的反复也较大。

商品产值自1958—1968年增加82%,1968年的商品产值达12.3亿美元。其销售额(指电工仪表仪器)约占几个主要资本主义国家的51%,居第一位。

劳动生产率1958—1968年增长了41%，最高达20,000美元/人·年。从专业工厂来看，西方电气公司的子公司海根控制公司最高，达42,500美元/人·年（系生产值/人·年），其他如菲舍和波脱公司，便的斯公司等，在22,200~22,600美元/人·年之间，有的也很低，只有4,000美元/人·年。

美国从1939—1968年行业发展情况和增长速度见表1—4。

表1—4 1939—1968年 美国 电 工 仪 表 行 业 情 况

年 度	全部雇用 职工 数 (人)	生产工人数 (人)	净 产 值 (千美元)	商品产值 (千美元)	材料费用 (千美元)	每一职工 商品产值 (千美元)	每一生产工人 商 品 产 值 (千美元)
1939	9,318	6,976	29,693	41,797	12,104	4.5	6.0
1947	20,926	16,086	103,946	153,380	49,434	7.3	9.5
1949	16,180	11,403	87,612	123,625	36,013	7.6	10.7
1951	25,414	19,635	153,705	233,096	79,391	9.0	12.0
1953	38,115	29,393	272,026	390,772	118,746	10.4	13.3
1955	34,767	25,216	272,856	386,738	126,187	11.1	15.3
1958	46,900	31,700	419,400	673,500		14.2	21.2
1960	52,400	37,000	518,300	800,700		15.3	21.6
1962	59,500	42,600	588,700	879,600		14.8	20.6
1964	43,200	28,600	521,400	769,300		17.8	26.9
1966	56,300	38,600	720,100	1,020,500		18.1	26.4
1967	62,400	41,200	809,500	1,196,500		19.2	29.0
1968	61,500	40,500	826,800	1,228,900		20.0	30.1
1939—1968年 增 长 率 %	660%	580%	约增长22倍	约增长28倍		440%	500%
1960—1968年 增 长 率 %	117%	110%	160%	153%		130%	148%

来源：《U. S. Census of manufacture》1958。

《Annual servey of manufactures》1966。

《Industry profiles》1958—1968。

表1—5 美 国 行 业 规 模 (1958年)

工业类别 和 项 目	全部工 业公司 合 计	具 有 不 同 雇 用 人 数 的 工 业 公 司									
		1—4	5—9	10—19	20—49	50—90	100—249	250—499	500—999	1000— 2499	2500 以上
电测仪表工业 公司数	492	141	79	72	79	37	46	18	10	8	2
全部雇用人员	46,923	291	552	1,018	2,618	2,626	6,872	6,384	6,775	19,787	—
净 产 值 (1000美元)	419,396	2,459	4,468	8,470	24,069	24,316	51,420	49,386	65,176	189,632	—
商 品 产 值 (1000美元)	673,522	4,276	7,334	12,886	41,062	36,629	95,936	84,631	98,244	292,524	—

来源：《U. S. Census of manufactures》1958。

表1—6

美国的试验和测定装置销售额

(单位: 百万美元)

品 种	1~12月	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1970/ 1962 %	年平均 增长率 %
电流电压测定器		65.0	53.1	52.1	59.0	59.1	67.8	112.0	119.0	110.0		
电力和能量测定器		6.7	3.8	3.6	3.8	5.8	6.9					
周波数测定器		20.3	19.6	23.6	26.2	30.2	34.0					
示波器和附件		84.1	70.0	71.5	78.9	98.5	104.0	130.0	151.0	131.0		
示波器(低频)		2.3	9.5	12.8	13.6	19.9	22.1					
波形测定及分析仪器		13.9										
信号发生器		42.9	39.2	38.0	40.5	48.7	56.8	118.0	125.0	109.0		
场强测定器		8.6	7.4	7.7	9.9	11.2	14.9					
阻抗及有关测定器		11.0	6.3	5.0	7.6	7.2	7.6					
驻波测定器		3.5	5.6	5.4	1.8	2.1	2.5	120.0	131.0	119.0		
时间测定和计数器		8.1	10.4	9.5	10.6	28.3	31.2					
X-Y记录仪			9.1	8.9	10.8							
综合测试装置		20.3	16.4	14.2	15.1	33.3	38.2	120.0	131.0	119.0		
电子管试验器		4.0	7.8	8.3	4.2	6.5	6.2					
半导体试验器		3.2	5.9	7.5	11.2	10.4	8.9					
其他		8.8	4.5	5.3	5.6	5.1	5.5	155.0	164.0	138.0		
装置和附件试验		32.9	46.6	41.9	45.4	46.8	57.2					
标准和校正设备		6.7	7.4	9.2	12.1	11.3	13.6					
微波试验器		11.5	13.6	10.3	9.9	11.6	20.5	155.0	164.0	138.0		
内燃机特性分析器		25.5	27.5	27.6	29.6	32.7	30.9					
测试设备附加仪器		12.9	21.0	27.3	22.2	15.9	17.6					
其他测试分析设备		10.1	26.1	35.6	32.9	54.1	64.8					
合 计		402.3	410.8	425.3	450.9	538.8	611.2				151	5.5

来源:《电子工业年鉴》73年(日本)

2. 日本

日本的电工仪表仪器自1945年战败后到1960年发展并不显著。自从1960年日本政府推行“外资法”以后,借助于大量引进国外技术,才使电工仪表的制造水平有了较大的发展。特别在1966年到1969年,电工仪表仪器12年来商品产值增加9.4倍。1965年 产值下跌,1971年又一次经济衰退,下跌幅度比1965年更大。这次经济衰退的主要原因是由于美国的国际收支恶化和日元的增值造成的。

(1) 电工仪表行业企业规模

据不完全统计,目前日本电工仪表制造企业约有763家,其规模参见表1—7。

表1-7

日本电气测量仪表行业规模 (1970年)

工业类别和规模	企业数	雇用职工数 (人)	常用工人月平均数 (人, 19人以下除外)	原材料使用额 (百万日元)	商品产值 (百万日元)	总产值 (9人以下除外, 百万日元)	净产值 (百万日元)
电气测量仪表制造业 (包括工业仪表和电工仪表)	1,106	47,754	41,727	12,818.8	229,403.9	231,355.2	105,063.9
雇用职工数 9 人以下	590	2,946	—	2,840.4	6,713.3	—	3,872.9
10~19	209	2,967	—	4,206.2	8,898.6	8,939.3	4,557.0
20~29	73	1,756	1,743	2,944.2	5,762.0	5,813.6	2,698.3
30~49	67	2,480	2,395	6,386.8	10,727.3	11,024.7	4,484.1
50~99	84	5,915	5,720	11,632.6	21,424.7	21,875.5	9,822.3
100~199	46	6,525	6,357	14,662.8	26,533.4	27,498.5	12,315.7
200~299	14	3,301	3,288	11,746.4	21,658.0	22,895.1	10,683.4
300~499	11	4,067	4,063	9,480.7	19,082.3	19,991.6	10,115.8
500~999	6	4,180	4,194	8,525.4	15,188.6	15,720.7	6,856.2
1000人以上	6	13,608	13,469	55,712.0	93,416.3	97,595.9	39,658.1

来源:《工业统计表、产业编》1970年

表1-8

1957—1970年日本电工仪表行业发展情况

年 度	公 司 数	雇用职工数 (人)	原材料费用 (百万日元)	商品产值 (百万日元)	净 产 值 (百万日元)	有形固定 资产总额 (百万日元)
1957	317	11,569	5,822	10,229	4,606	659
1958	336	11,770	5,366	10,715	4,897	438
1959	376	14,649	7,775	14,168	6,453	611
1960	417	15,424	9,606	17,452	8,617	1,032
1961	433	19,066	13,654	24,567	10,995	1,525
1962	494	18,982	14,721	27,095	12,274	5,881
1963	578	20,556	15,044	29,196	13,903	6,715
1964	625	20,923	18,538	33,197	14,876	7,981
1965	540	18,311	16,934	32,147	14,179	7,320
1966	636	19,949	19,281	38,021	17,926	7,104
1967	605	21,069	26,427	47,974	21,885	8,492
1968	615	21,371	31,105	56,796	25,639	9,264
1969	719	24,122	43,139	78,341	36,270	11,383
1970	763	26,942	58,839	107,731	50,861	15,781
1957~1970年 增 长 率 %	201%	232%		增长 9.4 倍	增长 10 倍	增长 23 倍
1965~1970年 增 长 率 %	141%	146%		333%	352%	215%

资料来源:“工业统计表、产业编”1960、1970年。

(2) 日本历年来电工仪表产值产量及进出口额、分别参见表1—9和表1—10。

表1—9

日本电工仪表及工业仪表产量和输出入情况*

年份	A + B + C		A 电气测量仪表		B 电气测定器		C 工业仪表		输 出		输 入		输出*	输入**
	总产值	对前 年比 %	总产值	对前 年比 %	总产值	对前 年比 %	总产值	对前 年比 %	输出额	对前 年比 %	输入额	对前 年比 %	比率 %	依赖率 %
1960	35,179		7,959		10,229		16,991		1,004		1,173		2.9	3.6
1961	42,517	121	9,210	157	11,454	112	21,853	129	1,571	156	1,423	121	3.7	3.4
1962	42,752	101	8,613	94	13,911	121	20,228	93	2,611	166	6,980	490	6.1	17.4
1963	42,388	99	8,639	100	14,559	104	19,190	95	4,279	164	11,253	161	10.1	22.8
1964	59,031	139	10,733	124	17,765	122	30,533	159	5,980	140	8,752	78	10.1	14.2
1965	54,169	92	9,766	93	18,505	104	25,698	84	8,625	144	8,082	92	15.9	15.1
1966	54,776	101	9,958	100	19,356	105	25,463	99	12,442	118	8,511	105	22.7	16.7
1967	77,777	142	13,500	136	25,811	133	38,466	151	14,668	114	13,386	157	18.9	11.5
1968	92,425	125	16,175	120	30,455	118	50,795	132	16,790	144	16,931	126	17.2	17.4
1969	120,196	123	18,215	113	40,059	132	61,922	122						
1970	147,639	123	19,919	109	50,334	126	77,386	125						
1971	139,839	94.8	18,994	95.4	47,244	93.8	73,779	95.4						

* 输出比率: 输出值/生产值。 ** 输入依赖率: 输入值/(生产值 + 输入值 - 输出值)

来源:《电子工业年鉴》70—71年(日本)

表1-10

日 本 1965—1972 年

名 称		单 位	1965		1966		1967		1968	
			数 量	产 值	数 量	产 值	数 量	产 值	数 量	产 值
电 工 仪 表	携 带 型 电 数	个	73,818	830	74,199	847	80,937	893	102,120	934
	配 电 盘 表	"	848,152	2,539	979,633	2,465	1,000,748	2,887	1,198,759	3,574
	开 关 板 表	"	439,738	766	480,038	947	568,740	976	828,551	1,599
	电 表—继 电 器	"	16,013	166	16,433	152	23,260	239	39,316	422
	记 录 表	"	26,252	988	25,330	1,002	15,297	1,454	15,858	1,489
	单 相 电 度 表	"	2,338,497	2,762	2,112,844	2,844	2,822,726	3,855	2,929,288	4,200
	三 相 电 度 表	"	434,510	1,915	435,600	1,801	737,052	3,120	922,822	3,957
合 计			4,176,981	9,966	4,124,067	9,958	5,253,755	13,454	6,036,774	16,175
电 气 测 定 器	电压电流和电力测定器	台	2,320,428	2,576	3,150,283	2,843	3,548,129	33,282	3,894,011	3,765
	万 用 电 表	"	597,851	1,071	692,619	1,260	893,220	1,594	816,154	1,734
	周波数测定器	"	14,951	1,196	15,588	1,317	14,456	1,666	14,120	1,775
	电波与天线测定器	"	23,479	406	29,740	410	44,126	543	46,384	649
	线路元件测定器	"	23,423	960	24,880	1,027	28,921	1,167	42,784	1,553
	绝 缘 测 定 器	"	24,128	321	29,252	386	27,588	416	35,345	507
	小 计		3,003,960	6,529	3,492,362	7,242	4,556,440	8,669	4,848,798	9,983
	综 性 测 定 器	台	38,989	4,026	46,603	4,132	43,984	5,231	48,863	6,140
	综合试验装置	"	1,782	1,232	2,207	1,145	2,614	1,130	3,418	1,405
	测量装置用附件	"	80,853	6,717	90,892	6,837	137,715	10,538	230,742	12,931
	合 计		3,125,584	18,505		19,356		25,568		30,459
工 业 仪 表			358,334	25,698	341,625	25,463	505,765	38,466	1,367,203	50,795
总 计			7,660,895	54,160		54,776		77,489		97,429

电 工 仪 表 产 量

(单位: 百万日元)

1969		1969/1968 (产值%)	1970		1970/1969 (产值%)	1971		1971/1970 (产值%)	1971/1965 (产值%)	平均每年 增长 %
数 量	产 值		数 量	产 值		数 量	产 值			
99,939	1,036	110.9	102,213	1,100	106.1	77,492	972	88.4	117	2.7
1,331,292	3,957	110.7	2,371,764	4,897	123.6	2,182,176	4,984	89.5	173	10.5
991,884	2,021	126.4	1,070,395	1,946	96.3	990,901	1,783	91.0	233	15.1
67,382	666	157.8	69,872	731	109.6	64,221	667	91.2	400	26.0
19,954	1,832	123.0	21,249	1,690	92.3	18,608	1,671	98.9	169	9.2
3,060,361	4,723	112.5	3,136,626	5,042	106.4	2,818,538	4,573	92.7	169	9.2
887,811	3,980	100.6	1,039,815	4,513	113.4	1,257,508	4,666	103.4	244	16.1
6,458,623	18,215	112.6	7,811,934	19,919	109.3	8,109,430	18,816	94.5	189	11.6
5,738,636	4,540	120.6	333,450	4,047	89.1	370,946	4,367	107.8	169	9.2
866,749	2,017	110.3	668,111	2,008	99.8	657,134	2,329	116.0	217	13.8
14,048	2,330	131.3	9,186	1,557	66.7	5,505	576	37.1	48.2	
50,286	656	101.1								
46,865	1,998	128.7								
36,647	662	130.6								
6,753,231	12,203	122.2								
51,864	8,941	145.6								
4,127	1,842	131.1								
327,890	17,073	132.0								
	40,059	131.5								
1,468,327	6,1922	121.9		50,334						
	120,196	123.4								

3. 苏联

(1) 发展概况

1920年在列宁格勒建两个小厂生产开关板电表和少量实验室仪表。

1927年两家工厂合并为电表厂并采用传送带生产。

1929年新建的列宁格勒精密电工仪表厂投产。在加里宁工学院设电测技术教研室。

1932年成立行业试验室 (ОПИЗ), 研制出多路示波器、遥测系统、电位差计和石油工业仪表。

1942年成立“振子” (Вибратор) 工厂。

1946年战后成立电工仪表生产管理局, 到1950年产量和品种大幅度增长。

1951年决定改造原有企业和设计新建企业。

1952年建立全苏电工仪表研究所 (ВНИИЭП)。

在40年代和50年代苏联电工仪表水平仍然低于世界先进水平, 到50年代发展较快。50年代直流电位差计已达到 $\pm 0.01 \sim 0.02\%$ 精度 (此时有的国家已达到 0.001%) 电感线圈精度为 $0.1 \sim 0.3\%$ (有的国家达到 $0.03 \sim 0.01\%$), 检流计振荡周期为1秒 (有的国家达到0.01秒以下)。《振子》工厂已开始生产张丝结构的10MA的开关板电表 (西德高深公司已经生产1MA的电表)。苏联50年代制成0.1级的电动系和电磁系电表 (当时西德和美国已成批生产)。尽管苏联电表权威人士认为基辅“精密电表”厂设计的M502型磁电系电表是苏联在世界上首先创制的, 然而又不得不承认在采用陶瓷材料方面落后于别国。在发展电磁系仪表方面苏联已远远落后于世界先进水平, 当60年代中期西德0.1级电磁系电表问世时, 还没有看到苏联关于0.2级电磁系电表的报道。

1961年苏联开关板电表的产量占有所有电工仪表产品的33%, 面板尺寸为10到50毫米, 标度尺角度由 5° 到 240° 。1966年〈Вибратмор〉(振子)研制了“窄槽形表”, 减少开关板面积5~10倍, 量限在100微伏和100微微伏以下的高灵敏度电表也开始生产。

近年来, 苏联试制成功了15种型号的微型开关板表, 其最大面板尺寸为20、30和40毫米。M732仪表直径为11毫米, 长度为25毫米。切勃克萨雷电工测量仪表厂设计出直径8毫米、长16毫米的微安表, 灵敏度为500—100微安, 可承受最大冲击力为75~1000克。

目前开关板表产量约150万台、产值200万卢布。 $\phi 533$ 和 $\phi 534$ 型电子毫安表和毫伏表是高精度携带式表, 误差为0.5%。 $\phi 563$ 型伏特表, 毫安表可以测量数值和波形变化范围较宽的电压和电流, 误差不小于0.5%。

复用表的品种增加很快。复用表的直流误差为 $0.5 \sim 1\%$, 交流误差为 $1.5 \sim 2.5\%$ 、可有50个量限。

高灵敏度 $\phi 530$ 仪表在1967年春季莱比锡博览会上展出。

灵敏度为1微微伏的 $\phi 118$ 微微伏表和灵敏度为 10^{-15} 安的ЕД—05型静电计也已制成。

P309、P345、P355、P348等型电位差计的精度达 0.002% 至 0.0005% , 电子式自动电位差计和差动变压器也在生产。

直流电桥精度从 0.05% 到 0.001% , 最高达 0.0001% 。 $10^4 \sim 10^7$ 欧姆的高阻表精度可达 $0.1 \sim 0.01\%$ 。从 $10^6 \sim 10^{10}$ 欧姆的单个电阻器和电阻箱精度可达 $0.1 \sim 0.01\%$ 。比例变换器的高阻电阻箱的比例电阻精度为 $0.05 \sim 0.002\%$, 温度系数为 $(1 \sim 5) 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 。正着手研

制精度为0.05~0.01%，额定值为1~1000兆欧姆的高阻标准器。

近年来，苏联记录仪器相对发展的较快，主要有：检流计式自动记录器、自动补偿器、光束式示波器、地磁记录器及机械扫描式的电子射线示波器。

·〈振子〉厂最近生产了应用紫外线在纸上记录的示波器。这样使苏联示波器的生产将进入世界先进水平。记录速度从3000米/秒发展到5000米/秒。

〈振子〉厂生产的HO36型七线磁记录仪，频率范围在1.5千赫以内，不均匀度为1分。

正在研制新型仪表—机械扫描和照像纸记录电子示波器，频率可达100千赫，记录速度达15千米/秒。

H333型特殊医用记录仪表、心电图及其他医用示波器也都在电工仪表行业内研制。

(2) 电工仪表产量及品种数

苏联电工仪表的产值增长情况，见表1—12。从1958年~1970年品种增长情况为：1958年77种、1960年125种、1964年85种、1965年153种、1966年202种、1967年151种、1968年172种1969年126种、1970年105种。

1940~1969年各个时期电工仪表与其它测量仪表的增长率见表1—11。

表1—11 苏联电工仪表与其它测量仪表的平均增长率

分 类	1940~1950年	1950~1961年	1960~1965年	1967~1969年
仪表及自动化装置合计	15.8%	18.7%	12%	15%
电工测量仪表	10.8%	29.9%	10.3%	12%
无线电测量仪表	8.4%	40.3%	10.8%	15%
工业流程控制仪表	12.5%	32.6%	16.8%	10%

表1—12 苏联电工仪表产值 (单位：百万卢布)

	按 1955 年 7 月 1 日企业批发价格						按 1967 年 7 月 1 日企业批发价格		
	1940	1950	1960	1965	1966	1967	1967	1968	1969
仪表及自动化装置和部件合计	30.9	116.8	1,182.2	2,096.0	2,392.8	2,746	1,892.2	2,188	2,509
电工测量仪表	3.9	9.7	140.6	229.5	275.8	320.4	224.2	252.6	286.6
无线电测量仪表	2.1	4.3	90.2	150.4	164.7	192.5	132	147.9	175.9
工艺过程控制和调节仪表	5.0	15.7	206.5	442.8	524.0	570.2	416.5	461.7	504.4

来源：《Народное хозяйство СССР》1968~1970年

4. 西德

(1) 西德电工仪表行业历年来职工人数和劳动生产率见表1—13。