

內 部 資 料
注 意 保 存

日本材料試驗机制造业概况

国外仪器仪表工业資料之九

第一机械工业部第四局技术情报室編

· 一九六三年五月 · 北京

865m12/772

目 录

一、日本試驗机工业的簡史	1
二、日本試驗机工业的生产	1
三、日本試驗机工业企业情况	4
四、日本試驗机工业的輸出和輸入	4
五、日本試驗机工业目前水平及今后发展趋势的一些情况	5
1. 試驗机的大型化	5
2. 动載荷試驗机的需要增加	5
3. 电子工业技术在試驗机上的应用	5
4. 高温、低温試驗机的需要增加	6
5. 高速試驗机的需要增加	6
6. 其他	6
六、日本試驗机工业今后的发展	6

一、日本試驗機工業的簡史

日本早在1923年（大正12年）就有了試驗機製造工業，並且有了專門生產試驗機的工廠，現在的東京衡機製作所就是其中之一。

日本試驗機工業開始時只是盡力吸收歐美各國的先進技術，進行仿制。大約在1923年以後，大阪造幣局輸入了洛氏硬度試驗機，隨後在日本國內進行了測繪製造，這大概就是日本製造材料試驗機的開始。在仿制的同時還進行了獨自的研究和改進，提高水平，經過了十幾年，克服了種種困難，終於在1935年左右把技術水平提高到了當時的國際水平。並且能夠向國外出口試驗機了。

第二次世界大戰中，由於國外產品輸入的途徑全部斷絕了，日本各行業不得不依賴於國內的產品，因而大大加速了國內生產試驗機的製造技術水平的提高。戰後，日本在這方面取得了更加顯著的發展，成功地仿制了不少國外產品，生產了很多種自己設計的試驗機，充實了日本試驗機製造業。

1950年後，由於電子工業開始急速發展，在試驗機工廠中增設了電子工業部門，將電子學技術應用到試驗機的製造技術中。近幾年來，已制出了具有現代水平的不少新產品，因而使日本的試驗機的發展進入了一個新階段。

最近幾年，日本的試驗機製造業由於實行貿易自由化政策，其發展受到了一定影響；但是實行自由化的主要對象僅是動力試驗機和動平衡試驗機，影響的面還不是很廣；兼之試驗機受到機械工業和科學技術的高速發展的影響，以及日本政府的重視，所以發展還是較快的。現在產值和產量都有較大增長，產品品種也大大增加，技術水平也有了不小提高。

雖然日本試驗機製造業的歷史較久，但因統計資料缺乏，要研究日本試驗機製造業發展

狀況，特別是初期的發展是很困難的。在日本的統計資料中，1950年以前並未把試驗機工業列為一個獨立的行業，而是附屬在其他行業中，如日本“工業統計50年史”中，從1909～1947年是把試驗機列在8～24類“試驗、檢定、物理化學機械器具製造業”中。1948年後列在19～01類“物理化學用、工業用機械器具、試驗機、機械的測定機製造業”中。因而試驗機工業的所有統計數字（工廠數、從業人員數、產值和產量等），均包括在所屬該行業中，不易分出其所占比重及具體數字。1950年後在統計中才單獨列出材料試驗機製造業，1955年又改為試驗機製造業，直到現在。

日本的試驗機製造業所包括的範圍，還沒找到具體解釋。僅據一些文章的零星記述，大致包括以下幾方面的試驗機（更系統完整的論述還有待於今後不斷收集資料來補充和修正）：

金屬材料試驗機（包括拉伸、壓縮、萬能、硬度、疲勞、蠕變、沖擊等試驗機）、構造物試驗機、非金屬材料試驗機（橡膠、塑料、纖維、紙張等試驗機）、動平衡試驗機、耐振動試驗機、彈簧試驗機、測力和變形的儀器等等。

二、日本試驗機工業的生產

日本的試驗機生產發展情況，根據日本“機械統計年報”和“日本統計年鑑”等資料的統計，如表1～5所示。

表1 金屬材料試驗機生產情況

年 份	台 數	金額（億日元）
1950	1572	0.81
1951	1196	1.17
1952	1356	2.23
1953	2466	—

據表1所示可知，從1950～1953年，只有金屬材料試驗機的生產數字，產量最高的年份為

表2 1954~1960年金屬材料試驗机产值产量統計表

(金額: 亿日元)

試 驗 机 名 称	1954		1955		1956		1957		1958		1959		1960	
	台数	金額	台数	金額	台数	金額	台数	金額	台数	金額	台数	金額	台数	金額
金屬材料試驗机(合計)	2114	4.03	1954	3.83	2195	5.90	3734	10.53	3834	9.92	3117	10.96	3817	14.71
硬度試驗机	711	0.74	600	0.70	706	0.99	1683	2.12	1415	1.93	1606	2.34	1982	2.72
拉伸試驗机	254	0.84	255	0.67	270	1.29	267	1.27	254	0.90	211	1.18	191	0.78
压缩試驗机	240	0.69	183	0.59	151	0.50	144	0.79	151	0.82	211	0.90	253	1.71
冲击試驗机	162	0.22	171	0.28	172	0.33	154	0.30	145	0.36	176	0.42	(归入其他試驗机类)	
疲劳試驗机	—	—	—	—	—	—	185	1.79	194	1.27	241	1.76	296	3.04
万能試驗机	149	0.68	209	0.71	305	1.69	376	3.36	345	3.59	374	3.72	399	4.98
其他試驗机	607	0.86	533	0.89	591	1.11	925	0.91	1330	1.06	295	0.66	696	1.48
													(内有耐振和冲击試驗机)	

* 据“計装”杂志1962年卷5, 11期13頁所載“試驗机”一文的作者估計, 1956年日本金屬材料試驗机的产值約十亿日元。与表中官方統計数字不符, 供参考。

表3 1954~1960年金屬材料試驗机中各类試驗机增长速度(%)

試 驗 机 名 称	1954		1955		1956		1957		1958		1959		1960	
	台数	金額	台数	金額	台数	金額	台数	金額	台数	金額	台数	金額	台数	金額
金屬材料試驗机(合計)	100	100	92	95	104	146	177	261	182	251	148	272	181	367
硬度試驗机	100	100	84	95	99	134	236	286	200	261	226	316	279	368
拉伸試驗机	100	100	100	80	106	154	105	141	100	107	84	140	75	93
压缩試驗机	100	100	76	86	63	72	60	114	63	119	88	130	105	248
冲击試驗机	100	100	107	127	106	150	95	136	90	164	109	181	(归入其他試驗机类)	
疲劳試驗机	—	—	—	—	—	—	100	100	105	71	130	98	140	170
万能試驗机	100	100	140	104	205	248	252	494	232	528	251	547	268	732
其他試驗机	100	100	88	103	97	129	152	106	219	123	49	77	115	172
													(内有耐振和冲击試驗机)	

两千多台; 产值最多也只有两亿多日元。

表2及表3所示为1954~1960年期间日本金屬材料試驗机制造业的生产統計数字(資料根据日本“机械統計年报”1960年)。

由表2及表3可以看出, 从1954~1960这七年間, 金屬材料試驗机的生产台数增加到1.8倍, 产值达到3.7倍。其中发展較快的是万能試驗机和硬度試驗机。另外在1957年后的統計数字中, 疲劳試驗机的增加在三年中达到1.4倍, 也值得注意。拉伸試驗机的生产一直在减低。这些情况表明日本試驗机的生产正向

动载荷試驗方向发展, 而硬度試驗机的較多采用, 在一定程度上标志着机器制造部門对产品质量的重视。

1954~1960年金屬材料試驗机内部构成及其变化情况如表4所示。

从产量上来看:

硬度試驗机所占比数为31~52%, 拉伸試驗机为5~13%, 压缩試驗机为4~11%, 冲击試驗机为3~9%, 疲劳試驗机为5~8%, 万能試驗机为7~14%, 其他試驗机为9~35%。

表4 1954~1960年金属材料试验机内部构成及其变化(%)

试验机名称	1954		1955		1956		1957		1958		1959		1960	
	台数	金额	台数	金额	台数	金额	台数	金额	台数	金额	台数	金额	台数	金额
金属材料试验机(合计)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
硬度试验机	33	18	31	18	35	17	45	20	37	19	51	21	52	19
拉伸试验机	12	21	13	17	13	22	7	12	7	9	7	11	5	5
压缩试验机	11	17	9	16	7	8	4	7	4	8	7	8	7	11
冲击试验机	8	6	9	7	8	5	4	3	3	4	6	4	(归入其他试验机类)	
疲劳试验机	—	—	—	—	—	—	5	17	5	13	8	16	8	21
万能试验机	7	17	11	19	14	29	10	32	9	36	12	34	10	34
其他试验机	29	21	27	23	23	19	25	9	35	11	9	6	18	10
													(内有耐振和冲击试验机)	

从产值上来看:

硬度试验机所占比数为17~21%，拉伸试验机为5~22%，压缩试验机为7~17%，冲击试验机为3~7%，疲劳试验机为13~21%，万能试验机为17~36%，其他试验机为6~23%。

此表说明硬度试验机在产量上占的比重最大，其他试验机和万能试验机次之。冲击试验机最少；在产值上，万能试验机和硬度试验机占的比重最多，其次是拉伸和疲劳试验机，最少的仍是冲击试验机。

构成的变化情况：在产量上，硬度试验机

基本上是逐年增加，1960年增到了52%，占了一半以上。相反地拉伸试验机却一直减少，压缩试验机也是减少。万能试验机变化不大；在产值上，硬度试验机变化不大，而万能试验机却一直增加，最高时为36%，占了总产值的三分之一以上，这一点说明它的价格较贵。拉伸和冲击试验机逐年减少，压缩试验机变化不大，疲劳试验机增加速度较快。

另外还值得指出的是，日本的试验机制造业从1957年开始统计了动平衡试验机、动力试验机、耐振动试验机和非金属试验机等产值产量。这几种试验机的发展也很快(详见表5)。

表5 非金属、动平衡、动力、耐振动等试验机的生产情况 (金额: 亿日元)

试验机名称	1957				1958				1959				1960			
	台数	百分数	金额	百分数	台数	百分数	金额	百分数	台数	百分数	金额	百分数	台数	百分数	金额	百分数
动平衡试验机	19	100	0.10	100	10	53	0.07	70	81	420	0.88	880	158	794	1.60	1600
动力试验机	193	100	1.49	100	243	126	1.46	98	315	163	1.86	125	473	245	1.96	132
耐振动试验机	4	100	0.08	100	5	122	0.07	88	5	122	0.08	100	(归入其他金属试验机类)			
非金属试验机	4286	100	3.95	100	3829	89	4.23	1075	435	127	5.01	127	7655	180	6.69	169

由表5看出，到动平衡试验机1957年只有19台，产值为一千万日元，而到1960年则生产了158台，增为8倍；产值为一亿六千万日元，

增为16倍。动力试验机的台数增到2.5倍，产值增到1.3倍。耐振动试验机变化不大，在1960年以后，它被列入其他试验机类内。

非金属材料试验机的增长速度也很快，1957年生产了4286台，产值为三亿九千五百万日元，1960年生产了7655台（为1957年的1.8倍），产值为六亿六千九百万日元（为1957年的1.7倍）。由上述情况可以看出，日本的材料试验机制造业已从静载荷试验向动载荷试验发展，从质量管理方面向试验检查发展。由于近年来日本的纺织、造纸、橡胶、塑料等工业的迅速发展，促进了非金属试验机生产的较大增长。

三、日本试验机工业企业情况

日本的试验机制造业的工厂、从业人员及资金等情况的统计，就是到1950年以后也没有关于这些情况的统计数据。现仅就“质量管理”1960年第9卷第8期上登载的一些情况说明如下。

日本试验机工业现在大约共有50多个企业，从业人数约1500人。从业人数在100人以上的企业共6个，占总数的11.4%，从业人数在50人以下的占80%以上，可见这个行业主要是中小企业（详见表6）。

表6 日本试验机工业的从业人员差别构成

从业人数	企业数	占总数百分比
500人以上	2	3.8%
200~499人	1	1.9%
100~199人	3	6.7%
50~99人	5	9.4%
20~49人	17	32.1%
19人以下	约25	47.1%
合计	53	100%

日本试验机工业的企业资金差别构成情况如表7所示。从表7可以看到，一亿日元以上的企业共2个，占总数的3.8%，五百万日元以下的企业占90%。

由表6和表7可知，日本试验机工业的企业绝大部分是中小企业。而根据资料统计，日本的试验机的生产有80%是由几个较大的企业

承担的。

表7 日本试验机工业的资金差别构成

资金额	企业数	占总额百分数
1亿日元以上	2	3.8%
1000万日元~1亿日元	2	3.8%
500万日元~1000万日元	2	3.8%
100万日元~500万日元	7	13.2%
100万日元以下	40	75.4%
合计	53	100%

试验机工业一般难以成为大企业的主要原因有以下三点：

1. 品种多，生产量少。除去一部分硬度试验机和万能试验机之外，几乎都是按订货合同进行生产的。一般是根据订货户的要求，型式是不同的，因而不能使用专用机器进行成批大量生产。而且有时甚至每个订货必须要重新设计制造。

2. 制造设备的利用率低。试验机工业中几乎需要所有各种的工作机械，并且一般都需要特殊精度和加工方法的工序，因而需要的设备多，但设备的利用率极低。

3. 需要量受到限制。因为试验机不是制造设备，并且只是用在试验、研究、检查等部门，所以在一个工厂里不可能设置几十台的（蠕变试验机例外），即使设置的话，在十五至二十年内也不会更换新的。因此即使需要量多时也不会大幅度的增加。总之，试验机工业不像其他企业，它的需要量是受到限制的。以前日本的试验机工业发展的缓慢的主要原因也就在于此。这些情况不仅日本如此，据说其他国家也存有这些问题。

第一个原因也是万能试验机和硬度试验机在产值、产量上都占有较大比重的部分原因（见表2）；其次这些试验机也是日本出口的主要试验机，所以生产较多。

四、日本试验机工业的输出和输入

根据“质量管理”1960年第9卷第8期所載资料，日本1955~1960年的输入和输出情况

表 8 日本試驗機輸出和輸入情況

項 目 年 份	輸 出		輸 入	
	台數	金 額 (百萬日元)	台數	金 額 (百萬日元)
1955	12	11	—	180
1956	38	8	—	195
1957	63	23	—	150
1958	83	31	—	227
1959	84	23	—	424
1960	129	31	—	450

見表 8。从表 8 中可看出，日本的試驗機輸出是極少的，从 1955 到 1960 年，每年輸出的金額最多是二千萬到三千萬日元。从台數来看，最少的 1955 年只有十二台，最多的 1960 年也只是一百二十九台。但是輸入情况則相反，最少的 1957 年是一億五千萬日元，最多的 1960 年則達到四億五千萬日元。从这些数字可以說明，日本的試驗機工业还是很落后的，还不能滿足國內的需要，尤其是疲勞試驗機、動平衡試驗機和振動試驗機等更不能滿足需要，如 1959 年度輸入總額約為 4 億日元，約等于日本國內生產額的 20%，而其中主要是疲勞試驗機、振動試驗機等。但据“計裝”1962 年第 5 卷第 11 期所載文章介紹，阿姆斯特拉公司和奧森豪森公司的油壓型疲勞試驗機是在戰后輸入日本的，現在日本已完全能生產這種試驗機了。因而只要沒有特殊理由就可以不再輸入。关于試驗 30 吨以上的構造件的共振型疲勞試驗機的发展和研究較落后，車輛工厂還迫切希望輸入這種試驗機。而現在東京衡機制作所正對 10 吨的進行試驗和研究。

在輸入方面領先的是西德，其次是瑞士和美國。輸出的試驗機中最多的是硬度試驗機。主要向美國輸出。

另据日本通產省于 1961 年 10 月發表的“試驗機制造业的合理化計劃”中的統計，1961 年 10 月以前的輸出額為一億日元，占總生產額的 4%，并且計劃到 1965 年度輸出額將為七億日元，占總生產額的 10%。当然這一指標能否實現還值得研究，不過這也可以說明日本政府極

大力發展試驗機制造业和加強輸出給予了很大重視。

五、日本試驗機 工业目前水平及今后发展 趋势的一些情况

材料試驗機工业随着机械工业和尖端技术的高速发展而繼續向前发展着。由于在生产和科学研究上对試驗機工业提出越来越多的要求（品种、数量、技术性能等），迫切需要試驗機工业滿足这一要求。因而对試驗機的发展起了很大的促进作用。

目前机械工业和科学研究部門所需要的試驗，不只是适于試驗小型試件，而是要求能够進行近似实际状态的試驗。因此对試驗機來說，已显示出以下几种趋势（不只在日本，在其他国家中也表現出了这种趋势）。

1. 試驗機的大型化

要以近似实际状态進行試驗的工作之一，首先是把試驗機的能力变大，所說的机械大型化也就是由于这种傾向造成的。几年前拉伸、壓縮等試驗機容量 100 吨就足够了，但是最近由于要对高强度材料的大型試驗樣或大型結構件進行試驗而需要 500~2000 吨以上的試驗機，有的裂縫試驗機已达 4000 吨，現在日本已有 2000 吨以上的壓力試驗機，而苏联已有 3000 吨的壓力試驗機。

2. 動載荷試驗機的需要增加

这也是随着以近似实际状态進行試驗的傾向而出現的。也就是說，沒有一台機器是沒有運動部件的。通常功率大的机械都有激烈運動着的部分，因而只進行靜載荷試驗是不夠的，必須進行動載荷試驗。另外，为了研究使迴轉體順利迴轉的動平衡試驗機，或者研究器具裝置等的耐振動性能的振動試驗機等的需要也急速地增加了。目前日本对疲勞試驗機的研究特別重視，現在已生產了多种疲勞試驗機及冲击試驗機、動平衡試驗機、耐振動試驗機等。

3. 电子工业技术在試驗機上的应用

若進行上述的動載荷試驗，必然需要長時

間，因而也就需要在試驗時進行自動操作或按時間程序自動控制等，在這里當然需要應用電子裝置和試驗機配合起來。在疲勞試驗機和動平衡試驗機中，這種傾向已表現得很明顯了。現在日本已有電子管自動平衡式 200 噸萬能試驗機、電子管自動記錄式萬能試驗機、電子管自動平衡式扭轉試驗機等。

4. 高溫、低溫試驗機的需要增加

最近由於尖端科學的發展和大量新型材料的出現，對材料試驗機又提出了新的要求，要求有可以在高溫或低溫條件下對材料進行試驗的試驗機。目前在很多國家中出現了各種高溫試驗機。如美國已有 3300°C 的高溫拉伸和蠕變試驗機及 1600°C 的高溫硬度計；蘇聯已有 1800°C 的蠕變試驗機和 1600°C 的疲勞試驗機；而日本已有 1450°C 的光學高溫硬度計，1200°C 高溫壓縮試驗機、1000°C 的高溫拉伸試驗機，1400°C 的蠕變試驗機等。另外需要說明日本這些高溫試驗機都已是商品試驗機。由此可見，在研究部門所用的或正在研究試制的肯定要高於此溫度。

據日本“材料試驗”雜誌 11 卷，102 期（1962）所載文章敘述，日本現有的有關高溫強度的研究設備（進口的和自制的）中有：高溫蠕變試驗設備九百八十七台，高溫疲勞試驗設備九十六台，特殊試驗設備三十三台，總計一千二百三十三台。這些設備分別設置在十五所大學的二十二個教學實驗室中，七個國家研究所，四十個私人公司的研究部門中。有關高溫強度方面的研究，近幾年來日本很重視，1952 年，日本成立了材料試驗協會，同時成立了高溫強度委員會，專門從事有關高溫強度的研究。幾年來已有了較大發展。

在低溫方面，有關日本在這方面的資料較少，但目前在美國已有 -269°C 的低溫拉力試驗機，蘇聯也有 -156°C 的低溫試驗機（已找到的資料，實際上肯定不止于此）。

5. 高速試驗機的需要增加

一方面為了進行近似實際工作條件下的試驗，另一方面也為了縮短試驗時間，較快地獲

得試驗結果，如一般的蠕變或疲勞試驗機需要長達幾千小時，有的甚至一萬小時。一般情況下鋼的疲勞極限的反复次數是 10^7 次，如果用 60 次/秒的反复速度進行試驗，需要兩晝夜，但是如果用 2 萬次/秒（120 萬次/分）則僅需 8 分鐘，即使是一億次（ 10^9 ），在一個半小時內也可以完成試驗。所以近來要求高速試驗機的越來越多，最近高轉速試驗機方面，蘇聯早已生產了 1100°C、10000 轉/分的高溫高速疲勞試驗機，在高頻試驗機方面，美國已有 92000 次/秒（552 萬次/分）微型高頻拉伸壓縮疲勞試驗機。日本已有頻率為 146.4 萬次/分的超聲波疲勞試驗機。

6. 其他

在試驗機工業中除上述幾個主要方面的發展趨勢外，目前對自動化半自動化的試驗機的需要也逐漸增多，如應用在生產流水綫中的自動和半自動的硬度計。另外用於試驗放射性材料的遙控遙測試驗機，非破壞試驗機等的需要也多起來了。

六、日本試驗機工業今后的發展

近几年日本的經濟取得了很大的增長，據“日本機械學會志”有關文章記載，1960 年日本國民經濟所得達到 11.7 萬億日元，為 1955 年的 1.7 倍，1950 年的 3.4 倍。這種高速增長的原因主要是機械工業起了重大作用，而機械工業的發展，工業材料又起了非常大的作用。但是材料的選擇和適當的使用左右着工業方面的技術理論和工業生產的發展，因而如何正確地試驗和評價材料是很重要的，這一重要任務必須由材料試驗機承擔。現在試驗機的使用範圍非常廣泛，種類也在日益增多，試驗機在工業產品質量的提高和進步上起着晴雨計的作用。但是其中各種金屬工業，機械工業等特別需要的是金屬材料試驗機（最近在日本非金屬材料試驗機的需要量和生產量也大量增加），隨着鋼鐵、金屬、機械等工業的發展及生產的合理化，質量管理等對金屬材料試驗機的需要逐漸增加，如表 9 和圖 1 所示。從表中及圖中可

看出，机械工业的生产额1954年为九千九百一十亿日元，1960年为三万九千亿日元，是1954年的3.9倍。金属材料试验机的生产额1954年为四亿三百万日元，而1960年为十四亿七千一百万日元，是1954年的3.7倍。另外据日本通产省于1961年发表的“试验机制造业的合理化计划”中预计，1965年试验机的生产指标是七十亿日元，约为1954年的17倍。从这些情况来看，两者的发展速度都很快，并且不相上下。这清楚地表明两者之间的紧密关系。

表9 日本金属材料试验机与机械

工业生产额的比较

(金额: 亿日元)

年 份	机械工业生产额		试验机生产额	
	生产额	为1954年的 百分数	生产额	为1954年的 百分数
1953	9250	93.7	—	—
1954	9910	100	4.03	100
1955	9670	97.6	3.83	95
1956	15300	154.5	5.90	146
1957	23270	234.7	10.53	261
1958	22450	226.5	9.92	251
1959	28860	291.2	10.96	272
1960	39060	393.5	14.71	367

试验机的重要性在日本已经日益受到人们的重视，1956年制订“机械工业振兴临时措置法”时，试验机工业是受到日本政府命令指定的为了振兴机械工业需要合理化的18种产业之一，并且是制订了合理化基本计划和1956年度合理化实施计划的15种产业之一，其目的是为了谋求提高产品性能质量，降低成本，提高技术水平，提高生产率；更新陈旧设备，实现设备的合理化和近代化，改变人们使用外国产品的

的习惯，发起爱用国产品运动。为了实现合理化的设备投资，据“计量管理”1961年第9卷第8期上记述，1959年末约为四亿日元，预计1960年再投资二亿日元。另据日本通产省于1961年10月前发表的“试验机制造业合理化计划”（1961~1965）中预计，实现所制订的合理化计划约需十七亿日元的设备投资。从上述资料中可看出，日本政府目前对试验机工业很重视，但是这些计划能否实现还值得研究，但很可能会使今后日本的试验机工业得到较快的发展速度。

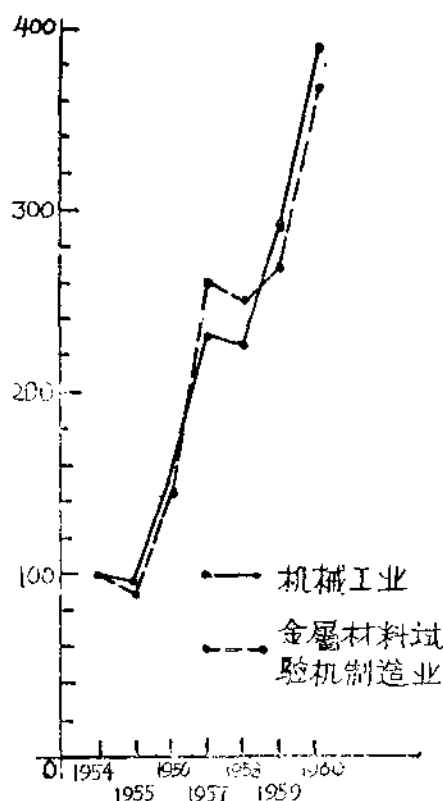


图1 金属材料试验机工业与机械工业发展速度(以生产额)比较图。