

内部资料

# 赴日阀门考察报告

一九七八年九月

## 综合报告

# 日本阀门工业概况和特点

中国机械工程学会赴日阀门考察组于1977年10月14日至11月15日对日本阀门工业进行了综合性考察，参观了日本阀门制造厂26个，阀门铸件厂2个，电动头生产厂3个，填料垫片生产厂3个，以及有代表性的3个阀门用户厂，共计37个单位（详见附件）。

在考察中了解到的一些具体情况，分别写成了十一个专题报告。在本综合报告内，主要分析介绍了日本阀门工业的基本情况和特点，包括日本阀门工业的概况和生产水平、日本阀门工业能够高速度发展的原因以及目前我国阀门行业的主要差距三个部分，此外，根据以上分析提出的一些设想和对上级部门的建议，在本报告内从略。

## 一、日本阀门工业的概况和生产水平

参加日本阀门工业会的日本阀门生产厂家有223个，专业职工约25000人，另外还有为阀门专业厂生产另件的一些小厂，总数约1600多家，全行业职工总人数共有35000人。日本阀门工厂中一部分生产通用阀门而大部分厂是特殊订货小批生产的方式，因此一般来说规模均不大，以阀门工业会所属223个会员厂为例，30人以下的厂有42个，100~200人的厂占多数，300人以上的厂只有27个，千人以上的厂几乎没有（冈野阀门厂前几年有1100人现已减少到900人）。由于日本阀门工业近年来趋向于把铸锻独立出去，向专业化发展，因此大部分厂只从事机械加工和装配，铸锻毛坯靠从专业铸锻厂订货。我们所考察的26个阀门生产厂，除神钢、日钢、久保田三个大型综合厂外，其余23个阀门专业厂中，有热加工的厂家只有6个，约占四分之一（其中铸钢四家、铸铁二家）。

日本阀门行业有全国各厂家在一起组成的“阀门工业会”。它是一个行业性的集体组织，并非官方的行政领导机构，其活动经费由各会员厂分摊，会长由成员厂选举产生，下设事务局处理日常事务，负责行业统计和在国际上进行技术上的对口联系、消息报导等。

日本阀门工业的生产总额，近十年来有很大发展。1976年达到2940亿日元（折合人民币约19.6亿元），全员劳动生产率5.6万元/人·年，阀门总产量264847吨（其中不锈钢阀门7864吨，铸钢阀门30846吨，高温高压阀门7925吨，自动调节阀门47299吨，锻钢阀门3872吨，铸铁阀门102127吨，青铜阀门21404吨，给水栓和容器阀门34510吨），平均每人每年产量为7.5吨，日本阀门工业的生产总额和生产量分别为十年前的3.3倍和1.8倍。日本阀门产值占全国96种机械产品中的第24位，大于水泵、风机、压缩机之总和（有关日本阀门工业十年来的生产和产品构成等情况见表一至四）。

日本阀门工业五十年代生产的阀门只能应付国内的普通需要，也开始制造一些火力发电、石油化工及船舶用阀，六十年代通过引进外国先进技术和注重新产品的试验研究，开始较多地生产高温高压、原子能用阀，基本满足需要，并向国外出口；到了七十年代，在阀门生产中引进了电子计算机技术，阀门工业在生产技术上进一步迅速发展，随着石油、化工、电力等工业向高效能、大型化和自动化方向发展，日本的阀门工业也从技术方面有了很大的提

附表一 最近十年各个品种的产值及增长率

单位：百万日元

年 度	不锈钢阀	铸钢阀	锻钢阀	铸铁阀	青铜阀	高温高压阀	自动调整阀	给排水栓	容器用阀	合 计
1967	5723 (169)	8194 (161)	2094 (164)	25678 (135)	17615 (107)	5812 (145)	13101 (144)	11089 (128)	—	89306 (132)
1968	6666 (117)	11253 (138)	2640 (131)	32135 (125)	18418 (104)	8328 (143)	17325 (132)	14108 (128)	—	110873 (123)
1969	7829 (118)	12709 (113)	2681 (102)	35186 (110)	22800 (124)	10104 (121)	21578 (124)	25843 (183)	—	138730 (126)
1970	11050 (141)	15267 (120)	2821 (105)	42679 (121)	28116 (123)	12235 (121)	26361 (122)	32298 (125)	—	170827 (123)
1971	8222 (74)	17576 (115)	2685 (95)	39803 (93)	30421 (108)	11731 (96)	25564 (97)	35924 (112)	—	171926 (101)
1972	8656 (105)	18530 (105)	3006 (112)	43482 (109)	33373 (110)	10595 (90)	28373 (111)	36923 (103)	—	182938 (106)
1973	12534 (145)	23138 (125)	4283 (142)	64677 (149)	43034 (129)	11477 (108)	41372 (146)	55131 (149)	—	255646 (140)
1974	16857 (135)	41490 (179)	8641 (202)	91684 (142)	38375 (89)	19615 (171)	55950 (135)	68017 (123)	—	340629 (133)
1975	15516 (29)	30415 (73)	7056 (82)	60602 (66)	33205 (86)	18116 (92)	52350 (94)	56219 (83)	—	273479 (80)
1976	18317 (118)	28313 (93)	7034 (98)	55727 (92)	35129 (106)	15344 (85)	61515 (118)	69164 (123)	4284	294827 (108)

注：括号内为对前一年的增长率。

附表二 最近十年各个品种的产量及增长率

单位：吨

年 度	不锈钢阀	铸钢阀	锻钢阀	铸铁阀	青铜阀	高温高压阀	自动调整阀	给排水栓	容器用阀	合 计
1967	5019 (138)	16480 (143)	1825 (134)	76177 (120)	17227 (102)	6253 (112)	8957 (128)	14357 (125)	—	146295 (121)
1968	5057 (100)	20515 (125)	2487 (136)	88863 (117)	17121 (102)	7946 (126)	11578 (129)	17730 (124)	—	171897 (117)
1969	6256 (123)	23051 (113)	2631 (106)	93735 (107)	20085 (103)	9127 (115)	15588 (132)	21781 (122)	—	192254 (116)
1970	7079 (113)	24939 (108)	2593 (98)	111877 (119)	24522 (122)	11648 (128)	20199 (130)	25074 (115)	—	227931 (119)
1971	5121 (72)	26939 (108)	2118 (82)	105433 (94)	26483 (108)	11058 (95)	20533 (102)	29598 (118)	—	227266 (100)
1972	5603 (109)	28435 (106)	2508 (119)	113208 (107)	30098 (114)	10089 (91)	22492 (109)	33633 (114)	—	246116 (108)
1973	7036 (126)	27553 (97)	3040 (121)	135659 (120)	35196 (117)	9686 (96)	31206 (139)	43116 (128)	—	292492 (119)
1974	9979 (142)	38876 (141)	5094 (168)	136630 (101)	27664 (79)	9968 (103)	34171 (109)	39017 (90)	—	301399 (103)
1975	6421 (64)	29861 (77)	3591 (71)	97699 (72)	20959 (75)	8069 (81)	39299 (115)	33794 (87)	—	239693 (80)
1976	7864 (123)	30846 (103)	3872 (108)	102127 (105)	21404 (102)	7925 (98)	47299 (120)	40093 (119)	3417	264817 (111)

注：括号内为对前一年的增长率。

附表三 最近十年每吨的价格的变动情况

单位：千日元

年 度	不锈钢阀	铸 钢 阀	锻 钢 阀	铸 铁 阀	青 铜 阀	高温高压阀	自动调整阀	给排水栓
1967	1140	497	1148	337	1023	929	1463	772
1968	1318	548	1062	362	1039	1048	1496	796
1969	1251	551	1019	375	1135	1107	1384	1186
1970	1561	612	1088	381	1147	1050	1305	1288
1971	1606	654	1268	378	1149	1061	1241	1214
1972	1545	652	1199	384	1109	1050	1261	1096
1973	1781	840	1409	477	1223	1185	1326	1279
1974	1689	1067	1696	671	1387	1968	1637	1743
1975	2416	1018	1965	620	1591	2245	1332	1664
1976	2329	917	1816	545	1641	1936	1300	1725

附表四 以1967年为100各个品种的增长率

年 度	不锈钢阀	铸 钢 阀	锻 钢 阀	铸 铁 阀	青 铜 阀	高温高压阀	自动调整阀	给排水栓	合 计
1967	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1968	116	137	126	125	105	143	108	127	124
1969	137	155	128	137	129	174	197	233	155
1970	193	186	135	166	160	211	247	291	191
1971	144	214	128	155	173	202	274	324	193
1972	151	226	144	169	189	182	282	333	205
1973	219	282	205	252	244	197	421	497	286
1974	295	506	413	357	218	337	519	613	381
1975	271	371	337	236	189	312	429	507	306
1976	320	346	336	217	199	264	470	624	330

高。目前日本生产的钢制管线阀门，最大口径为1400mm，高温阀门长时最高使用温度为816℃，低温阀最低使用温度为-254℃，并已批量生产。现在它们正在研究的新产品有高速风洞阀、磁流体发电用阀、钠回路用阀等高精尖阀门品种。通过考察我们认为日本阀门工业无论在设计水平、工艺水平、生产管理和产品质量方面，均达到了很高的水平，进入世界的先进行列。日本阀门产量仅次于美国，接近西德，居世界第三位。

我国以石油化工通用局归口的阀门行业厂共有70个，约有职工近37000人，阀门总产量10万吨，（其中高中压阀约4万吨，低压阀6万吨），平均劳动生产率每人年产值1.08万元，每人年产量2.7吨。

从生产水平来看我国阀门行业与日本阀门工业比较，不论产值、产量和劳动生产率差距都较大。总产量低于日本的主要原因是由于归口不同，计算基础不一致，日本的阀门总产量是全国的统计数字，而上面只是计算我国石化通用阀门行业归口的这一部分，不包括其他部

门，如电站、仪表、锅炉、船舶等部门生产的各种阀门。当然这里也有一些价差因素造成产值差距大。至于劳动生产率，除了受价格影响以及日本阀门工业的专业化协作比较发达外，主要还是由于我们的生产技术水平不高。

## 二、日本阀门工业能够高速度发展的原因

通过对日本阀门工业的综合考察，使我们了解到日本阀门工业在战后的三十年间采取了一些措施，形成了一些特点，使阀门的生产得到了很大的发展。目前不论从生产组织还是新技术的采用方面来看，都达到了世界先进水平。日本阀门工业所以能够高速发展，主要有以下几个原因和特点：

### 1. 重视生产专业化，实现生产上的高效率

日本的阀门工厂人员虽然都不多，但都具有较强的生产能力，而且为了竞争，各厂都保有一个方面的专长和较高生产水平的特点，近几年来他们越来越趋向于生产专业化，把铸锻独立出去。由于协作关系广泛，多数厂无热加工车间，只承担机加工和总装、试验，所需铸锻毛坯、电动装置、填料垫片都有专业厂按订货供应，就连专用工具和专机的制造、关键设备的大修、都有专业厂家协作，甚至于铸造用砂、造型涂料，以及废砂的处理也是由储运公司承包，可以说这些工作已走向了社会化。因而减轻了工厂的负担。例如我们这次考察的两个生产阀门毛坯铸件的专业厂大洋钢铁厂和鹭野机械公司就是在69年随着专业化的需要才新建的铸钢厂。两厂都是采用高压造型生产线，生产的各种阀门铸件毛坯均达到了质量好，效率高的水平。据了解日本的专营铸锻为各中小企业配套的厂家不少。我们这次考察的东亚阀门厂是日本一个较大的阀门厂家，该厂前几年还设有一个为自己配套的精铸车间，这次我们参观中看到虽然有的设备还在车间里，但早已不用了，该厂认为毛坯件可以通过向专业厂订货解决，而且质量好，价格合适，比自己生产更为方便。另如TLV工厂是一个只有280人生产疏水阀的专业厂，该厂虽已有廿多年的历史，但在69年建设的新厂中，在工厂的布局上，只着重于装配和试验，工厂仅设有少量的关键件加工设备，而大量的加工件扩散在外部协作。由于从事专业化，工厂在试验研究上发展了自己的独创技术，不断研究改进结构，提高了质量，得到了用户的信任，使该厂生产的疏水阀占据国内市场的60%，并行銷欧美廿多个国家。有的厂家虽然早已形成了自己的综合生产能力，还保留有热加工车间，但它也是尽量在一个专门的方向发展自己的特长。如和田特殊制钢公司也是一个180人的小厂，该厂以自己铸造不锈钢，专门生产天然气和原子能用阀门为主导产品，达到了专业化、低成本、高效率的水平。该厂生产的不锈钢阀门成品在外表上很难找到浇冒口的位置，每个人每年平均劳动生产率可达12万元，平均产不锈钢阀门约8吨。又如日本阀门行业最大的冈野阀门厂全厂共有900人，虽然也有铸钢车间，可算一个中而全的阀门厂，但该厂铸钢车间是一个独立的分场，专门生产阀门铸件。由于该厂的技术力量雄厚，设备、试验能力都很强，以制造高温高压阀、原子能发电站阀和一些特殊用阀等精尖产品而闻名。总之日本的阀门工业以它的专业化特点在相互间的竞争中得到了一定的发展。

### 2. 重视引进国外先进技术，加快工业发展速度

日本阀门工业由于重视与欧美工业发达国家的合作、保持密切的技术联系，大大缩短了研制过程。日本不少的公司是日美合作的，有的与欧美有共同的技术开发计划，同时日

本的阀门工业与国际技术组织有业务上的联系，参加国际技术组织的活动，及时发现并引进国外已经成熟的先进技术，充实自己。据不完全统计，自五十年代以来，由国外引进的重大的阀门技术就有42项：五十年代有调节阀两项，六十年代有疏水阀、电动装置、特殊阀门等17项，七十年代有管线阀门、球阀、气动装置、LNG液化天然气用阀等23项。由于日本重视引进国外先进技术，因而促进了日本阀门工业的高速发展。例如，日美合作的山武霍尼威尔公司采用电子计算机控制的立体仓库、群控加工自动线、装配喷漆线等先进技术，从材料入库、零件的装配、成品的保管发运，均实现了自动化，获得了较高的生产水平，使该厂劳动生产率达到每人每月260万日元(折合人民币1.6万元)，一个250人的工厂每年产调节阀2万多台。又如日本的阀门驱动装置，五十年代的产品不多，而且不统一。六十年代日本齿轮公司、岛津制作所分别由美国费城公司和英国罗托克(Rotork)公司引进技术，促进了自己的技术发展，很快达到了世界水平。上述两厂和另一制造电动装置的西部电机工业公司一起年产三万台，约占全日本电动头总产量的90%，而且向国外出口。另外日本阀门工业许多厂与美国的API(美国石油协会)、ASME(美国机械工程师协会)都有技术认可关系，其中三个厂家获准[N]标记，取得了国际市场的认可，为大力发展原子能电站用阀，提供了有利条件。由于日本阀门工业注意吸收世界先进技术充实自己，促进了日本阀门工业的发展。

### **3. 重视试验研究工作，发展新产品和新技术**

日本阀门工业为了竞争和发展，都十分重视科研工作和发展新产品、新技术，以确保本厂产品在性能上和质量上的高水平。为了提高产品技术水平，确保本厂产品的声誉，各厂技术人员比例至少在10%以上，多的达到26%。不论厂家大小，都有产品性能试验台和寿命试验台，因此，高温高压阀门试验用的高温高压锅炉，低温阀门试验用的液氮贮槽等都比较普遍。例如只有60个人的研精阀门厂，亦备有流量试验装置和250kgf/cm<sup>2</sup>的空压机及试验系统。他们一般都是在老产品寿命和性能试验的基础上发现问题，进行改革试验新结构。另外，射线探伤、着色探伤、材料理化检验等装置都得到广泛的使用，因此，日本阀门短时高温已可做到1200℃，低温至-254℃，目前正在向快中子反应堆钠回路阀门、高温高压蝶阀、极低温阀门等方面发展。

### **4. 重视科学管理、提高产品质量**

日本阀门工业各厂家为了追求更高的利润，十分重视企业的科学管理和文明生产，严格产品质量管理，努力降低成本，以自己的名牌产品取得用户的信任，增强其在市场上的竞争能力。这是日本阀门各厂家的共同特点。我们看到日本工厂都有健全的检验机构，车间到处都是“整理整顿”、“安全第一”，“品质优先”等标语，经常开展“安全生产月”、“质量管理月”和“文明生产月”的活动，而且各阀门厂的生产都有很严密的计划性和时间性，作到了均衡生产，按期交货，现场秩序良好，零部件堆放整齐，工位器具齐全，基本上工件不落地，没有磕碰划伤现象，对计量器具的精度都有一套完整的检查制度，并以各种颜色的标记加以区别，关键零部件还要作精度检查记录存档。在管理方面日本阀门工厂不断向电子技术发展，不仅小的电子计算机已广泛采用，而且许多厂已开始运用大型电子计算机管理生产。例如北泽阀门厂用一台电子计算机管理四个分场的生产，从产品订货、计划编制、生产进度以至零部件的库存，都由电子计算机集中管理。不少工厂基本实现了质量高水平，管理科学化。

### 三、目前我国阀门行业的主要差距

#### 1. 阀门铸件毛坯方面

我国热加工是当前的薄弱环节，阀门铸钢件毛坯质量差、数量少、差距较大。

日本阀门工厂大都没有热加工车间。主要的铸钢毛坯协作厂有大洋、鹭野等几个公司，都是以高压造型自动线为主要生产方式。例如大洋铸钢厂，全厂238人，月产铸钢件850~900吨，其中不锈钢件占10%，每人每月平均产量3.7吨。全厂有高压造型线、强震造型线各一条，此外尚采用真空造型生产单件、小批量的大中型毛坯。该厂不但产量高，而且品种多，质量好，废品率仅有1~2%。鹭野机械公司所属的小牧工场，有一条铸钢高压造型线，职工60人，月产能力为500吨，目前因订货不足只一班生产，实际出产250吨，平均每人每月生产4.1吨。北泽阀门厂所属长板工场的高压造型线，人员30人，月产不锈钢铸件150吨，平均每个工人生产不锈钢铸件5吨。这三个厂的铸件清砂、切割，都实现挂链式的流水线，有较高的自动化水平。

我国阀门行业中，有铸钢车间的工厂有开阀、沈阀和甘阀等。就开阀厂来说，铸钢车间420人平均月产铸钢件300吨，每人每月平均生产0.71吨，沈阀厂铸钢车间500多人，平均月产铸钢毛坯400多吨，每人平均不到1吨。我国阀门铸件加工余量大，浇冒口切割不平，给机加工推广专机生产线带来很大困难。

通过对日考察，我们认为铸钢生产推广高压造型线是保证高质量高效率生产铸钢毛坯的一个方向，用砂模造型生产出和我国目前精铸质量相近的毛坯也是完全可以实现的。这些发展趋势为我们今后进行铸钢热加工的技术改造提供了方向。

#### 2. 科学试验和新产品研制方面

日本阀门工业不论大厂小厂，对产品的试验研究和新产品研制都很重视，不但在组织上有专职机构，而且在设备上有一套完善的适合本厂产品特点的试验设备。

例如以生产高温高压原子能阀门为主的冈野阀门厂，全厂技术人员120人，占全厂总人数的13.3%，其中专职试验人员18人，有阀门研究室，设备有压力 $P_g 165\text{kgf/cm}^2$ 、温度 $530^\circ\text{C}$ 的2吨锅炉一台，有压力 $P_g 300\text{kgf/cm}^2$ 的空压机、真空原子能阀门试验室，填料填片试验台、流阻试验装置、低温试验装置、带消音器安全阀试验台等一整套试验研究设备。该厂为了给我国金山工程聚脂系统上提供148台阀门，曾先后选取13对不同材料进行工况条件模拟试验，找出了高强度黄铜对硬质金合，达到寿命30万次的要求。现在他们正在研制快中子增殖堆钠回路用阀门。

产品比较单一的专业厂，则对产品的研究更为重视，例如制造疏水阀产品的TLV厂，有设计研究人员30人，占全厂总人数的10.7%该厂将大部分另部件扩散出去，自己只从事少量关键另件的加工和装配试验，获得了很高的生产效率。这个厂根据产品特点设有各种疏水阀流量装置和排量测定装置、寿命试验装置等，并试制成功了疏水阀泄漏检查器等仪器，实现测试时的自动记录。作为试验研究的结果之一，该厂拥有国外专利200多项，国内专利300多项。

日本一些较大的厂在产品的研究和研制方面下的功夫更大。神户制钢厂试制管线大球阀时，他们对样机除了做强度、密封、焊接等试验外，还对密封圈的材料、擦伤性能进行寿命试验和 $-55^\circ\text{C}\sim 80^\circ\text{C}$ 的产品试验，以及事故耐火试验等，由于他们对样机做了完善的试验，

因而保证了产品的性能要求。

我国阀门行业有专业研究机构但力量薄弱，而阀门厂属所（室）力量更加薄弱。无论从技术力量、技术水平、试验设备和研究经费来看，都远远满足不了我国阀门行业技术发展的需要，研究工作落在生产的后面，拖了技术发展的后腿。这方面我们的差距较大。要把新产品和新技术搞上去，必须在试验研究上下功夫。

### 3. 质量管理方面

日本阀门厂为维护自己产品的声誉，更好地向用户推销产品和扩大市场，因而对产品质量非常重视，并且做到均衡生产和文明生产。

他们的质量管理，首先注意抓好以下几个环节：

（1）组织机构上，各厂都有专门的质量管理部门，车间有质量检查组（QC）和专职检查员，经常开展“质量月”的活动和质量评比，公布评比分数，颁发质量良好奖状。

（2）重视毛坯内在质量的检查。毛坯进厂做严格的外观检查，还要根据技术要求做必要的无损探伤。主要的探伤方法，例如用着色探伤检验堆焊的加工面、用磁力探伤检查铸锻件外表裂纹、用超声波探伤检查焊缝质量，以及用X光、 $\gamma$ 射线探伤检查毛坯的内在质量等，具体根据各厂的技术标准或用户的要求。例如冈野阀门厂就有X光、钴60的探伤设备共13台、磁粉探伤机5台、超声波探伤机2台、着色探伤设备26套，每月为毛坯拍的探伤胶片就有一万多张。

（3）工夹具的管理和设备检查，有专门的计量检验机构，有专职的管理人员，定期对车间的生产设备和工夹具以及各类仪表进行鉴定、检查，并贴上明显的标记，不合格的及时更换，严禁使用。

（4）零部件的管理。经加工的零件都用统一的托盘，摆放在专用的架子上，车间运输一般都采用铲车搬运，先进的厂采用机械或电子操纵的立体仓库，来管理收发另件的工作，例如山武霍尼威尔公司的立体仓库，只有一个女管理员，用电子计算机操纵立体仓库中750个货位框格，按计划取出或放入另部件，以最小的人力达到高效率。

（5）成品性能检查。日本阀门厂对成品的出厂性能检查都很重视，有专门的试压设备和记录，由于他们生产均衡、无突击现象和减少磕碰划伤，所以装配后成品率很高，返修的不到1~2%，达到了比较高的水平。

（6）成品管理。车间试压检验后的产品吹除水渍用堵盖将阀门进出口堵住、然后喷漆、包装、进入成品库，并附有齐全的技术资料。有些产品根据用户要求出厂时还要进行复检。

日本阀门工厂从以上方面注意管理，抓好关键环节，所以阀门质量稳定。

近年来我国阀门工厂的质量管理大多不健全，高温高压阀毛坯也缺少探伤检查，一般说来成品出厂检查不严格，试压设备简陋，装配场地拥挤，工位器具不全，尤其生产不均衡，前松后紧，严重影响阀门的质量，有些厂返修率有时高达15~30%，成品管理不善，露天堆放，以至质量进一步下降，给用户造成很大困难，目前阀门质量问题的集中表现仍然是“一短二漏”（内漏、外漏、寿命短）。

### 4. 冷加工中数控机床的应用

在日本，由于铸件外表质量好，加工余量小，给机加工提供了有利条件，因而日本阀门机加工中数控机床、自动机床和专机加工的推广和应用比较容易，加上电子工业比较发达，一般阀体均由数控机床、自动机床加工，专业化程度高的工厂有电子计算机集中控制的加工



自动线，例如，山武霍尼威尔公司的调节阀体加工自动线，实现了高度的自动化。因而他们在冷加工中，在保证质量的前提下，达到了很高的效率。而为了适应阀门品种多变的要求，日本阀门工厂一般倾向于将数控机床和通用性强的自动专机做为今后的发展方向。

我国由于铸钢毛坯的限制，以及生产批量和分工布点的原因，许多厂的加工自动线开工率不高，现有的专机也多因毛坯质量不好，调整工夹具费时，因而利用率受到影响，所以阀门行业总的工艺水平大部分仍然停留在一个人、一台设备、一把刀、一个工件的水平上，因而质量不高，效率低，与日本相比差距很大。

#### 5. 阀门的电驱动装置

随着石油化工、电力、冶金向自动操纵方向发展，电动阀门的需要量也日益增多。我们参观的日本共同石油炼厂，年产500万吨，有电动阀门1500台。现在日本的电动装置主要有三个生产厂家，占日本电动装置总生产量的90%，其中西部电机工业公司是自行设计制造电动装置，日本齿轮公司是1962年引进美国费城齿轮公司的技术开始生产的，而岛津制作所则是1967年从英国的罗托克公司引进的电动装置技术。这三个工厂的共同特点是专长生产电机、机床或仪表，而后兼产电动装置的，因而他们都有一定的技术基础，有完善的设备和试验条件。各厂对加工的各主要另件都有严格的质量标准和要求，每台出厂的产品都要进行扭矩、行程的全部项目的调试，并有详尽的记录。对原子能阀门的电动装置，还要进行模拟工艺条件下的性能试验，达到了很高的水平。

我国电动生产厂仅有天津第二通用机械厂和上海阀门三厂两家，每年产电动装置约5千台，产品在出厂以前仅做运转试验和部分调试，不做全台的调试和试验，因而在使用中感到输出扭矩不够，运转不灵，安全性能差，常常不是关不住，就是打不开，因而不能起到远距离控制的作用。

#### 6. 阀门填料垫片

阀用填料垫片是影响阀门外漏的关键。日本专供阀门用填料垫片的厂有三家：“巴尔卡公司”、“石棉公司”、“皮拉公司”。这三个公司的产品垄断了日本填料垫片的市场，并输出国外，他们的产品规格齐全，品种多样，而且不断开展试验研究积极推广新材料，努力发展新品种，如膨胀石墨、碳素纤维等。目前他们的填料垫片适用温度范围可达 $-250^{\circ}\text{C}\sim 1650^{\circ}\text{C}$ ，使用寿命一般都在一、二个检修周期以上，全面满足了石油、化工、电站、冶金等所需阀门的配套要求，并且达到了世界先进水平。

我国阀用填料垫片均由建材部门所属石棉厂供应，由于产品不归口，因而无论从品种规格上和产量、数量上均不能满足阀门对性能和寿命的要求，尤其是阀门新产品试制中要求的高温高压、超低温、原子能等阀门的填料垫片，缺口更大。

### 四、建 议 (略)

(沈延新等整理)

## 大口径管线阀门

### 一、日本管线阀门概况

随着石油化学工业的迅速发展，世界各国长输管线的建设日益增多，对长输管线和设备的安全性和经济性，提出了新的要求。就长输管线用大口径阀门来说，可概括为以下四点：

（一）对阀门结构要求刚性好，选材强度高，即使在管道发生严重破坏时，阀门也能继续安全操作；（二）为保证阀门在一定的压力和温度条件下使用，阀门必须有很好的紧密性；

（三）为减少管道阻力损失，便于清扫球通过，阀门通径要和管道通径一致；（四）为了不受天气变化的影响，便于远距离安全操纵，要求装有各种驱动装置和紧急切断装置。日本大口径管线阀门生产的主要厂家有日本制钢所的广岛制作所；日本制钢所的横滨制作所（生产阀门驱动装置）和日本神户制钢的大久保事业所。

日本制钢和神户制钢都是日本综合性大型联合企业。日本制钢所于1907年创立，距今已有70年历史，职工总人数8500名。日本制钢的广岛制作所生产管线阀门，多为钢板焊接结构，1970年与美国格罗夫阀门与调节器公司进行技术合作生产B-5型球阀，压力150~1500磅/英寸<sup>2</sup>，口径最大到1200mm。1500磅/英寸<sup>2</sup>阀门的最高使用压力为253.2kgf/cm<sup>2</sup>（最高使用压力是根据API-6D规定，表示在-28.9℃~37.8℃温度范围内的最高使用压力）。口径为400mm，B-5型阀门系列共计157个规格。该厂生产的JB-C型球阀为全焊接结构，体积小，重量轻，结构紧凑，目前该厂已完成系列化设计，共计76个规格。该厂已生产大型球阀2000台以上。神户制钢的大久保事业所原来和北村协作生产大型球阀，现在独立生产。铸件毛坯由神户制钢所的高砂事业所提供。日本制钢所的横滨制作所1970年和美国莱迪恩流量控制装置公司进行技术合作生产各种阀门用驱动装置，其扭矩范围：346kg-m~14000kg-m。该厂已有3000台各种驱动装置的生产经验。总之，日本生产大口径管线阀门和驱动装置无论从品种、数量、质量上不仅能满足国内需要，而且能大量出口。

### 二、JB-C型球阀

JB-C型球阀是日本制钢所属广岛制作所根据多年生产管道阀门的实际经验和该厂生产压力容器、塔、槽等焊接技术设计制造成功的全焊接型阀体结构球阀。由于采用低温焊接技术和焊接方法，消除了焊接过程中的变形，使阀门能够可靠密封。该型号阀门是根据API-6D标准设计生产。

#### （一）结构特点

1. 阀体全部采用焊接结构。
2. 用O型环的密封机构。
3. 进口和出口均可完全封闭的阀座密封结构。

4. 有经精密加工的金属阀座和金属球体相接触的密封机构。
5. 阀杆处密封用O型环可以更换，拆卸方便。
6. 球体表面精加工后镀铬。球体表面镀硬铬，镀层厚0.015mm硬铬。
7. 可安装各种驱动装置。
8. 通径和管道一致。
9. 有闭塞和放出口。

## (二) 结构机能说明

### 1. 阀座的密封 (图 1)

阀座设计成进出口能同时完全独立密封的结构。当球体在关闭状态时，靠金属或O型环两者进行密封。金属阀座里面和O型环与球表面接触。球体以阀杆为中心旋转的固定形式，进出口两侧浮动的阀座受弹簧和流体压力推向球体而达到密封。因此，在极小的压差下，用弹簧的力量亦能保证进出口的密封（称为活塞效应）。

活塞效应说明见图 2。

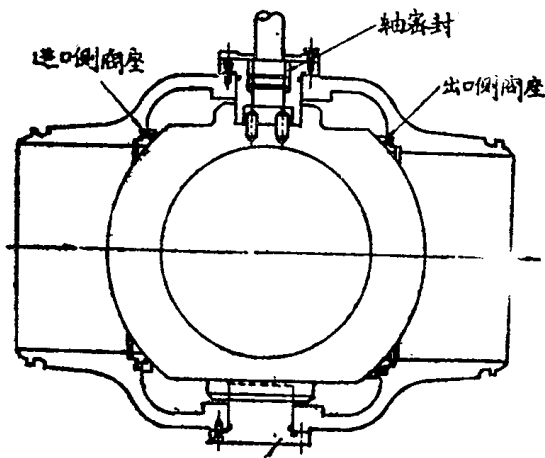


图 1 阀座和球的关系

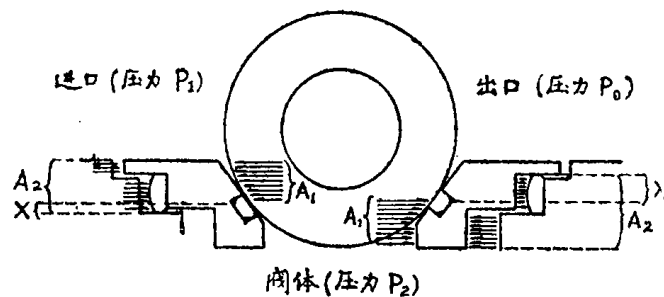


图 2 活塞效应

进口侧阀座：

进口侧压力  $P_1$  大于体腔内压力  $P_2$ ，故上流压力  $P_1$  与  $A_1$ 、 $A_2$  的面积差  $X$  即  $P_1 X$  的力和弹簧力，把阀座环推向球体。

出口侧阀座：

与进口侧相反，体腔内压力  $P_2 >$  出口压力  $P_0$ ，由于体腔内压力的作用，将阀座与阀体之间的O型环移动，形成了面积差  $X$ ，体腔内压力  $P_2$  乘上  $X$  即  $P_2 X$  的力加上弹簧力，把阀座推向球体。

### 2. 阀杆结构 (图 3)

阀杆与球体为两个部件，用销轴联接。球体上的总推力，由装在阀体上下两端的轴承来支承。阀杆无横向推力，因此阀杆所受应力较小可以长期使用。

### 3. 阀杆的密封

阀杆用两个O型环密封，万一发生泄漏时，可先关闭阀门，放出体腔内的压力，卸去固定衬套，便可更换上下O型环。

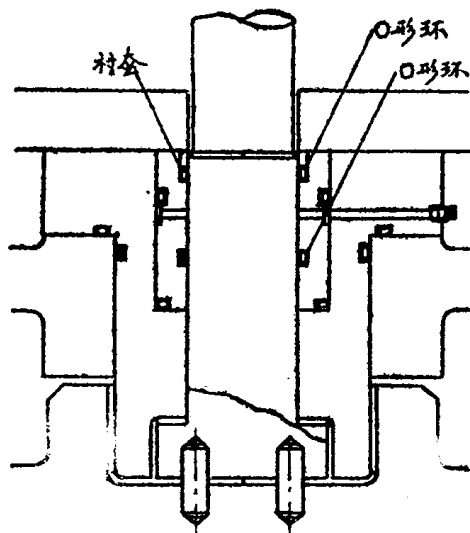


图3 阀杆结构

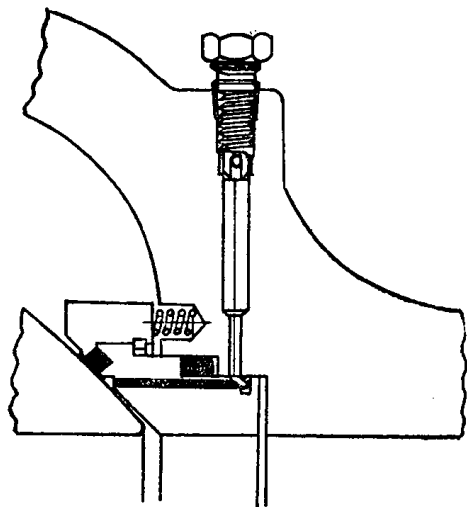


图4 紧急密封结构

#### 4. 低的操作转矩

轴承装在球体上下两端的台肩内，球体由阀杆带动，在固定套筒和轴上旋转，这种 DU 轴承（浸渍氟塑料的金属）有负载增加时摩擦系数减少的特点，故操作转矩低。

5. 排泄孔塞：由于进出口侧分别为独立的紧闭密封结构，故积聚在体腔的流体能在阀关闭状态下排除，为此在阀体下部设有排泄孔塞，同时还可检查阀门的密封性。气密紧闭密封不用密封剂亦可达到密封，故不会污染介质。

6. 紧急密封：本阀门不用密封剂。但若金属密封和 O 型密封受到损伤发生泄漏时，可在阀座环上特制的沟槽中注入密封剂进行紧急密封（如图 4）。

### （三）材料（见图 5）

标准使用温度范围  $-10^{\circ}\text{C} \sim 82^{\circ}\text{C}$

序号	零 部 件 名 称	材 料	备 注
1	阀体	SM50 + SCW49	
2	左阀体	SCW49	
3	球体	FCD40	镀硬铬
4	阀座	S20C	非电解镀镍
5	阀座环	S20C	非电解镀镍
6	螺旋形圆柱压缩弹簧	18~8 不锈钢	
7	阀杆	SCM4	
8	销轴	SCM4	
9	上支承套轴	SCM3	
10	下支承套轴	SCW49	
11	键	S45C	
12	联接盘	SS41	
13	O型密封环	特制合成橡胶	
14	O型环(密封垫圈)	特制合成橡胶	
15	O型环(阀杆上密封)	特制合成橡胶	
16	O型环(阀杆下密封)	特制合成橡胶	
17	排泄孔塞	S25C等	
18	安全阀	S25C等	只限液体用

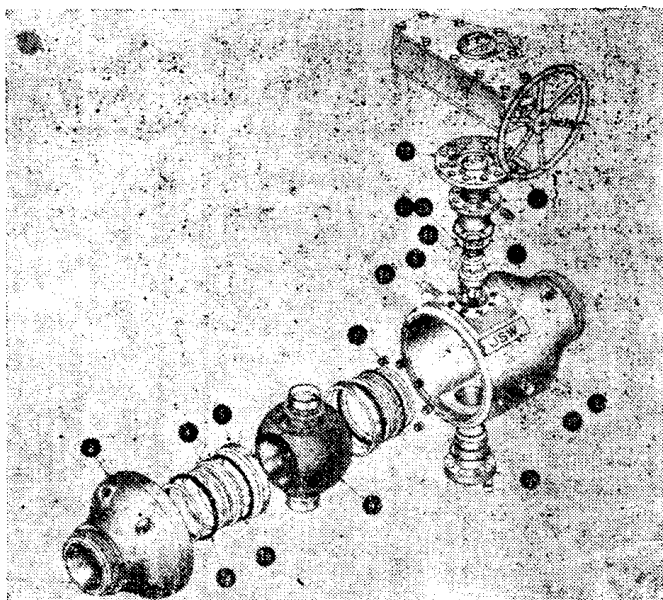


图5 JB-C球阀结构

### 三、神户制钢生产的球阀

日本神户制钢所的大久保事业所原来和日本北村阀门厂合作，曾生产左右阀体分开的铸钢结构大球阀，压力为150~600磅/英寸<sup>2</sup>，口径从600mm到1200mm，使用温度：-45℃~80℃；特殊订货的温度为-50℃~176℃，其设计特点：1. 阀体采用铸钢件分成左右两个部件用双头螺柱连接，经试验该结构刚性好，可耐弯曲负荷。2. 密封机构：用板弹簧将浮动式阀座压紧在球阀上，阀座内填充的密封件用四氟乙烯材料，具有较好的韧性而且摩擦系数小，密封性好，并有油封结构，如果用户需要也可作成金属对金属的密封。3. 阀杆部分装有O型圈，容易更换，阀杆轴承耐久性好，密封剂可均匀注入，维修简单方便。此种阀门的结构，国内资料介绍较多，我国研制的大口径球阀，基本上也是采用这种结构，故这里不再重述。

此外，神户制钢所在进行焊接型大口径管线球阀的试验工作，在焊接规范应力测定等方面也做了一些试验。

### 四、JSW-GROVE牌G-4型闸阀

G-4型闸阀全部为钢板焊接结构，带有双层密封结构，压力：150~900磅/英寸<sup>2</sup>，口径最大为48英寸，共计5个压力级195个规格。

#### (一) 结构说明 (图6)

1. 轴保护管：可以从上部伸出开度指示 (VPI) 杆，该管可用透明塑料制造。
2. 上部制动器：决定阀门开启限位。
3. 阀杆处装有滚动轴承，并可加油润滑。
4. 阀杆装有两个O型环密封，更换方便。
5. 两面为平行的闸板，使阀座不会夹杂脏物，以致损伤表面。
6. 浮动式阀座，任何条件下可保证金属对金属的一次密封。

7. 用O型环的阀座密封。

8. 气密紧闭的完全封闭结构，勿需润滑，保证进出口侧完全密封。

9. 通道和管道通径一致，压力损失小，清扫球可通过。

10. 能安装手动、电动、液动、气动和气缸直动式的各种驱动装置。

11. 阀体阀盖为螺栓连接，阀门固定在管道上，也可取出闸板，现场维修方便。

12. 钢板焊接阀体，空腔小，可迅速排除残留流体。

13. 排泄孔塞：进出口同时独立密封，阀体空腔与管道完全隔绝，可排出体腔内残留流体。

14. 与管道相连可以直接焊接或法兰连接。

15. 自动安全装置：体腔内反常升压时，可自动向高压侧管道放出。

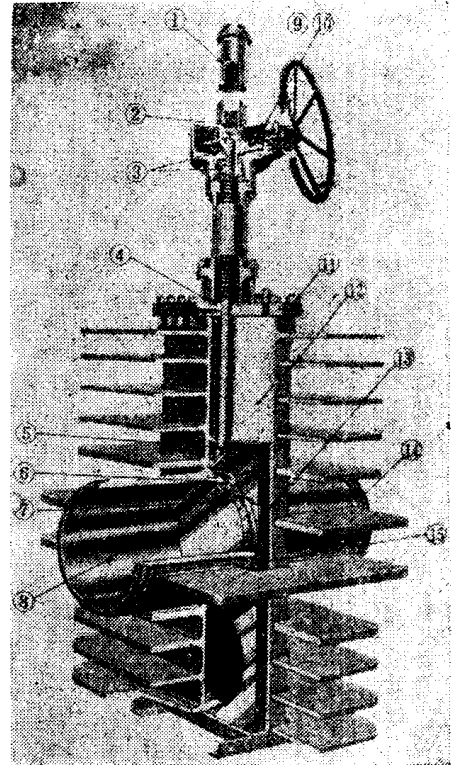


图6 G-4型闸阀

## (二) 结构机能说明

1. 气密紧闭的阀座密封 (图7)

该型闸阀的密封机构，由金属对金属的一次密封和由O型环的二次密封所构成。进出口浮动式阀座分别独立，在压差较低时或真空状态时借弹簧的力量也能完全密封。

当进口侧的压力超过出口侧压力时，闸板被推向出口侧阀座，进口侧阀座由于活塞效应靠近闸板，达到密封 (图8)。任何压力状态下，进出口能同时进行独立的气密紧闭密封。

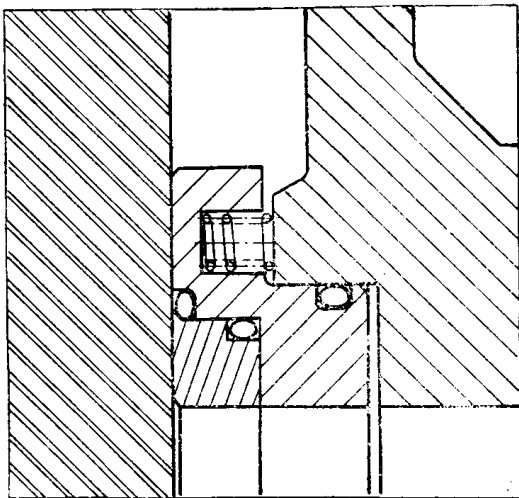


图7 气密紧闭的阀座密封

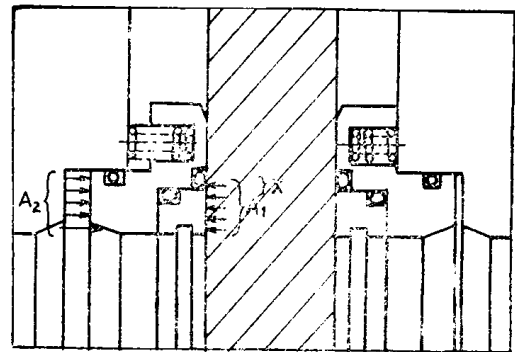


图8 活塞效应

2. 排泄孔塞：该型闸阀为进出口侧独立的气密紧闭密封设计，由于阀体空腔小，排泄量小，排泄简单，较为经济。

3. 自动安全装置：为防止阀体内异常升压，有自动减压安全机构。阀门关闭时，若阀

体内压力比进口侧压力高时，阀体内高压作用于阀座面积，超过活塞效应的压力，把进口侧阀座从闸板推开，阀体内压力便放入进口侧（参阅图10）。当阀体内压力和上流侧压力相等时，又恢复到原来密封状态（图9）。

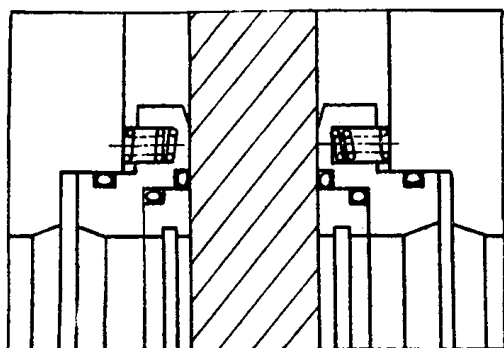


图9 阀体内无压差状态

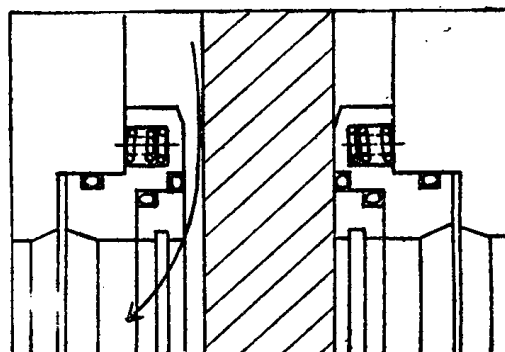


图10 自动降压状态

(三) 主要零件材料 (图11)

序号	部 件 名 称	材 料	备 注
1	阀体	ASTM A441 或 JIS SM50	
2	加强筋	A441 或 SM50	
3	通道	A441 或 SM50	
4	底座(钢板组装)	A441 或 SM50	
5	阀盖	A441 或 SM50	
6	闸板	A441 或 SM50	镀铬
7	阀座	A441 或 SM50	非电镀锌镍
8	外阀座环	A441 或 SM50	非电镀锌镍
9	阀杆	JIS SCM4	非电镀锌镍
10	阀杆头	JIS S45C	非电镀锌镍
11	销	JIS SCM4	非电镀锌镍
12	O型环	特制合成橡胶	
13	O型环(杆)	特制合成橡胶	
14	O型环(阀盖)	特制合成橡胶	
15	O型环(密封垫圈)	特制合成橡胶	
16	弹簧	18~8 不锈钢	
17	螺栓	JIS SCM3	镀锌
18	螺母	JIS S45C	镀锌

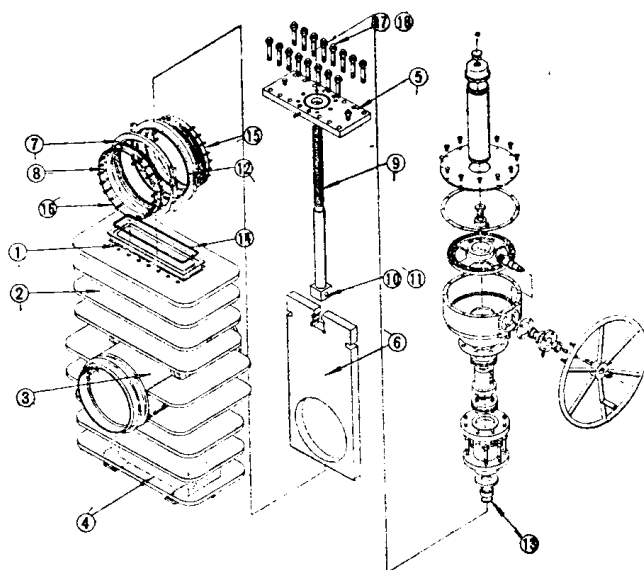


图11 G-4型闸阀结构

## 五、JSW-Ledeen 型油压驱动装置

阀用油压驱动装置,要求具有绝对安全可靠。1970年日本制钢的横滨制作所与美国莱迪恩流量控制装置公司进行技术合作,生产阀门油压驱动装置。该厂有多年生产液压驱动装置的经验。驱动装置的驱动方式以电动液压式、空气液压式及纯液压式为基础,设计的结构小,功率大,并能进行高敏感度和高速的开关动作,既可用于通常关闭操作,又可用于紧急切断装置。在没有电、空气等动力源的地方,可以利用管道的气体压力进行操纵,这种气动驱动装置有:

GD 型: 气体直接驱动的驱动装置。

GH 型: 气体/液压驱动装置。

液压驱动装置出厂时的试验内容见下表:

**液压驱动装置试验实例**

PK61547 B 7DO531

试验日期: 1977年4月21日

1	检 查 项 目	检 查 结 果	判 定 基 准
1	外 观 检 查	良	
2	性 能 检 查	试验油: PAN-XPWTOR OIL 10W-40 周围温度: 常温(5~35°C)	
2-1	手动泵动作试验 (无负荷)	开关动作 开动作次数 关动作次数	良 32次 32次
2-2	回转角度范围试验	动作范围确认 假定动作范围	良 良
2-3	限位开关试验	动作位置 0 动作位置 90	良 良
2-4	蓄压部件动作试验 (140kgf/cm <sup>2</sup> )	N <sub>2</sub> 氮气封入压力 安全阀设定压力 蓄压所需时间	58kgf/cm <sup>2</sup> 140kgf/cm <sup>2</sup> 33秒
2-5	耐压试验	油压回路(160kgf/cm <sup>2</sup> 3分钟) 空气压回路(7kgf/cm <sup>2</sup> 3分钟)	良 良
2-6	压力保持试验	蓄压5分后 蓄压20分后	120kgf/cm <sup>2</sup> 119kgf/cm <sup>2</sup>
2-7	力矩试验 (蓄压120kgf/cm <sup>2</sup> )	闭→开 开→闭	良 良
2-8	开闭时间测定试验 (无负荷)	手 动 闭→开 开→闭 开→闭	35秒 35秒 7.2秒
2-9	紧急切断试验	开→闭	7.2秒



(续)

检 查 项 目		检 查 结 果	判 定 基 准
2-10	压力开关动作确定	—	$>130\text{kgf/cm}^2$ 关
		—	$<120\text{kgf/cm}^2$ 开
2-11	动作确定试验蓄压 $120\text{kgf/cm}^2$	1.动作终了时压力	—
		2.动作终了时压力	—
		3.动作终了时压力	$>55\text{kgf/cm}^2$

## 六、管线阀门的试验

### (一) 出厂试验项目

一般小口径在油压水压自平衡试压机上进行强度试验。神户制钢所的大久保事业所有两台2000吨的试压机，试验阀门放在试压台上，台下有油缸操纵中间板移动夹紧阀门进行试验。密封性试验采用 $6\text{kgf/cm}^2$ 的气密试验，1米球阀允许渗漏量约为50~100cc/分。若做水压密封试验，不允许有渗漏。

### (二) 特殊试验项目

在新产品研制时或用户特别要求时可作下列试验：

1. 低温试验：将试验的阀门 JSW-GROVE B-5 型球阀放在  $4 \times 4 \times 5$  米保温箱内用液氮向阀上吹，保温箱温度保持在  $-55^\circ\text{C}$  的情况下进行开关试验，反复试验七到十天。

2. 高温试验：日本制钢所曾用热风吹到试验阀门上，保温 $80^\circ\text{C}$ 左右，进行开关试验。据说过去北村进行过耐火试验。日钢认为没有必要用大口径阀门做耐火试验。

3. 寿命试验，神户制钢所的大久保事业所曾进行球阀模拟滑动试验，试验时在密封座后部通入气压，试验结果：金属球体和阀座用特制合成橡胶进行滑动，不加润滑达6000次。若加润滑可达10000次。阀座密封面若为四氟材料估计6000次不会有问题。金属对金属的密封试验达5500次时，金属密封面已经磨损，但无擦伤现象(图12)。

4. 弯曲载荷试验：当相应的管道因弯曲载荷而破坏时(并未断裂时)，阀门也要有足够的结构强度，能保持密封性和动作性能。神户制钢所的大久保事业所曾对压力400磅/英寸<sup>2</sup>、口径20英寸和压力600磅/英寸<sup>2</sup>、口径36英寸的球阀，压力400磅/英寸<sup>2</sup>、口径为42英寸的闸阀进行过弯曲试验。压力400磅/英寸<sup>2</sup>、口径20英寸球阀试验的结果为：(1)密封性良好，试验中未发生任何泄漏。(2)阀门开启关闭扭矩，当阀刚开启时为最大，阀门最大扭矩值只与内

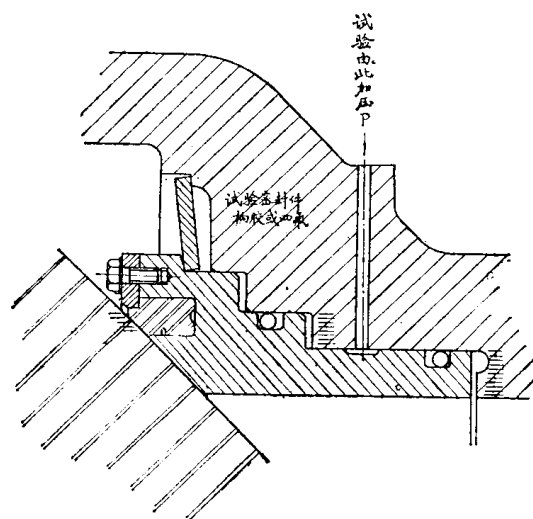


图 12