

49. 液压技术现状及发展趋势

液压技术是实现现代化传动与控制的关键技术之一,它的水平直接影响机电产品的质量和水平。因此,世界各国对液压技术的发展都给予很大重视。液压技术在我国的应用领域正在不断扩大,它在国民经济中的地位越来越重要,是国家工业发展的重点,是一个有良好发展前景的产业。

49.1 国内液压工业现状

我国液压行业从五十年代开始制造叶片泵及阀门,经过四十余年的发展,已形成了门类齐全、有一定生产能力和技术水平、初具规模的生产科研体系。目前全国约有近 300 家企业,附属于国家科研院所的液压研究室(所)有 10 个,在机械工业部机械工业自动化

研究所设有国家级液压元件质量监督检测中心,在全国各地有近 10 个分中心。全国有近 10 所大学设有液压气动专业,在浙江大学设有流体传动及控制的国家重点实验室。

据 1995 年统计,协会的 81 个企业液压产品产值为 16.89 亿元,产量 276 万件,详见表 49.1-1。全国产品产值约为 21 亿元,产量 350 万件,全国液压元件生产能力为 450 万件,我国液压工业已可为工程机械、农业机械、机床、塑机、冶金、矿山、石油化工、铁路、船舶、轻工机械提供比较齐全的产品,主要销售去向见表 49.1-2。目前,液压元件产品约有 1000 个品种,近 15,000 个规格。

表 49.1-1 1995 年液压产品产值、产量完成情况

序号	产品名称	产值 /(万元)	产量 /(台、件)	产值构成比 /(%)	产量构成比 /(%)
	液压产品总产值	168931.0		100.00	
1	液压件合计	132812.0	2760632	78.61	100.00
	A. 液压阀小计	34952.0	1088347	20.69	39.42
	其中:压力阀	5074.0	228939	3.00	8.29
	方向阀	11164.0	403843	6.60	14.63
	流量阀	2313.0	102028	1.36	3.69
	比例阀	835.0	3765	0.37	0.14
	多路阀	9234.0	142847	5.49	5.16
	插装阀	314.0	3627	0.23	0.14
	叠加阀	871.0	30383	0.51	1.10
	其它阀	5297.0	173115	3.13	6.27
	B. 液压缸小计	21070.0	209991	12.48	7.60
	C. 液压泵小计	63626.0	1327204	37.66	48.07
	其中:齿轮泵	27433.0	1060907	16.24	38.43
	叶片泵	13909.0	175343	8.24	8.38
	柱塞泵	20645.0	70935	12.22	2.58
	摆线泵	5.0	98	-	-
	其它泵	1634.0	19921	0.96	0.72
	D. 液压马达小计	8306	37070	4.9	1.34

续表

序号	产品名称	产值 /(万元)	产量 /(台、件)	产值构成比 /(%)	产量构成比 /(%)
	其中: 齿轮马达	140	2256	0.08	0.08
	叶片马达	23	573	-	-
	柱塞马达	2872	9583	1.7	0.35
	摆线马达	692	9391	0.4	0.34
	低速马达	4334	14790	2.5	0.54
	其他马达	245	477	0.28	-
	E. 其他液压件小计	4558	98020	2.9	3.5
2	液压机具	992	538	0.58	
3	液压系统及 装置合计	21892	12130	13	
4	液压附件合计	13235	5421646	7.8	
	其中 蓄能器	1421	9483	0.84	
	滤油器	2533	133282	1.5	
	冷却器	1708	2548	1	
	胶管总成	5908	619973	3.5	
	管接头	1665	4656360	1	
统计覆盖率为 85%					

表 49.1-2 1995 年液压产品销售去向

单位: 万元

液压产品 销售总额	销 售 分 布													
	农业 机械	工程 建筑 机械	塑料 机械	机床	工程 车辆	矿山 机械	石油 机械	化工 机械	冶金 机械	医药 食品 机械	航空 航天 工业	船舶 工业	出口	其它
180216	20700	39501	12751	18012	22357	12926	2084	1789	15502	753	3522	3072	1358	25889
注: 统计覆盖率为 85%														

通过科技攻关和技术引进, 产品水平有一定提高, 生产出一些具有世界水平的产品, 如中高压齿轮泵、中高压叶片泵、高压斜轴柱塞泵、高压液压控制阀、精密滤油器、电液伺服阀及比例阀等产品, 另外, 在 CAD、CAT 技术, 污染控制、故障诊断、机电一体化、海水及高水基溶液的应用, 现代控制技术的应用等方面也取得不少可喜成果, 不少成果并已用于生产。

我国液压工业重视同国外企业进行有效的经济和技术合作, 近年来先后从国外引进了斜轴柱塞泵/马

达、斜盘式通轴柱塞泵、中速液压马达、叶片泵、中高压齿轮泵、高压液压控制阀、叠加阀、插装阀、转向器、液压缸、液压系统等制造技术, 为提高产品水平和生产能力起了重要作用。

目前已和美国、日本、德国共同建立了柱塞泵/马达、行星减速器、液压马达、转向器、液压控制阀、液压系统、铸件等合资企业, 这些企业将推动我国液压工业的发展。

49.2 国外液压工业发展概况

49.2.1 液压工业生产规模

在国外, 液压工业的发展速度高于机械工业的增长率。日本从 1963 年至今液压工业的增长率为 16.9%, 而同期的机械工业增长率为 12.5%, 美国、德国等国家其增长率也高于机械工业的发展速度。

目前, 全世界液压产品产值为 184.74 亿美元(据美国 NFPA, 1995, 11 出印的资料), 其中, 美国占首位为 65.84 亿美元, 德国为 24.01 亿美元, 日本为 24.44 亿美元, 俄罗斯为 7.2 亿美元, 意大利 5.96 亿美元, 英国 5.22 亿美元, 法国 4.8 亿美元, 韩国 2.55 亿美元, 台湾为 1.75 亿美元, 我国为 3.15 亿美元, 名列第 8 位。详见表 49.2-1。

据统计各国液压工业产值占机械工业产值的 2~3%。而我国仅占 0.8% 左右, 充分说明我国液压技术使用率低, 需要努力扩大其应用领域。

美国有液压气动生产厂家近 187 家, 拥有近 1200 个工厂, 从业人员约 8 万人, 人均产值 10.6 万美元, 此外从事销售、修理、服务的公司有 1300 家。近年来由于液压件生产向国外转移, 一些应用液压件较多的主机厂如叉车、农机、机床及塑机厂家不景气或向国外采购元件等原因, 美国液压件产值已从占世界总销售额的 45.9% 下降至 33.6%。德国有液压气动生产厂家 143 家, 从业人员约 3 万人, 人均产值 10.68 万美元。日本有液压生产厂家 86 家, 从业人员 12,353 人, 人均产值约为 19.7 万美元。

49.2-1 1993 年世界各国液压气动产品的总产值

单位: 百万美元

国家或地区	液 压	气 动	总 和	占液压总数的 百分比/(%)	占气动总数的 百分比/(%)
北 美	6,867	2,006	8,873	37.2	29.4
加 拿 大	152	66	219		
墨 西 哥	131	26	157		
美 国	6584	1913	8498		
北 欧 及 西 欧	4,936	2,140	7077	26.7	31.4
奥 地 利	0	99	99		
比 利 时	68	56	124		
丹 麦	70	46	116		
芬 兰	105	25	130		
法 国	481	187	668		
德 国	2,401	805	3,205		
希 腊	50	15	65		
爱 尔 兰	18	6	24		
意 大 利	596	174	770		
荷 兰	184	88	272		
挪 威	83	22	105		
西 班 牙	87	81	167		
瑞 典	106	81	187		
瑞 士	118	110	228		
英 国	522	325	847		
(其 它)	49	21	70		
东 欧	1,407	337	1,744	7.6	4.9
波 罗 的 海 国	24	6	30		
保 加 利 亚	45	11	56		
捷 克	73	18	91		
匈 牙 利	121	29	150		
波 兰	269	67	336		
罗 马 尼 亚	71	18	89		
俄 联 邦	720	166	886		
斯 洛 伐 克	17	4	22		
(其 他)	67	16	83		

续表

国家或地区	液 压	气 动	总 和	占液压总数的 百分比/(%)	占气动总数的 百分比/(%)
亚洲及非洲	730	226	956	4.0	3.3
埃及	13	2	15		
印度	138	55	193		
伊拉克	7	1	8		
伊朗	25	5	30		
以色列	72	22	94		
巴基斯坦	19	6	25		
土耳其	143	43	186		
南非	145	39	183		
(其它)	169	52	221		
太平洋海域	3,996	2,027	6,023	21.6	29.7
澳大利亚	129	41	171		
中国	315	71	386		
印度尼西亚	183	17	99		
日本	2,444	1,594	4,038		
马来西亚	89	20	109		
新西兰	23	5	27		
新加坡	160	48	209		
南 韩	255	59	314		
泰 国	132	36	168		
(其它)	190	59	249		
南 美	537	80	617	2.9	1.2
阿根廷	90	12	102		
玻利维亚	11	2	13		
巴西	213	43	256		
智利	72	7	79		
哥伦比亚	63	6	69		
秘 鲁	26	3	29		
委内瑞拉	37	4	41		
(其它)	26	4	30		
1993 年全球产值	18,474	6,816	25,290		
1992 年全球产值	19,095	6,768	25,863		
1991 年全球产值	19,676	6,959	26,635		
1990 年全球产值	20,958	7,107	28,065		
NFPA - 1995 年 11 月/12 月报告					

美、日、德国等主要国家人均产值以日本为最高，其主要原因是日本工厂设备自动化程度高和生产管理完善，此外，日本各企业外协量大，它将一些零件扩散给协作厂加工，实现零件专业化，这也是销售额高的原

因之一。

我国液压工业据协会对 81 家企业统计，(1995 年)有职工 6 万人，人均产值不到 2.24 万元(约 0.34 万美元)。国内外人均产值比较见表 49.2-2。

表 49.2-2 国内外人均产值比较

国 名	从业人员人数	人均产值/(万美元)	备 注
美 国	80,000	10.6	液 压 与 气 动
日 本	12,353	19.7	液 压
德 国	30,000	10.6	液 压 与 气 动
中 国	75,000	0.34	液 压

49.2.2 世界液压工业市场概况

(1) 液压产品需求动向

液压技术具有功率大、适应重负荷、频响高、寿命长、维护性能好等优点,其应用领域越来越广泛,日本、德国、美国的液压产品去向情况见表 49.2-3、表 49.2-

4 和表 49.2-5。根据表中数据分析,建筑工程机械、农机等行走机械是液压工业的主要用户,在产业机械中,机床、冶金、塑机是主要用户。由于机床、塑机、机器人等行业部分传动已被电气传动所取代,其需求量减少,建筑、工程、冶金等需要量的比重显著增加。

表 49.2-3 日本各行业需要液压产品的比例

行 业 名 称	所需液压产品的比例/(%)	
	1990 年	1995 年
矿山土木建筑机械	36	39.3
塑料机械	5.2	4.8
农业机械	1.8	2.9
机 床	10.3	9.0
金属一次加工机械	4	2.8
金属二次加工机械	4.8	3.8
特殊车辆	6.6	4.3
工业车辆	4.8	4.7
船 舶	4.1	4.4
出 口	6	9.5
其 它	16.4	14.5

表 49.2-4 德国液压市场情况(1990年)

No.	行业名称	所占比例/(%)
1	建设机械和工程机械	18.9
2	机 床	13.4
3	道路机械、公用车辆及铁路运输工具	11.5
4	采掘技术	7.4
5	橡塑机械	6.6
6	农业机械	5.9
7	冶金设备	2.6
8	军用技术	2.1
9	液压气动装置	2.1
10	矿山机械设备	1.4
11	普通机械设备	7.5
12	出口、中间商和最终用户	10.3
13	其 它	10.3

表 49.2-5 美国液压市场情况(1989年)

行业名称	所占比例/(%)
航空宇航	35
建设工程机械	23
农业机械	11.8
车 辆	7.1
其他工业机械	33.1

根据日本油空压协会发布的资料,1991年各主要需求部门的液压使用率见表49.2-6。据国外资料介绍,建设机械和工业车辆液压使用率有增长趋势,机床

等产业机械的液压使用率有下降趋势,其主要原因是由于主机机电一体化水平不断提高,其液压系统价格大幅度增加等因素造成的。

表 49.2-6 1991 年各主要需求部门的液压使用率

使用部门	液压使用率/(%)
建设工程机械	7.4
机床	2.7
塑机	5.6
冶金、锻压	6~7
汽车	0.6
装载机	4.3~5.2
卡车混凝土搅拌机	13.5
农机	1.7
产业车辆	3.8
船舶	0.62

(2) 液压产品构成比分析

近年来,由于主机产品发展的需要,产品品种构成有所变化。

• 柱塞泵的构成比有增长趋势。近几年来,德国增长 2%,日本增长 2.5%,其中斜盘式柱塞泵产量增加 62%以上,斜轴式柱塞泵产量增长较慢仅为 30%,齿轮泵变化不大,而叶片泵则下降 0.7%。

• 柱塞马达的构成比有增长趋势。其中斜盘式柱塞马达产量增长约为 79%,斜轴式柱塞马达产量增长较慢仅为 31%。

• 阀门。通用三类阀门占总产量的比例有减少趋势,叠加阀、插装阀、比例阀、多路阀等所占比例将显著增加。从通用液压控制阀产量和销售额分析,电磁换

向阀产量和销售额占的比重最大,分别占阀门总产量和总销售额的 26% 和 28%。电液比例阀产量只占 1.2%,而产值占 5.3%。

• 日本 1990 年产值比 1985 年增加 23%,而产量只增加 16%,产值增长率高于产量增长率,说明产品复杂程度在增加(集成化、机电一体化等),使单件价值增加。

• 由于重视液压系统污染控制,滤油器销售额有显著增长,其增长率约为 6.8%~9.4%,产值约占总产值 5% 左右。

日本和德国液压产品销售额和产量构成比,见表 49.2-7、表 50.2-8。

表 49.2-7 1993 年日本液压产品构成比

产品名称	销售额/(亿美元)	产量/(台数)
齿轮泵*	1.11	658503
叶片泵**	0.83	640578
柱塞泵	2.6	287222
其他型式泵	0.174	17543
液压马达	4.80	604314
液压阀门	5.99	4321371
液压缸	5.07	1221095
液压装置	3.59	126897
其他	0.81	97833
总计	24.974	7975356

注: * 包括摆线泵
 ** 不包括汽车用转向叶片泵。该案 1995 年全日本约为 600 万台,丰田工机(株)产量为 324 万台。

表 49.2-8 德国液压产品产值构成比(1995年)

产品名称	销售额/(百万元)	产值构成比/(%)	备注
齿轮泵	150.75	5.2	
叶片泵	139.15	4.8	
轴向柱塞泵	417.56	14.4	
径向柱塞泵	52.18	1.8	
其他液压泵	14.49	0.5	
液压泵总计	714.03	26.7	
齿轮马达及叶片马达	46.38	1.6	
轴向及径向柱塞马达	226.12	7.8	
液压马达总计	272.51	9.4	
液压传动装置	8.7	0.3	
液压缸	255.11	8.8	
液压阀门	759.54	26.2	
蓄能器及其他液压装置	159.44	5.5	
软管总成、附件、联轴节	147.85	5.1	
液压机组及设备	226.12	7.8	
部件及备件	295.7	10.2	
总计	2899.31	100.00	

49.2.3 国外液压工业生产方式变迁及现状

为了满足用户的需要,主机品种日益增多,产品更新速度加快,相应要求液压元件增加品种,实现多样化,因而在液压件生产中大批量生产的产品相对减少,大部分属于成批或小批生产。为适应这种动向,国外生产方式也有所变化,现仅就生产方式的变迁及其现状等问题分述如下。

几种生产模式(主要零件冷加工)

- 以普通机床加工装配为主的生产线。这种方式属于50~60年代水平,一般按机群流水方式排列,主要靠工装和专机来保证精度,这种方式柔性差、效率低,已不适应用户对交货期短和低成本的要求。这种方式在我国还在采用,而在国外已基本淘汰。

- 以高效半自动机床和组合机床为主的生产线。生产线一般按U形排列,这种生产线生产效率高,但柔性差,适用于大批或成批生产。

- 以数控(NC)、加工中心(MC)及制造单元(FMC)为主组成的生产线,是从第二种生产模式发展

起来的,它将高精度、高效率及柔性集成于一体,采用这种方式加工比第一种模式提高效率5~6倍,在国外已得到广泛采用。

- 以柔性生产线(FMS)、柔性自动生产线(FTL)为主的生产模式。柔性生产线(FMS)由自动无人搬运小车,机器人,加工中心(MC),控制计算机组成。日本、美国、德国的液压企业广泛采用这种装备,它适于多品种、中小批量生产,具有生产周期短、可以实现无人看管,生产效率高,并显著缩短生产周期,加快资金周转、减少工资支出等优点。至于加工大批量零件,如电磁阀体,在国外采用柔性自动生产线(FTL)。它由数控滑台、传送装置、去毛刺及清洗装置、精密珩磨机、零件自动检测等设备按直线排列组成。

- 组合机床生产线。以组合机床为主组成的自动生产线,一般为刚性,有的可以更换少量品种,更换产品所需时间为1~2天,这种生产线柔性差,但效率高,适于批量大、产品设计寿命长的零件生产,如电磁阀体、多路阀体、齿轮泵壳体等,一般生产能力为10~30

万件。目前在美国、德国、台湾还有这种生产线。这种生产方式不是投资方向,将被灵活性和自动化水平高的

生产线所替代,几种生产方式的变化,见图 49.2-1 所示。

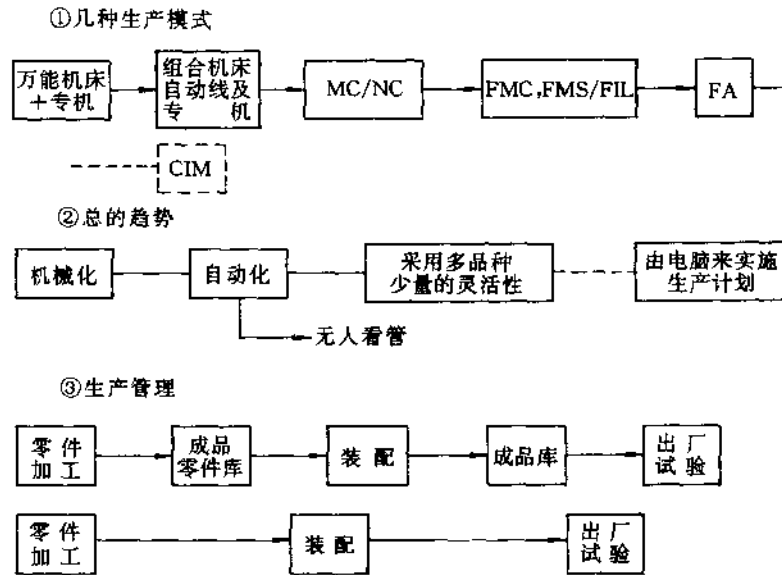


图 49.2-1 液压工业生产管理方式的变迁

重视辅助工艺

液压系统中故障的 70%~80% 是由于液压系统油液污染所造成,主机厂要求液压件和系统具有较高的清洁度。为此各国液压件厂十分重视清洗和去刺工艺,铸件进厂后都采用电化学清理,喷丸和防锈处理,工序间和组装前都进行认真清洗,主要方法有气泡高压喷射(压力 50~100MPa),超声波及气浴(三氯乙烯)等清洗方法。

国外对成批和大量生产的零件采用多种多样的去刺工艺,如热能、挤压、振动光饰、高压喷射、电解、液体喷砂、尼龙刷、切削等去刺工艺。

清洗去刺已是液压件生产过程中不可缺少的工序。

49.3 主机发展动向及液压技术发展趋势

49.3.1 工程建筑机械

(1) 主要发展方向

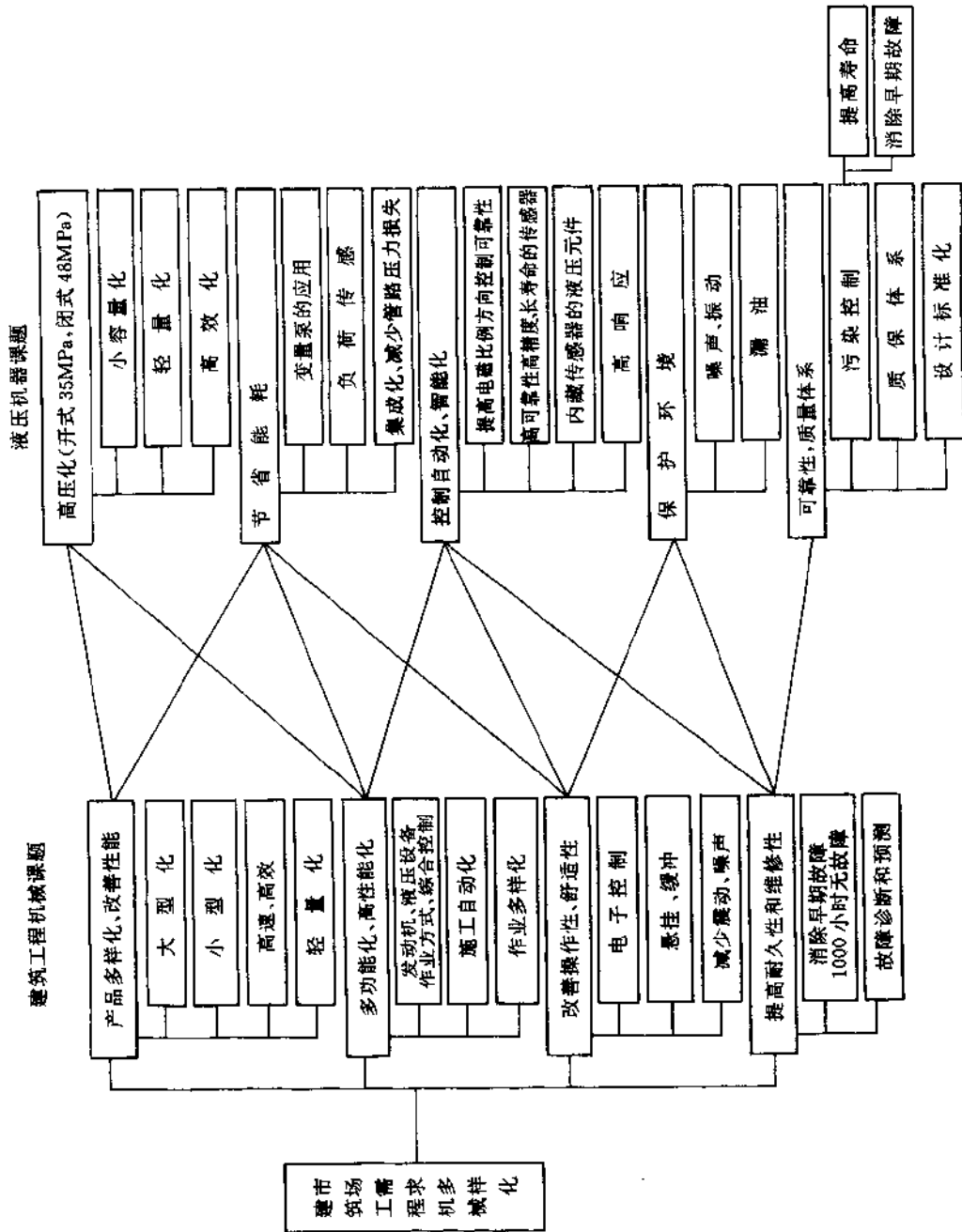
由于建筑机械市场需求不断扩大,要求发展适用于大型工程项目、城市建设及适应新的作业环境所需要的产品,要求发展多样化和不断提高其性能,其主要发展方向是:

- 大型化:针对大型工程,如水利建设、填海工程等发展大型、专用工程机械。
- 小型化:针对市政建设发展小型的、操作优良的产品。
- 高速化:改善移位和方向变换性能。
- 高效化:提高作业效率和减少能耗。
- 轻量化:安装简便,搬运性好。
- 机电一体化:发动机和液压系统根据各种作业模式实现综合控制以达到作业自动化。
- 改善操作性能,提高舒适性,利用电子操作器,减轻操作人员的劳动强度。

- 提高耐久性和延长早期故障时间(1000 小时)

(2) 工程机械液压系统的发展动向(见表 49.3-1)

表 49.3-1 工程机械液压系统发展动向



• 高压化: 开式系统为 34MPa 闭式系统达 47MPa。实现高压化, 需要在气蚀、摩擦磨损、高强度材料、阀门的间隙泄漏, 缸的密封、新型管件等方面开展研究, 日本液压挖掘机和叉车液压系统的压力变化情况见图 49.3-1 及图 49.3-2。

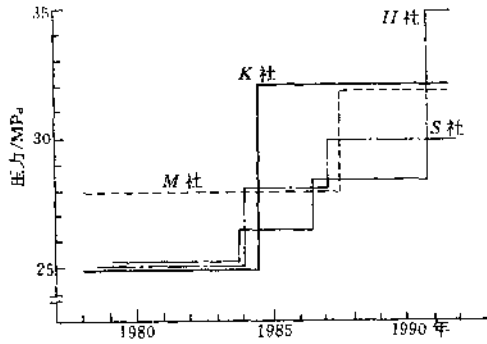


图 49.3-1

• 节省能耗: 要求提高各种液压元件的效率, 减少管路的压力损失, 减轻元件重量, 实现小型化, 改善液压系统控制性能和防止泄漏。目前小型液压挖掘机已由传统的齿轮系驱动改为变量柱塞系驱动, 中大型挖

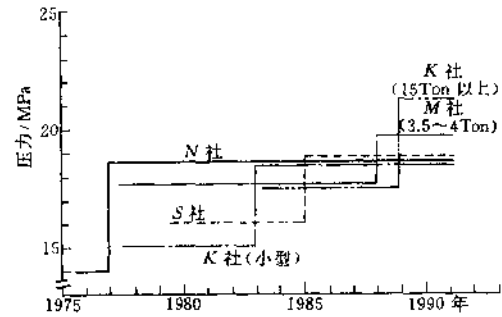


图 49.3-2

掘机采用多种型式变量泵, 负荷传感, 二次调节, 电子极限负荷等系统。

• 采用电子技术直接控制, 实现智能化和自动化。挖掘机采用电子技术控制, 可以自动选用作业模式(mode)和实现发动机和泵的复合控制系统的功率模式(Power mode)选择, 以及防止回转和行走系统的冲击和实现复合动作机能。

• 用静液压传动装置(HST)代替传统液力变矩—齿轮箱传动。国外各种行走机械应用 HST 复盖面见表 49.3-2。

表 49.3-2 静液压驱动装置的应用

	主机名称	应用比例/(%)
1	混凝土搅拌运输车	~40
2	自走式谷物联合收获机	~30
3	自走式经济作物收获机	~90
4	振动式压路机	>95
5	滑移转向式轮式装载机	>90
6	铰接式轮式装载机	~20
7	内燃叉车	~25
8	小功率内燃机车(Ne<300kW)	~50
9	自走式路面铺装机具	>90
10	飞机牵引车	~25
11	机场、港口用行李牵引车	~30
12	机场用集装箱装卸机	~100
13	港口用集装箱装卸机	~60
14	园艺拖拉机	~80
15	新一代主战坦克(转向系统)	>70
16	新一代履带式装甲车(转向系统)	~30
17	重型火炮辅助推进装置	100

- 降低噪声和振动,主要要求降低泵的噪声。
- 减少外部泄漏,发展无泄漏(leak free)系统。
- 提高产品清洁度,保证产品可靠度,要求元件出厂内部残留油液达到 NAS8 10 级,要求元件制造厂建立质保体系。

- 实现故障诊断、便于维护。

49.3.2 机床

机床向高精度、高效率、数控化、柔性化方向发展。虽然机床的进给传动和控制部分基本已被电气传动所代替,但是在夹紧固定、平衡装置、零件传送等辅助动作使用液压控制还是不可缺少的。为适应机床的发展,对液压系统和元件提出要求如下:

- 为减少温升,减少油箱尺寸,节能和保证夹紧力和平衡力的稳定,广泛采用低噪声变量液压泵;
- 为减少换向冲击,影响精度,广泛采用比例电磁阀和无冲击电磁阀;
- 采用复合阀,简化液压回路;
- 小型化、轻量化;
- 发展低成本、维修方便的液压油箱;
- 降低液压泵噪声和振动;
- 发展不需要维护的液压油箱,要求使用寿命在五年以上。

49.3.3 塑料机械

目前已有全电动控制的产品,但由于电气传动难于实现力控制,结构复杂,成本高,因而液压传动及控制还占主要地位,尤其是大中型塑料机械。它对液压系统的要求:

- 高响应:采用伺服阀、比例阀、插装阀和闭环系统。
- 高精度和高重复精度:采用闭环系统,减少元件的滞环和提高其直线性。
- 简化回路,降低成本
- 采用复合阀,如插装阀(包括螺纹式),减少占用空间和管路,提高防漏性能。
- 自动化、智能化、采用数字阀,伺服比例元件及计算机技术。

49.3.4 锻压机械

小型机以机械为主,大型机则以液压为主,要求实现高精度位置控制、力控制和提高工作压力。对液压系统与元件要求为:

- 高压化,系统压力达 35MPa。
- 广泛采用电流伺服和比例系统。实现压力程序控制(NC 压力机)。

- 高精度位置控制(精密冲床)和闭环系统。

49.3.5 冶金机械

主要向大型化、连续化、高速化和自动化方向发展。要提高产品性能,高效节能,用微电子技术改进传统产品,发展机电一体化产品,提高设备使用可靠性和易维修性,提高作业效率,改善操作性能和保护环境等,对液压系统和元件要求如下:

- 高精度和高响应。提高电液位置控制系统精度和力控制系统精度,如轧机板厚(AGC),板宽和板型(CVC)液压伺服系统的精度和响应速度。
- 提高各类元件可靠性。电磁阀类元件要求寿命达到 1000 万次以上。
- 提高电液伺服阀和比例阀精度(减少滞环和提高直线性)、频响和可靠度。
- 机电一体化。发展内藏电子控制器的电液伺服驱动马达、伺服缸等电液伺服元件。
- 广泛采用集成化(插装阀、叠加阀)和复合化元件及系统,减少占地空间和防止外漏。
- 易维修性,实现液压系统故障诊断。
- 适应 ISO14000 环境保护标准要求,应用水压技术。

- 液压系统的污染控制

综合上述,为适应机械产品向高性能、高精度和自动化方向发展需要,液压产品主要发展方向是:节省能耗提高效率;提高控制性能以适应机电一体化的发展;提高可靠性、寿命、安全性和维修性;适应环境保护(降低噪声和振动、无泄漏)。

液压产品主要发展方向和具体技术开发课题见表 49.3-3。

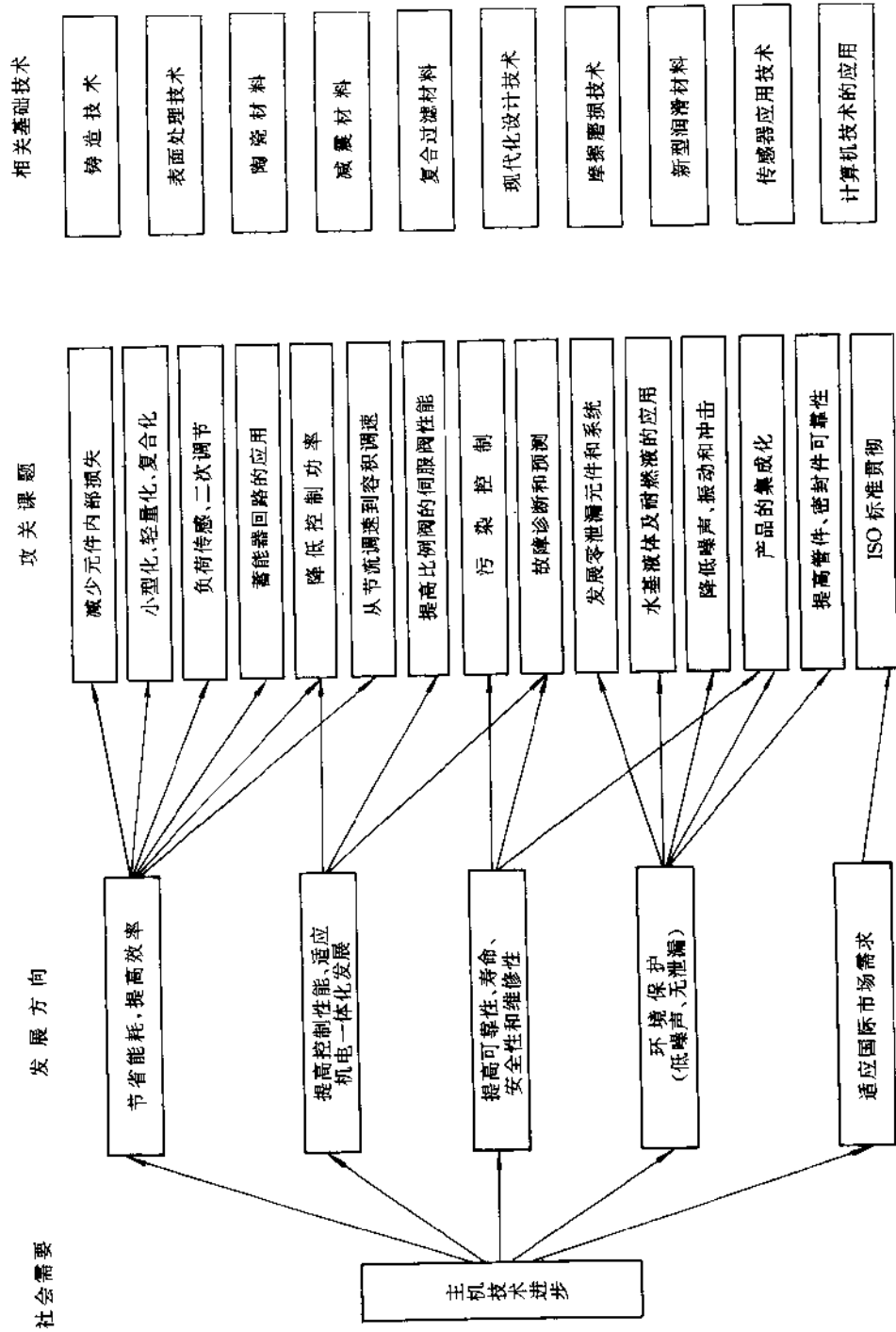
49.4 走向 21 世纪的液压技术

由于液压技术广泛应用了高技术成果,如自动控制技术、计算机技术、微电子技术、摩擦磨损技术、可靠性技术及新工艺和新材料,使传统技术有了新的发展,也使液压系统和元件的质量、水平有一定的提高。尽管如此,走向 21 世纪的液压技术不可能有惊人的技术突破,应当主要靠现有技术的改进和扩展,不断扩大其应用领域以满足未来的要求。综合国内外专家的意见,其主要的发展趋势将集中在以下几个方面。

49.4.1 减少能耗,充分利用能量

液压技术在将机械能转换成压力能及反转换方面,已取得很大进展,但一直存在能量损耗,主要反映在系统的容积损失和机械损失上。如果全部压力能都

表 49.3-3 液压产品发展方向和攻关课题



能得到充分利用,则将使能量转换过程的效率得到显著提高。为减少压力能的损失,必须解决下面几个问题:

- 减少元件和系统的内部压力损失,以减少功率损失。主要表现在改进元件内部流通的压力损失。采用集成化回路和铸造流道,可减少管道损失,同时还可减少漏油损失。

- 减少或消除系统的节流损失,尽量减少非安全需要的溢流量,避免采用节流系统来调节流量和压力。

- 采用静压技术,新型密封材料,减少摩擦损失。

- 改善液压系统性能,采用负荷传感及二次调节系统和采用蓄能器回路。能量损失,将变成热能,而不是转换成机械能,如何将这部分热能变成轴功率,也是今后需要探讨的问题。

49.4.2 泄漏控制

泄漏控制是提高液压传动和电气、机械传动竞争能力的一个重要课题,它直接影响液压技术应用领域的扩大,因而得到世界各国液压界的高度重视。它主要包括两个方面:既要防止液体泄漏到外部造成环境污染,又要防止外部环境对系统的侵害。产生外部泄漏的主要部位有:元件和集成块之间的固定联接面,管接头的螺纹联接处,液压缸的滑动面,轴伸的转动部位,阀孔和阀芯的间隙,这些易漏的连接部位,必须认真处理。例如系统的正确组装,可减少管路振动,防止管接头松动;提高密封及密封表面精度和光洁度等。

今后,将发展无泄漏(leak free)元件和系统,如发展集成化和复合化的元件和系统,实现无管连接,研制新型密封和无泄漏管接头,电机和泵的组合装置(电机转子中间装有泵,减少泵轴封的漏油)。无泄漏(leak free)将是世界液压界今后努力的重要方向之一。

环境对系统的侵害也是应引起注意的问题,今后应注意解决系统的密封问题,如隔离式油箱,设计新型的活塞杆防护装置等。

49.4.3 污染控制

液压系统的故障大约70%~80%是由于油液污染引起的。过去,液压界主要致力于控制固体颗粒的污染,而对水、空气、化学物质和微生物等往往不够重视,其实这些污染对液压系统也是十分有害的。今后应重视解决:

- 发展封闭式密封系统。防止灰尘、污物、空气、化学物品侵入系统,可以减少相应的过滤设备。部分污染物来自零件的制造和装配过程中,因此必须建立有关保证元件清洁度的技术规范和研究经济有效的清

洗方法。

- 应重视液压元件和系统的耐污染能力问题,污染往往是造成元件磨损和卡滞故障的重要原因,因此液压界应改进元件设计,使之具有更大的耐污染能力,允许元件和系统承受各种污染物的侵蚀。

- 过滤是控制污染的重要手段,发展耐污染能力强的高效过滤材料和过滤器,可以大大减少运行费用。

- 注意开发油水分离净化装置,排湿装置以及清除油液中气泡的滤油器,以清除油中所含的气体和水分。

- 为及时维护液压系统,防止污染对系统寿命和可靠性造成的影响,必须发展新的污染检测方法,对污染进行在线测量,要及时调整,不允许滞后,以免由于处理不及时而造成损失。

49.4.4 主动维护

液压系统维护已从过去简单的故障拆修,发展到故障预测,即发现故障苗头时,预先进行维修,清除故障隐患,避免设备恶性事故的发生。

要实现主动维护技术必须要加强液压系统故障诊断方法的研究,当前,凭有经验的维修技术人员的感官和经验,通过看、听、触、测等判断查找故障已不适于现代工业向大型化、连续化和现代化方向发展,必须使液压系统故障诊断现代化,加强专家系统的研究,要总结专家的知识,建立完整的、具有学习功能的专家知识库,并利用计算机根据输入的现象和知识库中知识,用推理机中贮存的“故障推理”方法,推算出引起故障的原因,提出维修方案和预防措施。要进一步开发液压系统故障诊断专家系统通用工具软件,它们对于不同的液压系统只需修改和增减少量的规则即可。另外,还应开发液压系统自补偿系统,包括自调整、自润滑、自校正,在故障发生之前,进行自补偿,是液压行业努力的方向。

49.4.5 机电一体化

电子技术和液压技术相结合,使传统的液压传动与控制技术增加了活力,扩大了应用领域。实现机电一体化可以提高工作可靠性,实现液压系统柔性化、智能化,改变液压系统效率低、漏油、维修性差等缺点,充分发挥液压传动出力大、惯性小、响应快等优点,其主要发展动向如下:

- 电液伺服比例技术的应用将不断扩大。液压系统将由过去的电气液压开关(on-off)系统和开环比例控制系统转向闭环比例伺服系统,为适应上述发展,压力、流量、位置、温度、速度、加速度等传感器应实现标

准化。计算机接口也应实现统一和兼容。

- 液压系统的流量、压力、温度、油的污染等数值将实现自动测量和诊断,由于计算机的价格降低,监控系统,包括集中监控和自动调整系统将得到发展。

- 计算机仿真标准化,特别对高精度,“高级”系统更加有此要求。

- 由电子直接控制元件将得到广泛采用,如电子直接控制液压泵,采用通用的标准化调节机构,可以使调节机构简化,只要改变电子控制器的程序,即可实现泵的各种调节方式。

- 提高液压元件性能,适应机电一体化需求。为此液压元件应在性能、可能性、智能化方面做大量工作。下一个目标要发展内藏式传感器,和带有计算机、有自我管理机能(故障诊断、故障排除)的智能化液压元件。

各类元件的主要发展动向见表 49.4 - 1。

49.4.6 计算机技术的应用

液压 CAD 技术的发展。使人工设计方式变为自动化和半自动化的方式,尤其是 CAD/CAM, CAPP 的推广和应用使液压技术得到迅速发展。近十年来,工作站和 PC 微型机的广泛普及,如 32 位微机工作站,在功能上远远超过过去的交钥匙(turn key)系统,特别是三维图形处理功能方面,已显出其优越性。在国外,

液压 CAD 的应用对提高设计质量,加快设计速度,促进液压产品更新换代起到十分重要的作用;在二维工程图形处理、三维几何造型和工程分析取得不少成果,国外柱塞泵和配流盘,以及齿轮泵体三维有限元分析,电液伺服系统设计等方面已取得良好效果。据分析 90 年代液压 CAD 技术的发展将更加迅速。为充分发挥 CAD 技术的实际效益,在液压 CAD 的开发和研究方面应注意以下几点:

- 充实现有的液压 CAD 设计软件,进行二次开发,要集中液压专家的经验 and 智慧,建立知识库信息系统,它将构成设计—制造—销售—使用—设计的闭式循环。

- 将计算机的仿真及实时控制结合起来,将模型放入“硬”件系统中,借此在建造实际样机之前,便可在软件里修改其特性参数,以达到最佳设计结果。

下一个比较长远的目标是利用 CAD 技术全面开发液压产品从概念设计、外观设计、性能设计、可靠性设计直到零部件详细设计的全过程,并把计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助分析(CAE),计算机辅助工艺规划(CAPP),计算机辅助检验(CAI),计算机辅助测试(CAT)和现代管理系统集成在一起建立计算机集成制造系统(CIMS),使液压设计与制造技术有一个突破性的发展。

表 49.4-1 液压元件发展动向

