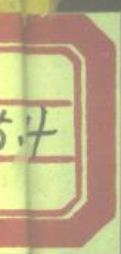


12000吨锻造水压机

沈 鸿 主 编



机械工业出版社

12000 吨 锻 造 水 压 机

沈 鸿 主 编

机 械 工 业 出 版 社

本书较系统地介绍了 12000 吨锻造水压机的设计、制造、安装调整过程，并作了一定的技术经济分析。对大型构件的电渣焊工艺与在设备条件不足情况下的机械加工和起重运输方法，提供了大量试验数据与图片。

本书可供从事水压机和重型机械设计制造的工程技术人员和工人使用，也可供有关大专院校师生参考。

12000 吨 锻 造 水 压 机

沈 鸿 主 编

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第 117 号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ · 印张 20 · 字数 488 千字

1980 年 5 月北京第一版·1980 年 5 月北京第一次印刷

印数 0,001—3,000 · 定价 2.15 元

*

统一书号：15033·4557

前 言

上海江南造船厂制造的12000吨锻造水压机是完全由我国自己设计、制造和安装的。本书是这台水压机设计、制造、安装的综合性的技术总结。这里有许多工人和技术人员的智慧和创造；其中有成功的经验，也有失败的教训。这些都可以成为读者结合自己的工作，有所发现、有所创造的线索。我们出版这本书，希望对我国广大的机械制造工作人员，特别是重型机器制造工作人员有所帮助。

本书是由这项工程的总设计师沈鸿同志负责主编，林宗棠同志为副主编，由参加这项工程的主要技术人员和工人同志集体讨论分工编写的。具体参加编写的有：徐希文、孙锦荣、戴同钧、金竹青、宋大有、陈端阳、杨炳炎、黄绳甫、徐承谷、叶俊德、丁忠尧、陆忠源、夏荣元等同志。

本书是在1962年编写的，选用的设备元件和引用的技术资料，都仍沿用原来的，特此说明。

不少单位和个人在本书的编写过程中曾给予很多帮助，特此致谢。

欢迎读者提出改进意见。

编 者

目 录

前 言

第一篇 设计部分

第一章 锻造水压机的发展概况	1
第二章 水压机的设计制造概述	10
第三章 水压机本体	15
第一节 下横梁和下侧梁	15
第二节 上横梁	25
第三节 活动横梁	32
第四节 立柱	38
第五节 工作缸	51
第六节 提升平衡机构	61
第七节 工作台	65
第四章 高压蓄势水泵站	69
第一节 水泵站及高压水泵	69
第二节 高压蓄势器	73
第三节 高压空气压缩机	79
第四节 充液罐	81
第五节 贮水箱	83
第六节 乳化液搅拌箱	84
第五章 液压控制系统	84
第一节 液压系统	84
第二节 高压管道的设计	85
第三节 高压缓冲器	91
第四节 密封	92
第六章 阀	100
第一节 高压阀综述	100
第二节 主分配器	102
第三节 辅助分配器	113
第四节 充液阀	116
第五节 其他阀门	117
第七章 润滑系统	124
第一节 结构的选择与几个系统的简单说明	124
第二节 ZGZ-500 C 自动干油润滑站	127
第三节 立柱润滑	132
第八章 电气设备	134

第一节 概述	134
第二节 水泵、空气压缩机及其他动力设备的控制	135
第三节 蓄势器水位及压力的自动控制	142
第四节 主机的电气控制	147
第五节 电气设备的分类及其安装布置	149

第二篇 制造部分

第一章 焊接	153
第一节 轧焊结构——梁体的装焊工艺	153
第二节 铸焊结构的电渣焊接	184
第三节 层板式高压容器的材料选择	203
第二章 特大件的热处理	210
第一节 热处理炉	210
第二节 横梁的热处理	213
第三节 立柱的热处理	221
第三章 大型零件机械加工	223
第一节 特大零件的划线	223
第二节 下横梁上平面的加工	226
第三节 三个横梁的立柱孔加工	230
第四节 立柱的加工	234
第五节 其他加工方法的综述	240
第四章 起重运输	243
第一节 横梁的装卸	244
第二节 横梁顶高翻身	245
第三节 横梁运输	248

第三篇 安装与调整

第一章 基础及预埋件	251
第二章 主机的安装	254
第一节 安装方案与工具准备	254
第二节 安装工艺	257
第三章 管道的弯制与安装	275
第四章 阀的试验	280
第五章 水泵站设备的试车与安装	282
第一节 高压水泵的单机预负荷试车	283
第二节 空气压缩机的单台试车	284
第三节 高压水泵的安装	285
第六章 机组联动与调整	286
第一节 机组联动前的准备	286
第二节 水泵蓄势器站与水压机联动空程试车	287
第三节 联动试车中发现的问题及其调整	288

第四节 试锻钢锭	290
第七章 水压机的应力测定	291
第一节 应力测定的准备工作	291
第二节 立柱的应力测定	292
第三节 横梁的应力测定和刚性测量	299
第四节 对测定结果的评定	307
第八章 技术经济分析	308
参考文献	313

第一篇 设计部分

第一章 锻造水压机的发 展概况

大型锻件的生产,是机械制造业的重要一环。近年来,国内外在电力工业、造船工业、航空工业、重型机械制造业等各个部门都不断向大型、重型产品发展。这些产品的关键零部件往往是由自由锻造水压机锻压的大型锻件所构成,为适应这些产品的发展,大型锻件的生产在尺寸和重量方面不断增大,在质量要求方面则愈加严密。

解放以来,我国先后制造了一批大型锻造水压机,形成了大型锻件的生产基地,这对于迅速发展我国的工农业生产,巩固国防都具有重大的意义。

回顾大型锻造水压机的发展历史,从世界上一八九三年制造第一台万吨级锻造水压机起,至今已有八十余年历史。以后,随着工业技术的发展,许多工业国家都装设了几千吨以至万吨级的锻造水压机。近年来,虽然锻件尺寸和重量有所增大,但是由于锻造技术的进步,原有锻压设备的锻造能力有所提高,加之近年电渣焊技术的发展,大型锻件可以用分段锻造,焊成整体后再锻出成品,所以大型锻造水压机的吨位,仍稳定在一万吨左右,没有向更大的吨位发展。表 I-1-1 列出世界各国装设万吨级锻造水压机情况。表 I-1-2 为其中一些万吨级锻造水压机的主要参数。

综合表中所列资料可知,从第一台万吨级锻造水压机出现以来,经过八十余年的发展,水压机虽然没有向更大的吨位发展,但是水压机结构及传动方式均得到了不少的改进。结构方面,针对锻造时产生的偏心载荷而引起主要构件受力情况的严重恶化问题,发展了一系列能承受偏心载荷的新结构。现有锻造水压机解决偏心载荷及动梁导向问题的方法,主要有下述三种:一是单纯用立柱导向,全部偏心力矩由立柱承担(图 I-1-3)。二是除用立柱导向外,中间工作缸柱塞兼作导向(图 I-1-8、I-1-9),这种结构使用较广,它的优点是减轻了立柱的偏心载荷,显著地改善了立柱的受力状态,缺点是缸套与导向柱塞间的磨损加剧,密封也容易损坏;此外,为了导向,中间缸直径一般得大于两边侧缸的直径,因而使上横梁的宽度增加,使行车不易靠近水压机中心。三是除用立柱导向外,在上横梁中部设有带滑动支承的专门导向器(图 I-1-5),偏心载荷主要由导向器承担。这种结构多运用在美国制造 12600 吨水压机上。其优点是可以承受很大的偏心载荷,缺点是占用了液压缸的有用位置,而且结构复杂。

在传动方式方面,蒸汽增压器传动方式已被淘汰。新建的水压机,均采用了带空气蓄势器的水泵站。采用空气蓄势水泵站传动的优点是经济性较好。

锻造水压机的吨位,最大达 15000 吨。一般讲来,拥有 10000~15000 吨的锻造水压机,就可解决特大钢锭的锻造问题。战后三十多年来各国建造的大型锻造水压机也均在一万吨左右,而且为数很少。

表 I-1-1 各国拥有万吨级锻造水压机统计表①

序号	安 装 地 点	压机公称吨位 (T)	制 造 工 厂	制成 年份	压 机 型 式	备 注
中 国						
1	上海重型机器厂	12000	江南造船厂	1962	六缸, 立柱导向, 空气蓄势水泵站传动	
捷 克						
2	克利门特·哥特瓦尔德 钢铁联合企业	12000	[捷克] 列宁工厂	1956	三缸, 中缸兼导向, 空气蓄势水泵站传动	图 I -1-1
战 前 德 国						
3	Krupp, Essen	15000	[德]Krupp	1928	三缸, 蒸汽-液压力式增压器	战后被拆走, 图 I -1-2
4	Dortmund-Hörde	15000	[德]Kreuser- Wagner	1932	双缸, 空气蓄势水泵站传动	战后被拆走
意 大 利②						
5	Terni Soc. per L'Industria e L'Ele- tticità, Terni	8000~ 12000	[英] Davy Brothers	1934	三缸, 采用发电机-电动机组拖动系 统的水泵直接传动, 8000吨用于锻造, 12000吨用于弯制钢板	图 I -1-7
苏 联						
6	Ново-Краматорский Машиностроительный Завод, Краматорск	15000	[德] Schloemann	1935	三缸, 中缸兼导向, 采用蒸汽-液压力 式增压器	图 I -1-6
7	Краматорский Машиностроительный Завод, Краматорск	10000	[德]Hydraulik	1934	三缸, 采用蒸汽-液压力式增压器	
8	Уралмашзавод, Свердловск	10000	[德]Hydraulik	1934	三缸, 采用蒸汽-液压力式增压器	
9	Кировский Завод, Ленинград	12000	[英]Davy and United Eng. Co.	1939	双缸带导向器, 原来使用 4 个蒸汽-液 压力式增压器, 后改装为发电机-电动机 拖动的水泵直接传动	
日 本②						
10	日本政府企业	12000	[美]United Eng. and Foundry Co.	1938	三缸, 空气蓄势水泵站	图 I -1-3
11	室兰制钢所	10000	[德]Hydraulik	1937	三缸, 空气蓄势水泵站	
12	吴港海军机械厂	15000	[德]Hydraulik	1935	三缸, 空气蓄势水泵站	
美 国						
13	Bethlehem Steel	12600	[美]Bethlehem	1893	双缸, 无导向器, 采用蒸汽泵	图 I -1-4~5
14	Carnegie Steel, Illinois	12000	[美]Bethlehem	1900	双缸, 无导向器, 采用蒸汽泵	
15	U. S. Navy, S. -Charleston	12600	[美]Mesta Mach. Co.	1919	三缸, 上横梁与基础间有倾斜支柱支 承, 蒸汽-液压力增压器	
16	U. S. Navy, S. -Charleston	12600	[美]Mesta Mach. Co.	1944	三缸, 上横梁与基础间有倾斜支柱支 承, 采用离心水泵并带空气蓄势器	
17	U. S. Navy, S. -Charleston	12600	[美]United Eng. and Foundry	1944	双缸, 设有新式导向器, 采用空气蓄 势水泵站	
18	Midvale Steel	12600	[美]United Eng. and Foundry	1945	双缸, 设有新式导向器, 采用离心泵 及空气蓄势器	
19	United States Steel Corp.	10000				
印 度						
20	—	10000	[捷]列宁工厂	1960	—	—

① 本表主要取自 Journal of the Iron and Steel Institute, Feb. 1949.

② 均为第二次世界大战结束时的情况, 战后变迁情况未列入。

表 I-1-2 国外万吨级锻造水压机主要参数

技术 参数 公称压力 (T)	12600 (美国)	12600 (美国)	12000 (意大利)	12000 (捷克)	10000 (苏联)	15000 (日本)①
结构型式	双缸、四柱， 原用蒸汽泵后改 纯水式	双缸、带导向 器，水泵蓄势站 传动	三缸，高压水 泵直接传动	三缸，空气蓄 势水泵站	三缸，采用蒸 汽-液式增压 器	三缸，空气蓄 势水泵站传动， 三只柱塞与动梁 铰接
工作液压 (kg/cm ²)	—	310	—	350	蓄势站200 增压后400	—
立柱中心距 (mm)	5350×1830	7000×3000	6530×2400	6000×2850	6000×2800	6600×3500
动梁最大行程 (mm)	2440	3000	3000	3000	3000	3200
净空高度 (mm)	5200	7315	5853	6500	7000	7000
工作台尺寸 (mm)	—	3965×10065	—	—	4000×10000	4200×11000
工作台移送行程 (mm)	—	4000	—	6000	左右各 7000	—
地面以上高 (M)	11.3	16.4	—	18.4	15.15	—
压机总高 (M)	16.2	22.755	—	25.4	—	—
压机重量 (T)	4000	—	—	3000	3000	3400
投产年月	1893	1944	1934	1956	1934	—
制造工厂	Bethlehem Steel	United Eng. and Foundry Co.	Davy Brothers	Zavody V. I. Lenine	Hydraulik	Hydraulik
备 注	—	见图 I-1-5	见图 I-1-7	见图 I-1-1	见图 I-1-6	见图 I-1-3

① 系战前资料。

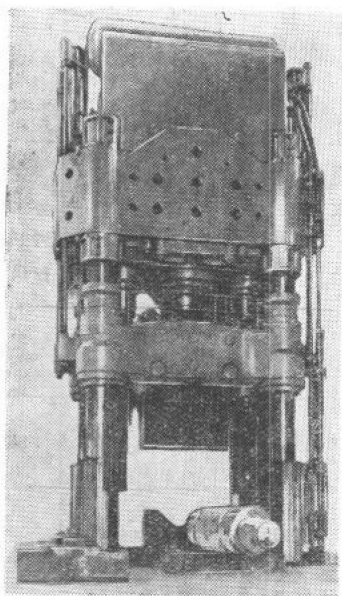


图 I-1-1 三缸、12000吨锻造水压机 (捷克·列宁工厂)

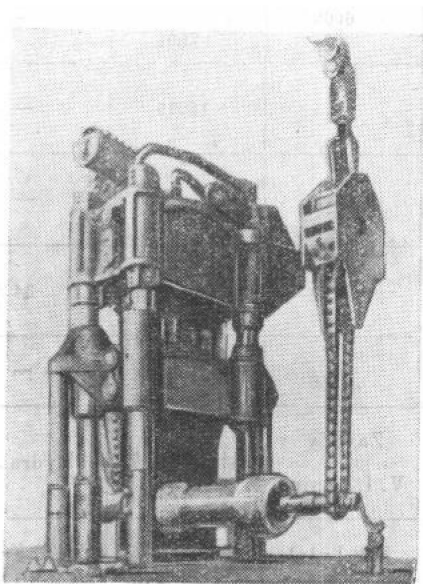


图 I-1-2 15000吨锻造水压机 (德·克虏伯公司)

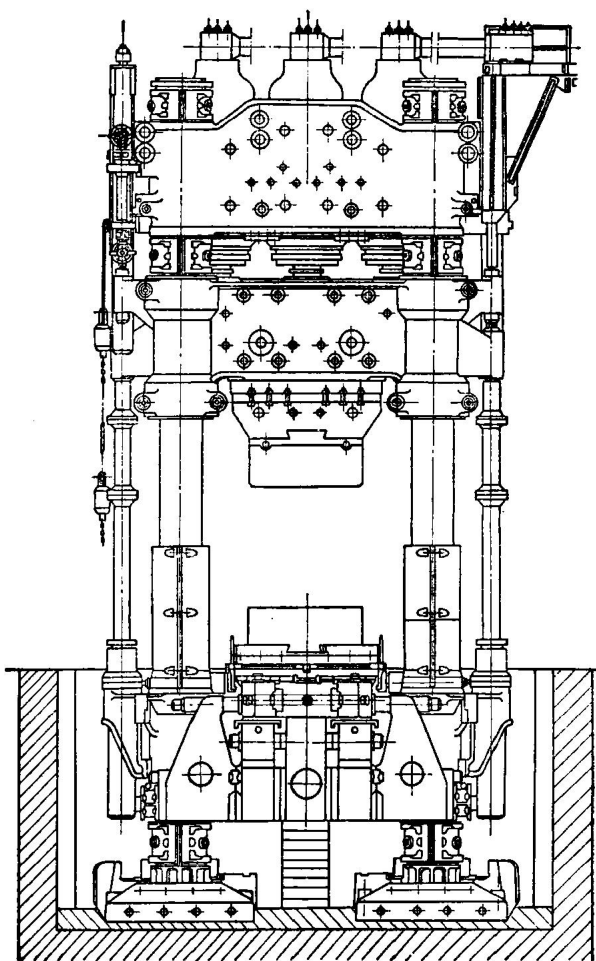


图 I-1-3 偏心力矩全部由立柱承受的 15000吨水压机 (德·液压机制造公司)

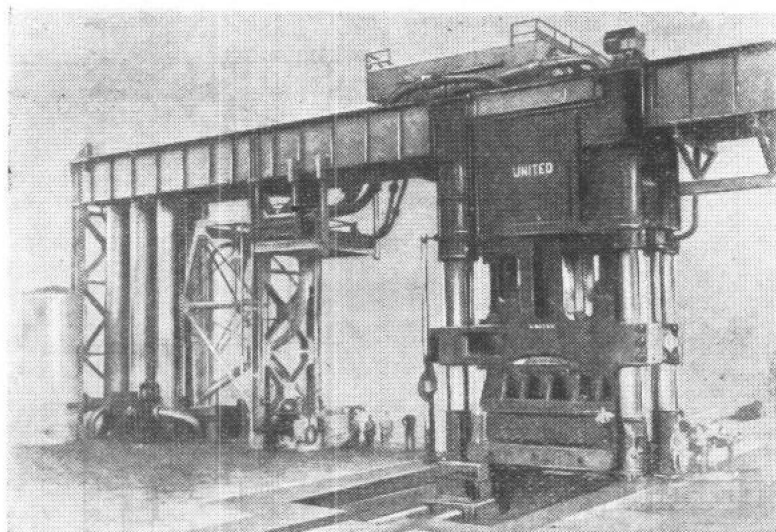


图 I-1-4 二缸、带有导向尾杆的12600吨
锻造水压机（美·联合工程公司）

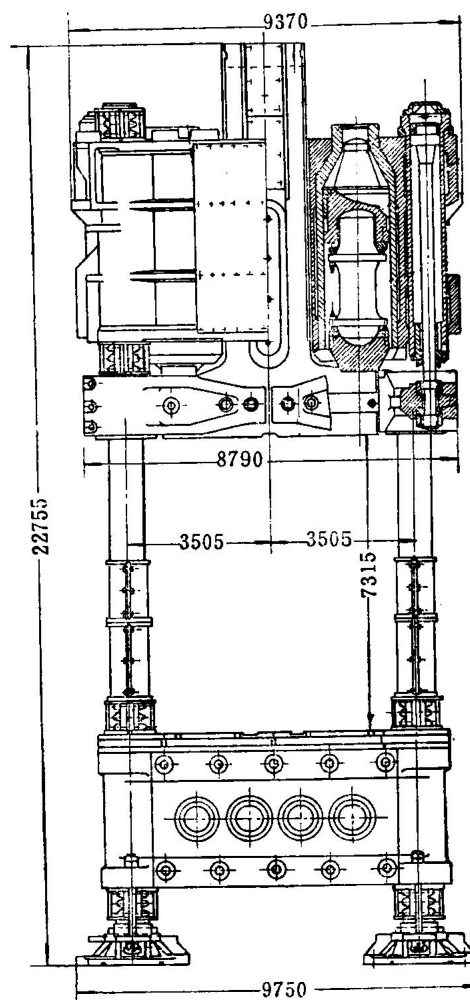


图 I-1-5 带有导向尾杆的12600吨水压机

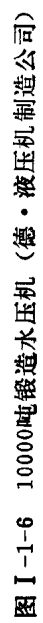


图 I-1-6 10000吨锻造水压机 (德·液压机制造公司)

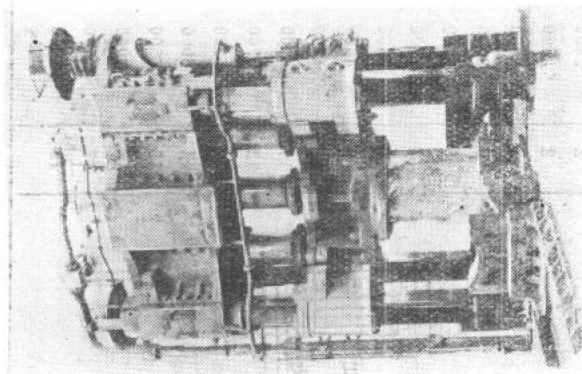


图 I-1-7 12000/8000吨水压机
(英·戴维兄弟公司)

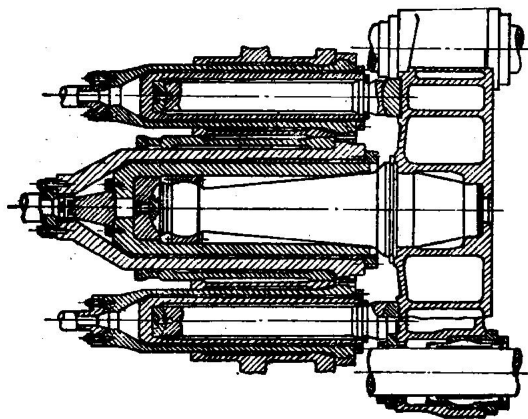


图 I-1-8 中间缸柱塞兼作
导向的结构

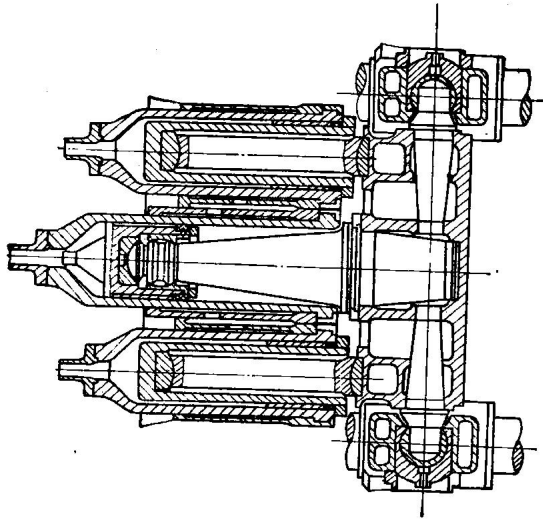
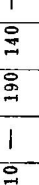
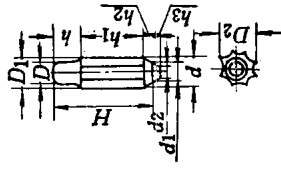
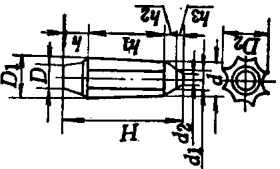


图 I-1-9 中间缸柱塞兼作
导向的又一结构

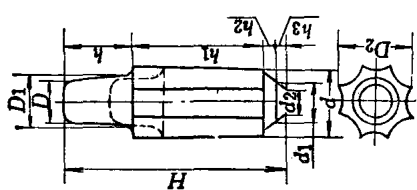
表 I-1-3 钢锭的尺寸与重量和锻造水压机所需的压力

草 图	顺 序 号	重 量 (kg)			尺 寸 (cm)										水压机压力(T)			
		总 重	冒 口	中间部分	底	D			d			h	h ₁	h ₂	h ₃	H	平 锻	粗 锻
						D ₁	D ₂	D	d ₁	d ₂	d							
	1	160	45	110	10	180	210	—	190	140	—	475	25	—	690			
	2	250	50	190	10	215	250	—	228	140	—	595	25	—	785			
	3	500	113	376	11	256	312	—	294	150	—	705	35	—	920	500	500~600	
	4	750	170	570	10	298	360	—	338	150	—	815	30	—	1125			
	5	900	200	690	10	320	380	—	362	150	—	860	30	—	1170			

(续)

草 图	顺序号	重 量 (kg)			尺 寸 (cm)										水压压力(T)			
		总 重	冒 口	中间部分	底	D	D ₁	D ₂	d	d ₁	d ₂	h	h ₁	h ₂	h ₃	H	平锻	嫩 粗
	1	1000	205	716	79	304	376	416	375	250	235	315	850	125	30	1320	500	1000
	2	1150	248	820	82	304	386	436	394	250	235	360	890	125	30	1405		—
	3	1250	248	922	80	300	400	455	405	250	235	405	1000	125	30	1560		1200~1500
	4	1400	300	1010	90	336	414	468	424	250	235	375	945	125	30	1475		—
	5	1600	310	1200	90	372	430	490	435	250	235	345	1060	125	30	1560	800	—
	6	1700	435	1175	95	358	442	500	454	250	235	380	1000	125	30	1535		—
	7	1850	340	1410	100	370	450	530	470	250	235	325	1050	125	30	1530		1500
	1	2000	420	1460	110	427	470	530	475	240	200	390	1100	110	70	1670		2000
	2	2400	520	1745	135	422	506	564	514	240	200	340	1110	130	100	1680		
	3	2500	500	1865	135	456	505	565	510	240	200	375	1190	130	100	1795		
	4	2800	570	2060	170	448	538	594	542	300	260	420	1170	100	100	1790		
	5	3000	585	2270	145	454	548	606	554	300	260	415	1200	110	100	1825		2500
	6	3300	642	2500	158	474	568	626	574	300	260	420	1240	120	100	1880		
	7	3500	680	2650	170	480	578	638	586	320	280	430	1260	110	120	1920		
	8	3800	740	2880	180	498	596	656	604	320	280	440	1295	115	120	1970		
	9	4000	505	3285	210	550	630	700	580	320	280	225	1695	115	125	2160	1000	
	10	4400	850	3345	205	530	630	690	634	360	315	450	1360	100	130	2040		
	11	5000	955	3810	235	554	656	722	662	360	315	490	1425	120	130	2165		
	12	5200	990	3960	250	562	664	730	670	360	315	465	1440	130	120	2155		
	13	5700	1090	4350	260	586	688	754	694	380	320	470	1480	120	125	2195		3000
	14	6000	1140	4585	275	594	700	766	706	380	320	490	1510	130	125	2255		
	15	6500	1230	4975	295	612	722	792	728	380	320	490	1535	135	125	2285		
	16	7000	1330	5355	315	630	740	808	744	420	360	500	1580	125	130	2335		
	17	7500	1420	5740	340	654	764	832	768	420	360	500	1600	135	130	2365		
	18	8000	1520	6120	360	670	780	848	784	420	360	510	1635	145	130	2420		

(续)

草图	顺序号	重量 (kg)			尺寸 (cm)								水压机压力(T)					
		总重量	冒口	中间部分	底	D	D ₁	D ₂	d	d ₁	d ₂	h	h ₁	h ₂	h ₃	H	平锻	模粗
	1	8500~10500	1615~2000	6325~8040	460	540	680	924	866	480	420	730~950	1430~1770	130	150	2440~3000		
	2	10000~12500	1910~2380	7560~9580	540	586	728	976	916	520	440	745~975	1505~1885	130	160	2540~3150	1500	
	3	12000~15000	2280~2850	9200~11530	620	652	792	1040	976	520	440	740~962	1600~1995	150	160	2650~3267		3000~5000
	4	14000~18500	2660~3500	10580~14240	760	695	848	1036	1104	580	500	750~1040	1645~2180	150	160	2705~3530	2000	
	5	17000~22000	3240~4150	12900~17000	860	775	922	1178	1108	580	500	760~1020	1760~2285	165	160	2845~3630		
	6	21000~26000	3950~4900	16050~20100	1000	844	922	1252	1176	590	500	800~1300	1940~2400	180	180	3100~4060		
	7	24000~30000	4510~5650	18400~23250	1100	880	1036	1310	1230	640	540	840~1090	2030~2530	160	200	3230~3980	2500	6000
	8	28000~34000	5260~6360	21520~26420	1210	945	1098	1372	1288	640	540	870~1080	2160~2625	175	200	3405~4080		
	9	32000~40000	6000~7500	24600~31100	1400	994	1162	1450	1362	640	540	880~1140	2220~2770	200	200	3500~4310	3000	6000~8000
	10	40000~50000	7500~9350	30900~39050	1600	1086	1258	1560	1460	700	600	940~1200	2410~3010	190	200	3740~4600		
	11	48000~60000	8950~11180	37230~47000	1820	1174	1352	1658	1554	710	600	960~1240	2565~3200	200	220	3945~4860	4000	
	12	58000~73000	10800~13500	45000~57300	2230	1258	1445	1755	1654	800	690	1020~1310	2740~3440	200	220	4180~5170		
	13	70000~84000	13000~15550	54500~66000	2500	1358	1550	1870	1750	800	690	1060~1300	2960~3550	220	250	4490~5320		8000~10000
	14	80000~100000	14780~18300	62200~78000	3000	1422	1634	1968	1844	900	800	1080~1380	3050~3810	210	240	4580~5640	5000	
	15	95000~115000	17500~20950	74050~90600	3450	1528	1738	2076	1944	900	800	1130~1590	3255~3950	240	240	4875~5820	6000	
	16	110000~140000	20000~25200	85800~110600	4220	1634	1854	2200	2064	910	800	1130~1460	3360~4270	280	260	5030~6270	8000	
	17	135000~165000	24000~29800	105700~130200	5000	1752	1980	2334	2186	910	800	1200~1510	3680~4480	320	260	5460~6570	10000	12000~15000
	18	200000						2500									12000	
	19	250000						2750									15000	
	20	300000						2800									15000	

注：此表根据苏联中央机械制造与工艺研究院(ЦНИИТМАШ)的资料。

表 I-1-4 国外大型锻件选用的水压机压力吨位实例

锻 件 名 称	主要尺寸(毫米)	重 量 (吨)			锻造水压机的吨位(吨)
		净 重	锻 件	钢 锭	
汽轮机轴15万千瓦	$\phi 1140 \times 7000$	14.1	31.4	52	10000
汽轮发电机轴12.6万千瓦	$\phi 1050 \times 11000$	—	53.5	122	12600
汽轮发电机轴80万千瓦	$\phi 1500 \times 11800$	—	103	242	12600
汽轮发电机轴120万千瓦	$\phi 1800 \times 14880$		193.6	400	10000
水轮机轴10.5万千瓦	$\phi 1510 \times 6375$	51	94	160	10000
水轮发电机轴10.5万千瓦	$\phi 1710 \times 8250$	72	113	170	10000
船轴	$\phi 720 \times 26500$	32.5	90	145	10000
高压容器	$\phi 1200 \times 19400$	—	82	147	6000
	$\phi 825$				
原子反应筒端盖	$\phi 2450 \times 920$	40	68	120	12600
连续轧板机支撑辊	$\phi 1400 \times 3200 \times 5800$	46.8	1	100	10000
连续轧板机人字齿轮	$\phi 1286 \times 2400 \times 6600$	37	58	96	10000
2万吨卧式水压机立柱	$\phi 830 \times 22360$	100	136	220	10000
3万吨模压水压机立柱	$\phi 760 \times 20100$	76.5	104	170	10000
4.5万吨模压水压机立柱	$\phi 1016 \times 23164$	137	—	300	12600

表 I-1-3所示为钢锭尺寸与所需锻造水压机的压力。实际生产运用中,还可锻造更大的钢锭,表 I-1-4是国外万吨级水压机曾经锻打各种大型锻件的举例,这些锻件,基本上反映了现代机器制造业制造巨型机器设备时对锻件的需求。

第二章 水压机的设计制造概述

我国第一台 12000 吨自由锻造水压机,是在党的亲切关怀、各兄弟单位的协助下,以江南造船厂为主进行制造的。这台水压机于一九六二年六月试车完毕后投入试生产。从决定建造之日算起,到投入试生产为止,一共经历了四个年头。在这四年中,我们用了一年半时间进行调查研究、设计和试验,并制成了一台 1200 吨试验水压机。这一年半主要是打了一场科学实验仗。接着是两年加工制造,半年安装试车。

这种万吨级锻造水压机能够锻造几十吨重的高级合金钢锭和二三百吨重的普通钢锭,同时也可以进行模锻,能够解决国民经济各部门,特别是发电、冶金、化学、机械和国防等工业部门所需的大型锻件。

为了深入探索水压机的设计制造规律,我们根据水压机的特点分两个方面来进行。一是如何设计出适合于上海地区制造条件的水压机本体的合理结构;二是如何掌握高压液压元件和系统的设计制造技术。

在液压系统和元件方面,我们首先从密封圈开始进行试验探索。密封圈是高压系统的重要元件,为了合理的选用密封圈,我们学习了制造密封圈的技术。自己动手制出了各种型式的密封圈,把它们放入有机玻璃的透明缸体(加压至 200 公斤/厘米²)以及钢制腔体内(加压至 600 公斤/厘米²),通过透明的腔体,观测各种密封圈受压后的形状变化,测量各种密封圈的摩