

国外汽輪发电机发展概况

科学技术文献出版社重庆分社

一九七三年十一月



国外汽轮发电机发展概况

中国科学技术情报研究所重庆分所 编辑
科学技术文献出版社重庆分社 出版
重庆市市中区胜利路91号

新华书店重庆发行所 发行
达县新华印刷厂 印刷

开本：787×1082毫米^{1/16} 印张：6^{7/8}

字数：16万 印数：6000

1974年1月第1版 1974年1月第一次印刷

书号：151760.1 定价：0.50

(内部发行)

73

前 言

遵照伟大领袖毛主席“洋为中用”和“学习外国的东西，是为了研究和发展中国的东西”的教导，为适应我国电力和电机工业发展的需要和赶超世界先进科学技术水平，我们编写了这份《国外汽轮发电机发展概况》资料，供有关单位人员参考。

由于我们学习马列主义、毛泽东思想不够，专业知识浅薄，业务水平低，缺乏经验，加之对国内情况又了解不够，缺点、错误和不妥之处一定不少，恳请读者批评指正。

编写过程中，得到了有关单位的大力协助和支持，在此致以深切的谢意。

目 录

第一部分 国外汽轮发电机发展概况

一、概 述.....	(1)
二、 各国发展概况.....	(20)
I、美国.....	(20)
II、日本.....	(25)
III、苏联.....	(35)
IV、英国.....	(41)
V、瑞士.....	(44)
VI、西德.....	(48)

第二部分 国外汽轮发电机励磁系统发展概况

一、国外汽轮发电机采用励磁系统的一般情况	(51)
二、各国发展概况	(54)
I、苏联.....	(54)
II、日本.....	(63)
III、西德.....	(72)
IV、英美.....	(76)
V、瑞士.....	(83)

第三部分 水冷汽轮发电机

一、苏联水冷激磁绕组的试验性汽轮发电机.....	(84)
二、苏联哈尔科夫重型电机厂50万瓩发电机.....	(87)
三、瑞士BBC公司全水冷汽轮发电机.....	(92)
四、英国50万瓩双水内冷汽轮发电机.....	(101)

第一部分 国外汽輪发电机发展概况

一、概 述

1. 某些国家电力工业的近况

据1971年在罗马尼亚举行的世界动力会议第八次会议报导,从1968年至1971年三年中,电力的发展速度加快了,用电量平均增长7—8%。1969年世界各国的总发电量为45700亿度,比1968年增加8.5%。1970年世界动力资源需要量达到67亿吨标准燃料,发电量增长到49001亿度,电厂总容量增加到10.3亿瓩,而1970年末各国所有发电设备的总容量估计约为11亿瓩,平均每年约增加600~700万瓩的新设备。世界各国的总发电量和发电来源的分布列于表1.1。八个国家能量需要与输入的依赖关系见表1.2。电厂和发电机组容量不断向合并、扩大和集中供电方面发展。在燃料动力平衡结构中,燃煤的比重每年减少,而石油和煤气的总用量却增加到60%。一些国家在大力发展原子能发电。预计从80年代中叶起,快中子增殖反应堆,将继续发挥作用,不过大多数国家至少要到90年代将建设热中子反应堆的原子能发电厂。电力工业比较发达的国家约有10个国家,现将世界八个国家(美、苏、日、英、西德、加拿大、法国、意大利)1965—1970年期间的发电量(包括输入,扣除输出)列于表1.3。八个国家1960—1970年的装机容量和增长率列于表1.4。最近世界各国对电力和能量的需要都有增长,其中日本在相当长的时期内有较显著的增长,而其他一些国家对电力的需要,大体上是十年增加一倍。八个国家1969—1970年的每人平均用电量和能量耗用量见表1.5。

1970年总发电量和发电来源的分布(单位:亿度)

表1.1

国 家	总发电量	火 电 厂	水 电 站	水电站发电量所占的百分比
全世界	48080	37060	11020	22.9
其中:				
苏联	7400	6170	1230	16.7
欧洲(不包括苏联)	13940	10600	3340	24.1
北美	18700	14340	4360	23.6
亚洲(不包括苏联)	5400	4140	1260	23.4
中美和南美	1130	620	510	45.7

注:《Теплоэнергетика》, 1972年№1报导的资料。

八个国家能量需要与输入的依赖关系(换算为煤: 10⁶吨)

表1.2

	需 要 量 (10 ⁶ 吨)			输 入 量 (10 ⁶ 吨)			输 入 率 (%)		
	1968	1969	1970	1968	1969	1970	1968	1969	1970
美 国	2078.2	2189.3	2282.3	166.4	187.5	228.5	8.0	8.56	
苏 联	965.2	1010.8	1079.2	-133.0(输出)	-139.9	-133.6	—	—	
日 本	254.2	289.4	331.9	216.1	255.9	277.0	85.0	88.4	
英 国	277.3	286.0	299.4	111.0	121.8	135.8	40.0	42.6	
西 德	269.8	295.1	314.7	108.8	128.0	240.1	40.4	43.4	
加 拿 大	176.2	186.0	194.2	9.1	1.1	-11.9	5.2	0.6	
法 国	164.0	177.2	192.8	112.3	123.9	133.5	68.5	70.0	
意大利	116.9	129.3	143.9	102.6	113.0	117.5	87.7	87.6	

八个国家1965—1970年的发电量(包括输入、扣除输出)(单位: 亿度)

表1.3

	世界各国 总 计	美 国	苏 联	日 本	英 国	西 德	加 拿 大	法 国	意 大 利
1965年	33780	11576	5067	1884	1960	1723	1413	1014	830
1966年	36382	12494	5446	2087	2026	1779	1581	1061	900
1967年	38616	13173	5877	2376	2094	1847	1656	1116	968
1968年	42054	14360	6387	2651	2233	2033	1764	1176	1040
1969年	45683	15528	6890	3161	2385	2212	1903	1315	1104
1970年	49011	16380	7404	3595	2486	2372	2037	1407	1174
1967—70年 平均增长率%	8.26	7.57	8.1	11.37	5.9	9.45	7.2	8.04	6.65
电力对能量 增长率之比	1.21	1.47	1.60	0.82	1.71	1.18	1.29	1.12	0.82

注: 《电气评论》, 1973年№2报导的资料。

八个国家的装机容量(单位:万千瓦)和增长率

表1.4

年 份	美 国	苏 联	日 本	英 国	西 德	加 拿 大	法 国	意 大 利
1960年	18653	6672	2366	3670	2767	2304	2185	1769
1965年	25452	11503	4100	4940	3954	2935	2821	2540
1969年	32990	15379	5948	6334	4751	3755	3624	3237
1970年	36120	16560	6734	6720	4953	4069	3857	3448
前十年平均年 增长率(%)	6.9	9.5	11.0	6.3	6.0	5.9	5.8	6.9
1970年比1969年 增长(%)	9.5	7.7	13.2	6.1	4.2	8.4	6.4	6.5

注:英国、意大利1970年装机容量是估计值,平均年增长率是1960年至1969年9年的平均值。

八个国家每人平均用电量、用煤量(1968—1970年)

表1.5

	用电量 度/人			能 量 耗 用 量 (换算为煤:吨/人)			每个国民所得(美元)		
	1968	1969	1970	1968	1969	1970	1968	1969	1970
美 国	7133	7644	7998	10.3	10.773	11.144	3551	3787	3886
苏 联	2675	2847	3049	4.0	4.200	4.445	—	—	—
日 本	2622	2972	3477	2.5	2.828	3.210	1122	1290	1536
英 国	4042	4291	4455	5.0	5.139	5.362	1446	1509	1667
西 德	3495	3815	3851	4.5	4.850	5.112	1746	1980	2806
加 拿 大	8511	8959	9519	8.5	8.819	9.072	2396	2306	2755
法 国	2389	2598	2770	3.8	3.517	3.794	1928	2108	2606
意 大 利	2011	2123	2187	2.2	2.432	2.681	1149	1254	1409

全世界约有180个国家和地区,总人口达到36.2亿人(1970年)。1970年每人平均的用电量为1353度,用煤量为1889公斤。每人的平均用电量以加拿大为最高,其次为美国。

近年来这些国家发电量的增长,主要靠火力发电。目前世界火力发电占总发电量的77.1%。当前,世界上靠水力发电的国家有瑞士(99%),挪威(99.7%),冰岛(95.6%),加拿大(84.4%),而比利时、丹麦、英国、波兰、匈牙利实际上全靠火力发电。原子能发电对于没有煤矿、天然气、油田的国家具有重要的意义。近来,水力、煤炭被原子能代替。

根据日本原子能工业会议的调查,到1971年6月,1971—1972年八个国家原子能电厂的设备容量见表1.6。1971年6月末已经投入运行的机组总共100台,总发电容量约为2250万千瓦,

相当于总发电设备容量的2%。到1972年6月末,投入运行的共116台,正在建设和计划中的共235台,总共为351台(见表1.6)。

1971—1972年6月末八个国家原子能发电设备容量〔单位:千瓦(台)〕 表1.6

国 名	正 在 运 行 的		正在计划和建设的		总 计	
	1971	1972	1971	1972	1971	1972
美 国	8306(22)	10851(25)	85554(94)	109978(119)	93860(117)	120829(144)
英 国	4820.2(28)	5430(29)	10783(18)	6462(11)	15603.2(46)	11892(40)
日 本	1271(5)	1741(6)	8646(13)	14267(19)	9917(18)	16008(25)
西 德	920(7)	2214.6(10)	8070(12)	9558(12)	8990(9)	11772.6(22)
加拿大	988.5(4)	2004.5(6)	4532(7)	3516(5)	5520.5(11)	5520.5(11)
苏 联	1984(13)	2065(13)	3240(6)	9338(12)	5224(19)	11403(25)
法 国	1646(8)	2700(10)	3045(5)	3857(5)	4691(13)	6557(15)
意大利	608(3)	554(3)	834(2)	840(2)	1442(5)	1394(5)
世界合计	22479(100)	30382(116)	143425(196)	187182(235)	165904.7(296)	217564(351)

1972年如果把建设中和计划中的235台原子能发电设备也计算在内,则设备总容量将超过217564万千瓦。表1.7列出了按原子能反应堆分类的原子能电厂的容量。从表中可以看出,用浓缩铀、以轻水冷却,减速起动的所谓美国型的轻水堆占有所有原子能发电厂总容量的80.9%。

按原子能反应堆分类(1971年6月)的电厂容量(单位:兆瓦) 表1.7

反 应 堆 名 称	运 行 的	计划和建设的	合 计	比 率
1.轻水堆	13037.5	115885	128922.5	80.9
压力水堆	6778	70326	77104.0	(48.4)
沸水堆	6259.5	45559	51815.5	(32.5)
2.气冷反应堆(GCR)	6355	2145	8500.0	5.3
3.改进的气冷反应堆(AGR)	85.9	9303	9388.9	5.9
4.重水堆	1224.8	7899	9123.8	5.7
5.其它	1776.5	1787	3563.5	2.2
合计	22479.7	157019	159498.7	100.0

原子能电厂发电量(单位:亿度)

表1.8

国 名	1965年	1966年	1967年	1968年	1969年	1970年
美 国	36.6	55.2	76.6	125.0	138.9	218.0
英 国	158.4	210.1	242.3	272.0	285.8	254.3
法 国	9.0	13.9	25.6	31.6	44.7	51.5
意 大 利	35.1	38.6	31.5	25.8	16.8	31.8
西 德	1.2	2.7	12.3	17.7	49.4	60.3
日 本	0.4	5.8	6.3	10.4	10.8	45.8
加 拿 大	1.2	1.6	1.4	8.6	4.9	9.7
苏 联	—	16.5	18.0	25.0	29.0	—
总 计	242.0	346.0	419.0	522.0	611.9	768.0

表1.8列出了1965—1970年八个国家的原子能发电量。这一发电量每年有所增加。美、苏、英、日、西德、法、意等国发电设备年产量见表1.9。

一些国家1960—1969年发电设备年产量(万千瓦)

表1.9

年份 国别	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971
美 国	1156.0	1344.0	1245.6	1415.3	1479.1	1536.5	1856.3	2321.3	2741.5	3064 (定货量)		
苏 联	791.5	945.0	1100.0	1180.0	1280.0	1440.0	1340.0	1460.0	1450.0	—		
英 国	598.1	523.5	450.2	546.3	581.0	705.1	1012.0	1080.2	698.0	689.7		
日 本	248.5	430.8	627.2	629.5	407.3	403.2	375.7	434.6	694.4	1100		
西 德	431.8	439.2	522.3	425.6	462.2	479.3	453.2	385.3	418.6	420.9		
法 国	207.1	132.3	165.7	235.6	253.2	224.4	245.7	366.8	302.2	354.1		
意大利	177	170.5	218.2	71.4	264.7	212.2	293.2	327.8	217.4	347.0		

2. 汽轮发电机发展趋势

①向大容量发展

目前汽轮发电机是向大容量发展,因高参数大容量机组可降低电厂基本建设投资,减少耗煤量,提高热效率,减少单位瓦运行人员,降低厂用电,降低单位瓦金属材料消耗。故引起世界各国的极大重视。近几年来,大容量机组的数量迅猛增加(详细参数见 表1.10、表1.11、表1.12)

由于电厂容量的增大,也必须使单机容量增加。为了提高发电机的容量和电压,必须试制能耐较高温度的新的耐热绝缘材料;采用新结构和新材料以提高技术经济性能(详细参数见表1.10、表1.11、表1.12、表1.13、表1.14);研究和采用直接冷却技术以减少单位容量

国外中型(5—15万瓩)

国 家	制 造 部 门	容 量 (万瓩)	电 压 (千伏)	功率 因数	短路比	效 率 (%)	定子重 (吨)	转子重 (吨)	g (公斤/千伏安)
苏 联	TB ₂ -60-2	6	10.5	0.8	0.631	98.58			
	TB ₂ -100-2	10	13.8	0.85	0.61	98.78	177	45.6	2.18
	TB ₂ -150-2	15	18	0.9	0.734	98.9	242	58.6	2
	TBΦ-60-2	6	10.5	0.8	0.67	98.5			1.66
	TBΦ-100-2	10	10.5	0.85	0.526 (0.605)	98.71	113	30	1.6
	TBB-165-2	16.5	18	0.85	0.563	98.37	128	33.5	1
捷克斯 洛伐克	6 H6378/2	5	10.5	0.8		98.0 (98.2)			1.39
		11	10.5	0.9	0.45				
东 德	FG455/145	5	10.5	0.8	0.55	98	100	23	1.97
	FG500/210	10	10.5	0.8	0.65	98.2	173	34	1.66
美 国	GE	10	13.8	0.8					
	GE	12.5	13.8	0.8	0.6	98.6	248.5	43.5	1.86
	GE	12.5	15	0.8	0.5	98.5	170	29	1.27
	WH	8	13.8	0.8	0.9				
	A-C	10	13.8	0.85	0.64				
西 德		5				98.2	100	33	2.66公斤/瓩
法 国	Alsthom	12.5	15.5	0.8	0.51	98.48	217	43	1.66
	CEM	5.5		0.75		98.58			
比利时		5		0.8		98			1.37
日 本	东芝	6.6	18	0.85	0.8			28.2	2.4
		15.6	18	0.85	0.64			43.5	1.5
		6.5	11	0.8	0.5				
	"	8		0.85					
	三菱	7.5	13.8	0.85	0.64				
	"	9.5	12.5	0.85	0.58				
	"	12.5	12.5	0.85	0.58				

注: g——单位容量(千伏安)的电机总量(公斤); g_{Fe}——单位容量的硅钢

汽轮发电机技术数据比较

表1.10

冷却方式		氢压 (表压)	xd'	xd''	转子尺寸 (直径×长度)	备 注
定子	转子					
氢外冷	氢外冷					
"	"	0.05		0.138	$\phi 1000 \times 5400$	$g_{Fe} = 0.724$ 公斤/千伏安
"	"	0.7		0.122	$\phi 1075 \times 6100$	$g_{Cu} = 0.118$ 公斤/千伏安
"	氢内冷	2	0.22		$\phi 930$	
"	"	2	0.26	0.183	$\phi 1000 \times 3250$	$A_s = 1000 \sim 1100$ 安/厘米
水内冷	氢内冷	3		0.23	$\phi 1000 \times 3850$	
					$\phi 924 \times 2600$	$J_1 = 4$ 安/毫米 ² , $J_2 = 4.7$ 安/毫米 ²
					$\phi 910 \times 2900$ $\phi 1000 \times 4200$	
氢外冷	氢内冷	2.1				
"	氢外冷	2.1			$\phi 990$	
氢内冷	氢内冷	2.1				
"	"	2.1				
氢外冷	"	2.1				
					$\phi 900 \times 3000$	
氢外冷	氢外冷	2	0.3		$\phi 1060 \times 5000$	
氢外冷	氢外冷				$\phi 900 \times 3950$	$n = 3600$ 转/分
"	"				$\phi 987 \times 6000$	" "
氢冷	氢冷					
"	"	1				
"	"	1				
"	"	1				

片重(公斤/千伏安); g_{Cu} ——单位容量的铜重(公斤/千伏安)。

国外20~30万千瓦级汽轮发电机技术经济比较

表1.11

国家	制造部门	容量 (万千瓦安)	电压 (千伏)	频率 (赫)	功率 (千瓦)	短路比	效率 (%)	冷却方式		氢表压 (压)	重量(吨)		材料耗率 公斤/千伏安	励磁方式	制成 年限
								定子	转子		总重	定子			
美国	GE	23	20	60	0.9			水内冷	氢内冷	3.15				同轴励磁机	1971
	WH	38.4	17.3	60	0.85			氢内冷	"	3	500		1.3		1960
苏联	《电力》厂	25.9	15.75	50	0.85	0.57	98.7	水内冷	氢内冷	3	155	42	0.9	高频半导体	1960
	《电力》厂	37.65	20	50	0.85	0.62	98.64	"	"	3	347	210	0.9	"	1960
	《哈尔科夫》厂	23.5	15.75	50	0.85	0.58	98.7	氢内冷	"	3				齿轮减速	1960
日本	富士	22.4	12	50	0.85	0.613	98.85	氢外冷	氢内冷	3				齿轮减速	1965
	日立	30	18	60	0.85	0.64		油内冷	"	2					1964
	东芝	28.16	12.6	60	0.85	0.62	98.9	氢外冷	"	2				G-M机组	1960
英国	CAP	22.2	16.5	50	0.9			氢内冷	氢内冷	2.1	245		1.11		已运行
	CEE	35.3	17	50	0.85	0.45	98.57	水内冷	"	3	190	54		静止半导体	"
法国	日蒙(J.S)	29.5	20	50	0.85	0.45	98.96	氢内冷	氢内冷	3	290	195	0.98	旋转半导体	1957
	CEH	29.5	20	50	0.85	0.53	98.84	水内冷	"	2~3	275	225	1.00	齿轮减速	1960
	Alsthom	31.2	20	50	0.85	0.45	98.91	"	"	2	250	177	0.85	"	已运行
瑞士	BBC	40	21	50	0.75	0.44	98.64	水内冷	氢内冷	3	376	313	0.94	M-G机组	1967
西德		21.4	10.5	50	0.7	0.51	98.55	氢外冷	"	2			1.18	静止半导体	1967

的材料消耗和重量（详细参数见表1.15）。世界大多数国家，汽轮发电机是主要的电能源。从增加这种电机的单机容量的可能性来看，必须研究其各种冷却方式。

②发展各种冷却方式

第二次世界大战前，有效部分用空气冷却的汽轮发电机的单机容量只能达到5万瓩。用改进通风系统（如对转子上的激磁绕组导体）和采用合成绝缘的方法，可使单元机组最大容量达到10万瓩。随着推广采用燃气轮机作为传动装置，这类电机具有特殊意义，在过负荷时采用尤为适宜。在此种情况下采用的发电机，应尽量可能地简单，采用空气冷却已满足了这一要求。

欧洲从1947年开始采用氢冷。增加发电机内的氢压就改善了热交换，从而可显著地提高电机的利用率。国外文章认为，定子绕组采用氢内冷或水（高纯度水）内冷，必须研究下列三个主要方面：

1. 对于转子绕组线棒的轴向冷却，可以利用一附加的空气压缩机来增高转子内的气体压力，这样就能增大空心导体内的气体流速并改善散热条件。

2. 由于旋转转子的抽吸作用，必须研究冷却气体导向于绕组的系统的问题。采用特殊型式的沟槽，可使冷却系统达到很高效率。

3. 借助线槽底下的沟槽将冷却气体送至转子绕组的各不同点。

增加电机的几何尺寸是提高容量的最简单方法。用现代材料制成的极限容量的转子，其利用率已达极限。这样，在不增大电机尺寸情况下进行任何一种提高其容量的方法，都将导致线电流负荷的增大。到目前为止，已制成的大容量电机的线负荷为1900—2000安/厘米。目前世界一台最大的汽轮发电机，其线负荷约为2200安/厘米。为此，对其端部要有特别精密的结构，以防附加损耗引起的局部过热。除此以外，增大线负荷还要导致电机电抗的增大。作为衡量发电机静态稳定尺度的短路比，将很快降至最低允许极限值。在目前大型原子

四极汽轮发电机（原子能电厂）的技术数据比较

表1.13

国 家	频率 (赫)	制造部门	容 量 (万千伏安)	电 压 (千伏)	功 率 因 数	短 路 比	冷却方式		氢 压 (表压)	励磁方式	运 行 时 间
							定子	转子			
德 国	50	Siemens	78.0	21	0.85	0.53	氢	氢	5	旋转半导体	
		AEG	75.0	21	0.85	0.44	水	氢	4	静止半导体	
美 国	60	BBC 瑞士	133.3	26	0.85	0.5	水	氢	4.22	静止半导体	
		GE 美国	128.0	22	0.9		水	氢	5.26	旋转半导体	
		WH 美国	112.5	22	0.9	0.5	氢	氢	5.26		
		Engl.E (英)	89.0		0.9	0.58	水	氢			

国外容量大于29.5万千瓦安两极

国 家	频率 (赫)	制 造 部 门	容 量 (万千瓦安)	电 压 (千伏)	转 速 (转/分)	功率 因数	短路比	效 率 (%)
美 国	60	西 屋 美 国	96.0	22		0.85	0.51	
	60	GE 美 国	90.7	26		0.9	0.5	
		西 屋 美 国	96.0	22	3600	0.85	0.51	
		西 屋 美 国	99.2	25	3600	0.9		
加 拿 大	60	BBC 瑞 士	63.0	23		0.9	0.4	
德 国	50	BBC 德 国	46.7	21		0.75	0.4	
		AGE(GE)德国	45.3	21		0.75	0.45	
		西门子(WE)德国	45.1	21		0.75	0.43	
		SSW	78.0	21	3000	0.77	0.5	98.6
法 国	50	CEM(BBC)	66.6	20	3000	0.9	0.4	
		JS(WE)	66.6	20	3000	0.9	0.4	98.91
		Alsthom	66.6	20	3000	0.9	0.4	
英 国	50	AEI	58.8	22		0.85	0.4	
		EE	58.8	22		0.85	0.4	
		派生斯	58.8	22		0.85	0.4	
		CAP	77.7	23.5	3000	0.85		
		EEC	58.8	23.5	3000	0.85	0.4	98.63
苏 联	50	TBB型	58.8	20	3000	0.85	0.42	98.8
		TGB型	58.8	20	3000	0.85	0.45	98.8
		TBB型	88.9	24	3000	0.90	0.471	98.83
		TBM型	35.3	30	3000	0.85		98.86
日 本	60	东 芝	45.0	22	3600	0.90	0.58	
		东 芝	80	25	3600	0.9	0.58	
		东 芝	67	22	3600	0.9	0.58	
		三 菱	67	18	3600	0.9	0.58	
		日 立	67		3600			
瑞 士	60	BBC	72.2	22	3600	0.9	0.58	98.46
	50	BBC	49.0	24	3000	0.8	0.49	
	50	BBC	37.6	20		0.85	0.42	
	50	BBC	30.0	18	3000	0.80	0.42	
意大利	50	TIBB(BBC)	39	21	3000	0.9	0.6	
		ASGEN	39					
		Marelli(WE)	39					
比利时	50	ACEC比利时	31.2	20		0.8	0.4	

注：定子、转子绕组均为内冷。

汽轮发电机的技术数据比较

表1.12

冷却方式		氢压 (表压)	励磁方式	运行 时间	备 注
定子绕组	转子绕组				
水	氢	5.26	静止半导体	1970	西屋首次采用定子水冷 定转子采用气隙隔板
水	氢	5.26	静止半导体	1969	
氢	氢	5.26	旋转半导体	1970	
水	氢	5.26	" "	1972	
水	氢	4.22	可控硅整流		
水	氢	4	可控硅整流		C = 0.63公斤/千伏安
水	氢	3	可控硅整流		
氢	氢	4	旋转半导体	1968	
氢	氢	4	旋转半导体	1973	
水	氢	3	静止半导体		
氢	氢	4	旋转半导体	1969	
水	氢	3	静止半导体	1968	
水	氢	3.15	静止半导体		
水	氢	4	" "	1969	
水	氢	3—4	" "		
水	氢	4.2	旋转半导体	在制	
水	氢	4.2	静止半导体	1969	
水	氢	4	三相高步励磁机	1967	定子全浸油，气隙用套筒隔开
水	水	3	水银整流器	1967	
水	氢	4		—	
油内冷	水			1967	
水	氢	3	齿轮传动	已制成	定转子采用气隙隔板
水	氢	4.2		在制	
水	氢	4		已制成	
氢	氢	4	旋转半导体 静止半导体	在制	
水	氢	4.22	可控硅整流	1970	为美国制造
油	氢	3.5	" "	在制	为荷兰制造
水	氢	2	" "	在制	为瑞典制造
水	氢	2	" "	在制	为丹麦制造
水	氢	2.3	可控硅整流 静止半导体 " "	已运行	
氢	氢				

国外大型汽轮发电机

国 别	制 造 部 门	冷 却 方 式		机座结构特点
		定 子	转 子	
美 国	WH	氢 内 冷	氢 内 冷	双机座立式冷却器
	EG	水 内 冷	氢 内 冷	整体机座，立式冷却器
苏 联	《电力》厂	水 内 冷	氢 内 冷	三段式机座，立式冷却器
	《哈尔科夫》厂	氢 内 冷 (或水内冷)	氢 内 冷 (或水内冷)	二段式机座中间分双机座，立式冷却器。
日 本	东芝	水 内 冷	氢 内 冷	整体机座，立式冷却器，60万瓩以上采用机座圆顶横冷却器
	日立	"	"	整体机座，立式冷却器
	三菱	氢 内 冷	氢 内 冷	双机座，立式冷却器
	富士	氢 内 冷	"	整体机座，卧式冷却器
英 国	GEC	水 内 冷	"	三段式机座外机座分上下两半把合，立式冷却器
	EEC	"	"	双机座
	AEI	"	"	整体机座，立式冷却器
	派生斯	"	"	双机座，卧式冷却器
法 国	CEM	"	"	三段机座，立式冷却器
	Alsthom	"	"	同上
	日蒙(J.S)	氢 内 冷	"	双机座，25万瓩分三段，立式冷却器。
西 德	西门子(SSW)	"	"	双机座，卧式冷却器
	AEC	水 内 冷	"	三段式机座
瑞 士	BBC	"	"	三段式机座，立式冷却器
比 利 时	ACEC	氢 内 冷	"	双机座，立式冷却器
捷克斯洛伐克	CKD	水 内 冷	"	三段式(中间分双机座)

典型主要结构比较

表1.14

机座隔振方式	定子端部支撑特点	轴承方式	油封方式	转子护环
装配式立式弹性板	无绑环有绑线有绝缘支架 槽口及鼻端有两个环斜 边间隙用化学方法(填 料)固定。	端盖式	双流环式	悬挂式
轴向组合式弹性定位筋	绝缘支架有绑环和绑绳有 金属固件允许轴向有弹 性。	端盖式	单流环式	悬挂式
弹性定位筋(筋开沟)	绑线结构	座式	正压盘式后 改双流环式	弹性心环 后改悬挂式
装配式立式弹性板	绑线结构(近于WH型)	50万瓩为 端盖式	稳压盘式后 改双流环式	悬挂式
轴向组合式弹性定位筋	(与GE同)	端盖式	单流环式	"
同上	(与GE同)	"	"	"
装配式立式弹性板	绑线结构(与WH同)	"	双流环式	"
20万瓩以下为刚性联结	(与西门子同)	"	"	"
装配式卧式弹性板	绑线结构(近于WH型)	座式	稳压盘式	"
装配式立式弹性板	绑线结构(近于WH型)	端盖式	单流环式	"
轴向组合弹性定位筋	压板式:不绑线有绝缘支 架,无绝缘圈,有填料	"	液压盘式	"
装配式立式弹性板	扇形绝缘支架支撑,梳形 塑料夹固定。	座式	液压盘式	"
25万瓩为刚性联结	绝缘支架,玻璃丝带绑索, 内外锥面有绝缘圆环。	端盖式	单流环式	"
轴向组合式弹性定位筋	绝缘支架,绝缘圈、垫块 填料(近于GE型)	"	"	"
装配式立式弹性板	(近于WH型)	"	双流环式	"
同上	绝缘支架、绑绳	"	"	"
轴向组合式弹性定位筋	压板结构和绑线结构均用	"	正压盘式	"
30万瓩以下为刚性联结 30万瓩以上为立式弹性板	绝缘支架,玻璃丝带绑索, 内锥面有绝缘环。	"	单流或双流 环式	"
装配式立式弹性板	(近于WH型)	"	双流环式	"
装配式立式弹性板	绑线方式(近于WH型)	"	双流环式	"