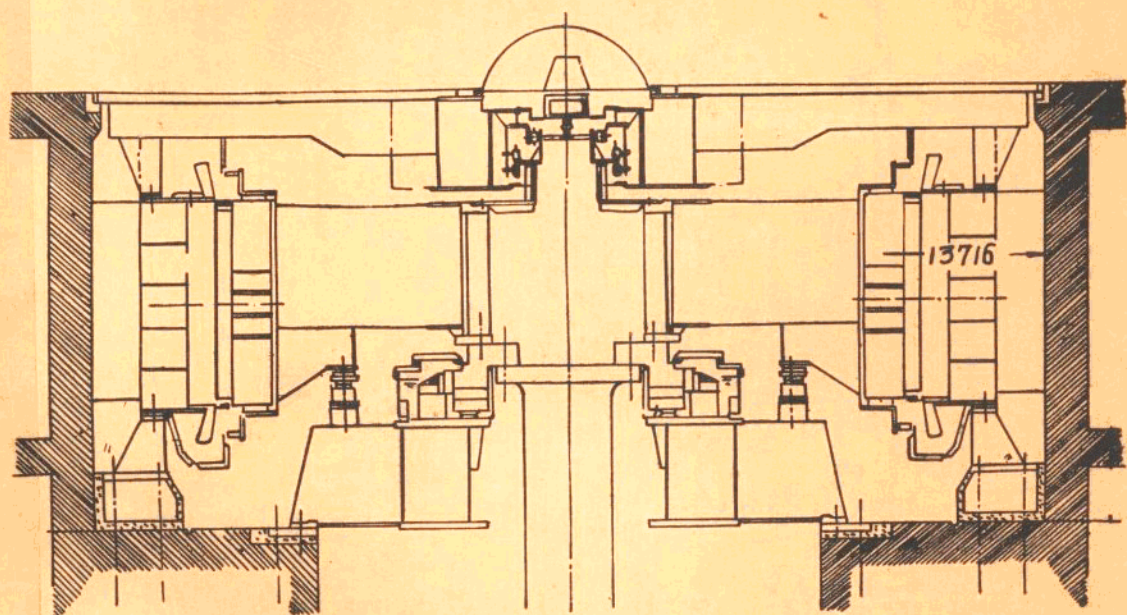


东方电机

丛刊



东方电机厂

德阳水轮机电机研究所

一九八五年一月

他山之石 可以攻玉

(代序)

饶芳权

当我在构思一台水轮发电机的总体结构布置时，往往希望手头有一本参考图册可以随手翻翻，从中得到启发。

当看到某些笨拙的设计，我往往惋惜没有一本合适的图册可供初次担任主任设计的同志参阅，否则一些“托儿所小孩穿干部服”式的设计也就不致于出现。

所以，当戴庆忠工程师汇编的这一本图册出现在我面前时，我是感到十分高兴和敬佩的。

戴庆忠同志是个有心人。早在1972年，他就开始做这件极有意义的工作，经过十二个春秋，终于收集到了从1894年至今40多家国外公司为50多个国家和地区的400多个电站制造的水轮发电机（包括常规水轮发电机、发电电动机及贯流式水轮发电机组）的总体布置图和照片，并汇编成图册，按容量大小顺序排列，每幅图后尽可能附上有关的基本数据资料，还编有各种便于检索的引得，真是琳琅满目，美不胜收，一卷在手，有如神游万里之外。现在有些人颇热中于到国外考察，其实如果我们认真反复翻阅这本图册，其收获恐怕远胜于一次观光性的考察。

通过这本图册的编成，给了我们一个宝贵的启示，就是：一个人的工作岗位不管多么平凡，只要他有事业心，不怕坐冷板凳，不计较个人得失进退，锲而不舍，持之以恆，总归会做出优秀的业绩来。看了这本图册，难道我们还能说技术情报工作不是科研工作，不如设计、计算、试验那样值得赞扬吗？

我相信,这本图册不仅对我们当前的设计工作有用,对今后三峡发电机组的研制也会作出贡献,因为世间伟大的东西往往就是前人经验的总结与后人创造性的劳动相结合的产物。

现在呈现在读者面前的只是图册的第一分册——常规水轮发电机部分,我盼望第二分册——发电电动机及贯流式水轮发电机组部分早日编成,同时也希望戴庆忠同志和技术情报组的其他同志一道,再接再厉,再编水轮机、汽轮发电机及其他电机的图册,不仅有总体布置,还要收零件部件设计详图,条件允许时,最好有实物照片。

最后,还有一点希望,就是请读者们(尤其是从事水轮发电机设计、制造的同志们)看了之后,如果发现有可借鉴之处,切不要只是连声赞道:好箭,更不能是“叶公好龙”,要想方设法应用到我们的产品中去(但不能蛮干),使我们的产品面貌日新月异,大踏步地进入国际市场,与国外强手比个高低!

一九八四年十二月十二日

说 明

本图册为水轮发电机总体布置图的第一分册——常规水轮发电机部分，共收39个国外公司为47个国家和地区（包括中国和中国台湾）的256个电站制造的水轮发电机的总体布置图，其单机容量绝大多数在40MVA以上，也保留了一些有特色或年代久远的较小容量机的布置图或照片。图册正文按容量（MVA或MW）大小依次排列，同容量机则按转速高低顺排。正文后附11个索引供检索。

图中文字、符号意义如下：

运行（或制造）年份指第一台机组的运行（或制造）年份

P——额定容量（或功率），MVA（兆伏安）或MW（兆瓦）

n——额定转速，rpm（转/分）

n_s ——飞逸转速，rpm（转/分）

U——额定电压，KV（千伏）或V（伏）

$\cos\varphi$ ——功率因数

f——频率，Hz（赫芝）

η ——效率

GD^2 ——飞轮转矩， $T\cdot m^2$ （吨·米²）

F——推力轴承负荷，T（吨）

SCR——短路比

x_d ——直轴电抗

x'_d ——直轴瞬变电抗

x''_d ——直轴超瞬变电抗

G_1 ——定子重量，T（吨）

G_2 ——转子重量，T（吨）

G——发电机总重，T（吨）

D_a ——定子外径，m（米）

D_i ——定子内径，m（米）

D_2 ——转子外径，m（米）

l_t ——定子铁心长度，m（米）

δ ——气隙长度，mm（毫米）

目 录

他山之石 可以攻玉 (代序)	饶芳权
----------------------	-----

说 明

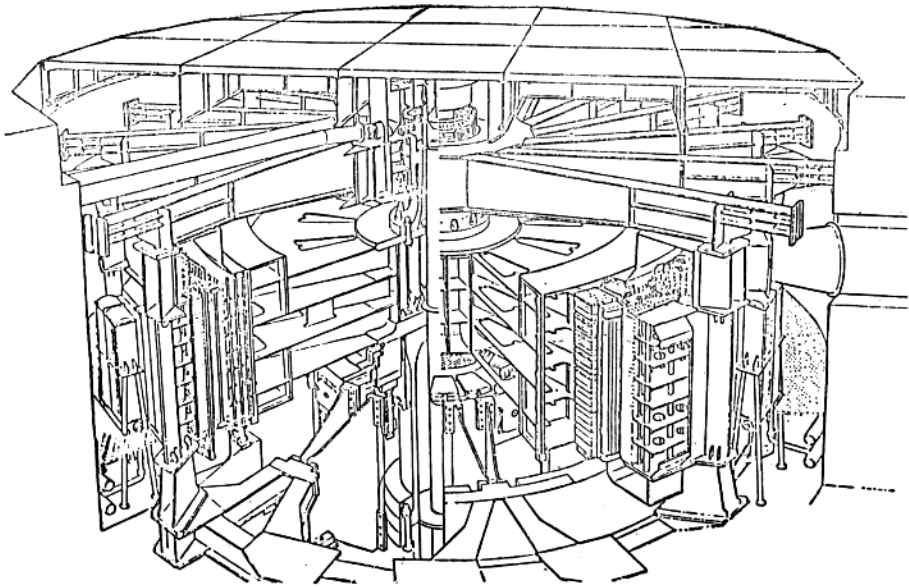
图册正文

立式水轮发电机	(1)
卧式水轮发电机	(129)

索 引

1. 水轮发电机单机容量的增长	(141)
2. 电站名称西文字顺索引	(142)
3. 电站名称俄文字顺索引	(144)
4. 电站名称汉字笔划索引	(144)
5. 部分西文、俄文电站的汉译名称笔划索引	(145)
6. 日本电站英文译名字顺索引	(146)
7. 制造公司、厂家索引	(147)
8. 电站国别、地区索引	(148)
9. 单(双)相水轮发电机	(150)
10. 水冷式水轮发电机	(150)
11. 300转/分以上的高速立式水轮发电机	(150)

后 记	(151)
-----------	---------



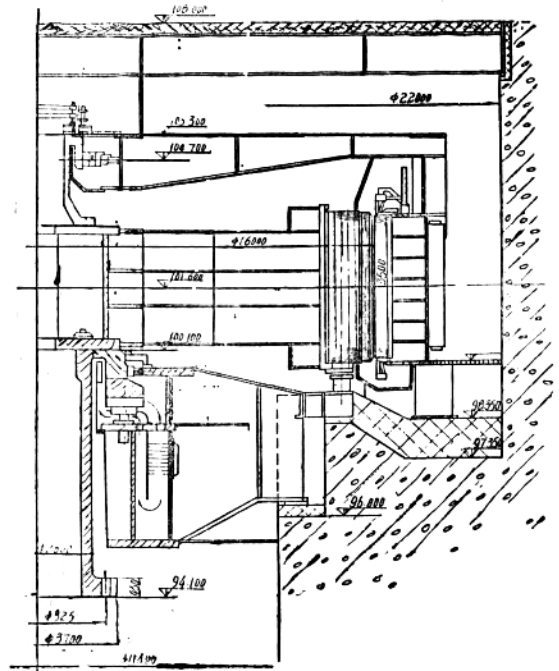
1. ITAIPU (巴西-巴拉圭)

Siemens、BBC 制造

各九台	1984年运行
-----	---------

定子绕组采用水冷

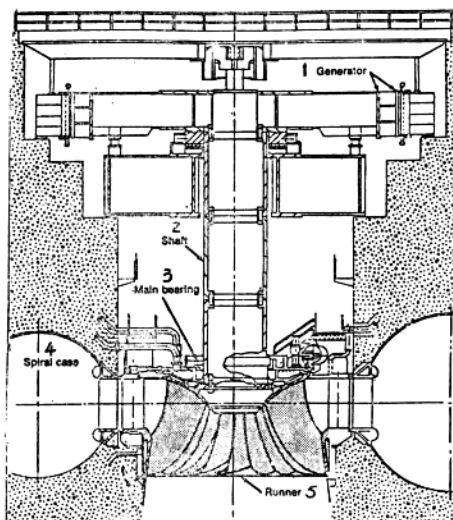
两种频率, 50/60赫, 相应数据为:

$$P = 823.6/737 \text{ MVA}$$
$$n = 90.9/92.3 \text{ rpm} \quad n_s = 170/170 \text{ rpm}$$
$$U = 18/18 \text{KV} \quad \cos\varphi = 0.85/0.95$$
$$\eta = 98.52/98.64\%$$
$$GD^2 = 328000/320000 \text{ T} - \text{m}^2$$
$$F = 4100/4000T \quad D = 16/16m$$
$$D_a = 19.73/19.73m \quad l = 3.5/3.26m$$
$$G = 3548/3381T \quad G_1 = 692/613T$$
$$G_2 = 2056/1962T \quad x_d \leq 0.9/0.9$$
$$x'_d \leq 0.32/0.3 \quad x''_d \geq 0.2/0.18$$


参考

1. «Энергохозяйство за рубежом», 1981, №3, 23—27
2. BBC: The Hydrogenerators at ITAIPU power station
3. «IEEE Trans on PAS», 1979, №6
4. 东方电机厂:《技术参考资料》, №6

* 各资料数据稍有出入。



2. GRAND COULEE III (美国) CGE制造

三台

1978年运行

定子绕组采用水冷

$$P = 718 \text{ MVA} \quad n = 85.7 \text{ rpm}$$

$$U = 15 \text{ KV} \quad \cos \varphi = 0.975 \quad f = 60 \text{ Hz}$$

$$GD^2 > 357000 \text{ T} \cdot \text{m}^2 \quad \text{SCR} = 1.35$$

$$\eta \geq 98.6\% \quad x'_d = 0.29 \quad x_d = 1.35$$

$$F = 4695 \text{ T} \quad D_i = 18.8 \text{ m} \quad l_t = 2.134 \text{ m}$$

$$G_1 = 576 \text{ T} \quad G_2 = 1382 \text{ T} \quad G = 3000 \text{ T}$$

参考

1. 美国动力会议文集, 1977, vol 39, 986—992

2. 东方电机厂: 《技术参考资料》, № 6

3. Саяно-Шушенская (苏联)

Электросила 制造

10台 1978年运行

定子绕组采用水冷

$$P = 711 \text{ MVA} \quad n = 142 \text{ rpm}$$

$$n_s = 280 \text{ rpm} \quad U = 15750 \text{ V}$$

$$\cos \varphi = 0.9 \quad f = 50 \text{ Hz}$$

$$GD^2 = 102000 \text{ T} \cdot \text{m}^2 \quad G = 1860 \text{ T}$$

$$F = 3250 \text{ T} \quad \eta = 98.3\%$$

$$x'_d = 0.424 \quad D_a = 12.85 \text{ m}$$

$$l_t = 2.75 \text{ m}$$

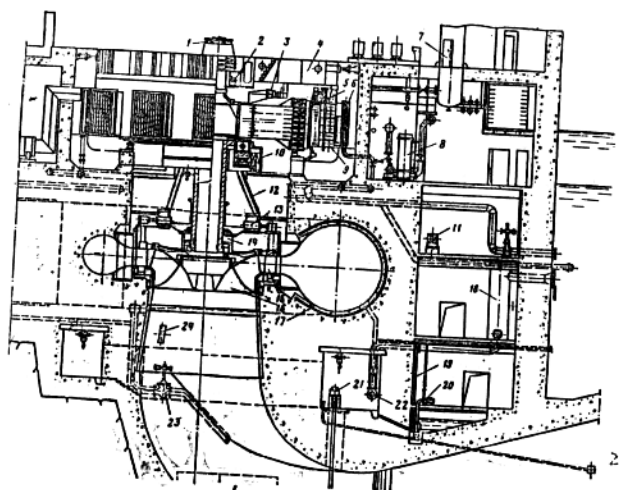
励磁: 555V, 3226A

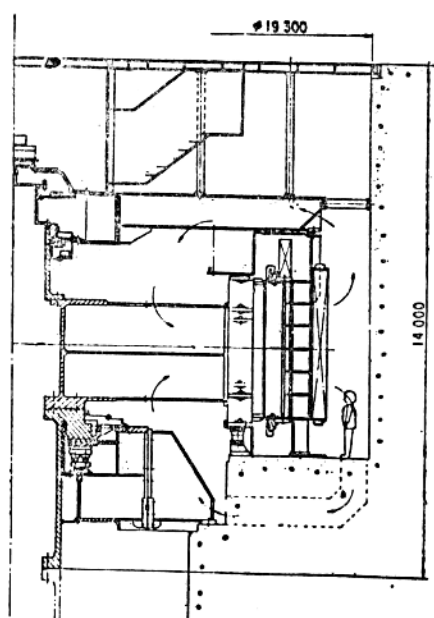
参考

1. 《Электротехника》, 1977, №5, 30—31

2. 《Гидротехническое строительство》, 1979, №2, 13—16

3. 东方电机厂: 《技术参考资料》, № 6





4. GUR I II (委内瑞拉)

五台 (#11、#13、#15、#17、#19机)

东芝、日立、三菱、Siemens 分工联合制造
1978年制成

$P = 700\text{MVA}$ $n = 112.5\text{rpm}$ $n_s = 215\text{rpm}$

$U = 18\text{KV}$ $\cos\varphi = 0.9$ $f = 60\text{Hz}$

$GD^2 = 155000\text{T} \cdot \text{m}^2$ $\eta = 98.69\%$ $F = 2667\text{T}$

$\text{SCR} = 1.21$ $x'_d = 0.315$ $x_d = 1.1$

绝缘等级: B

$D_i = 13.7\text{m}$ $l_t = 3.8\text{m}$ $\delta = 24.5\text{mm}$

$G_1 = 740\text{T}$ $G_2 = 1200\text{T}$ $G = 2440\text{T}$

参考

1. 美国动力会议文集, 1979, vol. 41, p976—983
2. 《东芝评论》, 1979, №1, 5—9
3. 东方电机厂: 《技术参考资料》, №6

5. GUR I II (委内瑞拉)

CGE 制造

五台 (#12、#14、#16、#18、#20机)

$P = 700\text{MVA}$ $n = 112.5\text{rpm}$

$n_s = 215\text{rpm}$ $U = 18\text{KV}$

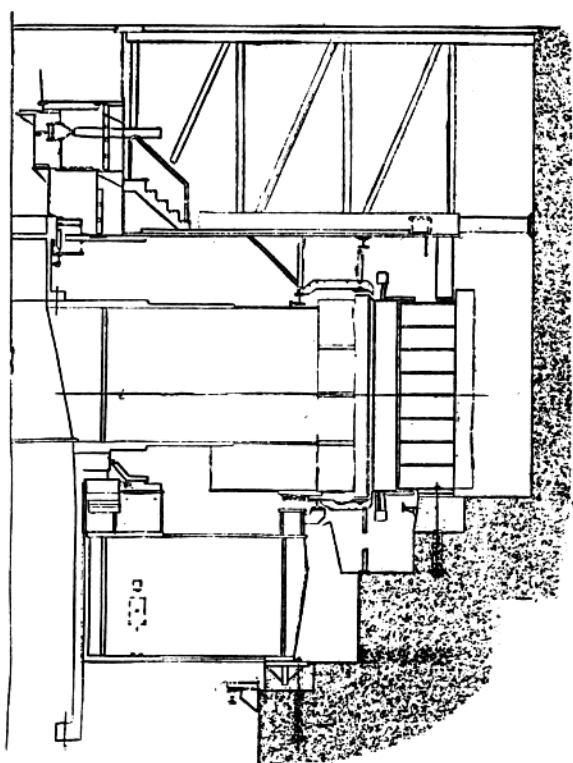
$\cos\varphi = 0.9$ $f = 60\text{Hz}$

$\eta = 98.72\%$ $F = 2540\text{T}$

$G_1 = 699\text{T}$ $G_2 = 1244\text{T}$

参考

1. 美国动力会议文集, 1979, vol 41, p984—988
2. 东方电机厂: 《技术参考资料》, №6



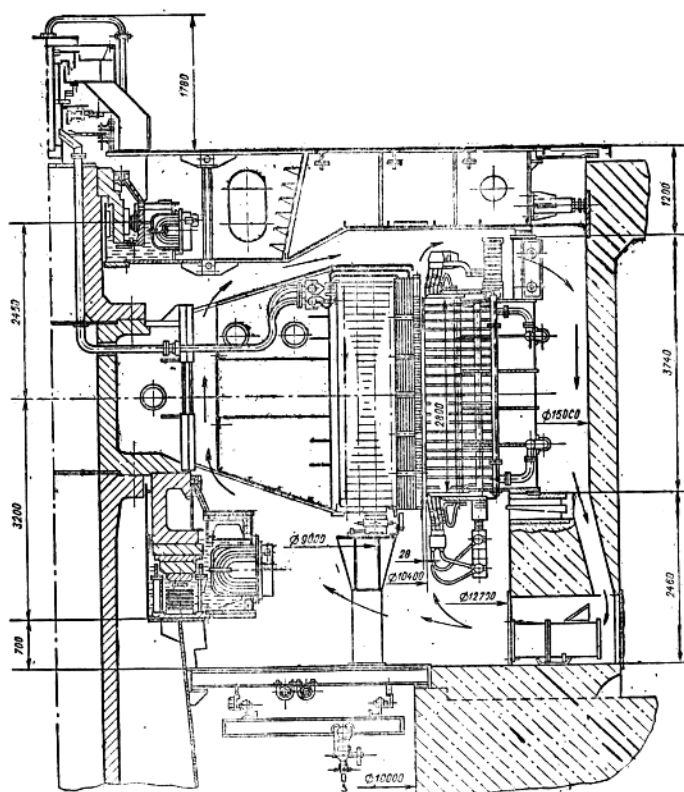
6. Рогунская (苏联) Уралэлектротяжмаш 制造

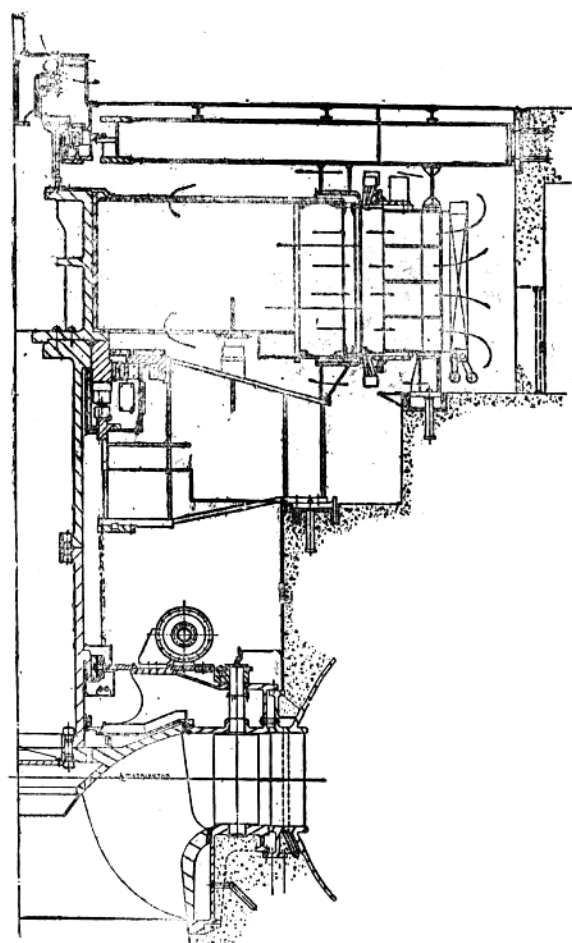
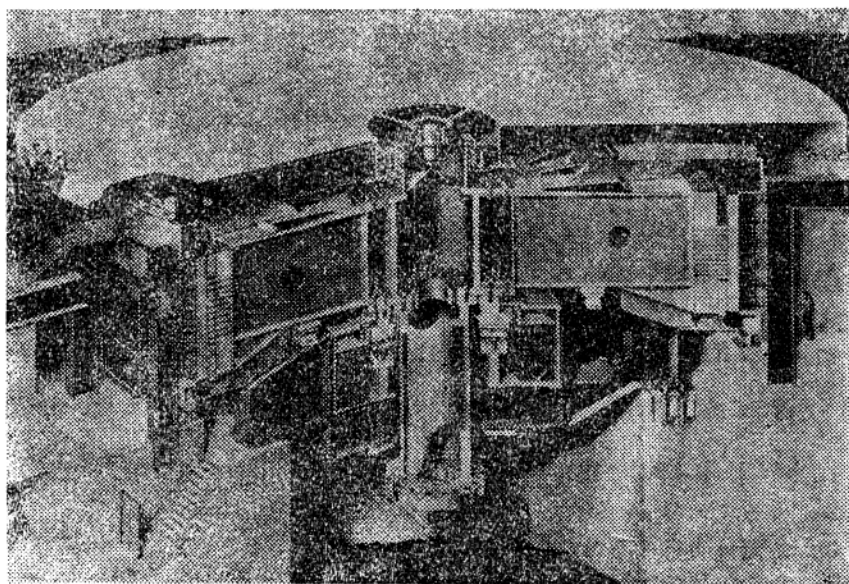
全冷水轮发电机 (CB1130/280—36)

$P = 666 \text{ MVA}$ $n = 166.7 \text{ rpm}$ $U = 15750 \text{ V}$

$\cos \varphi = 0.9$ $f = 50 \text{ Hz}$ $x'_d = 0.37$ $\eta = 98.7\%$

参考 《Электротехника》，1984, № 6, 31—34





7. GRAND COULEE II (美国)

WH 制造

三台 1968年制成 (75年投运)

$P = 615.385 \text{ MVA}$ $n = 72 \text{ rpm}$

$n_s = 144 \text{ rpm}$ $U = 15 \text{ KV}$

$\cos \varphi = 0.975$ $f = 60 \text{ Hz}$

$GD^2 = 429000 \text{ T} \cdot \text{m}^2$

$\eta \geq 98.37\%$ $\text{SCR} = 1.35$

$x_d = 0.86$ $x'_d = 0.29$ $x''_d = 0.24$

$D_a = 21.84 \text{ m}$ $l = 3.48 \text{ m}$

$D_2 = 18.277 \text{ m}$ $G_1 = 972 \text{ T}$

$G_2 = 1832 \text{ T}$ $G = 3421 \text{ T}$

$F = 4040 \text{ T}$

参考

1. 《CIGRE》，1976年
2. 美国动力会议文集，1969，
p310—315
3. 《IEEE Trans PAS》，
1975，p2015—2022
4. 东方电机厂：《技术参考资料》，№6

8. Красноярская (苏联) Электросила 制造

12台 1967年运行

定子绕组采用水冷

$P = 590 \text{ MVA}$ $n = 93.8 \text{ rpm}$ $n_s = 165 \text{ rpm}$ $U = 15750 \text{ V}$ $\cos \varphi = 0.85$

$f = 50 \text{ Hz}$ $GD^2 = 18700 \text{ T} \cdot \text{m}^2$ $\eta = 97.81\%$ $x_d = 1.66$ $x'_d = 0.43$

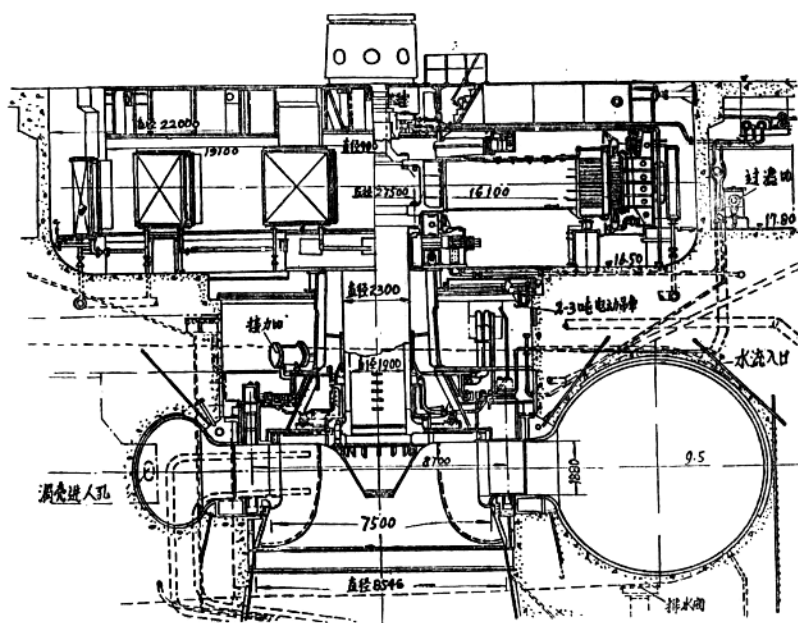
$x''_d = 0.32$ $G_1 = 884 \text{ T}$ $G = 1650 \text{ T}$ $F = 2800 \text{ T}$ $D_i = 16.1 \text{ m}$ $l_t = 1.75 \text{ m}$
(3400)

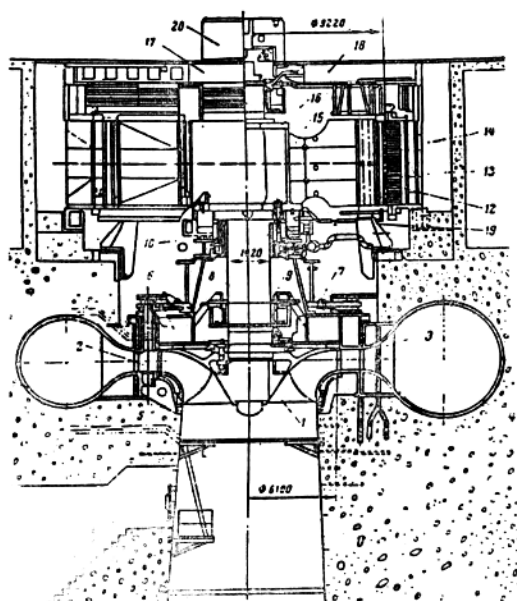
参考 1. 《CIGRE》, 1974, vol I

2. 《Water Power》, 1975, № 1, 21—26

3. 《国外大电机》, 1972, № 2, 5—8

4. 东方电机厂: 《技术参考资料》, № 6





9. CHURCHILL FALL

(加拿大)

CGE、MIL 制造

CGE 六台, MIL 五台

1971年运行

$P = 500 \text{ MVA}$ $n = 200 \text{ rpm}$

$n_s = 330 \text{ rpm}$ $U = 15 \text{ KV}$

$\cos \varphi = 0.95$ $f = 60 \text{ Hz}$

$GD^2 = 33500 \text{ T} \cdot \text{m}^2$

$F = 1700 \text{ T}$ $G = 1090 \text{ T}$

$x_d = 1.0$ $x'_d = 0.33$

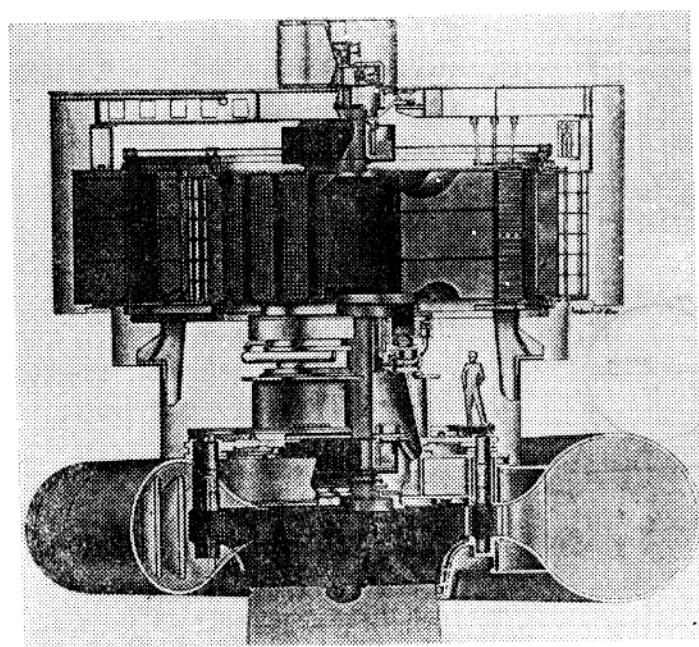
$D_i = 9.22 (9.05) \text{ m}$

$l_t = 2.94 (3.01) \text{ m}$

$G_1 = 340 \text{ T}$ $G_2 = 850 \text{ T}$

参考

1. 《Technica》, 1973, №9, 733—738
2. 《Archiv fur Energiewirtschaft》, 1975
3. 《American Machinist》, 1970, №4
4. 东方电机厂: 《技术参考资料》, №6



10. HARSPRÄNGET (瑞典) ASEA 制造

1 台 1980年运行

$P = 500\text{MVA}$ $n = 107\text{rpm}$ $n_s = 200\text{rpm}$

$U = 17.5\text{KV}$ $\cos\varphi = 0.95$ $f = 50\text{Hz}$

$GD^2 = 136600\text{T} \cdot \text{m}^2$ $G = 1710\text{T}$

$F = 1910\text{T}$ 绝缘等级: F $x_d = 0.9$

$x'_d = 0.26$ $\eta = 98.9\%$ $D_a = 16.6\text{m}$

$D_2 = 13.93\text{m}$ $l = 3.0\text{m}$ $G_1 = 665\text{T}$

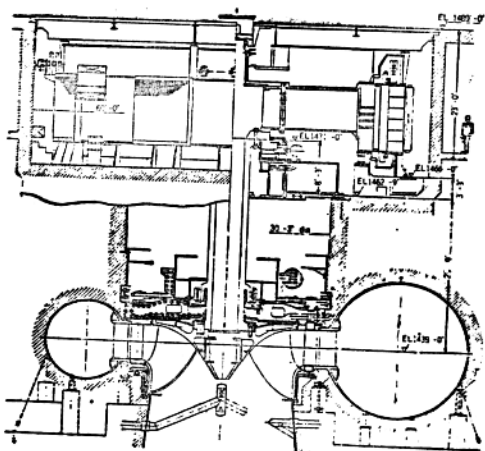
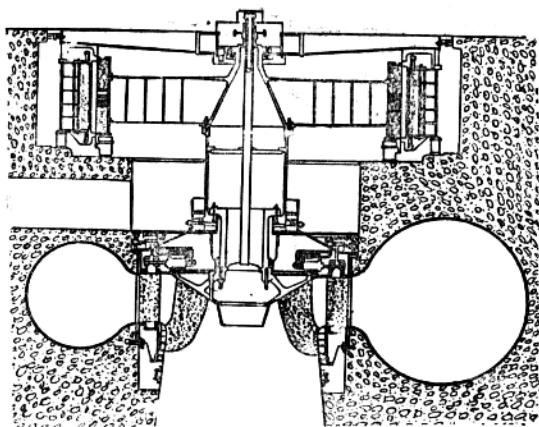
$G_2 = 893\text{T}$ $G = 1710\text{T}$

参考

1. 《ASEA J》, 1982, №1, 12—14

2. 《OHM》, 1982, №11, 75—76

3. 东方电机厂: 《技术参考资料》, №6



11. REVELSTOKE (加拿大) 富士制造

4 台 1983年制成

$P = 485\text{MVA}$ $n = 112.5\text{rpm}$

$U = 16\text{KV}$ $\cos\varphi = 0.95$ $f = 60\text{Hz}$

$GD^2 = 129000\text{T} \cdot \text{m}^2$ $F = 2050\text{T}$

$x_d \leq 1.0$ $x'_d \leq 0.23$

参考

1. 《富士时报》, 1980, №6, 23—29

2. 东方电机厂: 《技术参考资料》, №6

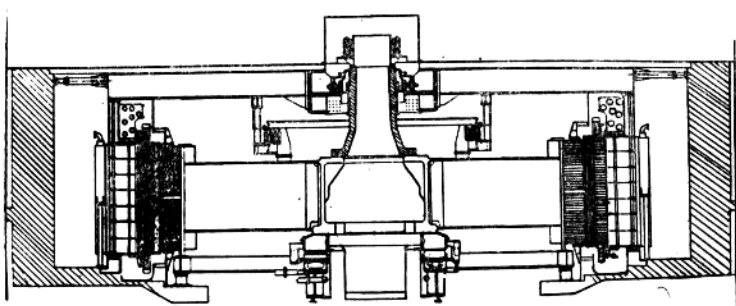
12. CABORA BASSA (莫桑比克) AEG、Alsthom、Siemens、BBC 制造

12台

1974年运行

$P = 480 \text{ MVA}$ $n = 107 \text{ rpm}$ $n = 215 \text{ rpm}$ $U = 16 \text{ KV}$ $\cos\varphi = 0.85$ $f = 50 \text{ Hz}$

$GD^2 = 115000 \text{ T} \cdot \text{m}^2$ $F = 2150 \text{ T}$ $D_i = 13 \text{ m}$ $l_t = 3 \text{ m}$ $G_2 = 920 \text{ T}$



13. MICA (加拿大) CGE制造

6台(先装4台) 1975年运行

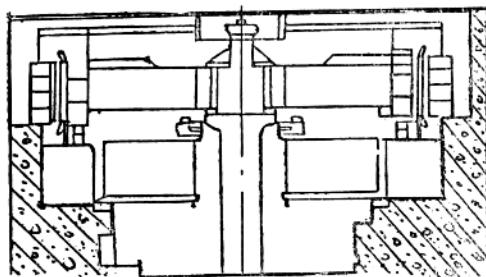
$P = 458 \text{ MVA}$ $n = 128.6 \text{ rpm}$

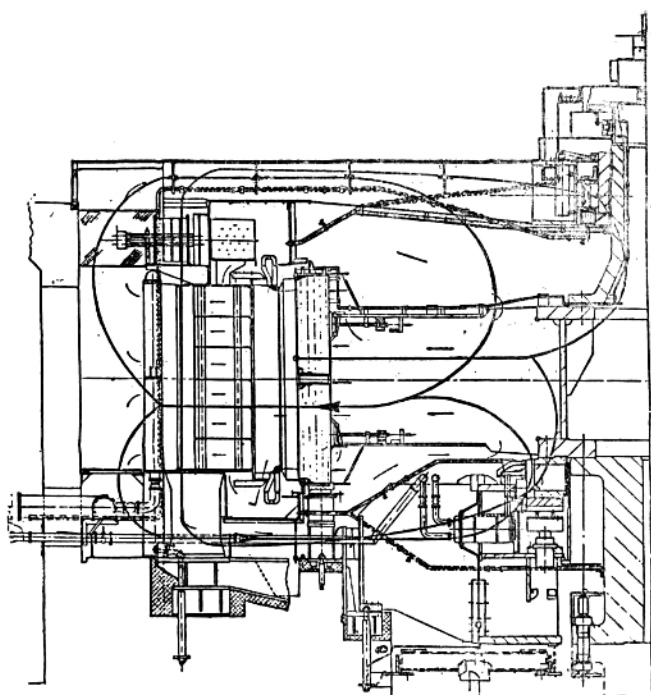
$U = 16 \text{ KV}$ $\cos\varphi = 0.95$ $f = 60 \text{ Hz}$

$f = 98.5\%$ $D_2 = 11.73 \text{ m}$

$G_2 = 890 \text{ T}$ $G = 1829 \text{ T}$

参考 美国动力会议文集, 1978, vol 40, 1059—1064





14. FOZ DO AREIA

(巴西)

巴西 BBC 制造

六台 1983年运行

$P = 415 \text{ MVA}$ $n = 128.6 \text{ rpm}$

$n_s = 247 \text{ rpm}$ $U = 16.5 \text{ KV}$

$\cos \varphi = 0.9$ $f = 60 \text{ Hz}$

$D_i = 11.6 \text{ m}$ $l_t = 3 \text{ m}$

$\delta = 29 \text{ mm}$

$GD^2 = 80000 \text{ T} \cdot \text{m}^2$

$G_1 = 480 \text{ T}$ $G_2 = 815 \text{ T}$

$G = 1600 \text{ T}$

绝缘等级: F

参考

《BBR》, 1983, №7/8,

257—267

15. LA GRANDE II (加拿大)

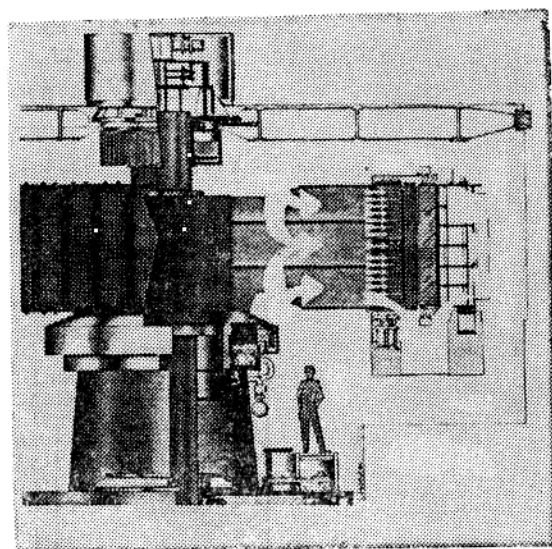
16台 (CGE, A-A, MIL 制造)

1979年运行

$P = 370 \text{ MVA}$ $n = 133.3 \text{ rpm}$

$f = 60 \text{ Hz}$ $\cos \varphi = 0.91$

* 本剖面图为 A—A 公司产品



16. ITUMBIARA (巴西)

GE (巴西/加拿大) 公司制造

六台 1980年运行

$P = 365 \text{ MVA}$ $n = 94.7 \text{ rpm}$

$U = 13.8 \text{ KV}$ $\cos\varphi = 0.95$

$f = 60 \text{ Hz}$ $GD^2 = 128000 \text{ T} \cdot \text{m}^2$

$\eta = 98.48\%$ 励磁: 287 V , 2610 A

绝缘等级: F $G_1 = 435 \text{ T}$

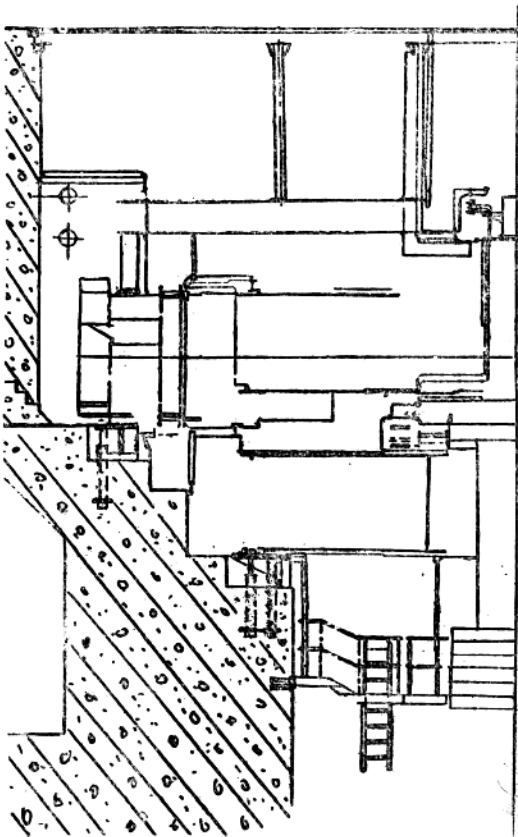
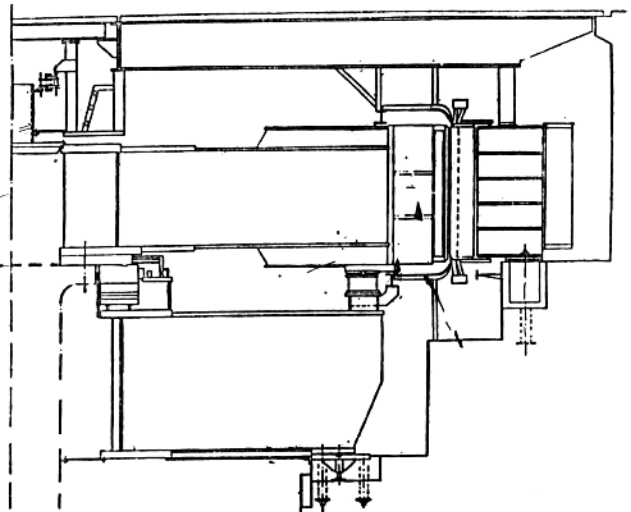
$G_2 = 786 \text{ T}$ $D_a = 17.729 \text{ m}$

$D_2 = 14.565 \text{ m}$ $\delta = 18.11 \text{ mm}$

参考

1. FURNAS Centrais Electricas SA 样本
2. Hydroelectrical Engineering

- electrical and mechanical equipment, FUR 003 GH01·01 选集



17. GURI I (委内瑞拉) CGE 制造

四台 (#7、#8、#9、#10机)

1976年运行

$P = 360 \text{ MVA}$ $n = 128.6 \text{ rpm}$

$n_s = 246 \text{ rpm}$

$U = 18 \text{ KV}$ $\cos\varphi = 0.95$

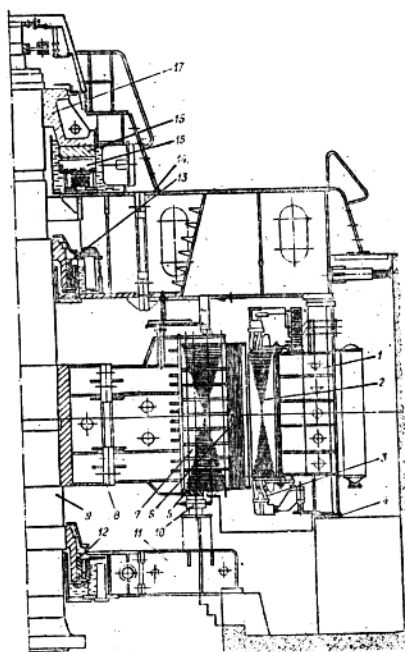
$\eta = 97.5\%$

$x'_d = 0.30$ $G_1 = 353 \text{ T}$

$G_2 = 566 \text{ T}$ $F = 1340 \text{ T}$

参考

1. 美国动力会议文集, 1979年, vol 41, P 984—988
2. CGE 公司: CGE Hydroelectric Generators at the Guri Power Complex



18. Нурекская (苏联)

《Уралэлектротяжмаш》制造

9台 1971年制成

$P = 353 \text{ MVA}$ $n = 200 \text{ rpm}$

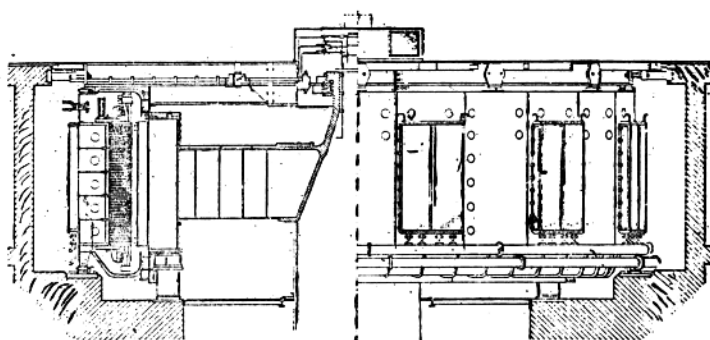
$n_s = 360 \text{ rpm}$ $U = 15.75 \text{ KV}$

$\cos \varphi = 0.85$ $f = 50 \text{ Hz}$

可控硅自励

参考

《Электротехника》，1984, № 6,
30—34



19. RITSEM (瑞典) ASEA 制造

一台 1978年运行

$P = 320 \text{ MVA}$ $n = 166.7 \text{ rpm}$ $n_s = 300 \text{ rpm}$ $U = 20 \text{ KV}$

$\cos \varphi = 0.95$ $f = 50 \text{ Hz}$ $\eta = 98.8\%$ $F = 1200 \text{ T}$ $x_d = 0.78$

$x'_d = 0.27$ $x''_d = 0.20$ $D_i = 9.9 \text{ m}$ $G_1 = 406 \text{ T}$ $G_2 = 594 \text{ m}$

$G = 1140 \text{ T}$

参考 《Water Power》，1978, №8, 29—