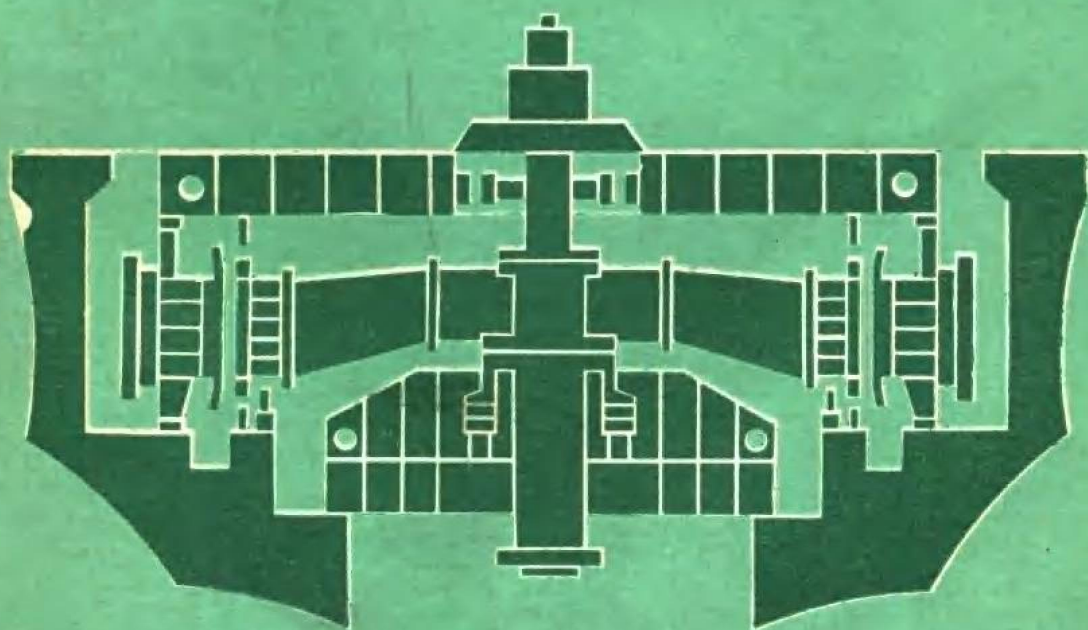


水轮发电机 设计与计算

白延年 主编



本书总结了建国以来水轮发电机设计、制造和安装经验，以中、大容量水轮发电机为主，兼顾小容量，系统地介绍了水轮发电机的发展趋势，电磁设计、结构与关键工艺、通风冷却与热计算、内部冷却水轮发电机和灯泡式水轮发电机的设计问题以及水轮发电机的安装和试验等。提供了计算程序、各种图表、曲线、计算公式和数据，并作了必要的论述和说明；对于水轮发电机的辅助设备及水轮发电机的大部件运输等也作了相应介绍。

本书主要供从事水轮发电机研究、设计、制造和安装、运行的工程技术人员、干部和工人使用，也可供大专院校有关专业的师生及从事电站设计的技术人员参考。

水轮发电机设计与计算

白延年 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)

北京市密云县印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092^{1/4}$ ·印张 $55^{1/4}$ ·插页2·字数3357千字

1982年9月北京第一版·1982年9月北京第一次印刷

印数 0,001—3,000·定价 5.70 元

*

统一书号：15033·6266

前 言

为了总结建国三十年来在水轮发电机的研究、设计、制造和安装方面的经验，及时采用国外先进技术，加强水轮发电机专业技术的基础建设，以适应实现四个现代化的需要，我们组织编写了《水轮发电机设计与计算》这本书，供从事水轮发电机研究、设计、制造、安装、运行部门及有关大专院校等参考使用。

本书主要介绍中、大容量水轮发电机的设计原则和设计、计算方法，各种典型结构的特点和系列尺寸以及水轮发电机的安装特点和试验方法，对小容量水轮发电机也可参照使用。本书的选材立足于国内的科研、设计和生产实践，着重总结和推荐比较成熟的经验。书中还介绍了近十年来国外工业发达国家的水轮发电机的设计、制造经验及主要技术数据。

本书主编：白延年。参加编写执笔的有：刘公直（第一章、第二章、第十一章、附录1、4、5、6、7）；刘维沅（第三章、第八章、第十三章）；刘荣昌、回光达（第四章）；顾金宝（第五章）；张殿军（第六章、第七章、第十章）；姜忠义（第九章）；杨建华（第十二章）；胡宝太（附录3）。

提供资料和协助编写的有：贾殿英、刘冰心、张砚明、吴国梁、范永达、童本正。于德亮、芦元植、睢宝善、黄毓翰、李文善等同志参加了校核工作。刘公直、刘维沅协助主编对原稿进行了校阅。

我所发电机设计研究室部分同志参加了工作；测试技术研究室磁测量组提供了部分数据。

在编写过程中，东方电机厂、天津发电设备厂、杭州发电设备厂、重庆水轮机厂、哈尔滨电工学院等单位提供了部分资料，并得到有关单位领导、工程技术人员及工人的大力支持，在此表示衷心感谢！

我们曾经编写、并由机械工业出版社出版了水轮发电机组设计手册的第一部分——水轮机设计手册。本书原是这部手册的第二部分，因其内容超出手册的范围，故改名为《水轮发电机设计与计算》。由于我们水平有限，缺点和错误在所难免，热忱希望读者批评指正。

哈尔滨大电机研究所

目 录

前言

第一章 总论	1
第一节 概述	1
第二节 基本技术数据及要求	16
一、额定容量 S_N	16
二、额定电压 U_N	16
三、额定功率因数 $\cos\varphi_N$	16
四、额定转速 n_N	17
五、飞逸转速 n_r	18
六、飞轮力矩 GD^2	19
七、机械(或惯性)时间常数 T_{mec}	21
八、短路比 K_c	21
九、直轴瞬变电抗 X'_d	22
十、调相容量及充电容量	23
十一、阻尼绕组	24
十二、励磁系统	24
十三、冷却方式	24
第三节 安装结构型式选择	25
一、卧式机组轴承布置	25
二、悬式和伞式	26
三、悬式和伞式的适用范围	28
四、全伞式机组稳定计算	28
第二章 电磁设计	29
第一节 主要尺寸选择	29
一、极距 τ 的选择	30
二、定子铁心长度 l_i 的确定	35
第二节 电负荷的选择	36
第三节 定子绕组型式的选择	37
第四节 定子槽数的选择	38
一、按槽电流和电负荷选择槽数	38
二、绕组对称	40
三、每极每相槽数	40
四、硅钢片合理剪裁	50
五、对定子扇形片的叠装要求	54
六、对定子绕组连接线的影响	55
第五节 定子绕组接线	55
一、标准相带分数槽双层波绕组接线	56
二、大小相带分数槽双层波绕组接线	59

三、单层波绕组接线	65
四、双层分数槽的绕组系数计算	67
第六节 定子槽形	83
一、槽形尺寸	83
二、槽绝缘结构	84
第七节 气隙长度选择	100
第八节 磁极铁心各部尺寸的选择	100
一、极弧系数 α_p	100
二、极靴宽度 b_p	101
三、极靴高度 h_p	101
四、极身高度 h_m	101
五、极身宽度 b_m	101
第九节 阻尼绕组尺寸的选择	102
一、阻尼条节距 t_2	102
二、阻尼条直径 d_b	103
三、阻尼环尺寸	103
四、实心磁极	103
第十节 磁路计算	104
一、磁路计算原则及要点	104
二、各部磁通密度的选择	104
三、空载特性计算	105
第十一节 负载磁动势计算	106
一、图解法	107
二、用功率特性曲线求取负载磁动势及运行特性	107
第十二节 励磁绕组尺寸的确定	109
一、励磁绕组铜线总高度 h_{cu}	109
二、励磁绕组裸铜排的高度 a_f 和宽度 b_f	109
三、励磁绕组每极匝数 W_f	109
四、励磁绕组绝缘结构	112
第十三节 参数及时间常数	112
一、参数标么值	112
二、时间常数	113
三、主要参数的影响及典型数值	115
第十四节 突然短路电流和电磁转矩计算	115
一、突然短路时的电流	115
二、突然短路电流计算公式	117
三、突然短路时的电磁转矩	117
第十五节 损耗与效率	119
一、效率	119
二、损耗	121
第十六节 外型尺寸估算	124
一、定子机座外径 D_j	124

VI

二、发电机机坑直径 D_{jk}	124
三、下机架跨距 D_s	124
四、负荷机架高度	124
五、定子机座高度 h_2	124
第十七节 重量估算	125
一、总重量	125
二、转子重量	125
第十八节 电磁计算程序	126
第三章 定子结构与计算	179
第一节 机座	181
一、机座主要尺寸的初步确定	181
二、带铁心机座的刚度校核	182
三、机座焊接与加工	186
第二节 定子铁心	191
一、扇形冲片	191
二、通风槽片	195
三、定位筋、托块、拉紧螺杆及齿压板	196
四、定子齿压板与拉紧螺杆的计算	200
五、定位筋、托块焊缝应力计算	204
六、定子铁心与机座热膨胀作用力计算	208
七、定位筋焊接工艺	212
八、定子铁心装压	215
第三节 定子线圈	218
一、条式定子线圈计算	218
二、双层叠绕组定子线圈计算	226
三、定子线圈绝缘	242
四、线圈的电晕、电腐蚀及其防止	248
五、绕组固定	253
六、线圈端部绝缘距离	260
七、短路时绕组间的作用力	261
第四节 绕组接头	264
一、直并头套连接	264
二、斜并头套连接	266
三、极间连接线	266
四、线棒端部与铜环引线的连接	268
五、绝缘盒	268
第五节 铜环引线	270
一、铜环截面尺寸的确定	270
二、铜环连接	277
三、出线方式与铜环布置	278
四、铜环紧固件	281
五、铜环绝缘	284

第六节 定子测温装置	284
第七节 定子基础板与基础螺杆	285
一、定子基础件	285
二、螺栓、销钉及基础螺杆的强度计算	286
三、基础压应力	288
第八节 定子事故	288
第四章 转子结构与计算	289
第一节 转轴	289
一、转轴的结构型式和选择原则	289
二、转轴材质	291
三、转轴结构尺寸的确定及其加工要求	292
四、转轴强度计算	297
五、转轴的挠度计算	299
六、转轴的临界转速计算	299
第二节 转子支架	306
一、转子支架的结构型式	306
二、转子支架结构设计	306
三、转子支架的焊接	312
四、转子支架加工	315
五、转子支架计算	315
第三节 转子磁轭	346
一、结构型式	346
二、扇形叠片磁轭装配的结构设计	346
三、扇形磁轭冲片的叠片方式	354
四、扇形叠片磁轭的固定	360
五、磁轭的强度计算	361
第四节 磁极	367
一、磁极固定方式	367
二、磁极的结构设计	367
三、磁极的应力计算	385
第五节 集电装置	401
一、集电环	401
二、电刷装置	401
第五章 推力轴承结构与计算	405
第一节 推力轴承的分类	405
一、按支承结构划分	405
二、按油循环冷却方式划分	413
三、按推力瓦冷却方式划分	417
第二节 推力轴承的润滑计算	418
一、扇形瓦推力轴承润滑计算	418
二、推力轴承的润滑参数	423
第三节 推力轴承的支承结构	427

一、刚性支承	427
二、弹性油箱	428
三、平衡块	436
第四节 推力轴承的循环冷却	438
一、内循环	438
二、外加泵外循环	443
三、镜板泵外循环	447
四、润滑油	456
第五节 推力轴承的主要结构部件	456
一、推力轴瓦	456
二、镜板	464
三、推力头	466
四、托盘	468
五、绝缘垫	469
第六节 推力轴承的油密封	470
一、油槽盖密封	470
二、阻旋装置	470
三、气窗	471
四、挡油管密封	471
第七节 推力轴承的使用	474
一、起动和停机的注意事项	474
二、油压顶起减载装置	474
第六章 导轴承及座式轴承结构与计算	478
第一节 概述	478
第二节 结构型式和应用范围	478
一、具有单独油槽的导轴承	478
二、与推力轴承合用一个油槽的导轴承	478
三、楔子板式导轴承	480
第三节 导轴承的设计要点和润滑计算	480
一、导轴承的设计要点	480
二、导轴承的润滑计算	480
第四节 导轴承的主要结构部件	488
一、导轴承瓦	488
二、导轴承支柱螺钉	488
三、套筒	488
四、座圈	488
五、滑转子	488
六、油冷却器	491
第五节 座式滑动轴承	498
一、结构型式	498
二、润滑方式和润滑油	499
三、滑动轴承承载能力	502

四、润滑计算	503
第七章 机架结构与计算	507
第一节 机架的结构	507
一、机架的结构型式与分类	507
二、机架的主要结构部件	510
三、机架的适应变形结构	511
四、对机架的制造工艺要求	515
第二节 负荷机架的计算	516
第八章 通风冷却与热计算	522
第一节 水轮发电机的冷却方式	522
第二节 水轮发电机的通风系统	522
一、开启式自通风系统	522
二、管道式通风系统	523
三、闭路自循环通风系统	523
第三节 水轮发电机的通风计算	528
一、简易通风计算	528
二、水轮发电机通风计算	531
第四节 通风元件的选择	545
一、风扇	545
二、转子磁轭风沟	569
三、定子径向风沟	569
四、转子盖板	569
五、挡风板	572
第五节 通风损耗	573
第六节 水轮发电机的热计算	573
一、定子各部分温升计算	574
二、考虑负序电流影响时励磁绕组和阻尼绕组的温升计算	577
第七节 空气冷却器与暖风窗装置	584
一、空气冷却器	584
二、暖风窗	601
第九章 内部冷却水轮发电机的设计问题	608
第一节 概述	608
一、水轮发电机的极限容量	608
二、内部冷却水轮发电机的发展概况	609
三、内部冷却水轮发电机的经济性	613
第二节 水内冷水轮发电机的设计特点	615
一、水内冷水轮发电机的利用系数	615
二、发电机几何尺寸、主要参数与损耗之间的关系	615
第三节 水内冷水轮发电机定、转子绕组的热计算	620
一、定子绕组的热计算	620
二、转子绕组的热计算	622
第四节 水内冷水轮发电机定、转子绕组的流体阻力计算	623

X

一、定子绕组的流体阻力计算	623
二、转子绕组的流体阻力计算	624
第五节 水轮发电机转子绕组加强空气冷却	625
一、转子绕组采用加强空气冷却的主要方式	626
二、内部加强通风冷却的散热效果	629
第六节 水内冷水轮发电机结构设计	631
一、水内冷水轮发电机总体结构	631
二、水内冷水轮发电机定子线圈的结构设计	631
三、水内冷水轮发电机转子线圈的结构设计	642
四、定子铁心的水冷结构	646
五、定子铁心压板的水冷结构	650
六、定子绕组的端部固定	650
七、转子进、出水装置	650
八、转子水路系统	654
九、绝缘引水管	654
十、水接头	657
十一、转子的测温装置	662
第七节 冷却水循环系统	662
第八节 水冷线圈的制造要点及运行与维护	666
一、水接头的焊接	666
二、对定子线圈的水压、流量和渗漏检查	666
三、对转子线圈的水压、流量和渗漏检查	667
四、空心导线的腐蚀及其防止	668
五、对水质的要求	669
第十章 贯流式水轮发电机结构与计算	670
第一节 概述	670
第二节 贯流式水轮发电机的类型和特点	671
一、分类	671
二、特点	675
第三节 灯泡贯流式水轮发电机的电磁设计	675
一、灯泡比的确定	675
二、主要尺寸和电磁负荷的确定	676
三、额定电压的选择	677
四、额定功率因数 $\cos\varphi_N$ 和气隙长度 δ	677
五、飞轮力矩 GD^2 和机械时间常数 T_{mec}	680
六、定子槽数的选择	680
第四节 灯泡式水轮发电机的结构设计	680
一、总体布置	680
二、灯泡式水轮发电机的主要结构部件	684
第五节 灯泡式水轮发电机的通风冷却与热计算	692
一、通风系统	692
二、通风结构	693

三、增压冷却	694
四、通风散热计算	697
第六节 励磁和辅助设备	704
一、励磁方式选择	704
二、制动方式	705
三、灭火方式	705
第七节 安装和维护	705
一、安装	705
二、维护	706
第十一章 水轮发电机的辅助设备	707
第一节 永磁发电机	707
一、三相凸极式永磁发电机	707
二、三相凸极式永磁发电机电磁计算程序	707
三、单相感应式永磁发电机	716
四、单相感应式永磁发电机电磁计算程序	716
五、永久磁钢	725
第二节 制动系统	726
一、制动器	729
二、电制动	732
第三节 灭火系统	737
第四节 油、水管路系统	740
第五节 电缆及测温元件	740
第六节 油量、水量和气量的确定	747
一、油量	747
二、水量	747
三、气量	747
第十二章 水轮发电机安装	749
第一节 安装程序	749
一、悬式和伞式水轮发电机的分装配及预装配	749
二、悬式水轮发电机的一般安装程序	749
三、伞式水轮发电机的一般安装程序	750
第二节 定子装配	751
一、定子组合工艺及要求	751
二、分瓣定子合缝下线	752
三、定子线圈接头焊接	754
四、定子绕组接头连接处的绝缘处理	755
五、定子绝缘介电强度试验	756
六、在工地叠片和下线的定子	756
第三节 转子装配	757
一、轮毂套装	757
二、轮臂连接	759
三、磁轭装压	759

第四节 机架组合	762
第五节 轴瓦研刮	762
一、推力瓦的研刮	762
二、导轴承瓦的研刮	763
第六节 定、转子起吊	763
一、定子起吊	763
二、转子起吊	764
第七节 发电机总装	764
一、定子安装	765
二、转子安装	765
三、机架安装	766
四、推力轴承的安装	767
五、机组轴线的测量及调整	768
六、推力轴承调整受力	774
七、机组中心的调整	777
八、导轴承瓦间隙的确定	777
第八节 水轮发电机的动平衡	778
一、概述	778
二、校动平衡的方法	778
第九节 卧式水轮发电机的安装	782
一、轴承座的安装及轴瓦的研刮	782
二、定子和转子的安装	784
三、轴线测量及调整	787
四、轴瓦各部分间隙的测量及调整	790
第十三章 水轮发电机试验	793
第一节 试验项目	793
第二节 绕组对机壳及其相互间绝缘电阻测定	794
第三节 绕组在实际冷却状态下直流电阻的测定	795
第四节 电枢绕组绝缘直流介电强度试验与泄漏电流测量	796
第五节 电机绕组绝缘交流介电强度试验	797
第六节 电机绕组匝间绝缘介电强度试验	799
第七节 定子铁损试验	800
第八节 空载特性测定	802
第九节 三相稳态短路特性测定	803
第十节 轴承温度测定	803
第十一节 轴承绝缘电阻测定	804
第十二节 轴电压测定	804
第十三节 效率及损耗测定	805
一、间接法——损耗分析法	805
二、惰转法	806
三、量热法	807
第十四节 温升试验	808

第十五节	短时过电流试验	811
第十六节	额定励磁电流和电压变化率测定	811
第十七节	电压波形正弦性畸变率和电话谐波因数 (THF) 的测定	813
第十八节	水轮发电机参数测定	814
一、	空载短路特性作图法求直轴同步电抗 X_d 和短路比 K_s	814
二、	定子漏抗 X_σ	815
三、	零序电抗 X_0	816
四、	负序电抗 X_2	817
五、	低转差法求直轴同步电抗 X_d 及交轴同步电抗 X_q	818
六、	反励磁试验求交轴同步电抗 X_q	819
七、	静测法求直轴超瞬变电抗 X_d'' 和交轴超瞬变电抗 X_q''	819
八、	三相突然短路试验求 X_d' 、 X_q' 、 T_d' 、 T_q' 、 T_o 和 $I_{o\max}$	821
九、	电压恢复试验求 X_d' 、 X_q' 及 T_d'	823
十、	空载-短路特性、零功率因数过励法求保梯电抗 X_p	824
第十九节	电压波形的谐波数学分析法	824
第二十节	带电测温	827
一、	高压电机带电测温	827
二、	低压电机带电测温	830
第二十一节	超速试验	831
附录	832
1	一些国家的水能资源和开发情况	832
2	水轮发电机基本技术条件 (JB861-82)	833
3	水轮发电机大部件运输	840
4	次谐波引起的电磁振动计算公式	844
5	空载电压波形畸变率计算	852
6	电话谐波因数 (THF) 计算	857
7	计算弦长用的数据表	860
参考文献	870

第一章 总 论

第一节 概 述

我国水能资源极其丰富，全国水能蕴藏量为 6.8 亿千瓦，占世界第一位；水能蕴藏量在 1 万千瓦以上的河流共有 3019 条。全国分水系水能蕴藏量和可能开发水能资源统计以及全国分省（区）水能蕴藏量和可能开发水能资源统计见表 1-1 和表 1-2。一些国家的水能资源和开发情况见附录 1。

表1-1 全国分水系水能蕴藏量和可能开发水能资源统计

水 系	水 能 蕴 藏 量			可 能 开 发 水 能 资 源		
	(万千瓦)	(亿度/年)	占全国(%)	装机容量 (万千瓦)	年发电量 (亿度/年)	占全国(%)
全 国	67604.71	59221.8	100	37853.24	19233.04	100
长 江	26801.77	23478.4	39.6	19724.33	10274.98	53.4
黄 河	4054.80	3552.0	6.0	2800.39	1169.91	6.1
珠 江	3348.37	2933.2	5.0	2485.02	1124.78	5.8
海、 滦 河	294.40	257.9	0.4	213.48	51.68	0.3
淮 河	144.96	127.0	0.2	66.01	18.94	0.1
东 北 诸 河	1530.60	1340.8	2.3	1370.75	439.42	2.3
东南沿海诸河	2066.78	1810.5	3.1	1389.68	547.41	2.9
西南国际诸河	9690.15	8488.6	14.3	3768.41	2098.68	10.9
雅鲁藏布江及西藏其他河流	15974.33	13993.5	23.6	5038.23	2968.58	15.4
北方内陆及新疆诸河	3698.55	3239.9	5.5	996.94	538.66	2.8

- 注：1.表中不包括台湾省。
 2.水能蕴藏量系根据 1 万千瓦以上的河流 3019 条统计为 6.56 亿千瓦，包括部分省统计的水能蕴藏量 1 万千瓦以下的河流，其统计下限各省自定，合计为 6.76 亿千瓦。
 3.水能蕴藏量系根据各河段的多年平均流量计算。
 4.可能开发水能资源按单站 500 千瓦以上电站统计。

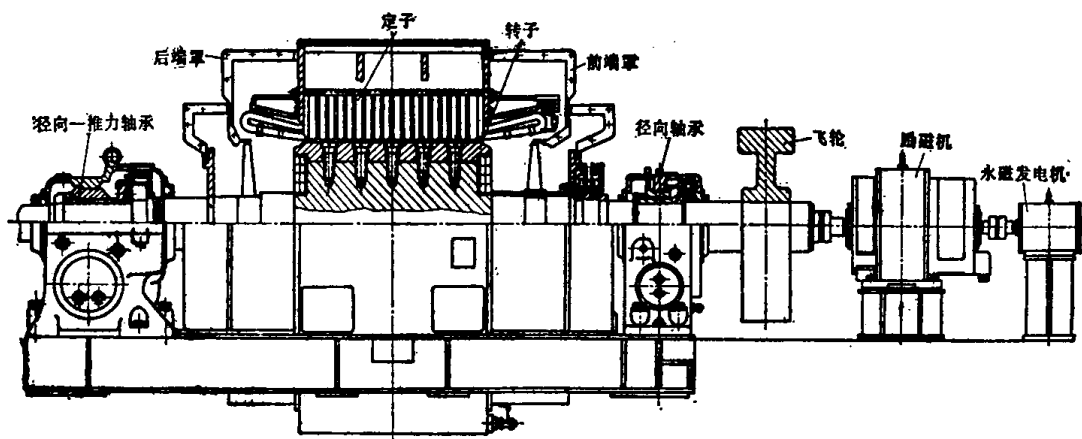


图1-1 卧式水轮发电机结构剖面 ($S_N = 5000\text{kVA}$, $U_N = 6.3\text{kV}$, $n_N = 1500\text{r/min}$)

表1-2 全国分省(区)水能蕴藏量和可能开发水能资源统计

编号	地区、省(区)	水 能 蕴 藏 量			可能开发水能资源		
		(万千瓦)	(亿度/年)	占全国(%)	装机容量 (万千瓦)	年发电量 (亿度)	占全国(%)
	全 国	67604.71	59221.8	100	37853.24	19233.04	100
	华 北 地 区	1229.93	1077.4	1.8	691.98	232.25	1.2
1	京、津、河 北	220.84	193.5	0.3	183.71	41.77	0.2
2	山 西	511.45	448.0	0.8	263.98	106.98	0.6
3	内 蒙	497.64	435.9	0.7	244.29	83.50	0.4
	东 北 地 区	1212.66	1062.3	1.8	1199.45	383.91	2.0
4	辽 宁	175.19	153.5	0.3	163.34	55.85	0.3
5	吉 林	297.98	261.0	0.4	432.92	109.55	0.6
6	黑 龙 江	739.49	647.8	1.1	603.19	218.51	1.1
	华 东 地 区	3004.88	2632.3	4.4	1790.22	687.94	3.6
7	上 海、江 苏	199.10	174.4	0.3	9.75	3.10	—
8	浙 江	606.00	530.9	0.9	465.52	145.63	0.8
9	安 徽	398.08	348.7	0.6	88.15	26.09	0.1
10	福 建	1045.91	916.2	1.5	705.12	320.20	1.7
11	江 西	682.03	597.5	1.0	510.86	190.54	1.0
12	山 东	73.76	64.6	0.1	10.82	2.38	—
	中 南 地 区	6408.37	5613.8	9.5	6743.49	2973.65	15.5
13	河 南	477.36	418.2	0.7	292.88	111.63	0.6
14	湖 北	1823.13	1597.1	2.7	3309.47	1493.84	7.8
15	湖 南	1532.45	1342.4	2.3	1083.84	488.91	2.5
16	广 东	823.60	721.5	1.2	638.99	239.80	1.3
17	广 西	1751.83	1534.6	2.6	1418.31	639.47	3.3
	西 南 地 区	47331.18	41462.1	70.0	23234.33	13050.36	67.8
18	四 川	15036.78	13172.2	22.2	9166.51	5152.91	26.8
19	贵 州	1874.47	1642.0	2.8	1291.76	652.44	3.4
20	云 南	10364.00	9078.9	15.3	7116.79	3944.53	20.5
21	西 藏	20055.93	17569.0	29.7	5659.27	3300.48	17.1
	西 北 地 区	8417.69	7373.9	12.5	4193.77	1904.93	9.9
22	陕 西	1274.88	1116.8	1.9	550.71	217.04	1.1
23	甘 肃	1426.40	1249.5	2.1	910.97	424.44	2.2
24	青 海	2153.66	1886.6	3.2	1799.08	772.08	4.0
25	宁 夏	207.30	181.6	0.3	79.50	31.62	0.2
26	新 疆	3355.45	2939.4	5.0	853.51	459.75	2.4

注：1.表中不包括台湾省。

2.水能蕴藏量系根据1万千瓦以上的河流3019条统计为6.56亿千瓦，包括部分省统计的水能蕴藏量1万千瓦以下的河流，其统计下限各省自定，合计为6.76亿千瓦。

3.水能蕴藏量系根据各河段的多年平均流量计算。

4.可能开发水能资源按单站500千瓦以上电站统计。

水轮发电机是由水轮机驱动的，它的安装结构型式通常由水轮机的型式确定：冲击式水轮机驱动的水轮发电机多采用卧式结构，见图1-1；混流式或轴流式水轮机驱动的中、大容量水轮发电机多采用立式结构（包括悬式和伞式），见图1-2、图1-3、图1-4、图1-5和图1-6。贯流式水轮机驱动的卧式灯泡式水轮发电机的结构见图1-7。随着蓄能电站的发展，出现了发电电动机，通常它由混流式或斜流式水轮机驱动，均采用立式布置。

由于水电站的自然条件和工作状况各异，因而水轮发电机组的容量和转速变化范围很大。

水
车
上
水
一
号

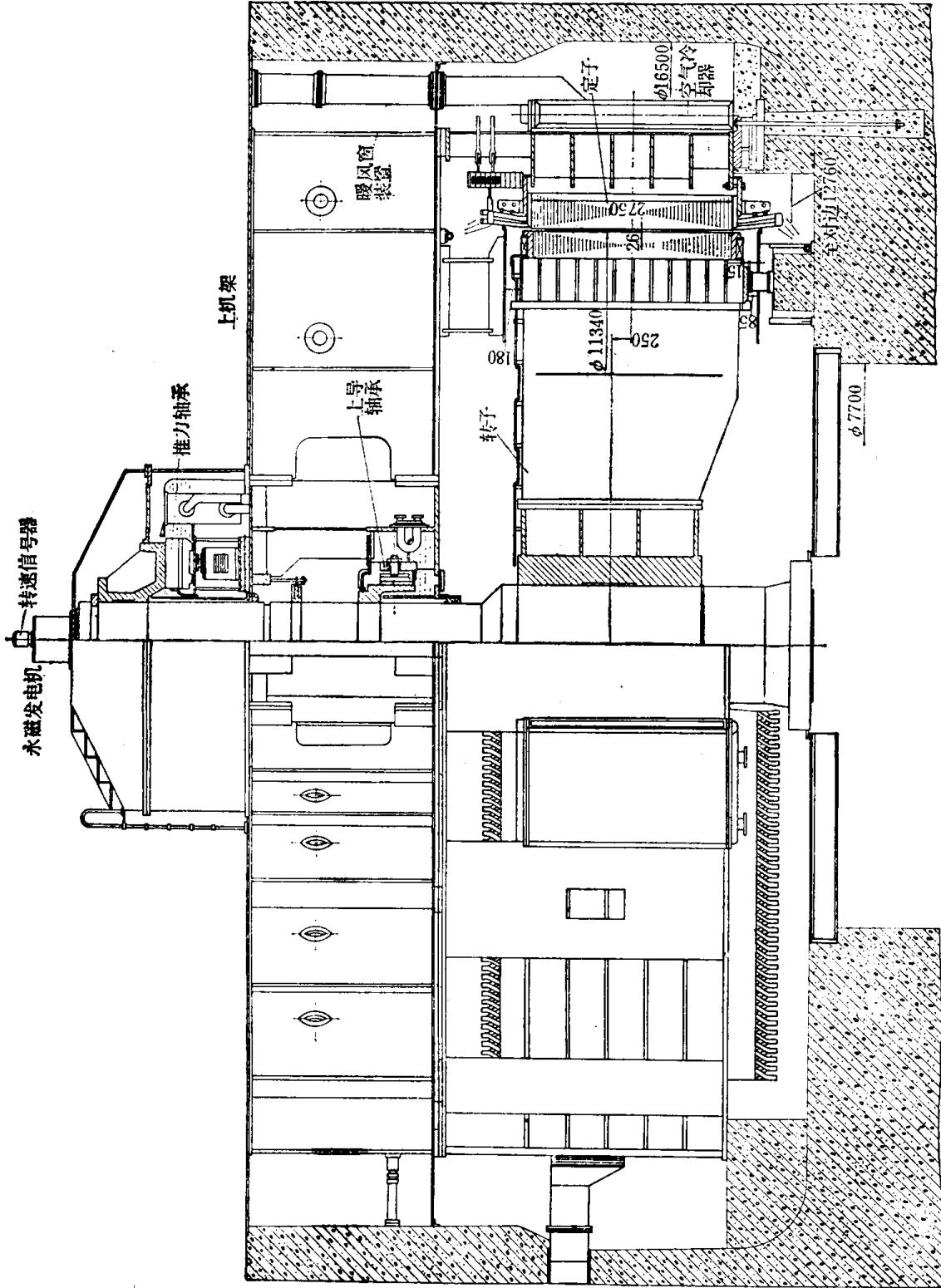


图1-2 悬式水轮发电机结构剖面 ($S_N = 343000\text{kVA}$, $U_N = 18\text{kV}$, $n_N = 125\text{r/min}$)

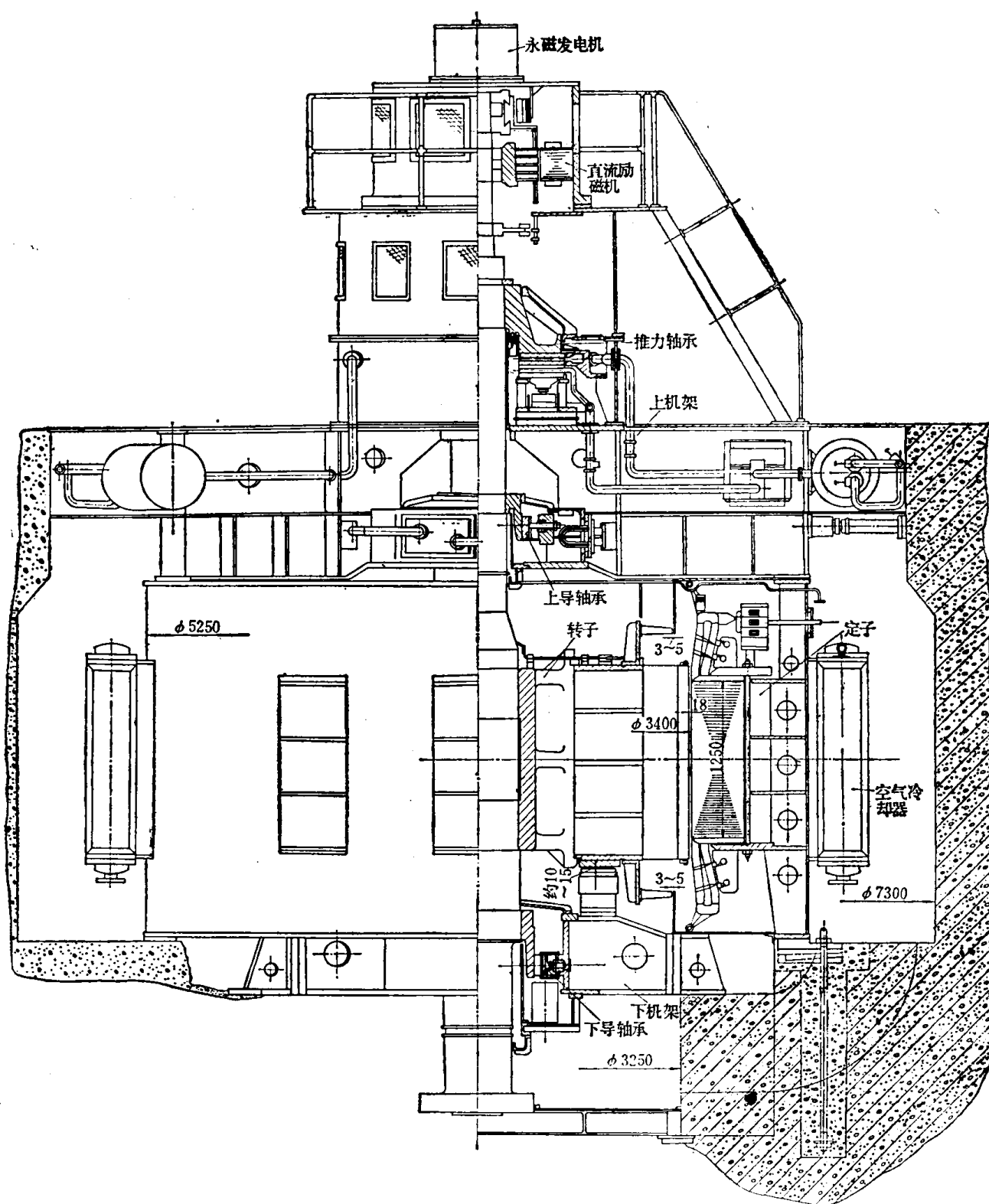


图1-3 悬式水轮发电机结构剖面 ($S_N = 43500\text{kVA}$, $U_N = 13.8\text{kV}$, $n_N = 500\text{r/min}$)

根据尺寸大小和结构特征，可大致按表 1-3 划分其容量和转速等级。

小容量水轮发电机可以单机独立供电，也可多机并联自成电网向附近农村供电；中、大容量水轮发电机则和大电网连接。由于水轮发电机组起动快，开、停机迅速，运行调度较灵活，因而在电力系统中，除了担负基荷外，还常用作调峰、调相运行或作为事故备用电源。

水轮发电机与其他发电机相比，具有下列主要特点：