

1000MW

超超临界机组调试技术丛书

电气

江苏方天电力技术有限公司 编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

1000MW

超超临界机组调试技术丛书

电气

江苏方天电力技术有限公司 编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

《1000MW 超超临界机组调试技术丛书》是一套全面介绍我国目前发电机组调试和运行技术的著作，由江苏方天电力技术有限公司长期从事电源基建调试和技术服务的专家和技术人员，根据多台 1000MW 机组的调试经验汇集精心编撰而成。

《1000MW 超超临界机组调试技术丛书 电气》书中详细介绍了大型发电设备及其试验；发电厂变压器的基本分类、结构及试验；高压开关设备及试验；发变组保护配置、调试方法及注意事项，自动装置配置及调试方法；升压站保护及调试，电气主接线，机组接入系统的主接线方式，升压站保护配置、特点、调试方法及注意事项；变电站综合自动化监控系统的体系结构、配置及研究内容和特点，变电站综合自动化监控系统的功能，常见的变电站综合自动化监控系统，厂站监控系统调试以及注意事项；励磁系统调试方法及注意事项；厂用系统保护配置、调试方法、注意事项、常见问题及处理方法；保安电源系统调试、注意事项、常见问题及处理方法；直流系统调试及注意事项，直流系统运行和维护；整定基础知识，发电厂故障及电力系统振荡分析，大型发电机变压器继电保护整定计算，厂用电系统保护整定计算，安全自动装置整定计算；倒送电试验条件、准备工作、受电设备技术要求、试验步骤、注意事项、主要问题及处理方法；整套启动试验条件、准备工作、试验技术要求、试验步骤及注意事项，主要问题及处理办法；涉网试验项目、试验内容及技术要求；典型案例分析。

本书可供从事超（超）临界机组电气工程调试、运行、维护、设计的工程技术人员及管理人员阅读，为同类型机组电力工程设备及系统的调试、运行、维修提供借鉴及参考。

图书在版编目(CIP)数据

电气/江苏方天电力技术有限公司编. —北京：中国电力出版社，2016.10

(1000MW 超超临界机组调试技术丛书)

ISBN 978-7-5123-9254-0

I. ①电… II. ①江… III. ①超临界机组-电气设备
IV. ①TM621.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 085054 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2016 年 10 月第一版 2016 年 10 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 40.5 印张 989 千字

印数 0001—2000 册 定价 148.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

编 委 会

主 任 陈 晟

副主任 水为涟 许焕清 吉 宏 孔珍宝 李为中 彭祖辉 张红光
徐建军 翟学锋 陈建康 张绍宾

委 员 (按姓氏拼音排序)

丁建良 范立新 高 远 高绥强 管诗骈 华 伟 黄 磊
蒋一泉 李 军 李夕强 鲁松林 帅云峰 孙 虹 孙和泰
孙栓柱 王成亮 徐 钢 张恩先

编写组 (按姓氏拼音排序)

蔡 亮 陈 煦 陈建明 陈有福 储海军 单 华 丁 超
丁建良 丁卫华 杜先波 范立新 封建宝 傅高健 高 远
高爱民 高绥强 顾 文 管诗骈 胡 鹏 胡尊民 华 伟
黄烜城 黄治军 贾 涛 姜思洋 蒋 琛 蒋一泉 李 玮
李辰龙 李国奇 刘红兴 刘晓峰 刘亚南 卢承斌 卢修连
马新立 彭 辉 祁建民 钱庆生 扈建军 帅云峰 孙 虹
唐一铭 陶 谦 王 骏 王成亮 王卫群 王亚欧 吴建标
吴正勇 肖 杰 徐 钢 徐仕先 徐颂梅 徐泳森 许 健
许亦然 薛江涛 闫 涛 杨 春 杨宏宇 姚永灵 于国强
于海全 喻 建 袁 超 岳峻峰 张 磊 张 强 张恩先
张劲松 张泰岩 张卫庆 张耀华 张友卫 邹 磊



序

电力是现代化的基础和动力，是最重要的二次能源。电力的安全生产和供应事关我国现代化建设全局。近年来，大容量、高参数燃煤发电技术日益得到国家的重视。2014年国务院发布《能源发展战略行动计划（2014~2020年）》，明确将“高参数节能环保燃煤发电”作为20个能源重点创新方向之一。2016年是“十三五”规划的开局之年，国家能源局发布了《2016年能源工作指导意见》，在“推进能源科技创新”中明确了“超超临界机组二次再热、大容量超超临界循环流化床锅炉”的示范应用。2016年发布的《十三五规划纲要》中，在“能源关键技术装备”里提出“700℃超超临界燃煤发电”等技术的研发应用。因此，在今后一段时间内发展超超临界发电技术将会是我国燃煤发电的主旋律。

近年来，高参数、大容量超超临界燃煤发电技术作为一项先进、高效、洁净的发电技术，在我国得到广泛推广与应用。2006年11月，华能玉环发电厂1000MW超超临界燃煤发电机组的投产，标志着我国发展超超临界火力发电机组正式扬帆起航，2015年9月，中国国电集团公司泰州电厂世界首台超超临界二次再热燃煤机组的顺利投产，标志着我国超超临界火力发电技术的发展进入了一个崭新的阶段。

发电机组的调试是全面检验主机及其配套系统的设备制造、设计、施工、调试和生产准备的重要环节，是保证机组能安全、可靠、经济、文明地投入生产，形成生产能力，发挥投资效益的关键性程序。在电力技术发展的长河中，我国培养了一批专业门类齐全、技术精湛、科技研发能力强、乐于奉献的调试专业队伍。他们努力钻研国内外电力工程调试前沿新技术，在长期调试工作中积累了丰富的调试经验，为我国电力技术发展作出了巨大贡献。

江苏方天电力技术有限公司在国内较早开展1000MW超超临界火电机组整体调试，迄今为止已顺利实施了16台1000MW机组的调试工作，并于2015年圆满完成了世界首台1000MW超超临界二次再热燃煤机组的调试，积累了较为丰富的技术经验，也得到了业界的一致好评。秉承解惑育人传承创新、共襄电力事业盛举的良好愿望，为了让火电行业技术人员和生产人员更快更好地了解 and 掌握超超临界火电机组的结构、系统、调试和运行等知识，江苏方天电力技术有限公司组织长期从事电源基建调试和技术服务的专家及技术人员编写了这套《1000MW超超临界机组调试技术丛书》。本丛书包括《1000MW超超临界机组调试技术丛书 锅炉》、《1000MW超超临界机组调试技术丛书 汽轮机》、《1000MW超超临界机组调试技术丛书 热控》、《1000MW超超临界机组调试技术丛书 电气》、《1000MW

超超临界机组调试技术丛书 化学》、《1000MW 超超临界机组调试技术丛书 环保》六个分册，涵盖了 1000MW 超超临界机组主辅机、热控、电气、化学及环保等方方面面的调试知识。

本丛书兼顾 1000MW 超超临界火电机组的基础知识和工程实践，是一套实用的工程技术类图书。本丛书是从事 1000MW 超超临界火电机组工程设计、安装、调试、运行、维护的技术人员及生产人员使用的重要参考文献，是 1000MW 超超临界火电机组专业上岗培训、在岗培训、转岗培训、技术鉴定和技术教育等方面的理想培训教材，也可供高等院校相关专业师生阅读参考。

编者

2016 年 5 月



前 言

随着国民经济的飞速发展，电力需求不断增大，电源、电网建设蓬勃发展。根据国家十一五长期规划、能源发展战略、节约型社会建设等国家重点发展规划的要求，为创建节约型能源体系，电力行业在电源建设中采取上大压小的战略，集中发展 600MW、800MW、900MW、1000MW 及以上装机容量的发电机组，其中百万千瓦级以上超超临界火电机组、三峡水电、特高压输电线路等工程均为国家重点工程项目，创造了多项世界第一。2016 年 1 月，国电泰州二期 2×1000MW 超超临界二次再热燃煤发电工程两台百万千瓦机组全部移交投产发电，满负荷试运期间，机组运行状况稳定，平均负荷率达 100%，各项经济技术参数及性能指标均达到或超过优良标准，重要保护投入率及自动、仪表等投入率为 100%，成为当今全球范围内综合性能最好、指标最优、最绿色环保的大型超超临界燃煤发电机组。电力工业已进入“超超临界”时代，为适应电力生产和发展的需求，在未来几年我国还将有大量大容量、高参数的超超临界机组相继投入生产运行。因此，超超临界机组的安全、经济、稳定运行对国民经济的发展有着重要的意义。

随着超超临界火电机组的成功运行，我国取得了一些重要的调试和运行经验。超超临界机组在调试过程中能否安全、经济、稳定运行，对机组投入商业运行后的状态起着至关重要的作用。为了提高超超临界机组的调试和运行技术水平，我们组织了一批长期从事电气调试和技术服务的一线专家和技术人员，立足工程建设实际，总结了 1000MW 超（超）临界机组电气工程调试中的经验与案例，编写了《1000MW 超超临界机组调试技术 电气》，该书对指导今后超（超）临界机组电气工程的调试、运行工作和提升现场调试、运行人员的综合素质与技术水平，具有很大的好处，同时为百万机组调试工作者提供了专业的参考工具书。

本书共分十五篇、五十三章。第一章由王成亮、封建宝、张劲松编写；第二章由封建宝、王成亮、刘全编写；第三章由袁超、储海军、黄祥编写；第四章由张劲松、袁超、封建宝编写；第五章由王成亮、袁超、刘涛编写；第六章由储海军、黄煊城、王成亮、严鹏志编写；第七章由黄煊城、刘建寅、陈迟、封建宝编写；第八章至第十章由杨春、闫涛编写；第十一章至第十四章由叶渊灵、余里波编写；第十五章至第二十章由徐泳森、张强编写；第二十一章、二十二章由单华、吴涛编写；第二十三章至第二十六章由殷峰、唐一铭编写；第二十七章至第二十九章由喻建、徐静编写；第三十章至第三十四章由刘亚南、杜先波编写；第三十五章至第三十九章由杨宏宇、颜全椿编写；第四十章至第四十四章由李辰龙编写；第四十五章至第五十章由蒋琛、杨乔乔编写；典型案例分析由闫涛、杨庆胜编写；附表由蒋琛编写。全书由范立新和徐钢担任主审。

本书在编写过程中，参阅了书中所列的参考文献以及相关电厂、制造厂、设计院和高等院校的技术资料、说明书、图纸等，得到这些单位的大力支持和帮助；中国电力出版社编辑不辞辛劳，多次指导编审工作，在此一并表示衷心感谢！

由于编者水平所限，时间仓促，谬误欠妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

编者

2016年9月



目 录

序
前言

第一篇 发电机部分	1
第一章 大型发电机设备	1
第一节 大型发电机本体结构	1
第二节 发电机技术规范	11
第三节 发电机出口封闭母线和出口开关	15
第四节 发电机氢气系统	30
第五节 发电机密封油系统	41
第六节 发电机定子冷却水系统	50
第二章 大型发电机试验	59
第一节 定子绕组绝缘结构	59
第二节 定子绕组绝缘电阻、吸收比和极化指数测量	62
第三节 直流耐压试验	64
第四节 工频耐压试验	70
第五节 定子绕组端部手包绝缘施加直流电压测量及泄漏电流试验	77
第六节 发电机定子、转子直流电阻测量	78
第七节 发电机转子交流阻抗测量	79
第八节 测录发电机空负荷特性曲线	79
第九节 测录发电机短路特性曲线	80
第十节 测录发电机灭磁时间常数	81
第十一节 发电机轴电压测量	82
第十二节 定子绕组绝缘鉴定试验方法	83
第十三节 定子绕组槽部防晕层对地电位测量	90
第十四节 发电机绝缘故障在线监测装置	91
第二篇 变压器部分	95
第三章 发电厂变压器的基本分类	95
第四章 变压器结构	97
第一节 变压器的总体构成	97

第二节	铁芯	98
第三节	线圈	99
第四节	器身	100
第五节	引线	101
第六节	油箱	101
第七节	变压器油	102
第八节	套管	103
第九节	储油柜	105
第十节	压力释放阀	106
第十一节	气体继电器	106
第十二节	分接开关	106
第十三节	冷却装置	107
第十四节	大型变压器供应商	108
第五章	变压器试验	109
第一节	变压器试验的目的	109
第二节	变压器试验的分类	109
第三节	变压器试验项目	111
第三篇	高压开关部分	127
第六章	高压开关设备	127
第一节	高压断路器	127
第二节	高压断路器的主要技术参数	142
第三节	国内主流 550kV 断路器介绍	145
第四节	GIS 产品介绍	154
第七章	高压开关试验	159
第一节	SF ₆ 气体湿度	159
第二节	交流耐压试验	161
第三节	机械特性试验	167
第四节	SF ₆ 气体密度继电器检验	170
第五节	操动机构常见故障及处理	171
第四篇	发变组保护和自动装置及其调试	174
第八章	发变组保护配置	174
第一节	发电机保护配置	174
第二节	变压器保护配置	180
第九章	发变组调试的方法及注意事项	183
第一节	单体调试的方法及注意事项	183
第二节	分系统调试及注意事项	201

第十章	自动装置配置及调试方法	210
第一节	同期装置	210
第二节	自动电压控制装置	218
第三节	零功率切机装置	220
第四节	保护管理机	222
第五节	同步相量测量装置	223
第六节	厂用电系统快速切换装置	226
第七节	故障录波器装置	233
第八节	保护及故障信息子站	235
第五篇	升压站保护及调试	237
第十一章	概述	237
第一节	电气主接线基本要求	237
第二节	电气主接线的作用及基本类型	237
第十二章	机组接入系统的主接线方式	239
第一节	电气主接线方式的选择及特点	239
第二节	1000MW 发电机组电气主接线	248
第十三章	升压站保护配置及其特点	250
第一节	母线保护	250
第二节	线路保护	263
第三节	断路器保护	270
第十四章	升压站保护调试方法及注意事项	272
第一节	3/2 接线下母线保护调试	272
第二节	双母线接线下母线保护调试	275
第三节	线路保护调试	280
第四节	断路器保护调试	286
第五节	升压二次回路检查调试	290
第六节	调试中常见问题	295
第六篇	厂站监控自动化系统及其调试	297
第十五章	概述	297
第一节	监控技术的发展历程	297
第二节	监控系统通信基本概念	299
第十六章	变电站综合自动化监控系统的体系结构和配置	302
第一节	体系结构	302
第二节	结构模式	303
第十七章	变电站综合自动化监控系统研究的内容和特点	305
第一节	内容	305

第二节	特点	305
第十八章	变电站综合自动化监控系统的功能	307
第十九章	常见的变电站综合自动化监控系统	311
第一节	NS2000 变电站综合自动化监控系统	311
第二节	RCS9700NCS 变电站综合自动化监控系统	316
第三节	CSC2000 变电站综合自动化监控系统	318
第二十章	厂站监控系统调试以及注意事项	322
第一节	概述	322
第二节	厂站监控系统的调试内容	323
第三节	常见故障及其处理	336
第七篇	励磁系统及其调试	342
第二十一章	概述	342
第一节	励磁系统作用	342
第二节	励磁系统的构成及分类	346
第三节	励磁系统配置	352
第二十二章	励磁系统调试方法及注意事项	357
第一节	励磁系统静态调试	357
第二节	励磁系统空载试验	361
第三节	发电机带负荷试验	370
第四节	甩负荷试验	371
第五节	发电机灭磁试验	372
第六节	单元特性试验	375
第八篇	厂用电系统及其调试	378
第二十三章	概述	378
第一节	厂用系统及负荷分类	378
第二节	厂用电系统的运行	379
第三节	高压厂用电系统	389
第四节	低压厂用电系统	393
第二十四章	厂用系统保护配置以及简介	399
第一节	高压厂用系统保护配置	399
第二节	低压厂用系统保护配置	408
第二十五章	厂用系统调试方法以及注意事项	410
第一节	调试措施	410
第二节	高压厂用系统调试	414
第三节	低压厂用系统调试	439
第四节	备自投调试	445

第五节 电除尘系统调试·····	447
第二十六章 厂用系统调试常见问题及处理方法·····	450
第九篇 保安电源系统及其调试 ·····	452
第二十七章 概述·····	452
第一节 保安电源系统介绍·····	452
第二节 保安电源系统常见配置·····	454
第二十八章 保安电源系统调试及注意事项·····	456
第一节 保安电源单体调试·····	456
第二节 保安电源分系统调试·····	457
第二十九章 保安电源调试常见问题及处理方法·····	465
第十篇 直流系统及其调试 ·····	467
第三十章 概述·····	467
第三十一章 直流系统简介·····	470
第一节 直流装置·····	470
第二节 蓄电池·····	475
第三节 不间断电源系统·····	481
第三十二章 直流系统调试及注意事项·····	488
第一节 安秒特性试验·····	488
第二节 级差配合试验·····	489
第三节 直流系统稳压精度、稳流精度、纹波系数的测试·····	492
第三十三章 直流系统运行和维护·····	495
第三十四章 直流充电机和监控单元的运行与维护·····	499
第十一篇 机组整定计算 ·····	501
第三十五章 整定基础知识·····	501
第一节 继电保护整定计算的目的及基本任务·····	501
第二节 整定计算的准备和步骤·····	502
第三节 整定计算的运行方式和选择原则·····	504
第四节 时间级差的计算与选择·····	505
第五节 整定系数的分析与应用·····	506
第六节 整定配合的基本原则·····	510
第三十六章 发电厂故障及电力系统振荡分析·····	514
第一节 发电厂故障原因、种类、特征以及后果·····	514
第二节 发电厂振荡原因、种类、特征及后果·····	517
第三节 电力系统故障及振荡计算·····	520

第三十七章 大型发电机变压器继电保护整定计算	521
第一节 概述	521
第二节 发电机保护整定原则及注意事项	522
第三节 变压器保护整定原则及注意事项	530
第四节 防止机网协调事故的要求	534
第三十八章 厂用电系统保护整定计算	537
第一节 高压电动机保护整定原则及注意事项	537
第二节 低压厂用变压器 PC 低压电动机保护整定原则及注意事项	539
第三节 低压厂用变压器 PC 低压馈线保护整定原则	539
第四节 MCC 低压电动机保护和馈线保护整定原则	539
第五节 柴油发电机保护整定原则	540
第三十九章 安全自动装置整定计算	541
第一节 厂用电切换及备自投装置	541
第二节 自动准同期装置	543
第十二篇 倒送电试验	545
第四十章 概述	545
第四十一章 倒送电试验条件和准备工作	547
第一节 场地环境及设备应具备的条件	547
第二节 受电前准备工作	548
第四十二章 倒送电受电设备技术要求	549
第四十三章 倒送电试验步骤及注意事项	551
第一节 启动备用变压器受电	551
第二节 6kV 母线受电	552
第三节 低压厂用变压器冲击及 400VPC 段受电检查	552
第四十四章 倒送电试验主要问题及处理方法	554
第十三篇 整套启动试验	555
第四十五章 概述	555
第一节 试验的目的、范围及引用依据	555
第二节 整套启动试验程序	556
第四十六章 整套启动试验条件和准备工作	558
第四十七章 整套启动试验技术要求	560
第四十八章 整套启动试验步骤及注意事项	563
第四十九章 整套启动试验主要问题及处理办法	572
第十四篇 涉网试验	573
第五十章 概述	573

第五十一章 涉网试验项目概述	577
第五十二章 涉网试验内容及技术要求	579
第一节 AGC 试验	579
第二节 一次调频试验	580
第三节 发电机一次调频在线测试试验	582
第四节 发电机进相试验	583
第五节 AVC 试验	585
第六节 励磁系统建模试验	586
第七节 PSS 参数整定试验	587
第八节 调速系统建模试验	589
第十五篇 事故处理流程和典型案例分析	591
第五十三章 典型案例分析	591
案例 1 直流回路一点接地和交直流串扰引起保护误动分析	591
案例 2 TV 二次回路接地引起的主变压器低压侧接地保护动作分析	594
案例 3 某台 1000MW 发电机定子接地保护动作原因分析	597
案例 4 某电厂 500kV-1M 母线差动保护跳闸分析	600
案例 5 RCS9700 综自系统通信问题分析及对策	604
案例 6 TV 熔断器熔断及开关爆炸	605
案例 7 电压互感器烧毁	607
案例 8 开关误跳	609
案例 9 切换事故	611
案例 10 厂用电电气故障	612
案例 11 厂用电系统的异常运行及事故处理	613
附表 典型工作表格	617



第一篇 发电机部分

第一章 大型发电机设备

随着我国电力工业的快速发展,我国的发电机组已进入大容量、高参数的发展阶段,近年来已陆续从国外引进了超临界和超超临界机组,这些机组具有较高的技术性能,在提高发电煤炭利用率和降低污染方面发挥了一定的作用,为我国发电机组的设计、制造、运行积累了经验。2003年3月经中华人民共和国国家计划委员会批准动工兴建的华能玉环电厂、华电邹县电厂和国电泰州电厂各建设了两台百万千瓦级超超临界发电机组,目前均已投入运行。超临界和超超临界机组将成为我国“十三五”期间的主要机型。1000MW级超超临界机组已经成为我国电力工业的代表性机组。目前国内1000MW级发电机主要有哈尔滨电机厂与日本东芝合作研发的QFSN-1000-2型发电机,上海发电机厂2000年后从德国西门子公司引进技术生产的THDF115/67型发电机,东方电机有限公司和日本日立公司于2004年联合设计生产的QFSN-1000-2-27型发电机。

第一节 大型发电机本体结构

大型发电机与中、小型发电机有很多不同之处。大型发电机为提高有效材料利用率,采用的是直接冷却系统,使得机组的线负荷和极距增大,气隙长度较小,所以总的趋势是阻抗增大,机械时间常数降低。此外由于大型发电机的漏磁通较大,所以发电机的暂态电抗 X'_d 及次暂态电抗 X''_d 的值也较大,电阻值同时随着电流密度的增大而增大,机械时间常数 T_m 则随单机容量的增大而减小。 X_d 值越大,电网阻抗 X_s 值较小时,发电机的静态稳定极限功率就越小,导致静态稳定储备降低。机械时间常数的变化,也会对发电机的暂态稳定造成很大的影响。针对这种状况,现在主要采用高瞬态反应的励磁系统来改善这些不利的影响,提高大容量发电机的可靠性及利用率。

一、发电机的基本构成及冷却方式

(一) 发电机的基本构成

大型汽轮发电机本体(以国电泰州超超临界的发电机为例)主要由定子、转子、端盖和轴承等部件组成,具体结构如图1-1和图1-2所示。

(二) 发电机的冷却方式

发电机的发热部件,主要有定子绕组、定子铁芯(磁滞与涡流损耗)和转子绕组。必须采用高效的冷却措施,使这些部件所发出的热量散发出去,以使发电机各部分温度不超过允许值。

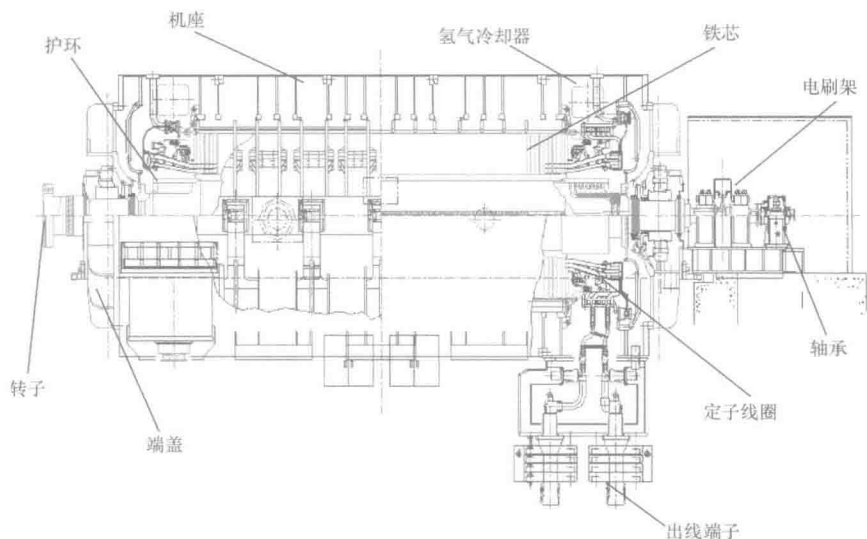


图 1-1 发电机的结构原理

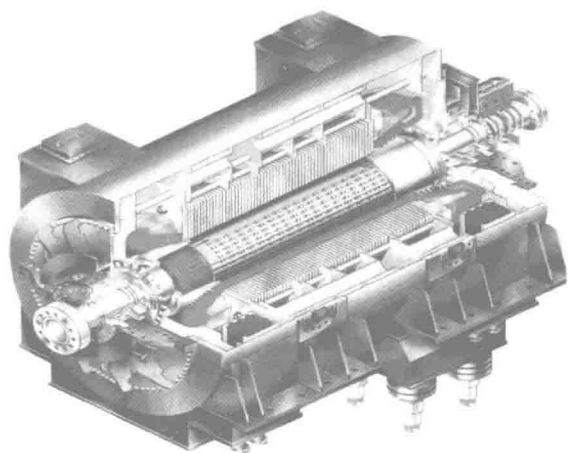


图 1-2 发电机剖视图

大型发电机主要采用水—氢—氢的冷却方式，即发电机定子绕组及引线是水内冷，发电机的转子绕组是氢内冷，转子本体及定子铁芯是氢表冷。为此，发电机还设有定子内冷水冷却系统、发电机氢冷系统和为防止氢气从轴封漏出的密封油系统。

二、发电机定子

发电机定子主要由机座、定子铁芯、定子绕组、端盖等部分组成。

(一) 机座与端盖

机座是用钢板焊成的壳体结构，它的作用主要是支持和固定定子铁芯和定子绕组。此外，机座可以防止氢气泄漏和承受住氢气的爆炸力。

在机壳和定子铁芯之间的空间是发电机通风（氢气）系统的一部分。由于发电机定子采用径向通风，将机壳和铁芯背部之间的空间沿轴向分隔成若干段，每段形成一个环形小风室，各小风室相互交替分为进风区和出风区。这些小室用管子相互连通，并能交替进行通风。氢气交替地通过铁芯的外侧和内侧，再集中起来通过冷却器，从而有效地防止热应力和局部过热。

为了减小由于转子磁通对定子铁芯的磁拉力引起的双频振动，以及短路等其他因素引起的定子铁芯振动对机座和机组基础的影响，在定子铁芯和机座之间采用卧式弹性隔振结构。机座弹性隔振结构如图 1-3 所示，在定位筋的背部装轴向弹簧板，轴向弹簧板通过垫块，用螺栓固定在定位筋的背部，弹簧板中部与机座内的隔板相连，形成弹性隔振结构。