

大型火电机组检修实用技术丛书



DAJING
HUODIAN JIZU JIAXIU
HUYONG
KONGSHU
JISHU

电气分册

郭延秋 主编

中国电力出版社
www.cepp.com.cn



大型火电机组检修实用技术丛书

电 气 分 册

郭延秋 主编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

《大型火电机组检修实用技术丛书》是一套以介绍机组大修过程为主,概括总结300MW及以上等级火电机组检修工作为主要内容的技术丛书。全书介绍了多年来对300MW及以上等级机组的检修实践、设备缺陷处理、检修工序、工艺及有关的质量标准,内容丰富,实用性强。该丛书对于规范检修,保证质量,杜绝返工,解决检修过程中遇到的疑难问题有指导意义,对于普及大型机组检修知识技能、提高技术人员和管理人员的检修技术水平有很大帮助。

全套丛书共分汽轮机、锅炉、电气、金属与焊接四个分册。

本分册是电气分册。主要包括汽轮发电机、电动机、电力变压器、高压断路器、配电装置、电力电缆、继电保护自动装置、电测仪表、蓄电池、制氢设备等的结构、工作原理、检修工艺、事故诊断和高压试验等方面的内容。

本丛书适合于从事火电机组检修的各专业技术人员、管理人员,检修公司、监理公司专业技术人员使用,同时可作为火电机组检修的技术培训教材,并可供高等学校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

大型火电机组检修实用技术丛书.电气分册/郭延秋主编.

—北京:中国电力出版社,2004

ISBN 7-5083-1879-X

I.大... II.郭... III.①火力发电-发电机-机组-检修②火力发电-电气设备-检修 IV.TM621.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第100469号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

三河(航远)印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2004年3月第一版 2004年3月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 24.25印张 549千字

印数0001—3000册 定价38.00元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

《大型火电机組检修实用技术丛书》

编 辑 委 员 会

主	任	王炳华					
副	主	任	丁中智	李小琳	田 勇		
委	员	王志强	陈宝良	靳东来	王吉祥	曹 焰	
		朱 峰	余 兵	李 峰	杨福友	王京韬	
		宋延春	范铁成	刘昌凯	马贺田	佟才功	
		刘丛涛	刘建国	贺凌岗	李 光	刘福丰	
		李道福	张连仲				

《大型火电机组检修实用技术丛书》

编 审 委 员 会

主	编	郭延秋			
副 主 编	杨福友	李 峰			
编委会主任	尧国富				
副 主 任	周 涛	李 东	刘京善		
编	委	李煜海	赵晓峰	刁立新	华伟民 席玉平
		张天鹏	孙继光	郭 峰	季景阳 马锦玉
		李宝坤	李树实	李忠念	郝志信 路永生
		程庆君	庞晓坤	王 强	王海军 杜文胜
审	稿	赵常兴	张经武	王世阁	马泽山 张亚祥
		谭肇贤	孙永莹	柏振华	阙德新 侯良谋
		刘荣厚	黄仁龙	王庆珍	邓 楠 许 伟
		马成江	郝常骥	邹森元	米锡敬



序

经过编者们的勤奋耕耘,这部满载着辽宁清河发电有限责任公司多年发电设备检修丰富实践经验、理论以及技术成果的《大型火电机组检修实用技术丛书》,终于付印出版了。该套丛书的面世,将成为我国火力发电设备检修领域重要的里程碑。

自 20 世纪 80 年代以来,中国的电力工业得到了迅速发展。截止到 2001 年底,全国总装机容量已达到 3.386 亿千瓦,年发电量达到 14800 多亿千瓦时,均居世界第二位。尤其在火电机组建设方面,通过引进国际上先进的大功率火力发电机组和设计制造技术,世界上主要的发电设备制造厂商如西屋公司、通用公司、三菱公司、东芝公司、西门子公司、ABB 公司、阿尔斯通公司、列宁格勒金属工厂等均向我国提供了大量的先进设备。进口火电机组大部分以 350MW 和 600MW 等级为主,还有 800MW 火电及 1000MW 核电机组。与此同时,我国引进技术制造的 300MW 及以上等级的大功率火力发电机组在国内大量投入运行,实现了火力发电机组从高温、高压、中小机组向亚临界、超临界、高自动化、大容量机组的跨越。目前,火电大机组的装机容量已占全国火电总装机容量的 70% 以上,仅投运的 300MW 及以上大容量火电机组就已达到 260 多台,成为主力发电机组。

发电设备检修和维护工作是电力生产活动的重要组成部分,是保证发电机组安全、稳定、经济运行的基础工作。与大容量火电机组的迅速发展相比,发电设备的检修和维护工作却稍显滞后,主要表现在设备检修和维护管理水平不高、检修设备和机具相对落后、检修人员技术水平及培训工作不能满足要求等。特别是进入 20 世纪 90 年代后,以华能系统为代表的发电企业不设专业检修队伍,而采用招标形式选择外面的专业检修队伍,对发电设备检修和维护的专业化、市场化工作又提出了新的要求。因此,提高设备检修和维护的管理水平、提高检修队伍的整体素质成为火力发电企业迫切和重要的任务。

从 1993 年起,辽宁清河发电有限责任公司就开始对我国进口大容量机组进行检修。从首次承揽广东沙角 B 电厂东芝公司 350MW 机组大修开始,近十年来先后承揽了华能大连电厂、华能福州电厂、华能上安电厂、华能丹东电厂、广东核电联营公司岭澳核电站、连云港田湾核电站等十几家电厂数十台大容量机组的大小修工程和检修维护工作以及机组检修的监理工作。并圆满完成了孟加拉国库尔纳电厂恢复性大修的国际工程。通过加强检修质量管理、提高检修工艺技能和优化检修工序,创造了 350MW 机组标准大修 35 天完工和 350MW 机组大修后连续 510 天无缺陷运行的国内最高记录,被业主誉为“一流的检修,一流的队伍”。

清河发电设备检修有限责任公司认真、系统地总结了近 30 年来机组检修和维护工作经验的基础上,查阅了大量技术资料,在有关专家的指导下,组织经验丰富的工程技术人员编写了这套《大型火电机组检修实用技术丛书》。该丛书按照标准大修程序编写,详细叙述了火力发电机组中汽轮机、锅炉、发电机等主要设备及辅助设备的工作原理、设备结

构、检修工艺与检修方法。总结了机组检修过程中遇到各种设备问题的处理办法，是一套集发电设备检修管理理论、检修实践于一体的专业性极强的技术丛书。

这套丛书集工序性、工艺性、实用性、教材性于一身，内容丰富翔实、直观适用、通俗易懂，具有很高的应用和学术价值，是电力施工企业、火力发电厂专业检修队伍、工程监理单位工程技术人员以及大专院校师生难得的一部好书；是一部以总结介绍世界先进火电机组结构技术类型为特点的实用性全书；是一部介绍解决火电厂机组检修过程中遇到各种问题的实用技术方法辞典。这套丛书的出版将对规范全国火电机组检修和维护工作、提高机组检修质量和工艺水平具有十分重要的推动作用。

赵希正

2003年4月



前言

《大型火电机组检修实用技术丛书》历经五载，三易其稿，今天终于同读者见面了。

清河发电有限责任公司的检修队伍在 32 年的时间里，完成了 100 多台次各种不同类型机组的大修工作，从中积累了一定的机组检修经验。但由于我国在不断地引进世界上先进的高参数、大容量发电设备，这就迫切要求我们的检修队伍尽快地提高检修工艺技能、提高检修质量意识、提高整体管理水平，以适应我国电力工业迅速发展的需要。

出于此目的，在总结了多年检修实践经验的基础上，我们编写了这套《大型火电机组检修实用技术丛书》。全套丛书篇幅浩瀚，按机组大修过程的锅炉、汽轮机、电气、金属与焊接等专业分册编写。丛书冠以“实用技术”，其特点不言而喻。对此我们深感责任重大，唯恐有负众望。

该丛书按 300MW 以上机组标准程序编写，特别列举了机组检修过程中遇到各种疑难技术问题的解决方法，对保证机组检修质量提出了具体要求，并对机组大修管理理论做了系统的论述。

尽管我们为保证丛书的质量付出了巨大的努力，倾注了大量的心血，但由于编者的水平有限，难免存在不当之处。这也为国内的机组检修同仁、专家学者留下了修改和完善的空间。真诚地希望这部丛书的出版能起到抛砖引玉的作用，在大家的共同努力下不断的充实、完善。

全套丛书由郭延秋担任主编。

在丛书的编写过程中得到了多方面的鼎力支持。工作在检修一线的工程技术人员利用业余时间，把自己多年的检修经验加以系统的总结并积极地向编委会供稿，很多同志积极地参与了丛书的打字和图样校对工作。一些老专家不计报酬地参与了书稿的审定工作。特别是现中国电力投资集团公司总经理王炳华同志在百忙之中多次过问丛书编写的进展情况，并提供了极有价值的参考资料。在此，编委会对参与、支持、帮助丛书出版过程中做过奉献的所有工作人员、各位专家、领导表示衷心的感谢。

本丛书在编写过程中参考了一些正式出版文献、有关部门的图纸、技术资料、说明书等，在此一并表示感谢。

《大型火电机组检修实用技术丛书》编审委员会

2003 年 4 月

编写说明

本书是《大型火电机组检修实用技术丛书》的第三分册。参加编写的人员根据多年的现场检修经验,结合有关专业理论,比较系统、全面地介绍了目前国内火电厂安装的国产和国外各种电气设备的结构、原理、性能、检修工艺方法,以及电气设备所发生的典型故障与处理方法等。书中以国产 200MW 机组、国外的 350MW 机组的电气设备为主,内容比较全面、详实。

本书第一章由刘京善、王海军编写,第二章由郭兆礼编写,第三章由李雪岩、李洪波编写,第四章由朱玉凯、段新春、尹彦民编写,第五章由朱玉凯编写,第六章由关志编写,第七章由田菁茹、丁浩编写,第八章由田永红编写,第九章由于炳伟编写,第十章由章丽霞、邓静华编写,第十一章由李一江编写,第十二章由关丽环、左志威编写,第十三章由万学琦、隋海忠、齐立志编写。全书由王世阁主审。

本书在编写过程中参考了有关电厂的《电气检修规程》,并得到有关电厂的大力支持,在此表示诚挚的感谢。

本书可作为 300MW 及以上机组电气检修人员的岗位培训教材,也可作为同类型机组电气设备检修作业的指导与参考用书。因编写人员的水平和条件有限,书中难免有缺点和错误,恳请广大读者批评指正。

编者

2003 年 10 月



目 录

序
前言
编写说明

第一章 汽轮发电机检修	1
第一节 汽轮发电机结构	1
第二节 与发电机检修有关的规程简介	10
第三节 发电机检修准备工作	16
第四节 汽轮发电机解体及回装程序	21
第五节 汽轮发电机检修工艺	33
第六节 汽轮发电机常见故障及处理方法	41
第二章 厂用电动机检修	48
第一节 厂用电动机一般检修项目	48
第二节 典型厂用电机的结构	48
第三节 厂用高压电动机大修工艺	54
第四节 高压电动机常见故障处理方法	68
第五节 低压电动机检修工艺方法	69
第六节 三相高、低压电动机绕组故障处理工艺方法	73
第三章 油浸式变压器检修工艺方法	84
第一节 油浸式变压器工作原理和结构特点	84
第二节 油浸式主变压器检修准备工作	85
第三节 主变压器本体吊罩和大修工艺要求	88
第四节 国产主变压器冷却系统检修工艺方法	93
第五节 变压器附件检修工艺方法	100
第六节 国内运行的三菱 SUB 壳式主变压器及其附件检修工艺方法	102
第七节 对主变压器扣钟罩和油质的技术要求	109
第八节 变压器内部故障与油色谱分析判断	110
第九节 高压静电除尘器用硅整流变压器检修工艺	114

第十节	油浸变压器常见故障处理	116
第四章	高压断路器检修工艺方法	126
第一节	高压断路器结构特点及灭弧原理	126
第二节	SW ₂ -220 I 高压断路器检修工艺方法	129
第三节	液压操动机构检修工艺方法	138
第四节	SW ₂ -220 I 型高压断路器的测量与调整	147
第五节	SW ₂ -220 I 型高压断路器速度的测量与调整	149
第六节	SW ₂ -220 I 型高压断路器分合闸时间和同期性的测量与调整	151
第七节	SW ₂ -220 I 型高压断路器常见故障及处理方法	152
第八节	SN ₁₀ -10 II 断路器检修工艺和项目	157
第九节	SN ₁₀ -10 II 断路器常见故障及处理方法	166
第五章	互感器检修工艺方法	169
第一节	电流互感器检修工艺	169
第二节	电压互感器检修工艺	177
第六章	低压配电装置检修工艺方法	179
第一节	低压交流接触器的检修	179
第二节	直流接触器的检修	186
第三节	二次回路的检修	188
第四节	DW ₁₀ -1500 自动空气开关的检修	196
第五节	灭磁开关检修工艺标准	197
第六节	低压隔离开关的检修	202
第七节	励磁系统整流柜、功率柜的检修	204
第七章	电力电缆检修工艺方法	207
第一节	电力电缆的一般结构	207
第二节	电缆敷设设计技术规定	211
第三节	电缆检修工艺方法	217
第四节	电缆常见故障及处理	222
第八章	蓄电池检修工艺方法	224
第一节	蓄电池的工作原理及结构特点	224
第二节	蓄电池大修项目及验收标准	225
第三节	蓄电池的充电和放电	226
第四节	蓄电池的维护	228

第五节	蓄电池常见故障及修理	229
第六节	免维护蓄电池简介	233

第九章 DQ-4 型电解槽检修工艺方法 235

第一节	电解槽的检修程序	235
第二节	制氢系统附属设备的检修工艺方法	237
第三节	储氢罐的检修工艺方法	238
第四节	制氢设备常见故障及处理	240
第五节	制氢设备检修中其他工作程序	241

第十章 继电保护检修工艺 244

第一节	厂用电动机保护检修	244
第二节	高低压厂用变压器保护检修	250
第三节	发电机保护检修	254
第四节	继电器的校验	260
第五节	继电保护常见异常情况的处理方法	270

第十一章 发电机励磁及同期装置检修技术 274

第一节	发电机励磁调节器检修工艺方法	274
第二节	ZZQ-3B 型自动准同期装置检修工艺方法	285

第十二章 电测仪表的基础知识及检验 290

第一节	电测指示仪表的校验及检修	290
第二节	整步表的基础知识及检验	303
第三节	电能表的基础知识及检验	306
第四节	指示仪表、电能表常见故障处理	316

第十三章 高压电气设备试验 318

第一节	同步发电机试验	318
第二节	电力变压器试验	340
第三节	交流电动机试验	363
第四节	直流电动机试验	364
第五节	互感器试验	365
第六节	高压断路器试验	367
第七节	电力电缆试验	368

第八节	电容器试验	369
第九节	支柱绝缘子和悬式绝缘子试验	370
第十节	隔离开关试验和母线试验	371
第十一节	阀型避雷器试验	372
第十二节	金属氧化物避雷器试验	373
第十三节	绝缘油电气性能试验	374
参考文献		376

汽轮发电机检修

汽轮发电机是将机械能转换成电能的设备，是火力发电厂的主要设备之一。现代汽轮发电机的单机容量一般在 300~800MW 之间，以 300MW、350MW 和 600MW 为主，冷却方式主要有氢冷、水—氢—氢冷和水冷，不同型号发电机的冷却介质流动路径也有很大的差异，励磁方式主要有同轴交流励磁机励磁和自并励两种，其中交流励磁机励磁方式又可分为静止晶闸管整流和旋转硅整流（无刷励磁）两种方式，GE 公司的 Generex 励磁方式是一种特殊的自并励。

各主要发电机制造厂在设计制造发电机时采用了不同的结构、冷却方式和励磁方式，逐渐形成了几个大的技术派系，主要有：①GE 派系，以美国 GE 公司为首，主要包括日本的日立公司、东芝公司，俄罗斯的电力工厂，我国的哈尔滨电机厂等；②WH 派系，以西屋（Westinghouse）公司为首，包括日本的三菱（Mitsubishi）公司等；③ABB 派系；④Siemens 派系，以西门子（Siemens）公司为首，包括日本的富士电机公司（FUJI）等。

第一节 汽轮发电机结构

汽轮发电机是由定子部分、转子部分、气体冷却等部分以及其他结构部件组成的，不同型号的发电机差异比较大，下面介绍几种型号发电机的结构。

一、西屋公司 350MW 汽轮发电机

发电机结构如图 1-1 所示。

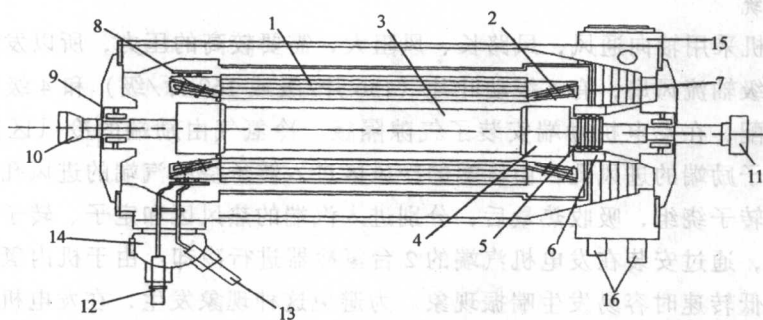


图 1-1 Westinghouse 公司产 350MW 汽轮发电机结构示意图

- 1—定子铁心；2—定子绕组；3—转子铁心；4—护环；5—动叶片；6—静叶片；7—风挡板；
- 8—气隙隔板；9—端盖；10—励磁机—发电机联轴器；11—低压转子—发电机联轴器；
- 12—引出线；13—中性点引出线；14—引线箱；15—冷却器；16—冷却器法兰

1. 主要技术参数

额定容量	445MVA	功率因数	0.85
额定电压	20kV	额定电流	12846A
接线方式	双 Y		
额定氢压	413.7kPa	静态充气容积	93m ³ (3285ft ³)
励磁电压	600V	励磁电流	4072A
定子、转子温升	≤64℃	重量	383147kg
冷却方式	氢冷	励磁方式	无刷励磁

2. 定子

定子铁心内径 1.21m (47.6in)，外径 2.59m (102in)，全长 6.15m (242in)，其与机座间通过轴向组合弹簧板连接，冷却方式为轴向氢冷，励端进风、汽端出风。

定子绕组 48 槽，双层，双 Y 接线，冷却方式为轴向氢内冷，每只线棒由 172 根铜导线和若干通风管组成，通风管与导线间绝缘，励端进风、汽端出风。绕组端部通过绑带和绑环固定在其背部的玻璃钢锥环上，锥环通过绝缘支架和压块固定在铁心压圈上，绕组端部的整体性很好，而且在轴向上可有一定程度的自由伸缩。绕组槽部由槽楔固定，槽楔下有波纹板，波纹板处于被压缩状态，起压紧绕组的作用，每段槽楔上有 7 个小孔，用来测量波纹板的压缩程度。在定子绕组汽端鼻部有 6 个电阻温度检测器 (RTD) 和 6 个振动传感器，用于测量定子绕组的出风温度及振动情况，在靠近汽端的定子槽楔上有 1 支测量绕组，用于测量气隙磁通，并根据气隙磁通的形状判断转子是否存在匝间短路现象。

3. 转子

发电机转子总长 12.28m (483.5in)，本体直径 1.02m (40in)，转子绕组共有 32 槽，每槽 7 匝，每匝由两个半匝构成，氢内冷，轴向通风，进风区位于两端护环下面，出风区位于转子中部，每槽有 14 个出风孔。

4. 冷却系统

由于发电机采用轴向通风，风路长、风阻大，需要较高的压力，所以发电机转子汽端安装一台多级轴流风扇，有 4 级动叶片 (156 片/级或 160 片/级) 和 4 级静叶片，为使气流合理分配，在发电机励端安装了气隙隔板。冷氢气由励端的冷风区进入定子绕组、铁心及转子励端的进风孔，由汽端的冷风区进入转子绕组汽端的进风孔，流经定子绕组、铁心及转子绕组，吸收热量后，分别进入汽端的热风区和定子、转子气隙，经轴流风扇提压后，通过安装在发电机汽端的 2 台氢冷器进行冷却。由于机内氢压高，风路长，在发电机低转速时容易发生喘振现象。为避免这种现象发生，在发电机内端盖上安装了 1 个旁通阀，在发电机低转速时打开，发电机高转速时，在氢气压差的作用下自动关闭。

氢气的除湿装置为 1 台吸附式干燥器，采用活性氧化铝作为吸收介质，干燥器为双塔式结构，两个塔轮流处于除湿状态和再生状态。

5. 励磁系统

发电机采用无刷励磁 (即旋转硅整流励磁)，励磁机为 MARK III 型。

二、三菱公司 MB-J 型 350MW 型汽轮发电机

三菱公司生产的 MB-J 型 350MW 汽轮发电机，属西屋派系。大体上保持了西屋公司设计的基本结构，仅对个别结构和部件进行了修改和简化，所以此发电机的结构与西屋 350MW 发电机基本相同。MB-J 型 350MW 汽轮发电机结构如图 1-2 所示。

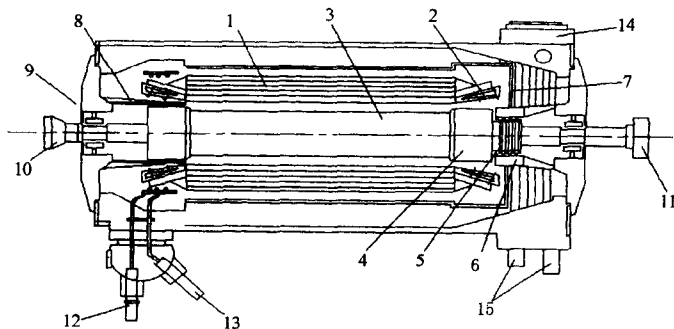


图 1-2 三菱公司产 MB-J 350MW 汽轮发电机结构示意图

1—定子铁心；2—定子绕组；3—转子铁心；4—护环；5—动叶片；6—静叶片；7—风挡板；
8—导风筒；9—端盖；10—励磁机—发电机联轴器；11—低压转子—发电机联轴器；
12—引出线；13—中性点引出线；14—冷却器；15—冷却器法兰

1. 主要技术参数

额定容量	412MVA	功率因数	0.85
额定电压	22kV	额定电流	10812A
接线方式	Y		
额定氢压	392kPa	静态充氢容积	75m ³
励磁电压	480V	励磁电流	2745A
定子绕组绝缘等级	F	转子绕组绝缘等级	F
冷却方式	氢冷	励磁方式	无刷励磁

2. 定子

定子铁心通过切向弹簧板（又称立式弹簧板）固定在机座上，轴向通风冷却，定子绕组 30 槽，双层 Y 接线，轴向通风冷却，端部采用绑线式结构固定。定子槽楔下装有波纹板，每槽 3 块槽楔上有测量孔，用于测量波纹板的压缩程度。这 3 块槽楔分别位于发电机两端及中部。在定子绕组汽端鼻部有 6 个 RTD，用于测量定子绕组的出风温度。

3. 转子

转子绕组共有 36 槽，最小号绕组为 8 匝/槽，其余为 9 匝/槽，绕组冷却方式为氢内冷，轴向通风，两端护环下进风，中部通风孔出风。单侧名义气隙 75mm。

4. 冷却系统

此发电机的冷却系统与西屋公司产 350MW 发电机的冷却系统基本相同，在转子汽端安装一台多级轴流风扇，共有 4 级动叶片（108 片/级）和 5 级静叶片，励端安装了一个导

风筒，取代了西屋产 350MW 发电机的气隙隔板。氢气除湿装置为一台硅胶吸附式干燥器，硅胶吸水饱和后，可通过加热干燥装置再生，水蒸气由专用管路排出，氢气在发电机内的流通路径与西屋公司产 350MW 发电机相同。

5. 励磁方式

励磁方式为无刷励磁。

三、GE 公司 ATB-2 型 350MW 汽轮发电机

1. 主要技术参数

额定容量	446MVA	功率因数	0.85
额定电压	23kV	额定电流	11196A
接线方式	Y		
额定氢压	413.7kPa	静态充气容积	87.76m ³ (3100ft ³)
励磁电压	425V	励磁电流	3586A
定子绝缘等级	B	转子绝缘等级	B
冷却方式	水—氢—氢冷	励磁方式	Generrex

2. 定子

定子铁心通过轴向组合弹簧板连接在机座上，径向通风冷却，定子铁心槽较深，可安装 3 层线棒，除 2 层定线棒外，还可安装 1 层附加线棒（P 棒）。定子绕组 30 槽，双层，水内冷，进出水汇水环分别位于发电机两端，水压 27.4psi (188.9kPa)，流量 151gpm (0.572m³/min)，绕组端部采用绑线结构固定。发电机的内端盖采用玻璃钢制成，可有效地防止轴电流的产生，现在这一方法正在被国内的发电机制造厂采用。

3. 转子

转子的冷却方式为氢内冷，气隙取气、斜流通风。

4. 冷却系统

发电机定子铁心和转子为氢内冷，定子铁心背部分为若干冷、热风区，与转子的进、出风区相耦合。氢气循环的动力由安装在转子两端的单级轴流风扇提供，在风扇前有 1 级导向叶片，4 组冷却器分布于机座的 4 角。氢气在发电机内的流通路径与后面介绍的 QFQS-200-2 型发电机相同。

5. 励磁方式

ATB-2 型发电机的励磁方式为 GE 公司特有的 Generrex 方式，在发电机定子铁心槽内，除安装了定子绕组外，还安装了 1 组附加绕组，由 3 支线棒构成，即通常所说的 P 棒，互成 120°排列，引出后经晶闸管整流，作为励磁电源。这种励磁方式原理上是一种特殊的自并励。

四、西门子公司 THDD-108/44 型 350MW 汽轮发电机

该型号汽轮发电机结构如图 1-3 所示。

1. 主要技术参数

额定功率	350MW
额定电压	21kV

