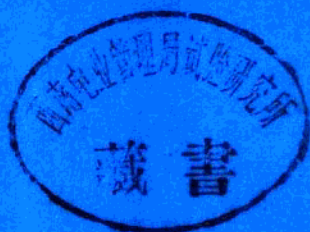


3748

电力设备管理和维修系列书

(三)

设备诊断技术



水利电力设备管理协会

N00995-1

TM73

目 录

- 1、电力工业设备诊断技术专业协会会长成员第一次会议纪要……………(1)
- 2、电力工业设备诊断技术专业协会章程(试行)……………(3)
- 3、当前我国设备诊断技术开展情况……………中国设协技术委员会付主任 黄昭毅(6)
- 4、国外设备诊断技术发展概况介绍……………北京钢铁学院教授 陈克兴(17)
- 5、国内工业诊断技术概况……………梁汝霖(38)
- 6、我国电力工业设备诊断技术应用情况简介……………电力工业设备诊断技术专业协会(40)
- 7、设备诊断技术在电厂检修中的应用 马头电厂(48)
- 8、大型电力变压器早期故障在线监测……………北京供电局(56)
- 9、状态监测的设备和仪器……………坝桥电厂 周春林(79)
- 10、最近电力设备诊断技术开发的动向……………梁汝霖译 李桂巧校(93)
 - I、设备诊断技术的展望……………(93)
 - II、火力发电设备的诊断技术……………(101)
 - III、变电设备的诊断技术……………(112)
 - IV、送配电设备老化的诊断技术……………(124)

- V、绝缘材料老化诊断技术.....(135)
- VI、金属材料老化的诊断技术.....(143)
- 11、汽轮发电机老化对策.....梁汝霖译 李常熹校(149)
- 12、长期运行的锅炉寿命诊断.....李润华译(163)
- 13、汽轮机叶轮键槽裂纹超声波探伤
.....华东电力试验研究所 汤锦海(174)
- 14、用激光全息摄影术分析汽轮机叶片振型
.....山西省电管局中试所汽机组(186)
- 15、录磁探伤.....电建研究所 常继明等(194)
- 16、放射源铀-192在电站承压管道焊缝探伤中的应用
.....电建研究所 常继明 李其杰
.....华东电建局第一工程处 张世勇(209)
- 17、焊接压力容器的声发射检测
.....电建研究所 阎鸿勋(224)
- 18、我们是如何开展设备诊断技术工作的
.....太原钢铁公司 初绍文 王日增(238)
- 19、电动机诊断技术的应用
.....国营五〇四厂 汪炳慧(241)
- 20、设备诊断及状态监测技术在大型机组上的应用
.....辽阳石油化纤公司 高金吉执笔(249)
- 21、热成像技术在设备诊断中的应用
.....中国计量科学研究院光学处 张建镛(274)
- 22、用声发射监测法检测设备的早期故障
.....凌国风译 徐励中校(291)

电力工业设备诊断技术专业协会

会长成员第一次会议纪要

一九八五年九月十九日至九月二十一日，在北京华北电力试验研究所召开了电力工业设备诊断技术专业协会会长成员第一次扩大会议，华中、西北、西南、东北、华北电管局企协、设协、以及华北电力试验所、水电部电力建设研究所、山东电研所等代表参加了会议。水电部生产司、科技司、设备管理协会、以及中国设备管理协会等上级机关也有同志到会指导。会议期间请北京钢铁学院陈克兴副教授作了“国外设备诊断技术发展概况”的报告；中国设备管理协会技术委员会副主任黄昭毅同志作“关于国内设备诊断技术发展动态对当前工作中若干问题的看法”的报告；生产司岳鹿群处长作关于“电力工业设备状况和开发应用设备诊断技术的重要性”的报告，和水电部企业管理协会副会长袁联作关于“国内外设备管理的发展趋势及经济改革对设备管理带来的问题”的报告。

电力工业设备诊断技术专业协会会长李常禧在会上代表协会作了一年来工作总结发言，并对明年的工作提出了初步意见。过去一年来工作主要做了以下四个方面的工作：

- 1、在宣传诊断技术方面，出版了三期诊断技术专刊和对全国电力设备诊断技术应用概况和国外电力工业设备诊断技术发展概况提出的调研报告；

2、邀请瑞典 A G A 公司在北京介绍红外热成像技术在设备故障诊断中应用的讲座；与日本日立和三菱公司进行诊断技术开发应用的技术座谈；

3、组织会员单位参加化工系统召开的设备诊断技术讲用会，参加了北京钢铁学院组织的日本新理成公司专家介绍机械振动诊断技术的活动；

4、组织和推动诊断技术试点应用，与科研单位合作在石景山发电厂开展机组振动诊断课题的研究；

设备诊断技术，是世界上七十年代以后才逐步形成的一门新技术，目前国内还是刚刚起步。协会在今后一个相当时期的中心任务应当是：利用刊物、会议等形式，积极宣传国外设备诊断技术的发展和应用；组织国内各单位交流经验，开办培训班培养人才；逐步地推动技术开发和技术服务工作。

会议修改了协会会章，明确协会是推动电力工业中设备诊断技术开发、应用的一个民间组织，业务上受中国设备管理协会和水电设备管理协会的指导。协会经过一年多工作实践证明：协会的组织必须从原有的20万、30万机组的电厂扩大到一般的发供电设备部门，以及大量吸收电力试验研究单位和有关的大专院校参加。

会议认为在一年多工作经验的基础上，协会明年有必要进行以下工作：

1、健全协会组织，做好吸收新会员入会工作；

2、筹备召开协会第一次年会，做好在年会上交流监测诊断项目的资料征集、审核工作，以及年会召开的一系列准备工作；

3、对会员单位，针对具体项目组织有关诊断技术各种形式的技术训练班；

4、继续推动新的监测技术的开发研究工作；

5、加强设备诊断技术的信息交流，协会创办《设备诊断技术的工作简报》，并继续编印有关设备诊断技术的书刊资料；

会议一致认为，设备诊断技术是一门崭新而且具有广阔发展前途的科学，它将使设备维修工程出现一个新的飞跃。为了提高电力工业发供电设备可靠性，获得最大的经济效益，有必要积极推广诊断技术的应用。明年应积极推广一批经济效益显著的开发应用项目，如：红外热成像技术在发供电设备上测温和航空巡线、如在发电设备上利用气敏元件检查漏氢、漏真空，以及高速回转机械的振动频谱分析等，使设备诊断技术为我国电力工业作出新贡献。

电力工业设备诊断技术专业

协会章程（试行）

设备诊断技术是目前国际设备工程管理方面的一项新技术，大型火力发供电设备结构复杂，技术要求高，停机影响大。为了管好大型发供电设备，必须掌握好设备状况，预知设备可能发生的故障，事先采取有效的预防措施，以提高设备安全可靠。因此，很多国家对开展诊断技术研究工作十分重视，并已经取得不少成果，为了开展电力设备诊断工作，特成立本协会。

第一条 协会名称为电力工业设备诊断技术专业协会，为群众性组织，接受中国设备管理协会和水利电力设备管理协会的业务指导；

第二条 协会任务：

通过技术互助合作和信息交流，加速诊断技术在我国电力工业的开发和应用，使发供电设备发挥最大经济效益，避免因发生事故给国民经济造成重大损失。

1、在发供电设备上开发应用诊断技术，予知设备安全状况；

2、组织交流和推广国内外有关诊断技术经验；

3、组织有关诊断技术的学习和培训工作；

4、编印出版有关诊断技术的技术资料；

5、积极开展设备诊断技术咨询服务工作。

第三条 凡有志于研究、开发和应用电力设备诊断技术的企、事业单位、科研单位和机关学校人员都可以单位集体的名义或个人的名义申请加入本会。

第四条 协会会长一人；副会长若干人；协会设秘书长一人；副秘书长一人；协会理事会，定期研究会务工作。

第五条 会员权利：

1、有权参加本会所举办的各项学术活动，在费用上享受优惠待遇；

2、按优惠的价格取得本会所发行的各种技术资料和信息；

3、有权应邀参加本会所举办的各种技术培训班，在学费方面享受优惠待遇；

- 4、以优惠的价格享受本会的技术咨询；
- 5、会员有对本会各级机构及干部的选举权及被选举权。

第六条 会员义务：

- 1、遵守会章，按期交纳会费。无正当理由欠交会费超过一年，即停止会员待遇；
- 2、及时向本会提供自己单位诊断技术活动的信息，以便本会统一组织协调任务，互通信息和交流经验；
- 3、举办诊断技术活动时，要对本会会员单位和会员个人予以优先安排和优惠待遇；

第七条 暂定各企业单位集体会员每年交会费壹百元，机关及事业单位会费每年伍拾元，个人会员每年每人伍元，应在年度开始前一次交清；

第八条 本会办事机构设在水利电力企业管理协会；

第九条 本会每隔2—3年召开一次年会。年会活动内容是宣读学术论文、交流经验和研究本会的重大行政措施；

第十条 每三年召开一次会员代表大会，修改会章及选举协会理事。

电力工业设备诊断技术专业协会

一九八五年九月二十一日

当前我国设备诊断技术开展情况

(一)前言

(二)基本情况

(三)行业概况

(四)供大家探讨的几个课题

(一)前言

设备诊断技术是世界上70年代以来。随同电子测量技术，信号处理技术以及计算机技术的发展逐渐形成的一门新的多科性的综合技术。它不仅涉及数学、物理、化学等基础科学，而且涉及到金属学、机械学等应用科学的范畴，所谓设备诊断技术主要就是在设备运行中或基本不拆卸设备的情况下，掌握设备的运行现状，判定产生故障的部位和原因，予测预报亦即通常说的在线监测或动态诊断。把设备拆解为另、部件采用常规的无损检测或微观检验的方法，也能发现故障的原因或小的缺陷。但这种静态诊断一般仅可作为以上动态诊断的辅助方面来进行。

世界上不少国家对设备诊断技术认识的发展都是和维修制度的改革相联系的。从事后维修到予防维修固然是一个进步，但予防维修存在的“过剩维修”和频繁的修理所带来的经济上的损失，使人们探讨一种更科学更有效的维修体制，这就是以设备状态为依据的状态监测维修之所以能够取代以时间间隔为依据的予防维修的原因，所谓状态监测维修都是以

设备诊断技术为基础的。

我国工业交通部门对设备诊断技术的认识也同样经历了这一过程的。十一届三中全会，即在1979年以前，已有一些大专院校和科研单位结合教学的课题研究和因化工企业回转机组事故频繁进行了一些研究。而从维修体制改革着眼研究这个问题，以及从设备综合工程学的观点，探求寿命周期费用的经济性来研究这个问题，则主要是从1979年开始的。当时不少工业企业开始研究美、日、西德、瑞典的各种维修体制，从中知道了状态监测维修的一些优点，开始了初步认识，接触的阶段。

1979年后到1983年全国有了更多的企业从提高到认识到实践的阶段。年初国家经委和有关部门主管设备工作的一些同志，经过前一段工作，(1985年)终于把开展设备诊断工作的要求纳入了“《国营工业交通设备管理试行条例》”之中。条例中提出：“要根据生产需要，逐步采用现代故障诊断和状态监测技术，发展以状态监测为基础的预防维修体制”。把设备诊断技术工作列入了企业管理法规，并指示设备诊断技术要为维修体制改革服务这一方向。

同年春，中国机械工程学会设备维修学会，在南京召开了首届设备诊断技术专题座谈会，交流了国内外的情况，分析了国内设备现状及开展设备诊断的必要性，看到了同国外相比的差距，并提出了开发和应用设备诊断技术的建议。

以上这些工作和建议，得到了各方面的积极支持，三年来我国工交部门对设备诊断技术的认识和实践有进一步的发展。

(二) 基 本 情 况

近四年来,有许多企业科研单位大专院校以及经济主管机关积极开展了设备诊断技术的应用和理论研究、政策探讨的工作,涌现了一批积极分子,形势十分喜人。

1、有关工业部门围绕采用现代化设备诊断技术的要求,以及为召开这次设备诊断技术应用推广会议的筹备工作,积极开展了工作。

许多工业企业在《国营工业交通设备管理试行条例》的试点过程中,都研究了开展状态监测,开发应用设备诊断技术问题,并制订了计划和措施。如航空部在上海召开会议研究规划,并成立了八个地区设备状态监测中心;冶金部在太钢召开的会议,研究确定了向会议提交的材料,明确了今后试点和培训任务;石化总公司在岳阳开会,研究了进一步落实三级诊断网的工作;水电部和核工业部的设备诊断协会及研究会也先后开会,总结经验,部署了工作。

2、广泛开展了设备诊断技术的专题讲座,各种形式的学习班、培训班以及经验交流会。一些单位如水电部、机械部、冶金部、洛阳市经委和设协、铁道科学院等,还邀请的国外企业、公司的技术人员举办讲座。

瑞典管理集团来华举办的讲座和学习班,接触面广,影响较大。

机械部仪表局,为这次会议召开了全国诊断仪器生产规划会议,对今后诊断仪器生产进行了初步规划。

3、随着设备诊断工作的发展,全国有关部门和地方、企业陆续组建了不少群众性的设备诊断技术协会、研究会以

及咨询中心，兴趣小组等，配合行政部门进行设备诊断技术，起到积极作用。

4、国内仪器行业和有关企业积极研制和生产了一批设备诊断仪器设备，为设备诊断仪器立足国内创造了一定条件。

5、几个主要流程工业部门，初步确定了今后开展设备诊断技术的目标、方向以及试点单位。

据初步了解，为了更好地集中人力和物力，摸索经验，进行攻关，几个工业部门选定了两个重点单位，先行开展设备诊断技术。如：

行业	选点	重点诊断项目
1、石化	辽化、金山	红外、振动、声发射
2、冶金	太钢、宝钢	红外、振动、铁谱
3、水电	石景山、陡河	红外、振动、电气
4、化工	川化、刘化	无损检测、振动
5、机械	一汽、二汽	精度、振动
6、核工	821厂504厂	红外、振动、嘈声

一个重点单位，在本企业的设备诊断工作取得进展的情况下，帮助其它企业或采取提供咨询服务的方式是可行的。如辽阳化纤总厂帮助辽宁省培训，以及向四川维尼龙厂提供设备诊断咨询服务工作。

6、为适应企业和有关部门学习和培训的需要，一些单位编译了少量的设备诊断技术资料受到各方面欢迎。

(三) 行 业 概 况

从国外设备诊断技术的发展过程来看，往往经历了从军

用到民用的过程，如红外热成像技术就是这样。我国军工工业在建设过程中，曾引进研制过一些先进的监测手段和诊断技术，但很少向民用转移，当前我国的主要流程工业如石化、冶金和电力部门，在开展和应用设备诊断技术方面十分活跃，走在前面，在四化建设中，民用流程工业，连续生产，特别是某些关键设备，一旦发生事故，不仅经济损失很大，而且还会造成政治影响，所以这些企业都首先把应用设备诊断技术作为安全生产的重要措施，从而使它得到较快的发展。

1、石化工业：

中国石化总公司所属企业是开展设备诊断技术工作比较广泛的工业系统，石化总公司由于一套装置要连续运行1~2年才检修一次，近年成套引进的单系列大机组较多，多无备用设备、技术要求严格，停产一天要损失几十万元到几百万元，还会出现重大事故，危害人身安全。

石化总公司从七十年代开展无损检测机组测试到八十年代充实配备各种先进检测仪器，开展设备状态监测，经历了不断深入发展的过程，据84年统计，该公司所属各企业已装备了各类监测仪器、仪表约1400多台套，投资600多万元，已占固定资产总值万分之二以上。从1984年8月镇海会议之后，开始建立了以总公司、公司或总厂、以及分厂为三级的状态监测机构，实行分级管理，现回转机械的一级机构已在辽化建立，压力容器已委托钢铁研究总院协作，还在栖霞化肥厂建立了尿素设备检测中心。

该公司主要做三几个方面的工作：（一）加强了对回转机械的振动监测，利用从国外引进配有计算机的频谱分析仪器，

重点研究解决一些故障原因和分析方法，取得成果。(二)使用一些轻便，高效的探伤仪、测厚仪、光导纤维内窥镜以及声发射技术等，加强对压力容器的检测，并开发了化肥转化炉炉管分析。(三)开展热监测工作，利用红外热像仪，进行厂内散热损失的测定，以节约能耗，选用合理隔热材料。(四)抓紧了人员培训，信息交流和技术引进工作。

化工部对压力容器制订了一年一次外观检查。三年一次内外检验，以及六年一次全面检验的制度，成立了化工设备检测检验中心站，并在省、市、大中企业建立了压力容器检测站90余个，配有超声探伤仪、X射线机、测厚仪、金相分析仪，检测车等设备。部还引进了配有微机的SMAT振动检测技术，用于大型压缩机故障予測。

2、冶金行业：

冶金工业部开展设备诊断技术工作，采取了积极稳妥的步骤，取得一些显著效果，他们从长远考虑在北京钢铁学院培养可从事设备诊断技术的研究生，以北京冶金设备研究所为基地建立设备诊断研究室，充实了必要的仪器，并以设备诊断和测试中心的名义对外承担现场测试，人员培训和提供仪器选型、资料咨询业务。在1983年部机动工作会议之后，确立了以宝钢和太钢为开展设备诊断技术的试点单位，探索和积累经验，宝钢是利用建厂引进的带有在线监控的设备仪器，太钢是选购补充。现已从国外引进振动、脉冲、红外热像仪和国产铁谱、测厚等仪器，并已建立振动、红外和铁谱三个实验室，配有诊断专业人员10人，一年来开展了25个诊断项目，累计测点1665个。

冶金工业部门还以太钢和宝钢为重点，主要工作是：
(一)应用振动测试技术，对烧结风机、制氧站的空压机及高

炉风机等关键设备进行振动测试和分析，录取参考频谱，做为技术档案，以利今后故障诊断，此外还研制成功ZJCY85型机轴承振动在线监测系统，这些工作不仅保证了安全，还提高了经济效益，而且也为工程验收和与外商索赔打下基础。（二）在应用红外测温技术方面，使用点温计对电气设备进行简易诊断，及时防止事故，采用热相仪对炉壳、炉衬的融化腐蚀，以及主变压器的绕组温进行测定和图相处理，避免重大事故发生，如太钢一年来在红外方面共简易测温1060点，精密测温86点，做到及时防止事故，避免生产损失。（三）在应用铁谱技术方面，主要是对175吨脱锭吊车的油泵油液进行分析，为液压泵、随动伐等部件的磨损，漏油以及烧电机等故障找出预防措施。

3、水电行业

水电部确定了在大机组方面重点开展设备诊断技术工作，并充分组织和发挥了大区供电局、电科院、电研所和热工所的作用，开展了许多设备状态监测和诊断技术的试验研究工作，其中较成熟有效的是：

（一）应用红外热成像技术进行设备状态监测诊断：华北电研所对1981年研制成功PTV红外热电视，并对七省市的12个电厂，26座变电站和15条高压线路的电气设备的6千余处进行检测，查出了不正常发热点几百处，对安全运行起到良好作用。此外，还用以进行检修前的普查诊断，及用于地面和飞机巡线，都取得较好的效果，在1982年还用于检测DJS-8型计算机设备，在98分钟内对十万个接点、接头、电容、电阻等进行了检查，为计算机维修提供方便。

（二）在大发电机故障诊断方面：充分利用了转子组绕

恒间短路检测技术和研制用 JF—1 型报警装置以检测空冷发电机局部过热的问题，以及 GFW 超温报警装置，以适用于氢冷却的 5 万千瓦发电机组，此外对水内冷发电机的漏水故障，利用元件锂的吸湿作用，制成漏水报警系统比一般国外的漏水继电器性能优越。

（三）变压器故障诊断方面：采用了气相色谱及声发射技术，测量绝缘油和局部放电量等都取得一定成效，并研制 XJD—1 型局部放电仪、1020 气相色谱仪经实际使用，保证性能良好。

（四）对汽轮机和水轮机的振动：应用了测振和频谱分析技术，积累正常工况信号，做了一些基础工作，石景山发电总厂还研制了直接接触式轴振动测量装置，可对 20 万千瓦机组振动进行监测。

（五）在利用声发射技术测炉管和汽包焊缝，以及其他无损探伤如录磁探伤、放射源铱—192 探伤等方面，也都做了不少工作。

4、机械工业：

机械工业部积极开展设备简易诊断，取得一定实际效果。除委托设备维修学会每年开展诊断技术的研究和交流活动之外，近年来大力推广使用冲击脉冲计，进行了厂内设备的现场轴承监测，在成都量具刃具厂以及上海电机厂均取得了成功经验。郑州第二砂轮厂在开展状态监测过程中，充分使用了便携式的测温计、测厚仪、测振仪和声级计等，并且配备了 TH—80 半导体点温计，接触式数显温度仪等，用于

现场测定空压机伐门的温差，从而判断故障位置，通过机械加工工厂的实践，大家认为简易诊断是必要和可行的。

5、航空工业：

航空工业在产品的监测分析方面早有基础，但将状态监测用于维修管理则尚处于开始阶段。1984年6月航空部组织了设备状态监测专业小组对部内外的19个单位进行了调查，并在当年10月召开的部机动工作会议上印发了设备状态监测的报告，推动了工作开展。1985年3月又在上海633所召开了设备状态监测工作座谈会，并交流了工作经验，制订了技术组织措施。

当前航空工业某些单位在利用军品生产的测试仪器进行工作已获初效，如420厂油罐漏油有待报废处理，经用数字测厚仪诊断腐蚀情况，最后采用整体补强，仅用一万元就解决了需用30万元再购且争议二年也定不下来的问题。南方动力机械公司采用声发射，磁粉探伤测定了卧锻机裂纹，并进行补焊修复，从而节约资金近40万元。

同时各航空院校科研单位还就设备诊断技术的理论，方法进行了研究，开设有关培训课程，并积极从事测试仪器的研制，取得丰硕成果。

6、核工业：

核燃料工业生产部门基于生产持点和安全的需要，在主工艺生产设备上，配有一定的专用监测手段，如404厂自从1976年配备了CK-702工业检测处理机，对反应测流量、