

# 电力设备预防性试验方法及诊断技术

陈化钢 编著



中国水利水电出版社  
www.waterpub.com.cn

# 电力设备预防性试验方法 及诊断技术

陈化钢 编著



中国水利水电出版社  
[www.waterpub.com.cn](http://www.waterpub.com.cn)

## 内 容 提 要

本书以《电力设备预防性试验规程》(DL/T 596—1996)、南方电网公司《电力设备预防性试验规程》(Q/CSG 10007—2004)及《国家电网公司输变电设备状态检修试验规程》(Q/GDW 168—2008)等为依据,全面系统地阐述了电力设备预防性试验方法和最新诊断技术,其中包括常规停电试验、带电测量和在线监测;着重介绍各种测试方法的原理接线、使用仪器、测试中的异常现象及对测试结果的综合分析判断。全书分两篇十五章。第一篇为预防性试验基本方法,内容有:测量绝缘电阻,测量泄漏电流,测量介质损耗因数,交、直流耐压试验。第二篇为预防性试验方法及诊断技术,内容有:同步发电机试验、电力变压器试验、互感器试验、开关电器试验、套管试验、电力电缆线路试验、电容器试验,绝缘油的电气试验,避雷器试验、绝缘子试验,接地装置等。附录中收录了电力设备预防性试验及诊断技术相关技术标准和技术数据。

本书可供从事电气试验的工程技术人员阅读,也可作为电力设备预防性试验及诊断技术的培训教材,还可供大专院校有关专业的师生参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

电力设备预防性试验方法及诊断技术 / 陈化钢编著  
— 北京:中国水利水电出版社, 2009.11  
ISBN 978-7-5084-6944-7

I. ①电… II. ①陈… III. ①电力系统—电气设备—  
电工试验②电力系统—电气设备—故障诊断 IV. ①TM7

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第202352号

书 名	电力设备预防性试验方法及诊断技术
作 者	陈化钢 编著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	184mm×260mm 16开本 65.25印张 1547千字
版 次	2009年11月第1版 2009年11月第1次印刷
印 数	0001—5000册
定 价	99.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

# 前言

当前，电力设备预防性试验包括常规停电试验、带电测量及在线监测。它是保证电力系统安全运行的有效手段之一，是绝缘监督的重要内容，也是绝缘诊断的基础。因此，进一步深入开展电力设备预防性试验工作是非常重要的。本书就是为适应这一工作需要而编写的。

本书的内容来源于试验实践，又以服务于现场试验及绝缘诊断为宗旨，在章节安排及内容选取上以电力行业标准《电力设备预防性试验规程》(DL/T 596—1996)等标准为依据，以作者多年来在吉林、黑龙江、辽宁、江苏、山东、安徽和湖北等地举办的电力设备预防性试验研讨班的教学实践为基础，较全面系统地阐述电力设备预防性试验方法及诊断技术，力求反映当前试验和绝缘诊断的新技术、新方法和新装置，并密切联系实际。为方便广大读者阅读和工作，在本书的附录中全文收录了中华人民共和国电力行业标准《电力设备预防性试验规程》(DL/T 596—1966)、中国南方电网有限公司企业标准《电力设备预防性试验规程》(Q/CSG1 0007—2004)，在此对此行业标准的原出版单位表示衷心的感谢！附录中还收录了电力设备预防性试验及诊断技术相关技术标准和技术数据。

本书由陈化钢教授编著，由西安交通大学严璋教授主审。在本书编写中得到辽宁电力科学研究院王贵轩、颜文高级工程师，唐山供电局徐秉天教授级高级工程师，安徽水利水电职业技术学院韩素云研究馆员，安徽电力职工大学吴跃华副教授，苏州工业园区华电科技有限公司葛凯高级工程师等同志的热情帮助和大力支持，在此一并致谢。

参加本书部分编写工作的还有：张强、张方、高水、石峰、王卫东、石威杰、贺和平、任旭印、潘利杰、程宾、张倩、张娜、李俊华、石宝香、成冲、张明星、郭荣立、王峰、李新歌、尹建华、苏跃华、刘海龙、李小方、李爱丽、胡兰、王志玲、李自雄、陈海龙、李亮、韩国民、刘力侨、任翠兰、张

洋、吕洋、任华、李翱翔、孙雅欣、李红、王岩、李景、赵振国、任芳、魏红、薛军、吴爽、李勇高、王慧、杜涛涛、李启明、郭会霞、霍胜木、邢烟、李青丽、谢成康、杨虎、马荣花、张贺丽、薛金梅、李荣芳、马良、孙洋洋、胡毫、余小冬、丁爱荣、王文举、冯娇、徐文华、陈东、毛玲、李健、孙运生、尚丽、王敏州、杨国伟、李红、刘红军、白春东、林博、魏健良、周凤春、黄杰、董小玫、郭贞、吕会勤、王爱枝、孙金力、孙建华、孙志红、孙东生、王彬、王惊、李丽丽、吴孟月、闫冬梅、孙金梅、张丹丹、李东利、王奎洵、吕万辉、王忠民、赵建周、刁发良、胡士锋、王桂荣、谢峰、秦喜辰、张继涛、徐信阳、牛志刚、杨景艳、乔可辰、张志秋、史长行、姜东升、宋旭之、田杰、温宁、乔自谦、史乃明、郭春生、高庆东、吉金东、李耀照、吕学彬、马计敏、朱英杰、焦现峰、李立国、刘立强、李炜、郝宗强、王力杰、闫国文、苗存园、权威、蒋松涛、张平、黄锦、田宇鲲、曹宝来、王烈、刘福盈、崔殿启、白侠、陈志伟、李志刚、张柏刚、王志强、史春山、戴晓光、刘德文、隋秋娜等。

本书在编写中，参考和引用了有关单位和个人公布的现场异常现象和事故实例、统计分析数据和试验研究成果，谨在此向被本手册所引用的参考文献的作者（包括一些在内部刊物上发表论文的作者），表示衷心的感谢。

由于水平所限，不妥之处在所难免，欢迎读者批评指正，作者将不胜感激。

作者

2009年7月

# 目 录

前言

概论 ..... 1

## 第一篇 预防性试验基本方法

<b>第一章 测量绝缘电阻</b> .....	9
第一节 测量绝缘电阻能发现的缺陷 .....	9
第二节 测量绝缘电阻的原理 .....	9
第三节 测量绝缘电阻的仪表 .....	15
第四节 绝缘电阻测试方法及注意事项 .....	20
第五节 影响绝缘电阻的因素 .....	29
第六节 测量结果的分析判断 .....	31
复习题 .....	31
<b>第二章 测量泄漏电流</b> .....	33
第一节 测量泄漏电流的特点 .....	33
第二节 测量原理 .....	33
第三节 测量接线 .....	34
第四节 影响测量结果的因素 .....	50
第五节 测量时的操作要点 .....	57
第六节 测量中的异常现象及初步分析 .....	57
第七节 测量结果的分析判断 .....	58
复习题 .....	59
<b>第三章 测量介质损耗因数</b> .....	61
第一节 介质损失的一般概念 .....	61
第二节 测量介质损耗因数能发现的缺陷 .....	64
第三节 测量介质损耗因数的设备 .....	65

第四节	测量结果的分析判断 .....	102
第五节	绝缘预防性试验中的非破坏性试验结果的综合分析判断 .....	104
复习题	.....	106
<b>第四章</b>	<b>交、直流耐压试验 .....</b>	<b>108</b>
第一节	交流耐压试验的目的和意义 .....	108
第二节	交流耐压试验的试验接线 .....	109
第三节	操作要点 .....	125
第四节	交流耐压试验中的异常现象及初步分析 .....	126
第五节	交流耐压试验结果的分析判断 .....	127
第六节	直流耐压试验 .....	129
复习题	.....	132

## 第二篇    预防性试验方法及诊断技术

<b>第五章</b>	<b>同步发电机试验 .....</b>	<b>137</b>
第一节	测量定子绕组的绝缘电阻和吸收比或极化指数 .....	137
第二节	测量定子绕组直流泄漏电流和直流耐压试验 .....	141
第三节	测量定子绕组端部的泄漏电流 .....	153
第四节	0.1Hz 超低频耐压试验 .....	154
第五节	特性试验 .....	162
第六节	温升试验 .....	165
第七节	转子绕组接地及匝间短路故障诊断 .....	170
第八节	冷却风量测量 .....	178
第九节	定子绕组的槽放电试验 .....	179
第十节	损耗和效率的测量 .....	180
第十一节	励磁机的特性试验 .....	182
复习题	.....	183
<b>第六章</b>	<b>电力变压器试验 .....</b>	<b>185</b>
第一节	油中溶解气体色谱分析 .....	185
第二节	测量绕组的直流电阻 .....	226
第三节	测量绝缘电阻及吸收比和极化指数 .....	238
第四节	测量介质损耗因数 .....	246
第五节	测量泄漏电流 .....	262
第六节	交流耐压试验和大型变压器感应耐压试验 .....	263
第七节	变压器操作波试验 .....	269
第八节	测量局部放电 .....	284
第九节	变压器绕组变形的诊断方法 .....	300

第十节	变压器油流带电测量 .....	312
第十一节	铁芯多点接地故障及其诊断 .....	324
第十二节	测定变压器油中微量水分的方法 .....	340
第十三节	变压器绝缘老化的诊断方法 .....	345
第十四节	零序阻抗的测量 .....	347
第十五节	特性试验 .....	351
第十六节	变压器故障综合判断实例 .....	373
	复习题 .....	394
<b>第七章</b>	<b>互感器试验 .....</b>	<b>396</b>
第一节	电流互感器试验 .....	396
第二节	电磁式电压互感器试验 .....	406
第三节	电容式电压互感器试验 .....	420
第四节	互感器的在线监测 .....	425
	复习题 .....	432
<b>第八章</b>	<b>开关电器试验 .....</b>	<b>434</b>
第一节	SF <sub>6</sub> 断路器和 GIS 试验 .....	434
第二节	油断路器试验 .....	447
第三节	真空断路器、重合器及分段器试验 .....	457
第四节	高压开关柜试验 .....	458
第五节	高压少油断路器的在线监测 .....	460
第六节	GIS 绝缘的在线监测 .....	465
	复习题 .....	472
<b>第九章</b>	<b>套管试验 .....</b>	<b>473</b>
第一节	测量绝缘电阻 .....	473
第二节	测量介质损耗因数和电容量 .....	473
第三节	电容型套管的在线监测 .....	479
	复习题 .....	483
<b>第十章</b>	<b>电力电缆线路试验 .....</b>	<b>484</b>
第一节	纸绝缘电力电缆线路试验 .....	484
第二节	橡塑绝缘电力电缆线路试验 .....	491
第三节	自容式充油电力电缆线路试验 .....	499
第四节	电力电缆线路的在线监测 .....	501
第五节	电力电缆线路故障探测 .....	504
第六节	输电线路工频参数测量 .....	514
	复习题 .....	520



<b>第十一章</b>	<b>电容器试验</b>	521
第一节	测量绝缘电阻	521
第二节	测量电容值	522
第三节	测量并联电阻值	526
第四节	测量介质损耗因数	527
第五节	渗漏油检查	529
第六节	耦合电容器的在线监测	529
	复习题	538
<b>第十二章</b>	<b>绝缘油的电气试验</b>	539
第一节	概述	539
第二节	试验方法	542
	复习题	551
<b>第十三章</b>	<b>避雷器试验</b>	552
第一节	避雷器的基本类型、结构和测试项目	552
第二节	不带并联电阻避雷器(FS型)的试验	555
第三节	带有并联电阻避雷器的试验	558
第四节	金属氧化物避雷器试验	563
第五节	避雷器的在线监测	568
第六节	不拆引线测量避雷器的绝缘电阻和电导电流	581
	复习题	585
<b>第十四章</b>	<b>绝缘子试验</b>	586
第一节	概述	586
第二节	零值绝缘子检测	586
第三节	测量绝缘电阻	589
第四节	交流耐压试验	590
第五节	测量绝缘子表面污秽物的等值盐密	591
第六节	高压与超高压输电线路不良绝缘子的在线检测	591
	复习题	598
<b>第十五章</b>	<b>接地装置</b>	600
第一节	接地的基本概念	600
第二节	接地装置的型式	604
第三节	接地电阻的计算	608
第四节	接地电阻的测量方法	611
第五节	接触电压与跨步电压的测量方法	626
第六节	土壤电阻率的测量方法	627
	复习题	630

## 附 录

<b>附录一 电力设备预防性试验及诊断技术相关技术标准</b>	633
1 电力设备预防性试验规程 (DL/T 596—1996)	633
2 电力设备预防性试验规程 (Q/CSG1 0007—2004)	705
3 带电作业工具、装置和设备预防性试验规程 (DL/T 976—2005) (摘要)	773
4 750kV 电气设备预防性试验规程 (Q/GDW 158—2007) (摘要)	807
5 电气装置安装工程 电气设备交接试验标准 (GB 50150—2006)	836
6 国家电网公司输变电设备状态检修试验规程 (Q/GDW 168—2008) (摘要)	883
<b>附录二 电力设备预防性试验及诊断技术相关技术数据</b>	947
1 球隙放电电压标准表	947
2 常用高压二极管技术数据	950
3 运行设备介质损耗因数 $\tan\delta$ 的温度换算系数	951
4 同步发电机、调相机定子绕组沥青云母和烘卷云母绝缘老化鉴定试验项目 和要求	953
5 绝缘子的交流耐压试验电压标准	954
6 污秽等级与对应附盐密度值	955
7 橡塑电缆内衬层和外护套被破坏进水确定方法	955
8 橡塑电缆附件中金属层的接地方法	956
9 避雷器的电导电流值和工频放电电压值	956
10 高压电气设备的工频耐压试验电压标准	957
11 电力变压器的交流试验电压	958
12 油浸电力变压器绕组直流泄漏电流参考值	959
13 合成绝缘子和 RTV 涂料憎水性测量方法及判断准则	959
14 气体绝缘金属封闭开关设备老炼试验方法	961
15 断路器回路电阻厂家标准	963
16 各种温度下铅导线直流电阻温度换算系数 $K_1$ 值	964
17 各种温度下铜导线直流电阻温度换算系数 $K_1$ 值	965
18 $QS_1$ 型西林电桥	965
19 绝缘电阻的温度换算	973
20 直流泄漏电流的温度换算	974
21 阀型避雷器电导电流的温度换算	975
22 常用高压硅堆技术参数	976
23 油浸式电力变压器介质损耗、绝缘电阻温度校正系数	977
24 部分断路器接触电阻值和时间参数	979
25 阀型避雷器的电导电流值、工频放电电压值和金属氧化物避雷器	

直流 1mA 电压 .....	984
26 相关电力设备常用技术数据 .....	987
27 系统电容电流估算 .....	1002
28 电气绝缘工具试验 .....	1002
29 同步发电机参数 (参考值) .....	1004
<b>附录三 电气设备预防性试验仪器、设备配置及选型 .....</b>	<b>1007</b>
1 Z—VI 系列高频直流高压发生器技术参数 .....	1007
2 Z—VI 系列高频直流高压发生器选用参考 .....	1008
3 10~35kV 变电站常用高压试验仪器配置 .....	1009
4 110~220kV 变电站常用高压试验仪器配置 .....	1009
5 10~35kV 变电站常用高压试验仪器 .....	1010
6 110~220kV 变电站常用高压试验仪器 .....	1019
<b>参考文献 .....</b>	<b>1031</b>

# 概 论

预防性试验是指为了发现运行中设备的隐患，预防发生事故或设备损坏，对设备进行的检查、试验或监测，也包括取油样和气样进行的试验。预防性试验是电力设备运行与维护工作中的一个重要环节，是保证电力系统安全运行的有效手段之一。电力设备预防性试验是指对已投入运行的设备按规定的试验条件（如规定的试验设备、环境条件、试验方法和试验电压等）、试验项目和试验周期所进行的检查、试验或监测。它是判断设备能否继续投入运行，预防发生事故或设备损坏以及保证设备安全运行的重要措施。因此，我国规定，凡电力系统的设备，应根据《电力设备预防性试验规程》（DL/T 596—1966）（以下简称《规程》）的要求进行预防性试验，防患于未然。

电力设备在制造、运输和检修过程中，有可能因发生意外事故而残留有潜伏性缺陷；在长期运行过程中，又会受到电场的作用、导体发热的作用、机械力损伤与化学腐蚀作用以及大气条件的影响等，在这些外界因素的影响下，可能逐渐产生缺陷，使其绝缘性能变坏，这就是通常所说的劣化。劣化的绝缘有的是可逆的，有的是不可逆的。例如，绝缘受潮后，其性能下降，但进行干燥后，又恢复其原有的绝缘性能，显然它是可逆的。再如，某些工程塑料在湿度、温度不同的条件下，其机械性能呈可逆的起伏变化，这类可逆的变化，实质上是一种物理变化，是一种没有触及化学结构的变化。若绝缘在各种因素的长期作用下发生一系列的化学、物理变化，导致绝缘性能和机械性能等不断下降，称这种劣化为老化，它是不可逆的劣化。例如局部放电时会产生臭氧，很容易使绝缘材料发生臭氧裂变，导致材料性能老化；油在电弧的高温作用下，能分解出碳粒，油被氧化而生成水和酸，都会使油逐渐老化。正确区分绝缘的可逆劣化和不可逆劣化，在预防性试验中具有重要意义。

为分析、判断方便，通常把绝缘缺陷分为以下两类：

(1) 集中性缺陷。指缺陷集中于绝缘的某个或某几个部分。例如局部受潮、局部机械损伤、绝缘内部气泡、瓷介质裂纹等，它又分为贯穿性缺陷和非贯穿性缺陷，这类缺陷的发展速度较快，因而具有较大的危险性。

(2) 分布性缺陷。指由于受潮、过热、动力负荷及长时间过电压的作用导致的电力设备整体绝缘性能下降，例如绝缘整体受潮、充油设备的油变质等，它是一种普遍性的劣化，是缓慢演变而发展的。

既然电力设备绝缘有缺陷，那么它的绝缘性能就要发生变化。这样，就可以通过某种试验手段，测量表征其性能的有关参数，以查找绝缘存在的缺陷。目前，通常采用预防性试验手段来查找，并且它已成为我国电力生产中的一项重要制度，是保证电力系统安全运行的有效手段之一。

电力设备预防性试验通常按其对被试绝缘的危险性进行分类，包括以下两类：

(1) 非破坏性试验。在较低电压（低于或接近额定电压）下进行的试验称为非破坏性试



验。主要指测量绝缘电阻、泄漏电流和介质损耗因数等电气试验项目。由于这类试验施加的电压较低，故不会损伤设备的绝缘性能，其目的是判断绝缘状态，及时发现可能的劣化现象。

(2) 破坏性试验。在高于工作电压下所进行的试验称为破坏性试验。试验时在设备绝缘上加上规定的试验电压，考验绝缘对此电压的耐受能力，因此也叫耐压试验。它主要指交流耐压和直流耐压试验。由于这类试验所加电压较高，考验比较直接和严格，但也有可能在试验过程中给绝缘造成一定的损伤和破坏，故而得名。

应当指出，这两类试验是有一定顺序的，应首先进行非破坏性试验，然后再进行破坏性试验，这样可以避免不应有的击穿事件。例如进行变压器预防性试验时，当用非破坏性试验检测出其受潮后，应当先进行干燥，然后再进行破坏性试验，这样可以避免变压器一开始试验就被打坏，造成修复困难。

若按停电与否进行分类，预防性试验可分为以下两类：

(1) 常规停电预防性试验。这就是通常所说的预防性试验。

(2) 在线监测。它是指在不影响电力设备运行的条件下，即不停电对电力设备的运行工况和（或）健康状况连续或定时进行的监测，通常是自动进行的。为了便于区别，在《规程》中将运行电压下的设备，采用专门仪器，由人员参与进行的测量称为带电测量。究其本质，测试都是在运行电压下进行的，只是“自动”程度不同而已。在线监测是预防性试验的重要组成部分，是发展的最高形式。

若按测量的信息进行分类，预防性试验可分为以下两类：

(1) 电气法。是指测量各种电信息的方法。如测量泄漏电流、介质损耗因数  $\tan\delta$  等。

(2) 非电气法。是指测量各种非电信息的方法。如油中溶解气体色谱分析和油中含水量测定等。

为了清晰，可将上述方法和项目归纳如图 0-1 所示。

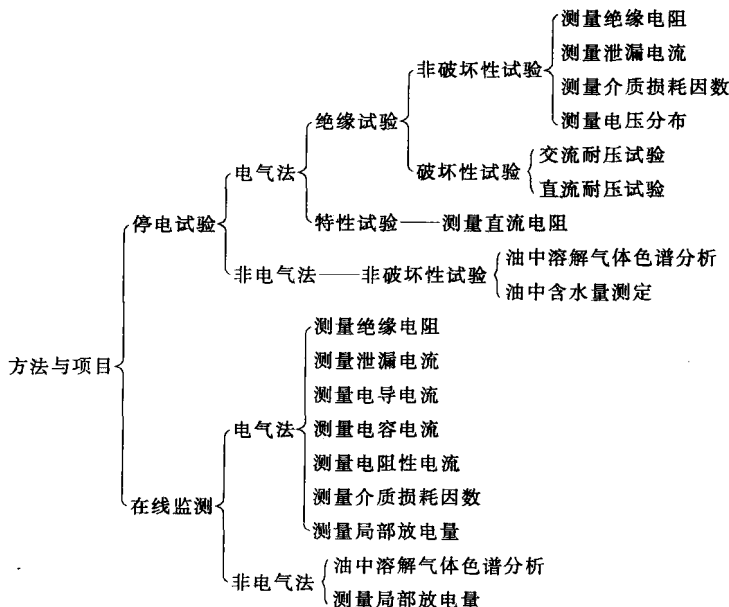


图 0-1 预防性试验分类



多年来, 常规停电预防性试验对保证电力设备安全运行起到了积极的作用, 但是随着电力设备的大容量化、高电压化、结构多样化及密封化, 对常规停电预防性试验而言, 传统的简易诊断方法已显得不太适应, 主要表现在:

(1) 试验时需要停电。目前, 我国电力供应还比较紧张, 即使是计划性停电, 也会给生产带来一定的影响。在某些情况下, 当由于系统运行的要求设备无法停运时, 往往造成漏试或超周期试验, 这就难以及时诊断出绝缘缺陷。另外, 停电后设备温度降低, 测试结果有时不能反映真实情况。研究表明, 约有 58.5% 的设备难以根据低温度试验结果作出正确判断。

(2) 试验时间集中、工作量大。我国的绝缘预防性试验往往集中在春季, 由于要在很短的时间 (通常为 3 个月左右) 内, 对数百甚至数千台设备进行试验, 一则劳动强度大, 二则难以对每台设备都进行十分仔细的诊断, 对可疑的数据未能及时进行反复研究和综合判断, 以致酿成事故。例如, 测得某 220kV 油纸电容式电流互感器的  $\tan\delta$  为 1.4%, 虽小于原规程限值 1.5%, 但比上年的测量值 0.41% 增长 2.4 倍, 也判断为合格, 结果投运 10h 后, 就发生了爆炸。

(3) 试验电压低, 诊断的有效性值得研究。对于传统的诊断方法, 试验电压一般在 10kV 及以下, 由于试验电压低, 不易发现缺陷, 所以曾多次发生预防性试验合格后的烧坏、爆炸情况。例如, 安徽省某地曾发生 OY-110/ $\sqrt{3}$ -0.0066 型耦合电容器试验合格, 而运行不到 3 个月就爆炸的情况; 东北地区某 220kV 少油断路器曾发生测得 B 相泄漏电流为  $7\mu\text{A}$  (小于限值  $10\mu\text{A}$ ), 判断为合格, 投运 10 个月后就爆炸的情况。

基于上述情况, 目前需要开展以下两方面的研究:

(1) 新的预防性试验检测参数与方法。近几年来, 色谱分析、局部放电等试验项目的引入, 使检测的有效性明显提高, 但是对有些缺陷仍难以及时发现。这就需要继续引入一些新的检测参数、新方法和新技术。目前国外也很重视这方面的研究和开发。例如, 日本开发了自动加交流高压以及测量最大放电电荷量、介质损耗因数、电流增加率、电流急增点、直流分量等的自动绝缘诊断装置, 它能给出测量曲线、综合特性等, 完成自动测量和分析。

(2) 在线监测。由上述可知, 电力设备虽然都按规定、按时做了常规预防性试验, 但事故往往仍然时有发生, 其主要原因之一是由于现有的试验项目和方法往往难以保证在这样一个周期内不发生故障。由于绝大多数故障在事故前都有先兆, 这就要求发展一种连续或选时的监视技术, 在线监测就是在这种情况下产生的。由于现在不少设备的运行电压已远高于停电后的试验电压, 如能利用运行电压本身对高压电力设备绝缘情况进行试验, 这样就可以大大提高试验的真实性和灵敏度, 以便及时发现绝缘缺陷, 这是在线监测的一个重要出发点。

近年来, 随着传感器技术、光纤技术、计算机技术等的发展和应用, 为在线监测技术揭开了新的篇章。图 0-2 示出了在线监测中一个最基本的流程示意图。由各种传感器系统所获得的各种信号 (采集到的可能是电气参量, 也可能是温度、压力、超声等非电气参量), 经过必要的转换后, 统一送进数据处理、分析系统。当然, 为了采集及处理不同的参量, 还需要相应的硬件与软件来支持。在综合分析判断后给出结果, 既可以用微型打印



机打印，也可以直接存盘或屏幕显示；如有“超标”，可立刻发出警报；也可与上一级检测中心相连，即形成多级监控系统的一部分。这时，为轻便起见，在设备旁边的在线监测仪一般可用单片（或单板）机来完成；而在变电站里另用个人计算机即可对各设备、各参量统一进行分析处理，实现存储、分析、对比、诊断等功能。



图 0-2 在线监测流程示意图

可以预测，在线监测有可能逐步取代常规停电预防性试验，但是，目前还不能这样做，原因如下：

(1) 目前在线监测大多局限于测量电力设备在工频电压下的绝缘参量。这样，在线监测就难以得到直流电压下的绝缘特性。对一些特定设备，例如，聚乙烯电缆，在检测其水树时，也有采用在交流运行电压下叠加低压直流方法的，但是此类方法在多大程度上可以取代其他直流试验等问题还需要进一步探讨。

(2) 在线监测无法测量电力设备在高于运行电压下的交流参数。

(3) 在线监测尚有迫切需要研究的问题，它包括两个方面：一方面是确定绝缘诊断方法，即要测量什么参数，这些参数要发展到怎样的水平或出现怎样的模式作为预报故障的判据；另一方面是如何测准这些参数。总之，不能认为将常规停电预防性试验项目、测试方法都改为在线监测就大功告成了，必须对上述问题进行充分论证，并重点研究信息传递手段的更新和绝缘劣化机理。

目前国外从现有监测技术出发，把停电自动监测与在线监测系统结合起来，利用电力设备停运时自动进行常规性预防性试验是弥补在线监测不足的方法之一。采用这样的方法，要求测试时设备的一次侧能够与其他设备隔离，并要有自动加压设备，同时要求系统运行时自动断开这些加压设备，因此测试系统结构比较复杂。

我国的在线监测系统大体可以分成两种类型：

(1) 集中式实时在线监测系统。这类系统通常是由安装在设备上的传感器、信号转换装置、信号传输电缆、信号显示和信号分析装置组成。为了实现整座变电站的在线监测，常常将各种监测信号集中传送到一台微机，由微机来承担各类数据的采集、处理、分析、显示和报警等方面的工作。现已发展成为多功能、全自动的绝缘在线监测系统。

(2) 便携式在线监测系统。这类系统可以由安装在运行设备上的传感器、信号转换器和专用便携式信号接收机组成。某些便携式绝缘监测仪还可以自成系统独立完成对运行设备的探测，无需在运行设备上安装传感器。

研究表明，集中式实时在线监测系统与便携式在线监测系统所取得的实际效果相近，但在经济效益、稳定性和运行维护等方面，便携式在线监测技术具有明显的优势，因此在同等的情况下，目前宜大力推广便携式在线监测技术和监测装置。



由上述可知，在线监测目前我国仍处于不断总结和巩固的阶段。为了总结、推广、协调我国的在线监测工作，在电力工业设备诊断技术专业协会的领导下，于1987年11月28日正式成立了电力设备绝缘诊断专业委员会，各省（自治区、直辖市）电力部门也陆续成立了相应的组织，指导基层工作。近年来，有些单位已研制出了多功能在线监测装置和电力变压器故障诊断专家系统，有些单位积极推广电力设备红外诊断技术，这些都有力地推动了我国在线监测工作的发展。

## 复 习 题

1. 什么是预防性试验？为什么要对电力设备进行预防性试验？
2. 绝缘缺陷分为几类？它们的特点各是什么？
3. 在预防性试验中，为什么必须先做非破坏性试验，后做破坏性试验？
4. 什么是在线监测？为什么要推广在线监测？它的发展前景如何？
5. 当前预防性试验研究的主要内容是什么？
6. 名词解释：老化、劣化、带电测量。



