

# 电气设备故障试验诊断 **攻略**

## 电力电容器

丛书主编 包玉树  
本册主编 司增彦

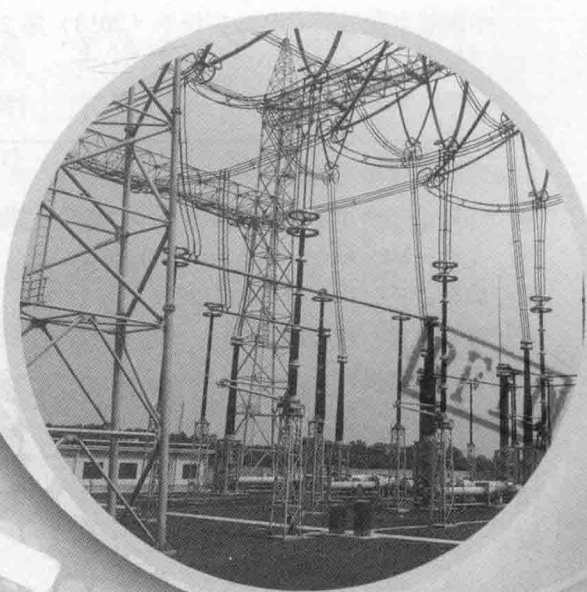


中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

# 电气设备故障试验诊断 攻略

## 电力电容器

丛书主编 包玉树  
本册主编 司增彦



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

## 内 容 提 要

为加强对电气设备的检查维护及故障诊断力度,确保电气设备安全稳定运行,特编写《电气设备故障试验诊断攻略》丛书。本书详细介绍了事故或异常的产生原因、诊断处理过程及防范措施,对电力电容器等设备在线监测新技术及其应用也作了较为详细的叙述。

本书是《电力电容器》分册,共六章,分别为:电力电容器装置、电力电容器在串补装置中的典型应用、直流换流系统滤波电容器装置、电力电容器异常及事故处理、电力电容器典型异常及事故案例分析及电力电容器监测新技术及其应用。本书结合设备的实际运行状况,列举了较为丰富的故障案例并给予了详细的分析、诊断、处理及相应的防范措施,力求立足实际,分析透彻,语言通俗易懂,逻辑结构清楚。

本书可作为变电运维、检修、试验等人员提高相关设备、装置事故或异常处理水平和技能的阅读刊物,也可作为相关设备的设计、施工人员,普通高等院校、高等职业院校电力类专业学生的参考用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

电气设备故障试验诊断攻略. 电力电容器 / 司增彦主编; 包玉树丛书主编. —北京: 中国电力出版社, 2018. 12

ISBN 978-7-5198-2757-1

I. ①电… II. ①司…②包… III. ①电气设备—故障诊断②电力电容器—故障诊断  
IV. ① TM07 ② TM531.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 294348 号

---

出版发行: 中国电力出版社

地 址: 北京市东城区北京站西街 19 号 (邮政编码 100005)

网 址: <http://www.cepp.sgcc.com.cn>

责任编辑: 王 南 (010-63412876)

责任校对: 黄 蓓 郝军燕

装帧设计: 赵姗姗

责任印制: 石 雷

---

印 刷: 三河市百盛印装有限公司

版 次: 2019 年 7 月第一版

印 次: 2019 年 7 月北京第一次印刷

开 本: 787 毫米 × 1092 毫米 16 开本

印 张: 14

字 数: 302 千字

印 数: 0001—1500 册

定 价: 61.00 元

---

版权专有 侵权必究

本书如有印装质量问题, 我社营销中心负责退换

# 《电气设备故障试验诊断攻略》丛书编委会 审定委员会

主 任 黄志高

副 主 任 陈 晟 卞康麟

委 员 (按姓氏笔画排序)

马生坤 王丽峰 水为涟 吉 宏 许焕清 杜 森  
李 杰 李瑶红 吴 俊 张红光 祝和明 徐建军  
翟学锋

## 编写委员会

丛书主编 包玉树

丛书参编 (按姓氏笔画排序)

马生坤 马君鹏 王成亮 王伟津 王庆胜 王如山  
王丽峰 王泽仁 王建刚 卞康麟 邓嘉欣 甘 强  
叶加星 付 慧 司增彦 朱孟周 刘 洋 孙和泰  
孙景奕 孙 熊 杜 森 杨小平 杨世海 杨景刚  
李夕强 李 军 李 勇 李瑶红 吴 俊 吴 剑  
张兴沛 陈华桂 陈志勇 陈 杰 陈明光 范 忠  
周 源 孟 嘉 赵 胤 胡永建 钟子娟 钟永和  
祝和明 秦嘉喜 贾勇勇 徐敏锐 殷 峰 高 山  
高 嵩 黄亚龙 黄 芬 黄 磊 隋东礪 衡思坤

## 本册编写人员

主 编 司增彦

副 主 编 司书林

参 编 王巍津 厉洪滨 朱增军 祁永业 张 锋 国连玉  
胡永军 梅 海 李 军 张 伟 滕 松 王政彩  
宋 强 彭 浩 封 莲



目前，国家电网公司立足自主创新，大力发展特高压和智能电网并取得了重大突破，实现了“中国创造”和“中国引领”，电力事业日新月异，蓬勃向前。国网江苏省电力公司的广大员工随潮而动，逐梦而飞。在此背景下，经过近四年的筹划、组织、立项、编撰、审核、修改，《电气设备故障试验诊断攻略》丛书与读者见面了。

本套丛书按照一次设备的种类分别成册，内容涵盖设备结构、针对性试验、典型故障、诊断攻略等方面，重点放在具有可操作性的故障诊断上。丛书中所列故障案例，既有作者的亲身经历，也有收集借鉴的他山之石，经过筛选、加工一一呈现在读者面前，期望这套丛书能给读者带来不一样的收获。本套丛书各分册内容安排主要以故障描述、缺陷排查、综合分析、诊断攻略的形式呈现，另外对专业领域的试验与诊断新技术做了前瞻性叙述。

《电力电容器》分册通过电气试验、设备解剖等手段，结合发生的典型事故或异常案例对电力电容器装置及相关设备进行了诊断分析，详细介绍了事故或异常产生的原因、诊断处理和防范措施，对电力电容器等设备在线监测新技术及其应用也作了较为详细的叙述。

本分册共分六章，分别为电力电容器装置、电力电容器在串补装置中的典型应用、直流换流系统滤波电容器装置、电力电容器异常及事故处理、电力电容器典型异常及事故案例分析及电力电容器监测新技术及其应用。本分册结合设备的实际运行状况，列举了较为丰富的故障案例并给予了详细的分析、诊断、处理及相应的防范措施，力求立足实际、分析透彻，语言通俗易懂，逻辑结构清楚，因此，可作为变电运维、检修、试验等人员提高相关设备、装置事故或异常处理水平和技能的阅读刊物，也可作为相关设备的设计、施工人员，普通高等院校、高等职业院校电力类专业学生的参考用书。

本套丛书的编写过程中，得到了国网江苏省电力公司领导的大力支持，书中参考了其他省市电力公司的事故案例，引用了一些研究成果及试验数据，在此对相关单位的领导、专家及文献资料的编著者表示诚挚的感谢。

另，书中仍有疏漏与不足之处，敬请读者批评指正。

编 者

2018年8月

# 目 录



前言

<b>第一章 电力电容器装置</b> .....	1
第一节 电力电容器成套装置简介 .....	1
第二节 电力电容器成套装置试验简介 .....	7
<b>第二章 电力电容器在串补装置中的典型应用</b> .....	14
第一节 徐州三堡 500kV 串联补偿装置简介 .....	14
第二节 贺州 500kV 串联补偿电容器装置简介 .....	20
<b>第三章 直流换流系统滤波电容器装置</b> .....	27
第一节 直流换流站装置简介 .....	27
第二节 换流站主要设备功能 .....	28
<b>第四章 电力电容器异常及事故处理</b> .....	30
第一节 电力电容器异常处理 .....	30
第二节 电力电容器事故处理 .....	32
<b>第五章 电力电容器典型异常及事故案例分析</b> .....	36
第一节 集合式电力电容器典型案例 .....	36
第二节 框架式油浸电力电容器典型案例 .....	52
第三节 框架式干式自愈式电容器典型案例 .....	119
第四节 其他电力电容器典型案例 .....	137
第五节 电力电容器附属设备典型案例 .....	150
第六节 串补装置中电容器典型故障案例 .....	171
第七节 换流站电容器装置典型故障案例 .....	189
<b>第六章 电力电容器监测新技术及其应用</b> .....	200
第一节 电力电容器在线监测 .....	200
第二节 电容器组在线监测与预警系统应用 .....	203
第三节 一种新型并联电容器在线监测技术方案 .....	207
第四节 串补装置中电容器新技术应用 .....	211
<b>参考文献</b> .....	214

## 电力电容器装置

电力电容器在电力系统中用途广泛，是电力系统中最重要的工作元件之一，分为并联电容器、串联电容器及耦合电容器。并联电容器作为一种极为重要的无功电源，对于改善电力系统结构、提高电能质量起着决定性的作用。并联电容器可以向系统发出无功功率，装设在负荷侧，以减少线路上传输的无功功率，达到降低电压损失的目的；串联电容器是利用串联的电容抵偿部分感抗来达到降低电压损失的目的。二者的补偿方式不同，但目的一样。耦合电容器则主要承担电力系统滤波、载波和高频保护任务。

随着电网规模不断扩大，电力电容器在补偿系统无功和保证电压质量方面的作用越来越重要，因此对其运行的可靠性要求也越来越高。由于系统无功负荷经常波动变化，为将功率因数控制在较高水平，电力电容器的投切往往是比较频繁的。从实际情况看，电力电容器发生故障还是相当多的，日常抢修工作的很大一部分都是针对电力电容器的抢修，因此，有必要结合平时遇到的一些问题，加强电力电容器的各种试验手段并对常见故障进行分析，以提高对电力电容器的检修、维护质量，保证设备健康水平，提高运行的可靠性。

### 第一节 电力电容器成套装置简介

电力电容器装置由高压电容器、电抗器、电流互感器（充油式、硅橡胶、光电流互感器）以及其他金属连接件、支撑件、防护件等组成，成套装置主要有以下两种。

#### 一、集合式电容器成套装置

##### 1. 装置简介

集合式电容器成套装置主要由并联电容器、串联电抗器、氧化锌避雷器、放电线圈、支柱绝缘子、接地开关、钢框架和围栏等组成，如图 1-1 所示。

熔断器与电容器串联，当该电容器内部有部分串联段击穿时，熔断器动作，将该台故障电容器迅速从电容器组切除，有效防止故障扩大。放电线圈并联在电容器回路，当电容器组从电源退出运行后，能使电容器上的剩余电压在 5s 内自额定电压峰值降至 50V 以下。氧化锌避雷器并接在线路上，以限制投切电容器组所引起的操作过电压。串联电抗器串接在电容器回路中，以限制投切电容器组中的高次谐波，降低合闸涌流。串联电抗器的电抗率仅对于限制涌流取 0.1%~1%，对于限制 5 次以上的谐波，选用

4.5%~6%，对于抑制3次以上谐波，选用12%~13%。

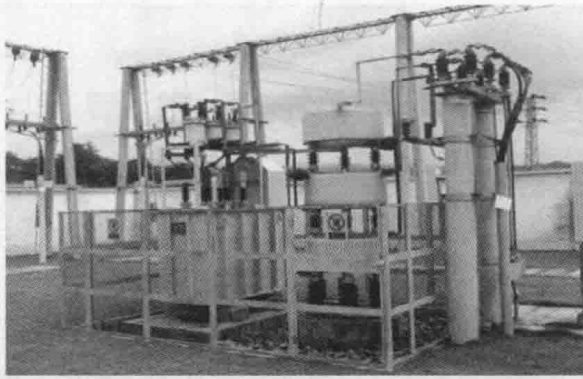


图 1-1 集合式电容器成套装置

## 2. 型号意义

集合式电容器有 BFM 型、BAM 型等系列，其型号、意义如图 1-2 所示。

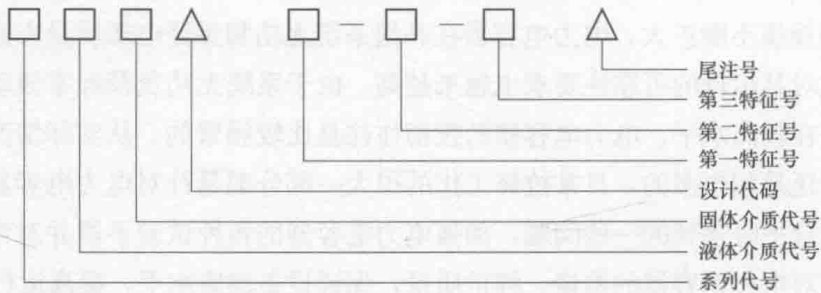


图 1-2 集合式电容器的型号示意图

例如：(1) BFM6.3-50-1；

(2) BFMR11-100-3W；

(3) BAMr11/ $\sqrt{3}$ -200-1Wh。

系列代号 B 表示并联电容器。

液体介质代号 F 表示二芳基乙烷，A 表示苜基甲苯（适应寒冷低温地区）。

固体介质代号 M 表示全膜介质。

设计代号 R 表示放电电阻，r 表示内熔丝。

第一特征号（额定电压）6.3 表示额定电压 6.3kV，11 表示额定电压 11kV。

第二特征号（额定容量）50 表示额定容量 50kvar，100 表示额定容量 100kvar。

第三特征号（相数）1 表示单相，3 表示三相。

尾注号 W 表示户外式（无尾注号表示户内式），h 表示横放，G 表示高原型。

## 二、框架式电容器成套装置

### 1. 装置简介

框架式电容器成套装置一般可分为户内及户外式两种，主要用于 6~35kV 等三相

电力系统，用以调整、平衡网络电压，提高功率因数，降低损耗，提高供电质量。

(1) 户内框架式。由串联电抗器、进线架和电容器架构成，空心电抗一般为三相叠装或三相平放。进线架内包括高压隔离开关、放电线圈及避雷器，电容器架一般为二层单排布置，容量特别大可采用双排二层布置，进线架与电容构架并列，高度、深度一致，每台电容均配装外熔断器，如图 1-3 所示。

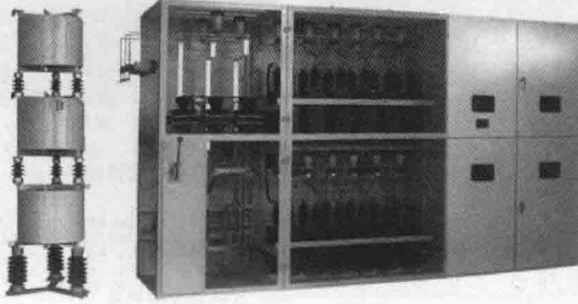


图 1-3 户内框架式电容器成套装置

(2) 户外框架式。由 GW4-12D 高压隔离开关进线，开关安装在平台上。隔离开关后是电抗器，一般为三相叠装，容量很大时可分相安装，相应电容也是分相安装。电容器单台容量为 50~500kvar 时电容构架为单排或双排三层布置，避雷器、放电线圈安装在构架上；200kvar 及以上电容一般用单排或双排二层布置；当容量特别大时，电容可分相布置，每相为双排一层布置，避雷器、放电线圈置于框架顶部。整套装置四周用不低于 2m 的网栏门围住，网栏门至少应有一扇活门以利巡视和检修，如图 1-4 所示。

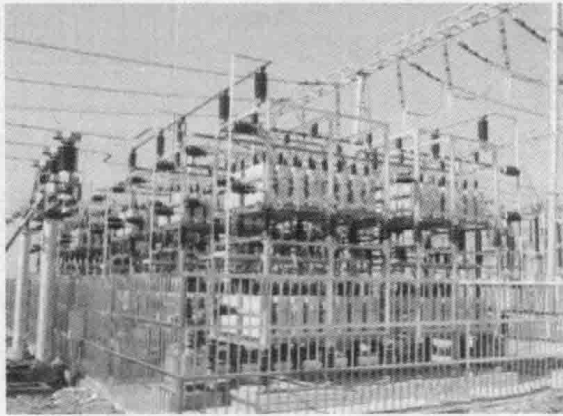


图 1-4 户外框架式电容器成套装置

## 2. 型号意义

目前，国内生产的框架式电容器成套装置种类不多，以 TBB 型最具有代表性，其型号意义如图 1-5 所示。

## 3. 电容器单元结构

电容器的种类很多，金属外壳式电力电容器的结构示意图如图 1-6 所示，主要由芯组（芯子元件、熔丝、放电电阻等）、外壳和出线结构 3 部分组成，将芯子或由多个芯子组成的器身与外壳和出线结构进行装配，经过真空干燥浸渍处理和密封制成电容器。

采用金属矩形外壳，芯子由卷绕压成扁形的电容器内部元器件（小电容）和绝缘件组成。高压电容器芯子（小电容元器件）接成串联、并联形式，出线采用瓷套绝缘结构。图 1-7 为相应的电力电容器内部结构原理图。

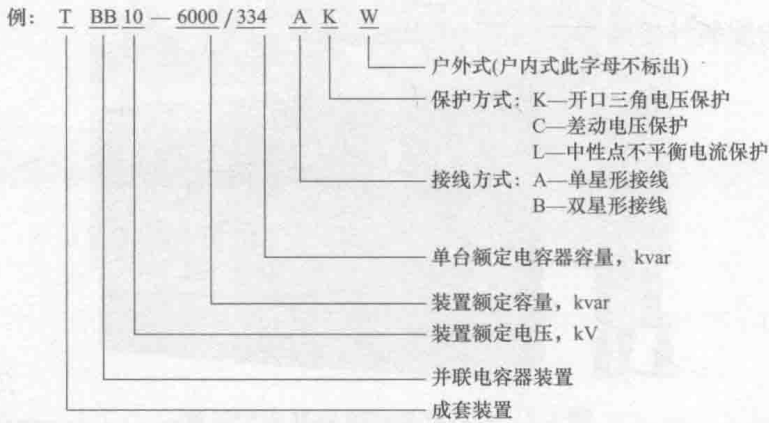


图 1-5 框架式电容器的型号示意图

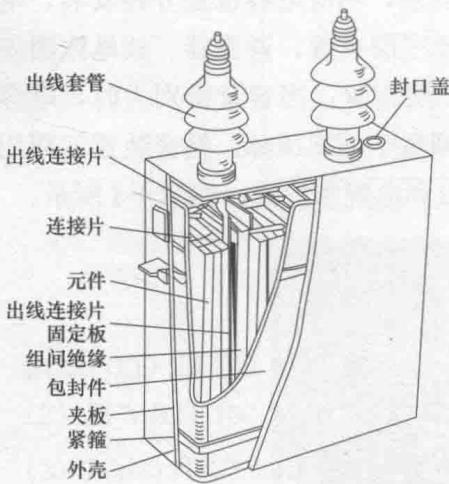


图 1-6 金属外壳式电力电容器结构图

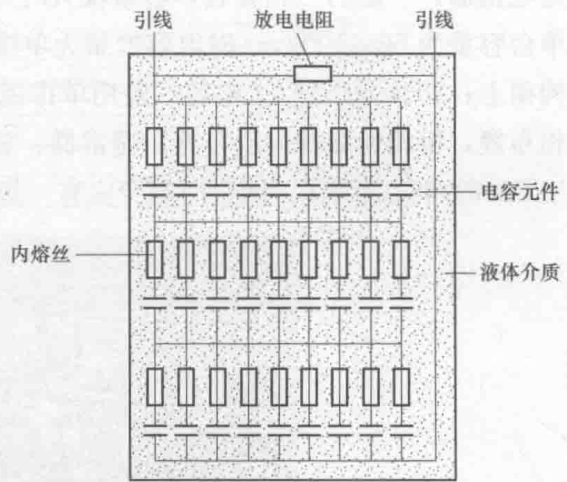


图 1-7 金属外壳式电力电容器内部原理图

(1) 外壳。除容纳电容器的主要部件—芯组及绝缘油以外，还利于散热并附有满足搬运、安装要求的吊装和（或）地脚等。其制作材料为薄钢板（厚度一般为 1~2mm），以满足绝缘油随内部温度变化造成体积变化的补偿，特别是要保证电容器内部不出现负压，保证内部绝缘性能不降低。

(2) 出线结构。由瓷套管、出线及套在出线外的绝缘管组成。瓷套是电容器出线与外壳之间的外绝缘，其高度和伞裙数量由绝缘等级即电压等级决定，其参数指标为爬电距离（简称爬距）。瓷套壁同时也和绝缘管中的绝缘油共同承担出线与外壳间的绝缘（内绝缘）。出线为铜绞线或铜杆，绝缘管为电缆纸卷绕而成的纸管。图 1-8 为套管和封盖一体化实物图，图 1-9 为套管结构图。

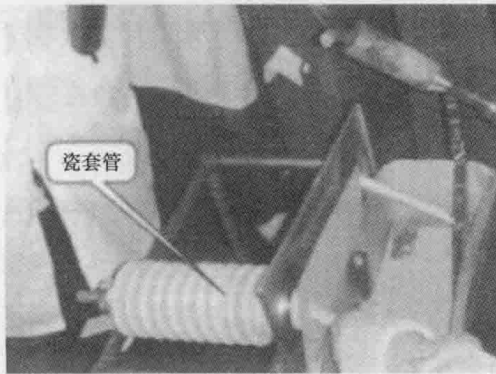


图 1-8 套管和封盖一体化

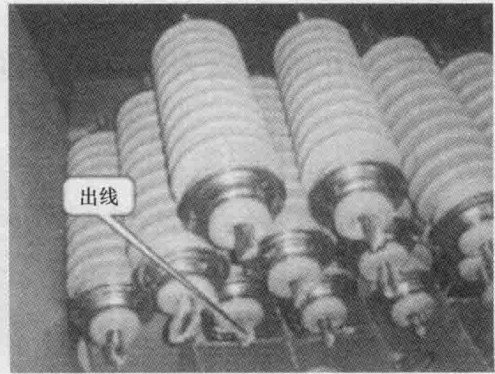


图 1-9 套管结构

(3) 芯组。这部分是电容器的核心部分。主要由若干元件、内熔丝（需要时配置）、连接片、绝缘件、包封件和紧固件经过压装并按规定的串、并联接法连接而成。

1) 元件由一定厚度、层数的介质（电容器纸或电容器纸与聚丙烯薄膜或聚丙烯薄膜）和极板（通常为铝箔）卷绕一定圈数后压扁而成。当铝箔的宽度小于介质的宽度时，电极靠引线引出，成为隐箔式（全纸介质和复合介质电容器常用）；当铝箔的宽度大于或等于介质时铝箔突出在外，靠连接线进行元件的串、并联连接，称为突箔式（全膜介质电容器常用）。

元件的连接方式通常为先并联后串联，如果有内熔丝，则把内熔丝与元件看成一体再先并联后串联连接。

2) 内熔丝作为电容器的内保护用。从熔丝角度划分，电容器分为内熔丝、外熔丝和无熔丝电容器，其中内熔丝电容器在换流站更多使用。内熔丝是电容器元件最基本的保护器件，与元件串联，通常为镀锌纯铜线，应用非常广泛。其作用是运行过程中若元件击穿则迅速熔断，将故障元件切除，仅损失小部分电容，不影响整台电容器运行。但是由于电容器本身的发展（如电场强度的提高，元件容量的增大），对于小容量的电容器无法设置内部熔丝。

电容器的内熔丝保护的性能好坏，决定了电容器单元发生故障时，动作成功与否，直接关系到并联电容器不平衡电流的大小。

3) 连接片通常为镀锌纯铜片，用于对元件的串、并联连接，即电容器内部的电气连接。

4) 绝缘件通常为电缆纸和电工纸板，作为元件组（并联在一起的元件为一元件组）间的绝缘。

5) 包封件通常为电缆纸制成，它将连接好的元件整体包裹，作为电容器带电部分对外壳的绝缘（见图 1-10）。

6) 紧固件的作用是紧固包封件，在全纸电容器和复合介质电容器制造阶段都用钢带紧固（包扎），在全膜电容器制造中都采用塑料带紧固（见图 1-10）。

(4) 电容器的介质。电容器介质的选用是设计者根据用户的电气性能要求在设计时

选用的，它主要决定了电容器的电气性能，但生产制造过程也是电容器达到性能要求的重要环节。电容器内部绝缘介质有固体介质和液体介质之分。

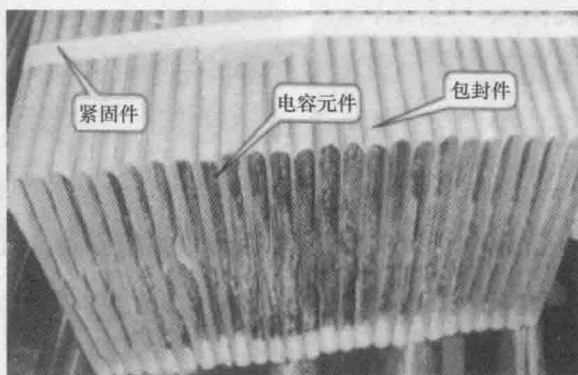


图 1-10 电容器芯组

1) 固体介质。油浸式电容器的固体介质为电容器纸和聚丙烯薄膜。前者在全纸和复合介质电容器制造中是唯一的选择，设计者只能对电容器纸的厚薄和宽窄进行选择，别无余地。随着电容器制造技术的发展，现在全膜电容器占据了绝对主导地位，本书不再介绍电容器纸的性能。

聚丙烯薄膜几乎是日前制造油浸高压并联电力电容器和油浸高压滤波电容器的唯一固体材料。在复合介质电容器生产为主的时期，解决电容器芯子的浸透性，都采用单面或双面粗化膜，用以保证膜与铝箔之间浸透绝缘油。现在在制造全膜电容器中已经全部采用双面粗化膜。

聚丙烯薄膜顾名思义其原材料是聚丙烯，根据生产工艺的不同有平膜和管膜两种，平膜是将聚丙烯经双轴定向拉伸而成，管膜是将聚丙烯吹塑成薄壁筒状后刨切而成。在电容器制造中使用的聚丙烯薄膜有 95% 左右的结晶体，而普通聚丙烯薄膜基本为无定形体，因此电容器用聚丙烯薄膜有较高的电气性能和耐热性能。为了提高浸透性，薄膜表面都进行了粗化处理。

2) 液体介质。随着科学的发展，高压油浸金属外壳式电容器的液体介质，不断开发推出新品种，淘汰老品种。其理化及电性能综合指标不断提高，这使得高压油浸电容器产品性能不断得到提高。

最早使用的电容器油，不是人工合成的，而是从矿物油中经精馏提取的，其电性能略优于变压器油，这是一种以直链结构为主的饱和烷烃，国内主要产自大庆和克拉玛依，大庆产品为纯饱和烷烃，克拉玛依产品有部分环烷结构，性能略好些。由于电容器油不具有吸气性，因此不利于解决局部放电问题，其他性能指标也不如人工合成的材料，目前这些已被电容器行业淘汰。它的相似产品仍被变压器行业和电缆行业广泛应用（变压器油和电缆油）。

我国在 20 世纪 60 年代曾用过氯化联苯（PCB），它是五氯联苯和三氯联苯的混合物，但因其毒性很大，已被全球禁用。

## 第二节 电力电容器成套装置试验简介

高压电容的试验是对整个电容器生产最终结果的考察，为了保证试验的准确性、可靠性，所有试验应在一定条件下进行，试验时应注意试验环境条件并做好记录。同时电容器装置试验是设备新安装后或设备停电后需要进行的项目，设备新安装后施工单位需进行交接试验，设备检修后需进行例行试验或特殊性试验。按设备运行的时间阶段划分，试验项目分为设备新安装的交接试验、定期的例行试验和根据设备状态情况进行的诊断性试验项目，下面对电容器装置开展的试验项目进行介绍。

### 一、电容器的出厂试验

电容器出厂试验的目的在于检验制造中的缺陷和测量电容器的各项指标是否满足标准及技术协议要求。试验的顺序：电容测量及损耗角正切值测量试验应在工频耐压试验后进行，其他试验的次序可不作规定，出厂试验项目如表 1-1 所示。

表 1-1 电容器的出厂试验项目

序号	试验项目	备注
1	外观检验	
2	电容测量	
3	电容器损耗角正切测量	
4	端子间工频耐受电压试验	
5	端子与外壳间交流耐压试验	
6	内部放电器件试验	
7	密封性试验	
8	内熔丝的放电与隔离试验	
9	局部放电试验	

出厂试验方法如下。

#### 1. 电容器的电容量测量

电容量测量是电容器的必试项目，电容值是电容器的基本特征量，用以计算无功输出容量。电容测量的方法包括：

- (1) 电压电流表法；
- (2) 双电压表法；
- (3) 电桥法；
- (4) 电容表直接测量法。

在标准环境温度下，出厂测量电容值一般采用前 3 种方法，第 4 种方法一般在现场采用。

## 2. 电容器损耗角正切值的测量

损耗角正切值测量目的是检查电容器内部是否存在绝缘劣化等局部缺陷。电容器的损耗除介质损耗外，还包括极对壳绝缘的介质损耗、内部导电极板、连接导线以及内熔丝的损耗，还包含局部放电损耗。

电容器损耗的测量方法包括：

- (1) 电流平衡法；
- (2) 瓦特表法；
- (3) 交流电桥法（正接线、反接线测量法）。

影响电容器损耗的因素包括：①电容器瓷套表面脏污度；②电场干扰和磁场干扰；③电桥引线的设置位置、长度；④试验环境的影响温度和湿度；⑤高压标准电容器的影响；⑥杂散电容对试品损耗的影响。

## 3. 电容器工频交流耐压试验

电容器工频交流耐压试验分为：端子间工频耐压试验、端子对外壳工频耐压试验。交流耐压试验目的：交流耐压试验是鉴定电容器产品绝缘强度最严格、最有效和最直接的试验方法，也是保证电容器的绝缘水平，避免电容器内部发生故障的重要手段。

交流耐压试验中应注意升压速度。对电容器的耐压试验应从零电位开始，均匀的升压，保证仪表上能准确地读数，当升至电压的75%以后，则以每秒2%的速率上升到100%电压，在保持规定的时间内后，逐步地将电压降至零位，再切断电源，绝不允许突然加压或在较高的电压时突然切断电源，以免在被试品上造成破坏性的暂时过电压。

## 4. 电容器内部放电器件检查

电力电容器内部大多放电器件，其作用是使产品脱离电源后，在规定的时间内将电荷释放到规定水平以下，使电容器端电压降至安全电压，一般规定在10min内由以 $\sqrt{2} U_N$ 降至75V以下。试验方法有直流充电法、电阻测量法。

## 5. 电容器内熔丝的放电试验

试验目的：考核内熔丝与元件的连接牢固程度，试验为出厂试验内容。

试验方法：对电容器端子施加直流 $1.7U_N$ ，通过尽可能短的回路进行放电，试验前后测量电容器的容量。

判断依据：试验前后，电容量的变化之差小于一根熔丝熔断所引起的变化量。

## 6. 电容器内部熔丝的隔离试验

试验目的：考核内熔丝是否能将电容器内的损坏元件可靠隔离。

试验方法：试验分别在 $0.9\sqrt{2} U_N$ 和 $2.2\sqrt{2} U_N$ 电压下进行，采用机械刺穿法，试验后对熔断了的熔丝之间施加直流 $3.5\sqrt{2} U_{Ne}$ ，历时10s。

判断依据：试验前后测量电容量，证明熔丝已熔断，考核断口及其他部位的耐压情况。

## 7. 电容器的局部放电试验

试验目的：考核电容器内部介质绝缘性能，是对耐压试验的有效补充，是一项非破坏性试验，是检验电容器绝缘弱点，纠正设计、制造工艺及材料使用不当的重要手段。

与交流耐压试验相比，局部放电试验是非破坏性试验，通过对高压电容器产品进行局部放电测量，能确定产品的绝缘质量而不损坏绝缘性能。局部放电试验具有高灵敏度，通过试验可以发现绝缘中的薄弱环节，防止设计与制造工艺上的差错及材料的使用不当，是鉴别产品绝缘可靠性一种重要方法。

局部放电试验可以弥补耐压试验的不足，对于所有出厂产品进行局部放电跟踪测试，记录分析局部放电的测试结果，能及时准确地把产品中的绝缘弱点找出来，并采取措​​施做适当处理，使出厂产品能安全运行。

试验方法：非电测法和电测法。非电测法包括噪声检测法、光波检测法、热检测法和气压检测法，电测法包括无线电干扰测量法、高频脉冲电流测量法、脉冲极性鉴别测量法，各个生产厂家对于局部放电试验采取的方法可能不同，但目的都是一致的。

## 二、电容器装置的交接试验

### 1. 电容器的交接试验

对电容器进行试验，主要是检查电容器内部是否受潮，电容器元件有无击穿短路以及绝缘劣化等缺陷。掌握正确的试验方法，进行合理的试验项目，不仅可以减少工作量，还能及时的检测出存在缺陷的电容器。由于电容器的故障在整个并联电容器装置设备的故障占多数，因此电容器的试验显得尤其重要。

#### (1) 电容器的绝缘试验。

任何电气设备均可通过测量绝缘电阻、介质损耗角、局部放电、绝缘油色谱分析和交流耐压等来监测设备的绝缘情况。

施工或检修现场一般采用测量绝缘电阻来进行电容器绝缘测试。通常现场只进行极对外壳的绝缘电阻测试（极间绝缘电阻试验本身无实际意义）。单只电容器的极对外壳的绝缘电阻测量，先用导线将两极连接起来，然后用 2500V 绝缘电阻表测量两极对外壳的绝缘电阻，如图 1-11 所示，其绝缘电阻值一般都在 2000M $\Omega$  以上。两极对外壳的绝缘电阻试验可检查出极对壳的绝缘状态。

本试验项目用绝缘电阻表或数字式绝缘表均可，该试验简单方便，对检查套管是否受潮比较有效。极对外壳的绝缘电阻标准要求应大于 1000M $\Omega$ 。

但在现场工程实际中经常要涉及很多电容器均要进行绝缘电阻测试，而一个个的进行测试在时间上可能不允许，通常做法将需要测试的若干个电容器引线全部短接，如图 1-12 所示，然后在整体进行绝缘电阻测试。发现某一组若干个电容器绝缘不满足要求，再在这一组中逐一进行试验。

#### (2) 电容器的电容量测试。

电容量是电容器的一个主要技术参数，它的测试虽不复杂，但却是并联电容器装置

内最常做的试验项目，只有通过电容量测试，才可能将故障电容器进行定位，并更换掉。测量电容量意义在于检查产品的实际电容是否与铭牌相符，如果电容器进行了极间耐压试验，试验前后均应进行电容量测试，以检查试验时内部小的串、并联元器件有无损坏。运行中的电容器内部元器件有击穿短路的，也有断路的。

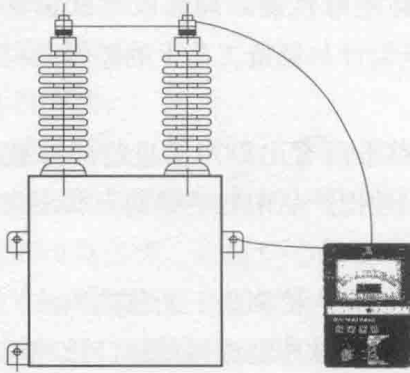


图 1-11 电容器绝缘电阻测量示意图

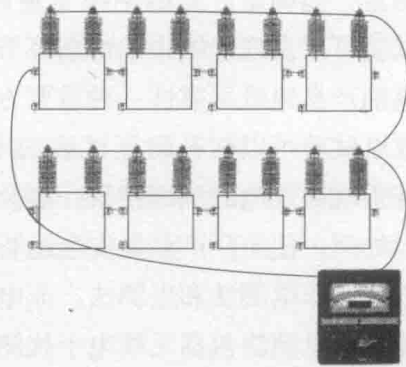


图 1-12 电容器组绝缘电阻测量示意图

测量电容量的方法有电压电流表法、数字式电容表法、采用电容电桥仪器法等。

在现场经常采用数字式电容表和电容电桥测试仪来测试电容器电容量，如图 1-13 和图 1-14 所示。



图 1-13 常用数字式电容表



图 1-14 电容电桥测试仪

采用数字式电容表进行电容量测试的方法，如图 1-15 所示，其步骤如下：①测试前，将数字式电容表红、黑测试线孔插入测试线，打开电容表，选择合适的挡位。②对电容表进行调零，旋转黑色按钮，使电容表数值归零。③测试电容前，用带绝缘外皮的短接线将电容器两引出线进行短暂短接放电。④将两表笔另一端接到电容器两引线处（一般用夹子夹到引线位置，严禁用手捏住引线进行测试），待稳定后的数值即为电容值。

该方法测试电容值，方便、简单，不需要外接电源，缺点是在测试电容器前需要短接放电，在电容器组上测试时，需要拆除部分引线（虽然电容电桥可不拆除引线进行电容器组电容测试，但实际上，通过少量的拆线，在大容量电容器组上用数字式电容表测试更加方便）。

并联电容器相关规程规定，单台电容器的电容量的初值差不应超过 $-5\% \sim 10\%$ ，否则应予以更换，有时根据实际情况可采用更严格的标准。

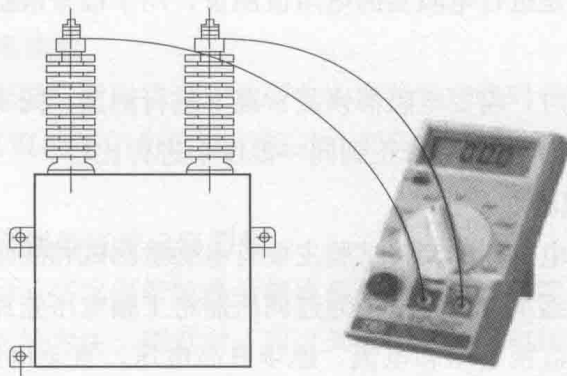


图 1-15 电容表测量电容器电容量示意图

### (3) 交流耐压试验。

交流耐压试验的目的是检查电容器的主绝缘是否存在缺陷，并检验其承受短时过电压的能力。电容器的耐压试验可分为极间耐压试验和两极对外壳的耐压试验。

交流耐压试验是破坏性试验。交流耐压试验前后均需测量电容器电容量，前后差别应在规定范围内。极间交流耐压，电容器两极间绝缘裕度很小，由于绝缘介质制造差异性以及电场分布的不均匀，经过耐压试验可能造成个别有绝缘弱点的介质损坏或局部损伤，为以后的设备运行留下隐患，因此极间耐压试验基本不做。极对外壳的耐压试验，两极必须短接加压，该试验能够比较有效地发现内部受潮、瓷套管损坏以及机械损伤等缺陷。电容器极对外壳的绝缘裕度较大，一般只在交接试验或现场怀疑电容器批次存在问题时而进行该试验。而正常并联电容器装置例行试验，也不要求做。

下面仅介绍极对外壳的交流耐压试验：

试验方法按照要求加一定的工频电压，在一定时间内满足耐受电压要求。电容器试验标准如表 1-2 所示，当产品出厂试验电压值不满足表 1-2 规定时，交接试验电压应按照出厂试验电压值的 75% 进行。

表 1-2 电容器交流耐压试验标准 (kV)

额定电压	<1	1	3	6	10	15	20	35
出厂试验电压	3	6	18/25	23/30	30/42	40/55	50/65	80/90
交接试验电压	2.25	4.5	18.76	22.50	31.5	41.25	48.75	71.25

### (4) 冲击合闸试验。

交流滤波器及并联电容器装置在完成基建安装到正式运行投入电网前，要在电网额定电压下，对其进行冲击合闸试验 3 次，各类保护不应动作；并且电容器组中各相电容的最大值和最小值之比，不应超过 1.08，在实际的换流站冲击合闸试验中，一般试验完毕，不再进行电容测量，只要第 3 次冲击合闸试验三相电容器组的不平衡电流均不超过告警值的 25%，就认为通过试验。