

ICS 29.240.99

CCS K 44

# NB

## 中华人民共和国能源行业标准

NB/T 10481—2020

---

### 有载调压型高压并联电容器装置

On-load voltage regulation type high-voltage shunt capacitor installations

2020-10-23 发布

2021-02-01 实施

---

国家能源局 发布

## 目 次

前言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	2
4 使用条件 .....	3
4.1 正常使用条件 .....	3
4.2 特殊使用条件 .....	4
5 技术性能 .....	4
5.1 外观 .....	4
5.2 装置的额定值 .....	4
5.3 电气设备 .....	5
5.4 电容偏差 .....	5
5.5 电感偏差 .....	5
5.6 容量调节偏差 .....	5
5.7 绝缘水平 .....	5
5.8 耐受短路能力 .....	5
5.9 过负荷能力 .....	6
5.10 温升 .....	6
5.11 噪声 .....	7
5.12 开关投切性能 .....	7
5.13 放电性能 .....	7
5.14 保护性能 .....	7
5.15 安全与防护 .....	7
5.16 电气间隙与爬电距离 .....	7
6 试验 .....	8
6.1 试验条件 .....	8
6.2 试验规则 .....	8
6.3 试验方法 .....	9
7 标志、包装、贮存和运输 .....	11
7.1 标志 .....	11
7.2 包装 .....	11
7.3 贮存和运输 .....	12
附录 A (资料性) 有载调压型高压并联电容器装置工作原理 .....	13
A.1 概述 .....	13
A.2 装置工作原理和典型电路 .....	13
附录 B (规范性) 有载自耦调压变压器的技术性能与试验要求 .....	15
B.1 概述 .....	15
B.2 技术性能要求 .....	15

**NB/T 10481—2020**

B.3  试验.....	17
附录 C（规范性） 控制单元的使用条件、技术性能与试验要求.....	19
C.1  概述.....	19
C.2  使用条件.....	19
C.3  技术性能.....	19
C.4  试验.....	22
参考文献.....	24

## 前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由中国电器工业协会提出。

本文件由能源行业无功补偿和谐波治理装置标准化技术委员会（NEA/TC 9）归口。

本文件由能源行业无功补偿和谐波治理装置标准化技术委员会负责解释。

本文件起草单位：国网安徽省电力有限公司电力科学研究院、西安高压电器研究院有限责任公司、电力工业电力电容器质量检验中心、西安森宝电气工程有限公司、合肥华威自动化有限公司、上海思源电力电容器有限公司、合容电气股份有限公司、正泰电气股份有限公司、西安西电电力电容器有限责任公司、桂林电力电容器有限责任公司、江苏华冠电器集团有限公司、宁波新容电气有限公司、辽宁荣信兴业电力技术有限公司、河北旭辉电气股份有限公司、国网绍兴供电公司经济技术研究所绍兴大明电力设计院有限公司、国网智能电网研究院电力电子研究所、国网浙江省电力有限公司电力科学研究院、无锡市电力滤波有限公司、天津市津开电气有限公司、西安 ABB 电力电容器有限公司、国网冀北电力有限公司唐山供电公司、杭州银湖电气设备有限公司、上海永锦电气集团有限公司、青岛海洋电气设备检测有限公司、山东泰开电力电子有限公司、国网江苏省电力公司检修分公司、国网安徽省电力有限公司宿州供电公司、南京南瑞继保电气有限公司、杭州电力设备制造有限公司萧山欣美成套电气制造分公司、国网江苏省电力有限公司徐州供电分公司。

本文件主要起草人：张晨晨、丁国成、元复兴、王恒、陆瑶、刘菁、江钧祥、王崇祜、柴迪运、赵卫锋、董海健、胡治龙、解冲、翟宏平、熊黄海、华闻达、蔡重凯、侯小平、李瑞桂、陈晓宇、戴朝波、王耀、张建平、李印达、李相国、张华、张建军、蒋晓刚、杨圣利、王栋、吕红奋、姚非、秦少瑞、金涌涛、武士龙、陈妍、李伟、贾华、陶梅、陈佳永、王宜福、何建伟、陈赤汉、王鹏程、彭杨涵、沈兴来。

本文件为首次发布。



# 有载调压型高压并联电容器装置

## 1 范围

本文件规定了有载调压型高压并联电容器装置（以下简称“装置”）的使用条件、技术性能、试验以及包装、贮存和运输要求。

本文件适用于安装在电力系统变电站（所）内 6 kV~35 kV 侧的有载调压型高压并联电容器装置（以下简称装置），装置的工作原理见附录 A。适用时，有载调压型高压并联电容器装置的控制单元的使用条件、技术性能与试验要求按照附录 C 执行。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 507 绝缘油 击穿电压测定法
- GB/T 1094.1 电力变压器 第 1 部分：总则
- GB/T 1094.2 电力变压器 第 2 部分：液浸式变压器的温升
- GB/T 1094.3 电力变压器 第 3 部分：绝缘水平、绝缘试验和外绝缘空气间隙
- GB/T 1094.5 电力变压器 第 5 部分：承受短路的能力
- GB/T 2536 电工流体 变压器油和开关用的未使用过的矿物绝缘油
- GB/T 2887—2011 计算机场地通用规范
- GB/T 4208 外壳防护等级（IP 代码）
- GB/T 7261—2016 继电保护和安全自动装置基本试验方法
- GB/T 10230.1 分接开关 第 1 部分：性能要求和试验方法
- GB/T 11287 电气继电器 第 21 部分：量度继电器和保护装置的振动、冲击、碰撞和地震试验 第 1 篇：振动试验（正弦）
- GB/T 14549 电能质量 公用电网谐波
- GB/T 17626.4—2018 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验
- GB/T 17626.5—2019 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验
- GB/T 17626.11—2008 电磁兼容 试验和测量技术 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验
- GB/T 17626.18—2016 电磁兼容 试验和测量技术 阻尼振荡波抗扰度试验
- GB/T 26218.1 污秽条件下使用的高压绝缘子的选择和尺寸确定 第 1 部分：定义、信息和一般原则
- GB/T 26218.2 污秽条件下使用的高压绝缘子的选择和尺寸确定 第 2 部分：交流系统用瓷和玻璃绝缘子
- GB/T 30841—2014 高压并联电容器装置的通用技术要求
- GB 50060 3~110 kV 高压配电装置设计规范
- GB 50227 并联电容器装置设计规范
- DL/T 604 高压并联电容器装置使用技术条件
- DL/T 634.5101 远动设备及系统 第 5-101 部分：传输规约 基本远动任务配套标准
- DL/T 634.5104 远动设备及系统 第 5-104 部分：传输规约 采用标准传输协议集的 IEC 60870-

5-101 网络访问

DL/T 1075—2016 保护测控装置技术条件

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

**有载调压型高压并联电容器装置 on-load voltage regulation type high-voltage shunt capacitor installations**

由并联电容器组、有载调压变压器、控制保护等设备组成，通过有载调压变压器改变电容器组端电压，实现装置输出容量分级可调的高压并联电容器装置。

3.2

**电容器组 capacitor bank**

电气上连接在一起的若干电容器单元的组合体。

[来源：GB/T 30841—2014，3.4]

3.3

**有载自耦调压变压器 on-load voltage regulation auto-transformer**

装有有载分接开关且能在负载下进行调压的自耦变压器。

[来源：GB/T 2900.95—2015，3.1.16，有修改]

3.4

**有载分接开关 on-load tap-changer**

适合在变压器励磁或负载下进行操作的用来改变绕组分接位置的一种装置。

[来源：GB/T 2900.95—2015，5.6.1]

3.5

**装置额定频率 rated frequency of an installation**

$f_N$

设计装置时所规定的频率。

[来源：GB/T 30841—2014，3.15]

3.6

**装置额定电压 rated voltage of an installation**

$U_N$

装置拟接入电网的系统标称电压。

[来源：GB/T 30841—2014，3.18]

3.7

**装置额定容量 rated output of an installation**

$Q_N$

设计电容器组时所规定的无功功率。通常也称为装置的额定容量。

[来源：GB/T 30841—2014，3.17，有修改]

3.8

**电容器组的额定电压 rated voltage of a capacitor bank**

$U_{Nb}$

设计电容器组时所规定的交流电压方均根值。

注：当电容器组含有一个或多个独立的电路时（例如拟用于多相连接的单相电容器组）， $U_{Nb}$  系指每一电路的额定电压，通常其值等于电容器单元额定电压乘以单元串联数。对于相间已有电气连接且中性点不能触及的三相电容

器（例如三相电容器单元、三相集合式或箱式电容器）， $U_{Nb}$  系指线电压。

[来源：GB/T 30841—2014，3.16]

### 3.9

**装置额定电流 rated current of an installation**

$I_N$

在额定频率和电容器组额定电压下流过装置内电容器组的相电流。

[来源：GB/T 30841—2014，3.20]

### 3.10

**有载自耦调压变压器额定容量 rated output of on-load voltage regulation auto-transformer**

有载自耦调压变压器表征功率的惯用值（单位为  $kV \cdot A$ ），视在容量在数值上和装置的额定容量相等。

### 3.11

**有载自耦调压变压器额定输入电压 rated input voltage of on-load voltage regulation auto-transformer**

设计有载自耦调压变压器时所规定的施加在输入端的交流电压方均根值。

### 3.12

**有载分接开关分级 on-load tap-changer tapping**

为改变电压比在有载调压变压器绕组上引出的抽头，分级数为半个操作循环内所使用的分接位置数。

[来源：GB/T 2900.95—2015，2.1.23，有修改]

### 3.13

**有载自耦调压变压器输出电压范围 output voltage range of on-load voltage regulation auto-transformer**

在额定输入条件下，有载自耦调压变压器输出电压从最小值到最大值之间的调压范围，用有载自耦调压变压器额定输入电压的百分数表示。

### 3.14

**有载自耦调压变压器容量调节范围 capacity regulation range of on-load voltage regulation auto-transformer**

在有载自耦调压变压器输出电压范围内装置输出容量的变化区间，用有载自耦调压变压器输出电压标幺值变化范围平方表示。

### 3.15

**控制单元 control unit**

实现装置投切及自动控制电容器组端电压以调节无功输出的控制设备。

## 4 使用条件

### 4.1 正常使用条件

#### 4.1.1 海拔

海拔不超过 1000 m。

#### 4.1.2 环境空气温度

装置安装运行地区的环境空气温度范围为  $-25\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。在此温度范围内按装置所能适应的环境温度范围分为若干温度类别，每一温度类别均由下限温度和上限温度来表示。

## NB/T 10481—2020

下限温度为装置可以投入运行的最低环境空气温度，推荐由下列数值中优先选取： $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

上限温度为装置可以投入连续运行的最高环境空气温度，推荐数值为 $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

### 4.1.3 污秽

污秽等级不超过 d 级，设备外绝缘的爬电比距按照 GB/T 26218.1 和 GB/T 26218.2 确定。

### 4.1.4 地震

装置在水平加速度  $0.2g$ 、垂直加速度  $0.1g$  作用下不损坏，其瓷套管和瓷绝缘子应有不小于 1.67 倍的安全系数。

注： $g$  为重力加速度。

### 4.1.5 安装场所要求

安装环境应无有害气体及蒸汽，无导电性或爆炸性尘埃，不允许有严重的霉菌存在。

## 4.2 特殊使用条件

如在与 4.1 不符合的特殊条件下使用时，制造方与购买方之间应签订专门的协议。

## 5 技术性能

### 5.1 外观

装置外观应满足以下要求：

- a) 装置的金属外露面应有良好的防腐蚀层，且色泽均匀，无明显划痕、凹陷、污垢、防腐层脱落和锈蚀等缺陷；
- b) 装置的构架应牢固，焊接部位的焊缝应平整，无焊穿、裂纹、咬边、溅渣、气孔、夹渣等现象；
- c) 装置的套管、绝缘子等电瓷部件不应有明显的机械损伤。

### 5.2 装置的额定值

#### 5.2.1 装置的额定电压

装置的额定电压推荐从以下数值中选取： $6\text{ kV}$ 、 $10\text{ kV}$ 、 $20\text{ kV}$ 、 $35\text{ kV}$ 。

#### 5.2.2 装置的额定容量

根据使用环境，推荐在下列数值中选取： $1000\text{ kvar}$ （ $1200\text{ kvar}$ ）、 $2000\text{ kvar}$ 、 $2400\text{ kvar}$ 、 $3000\text{ kvar}$ 、 $4000\text{ kvar}$ 、 $4800\text{ kvar}$ （ $5000\text{ kvar}$ ）、 $6000\text{ kvar}$ 、 $8000\text{ kvar}$ 、 $10\ 000\text{ kvar}$ 、 $18\ 000\text{ kvar}$ 、 $30\ 000\text{ kvar}$ 。

#### 5.2.3 装置的容量调节范围

装置的容量调节范围推荐值是  $25\%\sim 100\%$ ，推荐采用等压调档，分接档位设定为 9 档或 11 档。其他范围可由制造方与购买方商定。

注：装置按各种容量组合运行时，电容器支路的接入所引起的各侧母线的任何一次谐波量均不应超过 GB/T 14549 的有关规定。

## 5.3 电气设备

### 5.3.1 概述

装置的主回路电气设备包括断路器、隔离开关及接地开关、有载自耦调压变压器、串联电抗器、电容器组、金属氧化物避雷器、放电线圈等。断路器、隔离开关及接地开关、电容器组、金属氧化物避雷器、放电线圈等电气设备选择应满足 GB/T 30841—2014 和 GB 50227 的相关要求。

### 5.3.2 有载自耦调压变压器

有载自耦调压变压器相关要求见附录 B。

### 5.3.3 串联电抗器

串联电抗器的电抗率应根据系统谐波测试情况计算配置，避免发生谐振，运行中装置的谐波电流不应超过标准要求。

户内串联电抗器优先选用干式铁芯或油浸式电抗器。户外串联电抗器优先选用干式空心电抗器，当户外现场安装环境受限而无法采用干式空心电抗器时，应选用油浸式电抗器。

干式空心串联电抗器如采用叠装结构时，应加强相间绝缘，以防止发生电抗器的相间事故。

串联电抗器的其余要求参照 GB/T 30841—2014 的有关规定。

### 5.3.4 导体及其他设备要求

电容器端子间连接宜采用带绝缘护套的软铜线，其长期允许电流不宜小于电容器单元额定电流的 1.5 倍。电容器的汇流母线宜采用带绝缘护套的铜排。

有载自耦调压变压器套管接线宜采用铜母排并加装绝缘护套。

其他设备（如开关电器、熔断器、电压互感器、电流互感器等）应通过按相关产品标准规定的试验，并提供合格有效的型式试验报告。

## 5.4 电容偏差

装置的电容偏差应满足 GB/T 30841—2014 的有关规定。

## 5.5 电感偏差

装置的电感偏差应满足 GB/T 30841—2014 的有关规定。

## 5.6 容量调节偏差

在推荐或约定的容量调节范围内，装置每档的无功输出容量偏差应小于每档无功额定输出容量的 6%。

## 5.7 绝缘水平

装置的主回路电气设备（不含有载自耦调压变压器）相间以及相与地之间、二次电路与地之间应能承受表 1 规定的耐受电压。工频耐受电压施加的时间为 1 min。

## 5.8 耐受短路能力

主回路电气设备、连接线及机械结构应耐受短路电流和电容器内部极间短路放电电流的作用而不产生热的和机械的损伤及明显的变形。

表 1 装置主回路电气设备（不含有载自耦调压变压器）绝缘水平

单位：kV

系统标称电压 (方均根值)	主回路电气设备耐受电压		二次电路*
	工频耐受电压 (方均根值)	雷电冲击耐受电压 (峰值)	工频耐受电压 (方均根值)
6	30	60	3
10	42	75	
20	65	125	
35	95	185	
*二次电路不包括控制屏 (柜)。			

装置的额定短路耐受电流应参照 GB/T 30841—2014 的有关要求选取, 额定短路耐受时间的标准值为 2 s。

有载自耦调压变压器还应能满足 GB/T 1094.5 中承受短路能力的要求。

## 5.9 过负荷能力

### 5.9.1 稳态过电流

装置应适于在电流方均根值为 1.3 倍电容器组在额定正弦电压和额定频率下产生的电流下连续运行, 暂态过程除外。

### 5.9.2 稳态过电压

装置中的电容器组应适于在表 2 的电压水平下运行相应的时间, 电容器组装置的连续运行电压为  $1.05U_{Nb}$ 。

表 2 稳态过电压

工频过电压	最大持续时间	说明
$1.10U_{Nb}$	每 24 h 不超过 12 h	系统电压的调整和波动
$1.15U_{Nb}$	每 24 h 中 30 min	系统电压的调整和波动
$1.20U_{Nb}$	5 min	轻荷载时电压波动
$1.30U_{Nb}$	1 min	

### 5.9.3 涌流

装置接入电网时, 其产生的合闸涌流应限制在电容器组额定电流的 20 倍以下。

### 5.9.4 暂态过电压

开关投切或切换产生电容器组过电压不得超过  $2\sqrt{2} U_N$  (峰值)。

## 5.10 温升

有载自耦调压变压器的温升要求见附录 B, 装置的其余电气设备温升要求应符合 GB/T 30841—2014 中 5.7.10 的规定。

### 5.11 噪声

装置运行中产生的噪声应符合该装置安装处对声环境质量的有关要求。

### 5.12 开关投切性能

装置中用于电容器组投切的开关电器应符合 GB/T 30841—2014 的有关要求。  
有载自耦调压器的分接开关应符合 GB/T 10230.1 的有关要求。

### 5.13 放电性能

放电器件的要求应满足 GB/T 30841—2014 中 5.3.3.6 和 6.3.8 的有关要求。

### 5.14 保护性能

#### 5.14.1 电容器内部故障保护

保护方式的选择应根据装置本身接线方式和现场实际情况选择，应符合 GB/T 30841—2014 中 5.5 的要求。

#### 5.14.2 有载自耦调压变压器保护

宜设置以下保护：轻瓦斯保护、重瓦斯保护；压力释放保护；温度保护。  
注：根据需要可设置其他类型保护。

#### 5.14.3 装置保护

宜设置以下保护：过电流保护；过电压保护；低电压保护。  
注：根据需要可设置其他类型保护。

### 5.15 安全与防护

#### 5.15.1 防护与接地

对直接接触的防护可以依靠装置本身的结构措施，也可以依靠装置在安装时所采用的附加措施。对间接接触的防护应在装置内部采取保护电路，保护电路可通过单独装设保护导体来实现，也可利用装置的结构布局（如外壳、构架）来实现。

装置内保护电路的所有设计应保证其足以耐受可能遇到的最大热应力和电动力。构成装置的电气设备的外壳及安装支架（绝缘台架除外）均应可靠接地，接地端子应有明显的标志。

#### 5.15.2 防护等级

装置外壳应根据使用条件按照 GB/T 4208 的规定选择相应的防护等级。户内柜式装置柜壳的正面防护等级不应低于 IP20 的要求。

### 5.16 电气间隙与爬电距离

装置主电路部分的电气间隙和爬电距离应符合 GB 50060 的规定。

户内装置的带电体间、带电体与接地体间的最小电气间隙不应小于表 3 所列数值。

户外装置的最小电气间隙不应小于表 4 所列的数值。

表3 户内装置的最小电气间隙

单位：mm

相关位置	系统标称电压 kV				辅助电路 500 V 以下
	6	10	20	35	
不同相的裸导体间	100	125	180	300	5
带电裸导体至接地框架	100	125	180	300	15
带电裸导体至板状遮栏	130	155	210	330	15
带电裸导体至网门及网状遮栏	200	225	280	400	50

注：海拔超过 1000 m 时，电气间隙应修正。

表4 户外装置的最小电气间隙

单位：mm

相关位置	系统标称电压 kV			
	6	10	20	35
带电部位至接地部分之间 网状遮栏向上延伸线距地 2.5 m 处与遮栏上方带电部分之间	200	200	300	400
不同相的带电部分之间 断路器和隔离开关的断口两侧引线带电部分之间	200	200	300	400
设备运行时，其外廓至无遮栏带电部分之间 交叉的不同时停电检修的无遮栏带电部分之间 栅状遮栏至绝缘体和带电部分之间	950	950	1050	1150
网状遮栏至带电部分之间	300	300	400	500
无遮栏裸导体至地面之间 无遮栏裸导体至建筑物、构筑物顶部之间	2700	2700	2800	2900
平行的不同时停电检修的无遮栏带电部分之间 带电部分与建筑物、构筑物的边沿部分之间	2200	2200	2300	2400

注：海拔超过 1000 m 时，电气间隙应修正。

## 6 试验

### 6.1 试验条件

试验和测量所使用的交流电压的频率应为  $(50 \pm 0.5)$  Hz，其波形接近正弦波（即两个半波基本一样），且其峰值与方均根值之比不超过  $\sqrt{2} \pm 0.07$ ，总谐波畸变率满足 GB/T 14549 的要求。

试验时的环境温度为  $10\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，并做记录。

### 6.2 试验规则

#### 6.2.1 产品试验类型

产品试验类型分为例行试验、型式试验和验收试验。

#### 6.2.2 例行试验

例行试验的目的在于检验制造中的缺陷和对某些电气元件进行参数整定。这一试验由制造方对出厂

的每套装置进行。

### 6.2.3 型式试验

型式试验的目的在于全面检测装置的设计、材料和制造等方面是否满足本文件的规定。用来做型式试验的试品应是通过例行试验的合格试品，型式试验的全部项目应在同一装置上进行。

在生产中当装置的结构、材料或工艺有所改变，且其改变有可能影响装置的性能时也应进行型式试验，此时可只进行与这些改变有关的试验项目。

对于大容量的装置，当试验室受电压和容量的限制无法进行试验时，容许在现场进行试验，但测试仪器设备必须进行校验并符合本文件测试要求。

### 6.2.4 验收试验

验收试验是在产品安装后进行的试验，试验目的是考核装置在运输和安装过程中是否有损坏。

### 6.2.5 试验项目

试验项目见表 5。

表 5 试 验 项 目

序号	试验项目	例行试验	型式试验	验收试验	技术要求条款	试验方法条款
1	外观检测	√	√	√	5.1	6.3.1
2	电容测量	√	√	√	5.3、5.4	6.3.2
3	电感测量	√	√	√	5.3、5.5	6.3.3
4	容量调节测量	—	√	—	5.6	6.3.4
5	耐电压试验（工频耐受电压试验）	√	√	√	5.7	6.3.5
6	耐电压试验（冲击耐受电压试验）	—	√	—	5.7	6.3.5
7	短路强度校验	—	√	—	5.8	6.3.6
8	温升试验	—	√	—	5.10	6.3.7
9	噪声试验	—	√	—	5.11	6.3.8
10	投切试验	—	√	—	5.12	6.3.9
11	分接开关切换试验	—	√	—	5.12	6.3.10
12	放电试验	—	√	—	5.13	6.3.11
13	保护性能试验	—	√	—	5.14	6.3.12
14	安全防护检测	—	√	—	5.15	6.3.13
15	电气间隙与爬电距离检测	—	√	—	5.16	6.3.14

## 6.3 试验方法

### 6.3.1 外观检测

用目测方法检测，外观检测结果应满足本文件 5.1 的要求。

### 6.3.2 电容测量

装置的电容测量推荐逐台使用不拆线电容电桥或数字电容表进行实测的方法，装置的电容偏差应满足本文件 5.4 的要求。

### 6.3.3 电感测量

测试时按照 DL/T 604 的要求进行，结果满足本文件 5.5 的要求。

### 6.3.4 容量调节测量

装置施加额定电压，调节有载自耦调压变压器分接开关挡位使其从最低档到最高档切换，装置每档的无功输出容量偏差满足本文件 5.6 的要求。大容量装置可测量有载自耦调压变压器每档输出电压，输出电压偏差满足本文件附录 B.2.2 的要求。

### 6.3.5 耐电压试验

装置试验前应将不能承受试验电压的电气元件（如避雷器）拆除，并短接电容器、串联电抗器、放电线圈等端子。

工频耐受电压试验和冲击耐受电压试验按 GB/T 30841—2014 要求方法进行。

### 6.3.6 短路强度校验

测试时按照 DL/T 604 的要求进行，结果满足本文件 5.8 的要求。

### 6.3.7 温升试验

试验时，装置电压不低于额定电压，记录装置在指定分接挡位运行时主电路主要电气元件及连接点的温度和周围空气温度，当连续 3 h 内连续 3 次测量温度的变化不超过 1 K 时，认为达到稳定，其结果满足本文件 5.10 的要求。测温元件可以使用温度计、热电偶、红外测温仪或其他有效方法。

仅对具有封闭外壳的装置进行温升试验。温升试验的目的在于测定装置在分接开关不同挡位运行时各部件的温升是否超过规定的极限温升，温升最大挡位应由制造厂家提供。

注：当温升最大挡位为有载调压器最大输出电压挡位时，试验方法参考 DL/T 604 的有关规定进行。

### 6.3.8 噪声试验

噪声测试时按照 DL/T 604 的要求进行，结果满足本文件 5.11 的要求。

### 6.3.9 投切试验

装置通电试验时，电源电压不低于装置额定电压，有载自耦调压器分接开关处于最大输出电压位置，按 GB/T 30841—2014 中 6.3.9 的方法投入和切除电容器组。投切试验时测量过电压和涌流，应满足本文件 5.9.2 和 5.9.3 的要求。

### 6.3.10 分接开关切换试验

分接开关切换试验应结合投切试验进行，每次投切过程中完成一个循环的切换试验，试验时分接开关应能正常切换，且机械运动灵活，无操作力过大或卡住现象，与其相连接的机械连锁或其他附件承受上述操作次数后应未受损伤，过电压及涌流均不应超过规定值。

### 6.3.11 放电试验

放电试验应按 GB/T 30841—2014 中 6.3.8 规定的方法进行，放电试验也可结合投切试验进行。

### 6.3.12 保护性能试验

试验根据制造方设置的保护类型，以及技术条件和要求用模拟法进行，也可在装置上设定等价故障信号，保护装置在整定范围内应能正常动作。

### 6.3.13 安全防护检测

检查装置的防护与接地，应满足本文件 5.15.1 要求。

安全防护检测只对柜式装置进行，按照 GB/T 4208 规定的方法对装置进行验证，应满足本文件 5.15.2 相应外壳防护等级要求。

### 6.3.14 电气间隙与爬电距离检测

用量具测量装置内不同相裸露带电体之间以及它们与地之间的电气间隙和爬电距离，测量结果应满足本文件 5.16 要求。

## 7 标志、包装、贮存和运输

### 7.1 标志

应装有永久性铭牌，铭牌至少应标明下列内容：

- a) 名称及型号；
- b) 额定电压，kV；
- c) 额定频率，Hz；
- d) 额定容量，kvar；
- e) 绝缘水平，kV；
- f) 额定电抗率，%；
- g) 调压范围，%；
- h) 容量调节范围，%；
- i) 主接线示意图；
- j) 出厂编号；
- k) 制造年月；
- l) 制造方名称或商标。

### 7.2 包装

#### 7.2.1 外表面

包装箱外表面应标明如下标志及字样：

- a) 型号、制造方名称、交货合同号；
- b) 收货单位和地址；
- c) 净重、毛重、箱体尺寸以及“共×箱、第×箱”“小心轻放”“不许倒置”“请勿受潮”等；
- d) 起吊位置。

包装箱必须牢固，应能保证在正常运输条件下装置及装置内的设备和器件不受损伤。

### 7.2.2 装箱资料

装箱资料应包括：

- a) 装箱单（应详细标明设备和器件的数量、型号、制造方名称、出厂编号）；
- b) 合格证（包括配套设备和器件的合格证）；
- c) 产品使用说明书；
- d) 例行试验报告；
- e) 安装时必要的技术文件。

### 7.3 贮存和运输

装置在贮存和运输期间，应能保证其性能和质量不受影响。产品贮存时，贮存场地不得有腐蚀气体、物质，并不受雨、雪侵蚀。

## 附录 A (资料性)

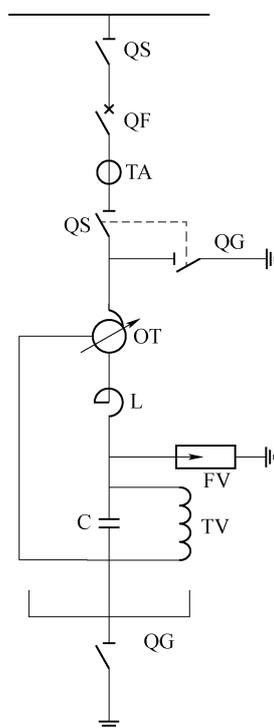
### 有载调压型高压并联电容器装置工作原理

#### A.1 概述

有载调压型高压并联电容器装置将有载自耦调压变压器的中压或低压端并联接在电容器组两端，通过控制断路器的投切实现补偿设备的投入和切除，或者通过改变有载自耦调压变压器的输出电压，改变电容器组的端电压，分级调整补偿容量。

#### A.2 装置工作原理和典型电路

有载调压型高压并联电容器装置接线图如图 A.1 所示，有载调压型高压并联电容器装置单相原理图如图 A.2 所示。



说明：

QS——隔离开关；

QF——断路器；

TA——电流互感器；

OT——有载自耦调压变压器；

L——串联电抗器；

FV——避雷器；

C——电容器（组）；

TV——放电线圈；

QG——接地开关。

图 A.1 有载调压型高压并联电容器装置接线图

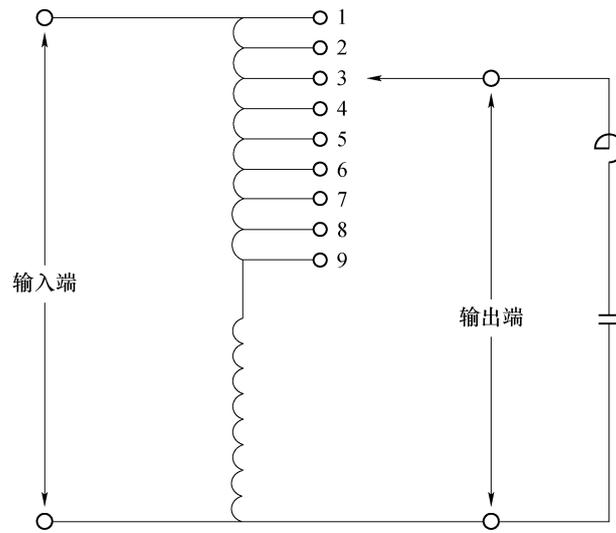


图 A.2 有载调压型高压并联电容器装置单相原理示意图

## 附录 B (规范性)

### 有载自耦调压变压器的技术性能与试验要求

#### B.1 概述

本附录适用于有载调压型高压并联电容器装置使用的有载自耦调压变压器，本附录规定了有载自耦调压变压器的技术性能与试验要求。

#### B.2 技术性能要求

##### B.2.1 有载自耦调压变压器的额定值

有载自耦调压变压器的额定容量、额定输入电压、分接电压、短路阻抗等可参照表 B.1 选取，表 B.1 的内容可由设备制造方与购买方协商确定。

表 B.1 有载自耦调压变压器的额定值

有载自耦调压变压器 额定容量 kVA	有载自耦调压变 压器额定输入电压 kV	有载自耦调压变 压器分接电压 kV	空载损耗 kW	负载损耗 kW	短路阻抗 %
1000 (1200)	10.5	$10.5^{+0 \times 6.25\%}_{-8 \times 6.25\%}$	0.35~0.49	1.56~2.50	$\leq 2$
2000			0.63~0.91	2.53~4.00	$\leq 2$
2400			0.75~1.03	2.73~4.50	$\leq 2$
3000			0.78~1.25	3.51~5.94	$\leq 2$
4000			1.05~1.51	5.83~6.24	$\leq 2$
4800 (5000)			1.28~1.87	7.15~7.35	$\leq 2$
6000			1.49~1.92	7.98~9.99	$\leq 2$
8000			2.10~2.79	10.35~10.80	$\leq 2$
6000	38.5	$38.5^{+0 \times 6.25\%}_{-8 \times 6.25\%}$	1.81~2.14	8.56~10.58	$\leq 2.5$
8000			2.35~2.36	11.00~13.96	
10 000			2.51~3.25	13.86~18.50	
18 000		$38.5^{+0 \times 5\%}_{-10 \times 5\%}$	4.23~5.05	17.65~28.85	$\leq 3$
30 000			6.49~8.26	26.48~45.45	

注 1：短路阻抗为所有分接位置短路阻抗的最大值，负载损耗为所有分接位置负载损耗的最大值。  
注 2：对有载自耦调压变压器额定输入电压不在此表范围内的，可由设备制造方和购买方协商确定，6 kV 系统用有载自耦调压变压器可参照 10 kV 系统选取。

##### B.2.2 允许偏差

允许偏差应满足以下要求：

- a) 绕组电阻不平衡率不大于 1%；
- b) 分接电压与额定输入电压的比值与设计值的偏差不超过  $\pm 0.5\%$ ；

- c) 短路阻抗不超过设计值的+15%；
- d) 空载损耗和负载损耗不超过设计值的+15%，且总损耗不超过设计值的+10%。

### B.2.3 绝缘水平

有载自耦调压变压器应能承受表 B.2 规定的耐受电压。工频耐受电压施加的时间为 1 min。

表 B.2 有载自耦调压变压器绝缘水平

单位：kV

系统标称电压 (方均根值)	一次电路耐受电压			二次电路
	工频耐受电压 (方均根值)	雷电冲击耐受电压 (峰值)	雷电冲击耐受电压 (截波)	工频耐受电压 (方均根值)
6	32	60	65	3
10	42	75	85	
20	65	125	140	
35	95	185	220	

### B.2.4 过负荷能力

有载自耦调压变压器过负荷能力应满足装置稳态过电流要求。

### B.2.5 温升

有载自耦调压变压器温升限值应满足 GB/T 1094.2 的有关要求。

有载自耦调压变压器的设计应与用户在询价阶段说明的运行条件（谐波含量、环境温度）保持一致。温升限值应考虑由谐波（如规定）引起的附加损耗，包括绕组和支架部分的涡流损耗和杂散损耗。

### B.2.6 有载分接开关

有载分接开关应满足以下要求：

- a) 机械寿命不少于 50 万次，在额定分接容量下切换时触头寿命不少于 5 万次；
- b) 单次切换动作时间不大于 15 s；
- c) 级电压和额定电流应满足每档调压范围的要求；
- d) 其余参照 GB/T 10230.1。

### B.2.7 其他要求

有载自耦调压变压器的绝缘油应符合 GB/T 2536 的规定。

有载自耦调压变压器宜装设储油柜，储油柜的一端应具有油位显示功能，储油柜的容积应保证在最高环境温度与允许的过负荷状态下油位不超过上限，在最低环境温度与变压器未投入运行时，应能观察到油位指示；储油柜应有注油、放油和排污油装置；储油柜上一般应加装带有油封的吸湿器。

有载自耦调压变压器宜装设供温度计用的管座。管座应设在油箱的顶部，并伸入油内 110 mm ± 10 mm。且须装设户外测温装置，测温装置的安装位置应便于观察。8000 kVA 及以上的有载自耦调压变压器，宜装有远距离测温用的测温元件。

有载自耦调压变压器的铁芯应单点接地，金属结构件均应通过油箱可靠接地。18 000 kVA 及以上的有载自耦调压变压器，铁芯应单独引出并可靠接地，接地处应有明显标志。

## B.3 试验

### B.3.1 试验条件

参照 GB/T 1094.1 的试验条件要求。

### B.3.2 试验项目

试验项目见表 B.3。

表 B.3 试验项目

序号	试验项目	例行试验	型式试验	验收试验	技术要求条款	试验方法条款
1	绕组电阻测量	√	√	√	B.2.1、B.2.2	B.3.3.1
2	电压比测量	√	√	√	B.2.1、B.2.2	B.3.3.2
3	短路阻抗和负载损耗测量	√	√	—	B.2.1、B.2.2	B.3.3.3
4	空载损耗和空载电流测量	√	√	—	B.2.1、B.2.2	B.3.3.4
5	工频耐压试验	√	√	√	B.2.3	B.3.3.5
6	感应耐压试验	√	√	—	B.2.3	B.3.3.6
7	雷电冲击试验	—	√	—	B.2.3	B.3.3.7
8	温升试验	—	√	—	B.2.5	B.3.3.8
9	有载分接开关试验	√	√	√	B.2.6	B.3.3.9
10	绝缘油试验	√	√	√	B.2.7	B.3.3.10

### B.3.3 试验方法

#### B.3.3.1 绕组电阻测量

所有分接位置上、所有引出端子间均应进行绕组电阻测量和比较，测量方法参照 GB/T 1094.1 的有关要求，绕组电阻不平衡率不大于 1%。

#### B.3.3.2 电压比测量

电压比测量应在所有分接位置上测量，测量方法参照 GB/T 1094.1 的有关要求。

#### B.3.3.3 短路阻抗和负载损耗测量

短路阻抗和负载损耗测量应在所有分接位置上测量和记录，测量方法参照 GB/T 1094.1 的有关要求。

#### B.3.3.4 空载损耗和空载电流测量

空载损耗和空载电流测量方法参照 GB/T 1094.1 的有关要求。

#### B.3.3.5 工频耐压试验

全电压试验值应为表 B.2 中所列出的有载自耦调压变压器绝缘水平规定值，试验方法参照 GB/T 1094.3 的有关要求。

#### B.3.3.6 感应耐压试验

感应耐压试验的试验值应等于 2 倍有载自耦调压变压器额定输入电压，试验方法参照 GB/T 1094.3 的有关要求。

#### B.3.3.7 雷电冲击试验

冲击电压试验值应为表 B.2 中所列出的有载自耦调压变压器绝缘水平规定值，试验方法参照 GB/T 1094.3 的有关要求。

#### B.3.3.8 温升试验

温升试验应在负载损耗最大的分接位置上进行，试验总损耗应考虑由谐波（如规定）引起的附加损耗，试验方法参照 GB/T 1094.2 的有关要求。

#### B.3.3.9 有载分接开关试验

有载分接开关试验应在装配好分接开关的有载自耦调压变压器上进行，试验方法按照 GB/T 1094.1 规定的有载分接开关所需的试验项目要求进行。试验前应提供有载分接开关部件型式试验报告，满足本文件 B.2.6 的要求。

#### B.3.3.10 绝缘油试验

绝缘油试验按照 GB/T 507 的规定进行，击穿电压不小于 35 kV。

## 附 录 C (规 范 性)

### 控制单元的使用条件、技术性能与试验要求

#### C.1 概述

本附录适用于安装在变电站控制室内有载调压型高压并联电容器装置使用的控制单元，本附录规定了控制单元的使用条件、技术性能与试验要求。

#### C.2 使用条件

##### C.2.1 正常工作大气条件

应满足以下要求：

- a) 环境温度： $-10\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+55\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 相对湿度： $\leq 95\%$ ；
- c) 大气压力： $93\text{ kPa}\sim 106\text{ kPa}$ 。

##### C.2.2 周围环境

应满足以下要求：

- a) 使用地点的电磁兼容环境不应超过本文件规定的电磁兼容要求；
- b) 使用地点不出现超过 GB/T 11287 规定的严酷等级为 I 级的振动；
- c) 无爆炸危险的介质，周围介质中不应含有能腐蚀金属、破坏绝缘和表面镀层及涂覆层的介质及导电介质，不允许有明显的水汽，不允许有严重的霉菌存在；
- d) 接地电阻应符合 GB/T 2887—2011 中 5.8 的规定。

##### C.2.3 电源条件

应满足以下要求：

- a) 交流额定电压为 220 V、380 V，电压偏差为  $-20\%\sim+15\%$ ；额定频率为 50 Hz，频率偏差为  $\pm 2.5\text{ Hz}$ ；电压谐波总畸变率不大于 5%；
- b) 直流额定电压为 110 V、220 V，电压偏差为  $-20\%\sim+15\%$ ，纹波系数不大于 5%。

##### C.2.4 特殊使用环境条件

非正常使用条件由制造方与购买方商定。

#### C.3 技术性能

##### C.3.1 外观与结构

控制单元外形尺寸及安装尺寸，元件的焊接、装配，端子编号等应符合产品图样及有关标准要求。采用金属外壳时，应在外壳提供接地端子，并应设有明显接地标志。

##### C.3.2 测量精度

测量精度用实测值与实际值的代数差与额定值的百分比表示，且应满足以下要求：

- a) 电压：±0.5%；
- b) 电流：±0.5%；
- c) 有功功率、无功功率：±1%；
- d) 功率因数：±1%。

有功功率、无功功率、功率因数的参比条件应符合表 C.1 规定。

表 C.1 有功功率、无功功率、功率因数的参比条件

被测量	参比条件		
	电压	电流	功率因数
有功功率	标称电压 (1±2%)	从零到标称值内的任一电流	cosφ=0.5 (滞后) ~1~0.5 (超前)
无功功率	标称电压 (1±2%)	从零到标称值内的任一电流	cosφ=0.5 (滞后) ~1~0.5 (超前)
功率因数	标称电压 (1±2%)	在标称值 40%~100%范围内的任一电流	—

### C.3.3 功能要求

#### C.3.3.1 基本功能

应满足以下要求：

- a) 宜具备手动和自动控制功能，手动控制与自动控制互为闭锁；
- b) 控制参数宜具有可设置性，控制参数设置具有容错及密码锁定功能；
- c) 具有控制有载自耦调压变压器分接开关调档或投切单个无功补偿支路的功能，无功补偿支路可以是有载调压型或其他类型补偿支路，调压式无功补偿支路宜在有载变压器输出电压最低分接位置投入，控制器能通过软连接片来设置控制对象的投退；
- d) 为防止超过有载自耦调压变压器分接开关的允许操作范围，控制柜（屏）宜具有电气限位功能；
- e) 宜具备接受自动电压控制（automatic voltage control, AVC）指令功能；
- f) 宜具备时钟同步功能，接收自动化系统或其他时间同步装置的对时命令，与系统时钟保持同步。

#### C.3.3.2 控制功能

应满足以下要求：

- a) 宜具备电压、无功功率、功率因数以及电压无功综合控制等方式，控制方式可以选择；
- b) 当被控主变压器的无功负荷小于与其相连的有载调压型高压并联电容器装置的容量（或整定值）时，应向下调节有载自耦调压变压器的分接开关位置以减小装置的补偿容量；
- c) 装置单次切换时间应大于分接开关动作间隔，避免频繁投切；
- d) 当被控母线电压运行值超过允许变动（整定值）范围，而有载自耦调压变压器分接开关位置已处在上限（或下限）时，应对电容器组实行强投或强切调节控制；
- e) 控制单元的基本控制功能应符合其他设计要求。

#### C.3.3.3 显示功能

应满足以下要求：

- a) 宜具有工作电源显示、手动/自动工作方式显示、装置及控制对象异常显示、系统异常闭锁显示等功能；
- b) 可测量和显示电压、电流、功率因数、无功功率、有功功率；

- c) 宜显示调压式无功补偿支路断路器的状态、有载自耦调压变压器的挡位和分接开关、断路器的总动作次数。

#### C.3.3.4 保护闭锁功能

应满足以下要求：

- a) 控制对象保护跳闸时闭锁；
- b) 控制有载分接开关出现滑挡、拒动故障时，报警并闭锁；
- c) 控制断路器出现拒动时，报警并闭锁；
- d) 有载调压式补偿支路过电流时，报警并闭锁分接开关调档指令；
- e) 当被控主变压器无功负荷小于与其相连装置的最小分接容量时或当系统功率因数为 1（或超前）时，应将装置和其他单个补偿装置闭锁；
- f) 宜具备自诊断功能；
- g) 其他功能可根据需要设置。

#### C.3.3.5 记录功能

宜具备以时间顺序记录的方式记录事件功能，记录内容应包括装置操作事件记录、动作事件记录、异常事件记录等。操作事件记录宜包括装置正常运行时的各种操作事件，如定值或参数修改、运行方式变化、手动/自动转换等，动作事件记录包括有载自耦调压变压器分接开关的调档、断路器分合等，异常事件记录包括闭锁条件产生及消失的记录。

#### C.3.3.6 通信功能

宜配置与厂站自动化系统相连的通信接口，通信端口数量不少于 2 个，宜采用 DL/T 634.5101、DL/T 634.5104 等规定的通信协议。

#### C.3.4 过负荷能力

应满足 DL/T 1075—2016 中 4.6 的规定。

#### C.3.5 绝缘性能

应满足 DL/T 1075—2016 中 4.7 的规定。

#### C.3.6 耐湿热性能

应满足 DL/T 1075—2016 中 4.8 的规定。

#### C.3.7 电磁兼容性能

##### C.3.7.1 电快速瞬变脉冲群抗扰性能

应能承受 GB/T 17626.4—2018 中第 5 章规定的试验等级为 3 级的电快速瞬变脉冲群抗扰试验。试验后功能正常，测量误差不变。

##### C.3.7.2 浪涌（冲击）抗扰度性能

应能承受 GB/T 17626.5—2019 中第 5 章规定的试验等级为 4 级的浪涌（冲击）抗扰度试验。试验后功能正常，测量误差不变。

### C.3.7.3 电源电压暂降和中断试验

应能承受 GB/T 17626.11—2008 中第 5 章规定的第 3 类的电源电压暂降、电源中断干扰试验，试验后功能正常，测量误差不变。

### C.3.7.4 阻尼振荡波抗扰性能

应能承受 GB/T 17626.18—2016 中规定的试验等级为 3 级的阻尼振荡波干扰试验。试验后功能正常，测量误差不变。

## C.3.8 机械性能

应满足 DL/T 1075—2016 中 4.13 的规定。

## C.4 试验

### C.4.1 试验条件

除另有规定，控制单元试验均在此条件下进行：

- a) 环境温度：+15℃～+25℃；
- b) 相对湿度：45%～75%；
- c) 海拔：≤1000 m；
- d) 被试验设备与测试仪表必须良好接地；
- e) 测试用仪器仪表精度应符合产品测量的要求。

### C.4.2 试验项目

试验项目见表 C.2。

表 C.2 试验项目

序号	试验项目	例行试验	型式试验	验收试验	技术要求条款	试验方法条款
1	结构和外观检查	√	√	√	C.3.1	C.4.3.1
2	测量精度试验	√	√	√	C.3.2	C.4.3.2
3	功能检验	—	√	√	C.3.3	C.4.3.3
4	过负荷能力试验	—	√	—	C.3.4	C.4.3.4
5	绝缘性能试验	√	√	√	C.3.5	C.4.3.5
6	耐湿热性能试验	—	√	—	C.3.6	C.4.3.6
7	电磁兼容性能试验	—	√	—	C.3.7	C.4.3.7
8	机械性能试验	—	√	—	C.3.8	C.4.3.8

### C.4.3 试验方法

#### C.4.3.1 结构和外观检查

按照 GB/T 7261—2016 中第 5 章的要求逐项检查，具体方法由制造方的产品标准规定，应符合本文

件 C.3.1 的要求。

#### C.4.3.2 测量精度试验

测量精度试验按照下述方法进行，结果应符合本文件 C.3.2 的要求：

- a) 电压：保持输入量的频率为 50 Hz，调节输入电压为额定值的 0%、20%、40%、60%、80%、100%，读取标准表中的电压，并计算其误差，基本误差取最大值；
- b) 电流：保持输入量的频率为 50 Hz，调节输入电流为额定值的 0%、20%、40%、60%、80%、100%，读取标准表中的电流，并计算其误差，基本误差取最大值；
- c) 有功功率、无功功率：保持输入电压为额定电压，功率因数按照参比条件，调节输入电流为额定值的 0%、20%、40%、60%、80%、100%，分别测量有功功率和无功功率，并计算误差，基本误差取最大值；
- d) 功率因数：保持输入电压为额定电压，输入电流为额定电流，频率为 50 Hz，改变相位角分别为  $0^\circ$ 、 $\pm 30^\circ$ 、 $\pm 45^\circ$ 、 $\pm 60^\circ$ 、 $\pm 90^\circ$ ，读取标准表中的功率因数，并计算误差，基本误差取最大值。

#### C.4.3.3 功能检验

试验时，按照控制单元的功能要求调节输入模拟量，控制单元的各项功能应符合本文件 C.3.3 的要求，与自动控制功能有关的检验试验，试验次数不少于 3 次。

#### C.4.3.4 过负荷能力试验

按照 GB/T 7261—2016 中第 15 章的规定和方法，结果应符合 C.3.4 的要求。

#### C.4.3.5 绝缘性能试验

按照 GB/T 7261—2016 中第 13 章的规定和方法，结果应符合 C.3.5 的要求。

#### C.4.3.6 耐湿热性能试验

按照 GB/T 7261—2016 中第 11 章的规定和方法，结果应符合 C.3.6 的要求。

#### C.4.3.7 电磁兼容性能试验

按照 GB/T 17626.4—2018 中的规定和方法进行电快速瞬变脉冲群抗扰度试验，试验结果应符合 C.3.7.1 的要求。

按照 GB/T 17626.5—2019 中的规定和方法进行浪涌（冲击）抗扰度试验，试验结果应符合 C.3.7.2 的要求。

按照 GB/T 17626.11—2008 中的规定和方法进行电源电压暂降、电源中断干扰试验，试验结果应符合 C.3.7.3 的要求。

按照 GB/T 17626.18—2016 中的规定和方法进行阻尼振荡波抗扰度试验，试验结果应符合 C.3.7.4 的要求。

#### C.4.3.8 机械性能试验

按照 GB/T 7261—2016 中第 11 章的规定和方法进行振动、冲击和碰撞试验，结果应符合 C.3.8 的要求。

参 考 文 献

- [1] GB/T 311.1 绝缘配合 第1部分：定义、原则和规则
  - [2] GB/T 1094.10 电力变压器 第10部分 声级测定
  - [3] GB/T 2900.95—2015 电工术语 变压器、调压器和电抗器
  - [4] GB/T 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准
  - [5] GB/T 16927.1 高电压试验技术 第1部分：一般定义及试验要求
  - [6] GB/T 16927.2 高电压试验技术 第2部分：测量系统
  - [7] JB/T 8749.1 调压器 第1部分：通用要求和试验
  - [8] JB/T 9663 低压无功功率自动补偿控制器
  - [9] DL/T 597 低压无功补偿控制器使用技术条件
  - [10] DL/T 1538 电力变压器用真空有载分接开关使用导则
-

中 华 人 民 共 和 国  
能 源 行 业 标 准  
有载调压型高压并联电容器装置

NB/T 10481—2020

\*

中国电力出版社出版、印刷、发行

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

\*

2021年 月第一版 2021年 月北京第一次印刷

880毫米×1230毫米 16开本 印张 千字

\*

统一书号 155198· 定价 00.00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



中国电力出版社官方微信



中国电力百科网网址



电力标准信息微信

为您提供最及时、最准确、最权威的电力标准信息