

ICS 29.180

K 41



ZZB

浙 江 制 造 团 体 标 准

T/ZZB 0852—2018

三相油浸式调容调压变压器

Three-phase oil-immersed capacity and voltage regulating power transformers

ZHEJIANG MADE

2018 - 12 - 07 发布

2018 - 12 - 31 实施

浙江省品牌建设联合会

发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 产品型号	2
5 基本要求	2
6 使用条件	3
7 技术要求	4
8 试验方法	9
9 检验规则	11
10 铭牌、标志、包装、运输及贮存	12
11 安全及环境要求	12
12 质量与售后服务承诺	13
附录 A（资料性附录） 调容调压型式及原理	14
附录 B（资料性附录） 容量转换方式及原理	18

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由浙江省品牌建设联合会提出并归口。

本标准由衢州市质量技术监督检测中心牵头组织制定。

本标准主要起草单位：浙江宝威电气有限公司。

本标准参与起草单位：衢州市质量技术监督检测中心、江山市电力发展有限责任公司、江山惠企科技服务有限公司、衢州学院、衢州市输配电制造行业协会（排名不分先后）。

本标准主要起草人：姜方军、吴正文、应晓芸、王丽英、祁劲松、周兆忠、余建平、邓小雷、刘明、王芬、刘雄兵、占倩倩、徐登文。

本标准由衢州市质量技术监督检测中心负责解释。

ZHEJIANG MADE

三相油浸式调容调压变压器

1 范围

本标准规定了三相油浸式调容调压配电变压器的术语和定义、产品型号、基本要求、使用条件、技术要求、试验方法、检验规则、铭牌、标志、包装、运输及贮存、安全及环境要求、质量与售后服务承诺。

本标准适用于电压等级为6 kV和10 kV级、三相、油浸式、额定频率为50 Hz、“Dy (Yy) 转换”、“Dy (Yz) ”转换、“Dy (Dy) ”转换调容方式且额定高容量为160kVA~630kVA、额定低容量为40kVA~200 kVA的有载调容调压配电变压器（以下简称调容调压变压器）。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 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 1094.4 电力变压器 第4部分：电力变压器和电抗器的雷电冲击和操作冲击试验导则
- GB/T 1094.5 电力变压器 第5部分：承受短路的能力
- GB/T 1094.10 电力变压器 第10部分：声级测定
- GB/T 2521.2 全工艺冷轧电工钢 第2部分：晶粒取向钢带（片）
- GB 2536 电工流体 变压器和开关用的未使用过的矿物绝缘油
- GB/T 6451—2015 油浸式电力变压器技术参数和要求
- GB/T 6587 电子测量仪器通用规范
- GB/T 7595 运行中变压器油质量标准
- GB/T 10230.1 分接开关 第1部分：性能要求和试验方法
- GB/T 10230.2 分接开关 第2部分：应用导则
- GB 20052 三相配电变压器能效限定值及能效等级
- JB/T 501 电力变压器试验导则
- JB/T 3837 变压器类产品型号编制方法
- JB/T 10088 6 kV~1000 kV级电力变压器声级
- JB/T 10778 三相油浸式调容调压变压器
- T/CEEIA 258-2016 6 kV~35 kV变压器能效限定值及能效等级

3 术语和定义

GB/T 1094.1和JB/T 10788界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

调容调压变压器 capacity and voltage regulating power transformer

在同一台产品上实现高容量与低容量两种不同额定容量间转换和不同电压分接头间转换的配电变压器。

3.2

有载调容有载调压变压器 capacity and voltage regulating power transformer

一种在同一变压器中，在负载或励磁条件下，可根据实际运行负荷大小和电压高低变化情况，实现高容量与低容量两种不同额定容量间转换及不同电压分接头间切换的配电变压器。

注：在调容或调压过程中低压侧供电是连续的。

4 产品型号

调容调压变压器产品型号按照JB/T 3837的规定的编制，并将低容量的额定容量写在括号中，其余型号编制方法按JB/T 3837的规定，如图1所示：

S Z 13-M • ZT-315(100)/10

额定电压 (kV)
额定低容量 (kVA)
额定高容量 (kVA)
有载调容
密封方式
损耗水平代号
有载调压
三相油浸式

图1 产品型号示意图

5 基本要求

5.1 设计开发

5.1.1 应具备采用专用的计算机设计程序进行电磁计算，具备有限元方法分析产品的电磁场和温度场分布、模拟短路时产品的受力情况，得出满足要求的绝缘、散热和受力结构的能力。

5.1.2 调容开关和调压分接开关应优先采用零件少结构简单的永磁操动机构作为动力源，并且在寿命周期内免维护；调容开关采用扁平化、卧式设计。

5.2 原材料

5.2.1 铁心材料应选用冷轧取向硅钢片，且单位损耗的铁损 ≤ 90 W/kg，符合 GB/T 2521.2 的要求。

5.2.2 导电材料选用无氧铜，高压绕组采用 QQ-2 缩醛漆包铜线；低压绕组均采用铜箔。

5.2.3 高压绕组层间绝缘应选用场强达到 2000 V/0.075 mm 的高性能绝缘纸。

5.2.4 变压器油应选用符合 GB 2536 和 GB/T 7595 要求的环烷基油。

5.3 工艺及设备

5.3.1 产品铁心生产工序采用全自动硅钢片剪切线剪切工序，并采用五级及以上步进阶梯叠片技术。

- 5.3.2 高压绕组采用全自动绕线机绕制，低压绕组采用双箔恒张力箔绕机绕制。
- 5.3.3 产品器身干燥工序应采用变压法真空干燥设备。
- 5.3.4 油箱表面处理应采用抛丸工艺。
- 5.3.5 生产过程应至少具有表 1 所列设备。

表1 生产过程至少必备设备

制造过程	设备名称
铁心裁剪	全自动硅钢片纵剪线、横剪线
铁心装配	叠装（翻转）台
线圈绕制	全自动卧式绕线机、箔式绕线机
器身干燥	变压法真空干燥设备
油品处理	真空滤油设备
油箱表面处理	自动抛丸设备

5.4 检测能力

- 5.4.1 企业配备独立的检测中心，具备产品过程检验、出厂检验能力。
- 5.4.2 企业应具备表 2 所列检测设备。

表2 产品检测过程至少必备检测设备

试验项目		主要设备名称	准确度/准确等级/不确定度
绝缘电阻测量		绝缘电阻测试仪	±5%
绕组电阻及三相不平衡率测量		直流电阻测试仪	0.2 级
电压比及偏差测量、联结组标号检定		变压比电桥	0.2 级
性能参数测量	短路阻抗和负载损耗测量	调压器、微机控制变压器试验台	/
	空载损耗和空载电流测量	损耗测试仪	0.2 级
绝缘性能试验	外施耐压试验	耐压测试仪	±3%
	感应耐压试验	中频发电机组	±3%
	雷电冲击试验	冲击电压发生器	±3%
油品试验		绝缘油色谱仪	/
		绝缘油绝缘强度测试仪	±3%
		绝缘油介质损耗测试仪	/
噪音测量		声级计	1 级

6 使用条件

6.1 正常使用条件

- 6.1.1 调容调压变压器的正常使用条件按 GB/T 1094.1 的规定。
- 6.1.2 户外运行调容调压变压器的外部接线装置（瓷套管、电缆附件、环氧套管等），应满足防雨雪、防污闪、防开裂、防紫外线等要求，保证变压器长期安全运行。
- 6.1.3 户外运行调容调压变压器的控制箱应带有防凝露装置，防护等级 IP54。
- 6.1.4 调容调压变压器主要用于负荷变化大的用电场合。“Dy (Yy) 转换”和“Dy (Yz)”转换方式调容调压变压器不适用于有并联运行的供电场合。“Dy (Dy)”转换方式调容调压变压器可与相同联结组标号和短路阻抗的调容调压变压器并联运行，应受并联运行调容调压变压器容量比的条件制约。

6.2 特殊使用条件

凡是超出6.1规定的正常使用条件之外的特殊使用条件，用户应在询价和订货时说明，由用户与制造方协商解决。

7 技术要求

7.1 一般要求

7.1.1 调容调压型式

7.1.1.1 本产品调容调压型式为有载调容调压。

7.1.1.2 调容调压型式及原理详见附录 A。

7.1.2 容量转换方式

7.1.2.1 调容调压变压器按容量转换方式主要有“Dy (Yy) 转换”、“Dy (Yz)”转换、“Dy (Dy)”转换三种。

7.1.2.2 容量转换方式及原理详见附录 B。

7.2 绝缘电阻

出厂时需提供铁心-地，高压-低压、地，低压-高压、地的绝缘电阻实测值供用户参考。

7.3 绕组电阻及三相不平衡率

三相变压器的绕组直流电阻的不平衡率相间 $\leq 4\%$ ，线间 $\leq 2\%$ 。

7.4 电压比及偏差

变压器各分接的电压比偏差取下列值中较低者：

- a) 规定电压比的 $\pm 0.5\%$ ；
- b) 主分接上实际阻抗百分数的 $\pm 1/10$ 。

7.5 性能参数

“Dy (Yy)”转换、“Dy (Yz)”转换方式调容调压变压器的额定容量、电压组合及分接范围、联结组标号、空载损耗、负载损耗、短路阻抗和空载电流应符合表3~表4的规定，“Dy (Dy)”转换方式调容调压变压器的额定容量、电压组合及分接范围、联结组标号、空载损耗、负载损耗、短路阻抗和空载电流应符合表5~表6的规定，性能参数偏差应符合表7的规定。

表3 SZ13-M. ZT 型有载调容调压变压器技术参数

额定容量 (kVA)	高压 (kV)	高压分接 (%)	低压 (kV)	联结 组标号	空载损耗 (W)	负载损耗 (W)	短路阻抗 (%)	空载电流 (%)
160 (50)	6 6.3 10 10.5	±3×2.5 或±2×5	0.4	Dyn11 (Yyn0/Yzn11)	200 (70)	2310 (770)	4.0	1.0 (0.5)
200 (63)					240 (80)	2730 (910)		1.0 (0.5)
250 (80)					290 (100)	3200 (1070)		0.9 (0.5)
315 (100)					340 (115)	3830 (1280)		0.9 (0.5)
400 (125)					410 (140)	4520 (1510)		0.8 (0.4)
500 (160)					480 (160)	5410 (1810)		0.8 (0.4)
630 (200)					570 (190)	6200 (2070)	4.5	0.6 (0.3)
<p>注1: 括号内为小容量时的参数。</p> <p>注2: 对于其他联结组别及相应技术参数为非优选参数, 由用户与制造厂协商。</p> <p>注3: 高压分接范围可根据实际需求, 由用户与制造厂协商确定。</p> <p>注4: 根据用户需要, 可提供低压绕组电压为0.69 kV变压器。</p>								

表4 SZ14-M. ZT 型有载调容调压变压器技术参数

额定容量 (kVA)	高压 (kV)	高压分接 (%)	低压 (kV)	联结 组标号	空载损耗 (W)	负载损耗 (W)	短路阻抗 (%)	空载电流 (%)
160 (50)	6 6.3 10 10.5	±3×2.5 或±2×5	0.4	Dyn11 (Yyn0/Yzn11)	200 (70)	1850 (620)	4.0	1.0 (0.5)
200 (63)					240 (80)	2180 (730)		1.0 (0.5)
250 (80)					290 (100)	2560 (855)		0.9 (0.5)
315 (100)					340 (115)	3060 (1020)		0.9 (0.5)
400 (125)					410 (140)	3610 (1205)		0.8 (0.4)
500 (160)					480 (160)	4330 (1445)		0.8 (0.4)
630 (200)					570 (190)	4960 (1655)	4.5	0.6 (0.3)
<p>注1: 括号内为小容量时的参数。</p> <p>注2: 对于其他联结组别及相应技术参数为非优选参数, 由用户与制造厂协商。</p> <p>注3: 高压分接范围可根据实际需求, 由用户与制造厂协商确定。</p> <p>注4: 根据用户需要, 可提供低压绕组电压为0.69 kV变压器。</p>								

表5 SZ13-M. ZT 型有载调容调压变压器技术参数

额定容量 (kVA)	高压 (kV)	高压分接 (%)	低压 (kV)	联结 组标号	空载损耗 (W)	负载损耗 (W)	短路阻抗 (%)	空载电流 (%)
160 (40)	6 6.3 10 10.5	±5 或 ±2×5 (±2.5 或 ±2×2.5)	0.4	Dyn11	200 (50)	2310 (580)	4.0	1.0 (0.5)
200 (50)					240 (60)	2730 (690)		1.0 (0.5)
250 (63)					290 (75)	3200 (800)		0.9 (0.5)
315 (80)					340 (85)	3830 (960)		0.9 (0.5)
400 (100)					410 (105)	4520 (1130)		0.8 (0.4)
500 (125)					480 (120)	5410 (1360)		0.8 (0.4)

表5 (续)

额定容量 (kVA)	高压 (kV)	高压分接 (%)	低压 (kV)	联结 组标号	空载损耗 (W)	负载损耗 (W)	短路阻抗 (%)	空载电流 (%)
630 (160)	6 6.3 10 10.5	±5 或 ±2×5 (±2.5 或 ±2×2.5)	0.4	Dyn11	570 (145)	6200 (1550)	4.5	0.6 (0.3)

注1: 括号内为小容量时的参数。
注2: 对于其他联结组别及相应技术参数为非优选参数, 由用户与制造厂协商。
注3: 高压分接范围可根据实际需求, 由用户与制造厂协商确定。
注4: 根据用户需要, 可提供低压绕组电压为0.69 kV变压器。

表6 SZ14-M.ZT 型有载调容调压变压器技术参数

额定容量 (kVA)	高压 (kV)	高压分接 (%)	低压 (kV)	联结 组标号	空载损耗 (W)	负载损耗 (W)	短路阻抗 (%)	空载电流 (%)	
160 (40)	6 6.3 10 10.5	±5 或 ±2×5 (±2.5 或 ±2×2.5)	0.4	Dyn11	200 (50)	1850 (465)	4.0	1.0 (0.5)	
200 (50)					240 (60)	2180 (545)		1.0 (0.5)	
250 (63)					290 (75)	2560 (640)		0.9 (0.5)	
315 (80)					340 (85)	3060 (765)		0.9 (0.5)	
400 (100)					410 (105)	3610 (905)		0.8 (0.4)	
500 (125)					480 (120)	4330 (1085)		0.8 (0.4)	
630 (160)					570 (145)	4960 (1240)		4.5	0.6 (0.3)

注1: 括号内为小容量时的参数。
注2: 对于其他联结组别及相应技术参数为非优选参数, 由用户与制造厂协商。
注3: 高压分接范围可根据实际需求, 由用户与制造厂协商确定。
注4: 根据用户需要, 可提供低压绕组电压为0.69 kV变压器。

表7 性能参数偏差

序号	项目	偏差
1	空载损耗	+ 0%
2	负载损耗	+ 0%
3	总损耗	+ 0%
4	空载电流	+ 10%
5	短路阻抗	± 10%

7.6 绝缘性能

7.6.1 外施耐压水平

外施耐压水平应符合表8的规定。

表8 外施耐压水平

单位: kV

标称系统电压 (方均根值)	0.4	6	10
额定短时外施耐受电压 (方均根值)	5	25	35
时间 (s)	60		

7.6.2 感应耐压水平

感应耐压水平应能满足GB/T 1094.3的要求。

7.6.3 雷电冲击水平

雷电冲击水平应符合表9的规定。

表9 雷电冲击水平

单位: kV

标称系统电压 (方均根值)	6	10
全波冲击 (LI) (峰值)	60	75
截波冲击 (LIC) (峰值)	65	85
注: 雷电截波冲击耐受电压试验仅在有需要时进行。		

7.7 温升

7.7.1 顶层油温升: ≤ 60 K。

7.7.2 绕组温升: ≤ 65 K。

7.7.3 油箱及结构表面温升限值: ≤ 80 K。

7.8 噪声

调容调压变压器的噪声水平应符合JB/T 10088的规定且满足表10的规定。

表10 调容调压变压器噪声水平 (声功率级)

变压器额定容量 (kVA)	噪声水平, 声功率级 (dB)
160	54
200、250	56
315、400	58
500、630	60

7.9 密封性能

调容调压变压器油箱密封性能应能满足GB/T 6451的要求。

7.10 绝缘油性能

调容调压变压器使用的变压器油应能满足GB 2536的要求, 有载调容调压分接开关用油应符合GB/T 10230.2的相关规定。

7.11 短路承受能力

变压器在任一分接下，短路承受能力应能满足GB/T 1094.5的要求。

7.12 调容开关

7.12.1 调容开关应使用真空开关，且额定容量不低于调容调压变压器的最大额定容量。

7.12.2 调容开关应具有同时调整调容调压变压器高、低压两侧绕组连接方式的功能，且三相不同期性 ≤ 4 ms。

7.12.3 调容开关切换过程应在 25 ms 内完成，且保持低压侧供电连续性。

7.12.4 调容开关的电气寿命不低于 10 万次，至少应提供不少于 8 万次的型式试验报告。

7.12.5 调容开关的工作电源为 AC 220 V/380 V，允许偏差： $-20\% \sim +20\%$ ，操作电源侧应设有切换限流装置。

7.12.6 调容开关其它性能要求按 GB/T 10230.1 的规定。

7.13 调容调压控制器

控制器应有手动和自动两种控制方式，具备现场切换手动模式的功能，自动控制时能根据负载大小、二次输出电压高低，准确控制有载调容开关与有载调压分接开关动作，控制器具备监测调容调压变压器运行参数、整定门限参数、记录运行数据和事件、指示运行状态、本地通信以及发出闭锁告警信号等功能。同时控制器应具备外接扩展通信模块，能实现远程召测和近程通信功能。

7.14 其它技术要求

7.14.1 调容调压变压器在调容前及调容后均应符合 GB/T 1094.1、GB/T 1094.2、GB/T 1094.3、GB/T 1094.5 和 GB/T 6451 的规定。

7.14.2 调容调压变压器在高档位与低档位容量转换以及分接变换过程中，应保持低压侧供电的连续性。

7.14.3 调容调压变压器在全寿命周期内应实现有载调容开关、有载调容调压分接开关、绝缘油免维护。

7.15 安全保护装置

7.15.1 调容调压变压器其它的组件、部件的设计、制造及检验等应符合相关标准及法规的要求。

7.15.2 调容调压变压器的油箱应采用密封式结构，可选用波纹油箱、带有弹性片式散热器的油箱或内部充有气体的油箱等。

7.15.3 调容调压变压器应装有压力保护装置，应保证在最高环境温度与允许过负载状态下，压力保护装置不动作。在最低环境温度与变压器空载状态下，调容调压变压器能正常运行。

7.15.4 调容调压变压器应装有油位显示装置。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。

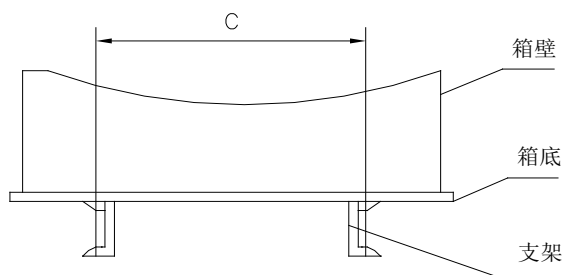
7.15.5 调容调压变压器应确保在最高环境温度与允许过负载状态下，变压器油不溢出。在最低环境温度与变压器未投入运行时，变压器油位应能可靠保证各部分绝缘的安全。

7.15.6 调容调压变压器应装有信号和水银温度计用的管座。管座应设在油箱的顶部，并伸入油内 $120 \text{ mm} \pm 10 \text{ mm}$ 。

7.16 调容调压变压器油箱及其附件

7.16.1 油箱盖采用折边结构，箱盖边缘为全包围。

7.16.2 调容调压变压器的箱底如焊有支架，则其焊接位置应符合图 2 的规定。



说明：C尺寸可按调容调压变压器大小选择为300 mm、400 mm、550 mm、660 mm。

图2 箱底支架焊接位置（面对长轴方向）

- 7.16.3 调容调压变压器油箱的下部壁上应装有取油样或放油用阀门。
- 7.16.4 套管接线端子连接处，在环境空气中对空气的温升应不大于 55 K，在油中对油的温升应不大于 15 K。
- 7.16.5 套管的安装位置和相互距离应便于接线，且其带电部分的空气间隙应能满足 GB/T 1094.3 的要求。高压套管的爬电距离要 ≥ 380 mm，相互间距离要 ≥ 250 mm，导电杆需配双孔斜 30°角接线端子排。所有的瓷瓶、端子需进行防护，采用热缩塑料袋封装。
- 7.16.6 调容调压变压器的结构应便于拆卸和更换套管、瓷件或电缆接头。
- 7.16.7 调容调压变压器铁心应单点接地，金属结构件均应通过油箱可靠接地。接地处应有明显的接地符号“⊕”和“必须接地”字样。
- 7.16.8 调容调压变压器油箱如配有低压控制箱，则应采用防腐材料制作（包括门锁和铰链），控制箱的防护等级应不低于 IP54，门的开启角度应不小于 90°。

8 试验方法

8.1 一般要求检查

按 JB/T 501—2006 中规定的方法进行。

8.2 绝缘电阻测量

按 JB/T 501—2006 中规定的方法进行。

8.3 绕组电阻及三相不平衡率测量

按 GB/T 1094.1—2013 和 JB/T 501—2006 中规定的方法进行。

8.4 电压比及偏差测量

按 JB/T 501—2006 中规定的方法进行。

8.5 性能参数测量

8.5.1 联结组标号检定

按 JB/T 501—2006 中第 9 章规定的方法进行。

8.5.2 空载损耗和空载电流测量

按 JB/T 501—2006 中第 13 章规定的方法进行。

8.5.3 短路阻抗和负载损耗测量

按JB/T 501—2006中第14章规定的方法进行。

8.6 绝缘性能试验

8.6.1 外施耐压试验

按GB/T 1094.3—2017中规定的方法进行。

8.6.2 感应耐压试验

按GB/T 1094.3—2017中规定的方法进行。

8.6.3 雷电冲击试验

按GB/T 1094.4中规定的方法进行。

8.7 温升试验

按GB/T 1094.2—2013中规定的方法进行。

8.8 噪音测量

按GB/T 1094.10和JB/T 10088中规定的方法进行。

8.9 密封性试验

按JB/T 501中规定的方法进行。

8.10 绝缘油试验

按GB 2536和JB/T 501中规定的方法进行。

8.11 短路承受能力试验

8.11.1 按GB/T 1094.5中规定的方法进行。

8.11.2 短路试验结束后，应重复进行所有出厂试验。

8.12 调容开关试验

8.12.1 调容开关试验

按GB/T 10230.1中规定的方法进行。

8.12.2 调容开关机械操作试验

8.12.2.1 调容调压变压器不励磁，手动操作控制器或通过自动装置控制，进行高容量和低容量两种不同额定容量间的转换试验，完成10个调容操作循环（从一个终端位置到另一个终端位置，并返回到原始位置为一个操作循环）；同时手动操作控制器或通过自动装置控制，进行各电压分接位置的切换试验，完成10个调压操作循环（从分接范围的一端到另一端，并返回到原始位置为一个调压操作循环）。各次操作均应灵活，无异常现象。

8.12.2.2 调容调压变压器不励磁，手动操作控制器或通过自动装置控制，将操作电压分别设定为额定值的80%和120%，完成一个调容或调压操作循环，各次操作均应灵活，无异常现象。

8.12.3 调容开关带点空载切换试验

调容调压变压器在额定频率、额定电压和空载励磁下，手动操作控制器或通过自动装置控制，完成5个调容及5个有载调压操作循环，有载调容开关及有载调压开关均不应出现拒动及卡滞现象，动作时的电流值及延时值应准确可靠。

8.12.4 调容开关带负载切换试验

对调容调压变压器在高压侧施加额定频率、额定工作电压，在低压侧带一个10 kw的负载，通过控制器设定动作时间及动作延时值，对控制器的输入CT端子，模拟输入高负荷至低负荷的电流，使调容调压变压器在设定的负载条件下自动切换。例行试验进行5个调容操作循环，型式试验进行8万次电气寿命试验，有载调容开关不得出现拒动和卡滞现象，动作时的电流值及延时值应准确可靠，其它功能应满足本标准的有关要求。

8.13 调容调压控制器

按GB/T 6587中规定的方法进行。

9 检验规则

9.1 检验分类

调容调压变压器的检验包括出厂检验、型式试验和特殊试验。

9.2 出厂检验

9.2.1 每台产品应经制造厂质量检验部门检验合格，并出具合格证和出厂试验报告，方可出厂。

9.2.2 出厂检验项目按表 11 的规定。

9.3 型式试验

9.3.1 定期每 5 年送检一次，在下列情况下，应增加型式试验：

- a) 新产品试制生产时；
- b) 转厂或异地生产的产品；
- c) 结构、材料、工艺有较大的改变，可能影响产品质量及性能时；
- d) 产品长期停产后，恢复生产时；
- e) 出厂检验结果与上一次型式检验有较大差异时；
- f) 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时。

9.3.2 型式试验项目按表 11 的规定。

9.4 特殊试验

9.4.1 特殊试验是除出厂检验和型式试验外，按制造方与用户协议所进行的试验。

9.4.2 特殊试验项目及要求如下：

- a) 零序阻抗测量（在高容量和低容量两种额定容量下分别进行）；
- b) 压力变形试验；
- c) 外部涂层检查。

表11 调容调压变压器试验项目表

序号	检验项目		出厂试验	型式试验	技术要求	试验方法
1	一般要求		√	√	7.1	8.1
2	绝缘电阻		√	√	7.2	8.2
3	绕组电阻及三相不平衡率		√	√	7.3	8.3
4	电压比及偏差		√	√	7.4	8.4
5	性能参数	联结组标号	√	√	7.5	8.5.1
		短路阻抗和负载损耗测量	√	√		8.5.2
		空载损耗和空载电流测量	√	√		8.5.3
6	绝缘性能	外施耐压	√	√	7.6	8.6.1
		感应耐压	√	√		8.6.2
		雷电冲击	√	√		8.6.3
7	温升		-	√	7.7	8.7
8	噪音（声级）		-	√	7.8	8.8
9	密封性		√	√	7.9	8.9
10	绝缘油		√	√	7.10	8.10
11	短路承受能力		-	√	7.11	8.11
12	调容开关		√	√	7.12	8.12
13	调容调压控制器		√	√	7.13	8.13
注1：序号1~6检验项目需在高容量和低容量两种额定容量下分别进行。						
注2：序号7~8、11检验项目只在额定高容量下进行。						

9.5 判定规则

9.5.1 出厂检验项目均合格则判定该台产品合格。

9.5.2 型式试验应从出厂检验合格的产品中随机抽取一台进行，型式试验项目均合格则判定本次型式试验合格。

9.5.3 特殊试验项目在用户提出特殊要求时才需进行试验。

10 铭牌、标志、包装、运输及贮存

10.1 铭牌

10.1.1 调容调压变压器的铭牌应符合 GB/T 1094.1 的规定。

10.1.2 调容调压变压器高容量和低容量两种不同额定容量的标志内容应分别标出。

10.2 标志、包装、运输及贮存

调容调压变压器的标志、包装、运输及贮存应符合 GB/T 6451 的规定。

11 安全及环境要求

安全及环境要求应符合 GB/T 1094.1 中的规定。

12 质量与售后服务承诺

12.1 制造方应承诺产品质量保证期为自出厂之日起2年。在质保期内,因制造方原因出现的质量问题,制造方应免费提供修理或更换服务;在质保期外,制造方应提供终身有偿服务。

12.2 制造方应免费提供本产品安装及运行维护方面的培训。

12.3 设立24小时售后服务热线。售后服务响应时间:接到售后服务电话,2h内响应;如需现场解决问题,浙江省内用户,24h内派售后服务人员到达现场;浙江省外用户,48h~72h内派售后服务人员到达现场。

ZHEJIANG MADE

附录 A
(资料性附录)
调容调压型式及原理

A.1 调容调压型式

调容调压变压器的调容调压型式分为无励磁调容调压、有载调容调压和有载调容无励磁调压三种，本标准产品调容调压型式为有载调容调压。

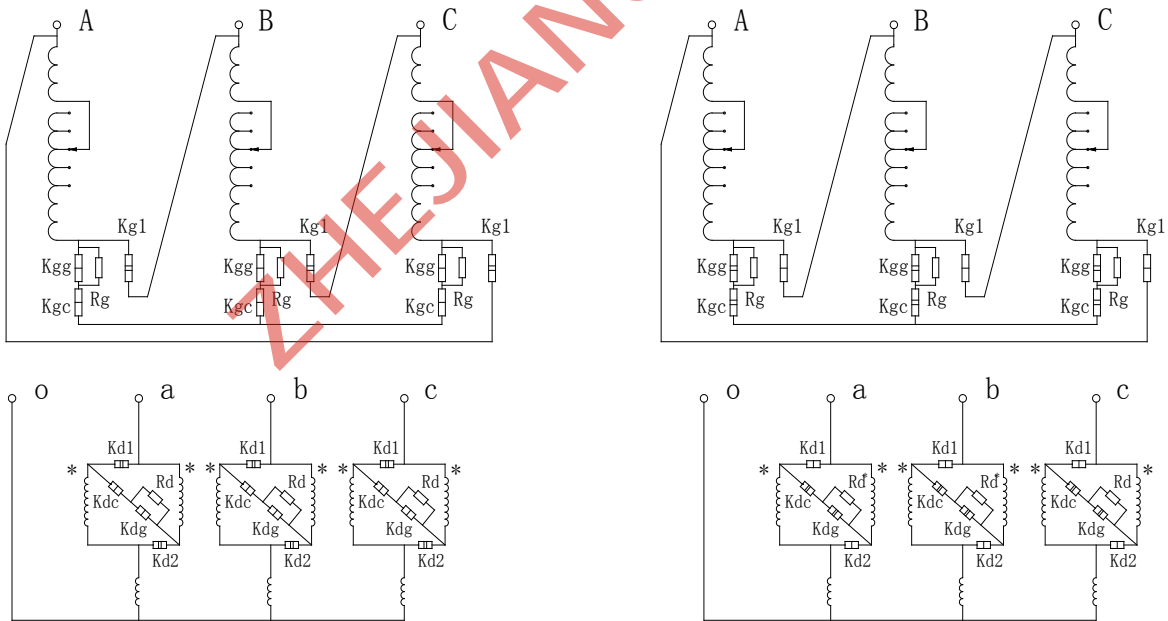
A.2 有载调容调压原理

A.2.1 有载调容调压

有载调容调压是调容调压变压器在励磁及带负载状态下，通过改变高、低压绕组连接方式及调压绕组的分接位置，来实现调容调压变压器高容量和低容量两种不同额定容量间的转换及不同电压分接头间的切换。调容调压变压器特别适用于负载变化较大、电网电压波动较为频繁的供电场合。

A.2.2 Dy(Yy)有载调容调压转换方式

A.2.2.1 Dy(Yy)有载调容调压转换的原理见图A.1所示。



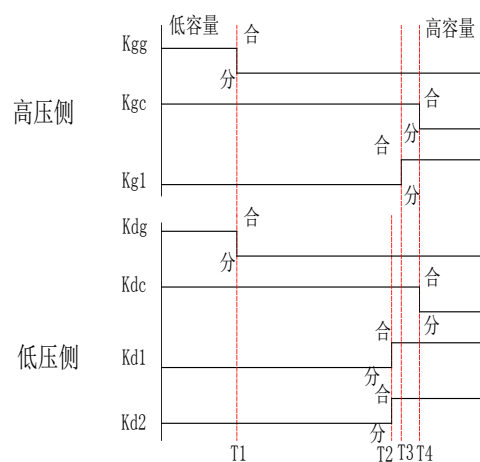
a) Yyn0联结组标号（低容量容量）

b) Dyn11联结组标号（高容量容量）

注：图A.1 中符号“日”表示闭合的真空灭弧室，符号“目”表示断开的真空灭弧室，用带有下标的K标注（下标g表示高压侧、d表示低压侧）；Rg和Rd分别是高压侧和低压侧的过渡电阻；“*”表示线圈的同名端。

图A.1 Dy(Yy)有载调容调压原理图

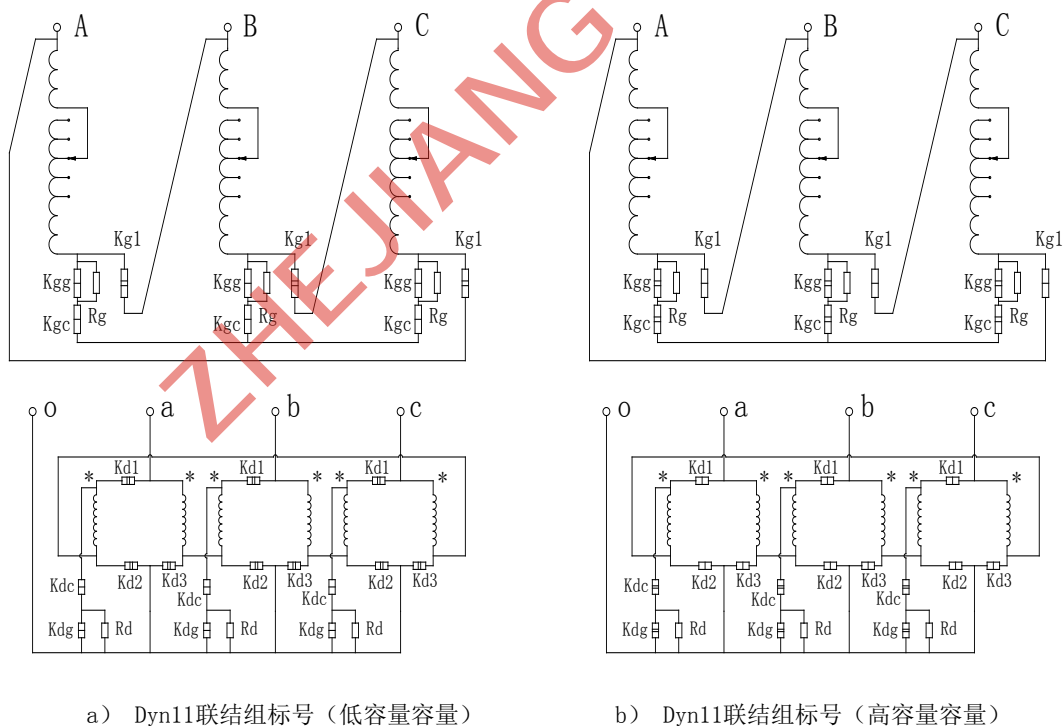
A. 2. 2. 2 用于三相变压器 $D_y(Y_y)$ 变换调容时的程序图见图A. 2所示。



图A. 2 三相变压器 $D_y(Y_y)$ 变换调容时的程序图

A. 2. 3 $D_y(Y_z)$ 有载调容调压转换方式

A. 2. 3. 1 $D_y(Y_z)$ 有载调容调压转换的原理见图A. 3所示。



a) Dyn11联结组标号（低容量容量）

b) Dyn11联结组标号（高容量容量）

图A. 3 $D_y(Y_z)$ 转换有载调容调压原理图

A. 2. 3. 2 用于三相变压器 $D_y(Y_z)$ 变换调容时的程序图见图A. 4所示。

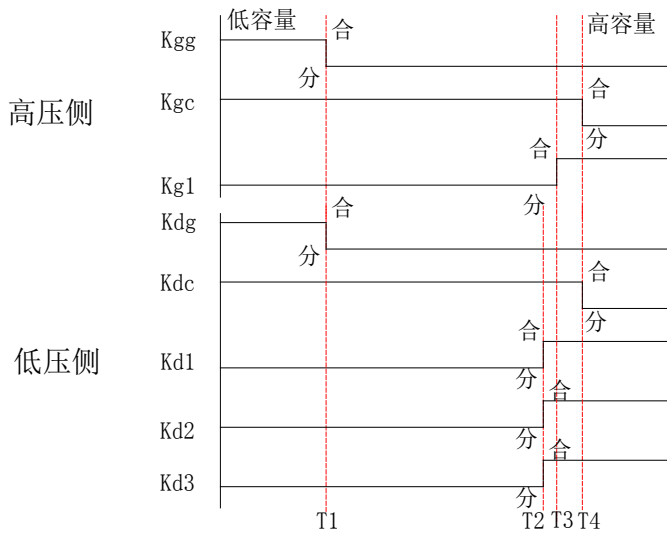
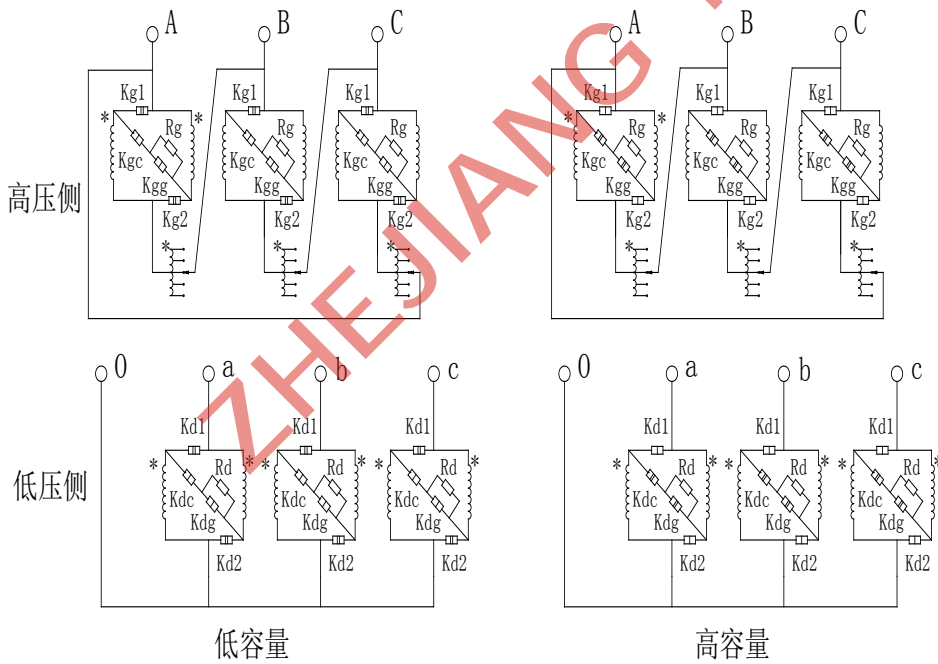


图 A.4 三相变压器 Dy(Yz) 变换调容时的程序图

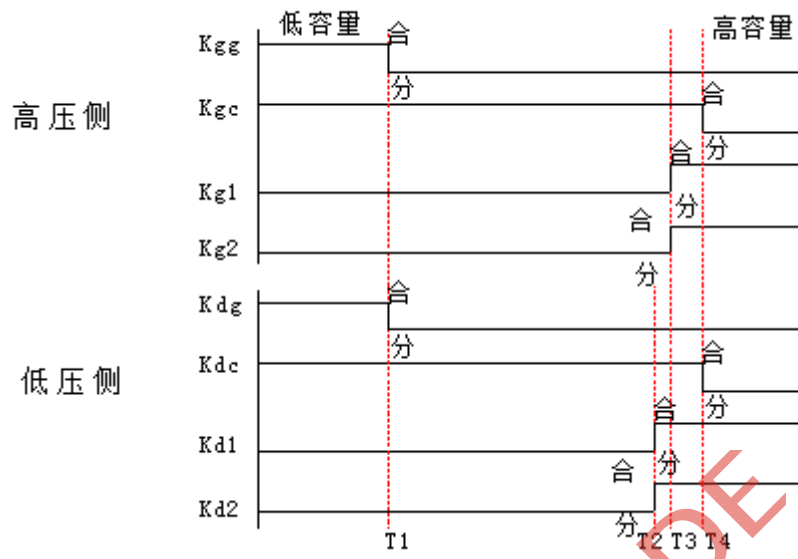
A. 2. 4 Dy(Dy) 有载调容调压转换方式

A. 2. 4. 1 Dy(Dy) 有载调容调压的原理见图A. 5所示。



图A. 5 Dy(Dy) 转换有载调容调压原理图

A. 2. 4. 2 用于三相变压器Dy(Dy) 变换调容时的程序图见图A. 6所示。



图A.6 三相变压器 Dy(Dy) 变换调容时的程序图

ZHEJIANG MADE

附录 B
(资料性附录)
容量转换方式及原理

B.1 容量转换方式

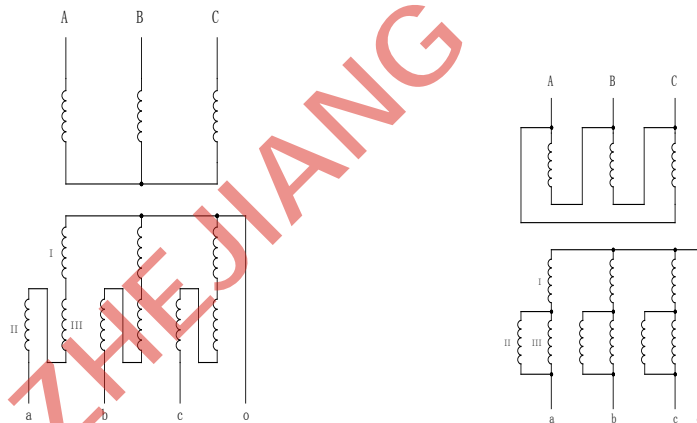
调容调压变压器按容量转换方式有“Dy (Yy) 转换”、“Dy (Yz)”转换、或“Dy (Dy)”转换三种。

注：“串—并联转换”原理上包含有Dyn11和Yyn0两种联结组标号。本附录仅推荐Dyn11联结组标号的“串—并联转换”方式。

B.2 容量转换原理

B.2.1 “Dy (Yy) 转换”方式

“Dy (Yy) 转换”是在输出电压不变的情况下，调节配电变压器的高容量和低容量额定容量。容量转换原理见图B.1所示。



a) Yyn0 联结组标号 (低容量容量)

b) Dyn11 联结组标号 (高容量容量)

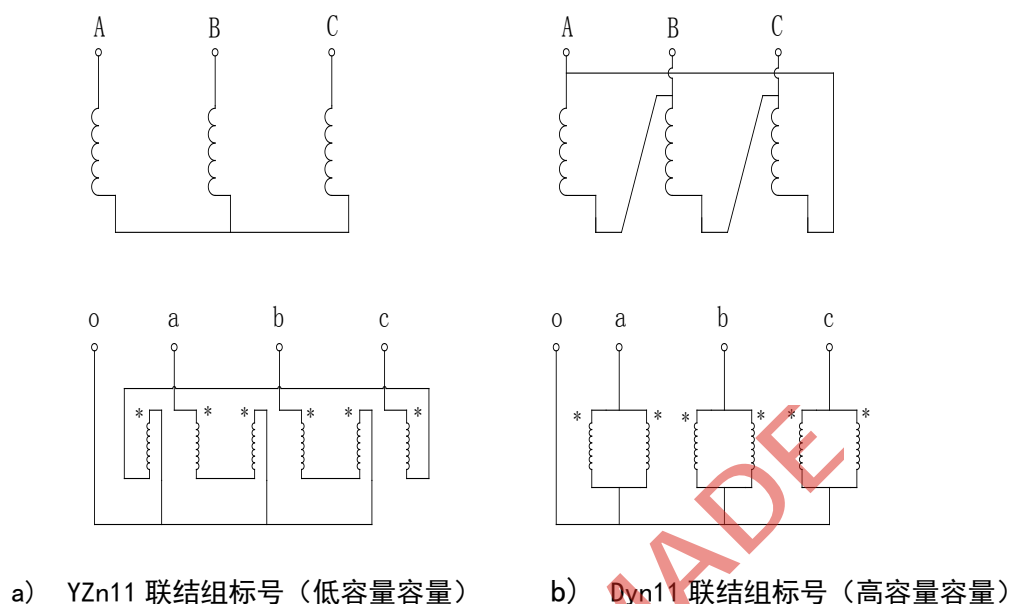
注：“Dy (Yy) 转换”的特点如下：

- 每相高压侧均为一段绕组，每相低压绕组的总匝数由 I 段（27%的总匝数）、II 段（73%的总匝数）、III 段（73%的总匝数）组成；
- 高容量容量运行时，高压绕组为 D 联结；每相低压绕组的 II 段与 III 段匝数并联，再与 I 段匝数串联（视为 100%的总匝数），三相低压绕组为 y_n 联结；
- 低容量容量运行时，高压绕组转换为 Y 联结，此时相电压相应地减少 $1/\sqrt{3}$ ；每相低压绕组改为 I 段、II 段、III 段的匝数全部串联（视为 173%的总匝数），低压绕组匝数的增加与电压降低的倍数相当，保证了输出电压不变，三相低压绕组仍为 y_n 联结；
- 高容量容量运行时，调容调压变压器的联结组标号为 Dyn11。低容量容量运行时，调容调压变压器的联结组标号为 Yyn0。

图B.1 “Dy (Yy) 容量转换”原理图

B.2.2 “Dy (Yz) 转换” 方式

“Dy (Yz) 转换” 方式见下图B.2。



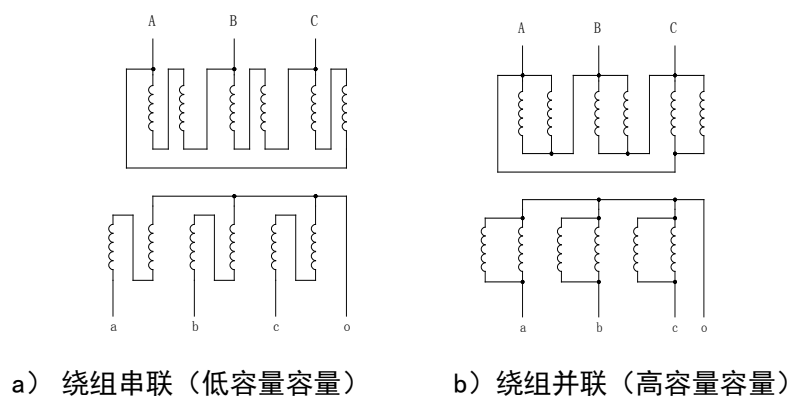
注：“Dy (Yz) 转换” 的特点如下：

- 高压侧与“Dy (Yy) 转换”一样。差别在低压侧。Dy (Yy) 调容方式在低容量时是 Yyn0 联结，Dy (Yz) 调容方式在低容量时是 Yzn11 联结。Yzn11 联结的优点是：具有很强的承受三相不平衡负载的能力，即具有较强的单相供电能力。这对于三相负载难以平衡的农村和山区特别适用；同时，具有良好的防雷击特性，可允许较大的接地电阻，特别适于在多雷地区或土壤电阻率高的地区作防雷变压器用；并且能很好地抑制谐波；零序阻抗小，过电流保护灵敏。另外，Dy (Yz) 调容方式能应用到三相五柱铁心的变压器中；
- 低压绕组分成匝数和尺寸相同的两段，绕组结构简单；低压绕组匝数的选择不受限制，可以选择变压器成本比较优化的匝数，经济性好。

图B.2 “Dy (Yz) 容量转换” 原理图

B.2.3 “Dy (Dy) 转换” 方式

“Dy (Dy) 转换” 是在输出电压不变的情况下，调节变压器的高容量和低容量额定容量。容量转换原理见图B.3所示。



图B.3 “Dy (Dy) 容量转换” 原理图

注：“Dy (Dy) 转换”的特点如下：

- a) 每相高压绕组和低压绕组各分成匝数和截面积相等的两段，高容量容量运行时高、低压绕组的两段绕组均为并联，低容量容量运行时高、低压绕组的两段绕组同时转换为串联，保持匝数比不变，保证了输出电压不变；
 - b) 容量转换前、后调容调压变压器的联结组标号未发生变化，均为 Dyn11。
-

ZHEJIANG MADE