



中华人民共和国机械行业标准

JB/T 10778—2020

代替 JB/T 10778—2007

三相油浸式调容变压器

Three-phase oil-immersed capacity regulating power transformers

2020-04-16 发布

2021-01-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 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 1

4 使用条件 2

5 产品型号 2

6 调容调压型式及容量转换方式 2

 6.1 调容调压型式 2

 6.2 容量转换方式 2

7 性能参数 3

8 技术要求 5

 8.1 基本要求 5

 8.2 保护装置 5

 8.3 油温测量装置 6

 8.4 调容变压器油箱及其附件 6

9 试验 6

 9.1 试验分类 6

 9.2 试验项目 6

 9.3 试验方法 7

10 铭牌 8

11 标志、起吊、包装、运输和贮存 8

附录 A（资料性附录） 调容调压型式及原理 9

 A.1 调容调压型式 9

 A.2 调容调压原理 9

附录 B（资料性附录） 容量转换方式及原理 12

 B.1 容量转换方式 12

 B.2 容量转换原理 12

图 1 箱底支架焊接位置（面对长轴方向） 6

图 A.1 无励磁调容调压原理 9

图 A.2 “Y—D 转换”有载调容调压原理 10

图 A.3 “串—并联转换”有载调容调压原理 10

图 A.4 “Y—D 转换”有载调容无励磁调压原理 11

图 A.5 “串—并联转换”有载调容无励磁调压原理 11

图 B.1 “Y—D 转换”原理 12

图 B.2 “串—并联转换”原理 13

表 1 “Y—D 转换”方式的无励磁调容调压变压器性能参数 3

表 2 “Y—D 转换”方式的有载调容调压变压器和有载调容无励磁调压变压器性能参数 4

表 3 “串—并联转换”方式的有载调容调压变压器和有载调容无励磁调压变压器性能参数 5

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 JB/T 10778—2007《三相油浸式调容变压器》，与 JB/T 10778—2007 相比主要技术变化如下：

- 对标准英文名称进行了修改；
- 对范围进行了修改；
- 对规范性引用文件进行了修改；
- 对“调容变压器”的术语和定义进行了修改，并增加了“无励磁调容调压变压器”“有载调容调压变压器”和“有载调容无励磁调压变压器”的术语和定义；
- 对使用条件进行了修改；
- 对性能参数进行了调整，同时增补了有载调容调压变压器和有载调容无励磁调压变压器的性能参数；
- 对技术要求的有关内容进行了修改，并增加了对有载调容调压变压器和有载调容无励磁调压变压器的有关技术要求；
- 对试验项目和试验方法进行了调整；
- 增加了附录 A 和附录 B。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国变压器标准化技术委员会（SAC/TC 44）归口。

本标准起草单位：沈阳变压器研究院股份有限公司、遵义市产品质量检验检测院、北京博瑞莱智能科技集团有限公司、机械工业北京电工技术经济研究所、浙江宝威电气有限公司、江苏亚威变压器有限公司、浙江纪元电气科技股份有限公司、江苏道盛科技股份有限公司、山东电力设备有限公司、特变电工湖南电气有限公司、广东中鹏电气有限公司、国网北京市电力公司电力科学研究院、山东东辰节能电力设备有限公司、特变电工股份有限公司新疆变压器厂、海鸿电气有限公司、江西大族能源科技股份有限公司、扬州华鼎电器有限公司、山东电工电气集团智能电气有限公司、浙江江山变压器股份有限公司。

本标准主要起草人：张显忠、张德明、马振邦、郭振岩、姜方军、杨德志、林秋红、高雄鹰、许涛、许建军、张俊忠、李洪涛、孙英明、刘波、梁庆宁、郭兴昌、蔡长虹、孙业荣、姜振军、迟忠君。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- JB/T 10778—2007。

三相油浸式调容变压器

1 范围

本标准规定了三相油浸式调容变压器的术语和定义、使用条件、产品型号、调容调压型式及容量转换方式、性能参数、技术要求、试验、铭牌、标志、起吊、包装、运输和贮存。

本标准适用于系统标称电压为 6 kV 和 10 kV 级、三相、油浸式、额定频率为 50 Hz、“Y—D 转换”调容方式且额定容量为 30 (10) kVA~630 (200) kVA 的无励磁调容调压配电变压器和“Y—D 转换”调容方式且额定容量为 100 (30) kVA~630 (200) kVA 或“串—并联转换”调容方式且额定容量为 100 (25) kVA~630 (160) kVA 的有载调容调压配电变压器及有载调容无励磁调压配电变压器（以下简称调容变压器）。

其他调容变压器可参照执行。

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—2013 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 1094.7 电力变压器 第 7 部分：油浸式电力变压器负载导则
 GB/T 1094.10 电力变压器 第 10 部分：声级测定
 GB/T 4208 外壳防护等级(IP 代码)
 GB/T 6451 油浸式电力变压器技术参数和要求
 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~1 000 kV 级电力变压器声级
 JB/T 13750—2020 调容分接开关

3 术语和定义

GB/T 1094.1—2013 和 JB/T 13750—2020 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档位与低档位两种不同额定容量间转换及不同电压分接头间转换的配电变压器。

3.2

无励磁调容调压变压器 de-energized capacity and voltage regulating power transformer

在无励磁状态下实现高档位与低档位两种不同额定容量间转换及不同电压分接头间转换的配电变压器。

3.3

有载调容调压变压器 on-load capacity and voltage regulating power transformer

在励磁或带负载状态下实现高档位与低档位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。

3.4

有载调容无励磁调压变压器 on-load capacity regulating and de-energized voltage regulating power transformer

在励磁或带负载状态下实现高档位与低档位两种不同额定容量间转换，且在无励磁状态下实现不同电压分接头间转换的配电变压器。

4 使用条件

调容变压器的正常使用条件和特殊使用条件均按 GB/T 1094.1 的规定。

调容变压器主要用于负荷变化大的用电场合。“Y—D 转换”方式调容变压器不适用于有并联运行的供电场合。“串—并联转换”方式调容变压器可与相同联结组标号和短路阻抗的调容变压器并联运行，但应受并联运行调容变压器容量比的条件制约。

5 产品型号

在调容变压器产品型号的组成形式中，将低档位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。

示例 1：

三相、油浸式、绝缘系统温度为 105℃、自冷、双绕组、无励磁调压、铜导线、铁心材质为电工钢、损耗水平代号为“11”、高档位额定容量为 200 kVA、低档位额定容量为 63 kVA、10 kV 级的密封式无励磁调容调压变压器，标记为：

S11—M·T—200（63）/10

示例 2：

三相、油浸式、绝缘系统温度为 105℃、自冷、双绕组、无励磁调压、铜导线、铁心材质为电工钢、损耗水平代号为“13”、高档位额定容量为 315 kVA、低档位额定容量为 100 kVA、10 kV 级的密封式有载调容无励磁调压变压器，标记为：

S13—M·ZT—315（100）/10

示例 3：

三相、油浸式、绝缘系统温度为 105℃、自冷、双绕组、有载调压、铜导线、铁心材质为电工钢、损耗水平代号为“13”、高档位额定容量为 315 kVA、低档位额定容量为 100 kVA、10 kV 级的密封式有载调容调压变压器，标记为：

SZ13—M·ZT—315（100）/10

6 调容调压型式及容量转换方式

6.1 调容调压型式

调容调压型式主要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。

注：三种调容调压型式及原理参见附录 A。

6.2 容量转换方式

调容变压器按容量转换方式主要有“Y—D 转换”和“串—并联转换”两种。

注：两种容量转换方式及原理参见附录 B。

7 性能参数

7.1 “Y—D 转换”方式的无励磁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、空载电流和短路阻抗应符合表 1 的规定。

表1 “Y—D转换”方式的无励磁调容调压变压器性能参数

额定容量 kVA	电压组合及分接范围			联结组 标号	损耗水平代号				空载 电流 %	短路 阻抗 %
	高压 kV	高压分接 范围 %	低压 kV		11 型		13 型			
					空载损耗 kW	负载损耗 kW	空载损耗 kW	负载损耗 kW		
30 (10)	6、 6.3、 10、 10.5、 11	±5、 ±2×2.5	0.4	Dyn11 (Yyn0)	0.100 (0.035 0)	0.630 (0.210)	0.080 0 (0.030 0)	0.630 (0.210)	1.5 (0.8)	4.0
50 (20)					0.130 (0.045 0)	0.910 (0.310)	0.100 (0.035 0)	0.910 (0.310)	1.3 (0.7)	
63 (20)					0.150 (0.050 0)	1.09 (0.370)	0.110 (0.040 0)	1.09 (0.370)	1.2 (0.6)	
80 (30)					0.180 (0.060 0)	1.31 (0.440)	0.130 (0.045 0)	1.31 (0.440)	1.2 (0.6)	
100 (30)					0.200 (0.070 0)	1.58 (0.530)	0.150 (0.050 0)	1.58 (0.530)	1.1 (0.6)	
125 (40)					0.240 (0.080 0)	1.89 (0.630)	0.170 (0.060 0)	1.89 (0.630)	1.1 (0.6)	
160 (50)					0.280 (0.095 0)	2.31 (0.770)	0.200 (0.070 0)	2.31 (0.770)	1.0 (0.5)	
200 (63)					0.340 (0.115)	2.73 (0.910)	0.240 (0.080 0)	2.73 (0.910)	1.0 (0.5)	
250 (80)					0.400 (0.135)	3.20 (1.07)	0.290 (0.100)	3.20 (1.07)	0.9 (0.5)	
315 (100)					0.480 (0.160)	3.83 (1.28)	0.340 (0.115)	3.83 (1.28)	0.9 (0.5)	
400 (125)					0.570 (0.190)	4.52 (1.51)	0.410 (0.140)	4.52 (1.51)	0.8 (0.4)	
500 (160)					0.680 (0.230)	5.41 (1.810)	0.480 (0.160)	5.41 (1.81)	0.8 (0.4)	
630 (200)					0.810 (0.270)	6.20 (2.07)	0.570 (0.190)	6.20 (2.07)	0.6 (0.3)	4.5
注 1：括号内为低档位额定容量时的参数。										
注 2：根据用户要求，也可采用其他的高压分接范围，如±2×5%。										
注 3：其他联结组标号及相应技术参数为非优选参数，如果用户需要，则由用户与制造方协商。										
注 4：根据用户需要，可提供低压为 0.69 kV 的调容变压器。										

7.2 “Y—D 转换”方式的有载调容调压变压器和有载调容无励磁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、空载电流和短路阻抗应符合表 2 的规定。

表2 “Y—D转换”方式的有载调容调压变压器和有载调容无励磁调压变压器性能参数

额定容量 kVA	电压组合及分接范围			联结组 标号	损耗水平代号				空载 电流 %	短 路 阻 抗 %
	高压 kV	高压分接 范围 %	低 压 kV		11 型		13 型			
					空载损耗 kW	负载损耗 kW	空载损耗 kW	负载损耗 kW		
100 (30)	10、 10.5、 11	无励磁调 压： ±5、 ±2×2.5； 有载调 压： ±2× 2.5～ ±4×2.5	0.4	Dyn11 (Yyn0)	0.200 (0.070 0)	1.58 (0.530)	0.150 (0.050 0)	1.58 (0.530)	1.1 (0.6)	4.0
125 (40)					0.240 (0.080 0)	1.89 (0.630)	0.170 (0.060 0)	1.89 (0.630)	1.1 (0.6)	
160 (50)					0.280 (0.095 0)	2.31 (0.770)	0.200 (0.070 0)	2.31 (0.770)	1.0 (0.5)	
200 (63)					0.340 (0.115)	2.73 (0.910)	0.240 (0.080 0)	2.73 (0.910)	1.0 (0.5)	
250 (80)					0.400 (0.135)	3.20 (1.07)	0.290 (0.100)	3.20 (1.07)	0.9 (0.5)	
315 (100)					0.480 (0.160)	3.83 (1.28)	0.340 (0.115)	3.83 (1.28)	0.9 (0.5)	
400 (125)					0.570 (0.190)	4.52 (1.51)	0.410 (0.140)	4.52 (1.51)	0.8 (0.4)	
500 (160)					0.680 (0.230)	5.41 (1.81)	0.480 (0.160)	5.41 (1.81)	0.8 (0.4)	
630 (200)					0.810 (0.270)	6.20 (2.07)	0.570 (0.190)	6.20 (2.07)	0.6 (0.3)	4.5
注 1：括号内为低档位额定容量时的参数。 注 2：根据用户要求，也可采用其他的高压分接范围，如±2×5%或±5%。 注 3：其他联结组标号及相应技术参数为非优选参数，如果用户需要，则由用户与制造方协商。 注 4：根据用户需要，可提供低压为 0.69kV 的调容变压器。										

7.3 “串—并联转换”方式的有载调容调压变压器和有载调容无励磁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、空载电流和短路阻抗应符合表 3 的规定。

表3 “串—并联转换”方式的有载调容调压变压器和有载调容无励磁调压变压器性能参数

额定容量 kVA	电压组合及分接范围			联结组 标号	损耗水平代号				空载 电流 %	短路 阻抗 %
	高压 kV	高压分接 范围 %	低压 kV		11 型		13 型			
					空载损耗 kW	负载损耗 kW	空载损耗 kW	负载损耗 kW		
100 (25)	10、 10.5、 11	无励磁调压： ±5、 ±2×2.5；	0.4	Dyn11	0.200 (0.050 0)	1.58 (0.400)	0.150 (0.040 0)	1.58 (0.40 0)	1.1 (0.6)	4.0
125 (30)					0.240 (0.060 0)	1.89 (0.480)	0.170 (0.045 0)	1.89 (0.48 0)	1.1 (0.6)	
160 (40)					0.280 (0.070 0)	2.31 (0.580)	0.200 (0.050 0)	2.31 (0.58 0)	1.0 (0.5)	
200 (50)					0.340 (0.085 0)	2.73 (0.690)	0.240 (0.060 0)	2.73 (0.69 0)	1.0 (0.5)	
250 (63)					0.400 (0.100)	3.20 (0.800)	0.290 (0.075 0)	3.20 (0.80 0)	0.9 (0.5)	
315 (80)					0.480 (0.120)	3.83 (0.960)	0.340 (0.085 0)	3.83 (0.96 0)	0.9 (0.5)	
400 (100)					0.570 (0.145)	4.52 (1.13)	0.410 (0.105)	4.52 (1.13)	0.8 (0.4)	
500 (125)					0.680 (0.170)	5.41 (1.36)	0.480 (0.120)	5.41 (1.36)	0.8 (0.4)	
630 (160)					0.810 (0.210)	6.20 (1.55)	0.570 (0.145)	6.20 (1.55)	0.6 (0.3)	4.5
注 1：括号内为低档位额定容量时的参数。										
注 2：根据用户要求，也可采用其他的高压分接范围，如±2×5%或±5%。										
注 3：其他联结组标号及相应技术参数为非优选参数，如果用户需要，则由用户与制造方协商。										
注 4：根据用户需要，可提供低压为 0.69 kV 的调容变压器。										

8 技术要求

8.1 基本要求

8.1.1 调容变压器应符合 GB/T 1094.1、GB/T 1094.2、GB/T 1094.3、GB/T 1094.5、GB/T 1094.7、GB/T 6451 和 JB/T 10088 的规定。

8.1.2 调容变压器所采用的调容分接开关及有载调容控制器应符合 JB/T 13750 的规定。

8.1.3 有载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。

8.2 保护装置

8.2.1 调容变压器的油箱宜采用密封式结构，如可以选用波纹油箱、带有弹性片式散热器的油箱或内部充有气体的油箱等。

8.2.2 调容变压器应装有压力保护装置，并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，调容变压器能正常运行。

8.2.3 调容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。

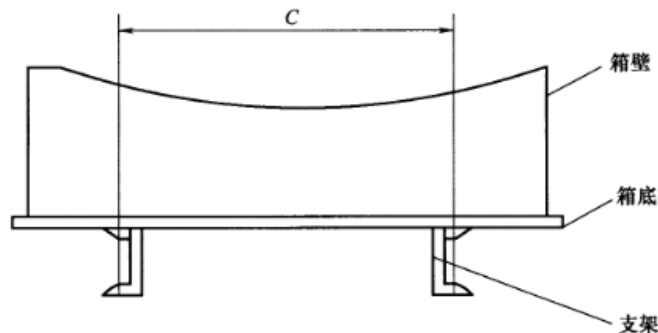
8.2.4 调容变压器应确保在最高环境温度与允许过负载状态下，变压器油不溢出。在最低环境温度与变压器未投入运行时，变压器油位应能可靠保证各部分绝缘的安全。

8.3 油温测量装置

调容变压器应装有供温度计用的管座。管座应设在油箱的顶部，并伸入油内 $120\text{ mm} \pm 10\text{ mm}$ 。

8.4 调容变压器油箱及其附件

8.4.1 调容变压器的箱底若焊有支架，则其焊接位置应符合图 1 的规定。



注：C尺寸可按调容变压器大小选择为300 mm、400 mm、550 mm、660 mm。

图1 箱底支架焊接位置（面对长轴方向）

8.4.2 调容变压器油箱的下部壁上应装有取油样或放油用阀门。

8.4.3 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。

8.4.4 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。

8.4.5 调容变压器的结构应便于拆卸和更换套管、瓷件或电缆接头。

8.4.6 调容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“≡”或“接地”字样。

8.4.7 调容变压器油箱若配有低压控制箱，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 IP53，门的开启角度应不小于 90° 。

9 试验

9.1 试验分类

调容变压器的试验包括例行试验、型式试验和特殊试验。

试验的一般要求按 GB/T 1094.1 的规定。

9.2 试验项目

9.2.1 例行试验

例行试验项目及如下：

- 绕组电阻测量（在高档位和低档位两种额定容量下分别进行）；
- 电压比测量和联结组标号检定（在高档位和低档位两种额定容量下分别进行）；
- 短路阻抗和负载损耗测量（在高档位和低档位两种额定容量下分别进行）；
- 空载电流和空载损耗测量（在高档位和低档位两种额定容量下分别进行）；
- 绕组对地及绕组间直流绝缘电阻测量（在高档位和低档位两种额定容量下分别进行）；
- 绝缘例行试验（在高档位和低档位两种额定容量下分别进行）；
- 调容开关机械操作试验；
- 有载调容开关带电空载切换试验；
- 有载调容开关带负载切换试验；
- 压力密封试验；
- 绝缘油试验。

9.2.2 型式试验

型式试验项目及要求如下：

- 温升试验；
- 绝缘型式试验（在高档位和低档位两种额定容量下分别进行）；
- 声级测定（在高档位额定容量下进行）；
- 有载调容开关带负载切换试验；
- 短时过载能力试验（在高档位额定容量下进行）；
- 控制箱的防护等级试验。

正常生产的产品应至少每五年进行一次型式试验。另外，有下列情况之一时，需重新进行型式试验：

- 新产品试制生产；
- 设计、工艺、材料的变更足以引起产品性能变化；
- 停产期超过六个月再恢复生产；
- 例行试验结果与前次型式试验结果有较大差异。

9.2.3 特殊试验

特殊试验项目及要求如下：

- 零序阻抗测量（在高档位和低档位两种额定容量下分别进行）；
- 短路承受能力试验（在高档位额定容量下进行）；
- 压力变形试验；
- 外部涂层检查。

9.3 试验方法

9.3.1 一般要求

除本标准 9.3.2~9.3.4 规定的试验方法外，调容变压器其他试验的方法应按 GB/T 1094.1、GB/T 1094.2、GB/T 1094.3、GB/T 1094.5、GB/T 1094.10、GB/T 6451 和 JB/T 501 的规定。

9.3.2 调容开关机械操作试验

9.3.2.1 无励磁调容调压变压器不励磁，手动进行调容与调压所有位置的转换试验，完成 10 个操作循环（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），各次操作均应灵活，无异常现象。

9.3.2.2 有载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，进行高档位和低档位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。

9.3.2.3 有载调容无励磁调压变压器不励磁，手动操作控制器或通过自动装置控制，进行高档位和低档位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）；同时手动进行各电压分接位置的切换试验，完成 4 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。

9.3.2.4 有载调容调压变压器或有载调容无励磁调压变压器不励磁，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。

9.3.3 有载调容（调压）开关带电空载切换试验

9.3.3.1 有载调容调压变压器或有载调容无励磁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 个调容操作循环，有载调容开关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。

9.3.3.2 有载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 个有载调压操作循环，有载调压开关不应出现拒动及卡滞现象，动作时的电压值及延时值应准确可靠。

9.3.4 有载调容开关带负载切换试验

对有载调容调压变压器或有载调容无励磁调压变压器施加额定频率、额定电压及高档位和低档位两种不同额定容量负荷，通过控制器设定动作时间及动作延时值，将被试调容变压器的低压绕组接入可调负载系统，调节负载系统的负载电流，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 50 个调容操作循环，有载调容开关不应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，其他功能应满足本标准的要求。

9.3.5 控制箱的防护等级试验

应对调容变压器的控制箱（如果有）进行防护等级试验，试验方法按照 GB/T 4208 的规定，试验结果应满足本标准 8.4.7 的要求。

10 铭牌

调容变压器的铭牌应符合 GB/T 1094.1 的规定。

调容变压器高档位和低档位两种不同额定容量的标志内容应分别标出。

11 标志、起吊、包装、运输和贮存

调容变压器的标志、起吊、包装、运输和贮存应符合 GB/T 6451 的规定。

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。

A.2 调容调压原理

A.2.1 概述

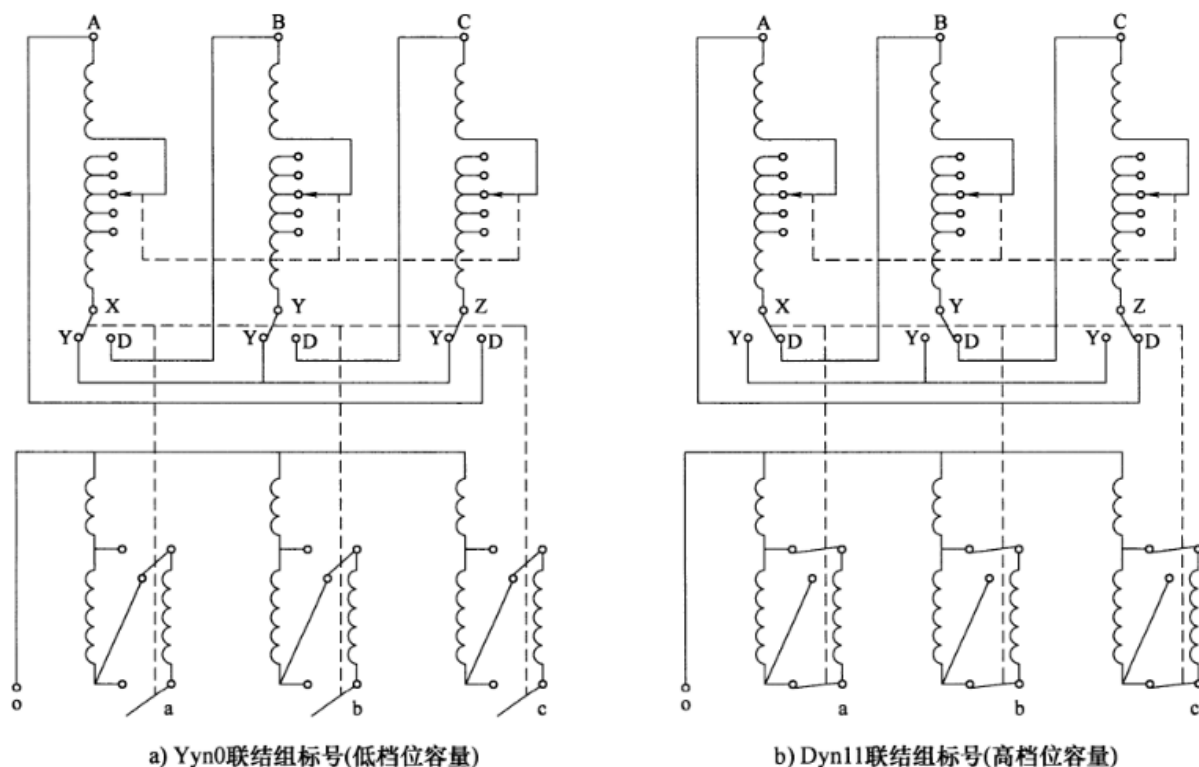
根据第 7 章规定的性能参数，调容变压器高压绕组的分接范围主要有 $\pm 2 \times 2.5\% \sim \pm 4 \times 2.5\%$ 、 $\pm 5\%$ 或 $\pm 2 \times 2.5\%$ ，因此，调容变压器主要有三种调容与调压的组合应用。

A.2.2 无励磁调容调压

无励磁调容调压是将调容调压变压器从配电网路中切除，通过无励磁调容调压开关的手动操作，来改变高、低压绕组的连接方式及调压绕组的分接位置，从而实现调容变压器高档位和低档位两种不同额定容量间的转换及不同电压分接头间的转换。

无励磁调容调压变压器仅适用于负荷随季节性变化特征明显且能准确预估调容时间点的场合。

无励磁调容调压的原理如图 A.1 所示。



图A.1 无励磁调容调压原理

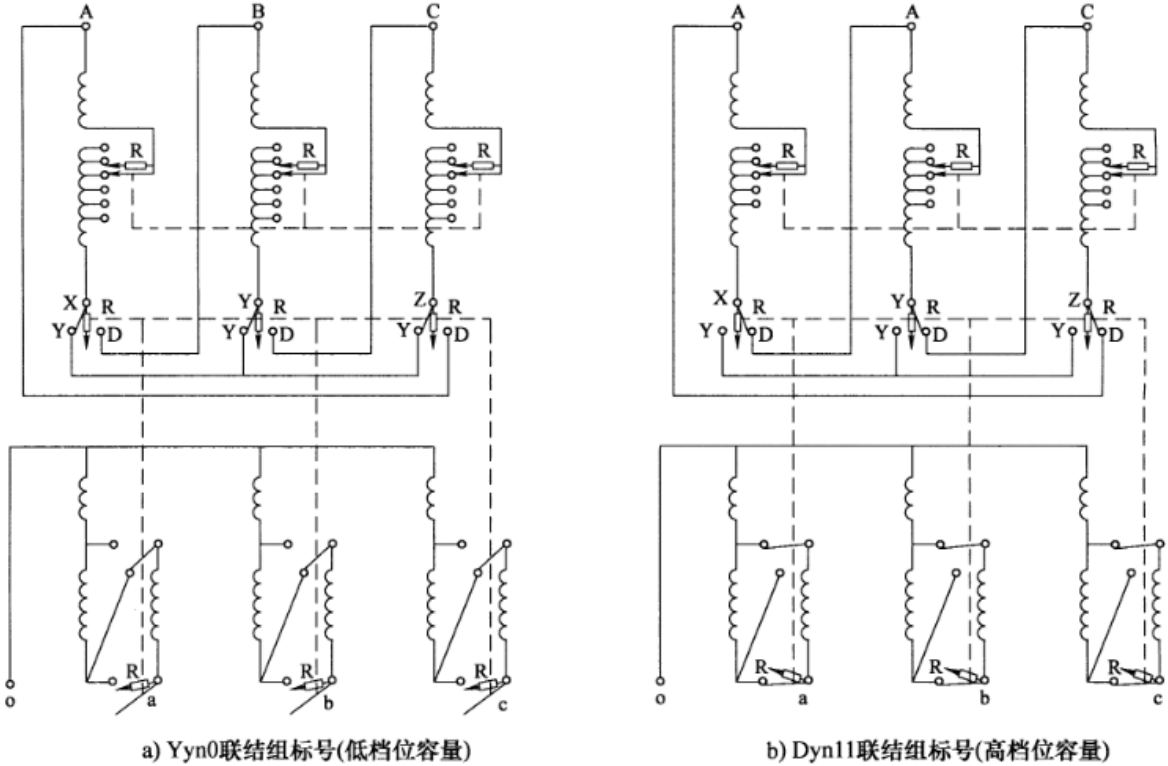
A.2.3 有载调容调压

有载调容调压是调容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

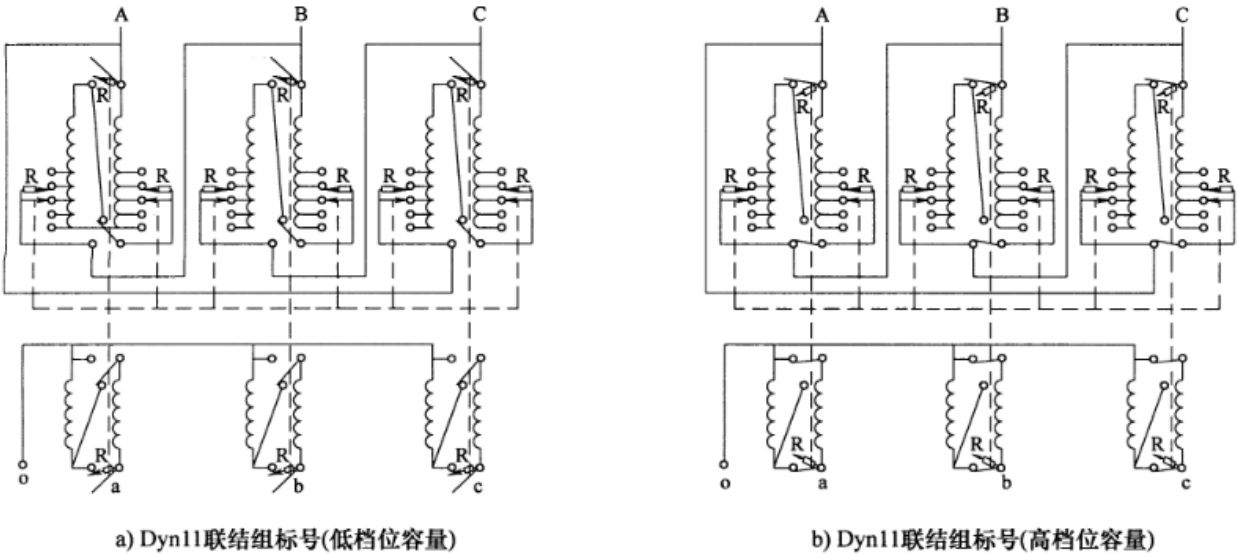
分接位置，来实现调容变压器高档位和低档位两种不同额定容量间的转换及不同电压分接头间的切换。

有载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。

“Y—D 转换”有载调容调压原理如图 A.2 所示，“串—并联转换”有载调容调压原理如图 A.3 所示。



图A.2 “Y—D转换”有载调容调压原理



图A.3 “串—并联转换”有载调容调压原理

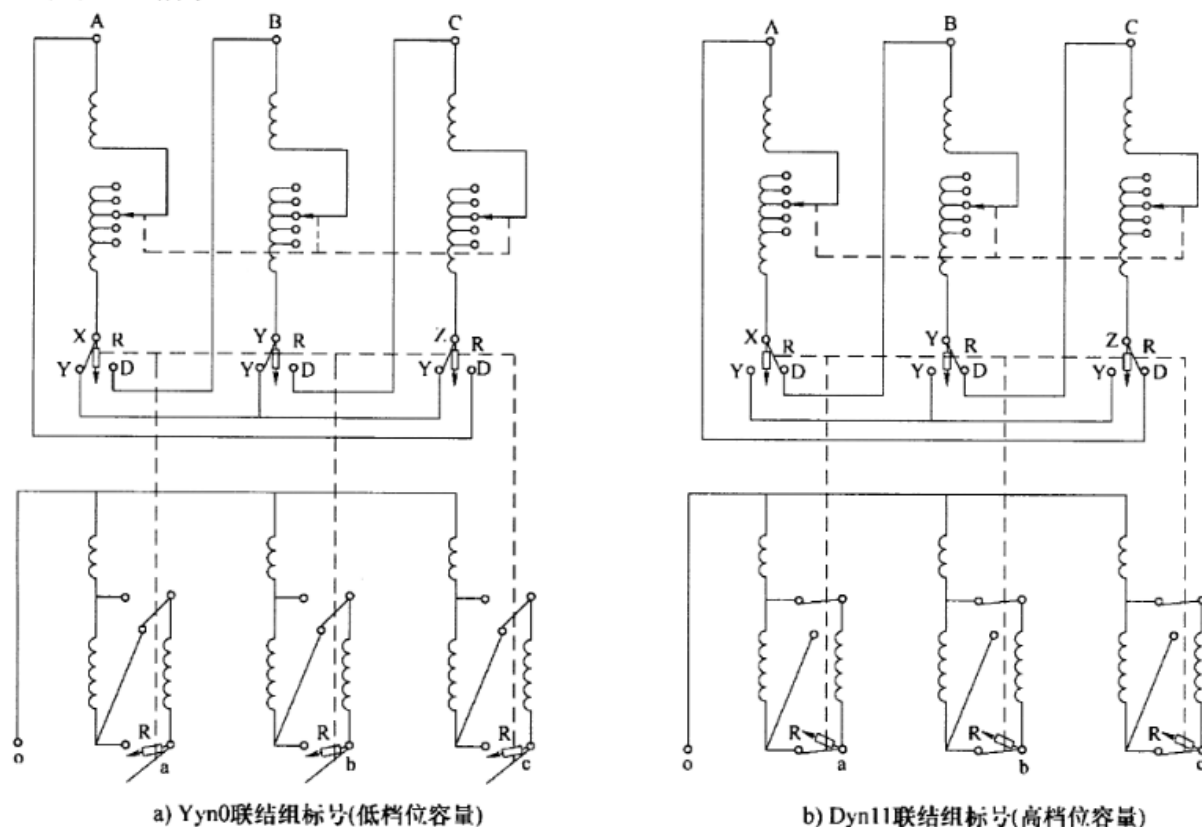
A.2.4 有载调容无励磁调压

有载调容无励磁调压是通过在调容变压器内设置有载调容开关与无励磁调压开关来实现的。

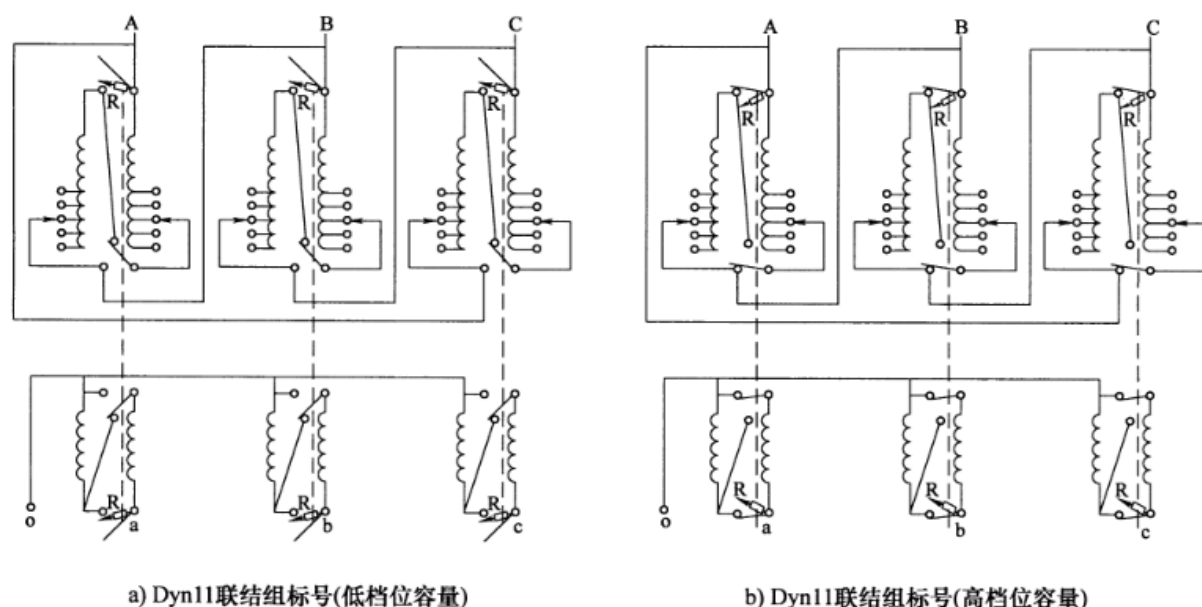
有载调容无励磁调压变压器中调压绕组分接位置的整定应按所处配电网末端的电压与负荷统计变化规律来综合考虑。

有载调容无励磁调压变压器适用于负荷峰谷变化大、平均负载率较低、电压质量较为稳定或电压越限周期较长（如季节性电压波动越限）的场合。

“Y—D转换”有载调容无励磁调压原理如图 A.4 所示，“串—并联转换”有载调容无励磁调压的原理如图 A.5 所示。



图A.4 “Y—D转换”有载调容无励磁调压原理



图A.5 “串—并联转换”有载调容无励磁调压原理

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

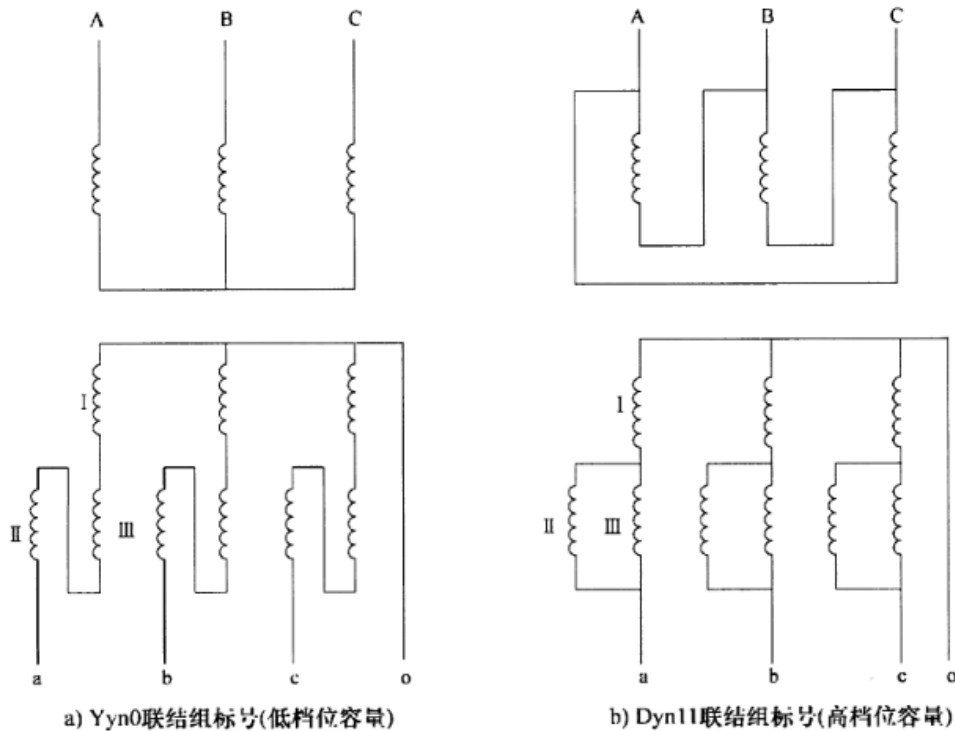
调容变压器按容量转换方式有“Y—D 转换”和“串—并联转换”两种。

注：“串—并联转换”原理上包含 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 “Y—D 转换”方式

“Y—D 转换”是在输出电压不变的情况下，调节配电变压器的高档位和低档位额定容量。“Y—D 转换”原理如图 B.1 所示。



图B.1 “Y—D转换”原理

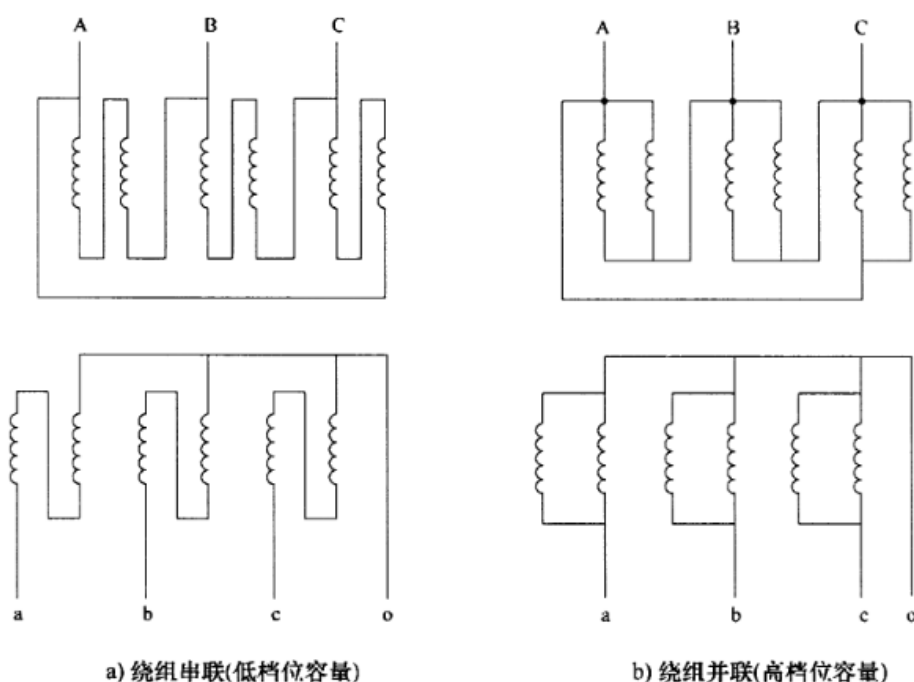
- “Y—D 转换”的特点如下：
- 每相高压侧均为一段绕组，每相低压绕组的总匝数由 I 段（27%的总匝数）、II 段（73%的总匝数）、III 段（73%的总匝数）组成；
 - 高档位容量运行时，高压绕组为 D 联结，每相低压绕组的 II 段与 III 段匝数并联，再与 I 段匝

数串联（视为 100% 的总匝数），三相低压绕组为 yn 联结；

- 低档位容量运行时，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 yn 联结；
- 高档位容量运行时，调容变压器的联结组标号为 Dyn11，低档位容量运行时，调容变压器的联结组标号为 Yyn0。

B.2.2 “串—并联转换”方式

“串—并联转换”是在输出电压不变的情况下，调节变压器的高档位和低档位额定容量。“串—并联转换”原理如图 B.2 所示。



图B.2 “串—并联转换”原理

“串—并联转换”的特点如下：

- 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；
- 高档位容量运行时高、低压绕组的两段绕组均为并联，低档位容量运行时高、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；
- 容量转换前、后调容变压器的联结组标号未发生变化，均为 Dyn11。