

中华人民共和国国家标准

电力变压器 第四部分 分接和联结方法

UDC 621.314.222.6

GB 1094.4—1985

代替 1094—79

Power transformers

Part 4: Tappings and connections

本标准参照采用国际标准 IEC 76-4 (1976) 《电力变压器 第四部分 分接和连接方法》。

1 范围

本标准适用于变压器的一对绕组间只在一个带分接的绕组上进行调压的情况。对于自耦变压器，分接位置在线端还是在中性点须在订货时注明。

有关电压相位移的分接变换，本标准不予考虑。

2 各种调压的要求

2.1 总则

如无明确要求，则变压器不提供分接头。当需要分接头时，应指明它们是用于无励磁调压或用于有载调压。

2.2 主分接

除非另有其他规定，当分接位置数为奇数时，主分接（见 GB 1094.1—85 《电力变压器 第一部分 总则》第 3.5.1 款）系指中间分接。当分接位置数为偶数时，主分接系指分接绕组的两个中间分接位置中有效匝数较多的一个。

如果这样下定义的分接不是满容量分接，则主分接应是靠近的一个满容量分接（见 GB 1094.1 第 3.5.4 款，主分接是满容量分接）。

2.3 分接范围的表示

分接绕组的分接范围按下述方式表示：

如果有正、负两种分接： $\pm a\%$ 或 $+a\%$ ， $-b\%$ ；

如果只有正分接或只有负分接： $+a\%$ 或 $-b\%$ 。

2.4 短路阻抗的表示

与短路阻抗有关的绕组应按下述方式表示：

对双绕组变压器，表示出与短路阻抗有关的绕组即可。以 H.V. 表示高压绕组阻抗，L.V. 表示低压绕组阻抗 H.V./L.V. 成对绕组间的短路阻抗，例如折算到 H.V. 绕组的，就称为 H.V./L.V. 阻抗（H.V. 下面划横线）或称为 H.V./L.V. 成对绕组间的 H.V. 侧

阻抗。若折算到 L.H. 绕组的, 就称为 H.V./L.V. 阻抗或称为 H.V./L.V. 成对绕组间的 L.V. 侧阻抗。

对三绕组变压器的中压绕组用 M.V. 表示, 其他的表示方法同双绕组变压器。

按照系统条件, 短路阻抗常常可以折算到变压器的任何一个绕组。如果功率流向仅为从高压绕组流向低压绕组, 则短路阻抗折算到高压绕组是适当的。

本章下述规则不适用于三绕组变压器和电压比小的 (如小于 2) 自耦变压器 (此类变压器需要特殊考虑)。

2.4.1 主分接位置上的短路阻抗

短路阻抗除了以百分数表示的“额定电流下的阻抗电压”之外, 还要用折算到一个绕组的以每相欧姆值计算的短路阻抗来表示。

2.4.2 其他分接的短路阻抗

如果需要, 可以规定其他分接 (包括极限分接) 位置上的短路阻抗。

在这里适用的允许偏差的定义如下所述:

a. 任一其他分接位置的短路阻抗允许偏差应在 GB 1094.1 中表 4 项 3a 的规定值上, 再加一个百分数, 其值等于该分接与主分接间以百分数表示的分接因数之差的 1/2。

b. 当主分接不在中间位置时, 分接范围仍按对中间分接位置是平衡的来考虑, 而且各分接上的短路阻抗允许偏差应按上述 a 规定计算。由于允许偏差按 GB 1094.1 表 4 的规定适用于中间分接位置, 这就意味着主分接上的偏差超过了 GB 1094.1 表 4 项 3a 中的值。

对于指定的分接范围而言, 最简单的方法是按照上述计算规则只确定最小或最大阻抗电压值, 其中包括允许偏差。

注: 对于分接范围的总数超过 25% 的情况, 或当所算的阻抗允许偏差可能引起阻抗电压的值不能被接受时, 阻抗电压的允许偏差须经制造厂与使用部门协商确定。

2.5 负载损耗的要求

使用部门应指明除主分接外的哪些分接 (包括极限分接) 的负载损耗值, 其值应由制造厂提供。

双绕组变压器任一分接的参考电流等于该分接的分接电流。对于多绕组变压器, 参考电流或参考容量应予指明。

2.6 关于温升的保证和试验的要求

温升限值适用于所有分接。除特殊情况外, 温升试验仅需在一个分接上进行。

2.7 高出分接电压条件下运行的要求

对所有分接的要求与对主分接的要求相同, 但“额定电压”与“额定电流”一词须改为“分接电压”和“分接电流”。对于主分接见 GB 1094.1 第 4.4 条。

3 恒磁通调压的定义及补充要求

3.1 恒磁通调压 (C.F.V.V.) 的定义:

恒磁通调压定义为当分接电压为下述电压时的调压:

对不带分接的绕组为额定电压;

对有分接的绕组为额定电压乘以分接因数。

注: ① 对所有分接位置磁通是相同的, 所以称为“恒磁通调压”。

② 图 1a 表示分接电压随分接因数的变化情况。

3.2 对恒磁通调压的补充要求:

a. 规范应指出的内容 (见附录 A.1):

调压的种类: C.F.V.V.;

变压器的额定容量。当为多绕组变压器时, 应指明每一绕组的额定容量;

额定电压;

哪个绕组为分接绕组和它的分接范围;

分接位置数或分接级。当所提的为分接位置时, 则认为每个分接级近似相等;

注: 在调压种类无任何表示的情况下, 则认为 C.F.V.V.。

b. 分接容量及分接电流 (见图 1c、b):

如无规定, 则认为电压变化范围在 $\pm 5\%$ 时的所有分接是满容量分接 (见 GB 1094.1 附录 A 的 A.1.1.1)。

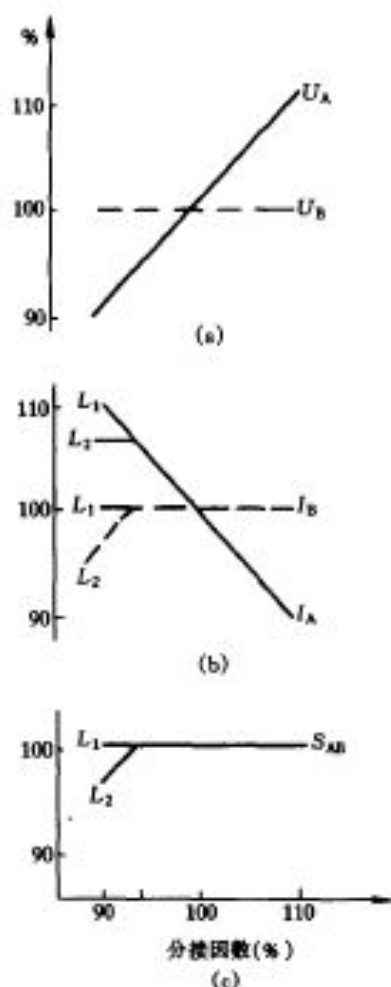


图 1 恒磁通调压

U —分接电压; I —分接电流; S —分接容量; L_1 —恒容量; L_2 —限制电流; 角注 A 指带分接绕组; 角注 B 不带分接的绕组

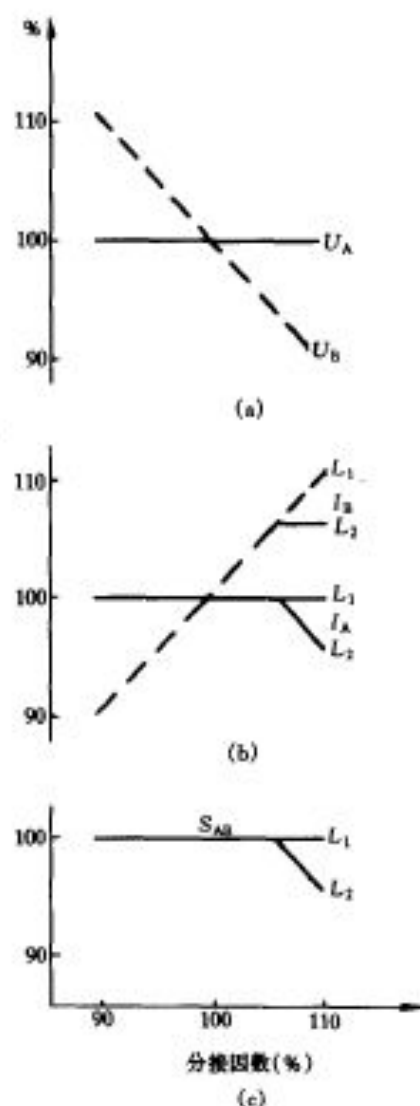


图 2 变磁通调压

U —分接电压; I —分接电流; S —分接容量; L_1 —恒容量; L_2 —限制电流; 角注 A 指带分接绕组; 角注 B 不带分接的绕组

如果规定一个“最大电流分接”，即在这一分接之上的分接（高分接因数）是满容量分接。在这一分接之下，对分接绕组而言，分接电流是恒定的。因此，这种分接是降低分接容量的分接。

注：① 在第一种情况（仅对满容量分接）下的极限负分接可称为“最大电流分接”。

② 对具有独立绕组（见 GB 1094.1 第 3.1 条的注）的变压器，如无其他规定，供温升试验用的分接为“最大电流分接”。

3.3 额定容量小于和等于 3150kVA，且分接范围小于和等于 $\pm 5\%$ 的独立绕组的变压器（除非有其他规定）规定为：

主分接即为最大电流分接（对于所有的负分接，分接绕组的分接电流等于额定电流）；
短路阻抗及负载损耗的保证值均以主分接为准。

4 对变磁通调压的定义及补充要求

4.1 变磁通调压 (V.F.V.V.) 的定义

对于分接绕组，当分接电压为恒定而且等于其额定电压时，不带分接绕组的电压变化为变磁通调压（见图 2a）。

4.2 对变磁通调压的补充要求

a. 应指出的规范（见附录 A.2）：

调压的种类：V.F.V.V.；

变压器的额定容量。对于多绕组变压器则应指明每一绕组的额定容量；

额定电压：对每一不带分接的绕组，应规定其极限分接电压并在额定电压下标横线；

哪个绕组是带分接绕组和它的分接范围；

分接位置数或分接级。当所提的为分接位置时，则认为每个分接级近似相等。

b. 分接容量和分接电流（见图 2c、b）

如无规定，则认为电压变化范围在 $\pm 5\%$ 时的所有分接是满容量分接（见 GB 1094.1 附录 A 的 A.1.1.1）。

如果规定一个“最大电流分接”，即在此分接（具有较低的分接因数）以下的分接是满容量分接，而在此分接以上的分接，对于不带分接的绕组其分接电流是恒定的。

c. 与空载损耗和空载电流有关的要求

下述各项应由制造厂和使用部门协商确定：

除主分接外，哪些分接的空载损耗、哪些分接的空载电流值应由制造厂提供。

对上述分接应予考虑的电压。

5 混合调压的定义及补充要求

5.1 混合调压 (cb.v.v.) 的定义

混合调压定义为同时具有如下所述恒磁通调压和变磁通调压（见图 3a）的一种组合的调压方式：

在小于某一分接因数时，无分接绕组的分接电压是恒定的；

在大于这一分接因数时，分接绕组的分接电压是恒定的。

对应于上述分接因数的分接称为“最大电压分接”。

5.2 混合调压的补充要求

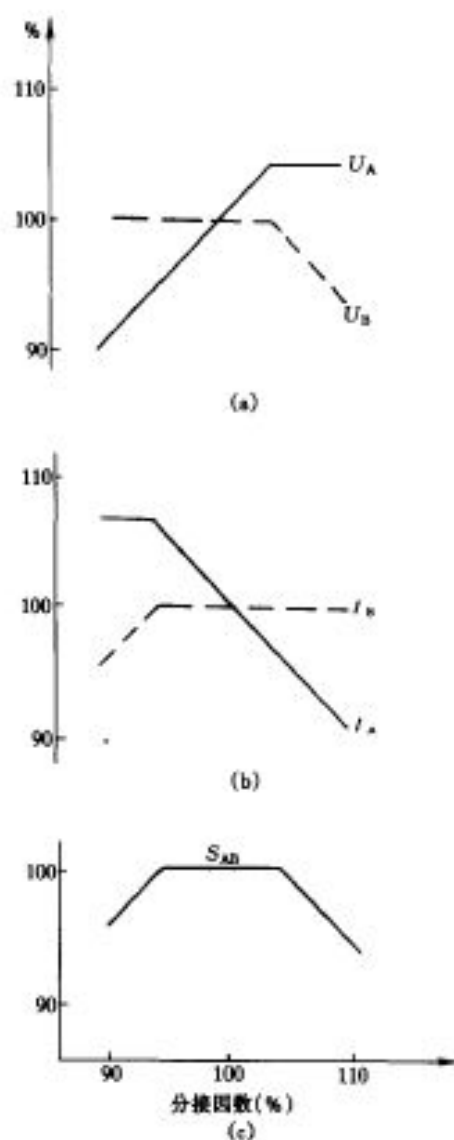


图3 混合调压

U —分接电压； I —分接电流； S —分接容量

a. 应指出的规范 (见附录 A.3):

调压的种类: cb.v.v.;

变压器的额定容量。对于多绕组变压器则应指明每一绕组的额定容量;

额定电压;

哪个绕组是带分接的绕组和它的分接范围;

分接位置数或分接级。当所提的为分接位置时, 则认为每个分接级近似相等;

哪个分接是“最大电压分接”(见图 3a)。

b. 分接电流及分接容量:

如果规定一个“最大电流分接”及其相应的分接电流, 则认为在这一分接(低分接因数)之下, 对于带分接绕组的分接电流是恒定的。在这一分接之上, 对于不带分接绕组(见图 3b)的分接电流是恒定的。这一分接、最大电压分接及中间的那些分接是满容量分接。其他分接是降低容量分接(见图 3c)。

注: a 及 b 所考虑的数据类似象附录 A 第 A.3 条一样用表给出。

c. 与空载损耗和空载电流有关的要求见 4.2c。

6 相线圈的联结方法

三相变压器的一组相线圈或连接成三相组的单相变压器的相同电压的线圈连接成星形、三角形、曲折形时, 对高压绕组(H.V.)分别以字母 Y、D 或 Z 表示, 对中压或低压(L.V.)绕组分别以字母 y、d 或 z 表示。如果星形联结或曲折形联结的中性点是引出的, 则分别以 YN 或 ZN 及 yn 或 zn 表示。

在两个线圈具有公共部分的自耦变压器中, 两个线圈中额定电压较低的一个线圈以字母 a 表示。例如: 中性点引出的星形联结的自耦变压器用 YN, a 表示。

单相绕组用罗马字“I”表示, 按书写的先后次序分别表示高、(中)、低压绕组。

带有星三角变换绕组或分裂绕组的变压器, 应在两个变换或分裂绕组间以“-”隔开表示。

7 绕组间的相位移

高压绕组的电压矢量取作原始位置。用钟时序数(见 GB 1094.1 第 3.10.6 款)表示的矢量图的一些示例, 在图 4 中给出。该图仅以双绕组为例, 有关三绕组变压器示例应参照执行, 其中压绕组的首末端标志应为 A_m 、 B_m 、 C_m 、 X_m 、 Y_m 、 Z_m 。高、中、低压侧绕组的中性点标志应为 0、 0_m 、 0_o 。

对于多绕组变压器, 高压(H.V.)绕组的电压矢量仍作为参考矢量, 同时其代号排在

第一位。其他代号按各绕组额定电压的递减次序排列。

在两个线圈具有公共部分的自耦变压器中，相当于这两个线圈之中额定电压较低的一个线圈的代号为 a，应在这两个线圈之中额定电压较高的一个线圈的代号之后列出。如 YN, a0, d11 (自耦连接的一对线圈包括高压线圈) 或 D, yn11, a11 (自耦连接的一对线圈中不包括 H.V. 线圈)。

注：附录 B 给出若干通用的联结方法，其中带▲符号者为我国常用的联结方法。根据订货协议亦可采用其他任何联结方法。

例 1：一台双绕组变压器，高压星形联结绕组额定电压为 10000V，低压为中性点引出的星形联结绕组，额定电压为 400V。两个星形联结绕组的电压同相位（钟时序数 0）。

其联结组标号为 Y, yn0。

例 2：一台三绕组变压器，高压为中性点引出的星形联结绕组，额定电压为 121kV；中压为中性点引出的星形联结绕组，额定电压为 38.5kV，低压为三角形联结绕组，额定电压为 10.5kV。两个星形联结绕组的电压是同相位（钟时序数 0），而三角形联结绕组上的电压超前于其他电压 30°（钟时序数 11）。

所以，联结组标号为 YN, yn0, d11。

例 3：一台带第三绕组的自耦变压器，自耦联结的一对绕组为中性点引出的星形联结，其额定电压分别为 220kV, 121kV；第三绕组为三角形联结，额定电压为 11kV。自耦联结的一对绕组电压同相位（钟时序数 0），而三角形联结绕组上的电压超前于星形联结绕组上的电压 30°（钟时序数 11）。

所以，联结组标号为 YN, a0, d11。

例 4：一台单相双绕组变压器，高压绕组额定电压为 550kV，低压绕组额定电压为 20kV。则，连接组标号为 I, 10。

例 5：一台双绕组变压器，高压绕组为星三角变换，低压绕组为三角形联结，低压绕组电压超前于高压为星形联结时的电压 30°（钟时序数 11），与三角形联结时的电压同相位。

则，联结组标号为 Y-D, d11-0

例 6：一台带分裂绕组的变压器，高压绕组为星形联结有中性点引出，低压绕组为两个三角形联结的分裂绕组，低压绕组上的电压超前于星形联结绕组上的电压 30°（钟时序数 11）。

则，联结组标号为 YN, d11-d11。

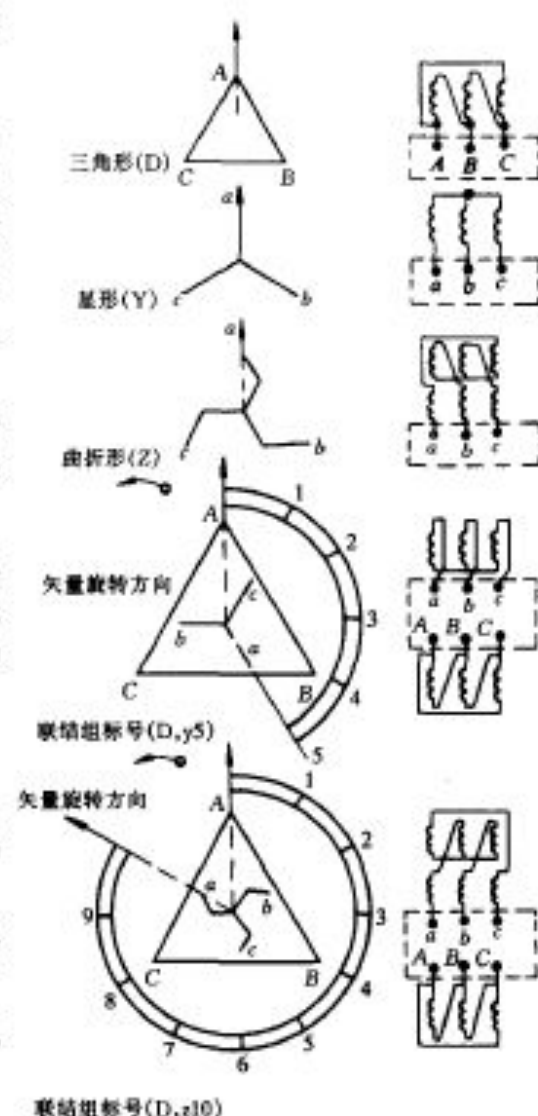


图 4 联结组标号使用说明图

附录 A

带有分接的变压器的规范示例 (适用于分接) (补充件)

A.1 恒磁通调压

两种方案的示例:

一台额定容量为 40MVA, 额定电压为 66/11kV 的三相变压器, 66kV 之绕组具有 11 个分接位置, 其分接范围为 $\pm 10\%$ 。

a. 方案 1: 所有分接都是满容量分接;

调压种类: C.F.V.V.;

额定容量: 40MVA;

额定电压: 66/11kV;

分接绕组: 66kV (分接范围 $\pm 10\%$);

分接位置数: 11。

b. 方案 2: 当有降低容量分接时应增加一条: 最大电流分接 -5% 。

注: 除非给出补充说明, 则高压绕组从 -5% 分接到 -10% 的极限分接的电流应限制到 368A, 同时在 -10% 分接处分接容量应降低到 38MVA。

A.2 变磁通调压

一台额定容量为 20MVA, 电压为 66/6kV 的三相变压器, 其高压绕组的分接范围是 $+15\%$, -5% , 但高压绕组 (H.V.) 分接电压保持恒定, 而低压绕组的分接电压在 $\frac{6}{0.95} = 6.32\text{kV}$ 及 $\frac{6}{1.15} = 5.22\text{kV}$ 之间变化。

方案 1: 所有分接都是满容量分接;

调压种类: V.F.V.V.;

额定容量: 20MVA;

额定电压: 66/6kV;

66kV 绕组上的分接: 分接范围 $+15\%$, -5% ;

分接位置数: 11;

6kV 绕组的分接电压: 6.32, 6, 5.22kV。

方案 2: 当有降低容量分接时应增加一条: 最大电流分接 $+5\%$ 。

注: 从 $+5\%$ 分接到极限分接 $+15\%$, 不带分接绕组 (L.V.) 的“分接电流”限制在 2020A, 同时, 在 $+15\%$ 分接处分接容量降低到 18.2MVA。

A.3 混合调压

规范应按下表, 其中:

“最大电压分接”是 $+6\%$ 分接;

“最大电流分接”是 -9% 分接。

注: ① 当“中间的”各行数据填写完整后, 上表可以用在铭牌上。

② 上述这些规范与恒磁通调压 C.F.V.V. 规范 (40MVA, $160 \pm 15\%$ / 20kV) 相比较, 差异仅是

H.V. 分接电压不超过 H.V. 系统的“系统最高电压”170kV (见 GB 1094.3—85《电力变压器 第三部分 绝缘水平和绝缘试验》第 5.3 条), 电流值不存在差异。

混 合 调 压

额定值: 三相, 40MVA, 160kV/20kV

带分接绕组: H.V.——分接范围±15%, 分接位置数: 21

分 接	变压比	分接电压, kV		分接电流, A		分接容量 MVA
		U_{HV}	U_{LV}	I_{HV}	I_{LV}	
1 (+15%)	9.20	169.6	18.43	125.6	1155	36.86
中间的	递减	169.6	递增	递增	1155	递增
7 (+6%)	8.48	169.6	20	136.2	1155	40
中间的	递减	递减	20	递增	1155	40
11 (0%)	8	160	20	144.4	1155	40
中间的	递减	递减	20	递增	1155	40
17 (-9%)	7.28	145.6	20	158.7	1155	40
中间的	递减	递减	20	158.7	递减	递减
21 (-15%)	6.80	136	20	158.7	1080	374

附 录 B

常用的变压器联结法 (适用于联结方法) (补充件)

B.1 三相变压器

B.1.1 具有独立绕组的变压器

图 B.1a 给出了常用的三相变压器联结组标号和变压器各绕组电压矢量间的相位移。在各种联结图中都假定所有线圈具有相同的绕向。

B.1.2 自耦变压器

应注意只有钟时序数为 0, 4, 8 的相位移适用于星形联结的自耦变压器。

图 B1b 是指联结组标号为 Y, a0 的示例图。

B.2 组成三相组的三台单相变压器的示例

此时, 每台单相变压器的每一线圈的两端都引出到端子上并给以标志, 这样一台三相组的联结图如图 B2 所示。

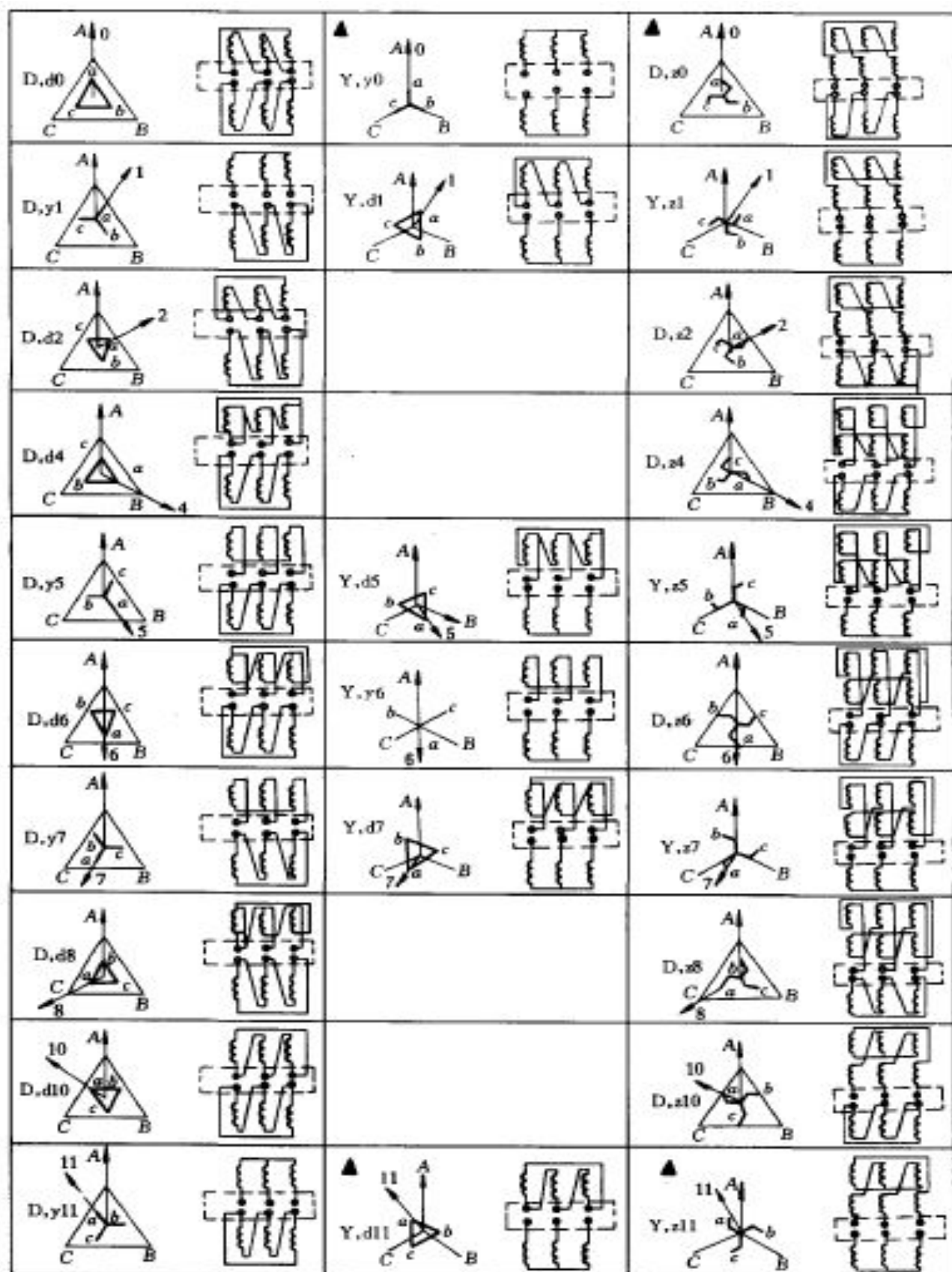


图 B1a 用联结组标号表示的三相变压器的联结标志示例
带▲符号者为常用的联结方法

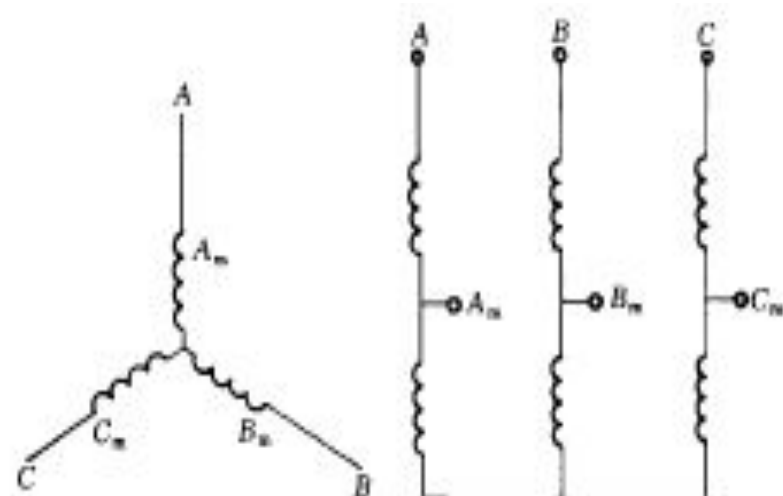


图 B1b 用联结组标号表示的三相自耦变压器的联结标志示例

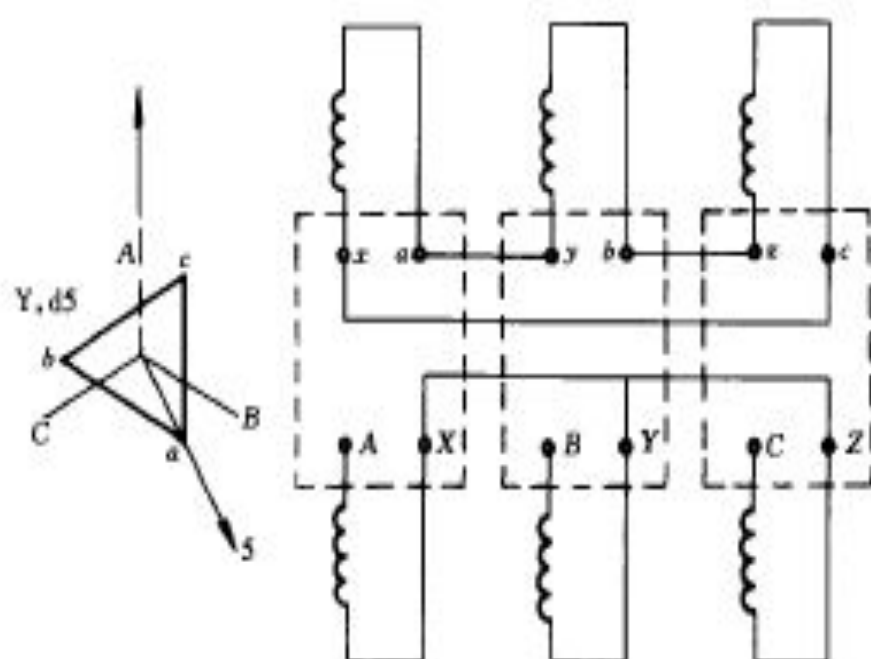


图 B2 三台单相变压器连接成三相组的示例（联结组标号 Y, d5）

附加说明：

本标准由中华人民共和国机械工业部和水利电力部提出。

本标准由沈阳变压器研究所和水利电力部电力科学研究院负责起草。

本标准主要起草人王肇平、凌愨。

自本标准实施之日起，原 GB 1094—1979《电力变压器》中有关内容作废。