

变压器分接开关 实用技术

陈敢峰 姚集新 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

变压器分接开关实用技术

陈敢峰 姚集新 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书根据变压器分接开关的实际使用情况,系统地介绍了无励磁分接开关和有载分接开关。内容包括无励磁分接开关的检修、有载分接开关的基本知识、M型系列有载分接开关、V型系列有载分接开关、ABB系列有载分接开关、ELIN系列有载分接开关和SYXZ、SY JZZ_T_X型有载分接开关的结构及技术参数、电动机构的工作原理、安装、投运和运行维护等实用技术。

本书可供从事变压器的制造、检修、维护、运行、安装、试验人员及工程技术人员阅读,并可作为岗位培训教材,也可作为大中专职业学校的专业参考书。

图书在版编目(CIP)数据

变压器分接开关实用技术/陈敢峰,姚集新编著. —北京:中国水利水电出版社, 2002

ISBN 7-5084-0559-5

I. 变… II. ①陈… ②姚… III. 变压器-分接开关 IV. TM403.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第007354号

书 名	变压器分接开关实用技术
作 者	陈敢峰 姚集新 编著
出版、发行	中国水利水电出版社(北京市三里河路6号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sale@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (发行部)
经 售	全国各地新华书店
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	水利电力出版社印刷厂
规 格	787×1092毫米 16开本 18印张 427千字
版 次	2002年3月第一版 2002年3月北京第一次印刷
印 数	0001—4000册
定 价	38.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

随着国民经济的高速发展，电力事业要先行，人们对供电质量要求也越来越高。因而变压器用分接开关越来越得到人们的关注。由于可供学习和参考的相关资料太少。故本书的出版必将给广大读者带来福音。

本书详实的将国内现有电力变压器用分接开关原理、结构、安装、维护、检修、故障分析及处理介绍给广大读者，是一本迄今为止最全面的分接开关实用技术丛书。本书即详实又简明，运用表格形式介绍了检修工艺及合格标准，故针对性强。

本书非常适合变压器制造者、使用者及相关技术人员参阅，以解决工作遇到的难题。

吉锋

2002.2

前 言

随着电力系统的发展，对电压质量的要求也越来越高。由于无功潮流的波动，影响系统电压的变化，而在无功充足的情况下利用有载分接开关调压是最方便、有效地控制电压质量的方法，故在电力变压器中有载分接开关被广泛地应用。有载分接开关作为变压器最重要的组件，它的可靠性直接决定整个电力系统能否正常安全运行，因此正确而及时地做好维护和检修，经常保持设备良好状态是极为重要的环节。

本书根据变压器有载分接开关的实际使用情况，按不同厂家、型号加以分类，系统全面地介绍各种有载分接开关的工作原理、结构及技术参数、电动机构的工作原理、安装、投运和运行维护等实用技术。另外，无励磁分接开关除了在无励磁调压变压器上使用外，一般在三绕组有载调压变压器的一侧也装有无励磁分接开关，故本书对无励磁分接开关的检修也作了介绍。

全书共分为七章，除第一章介绍无励磁分接开关检修外，第二章至第七章系统介绍有载分接开关的基本知识及各种型号有载分接开关的结构、技术参数、电动机构、安装、检修知识。其中第二章的第五节、第六章的第二节由姚集新编写，其余各章节均由陈敢峰编写。

本书可作为从事变压器的制造、检修、维护、运行、安装、试验人员及工程技术人员参考和岗位培训教材，也可作为大中专职业学校的专业参考书。

本书在编写过程中得到许多同仁大力支持与帮助，上海华明电力设备制造有限公司、合肥 ABB 变压器有限公司、厦门象屿协励行贸易有限公司（厦门 ELIN）等提供技术资料，并得到浙江电力工业局楼其民高级工程师的大力帮助和指导，本书由沈阳变压器责任有限公司副总工吉锋教授级高级工程师主审，在此一并至以衷心感谢！

由于编者水平与实际经验所限，在编写中难免有不妥和错误之处，诚恳地希望专家和读者批评指正。

作 者

2002 年 2 月于新安江

目 录

序

前 言

第一章 无励磁分接开关	1
第一节 无励磁分接开关的类型和结构	1
第二节 无励磁分接开关的技术要求	6
第三节 无励磁分接开关的检修	8
第二章 有载分接开关的基本知识	10
第一节 有载分接开关概述	10
第二节 有载分接开关名词术语定义	11
第三节 有载分接开关的工作原理	14
第四节 有载分接开关的绝缘	28
第五节 电动机构电气回路	35
第六节 有载分接开关现场安装、运行及检修	41
第三章 M 型系列有载分接开关	53
第一节 M 型系列有载分接开关的结构及主要技术参数	53
第二节 M 型系列有载分接开关的电动机构	75
第三节 M 型系列有载分接开关的安装	82
第四节 M 型系列有载分接开关的检修	94
第四章 V 型系列有载分接开关	98
第一节 V 型系列有载分接开关的结构及主要技术参数	98
第二节 V 型系列有载分接开关的电动机构	111
第三节 V 型系列有载分接开关的安装	125
第四节 V 型系列有载分接开关的检修	130
第五章 ABB 有载分接开关	135
第一节 ABB 有载分接开关的结构及主要技术参数	135
第二节 ABB 有载分接开关的电动机构	156
第三节 ABB 有载分接开关的安装	167
第四节 ABB 有载分接开关的检修	182
第六章 ELIN 有载分接开关	190
第一节 ELIN 有载分接开关的主要技术参数和结构	190
第二节 ELIN 有载分接开关的电动机构	203

第三节	ELIN 有载分接开关的安装	212
第四节	ELIN 有载分接开关的检修	215
第七章	$\begin{matrix} T \\ SYXZ、SY JZZ \\ X \end{matrix}$ 有载分接开关	221
第一节	SYXZ 有载分接开关	221
第二节	$\begin{matrix} T \\ SY JZZ \\ X \end{matrix}$ 有载分接开关	228
附录	常用有载分接开关检修工艺	234
参考文献		272

第一章 无励磁分接开关

为了稳定负荷中心电压、调节无功潮流或调节负载电流、联络电网，均需对变压器进行电压调整。利用调压器等进行的无级调压只适用于低电压、小容量的场合；而利用调整发电机励磁、增压变压器、同步补偿机和静电电容器等进行调压也受到一定的限制。在无功功率充足的情况，通过用分接开关来调整电压就比较方便、可行。它是在变压器的某一绕组上设置分接头，当变换分接头时就减少或增加了一部分线匝，使带有分接头的变压器绕组的匝数减少或增加，其它绕组的匝数没有改变，从而改变了变压器绕组的匝数比。绕组的匝数比改变了，电压比也相应改变，输出电压就改变，这样就达到了调整电压的目的。

在一般情况下是在高压绕组上抽出适当的分接头，因为高压绕组常套在外面，引出分接头方便；另外高压侧电流小，引出的分接引线和分接开关的载流部分截面积小，开关接触部分也较容易解决。

调压方式有无励磁调压和有载调压两种。无励磁调压时，不是变压器二次不带负载，而是把变压器各侧都与电网断开，在变压器无励磁情况下变换绕组的分接头；有载调压时，变压器是在不中断负载的情况下进行变换绕组的分接头。

第一节 无励磁分接开关的类型和结构

无励磁分接开关（或称无载分接开关）是用于油浸变压器在无励磁状态下进行分接变换的装置。按相数分有单相和三相；按安装方式分有卧式和立式；按结构形式有鼓形、笼形、条形和盘形；按调压部位分有中性点调压、中部调压及线端调压。一般无励磁分接开关的额定电流在 1600A 以下，额定电压在 220kV 及以下。对应不同型号的无励磁分接开关，制造厂会提供额定电压、额定电流、尺寸等技术数据。

变压器无励磁分接开关的额定调压范围较窄，调节级数较少。额定调压范围以变压器额定电压的百分数表示为 $\pm 5\%$ 或 $\pm 2 \times 2.5\%$ 。根据使用要求，在调压范围和级数不变的情况下，允许增加负分接级数、减少正分接级数，例如 $\pm 1 \times 2.5\%$ 。无励磁调压变压器在额定电压 $\pm 5\%$ 范围内改换分接位置运行时，其额定容量不变。如为 -7.5% 和 10% 分接时，其容量按制造厂的规定；如无制造厂规定，则容量应相应降低 2.5% 和 5% 。

无励磁分接开关要求开关动作位置准确，操作灵活、方便，有良好的绝缘性能和稳定性能，同时要求机械强度要好，寿命要长，外形尺寸小且便于维护等。无励磁调压变压器需对二次侧电压进行调整时，首先要对该变压器停电。变换分接头位置时，要求正反两方面各转动几圈，在该分接位置锁定后，测量直流电阻，以确保分接位置正确、接触良好、可靠。这样，每次变换分接位置时很不方便，所以无励磁分接开关只适用于不经常调节或季节性调节的变压器。

一、变压器无励磁分接开关的类型

（一）变压器无励磁调压电路

变压器无励磁调压电路，由于绕组上引出分接头方式的不同，大致分为 4 种：①中性点调压电路，如图 1-1 (a) 所示，一般适用于电压等级为 35kV 及以下的多层圆筒式绕组；②中性点“反接”调压电路，如图 1-1 (b) 所示，适用于电压等级为 15kV 以下的连续式绕组；③中部调压电路，如图 1-1 (c) 所示；④中部并联调压电路，如图 1-1 (d) 所示，适用于电压等级为 35kV 及以上连续式或纠结式绕组。前两种电路是用三相中性点调压无励磁分接开关，后两种电路则采用三相或单相中部调压无励磁分接开关。

无励磁分接开关触头连接图，如图 1-2 所示，与无励磁调压时的调压电路图 1-1 相对应，由绕组形成的调压电路决定，有四种连接图：①三相一个动触头的九触头盘形中性点连接图，如图 1-2 (a) 所示；②三相三个动触头的九触头盘形中性点开关连接图，如图 1-2 (b) 所示；③三相中部调压开关连接图，如图 1-2 (c) 所示；④单相中部调压开关连接图，如图 1-2 (d) 所示。图 1-2 (a) 和 (b) 实际是一种开关的连接图，只是触头间承受电压值不同，前者只用于 10kV 级及以下开关，后者可用至 35kV 级开关。目前规定在变换分接位置时，顺时针方向旋转，使绕组匝数增多，终了档位数 1。

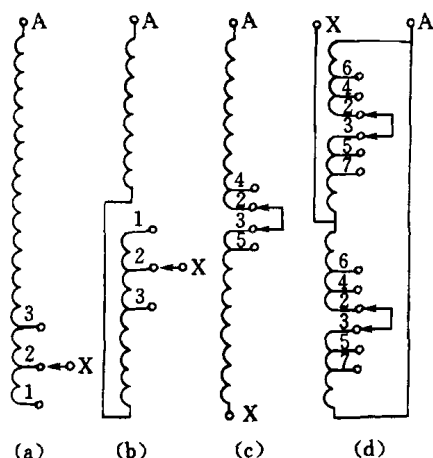


图 1-1 无励磁调压时的调压电路

（只示 A 相）

(a) 中性点调压；(b) 中性点反接调压；
(c) 中部调压；(d) 中部并联调压

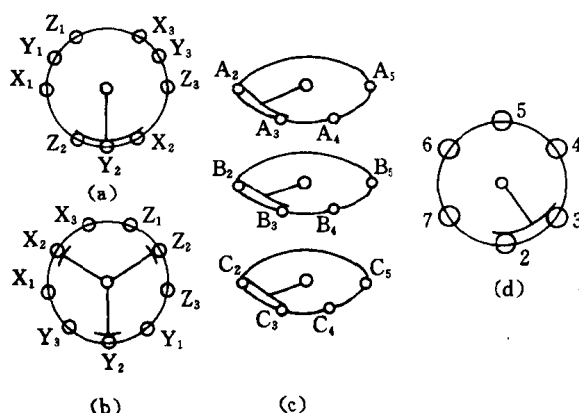


图 1-2 无励磁分接开关触头连接图

(a) 三相中性点开关之一；(b) 三相中性点开关之二；
(c) 三相中部调压开关；(d) 单相中部调压开关

（二）变压器无励磁分接开关的型号

无励磁分接开关型号是由基本型号、额定通过电流、额定电压等级、分接头数、分接位置数及防护类型代号组成。

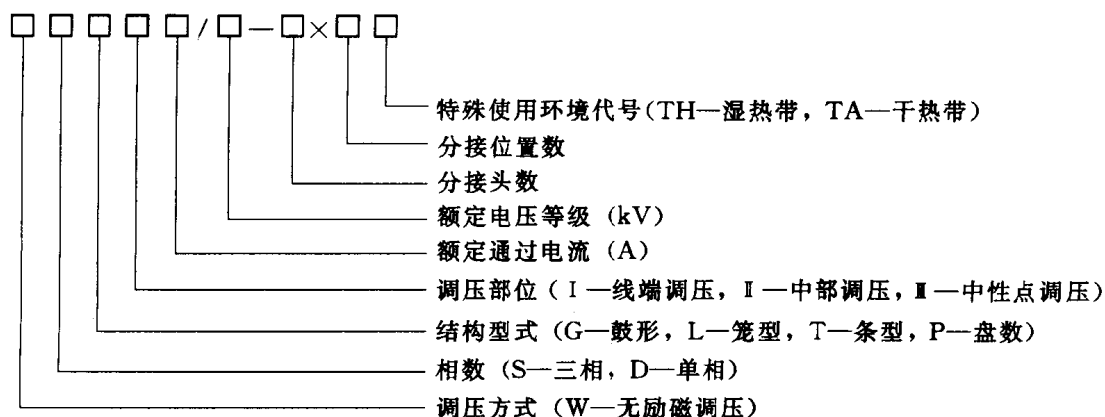
1. 型号新编制方法

(1) 型号说明，见表 1-1。

(2) 具体表示方法

举例：WDGI300/110—6×5

表示无励磁调压、单相鼓形结构，线端调压，额定通过电流 300A，额定电压 110kV，分接头数 6，分接位置数 5，一般地区所用的分接开关。



2. 旧型号编制说明

已往的老型分接开关型号字母顺序，一般是相数在第一位，“W”表示无励磁调压，“J”表示触头型式为夹片式，星形连接中性点调压用“X”表示。此外，分子分母所代表的意义恰与新标准相反。

二、变压器无励磁分接开关的结构

1. 三相中性点调压无励磁分接开关

这种无励磁分接开关为九触头盘形、立式放置，直接固定在变压器的箱盖上，新型号为 WPS III 形式。它由接触系统、绝缘系统和操动机构等三部分组成，适用于 35kV 电压等级及以下的变压器。

接触系统由动触头、定触头及相应的支持件和紧固件构成。一般定触头（黄铜）用铜螺栓固定在绝缘座上，与绕组的分接引线相连。动触头用黄铜板冲压成星形，以板上冲出的半球形作为接触点。动触头的三片同时搭接到相差 120° 的三个定触头上形成中性点，用一公用弹簧使动、定触头压紧，保证良好接触。

绝缘系统包括固定定触头的绝缘座和固定动触头的绝缘轴。绝缘座直径决定于定触头间的绝缘距离，而绝缘轴的长度则决定于变压器高压绕组的工频试验电压。

操动机构是由转轴、定位件、手柄和定位螺钉等组成的。绝缘管上端为安装用的法兰，它与圆螺母配合夹紧在变压器箱盖上。绝缘轴上端为转轴，用以操作分接开关。操作时先解除定位，操作后把定位件定位好，防止分接开关移动。WPS III 型三相无励磁分接开关的结构如图 1-3，WPS III 型三相无励磁分接开关与三相绕组的接线图如图 1-4。

2. 三相中部调压无励磁分接开关

这种开关的典型结构为半笼形水平放置夹片式，型号为 WSL II 型。动、定触头分相沿水平方向间隙分布，而每相触头处于同一垂直面上，如图 1-5 所示，它用于 63kV 级及以下，这种分接开关与三相绕组的接线如图 1-6 所示。动触头使两个相邻定触头连通，从而接通中

表 1-1 型号字母排列顺序及意义

序号	分 类	意 义	符 号
1	调压方式	无励磁调压	W
2	相 数	单 相	D
		三 相	S
3	结构形式	鼓 形	G
		笼 形	L
		条 形	T
		盘 形	P
4	调压部位	中性点调压	III
		中部调压	I
		线端调压	I



图 1-3 WPS III 型三相无励磁分接开关

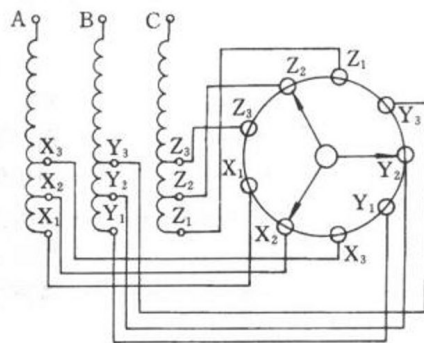


图 1-4 WPS III 型三相无励磁分接开关与三相绕组的接线图

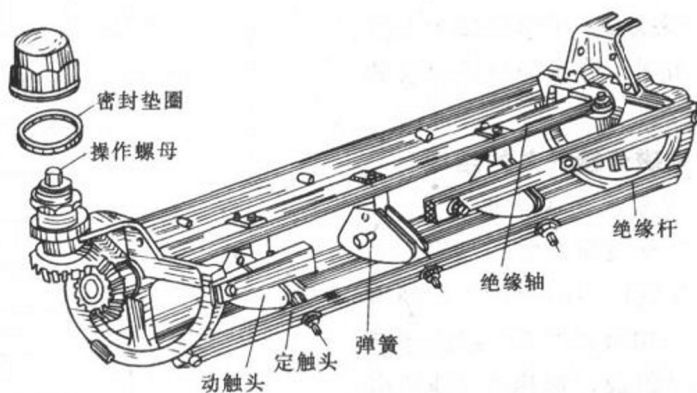


图 1-5 WSL II 型三相中部调压无励磁分接开关

部抽出分接头的两部分绕组。为了防止分接开关整体转动，安装时在开关的尾部用固定螺栓定位。

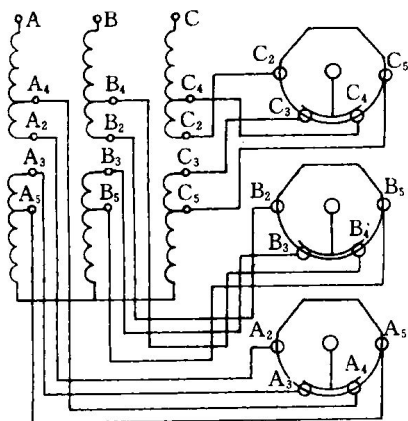


图 1-6 三相中部调压无励磁分接开关与三相绕组的接线图

三相中部调压无励磁卧式开关的另一种型式为横条形开关，如图 1-7 所示。定触头均一字横排在一个水平面上，由齿条带动动触头接通两个定触头。其优点是可降低在变压器油箱内部占有的高度，安装尺寸较小。为 S₉ 新系列变压器所采用。

WSL 型无载分接开关还可以做成立式结构，绝缘撑条沿圆周均匀分布，形成垂直的全笼形结构，每根绝缘撑条上从上到下分布三相定触头，而每相定触头处于同一水平面上，各定触头与变压器绕组的分接头相连，笼形中心有一根绝缘杆，上面装有三相动触头。动定触头采用夹片式结构，结构简单，抗短路能力强。这种结构的无励磁分接开关通常安装在变压器器身的侧面，结构紧凑，与水

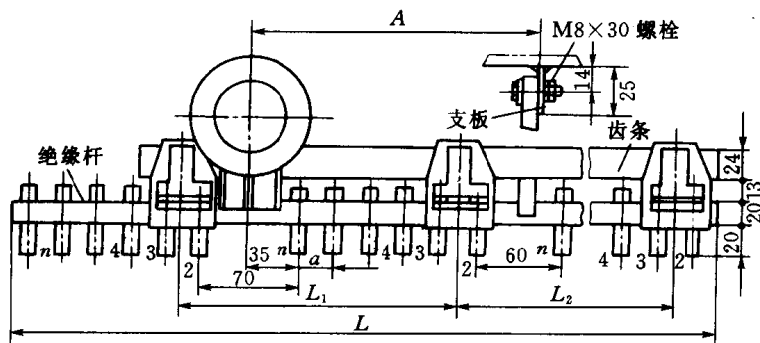


图 1-7 三相中部调压无励磁横条形分接开关

平放置的半笼形结构相比,简化变压器器身上面的结构,降低了变压器油箱的高度。

3. 单相中部调压无励磁分接开关

这种开关分为 WDT II 型和 WD 型两种, 它们的结构特点是操作机构与分接开关本体分开的。三相变压器用三个单相开关, 用于 35kV 及以上。

WDT I 型为夹片式, 改进后的分接开关及操作机构如图 1-8 所示。开关的动触头在上下极限工作状态时有定位装置。上极限位置通过绝缘杆上的轴肩实现; 下极限位置为动触头螺母往下移动撞到绝缘撑套的位置。当对操作机构上的位置提示有怀疑时, 可转动柄到上或下极限位置, 即可得到正确的定位。

操动杆预先用绝缘锥锁固定在分接开关上, 操动杆上部由定位纸板固定。当上节油箱扣上时, 操动杆的锥形头部自行进入开关升高座内。操动机构上槽轮外增设护罩, 防止转动手柄时造成槽轮的误动作。

WD 为六柱触头式, 动触头为环形触头式, 如图 1-9 所示。由于环形触头必须采用平面蜗形弹簧, 蜗形弹簧的弹力工艺要求高, 不易保证, 且极易失去弹性, 现在已很少生产。为了克服 WD 型的缺点, 将动触头改为楔形, 采用圆柱弹簧代替蜗形弹簧, 这种开关称为楔形分接开关, 如图 1-10 所示。它的定触头用铜棒制成, 被固定在支撑绝缘板上, 动触头将相邻的两根定触头短接, 动触头上弹簧可以使动、定触头紧密地相接触, 并采用偏转推进机构, 主轴旋转 300° 动触头变换一个分接, 这种开关适用于 220kV 电压等级及以下的变压器。楔形分接开关切换程序如图 1-11 所示, 图 1-11 (a) 为操作开始时的正常位置, 图 1-11 (b) 动触头开始从定触头之间拔出, 图 1-11 (c) 动触头已从定触头中拔出, 图 1-11 (d) 动触头开始向邻近的定触头转动, 图 1-11 (e) 动触头向邻近定触头运动, 图 1-11 (f) 动触头逐渐与邻近定触头吻合, 图 1-11 (g) 动触头接近正常位置, 图 1-11 (h) 动触头完成一个分接切换。

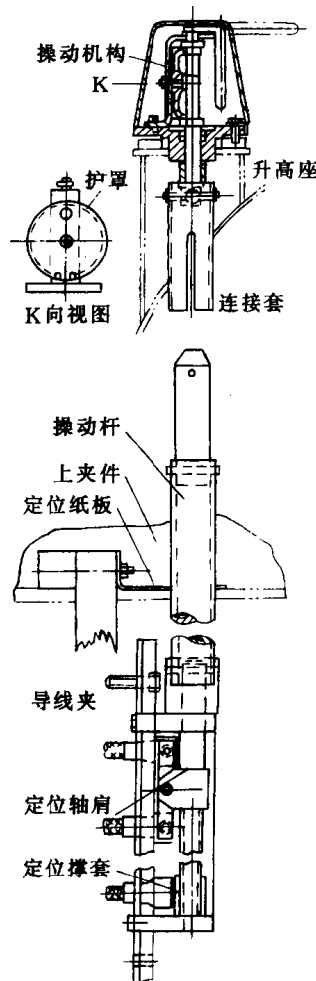


图 1-8 WDT II 型单相无励磁分接开关

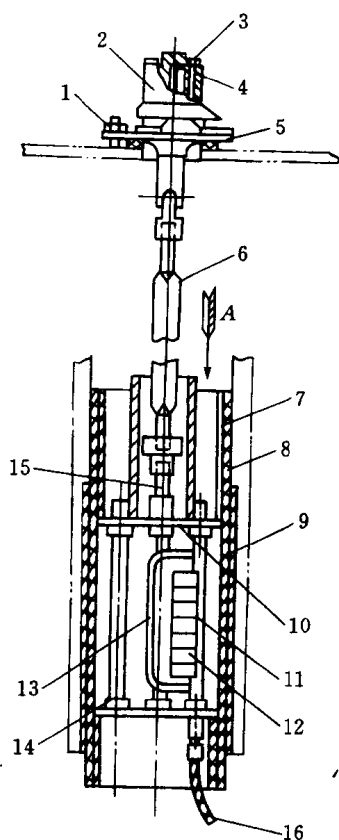


图 1-9 WD 型单相无励磁分接开关
1—螺母;2—操动手柄;3—定位螺栓;4—调节螺钉;5—法兰;6—操动杆;7—绝缘支筒;8—绝缘筒;9—绝缘套管;10—绝缘座板;11—定触柱;12—动触环;13—回动轴;14—绝缘套;15—连杆;16—分接引线

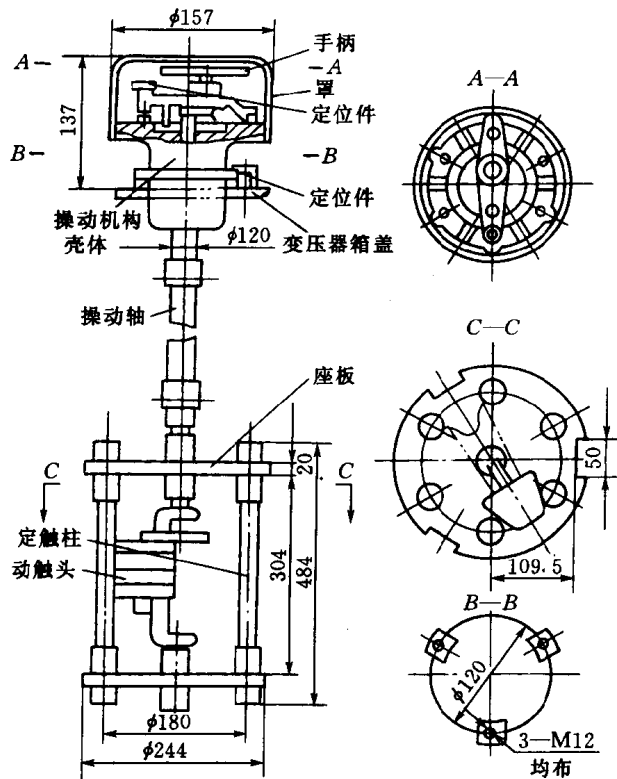


图 1-10 单相中部调压楔形分接开关

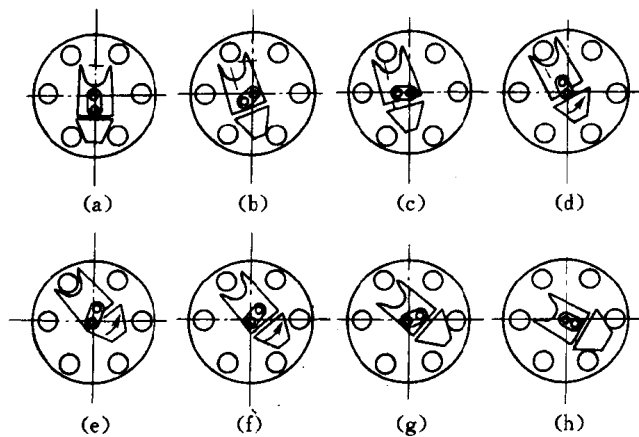
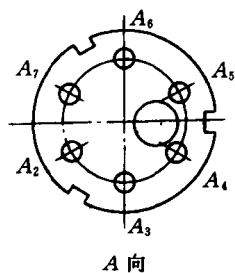


图 1-11 楔形分接开关切换程序图

第二节 无励磁分接开关的技术要求

无励磁分接开关按电压等级和使用范围应满足以下各项技术要求。

1. 触头接触压力

无励磁分接开关动触头与定触头之间的接触压力增大, 则接触电阻减小。但压力过分

增大，不会使接触电阻继续降低，而使转动力矩相应增加。一般要求接触压力为 25~50N，用专用的测压计或弹簧秤来测量。测量的触头最小接触压力为在触头串联的信号灯熄灭时或动定触头间放置的厚度小于 0.1mm 的塞片能自由活动时的分离力。

2. 触头接触电阻

触头的接触方式理论上分为点接触、线接触和面接触三种。实际上，在动定触头间仅有几点接触。接触电阻与接触压力、触头材料、触头表面平整度以及接触面积有关，一般应保证小于 $500\mu\Omega$ ，用电桥法或电压降法来测量，若用电压降法测量时电流应小于额定通过电流的 1/3。测量前应对分接开关进行 1~3 个操作循环。

3. 转动力矩

无励磁分接开关的转动力矩规定见表 1-2。

表 1-2 无励磁分接开关的转动力矩表

额定通过电流 (A)	20~63	125~250	400~500	630~1250
转动力矩 (N·m)	≤ 5	≤ 10	≤ 15	≤ 20

转动力矩是用扭转计法或间接法从分接开关转轴上或操动机构的手柄处测量的，用间接法时把弹簧钩住手柄，将弹簧秤测出的力 P 乘以臂长 L 而求得。

4. 绝缘耐压

无励磁分接开关的全波对地电压和中部或端部调压的相间电压等于变压器的雷电冲击全波试验电压的 100%，触头间电压梯度约为调压百分数的 3 倍（指调压范围内梯度），工频对地电压和相间电压均为变压器的工频耐压值。

无励磁分接开关在进行绝缘耐压试验以前，须将开关干燥，然后浸在耐压为 35kV 以上的变压器油中，使气泡全部逸出，浸渍时间要求不小于 0.5h。分接开关采用塑料压制件时，必须在 85~100℃ 的变压器油中进行试验；其它分接开关的出厂试验可在空气中进行，但耐压值减小 2.5 倍，持续时间为 5min。

5. 局部放电

只有电压等级为 220kV 的无励磁分接开关才有局部放电要求，按电力变压器国家标准 GB1094.3 的规定进行。

6. 密封

无励磁分接开关的密封部分应能承受静压力的密封试验而不渗漏，通常采用油柱静压法或泵压法进行试验。型式试验时，变压器油温为 10~40℃、压力 60kPa、时间 24h；出厂试验时油温为室温、压力 20kPa，时间为 5min。

7. 机械寿命

无励磁分接开关的机械寿命规定为 10000 次，放在温度为室温的变压器油中，用分接开关本身的操动机构或其它辅助装置进行试验，正、反旋转各 5000 次，如放在空气中试验时，触头上应涂变压器油。

8. 短路电流

长期载流的触头应能承受的短路电流试验值如表 1-3 所示。短路试验时分接开关应放

在变压器油中操作 3 次,每次持续时间为 $2s \pm 10\%$, 3 次试验的初始峰值电流应达到试验电流均方根值的 $2.5 \text{ 倍} \pm 5\%$; 无同期合闸设备时可增大试验电流均方根值,并使 3 次试验电流均达到峰值,但每次持续时间可减小为 $t \leq \frac{2}{n^2}$, 其中 n 为试验电流增大倍数。

表 1-3 长期载流的触头承受的短路电流试验值表

额定通过电流 (A)	20	63	125	250	400	500	630	1000	1250
热稳定电流 (kA)	0.5	1.57	2.5	5.0	6.0	7.5	9.45	10	12.5
动稳定电流 (kA)	1.25	3.9	6.25	12.5	15	18.75	23.5	25	31.25

9. 温升

无励磁分接开关浸在变压器油中,其长期载流的触头在 1.2 倍额定通过电流下对变压器油的稳定温升应不大于 20K (测量时环境温度为空气 $-30 \sim 40^{\circ}\text{C}$, 油 $-30 \sim 100^{\circ}\text{C}$)。温升测量用热电偶法,测量周围介质温度的热电偶应放在被测试的触头下面不大于 25mm 的地方。测量过程中,若测得的温度上升速率小于 1K/h 时,即可认为温升已达到稳定状态。

10. 电动机机构

如有电动操动机构,性能同有载分接开关的操动机构。

第三节 无励磁分接开关的检修

一、无励磁分接开关的检修工艺及质量标准

无励磁分接开关的检修工艺及质量标准见表 1-4。

表 1-4 无励磁分接开关的检修工艺及质量标准

序号	检 修 工 艺	质 量 标 准
1	检查开关各部件是否齐全完整	完整无缺损
2	松开上方头部定位螺栓,转动操作手柄,检查动触头转动是否灵活,若转动不灵活应进一步检查卡滞的原因;检查绕组实际分接是否与上部指示位置一致,否则应进行调整	机械转动灵活,转轴密封良好,无卡滞,上部指示位置与下部实际接触位置应相一致
3	检查动静触头间接触是否良好,触头表面是否清洁,有无氧化变色、镀层脱落及碰伤痕迹,弹簧有无松动,发现氧化膜用碳化钨和白布带穿入触柱来回擦拭清除;触柱如有严重烧损时应更换	触头接触电阻小于 $500\mu\Omega$,触头表面应保持光洁,无氧化变质,碰伤及镀层脱落,触头接触压力用弹簧秤测量应在 $0.25 \sim 0.5\text{MPa}$ 之间,或用 0.02mm 塞尺检查应无间隙、接触严密
4	检查触头分接线是否紧固,发现松动应拧紧、锁住	开关所有紧固件均应拧紧,无松动
5	检查分接开关绝缘件有无受潮、剥裂或变形,表面是否清洁,发现表面脏污应用无绒毛的白布擦拭干净,绝缘筒如有严重剥裂变形时应更换;操作杆拆下后,应放入油中或用塑料布包上	绝缘筒应完好,无破损、剥裂、变形,表面清洁无油垢;操作杆绝缘良好,无弯曲变形
6	检查的分接开关,拆前做好明显标记	拆装前后指示位置必须一致,各相手柄及传动机构不得互换
7	检查单相开关绝缘操作杆下端槽形插口与开关转轴上端圆柱销的接触是否良好,如有接触不良或放电痕迹应加装弹簧片	操动杆下端槽形插口应与开关转轴上端圆柱销保持良好接触

二、无励磁分接开关的常见故障和处理方法

无励磁分接开关的常见故障和治疗方法见表 1-5。

表 1-5 无励磁分接开关的常见故障和治疗方法

序号	故障特征	故障原因	处理方法
1	变压器箱盖上半接开关密封渗漏油	(1) 安装不当 (2) 密封材料质量不好或年久变质	(1) 如系箱盖与开关法兰盘间漏油, 应拧紧固定螺母; 如系转轴与法兰盘或座套间漏油, 应拆下定位螺栓等 (根据操动机构的结构而定), 拧紧压缩密封环的塞子 (2) 用新的密封件予以更换
2	绕组直流电阻测量值不稳定或增大	(1) 运行中长期无电流通过的定触头表面有氧化膜或油污以致接触不良 (2) 触头接触压力降低, 触头表面烧损 (3) 绕组分接线与开关定触头的连接松动	(1) 旋转开关转轴进行 3~5 个循环的分接变换以清除氧化膜或污物 (2) 更换触头弹簧; 触头轻微烧损时, 用砂纸磨光, 烧损严重时应予更换 (3) 拧紧开关的所有紧固件
3	操动机构不灵, 不能实现分接变换	(1) 开关转轴与法兰盘或座套间密封过紧 (2) 触头弹簧失效, 动触头卡滞 (3) 单相开关的操动杆下端槽口未插入开关转轴上端	(1) 调整压缩封环的塞子, 使密封压缩适当, 既不会漏油, 又确保开关转轴转动灵活 (2) 更换弹簧并调整动触头 (3) 拆卸操动机构, 重新安装操动杆
4	油色谱分析发现 C_2H_2 微量升高, 但无规律性, 并无过热现象	单相开关操动杆下端槽形插口与开关转轴上端圆柱锁间存在间隙, 产生局部放电	拆卸操动机构, 取出操动杆, 检查其下端槽形插口, 如发现该处有炭黑放电痕迹, 应加装弹簧片, 使其与开关转轴上端圆柱锁保持良好接触

第二章 有载分接开关的基本知识

第一节 有载分接开关概述

有载分接开关是在带负载情况下,变换变压器的分接,以达到调节电压的目的。在变换过程中,必须要有阻抗来限制分接间的循环电流,根据阻抗的不同可分为电抗式和电阻式两种。

电抗式有载分接开关的特点是,如果电抗器是按连续工作设计的,则在变换分接过程中可以停留在跨接两个分接头的位置工作。在所需要的调压级数相同的情况下,可使变压器绕组的分接头个数减少一半。另外,即使分接开关电动机构的供电电源在过渡过程的任意位置发生故障,变压器仍能继续运行。但其缺点是过渡时循环电流的功率因数较低,切换开关电弧触头的电寿命较短;由于用了电抗器,使变压器的体积增大,制造成本较高。现在除美国外,其它国家均不采用这种分接开关。

电阻式有载分接开关是根据1927年杨森(Jansen)博士高速电阻过渡原理发展起来的,是一种油中切换、电阻过渡、埋入式有载分接开关,它的特点是过渡时间较短,循环电流的功率因数为1,切换开关电弧触头的电寿命比电抗式提高了许多。为保证切换机构在切换过程能连续快速完成,都采用电动机构带动快速机构的弹簧储能,到释放位置时,快速机构的弹簧释放能量,此时即使电动机构停转都能使切换开关快速、可靠地完成切换。所以它是一种先进的有载分接开关,广泛地被世界各国采用。

电阻式有载分接开关从结构上分为组合式和复合式两种,组合式有载分接开关由一个带过渡电阻的切换开关和一个带或不带转换选择器的分接选择器组成。切换开关是在带负载电流的情况下完成单、双数两个方面切换。分接选择器是不带负载电流的情况下完成对分接头的选择。组合式切换开关从结构上可分为滚转式切换机构、摆杆式切换机构、杠杆式切换机构等几种。分接选择器从结构上可分为单轴式、双轴式两种。在不增加调压绕组分接头的情况下,在分接选择器旁增加一个转换选择器,可以增加调压级数。复合式有载分接开关是将切换开关和分接选择器的功能结合成为一个选择开关,整台开关都安装在一个绝缘油室内。复合式有载分接开关的切换机构从结构上可分为夹片式、双滚柱式、单滚柱式等三种切换机构,为了增加调压级数也可以增加一个转换选择器。所有有载分接开关都是通过电动机构来操作的。

我国在20世纪50年代生产出电抗式有载分接开关。到60年代以后生产出简易型复合式有载分接开关和SYXZ型、C型、D型等埋入式电阻过渡的有载分接开关。到80年代以后,我国开始引进德国MR公司的M型、V型有载分接开关的制造技术,通过技术合作或仿制制造出M型、V型有载分接开关,主要厂家有:长征电器一厂、华明厂、吴江厂、沈变厂、西变厂等,这些厂家生产的M型、V型有载分接开关的型号不同但结构基本相同,所以这里统称为M型系列、V型系列。国内还有多家厂生产35kV及以下的简易复合式有载分接开关。另外,目前还有三个国外制造厂生产的产品在国内销售和使用,它们是MR公