

ICS 29.180
CCS K 41

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 574—2021

代替 DL/T 574—2010

电力变压器分接开关运行 维修导则

**Guide for the operation and maintenance
of tap-changers in the power transformer**

2021-04-26 发布

2021-10-26 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 总则	3
5 安装与验收	3
5.1 现场安装	3
5.2 现场验收	8
6 运行	12
6.1 运行要求	12
6.2 巡视检查	12
6.3 发现异常后的运行要求	13
6.4 运行操作	15
7 检修	18
7.1 检修要求	18
7.2 检修周期及项目	20
7.3 检修环境要求	24
7.4 检修前的准备、检测和注意事项	25
7.5 有载开关的检修工艺	25
7.6 无励磁开关检修工艺	29
8 常见异常情况的原因、检查和处理	31
8.1 有载开关常见故障及其排除方法	31
8.2 无励磁开关常见故障及其排除方法	35
9 常用有载分接开关检修工艺	36

DL/T 574—2021

附录 A (资料性附录)	M、CM 型有载分接开关检修工艺	37
附录 B (资料性附录)	V、CV 型有载分接开关检修工艺	63
附录 C (资料性附录)	MD 型有载分接开关检修工艺	87
附录 D (资料性附录)	SHZV 型和 VCV 型真空有载分接开关 检修工艺	112
附录 E (资料性附录)	UC、VUC 型有载分接开关检修工艺	119
附录 F (资料性附录)	UB 型有载分接开关检修工艺	143
附录 G (资料性附录)	CZ 型真空熄弧干式有载分接开关	156
附录 H (资料性附录)	BPK 型真空熄弧干式有载分接开关	160
附录 I (资料性附录)	ZVM、ZVV 型真空有载分接开关 检修工艺	167

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》编写。

本文件由中国电力企业联合会提出。

本文件由电力行业电力变压器标准化技术委员会（DL/TC 02）归口。

本次修订与原文件相比，主要在以下方面有所变化：

- 适用范围增加 1000 kV 电压等级电力变压器用分接开关；
- 增加了 SF₆ 真空有载开关的运行维修相关内容，见 5.2.2.6；
- 增加了油浸式真空有载分接开关的运行维修相关内容，见 7.2.1.5；
- 增加了分接开关非电量保护配置及运行要求；
- 补充了常规分接开关常见故障及其排除方法；
- 附录增加了 VUC、ZVM、ZVV 型真空有载分接开关技术数据。

本文件起草单位：国网江苏省电力有限公司电力科学研究院、中国电力科学研究院有限公司、国网吉林省电力有限公司电力科学研究院、南方电网科学研究院有限责任公司、国网江苏省电力有限公司检修分公司、国网江西省电力有限公司电力科学研究院、山东省电力公司电力科学研究院、东北电网有限公司、国网辽宁省电力有限公司、中国南方电网公司、内蒙古电力科学研究院、西安热工研究院有限公司、国网江苏省电力有限公司检修分公司、广东电网公司电力科学研究院、国网上海市电力有限公司、南方电网超高压公司检修试验中心、国网甘肃省电力有限公司电力科学研究院、国网新疆电力有限公司电力科学研究院、上海华明电

DL/T 574—2021

力设备制造有限公司、MR 开德贸易（上海）有限公司、ABB 电网投资（中国）有限公司、贵州长征电气有限公司、上海置信电气股份有限公司、沈阳大型电力变压器维修有限公司。

本文件主要起草人：王建明、陆云才、张淑珍、李辉、高飞、敖明、张曦、华德峰、周求宽、周加斌、杜砚、王延峰、程涣超、王世阁、喇元、车传强、南江、蔚超、吉亚民、周丹、周晓凡、伍衡、温定筠、金铭、张敬、李献伟、胡文斌、邓立建、陶波、凌健、张宇。

本文件历次发布情况：

——1995 年 6 月 29 日首次发布；

——2010 年 5 月 24 日第二次发布。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

电力变压器分接开关运行维修导则

1 范围

本文件规定了电力变压器使用的有载分接开关（以下简称有载开关）和无励磁分接开关（以下简称无励磁开关）的验收与运行维修要求。

本文件适用于 35（20）kV～1000 kV 电压等级电力变压器用电阻过渡的油浸式、SF₆ 气体、干式有载分接开关及无励磁分接开关。

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 10230.1 分接开关 第 1 部分：性能要求和试验方法

GB 50150 电气装置安装工程电气设备交接试验标准

DL/T 264 油浸式电力变压器（电抗器）现场密封性试验导则

DL/T 265 变压器有载分接开关现场试验导则

DL/T 572 电力变压器运行规程

DL/T 573 电力变压器检修导则

DL/T 596 电力设备预防性试验规程

DL/T 722 变压器油中溶解气体分析和判断导则

DL/T 1538 电力变压器用真空有载分接开关使用导则

DL/T 1810 110（66）kV 六氟化硫气体绝缘电力变压器使用技术条件

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 逐级分接变换 **step-by-step tap-change**

一个指令发出后，与分接开关所配的电动机构只能可靠驱动分接开关完成一个分接变换操作。

3.2 连动 **running-through**

与分接开关所配的电动操动机构驱动分接开关连续完成一个以上分接变换操作。

3.3 顺序开关 **cam switches**

由单片机或凸轮控制分合顺序的一组微动开关组，实现电动操动机构旋转方向保护与逐级控制。

3.4 在线净油装置 **in service oil filtering**

一种与有载开关的油室固定连接在一起的，在变压器运行时可以定时的或在每次分接变换操作后自动地对油室内的油进行过滤净化的装置。

[DL/T 574—2010，定义 3.4]

3.5 真空有载分接开关 **vacuum type on-load tap - changer**

采用真空灭弧室开断和接通负载电流与循环电流的有载分接开关。分接开关本体的绝缘介质为油（包括矿物油和其他阻燃或环保的替代油，简称绝缘油）或气体（空气或 SF₆）。

[DL/T 1538—2016，定义 3.1]

3.6 非真空有载分接开关 **non-vacuum type on-load tap-changer**

采用绝缘油灭弧的有载分接开关。分接开关本体绝缘介质为

绝缘油或气体。

3.7 组合式有载分接开关 combined on-load tap-changer

由切换开关与分接选择器两个部分组合进行分接变换的有载分接开关。

[DL/T 1538—2016, 定义 3.5]

3.8 复合式有载分接开关 compound on-load tap-changer

由选择开关进行分接变换的有载分接开关。

[DL/T 1538—2016, 定义 3.6]

4 总则

4.1 为规范电力变压器分接开关运行和检修管理,提高检修工艺质量,保证分接开关安全可靠运行,制定本文件。

4.2 电力系统各单位在进行分接开关安装调试、运行维修等方面的工作时应遵守本文件。

4.3 其他非电力变压器分接开关可按照制造厂规定进行运行维修,或参照本文件进行。

5 安装与验收

5.1 现场安装

5.1.1 现场安装要求

5.1.1.1 分接开关的安装、检查和调试应符合 GB 50150 和本文件及制造厂安装使用说明书的规定,并向运行部门进行技术交底。

5.1.1.2 在变压器厂已经完成安装的分接开关,当变压器运至现场后应按 5.2.2 条投运前验收项目进行检查验收,必要时进行分接开关吊芯检查。分接开关的现场验收应会同基建、检修或运行

部门共同进行。

5.1.2 现场安装前的检查

5.1.2.1 分接开关的规格及技术参数应与变压器设计要求相符，制造厂提供的各项技术资料应齐全。

5.1.2.2 分接开关安装前的外部检查应包括文件资料、专用工具、保护配置、分接开关、电动机构、附件等。文件资料应包括产品合格证、产品说明书、装箱单、附件清单、安装图、试验报告、搬运说明，其他有关资料。分接开关及其全部附件、专用工具应齐全，无锈蚀及机械损坏。

5.1.2.3 有载开关应有过压力保护装置，并应符合 GB 10230.1 的规定。

5.1.2.4 油中熄弧有载开关宜采用油流控制继电器保护，不带轻瓦斯触点，流速定值由制造厂确定；油浸式真空有载开关宜使用气体继电器保护，带轻瓦斯触点，且为挡板式结构，定值由制造厂确定，其管径尺寸应符合设计要求，并经过校验合格。

5.1.2.5 SF₆真空有载分接开关应安装 SF₆密度控制器或变送器、突发压力继电器两套保护；SF₆密度控制器或变送器、突发压力继电器规格应符合 SF₆真空有载分接开关制造厂和 DL/T 1538 的规定。

5.1.2.6 分接开关头盖及头部法兰与变压器连接处的螺栓应紧固，密封应良好，无渗漏油现象。

5.1.2.7 电动机构和分接开关分接位置指示应相同，并应在整定工作位置。

5.1.2.8 分接开关装配定位（有载开关的整定位置和无励磁开关的极限位置）标记应对齐。

5.1.2.9 有载开关油室（以下简称油室）与变压器本体应使用相同的绝缘油，且应符合 GB 50150 的规定。

5.1.2.10 充气运输和存放的变压器油箱与油室之间应安装旁通

管，油室内充气应为正压，抽真空时旁通管应打开。

5.1.2.11 在线净油装置应有过压力保护装置、手动控制装置、自动和定时控制装置，滤芯应符合设计要求，油路结构应阻止滤芯碎屑进入开关油室，附件应齐全无锈蚀及机械损坏，装置和油室的连接密封应无渗漏油现象。

5.1.2.12 有载开关储油柜、吸湿器及其他附件的检查与调试，应符合制造厂的规定。

5.1.3 安装与调试

5.1.3.1 变压器真空注油后应拆除旁通管。

5.1.3.2 检查分接开关各部件有无损坏与变形。

5.1.3.3 必要时吊芯检查项目如下：

- a) 检查分接开关各绝缘件，应无开裂、爬电及受潮现象。
- b) 检查分接开关各部位紧固件应良好紧固。
- c) 检查分接开关触头及其连线应完整无损、接触良好、连接正确牢固，铜编织线应无断股现象。必要时测量触头的接触电阻及接触压力、行程或超程。
- d) 检查有载开关过渡电阻有无断裂、松脱现象，检查弹簧压力，并测量过渡电阻值，其阻值应符合设计要求。
- e) 检查分接引线绝缘及各部位绝缘距离。
- f) 分接引线长度应适宜，分接开关受力均衡。

5.1.3.4 检查油室与其储油柜之间连接管道应畅通，阀门应开启。

5.1.3.5 油室密封检查。在变压器本体及其储油柜注油时，将油室中的绝缘油抽尽，检查油室内应无渗漏油现象，最后进行整体密封检查，包括附件和所有管道，均应无渗漏油现象。检查方法按照 DL/T 264 执行。

5.1.3.6 清洗油室与芯体后，注入符合本文件第 5.1.1.8 条规定的绝缘油，储油柜油位应与环境温度相适应，并略低于变压器本体储油柜油位。

5.1.3.7 在变压器抽真空时，安装旁通管将油室与变压器本体连通，使变压器本体与油室同时抽真空。有载开关爆破盖处应有明显的禁止踩踏警告标志，如有载开关储油柜不能承受此真空值，应将通到储油柜的管道拆除，关闭所有影响真空的阀门及放气塞。解除真空后拆除旁通管对油室常压加油，油室作常压注油时，应留有出气口，防止将压力释放装置胀坏。有载开关油室不宜采用单独抽真空注油方式。

5.1.3.8 检查电动机构，包括它的驱动机构、电动机传动齿轮、控制机构等应固定牢靠，操作灵活，连接位置正确，无卡滞现象。转动部分应注入符合制造厂规定的润滑脂。刹车装置上无油迹，刹车可靠。加热器工作正常。电动机构箱安装平整无应力，箱门开、关无卡滞，箱内清洁，无异物，无脏污，密封性应符合防潮、防尘、防小动物或合同防护等级要求。

5.1.3.9 检查分接开关本体指示的分接位置和操动机构指示的分接位置、远方指示的分接位置，三者应一致。

5.1.3.10 检查分接开关和操动机构连接的正确性，确认水平轴与垂直轴安装正确。分接开关和电动机构连接后应先做连接校验；检查切换开关或选择开关动作切换瞬间到电动机构动作结束之间的圈数，开关触头完全就位到操动机构动作结束之间的圈数，分接开关两个旋转方向的动作圈数和顺序应符合制造说明书要求。连接校验合格后，再进行手摇操作检查。

5.1.3.11 手摇操作检查，应操作一个循环。检查传动机构应灵活，电动机构箱中的联锁开关、极限开关、顺序开关等动作应正确；极限位置的机械止动及手摇与电动闭锁应可靠；然后才可电动操作。

5.1.3.12 电动操作检查。将分接开关手摇操作置于中间分接位置，接入操作电源，然后进行电动操作，检查电动机构转向应正确，若电动机构转向与分接开关要求的转向不相符合，应及时纠正；然后逐级分接变换操作一个循环，检查启动按钮、紧急停车

按钮、电气极限闭锁动作、手摇操作电动闭锁、远方控制操作均应准确可靠。在每次分接变换操作时，电动机构的分接变换动作和分接变换指示灯的指示应一致；在每个分接变换操作后，远方分接位置指示器、电动机构分接位置指示与分接开关分接位置指示均应一致，动作计数器动作正确。

5.1.3.13 三个单相分接开关机械联动、电气联动的同步性能应符合制造厂要求。

5.1.3.14 油流控制继电器或气体继电器动作的油流速度应符合制造厂要求，并应校验合格，其跳闸触点应接变压器跳闸回路。在油浸式真空有载开关上，除跳闸触点引出跳闸外，气体继电器的信号触点应接报警回路。

5.1.4 在线净油装置的安装检查与调整

5.1.4.1 装置应完好、部件齐全，各联管内表面应清洁、无污垢和锈蚀。

5.1.4.2 安装前应完成有载开关的安装、干燥及注油，并调试合格。

5.1.4.3 装置进出油的引出管与油室应连接正确；进油和出油的管接头上应安装截止阀。

5.1.4.4 连接管路长度及角度应适宜，使在线净油装置不受应力；装置箱体安装平面应平整，箱体应无变形，内部应无异物、未进水及受潮。

5.1.4.5 安装后管路系统和过滤罐应完全排气。

5.1.4.6 安装后应检查储油柜油位应正常。

5.1.4.7 油泵电机相序应正确。

5.1.4.8 净油装置压力指示应正常。

5.1.4.9 手动控制装置应正常。打开装置从油室到储油柜所有管路上的阀门，检查储油柜油位正常后，按制造厂的规定接入电源，用手动启动方式，试运行 1 h 后，检查管路及箱内各部位应无渗

漏油现象。

5.1.4.10 检查手动控制装置、自动及定时控制装置。按使用说明进行功能检查：手动、自动、定时启动；工作时间设定；动作次数记录；滤芯维护报警；温度和湿度控制等均应正常。

5.2 现场验收

5.2.1 现场验收要求

5.2.1.1 投运前安装（检修）单位应按本文件第 5.2.2 条进行交接验收，同时将分接开关的产品安装使用说明书、合格证、控制器说明书与整定值、过压力的保护装置说明书与整定值、安装（检修）记录、调试记录、油化报告等技术资料移交运行单位。现场应备有分接开关现场规程、检修记录簿、缺陷记录簿。

5.2.1.2 有载开关采用自动调压控制器时，应尽量配用同一厂家的产品，投运前自动控制器的检查和调试应符合制造厂和调度定值通知单的规定，自动控制器电压互感器断线闭锁保护应正确可靠。

5.2.1.3 有载开关的电动机构控制回路应设有变压器过流闭锁装置，其整定值应取变压器额定电流的 1.2 倍，为保证电流闭锁动作正确可靠，要求电流继电器返回系数不应小于 0.9。

5.2.1.4 油室内绝缘油应符合本文件第 6.3.3 条的要求。

5.2.2 投运前验收项目

5.2.2.1 新安装或大修后的变压器投运前，应结合变压器验收对分接开关的安装（检修）资料及调试报告、记录等进行检查与验收，并应有合格投运结论。并由安装人员与运行、检修人员共同对分接开关进行检查与验收。

5.2.2.2 无励磁开关的检查与验收项目：

- a) 操动机构操作灵活，分接位置指示清晰，变换正确，内

部实际分接位置与外部分接位置指示正确一致且三相一致；若配置远方分接位置显示器，应检查远方分接位置指示与实际相一致。

- b) 机械操作定位装置的定位螺栓在每个分接均固定到位。
- c) 机械操动机构无锈蚀并涂有润滑脂，与变压器连接部位及开关头部密封无渗漏。
- d) 电动操动机构箱应符合 5.2.2.3 有载开关的规定。应检查电动操作回路已接入断路器位置信号触点，检查变压器带电闭锁电动操作回路功能正常，确保变压器带电情况下的电动操作回路闭锁。电动机构极限位置机械闭锁应动作正确可靠。
- e) 1000 kV 变压器采用中性点调压，无励磁开关安装在调压补偿变压器侧，分接开关位置在送电操作前，应检查三相分接开关位置相一致。

5.2.2.3 油浸式非真空有载开关的检查与验收项目：

- a) 外观检查。油室与储油柜之间的阀门应在开启位置；油位指示正常；吸湿器良好；外部密封无渗漏；电动机构箱应清洁、密封措施完善；从油室头部法兰上引至变压器下部的进、出油管标志明显；保护装置完好无损；电动机构、分接开关与远方监控系统上的分接位置指示正确一致。
- b) 传动机构检查。传动机构应固定牢靠，连接位置正确，且操作灵活，无卡涩现象；传动机构的摩擦部分涂有适合当地气候条件的润滑脂。
- c) 电动机构箱检查。电动机构箱安装应水平，垂直转轴应垂直、动作应灵活，加热器应良好。
- d) 电气控制回路检查。电气控制回路接线应正确，绝缘良好；电气元件动作正确、接触可靠，不应发生误动、拒动和连动。电机保护、旋转方向保护、手动操作保护正确可靠；驱动电机的熔断器应与其容量相匹配，宜选用

电机额定电流的 2~2.5 倍或按制造厂规定配置。控制回路的绝缘性能应良好。

- e) 切换装置检查。切换装置的工作顺序应符合制造厂规定；正反两个方向操作时有载开关动作完成至指示到位停止的圈数误差应符合制造厂规定。
- f) 电气联锁检查。在两个极限位置时，其机械限位功能与电气限位开关的电气联锁动作应正确。
- g) 控制闭锁检查。远方操作、就地操作、紧急停止按钮、电气闭锁和机械闭锁正确可靠。
- h) 操作检查。变压器无电压下手动操作不少于 2 个循环、电动操作不少于 5 个循环，其中电动操作时电源电压为额定电压的 85%及以上。手摇操作检查项目应符合 5.1.3.11 条规定，电动操作检查项目应符合 5.1.3.12 条规定。
- i) 传动试验。对有载开关的油流控制继电器或气体继电器进行整组传动试验，动作正确。
- j) 非电量保护装置检查。防爆盖和压力释放阀完好无损。防爆盖上面应有明显的防护警示标识；压力保护装置宜采用防爆盖，如同时装有压力释放阀，应符合制造厂要求并和变压器本体压力释放阀相匹配，开启压力不宜小于 130 kPa。如油室采用防爆盖和压力释放阀双重保护时，运行中压力释放阀接信号回路。
- k) 变换操作检查。单相有载调压变压器组分接变换操作时应采用三相同步的远方或就地电气操作并有失步保护；三台单相变压器组或并联运行变压器应具有可靠的同步操作、失步监视保护，各有载开关处于同一分接位置时，方可电气联动操作；各有载开关处于不同步时，在发出操作信号时，应闭锁此分接变换操作。
- l) 在线净油装置检查。如装有在线净油装置，检查在线净油装置滤芯已经安装好，其控制回路接线正确可靠；各

管道连接处密封良好；各部位应均无残余气体；启动净油装置，检查压力表压力符合制造厂规定，运行时应无异常的振动和噪声。

5.2.2.4 油浸式真空有载开关的检查与验收项目，见 5.2.2.3。

5.2.2.5 干式有载开关的检查与验收项目：

- a) 触头应涂导电脂。
- b) 其他检查与验收内容见 5.2.2.3。

5.2.2.6 SF₆真空有载开关的检查与验收项目：

- a) 变压器无电压下操作不少于 10 个循环；另外应在电动机机构最大电源电压（额定电压的 110%）和最小电源电压（额定电压的 85%）下各进行一个循环的切换操作；检查开关切换正常，运转中无机械故障，运动部件无卡滞。
- b) SF₆密度继电器应设定低压报警信号整定值为 10 kPa 或符合有载分接开关制造厂的规定，过压跳闸信号整定值应为 70 kPa 或符合有载分接开关制造厂的规定。
- c) SF₆突发压力继电器动作特性应符合 DL/T 1538—2016 附录 C.2 的规定，并应可靠发出跳闸信号。
- d) 其他检查与验收内容见 5.2.2.3。

5.2.2.7 有载、无励磁调压变压器在所有分接位置上的变压比与直流电阻值应符合 GB 50150 的规定。

5.2.2.8 分接开关安装后的各项试验验收，应符合表 2 或制造厂的规定。

5.2.3 投运后操作试验

5.2.3.1 新装或大修后的有载调压变压器，投入电网完成冲击合闸试验后，空载情况下，在控制室对有载开关进行远方电气控制操作一个循环（如空载分接变换受电网电压限制，可在电压允许偏差范围内进行几个分接的变换操作），各项指示应正确、极限位置电气闭锁应可靠，其三相切换电压变化范围和规律与产品出厂

数据相比较应无明显差别，然后调至所要求的分接位置带负荷运行，在试运行期间应加强监视。

5.2.3.2 在线净油装置新投入运行后应先连续运行 24 h，然后再改为手动或自动滤油模式。

6 运行

6.1 运行要求

6.1.1 运行现场应具备产品安装使用说明书、图纸、自动控制装置整定书、绝缘油试验报告、检修记录、缺陷记录等技术资料。

6.1.2 有载开关及其自动控制装置，应经常保持在良好运行状态。

6.1.3 运行中分接变换操作频繁的油中熄弧有载开关，宜装设在线净油装置。

6.1.4 分接开关检修超周期或累计分接变换次数达到规定限值时，主管运行单位应通知检修单位，按本文件规定维修。

6.1.5 油浸式真空有载分接开关当气体继电器轻瓦斯报警时应立即停止调压操作，并对积存气体和绝缘油进行色谱分析，根据分析结果确定处理措施。

6.1.6 新投入运行、大修后的油浸式真空有载分接开关投运并变换分接后的色谱跟踪周期与本体一致，特征气体组分数值比较应无明显增量。

6.1.7 当 SF₆ 真空有载分接开关内 SF₆ 气体压力上升或下降至规定值，气体压力表或气体密度继电器发出报警信号时，应立即停止分接开关操作，并进一步分析缺陷原因。

6.1.8 SF₆ 真空有载分接开关对湿度的检测周期要求与变压器本体保持一致，并应符合 DL/T 596 的规定。

6.2 巡视检查

6.2.1 电压指示应在规定电压偏差范围内，控制器电源指示灯显

示正常。

6.2.2 分接位置指示应正确。操动机构中分接位置指示、自动控制装置分接位置显示、远方分接位置指示应一致，三相分接位置指示应一致。

6.2.3 油位检查。有载开关储油柜油位应正常，油位略低于变压器储油柜油位，油位计内无潮气凝露。吸湿器内干燥剂颜色应为干燥指示色，油杯的油位应正常，随着油温的变化应能观察到油杯的呼吸气泡，呼吸时无溢油。

6.2.4 分接开关及其附件各部位应无渗漏油。

6.2.5 SF₆真空有载分接开关气体压力正常。

6.2.6 分接变换时操作指示灯显示正确，机械连接、齿轮箱、开关内部等应无异声。计数器动作正常，及时记录分接变换次数。

6.2.7 操动机构箱内部应清洁，无潮气凝露，电气元件应完整，接线端子应接触良好，无发热痕迹，无松动和锈蚀。润滑油位正常，机构箱门关闭严密，密封良好，箱体接地良好。

6.2.8 操动机构箱内加热器应完好，并按要求及时投切。

6.2.9 在线滤油装置工作方式及电源指示应正常，无渗漏油，出口压力正常，无异常发信。

6.3 发现异常后的运行要求

6.3.1 有载开关分接变换操作中发生下列异常情况时应及时处理，并及时汇报安排检修。异常情况处理要求：

- a) 操作中发生滑挡或失步时，应立即切断操作电源。
- b) 远方电气控制操作时，计数器及分接位置指示正常，而电压表和电流表又无相应变化，应立即切断操作电源，中止操作。
- c) 有载开关发生拒动、误动；电压表和电流表变化异常；

电动机构或传动机械故障；分接位置指示不一致；内部切换异声；过压力的保护装置动作；看不见油位或大量喷漏油及危及分接开关和变压器安全运行的其他异常情况时，应禁止或中止操作。

注：电动操作出现失控的连动现象，称为滑挡。

6.3.2 运行中分接开关的油流控制继电器或气体继电器应有校验合格有效的测试报告。若使用气体继电器替代油流控制继电器，运行中多次分接变换后信号触点动作发信，应及时放气。若分接变换不频繁而发信频繁，应做好记录，及时汇报并暂停分接变换，查明原因。若油流控制继电器或气体继电器动作跳闸，应查明原因，并按 DL/T 572 的规定处理。在未查明原因消除故障前，不得将变压器及其分接开关投入运行。

6.3.3 有载开关运行中油质应符合表 1 的规定。

表 1 有载开关运行中油质

序号	项目	1类开关 (用于绕组中性点 位置)	2类开关 (用于绕组中性点 外其他位置)	备注
1	击穿电压 kV	≥ 30	≥ 40	允许分接变换操作
2		< 30	< 40	停止自动电压控制器的使用
3		< 25	< 30	停止分接变换操作并及时处理
4	含水量 mg/L	≤ 40	≤ 30	若大于应及时处理

6.3.4 在线净油装置运行中有异常的运转声或渗油时，应立即切除滤油机电源，关闭油室进、出油管阀门并释放压力，再报缺陷检修。在线滤油机故障报警时应立即停用并汇报，最大工作压力达到制造厂规定时或油质低于运行要求时应及时更换滤芯。更换滤芯后连续运行 24 h，取油样试验分析合格后恢复手动或自动净

油模式。

6.4 运行操作

6.4.1 变压器运行分接位置应保证发电厂和变电站及各用户受电端的电压偏差不超过允许值，并在充分发挥无功补偿设备的经济效益和降低线损的原则下，优化确定。

6.4.2 调压原则

6.4.2.1 对同时装有有载调压变压器及无功补偿并联电容器装置的变电站，当母线电压超出允许偏差范围时，应首先按无功电力分层、分区就地平衡的原则，调节发电机和无功补偿装置的无功功率，若电压质量仍不符合要求时，再调整相应载调压变压器的分接开关位置，使电压恢复到合格值。

6.4.2.2 如有载调压变压器自动调压装置及电容器自动投切装置同时使用，对两者的动作电压整定时，应使电容器组自动投切略先于有载开关自动调压动作。

6.4.3 无励磁开关的分接变换操作

6.4.3.1 无励磁调压的变压器变换分接位置，变压器由运行状态应改为检修状态，由检修人员进行变换操作。

6.4.3.2 无励磁开关如在某一挡位运行了较长时间，结合停电检修，分接变换操作时应先操作2个循环，再调整到新的挡位，并且三相挡位应确保一致。

6.4.3.3 无励磁开关操作前应解锁，操作到位后应锁紧，并经直流电阻测量合格后方可投入运行，变压器投运后应观察电压变化情况。

6.4.3.4 无励磁开关传动部位应涂有适量润滑剂，防止开关长时间不操作后的卡涩、生锈。

6.4.4 有载开关的分接变换操作

6.4.4.1 有载开关的分接变换操作，由运行人员按调度部门确定的电压曲线或调度命令，在电压允许偏差范围内进行。为保证用

户受电端的电压质量和降低线损，220 kV 及以下电网电压的调整宜采用逆调压方式。

6.4.4.2 正常情况下，宜采用远方电气控制。当检修、调试、远方电气控制回路故障和必要时，可采用就地电气控制。当有载开关处在极限位置又必须手摇操作时，应确认操作方向无误后方可进行。就地操作按钮应有防误操作措施。

6.4.4.3 分接变换操作应在 1 个分接变换完成后方可进行第 2 次分接变换。操作时应同时观察电压表和电流表的指示，不应出现回零、突跳、无变化等异常情况，分接位置指示器及动作计数器的指示等应有相应变动。

6.4.4.4 当变动电动机构操作电源后，未验证电源相序正确前，不得在极限位置进行电气控制操作。

6.4.4.5 由 3 台单相变压器构成的有载调压变压器组，分接变换操作时，应采用三相同步的远方或就地电气控制操作，并应具备失步保护。在实际操作中如果出现因一相开关操动机构故障导致三相位置不同时，应利用就地电气或手动将三相分接位置调齐，并在修复前不允许进行分接变换操作。

6.4.4.6 运行时不允许分相操作，只有在不带负荷的情况下，充电后的试验操作或在控制室远方控制回路故障而又急需操作时，方可在分相电动机构箱内操作，并应符合下列要求：

- a) 只有在三相有载开关依次完成 1 个分接变换后，方可进行第 2 次分接变换，不得在一相连续进行 2 次分接变换。
- b) 分接变换操作时，应与控制室保持联系，密切观察电压表与电流表的变动情况。
- c) 操作结束，应检查各相分接开关的分接位置指示应一致。

6.4.4.7 2 台有载调压变压器并联运行时，允许在 85% 变压器额定负荷电流及以下情况时进行分接变换操作，不得在单台变压

器上连续进行 2 个分接变换操作，应一台变压器的分接变换完成后，再进行另一台变压器的分接跟随变换操作。每进行 1 次分接变换后，应检查电压和电流的变化情况，防止误操作和过负荷。升压操作，应先操作负荷电流相对较少的一台，后操作负荷电流相对较大的一台，以防止过大的环流。降压操作时与此相反。操作完毕，应再次检查并联的 2 台变压器的电流分配情况。

6.4.4.8 有载调压变压器与无励磁调压变压器并联运行前，应预先将有载调压变压器分接位置调整到与无励磁调压变压器相应的分接位置，然后切断操作电源再并联运行。

6.4.4.9 对装有自动控制器的分接开关的要求：

- a) 自动控制器应装有计数器，以记录带负荷调压分接变换次数。当计数器失灵时，应暂停使用自动控制器，查明原因，故障消除后，方可恢复自动控制。
- b) 2 台及以上并联运行的有载调压变压器或有载调压单相变压器组，应具有可靠的失步保护，当分接开关不同步时，发出信号，闭锁下一分接变换。由于自动控制器不能确保 2 台变压器同步切换，因此，并联运行的有载调压变压器或有载调压单相变压器组不应投入自动控制器。
- c) 当系统中因倒闸操作或其他原因，可能造成电压大幅度波动时，应预先将有关变压器分接开关的自动控制器暂停使用，待操作完毕恢复正常后，再恢复自动控制。

6.4.4.10 有载调压变压器过载运行可按各单位批准的现场运行规程确定。当变压器过载 1.2 倍以上时，不得进行分接变换操作。

6.4.4.11 有载分接开关调压后应自动启动在线净油装置，无在线净油装置的有载开关长期无操作，滤油应根据油化验结果

确定。

7 检修

7.1 检修要求

7.1.1 检修原则

7.1.1.1 分接开关的检修应符合变压器状态检修原则。状态检修计划和内容应根据分接开关运行年限和操作次数、分接开关运行信息、设备评价结果确定。

7.1.1.2 运行中的分接开关维修、调试应符合本文件和安全工作规程、检修工艺及制造厂使用说明书的规定。

7.1.2 有载开关检修

7.1.2.1 分接开关检查、检修、调试或故障处理均应填写报告或记录。

7.1.2.2 从油室中取油样时，应先放去排油管中的滞留油，然后再取油样。当其击穿电压或含水量不符合表 1 要求时，应及时安排处理。

7.1.2.3 换油时，先关闭油室与储油柜连接管路上的阀门，然后排尽油室及排油管中污油，先打开阀门利用储油柜里的油进行冲洗并排尽，再用合格绝缘油冲洗。注油后应静止一段时间，直至油中气泡全部逸出为止，静置时间应符合制造厂规定。如带电滤油，应中止分接变换，其油流控制继电器或气体继电器应暂停接跳闸，同时应遵守带电作业有关规定，采取措施确保无气油流闭路循环，控制适当的油流速度，防止空气进入造成放电故障或产生危及安全运行的静电。对在线滤油装置应检查渗漏油情况。

7.1.2.4 当怀疑油室因密封缺陷而渗漏，致使油室油位异常升高、

降低或变压器本体绝缘油色谱气体含量异常超标时，可停止有载开关的分接变换操作，调整油位，进行跟踪分析。

7.1.2.5 分接开关芯体吊出，宜在整定工作位置进行。复装后加油前，应手摇操作，观察其动作切换情况应正确，并测量变压器绕组直流电阻。变压器绕组的直流电阻应在所有分接位置测量，但在转换选择器工作位置不变时，至少测量3个连续分接位置。当发现相邻分接位置的直流电阻值相同或相差2个分接级电阻阻值时，应及时查明原因，消除故障。

7.1.2.6 分接开关操动机构垂直转轴拆动前，应预先设置在整定工作位置，复装连接仍应在整定工作位置进行。电动机构和分接开关分离复装后，均应做联结校验。联结校验前应先切断电动机构操作电源，手摇操作做联结校验，正确后固定转轴，方可投入使用。同时应测量变压器各分接位置的变压比及连同绕组的直流电阻。

7.1.2.7 运行中分接开关，结合变压器小修，操作3个循环分接变换。

7.1.2.8 SF₆真空有载分接开关内SF₆气体不符合DL/T 1810运行质量要求，应进行抽真空换气处理，必要时开关吊芯处理。换润滑油或故障检查吊芯时，工艺要求应符合制造厂规定。

7.1.2.9 干式有载分接开关应进行内部清洁、机械传动机构润滑，检查环氧绝缘表面应无爬电痕迹。

7.1.3 无励磁开关检修

7.1.3.1 分接开关检查、检修、调试或故障处理均应填写报告或记录。

7.1.3.2 分接开关操动机构垂直转轴拆动前，应预先设置在整定工作位置，复装连接仍应在整定工作位置进行。

7.1.3.3 分接开关检修后应测量变压器各分接位置的变压比及连同绕组的直流电阻。

7.2 检修周期及项目

7.2.1 分接开关检修周期

7.2.1.1 变压器停电检修的同时，可相应进行分接开关的大小修。本文件给出了分接开关检修周期的范围，220 kV 及以下分接开关可以依据设备状态、地域环境、电网结构等特点，在进行状态评估的基础上酌情延长或缩短，但最长不超过本文件所推荐周期的上限值。

7.2.1.2 经过检查与试验并结合运行情况，判定分接开关存在内部故障或严重渗漏油时，应及时检修。制造质量原因造成故障频发的同类分接开关，可提前大修或更换。

7.2.1.3 无励磁开关应结合变压器小修对外部操作机构检查维护，并操作开关 3 个循环，变压器大修时进行本体维修。

7.2.1.4 运行中分接开关油室内绝缘油，每 1 年或分接变换 5000 次至少采样 1 次进行含水量和击穿电压试验。

7.2.1.5 运行中油浸式真空有载分接开关绝缘油含水量及击穿电压试验周期，与变压器本体保持一致。油色谱分析，检测周期与变压器本体一致，乙炔含量的注意值为 $40 \mu\text{L/L}$ ；若乙炔含量超过注意值，应缩短检测周期，增长量不宜大于 $10 \mu\text{L/L}$ ；若乙炔含量超过以上数值与制造厂联系进一步分析处理。

7.2.1.6 SF_6 真空有载分接开关应进行微水检测，检测周期与变压器本体同步，运行中微水含量不超过 $300 \mu\text{L/L}$ (20°C , 0.1013 MPa)；运行必要时可分析 SF_6 组分，应无明显增长。

7.2.1.7 运行中的有载开关，油击穿电压和含水量不符合表 1 的规定时，应开盖清洗换油或滤油 1 次。

7.2.1.8 运行中非真空有载开关累计分接变换次数或运行年限达到制造厂规定的检修周期时，应进行大修。如制造厂无明确规定，每分接变换 1 万次~2 万次，或 3 年~6 年亦应吊芯检查。装设在

线净油装置的分接开关大修周期按运行年限确定。

7.2.1.9 真空有载分接开关正常使用过程中检修周期应符合开关制造厂规定。运行正常及周期油试验合格的油浸式真空有载分接开关每 10 万次或达到开关制造商要求的年限时进行 1 次吊芯检查。干式真空有载分接开关在带负荷分接变换操作满 2 万次或每 2 年进行 1 次停电检查。

7.2.1.10 SF₆ 真空有载分接开关正常使用过程中检修周期应符合开关制造厂规定。

7.2.1.11 1000 kV 变压器调压补偿变的无励磁分接开关检修周期与本体同步。其无励磁分接开关机构箱检修参照有载分接开关项目进行。

7.2.2 分接开关检修项目

7.2.2.1 有载开关大修项目如下：

- a) 分接开关芯体吊芯检查（真空熄弧的含真空泡）、维修、调试。
- b) 分接开关油室的清洗、检漏与维修。
- c) 头盖、快速机构、伞齿轮、传动轴等检查、清扫、加油与维修。
- d) 选择器检查，在变压器大修时同时进行。
- e) 储油柜及其附件的检查与维修。
- f) 油流控制继电器或气体继电器、过压力继电器、压力释放装置的检查、维修与校验。
- g) 自动控制装置的检查。
- h) 储油柜及油室中绝缘油的处理和检测。
- i) 电动机构各项功能检查。
- j) 各部位密封检查，渗漏油处理。
- k) 自动控制回路、电气控制回路的检查、维修与调试。
- l) 分接开关与电动机构的联结校验与调试。

m) 在线滤油装置的检查、维修。

7.2.2.2 有载开关小修项目：

- a) 机械传动部位与传动齿轮盒的检查与加油。
- b) 电动机构箱的检查与清扫。
- c) 各部位的密封检查。
- d) 油流控制继电器或气体继电器、过压力继电器、压力释放装置的检查。
- e) 电气控制回路的检查。
- f) 储油柜及其附件的检查与维修。
- g) 在线滤油装置的检查、维修。

7.2.2.3 无励磁开关检修项目：

- a) 操动机构的检查、维修与调试。
- b) 开关触头的检查、1个循环的触头擦洗与测试。
- c) 绝缘件的检查与维护。

7.2.3 分接开关检修标准

分接开关的检修项目、周期与标准按表2的规定进行。

表2 分接开关的检修项目、周期和标准

序号	项目	周期	标准	说明
1	绝缘电阻测量	交接时	开关单独测试时绝缘电阻 $\geq 1000\text{ M}\Omega$	一般连同变压器绕组一并进行，必要时，单独测量对地、相间及触头间绝缘电阻值
		大修时		
		吊芯检查时		
2	测量过渡电阻值	大修时	a) 符合制造厂规定。 b) 与铭牌值比较偏差 $\leq \pm 10\%$	使用电桥法等方法进行直接测量
		吊芯检查时		
3	测量触头的接触电阻	必要时	a) 应符合制造厂规定。 b) 与上次测量值无明显变化	a) 测量前应分接变换一个循环。 b) 分接变换次数达到检修周期限额时、更换新触头时、更换主触头或连接触头后应进行

表 2 (续)

序号	项目	周期	标准	说明
4	测量每个触头接触力	必要时	应符合制造厂规定	可检查触头的压缩量或用塞尺检查接触情况
5	油室内的绝缘油的击穿电压、含水量	交接时	a) 符合制造厂规定。 b) 交接或大修时与变压器本体相同。 c) 运行中的油质符合表 1 规定	装设在线净油装置的有载开关油质低于运行规定,应手动启用在线净油装置,直至油质符合规定
		大修时		
		1 年或分接变换 5000 次		
6	SF ₆ 气体湿度	交接时	a) 应符合制造厂规定。 b) 与上次测量值无明显变化	按制造厂规定
		大修时		
		按制造厂规定		
7	切换程序与时间	交接时	正反方向的切换程序与时间应符合制造厂要求	按制造厂规定
		必要时或按制造厂规定		
		更换触头后		
8	动作顺序	交接时	分接选择器、转换选择器、切换开关或选择开关触头的全部动作顺序,应符合产品技术要求	应在整个操作循环内进行;测量方法可参考 DL/T 265 的规定
		大修时		
		必要时或按制造厂规定		
9	操作试验	交接时	切换过程中无异常,电气和机构限位动作正确并符合制造厂要求	有载开关在变压器不通电下操作 3 个循环;投运后操作试验按 5.2.3 的规定
		大修时		
		按制造厂规定		
10	测量连同分接开关的变压器绕组回路的直流电阻	交接时	a) 1600 kVA 及以下三相变压器,各相绕组相互间的差别≤4%;无中性点引出的绕组,线间各绕组相互间差别≤2%;1600 kVA 以上变压器,各相绕组相互间差别≤2%;无中性点引出的绕组,线间相互间差别≤1%。 b) 不应出现相邻两个分接位置直流电阻相同或 2 倍级电阻	a) 测量在连接校验后进行。一般应在所有分接位置测量。 b) 切换开关吊芯检查复装后,在转换选择器工作位置不变的情况下至少测量 3 个连续分接位置。 c) 测量前应分接变换 3~5 个循环。 d) 直阻测量出现异常时应增加操作循环后再进行测试
		大修时		
		吊芯时或联结校验后		

表 2 (续)

序号	项目	周期	标准	说明
11	测量连同分接开关的变压器绕组电压比	交接时	额定分接位置 $\leq\pm 0.5\%$; 其他分接 $\leq\pm 1.0\%$	测量在联结校验正确后进行
		大修时		
		联结校验后		
12	辅助回路的绝缘试验	交接时	绝缘电阻 $\geq 1\text{ M}\Omega$	a) 用 500 V ~ 1000 V 绝缘电阻表测量。 b) 当回路绝缘电阻在 10 M Ω 以上时可用 2500 V 绝缘电阻表摇 1 min 代替交流耐压; c) 预防性试验仅测量绝缘电阻
		大、小修时		

7.3 检修环境要求

7.3.1 检修工作如条件许可，应尽量安排在检修间内进行；如需在现场检修，应选在无尘土飞扬及其他污染的晴天时进行，施工环境清洁，并应有防尘措施，雨雪天或雾天不应在室外进行。

7.3.2 周围空气温度不宜低于 0℃，分接开关器身温度不宜低于周围空气温度。检修不宜在空气相对湿度超过 75% 的环境条件下进行。如相对湿度大于 75% 时，应采取必要措施。

7.3.3 分接开关器身暴露在空气中的时间应符合表 3 规定。时间计算由开始放油算起，未注油的油室，由揭盖或打开任一堵塞算起，直至开始注油为止。

7.3.4 施工同时应注意与带电设备保持安全距离，准备充足的施工电源及照明，安排好储油容器、大型机具、拆卸附件的放置地点和消防器材的合理布置等。

表3 分接开关器身暴露在空气中的时间

序号	项目	规定参数		
1	环境温度 ℃	>0	>0	>0
2	空气相对湿度 %	<65	65~75	75~85
3	器身暴露时间 h	≤24	≤16	≤10

7.4 检修前的准备、检测和注意事项

7.4.1 检修前的准备

7.4.1.1 检修项目、工艺要求和质量标准应根据运行、维护和试验中发现的缺陷及检修性质确定。

7.4.1.2 工器具、仪器设备、材料备品和专用工具应根据检修要求配备。

7.4.1.3 检修前应组织人力、安排进度、落实责任并按安全工作规程要求办理工作票，完成检修开工手续和安全技术措施。

7.4.2 检修前的检查、测试及其他事项

7.4.2.1 检修前应根据检修目的，检查有关部位，查看有关缺陷情况，测量必要的数据并进行分析。

7.4.2.2 检修前应检查各部分密封及渗漏油情况，并做好记录。

7.4.2.3 检修前应进行手动和电动分接变换操作，检查各部分动作的正确性。

7.4.2.4 检修前应记录分接位置，宜调整至整定工作位置。

7.5 有载开关的检修工艺

7.5.1 电动机构箱检修

7.5.1.1 每年清扫1次，清扫检查前先切断操作电源，然后清理

箱内尘土。

7.5.1.2 检查机构箱密封与防尘情况。

7.5.1.3 检查电气控制回路各触点接触应良好。

7.5.1.4 检查机械传动部位连接应良好，应有适量的润滑油。

7.5.1.5 使用 500 V~1000 V 绝缘电阻表测量电气控制和信号回路绝缘，电阻值不小于 1 MΩ。

7.5.1.6 刹车电磁铁的刹车皮应保持干燥，不可涂油。

7.5.1.7 检查加热器应良好。

7.5.1.8 验收要求手摇及远方电气控制正反两个方向至少操作各 1 个循环的分接变换。

7.5.2 切换开关或选择开关检修

7.5.2.1 关闭油室至储油柜之间的阀门，打开油室抽油管上的阀门，降低油室内的油位至油室顶盖下方（放掉约 5 kg 油）。打开顶盖，按说明书的要求，拧出螺钉。

7.5.2.2 小心吊出切换开关或选择开关芯体宜在整定工作位置进行，并逐项进行检查与维修。检修项目如下：

- a) **清洗油室：排尽油室内的污油，打开油室至储油柜管路上的阀门利用储油柜的油冲洗管道及油室内部，再用合格绝缘油冲洗。**
- b) **清洗除切换芯体或选择开关动触头转轴：清除切换芯体或选择开关动触头转轴上的游离碳，然后用合格绝缘油冲洗。**
- c) **切换开关或选择开关芯体的检查与维修：**
 - 检查所有的紧固件应无松动。**
 - 检查快速机构的主弹簧、复位弹簧、爪卡应无变形或断裂。**
 - 检查各触头编织软连接线应无断股、起毛。**
 - 检查切换开关或选择开关动、静触头的烧损程度；**

检查载流触头应无过热及电弧烧伤痕迹，主通断触头、过渡触头烧伤情况符合制造厂要求。

- 检查过渡电阻应无断裂，同时测量直流电阻，其阻值与产品出厂铭牌数据相比，其偏差值不大于±10%。
- 有条件时，测量切换芯体每相单、双数触头与中性引出点间的回路电阻，其阻值应符合要求。
- 检查选择开关槽轮传动机构应完好。
- 检查火花间隙有无放电烧损痕迹，必要时更换。
- 必要时，对真空有载开关真空灭弧室进行真空度检测。

- d) 必要时应将切换开关或选择开关芯体解体检查、清洗、维修与更换零部件，然后测试动作顺序与测量接触电阻，合格后置于起始工作位置。

7.5.2.3 将切换开关或选择开关芯体吊回油室，复装注油。

7.5.2.4 通过储油柜补充绝缘油至规定油位。

7.5.3 分接选择器检修

7.5.3.1 有载开关的分接选择器、转换选择器的检修。检修项目如下：

- a) 检查分接选择器和转换选择器触头的工作位置。
- b) 检查分接开关连接导线应正确，绝缘杆应无损伤、变形，紧固件应紧固，连接导线的松紧程度应不使分接选择器受力变形。
- c) 对带正反调压的分接选择器，检查连接“K”端分接引线在“+”“-”位置上与转换选择器的动触头支架（绝缘杆）的间隙不小于10 mm。
- d) 检查分接选择器与切换开关的6根连接导线及其绝缘距离与紧固情况，紧固件紧固，连接导线正确完好，无绝

缘层破损，并与油室底部法兰的金属构件间应有 10 mm 的间隙。

- e) 检查级进槽轮传动机构应完好。
- f) 手摇操作分接选择器 $1 \rightarrow n$ 和 $n \rightarrow 1$ 方向分接变换，逐挡检查分接选择器触头分合动作和啮合情况，触头接触应符合要求。
- g) 检查分接选择器和转换选择器动、静触头应无烧伤痕迹与变形。
- h) 检查切换油室底部放油螺栓应紧固。

7.5.3.2 组合式有载开关的分接选择器、转换选择器的检查与维修仅在变压器大修时或必要时进行。

7.5.4 自动控制装置检修

清扫灰尘，进行功能检查、核对动作整定值应符合要求、测量接线端子绝缘完好。

7.5.5 在线净油装置检修

检修项目如下：

- a) 外观检查：接地装置可靠，金属部件无锈蚀，承压部件无变形，各部位无渗油。
- b) 缺相试验：电源缺相时滤油装置应退出运行并发信。
- c) 油路堵塞试验：油路堵塞时，净油装置应能够显示压力异常，并能够抑制压力上升或退出运行，连接部位无渗漏油。
- d) 绝缘电阻测试：使用 500 V~1000 V 绝缘电阻表测量电气回路绝缘，电阻值不小于 1 M Ω 。
- e) 在线净油装置的检修、更换滤芯和部件可在不停电状况下进行。检修完毕后要在滤油机内部进行循环、补油、放气，投入运行时应短时退出有载分接开关油流控制继

电器（或气体继电器）的跳闸压板，并将有载开关控制方式转换到“就地”，滤油 30 min 无异常后恢复。投运 24 h 后分别从滤芯进出油口取样进行微水、耐压测试，比较在线净油装置使用效果。

- f) 装有在线净油装置的变压器有载分接开关油的耐压、含水量测试取样一律从滤油机管路上的取样阀抽取。
- g) 在线净油装置故障及滤芯失效应及时处理。

7.5.6 附件检修

附件检修应符合 DL/T 573 的规定。

7.6 无励磁开关检修工艺

无励磁开关检修工艺应符合表 4 的规定。

表 4 无励磁开关的检修工艺

序号	部位	检修内容	检修方法	工艺质量要求
1	操动机构	拆卸	常用工具	应先将开关调整到极限位置，安装法兰应做定位标记，三相联动的传动机构拆卸前也应做定位标记
		灵活性	目测	a) 松开上方头部定位螺栓，转动操作手柄应灵活无卡滞，若转动不灵活应进一步检查卡滞的原因； b) 检修时应添加或更换齿轮箱润滑油
		密封性	目测	转动轴密封良好无渗漏油现象，如有渗漏油现象应适当调整压紧螺母，仍无效则更换密封垫
		指示		检修前应调整到极限位置，解开传动连接应做好标记，分接实际位置应与指示位置一致，否则应进行调整
		定位、限位、联动的一致性		a) 逐级手摇时检查定位螺栓应处在正确位置； b) 极限位置的限位应准确有效； c) 三相联动指示和各相实际动作应一致

表 4 (续)

序号	部位	检修内容	检修方法	工艺质量要求
2	开关	完整性	目测	应齐全、完整无缺损，所有紧固件均应拧紧、锁住，无松动
3	触头	表面	目测	a) 触头表面应光洁，无氧化变色、镀层脱落及碰伤痕迹，弹簧无松动； b) 擦拭清除氧化膜； c) 触头如有严重烧损时应更换
		接触电阻	测量	动、静触头间接触电阻应符合产品要求
		压力试验	塞尺	触头接触压力均匀、接触严密，或用 0.02 mm 塞尺检查应插不进
		触头分接线	目测	所有紧固件、分接线均应连接牢固，无放电、过热、烧损、松动现象，发现松动应拧紧、锁住
4	绝缘件	完整性和清洁	目测	a) 绝缘件、绝缘筒和支架应完好，无受潮、破损、剥离开裂或变形、放电，表面清洁无油垢；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。 b) 操作杆绝缘良好，无弯曲变形，铆接无松动；拆下后，应做好防潮、防尘措施保管，宜浸入合格绝缘油中。 c) 绝缘操作杆 U 形拨叉应保持良好接触，如有接触不良或放电痕迹应加装弹簧片，确保拨叉无悬浮状态
5	操动机构	复装	常用工具	a) 先检查密封面应平整无划痕，无漆膜，无锈蚀，更换密封垫； b) 对准原标记，拆装前后指示位置应一致，各相手柄及传动机构不得互换； c) 密封垫圈入槽、位置正确，压缩均匀，法兰面啮合良好无渗漏油； d) 调试应在注油前和套管安装前进行，应逐级手动操作，操作灵活无卡滞，观察和通过测量确认定位正确、指示正确、限位正确； e) 操作 3 个循环，擦洗触头表面
注：若带电动操作机构，参照 7.5.1 条相关规定进行				

8 常见异常情况的原因、检查和处理

8.1 有载开关常见故障及其排除方法

有载开关常见故障及其排除方法按表 5 要求。

表 5 有载开关常见故障及其排除方法

序号	故障特征	故障原因	检查与排除方法
1	连动或连动保护动作	交流接触器剩磁或油污造成失电延时,顺序开关故障或交流接触器动作配合不当	检查交流接触器失电应无延时返回或卡滞,顺序开关触点动作顺序应正确。清除交流接触器铁芯油污,必要时予以更换。调整顺序开关顺序或改进电气控制回路,确保逐级控制分接变换
2	手摇操作正常,而就地电动操作拒动	无操作电源或电动机控制回路故障,如手摇机构中弹簧片未复位,造成闭锁开关触点未接通	检查操作电源和电动机控制回路的正确性,消除故障后进行整组联动试验
3	电动操动机构动作过程中,空气开关跳闸	顺序开关组安装移位或连动保护动作	用灯光法分别检查 S11~S13 (1→n) 与 S12~S13 (n→1) 的分合程序,调整安装位置
4	电动机构仅能一个方向分接变换	限位机构未复位	手拨动限位机构,滑动接触处加少量油脂润滑
5	有载开关无法控制操作方向	电动机电容器回路断线、接触不良或电容器故障	检查电动机电容器回路,并处理接触不良、断线或更换电容器
6	远方控制拒动,而就地电动操作正常	远方控制回路故障	检查远方控制回路的正确性,消除故障后进行整组联动试验

表5 (续)

序号	故障特征	故障原因	检查与排除方法
7	远方控制和就地电动或手动操作时, 电动机机构动作, 控制回路与电动机机构分接位置指示正常一致, 而电压表、电流表均无相应变动	有载开关拒动、有载开关与电动机机构联结脱落, 如垂直或水平转动联结销脱落	检查有载开关位置与电动机机构指示位置一致后, 重新连接, 然后做联结校验
8	箱体进水, 腐蚀机械构件和电气元件	箱体密封不良, 箱盖扣紧铰链机构不合理	检查箱盖和箱体结合面应平行和平整, 密封条应有足够弹性, 调整箱盖和箱体结合面的啮合程度, 必要时更换密封条
9	切换开关切换时间延长或不切换	储能弹簧、拉簧疲劳, 拉力减弱、断裂或机械卡死	更换储能弹簧或拉簧, 检修传动机械
10	有载开关与电动机机构分接位置不一致	有载开关与电动机机构连接错误	查明原因并进行联结校验
11	断轴	有载开关与电动机机构连接错位; 分接选择器严重变形	a) 检查分接选择器受力变形原因, 予以处理或更换转轴; b) 判断整定工作位置的, 并进行联结校验
12	分接选择器或选择开关静触头支架弯曲变形造成变压器绕组直流电阻超标, 分接变换拒动或内部放电等	分接选择器或选择开关绝缘支架材质不良, 分接引线对其受力及安装垂直度不符合要求	a) 更换静触头绝缘支架, 纠正分接引线不应使分接开关受力; b) 开关安装应垂直呈自由状态
13	连同变压器绕组测量直流电阻时呈不稳定状态	运行中长期不动作或长期无电流通过的静触点接触面形成一层膜或油污等, 造成接触不良	每年结合变压器小修, 进行3个循环的分接变换
14	切换开关吊芯复装后, 测量连同变压器绕组直流电阻, 发现在转换选择器不变的情况下, 相邻二分接位置直流电阻值相同或为二个级差电阻值	切换开关拨臂与拐臂错位, 不能同步动作, 造成切换开关拒动, 仅选择开关动作	a) 重新吊装切换开关, 将拨臂与拐臂置于同一方向, 使拨臂在拐臂凹处就位;

表 5 (续)

序号	故障特征	故障原因	检查与排除方法
14	切换开关吊芯复装后, 测量连同变压器绕组直流电阻, 发现在转换选择器不变的情况下, 相邻二分接位置直流电阻值相同或为二个级差电阻值	切换开关拨臂与拐臂错位, 不能同步动作, 造成切换开关拒动; 仅选择开关动作	b) 手摇操作, 观察切换开关左右两个方向均可切换动作, 然后注油复装, 并测量连同变压器绕组直流电阻值, 以复核安装的正确性
15	储能机构失灵	有载开关干燥后无油操作; 异物落入切换开关芯体内; 误撞枪机使机构处于脱扣状态	a) 严禁干燥后无油操作; b) 排除异物
16	运行中气体继电器频繁发信动作	吸湿器堵塞、气体继电器安装管路水平倾斜角不符合安装要求、油室内存在局部放电源, 造成气体的不断积累	a) 检查油耐压应小于表 1 规定; b) 检查吸湿器呼吸应通畅; c) 气体继电器安装管路水平倾斜角 $>2^{\circ}$; d) 吊芯检查触头接触压力不应偏小, 无悬浮电位放电, 连线或限流电阻有否断裂、接触不良而造成经常性的局部放电。应及时消除悬浮电位放电及其不正常局部放电源
17	切换开关动触头的 Y 形臂中性线对主触头之间放电, 造成变压器二分接间短路故障	切换开关 Y 形臂中性线, 为裸多股软线, 易松散并坐落在切换开关相间分接接头间, 在级电压下易击穿放电	在切换开关 Y 形臂中性线加包绝缘
18	有载开关有局部放电或爬电痕迹	紧固件或电极有尖端放电; 紧固件松动或悬浮电位放电	排除尖端, 加固紧固件, 消除悬浮放电

表 5 (续)

序号	故障特征	故障原因	检查与排除方法
19	有载开关储油柜油位异常升高	如调整储油柜油位后,仍继续出现类似故障现象,应判断为油室密封缺陷,造成油室中油与变压器本体油互相渗漏;油室内放油螺栓未拧紧,亦会造成渗漏油	有载开关揭盖寻找渗漏点,如无渗漏油,则应吊出芯体,抽尽油室中绝缘油,在变压器本体储油柜压力下观察油室内壁,检查分接引线螺栓及转轴密封等处应无渗漏油。然后,更换密封件或进行密封处理。有放气孔或放油螺栓的应紧固螺栓或更换密封圈
20	变压器本体内绝缘油的色谱分析中氢、乙炔和总烃含量异常超注意值	对变压器本体绝缘油进行色谱跟踪分析,比较本体绝缘油和切换开关油室的油中溶解气体含量,分析 C_2H_2/H_2 气体比值(参照 DL/T 722 的规定);或停止分接变换操作,对本体绝缘油进行色谱跟踪分析,如溶解气体含量与产气率呈下降趋势,则判断为油室的绝缘油渗漏到变压器本体中	有载开关揭盖寻找渗漏点,如无渗漏油,则应吊出芯体,抽尽油室中绝缘油,在变压器本体储油柜压力下观察油室内壁,检查分接引线螺栓及转轴密封等处应无渗漏油。然后,更换密封件或进行密封处理。有放气孔或放油螺栓的应紧固螺栓或更换密封圈
21	油浸式真空有载分接开关绝缘油色谱分析乙炔含量超注意值	管道中残留; 过渡电阻等过热造成油裂解; 真空灭弧室失效; 触头火花放电导致	缩短色谱跟踪分析周期,若无明显增长趋势,且判断为非真空灭弧室失效原因导致,可结合小修查找具体原因;若有明显增长趋势,应停止分接变换,并与制造厂联系进一步处理
22	SF_6 真空有载分接开关气体组分异常、水分超注意值	内部故障导致的气体组分异常; 密封不良或 SF_6 水分超标	查明原因
23	SF_6 真空有载分接开关气体密度继电器不符合 SF_6 气体温度-压力曲线或低气压动作	气体泄漏导致保护继电器示值不符合 SF_6 气体温度-压力曲线; 气体泄漏导致保护继电器低气压动作; 密度继电器故障	查找泄漏点或密度继电器故障原因
注: 1~9 项为电动机机构异常			

8.2 无励磁开关常见故障及其排除方法

无励磁开关常见故障及其排除方法按表 6 要求。

表 6 无励磁开关常见故障及其排除方法

序号	故障特征	故障原因	检查与排除方法
1	触头过热	触头(弹簧)压力不足, 接触不良	塞尺检查, 测量接触电阻, 检查触头有无过热色斑; 调整触头接触压力, 更换触头弹簧
		引出线连接(或焊接)不良	重新焊接
2	电压比不符合规律	分接位置乱挡	操动机构和无励磁开关的连接, 重新连接并进行连接校验
		分接引线接错	脱开无励磁开关测量变压器分接引线, 确定分接引线序号后重新连接
		触头严重接触不良	检查触头接触情况
3	局部放电量超标, 发生绝缘故障	绝缘件劣化, 绝缘件介损偏高	更换绝缘件
		紧固件松动, 电极尖端放电	紧固、打磨处理, 增加均压装置
		过电压	分析过电压情况和提出对策, 落实对策
4	离合器或轴的变形与剪断	零部件机械强度和机械刚度不足, 操作力矩增大	分析操作力矩增大原因, 消除卡涩, 更换操动机构或传动轴
5	超越终端, 造成分接位置错位	一般开关本体不设限位装置, 仅在操动机构上设置限位, 操动机构限位失灵或安装错位	操动机构限位, 操动机构和开关对应情况, 确保操动机构限位正确有效, 重新连接并进行连接校验
6	触头烧坏, 开关内部放电或开关烧毁	触头接触不良甚至未接触	更换损坏部件, 调整触头位置
		操动机构指示挡位与开关本体实际分接位置不一致, 操动机构上的定位件未定位	检查操动机构调挡应灵活, 转动到指定挡位时, 操动机构上的定位件应在自由状态下定位

表 6 (续)

序号	故障特征	故障原因	检查与排除方法
6	触头烧坏, 开关内部放电或开关烧毁	操作错误, 操动机构不到位	测量变压器绕组的直流电阻, 判断变压器绕组应无损坏, 变压器绕组完好可更换分接开关
		操动机构已经到位, 触头合不到位	机构和开关连接应正确, 重新连接并进行连接校验
		开关机构的刚性不够或动触头变形	检查机构和触头, 更换
7	触头接触电阻超标	长期不变换分接位置, 触头上存在氧化膜, 油膜	进行 5 个循环以上分接变换操作后再次测量
8	开关无法转动	操动机构机械卡死	打开操动机构检查并处理
		绝缘操作杆未插入开关主轴, 而是插入绝缘筒	<ul style="list-style-type: none"> a) 拆下无励磁开关操动机构法兰与变压器油箱上部开关固定法兰螺栓; b) 提升与绝缘操作杆相连的操动机构将绝缘操作杆下部的连接头的槽口对准分接开关本体主轴的定位横销, 并与主轴对接; c) 紧固无励磁开关操动机构法兰与变压器油箱上部开关固定法兰螺栓; d) 转动操动机构的手柄; e) 测量连同变压器绕组直流电阻值应与开关指示盘上指示的挡位相对应
9	挡位变动电阻值不变, 且机构转动力矩很小	绝缘操作杆槽口未插入开关本体主轴或操作杆断裂	检查转动操动机构有无调挡手感, 若无调挡手感, 便可判断绝缘操作杆槽口未插入开关本体主轴。处理方法同“绝缘操作杆未插入开关主轴, 而是插入绝缘筒”
10	电阻值有时很大, 轻轻转动机构后有时正常	开关安装时机构与本体间配合不到位	让机构的定位装置往两个方向运动, 再测试电阻, 结果某一方向上电阻比定位位置电阻更小, 重新安装、调试机构

9 常用有载分接开关检修工艺

常用有载分接开关检修工艺参见附录 A~附录 I。

附录 A (资料性附录)

M、CM 型有载分接开关检修工艺

A.1 技术数据

A.1.1 分接开关技术数据

分接开关技术数据见表 A.1。

表 A.1 M、CM 型有载分接开关技术数据

序号	名称		技术数据							
			III 300	III 500	III 600	I 301	I 501	I 601	I 800	I 1200
1	最大额定通过电流 A		300	500	600	301	501	601	800	1200
2	设备最高电压 kV		40.5、72.5、126、252							
3	额定频率 Hz		50/60							
4	相数		三相			单相				
5	连接方式		Y			任意连接方式				
6	最大级电压 V		3300							
7	额定级容量 kVA		1000	1400	1500	1000	1400	1500	2000	3100
8	调压 级数	无转换选择器	7~18, 19~32							
		带转换选择器	±3、±4、±5、…、±16、±17							
9	分接选择器		按绝缘水平分为 3 种尺寸, 编号 B、C、D							
10	切换 开关 油室	工作压力 Pa	工作压力 3×10^4							
		密封性能	6×10^4 Pa 24 h 不渗漏							
		超压保护	爆破盖爆破压力: $(4 \sim 5) \times 10^5$ Pa							
		继电器保护	整定油速: 1.0 m/s ± 10%							

表 A.1 (续)

序号	名称	技术数据
11	分接开关排油量 L	190~270
12	分接开关充油量 L	125~190
13	质量 kg	240~305
14	配用电动机	(MR ED100)、(华明 SHM-D、CMA7) (长征 MA7B、MAE)

注：额定级容量是连续允许的最大级容量。

A.1.2 电动机技术参数

电动机技术参数见表 A.2~表 A.4。

表 A.2 ED100/200-S/L 型电动机技术参数

序号	名称	技术参数			
1	电动机参数	电动机额定功率 kW	0.75	2.0	2.2
		额定电压 V	交流, 230/400 三相四线		
		额定电流 A	1.9	5.2	6.2
		额定频率 Hz	50		
		同步转速 r/min	1500		
2	每级分接变换 转动轴转数	16.5			
3	每级分接变换的时间 s	5.4			
4	每级分接变换手柄操 作转数	33		54	
5	输出轴的传动力矩 N·m	45	95	125	

表 A.2 (续)

序号	名称	技术参数	
6	工作位置数	最大 35	
7	控制回路及加热器电压 V	约 230	
8	控制回路功率 VA	启动时为 100, 运转中为 25	
9	加热器的功率 W	ED100/200-S 为 50 W	ED100/200-L 为 60 W
10	绝缘试验	工频 2 kV, 持续 1 min	
11	机械寿命 万次	400	
12	质量 kg	最大 130	

表 A.3 SHM-1 型电动机构技术参数

序号	名称	技术参数		
1	电动机参数	额定功率 kW	0.75	1.1
		额定电压 V	交流 220 单相	
		额定电流 A	5.12	7.2
		额定频率 Hz	50	
		额定转速 r/min	1400	
2	传动轴的额定转矩 N·m	45	66	
3	一次分接变换手摇柄 转数	16.5		
4	一次分接变换 传动轴转数	33		
5	一次分接变换运行时间 s	4		

表 A.3 (续)

序号	名称	技术参数
6	最大分接位置数	35
7	带电回路对地绝缘工频试验	工频 2 kV, 持续 1 min (不含电动机、断路器、电缆插座及辅助触点)
8	温度范围 ℃	-25~+60
9	质量 kg	73
10	防护等级	IP56
11	配用控制器	HMK7

表 A.4 MA7B、MAE 型电动机构技术参数

序号	名称	技术参数			
	电动机构型号	MA7B		MAE	
1	电动机参数	额定功率 kW	0.75	1.1	0.75
		额定电压 V	220/380 三相		
		额定电流 A	3.4/2.01	4.76/2.75	3.4/2.01
		额定频率 Hz	50		
		额定转速 r/min	1400		
2	传动轴的额定转矩 N·m	18	26	45	
3	一次分接变换 手摇柄转数	33			
4	一次分接变换 传动轴转数	33		16.5	
5	一次分接变换运行时间 s	约 5.5		约 5.4	

表 A.4 (续)

序号	名称		技术参数	
6	最大分接位置数		35	
7	控制回路	电压	AC 220 V	
		输入功率	启动时 120 VA	
			运转中 26 VA	
8	加热回路	电压	AC 220 V	
		功率 W	50	30
9	带电回路对地绝缘工频试验		工频 2 kV, 持续 1 min (不含电动机、断路器、电缆插座及辅助触点)	
10	防护等级		IP55	
11	机械寿命		80 万次以上	50 万次以上
12	质量 kg		约 84	约 70
13	安装轴线与垂直面倾斜度		不超过 5°	
14	配用智能控制器	型号	CZK-100B	
		额定电压	AC380 V 三相四线	
		额定频率	50 Hz	
注: MA7B 电动机构当分接开关有三个中间位置时, 操动机构带有中间位置超越触点				

A.1.3 分接开关其他主要参数

A.1.3.1 分接开关的机械寿命不低于 80 万次。

A.1.3.2 分接开关经 6×10^4 Pa 油压、24 h 密封试验无渗漏。

A.1.3.3 切换开关油压大于 4×10^5 Pa~ 5×10^5 Pa, 爆破盖能起到超压保护的作用。

A.1.3.4 切换开关油箱应承受 6×10^5 Pa 压力试验。

A.1.3.5 分接开关绝缘水平见表 A.5。

表 A.5 分接开关绝缘水平

序号	额定电压 kV	设备最高 工作电压 kV	交流工频 试验电压 kV/min	冲击试验电压 kV	
				全波 1.2/40	截波 2 μs~5 μs
1	35	40.5	85	200	225
2	60	72.5	140	330	390
3	110	126	230	550	630
4	220	252	460	1050	1210

A.1.3.6 分接开关在最大额定通过电流下，各长期载流触头及导电部件对油的温升不超过 20 K。

A.1.3.7 分接开关在 1.5 倍最大额定电流从第一位置连续变换半周，其过渡电阻温升的最大值不超过 350 K（油中）。

A.1.3.8 分接开关长期载流触头能承受的短路电流，见表 A.6。

表 A.6 分接开关长期载流触头能承受的短路电流

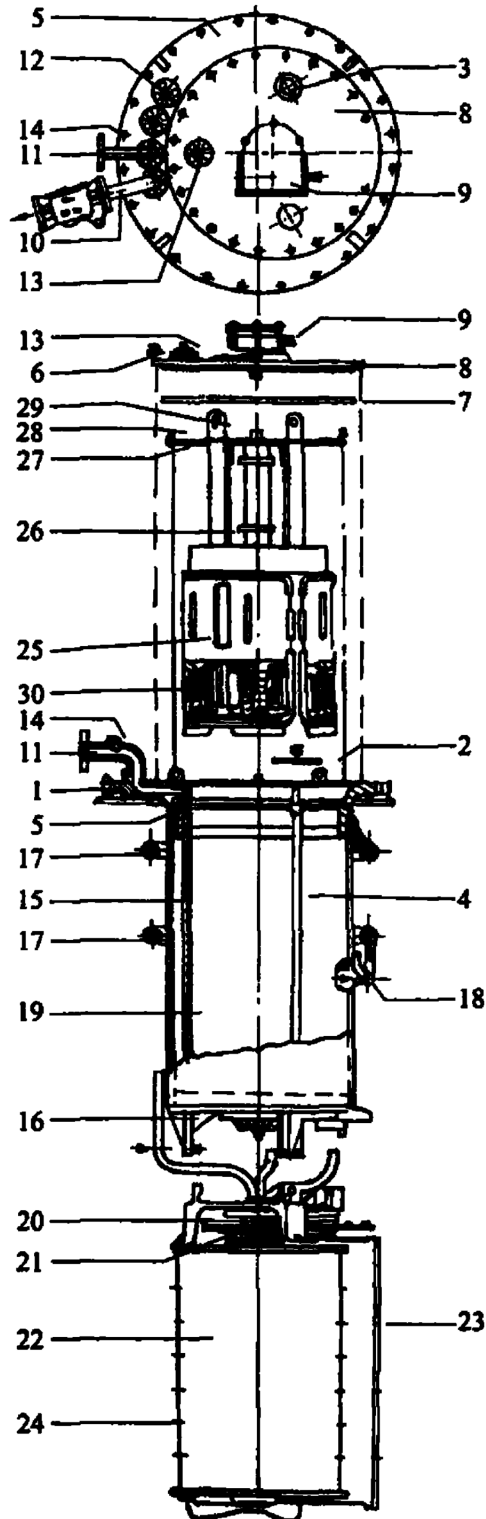
型号		III 300	III 500-600	I 301	I 501-601	I 800	I 1200
额定电流 A		300	500-600	301	500-600	800	1200
短路 电流 kA	热稳定 (3 s 有效值)	6	8	6	8	16	24
	动稳定 (峰值)	15	20	15	20	40	60

A.1.3.9 分接开关应能承受表 A.6 所示的额定级容量下负载切换，其触头电气寿命不低于 20 万次。

A.1.3.10 分接开关应能承受表 A.6 所示的 2 倍额定通过电流下 100 次开断能力试验。

A.1.4 分接开关结构和主要部件

分接开关结构和主要部件见图 A.1。



1—头部密封壁；2—位置指示盘；3—观察窗；4—位置指示传动杆；5—头部；6—头盖螺栓；7—头盖密封圈；8—头盖；9—带输出轴的头部齿轮盒；10—联接油流控制继电器弯管R；11—抽油弯管S；12—回油管Q；13—头盖上溢气孔；14—抽油管上溢气孔；15—油室；16—油室底部；17—均压环（110 kV 以上有）；18—输出端；19—抽油管；20—选择器上部；21—槽轮机构；22—选择器；23—转换选择器；24—接线端；25—切换开关；26—绝缘支撑杆；27—直撑板；28—固定螺栓；29—吊攀；30—过渡电阻

图 A.1 分接开关主要部件

A.2 检修周期和检修项目

A.2.1 检修周期和检修项目见 7.2。

A.2.2 制造厂对累计次数或年限的规定：达到表 A.7 的次数或 5 年~6 年大修 1 次（取先达到者）。

表 A.7 M 型有载分接开关检修周期分接变换次数

型号	III 300/III 600	I 301/ I 601	I 800	I 1200
额定电流 A	300/600	301/601	800	1200
分接变换次数	50000~80000	70000~100000	50000~80000	35000~70000

A.3 变压器吊罩时分接开关的拆装

A.3.1 箱顶式安装结构分接开关的拆装

箱顶式安装结构分接开关拆装的步骤及工艺要求见表 A.8。

表 A.8 箱顶式安装结构分接开关检修的步骤及工艺要求

序号	检修步骤	工艺要求
1	检查电动机构应在整定工作位置	整定工作位置按说明书规定
2	排放变压器本体绝缘油，然后打开人孔盖板	
3	从人孔处检查分接选择器的闭合位置应与电动机构一致	分接选择器的闭合位置应与电动机构工作位置一致
4	检查分接开关连接导线应正确、绝缘有无受伤、紧固应可靠、不应使分接选择器受力变形、动静触头啮合应正确	导线连接正确、绝缘完好、连接紧固；分接引线不应过紧过松，使分接选择器受力变形；动静触头啮合正确
5	对带正反调的极性选择器，检查连接“K”端的分接线圈引线与转换选择器的动触头支架（绝缘杆）在“+”“-”位置上的间隙	间隙不小于 10 mm
6	逐根拆除分接线圈至分接选择器及变压器中性线的连线	确保分接开关与变压器线圈脱离，使其具备变压器钟罩的吊罩条件
7	复装时按相反顺序进行	

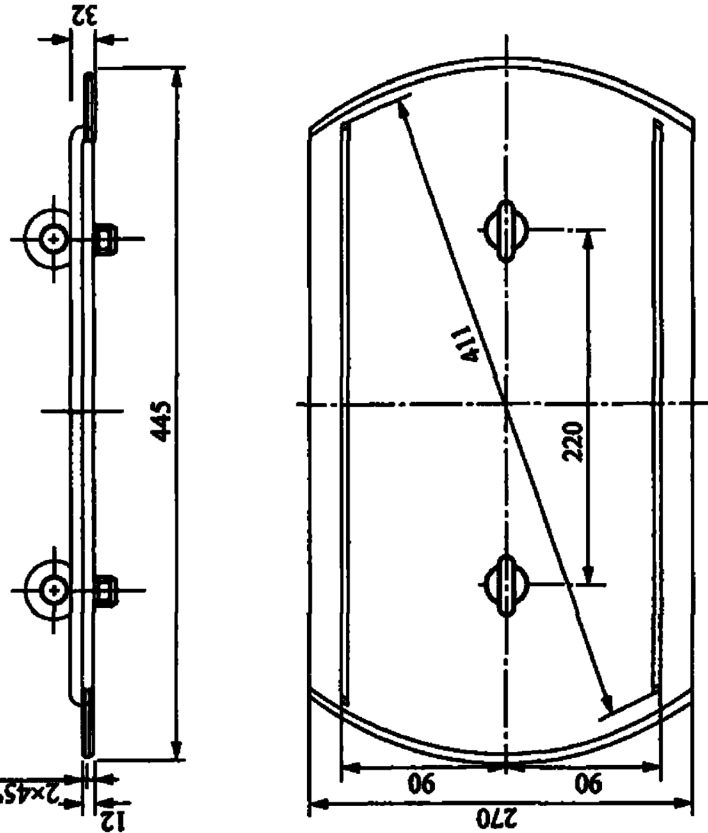
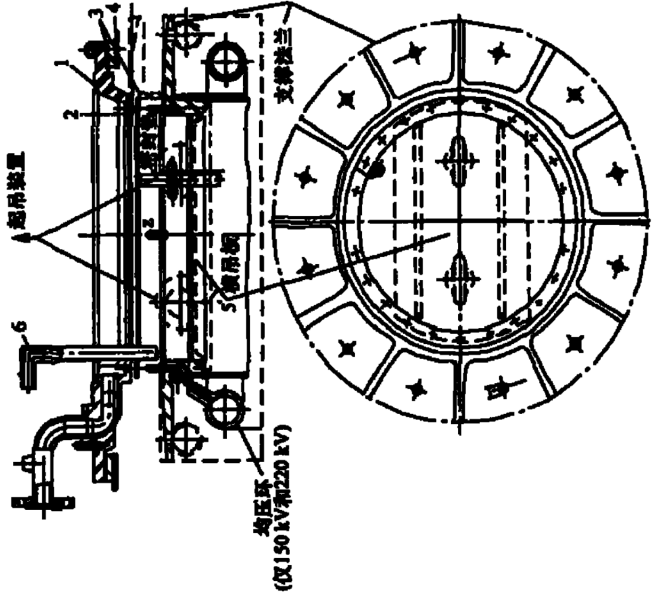
A.3.2 钟罩式安装结构分接开关的拆装

钟罩式安装结构分接开关拆装的步骤及工艺要求见表 A.9。

表 A.9 钟罩式安装结构分接开关拆装的步骤及工艺要求

序号	检修步骤	工艺要求
1	检查电动机机构应在整定工作位置	整定工作位置按说明书规定
2	排放变压器本体绝缘油, 然后打开人孔盖板	
3	检查分接选择器的闭合位置应与电动机机构一致	分接选择器的闭合位置应与电动机机构工作位置一致
4	拆除电动机机构与分接开关的水平传动轴	
5	打开抽油管阀门, 排放绝缘油, 降低油室油位至变压器箱盖平面为止, 松开头盖上排气溢油螺钉	
6	松开油室头盖上 24 只 M10 螺栓, 然后卸除头盖	注意保存头盖密封圈
7	卸除分接位置指示盘上 M5 固定螺栓, 然后向上拨出指示盘, 卸下头部法兰边上红色区域内的 7 只 M6 螺母	注意保存固定轴上定位销及卡件
8	利用专用吊板 (图 A.2), 吊紧切换油室芯体, 缓慢地放下吊板。当油室头部法兰与中间法兰之间脱开间隙至 15 mm~20 mm (见图 A.3) 时, 检查变压器器身上的分接开关预装支架的高度, 调整至上述间隙尺寸, 最后去掉吊板	

表 A.9 (续)

序号	检修步骤	工艺要求
8	 <p style="text-align: center;">图 A.2 吊装专用吊板</p>	 <p>1—头部分接开关; 2—中间法兰; 3—密封垫; 4—变压器罩; 5—吊板; 6—吸油管</p> <p>图 A.3 钟罩式分接开关的头部分接开关的吊装示意图</p>
9	卸除固定在变压器钟罩上的分接开关头罩, 安装法兰上的 48 只 M12 固定螺栓, 此时分接开关与变压器钟罩已经脱离, 具备变压器钟罩的吊罩条件	
10	复装时按相反顺序进行	

A.4 切换开关及其油室的检修

A.4.1 切换开关吊芯

切换开关吊芯的检修步骤及工艺要求见表 A.10。

表 A.10 切换开关吊芯检修的步骤及工艺要求

序号	检修步骤	工艺要求
1	完成 A.3.2 条中表 A.9 的第 1~第 9 项内容	见相应要求
2	卸除分接位置指示盘上的 M5 固定螺栓, 然后向上取出分接位置指示盘	注意不要碰坏吸油管和位置指示传动轴, 保存好固定轴上定位销
3	卸除切换开关本体支撑板上 7 只 M8 螺母 (钟罩式) 或 M8×20 螺栓 (箱顶式)	不得拆除红色区域内的固定螺母
4	使用起重吊攀垂直缓慢地吊起切换开关芯体, 并安放在平坦清洁的地方, 然后用清洁布盖好, 防止异物落入	不得碰坏吸油管和位置指示传动轴

A.4.2 切换开关及油室的清洗

切换开关及油室清洗的检修步骤及工艺要求见表 A.11。

表 A.11 切换开关及油室清洗检修的步骤及工艺要求

序号	检修步骤	工艺要求
1	油室的清洗: ——排尽切换开关油室污油, 取出抽油管; ——用合格绝缘油冲洗切换开关油室及抽油管, 然后用刷子或无绒干净白布擦净油室内壁、连接触头及抽油管中碳粉, 反复冲洗, 排尽残油, 复装抽油管, 然后将清洗干净的油室用头盖盖好	防止损坏抽油管弯头上的 2 只密封圈

表 A.11 (续)

序号	检修步骤	工艺要求
2	切换开关的清洗: 吊出芯子后, 可用合格的变压器油进行冲洗, 必要时可用刷子洗刷芯子及触头的积污, 切换开关芯子彻底清洗将在拆开后进行	

A.4.3 切换开关的检查

切换开关的检修步骤及工艺要求见表 A.12。

表 A.12 切换开关检修的步骤及工艺要求

序号	检修步骤	工艺要求
1	检查切换开关所有紧固件, 尤其是 3 块弧形板上的紧固件应无松动	所有紧固件应紧固, 无松动, 动作正常, 无卡滞
2	使用专用工具 (图 A.4) 来回动作 2 次, 检查储能机构工作状态应正常, 然后返回起始状态	
3	检查储能机构的主弹簧、复位弹簧、爪卡应无变形或断裂	无变形或断裂
4	检查各触头编织线应无损坏	完整无损
5	检查切换开关连接主通触头是否有过热及电弧烧伤痕迹	无过热及电弧烧伤痕迹
6	检查过渡电阻应无断裂, 并测量其阻值	过渡电阻应无断裂, 其阻值与铭牌值比较偏差不得大于 $\pm 10\%$
7	测量每相单、双数与中性引出点间的回路电阻	每对触头接触电阻 $\leq 500 \mu\Omega$
8	检查切换动作, 必要时测定动触头的变换程序	符合制造厂要求

表 A.12 (续)

序号	检修步骤	工艺要求
9	解体拆开切换开关芯体, 清洗、检查和更换零部件	
10	<p>a) 快速机构上扣工具; b) 储能机构操作扳手; c) 操作切换芯子 (用偏心轮结构); d) 安装切换芯子弧形板的楔子; e) 用于测量切换开关弧触头烧损程度</p> <p style="text-align: center;">图 A.4 检修专用工具</p>	

A.4.4 切换开关芯体解体检修

切换开关芯体解体的检修步骤及工艺要求见表 A.13。

表 A.13 切换开关芯体解体检修的步骤及工艺要求

序号	检修步骤	工艺要求
1	记录切换开关凸轮机构的实际位置和凸轮方向(作为复装依据)	
2	释放储能机构爪卡,将储能机构移至切换开关过渡弧触头桥接位置(便于拆开和装配),见图 A.5	 <p>图 A.5 储能机构释放位置</p>
3	测量过渡电阻测值	与铭牌值相比较偏差不大于±10%
4	拆卸绝缘弧形板上的连接螺钉(一块弧形板上的8只 M6×20 固定螺栓),打开锁紧片,先卸下边缘两侧上的4只螺栓,再卸下里面的4只螺栓,然后取下绝缘弧形板	拆卸切换开关触头机构时,拆开一相,清洗一相,装配一相,三相不得同时拆开
5	取下隔弧片	
6	彻底清洗被拆开的扇形部件的触头系统与隔弧片	
7	使用专用工具,检查动静触头的烧损量,记录实测值。触头烧损测量见图 A.6	动静弧触头中任一触头的烧损量达到或超过4 mm,就应更换全部弧触头

表 A.13 (续)

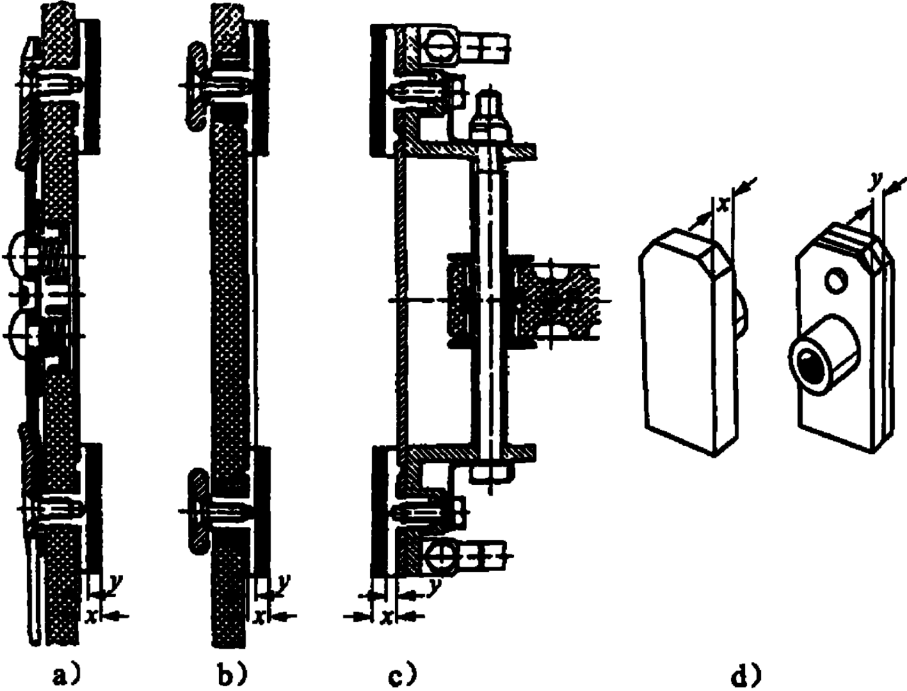
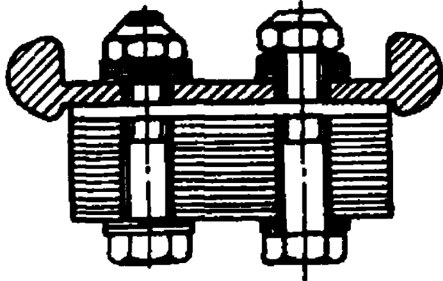
序号	检修步骤	工艺要求
<div style="text-align: center;">  <p data-bbox="316 1146 1241 1243">a) 主弧触头; b) 过渡(静)弧触头; c) 动弧触头; d) 新触头动、静弧触头允许的最大烧损量 $x-y=4$ (mm), 新触头 $x=8\pm 0.3$ mm, $y=4$ mm</p> </div> <p data-bbox="550 1272 960 1317" style="text-align: center;">图 A.6 触头烧损量的测量</p>		
8	检查主触头、过渡触头的引出编织软线, 其中有一根编织软线断裂或分接变换达 10 万次应更换	应完好无损, 更换编织线时, 相应更换 M6 自锁螺母及 M6×8 螺杆
9	检查动触头滑槽应无损伤	无裂缝及破碎, 完好无损
10	检查全部动静触头的紧固情况, 止退片应无松动	应紧固, 无松动
11	检查保护间隙, 记录烧损程度, 必要时更换	最小间隙为 5 mm
12	卸除尼龙罩, 清洗过渡电阻	
13	绝缘驱动轴的清洗: ——拆除每根支撑绝缘杆与储能机构连接处 2 个 M8×	4 片蝶形弹簧垫圈的方向应正确

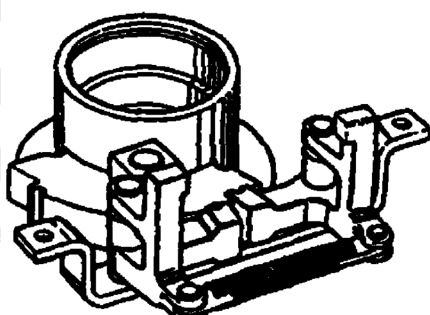
表 A.13 (续)

序号	检修步骤	工艺要求
13	<p>40 螺栓, 及 M8 自锁螺母与 4 片蝶形弹簧垫圈 (旧结构)。 或拆除绝缘筒与储能机构连接处的 8 个 M8×20 螺栓, 及 M8 自锁螺母与 4 片垫圈 (新结构);</p> <p>——卸下切换开关芯体中 4 根绝缘杆的支撑板 (旧结构)。 或卸下切换开关芯体中除绝缘筒 (新结构);</p> <p>——取下绝缘驱动轴, 清洗内外壁;</p> <p>——复装绝缘驱动轴时, 应将其槽对准偏心轮, 然后插入驱动轴;</p> <p>——绝缘杆 (旧结构) 的复装: 将储能机构安装板上的“△”标记对准带“△”标记的绝缘杆。螺栓及自锁螺母按图 A.7 方式安装。绝缘筒 (新结构) 的复装: 将储能机构安装板上的“△”标记对准带“△”标记的绝缘筒上支持件。最大紧固力矩为 22 N·m</p>	 <p>图 A.7 绝缘杆的安装</p>
14	<p>触头的更换:</p> <p>——静触头的更换: 每一触头由一个内六角带切口的 M6×16 沉头螺钉固定, 更换触头时, 其连接片及 M6×16 螺钉同时更换;</p> <p>——动触头的更换: 每个触头由 1 个 M6×16 螺栓, 1 个 M6 自锁螺母及 2 个蝶形垫圈固定。并用锁片锁定</p>	<p>最大紧固力矩为 9 N·m, 并用冲头在沉头螺钉的圆头上切口处冲眼防松止退, 冲头口用力方向应与螺钉旋紧方向一致, 最大紧固力矩为 9 N·m, 锁片应锁在六角螺母平面上</p>
15	<p>动触头编织线的更换:</p> <p>——每两根编织线用 1 个带自锁螺母及垫圈的 M6×28 螺栓固定到输出端;</p> <p>——连接到主弧触头及过波弧触头上的每个接头, 由 1 个带 M6 自锁螺母及垫圈的 M6×18 螺栓固定</p>	<p>紧固最大力矩为 6 N·m。 紧固最大力矩为 9 N·m。拆装过程应注意螺杆方向, 更换编织线时, 相应更换 M6 自锁螺母及 M6×18 螺栓</p>

A.4.5 切换开关芯体的装配

切换开关芯体装配的检修步骤及工艺要求见表 A.14。

表 A.14 切换开关芯体装配检修的步骤及工艺要求

序号	检修步骤	工艺要求
1	装入触头的隔弧片	
2	安装绝缘弧形板, 紧固和锁紧 8 只 M 6 螺栓(中间 4 只螺栓先紧固, 然后再紧固两侧 4 只螺栓)	锁紧片紧贴 M6 六角螺栓的边
3	使用专用工具使储能机构回到原工作位置(见图 A.8)。锁住储能机构下滑板, 同时使专用工具顺时针转动切换开关, 使上滑板挡块与另一侧爪卡接触, 此时立刻放掉专用工具, 回到工作位置	 <p>图 A.8 储能机构工作位置</p>
4	使用专用工具, 使储能机构转动 2 次, 用以检查储能机构动作应正常	当储能机构上滑块挡板与另一侧爪卡接触后才能动作

A.4.6 切换开关芯体的复装

切换开关芯体复装的检修步骤及工艺要求见表 A.15。

表 A.15 切换开关芯体复装检修的步骤及工艺要求

序号	检修步骤	工艺要求
1	卸下分接开关头盖	
2	将切换开关芯体吊至油室顶部开口上方, 转动芯体使芯体支撑板抽油管切口位置对准抽油管。缓慢小心地放入油室, 同时轻轻转动切换开关芯体, 使其对准定位销下降到底	
3	套上螺形垫圈及弹簧夹, 并用 7 只 M8 螺母(钟罩式)或 M8×20 螺栓(箱顶式)将切换开关芯体固定	紧固最大力矩为 14 N·m

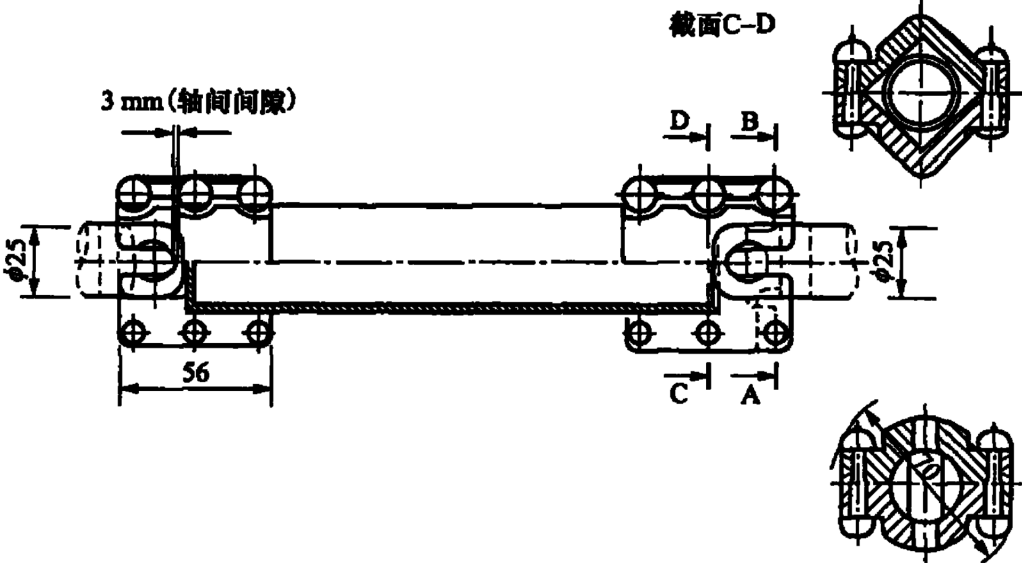
表 A.15 (续)

序号	检修步骤	工艺要求
4	安装好分接位置指示盘	盘及定位件应进入定位销
5	注入合格绝缘油至切换开关芯体支撑板止	
6	切换开关的变换程序试验	变换程序正确 (见图 A.9), 变换时间 t 为 35 ms~50 ms, 过渡触头桥接时间 t_2 为 2 ms~7 ms
<p> t_1—单电阻时间 (前半桥时间); t_2—双电阻时间 (桥接时间); t_3—单电阻时间 (后半桥时间); t—总切换时间; t'—触头闭合弹跳时间 </p>		
7	擦净头盖密封面, 正确旋转密封垫圈, 将头盖齿轮装置的输出轴对准支撑板上联轴器, 盖好分接开关头盖。检查分接开关与电动机构的位置应一致	密封面清洁, 装置正确, 分接开关与电动机构的分接位置一致

A.4.7 分接开关与电动机构的连接

分接开关与电动机构连接的检修步骤及工艺要求见表 A.16。

表 A.16 分接开关与电动机构连接检修的步骤及工艺要求

序号	检修步骤	工艺要求
1	<p>分接开关与电动机构均应在整定工作位置，然后连接垂直与水平传动轴：连接的两端自然对接，紧固螺栓，锁定锁定片，并有足够的轴向间隙；见图 A.10</p>	<p>分接开关与电动机构的位置应一致，螺栓紧固可靠，锁定正确，轴向间隙为 2 mm~3 mm</p> 
图 A.10 垂直与水平传动轴向间隙		
2	<p>手动操作 1→n 方向分接变换，记录切换开关切换时（以切换响声为据）至电动机构分接变换指示轮上绿色区域内的红色中心标志出现在观察窗中心线时止的转动圈数 m</p>	
3	<p>手动操作 n→1 方向分接变换，记录切换开关切换时（以切换响声为据）至电动机构分接变换指示轮上绿色区域内的红色中心标志出现在观察窗中心线时止的转动圈数 k</p>	
4	<p>若两个方向的转动圈数 $m=k$，说明连接正确。若 $m-k > 1$，应脱开分接开关与电动机构的垂直转动轴，手动操作，向手摇圈数多的方向转动 $1/2 m-k$ 圈</p>	
5	<p>恢复连接分接开关与电动机构的垂直转动轴</p>	<p>每次复装传动轴后均应进行</p>
6	<p>重复上述 (2)、(3) 项操作，直至差数小于 1 为止</p>	<p>两个方向 (1→n 与 n→1) 转动，圈数之差应符合要求</p>

A.4.8 注油

分接开关检修时的注油工艺要求见表 A.17。

表 A.17 分接开关检修时注油的工艺要求

序号	检修步骤	工艺要求
1	检查分接开关与其储油柜之间的阀门应在开启状态。通过储油柜补充绝缘油，拧松头盖上溢气螺孔的螺栓和抽油弯管上溢气螺孔的螺栓，直至油溢出后拧紧，见图 A.1	
2	继续通过储油柜补充合格绝缘油至规定油位	储油柜油位符合要求

A.4.9 维护换油

分接开关维护时的注油步骤及工艺要求见表 A.18。

表 A.18 分接开关维护时注油的步骤及工艺要求

序号	维护步骤	工艺要求
1	从头部抽油管放尽污油	
2	从头部注油管注入合格绝缘油，同时松开头盖上溢气孔和抽油管上溢气孔的螺栓，直至油溢出后拧紧，必要时进行冲洗或过滤	
3	通过储油柜继续注入合格绝缘油直至规定油位	储油柜油面表油位应符合要求

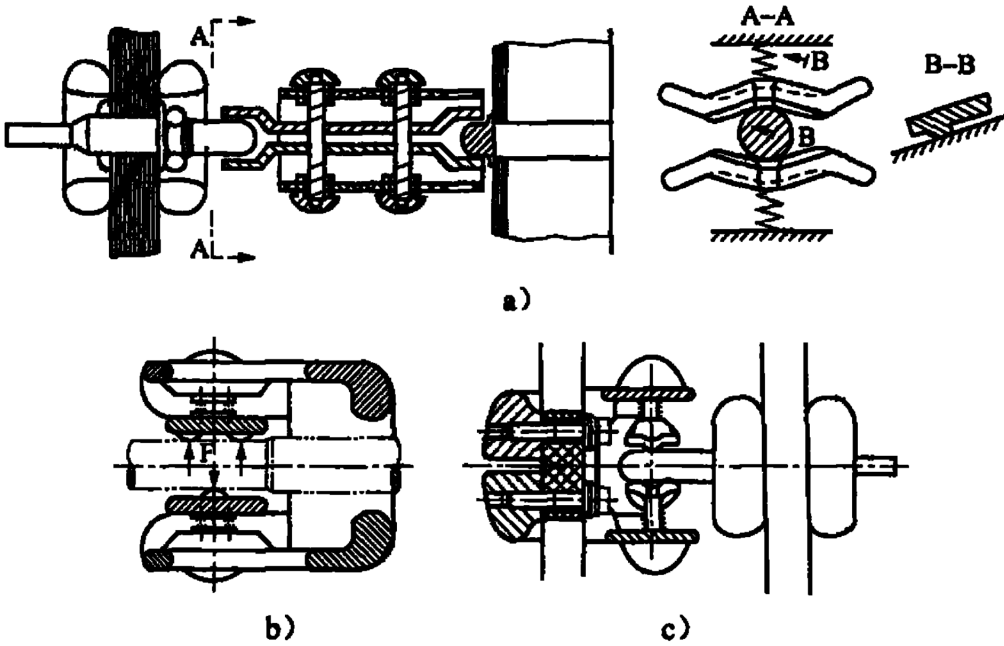
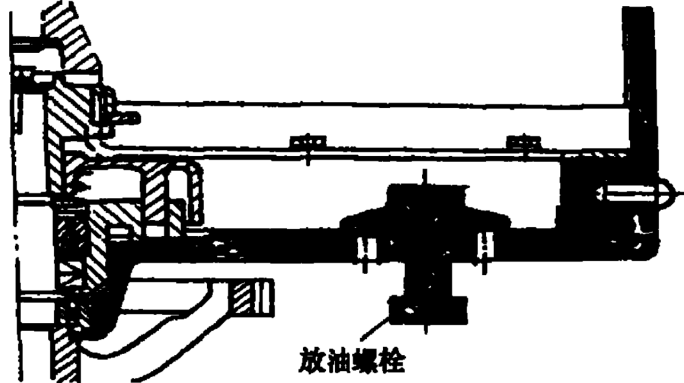
A.5 分接选择器和转换选择器的检修

分接选择器和转换选择器的检修步骤及工艺要求见表 A.19。

表 A.19 分接选择器和转换选择器检修的步骤及工艺要求

序号	检修步骤	工艺要求
1	检查分接选择器和转换选择器的工作位置	应与电动机构工作位置一致
2	检查分接开关连接导线应正确，绝缘杆有无损伤及变形，紧固件应紧固，连接导线的松紧程度不应使分接选择器受力变形	连接正确，绝缘件无损伤，紧固件紧固，分接开关无受力变形
3	对带正、反调的分接选择器，检查连接“K”端分接引线在“+”“-”位置上与转换选择器的动触头支架（绝缘杆）的运动间隙	间隙不应小于 10 mm
4	检查分接选择器与切换开关的 6 根连接导线及其绝缘距离	连接导线正确完好，与油室底部法兰应有 10 mm 间隙

表 A.19 (续)

序号	检修步骤	工艺要求
5	检查传动机构应完好	应完好无损
6	<p>手摇操作分接选择器 1→n 和 n→1 方向分接变换, 逐档检查其触头分、合动作和啮合情况, 触头接触应符合要求, 见图 A.11</p>  <p>a) 细选择器动静触头及其啮合; b) 极性选择器; c) 粗调选择器</p> <p>图 A.11 分接选择器触头系统</p>	<p>分、合慢动作应平滑渐进, 啮合接触良好</p>
7	检查分接选择器和转换选择器动、静触头有无烧伤痕迹与变形	动静触头应无烧伤痕迹与变形
8	<p>检查切换油室底部放油螺栓应紧固, 见图 A.12</p>  <p>放油螺栓</p> <p>图 A.12 油室放油螺栓</p>	

A.6 电动机构的检修

电动机构的检修步骤及工艺要求见表 A.20。

表 A.20 电动机构检修的步骤及工艺要求

序号	检修步骤	工艺要求
1	切断操作电源，对电动机构箱进行清扫，并检查电动机构箱的密封性能	清洁，密封性良好，符合防潮、防尘、防小动物的要求
2	检查连线接头应牢固，各元器件应完好	连线接头牢固，元器件完好
3	检查电动机构、传动齿轮应安装牢固，动作灵活，连接正确，无卡滞现象，对滑动接触部位应加适量润滑脂（刹车部位除外）	操作正确、灵活，观察孔内油位符合要求，刹车可靠
4	检查加热器及恒温控制器	完好无损
5	检查电动机构逐级控制性能	逐级分接变换可靠，不连动
6	检查电动机构与分接开关的分接位置指示应一致	连接正确
7	检查电机电源熔丝应匹配	按说明书要求选取
8	检查电动机构箱安装应水平，垂直转轴应垂直，传动轴的连接螺栓应紧固，紧锁片应锁定	动作灵活，无卡滞，连接可靠，锁紧片锁定
9	检查电动机构的电气与机械限位装置应正确	闭锁正确
10	检查电动机构手动与电动的联锁性能	联锁可靠
11	检查电动机构紧急脱扣装置	紧急脱扣可靠
12	检查电源相序应正确	相序正确
13	检查电源中断后自动再启动性能	操作过程中操作电源中断恢复后电机能重新启动
14	检查电动机构操作方向指示、分接变换在运行中的指示、紧急断开电源指示、完成分接变换次数指示及就地和远控工作位置指示的正确性	指示均应一致正确

A.7 附件的检修

附件的检修步骤及工艺要求见表 A.21。

表 A.21 附件检修的步骤及工艺要求

序号	检修步骤	工艺要求
1	油流控制继电器或气体继电器： a) 继电器安装在分接开关头部与自身的储油柜之间的连接管路中，应尽可能靠近切换油室顶部，安装水平向上倾斜度约 2%，继电器箭头标志应指向储油柜。 b) 油流控制继电器或气体继电器的跳闸触点应接入变压器跳闸回路，气体继电器的信号触点接发信回路	至储油柜的连接管倾斜度不小于 2%；对继电器进行的连动试验应正确
2	检查清洗储油柜： a) 检查并清洗储油柜。 b) 检查吸湿器功能是否正常或硅胶变色的更换	吸湿器无堵塞，硅胶无变色
3	检查头盖上的齿轮盒与直角传动齿轮盒（连接水平及垂直传动轴）的密封并更换润滑脂	无渗漏，无不正常磨损
4	传动轴连接见 4.7 条中表 A.17 第一项	见相应要求

A.8 调整与测试

调整与测试的步骤及工艺要求见表 A.22。

表 A.22 调整与测试的步骤及工艺要求

序号	检修步骤	工艺要求
1	使用电桥法测量切换开关过渡电阻的阻值	与铭牌值比较偏差不大于 ± 10
2	必要时使用测压计测量触头的接触压力（见表 A.23）与超程（可调整垫圈数量，达到要求值）	主通触头超程为 2 mm~3 mm
3	必要时使用电桥法或压降法测量切换开关、分接选择器、转换选择器触头接触电阻	每对触头接触电阻 $\leq 500 \mu\Omega$
4	手摇操作，用听觉及指示灯法测试分接开关的动作顺序	分接选择器、转换选择器和切换开关触头动作顺序应符合要求，选择器应合上至切换开关动作之间至少有二圈的间隙
5	必要时采用油中电流示波图法进行切换程序和时间的测量（推荐直流示波图法见图 A.9）	切换波形应符合要求，无明显回零断开现象，总切换时间为 35 ms~50 ms，过渡触头桥接时间为 2 ms~7 ms

表 A.22 (续)

序号	检修步骤	工艺要求
6	采用静压试漏法对油室进行密封检漏	油室各部位均无渗漏油
7	变压器连同分接开关的绝缘和工频耐压试验	应符合产品技术要求
8	分接选择器、转换选择器和切换开关整定位置的检查、调整	符合产品整定位置表中的规定
9	分接开关与电动机构的连接校验	应在整定位置上连接,并校验正反两个方向,手柄转动圈数应平衡
10	分接开关不带电进行10个循环分接变换操作	无任何误动作
11	油流控制继电器或气体继电器的动作校验	符合技术指标
12	切换油室内绝缘油的击穿电压与含水量的测定	应符合要求
13	逐级控制分接变换操作,每对触头接触电阻不大于500 $\mu\Omega$	按下启动按钮不放,直至电机自动停止,可靠地完成一个分接位置的变换

A.9 M型分接开关各触头接触压力

M型分接开关各触头接触压力见表A.23。

表 A.23 M型分接开关触头接触压力

序号	触头名称	接触压力(N)
1	主触头	80~100
2	主通断触头和过渡触头	140~170
3	中性点引出触头	80~100
4	连接分接选择器的触头	80~100
5	分接选择器触头	60~80
6	极性选择器触头“K”“+”“-”	80~100

A.10 检修专用工具

A.10.1 分接开关专用起吊装置见图A.13。

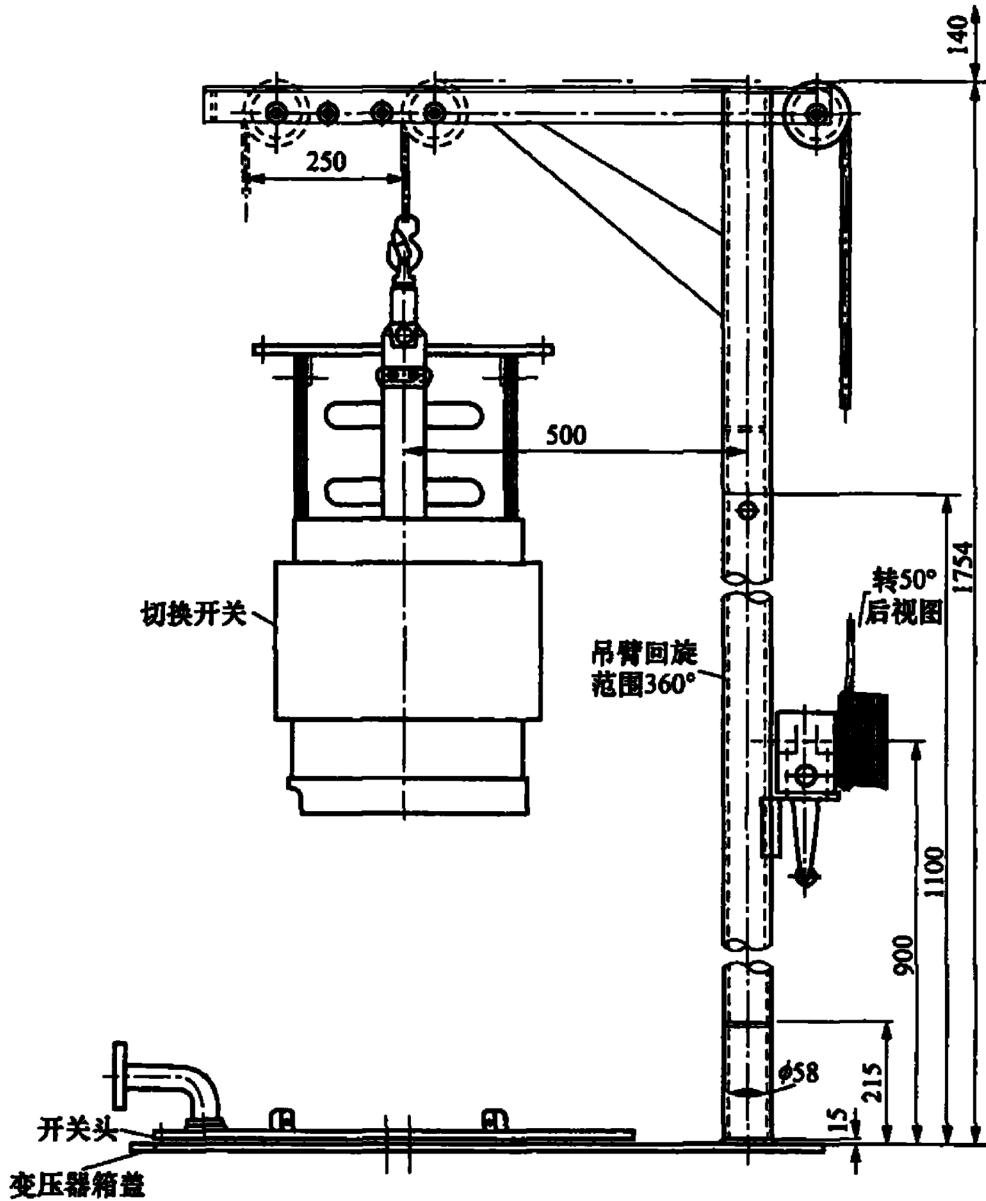


图 A.13 分接开关起吊装置

A.10.2 分接开关维护、检修专用工具

分接开关维护、检修专用工具见表 A.24。

A.11 备品备件

备品备件见表 A.25。

表 A.24 分接开关维护、检修专用工具

序号	名称	规格 mm	数量 个
1	套筒扳手（加插把）	12	1
2		13	1
3		14	1
4		17	1
5	双头开口扳手	8×10	1
6		13×17	1
7		17×19	1
8		22×24	1
9	内六角扳手	4	1
10		5	1
11		6	1
12		8	1

表 A.25 备品备件明细表

序号	名称	台用量	单位	用途	说明
1	尼龙垫	2	只	用作头盖及 S 管放气 螺钉的密封垫	一般易损件
2	密封圈	1	只	用于头盖密封	
3	门封条	3	m	用作电动机构门封	
4	锁紧片	8	只	用于水平及垂直轴连接止退	
5	开口销	4	只	用于水平及垂直轴连接	

附 录 B
(资料性附录)

V、CV 型有载分接开关检修工艺

B.1 技术数据

B.1.1 分接开关技术数据

分接开关技术数据见表 B.1。

表 B.1 V、CV 型有载分接开关技术数据

序号	参数名称		技术数据								
			VIII 200Y	VIII 200△	V I 200	VIII 350Y	VIII 350△	V I 350	VIII 500Y	VIII 500△	V I 700
1	相数		3	3	1	3	3	1	3	3	1
2	连接方式		中性 点	绕组的 任何部位		中性 点	绕组的 任何部位		中性点	绕组的 任何部位	
3	最大额定 通过电流 A		200			350			500		700
4	最大 级电 压 V	10 触头	1500			1500			1500		1500
		12 触头	1400			1400			1400		1400
		14 触头	1000			1000			/		1000
5	额定 级容 量 kVA	10 触头	300			525			400—525		660
		12 触头	280			420			325—420		520
		14 触头	200			350			/		450
6	固有 工作 位置 数	不带 转换选 择器	最大 14						最大 12		最大 14
		带转换 选择器	最大 27						最大 23		最大 27

表 B.1 (续)

序号	参数名称	技术数据								
		VIII 200Y	VIII 200△	VI 200	VIII 350Y	VIII 350△	VI 350	VIII 500Y	VIII 500△	VI 700
7	绝缘水平	符合 GB 10230.1—2007《有载分接开关》标准								
8	电动机构	CMA9、MA9B、ED100/200-S/L								
注：500 A 额定级容量在降低额定级数情况下可以从 400 kVA 增至 525 kVA (10 个触头)，从 325 kVA 增至 420 kVA (12 个触头)										

B.1.2 电动机构技术数据

电动机构技术数据见表 B.2、表 B.3。

表 B.2 CMA9、MA9B 电动机构技术数据

序号	参数名称	技术数据	
1	电动机参数	电动机额定功率 kW	0.37
		额定电压 V	220/380, 三相
		额定电流 A	1.94/1.12
		额定频率 Hz	50
		同步转速 r/min	1400
2	每级分接变换传动轴 转数	2	
3	每级分接变换的时间 s	约 4.8	
4	每级分接变换 手柄操作转数	30	
5	输出轴的传动力矩 N·m	14.7	
6	工作位置数	最大 27	

表 B.2 (续)

序号	参数名称	技术数据
7	控制回路及加热器电压 V	AC 220
8	控制回路功率 VA	启动时为 60, 运转中为 17
9	加热器的功率 W	30
10	绝缘试验	工频 2 kV, 持续 1 min (除电动机、6 V 低压线路、空气开关的辅助开关外)
11	机械寿命 万次	80 以上
12	重量 kg	约 63

注: 当分接开关有三个中间位置时, 操动机构带有中间位置超越触点

表 B.3 ED100/200-S/L 电动机构技术数据

序号	参数名称	技术数据		
1	电动机额定功率 kW	0.75	2.0	2.2
	额定电压 V	交流, 230/400, 三相四线		
	额定电流 A	1.9	5.2	6.2
	额定频率 Hz	50		
	同步转速 r/min	1500		
2	每级分接变换转动轴 转数	16.5		
3	每级分接变换的时间 s	5.4		

表 B.3 (续)

序号	参数名称	技术数据		
4	每级分接变换手柄操作转数	33		54
5	输出轴的传动力矩 N·m	45	95	125
6	工作位置数	最大 35		
7	控制回路及加热器电压 V	AC 220		
8	控制回路功率 VA	启动时为 100, 运转中为 25		
9	加热器的功率 W	ED100/200-S 为 50 W	ED100/200-L 为 60 W	
10	绝缘试验	工频 2 kV, 持续 1 min		
11	机械寿命 万次	400		
12	质量 kg	最大 130		

B.1.3 分接开关其他主要参数

B.1.3.1 分接开关每对触头的接触电阻不大于 $500 \mu\Omega$ 。

B.1.3.2 分接开关油室能承受 6×10^4 Pa 油压、24 h 密封试验 无渗漏, 并能长期承受 3×10^4 Pa 的压力差。

B.1.3.3 分接开关在额定级电压下负载切换不小于 5 万次。

B.1.3.4 分接开关机械寿命不小于 80 万次。

B.2 检修周期和项目

B.2.1 检修周期和项目见本文件的 7.2 节。

B.2.2 制造厂对累计次数或年限的规定: 达到表 B.4 的次数或 5 年~6 年大修 1 次 (取先达到者)。

表 B.4 V 型有载分接开关检修周期分接变换次数

序号	型号	检修周期 分接变换次数	序号	型号	检修周期 分接变换次数
1	VIII200Y/Δ, V I 200	40000	3	VIII500Y/Δ	30000
2	VIII350Y/Δ, V I 350	40000	4	V I 700	30000

B.3 变压器吊罩时分接开关的拆装

B.3.1 钟罩式变压器用箱顶式分接开关的拆装

钟罩式变压器用箱顶式分接开关的拆装步骤及工艺要求见表 B.5。

表 B.5 钟罩式变压器用箱顶式分接开关拆装的步骤及工艺要求

序号	检修工艺	质量标准
1	检查电动机构是否在整定工作位置	整定工作位置按说明书规定
2	检查分接开关的闭合位置是否与电动机构一致	分接开关的闭合位置应与电动机构工作位置一致
3	排放变压器本体绝缘油, 然后打开人孔盖板	
4	检查分接开关连接导线是否正确、绝缘有无受伤、紧固是否可靠、是否使分接开关受力变形	导线连接正确、绝缘完好、连接紧固; 分接引线不应过紧过松, 使分接开关受力变形
5	逐根拆除分接线圈至分接开关的连线, 确保分接开关与变压器线圈脱离, 使其具备变压器钟罩的吊罩条件	
6	复装时按相反顺序进行	

B.3.2 钟罩式变压器用钟罩式分接开关的拆装

钟罩式变压器用钟罩式分接开关的拆装步骤及工艺要求见表 B.6。

表 B.6 钟罩式变压器用钟罩式分接开关拆装的步骤及工艺要求

序号	检修步骤	工艺要求
1	检查电动机构是否在整定工作位置	整定工作位置按说明书规定
2	检查分接开关的闭合位置是否与电动机构一致	分接开关的闭合位置应与电动机构工作位置一致
3	拆除电动机构与分接开关的水平连杆	
4	打开抽油管阀门，排放绝缘油，降低油室油位至变压器箱盖平面为止，松开头盖上排气溢油螺钉	
5	松开油室头盖上 20 只 M10 螺栓，然后卸除头盖	注意保存头盖密封圈
6	松开储能机构的弹簧	注意保管好弹性圆柱销
7	卸除快速机构圆形基板与法兰连接处 5 只 M8×40 螺钉及垫圈，用手向上取出快速机构，利用起吊工具撬起抽油管，用手取出抽油管	
8	利用起吊工具使选择开关触头系统处于与油室静触头不接处的空档位置，向上慢慢吊出选择开关芯子	
9	使用专用吊板，吊紧开关油室，卸除头部法兰与中间法兰连接的 9 只 M8×30 内六角螺钉及垫圈，缓慢放下吊板，使油室头部法兰与中间法兰脱开，将带有中间法兰的油室缓慢放置于变压器器身上的分接开关预装支架上，最后去除吊板	
10	卸除固定在变压器钟罩上的分接开关头部安装法兰上的 24 只 M12 固定螺栓	
11	逐根拆除分接线圈至分接开关的连线，确保分接开关与变压器线圈脱离，此时分接开关与变压器钟罩已经脱离，具备变压器钟罩的吊罩条件	
12	复装时按相反顺序进行	

表 B.6 (续)

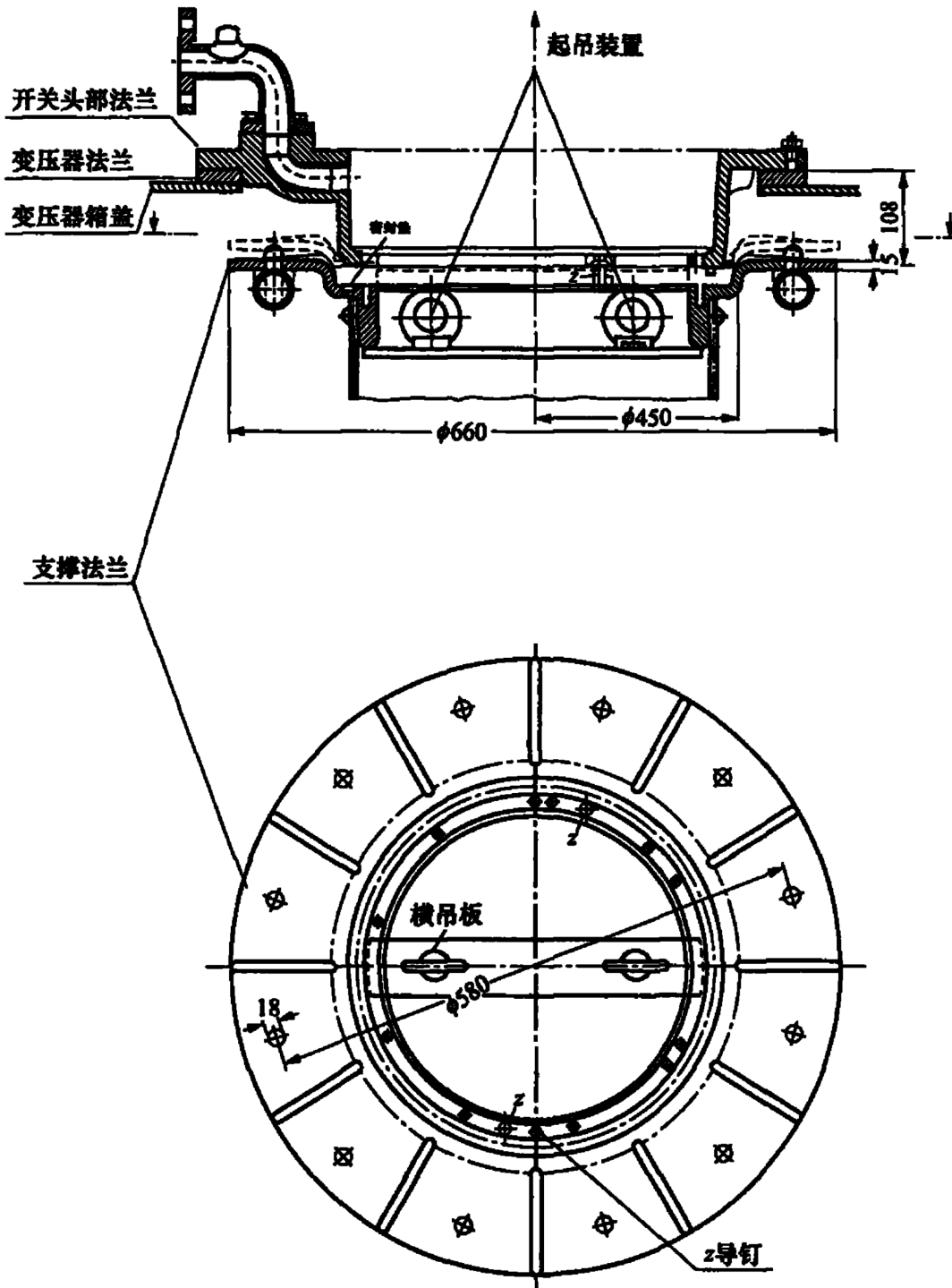
序号	检修步骤	工艺要求
		

图 B.1 钟罩式分接开关的拆装

B.4 选择开关的吊芯检修

B.4.1 头盖的拆卸

头盖拆卸的步骤及工艺要求见表 B.7。

表 B.7 头盖拆卸的步骤及工艺要求

序号	检修步骤	工艺要求
1	调整分接开关从 $n \rightarrow 1$ 方向至整定工作位置	带转换选择器的分接开关整定工作位置： ——10191W/G 型为 10； ——12231W/G 型为 12； ——14271W/G 型为 14； ——10193W/G 型为 9b； ——12233W/G 型为 11b； ——14273W/G 型为 13b。 不带转换选择器的分接开关整定工作位置即为中间挡位置，如 10090 为 5。特殊规格的分接开关，按产品说明书整定
2	切断分接开关操作电源	
3	打开抽油阀门，排放绝缘油	
4	从传动水平轴连接托架上卸除 6 只 M6 螺栓，拆去转动方管，拆开头盖上接地螺栓和 20 只 M10 螺栓，然后移开头盖	保存好所有螺栓、螺母、锁紧垫片、连接销、弹簧垫圈及头盖的 O 型密封圈

B.4.2 快速机构的拆卸

快速机构的拆卸步骤及工艺要求见表 B.8。

表 B.8 快速机构拆卸的步骤及工艺要求

序号	检修工艺	质量标准
1	检查分接开关是否在整定工作位置，必要时应使用装卸扳手调整正确。“▲”红色标记对位见图 B.2	应在整定工作位置

表 B.8 (续)

序号	检修工艺	质量标准
1	 <p style="text-align: center;">图 B.2 分接开关整定工作位置</p>	
2	借助 M5×20 螺钉，取出拉伸弹簧装置中的固定销（如图 B.2 所示）	
3	松开吸油管螺母，并将油管转向中间	保存好抽油弯管与接头间的密封垫和拉簧销
4	用套筒扳手拆开 5 只 M8 螺栓并提出快速机构	保存好弹簧垫圈，并记录整定工作位置和“▲”标志的正确方向

B.4.3 吊芯

吊芯的步骤及工艺要求见表 B.9。吊芯时动触头位置和主轴的整定工作位置分别见图 B.3、图 B.4。

表 B.9 吊芯的步骤及工艺要求

序号	检修步骤	工艺要求
1	使用专用工具插入抽油管槽内，慢慢往上撬起，然后插入第二槽内，轻轻摇动拨出抽油管	在整定工作位置时，转换选择器的动触头在“—”的位置
2	使用装卸扳手和 3 只 M10 螺栓连接主轴的轴承座，并按顺时针方向转动，使转换选择器的动触头脱离静触头，见图 B.3 中虚线位置	不得损坏抽油管

表 B.9 (续)

序号	检修步骤	工艺要求
3	使用装卸扳手使之与主轴的轴承座连接, 然后在扳手上系结吊绳, 用起吊设备将芯体缓缓吊出。芯体起吊时, 主轴上的动触头组应始终处于转换选择器静触头空挡位置	主轴应垂直, 起吊缓慢, 不得碰伤动静触头与均压环
4	将芯体上的油滴尽后, 轻轻放下并使主轴卧放于木质支架上, 进行检查与调整	保持环境清洁并不得碰伤动触头与均压环
5	盖上头盖	防止污物和潮气浸入

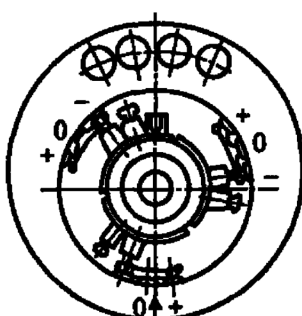
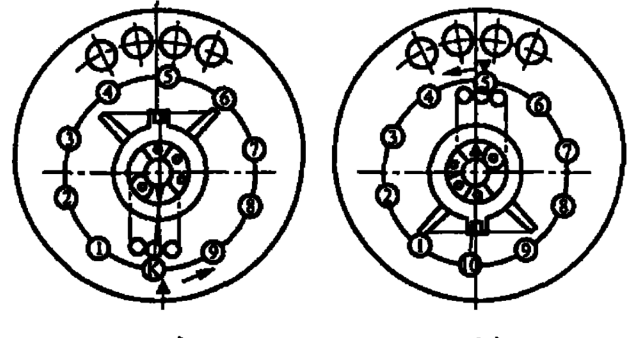


图 B.3 吊芯时动触头位置



a) 10191W/G 型或 10193W/G 型
主轴的整定工作位置;
b) 10090 主轴的整定工作位置

图 B.4 主轴的整定工作位置

B.4.4 快速机构检修

快速机构的检修步骤及工艺要求见表 B.10。

表 B.10 快速机构检修的步骤及工艺要求

序号	检修步骤	工艺要求
1	将卸下的快速机构安放于临时木质支架上	
2	清洗机构全部零部件	
3	复紧各个紧固件后转动齿轮, 检查各机械传动件的动作和磨损情况, 严重磨损应进行检修或更换	转动灵活, 无卡滞, 位置显示清晰正确

表 B.10 (续)

序号	检修步骤	工艺要求
4	检查拉伸弹簧是否变形, 严重变形应予更换	拉伸弹簧无变形
5	检查机构底板, 更换严重变形的底板	机构底板应平整, 无变形
6	调整机构至整定工作位置	“▲”红色标记应对齐

B.5 主轴的检修

主轴的检修的步骤及工艺要求见表 B.11。

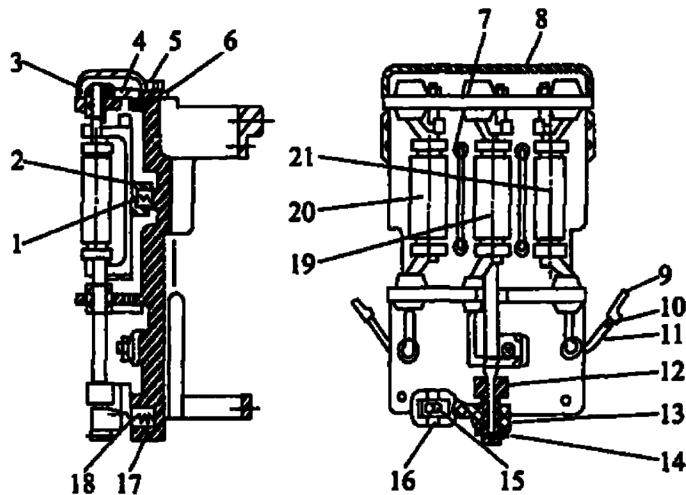
表 B.11 主轴检修的步骤及工艺要求

序号	检修步骤	工艺要求
1	动触头组、转换选择器与主轴的连接: (1) 检查每相动触头组支架和转换选择器与主轴连接是否牢固; (2) 检查转换选择器的动触头是否弯曲变形, 必要时更换动触头; (3) 检查绝缘主轴是否弯曲变形; (4) 检查滚动触头应滚动灵活, 无卡滞; (5) 检查电阻丝与动触头的软连接线有无损伤, 紧固件连接是否可靠; (6) 检查动触头两侧的绝缘滚轮是否有磨损开裂	连接可靠无松动, 紧固件紧固; 无弯曲变形; 灵活不卡滞; 连接完好, 连接可靠
2	使用电桥测量过渡电阻值	与出厂铭牌值比较, 其偏差应不大于±10%
3	主轴上动触头组的滚动触头检修: 测量滚动触头直径, 更换接近表 B.13 最小直径值的弧触头, 所有触头中若其中有一个达到表 B.13 最小直径值时, 应更换全部弧触头。更换弧触头时, 相应的支撑弹簧同时更换	

B.6 触头的更换

B.6.1 V200A 弧触头

V200A 弧触头见图 B.5。更换的步骤及工艺要求见表 B.12。



1—弹簧；2—支持件；3—绝缘支架；4—M6 沉头螺钉；5—M6 螺栓；6—止动垫片；7—隔弧板；8—均压环；9—接线头；10—连接线；11—绝缘导管；12—主触头；13—主触头支架；14—挡圈；15—圆柱紧固螺钉；16—轴销；17—铝支架；18—弹簧；19—主弧触头；20—左副弧触头；21—右副弧触头

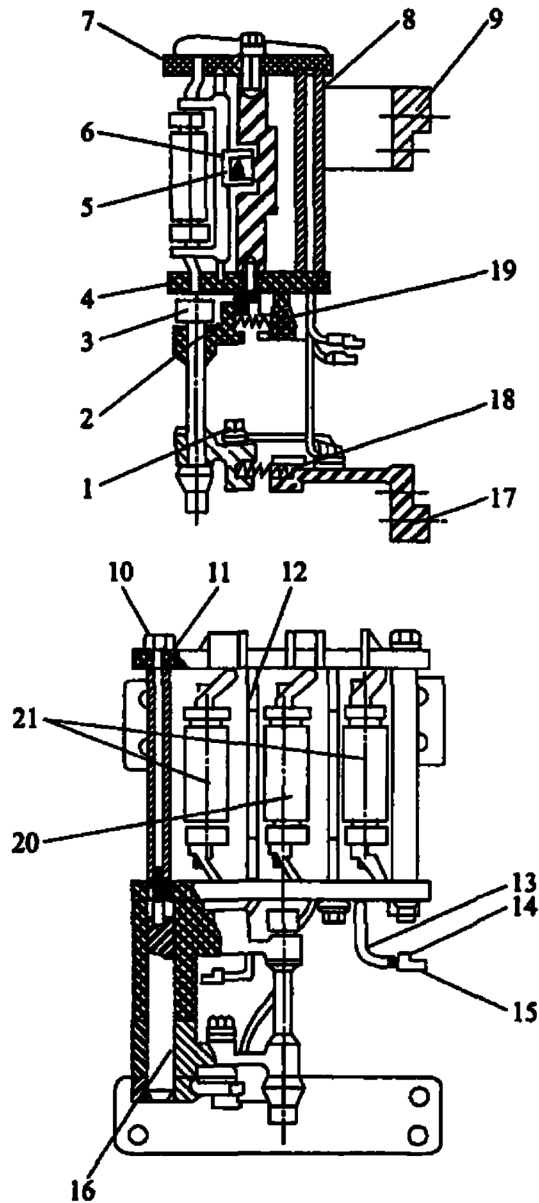
图 B.5 V200A 型弧触头

表 B.12 V200A 弧触头更换的步骤及工艺要求

序号	检修步骤	工艺要求
1	翻开止动垫片 6，旋出 2 只 M6 螺栓 5，拆去均压环 8	
2	拆开弧触头与过渡电阻的连接线 10	
3	松开圆柱紧固螺钉 15，取出 $\phi 8$ 轴销 16，卸除 $\phi 12$ 性轴用挡圈 14，取下调整垫圈主触头支架 13 与弹簧 18	记录调整垫圈数量与装配位置，并保管好卸下的零件
4	抽出三根连接线 10 a，并剪去连接线端的接线头 9，露出绝缘套管 11	
5	卸除绝缘支架 3 上的 6 只 M6 沉头螺钉 4 并按顺序将要更换的弧触头及绝缘支架同时拆除，14 触头结构的隔弧板仍保留在铝支架上	
6	更换弧触头时应按拆卸的相反顺序进行装配，安装弧触头时，应同时安装弹簧 1 和弹簧支撑件 2（弹簧应正确嵌装在支持件内及铝支架凸台上，套进绝缘支架 3 并旋紧 6 只 M6 沉头螺钉）。连接线的长短，应与原弧触头的连接线相同，并使连接线长出绝缘套管 5 mm ~ 6 mm，装上接线头，用夹钳夹紧	各螺栓紧固无松动，滚动弧触头转动灵活，无卡滞情况，止动锁片应翻起，并紧贴六角螺母边上

B.6.2 V350A 弧触头

V350A 弧触头见图 B.6。更换的步骤及工艺要求见表 B.13。



- 1—M5 螺栓；2—紧固用 M6 螺栓；3—输出动触头；4—下绝缘支架；5—弹簧；
 6—弹簧支持件；7—顶部绝缘支架；8—绝缘支撑管；9—上铝支架；10—螺杆；11—
 止动垫片；12—隔弧片；13—绝缘套管；14—连接线；15—接线头；16—轴销；
 17—下铝支架；18—弹簧；19—弹簧；20—主弧触头；21—副弧触头

图 B.6 V350A 型弧触头的更换

表 B.13 V350A 弧触头更换的步骤及工艺要求

序号	检修步骤	工艺要求
1	翻开顶部绝缘支架 7 两边锁住 M6 螺杆 10 的止动垫片 11, 旋松螺杆 10 使轴销 16 脱离螺杆, 并轻轻敲打螺杆使轴销稍有伸出, 取出轴销 16	
2	按下输出动触头 3, 轻轻向外移动, 使其脱离下绝缘支架 4	支架下的两个弹簧不能互换, 必要时做好标记, 以便复原装配
3	松开主弧触头 20 与下铝支架 17 连接线的 M5 螺栓 1, 取下输出动触头 3	
4	拆开弧触头与过渡电阻间的连接线 14, 并剪去接线头 15, 使连接线滑出绝缘支持管 8, 卸除绝缘套管 13	
5	翻开下绝缘支架上的止动垫片, 旋出紧固用的 M6 螺栓 2 和另一个 M6 螺杆, 取下绝缘支架 4	
6	取去弧触头及有关支承	
7	更换弧触头的输出动触头时应按拆卸的相反顺序进行。弧触头装配时, 同时放置弹簧 5 与弹簧支持件 6。连接线的长短与原来相比较, 连接线套上绝缘套管后, 端部露出 5 mm ~ 6 mm, 并通过弧触头下方的绝缘支撑管穿到另一面, 再通过下支架, 装上接线头。隔弧板 12 和绝缘支撑管 8 应嵌入相应槽内	各紧固件无松动, 滚动触头转动灵活, 无卡滞, 止退片应翻起止退, 连接线不得交叉混淆

B.6.3 V500A 型主动触头组

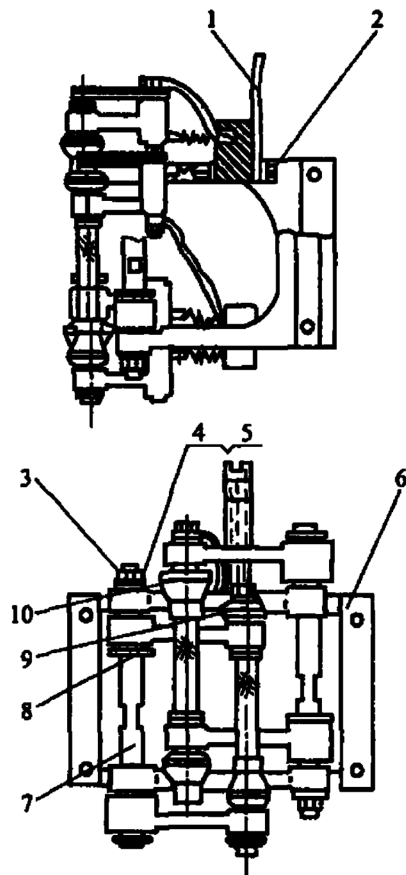
V500A 型主动触头组由上层的弧触头组同下层的主动触头组构成, 上层的弧触头的更换工艺同 V200A 弧触头更换工艺。V500A 型主动触头组见图 B.7。更换的步骤及工艺要求见表 B.14。

表 B.14 V500A 型主动触头组更换的步骤及工艺要求

序号	检修步骤	工艺要求
1	拧去 M5 的六角螺栓, 使各个软接线与相应触头脱离	
2	拧去小轴 7 上螺母 3, 取下弹簧垫圈 4、平垫圈 5, 并同时松开小轴上各挡圈 8, 用木锤轻轻敲打小轴 (有螺纹的一端), 卸除小轴	

表 B.14 (续)

序号	检修步骤	工艺要求
3	将触头与铝支架 6 脱离	保管好弹簧及有关零件
4	更换触头的装配, 按拆卸的相反顺序进行	两组触头方向不能互换。在拆装时应做好记录, 防止错位。各紧固件无松动, 滚动触头转动灵活, 无卡滞



1—软连接线；2—M5 螺栓；3—螺母；4—弹簧垫圈；5—平垫圈；6—铝支架；
7—小轴；8—挡圈；9—右动触头；10—左动触头

图 B.7 V500A 型主动触头组的更换

B.6.4 主弧触头直径

主弧触头直径参数见表 B.15。

表 B.15 主弧触头直径

mm

序号	型号	触头数	标准弧触头直径		触头最小直径
			主弧触头	副弧触头	
1	V200A	10	$\phi 22$	$\phi 22$	
2		12	$\phi 22$	$\phi 22$	$\phi 16$
3		14	$\phi 22$	$\phi 20$	
4	V350A	10	$\phi 22$	$\phi 22$	
5		12	$\phi 22$	$\phi 22$	$\phi 17$
6		14	$\phi 22$	$\phi 20$	
7	V500A	10	$\phi 22$	$\phi 22$	$\phi 17$
8		12	$\phi 22$	$\phi 22$	

B.7 油室的检修

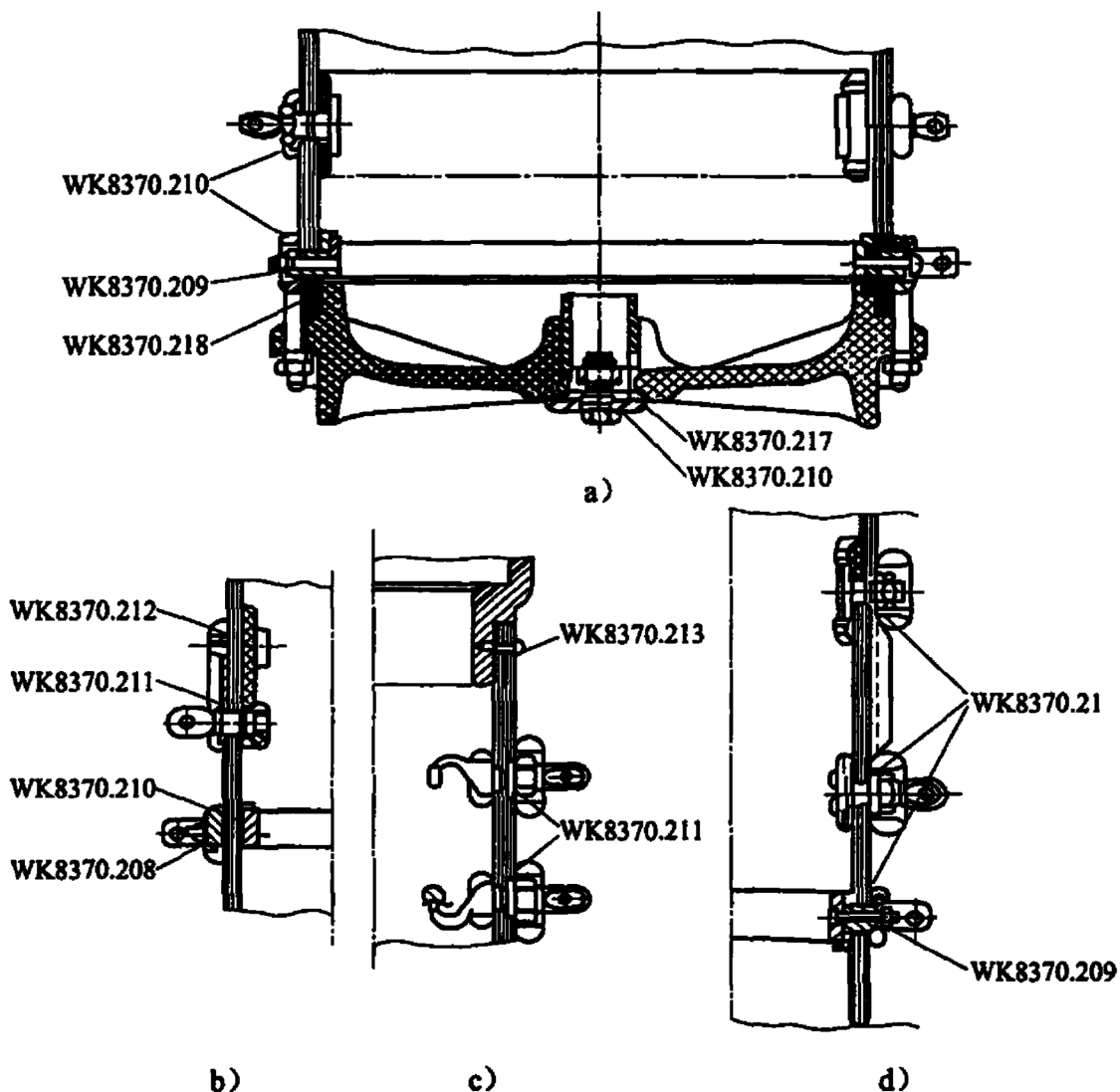
油室的密封结构见图 B.8，检修和注油的步骤和工艺要求见表 B.16。

表 B.16 油室检修和注油的步骤及工艺要求

序号	检修步骤	工艺要求
1	移开分接开关头盖，排尽油室内污油，用合格绝缘油冲洗	
2	用无绒干净白布擦洗油室内壁	清洁，无纤维沾污
3	检查静触头及支座的紧固情况	紧固无松动
4	检查静主通触头是否有电弧烧伤痕迹，必要时更换触头	无电弧烧伤痕迹
5	检查接触铜环是否有明显电弧烧伤	无电弧烧伤痕迹
6	检查静弧触头电弧烧伤程度，严重烧损应予更换	无严重烧损和渗漏油
7	检查油室内绝缘筒表面是否有爬电痕迹	无爬电烧伤，绝缘良好
8	利用变压器本体及其储油柜的绝缘油对油室的压差，检查油室是否渗漏油	无渗漏油
9	处理渗漏点，更换密封圈（密封结构见图 B.8）。如处理渗漏油应使分接开关与变压器绕组分离，则应参照第 A.3 条工艺，二者区别在于钟罩式变压器用钟罩式分接开关拆装时，M 型起吊切换开关芯体，而 V 型起吊快速机构和选择开关，起吊时使用专用水平吊板	

表 B.16 (续)

序号	检修步骤	工艺要求
10	<p>注油： ——将合格绝缘油注入分接开关油室内，直至油面升至分接开关头盖平面。安装好头盖“O”形密封圈，盖上头盖，紧固 20 只 M10 螺栓。</p> <p>——检查储油柜至分接开关之间的阀门是否开启，然后从储油柜继续注油，并分别拧松头部和抽油管的放气溢油孔的螺栓，直至放气溢油孔溢油后拧紧螺栓，并调整储油柜油面到规定油位</p>	



a) V200A 静触头及绝缘筒与筒底密封结构；b) V350A 静触头密封结构；
c) 法兰与绝缘筒及转换选择器静触头密封结构；d) V500A 静触头密封结构

图 B.8 油室的密封结构

B.8 MA9B 电动机构的检修

MA9B 电动机构的检修步骤及工艺要求见表 B.17。

表 B.17 MA9B 电动机构检修的步骤及工艺要求

序号	检修步骤	工艺要求
1	切断操作电源，对 MA9B 电动机构箱进行清扫，并检查机构箱的密封性能	电动机构箱清洁，密封措施符合防潮、防尘、防小动物的要求
2	检查 MA9B 电动机构内部连接与 CY40 系列控制器连线是否牢固，各元器件是否完好	连线接头牢固，元器件完好
3	检查 MA7B 电动机构、传动齿轮是否安装牢固，动作灵活，连接正确，无卡滞现象，对转动接触部位应加适量润滑脂（位置盘触头除外）	操作正确、灵活，刹车可靠，传动齿轮无严重磨损
4	检查加热器与温度控制器是否良好	加热器、温控器完好
5	检查 MA9B 电动机构、CY40 系列控制器、分接开关的分接位置指示是否一致	分接位置指示一致
6	检查 MA9B 电动机构箱安装是否水平，垂直传动轴是否垂直，传动轴的连接螺栓是否紧固，紧锁片是否锁定。 检查 MA9B 电动机构、CY40 系列控制器、远动逐级控制性能	动作灵活，无卡滞，连接可靠，锁紧片锁定。 符合逐级分接变换要求，不连动
7	检查电机电源熔丝是否匹配	按说明书要求选取
8	检查 MA9B 电动机构电源相序是否正确，手摇操作机构一个档循环，动作灵活、正确，然后置于中间分接位置	相序正确，手动灵活
9	检查 MA9B 电动机构的电气与机械限位装置是否正确	闭锁正确，限位可靠
10	检查 MA9B 电动机构手动与电动的联锁性能	联锁可靠
11	检查 MA9B 电动机构紧急脱扣装置	紧急脱扣可靠
12	检查 MA7B 电动机构、CY40 系列控制器、远动逐级控制性能	逐级分接变换可靠，不连动
13	检查电源中断后 MA9B 电动机构自动再启动性能	操作过程中操作电源中断恢复后电机能重新启动
14	检查 MA9B 电动机构操动方向指示、分接变换运行中指示、紧急断开电源指示、完成分接变换次数指示、就地 and 远方工作位置指示是否正确	指示正确

B.9 附件的检修

附件的检修步骤及工艺要求见表 B.18。

表 B.18 附件检修的步骤及工艺要求

序号	检修步骤	工艺要求
1	拆卸转动轴、托架、油流控制继电器或气体继电器，传动齿轮箱等附件	
2	清洗各附件然后复装	
3	检查清洗储油柜	
4	检查清洗传动齿轮箱包括头部齿轮箱并加润滑油	

B.10 整体组装

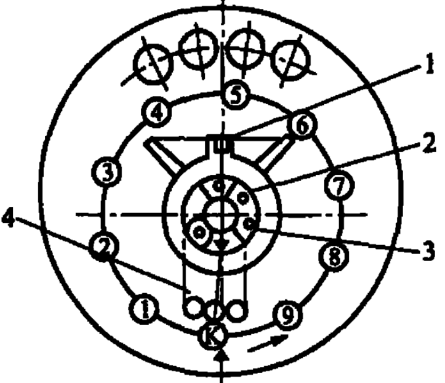
B.10.1 分接开关本体装配

分接开关本体的装配步骤及工艺要求见表 B.19。

表 B.19 分接开关本体装配的步骤及工艺要求

序号	检修步骤	工艺要求
1	移去头盖，将芯体吊起置于油室上方，然后慢慢放入油室内，使主轴底部的轴承座与油室底部的嵌件正确衔接并贴紧	
2	插入抽油管，并用手将其压入筒底，再借助装卸扳手，将动触头转动至“K”位置（整定工作位置）。对带转换选择器的分接开关，将其动触头同时置于“—”位置	抽油管应插入筒底嵌件内，并正确到位置
3	将在整定工作位置的快速机构置于油室内，借助安装法兰面上的定位销使快速机构正确到位，机构底板紧贴法兰面，用螺栓紧固底板	机构上的传动拐臂插入主轴的轴承座传动槽内（无转换选择器的分接开关除外）。机构上槽轮正确同轴承座三凸台连接，轴承座凸台上的弹性定位销插入槽轮的孔上，见图 B.9

表 B.19 (续)

序号	检修步骤	工艺要求
3		 <p>1—传动槽；2—定位销； 3—凸台；4—传动拐臂</p> <p>图 B.9 定位销的位置</p>
4	连接抽油弯管，安装拉伸弹簧固定销借助装卸扳手，转动两个位置，然后返回原来位置	弹簧销应固定，不得漏装抽油弯管中间密封垫，抽油弯管与槽轮应有充分的间隙
5	将合格绝缘油注入分接开关油室内，直至快速机构底板为止，安放好“O”形密封圈，然后盖上分接开关头盖，用 20 只 M10 螺栓紧固	
6	开启油流控制继电器或气体继电器和储油柜之间的阀门，补充绝缘油，并利用放气溢油孔放尽分接开关头盖和抽油管中的气体，直至溢气孔溢油为止，关闭溢气孔，然后继续补充合格绝缘油，直至储油柜规定的油位	

B.10.2 分接开关与电动机构连接

分接开关与电动机构的连接步骤及工艺要求见表 B.20。

表 B.20 分接开关与电动机构连接的步骤及工艺要求

序号	检修步骤	工艺要求
1	检查分接开关与电动机构应均在整定工作位置	头盖视察窗观察的数字应与电动机构指示位置一致
2	用传动轴连接分接开关与电动机构	

B.11 调整与测试

分接开关的调整与测试步骤及工艺要求见表 B.21。

表 B.21 分接开关调整与测试的步骤及工艺要求

序号	检修步骤	工艺要求
1	必要时测量分接开关触头接触电阻	每对触头接触电阻不大于 $500 \mu\Omega$
2	使用电桥测量过渡电阻值	与铭牌值比较偏差不大于 $\pm 10\%$
3	必要时用直流电流示波图法进行切换程序试验	无断开现象, 切换时间为 $45 \text{ ms} \sim 65 \text{ ms}$
4	选择开关与电动机构的联结校验: 手摇操作向一个方向转动, 从分接开关切换(以切换响声为据)时算起到完成一个分接变换(指示盘中红线在视察孔中间出现)时的转动圈数 n_1 , 再向另一个方向操作其转动圈数 n_2 , $ n_1 - n_2 \leq 3.75$ 为合格, 若 $ n_1 - n_2 > 4$ 时应松开垂直传动轴, 使电动机构输出轴脱离, 然后手摇操作手柄, 朝圈数大的方向转动, 使输出轴转动 90° (约 3.75 圈), 再恢复连接垂直传动轴, 进行联结校验, 直至合格为止	每次复装传动轴后应进行联结校验
5	相序检查	
6	逐级分接变换检查	相序正确
7	采用静压检漏法, 对切换油室进行密封检查	符合逐级分接变换要求, 不联动
8	必要时在分接开关带电部位对地、相间、分接间、相邻触头间进行工频耐压试验	油室各部位均应无渗漏油, 符合产品技术要求
9	检查电动机构限位位置的限位闭锁性能、重新启动性能、紧急制动性能、相序保护性能及分接位置指示	按说明书规定
10	检查手动与电动的联锁性能	当手柄放于电动机构手动轴上后, 安全开关动作, 切断电源。取下手柄, 能电动启动
11	电动机构电气回路的绝缘试验	工频耐压 2 kV , 持续 1 min
12	油室绝缘油的击穿电压测定	应符合产品技术要求和本文件规定

B.12 检修专用工具

用于钟罩式变压器的支撑法兰见图 B.10。

专用工具见图 B.11。

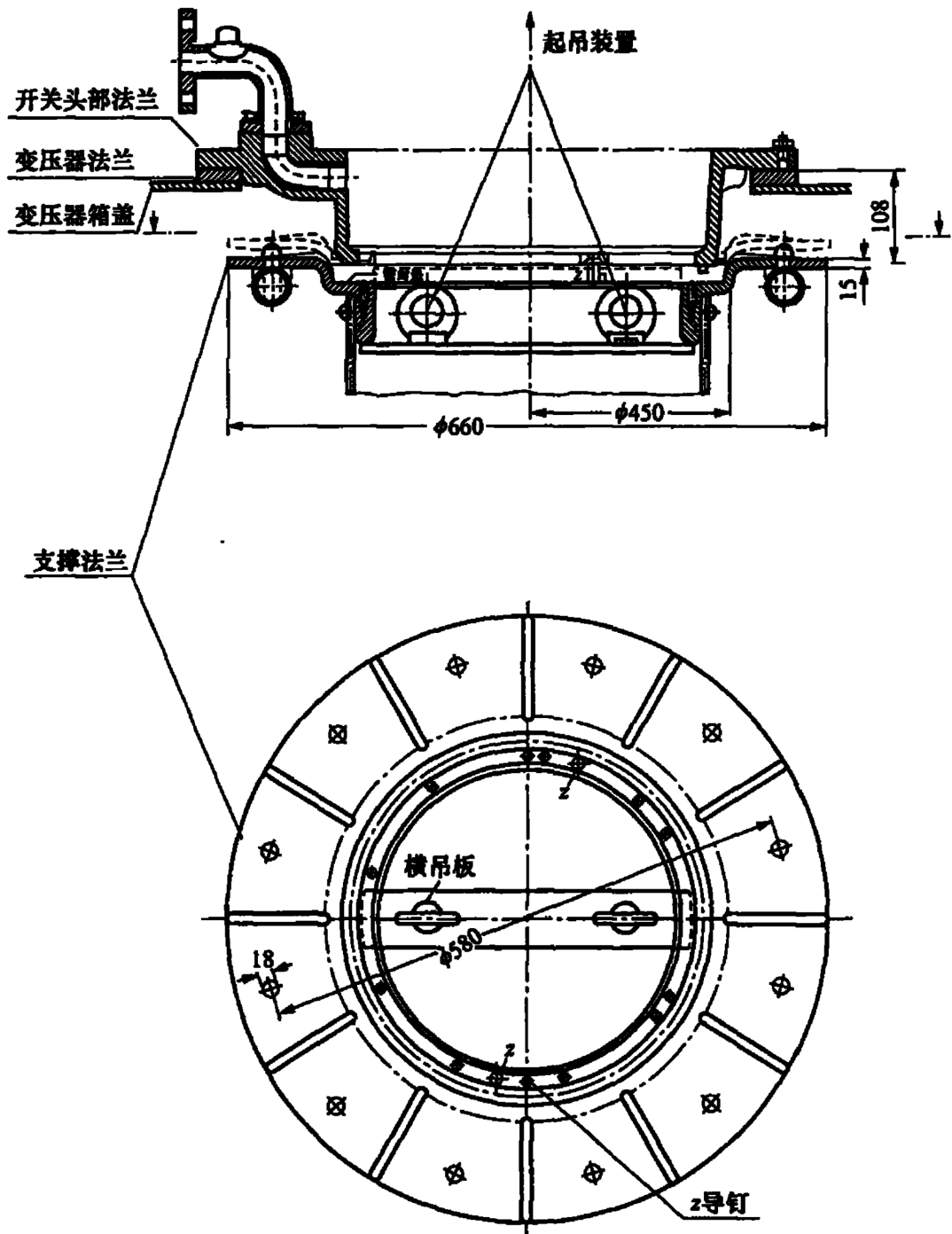
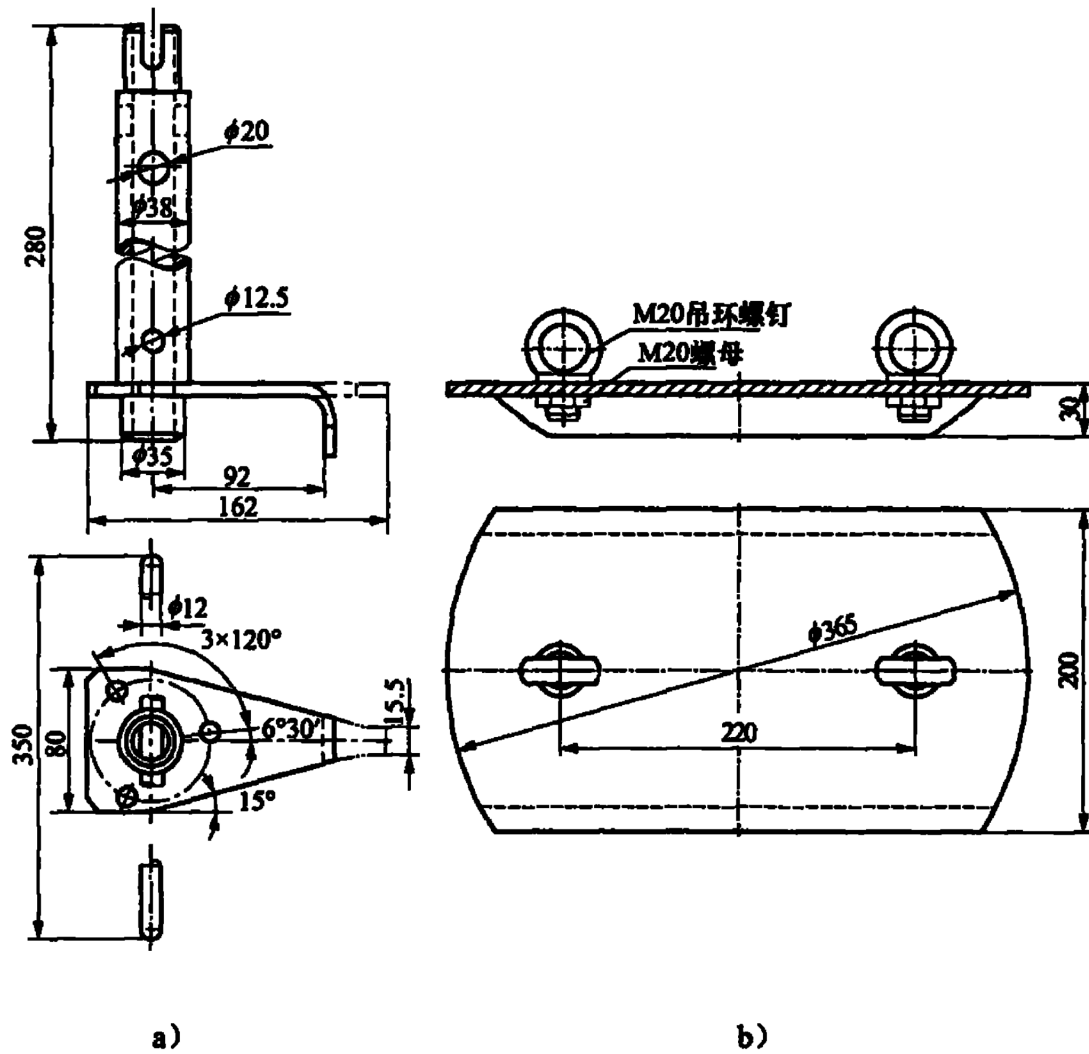


图 B.10 用于钟罩式变压器的支撑法兰



a) 装卸扳手 (附件); b) 水平吊板 (附件)

图 B.11 检修专用工具

B.13 备品备件

B.13.1 “O”形密封圈

“O”形密封圈参数见表 B.22。“O”形密封圈示意图见图 B.12。

B.13.2 弧触头

弧触头参数见表 B.23。弧触头示意图见图 B.13。

表 B.22 “O”形密封圈参数

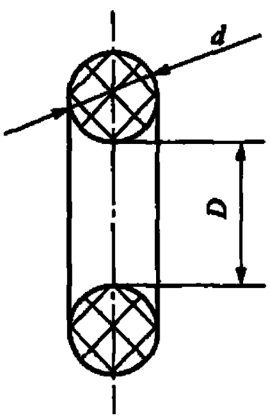
序号	尺寸 ($D \times d$) mm	形状	备注
1	7.4×2.5		
2	15×3		
3	19.5×3		
4	10×3.5		
5	46×5.7		
6	347×10		绝缘筒与筒底间
7	360×8		绝缘筒与法兰间
8	371×6		钟罩式法兰面
9	415×4.5		头盖上

图 B.12 “O”形密封圈示意图

表 B.23 弧触头参数

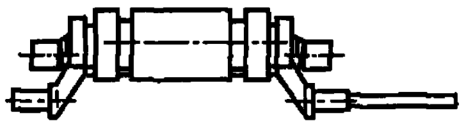
序号	名称	数量 个	规格	形状
1	左副弧触头	1	200 A 10、12 触头	
2	主弧触头	1		
3	右副弧触头	1		
4	左副弧触头	1	200 A 14 触头	
5	主弧触头	1		
6	右副弧触头	1		
7	副弧触头	2	350 A 10、12 触头	
8	主弧触头	1		
9	副弧触头	2	350 A 14 触头	
10	主弧触头	1		
11	副弧触头	2	500 A 10、12 触头	
12	主弧触头	1		

图 B.13 弧触头示意图

附 录 C
(资料性附录)
MD 型有载分接开关检修工艺

C.1 技术参数**C.1.1 分接开关技术参数**

分接开关技术参数见表 C.1。

表 C.1 MD 型有载分接开关技术参数

序号	项目		技术参数					
1	相数和额定电流代码		III600	III1000	I 601	I 800	I 1200	I 1500
2	最大额定通过电流 A		600	1000	600	800	1200	1500
3	额定电压 kV		35、66、110、150、220					
4	额定频率 Hz		50 或 60					
5	相数		三相		单相			
6	连接方式		Y		任意连接方式			
7	最大级电压 V		3300					
8	额定级容量 kVA		1500	2400	1500	2640	3100	3500
9	调压 级数	无转换选择器 带转换选择器	9、11、13、15、17 ±9、±11、±13、±15、±17 (±8、±12、±14、±16)					
10	分接选择器		按绝缘水平分为 4 种尺寸, 编号 B、C、D、DE					

表 C.1 (续)

序号	项目		技术参数
11	切换开关 油室	工作压力	3×10^4 Pa
		密封性能	6×10^4 Pa, 24 h 不渗漏
		超压保护	爆破盖爆破压力: $(4 \sim 5) \times 10^5$ Pa
		继电器保护	整定油速: 1.0 m/s \pm 10%
12	分接开关排油量 L		210~300
13	分接开关充油量 L		130~195
14	质量 kg		240~370
15	配用电动机构		MAE 或 MA7B
注: 额定级容量是连续允许的最大级容量。			

C.1.2 电动机构技术

电动机构技术参数见表 C.2。

表 C.2 MA7B 型和 MAE 型电动机构技术参数

序号	电动机构型号	MA7B		MAE	
1	电动机参数	额定功率 kW	0.75	1.1	0.75
		额定电压 V	220/380 三相		
		额定电流 A	3.4/2.01	4.76/2.75	3.4/2.01
		额定频率 Hz	50		
		额定转速 r/min	1400		

表 C.2 (续)

序号	电动机构型号		MA7B		MAE
2	传动轴的额定转矩 N·m		18	26	45
3	一次分接变换手柄转数		33		
4	一次分接变换传动轴转数		33		16.5
5	一次分接变换运行时间 s		约 5.5		约 5.4
6	最大分接位置数		35		
7	控制回路	电压 V	AC220		
		输入功率 VA	起动时 120		
			运转中 26		
8	加热回路	电压 V	AC 220		
		功率 W	50	30	
9	带电回路对地 绝缘工频试验		工频 2 kV, 持续 1min (不含电动机、断路器、电缆插座及辅助触点)		
10	防护等级		IP55		
11	机械寿命 万次		80 以上		50 以上
12	质量 kg		约 84		约 70
13	安装轴线与垂直面倾斜度		不超过 5%		
14	配用智能 控制器	型号			CZK-100B
		额定电压			AC 380 V 三相四线
		额定频率			50 Hz
注: (1) MA7B 电动机构当分接开关有三个中间位置时, 操动机构带有中间位置超越触点。 (2) MAE 智能电动机构数据为标准设计, 可根据用户特殊要求另行设计。					

C.1.3 分接开关其他主要参数

C.1.3.1 触头各单触点的接触电阻不大于 $500 \mu\Omega$ 。

C.1.3.2 分接开关经 $6 \times 10^4 \text{ Pa}$ 油压 24 h 密封试验无渗漏。

C.1.3.3 切换开关油压大于 $4 \times 10^5 \text{ Pa} \sim 5 \times 10^5 \text{ Pa}$, 爆破盖能起超压保护。

C.1.3.4 切换开关油箱应承受 $6 \times 10^5 \text{ Pa}$ 压力试验。

C.1.3.5 分接开关绝缘水平见表 C.3。

表 C.3 分接开关绝缘水平

单位: kV

序号	额定电压	最高工作电压	交流工频试验电压 1 min	冲击试验电压	
				全波 1.2/50	截波 $2 \mu\text{s} \sim 5 \mu\text{s}$
1	66	72.5	140	330	390
2	110	126	230	550	630
3	150	170	325	750	850
4	220	252	460	1050	1210

C.1.3.6 分接开关在最大额定通过电流下, 各长期载流触头及导电部件对油的温升不超过 20 K。

C.1.3.7 分接开关在 1.5 倍最大额定电流从第一位置连续变换半周, 其过渡电阻温升的最大值不超过 350 K (油中)。

C.1.3.8 分接开关长期载流触头能承受的短路电流, 见表 C.4。

表 C.4 分接开关长期载流触头能承受的短路电流

型号		III600	III1000	I 601	I 800	I 1200	I 1500
额定电流 A		600	1000	600	800	1200	1500
短路电 流 kA	热稳定 (3 s 有效值)	8	10	8	16	24	24
	动稳定 (峰值)	20	25	20	40	60	60

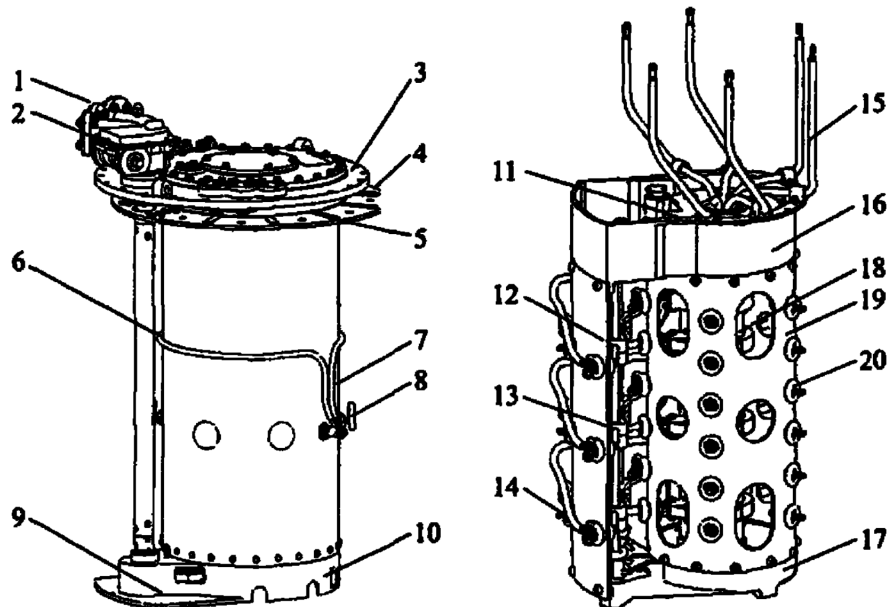
C.1.3.9 分接开关应能承受表 4 所示的额定级容量下负载切换，其触头电气寿命不低于 20 万次。

C.1.3.10 分接开关应能承受表 4 所示的 2 倍额定级容量下 100 次开断能力试验。

C.1.3.11 分接开关的机械寿命不低于 100 万次。

C.1.4 分接开关结构和主要部件

分接开关结构和主要部件如图 C.1。



- 1—头部齿轮传动机构；2—联结管；3—头盖；4—头部法兰；5—中间法兰；6—传动轴；
7—油室；8—屏蔽环；9—筒底齿轮机构；10—筒底；11—槽轮机构；12—转换选择器；
13—转换选择器动触头；14—“K”触头；15—选择器导线；16—选择器联结箱体；
17—选择器底座；18—中心绝缘柱；19—选择器绝缘筒；20—选择器引线端子

图 C.1 分接开关主要部件

C.2 检修周期和项目

C.2.1 检修周期和项目见本文件正文 7.2 条款内容。

C.2.2 制造厂对累计次数或年限的规定：达到表 C.5 的次数或 5 年~6 年大修 1 次（取先达到者）。分接开关检修周期分接变换

次数见表 C.5。

表 C.5 MD 型有载分接开关检修周期分接变换次数

序号	有载分接开关规格	变压器额定电流 A	分接开关操作次数 万次	
			不用滤油机	用滤油机
1	MDIII600Y	350 以下	10	15
2		600 以下	8	15
3	MDIII1000Y	600 以下	8	15
4		1000 以下	6	12
5	MDI601	600 以下	10	15
6	MDI800	500 以下	10	15
7		800 以下	8	15
8	MDI1200	800 以下	8	15
9		1200 以下	7	14
10	MDI1500	1200 以下	7	14
11		1500 以下	6	12

C.3 变压器吊罩时 MD 型分接开关的拆装

变压器吊罩时 MD 型分接开关的拆装工艺要求见表 C.6。吊装专用吊板见图 C.2

C.4 切换开关及其油室的检修

C.4.1 切换开关吊芯

切换开关吊芯的步骤及工艺要求见表 C.7。

表 C.6 变压器吊罩时 MD 型分接开关拆装的步骤及工艺要求

序号	检修步骤	工艺要求
1	检查电动机与头部齿轮盒中位置指示是否在整定工作位置	整定工作位置按说明书规定
2	排放变压器本体绝缘油, 然后打开人孔盖板	
3	检查分接选择器的闭合位置是否与电动机一致	分接选择器的闭合位置应与电动机工作位置一致
4	打开抽油管阀门, 排放绝缘油, 降低油室油位至变压器箱盖平面为止, 松开头盖上排气溢油螺钉	
5	拆除分接开关水平传动轴	
6	松开油室头盖上 24 只 M10 螺栓, 然后卸除头盖	注意保存头盖密封圈
7	卸下切换开关本体支撑板上 5 只 M8 螺母	红色区域内的螺母不能拆
8	吊出切换芯体, 抽尽油室内绝缘油, 取下抽油管	放在干净的平面上
9	利用专用吊板, 吊紧切换油室, 拆下红色区域内的 M8 螺母, 缓慢地放下吊板。当油室头部法兰与中间法兰之间脱开间隙至 15 mm~20 mm (见图 C.3) 时, 检查变压器器身上的分接开关预装支架的高度, 调整至上述间隙尺寸, 最后去掉吊板	

表 C.6 (续)

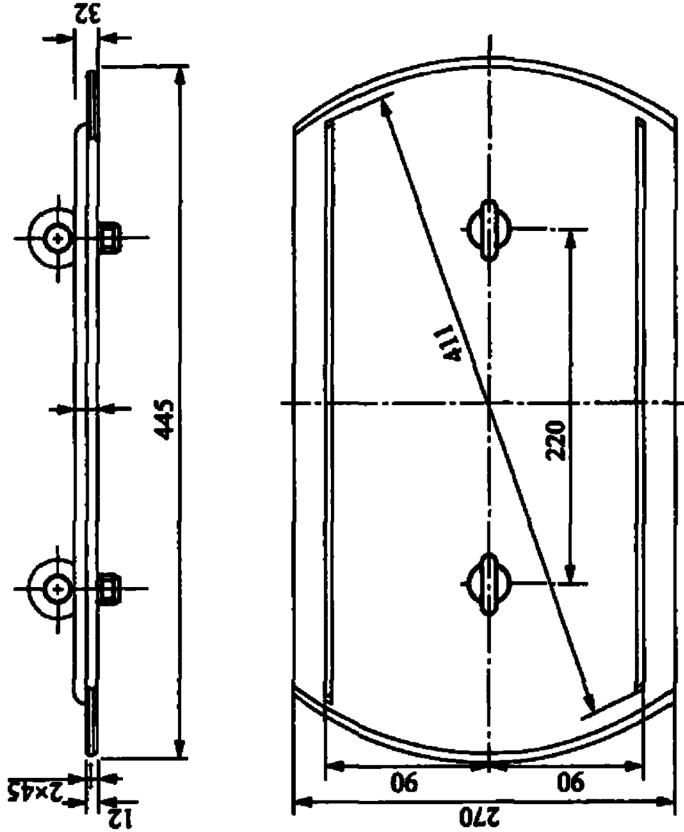
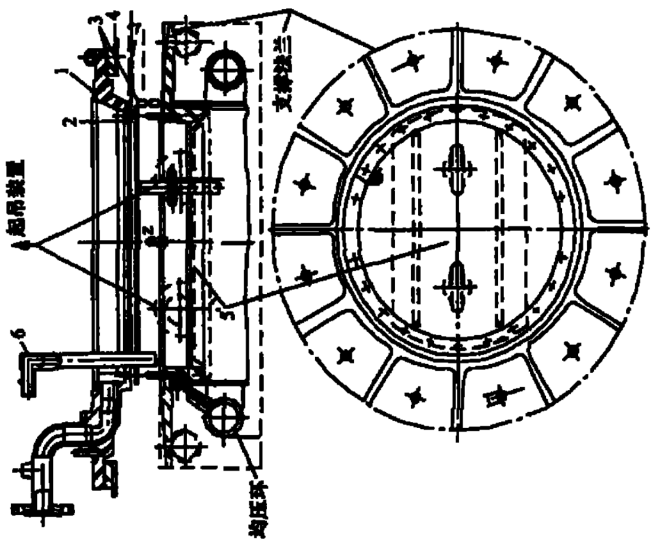
序号	检修步骤	工艺要求
9	 <p style="text-align: center;">图 C.2 吊装专用吊板</p>	 <p>1—头部法兰；2—中间法兰；3—密封垫； 4—变压器罩；5—吊板；6—吸油管</p> <p style="text-align: center;">图 C.3 钟罩式分接开关的头部结构与吊装示意图</p>
10	<p>卸除固定在变压器钟罩上的分接开关头部安装法兰上的24只M12固定螺栓，卸下头部安装法兰。此时分接开关与变压器钟罩已经脱离，具备变压器钟罩的吊罩条件</p>	
11	<p>复装时按相反顺序进行</p>	<p>复装时注意将头部齿轮传动机构轴销插入传动轴缺口槽内</p>

表 C.7 切换开关吊芯的步骤及工艺要求

序号	检修步骤	工艺要求
1	调整分接开关到整定工作位置	按说明书整定工作位置表整定
2	打开抽油管阀门,降低油室油位至变压器箱盖平面为止,并松开头盖上的排气溢油螺钉	
3	拆除分接开关头部的接地联结,松开切换油室头盖的24只M10联结螺栓,卸除头盖,注意保存好密封垫圈	
4	卸除切换开关本体支撑板上5只M8螺母	不得拆除红色区域内的固定螺母
5	使用起重吊攀垂直缓慢地吊起切换开关芯体,并安放在平坦清洁的地方,然后用清洁布盖好,防止异物落入	不得碰坏吸油管

C.4.2 切换开关及其油室清洗

切换开关及其油室的清洗步骤及工艺要求见表 C.8。

表 C.8 切换开关及其油室清洗的步骤及工艺要求

序号	检修工艺	质量标准
1	油室的清洗: a) 排尽切换开关油室污油,取出抽油管。 b) 用合格绝缘油冲洗切换开关油室及抽油管,然后用刷子或无绒干净白布擦净油室内壁、连接触头及抽油管中碳粉,反复冲洗,排尽残油,复装抽油管,然后将清洗干净的油室用头盖盖好	防止损坏抽油管弯头上的2只密封圈
2	切换开关的清洗: 用合格绝缘油冲洗,再用刷子洗刷,用无绒干净白布擦净,清除切换开关芯体及触头的积污	

C.4.3 切换开关的检查

切换开关的检查步骤及工艺要求见表 C.9。

C.4.4 切换开关芯体解体检修

切换开关芯体解体的检修步骤及工艺要求见表 C.10。

表 C.9 切换开关检查的步骤及工艺要求

序号	检修步骤	工艺要求
1	检查切换开关所有紧固件，尤其是 3 块弧形板上的紧固件是否松动	所有紧固件应紧固，无松动
2	使用专用工具（图 C.4）来回动作 2 次，检查储能机构工作状态是否正常，然后返回起始状态	动作正常，无卡滞
3	检查储能机构的主弹簧、复位弹簧、爪卡是否变形或断裂	无变形或断裂
4	检查各触头编织线有无损坏	完整无损
5	检查切换开关连接主通触头是否有过热及电弧烧伤痕迹	无过热及电弧烧伤痕迹
6	检查过渡电阻是否有断裂，并测量其阻值	过渡电阻应无断裂，其阻值与铭牌值比较偏差不大于±10%
7	测量每相单、双数与中性引出点间的回路电阻	每对触头接触电阻不大于 500 μΩ
8	检查切换动作，必要时测定动触头的变换程序	符合制造厂要求
9	解体拆开切换开关芯体，清洗、检查和更换零部件	

表 C.9 (续)

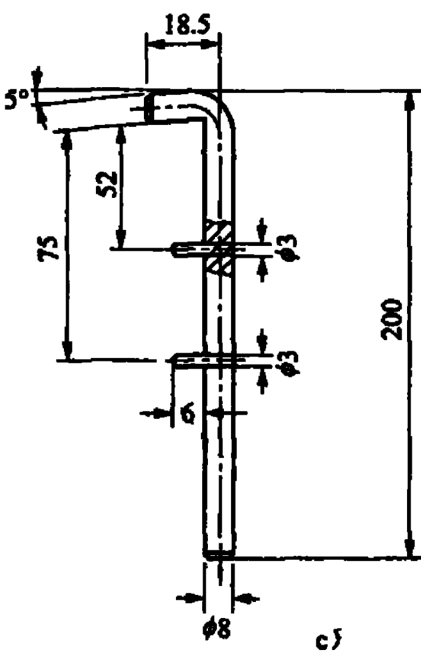
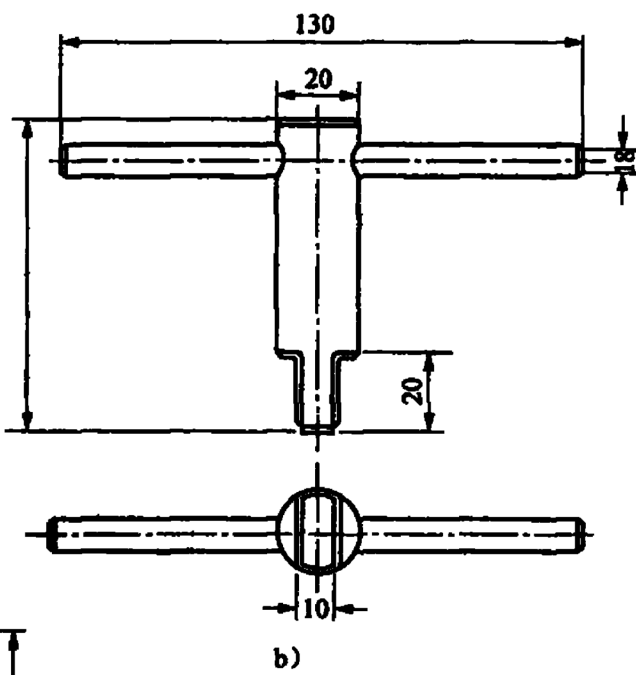
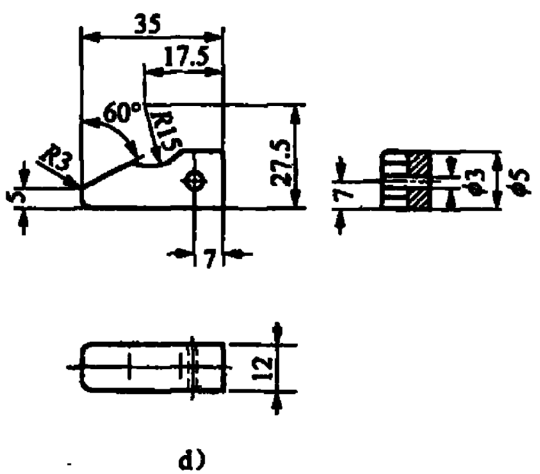
序号	检修步骤	工艺要求
10	 <p data-bbox="279 1086 702 1736">c)</p>	 <p data-bbox="678 548 1316 1220">b)</p>  <p data-bbox="774 1265 1316 1736">d)</p>
<p>a) 用于测量切换开关弧触头烧损程度；b) 快速机构上扣工具； c) 操作切换芯子（用偏心轮结构）；d) 安装切换芯子弧形板的楔子</p>		
<p style="text-align: center;">图 C.4 检修专用工具</p>		

表 C.10 切换开关芯体解体检修的步骤及工艺要求

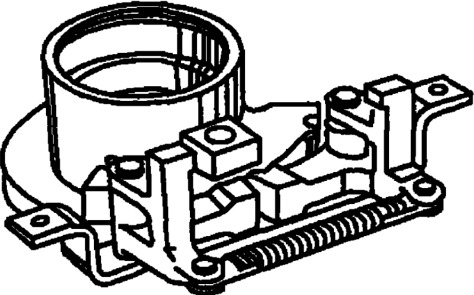
序号	检修步骤	工艺要求
1	记录切换开关凸轮机构的实际位置和凸轮方向（作为复装依据）	
2	<p>释放储能机构爪卡，将储能机构移至切换开关过渡弧触头桥接位置（便于拆开和装配），见图 C.5</p>  <p>图 C.5 储能机构释放位置</p>	
3	测量过渡电阻测值	与铭牌值相比较偏差 不大于±10%
4	拆卸绝缘弧形板上的联结螺钉（一块弧形板上的 8 只 M6×20 固定螺栓），打开锁紧片，先卸下边缘两侧上的 4 只螺栓，再卸下里面的 4 只螺栓，然后取下绝缘弧形板	拆卸切换开关触头机构时，拆开一相，清洗一相，装配一相，三相不得同时拆开
5	取下隔弧片	
6	彻底清洗被拆开的扇形部件的触头系统与隔弧片	
7	使用游标卡尺测量动静触头的烧损量，记录实测值。触头烧损测量见图 C.6	动静弧触头中任一触头的烧损量达到或超过 4 mm，就应更换全部弧触头

表 C.10 (续)

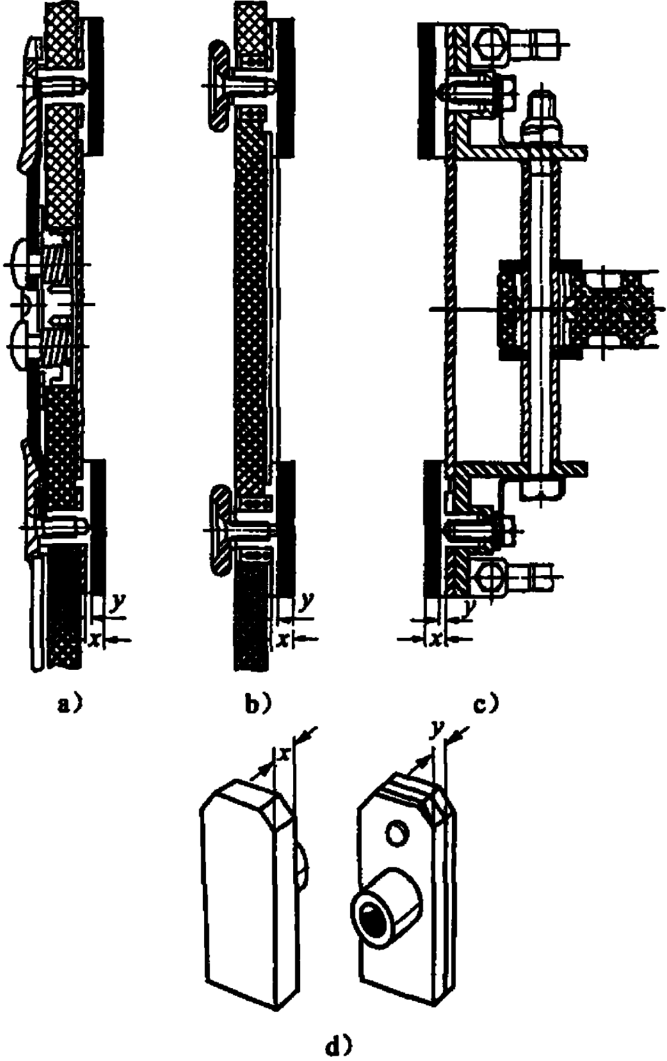
序号	检修步骤	工艺要求
7	 <p>a) 主弧触头; b) 过渡(静)弧触头; c) 动弧触头; d) 新触头动、静弧触头允许的最大烧损量 $x-y=4$ (mm), 新触头 $x=8\pm 0.3$ mm, $y=4$ mm</p> <p>图 C.6 触头烧损量的测量</p>	
8	检查主触头、过渡触头的引出编织软线, 其中有一根编织软线断裂或 10 万次分接变换后, 应更换	完好无损
9	检查动触头滑槽是否损伤	无裂缝及破碎, 完好无损
10	检查全部动静触头的紧固情况及止退片是否松动	应紧固, 无松动
11	检查保护间隙, 记录烧损程度, 必要时更换	最小间隙为 5 mm

表 C.10 (续)

序号	检修步骤	工艺要求
12	卸除尼龙罩, 清洗过渡电阻	
13	清洗绝缘筒的内外壁	
14	<p>触头的更换:</p> <p>a) 静触头的更换: 每一触头由一个内六角带切口的 M6×16 沉头螺钉固定, 更换触头时, 其连接片及 M6×16 螺钉同时更换。最大紧固力矩为 9 N·m, 并用冲头在沉头螺钉的圆头上切口处冲眼防松止退, 冲头口用力方向应与螺钉旋紧方向一致。</p> <p>b) 连接到主弧触头及过渡弧触头上的每个接头, 由 1 个带 M6 自锁螺母及垫圈的 M6×18 螺栓固定, 力矩为 9 N·m</p>	<p>拆装过程应注意螺杆方向, 更换编织线时, 相应更换 M6 自锁螺母及 M6×18 螺栓</p>

C.4.5 切换开关芯体装配

切换开关芯体的装配步骤及工艺要求见表 C.11。

表 C.11 切换开关芯体解体装配的步骤及工艺要求

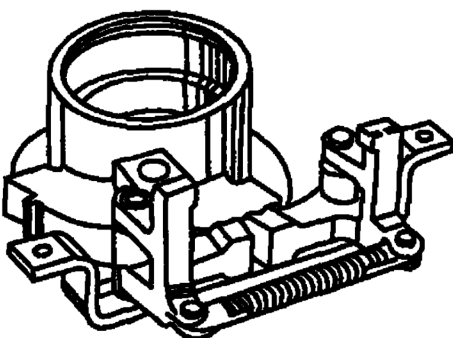
序号	装配步骤	工艺要求
1	装入触头的隔弧片	
2	安装绝缘弧形板, 紧固和锁紧 8 只 M6 螺栓 (中间 4 只螺栓先紧固, 然后再紧固两侧 4 只螺栓)	锁紧片紧贴 M6 六角螺栓的边
3	<p>使用专用工具使储能机构回到原工作位置 (见图 C.7)。锁住储能机构下滑板, 同时使专用工具顺时针转动切换开关, 使上滑板挡块与另一侧爪卡接触, 此时立刻放掉专用工具, 回到工作位置</p>  <p>图 C.7 储能机构工作位置</p>	<p>当储能机构上滑块挡板与另一侧爪卡接触后才能动作</p>

表 C.11 (续)

序号	装配步骤	工艺要求
4	使用专用工具, 使储能机构转动 2 次, 用以检查储能机构动作是否正常	

C.4.6 切换开关芯体复装

切换开关芯体的复装步骤及工艺要求见表 C.12。

表 C.12 切换开关芯体解体复装的步骤及工艺要求

序号	复装步骤	工艺要求
1	卸下分接开关头盖	
2	将切换开关芯体吊至油室顶部开口上方, 观察联结套筒的缺口位置与油室底部联结件方向一致, 转动芯体使芯体支撑板抽油管切口位置对准抽油管。缓慢小心地放入油室, 同时轻轻转动切换开关芯体, 使其对准定位销下降到底	
3	套上蝶形垫圈及弹簧垫圈, 并用 5 只 M8 螺母将切换开关芯体固定, 紧固最大力矩为 $14 \text{ N} \cdot \text{m}$	
4	注入合格绝缘油至切换开关芯体支撑板止	
5	切换开关的变换程序试验, 变换程序正确 (见图 C.8)	变换时间为 $35 \text{ ms} \sim 50 \text{ ms}$, 过渡触头桥接时间为 $2 \text{ ms} \sim 7 \text{ ms}$
6	擦净头盖密封面, 正确旋转密封垫圈, 对准安装标记, 装好头盖, 检查分接开关位置指示 (在头部齿轮传动机构内) 与电动机构的位置指示是否一致	密封面清洁, 装置正确, 分接开关与电动机构的分接位置一致

图 C.8 切换开关触头程序

C.4.7 注油

注油的步骤及工艺要求见表 C.13。

表 C.13 注油的步骤及工艺要求

序号	注油步骤	工艺要求
1	检查分接开关与其储油柜之间的阀门是否在开启状态。通过储油柜补充绝缘油，拧松头盖上溢气螺孔的螺栓和抽油管上溢气螺孔的螺栓，直至油溢出后拧紧	
2	继续通过储油柜补充合格绝缘油至规定油位	储油柜油位符合要求

C.4.8 维护换油

维护换油的步骤及工艺要求见表 C.14。

表 C.14 维护换油的步骤及工艺要求

序号	护换步骤	工艺要求
1	从头部抽油管放尽污油	
2	从头部注油管注入合格绝缘油，同时松开头盖上溢气孔和抽油管上溢气孔的螺栓，直至油溢出后拧紧，必要时进行冲洗或过滤	
3	通过储油柜继续注入合格绝缘油直至规定油位	储油柜油面表油位符合要求

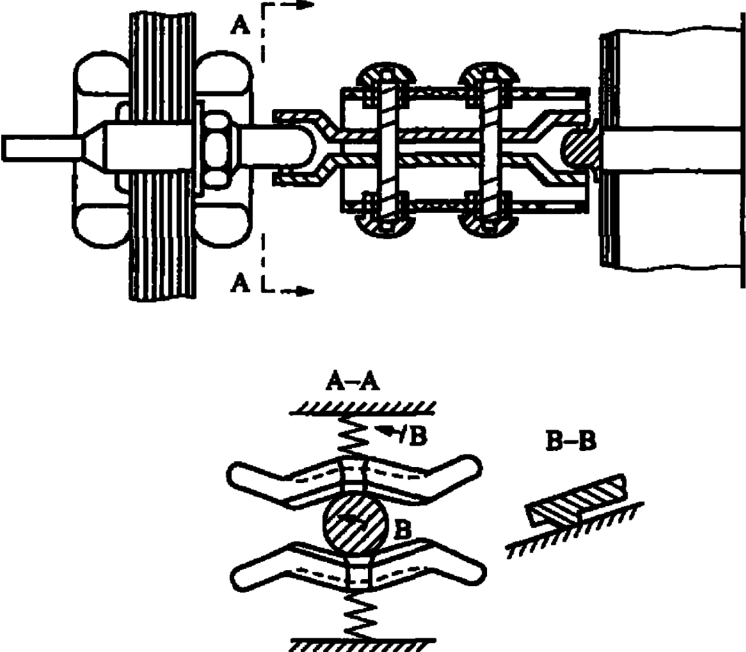
C.5 分接选择器及转换选择器的检修

分接选择器及转换选择器的检修步骤及工艺要求见表 C.15。

表 C.15 分接选择器及转换选择器检修的步骤及工艺要求

序号	检修步骤	工艺要求
1	检查分接选择器和转换选择器触头的闭合位置	与电动机构工作位置一致

表 C.15 (续)

序号	检修步骤	工艺要求
2	检查分接开关连接导线是否正确, 绝缘件有无损伤及变形, 紧固件是否松动	连接正确, 绝缘件无损伤, 紧固可靠
3	对正、反调的分接选择器, 检查连接“+”“-”位置短接线与转换选择器的动触头支架的间隙	间隙不应小于 10 mm
4	检查分接选择器与切换开关的 6 根连接导线的紧固情况, 以及其他紧固件是否有松动	紧固可靠
5	检查槽轮传动机构是否完好	完好无损
6	<p>手摇操作分接选择器 $1 \rightarrow n$ 和 $n \rightarrow 1$ 方向分接变换, 逐档检查分接选择器触头分、合动作和啮合情况, 触头接触是否符合要求, 见图 C.9</p>  <p>图 C.9 MD 型分接选择器 动静触头的啮合</p>	分合慢动作应平滑渐进
7	检查分接选择器和转换选择器动静触头有无烧伤痕迹与变形	动静触头应无烧伤痕迹与变形

C.6 分接开关与电动机构的连接

只有新安装的分接开关和吊罩大修的分接开关才需进行分接

开关与电动机构的联结调整。分接开关与电动机构的检修步骤及工艺要求见表 C.16。

表 C.16 分接选择器及转换选择器检修的步骤及工艺要求

序号	检修步骤	工艺要求
1	分接开关与电动机构均应在整定工作位置，然后连接传动轴	
2	手动操作 $1 \rightarrow n$ 方向分接变换，记录切换开关切换时（以切换响声为据）至电动机构分接变换指示轮上绿色区域内的红色中心标志出现在观察窗中心线时止的转动圈数 m	
3	手动操作 $n \rightarrow 1$ 方向分接变换，记录切换开关切换时（以切换响声为据）至电动机构分接变换指示轮上绿色区域内的红色中心标志出现在观察窗中心线时止的转动圈数 k	
4	若两个方向的转动圈数 $m=k$ ，说明连接正确。若 $ m-k > 1$ ，应脱开分接开关与电动机构的垂直转动轴，手动操作，向手摇圈数多的方向转动 $1/2 m-k $ 圈	每次复装传动轴后均应进行两个方向（ $1 \rightarrow n$ 与 $n \rightarrow 1$ ）转动，圈数之差应符合要求
5	恢复连接分接开关与电动机构的垂直转动轴	
6	重复上述 2、3 项操作，直至差数小于 1 为止	

C.7 电动机构的检修

C.7.1 MA7B 型电动机构的检修

MA7B 型电动机构的检修步骤及工艺要求见表 C.17。

表 C.17 MA7B 型电动机构检修的步骤及工艺要求

序号	检修步骤	工艺要求
1	切断操作电源，对电动机构箱进行清扫，并检查机构箱的密封性能	清洁，密封性良好，符合防潮、防尘、防小动物的要求

表 C.17 (续)

序号	检修步骤	工艺要求
2	检查电动机构内部连接与控制器连线是否牢固, 各元器件是否完好	连线接头牢固, 元器件完好
3	检查电动机构、皮带轮箱、传动齿轮是否安装牢固, 动作灵活, 连接正确, 无卡滞现象, 对滑动接触部位应加适量润滑脂 (刹车部位、皮带传动、位置盘触头除外)	操作正确、灵活, 观察孔内油位符合要求, 刹车可靠
4	检查加热器及温度控制器	完好无损
5	检查电动机构箱安装是否水平, 垂直传动轴是否垂直, 传动轴的连接螺栓是否紧固, 紧锁片是否锁定	动作灵活, 无卡滞, 连接可靠, 锁紧片锁定
6	检查电动机构、控制器、分接开关的分接位置指示是否一致	连接正确, 位置一致
7	检查电机电源熔丝是否匹配	按说明书要求选取
8	检查电源相序是否正确	相序正确
9	检查电动机构的电气与机械限位装置是否正确	电气与机械闭锁和限位可靠
10	检查电动机构手动与电动的联锁性能	联锁可靠
11	检查电动机构逐级控制性能	逐级分接变换可靠, 不连动滑挡
12	检查电动机构紧急脱扣装置	紧急脱扣可靠
13	检查电动机构、控制器、运动逐级控制性能	逐级分接变换可靠, 不连动
14	检查电源中断后自动再启动性能	操作过程中操作电源中断恢复后电机能重新启动
15	检查电动机构操作方向指示、分接变换在运行中的指示、紧急断开电源指示、完成分接变换次数指示及就地和远控工作位置指示的正确性	所有指示均应一致正确
16	检查电气回路的绝缘性能, 测量绝缘电阻	电气回路绝缘电阻大于 10 MΩ
17	电动机构手摇操作至少一个循环, 动作灵活、正确, 然后置于中间分接位置 (整定工作位置), 合上操作电源, 电动操作至少一个循环	手动操作与电动操作均应正常

C.7.2 MAE 型电动机构的检修

MAE 型电动机构的检修步骤及工艺要求见表 C.18。

表 C.18 MAE 型电动机构检修的步骤及工艺要求

序号	检修步骤	工艺要求
1	关闭控制器电源，对智能电动机构箱进行清扫，并检查 MAE 智能电动机构箱的密封性能	清洁，密封性良好，符合防潮、防尘、防小动物的要求
2	检查智能电动机构接头、连接控制器电缆头、控制器后面板接线是否牢固，各元器件是否完好	连线接头牢固，元器件完好
3	检查智能电动机构、传动齿轮是否安装牢固，动作灵活，连接正确，无卡滞现象，对滑动接触部位应加适量润滑脂（刹车部位、皮带传动、位置盘触头除外）	操作正确、灵活
4	检查智能电动机构箱安装是否水平，垂直传动轴是否垂直，传动轴的连接螺栓是否紧固，紧锁片是否锁定	动作灵活，无卡滞，连接可靠，锁紧片锁定
5	检查控制器、智能电动机构、分接开关的分接位置指示是否一致	连接正确
6	检查控制器后面板熔丝是否完好	完好无损
7	检查电源相序是否正确	相序正确
8	检查加热器及温度控制器	完好无损
9	检查控制器电气限位与智能电动机构内机械限位装置是否正确	闭锁和限位可靠
10	检查智能电动机构手动与电动的联锁性能	联锁可靠
11	检查控制器上本地、智能电动机构、远动的逐级升、降、停控制性能	逐级分接变换可靠，不连动，停可靠
12	检查电源中断后自动再启动性能	操作过程中操作电源中断恢复后电机能重新启动
13	检查智能电动机构操作方向指示、分接变换在运行中的指示、紧急断开电源指示、完成分接变换次数指示及本地、电操机构和远控工作位置指示的正确性	指示均应一致正确

C.8 附件的检修

附件的检修工艺要求见表 C.19。

表 C.19 附件检修的步骤及工艺要求

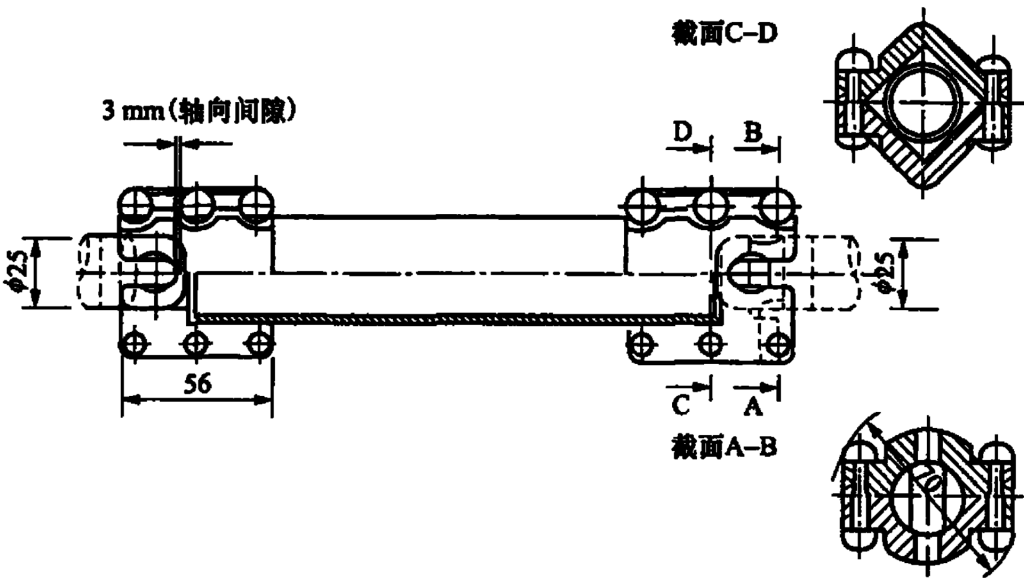
序号	检修步骤	工艺要求
1	垂直与水平传动轴：连接的两端自然对接，紧固螺栓，锁定锁定片，并有足够的轴向间隙，见图 C.10	螺栓紧固可靠，锁定片应锁定正确，轴向间隙为 3 mm
2		
3	油流控制继电器或气体继电器的装置位置应尽可能靠近切换油室头部，安装水平倾斜度不超过 2%，继电器箭头标志应指向储油柜，油流控制继电器或气体继电器的跳闸触点应接入变压器跳闸回路，气体继电器的信号触点接发信回路	至储油柜的连接管倾斜度不小于 2%，对油流控制器或气体继电器进行的动作试验应正确
4	检查清洗储油柜	
5	检查头部齿轮盒与传动齿轮盒（连接水平及垂直传动轴）的密封并更换润滑脂	无渗漏，无不正常磨损

图 C.10 垂直与水平传动轴轴向间隙

C.9 调整与测试

调整与测试的步骤与工艺要求见表 C.20。

表 C.20 调整与测试的步骤及工艺要求

序号	检修步骤	工艺要求
1	使用电桥法测量切换开关过渡电阻的阻值	与铭牌值比较偏差不大于±10%
2	必要时使用测压计测量触头的接触压力（见表 C.21）与超程（可调整垫圈数量，达到要求值）	主通触头超程为 2 mm~3 mm
3	必要时使用电桥法或压降法测量切换开关、分接选择器、转换选择器触头接触电阻	每对触头接触电阻不大于 500 μΩ
4	手摇操作，用听觉及指示灯法测试分接开关的动作顺序	分接选择器、转换选择器和切换开关触头动作顺序应符合要求，选择器应合上至切换开关动作之间至少有二圈的间隙
5	必要时采用油中电流示波图法进行切换程序和时间的测量（推荐直流示波图法）	切换波形应符合要求，无明显回零断开现象，总切换时间为 35 ms~50 ms，过渡触头桥接时间为 2 ms~7 ms
6	采用静压试漏法对油室进行密封检漏	油室各部位均无渗漏油
7	必要时对分接开关带电部位对地、相间、分接间、相邻触头间的绝缘进行油中工频耐压试验	应符合产品技术要求
8	分接选择器、转换选择器和切换开关整定位置的检查、调整	符合产品整定位置表中的规定
9	分接开关与电动机构的联结校验	应在整定位置上连接，并校验正反两个方向，手柄转动圈数应平衡
10	分接开关不带电进行 10 个循环分接变换操作	无任何误动作

表 C.20 (续)

序号	检修步骤	工艺要求
11	油流控制继电器或气体继电器的动作校验	符合技术指标
12	切换油室内绝缘油的击穿电压与含水量的测定	应符合要求
13	分接开关逐级控制分接变换操作试验	按下启动按钮, 直至电机停止, 可靠地完成一个分接位置的变换

C.10 MD 型分接开关触头接触压力表

MD 型分接开关触头接触压力表参数见表 C.21。

表 C.21 MD 型分接开关触头接触压力表参数

单位: N

触头名称	切换开关				分接选择器触头	极性选择器触头	
	主触头	主通断触头和过渡触头	中性点引出触头	连接分接选择器触头		“K”	“+” “-”
接触压力	80~100	140~170	80~130	80~130	55~65	100~120	65~90

C.11 检修专用工具

C.11.1 分接开关起吊装置

分接开关起吊装置见图 C.11。

C.11.2 专用工具

专用工具同图 C.4。

C.11.3 MD 分接开关维护、检修通用工具

MD 分接开关维护、检修通用工具见表 C.22。

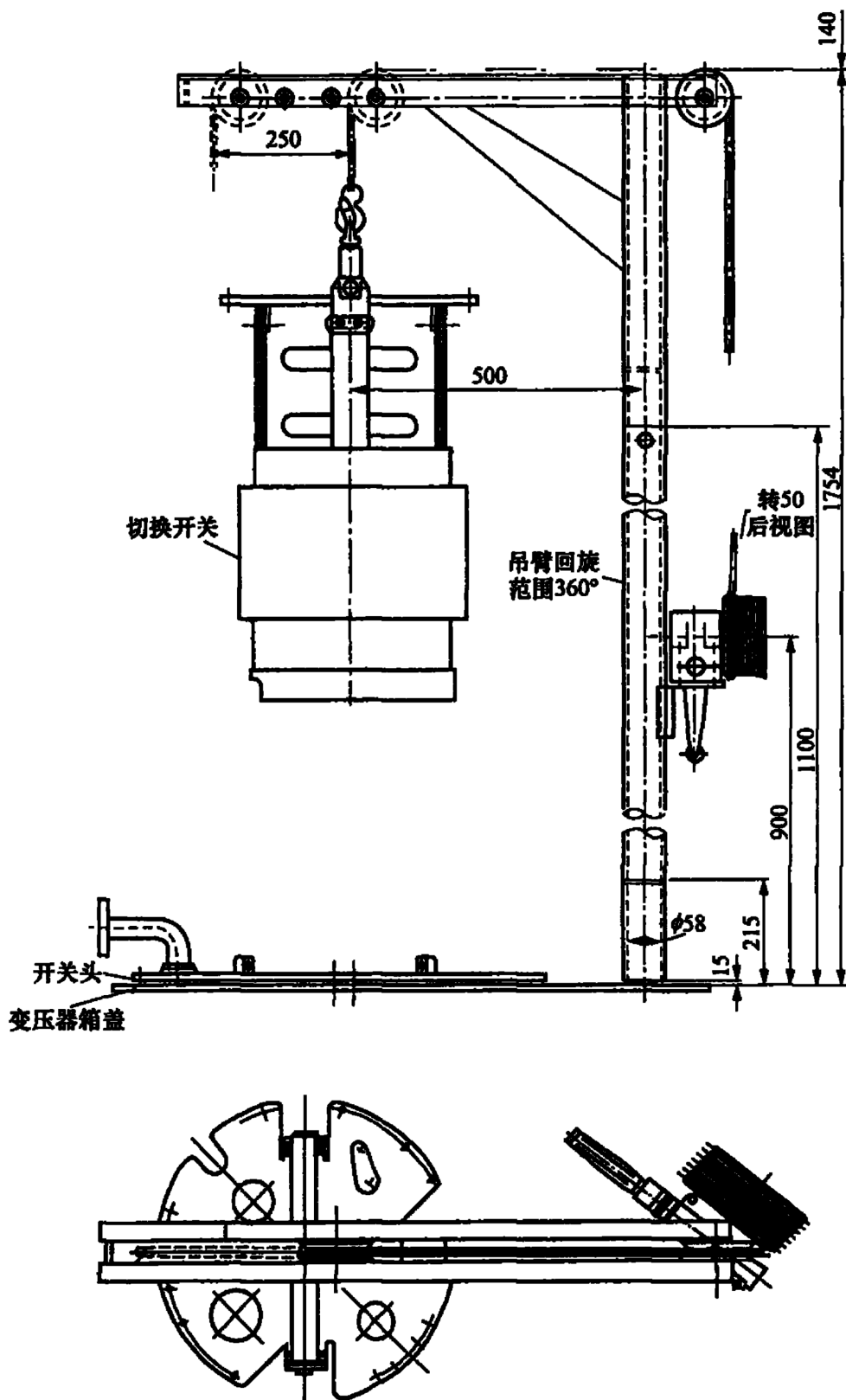


图 C.11 分接开关起吊装置

表 C.22 MD 分接开关维护、检修通用工具

序号	数量	名称	扳手尺寸 mm	序号	数量	名称	扳手尺寸 mm
1	1	套筒扳手(加摇把)	12	7	1	双头开口扳手	17×19
2	1	套筒扳手(加摇把)	13	8	1	双头开口扳手	22×24
3	1	套筒扳手(加摇把)	14	9	1	内六角扳手	4
4	1	套筒扳手(加摇把)	17	10	1	内六角扳手	5
5	1	双头开口扳手	8×10	11	1	内六角扳手	6
6	1	双头开口扳手	13×17	12	1	内六角扳手	8

C.12 备品备件

MD 分接开关备品备件见表 C.23。

表 C.23 MD 分接开关备品备件明细表

序号	名称	台用量	单位	用途	说明
1	尼龙垫	2	只	用作头盖及 S 管放气 螺钉的密封垫	一般易 损件
2	尼龙垫	2	只		
3	密封圈	1	只	用于头盖密封	
4	门封条	3	m	用作电动机构门封	
5	密封圈	1	只	用于头部齿轮盒密封	
6	锁紧片	8	只	用于水平及垂直轴连接止退	
7	开口销	4	只	用于水平及垂直轴连接	

附录 D
(资料性附录)

SHZV 型和 VCV 型真空有载分接开关检修工艺

D.1 技术数据

D.1.1 SHZV 型真空熄弧有载分接开关

SHZV 型真空熄弧有载分接开关技术数据见表 D.1。

表 D.1 SHZV 型真空熄弧有载分接开关技术数据

序号	分类特征		I 或 III	I 或 III	I 或 III	I	
1	最大额定通过电流 A		400	600	1000	1500	2400
2	额定频率 Hz		50, 60				
3	相数和连接方式		三相 Y 接中心点		单相任意连接		
4	最大级电压 V		4000				
5	额定级容量 kVA		1500	1600	2000	3200	3500
6	承受短路 能力	热稳定 3 s	6	8	8	20	24
		动稳定 (峰值) kA	15	20	30	50	60
7	工作位置数		最大 35 级				
8	对地绝缘 水平	设备最高电压 kV	40.5	72	126	170	252
		外施交流耐压试验 电压 (1 min)	85	140	230	325	460
		雷电冲击电压 (1.2/50)	200	350	550	750	1050

表 D.1 (续)

序号	分类特征		I 或 III	I 或 III	I 或 III	I
9	分接选择器		按绝缘水平分为 3 种规格, 编号为 B、C、D			
10	切换开关油室	工作压力	0.03 MPa			
		密封性能	0.06 MPa, 24 h 不渗漏			
		超压保护	爆破盖 200 kPa~300 kPa 超压爆破			
		气体继电器	整定油速 1.0 m/s±10%			
11	配用电动机构		SHM-I			

D.1.2 VCV 型真空熄弧有载分接开关

VCV 型真空熄弧有载分接开关技术数据见表 D.2。

表 D.2 VCV 型真空熄弧有载分接开关技术数据

序号	型号		VCVIII			VCVIII	
1	最大额定通过电流 A		300, 500			300, 500	
2	连接方式		—	Y	D	—	
3	承受短路能力 kA	热稳定 (3 s)	4.5			7.4	
		动稳定 (峰值)	11.5			17.4	
4	最大额定级 电压 V	10 接点	1500			1500	
		12 接点	1400			1400	
5	额定级容量 kVA	10 接点	450			400	525
		12 接点	420			—	
6	最大工作 分接位置数	线性调	12			10	
		正反调或粗细调	23			19	
7	对地绝缘 水平 kV	设备最高电压	40.5	72.5	126	145	
		外施交流耐压 试验电压 (50 Hz/1 min)	85	140	230	275	
		雷电冲击电压 (1.2/50 μs)	200	350	550	650	

表 D.2 (续)

序号	型号	VCVIII		VCVIII		
8	密封试验	工作压力	0.03 MPa			
		试验压力	0.06 MPa, 24 h 不渗漏			
9	配用电动机构	SHM-1				
10	保护继电器	QJ4G-25 整定冲击油速 1.0 m/s±10%				
11	有载开关电流 A	300	500	300	500	
	质量 (不含油) kg	140	160	100	140	
12	油中容积 dm	185	200	140	180	

D.1.3 其他技术数据

D.1.3.1 分接开关长期载流触头在 1.2 倍最大额定通过电流下，对油温升不超过 20 K。

D.1.3.2 分接开关长期载流触头的接触电阻：SHZV 型小于 250 $\mu\Omega$ ；VCV 型小于 350 $\mu\Omega$ 。

D.1.3.3 分接开关在 1.5 倍的最大额定通过电流和相关级电压下连续切换半个操作循环，过渡电阻对油的温升不大于 350 K。

D.1.3.4 分接开关在 2 倍最大额定通过电流和相关额定级电压下正常开断 40 次。

D.1.3.5 分接开关在额定级容量下切换时，触头寿命可达 60 万次以上。

D.1.3.6 分接开关机械寿命大于 150 万次，30 万次免维修。

D.1.4 SHM-1 电动机构技术数据

SHM-1 电动机构技术数据见 M 型检修工艺 1.2 条所示。

D.2 检修周期和项目

D.2.1 检修周期和项目

检修周期和项目见导则正文 7.2 条。

D.2.2 制造厂对累计次数或年限的规定

达到 10 万次或 5 年大修 1 次（取先达到者）。

D.3 变压器吊罩时分接开关的拆装

变压器吊罩时分接开关的拆装参照 CM 型有载分接开关的检修工艺。

D.4 SHZV 型切换开关或 VCV 型选择开关及其油室的检修

SHZV 型切换开关或 VCV 型选择开关的检修须由制造厂专业检修人员进行。

油室的检修同 M 型有载分接开关。

D.4.1 SHZV 型切换开关吊芯

切换开关芯子能在任一工作位置抽出，但建议在整定工作位置吊出切换开关芯子。

SHZV 型分接开关吊芯可参照 M 型分接开关吊芯的工艺要求进行。

D.4.2 SHZV 型切换开关芯子的检查与解体检修

D.4.2.1 检查 SHZV 型切换开关芯体的要求与 MD 型切换开关芯体的要求相同，可参照 MD 型切换开关芯体的检查步骤进行。

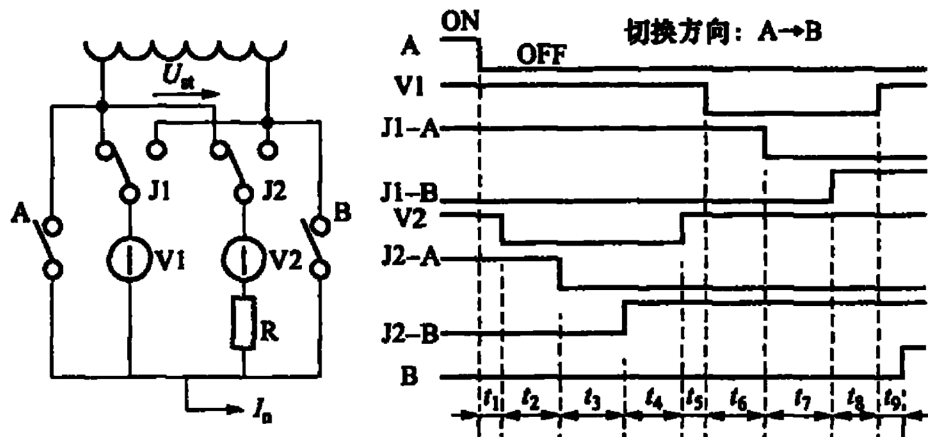
D.4.2.2 切换开关真空管的检漏要求如下：

- a) 切换开关真空管采用测量绝缘电阻作为真空度间接测量。真空管在断口开距为 3.5 mm 时，用 500 kV 绝缘电阻表测其两端的阻值，应为无穷大。若阻值很小，允许用吹干管外表面方式进行干燥，处理后阻值仍小于 500 M Ω 时，则为不合格。
- b) 真空管的检漏也可以采用交流耐压法，当触头开距为额

定开距时，在触头间施加制造厂规定的额定试验电压（20 kV、10 s）；如果真空灭弧室内发生持续火花放电或闪络，则表明真空度已严重降低，否则表明真空度符合要求。

D.4.2.3 检查切换开关主触头和机械隔离触头（图 D.1）表面应无烧损的痕迹。

D.4.2.4 检查切换开关触头变换程序见图 D.1 所示。



A—接通侧主触头；B—断开侧主触头；V1—主通断真空管；V2—过渡真空管；
J1—与 V1 串联的隔离触头；J2—与 V2 串联的隔离触头；R—过渡电阻器

图 D.1 SHZV 型触头变换程序

D.4.3 VCV 型选择开关芯子的吊芯

切换开关芯子能在任一工作位置抽出，但建议在整定工作位置吊出切换开关芯子。

SHZV 型分接开关吊芯可参照 V 型分接开关吊芯的工艺要求进行。

D.4.4 VCV 型选择开关芯子的检查与解体检修

D.4.4.1 检查 VCV 型选择开关芯体的要求与 MD 型切换开关芯体的要求相同，可参照 MD 型切换开关芯体的检查步骤进行。

D.4.4.2 选择开关真空泡的检漏。

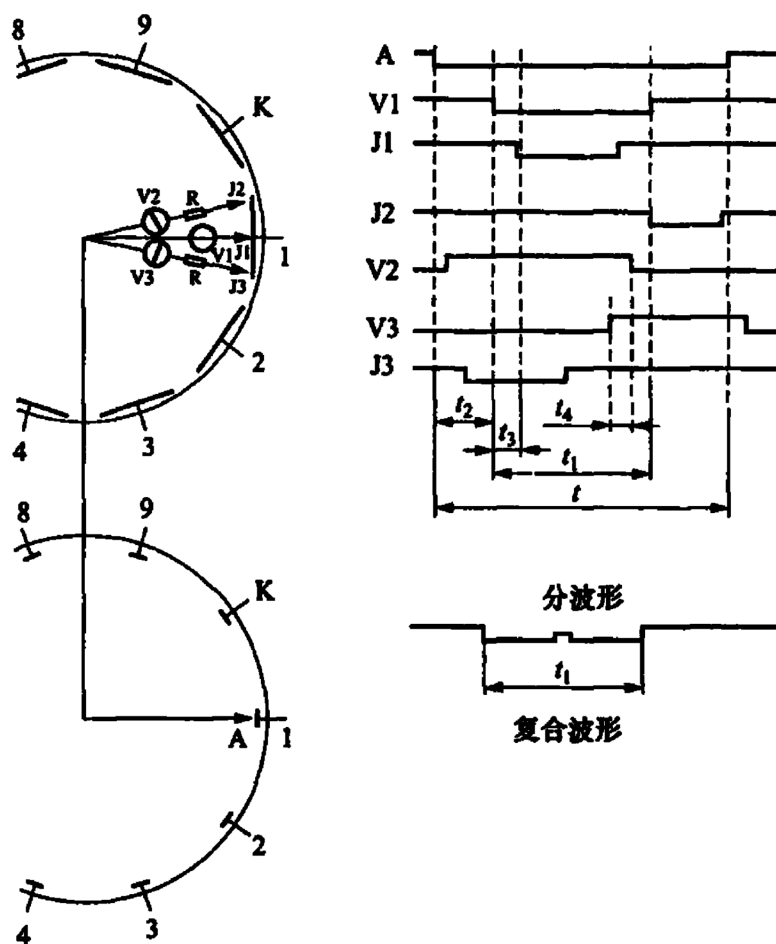
切换开关真空管采用测量绝缘电阻作为真空度间接测量。真

空管在断口开距为 3.5 mm 时，用 500 kV 绝缘电阻表测其两端的阻值，应为无穷大。若阻值很小，允许用吹干管外表面方式进行干燥，处理后阻值仍小于 500 MΩ 时，则为不合格。

真空管的检漏也可以采用交流耐压法，当触头开距为额定开距时，在触头间施加制造厂规定的额定试验电压（20 kV、10 s）；如果真空灭弧室内发生持续火花放电或闪络，则表明真空度已严重降低，否则表明真空度符合要求。

D.4.4.3 检查选择开关主触头和机械隔离触头表面应无烧损的痕迹。

D.4.4.4 检查选择开关触头变换程序见图 D.2 所示。



t —110~120; t_1 —80~90; t_2 —>5; t_3 —>12; t_4 —5~8 单位: ms

A—主触头; V1—主真空管; J1—机械转换触头（与 V1 串联）; V2—过渡真空管;

J2—机械转换触头（与 V2 串联）; V3—过渡真空管; J3—机械转换触头（与 V3 串联）

图 D.2 VCV 型触头变换程序

D.5 分接开关的复装与注油

检修工艺同 M 型有载分接开关。

D.6 分接选择器和转换选择器的检修

检修工艺同 M 型有载分接开关。

D.7 SHM-1 电动机构的检修

检修工艺同 M 型有载分接开关。

D.8 附件的检修

附件的检修工艺同 M 型有载分接开关。

D.9 调整与测试

分接开关调整与测试可参照 M 型有载分接开关。

附录 E
(资料性附录)
UC、VUC 型有载分接开关检修工艺

E.1 技术参数**E.1.1 分接开关技术参数**

分接开关技术参数见表 E.1。

表 E.1 UC、VUC 型有载分接开关技术参数

序号	参数名称		技术数据			
			油熄弧有载分接开关		真空熄弧有载分接开关	
1	分接开关型号		UCG	UCL	VUCG	VUCL
2	调压方式		L (线性), R (正/反), D (粗/细)			
3	分接选择器		C, III	III	C, III	F, III
4	相数		三相或单相			
5	绝缘水平 kV	最高冲击耐受电压 BIL	1050	1175	1050	1175
		最高额定工频耐压	460	510	460	510
		设备最高工作电压	300	363	300	363
6	最大额定 通过电流 A	三相中性点 (N)	600	900	800	1300
		三相全绝缘 (T), 单相 (E)	1500	2400	1800	2400
7	最高额定级电压 V		3500	4500	3500	4500
8	最多分接 位置数	线性调压	22			
		正/反, 粗/细调压	35			

表 E.1 (续)

序号	参数名称		技术数据			
9	切换开关 油室承压 kPa	运行时	对大气	150	70	
			对主油箱	50	50	
		注油时	对大气	200		
			对主油箱	100		
10	机械寿命 (操作次数)		100 万次以上			
11	触头寿命 (操作次数, 随负载电流变化)		最大 50 万次		60 万次	
12	检修周期		每 7 年 或 1/5 的触头寿命		每 15 年 或 30 万次操作	
13	干燥处理		热风, 真空或气相干燥, 最高温度 135 ℃			
14	油重 kg		185~230	260~ 340	185~230	260~340
15	切换开关芯重量 kg		约 90	约 120	约 115	约 150
16	配用电动机构		BUL 或 BUE			
17	控制回路标准 配置	控制	就地/远方转换开关 (电动机构箱内)			
			上升/下降控制开关 (电动机构箱内)			
			手动操作手柄 (电动机构箱内)			
			就地急停按钮 (电动机构箱内)			
			远方升/降控制			
			远方急停控制			
		保护	极限位置保护			
			相序保护			
			步进控制			
			手动/自动联锁保护			
			过电流闭锁			
			滑挡保护			
		信号	步进控制信号			

表 E.1 (续)

序号	参数名称		技术数据	
17	控制回路标准配置	信号	极限位置信号	
			报警信号(远方急停,就地急停,电机过载等)	
			一对一挡位空接点信号	
			4 mA~20 mA 挡位信号	
			BCD 码(若选数码显示器,为标准配置)	

E.1.2 电动机构技术参数

电动机构技术参数见表 E.2。

表 E.2 电动机构技术参数

序号	参数名称		技术数据		
1	电动机构型号		BUL	BUL2	BUE2
2	电动机参数	额定功率 kW	0.18		0.37
		额定电压 V	220~240/380~420, 3 相		
		额定电流 A	1.4/0.8		1.9/1.1
		额定频率 Hz	50		
		转速 r/min	1370		1380
3	输出轴上的最大扭矩 N·m		30		60
4	每级分接变换 转动圈数	输出驱动轴	5		
		手柄	15		25
5	每级分接变换时间 s		5		6

表 E.2 (续)

序号	参数名称		技术数据		
6	启动脉冲持续时间 s		>0.5	无要求	
7	最多分接位置数		35		
8	控制回路电压 V		AC 220		
9	控制回路的工频试验电压 (1 min) kV		2		
10	防冷凝加热器	电压 V	AC220		
		功率 W	50	50+ 温控 100	50
11	箱体防护等级		IP56	IP66	IP55
12	质量 kg		约 75	约 95	约 155

E.1.3 分接开关其他主要参数

E.1.3.1 触头各单触点的接触电阻不大于 500 $\mu\Omega$;

E.1.3.2 切换开关的油中切换时间(直流示波检查)为 UC 型 45 ms~55 ms、VUC 型 100 ms~130 ms;

E.1.3.3 分接开关在负载电流为最大额定通过电流的 1.2 倍条件下, 触头对周围油的温升不超过 20 K;

E.1.3.4 分接开关在操作总次数中, 最多允许 3%次, 负载电流最大可以达到额定通过电流的 1.5 倍。

E.2 检修周期和项目

E.2.1 检修周期和项目按照导则正文 7.2 条。

E.2.2 分接开关分接变换次数达到触头寿命的 1/5 次时或每 7 年一次。

E.2.3 触头更换由制造厂进行。

E.3 变压器吊罩时分接开关的拆装

E.3.1 箱盖式安装的分接开关的拆装

箱盖式安装的分接开关的拆装步骤及工艺要求见表 E.3。

表 E.3 箱盖式安装的分接开关拆装的步骤及工艺要求

序号	检修步骤	工艺要求
1	排放变压器本体绝缘油，打开人孔盖板	
2	检查分接选择器闭合位置是否与电动机构工作位置一致，此操作可通过变压器变比试验来验证，更为方便	其位置应与电动机构一致
3	检查分接开关连接导线是否正确、绝缘有无受伤、紧固是否可靠；分接选择器是否受力变形；动静触头啮合是否正确	导线连接正确、绝缘完好、紧固可靠；引线不应过紧过松，使分接选择器受力变形；动静触头啮合正确
4	逐根拆除调压绕组至分接选择器及变压器中性点的引线，确保分接开关与变压器线圈脱离，使其具备变压器的吊罩条件（因器身自重不大，小容量变压器可不用拆除引线）	
5	吊起箱盖及开关（可能吊起小容量变压器器身）	
6	复装时按相反顺序进行	

E.3.2 夹件式安装的分接开关的拆装

夹件式安装的分接开关的拆装步骤及工艺要求见表 E.4。

表 E.4 夹件式安装的分接开关拆装的步骤及工艺要求

序号	检修步骤	工艺要求
1	放变压器本体绝缘油，打开人孔盖板	
2	检查分接选择器闭合位置是否与电动机构工作位置一致，此操作可通过变压器变比试验来验证，更为方便	其位置应与电动机构一致

表 E.4 (续)

序号	检修步骤	工艺要求
3	拆除电动机构与分接开关的水平连接轴, 锁定电动机构	使用锁紧装置
4	打开排油管阀门, 排尽开关油室内的绝缘油	
5	记下挡位, 拆除固定在头部法兰上的齿轮盒, 并将其锁定	使用锁紧装置
6	拆除油室盖板紧固螺钉, 卸除开关油室顶盖	注意保存螺栓和密封圈
7	吊出切换开关芯体, 松开排油管及导向杆	注意将开关芯体安放在清洁的地方
8	将专用吊具倾斜放入起吊位置 (见图 E.1), 卸除中间法兰与头部法兰的连接螺栓, 将开关吊起放在支架上 (见图 E.2)	
9	卸除分接开关头部法兰上固定螺栓, 此时分接开关与变压器钟罩已脱离, 具备变压器钟罩的吊罩条件	
10	吊去钟罩, 锁定绝缘传动杆	使用锁紧装置
11	复装时按相反顺序进行。 UCG 型有载分接开关的总体布置图见图 E.3	

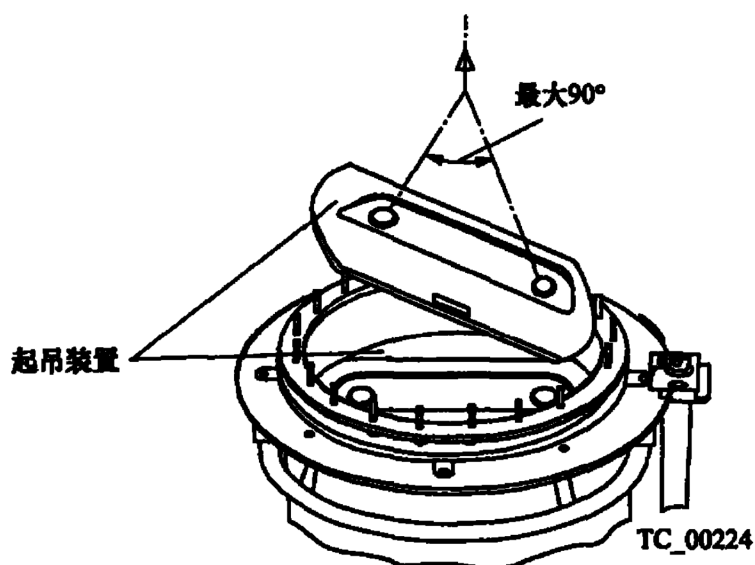


图 E.1 起吊位置

表 E.4 (续)

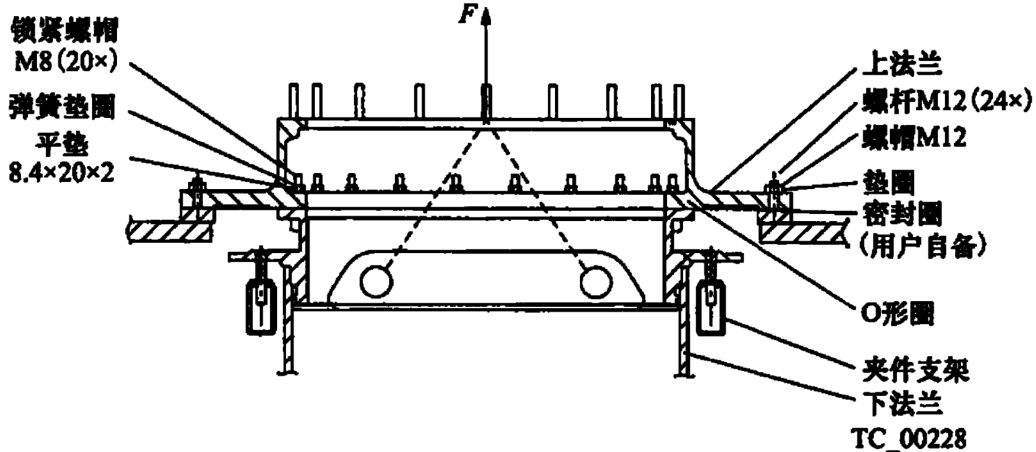
序号	检修步骤	工艺要求
		

图 E.2 UCJ (UCL) 夹件式分接开关的拆装

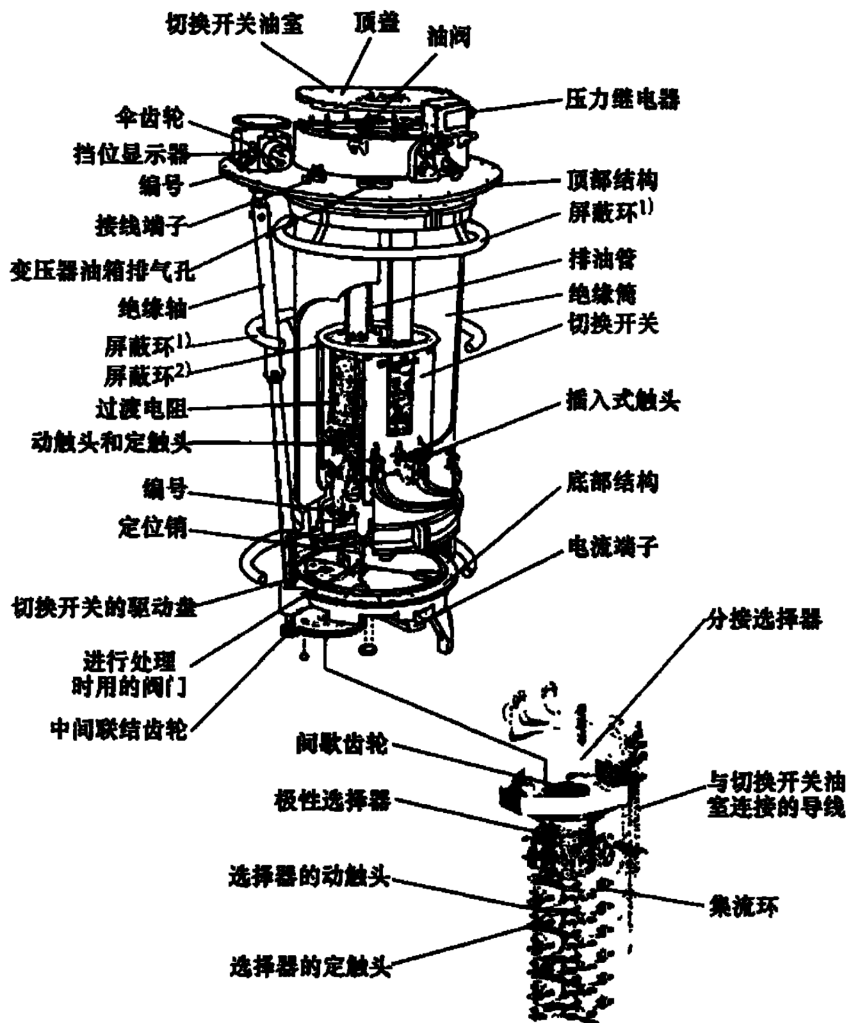


图 E.3 UCJ 型有载分接开关的总体布置图

E.4 切换开关及油室的检修

E.4.1 切换开关吊芯及清洁

切换开关吊芯及清洁步骤及工艺要求见表 E.5。

表 E.5 切换开关吊芯及清洁的步骤及工艺要求

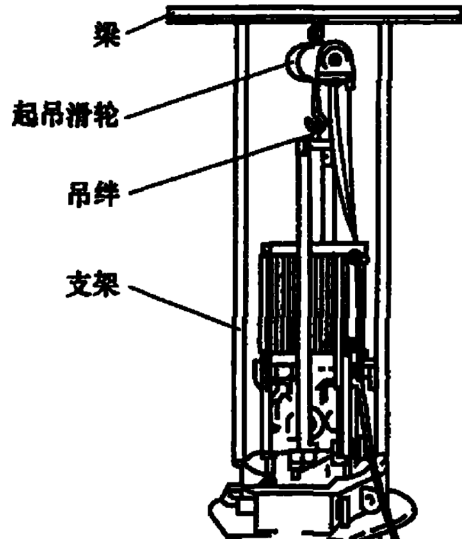
序号	检修步骤	工艺要求
1	打开排油管阀门，并松开排气溢流阀，排尽开关油室内的绝缘油	
2	拆除油室盖板紧固螺钉，卸除开关油室顶盖	注意保存螺栓和密封圈
3	起吊切换开关芯体。稍微吊起切换开关，以便在油室中用油冲洗	
4	认真冲洗后，从油室中吊出切换开关并用无绒干净抹布擦净	注意切换开关驱动连杆的端部或其连接处不碰到法兰内部边缘，注意将开关芯体安放在清洁的地方
5	<p>切换开关吊芯示意图如图 E.4 所示。</p>  <p>梁 起吊滑轮 吊绳 支架</p>	

图 E.4 切换开关吊芯示意图

E.4.2 切换开关油室清洁

切换开关油室的清洁步骤及工艺要求见表 E.6。

表 E.6 切换开关油室清洁的步骤及工艺要求

序号	检修步骤	工艺要求
1	排尽开关油室内的污油，取出排油管	
2	用尼龙刷清洁油室内壁和排油管，用合格绝缘油反复冲洗，排尽残油	不允许人员进入开关油室
3	用无绒干净抹布擦拭油室内壁和底部，将顶盖盖回油室	

E.4.3 切换开关检查

切换开关的检查步骤及工艺要求见表 E.7。

表 E.7 切换开关检查的步骤及工艺要求

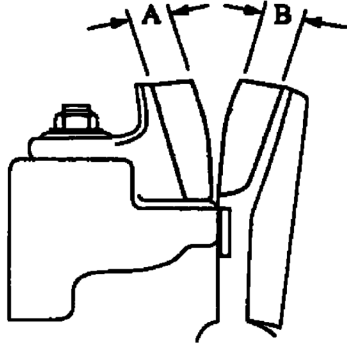
序号	检修步骤	工艺要求
1	<p>检查动、定触头的触头磨损情况，将测量数值记录下来，以便和下一次检修状况进行比较。将测量数值与检修说明书中的数值比较，以确定是否应在此同时进行触头更换。</p> <p>新的镶有钨铜合金的触头，其顶部的合金层厚度 $A=B=5.5\text{ mm}$。如图 E.5 所示。过渡触头在分接位置示意图，见图 E.6</p>  <p>图 E.5 主触头尺寸示意图</p>	<p>不允许挫平或磨平触头表面的烧痕或凹痕；</p> <p>当触头顶部的铜钨合金层厚度 A、B 约为 0.5 mm 时，应更换触头；</p> <p>根据触头磨损程度来判断，触头现有尺寸不足以维持到下一次检修，则应在此同时进行触头更换</p>

表 E.7 (续)

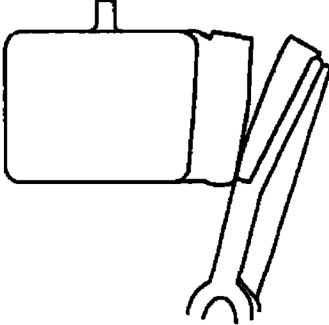
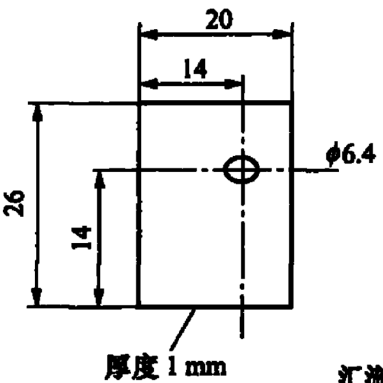
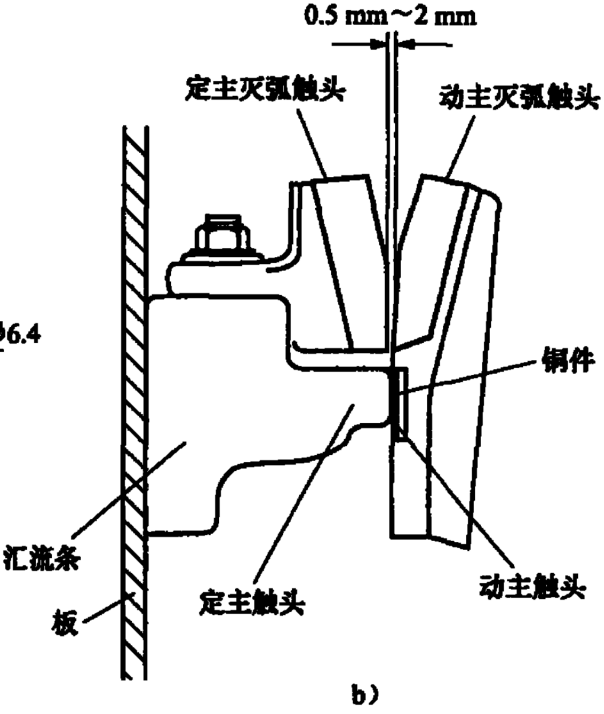
序号	检修步骤	工艺要求
		
	<p>图 E.6 过渡触头在分接位置示意图</p>	
	<p>检查在接通位置时，主动触头与主定触头之间的间隙是否维持在规定范围内；如图 E.7 所示</p>	<p>主动灭弧触头与主定灭弧触头间有 0.5 mm~2 mm 的间隙</p>
2	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="406 1160 790 1541">  <p>a) 隔片的尺寸</p> </div> <div data-bbox="742 981 1348 1691">  <p>b) 主动、定触头在分接位置示意</p> </div> </div>	
	<p>需要检查切换开关两侧的间隙，如果间隙太小，可用通过在安装板与定主触头之间安装黄铜薄垫来调整此间隙</p>	<p>此垫片在备件清单内可查到。每侧安装的垫片数最多不得超过 3 个。安装垫片时，将切换开关切换到另一侧位置</p>

表 E.7 (续)

序号	检修步骤	工艺要求
3	检查储能弹簧，触头弹簧是否变形或断裂，是否处于良好状态	无变形或断裂，状态良好
4	检查所有可调节连线是否有松动现象；所有紧固件连接是否紧固，无松动	没有松动
5	检查所有插入式触头是否完好	活动自如，没有烧结形成
6	操作切换开关若干次，检查弹簧储能的多连杆机构工作是否正常	动作正常，无卡滞
7	检查过渡电阻是否完好，在触头断开侧的定主触头与定过渡触头之间测量过渡电阻值	其阻值与铭牌值比较偏差不大于±10%
8	测量所有动、定主触头的接触电阻。必要时，用百洁布清洁动、定主触头	≤500 μΩ

E.4.4 切换开关的复装

切换开关的复装步骤及工艺要求见表 E.8。

表 E.8 切换开关复装的步骤及工艺要求

序号	检修步骤	工艺要求
1	复装前检查产品序号以确认切换开关装入正确的油室；确认切换开关油室清洁、干燥且无异物遗留在油室	切换开关支架上与油室筒壁上均印有产品序号
2	卸下分接开关顶盖	
3	调整切换开关芯体，使开关芯体上的半圆形导向槽槽口对准油室中的导向管（排油管），慢慢落下芯体	切换开关芯体如图 E.8 所示
4	检查插入式触头是否已被定位到正确的位置	新型 UCG 和 UCL 开关，还有一根导向杆帮助更正确地定位，如图 E.9、图 E.10 所示
5	当切换开关放入后，手动操作分接开关朝同一方向转动，直到其驱动销进入驱动盘开口槽中	
6	当切换开关放入后，手动操作分接开关朝同一方向转动，直到其驱动销进入驱动盘开口槽中	
7	为了保证切换开关和分接选择器连接正确，需要在同一方向操作分接开关三个挡位	

表 E.8 (续)

序号	检修步骤	工艺要求
8	检查切换开关是否切换到位，确保开关芯体落入最终的正确位置	
9	用顶盖向下压切换开关起吊装置上的缓冲弹簧，并安装好顶盖	朝两个方向操作分接开关进行切换；操作期间，能听见开关切换声，证明其机械安装正确。当开关芯体落入最终位置时，其顶部起吊装置在法兰水平面以下，仅缓冲弹簧高出法兰水平面约 10 mm

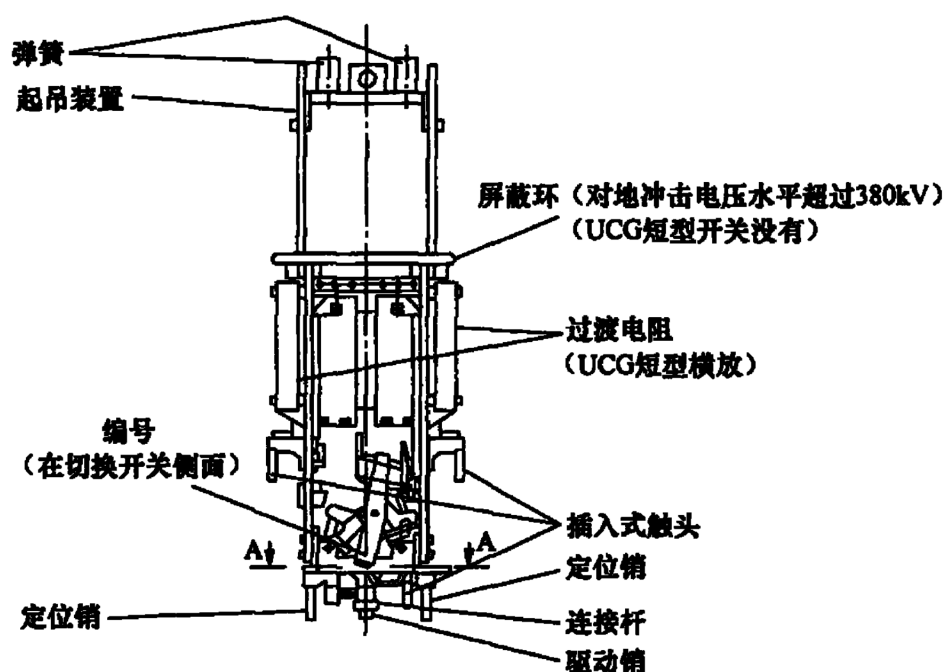


图 E.8 切换开关芯体

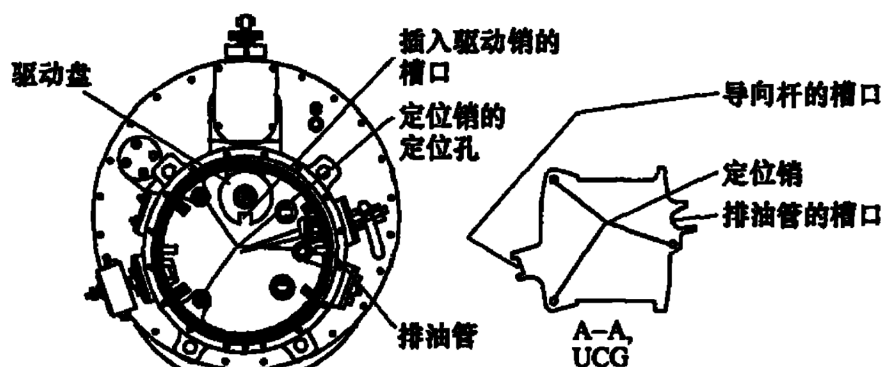
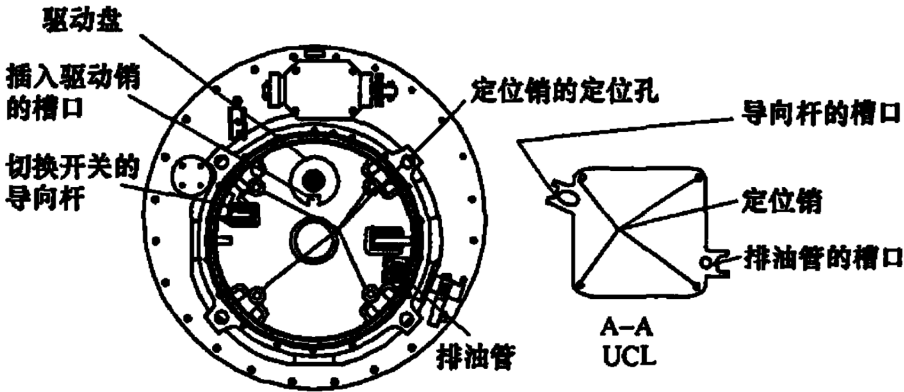


图 E.9 UCG 切换开关油室俯视图

表 E.8 (续)

序号	检修步骤	工艺要求
		
图 E.10 UCL 切换开关油室俯视图		

E.5 注油

注油可以在大气压下或真空状态下进行。真空注油时油室内外的压差不允许超过规定值。在大气压下完成注油，需静放 3 h，才能给变压器通电。注油步骤及工艺要求见表 E.9。

表 E.9 注油的步骤及工艺要求

序号	注油方式	检修步骤	工艺要求
1	大气压下注油	a) 关闭排气溢流阀	
		b) 打开储油柜阀门	
		c) 拆下有载开关储油柜上的呼吸装置	
		d) 通过油阀用油泵将油从底部注入切换开关油室，直到储油柜里的油位达到正确的温度位置	
		e) 关闭油阀断开油泵	
		f) 重新安装呼吸装置，确定呼吸装置连接处密封性能良好	

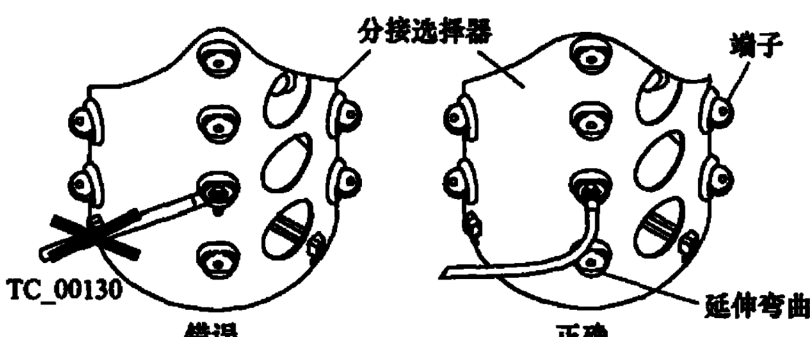
表 E.9 (续)

序号	注油方式	检修步骤	工艺要求
2	真空状态下注油	a) 真空状态下注油, 但储油柜不真空注油	参见制造厂“UCG 和 UCL 型有载分接开关《安装及试运行指南》”
		b) 真空状态下储油柜的注油	

E.6 分接选择器及转换选择器的检修

分接选择器及转换选择器的检修步骤及工艺要求见表 E.10。

表 E.10 分接选择器及转换选择器的检修步骤及工艺要求

序号	检修步骤	工艺要求
1	检查分接选择器及转换选择器触头的闭合位置	应与电动机构工作位置一致
2	<p>检查分接开关连接导线是否正确, 分接引线连接示意如图 E.11。绝缘触头筒 (C 型、III 型和 G 选择器) 或杆 (I 型选择器) 有无损伤或变形, 紧固件是否紧固, 连接导线的松紧程度是否使分接选择器受力变形</p>  <p>图 E.11 分接引线连接示意</p>	<p>连接正确, 绝缘件无损伤, 分接选择器无受力变形</p>
3	检查绝缘触头筒或杆与任一引线之间是否有足够大的绝缘距离	建议该距离不小于 50 mm
4	检查传动机构是否完好	完好无损
5	手摇分接选择器 1→n 和 n→1 方向分接变换, 逐档检查分接选择器触头分、合动作及啮合情况, 触头接触是否符合要求	分合慢动作应平滑渐进
6	检查分接选择器动静触头有无烧伤痕迹与变形	动静触头应无烧伤痕迹与变形

E.7 分接开关与电动机构的连接

分接开关与电动机构连接的步骤及工艺要求见表 E.11。

E.8 电动机构的检修

E.8.1 电动机构功能

电动机构的功能检修步骤及工艺要求见表 E.12。

表 E.11 分接开关与电动机构连接的步骤及工艺要求

序号	检修步骤	工艺要求
1	分接开关与电动机构应在相同的工作位置进行传动轴的连接	
2	手动操作 $1 \rightarrow n$ 或 $n \rightarrow 1$ 方向分接变换, 记录切换开关切换时 (以切换响声为据) 的转动圈数 m	
3	<p>a) 与切换开关切换时的正确转动圈数比较, 若转动圈数正确, 说明连接正确; 若圈数不对, 则应拆开连轴头, 脱开分接开关与电动机构的垂直转动轴, 按下列方法调整:</p> <p>1) BUL 型, 调整圈数 $x = (10 - \text{切换开关动作时的转动圈数 } m)$。</p> <p>2) BUE 型, 调整圈数 $x = (10 - \text{切换开关动作时的转动圈数 } m)$</p>	<p>BUL 型电动机构, 如图 E.12, 切换开关在 10 圈左右切换 (总圈数为 15 圈)。</p> <p>BUE 型电动机构, 如图 E.13, 切换开关在 17 圈左右切换 (总圈数为 25 圈)</p>
	<p>b) ABB 分接开关采用的是多孔连轴头结构, 其最小可调整圈数为 0.05 圈 (BUL) 和 2/15 圈 (BUE):</p> <p>1) 若 x 为正数, 则朝着原操作方向转动 x 圈。</p> <p>2) 若 x 为负数, 则朝着相反操作方向转动 x 圈</p>	
4	重新装上连轴头, 恢复连接分接开关与电动机构的垂直传动轴	
5	重复操作步骤 2, 再次检查, 确认分接开关与电动机构连接正确	

表 E.11 (续)

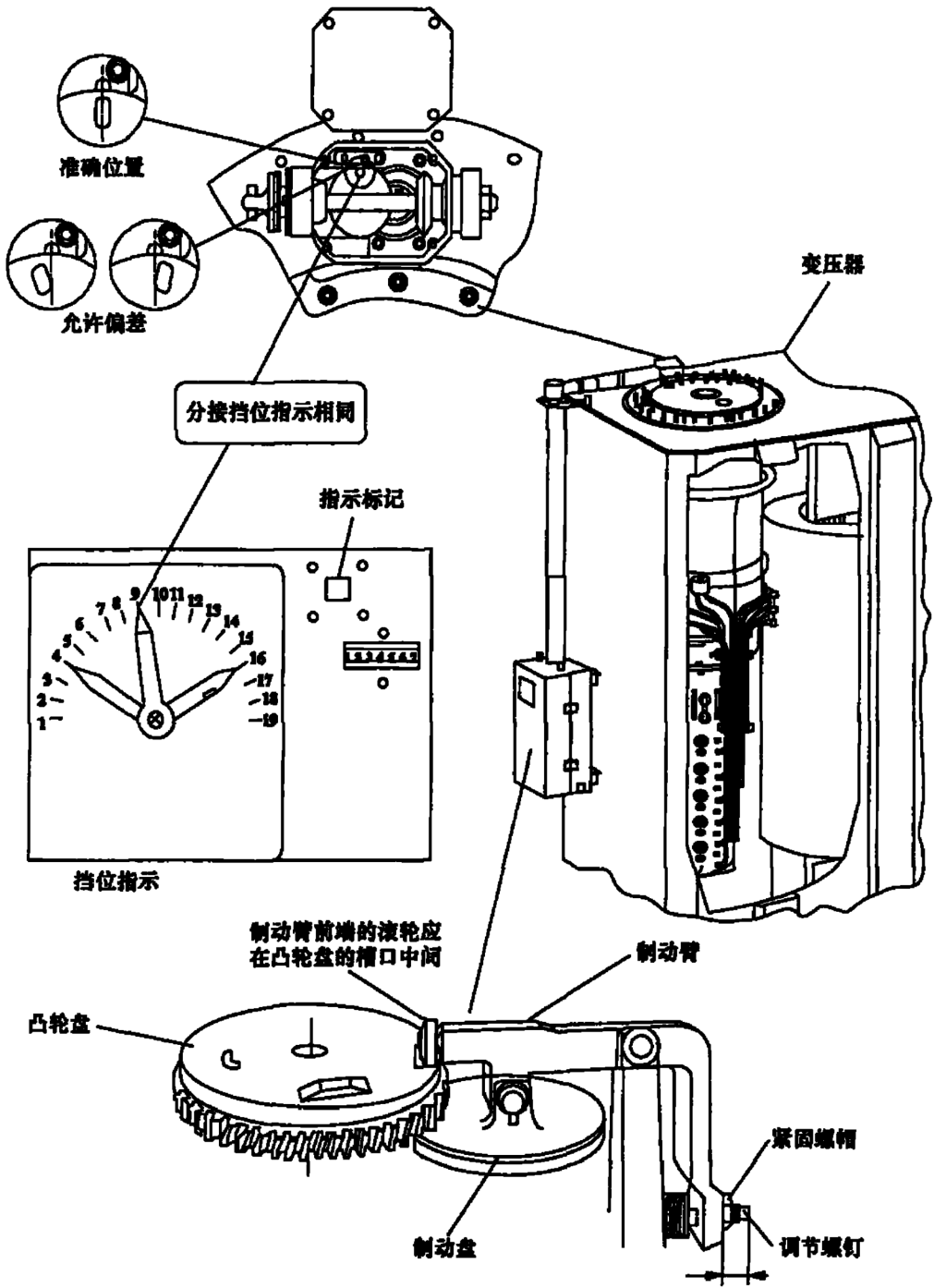
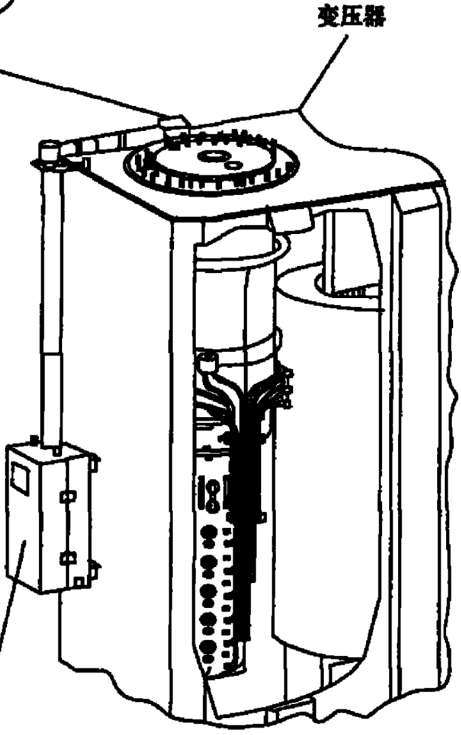
序号	检修步骤	工艺要求
		

图 E.12 配 BUL 电动机构的 UCG、UCL 型分接开关的挡位调整

表 E.11 (续)

序号	检修步骤	工艺要求
	<p>准确位置</p> <p>允许偏差</p> <p>变压器</p> <p>分接挡位指示相同</p> <p>挡位指示</p> <p>制动盘</p> <p>调整螺帽</p> <p>标记</p> <p>制动器</p>	

图 E.13 配 BUE 电动机构的 UCG、UCL 型分接开关的挡位调整

表 E.12 电动机构功能检修的步骤及工艺要求

序号	检修项目	检修步骤	工艺要求
1	电机保护功能	a) 检查电机保护开关是否设定在适应的电流范围内	在电机的铭牌上注明了电机的额定电流值
		b) 检查电机保护开关的脱扣时间, 对三相交流电机, 断开其中的一个相位, 断开时间继电器, 执行一次上升或下降操作来检查电机保护开关是否能在 60 s 内脱扣	要求在 60 s 内脱扣
2	计数器功能	检查上升和下降操作时计数器的功能是否正常, 以及计数器臂是否紧固在轴上	每上升和下降操作一次, 计数器向前进一位
3	加热器功能	用手触摸加热器, 检查其工作是否正常	只要感觉发热即可
4	齿形带松紧程度	a) 检查齿形带是否有干裂裂纹, 是否有损坏或老化的皮带脱落	应无干裂裂纹, 无损坏或老化的皮带脱落; 若需更换皮带, 请联络制造厂
		b) 如果齿形带无损, 则检查齿形带张力是否足够。将一量尺放置在皮带上, 用弹簧秤钩住皮带的中心, 按照规定的压力向下拉, 在拉力的作用下, 皮带与两齿之间的距离不得超过规定值	BUL 型负载达 6 N 时, 齿带伸长 2 mm; BUL 型负载达 10 N 时, 齿带伸长 5 mm
		c) 如果皮带需要张紧, 则需要松开并调节电机的位置	
		d) 再做一次检查, 确定皮带张力是否正确	
5	电气连接	检查机构箱内电气元件触头接触是否正常、可靠, 接头是否松动; 检查接线端子排上接线是否松动	电气元件触头接触正常、可靠, 接头不得松动; 接线端子排上接线不得松动

E.8.2 位置变送器

位置变送器的检修步骤及工艺要求见表 E.13、表 E.14。

表 E.13 BUL 电动机构位置变送器检修的步骤及工艺要求

序号	检修步骤	工艺要求
1	如果位置变送器和其他位置开关积有灰尘, 在不拆除多位置开关的情况下, 用真空吸尘器清洁电路板和透明保护罩	注意断电后方能操作。BUL 位置变送器见图 E.14

表 E.13 (续)

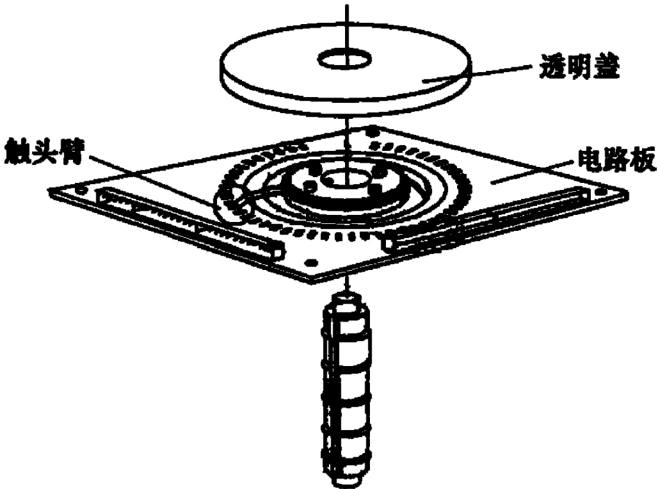
序号	检修步骤	工艺要求
2	在所有分接位置上检查其触头接触功能，确保动作正确	
3	触头无须进行调整	
		
图 E.14 BUL 位置变送器		

表 E.14 BUE 电动机构位置变送器检修的步骤及工艺要求

序号	检修步骤	工艺要求
1	用干布擦拭触头盘及触头臂，清除多位置中的灰尘	
2	检查多位置开关板上所有动触头内的弹簧力，用目测的方法检查螺母与触头臂之间的间隙是否在所有位置都达到设定要求	BUE 电动机构所有位置的动触头在螺母和触头臂之间应有 0.4 mm~1.2 mm 的间隙（见图 E.15）
3	若间隙达不到设定的要求，可用触头上的螺母进行调节	若需更换位置开关，参见制造厂“UCG、UCL、UCC、UCD 型有载分接开关《修理指南》”
4	在所有分接位置上检查其触头接触功能，确保动作正确	

表 E.14 (续)

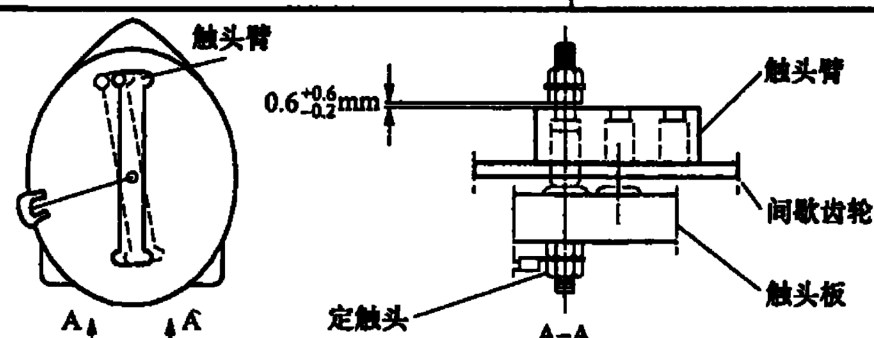
序号	检修步骤	工艺要求
		

图 E.15 BUE 触头臂的间隙

E.8.3 制动器

制动器的检修步骤及工艺要求见表 E.15、表 E.16。

表 E.15 BUL 电动机构制动器检修的步骤及工艺要求

序号	检修步骤	工艺要求
1	使电动机构运行，检查计数器动作臂是否对准凸轮盘中心，而制动器滚轮是否落入凸轮盘的凹槽中心；检查凸轮盘凹槽中心在距制动臂滚轮中心 2 mm 位置是否能够制动	计数器动作臂要对准凸轮盘中心，而制动器滚轮要落入凸轮盘的凹槽中心。BUL 电动机构制动器见图 E.16
2	如果在偏差范围内不能制动的話，松开制动臂下部的锁定螺母，调整调节螺栓，对制动力进行调整：拧开螺母，顺时针上紧调节螺栓可以提前制动；逆时针松开调节螺栓使制动减弱	若将制动器调整到最小 15 mm 时，电动机构仍不能停止，请与制造厂联系
3	调整完成后，紧锁锁紧螺母	应该达到制动要求
4	重新做一次测试，检查制动器是否达到上述制动作用，若不行，则要拆下清洁、调整	
5	重新安装制动器	若仍然达不到要求，请联络制造厂

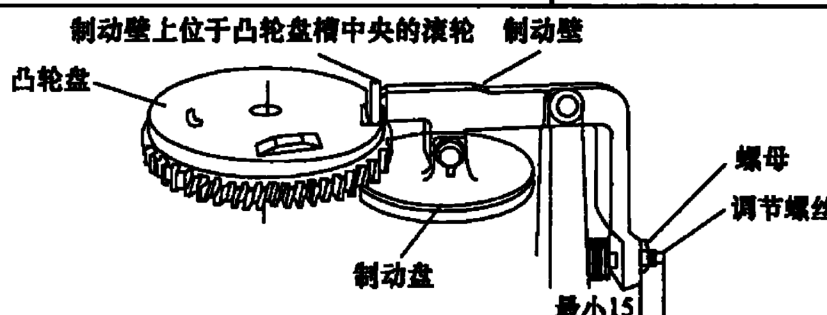


图 E.16 BUL 电动机构制动器的调整

表 E.16 BUE 电动机构制动器检修的步骤及工艺要求

序号	检修步骤	工艺要求	
1	检查指示标识旗在制动状态时文字指示位置是否停在正中	a) 若没有达到正中位置, 则须放松弹簧的力度来进行调节 b) 若超过正中位置, 则须张紧弹簧的力度来进行调节	应在正中, BUE 电动机构制动器见图 E.17 制动盘上的红线与制动片上的红线偏差不得超过 $\pm 25^\circ$
	2	检查制动盘位置是否对称	a) 擦掉制动盘上的润滑脂
b) 分别检查升操作和降操作时, 制动盘位置是否对称(制动盘上的红线与制动片上的红线位置是否有偏差)			
c) 若超过偏差, 则可通过张紧或放松制动器上的两个弹簧螺栓来调整制动器的弹簧弹力			当弹簧长度调整到 35 mm, 制动器已完全张开, 但电动驱动仍不能停止时, 须修理制动盘或更换制动片。请联络制造厂
d) 用手柄操作电动机构, 直到制动器完全张开, 测量弹簧长度			
3	重新做一次测试, 若制动器仍无法达到制动作用, 则可能是制动器里有油或润滑脂, 需要进行清洁	清洁制动盘时, 注意切断电源	
	重新安装制动器, 调整制动器的弹簧弹力, 直到使电动机构能在上述偏差范围内停止工作		

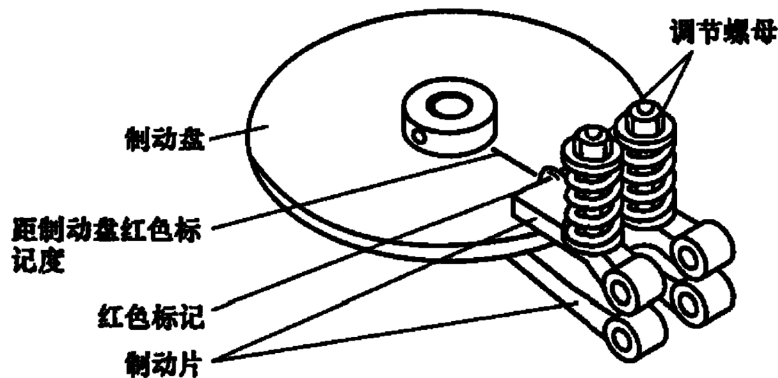


图 E.17 BUE 电动机构制动器的调整

E.8.4 电动机构润滑

电动机构润滑的检修步骤及工艺要求见表 E.17。

表 E.17 电动机构润滑检修的步骤及工艺要求

序号	检修步骤		工艺要求
1	BUL 电动机构	在正常运行状态下，用建议的润滑脂润滑间隙齿轮、手柄轴伞齿轮、挡位指示器；其他轴承有永久性润滑油，不需要添加润滑脂	普通滚珠轴承和滚针轴承用油。 BUL 电动机构结构见图 E.18
2	BUE 电动机构	制动垫块和连杆的轴承点，需要用建议的润滑脂稍微润滑 间隙齿轮的磨损表面、齿轮轴、凸轮盘也需适当润滑	普通滚珠轴承和滚针轴承用油。 BUE 电动机构结构见图 E.19

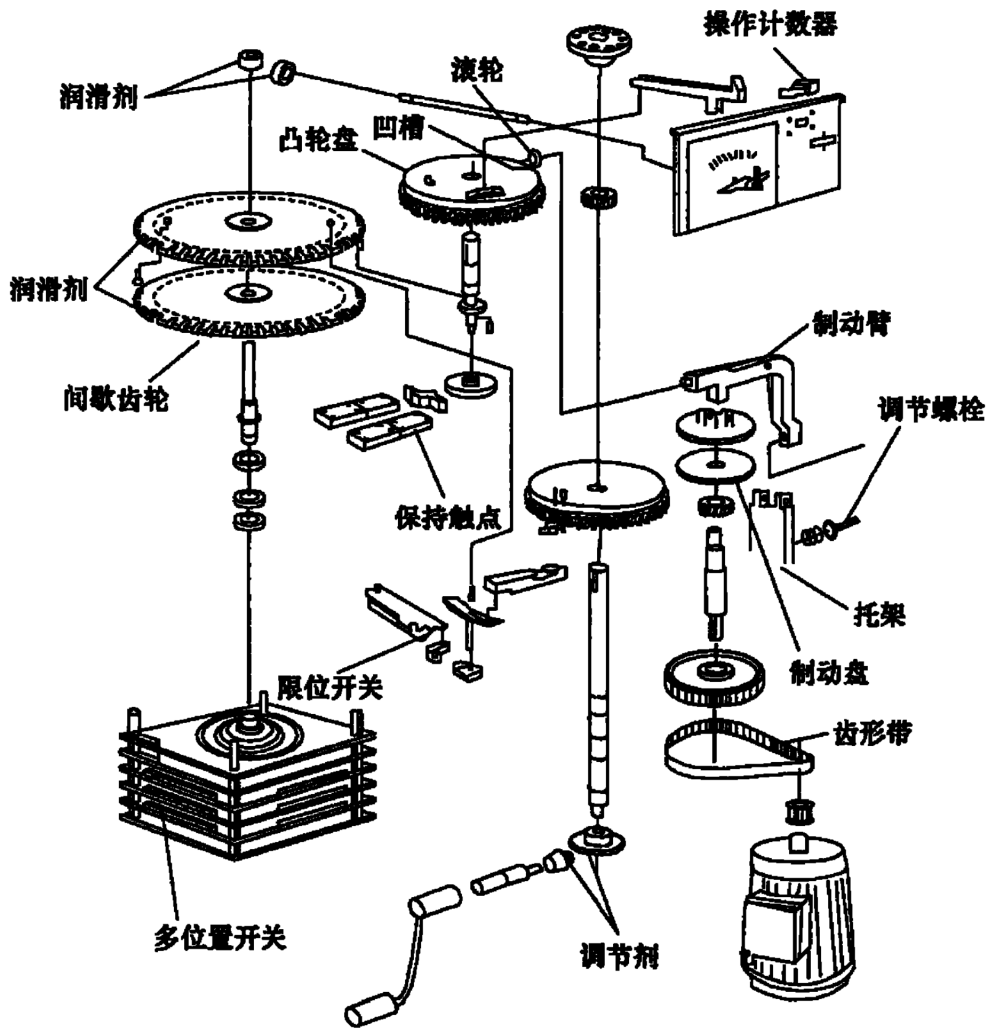
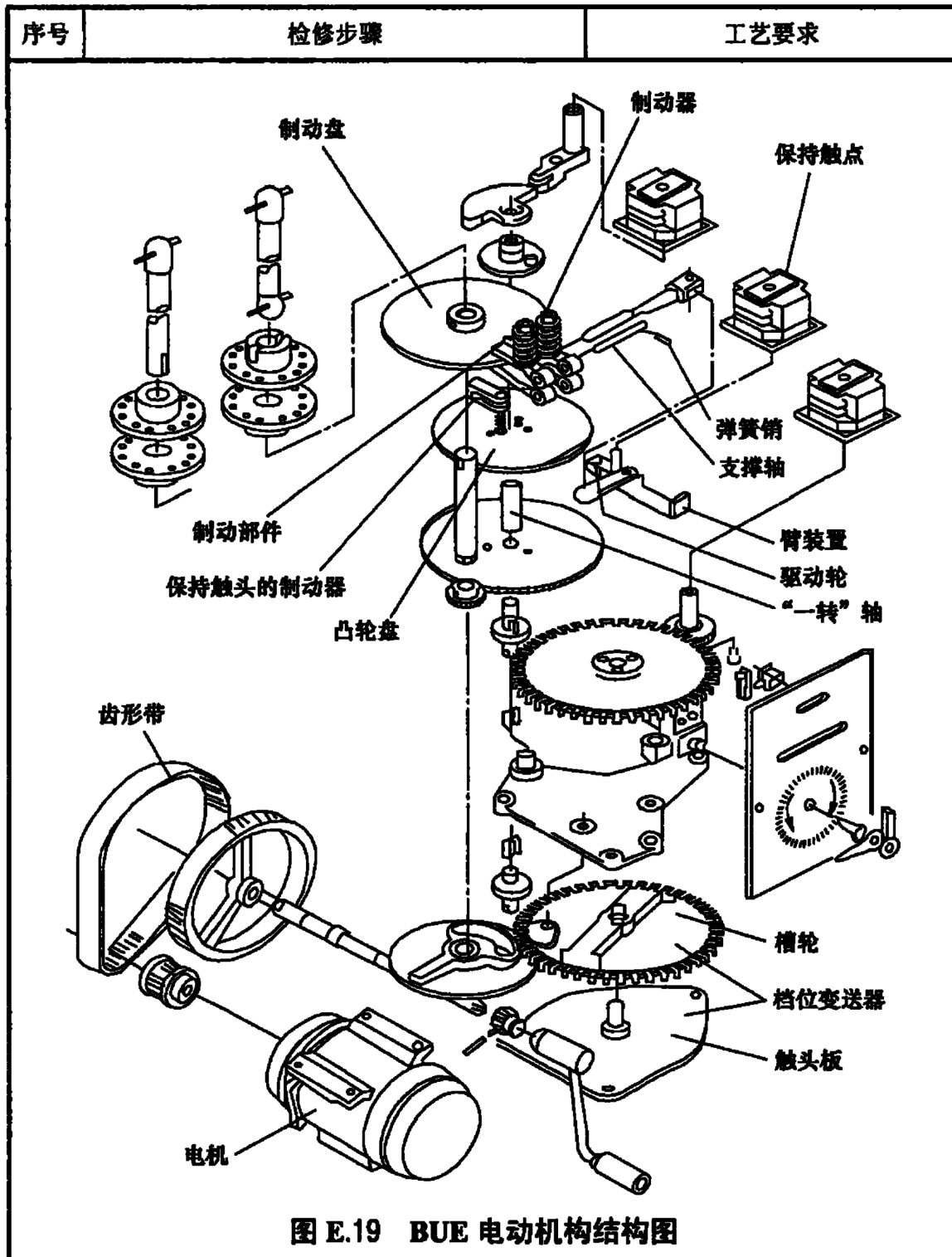


图 E.18 BUL 电动机构结构图

表 E.17 (续)



E.8.5 操作功能试验

操作功能试验的步骤及工艺要求见表 E.18。

表 E.18 操作功能试验的步骤及工艺要求

序号	检修步骤	工艺要求
1	在所有分接位置手动操作电动机构，再电动操作，检查其是否具有手动和电动操作功能	具有手动和电动操作功能
2	操作电动机构，从一端的极限位置到另一端的极限位置。检查在极限位置时，电动操作是否起作用	电动操作不应该起作用
3	用手柄来检查是否有机机械极限限位的止动功能	在两端的极限位置都有止动功能
4	在调控范围中间的一个位置，检查确认该装置在手柄插入的状态下是否能带电运作	该装置不可在手柄插入的状态下带电运作
5	发出一个升或降的信号，当电动机构启动约 1 s 后，按下紧急停止按钮，检查电动机构是否具有紧急停机功能；顺时针方向转动按钮头部，复位紧急停止按钮，合上电机保护开关，检查电动机构是否动做到操作完成	电动机构工作中断，紧急停机；电动机构继续动作到操作完成
6	检查滑挡保护功能：先拆下“X4:1”和“X4:2”端子间的短接片，然后提供一个持续的“升或降”的脉冲，电动机构将在第四个操作结束之前停机。此项检查建议在极限位置前五挡位进行	时间继电器上的红灯指示此功能生效
	复位时间继电器，合上电机保护开关，恢复接线端子的连接，然后提供一个持续的“升”的脉冲，检查分接开关是否只运行一个位置；在下降位置重复操作检查一次	每次只运行一个位置
7	用蜂鸣器检查位置变送器和其他多位置开关的触头接触性能	

E.9 换触头

换触头由制造厂进行。

E.10 检修专用工具

开关维护、检修时用到的一些专用吊具、锁紧装置及工具详见制造厂“有载分接开关及电动机构的《安装及试运行指南》《维护指南》《修理指南》”。

附录 F
(资料性附录)
UB 型有载分接开关检修工艺

F.1 技术参数**F.1.1 分接开关技术参数**

分接开关技术参数见表 F.1。

表 F.1 UB 型有载分接开关技术参数

序号	参数名称	技术数据	
1	分接开关型号	UB	
2	调压方式	L (线性), R (正/反), D (粗/细)	
3	相数	三相	
4	最大额定通过电流 A	500	
5	最高额定级电压 V	1500	
6	最多分接位置数	线性调压: 14	正/反, 粗/细调压: 27
7	对地和相间最高额定雷电冲击耐压 kV	350	
8	对地和相间最高额定工频耐压 kV	140	
9	相间最高工作电压 kV	80	
10	调压绕组最高额定雷电冲击耐压 kV	200	

表 F.1 (续)

序号	参数名称		技术数据	
11	切换开关油室 kPa		最大允许压差 100	
12	机械寿命 (切换次数) 万次		>50	
13	触头寿命 (操作次数, 随负载电流变化) 万次		25~50	
14	检修年限		每 5 年或 1/5 的触头寿命	
15	干燥处理		热风、真空或气相干燥, 最高温度 135 ℃	
16	油重 kg		120~150	
17	总重 kg		260~305	
18	配用电动机构		BUL 或 BUE	
19	控制回路 标准配置	控制	就地/远方转换开关 (电动机构箱内)	
			上升/下降控制开关 (电动机构箱内)	
			手动操作手柄 (电动机构箱内)	
			就地急停按钮 (电动机构箱内)	
				远方升/降控制
				远方急停控制
		保护	极限位置保护	
			相序保护	
			步进控制	
			手动/自动联锁保护	
			过电流闭锁	
		滑挡保护		

表 F.1 (续)

序号	参数名称		技术数据
19	控制回路 标准配置	信号	步进控制信号
			极限位置信号
			报警信号(远方急停,就地急停,电机过载等)
			BCD 码(若选数码显示器,为标准配置)

F.1.2 分接开关其他主要参数

F.1.2.1 触头各单触点的接触电阻不大于 $500 \mu\Omega$;

F.1.2.2 切换开关的油中切换时间(直流示波检查)为 $42 \text{ ms} \sim 52 \text{ ms}$;

F.1.2.3 分接开关在负载电流为最大额定通过电流的 1.2 倍条件下,触头对周围油的温升不超过 20 K ;

F.1.2.4 分接开关在操作总次数中,最多允许 3% 次,负载电流最大可以达到额定通过电流的 1.5 倍。

F.2 检修周期

分接开关分接变换次数达到触头寿命的 $1/5$ 次时或每 5 年~7 年(按铭牌上规定的时间)一次。

更换触头由制造厂进行。

F.3 变压器吊罩时分接开关的拆装

参见附录 E 中 UC 型分接开关 E.3 条,有两点不同:

——UB 型开关检修时,需将分接开关调整到出厂铭牌中标明的检修位置;

——对于夹件式安装的 UB 型开关,在吊罩时所用的专用吊具,不同于 UC 型开关。

F.4 选择开关的吊芯检修

F.4.1 选择开关的拆装

UBBRT 型有载分接开关的总体布置如图 F.1。
选择开关拆装的工艺和要求见表 F.2。

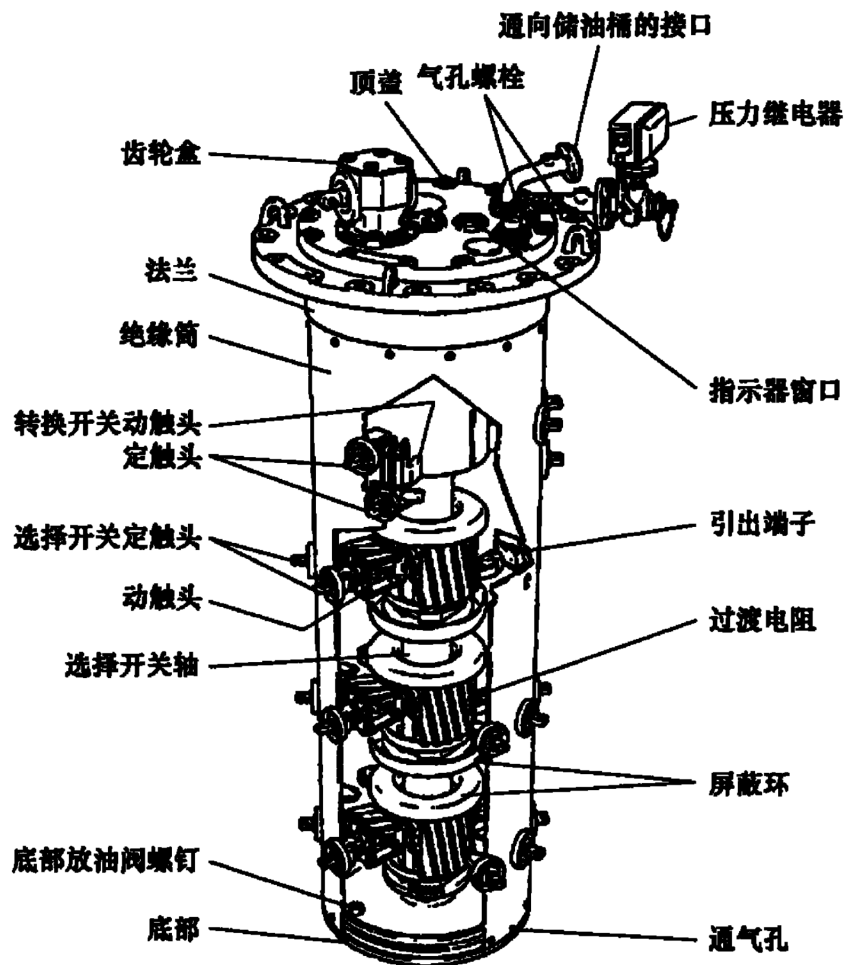


图 F.1 UBBRT 型有载分接开关的总体布置图

F.4.2 快速机构检修

快速机构检修步骤及工艺要求见表 F.3。

表 F.2 选择开关拆装的步骤及工艺要求

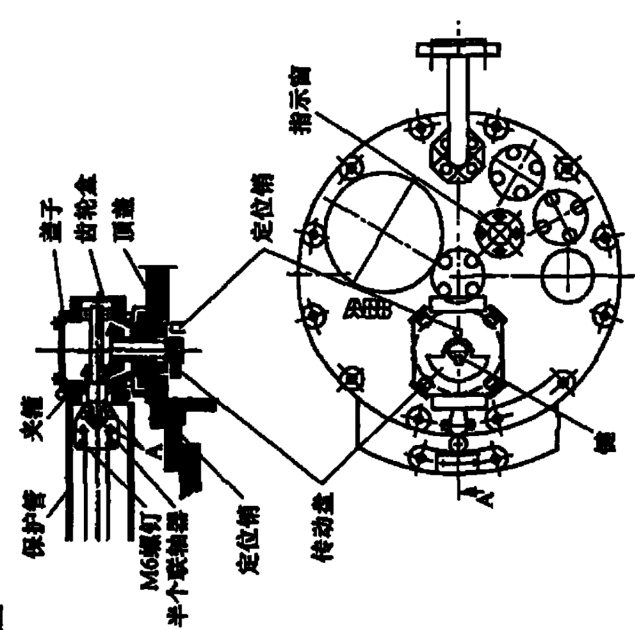
序号	检修步骤	工艺要求
1	将分接开关调整到检修位置	按铭牌上标明的检修位置
2	打开排油管阀门, 排尽开关油室内的绝缘油	
3	拆除与开关顶盖相连的连接管	
4	松开传动轴上防护管的夹子, 从齿轮盒处推开防护管, 拆除水平传动轴	
5	<p>开关顶盖示意图见图 F.2。拧下开关油室顶盖上的螺栓, 拆除开关油室顶盖</p> 	<p>水平移开顶盖前, 先将其吊升约 100 mm, 拆下的顶盖存放时, 注意保护密封面</p>

图 F.2 开关顶盖示意图

表 F.2 (续)

序号	检修步骤	工艺要求
6	<p>拧开基板四角上的 4 个 M8 螺钉，拆卸开关快速机构，如图 F.3 所示</p>	<p>如果基板压得太紧，可以用两个 M10X30 的六角螺钉来松开。把螺钉安装在选择开关上部的两个孔隙中，见图 F.4。上紧螺丝，基板就会受压上抬，当拆下基板后，立即拧下螺钉</p>

图 F.3 快速机构安装图

表 F.2 (续)

序号	检修步骤	工艺要求
6		
7	<p>a) 用拆除定触头的专用工具, 拆除电流引出端子旁边的定触头, 如图 F.5 所示;</p> <p>b) 所拆定触头的位置是按顺时针方向, 电流引出端子边的一个或两个定触头;</p>	<p>对于 12 或 14 个定触头的选择开关, 每相应拆卸两个定触头片; 对于 10 个定触头的选择开关, 每相只拆卸一个定触头片</p>

图 F.4 基板的拆卸

表 F.2 (续)

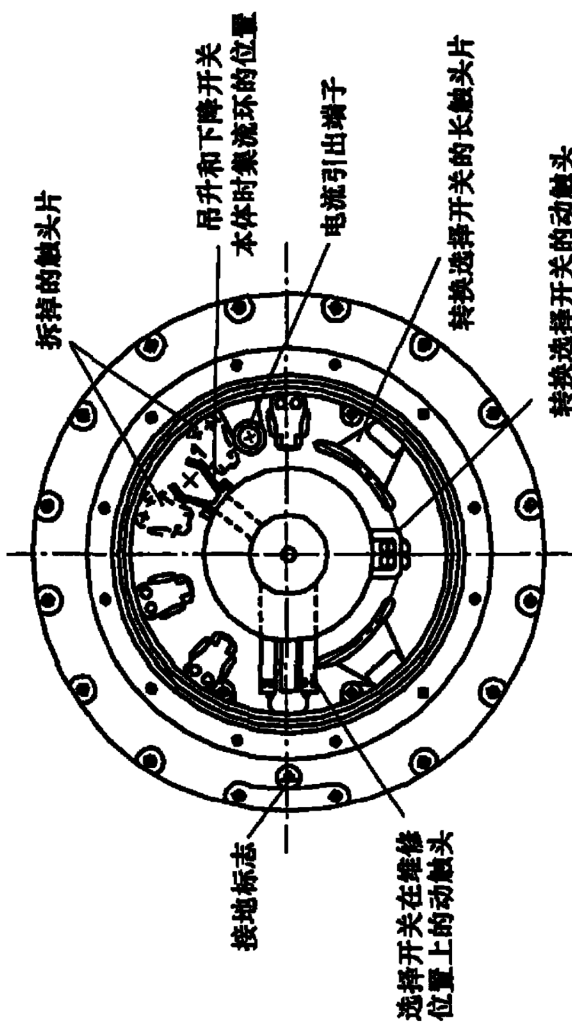
序号	检修步骤	工艺要求
定触头 拆卸	<p>c) 调整专用触头吊具的触头夹持器 (见图 F.6 和图 F.7), 用其夹住上部相位 (A 相) 的定触头片;</p> <p>d) 用专用螺旋工具 (见图 F.8) 拧开定触头片上的 2 个 M6 螺钉;</p> <p>e) 提起触头夹持器, 取下定触头片、M6 螺钉;</p> <p>f) 用相同的方法拆除另两相的定触头片</p>	<p>对于 10、12 和 14 个定触头的选择开关, 触头夹持器板簧应分别调整到尺寸 B 为 41+1/0、36+2/0 和 31+1/0</p>
7	 <p>The diagram illustrates the internal structure of a selector switch core. It features a central hub with multiple contact points arranged in a circular pattern. Key components are labeled as follows:</p> <ul style="list-style-type: none"> 拆掉的触头片 (Removed contact plate): Points to the outermost contact rings. 吊升和下降开关本体时集流环的位置 (Position of the collector ring when the selector switch is raised and lowered): Points to the central hub area. 电流引出端子 (Current引出端子): Points to the terminals on the outer ring. 转换选择开关的长触头片 (Long contact plate of the selector switch): Points to the inner contact rings. 转换选择开关的动触头 (Moving contact of the selector switch): Points to the central contact assembly. 接地标志 (Grounding mark): Points to a specific contact point. 选择开关在维修位置上的动触头 (Moving contact of the selector switch in the maintenance position): Points to the central contact assembly in a specific orientation. 	

图 F.5 选择开关吊芯位置

表 F.2 (续)

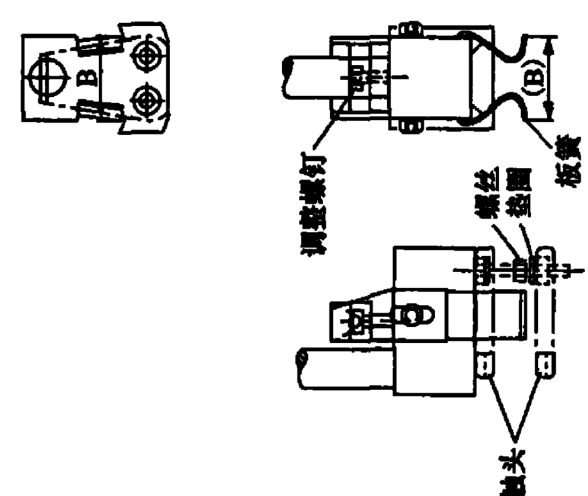
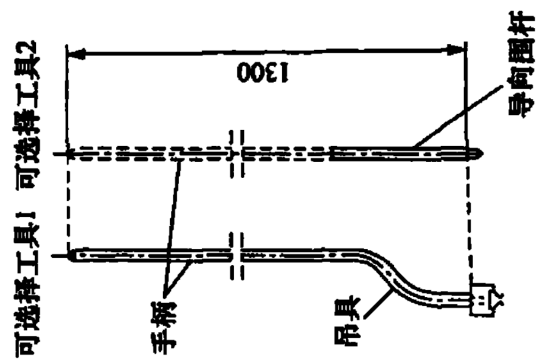
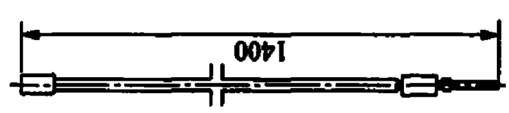
序号	检修步骤	工艺要求
7	 <p>触头 调整螺钉 螺母 垫圈 板簧 (B)</p>	 <p>可选择工具1 可选择工具2 手柄 吊具 导向围杆 1300</p>  <p>1400 螺旋工具</p>

图 F.6 触头夹持器尺寸示意图

图 F.7 触头夹具及导向杆

图 F.8 螺旋工具

表 F.2 (续)

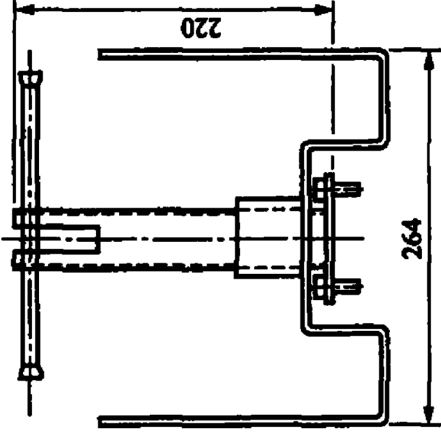
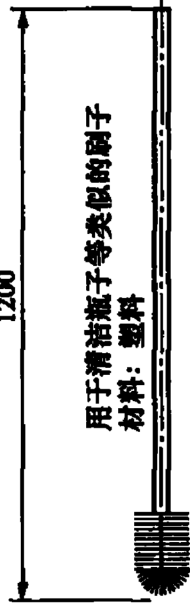
序号	检修步骤	工艺要求
8	<p>起吊选择开关芯体</p> <ol style="list-style-type: none"> 记录选择开关和转换选择开关相互间的位置, 作为复装依据; 将起吊和操作工具 (见图 F.9), 固定在选择开关上端的 2 个 M8 孔上; 顺时针转动选择开关, 使动触头转到拆除的定触头的位置上; 将极性选择器的动触头转到两个长定触头之间; 小心吊起选择开关, 直到集流环离开电流引出端子, 把集流环推到拆除的定触头的位置; 吊出选择开关本体 	 <p>图 F.9 选择开关起吊、操作工具</p> <p>注意: 不得碰伤选择开关上的部件</p>
9	<p>清洁选择开关本体及油室</p> <ol style="list-style-type: none"> 刷除开关上所有的碳质沉淀物, 用新油进行重洗; 清洁选择开关主轴内部时, 使用刷子 (见图 F.10) 一边转动一边上下刷洗; 注入新油重洗内部, 将选择开关移开, 清洁开关油室筒; 转动油室筒, 用刷子上下刷洗, 刷去碳质沉淀物, 用新油冲洗; 用不起毛的抹布擦去绝缘筒底部残余的油 	 <p>图 F.10 清洁主轴用刷子</p>

表 F.3 快速机构检修的步骤及工艺要求

序号	检修步骤	工艺要求
1	清洗快速机构	
2	检查各机械传动的动作是否灵活及磨损情况，复紧各个紧固件	动作灵活，无卡滞
3	检查拉伸弹簧是否变形及拉力情况，如不良应更换	无变形
4	调整快速机构到原来的位置	

F.4.3 选择开关本体检修

选择开关本体的检修工艺和要求见表 F.4。

表 F.4 选择开关本体的步骤及工艺要求

序号	检修步骤		工艺要求
1	过渡电阻的检修	检查电阻丝与动触头的连接是否可靠，电阻丝是否松动；在过渡触头与主触头之间测量过渡电阻值	电阻丝与动触头的连接可靠，电阻丝无松动；阻值与铭牌值比较偏差不大于±10%
2	转换选择开关的检修	检查转换选择开关的转动是否灵活，其动触头是否弯曲变形及磨损	动作灵活，无卡滞，无变形
3	动触头组的检修	a) 检查每相动触头组支架与主轴是否牢固	应牢固
		b) 检查主触头的磨损情况	
		c) 检查弧动触头的磨损情况，测量触头滚子的直径，将测量数值记录下来，以便和下一次检修状况进行比较。将测量数值与检修说明书中的数值比较，以确定是否应在此同时进行触头更换	参见制造厂“UBB型有载分接开关、BUE与BUL型电动驱动机构《维护指南》”
4	定触头的检修	检查定触头的磨损情况，将测量数值记录下来，以便和下一次检修状况进行比较。将测量数值与检修说明书中的数值比较，以确定是否应在此同时进行触头更换	参见制造厂“UBB型有载分接开关、BUE与BUL型电动驱动机构《维护指南》”

F.4.4 选择开关本体的复装

选择开关本体的复装工艺和要求见表 F.5。

表 F.5 选择开关本体复装的步骤及工艺要求

序号	检修步骤	工艺要求
1	检查选择开关油室中是否遗留异物	没有异物
2	将导向圆杆（参见图 F.7）放在选择开关油室底部中央孔中	
3	将起吊和操作工具固定在选择开关上端的两个 M8 孔上	
4	吊起选择开关本体，在放入油室前，动触头和集流环应当放在定触头片拆掉后形成的空隙中，转换选择开关的动触头放在两个长定触头间	
5	小心放下选择开关，直到集流环略高于电流引出端子，把集流环转到引出端子正上方	如果需要调整，可以使用螺旋工具
6	继续下落选择开关，检查本体底部是否进入底部轴承，集流环是否插入端子	如果对接不良，吊起开关重新调整，直至到位
7	用操作工具的外壁将转换选择开关动触头转到与之对应的定触头的位置	
8	用同一工具，将选择开关转到动触头与维修位置的定触头对应位置	
9	检查转换选择开关和选择开关是否回到起吊前所作标记的位置	
10	拆掉操作工具和导向圆杆	
11	用专用工具重新安装拆卸下来的定触头片	
12	重新安装快速机构，确保极性选择器上部的拨柱进入位置选择器槽轮的孔中	
13	重新安装“O”形圈和顶盖，要求齿轮盒的连接销对着法兰上的接地标志，并加以紧固	更换新的“O”形圈； 紧固力矩为 12 N·m
14	通过顶盖上部指示窗显示的数字，检查分接开关是否在维修位置，电动机构是否也在相同的指示位置	应该在相同的维修位置

表 F.5 (续)

序号	检修步骤	工艺要求
15	装上顶盖，要求齿轮盒的连接销对着法兰上的接地标志，并加以紧固	
16	重新安装好连接管，驱动轴及附件	

F.5 分接开关与电动机构的连接

分接开关与电动机构的连接按照附录 E UC 型有载分接开关检修工艺 E.7 分接开关与电动机构的连接。

F.6 电动机构检修

电动机构检修按照附录 E UC 型有载分接开关检修工艺 E.8 电动机构的检修 (BUE 型或 BUL 型)。

F.7 触头更换

触头更换由制造厂进行。

附录 G
(资料性附录)
CZ 型真空熄弧干式有载分接开关

G.1 主要技术参数**G.1.1 分接开关技术参数**

分接开关技术参数见表 G1。

表 G.1 CZ 型真空熄弧干式有载分接开关技术参数

序号	参数名称		技术数据	
1	有载分接开关		CZ500	3×CZ500
2	相数		1	3
3	最大额定通过电流 A		500	
4	承受短路能力 kA	热稳定 (3 s)	5	
		动稳定 (峰值)	12.5	
5	最大额定级电压 V		900	
6	额定开断能力 kVA		250	
7	额定工作位置数		9, 7, 线性调压	
8	额定工作频率 Hz		50, 60	
9	对地绝缘水平 kV	设备最高电压 U_m	40.5	
		工频耐受电压 (kV/1 min)	70	
		额定雷电冲击试验电压 (1.2/50 μ s)	200	

表 G.1 (续)

序号	参数名称			技术数据
10	内部 绝缘 水平	级间 kV	工频耐受电压 (kV/1 min)	5
			额定雷电冲击试验电压 (1.2/50 μ s)	20
		最大最小 分接间 kV	工频耐受电压 (kV/1 min)	20
			额定雷电冲击试验电压 (1.2/50 μ s)	80
11	工作环境温度 ℃			-25~+65
12	工作环境介质			空气
13	配用电动机构			SHM-1
14	电气寿命 万次			≥ 10 (受真空灭弧室性能限制)
15	机械寿命 万次			不低于 80 万次
16	质量 kg			约 80 约 240

G.1.2 分接开关其他主要参数

G.1.2.1 额定开断能力

开关的额定开断能力是由开关的电路结构和真空灭弧室的开断能力所决定的。

G.1.2.2 最大开断能力

根据 GB 10230 和 IEC 60214 标准要求, 最大开断能力等于 2 倍的额定电流与相关级电压的乘积。

G.1.2.3 环境温度

CZ 型分接开关的设计适用于工作在环境温度为 $-25\text{ }^{\circ}\text{C} \sim$

+65 ℃，使用部门应采取适当措施防止在分接开关上产生冷凝和结露。

G.1.2.4 绝缘水平

开关的绝缘水平分为对地绝缘水平和内部绝缘水平，对地绝缘是按 35 kV 绝缘水平来设计的。其内部绝缘水平是按满足常规干式变压器各部分绝缘水平来设计的，其值见表 G.2。

表 G.2 开关的绝缘水平

序号	绝缘水平	工频耐受电压 (kV/1 min)	雷电冲击试验电压 (kV) (1.2/50 μs)
1	对地绝缘、相间绝缘 (Δ接)	70	200
2	相邻分接头间	50	20
3	最大最小分接间	20	85

注：若变压器置于接地的箱体内，应考虑分接开关带电部分与箱体间应有足够的对地绝缘距离

G.1.3 检修及维护周期

电阻式真空有载分接开关一般不需要大修，平时只进行维护工作，维护应由生产厂家的工程技术人员进行，未经许可不得擅自拆装开关内部的部件。

开关每操作 10000 次或运行第一年应进行一次维护，维护的内容包括：

- 检查紧固件是否出现松动；
- 清洁绝缘件表面的污垢；
- 在选择器和切换开关的触头处涂工业凡士林进行润滑，在开关机构的转动部位补充润滑脂，检查传动箱内润滑油；
- 检查各部分触头是否存在过度磨损，触头是否存在卡滞

和压力不足现象；

- 检查分接开关各分接位置是否正确、统一；
- 检查操动机构是否完好；
- 真空灭弧室的触头开距是否仍保持有 2 mm 以上，必要时应采用工频耐压方式来检查真空灭弧室的真空度，正常情况在断开位置动、静触头间应能耐受 4 kV、1 min 的工频耐压。

分接开关外形见图 G.1，结构示意图见图 G.2。

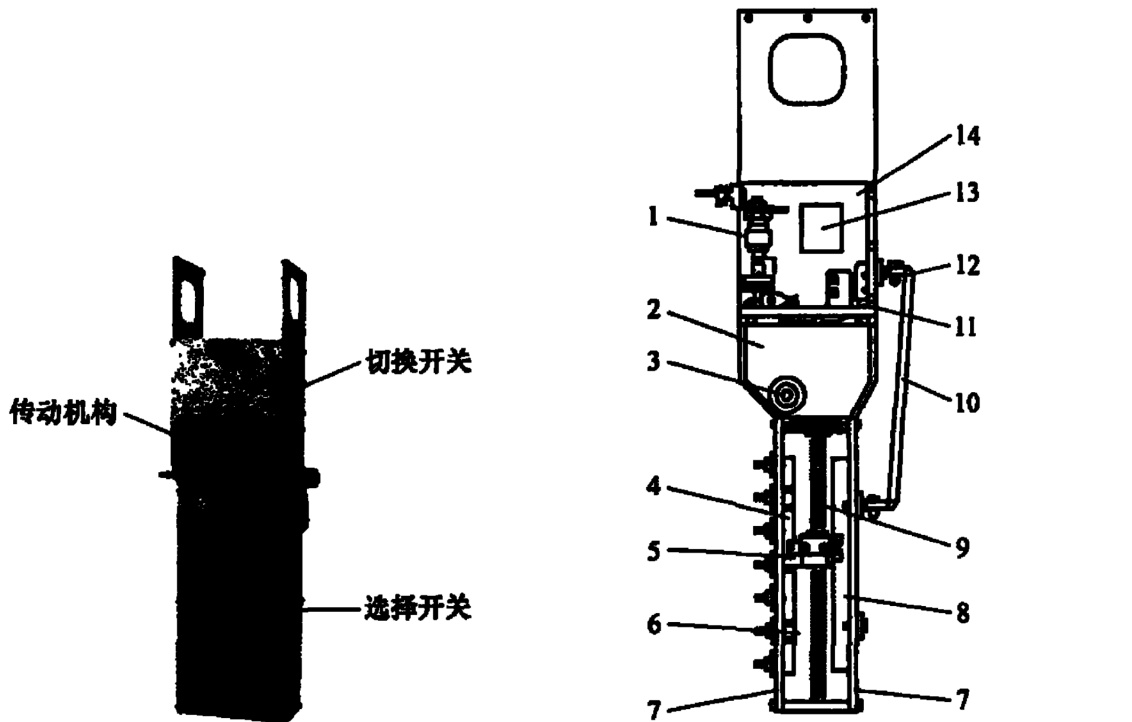


图 G.1 分接开关外形图

1—真空灭弧室；2—传动机构；3—轴；4—静触头；
5—动触头；6—分接选择器；7—绝缘板；8—导电排；
9—丝杆；10—导线；11—主动触头；12—主静触头；
13—过渡电阻；14—切换开关

图 G.2 分接开关结构示意图

附录 H (资料性附录)

BPK 型真空熄弧干式有载分接开关

H.1 技术数据

H.1.1 干式真空有载分接开关技术数据

干式真空有载分接开关技术参数见表 H.1。

表 H.1 干式真空有载分接开关技术参数

序号	参数名称	技术数据	
		BPK Δ 165-35/85-NF	BPKI200-35/85-NF
1	最大额定通过电流 A	165	200
2	额定电压 kV	35	
3	额定频率 Hz	50	
4	相数	三相	单相
5	最大级电压 V	2000	2000
6	连接方式	Y 接或 Δ 接	中部调压
7	短路试验电流 kA	3 kA 热稳定 (3 s)	
8	最高工作电压 kV	40.5	
9	对地绝缘	额定雷电冲击耐压 170 kV, 1.2/50 μs	
		额定工频耐压 85 kV, 5 min	
10	开关内绝缘	相间额定工频耐压 85 kV, 5 min	单相无

表 H.1 (续)

序号	参数名称	技术数据		
		BPK Δ 165-35/85-NF	BPKI200-35/85-NF	
10	开关内绝缘	相邻分接间额定工频耐压 5 kV, 持续时间 5 min		
		相间额定雷电冲击耐压 170 kV, 1.2/50 μs	单相无	
		相邻分接间额定雷电冲击耐压 20 kV, 1.2/50 μs		
11	电动机参数	电动机额定功率 W	250	250
		电动机额定电压 V	380 三相	380 三相
		电动机额定电流 A	0.8	0.8
		电动机额定频率 Hz	50	50
		电动机额定转速 r/min	1400	1400
12	每次切换操作手柄转动圈数 <i>n</i>	1	1	
13	每次切换电动机转动时间 <i>s</i>	6~8	6~8	
14	分接位置数	≤9	≤19	

H.1.2 分接开关其他主要参数

H.1.2.1 每对触头接触电阻不大于 500 μΩ。

H.1.2.2 分接开关总接触电阻不大于 2000 μΩ。

H.2 检查及维护周期

H.2.1 每年一次。

H.2.2 开关运行达到 5000 次。

H.2.3 二者以先达到为检修及维护周期。

H.3 安装与调试

H.3.1 安装

H.3.1.1 分接开关的安装是通过 $4\times M12$ 地脚螺栓固定。

H.3.1.2 分接开关的带电部位与变压器的带电部位在安装时，应保证最小距离 150 mm。

H.3.1.3 连接分接开关与变压器的连接导线都不应带有牵引力，且连接可靠，防止短接或虚接。

H.3.1.4 分接开关的安装应保证垂直地面。

H.3.1.5 根据变压器设计结构，分接开关与变压器的连接有两种形式可选择，见图 H.2。

H.3.1.6 安装完毕后，检查分接开关各部位运动是否灵活，紧固件是否松动，否则应予调整或紧固。

H.3.1.7 运行前，分接开关应在无负载下，进行手动和电动操作。手摇操作时，应在变压器无励磁和分接开关断路器断开的状态下进行。

H.3.2 调试

H.3.2.1 手动操作试验时，从水平输出轴抽出离合套，用专用摇把操作分接开关。将分接开关从 1 挡一直走到 N 挡，然后再返回，最后将分接开关停在 3 挡位置并装回离合套。

H.3.2.2 电动操作试验时，需要接上电源，此时一定要遵守安全规程，否则有致命的危险。

H.3.2.3 合上断路器后，信号灯 HL4 亮，当按动“升”或“降”按钮时，若信号灯 HL4 灭，说明相序接反，控制电路中断，不能启动。相序保护可以保证电动机的正反转符合分接开关的升、降档要求，防止电动机误动作。

H.3.2.4 检查电网电源的参数是否和电动机构的额定参数一致。

H.3.2.5 检查接入电动机电源相序是否正确，相序正确时，分接开关可以启动。

H.3.2.6 电动操作包括从分接开关本体上和自动控制器上进行。同样将分接开关从 1 挡一直走到 N 挡，然后再返回来。同时观察逐级控制，各种保护是否正常。透过分接开关视察窗查看操作位置，在任何情况下都不可超越终端位置。上述功能试验完成之后，一定要操作分接开关停在 3 挡位置。经上述安装调试后，确定分接开关的各项功能正常，方可投入运行。

H.4 检修及维护项目

H.4.1 检查及维护前注意事项

检查及维护前注意事项如下：

- a) 干式有载分接开关在正常运行中一般不需特别维护，仅限于定期的各项检查。如果分接开关发生操作问题，根据故障情况应及时停机并通知变压器厂或直接与分接开关厂家联系。
- b) 送电前应连接好高压跳闸，否则严禁送电。
- c) 分接开关出现故障，保护使高压跳闸，故障没有彻底排除不得送高压。
- d) 除尘、检查部件、润滑之前一定要确保变压器和分接开关已经做好下述各项准备：
 - 变压器停电；
 - 确保变压器不可能再励磁；
 - 保证不存在电压；
 - 接好对地短路装置。

分接开关的检修应该由分接开关制造厂的售后服务人员和经过培训的专业人员进行。这样可以保证检修是由专业人员进行的，并保证某些部件可以更新到最新的制造水平。

H.4.2 除尘

清除各零部件表面灰尘、污物，润滑点和绝缘间距要使用干布清理。

H.4.3 检查各部位

下列部位需要检查：

- 检查真空管在正常开距状态下的工频耐压是否符合要求，否则予以更换；
- 检查分接开关各运动部位是否灵活，紧固件是否松动，电器连接是否牢固可靠，否则应予以调整或紧固；
- 检查分接开关总接触电阻不大于 $2000\ \mu\Omega$ ；
- 检查分接开关的带电部位与变压器的带电部位应保证最小距离为 $150\ \text{mm}$ ；
- 连接分接开关与变压器的连接导线都不应带有牵引力，且连接可靠，防止短接或虚接；
- 分接开关应保证垂直地面；
- 检查分接开关各项功能试验完成之后，是否停在指定挡位。

H.4.4 润滑部件

下列部件需要润滑（优质美孚滑脂）：

- 齿轮、齿条；
- 镀银触头；
- 各滑动轴承和滚动轴承；
- 槽轮机构。

H.5 电动机构的检修

电动机构检修的步骤及工艺要求见表 H.2。

表 H.2 电动机构的检修步骤及工艺要求

序号	检修步骤	工艺要求
1	切断操作电源，对电动机构箱进行清扫，并检查电动机构箱体的密封性能	清洁，密封性良好，符合防潮、防尘、防小动物的要求
2	检查连线接头是否牢固，各元器件是否完好	连线接头牢固，元器件完好
3	检查电动机构、皮带轮箱、传动齿轮是否安装牢固，动作灵活，连接正确，无卡滞现象，对滑动接触部位应加适量润滑脂（刹车部位除外）	操作正确、灵活，观察孔内油位符合要求，刹车可靠
4	检查加热器及恒温控制器	完好无损
5	检查电机电源熔丝是否匹配	按说明书要求选取
6	检查电源相序是否正确	相序正确
7	检查电动机构与分接开关的分接位置指示是否一致	连接正确，位置一致
8	检查电动机构箱安装是否水平，垂直转轴是否垂直，传动轴的连接螺栓是否紧固，紧锁片是否锁定	动作灵活，无卡滞，连接可靠，锁紧片锁定
9	检查电动机构逐级控制性能	逐级分接变换可靠，不连动滑挡
10	检查电动机构的电气与机械限位装置是否正确	电气与机械限位闭锁正确可靠
11	检查电动机构手动与电动的联锁性能	联锁可靠
12	检查电动机构紧急脱扣装置	紧急脱扣可靠
13	检查电源中断后自动再启动性能	操作过程中操作电源中断恢复后电机能重新启动
14	检查电动机构操作方向指示、分接变换在运行中的指示、紧急断开电源指示、完成分接变换次数指示及就地和远控工作位置指示的正确性	所有指示均应一致正确
15	检查电气回路的绝缘性能，测量绝缘电阻	电气回路绝缘电阻大于 10 MΩ
16	电动机构手摇操作至少一个循环，动作灵活、正确，然后置于中间分接位置（整定工作位置），合上操作电源，电动操作至少一个循环	手动操作与电动操作均应正常

H.6 原理图

减速箱传动原理示意图见图 H.1。

BPK 型干式分接开关原理图见图 H.2。

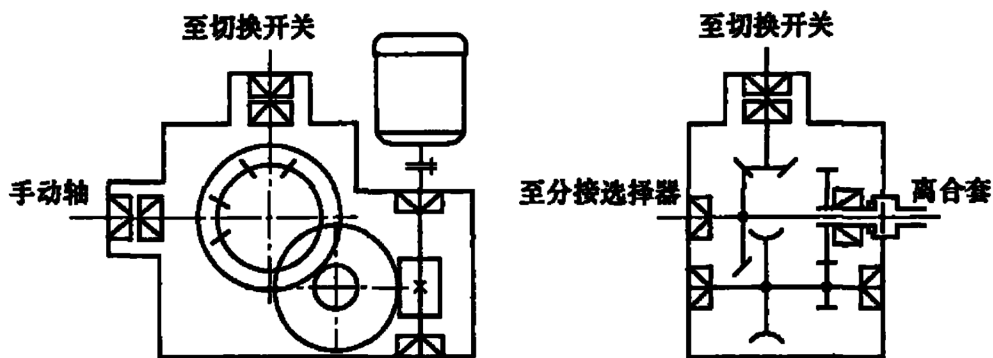
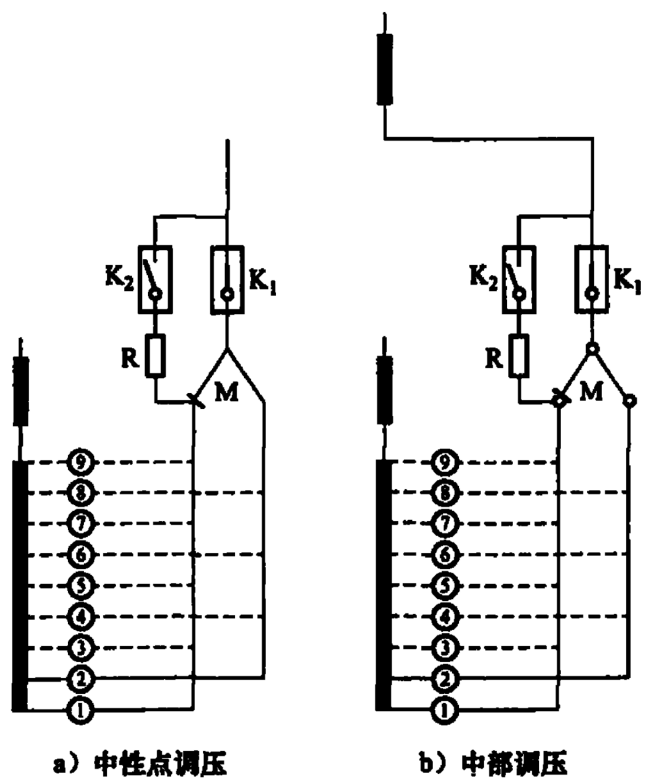


图 H.1 减速箱传动原理示意图



K_1 、 K_2 —真空开关管； R —过渡电阻； M —转换开关

图 H.2 BPK 型干式分接开关原理图

附录 I (资料性附录)

ZVM、ZVV 型真空有载分接开关检修工艺

I.1 技术数据

I.1.1 ZVM 型真空熄弧有载分接开关

ZVM 型真空熄弧有载分接开关技术数据见表 I.1。

表 I.1 ZVM 型真空熄弧有载分接开关技术数据

项	分类特征	I 或 III	I 或 III	I 或 III	I	I	I	
1	最大通过电流 A	300	500	600	800	1200	1500	
2	额定频率 Hz	50 或 60						
3	相数和联结方式	三相 Y 接中性点			单相任意连接			
4	最大额定级电压 V	3300						
5	额定级容量 kVA	1000	1400	1500	2640	3100	3500	
6	承受短路能力 kA	热稳定 (3 s 有效值)	6	8	8	16	24	24
		动稳定 (峰值)	15	20	20	40	60	60
7	分接开关绝缘水平 kV	额定电压	35	66	110	150	220	
		最高工作电压	40.5	72.5	126	170	252	
		工频试验电压 (50 Hz, 1 min)	85	140	230	325	460	
		冲击试验电压 (1.2/50 μs)	200	350	550	750	1050	
8	工作位置数	线性调: 7、10、12、14、16、18、22、34						
		正反调和粗细调: ±3~±17						

表 I.1 (续)

项	分类特征		I 或 III	I 或 III	I 或 III	I	I	I
9	分接选择器		按绝缘水平分为 4 种尺寸, 编号为 A、B、C、D					
10	切换开关油箱	工作压力	3×10^4 Pa					
		密封性能	6×10^4 Pa 24 h 不渗漏					
		超压保护	爆破盖 $(4 \sim 5) \times 10^5$ Pa					
		保护继电器	QJ4-25 整定油速 $1.0 \text{ m/s} \pm 10\%$					
11	配用电动机		ZD/MAE/MA7B					

I.1.2 ZVV 型真空熄弧有载分接开关

ZVV 型真空熄弧有载分接开关技术数据见表 I.2。

表 I.2 ZVV 型真空熄弧有载分接开关技术数据

项	分类特征		III350Y	III350D	I 350	III500Y	III500D	I 500
1	最大通过电流 A		350	350	350	500	500	500
2	额定频率 Hz		50 或 60					
3	相数和联结方式		中性点	任意连接	任意连接	中性点	任意连接	任意连接
4	最大额定级电压 V	10 个触头	2000			1500		
		12 个触头	2000			1400		
5	额定级容量 kVA	10 个触头	700			750		
		12 个触头	700			700		
6	承受短路能力 kA	热稳定 (3 s 有效值)	5			7		
		动稳定(峰值)	12.5			17.4		
7	分接开关绝缘水平 kV	最高工作电压	40.5	72.5	126	145		
		工频试验电压 (50 Hz, 1 min)	85	140	230	275		
		冲击试验电压 (1.2/50 μ s)	200	350	550	650		

表 I.2 (续)

项	分类特征	III350Y	III350D	I 350	III500Y	III500D	I 500
8	工作位置数	线性调: 5、6、7、8、9、10、11、12					
		正反调和粗细调: $\pm 3 \sim \pm 11$					
9	切换开关油箱	工作压力	3×10^4 Pa				
		密封性能	6×10^4 Pa 24 h 不渗漏				
		超压保护	爆破盖 $(4 \sim 5) \times 10^5$ Pa				
		保护继电器	QJ4-25 整定油速 $1.0 \text{ m/s} \pm 10\%$				
10	配用电动机构	ZD/MAE					

I.1.3 其他技术数据

I.1.3.1 分接开关长期载流触头在 1.2 倍最大额定通过电流下, 对油温升不超过 20 K。

I.1.3.2 分接开关长期载流触头的接触电阻不大于 $500 \mu\Omega$ 。

I.1.3.3 分接开关在 1.5 倍的最大额定通过电流和相关级电压下连续切换半个操作循环, 过渡电阻对油的温升不大于 350 K。

I.1.3.4 分接开关在 2 倍最大额定通过电流和相关额定级电压下正常开断 40 次。

I.1.3.5 分接开关在额定级容量下切换时, 触头寿命可达 60 万次以上。

I.1.3.6 分接开关机械寿命大于 150 万次, 30 万次免维修。

I.2 检修周期和项目

I.2.1 检修周期和项目

检修周期和项目见正文 7.2 条。

I.2.2 制造厂对累计次数或年限的规定

达到 10 万次或 5 年大修 1 次 (取其先到者)。

I.3 变压器吊罩时分接开关的拆装

变压器吊罩时分接开关的拆装参照 M 型有载分接开关的检修工艺。

I.4 ZVM 型切换开关或 ZVV 型选择开关及其油室的检修

ZVM 型切换开关或 ZVV 型选择开关的检修须由制造厂专业检修人员进行。

ZVM 型油室的检修同 M 型，ZVV 型油室的检修同 V 型。

I.4.1 ZVM 型切换开关吊芯

切换开关芯子能在任一工作位置抽出，但建议在整定工作位置吊出切换开关芯子。

ZVM 型分接开关吊芯可参照 M 型分接开关吊芯的工艺要求进行。

I.4.2 ZVM 型切换开关芯子的检查与解体检修

I.4.2.1 检查 ZVM 型切换开关芯体的要求与 M 型切换开关芯体的要求相同，可参照 M 型切换开关芯体的检查步骤进行。

I.4.2.2 切换开关真空灭弧室的检漏要求如下：

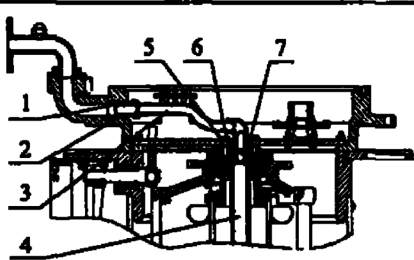
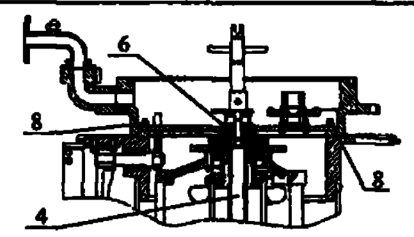
- a) 切换开关真空灭弧室采用测量绝缘电阻作为真空度间接测量。真空灭弧室在断口开距为 5 mm 时，用 500 kV 绝缘表测其两端的阻值，应为无穷大。若阻值很小，允许用吹干管外表面方式进行干燥，处理后阻值仍小于 500 MΩ 时，则为不合格。
- b) 真空灭弧室的检漏也可以采用交流耐压法，当触头开距为额定开距时，在触头间施加制造厂规定的额定试验电压 (20 kV, 10 s)；如果真空灭弧室内发生持续火花放电或闪络，则表明真空度已严重降低，否则表明真空度符合要求。

I.4.2.3 检查切换开关主触头和机械隔离触头表面应无烧损的痕迹。

I.4.3 ZVV 型选择开关吊芯

吊芯的步骤及工艺要求见表 I.3。

表 I.3 ZVV 型选择开关吊芯的步骤及工艺要求

序号	检修步骤	工艺要求
1	松开储能弹簧	注意保存取出的三颗弹性销
2	拆卸吸油弯管：①松开吸油弯管处的序 1 管螺母（38 号扳手）；②拔出序 2 管接头；③拔出序 3 吸油弯管	
3	使用专用工具拔出抽油管：①用一字起松掉序 5 止退垫片；②用 13 套筒松掉序 6 M8 螺栓（2 颗）；③取掉序 7 半圆形连接片；④将序 6 M8 螺栓（2 颗）复装；⑤用专用工具拔出序 4 抽油管	
4	卸掉紧固芯子螺母	卸掉选择开关芯子序 8、5 颗 M8 螺母，取出螺母及其垫圈。注意保管好螺母、垫圈
5	垂直缓慢吊出选择开关芯子	芯子应放在平坦、清洁的地方

I.4.4 ZVV 型选择开关芯子的检查与解体检修

ZVV 型选择开关芯子的检查与解体检修工艺要求见表 I.4。

表 I.4 ZVV 型选择开关芯子的检查与解体检修工艺要求

序号	检修步骤	工艺要求
1	记录吊出位置	开始检修前，要先记录选择开关最后停止位置，以便在选择开关复装后回复到此位置

表 I.4 (续)

序号	检修步骤	工艺要求
2	检查各紧固件是否松动	
3	检查储能机构的主弹簧是否变形或断裂	出现断裂、变形则应直接更换
4	测量过渡电阻	测量值与铭牌上的标称值比较, 误差应在 10% 范围内
5	检测转换开关、真空灭弧室的软连线	如出现断裂情况则直接更换
6	检查主动触头组编织线是否断裂	如果编织线断裂则需要更换触头组
7	真空灭弧室检测: ①检测真空灭弧室的超程; ②测量真空灭弧室真空度	<p>①真空灭弧室烧损量达到 1.5 mm 时, 应引起高度注意, 真空灭弧室烧损量已接近使用寿命, 必须准备更换。</p> <p>②真空灭弧室真空度的测量: 采用测量绝缘电阻作为真空度间接测量。真空灭弧室在断口开距为 5 mm 时, 用 500 kV 绝缘电阻表测其两端的阻值, 应为无穷大。若阻值很小, 允许用吹干管外表面方式进行干燥, 处理后阻值仍小于 500 MΩ 时, 则为不合格; 或用交流耐压法测量。当触头开距为额定开距时, 在触头间施加制造厂规定的额定试验电压 (20 kV, 10 s); 如果真空灭弧室内发生持续火花放电或闪络, 则表明真空度已严重降低, 否则表明真空度符合要求</p>

I.5 分接开关的复装与注油

I.5.1 ZVM 复装与注油同 M 型有载分接开关。

I.5.2 ZVV 选择开关的复装与注油的步骤及工艺要求见表 I.5。

表 I.5 ZVV 选择开关的复装与注油的步骤及工艺要求

序号	检修步骤	工艺要求
1	移去头盖, 将选择开关芯子吊起置于油室上方, 然后缓慢放入油室内	注意芯子的位置, 三颗定位钉与底板的位置是唯一的

表 I.5 (续)

序号	检修步骤	工艺要求
2	插入抽油管：①用专用工具插入抽油管；②用 13 套筒松掉 M8 螺栓（2 颗）；③装上半圆形连接片；④将 M8 螺栓（2 颗）复装；⑤用止退垫片将螺丝锁死	安装时注意不要将零件或工具掉入油室内
3	连接抽油弯管：①将抽油弯管与中心抽油管连接好；②将管接头装在法兰上；③将管螺母与管接头连接上	管螺母与管接头连接时不要漏装垫圈，管螺母与管接头连接要紧固
4	储能弹簧的安装：用弹性销将储能弹簧安装在法兰上	
5	注油：将合格变压器油注入选择开关油室内，直至快速机构底板为止，装上大盖密封圈，装上大盖，用 24 颗 M10 螺栓紧固。开启油流继电器和储油柜之间的阀门，补充变压器油，打开大盖上溢油螺栓，排尽选择开关内的气体，直至溢油螺栓溢油为止，紧固溢油螺栓，继续补充变压器油，直至储油柜规定的油位	

I.6 分接选择器和转换选择器的检修

检修工艺同 M 型有载分接开关。

I.7 ZD、MAE、MA7B 电动机构的检修

检修工艺同 M 型有载分接开关。

I.8 附件的检修

附件的检修工艺同 M 型有载分接开关。

I.9 调整与测试

分接开关调整与测试可参照 M 型有载分接开关。