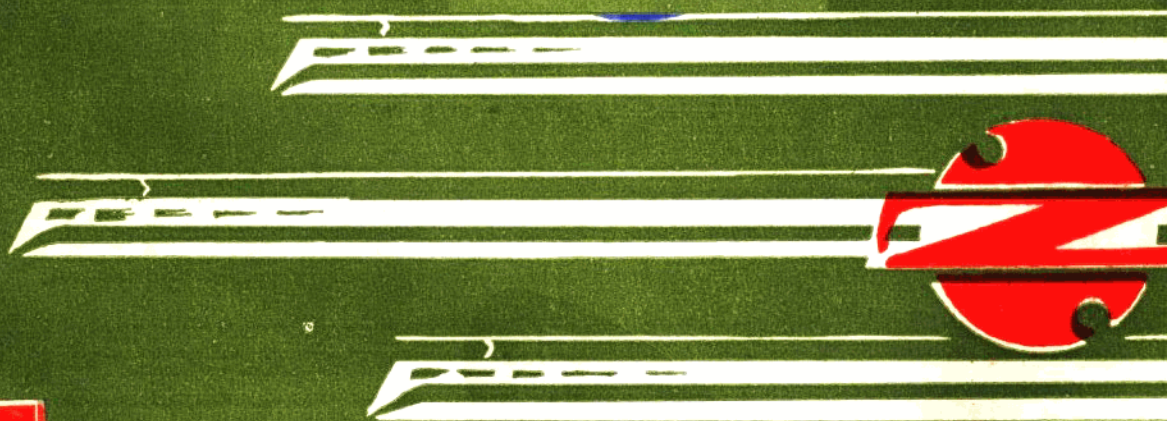


DIANLI
CHEJI SHU

電力機車技術

(韶山型系列資料)

電 器 分 冊



1989 增刊

3
2

V264-3
002

電力機車技術

1989年增刊 第四期
(牽引電器分冊)

表

第一章 SS₁、SS₂型機車調壓開關	(1)
第一節 概述	(1)
第二節 TKT3—3300/2220 型調壓開關型號說明和基本參數	(1)
第三節 TKT3—3300/2220型調壓開關結構和作用原理	(3)
第四節 TKT3—3300/2220型調壓開關的邏輯開閉關係	(11)
第五節 TKT3—3300/2220型調壓開關檢測與維護	(21)
第六節 TKT1—2100/2040型調壓開關型號說明和基本參數	(23)
第七節 TKT1—2100/2040型調壓開關調壓原理	(25)
第八節 TKT1—2100/2040型調壓開關的結構	(27)
第九節 TKT1—2100/2040型調壓開關出廠前的檢查和試驗	(31)
第十節 TKT1—2100/2040型調壓開關常見故障和質量改進	(32)
第二章 TSG₁、TSG₂型受電弓	(34)
第一節 概述	(34)
第二節 TSG₁型受電弓的動作原理和結構	(34)
第三節 TSG₂型受電弓的動作原理和結構	(38)
第四節 TSG₁、TSG₂型受電弓主要技術參數	(41)
第五節 TSG₁、TSG₂型受電弓試驗程序、使用維護及調整	(45)
第三章 主斷路器	(49)
第一節 概述	(49)
第二節 TDZ₁、TDZ_{1A}型空氣斷路器主要參數及比較	(49)
第三節 TDZ₁、TDZ_{1A}型空氣斷路器動作原理、結構及滅弧機理	(50)
第四節 TDZ₁、TDZ_{1A}型空氣斷路器滅弧室的結構、作用及故障分析	(53)
第五節 TDZ₁、TDZ_{1A}型空氣斷路器非线性電阻的結構、 故障分析及改進措施	(56)
第六節 空氣斷路器隔離開關的結構、作用及故障分析	(58)
第七節 空氣斷路器支持絕緣子的作用、結構及故障分析	(60)
第八節 空氣斷路器底板下操作機構的作用、結構及故障分析	(60)
第九節 TDZ₁、TDZ_{1A}型空氣斷路器出廠和型式試驗檢查	(66)
第十節 真空斷路器	(68)

第四章 制动电阻装置	(71)
第一节 主要技术数据.....	(75)
第二节 制动电阻装置的设计制造原理.....	(75)
第三节 制动电阻装置的基本结构.....	(76)
第四节 电阻合金带和高温瓷件.....	(84)
第五节 各型制动电阻装置的例行试验.....	(86)
第六节 使用维护和故障处理.....	(87)
第五章 转换开关	(88)
第一节 用途及技术参数.....	(88)
第二节 主要结构与动作原理.....	(89)
第三节 转换开关的试验.....	(94)
第六章 其它牵引电器	(96)
第一节 电空接触器.....	(96)
第二节 固定分路磁场削弱电阻和劈相机启动电阻.....	(100)
第三节 接继电器和电流继电器.....	(102)
第四节 风速继电器和风压继电器.....	(103)
第五节 按键开关.....	(104)

本分册撰稿

- 第一章：邹品元
- 第二章：袁树林
- 第三章：沈建华
- 第四章：刘 岚
- 第五章：廖根春
- 第六章：刘 岚

第一章 SS₁、SS₂型机车调压开关

第一节 概述

电力机车的起动和调速目前普遍采用改变牵引电动机端电压的办法来实现。在SS₁型电力机车上采用TKT1—2100/2040型调压开关进行有级调压；在SS₂型电力机车上采用TKT3—3300/2220型调压开关同晶闸管相控结合进行级间平滑调压。

调压开关的用途是转换机车牵引变压器绕组抽头，从而调节其输出电压。通常调压开关分高压调压开关和低压调压开关两大类。在进口的6Y₁型电力机车上，调压开关的各接触元件跟牵引变压器高压侧的绕组抽头相联，通过转换原边抽头来调节副边输出电压，这类在牵引变压器高压侧转换抽头、调节电压的开关，我们称它为高压调压开关。而在国产SS₁型和SS₂型电力机车上的TKT1—2100/2040型和TKT3—3300/2220型两种调压开关的接触元件跟牵引变压器低压侧的绕组抽头相联，通过转换副边抽头来调节副边输出电压，这类在牵引变压器低压侧转换抽头、调节电压的开关，我们称它为低压调压开关。高压调压开关的对地电压比较高，每一级之间的转换电压也比较高，带电体之间及对地绝缘水平要求很高，不过接触元件的额定电流比较小。相反低压调压开关的对地电压比较低，每一级之间的转换电压也比较低，其带电体之间及对地绝缘水平要求不高，但通过接触元件的额定电流比较大。对于大功率电力机车来说，其低压侧负荷电流很大，制造这样的接触元件是有困难的，所以

一般就不再采用低压调压开关了。

本章分别介绍TKT1—2100/2040型调压开关和TKT3—3300/2220型调压开关，并着重介绍TKT3—3300/2220型调压开关的逻辑开闭关系。

第二节 TKT3—3300/2220型调压开关型号说明和基本参数

在SS₂型电力机车上装用TKT3—3300/2220型调压开关，其外形如图1—1所示（代号含义为：T——铁路；K——控制器；T——调压；3——设计序号；3300——主电路额定小时电流；2220——主电路额定对地电压）。它是有20对接触元件组成的组合开关（主电路要用10个开关，因单个元件容量不足，采用每两对接触元件并联工作），各接触元件分别跟主变压器次边绕组抽头相联。由伺服电动机经减速后驱动主、辅凸轮轴在320°范围内正反转，借助各不同缺口的凸轮，推动各接触元件和联锁触头按闭合表规定的顺序闭合或断开，以实现正反倒接和逐级切换分级绕组。同晶闸管相控组合，在升、降位过程中，各级之间做到无电弧或微电弧转换和平滑调压，从而大大提高了机车的牵引性能。由于对触头的开闭角度要求甚严，为此，对相应零部件制作和整台开关组装调整精度要求较高。

主要技术数据：

型号——TKT3—3300/2220型

主电路额定电压——2220V

主电路额定小时电流——3300A（每对

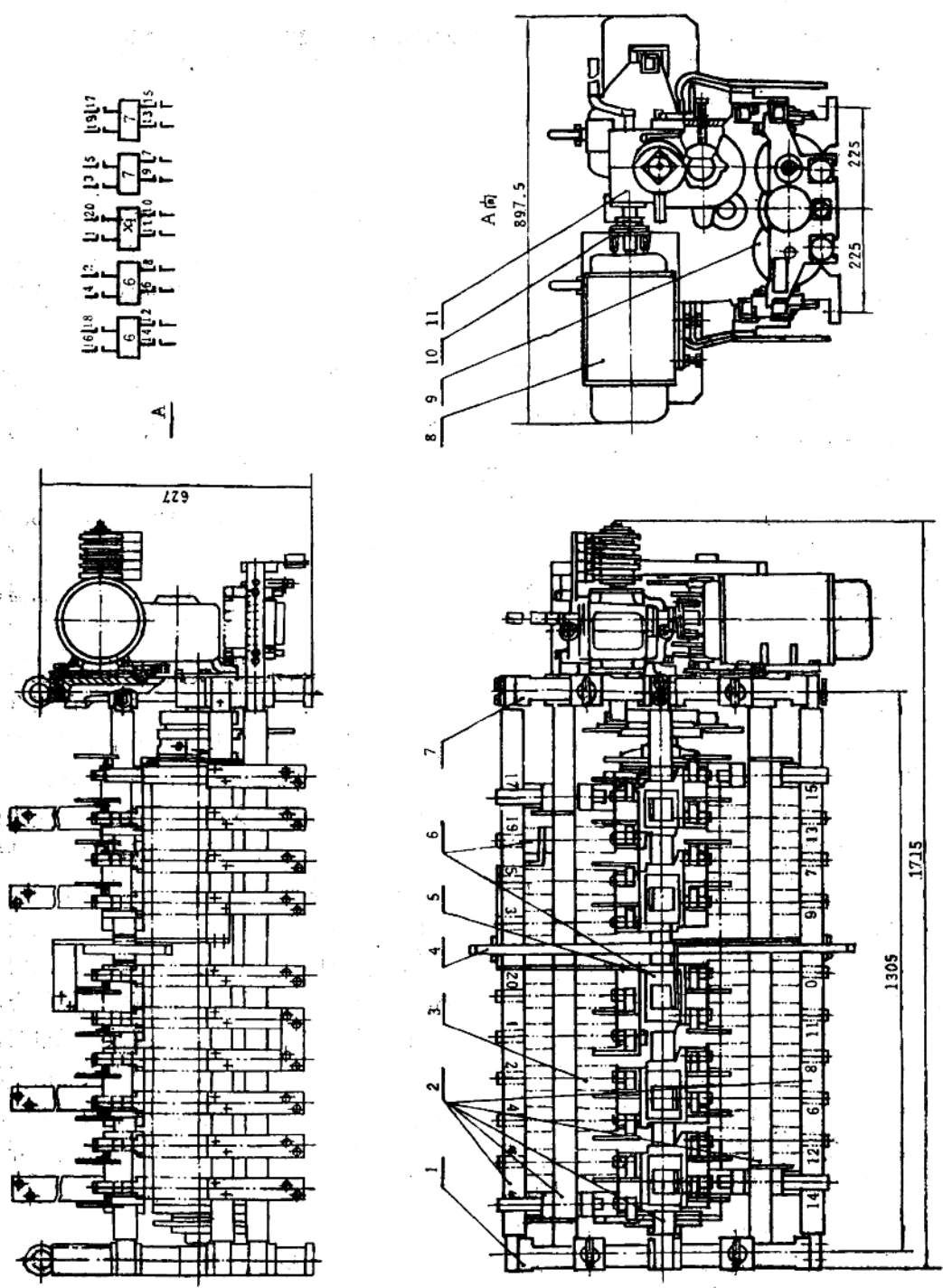


图1-1 TKT3—3300/2220型调压开关外形图

1—后框架; 2—绝缘方轴; 3—接触元件; 4—隔板; 5—母线; 6—触头支持件; 7—前框架; 8—伺服电动机 9—电控系统; 10—弹性摩擦联轴器; 11—减速箱

接触元件额定小时电流为1650A)

主电路额定持续电流——2970A (每对
接触元件额定持续电流为1485A)

运行级位——8级

级间电压——277.8V

接触元件数——20对(每两对并联工作)

弧触头开距——15~18mm

弧触头超程——>4mm

主触头开距——比同号弧触头大2~4

mm

触头弹簧工作长度—— 100 ± 3 mm

控制电路额定电压——DC 110V

控制电路额定电流——10A

联锁触头开距——6~9mm

联锁触头超程——2~4mm

位置选择器额定电压——DC 170V

位置选择器额定电流——8mA

传动方式——电传动

伺服电动机参数:

型号——ZK13—1型

额定电压——DC 110V

额定功率——0.8kW

额定转速——3000r/min

0~8位快升或快降时间:

额定控制电压下—— ≤ 10 s

最低控制电压下—— ≤ 13 s

外形尺寸——1715×897.5×667

mm

安装尺寸——4孔 $\phi 22$ —1306×450mm

重量——677kg

第三节 TKT3—3300/2220 型调压开关结构和 作用原理

一、构架

TKT3型调压开关的构架是由七根绝缘方轴把前后两个框架连成一体,构成一个骨架。一根装有二十个凸轮的主凸轮轴纵贯于

七根绝缘方轴的中央,凸轮轴的两端配有向心球面球轴承,安装在前后框架中央轴承孔中。上部中间绝缘方轴上间隔装有五个触头支持件,以便安装接触元件的静触头和引出母线。二十个接触元件的活动部分分布在左右两侧绝缘方轴上,每个接触元件的滚轮要与相应的凸轮对齐,而每个触头支持件上的静触头又要跟动触头对齐,也就是说接触元件的位置是由主凸轮来确定的。为了提高构架刚度,在中部用一块20mm厚的环氧酚醛玻璃布板将上面三根绝缘方轴固定起来,使其不易变形。

前框架上还有两个直径47mm的轴承孔,是为安装左右辅助凸轮轴用的。伺服电动机和减速箱固定在前框架的外侧面上,为了吊运方便,四个M20的吊攀分装在前后框架顶部。

1. 限位装置

在前框架内侧面二个限位凸台中间安装了一块限位板,跟主凸轮轴前端部的轴套凸台相配合。其作用是当主凸轮轴在运行过程中超过零位或8位两个极限位置时,主凸轮轴上的轴套凸块能将限位板紧紧地压在前框架内侧左边或右边限位凸台上,如图1—2所示,止住主凸轮轴继续前进,防止发生过位现象。

2. 绝缘方轴

绝缘方轴的作用有两个方面:其一是使主电路所有带电体对地起绝缘作用;其二是使主电路相邻带电体之间起绝缘作用。TKT3型调压开关绝缘方轴的结构见图1—3所示。它是由40×40×6mm规格的异形钢管外包4mm厚的绝缘层组成。绝缘层最内层为塑性云母板,中层为酚醛上胶纸,最外层包了二层酚醛上胶布,通过热压成型。

3. 主凸轮轴

主凸轮轴组装见图1—4所示。主凸轮轴上有20个主凸轮,每个凸轮控制一对接触元件。开关从零位升到8位或从8位降到零位

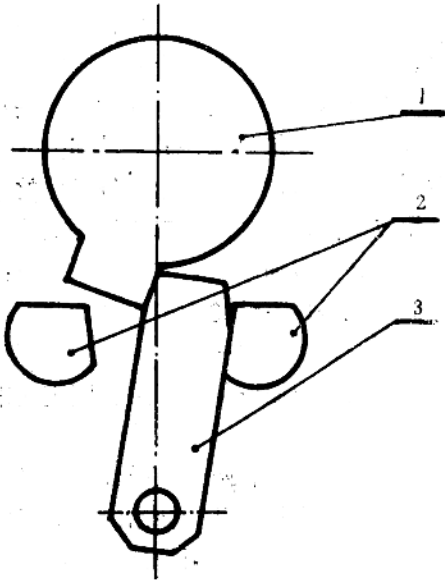


图1-2 限位装置

1—轴承；2—前框架上的凸台；3—限位板

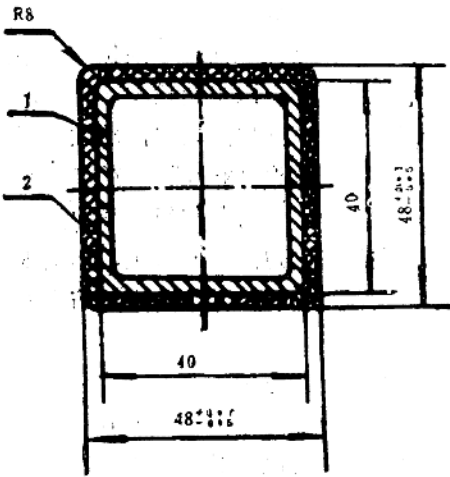


图1-3 绝缘方轴结构

1—异形钢管；2—绝缘层

时，主凸轮轴正转或反转各 320° 。凸轮是由酚醛碎纸压塑料经热压而成，中心跟主轴结合部位的尺寸是 $40 \times 40\text{mm}$ ，除绕组转换开关和二个控制 9° 、 19° 过渡接触元件的主凸轮上只开一个缺口以外，其余十四个控制分级转换开关的凸轮各开二个缺口，第二个缺口滞后于第一个缺口 180° 。每个主凸轮厚度为 50mm ，可以加装 0.5mm 厚的垫片按图调整

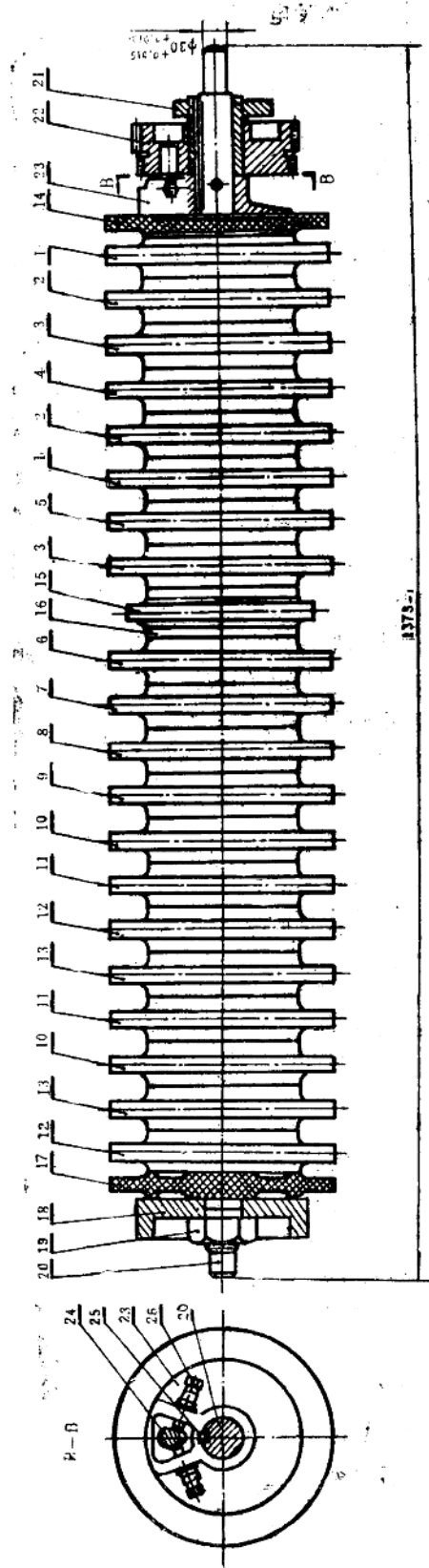


图1-4 主凸轮轴组装

1~13—各种主凸轮；14~17—各种型圈；18—凸轮；19—螺母；20—主轴；21—轴承；22—双联齿轮；23—扇形调整片；24—双联齿轮上的销轴；25—键；26—固定螺母。

其轴向位置。整根主凸轮轴用 M36 螺母紧固，组装后凸轮外径加工到 $\phi 252\text{mm}$ 。

在主凸轮轴的前部装有扇形调整片 23、轴套 21 和双联齿轮 22 等零部件。其中扇形调整片和轴套固定在主轴上，而双联齿轮则套在轴套外面，可以自由回转，依靠扇形调整片上的两个固定螺栓 26 将跟双连齿轮一体的销轴 24 顶住。在减速装置处于零位时，如果发现主凸轮轴所处的位置不太合适，可通过扇形调整片作少量调整（见图 1-4 中 B-B 剖视）。若要主凸轮轴向顺时针方向偏转一个角度，可先将左边的固定螺栓向后退一点，再将右边的固定螺栓向前顶一点，由于同双联齿轮一体的销轴是不动的，所以这时就使扇形调整片带着整个主凸轮轴向顺时针方向微微转过了一个角度。调到合适位置时，再把两边固定螺栓顶紧，紧并帽。若要主凸轮轴向逆时针方向偏转一个角度，则要先松右边的固定螺栓，再紧左边的固定螺栓。这里向大家介绍一个简易的记忆方法：要想让主凸轮轴朝哪一个方向偏转一个角度，就将扇形调整片上这一边的固定螺栓往里顶。

在调整扇形调整片的时候，还要注意限位板的问题，因为限位板的设计依据之一是当零位时，主轴处在键槽垂直向上的位置上。现在为了调整接触元件的开闭角度，利用扇形调整片使主凸轮偏转了一个角度，也就是说这台开关在零位时，主轴所处的位置使键槽并不垂直向上。这必然会引起限位板在一个极限位置时制止不了主凸轮轴过位，而在另一个极限位置却又阻碍调压开关正常到位。如果调动不大，可以选换合适的限位板来弥补（限位板在允许公差范围内不尽相同）。假设调动多了，那只能将限位板端部一侧磨掉一点，而在另一侧再堆焊一点，使其达到原有的功能。在 TK T3 型调压开关上唯一无法做到互换的零件就是此限位板。

对于 TK T1 型调压开关来说，主凸轮轴后端圆盘上的缺口位置又是机械连锁机构的

一个重要部分，调动主凸轮轴时不但影响限位机构，而且还会影响机械连锁机构，所以调整时更要慎重。

二、接触元件

接触元件的结构见图 1-5。静触头 12 和静弧触头 13 都安装在触头支持件上，由角撑架 9 和大杠杆 10、小杠杆 15 组成动触头支架，动主触头 11 和动弧触头 14 固定在小杠杆上。小杠杆可以围绕大杠杆上的轴销回转，大杠杆又可以围绕着角撑架上的轴销回转，角撑架固定在下面二根绝缘方轴上是不动的。触头弹簧 16 顶在小杠杆上，促使小杠杆牵动大杠杆一起向内回转，并使触头闭合时产生接触压力。接触元件开闭过程完全是由主凸轮来控制的，当大杠杆上的滚轮落入凸轮缺口时，触头弹簧就推动大小杠杆回转，使触头闭合；当凸轮把杠杆顶起时，触头就打开。每一组接触元件都有两对触头组成，一对是主触头，一对是弧触头。触头体均由

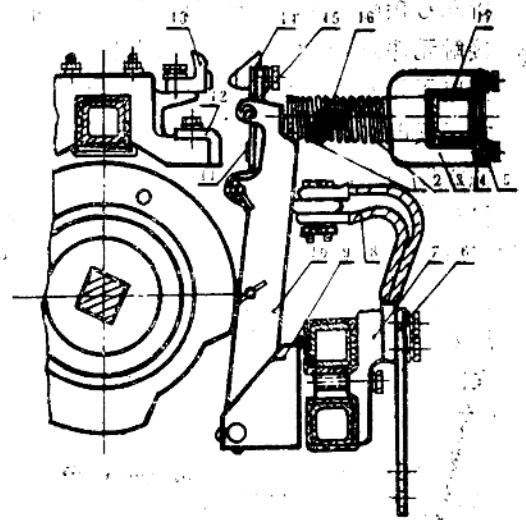


图 1-5 接触元件

- 1—垫圈；2—撑杆；3—弹簧座；4—衬垫；5—连板
- 6—母线；7—连接板；8—编织线；9—角撑架；
- 10—杠杆；11—动主触头；12—静主触头；
- 13—静弧触头；14—动弧触头；15—小杠杆；
- 16—压缩弹簧；17—绝缘方轴。

T₂紫铜制成，而主触头上面焊有银—氧化铜 (Ag—CuO₁₀) 粉末冶金触片，导电性能和耐弧、耐磨性能都很好，约有三分之二的电流是在主触头上通过的。银—氧化铜触头在我国首先是在电力机车调压开关上得

到开发应用的。弧触头上面焊有银—钨 (Ag—W₇₀) 粉末冶金触片，耐电弧、抗熔焊性能特别好，导电性能也不错，约有三分之一的电流是在弧触头上通过的。触片材料的化学成份和物理性能列于表1—1中。

表1—1 接触元件触头材料的化学成份和物理性能

指 标 牌 号	化学成份(按重量计)%				物 理 性 能		
	Ag	CuO	W	允差	密度(g/cm ³)	电阻率(Ω·mm ² /m)	硬度HB
Ag—CuO ₁₀	90	10	/	± 1	>9.6	<0.0245	>68
Ag—W ₇₀	30	/	70	± 1	>14.45	<0.04	>150

依靠结构保证，接触元件闭合过程中做到先是弧触头闭合，然后是主触头闭合；打开过程中先是主触头断开，然后是弧触头断开。这种开闭顺序对于TKT1型调压开关来说是为了让电弧只在弧触头上产生，保证主触头不被电弧所灼伤，使接触元件保持良好的导电性能。

就TKT3型调压开关来说，尽管理论分析双号接触元件能实现无电弧转换，而单号接触元件只有微电弧转换。但鉴于目前国内电子元器件性能不稳，而逻辑关系配合要求又极严格，稍有差错就会恶化调压开关接触元件的工作条件。为了提高调压开关抵御机车故障的能力，TKT3型调压开关保留了原先TKT1型调压开关接触元件的基本结构。两者唯一的差别是在大杠杆和角撑架连结处，TKT1型调压开关上采用一个铜基粉末冶金含油滑动轴承(改进后的新结构)；TKT3型调压开关上则采用两个286018*滚动轴承。从安装尺寸和技术性能来说两种接触元件是完全可以通用的。

由于动触头是活动的，所以在引出母线18和动触头11之间用镀锡铜编织线8相连。

三、传动装置

TKT3—3300/2220型调压开关采用电

动机驱动，见图1—6。伺服电动机1的转轴通过摩擦耦合器2与减速箱中的蜗杆3相连，经过蜗轮蜗杆减速后，由装在蜗轮4同一根轴上的步进装置的圆盘13带动步进轮5，将伺服电机的连续旋转变为间歇运动。步进轮转轴的端头加工成一个小齿轮，跟主凸轮轴上的双联齿轮中的8a啮合。同齿轮8a一体的齿轮8b通过齿轮9和10同时带动左右辅助凸轮轴转动。右凸轮轴上的小齿轮14通过胶木齿轮15带动位置选择器11的旋臂跟着转动。各级传动比列于表1—2所示，伺服电动机

表1—2 各级传动比

传动付	蜗杆与杆	蜗轮与盘	圆步进与轴齿	主凸轮轴与主凸轮轴齿	主凸轮轴与辅助凸轮轴齿	小齿轮与齿	胶木齿轮
传动比	26:1	3:1	6:1	1:1	1:1		

到主凸轮轴和辅助凸轮轴的传动比为468:1。

1. 伺服电动机

TKT3型调压开关采用ZK13—1型直流伺服电动机，其转子外径比较细，转动惯量也随之较小，适宜于频繁起动、正反转和快速制停。可是，在运行过程中发现该电机存在许多不足之处：最突出的是轴太细(φ14)，

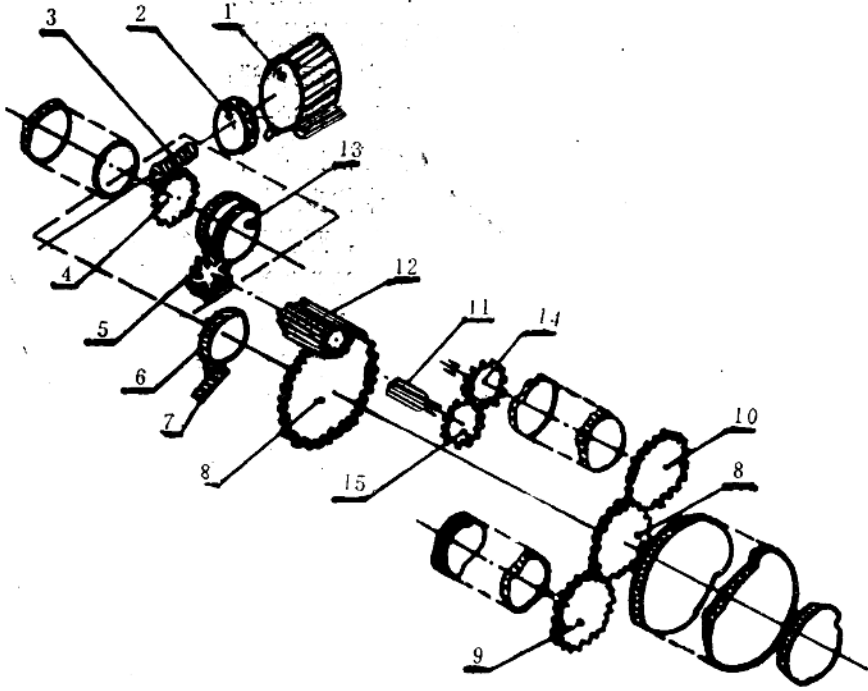


图1—6 传动装置示意图

1—伺服电动机；2—摩擦耦合器；3—蜗杆；4—蜗轮；5—步进轮；6—轴套凸台；7—挡块；8a、8b—主凸轮轴双联齿轮；9、10—左右辅助凸轮轴齿轮；11—位置选择器；12—转轴齿轮；13—圆盘；14—小齿轮；15—胶木齿轮。

而且退刀槽加工又不规矩，据现场反映断轴现象十分严重；转轴键槽宽只有4mm，运用一段时期就磨得不成样子；机体与底座安装不牢，运转一段时期就松动，甚至出现整台机体从底座上跌落下来的事故。此外，该电机的绝缘耐压等级尚不能满足铁标要求。对此，工厂设计人员正在进行新的选型和改进工作。

2. 弹性摩擦耦合器

结构见图1—7所示：摩擦片4和6分别与半联轴器3和圆盘5胶连在一起，套在伺服电动机轴上的半联轴器3被弹簧1紧压在圆盘2和圆盘5之间，依靠内外两个表面之间的摩擦力（主要是4和6两摩擦片之间的摩擦力）来传递伺服电动机的转矩，带动调压开关正常运移。当出现机械卡位或触头熔焊时，阻力矩超过电动机的许可范围，半联轴器3就在两圆盘之间打滑，从而避免损坏传

动部件或因负载电流过大而烧损伺服电动机。

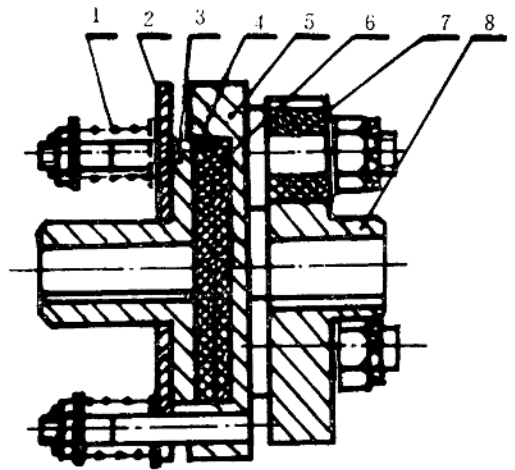


图1—7 弹性摩擦耦合器

1—压簧；2、5—圆盘；3、8—半联轴器；4、6—摩擦片；7—橡胶环。

加装检修罩以后，使电动机与减速装置成一体结构。这种结构的主要设计作用，并能减少摩擦、降低噪音、放宽异步电动机的同轴度要求。

由于该装置组合加工有不少问题，厂方正在重新设计新的蜗轮蜗杆的号。并于1959年起在控制线路中加有防堵保护装置，以降低伺服电动机避免烧毁。

3. 步进装置

步进装置见图1—8减速装置。图例：上

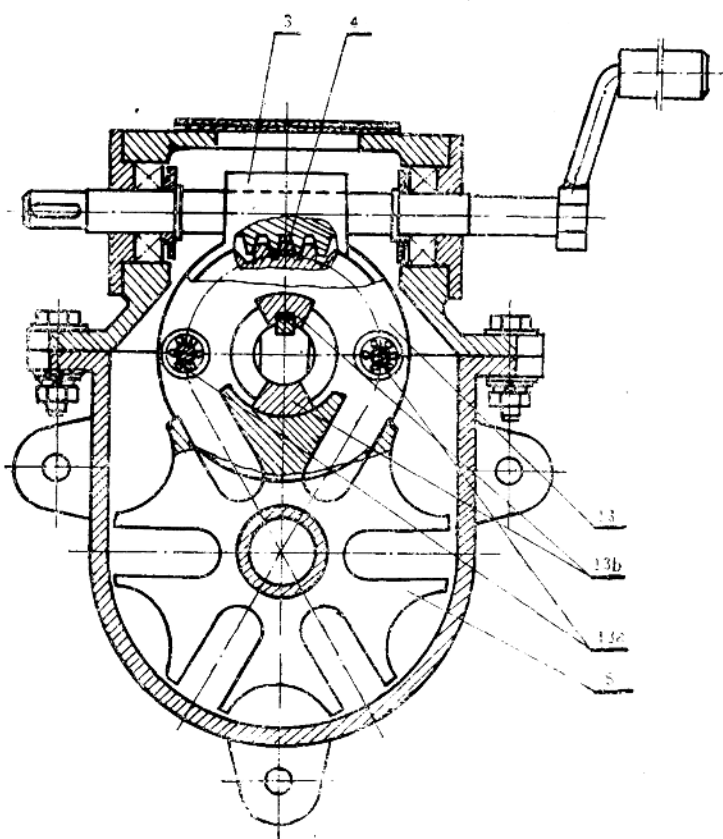


图1—8 减速装置

3—蜗杆；4—蜗轮；5—进步轮；13—圆盘；

13a—圆盘上的销轴；13b—圆盘上的固定块。

对称布置着两个销轴13a，每对销轴两端各套着一个滚珠轴承，所以销轴在圆盘上能灵活转动，见图1—9。在圆盘中央垂直位置有两个凸出的固定块13b，步进轮5沿外圆周加工

了均匀分布的六个凹槽和均匀间隔的六个圆弧。圆盘连续转动时两销轴轮流进入步进轮凹槽内，带动步进轮旋转。圆盘每移过180°，步进轮就转过一个槽(60°)。当圆盘上的销轴离开槽口时，固定块与步进轮的圆弧面相切，卡住步进轮(实际上由于加工件存在允许偏差，两者之间有微小的间隙，所以此时步进轮并非都被卡住不动。圆盘上销轴和固定块与步进轮上凹槽和圆弧面的撞击、摩擦是减速箱噪音的主要来源)。而当销轴进入步进轮槽口时，固定块已离开圆弧，不妨碍销轴带动步进轮转动。通过步进装置，将伺服电动机的连续运动变成主辅凸轮轴的间歇运动，以实现精确定位。伺服电动机每转26圈，蜗轮和圆盘转一圈，步进轮走2步转过120°，主、辅凸轮轴转过20°。TKT3型调压开关进、退一级时，主、辅凸轮轴一般情况下转过40°，在零位与1位之间只需转动20°，在4位与5位之间则需转过60°，总之都是20°的整数倍。

在这里必须指出：圆盘作匀速旋转时，步进轮在每一步进退60°范围内的运动速度和加速度都是不均匀的。因而主、辅凸轮轴的旋转速度和加速度也是不均匀的。在额定电压下，主、辅凸轮轴的回转

角度与所需时间关系曲线见图1—10，其回转角度与转速的关系见图1—11。

四、电控系统

TKT3型调压开关除了处于主电路中的接触元件、触头支持件和引出母线等带高电压的导电零件和电气开关之处，还有一部

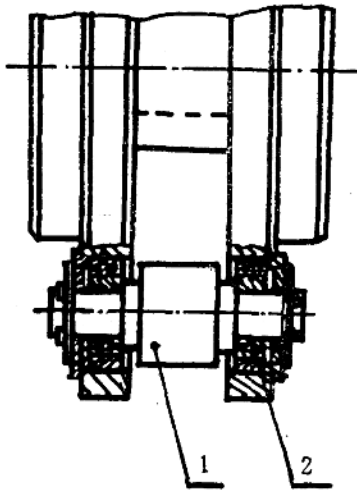


图1—9 销轴装配

1—销轴；2—滚珠轴承。

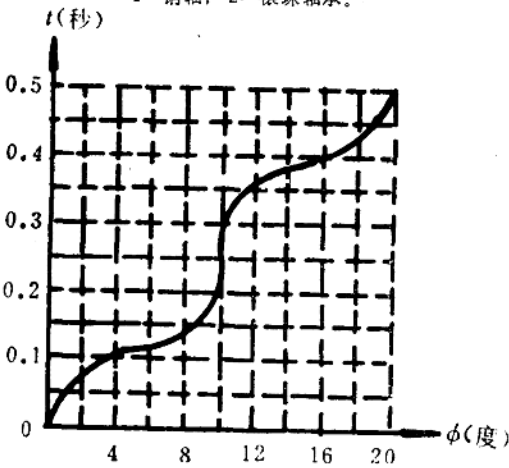


图1—10 主、辅凸轮轴转动时间与
与其转角关系

分是处于控制电路中的联锁触头、位置选择器和20芯、10芯插座等电气开关、连线等所组成的低压控制系统，我们称其为电控系统。控制电路的额定电压为直流110V，这是铁标所规定的。位置选择器的额定电压是直流170V，这是数码管的使用要求所决定的。

1. 联锁触头

调压开关由于自身运转的需要和实现对外电路的控制，TKT3型调压开关上装到21个KT—101型联锁触头，分别由蜗轮轴上五

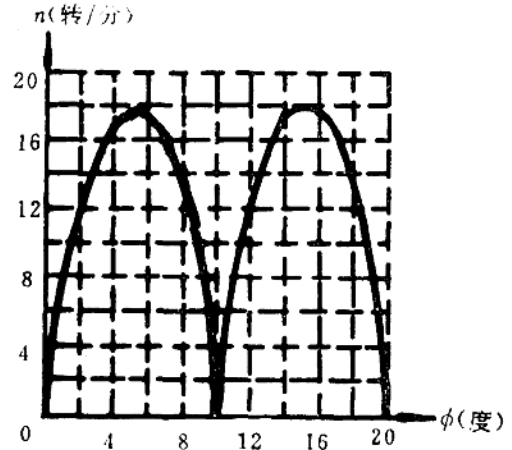


图1—11 主、辅凸轮轴转速与其转角关系

个辅助凸轮和左、右辅助凸轮轴上各八个辅助凸轮所操纵。21个辅助凸轮的材质跟主凸轮一样，是酚醛碎纸压塑料热压而成的。中心方孔尺寸为30×30mm。

左、右辅助凸轮轴是通过传动比为1:1的齿轮啮合，由主凸轮轴所带动，因此左、右辅助凸轮轴也在0°到320°范围内运转。通常一个凸轮上若有n个缺口，在升降运转一个周期中受控的那个联锁触头就要开闭动作2n次（使联锁触头在零位或8位闭合的缺口在升降过程中总共开闭触头一次）。左、右凸轮轴的转轴与齿轮之间同样也有一个扇形调整片过渡，因而辅助凸轮的零位基准同样可以通过扇形调整片作适当的调整。调整方法跟主凸轮轴相同。

受蜗轮轴凸轮控制的联锁触头，由于蜗轮轴每转一周就要开闭一次，所以调压开关升位、降位每运行一个周期就要开闭32次。当调压开关运行15625个周期时，此联锁触头就达到开闭50万次（铁标规定的机械寿命指标），而且在快升、快降过程中几乎每隔0.75s就开闭一次，可见减速箱上的联锁触头动作非常频繁。

KT-101型联锁触头的结构见图1-12。触头闭合时杠杆9前端的弯钩联动触头6的

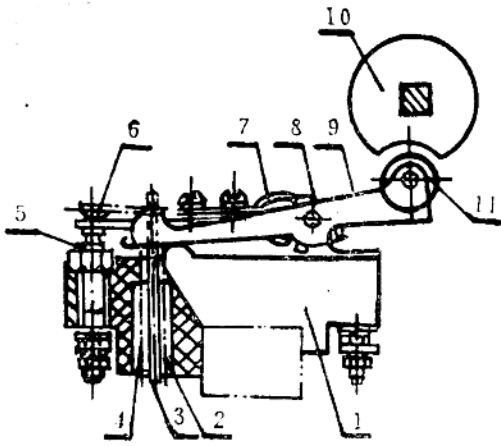


图1-12 KT-101型联锁触头

- 1—底座；2—弹簧杆；3—弹簧支持件；4—弹簧；
5—静触头；6—动触头；7—软连片；8—轴销；
9—杠杆；10—凸轮；11—滚轮。

导电片之间留有一定的间隙，以确保触头的超程。当凸轮10转动到其缺口斜面推压滚轮11时，杠杆9就绕轴销8作顺时针方向转动，动触头6被牵动而在静触头表面产生研磨动作，到弯钩部位跟导电片接触后就使触头断开，继而开距不断增加直到滚轮11离开缺口斜面到达处圆周后，开距达到最大值。动触

头打开过程中，带动弹簧杆2上移，压缩弹簧4，当滚轮11由凸轮10的外圆周进入缺口时，在弹簧4的作用下，弹簧杆2被向下拉，带着导电片和杠杆向反时针方向回转，使触头闭合。当动触头6与静触头5接触后不能再向前走了，随着杠杆9的继续转动，动静触头之间同样产生研磨动作，直到被底座1所挡住，杠杆9才停止转动。

2. 位置选择器

为了及时向司机反映调压开关的运行级位，在调压开关小框架上装有一个位置选择器。由右凸轮轴上的小齿轮带动，跟司机室信号装置的数码管相配合，能正确显示调压开关的运行级位及有无卡位现象，以便操纵机车和分析故障。

TKT3型调压开关的位置选择器，目前采用圆柱形结构，其外形见图1-13。外壳7是由酚醛碎纸压塑热压成型的绝缘件，九个静触头6（处于同一横断面上）和一个动触头5的引线端子15镶嵌在外壳上，各静触头之间的间隔除“0”与“1”之间是 20° ，“4”与“5”之间是 60° ；其余都是 40° 。动触头安

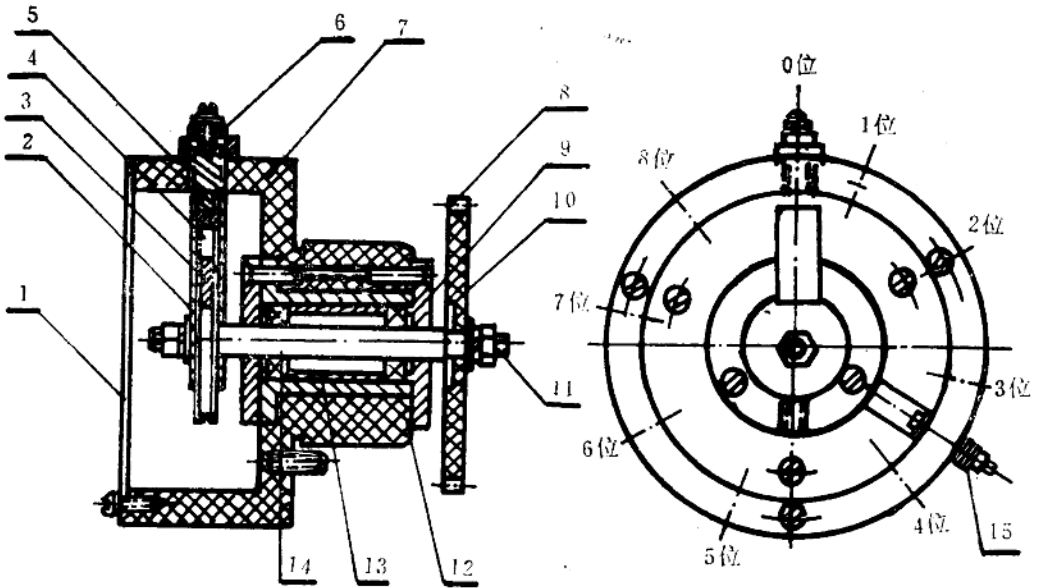


图1-13 位置选择器

- 1—盖；2—调整螺钉；3—滑块；4—弹簧；5—动触头；6—静触头；7—外壳；8—齿轮；9—轴承盖；
10—固定销；11—转轴；12—轴承；13—接地轴套；14—衬套；15—动触头引线端子。

装在转轴11上, 转轴上的胶木齿轮8跟右凸轮轴上的小齿轮相啮合, 这样动触头就跟主、辅凸轮轴作同步转动。

动触头和各个静触头都跟数码管相应的管脚相连, 当动触头与某一个静触头接通时, 数码管就显示出相应的级位来。

当调压开关在中间位置停留超过1s钟后, 卡位继电器就失电延时释放, 数码管就显示“9”字。

第四节 TKT3—3300/2220 型调压开关的逻辑 开闭关系

SS₃型电力机车的主要特点是主电路采用级间平滑调压。简单说来就是在牵引变压器次边的每一个分级绕组抽头上同时联接调压开关的单、双两对接触元件, 所有单号元件并联后串接在硅整流装置的二极管臂线路中, 所有双号元件并联后串接在硅整流装置的晶闸管臂线路中。在每一个运行级位上, 较低一级的单号元件与较高一级的双号元件同时跨接于整流电路上, 晶闸管导通时输出较高一级的电压值, 晶闸管关闭时输出较低一级的电压值, 依靠调节晶闸管的导通角来平滑调节整流电压平均值。

升位时, 先让晶闸管满导通, 较低一级的单号接触元件就在二极管被完全截止的情况下无电断开, 较高一级的单号元件再带微电弧闭合跟双号元件并联工作, 然后将晶闸管强制封锁, 双号元件无电断开, 接着较高一级的双号元件无电闭合, 晶闸管逐步导通, 整流电压也就平滑上升直到满导通, 调压开关也就进了一级。

降位时, 首先逐步缩小晶闸管的导通区域, 平滑降低整流电压, 直到晶闸管被完全关闭, 双号元件在晶闸管被强制关闭的情况下无电断开, 较低一级的双号元件无电闭合。再强制晶闸管全导通, 使其同单号元件并联工作。接着单号元件就带微电弧断开, 较低

一级的单号元件再无电闭合。然后晶闸管再逐步缩小导通区域, 调压开关也就退了一级。

机车在升、降位运行过程中要使调压开关实现无电弧或微电弧转换, 还要求晶闸管能给予密切配合(这取决于硅整流装置、电子控制柜以及调压开关有关联锁触头的性能)。在本节中我们单谈对调压开关有关接触元件和联锁触头的开闭要求, 这就是我们通常说的逻辑开闭关系。它是确保调压开关实现无电弧或微电弧转换, 防止触头严重烧损, 避免“窜车”、“放炮”等事故的必要条件。下面由浅入深给大家介绍这种关系。

一、触头闭合表

用以表示沿凸轮表面一周或凸轮轴极限回转范围内对应受控接触元件开闭情况的图形, 称之为触头闭合表或凸轮展开图。

触头闭合表是根据电路要求来确定的。TKT3—3300/2220型调压开关的接触元件闭合表及联锁触头闭合表是由SS₃型电力机车电气线路所确定的。

图1—14是SS₃型电力机车调压、整流原理图。图中主变压器次边绕组 $b_1—b_5$ 及 $a_1—x_1$ 的额定电压各为1111V, 其中 $b_1—b_5$ 为分级绕组, 它均匀分成四段: $b_1—b_2$ 、 $b_2—b_3$ 、 $b_3—b_4$ 、 $b_4—b_5$, 每段电压为277.8V, 而 $a_1—x_1$ 为固定绕组。

2TK、3TK……8TK、9TK和12TK、13TK……18TK、19TK为调压开关的分级转换接触元件, 它们的动触头分别与主变压器的分级绕组抽头联接。而其双号元件的静触头与硅整流装置的晶闸管臂联接; 单号元件的静触头与二极管臂联接。1TK、11TK和10TK、20TK为调压开关的绕组转换接触元件, 通过它们的闭合或断开构成分级绕组与固定绕组反接或正接电路。当1TK、11TK闭合, 10TK、20TK断开时, 分级绕组与固定绕组反接, 输出电压值为两者之差; 当1TK、11TK断开, 10TK、20TK闭合时, 分级绕

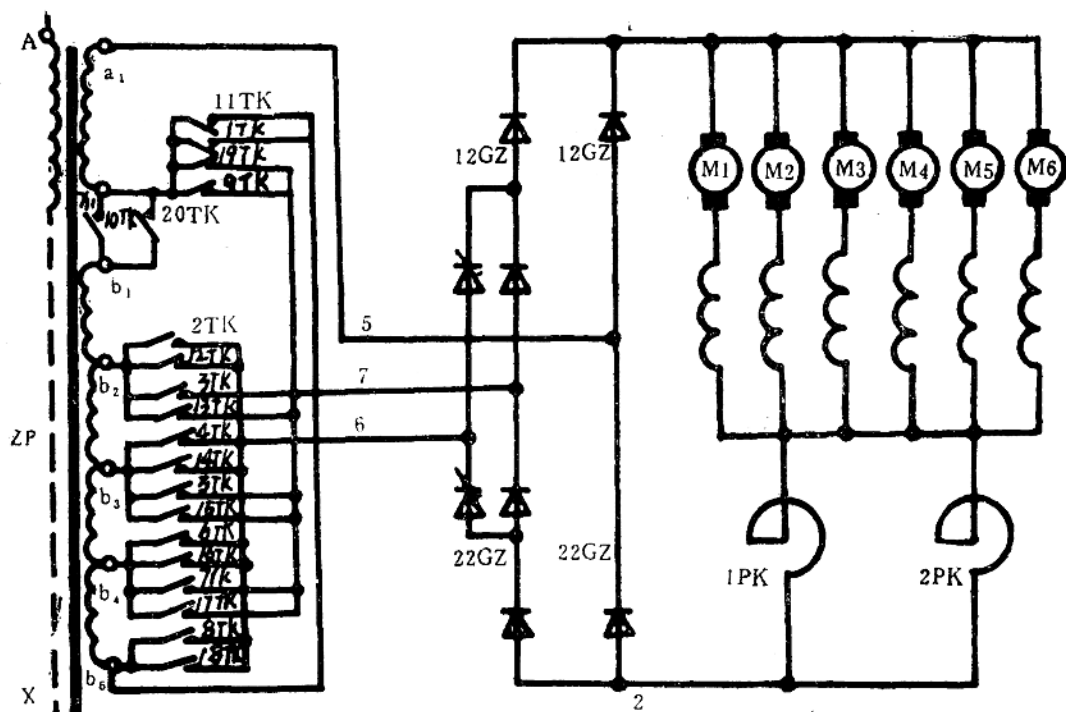


图1-14 SS₃型电力机车调压、整流原理图

组与固定绕组正接，输出电压值为两者之和。从而获得八个电压输出级位，即 $n \times 227.8V$ ，式中 $n=1 \sim 8$ ，为调压开关所处的运行级位数。

在图中可以看到个数相同的两个接触元件是并联运行的。

二、TKT3—3300/2220型调压开关接触元件闭合表

图1-15为TKT3型调压开关接触元件触头闭合表，表示从零位开始主凸轮轴转过一定角度时，调压开关所处的运行级位和各接触元件触头开闭情况。现取其中的2位至3位之间部分，另绘图1-16，给予详细说明，并介绍一下凸轮缺口的位置跟触头开闭角度的相互关系。

1. 图例说明

以5TK接触元件为例：

	0	1	2	3	4	5	6	7	8 (360°)
1TK 11TK	[Closed]								
2TK 12TK	[Closed]								
3TK 13TK	[Closed]								
4TK 14TK	[Closed]								
5TK 15TK	[Closed]								
6TK 16TK	[Closed]								
7TK 17TK	[Closed]								
8TK 18TK	[Closed]								
9TK 19TK	[Closed]								
10TK 20TK	[Closed]								

0° 20° 40° 60° 80° 100° 140° 200° 240° 280° 320° 360°

图1-15 TKT3—3300/2220型调压开关接触元件触头闭合表

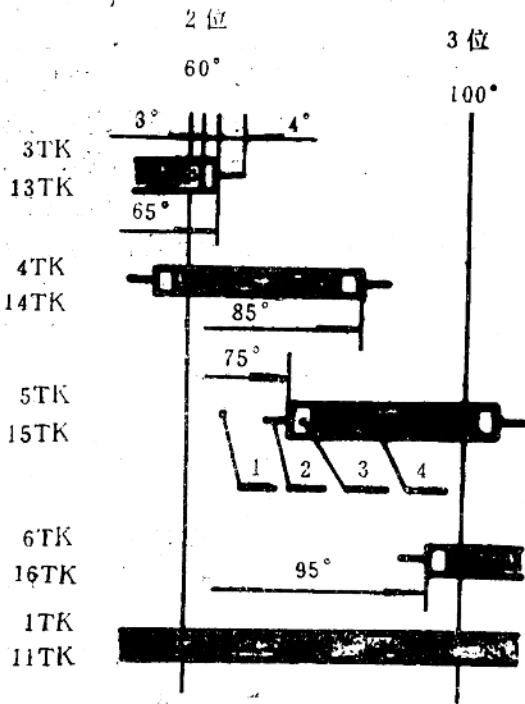


图1—16 接触元件闭合表 (2~3位)

图中1部份为主。弧触头都断开的工作，其范围表示接触元件的滚轮在凸轮的外圆周上，从刚离开一个缺口的斜坡起到将要进入另一个斜坡之时，主凸轮轴所转过的角度。

图中2部份升位时是触头闭合过程，表示杠杆的滚轮开始进入凸轮缺口斜坡，从杠杆开始运动到弧触头刚闭合前为止，主凸轮轴所转过的角度（降位时是触头打开过程，表示从弧触头刚开始打开到滚轮即将离开凸轮缺口斜坡到达外圆周为止，主凸轮轴所转过的角度）。在这过程中，该接触元件的弧触头和主触头都还没有闭合（降位时，主、弧触头都已经打开）。在凸轮缺口斜坡不变的情况下，这个角度主要是受弧触头开距所影响，对于TKT3型调压开关来说，其值通常为 4° 左右。

图中3部份升位时是闭合过程的继续，表示滚轮沿凸轮斜坡进一步下滑而落入缺口中，从弧触头刚闭合时起，直到主触头完全

闭合时为止，主凸轮轴所转过的角度（降位时，表示凸轮缺口斜面开始推着滚轮撑开杠杆，从主触头刚打开时起，到弧触头将要打开时为止，主凸轮轴所转过的角度）。本区域内，该元件的弧触头是闭合的，但主触头还没有闭合（降位时，主触头已经打开）。这个角度确保了闭合过程中弧触头先闭合、主触头后闭合，断开过程中主触头先断开、弧触头后断开。本开关的值为 3° 左右。通常只要保证主、弧触头的开距，一般就能达到要求。由于在这过程中不但大杠杆继续绕角撑架上的销轴转动，而且小杠杆还围绕固定在大杠杆上的轴转动，使触头表面获得“研磨”。

图中4部份为主、弧触头都闭合的情况，其范围表示从滚轮刚离开凸轮斜坡落入缺口之中使主触头完全闭合时起，到滚轮接触凸轮的另一侧斜坡使主触头重新打开前，主凸轮轴所转过的角度。

2. 凸轮缺口位置与接触元件开闭角度的关系

① 如果凸轮缺口的大小不变，只是整个缺口位置朝升位转向（或降位转向）前移 α 角度，则该凸轮控制的接触元件主、弧触头闭合和打开的角度也相应提早（或推迟） α° ，但整个闭合区域的角度大小范围不变。

② 若称升位时凸轮缺口先出现的斜坡为前坡，后出现的斜坡为后坡，并设凸轮缺口的后坡位置不变，而只是把前坡位置前移（或后退） α° ，则在升位时该接触元件主、弧触头打开角度不变，但闭合角度就提前（或推延） α° ，整个闭合区域的角度就扩大（或缩小） α° 。

③ 设凸轮缺口的后坡位置不变，而只是把前坡位置沿升位转向前移（或后退） α° ，则升位时，该接触元件主、弧触头的闭合角度不变，但打开角度就提前（或推迟） α° ，整个闭合区域的角度也就缩小（或增加） α° 。

④ 升位时提前（或推迟）闭合的角

度，退位时成为推迟（或提前）打开的角度；升位时，提前（或推迟）打开的角度，退位时成为推迟（或提前）闭合的角度。

根据这个道理，即使缺户的大小以及位置一起有了变动，对于接触元件开闭角度的影响也就不难知道了。

如果发现某个接触元件的开闭角度不符合图纸要求时，我们也就依据上述关系来整修或调整凸轮。

3. 接触元件滚轮位置跟开闭角度的关系

① 若滚轮位置离开主凸轮轴轴心距离不变，而只是朝升位转向（或降位转向）前移 α 角度，则该接触元件的全部开闭角度都要推迟（或提前） α° 。

② 滚轮位置若保持前后不作变动，只是减小（或增加）其与主凸轮轴轴心的距离，这将会使每一次开闭过程中主、弧触头推迟（或提早）闭合，并提早（或推迟）打开，触头的闭合区域减小（或增大）了，触头的开距也增大（或减小）了。要注意触头全打开时触头弹簧不能压死。这种调整方法会影响开关的其他性能，所以调整时要慎重，且调整量不宜过大。

对于TKT1型调压开关的分级转换接触元件来说，由于控制其开闭的主凸轮只有一个缺口，采用调整滚轮位置（调整杠杆）的方法来调整开闭角度非常有效。但对于TKT3型调压开关的分级转换接触元件，由于控制其开闭的主凸轮有两个缺口（9TK、19TK例外），应用该方法时往往难以同时满足两处要求。

4. 借助闭合表来了解各接触元件的开闭状态和相互之间的关系

从图1—16上可以看到，主凸轮轴转过 60° ，由零位经1位升到2位，此时除绕组转换开关1TK、11TK闭合外，还有3TK、13TK和4TK、14TK接触元件的主、弧触头处于闭合状态。继续升位时，当主凸轮轴

再转过 2° 即到达 62° 时，3TK、13TK接触元件的主触头开始断开。到 65° 时，其弧触头也开始断开。到 69° 时，其滚轮已到达凸轮外圆周，3TK、13TK接触元件处于完全打开状态。当进到 $71^\circ(75^\circ - 4^\circ = 71^\circ)$ 时，5TK、15TK接触元件的滚轮开始落入凸轮缺口斜面，到 75° 时，其弧触头开始闭合，到 $78^\circ(75^\circ + 3^\circ = 78^\circ)$ 时，主、弧触头都闭合。升到 $82^\circ(85^\circ - 3^\circ = 82^\circ)$ 时，4TK、14TK接触元件的主触头开始断开，到 85° 时，其弧触头也开始断开，升到 $89^\circ(85^\circ + 4^\circ = 89^\circ)$ 时，其滚轮到达外圆周，4TK、14TK接触元件处于完全打开状态。当升到 $91^\circ(95^\circ - 4^\circ = 91^\circ)$ 时，6TK、16TK接触元件的滚轮开始落入凸轮缺口斜面，到 95° 时其弧触头开始闭合，到 $98^\circ(95^\circ + 3^\circ = 98^\circ)$ 时，主、弧触头都闭合。到达3位(100°)时，处于闭合状态的接触元件有1TK、11TK和5TK、15TK以及6TK、16TK。从2位升到3位的整个过程中，绕组转换开关1TK和11TK始终是闭合的。

当然，上述开闭角度为设计标称值，允许制造误差是：升位闭合角度为 $\pm 1^\circ$ ，升位打开角度为 $\pm 1^\circ$ 。个数相同的接触元件开闭时也允许有先后 1° 的差别。

三、TKT3—3300/2220型调压开关 联锁触头闭合表

TKT3型调压开关共有联锁触头21个，其中16个受左、右凸轮轴控制，另有5个受蜗轮轴上的凸轮所控制。

1. 左右凸轮轴联锁触头闭合表

图1—17为左右凸轮轴联锁触头闭合表，图1—18为左右凸轮展开图形说明。图中1部分为联锁触头滚轮被辅助凸轮的外圆周所顶起，触头处于完全断开状态。图中2部分在闭合过程中为滚轮开始落入辅助凸轮缺口斜坡到触头即将闭合时（在打开过程中是从触头开始断开到滚轮即将离开缺口斜面到达