

调压开关在车检测仪的研制

朱灿焰

李津发 何国民

(电气工程系)

(兰梦高新技术开发公司)

摘 要 介绍了调压开关在车检测仪的研制原理,提出了一种新的逻辑检测方法。该方法有效地解决了在车检测的技术问题,并实现了调压开关车上检测和车下检测的通用性。

关键词 调压开关;在车检测;逻辑检测;抗干扰

分类号 TP206.1

0 引 言

原韶山3型(SS3)电力机车调压开关微机检测装置投入使用后,虽有效地解决了调压开关传统架修过程中的技术问题、检测精度和工作效率等,但在使用范围上只能局限于调压开关的车下检测。根据路内各电力机务段的实际情况,开发适用于在车检测的便携式仪器更为迫切。然而,若要实现调压开关在车时无任何拆卸检测,必须从技术上保证各开关的状态独立性,最大限度地消除负载电路参数、分布参数和变压器副边绕组的影响。本文在对各开关闭合与断开状态进行研究后,提出了一种新的逻辑检测方法。根据此方法研制出的新型调压开关在车检测仪,成功地实现了调压开关的在车检测,并可实现车上检测和车下检测的通用性。

1 系统结构及工作原理

SS3型电力机车调压开关的检测内容,主要是检测各主、辅触头的断开或闭合状态及各状态所对应的凸轮轴的旋转位置等参数。调压开关检测仪就是实现这些参数的自动、精确测量装置。我们所研制的新型调压开关检测仪,与原车下检测装置^[1]相比较,在系统配置和硬件结构上进行了优化和改进,扩展了其使用范围和功能,特别是性能上得到了较大改善,整个系统的结构如图1所示。

MCS-51单片机是检测仪的核心。根据控制命令,它主要实现对各路传感器信号的采集、分析和处理;检测结果的查询或打印输出;与IBM-PC系统机之间的数据通信等。

收稿日期:1995-02-18.

朱灿焰,男,1962年生,讲师。

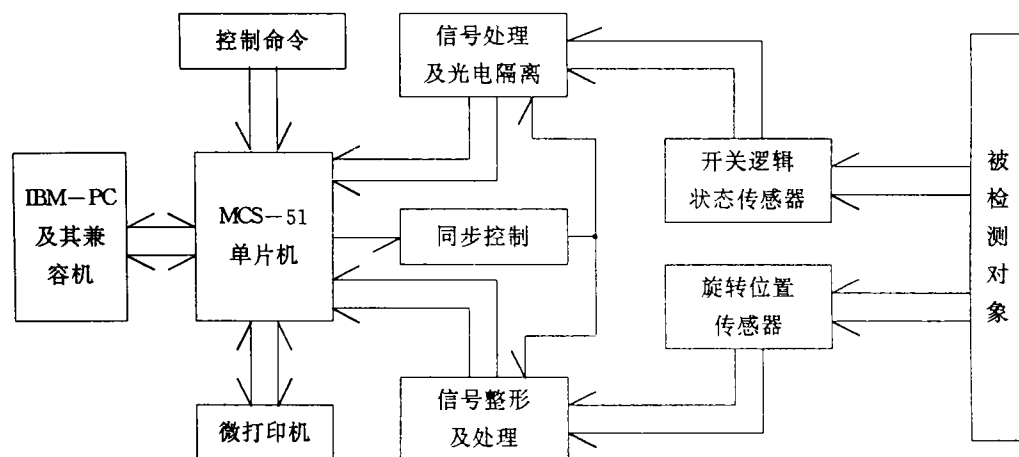


图1 系统结构框图

旋转位置传感器实现各触头开关逻辑状态所对应位置的角度转换。它选用高精度的增量式光电编码器，该编码器通过齿轮与调压开关的凸轮轴一起旋转，从而检测出凸轮轴旋转角度的变化。因此，编码器的精度直接决定系统的检测精度。

开关逻辑状态传感器实现调压开关各触头开闭状态的逻辑电平转换，可同时输入13路信息。如需检测更多路开关状态，可采用分时检测的方法；也可在硬件上稍作改动，使之扩展至64路。

整个系统根据控制命令，可实现对调压开关的车下检测和车上检测；完成进级状态顺序检测、退级状态顺序检测、进退半级功能测试及自动进退级时间测试等。检测完毕后，可查询或输出检测结果。根据需要，还可控制打印输出各触头的故障信息和磁盘存贮或显示各触头的逻辑顺序图等数据。

2 研制原理

调压开关在车检测的技术关键是实现各主触头工作状态的独立检测。SS3型电力机车调压开关的主触头电路如图2所示。由图可知，调压开关与变压器付边绕组和硅整流器件相连。这些元器件及其保护电路^[2]不仅破坏了主触头的独立性，还影响到状态检测的准确度。为了消除调压开关外围电路的影响，我们提出了逻辑检测的新方法。该方法的主要内容如下。

2.1 逻辑状态检测

我们知道，SS3型电力机车在整个调压过程中， TK_i 与 TK_{10+i} , $i=1,2,3,\dots,10$ 的工作状态始终保持相同，即图2中6端与8端相等；7端与9端相等。实际中，部分车型已将这两对端点分别连接在一起。所以，在直流稳态下，图2中调压开关电路完全等效成图3所示的简化电路形式。图中，TKA等效为TK1与TK10或TK11与TK20并连；TKB等效TK9或TK19；TKS等效剩余单号触头相并联；TKD代表剩余双号触头并连。因此，在电路上各触头并非完全独立。令各端点的输出函数分别对应为POINT6, 8、POINT7, 9和POINT10。假

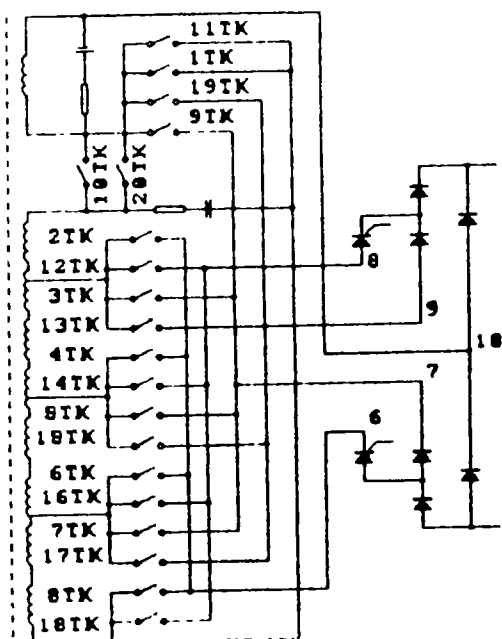


图2 调压开关主触头电路

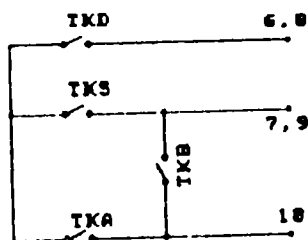


图3 主触头简化电路

设端点与 COM 端相通时输出高电平 V_H ；断开时输出低电平 V_L 。根据各主触头正常工作时的闭合表^[2]，我们得到图4所示各端点的输出逻辑关系。由图可知，除 TK9 或 TK19 外，其他各主触头的闭合状态独立地对应于相连输出端的高电平逻辑。例如，TK2 或 TK12 的闭合状态完全由 POINT6, 8 的输出逻辑确定，且独立地对应于 $15.5^\circ \sim 44.5^\circ$ 和 $195.5^\circ \sim 224.5^\circ$ 间的高电平逻辑。由图4还可知道，在 TK9 或 TK19 闭合期间，POINT7, 9 的输出逻辑完全由 POINT10 的输出逻辑决定，且与其他触头的闭合状态相独立。因此，可根据 POINT7, 9 的输出逻辑与 POINT10 的输出逻辑相关联的范围来检测 TK9 或 TK19 的工作情况。这样，我们可根据 POINT6, 8、POINT7, 9 和 POINT10 的输出逻辑状态来检测全部主触头的工作状况。

另外，由图4中所示的逻辑角序关系可知，相关联在一起的相邻两个触头，它们间的闭合状态独立角度间隔至少为 11° ，如 TK2 或 TK12 与 TK4 或 TK14 相隔 11° ，除 TKA 和 TKB 外，TKS 和 TKD 所代表的各触头的闭合范围，在正常时均保持为 29° 。所以， 11° 和 29° 两个角度量可作为主触头故障信息检测的定量关系之一。一般情况下，根据所检测到的逻辑角序关系，可准确和定量地检测出各触头的开闭状态及对应的角度参量等。若调压开关出现严重故障，如不进、不退、卡位和窜车等现象，则检测到的输出逻辑关系必将被严重破坏，因而，更容易检测出触头的故障情况。

2.2 绝对零点估算

调压开关闭合状态的检测，关键是检测和建立各端点的输出逻辑角序关系，该关系是相对于绝对零角度而言的。然而，实际检测过程中，起始检测点的角度值并非绝对角度，更不是绝对零点。若零角度点发生偏移，严重时将会造成触头序号的混乱。因此，需要准确地估

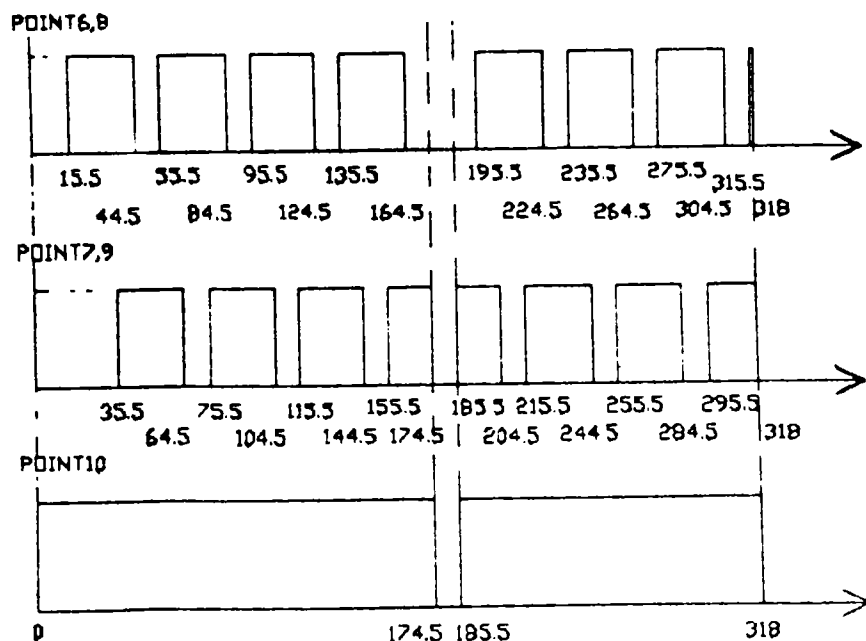


图4 主触头输出逻辑关系

算绝对零点的位置或起始检测点的绝对角度。根据图4中的某些相关信息,在任何情况下,我们均可准确地判断出绝对零点位置。

由POINT10的输出逻辑可知:TK1或TK11的闭合范围为 $0^{\circ} \sim 174.5^{\circ}$,该组触头进级时的闭合状态起始点和退级时的闭合状态终点即为绝对零角度点;TK10或TK20的闭合范围为 $185.5^{\circ} \sim 318^{\circ}$ 。174.5°和185.5°正处在整个调压过程的中间阶段,且相隔 11° 。此 11° 也是这两组触头逻辑独立间隔。另外,在174.5°至185.5°区段及附近,各端点的输出逻辑均有特征。如图4中虚线所示。POINT7,9的输出逻辑正反应TK9或TK19的闭合状态,高电平逻辑分别由174.5°和185.5°向区段外拓展 19° ;POINT6,8的输出逻辑正处在最宽的低电平区段。所以,174.5°、185.5°和 11° 三个关联角度量可作为绝对零点估算的先验知识。

比较POINT6,8和POINT7,9的逻辑关系后可知:单号触头的开闭点角度值与其相邻双号触头的开闭点角度值之间的相对距离,具有规律性。例如,TK3或TK13的开闭点 35.5° 与TK2或TK12的开闭点 15.5° 和 44.5° 分别相差 20° 和 9° ;其另一开闭点 64.5° 与TK4或TK14的开闭点 55.5° 和 84.5° 分别相差 9° 和 20° 。角度量之间的相关信息可作为绝对零点估算的另一依据。

根据上述原理,我们在检测出各端点的输出逻辑关系后,即可准确地判断触头序号以及对应的开闭状态、开闭点的绝对角度值、闭合状态范围和故障信息等各种参量,从而实现调压开关的自动检测。

3 抗干扰技术措施

新型调压开关检测仪的性能优越,在恶劣环境下能做到准确检测,其原因是在多方面采取了抗干扰技术措施。

3.1 消除角度计量干扰

光电编码器输出信息决定了凸轮轴的旋转位置,即角度量的具体值。根据调压开关检修规范要求,角度计量精度必须达 $0.1\%FS$,即 360° 范围内绝对误差不得大于 0.5° 。若角度计量产生较大误差,则检测仪将失去其使用价值。因此,需要精确计算传感器输出信息所对应的凸轮轴的旋转角度。增量式光电编码器的工作原理^[3]是根据内部光栅的高精度机械定位,将随中心轴一起旋转变化的光信号转化成 A、B 两相脉冲信号输出,且 A、B 间始终存在 90° 相差。根据 A、B 两相脉冲信号的相位关系,可确定调压开关的变化方向,即进级或退级;根据 A、B 的输出脉冲个数,可计算出角度变化量。由于光栅机械定位精度非常高,稍有抖动即会产生脉冲输出。而光栅边缘的机械抖动则产生误差脉冲信号,从而会影响角度计量的准确性。经研究抖动误差信号与正常工作信号之间的区别,我们使用寄存器将两种信号特征记忆下来,然后由软件来进行判断和处理,从而消除抖动干扰,保证角度计量的精度要求。经过各种情况下的反复试验,在 360° 范围内,误差脉冲的计入个数最多小于 1 个。若选用 0.2° 编码器,则精度高于 0.5° 。

3.2 消除逻辑检测干扰

在车检测能否实现,主要取决于开关逻辑状态传感器的输出信号能否准确地反应各触头的开闭状态。经过研究和实验发现,影响调压开关主触头的检测的原因是负载电路参数。其中最关键是需要消除均压电阻参数的影响。我们在传感器电路设计中,采取了两条抗干扰技术措施。一是合理设计逻辑转换电路,并利用二极管的单向特性,保证开关闭合状态和断开状态相互独立;另外是提高输入信号的信噪比,减少分布参数及尖脉冲干扰,保证输出逻辑关系的一致性和重复稳定性。

辅助联锁触头的机械强度相对较弱,且与机车上直流 110V 电源直接相连,所以,联锁触头在断开和闭合的瞬间存在两种干扰信号:一是机械抖动干扰;二是线圈浪涌电压干扰。这两种干扰信号对传感器和检测过程的正确性都有很大影响。针对干扰信号特点,我们在传感器电路设计中,加入了浪涌电压吸收电路和两级 RC 滤波器等,取得了非常明显的抗干扰效果。

3.3 软件抗干扰措施

车上型调压开关检测仪的使用环境恶劣,空间干扰很大。除在电路设计和产品结构上采取必要的手段外,软件上的抗干扰措施也是至关重要的。首先,我们使用了“看门狗”技术和软件自诊断技术,提高了软件系统的可靠性。其次,在数据采集处理过程中,我们进行加权平均滤波和数字平滑滤波,使逻辑检测结果更加准确。此外,在软件结构上作了优化处理,并使软件与硬件的配合更加协调,整机性能得到较大改善。

3.3 其他抗干扰措施

除上述抗干扰措施外,我们对共模干扰和空间干扰也进行了技术处理。针对空间干扰主

要采取了屏蔽措施；共模干扰来源于两个方面。一是变压器付边绕组的感抗所引起的；另一方面来源于三组电源的不同共地点。针对第一种干扰源，我们在外电路上做了短接处理；针对第二种干扰源，我们进行了源最近点接大地处理。经过现场调试试验，抗干扰效果明显。

4 结束语

依据本文所述的检测理论，我们研制出了新型调压开关在车检测仪。在研制过程中，因在软硬件上采取了多种抗干扰措施，故整机性能优良。经电力机务段现场使用，证实了该检测仪能在恶劣环境下，可靠工作，且性能稳定。另外，对车下调压开关作少许连线后，可直接用本检测仪进行自动检测，从而实现了车上车下检测的通用性。

参 考 文 献

- 1 林知明，胡建华，何国民. 调压开关的微机检测方法. 华东交通大学学报, 1992, 9 (1): 12~19
- 2 刘友梅主编. 韶山3型电力机车. 北京: 中国铁道出版社, 1990
- 3 朱企明. 光电编码器检测仪. 电子技术, 1994, (4): 23~25
- 4 陈春阳. 电力机车电子控制线路抗干扰设计. 机车电传动, 1994, (6): 6~11
- 5 吴薇, 文军. 单片机原理及制作. 武汉: 武汉大学出版社, 1991

Development of On—train Detector of the Adjusting Voltage Switches

Zhu Canyon Li Jinfa He Guomin

Abstract In this paper, the fundamentals of developing on—train detector of the adjusting voltage switches is introduced, and then a new logical detecting method is proposed. Using this method we can efficiently solve the technological problems of on—train detecting, and also widen the detector's use—range from on—train to down—train detecting.

Key words Adjusting voltage switches; On—train detecting; Logical detecting; Anti—interference