VD－1A型X射线衍射仪高压系统的故障分析及排除

马耀廷

(中国科学院长春应用化学研究所 长春 130022)

摘 要

本文以三个故障实例详细地叙述了岛津VD－1A型X射线衍射仪高压系统的故障分析和排除方法。

关键词 X射线衍射仪，故障分析

一、前 言

VD－1A型X射线衍射仪，是日本岛津制作所七十年代初期的产品，它是集光、电、机为一体的大型精密仪器。由于该机用了很多继电器和分立元件，经长期使用后，很容易出现故障。为使有这种仪器的部门检修方便，现将我们在多年操作和维护此仪器过程中，经常出现的主要故障及排除方法介绍如下。

二、故障分析及检修

故障1. kV表和mA表指示值不稳，而且电流不可调。

kV表的指示是高压发生器送出供X－射线管的工作电压，而mA表的指示是X－射线管的工作电流，如果它们不稳，仪器无法正常运行。

故障分析：根据现象判断，可能是电流稳定器出现故障。首先应检查X－射线管电流稳定器部分，图1所示是电流稳定器原理图，通过它可理解稳流的控制过程；图2所示是稳流器的实际电路图。将两张图对照起来看，能清楚地看懂其稳流原理。图中TB－1的③、⑥两点连至X－射线管灯丝变压器初级的两输入端C_1、C_2，正常运行时，有70V左右的交流电

1994年8月31日收到来稿。

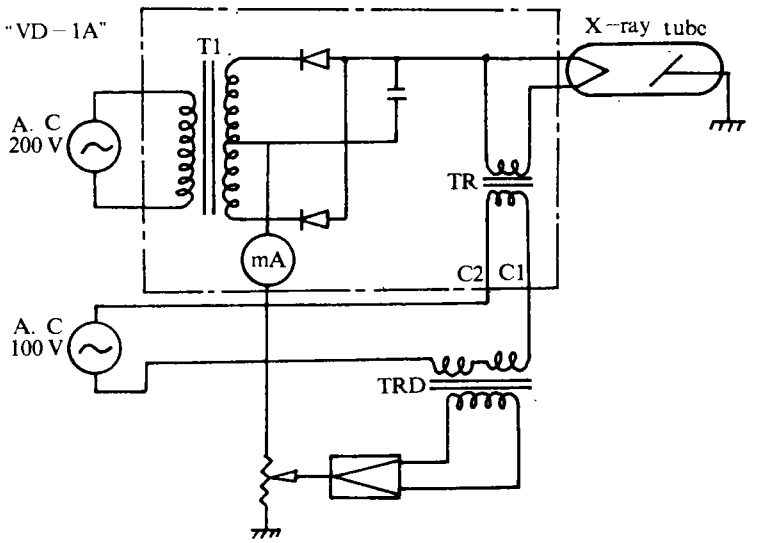

图 1 管电流稳定器原理图

Fig. 1 Principle diagram of tube current stabilizer

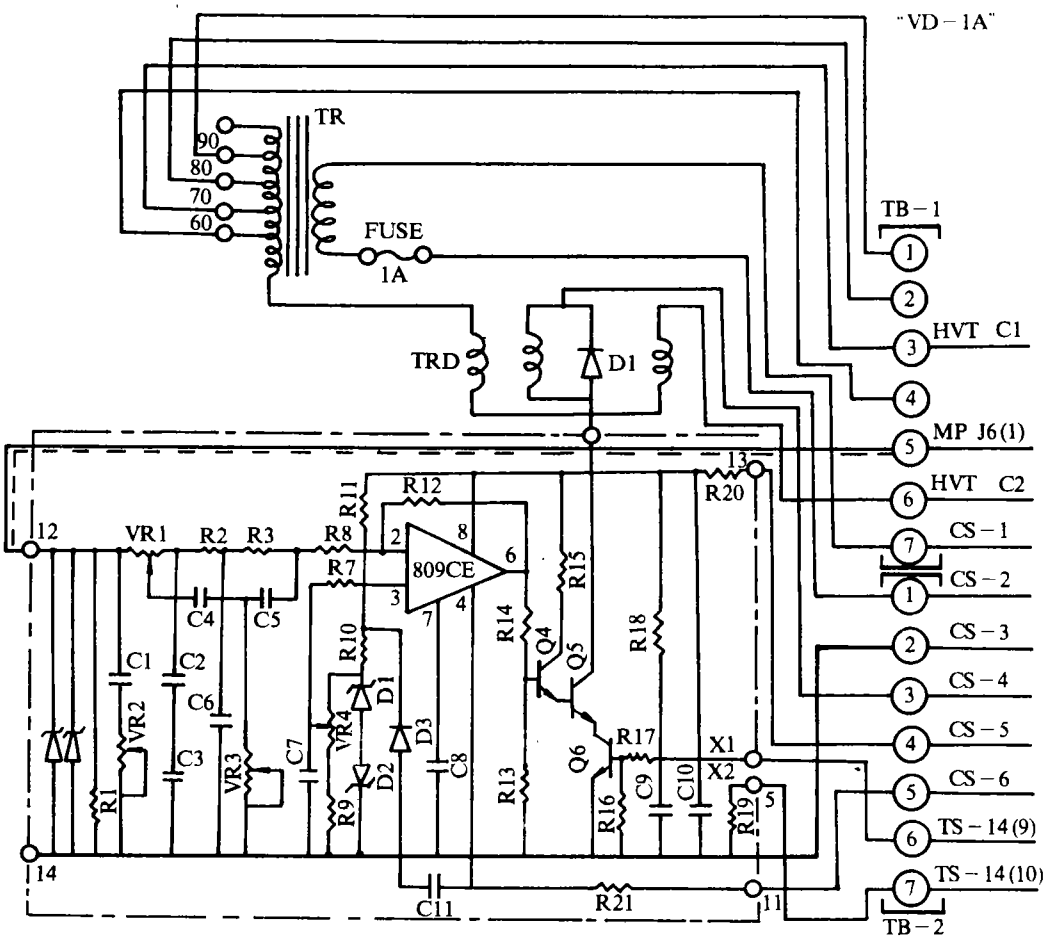

图 2 X 射线管电流稳定器

Fig. 2 X－ray tube current stabilizer

压。此电压受串在变压器 TR 初级的 TRD 控制，而 TRD 又受比较放大器的控制。TB－1 的⑤点是比较放大器的输入端，该点是来自电流的取样回路，因此，当 X 射线管电流有变化时，比较放大器就有信号输入，经放大后去控制 X 射线管灯丝电压的稳定，使输出电流为一恒定值。管电流的调节，是靠粗调（五档）和细调（五个电位器）的配合使用来完成的。工作过程清楚了，对电路逐级检查就能查出故障所在。

检修方法：根据故障现象，首先应将管电流稳定器的印刷电路板拔下，仔细检查各元件是否损坏，并对元件值进行测量，若元件完好，元件值也正常，可插回电路板，通电测量各点工作电压。首先测量 TB－1 的⑤点看是否有信号输入，即当改变电流粗调档时，该点对地电压应有变化，而此变化在比较放大器的每一级中也应反应出来。测量结果放大器没有反应，于是从后向前查找，当查至放大器输入元件时，发现信号输入电阻 R8 与电路板的线条断路，造成信号没有进入放大器，使电路失去调节作用引起输出不稳。当把故障点排除后再开机，仪器恢复正常。

故障 2　高压加不上

故障分析：在正常情况下，当总电源开关（Main）接通后，场致发光指示器上排的 Main、Diff/Fluo（其中一个）、Day/Night（其中一个）都应点亮，唯有 X－射线不亮；而下排的 Water 灯一亮即灭外，其它的灯 Shutter、Overload、Stopper 均不应亮。如下排这些灯中，只要有一个常亮不灭，就意味着高压回路已经保护，只有当排除故障后才能加上高压。该仪器为了保证高压系统的安全运行，在高压供电回路中设计了回路保护器，分别由四个继电器来完成。正常运行时，四个继电器控制高压回路的触点都呈闭合状态，与 X－射线开关“ON”串在一个回路中；而控制四路指示灯的触点都呈开路状态（即灯不亮）。当需要开启 X－射线时，只需按动“ON”即可。同时场致发光指示器上的 X－射线灯被点亮。运行中，当水、光闸、超载、制动器等任何一路出现保护时，相应的指示灯亮，并能自动切断高压，起到保护人、机安全的作用。经检查发现水（water）灯常亮不灭，因此，可以肯定是冷却循环水系统出现故障。

检修方法：首先检查循环水的水压计，发现水压指示正常（正常时为 0.3 MPa）。检查循环水路也没发现问题。当用万用表测量流量开关 F 时，发现两触点没有合上，加大流量至 0.4 MPa 时，仍无效果。经分析认为：虽水压指示正常，但可能循环水路有堵塞现象，造成实际流量不够，导致开关 F 不能接通。当拆下 X－射线管，发现管靶的铜过滤网周围糊满水垢和锈片，这就是引起故障的原因。当将过滤网用清水冲洗干净后再开机仪器便恢复正常工作。

故障 3　有高压且可调，但 mA 表无指示。

故障分析：根据故障现象，可参照图 5.12（见本仪器大本说明书）进行分析。出现上述情况一般有两种可能：一是灯丝变压器损坏或电源没有加上；另一原因可能是连接灯丝电压到高压电缆插座上的继电器（在高压箱内）没有工作，使灯丝电压没能加到 X－射线管上，因此没有电流指示。

检修方法：首先查图 5.12 中的灯丝变压器的初级电压，测量前可先将高压变压器的初级 T_1、T_2 两引线去掉，并用绝缘物包好以免出现危险。然后用电表测量 C_1、C_2 两端的电压，正常时约 70 V，测得值正常。再测量次级电压，测法是先将高压电缆拔出包好，切勿沾上灰尘，然后将电表的测试棒伸进高压电缆插座中进行测量，测得电压为零伏（正常时应为

15～16 V)，这就证实了 X－射线管灯丝电压没有接通。究竟是灯丝变压器损坏还是其他原因尚不能确定，须做进一步检查。由于灯丝变压器和继电器都在高压油箱内，测量很麻烦。因此，应先检查油箱外面与其有联系的电路。从图 5.12 可看出，共有两个高压输出插座 RC1 和 RC2，X－射线管灯丝电压分别通过两个继电器送到 RC1 和 RC2 上。若供继电器工作的电压没加上，它就无法工作，灯丝电压也就无法送到 RC1 和 RC2 上。从图中可看出，供给两个继电器的工作电压分别来自 RC3 的②、③ 和②、④，正常时分别为 100 V 交流电，经全波整流后供继电器工作。当测量 RC3 的②、④ 两端时，发现电压为零V，因此，可以断定供继电器工作的电压没接通。根据②、④ 两点的去向进行跟踪查找，当查至图 5.7（见本仪器大本说明书）时，测量控制此电压的继电器 RY21 的触点 ⑩ 与⑧ 不通，正常时此两点应该接通。进一步检查继电器发现线圈开路，这就是故障的所在。当换上一个备件后，再开机测量 RC3 的②、④ 两点电压为 100 V。高压电缆插座上的灯丝电压为 15 V。关掉电源，插回高压电缆将 T_1、T_2 接回，再开机时仪器恢复正常工作。

三、 结束语

1. 检修这类大型仪器时，不论出现什么故障，先不要盲目动手。应先对仪器的工作原理有所了解，并应分析发生故障的可能原因，然后逐级检查就能较容易地发现故障的所在。

2. 检修这类带有高压的仪器时，一定要注意安全。X－射线衍射仪的高压往往都高达 40 kV 以上，稍一疏忽将造成不可挽救的人、机损伤，提醒检修者必须高度重视。

3. 本仪器用的冷却循环水是蒸馏水，但它是用泵循环的，用得太久也会生成水垢或锈片，最好半年换一次，以免因水路堵塞造成高压加不上的故障。

Trouble Shooting and Removal in High Voltage System of Shimadzu VD－1A X－Ray Diffractometer

Ma Yaoting

(Changchun Institute of Applied Chemistry,
Chinese Academy of Sciences, Changchun 130022)

Abstract

In this paper the trouble shooting and its removal in high voltage system of Shimadzu VD－1A X－ray Diffractometer were described in detail. Three examples were demonstrated.

Key words X－ray Diffractometer, trouble shooting