

电路板芯片级修复在 X 射线荧光光谱仪维护中的应用

王明利, 缪明军, 刘平, 张广治, 王贵玉, 夏碧峰

(北京首钢股份有限公司, 河北迁安 064404)

摘要: X 射线荧光光谱仪(XRF)在国内的冶金、矿山等行业的实验室有着广泛的应用。以 ARL9900 系列 X 射线光谱仪为例, 介绍了其 XPS 电路板上光耦合芯片和 XPSI 电路板上 IGBT 芯片损坏故障的故障现象和报警信息, 以及如何利用电路原理和电子知识进行电路板上损坏元件的检查和处理。通过这两个典型的电路板芯片级故障处理方法, 为实验室精密仪器的芯片级故障修复提供一种思路, 帮助企业快速恢复生产, 节约备件成本。

关键词: ARL9900 系列 X 射线荧光光谱仪; 电路板故障; 芯片级修复

中图分类号: O657.34

文献标志码: A

文章编号: 1000-7571(2019)04-0070-05

X 射线荧光光谱仪(XRF)广泛应用于国内的地质、冶金、矿山、电子机械、石油、化工等领域的材料化学成分分析, 可以测定固体、导体和非导体等不同形式和性质的样品^[1-2]。该仪器操作简单、分析速度快、准确性高, 是实验室的重要分析仪器之一^[3-4]。目前本公司使用的 X 射线荧光光谱仪主要用于分析进口矿、高炉铁、烧结矿、炉渣等样品。该仪器最多可以安装 32 个固定通道(测量电路板), 可对样品中多元素同时测量。仪器电路板在长期使用过程中由于芯片、元件老化等原因易发生电路板损坏故障, 目前技术服务工程师和实验室设备维护人员的维修方式多采用直接替换电路板的方式, 即找出损坏的电路板进行更换, 更换下来的坏电路板直接报废^[5-6]。电路板属于进口备件, 价格昂贵、备件采购周期长, 给企业的设备维护和成本控制带来很大影响, 特别是企业竞争日趋激烈的背景下, 降本增效成为各个钢厂生存发展的关键。

通过对电路板的故障研究发现, 大多数电路板损坏只是电路板上某个元件或芯片损坏导致, 按照电路原理、单片机相关方面的知识, 对电路板上元件、芯片进行测量, 找出损坏元件进行替换, 就可以实现损坏电路板的修复再利用, 实现电路板故障芯片级的维修。相对于整体更换新电路板, 电路板芯片级的故障维修成本非常低, 可以大量节约备件费用。本文介绍了 ARL9900

型 X 射线光谱仪(XRF)的两个典型电路板故障芯片级维修的案例, 提供一种电路板故障维修方法和思路, 以方便设备维护人员在实验室仪器发生类似故障时通过对故障电路板的芯片级维修, 快速恢复设备, 使仪器及时服务于生产, 也为其他类型仪器的维修提供参考。

1 故障一

故障现象: ARL9900 X 射线荧光光谱仪在检修停电恢复供电后, 按下仪器启动按钮, 仪器前面板无任何显示, 无法正常开机。

1.1 故障检查和分析

检查仪器 220 V 输入电压正常, 仪器显示面板电源为直流低压供电, 检查仪器低压电源输出。用万用表测量仪器背部低压电源模块 24 V、±12 V、5 V 输出, 发现 5 V 输出为 0 V, 摘掉 5 V 负载测量电源输出依旧为 0 V, 确认 5 V 电源模块损坏。为排除负载短路导致 5 V 电源损坏, 测量负载电阻, 发现负载阻值为 7 Ω, 负载阻值较小, 怀疑负载有短路故障点。对负载线路进行检查, 发现 5 V 输出线连接到仪器电子机架上的母板上, 该母板上共装有 9 块电路板(如图 1 所示)。查找仪器母板电路图发现母板上 9 块电路板上均有 5 V 供电(如图 2 所示), 将 9 块电路板拆下检查未发现电路板上有明显的芯片及元件击穿、损坏痕迹。拆下电路板测量母板上 5 V 对地电阻, 阻值为无穷大, 确认母板正常。怀疑 9 块

收稿日期: 2018-08-28

作者简介: 王明利(1984—), 男, 工程师, 硕士, 研究方向为钢厂实验室设备维护管理; E-mail: wangmingli_cute@163.com

电路板中可能有 5V 对地短路情况, 按照图 2 对 9 块电路板上的 5V 对地阻值进行逐一检查, 发现电子柜电源板 XPS 上 5V 对地电阻为 7Ω , 确定 XPS 电路板损坏。



图 1 仪器电子机柜内电路板

Fig. 1 Circuit board inside the cabinet of instrument

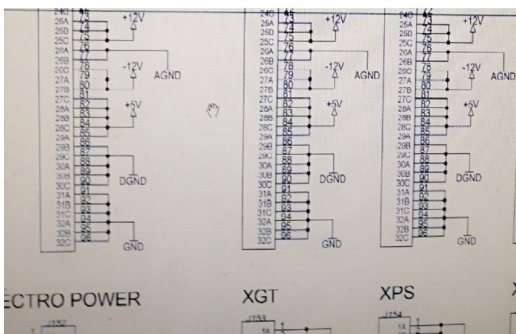


图 2 母板上 5V 电源电路图

Fig. 2 5V power supply circuit diagram on motherboard

1.2 故障处理

对 XPS 电路板上 5V 供电的电源及芯片的对地阻值进行测量, 找出损坏的元件和芯片。芯片电源对地阻值的快速测量方法为测量芯片正前方的电容(如图 3 所示), 该电容为芯片的电源滤波电容, 直接连接芯片的电源和地管脚。通过测量发现 XPS 电路板上芯片 IC20、IC21、IC24、IC31 的滤波电容阻值为 7Ω , 将这 4 个芯片逐个取下测量滤波电容阻值变化, 发现 IC20 取下后电容阻值大于 $200\text{k}\Omega$, 确定 IC20 损坏, 该芯片型号为 HCPL-2231, 查找资料为光耦合芯片(以下简称光耦芯片), 查找该芯片数据手册, 从数据手册的电路图上发现芯片的电源和地短路(如图 4 所示), 确定 IC20 光耦芯片损坏。

HCPL-2231 为常用光耦芯片, 购买方便。购买光耦芯片进行替换测试, 电路板 5V 对地阻值为 $230\text{k}\Omega$, 回装 XPS 电路板测试, 仪器恢复正常。电路

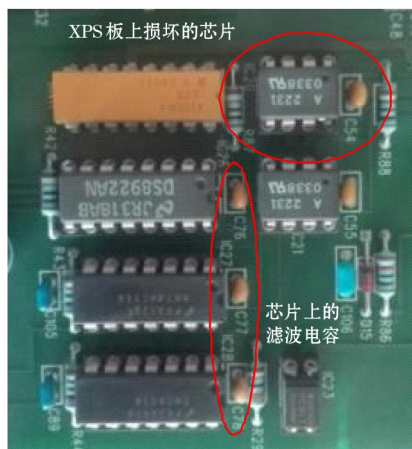


图 3 XPS 电路板上损坏的光耦芯片

Fig. 3 Light coupling chip damaged on XPS board

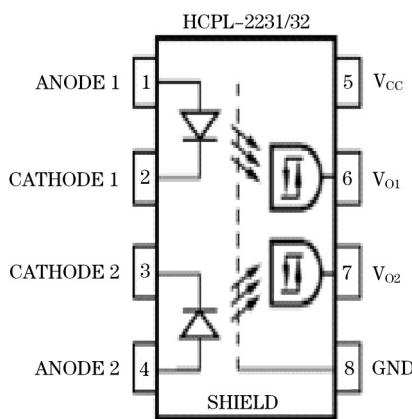


图 4 HCPL-2231 芯片管脚电路图

Fig. 4 Chip pin circuit diagram of HCPL-2231

板上机使用 1 个月未发生任何异常, 运行情况良好。

2 故障二

故障现象为 ARL9900 X 射线荧光光谱仪待机过程中突然 X 射线光管无信号, 重启光管无法启动, 仪器报警: Fatal # 8210; Time-out on X-ray ON ack or X-ray lamps fault. Fatal # 8293; Generator 400 V not $> 250\text{V}$, time-out. Fatal # 8305; Power off, issued by DSP, 400 V too low ($< 320\text{V}$). Fatal # 8388; No power relay feedback.

2.1 故障检查和分析

根据故障现象, 怀疑 X 射线管高压发生器(以下简称高压发生器)内有电路板损坏。打开高压发生器检查高压发生器接口电路板、高压发生器控制电路板、高压发生器电源电路板和高压发生器倍增电路板, 未发现电路板上有明显的元件或芯片损坏痕迹。

查找高压发生器上各电路板电路图发现 XPSI 和 XPSP 电路板上均有 400 V 电压输出模块(如图

5、图 6 所示)。怀疑 XPSI 和 XPSP 电路板上元件或芯片损坏。

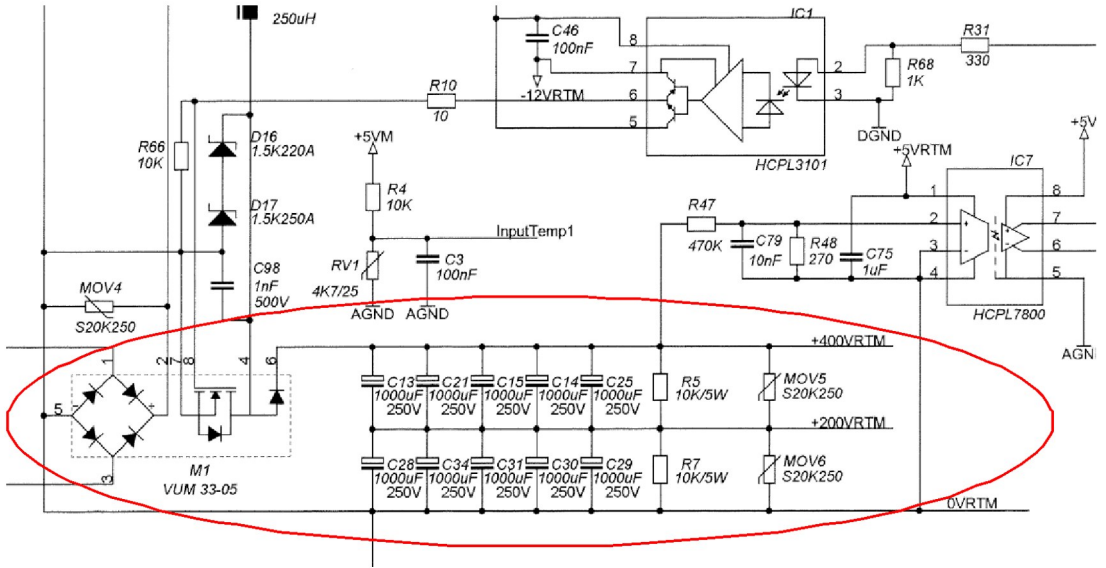


图 5 XPSI 电路板上 400 V 输出电路图

Fig. 5 400 V output circuit diagram on XPSI board

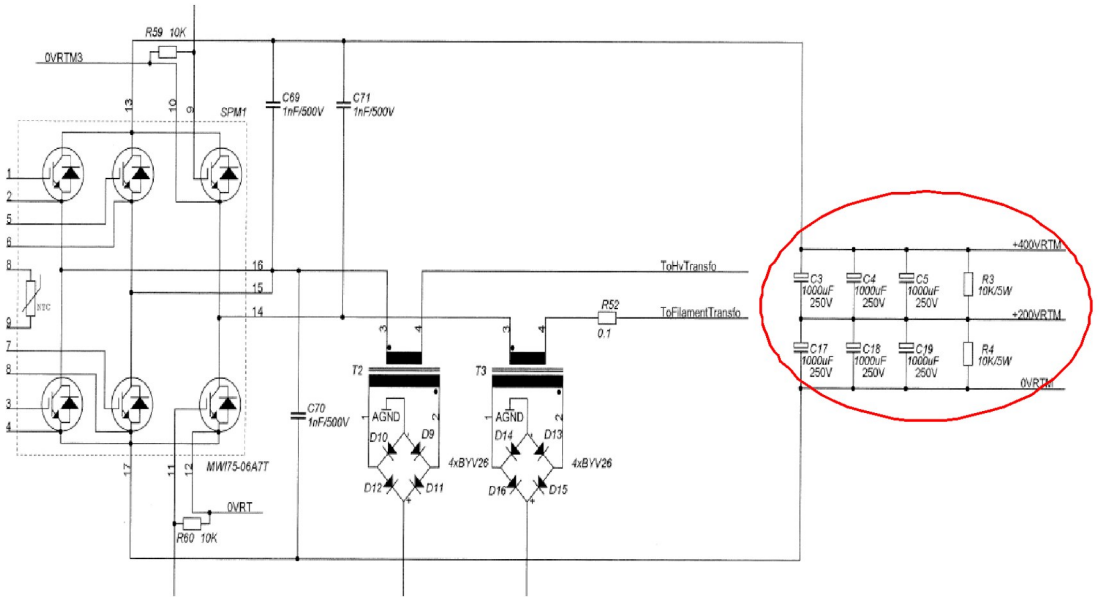


图 6 XPSP 电路板上 400 V 输出电路图

Fig. 6 400 V output circuit diagram on XPSP board

2.2 故障处理

根据电路图对 XPSI、XPSP 两块电路板上跟 400 V 电路有关的元件和芯片进行测量,发现 XPSI 电路板(如图 7 所示)上的 Q3、Q4 两个元件的管脚 1 和 2 正、反向均导通,怀疑元件 Q3、Q4 损坏(如图 8 所示)。

检查 Q3、Q4 元件,其型号均为 K75T60,查找元件数据手册,根据数据手册确定 Q3、Q4 为 IGBT

管(其管脚图如图 9 所示),根据其管脚电路特性可知 Q3、Q4 元件管脚 1 和 2 之间有 1 个二极管,用数字万表导通档测量应为:正向导通,反向断开;用数字万用表二极管档测量应为:正向 0.4~0.7 V,反向断开。电路板上 Q3、Q4 正反向均导通,确定 Q3、Q4 损坏。购买元件进行更换后测试,管脚状态正常。回装测试,仪器恢复正常,电路板上机使用 3 个月未再发生故障,使用状况良好。



图 7 XPSI 电路板正面

Fig. 7 Circuit board positive of XPSI board

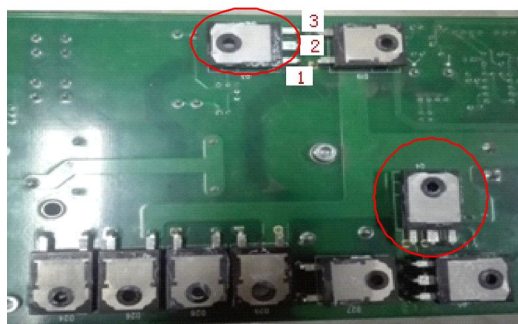


图 8 电路板背面损坏的 IGBT 元件

Fig. 8 Damaged components on the back of the circuit board

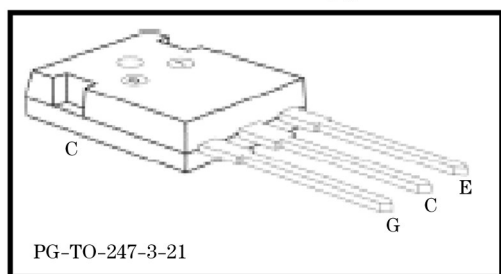
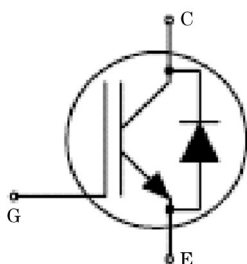


图 9 IGBT 元件管脚电路图

Fig. 9 Component pin circuit diagram of IGBT

3 结语

本文通过 ARL9900 系列 X 射线荧光光谱仪的两个电路板故障维修案, 阐述了电路板维修的基本方法和思路。随着冶金技术的不断发展, 实验室精密分析仪器的配备越来越多, 受制于进口仪器技术限制, 随精密仪器进口的资料很有限, 目前精密分析

仪器电路板芯片级的修复模式在实验室设备维护中还处于摸索阶段, 仪器电路板的芯片级修复应用前景非常广阔, 经济效益非常可观。电路板芯片级修复不但能快速解决问题, 节省备件费用, 而且设备维护人员通过对仪器电路板的深入研究分析, 可以进一步掌握精密仪器的控制原理和故障深层原因, 帮助设备维护人员更好地进行仪器维护, 确保设备的高效稳定运行。

参考文献:

- [1] 周国兴, 赵恩好, 岳明新, 等. X 射线荧光光谱仪及其分析技术的发展[J]. 当代化工, 2013, 42(8): 1169-1172.
ZHOU Guo-xing, ZHAO En-hao, YUE Ming-xin, et al. Development of X-ray fluorescent spectrometer and its analysis technology[J]. Contemporary Chemical Industry, 2013, 42(8): 1169-1172.
- [2] 武永芝, 党亮, 刘江斌, 等. ZSX Primus II 型 X 射线荧光光谱仪流气式正比探测器常见故障处理与维护[J]. 分析测试技术与仪器, 2014, 20(3): 187-189.
WU Yong-zhi, DANG Liang, LIU Jiang-bin, et al. Troubleshooting and maintenance of gas flow type proportional counter of ZSX PrimusII X-ray fluorescence spectrometer [J]. Analysis and Testing Technology and Instruments, 2014, 20(3): 187-189.
- [3] 张立新, 杨丹丹, 孙晓飞, 等. X 射线荧光光谱法分析铁矿石中 19 种组分[J]. 冶金分析, 2015, 35(7): 60-66.
ZHANG Li-xin, YANG Dan-dan, SUN Xiao-fei, et al. Determination of nineteen components in iron ore by X-ray fluorescence spectrometry [J]. Metallurgical Analysis, 2015, 35(7): 60-66.
- [4] 徐国华. 粉末压片-X 射线荧光光谱法测定烧结矿中的 Pb、Zn [J]. 福建分析测试, 2015, 24(3): 38-41.
XU Guo-hua. The determination of Pb and Zn in sinter using the powder pressing X-ray fluorescent spectrometry [J]. Fujian Analysis & Testing, 2015, 24(3): 38-41.

- [5] 谢欢. ARL9900X 射线荧光光谱仪 SC 探测器故障处理 [J]. 分析仪器, 2013(2): 86-88.
XIE Huan. SC detector fault handling of ARL9900 X-ray fluorescence spectrometer [J]. *Analytical Instrumentation*, 2013(2): 86-88.
- [6] 粟小宝. FANUC β iSV20 伺服驱动器故障诊断与芯片级维修方法 [J]. 装备制造技术, 2015(9): 103-106.
SU Xiao-bao. FANUC β iSV20 servo drive fault diagnosis and chip level repair methods [J]. *Equipment Manufacturing Technology*, 2015(9): 103-106.

Application of circuit board chip-level repairing on the maintenance of X-ray fluorescence spectrometer

WANG Ming-li, MIAO Ming-jun, LIU Ping, ZHANG Guang-zhi

WANG Gui-yu, XIA Bi-feng

(Beijing Shougang Co., Ltd., Qian'an 064404, China)

Abstract: X-ray fluorescence spectrometer (XRF) has been widely used in laboratory of some industries such as metallurgy and mining. In proposed study, ARL9900 series XRF was used as an example. The fault phenomenon and alarm information of optical coupling chip on XPS circuit board and IGBT chip on XPSI circuit board were introduced. The checking and treatment of damaged components on circuit board using circuitry principle and electronic knowledge were also introduced. The treatment method of chip-level fault on two typical circuit boards provided a new ideal for the chip-level repairing of precise instruments in laboratory. It could help the enterprises resume the production rapidly and save the cost of spare parts.

Key words: ARL9900 series X-ray fluorescence spectrometer; circuit board fault; chip-level repairing