

Research on Fault Diagnosis Technology of Capacitor Breakdown of Servo Board

Yang Liu

Electrical Engineering Department of Wuhan Electric Technology College, Wuhan Hubei
Email: 109795408@qq.com

Received: Oct. 6th, 2017; accepted: Oct. 19th, 2017; published: Oct. 31st, 2017

Abstract

In the investigation of the servo board capacitor breakdown fault, by analyzing the breakdown of circuit board capacitor, taking capacitor transient breakdown of servo control board 5242E C150 as an example, considering that the capacitor breakdown is due to insufficient voltage. Therefore, the electrolytic capacitor with higher voltage resistance and higher capacitance is replaced. Fault diagnosis of capacitor breakdown fault of servo board and detailed analysis of the specific causes of the failure occurred and propose solutions and preventive measures can provide a train of thought for the normal operation of servo control board.

Keywords

Servo Control Board, Capacitor Burnout, Capacitor Breakdown

伺服板电容击穿故障诊断技术研究

刘 洋

武汉电力职业技术学院电力工程系, 湖北 武汉
Email: 109795408@qq.com

收稿日期: 2017年10月6日; 录用日期: 2017年10月19日; 发布日期: 2017年10月31日

摘 要

在伺服板电容击穿故障的排查过程中, 通过分析电路板电容击穿故障, 以伺服控制板5242E位号为C150的电容瞬间击穿为例, 考虑到电容击穿是因为耐压不足所致, 故更换耐压值和电容值更高的电解电容。对伺服板电容击穿故障进行故障诊断, 详细分析故障事件发生的具体原因, 找出存在的现状问题, 提出

了解决办法及预防措施, 为保证伺服控制板正常运行提供了新思路。

关键词

伺服控制板, 电容烧毁, 电容击穿

Copyright © 2017 by author and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

伺服控制板在正常运行过程中发生伺服模块故障, 会引起主机不能正常运行与控制, 影响机组功率, 也威胁机组安全稳定运行。如果不及时处理或处理方法不合适, 有可能导致机组非正常停机[1]。因此, 如何正确、快速识别和处理伺服板故障至关重要。电容击穿作为伺服控制板常见故障之一, 掌握该故障的诊断技术和解决办法十分必要[2]。本文针对伺服控制板的电容烧毁故障, 着重讲述了电容击穿的故障机理、诊断及解决措施, 为可能存在的风险进行必要的验证, 避免因考虑不周导致的故障, 避免类似故障再次发生。

2. 现象描述

在调试系统进行故障排查过程中, 伺服控制板 5242E 位号为 C150 的电容瞬间击穿, 用万用表测量电容两端导通, 判断电容击穿。

一般认为, 电容击穿原因有以下三种情况:

- 1) 器件本身存在质量问题, 耐压值达不到额定电压 50 V, 导致电容击穿;
- 2) 伺服板前级电源给 5242E 的瞬间输入电压超过此电容额定电压, 导致电容击穿;
- 3) 电容后端存在电压波动, 瞬间电压超过额定电压, 导致电容击穿[3] [4]。

本次调试系统调试中, 同批次电容在其他项目使用均正常, 在此项目已多次出现, 可以排除电容批次性的耐压不足问题, 所以排除质量问题。伺服板电源前级由机载 DC 28V 电源提供, 经过滤波, 防浪涌模块 0437C, 100 W 稳压模块 0437D 将电源降至 24 V, 用示波器测量 5242E 电源输入端电压正常, 故排除前级因素, 故原因二不成立。由此我们考虑到第三种可能原因, 即通过分析后级电路对此电容的造成影响, 进一步定位故障原因。

3. 机理分析

伺服板 5242E 的作用是控制调焦与变倍电机带动镜片位置移动, 进行视场切换和调焦操作, 所使用的电机型号为 222039X+143972X, 电机具体参数如表 1。

调试中使用额定电压 18V 来控制电机运行。调试过程中, 整机电流未超过 2.5 A, 所以不存在电机堵转情况。并且在故障出现后, 我们重新更换了电容, 测试电机运行正常, 电机没有损坏。

更换电容, 使用示波器监测电容两端电压, 发现波形如图 1。

切视场时捕捉波形, 由宽视场切往中视场, 可以发现电容两端的最大尖峰电压达到 60 V, 并持续 3 至 5 ms 电压都超过了 50 V, 考虑到切换过程中, 此脉冲有可能会偶然出现更大值, 由此我们可以判定此电容两端电压超过其额定值是导致电容击穿的根本原因[5]。

Table 1. Motor parameters
表 1. 电动机的参数表

参数	参数值
额定电压	18.0 V
空载转速	8870 rpm
额定转速	7240
额定转矩(最大额定转矩)	12.3 mNm
额定电流(最大额定电流)	0.666 A
堵转转矩	67.7 mNm
堵转电流	3.52 A
最大效率	84%
速度/转矩常数	132 rpm/mNm
转子惯量	4.26 gcm ²
减速箱部分	143972X
减速比	4.4/1
减速箱最大传递效率	84%
转动惯量	0.5 gcm ²

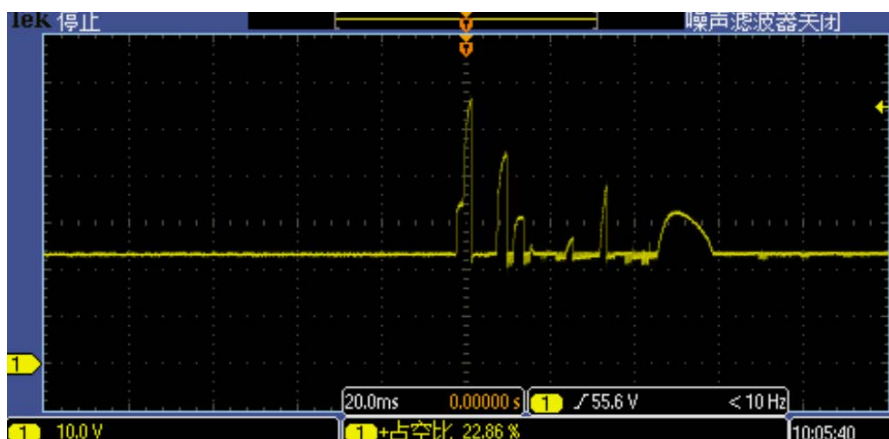


Figure 1. C150 terminal voltage during field of view
图 1. 切视场过程中 C150 端电压

据此，根据图 2 分析 C150 电容周边电路。如图 2 所示。

可以看到 C150 电容位于电机驱动芯片 L6205PD 的 VSA 与 SENSOR 两端，而芯片 SENSOR 端与电路板 MGND 相连。芯片内部架构如图 3 所示。

由图 2 可以看到芯片 VSA 端电压由前级 VIN 提供，测得 VIN 端电压无波动，所以芯片 VSA 端电压不会发生波动，从芯片内部电路可知，只有 OUT1，OUT2 上的电流可以通过二极管到达 VSA 端，且不会对 SENSOR 产生影响。所以可以判定由于电机控制端口电压发生异常波动，导致 VSA 端电压瞬间升高，形成尖峰脉冲。

由于 OUT1，OUT2 端电压不会超过驱动芯片 VIN，所以推断电机转动带来的电压脉冲是造成电压异常波动的主要因素[6]。将电机与伺服板断开，直接驱动电机以一定速度运行，监测电机两端的电压波形如图 4 所示。

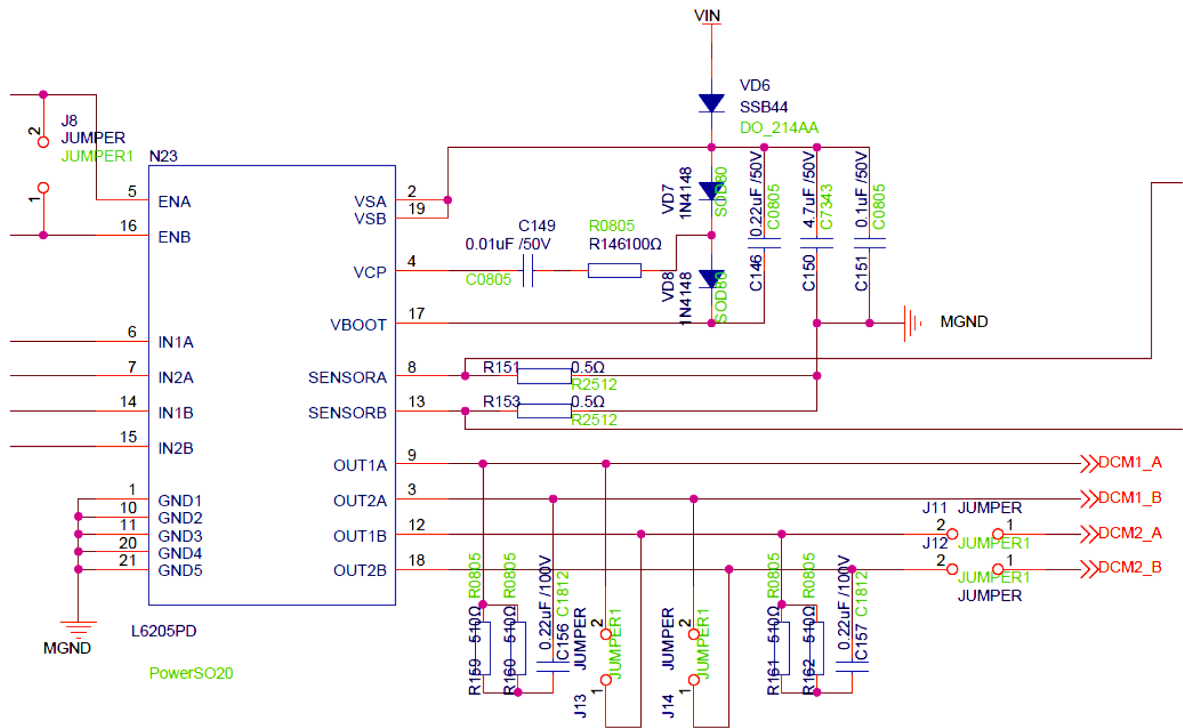


Figure 2. Capacitor peripheral circuit
图 2. 电容周边电路图

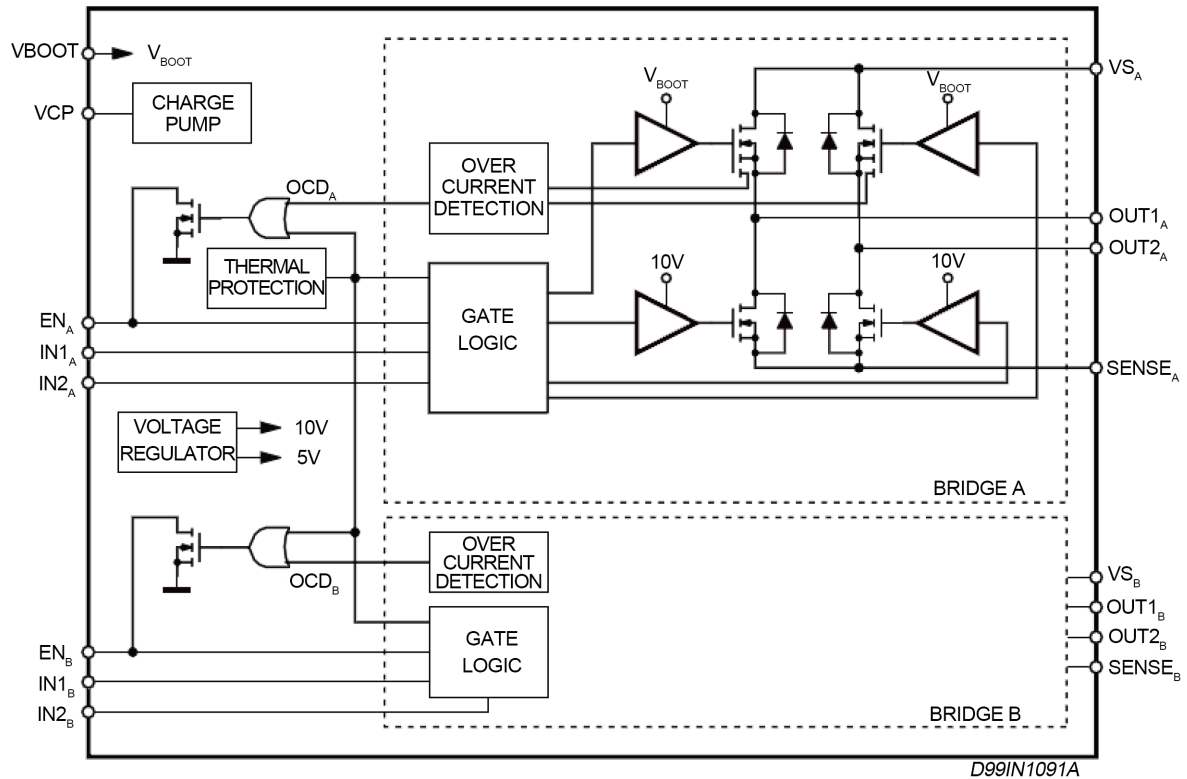


Figure 3. Internal circuit of L6205PD chip
图 3. L6205PD 芯片内部电路

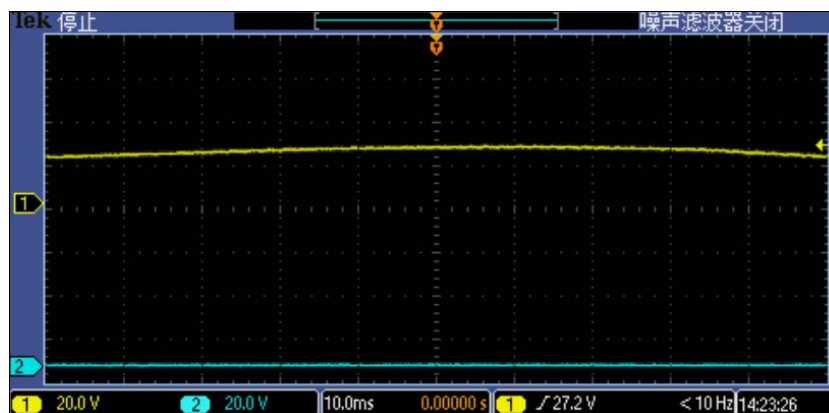


Figure 4. Waveform measurement of motor reverse electromotive force
图 4. 电机反向电动势测量波形图

此过程只转动了一个电机，但是电机两端的反向电动势最高已接近 30 V，如果两个电机同时运行，且在视场切换时电机运行速度更快，在某一时刻如果电压方向相同，电压就会叠加，因此将很有可能引起 C150 电容两端电压超过电容额定电压而击穿。

4. 解决措施[7]

为保护此电容不被击穿，在电容两端并联一个 48 V 的 TVS 管，当 VSA 端电压超过电容的额定电压时，可以通过 TVS 反向导通避免电容击穿，通过实验测量增加 TVS 管后的 C150 两端电压波形如图 5 所示。

可以看出增加 TVS 管并没有有效降低瞬间的最大电压，我们推断可能的原因是脉冲持续时间过长，TVS 管不能完全吸收此电压尖峰。

从电路图可以看出，电路中的 VD6 二极管阻断了 VSA 端电压的泄放回路，导致 VSA 端电压得不到释放才是最重要的原因，因此决定将 VD6 短路，使 VIN 与 VSA 直接导通，VSA 端的电压可以进入伺服板的其他电源网络，通过其它回路吸收电压的波动。去掉 VD6 二极管后波形如图 6 所示，电压脉冲明显降低。

另外，为避免 C150 击穿，可直接将 C150 去掉。通过测试，去掉 C150 后，电压尖峰增加很多，测试结果如图 7 所示。

由图 7 波形可以看出，电容两端电压已经不会超过电容额定电压。但仍然偏高，考虑到电机的反向电动势跟电机的转动速度有关，由于此项目要求的视场切换时间不大于 1 s，伺服调试时将电机速度调的较高。所以我们又对电机进行了降速处理，降速后，电容两端电压有也有明显降低，但速度降低会影响到切视场指标，所以此措施不可取。

另外，考虑到电容击穿是因为耐压不足所致，故更换耐压为 100 V，容值为 100 μ F 的电解电容替换原有 C150 电容，测得波形如图 8 所示。

此外，再去掉 VD6 二极管，让电压脉冲进入其他回路，测得的波形如图 9 所示。

最后我们通过综合分析，使用 100 V 100 μ F 电容替换了原 C150 电容，同时去掉二极管 VD6 是目前可以解决电容击穿故障的最优措施。

如果电路板已经固定，100 V 100 μ F 电容体积过大，无法在原有的电路板上改动，现有的 7343 封装耐压值 50 V 4.7 μ F 的电解电容没有更大容值、更高耐压值的替换器件，我们可以采用去掉 VD6 并在 C150 上并联一个 TVS 管的方法，解决电容烧毁的问题[7]。

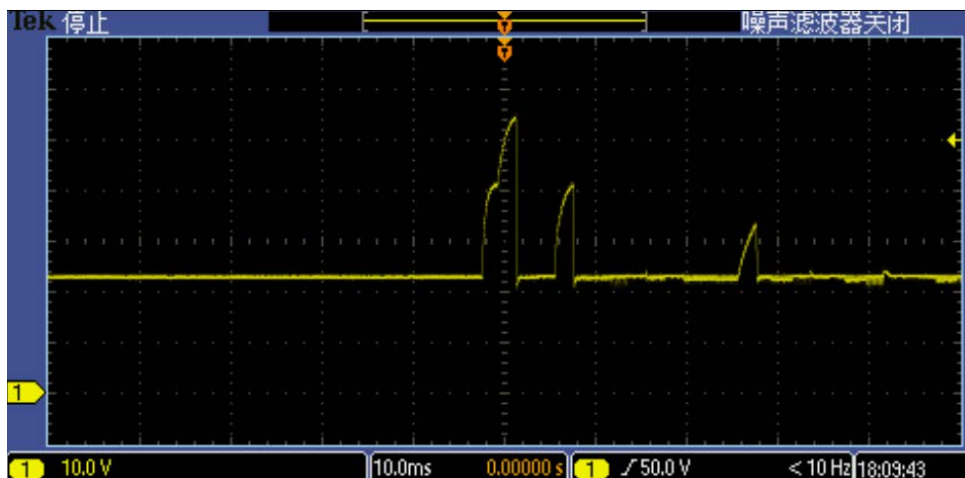


Figure 5. Voltage waveform after adding TVS tube
图 5. 增加 TVS 管后的电压波形图

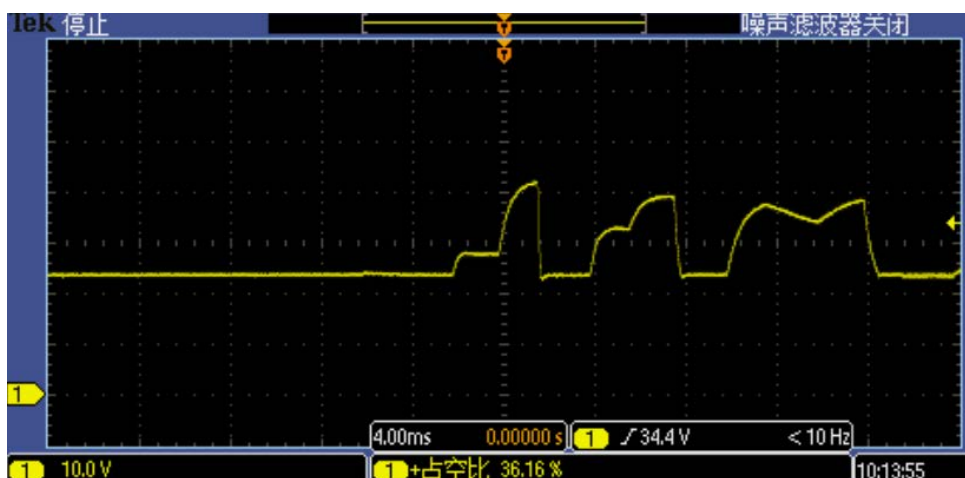


Figure 6. Voltage waveform after removing the VD6
图 6. 去掉 VD6 后的电压波形

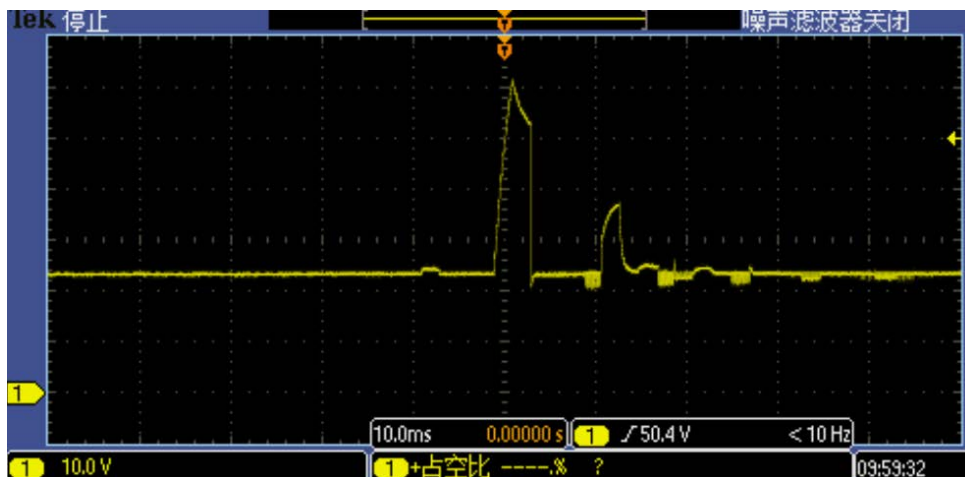


Figure 7. Voltage waveform after removing the C150
图 7. 去掉 C150 电容后电压波形图

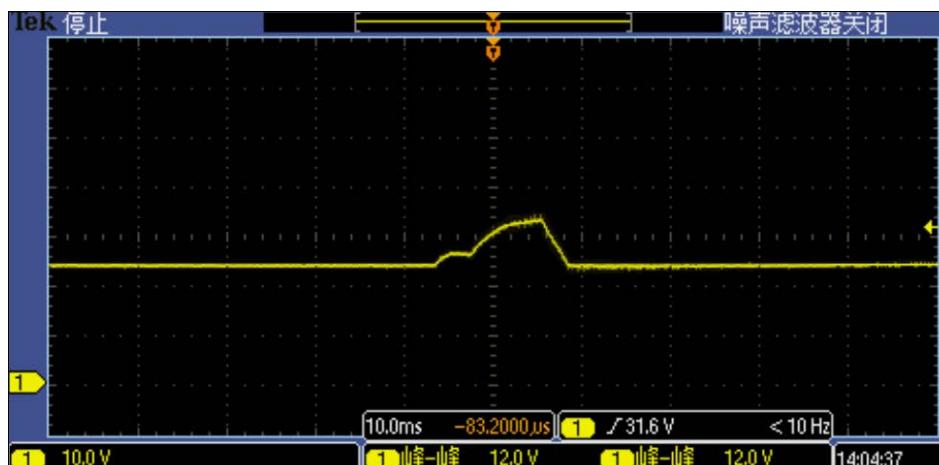


Figure 8. Voltage waveform after replacing with large capacity capacitor

图 8. 使用大容量电容替换后的电压波形图

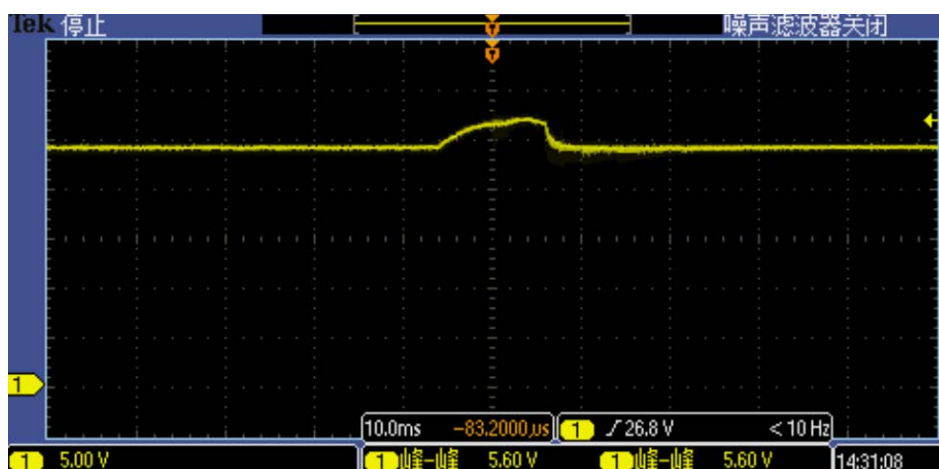


Figure 9. Voltage waveform after using a large capacitor and opening the drain circuit

图 9. 使用大电容并打开泄放回路后的电压波形图

5. 分析与总结

至此，伺服板电容击穿故障原因已排查清楚，主要是 222039X + 143972X 电机反向电动势比较大，需要通过电源回路将电机带来的高压脉冲吸收掉，就能避免电容因耐压不足导致故障。在电路板设计中，需要考虑电机带来的电压波动，可使用大容量电容将电源电压波动吸收掉。

由于电容击穿后，热像仪不能进行视场切换和调焦操作，导致机器不能清晰成像，故障的出现提醒我们在设计电路图纸时需要更加仔细的分析每一个器件的作用及性能，将可能的故障在方案设计阶段进行解决，这样才能最有效的避免各种损失和浪费。

此外，5242E 电路板作为兼容能力较强的直流电机驱动控制板，在各类双视场，三视场，连续变焦热像仪中广泛应用，我们要在伺服器件选型过程中仔细分析伺服器件的性能参数并对可能存在的风险进行必要的验证，避免因考虑不周导致的故障[8] [9]。吸取教训，避免类似故障再次发生。

参考文献 (References)

- [1] 吕菲洛. INFI-90 控制系统 DEH 伺服板故障探讨[J]. 科技资讯, 2015, 13(2): 37.

-
- [2] 《火力发电厂危险点分析及预控措施》编写组. 火力发电厂危险点分析及预控措施[M]. 北京: 中国电力出版社, 2002.
- [3] 刘永鑫, 等. 基于 CVT 电容元件击穿的事后分析计算[J]. 电力电容器及无功补偿, 2014, 35(6): 77-80.
- [4] 赵荣普. 并联电容器的运行维护及故障分析[J]. 云南水力发电, 2009, 25(1): 90-94.
- [5] 刘宝峰, 赵志刚, 等. 浅谈并联电容器的安全运行和故障处理[J]. 供用电, 2008, 24(2): 59-60.
- [6] 李娇. 300MW 机组 DEH 伺服子模块故障处理[J]. 中国科技博览, 2014(38): 10.
- [7] 李小伟. 电容器组串联电抗器烧毁的原因分析与建议[J]. 广西电力, 2009, 32(1): 62-64.
- [8] 杨保, 左立安. 300MW 机组 DEH 和 MEH 伺服卡故障分析及处理[J]. 吉林电力, 2007, 35(5): 51-53.
- [9] 黄康强. 湛江发电厂 DEH、MEH 系统调门控制伺服卡(IMHSS03)故障分析和解决办法[J]. 城市建设理论研究: 电子版, 2012(18).

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2328-0514, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>
期刊邮箱: aepe@hanspub.org