

机车车载安全防护系统视频监控子系统（AV）的故障判断与维修

井玉

身份证号：1102261973****4711

摘要：机车车载安全防护系统（6A 系统）视频监控子系统是保障行车安全的关键环节，但其高故障率长期制约着系统的可靠运行。本文首先从系统构造与工作原理入手，深入剖析了视频采集、板卡处理、数据传输及存储显示的完整链路，明确了通道映射与信息叠加机制；进而针对现场检修痛点，针对白屏、无录制标识、通信故障等高频故障，阐述了“车上动态调试诊断”及“下车板卡精准检修”的全流程处置体系。故障处理部分详细阐述了基于指示灯状态与图像反馈的故障逻辑研判方法，提出了规范化的处理措施、部件定位及更换流程。实践表明，该套检修策略能显著缩短故障平均处理时间，提升应急处置效率，为机务段一线维修人员提供了可操作、可复制的技术指南，对保障机车视频监控系统稳定运行具有重要工程应用价值。

关键词：6A 系统；视频监控子系统；工作原理；故障诊断；现场处置措施；板卡检修

Fault diagnosis and maintenance of the video surveillance subsystem (AV) of the locomotive onboard safety protection system

Jing Yu

ID Card Number: 1102261973****4711

Abstract: The video monitoring subsystem of the locomotive onboard safety protection system (6A system) is a key link in ensuring driving safety, but its high failure rate has long constrained the reliable operation of the system. This article first starts with the system construction and working principle, and deeply analyzes the complete link of video capture, board processing, data transmission, and storage display, clarifying the channel mapping and information overlay mechanism; Furthermore, in response to the pain points of on-site maintenance and high-frequency faults such as white screens, lack of recording marks, and communication failures, the full process disposal system of "dynamic debugging and diagnosis on the vehicle" and "precise maintenance of the board after getting off the vehicle" was elaborated. The fault handling section elaborates on the fault logic analysis method based on indicator light status and image feedback, and proposes standardized handling measures, component positioning, and replacement processes. Practice has shown that this maintenance strategy can significantly shorten the average processing time of faults, improve emergency response efficiency, and provide operational and replicable technical guidelines for front-line maintenance personnel in locomotive depots. It has important engineering application value for ensuring the stable operation of locomotive video surveillance systems.

Keywords: 6A system; Video surveillance subsystem; Working principle; Fault diagnosis; On site disposal measures; Board maintenance

0 引言

问题提出：机车车载安全防护系统（6A 系统）是针对制动、防火、高压绝缘、列车供电、走行部及视频等危及行车安全的关键部位，通过实时检测、智能监视、网络传输与统一存储构建的平台化安全防护装置。其中，视频监控子系统（AV）作为核心子系统，承担着对司机室、机械间等区域的视频图像与音频同步采集功能，使乘务员能通过驾驶室显示屏实时掌握车内环境状态，并为后续操作分析及事故调查提供关键音视频依据。然而，实际运行中

故障频发，典型表现为显示屏白屏、无 REC 标识（录制状态显示缺失），导致乘务员无法及时获取车内动态，严重影响行车安全监控。

1 子系统组成及原理

1.1 子系统组成

机车自动视频监控及记录子系统由摄像头、拾音器（可选）、音视频采集板卡 1（AV1）、音视频采集板卡 2（AV2，八轴机车主从方案无此板卡）、音视频处理板卡（AV3）、音视频终端显示屏、音视频存储硬盘、连接器和电缆组成。

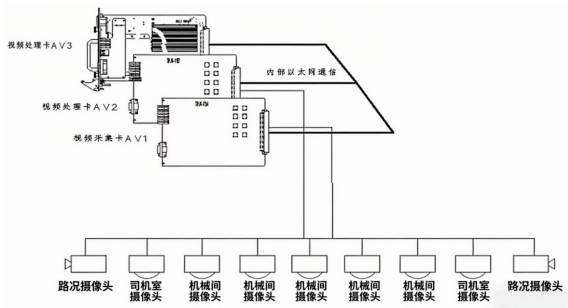


图1 6轴机车视频子系统组成示意图

1.2 子系统功能

1.2.1 通道分配与实时采集功能

视频通道统一规定：第 1 通道为路况、第 2 通道为司机室，第 8 通道为音频，其余通道根据车型确定；实时采集相关监控区域的视频图像，并通过以太网方式发送。

1.2.2 视频信息叠加功能

视频图像可叠加监控区域、车次、机车号、时间、公里标、速度和火灾报警信息；当接收到火灾报警数据时，视频图像叠加防区名称，并对相应报警区域的视频图像进行抓图，通过以太网发送给中央处理平台。

1.2.3 视频存储功能

分区域存储策略：

操纵端路况监控：帧率≥ 25 帧 /s，分辨率≥ 4CIF；

操纵端司机室监控：帧率≥ 8 帧 /s，分辨率≥ CIF；

其余通道视频：帧率≥ 4 帧 /s，分辨率≥ CIF。

存储时长：实时存储音视频数据，存储时间不少于 15 天；存储方式：采用滚动方式，占用存储空间达上限时自动覆盖早期数据；外挂存储：具备外挂 USB 存储器同步存储功能（仅限操纵端司机室摄像头），插入授权 USB 后 1 分钟内开始同步存储，采用滚动存储方式。

1.2.4 视频数据下载功能

通过 USB 接口下载，平均速度≥ 3 MByte/s；通过直接拔出存储介质获取整个存储音视频数据。

1.2.5 视频回放功能

可根据监控区域、时间、事件信息在地面设备回放历

史视频；回放过程中支持快进、慢放和暂停。

1.2.6 数据组织功能

视频监控子系统须向中央处理平台发送类型代码、厂商代码和软件版本号；数据组织方式：6A 系统音视频车载数据封装、存储及地面播放采用统一格式，不同厂商提供的视频子系统存储硬盘可互换，视频文件可互播。

1.3 子系统工作原理

视频监控子系统的工作原理是：通过安装在车前、车后及车内等部位的多个摄像头，将机车路况、司机室及机械间的模拟视频信号采集并转换为数字信号，传输至机柜内的 AV1、AV2 采集板卡进行预处理，随后由 AV3 板卡对音视频信息进行集中处理与存储（数据保存于 AV3 自带硬盘以供下载分析）；系统严格执行通道标准化配置，即每块采集卡第 1 通道固定为路况、第 2 通道为司机室（实时采集的司机室音频固定叠加于此通道）、第 8 通道为音频、其余通道为机械间；在处理过程中，视频图像实时叠加监控区域、车次、机车号、时间、公里标、速度及火灾报警等信息，一旦接收到火灾报警数据，系统自动在画面上叠加防区名称并对报警区域视频进行截图，随即通过以太网将截图发送至中央处理平台，同时将处理后的音视频信号通过以太网传输至司机室 6A 显示屏，供乘务员实时监控机车运行状态。

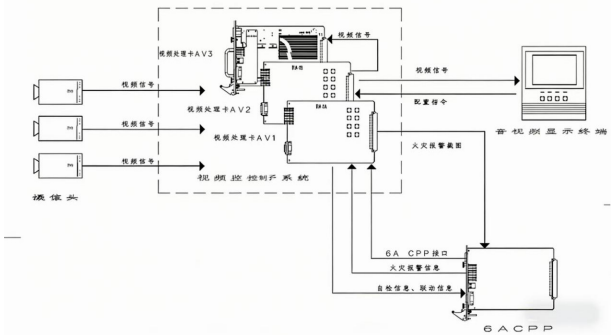


图2 6轴机车视频子系统工作原理示意图

2 机车视频监控子系统故障现场调试

2.1 视频板卡指示灯显示异常（见表 1）

表1 视频监控子系统指示灯故障处理办法

序号	故障现象/信息	可能的原因	处理方法/测量/测试
1	AV1,AV2,AV3电源指示灯D1不亮	1、6A系统电源问题2、板卡故障	检查6A系统其他插件是否工作；若6A系统其他板卡工作，更换视频板卡
2	AV3运行指示灯D2不闪	系统未启动；系统盘故障	重启系统；若无法启动，更换板卡
3	AV3通信指示灯D3不闪	板卡以太网故障	重启系统，若仍存在问题，更换板卡
4	AV3硬盘指示灯D8不亮	硬盘故障	硬盘故障，更换板卡
5	AV1或者AV2运行指示灯D2不闪	系统未启动	重启系统；若无法启动，更换板卡
6	AV1或者AV2通信指示灯D3不闪	通信问题	重启系统；若仍存在问题，更换板卡
7	AV1或者AV2自检灯D4亮起	摄像头故障	检查摄像头；查看6A接线屏端摄像头插头是否松动

对于指示灯灯线显异常的故障现象中, 一般采取上述处理方式均可消除故障, 但对于上述第七条, AV1/2 自检灯 D4 亮起, 如果检查摄像头以及接线后仍然故障, 对于运达厂家板卡另外检查采集卡内部视频通道设置与机车实际是否匹配, 若发现通道错误, 则可以直接导入 AV1、AV2 板卡的配置文件, 也可以先将 1—7 或 8—15 视频通道的所有名称设置成错误的名称 (不使用的通道也需设置、设置的名称不限), 接着再将 1—7 或 8—15 视频通道设置为正确的通道名称 (期间不要重启 6A 屏), 以此让采集卡重新登录识别机车实际视频通道。否则只能更换板卡, 其他厂家不存在这一问题。

2.2 视频终端显示屏语音播报故障

2.2.1 硬盘故障

①检查硬盘锁是否锁闭; ②检查 AV3 指示灯是否正常, 如指示灯异常则直接更换板卡。

2.2.2 通道摄像头自检故障

更换同型号摄像头, 检查故障是否转移, 如不转移检查插头、线路是否损坏。

2.2.3 采集卡通信故障

当视频监控子系统报出“采集卡通信故障”时, 应严格遵循“先软后硬、由表及里、分区定位”的处置原则, 通过观察显示端图像状态、重启系统验证、板卡指示灯判别三个关键步骤, 精准锁定故障源并实施修复。

首先查看司机室 6A 显示屏的视频图像状态。若所有监控通道 (路况、司机室、机械间等) 图像显示正常且无黑屏、白屏现象, 表明视频数据链路实际畅通, 该报警可能为瞬时干扰或软件误报。此时, 单独重启 6A 系统 (断电 10 秒后重上电)。若重启后报警自动消失且图像持续正常, 则判定为偶发性通信波动, 无需进一步硬件干预, 可忽略此前报警并继续运行监测。

若重启 6A 系统后报警依然存在, 且伴随特定通道图像丢失, 需根据图像丢失范围与板卡指示灯状态进行分区定位:

① AV1 板卡故障判定: 若重启后通道 1 至 6 (路况、司机室及机械间区域) 均无图像, 且观察到 AV1 板卡 D4 故障灯常亮 (或板卡所有指示灯熄灭, 表明板卡未工作), 则可确诊为 AV1 采集板卡硬件故障。

② AV2 板卡故障判定: 若重启后通道 9 至 10 均无图像, 且观察到 AV2 板卡 D4 故障灯常亮 (或全灯熄灭), 则可确诊为 AV2 采集板卡硬件故障。

③ AV3 板卡故障判定: 若重启后全部视频通道均

无图像, 且观察到 AV3 板卡 D4 故障灯常亮 (或全灯熄灭), 由于 AV3 板卡承担核心汇聚或主控功能, 可确诊为 AV3 板卡硬件故障。

2.2.4 视频通道无 REC

若所有视频通道均无 REC, 则更换硬盘即可, 若某个通道无 REC, 则只需重新导入配置文件即可。

2.2.5 视频通道白屏

导致视频监控子系统视频通道白屏故障通常可能的因素为: AV 板卡故障、6A 显示屏故障、硬盘故障、6A 显示屏内的外部插件设置错误、6A 显示屏内的库文件未更新。

①首先检查是否两屏幕均故障, 若只有一端则可以确认非板卡造成, 只需要排查终端显示屏的外部插件以及显示屏是否中病毒以及 IP 是否正确。

②若两端显示屏均白屏, 查看板卡指示灯工作是否正常 (1—8 通道视频由 AV1 传输, 9—16 通道由 AV2 传输, 针对不同故障重点观察不同板卡指示灯), 若灯显正常, 则检查 6ACMP 版本号是否为新版本 2.15Q1, 若不是该版本, 则只需更新软件版本即可。

3 下车板卡的故障维修

3.1 板卡无法启动

处理措施: 外观检查 (有不良件需更换) → 板卡上电, 用万用表检测供电 (供电异常判断周围元器件是否损坏) → 检测芯片供电 (芯片供电异常需更换好板芯片测试)

①外观检查: 确认板卡整体有无元器件脱落、贴片焊点是否锡裂、是否存在击穿现象。



图3 视频板卡整体照片

②供电检测: 测试 1.2V、1.8V (内存和 CPU 供电)、3.3V (分压和 flash 供电)、5V (主供电) 供电是否正常。排查 CPU、内存、ROM 芯片是否存在虚焊或异常, 见图 4、5。

3.2 板卡无通信

处理措施: 外观检查 (有不良件需更换, 重点检查尾插) → 板卡 IP 检查 → 测量相对应的电阻阻值 (有问题需更换不良件) → 更换网络变压器和网络芯片。



图4 1.2V内存供电

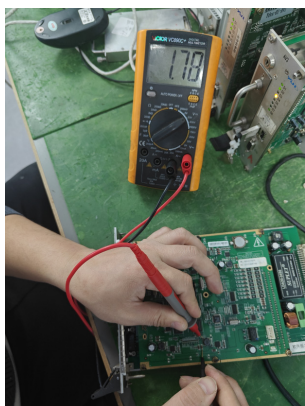


图5 1.8V CPU供电

①外观检查：重点检查网口是否堵塞；

②通过交换机用电脑连接 AV 板卡，使用电脑自带 CMD 通过 PING 命令访问板卡，检测板卡 IP 是否正确；

③电路检测：测量沿途电路阻值，检测网络变压器、网络芯片及其附近电容、电阻。

参考文献：

[1] 吴忠，宋红霞. 机车安全状态监测信息平台研究与设计[J]. 电力机车与城轨车辆，2011(3): 15-19.

[2] 孙苑，李熙. 基于 MVB 总线的机车安全监测系统设计[J]. 铁路计算机应用，2021(4): 51-54.

[3] 唐献康，李均良. 机车安全信息综合监测装置的研究[J]. 机车电传动，2020(4): 22-25.

[4] 彭飞，张尧. 轨道交通轴承故障诊断与寿命预测技术综述[J]. 城市轨道交通研究，2020(12): 37-39.

[5] 慕元鹏. 机车车载视频数据自动归集技术研究及应用[J]. 控制与信息技术，2020(5): 14-16.

[6] 张平. 基于软件中间件的多类型视频编码板兼容性设计[J]. 控制与信息技术，2023(1): 24-27.

[7] 姚巍巍，张洁. 融合目标检测和人体关键点检测的铁路司机行为识别[J]. 计算机测量与控制，2020(6): 43-46.

[8] 刘巍，邵忠俊，潘宇波. 基于 LINUX 系统的 6A 视频设备的 WINDOWS 动态库应用[J]. 信息技术与信息化，2021(2): 15-17.

作者简介：井玉（1973.10-），男，汉族，本科学历，中级工程师，北京，研究方向：主要从事铁路行业方面的研究工作。