

地铁通信系统电路板的维修方法

郑炜 陈业 季炳鑫 陈酿禾 林胜迪

中铁通轨道运营有限公司

摘要: 地铁是现代城市交通的重要组成部分,而地铁的安全稳定运行离不开现代通信的支撑,轨道交通通信电子设备在长时间运行后往往会出现元器件老化而导致设备整体功能无法实现的情况,老化的电路板的本身也会给列车的稳定运行带来一定的安全隐患,老换的电子元件使得设备的突发故障的概率大增,这将直接影响到列车的运行和行车安全。在现场调研的基础上,我们对地铁电路板失效的一般原因及处理方法进行了研究。分析了影响电路板失效的各种因素,如电气老化、湿度、粉尘以及设备的安装与维护等。为解决上述问题,采取了一系列的维护对策,如定期检修,加强防潮防尘,加强设备的安装与维护。本项目的研究成果可有效降低地铁电路板的故障发生率,同时探究自行对电子板卡进行维修对轨道交通运营维护本上带来一定效益,同时在一定程度上通过对故障板卡的测试可以找出老化的电子元件及时进行技改更换这也能提升轨道交通的运行效率与安全水平。

关键词: 地铁; 电路板; 故障原因; 维修策略

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2023.07.081

一、地铁电路板故障的原因分析

(一) 电气老化

在地铁电路板中,电气老化是导致线路失效的一个重要因素。在长时间的使用中,电路板上的元件如电容、电阻、三极管等,会逐步丧失其原本的功能及稳定性,造成电路板失效。由于其长期工作在高温、高压、高频等条件下,其内部结构与材料在温度、电场、电流等因素作用下,会逐步产生物理化学变化,引起器件性能衰退。

(二) 环境因素

地铁站点的工作环境一般较为潮湿,尤其是梅雨、多雨的季节,站点的地下大气湿度较大。在潮湿的环境下,电路板上的金属元件及电线会被侵蚀,造成电路板的短路或断路,潮湿环境也会加速电解电容的老化,进而提高电路板失效的概率。同时设备运行环境中往往存在着大量的粉尘,这些粉尘会积聚在设备内部,会造成线路的短路或断开,另外粉尘也会对电路板的散热产生影响,降低电路板的使用寿命。

二、故障检修方法

(一) 直接检查法

直接检测法就是在不改变线路电路板、无测量仪器设备的前提下,通过检测电路板上的元件和线路的状态来查找故障点。通常情况下,可以将其分成两种:一种是静态的,另一种是通电的。

先详细了解当电路板出现故障时相关设备存在的故障现象;其次,仔细地检查电路板和元件,看电路板的外表有没有明显的损伤,电线有没有脱落,烧焦或断线,有没有沉铜孔洞从垫片上脱落;电阻、二极体有没

有发黑、变糊或松脱,电容有没有漏液、变色、凸起或顶部隆起,芯片如AD、CPU、管理芯片、处理器等有没有凸起、开裂、烧焦或发黑的现象,板卡插槽有没有变形、积灰的情况,板卡上有没有明显的锈蚀情况,板卡或者设备内部有无烧糊的味道。在没有任何异常的通电的情况下,在对板卡电源接口及输入电压确认后可以尝试对板卡上电,上电后可以,利用观察看看元件有没有发热、冒烟、或发出奇怪的声音。

(二) 传统接触式测试法

结合电路原理,通过查阅相关芯片的引脚说明,利用示波器、逻辑分析仪可以进一步检测板卡芯片输入输出信号是否正常。利用如万用表、示波器等,通过测量波形、电压、电流、电阻等参数的变化对故障进行分析。随着电路板的集成度越来越高,电路板结构越来越复杂,往往在轨道交通行业的使用方来说没有厂家的电路原理图,深层次的测试测量工作很难独立完成,而这种方法对电路原理的掌握程度要求很高,一般很难检测出复杂电路板。另外在试验过程中要触及到电路板上的元件,需要熟练掌握各类电子元件的焊接技术。

(三) 替换验证法

这是电路板维护中比较常见的一种方式,将有问题的单元电路用确认有用的元件或已调试好的单元电路来代替,通过肯定一部分电路,否定一部分电路,逐渐地缩小有故障怀疑的区域,尽早地找到故障的原因

(四) 仪器测试法

很多厂商的电子设备通常都具有元件的功能测试功能、AV-I曲线分析、电路板网络的抽取和对比测试,可以利用厂家提供的相关的电子监测仪器这种方法在很短

的时间内找到有缺陷的部件，并能较快地缩小排查范围。同时根据设备维护的经验可以向厂家定制相关的测试功能，能够对故障进行准确的定位。

（五）红外热像技术检测法

通过对电路板在故障前后的温度变化进行分析，可以帮助维护人员迅速地找到故障发生的位置。随着电路板集成度不断提高，板的层数也在不断地增多，元件的密度也在不断地增加，而且很多电路板也都有一层保护层，这给常规的接触测试方法带来了诸多不便，同时非专业人士在直接测量时可能对被测电路板及元件造成一定损伤。

在一个电路板上，不管是模拟或数字电路，都要消耗一定的能量，因此我们还可以利用红外热像技术检寻找功率异常的元件或对设备散热情况进行检测。如果电路板上的元件或电路出了问题，就会引起电路板上电路的分布变化，从而引起局部温度的变化。短路时板上对应的线路电流较平时大，相应元件的温度也将相应上升，在断开或接触不好的情况下，流经元件的电流基本为零，相应元件的温度也低于正常工作状态。

三、故障维修步骤

为避免因乱捅乱拆而导致故障扩展，对电路板故障检修应讲究合理的检查次序与维护程序。

（一）了解

首先，应该让使用者知道，在出现故障之前和之后，电路板的状况，以及它所处的环境，例如，故障是否是在切断电源的情况下启动，或者是在运行过程中，有没有冒烟、烧焦、闪光、发热等现象；在出现故障之前，是否进行了某些作业，以及机房内的温度、湿度状况等。根据电路的结构和功能，将电路板内部的电路进行合理的划分，并按照信号的流动方向，从输入到输出，对电路板进行一个初步的设计，从而能够对电路板的整体功能有一个大致的了解，从而减少障碍。同时，要熟悉和查看各电路板上的供电状态，以免在通电试验时造成设备损伤或增大故障。

（二）观察

认真检查电路板上的插头和接线是否有松动，铜箔有没有断裂、短路、霉烂、零件的颜色、变形、烧糊、液体渗漏、膨胀，保险丝有没有熔断的情况，各元件有没有松动。在板上电的那一刹那，看板上显示器的显示器是否正常，电路板有无冒烟、发热等现象。

（三）非接触式测量

在通电条件下，用红外线成像仪对整个电路板进行测温，对比同一类型的完整电路板的温升差异，确定大

致的失效位置。

（四）离线测试

拆下电路板上的可插插件，用于离线试验。

（五）在线测试

利用线路维护试验机对电气板的其他部件进行检测，从而判断出故障所在。

（六）试运行

在查明了问题所在，检修完毕后，再通过在线试运行来确认问题是否已经彻底解决。如电路板仍不能正常运行，应按照上面的方法，再找出问题所在。

（七）记录与统计

对设备进行检修时，要做好试验（检验）的记录，尤其是对某些重要部位，要做好检查和试验情况的详细记录。同时，在测试和维护过程中，对电路板的原理框图进行了进一步的深化和细化，最后得到了一张具体的电路图。最后，对各类电路板的故障进行归类，统计同类电路板的常见故障，并归纳其规律，为改进维修方法，改进电路板技术，或维修同类故障提供借鉴。

四、降低地铁电路板的方法

（一）定期维护保养

为了防止地铁线路失效，必须进行定期的维修和维护。由于轨道交通工具长期处于高频、高负荷的工作状态，其内部元件易发生老化、故障。所以，对电路板进行定期的维修维护，可使电路板出现问题得到及时的解决，避免其进一步恶化，造成电路板失效。

首先要对电路板的组件，线路，接口进行周期性的检查，看有没有老化、松动或损坏的零件。定期的检测可以第一时间发现设备安全隐患，避免问题进一步恶化，导致更严重的失效。其次，老化或失效的零件要及时替换，在长时间的使用中，电路板上的元件会逐步丧失其原来的功能与稳定性，从而造成电路板失效。比如在同种设备某以元件发生高频次故障时，可以统一对相关元件进行更换同时可以探究该元件的规格是否可以更换为更高一些的规格，以防止设备突发故障的发生。对老化或失效的元器件进行及时的替换，对于保障电路板的正常运行是十分必要的。

在日常的维修保养中，保障设备清洁，对设备进行深度清洁也是一个重要的环节，特别是针对通信设备分散在各个点位的终端来说，其运行环境更为恶劣，更容易发生元件老化失效的情况。

地铁电子设备的电路板进行定期维修是防止电路板失效的一项重要措施。对电路板的元器件、线路、接口进行定期的检测，对老化或失效的零件进行及时的更

换,清除污垢,才能确保电路板的正常运行,从而提高电路板的使用寿命。

(二) 防潮和防尘措施

防止地铁电路板失效的主要方法就是采取防潮、防尘等措施。由于轨道交通工具长期工作于多尘多湿的地下环境,若无防护措施,将因灰尘、潮湿等因素造成电路板元件老化、短路、断路等失效。所以,在地铁车辆的设计与生产过程中,必须充分考虑其防潮、防尘等问题。一方面,为避免潮湿、灰尘对电路板的腐蚀,可对电路板进行喷涂防潮、加防尘网等;另外,在地铁车辆运行期间,还需要对电路板进行定期的清洗与检测,对受潮、粉尘等问题进行及时的检测与解决,以保证电路板的正常运行。

(三) 设备安装和维修质量控制

为了确保地铁线路的正常运行,设备的安装与维护质量至关重要。在对地铁车辆及设备进行安装与维护时,应确保技术人员具有一定的专业知识与资格,并能熟练地掌握维护所需的器材及工具,以保证作业的准确与安全。另外,在设备的安装与维护中,也要严格遵守有关的规范与规范,才能确保地铁线路的良好运行。

此外,培养一批专业的维护团队是决定设备维护及维修效果的决定因素。没有相关经验及业务知识的人员,往往会以为不专业不严谨的操作导致设备故障的扩大甚至报废,而且会影响到电路板的安全与可靠性。为此,必须加强专业人才的培养建立相关的人才队伍。

五、维修策略的实施效果评估

(一) 数据采集和分析

在维护决策执行过程中,需要对数据进行收集与分析。根据所收集到的资料,要对其进行归类、分析,以掌握各种故障发生的原因及规律。在此基础上,提出了一种基于网络拓扑结构的高速列车运行维护方案。

同时,对维护的时间、费用、效果等也要做好记录与分析。通过对维护效果的评价,可以掌握维护决策的执行情况,从而对维护计划与程序进行优化,从而提升维护的效率与质量。

(二) 故障率的变化

系统失效率是评价维护决策执行有效性的一个重要指标。在对失效率进行统计时,必须清楚地知道具体的时间周期。在此基础上,提出了一种基于故障树的故障诊断方法。若所执行之维护策略能有效减少失效率,则表明此策略是可行且对地铁营运有正面作用。反之,若失效率维持不变或有所增加,则表示此维护策略仍需继续优化与改善。

六、效益

根据中国城市轨道交通协会发布的报告显示,目前全国城轨交通单位运营成本均值为1.49元/乘次公里,同比增加0.21元/乘次公里;中位数1.318元/乘次公里,最大值3.993元/乘次公里,最小值0.464元/乘次公里。总成本中人工成本占比53.45%,同比上升1.01%,电费占比10.59%,同比增加0.71%。轨道交通公司降本增效压力越来越大。而目前,国内轨道交通行业将很多部分故障件被视为“一次性”的,粗放的换件修模式造成配件浪费和备件库存增加,在此背景下,轨道交通电子维修这一创新维修模式应运而生,能够降低设备设施运营维护成本、缩短维修周期,为运营保驾护航,自主开展维修或产品研发无疑是解决此类问题的良好手段之一。而电子维修往往是自主维修工作的一大着力点,通过电子维修实现故障件的再利用,随着国内轨道交通公司降本增效压力越来越大,以修代换将逐步改变为换代修趋势,电子设备的技术更新速度快且种类和型号越来越多,维修门槛逐渐提高,对从业人员的专业技能要求将提高。轨道交通企业建立一支专业的电子板卡的维修团队,从软、硬件上对设备板卡进行攻关,积累企业自身的技术水平及培训相关的人才队伍,同时也能服务于企业的科技创新、产品自研等诸多领域,为企业发展带来显而易见的经济效益。

结论

最终,本文将从数据收集与分析、失效率与安全改进等方面,对维护决策的执行效果进行评价。只有通过维护策略进行持续的优化,并将其与实际状况相结合,进行数据分析,才能有效提升轨道交通车辆与设备运行的可靠与安全,从而保证轨道交通的顺利与安全。

参考文献

- [1] 黄霄. 对地铁通信系统设计管理和施工技术的研究[J]. 信息周刊, 2019, 0(43): 0019-0019.
- [2] 常浩东, 赵鹏, 刘佳源. 试析铁路线路的常见病害及养护维修[J]. 名城绘, 2019, 0(12): 0431-0431.
- [3] 汪鑫. 互联网+时代下企业人力资源管理趋势探究[J]. 中国民商, 2019, 0(10): 283-283.
- [4] 李文源. 机床精度对产品质量的影响[J]. 轻工科技, 2019, 0(7): 49-50.
- [5] 王振邦. 关于地铁通信传输系统的技术选择问题研究[J]. 移动信息, 2019(1): 00033-00034.