铁路客车空调机组压力故障问题研究

Study on Pressure Failure of Air Conditioning Units in Railway Passenger Cars

赵儒家 陈全雷 于云龙

Rujia Zhao Quanlei Chen Yunlong Yu

中车四方车辆有限公司
中国·山东 青岛 266111
CRRC Sifang Co., Ltd.,
Qingdao, Shandong, 266111, China

【摘要】论文阐述了铁路客车空调机组制冷系统中压力控制器的作用及保护原理,分析了发生压力保护动作的各种可能原因及相应的判定方法,并针对各项原因制定了可行性较高的解决措施。

【Abstract】This paper expounds the function and protection principle of the pressure controller in the refrigeration system of the railway passenger car air conditioning unit, analyzes various possible reasons for the pressure protection action and the corresponding determination methods, and formulates feasible solutions for each reason.

【关键词】空调机组;压力保护;原因分析

【Keywords】air conditioning unit; pressure protection; cause analysis

【DOI】10.36012/etr.v2i4.1665

1 引言

铁路客车空调机组检修调试及装车运用过程中,难免发生各种各样的故障,如制冷量不足、电机绕组烧损等。发生此类故障时,一般都会影响到循环系统内部压力的变化,导致系统发生压力故障。所以,研究空调机组压力故障,对系统性的研究空调机组整机故障,以及更有效地提升检修工艺都具有基础性意义。

2 压力控制器的作用^[1]

铁路客车空调机组制冷系统的热力学原理是利用逆向循环的能量转换系统,通过能量补偿,使制冷剂在循环中不断地从温度较低的客室中吸取热量,并向外界环境中排放热量。在循环系统中,伴随着制冷剂的温度变化,必然存在着压力变化。循环系统中压力过高,会造成压缩机负荷过大而烧损电机绕组,并且会损伤压缩机的排气阀门,甚至造成管路破裂;而循环系统中压力过低,会导致压缩机得不到充分冷却而烧损绕组。所以,在空调机组中安装压力控制器,监测循环系统的运行压力,是监测空调机组运行状态的一种有效方式。当压力异常时,及时将空调机组停机,也是保护空调机组各部件的一种有效手段。铁路客车空调机组采用的单级蒸气压缩制冷循环,整套循环系统中,以压缩机的压缩机构和节流元件为分界点,将循环系统分为高压侧和低压侧。压缩机构—冷凝器—节流元件之间为高压侧,节流元件—蒸发器—压缩机构之间为低压侧。高压控制器安装在压缩机的排气管段,以感应制冷系

统高压侧压力。低压控制器安装在压缩机的吸气管段,以感应制冷系统低压侧压力。

3 压力控制器的保护原理^[2]

常用的压力控制器有毛细管式控制器、丝扣式控制器及可调式高低压压力控制器。几种不同型号的压力控制器主要是以接入系统的方式不同为主要特征区别,但其动作原理基本相同,都是以波纹管气箱为动力室,接收压力讯号后,使气箱产生位移,推动触点,输出控制器的通断信号。

论文以最常用的 ACB-LB127 高压毛细管式标准型压力控制器和 LCB-LA82 低压毛细管式标准型压力控制器为例,介绍高/低压控制器的动作原理。两种压力控制器的内部结构如图 1 和图 2 所示。

1—毛细管;2—压力室;3—弹性膜片;4—密封圈;5—一定向盘;
6—滑动杆;7—动触点;8—静触点;9—壳体;10—引出线

图 1 LCB-LA82 低压控制器

1—毛细管;2—压力室;3—弹性膜片;4—密封圈;5—定向盘;
6—滑动杆;7—动触点;8—静触点;9—壳体;10—引出线

图2 ACB-LB127 高压控制器

3.1 低压控制器的工作原理

空调机组正常运行时,低压侧压力为 0.35MPa 左右,膜片在正常位置,动静触点接通。当由于某种原因,导致低压侧连通着动力室压力下降,当达到 0.19MPa 以下时,由于膜片向上凸起,滑动杆对动触点的压力减小,动触点向上弹起,切断电源。故障排除后,低压侧压力回升,滑动杆对动触点的压力逐渐增大,当动力室压力达到 0.32MPa 时,动触点弹片向下弹压,与静触点吸合,接通电源。

3.2 高压控制器的工作原理

空调机组正常运行时,高压侧压力为 2MPa 左右,膜片在正常位置,动静触点接通。当由于某种原因,导致高压侧连通

着动力室压力升高,达到 2.9MPa 时,由于膜片向下凸起,滑动杆对动触点的压力增大,动触点向下移动,切断电源。故障排除后,高压侧压力降低,滑动杆对动触点的压力逐渐降低,当动力室压力达到 2.4MPa 时,动触点弹片向上弹起,与静触点吸合,接通电源。

3.3 压力控制器的电气原理

高压控制器和低压控制器输出的均为通断信号,在空调机组中,高压控制器和低压控制器各取一根引出线串联,剩余两根引出线连接至控制柜中。发生故障时,不论高压侧或低压侧故障,都会导致控制器输出线之间断路,通过控制柜停止压缩机工作,实现对机组的压力保护。

4 压力故障的原因分析、解决措施^[3]

由于空调机组报制冷故障时,系统仅能判断出是制冷 1 故障还是制冷 2 故障,无法显示故障发生位置是处在高压侧还是低压侧,并且制冷循环系统对各部件的匹配性要求较高,制冷剂的热力性能对外界环境的变化较为敏感。所以,当机组发生保护故障时,如何快速准确的确定故障原因,并进行正确处理,是铁路客车空调机组检修及运用从业人员必须掌握的一项技能。笔者从循环系统原理进行了理论分析,并结合多年的空调机组检修工作经验,将压力保护故障的原因、检查确认方式及解决措施进行了总结,如表 1 所示。

鉴于空调机组运行状态与控制系统、整车通风系统等外界多种因素关联密切,当空调机组发生压力保护故障时,故障

表 1 空调机组压力故障的原因分析排查及解决措施汇总表

原因	原理分析	检查确认方式	解决措施
换热器故障	表现为换热器腐蚀或脏堵。直接导致蒸发器换热效率降低,蒸发器内部液态低温低压制冷剂无法得到有效蒸发,致使低压侧压力偏低,或冷凝器内部气态高温高压制冷剂无法得到有效冷凝液化,致使高压侧压力偏高	检查换热器表面状态,观察是否存在脏堵及腐蚀现象	若未发生腐蚀,则对换热器进行清洗;若发生严重腐蚀,则须更换换热器
制冷循环系统故障	一般发生在干燥过滤器、毛细管或膨胀阀等节流元件处。发生堵塞后,循环系统受阻,会同时导致高压侧压力升高,低压侧压力降低	启动空调机组全冷状态,观察制冷管路、毛细管及蒸发器表面的结霜情况。由于在非节流功能的管路中发生微堵时,会产生节流效果,堵塞点之后的管路内部制冷剂会迅速降温,导致管路外结霜严重,据此可以判断堵塞部位。若干燥过滤器发生全堵,压缩机运转声音沉闷,干燥过滤器及后续管路表面不发生结霜,表面常温;若毛细管发生全堵,则此根毛细管堵塞处开始,外表面不结霜,与其他毛细管结霜现象对比明显,较易判断	判断堵塞位置,若为干燥过滤器堵塞,则须更换干燥过滤器;若为毛细管,则须更换此根毛细管或更换整套蒸发器
制冷剂存量失常	由于空调机组在设计制造过程中,会设计出匹配的制冷剂充注量,在保证机组的额定制冷量的基础上,使系统正常运行时的压力稳定。但当空调机组经过一段时间运行,或更换配件后,导致原机组的匹配性降低。例如,压缩机的排气压力降低、换热器内部盘管数量增减、制冷剂泄露或重新充注后充注量存在或多或少的误差等,都会打破原机组的匹配性,造成系统运行时的压力失常	将压力控制器引线与控制系统分开,短接控制柜端配线,启动空调机组全冷工况,用万用表检测空调机组侧通断情况,当断开时,检测压缩机运行电流,若偏低,则可判断为低压故障,且故障原因为制冷剂充注量不足。若电流值偏高,则可判断为高压故障,且故障原因为制冷剂充注量过高。 注:外界环境温度较低时,压缩机运行电流也会比正常值低,属于正常现象,此现象须结合实际情况进行判断	在系统的工艺管处,对制冷系统进行补充或释放制冷剂,每添加 0.1kg 制冷剂,则开机检测压缩机运行电流,直至电流达到额定电流。 注:空调机组可进行最大负荷制冷量试验及低温工况试验,以保证制冷剂充注量在最合理范围

续表 1

原因		原理分析	检查确认方式	解决措施
通风系统故障	冷凝风机故障	冷凝风机电机发生故障时,会造成冷凝风量降低,造成冷凝器换热量不足,导致高压侧压力升高	检查风机运行电流,若出现缺相、过高或过低,均可判断为风机故障	检修或更换风机
	蒸发风机故障			
	回风不畅	造成蒸发风量降低,蒸发器换热量不足,导致低压侧压力降低	检查客室顶板或墙壁上的回风口、回风滤网、回风道、混合风滤网及混合风腔内的障碍物(包括机组引出电缆)情况,是否阻碍了回风通畅	清洗滤网,清除回风道内杂物
	送风不畅		检查空调机组软风道、客室送风道的通畅情况,是否阻碍了空调机组送风通畅	修复送风软风道,清除送风口及送风道杂物
控制系统故障	接线不良	压力控制器合格,但接线发生虚接或漏接,导致故障发生	检查控制柜内压力控制器的接线情况,是否存在虚接、漏接情况	重新校线、接线
	压力控制器故障	压力控制器发生故障时,发生误报	在机组停机时,单独检测压力控制器的通断情况,若为断路,则可判断为压力控制器的器质性故障	更换压力控制器
	空调控制器故障	若室内环境温度较低,不适宜开启制冷工况,但空调控制器接收温度信号后,未反馈正确的工况信号,导致空调机组持续制冷,造成回风温度过低,蒸发器内压力降低,导致低压故障	对照控制柜原理图中空调工况对应温度的控制逻辑,检测空调控制器设定值是否正确,用冰块或热毛巾在回风温度传感器处模拟室温温度变化,检测控制器的输出信号是否正确	检修或重新设置空调控制器
	温度传感器故障	温度传感器未发送正确的温度信号,导致空调机组运行工况与实际需求工况不符,导致低压故障	根据温度传感器的温度—阻值特性表,检测温度传感器的输出阻值是否正确	更换温度传感器
	温度传感器安装位置不当	温度传感器安装位置错误(比如安装于距热源较近的位置),未能正确感知客室温度,导致空调机组运行工况与实际需求工况不符,导致低压故障	检查温度传感器的安装位置,须在回风流束能完全包裹的位置,即回风温度传感器需能够被回风有效吹拂,周围不得有其他热源干扰	将温度传感器安装至回风道或客室内能够感知准确客室温度的位置

原因并不仅限于此,还需要保持细心、敏感及负责的态度进行排查、分析,从而实现故障的快速排查与解决。

[2]吴永生,方可人.热工测量及仪表(第二版)[M].北京:中国电力出版社,1995.

参考文献

[1]吴业正.制冷与低温技术原理[M].北京:高等教育出版社,2004.

[3]国家铁路局.铁道车辆空调 空调机组:TB/T1804-2017[S].北京:中国铁道出版社,2018.

(上接第 41 页)

方式,增加设备使用寿命,借助 40G 超大带宽单光口,为 TDM 及分组业务混合传送提供有力支持,如果接入业务出现变化或者扩容,能够高效率满足带宽的需求。从现有的 Hybird MSTP 分析,实际应用中能够支持 420km 的超长距离传输,搭建完善的保护机制,能够减少中继站,减少工程建设的成本及降低运行难度,保障网络处于高可靠性状态。

4.4 有线无线方案灵活适配

根据智慧化高速公路业务需求,即收费和路网监测及调度,考虑到接入场景比较多,如视频监控、收费监控及气象站等,对网络接口类型和数量有着相应的要求,同时要适应室外运行环境,具有防尘和防水等性能,支持有线通信及无线通信。实践中,结合业务实际需求,采用灵活的接入方案,如 xPON 和工业以太网交换机等。对于光纤资源比较丰富的应用场景,选择 xPON 或者工业交换机,作为通信接入方案。对于无光纤资源的应用场景,运用点到多点微波产品,实现通信网络的接入。较为常用的 xPON 方案,运用无源光网络技术,

经过点到多点组网,获得了较好的可靠性。利用的交换机,支持灵活组网,能够适应多种组网方式。结合高速公路业务特点和实际情况,选择适宜的组网方案,满足实际需求。

5 结语

综上所述,融合通信网络技术的应用,能够为智慧化高速公路的建设提供有力的技术支持和保障。论文结合实践,分析了融合通信技术的应用领域和实现方案。从技术应用实际分析,要结合业务特点和需求,选择适宜的组网方式和策略。

参考文献

[1]张锦,徐君翔,郭静妮,等.我国智慧高速公路总体架构设计研究[J].综合运输,2020,42(2):1-6+31.

[2]王豫炜.智慧高速公路的设计与实践[J].建筑结构,2019,49(S2):984-987.

[3]詹金南.融合通信网络在智慧高速公路中的应用[J].通信电源技术,2019,36(10):192-193.

[4]周义程,崔优凯,杜文俊,等.浙江智慧高速公路建设需求调研分析[J].中国交通信息化,2019(10):26-31.