

CRH5型动车组充电机的原理及检修改进

宜 雷

中车永济电机有限公司 山西 运城 永济 044500

摘要：为了满足国家城市化发展的需要，越来越多的城镇开通了动车以及高铁。同时，相关的配套技术也获得了长足的发展。本文介绍了充电机的国内外发展现状、目前存在的问题、技术原理以及瓶颈和如何寻求突破等方面的内容。充电机是动车组的关键辅助供电设备，它为动车组控制设备、低压设备提供稳定的直流电源。充电机的体积和重量、技术的性能指标、系统效率等因素，都会对动车的速度产生影响。

关键词：充电机；应用现状；技术原理；未来突破

1 国内外充电机的发展现状

充电机作为动车组上不可缺少的电器件，随着高速动车组的出现和发展得到了广泛的应用。随着计算机技术和半导体驱动技术的突飞猛进，充电机也朝着高频小型化、智能化、高可靠性的方向发展。国内的许多单位都做过相关的研究和尝试，部分产品也有装车使用，但与国外同类产品比较，存在着较大的差距，这种差距主要体现在可靠性和智能化方面。

在整个动车组中，充电机是必不可少的低压供电设备，是辅助供电系统中的一个重要必不可少的设备。举个例子，我们最早使用的火车，也叫内燃机车，在发动时就需要充电机供电打火，以便启动柴油机，同时，充电机还负责对辅助性的发电机的控制系统提供电压。平常，电力机车、动车组、机车辅助回路的供电都由充电机组提供；一旦出现电源柜故障时，充电机组可以充当备用电源，避免出现危险，保障系统正常运行。日常使用中，必须保证充电机并联的蓄电池组储存足够的电能，以备不时之需。

因为工业的落后，我国的充电机技术发展要落后于国外。在国外的充电发展过程中，已经从工频整流改进为如今流行的高频开关电源方式。未来，充电机不仅仅是在工作电流有所优化，还可以在输出电压精确度、输出电流调控、动态响应时间等方面进行提高改变，从而获得更优秀的充电机技术。

反观国内现状，技术人员对于软开关技术有三个要求：智能化、高效率化、高稳定性。目前充电机存在的问题是，普遍的工作效率不高，然而实际要求却是需要大功率的充电机，这是一个需要技术人员突破的地方。

2 充电机的工作原理

2.1 智能充电机的工作原理

辅助变流器输出3相电压（400 Vca - 50 Hz）到达端子R-S-T-N，并通过滤波器到达三相整流桥，获得3个功率模块所需的直流电压；内部风扇单相230 Vac(电源提供在“S”相和“中线”)使充电机箱体内部空气流通，防止充电机箱体内部形成局部热点；电源板提供24Vcc电压给控制电路；三相整流桥输出电压（直流）通过TV/TA检测充电机在线电压和电流值，这两个信号都是由FENICE板（主控板）控制。

经三相整流桥整流的直流电压直接到充电机的3个功率模块，功率模块通过FENICE板以25KHz的频率同步控制充电机，提供5kW功率（对每个模块），同时分流到中压和低压回路。如上图所示，充电机功率模块并联输出获得总计15KW的功率，每一个输出由200A熔断器保护。充电机工作原理见图1。

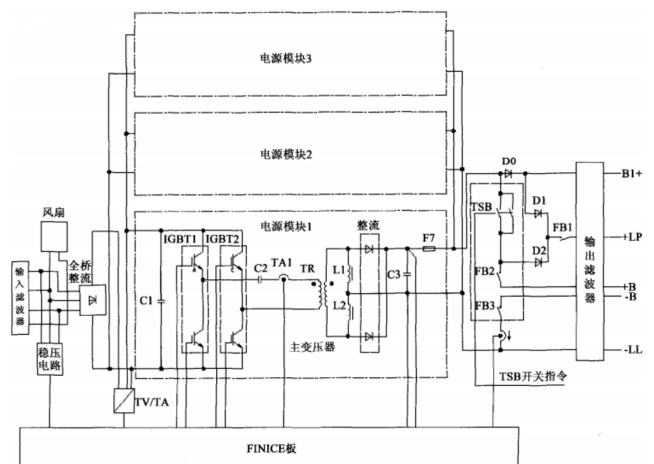


图1 充电机工作原理

2.2 充电机结构

充电机整体采用模块化设计，结构紧凑，强迫风冷冷却方式，外形体积小，大大减小了整机的占用空间。充电机外形图如图2所示。

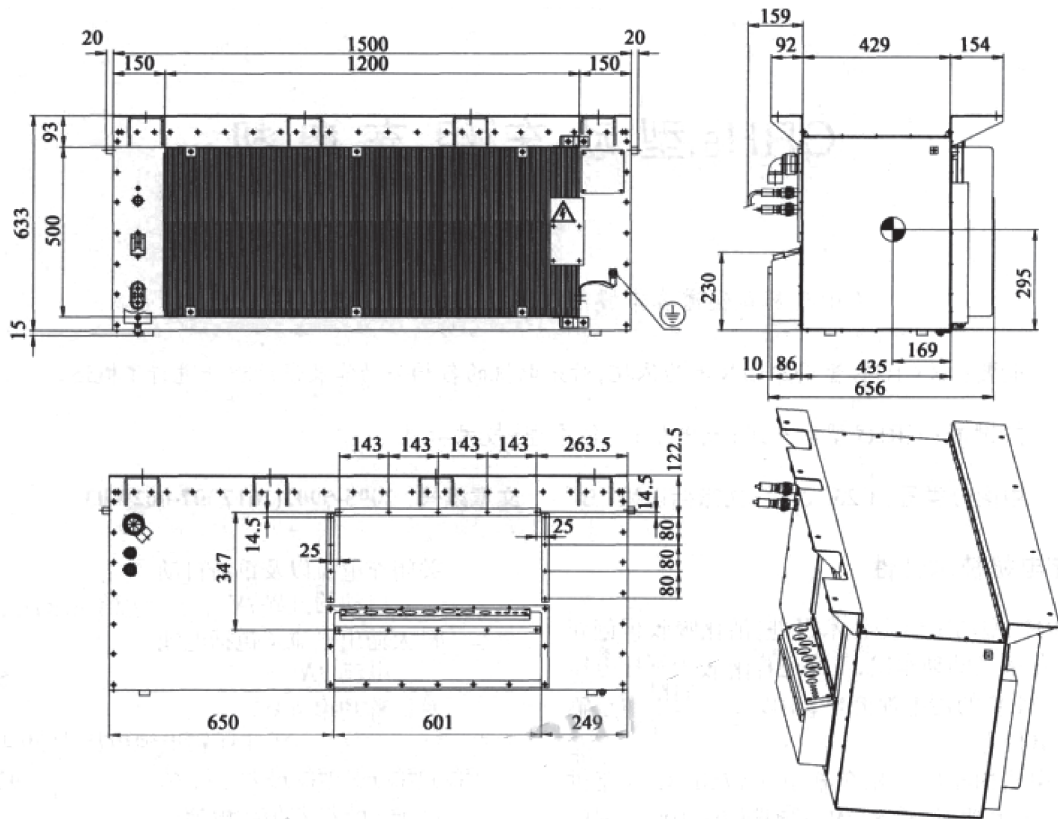


图2 充电机外形图

2.3 充电机工作特性

充电机按照一定的特性曲线为蓄电池充电，蓄电池电量低时采用恒流充电，当达到浮充状态时，根据温度采用相应的恒压特性充电。充电机在 20°C 时的特性，显示了最大输出总电流，其中包括蓄电池充电电流。在 $0\sim+50^{\circ}\text{C}$ 时，充电机根据温度补偿蓄电池充电端电压，蓄电池温度每增加 1°C 电压减少 60mV 。超出 $0\sim+50^{\circ}\text{C}$ 范围时，充电端电压恒定不变。充电机温度补偿曲线。每个充电机提供3路 24V 直流电（ B1+ 、 $+\text{Lp}$ 、 $+\text{B}$ ），各路直流电压通过高频隔离变压器与输入电压隔离，分别供给车辆的低压负载及本车蓄电池。充电机输出 B1+ 和 $+\text{B}$ 之间， $+\text{B}$ 和 $+\text{LP}$ 之间， B1+ 和 $+\text{LP}$ 之间采用二极管隔离，并且他们之间采用并联支路方式连接；相反地， B1+ 和 $+\text{B}$ 任何一路均提供给 $+\text{Lp}$ 输出。充电机输出 B1+ 和 $+\text{Lp}$ 连接到低压干线上，为普通负载及优先负载供电。

3 充电机高级检修现状

充电机的组成是：充电机箱体、内部风冷组件、TSB刀开关组件、断路器、功率模块等硬件组成且部位器件防护和抗电磁干扰比较稳定，但是在检修过程中发现充电机还存在以下问题。

3.1 在充电机修程中对各种电路板只要求除尘机外观

检查，没有要求对单板性能进行检测，电路板性能待组装完成后随充电机整机出厂试验一起进行，但是通过近年来路局充电机在线运行故障分析发现，检修后的充电机在运行规程中发生多起因电路板故障而造成的行车事故。如受电弓机破，烧损车载低压电器等，引起用户抱怨。

3.2 引进充电机试验大纲要求只使用一个探头逐个测量三个模块的电流，读取的数值不是同一时刻的，也不进行计算对比，只检查电流波形是否正确，三个模块之间最大电流与最小电流之间差距较大，导致充电机在线运行经常上报“模块电流均分错误”故障，此故障后续处置无法明确为某个电器件故障，为各电器元件之间匹配性引起的偏差，只能对单路上的IGBT驱动板、变压器、电感或主控板进行替代性更换验证，造成较大无效作业。

3.3 (1)充电机主控板是引进ALSTOM技术，不具备故障存储功能，故障排查无数据，使一些隐性故障（过温、离线等）很难定位。(2)主控板部分器件已停产换代，原供应商已停产，后续无维修用的备品备件。

4 充电机故障排查措施

针对在检修过程中遇到问题，特制定以下措施满足生产需要。

4.1 为降低充电机运行故障，提高运行可靠性，对充

电机各电路板重要度及实施可行性评估以后,根据电路板特性制作满足电路板要求的试验装置,在充电机检修过程中,对电路板、IGBT驱动板、SD板、HV高压检测板四种关键电路板进行单板性能检测,排除潜在故障,降低充电机故障率,满足客户需求。

4.2 针对“模块电流均分错误”故障,使用电流探头同时测量三路功率模块的电流波形,监测三个模块变压器次级绕组的电流值,并对三路电流进行记录,此数据为某一时刻三路模块的瞬时电流,每路模块随机检测20组数据,每组数据计算其平均值,再计算每组数据与其

平均值偏差最大的电流值的差值,此差值与平均值之比不大于10%,随机抽查的20组数据均进行此项计算,若计算偏差大于10%,则需对偏差较大的支路其主电路电容、电感等其它部件进行替换筛选,最终确保三路电流满足试验要求。

4.3 开展主控板自主化改进工作,可实现:

(1) 增加故障工况存储功能,为隐性故障排查、维修维护提供分析数据,利于故障定位和措施制定;(2) 为后续高级修和故障修备件提供保障。

4.4 充电机常见故障及处置方法

序号	故障现象	原因	检查和解决办法
1	FENICE板所有发光二极管都不亮	FENICE板未加电或者故障	检查连接器P3的1和2针是否为12V,不为12V,电源板坏,更换电源板,否则FENICE板故障
2	FENICE板绿灯闪烁,红灯灭	没给启动信号或者启动信号不正确	检查列车RIOM模块是否给出-LL启动信号;检查P1连接器20针脚间的线路问题(短路或断路);FENICE板上的启动信号支路电路故障。
3	FENICE板绿灯、红灯均亮	FENICE板故障	更换FENICE板
4	FENICE板绿灯、红灯均闪烁	软件参数配置有问题	重新下载程序和软件参数,如果问题仍不能解决,则更换控制板
5	电源板故障无电压输出	检查电源板电路,检查变压器故障	更换电源变压器或者更换电源板
6	IGBT烧毁、短路	IGBT过压,过流,过热	用万用表检查IGBT参数,不在参数区间范围为故障,更换IGBT。
7	TSB刀开关断不开	刀开关辅助触点氧化,接触电阻大	用万用表测试辅助触点阻值,在断开和闭合情况下测试,测试电阻小于0.10欧姆。
8	TSB刀开关断不开	断开线圈烧毁或者开路	测试线圈直流电阻值在9欧姆以下。
9	TD屏上充电机工作状态正常,有充电电压,无充电电流	蓄电池电流传感器坏	更换电流传感器。
10	任两组模块或单个模块均能正常工作,三个模块同时工作充电机反复重启。	电源板故障	更换电源板。
11	充电机TD屏电压、电流显示为0	充电机CAN模块或者CAN线通信支路短路、开路等	更换充电机主控板或者更换CAN线通信线路。
12	充电机无直流输出电压	三相整流桥坏或三相线缆断路	检查三相整流桥、三相线缆并更换。

结束语

通过以上的问题说明及解决办法,发现这些措施对于解决充电机的问题是有帮助的。后续在动车组进行检修时应关注充电机存在不合理的地方应及时反馈消除隐患。在电路板单板测试、试验时使用三路电流探头对电流的检测、主控板国产化、低压线缆绝缘护套的更换或低压线缆的绕制方式的更改、散热器轴销的配合方式改进,实现了充电机的稳定性、合理性,同时,主控板国产化有很强的可拓展性,在试验的同时能够及时进行故障处理,比较完美的模拟了动车运行时的需求。伴随着时代信息数字化的发展与进步,计算机技术能够满足我

们对于其他产业的要求与希望。未来,充电机会变得越来越智能化,控制系统也会更加地面向操作者而非机器本身,对于动车的控制也会增加更多的人机交互功能,不断满足人类更进一步的发展。

参考文献

[1]韩冰,赵许强,林鹏,李海洋.一种新型高速动车组充电机设计[J].铁道机车车辆,2020,40(05):29-32+51.
 [2]贾亚娟,谢国坤,郑凯,等.浅析高速动车组智能充电技术[J].山东工业技术,2018(16).
 [3]庞晓,王赞辉.浅谈CRH5型动车组充电机原理及结构[J].华东科技:学术版,2014(4):25-25.