

CRH2 型动车组辅助电源装置

135 故障分析及处理

刘金榕, 王佳佳, 饶沛南, 刘海涛

(株洲中车时代电气股份有限公司 技术中心, 湖南 株洲 412001)

摘 要: 从 CRH2 型动车组辅助电源装置 135 故障的介绍及故障保护检测逻辑出发, 对所有 135 故障子类进行了逐一分析并提出了有效的解决措施。针对 3 起典型故障, 在所述处理方法的基础上, 首先详细描述了故障排查及解决过程, 然后分析并总结了处理 135 故障的方法, 可为 CRH2 型动车组检修提供参考。

关键词: CRH2 型动车组; 辅助电源装置; 135 故障; 高速列车

中图分类号: U266.2; U269.6 文献标识码: B
doi: 10.13890/j.issn.1000-128x.2019.02.129

0 引言

自 2007 年 1 月 CRH2 型动车组正式投入运营以来, 在 10 年时间内已有近千列保有量^[1]。动车组的准时、便捷、安全可靠对列车无故障稳定运行的要求越来越高, 对各关键系统的检修效率和准确率也提出了更高要求。辅助供电系统作为高速列车动车组的关键系统之一, 为辅助设备如冷却通风机、空调装置、照明、网络控制系统、制动装置、旅客信息、列车无线系统等设备提供电源^[2]。其中辅助电源装置(简称 APU)为辅助供电系统中关键、复杂的部件, 保障其可靠工作对整列高速列车运行意义重大。在辅助电源装置(APU)故障中的 135(重故障的总故障代码)故障, 因其故障原因众多, 排查相对困难, 成为 CRH2 型动车组辅助供电系统最难处理的故障之一。对于 APU 的 135 故障处理, 国内技术人员主要针对具体的故障进行

分析^[3-6], 而本文从 APU 自身的故障保护检测逻辑进行分析, 并对 135 故障的子类进行逐一排查, 结合故障处理经验, 针对所有的 135 故障给出了有效的处理措施建议, 以提高现场检修处理故障的高效性及准确性。

1 辅助电源装置 135 故障介绍

APU 从动车组牵引变压器辅助绕组取电(AC 400 V/50 Hz), 通过隔离升压变压器转换为 AC 470 V/50 Hz, 经过四象限整流得到 DC 850 V 电压, 再通过三相逆变器生成 PWM 波, 通过 LC 滤波器转换为三相 AC 400 V/50 Hz 正弦波为辅助负载提供电源, 其电路结构图如图 1 所示。

APU 具备强大的故障检测及保护功能, 包含了 22 个故障子类, 具体故障检测框图如图 2 所示。APU 的

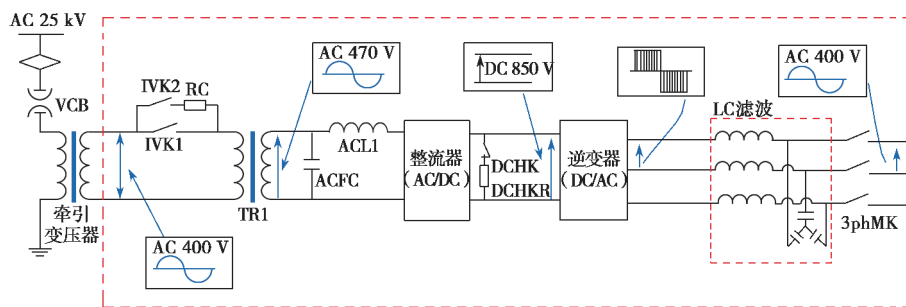


图 1 APU 电气原理框图

故障保护根据有无再启动分为轻故障和重故障(重故障 1/重故障 2)两类。轻故障发生后 APU 可自动重启, 但如果 60 s 内再次发生轻故障, 则转换为重故障 1。重故障 1 可接受车上 RS 复位(3 min 内 1 次)和断控制电复位; 重故障 2 只能断控制电复位。

135 故障并非表示具体故障, 而是需要复位的重故障的总称(包括重故障 1、重故障 2)。135 故障会在车辆 MON 的“运行界面”弹屏显示代码以提示驾驶员对 APU 进行复位处理或操作 BKK 扩展供电处理, 避免因 APU 故障而导致辅助设备运行出现问题, 同时

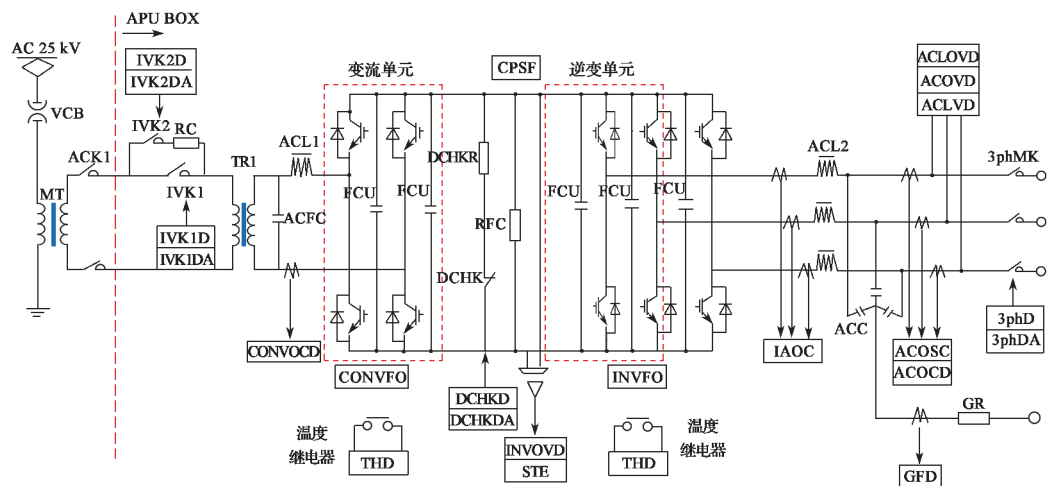


图 2 APU 故障检测框图

在“检修界面”中会将触发 135 故障的具体子故障记录下来, 供维护技术人员参考分析。表 1 给出了 135 故障子类及故障保护检测逻辑, 其中序号 1~10 为轻故障, 序号 11~17 为重故障 1, 序号 18~22 为重故障 2。

2 135 故障处理措施

针对表 1 每个故障子类, 结合其判断原理及现场处理经验, 针对性地给出表 2 所示的处理措施。135 故障不仅可能是 APU 设备故障, 而且可能是外部设备及供电问题。它是对整个辅助电源系统的一种有效保护。

3 典型故障举例分析

以下对 3 起典型故障进行分析, 并给出 135 故障

通用处理方法。
3.1 典型故障 1
(135, 248 故障)
2015 年 5 月 13 日, 配属上海局南翔动车所 CRH2A-2190 列车担当 D3067 次(南翔所—上海虹桥)交路, 上午 09:10 列车的 01 车报辅助电源装置故障(故障代码 135), 复位无效, 机械师操作 BKK 扩

展供电维持运行。查看检修模式故障记录, 故障代码为 135(辅助电源装置故障)和 248(辅助电源装置 DCHKDA)。回库后依照表 2, 分析可能原因有: ① DCHK 的主触头或辅助触头无法动作; ② DCHK 接触器的辅助反馈触头接触不良; ③ DCHK 的线圈异常。将 DCHK 接触器拆下来检查, 第一步确认 DCHK 的主触头和辅助触头是否可正常动作, 第二步检测辅助反馈触头的接触电阻是否过大导致接触不良(具体测试值如表 3, 发现异常)。最后确认故障原因为辅助反馈触头接触不良, 更换 DCHK 接触器之后 APU 恢复正常工作。

表 1 APU 的 135 故障子类及故障保护检测逻辑

序号	代码	简称	故障	故障保护检测逻辑
1	225	IVK1D	输入开关不闭合	发送 IVK1 投入指令后, IVK1 辅助触头没有动作
2	226	IVK2D	输入开关不闭合	发送 IVK2 投入指令后, IVK2 辅助触头没有动作
3	231	ACOV	输出过电压	APU 输出电压高于阈值
4	232	ACLV	输出低电压	APU 输出电压低于阈值
5	233	ACOS	输出短路	APU 输出电流、输出电压达到阈值
6	234	CPSF	控制电源异常	检测到控制电源 24 V, 15 V, -15 V, 5 V 电压低于 90% 时
7	235	INVO	逆变器输入过电压	中间直流电压为 1 050 V 以上时
8	239	IAOC	逆变器输出过电流	逆变器的输出电流高于阈值时
9	244	3phD	输出开关不闭合	发送 3phMK 投入指令后, 3phMKf 辅助触点没有动作
10	247	DCHKD	放电开关不闭合	发送 DCHK 投入指令后, DCHK 辅助触头没有动作
11	229	THD	温度异常	由设置在冷却器上的温度继电器检测得到
12	240	SIF	输入异常	逆变器投入后, 虽然经过了 1 s, 但是检测逆变器的输出电压没有达到 700 V; IVK2 投入后, 虽然经过 1 s, 但是检测中间电压没有达到 300 V
13	241	ACOD	AC 输出过电流	APU 输出电流高于额定值的 110%
14	242	ACLO	AC 输出电压异常	APU 输出电压在额定值的 105% 以上, 或 95% 以下
15	243	GFD	接地检测	接地电流高于阈值
16	245	3phDA	输出接触器卡住	发出 3phMK 断开指令后, 3phMK 辅助触点没有释放
17	248	DCHKDA	放电开关卡死	发出 DCHK 断开指令后, DCHK 辅助触点没有释放
18	227	IVK1DA	输入接触器卡住 1	停止 IVK1 投入指令后, IVK1 辅助触点没有动作
19	228	IVK2DA	输入接触器卡住 2	停止 IVK2 投入指令后, IVK2 辅助触点没有动作
20	230	INVFO	逆变器用 IGBT 异常	触发逆变模块门极驱动板故障保护信号
21	223	CONVCD	整流器输入过电流	整流器的输入电流达到阈值
22	224	CONVFO	整流器用 IGBT 异常	触发整流模块门极驱动板故障保护信号

表 2 135 故障处理措施

序号	MON 代码	可能原因	处理措施
1	225	① IVK1 主触头及辅助触头异常; ② IVK1 的线圈异常; ③ IVK1 接触器的内部接线断开	① 确认 IVK1 主触头及辅助触头是否可以闭合到位, 否则更换; ② 确认 IVK1 的线圈正常, 否则更换; ③ 确认 IVK1 接触器的内部接线连接可靠
2	226	① IVK2 主触头及辅助触头异常; ② IVK2 的线圈异常	① 确认 IVK2 主触头及辅助触头是否可以闭合到位, 否则更换; ② 确认 IVK2 的线圈正常, 否则更换
3	231	① IGBT 驱动信号异常; ② 电压检测板异常; ③ 控制单元电压控制异常	① 确认 IGBT 驱动信号是否正常, 接线是否正确; ② 更换电压检测板; ③ 更换控制单元
4	232	① 负载的启动电流过大; ② IGBT 驱动信号异常, 接线错误; ③ 电压检测板异常	① 确认负载的启动电流是否过大, 若异常则处理; ② 确认 IGBT 驱动信号是否正常, 接线是否正确, 如异常则进行修复或更换; ③ 检查电压检测板是否异常, 若异常则进行更换
5	233	① 外部负载短路; ② APU 内部电路短路	① 检查确认外部负载是否短路, 如短路则断开相应负载; ② 检查 APU 内部电路是否短路, 如短路则进行绝缘处理
6	234	① PS 电源负载是否存在短路; ② 继电器单元自身故障	① 检查 PS 电源负载是否短路, 如有短路则进行修复; ② 更换继电器单元
7	235	① 输入电压异常; ② 中间电压传感器故障; ③ 控制单元电压检测电路异常	① 确认输入电压是否异常(谐波过大), 如异常则对上级输入电源故障进行排查; ② 检查中间电压传感器是否异常, 如异常则进行更换; ③ 更换控制单元
8	239	① 外部负载过大; ② 逆变 IGBT 驱动信号异常; ③ 电流传感器故障	① 确认外部负载是否过大, 若过大则进行处理; ② 确认逆变 IGBT 驱动信号是否正常, 如异常则进行更换; ③ 确认电流传感器是否工作正常, 如异常则进行更换
9	244	① 3phMK 主触头接触不良; ② 3phMK 辅助触头接触不良; ③ 3phMK 线圈异常	① 检测 3phMK 主触头是否正常, 如异常则进行更换; ② 检测 3phMK 辅助触头是否正常, 如异常则进行更换; ③ 检测 3phMK 线圈是否正常, 如异常则进行更换
10	247	① DCHK 接触器主触头或辅助触头粘连; ② DCHK 接触器的线圈异常	① 检查 DCHK 接触器主触头和辅助触头是否粘连, 如粘连则进行更换; ② 检查 DCHK 接触器的线圈是否异常, 如异常则进行更换
11	229	① 风道堵塞; ② 温度继电器异常	① 检测风道是否堵塞, 如堵塞则进行疏通; ② 确认温度继电器是否工作正常, 如异常则进行更换
12	240	① APU 充电电路故障; ② APU 整流器模块主电路及驱动板异常	① 检测 APU 充电电路是否正常(充电电阻、IVK2 接触器), 如异常则进行更换; ② 确认 APU 整流器模块主电路及驱动接线是否松动, 如松动则进行紧固
13	241	① 负载异常; ② 电流传感器故障	① 确认负载是否正常, 若异常则进行处理; ② 确认电流传感器是否正常, 如异常则进行更换
14	242	① 电压检测板异常; ② 控制单元电压控制异常	① 检查电压检测板, 如异常则进行更换; ② 更换控制单元
15	243	① 负载接地; ② APU 内部电路接地; ③ 接地电流传感器故障	① 检查负载是否存在接地, 若有接地则进行修复; ② 检查 APU 内部电路是否存在接地, 若有接地则进行修复; ③ 检查接地电流传感器是否正常, 若异常则进行更换
16	245	① 3phMK 接触器主触头或辅助触头粘连; ② 3phMK 接触器线圈异常	① 检查 3phMK 接触器的主、辅触头是否正常, 若异常则更换 3phMK; ② 确认 3phMK 接触器线圈是否正常, 若异常则进行更换
17	248	① DCHK 的主触头或辅助触头无法动作; ② DCHK 接触器的辅助反馈触头接触不良; ③ DCHK 的线圈异常	① 确认 DCHK 的主触头和辅助触头可以动作到位, 若异常则进行更换; ② 确认 DCHK 接触器的辅助反馈触头的接触电阻是否异常, 若异常则进行更换; ③ 确认 DCHK 的线圈是否正常, 若异常则进行更换
18	227	① IVK1 的主触头或辅助触头发生粘连; ② IVK1 的线圈异常	① 检查 IVK1 接触器的主、辅触头是否正常, 若异常则更换接触器; ② 检查 IVK1 接触器的线圈是否正常, 若异常则更换接触器
19	228	① IVK2 的主触头或辅助触头发生粘连; ② IVK2 的线圈异常	① 检查 IVK2 接触器的主、辅触头是否正常, 若异常则更换接触器; ② 检查 IVK2 接触器的线圈是否正常, 若异常则更换接触器
20	223	① 同步信号接反; ② 网压大幅波动; ③ 电流传感器故障; ④ 充电接触器 IVK2 故障, 未充电直接合上 IVK1 接触器; ⑤ IVK1 接触器异常闭合; ⑥ 控制单元四象限控制及检测异常	① 检查同步信号线是否接线正确, 如接线错误则重新接线; ② 检查网压是否异常波动; ③ 检查电流传感器是否故障, 如故障则进行更换; ④ 更换充电接触器 IVK2; ⑤ 更换 IVK1 接触器; ⑥ 更换控制单元

续表 2

序号	MON 代码	可能原因	处理措施
21	230	① 逆变模块驱动板异常; ② 逆变模块 IGBT 故障	① 更换逆变模块驱动板; ② 更换逆变模块
22	224	① 整流模块驱动板故障; ② 整流模块 IGBT 故障	① 更换整流模块驱动板; ② 更换整流模块

表 3 DCHK 辅助反馈触头
接触电阻 mΩ

测试项目	标准值	测试值
辅触反馈触头		
5-6 接触电阻	<100.0	118 (异常)

3.2 典型故障 2 (135, 235 故障)

2015 年 9 月 8 日, 配属北京局北京西动车所的 CRH380A-2524 列动车组担当 G614 (太原南—北京西) 次交路, 13: 25 列车的 01 车、08 车报“辅助电源装置故障”(故障代码 135), RS 复位后故障未消除。查看检修界面, 故障

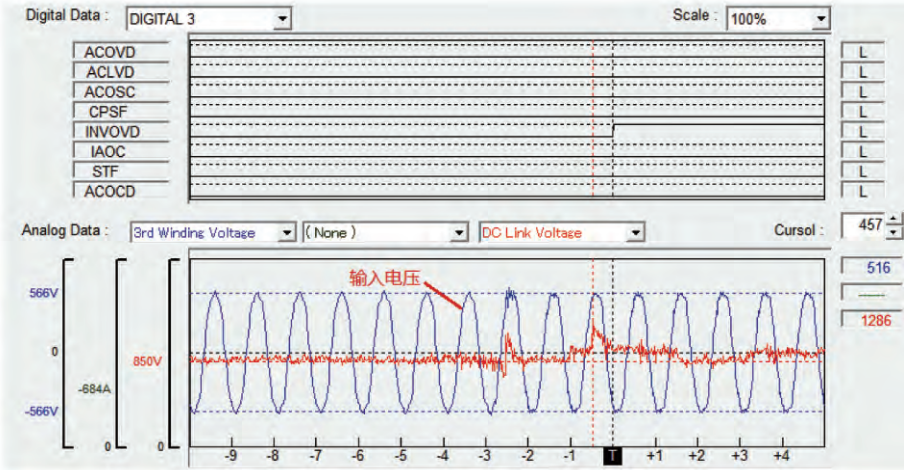


图 4 故障数据波形 2

动车组, 担当 D3045 次交路 (武昌—上海虹桥), 16:45 时动车组运行至常州到无锡区间, 08 车报“辅助电源装置故障”(故障代码 135), 17:41 动车组运行至上海虹桥站站停时, 08 车再次报出“辅助电源装置故障”(故障代码 135), RS 复位和空开复位均无效。驾驶员进行 BKK 扩展供电, 维持运行。查看 MON 显示器“检修模式”下故障记录, 发现 08 车多次报出“辅助电源装置 INVOVD”(故障代码 235)。依据表 2, 分析可能原因有: ①输入电压异常; ②中间电压传

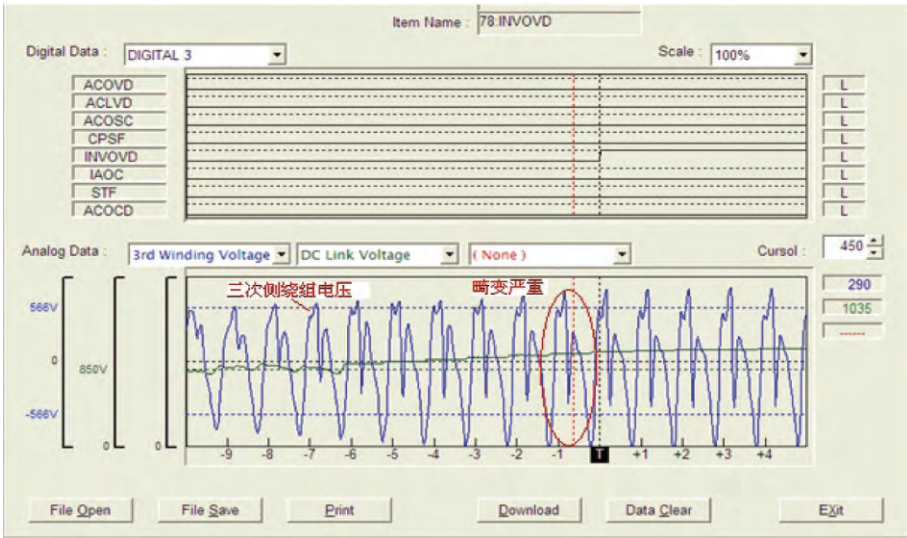


图 3 故障数据波形 1

子代码均为“235 (辅助电源装置 INVOVD)”。回库后依据表 2, 分析可能原因有: ①输入电压异常; ②中间电压传感器故障; ③控制单元电压检测异常。为了进一步确认原因而下载故障数据, 发现输入电压异常 (故障数据波形如图 3, 网压畸变严重, 已非正弦波形), 得出故障原因为外部网压异常, APU 本身不用处理。后续交路中, APU 运行良好。

3.3 典型问题 3 (135, 235 故障)

2017 年 8 月 5 日, 配属武汉局汉口动车所的 CRH2B-4102 列

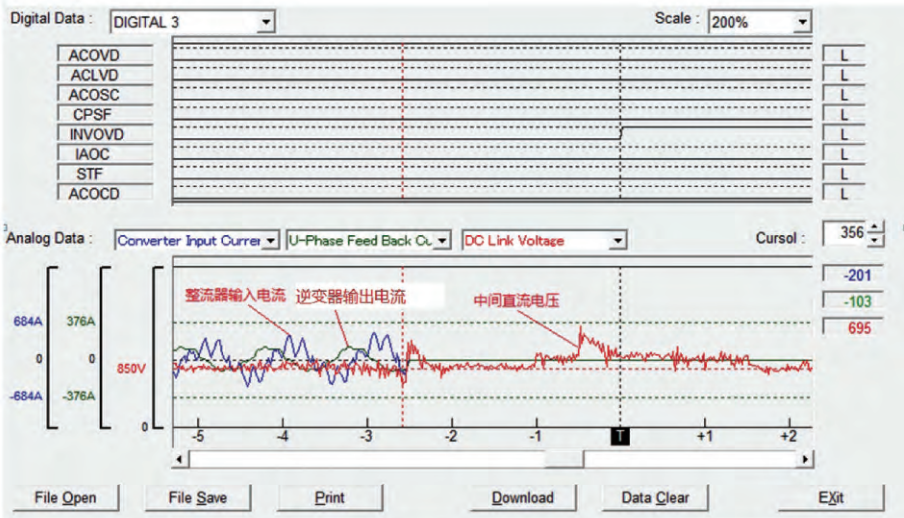


图 5 故障数据波形 3

感器故障; ③控制单元电压检测异常。进一步下载故障数据发现: 输入电压幅值和相位是正常的 (如图 4); 当整流器电流及逆变器电流都为 0 之后, 中间直流电容的电压值忽高忽低, 说明中间直流电压传感器输出信号异常或控制单元电压检测异常 (如图 5)。由于控制单元电压检测异常故障率非常低, 首先考虑更换中间直流电压传感器 (VS 单元)。更换中间直流电压传感器后, APU 后续运行状态良好, 未再发生该故障。

3.4 135 故障通用处理流程

针对 135 故障, 给出通用解决流程如图 6 所示。

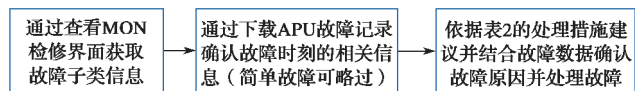


图 6 135 故障处理流程

4 结语

135 故障作为 CRH2 型动车组辅助供电系统最难处理的复杂故障之一, 也是运用维护技术人员非常关注的问题。通过对 135 故障进行系统研究, 针对每个故

障子类给出了判断原理并提供了针对性的故障处理措施。为 CRH2 动车组检修技术人员能更高效、精准地定位 135 故障原因并解决该故障提供了有力的指导和参考, 为高速列车的正常运营创造了有利条件。

参考文献:

- [1] 彭鸿基, 吴斐. CRH2 型动车组牵引变流器 004 故障分析与处理 [J]. 机车电传动, 2017(5): 116-119.
- [2] 胡学永, 邓学寿. CRH2 型 200 km/h 动车组辅助供电系统 [J]. 机车电传动, 2008(5): 1-7.
- [3] 张青. CRH2A 辅助电源装置 (APU) 的故障分析及对策 [J]. 上海铁道科技, 2011(4): 116-117.
- [4] 戴舜华, 罗胜飞. CRH2A 动车组辅助变流装置介绍及故障分析 [J]. 铁道机车车辆, 2012(5): 68-70.
- [5] 李向超, 王亦军. CRH2 型动车组辅助电源系统故障分析 [J]. 物联网技术, 2013(11): 43-45.
- [6] 厉浩. CRH2 型动车组在运行中报 135 故障的分析 [J]. 上海铁道科技, 2015(3): 42-44.

作者简介: 刘金榕 (1986—), 男, 硕士, 工程师, 从事机车车辆变流器的设计开发及技术支持工作。

(上接第 151 页)

- 设计 [J]. 机械研究与应用, 2004, 17(3): 57-58.
- [3] 陈明国, 许晓勤, 李军, 等. 城市轨道交通车辆单臂受电弓结构参数的优化设计与验证 [J]. 城市轨道交通研究, 2009(11): 57-62.
- [4] 张久江. 受电弓系统优化设计与仿真研究 [D]. 济南: 山东科

技大学, 2007.

- [5] 安红战. 高速受电弓结构尺寸优化设计仿真研究 [J]. 湖南铁路科技职业技术学院学报, 2015(2): 44-47.

作者简介: 袁文辉 (1972—), 男, 硕士研究生, 高级工程师, 从事受电弓与轨道车辆结构设计和强度研究。

广告索引

深圳市宝创科技有限公司 (封 2-前插 1)
株洲时代新材料科技股份有限公司 (前插 2)
广州金升阳科技有限公司 (前插 3)
河谷 (佛山) 智能装备有限公司 (前插 4)
北京赛为达科技有限公司 (前插 5)
湖南中车时代电动汽车股份有限公司 (前插 6-7)
咸阳亚华电子电器有限公司 (前插 8)
湖北平安电工材料有限公司 (前插 9)
株洲庆云电力机车配件工厂有限公司 (前插 10-11)
株洲中车特种装备科技有限公司 (前插 12-13)
南通江海电容器股份有限公司 (前插 14)
汕头华兴冶金设备股份有限公司 (前插 15)
宁夏银利电气股份有限公司 (前插 16)
株洲中车时代电气股份有限公司 (中插 1)

湖南中车时代通信信号有限公司 (中插 2)
株洲中车时代电气股份有限公司半导体事业部 (中插 3)
襄阳中车电机技术有限公司 (中插 4-5)
舟山市庆丰铁路仪表有限公司 (中插 6)
资阳中车电气科技有限公司 (中插 7)
宝鸡中车时代工程机械有限公司 (中插 8)
登钛电子技术 (上海) 有限公司 (后插 1)
深圳通业科技股份有限公司 (后插 2)
湖南省宁乡县中南散热器有限公司 (后插 3)
江苏必得科技股份有限公司 (后插 4)
中车威墅堰机车车辆工艺研究所有限公司 (后插 5)
深圳市百亨电子有限公司 (后插 6)
公益广告 * 节能 (后插 7)
安徽省康利亚股份有限公司 (后插 8)
无锡东电化兰达电子有限公司 (封 3)
深圳市中电华星电子技术有限公司 (封 4)