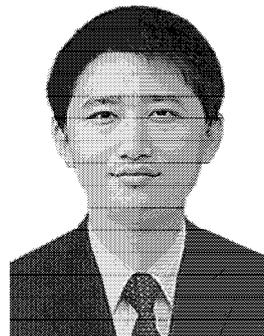


问
题
讨
论

第三轨供电列车高压母线 电路拓扑结构设计探讨

林 浩¹, 程永谊², 曹 俊¹

(1. 株洲南车时代电气股份有限公司, 湖南 株洲 412001;
2. 铁科院(北京)工程咨询有限公司, 北京 100081)



作者简介: 林浩(1978-), 男, 工程师, 现从事城市轨道交通电气牵引系统的研发工作。

摘 要: 阐述了地铁车辆设置列车母线电路的重要意义, 提出了现有国内三轨项目列车母线电路的设计方法, 通过对现有国内三轨项目列车母线电路的分析, 提出第三轨电压的列车牵引高压母线电路设计方案。计算和电路分析表明, 该设计方案能很好地解决目前三轨项目车辆运营过程中存在的问题。

关键词: 地铁车辆; 第三轨供电; 母线电路设计; 无电区

中图分类号: U266.2; U231 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-128X(2013)02-0091-04

Analysis of Train Bus Circuit Topology for Vehicles with Third Rail Power Supply

LIN Hao, CHEN Yong-yi, CAO Jun

(1. Technology Center, Zhuzhou CSR Times Electric Co., Ltd., Zhuzhou, Hunan 412001, China;
2. Beijing Engineering Consultant Co., Ltd., Academy of Rail Science, Beijing 100081, China)

Abstract: Great sense to set a train bus circuit for metro vehicles was expounded, and bus circuit design methods of domestic three-rail metro vehicle projects was proposed. Through analysis of bus circuits, a design scheme of the third rail voltage was presented. The calculation and circuit analysis showed that the design method could solve the problems existed in three-rail metro vehicle operation.

Key words: metro vehicle; third rail power supply; bus circuit design; electroless area

0 引言

地铁列车运行过程中, 由地铁车辆上的受流器通过第三轨或由受电弓通过接触网受电, 并把电源引入牵引主电路及辅助电路中, 通过适当的电路变换作为列车牵引控制及辅助设备(空调、照明等)的电源。而第三轨供电系统中, 由于各种各样的原因, 如不同的变电所、第三轨的线路设计、安装条件等, 往往线路上会有长短不一的断电区。因此, 如何设计列车高压母线电路, 在保证现有轨道供电系统电路安全的前提下确保列车在运行过程中始终能得到稳定的第三轨供电电源, 已变得日趋重要。

1 国内现有三轨项目列车母线电路设计

目前, 在国内三轨地铁项目中, 因不同的牵引供货商, 其列车牵引高压母线电路的设计也是各式各样。经对国内市场现有三轨项目母线电路方案的统

计: 对于2M2T、3M3T编组列车一般采用牵引回路全列车贯穿方案, 如天津地铁1/2/3线项目等; 对于4M2T编组列车, 绝大多数采用单元内牵引母线回路贯穿方式, 如武汉地铁1/2号线、昆明地铁首期工程、北京地铁房山线项目等, 也有部分采用牵引母线全列车贯穿方式, 如北京地铁昌平线、深圳地铁3号线项目等。

以下就目前国内市场几个典型的牵引母线设计电路(武汉地铁1号线、天津地铁1/2/3号线、深圳地铁3号线等)为例进行分析说明。

1.1 武汉地铁1号线

列车为2M2T编组方式, 750 V供电, 东芝牵引系统(架控), 采用列车单元内牵引母线贯穿方式(Tc1、M1车为一个单元, Tc2、M2车为一个单元), 在列车正常运行过程中, 通过控制BHB-BOX箱中的母线接触器BLB使列车单元内2节车辆间牵引母线相互贯通或断开, 列车最大能通过32.1 m的无电区而不损失动力, 列车停车后不存在因通过车辆造成地面三轨间桥接问题。具体高压电路图如图1所示。

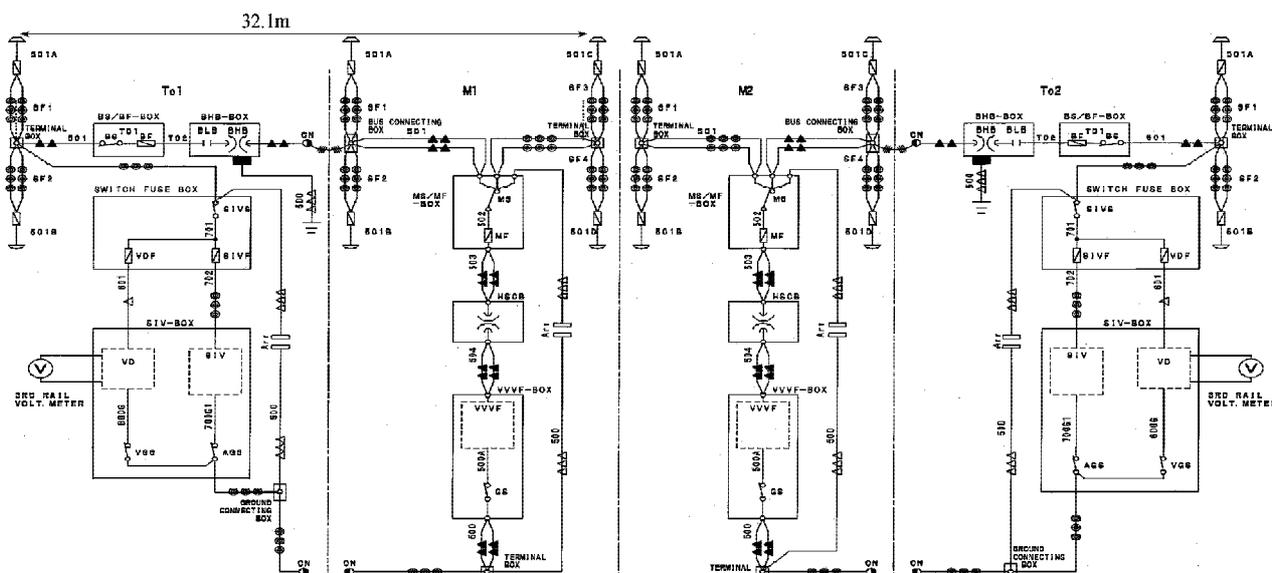


图 1 武汉地铁 1 号线列车高压电源电路图

1.2 天津地铁 1/2/3 号线

列车为 3M3T 编组方式, 750 V 供电, 三菱牵引系统 (车控), 采用列车牵引母线全贯穿方式, 在列车正常运行过程中, 通过控制 BHB 箱中的母线高速断路器 BHB 使列车中间 4 节车辆间牵引母线相互贯通或断开, 列车

最大能通过 110.1 m 的无电区而不损失动力。由于该高压方案中 T_c 车与 M 车之间牵引母线死接, 在列车停车后, 当三轨间无电区大于 19.5 m 且小于 32.1 m 时存在因通过车辆造成地面三轨间桥接问题。具体高压电路图如图 2 所示。

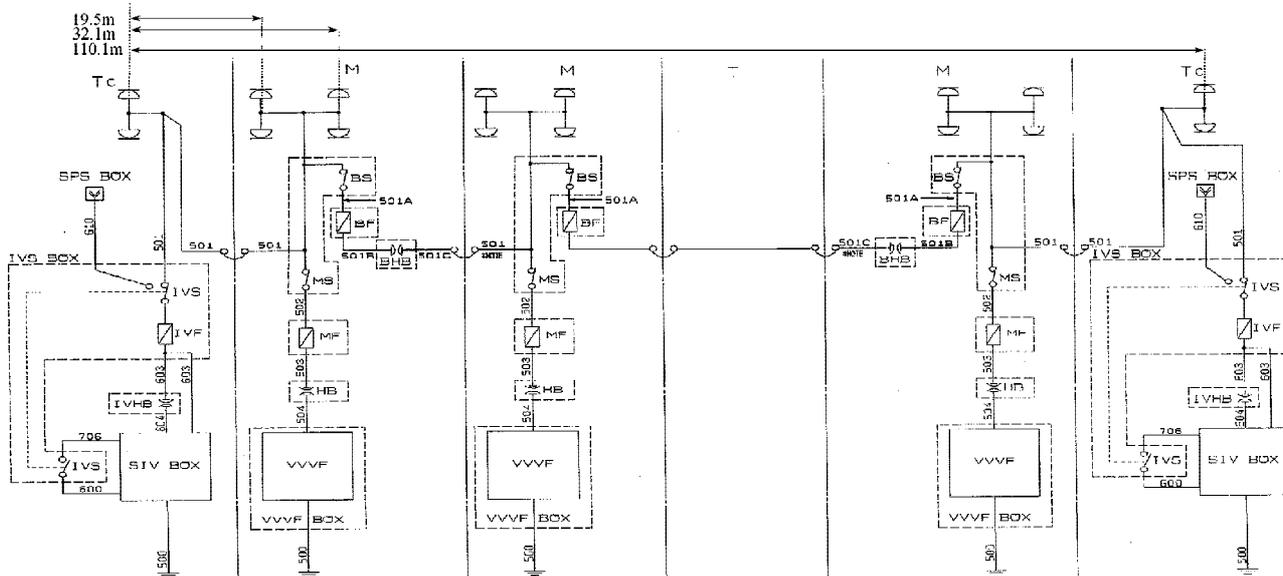


图 2 天津地铁 1/2/3 号线列车高压电源电路图

1.3 深圳地铁 3 号线

列车为 4M2T 编组方式, 1 500 V 供电, 韩国现代 ROTEM 牵引系统 (车控), 采用列车牵引母线全贯穿方式 (T_c、M、M 车为一个单元), 在列车正常运营过程中, 通过控制母线设备箱 (BHB+BLB) 中的母线接触器 BLB 使列车 2 单元车辆间牵引母线相互贯通或断开, 列车最大能通过 110.1 m 的无电区而不损失动力。由于该高压方案中 T_c 车与相邻两 M 车之间牵引母线死接, 在列车停车后, 当三轨间无电区大于 19.5 m 且小于 51.6 m 时存

在因通过车辆造成地面三轨间桥接问题。具体高压电路图如图 3 所示。

上述 3 种列车牵引母线电路方案中, 深圳地铁 3 号线列车高压电路方案因无法实现列车停站时各车辆间牵引母线相互断开, 存在各供电站之间通过列车牵引母线桥接问题, 对供电系统及三轨的维护、检修造成一定安全隐患; 而武汉地铁 1 号线列车高压电路方案因存在列车能适应的无电区距离短、天津地铁 1/2/3 号线列车高压电路方案存在拖车 (T_c) 与相邻动车 (M)

及将来的列车全生命周期(LCC)维护成本。

3 结语

通过对以上三轨项目列车高压母线电路的设计和
分析,可以了解到无锡地铁1号线项目上采用的列车高
压母线电路全贯穿方案,不仅能极大地克服因地面三
轨断电区长度差别悬殊造成对列车正常运行的影响,
减少列车高压设备如VVVF、SIV的频繁启停,保证设备
的正常工作使用寿命,而且还极大地减轻受流器与三

轨间的拉弧、电腐蚀现象,并避免了地面各供电所之
间通过列车设备桥接的问题。

参考文献:

- [1] 丁荣军, 陈文光. 地铁车辆用交流传动系统的设计[J]. 机车电传动, 2001(5).
- [2] 陈文光, 丁荣军. 国产化北京地铁列车牵引电传动系统设计[J]. 机车电传动, 2006(4).
- [3] 徐惠林. 第三轨供电地铁车辆列车母线电流的设计[J]. 机车电传动, 2002(5).

(上接第80页)

压增量; MPa, U 值见图
11, 应选其大值; d_m ——
圆锥结合面的平均直
径, mm; l_f ——结合长
度, mm; μ ——液体摩擦
系数; c ——结合圆锥的
锥度。

$P_{fmin}=P$, 该项目 ΔP
无值, $U=0.3$ (依据图11),
 $d_m=78.81$, $l_f=125$, $\mu=0.3$,
 $c=0.02$, 求得压出力
 $P=500$ kN。

6.2 压推结合拆卸

采用油压拆卸和推力相结合的方法, 即压推结合
的方式, 进行油压拆卸试验。当油压达到180 MPa, 推
力为300 kN时, 将扭转臂成功拆卸。此压推结合拆卸方
式的压出力为510 kN, 与理论计算的压出力500 kN的结
果较为相近。

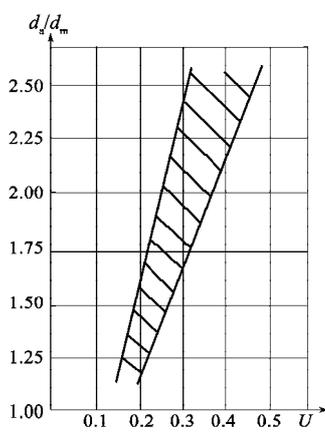


图 11 U 值图

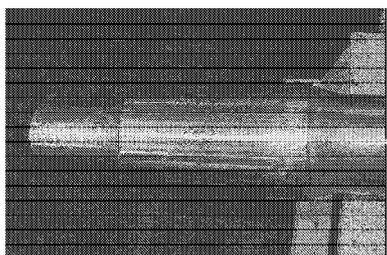


图 12 拆卸后的扭杆轴

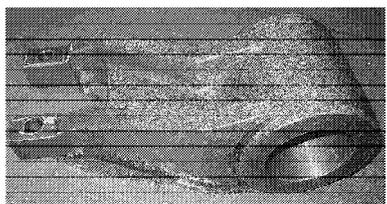


图 13 拆卸后的扭转臂

7 锥面配合型抗侧滚扭杆装置型式试验

按照型式试验大纲的要求, 对锥面配合型抗侧滚

扭杆装置进行了各项性能试验, 结果表明, 该型号抗
侧滚扭杆的各项性能指标均符合技术规范要求。

7.1 锥面配合型抗侧滚扭杆装置刚度试验

在连杆装置处垂向载荷 F_z 为 $0 \sim \pm 20$ kN, 检测连杆
垂向位移。反复3次, 分别记录载荷位移曲线。每次加
载时间间隔不少于20 min。

刚度计算

$$K=F_z/S$$

式中: F_z 为垂向载荷, kN; S 为连杆位移, mm; K 为刚性
系数, kN/mm, 在载荷 $0 \sim 30$ kN 时, 整体刚度

$$C=KL^2$$

其中: $L=0.668$ m。

载荷位移曲线如图
14。锥面配合型抗侧滚扭
杆装置整体刚度试验结
果为3.39 MN·m/rad, 完全
符合设计要求。

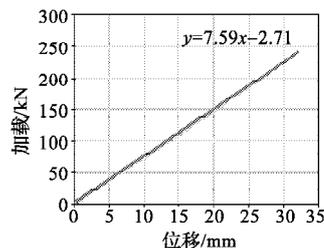


图 14 锥面配合型抗侧滚扭杆装置整体刚度载荷-位移曲线

7.2 锥面配合型抗侧滚扭杆装置疲劳试验

按照型式试验大纲的要求, 完成1 000万次疲劳试
验, 各项试验结果均符合技术要求。对疲劳试验后的
扭杆装置进行探伤检测, 无任何裂纹出现。

8 结语

通过对可拆卸锥面配合型扭杆的结构进行设计、
有限元分析计算, 确立了可拆卸锥面配合型扭杆的研
制工艺和加工过程。油压和推力结合拆卸试验及型式
试验表明, 可拆卸锥面配合型扭杆的工艺方式和设计
结构满足使用要求。

参考文献:

- [1] 刘文松, 郭春杰. 符合铁标准的抗侧滚扭杆轴的工艺研制[J]. 铁道车辆, 2007, 7(45): 10-13.
- [2] Cerit M, Nart E, Genel K. Investigation into effect of rubber bushing on stress distribution and fatigue behavior of anti-roll bar[J]. Engineering Failure Analysis, 2010(17): 1019-1027.
- [3] GB/T 15755, 圆锥过盈配合的计算和选用[S].