

# HXD3 系列电力机车过分相不间断 供电技术的研究与实现

高洪光, 张立臣, 李雪莉, 张彦民, 李 新, 郝凤荣  
(中车大连机车车辆有限公司, 辽宁 大连 116021)

**摘 要:** 基于 8 轴 200 km/h 速度级 HXD3G 型客运电力机车设计要求, 进行了过分相不间断供电技术研究, 创新采用机车牵引变压器耦合技术原理, 提出了过分相运行时车内辅助电源和列车供电系统不断电运行的控制策略和总体设计思路。该技术已经在 HXD3C 机车子系统上进行了联调试验, 在 HXD3G 机车上进行了装车试验和应用, 效果良好。

**关键词:** 过分相; 分主断路器; 列车供电系统; 不间断供电; 控制策略; 电力机车

**中图分类号:** U264                      **文献标识码:** A

**doi:** 10.13890/j.issn.1000-128x.2016.04.003

## Research and Implementation of Passing Neutral Section Uninterruptible Power Supply Technology of HXD3 Series Electric Locomotive

GAO Hongguang, ZHANG Lichen, LI Xueli, ZHANG Yanmin, LI Xin, HAO Fengrong

(CRRC Dalian Co., Ltd., Dalian, Liaoning 116021, China)

**Abstract:** Aim at the design requirements on HXD3G eight-axle 200 km/h passenger electric locomotive, passing neutral section uninterruptible power supply technology was studied. By adopting the locomotive traction transformer coupling principle innovatively, control strategies and design ideas of uninterrupted operations of the auxiliary system and the train power supply system of locomotive when it passing neutral sections were proposed. Validation experiments had been carried out in HXD3C locomotive, and on-board test and application was carried out in HXD3G locomotive, which showed good effect.

**Keywords:** passing neutral section; switching off main breaker; train power supply system; uninterruptible power supply; control strategy; electric locomotive

### 0 前言

HXD3、HXD3C、HXD3D 型电力机车因主、辅电路结构采用牵引变压器独立绕组供电形式, 无法实现机车过分相区时车内各子系统不断电, 辅助系统和列供系统都需要停止工作。而频繁的启停对辅助系统、牵引系统和列车供电系统的寿命和可靠性会产生影响, 甚至会因为经常的主断路器分合而引起操作过电压损坏设备。为了解决上述问题, 中车大连机车车辆有限

公司联合相关单位进行了系统仿真分析和地面试验, 按照平台化设计思路对机车单机模式、双节组合模式及动力集中的动力车推挽运行模式进行了研究, 重点考虑实现过分相时列车供电不断电的初始条件和安全风险, 提出了利用牵引变压器耦合和电动机再生控制技术, 实现机车过分相时车内各辅助系统电源(包括辅助电源、列车供电系统和控制电源)不断电功能。

### 1 过分相不间断供电技术研究

结合 2000 年在哈大铁路没有供电接触网时采用内燃机车发电的方式<sup>[1]</sup>实现了首批 38 台电力机车出厂试

验的经验，参考文献 [1] 所使用的变压器耦合技术原理进行研究。

### 1.1 供电电源恒压控制技术

交流传动电力机车再生制动技术可实现电动能转变成电能回送至电网。不间断供电的原理是利用了再生制动技术原理，通过牵引电机再生发电的精准控制将电能回送给用电设备，实现机车辅助设备和列车供电系统不断电。电源的恒压控制技术基础是车载设备的再生制动控制，不同的是变流器的矢量控制是以列车供电 DC 600 V 输出及辅助变流器稳定运行为目标，实现中间电压的稳定和幅值控制要求。控制指标一是同时满足列车供电电压和辅助系统电源的稳定，同时实现在进入和驶离过分相区时变压器的电压波形相位与接触网电压相位的吻合，避免带电分合主断路器。供电电源恒压控制原理如图 1 所示。

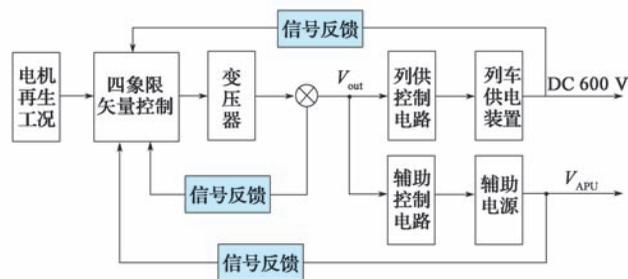


图 1 供电电源恒压控制原理

### 1.2 变压器输入电压控制

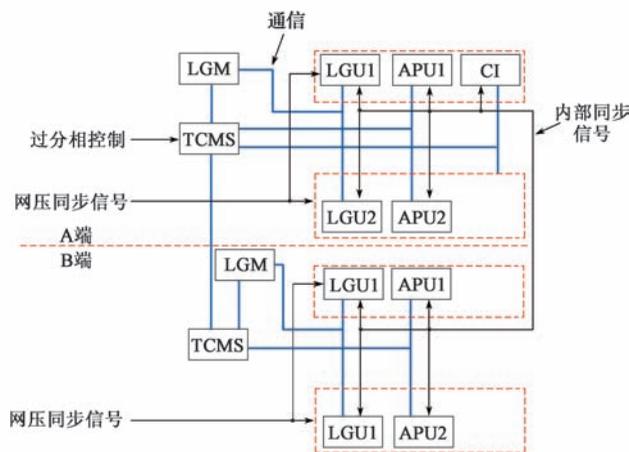
不间断供电技术必须以不同型号机车自身变压器的接线原理和技术参数，车载计算机网络硬件技术为基础。变压器二次绕组输入电压控制是利用变压器的耦合原理和阻抗，通过四象限整流器矢量控制实现的。变压器的技术指标对技术方案的实现非常关键，特别是变压器的阻抗参数和牵引绕组电压。

以 HX<sub>b</sub>3G 型机车为例，牵引变压器采用下悬式安装方式的一体化多绕组结构，内部还含有 4 台串联电抗器。变压器的主要技术参数见表 1。

表 1 HX<sub>b</sub>3G 型机车牵引变压器技术参数

项目	高压绕组	牵引绕组	辅助绕组	供电绕组
额定容量 /kVA	7 051	4 × 1 600	2 × 217	2 × 217
额定电压 /V	25 000	1 500	304	304
额定电流 /A	282	1 067	714	714
短路阻抗 /%	—	36.5	30.0	30.0

机车进入过分相工况时，变压器牵引绕组的输入电压控制目标值为 1 500 V，但是，由于列车供电绕组的输入阻抗较大，该输入电压将随列供负载电流的变化进行快速动态调整。如图 2 所示，CI、LGU、APU、LGM 以及 TCMS 通过采集列车供电电压和辅助电源电压的反馈信息，采用以太网进行信息交流，以实现 600 V 供电系统和辅助电源系统稳定控制为目标。



LGM—列车供电管理柜；LGU—列车供电控制单元；CI—变流器；APU—辅助变流器；TCMS—机车微机控制系统

图 2 网络控制系统原理

### 1.3 控制策略

机车正常工作时，通过受电弓、真空主断路器 VCB 向牵引变压器供电，经牵引变压器耦合后为主变流器、辅助变流器及列车供电装置供电，当机车通过过分相区 VCB 断开时，APU 和 LGU 均需断电。

过分相不断电控制技术的核心部件是车载微机网络控制系统（TCMS）和变流控制单元。过分相不断电功能是由车载微机控制系统与变流控制单元实现的，辅助电源和列车供电电路为 TCMS 提供电压反馈信息和设备状态信息。TCMS 采集机车速度和过分相预告信号或人工控制信号作为启动条件。当 TCMS 启动过分相不断电功能后，按图 3 所示的原理框图控制机车主断路器的分合。

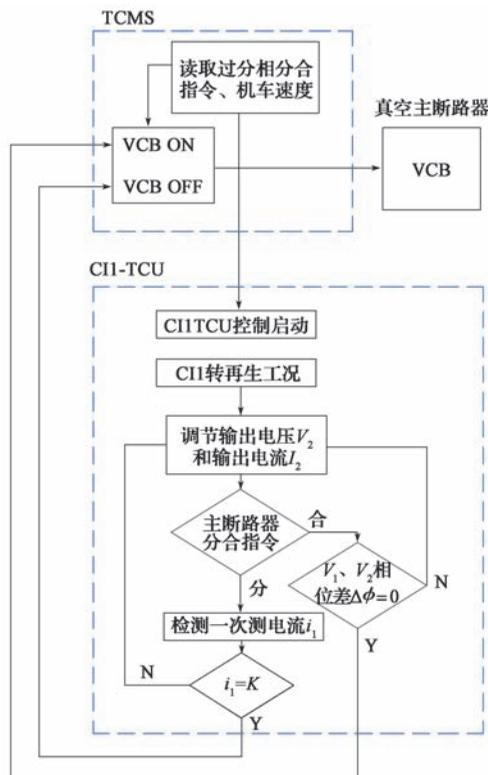


图 3 控制逻辑框图