

文章编号 :1005 - 0523 (2002)01 - 0014 - 03

高速电动车组制动系统方案设计

周新建, 胡万华, 李继山

(华东交通大学 机械工程学院, 江西 南昌 330013)

摘要: 根据高速电动车组制动的特点, 本文提出一种制动系统的设计方案, 充分发挥动力制动无磨损的优势。微机控制的制动控制系统操作方便、可靠。

关键词: 电动车组; 制动系统; 微机控制

中图分类号: U260 文献标识码: A

0 概述

电动车组由于编组灵活, 列车最大轴重相对较轻, 启动速度快, 并且可以充分利用再生制动, 从而具有减小高速列车制动装置的磨损等突出优点, 得到许多国家的重视。各种高速电动车组的制动一般都用动力制动和空气制动组合制动方式或增设其他的非粘着制动, 各种制动系统都包括基础制动装置和制动控制系统, 不同的组合有各自不同的特点。

本文提出一种比较实用的制动系统设计方案。基础制动采用盘形制动, 动力制动为再生制动; 动车组采用微机控制直通式模拟电空制动机, 全空气系统备用。

1 动车组制动系统的特点

动车组的制动与常速列车的制动原理相同。但是, 由于动车组的速度较高, 动能大, 要在规定的时间内和距离内将这些动能吸收和消耗, 用常速列车的单一闸瓦制动方式是无法达到的。因此, 动车组的制动必须采用综合方式。

2 制动系统的组成

收稿日期 2001 - 07 - 10

基金项目: 铁道部科技司基金

作者简介: 周新建 (1963 -), 男, 湖南涟源市人, 华东交通大学副教授。

2.1 基础制动

基础制动由再生制动 + 盘形制动 + 磁轨制动综合作用来实现。盘形制动的制动盘分轴装式和轮装式。在动车的每个轮辐板两侧各安装一个轮装式盘形制动盘, 在拖车的每个轮对上安装两个轴装式盘形制动盘。制动盘的基体采用高合金钢, 表面采用烧结材料, 烧结材料比合成材料具有更高的耐热性并能提高 40% 的制动能力, 这是一项新技术, 目前德国已经投入使用。

动力制动采用再生制动, 制动时把牵引电机转换成发电机, 可使走行轮在无磨损情况下制动, 且制动力调节方便, 产生的电能向电网反馈, 这种制动方式构造简单, 作用可靠, 并且经济性好。磁轨制动是一种不取决于轮轨粘着系数的附加的非粘着制动方式。由于它对磨损很敏感, 寿命仅有几百次, 所以他只是作为辅助制动方式在紧急制动时使用。国外运用表明, 使用磁轨制动制动距离可以缩短 20—25%。

2.2 动力制动和摩擦制动的调和原则

按照最大限度发挥无磨损制动方式的能力原则, 各种制动方式组成一个有机整体, 合理分担制动负荷。再生制动和摩擦制动的调和要遵循以原则:

- 1) 再生制动和摩擦制动均由制动控制计算机控制;
- 2) 优先使用零磨损的再生制动;
- 3) 必要时, 通过全列车摩擦制动及动车混合制动来补充再生制动之不足;
- 4) 在出现异常情况时, 依靠自动防故障装置转换到摩擦制动。

整个制动系统为动力制动和摩擦制动的复合, 摩擦制动随着动力制动力的变化而随时变化, 制动时摩擦制动力和动力制动力都存在, 并同时施加, 但优先使用动力制动, 若动车上可用动力制动力已超过单独制动本车所需要时, 复合制动可以取消本车上的摩擦制动力, 过剩的动力制动力可用于补偿拖车上的摩擦制动力。考虑控制电路转换时常有时间延迟, 而摩擦制动能迅速响应制动指令, 制动开始如图 2 所示, 摩擦制动开始时起作用, 并达到一定的制动力, 然后动力制动开始作用并取消摩擦制动, 从动力制动到摩擦制动的切换过程中, 旅客没有感觉, 不会降低旅客的乘坐舒适性。

2.3 制动控制系统

该制动控制系统主要包括制动控制器、微机制动控制单元、再生制动单元、空气制动单元等。(见图 3)

1) 制动控制器

根据司机发出的控制信号由制动控制器产生各种制动控制指令的电气信号, 其形式可分为模拟式和数字式两大类, 传送方式有模拟式、数字式和计算机网三大类。本文所用制动控制器为模拟式, 且为模拟式传送。

司机通过司机控制器可以发出常用制动、紧急制动、缓解信号, 由电空制动控制器产生的电压表示, 然后以模拟量向列车各车辆传送, 常用的模拟量有直流电压、频率、脉宽等, 这里采用脉宽传送, 即通过脉宽调制器把制动等级转换成频率不变而脉宽发生变化的脉冲信号, 不同的脉宽代表不同的制动等级, 然后用一对双绞屏蔽线把该信号传送到各车辆接受器, 接受器把脉宽信号转换成制动等级送给 MBCU。

2) 微机制动控制单元 (MBCU)

微机制动控制单元是制动控制系统的核心部件, 每辆车上都装有独立的制动控制单元用于制动力计算、防滑控制以及监控与故障显示。

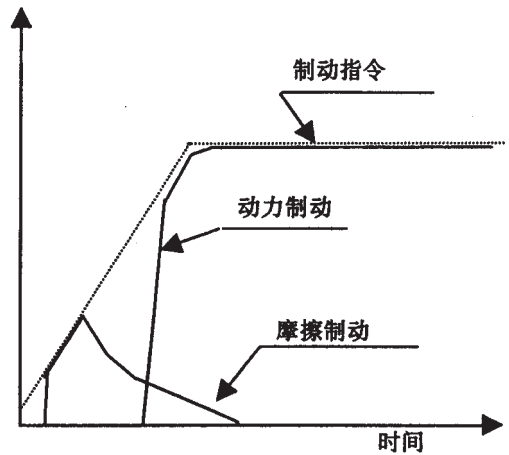


图 2 制动开始时的复合制动

3) 再生制动单元

列车制动时, 制动指令和制动参数送入 MBCU, 由微机进行数据处理与控制, 优先使用再生制动。制动指令送至再生制动控制器, 使牵引电机转换为发电机, 将产生的电能反馈到供电系统。

4) 空气制动控制单元

空气制动控制单元是空气制动的核心。它接受 MBCU 的制动指令通过空电转换控制器使制动缸充风, 从而获得制动压力。另外, 头车和尾车的司机室内都有一个停车制动按钮, 每辆车都有一个停车电磁阀和一个信号继电器, 分别用来控制停车制动装置和把停车信号传送给其它控制单元。

为保证电动车组的运行安全, 除了正常的制动系统外, 另设一套备用制动系统。在正常的制动系统发生故障或与其他列车混编时, 需要用备用制动系统实现制动或缓解。司机可按控制台上的备用制动开关, 使整个列车由正常的制动系统切换到备用制动系统工作状态。在常用制动和备用制动失效或发生非常情况时触发非常制动, 每辆车都安装非常制动电磁阀和信号继电器, 非常制动电磁阀实现非常制动, 信号继电器向其他控制单元发送非常制动信号。头、尾车司机室各装一个应急开关和一个非常制动开关, 每辆车都安装一个车长应急开关。

3 制动参数计算

3.1 计算模型

动车组编组形式: 两单元固定编组, 由 $M_c + T_p + M$ 三节车组成一个基本动力单元。

最高运行速度 200 Km/h

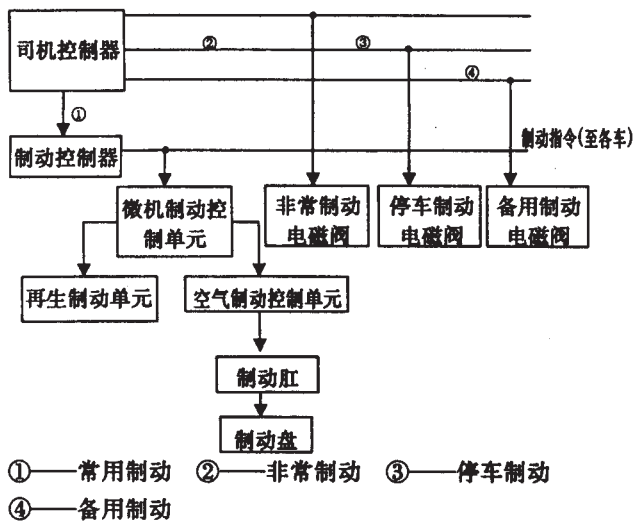


图 3 制动控制系统原理图

制动距离：列车在干燥、平直轨道上紧急制动距离小于 1600 m

轴重： $Q=162\text{ KN}$

紧急制动平均减速度： $a=0.97\text{ m/s}^2$

制动盘与闸片之间的平均摩擦系数： $\varphi=0.3$

3.2 制动参数计算

在列车其他制动装置失效的情况下，列车的制动能力唯一地取决于盘形制动系统的制动能力，故设计时必须考虑盘形制动能在最高运行速度，最大载重情况下，使动车组在规定的距离内安全停车。

$$\text{制动距离: } S = \frac{V_0^2}{2a} = \frac{200^2}{3.6^2 \times 2 \times 0.97} = 1591\text{ m}$$

设空走时间为 1S，则实际制动距离为

$$Se = S - Sn = 1591 - 200/3.6 \times 1 = 1535\text{ m}$$

$$\text{列车实际减速度: } a_e = \frac{V_0^2}{2Se} = \frac{(200/3.6)^2}{2 \times 1535} = 1.004$$

$$\text{制动率: } \delta = \frac{a_e}{\varphi g} = \frac{1.004}{0.3 \times 9.8} = 0.34$$

制动盘制动功率的计算：

$$\text{轴制动力: } B = \delta Q \varphi = 0.34 \times 162 \times 0.3 = 16.6\text{ (KN)}$$

动车每盘平均制动功率：

$$N_M = 0.25 B S_{ca} / v_0 = 0.25 \times 16.6 \times 1535 \times 0.97 / (200/3.6) = 110.88\text{ (KW)}$$

$$\text{拖车每盘平均制动功率: } N_T = 2 N_M = 221.76\text{ (KW)}$$

$$\text{动车每盘承受最大瞬时制动功率: } N_{M\max} = 0.25 B v_0 = 0.25 \times 16.6 \times 200/3.6 = 230.6\text{ (KW)}$$

$$\text{拖车每盘承受最大瞬时制动功率: } N_{T\max} = 2 N_{M\max} = 461.2\text{ (KW)}$$

参考文献：

- [1] 张开文. 制动[M]. 北京: 中国铁道出版社, 1993.
- [2] 钱仲侯. 高速铁路概论[M]. 北京: 中国铁道出版社, 1994.
- [3] 姚寿文译. 复合制动的特点及其应用(英)[J]. 国外铁道车辆, 2000(1): 35

Design of Brake System of High Speed EMU

ZHOU Xin-jian, HU Wan-hua, LI Ji-shan

(School of Mechanical Engineering, East China Jiaotong Univ., Nanchang 330013, Chian)

Abstract: According to the characteristics of the high speed EMU, this paper puts forward a design of brake system, which makes full use of the advantage of driving force brake without wear. The brake control system controlled by computer can be operated conveniently and reliably.

Key words: EMU brake system computer control