

城际动车组制动系统研制

张立国, 王晓东, 王洁先, 刘海波, 何丹炉

(南车青岛四方机车车辆股份有限公司, 山东 青岛 266111)



作者简介: 张立国(1974-), 男, 高级工程师, 长期从事机车、动车组及城轨地铁车辆的制动系统集成和研究工作。

摘要:介绍了和谐号CRH6型城际动车组制动系统设计方案, 根据城际动车组的运营要求, 分析了制动系统的技术难点, 制订了制动系统的顶层技术指标。从制动系统的构成、控制、安全性保证、减速度设置、空重车调整等方面对制动系统进行了说明, 并介绍了制动计算及线路试验验证结果。

关键词: 城际动车组; 紧急制动; 保持制动; 常用制动; 快停; 快速乘降; 防滑控制; 减速度
中图分类号: U266.2; U264.35 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-128X(2015)04-0005-05
doi: 10.13890/j.issn.1000-128x.2015.04.002

Development of Intercity EMUs Brake System

ZHANG Liguo, WANG Xiaodong, WANG Jiexian, LIU Haibo, HE Danlu

(CSR Qingdao Sifang Locomotive & Rolling Stock Co., Ltd., Qingdao, Shandong 266111, China)

Abstract: The braking system design proposal on CRH6 intercity EMUs was introduced. According to the transport demand, the difficulty for development of the braking system was analyzed, and the top design indexes for braking system were identified. Also, the component, the control, the safety guarantee, the deceleration define, empty and load adjustment, and etc of the braking system were illustrated, and the validation was introduced according to the calculation and routine test.

Keywords: intercity EMUs; emergency brake; holding brake; service brake; quick stop; quick boarding and alighting; anti-skid control; deceleration

0 概述

城际动车组与干线动车组相比, 具有快启快停、快速乘降(空重车变化大)、大载客量的运营特点; 与地铁比较, 具有速度高的运营特点。针对城际运营的特点, 需要重新考虑适合城际动车组运营需求的制动系统技术方案。

和谐号CRH6型城际动车组(以下简称CRH6型动车组)制动系统就是为了满足城际运营需求, 根据其运营特点开发的制动系统, 以下主要讨论分为200 km/h和160 km/h 2个速度等级(以下分别简称CRH6A、CRH6F)。

1 制动系统技术难点

为实现制动系统安全可靠、节能环保的目标, 系统分析制动系统技术要求和特点, 认为城际动车组制

动系统主要技术难点如下:

1) 快启快停的减速度设置

既有CRH2型动车组制动减速度设置不满足城际车紧急制动距离要求; CRH380A减速度设置初速度200 km/h时接近城际车紧急制动距离要求, 但初速160 km/h时不满足城际车紧急制动距离要求。因此, 需在不超过轮轨粘着限制情况下增大制动减速度, 尽可能缩小制动距离, 从而提升制动能力。

2) 为适应列车载荷变化, 设置空重车调整功能

城际动车组主要在人员较密集的城市之间运行, 列车到站后, 将有大量旅客乘降, 特别是在客运高峰期, 客流量的急剧变化导致车重变化较大。按照城际动车组载客量进行核算, CRH6A超员载客量接近额定载客量的3倍, CRH6F超员载客量接近座席载客量的4倍, 所以城际动车组紧急制动(UB)须设置空重车调整装置, 根据车重的变化, 实时调整制动力, 使动车组按照设置的减速度进行制动, 保证制动距离在

规定范围内。

3) 快速乘降引起总风压力波动大

城际动车组到站后, 载客量的急剧变化引起空簧压力变化, 耗风量急剧增加, 通过耗风量计算, 计算载荷急剧变化对总风压力的影响, 确定总风容量。在每节 T 车增加 1 个 100 L 的风缸, 可以满足动车组用风量需要。

4) 大载重量、基础制动热容量加大

随着列车速度的提高、制动减速度的增加, 要使城际动车组在较短时间内使车停下来, 对制动盘的热负荷能力是一个巨大的考验。在选择制动盘时, 必须对其热负荷能力加以考虑, 否则引起热裂纹、制动盘变形等, 严重时影响行车安全。

5) 防滑控制

制动减速度的增加, 导致滑行的概率随之增加, 为了防止城际动车组车轮滑行, 需要合理设置列车防滑控制策略和增粘技术。

6) 根据 ATO 控车要求, 设置保持制动功能

列车在 ATO 模式下, 动车组定点停车的精度要求较高, 需对保持制动功能进行精确设置和控制。

2 制动系统顶层技术指标

城际列车减速性能介于地铁和高速动车组之间。通过与国内外地铁、高速动车组的对比分析, 结合 CRH2 型动车组实际运用经验, 科学合理地提出适合城际动车组制动系统顶层技术指标, 并对顶层指标进行科学理论研究。

2.1 国内外列车制动性能

国内外列车制动性能参数见表 1。

表 1 国内外列车减速度及制动距离对照表

列车类型	制动初速 / (km·h ⁻¹)	最大常用减速度 / (m·s ⁻²)	紧急制动减速度 / (m·s ⁻²)	紧急制动距离 / m
动车组	200	0.7~0.9	1.0	2000
欧洲城际车	160	0.5	1.1	900
地铁	120	1.0	1.2	463
地铁	80	1.0	1.2	206

2.2 城际动车组制动系统顶层设计指标

结合高速动车组实际运用经验, 考虑技术及舒适性, 满足 ATO 运行控制追踪间隔的时间要求, 对车辆的制动系统参数进行设计, 以满足城际动车组的运用需求。具体如表 2 所示。

表 2 制动系统设计参数

项目	CRH6A 参数	CRH6F 参数
最高运营速度 / (km·h ⁻¹)	200	160
试验速度 / (km·h ⁻¹)	220	176
紧急制动距离 / m	≤ 1400	≤ 850
追踪间隔时间 / s	≤ 120	≤ 120
紧急制动平均减速度 / (m·s ⁻²)	≥ 1.12	≥ 1.2
常用制动平均减速度 / (m·s ⁻²)	≥ 0.9	≥ 1.0

3 制动系统设计原则

城际动车组制动系统是基于 CRH2 型动车组制动

系统成熟、可靠的设计和制造平台, 针对城际动车组运用特点而确定的新制动系统技术方案。

①制动系统应按照“故障导向安全”的原则进行设计。

②制动指令传输采用网络、硬线指令冗余的方式。

③制动减速按照速度—粘着的模式进行控制, 同时不超过 TSI 规定的轮轨粘着系数, 满足顶层技术指标的要求。

④常用制动按照充分利用电制动、降低机械磨损的原则进行制动控制单元的划分和控制。

⑤以模块化、系列化、通用化为基础, 以经济性为目标, 优化系统配置。

4 制动系统实施方案

CRH6 型动车组制动系统主要的制动功能包括: 紧急制动、常用制动、保持制动、辅助制动、耐雪制动, 同时还具有载重调整控制、冲击控制、防滑控制的特点。

4.1 制动系统构成

城际动车组制动系统主要由制动控制系统、基础制动系统及空气供给系统三大部分组成。每车配置 1 个制动控制装置, 全列车配置 2 台主空气压缩机, 动车转向架采用轮盘式基础制动装置, 拖车转向架 CRH6F 采用轴盘基础制动装置、CRH6A 采用轮盘 + 轴盘式基础制动装置。制动系统组成如图 1 所示。

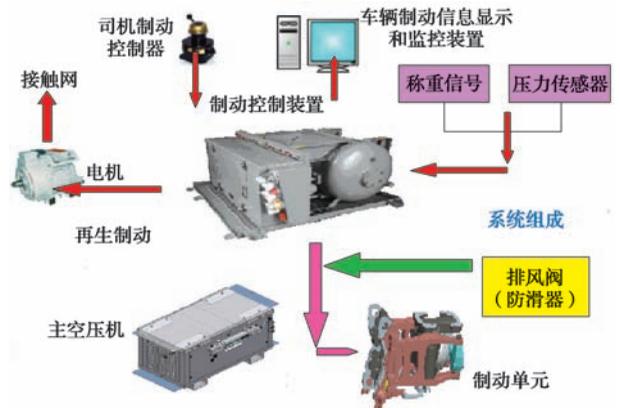


图 1 制动系统组成

4.2 制动系统控制

制动控制装置接收列车网络以及指令线所发出的常用制动或紧急制动指令, 根据车辆速度、空气弹簧压力等各项因素, 算出必要的空气制动力, 输出到电空转换阀进行电空转换, 然后供给中继阀, 经中继阀放大流量后, 压力空气通过防滑阀到达制动缸。

制动系统控制框图如图 2 所示。

紧急制动采用空电联合紧急制动 EB 和空气紧急制动 UB 2 种方式。

常用制动分为 1~7N, 采用电空复合制动模式, 进行延迟控制。延迟时, 将 M 车多余制动力承担 T 车部分制动力, 确保编组制动力。

根据城际动车组的编组形式, 将制动系统划分为 4