

从现代有轨电车技术的发展 看中国研究方向

胡基贵¹, 刘天赋²

(1. 中车南京浦镇车辆有限公司, 江苏 南京 210031;

2. 中车工业研究院有限公司, 北京 100067)

摘要: 通过对欧洲有轨电车发展历程的分析以及对欧洲主流有轨电车产品的技术分析, 总结出有轨电车发展的关键核心技术, 并指出中国有轨电车技术的主要发展方向。

关键词: 有轨电车; 低地板; 使用环境; 关键技术; 发展

中图分类号: U482.1; U239.5 **文献标识码:** A

doi: 10.13890/j.issn.1000-128x.2016.02.001

Technical Development Direction of China Modern Tramcar

Hu Jigui, Liu Tianfu

(1. CRRC Nanjing Puzhen Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu 100036, China; 2. CRRC Central Academy, Beijing 100036, China)

Abstract: With the analysis of Tramcar development process and the main product technologies of Europe, the key technologies of Tramcar development were summarized, and the Tramcar development direction of China was indicated.

Keywords: Tramcar; Low floor; Operation environment; Key technology; Development

0 概述

钢轮钢轨制式有轨电车是一种以路面运行为主的电动公共交通工具, 其发源于欧洲, 并在欧洲经历了长达上百年的发展, 目前已成为欧洲城市公共交通系统重要的组成部分。

有轨电车之所以有如此强劲的生命力, 是因为其主要具备以下几大优势:

- ①绿色环保: 有轨电车采用电力牵引, 无废气排放;
- ②低碳节能: 按照每人每公里能耗计算, 有轨电车、公共汽车、私人小汽车的能耗比约为 1:1.8:5.9;
- ③投资成本低: 有轨电车为路面运营的交通系统, 相比地铁和轻轨线路建设成本较低;
- ④乘坐舒适性高: 车辆内部宽敞通畅, 运行噪声低,

运行平稳性好;

⑤占用路面资源小, 选线灵活: 有轨电车具备爬坡能力强、曲线半径小的特点, 可选择的线路较为灵活;

⑥城市文化展示: 有轨电车外形大气、美观, 可进行客户化定制, 能够充分反映各个城市的特色文化, 广泛地受到市场的欢迎。

在 20 世纪初, 由于历史原因中国在部分城市建设了一些有轨电车线路, 但是持续时间并不长, 随着新中国的成立, 老式的有轨电车相继被淘汰。2012 年 6 月, 国务院公布的《“十二五”综合交通运输体系规划》明确提出: “根据不同城市规模 and 特点, 制定差别化的轨道交通发展目标, 有序推进轻轨、地铁、有轨电车等城市轨道交通网络建设。”在政策支持的背景下, 越来越多城市重新审视了有轨电车的社会价值, 其投资意愿趋于明确化, 相关规划已迅速累加到 3 000 km

以上,有轨电车在中国进入快速发展时期。

有轨电车在欧洲经历了多年的发展并积累了丰富的经验,所以中国要发展有轨电车首先应充分了解欧洲有轨电车的发展历史,理解有轨电车的主要特点,找准有轨电车在中国市场的定位,以明确中国有轨电车车辆的技术发展方向,为有轨电车在中国的健康发展奠定基础。

1 欧洲有轨电车发展历程

欧洲有轨电车的发展主要经历了 3 个时代,分别为:马车时代,蒸汽动力时代和电动有轨电车时代。这 3 个时代的划分与第 1 次和第 2 次工业革命密切相关。19 世纪末随着电力技术的发展,有轨电车真正进入了电力时代,并逐步发展起来。

有轨电车车辆技术的发展主要受两大因素的影响,分别为节能环保的需求和低地板的需求。在 20 世纪前期,有轨电车作为路面交通工具在欧洲得到了较为广泛的应用,在 1950~1970 年之间由于汽车工业快速发展,当时的环保意识较为淡薄,为了解决出行问题,有轨电车渐渐被公共汽车及其他公共交通系统所替代,在此期间有轨电车发展仍然较为缓慢;到了 1980 年后城市拥堵及环境污染的问题越来越严重,有轨电车系统再次提上日程,有轨电车技术进入了快速发展时期。在有轨电车 100 多年发展历史中,对于低地板的需求一直成为有轨电车技术革新的主要推动力,由于有轨电车车轮车轴和地板面高度存在矛盾,为了解决乘客上下车方便和车内通过方便的问题,有轨电车地板面高度朝着尽量低的方向进行技术发展。从整个发展过程看主要可以分为 3 个阶段:完全高地板有轨电车、部分低地板有轨电车、100% 低地板有轨电车。欧洲在 1897 年第 1 次提出高地板的概念,并在很长一段时间内只有高地板有轨电车的应用;在 1980 年第 1 次提出局部(20%~70%)低地板的概念,并形成了多种形式的部分低地板车辆;在 1990 年第 1 次提出完全低地板理念,即 100% 低地板有轨电车,到目前为止该技术已经经历了 20 多年的发展,技术发展已经相对成熟,并在全球得到了广泛的应用。100% 低地板有轨电车被认为代表目前欧洲最先进的有轨电车技术。

2 当前欧洲有轨电车技术

2.1 欧洲有轨电车主要产品

目前欧洲生产有轨电车的公司较多,产品种类也各式各样^[1],从市场占有情况及技术成熟的角度看,主要可以分为 3 个层次:第 1 层次为 Siemens、Alstom 和 Bombardier,其具备广泛且成熟的有轨电车产品系列,并在有轨电车市场中占据主导地位,并引领着有轨电车技术的发展;第 2 层次是以 CAF、Ansaldo 为代表的公司产品,具备较强的市场竞争力,主要是以 100% 低地板车辆为主;第 3 层次是以 Koncar 等为代

表的产品,其主要瞄准当地市场,产品系列较少。

2.1.1 Siemens 公司有轨电车产品

Siemens 公司的有轨电车产品主要包括 Avanto, Combino Classis, Combino Plus 系列,最新一代的 100% 低地板产品为 Combino Plus,又名 Avenio,其典型的编组形式如图 1。

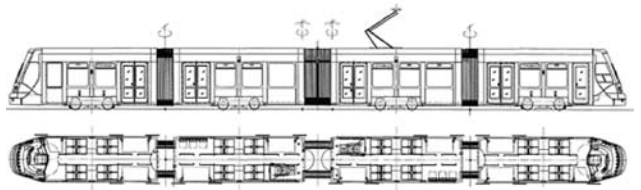


图 1 Siemens 公司典型有轨电车编组形式

该产品的编组形式为 4 模块 4 转向架 3 动 1 拖,模块间通过铰接装置进行连接;转向架采用独立车轮,客室内部地板面为完全低地板,无坡道;车体材料有不锈钢和碳钢 2 种。

2.1.2 Alstom 公司有轨电车产品

Alstom 公司的有轨电车主要包括 Citadis Dualis, Regio Citadis, Citadis Type 1/4, Citadis Type 2, 最新一代的 100% 低地板车辆为 Citadis Type 2,其典型的编组形式如图 2。

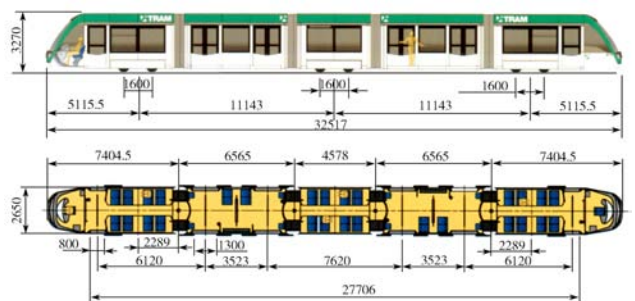


图 2 Alstom 公司典型有轨电车编组形式

该产品的编组形式为 5 模块 3 转向架 2 悬浮模块 2 动 1 拖,模块间通过铰接连接;转向架采用独立车轮,客室内部地板面为完全低地板,无坡道;车体材料为铝合金和碳钢的组合。

2.1.3 Bombardier 公司有轨电车产品

Bombardier 公司的有轨电车产品主要包括 Flexity Swift, Flexity Classis, Flexity Outlook, Flexity 2, 最新一代的 100% 低地板车辆为 Flexity 2,其典型的编组形式如图 3。

该产品的编组形式同 Alstom 公司的 Citadis Type 2 相同,模块间通过铰接连接;转向架采用带轴轮对,客室内部地板面带有坡道;车体材料为碳钢和不锈钢的组合。



图 3 Bombardier 公司典型有轨电车编组形式