

# 上海轨道交通 2 号线列车编组“4 改 8”实践

王 欢

(上海地铁维护保障有限公司车辆分公司,200237,上海//工程师)

**摘 要** 当线路运能不能满足客流需求时,对既有列车进行扩编改造是提升线路运能的有效方式。分析了上海轨道交通 2 号线 4 节编组列车扩编为 8 节编组列车(即“4 改 8”)的迫切性,介绍了既有车辆的技术参数,介绍了扩编改造的设计路线和实施项目。研究了列车扩编改造项目的技术特点,包括核心设备技术要求、列车编组形式和项目设计原则,阐述了扩编告知过程中需解决的关键技术问题。在进行列车扩编改造时,新增车辆设计应尽量与既有车辆保持一致,满足设备兼容性需求;同时应采用国际上成熟的技术与标准,提高车辆的性能与可靠性,最大限度地做到节能和轻量化,为乘客提供最舒适的乘坐环境。试验结果表明扩编改造后的列车各系统运行稳定、性能良好,验证了扩编改造设计的准确性。

**关键词** 上海轨道交通 2 号线;列车编组;扩编改造

**中图分类号** U292.3<sup>+</sup>1

**DOI:**10.16037/j.1007-869x.2023.S1.032

## Practice of '4 to 8' Train Formation for Shanghai Metro Line 2

WANG Huan

**Abstract** When the capacity of a rail transit line cannot meet the passenger flow demand, expanding and upgrading the existing trains is an effective way to improve line capacity. The urgency of expanding the 4-car formation trains of Shanghai Rail Transit Line 2 to 8-car formation trains (known as '4 to 8' expansion) is analyzed, the technical parameters of the existing trains are introduced, and the design and implementation of expansion projects are outlined. The technical characteristics of the project, including core equipment requirements, train formation and design principles are studied. Key technical issues to be addressed during the expansion process are expounded. During train expansion and reconstruction, the design of new vehicles should be as consistent as possible with the existing ones to meet the equipment compatibility requirements; at the same time, internationally recognized mature technologies and standards should be adopted to improve the performance and reliability of vehicles and to maximize energy saving and weight reduction, providing passengers with the most comfortable rid-

ing environment. Test results show that the performance of the expanded and upgraded train systems is stable and reliable, verifying the accuracy of the expansion and reconstruction design.

**Key words** Shanghai Rail Transit Line 2; train formation; expansion and reconstruction

**Author's address** Vehicle Branch of Shanghai Metro Maintenance Support Co., Ltd., 200237, Shanghai, China

上海轨道交通 2 号线西起青浦区徐泾东站,途经青浦区、闵行区、长宁区、静安区、黄浦区、浦东新区,横贯上海市区浦江两岸,东至浦东新区浦东国际机场站;线路全长 64 km,共设 30 座车站,其中,高架站 2 座、地面站 1 座、地下站 27 座;日均客运量超过 180 万人次。2 号线广兰路站至浦东国际机场站区间原配属 16 列共 64 辆 A 型车(每列 4 节编组、2 动 2 拖)。2016 年 4 月,为进一步提高 2 号线运能、适应全线客流增长需要、缓解广兰路站客流拥挤状况,以及保障运营安全,将 2 号线运营调整为全线贯通、大小交路套跑。为此,决定对广兰路站至浦东国际机场站区间既有 16 列列车进行扩编改造,将列车由 4 节编组扩编改造为 8 节编组(即“4 改 8”),列车编组为 6 动 2 拖。本文介绍了该扩编改造项目的主要实施内容。

### 1 既有车辆概况

2 号线广兰路站至浦东国际机场站区间原有的 4 节编组列车为 2 动 2 拖,共 2 个动力单元,1 动 1 拖组成一个动力单元,车辆全为铝合金车体。列车采用架空接触网(包括刚性和柔性)DC 1 500 V 电压供电,采用阿尔斯通公司的牵引电传动系统、法维莱公司的制动系统、安萨尔多公司的信号系统。车顶安装了 2 台空调机组,客室每侧车门为 5 对外挂门,车辆之间设置了 1 500 mm(宽)×1 800 mm(高)的贯通道。司机室各操作手柄、开关设置合



理,使用方便。自 2010 年 4 月 28 日投入运营以来,车辆性能一直保持着较为良好的状态。2 号线广兰路站至浦东国际机场站区间列车主要技术参数如表 1 所示。

表 1 列车主要技术参数  
Tab. 1 Main technical parameters of the train

技术参数	取值或说明
列车编组	- Tc * Mp * Mp = Tc-
Tc 车长度/mm	≤22 800
Mp 车长度/mm	≤24 857
列车长度/mm	≤95 314
车辆高度/mm	3 000
车辆外侧最大宽度/mm	≤3 800 mm
车钩高度/mm	720~728
超员载客数/人	1 640
网压变化范围/V	DC 1 000~1 800
额定电压/V	DC 1 500
供电方式	架空接触网
平均旅行速度/(km/h)	≥44
平均启动加速度/(m/s <sup>2</sup> )	≥75.0(列车在干燥、清洁的平直轨道上,在 AW2(额定载荷)、额定网压及车轮半磨耗状态下,平均启动加速度为 0~40 km/h); ≥0.5(平均启动加速度为 0~80 km/h,其他条件同上)
最大常用制动减速度/(m/s <sup>2</sup> )	≥1.06(列车在干燥、清洁的平直轨道上,在 AW2(额定载荷)、额定网压及车轮半磨耗状态下,列车从最高运行速度到停车)
列车故障工况下运营能力	一个牵引逆变器故障不能工作时,列车限速 70 km/h 往返一个全程;当一节动车的动力失效时,在 AW3(超载)下,列车应能在 28‰坡道上启动并能行驶到相邻车站
其他	每辆动车 4 根动轴,每一动轴配置 1 台交流异步牵引电机,每台牵引逆变器向 2 个转向架上的 4 台电机供电

注:Tc——带司机室的拖车;Mp——带受电弓的动车。

## 2 扩编改造设计路线

2 号线广兰路站至浦东国际机场站区间列车扩编改造项目于 2016 年 12 月底启动合同谈判,总体

要求为 2010 年上半年完成所有 16 列列车的扩编改造工作。

以及,以及与既有 4 节编组列车,增加 4 节动车(2 节带受电弓的动车、2 节不带受电弓的动车)。扩编改造列车的性能和技术要求优于既有列车。

扩编改造后的列车编组形式为:-Tc \* Mp \* Mp = M \* Mp = M \* Mp = Tc-( = M \* Mp = M \* Mp = 为新增 4 辆车,可以增加或移出的双车编组单元是 = M \* Mp = ,M 为不带受电弓的动车)。

在任意编组情况下,有一个特定的受电弓处于落弓备用位置,当与之相邻相连的受电弓故障时,此备用受电弓可以通过操作位于司机室的开关升起保证列车正常运行。这样,在一个受电弓故障的情况下,列车仍可正常运行。

列车编组形式选择操作:在司机室设有一个选择开关,司机通过该开关选择列车编组形式是 4 节编组,或是 6 节编组,或是 8 节编组;TCMS(列车控制和管理系统)将检测选择开关与实际列车编组形式的一致性,若检测到不一致,将在列车两端司机

列车有 2 套由交流电机驱动的供风系统,当一套供风系统故障时,另外一套供风系统能满足列车的供气要求。

### 2.3 列车编组形式

该扩编改造项目且将 4 节编组列车改造扩编为 8 节编组。

造工作,包括设计联络、首检、整车制造、有车辆相关接口的改造调试等内容。本项目的技术路线是本项目顺利完成的关键。

#### 2.1 牵引辅助系统

新增车辆的电气传动系统与既有 4 节编组列车完全兼容,具有牵引、再生制动、惰行、电阻制动、电制动、电制动、电制动的功能,采用微机控制的变压变频(VVVF)模式、鼠笼三相异步电机、以 IGBT(绝缘栅双极型晶体管)为主元件的功率模块,控制方式为矢量控制。

新增车辆的辅助电源与既有 4 节编组列车完全兼容,包括逆变器、蓄电池充电机、DC/DC 变换器、DC/DC 变换器、DC/DC 变换器。采用 IGBT 模块,蓄电池容量满足 45 min 应急需求。设置有 DC 1 500 V 车间电源插座。

#### 2.2 空气制动与供风系统

新增车辆的空气制动与供风系统与既有 4 节编组列车兼容。列车采用模拟空气制动系统、空气制动与电制动系统。





