

# 概 述

地铁车辆由车体、内装、贯通道、转向架、车钩、牵引系统、制动系统、车门系统、空调通风系统、辅助电源系统、网络控制系统、列车广播及乘客信息显示系统组成。目前成都地铁车辆主要由中车青岛四方机车车辆有限公司和中车长春客车股份有限公司总体集成制造。早期线路地铁车辆的关键部件较多采用进口设备，如日本东洋、阿尔斯通、庞巴迪等制造厂的电气牵引系统设备，日本纳博特斯基的空气制动系统设备。随着国产化率的提高，在后续线路地铁车辆上逐步采用国产化设备，如株洲中车时代电气股份有限公司的牵引系统，铁道科学研究院的空气制动系统，还有四方车辆研究所的网络控制系统。

车辆检修工作作为地铁车辆维护中最关键的岗位，其日常工作是按照车间生产计划，由班组长组织完成地铁车辆检修、维护及其他生产任务。同时落实做好班组日常性工作，参与车间应急处置、防洪等救援工作。车辆检修工岗位职责主要包括生产、安全、质量、技术 4 大板块。

(1) 生产职责：按计划完成作业任务，负责运营公司已开通运营线路地铁车辆的维保、故障检修。

(2) 安全职责：认真学习并执行公司、中心和车间安全管理规定和操作规程，按规从事

生产作业，正确穿戴和使用劳动防护用品，做好对自己的安全保护；接受技术培训、安全教育，不断提高业务能力与安全意识。对特种作业与特种设备操作，必须持证上岗。对作业中出现的安全隐患及时报告，并协助处理。参与车间应急救援和防洪抢险等应急培训和抢险。

(3) 质量职责：认真学习公司、中心和车间的质量文件，按文件规定进行生产；负责电客车检修作业，提报发现的各类问题，并及时解决故障，保障车辆运行质量。

(4) 技术职责：认真学习公司、中心和车间的技术文件，按文件规定进行生产作业，对文件中出现的问题或不清晰及时报告、提出；参与技术文件的编制，提出相应意见建议；按规定使用物资、工器具，防止人为损伤和物资浪费。

车辆检修工的岗位职级由低到高一般分为初级工、中级工、高级工、技师、高级技师、首席技师。职级的认定以学历水平、专业背景、工作经验、持证要求、知识结构、技能要求、素质要求等情况作为依据。知识结构方面，要求车辆检修工通过培训、实践，在工作过程中不断积累，从具备一定的车辆检修知识，到掌握、熟知甚至精通地铁车辆构造、检修知识，通晓车辆应急故障处理指南和应急救援处置程序。希望本书能给读者带来帮助，更快地掌握车辆检修工的岗位知识和技能。

# 第一部分 基础知识

## 第一章 车辆基础知识

### 【本章学习重点】

了解地铁车辆类型，车辆基本技术条件，车辆的总体布置和基本结构，认识并学习地铁车辆检修需要的量具、仪器测量方法，以及电路元件知识等。

### 第一节 地铁车辆的类型

地铁车辆是地铁交通系统运输旅客的工具，属于城市快速轨道交通范畴。常规地铁车辆按单节车载客能力的大小，分为 A 型车和 B 型车，区分的依据主要是车体的尺寸。B 型车根据受电方式不同又分为 B<sub>1</sub>型和 B<sub>2</sub>型，B<sub>1</sub>型为第三轨下部受流，B<sub>2</sub>型为上部受电弓受流。

A 型车其特点是宽敞、舒适，造价相对 B 型车高，对线路条件、限界及站台、车辆段等要求较高。

B 型车是目前国内多数城市选用的车型，其制造技术成熟，相对 A 型车造价较低，维修方便，地铁限界及车站、车辆段尺寸较小，因此可以节省整个项目的成本。例如成都地铁 1~4 号线采用 B<sub>2</sub>型车，后续新线根据客流预测情况采用 A 型车。

根据国家标准 GB/T 7928—2013，地铁车辆技术规格如表 1-1 所示。

表 1-1 A 型车辆和 B 型车辆主要技术规格

名 称		A 型车	B 型车	
			B <sub>1</sub> 型车	B <sub>2</sub> 型车
车辆轴数		4	4	4
车体基本 长度/mm	无司机室车辆	22 000	19 000	19 000
	单司机室车辆	23 600	19 600	19 600
车钩连接中心 点间距离/mm	无司机室车辆	22 800	19 520	19 520
	单司机室车辆	24 400	20 120	20 120
车体基本宽度/mm		3 000	2 800	2 800

续表

名 称			A 型车	B 型车	
				B <sub>1</sub> 型车	B <sub>2</sub> 型车
车辆轴数			4	4	4
车辆最大 高度/mm	受流器车	有空调	—	3 800	—
		无空调	—	3 600	—
	受电弓车 ( 落弓高度 )		≤3 810	—	≤3 810
	受电弓工作高度		3 980 ~ 5 800	—	3 980 ~ 5 800
车内净高/mm			2 100 ~ 2 150	2 100 ~ 2 150	2 100 ~ 2 150
地板面距轨面高/mm			1 130	1 100	1 100
轴重/t			≤16	≤14	≤14
车辆定距/mm			15 700	12 600	12 600
固定轴距/mm			2 200 ~ 2 500	2 000 ~ 2 300	2 000 ~ 2 300
每侧车门数/对			5	4	4
车门宽度/mm			1 300 ~ 1 400	1 300 ~ 1 400	1 300 ~ 1 400
车门高度/mm			≥1 800	≥1 800	≥1 800
载员/人	座席	单司机室车辆	56	36	36
		无司机室车辆	56	46	46
	定员	单司机室车辆	310	230	230
		无司机室车辆	310	250	250
	超员	单司机室车辆	432	327	327
		无司机室车辆	432	352	352
车辆最高允许速度/( km/h )			80、100	80、100	80、100

注：每平方米有效空余地板面积站立的人数，定员按 6 人计，超员按 9 人计；有效空余地板面积，指客室地板总面积减去座椅垂向投影面积和投影面积前 250 mm 内高度不低于 1 800 mm 的面积。

## 第二节 车辆基本技术条件

### 第一目 地铁车辆运行环境

#### 一、气候条件

车辆要能适应当地地区的自然条件，可在地下、地面和高架线路上运行。海拔高度 $\leq$  1 200 m，环境温度 $-25\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ (遮阴处)，相对湿度(最湿月平均温度不大于 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) $\leq 90\%$ ，车辆应能承受风、沙、雨、雪的侵袭。

#### 二、线路条件

线路轨距：1 435 mm；最小竖曲线半径为 2 000 m；最大坡度：正线 $\leq 30\%$ ，困难地段可采用 35%，出入线、联络线和特殊地形地区段的最大坡度不宜大于 40%。最小平面半径曲线应符合表 1-2。

表 1-2 圆曲线最小曲线半径/m

车型 线路	A 型车		B 型车	
	一般地段	困难地段	一般地段	困难地段
正线	350	300	300	250
出入线、联络线	250	150	200	150
车场线	150	—	150	—

#### 三、供电条件

供电方式可采用接触网供电或接触轨受流器受电。供电额定电压：DC 1 500 V；电压变化

范围：DC 1 000 ~ 1 800 V。

## 第二目 车辆设备技术条件

### 一、列车应具有下列故障运行能力

6 辆编组列车在超员状态下，当损失 1/4 动力时，应能维持运行到终点；当损失 1/2 动力时，应具有在正线最大坡道上起动和运行到最近车站的能力。

一列空载列车应具有在正线线路的最大坡道上牵引另一列超员载荷的无动力列车运行到下一站的能力。

### 二、车辆其他主要技术/性能要求

车辆设计寿命 $\geq 30$ 年；列车运行平稳性指标 $< 2.5$ ；纵向冲击率 $\leq 0.75 \text{ m/s}^3$ ；车辆的脱轨系数 $< 0.8$ 。

噪声指标：司机室、客室内的允许噪声级，应符合现行国家标准《城市轨道交通列车噪声限值和测量方法》(GB 14892)的有关规定。

防火和防水要求：选用的材料、部件和整车均满足 DIN 5510。电线和电缆采用无卤、低烟、阻燃或耐火电缆；材料采用非延燃性材料和防火材料；高压电气设备具有人身安全防护措施和警示标识；客室及司机室内配置了适当数量的灭火器。车体和安装在车体外电器箱的防水满足 IEC61133 标准。地板下的设备外罩箱的 IP 等级，根据功能的不同满足 IEC60295 标准。

## 第三节 车辆总体布置和基本构造

### 第一目 车辆编组及连挂方式

地铁车辆的动车和拖车通过钩缓装置组成一个相对固定的编组，称为一个动力单元。目前，国内主要有 6 辆编组和 8 辆编组。6 辆编组主要采用四动两拖，三动三拖；8 辆编组主要采用六动两拖。编组的选择主要依据线路情况、客流量而定，其中 6 辆编组方式如图 1-1 所示。

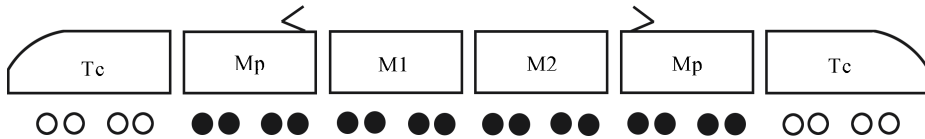


图 1-1 列车编组方式

例如，采用由 2 个动力单元( Tc\*Mp\*M )组成的 6 辆编组列车，即=Tc\*Mp\*M1\*M2\*Mp\*Tc=。

( = : 半自动车钩 ; \* : 半永久牵引杆 ), 对应于车辆编组的车辆编号顺序为 1、2、3、4、5、6。两

个动力单元之间也可采用半自动车钩连接。6 辆编组列车载荷量可参考表 1-3 所示。

表 1-3 列车载荷量

列车载客状态	单车/人		列车/人
	Tc 车	M、Mp 车	6 辆编组
空车 ( AW0 )	0	0	0
座席 ( AW1 )	36	42	240
定员 ( AW2 )	226	254	1 468
超员 ( AW3 )	290	310	1 820

### 第二目 车辆的基本构造

地铁车辆是按功能分类的多个子系统组成的紧密联系的综合系统，一般包括车体、转向架及悬挂系统、电气牵引系统、辅助电源系统、列车控制及监控系统、空气制动系统、车门、列车广播及乘客信息系统、空调和通风系统、车辆内装及设备、车钩、贯通通道、车载信号设备、无线通信设备及地面 PIS 设备等。

## 一、车 体

车体钢结构通常由底架、侧墙、端墙、车顶和司机室（仅 Tc 车）五大部件组成，在专门的总组装台位焊接成完整的车体，确保组成后的车体具有良好的水密性（见图 1-2）。



图 1-2 焊接组装成的车体钢结构

## 二、转向架

转向架采用无摇枕轻量化 H 形构架结构设计，一系采用叠层橡胶堆，二系采用空气弹簧，中心销+Z 字形全弹性无间隙牵引装置，整体辗钢车轮，加装车轮降噪阻尼器/环。



### (一) 转向架的作用

- (1) 承受车辆自重、载重并将其传给钢轨。
- (2) 将传动装置传递来的功率转换为列车的牵引力和速度。
- (3) 传递轨道与车体之间各方向的作用力。
- (4) 使列车能顺利地通过曲线道岔，保证列车安全平稳运行。
- (5) 减缓轮轨间的冲击振动对车体的影响，提高列车运行品质。

### (二) 车辆各方向力的传递路线

垂向力：车体→二系空气弹簧→构架→一系弹簧→轴箱→轮对→轨道；

纵向力（即牵引力、制动力）：轨道→轮对→轴箱→构架→牵引拉杆→中心销→车体底架  
牵引梁→车钩；

横向力：轨道→轮对→轴箱→构架→横向液压减振器、空气弹簧、横向止挡→车体；

垂向冲击力：轨道→轮对→轴箱→一系弹簧→构架→空气弹簧、垂向液压减振器→车体。

## 三、电气牵引系统

采用变频、变压（VVVF）控制的交流传动系统和无速度传感器矢量控制对交流牵引电机的转矩进行控制。具有牵引、再生制动及电阻制动功能，且电制动能与空气制动协调配合，有防滑、防空转功能。

牵引系统根据牵引指令值和载客量的大小按预定的曲线输出牵引力，从而驱动列车达到

一定的加速度。现在地铁车辆的牵引及电制动系统的控制形式一般有车控和架控。车控就是一节车中的一个牵引逆变器及控制单元并行控制本车的 4 台牵引电机，这意味着某个故障就会导致一节车的牵引和电制动能力全部失去，一个轴的空转/滑行会导致控制单元同时切除 4 个轴的牵引/电制动；架控则是一个牵引逆变器及控制单元并行控制一个转向架的 2 台牵引电机。无疑架控对列车运行能力和可靠性、防空转/滑行性能、车轮直径偏差要求都更有利，但制造成本和使用成本更高。

#### 四、辅助电源系统

6 辆编组列车安装 2 套辅助电源装置，即静止逆变器和蓄电池组，其输出能力满足 6 辆编组列车各种负载工况的用电要求。静止逆变器为列车提供三相交流 380 V、单相 220 V 和低压 DC 110 V/DC 24 V 电源。蓄电池容量满足紧急情况下 45 min 通风及照明等负荷的用电要求。

#### 五、列车控制及监控系统

列车控制系统就是列车的微机控制单元通过列车/车辆总线与各节车的各子系统/设备的微机控制单元（对有接点电路经过 I/O 转换端口）连接在一起，以通信协议方式建立实时的通信联系，进行指令、状态信息的传输，实现对列车状态的控制、监测、数据存储、故障诊断、显示以及人机界面交流。采用了符合 IEC 61375 标准的具有冗余的分布式总线网络+后备列车线的控制系统。