

## 课程教案

授课时间	4 课时（180 min）	授课章节	项目四
授课题目	熟悉城市轨道交通车辆结构		
授课类型	理论（√） 实践（ ）		
教学目的 与要求	<b>技能目标：</b> （1）掌握城市轨道交通车辆的结构 （2）能正确认识城市轨道交通车辆的结构 <b>素质目标：</b> （1）具备求真务实、追求卓越的职业精神		
教学重点	<b>教学重点：</b> 城市轨道交通车辆的结构		
教学难点	<b>教学难点：</b> 城市轨道交通车辆的结构		
教学方法	问答法、讨论法、讲授法		
教具仪器	电脑、投影仪、多媒体课件、教材		
教学设计	课前任务 → 考勤（4 min） → 互动导入（10 min） → 传授新知（114 min） → 拓展阅读（12 min） → 拓展训练（30 min） → 课堂小结（6 min） → 作业布置（4 min）		

## 教 学 过 程

	教学备注
<p><b>一、课前任务</b></p> <p><b>【教师】</b>布置课前任务，和学生负责人取得联系，让其提醒同学完成课前任务</p> <p>请大家以 3~5 人为一组，以小组为单位完成“任务工单——认识城市轨道交通车辆的结构”（详见教材）里任务准备中的各项任务。</p> <p><b>【学生】</b>完成课前任务</p>	<p>通过课前任务，让学生对本节课的教学内容有一定的熟悉和理解</p>
<p><b>二、考勤（4 min）</b></p> <p><b>【教师】</b>进行签到</p> <p><b>【学生】</b>按照老师要求签到</p>	<p>培养学生的组织纪律性，掌握学生的出勤情况</p>
<p><b>三、互动导入（10 min）</b></p> <p><b>【教师】</b>提出以下问题： 你知道城市轨道交通车辆是由哪些结构组成的吗？</p> <p><b>【学生】</b>聆听、思考、回答</p>	<p>通过问题导入，让学生主动探索城市轨道交通车辆的结构，导入本节课课题</p>
<p><b>四、传授新知（114 min）</b></p> <p><b>【教师】</b>讲解城市轨道交通车辆结构中的车体、车门、转向架、制动系统、车钩缓冲装置、电气牵引系统以及空调通风装置</p>	<p>通过教师讲解与师生互动，让学生了解城市轨道交通车辆的主要结构及各结构的具体作用</p>
<p><b>4.2.1 车体</b></p> <p>车体安装在转向架上，除了供载客之外，还为驾驶室的设置提供空间，且几乎所有的机械、电气、电子等设备都安装在其上部、内部或下部。</p> <p><b>1. 车体的材料</b></p> <p><b>【师生互动】</b>教师随机邀请学生回答以下问题： 城市轨道交通车辆的车体应选取什么样的材料为宜？</p> <p><b>【学生】</b>聆听、思考、回答</p> <p><b>【教师】</b>总结学生的回答，讲解车体材料的相关内容 为实现车体的轻量化，现代城市轨道交通车辆的车体多由不锈钢、铝合金制造而成。车体的个别部位（如前端等）也会采用有机合成材料制造。</p> <p><b>2. 车体的结构</b></p> <p>城市轨道交通车辆的车体结构主要包括壳体、驾驶室、贯通道和内部装饰等。</p> <p>1) 壳体</p> <p>壳体是由底架、车顶、侧墙、端墙等部件组成的整体承载结构，外形为封闭筒形。</p> <p>底架：由地板梁、牵引梁、枕梁、横梁、侧梁等组成。</p> <p>车顶：设受电弓，上方安装空调机组。</p>	

侧墙：装有一定数量的车门和车窗，且左右侧墙上的数量相等。

端墙：位于车体两端，由弯梁、贯通道立柱和墙板组成。

#### 2) 驾驶室

驾驶室是城市轨道交通列车的控制中心，位于列车的两端。不同城市轨道交通车辆的驾驶室内部略有差异。

#### 3) 贯通道

贯通道是城市轨道交通车辆的一个弹性部件，位于车辆的连接处，使整辆列车贯通为一体。它既能满足车辆之间相对运动，又能为乘客在车辆之间穿行提供一个安全舒适的通道。

#### 4) 内部装饰

**【师生互动】**教师随机邀请学生回答以下问题：

城市轨道交通车辆的内饰主要包括哪些内容？

**【学生】**聆听、思考、回答

**【教师】**总结学生的回答

城市轨道交通车辆的内部装饰主要包括内墙板、内顶板、地板、座椅、扶手和立柱等。内部装饰除了要大方、美观，还要具有良好的隔声、隔热等性能，以便为乘客提供舒适的乘车环境。

### 4.2.2 车门

车门是城市轨道交通车辆的重要组成部分，与城市轨道交通运营安全有着密切关系。车门主要包括锁闭机构、紧急解锁装置、传动装置和隔离锁闭装置等。

#### 1. 按用途分类

##### 1) 客室车门

客室车门是供乘客上下车的通道，按规定应有足够的数量和有效的宽度，分布均匀，并且能确保乘客的安全。

##### 2) 紧急疏散门

紧急疏散门一般设在驾驶室前端正中央，其功能是在紧急情况下，帮助乘客安全转移。正常情况下，紧急疏散门处于锁闭状态，具有隔声、隔热和密封的作用，能保证驾驶室的正常工作环境。

紧急疏散门为可伸缩的套节式踏级板，两侧设有扶手栏杆，中间铝合金踏板上涂有防滑漆，可防止乘客滑跌。紧急疏散门的门锁在驾驶室内外都可开启，一旦开启，车门会在缓冲器的作用下自动倒向路基。

##### 3) 驾驶室车门

驾驶室车门位于驾驶室两侧，可供驾驶员上下车，其结构与客室车门类似。

##### 4) 驾驶室通道门

驾驶室通道门位于驾驶室背墙中间，用于分隔驾驶室

和客室车厢。驾驶室通道门在客室车厢一侧没有开门把手，乘客不能随意开启这扇门。

## 2. 按驱动方式分类

### 1) 风动式车门

风动式车门由压缩空气驱动传动气缸，再通过机械传动系统和电气控制系统完成开关动作。机械传动系统的作用是将传动气缸活塞杆的运动传递至车门，使车门动作。电气控制系统的作用是保证车门动作可靠和行车安全。

### 2) 电动式车门

电动式车门由电动机、传动装置、控制器、锁闭装置和紧急开门装置组成。

## 3. 按开启方式分类

城市轨道交通车辆的车门按开启方式不同可分为内藏嵌入式车门、外挂式车门和塞拉门三种。

### 1) 内藏嵌入式车门

**【多媒体】**展示“内藏嵌入式车门”的图片（详见教材），讲解相关内容

在开关车门时，内藏嵌入式车门的门叶在车辆侧墙的外墙板与内护板之间的夹层内移动。内藏嵌入式车门的上方设有一套气动机构，由气缸、滚轮、导轨、钢丝绳等组成，其下方也设有导轨。

……（详见教材）

### 2) 外挂式车门

**【多媒体】**展示“外挂式车门”的图片（详见教材），讲解相关内容

外挂式车门与内藏嵌入式车门的工作原理相同，主要区别在于开关车门时，外挂式车门的门叶和悬挂机构始终处于侧墙的外侧。

### 3) 塞拉门

塞拉门在开启状态时，门叶贴靠在侧墙的外侧；在关闭状态时，门叶外表面与车体外墙在同一平面。

**【师生互动】**教师随机邀请学生回答以下问题：

对比内藏嵌入式车门与外挂式车门，塞拉门具有哪些优缺点？

**【学生】**聆听、思考、回答

**【教师】**总结学生的回答

与上述两种车门相比，塞拉门不但会使车体外表美观、密封性好，而且有利于减小车辆在高速行驶时的空气阻力，使车门不会因空气产生涡流和噪声，也便于自动洗车装置对车体的清洗。但塞拉门结构复杂、故障率较高，价格也较高。

## 4.2.3 转向架

转向架是城市轨道交通车辆的重要走行部件，安装在

车体与轨道之间。其基本作用为：支撑整个车体，并引导车体沿线路运行；承受并传递车体与轨道之间的各种载荷；缓和车体与轨道之间的各种作用力；将轮对的滚动转化为车体的平动；提高车辆通过曲线的能力。

城市轨道交通车辆所采用的转向架，一般有动车转向架和拖车转向架两种。

……（详见教材）

**【小贴士】**与拖车转向架不同的是，动车转向架通常还配置牵引电动机、联轴器、齿轮箱、齿轮箱悬挂装置，以及动力轮对等。

### 1. 构架

构架是转向架的基础。它的作用是承受并传递车体与轨道间的作用力，以及将转向架的零部件组成一个整体。构架主要由左右侧梁、横梁及前后端梁组焊而成。侧梁是构架的主要承载梁，它的结构决定了轮对位置。

### 2. 轮对

**【多媒体】**展示“轮对”的图片（详见教材），讲解相关内容

轮对是由一根车轴和两个相同的车轮组成的。车轮包括踏面、轮缘、轮辋、轮毂和辐板等部分。

……（详见教材）

轮对的内侧距是影响列车运行安全的重要因素。它应满足以下要求：① 保证列车在任何线路上运行时，轮缘与钢轨之间都有一定的游间，以减少轮缘与钢轨的磨耗；② 保证在最不利的情况下，轮对踏面在钢轨上仍有足够的安全搭接量，不致造成列车脱轨；③ 保证列车能安全通过道岔。我国城市轨道交通车辆轮对的内侧距规定为  $1\ 353 \pm 2$  mm。

车辆轮对应满足以下要求：① 在保证足够强度和一定使用寿命的前提下，质量最小，并具有一定弹性，以减少轮轨之间的作用力；② 具备运行阻力小，耐磨性好的优点；③ 能适应列车的直线和曲线运行，具备必要的抵抗脱轨的性能。

### 3. 轴箱装置

轴箱装置是连接构架与轮对的装置，其作用为：承受和传递轮对与构架之间的各种载荷，承受车体质量，传递牵引力、制动力；保护轴颈，减少轴颈与轴承间的摩擦，保证列车运行安全。

轴箱装置按使用轴承种类的不同可分为滚动轴承轴箱装置和滑动轴承轴箱装置。地铁车辆一般采用滚动轴承轴箱装置，它具有运行阻力小、适用速度高、维修工作量小等优点。

### 4. 弹性悬挂装置

弹性悬挂装置主要包括一系悬挂装置和二系悬挂装置

两部分。弹性悬挂装置的基本作用为：缓和并减少列车行驶时的振动和冲击；控制车体的侧滚振动；控制车体地板面与轨道的高度，以提高列车运行的平稳性和舒适性，降低噪声。

#### 1) 一系悬挂装置

一系悬挂装置位于轴箱装置与构架之间。来自轨道的各种冲击和振动先通过一系悬挂装置缓冲，然后才传给构架和车体。

……（详见教材）

#### 2) 二系悬挂装置

二系悬挂装置位于构架与车体之间。

(1) 空气弹簧。

(2) 紧急弹簧。

(3) 高度控制阀。

……（详见教材）

**【小贴士】**除了弹性悬挂装置外，城市轨道交通车辆上还装有抗侧滚扭力杆装置、减振器及其他减振部件，以减少车辆运行中的纵向、横向、垂直及侧滚振动。

### 5. 传动装置

城市轨道交通车辆的传动装置包括联轴节、中央牵引装置和牵引驱动装置。

#### 1) 联轴节

联轴节的作用是将牵引电动机的转矩传给齿轮箱的主动齿轮，使主动齿轮带动从动齿轮，进而驱动车辆运动。

#### 2) 中央牵引装置

中央牵引装置一般由中心销、中心销座、牵引杆等部件组成。它可将车体和转向架连接为可以相互运动的整体，使车辆安全通过曲线，并传递牵引力及制动力。

#### 3) 牵引驱动装置

牵引驱动装置由齿轮箱和牵引电动机组成，牵引电动机和齿轮箱通过联轴节进行连接。牵引电动机悬挂在构架上，齿轮箱通过构架上的吊杆另行悬挂安装在轴上。

## 4.2.4 制动系统

### 1. 制动系统的特点

城市轨道交通车辆制动系统的作用是产生制动力，使列车减速或停车。

**【多媒体】**组织学生扫码观看“制动系统”视频（详见教材），引导学生了解制动系统的特点

(1) 城市轨道交通的站距很短，一般都在1~1.5 km。这就要求车辆的制动系统应具有操纵灵活、动作迅速、停车平稳准确、制动率及制动功率相对较大等特点。

(2) 城市轨道交通客流波动大，列车在空载和满载时的质量差别很大。这就要求车辆的制动系统在各种载荷工

况下都能自动调整制动力，使车辆制动率保持基本不变，从而实现制动的准确性和停车的平稳性。

(3)在大部分城市轨道交通车辆上具有独立的牵引电动机，具有电制动性能，并能与空气制动协调配合。

(4)城市轨道交通车辆一般运行在人口稠密地区，行车安全非常重要，这要求车辆的制动系统应具有紧急制动性能。

## 2. 制动方式的分类

### 1) 按动力获取方式分类

#### (1) 黏着制动。

列车制动时，由于其自身的重力，车轮与钢轨之间的接触状态既不是静止的，也不是滑动的，而是“静中有微动”“滚中有微滑”，这种状态在专业术语中被称为黏着状态，在此状态下的车轮与钢轨之间的作用力称为黏着力。依靠黏着力来实现车辆制动的方式就称为黏着制动。

#### (2) 非黏着制动。

列车制动时，车轮与钢轨之间的制动力不受黏着力限制的制动方式称为非黏着制动。非黏着制动目前作为一种辅助的制动方式，主要用于黏着状态下制动力不足的高速旅客列车。

### 2) 按动能转移方式分类

#### (1) 动力制动。

动力制动又称电制动。由于城市轨道交通车辆是以电力驱动的，因此动力制动是城市轨道交通车辆常用的制动方式。动力制动包括再生制动和电阻制动两种方式。

##### ① 再生制动。

……（详见教材）

#### 【知识拓展】教师讲解变频调速系统的作用

变频调速系统的作用就是变压、变频，即接触网的电流通过受流装置引到列车上后，再通过变频调速系统可变为供列车使用的电源，实现列车的电力牵引。

##### ② 电阻制动。

……（详见教材）

【小贴士】再生制动和电阻制动之间可以通过逆变器平滑转换，保证它们能被车辆交替使用。

#### (2) 摩擦制动。

摩擦制动又称为机械制动，它可将动能通过摩擦的方式转化为热能，消散在大气中，从而产生制动作用。它包括闸瓦制动、盘形制动和磁轨制动。

① 闸瓦制动。闸瓦制动又称踏面制动，是最常用的一种制动方式。

……（详见教材）

【小贴士】采用闸瓦制动时，动能转化为热能的能力大，但散热能力相对较小。当制动功率较大时，来不及散

发的热量会在闸瓦与车轮踏面积聚，使它们的温度升高，严重时会导致闸瓦熔化或使车轮踏面过热剥离和热裂等。因此，在采用闸瓦制动时，对制动功率要有限制。

② 盘形制动。当城市轨道交通车辆需要较大的制动功率时，可采用盘形制动。

……（详见教材）

**【小贴士】**盘形制动与闸瓦制动相比，具有以下优点：不存在对车轮的热影响，减少了车轮的磨耗，保证了行车安全；散热性能比较好，摩擦系数稳定，允许有较高的制动功率；可以自由地选择制动盘和闸片的材料，以获得较高的摩擦系数；可以减小闸瓦压力，缩小制动缸及杠杆的尺寸，减轻制动系统的质量。

③ 磁轨制动。磁轨制动是利用安装在列车上的电磁铁通电后与轨道之间的吸引力，通过两者间的摩擦产生制动作用的。磁轨制动能获得较大的制动力，因此常作为城市轨道交通车辆实施紧急制动时的一种补充方式。

……（详见教材）

#### 4.2.5 车钩缓冲装置

车钩缓冲装置固定在车体底架上，用来连接列车中的各车辆，使它们之间保持一定的距离，并传递、缓和列车运行中的牵引力、制动力及其他冲击力，同时连接车辆间的电路和气路。

##### 1. 车钩

###### 1) 按特点分类

车钩按特点不同，可分为非刚性车钩和刚性车钩。非刚性车钩（也称非密接式车钩）的两个车钩在垂直方向上有一定的位移，但各自保持在水平位置，以保证其在水平面内可以自由地摆动。

刚性车钩（也称密接式车钩）的两个车钩在垂直方向上不允许存在相对位移，它们的轴线连挂后处在同一条直线上，钩体尾端销接。

**【师生互动】**教师随机邀请学生回答以下问题：

与非刚性车钩相比，刚性车钩具有哪些优点？

**【学生】**聆听、思考、回答

**【教师】**总结学生的回答

刚性车钩与非刚性车钩相比具有如下优点：连接间隙小，磨耗小，减小了纵向力，改善了车钩零件的工作条件，降低了车钩冲击噪声，避免发生事故时后一车辆爬到前一车辆上的危险。我国城市轨道交通车辆都采用刚性车钩。

###### 2) 按连接方式分类

车钩按连接方式不同，可以分为全自动车钩、半自动车钩和半永久车钩。

全自动车钩一般位于列车端部，可以实现机械、风管、

电气的自动连挂和解钩，或人工解钩。

半自动车钩的钩头连接形式与全自动车钩相同，可以实现机械、风管的自动连挂和解钩，或人工解钩，但电气只能靠人工连挂和解钩。

半永久车钩（也称半永久牵引杆）的机械、风管、电气的连挂和解钩都需要人工操作完成。它只有在紧急情况下或进行架修以上级别的作业时，才会被分解。

## 2. 缓冲装置

缓冲装置主要用来传递和缓和纵向冲击力，它可分为可再生缓冲器和不可再生缓冲器两种类型。可再生缓冲器包括弹簧缓冲器、橡胶缓冲器、弹性胶泥缓冲器等；不可再生缓冲器为压溃管。

## 3. 电气连接装置

电气连接装置有自动电气连接器和插头插座式连接器两种。自动电气连接器一般安装在车钩上，插头插座式连接器安装在车体后墙上。

## 4. 风管连接器

风管连接器由总风管连接器、制动风管连接器、解钩风管连接器组成，装于钩头锥体上下侧，用来连接车辆间的气体管路。

## 5. 车钩对中装置

车钩对中装置的作用是使车钩缓冲装置和车体的中心线在同一平面内，其主要部分是在缓冲装置尾部下方设置的对中气缸，可实现对中功能。

### 4.2.6 电气牵引系统

#### 1. 受流装置

受流装置是列车将外部电源引入车辆电源系统的重要设备。根据线路供电方式的不同，列车受流装置分为集电靴和受电弓两种形式。集电靴主要应用于第三轨供电的线路，而受电弓主要应用于接触网供电的线路。

#### 2. 牵引电动机

城市轨道交通车辆采用的牵引电动机有两大类，即直流牵引电动机和交流牵引电动机。

**【师生互动】教师随机邀请学生回答以下问题：**

**直流牵引电动机和交流牵引电动机各具有哪些优缺点？**

**【学生】**聆听、思考、回答

**【教师】**总结学生的回答

直流牵引电动机具有启动性能好、调速范围大、过载能力强、功率利用充分、运行较可靠且控制简单等优点。但它必须通过换向器才能工作，这就造成了其在高压、大功率时换向困难，工作可靠性差，结构复杂，制造成本高和维修量大的弊病。

交流牵引电动机为三相异步电动机，它构造简单，运行可靠，效率较高，价格低廉，机械特性较强，具有较好的防空转性能，可提高黏着利用率。

#### 4.2.7 空调通风装置

空调通风装置的主要作用是使车辆内的温度、相对湿度、空气流动速度及洁净度（主要指尘埃及二氧化碳含量）保持在规定的范围内。

空调通风装置主要包括通风系统、空气制冷系统、空气加热系统、空气加湿系统等。

**【师生互动】**教师随机邀请学生回答以下问题：

空调通风装置的各系统分别具有什么作用？

**【学生】**聆听、思考、回答

**【教师】**总结学生的回答

通风系统的作用是将车辆外部的新鲜空气滤清灰尘和杂质后输送至车辆内部，并将车辆内部的污浊空气排出车外。空气制冷系统的主要作用是对车辆内部的空气进行降温。空气加热系统的主要作用是对进入车辆内部的空气进行预热，并对车辆内部的空气进行加热。空气加湿系统的主要作用是保持车辆内部空气的相对湿度。

**【学生】**聆听、思考、理解、记忆

#### 五、拓展阅读（12 min）

**【教师】**组织学生阅读“砥砺前行，挑战不可能”（详见教材），并随机邀请学生回答以下问题：

（1）我国城市轨道拥有如此成就，依靠的是什么？

（2）作为未来的城市轨道交通的建设者，应如何在前人的基础上再创辉煌？

**【学生】**阅读、体会、思考、回答问题

**【教师】**总结学生的发言

#### 六、拓展训练（30 min）

**【教师】**组织学生参加知识竞赛活动

**活动步骤：**

（1）学生每3~5人一组，以小组为单位学习城市轨道交通车辆结构的相关知识。

（2）以小组为单位参加关于城市轨道交通车辆结构的知识竞赛。竞赛过程中，各小组随机抢答，答对得分，答错不扣分，并由其他小组继续抢答。

（3）知识竞赛结束后，各组成员将竞赛过程中答错或不会的题目及其正确答案、学习体会及收获与组内其他成员进行讨论和分享。

（4）教师根据各组的得分情况评选出前三名。

（5）各组成员配合指导教师完成考核评价表，如表

通过阅读文章，让学生了解我国城市轨道交通的快速发展，从而树立民族自豪感

通过知识竞赛活动帮助学生掌握城市轨道交通车辆结构的基础知识

<p>4-13 所示（详见教材）。</p> <p><b>【学生】</b>分组学习、参赛答题、讨论分享、配合教师完成考核评价</p> <p><b>【教师】</b>为各组打分、评选、进行考核评价</p> <p>七、课堂小结（6 min）</p> <p><b>【教师】</b>简要总结本节课的要点</p> <p>本节课学习了城市轨道交通车辆结构中的车体、车门、转向架、制动系统、车钩缓冲装置、电气牵引系统、空调通风装置等内容，希望大家在课下多加复习，熟练掌握所学知识，并能灵活运用到实践中。</p> <p><b>【学生】</b>总结回顾知识点</p> <p>八、作业布置（4 min）</p> <p><b>【教师】</b>布置课后作业完成学习综合评价。</p> <p><b>【学生】</b>完成课后任务</p>	<p>总结知识点，加深学生对城市轨道交通车辆结构的印象</p> <p>复习知识面，巩固知识点</p>
<p>教学后记</p>	
<p>本节课知识点较多，学生全部消化还是比较难。在教学中，教师要将学生作为教学的主体，时刻关注学生学习成绩、方法等各方面的变化，引导学生从被动学习转为自主学习和思考，从而提高学习的积极性和主动性。</p>	