



石家莊鐵道大學
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

在线开放课程

高速列车及牵引供电

高速列车关键技术

主讲：严战友

目录



在线开放课程

- 1. 传动与驱动技术
- 2. 复合制动技术
- 3. 高速转向架技术
- 4. 高速受流技术
- 5. 高速列车车体结构设计
- 6. 高速列车的车辆连接技术
- 7. 车厢密封、环境控制及卫生排污技术
- 8. 高速列车新材料技术
- 9. 列车控制及诊断技术

- **高速列车**是高速铁路的核心，它涉及许多方面新的技术问题，**对它的基本要求是起动快、速度高、停得住、运行平稳、振动与噪声小**。为满足上述基本要求，必须采用相应的高新技术。高速铁路的技术水平和技术难度**集中反映在高速列车上**。

- 1. 以交-直-交变流技术为核心的大功率电力传动与驱动技术
 - 高速列车牵引动力的基本要求：
 - 功率大、轴重轻、自重小、黏着利用好、整机控制好。
 - 随着速度的提高，列车单位重量所需的牵引力成倍增长，机车额定功率随之成倍增加，这将导致机车轴功率的提高，使其达到1200kW/轴及其以上。

- **直流电机**

- 最大功率 $\approx 1000\text{kW}$;
- 重量大、体积大;
- 不利于降低列车轴重及簧下质量，安装困难。

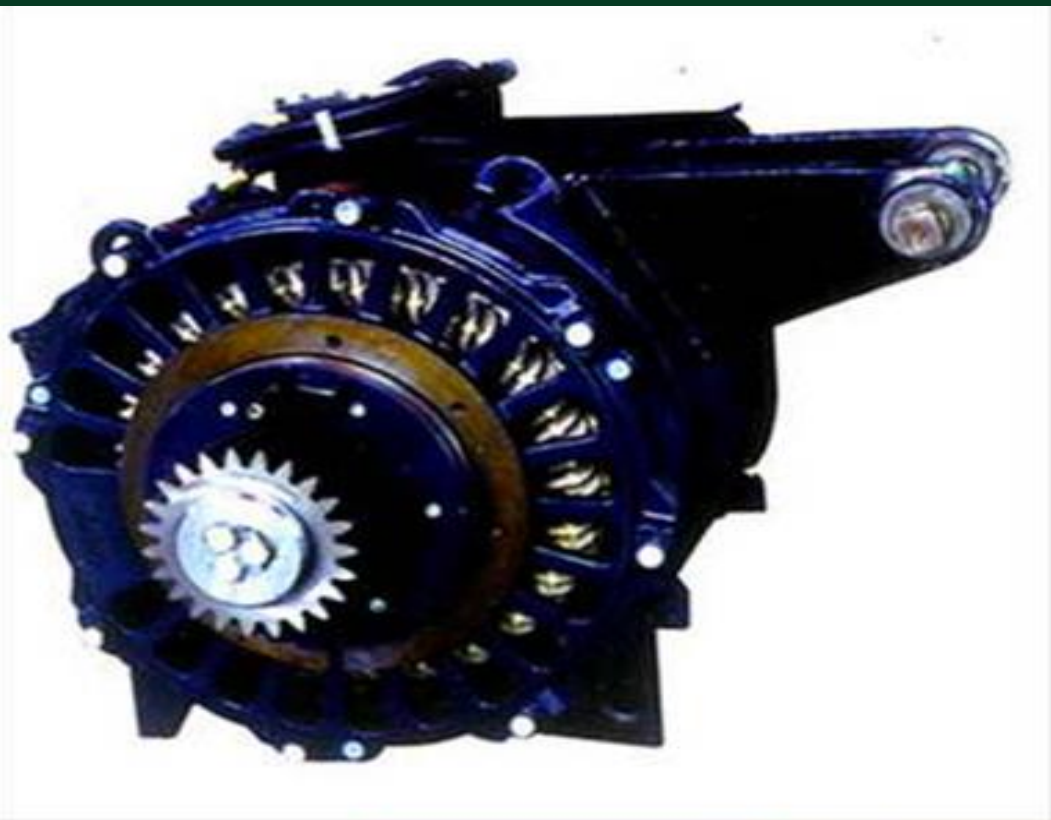
- **三相交流异步电机**

- 功率大、重量轻、体积小;
- 结构简单、易于制造、维修少、环境适应性强、过载能力强。

- **交-直-交变流技术，特别是交流牵引电机的控制技术，是高速列车牵引技术的核心。**



交流传动技术



交流传动技术



- 2. 复合制动技术
- 微机控制和计算机控制网络的电气指令制动。
- 组成：
 - 控制系统
 - 动力制动系统
 - 空气制动（盘形制动和踏面制动）系统、
 - 微机控制的防滑器
 - 非黏着制动装置等。
- 复合制动模式：不同制动方式的综合作用模式。

- **复合制动模式：**

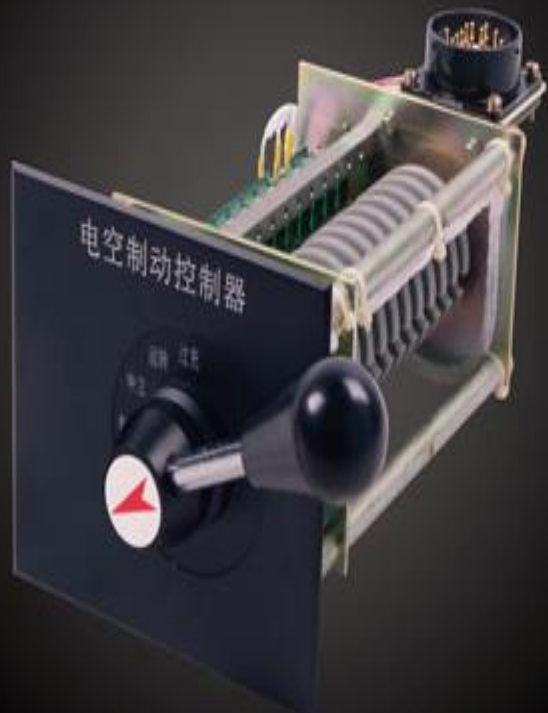
- 正常情况下优先采用动力制动能力；
- 不足部分空气制动补偿；
- 失电情况下以空气制动为主；
- 在紧急制动时还有非黏着制动。

- **控制系统：**

- 电气部分和气路阀类部分两部分组成。

- 控制系统可以操纵两种制动装置：
 - 正常情况下使用的采用微机控制的直通式电空制动装置；
 - 在电空制动失效的情况下使用的处于热备用状态下的自动空气制动装置。
- 整个制动系统分成三级控制：
 - 网络控制；
 - 电空制动控制；
 - 空气制动控制





电空制动控制



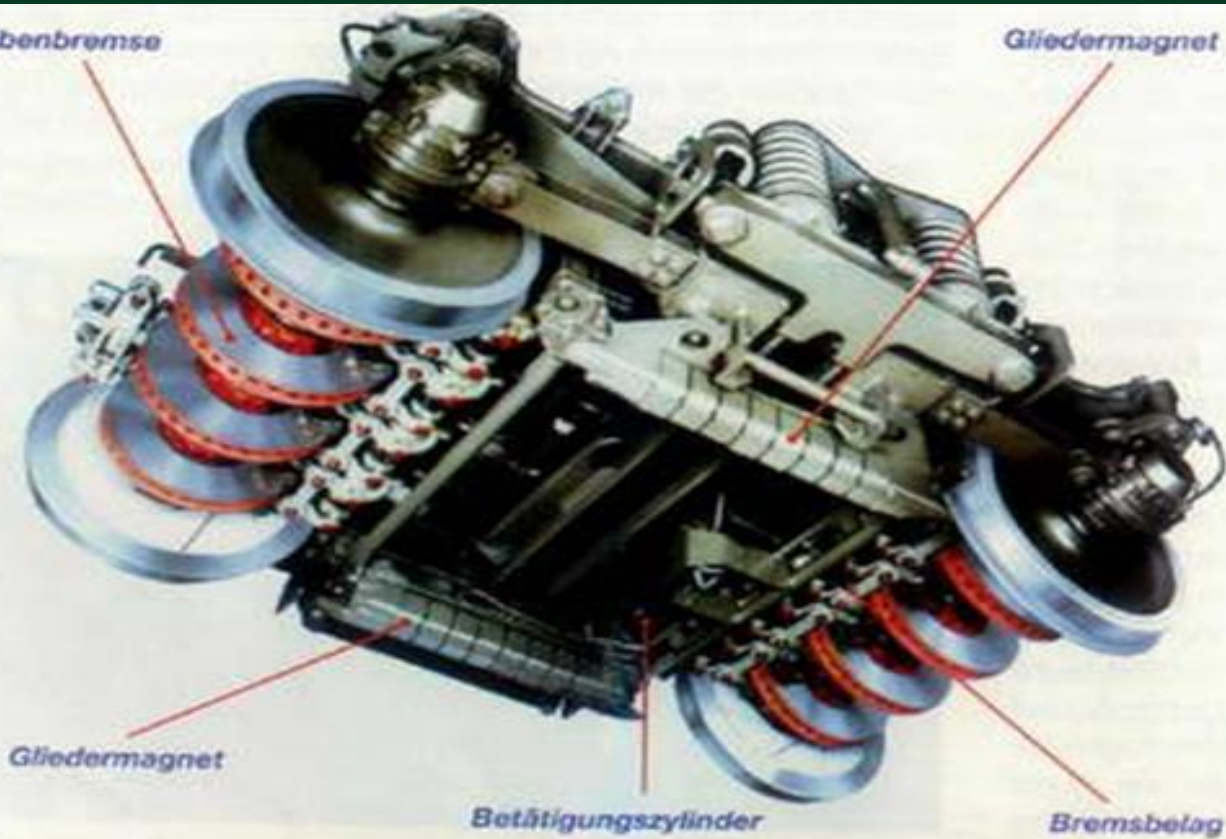
空气制动控制

Scheibenbremse

Gliedermagnet



在线开放课程



复合制动技术

- 3. 高速转向架技术

- 要求:

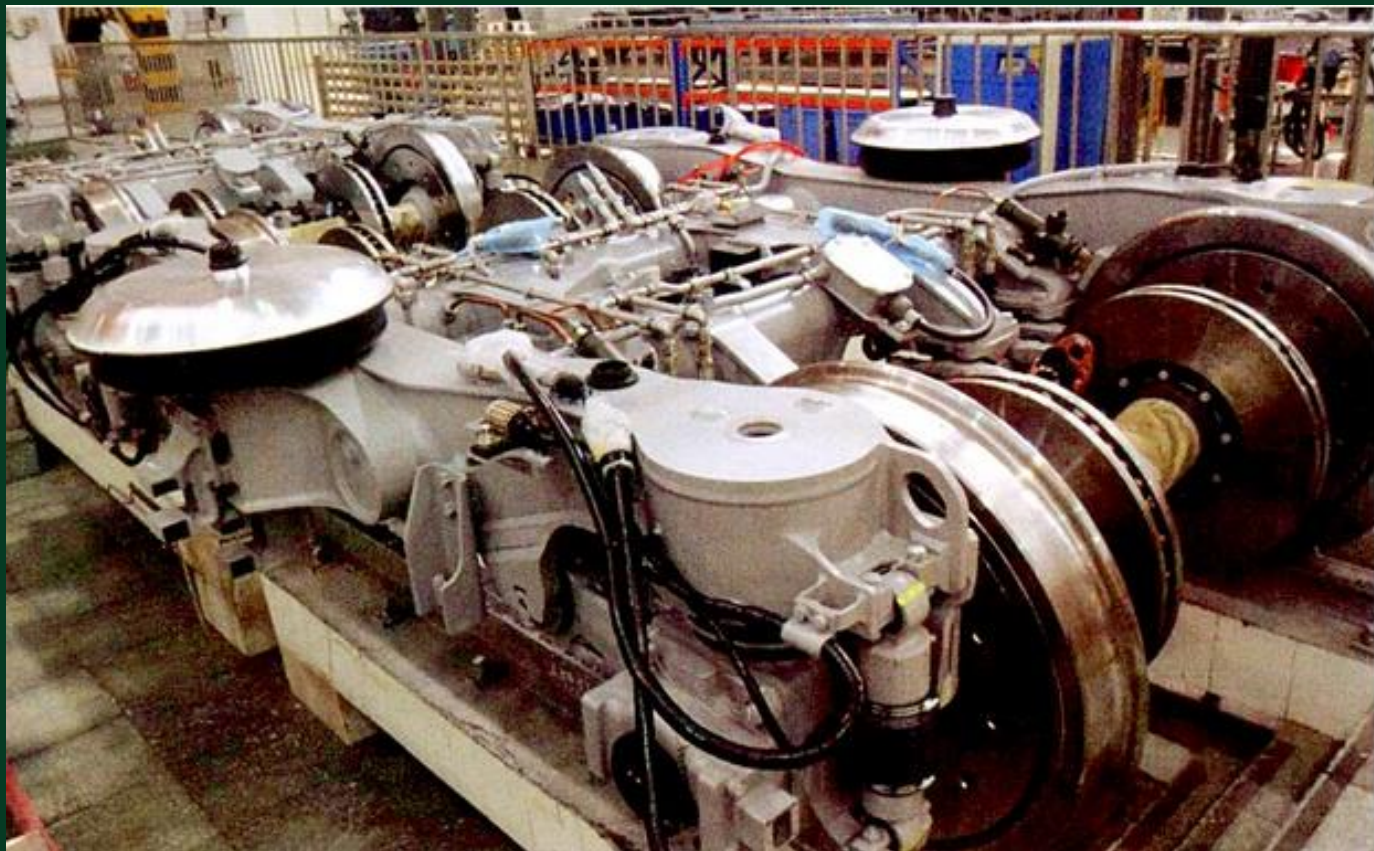
- 与高速列车的总体模式相容;
- 高稳定性;
- 曲线通过性能优良;
- 牵引电机悬挂方便, 传动性能高;
- 高舒适性;
- 轻量化。

- 关键技术:

- 研制、开发先进的轴箱定位结构, 选择合适的轴箱定位纵向和横向刚度;
- 解决车体和轮对之间的动态相对位移。







4. 高速受流技术（弓网受流系统）



在线开放课程

• 要求

- 受流质量好；
- 运行安全性高；
- 使用寿命长；
- 噪声低。

• 措施

- 改善弓网接触关系；
- 改进受电弓形式及结构设计；
- 改善接触导线质量。













5. 高速列车车体结构设计及其轻量化技术

- **结构设计**应最大可能地减少列车运行阻力
 - 车端做成流线型；
 - 车体侧墙、门窗和车辆之间的折棚平滑
 - 在车体下部加底板和裙板；
 - 在可能范围内降低车体高度；
 - 提高车体气密性。

日本高速列车头型

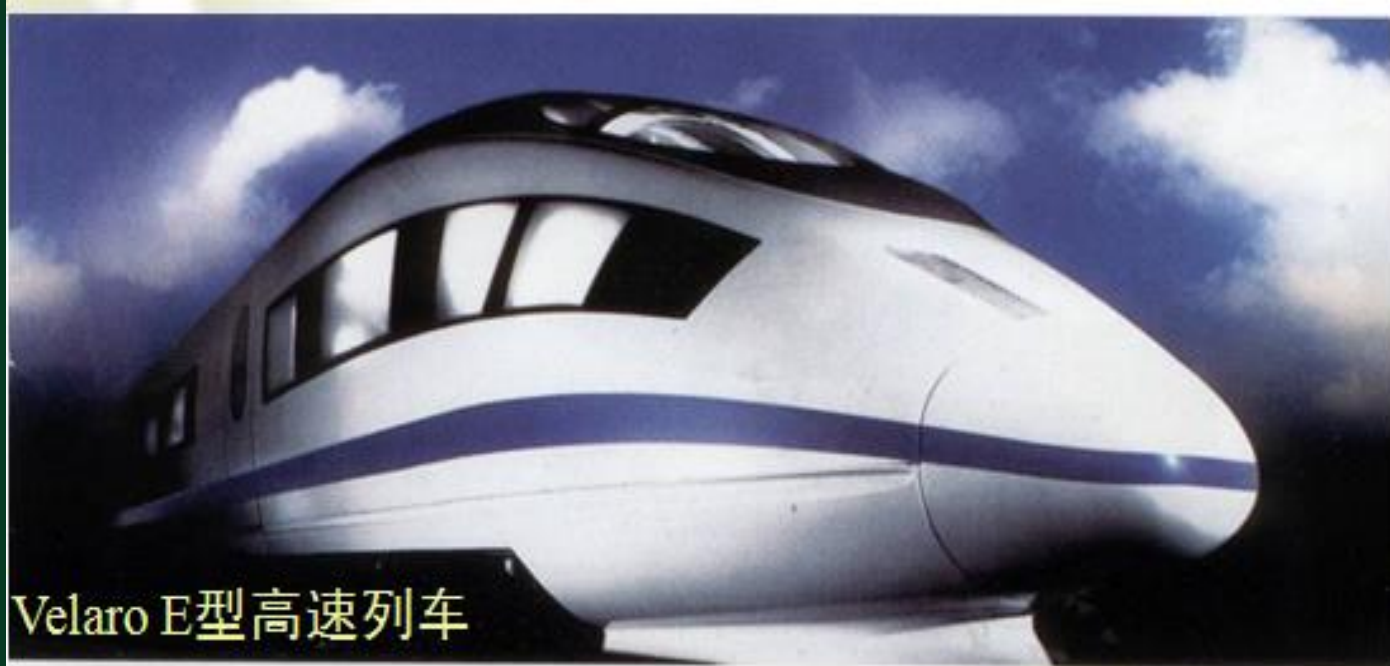
形式	头部长度 /m
0系 	4.4
100系 	5.5
300系 	6.0
700系 	9.2



日本500系高速列车外形



日本700系高速列车外形



Velaro E型高速列车

西班牙铁路在2004年投入运营，西门子的注册商标，以德国铁路和荷兰铁路制造的ICE3列车为基础经改进而成，其商业运营速度达350km/h。

• 轻量化的优点:

- 减少对牵引功率的需求;
- 降低轴重;
- 提高速度。

途径:

- 采用新材料（铝合金、不锈钢等）;
- 合理优化结构设计



轻量化车体结构



轻量化车体结构

6. 高速列车的车辆连接技术

- 包括**机械连接**（铰接和车钩连接）、**风管连接**和**电气连接**、**通过台风挡连接**等几部分。
- **牵引缓冲装置**
 - **密接式车钩连接装置**，两车钩连接面的纵向间隙小于2mm，上下、左右偏移也很小，对提高列车的运行平稳性和电气线路、制动软管的自动对接提供了保证



密接式车钩缓冲器

7 车厢密封、环境控制及卫生排污技术

- **(1) 气密性**

要求车内压力由 $\pm 4000\text{Pa}$ 降（或升）至 $+1000\text{Pa}$ 的时间必须大于 50s 。

- **(2) 环境控制**

车内气压力、温度、湿度、空气流速、噪声和空气清洁度的控制。

- **(3) 卫生与排污**

- 密封性能良好的给排水系统
- 密封的便池冲洗、污物汇集及排放设备。



车厢密封及集便处理

8. 高速列车新材料技术

- **1) 轻量化材料**

不锈钢及铝合金

- **2) 减振、密封用橡胶和高分子聚合材料**

- 各种阀中的密封圈、胶垫、油封；
- 门窗密封条、减振垫，
- 大型橡胶缓冲器、空气弹簧、联轴节橡胶件等。

- **3) 耐火材料**

阻燃、低烟、低毒高分子材料和耐火涂料。

- 4) 制动材料

- **要求:**

- 稳定的摩擦系数、
- 优良的抗热疲劳性能、
- 耐磨性能，
- 轻量化。

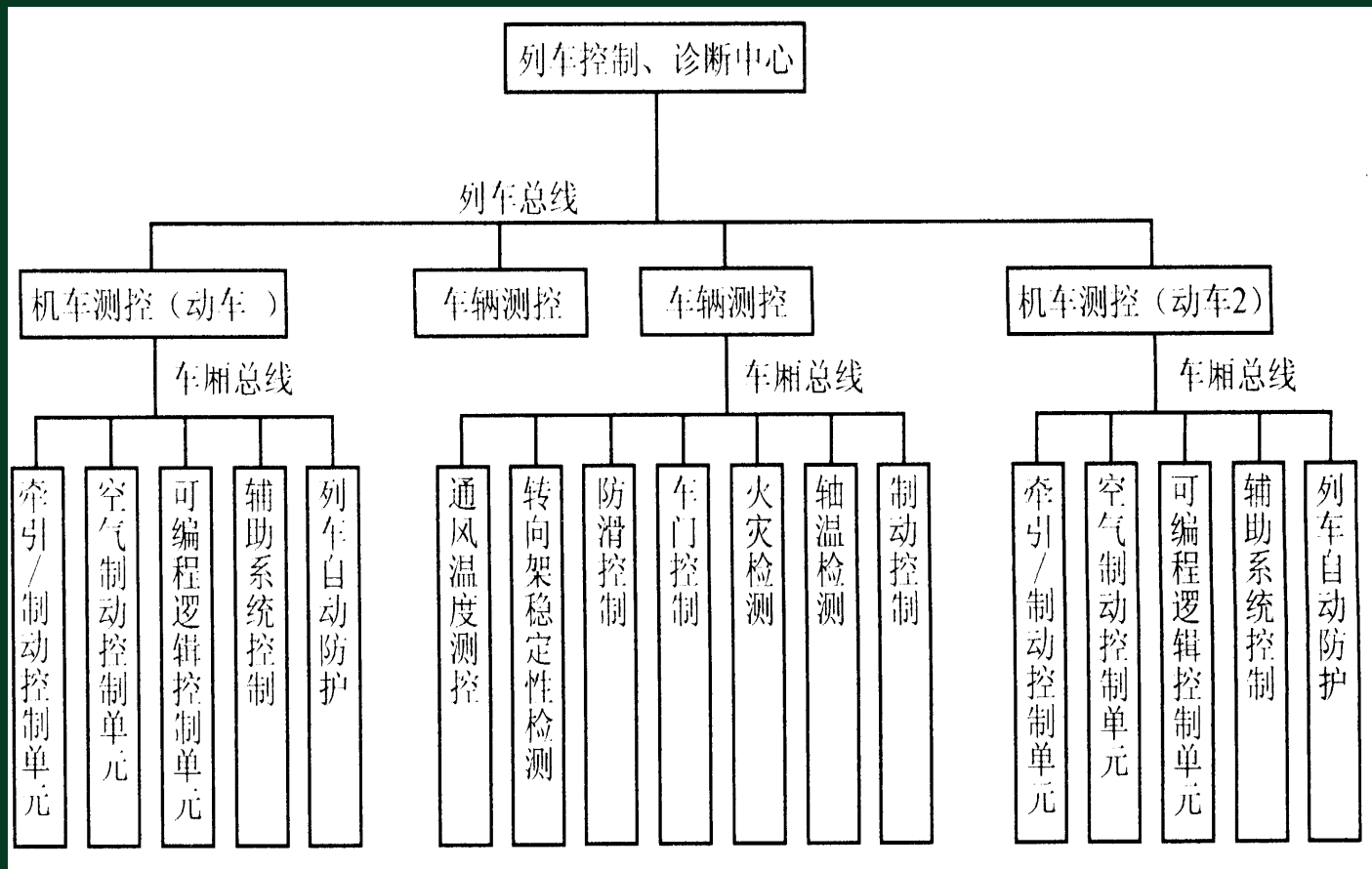
- **包括:**

- 合金钢制动盘；
- 陶瓷粒子（如SiC）
- 增强铝基复合材料制动盘
- 碳纤维复合盘等。

9. 列车控制及诊断技术

- **作用：**
 - 保障各车辆的各 **受控设备按照行车指挥命令与司乘人员的操纵协调地工作**；
 - **及时发现列车故障、确定位置**，并提出应急处理方案或通知地面维护部门准备 **采取措施**；
 - 迅速准确地 **检测控制与诊断所需的信号**，必要时给予显示。
- 保证运行安全、快捷、舒适、节能所必需的系统，**是高速行车的重要技术之一**。

- **包括：**
 - 超速防护；
 - 牵引控制；
 - 制动控制；
 - 车辆控制系统。
- **结构层次：**
 - 列车级；
 - 车辆级；
 - 子系统级



高速列车控制、监测与诊断系统方框图

小结

- 1. 传动与驱动技术
- 2. 复合制动技术
- 3. 高速转向架技术
- 4. 高速受流技术
- 5. 高速列车车体结构设计
- 6. 高速列车的车辆连接技术
- 7. 车厢密封、环境控制及卫生排污技术
- 8. 高速列车新材料技术
- 9. 列车控制及诊断技术