



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

## 高速列车的分类与发展概况

主讲：严战友

# 目录



在线开放课程

- 1.高速列车的分类
- 2.高速列车的发展概况
- 3.我国高速列车的发展概况

# 一.高速列车的分类

## 1 分类

### 1.1 按牵引动力的类型

**电力:** 功率大、轴重小、经济、环保、速度高; 发展趋势。

**内燃:** 投资少、见效快、经济、但速度低。既有线改造过渡牵引形式。

**机车牵引** 功率大、轴重低、发展趋势。

**动车组:**

## • 1.2 按牵引动力的配置

### 1) 集中配置于一端

用于既有线改造、客货混运线路， $V \leq 200\text{km/h}$

### 2) 集中配置于两端

往返不必转向，有利于流线形设计。

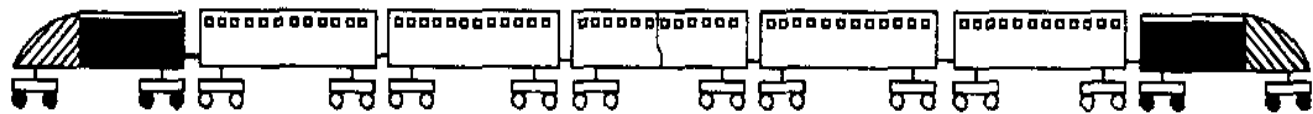
①一般模式：转向架为普通设计方式。

②雅可比模式：转向架为铰接式。

### 3) 分散配置

①完全分散式：所有车辆均为动车。

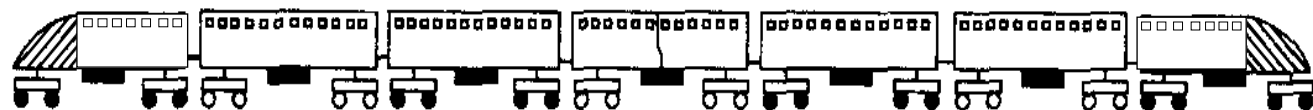
②相对分散式：部分动车，部分拖车。



a. 独立式动力集中型



b. 铰接式动力集中型



c. 独立式动力分散型



d. 铰接式动力分散型

● 动力轮对 ○ 非动力轮对 ■ 动力设备 ▨ 司机室

- 1.3 动车组

- **动力集中式动车组**

- 一般由**两端的动车和中间的拖车**组成。也可由**一端为动车、中间为拖车**，而另一端为**控制车**（即带司机的拖车）组成。一般动车不载客。

- **动力分散式动车组**

- 可**全部由动车组成**，也可由**数个或一个动力单元组成**。每个动力单元由动车和拖车组成。动车组两端必须设带司机室的动车或拖车。动力分散式动车组中动车设有客室。
- **动车组的编组**一般是固定不变的。但也可根据需要增加或减少动车、拖车或动力单元的数量。

- 1.4 动力集中型列车的特点

- 优点:

- 1) 与传统列车相似，便于按习惯进行运行管理和维修管理；
- 2) 设备的工作环境较清洁，便于监测和进行技术保养；
- 3) 受电弓数量少，有利于降低噪声和接触导线的磨损；
- 4) 车厢内噪声、振动较小；
- 5) 牵引头车可以摘挂，便于与既有线兼容。

- 缺点

- 1) 动力头车不能载客，相对减少了载客量；
- 2) 列车最大轴重较大；
- 3) 难以解决最大牵引力和轴重减轻的矛盾；
- 3) 粘着牵引力利用性能较差；
- 4) 列车的制动性能欠佳。

- 1.5 动力分散型列车的特点

- 优点:

- 1) 可较充分利用车辆载客，增加列车载客量。
- 2) 较易实现高速列车减轻轴重的要求。
- 3) 解决高速列车大牵引力与轴重限制之间的矛盾。
- 4) 制动性能较好。

- 缺点:

- 1) 车体隔振降噪增加技术难度增加。
- 2) 动力设备工作环境差，设备故障率相对较高。
- 3) 受电弓数量多，集电系统噪声大、接触导线磨损大
- 4) 列车只能单元编组，不能驶入非电气化铁路运行。
- 5) 必须建立一套新的维修保养体系。
- 6) 列车平均轴重较大。



## 1.6 动力集中型与分散型列车的比较

	轴重		簧下质量	粘着利用	加速度	总功率	单轴功率	制动性能	受流	外形流线化	设计制造	成本	维修费用	编组	对环境影响
	最大	平均													
集中	大	小	略低	较差	采用三流 交直流 相电后 本相同	基本相同	大	较差	好	好	较难	较低	较低	稍差	较好
分散	小	大	略高	较高			小	较好	差	差	较易	较高	较高	较灵活	较差

## 二.高速列车的发展概况

### 日本

1) 1964年, 0系, 东海道,  $V_{tmax}=256\text{km/h}$ ,  $V_{omax}=210\text{km/h}$ ;

2) 1982年, 200系, 东北、上越新干线,  $V_{omax}=240\text{km/h}$ ;

3) 1989年, 300系,  $V_{omax}=270\text{km/h}$ ;

4) 1991年, 400系, 新干线与既有线路的直通客运,

$V_{omax}=345\text{km/h}$ , 1992年正式投入运营。

5) 此后, WIN350 (试验列车、500系前身)、STAR21 (试验列车)、E1系、300X (试验列车、700系前身)、E2系、E3系、E4系、500系及700系等高速列车, 还设计了800系概念车。



## 日本0系高速列车

1964年，东海道， $V_{tmax}=256\text{km/h}$ ， $V_{omax}=210\text{km/h}$ ;



日本100系高速列车



## 日本200系高速列车

1982年，东北、上越新干线， $V_{\text{omax}} = 240\text{km/h}$



日本300系高速列车

1989年,  $V_{\text{max}} = 270\text{km/h}$



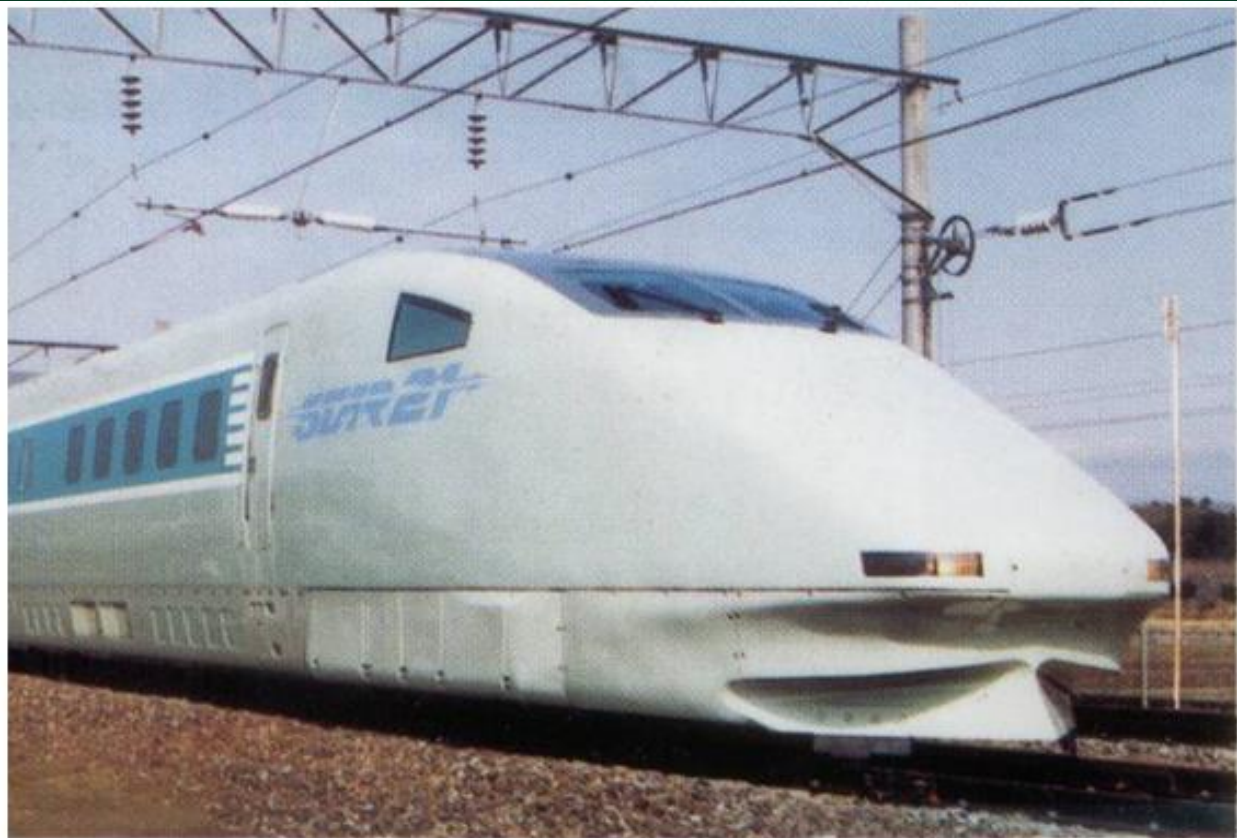
## 日本400系高速列车

1991年，新干线与既有线路的直通客运，  
Vomax = 345km/h，1992年正式投入运营



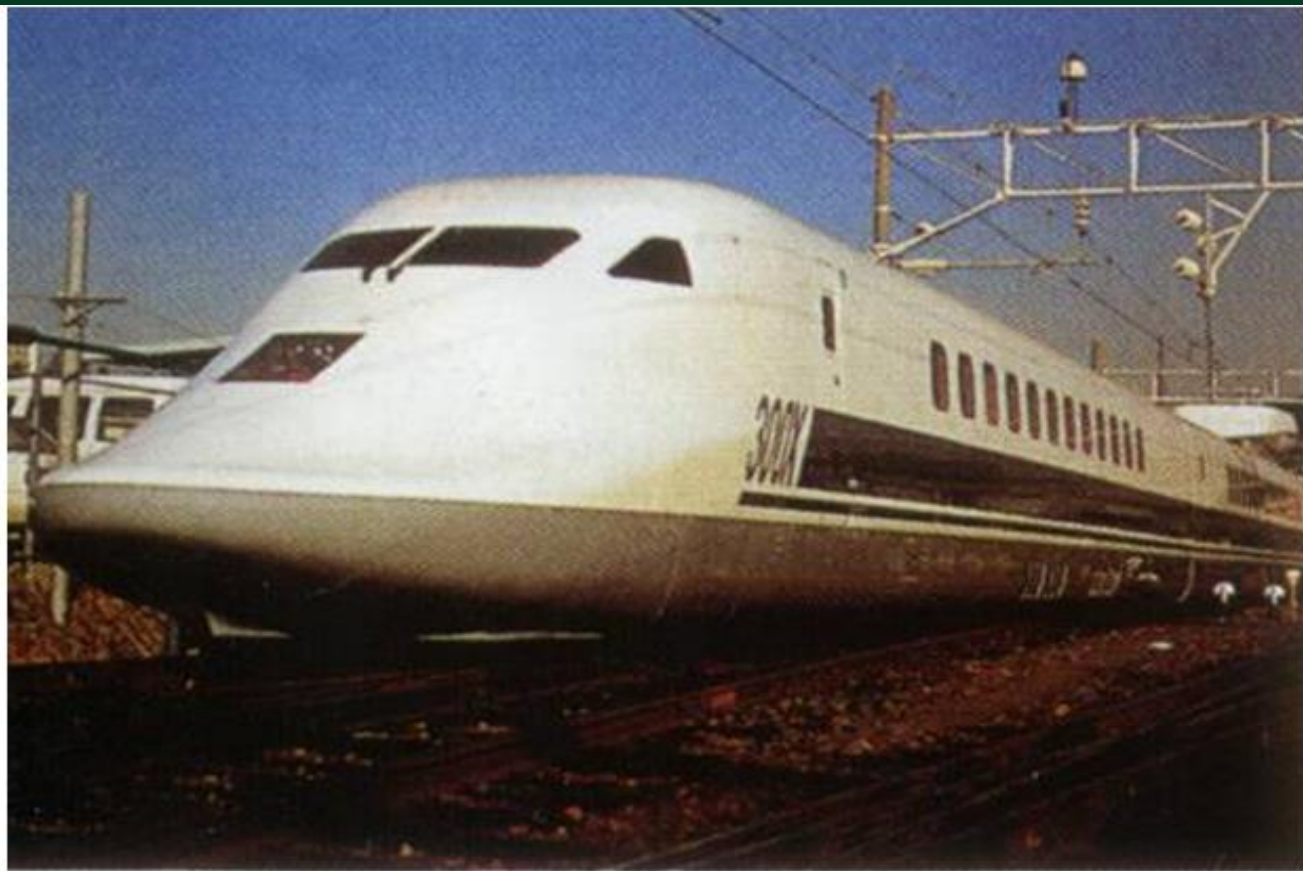
日本WIN350系（500系前身）高速列车  
1992年8月，创造出日本当时最高速度记录350.4km/h，





## 日本STAR21系高速列车

9辆编组（铰接式车辆5辆，独立式车辆4辆），1993年12月创造了425km/h的当时日本最高速度，为“面向21世纪促进铁路发展的高级列车”



日本320X(700系前身) 高速列车  
6辆编组，1996年7月创造了443km/h的日本最高速度记录



日本500系高速列车外形



日本700系高速列车外形

## • 法国

- 1) 1972年，TGV001样车，燃汽轮动车组， $V_{tmax}=318\text{km/h}$ 。
- 2) 1974年，Z7001电动车组， $V_{omax}300\text{km/h}$ ；
- 3) 1981年，首列第一代TGV高速列车TGV-PSE，260km/h，巴黎-里昂，1983年提速到270km/h， $V_{omax}380\text{km/h}$ ；
- 4) 1989年，第二代TGV高速列车TGV-A，运行速度300km/h，1990年创下 $V_{tmax}515.3\text{km/h}$ 世界记录。
- 5) 1993年，TGV-R，环绕巴黎， $V_{omax}300\text{km/h}$ ；
- 6) 1994年，TGV-E即欧洲之星EUROSTAR，巴黎—伦敦—布鲁塞尔，穿越英吉利海峡隧道， $V_{omax}300\text{km/h}$ ，隧道内160km/h，在比利时200km/h。

- 7) 1996年，TGV-PBKA，即TGV-Thalys运行于4个欧洲国家，联结巴黎（P）—布鲁塞尔（B）—科隆（K）—阿姆斯特丹（A）四国首都，能适应4种电流制， $V_{\text{omax}}$  300km/h。
- 8) 1995年，**第三代TGV高速列车—TGV-2N**型全双层高速列车，北方新干线，300km/h，标志着法国铁路客车制造技术达到了新水平，位居世界高速列车制造业前列。
- 9) 2001年，**开发出新一代TGV-AGV**电动车组，最高运行速度**350km/h**。  
。AGV与以前的TGV列车主要区别是采用了动力分散式，只有拖车组铰接在标准的TGV车组上。AGV列车由9节不同的模块组成，包括混编的单层和双层车辆，2007年在巴黎—斯特拉斯堡东线运营。



1981年，首列第一代TGV  
高速列车TGV-PSE，  
260km/h，巴黎-里昂，  
1983年提速到270km/h，  
Vomax380km/h;

1989年，第二代TGV  
高速列车TGV-A，运  
行速度 300km/h，1990  
年创下  $V_{\max}$   
515.3km/h世界记录。





法TGV-R  
环绕巴黎将几条高  
速线连成一体，  
300km/h



法国EUROSTAR  
TGV-E，1994年，在巴黎—  
伦敦—布鲁塞尔间运行，穿越  
英吉利海峡隧道，最高运行速  
度300km/h，隧道内160km/h，  
在比利时200km/h。

1996年，运行于4个欧洲国家，联结巴黎（P）—布鲁塞尔（B）—科隆（K）—阿姆斯特丹（A）四国首都，能适应4种电流制，最高运行速度300km/h。



1995年，第三代TGV高速列车，全双层高速列车，北方新干线，300km/h，标志着法国铁路客车制造技术达到了新水平，位居世界高速列车制造业前列。







法国TGV-AGV

2001年开发的新一代电动车组，最高运行速度350km/h。首次采用动力分散式配置，拖车组铰接在标准的TGV车组上。AGV列车由9节不同的模块组成，包括混编的单层和双层车辆，2007年在巴黎—斯特拉斯堡东线运营。



在线开放课程

1992年4月，西班牙国铁开通了马德里~塞维利亚电气化高铁，从法国订购AVE动力集中式列车。该列车10节编组，最高运行速度300km/h。AVE高速列车在TGV-A的基础上设计，由于要通过西班牙山区17处隧道，对列车密封作了改进。



法国AVE

KTX高速列车



用于韩国高铁，由法国Alstom提供（46列，1993年签订合同），2004年4月投入运营。一列编组20辆，是TGV定员最多（1000人）、功率最大（13200kW）的高速列车，运营速度300 km/h，采用TGV-R技术，比“欧洲之星”短，但座位较密，定员较多，可以满足大运量的要求。



在线开放课程

韩国依靠本国技术和外国技术（TGV）自行研究制造，已研制出KHST样机，正在进行轨道试验，最高速度达350 km/h。



韩国KHST 高速列车

## • 德国ICE型高速列车

- 上世纪90年代初投入运营，比TGV约晚10年，
- 有ICE1、ICE2、ICE3等几种。
- 1) 1985年，试制成功。
- 2) 1988年5月，ICE-V（试验型ICE），试验速度406.9km/h。
- 3) 1991年7月，ICE1，最高运行速度280km/h。
- 4) 1996年，ICE2型试制成功，1998年投入运营。结构与ICE1基本相同，且均为动力集中式。
- 5) 1999年初，ICE3投入试运行，2000年秋投入运营；

## ICE-V (试验型ICE)



1988年5月, 试验速度406.9km/h



ICE1

1991年7月, V<sub>max</sub>280km/h



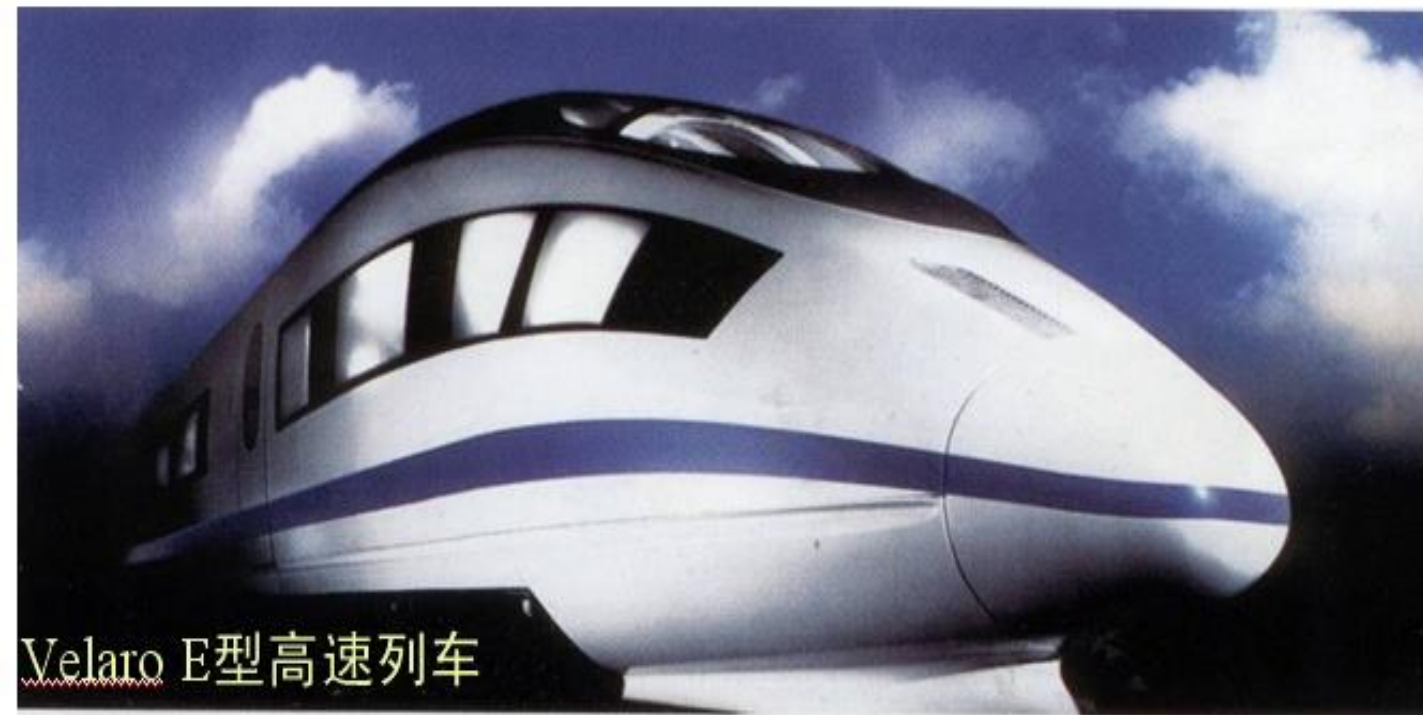
ICE2

1996年试制成功, 1998年投入运营。与ICE1相同, 动力集中式



ICE3

1999年初试运行, 2000年秋运营, 最高试验速度363km/h, 科隆—法兰克福新线, 代表了德国铁路客车最新技术水平



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。



## 意大利的ETR—500型高速列车

1991年投产，1995年开始供货，最高运行速度300km/h。

### 三.我国高速列车的发展

#### “中华之星”号动车组



2002年末，“中华之星”投入试运行。速度270km/h，动力集中型。最高试验速度321.5km/h。

# “中华之星”号动车组









先锋



北亚



奥星



新时速



新曙光



- 和谐号动车组（CRH系列）
- CRH是我国时速200公里及以上动车组简称 (China Railway High-speed)，意为“中国铁路高速列车”。自2007年4月18日大面积提速时开始运营。
- CRH1、2、5均为200公里级别（运营速度200，最高250km/h），其中CRH2和CRH5具备提速至300km/h的条件。
- CRH3为300公里级别（营运速度330km/h，最高速度380km/h）

指标内容	车 型 适 用		CRH1	CRH2	CRH3	CRH4	CRH5
			适合城际	适合长途座车	高速座车	高速座车	适合改卧铺
国内厂家	BSP		四方	唐山+长春	四方	四方	长春
国外技术提供方	加拿大庞巴迪		日本川崎重工	德国西门子			法国阿尔斯通
原型号	瑞典 AB 的 Regina		新干线 E2-1000	德国 ICE-3	CRH2		芬兰国铁 SM3 型
编组型式	8 辆		8 辆	8 辆	8 辆	8 辆	8 辆
动力配置	2 (2M+1T) + (1M+1T)		4M+4T	2 (2M+1T) +2T	6M+2T		(3M+1T) + (2M+2T)
编组重量 (吨)	420.4		359.7	380	365.9		451
车体型式	不锈钢		中空宽幅铝合金		中空宽幅铝合金		中空型材铝合金
编组长度 (米)	213.5		201.4	200	201.4		211.5
定员 (人)	668		610		610		620+2 (残疾人)
总牵引功率 (千瓦)	5500		4800	8000	7200		5500
动轴数	20		16	16	24		10
单电机功率 (千瓦)	275		300	500			550
吨均功率 (千瓦/吨)	13.08		13.34	21.05	19.67		12.19
人均功率	8.23		7.87				8.84
运营时速 (千米)	200		200	330	330		200
试验速度 (千米)	250		250	380	380		250
启动加速度 (米/秒 <sup>2</sup> )	0.6		0.406		0.444		0.5
转向架轴重 (吨)	≤16		≤14	15			≤17 (动) /16 (动)
车辆宽度 (米)	3. 328		3. 380	2. 950	3. 380		3. 200
车辆高度 (米)	4. 040		3. 700	3. 890	3. 700		4. 270
车门处地板高 (米)			1. 300		1. 300		
车厢天花板高度 (米)			2. 277		2. 277		
适应站台高度 (毫米)	500~1200		1100~1200		1100~1200		500~1200
中间车长度 (米)	26. 600		25. 000	24. 775	25. 000		25. 000
头车长度 (米)	26. 950		25. 700	25. 675	25. 700		27. 600
转向架轮径 (毫米)	915~835		860~790		860~790		890~810
转向架轴距 (米)	2. 700		2. 500	2. 500	2. 500		2. 700
转向架中心距 (米)			17.500	17. 375	17. 500		
每组造价 (元)			1.3 亿	2.2 亿			



在线开放课程





CRH3



在线开放课程



CRH5

Hasca.com

MockUp vom Pendolino der 4. Generation

© by Alstom (www.alstom.com)

# 高速列车的发展趋势

- (1) 速度不断提高。
- (2) 车体结构和动力设备不断轻量化。
- (3) 向动力分散布置方向发展。
- (4) 车内环境和设备不断改善，乘坐舒适度和服务质量不断提高。
- (5) 列车运行及安全保障自动化，提高列车使用效率，降低运营成本。

# 小结

- 本节主要介绍了以下内容：
- 1.高速列车的分类
- 2.高速列车的发展概况
- 3.我国高速列车的发展概况