



石家莊鐵道大學
SHIJIAZHUANG TIEDAO UNIVERSITY

在线开放课程

高速铁路线路

高速铁路线路纵断面设计

主讲：严战友

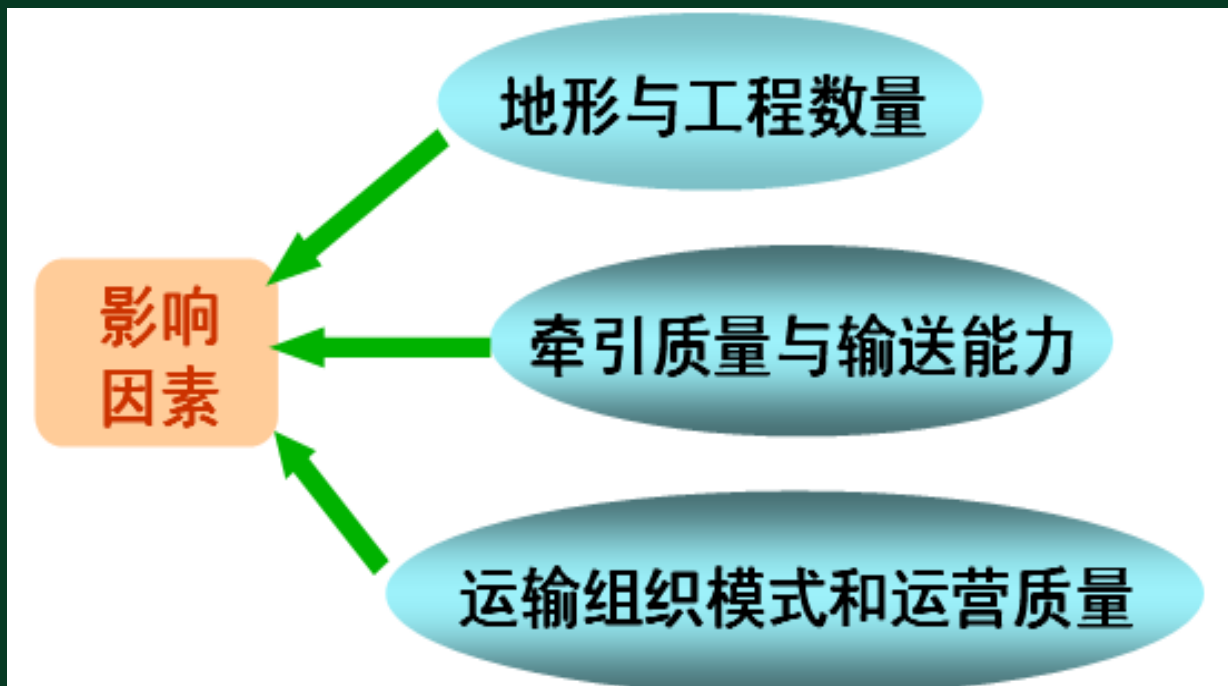
目录



在线开放课程

- 1. 最大坡度
- 2. 坡段长度
- 3. 坡段间的连接
- 4. 竖曲线与竖曲线、缓和曲线、圆曲线和道岔重叠设置问题

一. 最大纵坡





最大纵坡



最大纵坡

相关规定:

- ◆ 法国TGV东南线:35‰;
- ◆ 德国客货共线:12.5‰, 客运专线40‰;
- ◆ 日本高速铁路:15‰, 个别30‰。
- ◆ 我国客专:
 - 一般20‰,
 - 困难情况不宜大于30‰。
 - 动车组走行线最大坡度不大于35‰。
 - 不考虑坡度折减。

二. 坡段长度

- 两个坡段的**连接点**，即坡度变化点，称为**变坡点**。一个坡段**两端变坡点间的水平距离**称为坡段长度

影响
因素

地形

工程费用与运营费

列车平稳性与乘客舒适

- 1. 最小坡段长度
- 从列车运行的平稳性要求出发，纵断面坡段长度宜设计为较长的坡段；但从节省工程投资的角度分析，较短的坡段能够较好地适应地形，减少工程数量，降低工程投资。

普通线路：两竖曲线不重叠，列车不断钩。

高铁 { 要求：两竖曲线不重叠，且之间有一定的夹坡段长度。
原因：保证列车在前后两个竖曲线产生的振动不叠加。

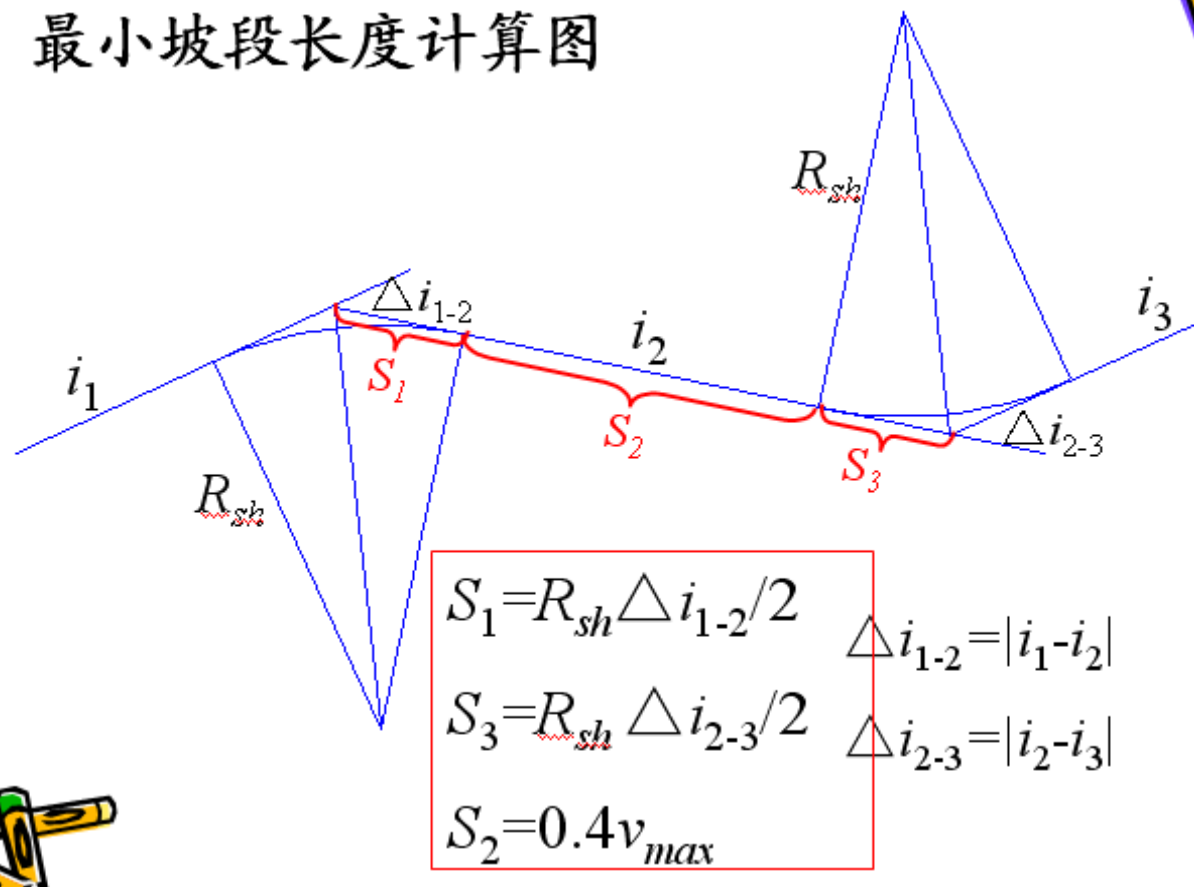
计算公式：
$$l_p = 2 \times \frac{\Delta i}{2} \times R_{sh} + 0.4v_{\max}$$

其中， $0.4 v_{\max}$ 为夹坡段最小长度。

R_{sk} 一般最小长度为30000m，
个别最小长度为25000m。

- 计算结果取50m的整倍数。
- 一般不小于900m；困难时不小于600m。
- 不得连续采用N坡段；相邻大坡段宜避免采用V坡段。

最小坡段长度计算图



2. 最大坡段长度

- **影响因素：坡度值、地形**
 - (1) 最大坡度12‰时，暂无限制
 - (2) 最大坡度大于12‰时，
 - ①15‰时， 1.5 km，
 - ②20‰时， 6 km。
 - ③25‰时， 4 km

3 . 坡段间的连接

- 1) 相邻坡段的坡度差
- 相邻坡段的坡度差允许的最大值，主要由保证运行列车不断钩这一安全条件确定，常规铁路相邻坡段的坡度差主要受货物列车制约。
- 由于旅客列车质量远低于货物列车，高速铁路对相邻坡段的的坡度差均未做规定。

- 2. 竖曲线半径

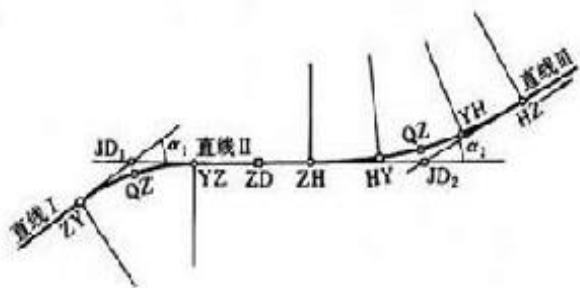
连接方式：直接连接或竖曲线连接。

高铁竖曲线设置条件：

普通线路：I、II级3‰，III级4‰

高铁：坡度差大于1‰

- 竖曲线半径的大小可从**竖向离心力**和**竖向离心加速度**两个因素来考虑。当列车在**凸形竖曲线**上运行时，就会产生向上的离心力，使轮载**减轻**；当列车在**凹形竖曲线**上运行时，就会产生向下的离心力，使轮载**增大**。



直线和平面曲线图



竖向加速度：↵

$$a_{sR} = \frac{v_{\max}^2}{3.6^2 R_{sR}}$$

竖向离心力：↵

$$F_{sR} = \frac{mv_{\max}^2}{3.6^2 R_{sR}}$$

式中 v_{\max} —最高速度(km/h)；↵

R_{sR} —竖曲线半径(m)；↵

m —车辆质量(kg)。↵

- (1) 竖向离心力。当列车在竖曲线上制动时，制动力就会产生竖向分力，此竖向分力与竖向离心力一起形成竖向合力，计算式如下：

$$\Delta W = F_{sR} + S_{sR} = \frac{1}{R_{sR}} \left[\frac{W_{\max}^2}{3.6^2} + lS \right]$$

由此可得轮重减载率为 $\Delta W / W$ (W —车辆重力(kN))。

- 为了保证车辆运行的安全，一般认为轮重减载率不大于10%。
- 根据国内外的研究，认为保证列车运行安全的最小竖曲线半径为：
 - 设计目标速度250km/h时为5200m；
 - 设计目标速度300km/h时为7400m；
 - 设计目标速度350km/h时为9900m。

- (2) 竖向离心加速度
- 高速铁路线路的竖向离心加速度允许值取 **0.4m/s^2 较为合适（困难为 0.5m/s^2 ）**。
- 据此可导出根据舒适度要求的高速铁路线路最小竖曲线半径：
- **设计目标速度 250km/h 时为 12060m ；**
- **设计目标速度 300km/h 时为 17370m ；**
- **设计目标速度 350km/h 时为 23640m 。**

表2-8 最小竖曲线半径

设计速度 (km/h)	≥ 300	250	200
R_{sh} (m)	25000	20000	15000

四. 竖曲线与竖曲线、缓和曲线、圆曲线和 道岔重叠设置问题

- **竖曲线与缓和曲线不得重叠。**
- 竖曲线与缓和曲线重叠有如下不利影响：
 - (1) 增加线路测设工作量
 - (2) 对行车安全和乘坐舒适度的影响
 - (3) 增加了养护维修工作的难度

- 同时考虑到缓和曲线长度相对圆曲线较短，避免重叠设置容易处理，我国京沪高速铁路规定竖曲线与缓和曲线不得重叠。
- 竖曲线与圆曲线重叠设置，同样增加线路测设工作量，对行车安全和乘坐舒适度产生不利的影晌，增加养护维修工作的难度。

➤ 困难时与圆曲线可重叠设置，但应满足下表

设计速度 (km/h)	350	300	250	200
R_{ymin}	7000	4500	3200	2000
R_{shmin}	25000	20000	20000	15000

➤ 与道岔不得重叠设置。

小结

- 1. 最大坡度
- 2. 坡段长度
- 3. 坡段间的连接
- 4. 竖曲线与竖曲线、缓和曲线、圆曲线和道岔重叠设置问题

复习思考题



在线开放课程

- 1. 试推导单一高速列车运行条件下最小曲线半径 R_{min} 的计算公式。
- 2. 试推导本线与跨线旅客列车共线运行条件下最小曲线半径 R_{min} 的计算公式。
- 3. 为什么京沪高速铁路规定了最大曲线半径的标准？
- 4. 如何确定高速铁路缓和曲线的长度？请简要说明。
- 5. 高速铁路对夹直线及圆曲线最小长度有何要求？请简要说明。
- 6. 高速铁路对最小坡段长度和最大坡段长度有何要求？请简要说明。
- 7. 什么情况下高速铁路需设置竖曲线？竖曲线半径如何确定？
- 8. 请简要分析高速铁路竖曲线与竖曲线、缓和曲线、圆曲线和道岔重叠设置问题。