

第三章 平面设计

本章主要介绍道路线形设计的基本理论和方法。学习构成道路线形的基本要素及这些要素的设计要求，掌握平面设计成果的整理。





第三章 平面设计

第一节 道路平面线形概述

第二节 直线

第三节 圆曲线

第四节 缓和曲线

第五节 平面线形设计

第六节 行车视距

第七节 道路平面设计成果



第三章 平面设计

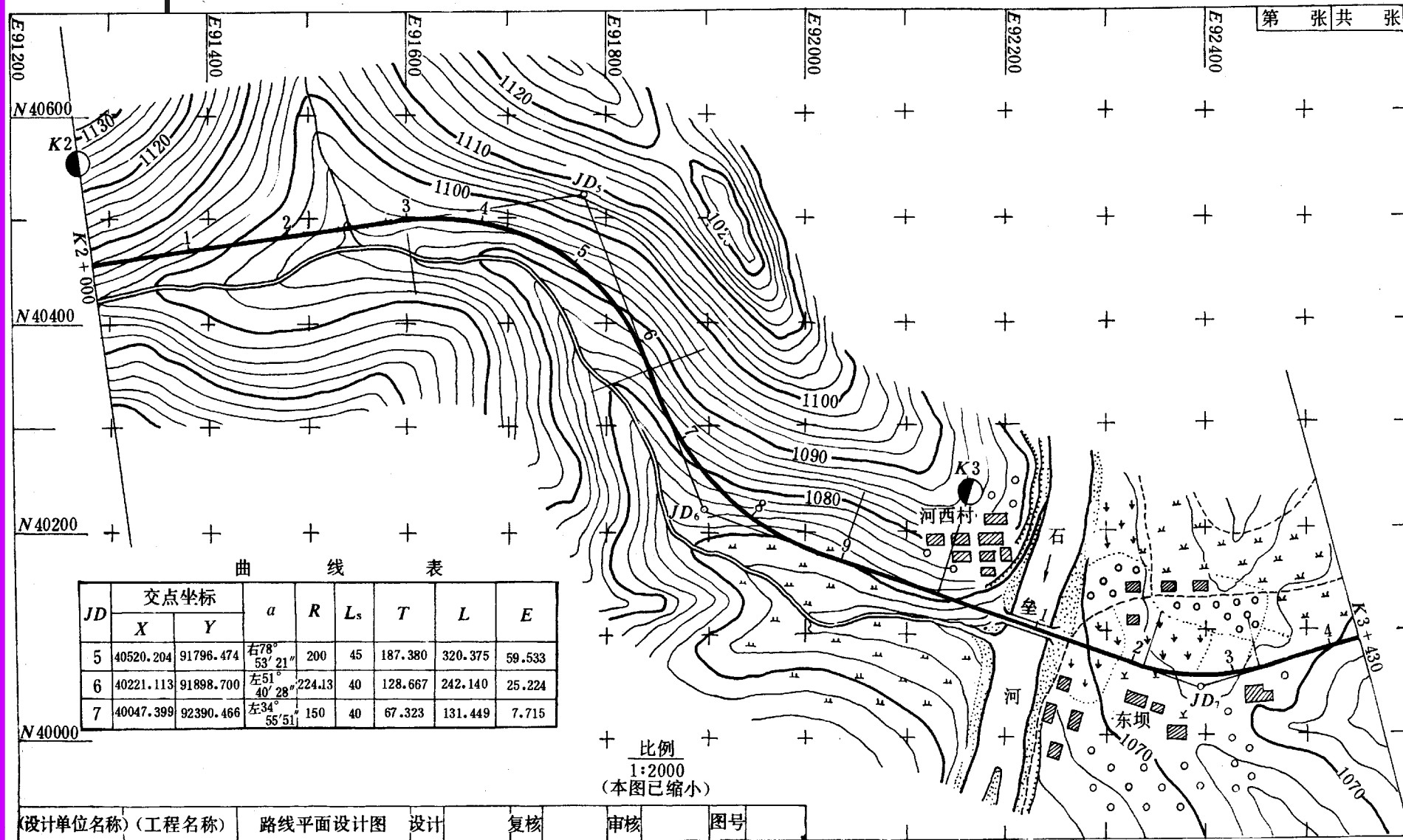
第一节 道路平面线形概述

一. 路线的概念

1. 道路是一条三维空间的实体。它是由路基、路面、桥梁、涵洞、隧道和沿线设施所组成的线形构造物。
2. 路线 (route)：是指道路中线的空间位置。
3. 路线平面图 (plan)：反应路线在平面上的形状、位置、尺寸的图形。

第三章 平面设计

第 张 共 张





第三章 平面设计

第一节 道路平面线形概述

一. 路线的概念

1. 道路是一条三维空间的实体。它是由路基、路面、桥梁、涵洞、隧道和沿线设施所组成的线形构造物。
2. 路线 (route)：是指道路中线的空间位置。
3. 路线平面图 (plan)：反应路线在平面上的形状、位置、尺寸的图形。
4. 路线纵断面图 (vertical profile map)：反应路线在纵断面上的形状、位置、尺寸的图形。



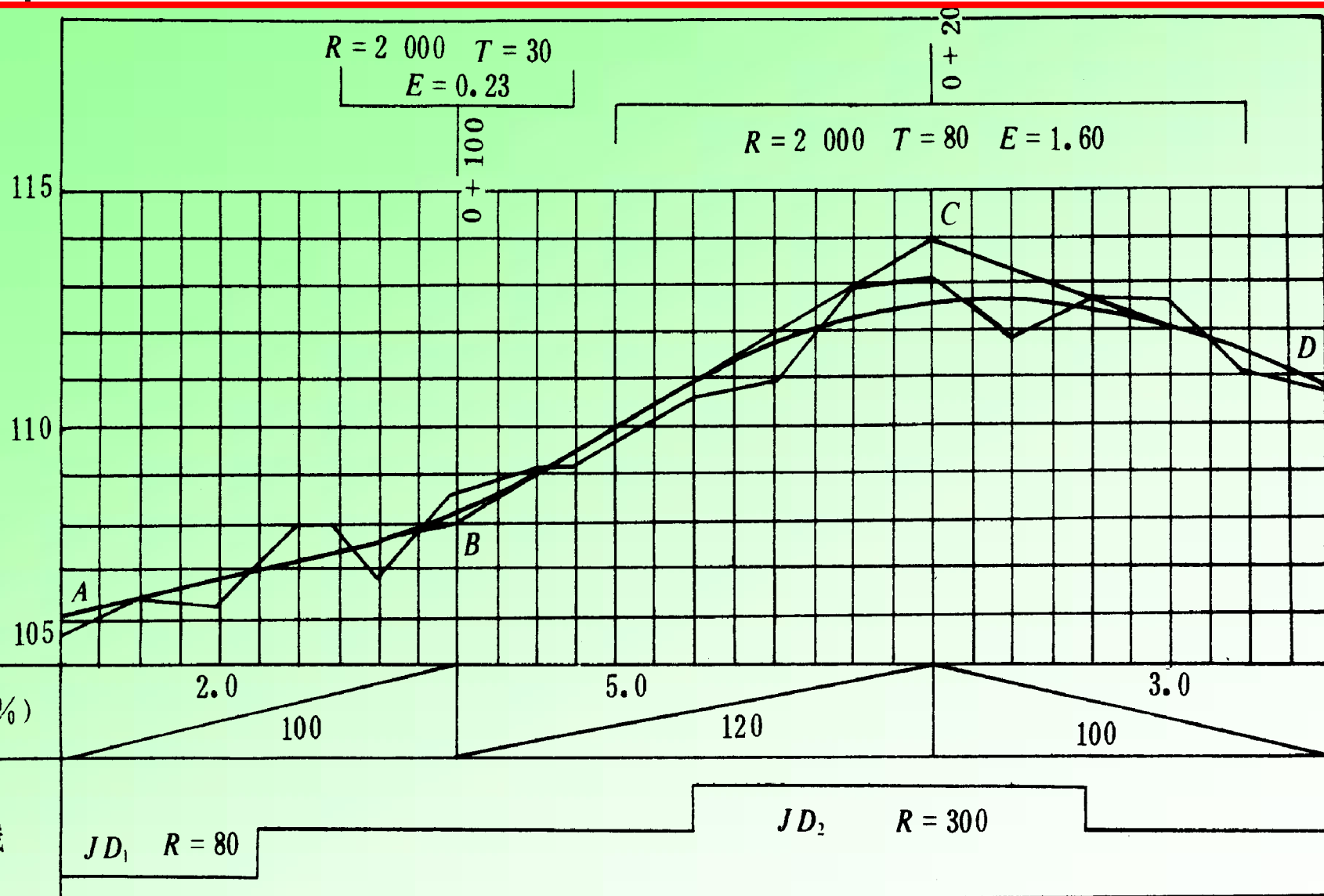
第三章 平面设计

第一节 道路平面线形概述

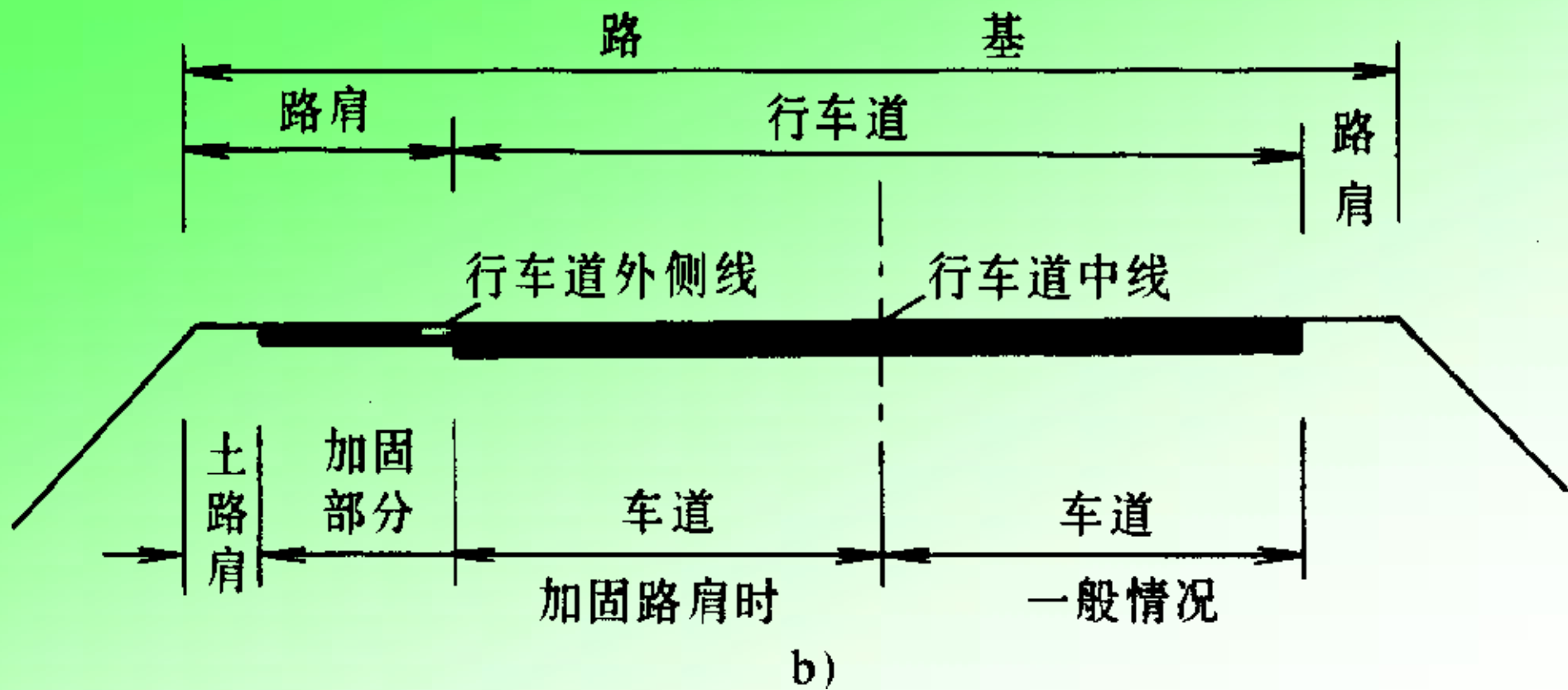
一. 路线的概念

1. 道路是一条三维空间的实体。它是由路基、路面、桥梁、涵洞、隧道和沿线设施所组成的线形构造物。
2. 路线 (route)：是指道路中线的空间位置。
3. 路线平面图 (plan)：反应路线在平面上的形状、位置、尺寸的图形。
4. 路线纵断面图 (vertical profile map)：反应路线在纵断面上的形状、位置、尺寸的图形。
5. 路线横断面图 (cross-section profile map)：反映道路在横断面上的结构、形状、位置、尺寸的图形。

第三章 平面设计



第三章 平面设计





第三章 平面设计

第一节 道路平面线形概述

二. 路线设计的任务

在调查研究掌握大量材料的基础上，设计出一条有一定技术标准、满足行车要求、工作费用最省的路线。

路线设计的顺序

平面线形设计	horizontal alignment design
纵断面线形设计	vertical alignment design
横断面设计	cross-section design

第三章 平面设计

第一节 道路平面线形概述

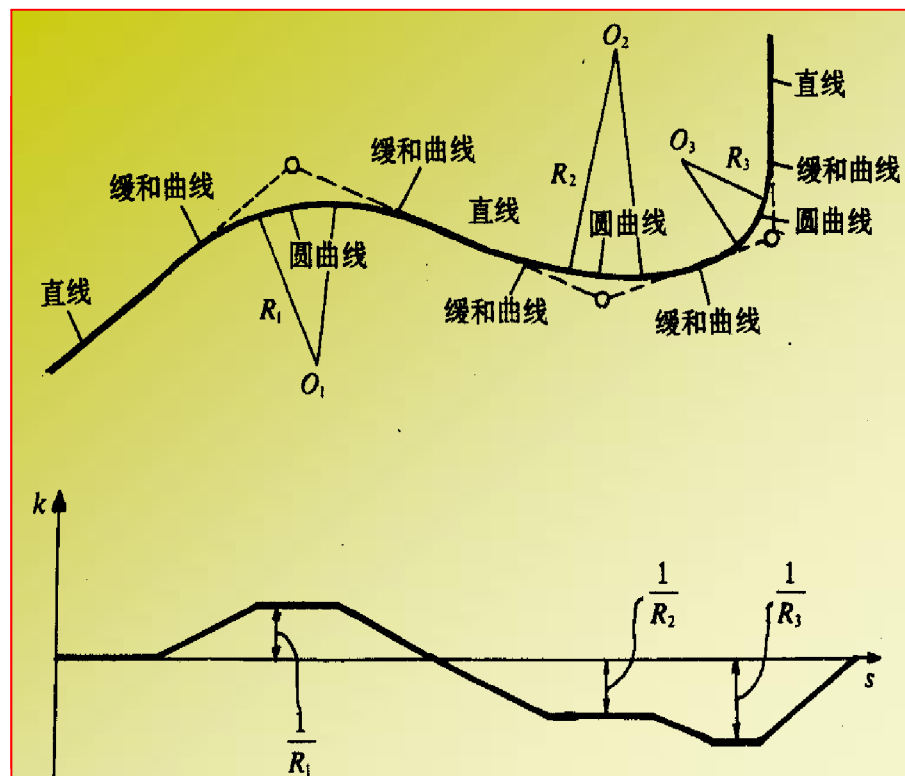
三. 平面线形设计的基本要求

1. 汽车行驶轨迹

(1). 行车轨迹是连续的和圆滑的，即在任何一点上不出现错头和破折

(2). 其曲率是连续的，即轨迹上任一点不出现两个曲率的值。

(3). 其曲率的变化率是连续的，即轨迹上任一点不出现两个曲率变化率的值。



第三章 平面设计

第一节 道路平面线形概述

三. 平面线形设计的基本要求

1. 汽车行驶轨迹

现代高等级道路一般采用图3—4类型的平面线形

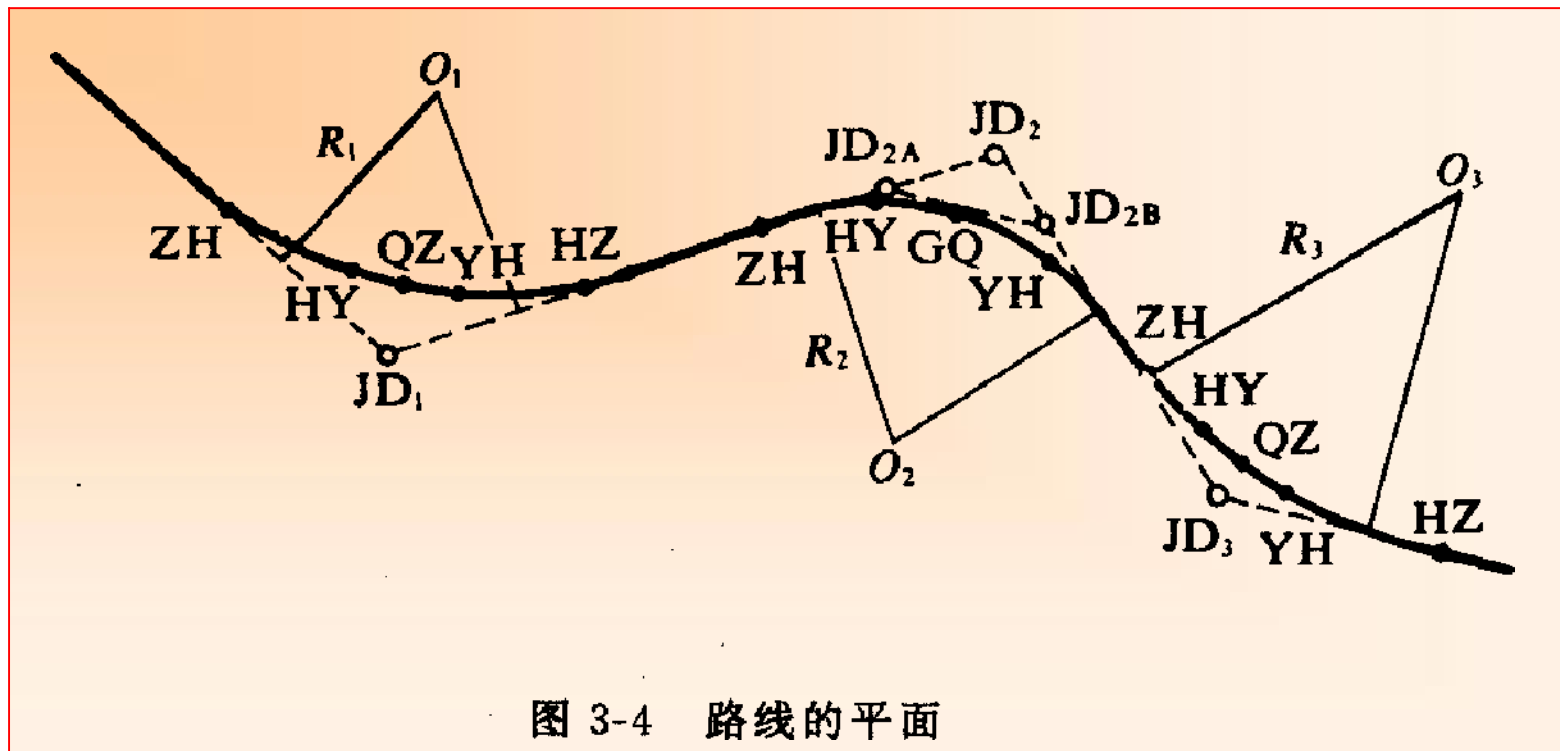


图 3-4 路线的平面



第三章 平面设计

第一节 道路平面线形概述

三. 平面线形设计的基本要求

2. 平面线形要素

- (1). 直线 (Tangents)
- (2). 圆曲线 (circular curves)
- (3). 缓和曲线 (transition curves)



第三章 平面设计

第二节 直线 (Tangents)

一. 直线的特点

- 1. 路线便捷，两点之间以直线为最短。
- 2. 行车方向明确，行驶受力简单，驾驶操作简易。
- 3. 测设简单，施工容易。
- 4. 过长的直线易使驾驶人感到单调、疲倦，难以目测车间距离，于是产生尽快驶出直线的急躁情绪，易超车。
- 5. 直线条形大多难于与地形相协调。

第三章 平面设计

Arizona

© Copyright Stone 2008



第三章 平面设计



Australia

第三章 平面设计



合宁高速公路



第三章 平面设计

第二节 直线 (Tangents)

二. 直线的运用

1. 下述路段可采用直线:

- (1). 受地形、地物限制的平坦地区或山间的开阔谷地;
- (2). 市镇及其近郊, 或规划方正的农耕区等以直线为条为主的地区;
- (3). 长大桥梁、隧道等构造物路段;
- (4). 路线交叉点及其前后;
- (5). 双车道公路提供超车的路段。



第三章 平面设计

第二节 直线 (Tangents)

二. 直线的运用

1. 下述路段可采用直线

2. 运用长直线要注意的问题

(1). 长直线上纵坡不宜过大，因长直线再加下陡坡行驶更易导致高速度。

(2). 长直线与大半径凹形竖曲线组合为宜，可以使生硬呆板的直线得到一些缓和。

第三章 平面设计



第三章 平面设计





第三章 平面设计

第二节 直线 (Tangents)

二. 直线的运用

1. 下述路段可采用直线

2. 运用长直线要注意的问题

(1). 长直线上纵坡不宜过大，因长直线再加下陡坡行驶更易导致高速度。

(2). 长直线与大半径凹形竖曲线组合为宜，可以使生硬呆板的直线得到一些缓和。

(3). 两侧地形过于空旷时，宜采取种植不同树种或设置一定建筑物、雕塑、广告牌等措施，以改善单调的景观。

第三章 平面设计

美国俄勒冈州典型沙漠公路



第三章 平面设计

扬州城市道路



第三章 平面设计

香榭丽舍与凯旋门





第三章 平面设计

第二节 直线 (Tangents)

二. 直线的运用

1. 下述路段可采用直线
2. 运用长直线要注意的问题

(4). 长直线或长下坡尽头的平曲线必须采取设置标志、增加路面抗滑能力等安全措施



第三章 平面设计

第二节 直线 (Tangents)

二. 直线的运用

1. 下述路段可采用直线
2. 运用长直线要注意的问题
3. “长直线”的量化

德国和日本规定直线的最大长度（以米计）为20V，前苏联为8km，美国为180s行程。我国地域辽阔，地形条件在不同的地区有很大的不同，对直线最大长度很难作出统一的规定。

直线的最大长度，在城镇附近或其他景色有变化的地点大于20V是可以的；在景色单调的地点最好控制在20V以内；而在特殊的地理条件下应特殊处理。



第三章 平面设计

第二节 直线 (Tangents)

二. 直线的运用

1. 下述路段可采用直线
2. 运用长直线要注意的问题
3. “长直线”的量化

无论是高速公路还是一般公路在任何情况下都要避免追求长直线的错误倾向



第三章 平面设计

第二节 直线 (Tangents)

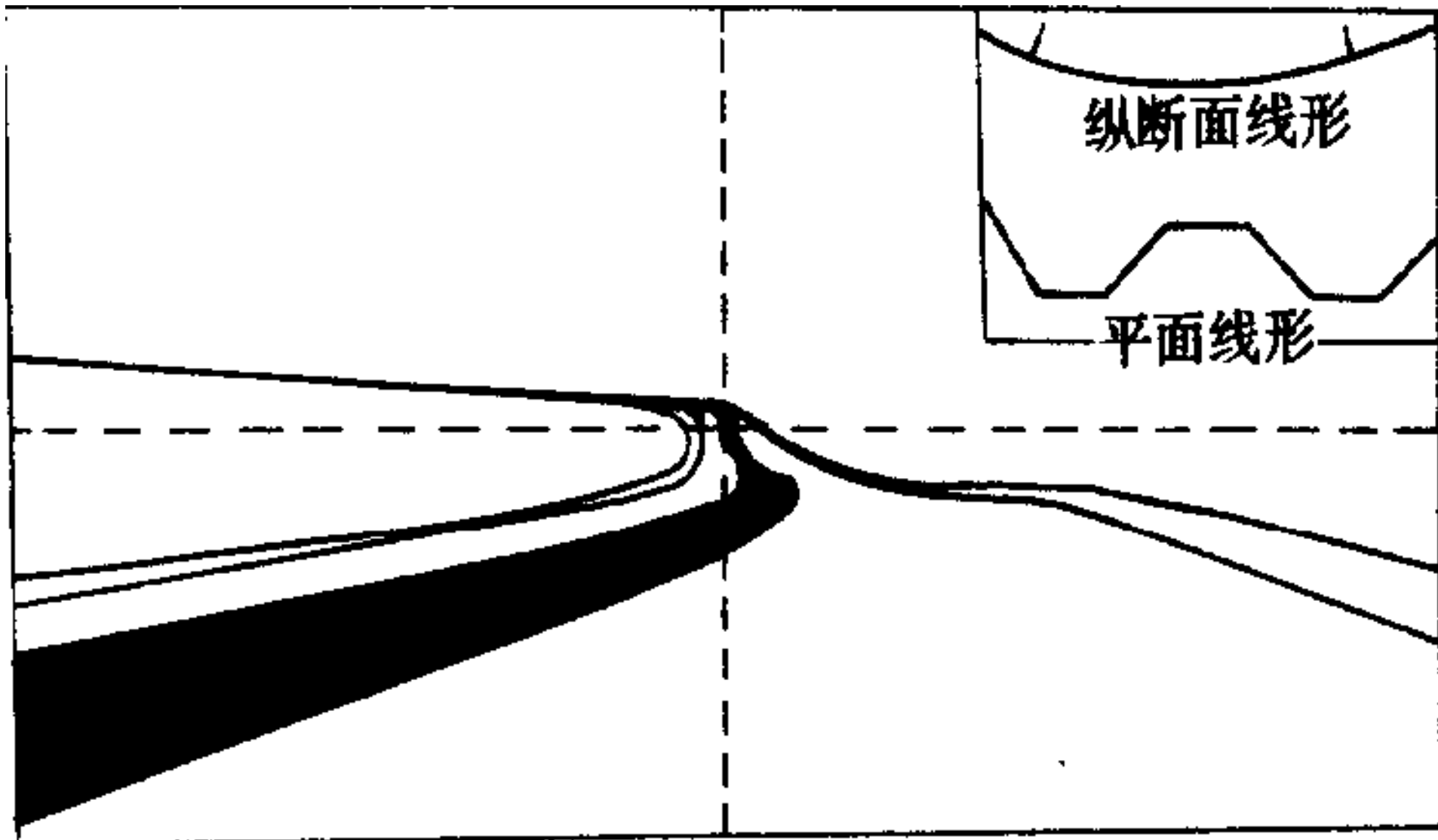
三. 直线的最小长度

1. 同向曲线间的直线最小长度

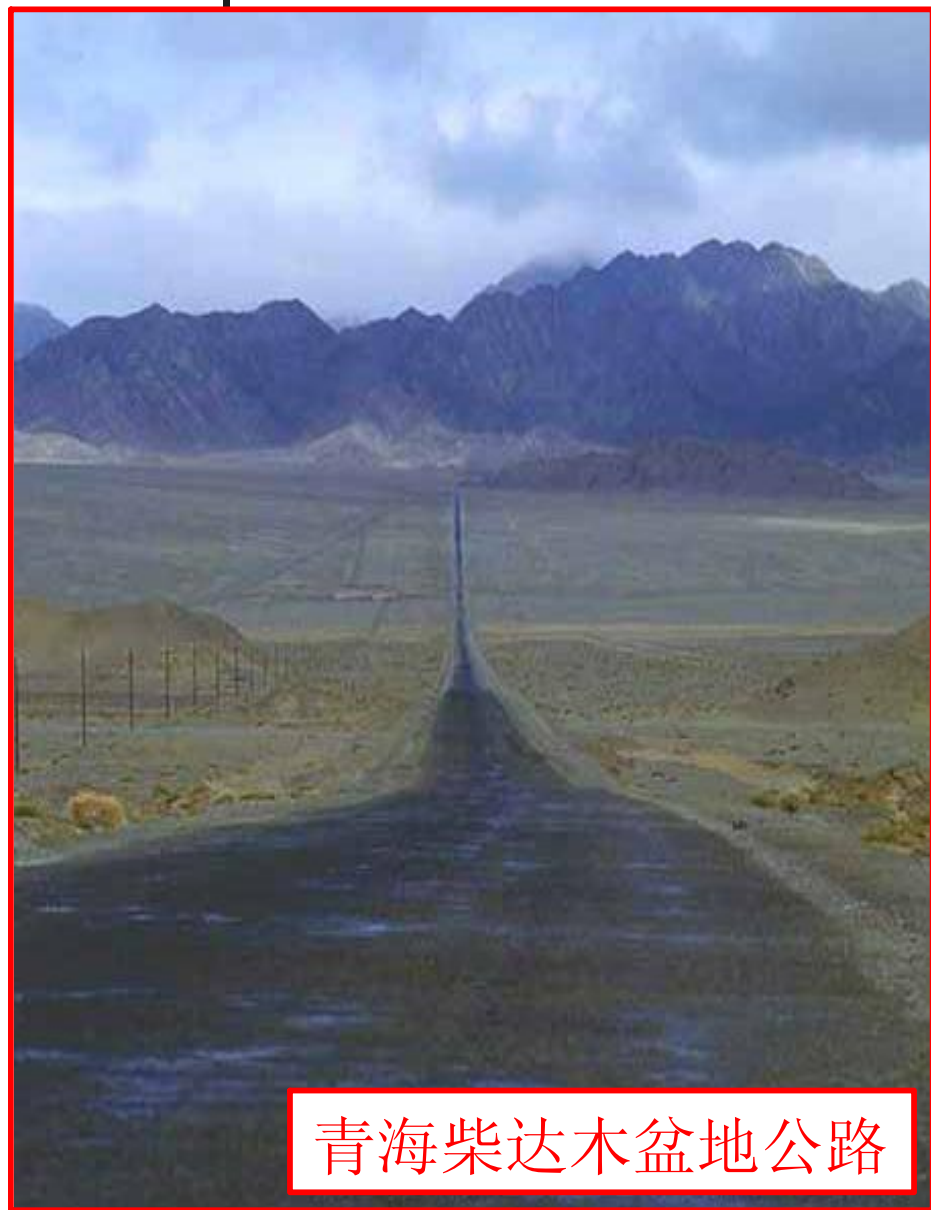
互相通视的同向曲线间若插以短直线，容易产生把直线和两端的曲线看成为反向曲线的错觉，当直线过短时甚至把两个曲线看成是一个曲线，这种线形破坏了线形的连续性，且容易造成驾驶操作的失误，通常称为**断背曲线**。设计中应尽量避免。

《规范》推荐同向曲线间的最短直线长度以不小于 $6v$ 为宜。

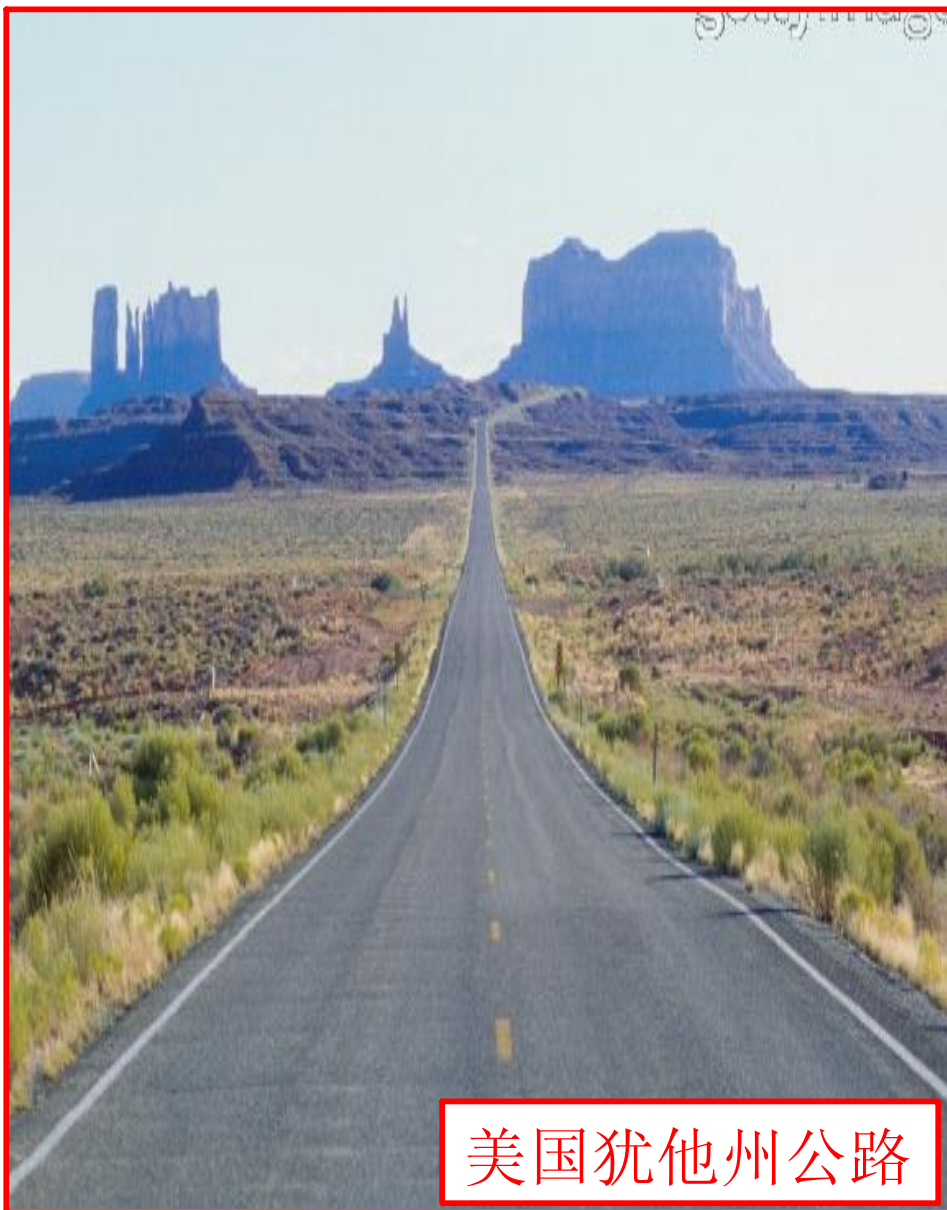
第三章 平面设计



第三章 平面设计



青海柴达木盆地公路



美国犹他州公路



第三章 平面设计

第二节 直线 (Tangents)

三. 直线的最小长度

1. 同向曲线间的直线最小长度
2. 反向曲线间的直线最小长度

转向相反的两圆曲线之间，考虑到为设置超高和加宽缓和段的需要以及驾驶员转向操作的需要如无缓和曲线时，宜设置一定长度的直线。

《规范》规定反向曲线间最小直线长度（以m计）以不小行车速度（以km/h计）的**2倍**为宜。

第三章 平面设计

第三节 圆曲线 (circular curves)

一. 圆曲线的几何元素

圆曲线具有易与地形相适应、可循性好、线形美观、易于测设等优点，使用十分普遍。

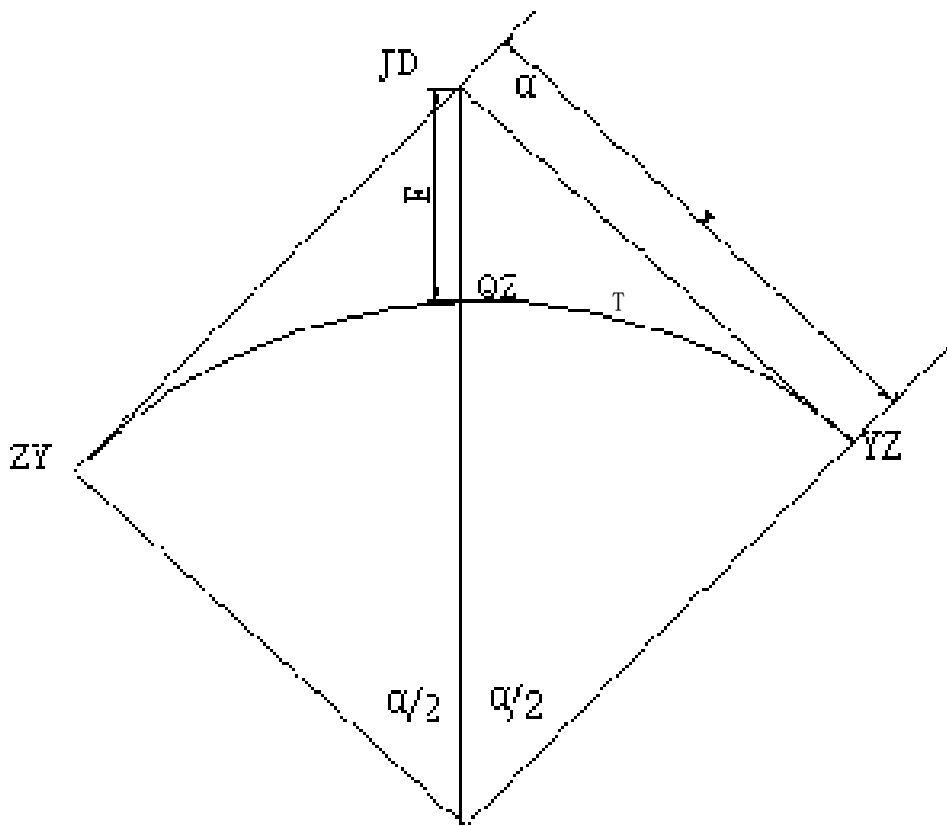
圆曲线的几何元素

$$T = R \operatorname{tg} \frac{a}{2}$$

$$L = \frac{\pi}{180} a R = 0.01745 a R$$

$$E = R \left(\sec \frac{a}{2} - 1 \right)$$

$$J = 2T - L$$



第三章 平面设计

第三节 圆曲线 (circular curves)

二. 曲线半径 (Radius)

1. 确定半径的理论依据

(1). 横向力系数 μ 的确定

$$R = \frac{V^2}{127(\mu \pm i_h)}$$

①. 行车安全

要求横向力系数 μ 低于轮胎与路面之间所能提供的横向摩

阻系数 f : $\mu \leq f$

②. 驾驶操纵

轮胎产生横向变形, 增加了汽车在方向操纵上的困难。

③. 燃料消耗和轮胎磨损

μ 的存在使车辆的燃油消耗和轮胎磨损增加。

第三章 平面设计

第三节 圆曲线 (circular curves)

二. 曲线半径 (Radius)

1. 确定半径的理论依据

(1). 横向力系数 μ 的确定

$$R = \frac{V^2}{127(\mu \pm i_h)}$$

④. 行旅舒适

当 $\mu < 0.10$ 时, 不感到有曲线存在, 很平稳;

当 $\mu = 0.15$ 时, 稍感到有曲线存在, 尚平稳;

当 $\mu = 0.20$ 时, 已感到有曲线存在, 稍感不稳定;

当 $\mu = 0.35$ 时, 感到有曲线存在, 不稳定;

当 $\mu \geq 0.40$ 时, 非常不稳定, 有倾车的危险感。

第三章 平面设计

第三节 圆曲线 (circular curves)

二. 曲线半径 (Radius)

1. 确定半径的理论依据

(1). 横向力系数 μ 的确定

$$R = \frac{V^2}{127(\mu \pm i_h)}$$

综上所述， μ 值的采用关系到行车的安全、经济与舒适。为计算最小平曲线半径，应考虑各方面因素采用一个舒适的 μ 值。研究指出： μ 值的舒适界限，由 0.10 到 0.15 随行车速度而变化，设计中对高、低速路可取不同的数值。

第三章 平面设计

第三节 圆曲线 (circular curves)

二. 曲线半径 (Radius)

1. 确定半径的理论依据

(2). 关于最大超高

$$R = \frac{V^2}{127(\mu \pm i_h)}$$

考虑慢车甚至因故停在弯道上的车辆, 其离心力接近0, 或者等于0。因此 $i_{h(\max)} \leq f_w$

f_w ——一年中气候恶劣季节路面的横向摩阻力系数。

第三章 平面设计

第三节 圆曲线 (circular curves)

二. 曲线半径 (Radius)

1. 确定半径的理论依据

(2). 关于最大超高

$$R = \frac{V^2}{127(\mu \pm i_h)}$$

各级公路圆曲线部分最大超高值

公路等级	高速公路	一	二	三	四
一般地区 (%)	10		8		
积雪冰冻地区 (%)	6				

城市道路最大超高值

设计车速 (km/h)	80	60, 50	40, 30, 20
最大超高横坡 (%)	6	4	2



第三章 平面设计

第三节 圆曲线 (circular curves)

二. 曲线半径 (Radius)

2. 最小半径的计算

(1). 极限最小半径

横向力系数 μ 视设计车速采用 0.10-0.16, 最大超高视道路的不同环境, 公路用 0.10、0.08、0.06,
城市道路用 0.06、0.04、0.02



第三章 平面设计

第三节 圆曲线 (circular curves)

二. 曲线半径 (Radius)

2. 最小半径的计算

(1). 极限最小半径

(2). 一般最小半径

①. 考虑汽车以设计速度行驶时, 旅客有充分的舒适感

②. 考虑在地形比较复杂的情况下不会过多地增加工程量。

③. 这种半径是全线绝大多数情况下可采用的半径, 约为极限最小半径的1.5—2.0倍。

第三章 平面设计

第三节 圆曲线 (circular curves)

二. 曲线半径 (Radius)

2. 最小半径的计算

(1). 极限最小半径

(2). 一般最小半径

一般最小半径 μ 、 $i_{h(max)}$ 取值表

设计车速 (km/h)	120	100	80	60	40	30	20
μ	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05
$i_{h(max)}$	0.06	0.06	0.07	0.08	0.07	0.06	0.06



第三章 平面设计

第三节 圆曲线 (circular curves)

二. 曲线半径 (Radius)

2. 最小半径的计算

(1). 极限最小半径

(2). 一般最小半径

(3). 不设超高的最小半径

我国《标准》所制定的“不设超高的最小半径”是取 $\mu=0.035$,

$i_{hmax}=0.015$ 计算取整得来的。

第三章 平面设计

第三节 圆曲线 (circular curves)

二. 曲线半径 (Radius)

2. 最小半径的计算

圆曲最小线半径

设计速度 (km/h)		120	100	80	60	40	30	20
一般值 (m)		1000	700	400	200	100	65	30
极限值 (m)		650	400	250	125	60	30	15
不设超高 最小半径 (m)	路拱 $\leq 2.0\%$	5500	4000	2500	1500	600	350	150
	路拱 $> 2.0\%$	7500	5250	3350	1900	800	450	200



第三章 平面设计

第三节 圆曲线 (circular curves)

二. 曲线半径 (Radius)

3. 圆曲线最大半径

选用圆曲线半径时，在与地形等条件相适应的前提下应尽量采用大半径，但半径大到一定程度时，其几何性质和行车条件与直线无太大区别，容易给驾驶员造成判断上的错误而带来不良后果，同时也无谓增加计算和测量上的麻烦。

所以《规范》规定圆曲线的最大半径不宜超过10000m。

第三章 平面设计

第三节 圆曲线 (circular curves)

二. 曲线半径 (Radius)

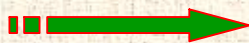
小结

1. 确定半径的理论依据



$$R = \frac{V^2}{127(\mu \pm i_h)}$$

2. 最小半径的计算



- (1). 极限最小半径
- (2). 一般最小半径
- (3). 不设超高的最小半径

3. 圆曲线最大半径



10000
米



第三章 平面设计

第四节 缓和曲线 (transition curves)

一. 缓和曲线的作用与性质

1. 缓和曲线作用 (function)

- (1). 线形缓和 (曲率连续变化, 视觉效果好)
- (2). 行车缓和 (离心加速度逐渐变化, 旅客感觉舒适)
- (3). 超高缓和 (超高横坡度逐渐变化, 行车更加平稳)

第三章 平面设计

第四节 缓和曲线 (transition curves)

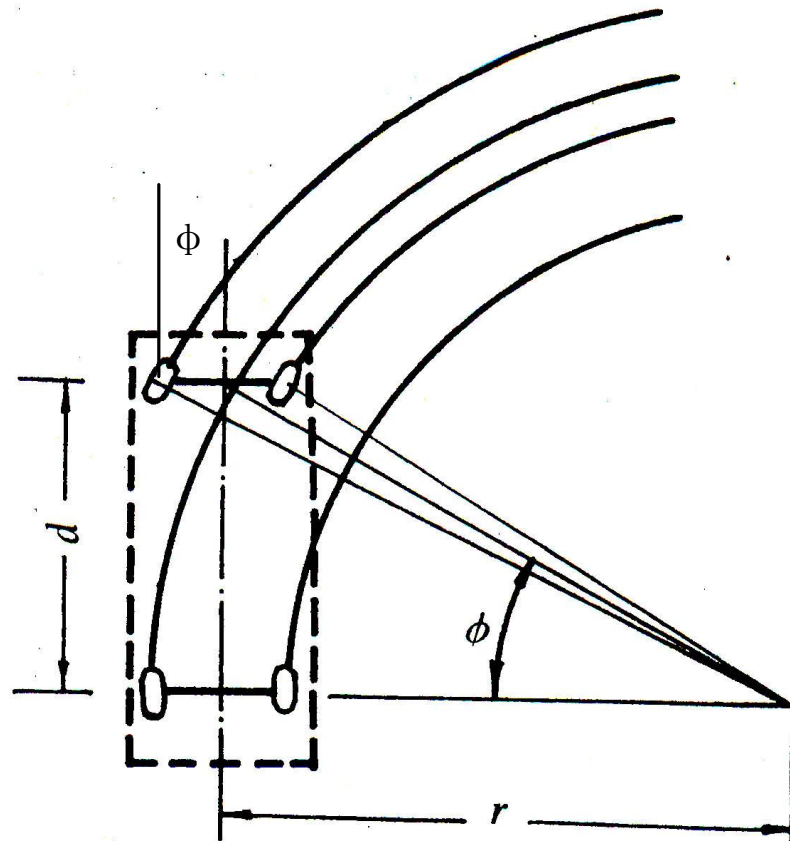
一. 缓和曲线的作用与性质

2. 缓和曲线的性质 (character)

汽车等速行驶，司机匀速转动方向盘时，汽车的行驶轨迹：

当方向盘转动角度为 φ 时，前轮相应转动角度为 ϕ ，它们之间的关系为： $\phi = k\varphi$ ；

其中， φ 是在 t 时间后方向盘转动的角度， $\varphi = \omega t$ ；



第三章 平面设计

第四节 缓和曲线 (transition curves)

一. 缓和曲线的作用与性质

2. 缓和曲线的性质 (character)

汽车前轮的转向角为

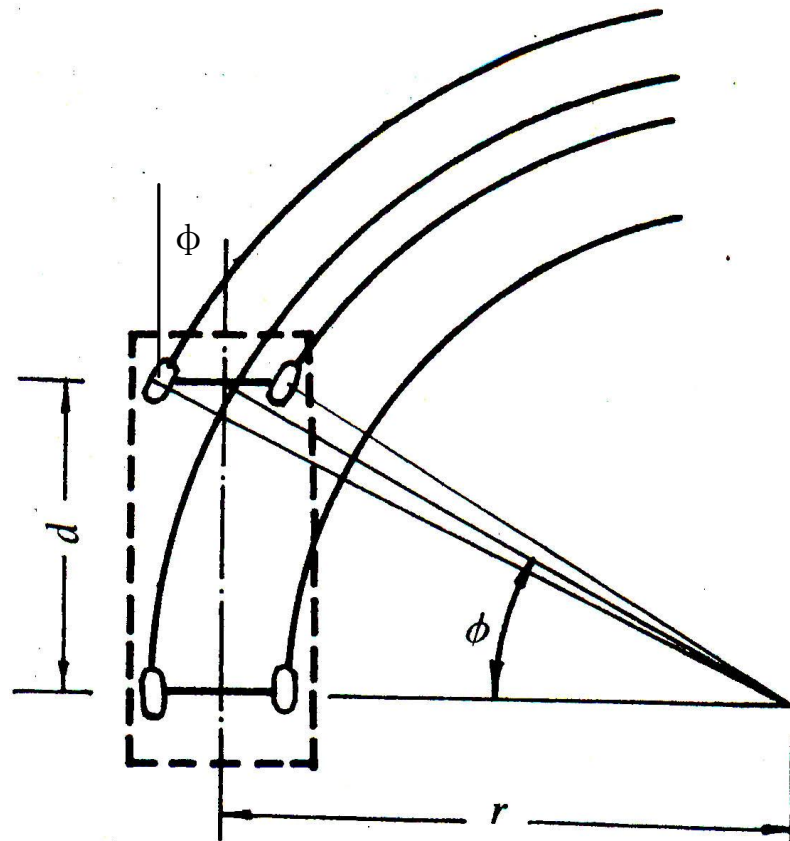
$$\phi = k \omega t \quad (\text{rad})$$

轨迹曲率半径:

$$r = \frac{d}{\text{tg} \phi} \approx \frac{d}{\phi} = \frac{d}{k \omega t}$$

$$r = \frac{d}{\text{tg} \phi}$$

$$t = \frac{d}{k \omega r}$$



第三章 平面设计

第四节 缓和曲线 (transition curves)

一. 缓和曲线的作用与性质

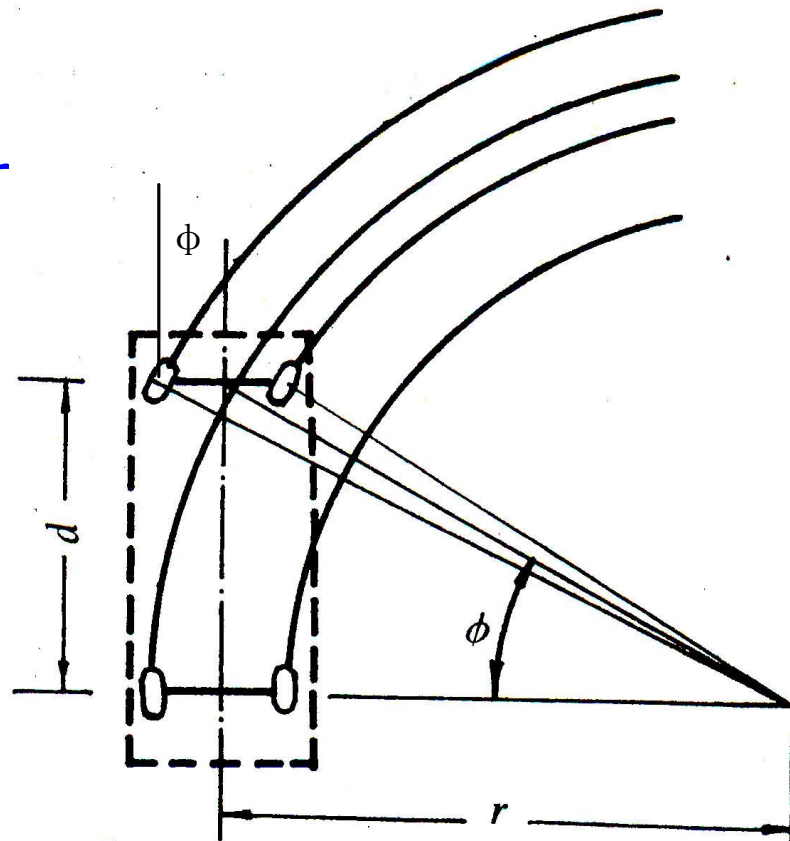
2. 缓和曲线的性质 (character)

汽车以 v (m/s) 等速行驶, 经时间 t 以后, 其行驶距离 (弧长) 为 l :

$$l = vt \quad (\text{m})$$

$$t = \frac{d}{k \omega r}$$

$$l = \frac{vd}{k \omega r} = \frac{vd}{k \omega} \cdot \frac{1}{r}$$



第三章 平面设计

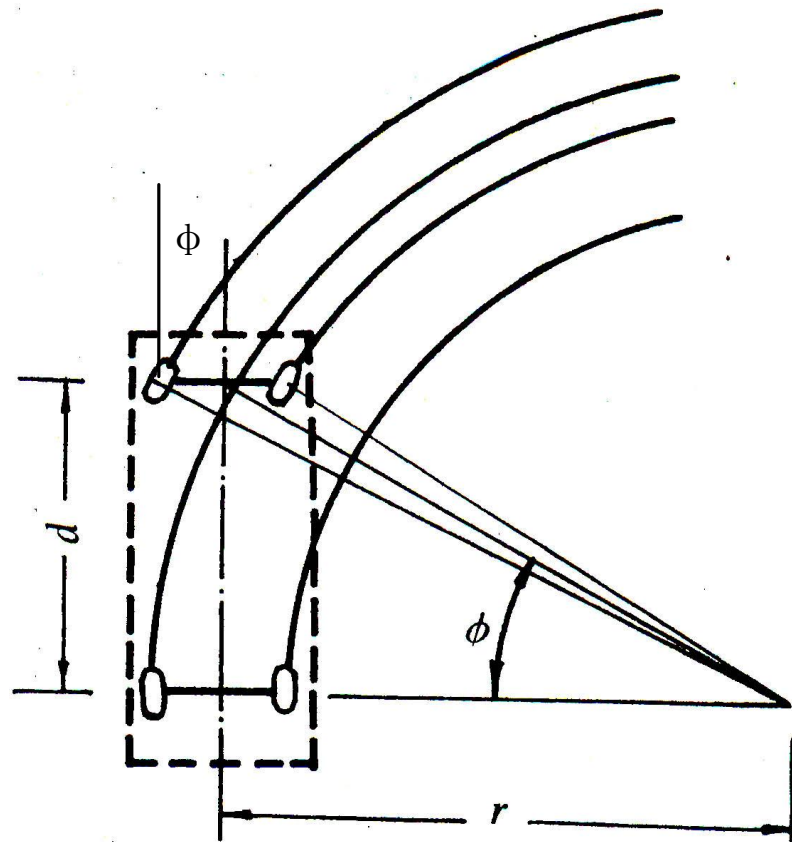
第四节 缓和曲线 (transition curves)

一. 缓和曲线的作用与性质

2. 缓和曲线的性质 (character)

$$C = \frac{vd}{k\omega} \quad l = \frac{C}{r} \quad rl = C$$

汽车匀速从直线进入圆曲线其行驶轨迹的弧长与曲线的曲率半径之乘积为一常数，这一性质与数学上的回旋线正好相符。



第三章 平面设计

第四节 缓和曲线 (transition curves)

二. 缓和曲线的要素计算 (element Calculation)

1. 回旋线的数学表达式

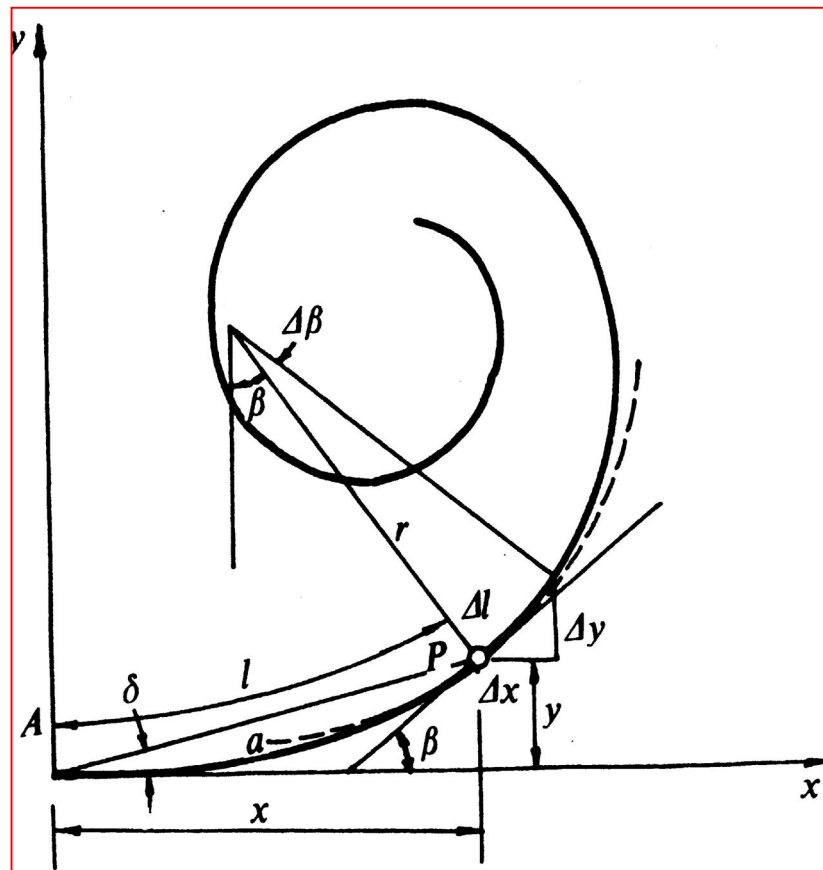
(1). 回旋线的基本公式为:

$$rl = A^2$$

但在缓和曲线的的终点处,

$l = L_s$, $R=R$, 则上式可

写作: $RL_s = A^2$



第三章 平面设计

第四节 缓和曲线 (transition curves)

二. 缓和曲线的要素计算 (element Calculation)

1. 回旋线的数学表达式

(2). 回旋曲线的坐标表示

回旋曲线微分方程为:

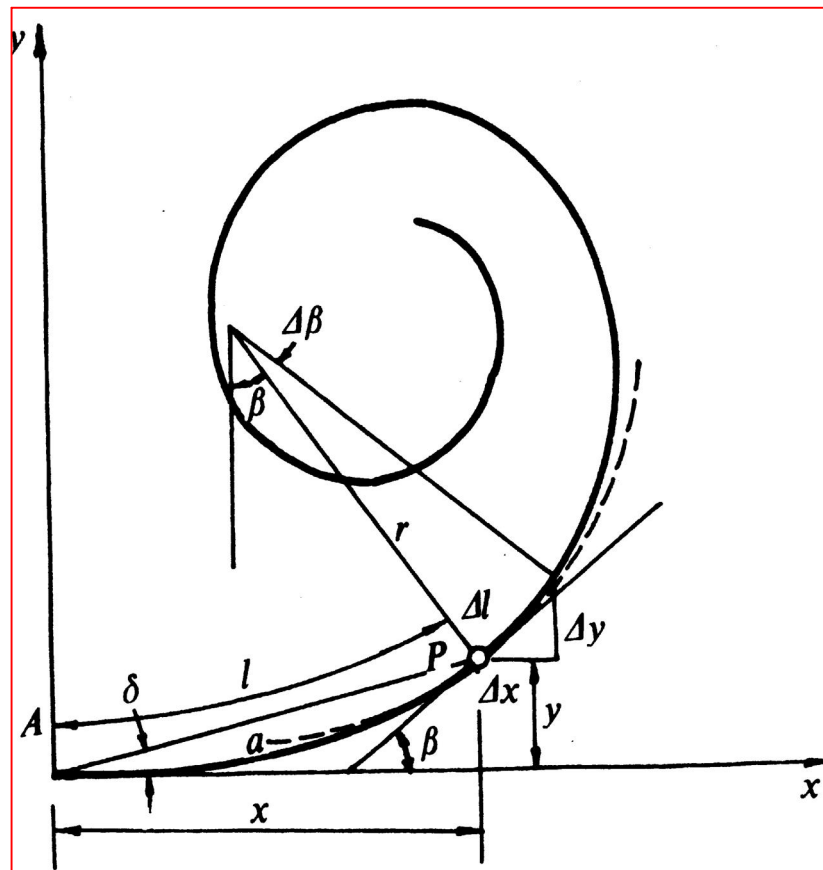
$$dl = r \cdot d\beta, \quad dx = dl \cdot \cos\beta, \quad dy = dl \cdot \sin\beta$$

由微分方程推导回旋线的直角坐标方程:

以 $rl = A^2$ 代入得:

$$dl = \frac{A^2}{l} \cdot d\beta$$

$$\text{或 } l \cdot dl = A^2 \cdot d\beta$$



第三章 平面设计

第四节 缓和曲线 (transition curves)

二. 缓和曲线的要素计算 (element Calculation)

1. 回旋线的数学表达式

(2). 回旋曲线的坐标表示

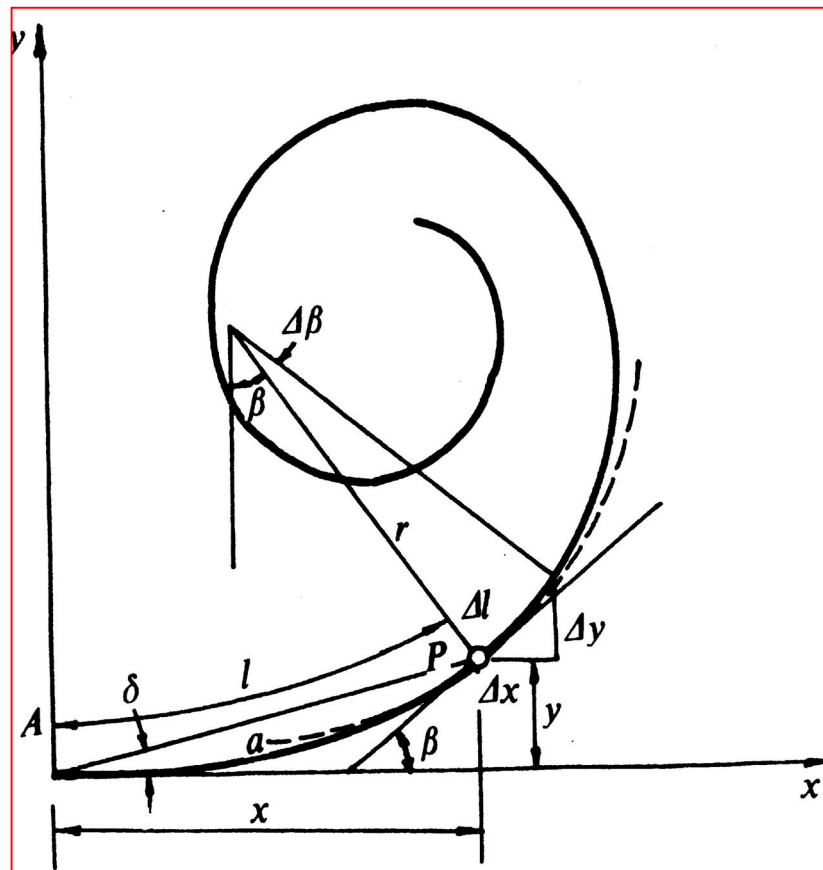
当 $l=0$ 时, $\beta=0$ 。

对 $l \cdot dl = A^2 \cdot d\beta$ 积分得:

$$\frac{l^2}{2} = A^2 \beta \quad , \quad \beta = \frac{l^2}{2A^2}$$

式中: β ——回旋线上任一点的半径方向与Y轴的夹角。

对回旋线微分方程组中的 dx 、 dy 积分时, 可把 $\cos\beta$ 、 $\sin\beta$ 用泰勒级数展开, 然后用代入 β 表达式, 再进行积分。



第三章 平面设计

第四节 缓和曲线 (transition curves)

二. 缓和曲线的要素计算 (element Calculation)

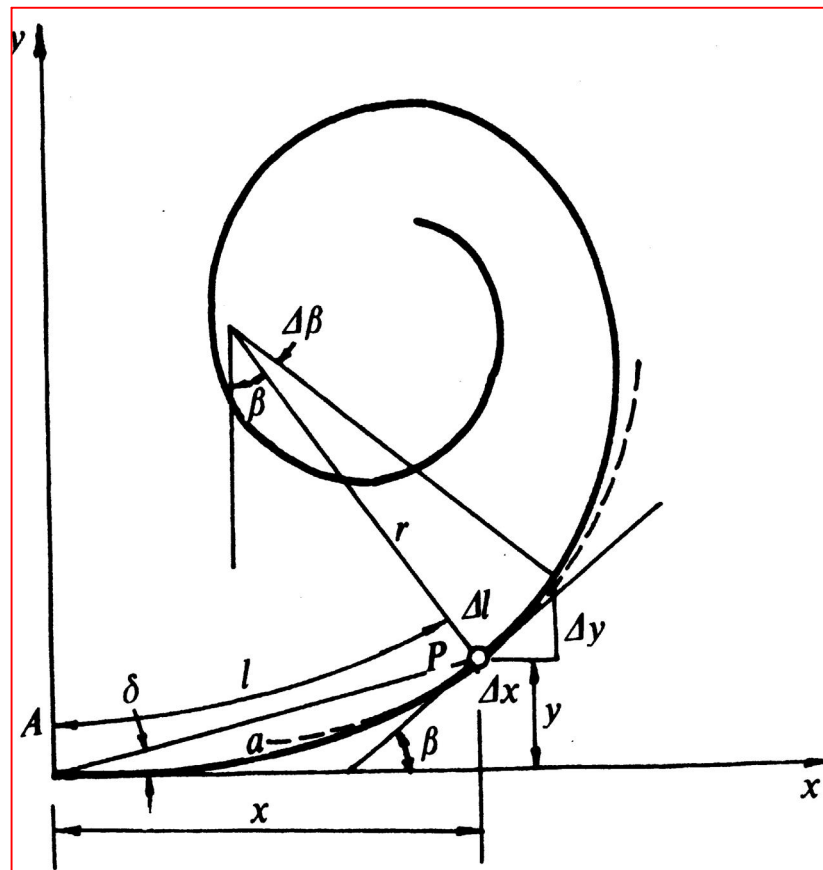
1. 回旋线的数学表达式

(2). 回旋曲线的坐标表示

dx , dy 的展开:

$$dx = \cos \beta \cdot dl = \left(1 - \frac{\beta^2}{2!} + \frac{\beta^4}{4!} - \frac{\beta^6}{6!} + \dots\right) dl$$

$$dy = \sin \beta \cdot dl = \left(\beta - \frac{\beta^3}{3!} + \frac{\beta^5}{5!} - \frac{\beta^7}{7!} + \dots\right) dl$$



第三章 平面设计

第四节 缓和曲线 (transition curves)

二. 缓和曲线的要素计算 (element Calculation)

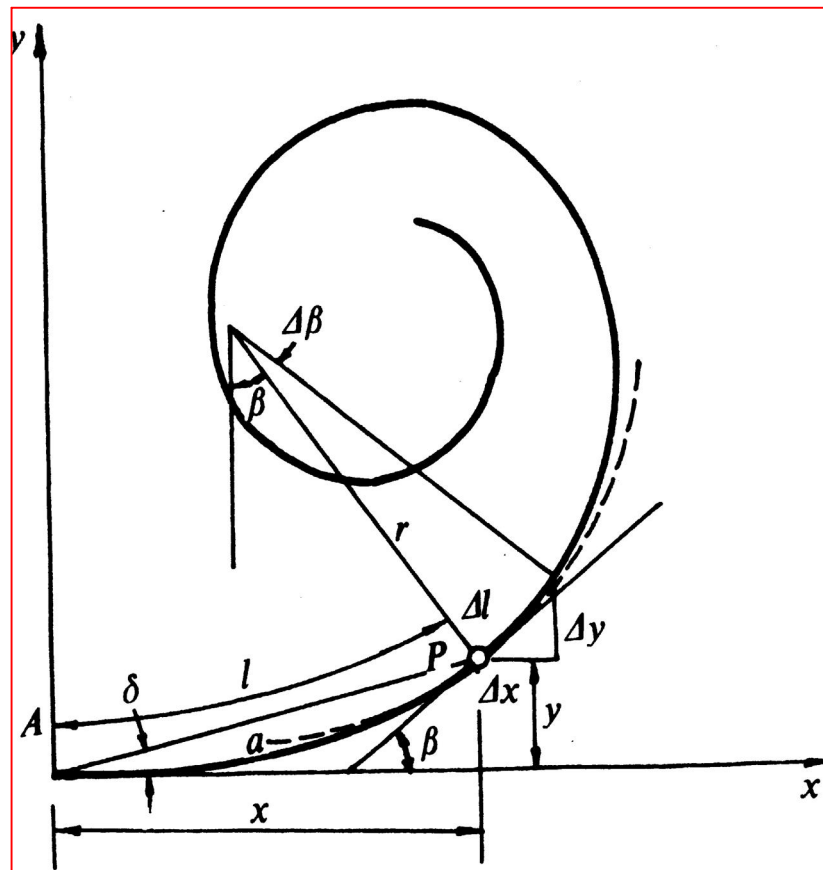
1. 回旋线的数学表达式

(2). 回旋曲线的坐标表示

对 dx 、 dy 分别进行积分:

$$x = \int dx = \int \cos \beta dl = l - \frac{l^5}{40A^4} + \frac{l^9}{3456A^8} - \dots$$

$$y = \int dy = \int \sin \beta dl = \frac{l^3}{6A^2} - \frac{l^7}{336A^6} + \frac{l^{11}}{42240A^{10}} - \dots$$



第三章 平面设计

第四节 缓和曲线 (transition curves)

二. 缓和曲线的要素计算 (element Calculation)

1. 回旋线的数学表达式

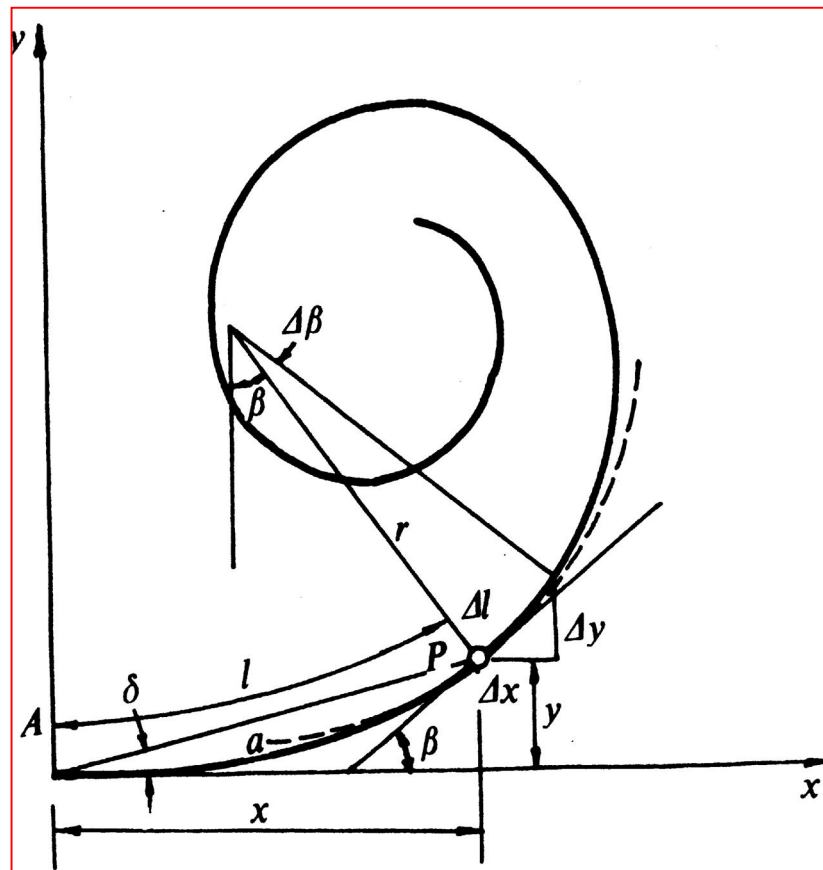
(2). 回旋曲线的坐标表示

在回旋线终点处, $l = L_s, r = R$

于是:

$$X = L_s - \frac{L_s^3}{40R^2} + \frac{L_s^5}{3456R^4} - \dots$$

$$Y = \frac{L_s^2}{6R} - \frac{L_s^4}{366R^3} + \frac{L_s^6}{42240R^5} - \dots$$



第三章 平面设计

第四节 缓和曲线 (transition curves)

二. 缓和曲线的要素计算 (element Calculation)

2. 回旋线的几何要素

(1). 各要素计算公式

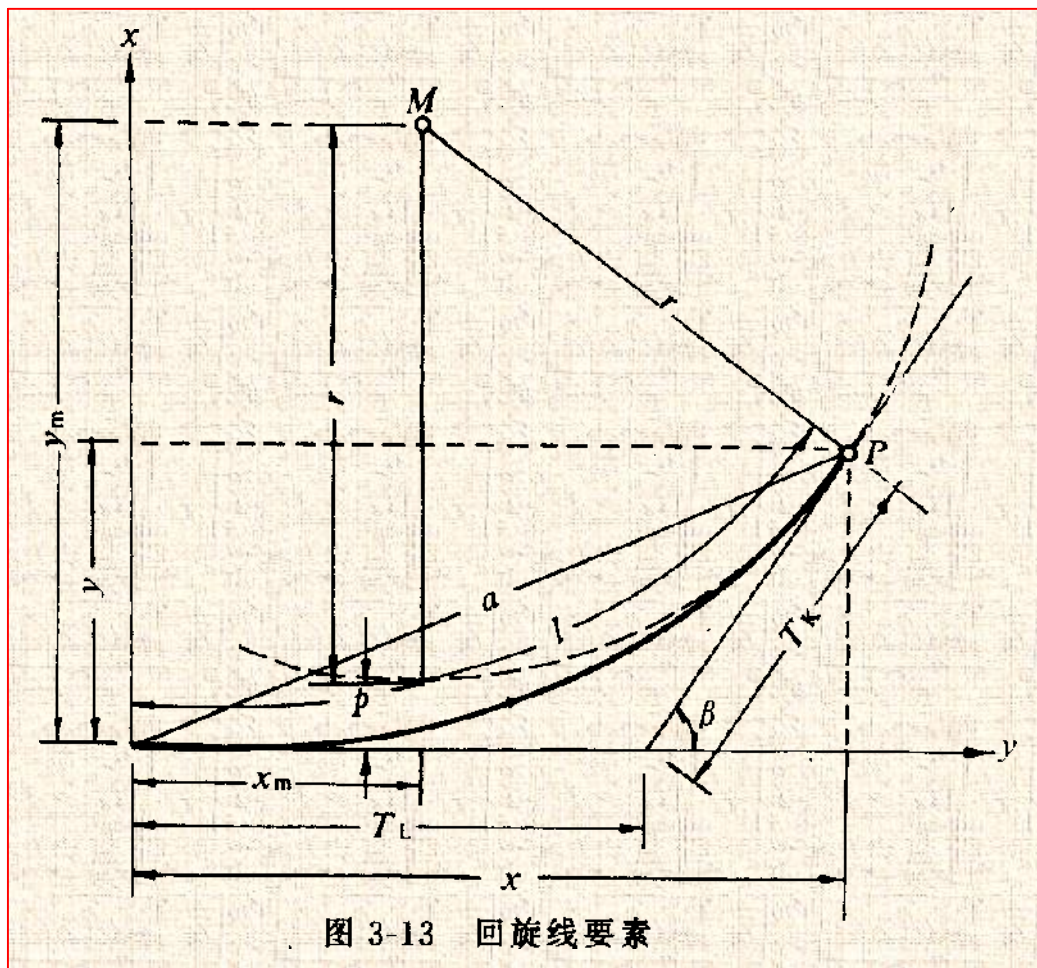
①. P处的曲率半径: $r = \frac{A}{\sqrt{2\beta}}$

②. 缓和曲线角:

$$\beta = \frac{l^2}{2A^2} = \frac{l^2}{2rl} = \frac{l}{2r}$$

③. P点曲率圆的内移值:

$$p = y + r \cos \beta - r$$



第三章 平面设计

第四节 缓和曲线 (transition curves)

二. 缓和曲线的要素计算 (element Calculation)

2. 回旋线的几何要素

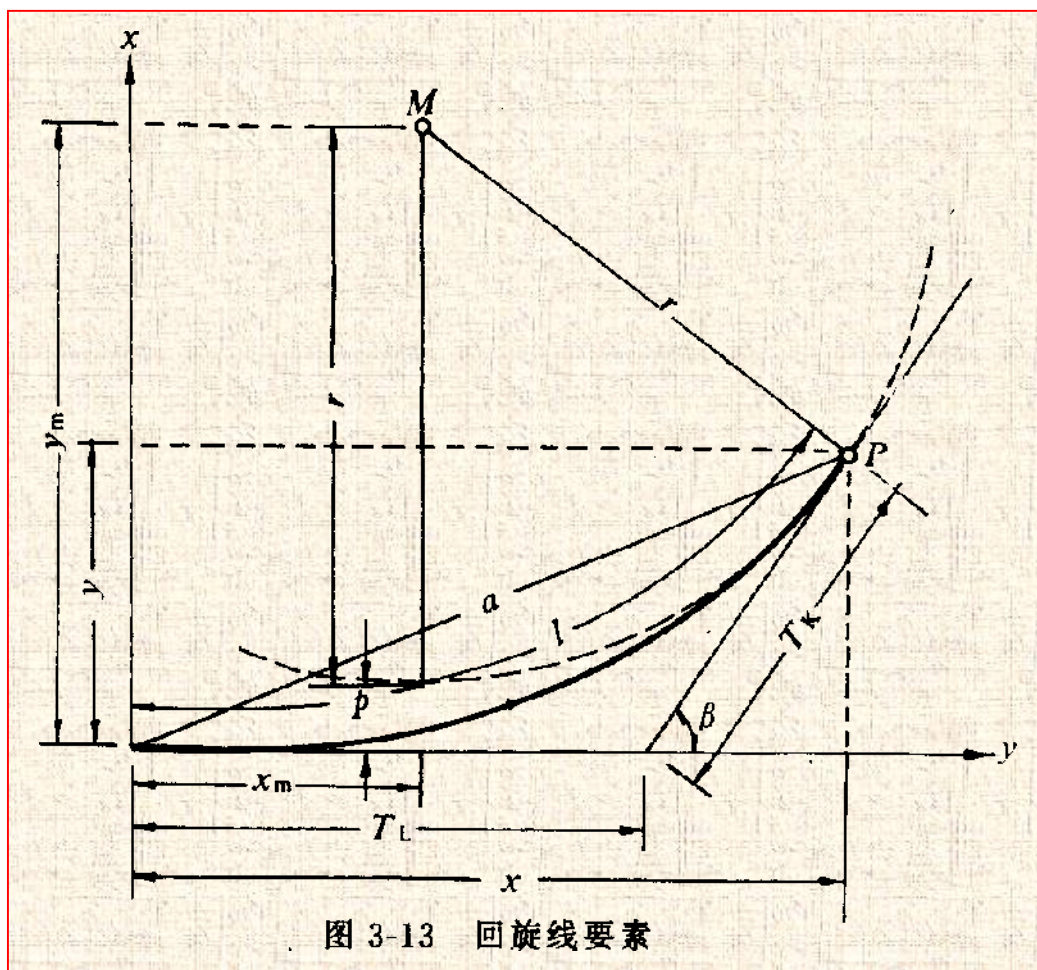
(1). 各要素计算公式

④. 长切线长:

$$T_L = x - y \cos \beta$$

⑤. 短切线长:

$$T_k = \frac{y}{\sin \beta}$$



第三章 平面设计

第四节 缓和曲线 (transition curves)

二. 缓和曲线的要素计算 (element Calculation)

2. 回旋线的几何要素

(2). 有缓和曲线的道路平曲线几何元素

$$q = \frac{L_s}{2} - \frac{L_s^3}{240R^2}$$

$$p = \frac{L_s^2}{24R} - \frac{L_s^4}{2384R^3}$$

$$\beta_0 = 28.6479 \frac{L_s}{R}$$

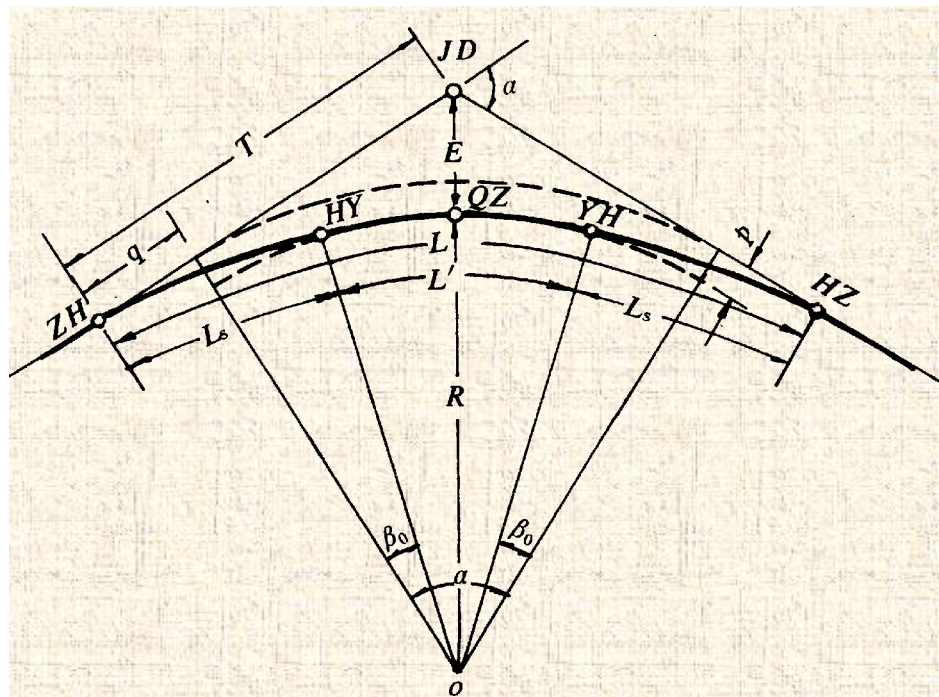


图 3-14 “基本型”平曲线

第三章 平面设计

第四节 缓和曲线 (transition curves)

二. 缓和曲线的要素计算 (element Calculation)

2. 回旋线的几何要素

(2). 有缓和曲线的道路平曲线几何元素

$$T = (R + p) \operatorname{tg} \frac{a}{2} + q$$

$$L = (a - 2\beta_0) \frac{\pi}{180} R + 2L_s$$

$$E = (R + p) \sec \frac{a}{2} - R \quad J = 2T - L$$

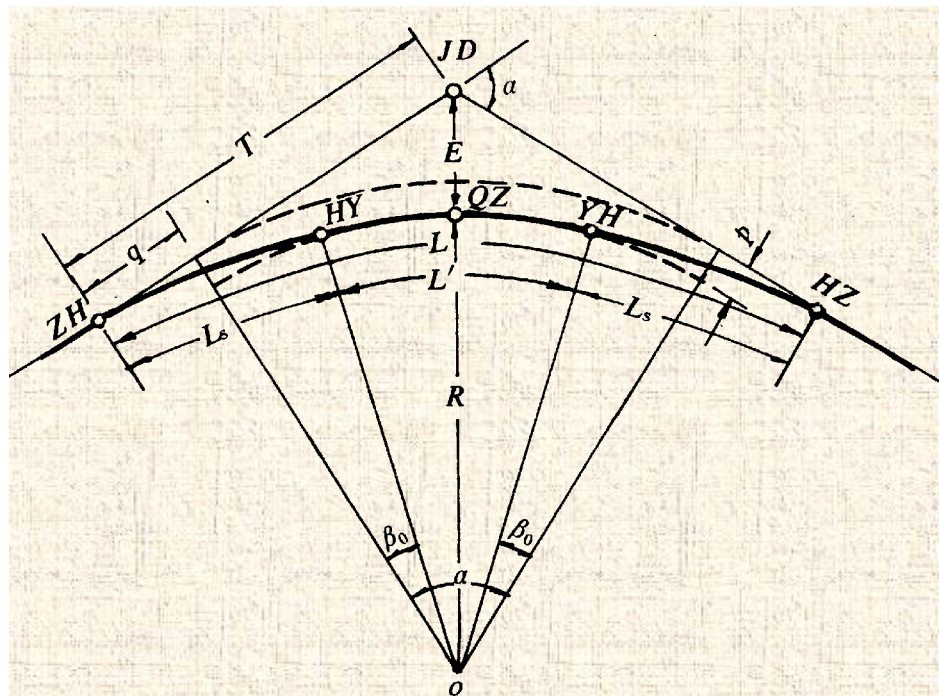


图 3-14 “基本型”平曲线



第三章 平面设计

第四节 缓和曲线 (transition curves)

三. 缓和曲线的长度 (length)

影响缓和曲线最小长度的因素

(1). 乘客感觉舒适

(2). 超高渐变率适中

(3). 行驶时间不过短

取其中的大值作为控制指标

第三章 平面设计

第四节 缓和曲线 (transition curves)

三. 缓和曲线的长度 (length)

1. 乘客感觉舒适 (控制离心加速度的变化率)

$$a_s = \frac{a}{t} = \frac{v^2}{Rt}$$

在等速行驶的情况下: $t = \frac{L_s}{v} \rightarrow a_s = \frac{v^3}{RL_s} = 0.0214 \frac{V^3}{RL_s}$

则可以得出缓和曲线最小长度公式: $L_{s(\min)} = 0.0214 \frac{V^3}{a_s R}$

a_s 为“缓和系数”，采用值各国不一致。我国公路上建议 $a_s \leq 0.6$ 。于是缓和曲线的最小长度:

$$L_{s(\min)} = 0.036 \frac{V^3}{R}$$

第三章 平面设计

第四节 缓和曲线 (transition curves)

三. 缓和曲线的长度 (length)

1. 乘客感觉舒适 (控制离心加速度的变化率)
2. 超高渐变率适中

由于在缓和曲线上设置有超高缓和段, 如果缓和段太短则会因路面急剧地由双坡变为单坡而形成一种扭曲的面, 对行车和路容均不利。

《规范》规定了适中的超高渐变率, 由此可导出计算缓和段最小长度的公式:

$$L_{s(\min)} = \frac{B\Delta_i}{P} (\text{m})$$

第三章 平面设计

第四节 缓和曲线 (transition curves)

三. 缓和曲线的长度 (length)

1. 乘客感觉舒适 (控制离心加速度的变化率)
2. 超高渐变率适中
3. 行驶时间不过短

一般认为汽车在缓和曲线上的行驶时间至少应有3s, 于是

$$L_{s(\min)} = \frac{V}{1.2} (\text{m})$$

第三章 平面设计

第四节 缓和曲线 (transition curves)

三. 缓和曲线的长度 (length)

《标准》制定的各级公路缓和曲线最小长度

公路等级	高速公路			一			二		三		四
设计车速	120	100	80	100	80	60	60	40	40	30	20
缓和曲线最小长度 (m)	100	85	70	85	70	50	50	35	35	25	20

第三章 平面设计

第四节 缓和曲线 (transition curves)

四. 缓和曲线的参数A

曲线参数 A 的确定考虑三个因素

(1). 按离心加速度的变化率来确定

(2). 按行驶时间不过短来确定

(3). 按满足视觉条件来确定

$$a_s = 0.0214 \frac{V^3}{R \cdot L_s} = 0.0214 \frac{V^3}{A^2}$$

$$A = \sqrt{\frac{0.0214}{a_s}} \sqrt{V^3}$$

第三章 平面设计

第四节 缓和曲线 (transition curves)

四. 缓和曲线的参数A

曲线参数 A 的确定考虑三个因素

(1). 按离心加速度的变化率来确定

(2). 按行驶时间不过短来确定

(3). 按满足视觉条件来确定

$$A = \sqrt{RL_s} = \sqrt{vtR}$$

$$t = 3.0s$$

$$A = \sqrt{vtR} = \sqrt{3vR} = \sqrt{\frac{3V}{3.6} R} = \sqrt{\frac{VR}{1.2}}$$

第三章 平面设计

第四节 缓和曲线 (transition curves)

四. 缓和曲线的参数A

曲线参数 A 的确定考虑三个因素

(1). 按离心加速度的变化率来确定

(2). 按行驶时间不过短来确定

(3). 按满足视觉条件来确定

缓和曲线角在 3° 左右时, 曲线极不明显, 但大于 29° , 圆曲线与回旋线不能很好协调。因此, 从适宜的缓和曲线角在 $3^\circ - 29^\circ$ 这一区间可以推导出合适的A值。

$$\frac{R}{3} \leq A \leq R$$

第三章 平面设计

第四节 缓和曲线 (transition curves)

五. 缓和曲线省略

内移值 p 足够小时, 可省略

$$p = \frac{L_s^2}{24R} \leq 0.2$$

不设超高的最小平曲线半径

公路等级	高速公路			一			二		三		四
设计车速	120	100	80	100	80	60	60	40	40	30	20
不设超高最小平半径 (m)	5500	4000	2500	4000	2500	1500	1500	600	600	350	150



第三章 平面设计

第五节 平面线形设计

一. 平面线形（Horizontal Alignment）设计一般原则

1. 平面线形应便捷、连续、顺适，与周围环境相协调。

路线要与地形相适应，这既是美学问题，也是经济问题和保护环境的问题



第三章 平面设计

第五节 平面线形设计

一. 平面线形（Horizontal Alignment）设计一般原则

2. 安全要求是基本的，视觉和心理上的要求应尽量满足

高速公路、一级公路应注重立体线形设计。设计速度 $\leq 40\text{km/h}$ 的公路，首先应在保证行车安全的前提下，正确地运用平面线形要素最小值。



第三章 平面设计

第五节 平面线形设计

一. 平面线形（Horizontal Alignment）设计一般原则

3. 保持平面线形的均衡与连贯

(1). 直线尽头不能接以小半径曲线。若由于地形所限小半径曲线难免时，中间应插入中等曲率的过渡性曲线，并使纵坡不要过大。

(2). 高、低标准之间要有过渡。



第三章 平面设计

第五节 平面线形设计

一. 平面线形（Horizontal Alignment）设计一般原则

4. 应避免
连续急弯
的线形

这种线形给驾驶员造成不便，给乘客的舒适也带来不良影响。设计时可在曲线间插入足够长的直线或回旋线。

第三章 平面设计

第五节 平面线形设计

一. 平面线形（Horizontal Alignment）设计一般原则

5. 平曲线
应有足够
的长度

公路等级	高速公路			一		二		三		四	
设计车速	120	100	80	100	80	60	60	40	40	30	20
平曲线最小长度 (m)	200	170	140	170	140	100	100	70	70	50	40

第三章 平面设计

第五节 平面线形设计

二. 小转角路线问题

路线转角的大小反应了路线的舒顺程度，小一些好。但转角过小，即使设置了较大的半径也容易把曲线长看成比实际的要短，造成急转弯的错觉。这种倾向转角越小越显著，以致造成驾驶员枉作转弯的操作。

公路等级	高速公路			一			二		三		四
设计车速	120	100	80	100	80	60	60	40	40	30	20
一般值 (m)	1400 /θ	1200 /θ	1000 /θ	1200 /θ	1000 /θ	700 /θ	700 /θ	500 /θ	500 /θ	350 /θ	280 /θ
低限值 (m)	200	170	140	170	140	100	100	70	70	50	40

第三章 平面设计

第五节 平面线形设计

三. 平面线形要素的组合

1. 基本型

2. S型

3. 卵型

4. 凸形

5. 复合型

5. C形

(1). 对称性

对称性基本型曲线。

非对称基本型曲线。

(2). 协调性。

宜将回旋线、圆曲线、回旋线之长度比设计成1: 1: 1

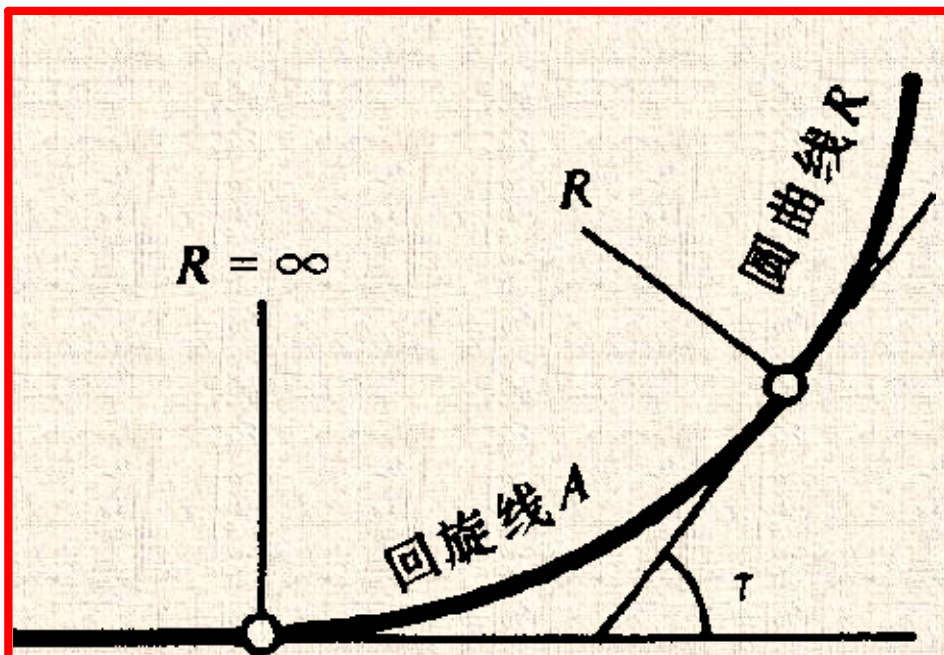


图 3-17 基本型

第三章 平面设计

第五节 平面线形设计

三. 平面线形要素的组合

1. 基本型

2. S型

3. 卵型

4. 凸形

5. 复合型

5. C形

(1). A1与A2宜相等

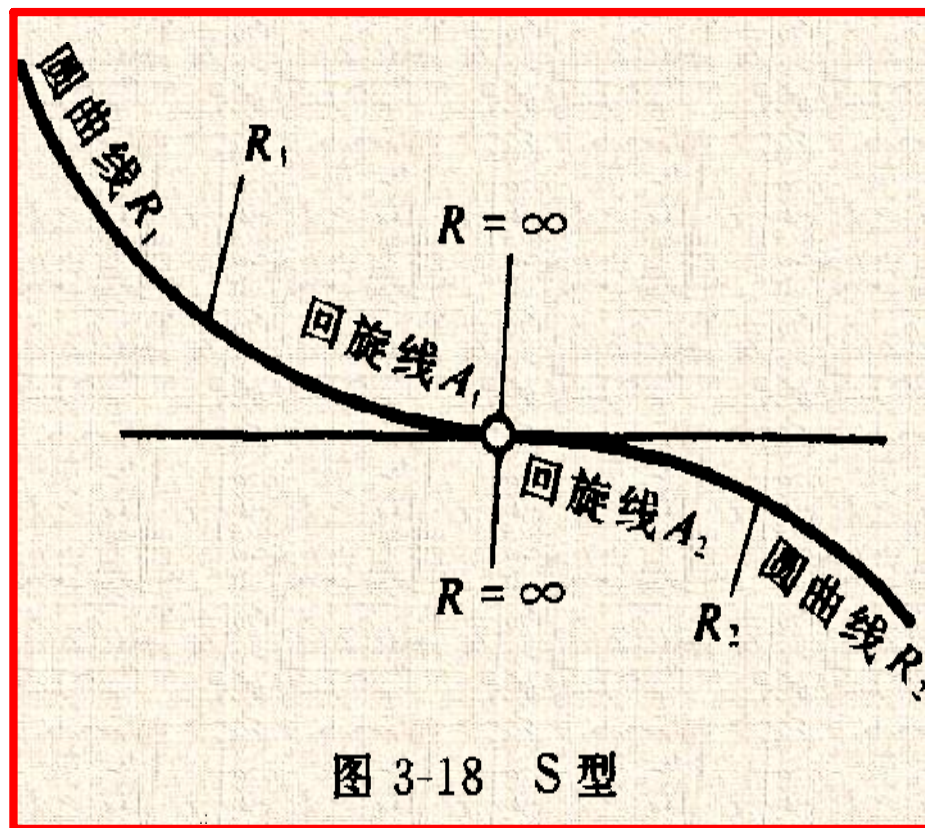
(2). A1与A2之比应小于2.0, 有条件时以小于1.5为宜。

(3). 宜径向相接, 不得已插入直线时

$$l \leq \frac{A_1 + A_2}{40} (M)$$

(4). 半径之比不宜过大

$$\frac{R_2}{R_1} = 1 \sim \frac{1}{3}$$



第三章 平面设计

第五节 平面线形设计

三. 平面线形要素的组合

1. 基本型

2. S型

3. 卵型

4. 凸形

5. 复合型

5. C形

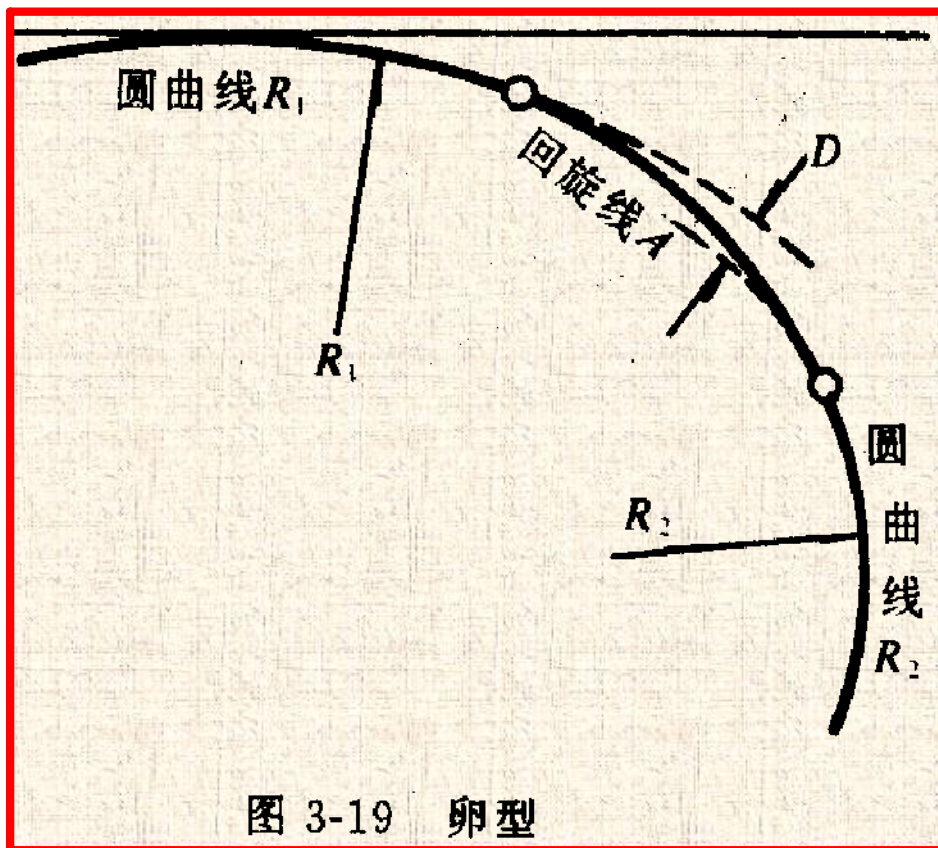
(1).
$$\frac{R_2}{2} \leq A \leq R_2$$

(2). 两圆曲线半径之比
定在下列界限之内:

$$0.2 \leq \frac{R_2}{R_1} \leq 0.8$$

(3). 两圆曲线的间距, 宜
在下列界限之内:

$$0.003 \leq \frac{D}{R_2} \leq 0.03$$



第三章 平面设计

第五节 平面线形设计

三. 平面线形要素的组合

1. 基本型

2. S型

3. 卵型

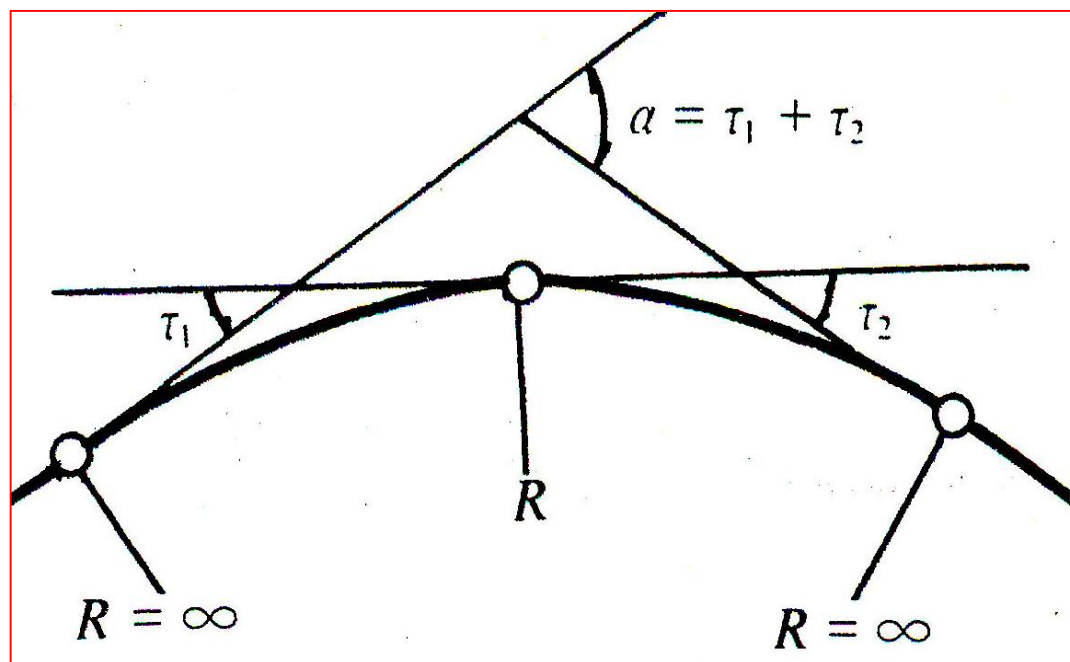
4. 凸形

5. 复合型

5. C形

■ 在两个同向回旋线间不插入圆曲线而径相衔接的组合。

■ 凸型的回旋线的参数及其连接点的曲率半径，应分别符合容许最小回旋线参数和圆曲线一般最小半径的规定。



第三章 平面设计



第三章 平面设计

第五节 平面线形设计

三. 平面线形要素的组合

1. 基本型

2. S型

3. 卵型

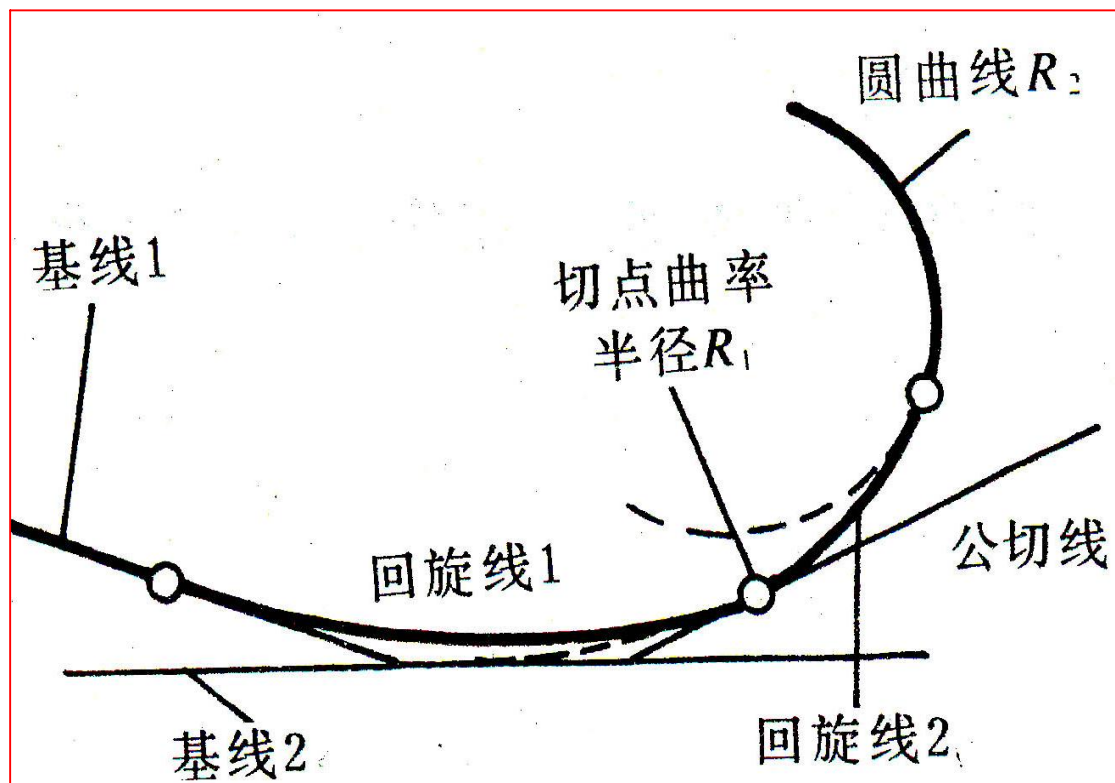
4. 凸形

5. 复合型

5. C形

■ 两个以上同向回旋线间在曲率相等处相互连接的线形。

■ 两个回旋线参数之比宜为： $A_2 : A_1 = 1 : 1.5$



第三章 平面设计

第五节 平面线形设计

三. 平面线形要素的组合

1. 基本型

2. S型

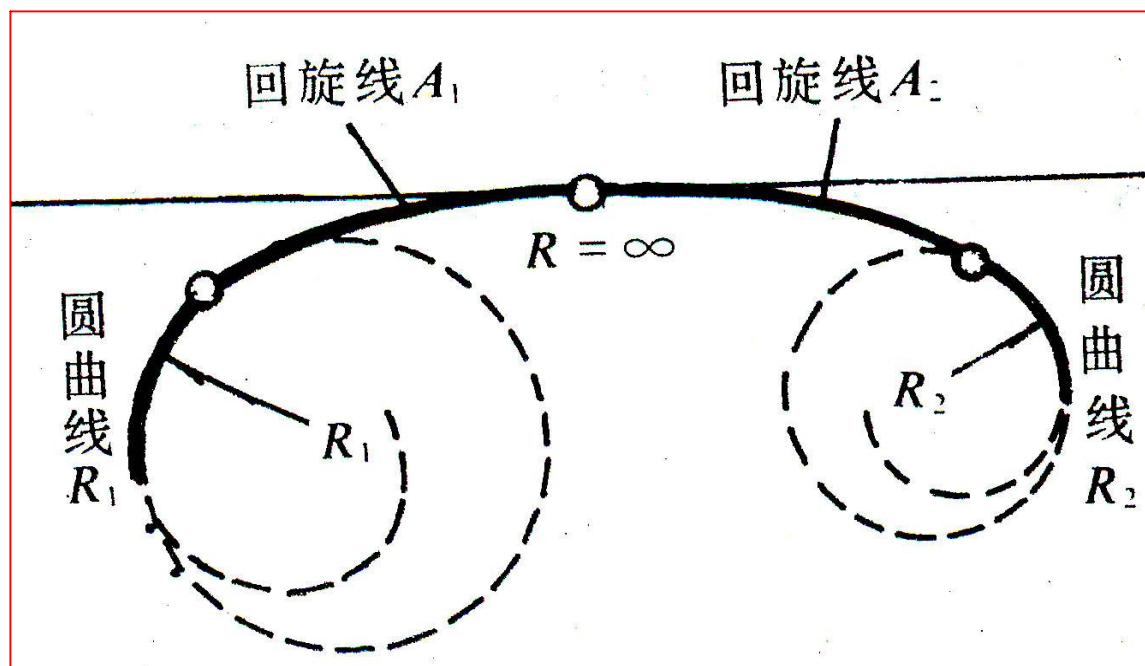
3. 卵型

4. 凸形

5. 复合型

5. C形

- 同向曲线的两回旋线在曲率为零处径相衔接的线形。
- 其连接处的曲率为0，也就是 $R=\infty$ ，相当于两基本型的同向曲线中间直线长度为0。



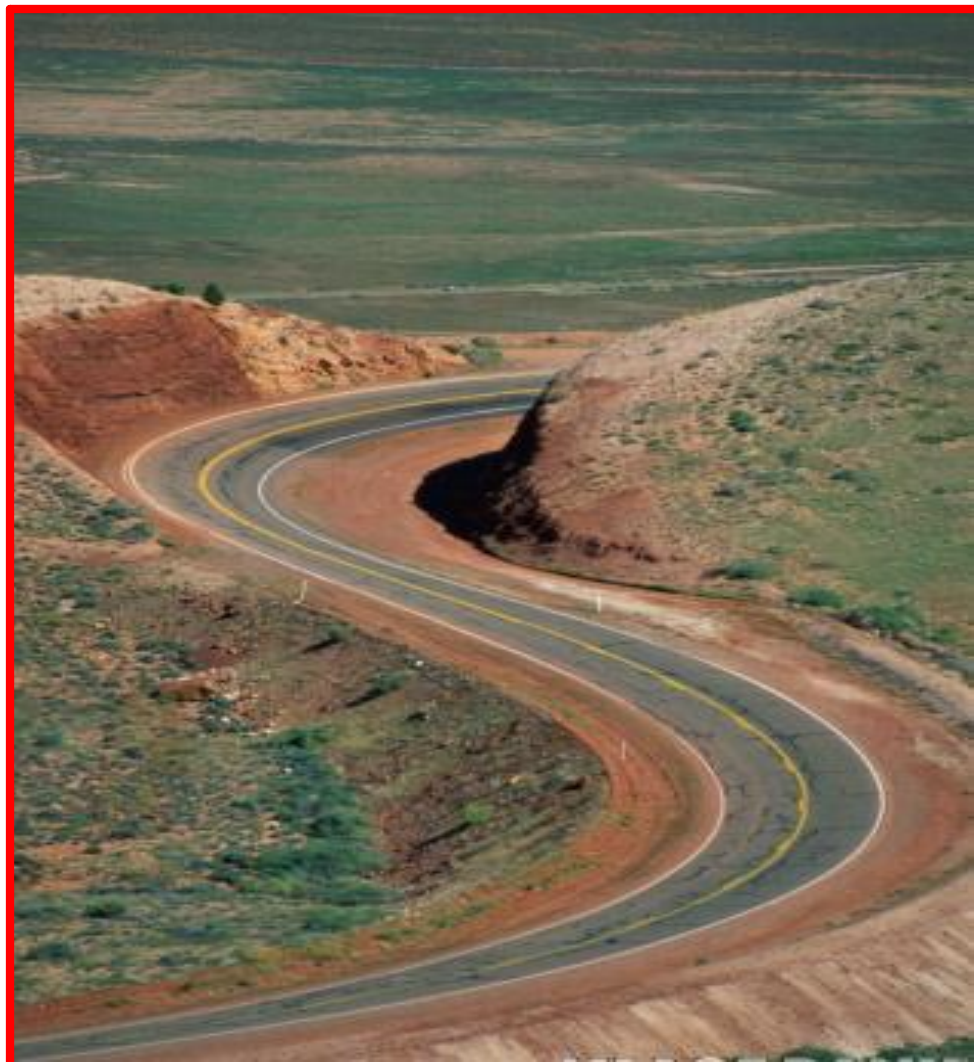
第三章 平面设计

第六节 行车视距 (Sight Distances)

一. 基本概念

1. 视距 (Sight Distances)

汽车在行驶中，当发现障碍物后，能及时采取措施，防止发生交通事故所需要的必须的最小距离。



第三章 平面设计

第六节 行车视距 (Sight Distances)

一. 基本概念

1. 视距 (Sight Distances)

汽车在行驶中，当发现障碍物后，能及时采取措施，防止发生交通事故所需要的必须的最小距离。



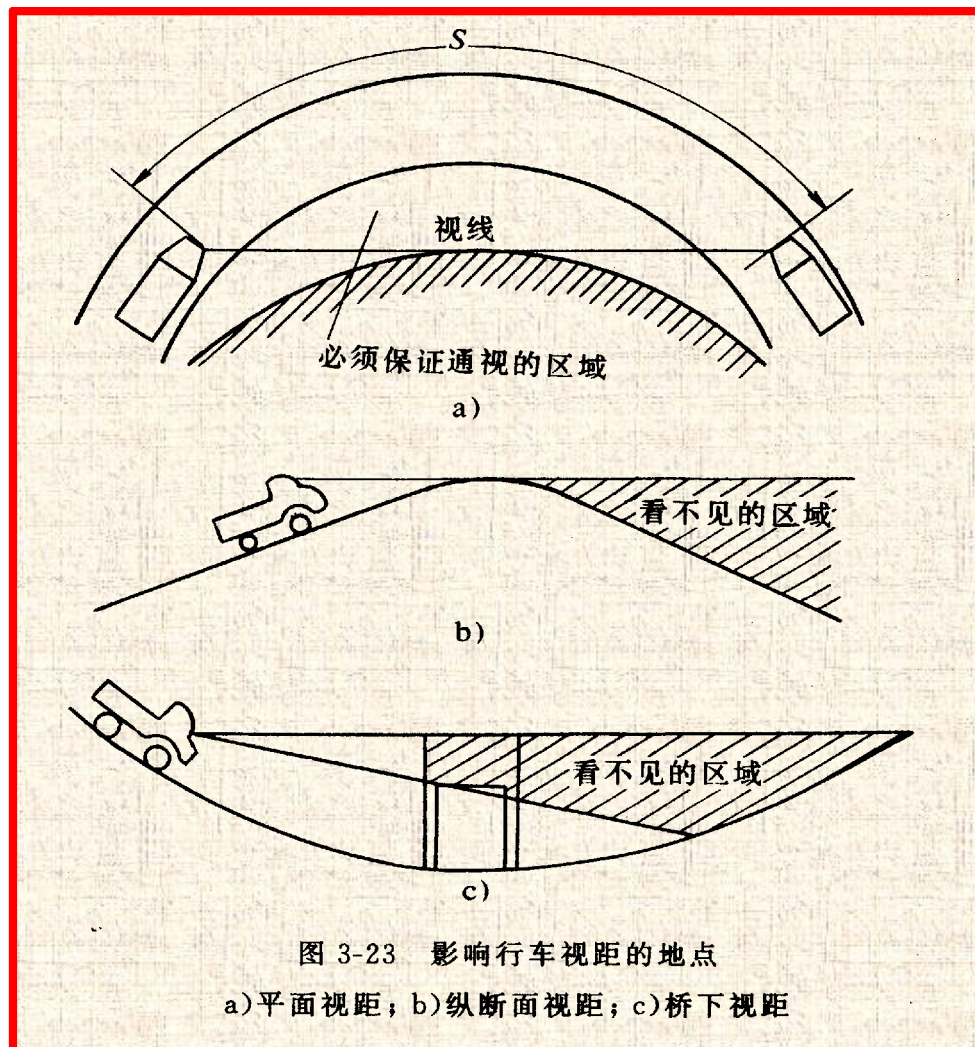
第三章 平面设计

第六节 行车视距 (Sight Distances)

一. 基本概念

1. 视距 (Sight Distances)

汽车在行驶中，当发现障碍物后，能及时采取措施，防止发生交通事故所需要的必须的最小距离。





第三章 平面设计

第六节 行车视距 (Sight Distances)

一. 基本概念

1. 视距 (Sight Distances)

2. 视距的类型

(1) 停车视距 (Stopping Sight Distances)

(2) 会车视距 (Decision Sight Distance)

(3) 超车视距 (Passing Sight Distance)

第三章 平面设计

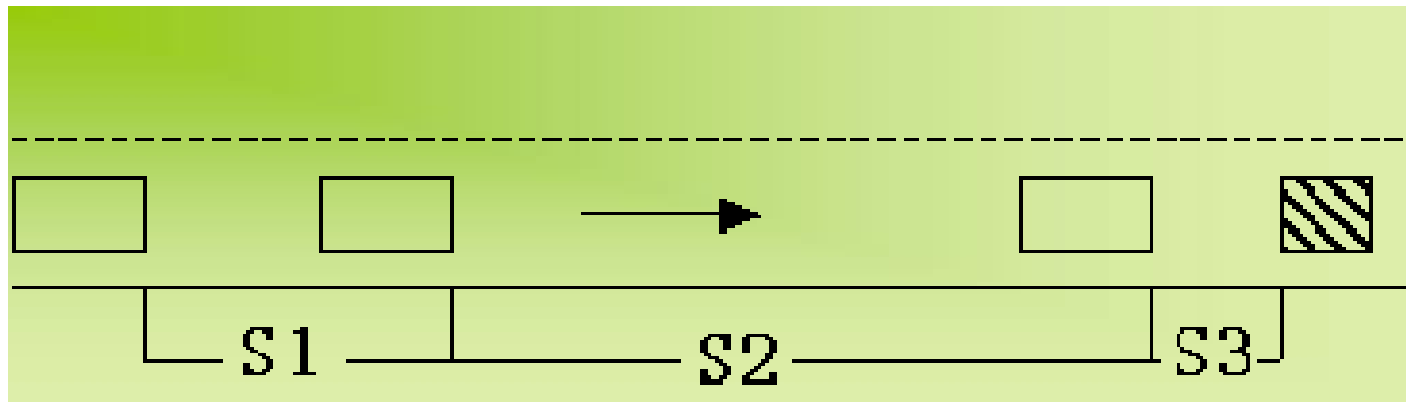
第六节 行车视距 (Sight Distances)

二. 停车视距 (Stopping Sight Distances)

1. 停车视距:

汽车行驶时，当视高为1.2m，物高为0.1m时，驾驶人员自看到前方障碍物时起，至障碍物前能安全停车所需的最短行车距离，即为停车视距。

2. 停车视距由反应距离，制动距离，安全距离构成。



第三章 平面设计

第六节 行车视距 (Sight Distances)

二. 停车视距 (Stopping Sight Distances)

(1). 感觉和制动反应的总时间 $t=2.5\text{s}$ ，在这个时间内汽车行驶的距离为

$$S_1 = \frac{V}{3.6} \cdot t$$

(2). 制动距离是指汽车从制动生效到汽车完全停住，这段时间内所走的距离。它应为：

$$S_2 = \frac{V^2}{254(\varphi + \phi)}$$

(3). 安全距离

$$S_3 = 10 \text{ m}$$

故停车视距为：

$$S_T = S_1 + S_2 + S_3 = \frac{V \cdot t}{3.6} + \frac{V^2}{254(\varphi + \phi)} + S_3$$

第三章 平面设计

第六节 行车视距 (Sight Distances)

二. 停车视距 (Stopping Sight Distances)

各级公路不同速度停车视距

设计速度 (km/h)	120	100	80	60	40	30	20
停车视距 (m)	210	160	110	75	40	30	20



第三章 平面设计

第六节 行车视距 (Sight Distances)

三. 会车视距 (Decision Sight Distances)

1. 定义：会车视距是在同一车道上两对向汽车相遇，从相互发现时起，至同时采取制动措施使两车安全停止，所需的最短距离。

2. 会车视距构成：

- (1) 反应距离：双向驾驶员及车辆
- (2) 制动距离：双向车辆
- (3) 安全距离：双向车辆保持间距
- 因此，会车视距约等于2倍停车视距。



第三章 平面设计

第六节 行车视距 (Sight Distances)

四. 超车视距 (passing Sight Distances)

1. 超车视距

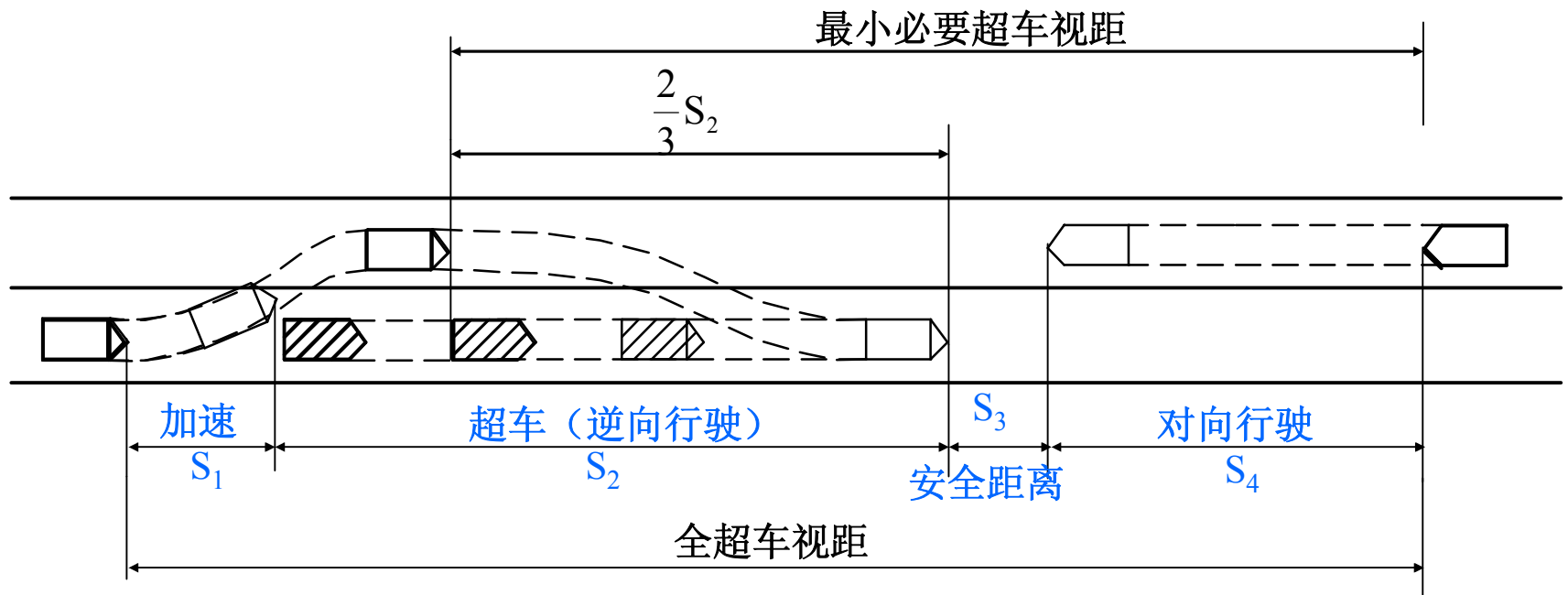
在双车道公路上，当视高为1.2m，物高为1.2m，后车超越前车过程中，从开始驶离原车道之处起，至可见逆行车并能超车后安全驶回原车道所需的最短距离，即为超车视距。

第三章 平面设计

第六节 行车视距 (Sight Distances)

四. 超车视距 (passing Sight Distances)

2. 超车视距的全程可分为四个阶段:



第三章 平面设计

第六节 行车视距 (Sight Distances)

四. 超车视距 (passing Sight Distances)

2. 超车视距的全程可分为四个阶段:

(1). 加速行驶距离 S_1

$$S_1 = \frac{V_0}{3.6} \cdot t_1 + \frac{1}{2} a \cdot t_1^2$$

式中: V_0 ——被超汽车的速度 (km/h);

t_1 ——加速时间 (s);

a ——平均加速度 (m/s^2)。

第三章 平面设计

第六节 行车视距 (Sight Distances)

四. 超车视距 (passing Sight Distances)

2. 超车视距的全程可分为四个阶段:

(1). 加速行驶距离 S_1

(2). 超车汽车在对向车道上行驶的距离 S_2

式中:
$$S_2 = \frac{V}{3.6} \cdot t_2$$

V ——超车汽车的速度 (km/h);

t_2 ——在对向车道上的行驶时间 (s)。



第三章 平面设计

第六节 行车视距 (Sight Distances)

四. 超车视距 (passing Sight Distances)

2. 超车视距的全程可分为四个阶段:

(1). 加速行驶距离 S_1

(2). 超车汽车在对向车道上行驶的距离 S_2

(3). 超车完了时, 超车汽车与对向汽车之间的安全距离 S_3 。

$$S_3=15\text{--}100\text{m}$$

第三章 平面设计

第六节 行车视距 (Sight Distances)

四. 超车视距 (passing Sight Distances)

2. 超车视距的全程可分为四个阶段:

(1). 加速行驶距离 S_1

(2). 超车汽车在对向车道上行驶的距离 S_2

(3). 超车完了时, 超车汽车与对向汽车之间的安全距离 S_3 。

$$S_3 = 15 \sim 100 \text{m}$$

(4). 超车汽车从开始加速到超车完了时对向汽车的行驶距离 S_4

$$S_4 = \frac{V}{3.6} (t_1 + t_2) \implies S_4 = \frac{2}{3} \cdot S_2$$

第三章 平面设计

第六节 行车视距 (Sight Distances)

四. 超车视距 (passing Sight Distances)

2. 超车视距的全程可分为四个阶段:

于是, 超车视距为: $S_{\text{超}} = S_1 + S_2 + S_3 + S_4$

二、三、四级公路停车视距、会车视距与超车视距

设计速度 (km/h)	80	60	40	30	20
停车视距 (m)	110	75	40	30	20
会车视距 (m)	220	150	80	60	40
超车视距 (m)	550	350	200	150	100



第三章 平面设计

第六节 行车视距 (Sight Distances)

五. 各级公路对视距的要求

高速公路、一级公路应满足停车视距的要求；其它各级公路一般应满足会车视距的要求，会车视距的长度不应小于停车视距的两倍。

对向行驶的双车道公路，应根据需要并结合地形，在适当的距离内设置具有超车视距的路段。

第三章 平面设计

第七节 道路平面设计成果

一. 直线、曲线及转角表

交点号	交点坐标		交点桩号	转角值	曲线要素值					
	X	Y			半径	缓和曲线长度	切线长度	曲线长度	外距	校正值
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
起点	41808.204	90033.595	K0 +000.000							
2	41317.589	90464.099	K0 +652.716	右35° 35' 25.0"	800.000	0.000	256.777	496.934	40.199	16.620
3	40796.308	90515.912	K1 +159.946	左57° 32' 52.0"	250.00	50.000	162.511	301.100	35.692	23.922
4	40441.519	91219.007	K1 +923.562	左34° 32' 06.0"	150.00	40.000	66.753	130.412	7.545	3.094
5	40520.204	91796.474	K2 +503.273	右78° 53' 21.0"	200.000	45.000	187.380	320.375	59.533	54.385
6	40221.113	91898.700	K2 +764.966	左51° 40' 28.0"	224.130	40.000	128.667	242.140	25.224	15.194
7	40047.399	92390.466	K3 +271.318	左34° 55' 51.0"	150.000	40.000	67.323	131.449	7.715	3.197
8	40190.108	92905.941	K3 +802.980	右22° 25' 25.0"	600.000	0.000	118.932	234.820	11.674	3.044
终点	40120.034	93480.920	K4 +379.175							

第三章 平面设计

第七节 道路平面设计成果

一. 直线、曲线及转角表

交点号	曲线位置					直线长度及方向		
	第一缓和曲线起点	第一缓和曲线终点或圆曲线起点	曲线中点	第二缓和曲线或圆曲线终点	第二缓和曲线起点	直线长度(m)	交点间距(m)	计算方位角或计算方向角
1	12	13	14	15	16	17	18	19
起点								138° 44' 00.0"
2		K0 +395.939	K0 + 644.406	K0 +892.533		395.939	652.716	174° 19' 25.0"
3	K0 +997.435	K1 +047.435	K1 +147.985	K1 +248.535	K1 +298.535	104.562	523.850	116° 46' 33.0"
4	K1 +856.809	K1 +896.809	K1 +922.015	K1 +947.221	K1 +987.221	558.274	787.538	82° 14' 27.0"
5	K2 +315.893	K2 +360.893	K2 +476.081	K2 +591.268	K2 +636.268	328.672	582.805	161° 07' 48.0"
6	K2+636.299	K2 +676.299	K2 +757.369	K2 +838.439	K2 +878.439	0.031	316.078	109° 27' 20.0"
7	K3 +203.995	K3 +243.995	K3 +269.720	K3 +295.444	K3 +335.444	325.556	521.546	74° 31' 29.0"
8		K3 +684.048	K3 +801.458	K3 +918.868		348.604	534.859	96° 56' 54.0"
终点					460.307	579.239		

第三章 平面设计

第七节 道路平面设计成果

二. 逐桩坐标表

桩号	坐 标		桩号	坐 标		桩号	坐 标	
	N (X)	E (Y)		N (X)	E (Y)		N (X)	E (Y)
K0+000	38594.94	72530.912	K0+585.938	38908.063	72096.834	K1+365.333	38987.336	71734.101
K0+030	38608.874	72504.345	K0+612.386	38922.249	72074.553	K1+384	38970.324	71740.669
K0+069.237	38626.595	72469.364	K0+633	38933.176	72057.159	K1+402.577	38953.442	71733.996
K0+080.784	38628.013	72457.977	K0+652.542	38937.659	72038.208	K1+427.577	38941.826	71712.171
K0+093.139	38625.68	72445.859	K0+722.327	38946.712	71969.013	K1+472.219	38927.664	71669.835
K0+111	38627.809	72428.506	K0+755	38956.122	71937.876	K1+494	38920.057	71649.436
K0+130.516	38642.344	72416.233	K0+789.660	38976.443	71910.012	K1+516.321	38909.73	71629.659
K0+148.862	38659.751	72410.445	K0+810.198	38988.235	71893.371	K1+554.042	38891.091	71596.865
K0+165	38674.22	72403.346	K0+844.937	39002.131	71861.532	K1+578	38882.59	71574.679
K0+185.609	38690.462	72390.734	K0+878.693	39010.158	71828.991	K1+601.909	38886.238	71551.25
K0+201.759	38701.492	72378.94	K0+908.966	39012.341	71798.797	K1+626.574	38893.641	71527.722
K0+222.425	38720.287	72372.844	K0+926.751	39014.931	71781.236	K1+655	38896.561	71499.837
K0+244.841	38742.417	72373.39	K0+993.239	39037.223	71718.602	K1+689.136	38878.313	71471.551



第三章 平面设计

第七节 道路平面设计成果

三. 路线平面设计图

1. 平面图的比例尺和测绘范围

(1). 比例尺:

①. 工程可行性研究、初步设计阶段的方案研究与比选，采用1: 50000或1: 10000的比例尺

②. 初步设计、施工图设计一般常用的是1: 2000，在平原微丘区可用1: 5000。在地形特别复杂地段的路线初步设计、施工图设计可用1: 500或1: 1000。



第三章 平面设计

第七节 道路平面设计成果

三. 路线平面设计图

1. 平面图的比例尺和测绘范围

(1). 比例尺:

(2). 测绘范围

路线带状地形图的测绘宽度，一般为中线两侧各100-200m。对1: 5000的地形图，测绘宽度每侧应不小于250m。若有比较线，应将比较线包括进去。

第三章 平面设计

第七节 道路平面设计成果

三. 路线平面设计图

2. 路线平面图的内容及绘制方法

(1). 导线点（或交点）坐标X、Y精确地点绘在相应位置上

路线一律按前进方向从左至右画，在每张图的拼接处画出接图线。在图的右上角注明共×张、第×张。在图纸的空白处注明曲线元素及主要点里程。

(2). 控制点展绘

(3). 各种构造物的测绘

道路及其附属物应按实际形状测绘。公路交叉口应注明每条公路的走向。铁路应注明轨面高程，公路应注记路面类型，涵洞应注明洞底标高。

(4). 水系及其附属物的测绘

(5). 地形、地貌、植被、不良地质地带等均应详细测绘并用等高线和国家测绘局制定的“地形图图式”符号及数字注明。

第三章 平面设计

第七节 道路平面设计成果

