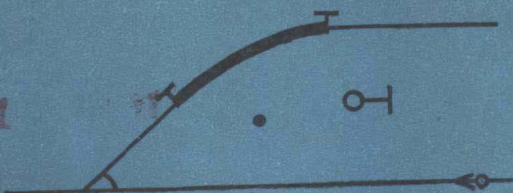


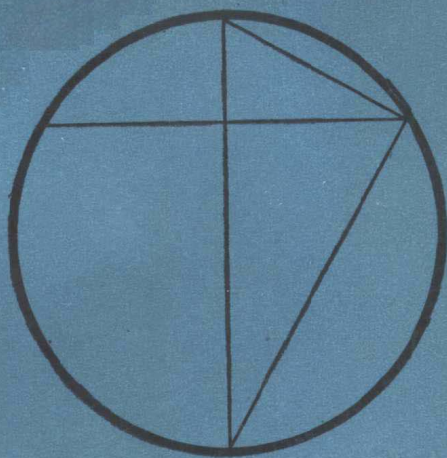
926/91

41934

王玉岚 编著



站场线路平面计算



中国铁道出版社

站场线路平面计算

王 玉 岚 编著

中 国 铁 道 出 版 社

1988年·北京

内 容 提 要

本书阐述了铁路站场及线路平面计算，并将有关计算公式推导、整理汇编成册。

全书共九章。介绍了圆曲线、缓和曲线、复曲线计算公式；线间距计算；坐标计算及用渐开线长度计算支距；警冲标及信号机位置的确定；一般平面的计算；旧线改建的平面计算；勘测中的平面计算公式；三角线、转盘线、干线、支线、联络线的计算等。

书中提供的计算公式具有实用价值。

本书可供铁路站场、线路设计及施工人员学习、参考，并可供大专院校有关专业师生参考。

站场线路平面计算

王玉岚 编著

中国铁道出版社出版

责任编辑 褚书铭

封面设计 王毓平

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

中国铁道出版社印刷厂印

开本：850×1168 1/32 印张：13.25 字数：344 千

1983年2月第1版 1983年2月第1次印刷

印数：0001—5,000册 定价：1.95元

前 言

编写本书的目的，在于阐述和研讨铁路站场线路平面的计算方法 and 计算技巧。

解放以来，我国铁路站场、线路设计人员为解决各种各样的平面计算问题，为创造出我国自己的计算方法，进行了不懈的努力。

过去，由于缺乏系统性、理论性的资料，在平面计算中每逢遇到问题，不是在三角几何关系上打转转，就是用近似算法勉强凑合过去。迄今有不少问题尚未解决。

这些问题主要就在于它被应用的广泛性和它本身的无系统性，致使人们不易掌握其间的矛盾，本书就是带着这个矛盾去研究平面计算问题的。其着眼点有二：一是在工作中遇到问题，不必临时再想计算办法，书中提供了有关平面计算的各种公式，只要将已知数据代入公式，就会得出我们所需要的数值；二是本书注重原理和基本概念，以便遇到各式各样的平面计算问题，可判断出其计算方法。

本书的编写方法和范围是：

1. 为突出重点，估计到可举一反三者，就只举其一。解决一个问题如有几种方法就只列出一种；如果两种方法都有其特点就都作介绍。

2. 角图法虽然也是平面计算问题，由于它具有另一种性质，所以在本书不加论述。

3. 为求得真值，本书中尽可能不采用近似计算。

4. 平面计算的常用数据表格及测量上的具体操作计算，本书均未列入。

希望本书的出版能起到下述作用：

1. 能给在设计中遇到的计算问题提供计算方法。
2. 丰富我们的平面布置概念，指导我们的工作方法。
3. 缩短考虑问题的时间，提高工作效率。

本书提供的材料和方法仅是初步的，这项工作的研究仍在继续进行，特别是本书尚未在实践中得到全面考验。深盼广大读者对本书提出宝贵意见。

本书在编写过程中得到了铁道部第三设计院各级领导的支持，并经站场处部分同志校阅。脱稿后，又蒙北方交通大学古如恒副教授审阅。在此深表感谢。

1981年7月

目 录

第一章 圆曲线、缓和曲线、复曲线	1
第一节 圆曲线	1
第二节 缓和曲线	2
第三节 复曲线	13
第二章 线间距计算	33
第一节 角度条件与里程条件均设在同一股道上的间距 计算问题	34
第二节 里程条件设在一股道上, 角度条件设在另一股道上 的间距计算问题	63
第三节 两个里程条件分别设在两股道上的线间距计算问题	66
第三章 坐标计算	69
第一节 普遍公式的推导及应用	69
第二节 相对公式的推导及应用	71
第三节 24种图形和四套公式	76
第四章 用渐开线长度计算支距	79
第一节 渐开线长度公式推导	79
第二节 $Y = \frac{x^2}{2R}$ 的应用范围	80
第三节 $Y = \frac{K^2}{2R}$ 的应用范围	83
第四节 用渐开线长度之差求线间距	86
第五章 警冲标及信号机位置的确定	87
第一节 圆曲线内外侧加宽的计算公式	87
第二节 直线警冲标及信号机的计算公式	99
第三节 曲线警冲标及信号机位置的确定	115
第四节 缓和曲线时曲线警冲标和信号机问题的探讨	160
第六章 一般的平面计算公式和计算方法	184
第一节 错尺计算	184
第二节 反向曲线	191

第三节	改变间距	206
第四节	曲线取直与曲线上出道岔的计算	221
第五节	渡线 (一)	235
第六节	渡线 (二)	245
第七节	线路的缩短连接	256
第八节	梯线	266
第九节	复曲线的改移	274
第七章	旧线改建的平面计算	278
第一节	同向曲线间夹直线的改建	278
第二节	复曲线的改建	288
第三节	反向曲线间的夹直线的改建	290
第四节	用坐标投影法解决复杂的线路平面改建问题	294
第五节	用移动圆心减小半径的办法改建旧线	299
第六节	用直线移动法增设缓和曲线	314
第八章	勘测中用的一些平面计算公式及计算方法	320
第一节	计算 T_1 与 T_2 的公式	320
第二节	使曲线通过固定点的计算	324
第三节	测定旧线曲线半径的方法	331
第四节	半径取整	353
第五节	弦线长与曲线长之差值	356
第六节	跨线桥计算	358
第七节	同向曲线和反向曲线的改移	372
第九章	三角线、转盘线、干线、支线、联络线	377
第一节	两边为曲线一边为直线的三角线	377
第二节	三边均为曲线的三角线	382
第三节	转盘线	387
第四节	干线、支线、联络线 (一)	390
第五节	干线、支线、联络线 (二)	396
	附表	404

第一章 圆曲线、缓和曲线、复曲线

第一节 圆 曲 线

圆曲线是以一定半径的圆弧构成的曲线，圆曲线上各点的曲率相等。其要素有：

- α ——曲线转向角；
- R ——曲线半径；
- T ——切线长；
- L ——曲线长；
- E_0 ——外矢距；
- q ——两切线长与曲线全长之差。

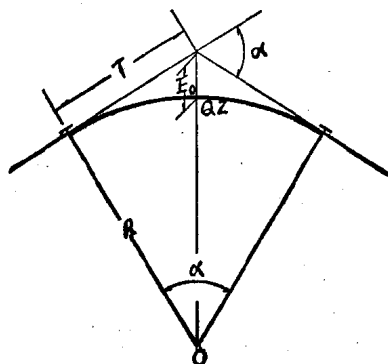


图 1-1

各要素的计算公式：

$$T = R \tan \frac{\alpha}{2}$$

$$L = R \cdot \alpha \text{ (}\alpha \text{ 为弧度)}$$

$$E_0 = R \left(\sec \frac{\alpha}{2} - 1 \right)$$

$$q = 2T - L$$

在图 1—2 中

$$y = R(1 - \cos \alpha) \quad (1)$$

$$y = R - \sqrt{R^2 - x^2} \quad (2)$$

$$x = R \sin \alpha \quad (3)$$

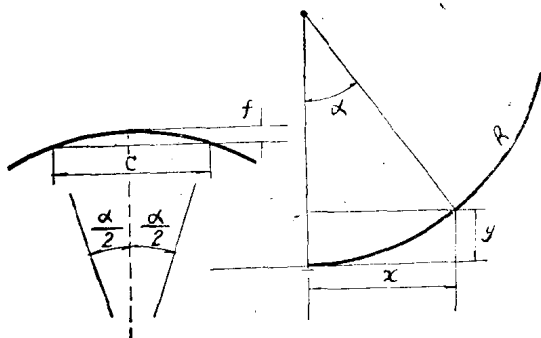


图 1—2

公式 (1) 和公式 (2) 都是计算圆曲线支距的公式，但二者用途不同：公式 (1) 表示在已知曲线长 L 的条件下求支距，公式 (2) 表示在已知 x 值的条件下求支距。这三个公式都很简单，但很重要，在今后许多公式的证明和实际工作中都要采用。

$$\text{正矢 } f = R \left(1 - \cos \frac{\alpha}{2} \right)$$

$$\text{弦长 } c = 2R \sin \frac{\alpha}{2}$$

正矢 f 实际是转向角等于 $\alpha/2$ 时的支距 y ， $c/2$ 实际就是转向角等于 $\alpha/2$ 时的 x 值。

第二节 缓和曲线

一、计算公式

列车在曲线上行驶时要产生离心力，为平衡这种离心力，外

轨需要超高。由直线进入曲线时，不能立刻把外轨抬高，需要有一段距离，逐渐地抬高外轨。此外列车由直线进入曲线时，也需要逐渐改变方向。因此在圆曲线与直线相接的地方，加入这样一段曲线，它的半径由 ∞ （与直线相切处）逐渐地变到等于圆曲线的半径 R （与圆曲线相切处），这种曲线称为缓和曲线。

图 1—3 中所示的缓和曲线是用移动圆心而半径不变的办法设置的。有缓和曲线的圆曲线各要素的计算公式：

$$\beta = \frac{l^2}{2c}$$

$$x = l - \frac{l^5}{40c^2} + \dots$$

$$y = \frac{l^3}{6c} - \dots$$

$$T = (R + p) \tan \frac{\alpha}{2} + m$$

$$L = R\alpha + l_0$$

$$E_o = (R + p) \sec \frac{\alpha}{2} - R$$

$$q = 2T - L$$

$$m = \frac{l_0}{2} - \frac{l_0^3}{240R^2}$$

$$p = \frac{l_0^2}{24R}$$

$$t_1 = \frac{y}{\sin \beta}$$

$$t_2 = x - y \cot \beta$$

圆曲线加设缓和曲线后可使线路缩短，设 Δ 表示缩短量，则

$$\Delta = \left(R\alpha + 2p \tan \frac{\alpha}{2} + 2m \right) - (R\alpha + l_0) = 2p \tan \frac{\alpha}{2}$$

$$\text{图中 } TT_o = p \tan \frac{\alpha}{2}$$

二、缓和曲线在平面上的性质

图 1—4 中 $\widehat{ABC}$ 为用作缓和曲线的放射螺旋线。设 l 为线上任一点 B 距起点 A 的长度， ρ 为 B 点处的半径。以此点半径作圆，则在 B 点以前（ B 点至 A 点）的螺旋线各点的半径逐渐大于 ρ ，螺旋线逐渐偏离圆外；在 B 点以后（ B 点至 C 点）的螺旋线上各点半径逐渐小于 ρ 值，螺旋线逐渐偏移于该圆之内。放射螺旋线有这样一个性质，即

$$l \cdot \rho = c = \text{常数}$$

①

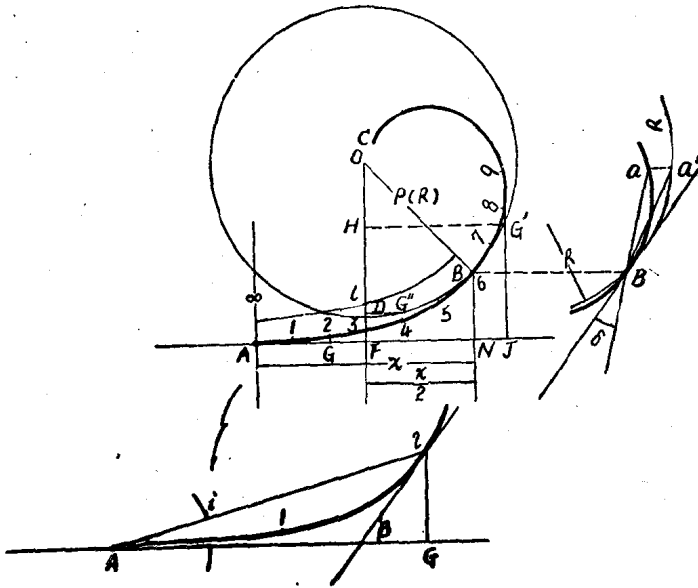


图 1—4

式①表示线上任一点的半径 ρ 与相应的 l 的乘积为常数。

设 l_0 表示缓和曲线全长， R 表示有缓和曲线的圆曲线半径，
则当 $l = l_0$ 和 $\rho = R$ 时

$$R l_0 = c$$

c 称谓缓和曲线的半径变更率。

关于 c 值的意义与推演过程在《铁道线路构造及业务》书上有详细的论述。

又由①式得

$$l = \frac{c}{\rho} = cK \quad (2)$$

K 表示曲率。②式表示曲率 K 与弧长 l 成正比。

由②式得

$$K = \frac{l}{c} \quad (3)$$

式③说明曲线在等距离之内曲率的变化相等，也就是曲线上相隔等距各点的曲率的变更是相同的，即由 A 到 1、2、…各点曲率逐渐增加的数值（相对于直线），等于由 B 点到 7、8、…各点曲率逐渐增加的数值（相对于圆曲线），亦相当由 B 点到 5、4、…各点曲率逐渐变小的数值（相对于圆曲线）。由于这种变化相等，因此 1、2、…各点偏离切线的支距与相应的 5、4、…，7、8、…各点偏离圆曲线的支距也相等。

将 $l = \frac{l_0}{2}$ 代入式 $y = \frac{l^3}{6c}$ 中，得

$$y = \frac{l_0^3}{48c} = \frac{l_0^2}{48R} = \frac{p}{2} \quad (\text{图 1-3})$$

即缓和曲线与垂线 DT 相互平分。这也说明曲线等距离曲率的变化相等支距也相等的道理。

下面用公式与数字证明这个道理。

画 $G'H$ 垂直 OF ，令距离 $AG = JN = nx$ （图上看来不等，实际相差很少，因图是示意的）。

$$HD = \left(\frac{x}{2} + nx \right)^2 / 2R = \frac{x^2}{8R} (1 + 2n)^2$$

$$G'J = HD + DF = \frac{x^2}{8R} (1 + 2n)^2 + \frac{x^2}{24R}$$

$$(8) J = \frac{(x + nx)^3}{6Rx} = \frac{x^3(1 + 3n + 3n^2 + n^3)}{6Rx}$$

$$= \frac{x^2(1 + n)^3}{6R}$$

$$(8) G' = (8) J - G' J = \frac{x^2(1 + n)^3}{6R}$$

$$- \frac{x^2}{8R} (1 + 2n)^2 - \frac{x^2}{24R}$$

$$= \frac{4n^3x^2}{24R} = \frac{n^3x^3}{6Rx} = (2)G$$

由支距 (2) G 等于支距 (8) G' 又可验证前述理论。

用同样步骤我们也可证明 (4) G' = (2) G, 唯此时

$$HD = \left(\frac{x}{2} - nx \right)^2 / 2R \quad (\text{按图中短虚线位置考虑})$$

l_0 为 A 点距 (9) 点的距离。

$$\text{令 } l_0 - l = \Delta l$$

设 $\widehat{A(2)} = \widehat{Ba} = \Delta l$, 则根据前述道理知

$$aa' = (2)G \text{ (支距)}$$

但 $A(2) \approx Ba$, 于是

$$\sin \angle(2)AG = \sin \angle aBa', \text{ 也就是}$$

$$\angle(2)AG = \angle aBa'$$

$$\text{但 } \angle(2)AG = i = \frac{\beta}{3} = \frac{\Delta l^2}{2c} \times \frac{1}{3}$$

$$\therefore \angle aBa' = \frac{(l_0 - l)^2}{2c} \times \frac{1}{3} = \frac{(l_0 - l)^2}{6Rl_0}$$

$$\left(i = \frac{\beta}{3} \right)$$

$$i = \tan^{-1} \frac{y}{x} \quad x \approx l$$

将 $y = \frac{l^3}{6c}$, $x = l$ 代入上式可得

$$i = \frac{l^2}{6c}$$

但

$$\beta = \frac{l^2}{2c}$$

∴

$$i = \frac{\beta}{3}$$

偏角法测设曲线时，弦或照准线与切线所成的角度可叫切线偏角。缓和曲线上任一点 B 至其他各点的切线偏角为

$$\begin{aligned} \delta &= \frac{l_a - l}{2 \frac{c}{l}} + \frac{(l_a - l)^2}{3 \times 2c} \\ &= \frac{3(l_a - l)l}{6c} + \frac{(l_a - l)^2}{6c} \\ &= \frac{l_a^2 + ll_a - 2l^2}{6c} \end{aligned}$$

$$\text{或 } \delta = \frac{30}{\pi c} (l_a^2 + ll_a - 2l^2) \quad (\text{度}) \quad (4)$$

公式 (4) 对于前视和后视均可用，唯为后视偏角时，算出的 δ 带负号，因这时 $l_a < l$ 。

《铁路曲线测设用表》上的“缓和曲线偏角表”就是利用公式 (4) 计算出来的。

中间圆曲线部分的坐标计算公式

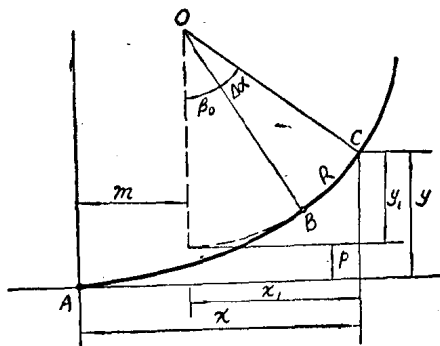


图 1-5

$$\angle K = C \text{ 点里程} - A \text{ 点里程} - l_0$$

$$\angle \alpha = \frac{\angle K}{R} \times 57^\circ.29578$$

$$x = R \sin(\beta_0 + \angle \alpha) + m$$

$$y = R(1 - \cos(\beta_0 + \angle \alpha)) + p$$

【例题】图 1—6 所示为一带缓和曲线的圆曲线，试求 $l = 70$ 米处之半径 ρ 、偏角 β 、 x 、 y 、 t_1 、 t_2 。 $l_0 = 100$ ， $R = 300$ 。

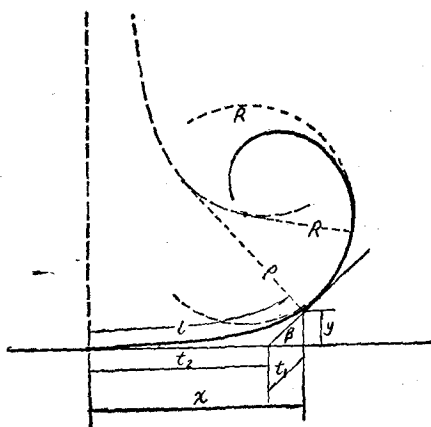


图 1—6

$$C = l_0 R = 100 \times 300 = 30000$$

$$\rho = \frac{c}{l} = \frac{30000}{70} = 428.57$$

$$\beta = \frac{l^2}{2c} = \frac{70 \times 70}{2 \times 30000} = 0.08166666$$

$$\beta = 4^\circ 40' 45''$$

$$x = l \left(1 - \frac{l^4}{40c^2} \right) = 70 \left(1 - \frac{70^4}{40 \times 30000^2} \right) = 69.951$$

$$y = \frac{l^3}{6c} = \frac{70^3}{6 \times 30000} = 1.906$$

$$t_1 = \frac{y}{\sin \beta} = \frac{1.906}{0.081576} = 23.365$$

$$t_2 = x - y \cot \beta = 69.951 - 1.906 \times 12.217634 = 46.664$$

三、公式证明

(一) β ——缓和曲线偏角。

设图 1—7 中的曲线为螺旋线。

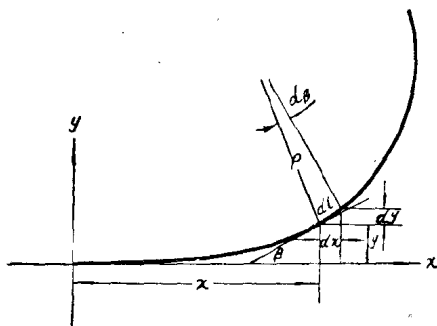


图 1—7

$$\therefore d\beta = \frac{dl}{\rho} = \frac{l dl}{c}$$

$$\therefore \beta = \int_0^l \frac{l dl}{c} = \frac{l^2}{2c}$$

$$l = l_0 \text{ 时 } \beta_0 = \frac{l_0^2}{2R l_0} = \frac{l_0}{2R}$$

β_0 为被缓和曲线所代替的圆曲线部分所对之圆心角。

(二) x ——缓和曲线上任意点在切线上的投影距离。

y ——缓和曲线上任意点对切线的垂直投影距离。

在图 1—7 中

$$dx = \cos \beta dl \quad dy = \sin \beta dl$$

得缓和曲线的参数方程式

$$x = \int_0^l \cos \beta dl$$