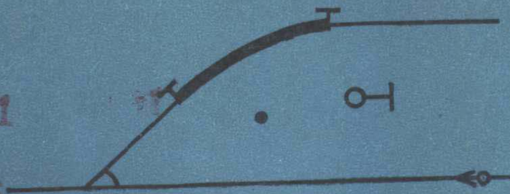
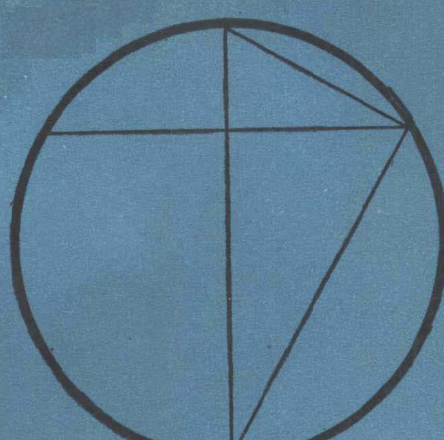


王 玉 岚 编著

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和计算技巧。

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

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；

$E_。$——外矢距；

q——两切线长与曲线全长之差。

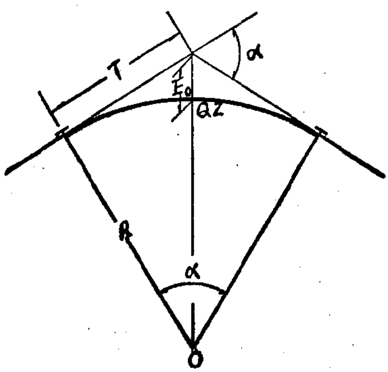


图 1—1

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

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

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

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

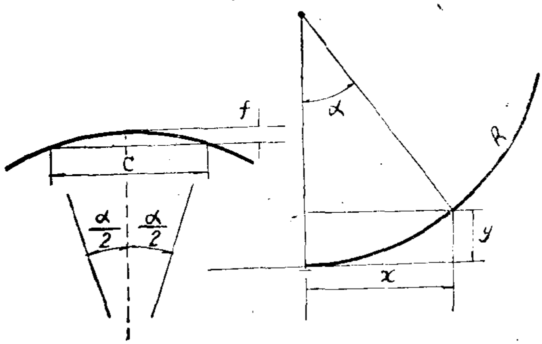


图 1—2

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。

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

$$弦长\ c = 2R\sin\frac{\alpha}{2}$$

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：

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

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

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

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

$$L=R\alpha+l_0$$

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

$$q=2T-L$$

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

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

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

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

圆曲线加设缓和曲线后可使线路缩短，设$\varDelta$表示缩短量，则

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

图中$TT_0=p\tan\frac{\alpha}{2}$

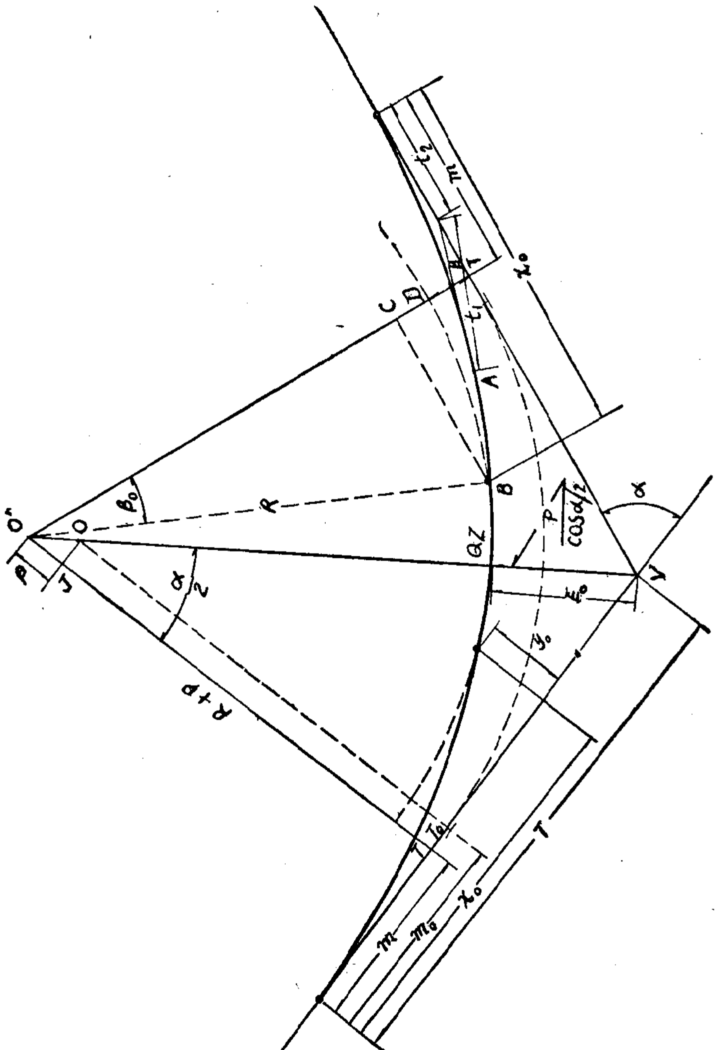


图 1—3

二、缓和曲线在平面上的性质

图 1—4 中$\overset{\frown}{ABC}$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

$$l \cdot \rho = c = \text{常数} \quad ①$$

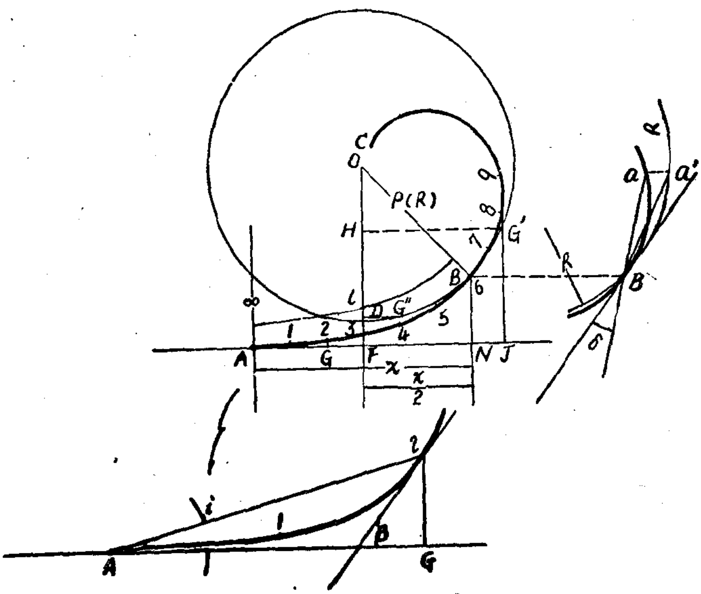


图 1—4

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

$$Rl_0 = c$$

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

$$l=\frac{c}{\rho}=cK \qquad ②$$

K表示曲率。②式表示曲率K与弧长 l 成正比。

由②式得

$$K=\frac{l}{c} \qquad ③$$

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

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

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）。

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

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

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

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

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

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

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

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

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

l_0为A点距（9）点的距离。

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\delta=\frac{l_a-l}{2\dfrac{c}{l}}+\frac{(l_a-l)^2}{3\times 2c}$$

$$=\frac{3(l_a-l)l}{6c}+\frac{(l_a-l)^2}{6c}$$

$$=\frac{l_a^2+ll_a-2l^2}{6c}$$

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

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

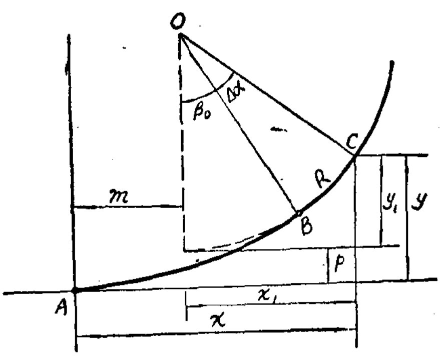


图 1—5

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

$$\Delta\alpha = \frac{\Delta K}{R} \times 57°.29578$$

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

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

【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。$l_0 = 100$，$R = 300$。

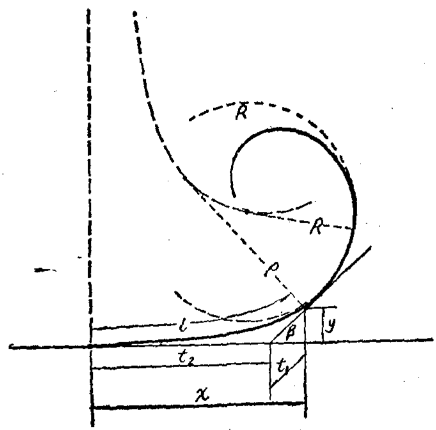


图 1—6

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

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

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

$$\beta = 4°40'45''$$

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

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

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

$$t_2=x-y\cot\beta=69.951-1.906\times12.217634=46.664$$

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。

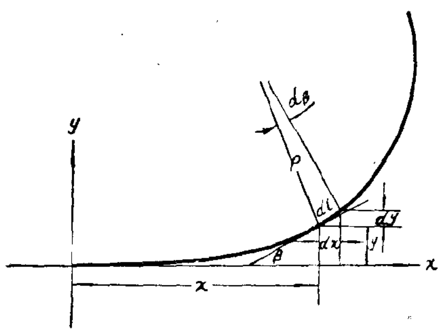


图 1—7

$$\because \qquad d\beta=\frac{dl}{\rho}=\frac{l\,dl}{c}$$

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

$l=l_0$时 $\qquad \beta_0=\dfrac{l_0^2}{2Rl_0}=\dfrac{l_0}{2R}$

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

$$dx=\cos\beta\,dl \qquad dy=\sin\beta\,dl$$

得缓和曲线的参数方程式

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