

147211

表綫曲路公明簡

黃如瑾 編



人民交通出版社

簡明公路曲綫表

黃如瑾 編

人民交通出版社

本表是根据“中华人民共和国公路工程設計准則”所提出的規格，参考苏联先进經驗，結合我国的实际情况而編成。其特点为使用簡便，可节省時間，且不致发生錯誤。本表可作为綫路測設人員的工具書。

簡明公路曲綫表

黃如瑾 編

*

人民交通出版社出版

(北京安定門外和平里)

(北京市書刊出版業營業許可証出字第〇〇六号)

新华書店发行

公私合营慈成印刷工厂印刷

*

1958年3月北京第一版 1958年3月北京第一次印刷

开本：787×1092 $\frac{1}{32}$ 印張：9 $\frac{1}{2}$ 張 插頁1頁

全書：240,000字 印數：1-3,100冊

統一書号：15044·1196-京

定价(10)：1.80元

目 錄

總 說	1
第 一 表 緩和曲綫常数表	7
第 二 表 切綫、外矢距、曲綫、超距長度表及緩和曲綫尾加數表	9
第 三 表 髮針形曲綫及馬蹄形曲綫表	75
第 四 表 頂点切綫長度表	88
第 五 表 長弦折角表、長弦支距表	103
第 六 表 緩和曲綫支距表	122
第 七 表 曲綫偏角計算表	152
第 八 表 双折角曲綫計算表	162
第 九 表 小半徑切綫支距表	171
第 十 表 小平板測角系数表	202
第十一表 曲綫測量補助用表	207
附 录 1 中綫曲綫測設記錄及曲綫資料表	232
附 录 2 公共切綫調整三角計算圖解	插頁

總 說

1. 內容概述

第一表是根据中华人民共和国公路工程設計准則所編制的緩和曲線常数,作为計算用的数据。

第二表是本書的主要內容,左边計算單曲線、包含切線、外矢距及曲線超距四个要素。右边計算緩和曲線,計算时只須在算好的單曲線內,加入右边的尾加数就可以了。既簡化了單獨計算緩和曲線的复杂性,又显示出了單曲線及緩和曲線的关系。在沒有緩和曲線的公路加入緩和曲線时,本表有很大的便利。加入緩和曲線后的最小中心角为 $2S_0$, 也就是說,兩端的緩和曲線可以相接,而沒有單曲線。

第三表是髮針形曲線及馬蹄形曲線用表,以往遇到大于 180° 或近于 180° 的小半徑迴头路綫,由于計算的复杂,工作十分棘手,要加入緩和曲線,更觉困难。本書应用特殊的簡易方法及算表,既要能配合地形,又能使工作簡易,即使加入緩和曲線,也很容易,这是本表的最大作用。

第四表是頂点切線長度表。因为遇到大半徑曲線或大折角曲線,則切線、外矢距、曲線都很長,測量时不易准确。用此法測量,在曲線內增加了兩個或兩個以上的控制点,并使外矢距大为縮短,如有緩和曲線,只須在 T_1 及 t_0 之后,計入一个緩和曲線尾加数,如有必要,并可以此法敷設复曲線。

第五表是長弦支距表(附長弦折角表)。用此法敷設曲線,可以避免以往用 20 公尺弦線代替曲線的不合理,并可以使長曲線先用几根長弦来控制,等到 $B.C.$ 和 $E.C.$ 或 $C.S.$ 和 $S.C.$ 点完全閉塞后,再用長弦支距来敷設曲線,以減少由 20 公尺一量所引起的累积差,遇到在曲線上的隧道,施工时可以利用長弦支距法以增加曲線的准确性。

第六表是緩和曲線和單曲線的綜合支距表。本表又分为二:表(一)是算出在曲線兩端的緩和曲線和相連單曲線部份的支距,如利用表下的 F 比值。自 $S.C.$ 或 $C.S.$ 点可以測出單曲線部份的切線,在此切線上作支距,更可以縮短支距的長度;表(二)是算出从曲線中間的切線上的支距(如 $M.C.$ $M.S.$ 。

或頂点切線的 T 一段, 双折角曲線的 cd 一段)。本表另一优点, 是在單曲線上, 每一点 l 的切線方向, 对 y 軸所夾之角 b , 都記入在表的左行, 以便在这点架經緯仪, 用偏角法敷設曲線。

第七表是曲線偏角計算表。有 $0 \sim 9$ 公尺的小偏角, 亦有每隔 5 公尺的累計偏角, 并因現在一般經緯仪都沒有倒时針的水平度盤, 很不方便, 故附 $360-d$ 的反偏角, 以便檢查。

第八表是双折角曲線計算表。因为双折角曲線, 必定是兩個相同半徑的連續單曲線, 或不同半徑的复曲線, 要算出它的公共切線, 使符合于实际量得的切線長度, 用本表有很大的便利。如要加入緩和曲線, 只須在計算公共切線 fh 时計入緩和曲線尾加数 (反向曲線不能加入緩和曲線, 又如用第二表, 緩和曲線尾加数, 則須減去 q 值)。

第九表是小半徑切線支距表。是利用木下武之助所編鐵路道路曲線表道路篇“每五公分切線支距表”增补而成, 以便利厂矿及地方修建的低級公路或通行炮車馬車的便道測設工作。

第十表是小平板測角系数表。是为沒有經緯仪的时候, 測角用的一种補助表。

第十一表是計算長弦長度、半曲線弦長度、頂点座标及中央縱距应用的表, 为了補助上列各表未尽包括在內的中心角, 或查对曲線上的某些錯誤时, 可以应用此表。

2. 單曲線的各部名称及計算公式

名 称	地 位	記 号	計 算 公 式
切 線 曲 線	AP, BP, $\widehat{AGB}$	T, L.	$T = R \cdot \tan I/2$, $E = R \cdot \text{cxsec } I/2$
外 矢 距	G.P.	E, L.	$L = 0.0174533 \cdot R \cdot I$
超 距	二切線和曲線之差	D	$D = 2T - L$
頂 点 切 線	UH, PU, PH	T_t, t_c	$T_t = 2R \tan I/4$, $t_c = T - T_t/2$
長 弦	AB.	C	$C = 2R \sin I/2$
半 曲 線 弦	AG, BG	C_1	$C_1 = 2R \sin I/4$
中 央 縱 距	JG	M	$M = R \cdot \text{vers } I/2$
頂 点 座 标 Y	FG, KG	Y	$Y = R \cdot \text{vers } I/2$
頂 点 座 标 X	AF, BK	X	$X = R \cdot \sin I/2$
双 折 角 曲 線	[PUH] PHU	A 或 B	$\tan A/2 = T/R$
切 線 支 距	曲線 l 之 x, y .	x, y .	$X = R \sin \theta$, $y = R \cdot \text{vers } \theta$
曲 線 之 偏 角	$\widehat{BQ}$ 之偏角	d	$d^\circ = 28.6479 \cdot l/R$
測 角 系 数 表	[SPB	f	$f = 10 \cdot \sin I/2$

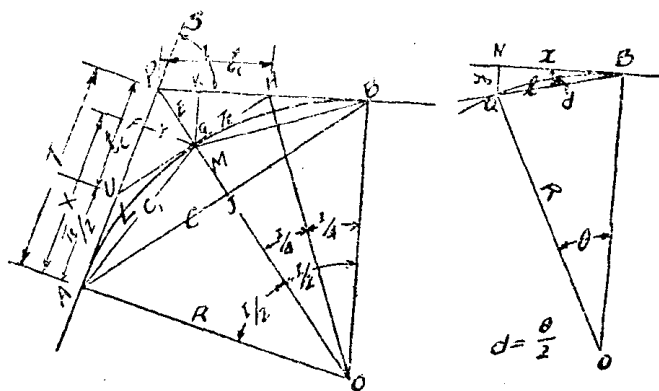


图 1

3. 缓和曲线的各部名称及计算公式

l_s —— 缓和曲线的长度；

l —— 缓和曲线任意一点至 $T.S.$ 或 $S.T.$ 点之曲线长；

S_c —— 缓和曲线的中心角，等于 $3i_c$ ；

i_c —— 自 $T.S.$ 至 $S.C.$ 点或自 $S.T.$ 点至 $C.S.$ 点的总偏角，等于 $S.C./3$ ；

i —— 自 $T.S.$ 或自 $S.T.$ 至缓和曲线上任意一点的偏角，其极限值为 i_c ；

C —— 自 $T.S.$ 至 $S.C.$ 点或自 $S.T.$ 至 $C.S.$ 点之长弦；

x_c —— 自 $T.S.$ 至 $S.C.$ 点或自 $S.T.$ 至 $C.S.$ 点的座标；

x —— 以 $T.S.$ 或 $S.T.$ 为起点，至缓和曲线任意一点之座标，其极限值为 x_c ；

y_c —— 缓和曲线，自切线至 $S.C.$ 或 $C.S.$ 点的支距；

y —— 缓和曲线，自切线至缓和曲线上任意一点的支距，其极限值为 y_c ；

A —— 原来单曲线的起始点，因加入缓和曲线内移的地位；

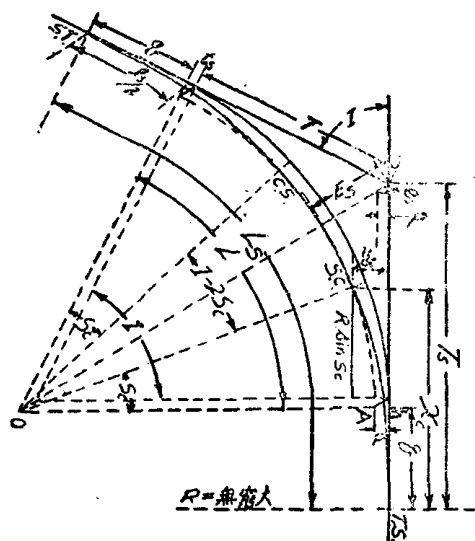


图 2

p —— 緩和曲線自切線內移的距离;

q —— 自 $T.S$ 或 $S.T.$ 至 h 点的距离;

J —— $l_s - x_c$ 的差数;

j —— $l_s - x$ 的差数;

T_s —— 包含緩和曲線在內的切線長以 t 为尾加数;

t_s —— 因加入緩和曲線單曲線內移增加的切線長度;

E_s —— 包含緩和曲線在內的外矢距, 以 e 为尾加数;

e_s —— 因半徑由 R 加大到 $(R+p)$, 又因此 p 值而增加的一段外矢距;

L_s —— 包含緩和曲線在內的曲線長, 以 l_s 为尾加数;

L' —— 不包含緩和曲線在內的單曲線, 比 L 还要小 ($=L-l_s$);

D_s —— 包含緩和曲線在內的超距, 以 d_s 为尾加数;

T_{ts}, T_{cs} —— 为有緩和曲線的頂点切線;

T_s' —— 为頂点切線內 T_s 減去 T_{cs} 的一段;

T_c —— 为 $S.C.$ 或 $C.S.$ 点之切線, 与 T_s 線相交之一点 Q 至 $T.S.$ 或 $S.T.$ 点的距离, 交角为 $S.C.$;

F —— 自 Q 点連接 $S.C.$ 或 $C.S.$ 点之切線比值。

緩和曲線应用公式:

$$T_s = T + t;$$

$$T_s' = \frac{T_{ts}}{2} + q;$$

$$E_s = E + e;$$

$$L_s = L + l_s;$$

$$L' = L_s - 2l_s$$

$$L - l_s;$$

$$D_s = D + d_s;$$

$$T_{ts} = T_t + \frac{T_t}{R} \cdot p;$$

$$t_{cs} = t_c + \frac{t_c}{R} \cdot p;$$

$$S_o = 28.6479 \frac{l_s}{R} \left(\frac{90^\circ}{\pi} = 28.6479 \right); \quad i_o = \frac{S_o}{3};$$

$$y_o = \frac{l_s^2}{6R}; \quad y = y_o \cdot \frac{l^3}{l_s^3}; \quad i = i_o \cdot \frac{l^2}{l_s^2};$$

$$x_0 = l_s - \frac{l_s^3}{40R^2}; \quad x = l - \frac{l^5}{40R^2l_s^2} = l - J \cdot \frac{l^5}{l_s^5};$$

$$p = y_0 - R \text{ vers } S_0; \quad (\text{其中: } \frac{l^5}{40R^2l_s^2} = j; \quad J = \frac{l_s^3}{40R^2}.)$$

$$q = x_0 - R \sin S_0;$$

$$C = x_0 \cdot \sec i_0;$$

$$T_d = x_0 - y_0 \cdot \cot S_0.$$

$$F = \frac{y_0}{x_0 - T_d} \cdot 100$$

緩和曲線的支距:

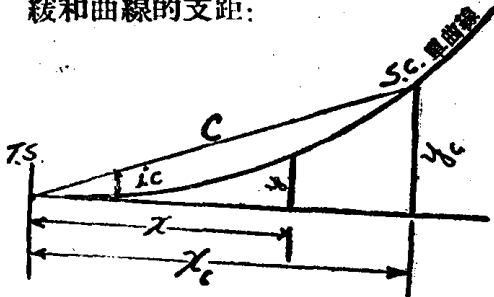


图 3

$$y = y_0 \frac{l^3}{l_s^3}$$

$$x = l - J \frac{l^5}{l_s^5}$$

緩和曲線的偏角:

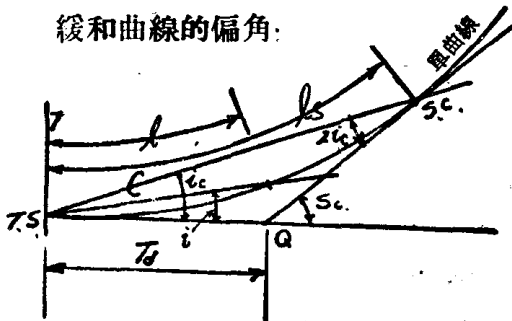


图 4

$$i = i_0 \frac{l^2}{l_s^2}$$

4. 曲線測設法

路線所經兩折線相交的一點，是為折點，在此點置經緯儀，測得折角（或交角）。根據折角大小，適應路線經過的實際地形，決定半徑，計算曲線長、切線長、外矢距長，以測出地面上的曲線起點、中點及終點，使曲線符合於圓的規律。如因地形困難或有其它障礙，並可利用各種相關條件，如頂點切線、雙折角曲線、長弦、半曲線弦等方法，以釘出正確的曲線。

測定折角的方法：如图 5 路線自 A 向 S 的方向前進，至 P 點須折向 B

方,則 AP 及 PB 必相交于一点 P , 是为折点; 所测的角是为折角 I 。在 AP 及 BP 之間, 必須插入一段曲線, 俾成为有規律的曲線, 或更加入一段緩和曲線, 以便汽車可以很順利的通过。曲線常因折角的大小和所用半徑的不同, 其位置和長度, 亦相应发生变化。本表就是适应这种变化, 以計算不同曲線的各种算表。

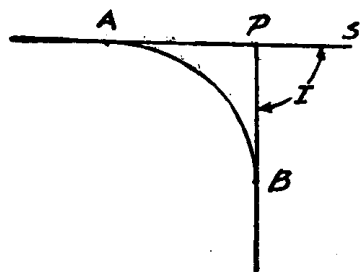


图 5

折角一般都用經緯仪測出, 如图 5, SPB 角是为折角, 以 I 表示之。

根据 I 角的大小, 估計可以符合規定的半徑, 用公式或本表計算出曲線長、切線長、外矢距長, 以確定曲線起点 $B.C$ 、曲線中点 $M.C$ 、曲線終点 $E.C$ 以控制这根曲線的位置。

5. 从單曲線加入緩和曲線的方法

应用公式:

$$T_s = T + (t_s + q)$$

$$= T + t;$$

$$E_s = E + (e_s + p)$$

$$= E + e;$$

$$L_s = L + l_s$$

$$= L + \text{緩和曲線長度};$$

$$D_s = D + d_s$$

$$= D + \text{緩和曲線超距尾加数}。$$

按照上列公式, 本表的緩和曲線是由單曲線轉化而成的。由于我国的公路以往都是用單曲線的, 对于比較复杂的緩和曲線, 还很生疏; 事实上对于已有的公路, 还不能脱离原有的單曲線。为符合今后的規格要求, 除最低級的公路外, 都將加入緩和曲線。上列方法, 不但使單曲線同緩和曲線的关系十分明瞭, 在应用时并加強了本表的灵活性, 既可以測單曲線, 又可以測緩和曲線, 并且对原有的單曲線公路, 只要根据原有的半徑和中心角, 略加修改, 就符合于現在的規定了。

第一表 緩和曲線常數表

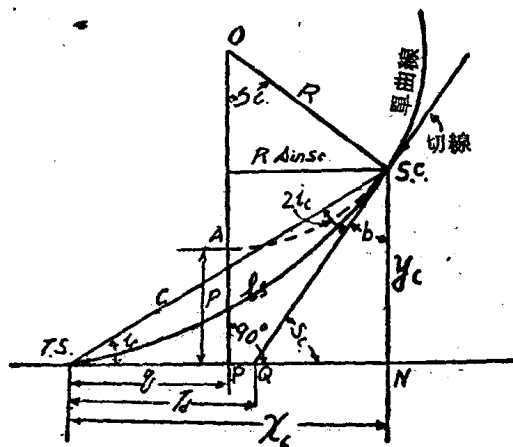


图 6

公式:

$$S_c = 28.6479 \frac{l_s}{R} \left(\frac{90}{\pi} 28.6479 \right)$$

$$y_0 = \frac{l_s^2}{6R}$$

$$x_c = l_s - \frac{l_s^3}{40R^2}$$

$$p = y_a - R \text{ vers } S_e.$$

$$q = x_c - R \sin S_c.$$

$$C = x_c \sec i_c.$$

$$T_d = x_c - y_c \cot S_c.$$

$F=S_c$ の切線函数 (Q/N 同 X_c の比值)

自 Q 点通过 S.C. 点引長, 就是單曲線部份的切線。

緩和曲線常数表

級	R	l_s	Sc	y_c	x_c	p	q	C	Td
1	1400	60	1°-13'-40"	0.429	59.997	0.108	30.000	59.999	39.995
	1300	60	1°-19'-20"	0.462	59.997	0.116	29.999	59.999	39.995
	1200	60	1°-25'-56"	0.500	59.996	0.125	30.000	59.998	39.998
	1100	60	1°-33'-45"	0.545	59.996	0.136	30.000	59.998	40.016
	1000	60	1°-43'-08"	0.600	59.995	0.150	29.999	59.999	40.001
	900	70	2°-13'-41"	0.907	69.989	0.223	34.999	69.994	46.677
	800	80	2°-51'-53"	1.333	79.980	0.333	39.997	79.991	53.342
	700	95	3°-53'-17"	2.149	94.956	0.538	47.491	94.980	63.336
	600	115	5°-29'-27"	3.674	114.894	0.921	57.482	114.961	76.674
2	600	60	2°-51'-53"	1.000	59.985	0.250	29.998	59.993	40.001
	500	70	4°-00'-39"	1.633	69.966	0.408	34.993	69.985	46.676
	450	80	5°-05'-33"	2.370	79.937	0.594	39.993	79.972	53.342
	400	90	6°-26'-45"	3.375	89.886	0.846	44.981	89.949	60.013
3	400	50	3°-34'-52"	1.042	49.980	0.261	24.995	49.991	33.330
	350	55	4°-30'-06"	1.440	54.966	0.360	27.494	54.985	36.676
	300	60	5°-43'-46"	2.000	59.940	0.501	29.990	59.973	40.006
	250	75	8°-35'-40"	3.750	74.831	0.943	37.471	74.924	50.019
4	250	30	3°-26'-16"	0.600	29.989	0.150	14.998	29.995	20.001
	200	40	5°-43'-46"	1.333	39.960	0.334	19.994	39.982	26.674
	160	50	8°-57'-08"	2.604	49.878	0.655	24.980	49.946	33.348
	125	60	13°-45'-04"	4.800	59.654	1.217	29.940	59.845	40.040
5	125	20	4°-35'-01"	0.533	19.987	0.133	9.998	19.994	13.335
	100	25	7°-09'-43"	1.042	24.961	0.262	12.494	24.983	16.668
	90	25	7°-57'-28"	1.157	24.952	0.290	12.492	24.979	16.675
	80	30	10°-44'-35"	1.875	29.895	0.473	14.983	29.954	20.013
	70	35	14°-19'-26"	2.917	34.781	0.741	17.463	34.902	23.357
	60	40	19°-05'-55"	4.444	39.556	1.142	19.924	39.802	26.722
	50	45	25°-46'-59"	6.750	44.089	1.772	22.341	44.590	30.115
迴 頭 路 線	40	30	21°-29'-09"	3.750	29.578	0.970	14.927	29.811	20.051
	30	30	28°-38'-52"	5.000	29.250	1.327	14.867	29.661	20.097
	30	25	23°-52'-24"	3.473	24.566	0.906	12.424	24.805	16.719
	20	25	35°-48'-36"	5.208	24.023	1.427	12.321	24.554	16.805
	30	20	19°-05'-55"	2.222	19.778	0.571	9.962	19.900	13.361
	25	20	22°-55'-06"	2.667	19.680	0.693	9.945	19.856	13.372
	20	20	28°-38'-52"	3.333	19.501	0.885	9.913	19.775	13.400
	15	20	38°-11'-50"	4.444	19.111	1.232	9.835	19.593	13.463
困 難 山 區	80	20	7°-09'-43"	0.833	19.969	0.209	9.995	19.987	13.340
	70	20	8°-11'-15"	0.952	19.959	0.239	9.992	19.982	13.342
	60	20	9°-32'-58"	1.111	19.944	0.279	9.990	19.975	13.340
	50	20	11°-27'-33"	1.333	19.920	0.336	9.986	19.964	13.344
	40	15	10°-44'-35"	0.933	14.947	0.237	7.491	14.976	10.003
	20	15	21°-29'-09"	1.875	14.789	0.485	7.464	14.905	10.026

第二表 切線、外矢距、曲線、超距 長度表及緩和曲線尾加數表

(一) 切線、外矢距、曲線、超距長度表

$$R=100\text{m.}$$

$$\text{公 式: } T=R. \tan I/2$$

$$E=R. \operatorname{exsec} I/2$$

$$L=0.0174533.R.I.$$

$$D=2T-L$$

$$\text{例: } I=39^{\circ}-46' \quad R=90\text{m.}$$

$$P \text{ 点里程 } 14^k+382.4$$

$$\text{計算式: } T=90 \times 0.36167=32.55\text{m.}$$

$$E=90 \times 0.06339=5.71\text{m.}$$

$$L=0.0174533 \times 90 \times 39.767^{\circ}$$

$$=62.47\text{m.}$$

$$D=2 \times 32.55 - 62.47 = 2.63\text{m.}$$

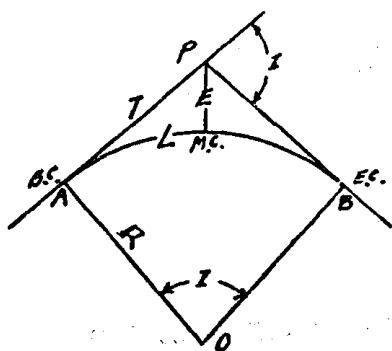


图 7

查 表:

T.	E.	L.	D.
39°-40'—36.068	39°-40'—6.306	39°-40'—69.231	39°-40'—2.905
+) 6'— .098	+) 6'— .083	+) 6'— .175	6'— .021
36.166	6.339	69.406	2.926
×) .9	×) .9	×) .9	×) .9
32.5191	5.7051	62.4651	2.6321
5	1	7	
T=32.55m	E=5.71m	L=62.47m	D=2.63

驗 算:	P	14 ^k +382.40	P	14 ^k +382.40
	-)	32.55 (T)	+	32.55 (T)
	B.C.	14 ^k +349.85		14 ^k +414.95
	+) 31.24 (L/2)		-)	2.63 (D)
	M.C.	14 ^k +381.09	E.C.	14 ^k +412.32 ✓
	+) 31.23 (L/2)			
	E.C.	14 ^k +412.32 ✓		

超距的应用

1. 校对曲线计算, 有否错误:

$$2T - D = L \text{ 按前例 } T = 32.55 \quad D = 2.63$$

$$65.10 - 2.63 = 62.47 \checkmark$$

2. 用坐标计算中綫或繪制中綫平面图 須求出兩折角的实長时:

$$\text{今 } P_1 = 14^k + 382.40 \quad P_2 = 15^k + 284.30$$

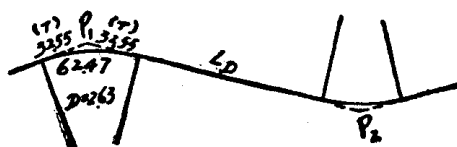


图 8

$$P_2 - P_1 + D = L_D$$

$$P_2 - 15^k + 284.30$$

$$- P_1 - 14^k + 382.40$$

$$\hline 901.90$$

$$+ \quad 2.63$$

$$\hline 904.53 \text{ m. } P_1 \sim P_2 = 904.53 \text{ m.}$$

3. 草測綫路, 可仅測出折綫作控制点, 定出 M.C. 点, 用超距法計算路綫長度可以免去計算 T.E.L., 并节省大量時間。

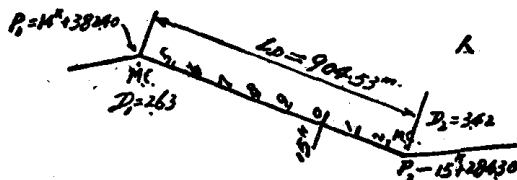


图 9

$$\text{今 } D_1 = 2.63 (P_1) \quad D_2 = 3.42 (P_2) \quad \text{計算里程} = P - D$$

自 P_1 前进时, 以 $(14 + 382.40) - 2.63 = 14^k + 379.77$ 为計算里程。

本例, $P_1 - 5 = 120.23 \text{ m} \quad P_1 - 6 = 220.23 \dots P_1 - P_2 = 904.53$

$$P_2 \text{ 計算里程} = (15^k + 284.30) - 3.42 = 15^k + 280.88$$

(二) 緩和曲綫尾加数表

根据下列緩和曲綫公式:

$$\begin{aligned}
T_s &= (R + p) \tan \frac{I}{2} + q \\
&= R \tan \frac{I}{2} + (p \cdot \tan \frac{I}{2} + q) \\
&= T + (t_s + q) \\
&= T + t
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
E_s &= (R + p) \operatorname{exsec} \frac{I}{2} + p \\
&= R \cdot \operatorname{exsec} \frac{I}{2} + (p \operatorname{exsec} \frac{I}{2} + p) \\
&= E + (e_s + p) \\
&= E + e
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
L_s &= 0.0174533R(I - 2Sc) + 2l_s \\
&= 0.0174533RI + l_s \quad (\text{因 } 0.0174533 \cdot R \cdot 2Sc = l_s) \\
&= L + l_s \\
&= L + \text{緩和曲綫長度。}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
D_s &= 2T_s - L_s \\
&= 2T + 2t - L - l_s \\
&= D + d_s
\end{aligned}$$

例1. 五級公路 $I=39^\circ-46'$ $R=90$ $l_s=25$

$$\begin{aligned}
\text{計算式: } T_s &= (90 + 0.29) \times .36166 + 12.492 = 45.15^m \\
E_s &= (90 + 0.29) \times .06339 + 0.29 = 6.02^m \\
L_s &= 0.0174533 \times 90 \times 39.767 + 25.00 = 87.47^m \\
D_s &= 90.30 - 87.47 = 2.83^m
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{查表: } T_s &= 32.55 + 12.60 = 45.15 \\
E_s &= 5.71 + 0.31 = 6.02 \\
L_s &= 62.47 + 25.00 = 87.47 \\
D_s &= 2.63 + 0.20 = 2.83
\end{aligned}$$

例2. 四級公路 $I=68^\circ-38'$ $R=125$ $l_s=60^m$

$$\begin{aligned}
\text{計算式: } T_s &= (125 + 1.217) \times .68258 + 29.940 \\
&= 116.09^m \\
E_s &= (125 + 1.217) \times .21075 + 1.217 \\
&= 27.82^m
\end{aligned}$$

$$L_s = 0.0174533 \times 125 \times 68.633 + 60.000 \\ = 209.73^m$$

$$D_s = 116.09 \times 2 - 209.73 \\ = 22.45^m$$

查表: $T_s = 85.32 + 30.77 = 116.09^m$

$$E_s = 26.34 + 1.47 = 27.81^m (2)$$

$$L_s = 149.73 + 60.00 = 209.73^m$$

$$D_s = 20.91 + 1.54 = 22.45^m$$

例3. 五級公路 $I=148^\circ-25'$ $R=50^m$ $l_s=45^m$

計算式: $T_s = (50 + 1.772) \times 3.53596 + 22.341 \\ = 205.40^m$

$$E_s = (50 + 1.772) \times 2.67465 + 1.772 \\ = 140.24^m$$

$$L_s = 0.0174533 \times 50 \times 148.417 + 45.00 \\ = 174.52$$

$$D_s = 205.40 \times 2 - 174.52 \\ = 236.28^m$$

查表: $T_s = 176.80 + 28.60 = 205.40^m$

$$E_s = 133.73 + 6.51 = 140.24^m$$

$$L_s = 129.52 + 45.00 = 174.52^m$$

$$D_s = 224.08 + 12.20^* = 236.28^m$$

例4. 困难山区 $I=84^\circ-36'$ $R=40$ $l_s=15^m$

計算式: $T_s = (40 + 0.237) \times .90993 + 7.491 \\ = 44.10^m$

$$E_s = (40 + 0.237) \times .35202 + 0.237 \\ = 14.40^m$$

$$L_s = 0.0174533 \times 40 \times 84.60 + 15.00 \\ = 74.06^m$$

$$D_s = 44.10 \times 2 - 74.06 \\ = 14.14^m$$

查表及緩和曲綫尾加數图解:

$$T_s = 36.397 + 7.707 = 44.10$$

$$E_s = 14.081 + 0.320 = 14.40$$

$$L_s = 59.062 + 15.000 = 74.06$$

$$(7.707 \times 2 - 15.000 = 0.414)$$

$$D_s = 13.732 + 0.414 = 14.15 (4)$$

例5. 兩端緩和曲綫相啣接, 沒有單曲綫之例: (五級公路):

$$I = 38^\circ - 11' - 50'' (= 2.S_c.) \quad R = 60$$

$$l_s = 40 \quad q = 19.924 \quad \text{五級公路}$$

$$\begin{aligned} \text{計算式: } T_s &= (60 + 1.142) \times 0.34628 + 19.924 \\ &= 41.10^m \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_s &= (60 + 1.142) \times .05824 + 1.142 \\ &= 4.70^m \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_s &= 0.0174533 \times 60 \times 38.198 + 40 \\ &= 80.00^m \end{aligned}$$

$$D_s = 82.20 - 80 = 2.20$$

$$\text{查表: } T_s = 20.775 + 20.33 = 41.10$$

$$E_s = 3.495 + 1.21 = 4.70$$

$$L_s = 40 + 40 = 80.00$$

$$D_s = 1.552 + 0.66 = 2.21$$

附註: 1. 在特殊困難山区的緩和曲綫尾加數, 另制成圖解, 附在表后。

2. 在緩和曲綫尾加數表內, 大于90度的函數, 因差值漸大, 在表的下邊添加差數 d , 左邊是 t 的差數, 右邊是 e 的差數, 計算 D_s 時除加入 d_s 外, 并須取表下的差數 d 二倍之, 加入 D_s 之內, 如例3的*即 $d_s = 12.04 + 2 \times 0.08 = 12.20$ 。

3. 迴頭路綫中心角的起算點, 仍与其它曲綫一樣, 因迴頭路綫常由几个小折角合併而成, 故不能仅限于一个大折角。

4. 加入緩和曲綫尾加數時, 有几个半徑的 P 值較大 (如 l_s/R 40/60 45/50 30/30 25/20 等), 因此 d 的差數亦大, 計算 d 值時, 如用插入法以求中間值, 則更為精確。