

普通測量學講義

下 冊

儲 鍾 瑞 編
刘 呈 祥

清 華 大 學 出 版 科 印

1 9 5 7

下 册 目 录

第四編 水準測量

第十三章 水準測量的基本知識	13—1
13-1 高程測量的目的和種類	13—1
13-2 幾何水準測量的原理	13—2
13-3 地球曲率和折光的影响	13—2
13-4 水准儀的構造和類型	13—3
13-5 水准尺和尺墊	13—5
13-6 定鏡水准儀的檢驗和校正	13—6
13-7 活鏡水准儀的檢驗和校正	13—8
13-8 水准點	13—10
13-9 水准測量的方法	13—11
13-10 水准測量的測站校核	13—13
13-11 水准測量的成果校核和調整	13—13
13-12 做水准測量時應注意的事項	13—14
13-13 水准測量的精度	13—14
第十四章 三四等水准測量	14—1
14-1 三四等水准測量的用途和精度	14—1
14-2 三等水准測量所用的儀器和水准尺	14—1
14-3 三等水准測量的外業	14—1
14-4 四等水准測量所用的儀器和水准尺	14—4
14-5 四等水准測量的外業	14—4
14-6 水准測量外業成果的初步整理和三四等水准測量的容許閉合差	14—6
14-7 單獨水准路綫的調整	14—7
14-8 具有一個結點的水准網的調整	14—8
14-9 巴波夫法水准網的調整	14—9
第十五章 路綫水准測量和面水准測量	15—1
15-1 路綫水准測量的概念	15—1
15-2 路綫水准測量的準備工作	15—1
15-3 曲綫元素和曲綫主點	15—2
15-4 路綫縱斷面水准測量	15—4

15-5 橫斷面水准測量	15—6
15-6 在陡坡上的水准測量，X 點法和水平尺法	15—7
15-7 越過河流或山谷的水准測量	15—8
15-8 縱斷面圖和橫斷面圖的繪制	15—8
15-9 面水准測量的概念	15—10
15-10 用干錢法作面水准測量	15—10
15-11 用方格法作面水准測量	15—11

第五編 視距測量

第十六章 視距測量	16—1
16-1 一般概念	16—1
16-2 視距測量的原理	16—1
16-3 視距經緯儀及視距尺	16—4
16-4 視距常數的測定	16—4
16-5 量豎直角	16—6
16-6 豎盤游標和游標水准管的檢驗和校正	16—9
16-7 視距測量的精度	16—10
16-8 自計視距儀	16—11
16-9 視距測量的外業	16—13
16-10 視距表，視距圖，視距計算尺	16—15
16-11 視距測量的成果整理	16—18
16-12 地形圖的繪制	16—19

第六編 平板儀測量

第十七章 平板儀測量	17—1
17-1 一般概念	17—1
17-2 平板儀的構成部份和附件	17—2
17-3 平板和附件的檢驗和校正	17—4
17-4 照准儀的檢驗和校正	17—4
17-5 平板儀的安置	17—5
17-6 平板儀的前方交會和測方交會	17—7
17-7 交會法的精度和交角的限度	17—8
17-8 圖解三角網	17—9
17-9 圖解三角網各點高程的確定	17—10
17-10 圖解三角網各點差的調整	17—12
17-11 補點（傳遞點）	17—13
17-12 碎部測量	17—15

17-13 平板儀測量的精度	17—16
17-14 平板儀測量的優缺點和它的應用	17—16
17-15 平板儀同經緯儀，水准儀的配合應用	17—16
17-16 小平板儀同經緯儀的配合應用	17—16

第七編 低精度的平面和高程測量

第十八章 气压高程測量 18—1

18-1 一般概念	18—1
18-2 氣壓高程測量的公式	18—1
18-3 氣壓高程測量所用的儀器	18—2
18-4 空盒氣壓計的讀數的改正數	18—2
18-5 氣壓高程測量的外業	18—3
18-6 氣壓高程測量的成果整理工作	18—4
18-7 用一個氣壓計觀測的成果整理實例	18—5
18-8 氣壓高程測量的精度	18—8

第十九章 草 測 19—1

19-1 草測的意義和應用	19—1
19-2 距離的測定	19—1
19-3 直綫定向和角度的測定	19—2
19-4 高差和高程的測定	19—2
19-5 草測的作業	19—3

第八編 地形圖的应用

第二十章 地形圖的应用 20—1

20-1 讀圖和用圖	20—1
20-2 籍地形解決的某些問題	20—1

第九編 工程建築物的樁定工作

第二十一章 樁定的一般工作，圓曲綫的樁定，房屋，管道，

土壩及小橋的樁定 21—1

21-1 概念	21—1
21-2 樁定點子的方法和基本測量工作	21—1
21-3 極坐標法	21—1
21-4 直角坐標法	21—2
21-5 角度交會法	21—3
21-6 距離交會法	21—3

21-7	在地面上設置已知長度的直綫	21—3
21-8	在地面上設置已知角值的水平角	21—4
21-9	根據地面上已有的地物樁定新建築物	21—5
21-10	樁定圓曲綫	21—6
21-11	視線爲地物所阻時的樁定方法	21—10
21-12	樁定高程等于一定數值的點子	21—13
21-13	設出已給坡度的直綫	21—13
21-14	龍門板在樁定房屋時的應用及其設置	21—14
21-15	地下管道的樁定工作	21—14
21-16	小土壩的樁定工作	21—15
21-17	小型橋樑的樁定工作	21—16

第二十二章 樁定工作中的特殊問題 22—1

22-1	用捲尺設置直角	22—1
22-2	用捲尺從直綫外面一點作垂直綫	22—1
22-3	用捲尺求出角度	22—2
22-4	解析法測定建築物的高度	22—2
22-5	高程的傳遞	22—4
22-6	把一塊地面劃成水平面	22—5
22-7	把一塊地面劃成傾斜的平面	22—5

第十編 在水利技術方面用到的測量工作

第二十三章 方位角的測定 23—1

23-1	天球概念	23—1
23-2	定位三角形	23—1
23-3	天體的方位角和地面目標的方位角之間的關係	23—2
23-4	觀測太陽確定地面目標的真方位角	23—2
23-5	用 Φ . H. 克拉索夫斯基教授的方法測定方位角	23—5
23-6	同高觀測天體來測定方位角	23—6
23-7	用日圭法測定真子午綫方向	23—6

第二十四章 測定個別點子的坐標 (導綫和三角點或較高級導綫點的連結) 24—1

24-1	一般概念	24—1
24-2	間接法傳遞坐標	24—1
24-3	前方交會法	24—2
24-4	側方交會法	24—7
24-5	三點後方交會法 (三點問題)	24—7
24-6	兩點後方交會法 (兩點問題)	24—13

第二十五章 全國性的控制測量和小三角測量25—1

- 25-1 一般概念25—1
- 25-2 三角測量的選點，造標和埋石25—2
- 25-3 小三角測量控制機構25—3
- 25-4 邊長的精度25—4
- 25-5 小三角測量的基綫丈量25—6
- 25-6 小三角測量的測角工作25—7
- 25-7 小三角鎖的平差25—8

第二十六章 河道測量26—1

- 26-1 一般概念26—1
- 26-2 河流縱向水准測量26—1
- 26-3 水深測量26—1
- 26-4 河底地形及縱斷面的繪制26—3

第十一編 攝影測量

第二十七章 攝影測量27—1

- 27-1 概念27—1
- 27-2 航空攝影測量的一般過程27—1
- 27-3 像片的比例尺及像點的位移27—2
- 27-4 像片的判讀27—3
- 27-5 像片畧圖的編制27—4
- 27-6 像片平面圖的編制27—4
- 27-7 測繪地形圖的不同航測方法27—5
- 27-8 地面立體攝影測量27—7

第二十二章 樁定工作中的特殊問題

22-1 用捲尺設置直角

當樁定臨時性的房屋或精度要求不高的房屋時，我們就不必用經緯儀而可以用布捲尺或鋼捲尺設置直角了。

假設要在 AB 綫上的 A 點設置直角（圖 22—1）。先在 AB 綫上量出 6m 的一段距離，得 C 點。以 A 點為圓心，把尺子端點放在 A 點，以尺上 8m 的一段距離為半徑，在地上作圓弧。同樣，以 C 點為圓心，10m 一段距離為半徑，在地上再作一段圓弧。兩段圓弧的相交點 D 和 A 點的連線就垂直于 AB 綫了。直角三角形 CAD 的三邊各等於 6，8，10 公尺。

我們可以把布捲尺的零點放在 A 點，尺上 18m 的分劃綫放在 C 點，然後手指捏着尺上 8m 的地方，把尺上 0 到 8m 一段和 8m 到 18m 拉直，這樣就得圖 21—2 中 CAD 直角三角形了。如果用的是鋼捲尺，爲了避免折斷鋼尺，可以把尺上零點和 19m 的地方各放在 A C 點（圖 21—3），然後把尺上 8m 和 9m 的地方捏在一起，拉直鋼尺，這樣也就得到直角 CAD 了。

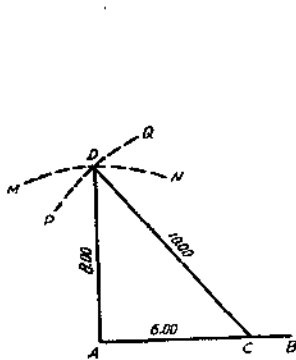


圖 22—1

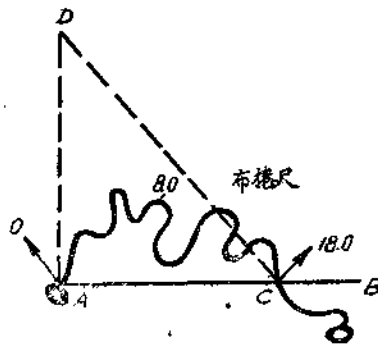


圖 22—2

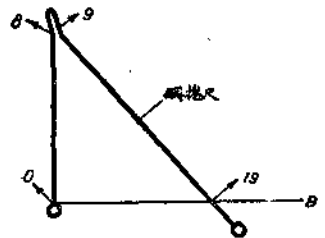


圖 22—3

22-2 用捲尺从直綫外面一點作垂直綫

假設我們要從 P 點作一條綫，使它垂直于 MN 綫（圖 22—4）。把捲尺的一端放在 P 點，用另一端作弧，相交 MN 綫于 m, n 點。量出 mn 的長度，並平分之，得 D 點，PD 就垂直于 MN 了。

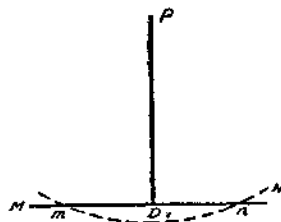


圖 22—4

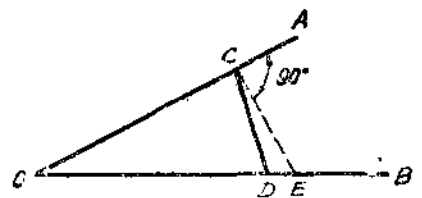


圖 22—5

22-3 用捲尺求出角度

假設我們要求出地面上 OA, OB 兩邊的夾角 (圖 22-5)。在 OA, OB 邊上丈量兩段長度相等的綫段，得 C, D 點。再量 CD 的長度。在三角形 OCD 中三邊的長度都知道了，我們就可以根據需要的精度，用圖解法或解析法求出 $\angle AOB$ 的角值。

我們還可以在 C 點設置直角，得直角邊和 OB 綫的交點 E ，然後丈量 OC 和 CE 的長度，以便計算 $\angle AOB$ 。

22-4 解析法測定建築物的高度

1. 精度較差的方法

將經緯儀安置于一點，用盤左和盤右兩個位置量建築物的頂和底的豎直角 φ 和 ψ (圖 22-6)，並用鋼尺丈量儀器到建築物中心的距離 d 。從圖可知：

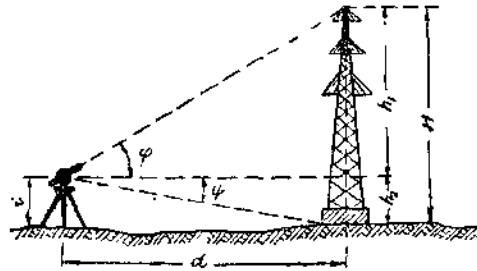


圖 22-6

$$h_1 = d \operatorname{tg} \varphi, \quad h_2 = d \operatorname{tg} \psi。$$

$$H = h_1 + h_2 = d (\operatorname{tg} \varphi + \operatorname{tg} \psi)。$$

如果地面較平坦，可以認為儀器高 $i = h_2$ ，那末， $H = h_1 + i$ 。

例題： $d = 60.00 \text{ m}$ ， $\varphi = 21^\circ 48' 10''$ ， $\psi = 1^\circ 50' 00''$ ；求 H 。

$$d \operatorname{tg} \varphi = 60.00 \times 0.40003$$

$$= 24.00 \text{ m}$$

$$d \operatorname{tg} \psi = 60.00 \times 0.03201$$

$$= 1.92 \text{ m}，$$

$$H = 24.00 + 1.92 = 25.92 \text{ m}。$$

2. 較精確的方法

在建築物附近選基綫 AB ，並丈量之，以 b 表示它的長度 (圖 22-7)。用經緯儀量水平角 α, β 和豎直角 φ, ψ 。量水平角時，望遠鏡不能瞄準 C 點而是瞄準和 C 點具有相同水平位置的頂點 E 。

在三角形 ABC 中，

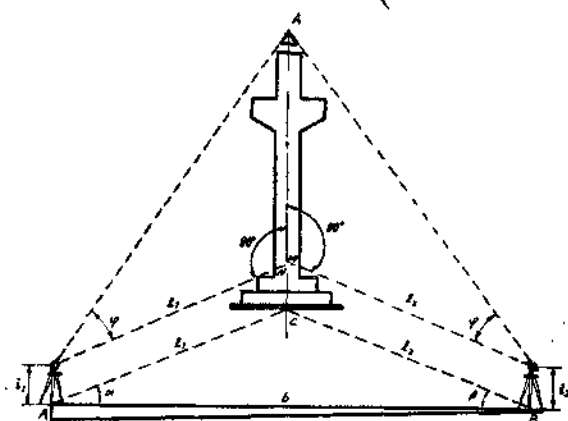


圖 22—7

$$\frac{l_1}{\sin \beta} = \frac{b}{\sin (\alpha + \beta)}, \quad \text{即} \quad l_1 = b \frac{\sin \beta}{\sin (\alpha + \beta)};$$

$$\frac{l_2}{\sin \alpha} = \frac{b}{\sin (\alpha + \beta)}, \quad \text{即} \quad l_2 = b \frac{\sin \alpha}{\sin (\alpha + \beta)}.$$

以 H_A, H_B 各代表已知的或用水准儀測出的 A, B 點的高程, 我們就可以求得 E 點的高程的兩個數值 H'_E 和 H''_E 。

$$H'_E = H_A + l_1 \operatorname{tg} \varphi + i_1, \quad H''_E = H_B + l_2 \operatorname{tg} \varphi + i_2.$$

平均數 $H_E = \frac{1}{2} (H'_E + H''_E)$ 。

用水准儀可以測出建築物底部的高程 $H_{底}$ 。

建築物的高度 $= H_E - H_{底}$ 。

例題：

已知：

$$\alpha = 36^\circ 27' 20''; \quad \sin \alpha = 0.59420;$$

$$\beta = 40^\circ 25' 30''; \quad \sin \beta = 0.64845;$$

$$\alpha + \beta = 76^\circ 52' 50''; \quad \sin (\alpha + \beta) = 0.97390;$$

$$b = 85.00 \text{公尺}; \quad i = 1.44; \quad i_2 = 1.49;$$

$$\varphi = 230^\circ 15' 50''; \quad \operatorname{tg} \varphi = 0.42995;$$

$$\varphi = 24^\circ 50' 00''; \quad \operatorname{tg} \varphi = 0.46277;$$

$$H_A = 125.03 \text{ m}; \quad H_B = 125.37;$$

$$H_{底} = 125.21 \text{ m}.$$

先求出 l_1 和 l_2 的數值：

$$l_1 = b \frac{\sin \beta}{\sin (d + \beta)} = 85.00 \times \frac{0.61845}{0.97390} = 56.59 \text{ m},$$

$$l_2 = b \frac{\sin \alpha}{\sin (\alpha + \beta)} = 85.00 \times \frac{0.59420}{0.97390} = 51.86 \text{ m} \circ$$

再求出 $l_1 \operatorname{tg} \varphi$ 和 $l_2 \operatorname{tg} \varphi$:

$$l_1 \operatorname{tg} \varphi = 56.59 \times 0.42995 = 24.33 \text{ m},$$

$$l_2 \operatorname{tg} \varphi = 51.86 \times 0.46277 = 24.00 \text{ m} \circ$$

最後求出建築物頂端的高程 :

$$H'_E = H_A + l_1 \operatorname{tg} \varphi + i_1 = 125.03 + 24.33 + 1.44 = 150.80,$$

$$H''_E = H_B + l_2 \operatorname{tg} \varphi + i_2 = 125.37 + 24.00 + 1.49 = 150.86;$$

$$H_E = \frac{1}{2} (150.80 + 150.86) = 150.83 \text{ m} \circ$$

建築物的高度等于

$$H_E - H_{\text{底}} = 150.83 - 125.21 = 25.62 \text{ m} \circ$$

22-5 高程的傳遞

在樁定工作中，我們常常要測出兩點間的高差，而高差總是較大的。這時我們就不能用水准尺，而要用下端掛着重錘的輕便鋼捲尺。

1. 從地面傳遞高程到深坑內 假設我們要根據地面的永久水准點 A 測出坑內臨時水准點 B 的高程（圖 22-8）。在坑邊埋一吊桿，從桿端掛下輕便鋼尺和重錘。在地面和坑內各安一水准儀，由兩個觀測員分別在地面和坑內進行工作。先驗立在水准點上的兩根水准尺的讀數 a 和 d，然後同時驗出鋼尺上的讀數 b 和 c。用 H_A 代表永久水准點 A 的高程。臨時水准點 B 的高程 H_B 可按下列式求出：

$$H_B = H_A + a - (c - b) - d \circ$$

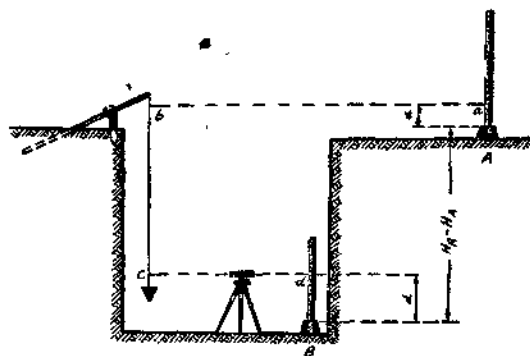


圖 22-8

如果需要的精度較高，必須改變儀器高，再重複觀測一次，並要考慮尺長改正數和溫度改正數。

2. 把高程傳遞到牆上 假設要根據水準點A測出牆上一點B的高程（圖22-9）。用a, d表示水準尺上的讀數；b, c表示鋼尺上的讀數。求B點的高程 H_B 的式子是

$$H_B = H_A + a - (c - b) - d$$

例題：設 $H_A = 185.425\text{ m}$ ， $a = 1.225\text{ m}$ ， $b = 17.384\text{ m}$ ， $c = 1.023\text{ m}$ ， $d = 1.182\text{ m}$ ，求坑底水準點的高程 H_B 。

$$H_B = 185.425 + 1.225 - (17.384 - 1.023) - 1.182 = 169.107\text{ m}$$

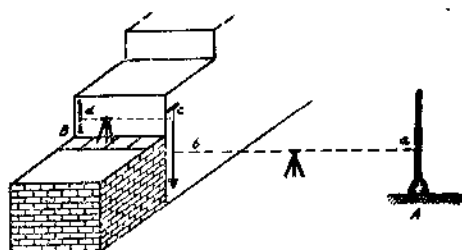


圖 22-9

22-6 把一塊地面劃成水平面

設要把一塊地面劃為平面而使土方差額接近零，就是使挖土和填土的數量大致相等。

首先把這塊面積分成若干方塊（圖22-10），然後用水準儀測出各方格頂點的高程 $H_1^A, H_2^A, H_1^B, H_2^B, H_1^C, H_2^C, \dots$ 。每一方格各頂點高程的平均值 $H_1, H_2, \dots$ 是：

$$H_1 = \frac{H_1^A + H_1^B + H_1^C + H_1^D}{4}$$

$$H_2 = \frac{H_1^B + H_1^C + H_2^C + H_2^D}{4}$$

.....

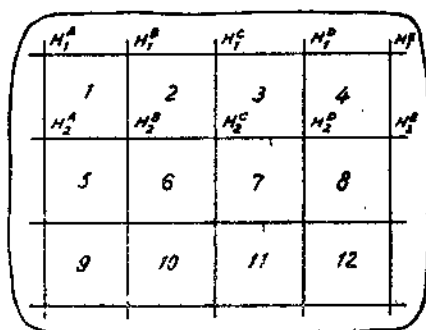


圖 22-10

取 $H_1, H_2, \dots$ 的平均高程作為設計高程 H_0 ，就是

$$H_0 = \frac{H_1 + H_2 + \dots + H_n}{n}$$

最後求出實際地面高程和設計高程的差數 Δh ：

$$\Delta h_1^A = H_1^A - H_0, \quad \Delta h_2^A = H_2^A - H_0, \quad \Delta h_3^A = H_3^A - H_0, \dots$$

Δh 稱為工作高程，寫在各頂點的木樁上；正數表示挖土，負數表示填土。

22-7 把一塊地面劃成傾斜的平面

修建廣場、飛機場、體育場時，需要把地面劃成傾斜的平面；使平面有一定的坡度是為便於排水。此外，當房屋修成後，房屋的四周也要劃成具有一定坡度的平面，使地面的水容易流出房屋的區域。

假設要把 $50\text{ m} \times 60\text{ m}$ 的地面劃成平面，而使 MQ 邊到 NP 邊的坡度為 0.05 （圖 22—11）。

首先把這塊地分成每邊等於 10 m 的方格網。我們要在方格頂點用木樁標明設計的高程。假定 M 點的設計高程是 81.25 m ，並已樁定出來。在 M 點安置水準儀，量出儀器高 i 。在 MQ 綫上 a, b, c, d, Q 點打木樁使立在這些樁上的尺子讀數等於儀器高，這樣，這些木樁頂端就都位於需要的高程 81.25 m 了。再樁定出 N 點，使它的高程等於 $81.25 - (0.05 \times 60) = 78.25\text{ m}$ ，就是使立在 N 點的尺上讀數等於 $i + 0.05 \times 60 = (i + 3)\text{ m}$ 。同法樁定出 a', b', c', d', P 各點。

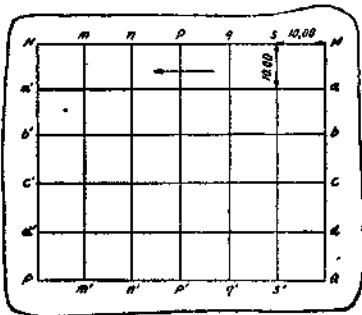


圖 22—11

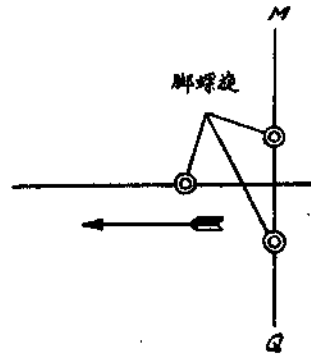


圖 22—12

如果傾斜面的坡度不大，就可以用水準儀樁定其他各點。將水準儀安置在 b 點（圖 22—12），使一個腳螺旋位於 bb' 方向上而其他兩個腳螺旋在 MQ 方向上。量出儀器高，並在水準尺上標明。立尺在 b' 點。使望遠鏡水平，然後轉動在 bb' 方向上的腳螺旋，使十字絲橫絲對着立在 b' 點的尺上儀器高的標誌。這時水準儀的豎軸就垂直於要樁定的傾斜面了。當望遠鏡繞豎軸旋轉時，視准軸將描出一個平面，它平行於要樁定的平面。為了檢查儀器的位置是否正確，可以把望遠鏡轉向 M, a, c, d, Q 各點，檢查立在各點水準尺上的讀數是否等於儀器高。檢查無錯誤後，就可樁定還沒有定出的點子。在要樁定的方格頂點打木樁，使立在樁頂的水準尺上的讀數，等於儀器高。

如果傾斜面的坡度太大，就需要用經緯儀來樁定中間的點子。安置經緯儀在 M 點，量出儀器高。把望遠鏡轉向立在 N 點的水準尺，並使十字絲橫絲對着尺上儀器高的地方。在 m, n, p, q, s 各點打木樁，使立在各樁上的水準尺的讀數等於儀器高。依次搬儀器到 a, b, c, d, Q 各點，同法樁定 bb', cc', dd', QP 各綫上的中間點。