

職業教科書委員會審查通過

機 械 製 圖

第 二 冊

影 畫 法

中華職業學校

王 品 端 編

商 務 印 書 館 發 行

◆ (644 0.8B)

職業學校教科書

機 械 製 圖

第二冊 投影畫法

* 版 權 所 有 *
* 翻 印 必 究 *

編 者 中 華 職 業 學 校
王 品 端

發 行 兼 者 商 務 印 書 館
印 刷 者

(82005) (0048 上)

教 學 凡 例

1. 本册每星期授四小時,但製圖時間,一部分須在課外。
1. 本册教授一學年完畢。
1. 本册陰影,透視畫,均角投影,因學校的性質,時間可取舍。
1. 教授本册須備全套模型,較易明瞭。

目 次

第一編 投影畫法

第一章 總論.....	1
1. 投影畫的意義 2. 投影畫的分類 3. 投影圖的名稱 4. 投影畫的規約 5. 投影畫定義 6. 投影畫的原理	
第二章 點的投影.....	4
7. 點投影的定理 8. 已知點的位置求他的投影圖 練習題一	
第三章 直線的投影.....	6
9. 直線投影的定理 10. 已知直線的位置求他的投影圖 11. 已知一直線的兩投影求他原線長的傾角並求他的跡 12. 已知一直線一端在水平投影的面上一端在垂直投影的面上求他的真長和傾角 13. 已知一直線的投影求他真長和傾角 14. 已知一直線的長並對於兩投影面的傾角求這線的投影圖 練習題二	
第四章 平面的投影.....	12
15. 平面投影的定理 16. 已知平面形的各種位置求他的投影圖 17. 已知一平面的兩跡求這平面和投影面的傾角 18. 已知相交兩平面的跡求這兩平面相交線的兩投影圖 19. 已知相交兩直線的投影圖求含這二線平面的兩跡 20. 已知一平面兩跡和一直線的兩投影圖求這平面形和一直線交點的兩投影圖 21. 已知正五角形和垂直投影面成正交和水平投影面成 θ 角並這平面中一邊和水平投影面成另一 α 角求這平面形的兩投影圖	
第五章 側面圖的畫法.....	19
22. 側面圖的定理 23. 點側面投影圖 24. 已知一直線和水平垂直側面都成傾斜的投影圖 25. 已知矩形和垂直投影面成傾斜和水平投影面成 α 角和側面成正交求他的投影圖	
第六章 平面變更位置的畫法.....	24

26. 正六角形的投影 27. 圓的投影 練習題三

第七章 簡易立體的投影 27

28. 定理 29. 立體的形狀 30. 設一直立在水平投影面上的五角柱他的一側面和垂直投影面成定角求這立體的兩投影圖 31. 設正八面體一軸垂直於水平投影面他成水平的一稜和垂直投影面成 θ 定角求這正八面體的兩投影圖 32. 設一正四面體的一面在水平投影面中並此面的一邊和垂直投影面成定角求此正四面體的兩投影圖 33. 三角柱一側面和水平投影面成定角而此側面的一稜和水平投影面成另一定角求這三角柱的兩投影圖

第八章 立體變更位置的畫法 33

34. 正三角柱的投影 35. 三角錐的投影 36. 四角柱的投影 37. 圓柱體的投影

第九章 補助投影面的畫法 39

38. 空洞三角柱的投影圖 39. 五角錐的投影 40. 正方柱和兩投影面都成傾斜時投影圖 41. 五角錐軸和垂直投影平行而他的一稜和水平投影面成 35° 求他的投影圖又他的一側面和水平投影成 30° 這側面的底邊係成水平求他的投影圖 練習題四

第十章 立體切斷投影和展開圖 45

42. 截面和展開的意義 43. 正方柱的切斷投影和展開圖 44. 正方柱的切斷投影和展開圖 45. 正五角柱切斷投影和展開 46. 五角錐直立水平投影面上求他的截面投影和截面真形以及展開圖 47. 圓柱體切斷投影和展開圖畫法(圓柱體直立於水平投影面上) 48. 球形的切斷投影圖 49. 球形的展開圖 50. 圓錐形的切斷投影及展開圖畫法(截面成橢圓形) 51. 圓錐形的切斷投影及展開圖畫法(截面成拋物線) 52. 圓錐形的切斷投影和展開圖(截斷面成雙曲線) 53. 六角錐的截面投影圖畫法 54. 五角柱截面由側面圖求出畫法 練習題五

第十一章 相貫體的投影和展開圖 64

55. 相貫體的意義 56. 縱橫大小二圓柱體垂直相貫兩軸在一平面求他的交切線圖 57. 正四角錐和正方柱相貫求他交切線投影圖 58. 大小二正方柱垂直相貫求他交切線的投影圖 59. 正方柱和正三角柱相貫求他交切線的投影圖 60. 圓柱和圓錐相貫求他交切線的投影圖

61. 圓錐體和圓柱體相貫求他交切線投影圖 62. 三角柱貫在四角錐內求他交切線的投影圖
 63. 圓錐體和圓錐體傾斜相交求其交切線的投影圖 64. 球形和正方柱相貫求他交切線的
 投影圖 65. 三角錐和正方柱相貫求他的交切線投影圖 66. 求兩圓柱體傾斜相交時求他交
 切線的投影及展開圖 67. 六角柱和正方柱傾斜相交求他交切線投影和展開圖 68. 圓筒一
 端接在圓柱一端接在方柱求這筒形的展開圖 練習題六

第二編 陰影透視畫均角投影

第十二章 陰影的畫法 81

69. 陰影的意義 70. 光線的方向 71. 求P點的影 72. 求一直線的影 73. 正方形和垂直投影
 面平行一角點在水平投影面上求他的影 74. 立方體直立於水平投影面上求他的影和陰
 75. 求直立於水平投影面上的三角柱的影陰 76. 圓柱體直立水平投影上求他的陰和影
 77. 圓柱體直立水平投影面上他的端面上覆一方柱體求他的影陰

第十三章 透視畫 91

78. 透視畫的意義 79. 消點視平線 80. 地平面上定點的透視法 81. 在地平面上傾斜直線的
 透視畫法 82. 地平面上的正六角形的透視圖畫法 83. 地面上立方體的透視圖 84. 在地
 平面上有一側面和畫面成 30° 傾斜的方柱體求他的透視圖(歪透視) 85. 照下的平面圖和
 側面圖求他的透視圖(歪透視圖) 練習題七

第十四章 均角投影 100

86. 均角投影的意義 87. 直視均角投影的畫法 88. 斜視均角投影的畫法 89. 均角投影畫法
 例圖 90. 均角投影和陰影例圖

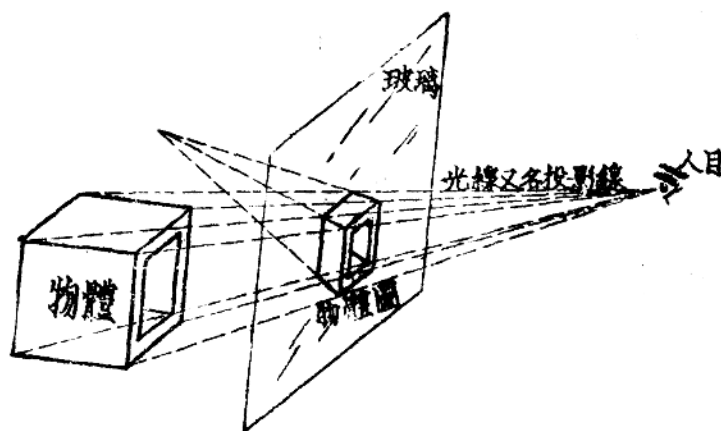
機 械 製 圖

第一編 投影畫法

第一章 總論

投影畫的意義——

投影畫，係取各種立體物件，畫在一平面上的圖畫。就是人目隔玻璃，望一物體，光線從物體一切的點，集合於目中，這些光線，透過玻璃，不會在玻璃上留物體的印跡，得物體外形圖。如第一圖所示，是應用立體幾何學的理論，用平面幾何學的畫法；繪成立體圖樣。



第 一 圖

投影畫的分類——

投影畫大別之：有透視、正投影、均角投影三種的畫法。

- (1) 透視畫 一切投影線，集合在一點的投影畫法。
- (2) 正投影 一切投影線，都成平行，且和投影的平面成正交的畫法。
- (3) 均角投影 三線互成正交，他抵於水平投影的面，成相同的傾角，就是三線的平面圖，係互成

120度角。有一物體的各根稜，都和這成正交的三線平行，則他的平面圖，必和這三線的平面圖相平行。稱這三線的平面圖為投影軸，依此軸畫成物體的投影，名他為均角投影。

上面三種的畫法，學機械製圖建築製圖均須取正投影為基礎，次為均角投影，至透視畫太覺複雜，除特殊的使用外，少有應用，故本書以正投影為主，以後簡稱投影。

3. 投影圖的名稱——

物體投影到互相垂直的兩平面上，在水平位置的平面，名水平投影面，用 H. P. 表之，（即 Horizontal Plane）在垂直位置的平面，名垂直投影面，用 V. P. 表之，（即 Vertical Plane）兩投影面相交的線，名軸線，用 XY 表之，顯在水平投影面上的圖，稱為平面圖，在垂直投影面上的圖，稱為縱面圖，在垂直水平兩投影面，另外設一投影面，和水平垂直兩投影面都成正交，稱為補助平面，顯於此面的圖。稱為側面圖。

4. 投影畫的規約：——

本書對於圖樣上注的記號，以英文正體字母，表物體原線，用草體字母，表平面圖，以草體字母的右肩加'記號，表縱面圖。圖線的規則如下：

定線(細實線)————	所求線(粗實線)————
所求背隱線(粗虛線)----	投影線(細虛線)-----
中心線(細線)———	截面線或補助線———..———

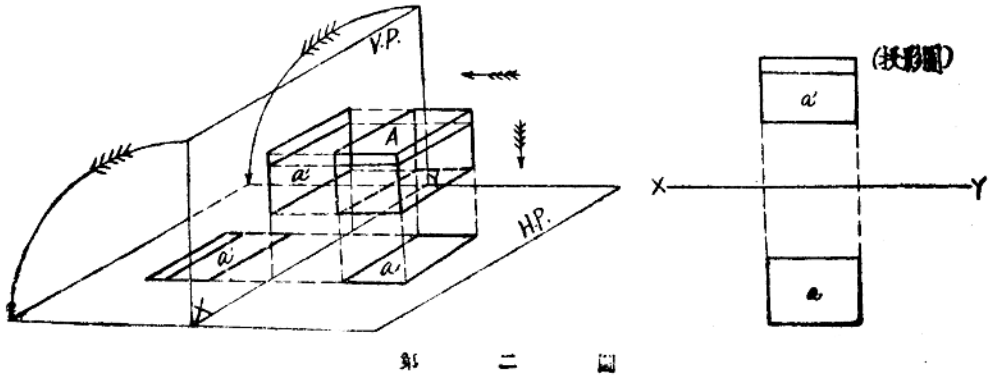
5. 投影畫定義：

- (a) 點的投影，係由原點垂直向兩投影面上的正交點。
- (b) 線的投影，係由線上一切點的投影聯成的。
- (c) 平面的投影，係由線的投影聯成的。
- (d) 立體的投影，係由平面的各角點的投影，聯成的。

6. 投影畫的原理：——

假想取直角相交的兩平面，他的中間置一物體 A，垂直於水平投影面方向視之，則顯在 H. P. 面上的投影圖 a，為 A 物體的平面圖，垂直於 V. P. 面視之，則顯在 V. P. 面上的投影圖 a'，為 A 物體的縱面圖，這兩投影面成正交，可以 XY 為軸，使 V. P. 面，回轉向下，和 H. P. 在一平面的位置，就

得投影圖，如第二圖所示。



第二章 點的投影

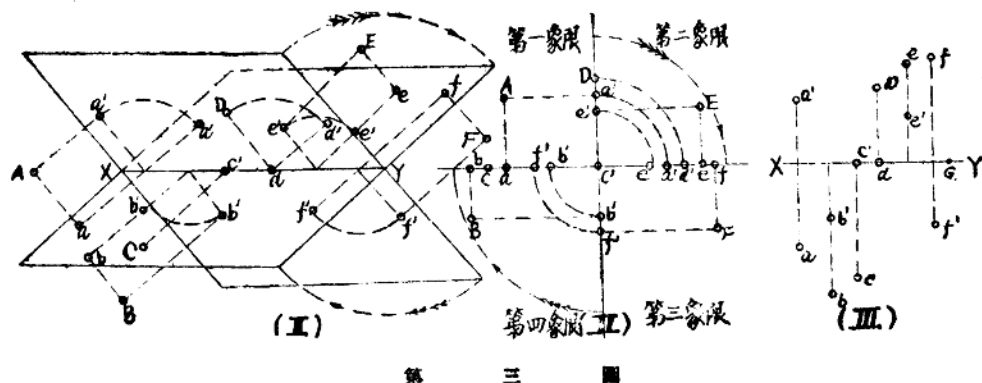
7. 點投影的定理：——

(a) 平面圖和縱面圖，必定在一直線上，並這直線和 XY 一定成垂直。

(b) 原點和 $H. P.$ 的距離，就是縱面圖和 XY 的距離。

(c) 原點和 $V. P.$ 的距離，就是平面圖和 XY 的距離。

8. 已知點的位置；求他的投影圖。



第 三 圖

點 的 位 置

- (1) A點在 $H. P.$ 上方， $V. P.$ 前方，(第一象限)
- (2) B點在 $H. P.$ 下方， $V. P.$ 前方，(第四象限)
- (3) C點在 $H. P.$ 面上， $V. P.$ 前方，
- (4) D點在 $H. P.$ 上方， $V. P.$ 面上，
- (5) E點在 $H. P.$ 上方， $V. P.$ 後方，(第二象限)

投 影 圖

- (1) 縱面圖在 XY 上方，平面圖在 XY 下方，
- (2) 縱面圖和平面圖都在 XY 下方，
- (3) 縱面圖在 XY 軸上，平面圖在 XY 下方，即原點，
- (4) 縱面圖在 XY 上方，即原點，平面圖在 XY 軸上，
- (5) 縱面圖和平面圖都在 XY 上方，

二象限)

(6) F 點在 H. P. 下方, V. P. 後方, (第三象限)

(7) G 點在 H. P. 和 V. P. 面上,

(6) 縱面圖在 XY 下方, 平面圖在 XY 上方,

(7) 兩投影圖在 XY 軸上, 成一點, 即原點,

學者對這三圖, 宜悉心研究他各點和兩投影面的關係, 并究他投影的方法, 務須澈悟於心。蓋線、面、立體等複雜圖, 莫不照此法投影的。

○附註:——

觀上圖有四象限, 在第一第三象限中的投影, 在 XY 的兩方, 兩圖分清。在第二第四象限中的投影, 在 XY 的一方面, 兩圖混雜不適用。故投影畫應用第一第三象限, 在美國則取第三象限, 歐洲各國取第一象限。本書取第一象限。

練習題 一

(1) 求以下各點的投影;

A 點在 V. P. 前方 $40^{m.m.}$, H. P. 上方 $60^{m.m.}$ 。

B 點在 V. P. 和 H. P. 兩投影面中。

C 點在 V. P. 前方 $50^{m.m.}$, H. P. 上方 $45^{m.m.}$ 。

D 點在 V. P. 後面 $35^{m.m.}$, H. P. 上方 $48^{m.m.}$ 。

E 點在 V. P. 面上 H. P. 前方 $47^{m.m.}$ 。

(2) 設 P 點在垂直投影面前方 $60^{m.m.}$, 已知他縱面圖 p' 和 XY 距離為 $45^{m.m.}$, 求 P 點平面圖。

(3) 一直線的兩端 P. Q. 兩點的縱面圖為 p', q' , 而 p' 點距 XY 為 $45^{m.m.}$, q' 距 XY 為 $25^{m.m.}$, 而 P 點係在垂直投影面後方 $20^{m.m.}$, Q 點在垂直投影面前方 $50^{m.m.}$, 求 PQ 直線投影。

(4) $\overline{AB}$ 直線的平面圖 $\overline{ab}$, 長 $55^{m.m.}$ 和 XY 成 25° 角, B 點在水平投影面中, A 點在垂直投影面中, 距水平投影面為 $30^{m.m.}$, 求 $\overline{AB}$ 線兩平面圖。

第三章 直線的投影

9. 直線投影的定理：——

(a) 一直線所顯於平面的投影圖，和所夾的角，謂之一線對於一平面的傾角。

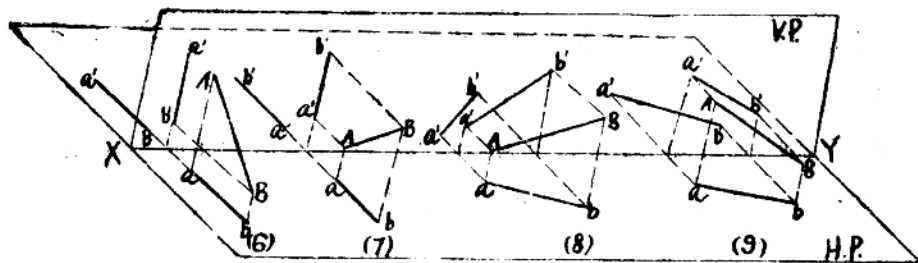
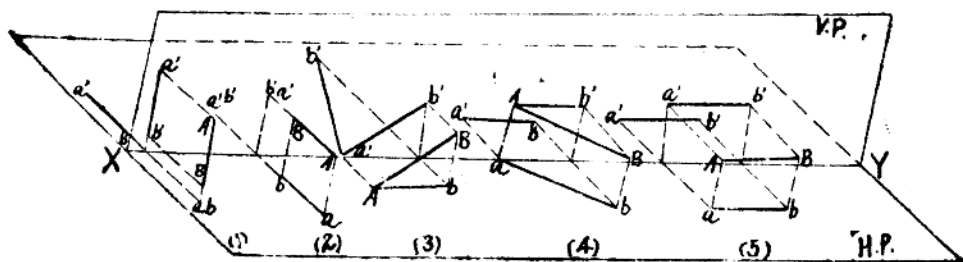
(b) 一直線或他的引長線，和兩投影面，相交的一點，謂之一線的跡，在垂直投影面的為垂直跡，在水平投影面的為水平跡。

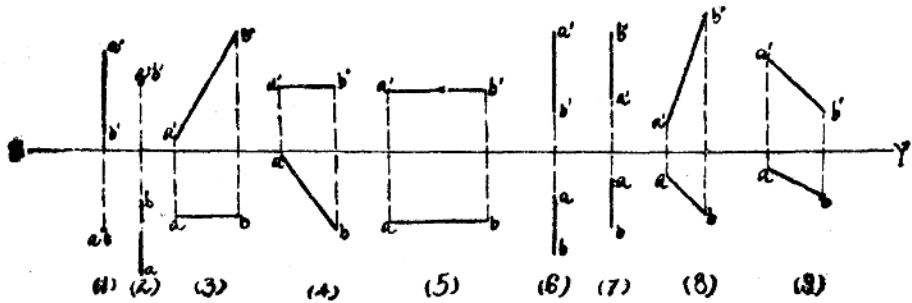
(c) 原線和投影面平行的時候，則原線和投影線長短相等。不平行的，投影線恆比原線短。

(d) 一直線和投影面成垂直時，則他的投影圖成一點。

(e) 一直線的投影，就是取一直線的兩端投影，聯結直線，即得投影圖。

10. 已知直線的位置，求他的投影圖。(在第一象限)





第 四 圖

線 的 位 置

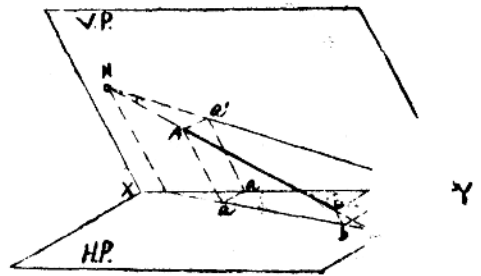
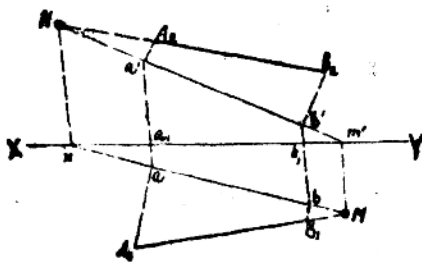
- (1) 一直線和 H. P. 垂直。
- (2) 一直線和 V. P. 垂直。
- (3) 一直線平行於 V. P., 和 H. P. 成傾斜。
- (4) 一直線平行於 H. P., 傾斜於 V. P.
- (5) 一直線和 H. P. 及 V. P. 都平行。
- (6)(7) 一直線和 H. P., V. P. 成傾斜。
- (8)(9) 一直線和 H. P., V. P. 成傾斜, 和補助投影面亦成傾斜。

投 影 圖

- 平面圖成一點, 縱面圖垂直於 XY 軸。
- 平面圖成一直線, 垂直於 XY 軸, 縱面圖成點。
- 平面圖和 XY 平行, 縱面圖和 XY 成角度。
- 平面圖和 XY 成角度, 縱面圖和 XY 平行。
- 平面圖和縱面圖, 都平行於 XY 軸。
- 平面圖和縱面圖, 都垂直於 XY 軸。
- 平面圖和縱面圖, 對於 XY 軸, 都成傾斜的角度。

如第圖圖所示, (I) 為斜視圖, (II) 為投影圖。

11. 已知一直線的兩投影, 求他原線的長, 傾角, 並求他的跡。



第 五 圖

〔題意〕 $\overline{a\ b\ a'b'}$ ……已知直線的兩投影。

〔畫法〕 $\overline{A_1a}$ ……由 a 點引 $\overline{a\ b}$ 的垂線。
 $\overline{B_1b}$ ……由 b 點引 $\overline{a\ b}$ 的垂線。

$\overline{A_1a} = \overline{a_1a'}$ 。
 $\overline{B_1b} = \overline{b_1b'}$ 。

$\overline{A_1B_1}$ ……連結 A_1 和 B_1 ，即所求真長。

$\overline{A_2B_2}$ ……同上法，亦所求的真長。

⊙ M ……引長 $\overline{a\ b}$ 及 $\overline{A_1B_1}$ 相交點，即所求的水平跡。

$\angle A_1Ma$ ……即所求的水平傾角。

⊙ N ……引長 $\overline{a'b'}$ 及 $\overline{A_2B_2}$ 相交點，即所求的垂跡。

$\angle B_2Nb'$ ……即所求的垂直傾角。

〔理由〕

$\overline{Aa}$ 、 $\overline{Bb}$ 為 $\overline{AB}$ 兩端的投影線，和投影面成正交，就是和投影線成正交。

原點離 $H. P.$ 等於縱面圖距 $X\ Y$ 軸。

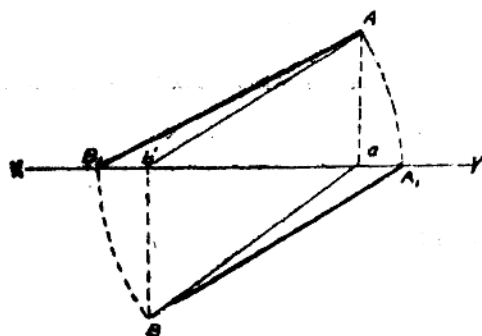
即 $\overline{Aa} = \overline{a'a_1}$ ， $\overline{Bb} = \overline{b'b_1}$ ， $\therefore \overline{A_1a} = \overline{Aa}$ ， $\overline{B_1b} = \overline{Bb}$ ，

即 $\overline{AabB}$ 四邊形 = $\overline{A_1abB_1}$ 四邊形，

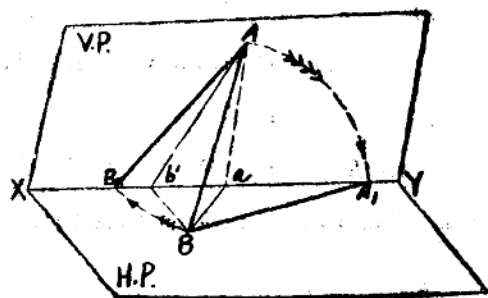
一線的水平跡，係這線和 $H. P.$ 相交點，即和平面圖的相交點。

$\overline{AB}$ 和 $\overline{a\ b}$ 夾角，就是 $\overline{A_1B_1}$ 和 $\overline{a\ b}$ 的夾角。同上理由。

12. 已知一直線一端在水平投影面的面上，一端在垂直投影面的面上，求他的真長和傾角。



第 六 圖



〔題意〕 $\overline{A'b'}$ 、 $\overline{a\ b}$ ……已知直線的兩投影圖。

〔畫法〕 $\widehat{BB_1}$ ……以 a 為中心， $\overline{a\ b}$ 為半徑。

⊙ B_1 …… $\widehat{BB_1}$ 和 XY 的交點。

$\overline{AB_1}$ ……連結 A 和 B_1 即所求真長。

〔理由〕

以 $\overline{Aa}$ 為軸，使 $\triangle AaB$ 回轉，和 $V. P.$ 相合，則 B 點至 B_1 點。

$\overline{AB} = \overline{AB_1}$ 即真長。

① A_1 ……以 b' 為中心, $b'a'$ 為半徑, 畫弧和 XY 的相交點。

A_1B ……連結 A_1 和 B , 即所求真長。

$\angle AB_1Y, \angle BA_1X$ ……即所求的水平垂直兩傾角。

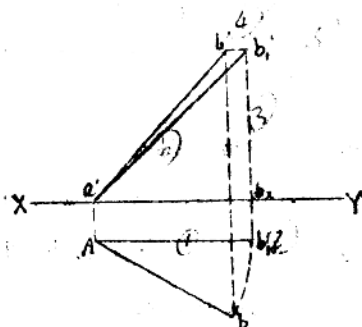
以 aB 為軸, 使 $\triangle AaB$ 回轉和 H, P 相合, 則 A 點至 A_1 點。

$AB = A_1B$

觀圖 $\angle ABa = \angle AB_1a$

$\angle BAa = \angle BA_1B_1$

13. 已知一直線的投影, 求他的真長和傾角。



第

七

圖

[題意] $\overline{ab}, a'b'$ ……已知 AB 的兩投影圖。

[量法] $\overline{ab_1}$ ……由 A 點引 XY 的平行線。

1. ① b_1 ……以 A 為中心, Ab 為半徑, 和 ab_1 的交點。

3. b_1b_1' ……由 b_1 作 XY 的垂線。

2. $b_1'b'$ ……由 b' 作 XY 的平行線。

3. ② b_1' …… $b'b_1'$ 和 b_1b_1' 的交點。

4. $a'b_1$ ……連結 a' 及 b_1 點, 即所求的真長。

$\angle b_1ab_2$ ……即所求的傾角。

(理由)

以原線 AB 和 H, P 角度不變, 回轉和 V, P 平行, 至 AB_1 處, 則他的平面圖 ab_1 和 XY 平行,

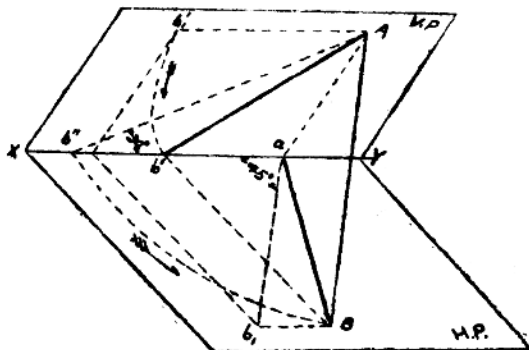
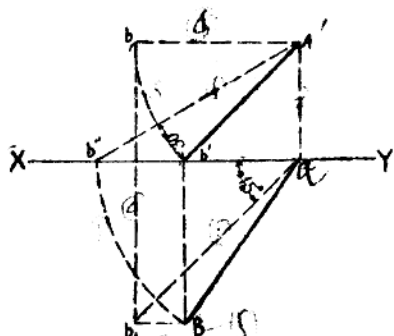
AB 雖回轉, 和 H, P 的傾角不變, 故兩個投影圖相等, 即 $Ab = Ab_1$ 。

求 B_1 點的縱面圖, 平面縱面圖, 在 XY 的垂線上 AB 回轉, 和 H, P 的距離不變, 故 b' 及 b_1' 距 XY 相等。

AB_1 和 V, P 平行, 則縱面圖就是真長。

AB 回轉, 和 H, P 夾角不變。

14. 已知一直線的長, 並對於兩投影面的傾角, 求這線的投影圖。



第 八 圖

〔題意〕 設 $\overline{AB} = 50^{\text{mm}}$ 對於 H. P. 成 30° ，對於 V. P. 成 45° 的傾角。

〔畫法〕 $\overline{Ab''}$ ……使 $\angle Ab''Y = 30^\circ$, $\overline{Ab''} = 50^{\text{mm}}$.
 $\overline{A'a} \perp XY$ 。……………

$\overline{ab_1}$ ……從 a 作 $\overline{ab_1}$ ，使 $\angle b_1aX = 45^\circ$ ，
 $\overline{ab_1} = 50^{\text{mm}}$ 。

$\overline{b_1b'_1} \parallel XY$, $\overline{A'b'_1} \parallel XY$ 。

$\widehat{b'_1b}$ ……以 a 為中心， $\overline{ab''}$ 為半徑。

$\widehat{b''B}$ ……以 a 為中心， $\overline{ab''}$ 為半徑。

$\widehat{b''B}$ ……以 a 為中心， $\overline{ab''}$ 為半徑。

⊙ B…… $\widehat{b''B}$ 和 $\widehat{b_1B}$ 相交點。

$\overline{Ab'}$ ……連結 A 及 b' ，即所求縱面圖。

$\overline{aB}$ ……連結 a 及 B，即所求平面圖。

〔理由〕 $\overline{AB}$ 為原線。

從 $\overline{AB}$ 以 A 為中心，回轉到 V. P. 面上，則得 $\overline{Ab''}$ 的位置，等於真長。 $\angle Ab''Y$ 就是水平傾角，等於 30° 。從 A 點縱面圖求平面圖。

使 $\overline{AB}$ 以 A 為中心回轉和 H. P. 平行的位置，則 $\overline{ab_1}$ 為其平面圖，等於真長， $\angle b_1aX = 45^\circ$ ，等於垂直斜角， $\overline{A'b'_1}$ 為其縱面圖。

回轉至原處。

$\overline{AB}$ 雖回轉至原處，而 b_1 和 B 距 V. P. 相等。

回轉至原處。

B 點必在 $\widehat{b''B}$ 和 $\widehat{b_1B}$ 的上面。

練 習 題 二

(1) 一直線的平面圖長 50^{mm} ，和 $\overline{XY}$ 成 30° 角，一端在水平投影面中，一端在垂直投影面中，而下距水平投影 40^{mm} ，求這線的平面圖和縱面圖。

(2) 一線的縱面圖和 $\overline{XY}$ 成 45° ，原線與水平投影面成 30° ，其真長為 70^{mm} ，求這線的平面圖

和縱面圖。

(3) 一直線的一端在垂直投影面前方 $40^{\text{m.m.}}$ ，在水平投影面上方 $30^{\text{m.m.}}$ ，他端在垂直投影面前 $10^{\text{m.m.}}$ ，水平投影面上方 $15^{\text{m.m.}}$ ，求原線的眞長，並兩投影面的傾角和跡。

(4) 一直線的一端在水平投影面面上，垂直投影面前 $20^{\text{m.m.}}$ ，他端在水平投影面前方 $45^{\text{m.m.}}$ ，平面圖長 $40^{\text{m.m.}}$ ，求這線的眞長，和水平傾角。