

中等專業學校教學用書

制圖教程

第二卷

H. C. 得魯仁宁 著
И. И. 崔勒波夫

高等教育出版社



中等專業學校教學用書



制 圖 教 程

第 二 卷

投 影 作 圖

(直角投影、軸測投影和技術繪圖)

H. C. 得魯仁寧, II. II. 崔勒波夫著
張 雁 李 海 陳 勳 譯

高 等 教 育 出 版 社

本書系根据蘇聯國立機器製造書籍出版社 (Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы) 出版的得魯仁寧 (Н. С. Дружинин) 與崔勒波夫 (П. П. Пылбов) 合著的“制圖教程”第二卷 (Курс черчения, часть II) 1954 年版譯出。原書系根据蘇聯中等技術學校“制圖”教學大綱編寫，并經蘇聯高等教育部中等專業學校管理司審定為中等技術學校教科書。

全書共分三卷，本書是第二卷。在這一卷內講述投影作圖的基本規則，其主要內容系對正投影（直角投影）、軸測投影和技術繪畫等的講述。書中附有練習用的材料。本書除供中等技術學校作教科書用外，并可供其他中等專業學校及函授學習之用。

本書由張雁、李海與陳勳合譯。

制 圖 教 程

第 二 卷

Н. С. 得魯仁寧, П. П. 崔勒波夫著

張 雁 李 海 陳 勳譯

高等教育出版社出版

北京琉璃廠一七〇號

(北京市書刊出版業營業許可證出字第〇五四號)

上海勞動印製廠印刷 新華書店總經售

統一書號 15010·432 開本 787×1092 1/16 印張 203/8 字數 434,000

一九五七年六月第一版

一九五七年六月上海第一次印刷

印數 1—12,000

定價(10) 洋 2.50

第二卷 目录

序

第一章 投影法	5
§ 1. 中心投影(或極投影)	5
§ 2. 平行投影	6
第二章 正投影	8
§ 1. 点的投影	8
§ 2. 直綫的投影	24
§ 3. 直綫上的点	36
§ 4. 直綫的迹点	37
§ 5. 兩直綫在空間的相对位置	40
§ 6. 平面	46
§ 7. 平面內的直綫和点	50
§ 8. 平面圖形的投影法	55
§ 9. 平面的相互位置	65
§ 10. 直綫和平面	67
§ 11. 迴轉法、重合法和更換投影面法	72
§ 12. 多面体的投影法	93
§ 13. 迴轉面	102
§ 14. 多面体和迴轉体面上的点	110
§ 15. 几何体表面的展开	116
§ 16. 几何体与平面的相交和剖面圖形的求得	125
§ 17. 直綫与立体面的相交	153
§ 18. 立体面的相交	158
§ 19. 剖視	187
第三章 軸測投影	203
§ 1. 关于軸測投影的概念	203
§ 2. 等測投影	204
§ 3. 二等測投影	265
§ 4. 正面二等測投影	292
§ 5. 对某一零件圖形最直觀的一种軸測投影的选择	302
第四章 技术繪画(素描)	306
§ 1. 平面形的圖画	306
§ 2. 几何体的圖画	313
§ 3. 帶有剖視的零件的圖画	323

序

在苏联共产党第十九次代表大会的指示中規定，要迅速發展机器制造業，以作为苏联国民經济各部門中新的、高速度的技术进步的基础。

如果不創造和不掌握新的、具有高度生产率的机器，生产和技术就不可能不断地發展和改进。为了制造和掌握这样的机器，需要有高度水平的技术干部。

技术教育的主要基础之一是制圖的知識。沒有这样的知識就很难設想培养具有技术知識的專家。

本書作者的任務是：使學生盡快和盡好地掌握教程中最複雜的一部分——投影作圖。为了这个目的，此一部分的主要教学材料都是逐步講解的，这样可以發展學生在解作圖習題时的邏輯思維。大部分的材料都附有直觀圖。

第一章 投影法

在制造机器和建造各种建筑物时，必須預先具有它們在平面上的圖形，即具有它們的圖樣。

圖樣必須遵照一系列的規則完成，以使其成為設計者向製造者表達創造性思想的工具。制圖時要求具有投影法的知識，因為它是圖樣的基礎。

下面我們將研究幾種現行的投影法。

§ 1. 中心投影(或極投影)

假設在空間有一個平面圖形——五角星 $ABCDE$ (圖 1)。在空間任取一點 S ，並在平面圖形 $ABCDE$ 和點 S 間置一 Q 平面。然後由 S 點向 A, B, C, D, E 各點引綫。這些綫交 Q 平面於 a, b, c, d, e 各點。若將求得的各點適當地連接起來，那末在 Q 平面上將得出五角星 $ABCDE$ 的圖形 $abcde$ ——五角星的中心投影。

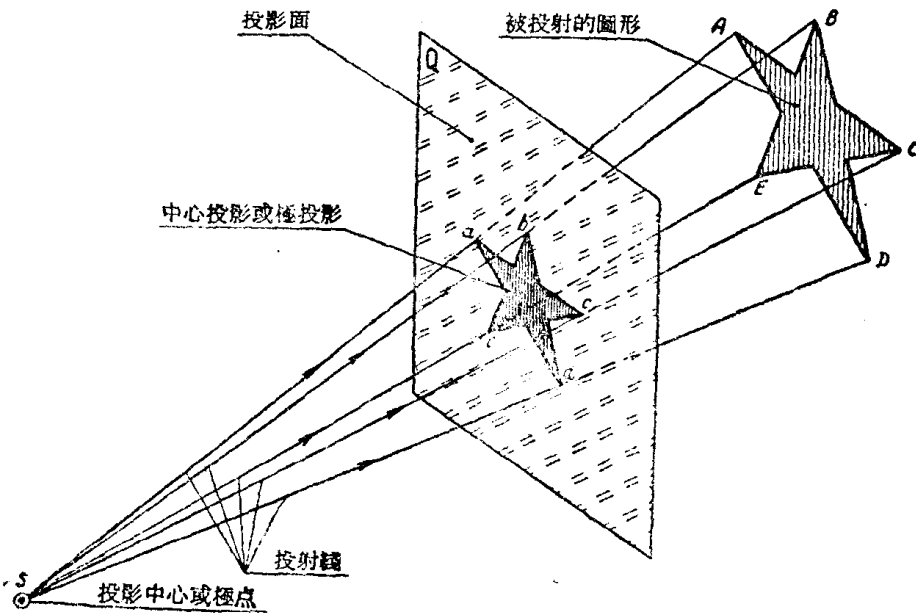


圖 1.

下面我們來認識一下投影的要素和它們的名稱。 S 點叫做投影中心或投影極； Q 平面叫做投影面(投影平面)；五角星 $ABCDE$ 叫做被投射的圖形；直綫 SA, SB, SC, SD, SE 叫做投射綫；圖形 $abcde$ 叫做中心投影(或極投影)。由此可見，所謂中心投影就是由一束自投影中心出發的投射綫與投影面相交所得的圖形，即投影。中心投影法應用得非常普遍，因為用這種方法所得的圖形是非常直觀的。這種方法用於繪制透視圖。圖 2 中所示就是用上述方法求得的、被投射的地下鐵路車站的透視圖。



圖 2.

§ 2. 平行投影

假設在空間有一被投射的平面圖形——五角星 $ABCDE$ (圖 3) 及位于其后面的投影面 P , 且投影中心距 P 平面为無限远。这时投射綫 (相似于太陽光綫) 可以認為是平行的。由 S 点引綫过 A, B, C, D 及 E 各点。这些平行的投射綫与投影面 P 相交則得 a, b, c, d, e 各点, 然后将这些点适当地連接起来, 即可在 P 平面上得到五角星 $ABCDE$ 的圖形——五角星的平行投影。

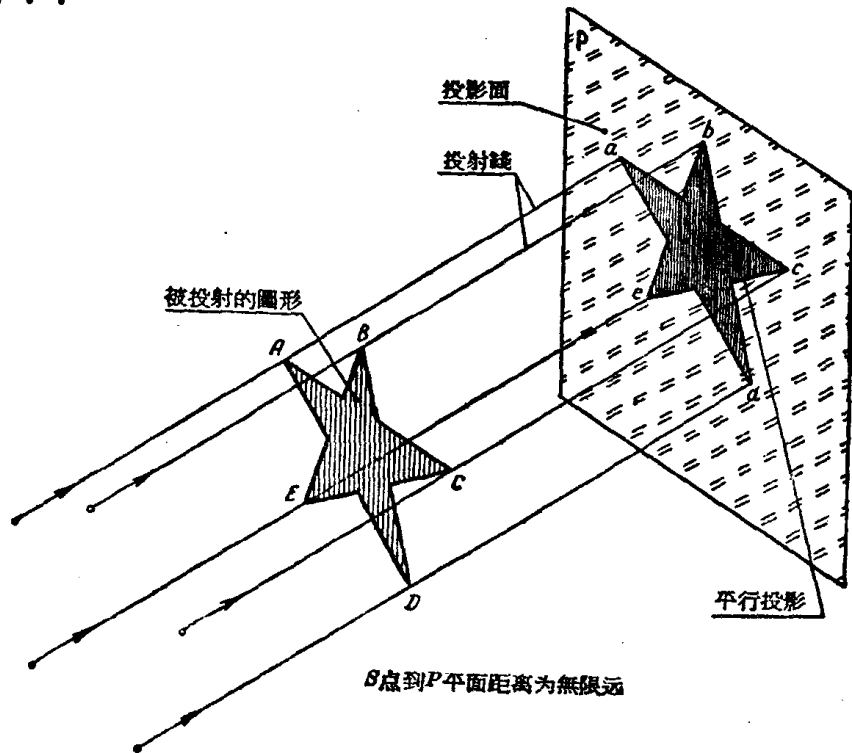


圖 3.

平行投影法可以看作是中心投影法的特殊情况。

平行投影分正投影和斜投影。

正投影(或称直角投影)①——投射綫垂直于投影面。

斜投影——投射綫傾斜于投影面。

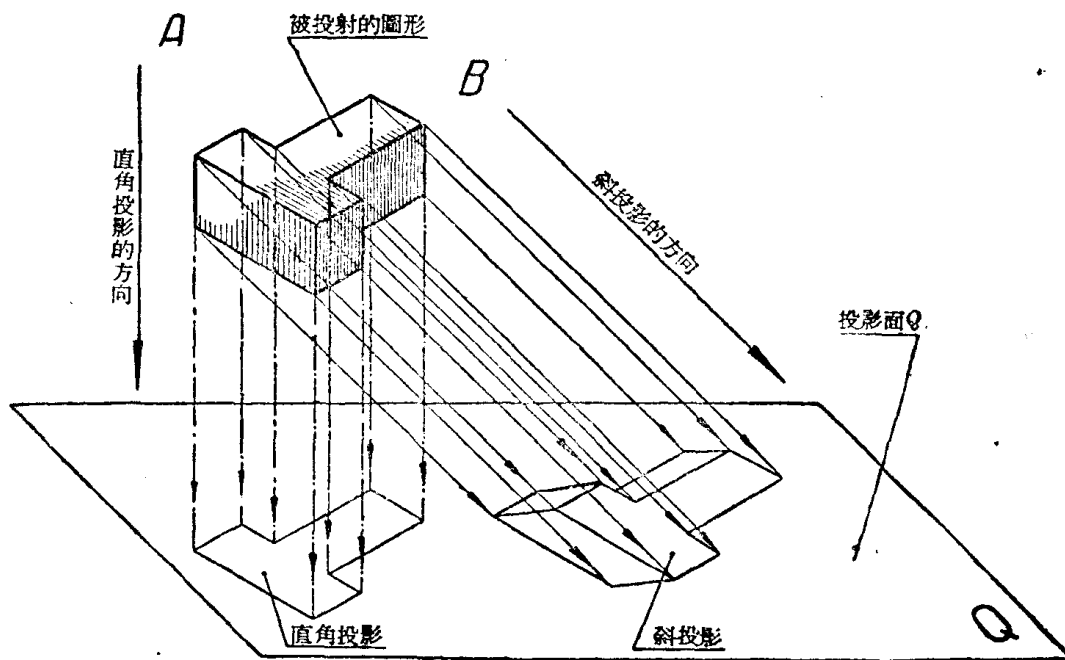


圖 4.

圖 4 中示出在兩種不同的投射方向時，在 Q 平面上求作 T 形的圖形的投影的方法。如果依箭頭 A 的方向投射，則投射綫垂直于 Q 平面，因而得正投影(或稱直角投影)。如果依箭頭 B 的方向投射，則投射綫傾斜于 Q 平面，因而得斜投影。

① Ортогональный (直角) 来自希臘字 "ortos"——直的, "gonia"——角。

第二章 正投影

§1. 点的投影

1. 点的投影的定义

为了得出空间任取的一点 A 的正投影，须在任意 P 平面上由该点向该平面作垂线。垂线与 P 平面的交点—— a 点，将是 A 点的投影（图 5）。因而， A 点的投影是由已知的 A 点向已知 P 平面所作的垂线 Aa 的交点 a （或 A 点的投影是由已知的 A 点向已知投影面 P 所作的垂线 Aa 的垂足 a ）。

A 点叫做被投射的点； P 平面叫做投影面；投射 A 点于 P 平面上的垂线 Aa 叫做投射垂线或投射射线。

被投射的点常标以大写的拉丁字母，如 A, B, C, D, \dots 等，而它们的投影则标以相应的小写字母—— a, b, c, d, \dots 等。

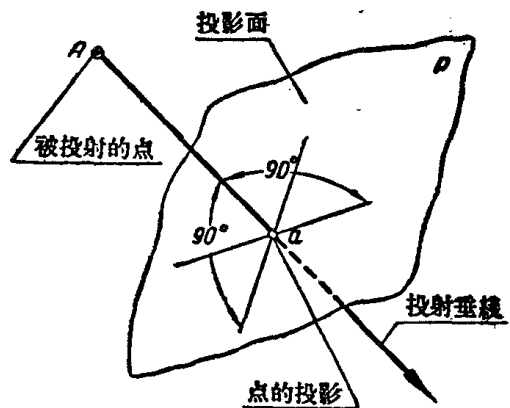


图 5.

2. 点在横面投影面上的投影法

图 6, a 中示出 A 点向水平位置的平面上的投影法。这个平面叫做横面投影面，它标以字母 H 。

水池中的静水面可作为横面平面的例子。

投射已知的 A 点于 H 面上的垂线 Aa 叫做横面投射垂线。点的投影 a 叫做 A 点的横面投影，它标以同一字母，但只是小写字母—— a 。

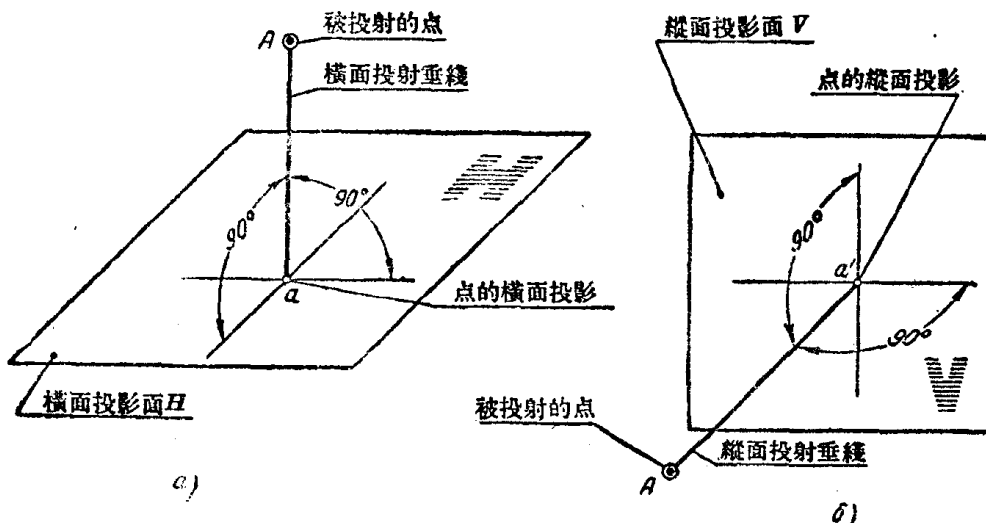


图 6.

3. 点在縱面投影面上的投影法

圖 6, б 中示出 A 点向垂直位置的平面上的投影法。这个平面叫做縱面投影面, 它标以字母 V 。

窗戶上的玻璃面可作为縱面平面的例子。

投射 A 点于 V 面上的垂綫 Aa' 叫做縱面投射垂綫。 A 点的投影 a' 叫做 A 点的縱面投影, 它标以与橫面投影相同的字母, 但加注一小撇, 即 a' 。因此, 点的投影具有其所投向那一平面的名称。

4. 确定点至投影面的距离

圖 7, а 中示出 A, B, C, D 各点被投射于 H 面上的情形。为了得出这些点的投影 a, b, c 和 d , 須由每一个点向 H 面作投射垂綫, 并使这些垂綫与 H 面相交。由圖中可看出, 距 H 面最远的点是 B 点; 因为它的投射垂綫的長度——綫段 Bb 比其他各点的投射垂綫的長度都長, 而距 H 面最近的点是 D 点, 因为它的投射垂綫的長度——綫段 Dd 比其他各点的投射垂綫的長度都短。由此可見, 点至投影面的距离决定于該点投射垂綫的長度。

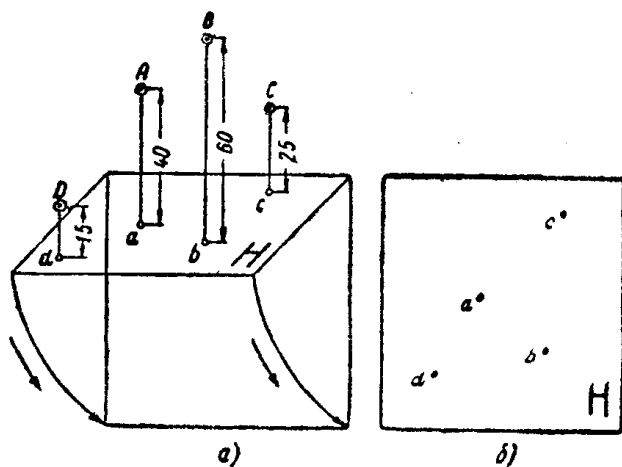


圖 7.

因为在圖面上只表示出各点的投影 a, b, c 和 d , 而不表示 A, B, C 和 D 各点本身及其投射垂綫 Aa, Bb, Cc, Dd (圖 7, б), 所以根据各点的某一个投影不可能确定每一个点至 H 面的距离; 由此可見, 点在一个投影面上的投影不能确定該点的空間位置。

5. 点在两个投影面上的投影法

設想在空間一个無限延伸的 H 面与垂直于它的無限延伸的 V 面相交(圖 8)。相交时, H 面和 V 面將分整个空間为四个部分——象限^①。

V 面分橫面平面为前部橫面平面 H 和后部橫面平面 H_1 , 而 H 面分縱面平面为上部縱面平面 V 及下部縱面平面 V_1 。这些由 H 面和 V 面相交而得出的半个平面叫做半平面。

平面相交的公共直綫分平面为半平面, 此公共直綫叫做投影軸, 它以字母 X 标注。半平面構成四个兩面直角: 第一个(第一象限)由前部橫面平面 H 和上部縱面平面 V 構成(圖 8, а); 第二个(第二象限)由上部縱面平面 V 和后部橫面平面 H_1 構成(圖 8, б); 第三个(第三象限)由后部橫面平面 H_1 和下部縱面平面 V_1 構成(圖 8, в), 第四个(第四象限)由下部縱面平面 V_1 和前部橫面平面 H 構成(圖 8, г)。

① Квадрант (象限) 来自拉丁文 "quadrans" —— 四分之一部分。

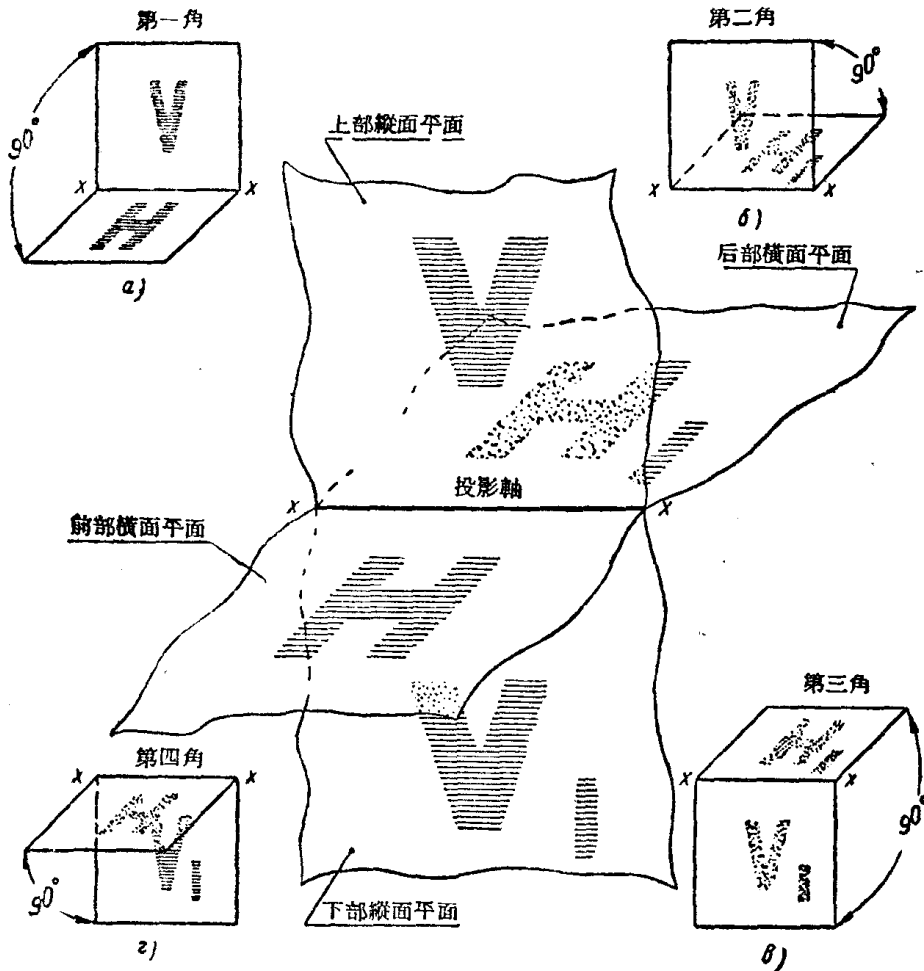


圖 8.

我們假定在表示投影面 H 和 V 時，暫時把它們表示成是有界限的，呈正方形的形狀。在投射點、綫段和圖形時，我們將它們置于第一象限內。

現在我們投射（圖 9）第一象限內的、距 V 和 H 面為一定距離的任意一點 A 。為了求得該點的橫面投影 a ，須向 H 面作橫面投射垂綫 Aa ，而為了求得該點的縱面投影 a' ，須向 V 面作縱面投射垂綫 Aa' 。這些投射垂綫與 H 和 V 面的交點將是 A 點的投影：橫面投影 a 和縱面投影 a' 。如果過投射綫 Aa 和 Aa' 作平面 Q ，則該平面將與投影面 H 和 V 相交，且垂直於它們，即該平面將通過投影面 H 和 V 的垂綫 Aa 和 Aa' （圖 10, a）。

平面 Q 與 H 和 V 面的交綫 $a'a_x$ 和 aa_x 通過投影 a 和 a' ；此兩交綫都將垂直於 X 軸，並在 X 軸上具有一公共點 a_x 。

為了在一個平面上得出圖形，須將 H 面連同其上的橫面投影 a 和綫 aa_x 圍繞 X 軸向下旋轉 90° ，即使 H 面與投影面 V 重合（ H 面和 V 面好像構成一個平面）。

在兩個投影面這樣重合以後所得出的點的投影圖形叫做點的投影圖^①（圖 10, b）。顯而易見，在 H 與 V 面重合後，點的兩個投影 a 和 a' 必位於 X 軸的同一垂綫上。

① 影圖 (投影圖) 來自法文 "epure" —— 圖、設計圖。

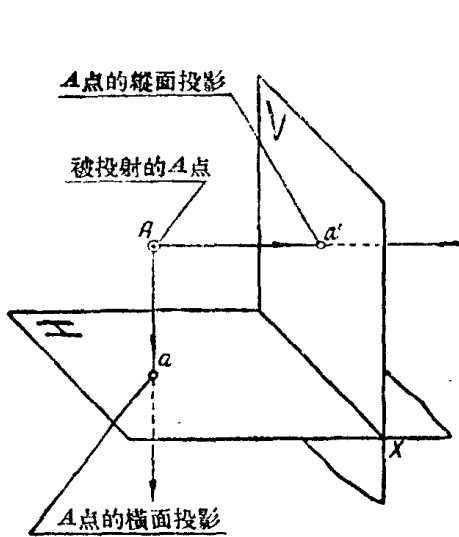


圖 9.

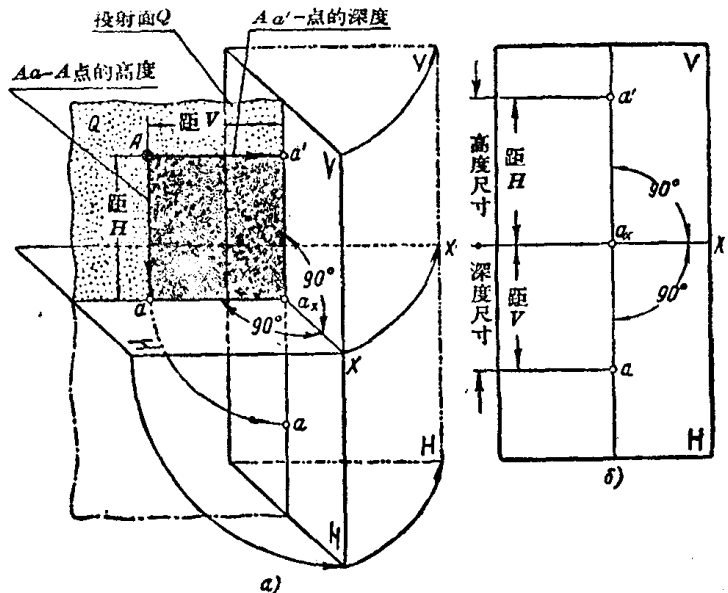


圖 10.

6. 根据投影圖确定点至投影面 H 和 V 的距离

根据点的投影圖可以很容易地确定点至 H 和 V 面的距离。下面就来确定一下 A 点至 H 和 V 面的距离 (圖 10, a)。为此,我們須研究矩形 $Aa'a_xa$ 。Aa—被投射的 A 点至 H 面的距离; $a'a_x$ —A 点的縱面投影 a' 至 X 軸的距离。綫段 Aa 和 $a'a_x$ 即矩形的相对边, 平行且相等。由此可見, 綫段 $a'a_x$ 等于綫段 Aa, 即 A 点的縱面投影 a' 至 X 軸的距离就是 A 点至 H 面的距离。

Aa' —A 点至 V 面的距离; aa_x —橫面投影 a 至 X 軸的距离。綫段 Aa' 和 aa_x 即矩形的相对边, 平行且相等。由此可見, 綫段 aa_x 等于綫段 Aa' , 即 A 点的橫面投影至 X 軸的距离就是 A 点至 V 面的距离。

A 点至 H 面的距离叫做 A 点的高度, 在投影圖上此高度是位于 X 軸上面的綫段 $a'a_x$ 。A 点至 V 面的距离叫做 A 点的深度, 在投影圖上此深度是位于 X 軸下面的綫段 aa_x 。

由以上的研究可以得出結論, 即点在空間位置决定于它的深度和高度, 即决定于該点在两个相互垂直平面上的两个投影。

7. 点对 H 和 V 面的各种位置

点对 H 和 V 面共有以下三种位置:

1. 在一个投影面上;
2. 在投影軸上;
3. 在距投影面为某一距离的地方。

点对投影面的位置示于表 1 中

表 1. 点对 H 和 V 面的各种位置

已知点至 H 和 V 面的距离		投射垂线的长度	
		点至 H 面的距离——高度	点至 V 面的距离——深度
A	30	20	
B	25	25	
C	0	30	
D	20	0	
E	0	0	

投影图的作法	空间概念	说明
		<p>A 点距 H 和 V 面成某一距离, 因为它的高度等于 30 公厘, 而深度等于 20 公厘; 所以, A 点在投影图上的两个投影将与 X 轴成不同的距离, 并且位于 X 轴的同一条垂线上。</p>
		<p>B 点同 A 点一样, 也距 H 和 V 面成某一距离, 但其区别是此点距 H 和 V 面等远, 因为 B 点的高度和深度都等于 25 公厘。所以, 该点在投影图上的两个投影将与 X 轴成相同的距离, 且位于 X 轴的同一条垂线上。</p>
		<p>C 点位于 H 面上, 因为它的高度等于零, 深度等于 30 公厘。所以, C 点在投影图上的横面投影 o 将与该点本身重合, 而纵面投影 c' 将位于 X 轴上。</p>

(續 表 1)

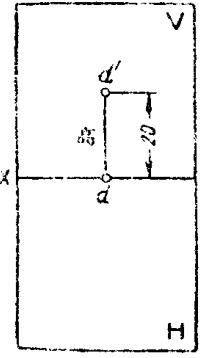
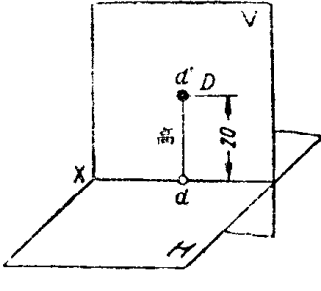
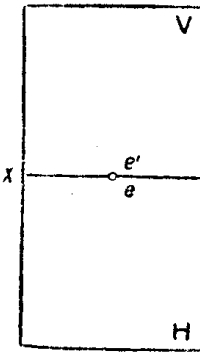
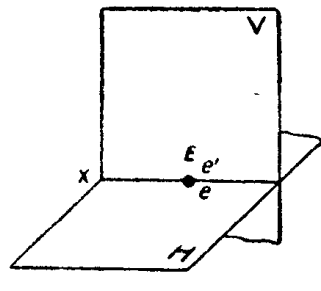
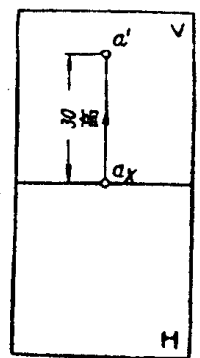
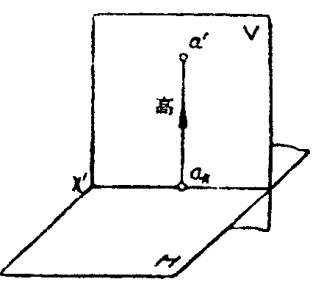
投影圖的作法	空間概念	說明
		<p>D 点位于 V 面上, 因为它的深度等于零, 高度等于 20 公厘。所以該点在投影圖上的縱面投影 d' 将与該点本身重合, 而橫面投影 d 位于 X 軸上。</p>
		<p>E 点位于 X 軸上, 因为它的高度和深度都等于零。 E 点在投影圖上的縱面投影 e' 和橫面投影 e 都将与該点本身重合, 且都位于 X 軸上。</p>

表 2. 作距 H 面为 30 公厘、距 V 面为 20 公厘的 A 点的投影圖

投影圖的作法	空間概念	作圖条件
		<p>如果 A 点在 H 面以外, 則該点必具有高度。为作 A 点的縱面投影, 須从 X 軸上任取的一点 a_x 引垂綫 $a_x a'$, 等于已知的高度 30 公厘。 a' 点将是 A 点的縱面投影。</p>

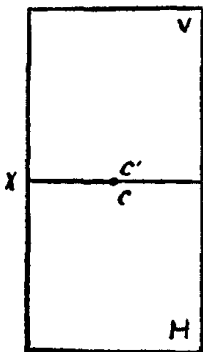
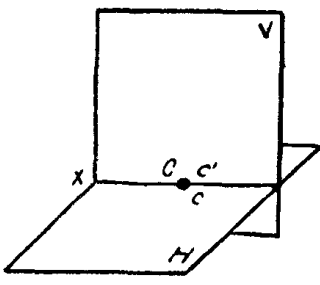
(續表 2)

投影圖的作法	空間概念	作圖條件
		<p>如果 A 点在 V 面以外, 則該点必具有深度。为作 A 点的橫面投影, 須从 a_x 点向 X 軸引垂綫 $a_x a$, 等于已知的深度 20 公厘, a 点將是 A 点的橫面投影。</p>

表 3. 作位于 H 面內并距 V 面为 35 公厘的 B 点的投影圖

投影圖的作法	空間概念	作圖條件
		<p>如果 B 点位于 H 面內, 則 B 点的高度必等于零, 且其縱面投影必位于 X 軸上。为作 B 点的縱面投影, 須在 X 軸上任意取一点 b'。 b' 点將是 B 点的縱面投影。</p>
		<p>同时 B 点在 V 面以外, 則該点必具有深度。为作 B 点的橫面投影, 須从縱面投影 b' 点向 X 軸引垂綫 $b'b$, 等于已知的深度 35 公厘。 b 点將是 B 点的橫面投影。</p>

表 4. 作位于 X 軸上的 C 点的投影圖

投影圖的作法	空間概念	作圖條件
		<p>如果 C 点位于 X 軸上, 則該点既沒有高度, 也沒有深度(其高度和深度都等于零)。这时 C 点的橫面投影和縱面投影都与該点本身重合, 并都位于 X 軸上。为作 C 点的投影圖, 須在 X 軸上取任意一点 (c', c); c' 点将是 C 点的縱面投影, 而 c 点将是它的橫面投影。</p>

5. 点在三个投影面上的投影法

假想由 H 和 V 面相交構成的四个空間角与另一个垂直于投影面 V 和 H 的平面相交 (圖 11)。新的垂直平面与 H 和 V 面相交, 構成八个三面角 (直角), 并分空間成八个部分——隅^①。这个平面是第二个縱面投影面; 它叫做側面投影面, 以字母 W 标注。

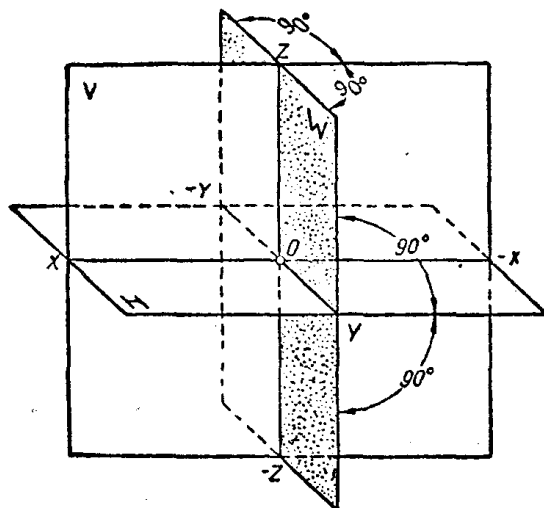


圖 11.

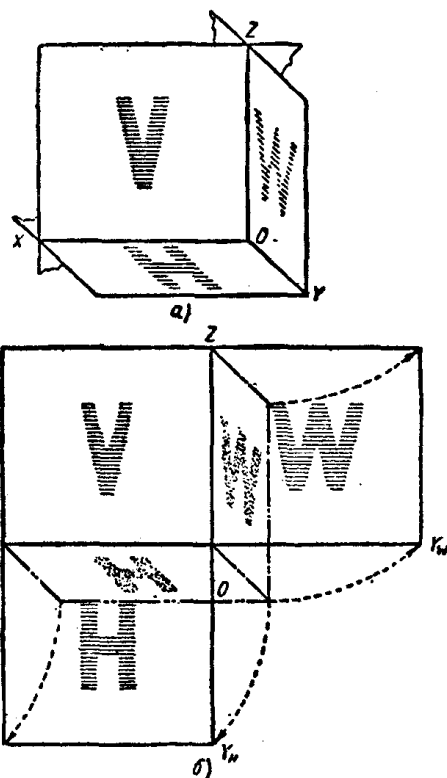


圖 12.

W 面与 V 面相交構成一条公共直綫, 此直綫叫做投影軸 Z ; 而与 H 面相交也構成一条公共直綫, 此直綫叫做投影軸 Y 。圖 12, a 中示出我們將在其中进行投射的一个三面角 (第一个) 及 X, Z 和 Y 軸, 而在圖 12, b 中是 H 面和 W 面与 V 面的重合順序。

① ОУГАНТ (隅) 来自拉丁字 "okto" —— 八。

为了投射一点于 H , V 和 W 三个平面上, 只要从被投射的 A 点向这些平面引投射垂綫就可以了 (圖 13, a)。投射垂綫与投影面相交得出 A 点的相应的投影(a, a', a'')。

点在侧面平面上的投影仍标以与横面投影相同的字母, 但須加注两个小撇, 即 a'' 。

投射垂綫 Aa'' 叫做侧面投射垂綫, 而投影 a'' 叫做点的侧面投影。

为得出点的投影圖, 須以 X 为軸, 將 H 面連同其上的投影 a 向下旋轉使与 V 面重合, 并以 Z 为軸, 將 W 面連同其上的投影 a'' 向右旋轉使与 V 面重合(圖 13, b)。

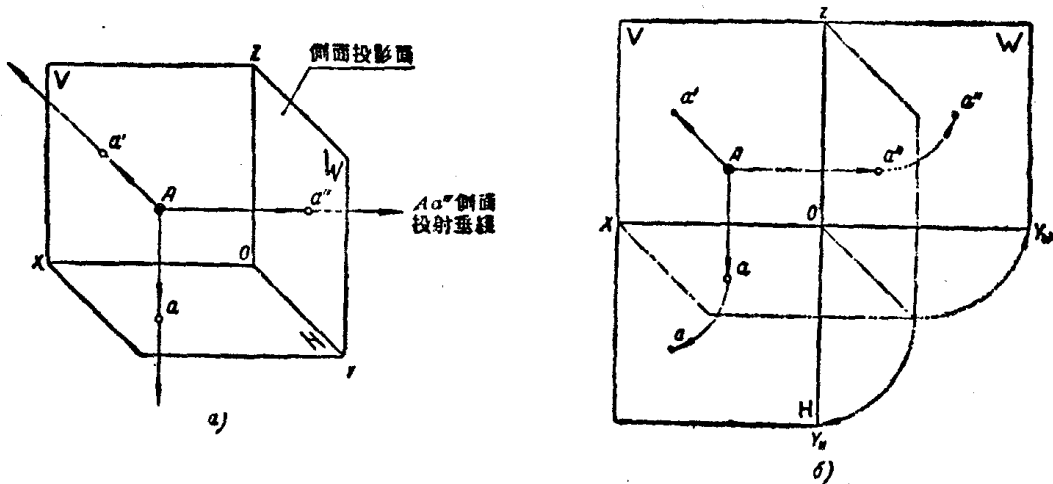


圖 13.

9. 坐标平面

H , V 和 W 三个平面都可作为坐标平面, 而它們的交綫, 即 OX , OZ , OY 軸則可取作空間直角的坐标軸。

坐标軸 OX , OZ 和 OY 的交点叫做坐标原点, 它以字母 O 标注。

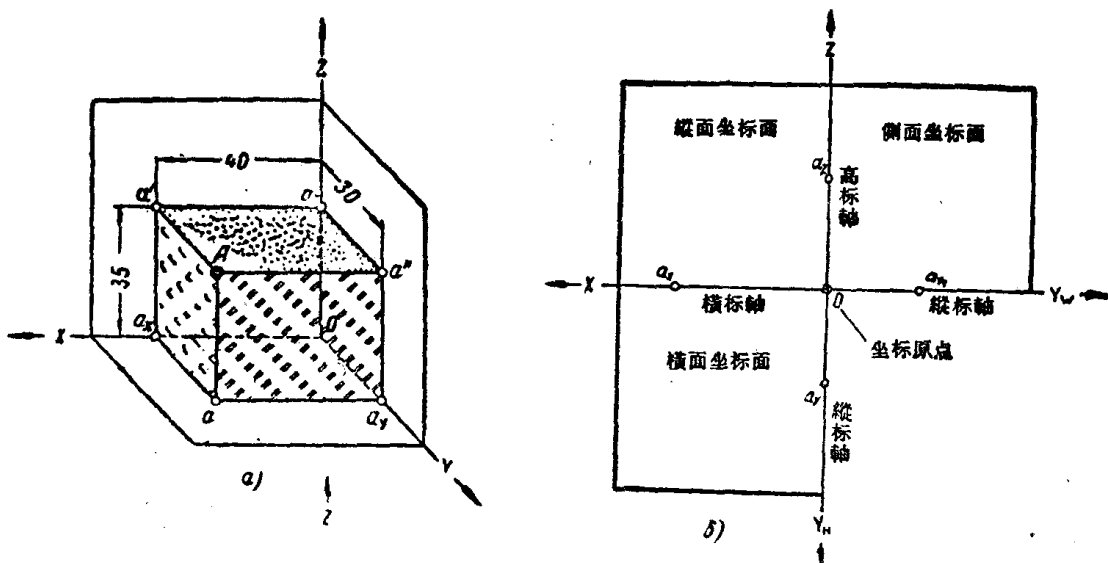


圖 14.