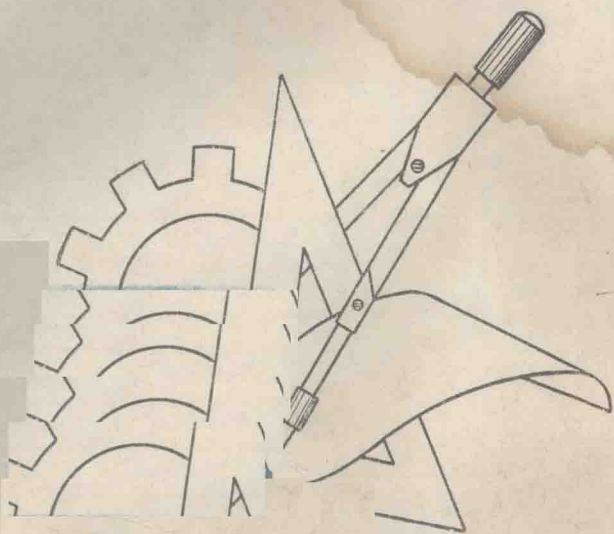


画法几何

及机械制图

(上册)



Hafa Jihe

ji Jixie Zhitu

浙江大学画法几何及机械制图教研组编

1959

畫法几何及機械制圖

上 冊 目 录

緒 論

§1. 學習画法几何及机械制圖的目的和意义	1
§2. 画法几何及机械制圖发展歷史簡述	2
§3. 本門科學的今后发展方向	5

第一編 畫法几何

第一章 点的投影

§1—1. 投影的基本概念	6
§1—2. 點的两面投影	8
§1—3. 点在两投影面体系中的位置	10
§1—4. 点在三投影面体系中的投影	11
§1—5. 点的正投影和直角座标的关系	13

第二章 直 线

§2—1. 直线的投影	17
§2—2. 直线与点的相对位置、分割线段成定比	17
§2—3. 直线在空間各个位置	19
§2—4. 直线的跡点	21
§2—5. 直线的相对位置	23

第三章 平 面

§3—1. 在投影图上表示平面的方法	27
§3—2. 在平面上取点和直线	29
§3—3. 各种位置的平面	33
§3—4. 平面上的特殊直线	38
§3—5. 过已知点或已知直线作平面	40

第四章 直线与平面的相对位置

§4—1. 直线与平面平行	43
---------------	----

§4—2. 平面与平面平行	44
§4—3. 平面与平面相交	45
§4—4. 直线与平面相交	48
§4—5. 直线与平面垂直	52
§4—6. 平面与平面垂直	54

第五章 投影改造

§5—1. 投影改造的意义	56
§5—2. 改变投影面法	56
§5—3. 旋转法	63

第六章 曲线与曲面

§6—1. 曲线概述	70
§6—2. 圆锥曲线	70
§6—3. 螺旋线	71
§6—4. 曲面概述	73
§6—5. 螺旋面	75
§6—6. 旋转面	77

第七章 立体表示法

§7—1. 平面立体表示法	79
§7—2. 曲面立体表示法	80

第八章 直线和平面与立体的相交、立体表面展开

§8—1. 平面与立体相交及立体表面展开	84
§8—2. 平面与平面立体相交及平面立体展开	84
§8—3. 平面与曲面立体表面相交及曲面立体的表面展开	87
§8—4. 直线与立体表面相交	63

第九章 立体相交

§9—1. 立体相交的概述	79
§9—2. 两平面立体的相贯线	99
§9—3. 两曲面立体的相贯线	101
§9—4. 平面立体与曲面立体的相贯线	107

第二編 制图基础

第十章 制图用品、工具及制图方法

§10—1. 制图用品和工具及其使用方法	111
§10—2. 使用制图工具的制图过程	125

第十一章 机械制图基本规格

§11—1. 图样幅面(图紙大小)	132
§11—2. 标题栏及另件表	135
§11—3. 比例	137
§11—4. 字体的标准和写法	137
§11—5. 图綫及其画法	143
§11—6. 尺寸註法	146

第十二章 几何作图

§12—1. 另件的几何形状	158
§12—2. 等分直綫和作正多角形	159
§12—3. 綫的连接	163
§12—4. 圆弧曲綫和非圆弧曲綫	167
§12—5. 斜度与錐度的画法和註法	172
§12—6. 几何作图的步骤	174

第三編 投影制图

第十三章 视图的画法与讀法

§13—1. 视图配置	176
§13—2. 视图画法	179
§13—3. 视图讀法	186
§13—4. 由两视图作第三视图	190
§13—5. 相貫綫与过渡綫	193
§13—6. 几何形体和简单另件的尺寸註法	199

第十四章 剖視与剖面

§14—1. 剖視和剖面的基本概念	203
§14—2. 剖視画法	204

§14—3. 剖面圖法.....	211
§14—4. 剖視与剖面中的剖面綫.....	214
§14—5. 剖視与剖面的总结.....	217
§14—6. 折断圖法.....	220

第十五章 軸測投影

§15—1. 概述.....	222
§15—2. 正軸測投影.....	222
§15—3. 斜軸測投影.....	229
§15—4. 圆的軸測投影.....	230
§15—5. 曲面立体的軸測投影.....	234
§15—6. 截交綫和相貫綫的軸測投影.....	237
§15—7. 軸測剖視圖.....	240
§15—8. 軸測圖的尺寸註法.....	243
§15—9. 軸測圖的作圖步驟.....	243
§15—10. 軸測投影圖的選擇.....	247

畫法几何及機械制圖

緒 論

§1 學習画法几何及機械制圖的目的和意義

我們今天的政治實現和生產實現是一馬當先，萬馬奔騰的局面，生產大躍進，指標日日新，社會主義建設證明史無前例的速度前進，我們的教育事業就應該為促進生產力的進一步發展而努力。故黨明確指出了我們的教育方針，“教育必須為無產階級政治服務”，在我們的具體情況下，無產階級政治就是建設社會主義，建設共產主義，故在高等工業學校的任務，一方面要培養又紅又專的工程技術人材，一方面又要直接支援技術革命，因此所培養的人材必須要有高度的政治覺悟，並具有廣泛的生產知識和理論基礎，以便能熟練地掌握現代先進的勞動組織方法，並改進具有高度生產率的新式構造的機器。這些幹部必須具有畫和讀画法几何機械制圖的技能。因為機械制圖是工程上描述生產技術所用的圖解文字，是利用投影原理和几何原理，將機件的形狀、大小和結構表明在圖紙上的一門科學，在現代生產中缺少了圖樣產品就製造不出來。工程界留傳着這樣一句話“如果不掌握這種圖解文字、就是工程界的文盲”，一個工程界的文盲又如何來參加社會主義的工業建設呢？同時在整個產品生產過程，從設計、製造、檢驗到裝配的過程中，均須以圖樣作為依據，圖上任何一個疏忽和錯誤，都會使產品成為廢品，或使生產率降低，從而使國家建設受到損失。

在高等工業學校學習過程中，這門課程也有着重要的作用，因為以後學習專業課和參加勞動生產時要遇到很多的圖樣，在做課程設計和畢業設計時還要畫大量的圖，如果沒有學好這門課程，在以後看圖和制圖時將會發生困難，而影響到整個學習質量。

這門課程的理論部分——画法几何，一方面為機械制圖部分作好理論基礎，另一方面還可以利用它的圖解方法，應用於其他學科部門如力學，機械原理，采礦學、結晶學，光學，航空攝影，造船等方面。

又因為物體是立體的、圖是平面的，在學習過程中必須將兩者連系起來，因此通過學習這門課也可以發展人們的空間概念和想象能力。

由上所述，可以看出學好画法几何及機械制圖在整個學習過程中和將來參加社會主義建設工作中都是具有重要的意義，根據這些意義也決定了學習這門課程的目的和要求，總結起來，可以分為下列四點：

- (1) 學會讀圖和制圖能力。
- (2) 培養空間想象能力。
- (3) 培養科學思考方法。
- (4) 画法几何及機械制圖在各專業中的應用。

§2 画法几何及机械制图发展历史简述

任何一門科學，都是从劳动生產中總結和積累下来的，都是由簡單到複雜逐步发展的，画法几何及机械制图這門科學，也是由图画逐步发展而成的，在三千五百多年以前，我国已用图画来表达事物，到商代已能画精細的几何图案，到春秋战国时代，就已經利用了繪图工具，如周官考工記中所記載有規、矩、繩、墨、悬、垂等繪图工具。可見在战国时期图画就逐漸在为生產服务，而不再单纯艺朮画了。到秦汉以来，据史料記載，歷代建筑宮室，均有图样，可見当时在建筑制图方面已有相当成就。

到宋朝，李誠（仲明）所著“營造法式”一書，不但總結了中國建筑技術的成就，而且對我国古代制图技術和貢獻、其價值亦不可低估；書中图样甚多，這些图样是符合正投影原理和軸測投影原理的，与近代投影制图比較，几无差別，如图1的“殿堂举折图”中显然可以看出其所包含的正投影因素。图2“斗拱”是应用斜軸測投影画法的典型。

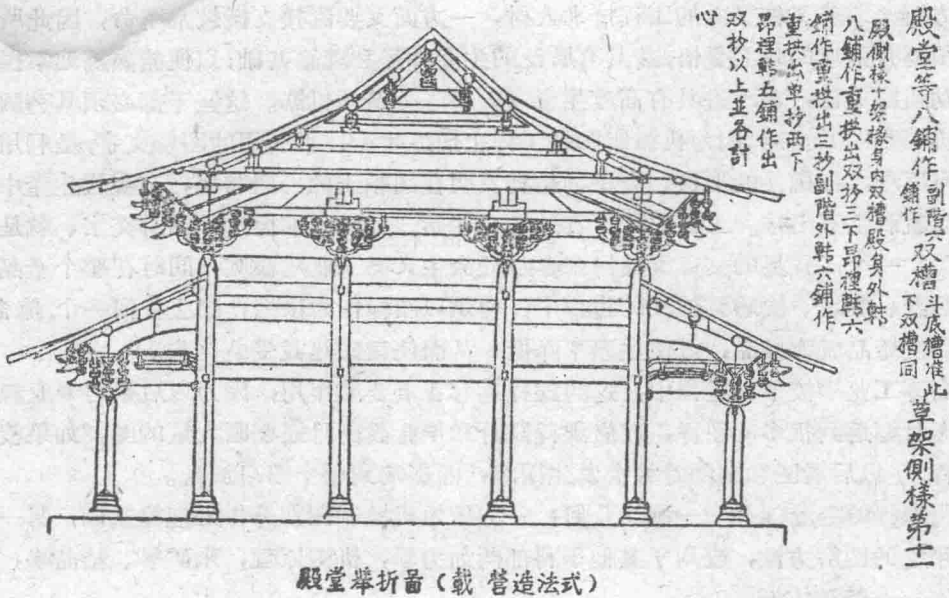


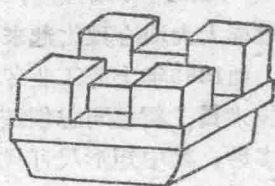
图1

明朝宋应星著的“天工开物”一書，詳細地闡述了农耕、交通、采冶、加工、軍事等工业問題，並画有大量插图，書中所載图样的特点就是均以插图的形式画出，即以一个外形的軸測图形来表达机器的結構，图3是“砲”，在图中已适当地运用了阴影潤飾。图4是“水碾”、其碾輪的椭圆几与正确的画法相差不多。上述史实清楚地說明了我們祖先在制图方面已达到了极高水平。

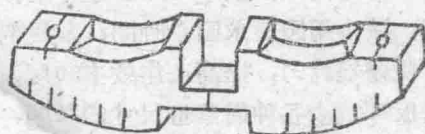
元明以来，西方文化流入較多，尤其在明、清之际，翻譯西書不少，这对我国的科學技術不能沒有影响，加上本國生產技術的发展，器械的日益複雜，用单一外形图来表达机器的構造已不能滿足制造的要求，图样逐漸由单一的外形图进入拆卸的另件图。图5丈量步車图，

則為更完善。不僅畫出它的分圖，而且還有組合圖。圖上的文字說明也較為詳細、這都說明圖紙漸趨于“為施工服務”的道路。

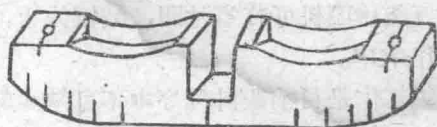
制圖技術是隨着生產技術的發展而發展的，自從帝國主義侵入中國，我國就淪為半封建，半殖民地的社會，這種社會性質，促使民族的生產技術逐漸萎頹下來，技術教育和科學文化部門亦受了極大的影響；故近百多年來制圖這門科學處在衰落的境地。隨着中國人民革命的勝利，中華人民共和國成立，在黨的英明領導下，全國人民積極進行着社會主義工業化的建設工作，千勁加鉅勁，因此科學技術全面的得到發展，工程制圖在黨的重視與關懷下，也相應地有着很大的發展，廣大的技術工人和勞動人民，均要求提高與非實制圖知識。中華科普協會及各廠礦企業為了滿足這一要求，有計劃地進行了識圖的訓練，華中工學院趙學田教授所創作的機械工人速成看圖，速成畫圖，機械圖圖解，和速成看圖電影，對訓練機械工人在短期內掌握看圖與畫圖技術起着很大的作用。



方椽料
柱去或
補開用



令拱外挑



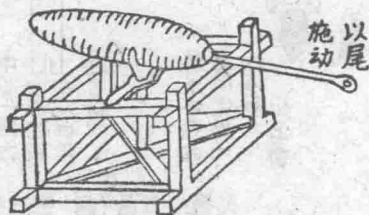
令拱裡挑

斗拱（載 營造法式）

圖 2

砲珠連子百轉面八

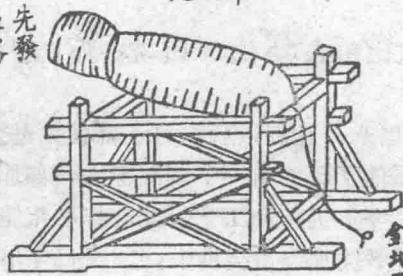
精鋼鑄長四尺中
容法藥一升五合



施動以尾

炮炮神

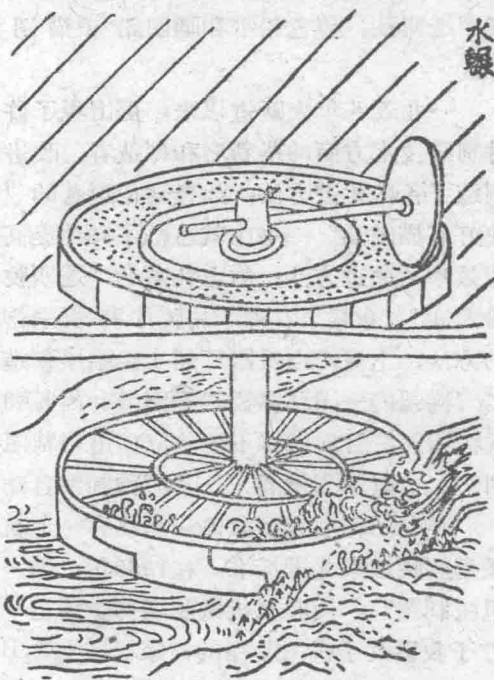
先發
毒霧



釘地下

砲（載 天工開物）

圖 3



水碾

水碾碓（載 天工開物）

圖 4

在厂矿生产设计时，需要绘制大量复杂的图，这种繁重而细腻的绘图工作均应以使机械化、电气化，以减轻劳动强度，增加工作效率，故近年来创造了許多仪器，设备和用具，使制图工作过程大大地合理化起来，并加速了制图过程，如1955年上海工业劳动模范上海自行车厂技术员王新福同志创造了快速绘图法的仪器多种，其中矩形尺可代替三稜尺、两脚规、三角板、及量角器，纵横线可同时一次绘出，提高工作效率50%，并可直接画出圆弧，减少用园规求园心时间，金属剖面板，可使绘线均匀，提高工作效率50%，标准件样板可减少各种仪器量尺寸的时间，提高工作效率3~5倍。倍速仪器工业社首創的倍速万能绘图机可节省时间，减轻体力，提高工作效率。

描图工作是目前设计程序中不可缺少的工序，它的速度能直接影响设计速度、因此各设计部门，厂矿企业中的描图人员，工人，都发挥了干劲和钻劲，创造了很多描图方法，如铅笔图固色法，复制第二底图法、底图透明法，变色铅笔和晒图铅笔描图法等。

一九五八年大跃进以来，更出现了許多对制图技术方面的革新者和创造者，改进和创造了各种先进方法，如查健行编著的“多快好省描图法”一书中就总结了38种提高描图效率的先进方法；翁志礼著的“透明胶片绘图法”，介绍了27种采用胶片样板来绘图的方法；上海矿山机器厂钳工吴福康创造了二架椭圆仪—园环靠模式椭圆仪和齿輪啮合式椭圆仪，目前尚有不少单位在进行制图机械化，电气化和自动化的研究，如“静电描图”、“电子测繪儀”、“测繪制图自动化”等。

在制图标准方面我国以前没有一个统一标准，在中国革命胜利以后学习了苏联先进技术，采用苏联国家先进标准。在1956年，第一机械工业部颁布了我国第一个制图标准“部颁标准机械制图”，使我国机械制图初步确定了统一的规格。今年机床和工艺研究院标准化室又制订了我国关于机械制图的国家标准（G.B）已由国家科学技术委员会批准，部分已于59年6月1日起实施，部分正在印刷中，即可颁布，这是我们在标准化上又是一项新的成就。

在高等工业学校，中等技术学校，技工学校均制订了统一的“画法几何及机械制图教学大纲”，学习了苏联的先进教材和教学方法，成立了画法几何及机械制图教研组，逐步的进行

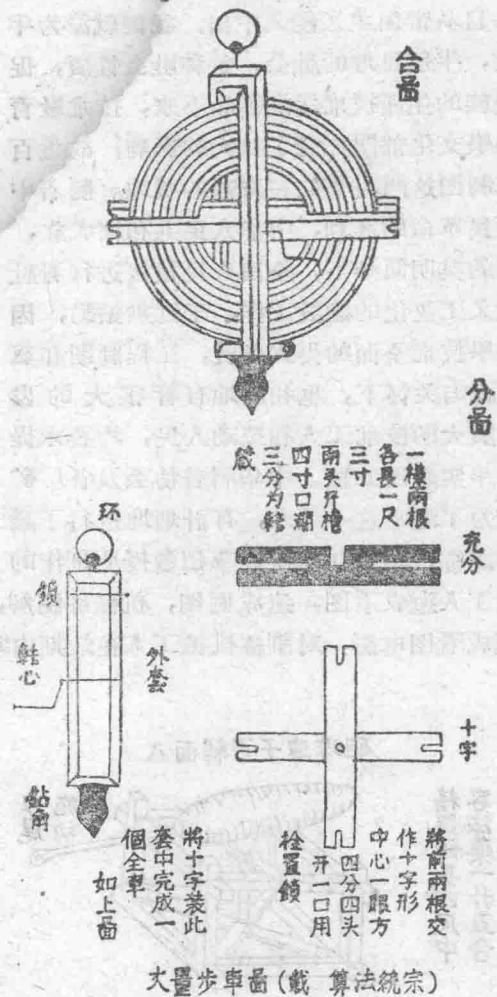


图5

了教學改革。一九五八年黨提出了“教育為無產階級政治服務，教學與生產勞動相結合的方針”以後，這門課程也進行了一系列的教學革新，使製圖和生產實際結合起來，提高了教學質量。

在歐洲國家能正確地運用正投影法是在十八世紀末葉，到1799年法國學者蒙若(G. Monge)總結了前人的理論，系統地闡明了正投影法，完成了第一部画法幾何學。在蘇聯，很早以前技術圖樣就得到發展，如羅蒙諾索夫(Ломоносов)庫里賓(Кулибин)古爾久莫夫(В.И. Кудряков)等學者都有卓越的貢獻，特別在偉大的十月革命以後，画法幾何及機械製圖更有着很大的發展，如通訊院士切特維魯新(И.Ф. Четверухин)教授的“條件圖理論”，卡爾莫夫(М.Н. Громов)教授的“曲面圖方法的研究”，沙爾(Я.В. Шор)的“矢量投影法”等都大大發展了画法幾何這一門科學，同時也把它聯繫實際，應用到其他自然科學中去，如阿諾索夫(В.Я. Аносов)的“画法幾何應用於三元及四元系的化學平衡圖”，阿那諾夫(Г.Д. Аноанов)的“力學問題中的正投影法”等。

由於工業的迅速發展，特別是機器製造業的迅速發展，對製圖提出了愈來愈多的要求，對製圖不論在表達方法上或圖樣的格式與內容上都要統一，合理化，以方便於進行技術思想上的交流和管理。在社會主義國家里，由於先進的社會制度，製圖標準都是有統一的規定，在這方面蘇聯作得最好，蘇聯的製圖標準從1928年就開始統一了。以後經過幾次的修改和補充，1952年頒佈的“機械製圖國家標準”已經是極其先進的標準了。我國一機部“機械製圖”部頒標準，基本上是參考蘇聯標準來製定的，現在社會主義國家國民經濟和文化都在高速度地蓬勃發展，內部團結日益鞏固，互助關係，日益發展，技術文化的交流亦更趨頻繁，故對社會主義國家的製圖標準的進行統一，是有其必要性，因此在57年11月在莫斯科為統一各社會主義國家製圖標準開了會，並作出一些決議，這對社會主義國家間進一步的互助與協作有着偉大的意義。

§3 本門科學的今後發展方向

在科學技術和文化教育均在飛躍發展前進的今天，一切工業都向着機械化、電氣化、自動化的方向邁進，理論和實際也都緊緊地連繫在一起，互相促進，因此對画法幾何及機械製圖也隨着提出了新的要求，在今後可以開展下述科學研究工作：

1. 研究和改進製圖儀器，工具設備，以加速製圖過程，例如設計新式繪圖機，軸測儀，各種繪圖樣板，創造機械化，自動化的製圖機械等。
2. 改善和加速圖樣生產過程，如設計快速自動晒圖機，研究自動測繪儀，用特殊筆或紙使畫出的圖可直接大量地複製圖樣等。
3. 研究和改進製圖標準，簡化和改進某些另件的表示方法。
4. 繼續研究画法幾何理論，以及画法幾何在生產上的實際應用。

第一編 畫法幾何

第一章 點的投影

§1-1 投影的基本概念

在工程圖樣中，要把一部機器或一個另件表示在平面上，常採用“投影法”。我們常用的投影法有兩種，即“中心投影法”和“平行投影法”，茲分述如下。

一、中心投影法

如果在空間有一個平面 P ，及不在該平面上的一點 S ，另外再任取一點 A （圖1-1），連結 SA ，並延長之，使與平面 P 相交於一點 a ，那麼 a 點就稱為空間一點 A 在 P 平面上的“中心投影”。點 S 稱為“投影中心”，直線 SAa 稱為“投影綫”，平面 P 稱為“投影面”，同樣方法可以得到點 B ， C 的中心投影 b ， c 。這種投影方法就稱為“中心投影法”。

這種投影正好象晚間屋內人物在牆上照出的影子，這時電燈泡的發光部分是投影中心，光綫是投影綫，牆是投影面，影子是中心投影，如圖1-2所示。

中心投影法常用於寫生畫，透視圖。

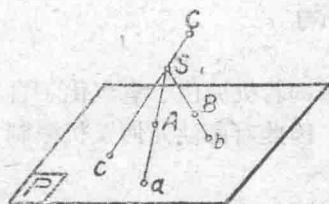


圖 1-1

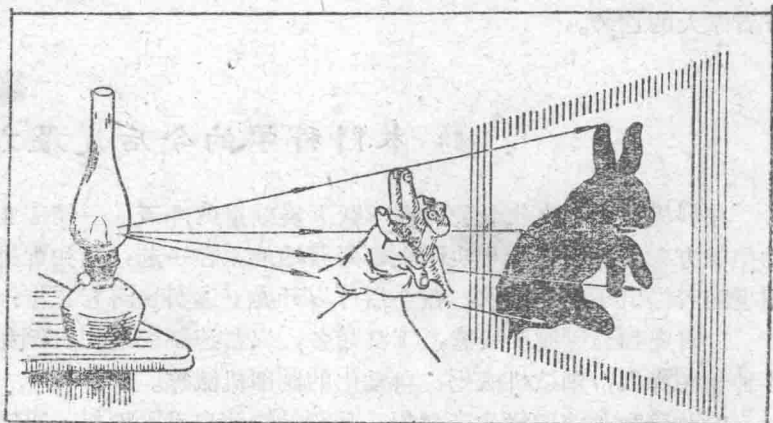


圖 1-2

二、平行投影法：

如果把中心投影法中的投影中心 S ，移至距離投影面無限遠的地方，則所有投影綫將均互相平行，這種投影方法稱為“平行投影法”。如圖1-3和1-4所示，為了畫出投影綫，必須要畫出他們的投影方向 S ，這些投影綫與投影面的交點 a ， b ， c 就稱為 A ， B ， C 在投影面 P 上的“平行投影”。

对于投影的方向只有一个要求，就是它不能平行投影面 P 。因为当 $S \parallel P$ 时那么投影线不会与投影面 P 相交，所以得不到投影。根据投影线与投影面的关系，平行投影又可分为斜角

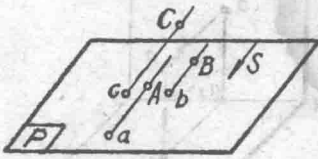


图 1—3

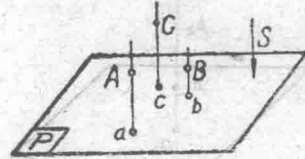


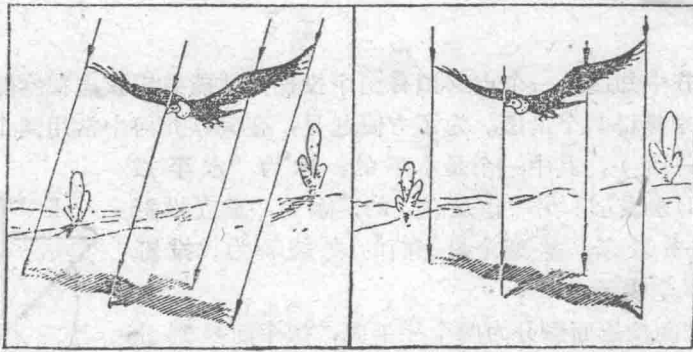
图 1—4

投影和直角投影。

(1) 斜角投影—投影线与投影面倾斜(即斜交)如图 1—3。

(2) 直角投影—投影线与投影面垂直(即正交)如图 1—4。

这种投影正好似太阳光(可当太阳在无限远处)把人物照在地面上所成的影子。在正午，太阳光垂直地面，那么人物在地面上的影子就是直角投影如图 1—5 b 所示。在上，下



(a)

图 1—5

(b)

午时太阳光斜射在地面上，所得的影子就是斜角投影如图 1—5 a 所示。

在工程上应用得最广泛的是直角投影法。

各种投影法都必须有一定的条件才能有一定投影，譬如中心投影法必须先有投影中心和投影面，平行投影必须先有投影方向和投影面。如果这些条件决定后，空间任意一点在投影面上就只能有一个投影，因为一直线(投影线)与一平面(投影面)只有一个交点，由此可以得出一个结论：如果已知投影中心(或投影方向)和投影面，则空间任意一点只能产生一个投影，并且这个投影的位置完全可以肯定。反之，如果已知投影中心(或投影方向)，投影面和空间一点 A 在投影面上的投影 a ，是否能肯定 A 点在空间的位置呢？从图 1—6 可以看出，投影线上任意点 A_1, A_2, \dots 在投影面 P 上的投影都是 a ，因此就不能肯定是那一点的投影，所以已知某点的一个投影，不能肯定该点在空间的位置。

假如有两个投影面(图 1—7)，那么空间一点就要产生两个投影，如果已经知道这两个投影后，再要确定该点在空间的位置就不难了。因为，两个投影 a 和 a' 同是 A 点的投影，因此 A 点一定要同时在投影线 Aa 和 Aa' 上而两直线的交点只有一个，因而这两条投影线的交点即

为該点在空間的位置。所以可得出結論：已知点的两个投影即能确定該点在空間的位置。

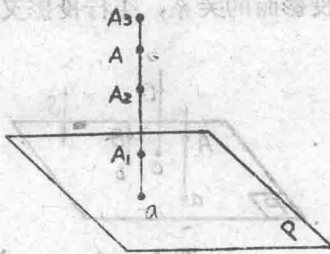


图 1—6

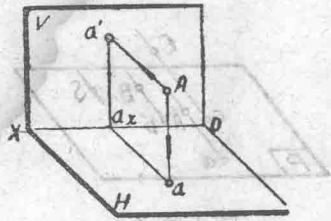


图 1—7

法国的著名几何学家和画法几何的奠基者蒙若（1746—1818）創議用两个互相垂直的平面作为投影面，再利用直角投影法，将空間的形体（点、綫、面、体）投影到該两投影面，獲得投影。这种方法称为“正投影法”。利用正投影法来确定物体的形状和大小，都有很大的方便，因此这是工程中常用的一种图示方法。在本課程中主要就是研究这一种投影法。

§1—2 点的二面投影

一、概述

我們在上一节中知道，一个点必須有两个投影，才能肯定該点在空間的位置，也就是說需要两个投影面来獲得两个投影。为了方便起見，在画法几何中常用两个互相垂直的平面来作投影面（图 1—8），其中一个水平的，称为“水平投影面”，用字母H来表示。另一作是直立的，称为“正立投影面”，用字母V来表示。这两个投影面的交綫称为“投影軸”，用字母OX来表示。

投影軸OX把两投影面劃分为两个半平面，把平面H劃分为前半面H和后半面H₁，和把平面V劃分为上半平面V和下半平面V₁。

这两个互相垂直的投影面H和V，把整个空間劃分为四个部分，每一个部分称为一个“象角”，这四个象角的次序規定如下：（图 1—8）

第一象角 在H面的上方，V面的前方，即H—V包含的空間部分。

第二象角 在H₁面的上方，V面的后方，即H₁—V包含的空間部分。

第三象角 在H₁面的下方，V₁面的后方，即H₁—V₁包含的空間部分。

第四象角 在H面的下方，V₁面的前方，即H—V₁包含的空間部分。

現在假定在第一象角中有一个点A（图 1—9a），因为点在投影面上的正投影，就是由該点向該投影面所作垂綫的垂足，所以由A点向水平投影面H作垂綫可得到垂足a，a点就称为A点的“水平投影”；同理由A点向正立投影面V作垂綫可得到垂足a'，点a'就称为A点的“正面投影”。

为了統一起見，我們規定了空間的点用大写字母来表示，如A, B, C…等；水平投影用相应的小写字母来表示，如a, b, c…等；正面投影用相应的小写字母在右上角加一撇来表

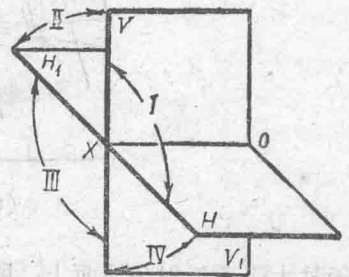


图 1—8

示, 如 a' , b' , c' ... 等。

二、投影图

在实际作图中, 要把空间的投影画到同一个平面内, 因此, 在作出上述投影以后, 还要将两个正交的投影面之一, 绕投影轴 OX 旋转 90° , 使二投影面重合。在旋转时, 我们规定使 V 平面不动, 将 H 面绕 OX 轴旋转 90° , 旋转方向是前半面 H 向下转而后半面 H_1 向上转 (图 1-9a)。这种空间形体在投影面上的投影连同投影面一起经过上述旋转而重合于一个投影面上的图, 称为“投影图”, 图 1-9b 即为图 1-9a 中 A 点的投影图; 由于投影面是广阔无边的, 所以一般投影图上不画出投影面的界限, 而只画出投影轴 OX , 如图 1-9c 所示。

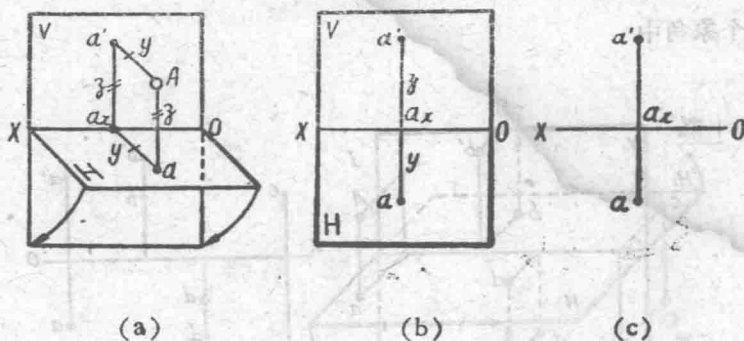


图 1-9

三、点的投影规律

在图 1-9a 中, 可以看出从 A 点向投影面所作的二垂线 (即投影线) Aa 和 Aa' 决定了一个平面 Aaa_xa' , 此平面必然同时垂直于平面 H 和 V , 因此也必定垂直于平面 H 和 V 的交线 OX 轴。平面 Aaa_xa' 与平面 H 和 V 分别相交于直线 aa_x 和 $a'a_x$, 平面 Aaa_xa' 与 OX 轴相交于 a_x 点。因而直线 aa_x 和 $a'a_x$ 一定垂直于 OX 轴, 即 $aa_x \perp OX$ 、 $a'a_x \perp OX$ 。当 H 平面绕 OX 轴旋转时, a 点的轨迹为圆弧, 并且位于平面 Aaa_xa' 内, 所以当 H 面与 V 平面重合时, a 点一定在平面 V 和平面 Aaa_xa' 的交线 $a'a_x$ 上, 因而得出点的投影的第一条规律:

点的水平投影与正面投影总是在垂直于 OX 轴的同一条直线上。

在图 1-9a 中也可看出平面 Aaa_xa' 是一个矩形, 所以

$$aa_x = Aa' = A \text{ 点到 } V \text{ 平面的距离。}$$

$$a'a_x = Aa = A \text{ 点到 } H \text{ 平面的距离。}$$

因而得到点的投影的第二条规律:

一点的水平投影到 OX 轴的距离 (aa_x), 反映了该点到 V 平面的距离, 正面投影到 OX 轴的距离 ($a'a_x$) 反映了该点到 H 平面的距离。

四、投影图作法,

由上所述, 我们就可以根据轴测图来画出投影图, 一般作图步骤如下: (图 1-9a 和 c)

(1) 任作一 OX 轴, 在轴上向 O 点的左方截取一点 a_x , 使该点与 O 点的距离等于图 1-9a 中的线段 Oa_x 。

(2) 过 a_x 点作直线垂直于 OX 轴。

(3) 在此垂線上自 a_x 点向上量取綫段 $a_x a'$ ，使等于A点到H面的距离(Aa)得 a' 点，即为A点的正面投影。

(4) 由于H平面旋轉而重合于V平面时，A点的水平投影移到了OX軸下方，因此可在垂線上自点 a_x 向下量取綫段 $a_x a$ ，使等于A点到平面V的距离(Aa')，得 a 点，即为A点的水平投影。

§1-3 点在两投影面体系中的位置

点在两个投影面体系中的各种位置，共有九种情况，此九种情况又可归納为三類，現分別敘述如下：

一、点在各个象角中

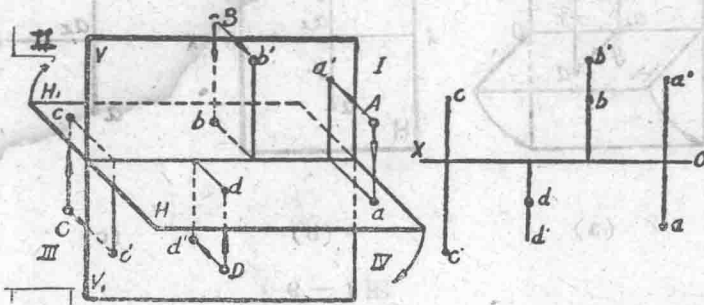


图 1-10

(1) 第一种情况——点在第一象角中，我們在上一节已經研究过了。在投影图中点的正面投影在OX軸上方，水平投影在OX軸下方，如图1-10中的A点。

(2) 第二种情况——点在第二象角中，这时由于点的水平投影在水平投影面的后半面 H_1 上，旋轉后 H_1 向上重合于V平面，所以水平投影和正面投影均在OX軸上方，如图1-10中B点。

(3) 第三种情况——点在第三象角中，这时点的水平投影在 H_1 面上，正面投影在 V_1 面上，所以旋轉后点的水平投影在OX軸上方，正面投影在OX軸的下方，如图1-10中的C点。

(4) 第四种情况——点在第四象角中，这时点的水平投影在H面上，正面投影在 V_1 面上，所以旋轉后，点的两个投影均在OX軸下方，如图1-10中的D点。

点在象角中的四种情况，总结起来，在投影图上两个投影的位置有下列规律性：凡在H平面上方的点（在I或II象角）的正面投影必在OX軸上方，凡在H平面下方的点（在III或IV象角）的正面投影必在OX軸下方。又凡在V平面前方的点（在I或IV象角）的水平投影必在OX軸上方。凡在V平面后方的点（在II或III象角）的水平投影必在OX軸下方。不管点在那象个象角，它总滿足于§1-2中所讲的两条投影规律。

二、点在投影面內。

点也可以处于投影面內，图1-11中点M、N、K、L分别在投影面H、V、 H_1 、 V_1 上这些点的投影，可根据上面讲的道理得到。

当点在投影面上时，它的投影有下列的共同特性：

(1) 点的一个投影在OX轴上, 因为点到某一投影面的距离为0。

(2) 点的另一个投影与空间点本身重合。

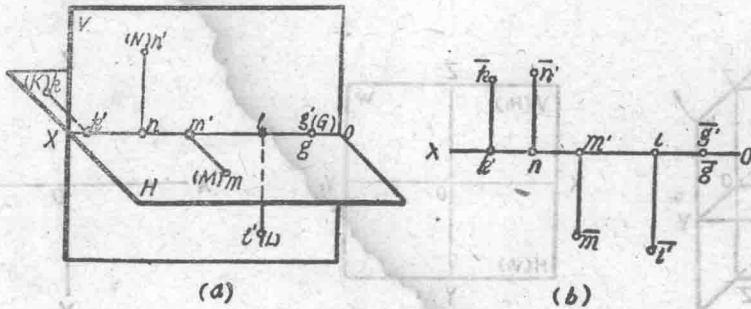


图 1-11

当点的一个投影与空间点本身重合时, 那么可在该投影原标记上加一横划, 如 \bar{k} 、 \bar{n}' 、 \bar{m}' 、 \bar{l} 等。

三、点在投影轴上

当点在OX轴上, 它离H和V两平面的距离均为0, 所以两个投影都重合于OX轴上, 如图1-11中的G点。

§1-4 点在三投影面体系中的投影

一、点的三面投影

一点的两个投影已能够完全肯定该点在空间的位置, 但是如果被投影的物体形状复杂时, 为了表示得更清楚起见, 或者为了解决某些几何问题的方便, 有时常需二个以上的投影, 一般用三个投影, 因而需要三个投影面; 在机械制图中也常用三面投影。

三投影面体系可以看作在上述的二投影面体系 $\frac{V}{H}$ 中再加上一个投影面, 所加的投影面是同时垂直于H面和V面的直立投影面, 这个投影面称为“侧立投影面”, 简称“侧面”, 用字母W表示 (图1-12a)。点在侧面W上的投影称为“侧面投影”, 用小写字母加两撇表示, 如 a'' 、 b'' 、 c'' ... 等。三投影面H、V、W分别两两相交, 这些交线均称为“投影轴”, H面与W面的交线称为OY轴, V面与W面的交线称为OZ轴, 连前述的OX轴共有三条投影轴, 这三条投影轴的共有点O称为“原点”。

由于H面分为前、后半面, V面分为上、下半面, 故而Y、Z轴也被O点分为前后、上下各半, 为了清楚起见, 用正负号来加以区别, 规定Y轴在O点前面为正, 后面为负; Z轴在O点上面为正, 下面为负。

在作三面投影的投影图时, 必须使此三个互相垂直的投影面重合于同一平面, 在重合时必须经过二次旋转, 我们规定V面不动, 首先将H面绕OX轴旋转90°, 旋转的方向与二投影面体系中一样, 然后再把W平面绕OZ轴旋转90°, 旋转方向从上往下看是反时针方向, 重合后如图1-12b所示, 这里OY轴因为随着H面与W面旋转所以出现两次, 一用OY表示, 一用OY₁表示但它们在空间即为一根轴。投影图中可以不画投影面的边界线, 如图1-12c所示。

图1-13有一个位于第一象角的点A, 要作它的三面投影 a 、 a' 、 a'' 可由A点分别向三个投影面H、V、W作垂线所得的垂足即是, 然后把H、V面分别绕OX、OZ旋转重合如图1-13

和b和c所示，在图中可以看出这三个投影之间的相互位置有下列的规律：

(1) 水平投影 a 和正面投影 a' 必在同一条垂直于 OX 轴的直线上，即 $a'a \perp OX$ （理由见§1-2）

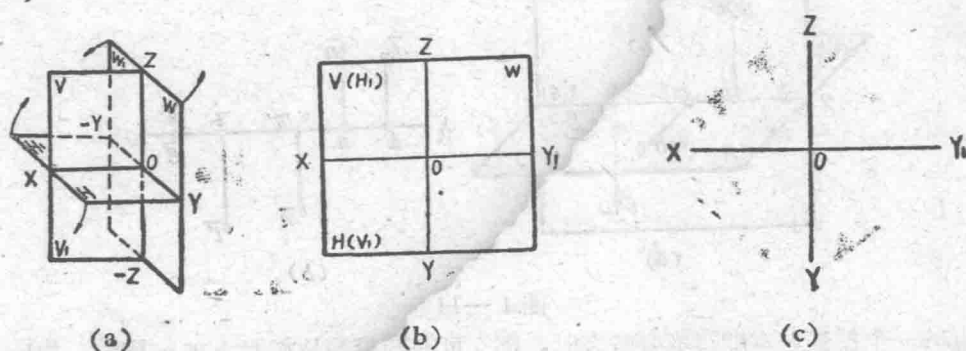


图 1-12

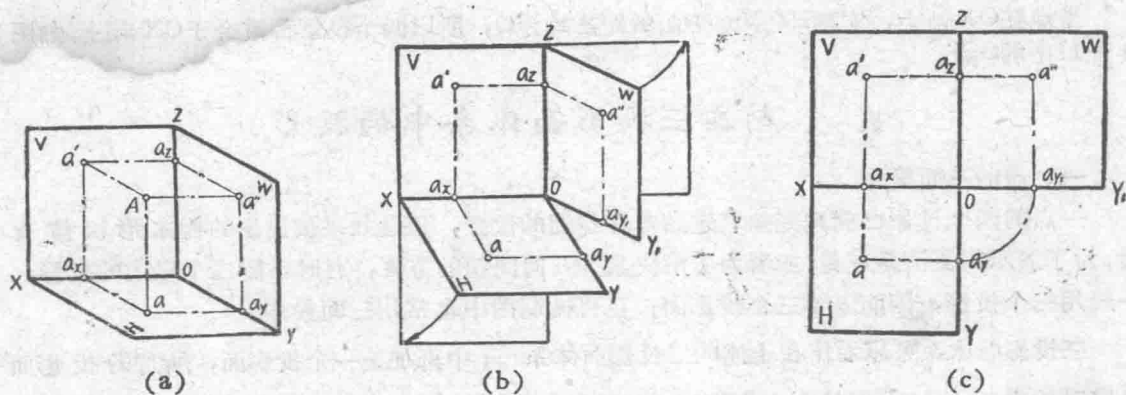


图 1-13

(2) 同理可得正面投影 a' 和侧面投影 a'' 在同一条垂直于 OZ 轴的直线上，即 $a'a'' \perp OZ$ （或 $a'a'' \parallel OX$ ）。

(3) 水平投影 a 到 OX 轴的距离等于侧面投影 a'' 到 OZ 轴的距离，即 $aa_x = a''a_z$ 。因为他们都表示了点 A 到平面 V 的距离。

任何一个点的三面投影都符合上面的三条规律。

二、由已知点的两个投影作第三投影

从上面所讲，我们知道每一个点的三个投影均要符合上述三条规律，因此我们可由一点的任意两个投影来确定它的第三投影。

假定已知 A 点的两个投影 a 和 a' ，要求作侧面投影 a'' 。（图1-14a）根据上述的规律（2），侧面投影 a'' 和正面投影 a' 必在同一条垂直于 OZ 轴的直线上，因此可过 a' 引直线垂直于 OZ 轴使与 OZ 轴交于 a_z 点，那么 a'' 必在 $a'a_z$ 上。

