

高等学校函授教材

工 程 制 图

GONGCHENG ZHITU

第 一 册

东北工学院制图教研室编

人民教育出版社

本书是东北工学院函授部的试用教材,供矿山机械、矿山机电、采矿冶金等各专业使用。书中将画法几何及机械制图两部分合并,其中以机械制图为主要内容,并在有关章节中结合画法几何的理论,加强对物体投影的分析和提高视图表达的能力。考虑到采矿专业的特殊要求,增加了标高投影图及其在采矿工程上应用的内容。

为了及时供应函授需要,全书将分册出版。全书内容包括:绪论;第一篇投影制图;第二篇机械制图;第三篇土木建筑图;第四篇标高投影图。

书中各章后面附有习题,并在相应的篇后附有测验作业的题目和指示。

本书不仅可供函授大学和夜大学作为教本,还可供一般业余大学学员及自学制图者参考。

简装本说明

目前 850×1168 公厘规格纸张较少,本书暂以 787×1092 公厘规格纸张印刷,定价相应减少 20%。希鉴察。

工 程 制 图

第 一 册

东北工学院制图教研室编

人民教育出版社出版

高等学校教学用书编辑组
北京宣武门内大街26号

(北京市书刊出版业营业许可出字第2号)

人民教育印刷厂印装

北京科技发行所发行

各地新华书店经售

统一书号 15010·360 开本 787×1092 $1/32$ 印张 $47/16$ 插图 2

字数 88,000 印数 00001—25,000 定价 (7) 0.75

1960 年 11 月第 1 版 1960 年 11 月北京第 1 次印刷

目 录

緒論.....	1
---------	---

第一篇 投影制图

第一章 投影的基本原理.....	6
------------------	---

§ 1-1. 投影方法的基本概念.....	6
§ 1-2. 物体的正投影概述.....	9
§ 1-3. 点的投影.....	13
§ 1-4. 直线的投影.....	18
§ 1-5. 两直线的相对位置.....	25
§ 1-6. 平面的投影.....	28
§ 1-7. 平面上的点和直线.....	33
习题.....	37

第二章 体的投影.....	40
---------------	----

§ 2-1. 一般概念.....	40
§ 2-2. 平面立体的投影.....	41
§ 2-3. 迴轉曲面及迴轉体的投影.....	44
§ 2-4. 机件的投影图及尺寸注法.....	51
习题.....	60

第三章 体表面的交线.....	62
-----------------	----

§ 3-1. 平面与平面立体表面相交.....	63
§ 3-2. 平面与曲面的交线.....	66
§ 3-3. 两曲面相交.....	75
§ 3-4. 过渡线.....	87
§ 3-5. 零件表面交线的分析举例.....	88
习题.....	93

第四章 投影改造.....	99
---------------	----

§ 4-1. 概述.....	99
§ 4-2. 变更投影面法.....	100

§ 4-3. 斜视图及斜剖视	112
§ 4-4. 旋转法	114
§ 4-5. 旋转视图和旋转剖视	117
习题	118
第一次测验作业: 投影制图(一)	121
第五章 机件形体的表达方法	131
§ 5-1. 视图的配置	133
§ 5-2. 剖视	135
§ 5-3. 剖面	139
§ 5-4. 简化画法及规定画法	142
§ 5-5. 机件的表达方案举例	146
习题	151
第六章 轴测投影	154
§ 6-1. 基本知识	154
§ 6-2. 圆及回转体的轴测投影	160
§ 6-3. 机件轴测投影图的画法	167
§ 6-4. 轴测草图及装配体的轴测图	171
习题	177
第七章 螺旋线、螺旋面及曲面的表示法	179
§ 7-1. 螺旋线	179
§ 7-2. 螺旋面	182
§ 7-3. 曲面的表示法	186
习题	191
第八章 立体表面的展开	192
§ 8-1. 引言	192
§ 8-2. 锥面的展开	193
§ 8-3. 柱面的展开	198
§ 8-4. 不可展曲面的近似展开	204
§ 8-5. 实际展开时应考虑的几个问题	208
习题	216
第二次测验作业 投影制图(二)	212
附录	219

緒 論

§0-1 本課程的研究对象及目的

工程制图研究的对象是图样。图样是准确地表达物体的形状和尺寸的图形，它是工程技术人员用以指导生产和交流技术思想的重要工具。近代的一切机器、仪器和厂矿建筑物都需要根据它来制造和营建。所以人们对图样在生产中所起的作用有一个比喻性的说法“图样是工程界的语言”，对于一个工程技术人员来说，要想更好地为社会主义建设服务，就必须掌握工程界的语言。

高等工业学校的学生通过本课程的学习，应达到如下的几个目的：

1. 学会绘制和阅读投影图的方法，即学会怎样把一个空间物体准确地表示在一个平面上以及怎样根据平面上的图样想象出所表示的物体的形状和判断它各部分的尺寸。

2. 熟悉和运用工程制图(特别是机械制图)的国家标准。

3. 掌握一些有关制造方面的基本知识，例如材料、表面光洁度、公差、零件结构的合理性以及其他的技术条件等。

4. 应用图解的方法解决工程上的某些问题。在很多情况下，只画出物体的图样是不够的，往往还需要根据图样来解决一些实际问题。例如在制造金属薄板制品时需要画出它的展开图；在采矿工程上需要根据地质图研究坑道布置和确定矿体埋藏的几何要素(走向、倾斜)和断层的位置等问题。

§0-2 工程制图学的发展概况

工程制图和其他科学一样是由于生产实践的需要而发展起来

的,同时它又反过来为生产服务,促使生产的发展。

根据我国古代文献的記載,远在春秋时代,由于农业生产和兴修水利的需要,天文图、地图和几何作图首先发展起来,同时也出现了“規”、“矩”、“繩”、“墨”、“垂”、“水”等简单的制图工具(見“周官考工記”)。

秦汉以后,历代修建宮室均有图样。到了宋代,营造技术相当

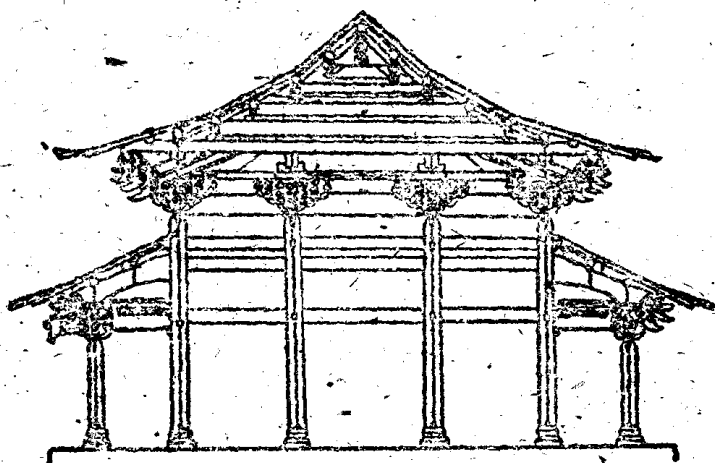


图 0-1. 殿堂举折图。

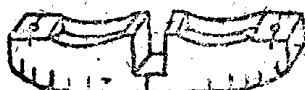


图 0-2. 斗拱图。

发达,当时繪制的建筑图样已經采用了比例尺,并且广泛地应用了投影法。例如在李誠所著的“营造法式”一书中,許多建筑图样都是符合投影原理的。如图 0-1 的殿堂举折图是用正投影画出的;图 0-2 的斗拱图是用軸測投影画出的。这比法国学者蒙若总结画出画法几何学的年代約早七百多年。

由上述史实可見,早在八、九百年以前,我国在工程制图方面已經达到了很高的水平。但是由于封建統治的桎梏,致使劳动人民的創造不能得到总结和发展到理論

的高度。特別是近百年來，帝國主義勢力的侵入，中國淪為半封建、半殖民地的國家，生產力遭到嚴重的破壞，工農業生產極端落後。在這種情況下，直接為生產服務的工程制圖當然也就不能得到發展。

解放以來，全國人民在黨的領導下，在社會主義建設總路線的光輝照耀下，隨着工農業生產的大躍進，以及技術革命和技術革新高潮的到來，工程制圖愈來愈顯示出它在生產上所起的作用，並且它將成為工农群眾迫切需要掌握的一種文化和科學技術知識。

為了適應機械工業的飛躍發展和制圖工作的實際需要，我國科學技術委員會於1959年頒布了在第一機械工業部所頒布的“機械制圖”部頒標準（現已作廢）的基礎上，制訂的“機械制圖”國家標準，並規定於1960年4月1日開始實施。國家標準的頒布，使全國制圖的規格得到統一，這對於設計部門和生產部門來說，都是一件重大的事情，它將促進制圖事業更好地為生產服務。

由於社會主義建設事業日益發展的需要，基本建設的項目和新產品的設計愈來愈多，因而制圖的任務也愈來愈繁重。面對這些情況，如何能夠多快好省地完成制圖工作，就成為當前工程制圖的一個極其重要的問題。目前，許多廠礦、學校和設計部門研究解決這個問題的方法主要有以下几个方面：

1. 實現制圖排版化、印刷化，減少制圖工作量。
2. 改進制圖儀器和工具，使制圖機械化、自動化，加速制圖過程。
3. 研究加速圖樣的复制方法，例如研究利用特種的圖紙和鉛筆畫圖，可以省去上墨描圖的工序。

§0-3 課程內容的簡單介紹

本課程的內容包括以下几个方面：

1. 投影制图 这部分是工程制图(特别是机械制图)的基础。它着重介绍了正投影理论和正投影图的画法和閱讀方法。此外,还介绍了軸測投影图的画法。

2. 机械制图 这部分是使用或制造机器设备时所必需的基础技术知識。它的主要内容是介绍零件工作图和部件装配图的画法和閱讀方法,同时也介绍了机械制造的一般工艺知識以及常用零件(螺紋联接件、齒輪等)的结构和标准。

3. 土木建筑图 这部分内容介绍了土木建筑图的特点、規定符号和讀图的一般方法,它是工程技术人員在設計厂矿或参加現場施工时所必需的基本知識。

4. 标高投影图 这部分是为采矿专业的學員編写的(其他专业可以不学),它介绍了标高投影的一般原理和作图方法,并且附有大量的有关采矿工程的应用例题。

§0-4 关于习题和測驗作业的几点說明

本課程是一門技术基础課,它的許多内容都是非經实践(做习题和測驗作业)不能掌握的。如果學員只能从理論上了解一些知識而画不出图来,那么实际上問題还是沒有解决。因此在整个学习过程中,學員不但要注意钻研教材内容,而且还要認真地完成习题和測驗作业。习题是学完每章后的平时練習,而測驗作业則是总结某一阶段学习的檢查性作业,它們都是学习本課程所必需的。本书第一篇各章都有习题,第四章和第八章后各有一次測驗作业。它們都附在书末。

在完成习题和測驗作业时,學員还應該注意下列几点:

1. 习题一般可以将解答直接画在书中的习题題目上,但測驗作业必須用图紙另画(具体格式和要求見书末各次測驗作业的指示)。

2. 作圖必須使用制圖儀器，不得徒手繪制。儀器使用的注意點可參考書末附錄。

3. 作圖一定要用鉛筆，不許使用鋼筆。鉛筆的牌號和削法可參考附錄。

4. 畫測驗作業時，必須遵守國家標準。建議學員每人準備一本“機械制圖”國家標準，以便翻閱使用。

第一篇 投影制图

第一章 投影的基本原理

§1-1 投影方法的基本概念

作投影要有三个基本要素：光源、物体和投影面。当光源发出的光线通过物体照射到投影面（一般是平面）上时，在投影面上就得到该物体的影子。这个过程就是投影的过程。在日常生活中，这样的例子是很多的，例如在放映电影或照像时都可以作为投影的例子。下面我们从小几何观点来研究投影的方法。

投影方法按照光源性质的不同可以分为两大类，即中心投影和平行投影，现分述如下：

（一）中心投影

设有光源 S 和投影面 P ，如图 1-1 所示。当光源 S 发出放射型的光线通过三角板 ABC 投射到平面 P 上时，光线 SA, SB, SC 与平面相交于 a, b, c 。我们把点 a, b, c 称为空间点 A, B, C 在平面 P 上的中心投影， $\triangle abc$ 则称为三角板 ABC 在平面上的中心

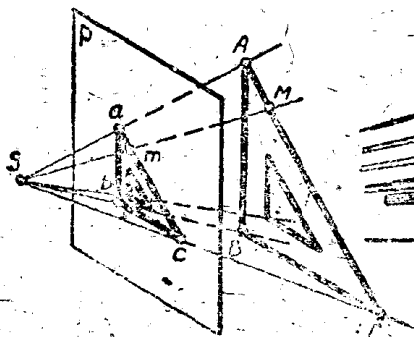


图 1-1. 中心投影。

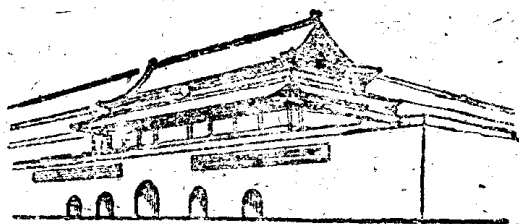


图 1-2. 透视图。

投影。光源 S 称为投影中心；平面 P 称为投影面；光线 SA, SB, SC 为投射射线。这种投影的方法称为中心投影法。

在土木建筑工程中，繪制大型建筑物的形象图经常是用中心投影法繪制的，这种图称为透视图，如图1-2所示。透视图具有高度的立体感和真实感，但它的缺点是作图复杂和不能直接量度尺寸，因此工程上的其他部門很少应用它。

(二) 平行投影

如果我们把光源 S 移到无限远处，则光源发出的光线将趋于平行(图1.3)。这时三角板 ABC 在 P 平面上所得到的投影称为平行投影。

按投影方向不同，平行投影又可分为正投影和斜投影两种。当投射方向垂直于投影面 P 时称为正投影(或直角投影)，如图1-3, a 所示。反之，若投影方向不垂直于投影面 P 时，则称为斜投影，如图1-3, b 所示。

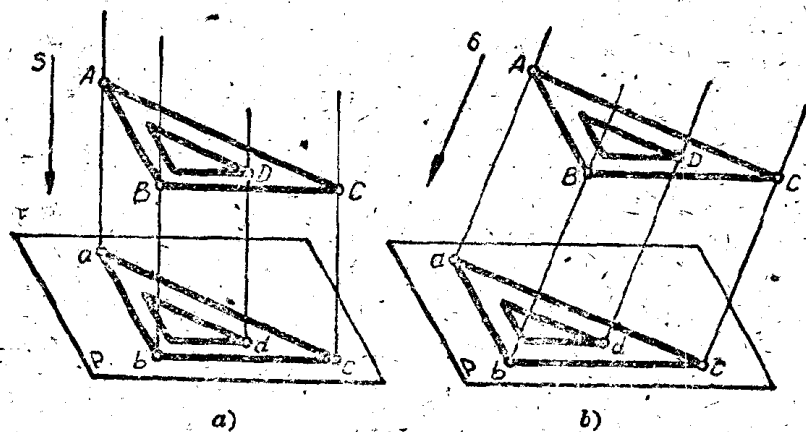


图 1-3.

用平行投影法繪制的工程图样，常用的有下列三种：

(1) 轴测投影图 它是应用平行投影法(正投影或斜投影)将物体投射到单一投影面上所获得的一种具有立体感的图形。我們

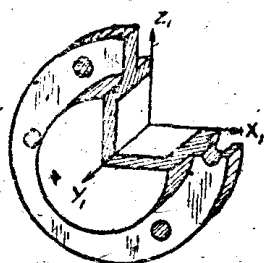


图 1-4. 轴测投影图。

经常用它来表达机器零件和仪器等物体的形象,如图 1.4 所示。

(2) **标高投影图** 它是用正投影法将物体投射到水平面上所得到的图形,在图形上照例要用数字标志物体上某些点线离开水平面的高度。

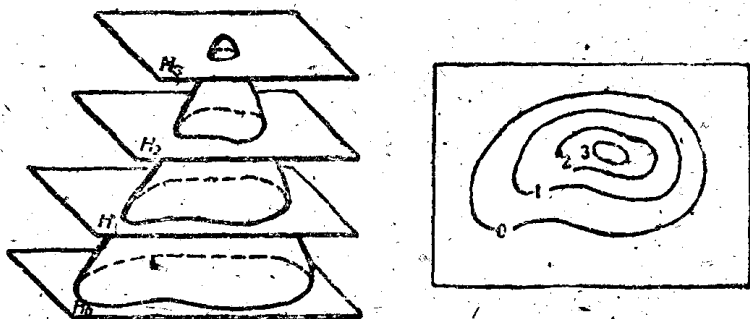


图 1-5. 标高投影图。

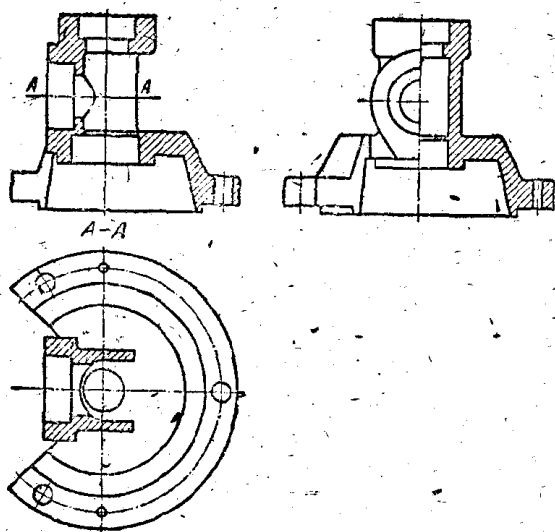


图 1-6. 正投影图。

标高投影图经常用来表达地面和矿层等极不规则的曲面,它在采矿工程和建筑工程上得到广泛的应用。如图 1-5 所示的等高线图(地形图)就是标高投影图的具体例子。

(3) 正投影图

这是工程界应用最广泛的一种图样。它是

用正投影法绘制的一种多面投影的综合图。图 1-6 是一个机器零

件的三面正投影图。

由于实际的需要,本书除讨论轴测投影和标高投影以外,其余都是讨论正投影图的问题,因此今后单提投影图,都是指正投影图而言。

§1-2 物体的正投影概述

大家都知道,一个物体的形状是由一些几何要素,即点、线、面组成的。因此要在一个投影面上作出物体的正投影图,实际上就是作出组成该物体的一些点、线、面的投影。图1-7表示把长方体 $ABCDEFGK$ 投射到与棱面 $ABCD$ 平行的 V 平面上的情形。它在 V 面上的投影(矩形)清楚地反映出长方体的两个尺度,即高度 AD 和长度 AB ,但第三尺度(宽度 AE)在 V 面上就不能反映出来。

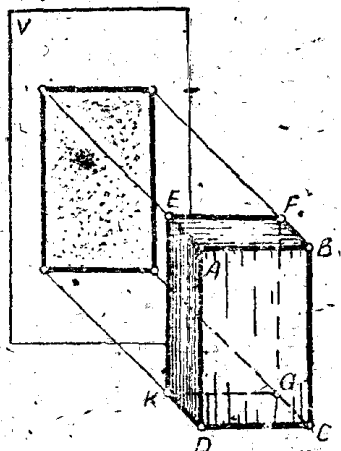


图 1-7.

为了在投影图上反映出长方体的宽度,我们另取一个与 V 面垂直的投影面 H (如图1-8, a)。这时长方体在 H 面上的投影也是一个矩形,它反映了长方形的两个尺度,即长度 AB 和宽度 AE ,但第三个尺度——高度 AD ,也同样是反映不出来。

由此可见,只用一个投影(无论是 V 面上的还是 H 面上的投影)都不能确定长方体的形状和大小。如果将两个投影综合在一起考虑,那么就可以判定长方体的三个尺度,同时它的形状也就完全确定了。

用上述方法所得到的两个投影虽然能够给出了所画物体的完整概念,但它们分别处在两个互相垂直的投影面上,而不能达到我

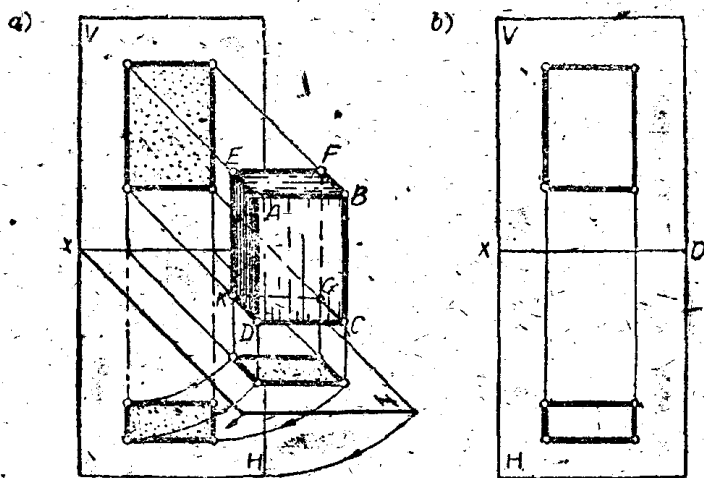


图 1-8

們希望用一个平面表达物体的目的。为此，我們規定把 H 面繞 OX 軸(H 面和 V 面的交綫)旋轉，使它与 V 面重合。这样就得到了两个投影都在同一个平面上的图形(其中一个投影在 V 平面的上半面，另一个投影在下半面)，如图1-8, b 所示。我們把这种图形称为“投影图”。

从图1-8的投影图中可以看出，当物体的几何要素(棱綫、棱面)平行于投影面时，它們在該投影面上的投影絲毫沒有改变原来的形状和大小。例如棱面 $ABCD$ 平行 V 面，它在 V 面上的投影显示了与它完全相同的形状和大小。另外当棱面垂直于投影面时，它在該投影面上的投影变为一条直綫，例如棱面 $ABCD$ 垂直于 H 面，它在 H 面上的投影变成一条直綫。以上这些特性对于画图和看图都有很大的帮助，因此在下面几节里我們还要深入地研究这些特性。

現在我們来討論用投影图表达物体的問題。图1-9, a 表示一个水平放置的圓柱，它的軸綫同时平行于 V 面和 H 面。当它向 V 面和 H 面垂直投射时，它的投影图是两个完全相同的矩形。显然，这

个投影图并没有清楚地表明圆柱的形状,同时也容易引起误会,例如如图 1-9, *b* 所示的长方体(其剖面为正方形), 它的投影图也和圆柱的完全一样。但是如果另取一个与 V 面垂直的平面 W 代替 H 面(图 1-10), 那么该圆柱在 V 面和 W 面的两个投影就能够很明显地反映出它的形状,而不会有任何混淆不清的地方。

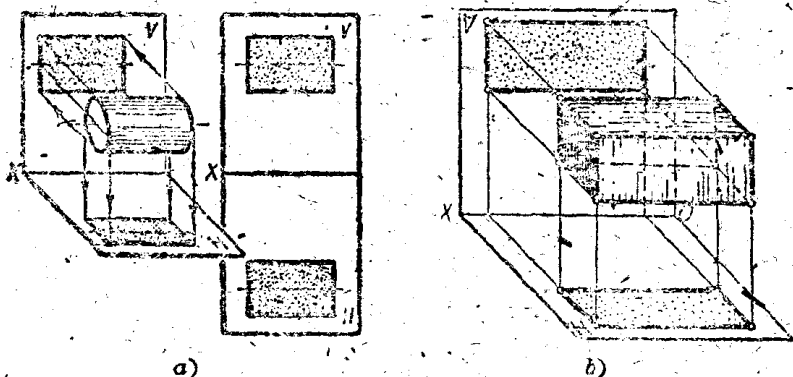


图 1-9.

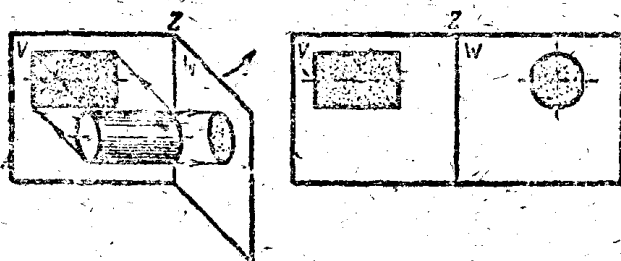


图 1-10.

我们再来研究一个例子。图 1-11, *a* 所示的物体,基本上可以分为 *I* 和 *II* 两个部分。如果只考虑它在 V 面和 H 面上的投影时,则第 *I* 部分的形状确定不了;如果只考虑它在 V 面和 W 面上的投影时,则第 *II* 部分又表示不清。因此,在这种情况下,只有把三个投影综合起来,才能把该物体完整地表达清楚(如图 1-11, *b*)。

根据以上的讨论,我们可以作出这样的结论:

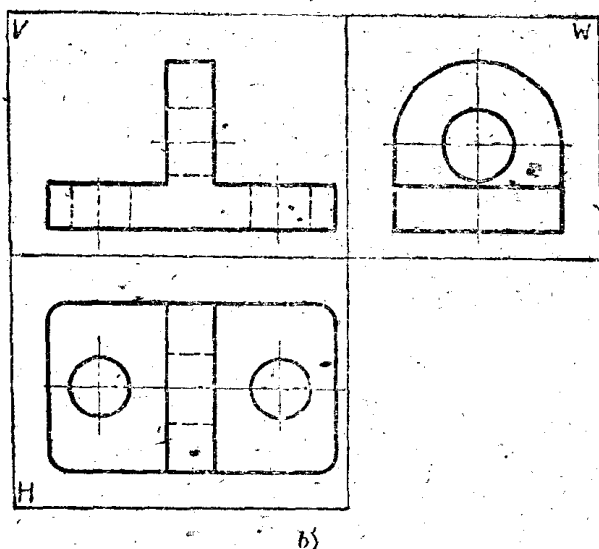
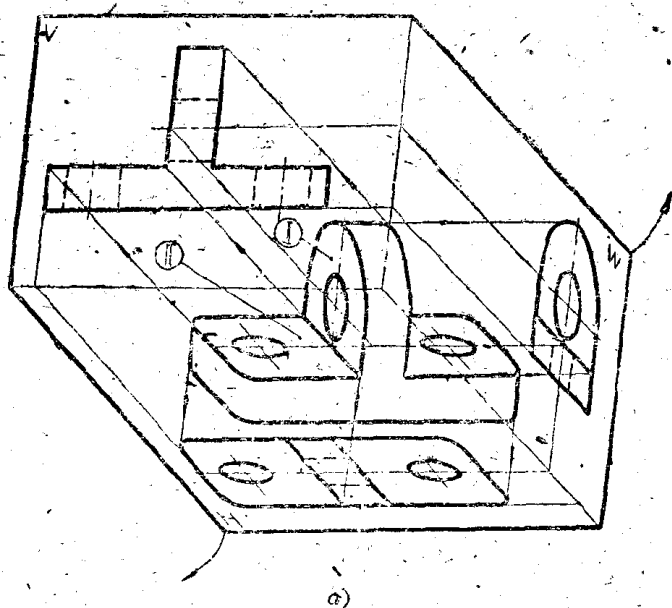


图 1-11.

(1) 物体的投影实际上是物体表面上的一些几何要素(点、线、面)的投影。当直线或平面对投影面处于平行或垂直的特殊位置时,它们的投影具有一些特殊的性质。

(2) 只用一个投影, 并不能判定物体在空间的形状和大小。必须用两面(或更多面)的投影才能提供对空间的物体形状和大小的一个完整概念。

(3) 要想清楚地表达出物体的形状和大小, 必须仔细地分析物体的结构和正确地选择投影面的数目(两个、三个或更多个)。

§1-2 点的投影

为了正确地绘制投影图, 必须掌握物体最基本的要素——点的投影规律。本节将研究点在两投影面和三投影面体系中的投影规律。

(一) 点在两投影面体系中的投影

两投影面体系是由两个互相垂直相交的正立投影面 V 和水平投影面 H 组成, 它们的交线 OX 称为投影轴。我们在空间任取一点 A , 并自 A 点分别向 V 面和 H 面作垂线, 得到它在 V 面和 H 面上的投影 a' 和 a , 其中 a' 称为 A 点的正面投影, a 称为 A 点的水平投影(图 1-12, a)。

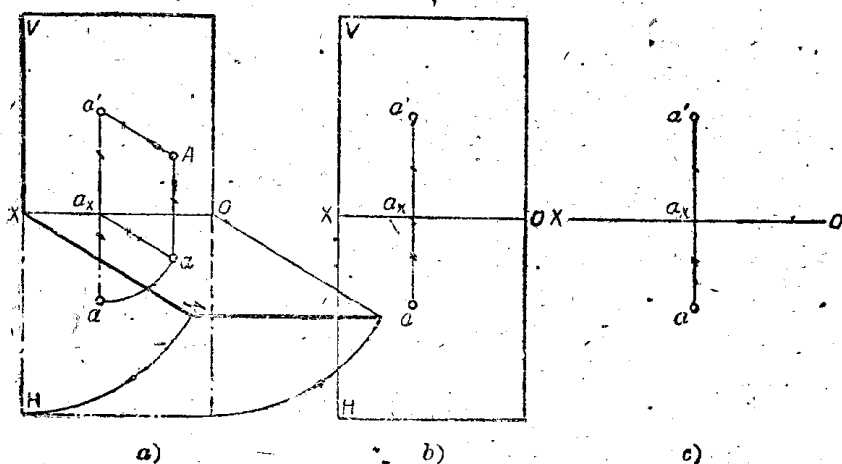


图 1-12