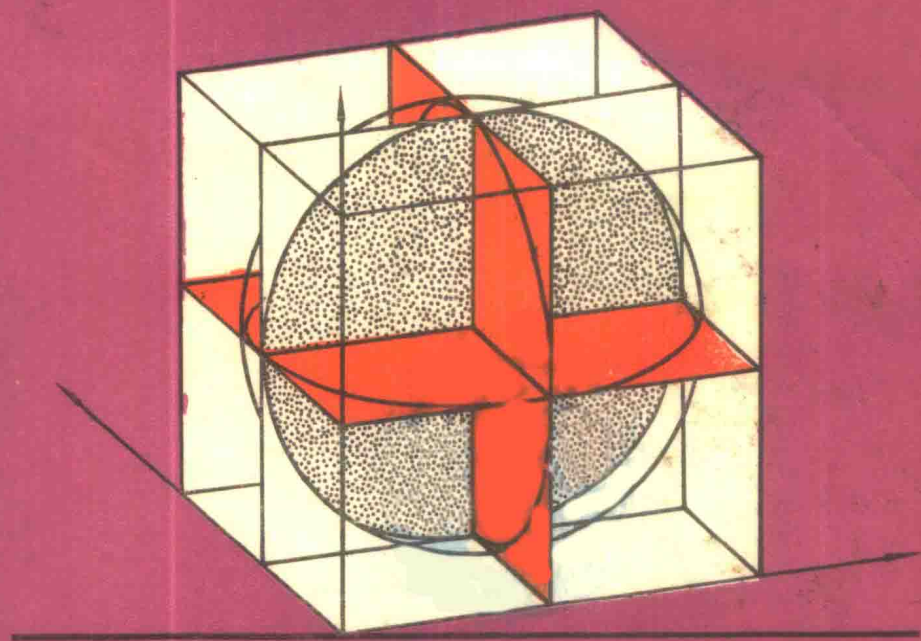


补色立体图画法几何

〔西德〕艾舍纳著



中国铁道出版社

补色立体图画法几何

[西德]艾·舍纳著

宋兆全译

巩永令校

中国铁道出版社

1982年·北京

补色立体图画法几何

(西德) 艾·舍纳著

宋兆全译

巩永令校

中国铁道出版社出版

责任编辑 王黎明 封面设计 翟 达

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

中国铁道出版社印刷厂印

开本: $850 \times 1168 \frac{1}{20}$ 印张: 9 字数: 259 千

1982年8月第1版 1982年8月第1次印刷

印数: 0001—7,000册 定价: 3.50 元

内 容 提 要

本书详尽地介绍了平行正投影和平行斜投影两种投影方法。内容包括点、直线、平面的位置关系；量度；平面体和曲面体的截交、展开和相贯；以及轴测图等方面的问题。

本书的特点是用补色立体图代替一般的立体模型来讲授内容。书内附有滤色眼镜，读者可以用眼镜来阅读这些立体图，因此立体感丰富，便于读者直观自学。

原书为德意志联邦共和国工科大专院校的教科书，可作为国内工科大专院校的教学和有关科技人员的参考书。

译 序

本书系根据慕尼黑,卡尔·汉塞尔出版社(Carl Hanser Verlag München)出版的艾伦·舍纳(Ernst Schörner)著的《画法几何》(Darstellende Geometrie) 1977年版译出。原书在德意志联邦共和国为工科大专院校的教科书和有关人员参考书。原书第一次出版于1959年,书名为《画法几何立体图教科书》(Raumbild-Lehrbuch der Darstellenden Geometrie für Ingenieur-Schulen),经修改补充后又在1973年和1977年相继出版。

在翻译过程中,对原书的某些说明过简之处,作了必要的解释;对原书中的错误,一经发现的均已改正。本书最后的词汇表是根据原书的内容索引编写的,仅供读者参考。

由于译者水平有限,错误之处在所难免,诚恳地希望读者批评指正。

本书承舒代宁老师在内容上作了审阅,并提出了很多宝贵意见,在此致谢。

译者

1979年7月

看补色立体图的说明

本书带彩色的插图称为补色立体图。要使补色立体图显示出逼真清晰的立体感，就一定要按照下述要求进行观察：

1. 把补色立体图平放在桌子上，眼睛距补色立体图下边框的水平距离约为250毫米，垂直距离约为320毫米。

2. 把滤色眼镜的红滤色片放在左眼上（带眼镜的人不必摘下眼镜），绿滤色片放在右眼上；

3. 两眼对称于图中心，并同时看图。

如果不按照上述要求进行观察，那么所呈现的立体图就会产生变形，甚至完全失去立体感。

第三版 前 言

在现代化的计算机和自动绘图仪的时代里,空间的想像能力就显得更为重要。这本书的主要愿望,就是要增强和发展这方面的能力。

在一般情况下,大部分工程问题只需要平行正投影(对于设计制造)和平行斜投影(为了得到直观图,即所谓轴测图),本书对这两种投影都作了详尽的论述。

本书编排顺序系统性强,插图清晰且与课文联系紧密,并附有补色立体图代替模型。因此,本书宜作为大学的教科书和实际工作的参考书(书中带有编号 A、Z 的插图, A 表示补色立体图; Z 表示所属的黑白图,即 A 的投影图)。

根据德意志联邦共和国工程师协会空间传动学会的意见,本版的选材和内容编排都与第二版相同。另外,由于出版社的努力使这次出版的成本有所降低,为读者的购买提供了方便。在此,再一次向学会和出版社表示感谢。

艾·舍纳

1977年8月于慕尼黑

目 录

第三版前言

1. 绪论	4
1.1 符号说明	4
1.2 中心投影	4
1.3 平行投影	6
2. 点、直线和平面	8
2.1 表示法	8
2.2 直线上的点和平面内的直线	26
2.3 相交	34
3. 角度和线段	48
3.1 垂直问题	48
3.2 线段的实长	51
3.3 角度的实际大小	58
4. 平面体	76
4.1 平面体与平面相交	76
4.2 平面体的展开	80
4.3 平面体的相贯	83
5. 曲面体	88
5.1 曲面体与平面相交	88
5.2 曲面体的展开	107
5.3 曲面体的相贯	110
6. 轴测投影	132
6.1 正等测和正二测投影	137
6.2 斜等测和斜二测投影	144
6.3 各种图示方法的比较	150
工程上常用四种轴测投影的概要	166
词汇表	167

1. 绪 论

在解决空间问题时，人们常用画法几何中两投影面体系的优越性，来表达轴测图所示的空间关系。

在两投影面体系中，是把物体分别垂直地投射到两个相互垂直的投影面上；而在轴测图中，则是把物体和确定物体的坐标轴一起，垂直或倾斜地投射到一个所谓轴测投影面上。

在这本书中，对这两种方法都作了系统的叙述。对于作图的方法和步骤也在图中进一步用箭头和阿拉伯数字作了必要的标注。

1.1 符号说明

P 和 g 分别表示空间点 P 和直线 g 在投影面 Π 上的投影。双注脚表示被注的元素为两个投影面共有；例如：投影轴 X_{12} （读作5—4），为投影面 Π_4 和 Π_5 所共有。

大写拉丁字母表示点。

小写拉丁字母表示线。

大写希腊字母表示平面。

小写希腊字母表示角度。

S, T, U, V, W ——直线在 $\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3, \Pi_4, \Pi_5$ 上的迹点。

s, t, u, v, w ——平面在 $\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3, \Pi_4, \Pi_5$ 上的迹线。

Π_i ——投影面。

γ_i ——直线对 Π_i 的倾角。

η_i ——平面对 Π_i 的倾角。

p ——平面的第一迹线平行线（面内的水平线）。

q ——平面的第二迹线平行线（面内的正平线）。

f ——平面内第一迹线的法线（平面内

对 Π_1 的最大斜度线）

c ——平面与重合面 K 的交线

n ——平面的法线（ l = 平面的垂线）。

X_{12} —— Π_1 和 Π_2 的投影轴。

$W.L.$ ——实际长度。

$W.Gr.$ ——实际大小。

$\bigcirc$ ——……与……相交，例如： $\Pi_1 \bigcirc \Pi_2 = x_{12}$ 。

$=$ ——是，得到，例如： $g \bigcirc E = P$ （表示直线 g 与平面 E 的交点是 P ）。

$()$ ——由……确定，例如： $E = (s, t)$ （表示平面 E 是由第一迹线 s 和第二迹线 t 确定的）。

$\perp$ ——垂直，例如： $g \perp \Pi_1$ 。

$\parallel$ ——平行，例如： $p \parallel \Pi_1$ 。

1.2 中心投影

定义 把空间物体上的每一点与投影中心 O 相连，并使这些连线（投影线）与投影面 Π 相交，把相应的交点连结起来，即得到该物体在 Π 上的中心投影（如图1.1所示）。

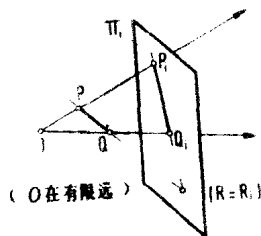


图1.1 中心投影的形成

例子 用点光源 O 照射空间一立方体，在水平投影面 Π_1 上所呈现的影子，即为立方体的中心投影（如图1A，Z所示）。

性质 由图1A，Z可归纳出中心投影的下述重要性质。

a) 平行于投影面 Π 的图形，其中心投

影仍然反映原图形的相似形（角度不变，但线段按正比变化），例如立方体的底面和顶面。

b) 在空间彼此平行的直线，其中心投影相交于一点，该点就是过投影中心 O ，平行于该平行线所作的直线与投影面 Π 的交点。例如，立方体的四条竖直棱线在投影面上相交于 O_1 点。又如，用双线表示的立方体左、右侧面的对角线，在投影面上相交于 D 点。 D 就是过投影中心 O ，平行于这两条对角线所作的直线与投影面 Π 的交点。在此， D 到 O_1 的距离与 O_2 到 x_{12} 的距离相等。

c) 除了平行于画面的直线之外，其他直线在图中的分比都发生了变化。而仅保持着复比关系 $\frac{AC}{CB} : \frac{AD}{DB}$ 。

例如，一线段中点的投影不再是该线段投影的中点。

应用 关于所谓真补色立体图（DIN* 6170）和双像立体图（参照1951年的“精密工程技术杂志”96~100页）等等，都属于中心投影。它的立体感比较强，在房屋建筑和建筑学方面处处都可见到。图110 A所示，为一中心投影的作图实例。但是，一组等长平行线段的中心投影，却被缩短成不等长的线段；由于诸如此类的问题，所以中心投影对机械图不适用。

* Deutsche Industrie-Normen 德国工业标准。——译注

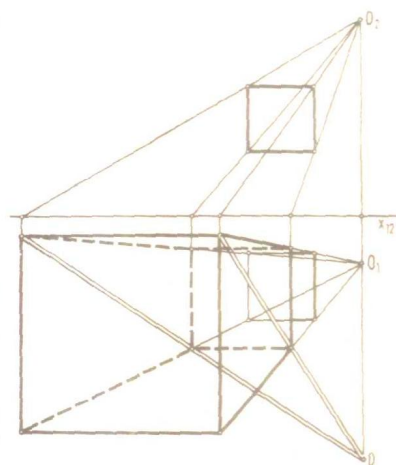
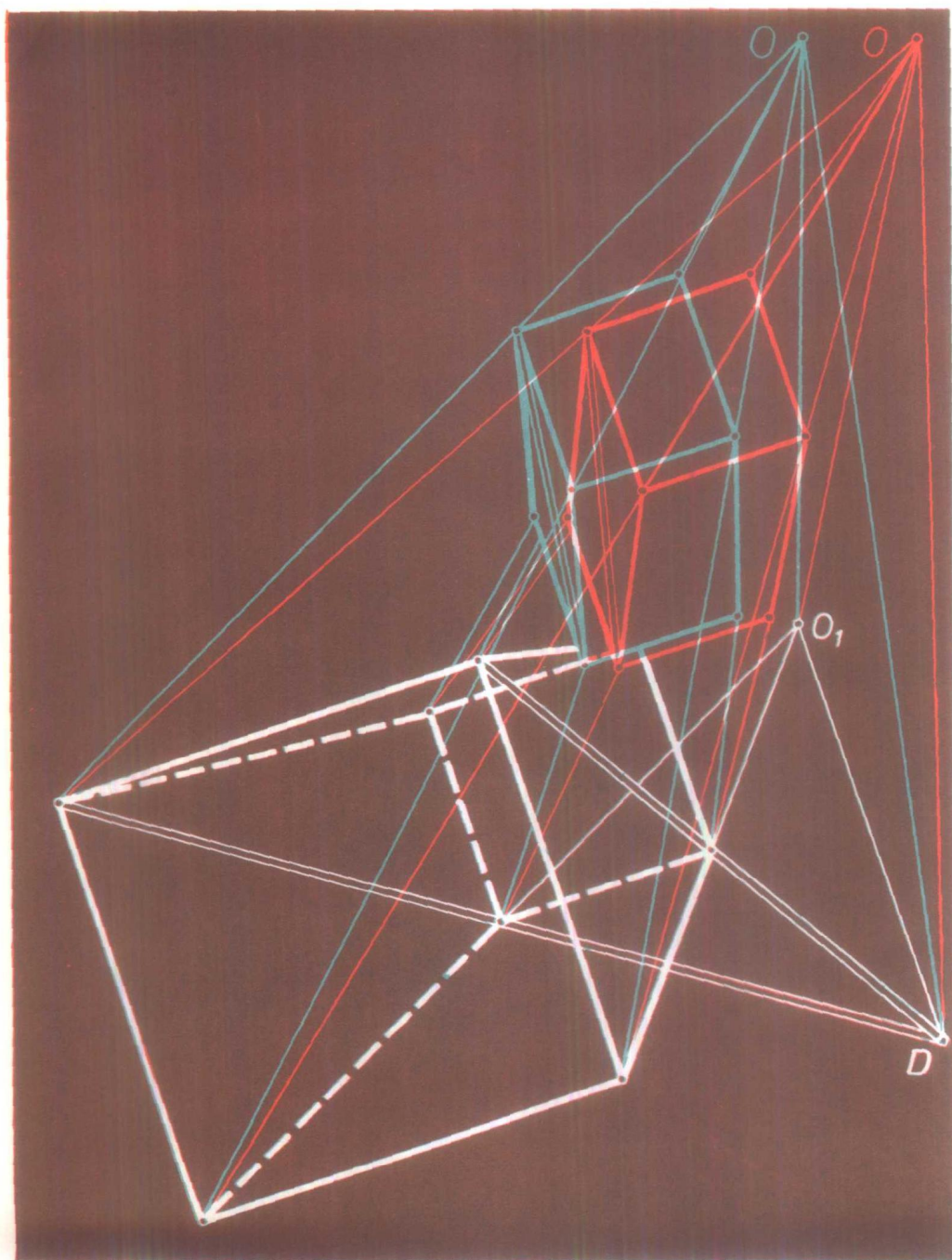


图1A.Z. 中心投影的性质

1.3 平行投影

定义 过空间物体的每一点, 作已知投影方向 l 的平行线与投影面 Π 相交, 把相应的交点连结起来, 即得到该物体在 Π 上的平行投影 (见图2.1)。

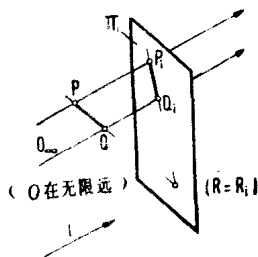


图2.1 平行投影的形成

例子 图2A, Z为一立方体的平行投影。图中分别画出: 投射射线垂直于水平投影面 Π_1 时, 立方体在 Π_1 上的投影; 投射射线向左方倾斜时, 立方体在 Π_1 上的投影; 投射射线向右方倾斜时, 立方体在 Π_1 上的投影。

性质 由图2A, Z可归纳出平行投影的下述重要性质。

a) 平行于投影面 Π 的图形, 其投影反映空间图形的原来形状; 例如, 立方体的底面和顶面。

b) 空间彼此平行的直线, 如果它们的投影不积聚成点, 则其投影仍彼此平行; 例如, 立方体上彼此平行的棱线。

c) 平行线段的分比保持不变; 例如, 线段中点的投影, 始终是线段投影的中点; 圆心的投影仍然是圆的投影 (圆或椭圆) 的中心。因此, 部分线段的投影可以在整个线段的投影上得到, 勿须事先确定这一部分线段的实长。而且椭圆的直径, 在投影图中仍然保持椭圆直径的性质。

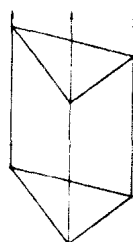
应用 在机械图中, 除了清楚地表达零件形状、大小和合理布图之外, 很少考虑图的直观效果, 因此通常采用垂直平行投影。

垂直平行投影的缺点在于: 直线的投影有时变成点, 平面的投影有时变成直线; 而在平行斜投影 (例如, 正面斜二测投影和军用斜轴测投影*)中就避免了这一缺点, 而且仍然具有线段的分比保持不变的优点。关于这一问题, 在6.1-3的直观图示法 (轴测投影) 中, 与常用的、直观性不强的水平投影和正面投影 (两投影面体系) 进行了比较, 而且作了详尽的说明 (也可以参看图7.1~7.6)。

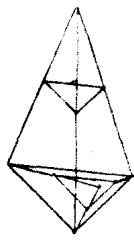
图3指出了, 在中心投影和平行投影中, 当棱柱和棱锥被平面所截时, 截平面与棱柱、棱锥底面之间所产生的几何对应关系。

平行投影

中心投影

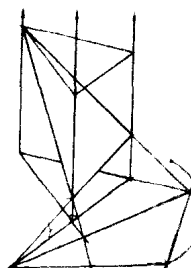


全等性

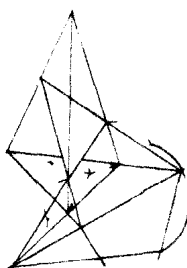


相似性

在平行平面之间



仿射性



共线性

在不平行平面之间

图3 在中心投影和平行投影中, 截平面和棱柱棱锥底面之间的几何对应关系

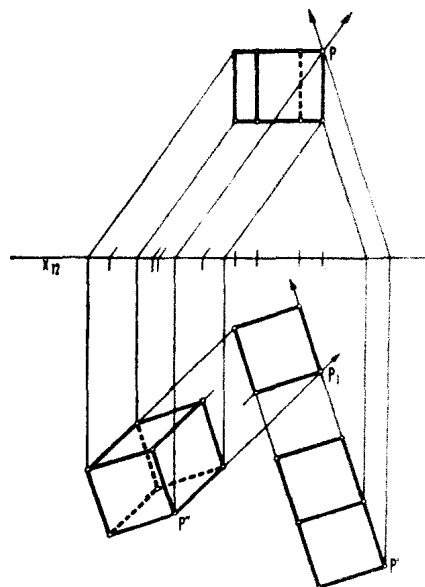
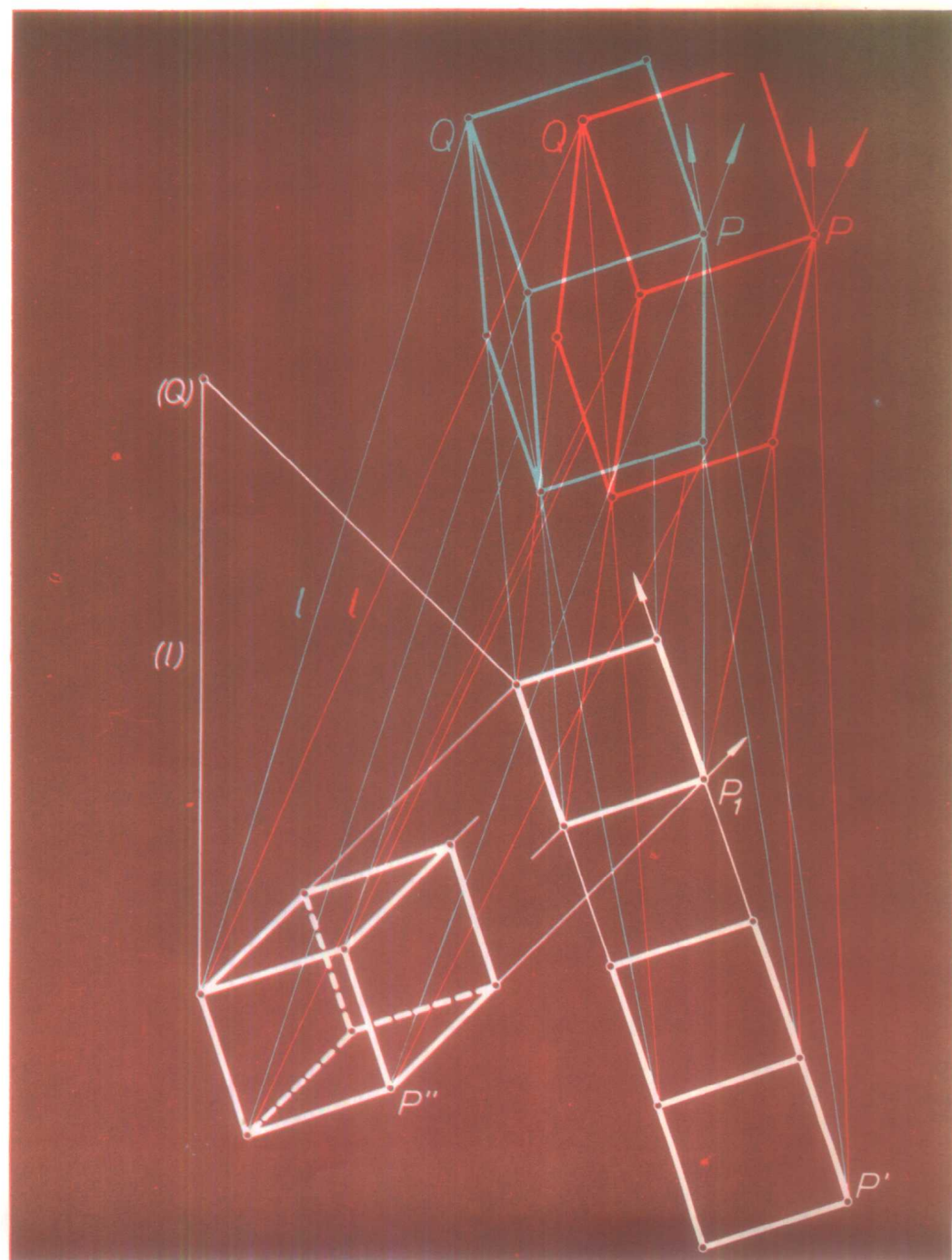


图2A, Z 立方体平行投影的特征

*正面斜二测投影, 原文为Kavalierperspektive, 直译是“骑士透视图”。实际上它是轴测投影面平行于正面投影面斜轴测投影, 而且在原书中都是指斜二测而言, 因此在本书中把Kavalierperspektive均译为正面斜二测投影。

军用斜轴测投影, 原文为Militarperspektive, 直译是“军用透视图”。实际上它是轴测投影面平行于水平投影面的斜轴测投影, 而且在原书中都是指斜二测而言。为了与其他的斜轴测投影加以区别, 所以在本书中把Militarperspektive均译为军用斜轴测投影——译注。



2. 点、直线和平面

根据1.2和1.3的定义, 只要物体已定, 它的投影也就随之而定, 因为除了直线和平面重合之外, 一条直线和平面只有一个交点, 即一条投射线和投影面只有一个交点 (如图1.1和2.1所示)。

如果反过来, 要通过投影来确定物体的形状, 那么就至少需要两个不同的投影。这两个投影可以位于同一个投影面上 (如补色立体图), 也可以位于不同的投影面上 (如两投影面体系中的正面投影和水平投影)。

为了表达准确和画图方便起见, 人们规定这些投影面相互垂直, 并选择投射线垂直于投影面的平行投影 (蒙若正投影)。

2.1 表示法

2.1.1 点

同一平面内两条不重合的直线可确定一点 (两条平行直线可确定一个无限远点)。

图示问题 已知空间点, 作出它的投影。

一点 P 在空间的位置, 完全可以由它的两个投影 P_1 和 P_2 来确定, 这两个投影的连线垂直于相应的投影轴 x_{12} 。 P_1 称为 P 点的水平投影, P_2 称为 P 点的正面投影。

把一个投影面旋转到与另一个投影面重合, 以此作为画面, 在旋转时应符合这样的统一规定, 即点在空间位于前上方 (第一象限) 时, 旋转后点的两个投影应位于投影轴的两侧 (如图4和图5A, Z所示)。点在画面上的两个投影, 称为点的投影图。

图5A上图所示的 P 点, 它的空间位置是用直角坐标系 $X_0Y_0Z_0$ 和极坐标系 ϕ, ψ, r 确定的。

图5Z中的 a) 是图5A上图的军用斜轴

测投影图, b) 是图5A下图的两投影面重合后的投影图 (加上了侧面投影 P_3)。

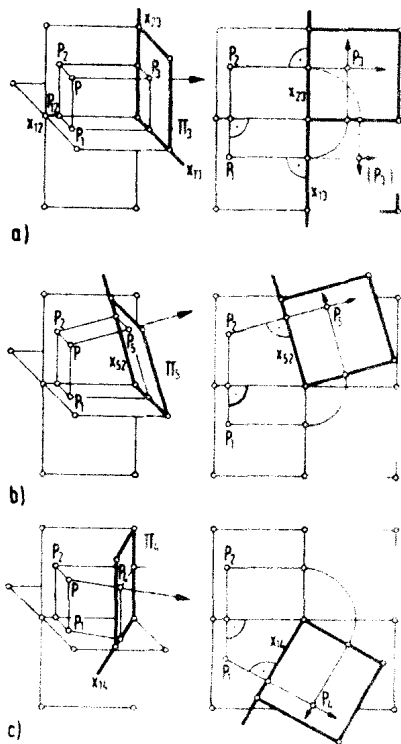


图4 点在新投影面上的投影, 投影面和投影轴的变换

- a) 新水平投影面 $H_3 \perp H_2$, 或新正面投影面 $H_3 \perp H_1$
- b) 新水平投影面 $H_6 \perp H_2$
- c) 新正面投影面 $H_4 \perp H_1$

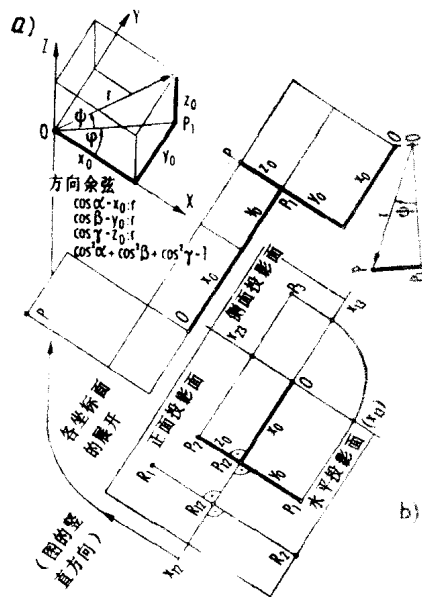
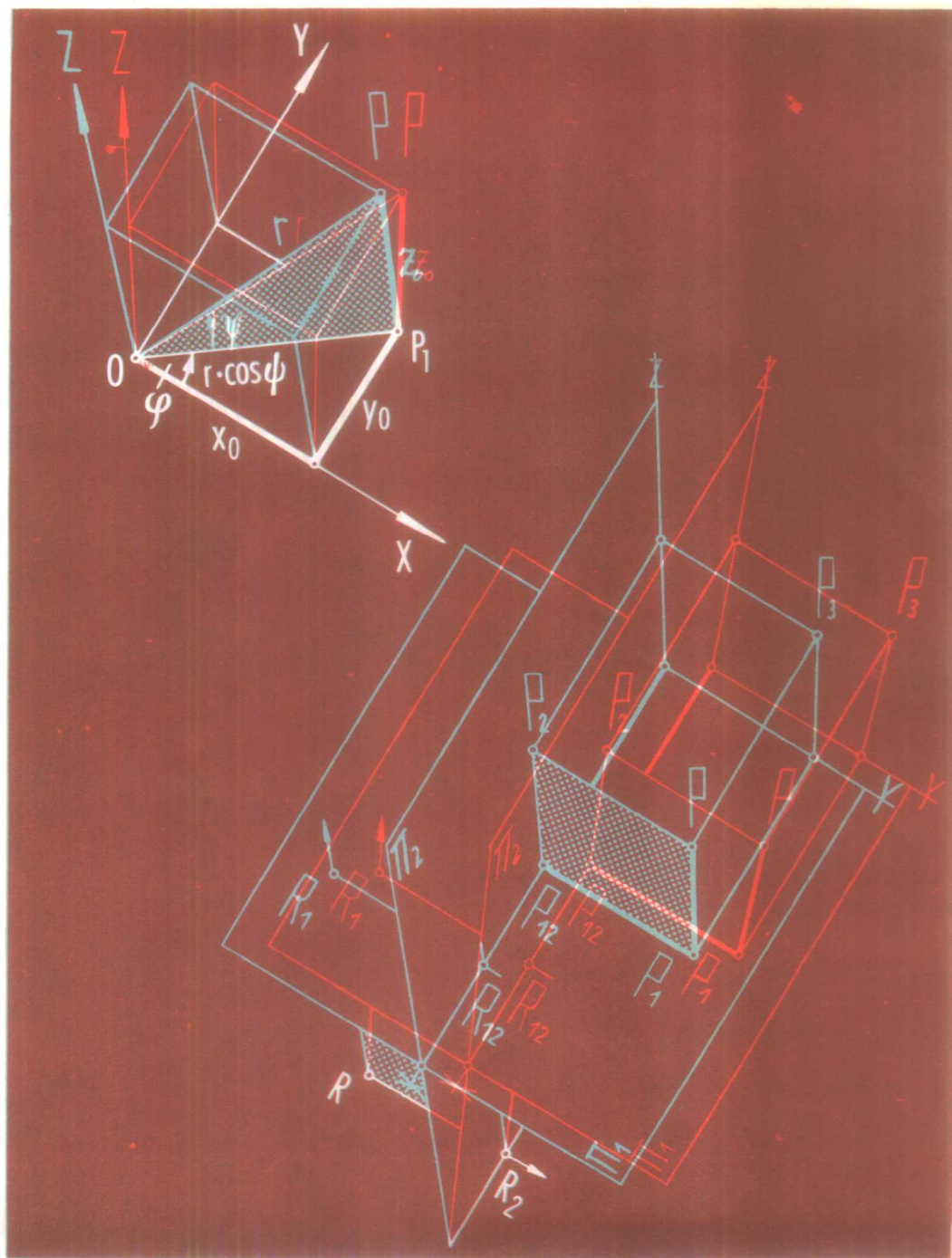


图5A, Z 在直角坐标系、极坐标系以及蒙若两投影面体系中的点



如果非需要侧面投影面不可, 那么新加的侧面投影面就必须按照图6A, Z 旋转到与 Π_2 重合。此外, 在图6A中还画出了第二、四象限的平分面, 该平面称为重合面 (Koinzidenzebene), 用 K 表示; 在图6.1中画出了第一、三象限的平分面, 该平面称为对称面 (Symmetrieebene), 用 Σ 表示。

在对称面 Σ 上的任意点, 其正面投影和水平投影对称于投影轴 x_{12} (即 $P_1 P_{12} = P_{12} P_2$)。

在重合面 K 上的任意点, 其正面投影和水平投影重合在一起 ($Q_1 = Q_2$)。

图6.1a) 的左、右两图分别表示位于对称面 Σ 和重合面 K 上的点的直观图, b) 的左、右两图分别表示位于对称面 Σ 和重合面 K 上的点的投影图, c) 的左、右两图分别表示位于对称面 Σ 和重合面 K 上的点在 Π_3 上 (从左侧看过去) 的投影。

重合面 K 的名称使人们想起摄影学中的重合测距仪 (Koinzidenzentfernungsmesser); 在两投影面体系中, 如有可能就应尽量用重合面来作图, 参照图25和图79.1~2。

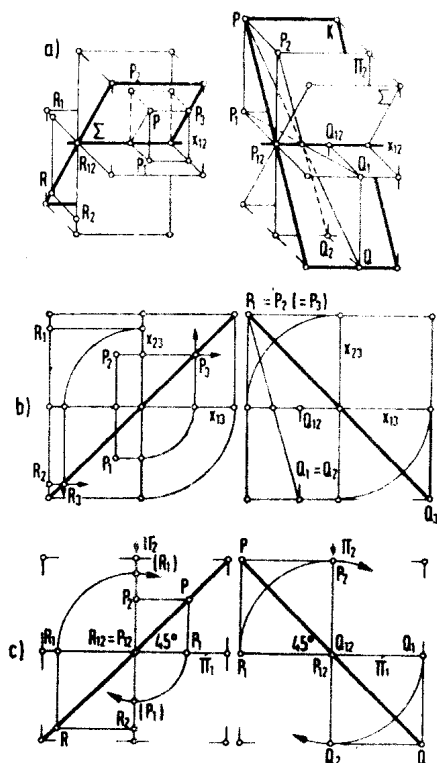


图6.1 对称面 Σ 和重合面 K

a) 直观图 (左图为 Σ , 右图为 K)

b) 投影图

c) 从左侧观察 (图中带箭头的圆弧表示从 Π_1 转向作为画面的 Π_2)。

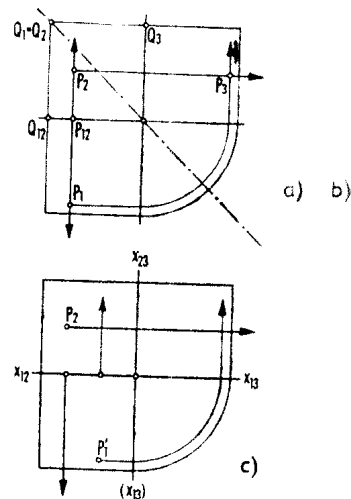
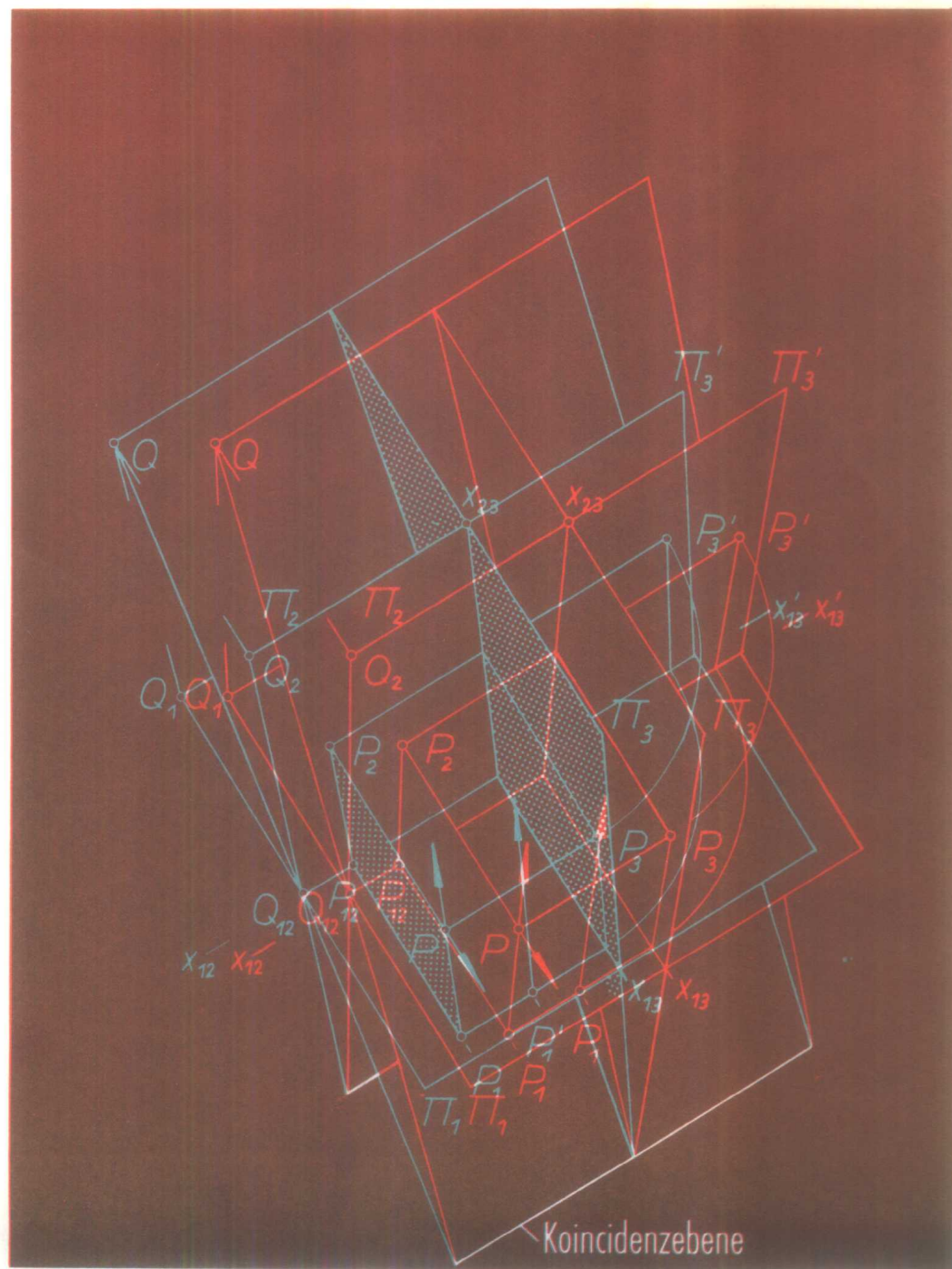


图6A, Z 增加侧面投影面

a) 在空间的一点 P

b) 在重合面上的一点 Q

c) 仅有投影 P_1' 或 P_2' 不能确定空间点 P



Koincidenzebene 重合面

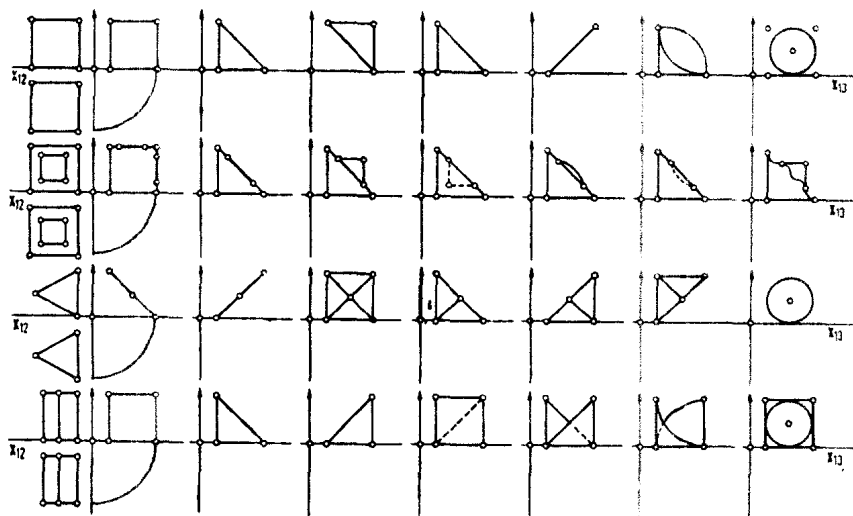


图7.1 水平投影和正面投影相同的四例，可能出现的各种不同的侧面投影

有些物体虽然很复杂，但只需要两个投影就能表达清楚；然而有些物体虽然本身很简单，但仍需要三个（乃至三个以上）投影才能表达清楚。

从图7.1中的四个例子可以看出，每一例子中都有一系列不同的侧面投影对应着相同的水平投影和正面投影。一个由27个立方体块组成的立方体，从中去掉3、6、9或12个立方体块（如图7.2所示）；或者移动其中一个或另一个立方体块（如图7.3所示），它们的水平和正面投影保持不变。由此可见，有些物体只用两个投影还不能准确地表达出它们的形状，还必须增加第三投影（例如侧面投影）。

从图7.4可以看出，如果有目的地把27个立方体块减少到19个，则可以得到三个相同的投影。如果使立方体的一个侧面平行于某一投影面，那么该立方体相交于同一顶点的三个面，即一个所谓的立体角，它的水平

投影、正面投影和侧面投影都是正方形。

如果像图108.5-6那样，把立方体切成四面体，就会出现与立方体类似的投影情况。

因此，在这种情况下，除了投影本身之外，往往再加一个立体图，并用阴影线标出相应的断面；或者加一个采用分离画法（Explosionszeichnungsverfahren）的立体图，这不仅是为了看图方便，更重要的是为了能够准确地表示出物体的形状。

图7.5所示的立方体，是由六组四个立方体块在一起和一组三个立方体块在一起组成的；并在图7.6中，把每组都清晰地分开画出来。

从投影面的体系来讲，应该绝对避免用“三（投影）面体系”这一术语，因为所有的投影图都是从“两（投影）面体系”出发画出来的，每一个投影面上的投影都有单独的注脚（如图4所示）。

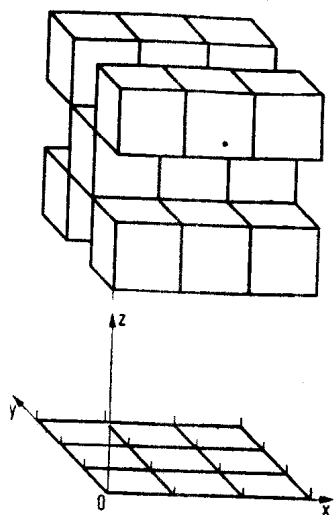


图7.2

图7.2-3 需要侧面投影才能确定
物体的形状

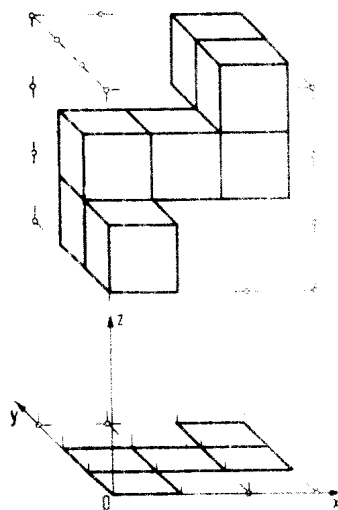


图7.3

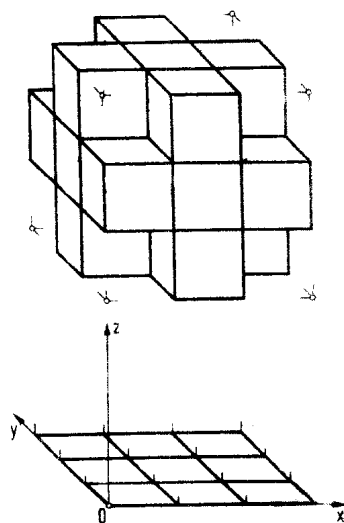


图7.4 三个投影(水平投影、正面
投影和侧面投影) 仍不能确定物体
的形状

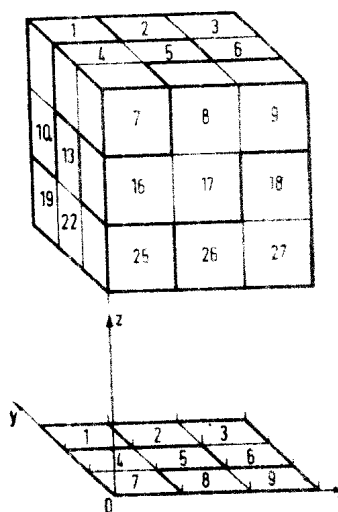


图7.5 由六组四个立方体块和一
组三个立方体块组成的立方体

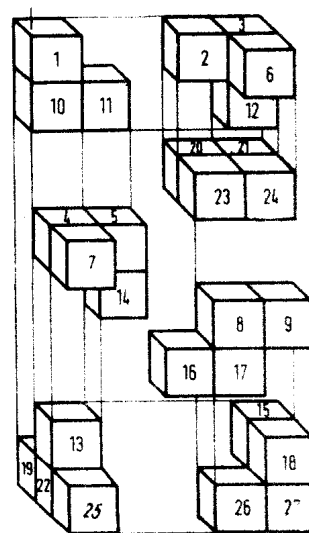


图7.6 各组的分离图