

标高投影

王哲生 編著

建筑工程出版社



标 高 投 影

王哲生 編著

建筑工程出版社出版

• 1959 •

內 容 提 要

本书前四章系点、綫、面、体的图示法和投影改造原理；自第五章起討論了屋頂交綫图解法、曲綫与曲面、地形图的投影及其专用仪器；第八章系基建、矿山、渠道、水庫等的土方及容量的計算法；第九章起討論了路工及軍事工程方面的問題；第十一章为阴影理論。

內容力求由浅入深，并画出立体插图，每章后附有問題，以利初学者自修。

本书可供測繪工作者，以及大学土木、水利等系教学参考之用。

标 高 投 影

王 哲 生 編 著

1959年2月第1版 1959年2月第1次印刷 2,560册

850×1168· $\frac{1}{32}$ ·90千字·印張 $5\frac{9}{16}$ ·插頁2·定价(10)0.95元

建筑工程出版社印刷厂印刷 新华書店发行 書号：956

建筑工程出版社出版(北京市西郊百万庄)

(北京市書刊出版业营业許可証出字第052号)

影 投 高 标

王哲生 編著

建筑工程出版社出版

• 1959 •

标高投影

王哲生 編著

建筑工程出版社



目 录

前言	6
第一章 緒論	7
第1节 发展簡史	7
第2节 投影法的概念	9
第3节 物体与投影間的規律	11
第二章 点和直綫的标高投影图	11
第4节 点的标高投影图	11
第5节 直綫的标高投影图。坡度、坡长、間距的意义	13
第6节 点在直綫上的条件	17
第7节 直綫的刻度	21
第8节 两直綫的相对位置:平行綫、相交綫、交叉綫、垂直綫	23
第三章 平面	31
第9节 平面的表示方法和坡度比例尺	31
第10节 两平面的平行	36
第11节 两平面的相交	36
第12节 平面內的直綫和点	41
第13节 直綫和平面的交点	43
第14节 直綫平行于平面的条件	45
第15节 直綫垂直于平面	45
第16节 投影的改造	47
第四章 多面体的标高投影	51
第17节 多面体的投影	51
第18节 多面体被投射面截断	53
第19节 作土工結構物断面图的方法	54
第20节 以傾斜的截平面截断多面体(基坑)	57
第21节 直綫与多面体的相交点	59
第22节 多面体与多面体的相交	61

第五章 屋頂的投影問題	65
第23节 屋頂問題概說	65
第24节 屋頂斜面的“划分”——求脊棱的規律	65
第25节 最簡單的屋頂型式	66
第26节 求复杂屋頂交綫的步驟	67
第27节 两屋頂的相交	68
第28节 非矩形的屋頂平面图。求屋頂斜面的实形	70
第六章 曲綫与曲面的标高投影图	71
第29节 曲綫的投影	71
第30节 曲面的投影	73
第31节 曲面与平面相交求交綫	82
第32节 直綫与曲面的交点	83
第33节 相交的其它情况	85
第七章 地形面的标高投影	86
第34节 地形面的基本知識	86
第35节 按地形面上測点的高程作等高綫的方法	94
第36节 求矿藏深度变化曲面的等高綫問題	97
第37节 地形图符号	100
第38节 求已知地形面上点的标高	101
第39节 作輔助等高綫(中間等高綫或內插等高綫)	103
第40节 作輔助等高綫时使用的仪器	105
第41节 坡度間距尺与傾角間距尺的制造原理及用法	107
第42节 地形面的断面图	111
第43节 斜面与地形面的交綫	113
第44节 求地形面与任意設計地面的交綫——施工界限	115
第45节 地形面上的曲綫	116
第八章 标高投影中的土方問題和体积問題	121
第46节 求土工結構物的施工界綫	121
第47节 土方量的計算	133
第48节 水庫的容水量	138
第49节 矿务工作中的土方問題	141
第50节 形状規則的土工結構物的土方計算公式	144
第九章 标高投影中的道路問題	150

第51节	作路基等土工结构物的施工断面图	150
第52节	曲折道路在路轴方向的组合断面图 曲折管路在管轴方向的组合断面图	153
第53节	地形面上路线的选定	155
第十章	标高投影中的军事问题	157
第54节	概说	157
第55节	通视问题	158
第56节	求田野中不可见地带及其界限	160
第57节	求射击死角空间与射击死角地带疆界	163
第十一章	标高投影中的阴影	165
第58节	阴影的用途	165
第59节	标高投影中作点、线、面、体的阴影	166
第60节	由阴影求结构物的尺寸	167
第61节	结构物在地形面上的落影	170
第62节	地形面的阴影	172
第63节	地形面上实用作影的方法	174
結束語		176
参考书籍		178

前 言

在土木、建筑、水利、卫生、矿山等工程中，常需进行地面规划等設計工作。在此工作中标高投影法是唯一能够满足工程要求的表达方法，而其准确、簡易、可量度等更使这一方法在上述工程事业中，占据了极为重要的地位。

本书内容系根据作者在教学工作中的—部分教材，并参考苏联当代画法几何学家格拉莫夫教授(М.Я.Громов)校訂的“标高投影学”及其它著作(见书末参考文献)編著而成，全书内容由浅入深，除原理的論述外，并結合实例，每章之末附有問題，以利讀者自学。

本书内容共分十一章：緒論一章指出标高投影的发展簡史、工程上的用途及投影法的基本概念；第二章至第四章循序漸进的討論了各种几何要素的投影規律；第五章叙述了屋頂交綫的图解法；第六章討論了曲綫曲面的投影；第七章是本书的重点，詳細的討論了地形面的投影，介紹一些标高投影中专用的仪器；第八章論述了土方量等体积的求法；第九章中討論了道路工程中的选綫等問題；第十章中介紹了标高投影中的特殊用途，求通視、掩蔽区、死角空間及射击死角地带等軍事問題；第十一章中論述了阴影理論及其用途，結束語中，指出标高投影的缺点及其补救方法，书末列出参考文献，以供讀者参考。

在各章节中，凡遇画法几何中原理，皆直接引用，不詳解釋，讀者如欲深究，請参考画法几何学中正投影部分(见参考文献[3])。

本书原稿虽經再三修正，但因笔者学識有限，遺漏謬誤之处，恐亦难免，竭誠希望讀者批評指正。

王哲生

于清华大学 1957年5月

第一章 緒 論

第1节 发展簡史

中世紀時人們為了戰勝自然，治理洪水，必需測繪地形、水路、海底與河底的深淺，因而創造了畫地圖的方法。

其後約在十六世紀初期，為了深入的研究河、海等構造以利治洪，人們又把海、山峰上高程相等的點，用曲線連接起來，這樣就引起利用等高綫來繪圖的方法。

用等高綫來顯示地形起伏的繪圖方法，是由法國地理學家畢阿士 (*Buache Philippe* 1700~1773 年) 首先提出，而後由日內瓦物理學家 督克拉 (*Ducarla Bonifas Marc* 1738~1816 年) 加以詳細校訂。事實上在畢阿士提出以前，勞動人民中早已點點滴滴的運用着標高投影中的許多画法。

我國在繪圖術上也曾有着光輝的成就。早在戰國時代，由於行軍的需要，就出現了甘公與石申二人所作的“甘石星經圖”。漢代以來，由於航海貿易的發展，對天文日益重視。東漢張衡（公元100年左右）發明了測繪天體的“渾天儀”，並利用它測繪出靈憲圖。秦漢時代由於建築工程的发展，建築圖逐漸出現。唐代文學家柳宗元所著“梓人傳”中稱：“梓人畫宮於堵，盈尺而曲盡其制，計之毫厘而構大廈，無進退焉”，可見唐代建築圖已經成型。宋代建築家李誠所著“營造法式”^①一書中，所繪殿堂舉折（即屋架）之圖，皆用正投影法及斜軸測投影法畫出。至於地圖的起源更早，歷代封建王朝，為了橫征暴斂壓榨人民血汗，測繪了州府郡

① 營造法式一書至今尤存，此書完整的系統的總結了我國古代建築技術上的輝煌成就。宋代李誠（明仲）於公元1100年著成此書，書中圖樣多為正投影及軸測投影，早於第一位画法幾何學的作者——法國蒙若（*G. Monge* 1746~1818年）——700余年。

县之“版图”^①，并設一“官正”掌握之。

可见繪图术的发展与生产的发展有密切的联系。近世紀，我国半封建半殖民地的社会制度，落后于資本主义，生产技术落后了，繪图术也处于落后状态。

由苏联的历史資料可知，早在十七世紀末叶，在采矿事业中就已应用了等高綫图；到十八世紀中叶，这种地形图已被广泛的应用到路工設計、筑城术、水利工程及其它結構設計中。俄罗斯及苏維埃时代的学者們：古尔久莫夫(Курдюмов В.И.)、馬卡洛夫(Макаров Н.И.)、雷宁(Рынин Н.А.)、阿里凡諾夫(Алифанов Н.Е.)、多布尔雅可夫(Добряков А.И.)、索科夫(Соков В.С.)及其他許多学者們，对这一专题进行了深刻的研究，从而扩大了标高投影的实用范围。

在水利工程中(图1)、路工設計中(图2)、土方工程中(图

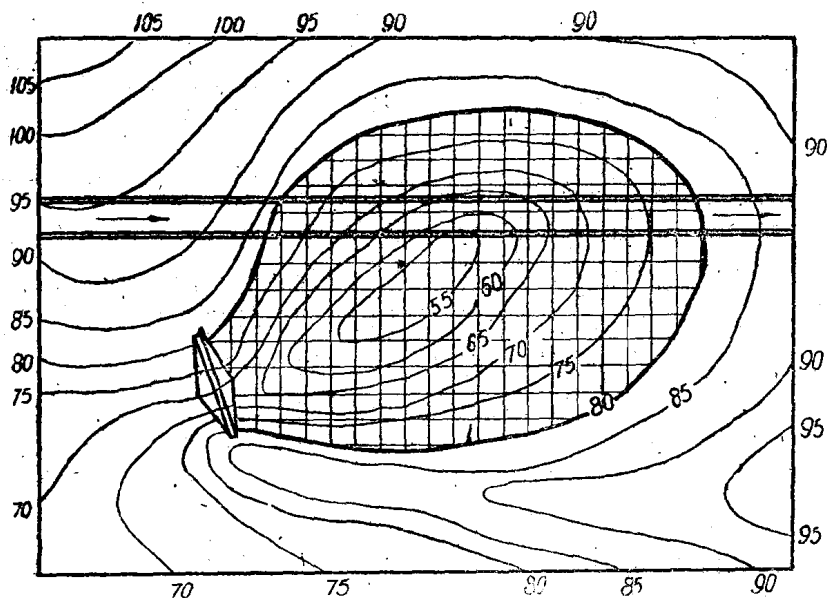


图1 水能利用工程中的水庫图。由标高投影图計算水庫容水量

① 因當時無適用之紙墨，故用刀子將地圖刻在木版上，故有“版圖”之稱。

143)、航空測量中(图3及图4)、地物測繪中(图5)、考古发挖草測中、海图中(图6)、矿务工作中(图114至118)及軍事工程中(图168), 标高投影法具有极大的实用价值, 尤其在我国的今天, 为了实现伟大的社会主义建設, 为了改造大地, 研究标高投影更具有无比巨大的实际意义。

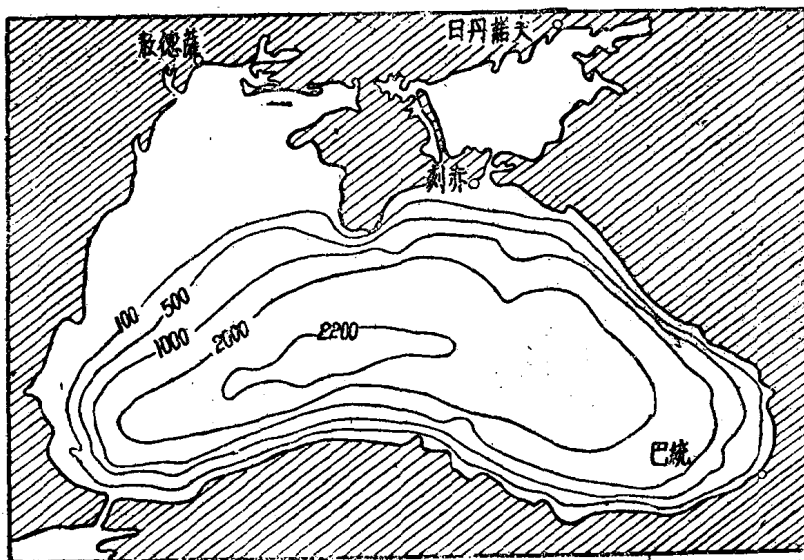


图 6 黑海海图中的等高线

第 2 节 投影法的概念

标高投影是画法几何中的一个专题, 是利用投影法将物体画在平面上。

为了解释投影法的概念, 假定要在 H 平面上画出空间的 A 点(参看图7), 为此可在 H 面及 A 点的上方, 选一 S 点作为光源, 过 S 及 A 的光线与 H 面相交于 a 点,

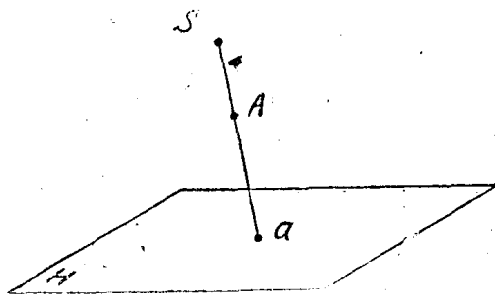


图 7 A 点的投影

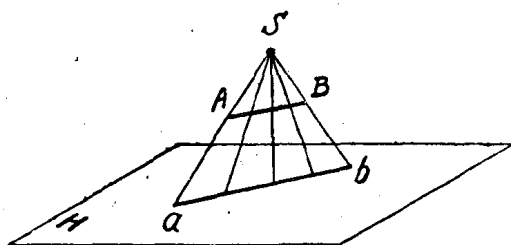


图 8 直线AB的投影

就得到A点落在H面上的影a(习惯上用小写字母表示影)。

我们把a点称为A点在H面的投影,把S点称为投影中心,把SA称为投射綫,把H面称为投影面。

任何物体都是由許許多多的点組成,因为綫可以由点的运动形成,面可以由綫的运动形成,因此画物体时,应该画出物体表面上的各个点。

图8中,空間直线AB向H平面投影时,可將AB綫上各个点的投影作出,連以直线ab,就得到AB綫的投影ab。

上面所述,由光源S投影的方法,称为中心投影法,如果把S点移到距H面无穷远的地方进行投影(见图9),这时投射綫Aa、Bb互相平行,就变成平行投影法了。

通常把图8中的光綫平面Sab及图9中的光綫平面AabB都称为直线AB的投射面。

在平行投影法中的投射綫Aa(图9)若与投影面傾斜时,則称为斜角投影法(或称斜投影法);若Aa与投影面H成直角时,則称为直角投影法(或称正投影法)。

因此投影法分类如下:

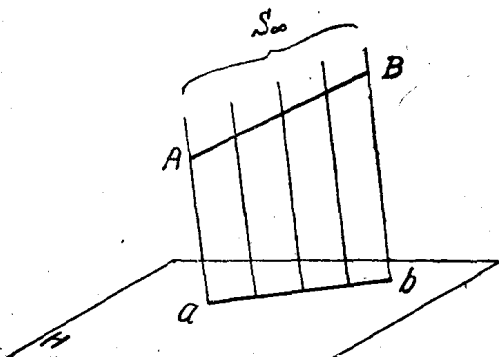


图 9 平行投影法

投影法	{	中心投影法(又名透視投影法)	
		平行投影法 {	斜角投影法(斜投影法)
			直角投影法(正投影法)

第3节 物体与投影间的规律

在人們实践中，要求能够从物体的图样，正确的了解物体的尺寸与位置。然而由一个投影图并不能满足这一要求，例如将图10中的 A 点擦去，要求讀者根据图上的已知点 a 、 S 及 H 的位置，求出 A 点的原位置，显然无法求得，因为投射綫 Aa 上任何点的投影都是 a 点(例如 A_1 点)。因此，若已知投影方向 S 和投影面 H 时，空間任意一点 A 向 H 面投影时，都可找到唯一的投影 a ，但是只根据 H 面上点的投影 a ，并不能确定 A 点在空間的位置。

为此之故，在标高投影图中，除了給出点的投影位置外，还要給出点离开投影面 H 的距离，才能完全确定点在空間的位置。

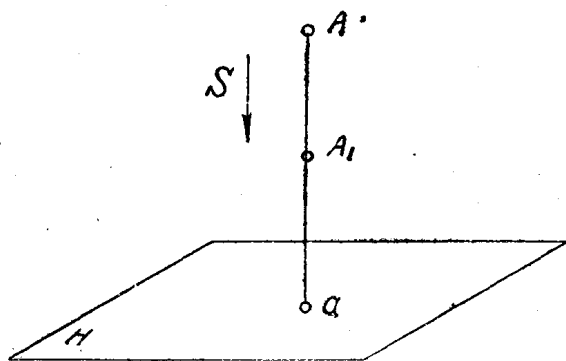


图10 只有点的一个投影不能确定点在空間的位置

第二章 点和直綫的标高投影图

第4节 点的标高投影图

用标高投影法画物体时，是将物体上的各个点，用一組平行的光綫，垂直投影到水平投影面 H ①上，再把标高数值注在点的投影旁，用来说明点高于(或低于)水平面的数值。

① 水平投影面是高程為零的水平面。

習慣上規定空間點用大寫字母(例如A、B、……)表示, 點的投影用小寫字母(例如a、b、……)表示。標高值應該注在小寫字母的右下角, 若點在空間的位置高於水平投影面H時, 標高數值為正^①; 若點在空間的位置低於H面時, 標高數值為負, 此時應在標高值前加負號。用這樣方法作出物體的圖形, 很容易求得物體的尺寸, 凡是平行於投影面的尺寸, 可以在圖上直接量得; 凡是垂直於投影面的尺寸, 可以由標高值計算出。圖11中示出點的標高投影作圖法及點在空間的位置。

圖中H是水平投影面(高程為零的水準面), 而A、B及C是已知點, 投射線Aa、Bb規定垂直於投影面H, 已知點A、B、C的投影是a、b、c。

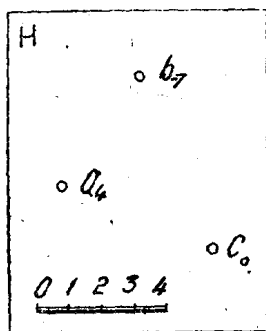
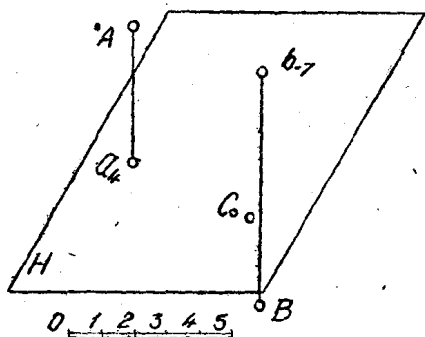


圖 11 A、B、C三點在空間的位置 圖 12 A、B、C三點的標高投影圖

圖12中示出上述A、B、C各點的投影圖, 由點的投影a、b、c旁所注的標高數字可知: A點在H面上方, 高於投影面4單位; B點在H面下方, 低於投影面7單位; 而點C在水平投影面H內。

標高投影圖中, 應該繪出作圖時所採用的比例尺; 習慣上採用的比例尺有下列各種: $\frac{1}{10n}$; $\frac{1}{5n}$; $\frac{1}{2n}$, 其中n是整數。

在實際工作中, 為了便於測量及繪圖, 應該採用海平面作為水平投影面——標高為零的水平面。若點的位置高於水平投影面

① 習慣上標高值如果是正數時, 標高值前可以不加正號。

时,标高为正值;若点的位置低于水平投影面时,标高为负值。有时为了图形的明晰清楚,在标高值前不加(+)号或(-)号,而是利用两种不同的色彩,分别写出正号点与负号点的标高值。

显然在一张标高图中,出现正负两种标高值时很不方便。同样,标高数值大到三位数或四位数时(例如平坦的地区中出现高峰),繪图标注也很不便,一般说来,这种不便,都可借助于升高或降低投影面的位置来解决。

由于升高或降低了投影面,使得原有各点都在新投影面上(或以下),就能使地形面上所有点的标高都是正值(或者都是负值)。

第5节 直线的标高投影图。坡度、坡长、间距的意义

由几何原理可知:直线的位置,可用直线上任意两点的位置来确定。

在图13中画出了直线的标高投影图,直线的两端点是 $a_{3.6}$ 、 $b_{6.2}$,欲求直线 AB 对投影面 H 的倾角 α 。

由几何原理可知,直线 AB 对投影面所成的倾角 α ,等于直线 AB 与直线的水平投影 ab 之间的夹角 α (参看图14)。

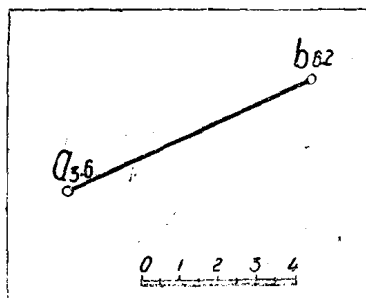


图 13 直线的标高投影图

在 AB 线的投射面 $aABb$ 中,由 A 点引直线 AC 平行于 ab ,这时:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{Bb - Aa}{ab} = \frac{hb - ha}{L} = i \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中: α 为 AC 与 AB 的夹角,即 AB 对 H 面的倾角; ha 是 A 点到 H 面的距离; hb 是 B 点到 H 面的距离; L 是直线的坡长; i 是直线的坡度。

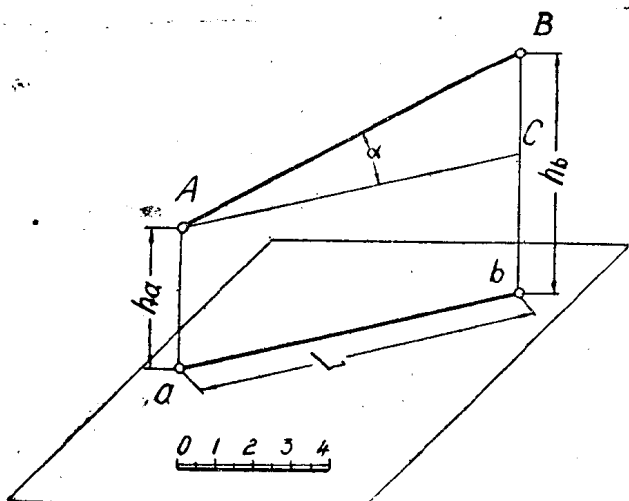
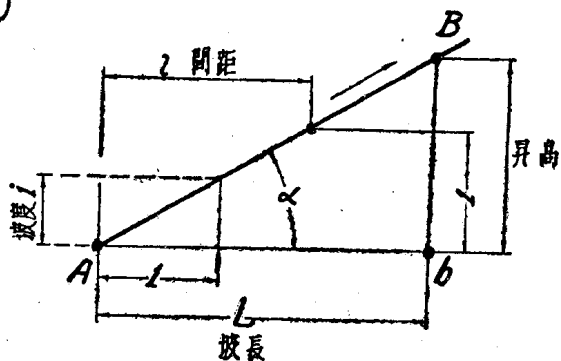


图 14 AB 綫在空間的位置

Q)



Q)

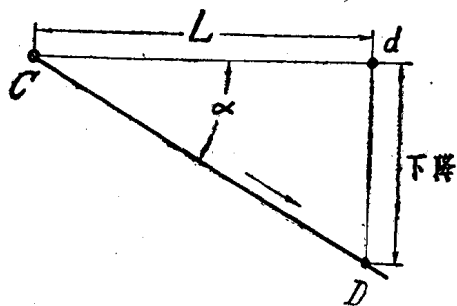


图 15 綫段的坡度、坡长和間距