



高等院校卓越计划系列丛书

土木工程制图

黄 絮 主编

中国建筑工业出版社



高等院校卓越计划系列丛书

土木工程制图

黄 絮 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

土木工程制图/黄絮主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2016.1

(高等院校卓越计划系列丛书)

ISBN 978-7-112-18840-6

I. ①土… II. ①黄… III. ①土木工程-建筑制图-高等学校-教材 IV. ①TU204

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 303295 号

本教材是高等院校卓越计划系列丛书浙江大学建筑工程学院卓越计划系列教材之一。

全书共分为七章。主要内容有标高投影、剖面与断面、房屋建筑制图概述、建筑施工图、结构施工图、计算机绘图初步、道路施工图等。并在每章节后附有复习思考题和习题。

本教材在编写上理论联系实际,并贯彻少而精的原则,既考虑到土木工程制图课程的系统性,又结合土建专业的实用性。本书在体系上以施工图为核心,从简单入手,由浅入深,循序渐进。

本教材可作为高等院校本科、函授大学、高职高专土建类专业专业的教材。

* * *

责任编辑:赵梦梅

责任设计:李志立

责任校对:陈晶晶 党 蕾

高等院校卓越计划系列丛书

土木工程制图

黄 絮 主 编

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京市密东印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 12¼ 字数: 298 千字

2016 年 3 月第一版 2016 年 3 月第一次印刷

定价: 30.00 元

ISBN 978-7-112-18840-6

(28135)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题,可寄本社退换

(邮政编码 100037)

浙江大学建筑工程学院卓越计划系列教材

丛书序言

随着时代进步,国家大力提倡绿色节能建筑,推进城镇化建设和建筑产业现代化,我国基础设施建设得到快速发展。在新型建筑材料、信息技术、制造技术、大型施工装备等新材料、新技术、新工艺广泛应用新的形势下,建筑工程无论在建筑结构体系、设计理论和方法以及施工与管理等各个方面都需要不断创新和知识更新。简而言之,建筑业正迎来新的机遇和挑战。

为了紧跟建筑行业的发展步伐,为了呈现更多的新知识、新技术,为了启发更多学生的创新能力,同时,也能更好地推动教材建设,适应建筑工程技术的发展和落实卓越工程师计划的实施,浙江大学建筑工程学院与中国建筑工程出版社诚意合作,精心组织、共同编纂了“高等院校卓越计划系列丛书”之“浙江大学建筑工程学院卓越计划系列教材”。

本丛书编写的指导思想是:理论联系实际,编写上强调系统性、实用性,符合现行行业规范。同时,推动基于问题、基于项目、基于案例多种研究性学习方法,加强理论知识与工程实践紧密结合,重视实训实习,实现工程实践能力、工程设计能力与工程创新能力的提升。

丛书凝聚着浙江大学建筑工程学院教师们长期的教学积累、科研实践和教学改革与探索,具有鲜明的特色:

(1) 重视理论与工程的结合,充实大量实际工程案例,注重基本概念的阐述和基本原理的工程实际应用,充分体现了专业性、指导性和实用性;

(2) 重视教学与科研的结合,融进各位教师长期研究积累和科研成果,使学生及时了解最新的工程技术知识,紧跟时代,反映了科技进步和创新;

(3) 重视编写的逻辑性、系统性,图文相映,相得益彰,强调动手作图和做题能力,培养学生的空间想象能力、思考能力、解决问题能力,形成以工科思维为主体并融合部分人性化思想的特色和风格。

本丛书目前计划列入的有:《土力学》、《基础工程》、《结构力学》、《混凝土结构设计原理》、《混凝土结构设计》、《钢结构原理》、《钢结构设计》、《工程流体力学》、《结构力学》、《土木工程设计导论》、《土木工程试验与检测》、《土木工程制图》、《画法几何》等。丛书分册列入是开放的,今后将根据情况,做出调整和补充。

本丛书面向土木、水利、建筑、园林、道路、市政等专业学生,同时也可以作为土木工程注册工程师考试及土建类其他相关专业教学的参考资料。

浙江大学建筑工程学院卓越计划系列教材编委会

2014.10

前 言

《土木工程制图》是高等院校卓越计划系列丛书浙江大学建筑工程学院卓越计划系列教材之一。

在教材的编写结构和内容上，与教学实践紧密结合，教材重点突出，示例典型，在每个教学计划的节点都安排了相应的大作业，帮助消化课堂内容，攻克难点。

本教材内容主要包括土建制图基础、建筑施工图、结构施工图、道路施工图以及用 AutoCAD 绘制这些工程技术图的方法。土建制图基础部分包括标高投影剖面 and 断面；建筑施工图部分主要介绍建筑平面图、立面图、剖面图以及楼梯详图、节点构造详图的图示方法和作图方法；结构施工图部分主要介绍钢筋混凝土结构的表达方法，包括基础平面图、楼层平面图以及钢筋混凝土构件详图的图示方法和作图方法；AutoCAD 制图主要介绍了建筑施工图和结构施工图的专业绘图基本命令和技巧；道路施工图部分主要介绍道路桥梁的制图原则和方法等。通过本课程的学习，掌握土建图的图示原理和绘制方法，为后续课程打下基础。

《土木工程制图》教材的编写依据中华人民共和国国家标准《房屋建筑制图统一标准》GB/T 50001—2010，《建筑结构制图标准》GB/T 50105—2010，《道路工程制图标准》GB 50162—92；以及国家建筑标准设计图集《混凝土结构施工图 平面整体表示方法制图规则和构造详图》11G101—1，11G101—2，11G101—3。

本教材贯彻理论结合实际的原则。具有四大特点：一、覆盖面广。包括土木工程各专业的制图知识以及 AutoCAD 制图的基本技能；二、例子新且典型；三、强调制图和读图的基本方法和技能；四、实践性强，土建部分以大量性建筑小高层住宅设计为例，能很好地和实际工程相结合；五、配有相关复习思考题和习题。不论作为教学还是自学用书，本教材都是系统全面和易于掌握的。

本教材由浙江大学建工学院长期从事图学基础教学研究的黄絮老师编写。凝聚了浙江大学建工学院建筑制图教研室各位前辈的教学经验和教学实践的成果。其中建筑施工图部分由浙江大学城乡规划设计研究院王奕高级建筑师校对，结构施工图部分由杭州崇创建筑设计有限公司周可可结构工程师校对，浙江大学建工学院施林祥老师对本教材进行了审核。

本教材适合作为各高等院校本科、函授大学、高职高专土建类等专业的教材。

目 录

第一章 标高投影	1
第一节 标高与标高投影的关系	1
第二节 点、直线、平面的标高投影	1
一、点的标高投影	1
二、直线的标高投影	2
三、平面的标高投影	3
第三节 曲面的标高投影	7
一、曲面的表示法	7
二、几种常见曲面的表示方法	7
复习思考题及习题	11
第二章 剖面与断面	15
第一节 概述	15
第二节 剖面图	16
一、用一个剖切平面剖切	16
二、用两个或两个以上剖切平面剖切	16
三、分层剖面	16
第三节 断面图	17
一、移出断面图	17
二、中断断面图	17
三、重合断面图	18
复习思考题及习题	18
第三章 房屋建筑制图概述	27
第一节 制图基本规格	27
一、图幅	27
二、图线	27
三、字体	29
四、比例	29
五、符号	29
第二节 房屋的组成及其作用	31
第三节 建筑图的绘制	31
一、建筑平面图	33
二、屋顶平面图	36
三、建筑立面图	36

四、建筑剖面图	37
第四节 房屋施工图的分类	38
一、房屋设计的步骤	38
二、房屋设计的内容	38
三、房屋设计的文件	38
第五节 建筑方案图	39
复习思考题	41
第四章 建筑施工图	42
第一节 建筑施工图的内容	42
第二节 总平面图	44
一、总平面图的施工图意义	44
二、总平面图的内容	44
三、总平面的图例	45
四、总平面图的方案图意义	46
第三节 建筑平立剖施工图	48
一、建筑施工图图纸	48
二、建筑施工图的识读	63
第四节 建筑详图	66
一、详图索引	66
二、材料图例	66
三、房间布置图	67
四、阳台详图	68
五、楼梯详图	68
六、节点构造详图	71
复习思考题及习题	73
第五章 结构施工图	87
第一节 概述	87
一、工程结构的分类	87
二、钢筋混凝土构件的图示特点	88
三、钢筋混凝土的标注方式	88
四、结构构件代号	89
五、结构平面图的要求	90
六、钢筋混凝土构件的表达方式	91
第二节 钢筋混凝土构件详图	91
一、钢筋混凝土柱	92
二、钢筋混凝土梁	94
三、钢筋混凝土板	100
四、钢筋混凝土剪力墙	104

五、基础	108
第三节 结构平面图	112
一、砖混结构	112
二、钢筋混凝土结构	115
复习思考题及习题	124
第六章 计算机绘图初步	137
第一节 AutoCAD 绘图界面和输入	137
一、AutoCAD 菜单	137
二、AutoCAD 命令的输入方法	138
三、AutoCAD 数据的输入方法	139
四、AutoCAD 的坐标	139
第二节 AutoCAD 绘图操作流程	139
一、建立一张新图或打开一张旧图	140
二、建立绘图环境	140
三、绘图命令和修改命令	143
四、显示控制	143
五、选择对象	144
第三节 计算机绘图举例	146
一、制作样板文件(设置作图环境)	146
二、绘制建筑平面图	151
三、绘制建筑屋顶平面图	155
四、绘制建筑立面图	157
五、绘制建筑剖面图	159
六、绘制钢筋混凝土构件详图	160
七、打印图纸	161
复习思考题	163
第七章 道路施工图	164
第一节 概述	164
一、道路施工图的作用及组成	164
二、道路施工图的特点	164
三、道路工程制图基本规定	164
第二节 道路路线施工图	165
一、公路路线工程图	166
二、路基路面施工图	174
第三节 桥梁施工图	177
一、桥位平面图	177
二、桥位地质断面图	177
三、桥梁总体布置图	178

四、构件结构图	181
第四节 隧道施工图.....	181
一、隧道洞门图	181
二、避车洞	182
三、涵洞施工图	184
复习思考题	184
附录.....	186

第一章 标高投影

第一节 标高与标高投影的关系

用多面正投影图（视图）来表达形体，并不是在任何情况下都方便适用的。例如：地面凹凸不平，弯曲多变；而且地面在水平方向的尺寸比铅直方向（高度）的尺寸要大得多，不像建筑物和机件那么规则和轮廓分明。因此，用视图来表达地面就比较困难。但水工建筑物或道桥工程一般都是建造在地面上的，在设计和施工时必须考虑到地形条件，要画出地形图，然后根据设计要求布置工程结构各组成部分、计算土方量、确定坡脚线和开挖边界线等。绘制地形图采用标高投影的方法。

所谓标高投影，就是在物体的水平投影上加注某些特征面、线以及控制点的高程。简单地说就是水平投影加注高程的方法来表达物体。当然，在标高投影中，并不排斥有时用垂直面上的投影来解决某些问题；标高投影不仅便于表达地面，而且对于表达一些复杂而不规则的曲面也可以用这种概念和方法。

所谓高程，就是用某一个水平面作为基准面，其他几何元素（点、线、面）到基准面的垂直距离。在基准面之上者为正，在下者为负。

第二节 点、直线、平面的标高投影

一、点的标高投影

作出点的水平投影并用数字注明该点距基准面的高度就是该点的标高投影图。

如图 1-1 中，以 H 面为基准面，A 点在 H 面以上五个单位，故在其水平投影 a 的右下角注上“5”，C 点在 H 面以下三个单位，故在 c 的右下角注上“-3”。

所谓基准面，就是高程为零的水平面。如图 1-1 中，我们确定 H 面为基准面。在单位工程建设中，我们可以选择某一个平面为基准面。如房屋建筑中往往取底层主要室内地坪为零标高面。而地形图则以某海平面为基准面，从而尽量避免出现负标高。

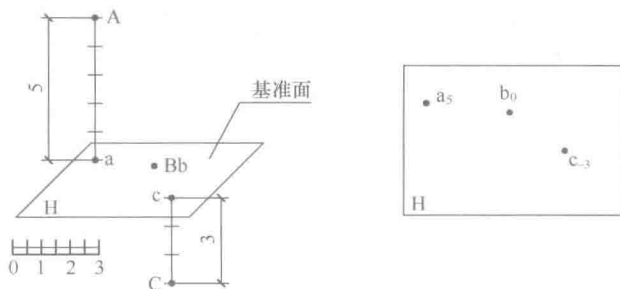


图 1-1 点的标高投影

二、直线的标高投影

作出直线的水平投影并在直线的水平投影上加注直线上任意两点的高程，就是直线的标高投影。

(一) 直线的坡度

直线上任意两点的高差与其水平距离之比叫做该直线的坡度，用符号“ i ”表示，坡度数值可以是比例或者分数。即：

坡度 $i = \frac{\text{高差 } h}{\text{水平距离 } L}$ ，水平距离 L 是指两点的水平投影之间的距离。

水平距离 $L = \frac{\text{高差 } h}{\text{坡度 } i} = \text{高差 } h \times \text{平距 } l \quad \left(\text{平距 } l = \frac{\text{单位高差 } 1}{\text{坡度 } i} \right)$

如图 1-2 中，直线上 A、B 两点的高差为 $(4-2)=2$ ，水平距离用图中的比例尺量得为 7，则直线的坡度为： $i = \frac{h}{L} = \frac{4-2}{7} = \frac{1}{3.5}$ ，或 $i=1:3.5$ 。其平距为：平距 $l = \frac{1}{i} = 3.5$ 。

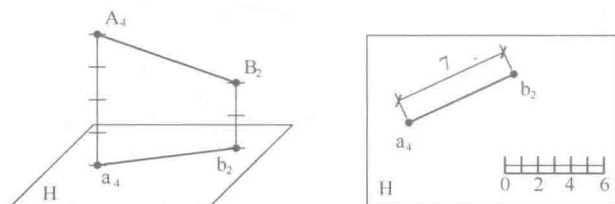


图 1-2

【例 1-1】 在图 1-3 (a) 中，已知直线 AB 标高投影 $a_8 b_4$ 及直线 AB 上点 C 到 A 的水平距离为 3，求 C 的高程。

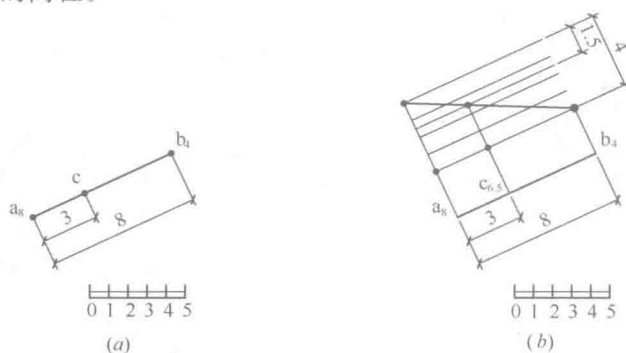


图 1-3

解 1 用坡度计算公式解，用图中比例尺量得 a_8 、 b_4 两点之间的水平距离为 8，那么就有：

$$i = \frac{h}{L} = \frac{8-4}{8} = \frac{1}{2}$$

设点 A 和 C 的高差为 h ，

$$h = L \times i = 3 \times \frac{1}{2} = 1.5$$

解 2 用图解法解,如图 1-3 (b) 所示,根据图中比例尺在原来的水平投影上加一个正面投影,然后量得 C 点和 A 点的高差是 1.5。

所以点 C 的高程为 $8-1.5=6.5$ 。

因此已知直线的坡度,在已知直线上取一点,就能够计算出该点的高程;或者已知直线上一点的高程,也可以确定其水平投影的位置。

(二) 直线的标高投影表示方法

1. 直线上两个点的标高投影;如图 1-4 (a) 所示。
2. 直线上一个点的标高投影和直线的坡度;如图 1-4 (b) 所示。
3. 水平线的水平投影及其标高。如图 1-4 (c) 所示。

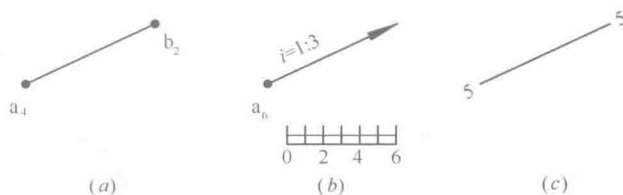


图 1-4

(三) 与 H 投影面三种位置关系的直线的标高投影。如图 1-5 所示。

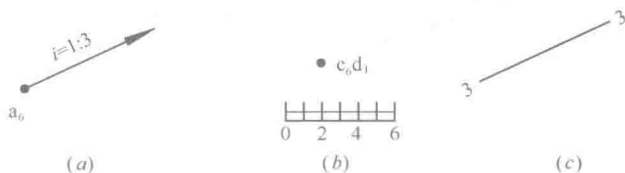


图 1-5

(a) 倾斜; (b) 垂直; (c) 平行

三、平面的标高投影

(一) 平面上的等高线和坡度线

1. 平面上的等高线

平面上的等高线是平面上的水平线,是该平面与水平面的交线。如图 1-6 所示。平面

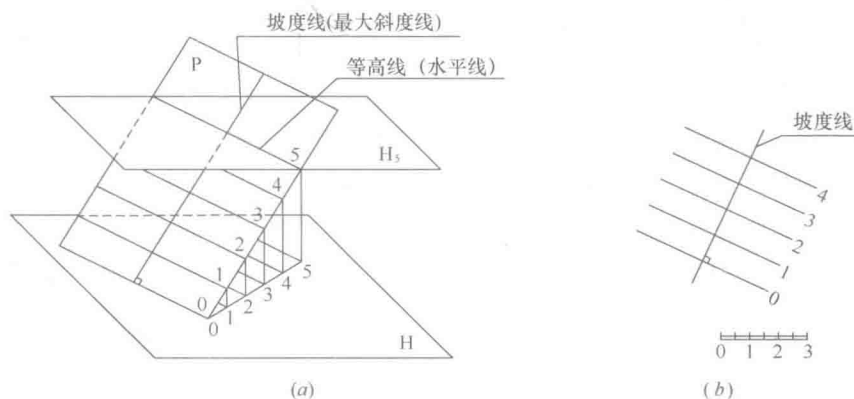


图 1-6

上的等高线必然相互平行,且各等高线间的高差与水平距离的比值相同,当各条等高线的高差相等时,间距也相等。

2. 平面上的坡度线

平面上与等高线相互垂直的线叫做平面上的坡度线,即平面上垂直于水平线的对 H 面的最大斜度线。如图 1-6 所示。

坡度线和等高线的水平投影也相互垂直,坡度线的坡度即平面的坡度。

(二) 标高投影中的平面表示法

1. 正投影图中所讲述的表示平面的五种形式,在标高投影中仍可应用:

- (1) 不在同一直线上的三点;
- (2) 直线及线外的一点;
- (3) 相交两直线;
- (4) 平行两直线;
- (5) 其他平面图形。

2. 用坡度比例尺来表示。

如图 1-7(a)所示,坡度比例尺是带有刻度的坡度线(对 H 面的最大斜度线),以 P_i 表示。

作平面上的等高线只需过坡度比例尺上各标高作出坡度线的垂线即可。因为平面的坡度线和等高线相互垂直,它们的水平投影也相互垂直。如图 1-7 (b) 所示,

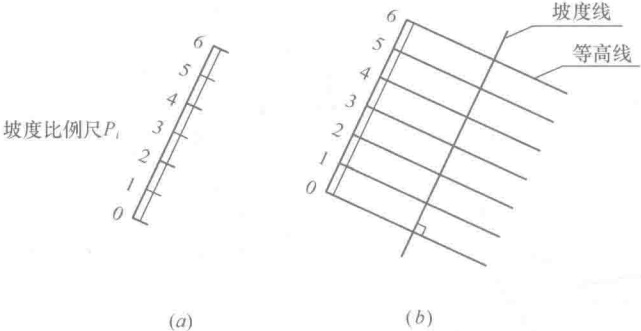


图 1-7

3. 用一条等高线和平面坡度表示。

如图 1-8 (a) 所示,高程为 5 的等高线和垂直于等高线的箭头(箭头表示坡度线方向,指向低处),并标注坡度为 1:3。即表示了一个对 H 面倾斜的坡度为 1:3 的平面。

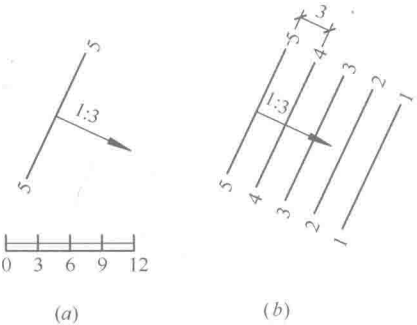


图 1-8

作平面上的等高线,可根据平面的坡度。因为平面的坡度即坡度线的坡度。因此坡度线的坡度为 1:3,平距为 3,即该平面上单位高差的各等高线之间的平距是 3。而箭头垂直于等高线,为坡度线的方向,因此等高线 4 的作法是从等高线 5 按坡度线方向,根据比例尺向下量取 3 个单位做等高线 5 的平行线即可。同理做出其他等高线 3, 2, 1。如图 1-8 (b) 所示,

4. 用一条一般位置直线和平面坡度表示。

如图 1-9 (a) 所示, 一条倾斜于 H 面的一般位置直线 A_2B_7 和虚线或折线箭头, 并标注坡度 $1/2$ 。即表示了一个对 H 面倾斜的坡度为 $1/2$ 的平面。

作平面上的等高线, 平面的坡度是 $1:2$, 则通过 a_2 点的等高线 2 和通过 b_7 点的等高线 7 的水平距离为: $L = \frac{h}{i} = (7-2) / \frac{1}{2} = 10$ 。如图 1-9 (b) 所示。

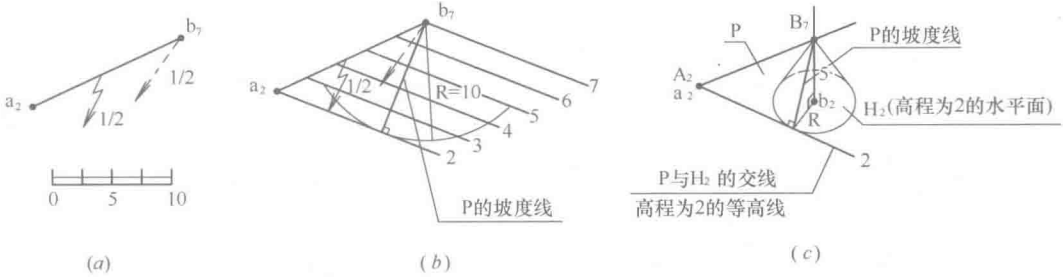


图 1-9

以点 b_7 为圆心, 以 $R=10$ 作圆弧, 再自 a_2 向圆弧作切线即为标高为 2 的等高线。因为 AB 高差为 5, 所以五等分直线 a_2b_7 , 自各点作等高线 2 的平行线, 即得到等高线 3, 4, 5, 6, 7。

(三) 两平面相交

在标高投影中, 两平面相交求交线通常采用以水平面作辅助平面, 求辅助平面与原两平面的交线, 得到在两平面上两条高程相等的等高线, 两等高线的交点即是两平面的一个公有点, 同理求出另一个高程上的公有点, 两点相连即两平面的交线。如图 1-10 所示。

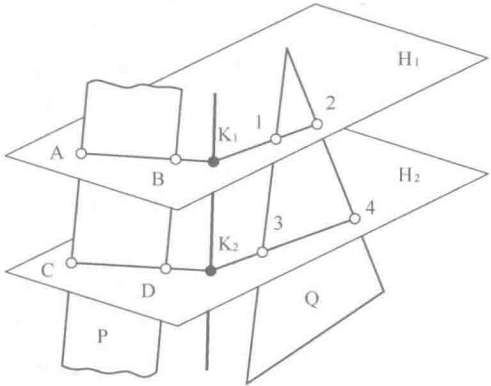


图 1-10

【例 1-2】 求作平面 P 和 Q 的交线。如图 1-11 所示。

解 平面 P 为坡度比例尺表示的平面, 平面 Q 为一条水平线和平面坡度表示的平面。

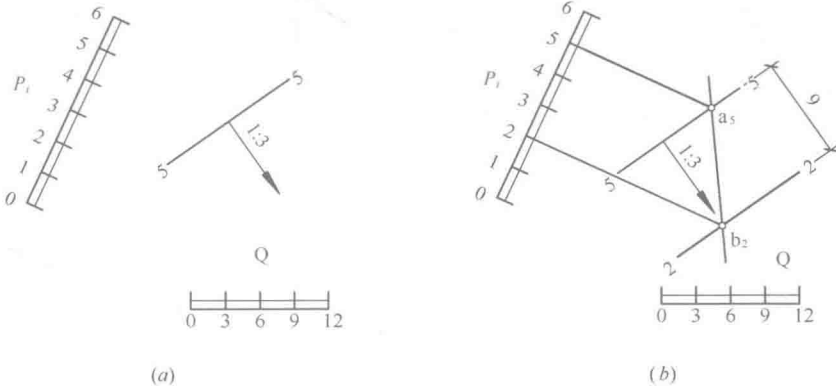


图 1-11

由以上介绍求等高线的方法，求得 P 和 Q 上的等高线 2，5；两平面等高线的交点分别为 A_5 和 B_2 ，两点相连即两平面的交线。

【例 1-3】 有一基坑底面大小、高程和坡面坡度如图 1-12 所示，试作出坡面与坡面的交线、坡面与地面的交线（地面假设是水平的且标高为 0）。

解 如图所示，基坑各坡面的平面表示法为一条等高线和平面坡度的表示方法。坡面与地面的交线是各坡面上标高为 0 的等高线。计算出各坡面标高为 0 的等高线与基坑地面各相应边的水平距离。根据各坡面的坡度，可得水平距离分别为：

$$\text{水平距离} = \frac{\text{高差 } h}{\text{坡度 } i} = \text{高差 } h \times \text{平距 } l \quad \left(\text{平距 } l = \frac{\text{单位高差 } 1}{\text{坡度 } i} \right)$$

$$L_1 = \frac{2}{3} \times 3 = 2; L_2 = \frac{3}{2} \times 3 = 4.5; L_3 = 3 \times 3 = 9;$$

根据图中比例尺作出基坑地面各边的平行线，是坡面上高度为 0 的等高线，即为各斜坡面与地面的交线。将各交线的交点与基坑地面各边的交点相应地连接起来，即为各坡面与坡面的交线。

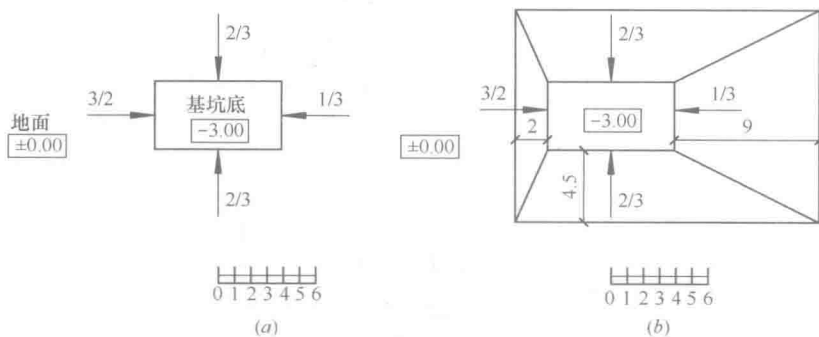


图 1-12

【例 1-4】 如图 1-13 所示上堤斜路的各项数据，求：（1）堤脚线；（2）上堤斜路的起始线；（3）上堤斜路的坡脚线；（4）斜路两侧坡面与堤坡面的交线。

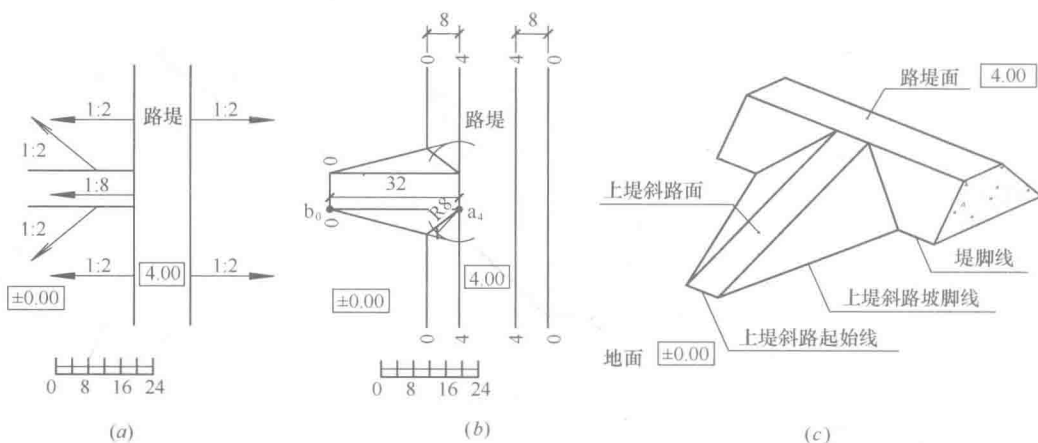


图 1-13

解 (1) 定堤脚线, 堤坡斜面为水平线和平面坡度的表示方法, $L_1 = \frac{\text{高差 } h}{\text{坡度 } i} = \text{高差 } h \times \text{平距 } l = 4 \times 2 = 8$ 。求出堤坡面等高线 0。

(2) 定上堤路的起始线, 上堤斜路面为水平线和平面坡度的表示方法, $L_2 = \frac{\text{高差 } h}{\text{坡度 } i} = \text{高差 } h \times \text{平距 } l = 4 \times 8 = 32$ 。求出上堤斜路面上等高线 0。

(3) 定上堤斜路的坡脚线, 因为 $a_1 b_0$ 为一般位置直线, 所以上堤斜路的坡面为一般位置直线和平面坡度的表示方法。 $R = \frac{\text{高差 } h}{\text{坡度 } i} = \text{高差 } h \times \text{平距 } l = 4 \times 2 = 8$ 。以 a_1 为圆心, $R = 8$ 作圆弧, 并自 b_0 做圆弧的切线, 即上堤斜路的坡脚线。

(4) 作斜路两侧坡面与堤坡面的交线。相应的公有点相连即交线。

第三节 曲面的标高投影

一、曲面的表示法

在标高投影中, 通常用等高线的标高投影来表示曲面, 也就是用一系列的水平面去截割曲面, 做出这些平面与曲面的截交线的标高投影来表示曲面。

二、几种常见曲面的表示方法

在土木工程中常见的曲面有锥面、同坡曲面和地形面等, 其他曲面可以用类似的方法表示。

(一) 正圆锥面

如果正圆锥面的轴线垂直水平面, 那么锥面上所有素线对水平面的倾角均相等。正圆锥面上相同高差的等高线都是圆, 且水平距离相等。如图 1-14 (a) (b) 所示。

在土石方工程中, 为了防止塌方, 一般边缘都造成相同坡度的坡面。正圆锥所有素线的坡度都是相同的, 所以在工程的转弯处, 坡面通常做成正圆锥面。如图 1-14 (c) 所示。

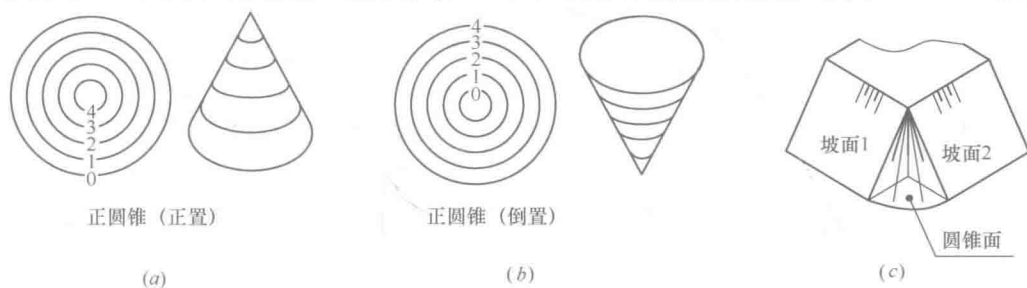


图 1-14

(二) 同坡曲面

1. 同坡曲面的形成和性质

如图 1-15 (a) 所示为一路面倾斜的弯曲道路的一段。路两侧的边坡面为曲面, 曲面上任何地方的坡度都相同, 这种曲面称为同坡曲面。

同坡曲面是怎样形成的呢? 如图 1-15 (b) 所示有一圆锥的顶点沿空间曲线 AF 运动, 并且锥轴始终垂直于水平面 H, 则包络所有圆锥的曲面 (外共切面) 即为同坡曲面。

同坡曲面与所有圆锥面相切，且切线是直线（锥面上的素线）。所以同坡曲面是直线面，它的素线的坡度就代表曲面的坡度。用水平面截割同坡曲面和圆锥面，截得同坡曲面上等高线和圆锥面上的等高线（水平圆），两者一定相切，切点在同坡曲面和圆锥面的切线上。同坡曲面的等高线就是利用这种关系作出来的。

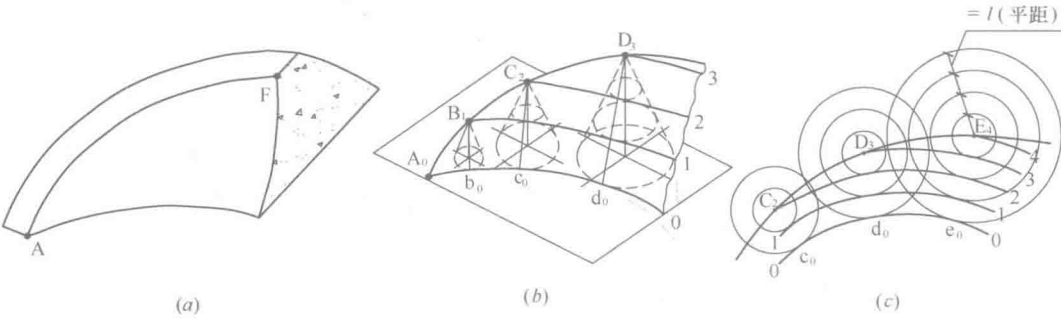


图 1-15

2. 同坡曲面上等高线的作法

【例 1-5】 如图 1-16 (a) 所示空间曲线 ABCDE 作坡度为 1 : 2 的同坡曲面。作出曲面上高程为 0, 1, 2, 3m 的等高线。

分析 此同坡曲面可看作是图 1-15 (a) 中弯道的内侧边坡。作出顶点分别在 B (b_1)、C (c_2)、D (d_3)、E (e_4) 位置，坡度为 1 : 2 的正圆锥面，作出这些圆锥面上高程为 0, 1, 2, 3m 的等高线——水平圆，公切于同高程水平圆的曲线，就是同坡曲面上的等高线。

作图 作出顶点在 C、D、B、E 位置的圆锥上的水平圆，这些水平圆是锥面上高程为 0, 1, 2, 3m 的等高线。它们的圆心分别为 b_1 、 c_2 、 d_3 、 e_4 ，半径分别是 l ， $2l$ ， $3l$ ， $4l$ ， $l = \frac{1}{i} = 1 / \frac{1}{2} = 2$ 。

自 a_0 作高程为 0 的几个水平圆的公切线，得到同坡曲面上高程为 0 的等高线，同理得到高程为 1, 2, 3m 等高线。如图 1-16 (b)。

当做出高程为 0 的等高线后，也可以作出同坡曲面与圆锥面的公切线（坡度线） b_1 b_0 、 c_2 c_0 、 d_3 d_0 、 e_4 e_0 ，取高程为 1, 2, 3 的各点，再用光滑曲线连接同高程的点，就得到高程为 1, 2, 3 的等高线。如图 1-16 (c)。

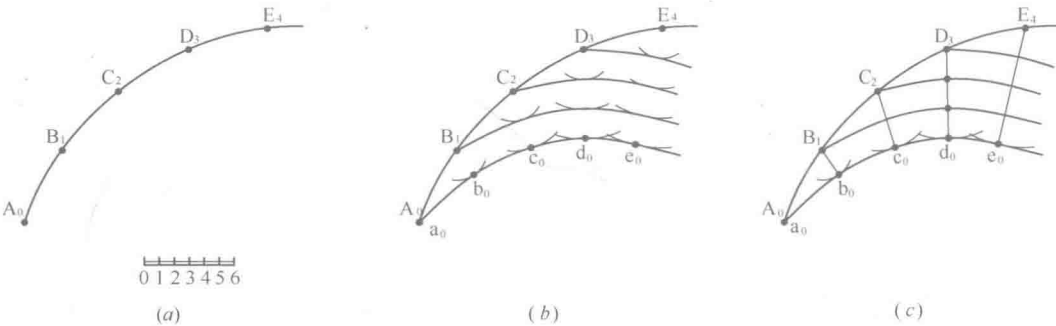


图 1-16