

土木工程施工

CIVIL ENGINEERING CONSTRUCTION

主编 丁克胜

普通高等院校土木专业“十一五”规划精品教材

Civil Professional Textbooks for the 11th Five-Year Plan

主审 陈章洪 吴泳川

TU74/57

2008

普通高等院校土木专业“十一五”规划精品教材

土木工程施工

Civil Engineering Construction

丛书审定委员会

王思敬 彭少民 石永久 白国良

李杰 姜忻良 吴瑞麟 张智慧

本书主审 陈章洪 吴泳川

本书主编 丁克胜

本书副主编 李文渊 刘俊玲

本书编写委员会

丁克胜 李文渊 刘俊玲 杨宝珠

赵学荣 田月华 严斌 王作文

王沛 刘戈 陈烜 熊维

廖玉凤

华中科技大学出版社

中国·武汉

图书在版编目(CIP)数据

土木工程施工/丁克胜 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2008年2月
ISBN 978-7-5609-4346-6

I. 土… II. 丁… III. 土木工程-工程施工-高等学校-教材 IV. TU7

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第186956号

土木工程施工

丁克胜 主编

责任编辑:陈丽君
责任校对:田之威

封面设计:张璐
责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)
武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排:天津市南智科技文化发展有限公司
印 刷:华中科技大学印刷厂

开本:850mm×1065mm 1/16
版次:2008年2月第1版
ISBN 978-7-5609-4346-6/TU·272

印张:33.25 插页:1
印次:2008年2月第1次印刷

字数:654 000
定价:59.80元

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

内 容 提 要

本书以最新的现行土木工程专业有关技术规范和规程为依据,对土木工程中常用的施工技术和施工组织知识进行了全面的介绍。在内容上,不仅保留了目前仍采用的一些传统的施工技术,而且将最近几年发展起来的土木工程的新理论、新技术和新工艺充实到本书中。

全书分为两篇,共 17 章。第 1 篇为土木工程施工技术,主要包括:土方工程、桩基础工程、砌体工程、钢筋混凝土结构工程、预应力混凝土工程、结构安装工程、防水工程、装饰工程、脚手架与垂直运输设备、桥梁工程、道路工程、地下工程;第 2 篇为土木工程施工组织,主要包括:施工组织概论、流水施工原理、网络计划技术、单位工程施工组织设计、施工组织总设计。各章末均有思考题及习题。

本书是按照全国高校土木工程学科专业指导委员会制定的《土木工程施工课程教学大纲》编写的,能够满足普通高等院校培养应用型人才的需要。全书涵盖了土木工程专业各方向的主要学习内容。本书标准教学学时为 72 学时,各地区、各专业方向可根据侧重点不同调整相应的教学内容和学时,书中用“*”号表示不同专业方向的选修章。

本书可作为高等院校土木工程专业、工程管理专业和工程造价专业等本科学生的教材,也可作为相关专业工程技术人员的参考书。

前 言

《土木工程施工》是土木工程专业和工程管理专业学生的必修课程之一。它是研究土木工程施工技术与施工组织的一门实践性强、涉及面广、技术发展快的课程。本教材是依据全国高等学校土木工程学科专业指导委员会制定的《土木工程施工课程教学大纲》编写的,它注重培养学生掌握土木工程施工的基本理论和基本技能,使学生具有一定的解决工程实践问题的能力。

本教材与同类教材相比其鲜明的特点是体现了科学性和先进性。全书全部按照现行规范、规程和标准编写,而且在内容的安排上,舍去了一些目前在施工中已很少应用或与发展方向不相符的陈旧内容,保留并增加了现行规范的新理论,以及目前施工中普遍采用的技术,使其能科学地反映当前土木工程施工的新工艺、新技术和新的组织管理理念。本教材的另一个特点是注重实用性。书中有关施工技术的内容以施工工艺为主线,侧重于介绍工艺原理和工艺方法,既有一定的理论深度,又易于在实践中应用;有关施工组织的内容则侧重于介绍组织原理和科学的组织方法,具有一定的可操作性。各章针对重点、难点问题或常用的理论与计算配写了一些例题,章末配有一定量思考题和习题。使学生能够在系统掌握基本知识、基本理论的基础上进行土木工程施工组织设计的编制。因此,本书是一本培养应用型土木工程专业人才的良好教材。

本书由丁克胜主编,李文渊、刘俊玲副主编。各章编写人员如下:丁克胜(天津城市建设学院)编写第1、15章,李文渊(西南石油大学建筑工程学院)编写第2、14两章,熊维(天津城市建设学院)编写第3、9章,刘俊玲(黑龙江工程学院)编写第4章,陈烜(天津城市建设学院)编写第5、11章,田月华(山西师范大学工程学院)编写第6章,赵学荣(天津城市建设学院)编写第7章,王作文(西南石油大学建筑工程学院)编写第8章,严斌、廖玉凤(西南石油大学建筑工程学院)合编第10章,王沛(天津城市建设学院)编写第12章,刘戈(天津城市建设学院)编写第13章,杨宝珠(天津城市建设学院)编写第16、17章。

全书由天津大学陈章洪教授、天津城市建设学院吴泳川教授主审。限于本书篇幅较长,编写时间较紧,参编单位较多,书中难免有不足之处,恳切希望读者提出批评指正。

编者

2007年11月

目 录

第 1 篇 土木工程施工技术	(1)
第 1 章 土方工程	(3)
1.1 概述	(3)
1.2 土方量计算	(6)
1.3 土方开挖	(14)
1.4 土方填筑与压实	(51)
1.5 地基处理	(56)
思考题	(65)
习 题	(66)
第 2 章 桩基础工程	(68)
2.1 钢筋混凝土预制桩施工	(68)
2.2 灌注桩施工	(80)
2.3 大直径扩底灌注桩施工	(89)
思考题	(92)
第 3 章 砌体工程	(93)
3.1 砌体材料	(93)
3.2 砖砌体工程	(95)
3.3 混凝土小型空心砌块砌体工程	(99)
3.4 填充墙砌体工程	(101)
3.5 砌体工程冬期施工	(103)
思考题	(105)
第 4 章 钢筋混凝土结构工程	(106)
4.1 模板工程	(106)
4.2 钢筋工程	(126)
4.3 混凝土工程	(147)
4.4 混凝土的冬期施工	(174)
思考题	(180)
习 题	(181)
第 5 章 预应力混凝土工程	(182)
5.1 概述	(182)

5.2 先张法预应力混凝土施工	(183)
5.3 后张法预应力混凝土施工	(193)
思考题	(208)
第6章 结构安装工程	(209)
6.1 索具设备	(209)
6.2 起重机械与设备	(212)
6.3 钢筋混凝土单层工业厂房结构安装工程	(219)
6.4 钢结构安装工程	(231)
思考题	(242)
第7章 防水工程	(243)
7.1 屋面防水工程	(243)
7.2 地下防水工程	(255)
7.3 用水房间防水	(264)
思考题	(266)
* 第8章 装饰工程	(268)
8.1 抹灰工程	(268)
8.2 饰面板(砖)及幕墙工程	(273)
8.3 涂饰和裱糊工程	(281)
8.4 吊顶、隔墙与门窗工程	(286)
思考题	(293)
第9章 脚手架与垂直运输设备	(294)
9.1 脚手架	(294)
9.2 垂直运输设备	(309)
思考题	(311)
* 第10章 桥梁工程	(313)
10.1 围堰施工	(313)
10.2 管柱基础施工	(315)
10.3 梁桥结构施工	(317)
10.4 拱桥结构施工	(323)
10.5 斜拉桥施工	(329)
10.6 悬索桥施工	(332)
思考题	(336)
* 第11章 道路工程	(338)
11.1 路基工程	(338)
11.2 路面工程	(344)
思考题	(357)

* 第 12 章 地下工程	(359)
12.1 地下连续墙施工	(359)
12.2 沉井施工	(370)
12.3 隧道盾构法施工	(377)
12.4 地下管道顶管法施工	(384)
思考题	(389)
第 2 篇 土木工程施工组织	(391)
第 13 章 施工组织概论	(393)
13.1 概述	(393)
13.2 施工准备工作	(399)
13.3 施工组织设计	(402)
13.4 工程项目资料的内容与存档	(407)
思考题	(409)
第 14 章 流水施工原理	(410)
14.1 流水施工概述	(410)
14.2 流水施工参数	(414)
14.3 流水施工的组织	(422)
14.4 流水线法	(430)
14.5 流水施工组织实例	(431)
思考题	(436)
习 题	(436)
第 15 章 网络计划技术	(438)
15.1 网络计划的基本概念	(438)
15.2 双代号网络计划	(439)
15.3 单代号网络计划	(456)
15.4 双代号时标网络计划	(460)
15.5 网络计划的优化与调整	(466)
思考题	(473)
习 题	(473)
第 16 章 单位工程施工组织设计	(475)
16.1 概述	(475)
16.2 施工方案的选择	(480)
16.3 单位工程施工进度计划和资源需要量计划	(483)
16.4 单位工程施工平面图设计	(490)
16.5 主要技术经济指标	(495)

思考题	(497)
第 17 章 施工组织总设计	(498)
17.1 概述	(498)
17.2 施工部署	(501)
17.3 施工总进度计划	(502)
17.4 资源需要量计划与准备工作计划	(505)
17.5 施工总平面图设计	(506)
思考题	(518)
习 题	(518)
参考文献	(520)

第 1 篇

土木工程施工技术

第1章 土方工程

【内容提要和学习要求】

① 概述:掌握土的工程性质,并能熟练应用土的可松性解决实际问题;熟悉土的含水率和土的渗透性及土方边坡的概念;了解土方工程施工的内容和土方工程分类。

② 土方量计算:掌握基坑(槽、沟)土方量计算,了解场地平整土方量的计算方法。

③ 土方开挖:掌握基坑降水方法和流砂产生的原因与防治;掌握土方边坡的留设原则和稳定分析;掌握单斗挖土机的土方开挖方式和一般要求。熟悉人工降低地下水位方法的适用范围和轻型井点设计计算思路;熟悉土壁支护形式和适用范围;熟悉土方开挖后基坑(槽、沟)的验收内容和方法,了解土方施工前的准备工作和轻型井点的设计计算;了解喷射井点、电渗井点、管井井点的降水原理。

④ 土方填筑与压实:掌握土方填筑方法和影响土壤压实的因素,熟悉各压实机械的使用要求和土料选择及土层处理,了解填土压实的质量要求。

⑤ 地基处理:掌握地基处理方法、分类及适用范围,特别是换土垫层法,夯实地基法和深层搅拌法的施工工艺及施工要点;熟悉挤密桩施工方法。

1.1 概述

1.1.1 土方工程施工的内容

土方工程主要分为两类:其一是场地平整,完成“四通一平”,施工中主要是土方的挖、填工作;其二是基坑、基槽及管沟、隧道和路基的开挖与填筑,施工中主要解决开挖前的降水、土方边坡的稳定、土方开挖方式的确定、土方开挖机械的选择和组织以及土壤的填筑与压实等问题。

1.1.2 土方工程施工的特点

土方工程施工主要有以下特点:施工面积和工程量大,劳动繁重;大多为露天作业,施工条件复杂,施工中易受地区气候条件影响;土体本身是一种天然物质,种类繁多,施工时受工程地质和水文地质条件的影响也很大。因此,为了减轻劳动强度,提高劳动生产效率,确保土方在施工阶段的安全,加快工程进度和降低工程成本,在组织施工时,应根据工程特点和周边环境,制定合理施工方案,尽可能采用新技术和机

械化施工,为其后续工作尽快提供工作面做好准备。

1.1.3 土的工程分类

在土方工程施工和工程预算定额中,根据土的开挖难易程度,将土分为如表 1-1 所示的八类。前四类为一般土,后四类为岩石。正确区分和鉴别土的种类,可以合理地选择施工方法和准确地套用定额计算土方工程费用。

表 1-1 土的工程分类与开挖方法和工具

土的分类	土的级别	土的名称	土的可松性系数		开挖方法及工具
			K_p	K'_p	
一类土 (松软土)	I	砂土、粉土、冲积砂土层、疏松的种植土、淤泥(泥炭)	1.08~1.17	1.01~1.03	用锹、锄头挖掘,少许用脚蹬
二类土 (普通土)	II	粉质黏土、潮湿的黄土、夹有碎石卵石的砂、粉土混卵(碎)石、种植土、填土	1.20~1.30	1.03~1.04	用锹、锄头挖掘,少许用镐翻松
三类土 (坚土)	III	软及中等密实黏土、重粉质黏土、砾石土、干黄土、含有碎石卵石的黄土、粉质黏土、压实的填土	1.14~1.28	1.02~1.05	主要用镐,少许用锹、锄头挖掘,部分用撬棍
四类土 (砂砾坚土)	IV	坚硬密实的黏性土或黄土、含碎石、卵石的中等密实的黏性土或黄土、粗卵石、天然级配砂石、软泥灰岩	1.26~1.32 (除泥灰岩、蛋白石外)	1.06~1.09 (除泥灰岩、蛋白石外)	整个先用镐、撬棍,后用锹挖掘,部分用楔子及大锤
			1.33~1.37 (泥灰岩、蛋白石)	1.11~1.15 (泥灰岩、蛋白石)	
五类土 (软石)	V~VI	硬质黏土、中密的页岩、泥灰岩、白垩土、胶结不紧的砾岩、软石灰岩及贝壳石灰岩	1.30~1.45	1.10~1.20	用镐或撬棍、大锤挖掘,部分使用爆破方法
六类土 (次坚石)	VII~IX	泥岩、砂岩、砾岩、坚实的页岩、泥灰岩、密实的石灰岩、风化花岗岩、片麻岩及正长岩			用爆破方法开挖,部分用风镐
七类土 (坚石)	X~XIII	大理石、辉绿岩;玢岩;粗、中粒花岗岩;坚实的白云岩、砂岩、砾岩、片麻岩、石灰岩;微风化安山岩;玄武岩			用爆破方法开挖
八类土 (特坚石)	XIV~XVI	安山岩;玄武岩;花岗片麻岩;坚实的细粒花岗岩、闪长岩、石英岩、辉长岩、辉绿岩、玢岩、角闪岩	1.45~1.50	1.20~1.30	用爆破方法开挖

1.1.4 土的工程性质

土的工程性质对土方工程的施工方法、机械设备的选择、基坑(槽)降水、劳动力消耗以及工程费用等有直接的影响,其基本的工程性质如下所述。

1. 土的含水量

土的含水量是指土中水的质量与固体颗粒质量之比,以百分率表示,即

$$w = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100\% = \frac{m_w}{m_s} \times 100\% \quad (1-1)$$

式中 m_1 ——含水状态时土的质量(kg);

m_2 ——烘干后土的质量(kg);

m_w ——土中水的质量(kg);

m_s ——固体颗粒的质量(kg)。

土的含水率随气候条件、季节和地下水的影响而变化,对降低地下水、土方边坡的稳定性及填方密实程度有直接的影响。

2. 土的可松性

自然状态下的土经开挖后内部组织被破坏,其体积因松散而增加,以后虽经回填压实,仍不能恢复其原来的体积,土的这种性质称为土的可松性。土的可松性用可松性系数表示,即

$$K_p = \frac{V_2}{V_1} \quad (1-2)$$

$$K'_p = \frac{V_3}{V_1} \quad (1-3)$$

式中 K_p ——土的最初可松性系数;

K'_p ——土的最终可松性系数;

V_1 ——土在自然状态下的体积(m^3);

V_2 ——土挖出后在松散状态下的体积(m^3);

V_3 ——土经回填压实后的体积(m^3)。

V_3 指的是土方分层填筑时在土体自重、运土工具重量及压实机具作用下压实后的体积,此时,土壤变得密实,但无论如何其密实程度不如原土,因此 $V_3 > V_1$ 。

土的最初可松性系数 K_p 是计算车辆装运土方体积及选择挖土机械的主要参数;土的最终可松性系数 K'_p 是计算填方所需挖土工程量的主要参数, K_p 、 K'_p 的大小与土质有关。根据土的工程分类,相应的可松性系数参见表 1-1。

3. 土的渗透性

土的渗透性是指土体被水透过的性质。土体孔隙中的自由水在重力作用下会发生流动,当基坑(槽)开挖至地下水位以下,地下水会不断流入基坑(槽)。地下水在土中渗流中受到土颗粒的阻力,其大小与土的渗透性及地下水渗流的路程长短有关。法国学者达西根据图 1-1 所示的砂土渗透实验,发现水在土中的渗流速度(V)与水力坡度(I)成正比,即

$$V = KI \quad (1-4)$$

水力坡度 I 是 A、B 两点的水位差 h 与渗流路程 L 之比,即 $I = h/L$ 。显然,渗流速度 V 与 h 成正比,与渗流的路程长度 L 成反比。比例系数 K 称为土

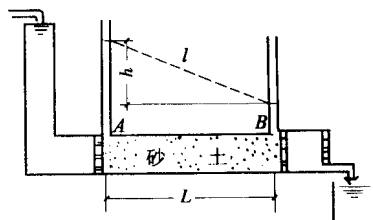


图 1-1 砂土渗透实验

的渗透系数(m/d 或 cm/d)。它与土的颗粒级配、密实程度等有关,一般由实验确定,表 1-2 的数值可供参考。

表 1-2 土的渗透系数参考

土的种类	渗透系数/(m/d)	土的种类	渗透系数/(m/d)
粉质黏土、黏土	<0.01	含黏性土的中砂及纯细砂	5~20
粉质黏土	0.01~0.1	含黏土的细砂及纯中砂	10~30
含粉质黏土的粉砂	0.1~0.5	纯粗砂	20~50
纯粉砂	0.5~1.0	粗砂夹砾石	50~100
含黏土的细砂	1.0~5.0	砾石	50~150

土的渗透系数是选择人工降低地下水位方法的依据,也是分层填土时确定相邻两层结合面形式的依据。

4. 土方边坡

土方边坡是指土体自由倾斜能力的大小,一般用边坡坡度和边坡系数表示。

边坡坡度是指边坡深度 h 与边坡宽度 b 之比(见图 1-2)。工程中通常以 $1:m$ 表示边坡的大小, m 称为边坡系数,即

边坡坡度 = $\tan\alpha = \frac{h}{b} = \frac{1}{b/h} = 1:m$ (1-5)

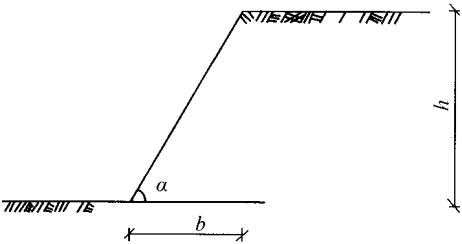


图 1-2 边坡坡度示意

式中 $m=b/h$ ——边坡系数。

1.2 土方量计算

土方量是土方工程施工组织设计的主要数据之一,是采用人工挖掘时组织劳动力或采用机械施工时计算机械台班和工期的依据。土方量的计算要尽量准确。

1.2.1 场地平整土方量计算

场地平整是将现场平整成施工所要求的设计平面。场地平整前,应根据建设工程的性质、规模、施工期限和施工水平和基坑(槽)开挖的要求等,确定场地平整与基坑(槽)开挖的施工顺序,确定场地的设计标高并计算挖填土方量。但厚度在 $\pm 0.3\text{ m}$ 以内的人工平整场地不涉及土方量的计算问题。

场地平整与基坑(槽)开挖的施工顺序通常有三种不同情况。

① 先平整整个场地,后开挖建筑物或构筑物基坑(槽)。这样可使大型土方机械有较大的工作面,能充分发挥其效能,也可减少与其他工作(如排水、移树等)的互相干扰,但工期较长。此种顺序适用于场地挖填土方量较大的工程。

② 先开挖建筑物或构筑物的基坑(槽),后平整场地。这种顺序是指建筑物或构筑物的基础施工完毕后再进行场地平整,这样可减少许多土方的重复开挖,加快施工进度。此方法适用于地形较平坦的场地。

③ 边平整场地,边开挖基坑(槽)。当工期紧迫或场地地形复杂时,可按照现场施工的具体条件和施工组织的要求划分施工区。施工时,可先平整某一区场地后,随即开挖该区的基坑(槽);或开挖某一区的基坑(槽),并做完基础后再进行该区的场地平整。

1. 场地设计标高的确定

场地设计标高一般由设计单位确定,它是进行场地平整和土方量计算的依据。合理地确定场地设计标高,对减少土方量、加快建设速度都具有十分重要的意义。

1) 确定设计标高时需考虑的因素

- (1) 满足生产工艺和运输的要求;
- (2) 尽量利用地形,以减小挖填土方量;
- (3) 场地内的挖方、填方尽量平衡,且土方量尽量小(面积大、地形又复杂时除外),以便降低土方施工费用;
- (4) 场内要有一定的泄水坡度($i \geq 2\%$),能满足排水的要求;
- (5) 考虑最高洪水水位的要求;
- (6) 满足市政道路与规划的要求。

2) 场地设计标高确定步骤和方法

- (1) 初步确定场地设计标高 H_0 。

初步确定场地设计标高要根据场地挖填土方量平衡的原则进行,即场内土方的绝对体积在平整前后是相等的。

① 在具有等高线的地形图上将施工区域划分为边长 $a=10\sim 40\text{ m}$ 的若干方格(见图 1-3)。

② 确定各小方格的角点高程。可根据地形图上相邻两等高线的高程,用插入法计算求得;也可用一张透明纸,上面画 6 根等距离的平行线,把该透明纸放到标有方格网的地形图上(见图 1-4),将 6 根平行线的最外两根分别对准 A、B 两点,这时 6 根等距离的平行线将 A、B 之间的高差分成 5 等分,于是便可直接读得 C 点的地面标高。此外,在无地形图的情况下,也可以在地面用木桩或钢钎打好方格网,然后用仪器直接测出方格网角点标高。

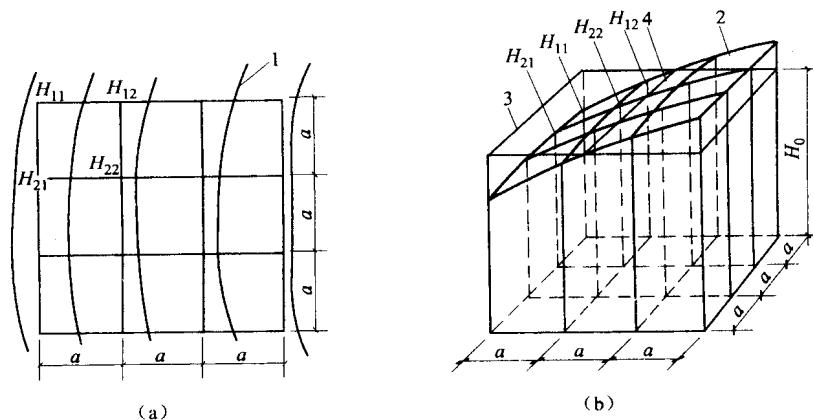


图 1-3 场地设计标高计算简图

(a)地形图上划分方格;(b)设计标高示意图
1—等高线;2—自然地面;3—设计标高平面;4—零线

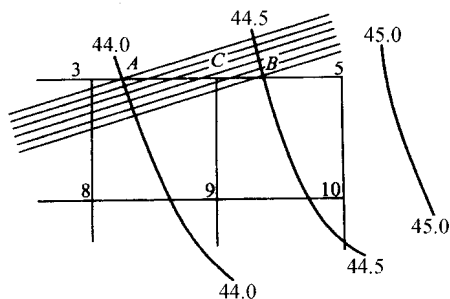


图 1-4 内插法的图解法

按填挖方平衡原则确定设计标高 H_0 , 即

$$H_0 Na^2 = \sum \left(a^2 \frac{H_{11} + H_{12} + H_{21} + H_{22}}{4} \right) \quad (1-6)$$

$$H_0 = \frac{\sum (H_{11} + H_{12} + H_{21} + H_{22})}{4N} \quad (1-7)$$

从图 1-3(a)可知, H_{11} 系一个方格的角点标高, H_{12} 和 H_{21} 均系两个方格公共的角点标高, H_{22} 则是四个方格公共的角点标高, 它们分别在式(1-6)中要加一次、二次、四次。因此, 式(1-6)可改写成下列形式:

$$H_0 = \frac{\sum H_1 + 2 \sum H_2 + 3 \sum H_3 + 4 \sum H_4}{4N} \quad (1-8)$$

式中 H_1 ——一个方格仅有的角点标高(m);
 H_2 ——两个方格共有的角点标高(m);
 H_3 ——三个方格共有的角点标高(m);
 H_4 ——四个方格共有的角点标高(m)。