

新编 房屋基础结构 设计手册。

• 曾昭豪 主编

XINBIAN
FANGWU JICHU
JIEGOU SHEJI SHOUC

中国建材工业出版社

新 编 房屋基础结构设计手册

主 编 曾昭豪
副主编 曾爱方 李 英

中国建材工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

新编房屋基础结构设计手册/曾昭豪主编. —北京:
中国建材工业出版社, 2007. 1
ISBN 978-7-80227-058-9

I. 新... II. 曾... III. 房屋结构—结构设计—技
术手册 IV. TU22

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 020791 号

内 容 提 要

本手册是按照我国最新颁布的《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2002)的要求和规定,结合《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)等有关规范,使用法定计量单位和国家通用符号,通过电子计算机计算编制而成的。全书共分十二章,包括条形基础、独立基础、筏形基础、岩石锚杆基础、杯口基础(含高杯口基础)、桩基础、箱形基础、挡土墙、地基处理、基坑开挖和支护等。

本手册内容具体、概念清楚、图表简明、计算方便、查表迅速,可供从事土建工程的设计人员和施工人员参考。

新编房屋基础结构设计手册

曾昭豪 主编

出版发行:中国建材工业出版社

地 址:北京市西城区车公庄大街 6 号

邮 编:100044

经 销:全国各地新华书店

印 刷:北京鑫正大印刷有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:44

字 数:1090 千字

版 次:2007 年 1 月第一版

印 次:2007 年 1 月第一次

定 价:79.00 元

网上书店:www.ecool100.com

本书如出现印装质量问题,由我社发行部负责调换。联系电话:(010)88386906

前 言

本手册是根据我国最新颁布的《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2002),结合《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)、《砌体结构设计规范》(GB 50003—2001)等设计规范,采用设计通用符号和法定计量单位,通过电子计算机计算编制而成的。本手册保留了《房屋基础结构设计手册》(1997年出版)的特点,并吸取八年来广大设计人员使用该手册提出的宝贵意见,内容更加丰富,更具实用价值。

考虑到设计人员设计计算的习惯,本手册采用了表达式的数据表格,表格的前面有使用表格的方法及说明,在表格的后面有其计算的示例。所以使用本手册对加快设计阶段的设计进度具有现实意义和实用价值。

本手册包含的内容具体、概念清楚、图表简明、查表迅速、应用方便,可供从事土建工程设计人员参考。

本手册在编写的过程中,承蒙河北工程大学郭荣茂副教授(国家一级注册结构工程师)的大力支持和帮助,在此表示衷心地感谢。

参加本书编写的还有:齐艳平、曾爱珠、蒋伟、麻秀琴、蒋学平、曾爱生、宋敏、曾庆源、曾羿博等。在此一并表示感谢。

由于时间紧迫,加之本人水平有限,书中不当之处,恳请广大读者批评和指正,谢谢。

编者

2006年2月

目 录

第一章 天然地基上的基础设计	1
第二章 地基承载力计算	4
第三章 条形基础	66
第一节 墙下条形刚性基础	66
第二节 墙下条形钢筋混凝土基础	125
第四章 矩形(方形)独立基础	147
第五章 筏形基础	204
第六章 岩石锚杆基础	209
第七章 杯口基础及高杯口基础	212
第八章 箱形基础	246
第九章 桩基础	250
第一节 桩基础的应用	250
第二节 桩和桩基础的分类	250
第三节 桩基础设计的一般规定	252
第四节 单桩竖向承载力特征值的确定	263
第五节 桩数的计算和桩基的布置	550
第十章 地基处理	556
第一节 换土垫层的设计	556
第二节 灰土桩的设计	559
第十一章 挡土墙	565
第一节 挡土墙的分类及其选择应用	565
第二节 挡土墙的一般规定	567
第三节 各类挡土墙的设计	572
第十二章 计算例题	613
附录一 岩石坚硬程度及岩体完整程度的划分	622
附录二 碎石土野外鉴别	623
附录三 深层平板载荷试验要点	624
附录四 浅层平板载荷试验要点	625
附录五 土(岩)的承载力标准值	626
附录六 抗剪强度指标 c 、 φ 标准值	629
附录七 岩基载荷试验要点	630
附录八 常用材料和构件的自重	631
附录九 岩石单轴抗压强度试验要点	641

附录十 钢筋的计算截面面积及理论重量·····	642
附录十一 各种钢筋间距时每米宽的钢筋截面面积·····	643
附录十二 岩石锚杆抗拔试验要点·····	644
附录十三 我国主要城镇抗震设防烈度、设计基本地震加速度和设计地震分组 ·····	645
附录十四 全国各城镇 50 年一遇雪压和风压 ·····	657
附录十五 单桩竖向静载荷试验要点·····	677
附录十六 桩基础最终沉降量计算·····	679
附录十七 阶梯形承台及锥形承台斜截面受剪的截面宽度·····	682
附录十八 冲切临界截面周长及极惯性矩计算公式·····	683
附录十九 建筑物的安全等级·····	685
附录二十 Ω 值表·····	686
附录二十一 混凝土强度·····	691
术语和符号·····	692
参考文献·····	695

第一章 天然地基上的基础设计

建筑物按部位要求分为两大部分:一为地上部分,称为上部建筑;二为地下部分,称为地下基础。基础坐落在地基上,地基是基础的持力层。因此,天然状态下的持力层称为天然地基;如果经过人工处理的地基,则称为人工地基。基础按埋设的深度,又分为深基和浅基两大类。一般埋深小于 5m 的称为浅基,埋深超过 5m 的称为深基。深基又分为桩基和沉井等。按结构分,又分为条基、独基和箱基等。

一、设计基础的思路

当设计建筑物的基础时,必须将地基和基础看作一个整体来考虑。根据地基与基础的组合关系,在确定设计基础的方案时,还必须考虑上部建筑的形式、荷载的大小、基础的结构形式和地基承载力的多少、施工队伍的技术素质、施工机械的优劣、建筑材料等有关情况,作全面分析和综合考虑。通过技术经济指标的比较,然后选择最佳方案。首先要选择天然地基上的浅基。如果条件允许,可比较天然地基上的深基和人工地基上的浅基,作技术和经济指标综合比较,然后选其最佳方案。

二、设计基础的原则

将建筑物的荷载通过基础传递到地基中去,保证建筑物的正常使用和安全。只有上部建筑结构的安全度和施工质量可靠,同时保证地基和基础的安全,才能确保建筑物的正常使用。无论上部建筑或是下部基础发生问题,都可能影响正常使用,甚致发生破坏,不仅难于修复,更容易造成灾害。再加上地质条件的复杂性和土力学的特殊性,使地基基础在整个设计的过程中,占有举足轻重的地位。因此,必须掌握地基基础的设计原则。

1. 能承受正常施工和正常使用时,可能出现的各种问题。
2. 在正常使用时,有足够的安全度。
3. 在正常维护下有良好的工作性能。
4. 在偶然事件发生时和发生后,还能保证结构的整体性和稳定性。

三、设计基础的步骤

当掌握设计基础的原则和步骤以后,为了加快设计进度和避免返工,设计基础可按下列步骤进行:

1. 选择基础设计的类型和确定基础的平面布置。
2. 根据地质资料,确定基础的埋设深度以及持力层的地基承载力特征值。
3. 根据基础埋设深度和持力层的地基承载力特征值,计算基础底面尺寸。
4. 根据地质条件和结构的要求以及安全度的需要,确定是否进行地基变形验算。
5. 进行基础结构设计和计算(包括平、立、剖面图的设计)。
6. 编制设计计算书,绘制施工图,写出施工说明。

由于影响地基基础设计的因素很多,因此,基础设计方案和设计图的尺寸难于一次确定,一般先假设后计算,往往需要反复数次才能完成。所以,设计者应采用设计和施工方面的先进

技术,做到在技术上先进,经济上合理,结构上安全的前提下,强化经济观点,节约建设资金。这是设计工作者义不容辞的责任。

四、基础埋深的确定

基础埋设深度,是指设计室外地坪至基础底面的距离。埋设深度的深浅,对建筑物的安全度、稳定性、施工工期、建设资金等影响很大。因此,合理选择埋深和确定基础的埋设深度,是一件非常重要的事。制约埋设深度的因素很多,要抓住主要因素,这主要取决于设计者的经验和判断能力,但必须按照《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2002)第 5.1.1 条的规定来确定。具体要求如下:

1. 建筑物的用途,有无地下室,设备基础和地下设施,基础的形式和基础的构造。

2. 作用在地基上荷载的大小和性质(动载或静载)。

3. 工程地质和水文地质条件。

4. 相邻建筑物的基础埋设深度。

5. 地基土冻胀和融陷的影响。

6. 地基承载力的大小。

7. 在满足地基稳定和变形要求前提下,基础应尽量浅埋,除岩石地基外,基础埋深不宜小于 0.5m。

8. 位于土质地基上的高层建筑,其埋设深度应满足稳定要求。位于岩石地基上的高层建筑,其基础埋深应满足抗滑要求。

9. 基础宜埋置在地下水位以上,当必须埋设在地下水位以下时,应采取地基土在施工时不受扰动的措施。

10. 新建筑物的基础埋深不宜大于原有建筑基础。当埋深大于原有建筑基础时,两基础间应保持一定净距,其数值应根据荷载大小和土质情况而定,一般取相邻两基础底面高差的 1~2 倍,如图 1-1 所示。

11. 基础顶面应低于设计室外地坪 100mm 以下,以避免基础外露。

12. 在同一建筑物内,如果基础之间的荷载相差悬殊,或地基土压缩性变化很大,为了减少沉降差与局部倾斜等,应争取按均匀沉降的原则,来考虑各段基础的埋设深度和宽度。

13. 当基础连系梁下面有冻胀性土时,应在梁下填以炉碴等松散材料。根据土冻胀性的大小可预留 50~150mm 的空隙以防止因冻胀土而将连系梁拱裂。

14. 为防止基础不均匀沉降,可在基础顶部设置基础圈梁。

这些都是制约埋深的因素。

五、抗震对天然地基和基础的要求:

1. 下列建筑可不进行天然地基和基础的抗震承载力验算:

(1)砌体房屋。

(2)地基主要受力层范围内不存在软弱黏土层的下列建筑:

1)一般的单层厂房和单层空旷房屋。

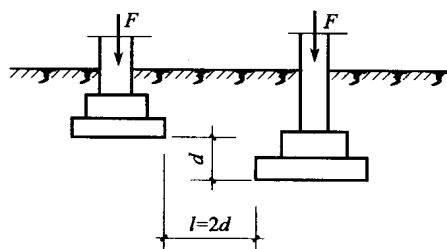


图 1-1 新旧建筑基础距离图

2)不超过八层且高度在 25m 以下的一般民用框架房屋。

3)基础荷载与 2)项相当的多层框架厂房。

(3)抗震设计规范(GB 50011—2001)规定可不进行上部结构抗震验算的建筑。

注:软弱黏性土层指地基承载力特征值分别小于 80kPa、100kPa 的土层。

2. 天然地基基础抗震验算时,应采用地震作用效应标准组合,且地基抗震承载力应取地基承载力特征值乘以地基抗震承载力调整系数计算。

3. 地基抗震承载力应按下列公式计算

$$f_{aE} = \xi_a f_a \quad (1-1)$$

式中 f_{aE} ——调整后的地基抗震承载力;

ξ_a ——地基土抗震承载力调整系数,按表 1-1 采用;

f_a ——深度修正后的地基承载力特征值。

表 1-1 地基土抗震承载力调整系数

岩 土 名 称 和 性 状	ξ_a
岩石,密实的碎石土,密实的砾,粗、中砂, $f_{ak} \geq 300$ 的黏性土和粉土	1.5
中密、稍密的碎石土,中密、稍密的砾,粗、中砂,密实和中密的细粉砂, $150 \leq f_{ak} < 300$ 的黏性土和粉土,坚硬黄土	1.3
稍密的细粉砂, $100 \leq f_{ak} < 150$ 的黏性土和粉土,可塑的黄土	1.1
淤泥和淤泥质土、松散的砂、杂填土、新近堆积的黄土及流塑黄土	1.0

4. 验算天然地基和地震作用下的竖向承载力时,按地震作用效应标准组合的基础底面平均压力和边缘最大压力应符合下列各式的要求:

$$p \leq f_{aE} \quad (1-2)$$

$$p_{\max} \leq 1.2 f_{aE} \quad (1-3)$$

式中 p ——地震作用效应标准组合的基础底面平均压力;

$p_{\max}$ ——地震作用效应标准组合的基础边缘最大压力。

高宽比大于 4 的高层建筑,在地震作用下基础底面不宜出现拉应力;其他建筑,基础底面与地基土之间零应力区面积不应超过基础底面积的 15%。

第二章 地基承载力计算

为了保证建筑物或构筑物的安全和正常使用,要求地基必须有足够的承载力和整体稳定性,同时,还要控制地基变形在容许的范围内。因此,地基的计算有承载力、变形、稳定性三种不同的计算内容。

一、承载力计算

承载力的计算包括持力层和软弱下卧层。

1. 持力层承载力计算

作用在基础顶面的荷载,有竖向力 F 、水平剪力 V 、弯矩 M ,如图 2-1 所示。不论其如何组合,都可概括为中心受压和偏心受压两种状态。所以,基础底面的压力应满足下列条件:

(1)中心受压基础(图 2-1(e))

$$p_k \leq f_a \quad (2-1)$$

式中 p_k ——相应于荷载效应标准组合时,基础底面处的平均压力值,kPa;

f_a ——修正后地基承载力特征值(即宽度和深度修正后的特征值),kPa。

(2)偏心受压基础(如图 2-1(f))

除应符合公式(2-1)外,尚应符合

$$p_{k\max} \leq 1.2f_a \quad (2-2)$$

式中 $p_{k\max}$ ——相应于荷载标准组合时,基础底面边缘的最大压力值,kPa。

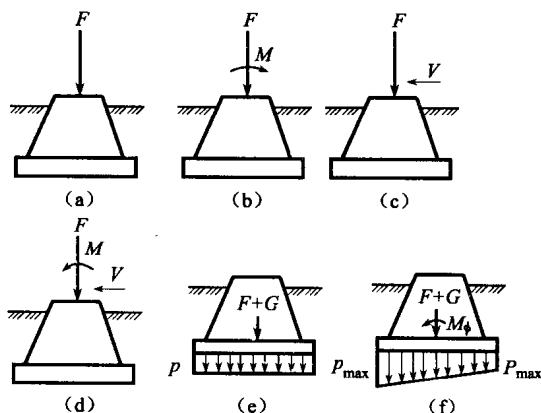


图 2-1 作用在基础顶面上的荷载

$$p_k = \frac{F_k + G_k}{A} \quad (2-3)$$

F_k ——相应于荷载标准组合时,上部结构传至基础顶面的竖向力值;

G_k ——基础自重设计值及基础上的土重(可取平均重度 20kN/m^3),kN;

A ——基础底面面积, m^2 。

$$p_{k\max} = \frac{F_k + G_k}{A} \pm \frac{M_k}{W} \quad (2-4)$$

式中 M_k ——相应于荷载标准组合时,作用于基础底面的力矩值;

W ——基础底面的抵抗矩, m^3 ;

$p_{k\min}$ ——基础底面边沿的最小压力值,kPa。

当偏心受压基础偏心较大时($e > \frac{b}{6}$), $p_{k\min}$ 为负值,表示基础与地基脱离,但应尽量避免这种现象。为了充分利用地基的承载力,对较小的工程,允许有较小的负值(负值区不得大于

基础宽度的四分之一), 见图 2-2。此时最大边沿的压应力 p_{kmix} 按下列公式计算:

$$p_{\text{max}} = \frac{2(F_k + G_k)}{3la} \quad (2-5)$$

式中 l ——垂直于力矩作用方向的基础底面边长, m;

a ——合力作用点至基础底面最大压力边沿的距离, m。

2. 软弱下卧层承载力计算

基础持力层有足够的强度并不能代表整个地基有足够的保证。如果地基受力范围内有软弱下卧层, 往往因软弱下卧层强度不够而导致基础破坏, 影响上部建筑结构。因此, 必须验算下卧层的承载力, 使其满足下列条件:

$$p_z + p_{cz} \leq f_{az} \quad (2-6)$$

式中 p_z ——软弱下卧层顶面处的附加压力值, kPa;

p_{cz} ——软弱下卧层顶面处的自重压力值, kPa;

f_{az} ——软弱下卧层顶面处经深度修正后的地基承载力特征值, kPa。

附加压力值 p_z , 可按双层地基中附加应力分布计算。为简单实用, 也可采用应力扩散角的概念计算, 如图 2-3 所示。地基扩散角 θ 向下传递和扩散, 并假定均匀分布, 根据扩散前后总压力相等的条件, 求得扩散面上的附加压应力, 按《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2002) 第 5.2.7 条规定: 当上层土与下卧层土的压缩模量大于或等于 3 时, 对条形基础和矩形基础, 公式(2-6)中的 p_z 值可按下列公式计算:

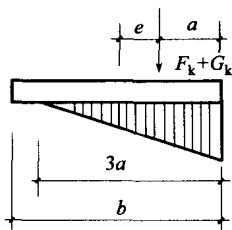


图 2-2 偏心荷载 $e > \frac{b}{6}$ 下基础压力计算图

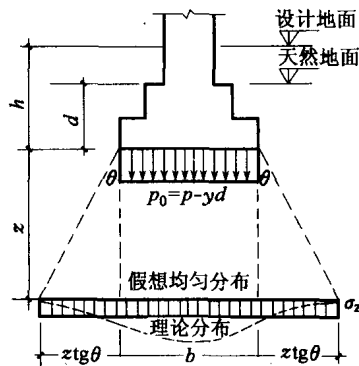


图 2-3 扩散角法计算土中附加应力示意图

条形基础

$$p_z = \frac{b(p_k - p_c)}{b + 2z \tan \theta} \quad (2-7)$$

矩形基础

$$p_z = \frac{lb(p_k - p_c)}{(b + 2z \tan \theta)(l + 2z \tan \theta)} \quad (2-8)$$

式中 b ——条基和独基(矩形基础)底边宽度;

l ——矩形基础底边的长度;

p_c ——基础底面处土的自重压力值;

z ——基础底面至软弱下卧层顶面的距离;

θ ——地基压力扩散线与垂直线的夹角, 可按表 2-1 采用。

表 2-1 地基压力扩散角 θ

E_{s1}/E_{s2}	z/b	
	0.25	0.50
3	6°	23°
5	10°	25°
10	20°	30°

注 1. E_{s1} 为上层土压缩模量, E_{s2} 为下层土压缩模量。

2. $z < 0.25b$, 一般取 $\theta = 0^\circ$ 。必要时宜由试验确定; $z/b > 0.5$ 时, θ 值不变。

二、变形计算

根据《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2002)第 5.3.5 条有关地基应力分布的规定, 可采用各项同性均质的直线变形理论。其最终沉降量可按下列公式进行计算。

$$S = \psi_s S' = \psi_s \sum_{i=1}^n \frac{p_0}{E_{si}} (z \bar{\alpha}_i - z_{i-1} \bar{\alpha}_{i-1}) \quad (2-9)$$

式中 S ——地基最终沉降量, mm;

S' ——按分层总和法计算出的地基变形量;

ψ_s ——沉降计算经验系数, 根据地区沉降观测资料及经验确定, 无地区经验时, 也可采用表 2-2 的数值;

n ——地基变形计算深度范围内所划分的土层数(图 2-4);

p_0 ——对应于荷载标准值时的基础底面处的附加压力, kPa;

E_{si} ——基础底面下第 i 层土的压缩模量, 应按实际应力范围取值, MPa;

z_i, z_{i-1} ——基础底面至第 i 层土、第 $i-1$ 层土底面的距离, m;

$\bar{\alpha}_i, \bar{\alpha}_{i-1}$ ——基础底面计算点至第 i 层土底面范围内平均附加应力系数, 按表 2-4a~e 各表采用。

建筑物的地基变形容许值见表 2-4。

地基沉降计算深度 z_n (图 2-4), 应符合下式要求:

$$\Delta S'_n \leq 0.025 \sum_{i=1}^n \Delta S'_i \quad (2-10)$$

式中 $\Delta S'_i$ ——在计算深度范围内, 第 i 层土的计算沉降值;

$\Delta S'_n$ ——在由计算深度向上取厚度为 Δz 的土层计算沉降值, Δz 见图 2-4, 并按表 2-3 确定。如确定的计算深度下部仍有较软土层时, 应继续计算。

表 2-2 沉降量计算经验系数 ψ_s

$\bar{E}_s$ (MPa)	2.5	4.0	7.0	15.0	20.0
基底附加压力					
$p_0 \geq f_k$	1.4	1.3	1.0	0.4	0.2
$p_0 \leq 0.75 f_k$	1.1	1.0	0.7	0.4	0.2

注: $\bar{E}_s$ 为沉降计算深度范围内压缩模量的当量值, 应按下式计算:

$$\bar{E}_s = \frac{\sum A_i}{\sum \frac{A_i}{E_{si}}} \quad (2-12)$$

式中 A_i ——第 i 层土附加应力系数沿土层厚度的积分值。

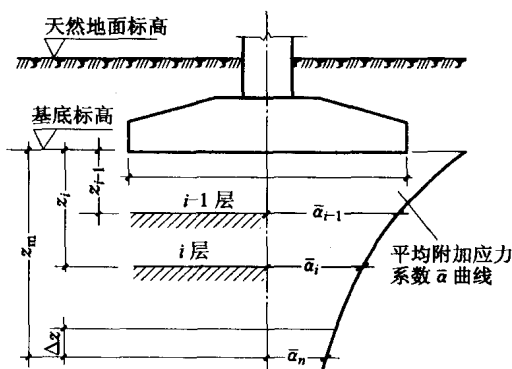


图 2-4 基础沉降计算分层示意图

表 2-3 Δz

$b(m)$	≤ 2	$2 < b \leq 4$	$4 < b \leq 8$	$8 < b$
$\Delta z(m)$	0.3	0.6	0.8	1.0

当无相邻荷载影响,基础宽度在 1~3m 范围内时,基础中点的地基沉降计算深度也可按下列简化公式计算:

$$z_n = b(2.5 - 0.41nb) \quad (2-11)$$

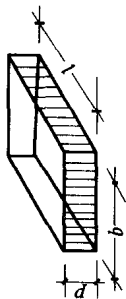
式中 b ——基础宽度, m。

在计算范围内存在基岩时, z_n 可取至基岩表面。

表 2-4a 附加应力系数 α 、平均附加应力系数 $\bar{\alpha}$ 矩形面积上均布荷载作用下角点附加应力系数 α

z/b	l/b											
	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	10.0	条形
0.0	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250
0.2	0.249	0.249	0.249	0.249	0.249	0.249	0.249	0.249	0.249	0.249	0.249	0.249
0.4	0.240	0.242	0.243	0.243	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244
0.6	0.223	0.228	0.230	0.232	0.232	0.233	0.234	0.234	0.234	0.234	0.234	0.234
0.8	0.200	0.207	0.212	0.215	0.216	0.218	0.220	0.220	0.220	0.220	0.220	0.220
1.0	0.175	0.185	0.191	0.195	0.198	0.200	0.203	0.204	0.204	0.204	0.205	0.205
1.2	0.152	0.163	0.171	0.176	0.179	0.182	0.187	0.188	0.189	0.189	0.189	0.189
1.4	0.131	0.142	0.151	0.157	0.161	0.164	0.171	0.173	0.174	0.174	0.174	0.174
1.6	0.112	0.124	0.133	0.140	0.145	0.148	0.157	0.159	0.160	0.160	0.160	0.160
1.8	0.097	0.108	0.117	0.124	0.129	0.133	0.143	0.146	0.147	0.148	0.148	0.148
2.0	0.084	0.095	0.103	0.110	0.116	0.120	0.131	0.135	0.136	0.137	0.137	0.137
2.2	0.073	0.083	0.092	0.098	0.104	0.108	0.121	0.125	0.126	0.127	0.128	0.128
2.4	0.064	0.073	0.081	0.088	0.093	0.098	0.111	0.116	0.118	0.118	0.119	0.119
2.6	0.057	0.065	0.072	0.079	0.084	0.089	0.102	0.107	0.110	0.111	0.112	0.112
2.8	0.050	0.058	0.065	0.071	0.076	0.080	0.094	0.100	0.102	0.104	0.105	0.105
3.0	0.045	0.052	0.058	0.064	0.069	0.073	0.087	0.093	0.096	0.097	0.099	0.099
3.2	0.040	0.047	0.053	0.058	0.063	0.067	0.081	0.087	0.090	0.092	0.093	0.094
3.4	0.036	0.042	0.048	0.053	0.057	0.061	0.075	0.081	0.085	0.086	0.088	0.089
3.6	0.033	0.038	0.043	0.048	0.052	0.056	0.069	0.076	0.080	0.082	0.084	0.084
3.8	0.030	0.035	0.040	0.044	0.048	0.052	0.065	0.072	0.075	0.077	0.080	0.080
4.0	0.027	0.032	0.036	0.040	0.044	0.048	0.060	0.067	0.071	0.073	0.076	0.076
4.2	0.025	0.029	0.033	0.037	0.041	0.044	0.056	0.063	0.067	0.070	0.072	0.073
4.4	0.023	0.027	0.031	0.034	0.038	0.041	0.053	0.060	0.064	0.066	0.069	0.070
4.6	0.021	0.025	0.028	0.032	0.035	0.038	0.049	0.056	0.061	0.063	0.066	0.067
4.8	0.019	0.023	0.026	0.029	0.032	0.035	0.046	0.053	0.058	0.060	0.064	0.064
5.0	0.018	0.021	0.024	0.027	0.030	0.033	0.043	0.050	0.055	0.057	0.061	0.062
6.0	0.013	0.015	0.017	0.020	0.022	0.024	0.033	0.039	0.043	0.046	0.051	0.052
7.0	0.009	0.011	0.013	0.015	0.016	0.018	0.025	0.031	0.035	0.038	0.043	0.045
8.0	0.007	0.009	0.010	0.011	0.013	0.014	0.020	0.025	0.028	0.031	0.037	0.039
9.0	0.006	0.007	0.008	0.009	0.010	0.011	0.016	0.020	0.024	0.026	0.032	0.035
10.0	0.005	0.006	0.007	0.007	0.008	0.009	0.013	0.017	0.020	0.022	0.028	0.032
12.0	0.003	0.004	0.005	0.005	0.006	0.006	0.009	0.012	0.014	0.017	0.022	0.026
14.0	0.002	0.003	0.003	0.004	0.004	0.005	0.007	0.009	0.011	0.013	0.018	0.023
16.0	0.002	0.002	0.003	0.003	0.003	0.004	0.005	0.007	0.009	0.010	0.014	0.020
18.0	0.001	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003	0.004	0.006	0.007	0.008	0.012	0.018
20.0	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.004	0.005	0.006	0.007	0.010	0.016
25.0	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.003	0.004	0.004	0.007	0.013
30.0	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.003	0.003	0.005	0.011
35.0	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.004	0.009
40.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.003	0.008

注: l —基础长度(m); b —基础宽度(m); z —计算点离基础底面垂直距离(m)。

表 2-4b 矩形面积上均布荷载作用下角点的平均附加应力系数 $\bar{\alpha}$

z/b	l/b	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.4	2.8	3.2	3.6	4.0	5.0	10.0
0.0		0.250 0	0.250 0	0.250 0	0.250 0	0.250 0	0.250 0	0.250 0	0.250 0	0.250 0	0.250 0	0.250 0	0.250 0	0.250 0
0.2		0.249 6	0.249 7	0.249 7	0.249 8	0.249 8	0.249 8	0.249 8	0.249 8	0.249 8	0.249 8	0.249 8	0.249 8	0.249 8
0.4		0.247 4	0.247 9	0.248 1	0.248 3	0.248 3	0.248 4	0.248 5	0.248 5	0.248 5	0.248 5	0.248 5	0.248 5	0.248 5
0.6		0.243 4	0.243 7	0.244 4	0.244 8	0.245 1	0.245 2	0.245 4	0.245 5	0.245 5	0.245 5	0.245 5	0.245 5	0.245 6
0.8		0.234 6	0.237 2	0.238 7	0.239 5	0.240 0	0.240 3	0.240 7	0.240 8	0.240 9	0.240 9	0.241 0	0.241 0	0.241 0
1.0		0.225 2	0.229 1	0.231 3	0.232 6	0.233 5	0.234 0	0.234 6	0.234 9	0.235 1	0.235 2	0.235 2	0.235 3	0.235 3
1.2		0.214 9	0.219 9	0.219 9	0.224 8	0.226 0	0.226 8	0.227 8	0.228 2	0.228 5	0.228 6	0.228 7	0.228 8	0.228 9
1.4		0.204 3	0.210 2	0.214 0	0.216 4	0.218 0	0.219 1	0.220 4	0.221 1	0.221 5	0.221 7	0.221 8	0.222 0	0.222 1
1.6		0.193 9	0.200 6	0.204 9	0.207 9	0.209 9	0.211 3	0.213 0	0.213 8	0.214 3	0.214 6	0.214 8	0.215 0	0.215 2
1.8		0.184 0	0.191 2	0.196 0	0.199 4	0.201 8	0.203 4	0.205 5	0.206 6	0.207 3	0.207 7	0.207 9	0.208 2	0.208 4
2.0		0.174 6	0.182 2	0.187 5	0.191 2	0.193 8	0.195 8	0.198 2	0.199 6	0.200 4	0.200 9	0.201 2	0.201 5	0.201 8
2.2		0.165 9	0.173 7	0.179 3	0.183 3	0.186 2	0.188 3	0.191 1	0.192 7	0.193 7	0.194 3	0.194 7	0.195 2	0.195 5
2.4		0.157 8	0.165 7	0.171 5	0.175 7	0.178 9	0.181 2	0.184 3	0.186 2	0.187 3	0.188 0	0.188 5	0.189 0	0.189 5
2.6		0.150 3	0.158 3	0.164 2	0.168 0	0.171 9	0.174 5	0.177 9	0.179 9	0.181 2	0.182 0	0.182 5	0.183 2	0.183 8
2.8		0.143 3	0.151 4	0.157 4	0.161 9	0.165 4	0.168 0	0.171 7	0.173 9	0.175 3	0.176 3	0.176 9	0.177 7	0.178 4
3.0		0.136 9	0.144 9	0.151 0	0.155 6	0.159 2	0.161 9	0.165 8	0.168 2	0.169 8	0.170 8	0.171 5	0.172 5	0.173 3
3.2		0.131 0	0.139 0	0.145 0	0.149 7	0.153 3	0.156 2	0.160 2	0.162 8	0.164 5	0.165 7	0.166 4	0.167 5	0.168 5
3.4		0.125 6	0.133 4	0.139 4	0.144 1	0.147 8	0.150 8	0.155 0	0.157 7	0.159 5	0.160 7	0.161 6	0.162 8	0.163 9
3.6		0.120 5	0.128 2	0.134 2	0.138 9	0.142 7	0.145 6	0.150 0	0.152 8	0.154 8	0.156 1	0.157 0	0.158 3	0.159 5
3.8		0.115 8	0.123 4	0.129 3	0.134 0	0.137 8	0.140 8	0.145 2	0.148 2	0.150 2	0.151 6	0.152 6	0.154 1	0.155 4
4.0		0.111 4	0.118 9	0.124 8	0.129 4	0.133 2	0.136 2	0.140 8	0.143 8	0.145 9	0.147 4	0.148 5	0.150 0	0.151 6
4.2		0.107 3	0.114 7	0.120 5	0.125 1	0.128 9	0.131 9	0.136 5	0.139 6	0.141 8	0.143 4	0.144 5	0.146 2	0.147 9
4.4		0.103 5	0.110 7	0.116 4	0.121 0	0.124 8	0.127 9	0.132 5	0.135 7	0.137 9	0.139 6	0.140 7	0.142 5	0.144 4
4.6		0.100 0	0.107 0	0.112 7	0.117 2	0.120 9	0.124 0	0.128 7	0.131 9	0.134 2	0.135 9	0.137 1	0.139 0	0.141 0
4.8		0.096 7	0.103 6	0.109 1	0.113 6	0.117 3	0.120 4	0.125 0	0.128 3	0.130 7	0.132 4	0.133 7	0.135 7	0.137 9
5.0		0.093 5	0.100 3	0.105 7	0.110 2	0.113 9	0.116 9	0.121 6	0.124 9	0.127 3	0.129 1	0.130 4	0.132 5	0.134 8
5.2		0.090 6	0.097 2	0.102 6	0.107 0	0.110 6	0.113 6	0.118 3	0.121 7	0.124 1	0.125 9	0.127 3	0.129 5	0.132 0

续表 2-4b

$\frac{l/b}{z/b}$	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.4	2.8	3.2	3.6	4.0	5.0	10.0
5.4	0.087 8	0.094 3	0.099 6	0.103 9	0.107 5	0.110 5	0.115 2	0.118 6	0.121 1	0.122 9	0.124 3	0.126 5	0.129 2
5.6	0.085 2	0.091 6	0.096 8	0.101 0	0.104 6	0.107 6	0.112 2	0.115 6	0.118 1	0.120 0	0.121 5	0.123 8	0.126 6
5.8	0.082 8	0.089 0	0.094 1	0.098 3	0.101 8	0.104 7	0.109 4	0.112 8	0.115 3	0.117 2	0.118 7	0.121 1	0.124 0
6.0	0.080 5	0.086 6	0.091 6	0.095 7	0.099 1	0.102 1	0.106 7	0.110 1	0.112 6	0.114 6	0.116 1	0.118 5	0.121 6
6.2	0.078 3	0.084 2	0.089 1	0.093 2	0.096 6	0.099 5	0.104 1	0.107 5	0.110 1	0.112 0	0.113 6	0.116 1	0.119 3
6.4	0.076 2	0.082 0	0.086 9	0.090 9	0.094 2	0.097 1	0.101 6	0.105 0	0.107 6	0.109 6	0.111 1	0.113 7	0.117 1
6.6	0.074 2	0.079 9	0.084 7	0.088 6	0.091 9	0.094 8	0.099 3	0.102 7	0.105 3	0.107 3	0.108 8	0.111 4	0.114 9
6.8	0.072 3	0.077 9	0.082 6	0.086 5	0.089 8	0.092 6	0.097 0	0.100 4	0.103 0	0.105 0	0.106 6	0.109 2	0.112 9
7.0	0.070 5	0.076 1	0.080 6	0.084 4	0.087 7	0.090 4	0.094 9	0.098 2	0.100 8	0.102 8	0.104 4	0.107 1	0.110 9
7.2	0.068 8	0.074 2	0.078 7	0.082 5	0.085 7	0.088 4	0.928	0.096 2	0.098 7	0.100 8	0.102 3	0.105 1	0.109 0
7.4	0.067 2	0.072 5	0.076 9	0.080 6	0.083 8	0.086 5	0.090 8	0.094 2	0.096 7	0.098 8	0.100 4	0.103 1	0.107 1
7.6	0.065 6	0.070 9	0.075 2	0.078 9	0.082 0	0.084 6	0.088 9	0.092 2	0.094 8	0.096 8	0.098 4	0.101 2	0.105 4
7.8	0.064 2	0.069 3	0.073 6	0.077 1	0.080 2	0.082 8	0.087 1	0.090 4	0.092 9	0.095 0	0.096 6	0.099 4	0.103 6
8.0	0.062 7	0.067 8	0.072 0	0.075 5	0.078 5	0.081 1	0.085 3	0.088 6	0.091 2	0.093 2	0.094 8	0.097 6	0.102 0
8.2	0.061 4	0.066 3	0.070 5	0.073 9	0.076 9	0.079 5	0.083 7	0.086 9	0.089 4	0.091 4	0.093 1	0.095 9	0.100 4
8.4	0.060 1	0.064 9	0.069 0	0.072 4	0.075 4	0.077 9	0.082 0	0.085 2	0.087 8	0.089 3	0.091 4	0.094 3	0.093 8
8.6	0.058 8	0.063 6	0.067 6	0.071 0	0.073 9	0.076 4	0.080 5	0.083 6	0.086 2	0.088 2	0.089 8	0.092 7	0.097 3
8.8	0.057 6	0.062 3	0.066 3	0.069 6	0.072 4	0.074 9	0.079 0	0.082 1	0.084 6	0.086 6	0.088 2	0.091 2	0.095 9
9.2	0.055 4	0.059 9	0.063 7	0.067 0	0.069 7	0.072 1	0.076 1	0.079 2	0.081 7	0.083 7	0.085 3	0.088 2	0.093 1
9.6	0.053 3	0.057 7	0.061 4	0.064 5	0.067 2	0.069 6	0.073 4	0.076 5	0.078 9	0.080 9	0.082 5	0.085 5	0.090 5
10.0	0.051 4	0.055 6	0.059 2	0.062 2	0.064 9	0.067 2	0.071 0	0.073 9	0.076 3	0.078 3	0.079 9	0.082 9	0.088 0
10.4	0.049 6	0.053 7	0.057 2	0.060 1	0.062 7	0.064 9	0.068 6	0.071 6	0.073 9	0.075 9	0.077 5	0.080 4	0.085 7
10.8	0.047 9	0.051 9	0.055 3	0.058 1	0.060 6	0.062 8	0.066 4	0.069 3	0.071 7	0.073 6	0.075 1	0.078 1	0.083 4
11.2	0.046 3	0.050 2	0.053 5	0.056 3	0.058 7	0.060 9	0.064 4	0.067 2	0.069 5	0.071 4	0.073 0	0.075 9	0.081 3
11.6	0.044 8	0.048 6	0.051 8	0.054 5	0.056 9	0.059 0	0.062 5	0.065 2	0.067 5	0.069 4	0.070 9	0.073 8	0.079 3
12.0	0.043 5	0.047 1	0.050 2	0.052 9	0.055 2	0.057 3	0.060 6	0.063 4	0.065 6	0.067 4	0.069 0	0.071 9	0.077 4
12.8	0.040 9	0.044 4	0.047 4	0.049 9	0.052 1	0.054 1	0.057 3	0.059 9	0.062 1	0.063 9	0.065 4	0.068 2	0.073 9
13.6	0.038 7	0.042 0	0.044 8	0.047 2	0.049 3	0.051 2	0.054 3	0.056 8	0.058 9	0.060 7	0.062 1	0.064 9	0.070 7
14.4	0.036 7	0.039 8	0.042 5	0.044 8	0.046 8	0.048 6	0.051 6	0.054 0	0.056 1	0.057 7	0.059 2	0.061 9	0.067 7
15.2	0.034 9	0.037 9	0.040 4	0.042 6	0.044 6	0.046 3	0.049 2	0.051 5	0.053 5	0.055 1	0.056 5	0.059 2	0.065 0
16.0	0.033 2	0.036 1	0.038 5	0.040 7	0.042 5	0.044 2	0.046 9	0.049 2	0.051 1	0.052 7	0.054 0	0.056 7	0.062 5
18.0	0.029 7	0.032 3	0.034 5	0.036 4	0.038 1	0.039 6	0.042 2	0.044 2	0.046 0	0.047 5	0.048 7	0.051 2	0.057 0
20.0	0.026 9	0.029 2	0.031 2	0.033 0	0.034 5	0.035 9	0.038 3	0.040 2	0.041 8	0.043 2	0.044 4	0.046 8	0.052 4

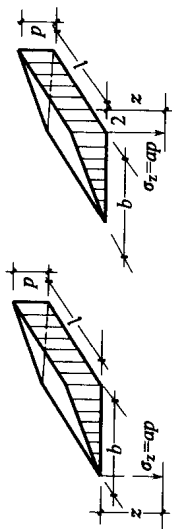


表 2-4c 矩形面积上三角形分布荷载作用下的附加应力系数 α 与平均附加应力系数 $\bar{\alpha}$

z/b		0.2				0.4				0.6				l/b	
		1		2		1		2		1		2		点	
		α	$\bar{\alpha}$	α	$\bar{\alpha}$	α	$\bar{\alpha}$	α	$\bar{\alpha}$	α	$\bar{\alpha}$	α	$\bar{\alpha}$	系数	
0.0		0.000 0	0.000 0	0.250 0	0.250 0	0.000 0	0.000 0	0.250 0	0.250 0	0.000 0	0.000 0	0.250 0	0.250 0	0.0	
0.2		0.022 3	0.011 2	0.182 1	0.216 1	0.028 0	0.014 0	0.211 5	0.230 8	0.029 6	0.014 8	0.216 5	0.233 3	0.2	
0.4		0.026 9	0.017 9	0.109 4	0.181 0	0.042 0	0.024 5	0.160 4	0.208 4	0.048 7	0.027 0	0.178 1	0.215 3	0.4	
0.6		0.025 9	0.020 7	0.070 0	0.150 5	0.044 8	0.030 8	0.116 5	0.185 1	0.056 0	0.035 5	0.140 5	0.196 6	0.6	
0.8		0.023 2	0.021 7	0.048 0	0.127 7	0.042 1	0.034 0	0.085 3	0.164 0	0.055 3	0.040 5	0.109 3	0.178 7	0.8	
1.0		0.020 1	0.021 7	0.034 6	0.110 4	0.037 5	0.035 1	0.063 8	0.146 1	0.050 8	0.043 0	0.085 2	0.162 4	1.0	
1.2		0.017 1	0.021 2	0.026 0	0.097 0	0.032 4	0.035 1	0.049 1	0.131 2	0.045 0	0.043 9	0.067 3	0.148 0	1.2	
1.4		0.014 5	0.020 4	0.020 2	0.086 5	0.027 8	0.034 4	0.038 6	0.118 7	0.039 2	0.043 6	0.054 0	0.135 6	1.4	
1.6		0.012 3	0.019 5	0.016 0	0.077 9	0.023 8	0.033 3	0.031 0	0.108 2	0.033 9	0.042 7	0.044 0	0.124 7	1.6	
1.8		0.010 5	0.018 6	0.013 0	0.070 9	0.020 4	0.032 1	0.025 4	0.099 3	0.029 4	0.041 5	0.036 3	0.115 3	1.8	
2.0		0.099 0	0.017 8	0.010 8	0.065 0	0.017 6	0.030 8	0.021 1	0.091 7	0.025 5	0.040 1	0.030 4	0.107 1	2.0	
2.5		0.006 3	0.015 7	0.007 2	0.053 8	0.012 5	0.027 6	0.014 0	0.076 9	0.018 3	0.036 5	0.020 5	0.090 3	2.5	
3.0		0.004 6	0.014 0	0.005 1	0.045 8	0.009 2	0.024 8	0.010 0	0.066 1	0.013 5	0.033 0	0.014 8	0.078 6	3.0	
5.0		0.001 8	0.009 7	0.001 9	0.028 9	0.003 6	0.017 5	0.003 8	0.042 4	0.005 4	0.023 6	0.005 6	0.047 6	5.0	
7.0		0.000 9	0.007 3	0.001 0	0.021 1	0.001 9	0.013 3	0.001 9	0.031 1	0.002 8	0.018 0	0.002 9	0.035 2	7.0	
10.0		0.000 5	0.005 3	0.004 0	0.015 0	0.000 9	0.009 7	0.001 0	0.022 2	0.001 4	0.013 3	0.001 4	0.025 3	10.0	

续表 2-4c

$\frac{l}{b}$ 点 系 数 z/b		0.8						1.0						1.2						$\frac{l}{b}$ 点 系 数 z/b	
		1		2				1		2				1		2					
				α	$\bar{\alpha}$	α	$\bar{\alpha}$			α	$\bar{\alpha}$	α	$\bar{\alpha}$			α	$\bar{\alpha}$				
0.0	0.000 0	0.000 0	0.250 0	0.250 0	0.000 0	0.250 0	0.000 0	0.250 0	0.000 0	0.250 0	0.000 0	0.250 0	0.000 0	0.250 0	0.000 0	0.250 0	0.250 0	0.250 0	0.0	0.0	
0.2	0.030 1	0.015 1	0.217 8	0.233 9	0.030 4	0.015 2	0.030 4	0.015 2	0.030 4	0.015 2	0.218 2	0.234 1	0.030 5	0.015 3	0.030 5	0.015 3	0.218 4	0.234 2	0.234 2	0.2	0.2
0.4	0.051 7	0.028 0	0.184 4	0.217 5	0.053 1	0.028 5	0.053 1	0.028 5	0.053 1	0.028 5	0.187 0	0.218 4	0.053 9	0.028 8	0.053 9	0.028 8	0.188 1	0.218 7	0.218 7	0.4	0.4
0.6	0.062 1	0.037 6	0.152 0	0.201 1	0.065 4	0.038 8	0.065 4	0.038 8	0.065 4	0.038 8	0.157 5	0.203 0	0.067 3	0.039 4	0.067 3	0.039 4	0.160 2	0.203 9	0.203 9	0.6	0.6
0.8	0.063 7	0.044 0	0.123 2	0.185 2	0.068 8	0.045 9	0.068 8	0.045 9	0.068 8	0.045 9	0.131 1	0.188 3	0.072 0	0.047 0	0.072 0	0.047 0	0.135 5	0.189 9	0.189 9	0.8	0.8
1.0	0.060 2	0.047 6	0.099 6	0.170 4	0.066 6	0.050 2	0.066 6	0.050 2	0.066 6	0.050 2	0.108 6	0.174 6	0.070 8	0.051 8	0.070 8	0.051 8	0.114 3	0.176 9	0.176 9	1.0	1.0
1.2	0.054 6	0.049 2	0.080 7	0.157 1	0.061 5	0.052 5	0.061 5	0.052 5	0.061 5	0.052 5	0.090 1	0.162 1	0.066 4	0.054 6	0.066 4	0.054 6	0.096 2	0.164 9	0.164 9	1.2	1.2
1.4	0.048 3	0.049 5	0.066 1	0.145 1	0.055 4	0.053 4	0.055 4	0.053 4	0.055 4	0.053 4	0.075 1	0.150 7	0.060 6	0.055 9	0.060 6	0.055 9	0.081 7	0.154 1	0.154 1	1.4	1.4
1.6	0.042 4	0.049 6	0.054 7	0.134 5	0.049 2	0.053 3	0.049 2	0.053 3	0.049 2	0.053 3	0.062 8	0.140 5	0.054 5	0.056 1	0.054 5	0.056 1	0.069 6	0.144 3	0.144 3	1.6	1.6
1.8	0.037 1	0.048 0	0.045 7	0.125 2	0.043 5	0.052 5	0.043 5	0.052 5	0.043 5	0.053 4	0.131 3	0.148 7	0.055 6	0.055 6	0.048 7	0.055 6	0.059 6	0.135 4	0.135 4	1.8	1.8
2.0	0.032 4	0.046 7	0.038 7	0.116 9	0.038 4	0.051 3	0.038 4	0.051 3	0.038 4	0.045 6	0.123 2	0.143 4	0.054 7	0.054 7	0.043 4	0.054 7	0.051 3	0.127 4	0.127 4	2.0	2.0
2.5	0.023 6	0.042 9	0.026 5	0.100 0	0.028 4	0.047 8	0.028 4	0.047 8	0.028 4	0.031 8	0.106 3	0.106 3	0.032 6	0.051 3	0.032 6	0.051 3	0.036 5	0.110 7	0.110 7	2.5	2.5
3.0	0.017 6	0.039 2	0.019 2	0.087 1	0.021 4	0.043 9	0.021 4	0.043 9	0.021 4	0.023 3	0.093 1	0.093 1	0.024 9	0.047 6	0.024 9	0.047 6	0.027 0	0.097 6	0.097 6	3.0	3.0
5.0	0.007 1	0.028 5	0.007 4	0.057 6	0.008 8	0.032 4	0.008 8	0.032 4	0.008 8	0.009 1	0.062 4	0.062 4	0.010 4	0.035 6	0.010 4	0.035 6	0.010 8	0.066 1	0.066 1	5.0	5.0
7.0	0.003 8	0.021 9	0.003 8	0.042 7	0.004 7	0.025 1	0.004 7	0.025 1	0.004 7	0.004 7	0.046 5	0.046 5	0.005 6	0.027 7	0.005 6	0.027 7	0.005 6	0.049 6	0.049 6	7.0	7.0
10.0	0.001 9	0.016 2	0.001 9	0.030 8	0.002 3	0.018 6	0.002 3	0.018 6	0.002 3	0.002 4	0.033 6	0.033 6	0.002 8	0.020 7	0.002 8	0.020 7	0.002 8	0.035 9	0.035 9	10.0	10.0

$\frac{l}{b}$ 点 系 数 z/b		1.4						1.6						1.8						$\frac{l}{b}$ 点 系 数 z/b			
		1		2				1		2				1		2							
				α	$\bar{\alpha}$	α	$\bar{\alpha}$			α	$\bar{\alpha}$	α	$\bar{\alpha}$			α	$\bar{\alpha}$						
0.0	0.000 0	0.000 0	0.250 0	0.250 0	0.000 0	0.250 0	0.000 0	0.250 0	0.000 0	0.250 0	0.000 0	0.250 0	0.000 0	0.250 0	0.000 0	0.250 0	0.250 0	0.250 0	0.250 0	0.0	0.0		
0.2	0.030 5	0.015 3	0.218 5	0.234 3	0.030 6	0.015 3	0.030 6	0.015 3	0.030 6	0.015 3	0.218 5	0.234 3	0.030 6	0.015 3	0.030 6	0.015 3	0.218 5	0.234 3	0.234 3	0.2	0.2		
0.4	0.054 3	0.028 9	0.188 6	0.218 9	0.054 5	0.029 0	0.054 5	0.029 0	0.054 5	0.029 0	0.188 9	0.219 0	0.054 6	0.029 0	0.054 6	0.029 0	0.189 1	0.219 0	0.219 0	0.4	0.4		
0.6	0.068 4	0.039 7	0.161 6	0.204 3	0.069 0	0.039 9	0.069 0	0.039 9	0.069 0	0.039 9	0.162 5	0.204 6	0.069 4	0.040 0	0.069 4	0.040 0	0.163 0	0.204 7	0.204 7	0.6	0.6		