

房屋基础结构设计手册

曾昭豪 主编

中国建材工业出版社

房屋基础结构设计手册

曾昭豪		主编
曾昭豪	蒋学平	
李学义	曾爱方	编

中国建材工业出版社

(京) 新登字 177 号

图书在版编目 (CIP) 数据

房屋基础结构设计手册/曾昭豪等编. -北京: 中国建材工业出版社, 1997. 8

ISBN 7-80090-633-7

I. 房… II. 曾… III. 建筑-基础(工程)-结构设计-手册 IV. TU222-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 17109 号

内 容 提 要

本手册是按《建筑地基基础设计规范》(GBJ7-89) 的规定, 结合其它有关设计规范, 对房屋基础结构进行设计和计算, 并将设计和计算结果编制成应用图表。全书共分十二章, 包括条形基础, 砖基础, 墙下筏板基础, 独立基础, 薄壳基础, 杯口基础, 高杯口基础及桩基础等。另外还有挡土墙, 基础处理和计算例题。

本手册内容具体, 概念清楚, 图表简明, 实用性强, 计算方便, 查表迅速。可供土建设计人员和施工人员使用。

ISBN 7-80090-633-7



责任编辑 高峰

中国建材工业出版社出版 (北京海淀区三里河路 11 号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京振兴印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 43 字数: 1042 千字

1997 年 12 月第 1 版 1997 年 12 月第 1 次印刷

印数: 1-2000 册 定价: 78.00 元

ISBN 7-80090-633-7/TU·140

前 言

本手册是根据《建筑地基基础设计规范》(GBJ 7—89)、《建筑结构荷载设计规范》(GBJ 9—87)、《混凝土结构设计规范》(GBJ 10—89)、《砌体结构设计规范》(GBJ 13—89)等规范,使用法定计量单位和设计通用符号通过电子计算机计算编制而成。

考虑到设计人员的使用习惯,本手册采用了直观式的应用图和表达式的应用表。对于应用图和应用表的使用方法,均列在应用图和应用表的前面,并有计算举例作引导。鉴于目前我国中小型设计院众多,使这手册具有现实意义和实用价值。

本手册在编写过程中,承蒙河北省建筑科学研究所吴廷杰高级工程师的支持和帮助,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平所限,书中不当之处在所难免,恳请广大读者在应用过程中,提出批评和指正。

编者 1997年3月

目 录

前言	
第一章 天然地基上的基础设计	1
第二章 地基承载力计算	3
第三章 条形基础的设计	69
第四章 独立基础的设计	134
第五章 墙下筏板基础的设计	168
第六章 岩石锚杆基础	192
第七章 杯口基础及高杯口基础	195
第八章 壳体基础	229
第九章 桩基础	286
第一节 桩基础的应用	286
第二节 桩和桩基础的分类	286
第三节 桩基础设计的一般规定	288
第四节 单桩竖向承载力标准值和设计值的确定	297
第五节 桩数的计算及桩基的布置	584
第十章 地基处理	592
第一节 换土垫层的设计	592
第二节 灰土桩的设计	595
第十一章 挡土墙	601
第一节 挡土墙的分类及其应用	601
第二节 挡土墙的一般规定	603
第三节 各类挡土墙的设计	608
第十二章 计算例题	639
主要符号	649
附录 1 非法定计量单位与法定计量单位换算关系	651
附录 2 岩石划分	651
附录 3 碎石土野外鉴别	652
附录 4 地基土载荷试验要点	652
附录 5 土(岩)的承载力标准值	653
附录 6 标准贯入和轻便触探试验要点	656
附录 7 抗剪强度指标 $C \cdot \varphi$ 标准值	657
附录 8 岩基荷载试验要点	659
附录 9 岩石单轴抗压强度试验要点	659
附录 10 常用材料和构件的自重	660

附录 11	钢筋的计算截面积及理论重量和各种钢筋间距时每米宽的钢筋面积 A_s	669
附录 12	钢筋及混凝土强度设计值	670
附录 13	地震烈度及一些城市基本烈度和重点生命线工程的建筑	671
附录 14	单桩竖向静载荷试验要点	673
附录 15	建筑物的安全等级	674
附录 16	Ω 值表 ($\Delta=0.10\sim0.22$)	674

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。然而基础座落在地基上，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、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等，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。如果条件允许时，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。不仅取决于上部建筑结构的安全度和施工质量的可靠性，同时对地基和基础要有十分安全的保证，才能确保建筑物在日常使用过程中正常使用。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，土力学的特殊性，人类至今对它的认识还是在深入探索过程中，所以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. 选择基础设计的类形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设计值。
3. 根据基础埋设深度和持力层的地基承载力设计值，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. 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，设计者在安全可靠的前提下，采用设计和施工方面的先进技术，作到技术上先进，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。因制约埋设深度的因素很多，但要抓住主要因素，主要取决于设计者的经验和判断能力，但必须按照《地基基础设计规范》(GBJ 7—89)第4.1.1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。

11. 基础顶面应低于设计室外地坪100mm以上，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，应在梁下填以炉渣等松散材料。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。

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

按照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，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))

$$p \leq f \quad (2-1)$$

式中 p ——基础底面平均压力设计值 (kPa)；

f ——地基承载力设计值 (即宽度和深度修正后的设计值) (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

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

式中 $p_{\max}$ ——基础底面边沿的最大压力设计值 (kPa)。

$$p = \frac{F + G}{A} \quad (2-3)$$

F ——上部结构传至基础顶面竖向力设计值 (kN)；

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

A ——基础底面面积 (m^2)。

$$p_{\min} = \frac{F + G}{A} \pm \frac{M}{W} \quad (2-4)$$

式中 M ——作用于基础底面的力矩设计值 ($\text{kN} \cdot \text{m}$)

W ——基础底面的抵抗矩 (m^3)；

$p_{\min}$ ——基础底面边沿的最小压力设计值 (kPa)。

当偏心受压基础偏心较大时 ($e > \frac{b}{6}$)， $p_{\min}$ 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)。此时最大边沿的压应力 $p_{\max}$ 按下列公式计算，如图 2-2。

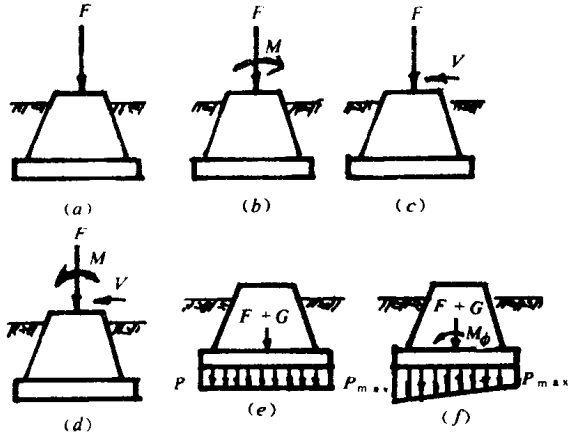


图 2-1 作用在基础顶面上的荷载

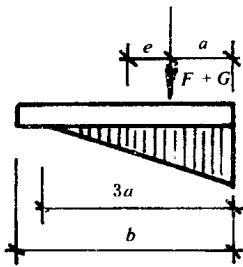


图 2-2 偏心荷载 ($e = \frac{b}{6}$)

下基础压力计算图

$$p_{\max} = \frac{z(F+G)}{3la} \quad (2-5)$$

式中 l ——垂直于力矩作用方向的基础底面边长 (m);
 z ——基础底面至软弱下卧层顶面的距离 (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安全保证。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:

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

式中 p_z ——软弱下卧层顶面处的附加压应力设计值 (kPa);

p_{cz} ——软弱下卧层顶面处的自重压力标准值 (kPa);

f_z ——软弱下卧层顶面处经深度修正后的地基承载力设计值 (kPa)。

附加压应力设计值 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。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》(GBJ 7—89) 第 5.1.7 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:

条形基础

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

矩形基础

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

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标准值;

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。

二、变形计算

根据《建筑地基基础设计规范》(GBJ 7—89) 第 5.2.5 条有关地基应力分布的规定, 可采用各项同

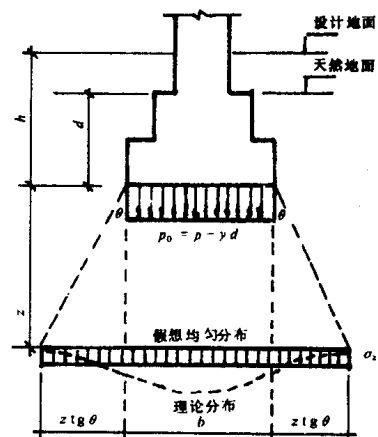


图 2-3 扩散角法计算土中附加应力示意图

地基压力扩散角 θ 表 2-1

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; $z > 0.5b$ 时, θ 值不变。

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。

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

(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沉降量;
- 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, 也可采用表 2-2 数值;
- n ——地基沉降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 2-3a~e 各表采用。

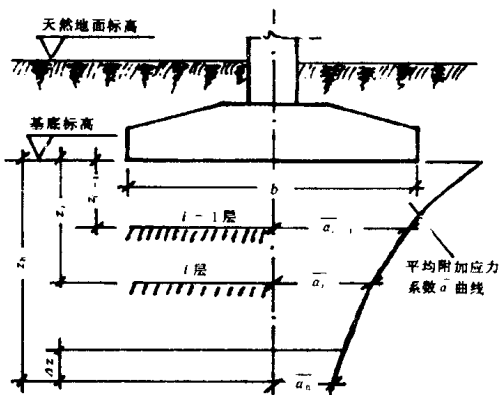


图 2-4 基础沉降计算分层示意图

沉降量计算经验系数 ψ_s 表 2-2

$\bar{E}_s$ (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。

$$\bar{E}_s = \frac{\sum A_i}{\sum \frac{A_i}{E_{si}}}$$

(2-10)

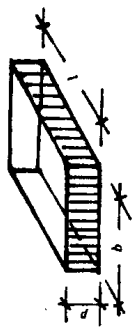
式中 A_i ——第 i 层土附加应力系数沿土层厚度的积分值。

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

表 2-3a

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)。



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

表 2-3b

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		0.2500	0.2500	0.2500	0.2500	0.2500	0.2500	0.2500	0.2500	0.2500	0.2500	0.2500	0.2500	0.2500
0.2		0.2496	0.2497	0.2497	0.2498	0.2498	0.2498	0.2498	0.2498	0.2498	0.2498	0.2498	0.2498	0.2498
0.4		0.2474	0.2479	0.2481	0.2483	0.2483	0.2484	0.2485	0.2485	0.2485	0.2485	0.2485	0.2485	0.2485
0.6		0.2434	0.2437	0.2444	0.2448	0.2451	0.2452	0.2454	0.2455	0.2455	0.2455	0.2455	0.2455	0.2456
0.8		0.2346	0.2372	0.2387	0.2395	0.2400	0.2403	0.2407	0.2408	0.2409	0.2409	0.2410	0.2410	0.2410
1.0		0.2252	0.2291	0.2313	0.2326	0.2335	0.2340	0.2346	0.2349	0.2351	0.2352	0.2352	0.2353	0.2353
1.2		0.2149	0.2199	0.2199	0.2248	0.2260	0.2268	0.2278	0.2282	0.2285	0.2286	0.2287	0.2288	0.2289
1.4		0.2043	0.2102	0.2140	0.2164	0.2180	0.2191	0.2204	0.2211	0.2215	0.2217	0.2218	0.2220	0.2221
1.6		0.1939	0.2006	0.2049	0.2079	0.2099	0.2113	0.2130	0.2138	0.2143	0.2146	0.2148	0.2150	0.2152
1.8		0.1840	0.1912	0.1960	0.1994	0.2018	0.2034	0.2055	0.2066	0.2073	0.2077	0.2079	0.2082	0.2084
2.0		0.1746	0.1822	0.1875	0.1912	0.1938	0.1958	0.1982	0.1996	0.2004	0.2009	0.2012	0.2015	0.2018
2.2		0.1659	0.1737	0.1793	0.1833	0.1862	0.1883	0.1911	0.1927	0.1937	0.1943	0.1947	0.1952	0.1955
2.4		0.1578	0.1657	0.1715	0.1757	0.1789	0.1812	0.1843	0.1862	0.1873	0.1880	0.1885	0.1890	0.1895
2.6		0.1503	0.1583	0.1642	0.168	0.1719	0.1745	0.1779	0.1799	0.1812	0.1820	0.1825	0.1832	0.1838
2.8		0.1433	0.1514	0.1574	0.1619	0.1654	0.1680	0.1717	0.1739	0.1753	0.1763	0.1769	0.1777	0.1784
3.0		0.1369	0.1449	0.1510	0.1556	0.1592	0.1619	0.1658	0.1682	0.1698	0.1708	0.1715	0.1725	0.1733
3.2		0.1310	0.1390	0.1450	0.1497	0.1533	0.1562	0.1602	0.1628	0.1645	0.1657	0.1664	0.1675	0.1685
3.4		0.1256	0.1334	0.1394	0.1441	0.1478	0.1508	0.1550	0.1577	0.1595	0.1607	0.1616	0.1628	0.1639
3.6		0.1205	0.1282	0.1342	0.1389	0.1427	0.1456	0.1500	0.1528	0.1548	0.1561	0.1570	0.1583	0.1595
3.8		0.1158	0.1234	0.1293	0.1340	0.1378	0.1408	0.1452	0.1482	0.1502	0.1516	0.1526	0.1541	0.1554
4.0		0.1114	0.1189	0.1248	0.1294	0.1332	0.1362	0.1408	0.1438	0.1459	0.1474	0.1485	0.1500	0.1516
4.2		0.1073	0.1147	0.1205	0.1251	0.1289	0.1319	0.1365	0.1396	0.1418	0.1434	0.1445	0.1462	0.1479
4.4		0.1035	0.1107	0.1164	0.1210	0.1248	0.1279	0.1325	0.1357	0.1379	0.1396	0.1407	0.1425	0.1444
4.6		0.1000	0.1070	0.1127	0.1172	0.1209	0.1240	0.1287	0.1319	0.1342	0.1359	0.1371	0.1390	0.1410
4.8		0.0967	0.1036	0.1091	0.1136	0.1173	0.1204	0.1250	0.1283	0.1307	0.1324	0.1337	0.1357	0.1379
5.0		0.0935	0.1003	0.1057	0.1102	0.1139	0.1169	0.1216	0.1249	0.1273	0.1291	0.1304	0.1325	0.1348
5.2		0.0906	0.0972	0.1026	0.1070*	0.1106	0.1136	0.1183	0.1217	0.1241	0.1259	0.1273	0.1295	0.1320
5.4		0.0878	0.0943	0.0996	0.1039	0.1075	0.1105	0.1152	0.1186	0.1211	0.1229	0.1243	0.1265	0.1292

续表

$\frac{z}{b}$	$\frac{l}{b}$	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
5.6		0.0852	0.0916	0.0968	0.1010	0.1046	0.1076	0.1122	0.1156	0.1181	0.1200	0.1215	0.1238	0.1266
5.8		0.0828	0.0890	0.0941	0.0983	0.1018	0.1047	0.1094	0.1128	0.1153	0.1172	0.1187	0.1211	0.1240
6.0		0.0805	0.0866	0.0916	0.0957	0.0991	0.1021	0.1067	0.1101	0.1126	0.1146	0.1161	0.1185	0.1216
6.2		0.0783	0.0842	0.0891	0.0932	0.0966	0.0995	0.1041	0.1075	0.1101	0.1120	0.1136	0.1161	0.1192
6.4		0.0762	0.0820	0.0869	0.0909	0.0942	0.0971	0.1016	0.1050	0.1076	0.1096	0.1111	0.1137	0.1171
6.6		0.0742	0.0799	0.0847	0.0886	0.0919	0.0948	0.0993	0.1027	0.1053	0.1073	0.1088	0.1114	0.1149
6.8		0.0723	0.0779	0.0826	0.0865	0.0898	0.0926	0.0970	0.1004	0.1030	0.1050	0.1066	0.1092	0.1129
7.0		0.0705	0.0761	0.806	0.844	0.877	0.904	0.949	0.982	0.1008	0.1028	0.1044	0.1071	0.1109
7.2		0.0688	0.0742	0.0787	0.0825	0.0857	0.0884	0.928	0.962	0.0987	0.1008	0.1023	0.1051	0.1090
7.4		0.0672	0.0725	0.0769	0.0806	0.0838	0.0865	0.0908	0.0942	0.0967	0.0988	0.0984	0.1012	0.1054
7.6		0.0656	0.0709	0.0752	0.0789	0.0820	0.0846	0.0889	0.0922	0.0948	0.0968	0.0966	0.0994	0.1036
7.8		0.0642	0.0693	0.0736	0.0771	0.0802	0.0828	0.0871	0.0904	0.0929	0.0950	0.0948	0.0976	0.1020
8.0		0.0627	0.0678	0.0720	0.0755	0.0785	0.0811	0.0853	0.0886	0.0912	0.0932	0.0931	0.0959	0.1004
8.2		0.0614	0.0663	0.0705	0.0739	0.0769	0.0795	0.0837	0.0869	0.0894	0.0914	0.0914	0.0943	0.0988
8.4		0.0601	0.0649	0.0690	0.0724	0.0754	0.0779	0.0820	0.0852	0.0878	0.0893	0.0898	0.0927	0.0973
8.6		0.0588	0.0636	0.0676	0.0710	0.0739	0.0764	0.0805	0.0836	0.0862	0.0882	0.0882	0.0912	0.0959
8.8		0.0576	0.0623	0.0663	0.0696	0.0724	0.0749	0.0790	0.0821	0.0846	0.0866	0.0866	0.0892	0.0931
9.2		0.0554	0.0599	0.0637	0.0670	0.0697	0.0721	0.0761	0.0792	0.0817	0.0837	0.0837	0.0862	0.0905
9.6		0.0533	0.0577	0.0614	0.0645	0.0672	0.0696	0.0734	0.0765	0.0789	0.0809	0.0825	0.0855	0.0890
10.0		0.0514	0.0556	0.0592	0.0622	0.0649	0.0672	0.0710	0.0739	0.0763	0.0783	0.0799	0.0829	0.0880
10.4		0.0496	0.0537	0.0572	0.0601	0.0627	0.0649	0.0686	0.0716	0.0739	0.0759	0.0775	0.0804	0.0857
10.8		0.0479	0.0519	0.0553	0.0581	0.0606	0.0628	0.0664	0.0693	0.0717	0.0736	0.0751	0.0781	0.0834
11.2		0.0463	0.0502	0.0535	0.0563	0.0587	0.0609	0.0644	0.0672	0.0695	0.0714	0.0730	0.0759	0.0813
11.6		0.0448	0.0486	0.0518	0.0545	0.0569	0.0590	0.0625	0.0652	0.0675	0.0694	0.0709	0.0738	0.0793
12.0		0.0435	0.0471	0.0502	0.0529	0.0552	0.0573	0.0606	0.0634	0.0656	0.0674	0.0690	0.0719	0.0774
12.8		0.0409	0.0444	0.0474	0.0499	0.0521	0.0541	0.0573	0.0599	0.0621	0.0639	0.0654	0.0682	0.0739
13.6		0.0387	0.0420	0.0448	0.0472	0.0493	0.0512	0.0543	0.0568	0.0589	0.0607	0.0621	0.0649	0.0707
14.4		0.0367	0.0398	0.0425	0.0448	0.0468	0.0486	0.0516	0.0540	0.0561	0.0577	0.0592	0.0619	0.0677
15.2		0.0349	0.0379	0.0404	0.0426	0.0446	0.0463	0.0492	0.0515	0.0535	0.0551	0.0565	0.0592	0.0650
16.0		0.0332	0.0361	0.0385	0.0407	0.0425	0.0442	0.0469	0.0492	0.0511	0.0527	0.0540	0.0567	0.0625
18.0		0.0297	0.0323	0.0345	0.0364	0.0381	0.0396	0.0422	0.0442	0.0460	0.0475	0.0487	0.0512	0.0570
20.0		0.0269	0.0292	0.0312	0.0330	0.0345	0.0359	0.0383	0.0402	0.0418	0.0432	0.0444	0.0468	0.0524

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 $\bar{\alpha}$

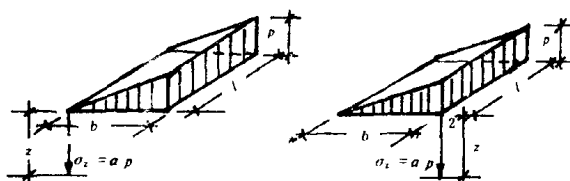


表 2-3c

l/b 点 系数 z/b	0.2				0.4				0.6				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	$\bar{\alpha}$	α	$\bar{\alpha}$	
0.0	0.0000	0.0000	0.2500	0.2500	0.0000	0.0000	0.2500	0.2500	0.0000	0.0000	0.2500	0.2500	0.0
0.2	0.0223	0.0112	0.1821	0.2161	0.0280	0.0140	0.2115	0.2308	0.0296	0.0148	0.2165	0.2333	0.2
0.4	0.0269	0.0179	0.1094	0.1810	0.0420	0.0245	0.1604	0.2084	0.0487	0.0270	0.1781	0.2153	0.4
0.6	0.0259	0.0207	0.0700	0.1505	0.0448	0.0308	0.1165	0.1851	0.0560	0.0355	0.1405	0.1966	0.6
0.8	0.0232	0.0217	0.0480	0.1277	0.0421	0.0340	0.0853	0.1640	0.0553	0.0405	0.1093	0.1787	0.8
1.0	0.0201	0.0217	0.0346	0.1104	0.0375	0.0351	0.0638	0.1461	0.0508	0.0430	0.0852	0.1624	1.0
1.2	0.0171	0.0212	0.0260	0.0970	0.0324	0.0351	0.0491	0.1312	0.0450	0.0439	0.0673	0.1480	1.2
1.4	0.0145	0.0204	0.0202	0.0865	0.0278	0.0344	0.0386	0.1187	0.0392	0.0436	0.0540	0.1356	1.4
1.6	0.0123	0.0195	0.0160	0.0779	0.0238	0.0333	0.0310	0.1082	0.0339	0.0427	0.0440	0.1247	1.6
1.8	0.0105	0.0186	0.0130	0.0709	0.0204	0.0321	0.0254	0.0993	0.0294	0.0415	0.0363	0.1153	1.8
2.0	0.0990	0.0178	0.0108	0.0650	0.0176	0.0308	0.0211	0.0917	0.0255	0.0401	0.0304	0.1071	2.0
2.5	0.0063	0.0157	0.0072	0.0538	0.0125	0.0276	0.0140	0.0769	0.0183	0.0365	0.0205	0.0903	2.5
3.0	0.0046	0.0140	0.0051	0.0458	0.0092	0.0248	0.0100	0.0661	0.0135	0.0330	0.0148	0.0786	3.0
5.0	0.0018	0.0097	0.0019	0.0289	0.0036	0.0175	0.0038	0.0424	0.0054	0.0236	0.0056	0.0476	5.0
7.0	0.0009	0.0073	0.0010	0.0211	0.0019	0.0133	0.0019	0.0311	0.0028	0.0180	0.0029	0.0352	7.0
10.0	0.0005	0.0053	0.0040	0.0150	0.0009	0.0097	0.0010	0.0222	0.0014	0.0133	0.0014	0.0253	10.0

l/b 点 系数 z/b	0.8				1.0				1.2				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	$\bar{\alpha}$	α	$\bar{\alpha}$	
0.0	0.0000	0.0000	0.2500	0.2500	0.0000	0.0000	0.2500	0.2500	0.0000	0.0000	0.2500	0.2500	0.0
0.2	0.0301	0.0151	0.2178	0.2339	0.0304	0.0152	0.2182	0.2341	0.0305	0.0153	0.2184	0.2342	0.2
0.4	0.0517	0.0280	0.1844	0.2175	0.0531	0.0285	0.1870	0.2184	0.0539	0.0288	0.1881	0.2187	0.4
0.6	0.0621	0.0376	0.1520	0.2011	0.0654	0.0388	0.1575	0.2030	0.0673	0.0394	0.1602	0.2039	0.6
0.8	0.0637	0.0440	0.1232	0.1852	0.0688	0.0459	0.1311	0.1883	0.0720	0.0470	0.1355	0.1899	0.8
1.0	0.0602	0.0476	0.0996	0.1704	0.0666	0.0502	0.1086	0.1746	0.0708	0.0518	0.1143	0.1769	1.0
1.2	0.0546	0.0492	0.0807	0.1571	0.0615	0.0525	0.0901	0.1621	0.0664	0.0546	0.0962	0.1649	1.2
1.4	0.0483	0.0495	0.0661	0.1451	0.0554	0.0534	0.0751	0.1507	0.0606	0.0559	0.0817	0.1541	1.4
1.6	0.0424	0.0496	0.0547	0.1345	0.0492	0.0533	0.0628	0.1405	0.0545	0.0561	0.0696	0.1443	1.6
1.8	0.0371	0.0480	0.0457	0.1252	0.0435	0.0525	0.0534	0.1313	0.0487	0.0556	0.0596	0.1354	1.8
2.0	0.0324	0.0467	0.0387	0.1169	0.0384	0.0513	0.0456	0.1232	0.0434	0.0547	0.0513	0.1274	2.0
2.5	0.0236	0.0429	0.0265	0.1000	0.0284	0.0478	0.0318	0.1063	0.0326	0.0513	0.0365	0.1107	2.5
3.0	0.0176	0.0392	0.0192	0.0871	0.0214	0.0439	0.0233	0.0931	0.0249	0.0476	0.0270	0.0976	3.0
5.0	0.0071	0.0285	0.0074	0.0576	0.0088	0.0324	0.0091	0.0624	0.0104	0.0356	0.0108	0.0661	5.0
7.0	0.0038	0.0219	0.0038	0.0427	0.0047	0.0251	0.0047	0.0465	0.0056	0.0277	0.0056	0.0496	7.0
10.0	0.0019	0.0162	0.0019	0.0308	0.0023	0.0186	0.0024	0.0336	0.0028	0.0207	0.0028	0.0359	10.0

续表

l/b 点 系数 z/b	1.4				1.6				1.8				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	$\bar{\alpha}$	α	$\bar{\alpha}$	
0.0	0.0000	0.0000	0.2500	0.2500	0.0000	0.0000	0.2500	0.2500	0.0000	0.0000	0.2500	0.2500	0.0
0.2	0.0305	0.0153	0.2185	0.2343	0.0306	0.0153	0.2185	0.2343	0.0306	0.0153	0.2185	0.2343	0.2
0.4	0.0543	0.0289	0.1886	0.2189	0.0545	0.0290	0.1889	0.2190	0.0546	0.0290	0.1891	0.2190	0.4
0.6	0.0684	0.0397	0.1616	0.2043	0.0690	0.0399	0.1625	0.2046	0.0694	0.0400	0.1630	0.2047	0.6
0.8	0.0739	0.0476	0.1381	0.1907	0.0751	0.0480	0.1396	0.1912	0.0759	0.0482	0.1405	0.1915	0.8
1.0	0.0735	0.0528	0.1176	0.1781	0.0753	0.0534	0.1202	0.1789	0.0766	0.0538	0.1215	0.1794	1.0
1.2	0.0698	0.0560	0.1007	0.1666	0.0721	0.0568	0.1037	0.1678	0.0738	0.0574	0.1055	0.1684	1.2
1.4	0.0644	0.0575	0.0864	0.1562	0.0672	0.0586	0.0897	0.1576	0.0692	0.0594	0.0921	0.1585	1.4
1.6	0.0586	0.0580	0.0743	0.1467	0.0616	0.0594	0.0780	0.1484	0.0639	0.0603	0.0806	0.1494	1.6
1.8	0.0528	0.0578	0.0644	0.1381	0.0560	0.0593	0.0681	0.1400	0.0585	0.0604	0.0709	0.1413	1.8
2.0	0.0474	0.0570	0.0560	0.1303	0.0507	0.0587	0.0596	0.1324	0.0533	0.0599	0.0625	0.1338	2.0
2.5	0.0362	0.0540	0.0405	0.1139	0.0393	0.0560	0.0440	0.1163	0.0419	0.0575	0.0469	0.1180	2.5
3.0	0.0280	0.0503	0.0303	0.1008	0.0307	0.0525	0.0333	0.1033	0.0331	0.0541	0.0359	0.1052	3.0
5.0	0.0120	0.0382	0.0123	0.0690	0.0135	0.0403	0.0139	0.0714	0.0148	0.0421	0.0154	0.0734	5.0
7.0	0.0064	0.0299	0.0066	0.0520	0.0073	0.0318	0.0074	0.0541	0.0081	0.0333	0.0083	0.0558	7.0
10.0	0.0033	0.0224	0.0032	0.0379	0.0037	0.0239	0.0037	0.0395	0.0041	0.0252	0.0042	0.0409	10.0

l/b 点 系数 z/b	2.0				3.0				4.0				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	$\bar{\alpha}$	α	$\bar{\alpha}$	
0.0	0.0000	0.0000	0.2500	0.2500	0.0000	0.0000	0.2500	0.2500	0.0000	0.0000	0.2500	0.2500	0.0
0.2	0.0306	0.0153	0.2185	0.2343	0.0306	0.0153	0.2186	0.2343	0.0306	0.0153	0.2186	0.2343	0.2
0.4	0.0547	0.0290	0.1892	0.2191	0.0548	0.0290	0.1894	0.2192	0.0549	0.0291	0.1894	0.2192	0.4
0.6	0.0696	0.0401	0.1633	0.2048	0.0701	0.0402	0.1638	0.2050	0.0702	0.0402	0.1639	0.2050	0.6
0.8	0.0764	0.0483	0.1412	0.1917	0.0773	0.0486	0.1423	0.1920	0.0776	0.0487	0.1424	0.1920	0.8
1.0	0.0774	0.0540	0.1225	0.1797	0.0790	0.0545	0.1244	0.1803	0.0794	0.0546	0.1248	0.1803	1.0
1.2	0.0749	0.0577	0.1069	0.1689	0.0774	0.0584	0.1096	0.1697	0.0779	0.0586	0.1103	0.1699	1.2
1.4	0.0707	0.0599	0.0937	0.1591	0.0739	0.0609	0.0973	0.1603	0.0748	0.0612	0.0982	0.1605	1.4
1.6	0.0656	0.0609	0.0826	0.1502	0.0697	0.0623	0.0870	0.1517	0.0708	0.0626	0.0882	0.1521	1.6
1.8	0.0604	0.0611	0.0730	0.1422	0.0352	0.0628	0.0782	0.1441	0.0666	0.0633	0.0797	0.1445	1.8
2.0	0.0553	0.0608	0.0649	0.1348	0.0607	0.0629	0.0707	0.1371	0.0624	0.0634	0.0726	0.1377	2.0
2.5	0.0440	0.0586	0.0491	0.1193	0.0504	0.0614	0.0559	0.1223	0.0529	0.0623	0.0585	0.1233	2.5
3.0	0.0352	0.0554	0.0380	0.1067	0.0419	0.0589	0.0451	0.1104	0.0449	0.0600	0.0482	0.1116	3.0
5.0	0.0161	0.0435	0.0167	0.0749	0.0214	0.0480	0.0221	0.0797	0.0248	0.0500	0.0256	0.0817	5.0
7.0	0.0089	0.0347	0.0091	0.0572	0.0124	0.0391	0.0126	0.0619	0.0152	0.0414	0.0154	0.0642	7.0
10.0	0.0046	0.0263	0.0046	0.0403	0.0066	0.0302	0.0066	0.0462	0.0084	0.0325	0.0083	0.0485	10.0

续表

l/b 点 系数 z/b	6.0				8.0				10.0				z/b 系数 点 l/b
	1		2		1		2		1		2		
	α	$\bar{\alpha}$	α	$\bar{\alpha}$	α	$\bar{\alpha}$	α	$\bar{\alpha}$	α	$\bar{\alpha}$	α	$\bar{\alpha}$	
0.0	0.0000	0.0000	0.2500	0.2500	0.0000	0.0000	0.2500	0.2500	0.0000	0.0000	0.2500	0.2500	0.0
0.2	0.0306	0.0153	0.2186	0.2343	0.0306	0.0153	0.2186	0.2343	0.0306	0.0153	0.2186	0.2343	0.2
0.4	0.0549	0.0291	0.1894	0.2192	0.0549	0.0291	0.1894	0.2192	0.0549	0.0291	0.1894	0.2192	0.4
0.6	0.0702	0.0402	0.1640	0.2050	0.0702	0.0402	0.1640	0.2050	0.0702	0.0402	0.1640	0.2050	0.6
0.8	0.0776	0.0487	0.1426	0.1921	0.0776	0.0487	0.1426	0.1921	0.0776	0.0487	0.1426	0.1921	0.8
1.0	0.0795	0.0546	0.1250	0.1804	0.0796	0.0546	0.1250	0.1804	0.0796	0.0546	0.1250	0.1804	1.0
1.2	0.0782	0.0587	0.1105	0.1700	0.0783	0.0587	0.1105	0.1700	0.0783	0.0587	0.1105	0.1700	1.2
1.4	0.0752	0.0613	0.0986	0.1606	0.0752	0.0613	0.0987	0.1606	0.0753	0.0613	0.0987	0.1606	1.4
1.6	0.0714	0.0628	0.0887	0.1523	0.0715	0.0628	0.0888	0.1523	0.0715	0.0628	0.0889	0.1523	1.6
1.8	0.0673	0.0635	0.0805	0.1447	0.0675	0.0635	0.0806	0.1448	0.0675	0.0635	0.0808	0.1448	1.8
2.0	0.0634	0.0637	0.0734	0.1380	0.0636	0.0738	0.0736	0.1380	0.0636	0.0638	0.0738	0.1380	2.0
2.5	0.0543	0.0627	0.0601	0.1237	0.0547	0.0628	0.0604	0.1238	0.0548	0.0628	0.0605	0.1239	2.5
3.0	0.0469	0.0607	0.0504	0.1123	0.0474	0.0609	0.0509	0.1124	0.0476	0.0609	0.0511	0.1125	3.0
5.0	0.0283	0.0515	0.0290	0.0833	0.0296	0.0519	0.0303	0.0837	0.0301	0.0521	0.0309	0.0839	5.0
7.0	0.0186	0.0435	0.0190	0.0663	0.0204	0.0442	0.0207	0.0671	0.0212	0.0445	0.0216	0.0674	7.0
10.0	0.0111	0.0349	0.0111	0.0509	0.0128	0.0359	0.1300	0.0520	0.0139	0.0364	0.0141	0.0526	10.0

圆形面积上均布荷载作用下
中点的附加应力系数 α 与平均附加应力系数 $\bar{\alpha}$

表 2-3d

z/r	圆 形		z/r	圆 形	
	α	$\bar{\alpha}$		α	$\bar{\alpha}$
0.0	1.000	1.000	2.6	0.187	0.560
0.1	0.999	1.000	2.7	0.175	0.546
0.2	0.992	0.998	2.8	0.165	0.532
0.3	0.976	0.993	2.9	0.155	0.519
0.4	0.949	0.986	3.0	0.146	0.507
0.5	0.911	0.974	3.1	0.138	0.495
0.6	0.864	0.960	3.2	0.130	0.484
0.7	0.811	0.942	3.3	0.124	0.473
0.8	0.756	0.923	3.4	0.117	0.463
0.9	0.701	0.901	3.5	0.111	0.453
1.0	0.647	0.878	3.6	0.106	0.443
1.1	0.595	0.855	3.7	0.101	0.434
1.2	0.547	0.831	3.8	0.096	0.425
1.3	0.502	0.808	3.9	0.091	0.417
1.4	0.461	0.784	4.0	0.087	0.409
1.5	0.424	0.762	4.1	0.083	0.401
1.6	0.390	0.739	4.2	0.079	0.393
1.7	0.360	0.718	4.3	0.076	0.386
1.8	0.332	0.697	4.4	0.073	0.379
1.9	0.307	0.677	4.5	0.070	0.372
2.0	0.285	0.658	4.6	0.067	0.365
2.1	0.264	0.640	4.7	0.064	0.359
2.2	0.245	0.623	4.8	0.062	0.353
2.3	0.229	0.606	4.9	0.059	0.347
2.4	0.210	0.590	5.0	0.057	0.341
2.5	0.200	0.574			