

GANGJIN HUNNINGTU

SHUANGXIANG SHOUWANLIANG

XIEJIEMIAN SHOUJIAN CHENGZAILI

SHEJI JISUAN SHOUC

钢筋混凝土双向受弯梁 斜截面受剪承载力 设计计算手册

曾庆响 肖芝兰 编著

中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

知识产权出版社

www.cnipr.com



GANGJIN HUNNINGTU

SHUANGXIANG SHOUWANLIANG

XIEJIEMIAN SHOUJIAN CHENGZAILI

SHEJI JISUAN SHOUC

钢筋混凝土双向受弯梁 斜截面受剪承载力 设计计算手册

曾庆响 肖芝兰 编著



中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

知识产权出版社

www.cnipr.com



* 本书是 2006 年国家建设部科技计划研究开发项目 (立项编号: 06-K1-34) 研究成果的一部分, 在课题研究的基础上, 根据《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002) 编写。

内容提要

本书共分 4 章: 第 1 章为钢筋混凝土双向受弯梁斜截面受剪承载力计算原理, 主要介绍了钢筋混凝土梁斜截面受剪承载力计算的一般规定、设计计算方法、手册设计参数和编制的程序框图; 第 2 章编制了钢筋混凝土双向受弯一般梁在多种混凝土强度、弯矩比 (荷载倾角) 和配筋条件下的斜截面受剪承载力设计计算用表; 第 3 章编制了集中荷载作用下钢筋混凝土双向受弯独立梁在多种剪跨比、混凝土强度、弯矩比 (荷载倾角) 和配筋条件下的斜截面受剪承载力设计计算用表; 第 4 章为应用举例, 介绍了表格的应用方法和技巧。

本书可供土木工程设计、科研人员及有关专业师生参考使用。

选题策划: 阳 淼 张宝林 E-mail: yangsanshui@vip.sina.com; z_baolin@263.net

责任编辑: 阳 淼 张宝林

文字编辑: 彭天放

图书在版编目 (CIP) 数据

钢筋混凝土双向受弯梁斜截面受剪承载力设计计算手册/曾庆响, 肖芝兰编著. —北京: 中国水利水电出版社: 知识产权出版社, 2009

ISBN 978-7-5084-6075-8

I. 钢… II. ①曾…②肖… III. 钢筋混凝土—变截面梁—承载力—设计计算—技术手册 IV. TU323.3-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 180725 号

钢筋混凝土双向受弯梁斜截面受剪承载力设计计算手册

曾庆响 肖芝兰 编著

中国水利水电出版社 出版发行 (北京市西城区三里河路 6 号; 电话: 010-68367658)
知识产权出版社 (北京市海淀区马甸南村 1 号; 电话: 010-82005070)

北京科水图书销售中心零售 (电话: 010-88383994、63202643)

全国各地新华书店和相关出版物销售网点经售

中国水利水电出版社微机排版中心排版

北京市兴怀印刷厂印刷

184mm×260mm 16 开 24.5 印张 581 千字

2009 年 1 月第 1 版 2009 年 1 月第 1 次印刷

印数: 0001—4000 册

定价: 45.00 元

版权所有·侵权必究

如有印装质量问题, 可由中国水利水电出版社营销中心调换

(邮政编码 100044, 电子邮件: sales@waterpub.com.cn)

作者简介

曾庆响，男，1968年生，副教授，结构工程专业博士；全国一级注册结构工程师，注册监理工程师，注册造价工程师，一级建造师。主持和参加完成3项省部级、5项市厅级及多项横向科研项目；参加编写江西省建筑标准设计图集《现浇钢筋混凝土梁式楼梯》DBJ 12—45（图集号赣97G314）和《CASIO编程函数计算器在土木工程中的应用》一书；发表教学与科研论文33篇，学术会议论文6篇。

肖芝兰，女，1966年生，高级实验师，学士。参加完成1项省部级、3项市厅级及多项横向科研项目；发表教学与科研论文25篇。

前 言

本书是 2006 年国家建设部科技计划研究开发项目（立项编号：06-K1-34）研究成果的一部分，感谢五邑大学给予研究经费的支持。

钢筋混凝土双向受弯梁是土木与交通工程中常见的构件，尤其是在抗震设防地区更为广泛。现行的《混凝土结构设计规范》（GB 50010—2002）没有明确双向受弯梁斜截面受剪承载力的计算方法，给实际工程结构设计中处理这类构件带来了困难。本手册在有关学者试验研究的基础上，根据相关公开研究成果的计算办法和《混凝土结构设计规范》（GB 50010—2002）的有关规定组织编写。

本书共分 4 章。第 1 章为钢筋混凝土双向受弯梁斜截面受剪承载力计算原理，主要介绍了钢筋混凝土梁斜截面受剪承载力计算的一般规定、设计计算方法、手册设计参数和编制的程序框图。第 2 章编制了钢筋混凝土双向受弯一般梁在多种混凝土强度、弯矩比（荷载倾角）和配筋条件下的斜截面受剪承载力设计计算用表，共有 100 个表格。第 3 章编制了集中荷载作用下钢筋混凝土双向受弯独立梁在多种剪跨比、混凝土强度、弯矩比（荷载倾角）和配筋条件下的斜截面受剪承载力设计计算用表，共有 250 个表格。第 4 章为应用举例，介绍了表格的应用方法和技巧。为了读者查阅方便，书末还配有设计用表索引。

本书中所有符号的含义，除特别说明外，都与《混凝土结构设计规范》（GB 50010—2002）相同。

作者

2008 年 10 月

目 录

前言

第 1 章 钢筋混凝土双向受弯梁斜截面受剪承载力计算原理	1
1.1 材料强度	1
1.2 斜截面受剪承载力计算的一般规定	1
1.3 斜截面受剪承载力的计算方法	3
1.4 梁的设计参数	6
1.5 程序设计框图	7
第 2 章 钢筋混凝土双向受弯一般梁斜截面受剪承载力	8
2.1 梁宽 $b=200\text{mm}$ 的梁	8
2.2 梁宽 $b=220\text{mm}$ 的梁	29
2.3 梁宽 $b=250\text{mm}$ 的梁	50
2.4 梁宽 $b=300\text{mm}$ 的梁	71
2.5 梁宽 $b=350\text{mm}$ 的梁	92
第 3 章 集中荷载作用下钢筋混凝土双向受弯独立梁斜截面受剪承载力	113
3.1 梁宽 $b=200\text{mm}$ 的梁	113
3.2 梁宽 $b=220\text{mm}$ 的梁	164
3.3 梁宽 $b=250\text{mm}$ 的梁	215
3.4 梁宽 $b=300\text{mm}$ 的梁	266
3.5 梁宽 $b=350\text{mm}$ 的梁	317
第 4 章 应用举例	368
4.1 双向受弯一般梁的应用	368
4.2 双向受弯独立梁的应用	370
参考文献	372
设计用表索引	373

第 1 章 钢筋混凝土双向受弯梁 斜截面受剪承载力计算原理

1.1 材料强度

根据现行《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002) 的规定, 混凝土和钢筋的强度指标及相关参数分别如表 1-1-1 和表 1-1-2 所示, 常用箍筋的截面面积如表 1-1-3 所示。

表 1-1-1 混凝土强度设计值及系数

混凝土强度等级	C15	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	C60	C65	C70	C75	C80
轴心抗压强度 f_c (MPa)	7.2	9.6	11.9	14.3	16.7	19.1	21.2	23.1	25.3	27.5	29.7	31.8	33.8	35.9
轴心抗拉强度 f_t (MPa)	0.91	1.1	1.27	1.43	1.57	1.71	1.8	1.89	1.96	2.04	2.09	2.14	2.18	2.22
等效弯矩图应力系数 α_1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.94
混凝土强度影响系数 β_c	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.97	0.93	0.90	0.87	0.83	0.80

注 1. 计算现浇钢筋混凝土轴心受压及偏心受压构件时, 如截面的长边或直径小于 300mm, 则表中混凝土的强度设计值应乘以系数 0.8; 当构件质量 (如混凝土成型、截面和轴线尺寸等) 确有保证时, 可不受此限制。
2. 离心混凝土的强度设计值应按有关专门规定取用。

表 1-1-2 普通钢筋的强度指标和弹性模量 单位: N/mm²

热轧钢筋种类	f_{yk}	f_y	弹性模量 E_s
HPB235 (Q235)	235	210	2.1×10^5
HRB335 (20MnSi)	335	300	2.0×10^5
HRB400 (20MnSiV, 20MnSiNb, 20MnTi)	400	360	2.0×10^5

表 1-1-3 常用箍筋直径的计算截面面积 单位: mm²

直径 (mm)	6	8	10	12
单肢	28	50	78	113
双肢	57	101	157	226
四肢	113	201	314	452

1.2 斜截面受剪承载力计算的一般规定

1.2.1 计算截面位置的确定

根据《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002) 第 7.5.2 条的规定, 在计算斜截面的

受剪承载力时其剪力设计值的计算截面应按下列规定采用：

- (1) 支座边缘处的截面。
- (2) 受拉区弯起钢筋弯起点处的截面。
- (3) 箍筋截面面积或间距改变处的截面。
- (4) 腹板宽度改变处的截面。

注：1. 对受拉边倾斜的受弯构件尚应包括梁的高度开始变化处集中荷载作用处和其他不利的截面。
2. 箍筋的间距以及弯起钢筋前一排（对支座而言）的弯起点至后一排的弯终点的距离应符合规范第 10.2.10 条和第 10.2.8 条的构造要求。

1.2.2 最小截面尺寸

根据《混凝土结构设计规范》（GB 50010—2002）第 7.5.1 条的规定，矩形、T 形和 I 形截面的受弯构件，其受剪截面应符合下列条件：

当 $h_w/b \leq 4$ 时，计算公式为

$$V \leq V_u = 0.25\beta_c f_c b h_0 \tag{1-2-1}$$

当 $h_w/b \geq 6$ 时，计算公式为

$$V \leq V_u = 0.2\beta_c f_c b h_0 \tag{1-2-2}$$

当 $4 < h_w/b < 6$ 时，按线性内插法确定，计算公式为

$$V \leq \left[0.2 + 0.025 \left(6 - \frac{h_w}{b} \right) \right] \beta_c f_c b h_0 \tag{1-2-3}$$

式中： β_c 为混凝土强度影响系数，见表 1-1-1。

当混凝土强度等级不大于 C50 时，取 $\beta_c=1$ ；当混凝土强度等级为 C80 时，取 $\beta_c=0.8$ ；当 $50 < C < 80$ 时，按线性内插法确定，即

$$\beta_c = 1 - 0.2 (C - 50) / 30 \tag{1-2-4}$$

1.2.3 箍筋最少用量

1. 最小配箍率

根据《混凝土结构设计规范》（GB 50010—2002）第 10.2.10 条的规定，箍筋的最小配箍率应满足表 1-2-1 的要求。

$$\rho_{sv} = \frac{A_{sv}}{bs} \geq \rho_{sv,min} = 0.24 \frac{f_t}{f_{yv}} \tag{1-2-5}$$

表 1-2-1 梁中箍筋最小配箍率 $\rho_{sv,min}$

箍筋种类	混凝土强度等级							
	C15	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50
HPB235	0.104	0.126	0.145	0.163	0.179	0.195	0.206	0.216
HRB335	0.073	0.088	0.102	0.114	0.126	0.137	0.144	0.151

2. 梁中箍筋最大间距

根据《混凝土结构设计规范》（GB 50010—2002）第 10.2.10 条的规定，箍筋的最大间距应满足表 1-2-2 的要求。

表 1-2-2

梁中箍筋最大间距 $s_{\max}$

单位: mm

梁高 h	$V > 0.7f_tbh_0$	$V \leq 0.7f_tbh_0$
$150 < h \leq 300$	150	200
$300 < h \leq 500$	200	300
$500 < h \leq 800$	250	350
$h > 800$	300	400

3. 梁中箍筋最小直径

根据《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002) 第 10.2.11 条的规定, 箍筋的最小直径应满足表 1-2-3 的要求。

表 1-2-3

梁中箍筋最小直径 $\phi_{\min}$

单位: mm

梁高 h	直径	梁高 h	直径
$h \leq 800$	6	$h > 800$	8

注 梁中配有计算需要的纵向受压钢筋时, 箍筋直径尚不应小于纵向受压钢筋最大直径的 0.25 倍。

1.2.4 其他构造要求

根据《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002) 的有关规定, 箍筋配置尚应满足以下要求:

(1) 在混凝土梁中宜采用箍筋作为承受剪力的钢筋。当采用复合箍筋时, 位于截面内部的箍筋不应计入受扭所需箍筋的面积, 受扭所需箍筋的末端应做成 135° 弯钩, 弯钩端头平直段长度不应小于 $10d$ (d 为箍筋直径)。

(2) 按计算不需要箍筋的梁, 当截面高度 $h > 300\text{mm}$ 时, 应沿梁全长设置箍筋; 当截面高度 $h = 150 \sim 300\text{mm}$ 时, 可仅在构件端部各 $1/4$ 跨度范围内设置箍筋; 但当在构件中部 $1/2$ 跨度范围内有集中荷载作用时, 则应沿梁全长设置箍筋; 当截面高度 $h < 150\text{mm}$ 时, 可不设箍筋。

(3) 梁中箍筋的间距除满足表 1-2-2 的要求外, 还应符合下列规定:

1) 当梁中配有按计算需要的纵向受压钢筋时, 箍筋应做成封闭式; 此时, 箍筋的间距不应大于 $15d$ (d 为纵向受压钢筋的最小直径), 同时不应大于 400mm ; 当一层内的纵向受压钢筋多于 5 根且直径大于 18mm 时, 箍筋间距不应大于 $10d$; 当梁的宽度大于 400mm 且一层内的纵向受压钢筋多于 3 根时, 或当梁的宽度不大于 400mm 但一层内的纵向受压钢筋多于 4 根时, 应设置复合箍筋。

2) 在纵向受力钢筋搭接长度范围内应配置箍筋, 其直径不应小于搭接钢筋较大直径的 0.25 倍。当钢筋受拉时, 箍筋间距不应大于搭接钢筋较小直径的 5 倍, 且不应大于 100mm ; 当钢筋受压时, 箍筋间距不应大于搭接钢筋较小直径的 10 倍, 且不应大于 200mm ; 当受压钢筋直径 $d > 25\text{mm}$ 时, 尚应在搭接接头两个端面外 100mm 范围内各设置两个箍筋。

1.3 斜截面受剪承载力的计算方法

1.3.1 计算方法综述

1. 极限平衡法

极限平衡法通常是根据双向受弯构件破坏的特征, 取临界斜裂缝以上部分为隔离体,

按照构件截面内力与所受外力平衡的原理进行内力分析。这种分析方法的主要优点是在理论上比较完善,主要不足是计算假定较多,而且计算过程复杂。正因为极限平衡法在理论上比较完善,尽管其计算方法复杂,但还是被许多学者所接受。文献[2]~[8]分别提出了不同受力条件、约束条件和构件配筋状态下双向受弯构件受剪承载力计算的极限平衡法。

文献[2]基于对14根受集中荷载作用下的有腹筋钢筋混凝土简支梁的试验研究,根据隔离体的受力平衡条件建立了5个非线性方程,其中含有9个未知量。为求解方程,参考引用了相关文献的斜裂缝长度计算公式和剪压区混凝土强度破坏准则等4个补充条件。计算过程比较复杂,需要编制专用程序通过计算机求解。

文献[3]研究了24根受集中荷载作用下的无腹筋梁。文献[4]和文献[5]分别研究了均布荷载作用下的无腹筋和有腹筋简支梁,他们首先将构件截面进行等效,然后再应用极限平衡方法计算。文献[6]研究了双向受弯约束梁的极限平衡法。文献[7]和文献[8]则在有限元分析的基础上提出了极限平衡算法。此外,还有不少学者采用极限平衡法研究双向受弯构件的受剪性能。

2. 有限单元法

有限单元法是基于有限元方法理论,将原本是整体的构件离散成有限个单元,借助计算机程序进行求解的一种办法。有关学者的研究表明,有限元法可用于钢筋混凝土双向受弯构件受剪性能的分析。在有限元法中,单元的划分方法、混凝土破坏准则以及钢筋与混凝土黏结单元的处理都需要进一步的探讨,构件破坏模型的建立都存在不少假定,在计算机求解中还存在不收敛的问题。

文献[7]采用非线性分析方法,在转角软化桁架模型理论的基础上,通过计算机模拟试验,探讨了截面中和轴位置及其倾角、次生扭矩的变化规律,提出了适合于复合受力下矩形截面钢筋混凝土双向受弯构件受力分析的“共同作用”模型理论,提出了混凝土双向受弯构件斜截面承载力计算的方法,并编制了相应的非线性全过程分析的计算机程序。

文献[8]采用ANSYS软件,对集中荷载作用下的双向受弯构件抗剪机理进行了模拟分析,在分析了双向受弯梁的荷载斜弯角和截面高宽比对构件斜截面受剪承载力影响的基础上,提出了集中荷载作用下的双向受弯梁的斜截面受剪承载力计算方法,并编制了相应计算程序。

3. 回归公式法

回归公式法是科学研究中重要的数值分析方法之一,广泛应用于现有技术水平条件下难以进行定量分析的课题研究领域。《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)关于单向受弯构件的受剪承载力计算公式就是建立在统计回归基础上的偏下限值公式。回归公式的适用性依赖于大量的具有代表性的试验数据。

在钢筋混凝土双向受弯构件受剪承载力研究方面,文献[2]~[10]都根据各自统计的试验资料进行了回归分析,提出了不同的简化计算公式。总的来说,要使回归公式更具有代表性,还需要有更多地区的学者进行试验测试,需要有更加广泛的数据积累。

4. 等效棱形截面法

等效棱形截面法最早由东南大学提出,用于双向受弯构件正截面受弯承载力的研究,

它是一种将双向受弯构件转化为单向受弯构件的等效截面法。

文献[4]和文献[5]首先将等效棱形截面法应用于双向受弯构件斜截面受剪承载力的计算,无论是在截面等效还是在等效成单向受弯之后的求解方面,计算过程都比较复杂,有一定的局限性。

5. 等效矩形截面法

等效矩形截面法的基本出发点也是首先将双向受弯构件转化为单向受弯构件进行计算,然后再利用现有的单向受弯构件受剪承载力方面的研究成果,解决双向受弯构件的计算问题。文献[9]和文献[10]都是这一方法的应用体现。文献[9]在分析文献[2]、[3]和文献[6]试验资料的基础上,对于有腹筋梁采用将箍筋与混凝土分开单独考虑的离散化原则,提出了仅配有箍筋的双向受弯构件斜截面受剪承载力计算公式。文献[10]在分析文献[2]~[6]试验资料的基础上,提出了“规范公式法”和“回归公式法”。其中“回归公式法”与试验结果吻合程度高,但用于实际工程设计时可靠度偏低。“规范公式法”给出了有腹筋双向受弯构件斜截面受剪承载力计算公式。

综合比较分析前面所述的几种双向受弯构件斜截面承载力计算方法,还是等效矩形截面法更为方便实用。进一步比较文献[9]和文献[10]提出的方法,两种方法应用于有腹筋梁都是偏下限值公式,都可用于工程设计。相对而言,文献[10]的计算方法是在文献[9]和其他研究基础上提出来的,计算结果与试验值之比的离散性更小,而且形式更为简单,与现行规范公式一致。因此,在编制本书时采用文献[10]提出的“规范公式法”进行计算。

1.3.2 等效矩形截面

根据文献[10]的研究,钢筋混凝土双向受弯梁的斜截面受剪承载力可转化为单向受弯构件进行计算,其等效矩形截面宽度和高度的计算方法如下:

$$b_{eq} = b + \frac{(h-b)}{90} \beta \quad (1-3-1)$$

$$h_{0eq} = 0.9 \left[h - \frac{(h-b)}{90} \beta \right] \quad (1-3-2)$$

式中: β 为外荷载的倾角, ($^\circ$), 也可通过弯矩比 $m = \tan \beta = M_x / M_y$ 反算。

1.3.3 双向受弯梁的斜截面受剪承载力

根据《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)规定,对于矩形、T形、I形截面受均布荷载作用的普通钢筋混凝土受弯构件,当仅配置箍筋时,其受剪承载能力应符合下式:

$$V \leq V_{cs} = 0.7 f_t b h_0 + 1.25 f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_0$$

对于集中荷载作用下(包括作用有多种荷载,其中集中荷载支座截面或接点边缘所产生的剪力值占总剪力值的75%以上的情况)的独立梁,其受剪承载能力应符合下式:

$$V \leq V_{cs} = \frac{1.75}{\lambda + 1} f_t b h_0 + f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_0$$

根据文献[10]的研究和以上规范公式,对于钢筋混凝土双向受弯构件,可按以下方法计算斜截面受剪承载力。

对于仅配置箍筋的矩形、T形、I形截面受均布荷载作用的普通钢筋混凝土梁：

$$V_{cs} = 0.7 f_t b_{eq} h_{0eq} + 1.25 f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_{0eq} \quad (1-3-3)$$

对于仅配置箍筋、受集中荷载作用（包括作用有多种荷载，其中集中荷载支座截面或接点边缘所产生的剪力值占总剪力值的75%以上的情况）的独立梁：

$$V_{cs} = \frac{1.75}{\lambda_{eq} + 1} f_t b_{eq} h_{0eq} + f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_{0eq} \quad (1-3-4)$$

式中： λ_{eq} 为等效剪跨比， $\lambda_{eq} = a/h_{0eq}$ ，当 $\lambda_{eq} < 1.5$ 时，取 $\lambda_{eq} = 1.5$ ，当 $\lambda_{eq} > 3$ 时，取 $\lambda_{eq} = 3$ ； a 为剪跨长度。

1.4 梁的设计参数

1.4.1 材料强度指标和强度等级

为使双向受弯构件斜截面受剪承载力具有足够的可靠度，应用式(1-3-3)和式(1-3-4)进行计算时，钢筋和混凝土的强度指标都取《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)的设计值。工程设计中，梁的混凝土强度等级通常在C20~C35之间，因此，表格编制时混凝土强度等级取C20、C25、C30和C35等四种；箍筋主要考虑HPB235级钢筋。此外，由于《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)规定可采用HRB335级钢筋，因此有些情况也考虑HRB335级箍筋。

由于集中荷载作用下的计算还需要考虑剪跨比的影响，为了压缩本书的篇幅，混凝土强度等级只考虑工程中最常用的C25和C30两个等级。

1.4.2 梁的截面

设计用表编制的目的是用于工程设计，供设计人员参考使用，构件的截面规格应符合工程常用尺寸的要求。因此，梁宽分别考虑220mm、250mm、300mm和350mm；梁高分别考虑200mm、250mm、300mm、350mm、400mm、…、750mm、800mm、900mm、1000mm和1200mm等；并且大致取高宽比在1~4之间。具体的截面规格见表1-4-1。

表 1-4-1 梁 的 截 面 尺 寸 单位：mm

梁宽 b	梁 高 h											
200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800
220	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800
250	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800
300	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900
350	350	450	500	550	600	650	700	750	800	900	1000	1200

1.4.3 弯矩比与剪跨比

在实际工程设计中，通常是根据结构所受作用的不同，分别计算梁截面在两个方向产生的弯矩 M_x 和 M_y ，这样就可以通过弯矩比 $m=M_x/M_y$ 来计算梁的斜截面受剪承载力。当然，也有些情况是通过外荷载合力的倾角（简称“荷载倾角”）来计算梁的承载力。根据结构通

常的受力状况，取弯矩比 $m=M_x/M_y$ 分别为 0.1、0.2、0.3、0.4、0.5 等五种情况编制表格。各种弯矩比与荷载倾角的对应关系如表 1-4-2 所示。

表 1-4-2 弯矩比与荷载倾角的对应关系					
弯矩比 m	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
荷载倾角 $\beta(^{\circ})$	5.71	11.31	16.70	21.80	26.57
荷载倾角 $\beta(\text{rad})$	0.10	0.20	0.29	0.38	0.46

根据钢筋混凝土梁斜截面受剪承载力计算公式的适用范围，集中荷载作用时的剪跨比分别取 $\lambda=1.0、1.5、2.0、2.5、3.0$ 等五种情况。

1.5 程序设计框图

根据《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002) 的有关规定，按照前面所述双向受弯梁的计算公式，适用范围等条件，可编制相应的设计计算程序 (见图 1-5-1)：

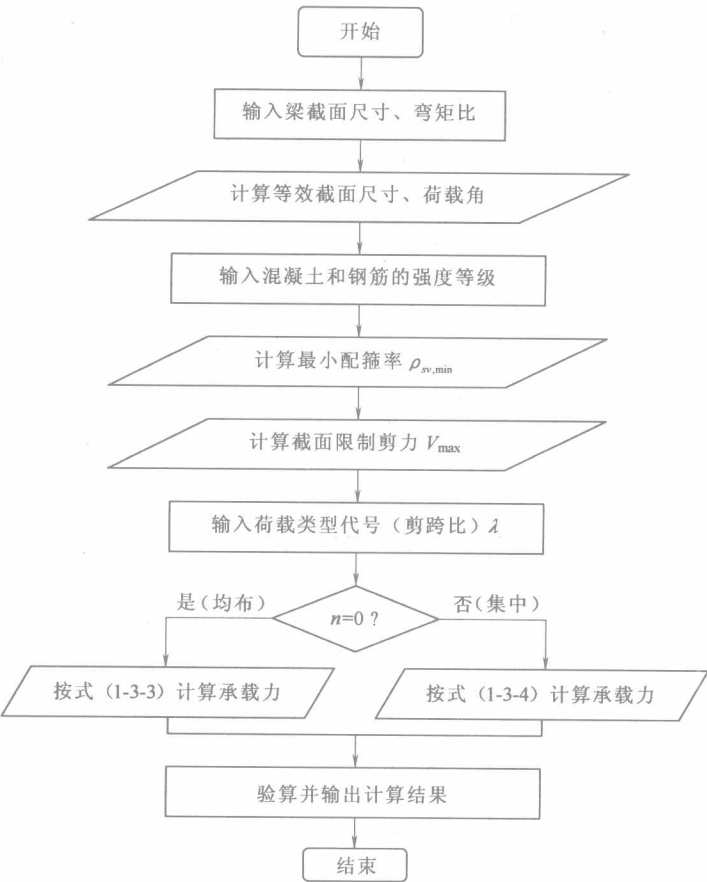


图 1-5-1 程序设计框图

第 2 章 钢筋混凝土双向受弯
一般梁斜截面受剪承载力

2.1 梁宽 $b=200\text{mm}$ 的梁

梁宽 $b=200\text{mm}$ 梁的受剪承载力见表 2-1-1~表 2-1-20。

说明

(1) 不考虑箍筋作用时梁的受剪承载力为

$$V_c = 0.7 f_t b_{eq} h_{0eq}$$

(2) 截面限制条件控制时梁的受剪承载力为

$$V_{\max} = 0.25 f_c b_{eq} h_{0eq}$$

(3) 均布荷载作用下梁的受剪承载力为

$$V_u = V_{cs} = 0.7 f_t b_{eq} h_{0eq} + 1.25 f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_{0eq}$$

其中

$$b_{eq} = b + \frac{(h-b)}{90} \beta$$

$$h_{0eq} = 0.9 \left[h - \frac{(h-b)}{90} \beta \right]$$

(4) 当梁的配箍率太小时，即 $V_u > V_{cs, \min}$ 时，表中数据的格式为下划线和删除线（如 98），不宜采用。

(5) 当梁的配箍率太大时，即 $V_u > V_{\max}$ 时，表中数据的格式为删除线（~~166~~），不宜采用。

(6) 梁宽 $b=200\text{mm}$ 梁的等效截面尺寸（mm）如下：

梁高 (mm)	$m=0.1$		$m=0.2$		$m=0.3$		$m=0.4$		$m=0.5$	
	b_{eq}	h_{0eq}	b_{eq}	h_{0eq}	b_{eq}	h_{0eq}	b_{eq}	h_{0eq}	b_{eq}	h_{0eq}
250	203	222	206	219	209	217	212	214	215	212
300	206	264	213	259	219	253	224	248	230	243
350	210	306	219	298	228	290	236	282	244	275
400	213	349	225	337	237	327	248	316	259	307
450	216	391	231	377	246	363	261	351	274	339
500	219	433	238	416	256	400	273	385	289	370
550	222	475	244	455	265	437	285	419	303	402
600	225	517	250	495	274	473	297	453	318	434
650	229	559	257	534	284	510	309	487	333	465
700	232	601	263	573	293	547	321	521	348	497
750	235	644	269	613	302	583	333	555	362	529
800	238	686	275	652	311	620	345	589	377	561

注 表中 m 表示弯矩比。

表 2-1-1 弯矩比 $m=0.1$ 时 C20 混凝土梁的受剪承载力

单位: kN

b (mm)	h (mm)	V _c (kN)	V _{max} (kN)	箍筋最大间距 (mm)		箍筋 类别	双肢 φ8 箍, 间距 (mm) 为						双肢 φ10 箍, 间距 (mm) 为						双肢 φ12 箍, 间距 (mm) 为					
				V ≤ V _c			V > V _c		100	150	200	250	300	100	150	200	250	300	100	150	200	250	300	
200	250	35	108	200	150	HPB235 级钢筋	93	74	64	58	54	126	96	81	71	65	147	123	101	87	79			
200	300	42	131	200	150		112	89	77	70	65	151	115	96	86	78	199	147	120	105	94			
200	350	49	154	300	200		130	103	90	82	76	176	134	113	100	92	231	171	140	122	110			
200	400	57	178	300	200		149	118	103	94	88	201	153	129	115	105	264	195	160	140	126			
200	450	65	202	300	200		168	134	117	106	99	226	172	145	129	119	297	219	181	158	142			
200	500	73	228	300	200		187	149	130	119	111	251	192	162	144	132	330	244	201	176	159			
200	550	81	253	350	250		207	165	144	131	123	277	212	179	160	147	363	269	222	194	175			
200	600	90	280	350	250		226	181	158	144	135	303	232	196	175	161	397	294	243	212	192			
200	650	98	307	350	250		246	197	172	158	148	329	252	214	191	175	430	320	264	231	209			
200	700	107	334	350	250		266	213	187	171	160	355	273	231	206	190	464	345	286	250	226			
200	750	116	363	350	250	286	230	201	184	173	382	293	249	223	205	498	371	307	269	244				
200	800	126	392	350	250	307	246	216	198	186	408	314	267	239	220	533	397	329	288	261				
200	250	35	108	200	150	HRB335 级钢筋	119	91	77	68	63	166	122	100	87	78	223	160	129	110	98			
200	300	42	131	200	150		142	108	92	82	75	198	146	120	104	94	266	191	154	132	117			
200	350	49	154	300	200		165	127	107	96	88	230	170	140	122	110	309	223	179	153	136			
200	400	57	178	300	200		189	145	123	110	101	262	194	160	139	125	353	254	205	175	156			
200	450	65	202	300	200		212	163	139	124	114	295	218	180	157	142	396	286	231	197	175			
200	500	73	228	300	200		236	182	155	138	127	328	243	200	175	158	440	318	256	220	195			
200	550	81	253	350	250		260	201	171	153	141	361	268	221	193	174	484	350	283	242	215			
200	600	90	280	350	250		285	220	187	168	155	394	293	242	212	191	528	382	309	265	236			
200	650	98	307	350	250		309	239	204	183	169	428	318	263	230	208	572	414	335	288	256			
200	700	107	334	350	250		334	259	221	198	183	461	343	284	249	225	617	447	362	311	277			
200	750	116	363	350	250	359	278	238	214	197	495	369	306	268	243	662	480	389	335	298				
200	800	126	392	350	250	384	298	255	229	212	529	395	328	287	260	707	513	416	358	319				

弯矩比 $m=0.1$ 时 C25 混凝土梁的受剪承载力

单位: kN

b (mm)	h (mm)	V _c (kN)	V _{max} (kN)	箍筋最大间距 (mm)		箍筋 类别	双肢 φ8 箍, 间距 (mm) 为						双肢 φ10 箍, 间距 (mm) 为						双肢 φ12 箍, 间距 (mm) 为					
				V ≤ V _c			V > V _c		100	150	200	250	300	100	150	200	250	300	100	150	200	250	300	
200	250	40	134	200	150	HPB235 钢筋	99	79	69	64	60	132	101	86	77	71	172	128	106	93	84			
200	300	48	162	200	150		118	95	83	76	72	157	121	103	92	85	205	153	127	111	101			
200	350	57	191	300	200		138	111	98	89	84	183	141	120	108	99	239	178	148	130	118			
200	400	66	221	300	200		158	127	112	103	97	210	162	138	123	114	273	204	169	149	135			
200	450	75	251	300	200		178	144	127	116	109	236	182	155	139	129	307	230	191	168	152			
200	500	84	282	300	200		199	160	141	130	122	263	203	173	156	144	341	255	213	187	170			
200	550	94	314	350	250		219	177	157	144	136	290	224	192	172	159	376	282	235	207	188			
200	600	104	347	350	250		240	195	172	158	149	317	246	210	189	175	410	308	257	226	206			
200	650	114	380	350	250	261	212	187	173	163	344	267	229	206	190	445	335	280	246	224				
200	700	124	415	350	250	283	230	203	187	177	372	289	248	223	207	481	362	302	267	243				
200	750	134	450	350	250	304	248	219	202	191	400	311	267	240	223	516	389	325	287	262				
200	800	145	486	350	250	326	266	236	218	205	428	334	286	258	239	552	416	349	308	281				
200	250	40	134	200	150	HRB335 钢筋	124	96	82	74	68	171	127	106	92	84	228	166	134	115	103			
200	300	48	162	200	150		148	115	98	88	82	204	152	126	111	100	272	198	160	138	123			
200	350	57	191	300	200		173	134	115	103	96	237	177	147	129	117	317	230	187	161	144			
200	400	66	221	300	200		197	154	132	119	110	271	203	169	148	134	361	263	214	184	164			
200	450	75	251	300	200		222	173	149	134	124	305	228	190	167	152	406	296	241	207	185			
200	500	84	282	300	200		248	193	166	150	139	339	254	212	186	169	451	329	268	231	207			
200	550	94	314	350	250		273	213	183	166	154	373	280	234	206	187	496	362	295	255	228			
200	600	104	347	350	250		299	234	201	182	169	408	307	256	225	205	542	396	323	279	250			
200	650	114	380	350	250	325	254	219	198	184	443	333	278	245	223	588	430	351	303	272				
200	700	124	415	350	250	351	275	237	215	200	478	360	301	266	242	634	464	379	328	294				
200	750	134	450	350	250	377	296	256	232	215	513	387	324	286	261	680	498	407	353	316				
200	800	145	486	350	250	404	318	274	249	231	549	414	347	307	280	726	533	436	378	339				

表 2-1-3 弯矩比 $m=0.1$ 时 C30 混凝土梁的受剪承载力

单位: kN

b (mm)	h (mm)	V _c (kN)	V _{max} (kN)	箍筋最大间距 (mm)		箍筋 类别	双肢 φ8 箍, 间距 (mm) 为						双肢 φ10 箍, 间距 (mm) 为						双肢 φ12 箍, 间距 (mm) 为					
				V ≤ V _c			V > V _c		100	150	200	250	300	100	150	200	250	300	100	150	200	250	300	
200	250	45	161	200	150	HPB235 钢筋	104	84	75	69	65	137	106	91	82	76	177	133	111	98	89			
200	300	55	195	200	150		124	101	89	83	78	164	127	109	98	91	211	159	133	117	107			
200	350	64	230	300	200		145	118	105	97	91	191	148	127	115	106	246	185	155	137	125			
200	400	74	265	300	200		166	136	120	111	105	218	170	146	132	122	281	212	178	157	143			
200	450	84	302	300	200		188	153	136	126	119	245	192	165	149	138	346	239	200	177	162			
200	500	95	339	300	200		209	171	152	141	133	273	214	184	166	154	352	266	223	198	181			
200	550	106	377	350	250		231	189	168	156	147	301	236	204	184	171	387	294	247	218	200			
200	600	117	417	350	250		253	208	185	171	162	330	259	223	202	188	423	321	270	239	219			
200	650	128	457	350	250		276	226	202	187	177	358	282	243	220	205	460	349	294	261	239			
200	700	140	498	350	250		298	245	219	203	192	387	305	263	239	222	496	377	318	282	258			
200	750	151	540	350	250	321	265	236	219	208	417	328	284	257	240	533	406	342	304	279				
200	800	163	584	350	250	345	284	254	236	224	446	352	305	276	258	570	435	367	326	299				
200	250	45	161	200	150	HRB335 钢筋	129	101	87	79	73	176	132	111	97	89	233	171	139	120	108			
200	300	55	195	200	150		154	121	104	94	88	210	158	132	117	106	279	204	167	144	129			
200	350	64	230	300	200		180	141	122	111	103	245	185	154	136	124	324	237	194	168	151			
200	400	74	265	300	200		206	162	140	127	118	279	211	177	156	143	370	271	222	192	173			
200	450	84	302	300	200		232	183	158	143	134	314	238	199	176	161	416	305	250	217	195			
200	500	95	339	300	200		258	204	177	160	149	350	265	222	197	180	462	339	278	242	217			
200	550	106	377	350	250		285	225	195	177	165	385	292	245	218	199	508	374	307	267	240			
200	600	117	417	350	250		312	247	214	195	182	421	320	269	238	218	555	409	336	292	263			
200	650	128	457	350	250		339	269	233	212	198	457	347	293	260	238	602	444	365	318	286			
200	700	140	498	350	250		366	291	253	230	215	494	376	317	281	258	649	479	394	343	309			
200	750	151	540	350	250	394	313	273	248	232	530	404	341	303	278	697	515	424	370	333				
200	800	163	584	350	250	422	336	293	267	250	567	433	365	325	298	745	551	454	396	357				