

建筑结构手册

静力计算

建筑结构设计手册编辑组编

建筑结构设计手册

静力计算

中国工业出版社

本书汇编了结构静力计算的有关资料，包括：一般计算数据；单跨梁、连续梁、板、拱、桁架、刚架、变截面刚架的计算方法和公式图表。其中以梁板结构为主；单跨梁、桁架、变截面刚架三章大部分是根据我国当前生产实践具体情况推导计算的。全书以图表为主，某些图表及公式适当地补充了说明及应用例题。

本书是根据1965年北京市土建技术交流会印行的“结构计算手册”修改补充编成的。

读者对象为土建设计人员及土建专业学校师生。

编制单位：第一机械工业部第八设计院
煤炭工业部北京煤矿设计研究院
冶金工业部有色冶金设计总院
冶金工业部北京钢铁设计院
第五机械工业部第五设计院
铁道部铁路专业设计院

建筑结构设计手册

静力计算

只限国内发行

建筑结构设计手册编辑组编

*

国家基本建设革命委员会 编辑 (河南省武陟县)
建筑科学研究院图书编辑部

中国工业出版社出版 (北京四新路36号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第110号

中国工业出版社第三印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 $850 \times 1168^{1/32}$ ·印张 $18^{1/2}$ ·字数480,000

1970年9月北京第一版·1970年9月北京第一次印刷

印数00,001—45,245·定价(科四)2.50元

*

统一书号：15165·4556 (建工-510)

毛主席语录

领导我们事业的核心力量是中国共产党。

指导我们思想的理论基础是马克思列宁主义。

我们应当相信群众，我们应当相信党，这是两条根本的原理。如果怀疑这两条原理，那就什么事情也做不成了。

政策和策略是党的生命，各级领导同志务必充分注意，万万不可粗心大意。

毛主席语录

无产阶级文化大革命，实质上是在社会主义条件下，无产阶级反对资产阶级和一切剥削阶级的政治大革命，是中国共产党及其领导下的广大革命人民群众和国民党反动派长期斗争的继续，是无产阶级和资产阶级阶级斗争的继续。

我国有七亿人口，工人阶级是领导阶级。要充分发挥工人阶级在文化大革命中和一切工作中的领导作用。工人阶级也应当在斗争中不断提高自己的政治觉悟。

坚持政治挂帅，加强党的领导，大搞群众运动，实行两参一改三结合，大搞技术革新和技术革命。

毛主席语录

没有正确的政治观点，就等于没有灵魂。

抓革命，促生产，促工作，促战备。

前 言

“革命就是解放生产力，革命就是促进生产力的发展。”

在伟大领袖毛主席的英明领导和党的“九大”团结胜利旗帜的指引下，在无产阶级文化大革命伟大胜利的鼓舞下，全国革命人民意气风发，斗志昂扬，在各条战线上取得了无比辉煌的成就。

基本建设战线和其它战线一样，在无产阶级文化大革命中彻底批判了叛徒、内奸、工贼刘少奇及其一伙所推行的反革命修正主义路线，大破“洋奴哲学”、“爬行主义”、“专家路线”，工人阶级登上了上层建筑斗、批、改的政治舞台，广泛开展三结合的技术革新和技术革命的群众运动，走我国自己工业发展的道路，创造出不少新的适合我国需要的结构型式；在结构的静力计算方面也创造出不少新的计算方法，推导出很多计算公式图表。

为了贯彻毛主席“抓革命，促生产，促工作，促战备”的伟大战略方针，适应基本建设的飞跃发展和现场设计的需要，我们在1965年北京市土建技术交流会组织汇编的“结构计算手册”的基础上，修订出版这一套“建筑结构设计手册”。本书为其中的静力计算分册。

在修订改编本手册的过程中，我们遵循伟大领袖毛主席“反对本本主义”、“打破洋框框”等教导，批判了生搬硬套，特别

是迷信洋本本，脱离我国实际的作法，以当前工程实践中大量采用的梁、板、桁架及拱结构为重点，汇集常用的公式图表，并补充了我国近年来在结构改革中应用变截面刚架时推导出来的一套公式，以配合新结构推广应用的需要。对于单跨及多跨梁等某些选自国外资料的公式图表，除作了多种版本的校对外，还进行重点核算，订正了像苏联乌列茨基“钢筋混凝土结构”那类被资产阶级“学术权威”捧之为“权威”著作中有关部分的大量错误，破除了过去对那些洋“权威”的迷信。凡经我们验算订正的公式和数字，左上角都加有*号，以便读者查对。通过这次编写工作，我们进一步体会了伟大领袖毛主席关于“破除迷信，解放思想”的教导的深远意义。但由于我们活学活用毛主席著作不够，内容还远不能满足大家提出的要求。诚恳地希望提出批评意见，以便不断改进提高。

手册编写过程中，得到北京地区一些施工、基建和设计单位的工人同志和革命技术人员的支持，积极协助拟订提纲和审查内容，给修订改编工作以极大的帮助和指导，进一步提高了手册的质量。

伟大领袖毛主席教导我们：“人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。”我们深信，经过无产阶级文化大革命锻炼的我国基本建设战线广大的工人和革命技术人员，在生产实践中，发扬无产阶级的彻底革命精神，认真贯彻“独立自主、自力更生”的伟大方针，一定会总结和创造出更多切合我国社会主义建设需要的静力计算方法和公式图表。热诚地希望将这些经验及时提供给我们，以便再版时不断充实完善手册的内容，使其在我国社会主义建设事业中起到应有的作用。

编 者

1969年11月

目 录

第一章 一般计算资料	2
第一节 常用数学公式及常数値	2
一、代数	2
二、平面三角	4
三、微分	29
四、积分	31
五、常用常数値	33
六、数的平方、平方根、立方、立方根	34
第二节 常用计量单位换算表	64
第三节 截面的力学特性	66
一、截面力学特性的计算公式	66
二、各种截面的力学特性表	69
三、T形截面的形心及惯性矩系数表	84
第四节 立体图形计算公式	86
第五节 计算受弯构件变形的用表	90
一、用图形相乘求变位	90
二、虚梁反力表	98
第六节 杆件分段的比值及 ω 的函数表	104
第二章 单跨梁	112
第一节 概述	112
一、符号说明	112
二、单跨静定梁	112
三、单跨超静定梁	114
四、内力及变位的迭加	118
第二节 单跨梁的内力及变位计算公式	119
一、悬臂梁	119
二、简支梁	126
三、一端简支另一端固定梁	143
四、两端固定梁	156

五、帶懸臂的梁	165
第三节 单跨梁的内力系数	168
一、簡支梁的弯矩及剪力系数	168
二、梁的固端弯矩系数	170
(一) 均布荷载	170
(二) 集中及梯形荷载	172
(三) 三角形荷载	173
(四) 外加力矩作用	174
第四节 其它形式的单跨梁	175
一、圓弧梁的内力計算公式	175
(一) 符号說明	175
(二) 对称及反对称均布荷载作用下任意一点的弯矩及扭矩	175
(三) 对称及反对称集中荷载作用下任意一点的弯矩及扭矩	178
(四) 連續水平圓弧梁在均布荷载作用下的弯矩、剪力及扭矩	182
二、井式梁的内力系数	182
三、簡支吊車梁的内力計算公式及系数	185
(一) 内力計算公式	185
(二) 内力計算系数表	188
四、下撐式組合梁的内力系数	191
附 鋼筋混凝土矩形截面单跨双坡梁的截面計算	192
第五节 薄壁杆件弯曲扭转时的内力計算公式	196
一、符号說明	196
二、截面的抗扭特性	198
三、单跨薄壁梁受約束扭轉时的内力計算公式	203
四、截面的扇性几何特性	207
五、薄壁梁受扭計算例題	209
第三章 连续梁	214
第一节 概述	214
第二节 弯矩分配法	215
一、計算方法	215
二、直綫加腋梁的形常数及載常数	221
(一) 对称直綫加腋梁	221

(二) 一端直綫加腋梁	223
第三节 连续梁的内力计算公式	226
一、不等跨梁的内力计算公式	226
二、等跨梁的内力计算公式	231
第四节 连续梁的计算系数	234
一、等跨梁在常用荷载作用下的内力及挠度系数	234
二、各种荷载化成具有相同支座弯矩的等效均布荷载	248
三、不等跨梁在均布荷载作用下的最大内力系数	250
四、等跨梁在支座沉陷时的内力系数	254
第五节 连续梁影响线的座标值	256
一、等跨梁弯矩及剪力影响綫的座标值	256
二、不等两跨、对称不等三至四跨梁弯矩影响綫的座标值	260
第六节 连续梁其它计算用表	263
一、梁跨中最大弯矩计算公式	263
二、梁在均布荷载作用下的跨中最大弯矩系数	265
三、梁在均布荷载作用下最大挠度的近似解	266
四、按塑性变形内力重分布法计算等跨次梁的内力	267
第四章 板	270
第一节 按弹性理论计算双向板	270
一、符号说明	270
二、矩形板	272
(一) 均布荷载作用下的计算系数表	272
(二) 局部均布及集中荷载作用下的弯矩系数表	286
(三) 三角形荷载作用下的计算系数表	288
(四) 連續板的計算	300
三、三角形板	302
(一) 等腰三角形板的计算系数表	302
(二) 等边及直角三角形板的计算系数表	306
四、梯形板的近似计算	307
五、环形板	308
六、圆形板、椭圆形板及扇形板	314
第二节 按塑性理论计算双向板	324

一、四边支承的矩形板	324
二、三边固定、一边自由的矩形板	330
三、相邻二边固定、其它二边自由的矩形板	332
第五章 桁架	336
第一节 桁架内力的图解法	336
第二节 桁架变位的计算	338
第三节 桁架次应力的计算	339
第四节 桁架杆件的长度及内力系数	346
一、说明	346
二、豪式屋架 (节间等长)	348
(一) 四节间	348
(二) 六节间	350
(三) 八节间	352
(四) 十节间	354
三、芬克式屋架	358
(一) 四节间	358
(二) 六节间	360
1. 型式 I	360
2. 型式 II	362
(三) 八节间	364
(四) 十节间	368
(五) 十二节间	372
四、八节间梯形屋架	376
(一) 端斜杆为上升式	376
(二) 端斜杆为下降式	378
五、平行弦杆桁架	380
(一) 上升式斜杆	380
(二) 下降式斜杆	382
六、下撑式桁架	384
第六章 拱	386
第一节 任意外形对称三铰拱	386
第二节 直线拱	390

一、双铰等截面拱的内力计算公式	390
二、无铰等截面拱的内力计算公式	392
第三节 圆拱	394
一、拱轴几何数据	394
二、双铰等截面拱的内力系数	396
三、无铰等截面拱的内力系数	400
四、无铰变截面拱的内力系数	404
第四节 二次抛物线拱	406
一、拱轴几何数据	406
二、双铰等截面拱的内力计算公式	406
三、无铰等截面拱的内力计算公式	411
四、无铰变截面拱的内力系数	415
第七章 刚架内力分析	418
第一节 用力法计算刚架	418
一、计算步骤	418
二、简化计算的处理	421
三、例题	426
第二节 用变形法计算刚架	429
一、计算步骤	429
二、简化计算的处理	433
三、例题	437
第三节 用内力连续代入法计算刚架	439
一、简式多层刚架的计算	440
(一) 竖向荷载作用下, 节点无侧移的简式多层刚架	440
(二) 竖向荷载作用下, 节点有侧移的简式多层刚架	446
(三) 水平荷载作用下, 简式多层刚架	451
二、复式多层刚架的计算	458
三、多层刚架变位的计算	466
第四节 用近似法计算刚架	466
一、竖向荷载作用下, 多跨多层刚架的分层计算	466
二、水平荷载作用下, 多跨多层刚架的近似计算	469

三、等跨度等刚度連續剛架的計算圖表	473
(一) 豎向荷載	473
(二) 水平荷載	476
(三) 某些豎向荷載作用下, 多跨多層剛架的近似計算	478
第八章 剛架內力計算公式	498
第一節 等截面剛架的內力計算公式	498
一、“┌”形剛架	498
二、“┐”形剛架	503
三、“八”形剛架	508
四、“∧”形剛架	515
五、“∩”形剛架	522
六、“∪”形剛架	528
七、“□”形剛架	534
八、“◻”形剛架	540
九、“○”形剛架	543
第二節 變截面連續剛架的內力計算公式	547
一、對稱雙鉸門式剛架	547
二、對稱三鉸門式剛架	552
三、單坡“┌”形剛架	557
四、雙坡“∧”形剛架	558
五、多跨剛架的協調方程式及例題	561
六、一端加腋梁的形常數及載常數	568
(一) 形常數 α 、 β	568
(二) 集中荷載作用下的載常數 R^p	570
(三) 均布荷載作用下的載常數 R^q	574
(四) 載常數 R^M 、 $R^{q\delta}$ 、 $R^{q\varphi}$ 、 $R^{p\delta}$ 、 $R^{M\delta} = R^{p\varphi}$ 及 $R^{M\varphi}$ 的計算公式	576
參考書目	579

毛主席语录

阶级斗争、生产斗争和科学实验，是建设社会主义强大国家的三项伟大革命运动，是使共产党人免除官僚主义、避免修正主义和教条主义，永远立于不败之地的确实保证，是使无产阶级能够和广大劳动群众联合起来，实行民主专政的可靠保证。不然的话，让地、富、反、坏、牛鬼蛇神一齐跑了出来，而我们的干部则不闻不问，有许多人甚至敌我不分，互相勾结，被敌人腐蚀侵袭，分化瓦解，拉出去，打进来，许多工人、农民和知识分子也被敌人软硬兼施，照此办理，那就不要很多时间，少则几年、十几年，多则几十年，就不可避免地要出现全国性的反革命复辟，马列主义的党就一定会变成修正主义的党，变成法西斯党，整个中国就要改变颜色了。

政治工作是一切经济工作的生命线。在社会经济制度发生根本变革的时期，尤其是这样。

第一章 一般计算资料

第一节 常用数学公式及常数值

一、代 数

(一) 恒等式及因数分解

$$1. (a \pm b)^2 = a^2 \pm 2ab + b^2.$$

$$2. (a \pm b)^3 = a^3 \pm 3a^2b + 3ab^2 \pm b^3.$$

$$3. (a+b)^n = a^n + na^{n-1}b + \frac{n(n-1)}{2!}a^{n-2}b^2 + \dots + \frac{n(n-1)\dots(n-r+1)}{r!}a^{n-r}b^r + \dots + nab^{n-1} + b^n.$$

$$4. (a+b+c)^2 = a^2 + b^2 + c^2 + 2ab + 2bc + 2ca.$$

$$5. a^2 - b^2 = (a+b)(a-b).$$

$$6. a^3 \mp b^3 = (a \mp b)(a^2 \pm ab + b^2).$$

$$7. a^n - b^n = (a-b)(a^{n-1} + a^{n-2}b + a^{n-3}b^2 + \dots + ab^{n-2} + b^{n-1}).$$

$$8. a^n - b^n = (a+b)(a^{n-1} - a^{n-2}b + a^{n-3}b^2 - \dots + ab^{n-2} - b^{n-1}), \quad n = \text{偶数}.$$

$$9. a^n + b^n = (a+b)(a^{n-1} - a^{n-2}b + a^{n-3}b^2 - \dots - ab^{n-2} + b^{n-1}), \quad n = \text{奇数}.$$

(二) 指数

$$1. a^m \times a^n = a^{m+n}. \quad 2. a^m \div a^n = a^{m-n}.$$

$$3. (a^m)^n = a^{mn}. \quad 4. (ab)^m = a^m b^m.$$

$$5. \left(\frac{a}{b}\right)^m = \frac{a^m}{b^m}. \quad 6. a^{\frac{m}{n}} = \sqrt[n]{a^m} = \left(\sqrt[n]{a}\right)^m.$$

7. $a^0 = 1$.

8. $a^{-m} = \frac{1}{a^m}$.

(三) 一元二次方程

$$ax^2 + bx + c = 0,$$

它的根:

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}.$$

(四) 行列式

1.
$$\begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{vmatrix} = a_1 b_2 - a_2 b_1.$$

2.
$$\begin{vmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix} = a_1 \begin{vmatrix} b_2 & c_2 \\ b_3 & c_3 \end{vmatrix} - a_2 \begin{vmatrix} b_1 & c_1 \\ b_3 & c_3 \end{vmatrix} + a_3 \begin{vmatrix} b_1 & c_1 \\ b_2 & c_2 \end{vmatrix} =$$

$$= a_1(b_2 c_3 - b_3 c_2) - a_2(b_1 c_3 - b_3 c_1) +$$

$$+ a_3(b_1 c_2 - b_2 c_1).$$

(五) 多元一次方程组

$$\begin{cases} a_1 x + b_1 y + c_1 z = d_1, \\ a_2 x + b_2 y + c_2 z = d_2, \\ a_3 x + b_3 y + c_3 z = d_3; \end{cases}$$

$$x = \frac{\Delta_x}{\Delta}, \quad y = \frac{\Delta_y}{\Delta}, \quad z = \frac{\Delta_z}{\Delta}, \quad (\Delta \neq 0);$$

其中,

$$\Delta = \begin{vmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix},$$

$$\Delta_x = \begin{vmatrix} d_1 & b_1 & c_1 \\ d_2 & b_2 & c_2 \\ d_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix},$$

$$\Delta_y = \begin{vmatrix} a_1 & d_1 & c_1 \\ a_2 & d_2 & c_2 \\ a_3 & d_3 & c_3 \end{vmatrix},$$

$$\Delta_z = \begin{vmatrix} a_1 & b_1 & d_1 \\ a_2 & b_2 & d_2 \\ a_3 & b_3 & d_3 \end{vmatrix}.$$

(六) 以 10 为底的普通对数

1. $\log 1 = 0$.

2. $\log(N_1 N_2) = \log N_1 + \log N_2$.

$$3. \log \frac{N_1}{N_2} = \log N_1 - \log N_2. \quad 4. \log(N^n) = n \log N.$$

$$5. \log \sqrt[n]{N} = \frac{1}{n} \log N.$$

6. 以 e 为底的自然对数 (即 $\ln N$) 与以 10 为底的普通对数 (即 $\log N$) 间的关系:

$$\ln N = \ln 10 \log N = 2.30258509 \log N.$$

$$\log N = \log e \ln N = 0.4342945 \ln N.$$

二、平面三角

(一) 三角函数的基本公式

$$1. \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1. \quad 2. \sec^2 \alpha - \operatorname{tg}^2 \alpha = 1.$$

$$3. \operatorname{csc}^2 \alpha - \operatorname{ctg}^2 \alpha = 1. \quad 4. \operatorname{tg} \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}.$$

(二) 两角和及差的三角函数

$$1. \sin(\alpha \pm \beta) = \sin \alpha \cos \beta \pm \cos \alpha \sin \beta.$$

$$2. \cos(\alpha \pm \beta) = \cos \alpha \cos \beta \mp \sin \alpha \sin \beta.$$

$$3. \operatorname{tg}(\alpha \pm \beta) = \frac{\operatorname{tg} \alpha \pm \operatorname{tg} \beta}{1 \mp \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \beta}.$$

(三) 半角及倍角的三角函数

$$1. \sin \frac{\alpha}{2} = \pm \sqrt{\frac{1 - \cos \alpha}{2}}. \quad 2. \cos \frac{\alpha}{2} = \pm \sqrt{\frac{1 + \cos \alpha}{2}}.$$

$$3. \sin 2\alpha = 2 \sin \alpha \cos \alpha. \quad 4. \begin{aligned} \cos 2\alpha &= \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha = \\ &= 1 - 2 \sin^2 \alpha = \\ &= 2 \cos^2 \alpha - 1. \end{aligned}$$

$$5. \operatorname{tg} 2\alpha = \frac{2 \operatorname{tg} \alpha}{1 - \operatorname{tg}^2 \alpha}.$$

(四) 负角的三角函数