居住房屋的结构计算

Л. И. 聶什塔特 著

建筑工程出版社

居住房屋的建筑結構計算

赵超燮譯

建筑工程出版社出版

·1957·

內容提要 本書是一本計算大量居住房屋建筑結構的參考書。書中簡要地講述了有关結構力学的知識，并詳述按現行标准和按極限狀态計算磚石結構、鋼筋混凝土結構、木結構和鋼結構的方法。

本書供設計和施工單位的中等技术人員參考。

原本說明

書　名　РАСЧЕТ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

著　者　Л. И. Нейштадт

出 版 者　Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре

出版地点及日期　Москва—1954

居住房屋的建筑結構計算

赵 超 燮 譯

建筑工程出版社出版（北京市阜成門外南禮士路）

（北京市書刊出版業营業許可証出字第052号）

建筑工程出版社印刷厂印刷・新华書店發行

書号430　字數258千字　850×1168　$\frac{1}{32}$　印張10[illegible]

1957年2月第1版　　1957年2月第1次印刷

印數：1—9,000冊　　定價(10)1.80元

譯者的話

本書是根据苏联 Л. И. 聶什答特工程师著的"居住房屋的建筑結構計算"(1954年莫斯科版)譯出。原書是一本很好的建筑結構計算参考書，書中介紹了許多先进的建筑結構方案和計算方法。

为了便利我国讀者更好地学習苏联先进經驗起見，譯者对原書的符号进行了統一工作，并編附了符号表以供讀者对照使用。另外，对例題中的数字都重复进行計算，并征得原著者的同意作了部分修改。

考虑到本書主要是供給中等技术人員参考，所以譯文中的譯名除采用中国科学院編訂"結構工程名詞"試用本中的名詞外，大部分譯名仍沿用譯者与其他同志合譯的中等專業学校教学用書"工程力学"(第一、二部分"理論力学"和"材料力学"均由高等教育出版社出版)的名詞。例如，"Прогиб"仍譯为垂度(垂直于軸綫方向的弯曲程度)，而沒有譯为撓度，所以这样做是因为譯者認为"垂度"一詞比較通俗些。

譯文的第2、3章初稿承費覚敏同志协助譯出；同时，北京市規划局設計院沈參璜工程师(校閱第4章)、沈兆鵬工程师(校閱第3章)、方复工程师(校閱第5章)对譯文都提出了許多宝貴的意見，譯者对他們表示衷心的感謝。

最后，譯者懇切地希望讀者和專家們多提意見、多加指正，以便譯文再版时修正。

赵超燮 1955.7.5

目　　录

序　言……………………………………………………………… 6
符号表………………………………………………………………… 8
第1章　結構力学概論 ……………………………………………10
　第1节　共面力系的平衡条件 …………………………………10
　第2节　重心,面积矩和慣矩…………………………………18
　第3节　拉伸和压縮 ……………………………………………20
　第4节　剪切 ……………………………………………………25
　第5节　弯曲 ……………………………………………………28
　第6节　組合强度。縱向弯曲…………………………………42
第2章　居住房屋的主要結構及其計算方法 ……………………49
　第1节　主要結構 ………………………………………………49
　第2节　計算方法 ………………………………………………50
　第3节　荷載 ……………………………………………………53
第3章　居住房屋的磚石結構計算…………………………………56
　第1节　一般資料 ………………………………………………56
　第2节　牆和柱 …………………………………………………63
　第3节　过梁和屋簷 ……………………………………………76
　第4节　基础 ……………………………………………………82
　第5节　輕量(多層的)牆壁結構 ………………………………91
　第6节　薄壁陶土空心磚結構 …………………………………96
　第7节　配筋結構和綜合結構 ………………………………… 103
　第8节　用冻結法砌筑的結構 ………………………………… 110
　第9节　大型砌塊結構 ………………………………………… 113
　第10节　按極限狀态的計算 ………………………………… 116
第4章　居住房屋的鋼筋混凝土結構計算 ……………………… 134
　第1节　一般資料 ……………………………………………… 134

第2节　柱 ………………………………………………………… 137
第3节　基础 ……………………………………………………… 151
第4节　板和矩形截面梁 ………………………………………… 157
第5节　*T* 形截面梁 …………………………………………… 180
第6节　裝配式鋼筋混凝土結構 ………………………………… 193
第7节　裝配式鋼筋混凝土骨架和大型予制板 ………………… 205
第8节　預应力結構 ……………………………………………… 211
第9节　按極限狀态的計算 ……………………………………… 214
第5章　居住房屋木結構的計算 ………………………………… 231
第1节　一般資料 ………………………………………………… 231
第2节　联接 ……………………………………………………… 241
第3节　樓板 ……………………………………………………… 250
第4节　屋頂 ……………………………………………………… 264
第5节　按極限狀态的計算 ……………………………………… 276
第6章　居住房屋鋼結構的計算 ………………………………… 282
第1节　一般資料 ………………………………………………… 282
第2节　联接 ……………………………………………………… 284
第3节　柱 ………………………………………………………… 293
第4节　梁 ………………………………………………………… 305
第5节　按極限狀态的計算 ……………………………………… 308
附　录 …………………………………………………………… 315

序　　言

苏联共产党和苏联政府十分重視苏联居住建筑的發展。

在第5个5年計划內，居住建筑的规模特别巨大。苏联共产党第19次代表大会在关于1951～1955年苏联發展第5个5年計划的指示中指出：

"为了进一步改善工人和職員的居住条件，要尽量扩大居住建筑。在5年計划中規定大規模的国家居住建筑計划，在这方面的基本建設投資，比前一个5年計划大約增加1倍。按照国家建筑方針要在各城市和工人居住区內兴建新的居住房屋，其面积共达1亿500万平方公尺左右"❶。

按照苏联最高苏維埃第5次常会的决定和苏联共产党中央委員会1953年9月7日全体会議"关于进一步發展苏联农業的措施"的决議，規定在农業中也要扩大居住建筑。

建筑工業基地的迅速增長可以保証完成大規模的建筑計划，就能在頗大的程度上使建筑过渡到采用工厂予制的裝配構件来建造房屋。

現在已越来越广泛地应用有效的材料和結構，以及实行建筑过程的綜合机械化。

結構計算的方法日臻完善。近几年来苏联科学家們研究出了按極限狀态計算結構的方法，这种方法能很精确地求出結構的承重能力。

因此，交流居住房屋的設計和施工方面的經驗，以及总結和貫

---

❶"苏联共产党第19次代表大会关于1951～1955年苏联發展第5个5年計划的指示"，国立政治書籍出版社，1952年第26頁。中譯本請参考新华月报，人民出版社，1952年12月号第31頁。

徹已获得的成果，就具有極重要的意义。

本書是关于計算大量建筑結構主要是4～8層居住房屋的一本簡明而实用的参考書，可供設計和施工單位的中等技术人員参考。

本書主要是叙述居住房屋的磚石結構、鋼筋混凝土結構和木結構的計算；至于鋼結構只列出一些最必需的資料，因为在居住建筑中鋼結構的应用并不多。在研究各种結構以前，簡單地叙述一下为解决最常遇到的建筑設計問題所需的結構力学知識。

本書所引用的資料都是以現行的建筑結構設計标准❶为根据。同时，为了介紹新的按極限狀态的計算方法，在本書相应的章节中还講解这个方法的基本原理并举出一些例題。

作者深深感謝对本書提出許多宝貴指示的書报評論者、苏联建筑科学院通訊院士、技术科学副博士 A. H. 波波夫(Попов)和本書的編輯技术科学副博士 K. B. 米哈伊洛夫(Михайлов)。

---

❶这里所指的現行标准是1955年以前的标准，苏联自1955年开始已采用新的更先进的結構計算方法——結構按極限狀态計算的方法——譯者注。

符 号 表

1. 标 注 字 母

уп	弹性
пц	比例
пч	强度
т	屈服
р	拉，破坏
с	压
ср	剪
см	承压
и	弯
скж	滑动
гр	基土
пласт	塑性
пред	極限
л	左
пр	棱柱
прив	換算
к	临界，砌体
а	鋼筋，配筋砌体
б	螺栓，混凝土
пл	綴板
расч	計算
нт	净
бр	毛
с	雪
в	風，上
макс	最大
мин	最小
от	弯起鋼筋
прод	縱向
х	鋼箍
п	翼板，翼緣，右
ос	减弱
нак	盖板
под	支座墊板
ш	焊縫，墊圈
н	标准的，下
гл	主要的
жб	鋼筋混凝土
нр	不均匀

2. 几何方面的符号:

$H.h.$	高度，深度
$L.l.$	長度
$s.$	曲綫長度
$\delta.c.h$	厚度
$B.b$	寬度
$D.d$	直徑
$R.r$	半徑
ρ	曲率半徑
$V.v$	体积
$F.f.$	面积
$x.y.z$	坐标
Σ	总和

Δ	差数，增量
$\alpha.\beta.\gamma$	角度
i	傾斜度

3. 結構方面的符号

X	截面受压区域高度
λ	長細比
μ	配筋系数，泊松系数
p	配筋百分率
k	匀質系数
n	超載系数
m	工作条件系数
E	彈性模量
G	剪切彈性模量
M	弯矩
N	法向力
J	慣矩
W	截面矩量
S	面积矩
p	均布活載
P	集中活載
g	均布恒載
G	集中恒載
q	总均布荷載
Q	总集中荷載，剪力
σ	法向应力
τ	剪应力
R	強度，反力，合力
e	偏心距
r	迴轉半徑
ψ	構件長度的折減系数

第 1 章　結構力学概論

第 1 节　共面力系的平衡条件

共綫力系·共点力系

同一作用点的共綫力系的合力大小等于各力大小的代数和。

如果共綫力系的合力等于零：

$$R=\sum P=0, \tag{1.1}$$

那么这个力系处于平衡。

共点的兩个力的合力大小等于以这兩个力所構成平行四边形的对角綫。

我們可以用作力三角形来代替作力平行四边形。設兩个力：P_1 和 P_2 作用在点 A（圖 1）。从力 P_1 的終点作平行于力 P_2 的綫段 BC，并且与力 P_2 的大小相等，方向相同。連接点 A 和所作綫段的終点。綫段 AC 就表示这兩个力的合力 R，因为 AC 就是平行四边形 $ABCD$ 的对角綫。

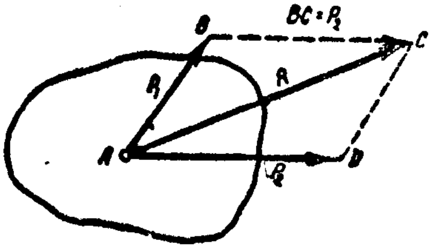

圖 1　力平行四边形

假設有好几个不同方向的力 P、P_1、P_2 和 P_3 作用在已知物体的点 A 上（圖 2）。

这时，这些力的合力就可以利用力多边形定則来确定；这个定則就是：許多共点力的合力的大小和方向可由多边形閉合边来确定，这个多边形的各边等于且平行于各个力。

事实上，多边形 $ABCDE$（圖 2）的 AB 边是表示力 P；BC、CD 和 DE 各边相应地等于且平行于力 P_1、P_2 和 P_3。閉合边 AE 表示合力的大小和方向。

表示多边形閉合边的向量叫做已知向量的几何和。这样，共点力系的合力等于各力的几何和。

我們也可以用解析法求合力的大小。假設要將作用在点 A 的兩个力 P_1 和 P_2 加起来，它們的交角为 α（圖 3）。作平行四边形

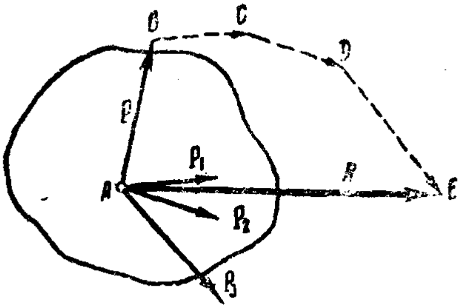

圖 2　力多边形

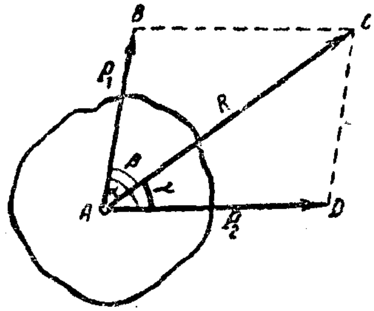

圖 3　兩个共点力的合力

$ABCD$，及其对角綫 $AC=R$。用 β 和 γ 表示合力 R 与力 P_1 和 P_2 所交的未知角。

合力的大小可以根据下面公式来計算：

$$R=\sqrt{P_1^2+P_2^2-2P_1P_2\cos\alpha}。\tag{1.2}$$

这个力的方向可用下面公式来求得：

$$\frac{\sin\beta}{P_2}=\frac{\sin\gamma}{P_1}=\frac{\sin\alpha}{R}。\tag{1.3}$$

將一个力分解为兩个分力是屬于作力平行四边形的問題。在这个問題中，平行四边形的对角綫表示已知力。但是，这时可以作出有同一个对角綫的許多个平行四边形。因此，必須要有补充条件，例如兩个未知力的方向。

力的合成可以用作力三角形来代替作平行四边形。同样的，力的分解也能用作力三角形来代替作平行四边形。

如果共点力系的合力等于零($R=0$)，也就是說力多边形是閉合的，則这个力系处于平衡。

共点力系的平衡条件是：如果共点力系的各力在兩个坐标軸上的投影代数和等于零：

$$\sum P_x=0 \text{ 和 } \sum P_y=0,\tag{1.4}$$

则这个力系处于平衡。

平 行 力

設有(圖4)平行力 P 和 Q，它們同向作用在物体的点 A 和 B 上。要將它們加起来，作直綫 AB，并沿着 AB 方向在点 A 和点 B 作用两个大小相等方向相反的力F_1 和 F_2。

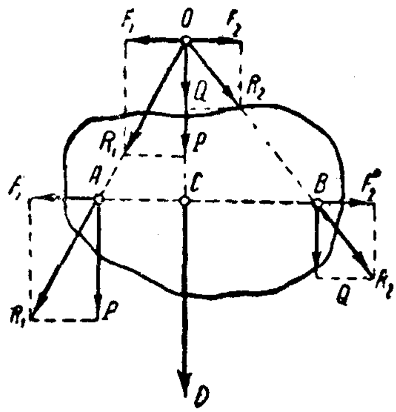

圖 4 兩个平行力的合成

然后，根据平行四边形定則將力 P 和力 F_1 相加，而力Q和力 F_2 相加。得到合力 R_1 和 R_2。延長这兩个合力的作用綫交于 O 点。然后將力 R_1 和 R_2 移到 O 点，并且分解成兩个力平行于：直綫 AB 和已知力 P 和 Q。分解結果所得到的兩个大小相等而方向相反的力 F_1 和 F_2 可以移去；只剩下作用在直綫 OC 上的力 P 和 Q，同时得到合力

$$R=P+Q.$$

于是，同向的兩个平行力的合力等于兩个力的和，并与兩个力同向。

將合力作用点移到直綫 AB 的点 C 上，我們就可以求得作用点的位置。

根据三角形 AOC 和三角形 R_1OP 的相似关系得到比例如下：

$$\frac{OP}{R_1P}=\frac{OC}{AC} \quad 或 \quad \frac{P}{F_1}=\frac{OC}{AC}。$$

由此

$$P\cdot AC=F_1\cdot OC。\qquad (a)$$

根据三角形 BOC 和三角形 R_2OQ 的相似关系得到比例如下：

$$\frac{OQ}{R_2Q}=\frac{OC}{BC} \quad 或 \quad \frac{Q}{F_2}=\frac{OC}{BC}。$$

由此

$$Q \cdot BC = F_2 \cdot OC。\tag{6}$$

方程式(a)和(6)的右边部分彼此相等，因此左边部分也相等，所以

$$P \cdot AC = Q \cdot BC。$$

由此

$$\frac{P}{BC} = \frac{Q}{AC}。$$

这样，合力的作用点 C 將兩个平行力作用点 A 和 B 之間的距离分成与这兩个平行力大小成反比的兩段：

$$\frac{P}{b} = \frac{Q}{a} = \frac{R}{l},\tag{1.5}$$

式中 $a = AC$，$b = CB$ 和 $l = AB$。

許多平行力的合力等于这些力的和，并且通过位置不随平行力方向而改变的作用点，这个点叫做平行力中心。

根据兩个力的合成定則，可以解決分解已知力为兩个同向平行力的問題，要使問題有肯定的解答，必須有补充条件，例如兩个未知分力的作用点；或者其中一个分力的大小和作用点。

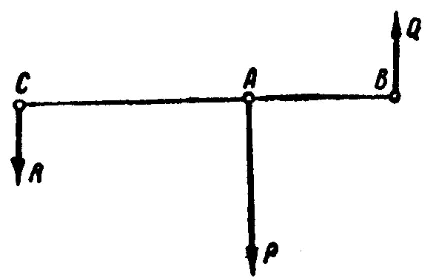

圖 5　兩个反向平行力的合成

由下列等式可求出兩个分力 P 和 Q 的大小：

$$P = \frac{bR}{l}；\quad Q = \frac{aR}{l}。$$

兩个反向平行力的合力等于这兩个力的差，并与較大的力同向。合力作用点在兩个已知力作用点的連綫上，处在較大的力的一边，并且它和已知力作用点的距离与已知力大小成反比(圖 5)。

兩个大小相等的反向平行力叫做力偶(圖 6)。

力偶的一个分力和力臂的乘积叫做力对于力偶平面上某点的

力偶矩。

圖6的力偶 (P,P) 矩 M 可用 $P\cdot d$ 表示，这里 $d=AB$ 是力臂。如果力偶有順时針轉动的傾向，那么这个力偶矩就認为是正的；如果有相反方向轉动的傾向，認为是負的。力偶的作用可由力偶矩的大小来确定。

好几个力偶可以相加，也就是可以用一个合力偶来代替，合力偶矩等于这些力偶矩的代数和。这样，当力偶合成时，只要將力偶矩相加起来就行了。

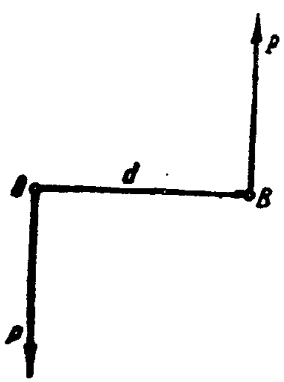

圖 6 力偶

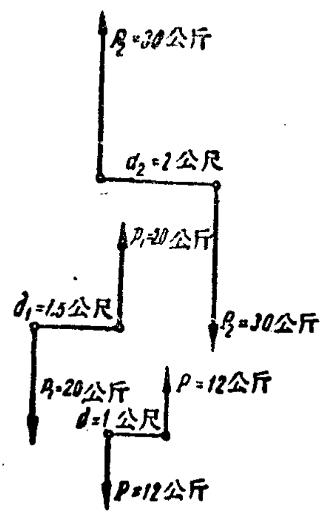

圖 7 力偶的合成

例 1·1. 設有力偶(P,P)、(P_1,P_1)、(P_2,P_2)（圖 7）。

求合力偶(R,R)。

解 求出已知力偶矩：

$$M(P,P)=-12\times1=-12\text{公斤公尺};$$

$$M_1(P_1,P_1)=-20\times1.5=-30\text{公斤公尺};$$

$$M_2(P_2,P_2)=30\times2=60\text{公斤公尺};$$

$$M(R,R)=-12-30+60=18\text{公斤公尺}。$$

可以得到許多不同的力偶(R,R)：力臂可以取为 3 公尺，而力为 6 公斤，或者力臂等于 1.5 公尺，而力为 12 公斤等等。

如果兩个力偶矩的代数和等于零，也就是合力偶矩等于零：

$$M(R,R)=0, \tag{1.6}$$

则这两个力偶互相平衡。

力 P 的大小和从点 O 到該力作用綫的垂綫 d 的乘积，叫做力对于点O的力矩 $M(P)$(圖 8)。

和力偶矩一样，如果力有着使物体顺时針轉动的傾向，那么这个力矩就認为是正的；如果有着使物体依相反方向轉动的傾向，就認为是負的。

力沿其作用綫搬移时并不改变其力矩，因为这时从力矩中心到作用綫的垂綫長度并沒有改变。

合力对于某点的力矩等于各个分力对于同一点的力矩代数和。

如果平行力系的各力在与这些力方向平行的軸上的投影代数和等于零，同时对于同一平面上的任一点的力矩代数和也等于零：

$$\sum P=0;\ \sum M(P)=0, \tag{1.7}$$

则这个平行力系处于平衡。

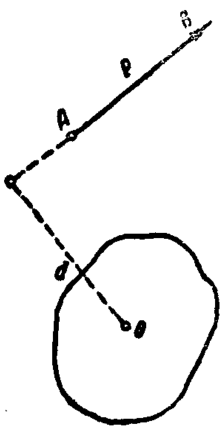

圖 8 力矩

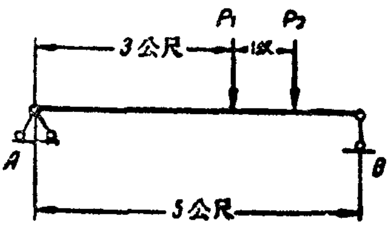

圖 9 梁的支座反力的求法

例 1·2. 設梁 AB 承受力 $P_1=500$ 公斤和 $P_2=800$ 公斤，求梁的支座反力(圖 9)。

解 求出作用力对于支座 A 的力矩和:

$$M_A(P)=0;$$

$$500\times3+800\times4-B\times5=0,$$

由此支座反力

$$B=\frac{500\times3+800\times4}{5}=940\text{公斤}。$$

求出作用力对于支座 B 的力矩和：

$$M_B(P)=0;$$

$$-800\times1-500\times2+A\times5=0,$$

由此支座反力

$$A=\frac{800\times1+500\times2}{5}=360\text{公斤}。$$

取力在竖直軸上的投影和来驗算：

$$\sum P_y=360-500-800+940=0。$$

共面任意力系

作用在物体上的力可沿其作用綫搬移，并不破坏物体的平衡。除此以外，力可以平行于本身搬移到任一点，只是附加一个力偶。設有作用在点 A 的力 P（圖10）。取任意点 O 并对其作用兩个互相平衡的力，这兩个力与力 P 平行且相等。这样，我們就將力 P 搬移到点 O 上。

力的搬移不应当改变这力对物体的作用。事实上，附加力偶矩 $M=P_1d$ 等于已知力 P 对于点 O 的力矩（圖 11），即

$$M(P)=P_1d。$$

現在取任意作用的力 P_1、P_2、……、P_n，并將它們搬移到点 O（圖 11）。

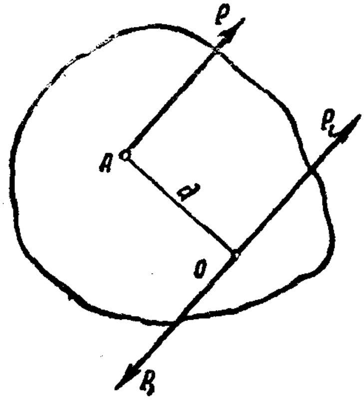

圖 10　力平行于已知方向的搬移

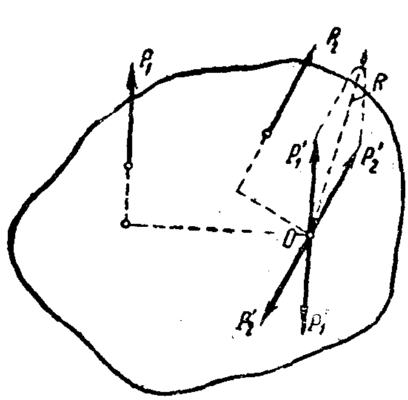

圖 11　力向已知点的搬移