

# 一级注册结构工程师考试手册

## 下册

沈蒲生 主编



中国建筑工业出版社

## 15 荷 载

---

### 15.1 荷载的分类及其代表值

#### 15.1.1 荷载的分类

结构上的作用是施加在结构上的各种荷载以及能使结构产生外加变形或约束变形的地震、地基沉降、混凝土收缩、温度变化、焊接等各种因素的总称。荷载又称为结构上的直接作用；地震、地基沉降、混凝土收缩、温度变化、焊接等不是荷载，但能使结构产生外加变形或约束变形，又称为结构上的间接作用。

荷载是各类结构和地基基础设计的主要因素，任何结构设计都离不开荷载及其计算，因此，本章专门对其进行介绍。作为一个注册结构工程师，必须熟悉其分类，掌握其取值和效应组合方法。

荷载有多种分类方法。荷载依据其在结构上随时间的变异性和持续性，可以分成三类：

##### 1. 永久荷载(恒荷载)

永久荷载又称为恒荷载或恒载。它是在结构使用期间其值不随时间变化，或其变化与平均值相比可以忽略不计的荷载。例如，结构自重、土压力、预加应力等。结构自重是指结构材料自身产生的荷载(重力)。

##### 2. 可变荷载(活荷载)

可变荷载又称为活荷载。它是在结构使用期间其值随时间变化，且其变化与平均值相比不可忽略的荷载。例如，安装荷载、楼面和屋面活荷载、吊车荷载、雪荷载和风荷载等。它们的取值和计算方法将分别在 15.4 至 15.9 节中讨论。

##### 3. 偶然荷载

偶然荷载是指在结构使用期间不一定出现，一旦出现，其值很大且持续时间很短的荷载。例如，爆炸力、撞击力等。

荷载除了按上述方法分类以外，还可以按空间位置的变异和对结构的反应分类。

荷载按空间位置的变异情况可以分为固定荷载和可动荷载。固定荷载是指在结构空间位置上不发生变化的荷载，如工业与民用建筑楼面上的固定设备荷载以及结构的自重等。可动荷载是指在结构空间位置上的一定范围内可以任意变化的荷载，如工业与民用建筑楼面上的人群荷载、厂房中的吊车荷载等。设计时应应对可动荷载或荷载中的可动部分考虑其在结构上引起的最不利内力的布置。

荷载按其结构的反应情况可以分为静态荷载和动态荷载。静态荷载是指对结构或构件不产生加速度或其加速度很小因而可以忽略不计的荷载，如结构自重、住宅及办公楼的楼面活荷载、屋面的雪荷载等。动态荷载是指对结构或构件产生不可忽略的加速度的荷载，如吊车荷载、设备振动荷载等。风荷载在单层和多层建筑设计中被视为静态荷载，在高层建筑

和高耸结构设计中被视为动态荷载。结构承受动态荷载时,结构上的内力与变形必须按照结构动力学的方法进行分析,或者对静态荷载乘以规范规定的动力系数后再按静力学方法分析。

### 15.1.2 荷载的代表值

荷载是随机变量,任何一种荷载的大小都具有程度不同的变异性。因此,进行建筑设计时,对于不同的荷载和不同的设计情况,应采用不同的代表值。

#### 1. 永久荷载的代表值

永久荷载只有一个代表值,这就是它的标准值。永久荷载的标准值是结构或构件设计时采用的基本代表值。

永久荷载标准值是根据永久荷载在结构使用期间最大荷载的概率分布的某一分位数确定的值,或是根据实践经验通过分析判断规定的公称值。永久荷载的概率分布采用正态概率分布。

#### 2. 可变荷载的代表值

可变荷载有三个代表值:

##### (1) 标准值

和永久荷载的标准值一样,可变荷载的标准值是根据其在结构使用期间最大荷载的概率分布的某一分位数确定的值,或是根据实践经验通过分析判断规定的公称值。可变荷载的概率分布采用极值 I 型分布。

可变荷载标准值是结构或构件设计时采用的各种可变荷载的基本代表值。

##### (2) 组合值

当结构承受两种或两种以上的可变荷载,且按承载能力极限状态设计或按正常使用极限状态的荷载短期效应组合设计时,考虑到这两种或两种以上可变荷载同时达到最大值的可能性较小,因此,可以将它们的标准值乘以一个小于或等于 1 的荷载组合系数  $\psi_c$ 。这种将可变荷载标准值乘以荷载组合系数  $\psi_c$  以后的数值,称为可变荷载的组合值。荷载组合值是当结构承受两种或两种以上可变荷载时,承载能力极限状态按基本组合设计和正常使用极限状态按短期效应组合设计采用的可变荷载代表值。

可变荷载组合值应根据两种或两种以上可变荷载在设计基准期内的相遇情况及其组合的最大荷载效应的概率分布,并考虑不同荷载效应组合时结构构件可靠指标具有一致性的原则确定。

##### (3) 准永久值

可变荷载虽然在设计基准期内其值会随时间而发生变化,但是,研究表明,不同的可变荷载在结构上的变化情况不一样。以住宅楼面的活荷载为例,人群荷载的流动性较大,家具荷载的流动性则相对较小。可变荷载中在整个设计基准期内出现时间较长的那部分荷载值,称为该可变荷载的准永久值。我国规范规定一般结构的设计基准期为 50 年,可变荷载准永久值可理解为在 50 年内总的持续时间不低于 25 年的那部分可变荷载值。

可变荷载准永久值为可变荷载标准值乘以可变荷载准永久值系数  $\psi_q$ 。由于可变荷载准永久值只是可变荷载标准值的一部分,因此,可变荷载准永久值系数  $\psi_q$  小于或等于 1.0。

荷载准永久值是正常使用极限状态按长期效应组合设计采用的可变荷载代表值。因此,在进行正常使用极限状态按长期效应组合设计时,可变荷载应以准永久值参与计算。

当设计上有特殊要求时,各有关规范尚可规定其他荷载代表值。

### 3. 偶然荷载的代表值

对于偶然荷载,应根据试验资料,结合工程经验确定其代表值。

## 15.2 荷载效应组合

### 15.2.1 按承载力极限状态设计时的荷载效应组合

按承载力极限状态进行结构构件设计时,采用的荷载效应组合为基本组合或偶然组合。

#### 1. 荷载效应的基本组合

进行荷载效应的基本组合时,荷载效应组合的设计值应按下列公式确定:

$$S = \gamma_G C_G G_k + \gamma_{Q1} C_{Q1} Q_{1k} + \sum_{i=2}^n \gamma_{Qi} C_{Qi} \psi_{Ci} Q_{ik} \quad (15-1)$$

式中  $\gamma_G$ ——永久荷载的分项系数。当其效应对结构不利时,取 1.2;当其效应对结构有利时,取 1.0;验算倾覆和滑移时,对抗倾覆和滑移有利的永久荷载,其分项系数取 0.9;对某些特殊情况,应按有关建筑结构设计规范的规定确定;

$\gamma_{Q1}$ 、 $\gamma_{Qi}$ ——第一个和第  $i$  个可变荷载的分项系数。一般情况下取 1.4;对楼面结构,当活荷载标准值不小于  $4\text{kN/m}^2$  时,取 1.3;

$G_k$ ——永久荷载的标准值;

$Q_{1k}$ ——第一个可变荷载的标准值,该荷载的效应  $\gamma_{Q1} C_{Q1} Q_{1k}$  大于其他任意第  $i$  个可变荷载标准值的效应  $\gamma_{Qi} C_{Qi} Q_{ik}$ ;

$C_G$ 、 $C_{Q1}$ 、 $C_{Qi}$ ——永久荷载、第一个可变荷载和其他第  $i$  个可变荷载的荷载效应系数;

$\psi_{Ci}$ ——第  $i$  个可变荷载的组合值系数。在一般情况下,当有风荷载参与组合时,取 0.6;当没有风荷载参与组合时,取 1.0。对于高耸构筑物,按有关规范规定取值。

荷载效应系数是结构或构件中的荷载效应值与产生该效应的荷载值的比值,按结构力学的方法确定。

【例 15-1】求图 15-1 简支梁在跨中集中荷载  $P$  作用下跨中弯矩的荷载效应系数  $C_{Q1}$ 。

【解】该简支梁在跨中集中荷载  $P$  作用下,跨中弯矩为

$$M = \frac{1}{4} Pl$$

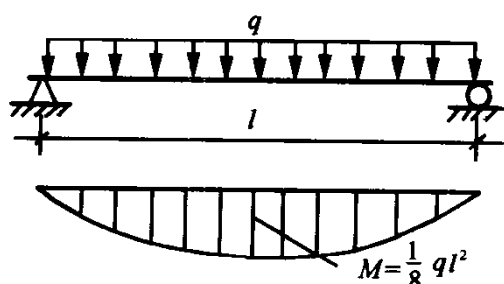


图 15-2 例 15-2 附图

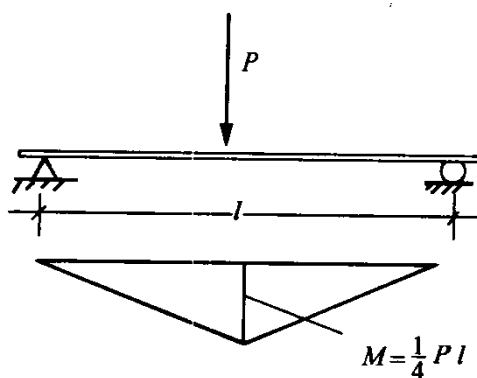


图 15-1 例 15-1 附图

因此,其荷载效应系数为

$$C_{Q1} = \frac{M}{P} = \frac{1}{4} l$$

【例 15-2】求图 15-2 简支梁在均布荷载  $q$  作用下跨中弯矩的荷载效应系数  $C_{Q1}$ 。

【解】 该简支梁在匀布荷载  $q$  作用下,跨中弯矩为:

$$M = \frac{1}{8}ql^2$$

因此,其荷载效应系数为:

$$C_{Q1} = \frac{M}{q} = \frac{1}{8}l^2$$

由以上两例可见,荷载效应系数既不是一个定值,也没有一个通用的公式,它与结构形式、荷载种类、截面位置、荷载效应类型等因素有关。如果将公式(15-1)写成下面的形式或许更便于理解一些:

$$S = \gamma_G S_{Gk} + \gamma_{Q1} S_{Q1k} + \sum_{i=2}^n \gamma_{Qi} \psi_{Ci} S_{Qik} \quad (15-2)$$

式中  $S_{Gk}$ ——永久荷载的标准值在计算截面上产生的效应;

$S_{Q1k}$ 、 $S_{Qik}$ ——可变荷载的标准值在计算截面上产生的效应,其中, $S_{Q1k}$ 为第一个可变荷载在计算截面上产生的效应, $S_{Qik}$ 为除第一个可变荷载外的其他可变荷载在计算截面上产生的效应。

对于一般排架和框架结构,当有两种或两种以上的活荷载且包含有风荷载作用在其上时,要确定各截面上哪一个荷载为第一个可变荷载,其工作量较大。为了减少各截面上第一个可变荷载的判断工作,荷载效应的组合设计值可以按下列简化设计表达式计算:

$$S = \gamma_G S_{Gk} + \psi \sum_{i=1}^n \gamma_{Qi} S_{Qik} \quad (15-3)$$

式中  $\psi$ ——简化设计表达式中采用的荷载组合系数。当有风荷载参与组合时取 0.85;当没有风荷载参与组合时取 1.0。

永久荷载分项系数与永久荷载标准值的乘积为永久荷载设计值,可变荷载分项系数与可变荷载标准值的乘积为可变荷载设计值。同样,永久荷载分项系数与由永久荷载标准值产生的内力乘积,称为永久荷载的内力设计值;可变荷载分项系数与由可变荷载标准值产生的内力的乘积,称为可变荷载的内力设计值。式(15-2)和式(15-3)中包含荷载分项系数和荷载组合系数,因此它们所代表的为荷载效应基本组合时的内力组合设计值。

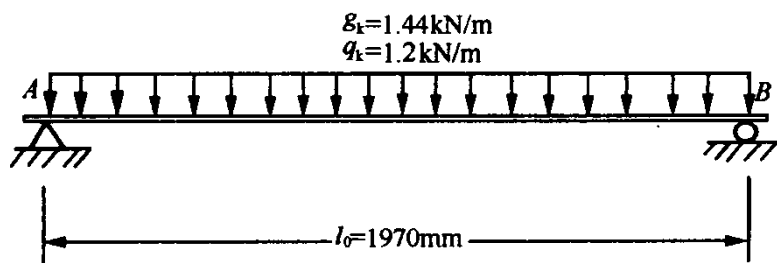


图 15-3 例 15-3 附图

【例 15-3】 某宿舍走道平板计算跨长  $l_0 = 1970\text{mm}$ , 板自重、板面水泥砂浆找平层重以及板底石灰浆粉刷层重等永久荷载标准值为  $1.44\text{kN/m}$ , 板面均布活荷载标准值为  $1.2\text{kN/m}$ , 板的计算简图如图 15-3 所示。求跨中截面弯矩的组合设计值。

【解】 永久荷载的分项系数为

$$\gamma_G = 1.2$$

板上只有均布活荷载一种可变荷载,故其荷载分项系数及组合系数分别为  $\gamma_{Q1} = 1.4$  和  $\psi_{C1} = 1.0$ 。由式(15-2)可求得跨中截面弯矩的组合设计值为

$$\begin{aligned}
 M &= \gamma_G M_{Gk} + \gamma_{Q1} M_{Q1k} = 1.2 \times \frac{1}{8} g_k l_0^2 + 1.4 \times \frac{1}{8} q_k l_0^2 \\
 &= \frac{1}{8} (1.2 g_k + 1.4 q_k) l_0^2 = \frac{1}{8} (1.2 \times 1.44 + 1.4 \times 1.2) \times 1.97^2 \\
 &= 1.65 \text{ kN} \cdot \text{m}
 \end{aligned}$$

【例 15-4】某有吊车的单层工业厂房,计算简图如图 15-4 所示。在左边柱的底截面 A 处,屋面恒荷载、柱自重、吊车梁重等永久荷载标准值产生的弯矩为  $-2.08 \text{ kN} \cdot \text{m}$  (正号表示柱的左侧纤维受拉,负号表示柱的右侧纤维受拉),屋面活荷载标准值产生的弯矩为  $0.11 \text{ kN} \cdot \text{m}$ ,左来风荷载标准值产生的弯矩为  $60.35 \text{ kN} \cdot \text{m}$ ,吊车最大轮压作用于 A 柱时荷载标准值产生的总弯矩为  $20.70 \text{ kN} \cdot \text{m}$ 。试求该截面在这些荷载作用下弯矩的组合设计值。

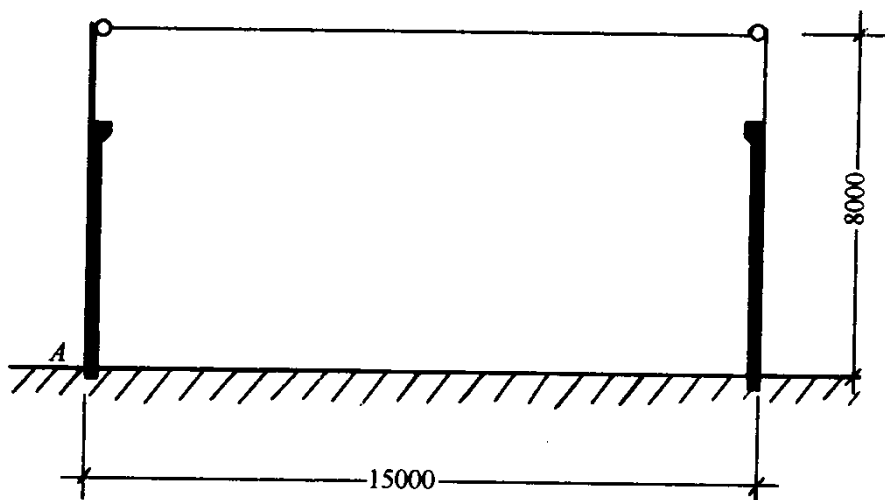


图 15-4 例 15-4 附图

【解】将各可变荷载的标准值在截面 A 处产生的弯矩值比较后可知,左来风标准值在该截面产生的弯矩值最大,因此有

$$M_{Gk} = -2.08 \text{ kN} \cdot \text{m}, \quad M_{Q1k} = 60.35 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Q2k} = 0.11 \text{ kN} \cdot \text{m}, \quad M_{Q3k} = 20.70 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\gamma_G = 1.2, \quad \gamma_{Q1} = \gamma_{Q2} = \gamma_{Q3} = 1.4, \quad \psi_{C2} = 0.6, \quad \psi_{C3} = 0.6$$

截面 A 处弯矩的组合设计值为

$$\begin{aligned}
 M &= \gamma_G M_{Gk} + \gamma_{Q1} M_{Q1k} + \gamma_{Q2} \psi_{C2} M_{Q2k} + \gamma_{Q3} \psi_{C3} M_{Q3k} \\
 &= 1.2(-2.08) + 1.4 \times 60.35 + 1.4 \times 0.6 \times 0.11 \\
 &\quad 1.4 \times 0.6 \times 20.70 = 99.47 \text{ kN} \cdot \text{m}
 \end{aligned}$$

## 2. 荷载效应的偶然组合

当求荷载效应的偶然组合时,内力的组合设计值应符合下列规定:偶然荷载的代表值不乘分项系数;与偶然荷载同时出现的可变荷载,可根据观测资料或工程经验采用适当的代表值。

### 15.2.2 按正常使用极限状态设计时的荷载效应组合

正常使用极限状态和承载能力极限状态对应着结构的两个不同的工作阶段,它们的重要性也有差异,因而要采用不同的荷载效应代表值和荷载效应组合进行验算与计算。此外,在荷载保持不变的情况下,由于混凝土的徐变等特性,裂缝和变形将随着时间的推移而发

展。因此在讨论裂缝和变形的荷载效应组合时,应该区分荷载的短期效应组合和长期效应组合。对构件进行正常使用极限状态的验算时,应该根据不同要求,分别按荷载的短期效应组合或长期效应组合进行验算。

### 1. 荷载的短期效应组合

荷载的短期效应组合按下式计算:

$$S_s = S_{Gk} + S_{Q1k} + \sum_{i=2}^n \psi_{Ci} S_{Qik} \quad (15-4)$$

式中,  $S_{Gk}$ 、 $S_{Q1k}$ 、 $S_{Qik}$ 以及  $\psi_{Ci}$ 的物理意义与式(15-2)的完全相同,  $\psi_{Ci}$ 的取值与式(15-2)的取值也完全一样。将式(15-4)与式(15-2)对比后可以看出,在式(15-4)中,永久荷载和可变荷载的分项系数均取 1.0,即荷载的短期效应组合是永久荷载标准值和可变荷载标准值产生的内力的组合。这是因为结构构件的适用性和耐久性不如安全性那样重要,因此对可靠度的要求可适当放宽的缘故。

### 2. 荷载的长期效应组合

荷载的长期效应组合按下式计算:

$$S_l = S_{Gk} + \sum_{i=1}^n \psi_{qi} S_{Qik} \quad (15-5)$$

式中  $\psi_{qi}$ ——第  $i$  个可变荷载的准永久值系数,民用建筑楼面均布活荷载的准永久值系数按表 15-2 和表 15-3 取值,屋面均布活荷载的准永久值系数按表 15-11 取值,屋面积灰荷载的准永久值系数按表 15-12 和表 15-13 取值,工业建筑楼面活荷载的准永久值系数按表 15-5 至表 15-10 取值,吊车竖向荷载的准永久值系数按表 15-19 取值。

由上面的分析可见,荷载的长期效应组合是永久荷载标准值产生的内力与可变荷载准永久值产生的内力的组合。

《混凝土结构设计规范》(GBJ 10—89)规定,在进行一般要求不出现裂缝的预应力混凝土构件的正截面抗裂验算时,需对荷载长期效应组合下的抗裂进行验算。此处,在进行受弯构件的变形验算时,也要计算荷载长期效应组合下的弯矩。此时,需要按公式(15-5)计算荷载的长期效应组合。

## 15.3 永 久 荷 载

如前所述,永久荷载的大小不随时间而改变,或其改变与平均值相比可以忽略不计,因此比较容易确定。

在结构设计中,最常遇的永久荷载是结构自重。

结构自重的标准值可按设计尺寸与材料自重标准值计算。对于某些重量变异较大的材料或结构构件(如现场制作的保温材料、混凝土薄壁构件等),其自重的标准值应根据对结构的不利状态通过结构可靠度分析,取其概率分布的某一分位数确定。

我国《建筑结构荷载规范》(GBJ 9—87)规定的常用材料和构件的自重列在表 15-1 中,可供设计时查用。

常用材料和构件的自重表

表 15-1

| 名 称                                       | 自 重   | 备 注                      | 名 称      | 自 重     | 备 注                                                                                |
|-------------------------------------------|-------|--------------------------|----------|---------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 木 材(kN/m <sup>3</sup> )                |       |                          | 紫铜、赤铜    | 89      |                                                                                    |
| 杉 木                                       | 4     | 随含水率而不同                  | 黄铜、青铜    | 85      |                                                                                    |
| 冷杉、云杉、红松、华山松、樟子松、铁杉、拟赤杨、红椿、杨木、枫杨          | 4~5   | 随含水率而不同                  | 硫化铜矿     | 42      |                                                                                    |
| 马尾松、云南松、油松、赤松、广东松、桉木、枫香、柳木、橡木、秦岭落叶松、新疆落叶松 | 5~6   | 随含水率而不同                  | 铝        | 27      |                                                                                    |
| 东北落叶松、陆均松、榆木、桦木、水曲柳、苦楝、木荷、臭椿              | 6~7   | 随含水率而不同                  | 铝 合 金    | 28      |                                                                                    |
| 锥木(栲木)、石栎、槐木、乌墨                           | 7~8   | 随含水率而不同                  | 锌        | 70.5    |                                                                                    |
| 青冈栎(楮木)、栎木(柞木)、桉树、木麻黄                     | 8~9   | 随含水率而不同                  | 亚 锌 矿    | 40.5    |                                                                                    |
| 普通木板条、橡櫟木料                                | 5     | 随含水率而不同                  | 铅        | 114     |                                                                                    |
| 锯 末                                       | 2~2.5 | 加防腐剂时为3kN/m <sup>3</sup> | 方 铅 矿    | 74.5    |                                                                                    |
| 木 丝 板                                     | 4~5   |                          | 金        | 193     |                                                                                    |
| 软 木 板                                     | 2.5   |                          | 白 金      | 213     |                                                                                    |
| 刨 花 板                                     | 6     |                          | 银        | 105     |                                                                                    |
| 2. 胶合板材(kN/m <sup>2</sup> )               |       |                          | 锡        | 73.5    |                                                                                    |
| 胶合三夹板(杨木)                                 | 0.019 |                          | 镍        | 89      |                                                                                    |
| 胶合三夹板(椴木)                                 | 0.022 |                          | 水 银      | 136     |                                                                                    |
| 胶合三夹板(水曲柳)                                | 0.028 |                          | 钨        | 189     |                                                                                    |
| 胶合五夹板(杨木)                                 | 0.03  |                          | 镁        | 18.5    |                                                                                    |
| 胶合五夹板(椴木)                                 | 0.034 |                          | 铋        | 66.6    |                                                                                    |
| 胶合五夹板(水曲柳)                                | 0.04  |                          | 水 晶      | 29.5    |                                                                                    |
| 甘蔗板(按 10mm 厚计)                            | 0.03  | 常用厚度为 13、15、19、25mm      | 硼 砂      | 17.5    |                                                                                    |
| 隔音板(按 10mm 厚计)                            | 0.03  | 常用厚度为 13、20mm            | 硫 矿      | 20.5    |                                                                                    |
| 木屑板(按 10mm 厚计)                            | 0.12  | 常用厚度为 6、10mm             | 石 棉 矿    | 24.6    |                                                                                    |
| 3. 金属矿产(kN/m <sup>3</sup> )               |       |                          | 石 棉      | 10      | 压实                                                                                 |
| 铸 铁                                       | 72.5  |                          | 石 棉      | 4       | 松散,含水量不大于 15%                                                                      |
| 锻 铁                                       | 77.5  |                          | 石 堇(高岭土) | 22      |                                                                                    |
| 铁 矿 渣                                     | 27.6  |                          | 石 膏 矿    | 25.5    |                                                                                    |
| 赤 铁 矿                                     | 25~30 |                          | 石 膏      | 13~14.5 | 粗块堆放 $\varphi = 30^\circ$ , 细块堆放 $\varphi = 40^\circ$                              |
| 钢                                         | 78.5  |                          | 石 膏 粉    | 9       |                                                                                    |
| 4. 土、砂、砂砾、岩石(kN/m <sup>3</sup> )          |       |                          | 腐 殖 土    | 15~16   | 干, $\varphi = 40^\circ$ ;<br>湿, $\varphi = 35^\circ$ ;<br>很湿, $\varphi = 25^\circ$ |
|                                           |       |                          | 粘 土      | 13.5    | 干、松、空隙比为 1.0                                                                       |

续表

| 名 称     | 自 重       | 备 注                         | 名 称                                 | 自 重                       | 备 注                      |
|---------|-----------|-----------------------------|-------------------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 粘 土     | 16        | 干, $\varphi=40^\circ$ , 压实  | 硅藻土填充料                              | 4~6                       |                          |
| 粘 土     | 18        | 湿, $\varphi=35^\circ$ , 压实  | 辉绿岩板                                | 29.5                      |                          |
| 粘 土     | 20        | 很湿, $\varphi=20^\circ$ , 压实 | 5. 砖(kN/m <sup>3</sup> )            |                           |                          |
| 砂 土     | 12.2      | 干、松                         | 普 通 砖                               | 18                        | 240×115×53—<br>684 块     |
| 砂 土     | 16        | 干, $\varphi=35^\circ$ , 压实  | 普 通 砖                               | 19                        | 机 器 制                    |
| 砂 土     | 18        | 湿, $\varphi=35^\circ$ , 压实  | 缸 砖                                 | 21~21.5                   | 230×110×65—<br>609 块     |
| 砂 土     | 20        | 很湿, $\varphi=25^\circ$ , 压实 | 红 缸 砖                               | 20.4                      |                          |
| 砂 子     | 14        | 干, 细砂                       | 耐 火 砖                               | 19~22                     | 230×110×65—<br>609 块     |
| 砂 子     | 17        | 干, 粗砂                       | 耐酸瓷砖                                | 23~25                     | 230×113×65—<br>590 块     |
| 卵 石     | 16~18     | 干                           | 灰 砂 砖                               | 18                        | 砂: 白灰=92:8               |
| 粘土夹卵石   | 17~18     | 干, 松                        | 煤 渣 砖                               | 17~18.5                   |                          |
| 砂夹卵石    | 15~17     | 干, 松                        | 矿 渣 砖                               | 18.5                      | 硬矿渣: 烟灰: 石<br>灰=75:15:10 |
| 砂夹卵石    | 16~19.2   | 干, 压实                       | 焦 渣 砖                               | 12~14                     |                          |
| 砂夹卵石    | 18.9~19.2 | 湿                           | 烟 灰 砖                               | 14~15                     | 炉渣: 电石渣: 烟<br>灰=30:40:30 |
| 浮 石     | 6~8       | 干                           | 粘 土 坯                               | 12~15                     |                          |
| 浮石填充料   | 4~6       |                             | 锯 末 砖                               | 9                         |                          |
| 砂 岩     | 23.6      |                             | 焦渣空心砖                               | 10                        | 290×290×140<br>—85 块     |
| 页 岩     | 28        |                             | 水 泥 空 心 砖                           | 9.8                       | 290×290×140<br>—85 块     |
| 页 岩     | 14.8      | 片石堆置                        | 水 泥 空 心 砖                           | 10.3                      | 300×250×110<br>—121 块    |
| 泥 灰 石   | 14        | $\varphi=40^\circ$          | 水 泥 空 心 砖                           | 9.6                       | 300×250×160<br>—83 块     |
| 花岗岩、大理石 | 28        |                             | 碎 砖                                 | 12                        | 堆 置                      |
| 花 岗 岩   | 15.4      | 片石堆置                        | 水 泥 花 砖                             | 19.8                      | 200×200×24—<br>1042 块    |
| 石 灰 石   | 26.4      |                             | 瓷 面 砖                               | 17.8                      | 150×150×8—<br>5556 块     |
| 石 灰 石   | 15.2      | 片石堆置                        | 马 赛 克                               | 0.12<br>kN/m <sup>2</sup> | 厚 5mm                    |
| 贝壳石灰岩   | 14        |                             | 6. 石灰、水泥、灰浆及混凝土(kN/m <sup>3</sup> ) |                           |                          |
| 白 云 石   | 16        | 片石堆置, $\varphi=48^\circ$    | 生石灰块                                | 11                        | 堆置, $\varphi=30^\circ$   |
| 滑 石     | 27.1      |                             |                                     |                           |                          |
| 火石(燧石)  | 35.2      |                             |                                     |                           |                          |
| 云 斑 石   | 27.6      |                             |                                     |                           |                          |
| 玄 武 岩   | 29.5      |                             |                                     |                           |                          |
| 长 石     | 25.5      |                             |                                     |                           |                          |
| 角闪石、绿石  | 30        |                             |                                     |                           |                          |
| 角闪石、绿石  | 17.1      | 片石堆置                        |                                     |                           |                          |
| 碎 石 子   | 14~15     | 堆 置                         |                                     |                           |                          |
| 岩 粉     | 16        | 粘土质或石灰质的                    |                                     |                           |                          |
| 多孔粘土    | 5~8       | 作填充料用, $\varphi=35^\circ$   |                                     |                           |                          |

续表

| 名 称       | 自 重     | 备 注                          | 名 称                             | 自 重     | 备 注                          |
|-----------|---------|------------------------------|---------------------------------|---------|------------------------------|
| 生石灰粉      | 12      | 埋置, $\varphi = 35^{\circ}$   | 钢丝网水泥                           | 25      | 用于承重结构                       |
| 熟石灰膏      | 13.5    |                              | 水玻璃耐酸混凝土                        | 20~23.5 |                              |
| 石灰砂浆、混合砂浆 | 17      |                              | 粉煤灰陶粒混凝土                        | 19.5    |                              |
| 水泥石灰焦渣砂浆  | 14      |                              | 7. 沥青、煤灰、油料(kN/m <sup>3</sup> ) |         |                              |
| 石灰炉渣      | 10~12   |                              | 石油沥青                            | 10~11   | 根据相对密度                       |
| 水泥炉渣      | 12~14   |                              | 柏 油                             | 12      |                              |
| 石灰焦渣砂浆    | 13      | 石灰:土 = 3:7, 夯实               | 煤 沥 青                           | 13.4    | 整 体                          |
| 灰 土       | 17.5    |                              | 煤 焦 油                           | 10      |                              |
| 稻草石灰泥     | 16      | 石灰:锯末 = 1:3                  | 无 烟 煤                           | 15.5    | 块状堆放, $\varphi = 30^{\circ}$ |
| 纸筋石灰泥     | 16      |                              | 无 烟 煤                           | 9.5     |                              |
| 石灰锯末      | 3.4     | 石灰, 砂子, 卵石                   | 无 烟 煤                           | 8       | 碎块堆放, $\varphi = 35^{\circ}$ |
| 石灰三合土     | 17.5    |                              | 煤 末                             | 7       |                              |
| 水 泥       | 12.5    | 轻质松散, $\varphi = 20^{\circ}$ | 煤 球                             | 10      | 堆 放                          |
| 水 泥       | 14.5    | 散装, $\varphi = 30^{\circ}$   | 褐 煤                             | 12.5    |                              |
| 水 泥       | 16      | 袋装压实, $\varphi = 40^{\circ}$ | 褐 煤                             | 7~8     | 堆 放                          |
| 矿渣水泥      | 14.5    |                              | 泥 炭                             | 7.5     |                              |
| 水泥砂浆      | 20      |                              | 泥 炭                             | 3.2~4.2 | 堆 放                          |
| 水泥蛭石砂浆    | 5~8     |                              | 木 炭                             | 3~5     |                              |
| 石棉水泥浆     | 19      |                              | 煤 焦                             | 12      | 堆放, $\varphi = 45^{\circ}$   |
| 膨胀珍珠岩砂浆   | 7~15    |                              | 煤 焦                             | 7       |                              |
| 石膏砂浆      | 12      |                              | 焦 渣                             | 10      | 压 实                          |
| 碎砖混凝土     | 18.5    | 振捣或不振捣                       | 煤 灰                             | 6.5     |                              |
| 素混凝土      | 22~24   |                              | 煤 灰                             | 8       | 桶装, 相对密度<br>0.82~0.89        |
| 矿渣混凝土     | 20      | 承 重 用                        | 石 墨                             | 20.8    |                              |
| 焦渣混凝土     | 16~17   |                              | 煤 蜡                             | 9       | 桶装, 相对密度<br>0.72~0.76        |
| 焦渣混凝土     | 10~14   | 填 充 用                        | 油 蜡                             | 9.6     |                              |
| 铁屑混凝土     | 28~65   |                              | 原 油                             | 8.8     | 大铁桶装, 每桶<br>360kg            |
| 浮石混凝土     | 9~14    | 单 块                          | 煤 油                             | 8       |                              |
| 沥青混凝土     | 20      |                              | 煤 油                             | 7.2     |                              |
| 无砂大孔性混凝土  | 16~19   |                              | 润 滑 油                           | 7.4     |                              |
| 泡沫混凝土     | 4~6     |                              | 汽 油                             | 6.7     |                              |
| 加气混凝土     | 5.5~7.5 |                              | 汽 油                             | 6.4     |                              |
| 钢筋混凝土     | 24~25   |                              | 动物油、植物油                         | 9.3     |                              |
| 碎砖钢筋混凝土   | 20      |                              | 豆 油                             | 8       |                              |

续表

| 名 称                       | 自 重      | 备 注                                                    | 名 称                       | 自 重   | 备 注                  |
|---------------------------|----------|--------------------------------------------------------|---------------------------|-------|----------------------|
| 8. 杂项(kN/m <sup>3</sup> ) |          |                                                        | 盐 酸                       | 12    | 浓度 40%               |
| 普通玻璃                      | 25.6     |                                                        | 硝 酸                       | 15.1  | 浓度 91%               |
| 钢丝玻璃                      | 26       |                                                        | 硫 酸                       | 17.9  | 浓度 87%               |
| 泡沫玻璃                      | 3~5      |                                                        | 大 碱                       | 17    | 浓度 60%               |
| 玻 璃 棉                     | 0.5~1    | 作绝缘层填充料用                                               | 氯 化 铵                     | 7.5   | 袋装堆放                 |
| 岩 棉                       | 0.5~2.5  |                                                        | 尿 素                       | 7.5   | 袋装堆放                 |
| 沥青玻璃棉                     | 0.8~1    | 导热系数<br>0.03~0.04                                      | 碳酸氢铵                      | 8     | 袋装堆放                 |
| 玻璃棉板(管套)                  | 1~1.5    | 导热系数<br>0.03~0.04                                      | 水                         | 10    | 温度 4℃ 密度最大<br>时      |
| 玻 璃 钢                     | 14~22    |                                                        | 冰                         | 8.96  |                      |
| 矿 渣 棉                     | 1.2~1.5  | 松散, 导热系数<br>0.027~0.038                                | 书 籍                       | 5     | 书架藏置                 |
| 矿渣棉制品(板、砖、<br>管)          | 3.5~4    | 导热系数 0.04 ~<br>0.06                                    | 道 林 纸                     | 10    |                      |
| 沥青矿渣棉                     | 1.2~1.6  | 导热系数 0.035 ~<br>0.045                                  | 报 纸                       | 7     |                      |
| 膨胀珍珠岩粉料                   | 0.8~2.5  | 干, 松散, 导热系数<br>0.045~0.065                             | 宣 纸 类                     | 4     |                      |
| 水泥珍珠岩制品                   | 3.5~4    | 强 度 0.4 ~ 0.8<br>N/mm <sup>2</sup> , 导热系数<br>0.05~0.07 | 棉花、棉纱                     | 4     | 压紧平均重量               |
| 膨胀蛭石                      | 0.8~2    | 导热系数 0.045 ~<br>0.06                                   | 稻 草                       | 1.2   |                      |
| 沥青蛭石制品                    | 3.5~4.5  | 导热系数 0.07 ~<br>0.09                                    | 建筑碎料(建筑垃圾)                | 15    |                      |
| 水泥蛭石制品                    | 4~6      | 导热系数 0.08 ~<br>0.12                                    | 9. 食品(kN/m <sup>3</sup> ) |       |                      |
| 聚氯乙烯板(管)                  | 13.6~16  |                                                        | 稻 谷                       | 6     | $\varphi = 35^\circ$ |
| 聚苯乙烯泡沫塑料                  | 0.5      | 导热系数不大于<br>0.03                                        | 大 米                       | 8.5   | 散 放                  |
| 石 棉 板                     | 13       | 含水率不大于 3%                                              | 豆 类                       | 7.5~8 | $\varphi = 20^\circ$ |
| 乳化沥青                      | 9.8~10.5 |                                                        | 豆 类                       | 6.8   | 袋 装                  |
| 软 橡 胶                     | 9.3      |                                                        | 小 麦                       | 8     | $\varphi = 25^\circ$ |
| 白 磷                       | 18.3     |                                                        | 面 粉                       | 7     |                      |
| 松 香                       | 10.7     |                                                        | 玉 米                       | 7.8   | $\varphi = 28^\circ$ |
| 磁                         | 24       |                                                        | 小米、高粱                     | 7     | 散 装                  |
| 酒 精                       | 7.85     | 100% 纯                                                 | 小米、高粱                     | 6     | 袋 装                  |
| 酒 精                       | 6.6      | 桶装, 相对密度<br>0.79~0.82                                  | 芝 麻                       | 4.5   | 袋 装                  |
|                           |          |                                                        | 鲜 果                       | 3.5   | 散 装                  |
|                           |          |                                                        | 鲜 果                       | 3     | 装 箱                  |
|                           |          |                                                        | 花 生                       | 2     | 袋装带壳                 |
|                           |          |                                                        | 罐 头                       | 4.5   | 装 箱                  |
|                           |          |                                                        | 酒、酱、油、醋                   | 4     | 成瓶装箱                 |
|                           |          |                                                        | 豆 饼                       | 9     | 圆饼放置, 每块<br>28kg     |
|                           |          |                                                        | 矿 盐                       | 10    | 成 块                  |
|                           |          |                                                        | 盐                         | 8.6   | 细粒散放                 |
|                           |          |                                                        | 盐                         | 8.1   | 袋 装                  |

续表

| 名 称                           | 自 重     | 备 注                        | 名 称                           | 自 重      | 备 注                                                 |
|-------------------------------|---------|----------------------------|-------------------------------|----------|-----------------------------------------------------|
| 砂 糖                           | 7.5     | 散 装                        |                               | 0.38     | 三层 12mm 纸面石膏板,无保温层                                  |
| 砂 糖                           | 7       | 袋 装                        |                               | 0.43     | 三层 12mm 纸面石膏板,中填岩棉保温板 50mm                          |
| 10. 砌体(kN/m <sup>3</sup> )    |         |                            |                               | 0.49     | 四层 12mm 纸面石膏板,无保温层                                  |
| 浆砌细方石                         | 26.4    | 花岗岩,方整石块                   |                               | 0.54     | 四层 12mm 纸面石膏板,中填岩棉保温板 50mm                          |
| 浆砌细方石                         | 25.6    | 石 灰 石                      | 贴瓷砖墙面                         | 0.5      | 包括水泥砂浆打底,其厚 25mm                                    |
| 浆砌细方石                         | 22.4    | 砂 岩                        | 水泥粉刷墙面                        | 0.36     | 20mm 厚,水泥粗砂                                         |
| 浆砌毛方石                         | 24.8    | 花岗岩,上下面大致平整                | 水磨石墙面                         | 0.55     | 25mm 厚,包括打底                                         |
| 浆砌毛方石                         | 24      | 石 灰 石                      | 水刷石墙面                         | 0.5      | 25mm 厚,包括打底                                         |
| 浆砌毛方石                         | 20.8    | 砂 岩                        | 石灰粗砂粉刷                        | 0.34     | 20mm 厚                                              |
| 干砌毛石                          | 20.8    | 花岗岩,上下面大致平整                | 剁假石墙面                         | 0.5      | 25mm 厚,包括打底                                         |
| 干砌毛石                          | 20      | 石 灰 石                      | 外墙拉毛墙面                        | 0.7      | 包括 25mm 水泥砂浆打底                                      |
| 干砌毛石                          | 17.6    | 砂 岩                        | 12. 屋架、门窗(kN/m <sup>2</sup> ) |          |                                                     |
| 浆砌普通砖                         | 18      |                            | 木 屋 架                         | 0.07+    | 按屋面水平投影面积计算,跨度以 m 计<br>无天窗,包括支撑,按屋面水平投影面积计算,跨度以 m 计 |
| 浆砌机砖                          | 19      |                            |                               | 0.007    |                                                     |
| 浆砌缸砖                          | 21      |                            | 钢 屋 架                         | 0.12+    |                                                     |
| 浆砌耐火砖                         | 22      |                            |                               | 0.011    |                                                     |
| 浆砌矿渣砖                         | 21      |                            |                               | × 跨度     |                                                     |
| 浆砌焦渣砖                         | 12.5~14 |                            | 木框玻璃窗                         | 0.2~0.3  |                                                     |
| 土坯砖砌体                         | 16      |                            | 钢框玻璃窗                         | 0.4~0.45 |                                                     |
| 粘土砖空斗砌体                       | 17      | 中填碎瓦砾,一眠一斗                 | 木 门                           | 0.1~0.2  |                                                     |
| 粘土砖空斗砌体                       | 13      | 全 斗                        | 钢 铁 门                         | 0.4~0.45 |                                                     |
| 粘土砖空斗砌体                       | 12.5    | 不能承重                       | 13. 屋顶(kN/m <sup>2</sup> )    |          |                                                     |
| 粘土砖空斗砌体                       | 15      | 能 承 重                      | 粘土平瓦屋面                        | 0.55     | 按实际面积计算,下同                                          |
| 粉煤灰泡沫砌块砌体                     | 8~8.5   | 粉煤灰:电石渣:废石膏=74:22:4        | 水泥平瓦屋面                        | 0.5~0.55 |                                                     |
| 三 合 土                         | 17      | 灰:砂:土=1:1:9~1:1:4          | 小青瓦屋面                         | 0.9~1.1  |                                                     |
|                               |         |                            | 冷摊瓦屋面                         | 0.5      |                                                     |
| 11. 隔墙与墙面(kN/m <sup>2</sup> ) |         |                            |                               |          |                                                     |
| 双面抹灰板条隔墙                      | 0.9     | 每面抹灰厚 16~24mm,龙骨在内         |                               |          |                                                     |
| 单面抹灰板条隔墙                      | 0.5     | 灰厚 16~24mm,龙骨在内            |                               |          |                                                     |
| C 型钢龙骨隔墙                      | 0.27    | 两层 12mm 纸面石膏板,无保温层         |                               |          |                                                     |
|                               | 0.32    | 两层 12mm 纸面石膏板,中填岩棉保温板 50mm |                               |          |                                                     |

续表

| 名 称                        | 自 重      | 备 注                | 名 称                        | 自 重       | 备 注                           |
|----------------------------|----------|--------------------|----------------------------|-----------|-------------------------------|
| 石板瓦屋面                      | 0.46     | 厚 6.3mm            | 隔音纸板顶棚                     | 0.2       | 厚 20mm, 吊木及盖缝条在内              |
| 石板瓦屋面                      | 0.71     | 厚 9.5mm            | V 型轻钢龙骨吊顶                  | 0.12      | 一层 9mm 纸面石膏板, 无保温层            |
| 石板瓦屋面                      | 0.96     | 厚 12.1mm           |                            | 0.17      | 一层 9mm 纸面石膏板, 有厚 50mm 的岩棉板保温层 |
| 麦秸泥灰顶                      | 0.16     | 以 10mm 厚计          |                            | 0.20      | 二层 9mm 纸面石膏板, 无保温层            |
| 石棉板瓦                       | 0.18     | 仅瓦自重               |                            | 0.25      | 二层 9mm 纸面石膏板, 有厚 50mm 的岩棉板保温层 |
| 波形石棉瓦                      | 0.2      | 182×725×8mm        | V 型轻钢龙骨及铝合金龙骨吊顶            | 0.1~0.12  | 一层矿棉吸音板厚 15mm, 无保温层           |
| 白 铁 皮                      | 0.05     | 24 号               | 顶棚上铺焦渣锯末绝缘层                | 0.2       | 厚 50mm 焦渣、锯末按 1:5 混合          |
| 瓦 楞 铁                      | 0.05     | 26 号               | 15. 地面(kN/m <sup>2</sup> ) |           |                               |
| 玻璃屋顶                       | 0.3      | 9.5mm 铅丝玻璃、框架自重在内  | 地板格栅                       | 0.2       | 仅格栅自重                         |
| 玻璃砖顶                       | 0.65     | 框架自重在内             | 硬木地板                       | 0.2       | 厚 25mm, 剪刀撑、钉子等自重在内, 不包括格栅自重  |
| 油毡防水层                      | 0.05     | 一层油毡刷油两遍           | 松木地板                       | 0.18      |                               |
|                            | 0.25~0.3 | 四层作法, 一毡二油上铺小石子    | 小瓷砖地面                      | 0.55      | 包括水泥粗砂打底                      |
|                            | 0.3~0.35 | 六层作法, 二毡三油上铺小石子    | 水泥花砖地面                     | 0.6       | 砖厚 25mm, 包括水泥粗砂打底             |
|                            | 0.35~0.4 | 八层作法, 三毡四油上铺小石子    | 水磨石地面                      | 0.65      | 10mm 面层, 20mm 水泥砂浆打底          |
| 捷罗克防水层                     | 0.1      | 厚 8mm              | 油 地 毡                      | 0.02~0.03 | 油地纸, 地板表面用                    |
| 屋顶天窗                       | 0.35~0.4 | 9.5mm 铅丝玻璃, 框架自重在内 | 木块地面                       | 0.7       | 加防腐油膏铺砌厚 76mm                 |
| 14. 顶棚(kN/m <sup>2</sup> ) |          |                    | 菱苦土地面                      | 0.28      | 厚 20mm                        |
| 钢丝网抹灰吊顶                    | 0.45     |                    | 铸铁地面                       | 4~5       | 60mm 碎石垫层, 60mm 面层            |
| 麻刀灰板条顶棚                    | 0.45     | 吊木在内, 平均灰厚 20mm    | 缸砖地面                       | 1.7~2.1   | 60mm 砂垫层, 53mm 面层, 平铺         |
| 砂子灰板条顶棚                    | 0.55     | 吊木在内, 平均灰厚 25mm    | 缸砖地面                       | 3.3       | 60mm 砂垫层, 115mm 面层, 侧铺砂垫层, 平铺 |
| 苇箔抹灰顶棚                     | 0.48     | 吊木龙骨在内             | 黑砖地面                       | 1.5       |                               |
| 松木板顶棚                      | 0.25     | 吊木在内               |                            |           |                               |
| 三夹板顶棚                      | 0.18     | 吊木在内               |                            |           |                               |
| 马粪纸顶棚                      | 0.15     | 吊木及盖缝条在内           |                            |           |                               |
| 木丝板吊顶棚                     | 0.26     | 厚 25mm, 吊木及盖缝条在内   |                            |           |                               |
| 木丝板吊顶棚                     | 0.29     | 厚 30mm, 吊木及盖缝条在内   |                            |           |                               |
| 隔音纸板顶棚                     | 0.17     | 厚 10mm, 吊木及盖缝条在内   |                            |           |                               |
| 隔音纸板顶棚                     | 0.18     | 厚 13mm, 吊木及盖缝条在内   |                            |           |                               |

续表

| 名 称                             | 自 重  | 备 注                | 名 称       | 自 重   | 备 注               |
|---------------------------------|------|--------------------|-----------|-------|-------------------|
| 16. 建筑用压型钢板(kN/m <sup>2</sup> ) |      |                    | 三波型 V-200 | 0.135 | 波高 70mm, 板厚 1mm   |
| 单波型 V-300 (S-60)                | 0.13 | 波高 173mm, 板厚 0.8mm | 多波型 V-125 | 0.065 | 波高 35mm, 板厚 0.6mm |
| 双波型 W-550                       | 0.11 | 波高 130mm, 板厚 0.8mm | 多波型 V-115 | 0.079 | 波高 35mm, 板厚 0.6mm |

## 15.4 楼面和屋面活荷载

## 15.4.1 民用建筑楼面均布活荷载

1. 民用建筑楼面均布活荷载的标准值及其准永久值系数, 应按表 15-2 的规定采用。《钢筋混凝土高层建筑设计规程》(JGJ 3—91)(以下简称“高规”)补充的民用建筑楼面均布活荷载取值见表 15-3。

民用建筑楼面均布活荷载标准值及其准永久值系数

表 15-2

| 项 次 | 类 别                          | 标 准 值<br>(kN/m <sup>2</sup> ) | 准 永 久 值<br>系 数 $\psi_q$ |
|-----|------------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| 1   | 住宅、宿舍、旅馆、办公楼、医院病房、托儿所、幼儿园    | 1.5                           | 0.4                     |
| 2   | 教室、试验室、阅览室、会议室               | 2.0                           | 0.5                     |
| 3   | 食堂、办公楼中的一般资料档案室              | 2.5                           | 0.5                     |
| 4   | 礼堂、剧场、电影院、体育场及体育馆的看台         |                               |                         |
|     | (1)有固定座位                     | 2.5                           | 0.3                     |
|     | (2)无固定座位                     | 3.5                           |                         |
| 5   | 展 览 馆                        | 3.0                           | 0.5                     |
| 6   | 商 店                          | 3.5                           | 0.5                     |
| 7   | 车站大厅、候车室、舞台、体操室              | 3.5                           | 0.5                     |
| 8   | 藏书库、档案库                      | 5.0                           | 0.8                     |
| 9   | 停车库:                         |                               |                         |
|     | (1)单向板楼盖(板跨不小于 2m)           | 4.0                           | 0.6                     |
|     | (2)双向板楼盖和无梁楼盖(柱网尺寸不小于 6m×6m) | 2.5                           |                         |
| 10  | 厨 房                          | 2.0                           | 0.5                     |
| 11  | 浴室、厕所、盥洗室:                   |                               |                         |
|     | (1)对第一项中的民用建筑                | 2.0                           | 0.4                     |
|     | (2)对其他民用建筑                   | 2.5                           | 0.5                     |

续表

| 项次 | 类 别                 | 标准值<br>(kN/m <sup>2</sup> ) | 准永久值<br>系数 $\psi_q$ |
|----|---------------------|-----------------------------|---------------------|
| 12 | 走廊、门厅、楼梯：           |                             |                     |
|    | (1)住宅、托儿所、幼儿园       | 1.5                         | 0.4                 |
|    | (2)宿舍、旅馆、医院、办公楼     | 2.0                         | 0.4                 |
|    | (3)教室、食堂            | 2.5                         | 0.5                 |
|    | (4)礼堂、剧场、电影院、看台、展览馆 | 3.5                         | 0.3                 |
| 13 | 挑出阳台                | 2.5                         | 0.5                 |

注：1. 本表所给各项活荷载适用于一般使用条件，当使用荷载较大时，应按实际情况采用。

2. 第9项活荷载只适用于停放轿车的车库。当单向板板跨小于2m时，可按15.4.2节的规定，将车轮局部荷载换算为等效均布荷载，局部荷载值取4.5kN，间隔1.5m，分布在0.2m×0.2m的面积上。

3. 第12项楼梯活荷载，对预制楼梯踏步平板，尚应按1.5kN集中荷载验算。

4. 第13项挑出阳台荷载。当人群有可能密集时，宜按3.5kN/m<sup>2</sup>采用。

5. 本表各项荷载未包括隔墙自重。

高规(JGJ 3—91)补充的民用建筑楼面均布活荷载

表 15-3

| 项 目        | 活荷载标准值<br>(kN/m <sup>2</sup> ) | 准永久值系数<br>$\psi_q$ | 附 注        |
|------------|--------------------------------|--------------------|------------|
| 酒吧间、舞厅、展销厅 | 3.0~4.0                        | 0.5                | 荷载较大时按实际情况 |
| 屋面花园       | 4.0~5.0                        | 0.8                |            |
| 贮藏室        | 5.0~8.0                        | 0.8                |            |
| 饭店厨房、洗衣房   | 4.0~5.0                        | 0.5                |            |
| 健身房、娱乐室    | 3.0~4.5                        | 0.5                |            |

2. 设计楼面梁、墙、柱及基础时，表15-2中的楼面活荷载标准值在下列情况下应乘以规定的折减系数：

(1) 设计楼面梁时的折减系数：

1) 表15-2中第1项当楼面梁从属面积超过25m<sup>2</sup>时，取0.9。

2) 表15-2中第2~8项当楼面梁从属面积超过50m<sup>2</sup>时，取0.9。

3) 表15-2中第9项对单向板楼盖的次梁和槽形板的纵肋取0.8；对单向板楼盖的主梁取0.6；对双向板楼盖的梁取0.8。

4) 表15-2中第10~13项采用与所属房屋类别相同的折减系数。

注：楼面梁的从属面积是指向梁两侧各延伸1/2梁间距范围内的实际面积。

(2) 设计墙、柱和基础时的折减系数：

1) 表15-2中第1项按表15-4规定采用。

活荷载按楼层数的折减系数

表 15-4

| 墙、柱、基础计算截面以上的层数     | 1              | 2~3  | 4~5  | 6~8  | 9~20 | >20  |
|---------------------|----------------|------|------|------|------|------|
| 计算截面以上各楼层活荷载总和的折减系数 | 1.00<br>(0.90) | 0.85 | 0.70 | 0.65 | 0.60 | 0.55 |

注：当楼面梁的从属面积超过25m<sup>2</sup>时，采用括号内的系数。

- 2) 表 15-2 中第 2~8 项采用与其楼面梁相同的折减系数。
  - 3) 表 15-2 中第 9 项对单向板楼盖取 0.6; 对双向板楼盖和无梁楼盖取 0.8。
  - 4) 表 15-2 中第 10~13 项采用与所属房屋类别相同的折减系数。
3. 高层建筑结构的活荷载在计算内力时可不作最不利布置。

#### 15.4.2 工业建筑楼面活荷载

1. 工业建筑楼面在生产使用或安装检修时, 由设备、管道、运输工具及可能拆移的隔墙产生的局部荷载, 均应按实际情况考虑, 可采用等效均布活荷载代替。

我国《建筑结构荷载规范》(GBJ 9—87) 规定的楼面等效均布荷载的确定方法如下:

(1) 楼面(板、次梁及主梁)的等效均布活荷载, 应在其设计控制部位上, 根据需要按内力(如弯矩、剪力等)、变形及裂缝的等值要求来确定。在一般情况下, 可仅按内力的等值来确定。

(2) 连续梁、板的等效均布活荷载可按单跨简支计算。但计算内力时, 仍应按连续梁、板考虑。

(3) 由于生产、检修、安装工艺以及结构布置的不同, 楼面活荷载差别较大时, 应划分区域分别确定等效均布活荷载。

(4) 单向板上局部荷载(包括集中荷载)的等效均布活荷载  $q_e$ , 可按下式计算

$$q_e = \frac{8M_{\max}}{bl^2} \quad (15-6)$$

式中  $l$ ——板的跨度;

$b$ ——板上荷载的有效分布宽度, 按第(5)条确定;

$M_{\max}$ ——简支单向板的绝对最大弯矩, 按设备的最不利布置确定。

计算  $M_{\max}$  时, 设备荷载应乘以动力系数, 并扣去设备在该板跨内所占面积上由操作荷载引起的弯矩。

(5) 单向板上局部荷载的有效分布宽度  $b$ , 可按下列规定计算:

1) 当局部荷载作用面的长边平行于板跨时(图 15-5), 简支板上荷载的有效分布宽度  $b$  为:

① 当  $b_{cx} \geq b_{cy}, b_{cy} \leq 0.6l, b_{cx} \leq l$  时,

$$b = b_{cy} + 0.7l \quad (15-7)$$

② 当  $b_{cx} \geq b_{cy}, 0.6l < b_{cy} \leq l, b_{cx} \leq l$  时,

$$b = 0.6b_{cy} + 0.94l \quad (15-8)$$

2) 当局部荷载作用面的长边垂直于板跨时(图 15-6), 简支板上荷载的有效分布宽度  $b$  可以按以下两种情况取值:

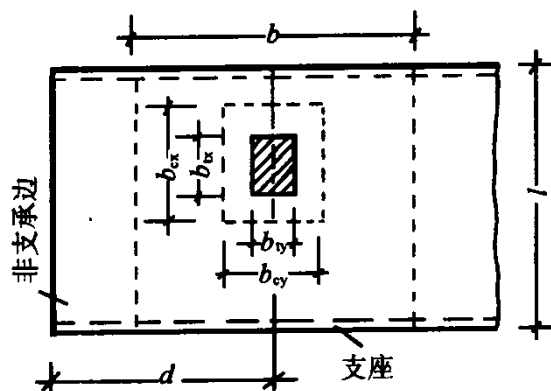


图 15-5 简支板上局部荷载的有效分布宽度  
(荷载作用面的长边平行于板跨)

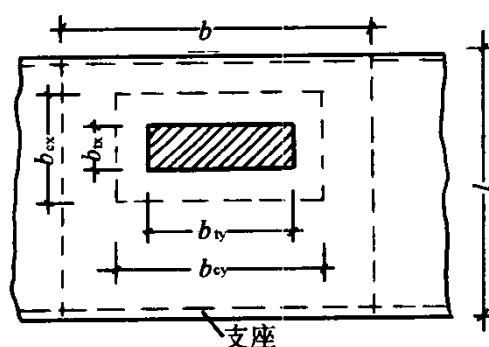


图 15-6 简支板上局部荷载的有效分布宽度  
(荷载作用面的长边垂直于板跨)

① 当  $b_{cx} < b_{cy}, b_{cy} \leq 2.2l, b_{cx} \leq l$  时,

$$b = \frac{2}{3}b_{cy} + 0.73l \quad (15-9)$$

② 当  $b_{cx} < b_{cy}, b_{cy} > 2.2l, b_{cx} \leq l$  时,

$$b = b_{cy} \quad (15-10)$$

式中  $l$ ——板的计算跨度;

$b_{cx}$ ——局部荷载作用面平行于板跨的计算宽度;

$b_{cy}$ ——局部荷载作用面垂直于板跨的计算宽度;

而

$$b_{cx} = b_{tx} + 2s + h$$

$$b_{cy} = b_{ty} + 2s + h$$

式中  $b_{tx}$ ——局部荷载作用面平行于板跨的宽度;

$b_{ty}$ ——局部荷载作用面垂直于板跨的宽度;

$s$ ——垫层厚度;

$h$ ——板的厚度。

3) 当局部荷载作用在板的非支承边附近, 即  $d < \frac{b}{2}$  时(见图 15-5), 荷载的有效分布宽度应予折减, 按下式计算

$$b' = \frac{1}{2}b + d \quad (15-11)$$

式中  $b'$ ——折减后的有效分布宽度;

$d$ ——局部荷载作用面中心至非支承边的距离。

4) 当两个局部荷载相邻而  $e < b$  时(图 15-7), 局部荷载的有效分布宽度应予折减, 可按下式计算:

$$b' = \frac{b}{2} + \frac{e}{2} \quad (15-12)$$

式中  $e$ ——相邻两个局部荷载的中心间距。

5) 悬臂板上局部荷载的有效分布宽度(图 15-8)为

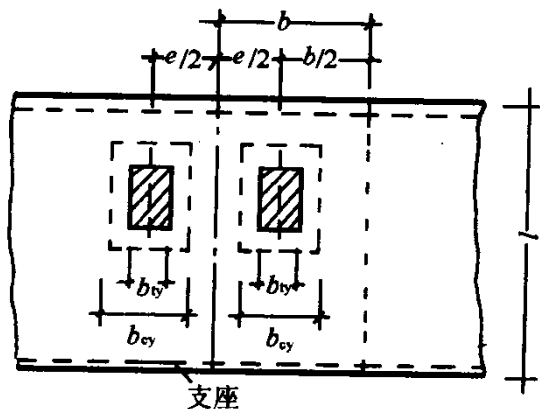


图 15-7 相邻两个局部荷载的有效分布宽度

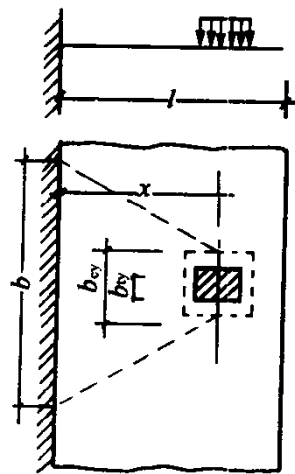


图 15-8 悬臂板上局部荷载的有效分布宽度

$$b = b_{cy} + 2x \quad (15-13)$$

式中  $x$ ——局部荷载作用面中心至支座的距离。