

铁 路 基 建 施 工 技 术 丛 书

钢筋工基础知识

张元圻 编

TIE LU JI JIAN SHI GONG JI SHU CONG SHU

中 国 铁 道 出 版 社

铁路基建施工技术丛书

钢 筋 工 基 础 知 识

张元圻 编

中 国 铁 道 出 版 社

1983年·北京

铁路基建施工技术丛书

钢筋工基础知识

张元圻 编

中国铁道出版社出版

责任编辑 李云国 封面设计 翟 达

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

中国铁道出版社印刷厂印

开本: $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ 印张: 4.5 字数: 97 千

1983年12月 第1版 1983年12月 第1次印刷

印数: 0001—45,000册 定价: 0.40 元

内 容 简 介

全书分三章。第一章介绍钢筋混凝土结构的基本概念，钢筋的分类和钢筋的性能；第二章介绍钢筋除锈、调直、切断以及钢筋的弯曲、绑扎等基本知识；第三章介绍预应力钢筋的性能，钢筋的冷拉及预应力混凝土的基本概念和施工方法。

本书可作基建系统钢筋工自学读物，也可作技工培训教材。

目 录

第一章 钢筋的基本知识	1
第一节 钢筋混凝土结构的基本概念	1
第二节 钢筋的分类	20
第三节 钢筋重量及断面积	23
第四节 钢筋的性能与检验	25
第二章 钢筋的加工	42
第一节 钢筋除锈	42
第二节 钢筋调直、切断	44
第三节 钢筋接头的连接	54
第四节 钢筋的弯曲、绑扎、安装	73
第五节 钢筋的代换	89
第三章 预应力钢筋的性能	92
第一节 钢筋的冷拉	92
第二节 预应力混凝土的基本概念	100
第三节 预应力混凝土的施工方法	100

第一章 钢筋的基本知识

第一节 钢筋混凝土结构的基本概念

钢筋混凝土结构是当前建筑工程中常用的一种工程结构，它是由两种力学性能不相同的材料：钢筋和混凝土组合而成。钢筋承受拉力，混凝土承受压力，这样就充分发挥了两种材料的特性，具有强度和承载力高，整体性、耐火性、耐久性能好，抗震性能强，维修费用少等优点。钢筋混凝土构件又可以预制为成品，利用机械安装，这样加速了施工进度，因此，目前钢筋混凝土结构已广泛地应用于土木建筑工程中。

图 1—1 所示的为一根矩形截面的混凝土梁，梁上作用着荷载，它是一种受弯构件。现在就以此梁来分析混凝土梁的性能。

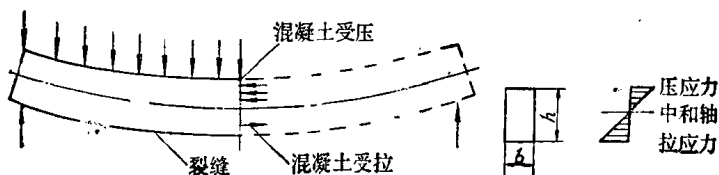


图 1—1 矩形混凝土梁受力情况

梁在上面传下来的荷载作用下，整个梁是受弯曲的，梁截面上半部的混凝土受压而缩短，截面下半部的混凝土受拉而伸长，截面上的应力基本上按直线规律分布，即上部边缘处压应力最大，下部边缘处拉应力最大，中间的一层应力为

零，称为中和层。中和层与横截面的交线称为中和轴。由于混凝土抗压能力较强，而抗拉能力却很差，当梁上半部的混凝土承受由于荷载产生的压力，强度还没有充分发挥时，而梁下半部的混凝土已承受不了因荷载而产生的拉力了，这样，在梁的下半部垂直于梁轴的截面上，或沿斜截面上产生了很多垂直和斜向的裂缝，这些裂缝不断向上发展，将导致整个梁的破坏。为了弥补混凝土构件不能承受拉力这个缺点，在梁的下半部受拉区内配上几根钢筋来承受梁的拉力，这根梁承受荷载的能力就可以大大增加了，如图 1—2 所示。这种梁称为单筋梁。如果梁上承受较大荷载，梁的截面因受建筑使用上的限制又不能增大时，为了满足荷载要求，可以在梁的上半部受压区也配置钢筋，来帮助混凝土承受压力，这种梁称为双筋梁。但是双筋梁是不经济的，一般都尽量避免采用。

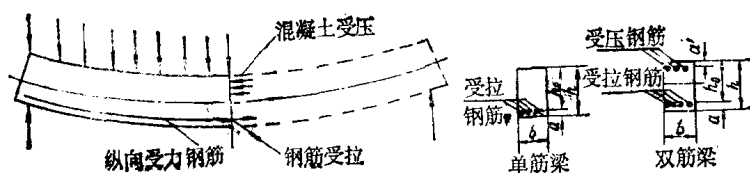


图 1—2 矩形钢筋混凝土梁受力情况

构件中应配置多少钢筋，则要通过计算确定，因为构件破坏的特性与截面纵向受力钢筋的配筋率，钢筋及混凝土的力学性能等因素有关。

所谓配筋率即是纵向受力钢筋的截面积 F 。与构件的有效面积 bh_0 的比值，用百分率表示。构件的配筋率有以下三种情况：

(1) 配筋率正常的构件 当荷载增加到一定数值时，

钢筋和混凝土的强度都能得到充分发挥；

(2) 配筋率过大的构件 加荷载后钢筋强度尚未达到充分发挥，而受压混凝土却已先破坏，致使整个构件也完全破坏。因为强度控制于受压区，所以虽然配置了很多钢筋，也不能增加构件强度，这样造成了钢筋的浪费；

(3) 配筋率过小的构件，只要受拉区混凝土一开裂，钢筋受力超过了它所能承受的限度。此时，钢筋变形很大，构件的裂缝开展很大，挠度也急剧增加，使整个构件遭到破坏。因此，建筑工程中钢筋混凝土构件的纵向受力钢筋的最小配筋百分率应符合表 1—1 的规定。

钢筋混凝土构件中纵向钢筋的最小配筋百分率 表 1—1

项次	分 类	混凝土标号		
		200号 及以下	250~400	500~600
1	轴心受压构件的全部受压钢筋	0.4	0.4	0.4
2	偏心受压及偏心受拉构件的受压钢筋	0.2	0.2	0.2
3	受弯构件偏心受压及偏心受拉构件的受拉钢筋	0.1	0.15	0.2

注：本表摘自《钢筋混凝土结构设计规范》(TJ10—74)表34。

钢筋和混凝土这两种力学性能不同的材料之所以能共同工作，是由于：

(1) 当混凝土凝结后与钢筋紧密地粘结在一起，存在着抗滑动的粘着力，这是钢筋与混凝土共同工作的基础；

(2) 钢筋和混凝土具有几乎相等的线膨胀系数，因而钢筋及混凝土胀缩量不等所引起的内部应力很小，不会出现过大的相对变形而造成粘着力的破坏；

(3) 密实的混凝土能防止钢筋锈蚀，这样粘着力及钢筋强度就能长期保持不会减少。

粘着力是由三部分组成：

(1) 混凝土凝结时的收缩，将钢筋紧紧握固而产生的摩擦力；

(2) 钢筋与混凝土接触面的胶着力；

(3) 钢筋表面凹凸不平而产生的机械结合力。

粘着力的大小与钢筋埋入混凝土中的接触面积的大小有关，螺旋钢筋的表面凹凸不平，机械结合力很大，所以粘结力比光面钢筋高。在实际施工中，为了增加钢筋的粘结力，还在钢筋的端部增设弯钩，这样，钢筋和混凝土就能合成更加坚固的整体。

钢筋混凝土构件根据承受荷载的受力性质，可分为受弯构件、受压构件和受扭构件。

受弯构件 一般指的是梁和板，如桥面系统、厂房屋盖和楼盖的面板及其纵横梁、吊车梁、门窗过梁、挡土墙等。

在简支梁中，根据受力情况，布置有纵向受力钢筋、弯起钢筋、箍筋、纵向构造钢筋等，如图 1—3 所示。

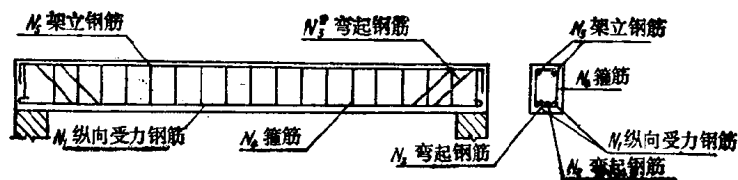


图 1—3 简支梁的钢筋布置

1. 纵向受力钢筋 沿梁的纵向跨度方向布置，承受梁中由于弯曲在梁的下半部产生的拉力，故又称受拉钢筋或主筋。

梁的纵向受力钢筋配置的一般规定为：

(1) 绑扎骨架的钢筋混凝土梁，其纵向受力钢筋的直

径：当梁高为 300 毫米及以上时，不小于 10 毫米；当梁高小于 300 毫米时，不宜小于 6 毫米。

(2) 纵向钢筋的净距不应小于钢筋直径。同时对构件下部钢筋（净保护层）不得小于 25 毫米，对构件上部钢筋（净保护层）不得小于 30 毫米。构件下部钢筋配置多于两排时，钢筋水平方向的中距应比下面两排的中距增大一倍。

(3) 纵向受力钢筋伸入支座支承范围内的数量：当梁宽为 150 毫米及以上时，不应少于二根；当梁宽小于 150 毫米时，可为一根。

2. 弯起钢筋 为了抵抗梁端部附近由于受弯和受剪而产生的斜向拉应力，需将下部部分受拉钢筋的两端弯起伸入上部来承受这部分拉应力（或称主拉应力的钢筋）称弯起钢筋。钢筋弯起角度一般为 45° 或 60° 。钢筋弯起之后应有足够的锚着长度，一般受压区不应小于 $10d$ ，受拉区不应小于 $20d$ ，如图 1—4 所示。对于一些弯起钢筋如在梁尽端切断，不能满足 $20d$ 的要求时，可将其沿边转弯延长之，如图 1—3 中之 N_3 。对于光面钢筋在末端尚应设弯钩，位于梁侧底层的钢筋不应弯起。

3. 箍筋 为了固定受力钢筋的位置，使钢筋形成坚固的骨架而设置。同时又可以承受剪力，以满足斜截面强度的需要。对限制斜裂缝的宽度，防止斜截面的破坏比较有效。

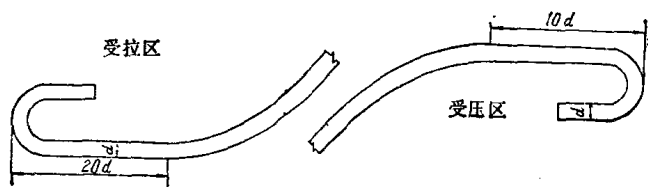


图 1—4 弯起钢筋

箍筋的形式有开口式及封闭式，（参见图 1—5），一般常用的是封闭式。开口式箍筋，只用在单筋梁（不设受压钢筋的梁）中。如在构件的一个截面中只放一个开口式箍筋，称为双肢钢箍。受荷载很大的梁，或有些构件截面较宽，为了更好绑扎固定钢筋，需要将两个钢箍拼在一起使用，称为四肢钢箍。

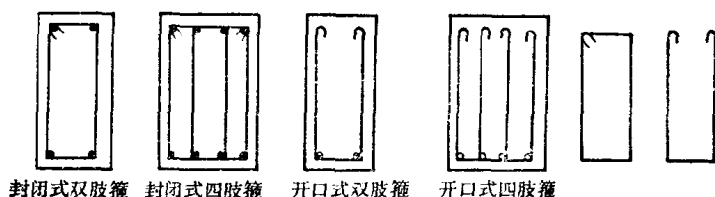


图 1—5 箍筋

如果梁的截面形状比较复杂，除了设置基本的箍筋外，还要布置附加的构造箍筋，以将截面突出部位的混凝土与梁主体混凝土相联；不得采用如图 1—6(b) 所示的带内转角的箍筋。

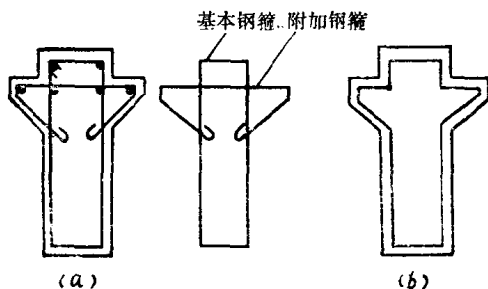


图 1—6 基本箍筋和附加箍筋

梁中箍筋配置的一般规定为：

(1) 箍筋的直径：对高度大于 800 毫米的梁，不宜小

于8毫米；对高度为800毫米及以下的梁，不宜小于6毫米；对高度为250毫米及以下的梁，不宜小于4毫米；梁中配有受压钢筋时，不应小于 $\frac{1}{4}d$ （ d 为受压钢筋的最大直径）。

（2）箍筋的设置：对高度大于300毫米的梁，仍应沿梁全长设置箍筋；对高度为150—300毫米的梁，可仅在构件端部各 $\frac{1}{4}$ 跨度范围内设置箍筋，但当在构件中部 $\frac{1}{2}$ 跨度范围内有集中荷载作用时，则应沿梁全长设置；对高度为150毫米以下的梁，可不设置箍筋。

（3）梁中箍筋的间距

梁中箍筋的最大间距见表1—2。

梁中配有计算的受压钢筋时，箍筋应做成封闭式的，其间距在绑扎骨架中不应大于 $15d$ ，在焊接骨架中不应大于 $20d$ （ d 为受压钢筋中的最小直径）同时在任何情况下均不应大于400毫米。

梁中箍筋的最大间距（mm）

表1—2

项 次	梁 高 （mm）	间 距
1	150~300	150~200
2	300~500	200~300
3	500~800	250~350
4	大于 800	300~500

梁中钢筋搭接处的箍筋间距：在绑扎骨架中非焊接的搭接接头长度范围内，当搭接钢筋为受拉时，其箍筋的间距不应大于 $5d$ ；当搭接钢筋为受压时，其箍筋的间距不应大于 $10d$ （ d 为受力钢筋中的最小直径）。

4. 纵向构造钢筋 沿梁的纵向布置，它基本上不受力而只起架立和构造的作用，目的是使主筋和箍筋保持正确位置形成骨架。

纵向构造钢筋配置的一般规定为：

(1) 当梁的跨度小于4米时，架立钢筋的直径不宜小于6毫米；跨度等于4~6米时，不宜小于8毫米；跨度大于6米时，不宜小于10毫米。

(2) 当梁高超过700毫米时，在梁的两侧面沿高度每隔300~400毫米，应设置一根直径不小于10毫米的纵向构造钢筋。

(3) 对于钢筋混凝土薄腹梁，应在下部 $\frac{1}{2}$ 梁高的腹板内，沿两侧配置纵向构造钢筋，其直径为8~14毫米，间距为100~150毫米，并按下密上稀的方式布置。

除以上几种钢筋外，还有各种构造钢筋在不同类型的梁中会用到，如当梁中弯起钢筋不足以负担梁的剪力时，应加设“鸭筋”（图1-7），再如梁端上面有砖墙压住，阻止梁端自由转动或者梁端与另一梁或柱整体相连，不能自由转动时，梁端将产生向上方向的弯曲，这时需要设置构造负筋（图1-8）。

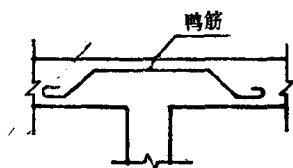


图 1-7 “鸭筋”

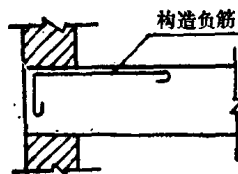


图 1-8 构造负筋

板的受力特点与梁基本相同。受荷载后只有一个方向发生弯曲，这种板称为单向板，也称为梁式板（图1-9）。若两个方向都发生弯曲，则称为双向板（图1-10），它的受力特性与梁就完全不同了。

梁式板的结构形式有简支板（两端都放在支承上的）、

悬臂板（一端嵌固在墙内或与梁连接，另一端无支承）、连续板等。常用的是简支板。简支板中钢筋布置如图 1—11 所示。

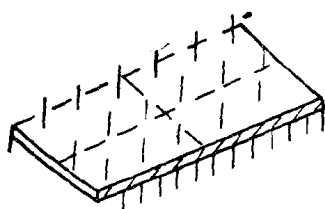


图 1—9 单向板

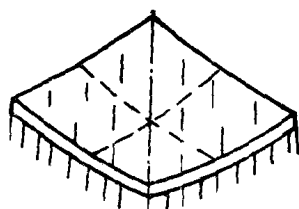


图 1—10 双向板

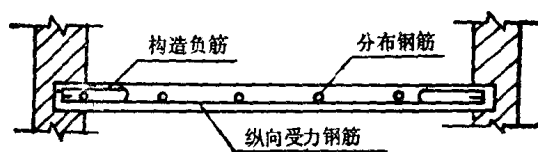


图 1—11 简支板钢筋布置

板中钢筋配置的一般规定为：

（1）板中采用绑扎钢筋作配筋时，其受力钢筋的间距：当板厚小于或等于 150 毫米时，不应大于 200 毫米；当板厚大于 150 毫米时，不应大于板厚的 1.5 倍，且在板的每米宽度内不应少于三根。

板中伸入支座的钢筋，其间距不应大于 400 毫米，其截面面积不应小于跨中受力钢筋截面面积的 $\frac{1}{3}$ 。

板中弯起钢筋的弯起角不小于 30° 。

（2）板中单位长度上的分布钢筋应不少于三根。

（3）简支板的下部纵向受力钢筋伸入支座的长度，不应小于受力钢筋直径的五倍。

(4) 当板的受力钢筋与梁的肋部平行时，应沿梁肋方向每米长度内配置不少于 5 根与梁肋垂直的构造钢筋其直径不小于 6 毫米，且单位长度内的总截面面积不应小于板中单位长度内受力钢筋截面面积的 $\frac{1}{3}$ ，伸入板中的长度从肋边算起每边不小于板计算跨度 l_0 的 $\frac{1}{4}$ （图 1—12）。

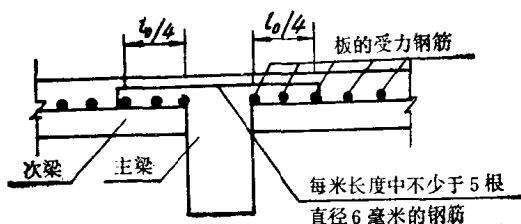


图 1—12

(5) 对嵌固在承重砖墙内的板，在板的上部每米长度内应配置 5 根直径为 6 毫米的构造钢筋（包括弯起钢筋在内），其伸出墙边的长度不应小于 $\frac{1}{7}l_1$ ，对两边均嵌固在墙内的板角部分，应双向配置上述构造钢筋，其伸出长度不应小于 $\frac{1}{4}l_1$ （ l_1 为单向板的跨度或双向板的短边跨度）如图 1—13 所示。

悬臂板的受力性质与简支板的受力性质却相反，在承受荷载后梁的上部受拉，下部受压，因此板中受力钢筋布置应放在板的上面，如图 1—14 所示。

图 1—15 为一悬臂式钢筋混凝土挡土墙，它是由立板与底板两部分组成。立板为固定在底板上的悬臂板，承受墙后土压力、水压力等荷载。当立板受到水平推力后就向外弯曲，因此沿立板内侧需垂直放置受力钢筋，钢筋直径不宜太小。根据立板的受力性质，越往上部受力越小，所以不必将

全部受力钢筋伸至顶端，而可在不同高程上根据受力大小切断部分钢筋，切断的部位应在理论切断点加上钢筋锚着长度一般为 $25d \sim 30d$ 。当墙较高时，可将钢筋分别在不同高程切断二次，仅将 $\frac{1}{4} \sim \frac{1}{3}$ 的钢箍延伸到板顶，在垂直于受力钢筋的方向应配置分布钢筋。图 1—16 为悬臂式挡土墙配筋图。

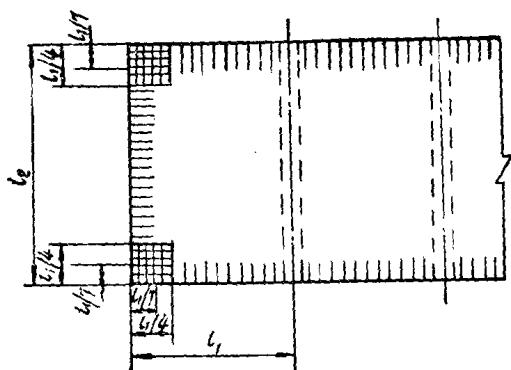


图 1—13

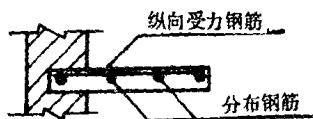


图 1—14 悬臂板钢筋布置

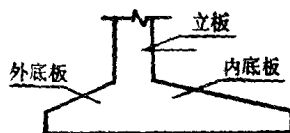


图 1—15 悬臂板的钢筋布置

特别重要的挡土墙，在墙面有时也按构造配置少量钢筋或钢丝网，以提高混凝土表面抵抗温度变化和收缩的能力，防止混凝土表面出现过宽裂缝。

底板的内底板与外底板都是以立板底为固定端的悬臂板。底板承受的荷载有：地基反力、土重、地下水压力等。

一般情况下内底板所受的荷载向下，底板顶面受拉，受力钢筋放在上侧。外底板则相反，受力钢筋放在板下侧。

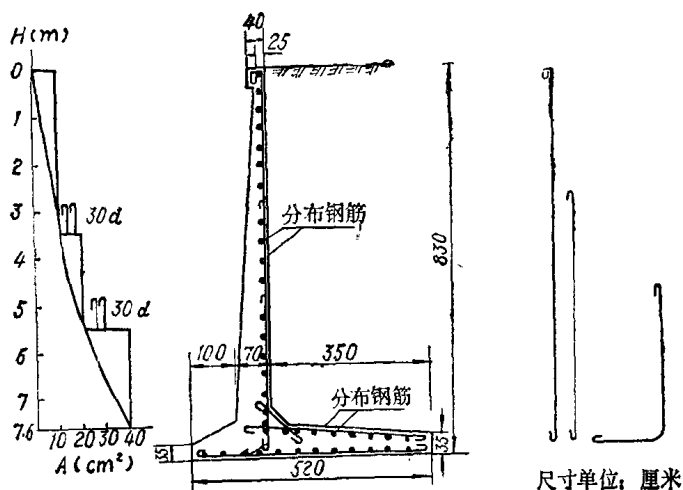


图 1—16 悬臂式挡土墙配筋

为了构造协调，便于施工，底板受力钢筋间距最好取与立板钢筋间距相同或其整倍数。也可将立板底部受力钢筋的部分或全部弯过来作为外底板受力钢筋。内底板钢筋也可在离固端一定距离处切断一半。立板与内底板连接处配以构造钢筋，底板也配置分布钢筋，其要求与立板相同。

图 1—17 扶壁式钢筋混凝土挡土墙，它是由立板、底板及扶壁三部分组成，荷载作用下受力性质基本上与悬臂式类似。扶壁在荷载作用下受弯，也是悬臂梁，扶壁与立板为共同作用的整体结构，也按不同高度配置钢筋。在扶壁与立板连接处在水平方向受轴向拉力，因此在扶壁的水平方向必须配置足够数量的连接钢筋。同理，内底板与扶壁亦有脱开的趋势，故也应配置垂直的连接钢筋。图 1—18 为扶壁式钢筋混凝土挡土墙钢筋示意图。