

钢筋焊接网的搭接

林振伦 王安国 张云

星联钢网（深圳）有限公司

[摘要] 本文从钢筋焊接网的搭接机制出发，探讨了焊接网的搭接长度、搭接形式及其效果、搭接位置布置及在实际工程中的应用。

[关键词] 钢筋焊接网搭接 搭接机制 搭接长度 锚固 应用

受使用钢筋焊接网的构件尺寸和技术要求、制作条件和运输条件等的限制，钢筋焊接网的尺寸受到了一定的限制，钢筋焊接网布置设计时，钢筋焊接网的搭接是必然的。焊接网的搭接是钢筋焊接网技术的重要内容之一。钢筋焊接网的搭接是钢筋焊接网之间连接的一种形式，它将一片焊接网钢筋所承受的力传递到另一片焊接网的钢筋上。搭接的形式、位置、长度等因素直接影响到钢筋焊接网的搭接效果、材料用量和钢筋焊接网构件的细部构造等。

《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》J276-2003^[1]（简称《规程》J276-2003 或《规程》）是钢筋焊接网设计的主要依据，《混凝土结构设计规范》GB50010-2002^[2]（《规范》GB50010-2002 或《规范》）不包含钢筋焊接网，但其通用部分及《规程》未规定部分应以《规范》GB50010-2002 为准。

1. 焊接网搭接机制

搭接处的钢筋所受的力是通过钢筋四周的混凝土传递到混凝土上的。搭接长度常用钢筋锚固长度乘以计算系数来表达。钢筋焊接网的锚固长度是搭接长度的基础，应先进行锚固长度的分析。同时，焊接网搭接的钢筋间力的传递与钢筋的锚固尚有其不同之处，尚应对焊接网的搭接进行具体的分析。

1.1 锚固机制

钢筋在混凝土的锚固力是钢筋表面混凝土粘着力力的体现，在混凝土强度较低时锚固力同时也受混凝土劈裂控制。

人们进行了大量的钢筋在混凝土中的锚固力的试验研究，取得了大量的资料，认为锚固力是混凝土中的水泥胶体与钢筋表面的胶结作用，混凝土收缩握紧作用产生的摩擦力和钢筋表面的机械咬合作用等的结果。这些作用最后总可归结到钢筋和混凝土的性能上。图 1—1 为钢筋在混凝土中力的相互作用，常以钢筋屈服和锚固破坏同时发生为原则来表达钢筋在混凝土中的锚固力。

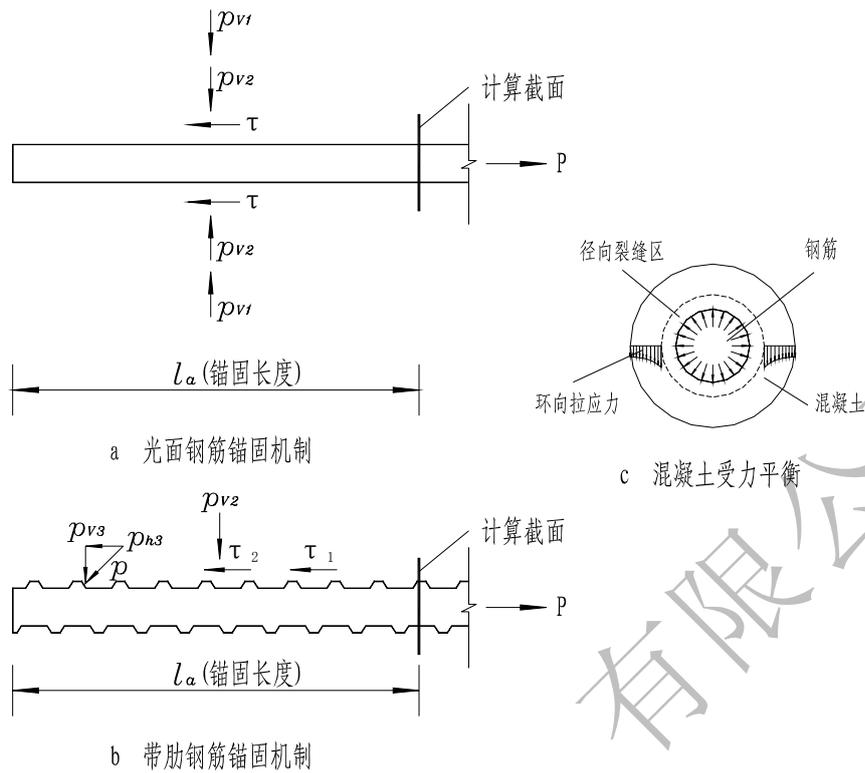


图 1—1 锚固机制

p -机械咬合力 τ_1 -粘结力 τ_2 -摩擦力

1.2 搭接机制

搭接处的钢筋所受的力是通过钢筋在混凝土中的锚固力传递的，钢筋的锚固机制是焊接网搭接机制的基础。由于焊接网搭接中的钢筋锚固于混凝土中，钢筋受到的力由混凝土传递到另一根钢筋上，混凝土的传力机制与钢筋锚固的机制还是有差别的。

如图 1—2，搭接的两根钢筋的间距很小时，其间的混凝土形成受压的“斜杆”，传递钢

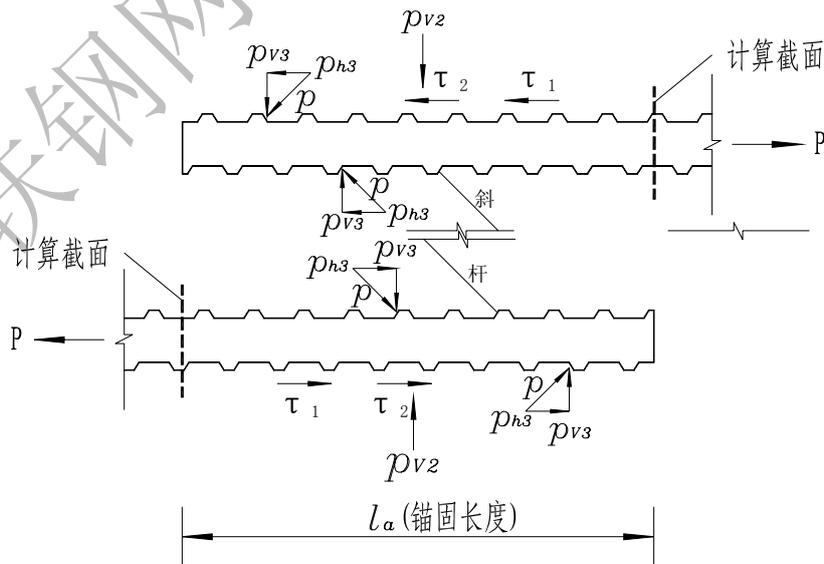


图 1—2 钢筋焊接网钢筋搭接机制

p -机械咬合力 τ_1 -粘结力 τ_2 -摩擦力

筋所受的力，钢筋周围的其它部分混凝土的受力情况类似于锚固情况，因此钢筋搭接的传力条件应不低于钢筋锚固条件。故常以钢筋锚固长度作为焊接网搭接长度的基础。在构件内部钢筋焊接网搭接处的混凝土还受到构件受荷载时的作用；搭接处钢筋端部混凝土的受力条件是较复杂的，不可能用简单的模型来模拟钢筋在混凝土中的实际搭接情况。因此，用简化的方法计算搭接长度，还需用搭接试验来验证。

2 搭接长度计算

2.1 锚固长度计算

2.1.1 计算公式

实践中常用锚固长度来反映锚固力，钢筋在混凝土内的锚固长度定义为自构件计算截面计算的锚入混凝土内的长度。在各标准中常以不同的形式表达。

以钢筋屈服和锚固破坏同时发生为原则，不论是用粘着力或混凝土强度来平衡钢筋的屈服强度，总可以得到以下的表达式：

$$\text{粘聚力}^{[4]}(\text{图 1-1a, b}): \quad l_{a1} = \alpha_1 \frac{f_y}{\tau_u} d, \quad (1-1)$$

$$\text{混凝土强度}^{[5]}(\text{图 1-1c}): \quad l_{a2} = \alpha_2 \frac{f_y}{f_t} d, \quad (1-2)$$

τ_u 和 f_y 有一定的关系，因此 (1-1)，(1-2) 可统一为

$$l_a = \alpha \frac{f_y}{f_t} d \quad (1-3)$$

式中 l_a ——受拉钢筋的基本锚固长度； f_y ——钢筋抗拉强度设计值； f_t ——混凝土轴心抗拉强度设计值，混凝土强度等级高于 C40 时，仍按 C40 考虑； d ——钢筋的公称直径； τ_u ——平均粘着力； α ——综合修正系数。

《规范》GB50010-2002 用公式 (1-3) (即《规范》公式 (9.3.1-1)) 作为基本锚固长度 l_a 的计算公式， α 定义为钢筋的外形系数。应用时，由计算所得的 l_a ，再乘以相应于不同锚固条件的修正系数加以修正。《规程》J276-2003 则用公式 (1-3) 计算的 l_a 列表列于表 5.1.7 和表 5.1.8 中。

美国《混凝土结构建筑规范》ACI185-2005^[3] (简称《规范》ACI185-2005) 将诸多影响锚固长度的因素表现于计算公式中：

$$l_d = \frac{3}{40} \frac{f_y}{\sqrt{f_c'}} \frac{\psi_t \psi_e \psi_s \lambda}{\left(\frac{C_b + K_{tr}}{d_b} \right)} d_b \quad (1-4)$$

$$\text{和} \quad K_{tr} = \frac{A_{tr} f_{yt}}{1500sn} \quad (1-5)$$

式中 l_d ——锚固长度，in. (1 吋=2.504mm，下同)； f_y ——钢筋屈服强度，psi (磅 / 吋²=7.0897E-3N/mm²，下同)； f_c' ——混凝土抗压强度，psi； ψ_t ——钢筋位置修正系数，通常取 $\psi_t=1.0$ ； ψ_e ——钢筋环氧树脂涂层修正系数，无涂层 $\psi_e=1.0$ ； ψ_s ——钢筋尺寸修正系数，No.6 ($d=0.75$ in.=18.78mm，下同) 或小于 No.6 钢筋 $\psi_s=0.8$ ，No.6 以上取 $\psi_s=1.0$ ； λ ——混凝土特性修正系数，轻质混凝土取 $\lambda=1.3$ ，常规混凝土取 $\lambda=1.0$ ； $\sqrt{f_c'}$ ——混凝土抗压强度的平方根，psi； d_b

——钢筋直径, in.; C_b ——(a) 钢筋轴线至最近混凝土表面的距离, 或 (b) 需锚固钢筋的中心距; K_{tr} ——横向钢筋系数, 钢筋间距较大时取 $K_{tr}=0$; A_{tr} ——钢筋搭接范围内间距为 s 的横向钢筋面积, in.²; f_{yt} ——横向钢筋的屈服强度 f_y , psi.; s ——纵向钢筋、横向钢筋中心距, in.; n ——钢筋搭接范围内钢筋数。

常用的钢筋混凝土要考虑的影响因素并不多, 主要为钢筋强度、混凝土强度, 以及钢筋的外形、尺寸和间距。

1. 钢筋和混凝土的强度

钢筋强度和混凝土强度为锚固力主要的影响因素, 各国规范均以钢筋和混凝土强度来表达锚固长度, 虽然表达形式有所不同。例如混凝土强度, 《规范》GB50010-2002 用的是 $1/f_c$, 《规范》ACI185-2005 用的是 $1/\sqrt{f'_c}$ 。根据试算结果, 在常用钢筋直径范围内它们的变化规律基本相同。

2. 《规范》GB50010-2002) 没有焊有横筋对锚固长度影响的规定, 《规程》J276-2003 借用了焊有横筋的机械锚固设施的规定, 计算相应的锚固长度。

3. 其它的影响因素, 如混凝土特性、混凝土施工条件、钢筋位置, 钢筋环氧树脂涂层、钢筋保护层等, 有的标准用条文体现 (如《规范》GB50010-2002), 有的标准反映在计算公式中 (如《规范》ACI185-2005), 其实质基本相同。

4. 钢筋间距、保护层厚度和横向钢筋等因素的影响也是以不同的形式表达的。《规范》GB50010-2002 用有箍筋加固的保护层厚度来表达, 即有箍筋加固的保护层厚度等于或大于 $3d$ 时, 搭接长度可乘以 0.8。在梁、柱等构件中受力钢筋的间距较小是合适的。用于钢筋焊接网则有些牵强。

《规范》ACI185-2005 中, 钢筋间距、保护层厚度和横向钢筋等因素对锚固长度的影响是在公式中体现的。钢筋间距、保护层厚度 (C_b) 及横向钢筋的截面积和布置 (K_{tr}) 的影响。这些规定应用于钢筋焊接网显得更为具体。同时还反映了可能的破坏形式的条件: $(C_b+K_{tr})/d_b < 2.5$ 时混凝土开裂破坏, $(C_b+K_{tr})/d_b > 2.5$ 时为钢筋拔出破坏。在 $C_b < 2d_b$ 时, 钢筋间距较小, 类似梁柱情况, 即使考虑横筋的影响, $(C_b+K_{tr})/d_b$ 常出现小于 2.5 的情况。此情况类似于《规范》GB50010-2002) 的规定。在钢筋焊接网钢筋间距较大情况, 钢筋的锚固长度会减小。若《规程》参照这些规定, 似更符合钢筋焊接网混凝土结构钢筋间距大、有横筋 (未焊) 的情况。

2.2 搭接

2.2.1 搭接长度计算

钢筋焊接网的搭接是建立在钢筋锚固的基础上的。如上所述, 钢筋的基本锚固长度 l_a 是按钢筋和混凝土性能达到设计值时的锚固长度。

受拉构件或受弯构件受拉侧钢筋搭接处的钢筋是受拉的, 搭接处的混凝土还要传递钢筋的拉力, 一根钢筋由计算截面所受的力减至钢筋端头为零, 另一根钢筋由端头为零增至钢筋计算截面处所受的力。这些拉力是通过混凝土锚固力传递的。同时, 搭接处两钢筋间的“斜杆”作用还具有加强混凝土锚固力的作用。由于搭接处两搭接钢筋轴线不在同一直线上, 其周边混凝土中力的传递 (含“斜杆”作用) 使混凝土中的应力状态复杂化。加之两钢筋计算高度的差别 (叠搭), 使其应力状态更趋复杂, 搭接处混凝土会出现斜裂缝或斜裂缝增加。搭接试验结果表明, 叠搭搭接的斜裂缝较平搭更多些; 搭接长度增大时斜裂缝趋于减少, 搭接长度很大时, 平搭的斜裂缝量趋于接近无搭接时的斜裂缝量。

锚固试验结果表明, 增加钢筋的锚固长度可使钢筋的锚固力增加, 粘着强度减至平均最终粘着强度 τ_u 以下后, 锚固力增加很小。因此, 搭接长度取为较大的锚固长度是必要的, 但过大的搭接长度会造成浪费, 也没有必要。实践中钢筋焊接网搭接长度, 考虑了钢筋的锚固力和搭接处混凝土的受力条件, 并留有一定的余量, 常用钢筋锚固长度乘以大于 1.0 的修正系数 ζ 来计算:

$$l_l = \zeta l_a \quad (2-1)$$

式中 l_l ——钢筋搭接长度;
 l_a ——钢筋基本锚固长度;

ζ ——纵向受拉钢筋搭接长度的修正系数。

ζ 的选择以表达上述在钢筋搭接时的锚固力留有余地而又不至于过于浪费为准。各种标准对 ζ 的取值考虑的出发点略有不同，但其数值大致较为接近。《规范》GB50010-2002 以钢筋搭接处搭接接头面积百分率确定为 1.2~1.6（《规范》GB50010-2002 表 9.4.3）。《规程》J276-2003 用 $\zeta = 1.3$ 。《规范》ACI 185-2005 则以钢筋搭接处实际配置钢筋面积 A_p 与设计钢筋面积 A_r 之比 A_p/A_r 决定， $A_p/A_r \geq 2.0$ 时取为 1.0，其它情况取为 1.3。

2.2.2 搭接长度的规定

各种标准的钢筋焊接网搭接长度取值的规定大致相同，如图 2—1（《规程》J276-2003）和图 2—2（《规范》ACI 185-2005）。

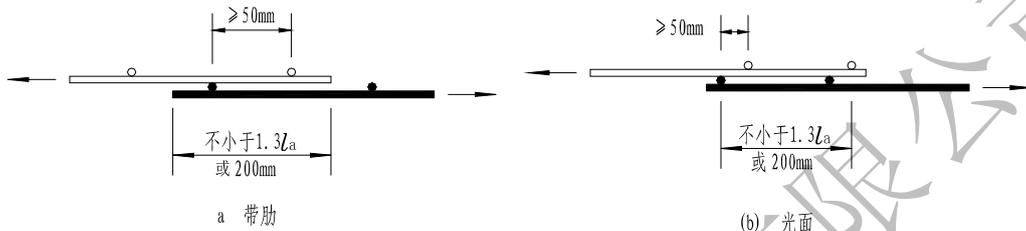


图 2—1 钢筋焊接网搭接

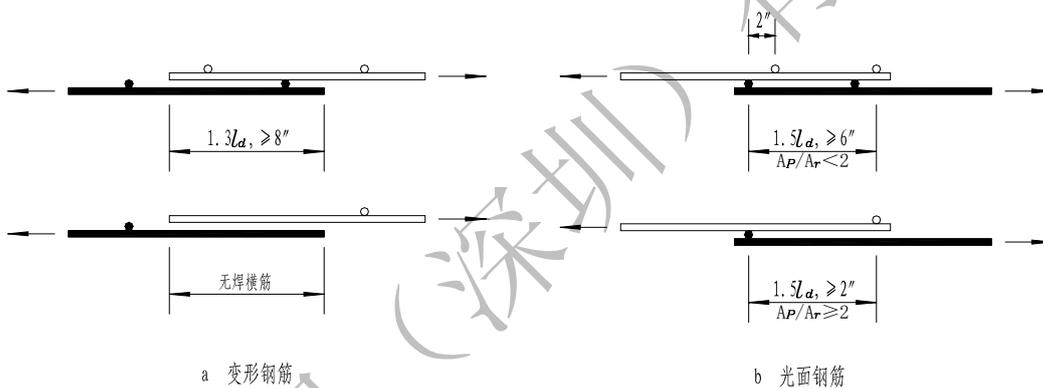


图 2—2 钢筋焊接网搭接

3 搭接形式

3.1 搭接处钢筋位置

钢筋焊接网钢筋的不同位置会影响搭接钢筋间的力的传递。详细说明各搭接方式的目的：一是说明受力筋的不紧密接触搭接，两搭接钢筋筋之间的混凝土形成的“斜杆”作用有利于受力筋间的力的传递；二是说明纵向钢筋的不同位置对混凝土传递力的影响。常用的钢筋焊接网搭接形式有：叠搭、平搭和扣搭，其纵向钢筋及横向钢筋的位置各异，如图 3—1。

图 3—1 为构件有侧自由边情况，楼板无自由侧面的居多。

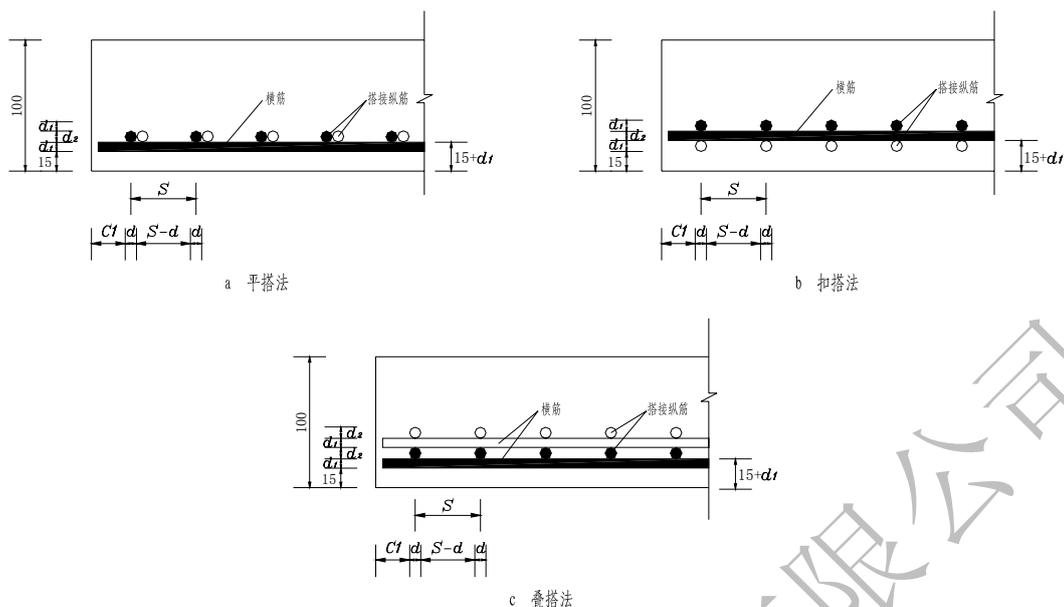


图 3—1 焊接网搭接处钢筋位置

3.2 搭接处钢筋受力特点

3.2.1 叠搭

叠搭是常规的搭接方法，两片焊接网按所要求的搭接长度正向搭接，即焊接网按纵向钢筋和横向钢筋的正常顺序搭接。通常每片焊接网在搭接处有一根或多根横筋。搭接处两片网片受力钢筋间有一根横筋的间距，有利于形成搭接钢筋间的混凝土“斜杆”作用。同时，焊接横向筋的“机械锚固作用”和对纵向钢筋四周混凝土的加固作用等加强了焊接网的搭接效果。两片焊接网的纵向钢筋虽在同一立面上，但钢筋轴线不在一条直线上，其在构件中的计算高度不同，应力也不同，其应力差必然传至下侧钢筋端部附近的混凝土中，使该处混凝土应力状态复杂化而可能出现不规则的裂缝。

叠搭的搭接长度较小，通常情况下可节省材料。但在配筋较大，需用较大钢筋直径和较小钢筋间距时，搭接处常出现横筋多于一根，甚至达到 3 根或 3 根以上的情况。此时其材料用量将多于平搭材料用量。

3.2.2 平搭

平搭是两片网片正向搭接的一种搭接形式，搭接处两片网片中有一片网片在搭接处未焊横筋，搭接受力钢筋是在同一平面内，且紧靠在一起，间隙较小，但仍可形成“斜杆”作用。两片网片中的一片焊有横筋，仍有加固纵向钢筋（包括未焊横筋的纵向钢筋）四周混凝土的作用，其搭接效果应大于无焊接横筋的搭接效果。搭接受力钢筋是在同一平面内，钢筋间无应力差，搭接处混凝土无应力突变，此为平搭的另一特点。

平搭的搭接长度较长，采用小配筋和小直径钢筋时，其材料用量略多于叠搭。但大配筋小间距和大直径钢筋配筋时，则较叠搭为省。

3.2.3 扣搭

扣搭是两片网片反向搭接的一种搭接形式，即将搭接网片之一翻面，扣在另一焊接网上，使搭接纵向钢筋在横向钢筋两侧，两网片横向钢筋分别在纵向钢筋的两侧。扣搭纵向钢筋力在混凝土中的传递形式类似于叠搭。但因扣搭的焊接网布置和施工不便，很少使用。扣搭的搭接长度和材料用量同叠搭。

3.3 各种搭接形式的效果

从以上对在搭接处纵向钢筋和横向钢筋（含焊接与未焊接）位置及其与混凝土关系的分析，各

种搭接形式可归纳（按搭接效果优劣顺序排列）为：纵筋在同一竖向面，两纵筋下侧或上侧有焊接横筋（叠搭、扣搭）→纵筋在同一平面，纵筋之一焊有横筋（平搭）→纵筋在同一平面，纵筋两侧有横筋（均未焊）（常规绑扎搭接）。即它们的搭接效果按大→小排列为：→叠搭（扣搭）→平搭→无横筋搭接。各种搭接形式材料用量的差别，如第 3.2 节所述。

《规程》只规定了两种搭接长度：叠搭（焊有横筋）和平搭（未焊横筋），即将扣搭归入叠搭，平搭归入无焊接横筋搭接。《规程》中规定，平搭时混凝土保护层 $\geq 3d$ 时锚固长度可乘以 0.8 的系数，可能是考虑了平搭纵向钢筋一侧存在焊接于其上的横筋对混凝土的加固的作用。而叠搭不考虑上述情况可能是因为叠搭处的锚固长度已经是很短了。

4. 搭接的实践

4.1 实践中常用搭接形式

实践中常用的搭接形式为叠搭和平搭，即《规程》J276-2003 规定了锚固长度的两种搭接形式，即焊有横筋和未焊横筋的锚固长度为基础的搭接形式。由于扣搭在焊接网布置和施工等方面较为不便，很少采用。

叠搭和平搭可用于各种构件的钢筋焊接网中。使用焊接网初期，当时认为叠搭的布置和施工方便，也认为搭接效果较牢靠，且当时使用的钢筋直径较小，叠搭成为常用的搭接形式。随着钢筋焊接网应用领域的扩大，由于较大直径钢筋的应用、焊接网布置和安装中出现搭接处多层钢筋叠累，出现钢筋不到位使混凝土保护层难于保证、材料用量增大等问题，叠搭使用的优势降低。此时大直径钢筋焊接网多改用平搭。扣搭多不使用。

4.2 搭接形式和位置的选择

焊接网的搭接应根据具体的构件特点、配筋特点、施工条件选用。叠搭在焊接网布置和施工方面的优势是显而易见的，在条件许可时应优先选用叠搭。当配筋和钢筋直径均较小时，应选用叠搭搭接形式，不论是板的底网或面网均应首选叠搭。板的非满铺面网、墙的内层焊接网也可选用叠搭。平搭的适用性好，多种条件下均可用，而且有些情况是一定要用平搭的。例如，大直径钢筋和小间距配筋、焊接网安装后网面要求较平整等情况，板的满铺面网、墙的面层焊接网、道路、桥面铺装等常用平搭。

焊接网的布置主要是根据构件的平面尺寸、制作和运输条件而定，有时还要考虑构件的受力条件。搭接位置任意选择时，焊接网的搭接长度按《规程》充分受拉的要求确定。板的底网和面网的搭接位置严格按照构件受力较小的位置布置时，常可按《规范》50010-2002（第 9.3.1-5 条），以搭接处钢筋设计钢筋面积与实际配置钢筋面积之比折减搭接长度（即锚固长度）。

4.3 各构件常用的搭接形式

4.3.1 受弯连续板

在板的跨度不太大，配筋较小时，焊接网常用叠搭。搭接位置任意布置时，应采用《规程》规定的搭接长度。按《规程》建议的搭接位置（面网在板中二分之一净跨以内、底网在板中三分之一净跨以外）布置焊接网时，可按上述规定布置。有时也用《规范》（第 9.3.1-5 条）的规定，将其搭接长度乘以设计计算面积（ A_r ）与实际配筋面积（ A_p ）的比值折减，实践中常用 0.8 折减。《规程》规定，板短跨底网纵向钢筋不宜搭接，且布置在下侧。焊接网搭接常布置于长跨钢筋上，即其保护层增加了一个钢筋直径， $\Phi^R < 8.5\text{mm}$ （或 7.5mm）时，常可满足保护层 $\geq 3d$ ，搭接长度折减的要求。以上对搭接长度的折减是焊接网应用初期用的，搭接位置任意布置时不能折减。

板焊接网另一方向入梁用连接网，连接网与焊接网的连接用叠搭，连接网的成网钢筋至少两条，其直径可不同于受力钢筋。

如果连续板布置于梁系之上，即板的底网不需插入已安装的梁钢筋之中，底网不需用连接网入梁，其布置方法类似于面网。

配筋较大，如 $\Phi^R \geq 8.5\text{mm}$ 时，焊接网搭接常采用平搭。特别是满铺面网，采用平搭布置，以避

免钢筋多层叠累。

4.3.2 墙构件

墙构件是指直立的构件，使用焊接网，由于焊接网有一定的刚度，安装较为方便，国外在墙体构件中常用焊接网。挡土墙、防浪墙、围墙等直立构件，除其下侧为其基础或底板外，其它三个侧面没有受到限制或受到斜撑墙（类似于板的梁）的限制，它们的焊接网搭接布置类似于板的焊接网搭接布置。高层楼房的墙，包括墙柱、承重墙、配有钢筋的隔墙，它们的底部为梁、下层墙等，两侧为柱、暗柱、墙边缘构件等，上侧为已安装的梁或暗梁的钢筋，限制了焊接网的布置，从而其搭接的布置也受到限制。以下讨论的是后者。

楼房墙体是以楼层为单元施工的，墙焊接网亦以楼层为单元布置。墙构件常为构造配筋，配筋较大，使用的钢筋直径常为 $\Phi^R8.5$ 和 $\Phi^R10.5$ ，或更大。试验表明，墙底处易破坏，《规程》规定，该处的搭接长度（平搭）为400mm和 $40d$ ，此相当于混凝土C30的要求，对较低混凝土强度（实践中少用）是偏小的，较高混凝土强度时则留有安全余度。其它部位的搭接采用《规程》对一般焊接网的规定。

钢筋焊接网用于墙体初期，焊接网钢筋均需插入墙周边钢筋内，焊接网的布置和安装较为困难。后来绑扎钢筋可紧贴墙周边竖向钢筋布置，焊接网钢筋亦按此方法布置和安装，其布置和安装大为简化。墙构件焊接网可分为表层焊接网和内部焊接网，其布置和安装方法不尽相同。表层焊接网包括墙面与柱、暗柱、墙边缘构件表面在同一平面的表层焊接网，布置和安装方法与一般焊接网同。搭接形式常用平搭，以保证搭接处的平整。内部焊接网（含柱表面突出墙表面的表层焊接网）的安装较为困难，尤其是已安装的柱钢筋的刚度较大，焊接网钢筋插入其中的长度较大时，此时常将焊接网一片分为二片，分别单侧插入相应的柱中。内部焊接网的搭接常用叠搭，因墙内部有足够的空间。

遇有暗梁的内部焊接网则用楼板中常用的连接网的方法入暗梁，用插筋出暗梁。

4.3.3 地坪和道路

地坪为用于堆放物品且有行车要求的大面积场地，也可为其它用途的大面积场地。地坪厚度较大，可为钢筋混凝土的，亦可为混凝土的，视地坪的用途和地基条件而定。地坪常分块设计，软弱地基要加固时，常为双层钢筋配筋。焊接网搭接常用平搭，无特殊要求。良好地基或载荷不大时，采用钢筋网防裂，其搭接长度似可用略小一些的搭接长度（《规程》有规定）。焊接网搭接用平搭，钢筋直径较小，保护层较大时也常用叠搭。

我国的道路常用素混凝土，只在路基较复杂时才采用钢筋混凝土。钢筋焊接网可纵向布置或横向布置。搭接形式常用平搭，当混凝土保护层厚度较大时才采用叠搭。高速公路和高等级公路等要求路面具有较平坦行车表面而采用连续配筋混凝土路面时，焊接网宜沿公路轴线方向布置，以减少焊接网纵向钢筋的搭接。各种搭接形式均可用。

4.3.4 桥面铺装

桥面铺装钢筋焊接网的布置较为方便。桥面铺装的厚度一般较小，通常采用平搭。钢筋焊接网可纵向布置，布置时可将搭接位置错开。当桥面或桥幅较小时，焊接网亦可横桥面布置。此种布置方法，焊接网横桥面钢筋（横筋）无搭接，纵向钢筋的搭接在同一桥横断面上。

5. 结语

1) 搭接是焊接网布置的连接措施，适当的搭接长度和搭接形式是搭接实现其功能的必要条件。了解搭接的机制，对选择适当的搭接形式、搭接长度和搭接位置是很必要的。搭接长度是建立在钢筋在混凝土中锚固机制的基础上的，但又有其自身的特点。搭接处两钢筋间的“斜杆”作用至少可抵消钢筋靠得较近而产生的粘着力的影响。《规程》中规定的搭接长度留有足够的余度。过长的搭接长度不仅会增加钢筋材料用量，还会对焊接网安装带来一定的困难。

2) 不同搭接形式中搭接处两根搭接钢筋的位置不同，搭接效果不同，应根据实际情况选择合适

的搭接形式。

3) 焊接网在构件中的不同作用, 其搭接长度要求亦不同, 应根据《规程》的要求选定不同的搭接长度。

参 考 文 献

- [1] 钢筋焊接网混凝土结构技术规程. JGJ276-2003.北京: 建筑工业出版社, 2003
- [2] 混凝土结构设计规范.GB50010-2002.北京: 建筑工业出版社, 2003
- [3] 混凝土结构建筑规范.ACI185-2005
- [4] 叶列平.混凝土结构(第2版).清华大学土木工程教材
- [5] 顾祥林.混凝土结构基本原理.同济大学土木工程学院

星联钢网(深圳)有限公司