

组合钢筋焊接网布置

严忠 林振伦 张云

(星联钢网(深圳)有限公司)

[摘要] 组合钢筋焊接网是单片单向受力常规焊接网的组合,具有受力明确、布置设计简单、制作焊机容量小、安装方便和减少材料用量等特点,对大配筋焊接网的使用极为有利。本文详细介绍了组合网的特点、具体布置方法和安装方法,以及多个工程组合网具体应用实例。还对某水电站护坦的绑扎钢筋配筋进行了组合焊接网布置设计,证实了其可行性。组合钢筋焊接网在大配筋焊接网的使用中具有特殊的意义,使焊接网的应用范围更为扩大。

[关键词] 组合钢筋焊接网 组合网 大配筋焊接网 应用 护坦

组合钢筋焊接网布置是钢筋焊接网布置实践中开发的一种布置形式。它是将常规钢筋焊接网的纵向配筋和横向配筋分别制作成纵向和横向焊接网,安装时纵向和横向焊接网组合成钢筋焊接网原配筋的一种焊接网布置形式。这种布置形式常用于建筑物构件配筋钢筋直径较大,且不宜在受力较大的位置上搭接,或使用的搭接形式(如叠搭)不利于力的传递的情况。同时这种布置形式可减少对焊机容量的要求。组合钢筋焊接网布置形式的使用范围逐步扩大,已广泛使用于停车场楼板、无梁楼板、重型地坪等工程。在使用过程中总结出了更为实用的布置方法,形成了较为系统的布置方法、安装方法和组合钢筋焊接网系列,工效和经济效益有所提高。

组合钢筋焊接网技术作为钢筋焊接网技术的内容之一同时引进我国。当时组合钢筋焊接网用于个别的大跨度楼板,也用于开发商要求楼板受力钢筋不容许搭接,配筋不很大的情况。北京百荣世贸商城、番禺冷库楼板等工程较全面地使用了钢筋组合焊接网技术,效果较好。

1 组合网的特点

组合钢筋焊接网(为简便起见,简称为组合网)的基本形式为双层组合网。双层组合网的基本布置方式是将纵向筋和横向筋分别与架立筋焊接成纵向网和横向网,安装后组合成原配筋的钢筋焊接网。

1.1 组合网布置特点

组合网的单片网(可称为单向网)受力筋是单向配筋的,网片的钢筋只需沿一个方向安装于一个构件或一对构件之间,没有同时锚入邻侧构件而引起的安装困难。单向网宽度方向(即网的横向)不需搭接,长度方向(即网的纵向)无搭接或少搭接(在受力较小处),搭接形式为平搭,即组合网的受力筋可满足不搭接或在受力较小处搭接的要求,受力条件较好。组合网横向尺寸的确定较灵活,可用于调整其尺寸而减少网片型号并使之标准化。在不均匀配筋构件中,可以较常规网更为简便的方法布置加强网。组合网布置的上述特点,使其布置和安装工作大为简化。

曾有架立筋受力的建议。此时架立筋须按受力筋搭接等构造要求进行布置,失去了组合网的上述优点,且架立筋间距很大,使受力筋分布极不均匀,在实践中未采用。

1.2 组合网的焊点

组合网的焊点抗剪力应满足《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ114—2003 的要求。组合网架立筋（成网筋）直径 d_2 取为 $d_2 \geq 0.6d_1$ （ d_1 为主筋直径），焊点抗剪力可满足要求。有的标准（如美国 ASTM A185-02）规定 d_2 不满足 $d_2 \geq 0.6d_1$ 时，焊点抗剪力不受标准的抗剪力限制。我国《规程》JGJ114—2003 对组合网亦有取标准焊点抗剪力的 0.8 倍的规定。上述焊点抗剪力的规定仅适用于组合网单片网成网的要求。但从安装方面考虑，仍宜用常规网对焊点抗剪力的要求，减少焊点开焊。

单片组合网的架立筋直径较受力筋配筋为小，其所需的焊接电流（由较小直径钢筋确定）较小。单片网的宽度常根据焊接网布置和安装条件确定，也可按焊机容量条件选用。小宽度、多层次组合网的单片网一次施焊的焊点数较同配筋的常规网少得多，所需的焊机容量亦小得多。因此在相同焊机容量条件下，组合网可采用更大直径的钢筋。

1.3 效率

组合网的效益是与常规网进行比较的，比较的内容主要为钢材用量和安装效率。

1.3.1 钢材用量

因为组合网需用架立筋焊成网，需附加一些钢筋，但常规网有较组合网更多的搭接，钢材用量是上述两种因素的综合结果。

组合网钢材用量与架立筋的直径、间距、结构构件布置等因素有关。使用初期组合网用于受力钢筋直径较小情况为多，架立筋直径总比焊接要求的最小直径为大，架立筋间距取为较小的 400mm，使用的钢筋量较常规网为大。较大直径受力钢筋时则较常规网为小。新世纪广场连接体楼板（受力钢筋直径 10.5mm，架立筋间距 400mm）钢筋用量较常规网少 3%；番禺某冷库无梁楼板少 5%；深圳某汽车换乘中心（梁系布置更为简单，架立筋间距 600mm）少 7%。

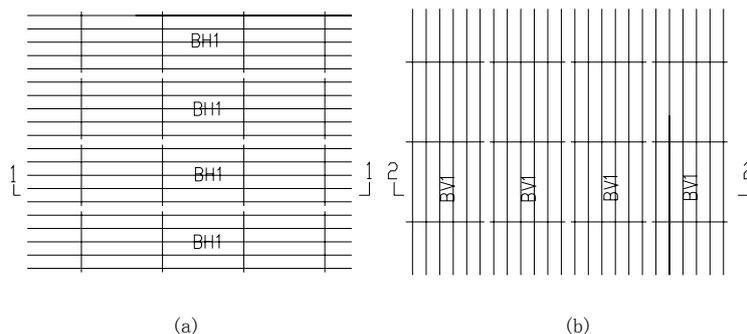
1.3.2 安装效率

常规网的邻侧插入其它构件需布置连接网，网片长度较组合网为小，网片的搭接数较组合网为多，插入其它构件时网片须拱起或少焊横筋后补绑扎筋；组合网安装较为简单，不存在上述常规网的安装问题，虽组合网网片数可能会多一些，安装工效仍略高于常规网。番禺某冷库无梁楼板组合网的安装效率为 605.14kg/人时和 15.78mm²/人时，达到了相当高的水平。

2 布置

2.1 组合网布置的一般方法

组合网是由纵向网和横向网组成，布置时纵向网和横向网分别布置。主要受力筋网片布置在外侧，纵向网和横向网受力筋紧贴布置，架立筋在受力筋外侧（最外侧架立筋布置在受力筋保护层内）。如图 1。组合网的搭接较少，布置大为简化。一般情况均可布置为单向搭接（受力筋搭接），架立筋不搭接。如图 1。组合网只在焊接网过长不便于运输和不便于安装时才布置搭接，搭接常布置在钢筋受力较小处。



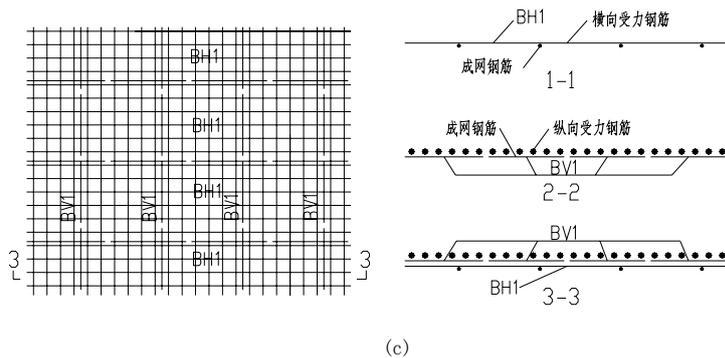


图1 组合网布置

(a) 横向网布置; (b) 纵向网布置; (c) 组合网布置 (a+b)

组合网单向网（纵向网和横向网）的尺寸由焊接网所覆盖面的长度和宽度决定。纵向网的长度可取为覆盖面长度，覆盖面长度过大时可布置搭接。横向网的宽度由构件布置、网片运输、制作和安装等条件决定，通常取等宽，以便统一焊接网尺寸。由于单向网长度和宽度的确定较为灵活，可采用较为统一的尺寸，以减少焊接网的型号。大跨度楼板底网按梁格布置，梁格跨度（即板跨度）通常不超过运输限长，此时网纵向长度由跨度确定。常规楼板满铺面网的长度可采用若干跨的长度（以满足网片长度运输、制作和安装限值为限），搭接布置在钢筋受力较小处。布置时尚需验算特定断面（如一跨）受力钢筋总根数。

组合网编号时常需示出单向网主筋的方向，如用 **V** 表示纵向（竖向），**H** 表示横向（水平向），如用 **BV** 表示纵向底网，**BH** 表示横向底网。且标出单向网的安装位置（在上或在下等）。其它表示方法与常规网同。

当柱宽大于梁宽时，入柱组合网单向网通过柱已安装柱筋时，不论底网或面网，均须断开（穿柱筋面网除外），并锚入柱内所要求的长度。另一种布置方法为只在入柱处布置一片网（一侧）或二片网（两侧）。该网片的宽度为柱宽与梁宽之差或差的一半。如图2和图3。

并筋网、钢筋不同长度相间布置焊接网是将组合网和加强网焊成一片网的常规网的一种形式，只要焊网机的容量满足要求，应首先使用并筋网及相间异长网。

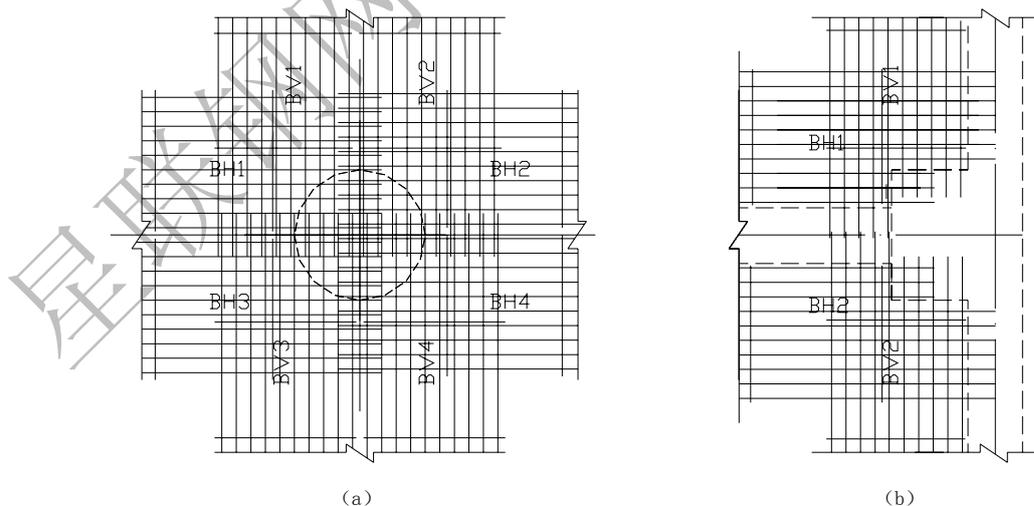


图2 底网与柱的连接

(a) 底网沿柱轴线两侧分别布置（圆柱）; (b) 底网沿柱轴线断开布置（方柱）

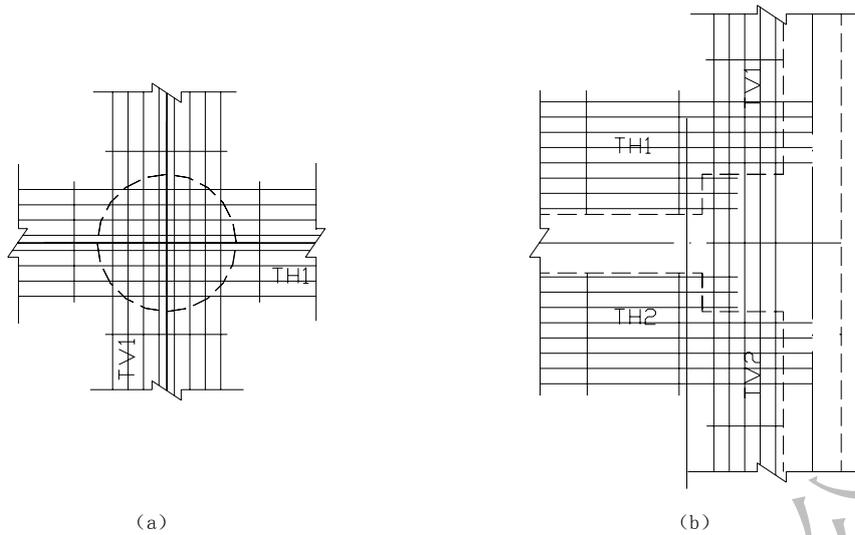


图3 面网与柱的联接

(a) 面网沿柱轴线穿柱布置（圆柱）；(b) 面网横向沿柱轴线两侧分别布置，纵向穿柱布置（方柱）

2.2 加强网布置

在构件配筋不均匀配筋需局部加强时，组合网布置具有明显的优势。配筋单向加强时，只需在配筋加强范围内布置加强配筋方向的单向网即可。为使加强单向网受力钢筋与被加强钢筋布置在同一平面内，加强钢筋网架立筋布置在受力筋平面外侧（图4）。配有双向加强筋时，某一方向单向网的布置如前，另一方向加强网需布置在被加强受力筋的网架立筋外侧，其配筋计算高度应减去该方向受力筋直径和架立筋直径之和（图5）。当需加强区的楼板跨度小于焊网机的最大制作宽度的3倍时，可采用如图6的夹心常规网的布置方式。但加强配筋直径较大时，尚需验算夹心常规网制作的可能性，验算焊网机的实际最大制作宽度和实际焊接容量。

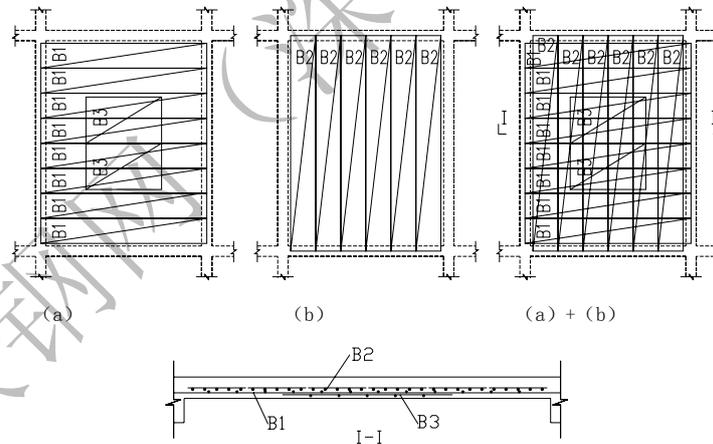
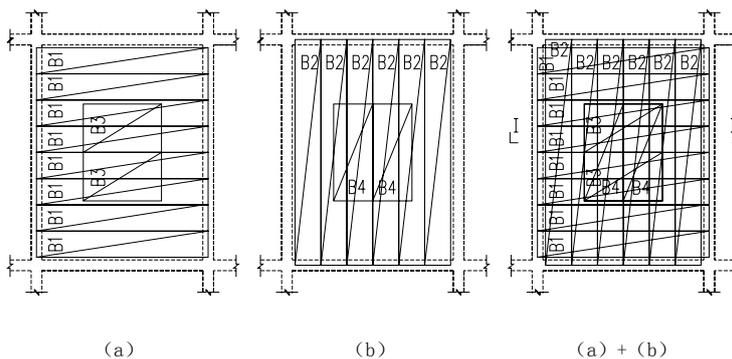


图4 楼板底网多层组合网布置（下层局部加强）

(a) 加强网+横向网；(b) 纵向网



(a)

(b)

(a) + (b)

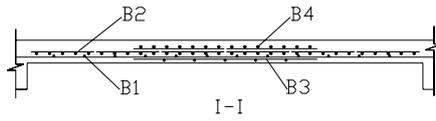


图5 楼板底网双向多层组合网（局部加强）

(a) 加强网+横向网；(b) 加强网+纵向网

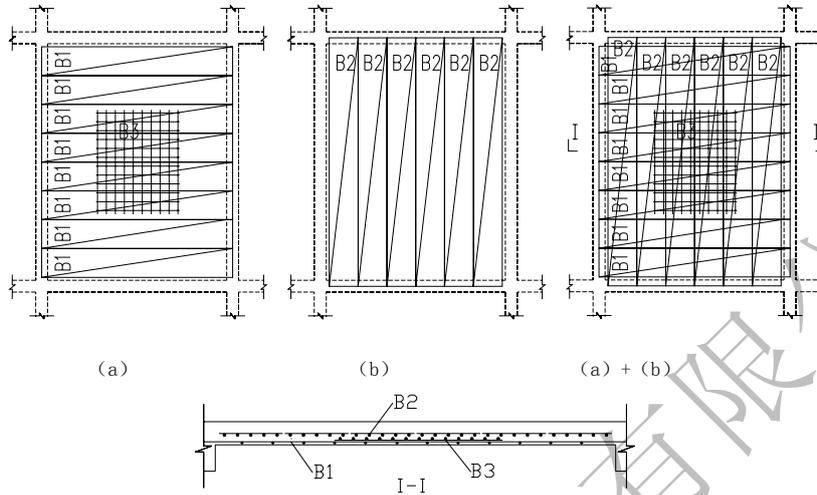


图6 楼板底网常规网和组合网综合布置（局部加强）

(a) B1+B2；(b) B2

2.3 异形矩形板

组合网布置用于如图7所示的异形矩形板较为方便。根据配筋要求，先布置底层配筋方向的焊接网，再上层配筋方向的焊接网。焊接网的长度和宽度按前述的方法确定。如图7。若设计要求两矩形底层配筋方向不同，可按图8所示的方法布置。

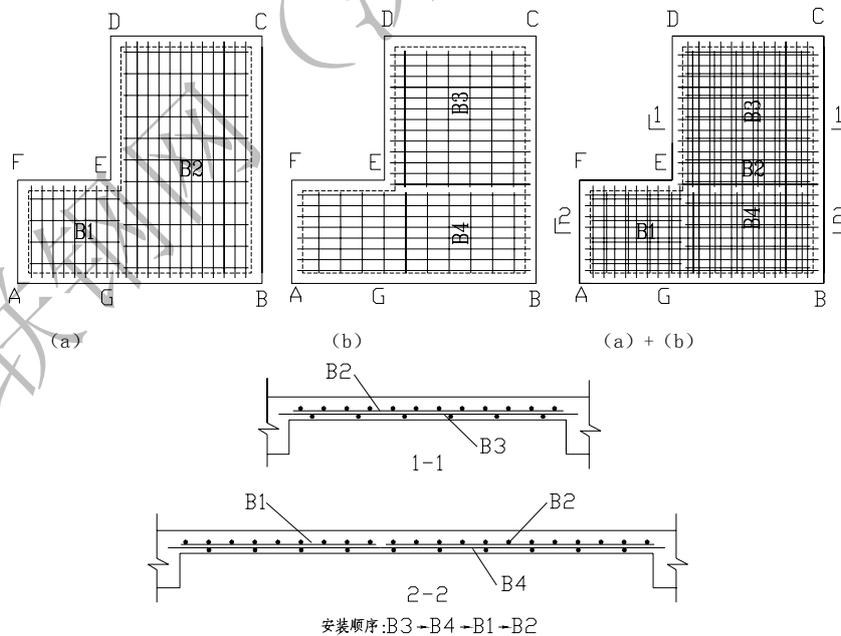


图7 异形矩形板双层底网布置（一）

(a) 纵向网 B1, B2；(b) 横向网 B3, B4

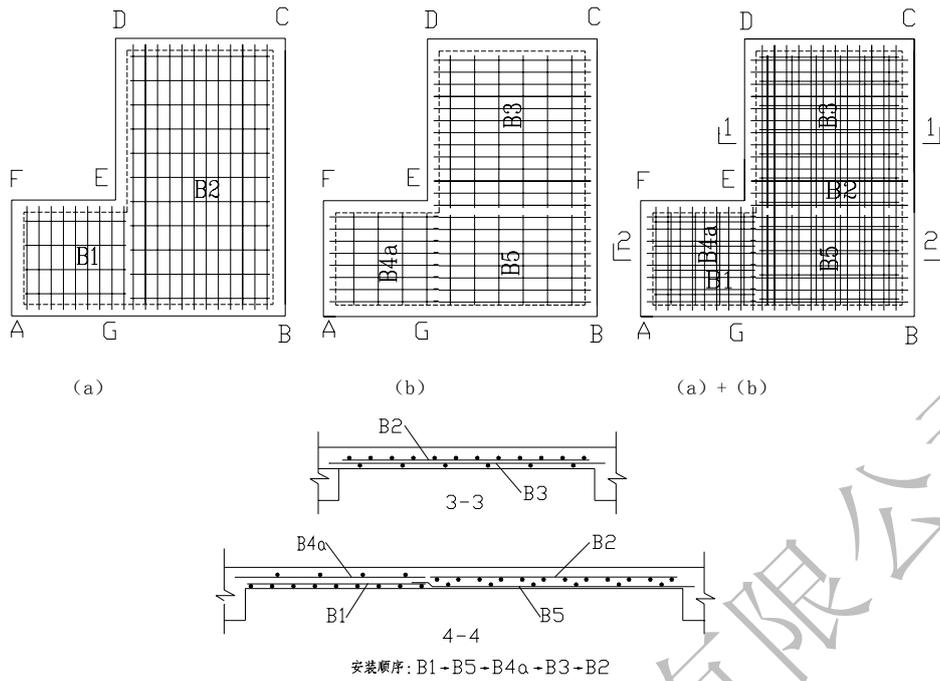


图8 异型矩形板双层底网布置(二)

(a) 纵向网 B1, B2; (b) 横向网 B3, B4, B5

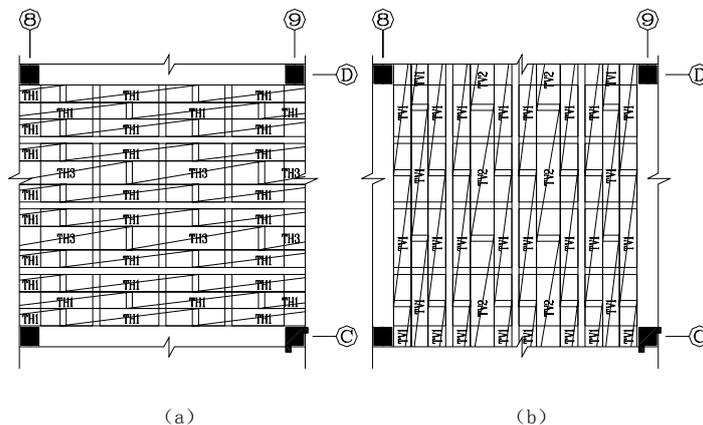
2.4 墙构件

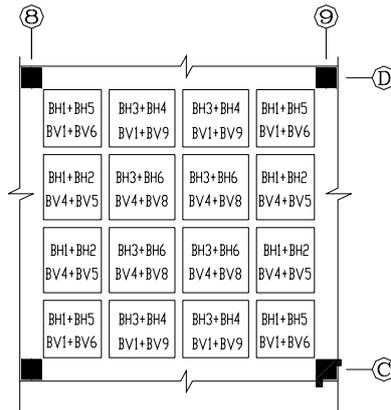
竖向构件也可使用组合网。剪力墙周边常布置有柱、暗柱、边缘钢筋、梁、暗梁等构件，采用常规网常会遇到焊接网同时锚入邻侧构件已安装钢筋内的问题。应用组合网布置就会避免这些问题，也可用水平构件组合网的布置方法进行布置。由于竖向构件组合网和水平构件组合网在安装方法方面有一定的差别，在布置时应予以考虑（见组合网布置实例）。

2.5 布置实例

2.5.1 深圳某汽车换乘中心

深圳某汽车换乘中心楼板为梁系板，配筋较大，焊接网布置方案之一为组合网布置方案。该中心为典型的梁系板组合网布置。由于柱宽与梁宽相同（或接近相同），在梁柱连接处组合网布置极为方便，不需要使用改变焊接网型号或采用绑扎插筋连接的方法布置。网长度由板净跨确定，底网长度为净跨加入梁长度，面网为净跨加梁宽和搭接长度，分别为 3.75m 和 7.85m。网宽度由焊机容量确定，底网取为 0.95m 和 1.4m，面网取为 0.95m 和 1.4m。面网搭接为平搭，布置于板跨 1/2 中部内。图 9 为深圳某汽车换乘站组合网布置方案。





(c)

图9 换乘中心组合网布置

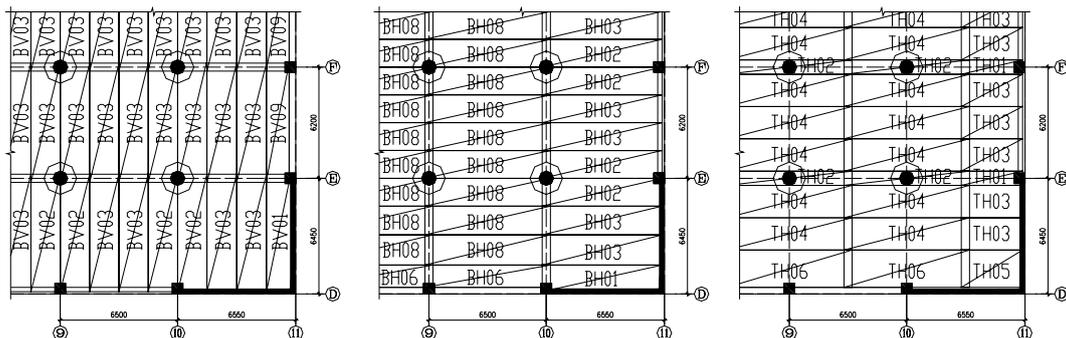
(a) 横向网; (b) 纵向网; (c) 组合底网 (省略表示)

2.5.2 番禺某冷库

番禺某冷库楼板为无梁楼板，除面网局部部位须加强外，其余部位均按冷库楼板最小配筋率布置。采用组合网布置，其布置也较为简单。图10 某冷库楼板组合网布置。

组合网底网布置时以柱间轴线为界进行。底网长度取为柱间距（6.2m 和 6.5m，加搭接长度），宽度由制作和安装要求确定。原设计要求焊接网在柱间轴线（含柱帽）处布置搭接，在柱间布置 4 片网，宽度取为 1.55m 和 1.6m。有时也可在柱轴线处布置与柱宽相应的网片宽度，以利于柱间网的安装。由于网片钢筋较大，安装时无法起拱安装，因此，网片一端应按柱宽度并留有足够的伸出长度，插入柱中。另一种方法就是网片布置到柱边，入柱处用直条钢筋现场绑扎补足。楼板边跨有边梁，网片按入柱要求布置。视楼板边缘结构（如边梁等）而定。底网入柱时，入柱和入梁钢筋长度按锚固要求确定，无梁时按搭接要求布置。

面网布置方法基本上与底网布置相同。楼板面网为不均匀配筋，为大面积配筋和柱顶加强配筋的组合，采用满铺和局部加强的多层组合网布置方法进行布置。满铺面网布置基本上与底网布置方法相同。面网长度的选择较为灵活，面网长度应结合整个楼板布置，以及减少焊接网型号的原则确定。布置时常以 1/2 板跨（或柱间距）的整数倍取值，边跨取为约 1/2 板跨的长度。楼板柱距较大，为 6.2m 和 6.5m，网片长度可取为单跨长度。板端边网片的长度可取为 0.75 和 1.25 板跨（柱间距），以使网片的搭接布置在板跨（柱间距）中 1/2 跨中以内。网片宽度根据焊机容量和人工安装条件选择，每跨 4 片，柱上网片宽度较小，取为 0.8m，其余网片宽度取为 1.75m 和 1.85m。面网按在柱处穿柱筋布置，不搭接。加强网布置在各层相应满铺网的上、下侧，以保证满铺网和上侧加强网的钢筋布置在准确位置上。此时下侧网受力筋的计算高度应减去受力筋和架立筋直径之和。边跨柱的竖向钢筋伸出长度较大，不利于使用套柱法安装。此时，采用在柱处断开，锚入柱中，网片也可只布置到柱边，再另加单筋绑扎入柱。面网布置如图 10。



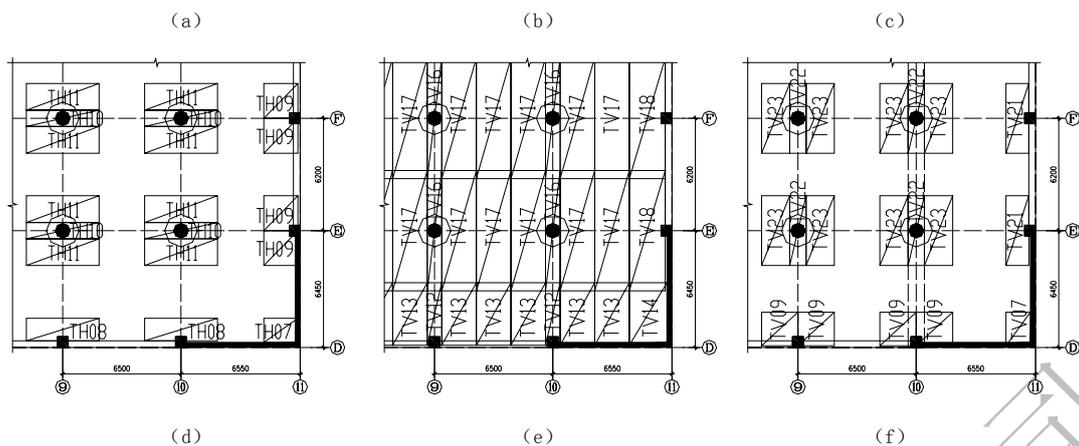


图 10 冷库楼板组合网布置图

- (a) 纵向底网；(b) 横向底网；(c) 横向面网；
(d) 横向面网加强网；(e) 纵向面网；(f) 纵向面网加强网

2.5.3 甘肃某水电站护坦*

水工建筑物多为大体积混凝土结构及钢筋混凝土结构，配筋量很大，难于使用钢筋焊接网。但建筑物的某些部分、某些建筑物或构筑物采取某些措施后使用钢筋焊接网还是可能的，如建筑物表面抗裂、表面抗磨，大面积较薄建筑物等应可使用钢筋焊接网。下面对甘肃某水电站护坦配筋进行了钢筋焊接网的布置设计，以验证其可行性。

该水电站护坦由底板、侧墙、端墙、齿墙及护坡组成，厚度不大。主要配筋为 $\Phi 22@200$ 和筋为 $\Phi 18@200$ 。护坦构件较大，常采用大直径骨料级配混凝土，使用的钢筋间距亦较大。因此按常规网布置，要求使用较大的钢筋直径和很大容量的焊机。采用组合网布置可缓解此矛盾。按原设计换算，焊接网配筋为 $\Phi 22@200$ 可换算为 $\Phi^R 18@150$ 或 $2\Phi^R 12@150$ （并筋）， $\Phi 18@200$ 可换算为 $\Phi^R 12@150$ 或 $2\Phi^R 10@150$ （并筋）。组合网可有两种组合：① $2\Phi^R 12@150$ （并筋）和 $\Phi^R 14@150$ ，② $2\Phi^R 12@150$ （并筋）和 $2\Phi^R 10@150$ （并筋）。成形架立筋分别采用 $\Phi^R 8$ （ $2\Phi^R 12$ ）和 $\Phi^R 6$ （ $2\Phi^R 10$ ），间距为 800mm。网片宽度按焊网机的容量选定。两种配筋均可用于组合网配筋，但第②种配筋组合更接近于我国焊机性能，因此采用第②种配筋组合进行组合网布置。

护坦组合网布置与构件组合网布置基本相同。布置时 $2\Phi^R 12@150$ （并筋）或 $2\Phi^R 10@150$ （并筋）布置在上下侧，架立筋亦布置在主筋上、下侧。斜边界处网片可用矩形网沿斜边方向裁剪而成，裁剪下来的网片可布置在斜边界的另处合适位置上。由于架立筋无搭接要求，裁剪位置较为灵活。

齿墙处的网片可弯成槽形，墙顶网片亦宜弯折，使两侧面网片钢筋在顶面搭接。底板与墙交接处布置有斜筋时，可只布置单向（一层）网片，配筋由设计图纸要求确定。由于网片架立筋间距很大，该处网片安装不会出现穿插钢筋的困难。图 11 为某水电站护坦组合网布置方案。图 11 中示出护坦布置，以及护坦典型底板、右边墙（含齿墙）、左边坡等部位的组合网布置。

* 甘肃水电站护坦资料由中国水电咨询集团西北勘测设计院刘莉提供。

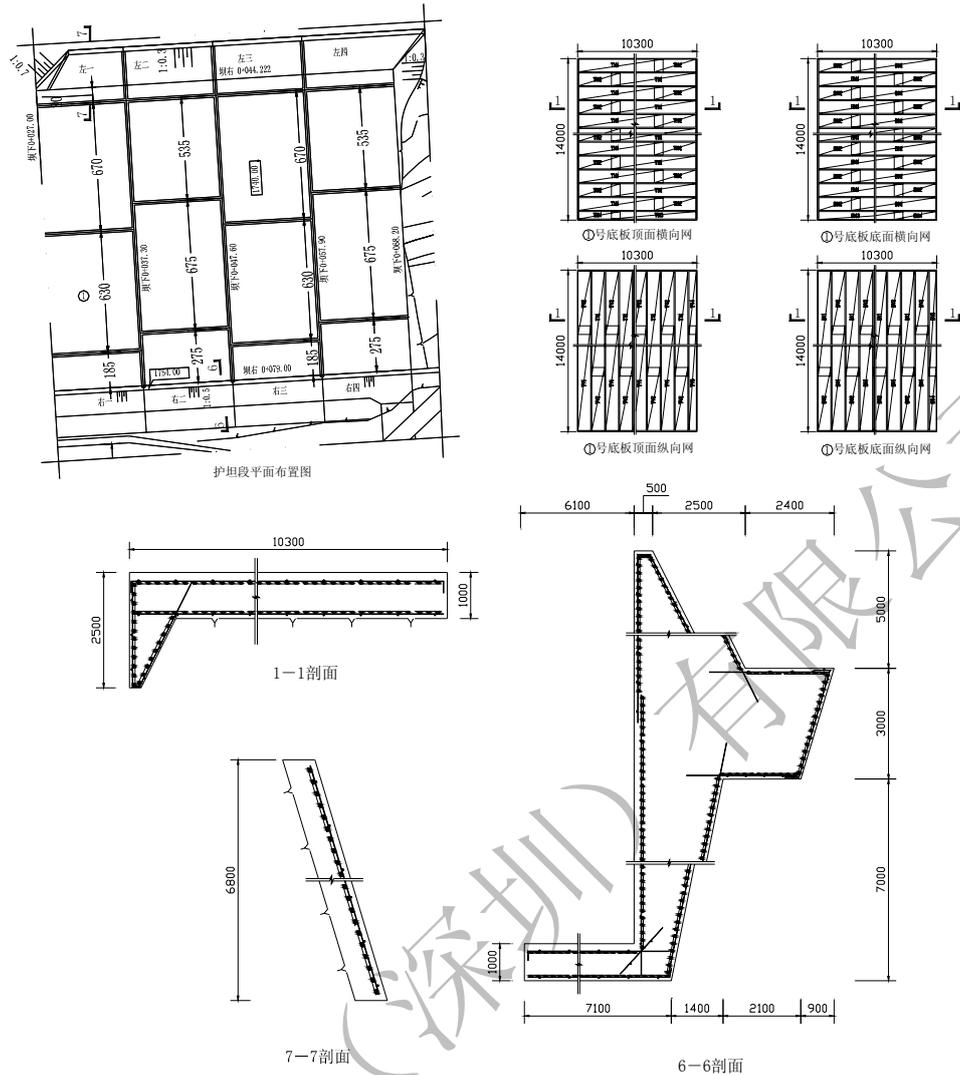


图 11 某水电站护坦组合网布置方案

3 安装方法

3.1 组合网安装的一般方法

钢筋焊接网的布置是以便于网片安装为条件的。焊接网布置时需同时考虑网片的安装方法问题。

组合网应按组合网布置图和所要求的安装顺序进行安装。安装底层组合网时先安装最外侧网片，架立筋在外侧（在保护层内），使网片置于设计位置上，有锚入其它构件时将网片钢筋插入该构件中，之后安装混凝土保护层垫块，绑扎固定（每 m^2 一个）网片。有上一层网片时，需先安装上一层组合网的支架，再安装上一层组合网，安装方法同前。有特殊要求时，需按所要求的安装方法和顺序安装。

3.2 加强网

加强网安装时需考虑加强网受力筋的安装位置问题，组合网的安装顺序略有变动。通常安装顺序为：先安装下侧加强网，之后安装纵向网和横向网，最后安装上侧加强网。安装时架立筋应按布置图要求的位置安装，以使受力钢筋安装于设计位置上。通常加强网架立筋在钢筋保护层内，受力筋和同向加强筋安装在同一平面内。双向均需加强时，受力较小加强网置于内侧。夹心加强常规网在安装第一层网片后安装，夹心加强网安装之后安装上一层网片。安装时夹心加强网钢筋应与被加

强的受力筋安装在同一平面内，钢筋位置按设计要求安装在受力筋中间位置或紧靠受力筋安装（相当于并筋）。

3.3 异形网

异形矩形板组合网的安装与一般的矩形网相同。先安装下层网，再安装上层网。遇有两个区下层网方向不同时（图9），亦应先安装下层网，再安装上层网，但两个区的受力筋的方向是不同的。先安装受力筋不需搭接网片，再安装另一区受力筋需在原已安装区搭接的网片（搭接处钢筋弯起），之后安装下一层网片，需保证与已安装网片钢筋的注意搭接长度。

3.4 墙构件

墙构件为竖向直立构件，相对于常规网，其组合网的安装具有水平构件组合网安装的优势，也存在着与水平构件组合网相同的困难。组合网的安装顺序和方法基本相同。组合网的优点主要反映在网片是单向网，安装是单向安装的，安装较为简单。如布置时不会因安装困难（不是制作问题）而将中部网片（多排剪立墙网片的中部网片）分割为两片。同时网片重量较小，安装方便。组合网安装可能会出现网片刚度较小问题（与常规网比较），应予以重视。

墙构件组合网可由墙外侧开始按顺序向另一侧安装，亦可由墙里侧开始按顺序向外侧安装。只有外侧网片时，可在构件外两侧同时安装；墙厚度较大时，亦可在墙体内侧安装。安装时先安装竖向网，再安装横向网。为了竖向网定位，也可先安装一片最下层横向网，再安装竖向网。墙构件高度较大时，人工安装时需架设安装用支架。

墙构件组合网安装后需固定。墙构件厚度较小时可用连系筋固定，厚度较大或斜面墙体时需用支架固定。

4 结语

4.1 组合网是解决常规钢筋焊接网应用中遇到的问题而产生的。构件配筋大，受到焊网机容量的限制时，或焊接网的搭接等受到限制时，采用组合网布置是较好的解决方法。相对于常规网，组合网具有提高工效，减少钢材用量的特点，经济效益是明显的。较多的实践说明了这一点。

4.2 组合网在无梁楼板、大跨度梁系板的应用是比较成功的。在这些构件中使用，可简化焊接网的布置程序和方法、制作过程和施工方法。这些构件有时使用常规网是难于实现的。

4.3 水电站护坦组合网布置是在水工及其它建筑物某些构件中使用组合网的一种设想。这些构件的钢筋直径较大，常规网布置是难于实现的。组合网布置实践说明，常用的护坦设计是可以用组合钢筋焊接网布置形式实现钢筋焊接网在其中的应用的。水工及其它建筑物或构筑物的某些构件在采用适当措施后亦可使用钢筋焊接网。希望能通过这些构件钢筋焊接网的具体设计和实践，进一步扩大钢筋焊接网的应用范围。