

冷库无梁楼板组合钢筋焊接网的应用

林国珍 林振伦 刘秀火 张云

(星联钢网(深圳)有限公司)

[摘要] 番禺某冷库无梁楼板是大配筋钢筋焊接网的工程应用实例,其应用较为成功。文中详细地介绍了组合网的具体布置方法和安装方法,包括面网、底网、加强网等的布置特点和方法,单片网的搭接,网与柱的连接等均有较详细说明。对组合网与同样配筋常规网的钢筋用量进行了比较,组合网有较大的节省。

[关键词] 无梁楼板 大配筋钢筋焊接网 组合钢筋焊接网 常规网 加强网

1 概述

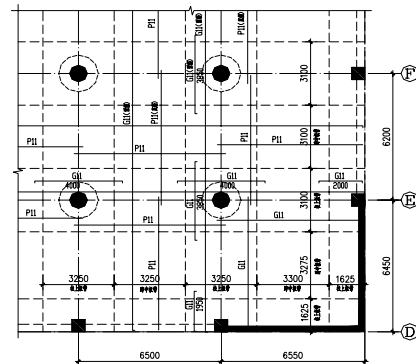
广州番禺区某冷库,冷库容量 5000t,结构形式为五层板柱-框剪结构。面积为 1641.15m²,长 52.1m,宽 31.5m,纵向 8 跨,跨度为 6.5m,横向 5 跨,跨度为 6.2m。楼板采用无梁楼板,板厚为 250mm。柱为圆形柱,直径 900mm,柱上设柱帽,直径为 1800mm。楼板荷载较大,最大配筋为 ϕ^R 11@50。受冷库的最小配筋率为 0.3%的限制,配筋分布趋于简化。

组合网是焊接网的一种布置形式,它由两片或多片常规焊接网按设计要求组合,发挥一片焊接网配筋作用的网片。组合网布置的常用形式为将一片焊接网的纵向筋和横向筋分别用间距较大、直径较小的成网(架立)筋焊接成纵向网和横向网,安装时按配筋要求分别安装纵向网和横向网,叠合起来发挥原焊接网配筋的作用。组合网的宽度可较灵活地选择。由于焊网机焊接电流由较小钢筋直径确定,因此组合网布置可显著地减小对焊网机的容量要求。组合网受力钢筋是单向布置的,不存在常规网不能在两个相邻方向受力钢筋同时入梁、柱等其他构件的问题,显著地简化了焊接网的布置和安装。组合网尺寸的确定较为灵活,有利于焊接网尺寸的统一。组合网的这些特点,使大配筋楼板中焊接网的布置和铺设大为简化。

受构件对焊接网布置的要求和焊网机容量的限制,本工程楼板采用了组合钢筋焊接网布置形式,达到了简化焊接网布置和安装,以及节省材料的目的,取得了良好的效果。

2 焊接网布置

无梁楼板常分区配筋,常分为柱上板带、跨几个分区,各个分区的配筋不同。各板跨的柱上跨中板带配筋不同,边跨与中跨板带配筋各异,上沿板带的配筋亦有差别。但受冷库的最小配筋 0.3%的限制,本工程无梁楼板基本上可按 0.3%配跨柱上板带与柱顶配筋较大,用较小钢筋间距加筋如图 1。



中板带板带与各板带率为筋,边强。配

图 1 无梁楼板配筋图

2.1 组合网布置的一般方法

组合网通常需按纵向网和横向网分别布置。纵向网和横向网的布置基本上可按常规网的布置方法布置，且仍采用与常规网相同的标识方法和编号方法。为区分纵向网和横向网，在常规网标识符后加上 V 和 H，分别表示纵向和横向。如 BV1 表示 1 号纵向底网，TH5 表示 5 号横向面网。

纵向网和横向网的受力钢筋是单向布置的。底网长度通常取为板跨，跨内不搭接，在柱间轴线处搭接。面网可取更长的长度，通常选取板跨的整数倍。长度可适当调整，使之在受力较小处搭接的要求。宽度则主要是由焊网机的容量和安装条件确定。底网需通过已安装的柱钢筋时，与常规网同，可在柱处断开而锚入柱中。面网则可穿柱而过，或采用如同底网布置方法，在柱处断开而锚入柱中。此时，过柱面网和其它面网分别布置，过柱面网的宽度取为柱的宽度。组合网宽度选择的限制更少，通常是由焊网机容量、安装重量等要求确定，个别网片也可由布置要求决定（如柱边网片、边跨网片等）。由于组合网宽度选择方法的特殊性，布置时需验算各跨受力筋的总根数，避免重布置或漏布置。加强网在满铺网布置后布置。加强网受力筋与满铺网受力筋布置在同一平面上，双向加强时有一方向受力筋（常为受力较小者）在架立筋外。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。

2.2 底网布置

根据冷库楼板配筋（图 1），组合网采用满铺网和加强网相结合的方法布置更为简便一些。

无梁楼板组合网底网布置较为简单，与常规网相同，常在梁区格（柱间轴线为界）范围内进行布置。

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连线（含柱帽）处按搭接要求进行搭接，在柱间距间布置 4 片网，宽度取为 1.55m 和 1.6m。如图 2a 中的 BV03 和 BV02，及图 2b 中的 BH01、BH02、BH03 和 BH08。网片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，如面网在柱处单独布置网片的方法。由于底网在柱间连线处搭接，底网部分钢筋插入柱，布置时底网钢筋的伸出长度应大于柱宽与搭接长度和的一半，安装较为方便，未采用柱处另设等于柱宽的网片的布置方法。楼板边跨网片布置视楼板边缘结构（如有无边梁等）而定。焊接网成网（架立）筋不搭接，受力筋搭接全为平搭。底网入柱时入柱钢筋达不到入柱锚固要求时以搭接长度要求为准。在方柱轴线处布置与柱宽相应的网片宽度时，入柱钢筋应达到入柱锚固要求。圆柱时常按搭接要求布置。见图 2a~b。

2.3 面网布置

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，由大面积相同配筋和柱顶加强配筋组成。组合网宜采用满铺和局部加强的多层组合网的布置方法进行布置。满铺面网布置基本上与上述底网布置方法相同。面网布置如图 2c~f。面网长度的选择较为灵活，以布置简便及尽量减少搭接为准。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。冷库楼板较大，网片长度取为柱距，即 6.2m 和 6.5m。面网按在柱处穿柱筋布置，搭接布置在跨中，柱处不搭接。如图 2c、e 中的 TH04、TH06、TV17、TV18。边跨取为约 1/2 板跨的长度，以使网片的搭接布置在板跨（柱间距）中 1/2 跨中以内。如图 2c~e 中的 TH03、TH05、TV13、TV14。网片宽度根据焊网机容量和人工安装条件选择，每跨 4 片，网片宽度取为 1.75m、1.85m。为便于网片穿柱，柱上网片宽度选择较小的 0.8m。如图 2c、e 中的 TH01、TH02、TV12、TV16。入柱钢筋可为 8 根，视网片穿柱筋的难易程度而定。加强网布置在各层相应满铺网的上侧，下侧加强网架立筋在下，上侧加强网架立筋在上，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。如图 2d、f 中的 TH11、TV23。柱上网片如图 2d、f 中的 TH10、TV22。

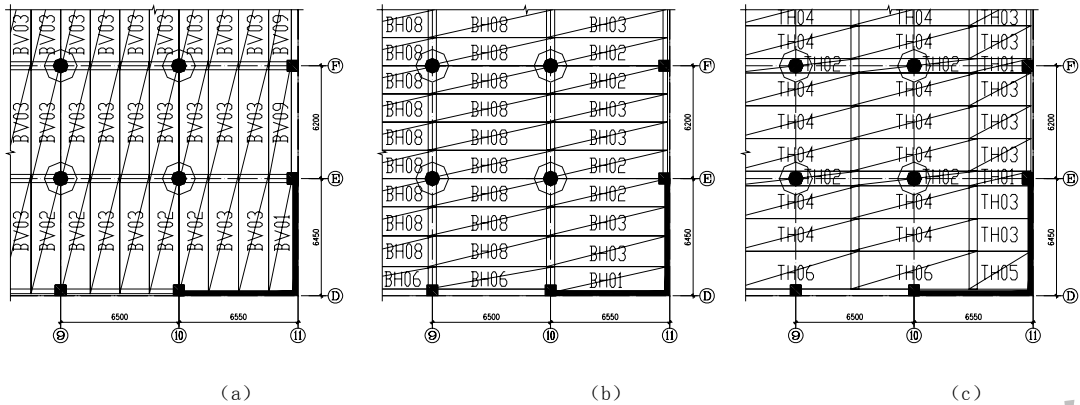


图2 无梁楼板组合网布置图

(a) 纵向底网布置；(b) 横向底网布置；(c) 横面向网布置

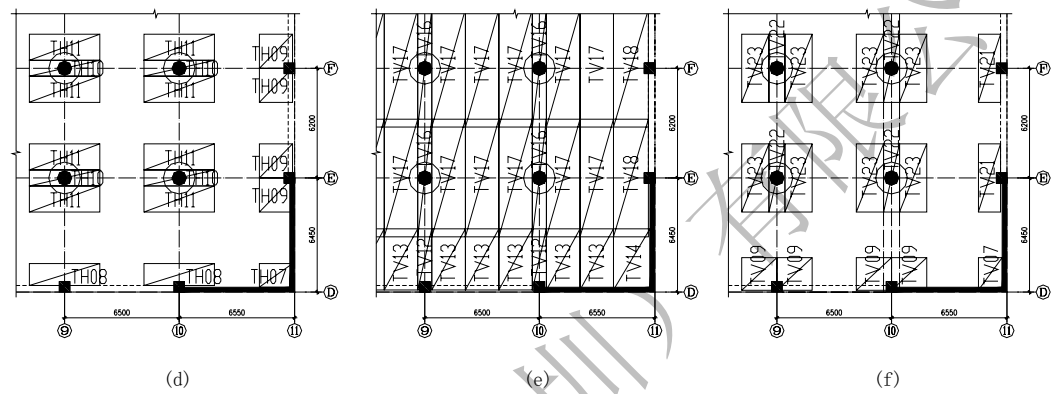


图2 无梁楼板组合网布置图

(d) 横面向网加强布置；(e) 纵向面网布置；(f) 纵向面网加强布置

2.4 常规网布置

为了进行比较，进行了常规网的布置。无梁楼板底网无入梁要求，底网采用叠搭，宽度由搭接位置要求（跨中 1/3 内无搭接）确定，每跨三片，长跨受力筋布置搭接，边网和跨中网的宽度分别选用 2.45m 和 2.55m，如图 3a 中的 B04（边网为 B06）和 B05。边跨为 4 片网，如图 3a 中的 B02、B03 和 B01。长度用柱间距（加搭接长度）。如此布置是为了适应焊网机的容量要求。面网可采用双层网布置。为避免焊接网多层叠垒和影响保护层厚度，满铺面网采用平搭。网片宽度取为 2.6m、2.7m，长度用柱间距（加搭接长度）。面网布置如图 3b。应该指出，配筋为 $\phi^R 11@100$ ，宽度为 2.6m 和 2.7m 的焊接网，制作所需的焊网机容量是很大的，有的焊网机容量是达不到此要求的。但底网不能再增加搭接数了，否则搭接需布置在跨中 1/3 以内（见图 3a，9~10 轴×D~E 轴处）。本工程采用常规网布置形式，仅供常规网钢筋用量计算用，实际工程中难于采用此布置形式。

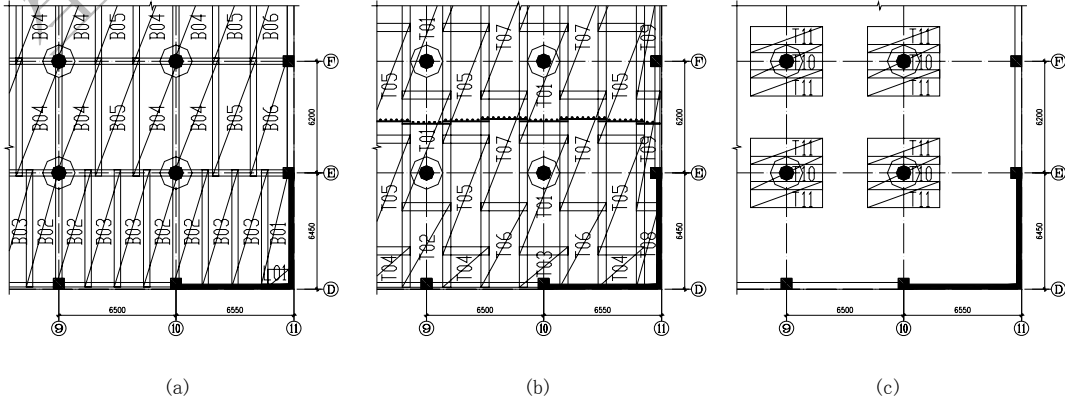


图3 无梁楼板常规网布置图

(a)底网布置；(b)面网布置；(c)面网加强布置

2.5 组合网和常规网钢筋用量比较

为了进行组合网和常规网的钢筋用量的比较，计算了局部楼板的钢筋用量计算。取 9~10 轴 xE~F 轴所围范围为计算范围，共 40.3m²。常规网底网布置 2 片 B04、1 片 B05；面网布置 T01、T05、T07 各 1 片，及面网加强网 1 片 T10、2 片 T11。采用组合网布置时，底网 4 片 BV03、4 片 BH08；面网 1 片 TH02、3 片 TH04、1 片 TH10、2 片 TH11、1 片 TV16、3 片 TV17、1 片 TV22、2 片 TV23。组合网和常规网的钢筋用量如表 1。采用组合网布置底网可节约 20.724kg (3.4%)，面网可节约 52.19kg (5.5%)，总节约量 73.91kg (4.7%)。见表 1。

表 1

项 目		网片数		材料用量 kg		比较	
			合计		合计		合计
组合网	底网	8	22	582.72	1481.46	0.967	0.953
	面网	14		898.74		0.945	
常规网	底网	3	9	603.44	1554.37	1.000	1.000
	面网	6		950.93		1.000	

由表 1 可见，组合网与常规网比较，钢材总用量比常规网为少。上述组合网架立筋的间距取为 400mm，一般采用 600~800mm，或更大。采用较大的架立筋间距，节约的钢材将超过 7%。组合网的总片数较常规网为多，但组合网布置较灵活，网片重量轻，安装方便。本工程标准楼面建筑面积 1641.15m²，钢筋焊接网用量 8239.60kg。标准楼面安装用工 13 人，8 小时，共 104 人时，平均工效为 605.14kg/人时和 15.78m²/人时，总的安装效率比常规网布置为高。

3 网片安装

网片安装就是将焊接网按布置图的要求放置在无梁楼板上的正确位置上，保证其搭接和锚固要求。为了实现这个目的，需按设计要求，精心组织和实施焊接网的安装工作。焊接网安装有较严格的安装顺序，需按设计要求的安装顺序安装，否则就达不到安装要求或使安装过程复杂化，费工费时。组合网的安装方法和顺序，基本上与常规网同。由于架立筋间距很大，搭接处通常无横向架立筋（设计网片时已调整），无常规网平搭的安装顺序要求。主要差别在于组合网的安装组合，包括加强网的安装组合。在安装时应按设计要求的顺序安装，使受力筋置于设计位置上。

在安装中应重视以下问题，一是纵向网和横向网的安装顺序问题，一是加强网安装顺序问题。组合网的纵向网和横向网的先后安装顺序不影响组合网的安装难度和效率，但会影响钢筋的安装位置是否满足设计要求。常以网片受力较大钢筋安装在外侧，加强网钢筋置于其加强的受力筋的平面上。底网（双向加强）安装顺序为：纵向底网加强网→纵向底网（受力筋与加强网受力筋在同一平面）→横向底网→横向底网加强网（加强网受力筋在横向底网架立筋之上）。安装面网（双向加强）时：横向面网（加强网受力筋不在同一平面）→横向面网加强网→纵向面网→纵向面网加强网（受力筋与加强网受力筋在同一平面）。此种安装顺序可保证网片受力较大钢筋的计算高度。

本工程底网无加强筋，组合网的安装顺序为先安装底网，再安装面网（有加强网）。具体的安装顺序为：纵向底网→横向底网→放置支架及预埋件等→横

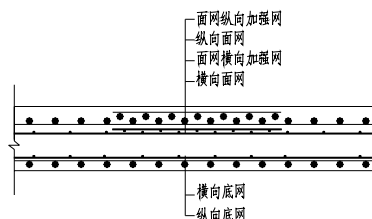


图4 冷库具体安装截面图

向面网→面网横向加强网→纵向面网→面网纵向加强网→焊接网检查和固定。具体安装截面如图 4。

3.1 网片安装前的准备

网片安装前需要做大量的准备工作。组合网安装前准备工作包括制造厂内的准备工作和安装现场的准备工作。制造厂内的准备工作，由制造厂完成，包括焊接网按安装分区的花样、标识、弯钩（设计有要求时），以及提供网片安装技术和顺序的建议等。在第一次安装网片时，厂方技术人员应向施工单位作业人员进行技术交底，阐明焊接网安装特点、技术要求、安装顺序、自检方法等，并在第一次安装时现场指导安装。安装现场的准备工作包括施工单位编制安装技术和措施，及组织安装人员等。

3.2 底网安装

安装底网时，受力筋在下，架立筋在上（无加强网可用此安装顺序）。可先安装柱上网片再安装中间的网片，也可以从楼板一侧向另一侧安装。安装时控制搭接中线与柱间轴线重合，在进行网片接头绑扎前要量测搭接长度是否满足要求，不满足要求时应进行适当调整后再绑扎固定。因柱上有柱帽，柱帽的放射筋导致网片安装时难以定位，需将柱帽上的放射筋向上取直，安装好纵横向底网后再弯折到位。

3.3 面网安装

底网和预埋件安装自检合格后才能安装面网。连续布置的面网安装前应先安装支承面网的支架，一般每平方米放置一个，具体视支承需要而定。

安装面网时，横向面网的受力筋在下，架立筋在上；横向加强网的受力筋在上，架立筋在下；纵向面网的受力筋在上，架立筋在下；纵向面网加强网的受力筋在下，架立筋在上。安装时先安装柱上的网片，此网片为套柱网片，安装时会有少许困难，只要把柱上网片安装后，其余的网片就可以根据此网进行网片定位。这样安装可以避免网片从一侧按顺序安装到另一侧所产生的安装积累误差，也可随时校正网片的正确位置。边跨的网片如 TH06 只安装到柱边，不足的用单筋绑扎；加强网的 TH08 也同样采用此方法安装。如 TH01、TV12 网片，部分钢筋须弯钩锚入梁内，而柱头的钢筋弯钩后因柱头有箍筋不能安装，可以把柱头的钢筋的弯钩取消来满足安装与锚固要求。每安装完一层网片均要进行自检，自检合格后再进行安装下一层网片。

4 结语

这是我国组合焊接网用于无梁楼板的第一个工程。在应用过程中，钢筋焊接网的优势较充分地反映出来。

组合网在诸如无梁楼板等配筋较大构件的应用具有较大的优势。焊网机焊接容量不足是大配筋焊接网常会遇到的问题。组合网可采用小宽度网片、小直径架立筋成网等措施，可显著减小制作时对焊网机容量的要求。组合网布置是钢筋焊接网在较大配筋构件中推广使用的重要措施之一。

无梁楼板的配筋较大，采用常规钢筋焊接网的最大问题是焊接网在受力较大的方向上的搭接问题。采用组合钢筋焊接网可较合理地解决受力钢筋的搭接问题。焊接网受力筋分层组合后，底网的两个受力方向均无搭接；组合网避免了两个方向受力筋邻侧同时锚入其它构件，和焊接网拱起（大直径钢筋时难于办到）锚入一对构件的安装方法。面网亦可在板中 0.5 跨度内搭接，且作用平搭，避免了受力钢筋计算高度的突变。组合网安装简便，与其它构件连接措施简单，单片重量较小（可用网片宽度调整），安装效率高。组合网架立筋间距大，制作焊点总数少于常规网，焊接网制作工作量不比常规网多。组合网的材料用量较常规网为少，安装工效较常规网为高。