

无框架结构设计在空调箱中的应用

撰文 / 英格索兰亚太研发中心 张晶

一、引言

随着社会的不断进步和经济的发展，人们对空调所带来的舒适体感已经渐渐产生了依赖，但是空调运行的能耗比较大，而且对环境也会造成一定的负面影响。随着全球气候变暖问题的出现，越来越多的专业人士已经开始研究并推出节能环保的绿色产品，对于空调箱体结构的优化设计成为实现此目的途径之一。对现有的空调箱体的结构进行解剖分析，了解这些设计所产生的泄漏、热桥等常见问题发生的根本原因并对其进行改善，从而找到一种降低能耗，节省成本的设计方案，这就需要我们突破现有结构设计的束缚，创造一种新的箱体结构设计。

现在市场上的空调箱产品基本都是框架式结构，而且各种结构也大同小异，多年以来这些箱体结构一统天下，很少有工程师完全颠覆现有的设计。面对在实际生产维护过程中产生的种种问题，例如泄漏等，往往也都是通过在接缝处多贴一些保温条，或者在泄漏的地方多打一些硅胶暂时地简单解决。但是想要一劳永逸地防止这些问题重复发生，必须从结构上根本改善，打破传统的框架式结构的思路，提出一种新概念结构——无框架结构。

二、传统结构

纵观空调箱的发展史，从最早的单壁空调箱，到焊接的框架结构空调箱，再发展到现今市场上最多的铝型材框架结构空调箱，都无法跳出框架这两个字。虽然传统的空调箱框架式结构几乎占领了整个市场，但是我们仍在不断思考这种结构是否真的合理，分析它的特点和弊端，找到突破点并研究能否对其进行改进甚至是创新。

1. 传统框架结构的特征

框架结构的空调箱通常采用多个立柱作为框架（图1），先把这些立柱进行安装组成支撑框架，然后再把面板一块接一块地和框架进行固定，面板与面板之间都需要一个立柱作为固定（图2），所以对于大型空调箱，就会有非常多的立柱。而且框架与立柱之间要留有一定装配间隙，并用密封条在各个缝隙处进行密封。

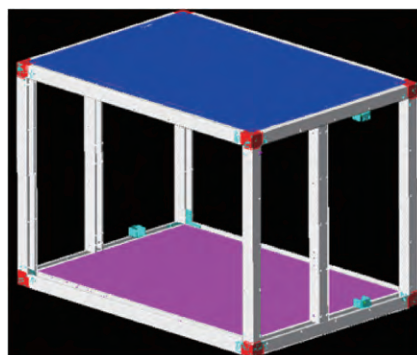


图1 铝型材框架结构空调箱



图2 框架与面板

2. 传统框架结构的缺点

框架结构虽然易于标准化，定型化的优点在空调箱的设计中被广泛应用，但是这种结构中的零件数量比较多，不仅增加了装配时间和零件管理，应力也容易集中在立柱上，一旦框架与面板在转配过程中固定的不牢固，空调箱的可靠

性就大打折扣，在运行时特别容易引起噪音。而且框架结构中，面板要和框架连接，每个接缝处必须要留有一定的装配间隙，而对于连接处的密封却只能采用平面密封条的方式。这种密封方式在大风量的情况下，非常容易漏风，漏风率一般是 3% ~ 5%，不利于机组的性能。

而且由于框架本身结构比较简单，也无法解决热桥的问题，容易结露生锈，若是为框架设计一些复杂的结构进行加强密封，也会为加工生产装配带来难度，且所带来的改善程度也并不理想。

另外，框架结构的空调箱体内部看起来并不平整、不美观，非常容易积垢，而且清洗也不方便，长期运行过程中会对室内空气质量产生坏的影响。

三、无框架结构

对于现有框架结构的种种弊端要进行改善，就需要对各个零件之间的连接方式进行改变，需要有突破性的设计。是否能改变现有简单的拼接方式，是否能把立柱去掉，是否能仅仅靠面板本身的结构来连接密封，这些问题给我们带来了新的思路——无框架结构。

要实现无框架结构的设计，就要从箱体零件的各个方面进行全新设计，例如每个钣金件自身的形状设计，内外面板的装配，各块面板之间的水平连接，以及面板与面板之间的垂直连接等，都需要有所考量。

1. 无框架结构的特征

(1) 双层面板。所有的面板都使用双层发泡板，由内面板 (Inner) 和外面板 (Outer) 两块镀锌钢板组合在一起，一般使用 0.7mm 厚的钢板，并在双层板组成的空间内进行填充发泡。为了方便安装，外面板 (Outer) 设计了一道有角度的折弯边，使内外面板能够互相卡紧，这样的连接就不需要用任何的螺钉，方便了工人安装。

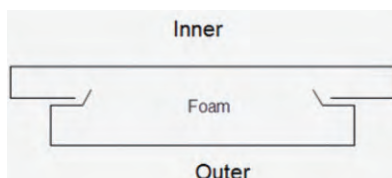


图3 双层发泡板

(2) 面板结构。钣金件的外形结构设计比较复杂，这样的结构可以很好地进行面板与面板之间的连接，并达

到很好的密封效果，所以需要先进的加工制造设备，例如 Salvagnini 折弯机进行加工折弯成型。图4列举了其中一块面板的展开图，角落的特征比较复杂，而且会有多次折弯，所以对工厂的加工制造能力有一定的要求，一般手动的折弯机很难实现，也不利于大批量生产。

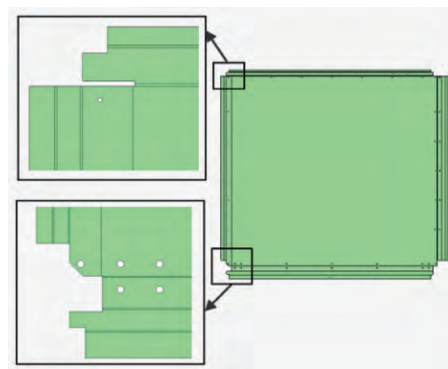


图4 面板展开图

(3) 面板装配。面板和面板直接链接，没有任何立柱（图5），整个箱体没有任何立柱支撑，完全靠钣金件的阴阳互扣连接起来。先装好底座 (Base)，然后安装箱体内部设备，再把面板一块一块的互相固定到底座上，最后把顶板盖上，整台机组就安装完成。

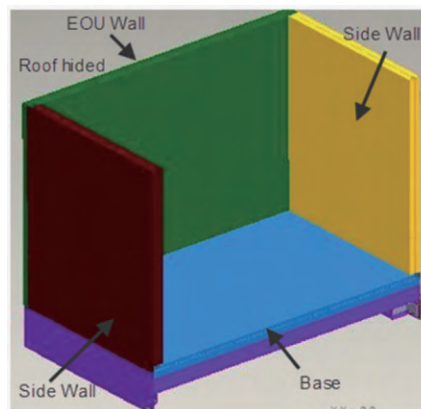


图5 无框架结构装配示意图 (顶板已隐藏)

2. 无框架结构设计细节

要保证面板与面板连接的可靠性，必须对各个位置的面板分别进行设计，不同的面板由于位置功能不同，连接方式也会有所区别，但是目的都是一致的，为了保证连接牢固，并且可以更好的防漏风、防热桥。对于空调箱体的六个面上的面板，就分别设计了如下一些新的连接方式，这些连接不仅可以保证箱体外观平整美观，还能达到更好的箱体密封性。

(1) 侧板 (Side Wall) 与机组端板 (EOU Wall) 的连接设计。在侧板上设计了一个“舌头”的特征，同时在端板上设计了一个 U 型卡槽特征，侧板可以插入端板，同时侧板外的折边盖住端板，形成了“S”型的接缝，如图 6 所示。



图 6 侧板与端板的连接示意图

(2) 侧板 (Side Wall) 与侧板 (SideWall) 的连接设计。类似的“S”型接缝设计，唯一的小区别是侧板的卡槽设计成了“V”型，内外面板都减少了一次折弯，简化了零件的加工，因为对于整台机组来说，侧板的连接远远多于侧板与端板的连接，这样的简化既能保证“S”型接缝，又能降低加工成本，如图 7 所示。



图 7 侧板与侧板的连接示意图

(3) 侧板 (Side Wall) 与底座 (Base) 的连接设计。侧板与底座的连接相对简单，因为可以依靠重力站立在底座上，仅在侧板的底部设计了折边盖住底座，也能形成“7”型接缝，如图 8 所示。

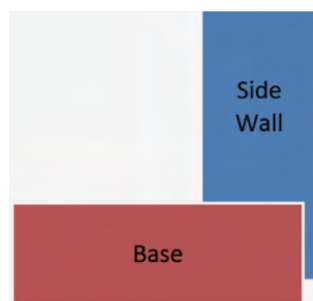


图 8 侧板与底座的连接示意图

(4) 顶板 (Roof) 与侧板 (SideWall) 的连接设计。顶板设计了一个大的“C”字空间，可以盖住整个侧板上部，这样的设计既能保证接缝的可靠，防止水渗漏进机组内部，又能方便整机最后一步顶板的安装，如图 9 所示。

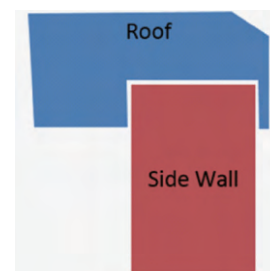


图 9 顶板与侧板的连接示意图

四、优势分析

1. 减少零件数量，方便安装

无框架结构设计中去掉了所有立柱，仅仅靠面板的阴阳结构就能把整个箱体装配起来，不仅减少了立柱的零件号，同时也减少了螺钉的使用量，这个在大型机组上的优势会更明显。对于装配线上的工人来说，也可以提高装配速度和难度，减少工人的工作量，同时也可以防止装配错误。

2. 更好的密封性，减少泄露

使用无框架设计的结构使面板之间的连接更加紧密，由于面板与面板之间的连接结构复杂，互相交错，接缝都是 S 型或者 C 型，再配合适量保温条的使用，能够很好地保证机组的密封性，而且去掉立柱以后，接缝数量也随之减少，原本两块面板加一个立柱带来的两个接缝变成两块面板直接连接的一个接缝，这样就很大程度上降低了漏风的风险，能够保证机组运行时候的性能。

3. 减少热桥影响，防止能量传递

无框架结构中双层发泡板以及新型接缝的使用很好地保证了空调箱内部的温度湿度，不论是制冷还是制热，整个空调箱隔热保温，减少由热桥产生的影响，防止结露生锈，有利于整个空调机组的稳定运行，减少机组工作的能耗，延长使用寿命，实现绿色环保。

五、结语

本文主要阐述了无框架结构设计在空调产品开发中的应用，通过对钣金件轮廓的设计配合实现阴阳互扣连接的非立柱空调箱结构，面板之间各种复杂的接缝保证了空调箱的密封性。为了迎合日益变化的市场需求，这种新型的空调箱设计体现了它的独特优势，能够快速安装且密封性强的无框架空调箱设计将是未来发展的趋势。IM