

# 蜂窝板在建筑幕墙中的应用

程兴华

深圳市三鑫科技发展有限公司 广东 深圳 518000

**摘要：**本文主要探讨蜂窝板类材料在建筑幕墙中的应用现状，以及未来的应用前景。介绍了包括蜂窝板的分类，蜂窝板的材料特点、加工工艺、适用范围及在幕墙中应用的优缺点等。通过工程应用实际案例，简单分析总结了蜂窝板在应用过程中的设计、加工、安装、成品保护等方面容易遇到的问题和需要注意的事项。以此类经验总结给予后期项目参考。

**关键词：**蜂窝板；异形蜂窝；幕墙设计；变形控制

## 引言

随着建筑的不断发展，业主及建筑师对于工程项目的品质要求越来越高。因此，既具有优越的结构受力性能，又能更好地保证项目外观品质的材料，尤被青睐。而蜂窝板就是这类材料之一。如今，蜂窝板已经大量应用在幕墙系统中，如：局部吊顶、装饰线条、立面面板等等。无论是常规的平板，还是空间异形，蜂窝板都可以胜任。但是蜂窝板的应用中，仍有一些不足和限制，需要随着工艺、技术的发展而不断成熟。本文从个人角度分享总结蜂窝板的相关应用经验，以探讨其未来发展

趋势。

## 1. 蜂窝板的种类

蜂窝板是由两块较薄的面板，牢固地粘结在一层较厚的蜂窝状芯材两面而制成的板材，亦称蜂窝夹层结构。其质量轻、强度高、平整度高，作为幕墙面板材料有其独特的优势。根据面板类型的不同，常用的蜂窝板有蜂窝铝板（图一）、蜂窝石材（图二）、蜂窝不锈钢板（图三）、钛蜂窝板（图四）等。常用金属蜂窝厚度在10~25mm。



图1 蜂窝铝板



图2 蜂窝石材

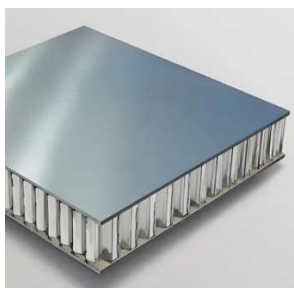


图3 蜂窝不锈钢板



图4 钛蜂窝板

## 1.1 蜂窝板的特点和优缺点分析

由于其独特的六边形蜂窝结构，蜂窝板具有抗高压、减震、隔音、保温、阻燃和比强度高优良性能。同时，蜂窝板密度小（每平方米大约为3~7公斤），是同厚度同面积玻璃的1/6、铝材的1/7，可有效降低幕墙面板对建筑结构的作用，增加安全性能。由于中间夹层含大量空气，可隔音（空气隔声量可达30dB）、隔热（导热系数： $0.527\text{Wm} \cdot \text{K}$ ），同时具有高的强度和刚度。克服了其它装饰板在单块面积大时的变形、中间塌陷等缺点，可最大程度保证面板的平整度。

根据蜂窝板的特点分析，其在幕墙中应用时，具有以下特点：

## 1.2 外观品质高，种类多样

金属蜂窝板外观品质高是相对于单板来说的，由于其特制的六边形铝蜂窝，相互牵制的密集蜂窝犹如许多小工字梁，可分散承担来自面板方向的压力，使板受力均匀，保证了面板在较大面积时仍能保持很高的平整度，保证外观品质。蜂窝板外观色差容易控制，耐候性强，具有自洁能力，相对来说更能保证外观效果。

蜂窝板面材种类多样，且各类面材的表面处理并无任何限制，因此蜂窝板的种类非常多样，可满足各类需求。不仅涂层多样而且花色繁多，涂层有氟碳喷涂、聚酯喷涂等方式，而颜色选择上可在纯色的基础上，加工成更多色种，比如金属色、仿木纹、石纹等颜色，造型

更加豪华美观。

### 1.3 物理性能优越，安全可靠

良好的物理性能，能保证其能完美替代单板，成为常用板材之一。蜂窝板的内部蜂窝结构，增加了材料的厚度，提升了物理性能。其强度和刚度较大，不易变形，依靠本身的刚度抵抗风压和变形。因此可减少背负加强筋的使用，节省部分材料用量。在使用时，蜂窝板板幅比正常面板可以适当放大，最大规格可达2.2mX8m，无需加强筋。

蜂窝板采用抽真空的方式复合，阻隔了空气流通，使得声波以及热量受到有效阻隔，令板材的声波和导热系数极大的降低，实现隔音、隔热、保温的效果。可减少额外隔音棉等隔音材料的使用，节省材料。

蜂窝板的防火能力同样优越，如蜂窝铝板的防火等级可达A1级。

同时，蜂窝板也具有良好的安全性能。例如蜂窝石材，常规石材厚度一般采用30mm，而采用蜂窝石材，石材面板的厚度一般仅需要5mm，石材使用厚度仅单板的1/6，极大的减轻了实体石材的重量。使得其在幕墙上的应用安全性得以提高，同时蜂窝芯及粘接背胶也相当于增加了石材防护，石材表面只是局部破裂，不会产生辐射性裂纹，更不会整体破裂、脱落，提升了石材的安全性。

### 1.4 环保节能，安装便捷

由于蜂窝铝板是全铝结构，可以说非常的经济环保，性价比高，相对成本较低，经久耐用，安装方便快捷。

### 1.5 可塑性差，工艺复杂

蜂窝板除了本身铝板的加工，还需要多层复合成整体，加工工序相对较多，工艺复杂。而且蜂窝成型没有单板灵活，可塑性仍有带加强。异形蜂窝板的加工，往往需要制作相应的模具，一般采用木模或者钢模。模具本身的加工、找形也需要多到的工序和反复校核，才能达到一定的精度。特工序比较复杂，生产效率低，大批量应用时可能需要多个加工厂同时生产才能满足工程进度要求。

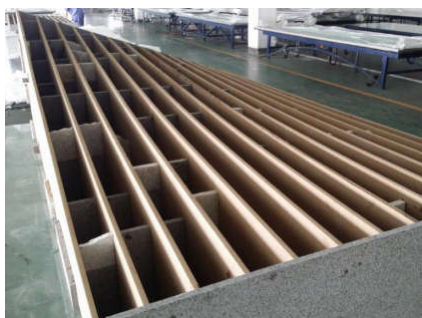


图5 双曲板模具制作



图6 曲面蜂窝板复合

### 1.6 价格昂贵，供货周期长

蜂窝铝板由于是复合加工而成，工序复杂，制作成本高，因此价格普遍较高，适用于中高端客户。由于其相对复杂的工序，也导致其相对单板的供货周期要长，对工期较为不利。

## 2 生产工艺及品质控制

### 2.1 生产加工流程

各类蜂窝板的加工过程类似，简单概括为以下几个工艺：面材切割→模具制作→面材塑形（曲面）→表面处理→涂胶→压合→面板修整→成品。

切割：将铝板和铝蜂窝芯材按照需要的尺寸进行切割。

模具制作：异形板需要制作特点形状的模具，以供压合使用，平板蜂窝无需制作模具。

面材塑形：双曲板面板需先对面板进行塑形，满足造型要求。

表面处理：对铝板表面进行清洁、抛光、氧化等处理，以增强其耐腐蚀性能。

涂胶：将双面粘合胶涂在铝板表面，然后将铝蜂窝芯材放置在其中。

压合：将铝板和铝蜂窝芯材经过预压后放入热压机中进行高温高压压合。

面板修整：对铝蜂窝板的表面进行修整，包括去除毛刺、切除不合格部分等。

成品检验：对铝蜂窝板进行质量检验，包括尺寸、表面质量、弯曲度、剪切强度等方面的检测。

### 2.2 品质控制要点

由于金属蜂窝板的应用更为普遍，针对金属蜂窝板的品控要点做简要分析。主要从其加工过程中容易出现质量问题和需要注意的要点着手，结合相关工程经验总结，为以后类似工程项目的品质控制提供参考。

蜂窝板的品质控制要点有以下几点：

平整度控制。平整度是蜂窝板的优势之一，生产过程中必须严格控制，以确保其表面平整、光滑、无裂纹等缺陷。影响平整度的主要因素为：内外面材厚度、蜂

窝芯的结构及质量、压型工艺、粘接胶等。一般面材越适中,平整度相对越好。面板太薄易产生变形,面板过厚或过硬,在曲面板的制作中易产生反弹,都会对平整度造成影响。同时,蜂窝芯的品质越好,结构越稳定,支撑性能就越好,平整度也会更好。(图十:面板太薄引起鼓包 VS 图十四:增加板厚,面板平整)

折边控制。金属蜂窝板会有折边封边,封边的质量对板的外观有直接影响。折边需严格控制切口位置,避免切缝外露或者翘角翘边。同时需保证折边与蜂窝芯可靠粘接,防止开缝。可采用增加背板折边的方式,加大侧边胶粘面积,更能保证粘接效果。(图十一:折边翘

角 VS 图十五:折边平直)

粘接胶控制。使用双组份聚氨酯高温固化胶,通过加压高温复合而成,克服了粘接层的脆性问题,提高平整度。(图十二:折边粘接不牢,引起开裂 VS 图十六:背板折边,封边牢固)

植钉控制。蜂窝板植钉质量对板的连接可靠性至关重要,必须保证植钉牢固可靠,同时,也需注意植钉对于蜂窝板面材的影响。减少植钉对面板的影响,可以采用增大面板厚度,或者增加植钉与面板接触面积的方法。(图十三:植钉及薄板面板,引起局部凹凸 VS 图十二七:加大接触面,面板平整)



图7 面板鼓包



图8 折边翘角



图9 折边开裂

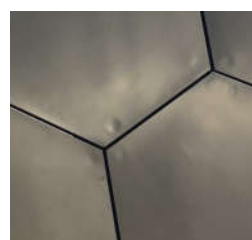


图10 面板凹凸



图11 面板平整



图12 折边平直



图13 背板折边



图14 植钉接触控制

三维扫描精度复合。对于异形蜂窝板,其精度的检查和复合,如采用卷尺、卡尺等传统的检测工具,无法精确的检测到板的精度情况。因此需要借用三维扫描仪来对构件进行全方位扫描复合,并与理论模型进行对比,以得到实际误差情况。目前,三维扫描精度基本 < 0.01mm内,完全满足工程对材料的精度要求。

工厂预拼装。对于异形蜂窝板的使用,或者蜂窝板组合成装饰条在幕墙项目中的应用,往往在产品出厂前,需要先进行预拼装,预先在工厂发现问题并完成调整后再出厂,避免到现场出现拼不上、对不齐的情况,影响项目进度。

成品保护。由于蜂窝板面板相对较薄,受到撞击、磕碰都容易产生变形,划痕等影响外观和品质的问题。因此,材料不管是在加工过程中,还是运输、安装时,都需要做好严格的成品保护,防止划伤和磕碰。这是在工程中容易忽视的问题,一旦出现质量问题则须返厂处理,影响工期且增加成本。

结语:蜂窝板在幕墙中的应用现已经比较常见,但仍正处于成长阶段。其轻质高强度、耐腐蚀、防火和环保等特点使其成为高层和超高层建筑幕墙的理想选择。同时,在蜂窝板使用中,应该注重对其全过程的质量控制,抓好关键点,才能让其有利于保证项目的品质。

但是,现阶段异形蜂窝板的生产工艺仍比较复杂,效率比较低,难以满足大面积使用需求,有比较大的发展空间。随着技术的发展和大量项目经验的积累,其相关设备和生产水平将逐步提高,从而大大降低蜂窝板的制造和使用成本。到那时,蜂窝板的应用前景也将更加广阔。

#### 参考文献

- [1]中华人民共和国建设部.玻璃幕墙工程技术规范: JGJ102—2003[S]。
- [2]中华人民共和国建设部.金属与石材幕墙工程技术规范: JGJ 133 2001。
- [3]中华人民共和国建材行业标准.普通装饰用蜂窝复合板: JC/T 2113-2012。