第八章　无机玻璃钢制品的应用

根据我国目前无机玻璃钢的发展,可以这么说:凡是用 FRP 生产的民用、通用产品,几乎都可用 FRIM 来生产,或者用有机、无机复合工艺来生产;相反,有些产品只能用无机玻璃钢来生产,如目前正在大力发展的防火板等防火材料,玻璃钢是无法胜任的。下面是根据无机玻璃钢的特点而开发的几项很有特色的无机玻璃钢的产品,现介绍如下。

第一节　通风管道的生产

一、整体式生产方式

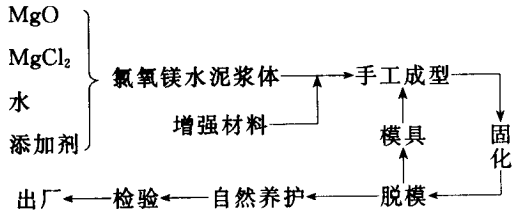
(一)通风管道分类及生产工艺

无机通风管道,生产种类很多,有的用于中央空调风道;有的用于工厂送排风管道;有的用于烟囱的排烟管道。通风管道可分为保温型(内含保温层)通风管道和非保温型(单层板)通风管道;按形状分,又分为圆型管道和矩形管道。保温型管道的保温层,目前常用的有 3 种材料:(a)PS 泡沫塑料;(b)聚氨酯泡沫塑料;(c)岩棉。根据成型工艺需要,以 PS 泡沫塑料为最佳,也最经济实惠,又便于操作施工,其价格是聚氨酯泡沫的 1/3;岩棉虽然价格不贵,但是没有 PS 泡沫方便施工。不论用何种保温材料,该材料都应为板材状,质地硬挺,便于施工成型。

目前,该产品的生产厂家很多,在大江南北,已星罗棋布,生产方法大同

小异，该产品应该是无机玻璃钢产品中的老产品、大产品。

目前通风管道的生产，主要用手糊成型法。其生产流程大致如下：



(二)通风管道生产普遍特点

①都以木模为内模，为使产品内表面光滑，该木模的表面用宝丽板作模面。

②有的厂家不用宝丽板，而用三合板，然后涂一层黄油，再贴上纶薄膜。

③成型结束，大约再过 2h 后，也就是在第二章的第二节中涉及的‘诱导期’期间，用泥将表面抹平，接着贴上剪好的薄膜，再用力刮平(抹平)。这里一定要使薄膜的每个地方都能紧贴，否则，凡薄膜未贴紧处(悬空处)就不会光滑，变成缺陷。

④进入“中间期”的后期，即夏天约 10h、冬天约 12～15h 后，基本固化了，可以脱模。

⑤脱模后的产品，应放置在平整的地面上，要平放，进行自然养护。

⑥产品检验。按国标中规定，管道检验可分为两种检查方法：(a)出厂检验是产品出厂前应进行的检验，检验项目有外规、尺寸、密度、吸水率；(b)型式检验的检验项目为技术要求的全部项目，正常情况下每年进行一次。

有下列情况之一时，应进行型式检验：(a)MgO 贮存 6 个月以上时；(b)原料供应及生产工艺改变时；(c)停产 6 个月后又生产时；(d)新产品完成试制鉴定之前；(e)质量监督部门提出要求检验时。

⑦养护条件只能用自然养护，禁止用加热固化，禁止为了固化快放在烈日下曝晒。养护只能实行一般自然养护，环境不能太干燥，否则水分蒸发快会带来不利；若环境太潮湿，像硅酸盐水泥那样用潮湿养护也不利，如果潮湿养护，膨胀值是自然养护的 10 倍，镁水泥本身就有较大的膨胀性，如果养护不当，很容易出现不均匀膨胀，造成产品翘曲和开裂。最佳养护条件是 18～25℃(尽量不低于 15℃)相对湿度为 60%～70%。

⑧保养时间 按建设部CECS95:97 的风道标准规定不少于 28 d。据说 28 d 的强度也只有两年期强度的 60%。

(三)风道生产工艺的改进

在生产过程中,有许多生产厂家认为目前这样生产工艺太麻烦了,花费的时间太多了 ;许多生产厂家提出无机风道生产可否用组装式生产 ;还有人提出,怎样在外表面用喷涂的方法来处理,他们对用聚酯薄膜刮光的生产方法已厌烦了。对此类问题,牵涉到方方面面,但是,对于组装式生产和外表喷涂式的生产工艺,笔者早在数年前就使用过,并已做了几个示范工程。总之,风道生产工艺方法确有改进的必要 !

实际上,风道通风使用的是内表面。暖通设计工程师要求较高的也是内表面 :要平整光滑,这样可减少通风阻力,减少设备负荷 ;另一要求是不能有冷桥现象。设计者往往对内表面还提出粗糙度这一指标,粗糙度不同,管道单位长度的摩擦阻力损失也不同。因此,总的讲,管道内表面的粗糙度越小越好,规定指标为‘ 内表面平均绝对粗糙度(mm)为 0.5 ~ 0.9 ”,也就是越光滑越好。

至于风道的强度,因为风道送风压力和排风压力一般小于 4000 Pa,这一指标与当前我国生产的无机玻璃钢强度相比可以看出 :只要风道按一定厚度生产,材料的强度是完全能够满足要求的。

因此,国标 JC 646—1996 中也规定了风道‘ 内表面平整光滑、外表面整齐美观、厚度均匀、不得返卤、泛霜 ’等,这样规定是有道理的。

但是,市场上的用户,受到‘ 两颗巧克力用 10 元钱包装 ’的虚假现象的影响,不究内表,只看外观,认为外表越光亮越好,颜色越白越好。于是,当前在风道外观上,展开了一场‘ 光、白 ’竞争。例如一个生产风道厂家对风道外表像对待玻璃钢模具那样精雕细刻 :风道做好后,首先大批工人用大量砂纸去打磨外表面,然后再通打一层腻子,然后再次全面打磨,最后涂一道白色油漆或涂料,外观似乎好看了,可是内表面无暇顾及了,十分粗糙而且黑乎乎的。风道是一大宗产品,数量大、表面积更大,这样干工人辛苦、材料浪费,完全本末倒置了。

关于外表面,用户一味追求白色,以白为上,因此生产厂家为迎合用户心理,动足了脑筋,凡能采取的措施都用上了,选择原料以白为主,其他为次,如

果还是不白,于是加入白的填料、白的颜料,加入这些‘身外之物’后颜色可能白了,但是否对强度等有用性能带来不利?也未可知!

对于通风管道这类无机玻璃钢产品,如果用在沿海地区,由于受到富含盐分的海风气候的影响,易遭受腐蚀,以及对性能的影响是不可忽视的。最近已有用户提出这个问题。如果在这类无机玻璃钢产品表面用改进型有机复合法复合一层有机保护层,是可靠有效的方法,而且简单易行。

二、喷涂式生产方法

自 1995 年开始,我们对通风管道的外表面,用无机料喷涂的方法在南京做了几个示范工程。该方法很简单,只需一台空压机和一只喷枪就行,空气压力为 0.3 ~ 0.4 MPa,关键是配料要恰当。喷后的产品外表可以为白色,黏结牢固,手感虽为毛面,但直观平整美观,而且喷涂效率高,还可喷出不同颜色,比用价格昂贵的聚酯薄膜来刮光的办法省工、省料、成本低。几个工程都得到了用户的认可,这样做还带来一个更大收获:使风道的外表面避免了结露现象发生。

请看一个现象:夏天的早晨草叶、树叶上都挂满了水珠,可是树干上只是潮湿;到了江南梅雨季节相对湿度很高,有时玻璃上都挂满了水,可是木门上、墙上只能是潮湿;水泥马路上,路面中间因为光滑,稍有毛毛小雨就流水,而路边的毛糙面上只能是潮湿而已。所有这些都说明了一个问题:树干、木门、路边都是毛面,因为是毛面,表面积相对就大,又有许多毛细孔,水被分散了,被吸收了。我们喷涂的风道表面,也是毛面,也就避免了结露挂水了。

此现象已为实践所证实了,江苏省仪征市化学纤维公司的一个部门曾用本工艺生产的风道——壁厚 4 mm 的非保温型风道。可是该单位是用于通冷风使用,这样势必会因为板壁的内外温差较大,当风道外表面温度降到露点以下时,仍无‘冒汗’、结露现象发生,而且使用数年正常,深受用户欢迎,受到该单位的表扬。这是由于我们的材质和生产工艺造就了该风道在远低于露点的情况下,也不会出现结露,主要应归功于此风道外表面采用了喷涂无机料的方法而获得的。

总之,这里介绍的用喷涂法生产风道的方法,虽然在南京已历经数年,生产了数个工程,有的用户也很欣赏,起码无一用户提出过异议,但是,在目前

难以为市场所接受，原因上面已讲了，当前用户对外表面要求太苛刻了，而且市场竞争十分激烈，你的风道内表面再光，通风无阻，但外表面不光不白，用户可能不来订货；而另一家外表又光又白，内表即使是粗糙的，用户欣赏，订单稳拿，因此，这里介绍的用喷涂法的风道生产方法，当前先立于市场之外吧！

但是，最近在苏州偶尔见到一规模较大的风道生产厂家，也在用喷涂法生产风道，而且规模较大！外表与当前大多数厂家生产的白而光的风道是无法相比的，难得的是内表面还是光滑的，这个厂经理的精神实在可佳，敬佩！

但是，此喷涂法毕竟是生产方法之一，而且已历经数年，因此，不管别人接受与否，还是在此介绍了，仅供参考吧！

关于板材复合的注意事项——变形翘曲问题，见第三章第三节及第六章。但是，这里要说明一点：改进型有机复合法与前面的两种玻璃钢的复合是不能等同的，不论强度、性能，还是用途都不如前者。

该复合法与第六章介绍的两种玻璃钢复合的区别，见第六章第三节。

无机玻璃钢通风管道与铁皮等其他材料制作的风道相比，特点为以下几点。

1.与有机玻璃钢风道相比

耐火性能、耐温性能都远高于玻璃钢风道，而价格远低于玻璃钢风道，材料成本是玻璃钢风道的 1/5，而且制作容易、脱模方便、无毒无污染。

2.与铁皮风道相比

铁皮风道是传统材料，但是无机玻璃钢风道保温性能好，热导系数是铁的 1/1000，耐锈蚀远远优于铁皮。以保温型而言，无机风道一次整体成型，不需二次施工，而且密封性好，使用寿命可达 20～30 年，起码保证使用 10 年以上不用维修；铁皮风道的保温型需要二次施工，用料多又污染环境，价格远远高于无机玻璃钢风道！

3.与水泥风道相比其力学性能、使用寿命都远大于水泥风道，而且质量轻、生产周期短、无冷桥现象。

由于无机玻璃钢风道材料价廉易得，制造工艺简单，能耗少，使用寿命长，展现了较强的生命力和广阔的市场前景。

正是无机玻璃钢风道材料易得、生产工艺简单，因此各类生产厂家均可

生产,这就带来了生产水平上的差异和质量层次上的差异。有的厂家生产的风道软化系数只有 0.4 左右,这样的无机玻璃钢抗水性太差了。据说 2001 年,西南某厂家生产的无机玻璃钢风道使用 4 年后,因断裂将检修人员摔伤了。笔者数年前曾对该地的无机玻璃钢风道考察过,并深为这里的风道生产水平、生产规模、生产管理而赞叹!至于断裂问题,可能是多种原因的偶尔现象。

但是作为风道生产厂家,在材料选用上、生产工艺上把好关是必要的,而且应当送检。按国标 JC 646—1996 进行对照,即使个别非关键指标未能达标,但是已十分接近了,此时首先应做的事是改进配方或更换配方。用达标的配方生产,即使时间来不及了,也应从产品厚度、生产工艺上等方面给予弥补,切勿抱着"业务到手,高枕无忧"、"盲目生产、碰碰运气"的想法,这是千万要不得的。

风道存放应注意地面必须平整,不得有积水;室外堆放应有遮盖,不得日晒雨淋;管道包装应以草绳草垫捆扎,运输中应小心轻放,严禁抛掷。

在我们喷涂产品的同时,有时用剩余料在墙上进行喷试,有时喷成图案或字,结果发现,联结牢固且施工速度快。如果加入某种红色颜料可使喷涂面类似古代宫墙的颜色,因此,该喷涂工艺,包括用料,可否推广到水泥墙面的装饰上去?

三、组装式风道的生产方法及改进型有机复合法

前面讲到,目前全国生产风道的厂家可谓星罗棋布、数不胜数,而且很多人对目前整体成型的生产方法厌烦了,迫切想改变这种生产方式,怎么改呢?为适应这一情况,在此提出一种风道组装式生产的方法——改进型有机复合法。

早在 1994 年底,江苏泰州春兰集团准备上一通风管道工程,当时南京东南大学某教授及其下属工厂承接了这个风道工程,在此之前这位教授已向国家申请了组装式生产风道的专利技术(时间约在 1992 年前后),这个工程用的无机玻璃钢的板材全部是由我们制作的,而且首次采用了特殊的有机复合工艺完成,这个复合工艺比本书第六章介绍的有机、无机两种玻璃钢的复合工艺更简单,成本更低。当时生产的复合板材厚度只有 2~2.5 mm。当时风

道的组装和安装工作,都是由东南大学负责的。现在有许多厂家盼望改变目前风道整体式的生产方式,我们提出了这一新的生产方式。希望今后的生产厂家,能够在此基础上继续改进更新,使之逐步完善,这也是真正的一次抛砖引玉了。

改进型有机复合法生产的组装式风道,其特点有以下几点。

①省去用大量木材来制作模具,省时、省事、省村。

②节省大量昂贵的聚酯薄膜。

③壁厚只有 2 ~ 2.5 mm,但强度很高,既节省了材料,又减轻了风道质量。

④因为复合板材中受到 MgO 影响,所以这样的复合板材实现了高度阻燃性,甚至不燃。

⑤因为有机层容易着色,而且色泽鲜艳,因此可为风道带来各种色彩的漂亮外观,同样可以做成目前追求的白色,可以做成很白、很光、很平整的外观。

⑥生产时,只需在平台上生产大小不一的复合板材,因板材容易叠合,占用空间小,这又给带热固化,带热保养带来了方便。

⑦这种有机复合法,给风道的应用创造了条件,例如,有一厂家提出:风道在沿海地区使用时,海风中含有大量水分和盐分,对风道造成的侵蚀就可以降低或避免了。当风道用于化工厂时,因空气中含有酸、碱、盐等腐蚀性气体,可选择一层有针对性的有机复合面层来抵抗这种腐蚀,如接触的是酸性介质的气体,我们可选择耐酸树脂,如果接触的是醋酸气体,我们可选择耐醋酸的有机复合层等等。

另外,有一风道生产厂家,接一食品厂大型风道工程,用户提出:为了降低工程造价,为了消防需要,该风道工程选用无机玻璃钢材料制作。但是,为了食品的安全,要求在风道的内表面复合一层食品级不饱和聚酯树脂或其玻璃钢,这无疑又给改进型有机复合法生产的风道提供一个无可代替的成功应用的范例。由此,也充分体现出玻璃钢这种复合材料的复合工艺的优越性。

这是复合材料的优越性,也是改进型有机复合法用于组装式风道的显著特点。目前生产该风道的条件已经成熟了,可反映在以下几个方面。

①复合工艺已经成熟。1994 年泰州工程已经作为示范工程,因时隔已

久,为了可靠性,2003 年初我们重复了一次该复合工艺,复合出来的板材又白又光,因此,复合工艺是成熟的、可靠的。

②组装时用的辅助材料既便宜又易购。有人会问组装后的风道能否保证密封、不漏气?风道的密封材料是 2 ~ 3 mm 厚的高发泡聚乙烯板,具有弹性,又价廉,并用 203 胶作辅助;由于风道的内壁是光滑的,送排风的压力是比较低的;加上这里胶、料并用的密封措施,是不会漏气的,是万无一失的,实践已证明。

③更重要的是,开始将由东南大学原附属工厂的组装者参与指导组装,包教包会。

④因为组装过程很简单,通过一个工程或部分管道的制作,厂家就可以都掌握了,下面就是自己的事了。而且,今后在大量生产实践的基础上,青出于蓝胜于蓝,厂家可各自创造出更加完善,更加先进的组装式风道来。

第二节　无机防火板生产现状及设想

一、无机防火板的生产现状

(一)生产流程、生产工艺及生产要点

生产流程为配料、混料、模板涂脱模剂、送模板、加料、辊压切断、叠合、保养、切边、入库。

生产工艺为手工操作成型;定型设备、连续化生产。

下面将连续化设备生产的要点作一介绍,供参考。

该产品是用专用设备、连续化生产方式生产的。生产效率很高,平均每 35 s 可出一块板,厚度从 2 mm 到 10 mm 以上。自从近两年在市场上出现该产品以后,现在各地纷纷上马。目前,同样规格的产品,价格相差一倍,竞争激烈。有些经济实力不大的小厂产品销售不畅,面临停产境地,仅广东东莞一地,就有五六家在生产,可是另外一些厂家又在积极准备上马。因此,在此希望后来者,在上马之前,务必做好市场调查,进行可行性研究,切勿一哄而上,造成被动。

该产品是用镁水泥加入木屑及多种添加剂，用多层不同规格的网格中碱玻璃纤布和一层有机无纺布作为增强层，模板用 PVC，有的用 PP 板或 ABS 塑料板，在模面涂上脱模剂，通过传送带送入。两个辊筒的间隙先用塞规调整好间隙，进入辊筒之前，加上配好的无机料，从辊筒间通过后，经过双辊挤压，便得到一定尺寸、一定厚度的无机防火板。有的厂家再经过第二道辊压，然后连模板一起传送到用方钢制成的框架上，抬到异地叠放，等待固化。有的生产厂家，产品直接上市销售，有的厂家要经过中间商代销。有的生产好的厂家在此防火板基础上，又生产一些延伸产品，如再覆上一层木纹纸，或 PVC 薄膜等。

一般厂家生产的该产品，由于木屑的加入往往带入很多空气，造成靠近模板的一面固化后出现许多针孔气泡，影响外观，也影响木纹纸等覆合产品的质量。为此，我们曾做过一些试验，并初见成效，使针孔得以消除，并正在进一步探索更佳的解决方法。将锯末进行预处理，把木屑中空气封住再投入料中。另外我们还在将有机、无机复合的工艺方法用在这种防火板上，因为这种双辊式的防火板专用设备是专为无机防火板而设计的，如将有机玻璃钢复合上去有一定难度，为此，设想是将原来的机械化与手工法相结合的工艺来解决。有机玻璃钢复合上去，将使这种无机防火板锦上添花，更上一层楼。

近两年来生产这种连续化生产防火板的设备厂家也越来越多，据说山东、河南、唐山、上海已有多家可提供这种设备，有的厂家不仅提供设备，而且代培人员，提供无机配方等。

据一些生产厂家反映，有的设备并不十分理想，需要自行改造才能适用；有的厂家反映，设备厂家提供的配方并不完美，有的相对密度较大，有的产品脆性大，有的还有返卤现象等。

从目前看，防火板质量参差不齐，有的生产厂家给自己规定的质量标准往往是相矛盾的，如相对密度要求越小越好，如切边后 6 mm 厚的板每张重小于 17 kg，为此，除加入木屑外还要加入大量珍珠岩，这样必然影响强度，与强度的要求互相矛盾。

另外在原料中，氧化镁是至关紧要的。最好用轻烧粉不用菱苦土，两者虽然都是氧化镁，但质量相差很多，菱苦土中氧化镁含量低，杂质多，常用于生产波形瓦、垃圾箱之类要求不高的产品；而轻烧粉却不同，MgO 含量高，生

产厂家所说的 80 粉(80%),85 粉(85%)或 90 粉(90%),此含量是包括轻烧 MgO和重烧及烧结 MgO,甚至包括未完全分解的$MgCO_3$的总和。我们要求的仅为能参加反应的活性MgO。

轻烧粉是用菱镁矿石经过 800 ~ 900 ℃的高温窑中煅烧研磨而成的,但是就是在同一矿石同一窑中烧出来的轻烧粉,质量都不尽相同。严格地讲,由于原料不同,温度不同,活性不同,我们选择的配方也就不能是一成不变的,应当根据 MgO 的活性大小等随时调整配方比例。

另外,有的厂家要求颜色越白越好。这首先要求 MgO 这一基本原料为白色的为妥。若靠加入钛白粉增白,加入多了,不仅成本增加,而且又会降低强度,这又是一对矛盾……。

(二)防火板生产的现状

近年来防火板生产发展迅速,因而设备生产厂家也相应地越来越多,产品竞争更加激烈,短兵相接,但是该产品的潜力是大的,不仅国内市场有大量需求,每年还有大量出口,产品的前途是光明的。目前,防火板在生产过程中还存在一些问题。

1.防火板的返卤现象

目前,防火板的许多厂家将出厂前的防火板进行泡水以解决返卤现象,结果造成强度大幅下降。

这一现象,早在 1994 年我们在江苏无锡协助一厂家手工生产无机玻璃钢板材时,就曾进行过泡水试验,结果是返卤解决了、外观变色了、强度也下降了。近年来一些防火板厂家由于配方中的返卤问题未能有效解决,大家都在使用泡水法,像广东东莞一些厂家一直在这样做,其实此法不妥。泡水法对强度是不利的。因为对无机玻璃钢而言有一个重要原则:凡是返卤的产品必然耐水性也差。按此原则产品既然返卤了,耐水性也必然差,再去泡水,将导致产品强度更差。因此,应当改变配方,从根本上来解决返卤现象。

2.控制或减少防火板中 Cl^- 含量

如何控制或减少防火板中氯离子(Cl^-)含量,避免或减少对螺丝等钢件的腐蚀可参考第五章第四节。但是要从根本上解决 Cl^- 的影响并非易事,因为镁水泥用的调和剂就是含有大量 Cl^- 的 $MgCl_2$ 溶液。这点是否可从本书的第一章第二节的 $MgCl_2$ 中得以启发?

3.控制防火板的反应速度

目前,这个问题不仅是防火板生产厂家,也是无机玻璃钢行业共同关注的问题。这也是无机玻璃钢的老问题,解决方案在本书中已多次提到过,许多厂家已用多种方法做到了,如建立养护温室等。

4.防火板表面气泡问题

本节谈到的‘针孔气泡’是在一面发生的。笔者曾在上海一生产防火板厂家见到过,并做过消除这种气泡的试验,并初见成效。这种气泡在生产过程中是广泛存在的,是面临的共同问题。

不可否认,最聪明、最有才干的是最有实践经验的广大第一线生产者,大家应当边生产,边动脑筋去解决这类难题,总会有成功之日,丰收之时,会有偿推广应用的。

二、对防火装饰板生产的今后设想

目前,全国防火板生产厂家很多,而且基本上是连续机械化生产,产品的品种以全无机玻璃钢为主,但也见到有少数厂家进行二次复合:有的在防火板的一面复合一层 PVC,有的复合一层有机木纹纸,前述的防火板表面气泡(针孔)给复合木纹纸工艺带来了困难。该厂家为此伤透了脑筋,我们打算将 10 年前曾做过的无机玻璃钢彩色板试验移植到目前的防火板上,如果能成功,这样的防火板可以称为‘防火装饰板’。这样,将给防火板带来新的生命力。这一设想最终未能实现,留待今后有条件的厂家出现,再作试验。以下为‘防火装饰板’的试制设想。

①利用原防火板生产机组,用喷涂或部分手工劳动,在防火板一面,复合上木纹纸或各种图案纸——如人造大理石纸,风景、动物等各种彩色图案纸。其特点是:图案鲜明漂亮、高度阻燃或不燃,大大提高了装饰观赏效果。

②根据市场需要,还可复合一层很薄的有机玻璃钢,可以带胶衣,也可不带胶衣树脂,做成各种单色彩面。其特点是:无机玻璃钢强度、性能得以大大改善,实现高度阻燃或不燃,彩面鲜艳漂亮,大大提高了装饰效果。

目前防火板生产厂家很多很多,由于产品质量,生产工艺存在一些问题,也由于厂家在低水平上相互竞争,更困死抱老工艺,未能做到推陈出新。因此,有的厂家已撑不下去了,有的停产,有的准备关门,但是有趣的是,有的人

又在积极准备上马！

第三节　新型农用无机玻璃钢蔬菜大棚骨架的生产

一、意义

随着新世纪的到来，无机玻璃钢又出现了一个新的产品——蔬菜大棚骨架（棒、管等构件）问世了，该产品开发成功标志着科学种田、农业现代化在中国大地上发展起来了，无机玻璃钢作为大棚骨架的应用，真正做到了因材使用。首先在中国北方得到了广泛应用，受到广大农民的热烈欢迎，目前正以惊人的速度向全国发展。当人们在冰天雪地的严冬季节，能吃到鲜嫩的黄瓜、西红柿等反季节水果蔬菜时，它都出自一座座蔬菜大棚里，同时也别忘了搭建这些大棚的无机玻璃钢骨架所做的特殊贡献。

随着科技发展和市场经济的需要，农业生产正在向产业化、高科技、高效益的方向迅猛发展，被誉为白色革命的塑料大棚以其巨大的生命力出现在人们的面前！据资料介绍，山东寿光县目前已拥有大棚几十万座，使得大批农民为此得益而走上致富之路。据说 1999 年河北省菜篮子工程会议上，决定在全省新上和改造温室大棚一百余万座，季节棚 180 余万座，并批下巨款扶持兴建大棚。因此可以说，目前不论南方、北方全国出现了一片建棚热，随着中国的入世（WTO），农民还像过去那样祖辈守着几亩地，种点粮食养家糊口的时代已一去不复返了。土地高效利用、科学种田、种市场经济的田已摆在人们的面前。到了今天，据说有的地方种草都比种粮价值高。

过去一到冬天，外面天寒地冻，农闲开始了，老婆孩子热炕头，或者把时间消磨在串串门，赶赶街上，直到第二年开春了，人好像才苏醒过来，才忙于打理农具，准备春耕春种……。到了 21 世纪的今天，人们的生产方式、生活方式都发生了根本变化，都应适应世界潮流。首先必须发展经济，使自己富裕起来，特别是入世后，只有我们富裕了，才能昂首立于世界之林。中国人的富强，应首先是农民，只有广大农民真正地富起来了，中国才算富强了。总之，农民离不开土地，在当前，土地的充分利用，实行科学种田，实现高效农业

才是出路。就目前而言，大棚经营、大棚经济是首当其冲的措施，是致富的“大宅门”。

大棚不仅可以种植错季菜，还可种植一切高效作物，还可用大棚发展养殖业，尤其是各级政府部门倡导的生态型、无公害农业，为大棚事业的发展开辟了更广阔的天地。从调查的实际情况看，大棚的种植养殖的经济效益和传统种植养殖手段相比，效益将大大提高，按我国国情而言，农业要想发展，在一定时间内推广大棚养殖应是一条必经之路。有的地方将大棚用于种植花卉，特别在南方各省市，不仅种植花草，还用于建立花卉超市；有的地方种果树，有人种香椿。在严冬季节里，宾馆的餐桌上可供应只有春天才有的香椿抱鸡蛋，十分新鲜别致，据说供应的香椿是球状的——在香椿发芽时套上鸡蛋壳，采摘下来的香椿就成鸡蛋状香椿球了。

二、建造大棚的理想材料

(一)无机玻璃钢

建造大棚，必须构件材料，但是目前还没有一个专业研究部门，包括构件材料的研究设计。因此，大棚建设目前基本处于初级分散状态。有的是用钢管焊接的，有的是用竹木材料的，处于因地制宜、因陋就简，有什么材料就用什么，因而搭建的大棚往往是寿命短的、不科学的，其普遍存在下列缺陷。

①材料不规范，长短、粗细不一，外型不美。

②搭建好的大棚，承载能力偏小，无科学依据，不抗风雪，倒塌者屡见不鲜。

③采光效果差，不能很好利用天然能源，室内温差大。

④由于大部分大棚需用立柱支撑非作物，占地面积大，据考察：一个 0.5 亩的竹木结构大棚内有立柱 100 多个，因此给耕作、种植带来极大不便。

根据以上所述，如果按国外发达国家，如以色列，韩国等国的标准看，我们的大棚仅处于初级阶段，如自动温控，自动浇水，自动调温等方面都比我们先进。

用无机玻璃钢来作为搭建大棚骨架材料较为理想，有以下几点优势。

①价格便宜。价格便宜是首要优势，因为用量多，又是面向农村，只有价格便宜，农民才用得起，才能发展。

②材料来源充足,特别在我国,这一条件又是一个重要优势。因为氧化镁、氯化镁两大主要原料在我国储量极其丰富,是取之不尽的廉价原料,在第一章中已作了详细介绍。

③生产工艺简单,不需过多设备,投资成本低,广大农民买得起,建得起,这又是农民欢迎的一个因素。

④无机玻璃钢经过几十年国内外有关专家的开发研究,已经在改性上取得了重大突破,如耐水性、返卤、强度等方面都得到了解决。

⑤在大棚的制作过程中,有机、无机复合玻璃钢技术(见第六章)同样可用在某些构件上。既有装饰作用,又可增加强度等性能。比如,与大棚配套的'休息和工具两用房'的生产制作时,完全可用有机、无机复合玻璃钢来生产,只需复合 0.3 mm 玻璃钢,即 0.2 mm 一层布,这种小房子像欧式小别墅一样漂亮,式样新颖、别致,冬夏保温、牢固实用,与大棚配套后,对大棚是一个点缀。同时,这样的两用小房可单独销售给城市、路边店,作报刊亭、电话亭、烟酒小店等使用。

无机玻璃钢棒材骨架的规格,随厂家不同形态各异 截面有圆形的、矩形的、椭圆形的等。据说,一个春秋大棚的建造费用约 5000 元,因此,费用并不高,几乎人人都有能力搭建,可是带来的经济效益是很丰厚的。

(二)其他材料与无机玻璃钢的对比

该产品问世之前,建蔬菜大棚的支架首选材料是钢材,其次是竹木,但是钢材的缺点有以下几点。

①相对密度太大,质量大给安装带来困难。

②易锈蚀,特别潮湿的大棚里更易生锈,使用寿命大大缩短。

③价格较贵,投资大。

④安装过程中加工麻烦,必须专用加工设备。

使用竹木的缺陷有以下几点。

①消费大量天然绿色资源,影响生态。

②如果未经防腐处理,使用较久后,易腐烂变质,使用寿命是短的。

③承重量及强度低。

使用无机玻璃钢材料的优点有以下几点。

①不腐不锈不烂,使用寿命最久。

②与钢比,质量轻、安装方便。

③强度高,承重量大。

④加工容易,安装方便。表面光滑、不损伤薄膜。

⑤价格便宜,节约资源,节约资金。

⑥耐热、耐水、耐冻、耐老化。

大棚骨架的材料效果对比,见表 8 – 1 所示。

表 8 – 1　大棚骨架的材料效果对比

材料名称	抗风强度	使用寿命	搭建成本	棚　内 支撑物	采光效果	使用功能
竹木	差	2 ~ 3 年	低	有	差	差
钢制	强	5 ~ 8 年	高	无	优	好
无机玻璃钢	强	10 年以上	低	无	优	好

三、不足

目前生产大棚骨架的厂家很多,在竞争中促进了发展,但也难免会出现一些不足之处。

①售价(转让费)太高,关键是利润太高,这样往往使想建大棚的农民在价格面前犹豫不决,这样做反而影响了销售和推广使用。

③无机玻璃钢的配方决定了镁水泥的价格,最后决定了大棚的建造成本。有些厂家总是追求镁水泥配方的成本越低越好,人们会问:是否为了降低价格该用的原料没有用,该加的添加剂不加了,是否为了降低价格而因小失大?

四、产生的经济效益

大棚骨架的生产,在北方从陕西到天津,特别在石家庄、北京等地,发展很快,生产厂家之多,用‘雨后春笋’来形容丝毫不过分,各厂生产的大棚骨架,各有特色,在生产工艺上,原料配方上生产成本及销售价格上,都在互相竞争中,这样的竞争也就带来了一个良性循环:生产技术进步了,生产成本降低了。大棚骨架的生产发展了。

下面是某厂家以 7 m 温室骨架为例提供的情况。每根骨架综合成本不超过 20 元,售价 45 元,毛利 15 元,纯利至少 10 元,日产 200 根,年利润至少 50 万元(以生产任务饱满计算),如果资金条件具备,上一个日产 2000 根骨架的中型厂投资也不过百万元,可创年利润几百万元……。可见,该产品可带来很好的经济效益。表 8 – 2 列出了投资与效益的对比。

表 8 – 2　投资与效益对比

型　号	班产量 /m	功　率 /k	人　员	利　税 /(元/日)	年利税 /万元	售　价 /万元
TB – 1000 型	1000	0.4	4	2000	60	6
TB – 1500 型	1500	0.5	5	3000	90	7
TB – 2000 型	2000	0.6	6	4000	120	8

但是,大棚骨架在使用过程中,还存在着一些问题。

①支架返卤严重,卤水滴在棚内作物上,将作物‘烧死’了。

②支架埋在土里的部分被水破坏了,变成粉状。

③大棚抗雪载大差,被大雪压垮了,赔款几十万元。

针对上述问题,河北衡水饶阳县大棚构件厂开发的大棚支架是成功的,对比之下该厂支架的生产工艺是成熟的、上规模的。在这里,支架生产的机械化占 80% 以上,由于机械化生产,必然减少了人为影响因素,质量稳定,他们并不满足现状,正在研制双膜大棚,这样做据说可使棚内温度提高 5 ~ 8℃。

现将河北省饶阳县绿洲新型棚室构件厂提供的‘复合材料温室大棚无支柱包衣支架可行性研究报告’,全文刊出,以备广大读者、用户考察、选用参考。

该厂的大棚支架技术已申请了专利,专利号为 ZL992029902.3。该厂的“可行性报告’如下。

随着中国加入世贸组织,国外大量低廉的农产品涌入,以往的以粮为纲,单一种植结构必须调整。被誉为白色革命的塑料大棚因此应运而生,各级政府部门以及广大农民都在下大力量发展大棚温室。

由于大棚事业的发展,显然也给大棚构架材料厂家提供了良好的机遇,然而我们国家目前的现状是:大棚构架材料发展滞后,除仅有的几家铁骨架

厂和水泥骨架厂外，几乎没有工业化生产构架制品的厂家，目前搭建大棚基本处于自然状态，有的用铁管焊制，有的用竹、木材料制作，大都是因地制宜，所以除少数外，搭建大棚都是短寿命或不科学的，普遍存在以下弊病。

①材料不规范，七长八短，外型不美观。

②搭建的大棚承受的荷载偏小，无科学依据，一遇大风、雪，倒塌现象比比皆是。

③采光效果差，不能很好地利用天然能源，室内温度低，稳定性差。

④由于大部分大棚需用立柱支撑，因此非作物占地面积大，据考察一个0.5亩地的竹、木结构大棚内有立柱几十个，因此给耕作带来极大的不便。

除上述弊病外，还有很多，且不说这些，如按国外发达国家如以色列、韩国等国的标准看，我们的大棚仅处于初级阶段，诸如自动温控、自动浇水等，因生活、经济条件等因素的影响，恐怕在一定时期内高档次的大棚是难以推广普及的。

根据这种情况，我们通过多年的调查研究，认为可分两步走：第一，对现有大棚进行规范改造；第二，新建大棚要上个台阶，结构要符合设计要求，外表要美观大方，综合性能应达到现阶段的理想程度，这样就给我们提出一个问题，那就是理想的大棚构架制品，这样的大棚构架制品不仅要满足上述要求，而且物美价廉，价位上和竹木骨架接近，农民朋友才能接受，才能大面积推广，由此得出结论：理想的大棚构架制品是发展大棚事业的关键所在，基于这种理念，我们又先后走访了几十位有关的专家和大棚业主，听取了不少宝贵的意见。在此基础上，我们先后投资百余万元，经过四、五年的艰苦努力，试验失败，再试验，终于将一种新型大棚构架材料研制成功，此项技术以独特的工艺配方，成型工艺、结构形式，成为名副其实的独一无二产品，真正填补了一项空白。此后又经过几年的实地检验和改进，目前定型生产的第三代产品不管是技术配方还是成型工艺都达到了非常完善和科学的地步。在此期间，我们先后申报了2项国家专利。我们算了一笔账，光是河北一个省的大棚，20个大棚里有我们建的一个棚，即可创造利润2个亿，农民也可省掉几个亿，它的社会效益更是不可估量。

我们研制的构架材料究竟有哪些特点呢？

该支架是国内首创的利用包衣加工工艺制成，原材料配方科学，生产工

艺独特,在全国独一无二,主要有以下特点。

1.无支柱,空间大,便于机械化操作,跨度在 9 m 以下,高度为 3~4 m,对于种植晚熟果木尤为适合。

2.产品不锈、不腐蚀、不导热、耐摄氏零下 50 度低温,表面光滑,外形美观,能延长棚膜使用寿命,由于采取了包衣工艺,从根本上避免了铁及其他支架滴水对植物叶片的腐蚀问题。

3.成本低,跨度 8 m 棚架每根售价 55 元,北方雪大地区可按间距 1.2 m/根安装,即 70 根 × 55 元 = 3850 元/亩,无雪或雪少地区还可放到间距 1.5 m 左右,成本还可降低。

4.安装方便,跨度与角度可根据需要随意制作,横向用 10 多道冷拔镀锌丝连接即可。

5.产品生产效率高,该产品实现了机械化流水线生产,10 人班产(8 h)2500 m,按 8 m 跨度支架总长需 10.5 m 计算,可达到班产 3 亩左右。

6.产品抗弯、抗压强度高,截面为 3 cm × 8 cm,跨度是 8 m 支架,抗弯压力达到 500 kg 以上。

该项目的有关因素分析及投资、场地、利润概算如下。

由于该项目投资可大可小,因此基本条件具备即可上马,十几万元也可,几十万元、上百万元都可以,生产条件要求不高,一年四季可正常生产,露天生产简易厂房生产都行,生产中无三废排放,完全符合环保要求。

另外该工艺保密性好,技术不易泄露,一个人掌握配方,生产人员干几年也难以掌握核心技术。

再者该技术所有原材料容易解决,县以上一个化工门市部几乎可全部解决。

最重要的是各地政府部门及有关业务部门都把发展大棚当成头等大事来抓,因此极易取得了他们的大力支持,新闻宣传、资金都容易得到解决。

综上所述,上该项目,天时地利诸多因素都很有利,确实是一项短平快的好项目。

关于投资利润问题,以班产 2500 m 规模的生产厂为例。

(一)投入

(1)设备技术投资 8 万元。

(2)场地租赁费约 2 万元(占地 300 m^2 以上及相应生产生活设施);可以先建一个大棚作厂房,在棚内再生产大棚,也可用第七章第七节的技术,先建一廉价厂房,将此房作永久性厂房,用于大棚生产。

(3)流动资金约 4 万元。

(4)其他费用约 1 万元。

合计:15 万元左右。

(二)利润

成本构成明细表(以跨度 8 m,长度 50 m 温室支架为例)

项目	成本构成名　称	单位成本比率	50 m×8 m 支架用量	折合人民币/元	左项累计/元	备　注
原材料	支架材料	4 元/m	340 m	1360	1360	按间距 1.2 m 设计
	铅丝	60kg/座	60 kg×3 元	180	1540	安装大棚连接用
工资管理费用及其他	生产人员工资	0.1 元/m	340×0.1	34	1574	按人均日工资 25 元
	水电费	0.02 元/m	340×0.02	0.7	1582	装机容量 3 个/kW
	设备房屋折旧	0.05 元/m	340×0.05	17	1599	
	管理费用	40 元/座		40	1640	
	废次率	3%	340×4×3%	40	1680	
合计					1680	

注:1.此成本表是按截面 3 cm×9 cm 计算,南方少雪或无雪地区还可以减细间距可以放宽到 1.5 m 以上,成本还可降低。

2.因接产方进原材料路途不同成本有所浮动,但浮动不大。

机械化生产每班需 10 名工人,班产 2500 m 支架,可安装 8 m 跨度、50 m 长、间距 1.2 m、使用面积 400 m^2 的温室 7 座,按每座售价 2500 元计算,每年生产按 8 个月(240 d)计算可创产值

$$2500 \times 240 \times 7 = 420 \text{ 万元}$$

上缴税金:$420 \times 6\% = 25.2$ 万元

实现利润:$420 - (1680 \times 1680) - 25.2 = 112.56$ 万元

如果销售没有问题,还可上两班,盈利更可观。

第四节　保　温　板

如果全部用玻璃钢作面板，或者全部用无机玻璃钢作面板，内夹保温层都可做成薄壳型保温板。保温层可用蜂窝作芯（如纸蜂窝或玻璃钢蜂窝）；可用泡沫塑料，如 PS 泡沫塑料、聚氨酯泡沫塑料、也可用岩棉或玻璃棉等作芯子。用蜂窝作芯子见《有机、无机玻璃技术问答》一书的第十章的介绍。用 PS 泡沫作芯子只能用在无机玻璃钢中，准确地讲，PS 只能与无机玻璃钢联结，不能与玻璃钢联结。由于聚氨酯泡沫价格是 PS 泡沫的 3 倍，从生产成本考虑，这里以 PS 泡沫为例重点介绍一下成型方法。至于聚氨酯泡沫、岩棉等，工艺上与 PS 的成型并无特殊性，因此不再介绍了。PS 泡沫塑料作芯子的保温板成型步骤如下。

①在平板模具（模板）上，成型无机玻璃钢平板的厚度按设计决定，一般为 2～3 mm，模板可以是玻璃、宝丽板、不锈钢板、ABS 板或 PVC 等塑料板。但模板的表面必须平整光滑，这样有利于脱模，也给产品带来了光滑的表面。

②模板上成型完一定厚度的无机玻璃钢板以后，立即在 PS 泡沫板的一面涂上一层镁水泥。

③然后立即将涂上镁水泥的泡沫板翻身，将涂以镁水泥的一面与刚做的无机玻璃钢叠合在一起，同时用手向下压一压，或者用重的金属辊辊压一下。

④同时在另一块模板上按上述方法，另外成型一块无机玻璃钢。

⑤将上面 PS 泡沫上未涂镁水泥的一面涂上镁水泥并翻身叠合在④的无机玻璃钢板上，也可将④复合在⑤上，也可等第一次③做的无机玻璃钢固化了，再与④复合。第一次也可大量生产，等固化了，第二天再陆续与④复合。

上面是指纯无机玻璃钢作面板的成型方法，也可用有机与无机复合的生产方法使一面或两面复合上有机玻璃钢、而且这层有机玻璃钢可以带胶衣也可不带胶衣，这样做可以达到如下目的。

①使产品有漂亮的外观，有各种色彩。

②使产品面板强度增加，增加许多优良性能。

③这里的玻璃钢和胶衣可以做成阻燃型的。

④保温效果特佳，而且坚挺，刚性特强。

如果保温板在面板上复合有机玻璃钢，其成型方法见第六章。

该产品可用于房间间隔或墙面装饰，起保温作用，可生产保温型的活动房，还可用于生产冷库，鸡鸭孵化器等设备。

保温板的上下蒙皮可用 2～3 mm 无机板来制作，中间的保温层可用 20～50 mm 厚的 PS 泡沫塑料作为夹芯，如同第五节中谈到的蜂窝结构一样：两面蒙皮中间的夹芯，可用纸质蜂窝来制作。试想，这 20～50 mmPS 泡沫塑料，这纸做的蜂窝有什么强度？既可弯又可折。又如，不论是泡沫塑料，还是纸质蜂窝，两边的蒙皮加起来的厚度也不过 4～6 mm，这样的两层面板合起来照样可以弯曲，可以折断，刚性差，如同第六章中提到的夹砂管一样。要想解决玻璃钢弹性模量低，其管道刚性差的缺点，只能加厚玻璃钢管的壁厚，这样势必造成材料的浪费，成本的增加，如果从结构上采取一些措施：在两层蒙皮中间夹上 PS 泡沫塑料，夹上蜂窝结构即使纸做的蜂窝也行，或者像夹砂管那样，在管中夹上砂子，都是同一个道理，这样一来，虽然两边蒙皮易弯易折，但是夹上这种夹芯结构后就成了薄壳结构，刚性大大提高了，这样的保温板，蜂窝板，夹砂管就不易弯曲了，不易折断了。就是第六章中谈到夹砂管时提到的：强度是抵抗破坏的能力，是牢不牢的问题；刚度是抵抗弯曲的能力，是变形不变形的问题，厚度是刚性的函数，在产品形状设计时，加强筋的运用就是出于这一概念。

上述的薄壳结构，早就在工程上得到了广泛应用，如飞机上、雷达罩上等。

第五节　镁水泥在蜂窝夹层结构中的应用

夹层结构是由 3 层以上的材料或结构组成的复合结构，这是为了满足轻质高强的要求而发展起来的一种夹层薄壳结构形式，这种结构形式在高科技方面、航天及军用方面得到广泛使用。用料不多，可实现高强。例如，玻璃钢蜂窝夹层结构是由玻璃钢薄板作上下的表面（称为面板或蒙皮），中间夹一层用玻璃布制成的蜂窝芯子所组成的一种结构形式。（参考《有机、无机玻璃钢

技术问答》一书的 169 ~ 174 页）

用作蜂窝芯子的材料除玻璃布外，还可用纸质蜂窝，蜂窝的正面投影形状可分为六边形、菱形、正方形等多种形状，一般用正六边形居多，因为其特点是：成型方便、强度高、稳性大、应用广。这是蜜蜂设计大师为人类提供的最佳结构。不论用何种材料作芯子，也不论芯子的形状如何，使用前必须将芯子浸渍树脂，定位、固化后，才能夹在两面板之间，制成夹层结构。当然，下面板也必须用要求严格的玻璃钢来制造。

随着无机玻璃钢的发展，可否用无机玻璃钢代替玻璃钢来制造蜂窝结构？如果这样做了，将使蜂窝结构的制品，出现一个脱胎换骨、重大变革的局面。

我们曾试制过用镁水泥代替树脂浸渍纸蜂窝芯子，成功了，至于用无机玻璃钢来制作夹层的面板并与镁水泥浸渍的蜂窝芯联结制成蜂窝夹层结构，也基本成功了，该镁水泥蜂窝结构与玻璃钢材料制作的蜂窝结构相比，其特点是以下几点。

①成本大大下降了 70% 以上。

②由原来的易燃最多能做到阻燃的玻璃钢变成绝对不燃的无机玻璃钢。

③由原来的具有毒性（包括燃烧后的烟尘）变成无毒。

④如果无机玻璃钢面板再用有机玻璃钢复合工艺，不仅增加了强度并可带来漂亮的外观。

第六节　玻璃纤维的选用及在镁水泥混凝土中的应用

一、玻璃纤维的品种及选用

这里谈到的玻璃纤维的性质及其规格、用途，在本书中是通用的，就因为镁水泥的增强材料选用了玻璃纤维，有了“玻璃”成分，才称其为“无机玻璃钢”。

当前，玻璃纤维共有 3 个品种。

1. 高碱纤维

高碱纤维又称 A 纤维，其成分与平板玻璃、玻璃瓶相同，含碱量在 14.2%以上，是在陶土的坩埚中通电熔化玻璃后拉出丝再加工成织物。这种纤维不耐老化，据一蔬菜大棚生产厂家反映，用这种高碱纤维布增强的大棚支架，8 个月后就没有强度了，解剖后发现都粉了，毫无增强作用。为此，建好的大棚都被大雪压垮了，赔款几十万元，吃足了苦头。

2.中碱纤维

中碱纤维又称 C 纤维，其含碱金属成分为 12%，是用特制的玻璃球在铂金坩埚中通电熔化玻璃后拉出丝，再加工成各种织物，这种纤维耐老化，强度等性能都大大优于 A 纤维，特别是耐酸性能好。

3.无碱纤维

作为玻璃纤维，还有一种叫 E 纤维，含碱量更低（$\leqslant$0.8%）俗称无碱纤维。该纤维的各种性能又优于 C 纤维，因此价格也高于 C 纤维，该无碱纤维一般用在绝缘材料方面，在 3 种玻璃纤维中售价也是最高的，用于无机玻璃钢方面有些大材小用了。用于无机玻璃钢作为增强材料，目前多用 C 纤维，即中碱纤维，其织物叫网格布。而用在无机玻璃钢中的叫方格布，规格有 0.2 mm、0.4 mm 等。方格布用纱量多，经纬纱密度较密，因为不饱和树脂浸透力强，纱密也无妨，有利于提高玻璃钢强度。

而在无机玻璃钢中，由于镁水泥对玻璃布的浸透性，比有机树脂差得多，必须将经纬分布很稀，织成网状，俗称网格布。这样的网格布因为用纱量少，价格也就便宜了，在经纬交织处，孔眼较大，便于镁水泥顺利地穿过，每个网眼好比一颗铆钉，有利于提高无机玻璃钢的强度。如果用玻璃钢常用的方格布来增强，结果反而“吃力不讨好”。因此，这也是为什么无机玻璃钢要选用中碱网格布增强材料的原因。

镁水泥的增强材料应当用中碱纤维。含碱金属 14.2%以上的高碱，陶土坩埚纤维不能用，两者强度相差很大，中碱和高碱纤维的差距，从下面数据可看出。

耐水煮：中碱纤维水煮 1 h 后的失重为 0.13%，而高碱纤维为 11.1%。

耐酸煮：在 0.5 mol/L 的 H_2SO_4 溶液中煮 1 h 后，中碱纤维失重 0.1%，高碱纤维为 6.2%。

中碱网格布的规格是：宽度一般为 90 cm，也有 120 cm。

每 0.0254 m(1 英寸)用纱量为经 × 纬 = 12 × 10。玻璃纤维问题,见第一章第二节。

二、产品种类

用玻璃纤维增强镁水泥混凝土,可生产如下产品,这里介绍的仅作提示,如厂家想生产此类产品,必须重新制定工艺并进行试制,有的是用专用设备生产的,不能照搬,仅作参考。

1.加压板

某厂曾用从德国引进的 9000 t 压力机生产压板。生产工艺是:配料、混料、成型、脱水、加压存放、脱模、养护等。料的配合比为 MgO:黄砂:粉煤灰 = 3:3:1。卤水相对密度为 1.24 ± 0.02。其他添加剂按比例加入,如果加入锯末,掺入量为 MgO 的 15%,搅拌 3 min 后,将部分浆料浇入板状模具中,再铺上玻璃纤维网格布,然后再次浇上浆料或浆料与短切纤维的混合体,然后进行水化,脱水等,浆体达到一定稠度后,进行加压。

2.窨井盖

该产品过去一直用铸铁生产,因而经常被盗并带来危害,此问题一直困扰着路政建设。用玻璃纤维增强镁水泥混凝土材料来生产该产品,因无回收价值,不愁被盗问题发生。目前国内已有很多厂家在生产或试制,据介绍能承受 15 t 汽车的载荷,现将生产方法提示如下。

①增强材料用中碱玻璃布,网格布以及开刀丝,含量不少于 30% ~ 50%,镁水泥一定要浸透。

②活性 MgO 占 85%以上。

③$MgCl_2$ 纯度不小于 45%。

④可以用有机、无机复合玻璃钢来生产,盖的上层可用耐磨树脂层(用 120 目石英砂,或用 SiC 粉作耐磨层填料),还可加入 UV - 9 紫外线吸收剂作为防老化表层。盖的下面层,可设置 3 ~ 5 mm 的防腐蚀层,中间层是无机玻璃钢层,也是最厚的一层,一层镁水泥,一层网格布,一层浸透镁水泥的开刀丝层,按此重复,多层复合,特别开刀丝必须浸透镁水泥并且水平并列铺放,总厚度不少于 20 层,必要时还可在内部放入预埋件。

⑤生产时可在软质模内进行,这软质模可以是硅橡胶软模,也可用聚氨

酯软模。关于软模情况，见第十一章。

该产品的试制，工艺要严谨，要经过设计、试制、试用，因为牵涉到安全，必须慎重！该产品开发较成功的企业有三家，一是福建的德化，二是辽宁锦州，三是广西北海。

3.波形瓦

20 世纪 80 年代该产品遍布全国各地，该产品使用的材料有以下几种。

①原料主要是 MgO、$MgCl_2$ 溶液、抗水添加剂、稳定剂、填料、颜料及玻璃纤维网格布等。

②填料是细砂、粉煤灰、白云石粉、石膏粉等。

③颜料是碱性或中性颜料，如铁红、铁黄、铬绿和钴蓝等。

配合比是 MgO∶填料∶抗水剂∶稳定剂 = 1∶(1 ~ 4)∶(0.1 ~ 0.4)∶(0.01 ~ 0.04)。$MgCl_2$ 溶液相对密度为 1.20，玻璃纤维网格布为 1 ~ 2 层。

生产工艺为配料、混料、成板、成波、养护、脱模、切边、堆放等。

该波形瓦若用未掺抗水添加剂的镁水泥制得，波形瓦经不起干湿循环的考验，而且耐久性很差。若加入抗水添加剂后情况就大不一样了。

如果无机玻璃钢波形瓦采用改进型有机复合法来生产，可以生产出各种鲜艳色彩的瓦，这是无机玻璃钢本身难以做到的，可以双面复合也可单面复合，为了降低成本，用单面复合更妥，该复合方法的特点见本章的第一节。

4.落水管

该管道是用玻璃纤维网格布抹浆卷制而成的。加入抗水添加剂时，可用作落水管。形状为圆形，长度为 950 mm，大端内径为 89 mm，小端内径为 80 mm，壁厚为 2 ~ 3 mm。承载能力和抗冲击性能较好，从 3 m 高处自由下落冲击水泥地面时，除先落地一端 50 mm 长度内稍有破损外，其余地方破损裂纹不超过厚度的一半。

5.墙板之一

此种墙板厚度约 6 cm 时，可承受 20 kg/m^2 的压力，比 1/2 砖墙轻 10 倍，能承受 500 kg 的横向力，可满足内墙隔板的力学性能，是目前墙体材料中质量最轻，力学性能最高，价格最低的板材之一。其薄板比木质胶合板耐水、防火、力学性能好、价格便宜 20% ~ 30%。可作建筑装修、车辆、轮船等内部装饰。如果用压机生产无机薄板，特别再复合一层薄的玻璃钢作为装饰用薄板

更是锦上添花。如果在工艺上选用内夹聚苯乙烯泡沫塑料的保温夹层结构复合板,更有独特用途,而且价格低廉。

6.墙板之二

下面介绍的是另一种墙板的制造方法,供生产者参考。这是一种空心、轻质的隔墙板,是一种新型的墙体板。

其工艺过程为配料、搅拌、成型、养护、加工、施工安装;制品特点为工艺简单、轻质高强、施工效率高;制品价格为每平方米约 10 ~ 12 元,安装粉刷后造价为 15 元/m^2 左右;所用原料为氧化镁、卤水、赤页岩粉、滑石粉、玻璃丝或玻璃布等。它的制作方法分为以下几步。

①将氧化镁、卤水、赤页岩粉、滑石粉按比例搅拌成均匀浆体,原料配方也可按当前厂家已用的无机玻璃钢配方进行,添加该用的各种添加剂。

②然后将浆料涂敷到剪裁好的玻璃布上,其中玻璃布与浆料共浇 3 层作为板面。

③在此板面上,摆放预制好的菱形无机玻璃钢网状骨架,还可根据施工需要安放其他预埋件(如木砖等)。

④再在菱形网状骨架上加压、使骨架与板面粘牢。

⑤经过养护后固化脱模。

⑥然后将带骨架的板面翻转扣在另一张刚制好的湿态的板面上,并且加压使之粘牢。

⑦固化后,再经过室内养护 1 d,室外养护 28 d,即可加工出厂。这里介绍的墙板生产方法,与前面谈到的‘保温板’生产方法十分相似,可互相参照。

该板的规格可由生产者、设计者自定,也可定型为厚度 60 ~ 80 mm,高度为 3000 mm,宽为 1500 mm,每平方米质量约 20 ~ 22 kg,吸水率小于 10%,并且不变形,表面可刷防火涂料增加防火性能。

其试块抗压强度为 400 ~ 600 kg/cm^2,抗弯强度为 160 kg/cm^2,软化系数为 0.565,热导系数值为 0.52 kcal/(m^2·h·℃)。

该板自重轻、强度高、刚度大、不燃、具有防水性、易加工、表面光滑平整、可用涂料进行装饰、也可用改进型有机复合法复合一层漂亮的薄薄的有高度阻燃性能的有机面用作隔墙板,可减少现场的湿法作业。

第七节　无机玻璃钢在房屋建筑上的应用

在我国，无机玻璃钢由于具备了天时、地利、人和三项条件，近几年发展突飞猛进，特别在应用方面更是超前的。这里再介绍一个建筑方面的新产品——大跨度屋面板及配套的墙体板，该产品是保温型的，不仅用于厂房、仓库、农贸市场、超市等，还可应用于一些民用建筑，特别可用于广大农村的房屋建筑，该材料的特点有以下几点。

①由于用料全部是无机玻璃钢的，因而价格是低廉的。

②由于是保温型的，因而节约了能源，做到冬暖夏凉。

③代替了传统的砖木结构，因而节省用砖也就节约了土地，总的说做到了节木、节能、节地。

④由于做到了工厂化生产，大结构组装，建筑速度快，节省了劳工。

⑤由于防火不燃，从根本上解决了消防问题。

⑥不腐、不烂、有利环保，并能同时做到外装潢，外观漂亮。

⑦过去的房屋建筑的防水防漏问题，从此在根本上解决了等。

无机玻璃钢屋面板最大优势是结构设计科学合理，强度高，结构形式是用梯形波纹板，如图 8－1 所示。这种梯形波纹板早在 20 世纪 80 年代中期，我们在上海玻钢所有关工程师协助下开发的全玻璃钢 8.53 m 导风筒，就是用如图 8－2 所示的梯形波纹玻璃钢制作的。该产品至今仍在南京扬子乙烯等单位使用着。

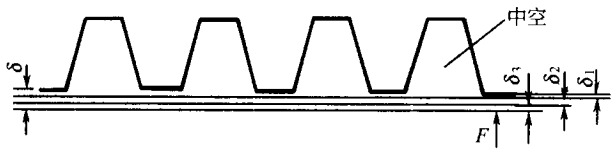


图 8－1　梯形波纹板结构示意

δ_1 – 面板的上蒙皮；δ_2 – 面板的 PS 保温层；δ_3 – 面板的下蒙皮；

$\delta = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3$，为面板的总厚度；$F$ – 面板的下表面(装饰面)

玻璃钢导风筒 δ 占为 5 mm 在无机玻璃钢屋面板 δ 为 100 mm 左右

该风筒直径 8 m 多，高约 5 m，材料是全玻璃钢的，每台质量约 3 t。首台

产品完成后，并请全国有关专家来南京进行了鉴定。后来除南京扬子乙烯购去 6 台外，并销往山西、广东等地。

目前在国内，该结构已被很多厂家用于生产无机玻璃钢房屋建筑。据说每块这样的屋面板，宽度约 1 m，长度约 15 m，每个梯形部分是中空的，当初玻璃钢风筒内表面的圆形玻璃钢内蒙皮，厚度约 5 mm，是在模具上湿态下一次成型的，固化前并施加一定外压。固化脱模后，由 16 片吊装组成一个圆形风筒。而这里说的无机玻璃钢屋面板底部的内蒙皮，厚度约 10 mm，内夹 PS 泡沫保温层，类似本书中第七章第四节所述的“保温板”。

任何一种新产品、新技术的问世，关键是产品性能能否为市场接受，这种新产品选材是否价廉易得，使用中是否安全、有利于环保，这些要求在无机玻璃钢屋面上都得到了充分体现，故在此作了介绍推荐。今后有关有识之士如将该产品进一步完善，如能应用在广大民用建筑上，实现工厂化生产，建房实现现场拼装、速度快，又安全价廉、保温美观，将对建房的秦砖汉瓦时代来个彻底革命，特别在中国这样幅员广阔的广大农村，民用建房市场是不可估量的。

在当前，如果将改进型有机复合法用在底部的内蒙皮表面上，从技术上（图 8－1 中的 F 面上）看，是可行的；从性能上看，将会带来诸多益处，若运用得当，是求之不得的新技术！而涂料是不能持久的。