

中图分类号:TQ171.77+7.72 文献标识码:A

电子级玻璃纤维坯布的热-化学处理技术

危良才

(珠海功控玻璃纤维有限公司, 珠海 519020)

摘要:通过对电子玻纤坯布生产工艺原理的介绍,详细分析了坯布在热-化学处理各工序中的处理工艺过程及其工艺关键,提出了在各处理工序中必须达到的半成品质量控制标准,指出必须严格掌握工艺关键并执行半成品质量控制标准,才能最后确保电子玻纤布成品达到现行国际质量标准。

关键词:电子玻纤布;热-化学处理;覆铜板;印制电路板

THERMAL AND CHEMICAL TREATMENT FOR ELECTRONIC GLASS FABRICS

WEI Liangcai

(Zhuhai Gowin Fiberglass Co.Ltd, Zhuhai 519020)

Abstract: Based on the introduction to the manufacturing process principles for electronic glass fabrics, the thermal and chemical treatment processes and key points for such fabrics are analyzed, with the presentation of quality control criteria in each treating process and a comment that these process keys and quality control criteria must be strictly implemented so as to ensure finished electronic glass fabrics meet the current international quality standards.

Key words: electronic glass fabric; thermal and chemical treatment; copper clad laminate; printed circuit board

0 前言

电子级玻璃纤维布(以下简称电子布), 经过喷气织造完毕后, 必须进行热-化学处理, 才能满足覆铜板工业的制板工艺要求。因此, 热-化学处理是

电子布生产过程中的最后一道工序, 也是最关键的
一道工序。

这道工序的有无及其完事性, 已成为业界公认的“仿”电子布与“正宗”电子布的分水岭。因为, 电子布在这道工序加工质量的好坏, 将直接影响到电子布的最终产品质量。而电子布的最终产品质量好坏, 又是覆铜板外观质量及印制电路板加工性能与物化性能的重要关键。

为此, 电子布生产厂家都在电子布的热-化学处

收稿日期: 2007-01-02

修改日期: 2007-11-02

作者简介: 危良才, 男, 1934年生, 原珠海功控玻纤有限公司顾问, 中国玻璃纤维工业协会顾问, 高级工程师。

理工序中下大力气，不断进行技术改造，开发各种新型处理剂，赋予电子布各种新性能，满足电子工业的新需求，以便在剧烈的市场竞争中，不断提高自身的竞争能力，扩大市场占有率。

1 电子布热-化学处理工序工艺原理与相关要求

现将电子坯布的热-化学处理各工序的处理工艺原理及相关要求详述如下：

1.1 热-化学处理概述

为了改善并进一步提高电子布的物化性能及其制品的加工性能，而对电子坯布加热，清除原丝在拉制过程中所涂覆的拉丝浸润剂及纱支在浆纱过程中所涂覆的浆料，并对坯布表面涂覆一层偶联剂，被称为热-化学处理。

在玻纤行业，常规的表面处理法有前处理法、后处理法及迁移法3种。

1.1.1 前处理法

该方法是改变拉丝工序中的原丝浸润剂配方，将处理剂直接加到拉丝浸润剂中，以便使偶联剂在拉丝过程中，就直接附在单根纤维上。用这种原丝织成的布，被称为前处理布。这种前处理布在加工成品前，不需要作其他形式的处理。

采用这种前处理法织布的优点，可以省去复杂的后处理工序，不必购买昂贵的后处理设备，玻璃纤维的强度也不会有较大的损失。但是，采用这种前处理法，目前的技术水平还难于同时满足拉丝、退并及织造等各道工序所提出的严格工艺要求。据悉，这种前处理法，全球除捷克外，目前还没有别的国家推广应用。

1.1.2 后处理法

后处理法是目前玻纤行业采用最广泛的一种方法。凡是采用淀粉型或其他纺织型浸润剂拉丝，在织成坯布后，都要进行这种后处理。

这种后处理法，就是目前流行的热-化学处理法。该方法要求达到两个目的：第一是清除原丝在拉制过程中所涂覆的拉丝浸润剂。第二是清除纱支在浆纱

过程中涂覆的浆料，并对坯布表面涂覆一种偶联剂。

这种热-化学处理法工艺先进，经处理后的电子布物化性能最佳，能完全满足覆铜板的加工工艺要求。目前被国际上广泛应用。

1.1.3 迁移法

迁移法是将偶联剂直接加到树脂胶料中，进行整体混合。借偶联剂从树脂胶料至填料的作用，而与填料表面发生作用，施于玻璃纤维及其制品的表面上，从而在树脂的固化过程中产生偶联作用。

采用这种迁移法，获得的技术经济效果要差得多。但是，这种迁移法的最大特点是，操作简便，不需要昂贵的后处理设备。它仅适用于制作缠绕机模压成型的玻璃钢低档制品，而不适用于制作电子布等高档产品。

1.2 进行热-化学处理的必要性

玻璃纤维及其制品，具有抗拉强度高、耐高温、抗腐蚀及绝缘好等一系列优异特性，但是，它也有一些不足之处，如不耐折，不耐磨，玻璃纤维相互磨擦系数较大，与其他材料的磨擦系数也不小。

另外，玻璃纤维是一种光滑的圆柱体，加之在高温、高速拉丝过程中的高速冷却，结果造成单纤维硬挺、纺织物不易定形。通常单纤维表面都牢固地吸附着一层水分子，加之，拉丝浸润剂组份中又多为一些亲水性物质。这些组份存留在单纤维的表面上，往往会增大纤维的亲水性。

一般来说，单纤维越细，其总吸附的水量就越多。这些吸附的水量渗入到玻璃纤维表面的微裂纹中，使玻璃纤维不断被水解，从而形成巨大的硅酸盐胶体，导致降低了玻璃纤维自身的强度。同时，水分子层的存在，也影响玻璃纤维与其他材料的粘结性能，而作为覆铜板基材，就更会降低其电绝缘性能。

因此，为了改善并提高玻璃纤维的性能，使其能满足覆铜板的电绝缘性能、物化性能以及加工性能等一系列要求，一定要对玻璃纤维及其制品进行热-化学处理。

1.3 怎样进行热-化学处理

电子布经喷气织造完毕后，最后进入热-化学处理工序。在这个工序中，电子布先后要进入热处理和表面化学处理两个工艺流程。

最近，国外有的电子布生产厂家，还在该工序中研制成功一种物理加工技术，开发出新型开纤布及起毛布等等。

热处理的最终目的是彻底清除涂覆在每根单纤维上的浸润剂及涂覆在纱上的浆料等有机物质，而表面化学处理的最终目的，则是为了改善玻璃纤维布与树脂的结合界面，以求提高覆铜版的力学性能，电绝缘性能和加工性能。

2 热-化学处理工艺要求

现将热-化学处理各工序的工艺要求及其质量控制标准详述如下。

2.1 连续热处理

连续热处理，国外简称为KH。

在拉丝工序中涂覆在单根原丝上的浸润剂及在整经工序中涂覆在纱束上的浆料，都是为了满足纺织工艺要求，防止原丝及布面因机械摩擦起毛。当电子布织造完毕后，布面这层有机物继续保留就会严重影响电子布与树脂的结合，热-化学处理就是将织造完毕的电子坯布采用专业生产设备，通过一定的温度曲线加热，以使其涂覆的浸润剂、涂料组分逐步分解、炭化、燃烧最后彻底去除。

连续热处理又称为预脱浆。炉温以不超过450℃为宜。机组的核心部份是高温脱浆炉，为保持机组的连续运行，机组由多个单元组成，主要有供布机、喂入和送出装置，还有卷取装置。

供布机处附有换卷接布的烫接装置。为了能在连续运行中换卷接布，在喂布段和送布段都配置了储布装置。

坯布卷固定在供布机上，供布机送出的布由喂布罗拉喂入储布架，从喂入段储布架引出的布，经导布辊进入高温脱浆炉。坯布上的有机物在高温脱浆炉内迅速分解、炭化，继而燃烧，挥发物随烟气从烟囱排出。接着，热处理过的电子坯布在导辊作

用下，进入送布段储布架，然后由送布罗拉，送入卷取装置，卷绕到带孔的不锈钢管上。

坯布经连续热处理后，其有机物残留量可降低到0.5%以下。因为机组的运行速度为100~200 m/min，坯布在高温炉内的停留时间较短，故仍有少量有机物残留在布面上，布面颜色呈茶褐色。该工序的工艺关键是，严格控制好脱浆温度和机组运行速度，以确保达到有机物残留量规定指标，并尽量减少坯布的强度损失。

2.2 分批热处理

分批热处理，国外简称为BH。

分批热处理又称为热脱浆，它是在连续热处理的基础上进行的。

分批热处理炉是一个密闭的高温烘焙炉，可根据生产厂家的具体情况，采用液化石油气或天然气作热源。其目的是继续清除电子坯布表面残存的有机物，使坯布表面残脂量达到0.05%左右，同时尽可能减少布的强度损失。

其处理方法是，将经过连续热处理、卷绕在带孔不锈钢管上的茶褐色电子坯布，放到专用的钢制托布架上，推进BH炉中进行焖烧。经过一定的时间，坯布上残留的有机物在炉内继续被分解、炭化，直至被彻底排除。其挥发物通过循环气引导，被排出炉外。

BH炉的炉温，一般控制在400℃左右。处理时间可根据坯布的品种、规格及其在连续热处理时有机物残留量的多少而确定，一般可控制在40~60 h的范围内。

达到设定时间后，BH炉会自动切断热源，停止运行。此时，人工打开炉门散热，待布面温度降到手感不烫后，则可将托布架拉出炉外，将热处理完毕的坯布送到表面化学处理工序。

由于坯布上残留的有机物在BH炉内被彻底分解、炭化、燃烧，所以经分批热处理后的坯布表面颜色为纯白色。

分批热处理的工艺关键是，根据电子坯布的品种、规格及连续热处理后，电子坯布表面有机物残

留量的多少，正确设定炉温，严格掌握升温曲线和保温时间，务使坯布有机物残留量保持在0.05%左右，并保证坯布达到规定的抗拉强度。

2.3 表面化学处理

表面化学处理，国外简称为FN。

表面化学处理，是电子布在生产过程中的最后一道工序。它直接关系到电子布的最终产品质量。

如果电子布表面化学处理质量不佳，则用此电子布制成的覆铜板在受力状态，特别是在湿热条件下，电子布会与树脂分层脱开，这便是覆铜板产生白斑和气泡的主要原因。因此，表面化学处理是电子布质量好坏最关键的一道工序。

表面化学处理是对已进行过分批热处理的电子坯布进行硅烷偶联剂处理。

偶联剂的有机功能基团能与覆铜板中树脂产生化学反应，另外，它的水解产物又可与电子布表面形成化学键结合。偶联剂同一分子中的不同部分分别与树脂及电子布的不同成分相粘结，从而大大改善并加强了覆铜板中有机相与无机相的粘结。

FR-4型电子布基覆铜板采用环氧树脂，因而其表面化学处理所采用的偶联剂，也都以环氧硅烷为基本类型。

表面化学处理是在被称为FN的机组上进行的。该机组由多个单元组成，主要包括供布架、喂布装置、喂入段储布架、处理液浸渍和烘干装置，还有送出段储布架、送出装置及卷取装置等等。

在进行表面化学处理时，先将经过分批热处理的电子坯布放到供布架上。在供布机送出的坯布经喂入罗拉牵引，送入储布架。然后经导布辊引导进入处理液浸渍槽。浸渍处理液后再以罗拉挤压，除

去多余的处理剂，再送入烘焙。

烘干后的布，通过导布辊进入送布段储布架，最后在送布罗拉牵引下，送入卷布装置，卷绕在卷布芯管上，便成为电子布成品。

3 电子布及其坯布质量控制标准

覆铜板用电子布在开发初期，沿用电工用玻纤布标准，美国当时ASTM-D579标准，以后在此基础上，又按电子工业应用要求对玻纤布的性能、质量不断改进提高，直至20世纪80年代后期，由美国的IPC协会负责起草制订了IPC的玻纤布标准。

IPC协会的前身是印制电路板协会。美国以及欧洲的一些主要覆铜板、玻璃纤维和玻纤布厂商都是它的会员，都参与了该标准的讨论和制订。因此，IPC标准获得国际同行的普遍认可，成为公认的国际通用标准。

现在国际上执行的是其于2002年6月再次修订的标准，命名为IPC-4412标准。

现将IPC7628及2116电子布质量标准及为了确保电子布最终产品质量，其坯布在加工过程中应达到的物化性能，分别如下所示。

表3 G-75及E-225电子纱纺纱质量控制标准

项目	G-75 S	E-225 S
号数/Tex	58.7±2.1	20.5±0.7
原丝附着率/%	1.0±0.2	1.2±0.2
水份率/%	<0.1	<0.15
拉伸强度/g·Tex ⁻¹	>30	>30
硬挺度/mm	50±20	35±10
捻度/捻·m ⁻¹	28±4	28±4
外观	不得有含油不良、污染、伤纱、毛纱、圈纱、松脚纱、散纱及捻度不良纱	

表1 7628及2116电子布IPC标准

电子布代号	经纬密度/根·cm ⁻¹	经纬纱规格（公称号数）	公称厚度/mm	单重/g·m ⁻²	重量公差	
					第1类	第2类
7628	17.3×12.2	9.68 1×0(经) 9.68 1×0(纬)	0.173	203.4	197~212	199.4~210
2116	23.6×22.8	7.22 1×0(经) 7.22 1×0(纬)	0.094	103.8	97.3~106.8	99~105.1

(下转第14页)

也会在管壁上吸附结垢。

2.2 储存和输送环境

浸润剂及原料的储存和输送有严格的环境温度控制范围，过高或过低都会产生沉淀。成膜剂乳液冷冻时水趋向于从乳液中分离出来，乳液浓度增大，使乳液胶粒彼此接触，发生凝聚现象。温度过高时，成膜剂乳液黏度变小，重力效应显著，聚合物趋向沉淀，形成凝胶，另外其中的乳化剂趋向分解，保护胶束几乎完全沉淀，特别是以各种聚乙烯醇为稳定剂的乳液，当温度升高时，稳定性降低。生产中就可以发现冬天、夏天和春秋季节沉淀的产生明显不同，为此我们在小循环罐上加了套层，根据环境温度的变化，向其中通入适温的水，保证浸润剂在使用过程中保持适当环境温度。再者，漏板对原丝涂油器有很高的温度辐射，使其中的浸润剂超过规定温度，为此我们在涂油器的盒子上加冷却水包装

置，取得较好效果。

3 结束语

增强型浸润剂的沉淀问题是玻璃纤维生产过程中比较棘手的问题，技术人员和生产人员都在寻找解决办法。通过本文的分析，要想减少沉淀的生成，一方面我们从原料寻找更好性能的替代品；另一方面要保证现有原料的正确使用，严格按照规定操作；还有就是从循环系统上不断改造，使其更适应浸润剂的循环。通过以上的这些工作，我们发现硬质纱的浸润剂循环管路使用时间延长了3~5天，软质纱的浸润剂循环管路使用时间延长了10天左右。再者，通过观察过滤器处沉淀物的多少和状态，我们可以判断出浸润剂及循环系统现状，对处理问题给出指导。我们坚信，通过一点一滴的经验积累和积极改造，能够使浸润剂产生沉淀的可能性降到最小。■

(上接第8页)

表2 7628及2116电子布企业标准

电子布代号	经纱密度/根·25 mm ⁻¹	纬纱密度/根·25 mm ⁻¹	幅宽/mm
7628	43.5±2	31.5±2	1270+10 -0
2116	60.0±2	58.0±2	1270+10 -0

表4 G-75及E-225电子纱浆纱质量控制标准

工序类别	经纱规格	浆含量/%	上浆水分率/%
浆纱	G-75 1/0 0.7Z	2.1±0.3	0.1~0.35
整浆联合	G-75 1/0 0.7Z	2.4±0.3	0.1~0.35
整浆联合	E-225 1/0 0.7Z	4.9±0.6	0.1~0.8

表5 7628及2116电子布热-化学处理后有机物含量及抗拉强度标准

电子布代号	有机物含量	抗拉强度/N·25mm ⁻¹
7628	0.1±0.025	>300(经纱) >250(纬纱)
2116	0.1±0.04	>200(经纱) >200(纬纱)

(上接第10页)

玻璃纤维隔板》的要求，有了更强的市场竞争力。

表3 改进前后产品测试对比

甲、乙两种纤维素混用	氯含量/%	单用甲厂纤维素	氯含量/%
样品1#	0.018	样品1#	0.0020
样品2#	0.023	样品2#	0.0017
样品3#	0.022	样品3#	0.0015
样品4#	0.020	样品4#	0.0012

2 结论

试验结果表明：乙厂的纤维素中含有较高的氯离子，是造成蓄电池用玻纤薄毡氯含量超标的主要原因，其次自来水中的氯离子，也是影响生产产品质量的次要因素。为了保证产品质量，生产中除了使用质量较好的化工原料以外，还应采用软化水或去离子水。通过化验和验收对化工原料进行严格把关，谨防不合格原料流入生产线，避免给企业带来不必要的损失及对企业形象带来的负面影响，使企业在市场竞争中立于不败之地。■