

石棉瓦长网法 工艺及设备

项目撰稿人：张林旭

电话 13888266805 邮箱 xbkjzlx@126.com QQ2446331721

赵子华

电话 13608710785 邮箱 708981510@qq.com

2013 年 12 月 编制

目 录

前 言	1
1 长网喷浆法和抄取法及流浆法的比较	3
1.1 园网抄取法工艺原理	3
1.1.1 基本原理	3
1.1.2 园网抄取法优点	4
1.2 流浆法工艺原理	5
1.2.1 基本原理	5
1.2.2 流浆法优点	6
1.2.3 流浆法缺点	6
1.3 长网喷浆法工艺原理	7
1.3.1 基本原理	7
1.3.2 长网喷浆法优点	8
1.3.3 长网喷浆法缺点	9
2 长网喷浆法工艺简介	10
2.1 长网喷浆法工艺概述和工艺流程	10
2.1.1 概述	10
2.1.2 工艺流程	11
2.2 主要工艺流程节点说明	11
2.2.1 制浆	11
2.2.2 回水系统	12
2.2.3 料浆分控	12
2.2.4 喷浆	13
2.2.5 制板坯	13
2.2.6 湿法成型	15
2.2.7 说明	15
2.3 长网喷浆法制板主机主要工艺特点	15
2.3.1 生产过程全程水分控制	15
2.3.2 多台组合宽幅喷浆形成初料层	16

2.3.3 单料层密度和材质实时调节	16
2.3.4 回水全程进行料水分离	16
2.3.5 非人为控制主要参数	16
2.3 长网喷浆法生产线类型	17
3 石棉瓦长网喷浆法生产线设备简介	18
3.1 回水系统设备	18
3.2 制浆设备部分	19
3.3 送浆机部分	20
3.4 长网法制板机设备部分	20
3.4.1 长网喷浆法制板机图	20
3.4.2 长网喷浆法制板机总体简介	22
3.5 接坯皮带、过渡皮带和定位皮带设备部分	25
3.6 三工位堆垛成型机设备部分	25
3.7 连续式回料搅拌机	26
3.8 石棉瓦长网喷浆法生产线自动控制部分简介	26
3.8.1 生产线自动控制系统的功能	26
3.8.2 生产线计算机管理系统和自动控制简要说明	26
3.8.3 制浆工段控制系统	27
3.8.4 下坯工段控制系统	27
3.8.5 堆垛工段控制系统，包含各皮带、堆垛机和回料机	28
4 石棉瓦长网喷浆法核心技术设备试验	29
4.1 试验设备	29
4.2 清水试验	30
4.3 料浆浓度为 10%试验	31
4.4 料浆浓度为 20%试验	33
4.5 料浆浓度为 20%时料层成型各项试验总结	34
4.6 长网喷浆法简单总结	35

前 言

石棉瓦的生产几十年来一直沿用园网抄取法和流浆法，这两种工艺存在严重的问题。

单机生产线产能低、质量波动大、对原材料的质量要求高等、更不能在料坯的同一断面上使用不同的材料来改变板坯的结构以加强制品的特定部位强度、而人为因素影响质量大等等，不能为市场提供高档次或绿色屋面材料等要求，环保绿色无棉瓦的使用将是趋势，可无棉瓦的生产更是问题多多，到现在没形成规模化。

为此笔者研发出石棉瓦第三代生产工艺—《长网喷浆法》（简称“长网法”）；长网喷浆法生产工艺彻底解决了园网抄取法和流浆法所存在的各种问题。

《长网喷浆法》工艺原理已申请专利。

专利号：ZL201220465650.X，如下图：

证书号 第2708720号



实用新型专利证书

实用新型名称：游泳式在线移动成形机

发 明 人：张珩

专 利 号：ZL 2012 2 0465660.X

专利申请日：2012年09月18日

专 利 权 人：张珩

授权公告日：2013年02月13日

本实用新型经过本局依照中华人民共和国专利法进行初步审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利权期限为十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及实施细则规定缴纳年费。未专利年费应当在每年09月15日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利书记载专利权登记时的法律状况，专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长

田力普



第1页 (共1页)

1 长网喷浆法和抄取法及流浆法的比较

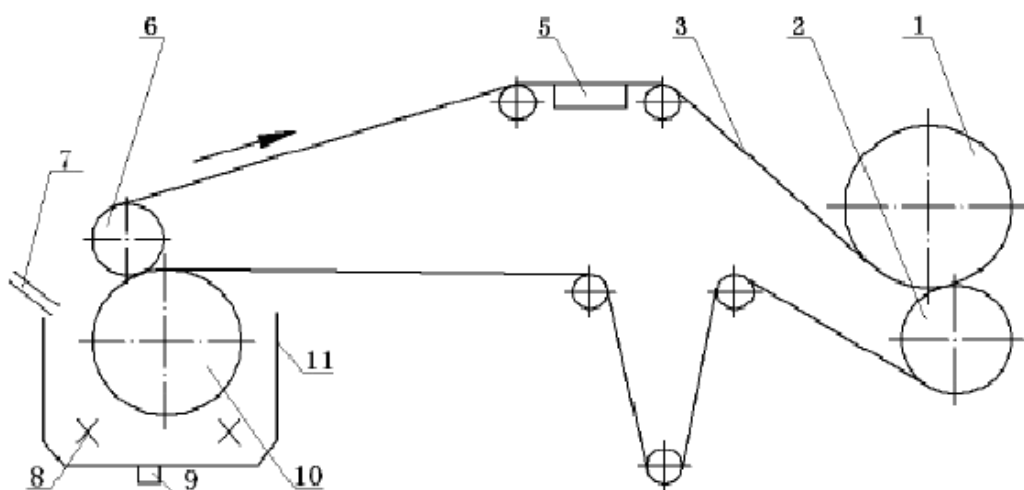
本编核心提示：《长网喷浆法》工艺用于石棉瓦的生产，是继园网抄取法和流浆法之后的第三代生产工艺。

1.1 园网抄取法工艺原理

1.1.1 基本原理

储浆池的料浆经溜槽 7 进入到网箱 11 内，采用旋转的网笼 10 和网箱 11 之间料浆液面高度差产生的压力，将纤维水泥悬浮液进行过滤，经过网笼 10 和伏辊 6 的压力接触后，料层反吸到毛毯 3 上变成小料层，小料层再经过真空箱 5 脱水，连续缠绕到成型筒 1 上压实致密，达到所需的料坯厚度后从成型筒 1 上扯下，进入到下个工序。搅拌器 8 用于防止料浆沉淀，较重的沙石杂物沉到箱底后，通过底板的放浆管 9 定期清除。

如下图一所示：



图一

1.1.2 园网抄取法优点

1、纤维呈二维平面定向排列，纤维方向以园网旋转方向为主。

2、稀浆薄料能保证料坯质量，但产量太低。

3、历史悠久、工艺成熟、认知度高。

4、园网抄取法缺点

5、操作难度大，回水浓度高，物料流失大，尤其是使用四级以下石棉生产石棉瓦产量难以提高。

由于网箱的过滤原理使得大量的微小物料透过网轮外网流出成为回水，使回水浓度升高，带来了物料沉淀、管道等堵塞、水泥失效、洗涤水浑浊等问题，使用短纤维或者低标号水泥时更严重。

6、速度过慢，网轮旋转产生的离心力的作用，使料浆在网轮上产生切线方向运动力，挂料难以附着在网轮上，毛毯提速受限导致产能不能提高。

7、制品顺抗低，由于网箱内的液料相对于网轮运行方向和速度来说是静止的，就形成了纤维及附着物料被网轮上的网布挂带形成了同网轮同方向的排列，致使制品顺抗低。

8、料浆浓度不能提高、左右料浆均布性差、料层幅宽受限导致产量提高很难。因料浆在网箱内的脱水是受重力作用下自然脱水，如果料的浓度太高就产生网箱液位升高溢出或者无法脱水外网堵塞，无法生产等现象。

从机加工上讲，网箱可以制造得较宽但是由于进浆方式和上料形成初料层的原理限制如出现偏薄则难处理。

9、料坯间的料层分离现象导致制品强度下降。

10、抄取法的“冲料”现象很难解决。

11、单位内的电耗成本高、设备投入大、场地占用大、投资产出比低。

12、建成自动化生产线难度高。

毛毯在一定速度下网箱内的水大量的附着在网轮上，上升到网轮的顶端加之伏辊挤压水产生向下流动，这样出现已经挂好的料被冲离。

如料层当中水份太低层与层的粘合力下降易产生分层现象，太高又出现板坯强度下降容重大等问题，无法用传感器检测网箱内料浆及回水浓度。

网轮的自重大又是在磨擦力的作用下从动运行，在料浆中的运行阻力较大或者出现不同步搓料的产生致使表面质量受损，电耗增加、毛毯使用寿命缩短。

如网箱内搅拌器速度慢易出现纤维絮聚，太快易产生挂料难的问题。在生产过程中很难通过电脑控制其比例关系。

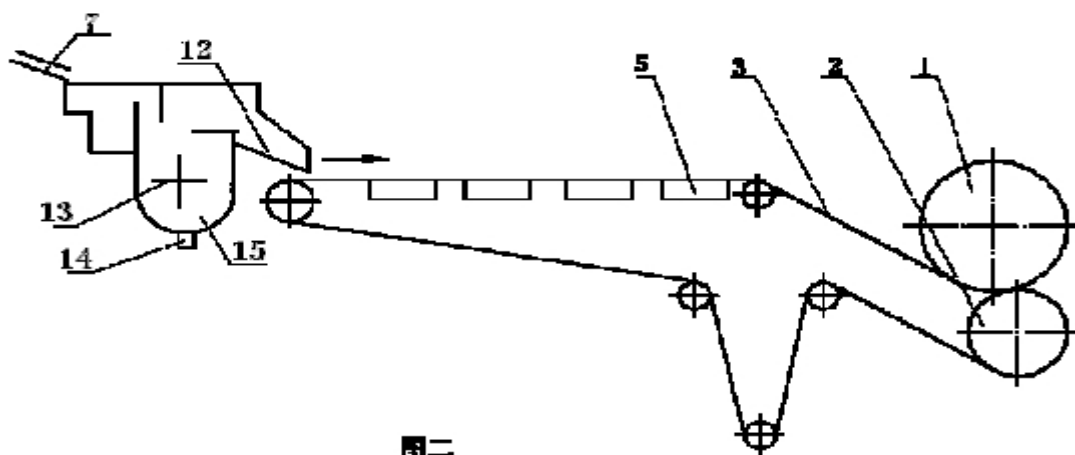
网箱、网轮的有效挂料部份只占设备的 30%不到，投入的无效部份较多。

1.2 流浆法工艺原理

1.2.1 基本原理

储浆池的料浆经溜槽 7 进入到流浆箱 15 内，料浆在流浆槽 15 内达到一定的液位时，通过水平布浆板和倾斜流浆板 12 自然流淌到毛毯 3 上形成初料层，初料层经过多个真空箱 5 强制脱水，缠绕到成型筒 1 上，达到要求的厚度后从成型筒上扯下湿坯，经下道工序加工成各种产品。

如下图二所示：



图二

1.2.2 流浆法优点

- 1、回水浓度低。
- 2、工艺操作简单，容易上手。
- 3、投资少。
- 4、降低原材料的使用标准。
- 5、可使用短纤维。
- 6、水份控制简明。
- 7、生产过程中调节各参数时反应灵敏度高。

1.2.3 流浆法缺点

1、制品表面偏粗糙，料层厚薄不易控制，导致板坯厚度不均匀。由于料浆在传送过程及流浆过程中受重力的作用易出现离析现象，产生浆体断面浓度不均，导致板坯厚度不均，纤维二次絮聚形成微团使制品表面粗糙。

2、毛毯损耗大，料浆直截流到毛毯上，毛毯相对较厚增加了脱水的难度和毛毯洗涤难度，只能采取增加真空度、加压洗涤水、加快打布器转速、加深打布器压迫深度强制脱水，使毛毯同真空箱之间的磨损增加。

3、毛毯速度受限导致产量提高难度较大。流浆工艺多采用斗式送浆自然流浆的方法，流浆速度无法同毛毯速度建立有效的速度调节匹配方式。流浆箱内的料浆为静压式，为提高流浆量，增加流浆箱内的料浆液面高度时又容易出现离析现象。

4、流浆浓度受限，流浆箱内的料浆为静压式，箱内料浆浓度较高时纤维的二次絮聚和胶凝材料的粘合使流动困难。

5、毛毯速度在高于 65m/min后，因料层是在毛毯上面进行强制真空脱水，若再提高速度会导致毛布剧烈振动，使毛布的拖浆能力受限，因此流浆法产量受限。

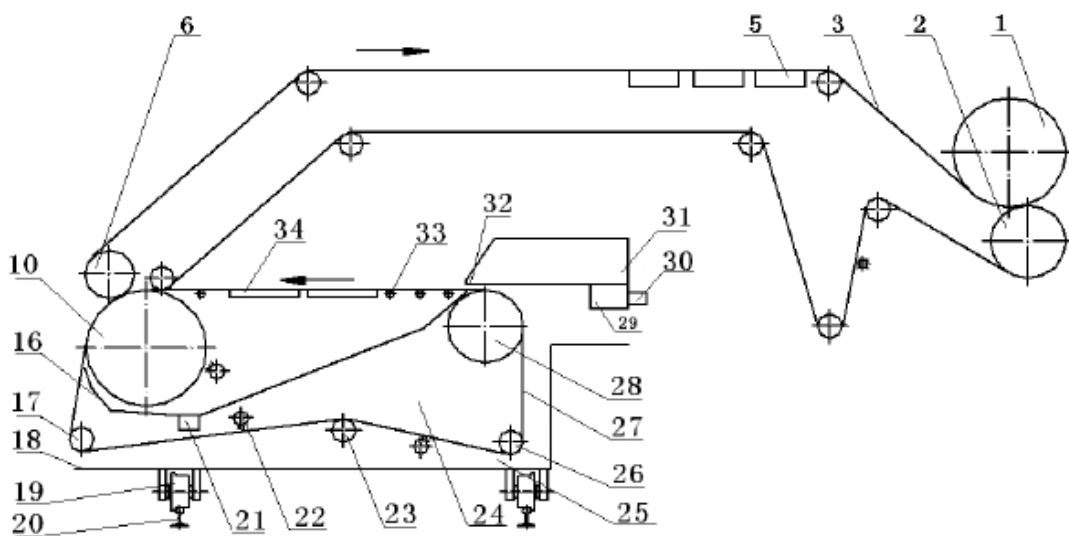
1.3 长网喷浆法工艺原理

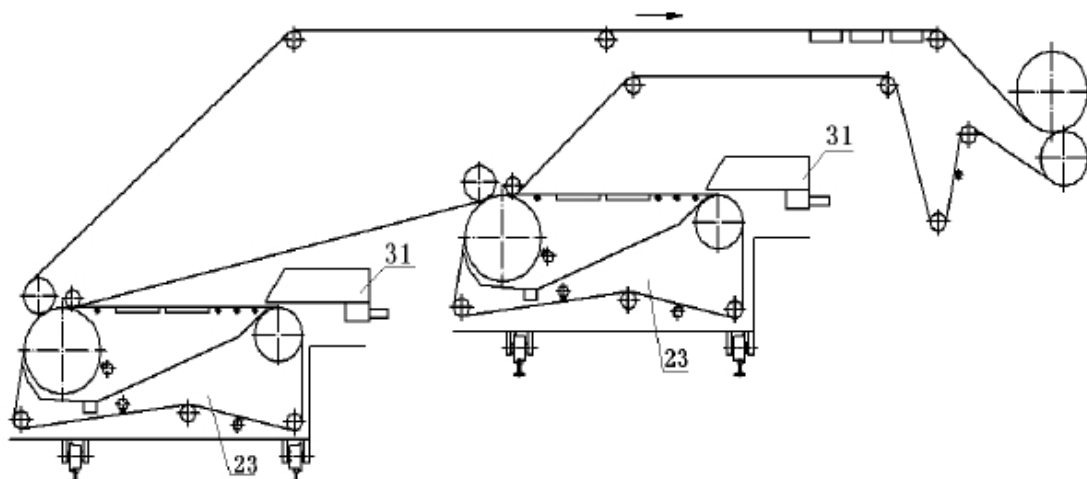
1.3.1 基本原理

泵式储浆池把料浆送到高位料浆箱内，料浆经加压机构变成动压料浆由进浆管 30 进入到喷浆机 31 内，经由喷浆机的鸭嘴动压流到成型网 27 上，成型网 27 上的料浆经过自然脱水定型和真空箱 34 的二次脱水，形成了含水量一定的“初料层”附着在成型网

27 上，在网笼 10 随毛毯运转时，“初料层”通过伏辊 6 的压力进一步排出一部分水，并在空气压差的作用下连续地吸附到毛毯 3 上；此后网笼 10 继续旋转带动成型网 27 继续运动，经清洗管 22 清洗成型网后进入下一个循环，从而周而复始地形成连续的“初料层”。毛毯 3 上的料层经过真空箱 5 脱水，脱水后的料层缠绕到成型筒 1 上，达到一定的料坯厚度时从成型筒 1 上扯下，经下道工序生产出需要的产品，在生产过程中，料浆过滤后的水汇集到接水盘 16 内，再从排水口 21 排到地坑内。

如下图三和四所示：





1.3.2 长网喷浆法优点

1、物理力学性能指标易保证，物理力学性能指标取决于配方和纤维在料层中排列方式，在配方一定的情况下，长网喷浆法在毛毯速度 60~100m/min 内，纤维在料层中呈二维杂乱排列分布且料层厚薄均匀，并可实时调控纤维的排方向，即纤维在料层中的排列可控。

2、表面质量易保证，制品表明光滑，进入喷浆机的料浆经过渣料分离设备或料浆再加工，料浆中无 $3 \times 3 \times 3\text{mm}$ 的渣滓，在料坯上料和形成初层的方法同抄取法，且较小的物料保留较多使得制品表面光滑平直。

3、单机产能高，从以下三点方面来叙述

(1) 挂料面积方面，单成型网有效的挂料面积是四网箱抄取法（网轮直径 $\varnothing 1000\text{mm}$ ）的 3 倍多，多级串联后是是四网箱抄取法（网轮直径 $\varnothing 1000\text{mm}$ ）的 9~10 倍，是流浆法的 3~5 倍。

(2) 产品产量还取决于以下四要素：料层宽度、料层厚度、料层成型方式、毛毯速度，长网喷浆法同时具备了这四种要素，经试验可知长网喷浆法料层幅宽可达 5600mm，料层厚度和《成形网滤浆机》的安装台数有关，一般安装台数为 3~5 台，毛毯速度最高可达 100m/min。

(3) 制板机产能大幅提高后，其它配套设备也大幅提高产能，如制浆、

皮带输送、成型机、自动控制方面。

4、回水浓度比流浆法的 0.6%还要低,达到了 0.3%, 大大低于抄取法的 1.5%。

成型网的目数可达 100~ 160 目, 在专用真空脱水机脱水时, 成型网能有效的阻隔微小原材料的脱离, 较难被真空抽走行成回水, 增加利润率。

5、易操作, 各工艺参数在线数字显示和控制, 每个工段的料浆都是由密闭的管道输送, 可以大量运用现有的自动控制技术。

6、长网喷浆法生产的板材容重和用途容易调整, 料坯中的料层可以采用不同的材料, 而抄取法和流浆法很难做到。

7、毛毯高速运行, 运行设备的自重轻及阻力小, 喷浆口浆速自动跟踪网速和毛毯速度, 毛毯、成型网可在 30m/min 至 100m/min之间任一速度内运行, 纤维呈二维网状可控排列。

8、有效降低配方成本, 料浆被强制喷于成型网上, 原材料的选择范围很宽, 能使用价格相对低的原材料, 特别是四级以下石棉生产产量低。

9、浆机喷浆浓度范围宽, 喷浆机喷浆浓度范围: 6~ 16%, 浆的传送全过程采用强制密闭的方法, 不和大气压接触, 因此不产生二次絮聚和离析现象。

10、单位产品内的电耗和工资等成本低于抄取法和流浆法, 单机产能较大各项成本摊销相对大幅度下降。

1.3.3 长网喷浆法缺点

长网喷浆法和园网抄取法、流浆法相比, 要重新认识改变抄取法和流浆法已固化的技术观点。

2 长网喷浆法工艺简介

本编核心提示：长网喷浆法工艺（专利号：ZL201220465650.X），是生产石棉瓦的第三代工艺；该工艺关键点是在生产环节中采用全新的制板技术及成熟的自动控制方法把人为因素影响降低到最小，实现单条生产线高产能、产品品质稳定、低成本、高自动化的生产目标，生产不同密度不同用途的轻质板材和屋面材料。

2.1 长网喷浆法工艺概述和工艺流程

2.1.1 概述

纤维水泥波瓦多少年来一直采用圆网抄取法和流浆法两种生产工艺，这两种生产工艺都存在车速低、挂料不均、回水浓度高、自动化程度低、人为因素影响产量和质量、主要依靠操作工人的经验保持生产的正常化，而且一直不能向单机大产能低成本方向发展，和国外同行差距较大等；在这种状况下，长网喷浆法生产工艺、制板主机及配套技术应运而生，以实现纤维增强制品大规模化生产，实现规模经济。

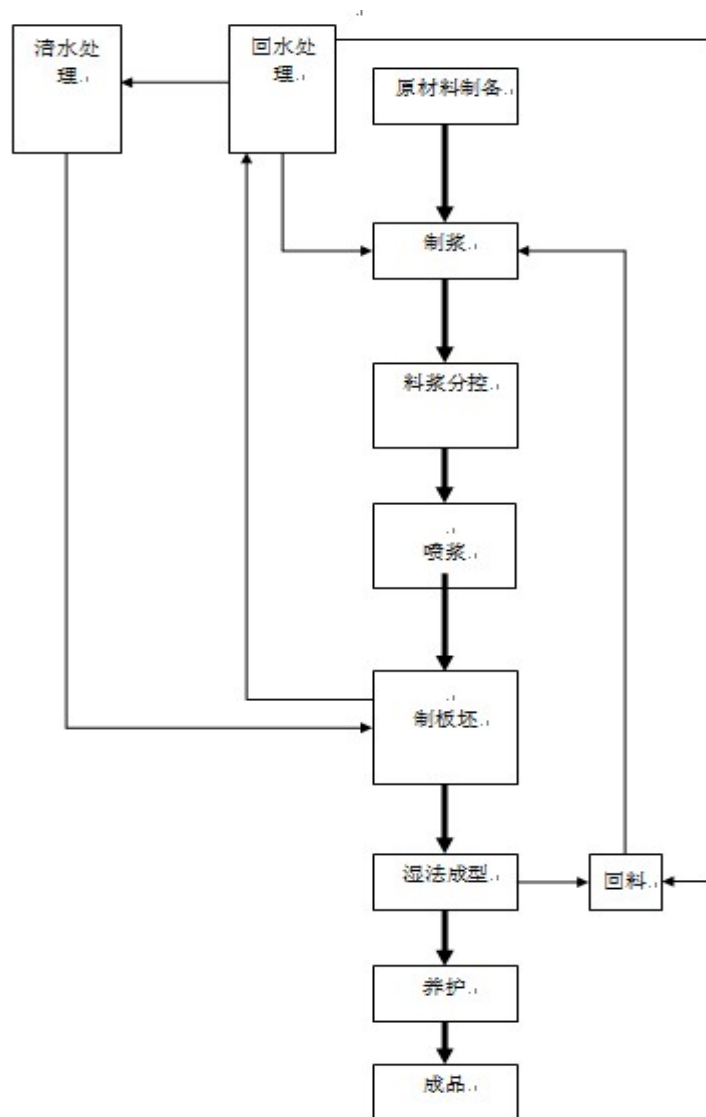
该专利技术属于创造性和颠覆性的新技术，不同于使用了 60 年的圆网抄取法和 30 年的流浆法，它集成了两种工艺的全部优点，剔除了全部的缺点。

在实现纤维（各种有机和无机纤维）基材（水泥、硅质和钙质材料）增强制品的大规模化生产上做出了重大的突破。

使单机产能大幅度提升、成本有效下降、操控直观线性为大规模自动化生产奠定了基础。

2.1.2 工艺流程

针对上述流程图中的工艺节点进行介绍如下：



2.2 主要工艺流程节点说明

2.2.1 制浆

制浆：是把物料加水后制备成一定浓度的混合物。

高效的制浆和稳浆系统，在石棉瓦的生产中，要想达到高产、质量稳定，料浆浓度在一定范围内稳定是非常重要的。

为此，研发了原材料及水料比的自动计量控制系统，基于制浆的计算机

特殊性算法，实现石棉松解、原材料混合均匀性、料浆浓度由设备严格控制，制浆和稳浆工艺参数在线数字显示和控制，为主机料层和料坯中的含水量计算和自动控制提供基础原始数据。

长网喷浆法生产工艺采用制浆和稳浆创新工艺，在制浆时直接把料浆浓度调制成喷浆机喷浆浓度，中途不再另加回水；

2.2.2 回水系统

回水系统：是提供制浆、制板坯、清洗等所需水源及处理生产时产生的高浓度回水。

清水和回水灌的有效容积根据生产产能规模而定，大规模生产时单罐有效容积一般在 120~160m³，当然也可设“二台清水罐和二台回水罐”系统。

根据多年的生产现场观察和研究，回水罐内设置自沉淀装置，回水罐内无搅拌装置和去除泡沫机械装置。

2.2.3 料浆分控

料浆分控：是根据生产的需要对供浆量大小进行调节，对多台喷浆机提供稳定的料浆。

采取低扬程、大流量的泵进行二次混浆；生产过程中的回料在该节点加入，因为回料量相对于料浆的量比例很小很小，所以回料不做计量处理，料浆浓度不受影响，基本保持制浆机的料浆浓度不变。

该节点不加入任何的清水和回水进行兑浆，减少了操作控制点，并消除了影响产量和质量的点。

该节点进行料浆除渣或料浆进行二次加工，以确保料层和料坯质量。

设高位料浆箱，料浆从高位料浆箱一直到喷浆机的出口这段，料浆不和大气压接触并始终处于动态流动过程中，因此料浆不存在堵塞、沉淀、水料分离等现象发生。

2.2.4 喷浆

喷浆：是对料浆进行加压并使之均匀的分布于成型网上形成初料层。

设料浆加压机和喷浆机组成一组，根据产能的需要可多组串联使用。

料浆加压机对料浆产生初期的料浆压力，并再次对料浆进行均匀混合，有效的分散纤维，防止料浆中的纤维结团，加压机的给浆给喷浆机提供动态多管同速、同流量料浆，并实现浆速监测功能，为浆速手动/自动跟踪网速和毛毯速度，提供反馈数据。

喷浆机沿着成型网的横幅全宽方向均匀、稳定的分布料浆，确保压力均布、速度均布、流量均匀、浓度均布以及纤维定向的可控性和均布性。

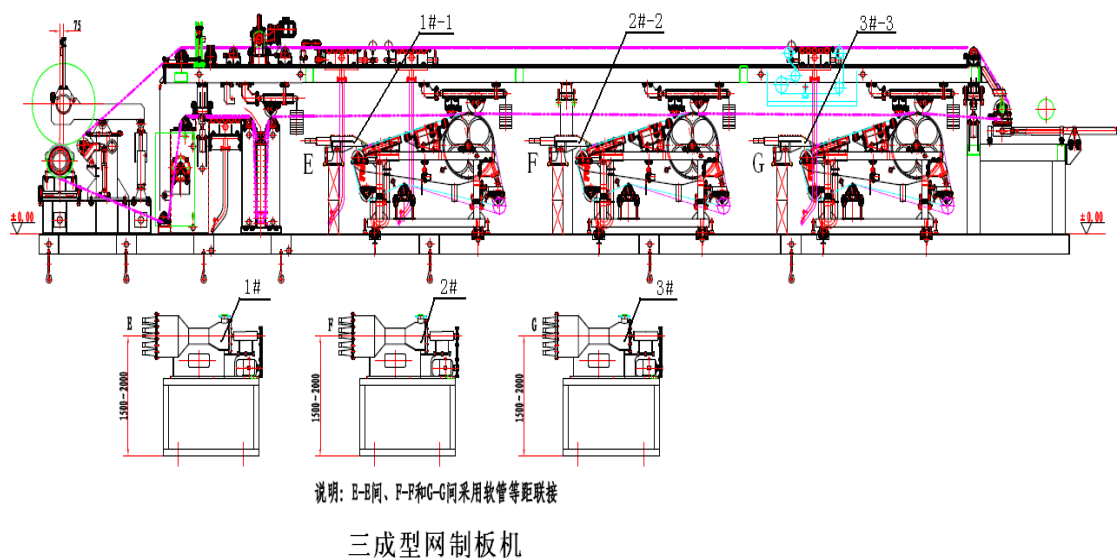
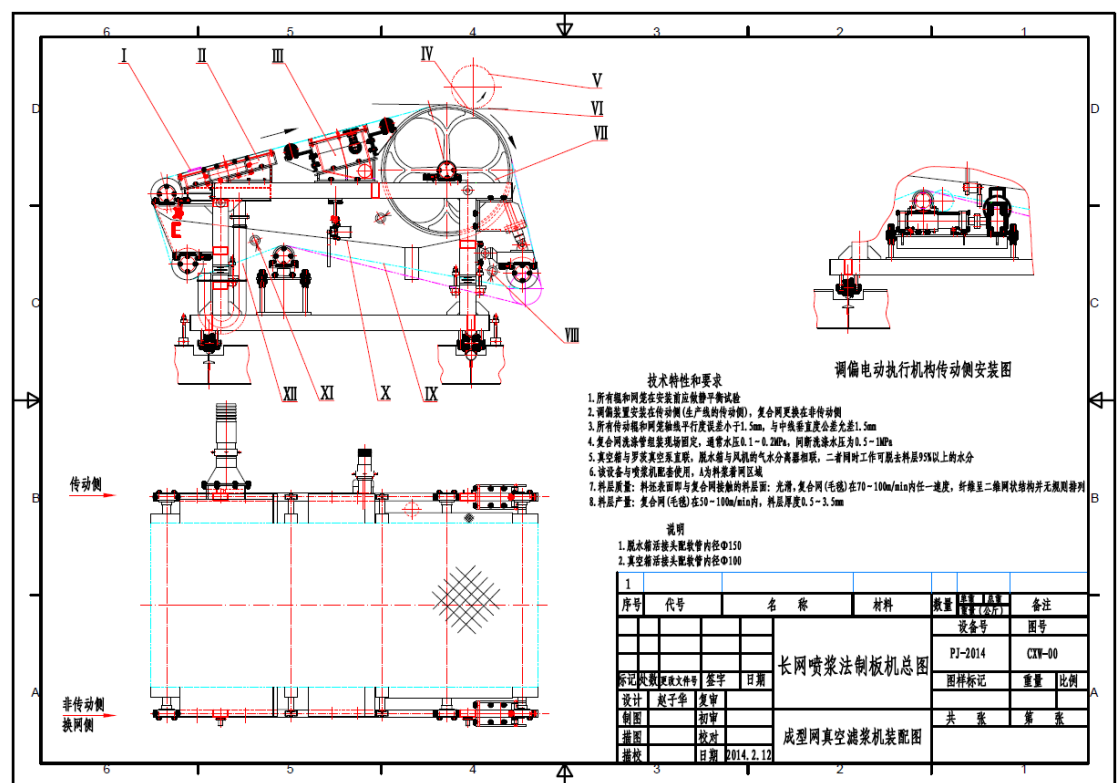
按照工艺要求，提供和保持稳定的浆速和网速之间的比例关系。

2.2.5 制板坯

制板坯：是把喷浆机喷出的料浆经过脱水、压实、叠层后达到一定厚度的板坯。

下图中的 I 为料浆着网点；II 和 III 为料层吸水箱和真空箱，也是料层成型区；IV 点为伏辊 V、网笼 VII 和毛毯 VI 间压力交汇点，这点和园网抄取法一致；成型网洗涤管 VIII 和 XI 清洗网反面；IX 为成型网，滤水精度为 100~160 目；X 和 XII 为料层排水接水盘和真空箱排水管；从下二图中可以看出，喷浆机的出口浆速始终和网速/毛毯速度保持一定的比例关系，确保不论毛毯速度多大，可使纤维呈二维杂乱排列分布且料层厚薄均匀。

从图中可以看出，长网喷浆法的产量和质量工艺优势，是园网抄取法和流浆法所无法比的。



为了达到料层在横幅内的厚度均匀性, 喷浆机内采用复式布浆并在混合室内进行扩散和混合, 每根供浆管分别可加清水, 水流量无级可调, 以确保各断面料层厚度均匀。

对使用的原材料标准可放宽, 能降低产品的配方成本, 特别是改进无石棉的配方, 达到节能环保要求。

2.2.6 湿法成型

湿法成型：是在料坯未失去可塑性前对板坯进行切边、折弯、制作各种波型、堆垛等工作。

生产线设置接坯机、缓冲皮带机、定位皮带机、切边机、盖章机、成型机、三工位堆垛机等设备，根据产量要求可进行灵活组合，单台式、多台串联式、多台并联式皆可。

三工位成型堆垛机一次处理二张坯至六张坯循环速度都为 15 秒一个单周期不累加，能完成制板机高产能的吞吐量。

四工位成型堆垛机一次处理二张坯至六张坯循环速度都为 20 秒一个单周期不累加，能完成制板机高产能的吞吐量。

总而言之，三工位或四工位堆垛机的实际产量最低应是主机产量的 120%~200%。

2.2.7 说明

回料、养护等传统工艺在此不做讲述。

2.3 长网喷浆法制板主机主要工艺特点

2.3.1 生产过程全程水分控制

料层和料坯水分控制是制板机产量和质量的关键部分之一，这方面抄取法较难，而流浆法相对容易些，但都不能做到在线自动监测，而长网喷浆法就很容易实现。

真空箱前后水分的控制：将每台成型网真空滤浆机排出的水分进行收集，并实时计量，因为进入到喷浆机内的料浆浓度，也就是制浆浓度，而且水分也为定值，因此真空台前水分可视为制浆浓度的含水量。

将胸辊处排出的水分进行收集，并进行实时计量，因此把制浆处的料浆

含水率减去上述成型段、真空箱段和胸辊处的水分，那么就得出料坯水分，很容易实时监测。

2.3.2 多台组合宽幅喷浆形成初料层

主机产量取决于以下五要素：料层宽度、料层厚度、毛毯速度、料层脱水方式和自动化程度，长网喷浆法同时具备了这五种要素，因此它的产量优势将大幅度超过抄取法和流浆法。

长网喷浆法料层幅宽可达 5600mm，料层厚度和成形网滤浆机的安装台数有关，一般安装台数为 3～5 台，毛毯速度最高可达 100m/min。

2.3.3 单料层密度和材质实时调节

喷浆机出口的浆速手动或自动跟踪网速/毛毯速度，可使纤维呈二维杂乱排列分布且料层厚薄均匀，这是抄取法和流浆法所无法做到的。

在同断面料坯中的料层可采用不同的原材料、不同的密度以实现“料层三明治”结构，甚至有的料层可实现纯纤维层结构，以大幅度提高制品的各种物理力学性能指标。

2.3.4 回水全程进行料水分离

设初料层过滤成型机，以减少物料在上初料层时的流失，使用 120～200 目的定制过滤网。

过滤真空机使用 200～300 目的定制过滤网在毛毯脱水时阻止物料在强制脱水时的流失。

设自沉淀装置使生产时产生的回水在水力的作用下很快到制浆机内被利用。

2.3.5 非人为控制主要参数

长网喷浆法工艺控制点大幅减少，每个节点参数呈线性变化，决定了可

以轻易实现自动控制。

每张料坯在线容重实时监测，反馈后的数据用于调整成型筒加压用的电液比例溢流阀，实现料坯容重的在线调整。

长网喷浆法自动控制为行业内最高，主机产量基本上不受人为主观因素影响，产品质量基本不受人为主观因素影响。

2.3 长网喷浆法生产线类型

纤维水泥中波瓦生产线类型可根据投资规模进行调整。

以下是生产线四个基本型号类型：

GS500 一型、日（22h）产 0.5 万张，规格：1800×745×6mm。

GS500 二型、日（22h）产 0.9 万张，规格：1800×745×6mm。

GS500 三型、日（22h）产 1.35 万张，规格：1800×745×6mm。

GS500 四型、日（22h）产 2.0 万张，规格：1800×745×6mm。

3 石棉瓦长网喷浆法生产线设备简介

本编核心提示：长网喷浆法石棉瓦生产线是根据长网喷浆法工艺原理，加上三十年的现场实际操作经验而设计的高产能生产线。

生产线的设计宗旨：保证单机产能大幅度超越目前生产线下的高产能前提下生产高品质的产品。

提高生产线的自动化水平及可靠性，追求细节完美和实用性相结合，生产线上只要机器能做的，在成本合理的范围内，就坚决不让人去做，因为人是感性动物都会犯错。人为操作引入的负面影响经过流水线的每个节点逐级放大，必然会最终影响产品的品质。

目前生产线的一些设备已经远远不能满足长网喷浆法的要求，为此需要为其设计配套设备。

3.1 回水系统设备

回水系统设备分为：清水罐和回水罐两个部分。

1、清水罐、回水罐的设计原则为，最大限度的满足环保要求，废物料接近零排放。

2、清水和回水灌的有效容积根据生产产能规模而定，单罐总有效容积一般在 100~160m³ 或更大，但也可设“二台清水罐和二台回水罐”系统。

3、目前的抄取法和流浆法生产线回水罐内设置搅拌机械，但长网法回水罐内无搅拌机械装置，内设自沉淀装置，根据流体力学原理设计的装置，高浓度回水很快到制浆机内被利用，因此回水罐内沉淀物很少很少。

4、回水罐的回水经由过滤设备过滤后由泵送到回水罐，该过滤设备为回水的一级过滤，高浓度回水经由缓冲池或罐直接到制浆设备内，回水罐内

的纤维和基材颗粒很少。

5、回水罐和清水罐之间设置一台回转式过滤设备，该过滤设备为回水的二级过滤，高浓度回水经由缓冲池直接到制浆设备内；根据产能规模不同，设备装机功率为 0.55~4kw；清水罐的水永远为清水（相对于回水），将解除清挖清水罐沉淀料渣、长网、毛毯洗涤管道堵塞之痛，毛毯洗涤水和长网洗涤水永远为清水，无纤维或颗粒物。

6、主机生产的回水过滤工艺流程，只有长网喷浆法容易实现，确保环保绿色生产方式和物料损失接近于零，再无人工挖回水罐、清水罐之痛苦。

3.2 制浆设备部分

1、制浆设备包括：石棉松解和混浆设备。其设计原则为：

（1）石棉纤维松解合适而不是充分，经实际生产试验证明，石棉松解充分反而制品强度下降。

（2）混浆设备确保各物料混合均匀，料水无离析现象发生。

（3）除人工倒石棉外，其它全部为自动计量加入。

（4）制浆浓度即为制板机的喷浆浓度，并在线显示制浆浓度和料浆含水率，及其它工艺参数。

2、制浆用三通阀的特殊结构设计，确保大流量，不泄露，结构简单、容易维护，易实现自动化驱动，三通阀再无堵塞现象发生。

3、本设备为石棉二次松解（一次松解为碾压）和制浆为一体的高效制浆设备，是在生产一线长期摸索中研发的一种专门针对长网喷浆法的制浆设备，本机总装机容量为 30~60kw。

4、在制浆工段料浆浓度控制方式最简单可靠，无需复杂的控制系统。

5、制浆设备关键点：每次制浆容积，石棉松解合适、料浆质量，电耗。

3.3 送浆机部分

1、斗式储浆池伴随着抄取法和流浆法已经走过了几十年，但是其先天缺点已经无法适应当前的原材料和高产能下产品品质稳定的工厂生产要求，而且斗式储浆池的结构造成抄取法的网箱或流浆箱的料浆浓度波动太大，对制品质量和产量影响较大，有时是致命的；因此，长网喷浆法放弃了传统的斗式储浆池，专门为其设计了一台送浆浓度稳定的连续式送浆机。

2、连续式送浆机除了确保制板机连续供料要求之外，同时可对料浆进行二次混浆，以确保料浆质量，并能在储浆池内对料浆中的杂质进行重力分离。

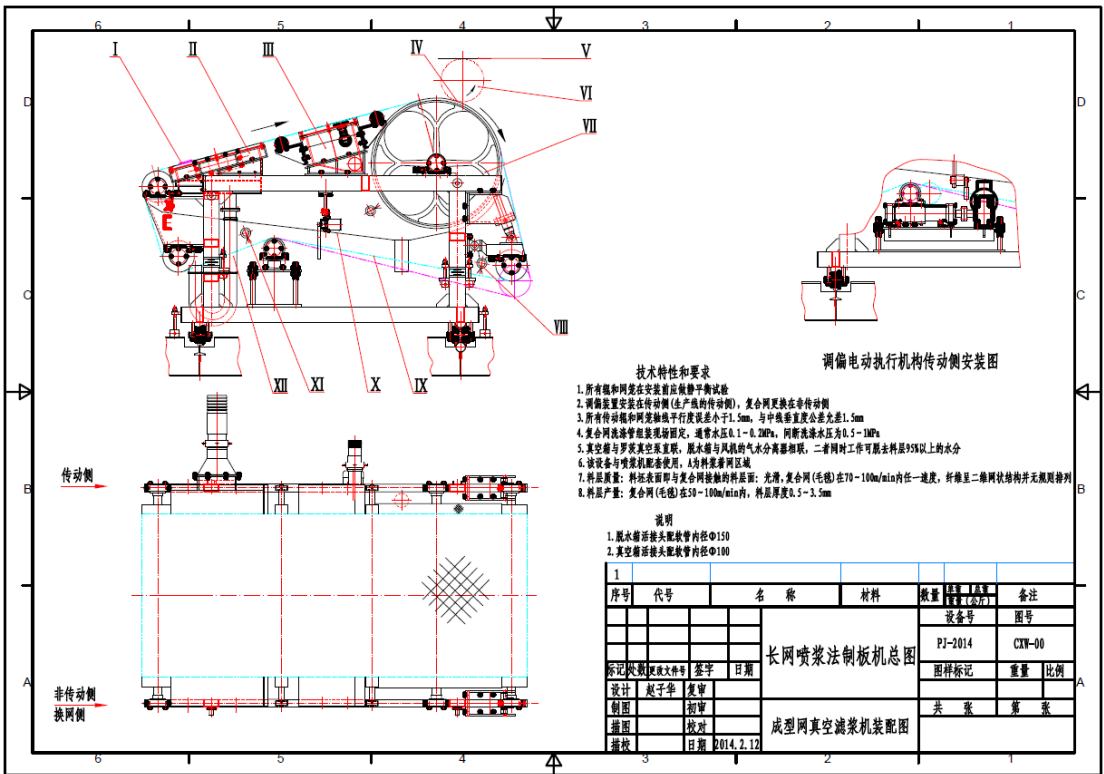
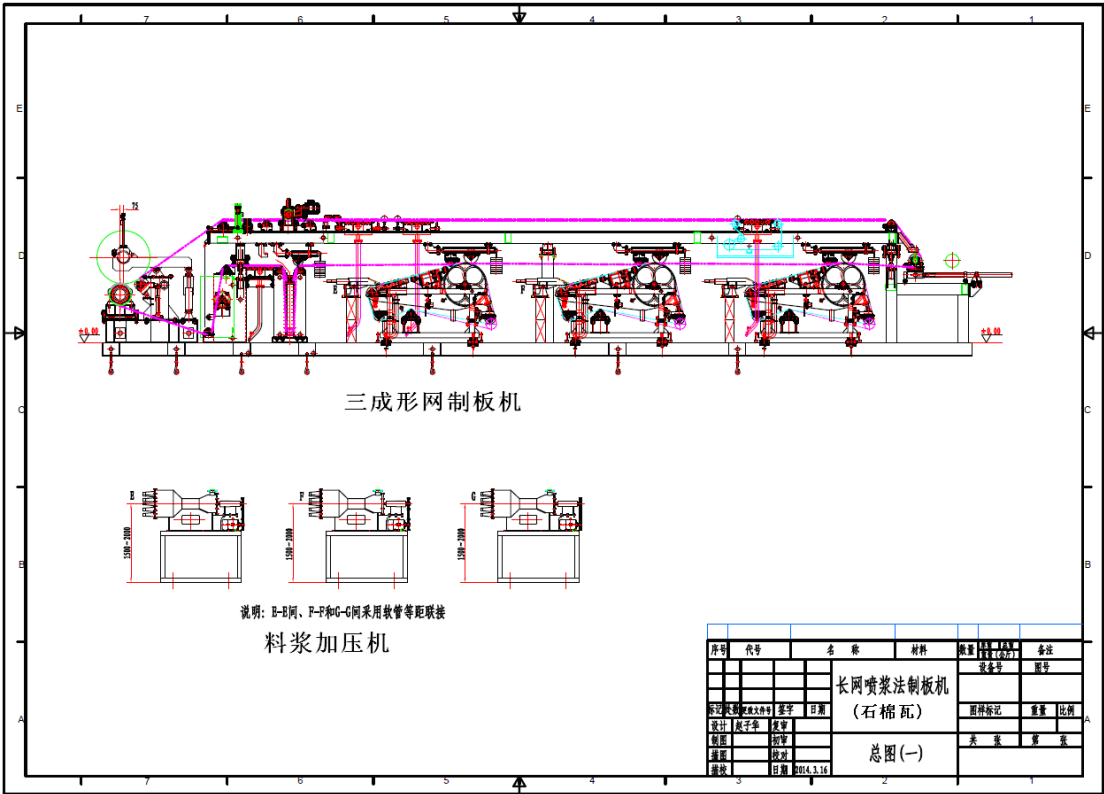
3、连续式送浆机包含料浆循环泵、料浆筛或料浆再加工设备、料浆提升泵等。

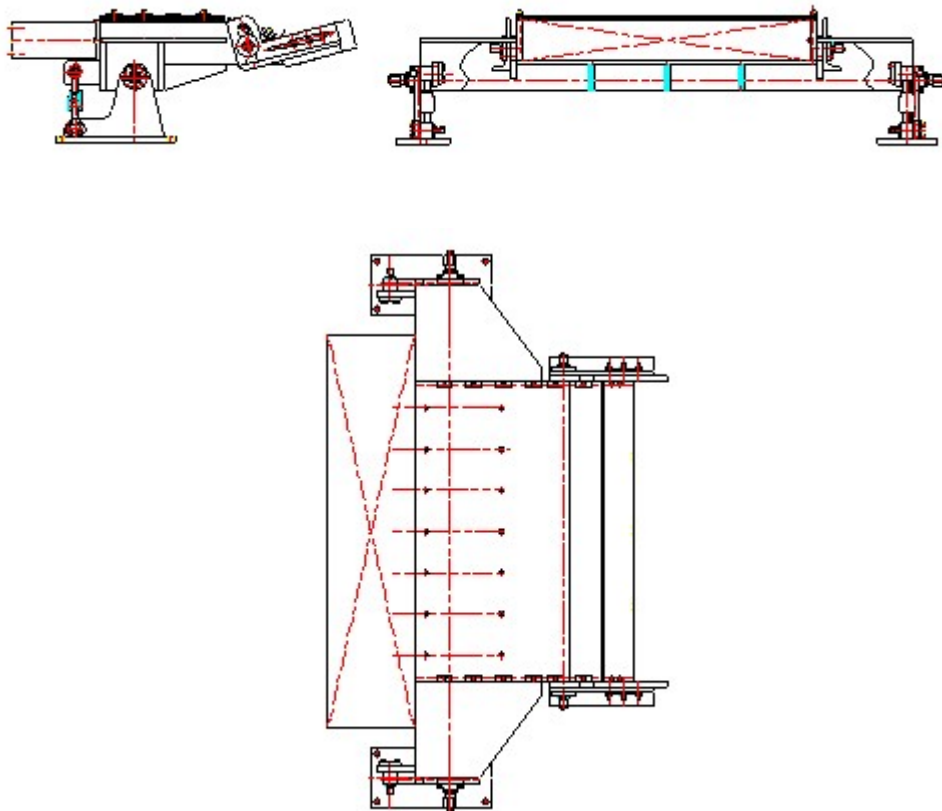
4、连续式送浆机设备关键点：料浆再加工提高其质量，料浆中的杂质分离，电耗。

3.4 长网法制板机设备部分

3.4.1 长网喷浆法制板机图

长网喷浆法制板机图依次为：长网喷浆法制板机总图，成型网真空滤浆机装配图，喷浆机装配图。





喷浆机装配图

3.4.2 长网喷浆法制板机总体简介

长网喷浆法制板机由以下部分组成：高位料浆箱部件、料浆加压机部件、喷浆机部件，其它部分和现有生产线原理一致，只是其它设备要达到长网法的产能配套能力。

1、高位料浆箱可一台为所有喷浆机供浆，也可以为每一台单独设置一台高位料浆箱，可以实现料坯中不同材料的料层，即料坯为复合材料构成；料浆加压机一般为 1～ 5 套，配套数量视产量要求而定，高位料浆箱可以配置料浆“筛”，而不导致石棉和玻璃纤维受损。

2、喷浆机一般为 1～ 5 套，配套数量视产量要求而定，喷浆口宽度为 800～5600mm 视单幅还是多幅而定，喷浆口厚度无级调节，喷浆口浆速自动跟踪毛毯速度；喷浆机进浆管尾部设有清水加入装置，可实现每台喷浆机的

料浆浓度不同，另外可以调节料层厚度均匀程度。

上述一和二中的料浆一直处于封闭空间动态中，不和大气压接触，因此将无料浆堵塞和离析现象发生。

3、经过处理的料浆经由料浆加压机到喷浆机，喷浆机在全幅宽内把料浆均匀的喷到运动的成形网上，形成薄料层；薄料层在成形网上经过真空负压脱水、伏辊和网轮间的挤压脱水吸附到毛毯上，毛毯上的料层经真空箱脱水和成型筒加压脱水后，在张力的作用下被沾附到成型筒上。

4、毛毯料层用真空箱为滚动式吸水箱，确保毛毯磨损最低。

5、料坯密实度的保证采用双胶辊浮动挤压技术，解决毛毯高速下的料坯密实度问题。例如：长网法成型筒 n 圈下坯，相当于现在抄取法或流浆法生产工艺的 $2n$ 圈下坯，提高产量和质量显而易见。

6、在成型筒或真空方面设置机电气一体化装置，解决料坯中料层分离现象。

7、成型筒加压方式为液压，油缸采用电液比例溢流阀控制方式，并可实现机械弹簧加压的特性。

8、毛毯张紧装置设置在主机的最后端，采用单支油缸张紧或电动张紧方式。

9、成型筒下坯方式：一坯一板、一坯二板、一坯四板、一坯六板共四种方式可供选择。

10、生产方式：除主机设备故障、更换毛毯及成型网需要停机外，设备可以连续开机生产，最少不低于两天。

11、长网喷浆法制板机无积料浪费现象，这是园网抄取法和流浆法工艺所无法做到的。

12、总之，抄取法和流浆法生产过程中存在的问题，例如：料浆浓度不

稳定；毛毯高速下的料坯密实度问题；料坯中的料层分离现象；成型筒下坯时掉小料层影响外观质量；等等各种问题，在长网喷浆法当中都得到了彻底的解决，成型筒下坯外观合格率可达 99.9%。

13、长网法制板机幅宽分为单幅、双幅、三幅三种。

14、长网法制板机关键点：毛毯速度为 100m/min 时的产量，料层质量和料坯质量，机械、液压、气压、电气传动的可靠性。

15、长网法生产的产品规格及主要性能达到以下国标要求：石棉水泥中波瓦符合国标：GB/T9772~1996 。

三种工艺料层成形方式及主机设备结果比较表

项目	名称	长网喷浆法	园网抄取法	流浆法
成型筒下坯方式		一坯二瓦或板、一坯四瓦或板、一坯六瓦或板	一坯两瓦或板	一坯四瓦或板，无法做到一坯六瓦或板
毛毯实际运行速度		60 ~ 100m/min	50 ~ 70m/min	50 ~ 70m/min
料层成形采用网的有效面长度		2000 ~ 5000MM	网笼液位差部份 300MM 左右	零
成形网目数		100 ~ 160 目	80 ~ 90 目	无
料层的成形与成形网上脱水方式		料层在平面成形网上成形，多级真空，伏辊挤压	料层在较窄圆弧成形网上成形，无真空，伏辊挤压	无
3mm 薄板		可以生产，因可以单独铺设纤维层或符合材料层，很容易达到国标要求：纵横强度比为 0.58	可以生产，达到国标要求波动较大：纵横强度比为 0.58	不能生产
无棉板生产		产量最高，质量易稳定；有棉和无棉工艺参数出入不大	产量偏低，质量不易稳定；工艺参数难控制	产量偏低，质量不易稳定；工艺参数难控制
回水浓度		很低	高	中

三种工艺料层成形方式及主机设备结果比较表

项目	名称	长网喷浆法	园网抄取法	流浆法
产量优势		高	一般	一般
毛毯损耗		损耗低，毛毯不会堵塞	损耗中，毛毯容易堵塞	损耗高，毛毯容易堵塞
装机容量		同抄取法	一般	高
成形网寿命及成本		360~1080 小时 成本很低	12~48 小时 成本高	无
料坯容重实时监测和控制		很容易做到	很难做到	很难做到
料坯料层水分等工艺参数实时监测和控制		很容易做到	很难做到	很难做到
整条生产线操作人数		从制浆到堆垛为 2 人	从制浆到堆垛为 4 人	从制浆到堆垛为 4 人

3.5 接坯皮带、过渡皮带和定位皮带设备部分

- 1、料坯的横切在过渡皮带上进行。
- 2、料坯的顺切在过渡皮带和定位皮带间的过渡板上进行。
- 3、定位皮带无论是一坯一瓦或板、一坯二瓦或板、一坯四瓦或板、一坯六瓦或板，都可以实现在定位皮带上一次精确定位成功，定位精度为 $\pm 2\text{mm}$ 。

3.6 三工位堆垛成型机设备部分

- 1、三工位堆垛成型机或四工位堆垛成型机
- 2、三工位堆垛机设备部分包含：堆垛机、液压升降平台、连续式回料搅拌机。
- 3、三工位堆垛机产量配置
 - (1) 三工位堆垛成型机一次能吸一张坯，循环速度为 12 秒一个单周期。
四工位堆垛成型机一次能吸一张坯，循环速度为 16 秒一个单周期。
 - (2) 三工位堆垛成型机一次能吸二张坯，循环速度为 15 秒一个单周期。
四工位堆垛成型机一次能吸二张坯，循环速度为 20 秒一个单周期。

(3) 三工位堆垛成型机一次能吸四张坯，循环速度为 15 秒一个单周期。
四工位堆垛成型机一次能吸四张坯，循环速度为 20 秒一个单周期。

4、三工位堆垛成型机一次能吸六张坯，循环速度为 15 秒一个单周期。
四工位堆垛成型机一次能吸六张坯，循环速度为 20 秒一个单周期。

3.7 连续式回料搅拌机

为确保回料浓度相对稳定，设置自动加水量控制的连续式回料搅拌机，自动控制回料浓度，以确保回料浓度和喷浆浓度相差不大。

3.8 石棉瓦长网喷浆法生产线自动控制部分简介

3.8.1 生产线自动控制系统的功能

为满足长网喷浆法工艺及设备特点，做到少或无人操作，特开发了比控智能管理系统，用于监测和控制各工艺节点参数，并根据生产者意图实行优化控制，达到智能化生产的目的。具备以下功能：

- 1、各生产数据实时在线监测。
- 2、各生产数据及工艺参数对比分析。
- 3、各生产数据及工艺参数优化控制。
- 4、各生产数据及工艺参数实时反馈。
- 5、系统控制实现网络信息化。

3.8.2 生产线计算机管理系统和自动控制简要说明

长网法生产线计算机监控系统、管理系统和无线远程监控系统的综合应用，使得长网法生产管理的实时性优势非常的突出，生产管理人员无论身处何地，可随时了解车间的生产状况，设备运行状况，并提醒毛毯更换时间，关键点的设备维护周期等等；产品成本的显示和可控性，当班或当天产品生产的各种成本可随时浏览或打印，并在计算机管理系统上显示本班生产成本

的高与低，管理层可随时对成本进行调整和修正，这种实时成本控制技术在长网法生产线上得到了充分的利用。

整合和优化工业自动化各方面的技术优势和特长用在长网法生产线上，生产线上的各种工艺参数可随时显控，无滞后。

3.8.3 制浆工段控制系统

计算机管控系统监控该工段的各种工艺参数：各原材料重量，制浆用水的总量，料浆浓度，料浆水分，保证料浆质量的各种控制手段数据，该工段的数据反馈到下坯工段，下坯工段的关键工艺参数反馈到制浆工段，用来优化控制本工段制浆参数，达到最佳控制点，以确保料浆质量。数据交互显示和控制界面采用触摸屏或设置计算机监控系统，通过计算机信号对自动化设备或过程进行监视、控制和管理。

3.8.4 下坯工段控制系统

计算机管控系统该监控该工段各种数据，并对自动化设备或过程进行监视、控制和管理，以达到工艺控制最佳点；现地设置一台HMI，用于操作。

下坯工段监控的各种工艺参数如下：

1、监控喷浆、料层成形系统各工艺参数：网速，料浆加压电机转速，喷浆机浆速，喷浆机料浆兑浆加入的清水量，料层成形系统料层含水率，成形网运行状态，流量调节阀开度显示。

2、监控料坯各种数据：料坯含水率，料坯厚度，料层厚度，成型筒下坯圈数，料坯厚度控制方式，毛毯速度，打布器电机转速，成型筒加压线压力，胶辊加压线压力，当前毛毯运行状态，真空箱前后料层水分，各关键工艺节点真空度，每台真空滤浆机伏辊后的初料层水分。

3、毛毯和成形网跑偏数据及报警信号，毛毯调偏采用交流伺服系统控制技术，以适应毛毯高速下运行。

4、毛毯上的料层切断机构采用交流伺服系统控制技术，使得下坯合格率可达 99.99%。

5、开机流程简介：首先手动开机，各辅机自动运行，达到要求的毛毯速度后转为自动控制，自动控制的目的是：浆速自动跟踪网速即毛毯速度。

6、料坯加压方式和成型筒下坯速度是按照毛毯速度为 100m/min 的状况下所设计，确保产量，及成型筒下坯时不掉小料层。

7、在毛毯速度一定的情况下，该工段的料层厚度数据反馈到制浆工段，以调整制浆加水量，达到自适应控制的目的。

3.8.5 堆垛工段控制系统，包含各皮带、堆垛机和回料机

1、堆垛工段由下坯工段计算机通信传过来的数据：成型筒下坯信号和其它。

2、接坯皮带、过渡皮带和定位皮带采用“普通三相交流异步电机+编码器”控制系统，也可以采用交流伺服驱动系统。

3、成型机吸盘升降或小车横移采用编码器，可确保单周期时间最短。

4、液压升降平台采用编码器，可确保三工位或四工位成型机单周期时间最短。

5、触摸屏内各种信号显示和报警。

6、回料搅拌机为连续式，根据料坯含水率控制加水量，可以保证泵式储浆池的料浆浓度没什么变化。

4 石棉瓦长网喷浆法核心技术设备试验

本编核心提示：长网喷浆法工艺（专利号：ZL201220465650.X）的核心技术设备是料浆加压机、喷浆机和成形网真空滤浆机，因此需要对其进行各种试验。

4.1 试验设备

- 1、试验用制浆机：一台，电机功率 7.5kw。
- 2、料浆加压机：一台，电机功率 2.2~7.5 kw。
- 3、成形网真空滤浆机：一台，由电机（0.75kw）通过皮带传动直接拖动真空滤浆机的网笼，包含高压离心通风机一台，电机功率 3kw。
- 4、控制柜：一台，包含PLC：FX2N~48MT /FX2N~4AD/ FX2N~4DA 等，触摸屏DOP~B05S100 一台，变频器FR~A740~15K~CHT二台，分别驱动真空滤浆机、料浆加压机。
- 5、试验设备布置图如下：

3、喷浆口出水照片



图 4.1 喷浆口出水

4、试验设备运行时间

试验设备运行时间 4 小时。在试验运行时间内，没有动用任何工具拆卸设备和检查设备等。

5、试验最终结果

试验设备运行正常，无任何故障；工艺试验达到要求。

4.3 料浆浓度为 10%试验

1、配方比例：石棉：水泥：石粉：玻纤：纸浆 = 1kg：10kg：4kg：0.2kg：0.2kg。

2、按照料浆浓度为 10%时的玻纤、纸浆、石棉、石粉、水泥加入量进行试验。

3、料浆浓度为 10%时的试验项目

序号	试验项目	试验要求	试验结果
1	喷浆口浆流量	横断面流量均匀	达到要求
2	喷浆口水流量和流量调节阀的线性关系	喷浆口水流量和流量调节阀的增减线性关系	达到要求
3	喷浆口水流量和流量调节阀的线性关系	喷浆口水流量和加压机转速的线性增减关系	达到要求

4、喷浆浓度为 10%时喷浆口试验照片

从喷浆机喷出的料浆，浓度10%



5、试验设备各管道、喷浆口堵塞试验

为解决喷浆口的堵塞问题，长网法制板线中，连续式送浆机内设置金属物沉淀浆槽，因此料浆中的金属物无论如何是不能到喷浆机内的。

在硅钙板生产过程中，因生产线上有磨浆机进行料浆加工，所以一般不存在体积超过 $4\text{mm} \times 4\text{mm} \times 4\text{mm}$ 的渣渣；而在石棉瓦生产过程中，因无磨浆机，但是为长网喷浆法专门设计了一台料浆筛，除渣效果为最大允许 $2\text{mm} \times 2\text{mm} \times 2\text{mm}$ 的渣渣通过。

因此在试验过程中，从料浆加压机进口有意放入一些渣渣，如木块、故意打结的玻纤团，体积为 $8\text{mm} \times 8\text{mm} \times 8\text{mm}$ ，并对数量进行记录；所有的渣渣都从喷浆口出来，喷浆口无堵塞现象发生。

但是在实际生产过程中，以防万一，一旦料浆中的渣渣超大而不能从喷浆口出来，为此喷浆机设置自动翻转机构，渣渣照样从喷浆口出来，从而不

中断生产。

浓度为 10% 试验时，设备运行时间：4 小时。在试验运行时间内，没有动用任何工具拆卸设备等。

6、试验最终结果：试验设备运行正常，无任何故障；工艺试验达到要求，从料浆进入加压开始的所有设备，无任何堵塞现象发生。

4.4 料浆浓度为 20% 试验

1、配方比例：石棉：水泥：石粉：玻纤：纸浆 = 1kg：10kg：4kg：0.2kg：0.2kg。

2、按照料浆浓度为 20% 时的玻纤、纸浆、石棉、石粉、水泥加入量进行试验。

3、料浆浓度为 20% 时的试验项目：

序号	试验项目	试验要求	试验结果
1	喷浆口浆流量	横断面流量均匀	达到要求
2	喷浆口水流量和流量调节阀的线性关系	喷浆口水流量和流量调节阀的增减线性关系	达到要求
3	喷浆口水流量和流量调节阀的线性关系	喷浆口水流量和加压机转速的线性增减关系	达到要求

4、喷浆浓度为 20% 时喷浆口试验照片

从喷浆机喷出的料浆，浓度 20%



5、试验设备各管道、喷浆口堵塞试验

为解决喷浆口的堵塞问题，长网法制板线中，连续式送浆机内设置金属

物沉淀浆槽，因此料浆中的金属物无论如何是不能到喷浆机内的。

在硅钙板生产过程中，因生产线上有磨浆机进行料浆加工，所以一般不存在体积超过 $4\text{mm} \times 4\text{mm} \times 4\text{mm}$ 的渣渣；而在石棉瓦生产过程中，因无磨浆机，但是为长网喷浆法专门设计了一台料浆筛，除渣效果为最大允许 $2\text{mm} \times 2\text{mm} \times 2\text{mm}$ 的渣渣通过（指的异物）。

因此在试验过程中，从料浆加压机进口有意放入一些渣渣，如木块、故意打结的玻纤团，体积为 $8\text{mm} \times 8\text{mm} \times 8\text{mm}$ ，并对数量进行记录；所有的渣渣都从喷浆口出来，喷浆口无堵塞现象发生。

但是在实际生产过程中，以防万一，一旦料浆中的渣渣超大而不能从喷浆口出来，为此喷浆机设置自动翻转机构，渣渣照样从喷浆口出来，从而不中断生产。

浓度为 20% 试验时，设备运行时间：4 小时。在试验运行时间内，没有动用任何工具拆卸设备等。

说明：以上试验二和试验三是喷浆机在脱开成型网滤浆机的试验，为避免料浆浓度不稳定从而脱开，因为成型网需要水洗掉上边的料层。

4.5 料浆浓度为 20% 时料层成型各项试验总结

1、料层成型试验项目

序号	试验项目	试验要求	试验结果
1	料浆横断面着网点	横断面着网点一致	达到要求
2	料层成型速度	快速成型	达到要求
3	成型网各转速下料层中的纤维排列	二维混乱排列	达到要求
4	料层厚度均匀	可控	达到要求
5	浆速跟踪网速方式，网速 50 ~ 100m/min	自动/手段按照比例跟踪	达到要求

2、料浆浓度为 20% 时，除玻纤长度不能超过 40mm 外，其它各项试验都达到要求。

3、验证了长网喷浆法工艺理论正确无误，各项指标全部达到设计要求，一台喷浆机的产量相当于网笼直径为 $\Phi 1000\text{mm}$ 四网箱的产量，可为硅酸钙板和石棉瓦自动化大规模生产提供技术和设备。

4.6 长网喷浆法简单总结

长网喷浆法工艺是在长期实践经验和理论知识丰富积累的基础上，加之目前的抄取法和流浆法存在的诸多问题，单靠管理、设备、操作和经验已经无法解决，唯一的途径只有从工艺上来彻底解决，因此长网法工艺在此情况下诞生。

长网法工艺从生产模型的建立必须符合以下国情：国产毛毯，石棉纤维在五级棉或以下，或者不用石棉纤维，无棉瓦的生产问题多多，操作人员文化素质为初中并工作责任心一般等等，为此长网法工艺是最适合中国国情的一种高产能、高产品品质、高稳定性、高自动化、对操作人员文化素质要求不高的生产工艺。

长网法制板机的高产能需要制浆系统、皮带输送系统、堆垛系统的产量相匹配，长网法工艺才能体现出它的第三代工艺各个方面的优势，这些前后匹配事项都一一得到解决。

长网法工艺是对原来工艺的颠覆性的创新和突破，无论改造或新建生产线可大幅度降低投资，可大幅度下降生产成本、可大幅度减少用工量、可大幅度提高产品品质、可大幅度提高企业的利润率为生产型企业在市场竞争中提供先决条件。

长网喷浆法生产线，机械和自动控制的设计，采取了多种技术手段以确保完成以上目标，该工艺将开创一个行业生产方式的新时代，是该行业的领军技术。