

石膏刨花板生产的工艺设计

L. Mehlhorn, V. Thole, 陈士英

(联邦德国弗劳霍夫研究所) (中国林科院木材工业研究所)

摘 要

由联邦德国科技部(BMFT)资助中国的项目“利用木质纤维生产人造板”,是由联邦德国弗劳霍夫木材研究所(WKI)和中国林科院木材工业研究所(CRIWI)承担。现进行了半干法生产石膏刨花板的工艺设计。

为了确认原材料的适用性,中国派遣一名科技人员在WKI用中国原材料进行了试验。根据当地实际情况确定该厂的年生产能力。全部生产设备可分成热能生产、石膏煅烧和板生产三部分。

关键词 山杨;石膏;石膏刨花板

一、序言

由BMFT资助的中国和联邦德国之间双边研究项目“利用木质纤维生产人造板”的目的是使中国的原材料得到更好的利用。WKI和CRIWI在这个项目中是合作伙伴。项目的内容之一是改善已有的合成树脂刨花板质量和转让人造板生产技术诀窍。这种转让只是选择生产过程中的一部分。

联邦德国弗劳霍夫木材研究所所长G. Kossatz教授发明了半干法石膏刨花板生产方法,这种工艺的转让是整个科学研究成果的转让,需要系统地、全面地进行。

二、概述

为使建设项目富有效果,必须对原材料来源和它的可用性进行分析并测定产品——石膏刨花板在使用条件下的性能,图1是以石膏刨花板构筑的试验房屋。为使工艺转让获得成果,帮助建立一个适当规模的石膏刨花板厂。以下叙述该厂的工艺设计,这个设

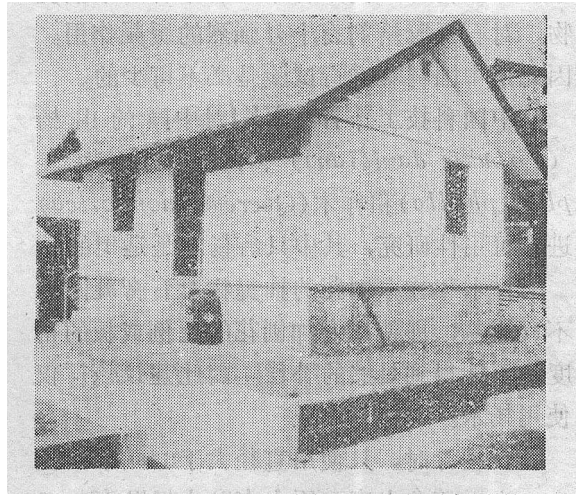


图1 在中国林科院内用石膏刨花板构筑的试验房

计方案在中国是可实现的。

1. 原材料供应和厂址选择

厂址的选择对于经济效益常常是决定性的。除了基本条件,如能源、供水和劳动力外,在中国,交通条件对建厂也有特别重要的意义。它必需满足两个条件:(1)产品必须在一可能小的范围内销售,(2)原材

本文是用BMFT资助资金(资助号33,18300, A9)所做工作的报导,但其内容仅由作者负责。

料的运输成本必须较低。

现厂址已选定在山西省侯马市附近。该厂已有一股合板车间,可利用已有的一些基础设施。

石膏矿石可从三个产地得到。矿石产地离建厂地点30—50公里。通过煅烧可作胶结剂的二水石膏含量在70—82.5%之间。据介绍,在中条山林区每年可供15000m³木材,其中松木54%,杨木和桦木13%,柞木33%。在运城地区年产25000m³木材,其中65%杨木、25%松木,其余为硬杂木。运距约160公里。

2. 原材料的性质确定产品质量

由大量的研究得出结论,对原材料必须有一定的要求。木材树种和板的强度之间存在着密切的关系。生产工艺也受树种的影响。某些树种,例如栎木含有某种冷水抽提物,对石膏胶结剂有十分强烈的缓凝作用。因此用中国树种进行试验是必不可少的。

中国科技工作者在WKI对中国的山杨(*Populus davidiana*)、白桦(*Betulus platyphylla*)和柞木(*Quercus mongolica*)进行可用性研究,其中只有杨木是适用的。

桦木和柞木刨花的抽提物对石膏凝固有不利影响,即使用增加刨花的比例或板的密度都不能得到足够的补偿。因此建议该厂仅使用杨木。

在设计时,只使用直径大于6cm的小径木。为平衡含水率,原木在贮木场贮存2—3个月为宜。从板的质量考虑,木材最好要剥皮。

使用天然石膏产品作胶结剂,其性能取决于石膏矿石质量和制备工艺。石膏胶结剂一般由半水石膏、二水石膏、无水相石膏Ⅱ和石膏Ⅱ所组成。其中主要是半水石膏适于制造石膏刨花板。因为它在较短的时间内水化成二水石膏,符合工艺要求。无水相石膏Ⅱ由于在遇水时会突发地与水反应生成二水石膏,在生产时,就可能在搅拌机中发生水化而失去胶结作用,因此不能增加产品的强

度。无水相石膏Ⅱ遇水水化成二水石膏的过程过于缓慢。因为制成板后要进行干燥,这样就没有水供它进一步水化。因此也不能增加板的强度。

二水石膏是石膏胶结剂的促凝剂。用堆积式压机生产石膏刨花板时,石膏胶结剂不宜快速固化,所以二水石膏含量不宜过高。石膏水化速度可用缓凝剂来调节。但从技术和经济观点看,缓凝剂的用量应越少越好。

用中国的熟石膏粉制成的石膏刨花板与用西德的熟石膏粉制成的板相比,板的静曲强度要低三分之一。其主要原因在于,中国石膏粉的半水石膏含量少,而无水石膏Ⅱ的含量太大,显然是煅烧过度了。但中国的石膏矿石品位却是好的,只要煅烧条件适当,石膏粉质量能达到西德DIN1168的要求。

在中国山西省参观石膏矿时,看到石膏矿石是经过预选的。在使用一等石膏矿石时,矿石粉碎之前不需要均化处理。

3. 在用堆积式压机时,石膏水化必须采取缓凝措施

按我们采用的生产方法,石膏水化在板垛中进行。石膏粉的水化终点,由于加入适量的缓凝剂而推迟。

在原材料适用性试验时,常使用脲蛋白、柠檬酸钠和Retardan(西德产品,制造商:Tricosal Allertissen)。在起同样的缓凝作用时,Retardan的使用量为最少,只是脲蛋白的1/5。虽然价格较贵,但可以由此得到补偿。

三、工艺设计

经与有关部门研究,确定设计数据如下:

生产能力 30,000m³/年

板幅面 1220×2700~3050mm

板厚 8~12mm(特殊情况下28mm)

密度 950—1250kg/m³

生产过程分成热能生产、熟石膏粉制备和制板三个工段。

热能生产包括煤粉制备和热气体生产，熟石膏粉制备包括生石膏粉制备、煅烧和中间贮存；

制板包括刨花制备（剥皮、刨片、筛选、贮存）、混合、铺装、加压、干燥和终加工。

1. 用煤粉生产热能

在石膏刨花板生产时，石膏矿石的干燥和煅烧以及板材的干燥都需要热能。如以煤粉作燃料，则热能的产生相对较快。能根据需要较容易地调节热能供应量。但煤粉需经磨碎和干燥，即增加一个热能消耗点。

新热能设备与厂里原有热能设备不要连

在一起。这是因为：

（1）已有的热能设备难于联入石膏刨花板生产系统。

（2）热介质输送距离过大，热损失大。

（3）扩大已有的热能设施比新建设施需要的投资大。

（4）旧设备技术不先进。

制造热气体用的煤粉是在烘干磨中磨碎和烘干（见图2）。为了保证良好的生产过程，煤块的块径应不超过30mm。磨碎后的煤粉在90目筛上筛余物不超过10%。煤的含水率应低于20%，煤粉含水率应低于0.5%。

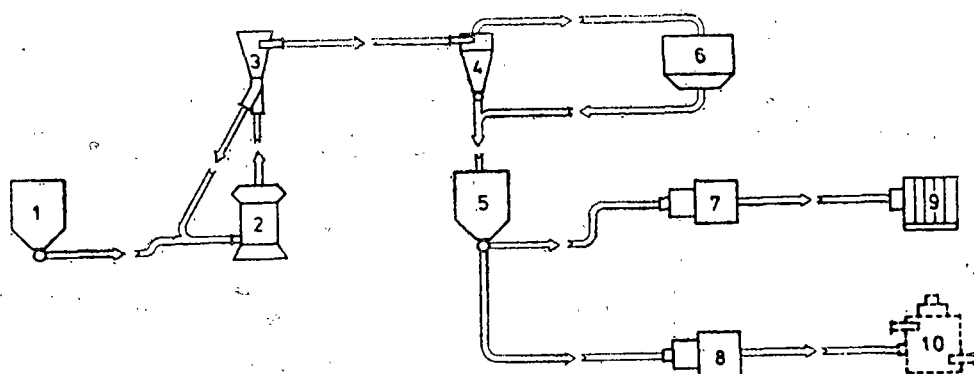


图2 热能生产流程图

1. 原燃料仓 2. 烘干磨 3. 粗料分离器 4. 旋风分离器 5. 煤粉料仓 6. 过滤器 7. 炉子 8. 炉子 9. 蒸汽锅炉 10. 石膏炒锅

烘干磨每天一班，生产能力为4t/h。在原燃料仓下部用一适当的出料机构，均匀地把煤送到煤磨。磨碎的煤粉与干燥用热空气一起送入筛和过滤器。过粗的煤粉被筛出并送回磨室。

磨好的煤用气力运输设备送入煤粉仓，从煤粉仓定量送入燃烧器。选择燃烧器时，要考虑用于干燥煤粉消耗的热能。为了调节方便，采用分开的多通道燃烧器，分别供给炒锅和干燥室。

2. 生石膏粉的煅烧

为生产建筑石膏，开发了多种煅烧方法并得到实际应用。主要方法有转炉法、炒锅法和沸腾法。我们建议用炒锅。因该法生产的建筑石膏粉，凝固时间相对地较长，而且

无水石膏Ⅱ和Ⅲ的含量较少。至于选择连续式或间歇式炒锅，应与这类设备的制造厂家商量确定。

煅烧设备（见图3）生产能力为108.5t/21h。粉碎设备因需考虑物料损失和设备停歇时间，生产能力宜适当加大。

石膏矿石必须先在一破碎机中预碎，使其颗粒度在30mm以下。锤式打磨机或颚式破碎机可用作预碎机。用定量输送装置，将矿石均匀地从料仓送入破碎机。破碎后贮存在中间料仓。破碎机每日工作8小时。

如制得的石膏粉质量均匀，就毋须附加均化处理设备。

石膏矿石的贮存量应保证几个星期的生产使用，要有相应的存放面积。矿石在烘干

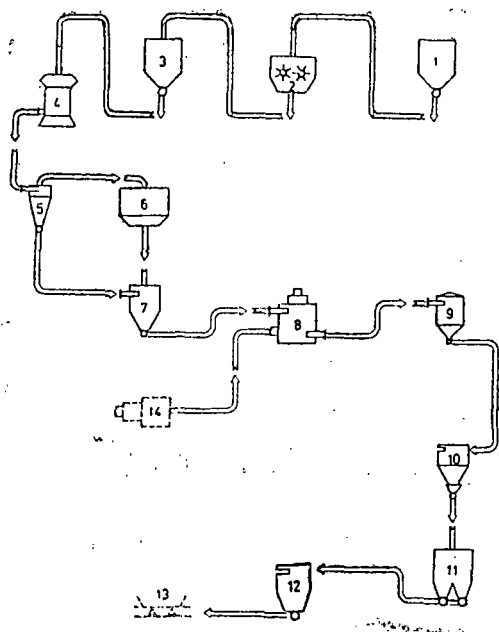


图3 石膏煅烧流程图

1. 石膏矿石料仓 2. 破碎机 3. 细矿石料仓
4. 烘干磨 5. 旋风分离器 6. 过滤器 7. 料仓
8. 石膏炒锅 9. 排空料仓 10. 旋风分离器
11. 熟石膏料仓 12. 喂料仓 13. 石膏粉秤 14. 炉子

磨中磨碎到要求的细度并进行预干。可采用球磨机、辊轮磨等干磨设备。根据磨机的种类，可以用机械或气力出料。出料装置和后

面的运输系统必须有良好的除尘器。调节生石膏粉料仓的定量出料机构，可改变对炒锅的进料量。在用间歇式炒锅时，料仓同时起缓冲作用。

煅烧设备的生产能力应比制板需要量大些，多余的熟石膏粉应进行中间贮存并包装成袋。如与制板需要量相同，则石膏粉不必进行包装。

3. 年产30000m³石膏刨花板生产线

生产线的年生产能力30000m³石膏刨花板。考虑到损失，所以选择的设备能力为34500m³毛板，或者说48600吨湿板材。工艺流程如图4所示。

(1) 刨花制备

刨花形态对板的性能和生产工艺有显著的影响。如与熟石膏粉的可混合性、成型性和水化过程等方面。从WKI的一系列试验可知，刨花厚度为0.2mm时，板强度和板面质量最好。根据试验结果，小径材直接用刨片机刨片较好。在使用的木材直径很小时，剥皮是不可能的，而树皮的水抽提物对石膏的水化过程和板的强度有不利的影响，如果要使用这类木材，需进一步做试验。

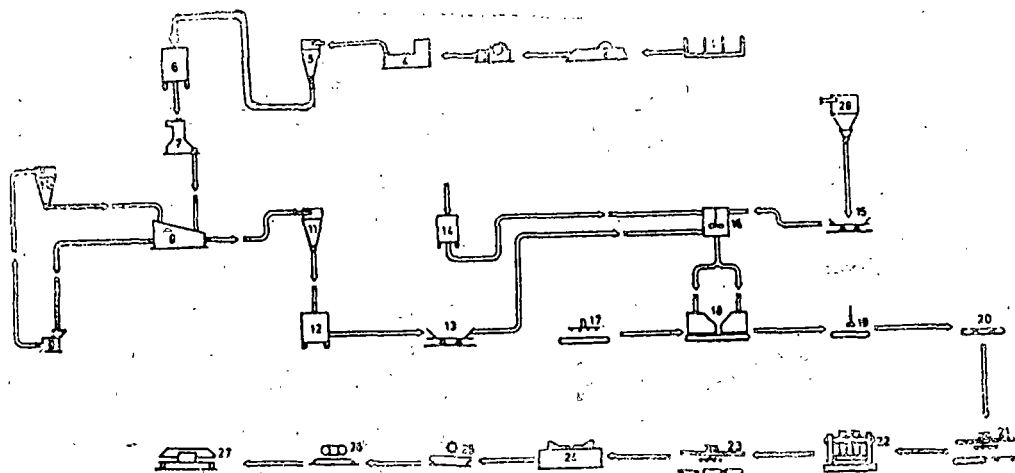


图4 石膏刨花板生产流程图

1. 原木楞场 2. 剥皮机 3. 截机 4. 刨片机 5. 旋风分离器 6. 刨花料仓 7. 锤式打磨机 8. 平面筛 9. 筛环式打磨机 10. 旋风分离器 11. 旋风分离器 12. 刨花料仓 13. 刨花秤 14. 水和附加物 15. 熟石膏粉秤 16. 搅拌机 17. 垫板输入设备 18. 铺装机 19. 分离装置 20. 板坯平 21. 堆垛设备 22. 压机 23. 分板设备 24. 干燥机 25. 齐边机 26. 砂光机 27. 堆垛设备 28. 喂料料仓

镇江林机厂设计的盘式刨片机在大工业生产时也能保证刨花厚度为 $0.2\text{mm} \pm 0.05\text{mm}$ 。如果没有盘式刨片机,则使用刀轴式刨片机,这种刨片机在细心维护下,也能使刨花厚度达到 $0.25\text{mm} \pm 0.05\text{mm}$ 。刨片机日工作二班。

由于工艺损耗,在木膏比 $X = 0.3$ 时,木材需要量约为 1700kg/h (日工作21小时)。

在刨片机日工作16小时时,小时产量为 2200kg 。木材密度为 450kg/m^3 时,则每小时加工量为 5m^3 。

按镇江林机厂的说明,盘式刨片机加工 400mm 长的木段,所以原木在剥皮后需要截断并将木段送到盘式刨片机的进料装置中。

(2) 刨花分选

刨片后用分选机将刨花分成粗细两部分。分选出的粗刨花在打磨机中进一步粉碎。从经验数据知,刨片刨花中达80%是粗刨花,因此必须进行打磨和再次分选。

(3) 搅拌

为了保证石膏、刨花混合物中各种成分符合规定的比例,必须知道下列参数:刨花量、刨花含水率、缓凝剂量、加水量和熟石膏粉量。

定量设备可使用皮带秤、斗秤、定量螺旋等。各种成分在搅拌机中通过强烈搅拌得到充分混合。加入最后一种成分石膏后,在搅拌机中的停留时间应不超过30秒。当湿刨花和熟石膏一经混合,石膏即开始水化,这是一个十分重要的参数。混合物在运输设备上的停留时间应受限制,运输距离应尽量地短。刨花和熟石膏粉定量料仓的大小要与搅拌机的容积相匹配。搅拌完,混合料应从搅拌机中立即排出。

(4) 混合料的铺装和板坯称重

混合料用铺装机铺成板坯。为了得到比较均匀的板坯,铺装必须达到一定的精度。板的密度以及刨花与板面平行性是影响石膏刨花板强度性能的重要参数。

由铺装机将混合料铺到垫板上。在垫板

进入铺装机前先清洗干净;并涂上脱模剂。垫板材料必须保证能使用多年而不变形。石膏与水作用时有腐蚀性,所以垫板应是不锈钢材料,并要保证垫板的表面质量。只有这样,素板才易于从垫板上分离。此外,生产时要允许石膏刨花板的板长可在一定范围内变化。

在垫板长为 3200mm 时,铺一块板的周期约为20秒。在这20秒内,铺装重量必须逐块检查。在铺装板坯不正常时,将板坯材料送回铺装机或从生产线上取出。

(5) 成板

铺好的板坯必须堆积起来(图5)。由于堆板装置的原因,堆板每次总是二块板一起抓取和堆放。为此要求一预堆装置。板厚为 8mm 时,板垛最多堆积80块。使用一台上压式压机压板。当板垛压至规定距离后机械锁紧并拉出压机,直至石膏水化完毕。为了松开锁紧装置,框架再次进入压机。

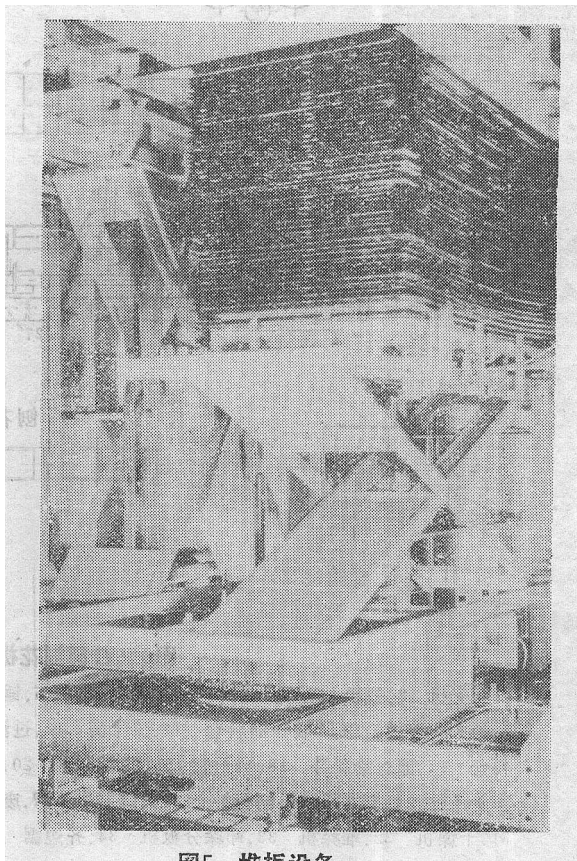


图5 堆板设备

若水化时间为120分钟，5付框架处于锁紧状态。此外在堆板和分板处各1付，共需7付框架。

分板装置分离垫板和石膏刨花板，垫板送往铺装工段，石膏刨花板送往干燥机，下框架送到堆垛处。

使用清扫机扫除垫板上的污物。板厚不同，需要的垫板数量不同。多余的垫板贮存起来。

(6) 将素板含水率干燥到2%

在终加工之前，将板的含水率从15%干燥到2%。在干燥时要注意控制干燥介质温

度，以免石膏脱水。干燥机分成预热、干燥和冷却三部分。为减少干燥机长度，干燥机为4层结构。

最后是齐边。齐边废料粉碎后送回到煅烧设备。

根据用途和板厚公差，确定是否要进行定厚砂光。在用单板或薄膜贴面时，通常要进行定厚砂光。

图6为石膏刨花板厂的平面布置。

四、质量控制和检测

厂内建立一个质量保证体系十分重要，因此在设计中对实验室进行规划，要设置专

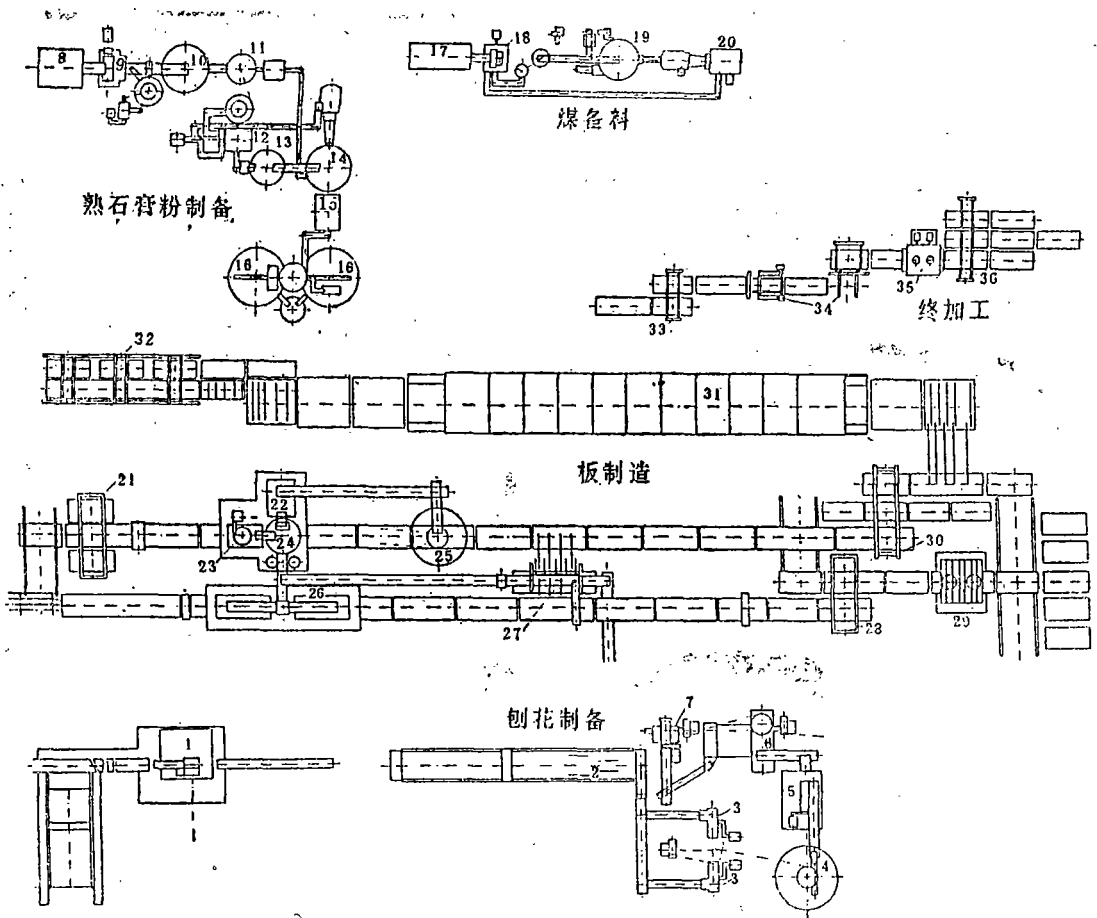


图6 石膏刨花板厂平面布置图

- 1.剥皮机 2.截机 3.盘式刨片机 4.刨花料仓 5.锤式打磨机 6.平面筛 7.筛环式打磨机 8.生石膏给料斗
- 9.颚式破碎机 10.石膏矿石料仓 11.烘干磨 12.过滤器 13.装料斗 14.石膏炒锅 15.均化仓 16.熟石膏料仓
- 17.原煤给料斗 18.烘干磨 19.煤粉料仓 20.热空气发生器 21.垫板存放架 22.刨花计量秤 23.熟石膏计量秤
- 24.搅拌机 25.刨花料仓 26.铺装机 27.废板还清除装置 28.堆垛机 29.压机 30.卸垛分板机
- 31.干燥机 32.堆垛机 33.卸垛分板机 34.齐边锯 35.带式砂光机 36.堆垛机

业机构, 人员要进行培训。要不间断地进行如下几方面检查:

1. 原料进厂检查

原料进厂检查, 包括目测和按标准分析、判断。由此得到的实际值是进行质量控制的基础资料, 据此分析产生废品原因和优化生产工艺, 从而达到质量控制的目的。

2. 中间产品的质量控制和生产监督

在生产过程中, 中间产品是下道工序的原材料, 因此也要进行质量检查。

此外, 通过对材料性能的分析, 不断地以实验数据对生产过程进行监督。用生产线

上的原材料, 模拟生产条件制作小试件, 以测定水化过程和板的湿强度。

3. 成品的质量保证

为了避免产生大量废品。必须对成品不断地实行质量检查。

五、结束语

WKI和CRIWI为该项目做了很多工作, 现已完成该项目的设计研究工作, 尽管要使项目实现还有许多工作要做, 但通过两所紧密合作, 最终一定能在中国生产出优质的石膏刨花板。

A process design of gypsum particleboard

L. Mehlhorn, V. Thole

(Fraunhofer-Institute for Wood Research, FRG)

Chen Shiying

(Inst. of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry)

Abstract

In connection with a bilateral project sponsored by BMFT "utilization of lignocellulose for the manufacture of board-type materials" between the Fraunhofer-Institute for Wood Research (WKI) and the Chinese Research Institute for Wood Industry (CRIWI), WKI took over amongst others the task to project a plant for the manufacture of gypsum-bonded particleboards according to the semi-dry process.

Basis on the assessment of the requirements of the raw material has been an extensive investigation on Chinese raw materials which has been carried out by a visiting scientist from the People's Republic of China during his activities in the WKI. The required capacities have been calculated based on the project data. The entire production plant can be divided into the following categories heat production, binder calcination and board manufacture. In accordance with the related basic operations are described the technology and the projected plant technique including the required measures for the quality assurance.

Keywords *Populus davidiana*; Gypsum; Gypsum-bonded particleboard