

脱硫石膏刨花板制造工艺的初步研究

龙玲， 陆熙娴
(中国林科院木材工业研究所, 北京 100091)

摘要: 脱硫石膏为燃煤电厂烟气脱硫处理的一种化学副产物。本文分析讨论了脱硫石膏的性能及其与木材刨花混合制造石膏刨花板的可行性,初步探讨了脱硫石膏刨花板的制造工艺。结果表明,脱硫石膏用于制造石膏刨花板完全可行,其性能优于天然石膏生产的石膏刨花板,这为我国脱硫石膏的应用开辟了新的途径;以木膏比 0.18生产的石膏刨花板材的各项性能均优于木膏比 0.22生产的板材。
关键词: 脱硫石膏;石膏刨花板;缓凝剂;木膏比
中图分类号: TS653.5 文献标识码: A 文章编号: 1001-8654(2000)02-0013-02

Preliminary Study on Desulpho-gypsum Particleboard

LONG Ling, LU Xi-xian
(Research Institute of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091)

Abstract Desulpho-gypsum originates from electric power plants that use flue-gas desulfurizer. This paper analyzed the character of desulpho-gypsum and discussed the feasibility and process of manufacturing desulpho-gypsum particleboard. The results showed that desulpho-gypsum could be used for producing gypsum particleboard (GPB) and the properties of GPB were better than that using nature gypsum. The performances of board with wood / gypsum (W / G) 0.18 were better than that with W / G 0.22.
Key words Desulpho-gypsum; Gypsum particleboard; Retarder; Wood /Gypsum (W /G) ratio

脱硫石膏,又称排烟脱硫石膏,是电厂采用湿式石灰石/石灰—石膏法烟气脱硫时产生的以 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 为主成分的化学副产石膏。国外对脱硫石膏的利用已较普遍,用脱硫石膏生产石膏刨花板也不乏先例。我国电厂因燃煤,每年向大气中排放的 SO_2 高达 1 000 万 t 以上,破坏生态环境,危及人类健康,并且是酸雨的罪魁祸首,烟气脱硫是目前控制 SO_2 排放量最有效和应用最广的技术。但烟气脱硫产生大量的脱硫石膏,由于其性能了解不够,致使脱硫石膏利用率不足 10%,每年有近百万吨的脱硫石膏堆放在露天。随着国家对环保的重视,脱硫石膏的数量将会迅猛增长,如不加以综合利用,将会造成二次污染。另外,脱硫石膏品位高,不需破碎磨粉工序,质优而价廉,可代替部分天然石膏使用,同时在很大程度上调整 and 均衡了石膏资源的分布格局。因此,开发利用脱硫石膏,具有广阔的发展前景和重大的社会意义^[1,2]。

收稿日期: 1999-11-17
作者简介: 龙玲 (1967-),女,中国林科院木材工业研究所助理研究员。

目前,部分脱硫石膏已用于生产建筑石膏、粉刷石膏、纸面石膏板、石膏空心板砌块、石膏空心条板及高性能石膏腻子等,但工艺和装备水平及经济效果尚低。本文将对经烧制的脱硫熟石膏的性能及其与木材刨花混合制造石膏刨花板的工艺进行初步研究,为我国脱硫石膏的应用开辟新的途径。

1 脱硫熟石膏性能分析

脱硫石膏来自太原第一发电厂,其化学成分与山西应城产的天然石膏相比见表 1。经北京市建筑材料科学研究院烧制成为脱硫熟石膏,颜色为淡黄色。

表 1 脱硫石膏与天然石膏化学成分对比 (%)^[2]

Tab. 1 Comparison of chemical component between desulpho-gypsum and nature gypsum										%
石膏种类	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	SO_3	结晶水	
脱硫石膏	3.26	1.90	0.97	31.93	-	0.09	0.15	40.09	16.64	
天然石膏	-	0.48	0.48	31.25	-	-	-	43.15	19.06	

1.1 石膏粉相分析

参照德国试验方法进行石膏粉相分析,见表 2
表 2 脱硫熟石膏相组成 (%)

Tab. 2 Composition of desulphate calcined gypsum %						
石膏种类	无水石膏 AIII	半水石膏 HH	无水石膏 AII	二水石膏 DH	不水化部分	结晶水
组成	3.8	83.2	2.6	1.7	8.7	5.7

1.2 脱硫熟石膏技术指标

脱硫熟石膏标准稠度、细度、松散容重和抗折强度根据 GB 9776-88建筑石膏标准检测。石膏初、终凝时间采用热电偶温度计测定,根据石膏水化放热曲线确定其初、终凝时间(表 3)。脱硫石膏颗粒较天然石膏细,采用 0.2 mm 筛网,筛余量为零。脱硫石膏抗折强度远优于国标 GB 9776-88对优等品的要求。

表 3 脱硫熟石膏技术指标						
Tab. 3 Properties of desulphate calcined gypsum						
石膏种类	细度 %	松散容重 g/L	标准稠度 %	初凝 min	终凝 min	抗折强度 M Pa
脱硫石膏	0	1025	58	9	31	3.99
天然石膏	≤ 5	-	-	≥ 6	≤ 30	≥ 2.5

1.3 缓凝剂对脱硫熟石膏的影响

本试验采用的缓凝剂为柠檬酸钠和复合缓凝剂。根据表 4,当初凝时间为 65和 80 min时,石膏体强度分别降低 4.8%和 15.8%,但仍优于国标 GB 9776-88对优等品的要求,说明所用缓凝剂与脱硫石膏的相适性较好。

表 4 缓凝剂对脱硫熟石膏的影响				
Tab. 4 Influence of retarder on desulphate calcined gypsum				
缓凝剂种类	加入量 %	初凝时间 min	终凝时间 min	抗折强度 M Pa
空白	—	9	31	3.99
柠檬酸钠	0.1	65	90	3.36
复合缓凝剂	0.04	80	115	3.80

2 脱硫熟石膏刨花板制造

2.1 试验材料

脱硫熟石膏;
杨木刨花 选用 > 1 mm, < 8 mm 筛网之间的刨花;
缓凝剂 柠檬酸钠,复合缓凝剂。

2.2 试验条件和方法

2.2.1 确定缓凝剂加入量 按木膏比 0.18 水膏比 0.4称取刨花和石膏,加入缓凝剂,根据缓凝时间确定合适的缓凝剂添加量。根据表 5,柠檬酸钠加入量为 0.08% ~ 0.09%,复合缓凝剂加入量为 0.03%时

表 5 缓凝剂加入量对石膏刨花板初、终凝时间的影响						
Tab. 5 Influence of retarder levels on setting time of gypsum particleboard						
项目	柠檬酸钠 %			复合缓凝剂 %		
	0.1	0.08	0.06	0.04	0.03	0.027
初凝时间 /min	126	86	66	170	100	66
终凝时间 /min	190	150	144	260	170	146

缓凝时间较为合适。

2.2.2 制板工艺参数

木膏比 0.18; 0.22
水膏比 0.40
缓凝剂加入量 柠檬酸钠 0.09% ,
复合缓凝剂 0.03%
密度 /(g·cm⁻³) 1.15
压板尺寸(长×宽×厚) /cm 36×34×1.2

其它制板工艺参数同普通石膏刨花板

2.2.3 检测板材的 MOR MOE IB 24 h 吸水厚度膨胀率 (TS)和吸水率,并根据板材性能分析脱硫熟石膏用于制造石膏刨花板的可行性。

2.2.4 分析木膏比、缓凝剂对脱硫熟石膏刨花板性能的影响。

3 结果与讨论

3.1 脱硫石膏性能

石膏刨花板对石膏原料的要求比其它石膏制品严格,正如德国比松公司对石膏粉提出的要求: HH > 75%, DH < 1%, AIII < 5%, AII < 2%, 不水化部分 < 18%。我国虽然石膏蕴藏量很高,但高品位石膏矿不多。山东苍山石膏刨花板厂和山西侯马石膏刨花板厂在投产初期都因石膏粉质量不稳定而影响产品质量,而为了获取高品位石膏粉又势必增加生产成本。脱硫石膏粉品位高,且其性能稳定,基本能满足要求(表 2)。丛刚等^[3]的研究表明,脱硫石膏粉颗粒细小,外观完整,水化后晶体为柱状,结晶结构紧密,致密的结晶结构网使水硬化体有较高的强度。本试验所用脱硫石膏抗折强度达 3.99 MPa,显著高于天然石膏优等品强度。

3.2 脱硫石膏刨花板的性能

脱硫石膏刨花板的性能见表 6。据表 6 结果,脱硫石膏刨花板各项性能都很好,其性能优于天然石膏生产的石膏刨花板。

3.3 木膏比的影响

根据表 6,以木膏比 0.18 生产的石膏刨花板各

转向而引起的干燥缺陷。

内裂不仅与后期的温度有关，与初期温度关系更为密切，初期干燥条件的控制是保证干燥质量的关键。表层最大拉伸应变点的含水率与木材初含水率关系非常重要，是制定干燥基准的重要依据之一。心层的拉伸应力与木材的内裂相关，当心层的拉伸应力超过木材横纹拉伸极限强度，木材将产生内裂。

从应变发展规律来看，心层在干燥初期产生压缩应变，并随干燥过程的进行而增加，到最大值后逐步减少，并转为拉伸应变状态。

木材内部的应力对干缩有影响，拉伸应力使木材的干缩率减少，压缩应力使木材的干缩率增加。因为在干燥过程中，表层在产生拉伸弹性应力的同时也产生拉伸残余变形，而内部产生压缩残余变形。

3 结论

1) 干燥初期尽管木材平均含水率高于 FSP ，但由于不均匀干缩的原因，表层要收缩而受到内部各层的拉伸使表层处于拉伸应变状态。随着干燥的进行，当含水率在 FSP 左右，出现最大拉伸应变，以后应变由拉伸向压缩转变，并在干燥结束时出现最

大压缩弹性应变。

2) 当木材内部含水率高于 FSP 时，木材处于压缩应变状态，只有当其含水率低于 FSP 时才会由压缩状态转变为拉伸状态，并且在出现这种转变后，木材会出现内裂或皱缩现象。

3) 从应变发展规律来看，心层在干燥初期产生压缩应变，并随干燥过程的进行而增加，心层压缩应变的极值点总是落后于表层拉伸应变的极值点。

参考文献:

[1] 李维拮. 木材弹性及木材干燥应力, II. 木材干燥应力 [J]. 南京林产工业学院学报, 1982, 4: 73~ 79.

[2] 周宝华. 木材干燥过程中内应力的初步研究 [J]. 南京林产工业学院学报, 1982, 2: 76~ 89.

[3] 刘应安. 木材干燥应力测试的一种新方法 [J]. 林业科技开发, 1991, 1: 32~ 33.

[4] 廖元强. 测定成材应力的新方法 [J]. 林业科技开发, 1989, 1: 12~ 14.

[5] 刁秀明, 等. 阔叶材干燥应力的研究 - 温度对干燥应力的影响 [J]. 林产工业, 1994, 19(2): 37~ 41.

[6] 常建民. 木材干燥应力测试技术现状及展望 [J]. 世界林业研究, 1997, 6: 33~ 37.

(上接第 14 页)

表 6 脱硫石膏刨花板的性能

Tab. 6 Properties of desulpho-gypsum particleboard						
缓凝剂	木膏比	MOR M Pa	MOE M Pa	IB M Pa	TS(24 h) %	吸水率 (24 h)%
柠檬酸钠	0.18	12.7	4826	0.75	1.16	24.5
复合缓凝剂	0.18	12.1	4591	0.59	1.47	24.8
柠檬酸钠	0.22	10.8	3174	0.47	3.82	31.2
复合缓凝剂	0.22	10.0	3034	0.32	3.25	31.8
天然石膏刨花板*	-	≥ 7.0	≥ 2200	≥ 0.35	≤ 2.5 (2h)	-

* 石膏刨花板企业标准 Q/CSJC 601-1996

项性能均优于木膏比 0.22 的板材。后者板材的厚度反弹率较大,使板材密度降低,从而使强度降低。另外,木膏比增大,木刨花比例增加,从而使板材吸水性增强,TS 增大。

3.4 缓凝剂的影响

本试验条件下,两种缓凝剂对板的 MOR、MOE、TS 和吸水率的影响程度无明显差别,但对 IB 影响差异较显著。使用复合缓凝剂时板材的 IB 降低较多。

4 结论

1) 利用脱硫熟石膏制造石膏刨花板是完全可行的。脱硫石膏品位高,性能稳定,制成的石膏刨花板,其性能优于天然石膏生产的石膏刨花板。

2) 以木膏比 0.18 生产的石膏刨花板各项性能均优于木膏比 0.22 的板材。

3) 在本试验条件下,柠檬酸钠和复合缓凝剂对 IB 的影响差异较显著,复合缓凝剂使 IB 降低较大,但两种缓凝剂对其他性能的影响程度无明显差别。

参考文献:

[1] 李传炽. 烟气脱硫技术及脱硫石膏的应用 [J]. 新型建筑材料, 1999, 9: 44~ 46.

[2] 卫生. 烟气脱硫石膏性能及其在建材工业中综合利用的研究 [C]. 石膏与石膏制品论文集, 1999.

[3] 丛钢, 等. 脱硫石膏性能研究 [J]. 新型建筑材料, 1997, 12: 10~ 12.

勘误

本刊 2000 年第一期中错误更正如下:
P42 页中栏倒 21 行“建湖轻型通开机械厂”应为“建湖通用机械厂”
P44 页正 18 行“界龙大楼 804~ 850 室”应为“804~ 805 室”