重晶石尾矿泥烧结空心砖和自保温砌块生产线设计实践*

童 俊 贺 勇 高遇事 （贵州省建材科研设计院，贵州 贵阳 550007）

摘要：贵州省重晶石含量丰富，开采洗选过程中，产生大量的重晶石尾矿泥，其化学成分满足烧结砖生产工艺要求。采用重晶石尾矿泥生产烧结空心砖和保温砌块，工艺设计中，采用单层干燥、二次码坯、自动化上下架的工艺。

关键词：重晶石尾矿泥；单层干燥工艺

中图分类号：TU522.09 文献标识码：A 文章编号：1001-6945(2014)06-0029-04

Design of fired hollow barite tailings mud brick and thermal insulation block production lines

TONG Jun HE Yong GAO Yu-shi

Abstract: Guizhou province is rich in barite. A lot of barite tailings mud are produced during mining and washing. Its chemical composition meets the requirements of production process of fired brick. Due to tailings mud has good plasticity and high moisture content, the process adopts the single-layer drying, twice setting and automation loading -unloading process.

Key Words: barite tailings mud, single layer drying process

1 前言

贵州省某矿业公司，年产重晶石约50万t，在重晶石开采洗选过程中，每年产生重晶石尾矿泥达到30多万t，对环境造成不利影响。对此，贵州省建材科研设计院与矿业公司通力合作，通过对国家产业政策、市场需求和技术方案的分析，确定采用尾矿泥为主要原料，单层干燥、二次码坯、自动化上下架和吊平顶隧道窑烧成的工艺设计，建设一条年产5 000万块（折普通砖）重晶石尾矿泥烧结空心砖和保温砌块生产线。

生产线全部采用国产制砖设备，其中，选择齿辊式粗碎机处理重晶石尾矿泥、颚式破碎机+锤式破碎机+筛分处理页岩及煤渣、双轴搅拌机+强力挤出搅拌机处理混合料的原料处理方式，配备自动化可逆布料机的大型陈化库，以1台JKB55/50-4.0双级真空挤出机硬塑挤出为主力机型，装备自动化编组的切码运坯机组，选用配套自动化上下架系统的大型室式干燥室，焙烧设备选择1条3.6 m×130.5 m×1.85 m中断面吊平顶隧道窑，使这条生产线的生产能力、技术水平和经济指标均达到国内一流水平。

利用重晶石具有吸收X射线的性能，用重晶石尾矿泥烧制烧结空心砖、自保温砌块，用以建造科研、医院防X射线的建筑物是本项目除实现工业废弃物综合利用外的又一亮点。

2 原料

重晶石尾矿泥是沉积型重晶石矿采矿过程中浮选工艺浮选出的尾矿料。目前国内浮选法重晶石尾矿一般采取堆存的方式进行处理。本项目针对浮选法重晶石尾矿原料高塑性、高干燥敏感性系数、高干燥和烧成收缩的特点和烧结墙体材料工业生产销售半径的特点，选择原产地硬质页岩、煤渣作为改性原料。通过添加改性原料改善压滤后的高含水率浮选法重晶石尾矿的物理理化性能，使得浮选法重晶石尾矿配合料的各项工艺指数可满足烧结墙体材料领域

*基金项目：黔科合SY字【2013】3077号

应用的要求。浮选法重晶石尾矿掺入量在30 %～70 %之间时，塑性指数达到塑性挤出成型7～17的要求，干燥收缩3 %～8 %和烧成收缩2 %～5 %，均能满足工业化生产的需要，力学强度满足烧结墙体材料10 MPa的要求。而且工艺简单，成本较低。制备的烧结墙体材料，烧结后制品强度高。本设计具有生产工艺简单、浮选法重晶石尾矿掺入量高、浮选法重晶石尾矿无需干燥等优点。

除了化学成分应当符合制砖原料的要求以外，还应当注意不要采用高硫煤渣，SO_2含量小于1 %为宜，避免今后产生严重的泛霜危害。此外，煤渣的发热量、塑性指数都应当符合生产工艺的要求，达不到要求时，通常采取搭配使用的方法来调整解决。

表1是重晶石尾矿泥化学成分。

表1　重晶石尾矿泥化学分析/%

原料/%	Loss	SiO_2	Fe_2O_3	Al_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	Σ
重晶石尾矿	10.38	38.60	12.61	21.98	0.83	1.84	1.79	0.18	88.21

3　生产工艺

3.1　产品纲领及生产规模

产品名称：重晶石尾矿泥烧结空心砖、自保温砌块。

产品规格：240 mm×115 mm×53 mm多孔砖；240 mm×190 mm×90 mm空心砖；240 mm×190 mm×115 mm空心砖；190 mm×190 mm×90 mm空心砖等规格。

生产规模：年产量5000万块(折合普通砖)。

3.2　物料平衡

考虑到大多数重晶石尾矿泥含水率偏高的实际情况，原料配合比采取50 %重晶石尾矿泥+35 %页岩+15 %煤渣，产品以普通砖为计算基准计算，每万块砖物料消耗指标为22 m^3/万块。由此计算物料平衡结果见表2。

表2　物料平衡结果表

项目	单位	料耗指标(万块砖)	物料量 年	天	时	备注
成品	万块		5000	15.15	0.63	干燥+烧成成品率：95 %；成型及切条切坯成品率：98 %。
	万块(成型)		5370	16.27	0.68	
	m^3(成型)	22	118140	358	14.92	
重晶石尾矿泥	t		191977.5	581.75	24.24	容重：3.25 t/m^3
	m^3		59070	179	7.46	
页岩	t		49618.8	150.36	6.27	容重：1.2 t/m^3
	m^3		41349	125.3	5.22	
煤渣	t		14176.8	42.96	1.79	容重：0.8 t/m^3
	m^3		17721	53.7	2.24	

说明：以上数据均按普通砖计算，年工作日按330 d计算。

3.3　原料处理

原料处理采用齿辊式粗碎机处理重晶石尾矿泥、颚式破碎机+锤式破碎机+筛分处理煤渣及页岩、双轴搅拌机+强力挤出搅拌机处理混合料的原料处理方式，配备自动化可逆布料机的大型陈化库、强力搅拌机组成的强化加工方法。电磁振动筛孔径为2 mm，可确保煤渣和页岩被破碎以后的粒度小于2 mm。处理过后的粉料与齿辊后的重晶石尾矿泥搅拌后送进机械化陈化库内困存72 h，使原料的物理性能改善、混合均匀，从而满足生产烧结空心砖的质量要求。

3.4　成型及码坯

按照“二次码烧”的要求，为保证砖坯强度，选择国内开发成功的JKB55/50-4.0高压力双级真空硬塑挤出机成型。实践证明性能可靠、质量稳定。国产的高压力挤出机其性能完全能够满足本项目的要求。

国产的切码运系统和自动码坯机组，虽然能够生产的制造厂家不多，但从实际使用情况看，均能够满足我们的设计要求。

3.5　干燥与焙烧

砖坯的干燥码放在托板上完成，焙烧在窑车上完成，隧道窑余热为干燥室提供干燥热源，热量不足时由备用热风炉补足热风，干燥室装备涡流搅拌技术，可保证干燥室内各断面上的温度保持均匀，确保砖坯的干燥质量。隧道窑采用我院设计的3.6 m×130.5 m×1.85 m中断面吊平顶隧道窑，隧道窑设有温度调节系统、压力平衡系统、空气搅拌、余热利用设施、烟气净化等先进手段，是目前国内最先进的烧砖隧道窑之一。

3.6　工艺流程

工艺流程见图1。

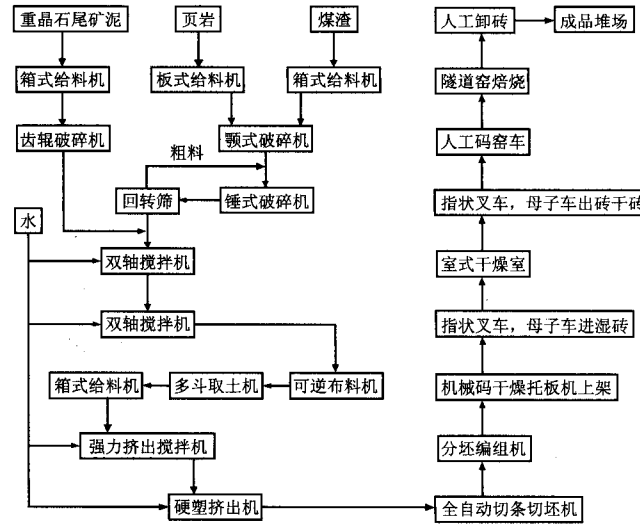


图1　工艺流程

3.7 工艺特点

3.7.1 原料处理精细

重晶石尾矿泥用压滤机分离过滤，煤渣和页岩采用颚式破碎机+锤式破碎机处理，并且由电磁振动筛控制粒度，原料的细度得到充分保证，从而在源头上确保了产品的质量，随后的两次搅拌和陈化库处理，进一步提高了混合料的性能，为提高产品的质量奠定了坚实的基础。

3.7.2 陈化库功能多用

陈化库采用移动可逆皮带上端布料、液压多斗取土机下部出料的方式，简单实用，投资比较节省。陈化处理后的物料，其物理性能和均匀性能得到较大提高，适应不同空心砖的生产需要，还可以根据生产要求灵活配料，调整生产节拍，为稳定生产创造了条件。

3.7.3 砖坯成型质量好

双级真空挤出机采用国产化的新型JKB55/50-4.0双级真空挤出机，挤出压力达到4.0 MPa，该设备挤出压力大、挤出速度快、产量高，在国内废渣综合利用砖厂中被广泛采用，是生产烧结废渣空心砖的关键设备。

3.7.4 自动化程度高

本生产线的切码运系统、干燥室与隧道窑的运转系统以及热工控制系统，均可以实现电子计算机自动化控制。其中，湿坯编组、指状叉车、自动上下架、单层干燥的自动化较为关键。湿坯通过编组皮带机，自动码放上钢制托板后依次进入升扳机，由指状叉车转送到大型室式干燥室。经一段时间干燥后，再由指状叉车从干燥室内取出托板，送入降扳机经输送机托板上干坯由机械夹具送入编组皮带机。坯板分离，托板输送返回备用，干坯机械手码窑车。室式干燥室工作系统由隧道窑引风机、轴流风机、干燥室引风机、管道及闸阀、干燥室密闭门、干燥室窑体、测温仪表构成。外部系统由托板、指状叉车、摆渡车、上下架系统、托板转运、托板输送构成。室式干燥室结构采用一端进湿坯，一端出干坯的工作方式，进出端采用密闭门密封。生产过程的自动化大大降低了劳动强度、提高了生产效率。

3.7.5 干燥技术先进可靠

均匀布风、控制流速、减少温度上下分层，是提高干燥效率和成品率的最有效的手段。“涡流发生器”空气搅拌技术，保证了干燥室内的气流达到最佳的状态，有效地提高了干燥效率。

4 主要生产设备

4.1 干燥室

干燥是本项目最关键的技术之一，针对重晶石尾矿泥烧结自保温砌块及多孔砖半成品的特点，为了保证干燥过程的平稳、均衡，实现干燥效率高、干燥质量好的目标，干燥采用了大型室式干燥室系统，湿砖坯码放在托板上，实现砖坯的单层干燥。干燥室采用顶进风方式，使砖坯与干燥介质湿热交换良好，砖坯收缩均匀，可在保证质量的前提下实现快速干燥。

室式干燥室由我院与贵州省建新南海机械科技有限公司合作研制开发，国内独创先进技术。干燥室采用装配式烧成隧道窑的余热，由风机抽取焙烧隧道窑内低温度段的热空气作为干燥热源，从干燥室顶部送入，既有纵向气体流动，又有周向气体循环，因此使干燥室通道内空气温度、湿度得以保持均匀。

干燥室技术参数见表3。

表3 室式干燥室技术参数

序号	名称	单位	技术参数	备注
1	室式干燥室外形	m	30×26×5	长×宽×高
	室式干燥室	条	12	
2	干燥室道通道尺寸	m	30×1.87×4.3	长×宽×高
3	每道码放托板层数	层	12	
4	每道容坯数量	块	14500	KP1型砖
5	干坯日产量	万块	14.0	KP1型砖
6	干燥室热风温度	℃	100～150	
7	排潮温度	℃	40～45	
8	砖坯残余含水率	%	<5%	
9	干燥周期	h	25	
10	干燥合格率	%	100	
11	干燥热源		隧道窑余热+热风炉	

隧道窑余热烟气用引风机送到干燥室加以利用，经过与坯体湿热交换的烟气经排潮风机，脱硫净化处理达标后，由烟囱排入大气。

4.2 隧道窑

焙烧设备采用一条3.6 m×130.5 m×1.85 m中断面吊平顶隧道窑，每条可满足5 000万块以上的年产量。全窑划分为干燥预热带、焙烧保温带和冷却带。该窑炉具有排潮系统、烟热系统、窑温急冷调节系统、余热利用系统、送风系统，车底风冷却平衡系统及窑顶投煤系统，可灵活调节隧道窑的焙烧制度，确保成品砖质量。焙烧所需燃料全部由煤渣所含热值带入，不需要另外添加燃料。隧道窑主要技术参数详见表4。

表4 隧道窑主要技术性能参数表

序号	名称	单位	参数
1	窑总长	m	130.5
2	有效宽度	m	3.6
3	有效高度	m	1.85
4	配套窑车	m	3.6×3.6×0.84
5	生产能力	块/d	129600(折普通砖)
6	烧成温度	℃	~1100
7	烧成周期	h	36
8	烧成合格率	%	97

5 技术经济分析

5.1 总投资估算

投资估算结果汇总于表5。

表5 投资估算表/万元

序号	费用名称	金额(万元)	占建设投资/%
1	建筑工程费	530.00	22.4
2	设备购置费	1498.92	63.35
3	安装及运杂费	119.59	5.05
4	其他费用	217.68	9.20
	合计	2366.19	100

注:①设备购置费中已经包括了干燥室和隧道窑的造价。②其他工程费中包含:建设期贷款利息、建设期管理费、勘察设计费、铺底流动资金、员工培训费和联合试车费等多项费用。

5.2 经济分析

5.2.1 基本参数

砖价平均按2 800元/万块(折普通砖)计算,原燃材料的进厂价格根据贵州省的数据参考计算。增值税投产之后五年全免;所得税投产后的前五年免税,第6年以后按利润的25 %计算。固定资产投资方向调节税根据国家有关优惠政策按零税率计算。固定资产折旧综合按15年计算,残值率为5 %。财务基准收益率取值12 %。

5.2.2 计算结果

经济评价计算结果汇总于表6。

表6 经济评价指标汇总表

序号	指标名称	单位	指标值	备注
1	投资利润率	%	23.30	
2	投资利税率	%	23.95	
3	全部投资回收期(税前)	年	4.45	
4	财务内部收益率	%	24.89	
5	全部投资回收期(税后)	年	4.80	
6	盈亏平衡点:	%	51.26	按产量计算
7	年平均销售收入		1646.40	
8	年平均总成本费用		1039.58	
9	年平均利润总额		590.36	
10	年平均所得税		102.90	
11	年平均税后利润		487.46	

5.2.3 经济评价的说明

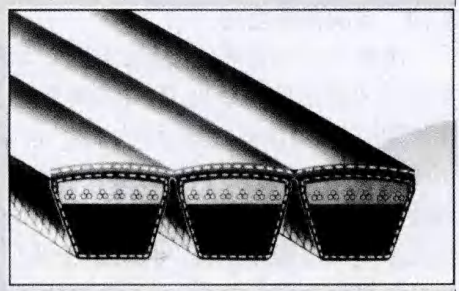
从表6的数据看出,本生产线的税前和税后财务内部收益率均高于行业基准收益率,投资回收期低于行业基准投资回收期,表明该项目具有良好的资金回收能力和清偿债务能力。

6 结束语

当前,随着资源综合利用与墙体材料革新工作的深入开展,重晶石尾矿泥及煤矸石的综合利用越来越受到人们的关注,利用重晶石尾矿泥及煤矸石生产烧结砖是国家大力推广的节能环保项目,本文介绍的生产工艺和生产技术是以重晶石尾矿泥为原料采用单层干燥、二次码坯、自动化上下架等工艺生产烧结空心砖和保温砌块的技术方案,是国内先进的砖瓦技术在重晶石尾矿泥综合利用上的首次成功实践,代表了国内先进的生产技术。

收稿日期:2014-05-04

无锡力德橡胶制品有限公司



我公司主要产品:窄V带(SP系列:3V、5V、8V)以及窄V联组带、气膜、离合器摩擦片、环形输送带及多种异型胶带。产品有完善的检测手段,生产设备配套先进,技术力量雄厚,检测精良,接近国内先进水平。内部骨架材料全部采用聚酯线绳,其特点抗张强度力、伸长小、使用寿命长。

由于产品采用先进工艺、合理的结构设计、优良的材料,产品各项技术性能接近或达到国外同类产品水平。产品畅销全国各地,受到砖机行业配套单位、使用客户一致好评。

特点:配合稳定,受力均匀。无抖动、拍击和翻带。能适应带轮槽几何形状与尺寸误差的变化,具有耐热、耐油的性能。

地　址:无锡市滨湖区胡埭镇谢陆路8号
法　人:沈光灏　(0)13706198816
电　话:0510-85592926　85592611
邮　编:214161　　**传　真**:0510-85597649
业务联系人:张正成　(0)13706195168