



中国建筑卫生陶瓷协会

CHINA BUILDING CERAMIC & SANITARYWARE ASSOCIATION

建筑卫生陶瓷行业 节能减碳技术装备推荐目录

2024年3月

前 言

为推动建筑卫生陶瓷行业能效提升、技术进步和升级，助力行业实现碳达峰、碳中和，引导建筑卫生陶瓷企业采用更加节能、低碳、环保的生产方式，促进陶瓷企业节能减碳、降本增效，中国建筑卫生陶瓷协会组织编制了《建筑卫生陶瓷行业节能减碳技术装备推荐目录》。

该目录从产品和能源两个维度、按建筑卫生陶瓷生产工艺流程顺序进行编制。从陶瓷产品考虑的主要节能减碳措施如陶瓷砖/板薄型化、卫生陶瓷轻量化，以及低温烧结的配方技术等；从能源角度考虑节能减碳措施，主要有节能减排、提高能效、低碳能源替代等三个方面。

具体内容如下。

建筑陶瓷领域

序号	技术名称	技术简介	整线节能率/ 减碳	备注
1	陶瓷砖薄型化	通过改进生产工艺和配方，减小陶瓷砖的厚度，以实现更轻、更薄、更节省资源的产品设计和生产。这种薄型化的趋势与建筑行业对环保和可持续发展的要求及节能降碳发展方向相一致。	20%	推广应用
2	原料标准化	陶瓷原料标准化的问题一直是困扰全行业的瓶颈问题。陶瓷原料实现标准化系列化对我国陶瓷产业具有重大意义，建筑卫生陶瓷原料标准化更加迫切。 陶瓷原料标准化，包括单一原料的标准化和坯料标准化，使其化学成分、矿物组成、颗粒组成相对稳定，可以显著降低陶瓷产品质量的波动，实现生产工艺的稳定控制，是重大的节能减排和环保措施。	1%	研究攻关
3	新型低温烧结材料及配方技术	基于新型晶核技术以及新型合成熔剂的研究，起到提高强度韧性硬度等物化性能的同时，降低烧结温度的作用。对于提高材料的物化性能并降低烧结温度具有重要意义。该技术的应用有助于促进产业升级、降低能源消耗、减少环境污染等方面的问题。	3.0%	研究攻关
4	连续球磨	连续球磨系统首先针对不同的物料情况，在进球磨机之前进行原料预处理，调整原料的易磨性，使得进入球磨机的原料的易磨性相似，促使当一种原料球磨达到细度要求时，其他的原料也能达到细度要求，这避免了能耗的损失。 通过把传统间歇式球磨封闭式混合研磨的方式，改为开放式分段研磨的方法，针对不同阶段物料的易磨程度进行不同的球石配比，大大的提高了球石的球磨效率，从而使得能耗大为降低。	0.5%	推广应用

序号	技术名称	技术简介	整线节能率/ 减碳	备注
5	泥浆加热技术	<p>陶瓷坯体原料经过球磨机研磨成泥浆，然后依次通过地下浆池，均化浆池、过筛、除铁等工序，到达喷雾塔前泥浆伺服罐，伺服罐内常温泥浆通过泥浆泵打到热水和泥浆液/液型热能换热器。同时经过窑炉尾冷段的余热液/气型换热器将温度升高的热水（90℃以上）进入热水和泥浆液/液型热交换器。热水和常温泥浆通过逆向流动的方式进行热交换，使泥浆温度升高（70℃以上）。随后，泥浆通过泥浆泵打到喷雾干燥塔进行造粒。而进行热交换后温度降低的热水通过回水管路，再次进入窑炉尾冷段余热液/气型换热器系统进行循环加热。完成热能循环利用，提高泥浆温度及泥浆流动性，提高能源利用效率，增大产能，实现节能降耗。</p>	1%	推广应用
6	湿法集成制粉及低品位余热利用系统	<p>本工艺可替代喷雾制粉工艺。浆料制备过程与传统湿法喷雾制粉相同，之后采用压滤脱水技术，含水率高的浆料经物理脱水成含水量 16~18%的泥饼，用物理方法快速排除泥浆水份。泥饼破碎成小泥块，再利用窑炉的低温余热烘干、机械破碎、优化造粒后得到满足压制成型要求的粉料。</p> <p>本工艺通过物理脱水，降低了蒸发水量，降低能耗，并循环利用水资源；利用窑炉低温余热烘干，进一步降低能耗，从而达到节能减排。</p> <p>主要流程：配料→球磨制浆→浆料均化→高压真空脱水→余热低温干燥→物理造粒优化→陈腐待用。</p> <p>节能减碳指标（与喷雾塔制粉工艺相比）：制粉环节的能耗降低 80~90%，同步减少制粉阶段 80%以上污染物排放。</p>	15%	推广应用

序号	技术名称	技术简介	整线节能率/ 减碳	备注
7	干法制粉	<p>目前，我国建筑陶瓷生产大部分采用湿法制粉技术，建陶生产过程中能耗高、排放量大,每吨陶瓷干粉料消耗电能约 58~80kWh。采用干法制粉工艺取代传统湿法制粉工艺，工艺简单连续，生产效率相对较高，由于减少了造粒喷雾塔环节，可直接节约用水 70% 以上，从而减少了蒸发水所消耗的电量 and 燃料，降低了生产过程中的碳排放。同时，整个粉料的生产过程配备有全过程封闭自动化系统，从而减少了电耗，燃料用量及废气和粉尘排放量也大幅下降。</p> <p>干法制粉工艺及装备包括：原料配混系统、研磨选粉系统、粉料筛分除杂系统、造粒系统、流化干燥系统等设备制成合格的粉料颗粒。通过替代原有的湿法工艺，省去了喷雾干燥塔，降低了能源消耗与碳排放。陶瓷墙地砖干法制粉工艺及装备技术的研发，对实现建陶工业的绿色制造，加快产业升级，降低碳排放量、实现行业可持续发展具有重要的意义。原料干法制粉技术已列入《国家工业节能技术装备推荐目录（2022）》。</p>	20%	推广应用
8	喷雾干燥塔段天然气 热电联产供能	<p>本工艺替代喷雾制粉工艺中的燃煤（燃气）热风炉。现阶段大部分企业喷雾制粉环节采燃煤热风炉，产生高温热风，用于对泥浆进行烘干生产粉料。采用天然气热电联产技术对喷雾干燥塔的热风炉进行升级替代，将燃煤改为清洁能源天然气，天然气经高效燃气轮机发电，发电后所产生的高温烟气污染物含量远低于环保标准，温度和干燥塔所需温度一致，可直接送入喷雾干燥塔对粉料进行干燥，从而实现一次能源的梯级利用，可有效降低企业喷雾制粉环节生产能耗 20%以上，同时减少二氧化碳排放 40%以上（对比烧燃气）。</p>	4%	推广应用

序号	技术名称	技术简介	整线节能率/ 减碳	备注
9	节能涂料	远红外高辐射节能涂料又称黑体辐射节能涂料，高温辐射涂料，是由航空发动机工业衍生出的新型节能产品，利用材料的高吸收、高蓄热、高辐射、高放热的特点强化辐射换热，提高窑炉效率；该技术通过增加基体表面黑度，形成高发射率辐射层，从而减少热量流失，达到炉窑节能效果。涂层可改变传热区内热辐射的波谱分布，将热源发出的间断式波谱转变成连续波谱，从而促进被加热物体吸收热量，强化了炉内热交换过程，提高了窑炉能源利用率。目前在梭式窑上试验，节能效果明显。	2%	推广应用
10	电烧窑炉	电窑全部采用电能加热，不使用燃料，从而避免窑炉因燃料燃烧产生的烟气排放。电加热辊道炉可突破传统辊道窑高温多层烧成的技术瓶颈，“气改电”技术的应用可从根本上改变传统辊道窑对燃气的依赖性，因无需助燃空气，烟气量下降 80%以上，理论上烧成能耗减少 40%左右，节能明显。	25%	研究攻关
11	烟气余热回收	陶瓷经高温烧成，燃烧烟气排出的温度超过 250℃（不配冷风降温会更高），这样将造成大量热损失。烟气中含硫、粉尘等污染物，如果直接使用，则会腐蚀设备、污染环境。采用传统烟气换热器，存在换热管易被腐蚀、灰尘易堵塞、换热效率低下等问题。目前板式换热器适合陶瓷窑炉使用。换热后，烟气温度可以从 250℃降到 150℃以下，而常温的干净空气可以加热到 200℃以上，并用于窑炉燃烧助燃、粉料干燥或坯体干燥等，达到节能减排的目的。	5%	推广应用
12	分布式太阳能发电	分布式光伏发电对优化能源结构、推动节能减排、实现经济可持续发展具有重要意义。随着光伏技术的应用越来越成熟，建筑卫生陶瓷工业厂房安装太阳能发电设备成为可能。光伏发电可以优化企业耗能结构，让企业使用清洁能源生产，大幅度降低碳排放。	2%	推广应用

序号	技术名称	技术简介	整线节能率/ 减碳	备注
13	生物质燃料	<p>生物燃料泛指由生物质组成或萃取的固体、液体或气体燃料，作为可替代传统化石燃料的一种能源形式，具有一定的优势。首先，生物质燃料是可再生能源，基于植物或动物废弃物的再生周期，可以有效减少对有限化石燃料资源的依赖。其次，生物质燃料的燃烧过程中产生的二氧化碳排放量相对较低，而且植物在生长过程中吸收的二氧化碳可以平衡其排放，使得生物质燃料的净碳排放很低，对缓解气候变化具有一定意义。</p> <p>生物质能发电、制气及微颗粒固体燃料应用都是陶瓷行业新能源应用的途径。</p>	减碳	研究攻关
14	生物质能喷雾干燥	<p>生物质能源是一种清洁可再生的能源。我国的生物质燃料是以秸秆、稻草、稻壳花生壳、玉米芯、油茶壳、棉籽壳、棉秆等以及“三剩物”类生物质为原料经过加工而成的块状环保新能源。生物质颗粒的直径一般为 6-10 毫米。采用生物质燃料沸腾炉为喷雾干燥塔提供洁净热风，可以解决现有热风炉改烧生物质燃料，不能充分燃烧以及燃烧后含有较多杂质的问题。</p>	减碳	推广应用
15	其他工序综合节能技术	<p>余热发电、富氧燃烧、高效保温材料等。</p>		

卫生陶瓷领域

序号	技术名称	技术简介	整线节能率/ 减碳	备注
1	卫陶轻量化	<p>卫生陶瓷产品结构复杂、体积大、厚重，因此其质量大，故在生产中消耗的原辅材料多，消耗的能源也多。生产管理中，提高产品质量率，降低不良品损失，减少材料的耗用（减薄、减重、小体量），显得尤为重要。卫生陶瓷薄型化、轻量化，包含三层含义：一是整体减薄、减重量；二是减体积，生产小体量产品；三是坯体局部减薄。</p>	10%	推广应用
2	原料标准化	<p>陶瓷原料标准化的问题一直是困扰全行业的瓶颈问题。陶瓷原料实现标准化系列化对我国陶瓷产业具有重大意义，建筑卫生陶瓷原料标准化更加迫切。</p> <p>陶瓷原料标准化，包括单一原料的标准化和坯料标准化，使其化学成分、矿物组成、颗粒组成相对稳定，可以显著降低陶瓷产品质量的波动，实现生产工艺的稳定控制，是重大的节能减排和环保措施。</p>	1%	推广应用
3	新型低温烧结材料及配方	<p>基于新型晶核技术以及新型合成熔剂的研究，起到提高强度韧性硬度等物化性能的同时，降低烧结温度的作用。对于提高材料的物化性能并降低烧结温度具有重要意义。该技术的应用有助于促进产业升级、降低能源消耗、减少环境污染等方面的问题。</p>	2%	研究攻关
4	连续球磨或搅拌化浆调配技术	<p>连续球磨系统首先针对不同的物料情况，在进球磨机之前进行原料预处理，改善原料的易磨性，使得进入球磨机的原料的易磨性相似，促使当一种原料球磨达到细度要求时，其他的原料也能达到细度要求，这避免了能耗的损失。</p> <p>卫生陶瓷还可使用高速化浆设备，将粘土原料及高粉碎细粉原料搅拌调合的方法制备泥浆，从而使得能耗大为降低。</p>	0.5 %	研究攻关

序号	技术名称	技术简介	整线节能率/ 减碳	备注
5	高压注浆成形	<p>卫生陶瓷可采用高压注浆成形技术，使卫生陶瓷成形次数由一天一次提高到 10~30 分钟一次，模具寿命达 2 万次以上，将传统石膏模依靠毛细管力吸水成形机理改为多孔塑料模压滤排水机理，可以全天 24 小时连续注浆，不需要干燥模具，减少加热工作环境所需的热能。</p>	6%	推广应用
6	中低压快排水工艺	<p>中低压快排水成形技术是利用传统的石膏模或加强型石膏模，增加导水管路，通过压缩空气压力将石膏吃浆水分快速排出，使模具能够连续注浆作业。中低压快排水技术结合自动化的脱模生产线，非常适合多品种小批量的生产模式，提高卫生陶瓷行业技术升级改造水平。</p> <p>中低压快排水可提高生产效率。由于增加了脱水的功能，可以实现 24 小时连续生产，注浆数达到 6~12 次/天。连续注浆的模型不需要干燥，大量减少能源的消耗，还解决了传统卫生陶瓷企业成形车间高温、高粉尘的难题，为工人创造了良好的作业环境。</p>	4%	推广应用
7	微波干燥	<p>微波干燥技术在卫生陶瓷领域的产业化应用是我国在全球范围的首创，不仅解决了大型微波设备的安全使用问题，还利用窑炉余热，解决干燥合格率的同时完成连续不间断工作的研发，达到自动化、清洁生产与节能减排的作用，第一条线在 2018 年应用，结束了国内 20 多年的卫生陶瓷能否使用微波干燥的争论，也为未来使用清洁能源打下技术基础，也为卫生陶瓷完成整线自动化实现智能制造打下基础，需要行业大力推广。</p> <p>微波干燥技术是卫生洁具从半机械化非连续生产走向连续化流水线，进而全面自动化、智能化生产的必由之路。微波连续干燥线，把原来的干燥时间从三天以上缩短到一天时间，在大幅降低干燥电耗和时间方面成果显著。</p>	5%	推广应用

序号	技术名称	技术简介	整线节能率/ 减碳	备注
8	节能涂料	远红外高辐射节能涂料又称黑体辐射节能涂料，高温辐射涂料，是由航空发动机工业衍生出的新型节能产品，利用材料的高吸收、高蓄热、高辐射、高放热的特点强化辐射换热，提高窑炉效率；该技术通过增加基体表面黑度，形成高发射率辐射层，从而减少热量流失，达到炉窑节能效果。涂层可改变传热区内热辐射的波谱分布，将热源发出的间断式波谱转变成连续波谱，从而促进被加热物体吸收热量，强化了炉内热交换过程，提高了窑炉能源利用率。目前在梭式窑上试验，节能效果明显。	2%	推广应用
9	辊道窑烧成	对于少品类、生产量稳定的卫生陶瓷的生产，适合使用辊道窑，易于实现自动化的同时，有利于降低能耗。	2%	
10	电烧窑炉	电窑全部采用电能加热，不使用燃料，从而避免窑炉因燃料燃烧产生的烟气排放。因无需助燃空气，烟气量下降 80%以上，卫生陶瓷电烧技术理论上可减少烧成能耗 30%左右，节能明显。	20%	研究攻关
11	烟气余热回收	陶瓷经高温烧成，燃烧烟气排出的温度超过 250°C（不配冷风降温会更高），这样将造成大量热损失。烟气中含硫、粉尘等污染物，如果直接使用，则会腐蚀设备、污染环境。采用传统烟气换热器，存在换热管易被腐蚀、灰尘易堵塞、换热效率低下等问题。目前板式换热器适合陶瓷窑炉使用。换热后，烟气温度可以从 250°C 降到 150°C 以下，而常温的干净空气可以加热到 200°C 以上，并用于窑炉燃烧助燃、粉料干燥或坯体干燥等，达到节能减排的目的。	3%	推广应用

序号	技术名称	技术简介	整线节能率/ 减碳	备注
12	分布式太阳能发电	分布式光伏发电对优化能源结构、推动节能减排、实现经济可持续发展具有重要意义。随着光伏技术的应用越来越成熟，建筑卫生陶瓷工业厂房安装太阳能发电设备成为可能。光伏发电可以优化企业耗能结构，让企业使用清洁能源生产，大幅度降低碳排放。	1%	推广应用
13	生物质燃料	<p>生物燃料泛指由生物质组成或萃取的固体、液体或气体燃料，作为可替代传统化石燃料的一种能源形式，具有一定的优势。首先，生物质燃料是可再生能源，基于植物或动物废弃物的再生周期，可以有效减少对有限化石燃料资源的依赖。其次，生物质燃料的燃烧过程中产生的二氧化碳排放量相对较低，而且植物在生长过程中吸收的二氧化碳可以平衡其排放，使得生物质燃料的净碳排放很低，对缓解气候变化具有一定意义。</p> <p>生物质能发电、制气及微颗粒固体燃料应用都是陶瓷行业新能源应用的途径。</p>	减碳	研究攻关
14	其他工序综合节能技术	余热发电、富氧燃烧、高效保温材料等。		

已成熟应用的技术

序号	技术名称	技术简介
1	低温烧结配方技术	在陶瓷材料的生产过程中，通过控制原料的配比、烧结温度、烧结时间等因素，实现低温烧结，从而可以降低陶瓷材料的生产成本，缩短生产时间，提高生产效率。
2	节能烧嘴	高速烧嘴提高气体流速，强化气体与制品之间传热的有效措施，它可使燃烧更加稳定，更加安全。燃烧产物以100m/s以上的高速喷入窑内，可使窑内形成强烈的循环气流，强化对流换热，增大对流换热系数，以改善窑内温度在垂直方向和水平方向上的均匀性，有利于实现快速烧成，提高产品的产量和质量。
3	大型宽体窑炉	大型宽体辊道窑具有占地面积小、能耗少、效率高、产量大等特点,是未来窑炉升级换代的主要设备。大型宽体辊道窑不仅具有广阔的应用前景，而且提升了陶瓷行业的生产水平，也是当下陶瓷行业在能源和环保困局下积极可行的突破口。
4	多层干燥窑	<p>多层干燥窑在结构方面比较明显的优势是干燥效率高、长度短，占地面积小，这使得厂房利用率提高，建设投资减少。</p> <p>多层干燥窑结构分为多个模数单元，每个单元热烟气从加热到排出为循环使用，独立操作控制。对于每个单元所需要的温湿度控制相对比较灵活与稳定。</p>
5	氧化铝球磨介	氧化铝球及磨衬作为一种研磨介质，具有大比重，高硬度、高强度、耐磨损、耐腐蚀等特点，能够有效地提高研磨效率，增加单磨装填量，通过调整研磨球的级配和装载量，达到最佳的研磨效果，降低能耗。
6	降低泥浆含水量	在建筑陶瓷和卫生陶瓷原料制备工艺中，降低泥浆含水率，是提高生产效率、节能减排的重要手段之一。降低泥浆含水率可以减少坯体成形及模具干燥过程中热能的消耗，从而达到节能减排的目的。