



建材清洁生产审核与绿色建材评价培训教材



switchasia

出版信息

Title: 建材清洁生产审核与绿色建材评价培训教材

发布: 伍珀塔尔研究所 : Gokarakonda, Sriraj;
Moore, Christopher; Shrestha, Shritu; Xia-Bauer, Chun
中国环境管理干部学院 张仁志
国建联信认证中心评价中心 管辰
设能建筑咨询(上海)有限公司 Hans Niemann
北京建筑大学: 张明顺

发布 伍珀塔尔研究所 2016

项目: 中国西部可持续建筑的推广和主流化 SusBuild

工作包: 1

资助方: 欧盟

联系人: Chun Xia-Bauer
chun.xia@wupperinst.org
Doeppersberg 19
42103 Wuppertal (Germany)

目录

1.清洁生产审核简介	1
1.1 清洁生产概念	1
1.1.1 基本概念.....	1
1.1.2 基本内容.....	1
1.1.3 措施.....	1
1.1.4 实施步骤.....	2
1.2 清洁生产的发展历程	3
1.2.1 前期准备阶段（1973-1988）.....	3
1.2.2 引进消化阶段（1989-1992）.....	3
1.2.3 立法和审核试点阶段（1993-2002）.....	3
1.2.4 审核制度建立与执行阶段（2003-2005）.....	3
1.2.5 审核制度发展完善阶段（2006-现在）.....	4
1.3 关于清洁生产的法规和政策	4
1.3.1 清洁生产促进法.....	4
1.3.2 关于清洁生产的政策.....	5
2.建材清洁生产的指标评价指标体系	7
2.1 铝行业清洁生产评价指标体系	7
2.2 陶瓷行业清洁生产评价指标体系	8
2.3 涂料行业清洁生产评价指标体系	13
2.4 水泥行业清洁生产评价指标体系	16
2.5 钢铁行业清洁生产评价指标体系	22
2.6 平板玻璃行业清洁生产评价指标体系	29
3.中国建材行业清洁生产案例分析	33
3.1 平板玻璃行业清洁生产案例分析	33
3.1.1 企业案例.....	33
3.1.2 清洁生产方案.....	35
3.2 水泥行业清洁生产案例分析	36
3.2.1 清洁生产项目简介.....	36
3.2.2 筹划与组织.....	36
3.2.3 清洁生产预评估.....	39
3.2.4 清洁生产评估.....	45
3.3 陶瓷行业清洁生产案例分析	59
3.3.1 筹划与组织.....	59
3.3.2 开展清洁生产预评估.....	59
3.3.3 清洁生产评估.....	73
3.3.4 方案的产生与筛选.....	78
3.3.5 可行性分析.....	79
3.3.6 方案实施.....	80

3.3.7 持续的清洁生产	81
4 绿色建材评价	82
4.1 绿色建材评价标志管理办法.....	82
4.2 促进绿色建材生产和应用行动方案.....	84
4.2.1 建材工业绿色制造行动	84
4.2.2 绿色建材评价标识行动	84
4.2.3 水泥与制品性能提升行动	85
4.2.4 钢结构和木结构建筑推广行动	85
4.2.5 平板玻璃和节能门窗推广行动	85
4.2.6 新型墙体和节能保温材料革新行动	85
4.2.7 陶瓷和化学建材消费升级行动	86
4.2.8 绿色建材下乡行动	86
4.2.9 试点示范引领行动	86
4.2.10 强化组织实施行动	86
4.3 绿色建材评价标识实施细则和绿色建材评价技术导则.....	87
4.3.1 《绿色建材评价标识实施细则》	87
4.3.2 绿色建材评价技术导则	91
5. 欧洲可持续建材/构件的标识和环境产品声明.....	110
5.1 欧洲可持续建材/构件的标识和环境产品声明.....	110
5.1.1 可持续建材及构件的生态标识	110
5.1.2 可持续建材的国际标识	116
5.1.3 可持续建筑方案及其关于可持续建筑产品和构件的要求	118
5.1.4 可持续建筑材料和构件的数据库	121
5.2 环境产品声明（EPD）	124
6 欧洲面向未来的可持续建筑材料/组件	126
6.1 隔热材料.....	126
6.1.1 气凝胶	126
6.1.2 真空绝热板	126
6.2 高级窗户和玻璃系统.....	126
6.2.1 双层、三层的拥有低辐射镀膜层的玻璃系统	127
6.2.2 智能和动态窗户	127
6.3 相变材料.....	129
6.4 先进的建筑一体化光伏(BIPV)系统.....	132

建材清洁生产审核与绿色建材评价

1.清洁生产审核简介

1.1 清洁生产概念

1.1.1 基本概念

联合国环境规划署工业与环境规划中心（UNEPIE/PAC）定义：清洁生产是一种新的创造性的思想，该思想将整体预防的环境战略持续应用于生产过程、产品和服务中，以增加生态效率和减少人类及环境的风险。对生产过程，要求节约原材料与能源，淘汰有毒原材料，减降所有废弃物的数量与毒性；对产品，要求减少从原材料提炼到产品最终处置的全生命周期的不利影响；对服务，要求将环境因素纳入设计与所提供的服务中。

《中国 21 世纪议程》的定义：清洁生产是指既可满足人们的需要又可合理使用自然资源和能源并保护环境的实用生产方法和措施，其实质是一种物料和能耗最少的人类生产活动的规划和管理，将废物减量化、资源化和无害化，或消灭于生产过程之中。同时对人体和环境无害的绿色产品的生产亦将随着可持续发展进程的深入而日益成为今后产品生产的主导方向。

《清洁生产促进法》中清洁生产的定义：清洁生产是指不断采取改进设计，使用清洁的能源和原料，采用先进的工艺技术与设备，改善管理，综合利用等措施，从源头削减污染，提高资源利用效率，减少或者避免生产服务和产品使用过程中污染物的产生和排放，以减轻或者消除对人类健康和环境的危害。

1.1.2 基本内容

（1）过程

清洁生产的定义包含两个清洁过程控制：生产全过程和产品周期全过程。

对生产过程而言，清洁生产包括节约原材料和能源，淘汰有毒有害的原材料，并在全部排放物和废物离开生产过程以前，尽最大可能减少它们的排放量和毒性。对产品而言，清洁生产旨在减少产品整个生命周期过程中从原料的提取到产品的最终处置对人类和环境的影响。

清洁生产思考方法与过去方法的不同之处在于：过去考虑对环境的影响时，把注意力集中在污染物产生之后如何处理，以减小对环境的危害，而清洁生产则是要求把污染物消除在其产生之前。

（2）目标

根据经济可持续发展对资源和环境的要求，清洁生产谋求达到两个目标：第一，通过资源的综合利用，短缺资源的代用，二次能源的利用，以及节能、降耗、节水，合理利用自然资源，减缓资源的耗竭；第二，减少废物和污染物的排放，促进工业产品的生产、消耗过程与环境相融，降低工业活动对人类和环境的风险。

1.1.3 措施

（1）实施产品绿色设计

企业实行清洁生产，在产品的设计过程中，一要考虑环境保护，减少资源消耗，实现可持续发展战略；二要考虑商业利益，降低成本、减少潜在的责任风险，提高竞争力。具体做法是，在产品的设计之初就注意未来的可修改性，易升级以及可生产几种产品的基础设计，提供

减少固体废物污染的实质性机会。产品设计要达到只需要重新设计一些零件就可更新产品的目的，从而减少固体废物的产生。在产品设计时还应考虑在生产中使用更少的材料或更多的节能成分，优先选择无毒、低毒、少污染的原辅材料替代原有毒性较大的原辅材料，防止原料及产品对人类和环境的危害。

(2) 实施生产全过程控制

清洁的生产过程要求企业采用少废、无废的生产工艺技术和高效生产设备；尽量少用、不用有毒有害的原料；减少生产过程中的各种危险因素和有毒有害的中间产品；使用简便、可靠的操作和控制；建立良好的卫生规范、卫生标准操作程序和危害分析与关键控制点；组织物料的再循环；建立全面质量管理体系；优化生产组织；进行必要的污染治理，实现清洁、高效的利用和生产。

(3) 实施材料优化管理

材料优化管理是企业实施清洁生产的重要环节。选择材料，评估化学使用，估计生命周期是提高材料管理的重要方面。企业实施清洁生产，在选择材料时其要考虑其再使用与可循环性，具有再使用与再循环性的材料可以通过提高环境质量和减少成本获得经济与环境收益；实行合理的材料闭环流动，主要包括原材料和产品的回收处理过程的材料流动、产品使用过程的材料流动和产品制造过程的材料流动。

原材料的加工循环是自然资源到成品材料的流动过程以及开采、加工过程中产生的废弃物的回收利用所组成的一个封闭过程。产品制造过程的材料流动，是材料在整个制造系统中的流动过程，以及回收处理此过程中产生的废弃物而形成的循环过程。制造过程的各个环节直接或间接影响材料的消耗。产品使用过程的材料流动是在产品的寿命周期内，产品的使用、维修、保养以及服务等过程和在这些过程中产生的废弃物的回收利用过程。产品的回收过程的材料流动是产品使用后的处理过程，其组成主要包括：可重复利用的零部件、可再生的零部件、不可再生的废弃物。在材料消耗的四个环节里，都要将废弃物减量化、资源化和无害化，或消灭在生产过程之中，不仅要实现生产过程的无污染或不污染，而且生产的产品也没有污染。

1.1.4 实施步骤

清洁生产审核的具体实施步骤包括：

- (1) 筹划与组织，包括取得领导支持、成立清洁生产审核小组、制定清洁生产审核工作计划、开展宣传教育等。
- (2) 预评估，包括企业概况、现场调查、主要污染物及其治理措施、确定审核重点、设置清洁生产目标、提出和实施无费/低费方案等。
- (3) 评估，包括审核重点概况、审核重点物料输入和输出、清洁生产潜力分析等。
- (4) 方案的产生与筛选，包括方案汇总和筛选。
- (5) 可行性分析，包括措施投资的必要性、改造方案、技术评估、经济评估、环境评估等。
- (6) 方案的实施，包括方案实施情况概述、无费/低费方案实施情况及成果汇总、中费/高费方案实施情况及成果汇总等、清洁生产评价指标的考核评分。
- (7) 持续清洁生产，包括通过组织机构、制定管理制度等促进清洁生产持续实施。

1.2 清洁生产的发展历程

我国的清洁生产相关活动具有较长的历史。1973年《关于保护和改善环境的若干规定》中提出“预防为主，防治结合”的治污方针体现了清洁生产的思想，自此，我国清洁生产工作的推行大体经历了以下5个发展阶段。

1.2.1 前期准备阶段（1973-1988）

1973年我国制定了《关于保护和改善环境的若干规定》提出了“预防为主，防治结合”的治污方针，这是我国最早的关于清洁生产的法律规定。自20世纪70年代末期起，我国一些企业如吉林化学公司就开展了被称为“无废工艺”、“少废工艺”、“生产全过程污染控制”等的一系列工艺改革，由此产生了不少成功的案例，这是中国推行清洁生产的前期准备阶段。20世纪80年代，随着环境问题的日益严重，我国又提出消除“三废”的根本途径是技术改造，关于清洁生产的思想零星地体现在环境管理的政策文件中。但是，由于缺乏完整的法规、制度和操作细则，清洁生产没有成为解决环境与发展问题的对策。

1.2.2 引进消化阶段（1989-1992）

1989年，联合国环境规划署提出推行清洁生产的行动计划后，清洁生产的理念和方法开始引入我国，我国政府做出了积极回应，有关部门和单位开始研究如何在我国推行清洁生产。1992年8月，国务院制定了《环境与发展十大对策》，提出：“新建、改建、扩建项目时，技术起点要高，尽量采用能耗物耗小、污染物排放量少的清洁生产工艺。”清洁生产成为解决我国环境与发展问题的对策之一。这个时期我国虽已认识到清洁生产在环境保护中的重要性，但限于当时的技术水平和资金条件，加之原来不合理产业结构的制约，使得这一政策的作用并没有完全发挥出来。

1.2.3 立法和审核试点阶段（1993-2002）

该阶段是我国清洁生产由自发阶段进入政府有组织的推广阶段。这一阶段的基本特征是清洁生产在法律政策上的确立、清洁生产概念和方法学的引进，及其在中国的推广实践。在这10年间，我国清洁生产工作取得了重大发展，依靠各种国际合作项目和国内的示范项目在企业层次上进行清洁生产审核试点示范工程，开展清洁生产审核的企业近千家。在《节约能源法》、《大气污染防治法》、《环境噪声污染防治法》和《固体废物污染环境防治法》等法律中，都增加了清洁生产这方面的内容。在这些法律的基础上，2002年6月29日，九届全国人大常委会第28次会议审议通过了《中华人民共和国清洁生产促进法》（以下简称《促进法》），该法是我国第一部以污染预防为主内容的专门法律，是我国全面推行清洁生产的新里程碑，标志着我国清洁生产进入了法制化的轨道。

1.2.4 审核制度建立与执行阶段（2003-2005）

国家发展和改革委员会、环境保护部（原国家环保总局）于2004年8月16日制定并审议通过了《清洁生产审核暂行办法》，首次提出了“强制性清洁生产审核”，对我国的“清洁生产审核”给出了明确定义。《清洁生产审核暂行办法》的颁布实施成为清洁生产审核制度建立的里程碑。环境保护部（原国家环保总局）于2005年12月13日出台了《重点企业清洁生产审核程序的规定》，重点指出了需要进行强制性清洁生产审核的工作程序和要求，标志着强制性清洁生产审核已经有章可依、有规可循。

在法律法规的促进下，我国的清洁生产审核工作从过去的局部地区局部行业的试点示范，迅速在全国各行业全面展开，开展清洁生产审核工作的省份也从不足10个，扩大为全

国近 30 个省、自治区、直辖市，行业也从原来的化工、造纸、电镀、建材等有限的行业扩展到火电、机械加工、汽车、建材、钢铁、制药等 20 多个行业。据不完全统计，目前我国通过清洁生产审核的企业达 17800 多家。

1.2.5 审核制度发展完善阶段（2006-现在）

为鼓励和指导企业有效开展清洁生产，规范清洁生产审核行为，确保取得节能减排的实效，环境保护部于 2008 年 7 月 1 日出台了《关于进一步加强重点企业清洁生产审核工作的通知》（环发〔2008〕60 号），《重点企业清洁生产审核评估、验收实施指南》和《需重点审核的有毒有害物质名录》（第二批）作为该通知的附件同时颁布实施，标志着重点企业清洁生产审核评估验收制度的确立。

建立重点企业清洁生产审核评估验收制度是我国清洁生产政策的一项重要内容，是对清洁生产审核制度的创新与完善，对保障工业企业清洁生产审核质量、提高清洁生产中费/高费方案的实施率具有重要意义，解决了我国清洁生产实践长期以来一直存在的政府监管缺失、清洁生产审核质量缺少保障性措施的问题。

1.3 关于清洁生产的法规和政策

1.3.1 清洁生产促进法

2002 年 6 月 29 日第九届全国人大常委会第二十八次会议通过了《清洁生产促进法》，并于 2012 年 2 月 29 日十一届全国人大常委会第二十五次会议进行了修正。这是我国第一部关于清洁生产的专门性法律，也是世界上第一部真正以推行清洁生产为目的而制定的法律，是为了促进政府和企业积极开展清洁生产而制定的法律。它总结了国外的关于实施清洁生产以及污染预防的相关经验，针对我国的清洁生产现状，作出了一系列的规定和措施，适用于生产和服务领域。

新修正的《清洁生产促进法》共分为六章，四十条。

第一章是总则。介绍了本法的立法目的、清洁生产的定义、适用范围、清洁生产的主管部门以及我国开展清洁生产的基本方针。本法的立法目的主要为了提高资源和能源的利用率，预防污染，促进清洁生产，从而保护环境和人体健康，最终实现可持续发展。修正后的《清洁生产促进法》规定协调全国性的清洁生产主管部门由原先的国务院经济贸易行政主管部门改为清洁生产综合协调部门。县级以上的地方清洁生产促进工作由地方人民政府管理负责。

第二章是关于清洁生产的推行。这一章主要介绍了政府及其主管部门关于清洁生产的推行所制定的相关政策及规划，包括税收政策、产业政策及推广政策。国务院相关部门对重点行业重点领域的清洁生产实施推行规划，县级以上人民政府对本行政区域的重点项目进的清洁生产实施推行规划，力求低消耗、低污染。相关部门应当对开展清洁生产项目进行必要的资金投入，并提供有关清洁生产的信息和服务，包括清洁生产的方法和清洁生产的技术等，制定并发布清洁生产的指南和目录，以及产品标识、国家标准和行业标准。其中规定了国务院有关部门应当对不适宜清洁生产的工艺技术及设备进行限期淘汰，例如高消耗重污染的落后工艺技术和设备。此外，应当将清洁生产的相关信息和技术进行大力宣传，包括技术培训、职业教育、媒体宣传等。本章中还规定了在清洁生产的推行中节能减排的重要性，要求各级政府领导群众注意节能减排，购买有利于环境和资源保护的产品。

第三章是关于清洁生产的实施。本章中主要是针对生产领域、农业和服务业领域具体实施清洁生产的要求作出了相关的规定。其中指导性的规定有：（1）工业生产领域的指导性规定。对建设项目进行环境影响评价，选择有利于污染预防提高资源利用率的清洁生产工艺；

在技术改造中，企业要选择清洁生产工艺和设备来替代高污染高消耗的落后的工艺和设备，原料的采用要做到无毒无害或少毒少害，减少有害废物的产生，制定相关节能减排的措施；生产的产品要健康安全，包装易于分解和回收，避免过度包装；对生产过程中产生的废物废水应当循环利用；固体废物要分类存放，合理放置；对于生产过程中产生的废物和资源的消耗实施清洁生产审核；用能单位的相关负责人对本单位的用能情况及时报告。（2）农业和服务业领域的指导性规定。农业生产者应当改进种植技术，合理使用无毒无害的化肥，减少农业生产废物的产生，提高农产品的质量，使用可降解的农用薄膜，防止土壤及农作物的污染；矿山的开采要统一规划，防止污染和浪费，合理开采，综合利用；交通运输方面，生产使用节能环保的机动车，对于高燃料高污染的不符合标准的机动车船要及时报废；国家鼓励安装太阳能系统。另外，除了上述的指导性规定，本章中还包括相关的自愿性和强制性规定。自愿性规定包括企业申请环境管理体系认证、签订相关污染排放协议等。强制性规定是强制生产者履行的义务和承担的法律 responsibility，主要规范污染物排放严重超标、使用有毒有害物质超标、生产销售的产品有毒有害物质超标等行为。

第四章是鼓励措施。本法总则的第四条和第六条已经指出，国家鼓励并促进清洁生产。本章中主要介绍了国家对开展清洁生产的具体鼓励措施。包括表彰奖励、资金支持、税收优惠等，主要是对积极开展清洁生产的单位和个人进行奖励和优惠政策，并对节能减排的单位财政补贴和价格优惠等措施。

第五章是法律责任。主要规定了对于违反本法相关强制性规范的行为，追究相关的行政、民事和刑事法律责任。

第六章是附则。共一条，本法的施行日期。

《清洁生产促进法》是“我国推行清洁生产十余年取得的成绩的集中体现，是我国全面推行清洁生产的新的里程碑，是我国走新型工业化道路，实施可持续发展战略的必然选择”。

1.3.2 关于清洁生产的政策

为了实施清洁生产专项法，落实《清洁生产促进法》提出的任务，国务院、国家环保部等政府主管部门陆续颁布了相应配套的有关政策、指导意见、规定、管理办法等，形成了促进清洁生产的法规政策体系。这些文件的出台和实施，为清洁生产工作的推行和实施奠定了良好的基础。

表 1 关于清洁生产的政策

时间	政府主管部门	政策文件	意义
2003	国家环保总局	关于贯彻《清洁生产促进法》的若干意见	
	国务院	国务院转发 11 部委联合文件《关于加快推进清洁生产的意见》	提出推进清洁生产的总体工作规划
	国家环保总局	颁布 3 个行业清洁生产标准	
2004	国家环保总局、国家发改委	联合颁布《清洁生产审核暂行办法》（第 16 号令）	第一次明确将清洁生产审核分为自愿性审核和强制性审核
2005	国务院	《关于落实科学发展观 加强环境保持的决定》	鼓励节能降耗，实施清洁生产并依法强制审核
	国家环保总局	《重点企业清洁生产审核程序的规定》	首次明确解答了“审什么”、“谁来审”、“审到什么程度”三个问题，使强制性清洁生产审核有了实质性的法规政策依据，

			标志着强制性清洁生产审核有章可依、有规可循
	国家发改委、国家环保总局	联合发布3个行业的清洁生产评价指标体系	
2006	国家环保总局	颁布17个行业的清洁生产标准	
	国家发改委	发布7个行业的清洁生产评价指标体系	
2007	国务院	《节能减排综合工作方案》	明确提出“全面推进清洁生产”
	国家发改委	发布14个行业的清洁生产评价指标体系	
2008	环境保护部	颁布15个清洁生产标准	
	环境保护部	《关于进一步加强重点企业清洁生产审核工作的通知》	明确了在节能减排新形势下重点企业清洁生产审核工作的新要求，提出了要开展重点企业清洁生产审核评估验收工作
2009	环境保护部	颁布12个清洁生产标准	
	发改委、工信部	联合发布6个行业的清洁生产评价指标体系	
	工信部	颁布《工业和信息化部关于加强工业和通信业清洁生产促进工作的通知》	明确了工业和通信业领域推进清洁生产的工作重点和各项任务
	财政部、工信部	联合颁布《中央财政清洁生产专项资金管理暂行办法》	进一步规范了中央财政清洁生产专项资金的使用与管理，明确了应用示范项目、推广示范项目清洁生产专项资金申请报告要点
2010	环境保护部	《关于深入推进重点企业清洁生产的通知》	紧密结合重金属污染防治、抑制部分行业产能过剩和重复建设，明确了近期重点企业清洁生产工作的目标、任务和要求，将重点企业清洁生产制度与中国现行各项环境管理制度创新性地相衔接
2011	工信部	《关于申报2012年工业清洁生产示范项目的通知》	
2013	发改委、环保部、工信部	《清洁生产评价指标体系编制通则》（试行稿）	
2014	发改委、环保部、工信部	修编了《钢铁行业清洁生产评价指标体系》、《水泥行业清洁生产评价指标体系》	

2.建材清洁生产的指标评价指标体系

国家发改委 2006 年 12 月 1 日发布了《铝行业清洁生产评价指标体系》，2007 年 4 月 23 日发布了《陶瓷行业清洁生产评价指标体系》和《涂料行业清洁生产评价指标体系》，2014 年 4 月 1 日国家发改委、环保部、工信部联合发布了《水泥行业清洁生产评价指标体系》和《钢铁行业清洁生产评价指标体系》，2015 年 10 月 28 日国家发改委、环保部、工信部联合发布了《平板玻璃清洁生产评价指标体系》。接下来分别阐述上述各评价指标体系：

2.1 铝行业清洁生产评价指标体系

本指标体系用于评价电解铝等企业的清洁生产水平，作为创建清洁生产先进企业的主要依据，并为企业推行清洁生产提供技术指导。本指标体系依据综合评价所得分值将企业清洁生产等级划分为两级，即代表国内先进水平的“清洁生产先进企业”和代表国内一般水平的“清洁生产企业”。

表 2 电解铝生产企业定量评价指标项目、权重及基准值

一级指标	权重分值	二级指标	单位	权重分值	评价基准值 ¹
(1) 能源指标	35	原铝直流电耗	kw·h/t.Al	15	13300
		铝锭综合交流电耗	kw·h/t.Al	10	14500
		电流效率	%	10	93.5
(2) 资源指标	20	氧化铝单耗	kg/t.Al	3	1920
		碳阳极(净耗)单耗	kg/t.Al	2	420
		碳阳极(毛耗)单耗	kg/t.Al	2	540
		氟化盐单耗	kg/t.Al	3	22
		企业新水单耗	m ³ /t.Al	5	4.5
		企业工业水重复利用率	%	5	95
(3) 生产技术指标	10	铝锭质量合格率	%	2	100
		电解槽平均电压	V	4	4.13
		阳极效应系数	次/台·日	4	0.2
(4) 综合利用指标	15	电解槽集气效率	%	8	98.5
		干法净化氟净化效率	%	4	99
		干法净化粉尘净化效率	%	3	99.2
(5) 污染物指标	20	外排废水量	m ³ /t.Al	3	1.6
		SO ₂ 排放量	kg/t.Al	2	5
		粉尘排放量	kg/t.Al	5	1.3
		氟排放量	kg/t.Al	10	0.8

注：1 评价基准值的单位与其相应指标的单位相同。

表3 电解铝生产企业定性评价指标项目及分值

一级指标	指标 分值	二级指标	指标 分值	备注
(1) 执行国家重点鼓励发展生产能力、工艺设备和产品的符合性	30	280kA 及以上大型预焙阳极电解槽	10	定性评价指标无评价基准值，其考核按对该指标的执行情况给分。 对一级指标“（1）”所属各二级指标，凡采用的按其指标分值给分，未采用的不给分。 对一级指标“（2）”所属各二级指标，凡该项目原未存在或业已淘汰的按其指标分值给分，尚存在的不给分。 对一级指标“（3）”所属二级指标，凡已建立环境管理体系并通过认证的给 10 分，只建立环境管理体系但尚未通过认证的则给 5 分；凡已进行清洁生产审核并实施无/低费方案的给 10 分，实施中/高费方案的再给 5 分。 对一级指标“（4）”所属各二级指标，如能按要求执行的，则按其指标分值给分；对建设项目环保“三同时”、建设项目环境影响评价、老污染源限期治理指标未能按要求完成的则不给分；对污染物排放总量控制要求，凡水污染物和气污染物均有超总量要求的则不给分。 对一级指标“（5）、（6）”所属各二级指标，如能按要求执行的，则按其指标分值给分。
		氧化铝输送采用浓相或超浓相技术	5	
		计算机自动控制氧化铝浓度加料技术	5	
		电解槽阴极使用半石墨化或石墨化碳块	5	
		全厂性污水处理（二次）及回用	5	
(2) 执行国家要求淘汰的落后生产能力、工艺设备和产品的符合性	10	自焙阳极电解槽	10	
(3) 环境管理体系建立及清洁生产审核	20	建立环境管理体系并通过认证	10	
		开展清洁生产审核	10	
(4) 贯彻执行环境保护法规的符合性	20	建设项目环保“三同时”执行情况	5	
		建设项目环境影响评价制度执行情况	5	
		老污染源限期治理项目完成情况	5	
		污染物排放总量控制情况	5	
(5) 贯彻执行劳动安全法规的符合性	10	建设项目劳动安全“三同时”执行情况	5	
		建设项目安全预评价制度执行情况	5	
(6) 贯彻执行职业卫生法规的符合性	10	建设项目职业卫生“三同时”执行情况	5	
		建设项目职业病危害预评价制度执行情况	5	

2.2 陶瓷行业清洁生产评价指标体系

本指标体系用于评价陶瓷企业的清洁生产水平，作为创建清洁生产先进企业的主要依据，并为企业推行清洁生产提供技术指导。

本指标体系依据综合评价所得分值将企业清洁生产等级划分为两级，即代表国内先进水平的“清洁生产先进企业”和代表国内一般水平的“清洁生产企业”。

考虑到日用陶瓷、干压陶瓷砖和卫生陶瓷生产工序和工艺过程有所不同，本指标体系根据这三类企业各自的实际生产特点，对其二级指标的内容及其评价基准值、权重值的设置有一定差异，使其更具有针对性和可操作性。

考虑到不同干压陶瓷砖之间生产工序和工艺过程也有很大的差别，根据干压陶瓷砖企业生产的实际情况，为使本指标体系实施更具可操作性，并与 GB/T4100-2006《陶瓷砖》相对应，按吸水率大小即 $E \leq 0.5\%$ 、 $0.5\% < E \leq 10\%$ 、 $E > 10\%$ 将干压陶瓷砖分为三大类，这三类企业其定量评价二级指标的基准值设置有一定差异。

表 4 日用陶瓷生产企业定量评价指标项目、权重及基准值

一级指标	权重值	二级指标	单位	权重值	评价基准数	
(1)能源指标	25	综合能耗	kgce/t 瓷	15	1240	
		①素烧工序能耗	kgce/t 瓷	②10/n	520	
		釉烧工序能耗	kgce/t 瓷	③10/n	450	
(2)资源指标	15	企业石膏消耗	t/t 瓷	3	0.20	
		企业原料消耗	t/t 瓷	4	1.20	
		企业吨瓷耗新水	t/t 瓷	5	普通瓷	22
					骨质瓷	60
工业水重复利用率	%	3	70			
(3)生产技术特征指标	15	石膏模型使用次数	次	2	滚压	150
				2	注浆	80
		产品铅溶出量	mg/l	3	④符合国标	
		产品镉溶出量	mg/l	3	⑤符合国标	
		花纸利用率	%	1	99	
		釉浆利用率	%	1	99	
		产品合格品率	%	3	99	
(4)综合利用指标	20	废瓷利用率	%	3	95	
		废石膏利用率	%	2	98	
		废坯利用率	%	2	99	
		废釉浆回收利用率	%	2	99	
		修坯坯土回收利用率	%	2	98	
		窑炉余热利用率	%	5	70	
		综合利用产品产值	元/t 瓷	4	150	
(5)污染物指标	25	外排废水量	m ³ /t 瓷	4	骨质瓷	50
					普通瓷	0.5
		废水 pH 值		1	6-9	
		总铅	mg/l	3	1.0	
		总镉	mg/l	3	0.1	
		COD	mg/l	3	150	
		SS	mg/l	3	200	
		SO ₂ 排放浓度	mg/m ³	3	1430	
		企业厂界噪声（昼）	Leq[dB(A)]	1	65	
		企业厂界噪声（夜）	Leq[dB(A)]	1	55	
烟（粉）尘浓度	mg/m ³	3	400			

注：1、评价基准值的单位与其相应指标的单位相同。
 2、①只在二次烧成时考核。
 3、②③中 n 的取值：一次烧成时 n 取 1，二次烧成时 n 取 2。
 4、④⑤与 GB12651—2003《与食物接触的陶瓷制品铅、镉溶出量允许极限》限值相同。

表 5 干压陶瓷砖 (E≤0.5%) 生产企业定量评价指标项目、权重及基准值

一级指标	权重值	二级指标	单位	单位	评价基准值	
(1) 能源 指标	25	综合能耗	kgce/t 瓷	6	400	
		喷雾造粒工序能耗	kgce/t 瓷	4	80	
		干燥工序能耗	kgce/t 瓷	7	20	
		烧成工序能耗	kgce/t 瓷	8	180	
(2) 资源 指标	22	企业原料消耗	t/t 瓷	8	1.1	
		企业吨瓷耗新水	t/t 瓷	8	抛光	30
					非抛光	0.64
工业水重复利用率	%	6	97			
(3) 生产 技术特征 指标	10	釉浆利用率	%	2	98	
		放射性水平		6	A 类	
					B 类	
					C 类	
产品合格品率	%	2	98			
(4) 综合 利用指标	20	废瓷利用率	%	4	87	
		废坯利用率	%	4	99	
		废釉浆回收利用率	%	2	90	
		窑炉余热利用率	%	5	80	
		综合利用产品产值	元/t 瓷	5	160	
(5) 污染物 指标	23	外排废水量	m ³ /t 瓷	4	0.30	
		废水 pH 值		1	6-9	
		COD	mg/l	3	150	
		SS	mg/l	3	200	
		SO ₂ 排放浓度	mg/m ³	4	1430	
		企业厂界噪声(昼)	Leq[dB(A)]	2	65	
		企业厂界噪声(夜)	Leq[dB(A)]	2	55	
		烟(粉)尘浓度	mg/m ³	4	400	

注：1、评价基准值的单位与其相应指标的单位相同。
 2、放射性水平按 GB6566-2001《建筑材料放射性核素限量》执行。

表 6 干压陶瓷砖 (0.5% < E ≤ 10%) 生产企业定量评价指标项目、权重及基准值

一级指标	权重值	二级指标	单位	单位	评价基准值
(1) 能源 指标	25	综合能耗	kgce/t 瓷	6	220
		喷雾造粒工序能耗	kgce/t 瓷	4	80
		干燥工序能耗	kgce/t 瓷	7	15
		烧成工序能耗	kgce/t 瓷	8	150
(2) 资源	22	企业原料消耗	t/t 瓷	8	0.64

指标		企业吨瓷耗新水	t/t 瓷	8	0.64
		工业水重复利用率	%	6	97
(3) 生产技术特征指标	10	釉浆利用率	%	2	98
		放射性水平		6	A类
					B类
					C类
产品合格品率	%	2	98		
(4) 综合利用指标	20	废瓷利用率	%	4	87
		废坯利用率	%	4	99
		废釉浆回收利用率	%	2	90
		窑炉余热利用率	%	5	80
		综合利用产品产值	元/t 瓷	5	160
(5) 污染物指标	23	外排废水量	m ³ /t 瓷	4	0.30
		废水 pH 值		1	6-9
		COD	mg/l	3	150
		SS	mg/l	3	200
		SO ₂ 排放浓度	mg/m ³	4	1430
		企业厂界噪声(昼)	Leq[dB(A)]	2	65
		企业厂界噪声(夜)	Leq[dB(A)]	2	55
		烟(粉)尘浓度	mg/m ³	4	400
注：1、评价基准值的单位与其相应指标的单位相同。					
2、放射性水平按 GB6566-2001《建筑材料放射性核素限量》执行。					

表 7 干压陶瓷砖 (E>10%) 生产企业定量评价指标项目、权重及基准值

一级指标	权重值	二级指标	单位	单位	评价基准值
(1) 能源指标	25	综合能耗	kgce/t 瓷	6	180
		喷雾造粒工序能耗	kgce/t 瓷	4	80
		干燥工序能耗	kgce/t 瓷	7	15
		烧成工序能耗	kgce/t 瓷	8	85
(2) 资源指标	22	企业原料消耗	t/t 瓷	5	1.3
		企业石膏消耗	t/t 瓷	6	0.28
		企业吨瓷耗新水	t/t 瓷	6	14
		工业水重复利用率	%	5	60
(3) 生产技术特征指标	10	石膏模型使用次数	次	5	90
		釉浆利用率	%	2	100
		产品合格品率	%	3	95
(4) 综合利用指标	20	废瓷利用率	%	5	98
		废石膏利用率	%	3	97
		废坯利用率	%	2	99
		废釉浆回收利用率	%	3	99
		窑炉余热利用率	%	4	97
		综合利用产品产值	元/t 瓷	3	180
(5) 污染物	23	外排废水量	m ³ /t 瓷	4	6.45

指标	废水 pH 值		3	6-9
	COD	mg/l	3	400
	SS	mg/l	3	500
	SO ₂ 排放浓度	mg/m ³	3	1430
	企业厂界噪声(昼)	Leq[dB(A)]	2	65
	企业厂界噪声(夜)	Leq[dB(A)]	2	55
	烟(粉)尘浓度	mg/m ³	4	400
注：1、评价基准值的单位与其相应指标的单位相同。				
2、放射性水平按 GB6566-2001《建筑材料放射性核素限量》执行。				

表 8 卫生陶瓷生产企业定量评价指标项目、权重及基准值

一级指标	权重值	二级指标	单位	单位	评价基准值
(1) 能源指标	25	综合能耗	kgce/t 瓷	15	350
		烧成工序能耗	kgce/t 瓷	10	190
(2) 资源指标	22	企业原料消耗	t/t 瓷	8	0.64
		企业吨瓷耗新水	t/t 瓷	8	0.64
		工业水重复利用率	%	6	97
(3) 生产技术特征指标	10	釉浆利用率	%	2	98
		放射性水平		6	A 类
					B 类
					C 类
产品合格品率	%	2	98		
(4) 综合利用指标	20	废瓷利用率	%	4	87
		废坯利用率	%	4	99
		废釉浆回收利用率	%	2	90
		窑炉余热利用率	%	5	80
		综合利用产品产值	元/t 瓷	5	160
(5) 污染物指标	23	外排废水量	m ³ /t 瓷	4	0.30
		废水 pH 值		1	6-9
		COD	mg/l	3	150
		SS	mg/l	3	200
		SO ₂ 排放浓度	mg/m ³	4	1430
		企业厂界噪声(昼)	Leq[dB(A)]	2	65
		企业厂界噪声(夜)	Leq[dB(A)]	2	55
		烟(粉)尘浓度	mg/m ³	4	400
注：评价基准值的单位与其相应指标的单位相同。					

表 9 日用陶瓷生产企业定性评价指标项目及指标分值

一级指标	指标分值	二级指标	指标分值
(1) 执行国家重点鼓励发展技术(含陶瓷清洁生产技术)的符合性	50	企业产品 70% 以上出口	5
		无铅化	9
		低温快速烧成	8
		省级以上工程(技术)中心、中试基地	3

		废气综合利用	8
		全厂性污水处理（二次）及回用	8
		综合利用（或消纳）社会废物	9
(2)环境管理体系建立及清洁生产审核	25	建立环境管理体系并通过认证	10
		开展清洁生产审核	15
(3)贯彻执行环境保护法规的符合性	25	建设项目环保“三同时”执行情况	5
		建设项目环境影响评价制度执行情况	5
		老污染源限期治理项目完成情况	6
		污染物排放总量控制情况	9

注：1、定性评价指标无评价基准值，其考核按对该指标的执行情况给分。
2、对一级指标“（1）”所属各二级指标，凡采用的按其指标分值给分，未采用的不给分；
3、对一级指标“（2）”所属二级指标，凡已建立环境管理体系并通过认证的给10分，只建立环境管理体系但尚未通过认证的则给5分；凡已进行清洁生产审核的给15分；
4、对一级指标“（3）”所属各二级指标，如能按要求执行的，则按其指标分值给分；
5、对建设项目环保“三同时”、建设项目环境影响评价、老污染源限期治理指标未能按要求完成的则不给分；
6、对污染物排放总量控制要求，凡水污染物和气污染物均有超总量要求的则不给分；凡仅有水污染物或气污染物超总量要求的，则给4分。

2.3 涂料行业清洁生产评价指标体系

本指标体系用于评价涂料制造业企业的清洁生产水平，作为创建清洁生产先进企业的主要依据，并为企业推行清洁生产提供技术指导。

本指标体系依据综合评价所得分值将企业清洁生产等级划分为两级，即代表国内先进水平的“清洁生产先进企业”和代表国内一般水平的“清洁生产企业”。

以天然树脂或合成树脂为原料生产溶剂型涂料企业的清洁生产定量、定性评价指标项目、各项指标权重及评价基准值见表10。

以天然树脂或合成树脂为原料生产水性涂料企业的清洁生产定量、定性评价指标项目、各项指标权重及评价基准值见表11。

以天然树脂或合成树脂为原料生产粉末涂料企业的清洁生产定量、定性评价指标项目、各项指标权重及评价基准值见表12。

表10 溶剂型涂料清洁生产评价指标列表

一级指标	权重值	二级指标	单位	权重值	评价基准值	
定量评价指标						
(1)资源与能源消耗指标	21	原材料消耗	t/t 产品	11	1.015	
		产品综合能耗	tce/t 产品	6	0.17	
		新鲜水消耗	t/t 产品	4	0.20	
(2)污染物指标	12	废水量	t/t 产品	2	0.15	
		废水中的COD量	mg/l	3	40	
		废气浓度	二甲苯	mg/m ³	3	5.0
			甲苯	mg/m ³	2	5.0
			粉尘	mg/m ³	2	4.0
(3)资源综	8	水重复利用率	%	8	95.0	

合利用指标						
定性评价指标						
(4) 产品特征指标	21	一次交验合格率	%	5	≥99.0	
		执行国内相关强制性标准	(是或否)	2	是	
		通过 ISO9001 系列质量管理体系认证	(是或否)	2	是	
		通过环保产品认证	(是或否)	2	是	
		采标情况	采用国外标准	%	10	≥25
			采用国内标准	%	8	≥30
(5) 环境管理与劳动安全卫生指标	38	取得危险化学品安全生产许可证	(是或否)	3	是	
		取得消防安全生产许可证	(是或否)	3	是	
		通过 ISO14001 认证	(是或否)	5	是	
		职业病人数	人/千人·年	5	≤0.001	
		3年内未发生任何火灾和爆炸事故	(是或否)	13	是	
		千人负伤率	人/千人·年	9	0	
	6		≤0.001			

注：1.评价基准值的单位与其相应指标的单位相同。
2.如企业在溶剂型涂料中同时生产几种产品，则各项指标的取值按其产品产量加权平均计算。
3.新鲜水消耗是指生产工艺用水（其中包括循环冷却水的新鲜水补充水）和车间清洁用水（不包括生活用水）。
4.污染物产生指标中废水的相关指标取废水经末端处理之后外排口的数据，废气指标取生产现场环境的相关数据。
5.产品特征指标中采用国外标准的产品比例是指直接采用国外先进标准或等同于采用国外先进标准的产品产量占总产量的比例；采用国内标准的产品比例是指采用标准高于国家标准的产品产量占总产量的比例。
6.职业病人数和千人负伤率均取企业五年内相关数据的平均值。

表 11 水性涂料清洁生产评价指标列表

一级指标	权重值	二级指标	单位	权重值	评价基准值	
定量评价指标						
(1)资源与能源消耗指标	35	原材料消耗	t/t 产品	20	1.015	
		电耗	kWh/t 产品	10	80	
		新鲜水消耗	建筑乳胶漆	t/t 产品	5	0.25
			水性工业涂料			0.35
(2)污染物指标	12	废水量	t/t 产品	10	0.2	
		废水中的 COD 量	mg/l	5	40.0	

		废气中的含量粉尘	mg/m ³	5	4.0	
(3)资源综合利用指标	8	水重复利用率	%	10	80.0	
定性评价指标						
(4)产品特征指标	25	一次交验合格率	%	6	≥99.0	
		执行国内相关强制性标准	(是或否)	3	是	
		通过 ISO9001 系列质量体系认证	(是或否)	3	是	
		通过环保产品认证	(是或否)	3	是	
		采标情况	采用国外标准	%	10	≥25
			采用国内标准	%	8	≥30
(5)环境管理与劳动安全卫生指标	38	取得危险化学品安全生产许可证	(是或否)	1	是	
		取得消防安全生产许可证	(是或否)	1	是	
		通过 ISO14001 认证	(是或否)	5	是	
		职业病人数	人/千人·年	1	≤0.001	
		3年内未发生任何火灾和爆炸事故	(是或否)	1	是	
		千人负伤率	人/千人·年	1	≤0.001	
<p>注：1、如企业在水性涂料中同时生产几种产品，则各项指标的取值按其产品产量加权平均计算。</p> <p>2、资源与能源消耗指标中的新鲜水消耗指标包括生产工艺用水和车间清洁用水，不包括原料用水和生活用水的相关数据。</p> <p>3、污染物产生指标中废水的相关指标取废水经末端处理之后外排口的数据，废气指标取生产现场环境的相关数据。</p> <p>4、产品特征指标中采用国外标准的产品比例是指直接采用国外先进标准或等同于采用国外先进标准的产品产量占总产量的比例；采用国内标准的产品比例是指采用标准高于国家标准的产品产量占总产量的比例。</p> <p>5、职业病人数和千人负伤率均取企业五年内相关数据的平均值。</p>						

表 12 粉末涂料清洁生产评价指标列表

一级指标	权重值	二级指标	单位	权重值	评价基准值
定量评价指标					
(1)资源与能源消耗指标	35	原材料消耗	t/t 产品	15	1.015
		产品综合能耗	tce/t 产品	15	0.17
		新鲜水消耗	t/t 产品	5	0.20
(2)污染物指标	15	废水量	t/t 产品	3	0.15
		废水中的粉尘含量	mg/m ³	12	4.0
(3)资源综合利用指	10	水重复利用率	%	10	95.0

标						
定性评价指标						
(4)产品特征指标	25	一次交验合格率	%	6	≥99.0	
		执行国内相关强制性标准	(是或否)	3	是	
		通过 ISO9001 系列质量体系认证	(是或否)	3	是	
		通过环保产品认证	(是或否)	3	是	
		采标情况	采用国外标准	%	10	≥25
			采用国内标准	%	8	≥30
(5)环境管理与劳动安全卫生指标	15	取得危险化学品安全生产许可证	(是或否)	1	是	
		取得消防安全生产许可证	(是或否)	1	是	
		通过 ISO14001 认证	(是或否)	3	是	
		职业病人数	人/千人·年	5	≤0.001	
		3年内未发生任何火灾和爆炸事故	(是或否)	2	是	
		千人负伤率	人/千人·年	3	≤0.001	
<p>注：1、如企业在粉末涂料中同时生产几种产品，则各项指标的取值按其产品产量加权平均计算。</p> <p>2、新鲜水消耗是指生产工艺用水（其中包括循环冷却水的新鲜水补充水）和车间清洁用水（不包括生活用水）。</p> <p>3、污染物产生指标中废水的相关指标取废水经末端处理之后外排口的数据，废气指标取生产现场环境的相关数据。</p> <p>4、产品特征指标中采用国外标准的产品比例是指直接采用国外先进标准或等同于采用国外先进标准的产品产量占总产量的比例；采用国内标准的产品比例是指采用标准高于国家标准的产品产量占总产量的比例。5.职业病人数和千人负伤率均取企业五年内相关数据的平均值。</p>						

2.4 水泥行业清洁生产评价指标体系

本指标体系规定了水泥行业企业清洁生产的要求，主要包括了生产工艺及装备指标、资源能源消耗指标、资源综合利用指标、污染物产生指标、产品特征指标和清洁生产管理指标等六类。

本指标体系适用于通用水泥生产企业，包括水泥（熟料）生产企业、水泥粉磨站的清洁生产审核、清洁生产潜力与机会的判断、清洁生产绩效评定和清洁生产绩效公告制度，也适用于水泥行业环境影响评价、环保核查、排污许可证和行业准入等资源能源消耗清洁生产管理需求。

表 13 水泥企业清洁生产评价指标体系的各评价指标、评价基准值和权重值

序号	一级指标	一级指标权重	二级指标		单位	二级指标权重	I 级基准值	II 级基准值	III 级基准值	
1	生产工艺及装备指标	0.3	石灰石开采、破碎	开采工艺	—	0.15	采用自上而下分水平开采方式；中深孔微差爆破技术；采用自带或移动式空压机的穿孔设备或液压穿孔机、液压挖掘机、轮式或履带式装载机。			
2				破碎	—	0.05	单段破碎系统	二段破碎系统		
3			水泥生产	工艺		—	0.08	新型干法工艺		
4				规模	单线水泥熟料生产	t/d	0.15	≥4000	2000~4000	≥1500
5			水泥粉磨系统		万 t/d	≥100		≥60	≥30	
6			*装备	生料粉磨系统	—	0.08	立式磨或辊压机终粉磨系统	磨机直径≥4.6m 圈流球磨机	磨机直径≥3.0m	
7				煤粉制备系统	—	0.08	立式磨或风扫磨			
8				水泥粉磨系统（含粉磨站 ^a ）	—	0.08	磨机直径≥4.2m 辊压机与球磨机组合的粉磨系统或立式磨	磨机直径≥3.8m, 辊压机与球磨机组合的粉磨系统或带高效选粉机的圈流球磨机	磨机直径≥3m, 圈流球磨机或高细磨	
9			生产过程控制水平 ^a		—	0.05	采用现场总线或 DCS 或 PLC 控制系统、生料质量控制系统、生产管理信息分析系统。			
10			水泥散装能力 ^a		%	0.05	≥70		≥50	
11			*环保设施	气体收集系统和净化处理装	—	0.06	按 HJ 434 和 GB 4915, 对产生大气污染物的生产工艺和装置必须设立局部或整体气体收集系统和净化处理装置, 达标排放。			

				置 ^a						
12				无组织排放控制 ^a	—	0.05	物料处理、输送、装卸、储存等逸散粉尘的设备和作业场所均应采取控制措施，采用密闭、覆盖、减少物料落差或负压操作等措施，防止粉尘逸出，或负压收集含尘气体净化处理后排放。通过合理工艺布置、厂内密闭输送、路面硬化、清扫洒水等措施减少道路交通扬尘，确保无组织排放限值符合 GB4915 要求。			
13				脱硝设施	—	0.04	采用适宜的脱硝设施，确保氮氧化物达标排放。			
14				自动监控设备	—	0.04	水泥窑及窑磨一体机 排气筒安装烟气颗粒物、二氧化硫和氮氧化物自动监控设备，冷却机排气筒安装烟气颗粒物自动监控设备，并经环境保护部门检查合格、正常运行。			
15				噪声防治措施 ^a	—	0.02	鼓励采用低噪声设备，并对设备或生产车间采取隔声、吸声、消声、隔振等措施，降低噪声排放。宜通过合理的生产布局、建（构）筑物阻隔、绿化等方法减少对外界噪声敏感目标的影响。			
16				焚烧固体废弃物控制	—	0.02	利用水泥生产设施处置固体废弃物，应根据废物性质，按照 GB50634 和水泥窑协同处置危险废物相关环境保护技术规范等要求，采取相关措施，并做好污染物监测工作，防范环境风险。			
17	资源 能耗	0.2	*单位熟料新鲜水用量		t/t	0.15	≤0.3	≤0.5	≤0.75	
18			*可比熟料综合煤耗（折标煤）		kgce/t	0.17	≤103	≤108	≤112	
19			*可比熟料综合能耗（折标煤）		kgce/t	0.17	≤110	≤115	≤120	
20			*水泥（熟料）生产企业可比水泥综合能耗（折标煤） ^b		kgce/t	0.17	≤88	≤93	≤98	
21			*水泥粉磨站可比水泥综合能耗（折标煤） ^a		kgce/t		≤7	≤7.5	≤8	
22			*可比熟料综合电耗		kW·h/t	0.17	≤56	≤60	≤64	
23			*可比 水泥综	水泥（熟料）生产企业		kW·h/t	0.17	≤85	≤88	≤90
24				水泥粉磨站 ^a		kW·h/t		≤32	≤36	≤40

			合电耗						
25	资源综合利用指标	0.1	生料配料中使用工业废弃物	%	0.1	≥10	≥5	≥2	
26			使用可燃废弃物燃料替代率	%	0.13	≥10	≥5	<5	
27			低品位煤利用率	%	0.02	≥30	≥20	<20	
28			*循环水利用率 ^a	%	0.15	≥95	≥90	≥85	
29			*窑系统废气余热利用率	%	0.15	≥70	≥50	≥30	
30			窑灰、除尘器收下的粉尘回收利用率 ^a	%	0.1	100			
31			矿山资源综合利用率	%	0.15	≥90	≥50	<50	
32			废污水处理及回用率 ^a	%	0.1	设污水处理站，处理达标后 100%回用。	设污水处理站，处理后部分达标排放。		
33			水泥混合材使用固体废物 ^a	%	0.1	符合相应产品标准要求。			
34			污染物产生指标	0.2	*二氧化硫产生量	kg/t	0.3	≤0.15	≤0.3
35	*氮氧化物(以 NO ₂ 计)产生量	kg/t			0.5	≤1.8	≤2.4		
36	*氟化物(以总氟计)产生量	kg/t			0.2	≤0.006	≤0.008	≤0.01	
37	产品特征指标	0.1	*产品合格率 ^a	%	0.5	水泥、熟料产品质量应符合 GB175、GB 13590、GB/T21372、JC600 和《水泥企业质量管理规程》的有关要求，产品出厂合格率达到 100%。			
38			产品环保质量	—	0.3	协同处置固体废物生产的水泥产品中污染物含量应满足水泥窑协同处置固体废物相关污染控制标准要求。			
39			*放射性	—	0.2	天然放射性比活度的内、外照射指数应满足 GB6566 标准要求。			
40	清洁生产管理	0.1	法律法规 ^a	*环境法律法规标准执行情况	—	0.15	符合国家和地方有关环境法律、法规，污染物排放应达到国家或地方排放标准、总量控制和排污许可证管理要求。		
41				*环评制度、“三同时”	—	0.15	建设项目环评、“三同时”制度执行率达到 100%。		

	指标		制度执行情况				
42			*产业政策执行情况 ^a	—	0.15	符合国家和地方相关产业政策，不使用国家和地方明令淘汰或禁止的落后工艺和装备。	
43			清洁生产审核制度的执行情况 ^a	—	0.10	按照《清洁生产促进法》和《清洁生产审核暂行办法》要求开展了审核。	
44		生产过程控制	清洁生产部门设置和人员配备 ^a	—	0.03	设有清洁生产管理部门和配备专职管理人员。	
45			岗位培训 ^a	—	0.02	所有岗位进行定期培训。	
46			清洁生产管理制度 ^a	%	0.02	建立完善的管理制度并严格执行。	
47			环保设施稳定运转率 ^a	%	0.07	净化处理装置与对应的生产设备同步运转率 100%，确保颗粒物等大气污染物达标排放。	
48			原料、燃料消耗及质检 ^a	—	0.04	建立原料、燃料质检制度和原料、燃料消耗定额管理制度，安装计量装置或仪表，对能耗、物料消耗及水耗进行严格定量考核。	
49			节能管理 ^a	—	0.05	实施低温余热发电、高压变频、能源管理中心建设等；配备专职管理人员；设置三级能源计量系统。	
50			排污口规范化管理 ^a	—	0.05	实施低温余热发电、高压变频、能源管理中心建设等；配备专职管理人员；设置三级能源计量系统。	
51			生态修复	—	0.07	具有完整的生态修复计划，生态修复管理纳入日常生产管理。在开采形成最终边坡后，破坏土地生态修复达到 85% 以上。	具有完整的生态修复计划，生态修复管理纳入日常生产管理。在开采形成最终边坡后，破坏土地生态修复达到 75% 以上。
52				环境应急预案有效	—	0.06	编制系统的环境应急预案并定期开展环境应急演练。
53			环境信息公开 ^a	—	0.02	按照《环境信息公开办法（试行）》第十九条要求公开环境信息。	
54				—	0.02	按照《企业环境报告书编制导则》（HJ 617）编写企业环境报告书。	
注：1、水泥（熟料）生产企业不涉及的指标项以满分计；							

- 2、水泥粉磨站仅对标注 a 的指标项进行评分；
- 3、标注 b 的指标项：如果水泥中熟料占比超过或低于 75%，每增减 1%，可比水泥综合能耗按照 GB16780《水泥单位产品能耗消耗限额》进行增减，限定值增减 1.2kg/t、准入值 1.15 kg/t、先进值 1.0 kg/t；
- 4、标注*的指标项为限定性指标；
- 5、水泥窑协同处置固体废物的企业，在上述评分的基础上加 3 分，再进行清洁生产水平评价。

2.5 钢铁行业清洁生产评价指标体系

本指标体系依据综合评价指数总得分值将企业清洁生产水平分为三级，一级代表国内清洁生产领先水平，二级代表国内清洁生产先进水平，三级代表国内清洁生产一般水平。

本指标体系将清洁生产指标分为六类，即生产工艺装备指标、节能减排装备指标、资源与能源利用指标、产品特征指标、污染物排放控制指标、清洁生产管理指标。

本指标体系适用于钢铁联合企业（长流程）清洁生产水平评价、清洁生产审核；新扩改建项目环境影响评价、新建项目审批核准；企业环保核查、节能评估

表 14 钢铁联合企业清洁生产评价指标体系技术指标

一级指标		二级指标					
指标项	权重值	序号	指标项	分权重值	I 级基准值	II 级基准值	III 级基准值
生产工艺装备及技术	15	1	焦炉装备配置率	3	顶装焦炉炭化室高度 $\geq 7\text{m}$ 或捣固焦炉炭化室高度 $\geq 5.5\text{m}$, 配置率 $\geq 60\%$	顶装焦炉炭化室高度 $\geq 6\text{m}$ 或捣固焦炉炭化室高度 $\geq 5\text{m}$, 配置率 $\geq 60\%$	顶装焦炉炭化室高度 $\geq 6\text{m}$ 或捣固焦炉炭化室高度 $\geq 5\text{m}$, 配置率 $\geq 30\%$
		2	烧结机装备配置率	3	300 m ² 及以上烧结机,配置率 $\geq 60\%$	200m ² 及以上烧结机,配置率 $\geq 60\%$	180m ² 及以上烧结机,配置率 $\geq 60\%$
		3	球团装备配置	2	建有带式焙烧装置或链算机回转窑装置, 单套设备球团生产规模 ≥ 300 万 t	建有带式焙烧装置或链算机回转窑装置, 单套设备球团生产规模 ≥ 200 万 t	单套设备球团生产规模 ≥ 120 万 t
		4	高炉装备配置率	3	3000m ³ 以上高炉, 配置率 $\geq 60\%$	2000m ³ 以上高炉, 配置率 $\geq 60\%$	1000m ³ 以上高炉, 配置率100%
		5	转炉装备配置率	2	200 t 上转炉, 配置率 $\geq 60\%$	150t 上转炉, 配置率 $\geq 60\%$	120 t 以上转炉, 配置率100%
		6	铁-钢高效衔接技术	1	采用该技术, 铁水温降 $\leq 80^\circ\text{C}$	采用该技术,铁水温降 $\leq 100^\circ\text{C}$	采用该技术, 铁水温降 $\leq 130^\circ\text{C}$
		7	连铸坯热装热送技术	1	热装温度 $\geq 600^\circ\text{C}$, 热装比 $\geq 60\%$	热装温度 $\geq 500^\circ\text{C}$, 热装比 $\geq 50\%$	热装温度 $\geq 400^\circ\text{C}$, 热装比 $\geq 40\%$
节能减排装备及技术	20	1	原料场污染控制技术	2	原料场实现全封闭、大型机械化技术	原料场实现防尘网、大型机械化技术	
		2	熄焦装备	1.5	高温高压干熄焦装置, 熄焦量 $\geq 60\%$		
		3	焦炉煤气脱硫脱氰装备	2	H ₂ S $\leq 150\text{mg}/\text{m}^3$, HCN $\leq 150\text{mg}/\text{m}^3$	H ₂ S $\leq 200\text{mg}/\text{m}^3$, HCN $\leq 180\text{mg}/\text{m}^3$	H ₂ S $\leq 250\text{mg}/\text{m}^3$, HCN $\leq 200\text{mg}/\text{m}^3$

		4	煤调湿技术	1.5	采用该技术入炉煤料≥ 60%	采用该技术入炉煤料≥ 40%			
		5	小球烧结技术及厚料层操作	1.5	采用小球烧结技术及厚料层操作（料层厚≥600mm）	采用小球烧结技术及厚料层操作（料层厚≥500mm）	采用小球烧结技术及厚料层操作（料层厚≥400mm）		
		6	烧结余热回收利用装置	1.5	建有烧结余热回收利用装置，余热回收量≥10kgce/t 矿	建有烧结余热回收利用装置，余热回收量≥8kgce/t 矿	采用小球烧结技术或厚料层操作（料层厚≥400mm）		
		7	烧结烟气综合净化技术	1.5	采用烧结机头脱硫、脱硝、脱二恶英及重金属的烟气综合净化技术	采用烧结机头脱硫、脱硝烟气综合净化技术	采用烧结机头脱硫烟气净化技术		
		8	高炉煤气干法除尘装置配置率，%	1.5	100	≥80	≥50		
		9	高炉炉顶煤气余压利用（TRT 或 BPRT）装置配置	2	TRT 装置配置率 100%，发电量≥40kWh/t 铁；或 BPRT 装置配置率≥50%，节电量≥40%	TRT 装置配置率 100%，发电量≥30kWh/t 铁；或 BPRT 装置配置率≥30%，节电量≥30%	TRT 装置配置率 100%，发电量≥26kWh/铁；或 BPRT 装置配置率≥30%，节电量≥20%		
		10	转炉煤气干法除尘装置配置	1.5	装置配置率 100%，出口颗粒物浓度<20mg/Nm ³	装置配置率≥60%，考虑出口颗粒物浓度<30mg/Nm ³	装置配置率≥30%（出口颗粒物浓度<50mg/m ³ ）		
		11	蓄热燃烧技术	1.5	炼铁、炼钢、轧钢工序均利用	炼铁和轧钢工序利用	轧钢工序利用		
		12	全厂区污水集中处理设施	2	设有全厂区集中污水处理系统，总回用水量≥80%，其中深度处理水量不低于总回用水量的 50%	设有全厂区集中污水处理系统，总回用水量≥80%，其中深度处理水量不低于总回用水量的 30%	设有全厂区集中污水处理系统，总回用水量≥80%		
		资源与能源消耗	20	1	炼焦工序能耗，kgce/t 焦	3	≤115	≤125	≤155
				2	烧结工序能耗，kgce/t 矿	2	≤50	≤53	≤56
				3	球团工序能耗，kgce/t	1	≤21	≤26	≤36

			矿				
		4	炼铁工序能耗, kgce/t 铁*	3.5	≤390	≤417	≤446
		5	高炉燃料比, kg/t 铁	2	≤490	≤520	≤540
		6	热风炉风温, °C	1	≥1240	≥1200	≥1180
		7	转炉炼钢工序能耗, kgce/t 钢	2	≤-20	≤-8	≤0
		8	转炉炼钢钢铁料消耗, kg/t	1	≤1080	≤1090	≤1100
		9	生产用新鲜水量, m ³ 水/t 钢*	2	≤3.5	≤3.8	≤4.1
		10	二次能源发电量占总耗电量比率, %	1.5	≥45	≥35	≥25
产品特征	5	1	钢材综合成材率(热轧加工/热轧及冷轧加工/热轧、冷轧及镀涂加工), %	2	≥99/≥98/≥96	≥98/≥96/≥94	≥97/≥94/≥92
		2	钢材质量合格率, %	1	≥99.8	≥99.5	≥99
		3	钢材质量优等品率, %	2	≥50	≥30	≥20
污染物排放控制	15	1	废水排放量, m ³ /t 钢	1.5	≤1.4	≤1.6	≤1.8
		2	COD 排放量, kg/t 钢	3	≤0.06	≤0.08	≤0.10
		3	氨氮排放量, kg/t 钢	3	≤0.006	≤0.010	≤0.013
		4	颗粒物排放量, kg/t 钢		≤0.60	≤0.80	≤1.0
		5	SO ₂ 排放量, kg/t 钢		≤0.80	≤1.2	≤1.6

		6	NOx (以 NO ₂ 计) 排放量, kg/t 钢	3	≤0.9	≤1.2	≤1.8
资源综合利用	15	1	生产水重复利用率, %	3	≥97	≥96	≥95
		2	高炉煤气利用率, %	2	≥98	≥97	≥95
		3	焦炉煤气利用率, %	2	≥99	≥97	≥95
		4	转炉煤气回收热量, kgce/t 钢	2	≥28	≥23	≥18
		5	含铁尘(泥)回收利用率, %	1	100	≥98	≥95
		6	高炉渣利用率, %	1	100	≥98	≥95
		7	转炉渣利用率, %	1	100	≥95	≥90
		8	铁水预处理、精炼装置、钢包等渣铁利用率, %	1	≥98	≥90	≥80
		9	脱硫副产物利用率, %	1	≥90	≥70	≥50
		10	消纳城市污水	1	消纳和利用城市污水或利用中水量占企业生产取水量≥30%。		
清洁生产管理	10	1	产业政策符合性*	1.5	未采用国家明令禁止和淘汰的生产工艺、装备, 未生产国家明令禁止的产品。		
		2	达标排放*	1	企业污染物排放浓度满足国家及地方政府相关规定要求。		
		3	总量控制*	1.5	企业污染物排放总量及能源消耗总量满足国家及地方政府相关规定要求。		
		4	环境污染事故预防*	1.5	按照国家相关规定要求, 建立健全环境管理制度及污染事故防范措施, 杜绝重大环境污染事故发生。		
		5	建立健全环境管理体系	0.5	建立有 GB/T24001 环境管理体系, 并取得认证, 能有效运行; 全部完成年度环境目标、	建立有 GB/T24001 环境管理体系, 并能有效运行; 完成年度环境目标、指标和环境	建立有 GB/T 24001 环境管理体系, 并能有效运行; 完成年度环境目标、指标

				指标和环境管理方案，并达到环境持续改进的要求；环境管理手册、程序文件及作业文件齐备、有效。	管理方案≥80%，达到环境持续改进的要求；环境管理手册、程序文件及作业文件齐备、有效。	和环境管理方案≥60%，部分达到环境持续改进的要求；环境管理手册、程序文件及作业文件齐备。
	6	危险废物安全处置	1	建有相关管理制度，台账记录，转移联单齐全。无害化处理后综合利用率≥80%。	建有相关管理制度，台账记录，转移联单齐全。无害化处理后综合利用率≥70%。	建有相关管理制度，台账记录，转移联单齐全。无害化处理后综合利用率≥50%。
	7	清洁生产组织机构及管理制度	1	建有专门负责清洁生产的领导机构，各成员单位及主管人员职责分工明确；有健全的清洁生产管理制度和奖励管理办法，有执行情况检查记录；制定有清洁生产工作规划及年度工作计划，对规划、计划提出的目标、指标、清洁生产方案，认真组织落实；目标、指标、方案实施率≥80%。	建有专门负责清洁生产的领导机构，各成员单位及主管人员职责分工明确；有健全的清洁生产管理制度和奖励管理办法，有执行情况检查记录；制定有清洁生产工作规划及年度工作计划，对规划、计划提出的目标、指标、清洁生产方案，认真组织落实；目标、指标、方案实施率≥70%。	建有兼职负责清洁生产的领导机构，各成员单位及主管人员职责分工明确；制定有清洁生产管理制度和奖励管理办法，有执行情况检查记录；制定有清洁生产年度工作计划，对计划提出的目标、指标、清洁生产方案，认真组织落实；目标、指标、方案实施率≥60%。
	8	清洁生产审核活动	0.5	按政府规定要求，制订有清洁生产审核工作计划，对钢铁生产全流程（全工序）定期开展清洁生产审核活动，中、高费方案实施率≥80%，节能、降耗、减污取得显著成效。	按政府规定要求，制订有清洁生产审核工作计划，对钢铁生产全流程（全工序）定期开展清洁生产审核活动，中、高费方案实施率≥60%，节能、降耗、减污取得明显成效。	按政府规定要求，制订有清洁生产审核工作计划，对钢铁生产流程中部分生产工序定期开展清洁生产审核活动，中、高费方案实施率≥50%，节能、降耗、减污取得明显成效。

	9	能源管理机构、管理制度、能源管控中心	1	有健全的能源管理机构、管理制度，各成员单位及主管人员职责分工明确，并有效发挥作用；建立有能源管理体系并有效运行；建立有能源管理控制中心，制定有企业用能和节能发展规划，年度管控目标完成率 $\geq 90\%$ 。	有健全的能源管理机构、管理制度，各成员单位及主管人员职责分工明确，有效发挥作用；制定有能源管理规划和年度工作计划并组织落实；建立有能源管理控制中心，制定有企业用能和节能发展规划，年度管控目标完成率 $\geq 80\%$ 。	有能源管理机构和管理制度，各成员单位及主管人员职责分工明确，能有效发挥作用；制定有能源管理年度工作计划，制定有企业用能和节能发展规划，年度管控目标完成率 $\geq 70\%$ 。
	10	开展节能活动	0.5	按国家规定要求，组织开展节能评估与能源审计工作，从结构节能、管理节能、技术节能三个方面挖掘节能潜力，实施节能改造项目完成率为100%，年度节能任务达到国家要求。	按国家规定要求，组织开展节能评估与能源审计工作，从结构节能、管理节能、技术节能三个方面挖掘节能潜力，实施节能改造项目完成率 $\geq 70\%$ ，年度节能任务达到国家要求。	按国家规定要求组织开展节能评估与能源审计工作，从管理节能方面挖掘节能潜力，实施节能改造项目完成率 $\geq 50\%$ ，年度节能任务达到国家要求。
	总计		100			

2.6 平板玻璃行业清洁生产评价指标体系

本指标体系规定了平板玻璃工业企业清洁生产的一般要求。本指标体系不适用于 1.1mm 以下的电子行业用超薄玻璃、2mm 以下汽车前挡风用玻璃、采用压延工艺生产的超白盖板玻璃及其他非钠钙硅为主要成分的特种玻璃。本指标体系将清洁生产指标分为六类，即生产工艺及装备指标、资源能源消耗指标、资源综合利用指标、污染物产生指标、产品特征指标和清洁生产管理指标。

本指标体系适用于平板玻璃企业清洁生产审核、清洁生产潜力与机会的判断、清洁生产绩效评定和清洁生产绩效公告、环境影响评价、排污许可证、环境领跑者等管理制度

表 15 平板玻璃清洁生产评价指标体系各评价指标项目、权重及基准值

序号	一级指标	一级指标权重	二级指标	单位	二级指标权重	I 级基准值	II 级基准值	III 级基准值
1	生产工艺及装备指标	0.2	*平板玻璃制造工艺		0.1	浮法		
2			玻璃生产单线熔化能力	t/d	0.2	900	700	500
3			设计窑龄	a	0.15	12	10	8
4			*所有燃料品种		0.3	天然气		重油、煤制气（热值 $\geq 10454\text{kJ/Nm}^3$ ）
5			加热及燃烧方式		0.25	全氧燃烧	采用富氧燃烧、0#小炉氧枪等余氧利用措施及辅助电熔	空气助燃
6	资源能源消耗指标	0.25	*平板玻璃单位产品综合能耗 ^a	kgce/重量箱	0.3	12	13.5	14.0
7			*平板玻璃熔窑热耗 ^a （不折算窑龄系数及燃料等效系数）	kJ/kg 玻璃液	0.3	5650	6400	6700
8			锡耗	g/重量箱	0.1	0.7	1.5	2.0
9			芒硝含率	%	0.1	2.0	3.0	3.5
10			取水量	m ³ /重量箱	0.2	0.002	0.005	0.008
11	资源综合利用指标	0.15	*自产废玻璃回收率	%	0.2	100		
12			工业废水回用率	%	0.2	100	95	90
13			玻璃熔窑烟气余热回收利用		0.2	烟气余热发电技术		烟气余热用于配合料预热、重油加热或设置余热锅炉
14			原料车间粉尘回收利用率	%	0.2	100		

15			镁铬砖回收利用率	%	0.2	100		
16	污染物产生 指标	0.2	废水产生量	m ³ /重量箱	0.1	0.001	0.0025	0.004
17			COD _{cr} 产生量	g/重量箱	0.1	0.04	0.12	0.4
18			SS产生量	g/重量箱	0.05	0.06	0.2	0.4
19			*SO ₂ 产生量	kg/重量箱	0.3	0.1	0.2	0.37
20			*NO _x 产生量	kg/重量箱	0.3	0.1	0.25	0.35
21			*颗粒物产生量	kg/重量箱	0.15	0.015	0.025	0.035
22	产品特征指 标	0.1	产品质量		0.4	优等品率 80%		达到 GB11614 标 准
23			产品应用领域		0.3	制镜及汽车前 风挡	深加工	其他用途
24			生产节能与太阳能利用产品		0.3	在线 TCO 或在线 LOW-E 或在线阳 光控制镀膜		其他
25	清洁生产管 理指标	0.1	*环境法律法规标准执行情况		0.14	符合国家和地方有关环境法律、法规，废水、废气、噪 声等污染物排放、固体废物处理处置符合国家和地方排 放（控制）标准；污染物排放应达到国家和地方污染物 排放总量控制指标和排污许可证管理要求		
26			*产业政策执行情况		0.14	生产规模符合国家和地方相关产业政策，不使用国家和 地方明令淘汰的落后工艺和装备		
27			*清洁生产审核情况		0.08	按照国家和地方要求，开展清洁生产审核		
28			环境管理体系制度		0.08	按照 GB/T 24001 建立并运行环境 管理体系，环境管理程序文件及作 业文件齐备	拥有健全的环境 管理体系和完备 的管理文件	
29			废气处理设施运行管理		0.08	建立治污设施运行台账		
30			污染物排放监测		0.08	按照《污染源自动监控管理办法》的规定，安装烟气污 染物排放自动监控设备，并与环境保护主管部门的监控		

				设备联网，并保证设备正常运行	
31			能源管理体系	0.08	按照 GB/T 23331 的要求建立并运行能源管理体系，能源计量器具配备符合 GB 17167 要求
32			环境管理制度和机构	0.08	具有完善的环境管理制度；设置专门环境管理机构和专职管理人员
33			环境应急	0.08	编制系统的突发环境事件应急预案，按规定备案并开展环境应急演练
34			环境信息公开	0.08	按照《环境信息公开办法（试行）》第十九条要求公开环境信息
35				0.08	按照 HJ 617 编写企业环境报告书
注 1：对于生产 4mm 以下薄板、12mm 以上厚板的玻璃企业，采用熔窑生产 5mm 透明平板玻璃的数据与本表进行对比。					
注 2：带*的指标为限定性指标。					
^a 参照 GB 21340-2013 相关规定，该指标考核对象不包括全氧燃烧的玻璃熔窑，此类熔窑该项指标视同满足 I 级基准值要求。					

3.中国建材行业清洁生产案例分析

目前我国已经先后开展了 5 批清洁生产审核，累计 17862 家企业通过了审核。接下来以建筑行业中的平板玻璃企业、水泥企业和陶瓷企业为例，按操作程序由简到繁，介绍其如何进行清洁生产审核。

3.1 平板玻璃行业清洁生产案例分析

我国是平板玻璃生产大国，平板玻璃的生产规模连续 20 多年稳居世界第一。2012 年全年平板玻璃产量 7.6 亿重量箱，销量 7.22 亿重量箱。据不完全统计，平板玻璃行业生产能力已超出市场需求近 40%，产能利用率只有 63%，行业重复建设和产能过剩问题十分严重。同时，平板玻璃行业又是高耗能、资源密集型行业，环境保护部发文《关于推进重点企业清洁生产的通知》（环法[2010]54 号）和《国务院办公厅关于落实抑制部分行业产能过剩和重复建设有关重点工作部门分工的通知》（国办函[2009]116 号等文件，要求应依法公布钢铁、玻璃及玻璃制品等 7 个产能过剩主要行业作为实施清洁生产审核的重点，并积极指导督促重点企业开展清洁生产。推行平板玻璃行业的清洁生产，可以从根本上减少资源能源的消耗，减轻对环境的污染，保证环境质量持续不断改善。

3.1.1 企业案例

(1)企业简介

某平板玻璃生产企业为集玻璃、焦炭、精洗煤为一体的综合性企业，生产主要产品是各种规格的平板玻璃，副产品焦炭、焦煤气、焦油。其中焦炉制气生产线生产焦煤气和焦油供格法生产作为主燃料，生产的焦炭供给市场，同时为制气生产线配套洗煤生产线，既能保证焦炭生产所用精煤，又能降低精煤成本，尾煤、中煤、干石可供纸厂使用。

(2)主要工艺流程及产污环节

企业在生产过程中主要污染为废气的排放。此外，还有生产与维护过程中产生的废水和生活污水。固废主要来源于原料车间的废弃物、碎玻璃倒运过程中的散落以及冷修过程中的废弃材料等。工艺流程及生产过程中的主要污染因素框图见图 1。

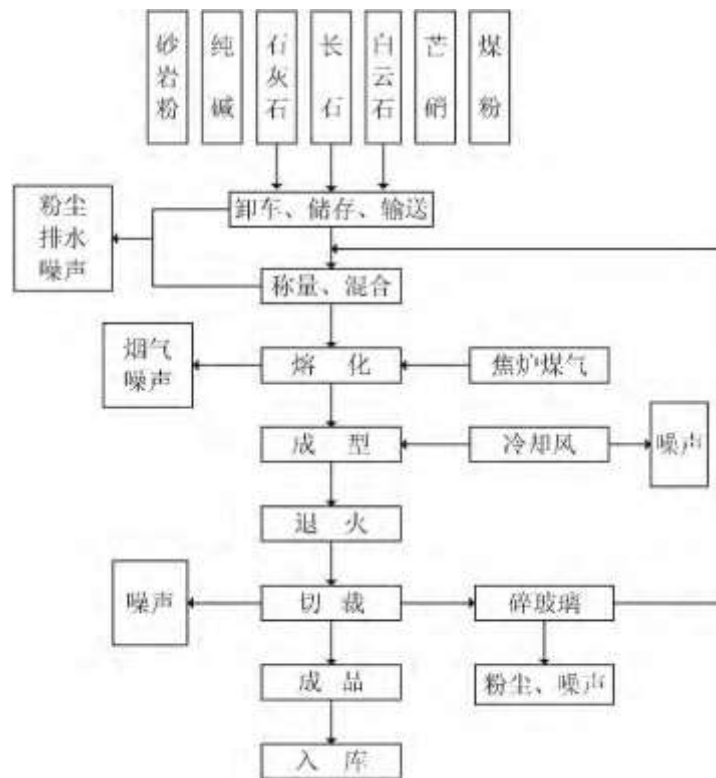


图 1 平板玻璃企业工艺流程图

(3)企业清洁生产现状水平及存在的主要问题

通过对全厂的调查分析可知，虽然公司采用了改进后的格法工艺进行生产，但仍有清洁生产指标未达到国内基本水平的要求，从关键指标的构成上分析，在一些硬性，特别是涉及到物耗、能耗及污染排放的指标上，企业还存在着一定的差距。这主要是由于企业生产过程中存在一系列问题，使得现状清洁生产水平仍有一定潜力。企业与平板玻璃行业清洁生产指标的对比情况见表 16。

表 16 某平板玻璃生产企业各项指标与平板玻璃行业清洁生产技术要求对比一览

项目	一级	二级	三级	对比等级
一、资源能源利用指标				
1.平板玻璃单位综合能耗	≤13	≤18.5	≤20	三级
4.电消耗(kW.h/重量箱)	≤6.5	≤7.5	≤8.6	二级
6.芒硝含率/%	≤2.0	≤3.5	≤5.0	三级
二、产品指标				
1.总成品率/%	≥88	≥85	≥75	二级
每平方米玻璃气泡个数/个	0.3mm≤L≤0.5mm:2			一级
三、废物回收利用指标				
1.玻璃回收率/%	100			一级
2.工业废水回收率/%	100	≥90	≥80	三级
3.原料车间粉尘回收利用率/%	100			一级

4.镁镉回收利用率	100			一级
四、污染物产生指标				
1.废水产生量/(m ³ /重量箱)	≤0.05	≤0.10	≤0.16	三级
2.COD产生量/(g/重量箱)	≤2	≤5	≤16	二级
3.SS产生量/(g/重量箱)	≤3	≤8	≤15	三级
4.SO ₂ 产生量/(g/重量箱)	≤0.11	≤0.44	≤0.61	二级
5.NO _x 产生量/(kg/重量箱)	≤0.4	≤0.6	≤0.8	三级
6.颗粒物产生量/(kg/重量箱)	≤0.072	≤0.096	≤0.120	三级
五、环境管理要求				
1.清洁生产审核	按照国家环保总局编制的平板玻璃行业的企业清洁生产审核指南进行了审核			一级
2.环境管理制度	按照 ISO14001 建立并运行环境管理体系，环境管理手册、程序文件及作业文件齐备环境管理制度健全，原始记录及统计数据齐全有效环境管理制度、原始记录及统计数据基本齐全			二级

从表 16 可以看出达到一级的指标 5 项，占总指标数的 25%；达到二级的指标 5 项，占总指标数的 25%；达到三级的指标 7 项，占总指标数的 35%；还有 3 项指标未达到三级指标的要求。从总体指标水平上看，企业清洁生产水平较差，属行业的中等偏下水平。

(4)企业存在的主要问题

目前企业存在的主要问题包括以下几个方面：首先是蓄水池水未回收，由于熔制车间冷却水用量大，高温的冷却水进入蓄水池，多数时候直接排放到地沟，不但浪费了大量的水资源，同时也造成了一定程度的热污染。其次是车间电机空转现象，熔制车间有部分电机时常空载运行，属非经济运行，电能浪费严重。再次是煤气发生炉能耗大、效率低。以煤为主要燃料的煤气发生炉，为玻璃熔窑燃烧提供燃料，不仅浪费大量能源，并向大气中排放 CO、CO₂、SO₂ 和 NO_x 等大量有毒有害气体，严重地破坏环境，造成极大的污染。最后是炉窑保温差、热量散失严重，玻璃生产的能耗高是我国平板玻璃行业的一大通病，有 30% 左右热量由窑体表面散失于环境，不仅浪费了能源，而且恶化了生产操作环境；有 40% 左右的热量随废气进入烟道，每年浪费大量的煤。

3.1.2 清洁生产方案

(1)清洁生产方案的产生和筛选

针对企业现存的问题，通过对企业整体生产情况、物料能源的使用情况、各种平衡进行评估分析后，提出清洁生产方案。由企业相关领导、技术人员和现场操作工人及厂内外工艺技术专家共同根据技术可行、环境效果、经费投资与效益等条件，择优排序，筛选得出无费/低费方案和中费/高费方案。再经过清洁生产审核小组、行业专家、清洁生产审核专家三方对提出的清洁生产方案，从环境、技术、经济三方面进行了认真探讨，最终确定本轮清洁生产审核实施方案 11 项，其中包括 8 项无费/低费方案，3 项中费/高费方案。具体的清洁生产方案和进度见表 17。

表 17 清洁生产方案情况

编号		方案名称	完成情况
无费/低 费方案	LF1	冷却水蓄水池管线的改造	已完成
	LF2	电技术改节造	已完成
	LF3	煤气加压机，冷却器的改进	已完成
	LF4	水塔安装自动加水系统	已完成
	LF5	熔制车间平拉车间绿色照明	已完成
	LF6	原料粉尘回收	已完成
	LF7	原煤皮带粉煤回收净化	已完成
	LF8	加强材料管理	已完成
中费/高 费方案	HF1	煤气发生炉改为焦炉煤气生产线	已完成
	HF2	窑炉全保温节能量	已完成
	HF3	安装冷却塔，建储水池降低水温	已完成

(2) 清洁生产三效益分析

通过企业清洁生产方案的实施，各项清洁生产指标都得到了提升，取得了明显的社会效益、经济效益和环境效益。本轮清洁生产共产生可行清洁生产方案 11 项，共需投资 2099.79 万元，方案实施完成后，每年相对于审核前年运行费用总节省为 3660.83 万元。各方案实施后，年可节约 88.73 万 kW·h，节水约 1.1 万 t，节煤 4.73 万 t；SO₂削减量 1052.66t/年。

3.2 水泥行业清洁生产案例分析

3.2.1 清洁生产项目简介

水泥行业主要以该水泥企业为例来说明。强化环境意识，提高资源、能源利用效率，实现生产“三废”的综合回收利用，杜绝污染危害，是此企业始终长抓不懈的工作。随着“创建节约型社会”的不断深入和企业自身发展的需要，企业也越来越重视清洁生产。2011 年初，企业聘请清洁生产专家多次进行帮助和指导，召开“清洁生产”专题研讨会，为企业主管以上人员举办“清洁生产知识”辅导讲座，并与企业领导进行深入探讨。企业成立了健全的审核小组，并采取不同形式对职工进行全面培训。企业建立了主要负责人领导下的长期清洁生产审核小组负责企业内部的清洁生产工作，使清洁生产成为企业有力的管理手段，把持续改进清洁生产工作纳入企业发展规划，以进一步推动企业快速、持续、稳定发展，提高企业综合素质，增强企业的竞争优势，发展优势和效益优势。

3.2.2 筹划与组织

(1)取得领导支持

该水泥企业自建厂以来就坚持环境保护与企业发展同步规划、同步建设、同步运行的“三同步”战略。企业一向重视环境效益与经济效益的双赢，特别是高层领导对企业进行清洁生产审核非常重视，并约请相关清洁生产审核专家来公司培训与考察，了解生产工艺的详细情况，发掘清洁生产机会和潜力，为本轮清洁生产工作的开展奠定了良好的基础。

(2)成立清洁生产审核小组

为了确保审核工作顺利并有序的进行，成立了以企业厂长为组长、企业总工程师为副组长的清洁生产审核小组。在听取专家意见和咨询机构的指导的基础上，做到了小组成员分工明确。

(3)制定审核工作计划

为了使审核获得满意的效果，结合企业审核工作情况，审核小组按手册要求编制了审核工作计划，见表 18。

表 18 清洁生产审核工作计划

阶段	工作内容	完成时间	负责部门	产出成果
1.筹划与组织	1.开展宣传教育，组织学习，	2010.12-2011.1		
	取得最高领导支持		外审机构	1.获得领导支持
	2.组建企业审核小组		各部门领导	2.建立审核小组 制定工作计划
	3.制定审核工作计划			
2.预评估	1.进行现状调查；企业概况	2011.1-2011.3	各部门负责人	
	生产状况、环保状况		各专业技术人员	
	2.分析产污原因，做出结论		审核小组	
	3.确定审核重点			1.确定审核重点
	4.提出清洁生产目标			2.无费/低费方案实施
3.评估	1.确定物料输入输出及排污状况	2011.3-2011.4	各部门负责人	
	2.建立物料平衡图、水平衡图		专业技术负责人	1.物料和水平衡图
	3.分析废物产生原因		审核小组	2.废弃物产生原因，分析结果
	4.提出和实施无费/低费方案			3.无费/低费方案实施
4.方案的产生与筛选	1.产生备选方案	2011.4-2011.6	各部门负责人	清洁生产方案清单
	2.方案的分类和筛选		专业技术人员	
	3.中期报告，无费/低费方案		审核小组	
5.可行性分析	1.进行技术可行性分析	2011.6-2011.7	审核小组	实施方案可行性
	2.环境、经济与社会效益评估			分析报告
	3.推荐可实施方案			
6.方案的实施	1.组织方案的实施	2011.7	相关技术人员	1.实施方案
	2.评价已实施方案的成		审核小组	2.实施效果

	果			
7.持续清洁生产	1.建立完善清洁生产组织	2011.7-2011.8	分管领导	持续清洁生产计划
	2.建立完善管理制度		审核小组	
	3.制定持续清洁生产计划			
8.审核报告	1.编制审核报告交给专家审查	2011.8	分管领导	清洁生产审核报告
	2.完成审核报告		审核小组	

(4)开展宣传教育

为了使清洁生产审核工作顺利开展,必须通过宣传教育以及相关培训,使全体领导和员工了解当前的环境保护意识,开展清洁生产工作的意义,从而排除思想障碍,营造良好舆论氛围。2011年1月13日,公司特邀请专家来做清洁生产培训和思想动员,参加人员为审核小组成员以及其他负责人共计37人,内容包括清洁生产产生的社会背景、国内外现状、企业开展清洁生产的意义及相关案例。通过授课培训,审核小组成员对清洁生产有了更深的了解,深刻体会到开展清洁生产对企业节能、降耗、减污、增效的重要意义。针对企业开展清洁生产审核工作可能存在的障碍进行了预测分析,制定解决办法,为清洁生产审核工作的顺利开展提供基础知识、组织、技术和物质保障。清洁生产审核障碍类型及对策详见表19。

表19 清洁生产审核障碍类型及对策表

序号	障碍	障碍原因	克服办法
1	观念障碍	部分职工认为清洁生产审核工作是几个人的事,事不关己	利用各种宣传途径,大力宣传清洁生产的目的、意义,并利用国内外同行清洁生产的成果说明开展清洁生产的潜在效益
2	组织障碍	现有管理制度与清洁生产的理念冲突	加强培训,建立清洁生产、预防污染的理念,建立绩效考核制度
3	生产障碍	基础数据不足;缺乏清洁生产技术	充分收集各种资料,加强调研和实测
4	经济障碍	担心花费太大,看不到实际回报	尽快开展审核工作,并实施无低费方案,从中获得实际效益

通过宣传教育全公司员工受教育率达到90%以上,大部分职工在较短的时间内对清洁生产的概念和清洁生产审核内容及方法步骤有了较明确的认识,从而达到了端正思想、正确认识、全力以赴实现最大限度地减少废弃物的产生和节能降耗的目的。

3.2.3 清洁生产预评估

(1)企业概况

该水泥企业，性质为有限责任公司，公司经营范围：水泥生产销售；耐磨材料铸造；新型建材产品销售,石灰石开采。公司现有有员工总数为 294 人，技术人员 21 人，生产现场员工实行 3 班制，班组长以上管理人员实行白班制，全年共计工作日 310 天。2004 年 8 月建成投产。2010 年度公司总产值 1.5×10^5 万元，年利税 6.9×10^3 万元。

该水泥企业，占地面积 $1.8 \times 10^5 \text{m}^2$ 。公司现有新型干法水泥生产线一条，具有年产 1200t 熟料和年产 $50 \times 10^4 \text{t}$ 水泥的生产能力。生产线于 2004 年 11 月份正式投产运行，采用目前世界上先进的 ABB 公司 AC800F、DCS 集散自动控制系统，检验设备在水泥行业中处于领先水平。公司产品主要有：P.O42.5R、P.O42.5、P.C32.5、P.C32.5R 等品种水泥，并于 2002 年顺利通过 ISO9001:2000 质量管理体系的认证，产品具有强度高、富余标号高、碱含量低、浆体结构密实、抗渗性和抗冻性好，耐磨能力、抗腐蚀能力强等特点，主要市场为银川、陕北、巴彦淖尔市、阿拉善盟、鄂尔多斯市等地区，广泛应用于工、民用建筑、公路、桥梁修筑、机场等。

(2)进行现场调查

通过对该水泥企业的生产现场进行实地考察。通过查阅相关资料、座谈等形式深入了解企业目前的清洁生产情况，征集和提出了一些无费/低费方案，对可行的无费/低费方案进行汇总，通过现场考察为确定审核重点奠定了基础。

1)公司主要生产工艺流程图

①1200T/D 熟料生产线，石灰石破碎及输送—石灰石预均化—原料储存及调配—原料粉磨及废气处理—生料均化及窑喂料—熟料烧成—熟料冷却—熟料储存及输送、熟料散装煤破碎及预均化—煤粉制备—熟料烧成。

②50 万 T/A 水泥生产线，石膏破碎及输送—水泥配料—水泥粉磨—水泥储存、散装发运，具体工艺流程见图 2。

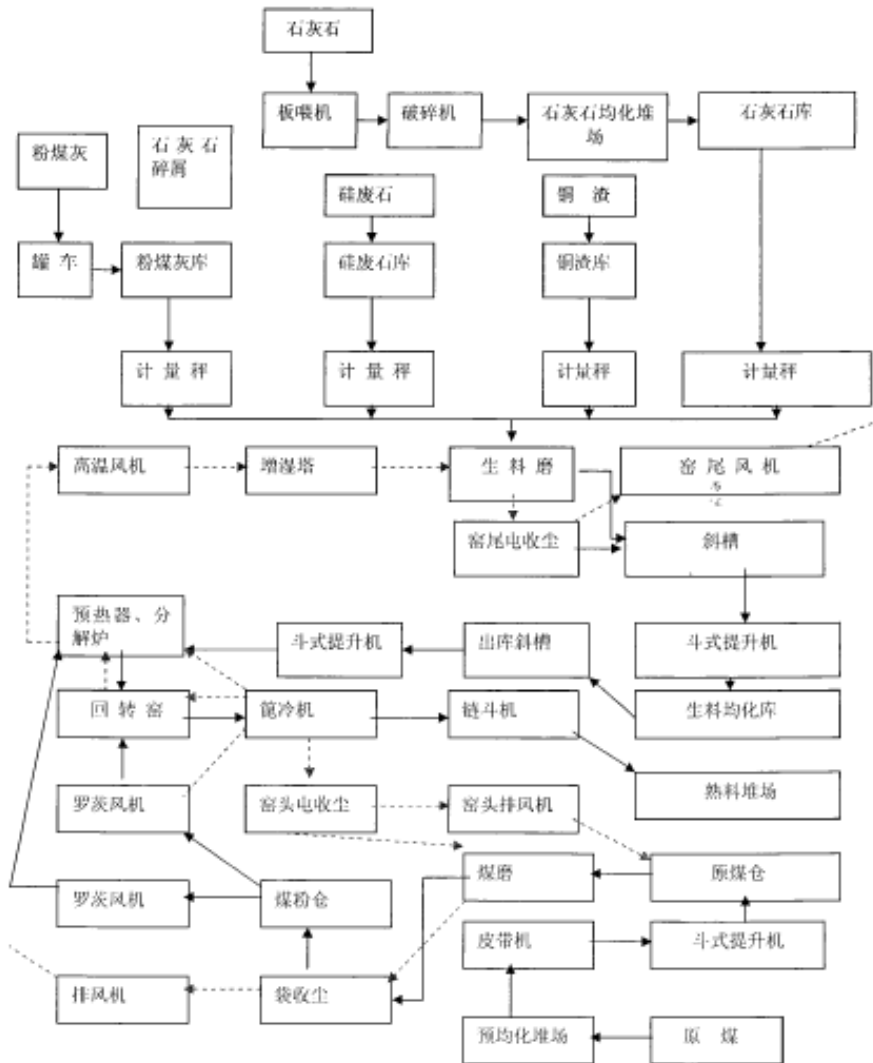


图 2 熟料生产工艺流程图

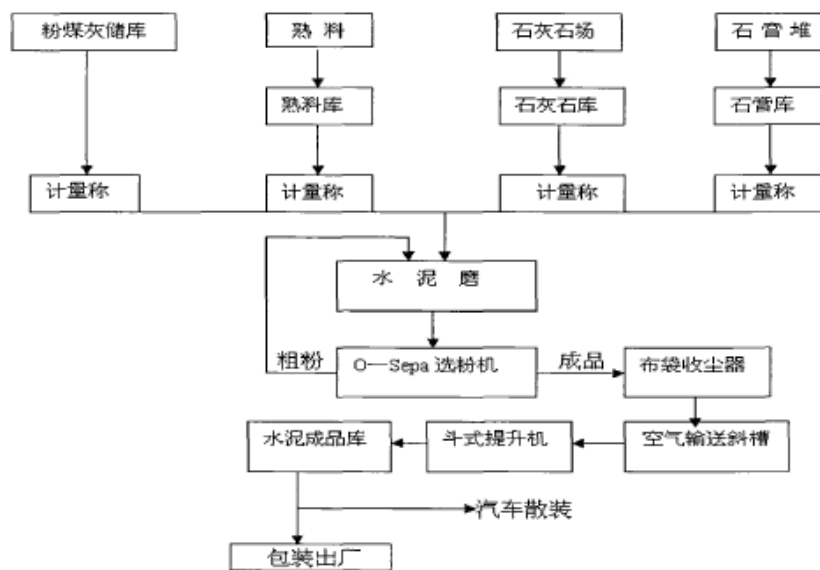


图 3 水泥粉磨

工艺流程图

烧成工艺消耗的原料有石灰石（大块）、石灰石碎屑、粉煤灰、硫酸渣、铜渣、原煤、中煤和桂废石，制成工艺消耗的原料有炉渣、石膏、娃微粉、脱硫石膏和石灰石碎屑，原材料年消耗情况及来源见表 20。

表 20 原材料来源及消耗量(2010 年)

车间	材料名称	用量 t/a	指标	来源
烧成车间	石灰石	390,728.60	CaO≥49%	鄂托克旗中凯矿业开发有限公司
	粉煤灰	87,067.52	Al ₂ O ₃ ≥30.0%	内蒙古鄂尔多斯电力有限责任公司
	硫酸渣	9,265.28	Fe ₂ O ₃ ≥45%, 55%、75%	青铜峡市利源商贸有限公司
	铜渣	10,697.16	Fe ₂ O ₃ ≥55%	巴彦淖尔市飞尚铜业有限公司
	原煤	50,967.10	发热量≥4800Kcal/kg	鄂托克旗东辰煤矿
	中煤	19,606.80	发热量≥4700Kcal/kg	神华煤炭运销公司乌海分公司
	硅废石	33,983.74	SiO ₂ ≥82%	鄂托克旗志兴桂石矿
制成车间	石膏	5,599.45	SO ₃ ≥35%	鄂托克旗蒙兴石膏有限责任公司
	炉渣	33,096.43	烧失量≤5%	个体户
	脱硫石膏	17,769.09	SO ₃ ≥40%	内蒙古鄂尔多斯电力有限责任公司
	硅微粉	20,822.44	SiO ₂ ≥65%	鄂尔多斯市西金矿冶有限责任公司
	石灰石碎屑	148,977.96	CaO≥47%	个体户

2)企业用电情况



图 4 企业用电图

3)企业供热情况

本厂属集中采暖地区，采用国内先进 RB-SM-4T 热水锅炉，设定出口功率 $240 \times 10^4 \text{ kcal/hr.}$ ，使用低质烟煤，日耗量 6t/d，年耗煤量 1080t。采暖设计室内计算温度按现行的《水泥工业劳动安全卫生设计规定》有关内容执行。



图 5 厂区供热图

4)企业用水情况

给排水系统包括生产循环冷却水及辅助用水系统，生活用水。该项目的生产用水全部为循环冷却水和生活用水，循环水量为 319.2m³/d，其中循环水补给量为 247.2 m³/d，生活用水量为 47.04 m³/d，新鲜水总量为 366.24 m³/d，所以年用水量如图 6 所示：

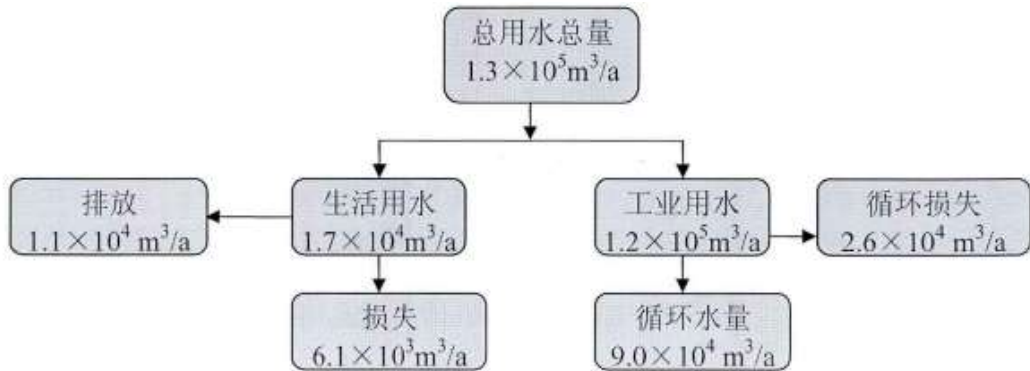


图 6 厂区给排水情况

(3)主要污染物及其治理措施

1) 废气

企业废气主要来源于回转窑。回转窑熟料煅烧后产生废气，废气主要产生部位分为窑头、窑尾两部分。其中主要污染物为粉尘、SO₂、NO_x、CO 等。

窑头废气经窑头静电收尘后，尘降物通过输送机到堆场，废气通过排风机达标排入大气中。窑尾废气经过窑尾增湿塔降温后，通过窑尾静电收尘处理后，尘降物由输送机到均化库，废气由尾排风机达标排入大气中。通过鄂尔多斯市环保局的监测全部达到水泥工业企业污染物排放标准。

表 21 各排放口及排放点的烟（粉）尘排放结果

序号	系统名称	风量 (Nm ³ /h)	排气温 度(°C)	除尘设备	入口浓 度(g/ Nm ³)	达标浓度 (g/Nm ³)	排放量 (t/a)
1	石灰石破碎	13390	常温	袋收尘器	200	30	0.22
2	原料配料站配 料仓顶	5200-7000	常温	袋收尘器	100	30	0.66
3	煤磨	40100	常温	袋收尘器	100	50	2.3
4	均化库顶	8930	常温	袋收尘器	20	30	0.44
5	烧成窑尾	30000	150	电收尘器	500	50	15.56
6	熟料塔顶	6000	80	袋收尘器	200	30	0.17
7	熟料冷却	230000	250	电收尘器	200	50	20.2
8	水泥磨	158000	90	袋收尘器	100	30	17.5
9	水泥库库顶	5200-7000	60	袋收尘器	100	30	0.2
10	散装库库顶	22500	常温	袋收尘器	100	30	0.2
11	包装车间	26700	常温	袋收尘器	100	30	2.56

2) 废水

公司所排废水主要来源：生活用水。生产用水约 17169.6m³/a，生产车间冲洗水、循环冷却水全部利用，生活污水约 6132m³/a。主要污染物有 COD、BOD、SS 等，无一类污染物。

工厂的废水处理流程：公司所产生的生产废水循环利用没有向外排放，每天生活污水排放量 16.8t/d，化验室含酸、碱成分的污水经中和、稀释后一起汇入化粪池，每天都由内蒙古蒙城经济开发区管委会环境卫生管理局运走后处理。生活污水处理示意图如图 7 所示。

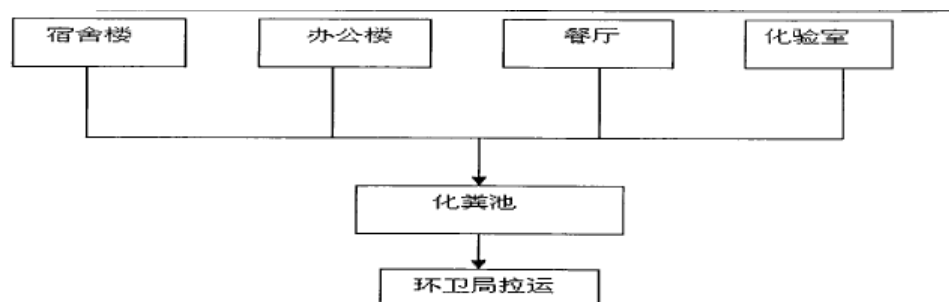


图 7 生活污水处理示意图

3) 固体废物

企业生产过程当中基本不产生固体废物，一般固体废物主要产生于生活垃圾，生活垃圾产生量 300kg/d，全部由环卫所运走后集中处理。

4) 噪声

本项目中产生噪声的设备比较多，声级较高，噪声来源于破碎、生料磨机、煤磨、空气压缩机、风机等设备。所有噪声源都采取了相应的屏蔽措施降低噪声对环境的影响。具体措施见表 22：

表 22 噪声产生主要环节及治理措施

工艺系统	主要声源	防治措施
原料车间	石灰石破碎机	隔声墙
原料车间	生料磨机	隔声墙
烧成车间	生料均化罗茨风机	消音器
烧成车间	熟料冷却、破碎	隔声墙、消音器
烧成车间	原料粉磨机	隔声门
烧成车间	原料粉磨机	隔声门
制成车间	水泥粉磨机	隔声门

(4) 确定审核重点

通过对全厂的现状调研、现场考察、产污和排污现状分析，结合实际，以企业水泥生产的熟料烧成工段和水泥制备工段为备选审核重点，对其生产过程的主要消耗、废弃物产生量、环保费用三个方面进行统计汇总，即熟料烧成和水泥制备备选审计重点情况汇总。汇总完成之后，确定影响企业清洁生产的六大因素，即废弃物量、主要消耗、环保费用、废弃物毒性、清洁生产潜力、车间积极性作为评价的依据，利用权重总和计分排序法进行打分，即熟料烧

成工段和水泥制成工段的权重总和计分排序情况。最后决定，将本轮清洁生产审核的重点确定为熟料烧成工段。

表 23 企业清洁生产目标

序号	项目	单位	现状 2010年	近期目标 2011年底		远期目标 2013年	
				指标	相对量(%)	指标	相对量(%)
1	可比热料综合能耗	kg/t	118	116.5	减 1.27	115.5	减 0.8
2	循环水利用率	%	90%	95%	增 5%	97%	增 2%

(5)提出和实施无费/低费方案

在本次清洁生产审核启动时期，贯彻了边实施边见效的方针，在广泛收集合理化建议的基础上，提出和实施一些简单易行的无费/低费方案，取得了一定的环境效益和经济效益。

表 24 无费/低费方案汇总表

编号	方案名称	方案简介	投资 (10 ⁴ 元)	预期效益
F1	煤磨收尘器气缸的改造	用电热带将收尘气缸上下缠绕，然后用棉被覆盖，防止气缸冻住无法正常工作	0.09	减少主机停机时间，提高设备有效运转率，降低因设备事故停机能源损耗
F2	水泥磨主减速机漏油改造	水泥磨主减速机漏油严重进行整改，用新型式密封胶重新密封，盖端螺栓重新固定达到预期效果	无费	无费投资，改造后主减速机密封良好，按每小时漏0.625kg算，一年节省机械油3870.27kg，节省费用5.76万元
F3	新线包装机改造	将原有开闸板处的上悬过桥设备往前移动60mm，关闸板处的干簧管仪表控制器往后移动20mm，主要目的是罐装时提前开闸板，推后关闸板，加长灌装时间，满足袋重要求，每圈掉包，提高产量，降低电耗	无费	无费投资，改造后台产提高10.06吨/时，降低电耗
F4	在2、3#水泥库旁增加水泥散装系统	在水泥库底新加装空气斜槽一个，钢构桥架一个，使水泥库2、3#直接用于散装，提高装车率	2	提高水泥散装率，年提高散装率30%
F5	更换中控室操作电脑	中央控制室电脑属建厂以来配置最低的电脑，且处理速度较慢，影响正常操作，所以更换一批配置较高的电脑	0.96	提高中央控制室工作效率，减少因电脑死机事故导致主机停机事故的各项能源损耗
F6	办公用纸双面使用	办公室所有办公用纸全部改用双面用纸，除部分文件外，提高办公用品有效利用率	无费	办公用纸改用双面用纸，降低办公费用，提高公司管理水平和工作业绩

F7	收集废旧棉纱	将所有擦拭设备的废旧棉纱全部集中在指定桶内，回转窑点火时将第二次利用，节省成本，减少浪费	无费	无费投资，回收后用于回转窑点火。一年可回收利用 160kg，节省费用 1280 元。
F8	新线水泥磨加装除铁滚筒改造	将废旧的磁铁滚筒加装在水泥磨入磨长皮带处，皮带随之带动运转，将物料中的废铁全部吸走，有利用减少水泥磨篅缝堵塞现象。	无费	利用废弃物改造，提高水泥磨主机设备运转率和台时产量

3.2.4 清洁生产评估

(1) 审核重点概况

1) 熟料烧成工段

原料采用四组分配料，分别为石灰石、硅废石、铜渣以及粉煤灰，进厂原料经输送设备到相应的储库（进厂石灰石经破碎后进入石灰石预均化堆场然后到石灰石储库），然后经库底配料后，由皮带机喂入生料磨进行粉磨，烘干热风由出预热器的热风提供，粉磨合格的生料由风带入电收尘进行收集，收集下来的生料粉由输送设备到生料均化库进行均化，均化好的生料由喂料以及计量设备到预热器进行换热分解，经换热和分解后的生料入窑进行煅烧，煅烧和分解的热源由煤粉燃烧来提供，进厂原煤经均化和粉磨后分别到头煤、尾煤两个煤粉仓以供生料预热分解以及煅烧使用，煅烧好的熟料经过篅冷机冷却后，由输送设备到熟料堆场或库。

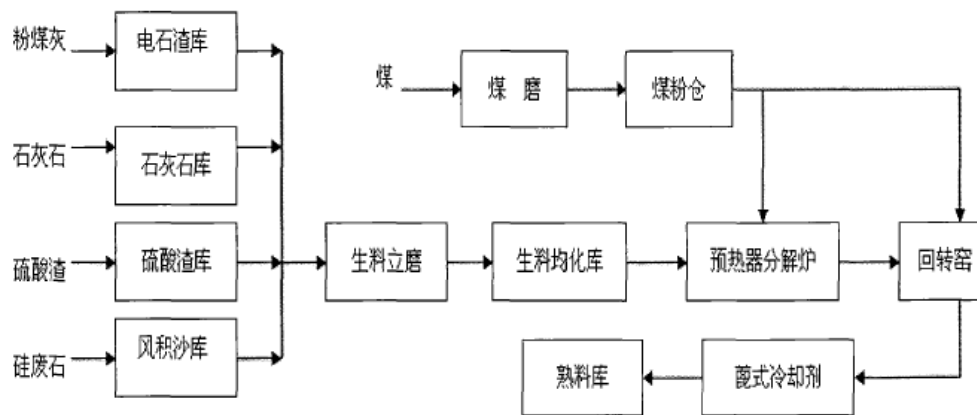


图 8 熟料烧成工段工艺流程

2) 各单元操作功能说明

表 25 烧成工段单元操作功能说明

烧成工段	功能简介
原料粉磨	物料计量后通过球磨机将物料粉磨
生料预均化	均化库将生料通过气力预均化，达到生产层成分稳定效果
煤粉制备	将原煤粉磨成煤粉，且细度达到回转窑熟料烧成要求
预热器	将预均化好的生料通过预热器分解，分解率达 90%
回转窑	生料分解完进入回转窑煅烧
篅冷机	熟料进入篅冷机冷却，然后通过输送机到熟料堆场

(2)审核重点物料输入输出

为了在本阶段对审核重点做更深入细致的物料平衡和废弃物产生原因的分析,审核小组充分利用现有的检测设备,并借助外协单位的检测设备和人力,在正常生产的条件下,利用现场考察进一步实测输入和输出的物流。

1)熟料烧成工段物流平衡

表 26 熟料烧成工段输入输出数据汇总

输入		输出		
输入物	数量 (t/d)	输出物	数量 (t/d)	
原料	石灰石	2241.5	熟料	1244
	硅废石	156.2		
	铜渣	47	烧失量、均化库剩余生料、 粉尘、CO ₂	1489.6
	粉煤灰	62.4		
煤磨	原煤	226.5		
总计		2733.6		2733.6

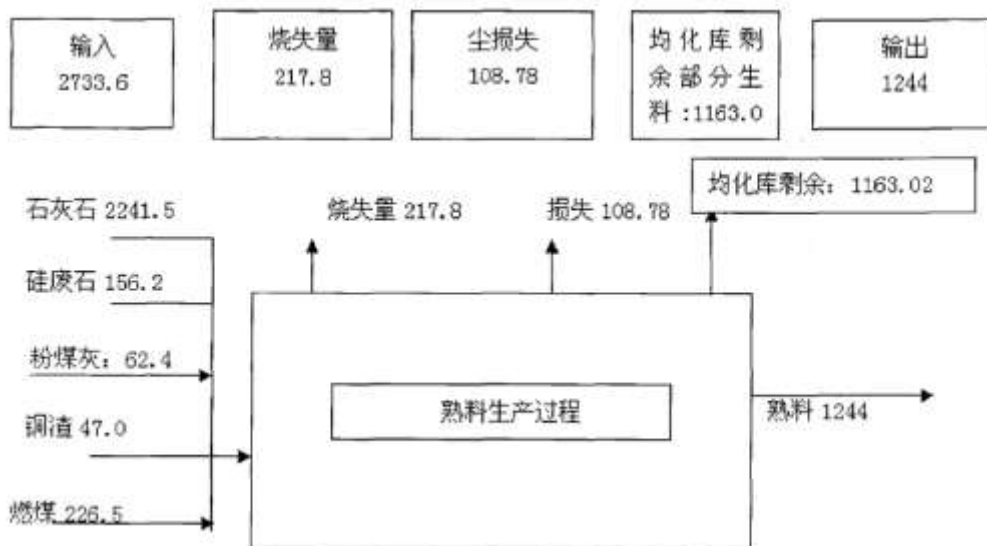


图 9 熟料烧成工段物料平衡 单位: t/d

2)熟料烧成工段水平衡

表 27 熟料烧成工段水平衡

用水量 (m ³ /d)		排水及耗用水量 (m ³ /d)	
名称	数量 (d)	名称	数量 (d)
供水量	364.01	生产设备用水	247.2
设备循环冷却水	145.4	设备循环冷却水	145.4
		未预见用水	44.81
		蒸发损失	62.4
		风吹损失	9.6

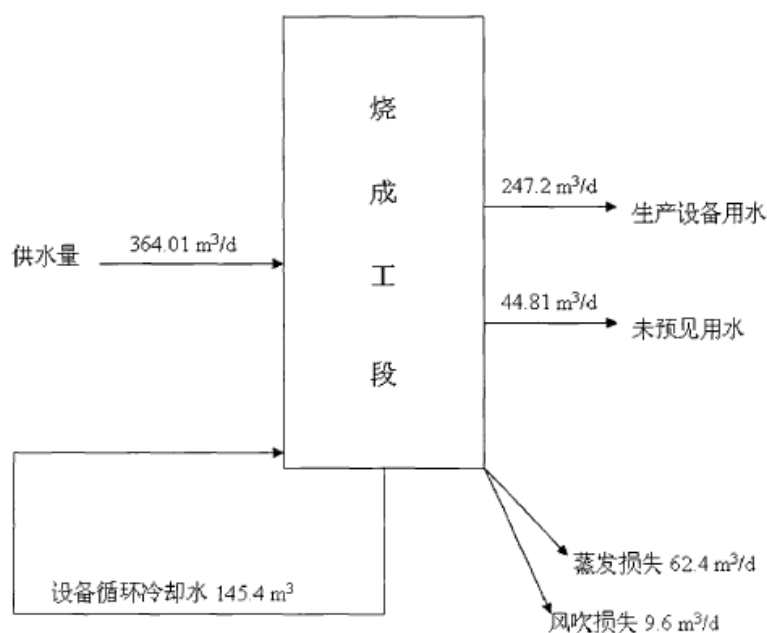


图 11 熟料烧成工段水平衡

3)熟料烧成工段热平衡

表 28 熟料烧成工段热量平衡表

收入热量			支出热量		
项目	KJ/Kg	%	项目	KJ/Kg	%
燃料燃烧热	4886.38	93.78	熟料形成热	2958.1	56.77
燃料显热	9.90	0.19	出冷却机熟料显热	95.37	1.83
生料显热	109.96	2.11	预热器废气显热	1222.11	23.45
入窑回灰显热	14.59	0.28	冷却机排风显热	384.06	7.37
一次空气显热	8.86	0.17	系统表面散热	335.1	6.43
生料带入空气显热	1.56	0.03	冷却水带走热量	153.74	2.95
系统漏风显热	21.89	0.42	预热器飞灰显热	63.06	1.21
入冷却机空气显热	158.40	3.04			
合计	5211.54	100	合计	5211.54	100

(3)清洁生产潜力分析

企业的烧成工段，属于典型的水泥熟料烧成单元操作，工艺较为成熟。水泥行业属于我国重要的高耗能产业，能源消耗总量较大。结合企业本年度的技术改革需要，最终确定烧成工段的主要清洁生产潜力在能源消耗方面。虽然现有技术水平和消耗指标处于同行业的中等水平，但是自投产以来，通过技术分析对比，熟料烧成系统的能源消耗还存在进一步降低的可能，存在较大的清洁生产潜力。分析如下：

1)企业回转窑在筹建时，我国水泥熟料干法生产线正处于发展初级阶段，在回转窑喷煤管选型上有一定弊端，设计方面能满足回转窑熟料烧成，但是在能源方面造成一定的浪费。2010年经过公司能源小组论证，试用劣质煤。决定调整原煤配比，在原来原煤配比中 1:1

配入劣质煤，在试用期间煤质发热量在要求使用范围内，且煤质灰分、SO₂含量成分较低，有利于回转窑系统工艺正常操作，窑尾烟室、分解炉结皮较少，因工艺事故停机次数较少，大大降低员工的劳动强度。同时也节省能源，降低能耗，降低熟料成本。所以对烧成工段回转窑喷煤管进行技改是十分必要的。

2)由于建厂以来，烧成工段循环水支管道设计为直径 50mm 普通钢管，钢管易氧化破损漏水，循环水有效利用率低于 90%，2010 年因循环水停机事故长达 100 多个小时，且不容易维护，造成电耗等能源成本增加。

3)由于进厂原料成分波动大，造成回转窑熟料烧成工艺系统不稳定，结圈、结蛋工艺事故频繁，导致破碎口堵塞，不易处理，安全系数较低，员工劳动强度大，2010 年因回转窑工艺结蛋事故停机长达 100 多个小时。

经由上述分析，最终确定对烧成工段进行节能改造，有利于实现清洁生产节能、降耗、减污、增效的目的。

(4)方案的产生与筛选

本阶段的工作重点是根据前面的审核结果，产生清洁生产方案。清洁生产审核小组根据物料平衡、水平衡和污染物产生原因分析结果，从现场的实际情况出发，宣传动员和鼓励全体员工提出清洁生产方案或合理化建议，广泛吸收国内外同行业的先进技术，组织有关专家进行技术咨询，产生了一批清洁生产方案。

1)方案汇总

清洁生产方案由审核小组、企业员工和相关专家共同讨论产生。首先，清洁生产审核小组向各工段征集清洁生产建议。动员起来的一线员工踊跃响应，根据生产实践经验提出很多合理化建议和方案线索。其次，组织有关技术人员和专家对整个生产工艺、生产过程进行考察和分析，从原材料和能源、技术工艺改造、设备维护和更新、过程优化控制、产品更新或改进、废弃物回收和循环利用、加强管理、提高员工素质等八个方面提出方案。然后专家和企业员工举行座谈讨论，核实生产情景状况，彼此印证启发，产生备选方案。对收集到的各类建议进行汇总整理，共产生无费/低费方案 8 项，中费/高费方案 3 项。无费/低费、中费/高费方案汇总如表 29 所示。

表 29 清洁生产方案汇总表

方案类型	方案编号	方案名称	投资概算 (10 ⁴ 元)	经济效益	环境效益
设备	F9	循环水改造及更换冷却塔	29	循环水利用率提高 95%，年平均提高主机设备运转率 1 个百分点，按全年 86% 运转率算，可减少损失 180*10 ⁴ 元	该方案实施后能有效减少新鲜水用量
	F10	破碎口增加一台高压水枪	6	年平均提高主机设备运转率 1 个百分点，按全年 86% 运转率算，可减少损失 165*10 ⁴ 元	该方案实施后，可减少设备空运转，可减少回转窑点火用柴油、煤粉等资源浪费
	F11	更换回转窑喷煤管	21	按每年 7 万吨原煤计算，可节省能源 140*10 ⁴ 元	该方案实施后，有效降低能耗
	F1	煤磨收尘器	0.09	提高设备运转率降低能源损	减少污染

		气缸的改造		耗	
	F2	新线水泥磨主减速机漏油改造	无费	无费投资, 改造后主减速机密封良好, 按每小时 0.625kg 算, 一年可节省油品 5.76×10^4 元	节约能耗
	F3	新线包装机改造	无费	无费投资, 改造后台产提高 10.06t/h	节约能耗
	F4	在 2、3#水泥库旁增加水泥散装系统	2	提高水泥散装率	降低能耗
	F5	更换中控室操作电脑	0.96	提高工作效率	
	F6	办公用纸双面使用的建议	无费	办公用纸改为双面用, 降低办公费用为	节约资源
废弃物利用	F7	收集废旧棉纱	无费	无费投资, 回收后用于回转窑点火。一年可回收利用 160kg 节省费用 1.28×10^3 元	
	F8	新线水泥磨加装除铁滚筒改进	无费	利用废弃物改造, 提高水泥磨产量	降低能耗

2) 方案筛选

由企业领导、技术人员、管理人员、厂内外专家从技术可行性、环境可行性、经济可行和可实施性等方面考虑, 对无费/低费方案采用简易筛选法, 中费/高费方案采用权重总和和积分排序法来进行筛选。

最终审核小组从技术可行性、环境可行性、经济效益、实施难易程度以及对生产和产品的影响等方面进行了筛选, 选出了 11 个可行的方案。其中无费/低费方案 8 个, 中费/高费方案 3 个。可行的无费/低费方案、初步可行的中费/高费方案汇总的筛选结果见表 30。

表 30 方案筛选结果汇总表

筛选结果	方案编号	方案名称	备注
可行的无费/低费方案	F1	煤磨收尘器气缸	烧成工段
	F2	新线水泥磨主减速机漏油改造	水泥制备工段
	F3	新线包装机改造	水泥制备工段
	F4	在 2、3#水泥库旁增加水泥散装系统	水泥制备工段
	F5	更换中控室操作电脑	中控室
	F6	办公用纸双面使用的建议	综合部
	F7	收集废旧棉纱	烧成工段
	F8	新线水泥磨加装除铁滚筒改造	水泥制备工段
初步可行的中费/高费方案	F9	循环水改造及更换冷却塔	烧成工段
	F10	破碎口增加一台高压水枪	烧成工段
	F11	更换回转窑喷煤管	烧成工段

(5)可行性分析

1) 循环水改造及更换冷却塔可行性分析

①项目投资的必要性

企业 1200t/d 熟料生产线于 2004 年 8 月份投产，整个循环水系统在当初设计时存在很多缺陷，整改前循环水补水井较循环水池约 500m 左右，补水水泵采用 7.5kW 深井泵，补水管是普通无缝钢管，采用直埋管，建厂以来有部分钢管氧化破损漏水；循环水出水管道通往各设备支管道也是采用普通钢管，整改前部分管道出现氧化破损漏水，循环水有效利用率达不到 90%。

②节能改造方案

将原来的补水井改为较近距循环水池 200m 的补水井，管道采用直径为 75mmPPR 管道，深井泵改为功率为 5.5kW 深井泵，节省管道材料 300m 左右。将原有的冷却塔更换为新型工业圆型逆流式玻璃钢冷却塔。

③技术评估

第一，改造完成后能够有效提高循环水利用率，有效保证回转窑正常运转。

第二，循环水所有管道全部更换为玻璃钢管道，一次性投资，维护费用较少。

第三，更换的冷却塔为行业内的通用型号，技术成熟。

④经济评估

按照循环水改造前后相比较，因循环水事故停机事故较少，且使循环水温度降至 10℃ 左右，有效保障了设备正常运转。

循环水补水深井泵较改造前功率减少 2kW；那么每天节约电费 24 元，按全年 365 天计算， $2*24*0.5*365=8760$ 元，可节省电费 8760 元。

减少水资源浪费，降低能耗，有效合理降低熟料烧成成本，改造后循环水有效利用率达 95%，达到预期目的。

例如：改造前，循环水实际用量：30.3m³/h；改造后，循环水实际用量：14.4m³/h。说明：循环水利用量 280t/hr.，每小时增补新鲜水 14.4m³/h，可以算出循环水有效利用率：

$(280/280+14.4)*100%=95.1%$ ；从此，可以算出每年节省水资源：(30.3-14.4)

$*24*365=13.9*10^4\text{m}^3$ ，节省水费 $13.9*0.5 \text{元}=6.95 *10^4 \text{元}$

项目	公式	结果	单位
项目投资 I	/	10.8	10 ⁴ 元
年运行费用总节省 P	/	7.75	10 ⁴ 元
设备年折旧费 D	I/5	2.16	10 ⁴ 元
年增加现金流量 F	P-0.33*(P-D)	5.90	10 ⁴ 元
投资偿还期 N	I/F	1.9	年
净现值 NPV	$\sum_{j=1}^n \frac{F}{(1+i)^j} - I$ (i=12%)	10.46	10 ⁴ 元
内部收益率 IRR	$i1 + \frac{NPV1 * (i2 - i1)}{NPV1 + NPV2 }$	46.6	%

⑤环境评估

项目实施过程中，不影响设备正常运转。除铺设循环水管道挖地基外，不存在影响环境的不利因素。

⑥结论

循环水节能改造方案，技术先进、安全、可靠，所采用工艺较为成熟，有利于降低目前水资源浪费、提高循环水利用率指标，还可以实现一定的经济效益。在现有条件下有足够的空间安装新的设备。从技术角度分析，该方案可行。

该方案实施后，新的循环水管道日节约用水 381.6t，循环水有效利用率达到 95% 以上，符合清洁生产节能、降耗、减污增效的基本理念，从环境角度分析，该方案可行。

根据该方案相关经济指标，该方案实施 2 年左右可收回成本，且内部收益率远大于行业基准收益率，从经济可行性角度分析，该方案可行。

综上，循环水节能改造方案为可行方案。该项目在公司实施，每年可节电 730kW·h，节省水资源费用 6.95*10⁴元/年；为公司实现节能降耗目标提供技术支持。

2)破碎口增加高压水枪可行性分析

①项目投资的必要性

改造前回转窑由于工艺事故频繁结蛋造成篦冷机破碎口经常堵塞停机，影响主机正常运转，堵塞不易处理，需要大量人力物力，且安全系数较小，每次事故大约处理时间在 12hr 以上，在这其中篦冷机风机等设备做无用功，消耗大量电能资源，且在烘窑时耗用柴油（1000L 左右）造成无形浪费，2010 年因篦冷机结蛋主机停机时间长达 49.5hr.，直接损失达 38.68*10⁴元。

②节能改造方案

在回转窑篦冷机破碎口增加型号为 TJ02-S-台高压水枪，出口瞬时压力达 50MPa，用水量 50L/min，再出现破碎口堵塞时只需要 15min 即可全部处理完毕。其实原理就是依靠高压水枪瞬时压力将水喷射在高温物料时，物料与水瞬时炸裂，将大块物料击碎。在正常处理过程中，若篦冷机的处理时间在 30min 以内则不影响主辅机的正常运转。处理时只需 2-3 人，且安全系数较高，杜绝了因破碎口堵塞造成的停机事故，有效提高主机设备有效运转率。

③技术评估

第一，方案实施后能够有效减少破碎口堵塞的清理时间，提高主机设备运转率。

第二，所采用的高压水枪，单人就可操作，安装与维护都很方便。

④经济评估

4 月份改造完成后，有效遏制了破碎口堵塞停机事故，大大降低了设备运行成本，减少了粉尘无组织排放量。通过计算，每年大约减少损失费用 65.85*10⁴元，具体计算如下：
全年共停 49.5hr，回转窑台时产量 51.57t/h*全年运转率 86%*熟料价 176.22 元=38.68*10⁴元。

项目	公式	结果	单位
项目投资 I	/	6.8	10 ⁴ 元
年运行费用总节省 P	/	38.68	10 ⁴ 元
设备年折旧费 D	I/5	2.26	10 ⁴ 元
年增加现金流量 F	P-0.33*(P-D)	26.66	10 ⁴ 元
投资偿还期 N	I/F	0.26	年
净现值 NPV	$\sum_{j=1}^n \frac{F}{(1+i)^j} - I$ (i=12%)	57.3	10 ⁴ 元

内部收益率 IRR	$i1 + \frac{NPV1 * (i2 - i1)}{NPV1 + NPV2 }$	>100%	%
-----------	---	-------	---

⑤环境评估

项目实施过程中，不会影响设备正常运转。另外，可以减少工艺停机造成的环境污染以及粉尘无组织排放。

⑥结论

破碎口增加高压水枪改造方案，技术先进、安全、可靠，所采用工艺较为成熟，有效提高主机设备运转率，减少工艺事故停机，降低熟料生产成本，减少经济损失。在现有条件下有足够的空间安装新的设备，从技术角度分析，该方案可行。

该方案实施后，减少主机设备停机次数，能稳定工艺参数，有效保证回转窑正常运行，年运转率提高 1 个百分点，减少损失 38.68*10⁴ 元。符合清洁生产节能、降耗、减污增效的基本理念，从环境角度分析，该方案可行。

根据该方案相关经济指标，该方案实施后 4 个月左右收回成本，且内部收益率远大于行业基准收益率，从经济可行性角度分析，该方案可行。

综上，破碎口增加高压水枪改造方案为可行方案。通过实施该方案可以减少损失 38.68*10⁴ 元/a；为公司实现节能降耗目标提供技术支持。

3) 更换回转窑喷煤管可行性

①项目投资的必要性

改造前回转窑喷煤管使用原煤型的，要求原煤中各项成分指标相对较高，其中煤的灰分在 31.33 范围，含硫成分 1.8 范围，挥发分在 21.55 范围，发热量 5200kcal 左右，超出设计范围(正常使用范围 4800-5000kcal)，无形中增加熟料生产成本，造成不必要的能源浪费。

②节能改造方案

更换一台新型四通道燃烧器，煤质要求指标相对较低，一般要求燃煤发热量在 4700kcal。故采用劣质煤 1:1 搭配原煤使用，有效降低熟料生产成本，降低能源浪费。

③技术评估

第一，更换一套四通道燃烧器 HP-II(B)，成品购买，进厂即可安装使用；

第二，本厂的技术人员即可更换，操作简单；

第三，更换后可有效降低原煤使用量。

④经济评估

改造前按 2010 年全年用量计算，共计用原煤 702791t*350 元/t= 2459.76 *10⁴ 元，采用改造后的喷煤管用煤量为：原煤：47087 *350 元=1648.04*10⁴ 元，中煤：23192*300 元=695.76*10⁴ 元，可节省能源 115.96*10⁴ 元/a。

项目	公式	结果	单位
项目投资 I	/	21.3	10 ⁴ 元
年运行费用总节省 P	/	115.96	10 ⁴ 元
设备年折旧费 D	I/5	10.65	10 ⁴ 元
年增加现金流量 F	P-0.33*(P-D)	81.2	10 ⁴ 元
投资偿还期 N	I/F	0.27	年

净现值 NPV	$\sum_{j=1}^n \frac{F}{(1+i)^j} - I$ (i=12%)	115.93	10 ⁴ 元
内部收益率 IRR	$i1 + \frac{NPV1 * (i2 - i1)}{NPV1 + NPV2 }$	>100%	%

⑤环境评估

项目实施过程中，不会影响设备正常运转。降低能源运行成本，减少能源浪费，从而降低熟料生产产成本。

⑥结论

回转窑更换喷煤管改造方案，技术先进、安全、可靠，所采用工艺较为成熟，有效保证了回转窑工艺参数的稳定性，同时降低熟料能耗、生产成本，减少能源浪费。在现有条件下有足够的空间安装新的设备。从技术角度分析，该方案可行。

该方案实施后，能稳定回转窑工艺参数，降低了熟料生产成本。年节省原煤价值 115.96*10⁴元。符合清洁生产节能、降耗、减污增效的基本理念，从环境角度分析，该方案可行。

根据该方案相关经济指标，该方案实施后 2.7 个月左右可收回成本，且内部收益率远大于行业基准收益率，从经济可行性角度分析，该方案可行。

综上，回转窑更换喷煤管改造方案为可行方案。该项目在公司实施，年可节省原煤资源价值 115.96* 10⁴元；为公司实现节能降耗目标提供技术支持。

4) 综合评价

$$I_{11} > I_9 > I_{10}$$

$$P_{11} > P_{10} > P_9$$

$$N_9 > N_{11} > N_{10}$$

$$D_{11} > P_{10} > P_9 \quad NPV_{11} > NPV_{10} > NPV_9 \quad IRR_{11} > IRR_{10} > IRR_9$$

表 31 方案技术、环境、经济评估结果对比表

方案内容	F9 循环水改造及更换冷却塔	F10 破碎口增加一台高压水枪	F11 更换回转窑喷煤管
技术评估结果	①有效保证回转窑正常运转	①提高主机设备运转率	①稳定窑工艺系统正常操作，减少结圈结蛋、结皮等工艺事故
	②循环水所有管道全部更换为玻璃钢管道，一次性投资，维护费用较少	②节能减排、减少工艺事故	②有效降低熟料成本减少资源浪费
环境评估	年节约水资源 13.9*10 ⁴ t 节约电费 8.76*10 ³ 元		
经济评估			
I (万元)	10.8	6.8	21.3
P (万元)	7.75	36.68	115.96
F (万元)	5.9	26.66	81.2
N (年)	1.9	0.26	0.27

VPV (万元)	10.46	57.3	115.93
IRR (%)	46.6	>100	>100

从3个方案各个方面对比来看，环境效益方面：F9能够显著的减低水资源的用量，其他两个方案在定量减少环境负荷方面略显不足；在经济效益方面，F10与F11优势明显，偿还期N、净现值NPV与内部收益率IRR都比F9高很多。虽然F11的总投资略高，但是回转窑喷煤管的改造能从根本上解决能耗高的问题，所以这样的投资是值得的；从技术性方面来说，三个方案都的技术都是成熟的，总体来说，这三个方案在技术性、环境效益和经济效益方面都符合要求。

(7)方案的实施

1) 方案实施情况概述

清洁生产方案只有真正实施，才能取得实际效果，而在此之前的所有工作都是为方案实施做准备，通过实施清洁生产方案从而获得显著的环境效益和经济效益也是推动企业持续进行清洁生产的动力，因此实施清洁生产方案是清洁生产最重要的过程与环节，需要企业各部门积极参与全体员工的协同配合。审核小组在讨论通过清洁生产方案后，就开始按照计划将各项方案分解细化，开始积极推进实施。截止2011年7月，无费/低费方案8项全部实施，中费/高费方案3项全部实施，取得了令人满意的环境效益和经济效益。

2) 无费/低费方案实施情况及成果汇总

表 32 无费/低费方案的实施情况及成果

方案编号	方案名称	投资概算 (10 ⁴ 元)	实现经济效益	实现环境效益
F1	煤磨收尘器气缸	0.09	主机设备因煤磨收尘器气缸冻而停机过，年提高主机运转率1%	减少停机事故后的粉尘无组织排放以及各种能源消耗
F2	新线水泥磨主减速机漏油改造	无费	年节省油品费用5.76*10 ⁴ 元	减少能源损失
F3	新线包装机改造	无费	台产提高10.06t/h	节约能源
F4	在2、3#水泥库旁增加水泥散装系统	2	水泥出厂散装率达30%	减少水泥出厂成本，降低能耗
F5	更换中控室操作电脑	0.96	操作电脑更新后无司机、停机事故	减少设备停机事故，减少能源损耗
F6	办公用纸双面使用的建议	无费	办公纸改为双面用，降低办公费用成本	减少污染浪费
F7	收集废旧棉纱	无费	年可回收利用160kg，年节省费用1280元	降低环境污染
F8	新线水泥磨加装除铁滚筒改造	无费	提高水泥磨产量及主机运转率	降低能耗

3) 中费/高费方案实施情况及成果汇总

表 33 中费/高费方案的实施情况及成果

方案编号	方案名称	投资概算 (10 ⁴ 元)	实现经济效益	实现环境效益
F9	循环水改造及更换冷却塔	10.8	循环水有效利用率达95%，年提高主机设备运转率1个百分点，年节省水资源13.9*10 ⁴ t	减少水资源浪费，降低能耗，年节省电费8.76*10 ³ 元。节省水费6.95*10 ⁴ 元
F10	破碎口增加一台高压水枪	6.8	年均提高主机设备运转率1个百分点，减少损失36.68*10 ⁴ 元	对控制粉尘无组织排放有一定作用
F11	更换回转窑喷煤管	21.3	有效控制熟料生产成本，年节省原煤3.3*10 ³ t，节省能源费用115.96*10 ⁴ 元	对降低减少污染物排放有一定作用

水泥企业清洁生产评价指标的考核评分

企业清洁生产定量评价指标的考核评分，计算公式如下：

$$P_i = S_{ij} * K_i / 100$$

式中：

P_i —第 i 项二级评价指标考核分值；

K_i —第 i 项二级评价指标的最终权重值；

S_{ij} —第 i 项二级评价指标中不同等级所对应的分值（ j 对应 A、B、c 不同等级）。

A 级指标对应的分值 $S_{iA}=100$ ；B 级指标对应的分值 $80 \leq S_{iB} < 100$ ，C 级指标对应的分值 $60 \leq S_{iB} < 80$ ，二级指标 B 或 C 对应的分值 S_{ij} 按实际达到的水平用差值法取值；不能满足 C 级指标要求的，该项指标对应的分值视为 0。

对应 B 等级正向指标： $S_{iB} = 80 + 20(X_i - X_{\min(i)}) / (X_{\max(i)} - X_{\min(i)})$

对应 C 等级正向指标： $S_{iC} = 80 + 20(X_i - X_{\min(i)}) / (X_{\max(i)} - X_{\min(i)})$

对应 B 等级逆向指标： $S_{iB} = 80 + 20(X_{\max(i)} - X_i) / (X_{\max(i)} - X_{\min(i)})$

对应 C 等级逆向指标： $S_{iC} = 80 + 20(X_{\max(i)} - X_i) / (X_{\max(i)} - X_{\min(i)})$

式中： X_i 为第 i 项评价指标的实际数值

$X_{\max(i)}$ 为第 i 项指标的最大值； $X_{\min(i)}$ 为第 i 项指标的最小值。

企业清洁生产定性评价指标的考核评分，公式如下：

$$P_i = S_{ij} * K_i / 100$$

式中：

P_i —第 i 项二级评价指标考核分值；

K_i —第 i 项二级评价指标的最终权重值；

S_{ij} —第 i 项二级评价指标中不同等级所对应的分值（ j 对应 A、B、c 不同等级）。

对没有 A、B、C 等级区别的定性考核指标，不符合考核要求的则该项指标没有分值，即 $S_{iA}=0$ ，符合考核要求时最高分值为 100 分，即 $S_{iA}=100$ 。

当定性考核指标有 A、B、C 等级区别时，符合 A 级指标要求时对应的分值 $S_{iA}=100$ ，符合 B 级指标要求时对应的分值 $80 \leq S_{iB} < 100$ ，C 级指标对应的分值 $60 \leq S_{iC} < 80$ ，不能满足 C

级指标要求的，该项指标的对应的分值视为 0。二级指标 B 或 C 对应的分值而由专家打分取值。

综合评价指数的计算公式为：

$$P = \sum_{i=1}^n P_i$$

式中：

P-企业清洁生产综合评价指数，其值一般在 0-100 之间；

P_i-第 i 项二级指标考核分值

n-参与考核的二级指标总数，n=40。

表 34 审核前后指标对比

指标	单位	审核前	审核后
水泥窑等颗粒物排放限值	mg/m ³	37.6	30.4
破碎机等颗粒物排放限值	mg/m ³	27.6	24.6
破碎机等颗粒物排放限值	mg/m ³	23.2	20.2
水泥窑等 SO ₂ 排放限值	mg/m ³	85	80
水泥窑 NO _x 排放限值	mg/m ³	371	359
水泥窑氟化物排放限值	mg/m ³	0.395	0.376
水泥熟料热耗	kg 标煤/t 熟料	127	125
水泥综合电耗	kWh/t 水泥	103	101
采用低质煤	%	0	50
工业废弃物在配料中使用	%	30	34
循环水利用率	%	90	95

表 35 企业清洁生产审核前后考核分值

二级指标		评价指标基准值			审核前 P _i	审核后 P _i
		A	B	C		
1	采石场除尘要求：露天采矿有洒水除尘实施，对曝堆、采矿工作面、运输道路和其他扬尘点喷水尘。废石处理：矿山剥离物、废石、表土及尾矿等，必须采用废石场	100%	>50% - <100%	30%-50%	0.6890	0.6890
2	无害堆置并采用综合利用措施（如绿化），不得向江河、湖泊、水库和废石场以外的沟渠倾倒	100%	>70% - <100%	50%-70%	1.1642	1.1642
3	矿山废水处理	参考定性要求的二级指标			1.1642	1.1642
4	矿山破碎作用颗粒物排放限值，mg/m ³	<20	20-30	>30-50	2.0451	2.4051
5	水泥窑等颗粒物排放限值，mg/m ³	<30	30-40	>40-80	4.1568	4.8627

6	破碎机等颗粒物排放限值, mg/m ³	<20	20-30	>30-50	1.7342	1.857
7	破碎机等颗粒物排放限值, mg/m ³	<20	20-30	>30-50	1.0897	1.1595
8	水泥窑等 SO ₂ 排放限值, mg/m ³	<200	200-300	>300-400	4.9020	4.9020
9	水泥窑 NO _x 排放限值, mg/m ³	<400	400-600	>600-800	1.1642	1.1642
10	水泥窑氟化物排放限值, mg/m ³	<3	3-5	>5-10	0.6890	0.6890
11	粉尘无组织排放, mg/m ³	<0.8	0.8-0.9	>0.9-1.0	2.0451	2.0451
12	生产线物料粉尘防治	参考定性要求的二级指标			3.3581	3.3581
13	排气筒最低允许高度	参考定性要求的二级指标			0.6890	0.6890
14	锅炉排放物限值与烟囱高度	参考定性要求的二级指标			0.6890	0.6890
15	水污染物排放 (厂内)	参考定性要求的二级指标			3.3581	3.3581
16	含油废水排放	参考定性要求的二级指标			2.0451	2.0451
17	化验室废液处理	参考定性要求的二级指标			1.1642	1.1642
18	厂界噪声限值, dB	<45	45-55	>55-60	2.0451	2.0451
19	高强噪声源指标	参考定性要求的二级指标			2.0451	2.0451
20	一般废渣治理	参考定性要求的二级指标			1.1642	1.1642
21	厂内污泥处理	参考定性要求的二级指标			0.6890	0.6890
22	耐火材料质量要求	参考定性要求的二级指标			0.6890	0.6890
23	焚烧危险废弃物控制指标	参考定性要求的二级指标			2.0451	2.0451
24	焚烧生活垃圾控制指标	参考定性要求的二级指标			2.0451	2.0451
25	水泥熟料热耗, kg 标煤/t 熟料	<106	106-114	>114-121	0	0
26	水泥综合电耗, kW·h/t 水泥	<98	98-105	>105-115	8.732	10.384
27	窑系统废弃余热利用率, %	<80	50-80	30~<50	0	0
28	采用<48%CaO 石灰石, %	>10	5-10	<5	3.9552	3.9552
0.29	采用硅铝质替代原料, %	>50	30-50	<30	0.7762	0.7762
30	采用低质煤, %	>30	20-30	<20	0	1.2938
31	使用可燃废弃物燃料替代率, % 2)废弃物作为水泥混合料, %	>25	10-25	<10	0.7762	0.7762
32	矿渣水泥 火山灰水泥 粉煤灰水泥	>40-70 >40-50 >30-40	>30-40 >30-40 >25-30	≥20-30 ≥20-30 ≥20-25	1.2938	1.2938

33	工业废弃物在配料中使用, %	>15	10-15	<10	0.7214	0.7214
34	新鲜水用水量, t/t 熟料	<0.3	0.3-0.6	>0.6-1	2.4273	2.4273
35	循环水利用率, %	>95	85-95	65-<85	1.2938	1.2938
36	出厂水泥散装率, %	>60	40-60	30-<40	2.4273	2.4273
37	水泥和熟料质量	参考定性要求的二级指标			7.1475	7.1475
38	水泥的放射性	参考定性要求的二级指标			2.3825	2.3825
39	清洁生产管理	参考定性要求的二级指标			3.6080	3.6080
40	使用自动控制与检测系统	污染物排放实现自动控制与检测			0.9020	0.9020
P	$P = \sum_{i=1}^n P_i$				78.9	82.7

通过对照国家发改委发布的《水泥行业清洁生产评价指标体系》（试行）可知，清洁生产综合评价指数由审核前的 78.9 分提高到审核后的 82.7，企业的清洁生产水平有所提高。

通过单项评价指标来分析审核前后的环境绩效，水泥熟料热耗审核前后相比有一定改善，从审核前的 127 标煤 kg/t 产品，降低到了 125 标煤 kg/t 产品，但此数值与行业的三级水平仍存在差距；窑系统废气余热利用率审核前后都为零，说明没有采用任何措施来利用窑系统废气余热利用的措施。这表明下一轮清洁生产审核重点仍应放在降低能耗和窑系统废气的余热，对于其他的资源能源指标，改善较大的有采用低质煤率、循环水利用率等。从污染物排放指标来看，有所改善的指标是粉尘排放量和无组织排放量。

(8)持续的清洁生产

1)完善清洁生产的组织机构

清洁生产是一个持续不断地改进企业管理、改善工艺、降低成本，提高产品质量和减少对环境污染的过程，因此需要有清洁生产办公室负责组织和协调各部门工作，该办公室由企业总经理直接管理，具体负责以下几个方面的工作：

组织协调并监督实施本次审核提出的清洁生产方案；

第一，制定清洁生产培训计划，经常对职工进行清洁生产教育；第二，负责清洁生产日常管理工作并制定新的清洁生产审核计划。清洁生产办公室需确定 2-3 名专职（或兼职）管理人员，且管理人员需要具备以下能力：熟悉清洁生产审核知识；熟悉企业环保情况，了解企业的生产和技术情况；有较高的工作协调能力和较强的工作责任心。

2) 完善清洁生产激励机制

制定清洁生产考核办法，使清洁生产与部门以及员工的奖金、工资分配、提升、降级等结合起来，以调动全体职工参与清洁生产的积极性。

3) 确保稳定的清洁生产资金来源

积极主动争取各种清洁生产资金来源，如充分利用国家推进清洁生产的政策争取银行贷款、清洁生产补助、贴息等外部资金，同时建议企业财务对清洁生产的投资和效益单独建帐，保证实施清洁生产取得的效益部分或全部用于清洁生产审核，持续滚动地推进清洁生产。

3.3 陶瓷行业清洁生产案例分析

3.3.1 筹划与组织

2011年5月,某瓷业公司在原组织管理的架构和体系基础上,在湖南清洁生产审核中心专家组的指导下,成立了该瓷业公司清洁生产审核领导小组和清洁生产审核工作小组;制定了本次清洁生产审核的工作计划,严格按照清洁生产步骤进行,至2011年8月中旬结束;根据该瓷业公司生产情况、组织机构和都周边环境的影响情况,此次清洁生产审核确定的范围为:该瓷业公司日用炆石、包装瓶(酒瓶)、特瓷生产线。

2011年5月16日召开了全公司的清洁生产知识的宣传和大会,让该瓷业公司的员工对清洁生产有较清楚的了解,了解清洁生产这一新的概念对企业以及社会、对环境的意义,使企业从上至下都能够了解清洁生产审核工作的重要性,也为下阶段清洁生产审核工作的开展奠定了较好的基础,审核工作小组在此基础上紧接着开展了第二阶段预评估阶段的工作。

3.3.2 开展清洁生产预评估

(1)企业基础资料

1)企业概况

该瓷业公司是一家集生产、科研、开发、贸易于一体的民营科技型企业,成立于2000年7月,位于湖南省株洲醴陵市。公司下辖一个省级技术中心、一家高新技术陶瓷分公司、一个专门制造高档陶瓷酒瓶的分厂、两个出口炆瓷分厂、一家细瓷分公司。2009年“泰鑫”牌日用陶瓷被湖南省商务厅评定为湖南省“国际知名品牌”,公司生产的主要产品为:日用炆瓷、包装瓶(酒瓶)、特瓷,2010年产量14744t瓷。至2010年年底,企业拥有总资产9764万元,员工1400人。

2)产品及生产工艺

该瓷业公司产品主要包括:日用炆石、包装瓷(酒瓶)、特瓷三部分。

日用炆石、包装瓷(酒瓶)主要生产过程的简述如下:坯、釉原料进厂后,经过一段时间的存放、均化,根据生产配方称量配料,入球磨细碎,达到所需细度后,除铁、过筛,然后根据成型方法不同,滚压成型用泥浆经压滤脱水,多次真空炼泥后备用;对注浆成型用泥浆,进行真空处理后,成为成品浆,备用。成型工序主要采用滚压成型和注浆成型,然后干燥、修坯、施釉,备用。烧成工序:对该公司的时尚色釉炆瓷采用天然气烧成,对出窑后的炆瓷检选,得到合格色炆瓷。对需彩饰合格炆瓷进行贴花、镶金后,入烤花窑烧烤、检选,入库。

各个工艺简介如下:

①坯釉料制备:用高岭土、石英、长石等作为原料,采用干法配料,大型球磨机湿法球磨,二次过筛除铁。塑性成型坯料经压滤、粗炼和二次精炼。注浆料采用真空脱泡处理。釉料采用干法配料湿法球磨,二次过筛除铁。

②成型 盘、杯、碗、碟类产品采用塑性滚压成型;酒瓶异形产品采用注浆成型,其中空心产品采用离心注浆、鱼盘等异形大件产品采用高压注浆。

③施釉 盘、杯、碗、碟类产品主要采用人工施釉。

④烧成 大宗产品采用一次烧成工艺,为提高产品质量和增加合格率,部分器形复杂易变形的产品改为二次烧成。燃烧使用洁净的天然气。

⑤检验 对烧成的瓷器进行检验,将不合格产品挑出,并对合格瓷器进行分级。

⑥包装 将合格瓷器按订单要求进行装箱。

特瓷主要生产过程的简述为外购配置泥经炼泥、泥片、成型、干燥、烧成、检验和包装等工序组成。该瓷业公司在生产过程中会产生一定的废水、废气、噪声和固体废物,日用炆瓷、包装瓷(酒瓶)、特瓷生产工艺和产物位置见图12和图13。

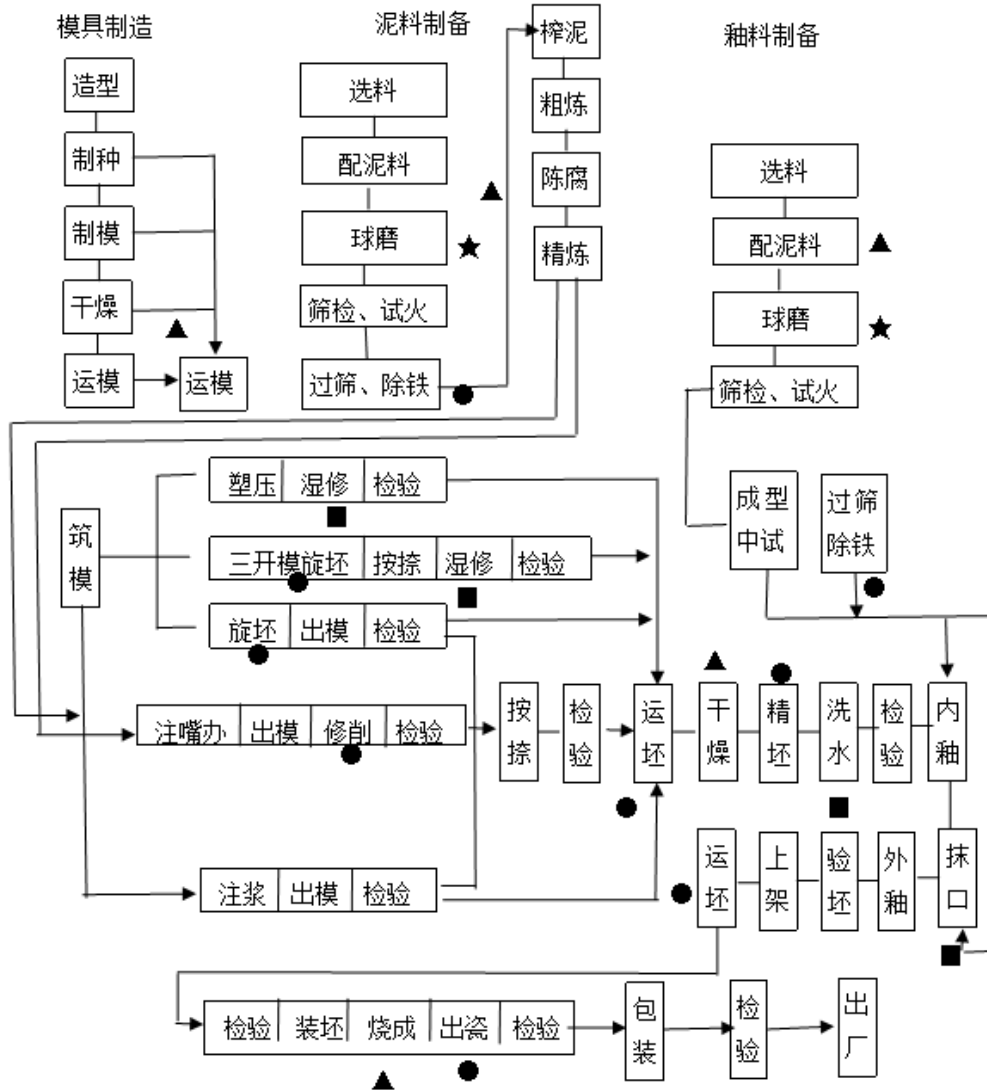


图 12 日用炻瓷、包装瓷生产工艺流程和排污节点

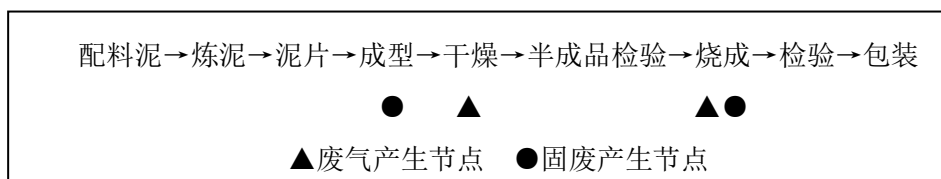


图 13 特瓷生产工艺流程和排污节点

3) 主要设备、设施

某瓷业公司生产线现有主要生产设备见表 36:

表 36 生产线主要设备现状审核情况一览

一分厂主要设备				
序号	名称	型号及规格	数量	运行情况
1	球磨机	3T、5T、15T	6	皮带滚筒上结垢，皮带不平，有振动
2	球磨机	0.5T、0.3T、0.15T、1T	15	皮带滚筒上结垢，皮带不平，有振动
3	柱塞泵	TCB140 250	2	运行正常

4	双缸泥浆泵	TCBQ125 180	3	运行正常
5	搅拌机	300、400、630	10	运行正常
6	圆形振动筛	TZS-80	3	筛网有穿孔，需维修
7	炼泥机	TCN23-33A	2	运行正常
8	真空泵	W3	2	机油泄漏
9	液压压滤机	TCIF-750 60B	3	运行正常
10	链干机	TCG200-300	12	运行正常
11	滚压机	TC200 120 (175D)	7	运行正常
12	塑压机	TC2Y-30A	6	运行正常
13	单刀旋坯机	204	9	运行正常
14	施釉机	204	35	运行正常
15	空压机		7	运行正常
16	风机	Y4-73-1044WW	1	运行正常
17	链式提坯机		1	运行正常
18	热风炉		1	运行正常
19	发电机组	6160-Z 250kW	1	运行正常
20	釉料吸铁机		4	运行正常
21	圆形振动筛	TCG200-300	1	筛网有穿孔，需维修
22	精坯机	B665	18	运行正常
23	机械压滤机		1	运行正常
24	双缸隔膜机	40B	1	运行正常
25	辊道窑	80m	1	设备老化，热利用效率低，需改造
26	精炼机	6170Z	1	运行正常
27	余热风机	45kW	1	运行正常
28	振动筛	800*600	1	运行正常
29	抽屉窑	6M3	1	设备老化，热利用效率低，需改造
30	烘房		12	运行正常
31	坯车		288	运行正常
32	运泥车		55	运行正常

二分厂主要设备

序号	名称	型号及规格	数量	运行情况
1	球磨机	3T	8	传送皮带断裂，需维修
2	柱磨泵	TCB140 250	2	运行正常
3	双缸泥浆机	TCBQ125 180	1	运行正常
4	搅拌机	630	2	运行正常
5	平浆搅拌机	TCJJ2600	2	运行正常
6	圆形振动筛	TZS-80	3	筛网有穿孔，需维修
7	炼泥机	TCIL-250	2	运行正常
8	真空泵	2X-4	3	运行正常
9	真控制浆系统		2	运行正常
10	半自动真空输浆线		1	运行正常
11	滚压机	TC200 120(175D)	3	运行正常

12	塑压机	TC2Y-30A	3	运行正常
13	施釉机	204	12	运行正常
14	空压机		1	马达损坏, 需更换
15	精坯机	B665	4	运行正常
16	打边机	204	1	运行正常
17	辊道窑	40m、60m	2	运行正常
18	小型发电机	TEGP1	2	运行正常
19	烘房		2	运行正常
20	液压叉车		226	运行正常
21	坯车		12	运行正常
22	运泥机		300	运行正常
特陶厂主要设备				
序号	名称	型号及规格	数量	运行情况
1	真空炼泥机	250	1	运行正常
2	真空炼泥机	120	1	运行正常
3	真空泵	H-25	1	运行正常
4	小型榨泥机		1	运行正常
5	波纹机		1	运行正常
6	磁环机	Φ25、Φ38、Φ50	3	运行正常
7	旋坯机	Φ1000	1	运行正常
8	30 车床	CWW6163	1	运行正常
9	台式钻床	SI-13	1	运行正常
10	切割机	J3G3-400	1	运行正常
11	液化气抽屉窑	SC-02、03、04、05	3	运行正常

通过对设备调研来看, 公司生产设备具有以下几个特点:

①根据《产业结构调整指导目录(2011年本)》(国家发改委2011年第9号令)、《淘汰落后生产能力、工艺和产品目录》、《高能耗机电设备(产品)淘汰目录(第一批)》, 公司主要生产设备和能源改造设备均不在淘汰之列; 公司在发展过程中一直不断地对设备进行维护、更新和改造, 逐步淘汰了能耗高、生产落后的设备。

②通过审核, 发现公司设备存在以下清洁生产潜力: a.一分厂球磨机皮带滚筒上结垢, 皮带不平造成振动, 应该及时清理结垢; b.一分厂圆形振动筛筛网有穿孔, 需维修; c.一分厂辊道窑、抽屉窑设备老化, 热利用效率偏低, 需改造; d.二分厂球磨机传送皮带断裂, 需维修; e.二分厂圆形振动筛筛网有穿孔, 需维修; f.空压机马达损坏, 需更换。

4) 原辅材料、能源消耗情况与产品生产情况分析

该瓷业公司陶瓷坯体的原材料主要为泥、砂、石粉, 其中包括黏土和石英; 化工料, 主要包括长石、石类、氧化铝、高岭土、方解石、氧化锌等, 用于釉料加工; 石膏主要用于做模具。近3年公司原辅材料用量情况如表37所示:

表 37 近三年公司主要原辅材料消耗情况

类别	2008 年		2009 年		2010 年	
	用量	吨瓷耗量	用量	吨瓷耗量	用量	吨瓷耗量
	t	t/t	t	t/t	t	t/t

泥料	18513	1.563	19006	1.527	21941	1.488
瓷釉	1156.848	0.098	1086.276	0.087	1207.756	0.082
石膏	1733	0.147	1168	0.093	1341.7	0.091

注：泥料消耗量全部以含水率 23%湿重计，不含生产车间回收的废料。

由于公司加强了在原辅材料的运输、贮存、利用方面的管理；加强了员工的岗位技能、责任心的管理，使得公司产品的合格率由 2008 年的 64% 提高到 2010 年的 67.2%。从表 37 中可以看出，公司近三年单位产品原辅材料消耗量呈下降趋势。

① 产品产量情况

近三年来公司生产量、产值和变化见表 38 和表 39：

表 38 近三年产品产量一览表

产品	单位	2008 年	2009 年	2010 年
日用炻瓷	万件	2585	1871	2195
包装瓶（酒瓶）	万件	10	29	102
特瓷	m ³	783	913	744

表 39 近三年生产产值一览表

名称	单位	2008 年	2009 年	2010 年
工业生产总值	万元	9091.4	9399.3	15026

从表 38 和表 39 可以看出，公司除继续生产日用炻瓷外，增加了新的经济增长点项目-高档酒瓶的生产，因此公司近三年产值呈上升趋势。

② 水资源消耗情况分析

该瓷业公司生产用水包括自来水和循环水，循环水为厂区内生产使用后的废水经过处理后再回用到生产上。自来水是用水泵从地区抽取放入公司自建的一个清水池中，公司用水没有水表计量。此次清洁生产审核，通过现场调研了解到公司有两台深水井抽水水泵，每台水泵流量为 20m³/h，水泵每天运行时间为 9h，则公司每天用新水量为：20*2*9=360m³/d。年工作日为 350 天，年用新水量为：360*350=126000m³/a。

企业吨瓷耗新水（t/t 瓷）是指每生产 1t 合格陶瓷所消耗的生产用新鲜水量，其计算公式为：

$$\text{企业吨瓷耗新水 (t/t 瓷)} = \text{企业年新鲜水用量 (t)} / \text{合格陶瓷年产量 (t)}$$

该企业 2010 年的吨瓷耗新水为 8.55t/t 瓷，低于陶瓷清洁生产标准 22t/t 瓷。

根据调查，目前企业只回用了部分水，大部分废水处理后排放。回用水主要用于球磨工序，回收率为 58.1%，达不到陶瓷清洁生产标准≥70%要求。

4) 主要能源消耗情况分析

该瓷业公司仅三年能源消耗总量及单位产品消耗量见表 40：

表 40 近三年主要能源用量一览表

类别	2008 年		2009 年		2010 年	
	用量	标准煤	用量	标准煤	用量	标准煤
天然气/m ³	2836691	3602597.57	2611587	3316715.49	2749668	3492078.36
电力/kW·h	2350032	822511.2	2202875	771006.25	2978760	1042566
合计标煤/kgce	—	442510.77	—	4087721.74		4534644.36

单耗/(kgce/t)		373.48		328.36		307.55
-------------	--	--------	--	--------	--	--------

注：天然气平均低位发热量 3893kJ/m³，折标煤系数 1.214kgce/m³，电力平均低位发热量为 3600kJ/(kW·h)。

根据《陶瓷行业清洁生产评价指标体系（试行）》要求，在评价陶瓷行业的能耗指标时，综合能耗（kgce/t 瓷）是指每生产 1t 合格陶瓷所消耗的各种能源（煤、煤气、电、液化气、压缩气等）转换为千克标准煤之和。2010 年公司综合能耗为 307.55kgce/t 瓷，低于清洁生产指标体系中 1240kgce/t 瓷，符合清洁生产要求。

(2)产污现状分析

1) 废水产生源

公司用水点主要为：a.制釉车间球磨配料和设备、地面清洗；b.纸模车间匀膏和设备、地面清洗；c.制泥车间球磨配料和设备、地面清洗；d.成型车间洗废水、洗外水、清洗工用具、地面清洗；e.食堂、办公场所等生活用水。

2) 生产废水

废水主要来自厂内生活用水和生产废水，生产废水按生产源分为：制泥间废水、制釉间废水、成型车间废水等，具体见表 41：

表 41 废水产生与利用

车间名	废水类型	所含污染物类别	现阶段的处理、利用方式
制泥车间	榨泥机压滤水	泥浆悬浮物	排至厂内沉淀池回用于球磨机
	磁铁棒冲洗水	泥浆悬浮物细铁粉	排至厂内污水处理厂一
制模车间	调浆桶洗涤水	石膏悬浮物	排至厂内污水处理厂一
制釉车间	调釉浆洗涤水	釉浆悬浮物	排至厂内污水处理厂一
一分厂	洗坯水	泥浆悬浮物	排至厂内污水处理厂一
	窑炉冷却水	釉浆悬浮物 热	
二分厂	洗坯水	泥浆悬浮物	排至厂内污水处理厂二
	窑炉冷却水	釉浆悬浮物 热	
特陶分公司	窑炉冷却水	热	排至厂内污水处理厂二

公司在一分厂、二分厂分别建立了污水处理站，其处理工艺为：废水-格栅井-调节池-加药混凝池-多级沉淀池-消毒池-回用，部分回用于制泥车间球磨、地面清洗，大部分废水处理后排。生活废水经隔油池、化粪池处理后外排，部分被周边农田灌溉使用。

公司现有废水监测情况见表 42：

表 42 废水情况一览

监测项目	pH 值	悬浮物/(mg/L)	化学需要量 (mg/L)	动植物油 (mg/L)
监测结果	6.5-7.5	59	37	3.02
标准限值	6-9	50	50	3.0
是否达标	是	否	是	否

注：监测数据来源于 2010 年 4 月 27 日醴陵市环境监测站监测报告，监测点位总排口制釉废水经过处理后，废水中重金属监测见表 43：

表 43 废水情况一览

监测项目	Pb(mg/L)	Cd(mg/L)	Hg(mg/L)	As(mg/L)
监测结果	0.007	0.002	0.0005	未检出
标准限值	0.3	0.07	0.1	-
是否达标	是	是	是	是

注：监测数据来源于 2011 年 9 月 6 日醴陵市环境监测站监测报告，监测点为总排口，根据《陶瓷工业污染物排放标准》，废水排放的各校标准中悬浮物、动植物油不符合标准的要求，因此建议对公司现有废水处理站进行改进。

2) 废气处理及利用现状

废气大致可以分为两大类：第一类为含生产性粉尘为主的工艺废气，这类废气温度一般不高，主要来源于泥料、釉料的配置球磨，坯料干修工序，瓷器的磨底等工序；第二类为含 SO₂、NO₂、烟尘为主的烟气，主要来源于窑炉烧成工序。具体生产情况和处理情况见表 44：

表 44 废气生产和处理情况

车间	废气类型	所含污染物类别	现阶段的处理、利用方式
原料堆放	粉尘	粉尘	无组织排放
制泥车间	配料扬尘	粉尘	清扫，部分无组织排放
制釉车间	配料扬尘	粉尘	清扫，部分无组织排放
成型车间	精坯粉尘	粉尘	无组织排放
检验、包装车间	磨底粉尘	粉尘	吸尘机系数
窑炉车间	天然气燃烧	粉尘、SO ₂ 、NO _x	直排

根据《陶瓷工业污染物排放标准》，烧成用油、气时，辊道窑、隧道窑的 SO₂（标准状态）的排放浓度在 300mg/m³，烟尘（标准状态）的排放浓度 50 mg/m³，NO₂ 排放浓度约为 400mg/m³。醴陵市环境监测站 2010 年 4 月 27 日对公司辊道窑烟气出口进行监测，公司烟气黑度为格林曼 1 级，SO₂、NO₂、烟气浓度未监测。根据《工业污染源产排污系数手册》中“日用陶瓷制品制造产排污系数”对窑炉车间的 SO₂ 和 NO_x 量进行计算：工业废气量为 5791.814m³/t 产品，烟尘为 0.145kg/t 产品，SO₂ 为 0.038kg/t 产品，NO₂ 为 0.579kg/t 产品，全部直排，得到：烟尘（标准状态）浓度为 25.08mg/m³，SO₂（标准状态）的排放浓度为 65.7mg/m³、NO₂（标准状态）的排放浓度为 100.1mg/m³。综上，公司 SO₂、NO₂、烟尘浓度均未超标。

3) 固体废物的处理与资源化利用现状

公司固废主要是工业固体废物和生活垃圾。该公司工业固体废物均属于一般工业固废，包括过筛除铁工序产生的含铁废渣、废模具、废窑具、废坯料、废瓷、制泥污泥及废水处理污泥等，公司 2010 年固废产生情况见表 45：

表 45 固废产生情况

序号	固废名称	产生量 (t/a)	现有处理措施	备注
1	含铁废渣	79.8	无	与生活垃圾一起填埋
2	废模具、制模污染	1341.7	无	水泥厂回收
3	废坯料、制泥污泥	4443.2	无	回收利用
4	废瓷	4814.95	无	回收利用
5	废窑具	24	无	厂家回收
6	废水处理站污泥	168.9	无	与生活垃圾一起填埋

7	员工生活垃圾	245	无	填埋
8	合计	11117.55		

注：各种固体废物的数量无法准确计量。因此，表中的数据是根据理论计算或实际使用数据的估计。

表 46 公司总废水处理站污泥危险废物鉴别

类别	Cu	Zn	Pb	Cd	Cr	Cr ⁶⁺
总废水处理站污泥	0.046	0.079	0.117	0.0006	0.235	0.037
标准(GB5085.3-2007)	50	50	3	0.3	10	1.5

注：监测数据来源于 2011 年 10 月 14 日醴陵市环境监测报告。

①含铁废渣

主要产生于制釉、制泥车间过滤除铁工序，其产生量较小，根据原料泥中含 Fe₂O₃ 的百分比约为 0.5% 计算，一般与废釉污泥等送生活垃圾场填埋。

②废模具

主要成分为 CaCO₃，送陶瓷厂作陶瓷原料。每年使用石膏为 1341.7t，则废模具量为 1341.7t。

③废坯料

包括成型车间产生的废干坯泥，修坯产生的余泥以及废泥浆等返回制泥车间球磨工序重新利用，不外排。废坯料按每生产 1t 瓷回收废坯料 0.233t 计。

④废窑具

该公司采用先进的辊道窑，所用窑具采用堇青石、莫来石和碳化硅质的棚板和支架，使用寿命达 100-400 次。其产生的少量废窑具送窑具厂或耐火材料厂作为耐火材料原料。

⑤废瓷

瓷器的合格率在 70% 左右，则每年约有 4814.95t 废瓷产生，均是经破碎回用于球磨工序。

⑥制泥污泥

产生于原料车间废水沉淀池，一般污泥的产生量按产量的 3% 计算，年产生量约 506.8t，返回制泥车间球磨工序重新利用，不外排。

⑦废水处理污泥

一分厂、二分厂废水处理站产生的污泥，污泥的产生量按产量的 1% 计算，年产生量约 168.9t，定期由醴陵市环卫部门清运出厂，送垃圾场填埋。

根据醴陵市环境监测站对总废水处理站的污泥的监测表明，其浸出液中重金属的含量远低于 GB5085.3-2007《危险废物鉴别标准-浸出毒性鉴别》标准要求，属于一般工业固废。

公司应进一步加强管理，减少废瓷的产生量或者使其能够回收利用，减少进入到废水中的泥量，因此，认为公司在废弃物管理方面还具有较大的清洁生产潜力。

4) 噪声处理现状

公司内主要噪声源为球磨机、振动筛、炼泥机、成型机、磁选机以及各类风机、泵类等机械设备，噪声源源强见表 47：

表 47 公司主要噪声源源强

序号	噪声源点	源强	发声地	治理措施	排放源强
1	球磨机	85-95	制泥车间，制釉车间	基础减振、厂房隔声	75-85
2	振动筛	85-95	制泥车间，制釉车间	基础减振、厂房隔声	75-85
3	磁选机	85-95	制泥车间	基础减振、厂房隔声	75-80

4	柱塞泵	75-85	制泥车间	基础减振、厂房隔声	64-75
5	炼泥机	80-85	制泥车间	基础减振、厂房隔声	70-75
6	磨底机	65-75	成型车间	基础减振、厂房隔声、隔声门窗	60-70
7	引风机	80-90	成型车间	减振装置、隔声罩	70-80
8	成型机	80-90	成型车间	减振装置	75-85

目前主要是利用车间墙壁隔声、消音、减振，距离衰减，加强设备维护管理等达到消声隔声的目的。窑炉引风机采取密闭措施处理，球磨机等大型机械设备采用底座橡胶片的基础减振方法，减少振动噪声对周围环境的影响。

昼夜厂界噪声监测结果如表 48 所列：

表 48 昼夜厂界噪声监测表

监测点位	昼间			夜间		
	数值 /dB(A)	标准限值 /dB(A)	是否 达标	数值 /dB(A)	标准限值 /dB(A)	是否 达标
厂大门口外 1m	53.6-58.9	65	是	47.6-54.3	55	是
二厂窑炉车间围墙外 1m	57.2-59.8		是	52.5-55		是
一厂成型车间围墙外 1m	64.7-66.0		是	49.3-54.2		是
一厂制泥车间围墙外 1m	65.3-66.9		否	54.7-55.7		是
一厂制模车间围墙外 1m	51.3-56.8		是	47.6-54.3		是

注：监测数据来源于 2010 年 4 月 27 日醴陵市环境监测站监测报告。

经监测，除一厂制泥车间昼间噪声不符合《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB12348-2008 中的要求外，其余厂界噪声昼间、夜间均符合《工业企业厂界噪声排放标准》GB12348-2008 中的要求。所以应加强一厂的管理，使公司噪声满足标准要求。

(3)清洁生产水平分析

公司清洁生产水平按照国家发展和改革委员会发布的《陶瓷行业清洁生产评价指标体系（试行）》进行评价。根据清洁生产的原则要求和指标的可度量性，陶瓷指标分为定量评价和定性评价两大部分。如表 49、表 50 所示。

表 49 日用陶瓷生产企业定性评价指标项目及指标分值

一级指标	指标 分值	二级指标	指标 分值	公司情况	得 分
执行国家重点鼓励发展技术（含陶瓷清洁生产技术的符合性）	50	企业产品 70% 以上出口	5	90%	5
		无铅化	9	铅溶出量<0.1mg/L	9
		低温快速烧成	8	是	8
		省级以上工程(技术)中心、中试基地	3	是	3
		废弃综合利用	8	窑炉余热回收利用	8
		全厂性污水处理（二次）及回用	8	已建成并使用两套污水处理系统，但	3

				废水回收循环利用率低	
		综合利用（或消纳）社会废物	9	不能消纳社会废物	0
环境管理体系建立及清洁生产审核	25	建立环境管理体系并通过认证	10	未建立环境管理体系	0
		开展清洁生产审核	15	正在开展清洁生产审核，尚未完成	10
贯彻执行环境保护法规的符合性	25	建设项目环保“三同时”执行情况	5	通过	5
		建设项目环境影响评价制度执行情况	5	完成	5
		老污染源限期治理项目完成情况	6	完成煤改气	6
		污染物排放总量控制情况	9	达到总量要求	9
合计			100		71

表 50 日用陶瓷生产企业定量评价指标项目、权重及基准值

一级指标	权重值	二级指标	单位	权重值	评价基准数	现状值	得分	
(1)能源指标	25	综合能耗	kgce/t 瓷	15	1240	307.55	15	
		素烧工序能耗 ^①	kgce/t 瓷	^② 10/n	520	265	5	
		釉烧工序能耗	kgce/t 瓷	10/n	450	244.9	5	
(2)资源指标	15	企业石膏消耗	t/t 瓷	3	0.20	0.091	3	
		企业原料消耗	t/t 瓷	4	1.20	1.488	3.04	
		企业吨瓷耗新水	t/t 瓷	5	普通瓷 22	8.55	5	
		工业水重复利用率	%	3	70	58.1		
(3)生产技术特征指标	15	石膏模型使用次数	次	2	滚压	150	100	1.33
				2	注浆	80	60	1.5
		产品铅溶出量	mg/l	3	符合国标 ^④	<0.1	3	
		产品镉溶出量	mg/l	3	符合国标 ^⑤	<0.01	3	
		花纸利用率	%	1	99	>99	1	
		釉浆利用率	%	1	99	>99	1	
(4)综合利用指标	20	产品合格品率	%	3	99	67.2	2.04	
		废瓷利用率	%	3	95	95	3	
		废石膏利用率	%	2	98	98	2	
		废坯利用率	%	2	99	90	1.8	
		废釉浆回收利用率	%	2	99	99	2	
		修坯坯土回收利用率	%	2	98	98	2	

		窑炉余热利用率	%	5	70	70	5
		综合利用产品产值	元/t 瓷	4	150	70	1.5
(5)污染物指标	25	外排废水量	m ³ /t 瓷	4	普通瓷 0.5	6.26	0.5
		废水 PH 值		1	6-9	达标	1
		总铅	mg/l	3	1.0	达标	3
		总镉	mg/l	3	0.1	达标	3
		COD	mg/l	3	150	达标	3
		SS	mg/l	3	200	达标	3
		SO ₂ 排放浓度	mg/m ³	3	1430	达标	3
		企业厂界噪声（昼）	Leq[dB(A)]	1	65	达标	1
		企业厂界噪声（夜）	Leq[dB(A)]	1	55	达标	1
		烟（粉）尘浓度	mg/m ³	3	400	达标	3
合计							88.71

①只在二次烧成时考核。

②③中 n 的取值：一次烧成时 n 取 1，二次烧成时 n 取 2。

④与 GB12651—2003《与食物接触的陶瓷制品铅、镉溶出量允许极限》限值相同。

注：评价基准值的单位与其相应指标的单位相同。

综合评价指数是描述和评价被考核企业在考核年度内清洁生产总体水平的一项综合指标。国内大中型陶瓷企业之间清洁生产综合评价指数之差可以反映企业之间清洁生产水平的总体差距。综合评价指数的计算公式：

$$P=0.7P_1+0.3P_2$$

式中，P-企业清洁生产的综合评价指数

P₁，P₂-定量评价指标中各二级指标考核总分值和定性评价指标中各二级指标考核总分值。

根据目前我国陶瓷行业的实际情况，《陶瓷行业清洁生产评价指标体系（试行）》不同等级的清洁生产企业的综合评价指数见表 51：

表 51 陶瓷行业不同等级清洁生产企业综合评价指数

清洁生产企业等级	清洁生产综合评价指数
	日用陶瓷生产企业
清洁生产先进企业	P≥80
清洁生产企业	70≤P<80

由表 74 和表 75 可知，本公司的定性评价指标为 71 分，定量评价指标为 88.71 分，经计算其综合指标为 83.4 分。可见，公司清洁生产水平为清洁生产先进企业。

公司没达标项主要是企业原料消耗、水的循环利用、石膏模型使用次数、产品合格率以及外排废水量等，其具备一定的清洁生产潜力。

(4)产业政策分析

《产业结构调整指导目录（2011 年本）》中鼓励类：应用于工业、医药、电子、航空航天等领域的特装陶瓷生产及技术、装备开发；陶瓷清洁生产及综合利用技术开发。

《部分工业行业淘汰类落后生产工艺装备和产品指导目录（2010年本）》中规定淘汰：建筑卫生陶瓷土窑、倒焰窑、多孔窑、煤烧明焰隧道窑、隔焰隧道窑、匣钵装卫生陶瓷隧道窑。

《国家重点行业清洁生产技术指导目录》（第三批）中推荐：少空气快速干燥技。采用低温高湿方法，使湿坯体在低温段由于坯体表面蒸汽压的不断增大，阻碍外扩散的进行，吸收的热量用于提升坯体内部温度，提高内扩散速度，使预热阶段缩短。等速干燥阶段借助强制排水的方法，进一步提高干燥的效率，达到快速干燥的目的。

《陶瓷行业资源消耗与产业结构调整政策研究》指出：

第一，继续引导陶瓷行业，特别是日用陶瓷向“五化”方向发展，尽快达到原料标准化、燃料洁净化、辅助材料专业化、生产过程现代化、产品高档化。

第二，提高产品附加值，除了提高产品质量外，重要的是要提高产品的设计水平、装饰水平，产品设计要勇于创新、多样化发展，日用瓷可大胆使用工艺瓷的装饰方法。

第三，我国关于陶瓷发展的具体政策要求是调整部分产品结构，优先发展日用瓷和卫生洁具、环保陶瓷、微瓷砖、釉面砖；限期禁止使用固体液态燃料，鼓励使用天然气、水力能、太阳能，这是推行清洁生产的关键。

该瓷业公司生产工艺为辊道窑烧成，且利用余热进行烘干；公司生产特种陶瓷，均属于《产业结构调整指导目录（2011年本）》中鼓励类；且无《产业结构调整指导目录（2011年本）》中限制类和淘汰类及《部分工业行业淘汰落后生产工艺装备及产品指导目录（2010年本）》中淘汰类工艺和设备。公司现在大力发展生产高档酒瓶等高附加值的日用瓷符合《陶瓷行业资源消耗和产业结构调整政策研究》中的要求。

(5)清洁生产潜力

鉴于该瓷业公司的生产现状，结合行业工艺技术的发展水平以及国家的产业政策要求，公司具备清洁生产改进潜力的环节主要集中在以下几个方面：

第一，原辅材料和能源方面：原材料的堆放和管理应进一步规范。公司新鲜水“跑、冒、滴、漏”现象较为普遍，部分工段未使用回用水而使用新鲜水，导致新鲜水用量较大，产品损耗较大，不符合清洁生产的要求。公司应通过要求加强管理、改用节水设备、加强设备维护等降低新鲜水用量，另外，普遍存在节能意识不强、水资源浪费严重等现象。

第二，技术工艺方面：陶瓷行业主要是手工工艺，但是随着社会的发展，应尽量开发、利用自动化工艺。

第三，设备方面：设备存在故障，应加强设备的维护和维修，降低设备的故障率。

第四，过程控制方面：加强操作岗位奖惩制度建设，提高员工的积极性，以进一步提高产品合格率。

第五，产品方面：产品合格率有待进一步提高。

第六，废弃物方面：水没有完全利用；废弃物堆放比较凌乱，没有设置统一的堆放场所。建议该企业加强废弃物管理。

第七，管理方面：粉磨机、空压机等设备噪声较大，应加强设备维护和修理。

第八，员工素养方面：陶瓷是典型的劳动密集型产业，企业应定期对员工进行清洁生产相关知识培训，并结合各岗位特点，开展岗位清洁生产竞赛，提高员工岗位操作技能。

(6)清洁生产水平目标

根据企业的发展规划和清洁生产指标评定目标及审核重点改进潜力设置了本轮清洁生产审核的目标。本轮清洁生产审核的目标具体见表 52：

表 52 清洁生产审核目标一览表

序号	二级指标	现状		近期目标(2011-12)		中远期目标(2013-9)	
				绝对量	相对量	绝对量	相对量
1	综合能耗(kgce/t 瓷)	307.55		292.2	减少 5%	271.3	减少 7.2%
2	工业新鲜水 (t/t 瓷)	8.55		5.8	减少 32.2%	2.8	减少 51.7%
3	企业原料消耗量 (t/t 瓷)	1.488		1.25	减少 16%	1.11	减少 11.2%
4	石膏模型使用次数	滚压	100	150	增加 50%	150	增加 0%
		液压	60	80	增加 33.3%	80	增宽 0%
5	产品合格率 (%)	67.2		85	增加 26.5%	90	增加 5.88%
6	水循环利用率 (%)	15.6		70	增加 348.7%	90	增加 28.6%
7	外排废水量 (m ³ /t 瓷)	6.26		3.5	减少 44.1%	0.5	减少 85.7%
8	综合利用 (或消纳) 社会废物	未利用		到 2013 年把公司的废瓷、废污泥及醴陵市部分陶瓷厂的废瓷综合利用			

(7) 确定审核重点

审核小组根据清洁生产审核的方法学理论, 结合该瓷业公司的实际情况、环保部门的环境监测报告数据和国家产业政策要求, 对比陶瓷工业的国家清洁生产指标体系, 确定了公司主要生产过程中的二分厂、三分厂、特陶分公司作为备选审核重点。

审核工作组采用权重总和积分排序法, 按照权重因素的因子进行打分确定本次清洁生产审核的重点表 53:

表 53 权重法确定审核重点打分

因素	权重 1-10	备选审核重点得分					
		一分厂		二分厂		特陶厂	
		R	RW	R	RW	R	RW
原料、能源消耗	10	10	100	7	70	6	60
废物产生量	9	7	63	7	63	6	54
清洁生产潜力	7	8	56	7	49	6	42
员工合作	3	8	24	7	21	8	24
总分		243		203		180	
排序		1		2		3	

通过权重总和积分排序法的分析, 将一分厂确定为本轮清洁生产的审核重点。

(8) 预审核阶段清洁生产方案

预审核阶段, 从该瓷业公司生产过程的 8 个方面 (原辅材料和能源、技术工艺、设备、产品、过程控制、人员、管理和废弃物的产排) 对公司的生产总体状况进行了摸底。根据预审核发现公司存在的问题和清洁生产潜力, 审核工作小组提出了本阶段的清洁生产潜力, 共 21 项, 具体见表 54:

表 54 预审核阶段清洁生产潜力一览表

编号	现有问题	改进措施	改进效果	投资/万元
F1-1	真空泵机油泄漏	油封损坏，应及时更换	减少机油泄漏，节约能源	0.1
F1-2	原料库粉尘多，物品随意堆放造成浪费	及时清理原料库粉尘	回收原料，减少物耗	0
F1-3	皮带滚筒上结垢造成皮带不平整震动掉料	皮带滚筒的及时清理	节约原材料、节约清理掉落原料的时间	0
F1-4	原料库漏雨造成原料流失	原料库屋顶修整，水体污染有效制止	节约原材料、防止水体污染	1（估算）
F1-5	制泥、制釉车间长流水，浪费水情况严重	及时关水	节约水	0
F1-6	真空泵等设备冷却水未循环使用，浪费量大	冷却水循环使用	回收循环利用冷却水，节约水资源	3（估算）
F1-7	制泥车间球磨机噪声大	加强配料管理	降低能耗，单次球磨时间减少 2h	5（估算）
F1-8	制模车间石膏年料多	加强人员岗位技能培训	减少物料损耗	0.2
F1-9	配料口处轻微扬尘	加强操作管理，发放口罩	降低粉尘污染	0.2
F1-10	制釉车间球磨机噪声大	增加隔振垫，发放耳塞	降低噪声污染	0.2
F1-11	坯车运转过程中坯料破损高	加强操作管理	减少坯料损耗，降低物耗	0
F1-12	一分厂风管外层破损漏风	风管维修	降低能耗	1（估算）
F1-13	二分厂压缩机马达损坏	更换马达	确保设备正常使用	5（估算）
F1-14	配料准确性不高	每天配料前检测各种原料的水分，保证配料的准确性	节约原料	0
F1-15	废真空油未回收	及时回收真空油	减少污染	0
F1-16	公司未使用节能灯	全公司更换节能灯及改造线路	降低能耗	15（估算）
F1-17	制釉车间排水不畅	排水渠扩大改造	减少污染	1（估算）

F1-18	员工清洁生产意识不高	开展关于清洁生产的教育和培训	提高员工节能降耗意识	0
F1-19	公司各分车间没有安装水、电、气表	公司安装能源计量仪表	提高能源计量管理,节约能耗	80(估算)
F1-20	炆瓷成型干燥时能耗较高	扩大成型车间厂房,坯料成型先利用自然烘干,再进入烘房	降低能耗	100(估算)
F1-21	公司雨污管网未分开	公司现在雨水、污水共用管网,应进行分离改造,回收污水中的瓷泥和釉料泥	降低物耗	120(估算)

3.3.3 清洁生产评估

本阶段的工作重点是实测输入、输出的物流,建立物料平衡、水平衡、能量平衡,分析废弃物的产生原因,并提出清洁生产方案。根据审核重点分析,本轮清洁生产审核的重点是一分厂,本次审核为一分厂的物料平衡、全公司的能源平衡、全公司的水平衡。

(1)审核重点: 一分厂

1)一分厂概述

一分厂操作情况和工艺流程见表 55 和图 14:

表 55 一分厂环节单元操作情况

序号	工序名	单元操作内容
1	成型	炼好的瓷泥放入旋坯机旋坯成型、塑压成型或注浆成型
2	削办	将坯料进行湿修,或将注浆出模坯料进行修削
3	干燥	将坯料放入烘房干燥
4	精坯	烘好的坯料进行精坯干修
5	洗水、上釉	精坯洗水,根据需要将坯料上内釉或外釉
6	装车烧成	将已施好釉的产品按照一定的要求和比例搭配摆放在窑车上,并自动或手动送入窑内按照既定温度曲线进行煅烧并成瓷
7	质检	按照国家标准、企业标准及国外标准对产品进行逐一检验
8	包装	将合格瓷器按订单要求进行装箱

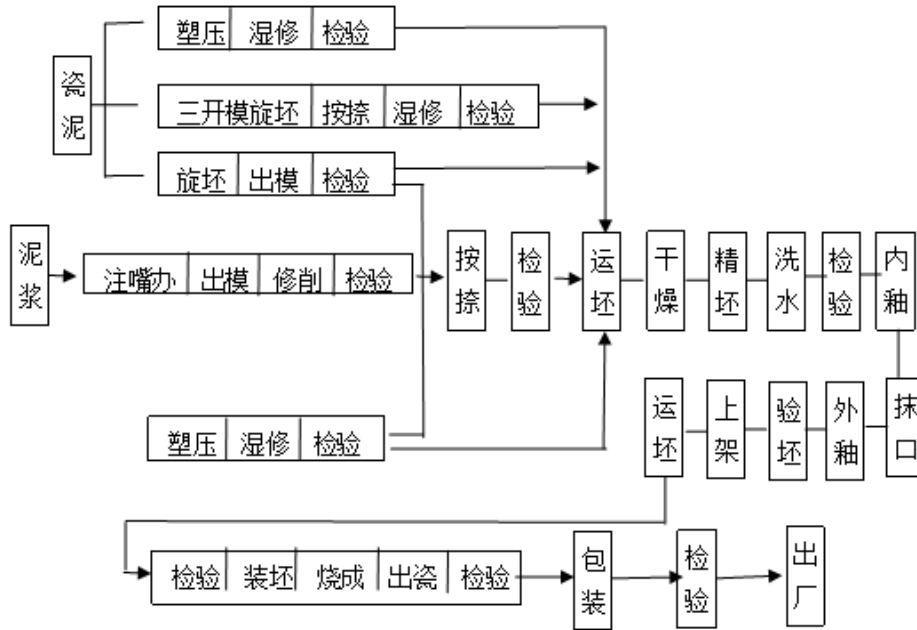


图 14 一分厂工艺流程

2) 物料平衡数据

物料平衡见图 15:

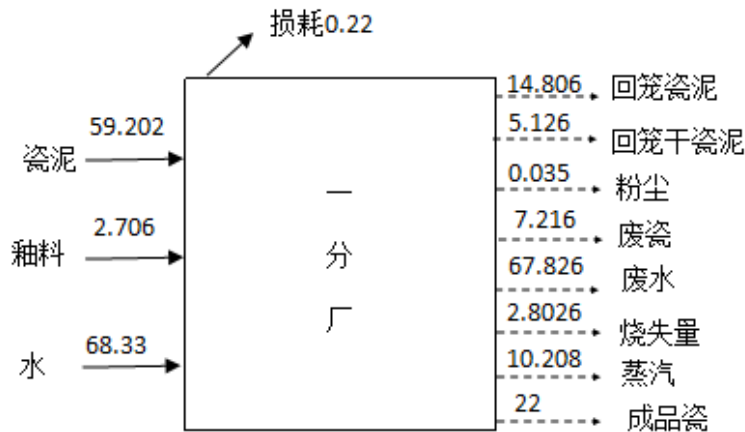


图 15 一分厂物料平衡 (单位: t/d)

3) 一分厂两高一重原因分析

通过对一分厂的物料平衡情况分析得出以下结论:

①粉尘排放量偏多

每一个干精坯处有粉尘产生,且无组织排放,建议采用吸尘器吸走粉尘,操作者带好口罩,做好坯屑回收工作,保持场地清洁。

②废瓷产生量大

从平衡分析可知,每天产生 22t 合格瓷,产生废瓷 7.216t。因此,一分厂合格率为 67.2%,远低于指标合格率 90%的要求。合格率低的原因有以下几点: a. 公司全部产品出口,出口国的合格瓷标准高于我国标准,这是导致合格率低的主要原因,因此,公司有部分废瓷作为等外品在国内外卖,部分废瓷粉碎后回收利用进入球磨工序; b. 废瓷中有一部分存在毛孔、修

边不圆、上釉不均匀等缺陷，因此应加强工人岗位技能的培训。如真空炼泥时，在达到规定真空指标值后才能炼泥。控制加泥进料量，加泥进料速度不快不慢。

③废水排放量大

从平衡关系可知，每天产生 22t 合格瓷，废水排放量为 3.083t/t 瓷，远大于指标值 0.5t/t 瓷的要求。一分厂建有废水处理站，但循环利用率低，造成新鲜水消耗量大，外排废水量大。废水处理站中沉淀的污泥定期由醴陵市环卫部门清运出厂，送至垃圾场填埋，而这些污泥主要由泥料、釉料、石膏等可回收物料组成。全公司污泥如按产量的 1% 计算，则每年污泥年产生量约 168.9t。通过与公司技术人员的探讨，建议公司向制泥车间、制釉车间、制模车间废水分开排放和收集，达到废水循环利用和回收物料的目的。

(2)全厂能源计算

1)能源基础数据

根据该瓷业公司 2011 年 1 月的能源消耗数据，公司能源消耗基本情况见表 56：

表 56 2011 年 1 月能源消耗一览表

能源	用量	折标煤 (kgce/月)	部门	用量 (m ³ /月)	折算标煤 (kgce/月)	
天然气 (m ³ /月)	210406	255432.9	一分厂	主窑	127293.6	154534.4
				热风炉	14040	17044.6
				素烧窑	600	728.4
				注浆台	6150	7466.1
				-	小计：179773.5(kgce/月)	
			二分厂	主窑	39300	47710.2
				热风炉	7680	9323.5
				素烧窑	9502.4	11535.9
				-	小计：68569.6(kgce/月)	
			特陶厂	2160	2622.2	
			技术中心	1200	1456.8	
			开发部	2480	3010.7	
			合计：255432.8(kgce/月)			
能源	用量	折标煤 (kgce/月)	部门	用量(kW·h/ 月)	折标煤(kgce/ 月)	
电(kW·h/ 月)	201562	70546.7	一分厂	59935	2,977.25	
			二分厂	28000	9800	
			特陶厂	4520	1582	
			制泥车间	83602	2926.7	
			制釉车间	9221	3227.35	
			制模车间	922	322.7	
			技术中心	1600	560	
			开发部	8400	2940	
			生活用电	5362	1876.7	
			合计：70546.7(kgce/月)			

注：天然气平均低位发热量为 3893kJ/m³，电力平均低位发热量为 3600kJ/kW·h，折标煤系数 0.35kgce/kW·h。

2)能源消耗分析

由以上数据和现场分析得出以下结论：

①全公司天然气使用折标煤量为 255432.8kgce/月，一分厂使用天然气折标煤量为 179773.5kgce/月，所占百分比为 70.38%，可见一分厂是全公司的主要耗能部门。一分厂工艺中主要是烧成工序耗能最大，且分厂辊道窑、抽屉窑设备老化。通过与公司技术人员的探讨，建议对一分厂窑炉进行升级改造，降低能耗。

②全公司电使用折标煤量为 70546.7kgce/月，制泥车间使用电折标煤量为 29260.7kgce/月，所占百分比为 41.48%，可见制泥车间是全公司的主要耗能部门之一。制泥车间主要耗能设备有球磨机、柱塞泵、真空泵等，单次球磨时间为 11-14h。通过与公司技术人员探讨，建议研制新的节能型陶瓷材料，缩短单次球磨时间，从而减低能耗。

因此，若公司在工艺、设备和管理上加强和改进，加大设备的维护与更换，采用先进的技术，即可降低能源流失，实现该公司的清洁生产目标。

(3)全公司水平衡

1)水平衡数据及流程

该瓷业公司具体水消耗数据因没有计量装置而数据不全，且冷却水及冲洗水等用水工序无法计量。鉴于现场条件很难对厂内的给水进行实测，由此本报告中的水平衡仅针对全场的水输入和输出作粗略分析。根据该瓷业公司提供的现场数据，水的消耗主要在制泥车间、制釉车间、一分厂、二分厂、特陶厂和生活用水。具体的数据整理见下图 16：

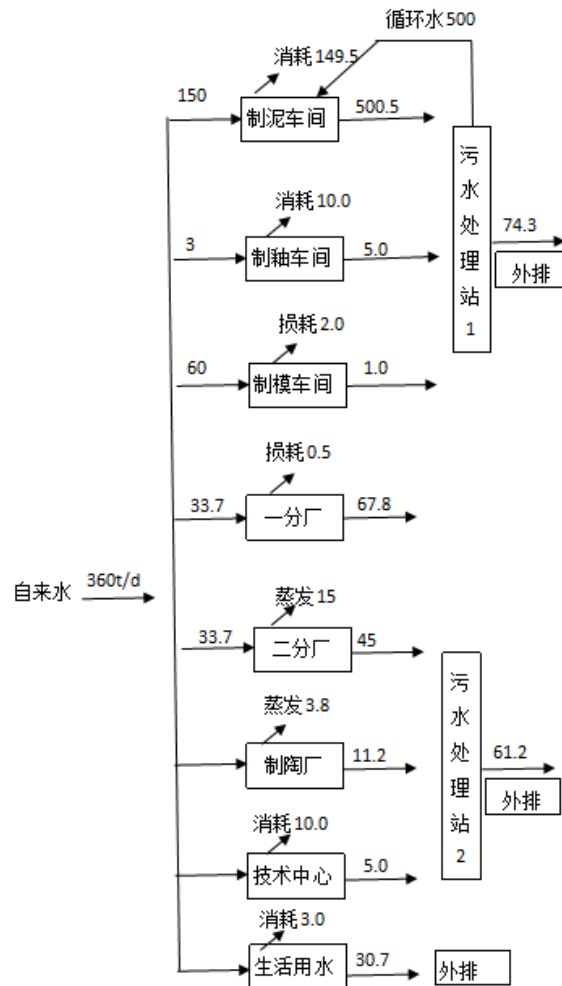


图 16 公司水平衡（单位：t/d）

2)水损耗分析

通过对公司水输入、输出情况进行衡算,得到了相应的水平衡图,通过水平衡及项目组现场调研的情况,得出如下结论:

①水循环利用率低

由于制泥车间球磨,制釉车间调釉和冲洗球磨机,一分厂和二分厂的洗水等工序需大量水,其中球磨、洗水可以用循环水,但公司只用了一部分从废水处理站处理后的水。真空泵和其他需用水冷却设备使用了大量的新鲜水进行冷却,冷却水未掺杂其他物质,水质较纯净,但这些冷却水直接排入水处理站,水循环利用率低,造成了水资源的无谓浪费。

②员工素养有待进一步提高

从现场初步调查和员工交谈中了解到:由于员工素养偏低,节水意识不强,导致许多环节,如水洗、冲洗地面时出现长流水现象。

③计量不完善

本公司没有安装水表,应完善水计量装置的建设与管理,有利于在水消耗上挖掘清洁生产的潜力。

通过加强管理,优化过程控制,控制水的消耗,具有明显的经济效益和环境效益。

(4)审核阶段方案汇总

根据审核重点的物料平衡、全公司水平衡及能源审计的结论,结合现状调查发现的问题,审核小组提出了审核阶段的清洁生产审核问题和清洁生产潜力9项。本阶段提出的清洁生产潜力见表57:

表57 审核阶段清洁生产潜力一览

编号	问题	改进措施	改进效果	投资/万元
F2-1	球磨机输送带断裂	应及时予以更换	保证设备正常运转	1
F2-2	飞溅浆料	控制好泥浆出口和振动筛筛网的距离,防止泥浆飞溅	节约原料	0
F2-3	振动筛筛网穿孔	检查振动筛筛网,发现穿孔及时更换	提高设备工作效率	0.5
F2-4	成瓷中夹杂空气	在达到规定真空指标值后,才能炼泥。控制加泥进料量,不快不慢	减少气孔,提高产品合格率	0
F2-5	粗坯注浆操作时漏浆	将模具捆紧,防止漏浆;加浆速度宜慢,每件产品注浆必须单独开关注浆;加补浆不能过满;不得用烂枪烂桶注浆;注意倒余浆的操作,把握好注浆吸浆时间,控制好坯体厚度;做好余浆回收利用工作	节约原料	0
F2-6	精坯时扬尘	每一个干精坯处采用粉尘机吸走粉尘,操作者带好口罩。做好坯屑回收工作,保持场地清洁	减少粉尘污染	5
F2-7	一分厂窑炉设备老化	烧成工序耗能大,且粉尘辊道窑、抽屉窑设备老化,建议对一分厂窑炉进行升级改造	降低能耗	100
F2-8	单次球磨时	制泥车间单次球磨时间为11-14h。通过与	降低能耗	100

	间偏长	公司技术人员探讨,建议研制新的节能型陶瓷材料,缩短单次球磨时间		
F2-9	废水处理站中的污泥未回用	废除处理站中的污泥定期由醴陵市环卫部门清运出厂,送至垃圾处理场填埋,而这些污泥主要由泥料、釉料、石膏等可回收物料组成。通过与公司技术人员探讨,建议公司对制泥车间、制釉车间、制模车间废水分别排放收集,且改进原废水处理工艺,达到废水循环利用和回收物料的目的。还可以回收利用醴陵市其他陶瓷厂的污泥固废。	节约原辅材料,降低能耗	7800

3.3.4 方案的产生与筛选

(1) 方案产生与汇总、筛选与分类

① 方案类型划分

通过这次活动,审核小组收集整理了30个清洁生产方案或合理化建议。经评审。将方案按投资量多少进行类型划分,见表58:

表 58 方案类型划分

方案类型	指标范围/万元
无费	0
低费	≤10
中费	10<x≤100
高费	>100

(2) 方案筛选

审核小组共收集到清洁生产方案30项,按照投资量划分方案类型,其中无费/低费方案23项,中费/高费方案7项。

(3) 方案汇总

通过前面的方案筛选,本轮审核共产生可实施的方案30个,其中,中费/高费方案7项,无费/低费方案23项,根据边实施边见效的清洁生产审核方针,所有无费/低费方案均已实施。无费/低费方案共投入资金23万元,创经济效益45.5万元/年。无费/低费、中费/高费方案汇总表见表59:

表 59 方案汇总

序号	方案类型	指标范围/万元	方案编号
1	无费	0	F1-2、F1-3、F1-5、F1-8、F1-11、F1-14、F1-15、F1-18、F2-2、F2-4、F2-5
2	低费	≤10	F1-1、F1-4、F1-6、F1-7、F1-9、F1-10、F1-12、F1-13、F1-17、F2-2、F2-3、F2-6
3	中费	10<x≤100	F1-16、F1-19、F1-20、F2-7、F2-8
4	高费	>100	F1-21、F2-9

3.3.5 可行性分析

在方案的产生和筛选阶段，初步筛选出 7 个中费/高费方案，部分方案如 F1-16（节能灯更换及线路改造方案），F1-19（公司安装能源计量仪表方案）F1-20（炻瓷成型工艺改进方案）尽管属于中/高费方案，但仅为本公司仪表、照明灯、厂房的改造，不会对环境产生不良影响，在技术上没有操作难度，本报告不再对以上三个方案进行详细的技术、环境和经济效益评估。现以“节能型陶瓷材料研制方案”、“标准化泥釉磨配置改进清洁生产示范项目”2 个中费/高费方案为例进行可行性评估。

（1）“节能型陶瓷材料研制”方案的评估

1) 技术评估

本方案主要技术措施如下：

①工业瓷现在烧成温度为 1350℃，可以通过调整其坯料配方，将烧成温度降低到 1250-1260℃，措施是将外购泥料改为自己生产，在配料方面做调整，即在保证成型可塑性和产品理化性能的情况下，增加熔剂，争取降低 100℃的烧成温度，预计可以节能 30-40%。

②高白细瓷现在烧成温度为 1250-1260℃，可以通过调整期坯料配方，将烧成温度降低到 1180-1200℃，措施是在配料方面作调整，即在保证成瓷性能的情况下，增加熔剂，使用高白、强塑性能原料，争取降低 50℃的烧成温度，预计可以节能 10-20%。

③中高档酒瓶现在烧成温度为 1250-1270℃，可以通过调整期坯料配方，将烧成温度降低至 1180-1200℃，措施是在配料方面做调整，即在保证成瓷性能综合的情况下，增加熔剂，减少黏土用量，争取降低 70℃的烧成温度，预计可以节能 10-22%。

④通过调整配方，选用小颗粒物料进入球磨机，可以缩短球磨时间 1-2h，可以节电 10%。

综上，节能型陶瓷材料研制：预计每年节约天然气 20%，2010 年公司用气为 2749668m³，则年可节约天然气为 2749668*20%=549933.6 m³。如天然气采购成本按 2.5 元/m³算，则降低燃料成本 137.48 万元；预计每年节电 10%，2010 年公司用电为 2978760kW·h，则年可节约电为 2978760*10%=297876 kW·h。如电采购成本按 1.0 元/(kW·h)算，则降低成本 29.79 万元。

2) 环境评估

本方案实施后，每年将减少消耗天然气 549933.6 m³，根据日用陶瓷制品制造业排污系数计算，预计每年将减少粉尘排放 13.79t，减少 SO₂排放 36.12t，减少 NO₂排放 55.04t；每年将减少消耗电 297876 kW·h，这算成标煤为 104.56t/a，则预计每年将减少 SO₂排放 3.14t，减少灰渣 15.67t。

通过本方案，能减少废气和粉尘的排放，从源头削减粉尘污染，达到了节能降耗和环保的效果，其环境效益显著。

3) 财务评估（略）

（2）“标准化泥釉模配置改进清洁生产示范项目”方案的评估

1) 技术评估

本方案主要技术内容有以下各项：

① 标准化泥釉配料制备

天然原料由于其成因及内在结构上的差异使其品味及纯度相差很大，形成了其矿物组成、化学组成和理化性能方面的差异。标准化泥釉料制备的关键是使原料具有合理和稳定的化学成分及必要的物理性能，确保稳定在最大的允许波动范围内。主要技术特点是选择适用、

先进的精细加工集成技术，通过进料堆场搭配预均化，平铺直取均化、浆池均化、掺和法与强制混合法多次联合的控制配料均化；沉淀法与漩流法多级联合的机械淘泥除砂；球磨与剥片相结合的超细粉碎、筛分；高梯度磁选多次联合的精选分级和除铁提纯，采用絮凝法、压滤联合法浓缩脱水的新工艺和新技术设备。其次采用适用的电脑监控技术，主要应用计算机自动控制掺合配料技术、X 荧光光谱分析、激光粒度分析等强化监测控制手段，以实现泥釉性能稳定的最终目的。

②标准化模具制备

石膏模型是日用陶瓷工业广泛应用于注塑成型和注浆成型的辅助工具，具有孔隙率大、吸水性强等优点，但机械强度较低，耐热性较差，因而使用寿命短。为此，积极研究提供石膏模具的机械强度和表面质量，已引起诸多企业的重视。石膏模具质量的优劣在很大程度上取决于天然石膏的纯度、制备石膏模的方法，以及注射模型的工艺控制。标准化模具制备计划引入先进的模具生产工艺，选用石膏真空注模装置和高频振动技术，消除石膏浆中的气泡，提高模型的致密度和强度、表面光洁度，延长模型的使用寿命，改变过去传统的精坯方法，减少精坯工作量，有利于提高瓷器表面的平整度，为改造石膏模具的质量，还需积极试验并推行在石膏模具制作时加入水溶性添加物和合成树脂，以提高模具的机械强度，改善模具工作面的耐磨性。

③新增污水处理站，实现零排放

标准化泥釉配置中心预计总用水量为 1590m³/d，结合配置中心的实际用水情况和公司老厂区用水情况，本方案采用水循环，基本实现零排放。其中，预计制泥用水 800 m³/d，排水 640 m³/d；制釉用水 670 m³/d，排放废水 600m³/d；制模用水 120 m³/d，排放废水 100 m³/d，共排废水 940 m³/d。废水经新增的污水处理站处理后，400 m³/d 的水回用于球磨，其余用于地面冲洗、绿化、冲厕等。

④消纳社会固废

吸收消纳本公司废水处理站产生的污泥，醴陵市其他陶瓷厂家产生的废瓷、污泥等固废，通过粉碎、筛分、球磨等系列技术处理，回用于标准化泥釉模制备的原料。

经清洁生产审核小组和公司相关技术部分共同探讨分析，本方案实施在技术上可行，预计产生标准釉 1.65 万 t/年、标准瓷土 16.5 万 t/年、标准模具 8250t/年。

2)环境评估

通过本方案的实施，预计减少废水排放 940 m³/d，年减少废水排放 32.9 万 m³，通过减少上釉废坯、废瓷 2400t/a，减少废水处理污泥 920t/a，减少镉 32.9kg/a、铅 329kg/a，环境效益明显。

3)财务评估（略）

3.3.6 方案实施

在本次清洁生产审核中，通过对公司的生产工艺流程、产污、排污环节和生产现场的详细调研，核定清洁生产方案共 30 个（无费/低费方案 23 个，中费/高费方案 7 个），已实施无费/低费方案 23 个（实施率 100%），1 个中费/高费方案已实施完毕，1 个中费/高费方案正在实施中，5 个中费/高费方案正在计划实施中。

预计审核后和所有方案实施完毕后，该瓷业公司的各项清洁生产指标均有一定程度的提供：达到定性评价二级指标 12 项，指标分值由 71 提高到 90；达到定量评价二级指标的有 30 项，指标分值由 88.71 提高到 95.58。该瓷业公司可以达到现有清洁生产标准体系的要求。

(1)经济效益

无费/低费方案共投入资金 23.0 万元，已创经济效益 45.5 万元/年；中费/高费方案共投入资金 8315 万元，可创经济效益 2406.94 万元/年；投资回报率 29.4%，投资回收期 3.40 年。通过方案的实施，节约水 32.9 万吨/年，节水创效益 31.72 万元/年；节约天然气 640249.68m³/a，节气创效益 160.06 万元/年。

(2)环境效益

减少粉尘排放 14.748t/a，减少 SO₂ 排放 40.796t/a，减少 NO₂ 排放 58.757t/a，减少灰渣 15.67t/a，减少镉 32.9kg/a、铅 329kg/a，减少上釉料废坯、废瓷等固废 2400t/a，减少废水处理污泥 920t/a。

经过本轮清洁生产审核，企业在节能、降耗、减污、增效上取得了显著效果。

3.3.7 持续的清洁生产

持续清洁生产是企业进行该轮清洁生产审核的最后一个阶段。目的是使清洁生产工作能够在企业内长期、持续地推行下去。本阶段的工作重点应该是继续完善清洁生产的组织机构、建立促进实施清洁生产的管理制度、制定企业持续清洁生产的计划。

4 绿色建材评价

4.1 绿色建材评价标志管理办法

为落实《国务院关于化解产能严重过剩矛盾的指导意见》（国发[2013]41号）、《国务院关于印发大气污染防治行动计划的通知》（国发[2013]37号）和《国务院办公厅关于转发发展改革委 住房城乡建设部绿色建筑行动方案的通知》（国办发[2013]1号）要求，大力发展绿色建材，支撑建筑节能、绿色建筑和新型城镇化建设需求，落实节约资源、保护环境的基本国策，加快转变城乡建设模式和建筑业发展方式，改善需求结构，培育新兴产业，促进建材工业转型升级，推动工业化和城镇化良性互动，住房城乡建设部、工业和信息化部制定了《绿色建材评价标识管理办法》。该管理办法共5章22项规定，具体如下：

第一章 总则

第一条 为加快绿色建材推广应用，规范绿色建材评价标识管理，更好地支撑绿色建筑发展，制定本办法。

第二条 本办法所称绿色建材是指在全生命周期内可减少天然资源消耗和减轻对生态环境影响，具有“节能、减排、安全、便利和可循环”特征的建材产品。

第三条 本办法所称绿色建材评价标识（以下简称评价标识），是指依据绿色建材评价技术要求，按照本办法确定的程序和要求，对申请开展评价的建材产品进行评价，确认其等级并进行信息性标识的活动。

标识包括证书和标志，具有可追溯性。标识的式样与格式由住房城乡建设部和工业和信息化部共同制定。

证书包括以下内容：

- （一）申请企业名称、地址；
- （二）产品名称、产品系列、规格/型号；
- （三）评价依据；
- （四）绿色建材等级；
- （五）发证日期和有效期限；
- （六）发证机构；
- （七）绿色建材评价机构；
- （八）证书编号；
- （九）其他需要标注的内容。

第四条 每类建材产品按照绿色建材内涵和生产使用特性，分别制定绿色建材评价技术要求。

标识等级依据技术要求和评价结果，由低至高分为一星级、二星级和三星级三个等级。

第五条 评价标识工作遵循企业自愿原则，坚持科学、公开、公平和公正。

第六条 鼓励企业研发、生产、推广应用绿色建材。鼓励新建、改建、扩建的建设项目优先使用获得评价标识的绿色建材。绿色建筑、绿色生态城区、政府投资和使用财政资金的建设项目，应使用获得评价标识的绿色建材。

第二章 组织管理

第七条 住房城乡建设部、工业和信息化部负责全国绿色建材评价标识监督管理工作，指导各地开展绿色建材评价标识工作。负责制定实施细则和绿色建材评价机构管理办法，制定绿色建材评价技术要求，建立全国统一的绿色建材标识产品信息发布平台，动态发布管理所有星级产品的评价结果与标识产品目录。

第八条 住房城乡建设部、工业和信息化部负责三星级绿色建材的评价标识管理工作。省级住房城乡建设、工业和信息化主管部门负责本地区一星级、二星级绿色建材评价标识管

理工作，负责在全国统一的信息发布平台上发布本地区一星级、二星级产品的评价结果与标识产品目录，省级主管部门可依据本办法制定本地区管理办法或实施细则。

第九条 绿色建材评价机构依据本办法和相应的技术要求，负责绿色建材的评价标识工作，包括受理生产企业申请，评价、公示、确认等级，颁发证书和标志。

第三章 申请和评价

第十条 绿色建材评价标识申请由生产企业向相应的绿色建材评价机构提出。

第十一条 企业可根据产品特性、评价技术要求申请相应星级的标识。

第十二条 绿色建材评价标识申请企业应当具备以下条件：

- (一) 具备独立法人资格；
- (二) 具有与申请相符的生产能力和知识产权；
- (三) 符合行业准入条件；
- (四) 具有完备的质量管理、环境管理和职业安全卫生管理体系；
- (五) 申请的建材产品符合绿色建材的技术要求，并在绿色建筑中有实际工程应用；
- (六) 其他应具备的条件。

第十三条 申请企业应当提供真实、完整的申报材料，提交评价申报书，提供相关证书、检测报告、使用报告、影像记录等资料。

第十四条 绿色建材评价机构依据本办法及每类绿色建材评价技术要求进行独立评价，必要时可进行生产现场核查和产品抽检。

第十五条 评审结果由绿色建材评价机构进行公示，依据公示结果确定标识等级，颁发证书和标志，同时报主管部门备案，由主管部门在信息平台上予以公开。

标识有效期为3年。有效期届满6个月前可申请延期复评。

第十六条 取得标识的企业，可将标识用于相应绿色建材产品的包装和宣传。

第四章 监督检查

第十七条 标识持有企业应建立标识使用管理制度，规范使用证书和标志，保证出厂产品与标识的一致性。

第十八条 标识不得转让、伪造或假冒。

第十九条 对绿色建材评价过程或评价结果有异议的，可向主管部门申诉，主管部门应及时进行调查处理。

第二十条 出现下列重大问题之一的，绿色建材评价机构撤销或者由主管部门责令绿色建材评价机构撤销已授予标识，并通过信息发布平台向社会公布。

- (一) 出现影响环境的恶性事件和重大质量事故的；
- (二) 标识产品经国家或省市质量监督抽查或工商流通领域抽查不合格的；
- (三) 标识产品与申请企业提供的样品不一致的；
- (四) 超范围使用标识的；
- (五) 以欺骗等不正当手段获得标识的；
- (六) 其他依法应当撤销的情形。

被撤销标识的企业，自撤销之日起2年内不得再次申请标识。

第五章 附则

第二十一条 每类建材产品的评价技术要求、绿色建材评价机构管理办法等配套文件由住房城乡建设部、工业和信息化部另行发布。

第二十二条 本办法自印发之日起实施。

4.2 促进绿色建材生产和应用行动方案

工信部和住建部为了促进绿色建材生产和应用，推动建材工业稳增长、调结构、转方式、惠民生，更好地服务于新型城镇化和绿色建筑发展，于2015年8月31日制定了《促进绿色建材生产和应用行动方案》。

行动目标：到2018年，绿色建材生产比重明显提升，发展质量明显改善。绿色建材在行业主营业务收入中占比提高到20%，品种质量较好满足绿色建筑需要，与2015年相比，建材工业单位增加值能耗下降8%，氮氧化物和粉尘排放总量削减8%；绿色建材应用占比稳步提高。新建建筑中绿色建材应用比例达到30%，绿色建筑应用比例达到50%，试点示范工程应用比例达到70%，既有建筑改造应用比例提高到80%。为实现上述目标，开展了下列行动：

4.2.1 建材工业绿色制造行动

(1)全面推行清洁生产。支持现有企业实施技术改造，提高绿色制造水平。推广应用建材窑炉烟气脱硫脱硝除尘、煤洁净气化以及建材智能制造、资源综合利用等共性技术，优先支持建筑卫生陶瓷行业清洁生产技术改造。平板玻璃行业限制高硫石油焦燃料。引导北方采暖区水泥企业在冬季供暖期开展错峰生产，节能减排，减少雾霾。推广新型耐火材料。全面推广无铬耐火材料，从源头消减重金属污染。开发推广结构功能一体化、长寿命及施工便利的新型耐火材料和微孔结构高效隔热材料。

(2)强化综合利用，发展循环经济。支持利用城市周边现有水泥窑协同处置生活垃圾、污泥、危险废物等。支持利用尾矿、产业固体废弃物，生产新型墙体材料、机制砂石等。以建筑垃圾处理和再利用为重点，加强再生建材生产技术和工艺研发，提高固体废弃物消纳量和产品质量。

(3)推进两化融合，发展智能制造。引导建材生产企业提高信息化、自动化水平，重点在水泥、建筑卫生陶瓷等行业推进智能制造并提升水平。深化电子商务应用，利用二维码、云计算等技术建立绿色建材可追溯信息系统，提高绿色建材物流信息化和供应链协同水平。开发推广工业机器人，在建筑陶瓷、玻璃、玻纤等行业开展“机器人”试点。

4.2.2 绿色建材评价标识行动

(4)开展绿色建材评价。按照《绿色建材评价标识管理办法》，建立绿色建材评价标识制度。抓紧出台实施细则和各类建材产品的绿色评价技术要求。开展绿色建材星级评价，发布绿色建材产品目录。指导建筑业和消费者选材，促进建设全国统一、开放有序的绿色建材市场。

(5)构建绿色建材信息系统。建立绿色建材数据库和信息采集、共享制度。利用“互联网+”等信息技术构建绿色建材公共服务系统，发布绿色建材评价标识、试点示范等信息，普及绿色建材知识。构建绿色建材选用机制，疏通建筑工程绿色建材选用通道，实现产品质量可追溯。研究建立绿色建材第三方信息发布平台。

(6)扩大绿色建材的应用范围。围绕绿色建筑需求和建材工业发展方向，重点开展通用建筑材料、节能节地节水节材与建筑室内外环境保护等方面材料和产品的绿色评价工作。在推进绿色建筑发展和开展绿色建筑评价工作中强化对绿色建材应用的相关要求。在工业和信息化部、住房城乡建设部各类试点示范工程和推广项目中，进一步明确对绿色建材使用的规定。

4.2.3 水泥与制品性能提升行动

(7)发展高品质和专用水泥。制修订水泥产品标准，完善产品质量标准体系，鼓励生产和使用高标号水泥、纯熟料水泥。优先发展并规范使用海工、核电、道路等工程专用水泥。支持延伸产业链，完善混凝土掺合料标准，加快机制砂石工业化、标准化和绿色化。

(8)推广应用高性能混凝土。鼓励使用 C35 及以上强度等级预拌混凝土，推广大掺量掺合料及再生骨料应用技术，提升高性能混凝土应用技术水平。研究开发高性能混凝土耐久性设计和评价技术，延长工程寿命。

(9)大力发展装配式混凝土建筑及构配件。积极推广成熟的预制装配式混凝土结构体系，优化完善现有预制框架、剪力墙、框架—剪力墙结构等装配式混凝土结构体系。完善混凝土预制构配件的通用体系，推进叠合楼板、内外墙板、楼梯阳台、厨卫装饰等工厂化生产，引导构配件产业系列化开发、规模化生产、配套化供应。

4.2.4 钢结构和木结构建筑推广行动

(10)发展钢结构建筑和金属建材。在文化体育、教育医疗、交通枢纽、商业仓储等公共建筑中积极采用钢结构，发展钢结构住宅。工业建筑和基础设施大量采用钢结构。在大跨度工业厂房中全面采用钢结构。推进轻钢结构农房建设。鼓励生产和使用轻型铝合金模板和彩铝板。

(11)发展木结构建筑。促进城镇木结构建筑应用，推动木结构建筑在政府投资的学校、幼托、敬老院、园林景观等低层新建公共建筑，以及城镇平改坡中使用。推进多层木—钢、木—混凝土混合结构建筑，在以木结构建筑为特色的地区、旅游度假区重点推广木结构建筑。在经济发达地区的农村自建住宅、新农村居民点建设中重点推进木结构农房建设。

(12)大力发展生物质建材。促进木材加工和保护产业发展，支持利用农作物秸秆、竹纤维、木屑等发展生物质建材，优先发展和使用生物质纤维增强的木塑、新型镁质建材等围护用和装饰装修用产品。鼓励在竹资源丰富地区，发展竹制建材和竹结构建筑。

4.2.5 平板玻璃和节能门窗推广行动

(13)大力推广节能门窗。实施建筑能效提升工程，建设高星级绿色建筑，发展超低能耗、近零能耗建筑。新建公共建筑、绿色建筑和既有建筑节能改造应使用低辐射镀膜玻璃、真（中）空玻璃、断桥铝合金等节能门窗，带动平板玻璃和铝型材生产线升级改造。

(14)严格使用安全玻璃。加强安全玻璃生产和使用监督检查，适时修订《建筑安全玻璃管理规定》，切实规范建筑安全玻璃生产、流通、设计、使用和安装管理，防止以次充好，消除玻璃门窗和幕墙安全隐患。

(15)发展新型和深加工玻璃产品。鼓励太阳能光热、光伏与建筑装配一体化，带动光热光伏玻璃产业发展。支持发展电子信息用屏显玻璃基板、防火玻璃、汽车和高铁等用风挡玻璃基板等新产品，提高深加工水平和产品附加值。

4.2.6 新型墙体和节能保温材料革新行动

(16)新型墙体材料革新。重点发展本质安全和节能环保、轻质高强的墙体和屋面材料，引导利用可再生资源制备新型墙体材料。推广预拌砂浆，研发推广钢结构等装配式建筑应用的配套墙体材料。

(17)发展高效节能保温材料。鼓励发展保温、隔热及防火性能良好、施工便利、使用寿命长的外墙保温材料，开发推广结构与保温装饰一体化外墙板。

4.2.7 陶瓷和化学建材消费升级行动

(18)推广陶瓷薄砖和节水洁具。推广使用大型化、薄型化的陶瓷砖，节水、轻量的座便器（小便器）。开发新型水龙头、马桶盖等智能卫浴用品，促进卫生陶瓷人性化、智能化生产，更好满足个性化消费。发展透水砖等城镇道路建设材料及集水系统，支撑海绵城市建设。

(19)提升管材和型材品质。大力推广应用耐腐蚀、密封性好、保温节能的新型管材和型材，提高使用寿命和耐久性。支持生产和推广使用大口径、耐腐蚀、长寿命、低渗漏、免维护的高分子材料或复合材料管材、管件，支撑地下管廊建设。

(20)推广环境友好型涂料、防水和密封材料。支持发展低挥发性有机化合物（VOCs）的水性建筑涂料、建筑胶黏剂，推广应用耐腐蚀、耐老化、使用寿命长、施工方便快捷的高分子防水材料、密封材料和热反射膜。

4.2.8 绿色建材下乡行动

(21)支持绿色农房建设。结合新农村建设、绿色农房建设需要，落实《关于开展绿色农房建设的通知》，引导各地因地制宜生产和使用绿色建材，编制绿色农房用绿色建材产品目录，重点推广应用节能门窗、轻型保温砌块、预制部品部件等绿色建材产品，提高绿色农房防灾减灾能力。

(22)支持现代设施农业发展。围绕现代设施农业，积极发展和推广安全性好、性价比高、使用便利的玻璃、岩棉等产品。

4.2.9 试点示范引领行动

(23)工程应用示范。制定绿色建材应用试点示范申报、评审和验收等办法。结合绿色建筑、保障房建设、绿色生态城区、既有建筑节能改造、绿色农房、建筑产业现代化等工作，明确绿色建材应用的相关要求。选择典型城市和工程项目，开展钢结构、木结构、装配式混凝土结构等建筑应用绿色建材试点示范。

(24)产业园区示范。在绿色建材发展基础好的地区，依托优势企业，整合要素资源，完善研发设计、检测验证、现代物流、电子商务等公共服务体系，支持建设以绿色建材为特色的产业园区。

(25)协同处置示范。按照《关于促进生产过程协同资源化处置城市和产业废弃物工作的意见》，持续开展好水泥窑协同处置城市生活垃圾等废弃物的试点示范。开展固体废弃物再生建材综合利用示范，建立再生建材工程应用长期监测机制，积累再生建材应用安全性技术资料。

4.2.10 强化组织实施行动

(26)加强组织领导。建立由工业和信息化部、住房城乡建设部牵头，相关部门参加的绿色建材生产和应用协调机制。加强绿色建材生产应用与绿色建筑发展、绿色城市建设的内在联系，统筹绿色建材生产、使用、标准、评价等环节，加强政策衔接，强化部门联动，组织实施相关行动，督促落实重点任务，协调完善推进措施。

(27)研究制定配套政策。利用现有渠道，引导社会资本，加大对共性关键技术研发投入，支持企业开展绿色建材生产和应用技术改造。研究制定财税、价格等相关政策，激励水泥窑协同处置、节能玻璃门窗、节水洁具、陶瓷薄砖、新型墙材等绿色建材生产和消费。支持有条件的地区设立绿色建材发展专项资金，对绿色建材生产和应用企业给予贷款贴息。将

绿色建材评价标识信息纳入政府采购、招投标、融资授信等环节的采信系统。研究制定建材下乡专项财政补贴和钢结构部品生产企业增值税优惠政策。

(28)完善标准规范。进一步修改完善行业规范和准入标准，公告符合规范条件的企业和生产线名单。强化环保、能耗、质量和安全标准约束，构建强制性标准和自愿采用性标准相结合的标准体系。加强建筑工程设计规范与绿色建材产品标准的联动。取消复合水泥 32.5 等级标准，大力推进特种和专用水泥应用。

(29)搭建创新平台。依托大型企业集团、科研院所、大专院校等单位，构建完善产学研用相结合的产业发展创新体系。创建一批以绿色建材为特色的技术中心、工程中心或重点实验室，完善产业发展所需公共研发、技术转化、检验认证等平台。加强建材生产与建筑设计、工程建设等上下游企业互动，组建绿色建材产业发展联盟。依托尾矿、建筑废弃物等资源建设新型墙体材料、机制砂石生产基地。

(30)开展宣传教育和检查。加大培训力度，开展绿色建材生产和应用的培训。开展形式多样的绿色建材宣传活动，强化公众绿色生产和消费理念，提高对绿色建材政策的理解与参与，使绿色建材的生产与应用成为全行业和社会各界的自觉行动。开展绿色建材行动检查，对不执行绿色建材生产和使用有关规定的，要加强舆论监督和通报批评。

4.3 绿色建材评价标识实施细则和绿色建材评价技术导则

为切实落实《绿色建筑行动方案》和《促进绿色建材生产和应用行动方案》有关要求，推动绿色建筑和建材工业转型升级、推进新型城镇化，做好《绿色建材评价标识管理办法》实施工作，10月14日，住建部与工信部联合印发《绿色建材评价标识管理办法实施细则》和《绿色建材评价技术导则（试行）》（第一版）。实施细则共7章，38项规定；技术导则介绍了砌体材料、保温材料、预拌混凝土、建筑节能玻璃、陶瓷砖、卫生陶瓷、预拌砂浆等七类建材产品的评价技术要求，适用于上述七类产品的绿色建材评价。

4.3.1 《绿色建材评价标识实施细则》

第一章 总则

第一条 为做好《绿色建材评价标识管理办法》的实施工作，落实《绿色建筑行动方案》、推动绿色建筑和建材工业转型升级、推进新型城镇化，依据《中华人民共和国节约能源法》、《民用建筑节能条例》有关要求，制定本细则。

第二条 本细则规定绿色建材评价标识工作（以下简称评价工作）的组织管理、专家委员会、评价机构申请与发布、标识申请、评价及使用、监督管理。

第三条 绿色建材评价标识围绕绿色建筑需求和建材工业发展方向，包括通用建筑材料，节地与室外环境、节能与能源利用、节水与水资源利用、节材与材料资源利用以及环保与室内环境、运行维护等材料和产品。

第四条 绿色建材评价技术要求和程序全国统一，标识全国通用，在全国绿色建材评价标识管理信息平台（以下简称信息平台）发布。

第五条 绿色建材评价机构、评价专家及有关工作人员对评价结果与标识终身负责。

第二章 组织管理

第六条 住房和城乡建设部、工业和信息化部（以下简称两部门）设立“绿色建材评价标识管理办公室”（以下简称两部门管理办公室）。两部门管理办公室的职能和职责是：

- （一）组织编制绿色建材评价技术要求；
- （二）标识制定、统一编码和使用管理；
- （三）建立和维护全国绿色建材评价标识管理信息平台；

(四) 三星级评价机构的申请受理、评审组织和监督管理, 一星级、二星级评价机构的备案;

(五) 指导地方绿色建材评价标识工作;

(六) 受理绿色建材评价标识查询、申诉、举报等事务的审核和处理;

(七) 承办专家委员会的活动;

(八) 两部门委托的其他相关事项。

第七条 各省、自治区、直辖市住房城乡建设、工业和信息化主管部门(以下简称省级部门), 负责本地区绿色建材评价标识工作。主要职责是:

(一) 组建省级绿色建材评价标识管理办公室(以下简称省级管理办公室);

(二) 推荐三星级评价机构, 审定一星级、二星级评价机构, 并报两部门管理办公室备案后发布;

(三) 对本地区以及本地区以外的绿色建材评价标识应用的协调和监管;

(四) 在信息平台发布本地区绿色建材评价标识等工作。

第三章 专家委员会

第八条 全国绿色建材评价标识专家委员会(以下简称专家委员会)由两部门负责组建。专家委员会主要职责是:

(一) 提供技术咨询和支持;

(二) 评审三星级绿色建材评价机构;

(三) 评审绿色建材评价技术要求;

(四) 其他相关工作。

第九条 专家委员会由建筑、建材等领域专家组成, 设主任委员 1 名、副主任委员 2-3 名。委员任期为 3 年, 可连续聘任。委员应具备以下条件:

(一) 具有高级技术职称或长期从事本专业工作, 具有丰富的理论知识和实践经验, 在专业领域有一定的学术影响;

(二) 熟悉建筑或建材产业发展现状和国内外趋势, 了解相关政策、法规、标准和规范;

(三) 出版过相关专著、发表过相关科技论文、主持过相关国家或行业标准编制或主持过国家相关科技项目;

(四) 具有良好的科学道德、认真严谨的学风和工作精神, 秉公办事, 并勇于承担责任;

(五) 身体健康, 年龄一般不超过 70 岁。

第十条 专家委员会委员按以下程序聘任:

(一) 单位或个人推荐, 本人愿意, 填写《绿色建材评价标识专家委员会专家登记表》, 并提供相应的证明材料, 经所在单位同意, 报两部门审核;

(二) 通过审核的, 颁发《绿色建材评价标识专家证书》。

第十一条 省级部门可参照成立省级专家委员会。

第四章 评价机构的申请与发布

第十二条 评价机构应具备以下条件:

(一) 评价工作所需要的相关专业人员, 一星级、二星级评价机构不少于 10 人, 三星级评价机构不少于 30 人。

其中中级及以上专业技术职称人员比例不低于 60%, 高级专业技术职称人员比例不得低于 30%;

(二) 独立法人资格, 在行业内具有权威性、影响力及相关工作经历;

(三) 评价机构人员应遵守国家法律法规, 熟悉相关政策和标准规范, 以及绿色建材评价技术要求;

(四) 开展评价工作相适应的办公条件;

- (五) 国家级认证认可资质或省级以上住房城乡建设、工业和信息化主管部门认可；
- (六) 所需的其他条件。

第十三条 评价机构申请单位应提交《绿色建材评价机构申请表》。

申请表应随附相关材料复印件，如法人资格证书、营业执照、相关检验、认证资质证书及附件，省级及以上部门委托开展相关评价工作的委托函等。

第十四条 地方申请三星级评价机构的，经省级管理办公室初审合格后报送两部门管理办公室。

中央企业、全国性行业学（协）会申请三星级评价机构的，直接向两部门管理办公室报送申请表，同时抄报所在地省级管理办公室。

第十五条 评价机构评审采取材料审查和实地调查相结合的方式，重点评审：

- (一) 申请单位资质能力；
- (二) 人员配备及其业务能力；
- (三) 相关评价、检验认证工作业绩；
- (四) 在绿色建材方面开展的工作及其成果。

第十六条 通过评审的予以公示，公示期不少于 10 个工作日。公示无异议的，两部门审定后由两部门管理办公室在信息平台发布。

第十七条 评价机构认定有效期为 5 年，有效期满前 60 天内可申请延期。

第五章 标识申请、评价及使用

第十八条 标识的申请由建材生产企业向相应的评价机构提出。生产企业可依据评价技术要求向相应等级的评价机构，申请相应的星级评价和标识。

同一生产企业的同一种产品不得同时向多个评价机构提出相同星级的申请。

第十九条 标识申请企业应填写《绿色建材评价标识申报书》，按照评价技术要求提供相应技术数据和证明材料，并对其真实性负责。

第二十条 评价机构收到企业申请后，须在 5 个工作日内完成形式审查。通过形式审查的，评价机构向申请企业发放受理通知书并签订技术服务合同，商定双方权利和义务、服务费用等事项。服务费用以公益性、非盈利为原则收取，包含现场审查和评审、有效期核查、质量保证等。

未通过形式审查的，应一次性告知申请企业应补充的材料。

第二十一条 评价技术要求设立控制项、评分项和加分项。控制项为产品性能、环境影响和安全健康等方面必须满足的要求。总得分由评分项和加分项得分之和确定，评分项总分为 100 分，加分项总分为 5 分。

第二十二条 标识等级按下表划分确定。

等级	★	★★	★★★
分值	60-69	70-84	85 及以上

第二十三条 评价工作应在 30 个工作日内完成（不含抽样复测时间）。

评价通过的，在信息平台上进行公示，公示期为 10 个工作日。公示无异议后，评价机构向两部门管理办公室申请证书和标识编号、颁发标识证书，在信息平台上发布；公示有异议的，相应的管理办公室组织复核。

评价未通过的，如企业对评价结果有异议，应在 10 个工作日内向相应的管理办公室提出申诉。

第二十四条 获得绿色建材评价标识的企业，应当在获证产品或者其最小销售包装上加贴、印刷或模压绿色建材标志。

第二十五条 获得标识的企业应建立标识使用管理制度，规范证书及标志使用，保证出厂产品与标识的一致性。对证书及标志的使用情况应如实记录和存档。

第二十六条 标识有效期为3年，有效期内企业应于每年12月底前向评价机构提交标识使用情况报告。有效期满6个月前可向评价机构申请延期使用复评。延期复评程序与新申请程序一致。

第二十七条 获得标识的企业如发生企业重大经营活动变化的，应及时向评价机构报备。出现下列重大变化之一的，应重新提出评价申请：

- (一) 企业生产装备、工艺等重大变化且严重影响产品性能的；
- (二) 企业生产地点发生转移的；
- (三) 产品标准发生更新且影响产品检测结论的。

第六章 监督管理

第二十八条 评价机构每年向相应的管理办公室提交上年度工作报告。报告内容应包括：评价工作概况、当年发放标识的统计、评价工作情况分析、机构和人员情况、存在的困难、问题及建议、其他应说明的情况。

第二十九条 两部门管理办公室、省级管理办公室要对相应的评价机构进行抽查和检查，并将结果报相应的主管部门。

第三十条 评价机构有下列情况之一的，取消其评价资格：

- (一) 评审过程中提供虚假资料、信息，造成认定结果严重失实的；
- (二) 出具虚假评价报告的；
- (三) 不能保证评价工作质量的；
- (四) 其他应取消资格情况的。

第三十一条 被取消评价资格的评价机构不得重新申请。

第三十二条 获得标识的企业出现下列重大问题之一的，评价机构应撤销或者由主管部门责令评价机构撤销已授予的标识，并通过信息平台向社会公布：

- (一) 出现影响环境的恶性事件和重大质量问题的；
- (二) 标识产品抽查不合格的；
- (三) 超范围使用标识的；
- (四) 以欺骗等不正当手段获得标识的；
- (五) 其他依法应当撤销的情形。

第三十三条 被撤销标识的企业，自撤销之日起2年内不得再次申请标识。

第三十四条 两部门管理办公室和省级管理办公室工作人员在工作中徇私舞弊、滥用职权、玩忽职守或者干扰评价工作导致评价不公正的，依照有关规定给予纪律处分；构成犯罪的，依法移送司法机关追究刑事责任。

第三十五条 任何单位或个人对评价过程或评价结果有异议可向两部门、省级部门、两部门管理办公室或省级管理办公室提出申诉和举报。

第七章 附则

第三十六条 专家登记表及证书、评价机构申请表、标识申报书、标识式样与格式等由两部门管理办公室另行发布。

第三十七条 省级部门可依据《绿色建材评价标识管理办法》和本细则制定本地区实施细则。

第三十八条 本细则自印发之日起实施。

4.3.2 绿色建材评价技术导则

第一章 总则

(1)为科学引导和规范管理我国绿色建材评价标识工作，加快绿色建材推广应用、促进绿色建筑发展，制定本导则。

(2)本导则第一版制定了砌体材料、保温材料、预拌混凝土、建筑节能玻璃、陶瓷砖、卫生陶瓷、预拌砂浆等七类建材产品的评价技术要求，适用于上述七类产品的绿色建材评价。今后将逐步扩展其他种类建材产品的评价技术要求，不断修订和完善。

(3)绿色建材评价在符合本导则的要求和各地域特征的同时，还应符合国家相关法律、法规和标准的规定。

第二章 定义

(1)绿色建筑 green building-是指在全寿命期内，最大限度地节约资源（节能、节地、节水、节材）、保护环境、减少污染，为人们提供健康、适用和高效的使用空间，与自然和谐共生的建筑。

(2)绿色建材 green building material-是指在全生命周期内可减少对天然资源消耗和减轻对生态环境影响，具有“节能、减排、安全、便利和可循环”特征的建材产品。

(3)保温材料 heat insulating material-用于提高建筑围护结构保温性能的建筑材料和产品，包括有机保温、无机保温建筑材料。

(4)砌体材料 masonry material-由烧结或非烧结生产工艺制成的实（空）心或多孔直角六面体块状建筑材料和产品，包括除复合砌块外的所有砌体材料。

(5)预拌混凝土 premixed concrete-由水泥、骨料、水以及根据需要掺入的外加剂、矿物掺合料等组分按一定比例，在搅拌站（楼）生产的、通过运输设备送至使用地点的、交货时为拌合物的混凝土建筑材料，包括常规品和特质品。

(6)建筑节能玻璃 building energy-saving glass-由普通平板玻璃经过深加工后，用于建筑透明围护结构用的玻璃制品，包括吸热玻璃、热反射玻璃、低辐射玻璃、中空玻璃、真空玻璃等。

(7)陶瓷砖 ceramic tile-由粘土和其他无机非金属材料经成形、高温烧成等生产工艺制成的实心或空心板状建筑用陶瓷制品，包含建筑陶瓷砖、陶瓷板、陶板、瓷板等。

(8)卫生陶瓷 sanitary pottery-由粘土或其他无机物质经混炼、成形、高温烧制而成的用作卫生设施的陶瓷制品，包括便器、水箱、洗面器等。

(9)预拌砂浆 premixed mortar-由水泥、砂、水、粉煤灰及其他矿物掺合料和根据需要添加的保水增稠材料、外加剂组分按一定比例，在集中搅拌站（厂）计量、拌制后，用搅拌运输车运至使用地点，放入专用容器储存，并在规定时间内使用完毕的砂浆混合物，包括普通砂浆、特种砂浆、石膏砂浆等。

第三章 术语

(1)废水 waste water-预拌混凝土生产过程中，清洗生产设备和运输设备时产生的含有水泥、粉煤灰、矿粉、外加剂、砂等组分的可以回收利用的悬浊液。

(2)污水 effluent-预拌混凝土企业在生产与生活活动中排放的不能够回收利用的水的总称。

(3)报废混凝土 scrapped concrete-预拌混凝土生产、运输、检验过程中收集下来，已经无法直接调制后降低设计等级使用的剩余混凝土混合物和硬化体。

(4)光热比 light to solar gain ratio-玻璃的可见光透射比与太阳能总透射比的比值。

(5)一般显色指数 general color rendering index-光源对国际照明委员会（CIE）规定的第1~8种标准颜色样品显色指数的平均值。

(6)低质原料 low quality raw material-铁、钛和锰等着色元素含量较高，以及各种工业尾矿、废渣、废料等用作陶瓷生产的原料。

(7)灰料 ash material-指在预拌砂浆各工段，通过收尘、清扫所收集的材料。

(8)环境产品声明（EPD） environmental product declaration-提供基于预设参数的量化环境数据的环境声明，必要时包括附加环境信息。

(9)单位产品能耗 energy consumption per unit product-在统计期内生产每单位产品消耗的能源，折算成标准煤。

(10)单位产品碳排放 carbon emission per unit product-在统计期内生产每单位产品排放的温室气体量，折算成二氧化碳。

(11)碳足迹 carbon footprint-用以量化过程、过程系统或产品系统温室气体排放的参数，以表现它们对气候变化的贡献。

第四章 基本规定

(1)评价指标体系分为控制项、评分项和加分项。参评产品及其企业必须全部满足控制项要求。评分项总分为 100 分，加分项总分为 5 分，总得分按照下式计算。

$$Q_{总} = Q_{评} + Q_{加}$$

$$Q_{评} = \sum w_i Q_i$$

式中：

$Q_{总}$ —总分；

$Q_{评}$ —评分项得分；

$Q_{加}$ —加分项得分；

w_i —评分项各指标权重；

Q_i —评分项各指标得分。

(2)控制项主要包括大气污染物、污水、噪声排放，工作场所环境、安全生产和管理体系等方面的要求。评分项是从节能、减排、安全、便利和可循环五个方面对建材产品全生命周期评价。加分项是重点考虑建材生产工艺和设备的先进性、环境影响水平、技术创新和性能等。

(3)评分项指标节能是指单位产品能耗、原材料运输能耗、管理体系等要求；减排是指生产厂区污染物排放、产品认证或环境产品声明（EPD）、碳足迹等要求；安全是指影响安全生产标准化和产品性能的指标；便利是指施工性能、应用区域适用性和经济性等要求；可循环是指生产、使用过程中废弃物回收和再利用的性能指标。

(4)控制项的评定结果为满足或不满足；评分项和加分项的评定结果为获得分值或不得分。

(5)绿色建材等级由评价总得分确定，低到高分分为“★”、“★★”和“★★★”三个等级。等级划分见表 60。

表 60 绿色建材等级划分

等级	★	★★	★★★
分值	60-69	70-84	85 及以上

第五章 砌体材料

(1)控制项

生产企业应符合表 3 的要求，且不得以耕地粘土为主要原材料。

表 61 生产基本要求

项目要求	具体条文
大气污染物排放	《大气污染物综合排放标准》GB 16297，三级；

	或满足地方排放标准的最低要求
污水排放	《污水综合排放标准》GB 8978
噪声排放	《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348
工作场所环境	《工作场所有害因素职业接触限值化学有害因素》GBZ 2.1 《工作场所有害因素职业接触限值物理有害因素》GBZ 2.2
安全生产	《企业安全生产标准化基本规范》AQ/T 9006，三级
管理体系	完备的质量、环境和职业健康安全管理体系
注：大气污染物、污水、噪声排放应符合环境影响评价验收批复的要求。	

具备详细、可行的应用技术文件。

基本性能应满足现行国家、行业标准要求。

放射性应满足《建筑材料放射性核素限量》GB 6566 的要求。

(2)评分项

评分项各指标权重见表 62。

表 62 评分项各指标权重

指标	权重	具体条文	权重
节能	0.23	1)单位产品生产能耗或碳排放	0.10
		2)原材料运输能耗	0.05
		3)单位产品淡水消耗	0.05
		4)能源管理体系认证	0.03
减排	0.10	5)厂区大气污染物和污水排放	0.05
		6)产品认证或评价、环境产品声明（EPD）、碳足迹报告	0.05
安全	0.32	7)安全生产标准化水平	0.02
		8)干燥收缩率、吸收率	0.10
		9)抗冻性	0.10
		10)抗压强度、块体密度	0.10
便利	0.20	11)易施工性	0.05
		12)尺寸精度	0.05
		13)适用性与经济性	0.10
可循环	0.15	14)回收与再利用	0.05
		15)废弃物利用	0.10

I 节能

1)单位产品能耗按照表 63 评分。

表 63 单位产品能耗评分规则

类别	评分规则	
	60 分	100 分
加气混凝土	$18 \text{ kgce/m}^3 < E \leq 20 \text{ kgce/m}^3$	$E \leq 18 \text{ kgce/m}^3$
灰砂砖	$17 \text{ kgce/m}^3 < E \leq 18.4 \text{ kgce/m}^3$	$E \leq 17 \text{ kgce/m}^3$
烧结类	符合 GB 30526 准入值的规定	符合 GB 30526 先进值的规定
水泥制品	三年能耗持续改进或提交碳排放报告，由专家评分	

2)原材料运输能耗评分为以下两条得分之和，但总分不超过 100 分：

累计运输半径不大于 200km 的原材料重量比例不小于 60%但小于 70%，得 40 分；不小于 70%但小于 80%，得 60 分；不小于 80%但小于 90%，得 80 分；不小于 90%，得 100 分；200km 以外的原材料采用铁路、轮船运输的重量比例不小于 70%但小于 80%，得 20 分；不小于 80%但小于 90%，得 40 分；不小于 90%，得 60 分。

3)单位产品淡水消耗评分规则如下：

- 不大于 400kg/m³但大于 350kg/m³，得 20 分；
- 不大于 350kg/m³但大于 300kg/m³，得 40 分；
- 不大于 300kg/m³但大于 200kg/m³，得 60 分；
- 不大于 200kg/m³但大于 100kg/m³，得 80 分；
- 不大于 100kg/m³，得 100 分。

4)通过 GB/T 23331 能源管理体系认证，得 100 分。

II 减排

5)厂区大气污染物、污水排放评分为以下两条之和：

符合《大气污染物综合排放标准》GB 16297 表 2 规定的二级或地方排放标准的最高要求，得 50 分；

符合《污水综合排放标准》GB 8978 规定的一级，得 50 分。

6)通过产品认证或评价，提交环境产品声明（EPD）、碳足迹报告。评分为以下各条得分之和：

- 通过产品认证或评价，总分 40 分，由专家评分；
- 提交环境产品声明（EPD）报告，总分 30 分，由专家评分；
- 提交产品碳足迹报告，总分 30 分，由专家评分。

III 安全

7)安全生产标准化水平符合《企业安全生产标准化基本规范》AQ/T 9006 规定的二级，得 80 分；符合一级，得 100 分。

8)非烧结类砌体材料的干燥收缩指标和烧结类砌体材料的吸水率指标按照表 6 评分。

表 64 非烧结类砌体材料的干燥收缩指标和烧结类砌体材料的吸水率评分表

非烧结类砌体材料干燥收缩指标	烧结类砌体材料的吸水率	分值
不大于 0.70mm/m 但大于 0.60mm/m	不大于 25%但大于 20%	60 分
不大于 0.60mm/m 但大于 0.40mm/m	不大于 20%但大于 15%	80 分
不大于 0.40mm/m	不大于 15%	100 分

9)抗冻性指标（按照相应产品标准进行冻融试验）评分规则如下：

表 65 抗冻性指标要求评分表

项目	要求	分值	
		非烧结	烧结类
抗压强度 损失率	不大于 15%但大于 10%	30 分	—
	不大于 10%但大于 5%	40 分	—
	不大于 5%	50 分	—
质量损失 率	不大于 4.5%但大于 3%	30 分	60 分
	不大于 3%但大于 2%	40 分	80 分
	不大于 2%	50 分	100 分

注：烧结类产品如标准中规定以外观来判断抗冻性，符合标准要求的得 100 分。

10)抗压强度和非承重类产品的块体密度按照表 66 评分。

表 66 抗压强度与块体密度评分表

项目	要求	分值	
		承重类	非承重类
实测强度与设计强度的比值	不小于 1.0 但小于 1.05	40 分	20 分
	不小于 1.05 但小于 1.10	60 分	30 分
	不小于 1.10 但小于 1.15	80 分	40 分
	不小于 1.15	100 分	50 分
设计密度与实测密度的比值	不小于 1.0 但小于 1.05	—	20 分
	不小于 1.05 但小于 1.10	—	30 分
	不小于 1.10 但小于 1.15	—	40 分
	不小于 1.15	—	50 分

IV 便利

11)施工性评分为以下两条得分之和：

标准化设计，符合建筑模数要求，总分 50 分，由专家评分；

根据建筑要求尺寸订制预制，减少现场切割，总分 50 分，由专家评分。

12)尺寸偏差低于相应产品标准要求的允许偏差指标值 25% 以上，得 100 分。

13)适用性与经济性评分为以下两条之和：

与应用区域经济发展水平、环境、产业配套等相匹配，总分 50 分，由专家评分；

与应用区域法律法规、标准规范等相匹配，总分 50 分，由专家评分。

V 可循环

14)回收和再利用评分规则如下：

可再生利用，但需要经过复杂的拆除、回收和加工过程，得 30 分；

可再生利用，只需要经过简单的拆除、回收和加工过程，得 60 分；

拆卸后即可回收利用，简单方便，无需二次加工，得 100 分。

15)废弃物利用评分规则如下：

不小于 30% 但小于 40%，得 40 分；

不小于 40% 但小于 50%，得 60 分；

不小于 50% 但小于 60%，得 80 分；

不小于 60% 但小于 80%，得 90 分；

不小于 80%，得 100 分。

第六章 保温材料

(1)控制项

生产企业应符合表 67 的要求。

表 67 生产基本要求

项目要求	要求
大气污染物排放	《大气污染物综合排放标准》GB 16297，三级； 或满足地方排放标准的最低要求
污水排放	《污水综合排放标准》GB 8978
噪声排放	《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348
工作场所环境	《工作场所有害因素职业接触限值化学有害因素》GBZ 2.1 《工作场所有害因素职业接触限值物理有害因素》GBZ 2.2

安全生产	《企业安全生产标准化基本规范》AQ/T 9006，三级
管理体系	完备的质量、环境和职业健康安全管理体系
注：大气污染物、污水、噪声排放应符合环境影响评价验收批复的要求。	

生产企业应具备详细、可行的应用技术文件。

基本性能应满足现行国家、行业标准要求。

燃烧性能应不低于现行国家标准《建筑材料制品燃烧性能分级》GB8624 规定的 B₂ 级的要求。

满足耐久、安全、易修复的使用功能。

(2)评分项

评分项各指标权重见表 68。

表 68 评分项各指标权重

指标	权重	具体条文	权重
节能	0.34	1)单位产品生产能耗或碳排放	0.10
		2)原材料运输能耗	0.05
		3)导热系数	0.16
		4)能源管理体系认证	0.03
减排	0.15	5)厂区大气污染物和污水排放	0.05
		6)不使用氟氯烃发泡剂和六溴环十二烷阻燃剂	0.05
		7)产品认证或评价、环境产品声明（EPD）、碳足迹报告	0.05
安全	0.23	8)安全生产标准化水平	0.02
		9)燃烧性能	0.15
		10)结构连接安全性	0.06
便利	0.20	11)施工性	0.05
		12)施工过程的环境影响	0.05
		13)适用性与经济性	0.10
可循环	0.08	14)回收与再利用	0.03
		15)无机保温材料固体废弃物利用	0.05
注：有机保温材料 15)的权重叠加到 14)条中。			

I 节能

1)单位产品生产能耗评分规则如下：

岩棉、矿渣棉单位产品能耗符合《岩棉、矿渣棉及其制品单位产品能源消耗限额》GB 30183 准入值的规定，得 80 分；符合先进值的规定，得 100 分；

其他保温材料生产企业近三年单位产品能耗水平持续改进或提供单位产品碳排放报告，总分 100 分，由专家评分。

2)原材料运输能耗评分为以下两条得分之和，但总分不超过 100 分：

累计运输半径不大于 500km 的原材料重量比例不小于 60%但小于 70%，得 40 分；不小于 70%但小于 80%，得 60 分；不小于 80%但小于 90%，得 80 分；不小于 90%，得 100 分；

500km 以外的原材料采用铁路、轮船运输的重量比例不小于 70%但小于 80%，得 20 分；不小于 80%但小于 90%，得 40 分；不小于 90%，得 60 分。

3)导热系数按照表 69 进行评分。

表 69 导热系数评分表

导热系数 λ , W/(m·K)	分值
$0.060 < \lambda \leq 0.065$	10 分
$0.055 < \lambda \leq 0.060$	20 分
$0.050 < \lambda \leq 0.055$	30 分
$0.045 < \lambda \leq 0.050$	40 分
$0.040 < \lambda \leq 0.045$	50 分
$0.035 < \lambda \leq 0.040$	60 分
$0.030 < \lambda \leq 0.035$	70 分
$0.025 < \lambda \leq 0.030$	80 分
$0.020 < \lambda \leq 0.025$	90 分
$\lambda \leq 0.020$	100 分

4)通过 GB/T 23331 能源管理体系认证, 得 100 分。

II 减排

5)厂区大气污染物和污水排放评分为以下两条得分之和:

符合《大气污染物综合排放标准》GB 16297 表 2 规定的二级或地方排放标准的最高要求, 得 50 分;

符合《污水综合排放标准》GB 8978 规定的一级, 得 50 分。

6)生产不使用氟氯烃发泡剂, 得 50 分; 不使用六溴环十二烷阻燃剂, 得 50 分。

7)通过产品认证或评价, 提交环境产品声明 (EPD)、碳足迹报告。评分为以下各条得分之和:

通过产品认证或评价, 总分 40 分, 由专家评分;

提交环境产品声明 (EPD) 报告, 总分 30 分, 由专家评分;

提交产品碳足迹报告, 总分 30 分, 由专家评分。

III 安全

8)安全生产标准化水平符合《企业安全生产标准化基本规范》AQ/T 9006 规定的二级, 得 80 分; 符合一级, 得 100 分。

9)燃烧性能按所达到的最高防火等级评分:

符合 B₁ 级的要求, 得 60 分;

符合 A 级的要求, 得 100 分。

10)确保自身强度和结构连接安全, 得 100 分。

IV 便利

11)施工性评分为以下各条得分之和:

保温材料尺寸稳定性不大于 1% 但大于 0.5%, 得 20 分; 不大于 0.5%, 得 30 分;

保温材料进行模块化设计或产品尺寸成套化配置, 减少现场切割, 总分 40 分, 由专家评分;

可预制装配化施工或保温装饰一体化施工, 总分 30 分, 由专家评分。

12)施工过程中的环境影响评分为以下两条之和:

施工过程无粉尘、微纤污染, 总分 50 分, 由专家评分;

施工过程无有机溶剂污染, 总分 50 分, 由专家评分。

13)适用性与经济性评分为以下两条之和:

与应用区域经济发展水平、环境、产业配套等相匹配, 总分 50 分, 由专家评分;

与应用区域法律法规、标准规范等相匹配, 总分 50 分, 由专家评分。

V 可循环

14)回收和再利用评分规则如下:

- 可再生利用,但需要经过复杂的拆除、回收和加工过程,得30分;
- 可再生利用,只需要经过简单的拆除、回收和加工过程,得60分;
- 拆卸后即可回收利用,简单方便,无需二次加工,得100分。

15)固体废弃物在产品所用原材料中的重量比例达到5%,得30分;达到10%,得50分;达到15%,得70分;达到25%,得100分。

第七章 预拌混凝土

(1)控制项

生产企业应符合表70的要求。

表 70 生产基本要求

项目要求	要求
大气污染物排放	《大气污染物综合排放标准》GB 16297, 三级;或满足地方排放标准的最低要求
污水排放	《污水综合排放标准》GB 8978
噪声排放	《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348
工作场所环境	《工作场所有害因素职业接触限值化学有害因素》GBZ 2.1 《工作场所有害因素职业接触限值物理有害因素》GBZ 2.2
安全生产	《企业安全生产标准化基本规范》AQ/T 9006, 三级
管理体系	完备的质量、环境和职业健康安全管理体系

注:大气污染物、污水、噪声排放应符合环境影响评价验收批复的要求。

1)企业生产和管理应满足《预拌混凝土绿色生产及管理技术规程》JGJ/T 328的要求或当地预拌混凝土绿色生产管理的相关规定。

2)生产企业应具备详细、可行的应用技术文件。

3)基本性能应满足现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902 要求。

2)评分项

评分项各指标权重见表71。

表 71 评分项各指标权重

指标	权重	具体条文	权重
节能	0.26	1)原材料运输能耗	0.05
		2)单位产品生产能耗或碳排放	0.06
		3)强度等级	0.10
		4)能源、测量管理体系认证	0.05
减排	0.13	5)厂区大气污染物和污水排放	0.05
		6)产品认证或评价、环境产品声明(EPD)、碳足迹报告	0.08
安全	0.27	7)标准差	0.10
		8)抗渗等级、抗氯离子渗透等级、抗碳化等级、抗冻等级	0.15
		9)安全生产标准化水平	0.02
便利	0.10	10)施工性能、自密实混凝土	0.05
		11)适用性与经济性	0.05
可循环	0.08	12)报废混凝土产生率	0.06

	13)报废混凝土回收利用率	0.06
	14)固体废弃物综合利用比例	0.06
	15)工业废水回收利用比例	0.06

I 节能

1)原材料运输能耗评分为以下两条得分之和，但总分不超过 100 分：

累计运输半径不大于 200km 的原材料重量比例不小于 60%但小于 70%，得 40 分；不小于 70%但小于 80%，得 60 分；不小于 80%但小于 90%，得 80 分；不小于 90%，得 100 分；

200km 以外的原材料采用铁路、轮船运输的重量比例不小于 70%但小于 80%，得 20 分；不小于 80%但小于 90%，得 40 分；不小于 90%，得 60 分。

2)近三年单位产品能耗水平或单位产品碳排放量持续改进，总分 100 分，由专家评分。

3)强度等级应与设计强度等级一致，得 100 分。

4)管理体系评分为以下两条之和：

通过 GB/T 23331 能源管理体系认证，得 60 分；

通过 GB/T 19022 测量管理体系认证，得 40 分。

II 减排

5)厂区大气污染物、污水排放评分为以下两条之和：

符合《大气污染物综合排放标准》GB 16297 表 2 规定的二级或地方排放标准的最高要求，得 50 分；

符合《污水综合排放标准》GB 8978 规定的一级，得 50 分。

6)通过产品认证或评价，提交环境产品声明（EPD）、碳足迹报告。评分为以下各条得分之和：

通过产品认证或评价，总分 40 分，由专家评分；

提交环境产品声明（EPD）报告，总分 30 分，由专家评分；

提交产品碳足迹报告，总分 30 分，由专家评分。

III 安全

7)同一配合比，连续 10 个批次产品抗压强度（MPa）的标准偏差评分规则如下：

大于该等级强度标准差上限值 σ_{max} 的 1.0 倍，且小于等于 1.2 倍，得 60 分；

大于该等级强度标准差上限值 σ_{max} 的 0.8 倍，且小于等于 1.0 倍，得 80 分；

小于等于该等级强度标准差上限值 σ_{max} 的 0.8 倍，得 100 分。

8)耐久性评分规则如下：

抗渗等级不低于《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193 规定的 P8 级，得 30 分；P10 级，得 40 分；P12 级，得 50 分；

抗氯离子渗透等级符合《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193 规定的 II 级，得 10 分；符合 III 级，得 20 分；符合 IV 级及以上，得 30 分；

抗碳化等级符合《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193 规定的 III 级，得 5 分；符合 IV 级及以上，得 10 分；

抗冻等级不低于 F300，得 5 分；不低于 F400，得 10 分。

9)安全生产标准化水平符合《企业安全生产标准化基本规范》AQ/T 9006 规定的二级，得 80 分；符合一级，得 100 分

IV 便利

10)预拌混凝土达到自密实混凝土性能，得 100 分。

11)预拌混凝土的适用性与经济性评分为以下两条之和：

与应用区域经济发展水平、环境、产业配套等相匹配，总分 50 分，由专家评分；

与应用区域法律法规、标准规范等相匹配，总分 50 分，由专家评分。

V 可循环

12)报废混凝土产生率评分规则如下:

- 不小于 1.0%但小于 1.5%，得 60 分；
- 不小于 0.5%但小于 1.0%，得 80 分；
- 小于 0.5%，得 100 分。

13)报废混凝土回收利用率评分规则如下:

- 不小于 50%但小于 70%，得 60 分；
- 不小于 70%但小于 90%，得 80 分；
- 不小于 90%，得 100 分。

14)固体废弃物综合利用比例评分规则如下:

- 不小于 30%但小于 50%，得 60 分；
- 不小于 50%但小于 70%，得 80 分；
- 不小于 70%，得 100 分。

15)废水回收利用比例达到 100%，得 100 分。

第八章 建筑节能玻璃

(1)控制项

生产企业应符合表 72 的要求。

表 72 生产基本要求

项目要求		要求
大气污染物排放	平板玻璃	《平板玻璃工业大气污染物排放标准》GB 26453
	其他	《大气污染物综合排放标准》GB 16297，三级；或满足地方排放标准的最低要求
污水排放		《污水综合排放标准》GB 8978
噪声排放		《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348
工作场所环境		《工作场所有害因素职业接触限值化学有害因素》GBZ 2.1 《工作场所有害因素职业接触限值物理有害因素》GBZ 2.2
安全生产		《企业安全生产标准化基本规范》AQ/T 9006，三级
管理体系		完备的质量、环境和职业健康安全管理体系
注：大气污染物、污水、噪声排放应符合环境影响评价验收批复的要求。		

生产企业应具有详细、合理的应用技术文件。

基本性能应满足现行国家、行业标准要求。

(2)评分项

评分项各指标权重见表 73。

表 73 评分项各指标权重

指标	权重	具体条文	权重
节能	0.53	1)单位产品能耗	0.10
		2)原材料运输能耗	0.10
		3)热工性能	0.30
		4)能源管理体系认证	0.03
减排	0.15	5)清洁生产水平	0.05
		6)产品认证或评价、环境产品声明（EPD）、碳足迹报告	0.10
安全	0.22	7)安全生产标准化水平	0.02

便利	0.10	8)施工安全性能	0.10
		9)可见光反射比	0.10
		10)一般显色指数	0.05
		11)适用性与经济性	0.05

I 节能

1)节能玻璃单位产品能耗为以下两条得分之和，总分 100 分：

平板玻璃的单位产品能耗符合《平板玻璃单位产品能源消耗限额》GB 21340 的规定限定值，得 40 分；符合先进值，得 60 分；

节能玻璃生产企业近三年单位产品能耗水平或单位产品碳排放量持续改进，总分 40 分，由专家评分。

2)原材料运输能耗评分为以下两条得分之和，但总分不超过 100 分：

累计运输半径不大于 500km 的原材料重量比例不小于 60%但小于 70%，得 40 分；不小于 70%但小于 80%，得 60 分；不小于 80%但小于 90%，得 80 分；不小于 90%，得 100 分；

500km 以外的原材料采用铁路、轮船运输的重量比例不小于 70%但小于 80%，得 20 分；不小于 80%但小于 90%，得 40 分；不小于 90%，得 60 分。

3)热工性能按表 74 进行评分：

表 74 热工性能评分规则

气候区	项目	评分规则		
		60 分	80 分	100 分
严寒	U, W/(m ² ·K)	1.2<U≤1.7	1.0<U≤1.2	1.0U≤
	可见光透射比 Tv, %	40≤Tv≤60		Tv≥60
寒冷	U, W/(m ² ·K)	1.5<U≤1.8	1.2<U≤1.5	U≤1.2
	光热比 LSG	1.2<LSG≤1.3		LSG>1.3
夏热冬冷	U, W/(m ² ·K)	1.7<U≤2.0		U≤1.7
	光热比 LSG	1.3<LSG≤1.4	LSG>1.4	
夏热冬暖	U, W/(m ² ·K)	1.8<U≤2.0		1.5<U≤1.8
	光热比 LSG	1.4<LSG≤1.6	1.6<LSG≤1.9	LSG>1.9

4)通过 GB/T 23331 能源管理体系认证，得 100 分。

II 减排

5)生产企业清洁生产符合现行行业标准《清洁生产标准 平板玻璃行业》HJ/T 361 规定，评分规则如下：

达到二级水平，得 60 分；

达到一级水平，得 100 分。

6)通过产品认证或评价，提交环境产品声明（EPD）、碳足迹报告。评分为以下各条得分之和：

通过产品认证或评价，总分 40 分，由专家评分；

提交环境产品声明（EPD）报告，总分 30 分，由专家评分；

提交产品碳足迹报告，总分 30 分，由专家评分。

III 安全

7)安全生产标准化水平符合《企业安全生产标准化基本规范》AQ/T 9006 规定的二级，得 80 分；符合一级，得 100 分。

8)安全性能符合《建筑玻璃应用技术规程》JGJ 113 规定，钢化玻璃同时满足《建筑门窗幕墙用钢化玻璃》JG/T 455 要求，得 100 分。

9)可见光反射比评分规则如下:

不大于 0.30 但大于 0.16, 得 60 分;

不大于 0.16, 得 100 分

IV 便利

10)一般显色指数评分规则如下:

不小于 0.80 但小于 0.90, 得 60 分;

不小于 0.90, 得 100 分。

11)适用性与经济性评分为以下两条之和:

与应用区域经济发展水平、环境、产业配套等相匹配, 总分 50 分, 由专家评分;

与应用区域法律法规、标准规范等相匹配, 总分 50 分, 由专家评分。

第九章 陶瓷砖

(1)控制项

生产企业应符合表 75 的要求。

表 75 生产基本要求

项目要求	要求
污染物排放	《陶瓷工业污染物排放标准》GB 25464
噪声排放	《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348
工作场所环境	《工作场所有害因素职业接触限值化学有害因素》GBZ 2.1 《工作场所有害因素职业接触限值物理有害因素》GBZ 2.2
安全生产	《企业安全生产标准化基本规范》AQ/T 9006, 三级
管理体系	完备的质量、环境和职业健康安全管理体系

注: 大气污染物、污水、噪声排放应符合环境影响评价验收批复的要求。

生产企业应具备详细、合理的应用技术文件。

基本性能应满足现行国家、行业标准要求。

放射性应符合《建筑材料放射性核素限量》GB 6566-2010 中 A 类装修材料的要求

(2)评分项

评分项各指标权重见表 76。

表 76 评分项各指标权重

指标	权重	具体条文	权重
节能	0.33	1)单位产品生产能耗或碳排放	0.15
		2)原材料运输能耗	0.05
		3)陶瓷砖厚度	0.10
		4)能源管理体系认证	0.03
减排	0.15	5)放射性污染	0.10
		6)产品认证或评价、环境产品声明 (EPD)、碳足迹报告	0.05
安全	0.12	7)安全生产标准化水平	0.02
		8)使用安全性能	0.10
便利	0.23	9)单件包装重量	0.05
		10)建筑模数要求	0.03
		11)烧成后无需后加工	0.05
		12)耐污染性	0.05
		13)适用性与经济性	0.05

可循环	0.17	14)生产废料回收利用	0.09
		15)低质原料使用量	0.08

I 节能

1)单位产品能耗符合现行国家标准《建筑卫生陶瓷单位产品能源消耗限额》GB 21252 的规定。评分规则如下：

符合准入值的规定，得 60 分；

符合先进值的规定，得 100 分。

2)原材料运输能耗评分为以下两条得分之和，但总分不超过 100 分：

累计运输半径不大于 500km 的原材料重量比例不小于 60%但小于 70%，得 40 分；不小于 70%但小于 80%，得 60 分；不小于 80%但小于 90%，得 80 分；不小于 90%，得 100 分；

500km 以外的原材料采用铁路、轮船运输的重量比例不小于 70%但小于 80%，得 20 分；不小于 80%但小于 90%，得 40 分；不小于 90%，得 60 分。

3)在满足使用要求的前提下，陶瓷砖厚度按表 77 进行评分：

表 77 陶瓷砖厚度评分规则（单位：mm）

项目		评分规则		
		60 分	80 分	100 分
空心干挂陶瓷板	名义厚度 H	$24 < H \leq 30$	$18 < H \leq 24$	$H \leq 18$
广场砖	厚度 d	$15 < d \leq 17$	$13 < d \leq 15$	$d \leq 13$
其他产品	厚度 d	$8 < d \leq 10$	$5.5 < d \leq 8$	$d \leq 5.5$

4)通过 GB/T 23331 能源管理体系认证，得 100 分。

II 减排

5)内照射指数 ≤ 0.9 ，外照射指数 ≤ 1.2 ，得 100 分。

6)通过产品认证或评价，提交环境产品声明（EPD）、碳足迹报告。评分为以下各条得分之和：

通过产品认证或评价，总分 40 分，由专家评分；

提交环境产品声明（EPD）报告，总分 30 分，由专家评分；

提交产品碳足迹报告，总分 30 分，由专家评分。

III 安全

7)安全生产标准化水平符合《建筑卫生陶瓷企业安全生产标准化评定标准》规定的二级，得 80 分；符合一级，得 100 分。

8)使用安全性能评分规则如下：

地面砖防滑系数（COF） ≥ 0.60 ，或用于潮湿地面的地面砖摩擦性能（BPN） ≥ 45 ，得 100 分；

墙面砖背面应有背纹，背纹尺寸应符合相应国家标准的规定，总分 100 分，由专家评分。

IV 便利

9)单件包装重量按表 78 进行评分：

表 78 单件包装重量评分规则

项目	评分规则		
	60 分	80 分	100 分
单件包装重量 w, kg	$40 < w \leq 50$	$30 < w \leq 40$	$w \leq 30$

10)符合建筑模数的要求，得 100 分。

11)烧结后无需后加工，得 100 分。

12)耐污染性评分规则如下:

- 达到 4 级的要求, 得 60 分;
- 达到 5 级的要求, 得 100 分。

13)适用性与经济性评分为以下两条之和:

- 与应用区域经济发展水平、环境、产业配套等相匹配, 总分 50 分, 由专家评分;
- 与应用区域法律法规、标准规范等相匹配, 总分 50 分, 由专家评分。

V 可循环

14)生产废料回收利用评分为以下各条之和:

- 废瓷利用率 $\geq 90\%$, 得 30 分;
- 废坯(含釉坯)利用率 $\geq 99\%$, 得 30 分;
- 废釉浆回收利用率 $\geq 90\%$, 得 40 分。

15)低质原料使用量评分规则如下:

- 占配方含量大于 30% 但不大于 40%, 得 60 分;
- 占配方含量大于 40% 但不大于 50%, 得 80 分;
- 占配方含量大于 50%, 得 100 分。

第十章 卫生陶瓷

(1)控制项

生产企业应符合表 79 的要求。

表 79 生产基本要求

项目要求	要求
污染物排放	《陶瓷工业污染物排放标准》GB 25464
噪声排放	《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348
工作场所环境	《工作场所有害因素职业接触限值化学有害因素》GBZ 2.1 《工作场所有害因素职业接触限值物理有害因素》GBZ 2.2
安全生产	《企业安全生产标准化基本规范》AQ/T 9006, 三级
管理体系	完备的质量、环境和职业健康安全管理体系
注: 大气污染物、污水、噪声排放应符合环境影响评价验收批复的要求。	

生产企业应具备详细、合理的应用技术文件。

基本性能应满足现行国家、行业标准要求。

放射性应符合《建筑材料放射性核素限量》GB 6566-2010 中 A 类装修材料的要求。

用水效率达到国家现行有关卫生器具用水等级标准规定的 3 级。

(2)评分项

评分项各指标权重见表 80。

表 80 评分项各指标权重

指标	权重	具体条文	权重		
			坐便器	小便器 蹲便器	其他
节能	0.58	1)单位产品生产能耗或碳排放	0.10	0.10	0.20
		2)原材料运输能耗	0.10	0.10	0.15
		3)卫生陶瓷单位重量	0.05	0.05	0.20
		4)用水效率	0.25	0.30	—
		5)洗净功能	0.05	—	—

		6)能源管理体系认证	0.10	0.15	0.15
减排	0.15	7)冲水噪声	0.05	—	—
		8)放射性污染	0.10	0.15	0.15
		9)或评价、环境产品声明 (EPD)、碳足迹报告	0.05	0.05	0.05
安全	0.12	10)安全生产标准化水平	0.02	0.02	0.02
便利	0.10	11)安装、更换和维护	0.05	0.05	0.05
		12)适用性与经济性	0.05	0.05	0.05
可循环	0.10	13)生产废料回收利用	0.05	0.05	0.05
		14)低质原料使用量	0.05	0.05	0.05

I 节能

1)单位产品能耗符合现行国家标准《建筑卫生陶瓷单位产品能源消耗限额》GB21252 的规定。评分规则如下：

符合准入值的规定，得 60 分；

符合先进值的规定，得 100 分。

2)原材料运输能耗评分为以下两条得分之和，但总分不超过 100 分：

累计运输半径不大于 500km 的原材料重量比例不小于 60%但小于 70%，得 40 分；不小于 70%但小于 80%，得 60 分；不小于 80%但小于 90%，得 80 分；不小于 90%，得 100 分；

500km 以外的原材料采用铁路、轮船运输的重量比例不小于 70%但小于 80%，得 20 分；不小于 80%但小于 90%，得 40 分；不小于 90%，得 60 分。

3)单件重量符合表 81 的要求，得 100 分。

表 81 单件重量要求

产品类别	单件重量,kg
坐便器(含水箱)	≤40
蹲便器	≤20
小便器	≤15
其他	≤20

4)用水效率优于国家现行有关卫生器具用水等级标准规定的 3 级，评分规则如下：

达到 2 级的要求，得 80 分；

达到 1 级的要求，得 100 分。

5)坐便器洗净功能评分规则如下：

每次冲洗后累积残留墨线的总长度不大于 25mm，且每一段残留墨线长度不大于 13mm，得 60 分；

每次冲洗后累积残留墨线的总长度不大于 15mm，且每一段残留墨线长度不大于 6mm，得 100 分。

6)通过 GB/T 23331 能源管理体系认证，得 100 分。

II 减排

7)坐便器的冲水噪声按表 82 评分：

表 82 坐便器冲水噪声要求评分规则

项目	评分规则		
	60 分	80 分	100 分
冲水噪声, dB	$60 < L_{10} \leq 65$	$55 < L_{10} \leq 60$	$L_{10} \leq 55$

	50 < L ₅₀ ≤ 55	45 < L ₅₀ ≤ 50	L ₅₀ ≤ 45
--	---------------------------	---------------------------	----------------------

8)内照射指数≤0.9，外照射指数≤1.2，得 100 分。

9)通过产品认证或评价，提交环境产品声明（EPD）、碳足迹报告。评分为以下各条得分之和：

通过产品认证或评价，总分 40 分，由专家评分；

提交环境产品声明（EPD）报告，总分 30 分，由专家评分；

提交产品碳足迹报告，总分 30 分，由专家评分。

III 安全

10)安全生产标准化水平符合《建筑卫生陶瓷企业安全生产标准化评定标准》规定的二级，得 80 分；符合一级，得 100 分。

IV 便利

11)易于安装、更换和维护，总分 100 分，由专家评分。

12)适用性与经济性评分为以下两条之和：

与应用区域经济发展水平、环境、产业配套等相匹配，总分 50 分，由专家评分；

与应用区域法律法规、标准规范等相匹配，总分 50 分，由专家评分。

V 可循环

13)生产废料回收利用评分为以下各条之和：

废瓷利用率≥90%，得 30 分；

废坯（含釉坯）利用率≥99%，得 30 分；

废釉浆回收利用率≥90%，得 40 分。

14)低质原料使用量评分规则如下：

占配方含量大于 30%但不大于 40%，得 60 分；

占配方含量大于 40%但不大于 50%，得 80 分；

占配方含量大于 50%，得 100 分。

第十一章 预拌砂浆

(1)控制项

预拌砂浆生产企业应符合表 83 的要求。

表 83 生产基本要求

项目要求	要求
大气污染物排放	《大气污染物综合排放标准》GB 16297，三级；或满足地方排放标准的最低要求
污水排放	《污水综合排放标准》GB 8978
噪声排放	《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348
工作场所环境	《工作场所有害因素职业接触限值化学有害因素》GBZ 2.1 《工作场所有害因素职业接触限值物理有害因素》GBZ 2.2
安全生产	《企业安全生产标准化基本规范》AQ/T 9006，三级
管理体系	完备的质量、环境和职业健康安全管理体系
注：大气污染物、污水、噪声排放应符合环境影响评价验收批复的要求。	

设备设施选配等全过程管理应满足当地预拌砂浆绿色（清洁化）生产管理的相关规定。生产企业应具备详细、可行的应用技术文件。

普通砂浆、干混陶瓷砖粘结砂浆的性能应满足现行国家标准《预拌砂浆》GB/T 25181 的要求；EPS 外墙外保温系统用粘结砂浆、EPS 外墙外保温系统用抹面砂浆的性能应满足现

行国家标准《模塑聚苯板薄抹灰外墙保温系统材料》GB/T 29906 的要求；其他预拌砂浆的性能应符合国家现行有关标准的规定。

(2)评分项

评分项各指标权重见表 84。

表 84 评分项各指标权重

指标	权重	具体条文	权重
节能	0.15	1)原材料运输能耗	0.05
		2)单位产品生产能耗或碳排放	0.07
		3)能源管理体系认证	0.03
减排	0.25	4)大气污染物（不含颗粒物）排放	0.05
		5)颗粒物排放	0.10
		6)普通砂浆散装率和特种砂浆袋装率	0.05
		7)产品认证或评价、环境产品声明（EPD）、碳足迹报告	0.05
安全	0.40	8)强度	0.12
		9)强度离散系数	0.12
		10)耐久性能	0.12
		11)安全生产标准化水平	0.02
		12)测量管理体系认	0.02
便利	0.10	13)施工性能	0.05
		14)适用性与经济性	0.05
可循环	0.10	15)固体废弃物综合利用率	0.05
		16)灰料利用	0.05

I 节能

1)原材料运输能耗。评分为以下两条得分之和，但总分不超过 100 分：

累计运输半径不大 500km 的原材料重量比例不小于 60%但小于 70%，得 40 分；不小于 70%但小于 80%，得 60 分；不小于 80%但小于 90%，得 80 分；不小于 90%，得 100 分；

500km 以外的原材料采用铁路、轮船运输的重量比例不小于 70%但小于 80%，得 20 分；不小于 80%但小于 90%，得 40 分；不小于 90%，得 60 分。

2)近三年单位产品能耗水平持续改进，评分为以下各条得分之和：

有能源分级计量 20 分；

能源计量器具具备在线采集、上传等功能 20 分；

建立能效管理信息系统 30 分；

根据能效管理信息系统分析结果进行持续改进 30 分。

3)通过 GB/T 23331 能源管理体系认证，得 100 分。

II 减排

4)厂区二氧化硫排放符合《大气污染物综合排放标准》GB 16297 表 2 规定的二级，得 60 分；符合大气污染物综合排放相关的各地方标准规定，得 100 分。

5)厂区大气颗粒物排放，评分为以下各条之和：

有组织排放中，自排气筒排放的颗粒物符合《水泥工业大气污染物排放标准》GB 4915 的规定，得 40 分；符合各地方标准对当地大气颗粒物排放规定，得 60 分；

无组织排放中，大气颗粒污染物符合《水泥工业大气污染物排放标准》GB 4915 的规定，得 20 分；符合各地方标准对当地大气颗粒物排放规定，得 40 分。

6)普通砂浆的散装率，特种砂浆的袋装率。评分规则如下：

普通砂浆年度散装率达到 70%，得 60 分；达到 80%，得 80 分；达到 90%，得 100 分。

每吨特种砂浆对包装袋的平均消耗量不小于 40 个，得 0 分；不小于 25 个但小于 40 个，得 60 分；不小于 20 个但小于 25 个，得 80 分；小于 20 个，得 100 分。

7)通过产品认证或评价，提交环境产品声明（EPD）、碳足迹报告。评分为以下各条得分之和：

通过产品认证或评价，总分 40 分，由专家评分；

提交环境产品声明（EPD）报告，总分 30 分，由专家评分；

提交产品碳足迹报告，总分 30 分，由专家评分。

III 安全

8)强度评分规则如下：

普通砂浆抗压强度实测值与设计值的比值大于 2.0，得 50 分；不小于 1.0 但小于 1.15，或不小于 1.5 但小于 2.0，得 75 分；不小于 1.15 但小于 1.5，得 100 分；

EPS 外墙外保温系统用粘结砂浆、EPS 外墙外保温系统用抹面砂浆的原始拉伸粘结强度的实测值与设计值的比值不小于 1.0 但小于 1.2，得 50 分；不小于 1.8，得 75 分；不小于 1.2 但小于 1.8，得 100 分；

干混陶瓷砖粘结砂浆的原始拉伸粘结强度的实测值与设计值的比值不小于 1.0 但小于 1.5，得 50 分；不小于 2.5，得 75 分；不小于 1.5 但小于 2.5，得 100 分。

9)连续 10 个批次产品强度的离散系数评分规则如下：

不大于 30%但大于 20%，得 40 分；

不大于 20%但大于 10%，得 60 分；

不大于 10%，得 100 分。

10)耐久性能评分规则如下：

普通砂浆冻融循环后抗压强度损失率的设计值与实测值的比值不小于 1.0 但小于 1.5，得 50 分；大于 1.5 但不大于 2.0，得 75 分；大于 2.0，得 100 分；

EPS 外墙外保温系统用粘结砂浆、EPS 外墙外保温系统用抹面砂浆、干混陶瓷砖粘结砂浆的耐水、耐冻融拉伸粘结强度实测值与设计值的比值不小于 1.0 但小于 1.2，得 50 分；不小于 1.8，得 75 分；不小于 1.2 但小于 1.8，得 100 分。

11)安全生产标准化水平符合《企业安全生产标准化基本规范》AQ/T 9006 规定的二级，得 80 分；符合一级，得 100 分。

12)通过 GB/T 19022 测量管理体系认证，得 100 分。

IV 便利

13)施工便利性评分规则如下：

普通砂浆保水率的实测值与设计值比值不小于 1.00 但小于 1.05，得 50 分；不小于 1.10，得 75 分；不小于 1.05 但小于 1.10，得 100 分；

EPS 外墙外保温系统用粘结砂浆、EPS 外墙外保温系统用抹面砂浆的可操作时间不小于 1.5h 时，拉伸粘结强度的实测值与设计值的比值不小于 1.0 但小于 1.2，得 50 分；不小于 1.8，得 75 分；不小于 1.2 但小于 1.8，得 100 分；

干混陶瓷砖粘结砂浆分别晾置 20min 后的拉伸粘结强度的实测值与设计值的比值不小于 1.0 但小于 1.2，得 50 分；不小于 1.8，得 75 分；不小于 1.2 但小于 1.8，得 100 分。

14)适用性与经济性，评分为以下两条之和：

与应用区域经济发展水平、环境、产业配套等相匹配，总分 50 分，由专家评分；

与应用区域法律法规、标准规范等相匹配，总分 50 分，由专家评分。

V 可循环

15)固体废弃物综合利用率评分规则如下：

不小于 30%但小于 40%，得 40 分；

不小于 40%但小于 50%，得 55 分；

不小于 50%但小于 60%，得 70 分；

不小于 60%但小于 70%，得 85 分；

不小于 70%，得 100 分。

16)消纳生产过程产生的灰料。配备自动回灰设备、计量配料系统，可操作性强，回收利用合理，总分 100 分，由专家评分。

第十二章 其他

1)其他建材产品在符合绿色建材定义和基本要求的前提下，可参照本导则的评价方法和技术指标进行评价。

2)满足本导则评分项要求的进行评分，不满足的不得分。

第十三章 加分项

1)建筑材料生产过程中采用了先进的生产工艺或生产设备，且环境影响明显低于行业平均水平。总分 2 分，由专家评分。

2)建筑材料具有突出的创新性且性能明显优于行业平均水平。总分 3 分，由专家评分。

5. 欧洲可持续建材/构件的标识和环境产品声明

5.1 欧洲可持续建材/构件的标识和环境产品声明

在欧洲，有多种信息工具能够将产品制造使用过程的环境影响告知顾客（用户、下游生产商、零售商等）。这些工具由政府、私营企业以及其他非政府组织开发。其中一些信息通过独立测试工具获得，其他信息由制造商、进口商和经销商自己公布。前述的独立信息检测工具可分为生态标识（**ecolabelling**）和环保产品声明（**environmental product declaration**）两类。

本章主要介绍第一类，即生态标识。第一，概述可持续建材/构件的各种生态标识；第二，介绍各种绿色建筑方案与建材/构件标识间的关系，重点介绍促进选择可持续的建材/构件的重要工具；最后，本章也将简单介绍第二类，即环保产品声明及其原则。

5.1.1 可持续建材及构件的生态标识

可持续建材及构件的生态标识在欧洲（比如蓝色天使和欧盟生态标识）或国际上（如从摇篮到摇篮（C2C）和森林管理委员会 FSC）取得了长足的发展。针对不同生态标识的评估系统也根据方案不同而变化，有效期为 1-5 年。产品认证范围从有限的产品种类（比如 FSC 中的木制品）到广泛的产品种类（如保温材料、地板、石膏、墙板等）。认证标准包括各种可持续性特点，如环境、气候、健康、资源效率、伦理等。认证机构可以是政府机构（如 RAL 组织认证的蓝色天使）或认可的第三方（如欧盟生态标识-EU Ecolabel 和森林管理委员会 FSC）

（1）欧洲和德国的可持续建材标识

接下来主要介绍欧洲和德国的三个可持续建筑标志，即蓝色天使（Blue Angel）、欧盟生态标识（EU Ecolabel）和被动式房屋组件标识（Passive House Components Label），其主要特点见下表。

蓝色天使	
标识描述	组织结构
蓝色天使是个 I 型生态标识，旨在促进产品和服务的推广-基于整个生命周期，较市场平均水平，降低对环境和健康的影响。生态标识与其他环境政策工具相结合，促进经济结构转向可持续发展。	成立于 1978 年
	颁发机构：联邦环境局（德国联邦环境局） RAL-德国质量保证和认证研究所
	类型：符合国际标准的生态标志，ISO 14024
	评级：
	有效期：
	网址： http://www.blauer-engel.de/index.php
范围	
家居生活用品（如回收纸板、纸张和塑料制品、纺织地板覆盖物等），建筑物（如复合实木板、木制品、低排放的内置石膏和保温材料等）、电气设备、办公用品、能量与采暖、绿化。	
标准的确定	
产品和服务的标准： —保护环境与健康 —保护气候	

—保护水资源

—保护资源

认证机构

—德国联邦环境局（Umweltbundesamt）开发的技术标准

—由行业内部专家和其他专家组代表参加的听证会

—环境标识的陪审团包括：HDE（德国零售贸易中央协会）、BUND（德国地球之友协会）、BDI（德国工业联合会）、NABU（自然与生物多样性保护联盟）、DGB（德国工会联合会）、VZBV（德国消费者组织联合会）、SWR（西南德国广播公司）以及 Stiftung Warentest（商品测试基金会）、教堂、国家环境部、地方政府与科研部门。由上述机构共同决定“蓝色天使”标识的认证。

—RAL 负责组织标识用户的认证

—德国联邦环境、自然保护与核安全部是“蓝色天使”的支持组织

认证程序

A. 目前基本的认证标准

1. 供应商提出申请-供应商为了使用环境标志，需将符合要求的验证提交 RAL 这一认证组织

2. RAL 检查申请是否符合使用生态标识的规定

3. 德国联邦环境局提交声明

4. RAL 给出供应商/制造商使用生态标识的合同

5. 供应商使用环境标识的广告需要以 RAL 提供的环境标识使用合同为依据

B. 基本认证标准的发展

1. 任何人都可以向德国联邦环境局提出包含产品综合信息的新建议

2. 联邦环境局的专家负责评估

3. 生态标识陪审团决定调查顺序

4. 联邦环境局专家提供关于基本认证标准的准备和建议

5. RAL-组织专家听证会

6. 专家听证会参与者-RAL（主持）、UBA、产品/服务的供应部门（BDI）、消费者协会（BVZV/StiWa）、环境协会、工会、其他专家（如有必要）

对环境标识评审委员会的建议

7. 环境标识评审委员会批准基本认证标准

8. BMUB 负责决议的公示



欧盟生态标识

标识描述



组织结构

成立于 1992 年

认证机构：欧洲生态标志董事会（EUEB）

类型 ISO 14020 中的 I 型

评级：

有效期：4 年

网址：<http://www.eu-ecolabel.de>

范围

—以消费者为导向的产品和服务

—建筑产品包括：油漆、清漆、热泵、木地板、软地板覆盖物和纺织地板覆盖物

标准的确定

—标准的确定是基于生命周期分析，重点关注环境影响最高的生产阶段（如生产和包装、分配、使用和最后生命周期的结束），因此，不同产品所关注的生产阶段不同。

—考虑最重要的环境影响，主要是对气候变化的影响、对自然和生物多样性的影响、能源和

资源消耗、垃圾发电、所有环境媒介中的排放，通过物理影响、产品使用和释放有害物质而造成的污染。

- 当技术上可行时，使用更安全的物质、替代材料或设计取代有害物质。
- 减少由于产品的耐久性和可重用性对环境的影响
- 在健康和安全方面，在产品的不同生命阶段有助于平衡环境效益和负担
- 考虑社会和道德方面

认证机构

- 由第三方负责运行，国家主管机构（比利时 PFS 产品政策）
- 由通过认可的实验室进行产品测试

认证程序

1.入门

哪些产品和服务是合格的？

欧洲经济市场（欧盟加上冰岛、列支敦士登和挪威）上分配、销售和使用的产品和服务，以及非食品、非医疗产品类的所有产品都是可以申请欧盟生态标识。获得已制定的产品类的完整列表和相关的产品标准。

谁可以申请？

生产商、制造商、进口商、服务商，批发商和零售商。零售商可以为其品牌下的产品申请生态标识。

2.获得建议

依据正确的产品类型，联系主管机构，开始标识申请。主管机构负责评估申请，欧盟生态标识的认证，为申请人提供技术支持，以及回答有关标准的问题。

3.开始申请

为了获得欧盟生态标识的许可证，必须使用在线应用工具-ECAT_Admin。

4.收集证据

为了证明符合产品类的标准，要求提供申报单、文件、数据表和测试结果等档案。每个产品组的用户手册都具体了这些要求，欧盟生态标志清单是管理档案的一个有用的工具。清单可以下载。

5.递交申请材料

一旦提交网上申请，所需的纸质版文件也要求提交给主管机构。

初始申请提交后的两个月内，主管机构将评估该产品是否满足真的该组产品的标准。若丢失证明材料，则申请人将需要提供更多的信息。

6.生态标识认证

申请的批准：

如果满足标准并且档案齐全，主管机构将通过与申请人签订合同授予产品欧盟生态标识。

完成上述步骤后，申请人可以在所有符合标准的产品和相关宣传资料上使用欧盟生态标识。

常规监督

一旦申请人获得生态标识认证，其将有责任保持产品符合欧盟生态标识的标准。主管机构将告知其产品样本的测试频率。

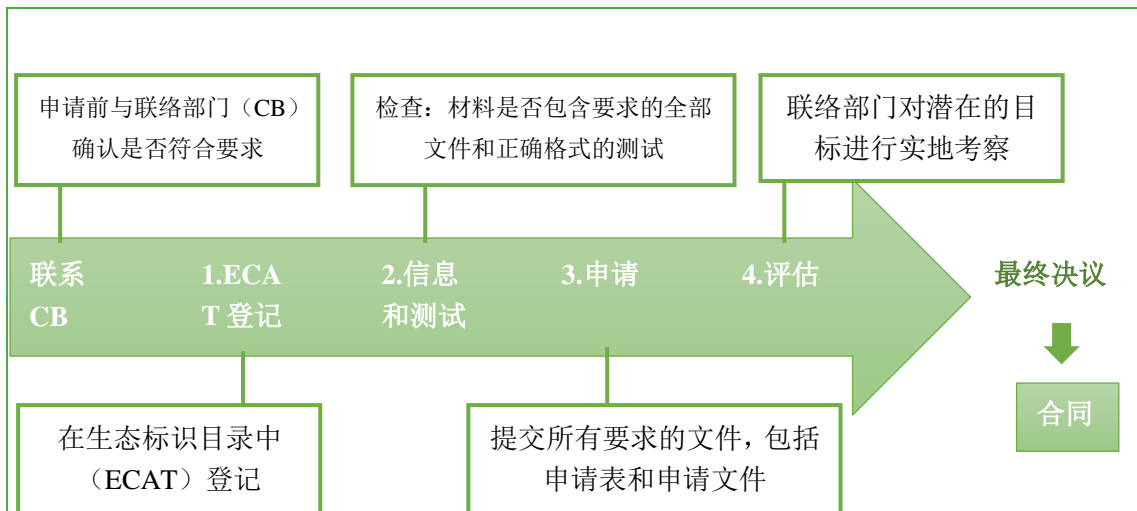
主管机构会进行不定期的工厂检查和产品测试。这是确保为消费者提供优秀的环境。

申请人（或供应商）需要保存关于测试结果的记录 and 所有文件，这些文件需要随时获得。


如果主管机构在标识有效期内得到产品不符合标准的证据，将禁止产品使用欧盟生态标识。

7.欧盟生态标识产品的市场

一旦产品获得欧盟生态标识认证，申请者将有责任作为许可证持有人在通过 ECAT_Admin 在 ECAT 产品目录和旅游产品住宿目录中进行产品登记。



被动式住宅构件标识

标识描述	组织结构
<p>采用被动式住宅构件显著简化了设计师的任务,而且非常有助于确保所设计被动式住宅的正常运作。</p> 	<p>被动式住宅研究所 (PHI) 是制定了被动式住宅的研究标准的一个独立研究机构。</p> <p>有效期: 每个标识都有有效期, 有效期满后需要通过被房研究所的重新认证。一旦获得新的标识, 之前获得的标识随即失效。</p> <p>网址: http://database.passivehouse.com/de/components/</p>

范围

根据构件类别定义, 分为以下三类:

- 建筑不透明的维护结构: 墙和建筑系统、立面锚杆、地面板、屋顶栏杆、烟道和排气系统、阳台保温技术、阁楼楼梯和梯子、密封系统。
- 建筑技术: 热泵、通风系统、废水废热回收系统。
- 建筑透明的维护结构: 窗户、屋顶窗、天窗、窗棱和气窗、玻璃屋顶、玻璃屋顶的开放部分、卷帘、入口门、滑动门、玻璃窗、间隔件 (窗)。

特定气候区的构件:

- 寒带气候
- 热带气候
- 温带气候

标准的确定

PHI 依据被动式住宅的国际标准进行高效节能材料和构件的认证。该标准分为舒适 (包括住宅的健康和舒适) 和保温 (与建筑物的热平衡有关) 两类标准。

所有的标准可以通过确定的物理或生理标准确定, 或根据惯例验证测量, 或根据其特点进行标准测试。

如果可能的话, 针对每一气候区制定特定标准。然而, 用户通常对此并不了解。因此, 还需要明确标准的适用气候区。

认证机构

PHI 是个测试和认证产品是否适用于被动式住宅的独立机构。

认证程序

依据标准测试获得认证的“被动式住宅构件”的特点和优质能源。

为了证明材料或部件时，制造商将委托被动式住宅研究所，并为其提供必要的部件和文档用于现场计算和测试应用。提供的数据由 PHI 用于准备构件的计算和模拟。结果需要记录，若构件能通过标识认证，上述记录还将被公布。若构件未通过标识认证，PHI 将指出构件存在的改进潜力，并将申请材料返还制造商。所有标准、测试方法等都由 PHI 制定。根据技术标准进行相关组件的计算和测试。

关于获得认证及认证费的支付，该构件将在数据库、计算软件 PHPP（被动式住宅）、国际被动式住宅协会新闻快报和 IG PassivHaus 中记录和显示。每个组件也将获得其 ID 以便于检测。

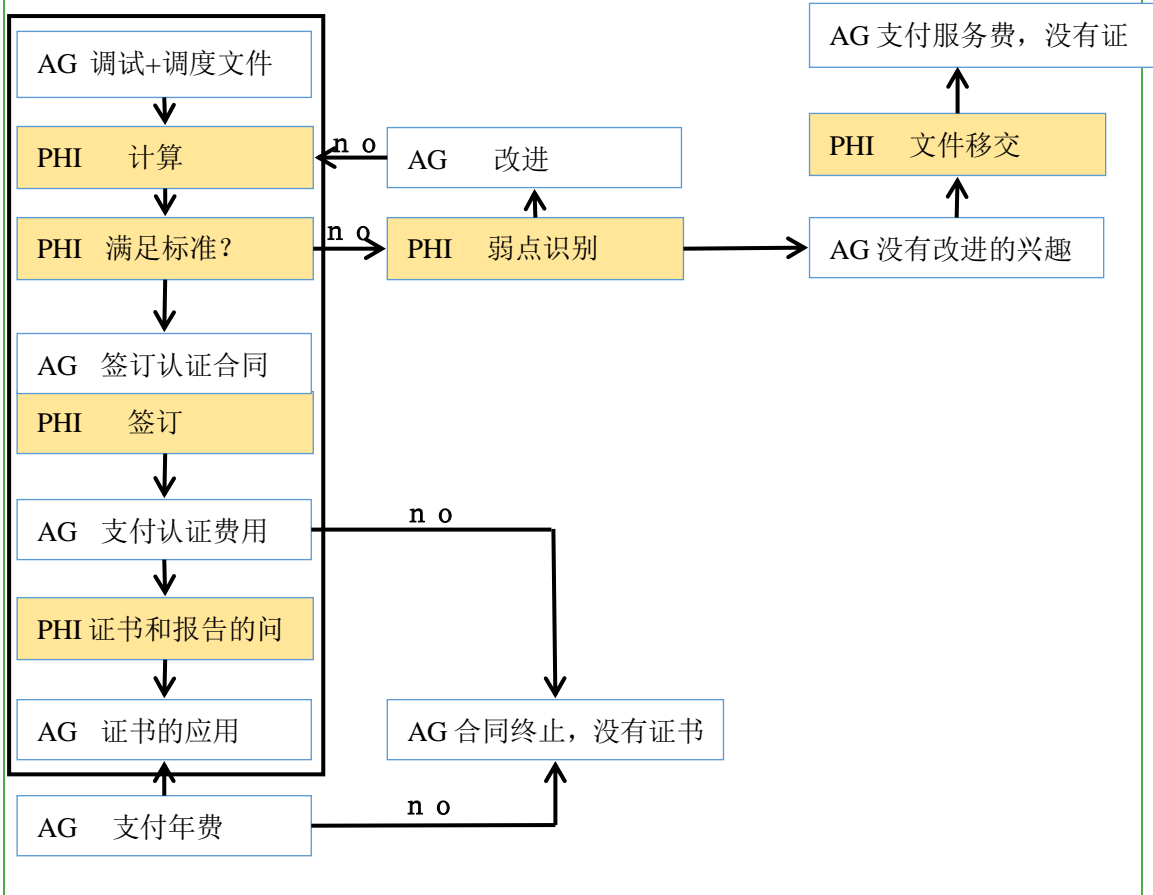
其他措施

—跟踪和检测是制造商的责任，但受被动式住宅研究所控管。如有必要，PHI 可能在第一次认证的最后一年进行重复管控。

—被动式住宅研究所还颁发年度构件奖，但每年关注的焦点不同。“被动式住宅构件奖”倾向授予满足被动式住宅标准的、具有成本效益的构件。

—PHI 建议制造商进行产品优化，这也是认证过程的一部分。通过这种反馈以产生具有可靠热特性的、经过改进的、可持续的产品。此外，需要提供满足建筑最低计算要求的相关信息。

—在某些情况下，通过建筑技术和关于被动住宅的独立的第三方测试中心/实验室来测试某些构件是否符合被动式住宅的标准。



5.1.2 可持续建材的国际标识

下表介绍了摇篮到摇篮、森林管理委员会等两个可持续标识及其特征：

从摇篮到摇篮					
标识描述	组织结构				
从摇篮到摇篮的认证框架重点在于使用那些可拆卸的、可作为养分回收的、通过堆肥用作生物营养的安全材料。摇篮到摇篮认证不同于针对单一特性的生态标识，其需要通过综合方法进行产品设计和产品制造方法评估。	成立于 2005 年				
	认证机构： MBDC (McDonough Braungart Design Chemistry)				
	类型：部分类，即其并非环境宣言 I 型、II 型、ISO14020 的 II 型				
	评级：基本、铜级、银级、金级和白金级				
	有效期：1-2 年				
网址： http://www.c2ccertified.org					
范围					
产品包括建筑材料、室内设计、纸品和包装材料、纺织品、织物等产品					
标准的确定					
5 类标准					
—材料的健康					
—材料的再利用					
—可再生能源和碳管理					
—水资源管理					
—社会公平					
 从摇篮到摇篮认证的计分卡					
质量类别	基本	铜级	银级	金级	白金级
材料的健康				<input checked="" type="checkbox"/>	
材料的再利用			<input checked="" type="checkbox"/>		
可再生能源和碳管理		<input checked="" type="checkbox"/>			
水资源管理			<input checked="" type="checkbox"/>		
社会公平				<input checked="" type="checkbox"/>	
整体认证水平		<input checked="" type="checkbox"/>			
认证机构					
由 MBDC 和 EPEA 负责产品认证					
认证程序					
1.确定产品是否适合认证：是否属于认证范围？是否属于违禁化学品名单？是否有持续改进和产品优化的承诺？产品是否满足摇篮到摇篮产品认证标准的资格要求？					
2.选择获得认可的评估机构进行产品的测试、分析和评估：从获得认可的评估机构列表中选择，并制定包括成本、时间和必要资源的认证计划。					
3.与评估员共同进行数据的汇编、评估和记录：与评估员、供应链共同进行数据收集。评估员依据标准进行数据评估，并制定优化策略。将由评估员整理的评估总结报告提交最终的审查机构。					
4.产品获得认证：研究所审查评估总结报告，以确保报告的完整性和准确性。申请人签署商标许可协议，并向研究所支付认证费。研究所最终通过产品认证，并为授予产品摇篮到摇篮认					

证，而产品需要按照根据商标使用准则的要求使用该认证标志。与研究所共同在产品注册表上发布该产品。

5.与研究所和营销团队合作：让消费者了解创新和认证的故事

6.报告进展：每两年与评估者和供应链合作，为重新认证收集数据。评估员评估优化策略的数据和进展。重新认证的评估总结报告需提交研究所审查。

其他措施：

- 摇篮到摇篮有一个网站提供简单而清晰的标识信息及其应用过程。该网站还包括一个在线认证的产品注册表，以便于开发商选择这些产品；
- 研究所依据经验、资格和组织人员培训进行评估员认证。
- 随着新 LEED v4 的推出，通过从摇篮到摇篮认证的产品也纳入了 LEED。选择通过认证的产品最多可以获得项目团队两个点的材料和资源信用、建筑材料成分的披露与优化。此外，BREEAM 荷兰的环境评估方法，目前对使用通过从摇篮到摇篮认证的产品进行奖励；
- 从摇篮到摇篮通过探索设计方法、材料和产品健康计划、系统创新及废物的新定义等为建筑行业内的领导企业提供培训课程。
- 也有从摇篮到摇篮的灵感的建筑，它只使用材料

森林管理委员会（FSC）

标识描述	组织结构
森林管理委员会旨在促进环境友好，管理世界森林的社会效益和经济繁荣。通过 FSC 认证的产品，可确保环境保护、社区参与和市场准入。FSC 认证有 3 种类型，即森林经营认证、产销监管链认证和受控木材。	成立于 1993 年
	认证机构：FSC 认可的认证机构。国际认证服务部门（ASI）负责检查认证机构。
	类型：ISO14020 中的 I 型
	评级：
	有效期：5 年，进行年度监督审核以验证持续符合 FSC 的认证要求
	网址： https://ic.fsc.org/

范围

FSC 促进环境友好、对社会有益和经济上可行的世界森林管理：

- 环境适宜的森林管理，可确保木材和非木材产品维持森林的生物多样性、生产力和生态过程。
- 对社会有益的森林管理有助于当地人民和社会在很大程度上享受长期利益，也为当地人民维持森林资源，并坚持长期的管理计划提供了强有力的激励措施。
- 经济上可行的森林管理意味着森林经营和管理是结构化的，即没有通过牺牲森林资源、生态系统或影响周边社区来获得利润。通过尽力销售全系列的林产品和服务以实现其最大价值，来缓解需要产生足够的财务回报和责任森林经营的原则之间的紧张关系。
- FSC 原则和标准适用于提交森林管理质量评价的森林管理单位界限内的所有地理区域。

FSC-POL-10-004（FSC 原则和森林管理标准的应用范围，2005 年 6 月）由 FSC-DIS-01-001 支持。

标准的确定

10 项原则/新提出的标题：

- 1.满足法律、FSC 原则/符合法律要求
- 2.任期、使用权和责任/工人的权利和就业条件
- 3.本地人民的权利/本地和传统人民的权利
- 4.社区关系与劳动者权益/社区关系与发展

5.从森林中获益/从森林中受益
6.环境影响/生态系统功能
7.管理计划/计划管理
8.监测和评估/监测和评估
9.维护保护价值高的森林/维护保护价值高的
10.种植园/管理活动
认证机构
认证机构清单见 http://www accreditation-services.com/archives/standards/fsc
认证程序
1.联系一个或几个通过 FSC 认可的认证机构（CB）：认证机构将需要关于申请方运行的基本信息其，以为其提供关于所需成本和时间的第一次评估。认证机构还将为申请人提供 FSC 认证所需要的信息。
2.审计：旨在评估申请人认证资格的审核。
3.认证：通过 CB 的工作，满足 FSC 的所有要求后，申请人的运营通过 FSC 认证。

5.1.3 可持续建筑方案及其关于可持续建筑产品和构件的要求

高效能源建筑或今后改进的高效能源建筑，其寿命周期能耗较传统新建建筑要低很多，原因在于虽然由于其使用额外的复杂的建筑材料而造成隐含能份额提高，但可再生能源技术可以作为能源生产和回收系统（Dutil, Rouse & Quesada, 2011）。因此，有必要仔细选择隐含能低的建筑材料，以尽量降低对环境的不利影响。除了能源层面，可持续建筑要求使用的建筑产品在健康、材料效率方面也是可持续的。

为了满足这些标准，应该采用不同数据库，如针对 DGNB 的 greenbuildingproducts.eu、LEED、针对 BREEAM 的 greenbooklive.com 等提供的材料清单中的材料。本节主要介绍欧洲如何通过使用绿色建筑认证提高材料效率。另外，还将介绍不同可持续建材的认证过程。欧洲有大量可在线访问的建材数据库，本节也将介绍其中一部分。

绿色建筑认证系统通过独立第三方的评级和认证来评估建筑的绿色性能，并确定其绿色建筑现状（Nelson et al. 2010）。欧洲采用的绿色建筑认证包括：英国 BREEAM 认证（建筑科研院环境评价方法）、德国 DGNB 认证（在德国社会的可持续建筑/德国可持续建筑委员会）、美国 LEED 认证（能源与环境设计中的领导）和法国 HQE 认证。这上述认证标准的评级体系和权重不同，有的仅限于原国籍使用，有的可以在国际上使用（如，美国和欧洲的 LEED）。迄今，这些认证都是非强制性的，并已由非政府或政府组织开发。图 3 显示了上述绿色建筑认证系统在不同国家的发展。

下表简单概述了从各网站收集的有关绿色建筑认证的信息。为了减少废物的产生量和处置量，对于选定的通过认证的绿色建筑材料不仅关注其材料效率，同时还重点关注材料的回收和再利用。通过在绿色材料计划中使用绿色产品，也进一步提高了材料效率。所有的绿色材料项目都建议通过 FSC 认证的产品，一些绿色材料计划是特定国家的。各种数据库不仅提供材料清单，而且还提供产品的细节及其供应商。

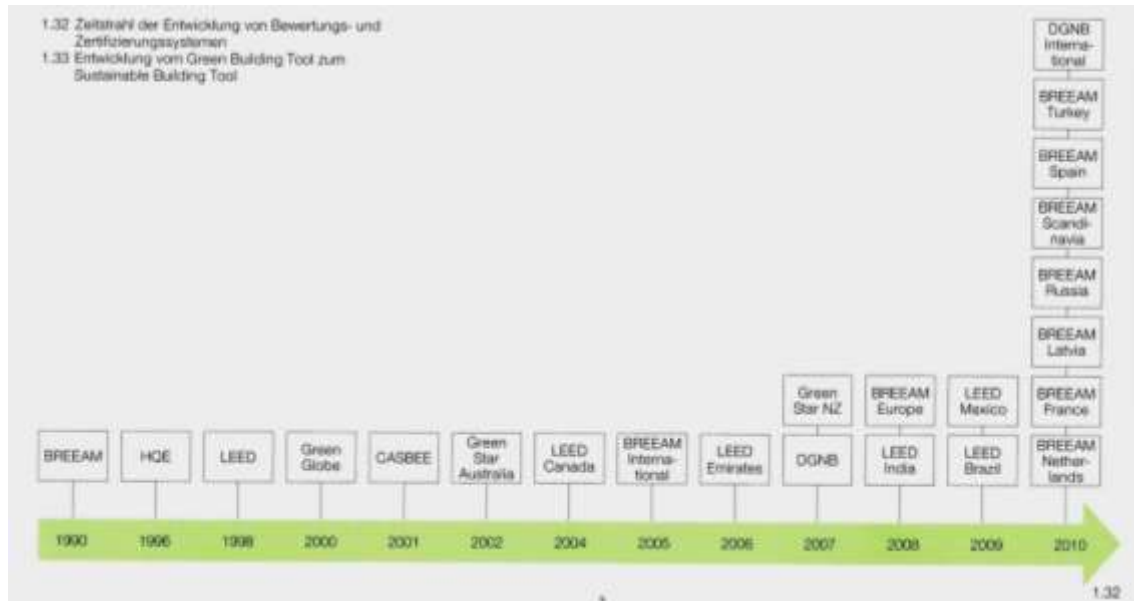


图 17 绿色建筑认证的进展 (来源: Ebert 等. 2011)

DGNB (CORE 14 scheme)	
标识描述	组织结构
DGNB 是一个精英评级系统, 涵盖关于可持续建筑的所有主题。开发 DGNB 旨在社会面临的广泛挑战, 如气候变化、资源短缺及金融危机。覆盖可持续建筑的规划、建设和运营过程中存在的生态、经济和社会文化问题 (DGNB 2012)。	成立于 2007 年
	原产国: 德国
	负责主体: DGNB 与 BMVBS 共同负责 (德国联邦交通、建筑和城市事务部)
	标准: 环境质量、经济质量、社会文化和功能质量、技术质量、过程质量和网站质量
	评级: 铜级 (35%)、银级 (50%)、金级 (65%)、白金级 (80%)
	规定: 自愿
	网址: http://www.dgnb.de/en/
材料效率	
BGNB 的重点包括通过设计易于拆卸的、可回收的、可拆解的材料来避免产生建筑废物, 采用通过绿色产品认证的环保材料, 及设计转向资源节约型等。	
材料的子标准	环境质量 ENV 1.1 生命周期影响评价 ENV 1.2 地方环境影响 ENV1.3 负责的采购
认证要求	通常来说, 项目认证查询 (PCQ) 过程必须是完整的
认证机构	DGNB 审计员 (迄今审计员有 650 个) 或 DGNB 顾问 (迄今顾问有 400 个顾问)
推荐的材料计划 (自愿)	蓝色天使、FSC 或 PEFC 认证的木材、Xertifix 认证的石头、Fair Stone 认证、Gut (Gemeinschaftumweltfreundlicher Teppichböden e.V.)—专门针对纺织地板覆盖物的认证
推荐的材料数据库 (自愿)	ESUCO 数据库中关于全生命周期的数据必须到满足 ESUCO 数据库设定的方法标准、质量和完整性。而且为了通过认证, 上

	述记录必须全面, GIS 代码/产品代码: 安全数据表、技术信息、 www.wingis-online.de 及 greenbuildingproducts.eu
--	--

BREEAM 2014	
标识描述	组织结构
BREEAM 是个先进的可持续性评价方法, 主要用于总体规划项目、基础设施和建筑。旨在促进开发者和创造者不断超越、创新以更高效地利用资源。BREEAM 重点关注可持续价值、效率, 因此促使 BREEAM 的认证发展吸引了房地产投资, 从而实现了其中生活和工作的人民福祉可持续提高。BREEAM 的市场占有率达 80%, 并广泛应用于全球 70 多个国家。	成立于 1990 年
	原产国: 英国
	负责主体: BER Global (隶属于 BER 信托机构)
	标准: 能源、健康和福利、创新、土地利用、材料、管理、污染、交通、废物和水
	评级: 通过 (≥30%)、好 (≥45%)、很好 (≥55%)、优秀 (≥70%)、杰出 (≥85%)。
	规定: 自愿
	网址: http://www.breeam.com
材料效率	
BREEAM 考虑所使用建筑材料的生命周期影响、现有建筑外墙的再利用、建筑结构、再生骨料、建筑废物产生量的最小化、使用通过绿色评价指南确定的隐含能低的环境友好的材料。	
材料分标准	材料 01 生命周期的影响 03 可靠的材料来源 04 保温 06 材料效率
认证要求	在评估过程中, 每一大类都会进一步细化为一系列子类, 以采用新的标杆、宗旨和目标。满足其中一个目标即可获得其相对应的分值。如要进行全面评估, 只要根据获得的总分数, 即可实现最终的绩效等级。
认证机构	通过认证的 BREEAM 咨询单位
推荐的材料计划 (自愿)	从摇篮到摇篮、FSC 和 PEFC 认证、BRE 环境配置方法、(作为一个通过认证的 BREEAM/生态家园/可持续家庭代码的评估员, 现在你可以使用绿色指南计算器这一在线工具来模拟绿色指南构件中提及的新的定制的元素。) 绿色指南等级?
推荐的材料数据库 (自愿)	BES6001 批准的产品清单和其他的附加信息在 www.greenbooklive.com/ ,

LEED 2013	
标识描述	组织机构
2000 年 USGBC 的 LEED 绿色建筑评级系统首次亮相就成为促使市场转型的重要驱动力。尽管建筑环境已经有了很大改进, 但进一步改进仍刻不容缓。2013 年颁布了的 LEED 新版本-LEED v4 重新确立了绿色建筑居领导地位的要素, 其中包括许多	成立于 1998 年
	发起国家: 美国
	责任人: 美国绿色建筑委员会
	标准: 位置和交通、合理的选址、水资源利用效率、能源和大气, 材料和资源、室内环境质量、创新和地区重点

新的概念和为了促进建筑行业转型而采用的更严格的要求。到 2016 年，欧洲的 LEED 项目有近 3800 个项目。	评级：认证级(40-49 分)、银级 (50-59 分)、金级 (60-79 分)、铂金级 (80 分及以上)
	规则：自愿的、达成共识的、市场驱动的、以性能为基础的
	网址： http://www.usgbc.org
材料效率	
LEED 强调建筑材料的再利用和回收；管理建筑垃圾和使用通过绿色产品认证的当地的环境友好材料。LEED 关注材料是为了更好地了解其组分，及其对人类健康和环境的影响。	
材料的子标准	材料和资源 (MR) 可回收 MR 的储存和收集 MR 建设和拆迁废物管理计划 MR 降低建筑的生命周期影响 MR 建立产品信息披露和优化-环保产品声明、原材料采购、材料成分 MR 建设和拆卸废物管理
认证要求	第三方认证公司出具的可持续发展报告 (CSR)
认证机构	LEED 专业认证
推荐的材料计划(自愿)	木材产品必须获得森林管理委员会或美国绿色建筑协会、从摇篮到摇篮、ANSI / BIFMA e3 设备可持续标准认证
推荐的材料数据库(自愿)	数据集必须符合 ISO 14044，依据 ISO 14025、14040、14044、15804 或 ISO 21930 获得的环境产品声明，数据至少包括从摇篮到大门这一阶段

5.1.4 可持续建筑材料和构件的数据库

建筑师和规划者可以依据提供详材料细信息的数据库找到可持续的建筑材料，同时帮助建材制造商展示其可持续建筑材料。

接下来介绍绿色建筑产品、欧盟 WECOBIS、ecoinvent Okobau-dat Greenspec 等材料数据库。为了获得绿色建筑认证，推荐使用数据库中推荐的产品。材料清单通常可以免费在线获取，某些需要用户先注册，如 Greenbuildingproducts.eu。有些绿色建筑认证依据的是 DGNB 的 Okobaudat、BREEAM 的 Greenspec 等国家特定数据库。若要获得 DGNB 和 LEED 的建筑认证也可以采用 Greenbuildingproducts.eu 中提及的产品。

Greenbuildingproducts.eu	
描述	
这是第一个根据 LEED 和 DGNB 标准进行产品评估的数据库。针对厂商（建筑材料生产商、产品制造商和框架制造商）和用户（建造者、规划者和规划办公室，建筑公司，DGNB 认证审计员和 LEED 认证专家）有不同的数据库。另外，其还为具体产品的评估声明提供认证标准、证明和记录等影响评估结果的必要资料。	
绿色建筑认证数据库	
LEED 室内环境质量： IEQ C4.1 低排放材料-粘合剂和密封剂， IEQ C4.2 低排放材料-油漆和涂料 LEED 材料和资源： MR C4：回收内容 MR C5：当地材料 MR C6： 可再生材料 MR C7： 通过认证的木材	

DGNB C6 当地环境风险
在线数据库的内容
ID 名称、产品名称、材料供应商、室内环境质量 (IEQ) (粘合剂、油漆和涂料、楼面系统和复合纤维木材)、材料和资源 (MR) (回收内容、当地材料、可再生材料和通过 FSC 认证的木材)。 检索结果包括: - 特定产品的声明表; - 技术数据表; - 制造商联系信息
出版: HOINKA GmbH
网址: www.greenbuildingproducts.eu
访问权限: 用户注册、免费访问

WECOBIS
描述
WECOBIS 建材信息系统通过提供关于具体产品的、与环境与健康相关的数据, 提供建筑材料的整体生态选择。其提供的信息涵盖原材料生命周期的各阶段, 如生产、加工、使用和后续处理等。
绿色建筑标准数据库
BNB 标准 对当地环境的风险-新建筑(BN_1.1.6), 对当地环境的风险-翻新(BK_1.1.6), 室内空气质量(3.1.3)和拆除、分离和利用(4.1.4)
在线数据库的内容
建筑产品 (建筑板、地板、保温、密封胶、木基材料、固体建筑材料、砂浆、表面处理和玻璃窗)。 原材料 (粘结剂、聚合物、塑料和金属)
出版: 德国联邦环境部、自然保护协会、建设和核安全局(BMUB)
网址: http://www.wecobis.de
访问权限: 免费访问

Ecoinvent
描述
Ecoinvent 产品清单数据库是瑞士中心生命周期清单提供。其拥有世界领先的数据库, 连续的、透明的、最新的生命周期清单 (LCI) 数据(当前为 Ecoinvent-3 版)。采用'ecoSpold2'数据格式可以获得上述数据, 而且其与 LEGEP 软件(LEGEP Software GmbH, 德国)、GaBi(PE International/LBP-GaBi, 德国斯图加特大学)、Umberto (ifu Hamburg/ ifeu Heidelberg, 德国) 等大部分全生命周期评估 (LCA) 和生态设计软件兼容。
绿色建筑认证的数据库标准
在线数据库的内容
出版:
网站: http://www.ecoinvent.org/database/database.html

访问权限： 客人在线免费注册（访问区域受限）；购买许可证可以随意访问

Ökobaudat

描述

Ökobaudat 是德国评价全球生态效应的建筑材料数据库。其作为建筑生态评估的标准化数据库，是由联邦环境部、自然保护协会、建设和核安全局共同建立的，建筑施工过程中的所有人员都可以访问该数据库。该数据库描述了建筑材料、施工和运输过程对生态的影响。Ökobaudat 包含来自不同公司和协会的泛型数据集和特定环境声明数据集。Ökobaudat 中的数据是免费的也是公开的，可用于建筑构件或建筑的生命周期评估。数据库所有者保留享有数据库内容和价值的权利。

第一个数据库于 2009 年公布，此后一直定期更新和扩展。截至 2016 年，数据库中已经有超过 700 种建筑产品的信息。自 2013 年 9 月以来，Ökobaudat 成为第一个完全符合 DIN EN 15804 标准的生命周期分析数据库。

绿色建筑认证的数据库标准

DGNB、Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen für Bundesgebäude (BNB)

在线数据库的内容

1.矿物建筑产品 2.保温材料 3.木材 4.金属 5.覆盖物 6.塑料 7.幕墙和窗户组件 8.建筑服务工程 9.其他人

包括前 7 类产品生产、维护和材料处置阶段的信息。建筑服务工程包括后续使用阶段的信息。“其他”中包含材料运输和废物处置等信息。

出版： 德国联邦环境委员会、自然保护协会、建设和核安全局

网址： <http://www.oekobaudat.de/en>

访问权限： 公开免费

Greenspec

描述

该项目最初成立于 2003 年，项目执行期两年；随后该项目转为由英国政府资助的、与建筑研究院（建筑研究机构）合作的，旨在为建筑师和专家提供环境影响低的建筑材料的项目。自 2006 年以来，GreenSpec 由一群旨在推广产品和建筑技术信息、优化绿色建筑的实践的专业认识负责。GreenSpec 分为提供设计指导、及绿色建筑材料中包含的‘PASS’（产品评估筛查系统）目录清单。

Greenspec 是具有英国基础的、与 BRE 共同合作的，旨在传播关于可持续建筑产品和施工技术的信息。Greenspec 利用 PASS（产品评估筛查系统）识别和核准可持续建筑的产品、系统和服务，另外 Greenspec 还包括包括通过产品的目录清单、支持环境和规范的数据。

绿色建筑认证的数据库标准

BREEAM（材料）？

在线数据库的内容

绿色产品，比如：
L1 地基处理和保持；L2 完整的建筑实体和组成；L3 结构空间和分隔产品；L4 通道、障碍和循环产品；L5 覆盖、覆盖层、内衬；L6 建筑产品面料；L7 服务；L8 固定装置和设备

出版： Greenspec

网址： <http://www.greenspec.co.uk>

访问权限： 免费在线获取

Materialdatensammlung für die energetische Altbausanierung, MASEA (“关于能源改造的数据材料收集”)

描述

该材料数据库包含关于大量典型建筑材料和历史建筑材料的热特性和水热特性。材料数据库是由 Fraunhofer IBP、Institut für Bauklimatik Technische Universität 研究所和卡塞尔环境意识建设中心共同开发，依据 EnSan 项目框架由联邦经济和技术部提供支持。由于在项目初期，关于既有建筑物理特征的信息非常有限，因此很难获得相关信息。针对既有材料只能预测和计算其相关信息。这有助于提高能源效率和水热计算的准确性，有助于评估能源消耗及潜在的损失风险。这些材料被视为德国“历史”建筑业的代表。

绿色建筑认证的数据库标准

在线数据库的内容

数据库提供了与建筑物理性相关的建筑材料信息、关于建筑材料的其他说明和特殊功能等的信息。

关于建筑材料的信息包括：

- 材料密度
- 比热容
- 导热率
- 扩散阻力(干)23°C - 3/50%
- 等效空气扩散层厚度(sd 值)
- 吸附
- 自由水饱和度
- 水吸收系数
- 开孔率

材料数据库通过增加现有材料和新型建筑材料，实现数据库的持续扩大和更新。因此，建筑材料的制造商和研究机构均有安全的在线访问途径。数据库包含 474 种材料的信心。

出版： Das Fraunhofer-Institut für Bauphysik

网址： <http://www.masea-ensan.de/>

访问权限：免费在线获取

5.2 环境产品声明（EPD）

环保产品声明（EPD）以标准格式揭示产品量化的环境影响。EPD 的基础是生命周期评估（LCA）和产品分类这一通用规则（PCR）。后者确保由不同单位生产，但功能相同的一类产品，采用应用相同的范围和指标。与上述生态标识不同，EPD 报告并不对产品进行判断，将其留给消费者。这就类似于食物的营养表。

ISO 14026



全生命周期评估（LCA）

环境产品声明（EPD）

6 欧洲面向未来的可持续建筑材料/组件

本章将展示欧洲面向未来的不同的可持续建材和组件，包括它们的节能和可持续发展潜力，以及它们的应用实例。材料和组件包括隔热材料，窗户，相变材料（PCM），和先进的光伏建筑一体化（BIPV）系统。

6.1 隔热材料

6.1.1 气凝胶

气凝胶是一种半透明的隔热材料。气凝胶主要是空气 - 通常约占体积的 99% - 可由二氧化硅、金属和橡胶制备。它们由脱水凝胶形成，同时由于它的多孔结构使得它非常轻。例如，一立方米的石英玻璃重约 2000 公斤。一个相同尺寸的二氧化硅气凝胶块重 20 公斤。尽管如此，气凝胶还是相对较强的。二氧化硅气凝胶是由微小的致密的二氧化硅颗粒在 1 纳米连接起来，形成一个凝胶。气凝胶是优良的隔热材料，导热系数约为玻璃的 1%。虽然由于其高成本，在最初限制了其在高端产业的应用和空间应用，不过最近发现其可作为建筑保温材料的商业应用（通常以保温层的形式）。由气凝胶取代空气间隙的双层玻璃，相较于目前最好的多层玻璃，其隔热值提高了 3 倍。因为良好的支撑，将有可能使窗格的真空率达到 99%。其最合适应用在天窗等上。虽然不需要向外部寻求一条明确的路线，但阳光却是必需的。然而，即使有一个薄的气凝胶夹层，窗户都会有轻微的磨砂外观。气凝胶的热性能也使它们理想的收获太阳能热。平板太阳能电池板收集热量，然后将其辐射到空间。

6.1.2 真空绝热板

真空绝热板（VIPs）是由两个密封的长方形板中间传进空心真空组成。面板的壁是由刚性且高度多孔的材料构成，如经处理的二氧化硅、珍珠岩或玻璃纤维。整个面板通常由铝金属化的隔离膜封闭。它们主要用于墙壁和屋顶的隔热。尽管其相较于其他建筑保温材料，拥有卓越的隔热性能，但其成本和处理仍然是限制其广泛应用的障碍。在使用时其不像其他隔热材料那么灵活，可以直接切割成不同的大小。但它最适合应用在预制构件的墙板等上。下表是建筑隔热中使用的不同材料的典型值：

材料	R 值 (mKW)
真空绝热板	0.003—0.005
气凝胶	0.014
挤塑聚苯板 (XPS)	0.025—0.04
聚苯乙烯泡沫塑料 (EPS)	0.3—0.5
聚氨酯材料	0.02
玻璃纤维	0.4—0.6

6.2 高级窗户和玻璃系统

窗户是建筑外壳的最小隔热元件。同时，它们也是建筑维护结构的重要组成部分。窗户的最佳设计，试图提供平衡的能量流。由低辐射镀膜层提供冷却、加热的先进的两层、三层玻璃系统与典型的单层玻璃系统相比可节约能量 3—10%。

6.2.1 双层、三层的拥有低辐射镀膜层的玻璃系统

通过使用多个玻璃层，玻璃层间采用低传导性气体（特别是氩）、一个或多个玻璃表面的低辐射镀膜层、及使用低传导性的框架材料，使得窗户的热性能得到很大提高。活动窗的热流量损失可达到标准无涂层双层玻璃的 25—35%（单层玻璃的 10-15%）（Smith, 2005）。近年来，玻璃的性能设计从单层玻璃的 U 值高达 5.6w/m²k（令人不满意的）提高到三层甚至四层经特殊处理的玻璃的可低至 0.4w/m²k（令人满意的）。然而，窗户整体的 U 值取决于窗框和热桥，因此，需要通过高度隔热框架这一边缘因素和隔热性能较差的金属和木质框架这一重要因素来降低玻璃的 U 值。窗户框架通常具有窗的最低 U 值，而且对窗的隔热属性有很大影响。窗户评级系统，如国家门窗评级委员会（NFRC）依据标准和规定测试程序，对窗的性能进行评级。

典型玻璃的 U 值：

可操作窗户	U 值 (w/m ² k)
单层玻璃	5.6
双层玻璃	3.0
三层玻璃	2.1
双层玻璃用气体填充和镀层	1.1—1.6
三层玻璃用气体填充和镀层	0.4—0.8

注意：U 值仅指玻璃；窗户的整体 U 值根据框架性能而有所不同。框架设计是窗户设计的最薄弱环节，可能实现比上面列出数字更低的可实现整体 U 值；

资料来源：Institut Wohnen und Umwelt & Hessische Energiesparaktion, 2016

6.2.2 智能和动态窗户

智能窗户总体上指可以根据周围的光和热特性，动态地改变自身特性的窗户，分为自我调节的被动系统和可以根据用户需求调节的主动系统。

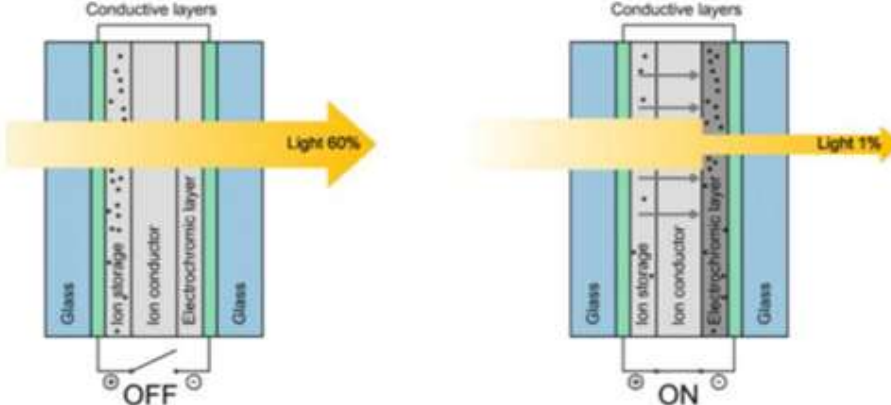
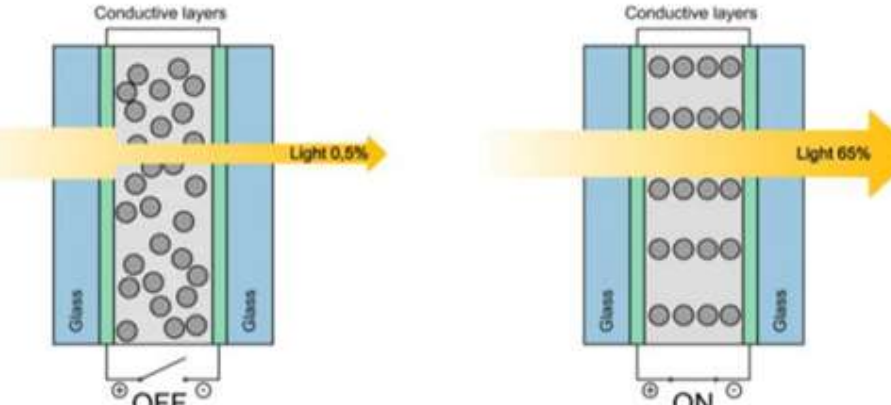
● 被动系统

被动系统对周围环境中的自然光或热刺激作出反应。与主动系统相比，其更易于安装和维护，但缺乏用户的操控。下表介绍了两个主要的被动技术。

光致变色玻璃	<p>这是窗户玻璃的一种属性。光致变色玻璃根据入射光的强度调整透明度。这是由于有机或无机化合物的存在，如与紫外线反应的金属卤化物，或由于存在塑料，基于输出彩色光谱变化来吸收太阳能。当受到直接的太阳辐射，玻璃的颜色强度以几分钟的量级增加，并且在大约两倍的时间里逐渐反转。</p> <p>其在光学和汽车领域的应用更加突出，成本高、光致变色物质均匀分布、同时可逆性会随时间而损失，是都是限制其在建筑中应用的主要障碍。</p>
热致变色玻璃	<p>热致变色玻璃在调节透明度方面与光致变色玻璃相似。不同在于：变色原因是玻璃的外表面温度，而不是外部辐射。变化由化学反应或包含的相变材料引起。范围广泛的有机和无机化合物，还有金属氧化物薄膜，如氧化钒薄膜。转变是在 10°C（最大透明度）和 65°C（最小透明度）之间。聚乙烯醇缩丁醛（PVB）膜是市场上最有前景的热变色技术之一。</p> <p>与光致变色玻璃相比，其应用更加广泛。但这项技术的主要缺点是缺乏用户控制，在低温和高太阳辐射等特殊情况下，很难消除炫光。</p>

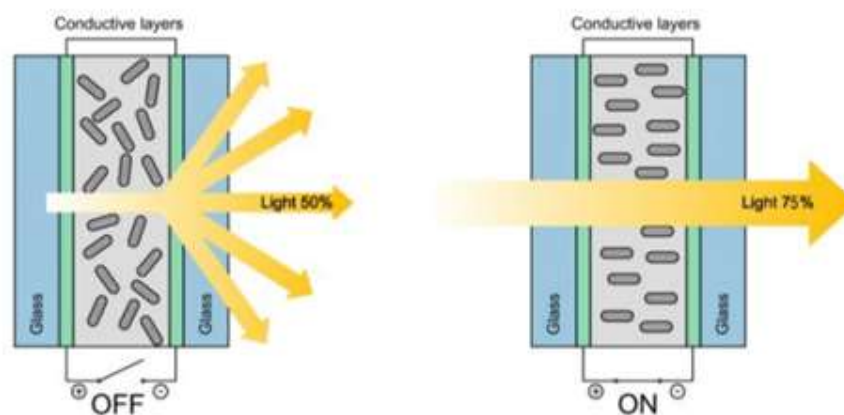
- 主动系统

它们在调整光学性质方面同被动系统相似。但主动系统的不同点在于其可以由用户直接控制，或由集成的建筑自动化管理系统自动控制。它们可以根据内部和外部的温度、外部辐射、自然照明水平和用户需求等各种因素的微小能量进行调节。下表介绍了三个主要的主动技术。

<p>电致变色装置 (EC)</p>	<p>电致变色装置的工作原理是由外部电刺激激活电解活性。将透明电极（电致变色膜）和反电极（离子储存）应用在玻璃板的内部，并通过离子导体（或电解质）分离。当施加电荷时，电子通过导体从离子储存器分离，并沉积在电致变色膜上，使其呈现密集的颜色。当改变消失，整个系统再次变得透明。这个系统的优点是电荷能够根据每个用户的需求而改变。光透射率的变化范围为 1-60%。转变所需的最小能量大约为 $1-2-5w_p/m^2$，并且需要约 $0.4W/m^2$ 以维持所需的着色状态。</p> 
<p>悬浮粒子装置 (SPD)</p>	<p>在 SPD 技术中，薄的层压体悬浮颗粒置于两个透明导体膜之间。在其自然状态下，粒子随机地阻挡光。当发生变化时，颗粒自身定向，从而允许光通过。SPD 能够阻挡 99.4% 的可见光辐射，同时在 0.5—65% 范围内和 0.56—0.06SHGC 提供可见光透射率。该系统大约需要 $5w/m^2$ 以切换状态，并需要约 $0.55w/m^2$ 维持期望的状态。</p> 
<p>聚合物分散</p>	<p>PDLC 的操作类似于 SPD。但代替悬浮颗粒层的是悬浮在两个导体间的一层</p>

液晶装置
(PDLC)

聚合物基质薄膜。聚合物基质中的液晶在其自然状态下是随机取向的，并在施加电荷时自动调整。光透射在 50—70%间，并且它们需要约 $5-10W/m^2$ 的持续能量以维持期望的状态。



基于设计和功能的不同选择不同的智能技术，如可见光的范围、紫外线外显率、自然的能源消耗和过渡状态、色调和色彩要求、可用性和维护等。由玻璃制造业，如 Guardian, View 等，制造各种被动和动态智能玻璃系统。



图 19 智能玻璃技术的例子。右：更加透明，左：不透明 (Albright, p.17)

6.3 相变材料

建筑相变材料(潜热)的应用是一种创新技术。PCMs 的工作原理是存储和释放潜热。PCMs 通常在白天(或高温时期)储存热量、在夜间(或少酷热时期)释放热量，这期间它们从固相到液相改变，反之亦然。这一阶段所需的热量变化称为潜热。这种潜热吸收有助于在不提高环境温度的前提下吸收多余的热量。下图展示了一个生物 PCM 应用程序的例子。Y 轴为焓变，X 轴为温度。可以看到相变焓的增长没有随着温度而增加。

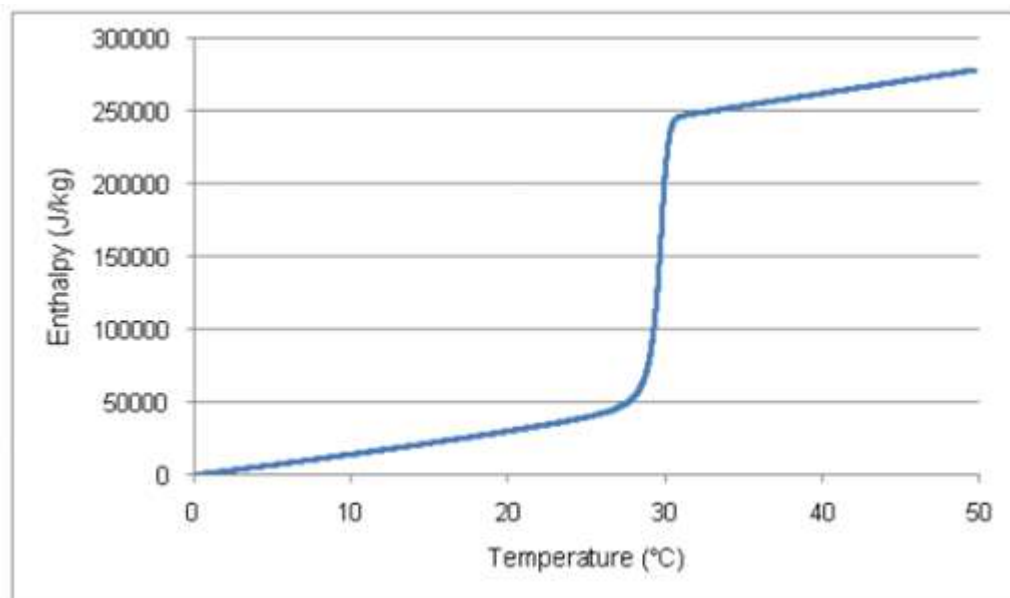


图 20 描述生物 PCM 的焓(Muruganantham, 2010, p.15)

PCMs 都是由不同的有机、无机材料制成，有的也来源于农业产品。如十七烷(相变温度 21° C)、十二烷醇(相变温度 24° C)、正十八烷(相变温度 29° C)、十二烷醇(相变温度 24° C)均应用于构建有机的 PCMs。PCMs 可以减少大约 11%的建筑物冷负荷高峰和大约 9%的年度冷负荷。无机 PCMs 通常是含有一个或多个水分子的无机盐的结晶水合物，比如 $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ $\text{LiNO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 等，相比有机 PCMs，无机 PCMs 无毒、不易燃、腐蚀性弱。其熔点为 5-130° C，适合应用于各种建筑中。在 PCMs 焓、PCM 加载和 PCM 位置不同的情况下，PCMs 能够节约 9-25%的冷却能源。生物基础 PCMs 通常是从各种植物和动物产品，如从棕榈油、椰子大豆等和动物脂肪如牛油等，分离的氢化碳氢化合物。与有机 PCMs 相比，其化学性质稳定，有更好的耐火性，可以持续几十年。

PCMs 根据其应用的领域不同，制作成袋、板材、球等不同形状，或扁平或管状。PCMs 在建筑物中作为扩展层墙壁和屋顶，或可以添加在室内天花板和地板中。PCMs 还可以结合材料(内混合材料)：绝缘材料，如玻璃纤维绝缘；涂饰原料，如石膏、室内隔断和天花板等。PCM 技术的优势是，它们可以添加到片材、块和最低层等现有的建筑形式中。PCM 材料的选择和应用取决于其使用情况、空间设计、空间的温度曲线、PCM 材料和防火等级等因素。以下数据展示了在不同建筑中的应用。



图 21 包含无机 PCM 偏冷色天花板面板的被动工作 (Kośny, 2015).



图22 安装含 PCM 增强石膏和塑料微管主动冷冻天花板系统。Fraunhofer ISE, 德国



图 23 由 Outlast 生产的建筑屋顶组件包含的细节、反射隔热、子排气空气通道、两个 PCM 绝缘系统



图 24 实验包含把 PCM 阁楼模块与纤维素装入微型胶囊的混合绝缘



图 25 安装测试包含加强 PCM 的玻璃纤维绝缘墙

左边显示了在墙体空腔穿洞安装排列热电偶，右边显示了在鼓风玻璃纤维绝缘层后于空腔内完成。



图 26 安装生物 PCM 垫在天花板上(Muruganantham, 2010, p.16)

6.4 先进的建筑一体化光伏(BIPV)系统

现代光伏系统提供定制建筑立面的外部成分。建筑元素，如遮阳设备、固定的百叶窗可以替换为光伏电池板，以达成遮阳和节能的双重目的。阳光间和天空屋顶可以用透明/半透明的光伏电池板代替普通玻璃。在当前和未来的建筑一体化中，太阳能光伏面板技术和安装技术是两个主要方面。太阳能光伏面板技术的效率在于透明度水平，可以同时实现最大可能的能源生产。安装技术应该可以顺利融入建筑，同时有流畅的操作和维护。安装光伏玻璃系统可以通过使用常规建筑玻璃安装技术，如线性安装(竖框和尾外墙结构玻璃系统)或修复系统，如拱肩点玻璃系统。然而，基于光伏玻璃面板彼此互连电池板和逆变器等的平衡系统，储存和分配系统需要特定的安装技术。

改进透明面板技术的商业机构如 Polysoalr, OnyxSolar 等, 基于透明太阳能光伏玻璃技术提供专有技术 (通常是透明的可以实现高达 40%)。他们可以定制透明、厚度、颜色和大小。透明度的调整通常是通过封装光伏电池的封装材料, 然后夹在两层之间的玻璃中。间隔取决于需要实现的透明度。虽然从技术上来说, 玻璃光伏系统还不明朗, 未来一代的聚合物太阳能电池可以用来捕获光在可见和不可见光谱来创建实际的透明的光伏玻璃。

下图: BIPV 的例子, 光伏电池树冠



B-first 欧盟资助项目 (纤维增强太阳能技术) 旨在 “基于新近开发的在玻璃纤维增强复合材料的太阳能电池封装技术, 开发和示范一系列标准化的多功能为建筑一体化光伏产品”。

下面是一些关键目标的计划:

- 基于复合材料在 BIPV 产品的设计和开发, 与传统模块的效率水平持平。
- 增加光传输特性
- 演示这些创新 BIPV 产品
- 开发产品目录和数据表

BIPV 产品开发过程中项目集成:

- 通风立面
- 瓦屋顶
- 科廷墙
- 天窗
- 遮阳元素

示范建筑也被列在 B-first 计划中, 在项目中开发基于三倍纤维增强复合材料使用先进的光伏玻璃幕墙系统。将安装 10 个 PV 模块, 占地面积约 18 平方米, 总功率为 1.28kWp, 每年估计提供 1229 kw • h/a 的能源。



图 25 透明的光伏玻璃应用程序的例子(BFIRST-FP7)

先进 BIPV 是另一个欧盟资助项目, 旨在建筑中增加光伏面板的架构的应用概念, 有更多的玻璃、透明度和更复杂的几何图形。工作范围之一涉及到开发一个 BIPV 的高质量和稳定的光电性能显示高达 50%光透射 (LT) 观察玻璃。这个项目也促进中小企业的仪器制造业技术。

典型应用如透明的光伏玻璃中庭玻璃系统、走廊玻璃、楼梯玻璃系统、双釉面外墙、屋面、屋顶树冠、绿色房屋等, 但高水平的视觉透光率 (VLT) (> 50%) 并不是必需的。它们也可以用于高 VLT 的窗户系统。



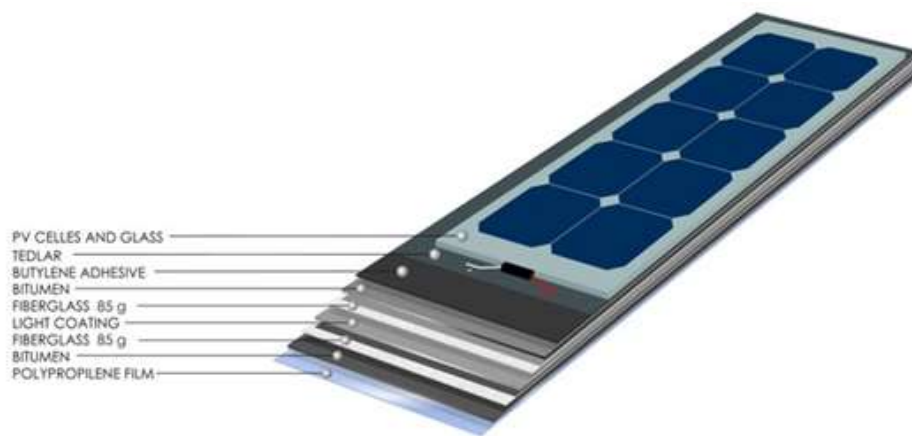
Living Tomorrow Brussels、Belgium. 等人，光伏电池板的中庭。33 个面板每个额定功率 136 Wp，已经使用在这个项目还有 14 个额定功率为 100 Wp 的不透明面板。

安装有光伏电池板的围护结构，在施工建筑与光伏电池组件集成方面提供了经济性和便利。光伏电池板通常可以集成到构建包层系统、屋面系统等。Construct-PV 是一个由欧洲委员会资助的项目，旨在开发和演示可定制的、客观高效和低成本 BIPV 建筑不透明表面的研究和行业伙伴关系。

两个试点正在进行这一项目，即计划在斯图加特 Zublin 校园将光伏集成到表面覆盖系统。



Construct-PV 的另一项目是发展采矿和冶金工程学院屋顶 BIPV 屋顶瓦模块，由位于 Zografou 校园的雅典国立技术大学负责。



项目的主要目标是通过一个典型的墙面版，将典型的墙面版换成光伏瓦模块以确保密封性和其他物理特性。光伏瓦模块使用包含高效晶体异质结太阳能电池和使用许多细电线连接在“智能线”技术玻璃-玻璃模块上使它们从远处看不见。

参考文献:

Albright, B. Switch Materials Inc. - Smart Window Technology (Presentation)

BFIRST-FP7. Fibre reinforced solar technology: BIPV DEMOS. Retrieved from: http://www.bfirst-fp7.eu/bipv_demos/

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit. Environmental and Health Aspects of Building Materials - English Abstract. Retrieved from: <http://www.wecobis.de/service/infos/english-abstract.html>

Construct PV. Case Studies: Züblin Demonstration Building (Stuttgart). Retrieved from: <http://www.constructpv.eu/case-studies/>

Forest Stewardship Council. (2007). The Global Strategy of The Forest Stewardship Council: Strengthening Forest Conservation, Communities and Markets. Retrieved from: <https://pt.fsc.org/preview.global-strategy.a-294.pdf>

Fraunhofer ISE. Research Projects: Construct-PV – Electrically tested BIPV slates for facade or roof. Retrieved from: <https://www.ise.fraunhofer.de/en/research-projects/construct-pv.html>

Green Building Council. Greenbuild EuroMed: LEED v4: Experiences from Europe. Retrieved from: <http://www.usgbc.org/education/sessions/greenbuild-euromed/leed-v4-experiences-europe-7286241>

Green Building Council. (July 2016). LEED in Europe and performance: Partnership is the new leadership. Retrieved from: <http://www.usgbc.org/articles/leed-europe-and-performance-partnership-new-leadership>

How to apply for EU Ecolabel. Retrieved from: <http://ec.europa.eu/environment/ecolabel/how-to-apply-for-eu-ecolabel.html>
Last update: 08 March 2017

Kośny, J. (2015). PCM-Enhanced Building Components, Engineering Materials and Processes (Chapter 2). Springer International Publishing Switzerland. DOI 10.1007/978-3-319-14286-9_2

Made-by: Blue Angel. Retrieved from: <http://www.made-by.org/consultancy/standards/blue-angel/>

Muruganatham, K. (2010). Application of Phase Change Material in Buildings: Field Data vs. EnergyPlus Simulation – M.Sc. Thesis. Arizona State University

Polysolar Limited. (2015). Guide to BIPV Building Integrated Photovoltaics. Retrieved from:
http://www.polysolar.co.uk/_literature_138380/2015_Guide_to_BIPV