

四川省工业产品绿色设计指南

(2024 版)

2024 年 4 月

目 录

前 言	3
一、术语定义和体系框架	5
（一）工业产品绿色设计术语定义	5
（二）工业产品绿色设计体系框架	6
二、工业产品绿色设计	8
（一）基础通用内容	8
1.绿色设计原则	8
2.绿色设计理念	9
3.绿色设计步骤	11
（二）设计技术工具	13
1.基础工具和技术	13
2.通用型应用技术	14
3.过程型应用技术	14
（三）设计内容	14
1.产品概念设计	16
2.绿色材料选择	16
3.绿色制造工艺选择	17
4.绿色包装设计	18
5.绿色运输设计	18
6.功能优化设计	19

7.可回收易拆解设计·····	19
(四) 指标监测与评估·····	20
1.资源属性·····	20
2.能源属性·····	21
3.环境属性·····	22
4.品质属性·····	22
(五) 评价与认证·····	23
1.绿色产品评价·····	23
2.绿色产品认证·····	23
三、指南意见反馈·····	24
 附件 1.工业产品绿色设计重点方向·····	 25
附件 2.绿色设计监测评估指标·····	28
附件 3.通威太阳能（成都）有限公司绿色设计案例·····	31
四川长虹电器股份有限公司绿色设计案例·····	37
宜宾五粮液股份有限公司绿色设计案例·····	48
四川科伦药业股份有限公司绿色设计案例·····	53
四川金象赛瑞化工股份有限公司绿色设计案例·····	58
都江堰拉法基水泥有限公司绿色设计案例·····	67
附件 4.绿色产品评价标准清单·····	73

前 言

为深入贯彻习近平生态文明思想，切实践行“新质生产力本身就是绿色生产力”“在筑牢长江黄河上游生态屏障上持续发力”要求，统筹高质量发展和高水平保护，引导重点行业、重点企业以绿色设计理念为引领，加快推动产品全生命周期绿色转型升级，全面加强绿色产品开发和认证，提升“四川制造”工业产品绿色竞争优势，进一步夯实全省工业绿色本底，助力构建绿色低碳循环发展经济体系，经济和信息化厅会同省市场监管局组织编制了《四川省工业产品绿色设计指南（2024版）》（以下简称《指南》）。

《指南》立足为全省工业企业开展绿色设计提供普适性指导，聚焦集约化、减量化、循环化、低碳化、安全性、品质化等绿色设计原则，系统梳理了工业产品绿色设计术语定义、体系框架，提出了绿色设计理念、步骤和技术工具，按照全生命周期流程分别概括了概念设计、材料选择、制造工艺、包装运输、功能优化、回收拆解等环节绿色设计重点内容，并就产品属性监测与评估、绿色产品评价与认证等方面进行了明确，为工业企业普及推行绿色设计理念提供引领和支撑。

为进一步提升针对性、实用性和可操作性，《指南》汇总整理了工业产品绿色设计重点方向、绿色设计监测指标、六大优势

产业工业产品绿色设计典型案例、绿色产品评价标准清单等信息，为不同行业、不同类型企业开展绿色设计提供借鉴参考，鼓励企业从源头到末端推动资源利用循环化、能源消费低碳化、生产过程清洁化、产品供给绿色化全方位转型，在提升本质安全环保水平的同时创造绿色经济价值。

一、术语定义和体系框架

（一）工业产品绿色设计术语定义。

1.工业产品^[1]。

工业产品是指工业企业生产活动所创造的、符合原定生产目的和用途、可用于市场销售的物质产品。按其用途，可分为原材料、设备、组装件、零部件、供应品。

2.生命周期评价^[2]。

生命周期是指产品系统中前后衔接的一系列阶段，从自然界或从自然资源中获取原材料，直至最终处置。生命周期评价是对一个产品系统的生命周期中输入、输出及其潜在环境影响的汇编和评价。

3.产品绿色设计^[3]。

产品绿色设计也称为产品生态设计，是按照生命周期理念，在产品的设计开发阶段系统考虑原材料选用、生产、流通、使用、回收和处理等各个环节对资源和环境造成的影响，力求在产品全生命周期中最大限度降低资源能源消耗、限制有毒有害物质的使用、减少污染物产生和排放，从而实现减污降碳和绿色循环发展。

4.绿色产品^[4]。

[1]《生态设计产品评价通则》（GB/T 32161-2015）

[2]《环境管理 生命周期评价 要求与指南》（GB/T 24044-2008）

[3]《生态设计产品评价通则》（GB/T 32161-2015）

[4]《绿色产品评价通则》（GB/T 33761-2017）

绿色产品是指在全生命周期过程中，符合环境保护要求，对生态环境和人体健康无害或危害小、资源能源消耗少、品质高的产品。

（二）工业产品绿色设计体系框架。

工业产品绿色设计体系框架包括基础通用内容、设计技术工具、设计内容、指标监测与评估、评价与管理等五大类内容，如图 1 所示。

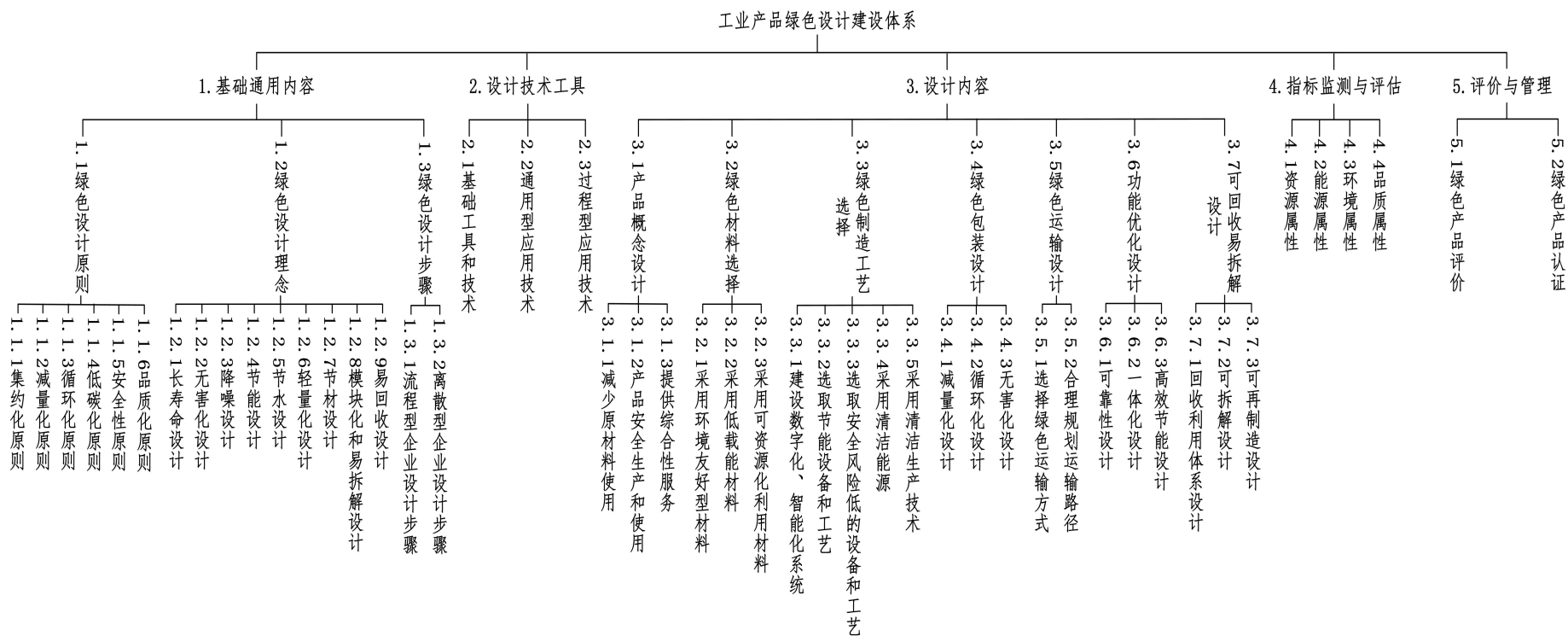


图 1 工业产品绿色设计体系框架

二、工业产品绿色设计

（一）基础通用内容。

基础通用内容是指工业产品绿色设计相关的基础共性内容，包括绿色设计原则、绿色设计理念和绿色设计步骤。

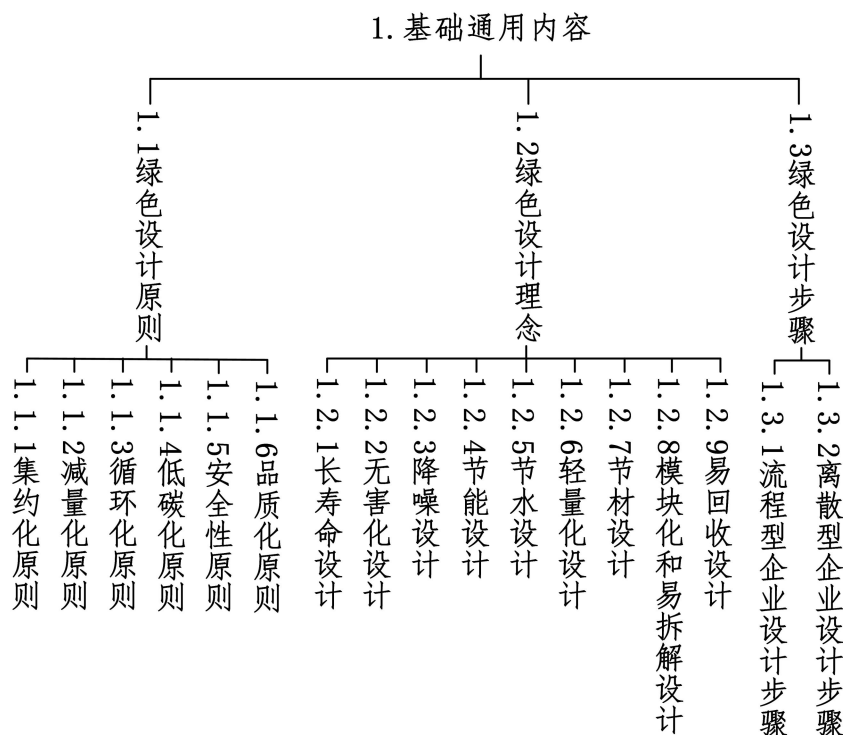


图2 基础通用内容子体系框架

1.绿色设计原则。

（1）集约化原则。

聚焦产品生产和使用过程中的集约高效，在满足产品使用功能的同时，最大限度地节约资源和能源。

（2）减量化原则。

聚焦材料选用、产品结构优化、工艺改进，使产品在生产、流通和消费等过程中减少材料消耗和废物产生。

（3）循环化原则。

聚焦产品的易回收性、可拆解性、再使用性，通过回收、再利用方式，实现产品及零部件高效循环利用。

（4）低碳化原则。

聚焦产品全生命周期的碳排放控制，减少产品制造、储运、使用及回收过程中的碳排放。

（5）安全性原则。

基于风险控制本质安全化设计理念，通过减小、替代、缓和、简化的手段降低安全风险，保障产品生产、使用过程中人员及环境的安全。

（6）品质化原则。

聚焦产品性能优化、可靠性提升，满足对生态环境、人体健康及消费升级的需求。

2.绿色设计理念。

（1）长寿命设计。

长寿命设计是一种综合考虑产品性能、环境影响和资源消耗的设计理念，其核心目标是通过优化产品的结构、材料和生产工艺，显著延长产品的使用寿命，从而减少对环境的负面影响，并降低资源消耗。

（2）无害化设计。

无害化设计是一种致力于消除或减少产品在整个生命周期内对环境及人体健康产生负面影响的设计理念。其核心目标是实现产品的环境友好性和人体安全性，消除产品在生产和使用过程中的环境污染和安全隐患。

（3）降噪设计。

降噪设计是一种关注降低产品在使用过程中产生噪声的设计理念，旨在提升产品使用的舒适度和环境友好性。通过优化产品结构、改进制造工艺和选择低噪声材料等方式，降低产品在运行过程中产生的噪声。

（4）节能设计。

节能设计通过高效利用能源、减少能源消耗等方式，实现产品的节能目标，从而减轻对环境的压力并促进可持续发展。

（5）节水设计。

节水设计是一种关注水资源可持续利用的设计理念，通过优化产品设计，采用节水技术和设备，减少产品在使用过程中对水资源的消耗，从而实现水资源节约循环利用。

（6）轻量化设计。

轻量化设计是一种致力于减少产品整体重量、优化材料使用的理念。轻量化设计鼓励采用轻质、高强度的材料，降低产品的整体重量。

（7）节材设计。

节材设计是一种以减少材料消耗、优化材料使用和提升材料回收率为主要目标的设计理念，需充分考虑材料的利用效率和可替代性，通过减少冗余和紧凑设计等方法，尽可能减少材料的使用量。

（8）模块化和易拆解设计。

模块化和易拆解设计是在满足功能和使用的情况下，通过各模块独立开发、制造，模块之间以标准化的接口进行连接和组合，开创设计易于拆解的结构，便于维修、拆解和回收。

（9）易回收设计。

易回收设计旨在提高产品的回收利用率、减少资源浪费和环境污染，在产品设计阶段充分考虑回收问题，力求使产品能够方便、高效地回收和再利用。

3.绿色设计步骤。

工业产品绿色设计贯穿于市场调研、设计开发、制造、包装、运输、使用维护、回收利用、最终处理等八个环节。涵盖产品概念设计、绿色材料选择、绿色制造工艺选择、绿色包装设计、绿色运输设计、功能优化设计以及可回收易拆解设计等多个方面。通过综合性的设计考量，确保工业产品在满足功能需求 and 经济效益的同时，实现环境友好、资源能源节约以及对人体健康的保护。

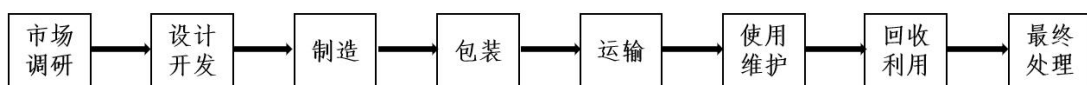


图3 绿色设计流程图

（1）流程型企业设计步骤。

流程型企业指被加工对象不间断地通过生产设备和一系列的加工装置使原材料进行化学或物理变化，最终得到产品。

流程型企业绿色设计中，绿色制造、回收利用和最终处理是重点设计步骤。绿色制造环节应选用高效节能生产设备，同时采用清洁生产工艺，减少污染物排放；回收利用环节应积极回收生产过程中产生的废弃物和副产物，进行再制造再生产；最终处理环节应考虑废弃产品释放的污染物和有毒有害物质，进行无害化处置处理。

（2）离散型企业设计步骤。

离散型企业指生产过程中基本上没有发生物质改变，只是物料的形状和组合发生改变，最终产品是由各种物料装配而成，并且产品与所需物料之间有确定的数量比例。

离散型企业绿色设计中，设计开发、绿色包装、使用维护是重点设计步骤。设计开发环节应采用可拆卸模块化设计策略，使用标准化接口和部件，便于维修、回收和重复利用；绿色包装环节应减少包装材料使用量，同时采用可降解、可回收的包装材料，

加强包装材料的重复利用；使用维护环节应为客户提供综合性绿色售后服务方案，承担维修和回收责任，突出产品整个生命周期的绿色属性。

（二）设计技术工具。

工业产品绿色设计的技术工具主要包括基础工具和技术、通用型应用技术及过程型应用技术。

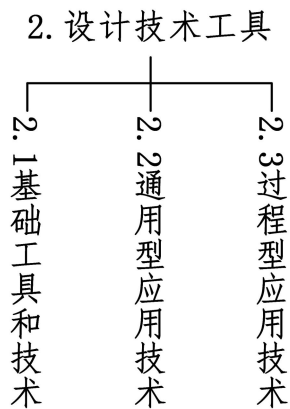


图 4 设计技术工具子体系框架

1.基础工具和技术。

生命周期评价的方法论、数据库、测算工具是评价工业产品绿色设计水平的基本工具,通过识别和分析能源消耗、资源使用、环境排放、材料选择等因素，量化产品设计方案的环境影响，从而帮助企业做出可持续发展的选择。

产品生命周期数据动态获取和聚类汇集技术、产品环境负荷和碳足迹在线评估与优化技术以及绿色设计与制造一体化协同

技术等是支撑绿色设计的基础技术。

2.通用型应用技术。

数字化技术、低碳化技术等应用技术在工业领域各行业及产品生命周期各阶段均有涉及,是支撑工业产品实现绿色设计的通用型应用技术,例如智能化物流技术、低碳原辅料替代技术等。

3.过程型应用技术。

源头减量减害工艺、制造及使用过程绿色低碳、末端智能拆解利用等绿色设计技术是支撑工业产品生命周期各环节绿色低碳循环发展的过程型应用技术,例如再生原料大比例替代利用技术、轻量化技术、节能节水节材技术、长寿命设计技术、易拆解回收利用技术等。

(三) 设计内容。

工业产品绿色设计的重点内容主要集中在产品概念设计、绿色材料选择、绿色制造工艺选择、绿色包装设计、绿色运输设计、功能优化设计和可回收易拆解设计。

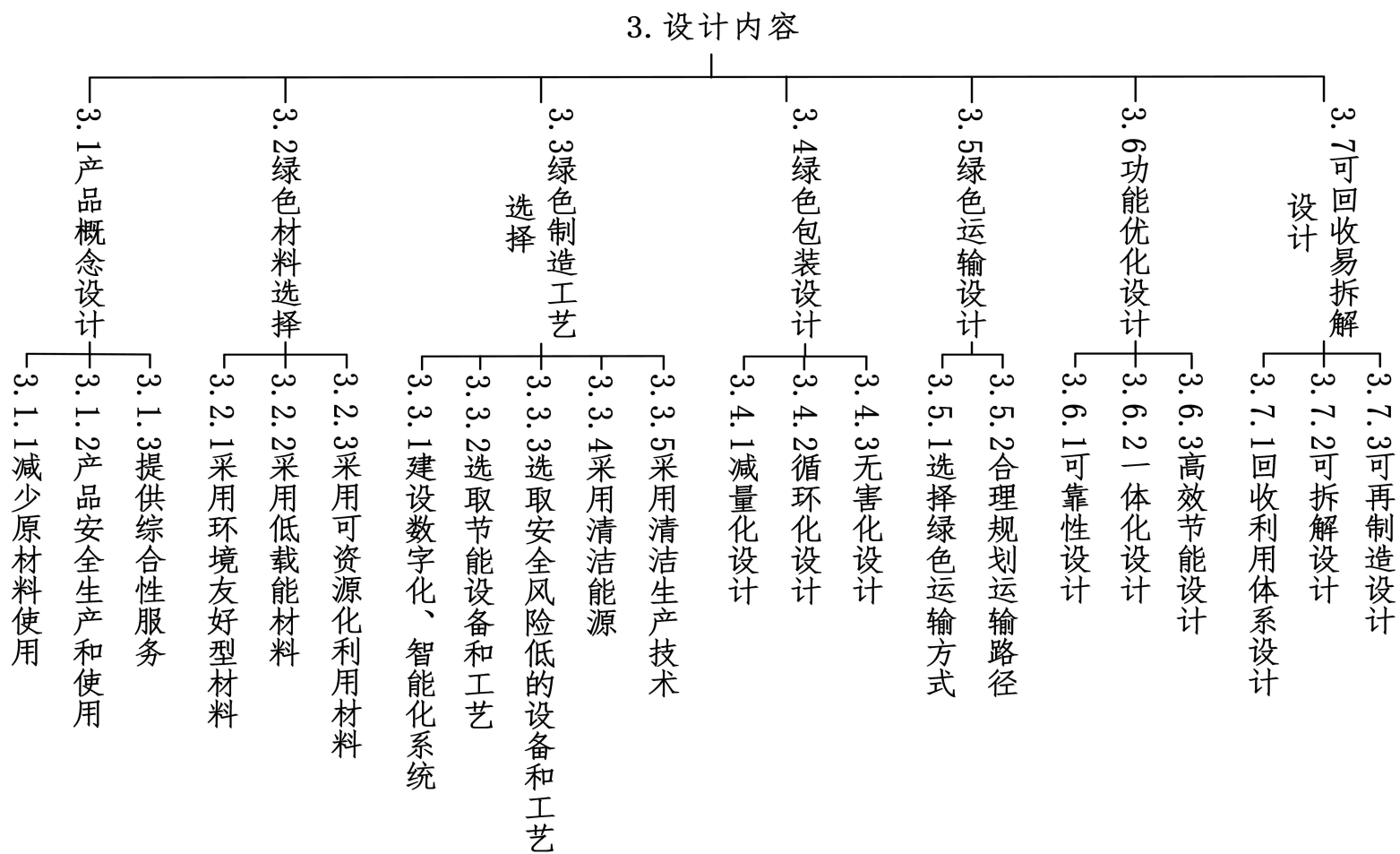


图 5 设计内容子体系框架

1.产品概念设计。

（1）减少原材料使用。

产品设计时要尽量采用减物质化或低物质化策略,通过优化产品结构、减少冗余部分和采用紧凑设计等方式,减少原辅材料的种类和使用量,节约产品废弃后的回收成本。

（2）产品安全生产和使用。

将产生危险的因素和预防事故的措施纳入产品设计中,采用符合安全卫生要求的生产设备和工艺,从源头控制工艺危害,降低生产安全风险,确保产品在生产和使用过程中不会对人体造成伤害。

（3）提供综合性服务。

鼓励产品制造企业提供综合性服务,为客户制定绿色使用、绿色回收等方案,承担产品整个生命周期的维护、维修、回收、处理等责任。

2.绿色材料选择。

（1）采用环境友好型材料。

材料选择应充分考虑各种可预见性的危险,避免使用含有毒有害物质和在生产、使用、焚烧或填埋处理时产生有毒有害物质的材料,鼓励使用低(无)挥发性有机物含量原辅材料、可降解材料等,落实重点管控新污染物限值和禁用有关要求,减少产品在全生命周期过程中对环境和人体健康的潜在风险,创造安全、

健康、和谐的生产环境和使用环境。

（2）采用低载能材料。

根据产品具体情况综合判断，鼓励采用铝合金、高强度塑料等轻质高强度材料，降低产品在生产和使用过程中的载能，同时节约运输和安装成本。

（3）采用可资源化利用材料。

鼓励使用纸制品、玻璃、铝等可回收材料，尽量避免使用有机粘合剂等难以分离和可能残留污染物的材料，提高原材料的利用率和循环性。

3.绿色制造工艺选择。

（1）建设数字化、智能化系统。

支持建设智能工厂和数字化车间，鼓励在关键生产环节建设数字化、智能化系统，提升整体的生产效率和效益，以更低成本与更高效率交付更高质量的产品，减少生产原材料的浪费，提高资源回收率，降低碳排放量、能源消耗及污染物排放。

（2）选取节能设备和工艺。

深入考虑多种产品生产方案，优先选用高效节能的生产设备和工艺，减少不必要的生产环节，降低能源消耗和碳排放量。

（3）选取安全风险低的设备和工艺。

采用无危害或危害性比较小的符合安全卫生要求的新工艺、新技术、新设备，鼓励通过数字化、智能化改造实现机械化换人、

自动化减人，降低生产环节安全风险。

（4）采用清洁能源。

推荐采用太阳能、水能、风能等清洁能源替代传统化石能源，减少对化石能源的依赖，大幅降低环境污染和碳排放量。

（5）采用清洁生产技术。

鼓励采用无废或少废的清洁生产技术，强化废水、废气、粉尘、固体废物、噪声等污染物治理设施建设，减少生产过程中的污染物排放。

4.绿色包装设计。

（1）减量化设计。

鼓励优化包装结构，尽量减少包装材料的使用量和包装层数，降低运输能源消耗和减少包装废物产生。

（2）循环化设计。

采用可回收和易于回收的包装材料，鼓励采用卡口式等不使用胶粘剂的包装结构，鼓励包装材料重复利用。

（3）无害化设计。

鼓励采用可降解、可回收的环保包装材料，避免使用含有毒有害物质的包装材料，减少包装废弃物对环境和人体健康安全的影响。

5.绿色运输设计。

（1）选择绿色运输方式。

优先采用低碳、环保、安全的运输方式，采用电动车、混合动力车、管道等运输方式，降低运输过程的碳排放。

（2）合理规划运输路径。

通过优化运输路线，优化仓库空间布局，优先保障物流运输安全，同时提高运输效率，降低运输成本。

6.功能优化设计。

（1）可靠性设计。

选用高质量、耐用的材料，提升产品的耐用性和稳定性等质量品质。同时设计易于维护和保养的产品，降低损坏风险，延长产品使用寿命，减少固体废物产生。

（2）一体化设计。

鼓励把需要多个不同产品实现的功能由一个产品来实现，可以节约大量的原材料和空间，减少能源资源消耗。

（3）高效节能设计。

鼓励采用智能化控制系统等先进节能技术，根据用户需求和场景自动调节产品运行状态，提高产品使用过程中的能源利用效率，减少能源浪费，实现节能目标。

7.可回收易拆解设计。

（1）回收利用体系设计。

针对废弃产品的收集、运输、处理、再利用等各个环节，在产品设计中雕刻或印刷电子标签和二维码等标识，包含产品材质

性质、使用状态、可回收性、再利用性等信息，建立完善的回收利用体系。

（2）可拆解设计。

设计易于拆解的结构，并使用标准化部件和接口连接方式，使产品在报废后能够方便地进行拆解和分离，同时便于不同产品之间部件的互换和再利用，提升材料资源化利用水平。

（3）可再制造设计。

鼓励对回收废弃材料和废旧产品进行规模化再利用，生产功能指标达标、品质优良的产品。

（四）指标监测与评估。

对产品的资源属性、能源属性、环境属性、品质属性四个方面进行监测和评估，确定产品满足绿色设计指标要求。

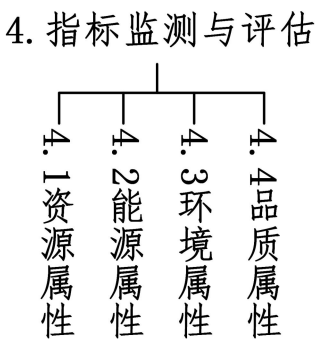


图 6 指标监测与评估子体系框架

1.资源属性。

资源属性是指产品生产过程中对材料资源、水资源等有效利用程度，是绿色产品生产最基本的条件。资源属性重点选取原材料（零部件）中有毒有害物质控制、再生料利用、便于回收的零部件标识、生产阶段包装物材料及回收利用、生产阶段资源消耗等方面的指标。资源属性指标评价包括但不限于：

（1）含有有毒有害物质的原材料（零部件）使用方面，应提出禁止或限量使用有毒有害物质方面的指标。

（2）再生料利用方面，应提出再生料使用比例等方面的指标。

（3）便于回收的零部件标识，应要求标识出产品零部件的材料比例，以便于回收利用。

（4）生产阶段包装物材料及回收利用方面，应提出包装物减量化要求、包装物材料要求、包装物标识标志等方面的指标。

（5）生产阶段资源消耗方面，应提出单位产品取水量、水的重复利用率等指标。

2.能源属性。

能源属性是指产品在生产、使用、废弃及回收等过程中与能源相关的特性和表现。能源属性重点选取生产过程、使用过程中能源消耗方面的指标。能源属性指标评价包括但不限于：

（1）产品生产及使用中所用能源类型，产品生命周期中可再生能源及绿色能源的使用比例。

- (2) 单位产品综合能耗。
- (3) 终端用能产品能效。
- (4) 余热余压回收利用率。
- (5) 产品运输、使用及回收处理中的能耗。
- (6) 能源监控系统和设施配置。

3.环境属性。

环境属性是指产品在全生命周期内对环境的影响程度,包括从产品的设计、生产、运输、使用到废弃和回收等各个环节中对环境的污染、资源消耗以及生态破坏等方面的综合影响。重点选取生产过程中污染物排放、使用过程中有毒有害物质释放以及产品废弃后回收利用等方面的指标。环境属性指标评价包括但不限于:

(1) 污染物排放方面,包括水环境指标、大气环境指标、粉尘污染指标、土壤污染指标、噪声污染指标、固体废物污染指标等。不同产品有不同的环境属性指标,应提出严于国家污染物排放标准的要求。

(2) 产品废弃后回收利用方面,首先应确定废弃物是否可以回收,若可以回收,则应提出产品废弃后回收利用率等指标。

4.品质属性。

品质属性是指根据市场及用户需求所确定的产品最基本的性能参数,主要包括产品的功能指标和质量指标。重点选取现有

产品标准中没有覆盖的产品设计、质量性能、安全性能及产品说明等方面的指标，品质属性指标评价包括但不限于：

（1）产品的使用性、操作性、易用性等功能指标。

（2）产品的耐用性、稳定性、可靠性等质量指标。

（3）产品的防电击、防火、防过热等安全性能指标。

（4）产品的轻量化、模块化设计和可降解性、循环再生利用等回收利用指标。

（五）评价与认证。

1.绿色产品评价。

绿色产品评价是指依据绿色产品评价技术规范，对产品全生命周期内关键指标进行综合性评价，可获得绿色产品相关质量评价结果。对于绿色产品评价标准清单中未涵盖的产品，可依据《绿色产品评价通则》（GB/T 33761-2017）及本指南的相关指标要求，开展产品综合性自评。

2. 绿色产品认证。

绿色产品标识认证是指认证机构对列入国家统一的绿色产品认证目录的产品，依据绿色产品评价标准清单中的标准，按照统一制定发布的绿色产品认证规则开展的认证活动，绿色产品认证严格按照《中共中央、国务院生态文明体制改革总体方案》《国务院办公厅关于建立统一的绿色产品标准、认证、标识体系的意见》（国办发〔2016〕86号）文件精神，根据我省绿色制造发

展水平，统筹对应国家认证认可监督管理委员会会同国家发展改革委、工业和信息化部、生态环境部等有关部门统一发布的绿色产品标识、评价标准清单和认证目录，引导相关企业及第三方服务机构逐步开展绿色产品认证，对获评产品进行持续监督和管理，以确保其持续符合绿色产品标准和要求。



图8 绿色产品标识

三、指南意见反馈

为不断完善和提高指南质量，使其更加符合企业的需求，提高针对性、实用性和可操作性，我们设置了意见反馈渠道，公众可以通过以下途径和方式提出意见和建议。

电子邮件：905026768@qq.com

网页地址：<https://so.scgyhjy.com/scls/index.html>

附件 1

工业产品绿色设计重点方向

序号	设计内容		重点方向
1	产品概念设计	减少原材料使用	主要应用于电子电器、机械装备、汽车、轻工、建材等行业，重点采用减物质化或低物质化策略，例如包装材料减量化设计、汽车轻量化设计等。
		产品安全生产和使用	主要应用于电子电器、机械装备、汽车、轻工、建材、冶金、化工等行业，重点设计符合安全卫生要求的生产设备和工艺。
		提供综合性服务	主要应用于电子电器、机械装备、汽车、轻工、建材等行业，重点承担产品整个生命周期的维护、维修、回收、处理等责任，例如为客户提供保修和以旧换新服务等。
2	绿色材料选择	采用环境友好型材料	主要应用于电子电器、机械装备、汽车、轻工、建材、冶金、化工等行业，重点采用在生产、使用、废弃时不产生有毒有害物质的材料，例如电子电器行业选用无铅、无卤材料等；机械装备、汽车、轻工、建材行业选用低挥发性有机物原辅料等；化工行业选用环境友好型催化剂、溶剂、生物基原料等；建材行业选用生态板材、吸碳水泥等；冶金行业选用低碳钢、不锈钢等。
		采用低载能材料	主要应用于电子电器、机械装备、汽车、轻工、建材等行业，重点采用在生产和使用过程载能低的材料，例如机械装备、汽车、轻工、建材行业选用铝镁合金、碳纤维、复合塑料等；电子电器行业选用铝电解电容、陶瓷电容、碳膜电阻等。
		采用可资源化利用材料	主要应用于电子电器、机械装备、汽车、轻工、建材、冶金等行业，重点采用可资源化利用材料，例如电子电器行业选用铝、镁、石墨烯等；机械装备和汽车行业选用再生铝、再生钢、碳纤维等；轻工行业选用纸制品、玻璃、铝等；建材行业选用矿渣、粉煤灰、炉渣等；冶金行业选用废铜、废铝、矿渣等。

序号	设计内容		重点方向
3	绿色制造工艺选择	建设数字化、智能化系统	主要应用于电子电器、机械装备、汽车、轻工、建材、冶金、化工等行业，重点建设智能工厂和数字化车间，实时监测和把控生产流程以及能源资源消耗。
		选取节能设备和工艺	主要应用于电子电器、机械装备、汽车、轻工、建材、冶金、化工等行业，重点选用高效节能的生产设备和工艺，例如电子电器行业优化电路设计、采用高效电子元件和处理器等；机械装备和汽车行业优化动力系统和传动系统，使用节能电机、变频器等；轻工、建材行业引入高效节能生产工艺和设备等；冶金行业优化冶炼技术、采用封闭生产系统、余热余能回收等；化工行业引入超临界流体技术和生物技术等。
		选取安全风险低的设备和工艺	主要应用于电子电器、机械装备、汽车、轻工、建材、冶金、化工等行业，重点选用安全风险低的新工艺、新技术、新设备，例如自动化、数字化机械设备等。
		采用清洁能源	主要应用于电子电器、机械装备、汽车、轻工、建材、冶金、化工等行业，重点采用清洁能源替代传统化石能源，例如使用天然气、使用生物质能源、购入水电、使用风电、光伏发电等。
		采用清洁生产技术	主要应用于电子电器、机械装备、汽车、轻工、建材、冶金、化工等行业，重点采用无废或少废的清洁生产技术，例如化工行业使用无毒无害催化剂等。
4	绿色包装设计	减量化设计	主要应用于电子电器、机械装备、汽车、轻工、建材、冶金、化工等行业，重点减少包装材料使用，例如设计可折叠结构、减少包装层数、蜂窝纸板箱替代木箱等。
		循环化设计	主要应用于电子电器、机械装备、汽车、轻工、建材、冶金、化工等行业，重点加强包装材料重复利用，例如选用可回收纸制品材料、使用无胶粘卡扣设计、选用长寿命材料等。
		无害化设计	主要应用于电子电器、机械装备、汽车、轻工、建材、冶金、化工等行业，重点避免使用含有毒有害物质的包装材料，例如在包装过程中使用低挥发性有机物含量的胶粘剂和油墨等。

序号	设计内容		重点方向
5	绿色运输设计	选择绿色运输方式	主要应用于电子电器、机械装备、汽车、轻工、建材、冶金、化工等行业，重点采用低碳、环保的运输方式，例如电车运输、混合动力车运输、铁路运输、水路运输等。
		合理规划运输路径	主要应用于电子电器、机械装备、汽车、轻工、建材、冶金、化工等行业，重点优化运输路线和仓库空间布局，例如引入 RFID、物联网等智能化技术和信息化手段对运输过程进行实时监控和管理等。
6	功能优化设计	可靠性设计	主要应用于电子电器、机械装备、汽车、轻工、建材、冶金、化工等行业，重点提升产品的耐用性和稳定性等质量品质，设计易于维护和保养的产品，例如电子电器、机械装备、汽车、轻工等行业使用模块化和标准化零件、设计便于拆卸的产品结构等；建材、冶金、化工等行业设计高强度产品、保证产品稳定性和可用性、延长产品使用寿命等。
		一体化设计	主要应用于电子电器、机械装备、汽车、轻工等行业，重点设计一个产品实现多个不同产品的功能，例如集合打印、传真、扫描、复印等多功能的一体式复合机等。
		高效节能设计	主要应用于电子电器、机械装备、汽车、轻工等行业，重点提高产品使用过程中的能源利用效率，例如采用先进节能技术、智能化调节能效的控制系统等。
7	可回收易拆解设计	回收利用体系设计	主要应用于电子电器、机械装备、汽车、轻工、建材、冶金、化工等行业，重点建立完善的回收利用体系，例如引入电子标签和二维码标识、废弃产品分类回收、建设物联网信息化管理平台、研发新型回收利用方式等。
		可拆解设计	主要应用于电子电器、机械装备、汽车、轻工等行业，重点进行模块化设计、标准化设计、可拆卸设计，例如使用标准化部件和接口连接方式、设计易于拆卸的结构等。
		可再制造设计	主要应用于电子电器、机械装备、汽车、轻工、建材、冶金、化工等行业，重点回收废旧材料和产品进行规模化再生产，例如电子电器、机械装备、汽车、轻工行业回收可用材料进行维护和再制造等；建材行业回收废弃建筑材料，推动再生骨料、再生砖生产等；冶金行业回收废旧金属进行再生产等；化工行业循环利用副产物、催化剂等。

附件 2

绿色设计监测评估指标

序号	监测评估内容	监测评估指标
1	资源属性	1.含有有毒物质的原材料（零部件）使用方面。电子电器、机械装备行业产品一般应符合 GB/T 26572-2011 中对六种限用物质（铅、汞、镉、六价铬、多溴联苯和多溴二苯醚）的限量要求；机械装备、冶金、汽车行业一般应符合涂料中挥发性有机物含量的限量值要求；汽车行业重点选取不含有害物质零部件材料比例和有害物质提前达标零部件比例等指标；轻工行业一般应禁止使用含有毒有害物质的原材料。 2.再生料利用方面。电子电器、机械装备行业重点选取产品可回收利用率和可再生利用率指标；建材行业重点选取固体废弃物使用率指标；轻工行业重点选取废料再生利用率指标。 3.便于回收的零部件标识方面。电子电器、机械装备行业一般应按照 GB/T 16288 和 GB/T 23384 的要求对塑料零部件进行标记。 4.生产阶段包装物材料及回收利用方面。电子电器、机械装备行业一般应按照 GB/T 18455 的要求对包装材料进行标记。 5.生产阶段资源消耗方面。化工行业重点选取原材料收率、新鲜水消耗量、水重复利用率等指标；建材行业重点选取原材料本地化程度指标；轻工行业重点选取单位产品原料消耗量、基材利用率、单位产品取水量、水重复利用率等指标；冶金行业重点选取单位产品取水量、水重复利用率等指标。

序号	监测评估内容	监测评估指标
2	能源属性	1.使用能源类型方面。机械装备、汽车行业产品使用中重点选取清洁能源使用比例和可再生能源使用比例等指标；建材、冶金行业生产中重点选取清洁燃料替代率指标。 2.单位产品综合能耗方面。化工、建材、轻工行业一般应符合单位产品综合能耗限额准入值及以上要求；冶金行业重点选取单位产品综合能耗、工艺综合能耗和工序综合能耗等指标。 3.终端用能产品能效方面。电子电器行业重点选取功率和功耗指标；机械装备行业重点选取能效和燃料消耗率指标；汽车行业重点选取综合油耗和综合电耗指标。 4.余热余压回收利用率方面。建材、冶金行业重点选取余热发电能耗比指标。
3	环境属性	1.污染物排放方面。机械装备、汽车行业重点选取噪声、大气污染物和温室气体排放指标；化工、建材、冶金行业一般应符合废气、废水、废渣中相关标准中污染物排放限量值要求；建材行业重点选取单位产品废水排放量、单位产品废气产生量、单位产品粉尘产生量等指标；轻工行业重点选取水污染物排放和大气污染物排放等指标。 2.产品废弃后回收利用方面。电子电器行业产品应按照规定提供有关有毒有害物质含量、回收处理提示性说明等信息，并重点选取废弃物回收利用率指标；机械装备、汽车行业重点选取废弃零部件可回收利用率指标；建材行业重点选取不可回收废料产生量指标；轻工行业重点选取产品包装重复利用指标。

序号	监测评估内容	监测评估指标
4	品质属性	1.功能指标方面。电子电器、机械装备行业重点选取产品电磁兼容等指标；轻工行业一般应符合对应产品功能标准要求。 2.质量指标方面。机械装备行业重点选取清洁度指标；化工行业产品一般应满足产品明示的标准中最高等级的技术要求；建材、冶金行业重点选取硬度、屈服强度、延伸强度、抗压强度、耐污染性、抗化学腐蚀性等指标。 3.安全性能指标方面。电子电器行业产品一般应符合相关安全标准的要求；机械装备、汽车行业重点选取电气安全、可视化安全防护等指标；化工行业重点选取有毒有机物、致癌物质、重金属、生物杀伤剂等有毒有害物质含量指标；建材行业重点选取放射性核素量、甲醛释放量、铬含量等指标；轻工行业产品重点选取砷、铅、铬等有毒有害物质含量指标。 4.回收利用指标方面。汽车行业重点选取轻量化设计指标；电子电器、汽车、机械装备行业重点选取模块化设计指标；轻工行业重点选取产品循环使用指标。

附件 3

通威太阳能（成都）有限公司 绿色设计案例

一、企业基本情况

通威太阳能（成都）有限公司是一家集光伏先进制造技术和光伏应用研发、生产、销售于一体的国家高新技术企业，是世界 500 强通威集团新能源产业战略布局的核心基地。自 2015 年 11 月落户双流以来，公司已顺利完成双流四期电池项目建设，累计实现销售收入超 489 亿元，累计创造税收 9.19 亿元，带动就业 4700 余人。

近年来，公司获得“国家企业技术中心”、“国家级绿色工厂”、“国家绿色供应链管理企业”、“国家高新技术企业”等 400 余项国家、省、市重要荣誉，并列入符合《光伏制造行业规范条件》企业名单。公司实现“连续 9 年重大安全零事故、重大环保零事故”“连续 9 年生产成本全行业最低”“连续 7 年成为全球晶硅电池产能与出货量规模最大、成本最低、品质最优、产能利用率最高的光伏企业”。目前，公司 PERC+SE 单晶电池转换效率达 23.4%以上，做到了行业单晶产品的一流水平，产品转换效率、良品率、碎片率、CTM 值等多项指标处于行业领先水

平，各项技术指标已达世界先进水平。

二、绿色设计理念

- | | | |
|---|---|---|
| ☒ 长寿命设计 | ☒ 无害化设计 | ☐ 降噪设计 |
| ☒ 节能设计 | ☐ 节水设计 | ☐ 轻量化设计 |
| ☐ 节材设计 | ☒ 易拆解设计 | ☒ 易回收设计 |
| ☐ 模块化设计 | | |

三、绿色设计做法及成效

（一）产品设计方面。

公司适应当前太阳能领域对于太阳电池使用寿命长、节能环保、高效率、低成本的趋势和要求，围绕高效晶硅太阳电池产业化关键技术瓶颈，经不断改良提升和叠加新工艺、新技术，构建了具有系列技术兼容性、规模量产经济性、研发与生产一体化联动技术体系，开发了高效率、高产量、高良率的 PERC 晶硅太阳电池产品，解决了选择性发射极 PERC 双面太阳电池精密对位、双面测量的难题，并具备全尺寸硅片的全兼容能力，实现了产品系列化和多元化。

（二）绿色材料方面。

公司将绿色发展和提质降本增效有机结合，系统考虑原材料减量化、能效提升、生产工艺清洁化、包装可降解等各个环节，力求产品在全生命周期中最大限度地降低资源消耗，尽可能减少或替代有毒有害的原辅料，减少污染物的产生和排放，加强质量、

环境、能源、职业健康安全等多方位精细化管理，加工成本比同行业平均水平低 40%以上，为行业绿色改造升级带动提质、降本、增效起到积极的示范效应。

（三）生产工艺方面。

公司在 TPC 电池、TNC 电池、THC 电池等核心技术领域形成了具有自主知识产权的多项技术成果，TPC、TNC、THC 电池量产转换效率均位于行业领先水平。一方面，公司在 TPC 技术上精益求精，电池效率稳步提升且物料消耗持续下降，优化印刷技术，突破了细栅印刷量产难题，提升电池效率的同时，实现硅片等原材料使用减量化，从设计源头减少了资源消耗。通过制绒、印刷、镀膜等工艺绿色化改造，减少酸、碱使用量，减少笑气等有害气体使用量，减少生产环节对环境的影响。另一方面，重点围绕新技术的规模化量产进行研发攻关，TNC 电池在行业内率先实现 TOPCon PECVD Poly 技术规模化量产，已顺利完成硼扩 SE 技术的开发。同时，公司还在背接触电池、钙钛矿/硅叠层电池等前沿技术领域取得积极进展。在各项关键生产指标上，无论是正银单耗、转换效率、良品率、CTM 值等生产指标和质量指标，均领先全行业，为供应链末端客户提供更加绿色的产品。

（四）绿色运输方面。

公司规划设计和建设了快速便捷的交通网络，保证建筑物交通的通达性。主要车行道与物流广场联系紧密，而且对于有货物

需求的建筑要能直接通行。次要车行道联系办公生活区内部的建筑，主要给小车通行。厂外原料的运进以及成品运出皆以公路运输为主，人、货流无交叉反复。

（五）功能优化方面。

1.对器件结构（膜系设计和制备）进行创新。

通过电池正面、背面处理及膜系设计和制备，形成复合介电层结构高效 PERC 电池方案，使产品获得减反射效果和光学长波、短波吸收增益，并降低背表面复合速率，改善电池 LID 和 PID 衰减，使短路电流提升 40mA，转化效率综合提升 0.67%。

2.实施多项工艺技术创新。

在生产工艺技术中对背抛光、扩散制结、激光掺杂和网版印刷等工序进行创新技术开发，以进一步提升产品的电学性能和光学性能，并解决双面化中的铝栅线印刷和激光消融开槽对准和精确双面测量问题实现产品可多元化，以及通过方法改进和新增辅助工序达到节能降耗、减少排放的效果。

3.对设备进行优化改造。

（1）在原有的 166mm 尺寸 PERC 电池生产线基础上，对其进行设备工装夹具优化和改造，以解决原产线生产节拍、运动定位精度和软性接触不足以满足器件结构改进、大尺寸化和工艺技术创新后的规模化生产需求，全制程提升生产时间控制率，降低不良品率。

(2) 针对尺寸升级调整自主研发设计设备改进装置，进一步匹配提升全线自动化机械操作节律，降低钢性接触，提升运动定位精度和关键工序对准度，提升全线质量稳定性和生产能效，并最大限度降低崩边、隐裂、缺角、碎片率和虚印、漏印、版图偏移甚至缺失不良，同时减少维修维护频次和设备持续投入成本。

4.进一步优化产线智能制造水平。

围绕太阳能电池生产主要工艺环节，引用行业领先水平的核心智能制造设备、IGV 及智能线，对原有产线进行智能化升级，进一步提升企业的精细化、智能化、精益化管理水平。

四、绿色设计亮点

公司大力推进技术研发和工艺优化，在主流电池技术的提效和电池新技术研发方面均取得阶段性进展。在 PERC 技术方面，通过对栅线团、陷光结构、扩散和钝化工艺等量产化技术的最优集成，电池效率进一步提升，2020 年 7 月公司 166mm 尺寸电池最高转换效率达到 23.47%，创造 PERC 电池产业化转换效率的世界纪录；在新技术方面，公司于 2019 年投产 400MW 异质结试验线，是行业中较早建成异质结研发线的企业，最高转换效率已达 25.67%，量产转换效率达到 24.66%。公司新增建设 1GW 异质结中试线，围绕异质结规模量产条件下的提效降本目标进行持续研发攻关。2020 年，启动了基于 210mm 尺寸的 TOPCon 技

术研发，量产转换效率达到 24.70%。为进一步加大 TOPCon 技术在规模量产条件下的研发试验，公司计划对现有部分 PERC 产线进行技改提升，为光伏行业下一代量产电池技术的研发和推进做出贡献。

五、推广应用前景

公司结合太阳能发电产品的绿色设计可有效推进光伏产业的绿色低碳发展。作为从多晶硅到太阳能组件等光伏上下游供应链上的龙头企业，可基于绿色供应链管理，充分发挥示范带头作用，有效推广先进的绿色设计理念和方法，加快推进光伏产业绿色发展，实现产业绿色转型升级。

公司坚持绿色可持续发展理念，将产品的绿色设计、绿色采购、绿色生产、绿色物流、绿色回收等环节延伸至整条供应链。通过绿色采购引导供应商创建绿色工厂、降低原材料生产阶段的碳排放，推动产品全生命周期的绿色管理。同时，公司也会持续优化绿色供应链，带动供应链上其他企业共同实现经济效益、环境效益和社会效益的协调发展，为供应链末端客户提供更加绿色的产品。

四川长虹电器股份有限公司

绿色设计案例

一、企业基本情况

四川长虹电器股份有限公司创始于 1958 年，从期初立业、彩电兴业，到如今的信息电子相关多元拓展，已成为集消费电子、核心器件研发与制造为一体的综合型跨国企业集团。多年来，公司坚持以用户为中心、以市场为导向，强化技术创新，夯实内部管理，持续为消费者与企业级用户提供卓越的产品与服务。目前，公司主营以电视、冰箱、空调、洗衣机等为代表的家用电器业务，以冰箱压缩机为代表的部品业务，以 IT 产品分销和专业 IT 解决方案提供为代表的 IT 综合服务业务，以电子制造（EMS）为代表的精益制造服务业务以及其他相关特种业务等。2022 年，四川长虹营业收入 924.82 亿元，净利润 10.47 亿元。

公司积极响应国家“十四五”规划和“碳达峰、碳中和”战略，落实国家相关节能减排政策，秉持绿色低碳、节能环保理念，以创新和专业推动行业的可持续发展，致力于实现“绿色未来”的愿景；打造以全生命周期管理应对节能减碳的方针，积极践行产品全生命周期绿色评价体系及评价工具，以绿色、节能守护人类健康及地球环境；以管理和技术为主要手段，大力推行新型绿色材料、产线自动化、设备节能改造，降低生产过程中能源和物

料的浪费；实施生产全过程污染控制，高标准降低污染物的产生量，打造绿色制造、绿色产品、绿色回收等绿色生产体系。

二、绿色设计理念

- ☒ 长寿命设计
- ☒ 无害化设计
- ☐ 降噪设计
- ☒ 节能设计
- ☐ 节水设计
- ☒ 轻量化设计
- ☐ 节材设计
- ☒ 易拆解设计
- ☒ 易回收设计
- ☒ 模块化设计

三、绿色设计做法及成效

(一) 产品设计方面。

建立家电产品绿色设计评价体系—《家电产品 绿色产品设计导则》（企标），系统指导产品的绿色设计方向。以 eBalance 为碳足迹评估与建模平台，构建了产品、零部件碳足迹数据库，提供产品绿色化设计评估，指导产品的绿色化优化设计。

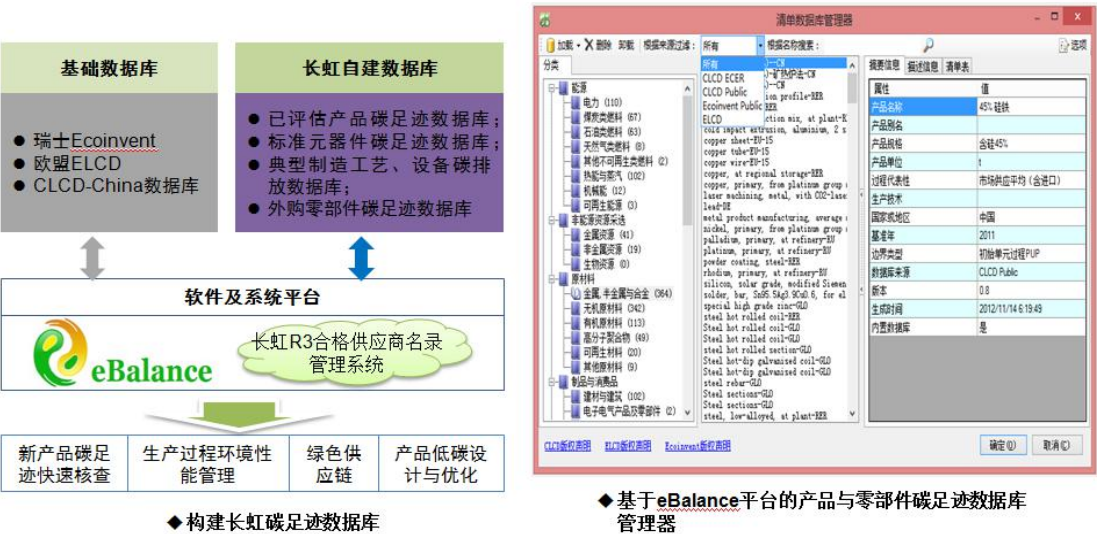


图 1 长虹家电碳足迹数据库

（二）绿色材料方面。

公司通过塑料着色技术、无机粉体包覆技术、分子结构设计、高光注塑模具及工艺等核心技术方案，开发了仿金属/陶瓷质感材料、彩丽塑系列材料等免喷涂绿色材料，实现新一代“绿色环保型”的免喷涂系列材料的应用及推广。

（三）生产工艺方面。

为减少制造过程对环境的危害，四川长虹致力于研究清洁生产技术和绿色工艺方法，确保产品制造过程的环境保护和节能减排。

1.节能降碳制造。

结合企业绿色发展规划，制定了《碳排放数据管理规定》《碳排放信息披露管理办法（试行）》《能源环境绩效考核实施细则》等企业管理制度，在生产经营活动中减少碳排放，积极应对气候变化。采取的重点措施包括：

（1）碳排放监测：持续开发应用碳排放监测系统，实现一级、二级计量全覆盖，且已对重点能源使用场景实行三级计量；通过逐步优化能源计量网络工作平台、建立能源数据库、完善能源计量数据，动态分析能源消耗状况，不断完善用能分析机制和能源效率考核办法。

（2）应用低碳技术：优化工艺流程，改良设备，采用低碳排放技术，使用可再生能源等，提高能源使用效率。

(3) 研发低碳产品：加大绿色环保技术的研发，加快环保材料的应用研究和高能效产品的推出，从产品源头上减少碳排放。

(4) 再生能源建设：公司在厂房屋面建设光伏发电设施，光伏装机容量达 13.16 兆瓦，年发电量 658 万千瓦时，实现全年 CO₂ 累计减排 11044.26 吨。

表 1 2022 年四川长虹温室气体排放情况

温室气体排放情况	2022 年	2021 年	同比变化(%)
直接温室气体排放量(吨二氧化碳当量)	17431.50	15915.02	9.53%
外购能源导致的间接温室气体排放量(吨二氧化碳当量)	31858.74	34455.29	-7.54%
温室气体排放总量(吨二氧化碳当量)	49290.24	50370.31	-2.14%
每万元产值温室气体排放量(千克二氧化碳当量/万元)	15.78	21.63	-27.05%

2.系统集成。

针对工业园区能源管理中能耗数据采集、换表检修、虚拟表核算普遍存在的场景碎片化，表计种类多、分布广，数采难度大，管理难度大，成本高等问题。依托物联网技术、云计算技术、大数据分析技术，采集园区内重要能耗设备的运行数据、能耗数据等进行计算分析，提供移动端和 web 端等多平台的展示方式，实现对设备的远程监测和控制以及预警。以长虹河边镇工业园为

对象，搭建智慧园区能源管理系统，实现能耗数据的实时分类采集，能耗状况在线监测和趋势分析管理，为设施和设备的节能管理和改造提供依据，结合相应的管理节能手段，降低整体能耗，达到设施和设备节能减排的目标。

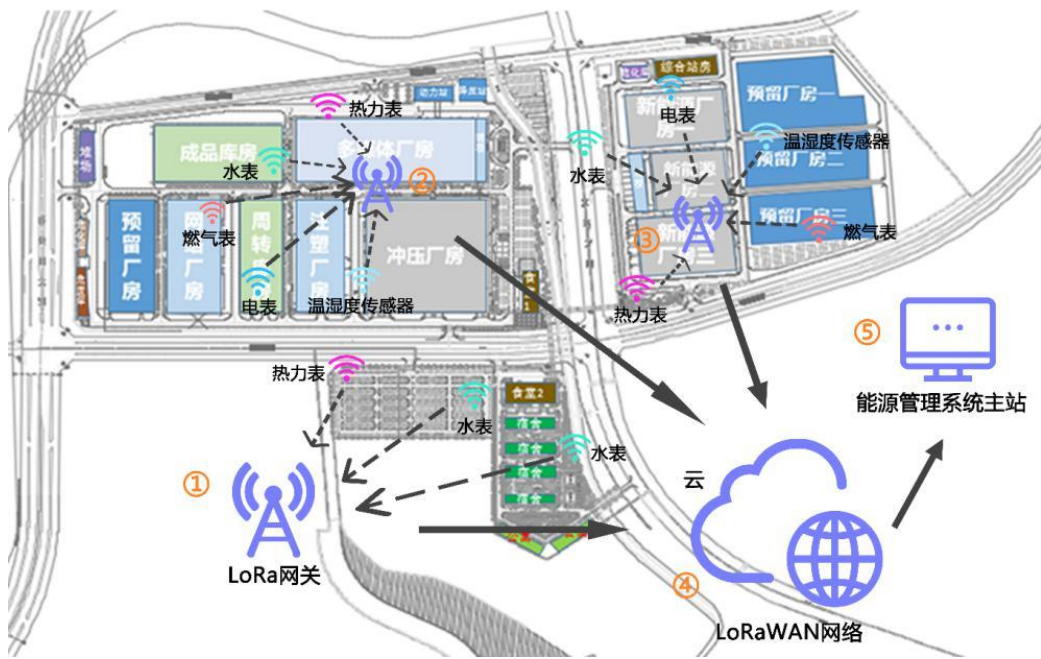


图 2 长虹河边镇园区智慧能源管理分布图

该系统融合了数据采集层、数据存储层、引擎层、应用服务层等各层服务，包含大数据分析、能耗统计引擎等关键技术。通过数据采集层的统一数据采集接口进行采集，数据存储层预处理模块将结构化和非结构化数据处理后进行存储，引擎层进行大数据的分析、特征提取，建立预测模型，实现能耗预测、环境预测。通过应用层面以模块细分具体功能，面向客户展示和提供相应服务。云端大数据的实时处理分析在线监测预警功能，可提供软件

通知、短信、电话等即时提醒；可提前预警和及时报警重大环境安全隐患、环境异常和能耗异常等故障。辅助锁定问题点，进而缩短故障处理时间,提高能源设备价值和利用率,减少维修成本。

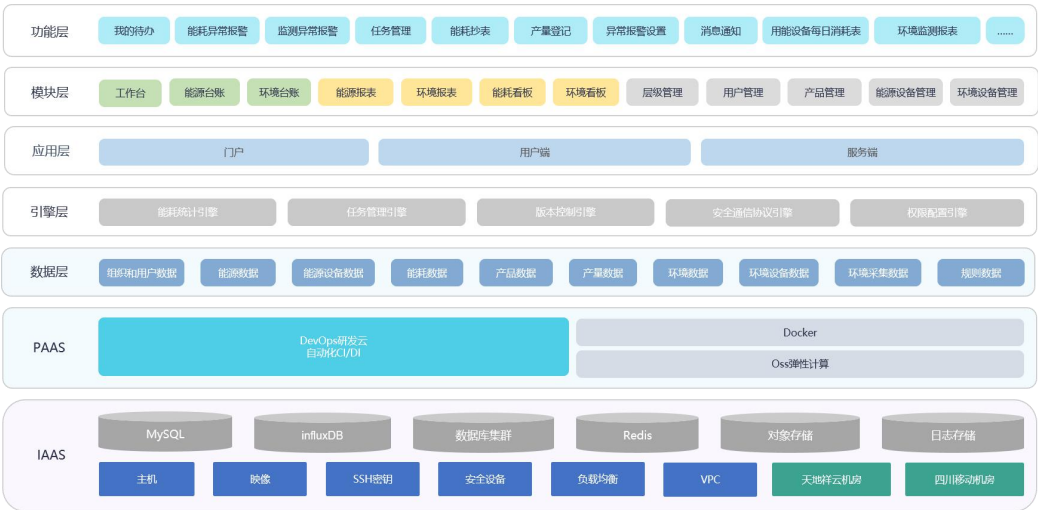


图 3 系统应用架构图

采用各种用电智能设备，结合物联网技术，数据采集层通过电流、电压、声音、振动、压力、加速度等多传感器，并结合视频图像，采集运行过程的非结构化数据、外在人为控制参数、客观环境因素以及能耗数据，采用时序数据库 influx DB 存储涉及大量的时间戳数据，为异常情况的报警和预警，提供更多的基础数据作为依据。



图 4 智慧园区能源管理系统界面

能耗监测系统通过采集、存储、分析等多层面应用实现能耗的全过程监控,不断在错综复杂的各项用能数据中发现管理节能和改造节能空间,强化能耗管理手段,实现节约能耗成本约 180 万元/年,减少意外停电造成的损失约 70 万元/年,人效提升约 80 万元/年。

（四）绿色运输方面。

通过信息系统将配送各个环节及相关企业的设备、信息及业务处理功能进行集成，使配送资源达到充分共享，实现集中、高效、便利的管理。具体包括：

1.硬件集成、软件集成和数据与信息的集成；

2.通过配送管理信息系统，自动传递和存储配送过程产生的单证、票据等数据，避免纸质单据传递；

3.通过智能配送决策支持系统，完成配送过程中半结构与非结构问题（如货物组配方案、配送路线选择、车辆配载方案等）的决策，提高配送决策的质量和效率；

4.统一规范和设计配送活动中产生的单据、凭证和报表等数据，实现部门或企业间数据的自动传输与共享。

（五）功能优化方面。

以平板电视为研究对象，基于输入信号内容、信号处理、模组等要素，研究影响平板电视机功率指标的关键软件因素，对其进行绿色节能设计，通过核心软件算法，建立功率自适应和画面质量补偿机制，提升系统能效，减少电能消耗，减少碳排放。结合采用 MSD901 芯片的机芯开发计划，以 MSD901 机芯作为载体，建立标准化、驱动化液晶节能软件平台，进行液晶电视软件节能系统的 3R 的设计和研究，降低个体差异带来的功耗离散性，开机功率下降 25%。基于 Linux 操作系统的液晶节能软件平台的

优势如下所示。

1.优化算法，提升功率波动，细分场景精准控制等。

2.扩大落地范围，增加本软件模块所覆盖的机芯，拓展至目前处于批量阶段的所有液晶电视机芯产品上。

3.进行亮度直方图、平均亮度、背光控制接口的封装，开展逻辑和算法标准化，提升跨方案平台移植可行性。

4.基于 Linux kernel 进行开发，创建 15ms 独立线程，采用 ioctl 控制方式进行数据输入输出。

（六）可回收易拆解方面。

1. **“天网+地网”废旧家电回收体系建设。**公司旗下子公司—四川长虹格润环境科技股份有限公司建立并启动了互联网回收服务平台，与地面网络形成互动，实现高效、快捷、环保的再生资源回收体系。依托互联网技术实现各类废旧电器电子产品回收和处理。并通过对传统回收模式的研究和变革，整合流通、回收、处理等上中下游，打造低碳、环保、便利、价值高的废弃电器电子产品回收利用的全新模式，使回收行业向更加规范、更加透明、资源利用效率更高的方向发展。四川长虹格润环境科技股份有限公司经多年的发展，单点处置能力位列全国前三，现已成为全国极具影响、西部规模最大的废旧家电回收处理定点企业，得到了国家部委、省市县各级政府的高度认可。目前，回收网络遍及四川、重庆、陕西、云南、贵州等区域。

2.模块化电视设计。通过前期模块化设计探索，对电视从软件—硬件—结构三个方面提出了开放式架构的电视设想。软件上提出以开源的超文本标记语言（HTML5）作为基础可移植性设计，硬件基于主芯片和显示屏通用的主控板架构设计以及背板和主控板通用的分体式结构设计。在硬件和结构上，设计完成“All In One”开放式架构电视样机，将目前难以回收再生的液晶屏与控制部分分离，从而有效减小了拆解工作量。

四、绿色设计亮点

基于绿色设计理念的电视智能生产线改造。针对家电产品的小批量、定制化、智能化需求，结合供应链信息技术以及节能绿色生产技术的需要对现有的整机生产线进行全面的改造。

（一）针对现有家电整机生产商线体长、柔性差、产品信号多，无法跟踪产品制造过程信息造成信息脱节，无法对生产过程进行监控与追溯，自动化程度低导致品质一致性难以保证，原有的生产工艺绿色度不高等问题，建立了面向信息技术产品的绿色制造系统。

（二）以电视生产线为改造对象，运用工业工程技术进行系统统筹规划，建立适应新一代信息技术产品的绿色制造新模式：由同一 Cell 单元进行电视机组装，并通过自动化测试设备同时完成机台的测试，组装测试完成的产品通过流水线传输至后续工位，线体末端汇流后统一进行 OQC 检验与包装出货，采用 MES

系统监控管理生产过程，包装段采用自动装箱机、自动封箱机、码垛机器人、AGV 等自动化设备。

五、推广应用前景

（一）结合智能制造的绿色设计有效推进电子电器行业的低碳智能发展。

（二）基于当前企业高效低碳的内外发展需求，作为供应链上的龙头企业，结合绿色供应链管理，将相应的绿色设计相关理念和方法，有效进行示范推广。

（三）通过深入挖掘和展示企业在绿色设计领域的创新实践，将绿色设计的理念与价值传递给更广泛的受众，加强与产业链上下游伙伴的合作与交流，共同推动绿色设计技术的研发与应用，形成企业绿色发展的合力。

宜宾五粮液股份有限公司

绿色设计案例

一、企业基本情况

宜宾五粮液股份有限公司成立于 1998 年 4 月 21 日，注册资本 388160.8005 万元，公司主要从事五粮液及其系列酒产品的生产和经营，以浓香型白酒酿造为主。公司拥有 4 万吨级的世界最大单体酿酒车间，具有年产白酒 20 万吨的生产能力和 40 万吨原酒储存能力。五粮液产业园区占地面积 12 平方公里，是全球规模最大、环境最好的蒸馏酒生产基地，也是国家 AAAA 级旅游景区。

五粮液先后获得国家名酒、国家质量管理奖、中国最佳诚信企业、百年世博·百年金奖等上百项国内国际荣誉。2008 年，五粮液传统酿造技艺被列入国家级非物质文化遗产；2022 年，五粮液名列“Brand Finance2022 全球品牌价值 500 强”、2022 年“全球最具价值烈酒品牌 50 强”、2022 年“中国 500 最具价值品牌”，实现营收 739.69 亿元、同比增长 11.72%，实现净利润 266.91 亿元、同比增长 14.17%。

二、绿色设计理念

- | | | |
|--|---|--------------------------------|
| ☐ 长寿命设计 | ☒ 无害化设计 | ☐ 降噪设计 |
| ☒ 节能设计 | ☒ 节水设计 | ☐ 轻量化设计 |

☒ 节材设计 ☐ 易拆解设计 ☒ 易回收设计

☐ 模块化设计

三、绿色设计做法及成效

（一）产品设计方面。

1.公司作为联合体牵头单位，联合产业链上下游企业、科研院校和第三方技术服务机构组成产学研用一体化联合体，共同开展了绿色制造系统集成项目“纯粮酿造固态发酵白酒绿色设计平台建设”。按照全生命周期的理念，在产品设计开发阶段系统考虑原材料选用、生产、销售、使用、回收、处理等各个环节对资源环境造成的影响，针对纯粮酿造固态发酵白酒的特性，研制适合于纯粮酿造固态发酵白酒全产业链过程的数据信息采集系统，包括原辅料、酿造、包装、运输、酒糟处理、污水处理、能源消耗等，建立面向全生命周期的绿色设计信息数据库，在联合体内实现数据资源的共享，全面支撑白酒生产企业实施绿色设计与生命周期评价工作实施，进而带动纯粮酿造固态发酵白酒行业供给侧绿色制造水平和效率提升。通过开展纯粮酿造固态发酵白酒全生命周期绿色设计、管理与评价技术研究，综合集成数字化包装及绿色产品设计、生命周期环境影响评价工具、全生命周期绿色设计信息数据库等，构建纯粮酿造固态发酵白酒行业的绿色设计平台。

2.公司牵头编制了《绿色设计产品评价技术规范多粮浓香型

白酒》(DB 5115/T 33—2020)团体标准,该标准已于 2020 年 8 月 1 日颁布实施,公司依据该标准对三个品种的白酒进行了绿色设计产品评价,带动了全行业产品绿色化提升。

(二) 绿色材料方面。

1.公司将绿色供应链建设纳入企业中长期发展规划,高度重视资源的综合利用,专门制定了资源回收管理制度,实现废弃物资源绿色回收,并规划了多项资源综合回收利用项目。形成“绿色有机原料-优质白酒酿造-酒糟分质梯级利用-废弃物制有机肥-绿色有机种植”的有机生态产业链体系,提供五粮液酿酒酒糟作为肉牛饲料,与筠连县、兴文县签署战略合作框架协议,助推筠连县、兴文县域产业扶贫,实现企业可持续发展。

2.公司坚持低碳生产,践行排放物管理与节能减排举措,生产符合相应节能减排环保法律、法规,对原材料以及产品实施相关环保要求,对有害物质的使用严格控制。

(三) 生产工艺方面。

1.公司建立了能源环保信息化监控平台,在能源方面可实现对公司水、电、气(汽)等各种能源的监管,达到实时了解各种能源的使用情况、各种重点耗能终端的运行情况;根据月、季度和年度的同比和环比功能,给出各种能源的改进建议。减少温室气体排放,降低大气温室效应,符合国家产业政策。

2.公司实施了生态湿地建设工程,投资 7700 余万元,建设

面积约 23000m³，设计日处理能力 10000 吨，主要工艺为不饱和垂直流滤床及表面流滤床两级人工湿地，利用垂直分布的石英砂、火山石、铁矿渣、砾石四层生态填料形成的微生物菌群及水生植物去除污染物质。垂直流滤床为整个工程工艺设计的核心部分，污水中的 COD_{Cr}、BOD₅ 和氨氮等污染物同滤床滤料层中附着的微生物进行好氧反应，微生物将污染物充分降解；含磷污染物将在滤床滤料层中吸附沉淀；含氮污染物主要通过硝化反硝化过程去除。

（四）可回收易拆解方面。

1.公司高度重视资源的综合利用，实施了多项资源回收利用项目，制定了专门的回收管理制度，实现了资源、废弃物等的绿色回收，公司实施 40 万吨/年酒糟综合利用生物质发电项目，利用 3 座污水处理站在厌氧过程中产生大量的沼气发电，沼气发电项目总投资 5721.96 万元，通过安装 5 台 500KW 发电机组及配套设施，年发电量可达 3960 万 kwh。

2.公司制定了《外部提供过程、产品和服务的控制》《生产提供过程的控制》《产品标识和可追溯性》等文件。企业在产品工艺设计阶段，按照全生命周期理念，系统考虑了原材料选用、资源综合利用、废旧物资回收处理等措施，通过资源回收利用措施最大限度降低资源消耗。

四、绿色设计亮点

（一）公司立足创新发展理念，始终不忘“弘扬历史传承，共酿和美生活”的使命，打造五粮液“1+3”产品体系、系列酒“4+4”品牌矩阵。

（二）公司在水处理、烟气治理和厂区生态环境方面的工作有较为突出的进展，主要体现在湿地建设、煤改气工程实施以及洗瓶水处理系统试行方面，在行业处于领先水平，在固废处理和有机生态产业链构建方面还有提升空间。

（三）公司坚守“为消费者创造美好，为员工创造幸福，为投资者创造良好回报”的核心价值理念，紧紧围绕“做强主业、做优多元、做大平台”发展战略，认真落实高质量发展要求，深入推进供给侧结构性改革，努力打造健康、创新、领先的世界一流企业。

五、推广应用前景

宜宾五粮液股份有限公司工业产品绿色设计经济效益显著，已经实现从传统行业粗放型经济模式朝着符合循环经济、生态文明要求模式转变，全面实现产业链减量化、再利用和资源化的升级改造和产业提升，目前五粮液绿色制造3项考核指标达到预期考核指标要求：制造技术绿色化率提高33.26%；制造过程绿色化率提高24.92%；资源环境影响度降低20.33%，基本形成了可借鉴应用的绿色制造模式。

四川科伦药业股份有限公司

绿色设计案例

一、企业基本情况

科伦药业始创于 1996 年，是国内产业生态体系最为完备的大型医药企业集团之一，横跨医药研发、药品制造和商业流通等领域。于 2010 年 6 月在深圳证券交易所成功上市。主要从事大容量注射剂（输液）、小容量注射剂（水针）、注射用无菌粉针（含分装粉针及冻干粉针）、片剂、胶囊剂、颗粒剂、口服液、腹膜透析液等 23 种剂型药品及抗生素中间体、原料药、医药包材等产品的研发、生产和销售。

自创立以来，公司先后将超百亿元资金投入研发创新，建立了“国家企业技术中心”、“国家大容量注射剂工程技术研究中心”、“大容量注射剂国家地方联合工程实验室”，2022 年获国家发改委批准组建全国唯一布局的“生物靶向药物国家工程研究中心”。截至目前，已申请发明专利 1500 余项，获得发明专利授权 500 余项，每年获准上市 20 余项，成为中国仿制药龙头企业。2018 年,获国家绿色工厂，2021 年获评绿色创新奖，连续多年被评为“环保诚信企业”，环境披露质量连续 5 年进入《中国上市公司环境责任信息披露评价报告》前十名。

二、绿色设计理念

- ☐ 长寿命设计 ☒ 无害化设计 ☒ 降噪设计
- ☒ 节能设计 ☒ 节水设计 ☒ 轻量化设计
- ☒ 节材设计 ☐ 易拆解设计 ☒ 易回收设计
- ☐ 模块化设计

三、绿色设计做法及成效

（一）产品设计方面。

公司积极推行包装材料的绿色责任采购，探索包装产品的减量化与替代化方案，例如：碳酸氢钠注射液包材改进，调整后纸箱用纸用量减少 8.4%；将 100ml 可立袋 5 层插卡改成 3 层插卡，并将插卡宽度由 20cm 缩减至 14cm，纸箱长度缩减 1.5cm，降低纸箱使用量；使用喷码机直接在箱盒上喷涂标签信息，无需背衬纸或其他标签，进一步减少纸张消耗。

（二）绿色材料方面。

公司在产品包装方面积极推进可再生材料的使用，鼓励循环利用包装材料，从而减少包装材料的消耗量。

（三）生产工艺方面。

1.公司的生产车间通过开展压缩空气系统改造、中央空调循环水节能改造、热水型溴化锂制冷机、车间照明系统节能改造、注塑机和吹瓶机的节能改造、对冷却塔节水改造、热压式蒸馏水机高效制水工艺等节能改造，提高了生产效率和产品质量，节约了能源，降低了成本。

2.公司对环保执行“超高标准”，将之前的清洁能源天然气锅炉系统进行了整体更换，新的低氮全冷凝型天然气锅炉，同比减少氮氧化物排放量 8.37 吨/年；同时，提标升级改造污水处理设施，改造完成后，有效降低了废水中污染物的排放量。

（四）绿色运输方面。

公司创新建立了现代化的立体仓库，仓库工程占地 24 亩，可容纳 190 万件的产品和物料，每平方米的空间利用率由平面式仓库的 24 件提升到了 105 件，节约土地面积近百亩。将所有物料和产品都集中在厂内转运，节省了车辆转运的能耗。

（五）功能优化方面。

公司通过互联网、大数据技术、环境与资源监控系统，将生产企业和环境紧密联系在一起，以最迅捷的方式传达绿色化需求的数据、信息，公司可以根据工艺过程中能耗、污染的变化，组织产品设计、物料采购、生产制造、物料配送等，实现生产的最优化。

四、绿色设计亮点

（一）减少碳排放量，降低环境污染。

对生产全过程污染控制、废物资源化循环利用开展了多重举措，通过加强环境管理、落实 EHS 管理、废水排放定期监测、实施蒸汽低氮锅炉超低排放改造等项目，推动了企业制药生产过程清洁、高效、绿色、低碳发展，提升企业在污染物治理与碳减

排方面的行业水平与核心竞争力。

（二）提升产品质量，提高用能效率。

结合产品绿色设计要求，对行业生产工艺进行了多项升级改造，其中：对多层共挤输液膜材性能优化，在提高输液袋产品质量的同时，降低了生产能耗，通过调整膜材热封层配方，让焊接制袋过程中的焊接温度下降约 12℃，降低了单品生产能耗；通过调整膜材外层摩擦系数及表面张力，在提高了印字清晰度的同时，进一步降低了生产能耗。通过绿色设计，公司在使用资源的同时更关注资源的可持续利用，减少资源浪费。

（三）转变生产方式，推动产业升级。

制定了《绿色制造智能工厂建设规划》，绿色化制造模式对生产制造系统提出了更高的要求，需具备高度的节能环保、循环利用、柔性化等特点，能够让企业以最低成本高效地管理一个产品的全生命周期，在确保产品的高质量的同时，实现产品轻量化设计，确保了环保材料在产品设计上得到最大程度的利用。

公司通过绿色设计，建立了从药品的研究开发、生产制造、物流转运直至终端使用的绿色设计保障体系，以确保产品质量安全，主导产品已实现批量出口，在 50 多个国家和地区享有盛誉。2017 年，位居中国制造业 500 强第 155 位。2018 年，凭借大容量注射剂的全球优势获评“制造业单项冠军示范企业”。2022 年，位列中国医药制造业前三甲。

五、推广应用前景

（一）产品绿色设计能减少生产过程中对环境的负担，对医药行业企业社会责任的提升具有积极影响。

（二）医药产品通过绿色设计，能够有效降低药物研发和生产中的能耗与废弃物排放，减小对生态环境的破坏。

（三）绿色设计有助于减轻医药产品运输和销售过程中的碳足迹，推动整个行业供应链的绿色转型。

（四）绿色设计理念的推广可作为竞争力提升的新要素，提高企业品牌形象和市场影响力。。

四川金象赛瑞化工股份有限公司

绿色设计案例

一、企业基本情况

四川金象赛瑞化工股份有限公司作为高新技术企业，一直坚持“科技是第一生产力”的战略方针，“创新”是公司的核心价值观，通过不断创新与时俱进，引领企业快速发展壮大。2023年集团收入102亿元、利润总额7.41亿元、上缴税金4.38亿元，位列中国石油和化工企业500强（164位）、四川省2023年制造业企业100强（第47位）。

公司凭借领先的技术优势，利用一体化、规模化、集约化的循环经济发展模式，实现资源的综合利用，形成了完整的“以天然气为原料生产合成氨、硝酸、硝铵、尿素、三聚氰胺、复合肥、双氧水”的绿色循环经济产业链。主要产品三聚氰胺产销量全球第一，被工信部认定为“制造业单项冠军产品”；缓释硝基肥产销量全国第一。作为眉山市首家“国家级绿色工厂”，金象赛瑞坚持“清洁生产，绿色发展”，通过“循环经济”手段，从产品链的工艺设计解决化工行业的“节能和减排”问题。通过物料循环和能源的梯级利用，既实现了“资源最大化利用”，又满足了“废物资源化”源头治理的要求，实现了本质环保。

二、绿色设计理念（勾选）

- ☒ 长寿命设计 ☒ 无害化设计 ☒ 降噪设计
- ☒ 节能设计 ☒ 节水设计 ☐ 轻量化设计
- ☐ 节材设计 ☐ 易拆解设计 ☐ 易回收设计
- ☐ 模块化设计

三、绿色设计做法及成效

（一）产品设计方面。

公司设计了循环经济产业链，其主体内容以天然气为原料生产合成氨，以氨为原料进行氨加工，分别加工成尿素和硝酸。以尿素为原料生产三聚氰胺，三聚氰胺的尾气与硝酸中和生产硝铵。以硝铵为原料，分别加工成工业固体硝铵和液体硝铵。以硝铵为原料，加工成固体硝基复合肥和液体硝基复合肥。合成氨的膜尾气提出的氢气生产双氧水。

（二）生产工艺方面。

公司开发了多种尿素绿色生产技术。

1.低能耗的循环回收工序。从合成塔出来的反应混合物经过中压分解吸收（压力 1.7 MPa），低压分解吸收（压力 0.3 MPa）后，尿素浓度达到 67%左右，温度为 140℃送入蒸发系统；中压尾气通过高效安全的尾气净氨处理后（氨含量小于 0.5%）放空。

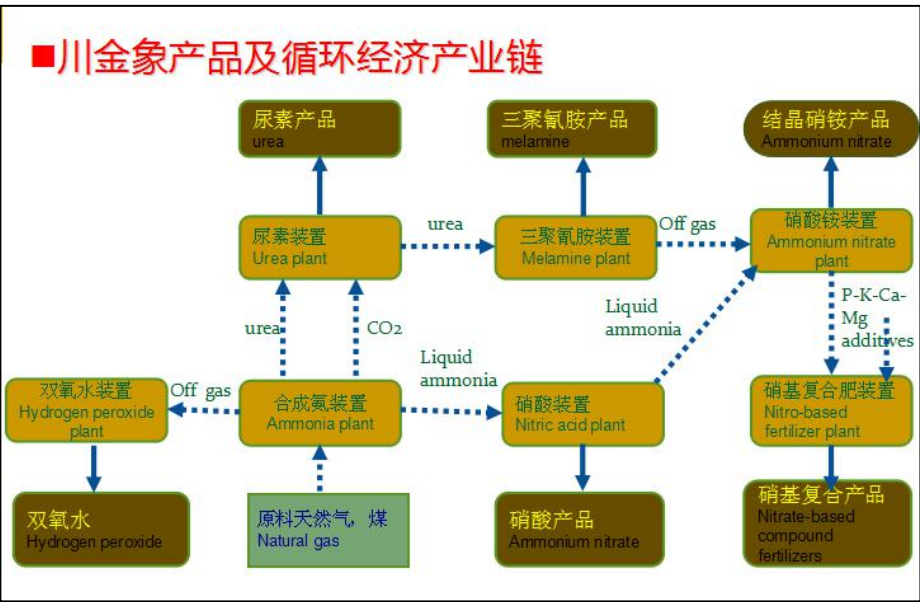
2.低能耗的蒸发工序。从低压循环系统来的尿素溶液送入逆流降膜式预浓缩器，以中压分解气作热源进行预浓缩，将尿液浓度从 67%提高到 85%；用膨胀蒸汽和蒸汽冷凝液作热源对 85%

尿液进行两段加热进行再浓缩，使尿液浓度从 85%提高到 95%，完成对尿素的一段蒸发，出一段蒸发器的尿液再经过二段蒸发加热器，浓缩至 99.6%左右送至尿素造粒塔进行造粒。

3.低排放的解吸、水解工序。碳铵液由解吸泵送至解吸水解系统，采用蒸汽加热气提，使塔底排出的解吸净水中尿素及氨含量 $\leq 3\text{ppm}$ ；解吸水解塔底出来的 188°C 解吸净水、解吸水解塔顶出来的 160°C 的解吸气分级利用用于尿素循环回收工序回收低位热能，有利于节省蒸汽、维持系统水平衡。

（三）可回收易拆解方面。

公司将传统的“资源－产品－污染物排放”单向流动的线性经济转变为“资源－产品－再生资源”的循环经济，实现多元化的产品结构形式。目前，公司已经拥有合成氨、硝酸、硝酸铵、硝基复合肥、尿素、三聚氰胺核心技术，并形成一体化、规模化、集约化、资源利用充分、节能环保的循环经济产业链。



四、绿色设计亮点

（一）创新点。

1.开发高转化率液相逆流换热式尿素合成塔。

（1）开发了尿素合成塔的新型内部结构。在塔内设有若干分布器、换热器、安全装置、液体旋流装置、导向装置等，具有全液相、低返混、无热点、低腐蚀的特点。

（2）优化了工艺介质进料路线及工艺参数。采用约 20%液氨从底部入塔，CO₂、甲铵液及约 80%液氨从顶部进入塔内，反应物从塔顶部出塔的最佳工艺路线。

（3）二氧化碳转化率从 65%提高至 73%。尿素转化率提高，降低后续分解系统负荷，减少了蒸汽消耗，节约能源消耗和投资。

2.发明了一种新型尿素中压吸收塔。

（1）优化了尿素中压吸收塔的 CO₂ 吸收结构，采用“鼓泡+填料+泡罩”结构三段吸收塔，提高了吸收塔的吸收效率。吸收塔顶出口气的 CO₂ 含量从 100ppm 降到 5ppm，后续工序设备材质可以降低，节约了工程投资。

（2）尿素装置的操作范围从 40%-105%调宽到 20%-105%，装置外供条件差的情况下可保障安全稳定运行。

3.尿素中低压分解工艺热能回收创新。

（1）尿素中压分解采用二次加热—降膜逆流创新工艺。中压分解塔将换热段、精馏段、分离段集为一体，换热段采用了高

效的降膜逆流换热方式，中压加热器采用二段式结构，回收解吸净水低位热能。

（2）低压分解工艺充分回收了水解工序的低位能余热。分解加热器采用组合结构，回收解吸净水低位热能，将高温解吸气引入低压分解塔，回收高温解吸气的低位热能。

（3）回收低位热能的一段蒸发创新。以低位热能的低压膨胀蒸汽和蒸汽冷凝液作热源，与传统工艺相比，吨尿素可节约蒸汽 345kg。

4.高效节能的三废处理工艺创新。

（1）尿素中压回收尾气净化工艺创新。增加甲铵分离器、用三段结构的吸收塔，用碳钢材质的蒸发式氨冷凝器取代传统的列管式不锈钢氨冷凝器，采用较高的吸收压力和优化的卧式浸没式吸收器结构。

（2）低压回收工艺尾气净化创新。在低压分解气中补入 CO₂，提高吸收压力，将尿素生产放空尾气中氨含量降至 0.5%以下。

（3）尿素水解工艺创新。将尿素生产废水中氨和尿素含量降至 3ppm 以下，降低了氨耗。

（4）造粒塔气体粉尘洗涤回收系统创新。减少了排出气体粉尘含量，降低了尿素消耗。

（二）与国内外技术的比较。

1.JX 节能法的综合能耗远低于传统水溶液全循环法,略低于 CO₂ 气提法, 其中蒸汽消耗、循环水耗、氨耗三个指标均优于 CO₂ 气提法。

2.操作弹性明显优于传统水溶液全循环工艺和 CO₂ 气提工艺。

3.JX 节能法的投资与传统水溶液全循环法基本相同,比 CO₂ 气提法节约投资约 30%。

表 1 与国内外技术比较

序号	物料名称	单位	JX 节能法	传统水溶液全循环法	CO ₂ 气提法
1	液氨	kg/t	570	580	578.1
2	蒸汽	kg/t	905	1250	973
3	电	kwh/t	125	140	106
4	循环冷却水	m ³ /t	78	140	98.7
5	合成转化率	%	72.4	65	57
6	综合能耗(折标煤)	kg/t	918.4	988.7	931.6
7	操作弹性	%	20~105	40~100	70~105
8	投资	亿元	1.5	1.5	2.2
备注: 1、JX 节能法数据来自中国氮肥工业协会对金象公司节能型 1000t/d 尿素装置考核结果。					
2、投资均按 1000t/d 尿素装置计算					

五、推广应用前景

公司目前正在建设升级版的 JX 尿素技术装置,已于 2019

年2月投运，蒸汽消耗由第一套的905公斤/吨尿素降至816公斤/吨尿素，蒸汽消耗降低10%，电耗由第一套的125度降到108度，电耗降低14%；正在建设年产量45万吨尿素装置与20万吨三聚氰胺配套，预计2024年10月投产，蒸汽消耗设计为740公斤，蒸汽消耗比第一套降低22%，比第二套降低10%，电耗为95度电耗比第一套降低24%，比第二套降低10%，努力达到世界先进水平，对行业起到引领带动作用。

（一）川金象 1000t/d 尿素装置节能效果。

- 1.尿素合成塔 CO₂ 转化率从传统的 65%提高到 73%；
- 2.解吸后净水中氨和尿素含量 < 3PPM；
- 3.吨尿素单耗低至：氨 570 kg、蒸汽 905 kg、循环水 77m³、电 125kwh；
- 4.节约投资：2310 万元；
- 5.节标煤：21103 吨（同比国内装置）。

（二）新疆玉象胡杨化工股份有限公司第二套 1000t/d 尿素装置节能效果。

- 1.尿素单耗：氨 570 kg、蒸汽 816 kg、电 105kwh；
- 2.节约投资：7000 万元（同比 CO₂ 气提法装置）；
- 3.节标煤：23276 吨（同比国内装置）。

●新疆玉象胡杨化工有限公司实施运行情况

用户使用报告

一、概述

我公司的日产 1000 吨尿素水溶液全循环生产装置于 2010 年 8 月破土动工，2012 年 5 月 16 日正式投产，该项目是采用四川金象赛德化工股份有限公司自主研发的“JX 节能型尿素生产技术”建立的工业化生产装置，总投资 1.5 亿元人民币，相对“CO₂气提法”节约投资 0.7 亿元，为公司节约了大量的建设资金。本装置自一次开车成功以来，操作方便，运行稳定，生产周期长，生产成本低，经济效益好。

项目于 2010 年 2 月 16 日至 19 日，由我公司尿素生产专家及技术员组成考核组，按中华人民共和国化工行业标准 HG2331-91《化学工业大、中型装置开车工作规范》对该装置进行了 72 小时考核。考核结果表明，该装置节能降耗显著，且投资低、操作简单、操作弹性大、安全环保等技术特点。

目前装置的设备运行良好，未发生过一起设备事故和人身伤害事故，装置各项工艺指标均达到设计或优于设计值，安全环保生产设施先进，产品合格率>98%，符合 GB-T9667-1997 质量要求。

二、运行性能指标能耗情况

主要技术经济指标				
名称	设计值	考核值	现有水溶液全循环工艺	CO ₂ 气提工艺
日产量 (t)	1000	1070	-	-
吨尿素耗水 (kg)	≤575	570	590	578.1
吨尿素耗电 (kw·h)	≤180	125	180	186
吨尿素耗蒸汽 (kg)	≤1000	905	1200	973
吨尿素耗循环水 (m ³)	≤100	70	180	98.7

注：1. 2015 年尿素年产量为 312613 吨，2016 年尿素年产量为 308479 吨，2017 年尿素

年产量为 321218 吨，以上考核值取于 2017 年数据。

2. 最高日产量 1107 吨，最高日产量 360 吨。

根据以上性能指标数据得出：

1. 吨尿素氨耗从国内同类型装置的 500kg 降低至 570kg，节氨 10kg/t 尿素，年节氨 321 万吨，以吨氨能耗 1.3 公斤标煤计，折合标煤节能 4173 吨/年。

2. 吨尿素蒸汽消耗从国内同类型装置的 1250kg 降低至 905kg，节省蒸汽 345kg/t 尿素，年节约蒸汽 11 万吨，以吨蒸汽能耗 128 公斤标煤计，折合标煤 14090 吨/年。

3. 吨尿素循环水消耗从国内现有水溶液全循环工艺的 180 吨降低至 70 吨，节能耗水 70 吨/吨尿素，年节约循环水 2247 万吨，以吨循环水能耗 0.143 公斤标煤计，全年可节约标煤 3212 吨。

4. 吨尿素用电消耗从国内同类型装置的 180kw 降低至 125kw，节省电量 156kw/t 尿素，年节约用电 480 万度，以每度电能耗 0.4 公斤标煤计，全年可节约标煤 1900 吨。

累计每年节能折合标准煤 23276 吨，节能效果显著。

三、运行节约的经济效益

1. 吨尿素氨耗从国内现有水溶液全循环工艺的 500 kg 降低至 570 kg，节氨 10 kg/t 尿素，以年产 30 万吨尿素计，年节约液氨 3000 吨，以 1600 元/吨液氨计，年节约成本 480 万元。

2. 吨尿素蒸汽消耗从国内现有水溶液全循环工艺的 1250 kg 降低至 905

kg，节约蒸汽 345 kg/t 尿素，以年产 30 万吨尿素计，年节约蒸汽 10 万吨，以 120 元/吨蒸汽计，年节约成本 1200 万元。

累计上述二项，每年可直接创造约 1680 万元的经济效益。

四、系统评价

我公司日产 1000 吨尿素水溶液全循环生产装置采用的“JX 节能型尿素生产技术”，其工艺流程简捷、自动化程度高、易操作、运行稳定、安全可靠、环保节能，操作弹性明显优于传统水溶液全循环工艺和 CO₂ 气提法。JX 节能法的综合能耗（以氨、蒸汽、电、循环水消耗指标对设计值）远低于传统水溶液全循环法（吨尿素消耗氨 50.3kg，折天然气为 57.9m³），略低于 CO₂ 气提法（吨尿素消耗氨 53.2kg，折天然气为 10.9m³），其中蒸汽消耗、循环水耗、氨耗三个指标均优于 CO₂ 气提法。72 小时考核期间平均日产尿素 1077.79 吨，最高日产量 1107 吨，运行期间最高日产量 1107 吨，最高日产量 360 吨，优于设计值（1000t/d），产品控制质量达到 GB-T9667-1997 国家标准等质量要求。

新疆玉象胡杨化工有限公司

二〇一六年一月十三日

（三）JX 节能技术用于老装置改造－河南心连心化肥有限公司效果。

JX 节能技术用于河南心连心化肥有限公司改造，蒸汽消耗每吨降低 16%，尾气排放的氨含量降低 80%~95%，取得了良好的经济效益和环保效益。

表 2 改造前后工艺数据对比表

项目	改造前	改造后
一甲液 H/C	1.85	1.6
合成转化率/%	65.2-65.8	66.5-67.5
碳铵液氨含量/% (wt)	4.2-4.7	3.0-3.5
解吸废液温度/℃	85	68
中压尾气氨含量/% (wt)	4-5	≤0.5

低压尾气氨含量/% (wt)	3-4	≤0.5
1.3MPa 蒸汽消耗/kg/tUr	1150	970

(四) 对外推广应用的技术转让。

JX 节能型 1000t/d 尿素装置生产实践证明，JX 节能型尿素生产技术适用于国内新建不同规模的尿素装置，也适用于国内水溶液全循环工艺装置的改造。

目前国内市场大概有 8000 万吨尿素装置，其中 30% 为水溶液全循环尿素生产工艺，若几年内改造 30% 即 720 万吨尿素水溶液全循环尿素生产。将产生巨大的经济效益和社会效益。预计可节约生产成本 51975 万元，节约标煤 50.4 万吨(同比国内装置)。

都江堰拉法基水泥有限公司

绿色设计案例

一、企业基本情况

都江堰拉法基水泥有限公司成立于 1999 年 2 月，拥有优质的原料资源，一流的工艺技术，先进的生产设备以及丰富的管理经验。现有三条新型干法窑外分解水泥生产线，分别于 2002 年 2 月、2006 年 10 月和 2010 年 11 月投产，熟料生产能力分别为 1 线 3200t/d、2 线 4000t/d、3 线 4600t/d 的生产能力，年产熟料 400 万吨，水泥 540 万吨。工厂建有余热发电系统两套，发电能力均为 9MW。

自建成投产以来，公司产品因其优良的品质和客户服务得到社会各界的广泛认可，现公司年产值已超 15 亿元，成为四川建材行业的特大型企业，连续三年荣获四川企业 100 强，是国家支持发展的 60 家大型水泥最佳优势企业之一。

二、绿色设计理念

- | | | |
|--|---|---|
| ☐ 长寿命设计 | ☒ 无害化设计 | ☒ 降噪设计 |
| ☒ 节能设计 | ☒ 节水设计 | ☐ 轻量化设计 |
| ☐ 节材设计 | ☐ 易拆解设计 | ☒ 易回收设计 |
| ☐ 模块化设计 | | |

三、绿色设计做法及成效

（一）产品设计方面。

公司于 2021 年 9 月委托北京建材研究院依据《PAS 2050：2008 商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》开展了水泥产品碳足迹评价，取得了产品碳足迹证书。

（二）绿色材料方面。

公司主营产品生产结构形式是以石灰石为原料，生产产品为熟料及水泥，产品和原料本身不涉及有害物质及有毒有害化学物质。同时，在保持质量稳定的条件下不断优化生料段和水泥段的工业废渣的使用，近三年通过试验成功开发铜矿尾渣、磷矿尾渣、电石渣以及选铁矿粉末等工业废渣，有效缓解了相关行业的排废压力。

（三）生产工艺方面。

1.节能降碳。

公司不断投入资金，使用节能、降噪设备，并取得显著的节能、降噪效果。

公司传统的罗茨风机运行时主要存在以下问题：

- （1）现场运行风机使用多年，效率下降严重，能耗高。
- （2）罗茨风机属于机械传动，摩擦严重，效率低下。
- （3）设备润滑油脂容易泄漏，造成现场环境污染和资源浪费。
- （4）风机噪音极高，噪音污染严重。

为改善以上问题，公司通过多种设备对比，方案优化，最终选择将部分罗茨风机更换为气\磁悬浮风机，该风机主要优点如下：

（1）该产品具有超高能效、高转速、低噪声、低震动、易维护的特点，转速达到 30000 rpm 及以上，较传统罗茨鼓风机相比，可节能 20%以上。

（2）使用寿命长，并能在-180℃~600℃正常运行，启动电流小，只有额定电流的 5% 。

（3）使用噪音低于 85dB（环境标准：85dB），改善现场作业环境，减少员工患职业病的安全风险。

（4）无需润滑油，现场环境干净，对生态环境有益。

公司已逐步将 17 台罗茨风机更换为气\磁悬浮风机，更换后，现场作业环境改善，运行噪音低于 85dB，节电率达 20%以上，年节碳量达 300 吨以上，为节能减排作出贡献。



2.污染物减排。

通过超低排放治理技术改造，都江堰拉法基水泥有限公司1#水泥窑有组织排放 NO_x 处理效率为 90%，排放浓度 $<50\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，装置减排量可达 842.4t/a。 NH_3 逃逸浓度 $<5\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，有组织排放废气满足环保绩效 A 级企业。

（四）功能优化方面。

1.高端专业装修水泥。

2005 年，公司率先在北京市场推出了专业家装水泥，并以其专业、环保的优势，迅速取得市场领导地位。2008 年，公司将在北京市场深受消费者喜爱的专业家装水泥概念引入了西南市场，专门开发和研制了高端专业装修水泥。高端专业装修水泥是四川首批获得国家环保部认证低碳环保水泥产品，关键环保指标低于国家标准 70%，处于行业领先地位，放射性等关键环保指标远远优于国家相关标准。同时，采用高端出口环保袋，大大降低水泥产品在运输、装卸、存放过程中的渗灰现象；针对家装特殊需求进行配方优化，产品具有早期强度高、凝结时间适合和易性好等特点，拌制砂浆省时省力且无需使用任何外加剂，节约成本，装修质量高，贴砖不掉砖，无空鼓。

2.特种水泥系列。

（1）低碱水泥系列质量稳定性好，早强、快硬，适用范围广，富余强度高，耐久性好，和易性好，能够有效避免碱集料反

应的发生，抗腐蚀性强、干缩性小、抗冻性和抗渗性好，具有优良的耐久性和外加剂适应性，能有效延长建筑物的使用寿命。

（2）道路水泥（P•R 42.5）质量稳定性好，早期强度适中，后期强度增长率高，耐久性及耐磨蚀性能好，干缩性小、抗冻性和抗渗性好，具有优良的耐久性和外加剂适应性，适合于配制耐久性要求较高的混凝土。

（3）针对特殊工程需求，公司专门研发了中热水泥（水利水电工程）、中抗硫酸盐水泥、低碱水泥、道路水泥等特种水泥产品且获得特种水泥生产许可，各项指标均优于国家标准。

（五）可回收易拆解方面。

公司在保持质量稳定的条件下不断优化生料段和水泥段的工业废渣的使用，年均消耗工业废渣 62 万吨左右，近三年通过试验成功开发铜矿尾渣、磷矿尾渣、电石渣以及选铁矿粉末等工业废渣，有效缓解了相关行业的排废压力。

四、绿色设计亮点

公司秉承集团以技术创新为使命，以推动行业发展为己任的管理理念，在健康安全、员工培训与发展、能源节约、生态环境保护、资源综合利用、企业社会责任等可持续发展方面，形成了公司独特的现代企业文化。

（一）利用智能控制等技术手段，构建科技含量高、资源消耗低、环境污染少、安全系数强的产业结构和生产方式，全面推

进企业绿色转型升级。

（二）创建绿色发展管理机构，并建立健全相关管理制度。

（三）大力推行节能技术改造，积极推进余热利用、势能利用、设备升级，提高能源利用效率，减少温室气体排放。

（四）开展绿色发展相关培训，提高员工整体意识；主动履行社会责任，开展植树造林增加绿化覆盖率、改善厂区周围交通状况。

五、推广应用前景

（一）公司在 2002 年一期生产线就全部采用布袋除尘器，成为国内首家全部采用布袋收尘器的水泥企业，颗粒物排放浓度长期低于 $10\text{mg}/\text{Nm}^3$ ，领先国家水泥行业标准 17 年。

（二）公司在 2011 年建设的二线 SNCR 脱硝工程受到国家环保部、省政府的多次参观调研，直接推动了中国水泥行业氮氧化物排放浓度的提标升级。

（三）从 2002 年开始植被复绿面积累计超过 42 万平米，总投资 382 万元。2014 年 9 月，公司两座矿山成为国土资源部绿色矿山试点单位。

（四）从 2006 年开始，持续开展清洁生产审核和碳排放减排工作。

附件 4

绿色产品评价标准清单

序号	标准名称	标准编号
1	绿色产品评价通则	GB/T 33761-2017
2	绿色产品评价 太阳能热水系统	GB/T 35606-2017
3	绿色产品评价 家用电器 第 1 部分：电冰箱、空调器和洗衣机	GB/T 39761.1-2021
4	绿色产品评价 涂料	GB/T 35602-2017
5	绿色产品评价 家具	GB/T 35607-2017
6	绿色产品评价 纺织产品	GB/T 35611-2017
7	绿色产品评价 木塑制品	GB/T 35612-2017
8	绿色产品评价 纸和纸制品	GB/T 35613-2017
9	绿色产品评价 塑料制品	GB/T 37866-2019
10	绿色产品评价 洗涤用品	GB/T 39020-2020
11	绿色产品评价 快递封装用品	GB/T 39084-2020
12	绿色产品评价 人造板和木质地板	GB/T 35601-2017
13	绿色产品评价 卫生陶瓷	GB/T 35603-2017
14	绿色产品评价 建筑玻璃	GB/T 35604-2017
15	绿色产品评价 绝热材料	GB/T 35608-2017
16	绿色产品评价 防水与密封材料	GB/T 35609-2017
17	绿色产品评价 陶瓷砖（板）	GB/T 35610-2017
18	绿色产品评价 轮胎	GB/T 40718-2021
19	绿色产品评价 厨卫五金产品	GB/T 42065-2022
20	绿色产品评价 家用燃气用具	GB/T 42169-2022