四川省工业产品绿色设计指南

（2024 版）

2024 年 4 月

目 录

前 言 [3](#bookmark1)

[一、术语定义和体系框架 5](#bookmark2)

[**（一） 工业产品绿色设计术语定义**](#bookmark3) [5](#bookmark4)

[**（二） 工业产品绿色设计体系框架**](#bookmark5) [6](#bookmark6)

[二、工业产品绿色设计 8](#bookmark7)

[**（一）基础通用内容**](#bookmark8) [8](#bookmark9)

[1.绿色设计原则](#bookmark10) [8](#bookmark11)

[2.绿色设计理念](#bookmark12) [9](#bookmark13)

[3.绿色设计步骤](#bookmark14) [1](#bookmark15)1

[**（二）设计技术工具**](#bookmark16) [1](#bookmark17)3

[1.基础工具和技术](#bookmark18) [1](#bookmark19)3

[2.通用型应用技术](#bookmark20) [1](#bookmark21)4

[3.过程型应用技术](#bookmark22) [1](#bookmark23)4

[**（三）设计内容**](#bookmark24) [1](#bookmark25)4

[1.产品概念设计](#bookmark26) [1](#bookmark27)6

[2.绿色材料选择](#bookmark28) [1](#bookmark29)6

[3.绿色制造工艺选择](#bookmark30) [1](#bookmark31)7

[4.绿色包装设计](#bookmark32) [1](#bookmark33)8

5.[绿色运输设计](#bookmark34) [1](#bookmark35)8

[6.功能优化设计](#bookmark36) [1](#bookmark37)9

[7.可回收易拆解设计 19](#bookmark38)

[**（四）指标监测与评估**](#bookmark39) [2](#bookmark40)0

[1.资源属性](#bookmark41) [2](#bookmark42)0

[2.能源属性](#bookmark43) [2](#bookmark44)1

[3.环境属性](#bookmark45) [2](#bookmark46)2

[4.品质属性](#bookmark47) [2](#bookmark48)2

[**（五）评价与认证**](#bookmark49) [2](#bookmark50)3

[1.绿色产品评价](#bookmark51) [2](#bookmark52)3

[2.绿色产品认证](#bookmark53) [2](#bookmark54)3

三、指南意见反馈 [2](#bookmark55)4

[附件 1.工业产品绿色设计重点方向](#bookmark56) [2](#bookmark57)5

[附件 2.绿色设计监测评估指标](#bookmark58) [2](#bookmark59)8

[附件 3.通威太阳能（成都）有限公司绿色设计案例 3](#bookmark60)1

四川长虹电器股份有限公司绿色设计案例 [3](#bookmark61)7

宜宾五粮液股份有限公司绿色设计案例 [4](#bookmark62)8

四川科伦药业股份有限公司绿色设计案例 [5](#bookmark63)3

四川金象赛瑞化工股份有限公司绿色设计案例 [5](#bookmark64)8

都江堰拉法基水泥有限公司绿色设计案例 [6](#bookmark65)7

[附件 4.绿色产品评价标准清单](#bookmark66) [7](#bookmark67)3

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](#bookmark68)] **。**

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](#bookmark69)] **。**

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](#bookmark70)] **。**

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](#bookmark69)] **。**

[ 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。

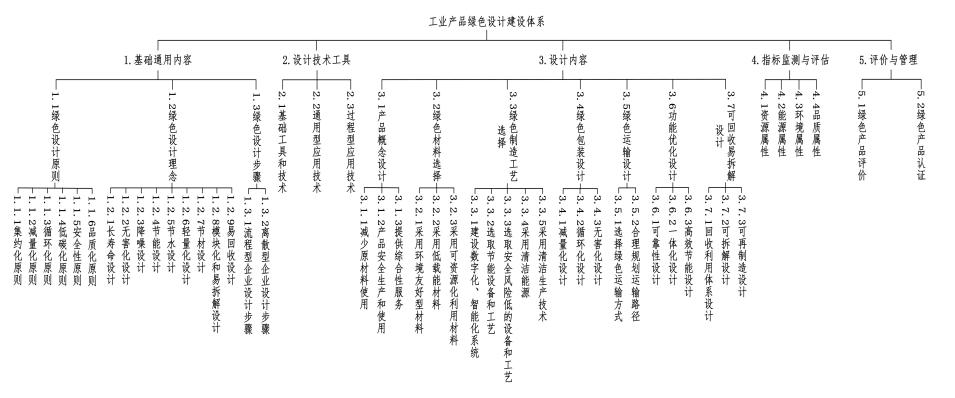


图 1 工业产品绿色设计体系框架

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。

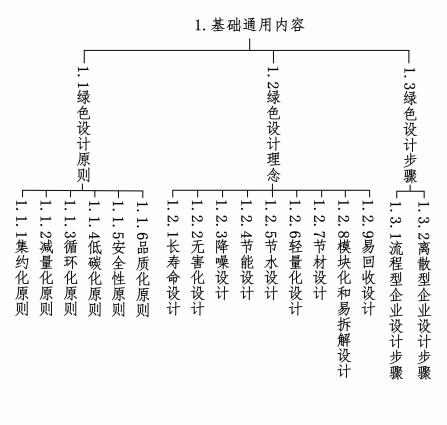


图 2 基础通用内容子体系框架

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。

基于风险控制的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 的设计理念 。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和经济效

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。

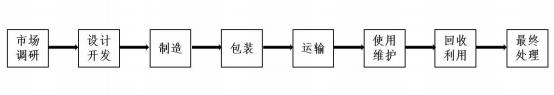


图 3 绿色设计流程图

（ 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。

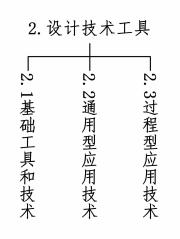


图 4 设计技术工具子体系框架

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。

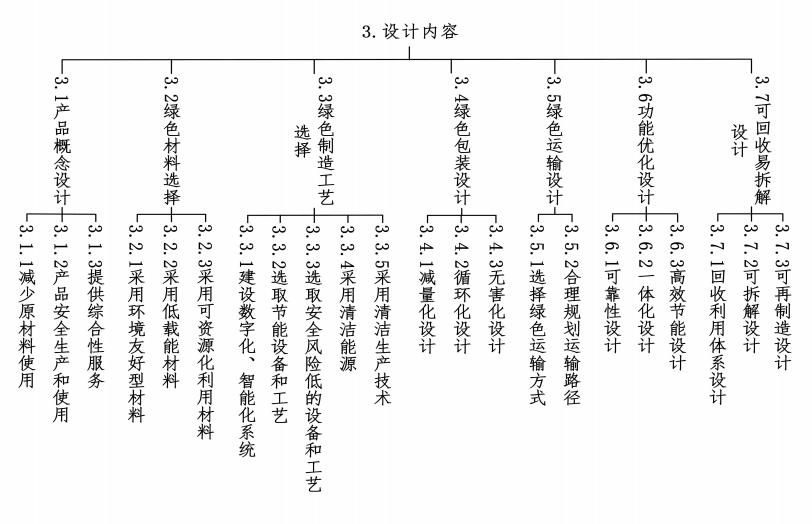


图 5 设计内容子体系框架

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 使用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。

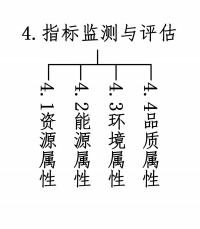


图 6 指标监测与评估子体系框架

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

区 长寿命设计 区 无害化设计  降噪设计

区 节能设计  节水设计  轻量化设计

 节材设计 区 易拆解设计 区 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 动的技术体系，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、货流无交叉返复。

**（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

区  区

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

区 长寿命设计

无害化设计 节水设计

易拆解设计

区 节能设计

 节材设计

区 模块化设计

三、绿色设计做法及成效

**（ 一 ）产品设计方面。**

 降噪设计

区 轻量化设计

区 易回收设计

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。

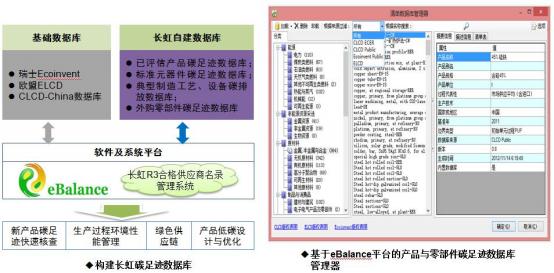


图 1 长虹家电碳足迹数据库

**（ 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。

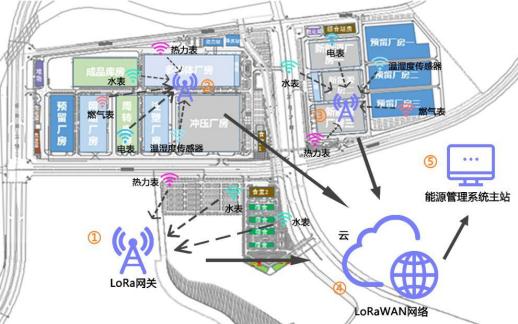


图 2 长虹河边镇园区智慧能源管理分布图

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。

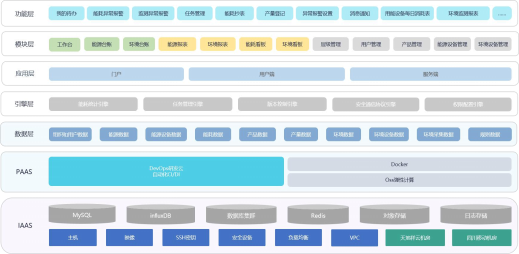


图 3 系统应用架构图

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。

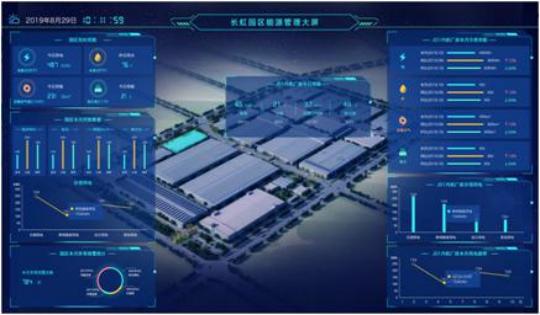




图 4 智慧园区能源管理系统界面

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

ioctrl 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

区 节材设计  易拆解设计 区 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 CODcr、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 100m1 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）

区 长寿命设计 区 无害化设计 区 降噪设计

区 节能设计 区 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。

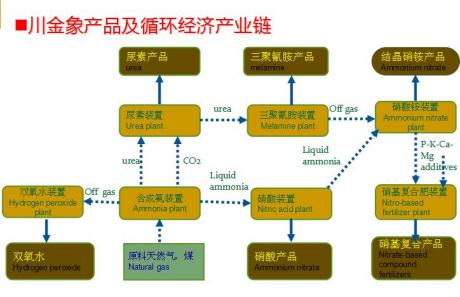
3.低排放的解吸、水解工序 。碳铵液由解吸泵送至解吸水解 系统，采用蒸汽加热气提，使塔底排出的解吸净水中尿素及氨含 量≤3ppm； 解吸水解塔底出来的 188℃解吸净水 、解吸水解塔顶 出来的160℃的解吸气分级利用于尿素循环回收工序回收低位热

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 | CO2 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 | m3/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 | 操作弾性 | % | 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 ㎏ 、蒸汽 905 ㎏ 、循环水 77m3、

电 125kwh；

4. 节约投资：2310 万元；

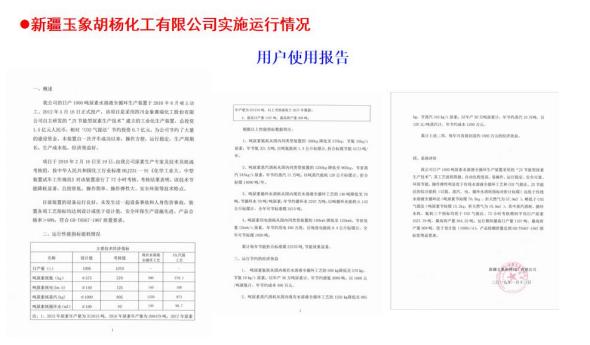
5. 节标煤：21103 吨（同比国内装置）。

**（ 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 ㎏ 、蒸汽 816 ㎏ 、 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）。



|  |
| --- |
|  |

**（ 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 品物质 。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 NOX 处 理 效 率 为 90% ， 排 放 浓 度 <50mg/Nm3，装置减排量可达 842.4t/a。NH3 逃逸浓度<5mg/Nm3，

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 10mg/Nm3 ，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 |