

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2020.05.023

塑料管道绿色生产技术改造实施效果评价

战佳宇¹, 王莹², 李延军¹, 高峰², 李沙¹, 杨飞华¹

(1. 北京建筑材料科学研究总院有限公司, 固废资源化利用与节能建材国家重点实验室, 北京 100041;

2. 北京工业大学材料科学与工程学院, 工业大数据应用技术国家工程实验室, 北京 100124)

摘要: 根据塑料管道行业的特点, 结合生产企业实际情况, 从技术经济效益、社会效益、生态环境效益三个方面提出了20个评价指标, 构建了塑料管道绿色生产技术改造实施效果评价指标体系。采用层次分析法计算各指标的权重, 计算结果表明对实施效果影响最大的因素为生产综合能耗变化率。利用模糊综合评价方法对某塑料管道生产企业的节能技术改造实施效果进行了评价, 结果表明该方法能够客观地评价技术改造的实施效果, 指导企业有针对性的实施技术改造, 推动产品和生产过程的绿色化。

关键词: 塑料管道; 实施效果; 绿色生产; 技术改造; 模糊综合评价

中图分类号: TQ320.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2020)05-0123-06

Implementation Effect Evaluation of Technical Modification for Plastic Pipe Green Production

Zhan Jiayu¹, Wang Ying², Li Yanjun¹, Gao Feng², Li Sha¹, Yang Feihua¹

(1. State Key Laboratory of Solid Waste Reuse for Building Materials, Beijing Building Materials Academy of Science Research, Beijing 100041, China;

2. National Engineering Laboratory for Industrial Big-data Application Technology, College of Materials Science and Engineering, Beijing University of Technology, Beijing 100124, China)

Abstract : According to the characteristics of plastic pipe industry and the actual situation of production enterprise, twenty evaluation indicators were proposed from three aspects including technology and economic benefit, social benefit and ecological environment benefit. The evaluation index system of implementation effect of technical modification for plastic pipe green production was established. The analytic hierarchy process was used to determine the weight of the index. The calculation shows that the most significant factor on implementation effect is the change rate of comprehensive energy consumption. The implementation effect of energy saving technical modification in a plastic pipe enterprise was evaluated based on fuzzy mathematics comprehensive evaluation method. The result indicates that the implementation effect can be objectively evaluated by this method, thus effectively directing the technical modification of enterprise purposefully and promoting the development of green products and green producing process.

Keywords : plastic pipe ; implementation effect ; green production ; technical modification ; fuzzy comprehensive evaluation

我国是塑料管道生产和应用大国, 产品应用领域涉及工业、农业、市政、建筑等各个方面, 根据中国塑料加工工业协会塑料管道专业委员会统计, 2018年我国塑料管道的产量已达到1567万t, 同比增长3.0%^[1]。塑料管道正在逐步替代金属管材、水泥管, 成为基础设施建设中不可缺少的建筑材料。近年来随着国家对生态环境的高度重视, 塑料管道的生产也正向环保、节能、绿色方向发展, 如采用无铅环保

热稳定剂替代铅盐热稳定剂, 使用节能、自动化生产装备等^[2-4]。2014年至2016年, 住房和城乡建设部及工业和信息化部出台了一系列政策促进绿色建材生产和应用, 包括《绿色建材评价标识管理办法》、《促进绿色建材生产和应用行动方案》、《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)》^[5]。中国工程建设标准化协会于2019年9月12日发布了《绿色建材评价塑料管材

基金项目: 国家重点研发计划项目(2017YFF0211504)

通讯作者: 战佳宇, 博士, 高级工程师, 主要研究方向为化学建材、固废资源化利用 E-mail: zhanjiayu@bbma.com.cn

收稿日期: 2020-02-25

引用格式: 战佳宇, 王莹, 李延军, 等. 塑料管道绿色生产技术改造实施效果评价[J]. 工程塑料应用, 2020, 48(5): 123-128.

Zhan Jiayu, Wang Ying, Li Yanjun, et al. Implementation effect evaluation of technical modification for plastic pipe green production[J]. Engineering Plastics Application, 2020, 48(5): 123-128.

管件》(T/CECS 10058-2019),并已于 2020 年 3 月正式实施,以此推动塑料管道行业的绿色发展。该标准从塑料管道产品的资源、能源、环境和品质四个方面的属性评价塑料管道产品绿色建材等级。塑料管道企业往往需要通过实施绿色技术改造以达到绿色建材评价标准的评价指标要求。因此对绿色技术改造实施效果进行评价对于指导企业开展技术升级改造,提升产品质量,推动 T/CECS 10058-2019 标准的实施有重要的意义。

对于实施效果评价,我国学者开展了大量的研究工作。提出了包括层次分析法、模糊综合评价法、灰色关联度分析等多种方法,用于政策、标准、认证等效果评价方面^[6-8],而对于塑料管道绿色生产技术改造实施效果的评价尚未有文献报道。由于技术改造实施效果评价涉及指标复杂且具有模糊性,因此,笔者从技术经济效益、社会效益和生态环境效益三个方面构建实施效果评价指标体系,以某塑料管道企业实施的节能技术改造为例采用模糊综合评价方法对其实施效果进行评价。

表 1 塑料管道绿色生产技术改造实施效果评价指标体系

一级指标	二级指标	三级指标
技术经济效益 (C1)	研发水平 (C11)	(C111) 绿色技术改造资金投入比率 (C112) 绿色技术实施环节比率 (C113) 节能减排装备使用率
	产品收益 (C12)	(C114) 绿色塑料管道产品认证过程的投入 (C121) 绿色塑料管道产品销售额比重 (C122) 绿色塑料管道产品净利润率 (C123) 绿色塑料管道产品产值利税率
	公共影响力 (C21)	(C211) 绿色塑料管道产品标准的技术内容是否被地方标准、行业标准、国家标准或国际标准采用 (C212) 企业绿色塑料管道品牌在社会中认可度的提高 (C213) 绿色塑料管道产品标准化意识的提升度
社会效益 (C2)	公众认可 (C22)	(C221) 公众对绿色塑料管道产品的接受程度 (C222) 公众对绿色塑料管道产品改善生态环境的满意度
	资源综合利用 (C31)	(C311) 混配料消耗量变化率 (C312) 包装物材料减量以及回收率变化情况 (C313) 水资源消耗变化率 (C314) 生产综合能耗变化率
生态环境效益 (C3)	污染控制与削减 (C32)	(C321) 温室效应变化率 (C322) 生态毒性变化率 (C323) 酸化效应变化率 (C324) 颗粒物排放变化率

1.2 计算指标体系的权重

层次分析法是 20 世纪 70 年代美国 T. L. Saaty 教授提出的一种层次权重决策分析方法,该方法能够合理地将定性与定量的决策结合起来,按照思维、心理的规律把决策过程层次化、数量化,是处理决策方案评价问题的有效方法^[10]。

笔者采用层次分析法对塑料管道绿色生产技

1 塑料管道生产绿色技术改造实施效果评价指标体系

1.1 构建指标体系

绿色技术改造实施效果的指标量化评估对于绿色产品认证的实施、行业的绿色可持续发展具有重要的推动作用。通过实施效果评价可以为企业提提供科学的、可操作的方法,为进一步优化技术改造提供判断依据。孟瑞珂等^[9]根据我国绿色产品评价通则、绿色产品评价技术规范、欧盟产品环境足迹等标准规范建立了绿色产品认证实施效果评价指标体系的框架模型。笔者结合塑料管道行业生产技术和企业调研实际情况,对上述指标体系的框架模型进一步优化,构建了适合塑料管道绿色生产技术改造实施效果评价指标体系,见表 1。指标包含 3 个一级指标,6 个二级指标和 20 个三级指标。指标涵盖技术经济效益、社会效益和生态环境效益三个方面。该指标体系能够通过定性或定量分析,比较全面、科学地体现塑料管道行业技术改造实施效果的“绿色”属性。

术改造实施效果评价指标体系赋予权重,具体分析步骤如下所示^[9]。

(1) 建立层次结构模型。

根据表 1 塑料管道绿色生产技术改造实施效果评价指标体系建立层次结构模型。

(2) 构造成对比较矩阵。

按照 Saaty 等提出的 1~9 尺度成对比较法,请

行业专家对各指标的重要程度进行打分,构造各层对上一层每一指标的成对比较矩阵。

(3) 一致性检验并计算权向量。

对成对比较矩阵进行一致性检验,当一致性比率 $CR < 0.1$ 时,通过一致性检验,并计算权向量。

(4) 获得权重。

计算组合权向量并作组合一致性检验,得到各指标的权重。

采用该方法计算得到的各指标权重结果见表 2。从权重值可以看出,一级指标中对塑料管道绿色技术改造实施效果影响最大的指标为生态环境效益,其占比为 0.7394;社会效益的影响大于技术经济效益,占比分别为 0.1788 和 0.0818;从二级指标来看,对实施效果影响较大的指标为生态环境效益中的资源综合利用,其占比为 0.6470,其次为社会效益中的公共认可,占比为 0.1430。从三级指标的权重来看,对实施效果影响最大的为生产综合能耗变化率,占比为 0.3650。

表 2 层次分析法计算评价指标权重值结果

一级指标	二级指标	三级指标	局部权重	全局权重
技术经济效益 (C1 : 0.0818)	研发水平 (C11 : 0.0136)	C111	0.1871	0.0026
		C112	0.1503	0.0020
		C113	0.5468	0.0075
		C114	0.1159	0.0016
	产品收益 (C12 : 0.0682)	C121	0.3333	0.0227
		C122	0.3333	0.0227
		C123	0.3333	0.0227
社会效益 (C2 : 0.1788)	公共影响力 (C21 : 0.0358)	C211	0.3333	0.0119
		C212	0.3333	0.0119
		C213	0.3333	0.0119
	公众认可 (C22 : 0.1430)	C221	0.8571	0.1226
		C222	0.1429	0.0204
生态环境效益 (C3 : 0.7394)	资源综合利用 (C31 : 0.6470)	C311	0.0782	0.0506
		C312	0.2900	0.1876
		C313	0.0677	0.0438
		C314	0.5641	0.3650
	污染控制与削减 (C32 : 0.0924)	C321	0.2500	0.0231
		C322	0.2500	0.0231
		C323	0.2500	0.0231
		C324	0.2500	0.0231

2 塑料管道绿色生产技术改造实施效果模糊综合评价案例分析

2.1 模糊综合评价方法

模糊综合评价方法是基于模糊数学理论,将定性问题量化的一种评价方法。能够有效量化实施效果评价指标的不确定性和模糊性^[11]。采用模糊综合评价方法评价塑料管道生产企业绿色技术改造的实施效果,具体分析步骤包括:

(1) 确定评价对象的因素集合。

按照表 1 建立的评价指标确定评价对象的因素集合,即:

$U = \{U1(\text{技术经济效益}), U2(\text{社会效益}), U3(\text{生态环境效益})\}$;

$U1 = \{U11(\text{研发水平}), U12(\text{产品收益})\}$;

$U2 = \{U21(\text{公共影响力}), U22(\text{公众认可})\}$;

$U3 = \{U31(\text{资源综合利用}), U32(\text{污染控制与削减})\}$;

$U11 = \{U111(\text{绿色技术改造资金投入比率}), U112(\text{绿色技术实施环节比率}), U113(\text{节能减排装备使用率}), U114(\text{绿色塑料管道产品认证过程的投入})\}$;

同样可得其它三级指标的因素集合 $U12, U21, U22, U31$ 和 $U32$ 。

(2) 确定评价对象的评语集。

将实施效果评价分为优、良、合格、不合格四个等级,则评语级 V 为:

$V = \{\text{优, 良, 合格, 不合格}\} = \{A \geq 90, 90 > B \geq 80, 80 > C \geq 60, D < 60\}$ 。

为了方便计算,用中位数代替评价区间,获得评语集标准隶属度:

$V = \{\text{优, 良, 合格, 不合格}\} = \{95, 85, 70, 30\}$ 。

(3) 建立隶属度矩阵。

通过对行业专家发放调查表,对技术改造实施效果的指标进行评判。由此得到三级指标中每个指标的评价等级对应的专家人数,根据该人数占专家总数的比重,可以计算得到隶属度矩阵 R 。

(4) 对指标进行模糊综合评价分析。

模糊综合评价结果 S 为权重向量 W 与隶属度矩阵 R 的乘积,其中权重向量 W 采用表 2 中层次分析法得出的各指标权重结果。

(5) 计算综合隶属度。

模糊综合评价结果 S 与评语集 V 的转置 V^T 的乘积即可得到隶属度 P 。

$$P = S \cdot V^T$$

2.2 具体案例分析

以某塑料管道企业实施的绿色技术改造为例,采用模糊综合评价方法对其改造实施效果评价进行实证研究。该塑料管道生产企业于 2018 年实施了绿色技术改造,改造项目包括采用更节能的电机代替高耗能电机,采用节能红外线加热线圈等。以该企业实施技术改造前 2017 年的数据为基准数据,通过调研得到 2017 年和 2018 年技术经济效益和生态

环境效益实施效果数据,并进行对比分析。

(1) 数据调研及分析。

①技术经济效益指标。

该企业 2017 年和 2018 年的技术经济效益数据见表 3。利用该调研数据按照表 4 所示的计算方法得到技术经济效益指标的实施效果,结果见表 4。

表 3 生产企业技术经济效益调研数据

调研项目	2017 年	2018 年
绿色技术改造资金投入 (D1)/ 万元	10	56
技术改造资金投入 (D2)/ 万元	52	121
已实施绿色化改造的工序环节个数 (D3)/ 个	0	3
全部工序环节个数 (D4)/ 个	6	6
高效节能装备使用量 (D5)/ 台套	8	47
同类装备总使用量 (D6)/ 台套	47	47
从事研究认证活动人员全年工资薪金 (D7)/ 万元	580	610
企业为认证活动所发生的办公费、通讯费、标准申请费等 (D8)/ 万元	36	57
企业绿色塑料管道产品销售额 (D9)/ 万元	18 850	19 263
企业所有产品销售额 (D10)/ 万元	40 699	41 988
绿色塑料管道产品净利润 (D11)/ 万元	332	384
所有产品净利润 (D12)/ 万元	784	786
绿色塑料管道产品利税总额 (D13)/ 万元	784	786
绿色塑料管道产品销售净收入总额 (D14)/ 万元	922	925

表 4 技术经济效益指标数据分析

指 标	2017 年	2018 年	变化量 ¹⁾
绿色技术改造资金投入比率 = (D1 / D2) / %	19.23	46.28	27.05
绿色技术实施环节比率 = (D3 / D4) / %	0	50	50
节能减排装备使用率 = (D5 / D6) / %	17.02	100	82.98
绿色塑料管道产品认证过程 投入 =(D7+D8) / 万元	616	667	51
绿色塑料管道产品销售额比重 = (D9 / D10) / %	46.31	45.88	-0.43
绿色塑料管道产品净利润率 = (D11 / D12) / %	42.35	48.85	6.50
绿色塑料管道产品产值利税率 = (D13 / D14) / %	85.03	84.97	-0.06

注: 1) 变化量 = 2018 年数值 - 2017 年数值。

从表 4 可看出,该企业技术经济效益的指标中,绿色技术改造资金投入比率、绿色技术实施环节比率、节能减排装备使用率和绿色产品认证过程的投入,2018 年比 2017 年均有所增加,说明该企业在绿色技术研发投入上有所增加。而从产品收益指标来看,该企业经过绿色环节技术改造后成本有所降低,净利润率增加,但绿色产品的销售额和利税尚未体现增长。

②生态环境效益指标。

对该企业的生态环境效益中的资源综合利用指标进行了调研,并计算了指标的变化情况,结果见表 5 和表 6。从表 5 和表 6 可以看出,该企业生态环境效益指标中关于资源综合利用方面实施效果最好的是水资源消耗变化率,2018 年比 2017 年下降

了 24.49%。实施效果相对较差的是包装物材料减量情况,2018 年比 2017 年有所上升,实施效果不是很好。混配料消耗量变化率和生产综合能耗变化率这两个指标 2018 年比 2017 年有所下降,实施效果较好。

表 5 资源综合利用指标调研项目及数据

调研项目	2017 年	2018 年
单位产品混配料消耗量 / (t · t ⁻¹)	0.91	0.84
包装物材料使用量 / (元 · t ⁻¹)	23.90	23.94
包装物材料回收率 / %	21	28
单位产品用水量 / (t · t ⁻¹)	0.49	0.37
单位产品生产综合能耗 / [(kW · h) · t ⁻¹]	704.27	681.63

表 6 资源综合利用调研项目对应指标变化情况

混配料消耗量变化率 ¹⁾ / %	包装物材料减量 ²⁾ / (元 · t ⁻¹)	包装物材料回收率变化率 ²⁾ / %	水资源消耗变化率 ¹⁾ / %	生产综合能耗变化率 ¹⁾ / %
-7.69	0.04	7	-24.49	-3.21

注: 1) 变化率 = [(表 5 中 2018 年数值 - 表 5 中 2017 年数值) / 表 5 中 2017 年数值] × 100%; 2) 变化量 = 表 5 中 2018 年数值 - 表 5 中 2017 年数值。

该企业生态环境效益指标中关于污染控制与削减指标调研得到的数据及分析结果见表 7 和表 8。从表 7 和表 8 可以看出,污染控制与削减指标中温室气体、生态毒性、酸化效应和颗粒物排放四个指标在 2018 年的数据比 2017 年均有所下降,其中生态毒性指标变化率 2018 年比 2017 年下降了 52.49%,实施效果最好。

表 7 污染控制与削减指标调研项目及数据

调研项目	2017 年	2018 年
单位产品 CO ₂ 排放量 / kg	0.580	0.562
单位产品 CH ₄ 排放量 / kg	7.113 × 10 ⁻⁶	6.884 × 10 ⁻⁶
单位产品 N ₂ O 排放量 / kg	1.063 × 10 ⁻⁵	1.029 × 10 ⁻⁵
非甲烷总烃 / (mg · m ⁻³)	3.41	1.62
单位产品 SO ₂ 排放量 / kg	3.937 × 10 ⁻³	3.810 × 10 ⁻³
单位产品 NO _x 排放量 / kg	2.676 × 10 ⁻³	2.590 × 10 ⁻³
颗粒物排放浓度 / (mg · m ⁻³)	0.289	0.26

表 8 污染控制与削减调研项目对应指标变化情况

温室效应变化率 / %	生态毒性变化率 / %	酸化效应变化率 / %	颗粒物排放变化率 / %
-3.10	-52.49	-3.22	-10.03

注: 温室效应变化率对应单位产品 CO₂ 排放量、单位产品 CH₄ 排放量、单位产品 N₂O 排放量; 生态毒性变化率对应非甲烷总烃; 酸化效应变化率对应单位产品 SO₂ 排放量、单位产品 NO_x 排放量; 颗粒物排放变化率对应颗粒物排放浓度。

(2) 模糊综合评价法隶属度分析。

依据模糊综合评价方法流程,按照优,良,合格,不合格四个等级,对 10 名行业专家发放调查表,对该企业技术改造实施效果的 20 个指标进行评判,其中技术经济效益和生态环境效益的评判依据为表 3~表 8 中数据调研及分析的结果,社会效益评判结果为专家在该企业现场实际调研后直接打分结果。由此可以计算出隶属度矩阵 R。

$$R_{11} = \begin{bmatrix} 0.5 & 0.5 & 0 & 0 \\ 0.6 & 0.4 & 0 & 0 \\ 1.0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.5 & 0.3 & 0.2 & 0 \end{bmatrix} \quad R_{12} = \begin{bmatrix} 0.1 & 0.2 & 0.7 & 0 \\ 0.3 & 0.5 & 0.2 & 0 \\ 0.1 & 0.2 & 0.7 & 0 \end{bmatrix}$$

$$R_{21} = \begin{bmatrix} 0.4 & 0.6 & 0 & 0 \\ 0.4 & 0.6 & 0 & 0 \\ 0.5 & 0.5 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad R_{22} = \begin{bmatrix} 0.7 & 0.3 & 0 & 0 \\ 0.4 & 0.6 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$R_{31} = \begin{bmatrix} 0.3 & 0.5 & 0.2 & 0 \\ 0 & 0.1 & 0.7 & 0.2 \\ 0.5 & 0.5 & 0 & 0 \\ 0.1 & 0.6 & 0.3 & 0 \end{bmatrix} \quad R_{32} = \begin{bmatrix} 0 & 0.7 & 0.3 & 0 \\ 0.9 & 0.1 & 0 & 0 \\ 0 & 0.7 & 0.3 & 0 \\ 0.1 & 0.8 & 0.1 & 0 \end{bmatrix}$$

按照模糊综合评价的计算方法,得出各指标的模糊综合评价结果,例如研发水平的模糊综合评价结果 S_{11} 的综合评价结果为:

$$S_{11} = W_{11} \cdot R_{11} = \{0.1871 \ 0.1503 \ 0.5468 \ 0.1159\} \cdot \begin{bmatrix} 0.5 & 0.5 & 0 & 0 \\ 0.6 & 0.4 & 0 & 0 \\ 1.0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.5 & 0.3 & 0.2 & 0 \end{bmatrix} = [0.78848 \ 0.18844 \ 0.02318 \ 0]$$

同理可得其它指标的模糊综合评价结果,见表 9。将模糊综合评价结果与评语集合成得到各指标的隶属度计算结果,见表 10。

表 9 某塑料管道企业指标的模糊综合评价结果 %

指 标	优	良	合格	不合格
一级指标				
S1 技术经济效益	27.0	28.2	44.8	0
S2 社会效益	61.2	38.8	0	0
S3 生态环境效益	13.1	45.7	36.1	5.1
二级指标				
S11 研发水平	78.9	18.8	2.3	0
S12 产品收益	16.7	30.0	53.3	0
S21 公共影响力	43.3	56.7	0	0
S22 公众认可	65.7	34.3	0	0
S31 资源综合利用	11.4	44.0	38.8	5.8
S32 污染控制与削减	25.0	57.5	17.5	0

表 10 某塑料管道生产企业评价指标隶属度值

一级指标	评价值	二级指标	评价值
P1 技术经济效益	80.98	P11 研发水平	92.54
		P12 产品收益	78.67
P2 社会效益	91.12	P21 公共影响力	89.33
		P22 公众认可	91.57
P3 生态环境效益	78.10	P31 资源综合利用	77.13
		P32 污染控制与削减	84.88

经计算,总体指标“优,良,合格,不合格”所占百分比分别为 22.8%,43.0%,30.4%,3.8%。从表 9 模糊综合评价结果可以看出,总体指标占“良”的比例最大,为 43.0%;从一级指标来看,占“优”比例最大的是社会效益,为 61.2%,最小的是生态环境效益,为 13.1%;占“良”比例最大的是生态环境效益,

为 45.7%,最小的是技术经济效益,为 28.2%。从二级指标看,资源综合利用占“优”的比例最小,为 11.4%,研发水平占“良”的比例最小,为 18.8%;除社会效益中的指标外,其它指标都存在“合格”的占比,而生态环境效益指标中的二级指标资源综合利用还存在“不合格”的占比。

从表 10 隶属度结果可以看出,一级指标中社会效益的隶属度值为 91.12,处于“优”的评级,技术经济效益的隶属度值为 80.98,属于“良”,生态环境效益的隶属度值为 78.10,属于“合格”;从二级指标看,资源综合利用的隶属度值为 77.13,为“合格”的评级。主要原因是该企业包装物材料的使用量比技术改造前上升,导致产品生态环境效益方面的实施效果仅为合格。

该企业绿色技术改造评价的综合隶属度为 80.66,处于“良”的评级。说明该企业塑料管道绿色技术改造实施效果较好,实施技术改造对生态环境效益中资源综合利用方面还有继续提升的空间。

3 结论

在总结塑料管道行业特点及企业实际调研情况的基础上,构建了塑料管道绿色生产技术改造实施效果评价指标体系,包括 3 个一级指标,6 个二级指标和 20 个三级指标,指标范围涵盖了技术经济效益、社会效益和生态环境效益三个方面。

以某塑料管道企业实施的节能技术改造为例,采用模糊综合评价法分析了该企业技术改造的实施效果,分析结果显示,该企业综合隶属度为 80.66,处于“良”等级,从一级指标来看,社会效益隶属度为“优”,技术经济效益隶属度为“良”,而生态环境效益隶属度为“合格”,说明该企业通过技术改造措施后,获得了较好的社会效益和技术经济效益,而生态环境效益还需要进一步改善。笔者提出的节能技术改造实施效果评价指标和方法也可为 T/CECS 10058-2019《绿色建材评价塑料管材管件》标准的实施效果评估提供参考。

参考文献

- [1] 王占杰,赵艳,郭晶,等. 加强创新驱动,促进中国塑料管道行业高质量发展[C]// 第六届中国国际塑料管道交流论文集. 北京: 中国塑料加工工业协会塑料管道专业委员会, 2019:7-12.
Wang Zhanjie, Zhao Yan, Guo Jing, et al. Strengthening innovation drive to promote high-quality development of China plastic pipe industry[C]// Proceedings of the 6th China international plastic pipe conference. Beijing: CPPA of China Plastics Processing Industry Association, 2019:7-12.

- [2] 张鸿,蒋平平,潘杰,等.马来酸单三甘醇酯钙/锌热稳定剂的制备及其对PVC制品热稳定性能影响的研究[J].中国塑料,2019,33(8):76-82.
Zhang Hong, Jiang Pingping, Pan Jie, et al. Preparation of calcium/zinc triglycol ester acid maleate heat stabilizer and its effect on thermal stability of PVC products[J]. China Plastics, 2019, 33(8):76-82.
- [3] 黎良田.塑料管材自动切割控制系统的设计研究[J].塑料工业,2016,44(10):53-55.
Li Liangtian. Design research on automatic cutting control system for plastic pipes[J]. China Plastics Industry, 2016, 44(10):53-55.
- [4] 韩以伦,邱鹏程,姬光青,等.基于PLC与液压的塑料管材自动切割装置的设计[J].制造业自动化,2016,38(6):90-92.
Han Yilun, Qiu Pengcheng, Ji Guangqing, et al. The design of automatic plastic pipe cutting device based on PLC and hydraulic pressure[J]. Manufacturing Automation, 2016, 38(6):90-92.
- [5] 张晓然,赵青龙,何更新.我国绿色建材技术及其标准化概述[J].施工技术,2018,47(6):94-97.
Zhang Xiaoran, Zhao Xiaolong, He Gengxin. Green building materials technology and standardization overview[J]. Construction Technology, 2018, 47(6):94-97.
- [6] 李元,邓琪钰.基于模糊综合评价法的老年长期照护保险制度实施效果分析[J].人口与经济,2019(6):82-96.
Li Yuan, Deng Qiyu. Analysis of the implementation effect of long-term care insurance policy for the elderly based on fuzzy comprehensive evaluation[J]. Population & Economics, 2019(6):82-96.
- [7] 刘彤彤,周绿林,詹长春,等.大病保险实施效果评价指标体系构建及应用[J].中国卫生经济,2018,37(9):27-29.
Liu Tongtong, Zhou Lulin, Zhan Changchun. The construction and application of evaluation index system for the implementation effect of serious illness insurance[J]. Chinese Health Economics, 2018, 37(9):27-29.
- [8] 曹丽华,徐皎瑾,李勇.基于灰色关联度的火电厂节能减排效果评价方法研究[J].环境工程,2014,32(6):140-143.
Cao Lihua, Xu Jiaojin, Li Yong. Evaluation on performance of energy-saving and emission reduction in thermal power plants based on grey relation method[J]. Environmental Engineering, 2014, 32(6):140-143.
- [9] 孟瑞珂,李小青,高峰,等.绿色产品认证实施效果评价技术研究[J].科技与创新,2018(19):28-32.
Meng Ruike, Li Xiaoqing, Gao Feng, et al. Study on the evaluation of green products certification implementation effect[J]. Science and Technology & Innovation, 2018(19):28-32.
- [10] 韩中庚.数学建模方法及其应用[M].北京:高等教育出版社,2017:136-141.
Han Zhonggeng. Mathematical modeling method and its application[M]. Beijing: Higher Education Press, 2017:136-141.
- [11] 王莹,李小青,高峰,等.绿色日化产品认证实施效果评价案例研究[J].中国洗涤用品工业,2019(8):99-106.
Wang Ying, Li Xiaoqing, Gao Feng, et al. Case study on evaluation of green daily chemical products certification implementation effect[J]. China Cleaning Industry, 2019(8):99-106.
- (上接第117页)
- [7] 陈振嘉,吴水珠,卢家荣,等.耐溶剂PC/PET合金的制备及其性能探讨[J].塑料工业,2009,37(8):18-21.
Chen Zhenjia, Wu Shuizhu, Lu Jiarong, et al. Preparation and properties study of PC/PET alloy with solvent resistance[J]. China Plastics Industry, 2009, 37(8):18-21.
- [8] 王海涛,潘宝荣,杜国强,等.车灯塑料的环境应力开裂性能研究[J].聚合物科学与工程,2004,20(6):180-183.
Wang Haitao, Pan Baorong, Du Guoqiang, et al. Study on the property of environmental stress cracking of automotive lamp plastics[J]. Polymer Materials Science and Engineering, 2004, 20(6):180-183.
- [9] Wyzgoski M G, Jacques C H M. Stress cracking of plastics by gasoline and gasoline components[J]. Polymer Engineering and Science, 1977, 17(12):854-860.
- [10] Liao Z L, Chang F C. Mechanical properties of the rubber-toughened polymer blends of polycarbonate (PC) and poly(ethylene terephthalate)(PET)[J]. Journal of Applied Polymer Science, 1994, 52(8):1115-1127.
- [11] Wang Feng, Meng Xiangfu, Xu Xinfeng, et al. Inhibited transesterification of PET/PBT blends filled with silica nanoparticles during melt processing[J]. Polymer Degradation and Stability, 2008, 93(8):1397-1404.
- [12] Bernier G A, Kambour R P. The role of organic agents in the stress crazing and cracking of poly(2,6-dimethyl-1,4-phenylene oxide)[J]. Macromolecules, 1968, 1(5):393-400.
- [13] Hansen C M. Hansen solubility parameter: A user's handbook[M]. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 2007.
- [14] Kjellander C K, Nielsen T B, Ghanbari-Siahkali A, et al. ESC resistance of commercial grade polycarbonates during exposure to butter and related chemicals[J]. Polymer Degradation and Stability, 2008, 93(8):1486-1495.
- [15] Hansen C M, Just L. Prediction of environmental stress cracking in plastics with hansen solubility parameters[J]. Industrial & Engineering Chemistry Research, 2001, 40(1):21-25.
- [16] 何曼君,张红东,陈维孝,等.高分子物理[M].3版.上海:复旦大学出版社,2007.
He Manjun, Zhang Hongdong, Chen Weixiao, et al. Polymer physics[M]. 3rd ed. Shanghai: Fudan University Press, 2007.
- [17] Al-Saidi L F, Mortensen K, Almdal K. Environmental stress cracking resistance. Behaviour of polycarbonate in different chemicals by determination of the time-dependence of stress at constant strains[J]. Polymer Degradation and Stability, 2003, 82(3):456-461.