

中国涂料工业协会团体标准  
《绿色设计产品评价技术规范 金属氧化物混相颜料》  
编制说明  
(征求意见稿)

2018年7月

# 目 录

1 项目背景 .....	1
1.1 任务来源 .....	1
1.2 编制过程 .....	1
2 标准编制的必要性 .....	2
2.1 促进生态型社会建设 .....	2
2.2 更加强调环保重点 .....	2
3 行业概况 .....	3
3.1 行业发展现状 .....	3
3.2 行业存在问题 .....	4
3.3 行业发展趋势 .....	4
4 编制依据及参考文献 .....	4
5 研究方法 .....	6
6 相关内容确定说明 .....	6
6.1 总体说明 .....	6
(1) 范围 .....	6
(2) 规范性引用文件 .....	6
(3) 术语和定义 .....	6
(4) 基本要求 .....	6
(5) 评价指标要求 .....	6
(6) 产品生命周期评价报告编制方法 .....	6
6.2 适用范围 .....	6
6.3 评价流程说明 .....	6
(1) 满足基本要求和评价指标要求; .....	6
(2) 提供经过评审的产品生命周期评价报告; .....	6
6.4 指标体系说明 .....	7
6.4.1 基本条件 .....	7
6.4.2 评价指标 .....	7
表 2 报批稿的评价指标 .....	7
表 1 (续) 评价指标要求 .....	8
表 3 本标准的评价指标与其他标准的比较 .....	9
表 4 本标准的评价指标与其他标准的比较 .....	10
6.5 关于“附录 A 资料性附录”的说明 .....	10
7 标准实施的可行性分析 .....	10
附 录 A (规范性附录) 检验方法和指标计算方法 .....	11
A.1 新鲜水消耗量 .....	11
A.2 原材料消耗量 .....	12
A.3 水的重复利用率 .....	12
A.4 产品综合能耗 .....	12
A.5 产品废水排放 .....	12
表 A.1 GB8978-1996《污水综合排放标准》主要监测项目 .....	12
A.6 粉尘排放 .....	13
表 A.2 粉尘排放参考标准 .....	13

A.7 污染物监测及分析.....	13
表 A.3 污染物各项指标的采样及分析方法 .....	13
A.8 固体废物.....	13
A.9 耐人工气候老化性.....	14
A.10 金属元素测试方法.....	14

## 1 项目背景

### 1.1 任务来源

2015年9月18日，中共中央、国务院印发《生态文明体制改革总体方案》（中发【2015】25号）。其中第四十六条指出：“建立统一的绿色产品体系。将目前分头设立的环保、节能、节水、循环、低碳、再生、有机等产品统一整合为绿色产品，建立统一的绿色产品标准、认证、标识等体系。”完善对绿色产品研发生产、运输配送、购买使用的财税金融支持和政府采购等政策。实行绿色产品领跑者计划，加强绿色产品宣传推广。推行政府绿色采购制度，扩大政府采购规模。2016年6月30日，工信部制定了《工业绿色发展规划（2016-2020年）》，提出：建立工业绿色设计产品标准体系，开展绿色设计试点示范，制定绿色产品评价标准，到2020年力争创建百家绿色示范园区和千家绿色示范工厂，推广普及万种绿色产品，主要产业初步形成绿色供应链。

2016年6月17日，中国石油和化学工业联合会印发《关于下达第一批中国石油和化学工业联合会团体标准试点项目计划的通知》（中石化联质标【2016】59号）。2018年1月，确定以产品生命周期评价理论为指导，以提升产品在其生命周期中的综合环境绩效为目标，针对行业产品环境安全问题，选取金属氧化物混相颜料为研究目标，由中国涂料工业协会牵头、湖南巨发科技有限公司与湘潭大学联合组织起草《绿色设计产品评价技术规范 金属氧化物混相颜料》标准的制定工作。

### 1.2 编制过程

本标准在广泛收集国内外与金属氧化物混相颜料环境保护、清洁生产相关的政策、法律法规、技术导则、标准等文献，选择典型企业开展系统地调研，结合我国金属氧化物混相颜料环保的现状，进行全面系统研究的基础上，完成了本标准征求意见稿的撰写。该标准给出了金属氧化物混相颜料绿色设计产品的基本要求、评价指标体系、评价方法。具体编制过程如下：

（1）2018年2月4日，在北京召开启动会，下达任务；

（2）2018年2月5日，由中国涂料工业协会牵头，湖南巨发科技有限公司、湘潭大学等单位联合组成的标准编制组；

（3）2018年5月，按照GB/T 32161-2015的要求，编制组完成《绿色设计产品技术规范 金属氧化物混相颜料》标准编制说明草案；

（4）2018年6月，拟向社会发出征求意见稿，公开征求意见；

（5）2018年7月，拟召开标准送审会。会后根据专家意见修改形成报批稿。

## 2 标准编制的必要性

## 2.1 促进生态型社会建设

“十三五”规划纲要明确提出，牢固树立并切实贯彻“创新、协调、绿色、开放、共享”的发展理念。统筹推进经济建设、政治建设、文化建设、社会建设、生态文明建设和党的建设。目标要求经济保持中高速增长，在提高发展平衡性、包容性、可持续性的基础上，到2020年国内生产总值和城乡居民人均收入比2010年翻一番。规划内容指出：支持绿色清洁生产，推进传统制造业绿色改造，推动建立绿色低碳循环发展产业体系，鼓励企业工艺技术装备更新改造，发展绿色金融，设立绿色发展基金。改善环境治理基础制度，建立覆盖所有固定污染源的企业排放许可制。

绿色设计产品作为生态型社会的重要组成部分，是建立生态型消费模式的基础。目前我国生态型金属氧化物混相颜料的技术标准要求不完善，政策机制不够健全。因此，有必要通过开展生态型产品评价及其标准化工作，制定与国际接轨的、高水平的金属氧化物混相颜料评价技术标准，并通过评价标准的示范应用，不断提升金属氧化物混相颜料的绿色设计，为生态型社会建设提供评价技术、评价标准等基础支撑。

绿色设计的金属氧化物混相颜料产品在开发应用过程中应以产品绿色设计理念为指导，降低环境负荷，最大程度的采用从原料、生产等各个环节减少对人类健康和环境产生危害的先进绿色技术和管理手段，减少或消除对人类和环境危害大的原料、产品和添加剂的生产和使用，实现金属氧化物混相颜料产品和工艺的高效、低毒、无污染。

## 2.2 更加强调环保重点

据统计，我国含铅颜料（主要为铅铬颜料）2017年总产量达6万吨以上，是涂料工业用量最多，占比最大的黄色无机颜料品种。铅铬颜料已列入国家环境保护综合名录——“高污染、高风险”产品名录（2017年版），如表1所示。而金属氧化物混相颜料作为铅铬颜料的一种最佳替代品，编制以环保为重点的标准有其必要性。

表1 “双高”产品名录中的含铅颜料

含铅颜料	序号	产品代码	行业代码
铅铬黄	534	2610010900	2643
钼铬红	538	2610019900	2643

金属氧化物混相颜料主要的污染有：

### （1）产品污染

无机颜料从矿物质中提取色素，多含化学元素，如铅、镉、铬等元素，人体长期吸食，或长时间工作在这种环境下，铅、镉等元素容易通过呼吸道或皮肤等途径进入人体血液，造成人体机制缺失或功能衰竭。

### （2）生产废水污染

在生产过程中产生污水，污水中含有少量铅、六价铬等有害重金属，对江河、流经土壤造成污染。

### (3) 重金属污染

当有害物质超过国家规定的标准，如颜料中含有的铅、铬、镉、汞等在与人体接触接触时，就有可能迁移到人体内，引发重金属中毒。

因此使用绿色的环保资源，生产和使用绿色设计的金属氧化物混相颜料是未来的发展趋势，也是金属氧化物混相颜料标准和法规未来制定的发展方向。不允许使用对环境不安全的原材料，这样就从生产源头入手，控制了对环境的污染。

## 3 行业概况

### 3.1 行业发展现状

中国金属氧化物混相颜料起步于本世纪初，最开始由湖南巨发科技有限公司率先研发，并于 2005 年试生产，2009 年规模化生产，其后，全国陆续有南京陪蒙特科技有限公司、浙江神光材料科技有限公司、湘潭市海通颜料有限责任公司、江西万相新材料科技有限公司等企业投入单个或有限品种生产，至 2017 年，全国金属氧化物混相颜料生产企业，包括外资企业近 10 家，产能约 10000 吨，产量 8000 吨。含铅颜料与金属氧化物混相颜料产能、产量情况如表 2 所示。

表 2 含铅颜料与金属氧化物混相颜料产能、产量情况 单位：吨

项目	含铅颜料(铅铬黄、钼铬红等) /吨	金属氧化物混相颜料(MMO 颜 料) /吨
全球需求	--	50 000
中国需求	--	15 000
全球产能	--	20 000
中国产能	--	8 000
中国产量	60 000	5 000

注： 1.表中数字是根据国际国内数十家大公司进行估算的结果；  
2.中国产能与产量包括国际公司在中国工厂的产能与产量。

### 3.2 行业存在问题

(1) 原材料价格反弹，无铅颜料产品难以同步提高价格，无铅颜料企业承受巨大成本压力；

(2) 金属氧化物混相颜料行业大多由含铅颜料企业转行而来，整个行业不规范，处于

无序竞争状态；

(3) 没有统一的关于重金属含量的技术规范，各企业自行其是。

### 3.3 行业发展趋势

为了更好的实现“节能、环保”，金属氧化物混相颜料行业需要做出转变，主要趋势有：

(1) 创新型的功能型产品的不断推出。

提高性能，如有毒有害物质严格限量，如红外反射颜料以及环境友好型产品等。

(2) 行业自律与规范性发展。

规范行业行为，协调同行利益关系，维护行业间的公平竞争和正当利益，促进行业发展，自律就是自我约束。加强业内良性竞争，促进金属氧化物混相颜料业内和谐发展。

(3) 工业用途不断扩大。

金属氧化物混相颜料广泛用于涂料、塑料、油墨、合成纤维、橡胶、建筑材料、文教用品、绘画颜料、纸张。应用范围逐渐扩大，应用领域也越来越广泛，工业需求量逐渐扩大。因此金属氧化物混相颜料市场前景广阔。

## 4 编制依据及参考文献

《绿色设计产品评价技术规范\_金属氧化物混相颜料》编制严格按照国家标准规范性文件的基本要求进行，在国家现行法律、法规以及涂料行业政策要求的前提下，从产品生命周期的角度，对金属氧化物混相颜料绿色设计做出了详细的规定。依据生命周期评价方法，考虑到金属氧化物混相颜料产品的整个生命周期，从设计开发、原材料获取、生产、包装、运输、使用及废弃后回收处理等阶段，深入分析各阶段的资源消耗、生态环境、人体健康影响因素，选取不同阶段的典型指标构成评价指标体系。本标准在满足评价指标体系要求的基础上，采用生命周期评价方法，建立金属氧化物混相颜料产品种类规则，开展生命周期清单分析，进行生命周期影响评价，将环境影响评价结果作为产品生态设计评价的重要参考依据，以体现标准的系统性、科学性和可操作性。

主要编制依据包括：

GB 2589 综合能耗计算通则

GB/T 5211.2 颜料水溶物测定 热萃取法

GB/T 5211.3 颜料在 105℃挥发物的测定

GB/T 5211.18 颜料和体质颜料通用试验方法 第 18 部分：筛余物的测定 水法（手工操作）

GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准

GB/T 16157—1996 固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法

GB/T 16483 化学品安全技术说明书 内容和项目顺序

GB/T 16716.1 包装与包装废弃物 第 1 部分：处理和利用通则

GB 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则

GB 18597 危险废物贮存污染控制标准

GB 18599 一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准

GB/T 19001 质量管理体系 要求

GB/T 23331 能源管理体系 要求

GB/T 24001 环境管理体系 要求及使用指南

GB/T 24040 环境管理 生命周期评价 原则与框架

GB/T 24044 环境管理 生命周期评价 要求与指南

GB/T 26125 电子电气产品 六种限用物质（铅、汞、镉、六价铬、多溴联苯和多溴二苯醚）的测定

GB/T 28001 职业健康安全管理体系 要求

GB/T 32161 生态设计产品评价通则

GB/T 32162 生态设计产品标识

GB/T 33761-2017 绿色产品评价通则

AQ/T 9006 企业安全生产标准化基本规范

HG/T 3853 颜料干粉耐热性测定法

HG/T 4749—2014 金属氧化物混相颜料

AP (89)1 欧洲理事会部长委员会决议-欧盟食品接触材料着色剂测试

IEC 62321—2013 电子电气产品-测定六种限制物质（铅，汞，镉，六价铬，多溴联苯，多溴联苯醚）的浓度

DIN EN ISO 17075—2008 皮革—化学测试—铬(VI)含量的测定

EN71—3 2009/48/EC 新玩具指令

《危险化学品安全管理条例》（国务院 2011 年第 591 号令）

《环境信息公开办法（试行）》（环保部 2007 年第 35 号令）

《国家危险废物名录》（环保部 2016 年第 39 号令）

## 5 研究方法

标准研究采用文献搜集、专家咨询等方法对我国金属氧化物混相颜料行业的经营现状、污染物排放现状和主要环境问题进行调研。在此基础上，为研究及评价构建做准备。

- （1）国内外金属氧化物混相颜料行业有关环保指标、政策法规的分析；
- （2）行业调研：对金属氧化物混相颜料企业进行函调，调查内容主要包括：三废处理、产品质量、原材料使用等。
- （3）专家咨询：为了使其不偏离相对应的标准，标准在制定过程中会向行业的节能、环保专家进行咨询；



(4) 广泛征求意见：初稿完成后，为保证标准的合理性、可操作性，选择对金属氧化物混相颜料企业征求意见，通过对意见的汇总、分析，进行相应的修正。

## **6 相关内容确定说明**

### **6.1 总体说明**

主要内容包括以下几个方面：

- (1) 范围
- (2) 规范性引用文件
- (3) 术语和定义
- (4) 基本要求
- (5) 评价指标要求
- (6) 产品生命周期评价报告编制方法

### **6.2 适用范围**

本标准规定了金属氧化物混相颜料绿色设计产品的术语和定义、评价要求、评价方法和生命周期评价报告编制方法。

本标准适用于金属氧化物混相颜料绿色设计产品的评价，包括钛铬棕、钛镍黄、钴蓝、钴绿、铁铬黑、锰铁黑、铜铬黑、锌铁黄、铁锌铬棕等产品。

### **6.3 评价流程说明**

本标准采用指标体系评价和生命周期评价相结合的方法。

同时满足以下条件的金属氧化物混相颜料产品可称为绿色设计产品：

- (1) 满足基本要求和评价指标要求；
- (2) 提供经过评审的产品生命周期评价报告；

### **6.4 指标体系说明**

#### **6.4.1 基本条件**

(1) 宜采用国家鼓励的先进技术工艺，不应使用国家或有关部门发布的淘汰的或禁止的技术、工艺和装备。

(2) 不应使用国家、行业明令淘汰或禁止的材料，不应超越范围选用限制使用的材料，生产企业应持续关注国家、行业明令禁用的有害物质。

(3) 生产企业的污染物排放应达到国家和地方污染物排放标准的要求，严格执行节能环保相关国家标准并提供污染物排放清单。危险废物的管理应符合国家和地方的法规要求。

(4) 生产企业的污染物总量控制应达到国家和地方污染物排放总量控制指标。

(5) 企业安全生产标准化水平应符合 AQ/T9006 的要求。

(6) 待评价产品的企业截止评价日三年内无重大安全和环境污染事故。

(7) 生产企业应按照 GB 17167 配备能源计量器具。

(8) 生产企业应按照 GB/T 24001、GB/T 19001 和 GB/T 28001 分别建立并运行环境管理体系、质量管理体系和职业健康安全管理体系；开展能耗、物耗考核并建立考核制度，或按照 GB/T 23331 建立并运行能源管理体系。

(9) 企业应按照《危险化学品安全管理条例》建立并运行危险化学品安全管理制度。应向使用方提供符合 GB/T 16483 要求的产品安全技术说明书。

#### 6.4.2 评价指标

指标体系由一级指标和二级指标组成。一级指标包括资源属性指标、能源属性指标、环境属性指标和产品属性指标。评价指标基准值见表 3。

表 3 评价指标

一级指标	二级指标	评价指标基准值	判定依据	所属生命周期阶段
资源属性	原材料使用	纯度 98.0% 以上， 重金属含量限值： 镉 < 50ppm； 铅 < 150ppm； 汞 < 50ppm； 六价铬 < 300ppm。	原材料清单及证明材料	原材料获取
	新鲜水消耗量/ (t/t)	≤20	依据 A.1 计算	产品生产
	原材料消耗量/ (t/t)	≤1.015	依据 A.2 计算	产品生产
	水的重复利用率/%	≥80	依据 A.3 计算	产品生产
	颜料废渣重复利用率/%	≥99.9	依据 A.4 计算	产品生产
	固体废物	符合 GB 18599 和 GB 18597 的要求	依据 A.5 提供证明材料	产品生产
	包装材质	符合 HG/T 4749-2014 和 GB/T 16716.1 的要求	符合性证明材料	产品生产
能源属性	产品综合能耗/ (kgce/t)	≤400	依据 A.6 计算	产品生产
环境属性	产品废水排放	符合 GB8978-1996 要求	依据 A.7 提供检测报告	产品生产
	产品废水排放量/ (t/t)	≤4	依据 A.8 计算	产品生产
	粉尘颗粒物含量 <sup>a</sup> / (mg/m <sup>3</sup> )	≤25	依据 A.9 提供检测报告	产品生产

	昼间厂界环境噪声/(dB(A))	≤60	提供 GB12348 检测报告	产品生产	
	夜间厂界环境噪声/(dB(A))	≤50			
产品属性	产品质量	符合国家、行业标准要求	提供证明材料	产品质量	
	耐人工气候老化性	颜料制成漆膜板, 600h 不起泡、不剥落、无裂纹, 色差在标准范围内	依据 A.11 提供检测报告	产品质量	
	耐热性/°C	≥800	依据 A.12 提供检测报告	产品质量	
	105°C挥发物质量分数/%	≤0.3	依据 A.13 提供检测报告	产品质量	
	水溶物质量分数/%	≤0.4	依据 A.14 提供检测报告	产品质量	
	筛余物质量分数(45μm 筛孔)/%	≤0.1	依据 A.15 提供检测报告	产品质量	
	重金属元素含量 <sup>b</sup> / mg/kg	铅	≤100	依据 A.16 提供检测报告	产品质量
		六价铬	≤150		产品质量
		镉	≤50		产品质量
		汞	≤30		产品质量
可溶性重金属元素 含量/ mg/kg	砷	≤50	产品质量		
	硒	≤100	产品质量		
<sup>a</sup> 废气中颗粒物含量的监测位置是企业废气处理设施排放筒。 <sup>b</sup> 重金属元素含量仅测试实色颜料。					

本标准在制定评价指标的过程, 本着高端引领的指导思想, 对评价指标的确定出于以下考虑:

(1) 原材料消耗指标、新鲜水消耗指标、水重复利用率指标和废水排放量指标本着金属氧化物混相颜料生产工艺实际情况, 旨在鼓励企业进行清洁生产。

(2) 粉尘颗粒物含量指标参考 GBZ2.1-2007《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分: 化学有害因素》、DB44/27-2001《大气污染物排放限值》, 明确在企业处理设施的末端进行样品采集。

(3) 金属元素含量各项指标考虑到目前国内第三方检验机构的仪器检出限和实验室间结果偏差来设置。

表 4 本标准的评价指标与其他国际标准的比较

项 目		绿色设计产品评价 技术规范 金属氧 化物混相颜料	ROHS	AP(89)1	EN71-3	GB 20814-2014 染料产品中重 金属元素的限 量及测定
产品质量		符合国家、行业标 准要求	-	-	-	-
重金属元素含量/ mg/kg	铅	≤100	≤1000	≤100	≤90	≤100
	六价铬	≤150	≤1000	≤1000 (总 Cr)	≤60 (总 Cr)	≤100 (总 Cr)
	镉	≤50	≤100	≤100	≤75	≤20
	汞	≤30	≤1000	≤50	≤60	≤4

可溶性重金属元素 含量/ mg/kg	砷	≤50	—	≤100	≤25	≤50
	硒	≤100	—	≤100	≤500	—
备注				颜料在 0.1 mol/L 盐酸中的 溶出量	玩具材料中 转移元素的 最高可溶物/ 油漆和表面 涂层	

表 4 本标准的评价指标与其他国内标准的比较

项目		绿色设计产品评价技术规范 金属氧化物混相颜料	HG2351-1 992 镉红 颜料	GB/T 4062-199 8 三氧化 二锑	GB/T3494-201 2 直接法氧化 锌	HG/T 4749-2014 金属氧化物混相 颜料行业标准
产品质量		符合国家、行业标准要求				
重金属元素含 量/ mg/kg	铅	≤100	≤100	氧化铅 ≤800	氧化铅≤1200	—
	六价铬	≤150	—	—	—	—
	镉	≤50	≤1000	—	氧化镉≤200	—
	汞	≤30	—	—	—	—
可溶性重金属 元素含量/ mg/kg	砷	≤50	—	三氧化 二砷 ≤500	—	—
	硒	≤100	—	≤40	—	—
备注			指标为可 溶性重金 属	分析方 法按 GB/T325 4		本标准无重金属 指标

## 6.5 关于“附录 A 资料性附录”的说明

废水污染物、废气污染物和噪声污染产生指标是指处理之后的指标，所有指标均按采样次数的实测数据进行平均值，附录 A 中给出了测试方法及测试后工厂周围环境的改善情况。

## 7 标准实施的可行性分析

《绿色设计产品评价技术规范金属氧化物混相颜料》是在系统调研和反复论证的基础上完成的。不仅汲取了发达国家的成熟经验，还紧密结合了国内现状与发展需求。技术要求设置合理、实践可行。内容侧重以产品生命周期评价理论为指导，加强对金属氧化物混相颜料产品供应链（上游）、金属氧化物混相颜料产品的生产过程等整个产品生命周期过程链的管理控制为手段，以提升金属氧化物混相颜料在其生命周期中的综合环境绩效的为目标，构建包含金属氧化物混相颜料产品生命周期相关阶段的绿色设计评价指标体系，确定金属氧化物混相颜料绿色设计产品的定量定性指标以及评价基准值，并制定相关评价技术标准；以提高

金属氧化物混相颜料绿色设计评价的科学性、客观性和可操作性，确保金属氧化物混相颜料产品的质量安全性和生态友好性，促进产品的规模化推广。本着引领绿色发展，推动行业技术进步的原则，绿色设计产品使用安全环保的原材料，较低的铅、汞等八大重金属元素控制，为所有金属氧化物混相颜料生产的管理人员提供有益的参考和借鉴。

附录 A  
(规范性附录)  
检验方法和指标计算方法

A.1 新鲜水消耗量

每生产1t产品所消耗的新鲜水量，主要包含生产工艺用水和车间清洁用水，不包括原料用水和生活用水。新鲜水指从各种水源取得的水量，各种水源包括取自地表水、地下水、城镇供水工程以及从市场购得的蒸馏水等产品，按式（A.1）计算：

$$V = \frac{V_i}{M_c} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

- V——每生产1t产品的新鲜水消耗量，单位为吨每吨（t/t）；
- $V_i$ ——在一定计量时间内（一年）产品生产用新鲜水量，单位为吨（t）；
- $M_c$ ——在一定计量时间内（一年）产品的总产量，单位为吨（t）。

A.2 原材料消耗量

每生产1t产品所消耗原材料总用量。原材料总用量是指产品配方中用到的所有原材料（不含水）的总投入量，按式（A.2）计算：

$$L = \frac{M_i}{M_c} \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：

- L——每生产1t产品的原材料消耗量，单位为吨每吨（t/t）；
- $M_i$ ——在一定计量时间内（一年）产品所用原材料的总投入量，单位为吨（t）；
- $M_c$ ——在一定计量时间内（一年）产品的总产量，单位为吨（t）。

A.3 水的重复利用率

生产过程使用的重复利用水量与总用水量之比，按式（A.3）计算。

$$K = \frac{V_r}{V_r + V_f} \times 100\% \dots\dots\dots (A.3)$$

式中：

- K——水的重复利用率，单位为百分率（%）；
- $V_r$ ——在一定计量时间内（一年）产品使用的重复利用水的总量，单位为立方米（ $m^3$ ）；
- $V_f$ ——在一定计量时间内（一年）产品使用的新鲜水总量，单位为立方米（ $m^3$ ）。

A.4 颜料废渣重复利用率

生产使用的颜料废渣利用率，按式（A.4）计算。

$$R = \frac{M_A}{M_B + M_C} \times 100\% \dots\dots\dots (A.4)$$

式中：

$R$ ——颜料废渣的重复利用率（%）；

$M_A$ ——颜料固体废物综合利用量，单位为吨（t）；

$M_B$ ——颜料固体废物生产量，单位为吨（t）；

$M_C$ ——颜料利用往年贮存量，单位为吨（t）。

#### A.5 固体废物

按GB18599，以及GB18597规定进行。具体要求如下：

a) 废水车间预处理沉淀渣：经压滤漂洗后全部循环回用于生产；

b) 污水站泥渣：经压滤干燥后全部循环回用于生产；

c) 粉尘渣：通过清扫后全部回用于生产或作为产品；

d) 化学品废包装材料：由包装材料原厂家回收处理；

e) 生活垃圾：员工产生的生活垃圾在厂内集中收集暂存，定期委托地方环卫部门清运至垃圾填埋场处置。

#### A.6 产品综合能耗

按GB 2589规定进行。

#### A.7 产品废水排放

废水排放按GB8978-1996《污水综合排放标准》一级标准执行。

表 A.1 GB8978-1996《污水综合排放标准》主要监测项目

污染物	pH	BOD <sub>5</sub>	COD	NH <sub>3</sub> -N	SS
标准值	6~9	20mg/l	100mg/l	15mg/l	70mg/l
污染物	Cu	Zn	Mn	Cr <sup>6+</sup>	Cr
标准值	0.5mg/l	2.0mg/l	2.0mg/l	0.5 mg/l	1.5mg/l

#### A.8 产品废水排放量

每生产1吨产品排放的废水量，按式（A.5）计算。

$$V_j = \frac{V_g}{M_c} \dots\dots\dots (A.5)$$

式中：

$V_j$ ——废水排放量，单位为吨每吨（t/t）；

$V_g$ ——在一定计量时间内（一年）产品生产排放的废水量，单位为吨（t）；

$M_c$ ——在一定计量时间内（一年）产品的总产量，单位为吨（t）。

#### A.9 粉尘颗粒物含量

参照GB 16297-1996《大气污染物综合排放标准》表2二级标准，粉尘颗粒物按25mg/m<sup>3</sup>执行。

表 A.2 粉尘排放参考标准

参考标准	标准值		
	污染物	颗粒物	Cr <sup>6+</sup>
GB16297-1996 《大气污染物综合排放标准》 表 2 二级标准	有组织标准	120 mg/m <sup>3</sup>	/
	无组织标准	1.0mg/m <sup>3</sup>	0.0015mg/m <sup>3</sup>
	15m 排气筒对应速率	3.5kg/h	/

#### A. 10 污染物监测及分析

污染物产生指标是指企业污染物处理设施末端处理之后直接排放的指标，不包含排放到第三方处理单位代为处理的排放指标，所有指标均按采样次数的实测数据进行平均，具体要求见表A.3。

表 A.3 污染物各项指标的采样及分析方法

污染源类型	监测项目	监测位置	检验方法	采样频次	测试条件
废水	化学需氧量 (COD)	企业废水处理设施排放口	GB/T11914	半月采样 1 次，每次至少 采集 3 组样品	正常生产 工况
废气	颗粒物	企业废气处理设施排放筒	GB/T 16157		

#### A. 11 耐人工气候老化性

颜料制成涂料后，按照GB/T 9755-2014的规定测试耐人工气候老化性，漆膜试板应600h不起泡、不剥落、无裂纹，色差在标准范围内。

#### A. 12 耐热性

按HG/T 3853规定进行。

#### A. 13 105℃挥发物质量分数

按GB/T 5211.3规定进行。

#### A. 14 水溶物质量分数

按GB/T 5211.2规定进行。

#### A. 15 筛余物质量分数

按GB/T 5211.18规定进行。



#### A. 16 重金属元素含量与可溶性重金属元素含量

铅、六价铬、镉、汞按GB/T 26125规定进行；

砷、硒按欧盟AP (89)1规定进行，用ICP-OEC进行测定。

附 录 B  
(规范性附录)  
金属氧化物混相颜料生命周期评价方法

B.1 目的

金属氧化物混相颜料的原料保存、生产、运输、出售到最终废弃处理的过程中对环境造成的影响，通过评价金属氧化物混相颜料全生命周期的环境影响大小，提出金属氧化物混相颜料色设计改进方案，从而大幅提升金属氧化物混相颜料的环境友好性。

B.2 范围

根据评价目的确定评价范围，确保两者相适应。定义生命周期评价范围时，应考虑以下内容并作出清晰描述。

B.2.1 功能单位

功能单位必须是明确规定并且可测量的。

B.2.2 系统边界

本附录界定的金属氧化物混相颜料产品生命周期系统边界，分3个阶段：原辅料与能源的开采、生产阶段；产品的生产、销售阶段；废弃阶段。如图B.1所示，具体包括：

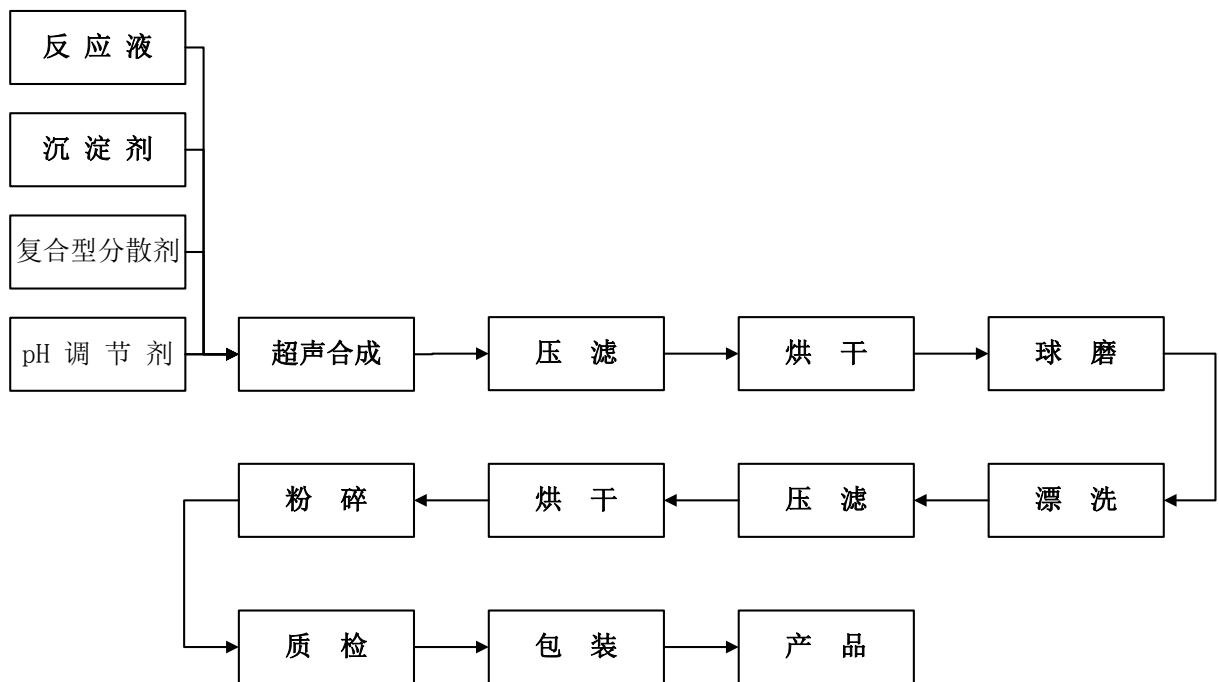


图 B.1 金属氧化物混相颜料产品生命周期系统边界图

LCA评价的覆盖时间应在规定的期限内。数据应反映具有代表性的时期（取最近3年内有效值）。如果未能取得3年内有效值，应做具体说明。

原材料数据应是在参与产品的生产和使用的地点/地区。

生产过程数据应是在最终产品的生产中所涉及的地点/地区。

### B.2.3 数据取舍原则

单元过程数据种类很多，应对数据进行适当的取舍，原则如下：

- a) 能源的所有输入均列出；
- b) 原料的所有输入均列出；
- c) 辅助材料质量小于原料总消耗 0.3% 的项目输入可忽略；
- d) 大气、水体的各种排放均列出；
- e) 小于固体废弃物排放总量 1% 的一般性固体废弃物可忽略；
- f) 道路与厂房的基础设施、各工序的设备、厂区内人员及生活设施的消耗和排放，均忽略；
- g) 任何有毒有害材料和物质均应包含于清单中，不可忽略。

## B.3 生命周期清单分析

### B.3.1 总则

应编制金属氧化物混相颜料产品系统边界内的所有材料/能源输入、输出清单，作为产品生命周期评价的依据。如果数据清单有特殊情况、异常点或其他问题，应在报告中进行明确说明。

当数据收集完成后，应对收集的数据进行审定。然后，确定每个单元过程的基本流，并据此计算出单元过程的定量输入和输出。此后，将每个单元过程的输入输出数据除以产品的产量，得到功能单位的资源消耗和环境排放。最后，将产品各单元过程中相同的影响因素的数据求和，以获取该影响因素的总量，为产品级的影响评价提供必要的数据库。

### B.3.2 数据收集

#### B.3.2.1 概况

应将以下要素纳入数据清单：

- a) 原材料采购和预加工；
- b) 生产；
- c) 产品分配和储存；
- d) 使用阶段；
- e) 运输；
- f) 寿命终止。

基于LCA的信息中要使用的数据分为两类：现场数据和背景数据。主要数据尽量使用现场数据，如果“现场数据”收集缺乏，可以选择“背景数据”。

现场数据是在现场具体操作过程中收集来的。主要包括生产过程的能源与水消耗、产品原材料的使用量、产品主要包装材料的使用量和废弃物产生量等。现场数据还应包括运输数据，即产品原料、主要包装等从制造地点到最终交货点的运输距离。

背景数据应当包括主要原料的生产数据、权威的电力的组合的数据（如火力、水、风力发电等）、不同运输类型造成的环境影响以及产品成分在环境中降解或在本企业污水处理设施内处理过程的排放数据。

#### B.3.2.2 现场数据采集

应描述代表某一特定设施或设施的活动而直接测量或收集的数据相关采集规程。可直接对过程进行的测量或者通过采访或问卷调查从经营者处获得的测量值为特定过程最具代表性的数据来源。

现场数据的质量要求包括：

a) 代表性：现场数据应按照企业生产单元收集所确定范围内的生产统计数据。

b) 完整性：现场数据应采集完整的生命周期要求数据。

c) 准确性：现场数据中的资源、能源、原材料消耗数据应该来自于生产单元的实际生产统计记录；环境排放数据优先选择相关的环境监测报告，或由排污因子或物料平衡公式计算获得。所有现场数据均须转换为单位产品，即千克/平方米涂刷面积为基准计算，且需要详细记录相关的原始数据、数据来源、计算过程等。

d) 一致性：企业现场数据收集时应保持相同的数据来源、统计口径、处理规格等。典型现场数据来源包括：

——原材料采购和预加工；

——原材料由原材料供应商运输至涂料生产商处的运输数据；

——生产过程的碳能源和水资源消耗数据；

——原材料分配及用量数据；

——包装材料数据，包括原材料包装数据；

——由生产商处运输至经销商的运输数据；

——生产废水经污水处理厂所消耗的数据。

### B.3.2.3 背景数据采集

背景数据不是直接测量或计算而得到的数据。所使用数据的来源应有清楚的文件记载并载入产品生命周期评价报告。

背景数据的质量要求包括：

a) 代表性：背景数据应优先选择企业的原材料供应商提供的符合相关LCA标准要求的、经第三方独立验证的上游产品LCA报告中的数据。若无，须优先选择代表中国国内平均生产水平的公开LCA数据，数据的参考年限应优先选择近年数据。在没有符合要求的中国国内数据的情况下，可以选择国外同类技术数据作为背景数据。

b) 完整性：背景数据的系统边界应该从资源开采到这些原辅材料或能源产品出厂为止。

c) 一致性：所有被选择的背景数据应完整覆盖本部分确定的生命周期清单因子，并且应将背景数据转换为一致的物质名录后再进行计算。

### B.3.2.4 原材料采购和预加工（从摇篮到大门）

该阶段始于从大自然提取资源，结束于金属氧化物混相颜料品进入产品生产设施，包括：

a) 开采和提取；

b) 所有材料的预加工，例如使化学组分变成阴离子表面活性剂等；

c) 转换回收的材料；

d) 提取或与加工设施内部或与加工设施之间的运输。

### B.3.2.5 生产

该阶段始于金属氧化物混相颜料产品进入生产设施，结束于产品离开生产设施。生产活动包括化学处理、制造、制造过程中半成品的运输、材料组成包装等。

### B.3.2.6 产品分配

该阶段将金属氧化物混相颜料产品分配给各地经销商，可沿着供应链将其储存在各点，包括运输车辆的燃料使用等。

### B.3.2.7 使用阶段

该阶段始于消费者拥有产品，结束于金属氧化物混相颜料使用过程向环境挥发。包括使用模式、使用期间的资源消耗等。

### B.3.2.8 物流

应考虑运输参数包括运输方式、车辆类型、燃料消耗量、装货速率、回空数量、运输距离、根据负载限制因素（即高密度产品质量和低密度产品体积）的商品运输分配以及燃料用量。

### B.3.2.9 寿命终止

该阶段始于消费者使用金属氧化物混相颜料，结束于产品作为固体废弃物处理后进入大自然的生命周期。

### B.3.2.10 用电量计算

对于产品系统边界上游或内部消耗的电力，应使用区域供应商现场数据。

## B.3.3 数据分配

在进行金属氧化物混相颜料生命周期评价的过程中涉及到数据分配问题，特别是金属氧化物混相颜料的生环节。对于金属氧化物混相颜料生产而言，由于厂家往往同时生产多种类型的产品，一条工艺线上或一个车间里会同时生产多种型号金属氧化物混相颜料。很难就某单个型号的产品生产来收集清单数据，往往会就某个车间、某条工艺线来收集数据，然后再分配到具体的产品上。针对金属氧化物混相颜料生产阶段，因生产的产品主要成分比较一致，因此本研究选取“重量分配”作为分摊的比例，即重量越大的产品，其分摊额度就越大。

## B.3.4 生命周期影响评价

### B.3.4.1 数据分析

根据表B.1~表B.4对应需要的数据进行填报：

a) 现场数据可通过企业调研、上游厂家提供、采样监测等途径进行收集，所收集的数据要求为企业3年内平均统计数据，并能够反映企业的实际生产水平。

b) 从实际调研过程中无法获得的数据，即背景数据，采用相关数据库进行替代，在这一步骤中所涉及到的单元过程包括金属氧化物混相颜料行业相关原材料生产、包装材料、能源消耗以及产品的运输。

表 B.1 原材料成分、用量及运输清单

原材料	含量/%	单次使用消耗量/kg	原材料产地	运输方式	运输距离/km	单位产品运输距离 (km/kg)

表 B.2 生产过程所需清单

能耗种类	单位	车间生产总消耗量	单次使用产品消耗量
电耗	千瓦时 (kW h)		
水	吨		
煤耗	兆焦 (MJ)		
蒸汽	立方米 (m <sup>3</sup> )		

表 B.3 包装过程所需清单

材料	单位产品用量/kg	单次使用产品消耗量/kg
马口铁		
不锈钢		
白铁皮		
聚乙烯 (PE)		
聚丙烯 (PP)		
其他		

表 B.4 运输过程所需清单

过程	运输方式	运输距离/km	单位产品运距/ (km/kg)
从生产地到总经销商			
从总经销商到分经销商			
从生产地到分经销商的总运输距离			

金属氧化物混相颜料成分在环境中降解或在废弃物处理厂处理过程的排放相关的排放因子如表B.5所示。

表 B.5 废弃物处理背景数据

项目		

#### B.3.4.2 清单分析

所收集的数据进行核实后，利用生命周期评估软件进行数据的分析处理，用以建立生命周期评价科学完整的计算程序。目前生命周期评价软件有GaBi、SimaPro、eBalance等，企业可根据实际情况选择软件。通过建立各个过程单元模块，输入各过程单元的数据，可得到全部输入与输出物质和排放清单，选择表B.6各个清单因子的量（以kg为单位），为分类评价做准备。

### B.4 影响评价

#### B.4.1 影响类型

影响类型了分为资源能源消耗、生态环境影响和人体健康危害三类。金属氧化物混相颜料的影响类型采用化石能源消耗、气候变化、富营养化和人体健康危害4个指标。

#### B.4.2 清单因子归类

根据清单因子的物理化学性质，将对某影响类型有贡献的因子归到一起，见表B.6。例如，将对气候变化有贡献的二氧化碳、一氧化氮等清单因子归到气候变化影响类型里面。

表 B.6 金属氧化物混相颜料产品生命周期清单因子归类

影响类型	清单因子归类
化石能源消耗	煤、石油、天然气、材料本身的有机碳
气候变化/碳足迹	二氧化碳 (CO <sub>2</sub> )、甲烷 (CH <sub>4</sub> )
富营养化	氮氧化物 (NO <sub>x</sub> )
人体健康危害	颗粒物

#### B.4.4 分类评价

计算出不同影响类型的特征化模型。分类评价的结果采用表B.7中的当量物质表示。

表 B.7 金属氧化物混相颜料产品生命周期影响评价

环境类别	单位	指标参数	特征化因子
能源消耗	铈当量 kg <sup>-1</sup>	煤	5.69×10 <sup>-8</sup>
		石油	1.42×10 <sup>-4</sup>
		天然气	1.42×10 <sup>-4</sup>
全球变暖	CO <sub>2</sub> 当量 kg <sup>-1</sup>	CO <sub>2</sub>	1
		CH <sub>4</sub>	25
富营养化	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 当量 kg <sup>-1</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1
人体健康危害	1,4-二氯苯当量 kg <sup>-1</sup>	NO <sub>x</sub>	1.2
		SO <sub>x</sub>	0.096
		颗粒物	0.82

#### B.4.4 计算方法

影响评价结果计算方法见式 (B.1)

$$EP_i = \sum EP_{ij} = \sum Q_j \times EF_{ij} \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

$EP_i$ ——第i中影响类型特征化值；

$EP_{ij}$ ——第i种影响类别中第j种清单因子的贡献；

$Q_j$ ——第j中清单因子的排放量；

$EF_{ij}$ ——第i中影响类型中第j种清单因子的特征化因子。