

ISO 14009:2020《环境管理体系 在设计和开发中引入材料循环的指南》国际标准分析研究

黄 进 纪烈敏 徐秉声 张晓昕 张迺嘉 侯 珊

(中国标准化研究院)

摘 要: ISO 14009:2020《环境管理体系 在设计和开发中引入材料循环的指南》国际标准于2020年12月由ISO/TC 207/SC 1正式发布,该项国际标准为组织的材料循环战略提供指南,并将材料循环引入环境管理体系的设计和开发。本文重点介绍了ISO 14009:2020国际标准的总体框架,阐释了关键术语和定义,并对重点技术内容进行了研究分析,旨在使我国组织更好地理解ISO 14009:2020国际标准的核心思想与技术要旨,从而有助于相关组织依据ISO 14009:2020国际标准所提供的指南方法,在其环境管理体系的设计和开发活动中有效引入材料循环的理念和实践,从而在环境管理体系实施过程中更好地提高产品的材料效率和实现其他环境目标。

关键词: 环境管理体系设计和开发,生态设计,材料循环,材料效率,循环经济

DOI编码: 10.3969/j.issn.1674-5698.2024.07.020

Analysis of the International Standard ISO 14009:2020, *Environmental management systems—Guidelines for incorporating material circulation in design and development*

HUANG Jin JI Lie-min XU Bing-sheng ZHANG Xiao-xin ZHANG Li-jia HOU Shan

(China National Institute of Standardization)

Abstract: ISO 14009:2020, Environmental management systems—Guidelines for incorporating material circulation in design and development, developed by ISO/TC 207/SC 1, was officially published in December 2020, which provides guidance on organization's material recycling strategy, and the material cycle is introduced into the design and development of environmental management system. This paper mainly introduces the general framework of ISO 14009:2020 International Standard, explains the key terms and definitions, and analyzes the key technical contents, aimed at enhancing the understanding of the core ideas and technical thrust of the standard. Therefore, it can help relevant organizations use the methods provided by ISO 14009:2020, understand the concept of material cycle and practice it in the design and development of EMS to improve material efficiency and achieve other environmental objectives.

Keywords: environmental management systems design and development, ecodesign, material circulation, material efficiency, circular economy

作者简介: 黄进,中国标准化研究院资环分院研究员,全国环保产业标准化技术委员会(SAC/TC 275)和全国环境管理标准化技术委员会环境管理体系分技术委员会(SAC/TC 207/SC 1)委员兼秘书长。长期从事环保产业、环境管理、资源循环利用等领域的标准化科研及重要技术标准研制工作,曾主持并参与30余项国家“十一五”和“十二五”重大科研项目,主持或参与制定环保产业、环境管理、资源综合利用等领域国家标准80余项。

1 国际标准制定的背景和意义

在实现可持续发展的问题上,全球面临的主要挑战之一是如何有效利用资源以及在不降低资源价值与可用性的前提下,对这些资源进行重复利用。在国际层面,联合国环境规划署国际资源委员会警告称,按照目前的生产和消费速度,到2050年,全球将消耗1400亿吨自然资源,是2005年消耗量的两倍。这种不考虑材料循环的自然资源利用方式,已经导致资源供应不稳定和严重的不良影响。

2015年,联合国通过了17项可持续发展目标,并为每一项目标设定了应在15年内完成的阶段性目标。可持续发展目标9(“建设有弹性的基础设施,促进包容和可持续的工业化以及推进创新”)、可持续发展目标12(“确保可持续的消费和生产模式”)和可持续发展目标13(“采取紧急行动应对气候变化及其影响”)均与自然资源管理直接相关。欧盟率先强调从线性经济向循环经济过渡,以实现可持续发展。循环经济的概念涵盖了广泛的主题,从产品完整的生命周期到商业模式。欧洲已经制定了材料效率评估方法标准(EN 4555X系列标准),以支持未来对能源相关产品耐久性、可修复性和可循环性等方面的生态设计要求。

产品主要由原材料构成,因而产品的材料循环对资源的可持续使用至关重要,也由此可知,产品及其组成零件的材料循环战略/策划的制定应先于产品的设计和开发。因此,实施一种促进产品及其组成零件的材料循环的设计,通过设计不同生命周期之间的循环闭环,加强回收利用和重复使用,提高原材料和产品的使用效率,限制(或消除)废弃物,正是支持循环经济理念的重要方法之一。

“材料循环”可理解为在设计 and 开发中引入的一种方法,即不断将产品、零件或原材料再加工成相同或类似的产品,以提高材料效率和(最终实现)组织的环境目标。为使组织受益并确保组织实现其材料效率目标,改进材料循环应作为组织经营活动的一部分来进行,材料循环对组织的所有职能均具备潜在的影响。

正是基于上述考虑,国际标准化组织环境管理标准化技术委员会环境管理体系分委会(ISO/TC 207/SC 1)于2020年12月正式发布了ISO 14009: 2020《Environmental management systems—Guidelines for incorporating material circulation in design and development》国际标准。该项国际标准为材料循环战略提供指南,以提高材料效率,通过改进设计,增加组织维修、升级、重复使用、再制造和回收利用的机会,使用最低限度的材料,延长产品的使用寿命。已建立并实施了环境管理体系的组织,材料循环是其管理体系实施中的一个重要过程。通过运用ISO 14009:2020,可在环境管理体系实施过程中更好地提高产品的材料效率和实现其他的环境目标。

2 关键术语和定义

ISO 14009: 2020国际标准共界定了60条术语和定义,包括:8条“与组织和领导作用有关的术语”、34条“与策划有关的术语”、6条“与支持 and 运行有关的术语”和12条“与绩效评价和改进有关的术语”。

其中,“循环经济circular economy”是指通过设计实现经济的恢复和再生,旨在保持产品、组件和材料在任何时候都具备最高的效用和价值,区分技术周期和生物周期。“材料循环material circulation”是指产品或其组成零件被再加工并回收用于相同或其他目的一种闭环方法。再加工涉及产品或其组成零件功能的恢复或修改,可能包括修理、返工、更换磨损件,和/或升级软件、固件和/或硬件以及材料回收。再加工包括产品生命周期的所有阶段,例如:从维修、重复使用和再制造,到回收利用,但不包括处置。“材料效率material efficiency”是指通过优化材料循环战略,最大限度地延长产品的使用寿命,减少(自然)资源的使用。

3 核心技术内容

ISO 14009: 2020国际标准共包括10章和4个

资料性附录。除了第1章范围、第2章规范性引用文件、第3章术语和定义之外,第4章至第10章提供了在环境管理体系的设计和开发中引入材料循环的指南,并使用了与ISO 14001相同的结构。其中,第4、5和7章涵盖与环境管理体系有关的因素,第6章考虑了产品材料循环策略的制定,第8章提供了创建材料循环解决方案、材料循环设计考虑因素和确保运营策划与控制。附录A展示了循环经济与材料循环的关系;附录B提供了关于相关方的解释和范例;附录C阐释了材料循环中的材料流及其与材料效率的联系;附录D提供了重新设计现有产品案例研究。

鉴于ISO 14009: 2020国际标准“第4章 理解组织及其所处环境”“第5章 领导作用”和“第7章 支持”等章节的内容多是在ISO 14001: 2016《环境管理体系 要求及使用指南》国际标准基础上,就如何实施在设计和开发中引入材料循环进行了部分

细化,并无太多新增的特别要求,故本文重点阐释“第6章 策划”和“第8章 运行”环节,在环境管理体系的设计和开发中引入材料循环时的具体实施指南要点。

3.1 “策划”指南要点

3.1.1 应对风险和机遇的措施

组织宜确定与其环境因素有关的风险和机遇、合规义务和其他内外部问题。风险和机遇示例见表1。

3.1.2 从材料效率的视角审视环境因素

ISO 14009: 2020国际标准侧重于将原材料的使用和材料效率的提高作为组织更广泛的环境目标的一部分。为此需重点考虑以下几点。

(1) 了解产品的生命周期及其与材料生命周期的关系;

(2) 明确与组织可控制或影响的产品生命周期相关的材料循环是否可实施;

表1 与产品及其组成零件的材料循环策略有关的风险和机遇示例

策略	风险 (潜在不良影响)	机遇 (潜在有益影响)
增加再生物质含量	若再生材料不合规,可能会损害组织的声誉; 再生材料质量不达标,可能会损害产品的声誉; 出于安全性、性能和耐久性风险的考虑,对可使用的再生材料数量的限制; 原始材料和再生材料之间潜在的质量差异可能导致无法实现相同的产品功能	使用更多的再生材料有助于提高组织的声誉和绿色形象,继而提升对相同功能和质量的产品的接受度/知名度; 使用再生材料,减少使用原材料,从长远来看有助于节约成本; 优先使用再生材料,更好地利用和控制价值链和供给中的潜在问题
选择便于回收的材料	成本增加; 有限的供应方选择	生产者延伸责任成本降低; 总体上增加二次材料的可用性; 增加了从自有产品中回收和重复利用材料的机会,降低出现质量差和质量不合格的可能性
避免使用有问题的物质,例如:有害物质、阻燃剂	成本增加	降低处置成本; 便于自有材料的循环和回收; 降低健康和安全性风险
确保有备用件	新产品销量下降; 库存管理不当引发财务风险; 用户或未经授权的维修中心直接对产品进行不可控的维修或升级	通过延长产品的使用寿命,推广组织的绿色形象; 开发备用件新业务
重复使用零件	重复使用的零件安全性或性能不佳,对组织的声誉有损; 质量不达标损害产品声誉	推广组织的绿色形象; 组织的新业务模式
产品的重复使用/再制造	新产品销量下降	新业务模式的机遇; 推广组织的绿色形象; 与客户建立长期的联系
产品或零件重复使用、再制造或回收的法律要求	因不符合要求导致组织声誉受损或被罚款; 产品设计的自由度有限	在法律要求之外,展示产品或服务的优越性以及 对环境的坚定承诺; 减少漂绿的机会

(3) 在各生命周期阶段,明确投入(能源和其他自然资源,例如:原材料、水和其他不可再生资源的消耗)和产出(例如:不可回收的实体废弃物、排放物)对环境的影响(例如:材料资源枯竭、与废弃物产生有关的污染,特别是对土壤的污染);

(4) 明确哪一项(或多项)材料循环策略可能影响提高材料效率的机会。

为确定哪一项材料循环策略会对提高材料效率产生(积极或消极的)影响,组织应主要基于材料循环的标准制定方法,并考虑减少原材料使用和消除实体废弃物的多种途径。

需要注意的是,ISO 14009:2020国际标准不涉及提高能源效率。但材料和能源效率之间的权衡很重要,可视为整体环境战略的一部分。

在考虑法律要求、组织的环境方针和相关方(例如:回收公司或再生材料市场)要求的同时,可基于与旧产品型号、市场上类似的产品、原型或假设参考的比较评估提高材料效率。这种比较从评估产品及其组成零件的可循环性(材料循环潜力)入手。评估结果宜保持一致并且可复制。

产品及其组成零件的可循环性对环境的影响可能出现在产品生命周期的某些或全部阶段。在评估产品或其组成零件的材料循环潜力时,宜考虑以下因素。

(1) 原材料提取:间接影响;原则上,原材料提取在开发产品的组织范围之外,但组织有可能通过选择环保材料施加影响。

(2) 材料加工:在这一阶段,材料循环可分为以下3个方面。

1) 材料选择,即选择材料以优化零件的使用寿命及其回收利用的潜力;

2) 限制使用材料的数量;

3) 再生物质含量,即在(新)产品中使用再生材料。

(3) 生产:高效制造(制造过程中避免报废和瑕疵品);

(4) 分配:高效物流(本地采购,避免产品损坏等);

(5) 使用阶段:应考虑延长产品使用寿命的

策略(例如:维修、重复使用、升级);

(6) 报废:产品及其组成零件的重复利用和材料回收利用。

就提高材料效率的机会而言,组织宜考虑所有相关的材料循环策略,确保在制定材料效率目标(作为整体环境目标的一部分)时考虑重要的策略。

值得注意的是,基于产品特征的差异,不同产品的材料循环策略可能有所不同。组织宜意识到任何材料循环策略都不是独立的,都要考虑权衡。

3.1.3 材料效率目标是环境目标的一部分

材料循环是实现组织材料效率目标的一种手段。材料效率和材料循环设计需要对产品或嵌入产品的系统的整个生命周期进行全面评估。在制定材料效率目标时,宜注重权衡,例如:为重复使用或翻新产品而进行的收集或清洁过程(额外物流)。

ISO 14009:2020为实现可循环设计的产品设计和开发提供了一种方法,从明确可循环性的状况入手、制定材料循环策略到产品及其组成零件的材料循环设计的实施,如图1所示。

明确可循环性的状况。组织宜识别其产品及其组成零件的可循环性的状况。可循环性的状况使产品及其组成零件中的材料在一个闭环中进行循环成为可能。明确产品及其组成零件的可循环性可考虑以下方面。

(1) 使用不同材料的数量和类型:材料类型的多样性可能会降低产品及其组成零件的回收潜力;

(2) 再生物质含量:生产过程中使用再生材料的可能性越高,产品及其组成零件的可循环性就越高;

(3) 方便拆装,例如:便于维修、升级、翻新、再制造或零件的重复使用;

(4) 便于拆卸回收。

制定材料循环策略。基于风险和机遇以及可循环性的状况,组织宜制定适合其产品及其组成零件在整个生命周期的材料循环战略。组织的材料循环战略可体现以下几方面内容。

(1) 优化材料类型的选择和数量,最大限度使用再生材料,减少使用原始材料;选择能够提高重复使用或再循环潜力的材料;

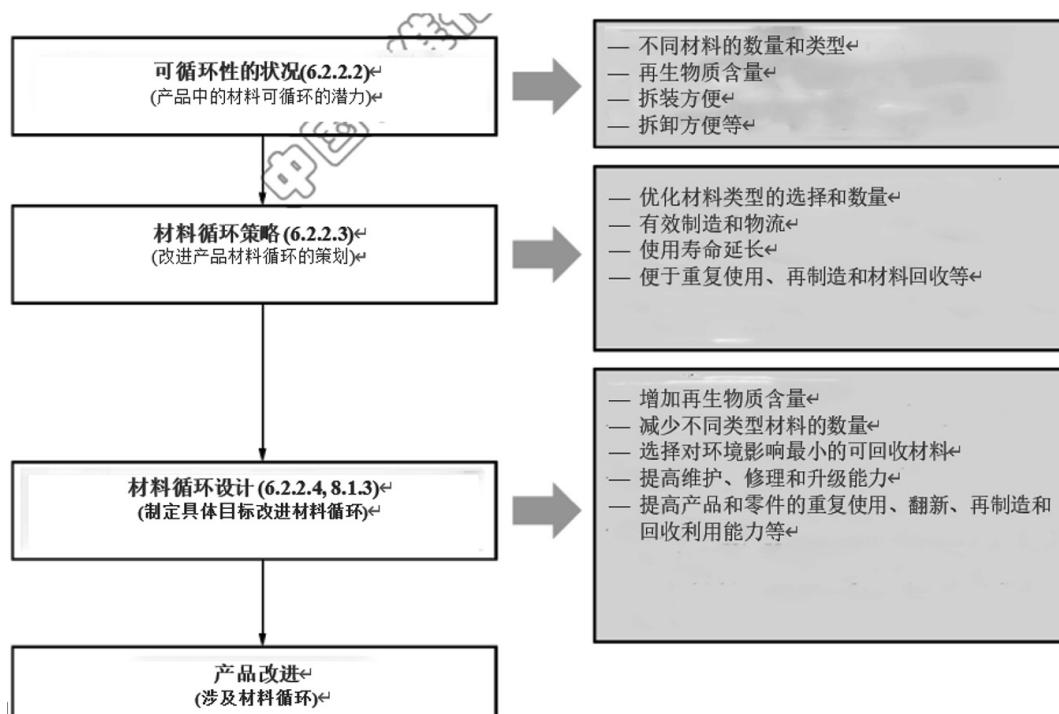


图1 实现可循环设计的方法

(2) 高效制造, 将瑕疵品或废品率降到最低;
(3) 高效物流: 最大限度减少包装和运输所需的资源, 提高运输安全性, 最大限度减少损害;

(4) 通过方便维修、升级、重复使用或翻新延长使用寿命;

(5) 报废时, 方便零件的重复使用和再制造以及材料回收。

在制定产品及其组成零件的材料循环策略时, 组织宜考虑以下方面。

(1) 产品及其组成零件的使用寿命和更换型号的时间间隔;

(2) 产品及其组成零件在整个生命周期中的材料循环和相关区域的材料循环基础设施;

(3) 不同材料循环策略之间的权衡;

(4) 从生命周期的视角权衡材料循环策略和环境影响(例如: 生产过程或产品使用期间的能源消耗);

(5) 组织对产品及其组成零件的材料循环的影响;

(6) 涉及材料循环的产品新业务模式(例如: 产品租赁);

(7) 技术发展的速度;

(8) 法律要求。

材料循环设计。一旦确定了适合组织业务和产品的材料循环策略, 针对每一项材料循环策略, 组织宜策划若干适合其业务的材料循环设计策略。材料循环设计策略的示例包括以下几项。

(1) 优化材料种类的选择和数量:

1) 选择便于回收的材料, 对环境影响最低的材料, 以及在报废处理时便于分离的材料;

2) 减少产品中不同类型材料的数量, 避免/消除不利于回收的材料;

3) 用数字化服务替代实体零件或功能;

4) 避免包含可能降低材料再循环能力的有害物质;

5) 再生物质含量最大化。

(2) 高效制造

1) 增加整个装配线的控制节点, 避免错误;

2) 为操作员提供视频指导, 避免在制造过程中发生错误, 降低废品率;

3) 选择方便组装/制造的设计。

(3) 高效物流

1) 引入运输方法/激励措施,减少产品在交付过程中的损坏;

2) 减少运输过程中的一次性包装数量;

3) 支持本地生产和交付给用户。

(4) 延长使用寿命

1) 定期进行维护和保养,延长产品的使用寿命;

2) 将产品及其组成零件设计为支持升级、重复使用或翻新。

(5) 报废处理

1) 策划回收报废产品中可重复使用的零件;

2) 策划贵重、关键和危险材料的回收;

3) 策划材料的回收利用;

4) 将产品及其组成零件设计为支持再制造;

5) 将零件设计为支持在新/旧产品中重复使用。

方案措施的策划。采取上述措施后,组织宜制定行动计划实现材料效率目标,包括但不限于:材料效率目标要做什么;需要哪些资源;由谁负责;策划何时完成;如何评价结果,包括监测进度和实现上述材料效率目标的可测量参数。

3.2 “运行”指南要点

3.2.1 创建材料循环解决办法

在产品及其组成零件的设计和开发过程中,组织宜根据材料效率目标制定材料循环战略和具体的指标,以改进材料循环。因此,宜通过制定设计策略来实现这种材料循环战略。

宜在整个生命周期内评价设计策略,权衡不同生命周期阶段对环境的影响,以及额外的流程步骤,例如:额外的物流和清洁。生命周期评估可用于量化和区分不同策略与潜在的权衡。

材料循环战略的示例和各生命周期阶段的材料循环策略设计见表2。

3.2.2 材料循环的设计考虑因素

选择便于回收的材料。在考虑材料的再循环能力时,宜将材料的回收利用技术和市场趋势纳入考量。若干技术可用于材料回收利用,例如:机械回收、原料回收或生物回收。产品或其零件中使用的材料在回收利用时应方便分离。除了材料本身的可

循环性之外,还宜考虑这些材料之间的相互关系和兼容性。由于最佳回收方法依赖于大量普遍情况,因此宜根据废弃物的类型和成分构成,使用考虑环境友好性和可持续性的生命周期分析决定回收利用方法的优先级。为了便于材料分离回收,宜尽量减少产品或零件中不同类型材料的数量。

选择有利于延长产品使用寿命的材料。宜考虑选择高性能材料。材料应满足坚固性要求,在产品使用(包括重复使用)和拆装过程中不被损坏,支持维护、修理、翻新或再制造。用于制造产品和零件的材料应具备稳定性,不应起化学反应;在清洗操作中,材料宜能够抵抗诸如使用水汽或溶剂、温度、强力清洗剂、搅拌、刮擦和清洗过程的持续时间等因素造成的损坏。

使用高性能材料延长产品的使用寿命与材料的可循环性之间通常需要权衡,宜尽可能选择环保性能最佳的材料。组织还宜权衡以下商业和技术因素。

(1) 客户是否偏好使用寿命更长的产品,是否愿意为此支付更高的价格?

(2) 高性能材料在自然界中是否濒临枯竭或者稀缺?

(3) 使用高性能材料是否意味着在制造或产品使用过程中增加能源消耗?

高性能材料是指在强度、功能、抗变形、轻量、耐腐蚀、耐高温、加工率、环保和多功能等不同领域有助于满足特定工程性能需要的材料。

减少/避免/消除有害或对回收利用有负面影响的材料。宜避免或逐步淘汰在原始材料和再生材料中出现可能不利于回收利用或在回收利用过程中不易去除或提取的有害物质或其他物质。特别是“稀释”造成的污染会降低再生材料的价值,避免污染清洁材料。可考虑通过报废处理特定产品及其组成零件中不利于回收利用的材料(例如:自动或手动拆卸/拆解)。

宜在产品的整个生命周期内限制有害物质的使用。尤其宜避免使用已知具有致癌性、诱变性或生殖毒性、挥发(非常)慢的、生物蓄积性(非常高的)的物质。

表2 材料循环战略与设计策略的关系

生命周期阶段	材料循环策略	设计策略	其他考虑因素
原材料提取		对材料循环策略无影响或仅有最低限度的影响	
材料加工	优化材料的选择	选择便于回收的材料	
		选择便于在回收过程中分离的材料	
		减少不同种类材料的数量	
		选择有利于延长产品使用寿命的材料	高性能材料
		选择对环境影响最小的材料	高性能材料
		避免/消除不利于回收的材料，包括有害物质	材料的兼容性
	优化材料的使用	减少材料使用量，包括关键原材料	产品耐久性、性能和安全性之间的权衡
用数字化服务替代实体零件或功能（非物质化）		在整个系统内权衡对环境的影响	
最大限度地使用再生材料			
生产	高效制造	消除/减少消费前材料（生产废料和不合格产品）	
		在相同或其他流程中重复使用尽可能多的生产废料	
分配	高效物流	避免运输中的产品损坏	
		限制一次性包装的数量等	
使用阶段	延长使用寿命	通过适当的维护和保养，延长产品的使用寿命	提供维修和保养信息； 拆装方便
		提高产品或零件的可修理能力	拆装方便； 模块化设计； 提供修理信息； 有备用件
			提高产品或零件的可升级能力
	便于产品的重复使用	将产品设计为支持重复使用	拆装方便，可重复使用零件； 使用标准件
		将产品设计为支持翻新或再制造	拆装方便； 模块化设计
	报废	便于零件的重复使用	将零件设计为支持重复使用
将零件设计为支持翻新或再制造			拆装方便； 模块化设计
允许从报废产品中获取可重复使用的零件			可追溯性和存储系统
便于材料回收		回收关键原材料和有害物质的策划	关键原材料和有害物资存在和位置的信息（例如：标签、产品证书）； 获取/拆解/拆卸方便
		材料回收利用的策划	使用收集系统方便回收利用获取/拆解/拆卸方便

对于塑料零件，宜考虑以下因素减少对回收利用的不利影响。

(1) 提倡使用由单一聚合物或兼容聚合物的混合材质组成的零件；

(2) 避免使用可能影响这些塑料再循环能力的填料（例如：玻璃纤维、植物纤维）；

(3) 防止使用可能干扰检测和/或与塑料不兼容的涂层或其他附带材料，例如：标签；

(4) 避免使用光学检测系统无法检测和分离

的黑色或颜色过暗的塑料。

可追溯性在回收作业中非常重要，特别是针对含有关键或危险物质、因与有害物质接触而产生的材料。

减少包括关键原材料在内的材料使用量。宜减少产品或零件中使用的初级原材料的数量。宜在设计和开发过程中考虑材料的最佳使用，例如：减少产品的体积和质量。

如果一项技术使用对环境有重大影响的材

料,则宜寻求替代技术。可考虑缩小或减轻产品或零件,以减少其中初级原材料的使用。减少使用初级原材料的做法可应用于使用更少资源和再生材料的策略。

宜考虑产品或零件中使用的关键原材料的状况。关键原材料通常存在供应不稳定和价格波动的风险,因此需要明确知晓其在产品及其组成零件中的应用。宜找到这些原材料的替代品,并制定措施减少其消耗。此外,还宜权衡产品耐久性与所需的性能和安全性。

宜考虑用数字化服务(非物质化)替代实体零件或功能。

(1) 优化:通过减少产品的质量或材料类型将材料效率最大化(例如:用云存储替代硬盘);

(2) 数字化:以电子或虚拟方式销售产品(例如:用数字媒体替代录像带、CD或DVD)。

与一次性下载相比,流媒体视频或音乐需要大量的能量。因此,在利用数字化完成材料循环策略之前,有必要进行权衡评估。

(3) 服务化:将产品功能以服务或产品服务体系(PSS)的形式出售,而非出售所有权(例如:租赁家用电器和家具)。

宜考虑权衡整个系统对环境的影响,例如:数字化或非物质化可能导致环境影响从初始产品转移到整个系统内的其他地方(例如:数据中心的能耗增加)。

最大化再生物质含量。制造产品或零件时应考虑使用再生材料。产品或零件中融入的再生材料越多,消耗的初级原材料就越少。

若使用再生材料,宜检查目标市场规定的有害化学物质。国际或国内层面会限制或禁止使用某些特定的材料或物质。因此,评价过程不能仅针对当前受到限制的化学品含量,而是宜考虑所有化学物质,以应对任何可能出现的限制情况。

回收利用宜作为实施所有其他材料循环策略之后的最终手段。例如:若不符合质量和性能要求,提高再生物质含量就可能是低效的做法,因此宜全面考量。宜特别注意再生材料中各种物质的可追溯性,以便在下一次回收循环中管理这些材

料的质量。

通过适当的维护和保养延长产品的使用寿命。维护可包括在预定的时间间隔内监测产品的状况和更换磨损的零件两种措施。

耐用和高质量的零件可延长维护的间隔。高效维护可快速找到关键检查点。为便于更换磨损零件,产品设计应方便拆装。

为了维护产品或零件的功能,宜检查安全性、总维护时间和零件更换次数。

需要向用户提供维护信息,防止缩短产品的使用寿命,包括需要维护的零件或位置、维护间隔、工具和方法,以及其他与维护(和操作)相关的问题。

提高产品或零件的可修理能力。为了提高产品的可修复性,组织宜明确在产品生命周期内可能需要更换的易损件,并提供备用件。由于使用不当(例如:微波炉的玻璃板)或在产品报废之前受到磨损,零件容易损坏。

在设计过程中宜考虑拆装方便,以提高可修复性。

想要通过维修产品加强材料循环,也可以使用可重复使用或再制造的零件,但要确保新旧型号之间的零件兼容性。此外,使用标准件有助于提高这类产品的可修复性。

模块化设计方便拆装,可提高产品的可维修能力。模块化设计是一种用带有标准接口的独立零件打造物品的设计方法,允许设计升级和修复,零件可以重复使用和再制造。

向用户提供有关保养和修理的信息有助于提高产品或零件的可修复性,包括明确故障原因的流程(包括服务平台联系人)、维修中心联系人、备用件购买和维修手册。

提高产品或零件的可升级能力。升级可应用于产品的硬件和软件。硬件升级是指增加一个新零件,或将产品的一个或多个零件替换为性能或功能经优化的其他零件。拆装方便是易于升级的关键,因此应纳入考量。对于软件升级来说,是否便于拆装关系不大。

模块化设计也可提高产品的可升级能力。升级信息有助于延长产品的使用寿命,包括可升级的功

能或零件、升级指南、升级零件的可用性等。

将产品及其组成零件设计为支持重复使用。产品若想重复使用，必须具备较长的使用寿命或方便维护和/或修理，且必须能够删除其中的全部个人数据。

想要（便捷地）重复使用零件，零件本身宜具备相对较长的预期使用寿命，足以支撑多个产品的使用寿命期限。此外，其坚固度宜能够保证在多次拆装后仍不受损坏。在确定产品结构和零件装配方法时宜考虑这一点。此外，方便拆装的模块化设计也可提高产品及其组成零件的可重复利用能力。

若想零件被广泛地重复使用，不同产品型号之间的零件必须做到兼容。在这种情况下，某个型号的零件就可用于修理其他型号，使用标准件效果更好。在某些情况下，提高零件的重复使用率需要软件的兼容性。

将产品及其组成零件设计为支持翻新或再制造。产品再制造需要不同的流程，例如：拆解、检验、再加工、更换零件、组装（成新产品）和产品测试。恰当的产品设计选择通常有助于翻新和再制造。

部件和整体装配的复杂性会影响拆解和更换的便利性，宜优先考虑方便拆装的模块化设计。

此外，避免将强度明显不同的材料组合在一起，避免限制机械装配（例如：粘合或二次成型），拆装和清洗方便有助于提高翻新和再制造的效率。定位接入点或紧固件的困难程度对产品的再制造能力有积极或消极的影响。

产品中使用的零件和材料的使用寿命、磨损度和容量会极大地影响其可翻新和再制造能力。选择“标准组件/零件”更容易在产品翻新或再制造时找到替换零件。提供有关设计、拆装和备用件的信息也可以增加翻新和再制造的机会和效率。同时，需要权衡额外的流程步骤，例如：额外的物流和清洁。可以通过生命周期评估进行判断。

从报废产品中获取可重复使用的零件。对于修理或再制造，宜考虑从报废产品中获取可重复使用的零件。报废产品中预期寿命相对较长的零件可用于维修或再制造，即使产品本身并没有重复利用或再制造的价值。

必须对获取的零件进行识别和跟踪，以确保可追溯性。可追溯性宜拓展至最终产品或源头零件的批号标识。宜建立可追溯的存储系统，以获取可重复使用的零件并妥善使用。为便于材料循环管理，宜特别注意从报废产品中获取的各种零件的可追溯性。

回收特定物质或材料的策划。如需要在产品中使用某些物质或材料，例如：关键原材料或有害物质，组织宜确保其方便知悉，并在可能的情况下，明确这些物质或材料在产品中的大致位置（便于回收利用）。

由于每种物质的回收利用途径不同，在可能的情况下，设计产品时宜使用便于同时回收或易于分离的物质和材料，以促进回收利用。宜考虑使用容易获取、拆解和拆卸含有此类物质或材料的零件和材料，以提高回收效率。

材料回收利用的策划。宜明确可回收重复使用的目标零件或材料，其他零件可以选择是否进行回收。

组织还宜考虑材料有时需要在不损失其固有价值或特性的情况下被多次回收。因此，宜限制使用的不同材料类型的数量，以便每种材料都有足够的数量用于回收作业。对于特定材料，可能在某些地区没有适用的回收设施。因此，特别是在本地生产和交付时，组织在选择产品材料时宜考虑地区可用的回收基础设施。

材料相互“附着”的零件或产品会影响其再循环能力。例如：如果它们被粘在一起或牢固地焊接在一起，再循环能力就会受损，甚至不可能被回收，需要在产品报废时做处置。组织在设计产品时，宜考虑目标零件的易获取性和易拆卸性，以便于回收利用。建立一个可追溯产品中所使用的材料的系统有助于回收作业，例如：根据产品的类别或类型，在不损害其固有品质的前提下，决定是否对其进行回收。

4 结 论

(1) ISO 14009: 2020国际标准为组织以系统

化的方式,利用环境管理体系(EMS)框架,在其设计和开发中建立、记录、实施、保持和持续改进材料循环提供了指南。指南适用于任何组织,不受组织规模或活动的影响。国际标准为材料循环的设计战略提供指南,以实现组织的材料效率目标,重点强调产品中的材料种类和数量、延长产品的使用寿命,以及产品、零件和原材料的回收。

(2) ISO 14009: 2020国际标准是ISO 14000系列国际标准之一,它在ISO 14006生态设计的基础上又进行了深化,将材料循环引入到产品生态设计中,并整体融入到组织的环境管理体系的运

行中,这就使组织环境管理体系的实施更加精细化、更能取得实效。因此,及时将ISO 14009转化为我国国家标准,一方面,能够更好地指导各类组织在开展生态设计工作时科学、规范地融入材料循环理念和方法,将材料循环的工具更好地运用到生态设计的实践中;另一方面,在组织环境管理体系的框架下,当开展设计和开发活动时,综合考虑材料循环事项,必将使生态设计工作更加科学、更加有效,最终也将对组织环境管理体系的实施、保持和持续改进,对环境绩效的整体提升起到积极的促进作用。

参考文献

- [1] GB/T 24001-2016, 环境管理体系 要求及使用指南[S].
- [2] GB/T 24004-2017, 环境管理体系 通用实施指南[S].
- [3] GB/T 24256-2009, 产品生态设计通则[S].
- [4] GB/T 23686-2022, 环境意识设计 原则、要求与指导[S].
- [5] GB/T 24062-2009, 环境管理 将环境因素引入产品的设计和开发[S].
- [6] GB/T 19001-2016, 质量管理体系 要求[S].
- [7] GB/T 24031:2021, 环境管理 环境绩效评价 指南[S].
- [8] GB/T 24040-2008, 环境管理 生命周期评价 原则和框架[S].
- [9] GB/T 24051, 环境管理 物质流成本核算 通用框架[S].
- [10] ISO 14006:2020, 环境管理体系 纳入生态设计的指南[S].