

拟定中国绿色设计标准通则*



刘怡君¹ 陈思佳^{1,2} 黄远^{1,2}

1 中国科学院科技战略咨询研究院（筹）北京 100190

2 中国科学院大学 北京 100190

摘要 国内外现行与绿色设计相关的标准，普遍存在着数量小、覆盖范围窄、标准涉及层次单一以及未形成统一和通用的标准体系等问题。基于此，文章提出了包含从范围到对象、再到原则的三维绿色设计标准目标框架。其中，范围指绿色设计的七大重点行业：能源、钢铁、有色、制造、交通、建筑、化工；对象指绿色设计的层次：宏观、中观、微观；原则指绿色设计的方法：生命周期、循环经济、产业生态学、社会网络分析和人因分析理论。基于三维目标框架，最终拟定了《中国绿色设计标准通则（草案）》。

关键词 绿色设计，标准，框架，通则

DOI 10.16418/j.issn.1000-3045.2016.05.002

“标准”，主要经历了远古、古代、近代和现代标准化时期^[1]，至今已成为标准学领域的专有名词，并被世界各国政府、组织机构、学者、专家等进行了广泛的研究和深入的定义^[2]。总体而言，“标准”是与规范、通用、成本、科学等元素相连接，作用于经济、军事、文化、生产等各个方面的一整套社会公器，它发挥着规范、制约、引导和整合社会各单元的作用。

“绿色设计（green design）”理念最早是在20世纪60年代提出来的，当前研究也将其称为生态设计（eco/ecological design）、环境设计（design for environment）、生命周期设计（life cycle design）、环境意识设计（environmental awareness/conscious design）等^[3]。虽然叫法不同，其内涵却是一致的，基本思想是在设计阶段就将环境因素和预防污染的措施纳入产品设计之中^[4]，将环境性能作为产品的设计目标和出发点，力求使产品对环境的影响达到最小。

“绿色设计标准”是“绿色设计”和“标准”的结合，狭义上是将标准的制定、实施和管理方法应用于绿色设计的活动之中。广义上，绿色设计标准不仅应当融合绿色设计与

*资助项目：中科院青年创新促进会项目（2014139）
修改稿收到日期：2016年5月3日

标准两者的定义、内涵和操作，更应当覆盖多方法、多层次及多行业。

1 国内外与绿色设计相关的标准概况

近年来，与绿色设计相关的标准引发国内外积极探索。在“国家标准文献共享服务平台”进行相关标准搜索后发现，主要国家和国际标准组织已发布的标准中，与绿色设计相关的标准共计 103 项，其中，国际标准化组织 14 项、国际电工委员会 4 项、欧洲标准 7 项、德国 4 项、英国 11 项、法国 12 项、美国 5 项、中国 46 项（图 1）。

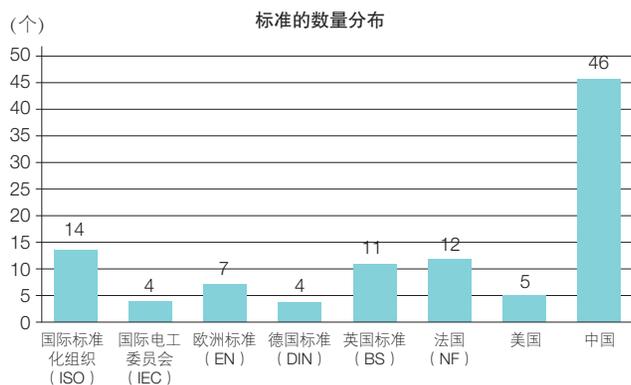


图 1 与绿色设计相关标准的数量分布

存在的普遍问题是：

(1) **标准数量偏小**。从各国的标准总数来看，中国的相关标准总数最多，是中国重视绿色设计的直接体现。但是，从全球相关标准的总数来看，全球与绿色设计相关标准的数量偏小，绿色设计标准仍处于萌芽阶段，有待后期各国、各组织进行完善和补充。

(2) **标准覆盖范围较窄、涉及层次单一**。对标准的对象进行分类，分别统计各个行业下的标准数量并计算百分比。由图2可知，目前绿色设计的相关标准主要集中在电气业（44%）和建筑业（24%），相关标准对有色业、石油业、交通业、通信业和制造业都相对欠缺。此外，标准大多规定了产品的设计环节，对企业、园区、项目、城市、社会乃至国家的绿色设计几乎不涉猎，存在层次单一的问题。

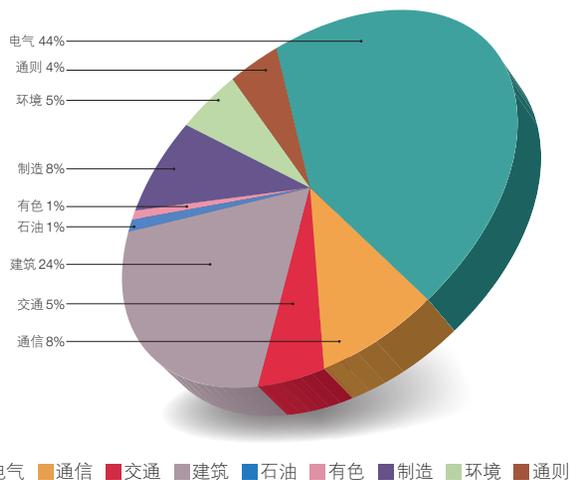


图 2 绿色设计相关标准的行业覆盖

(3) **未能形成统一和通用的标准体系**。现行缺少绿色设计标准的通用准则，导致标准化对象与标准化方法难以统一。同时，绿色设计标准作为标准体系中的一员，仍需面临标准制定周期过长、速度过慢、修订不及时、标准老化、跟不上科技发展的步伐、满足不了个性化需求等一系列问题^[5]。

2 中国绿色设计的目标框架

2015 年，中共中央、国务院印发的《生态文明体制改革总体方案》提出建立绿色产品统一市场和统一标准的要求。这也体现了构建绿色设计标准体系对绿色设计发展的推动性和必要性。同时，在当前条件下，首先要拟定中国绿色设计标准通则。研究绿色设计目标框架是拟定绿色设计通则的着眼点。

2.1 绿色设计维度之一——七大重点行业

单位产品能源消耗限额、单位产品取水定额不仅是衡量产品资源属性和能源属性的主要指标，也是目前衡量产品是否绿色化的有效指标。绿色设计标准体系目标框架的制定应该以高耗能、高耗水行业为范围。

2014 年，工业和信息化部编著的《全国工业能效指南》中提出，六大重点耗能行业包括钢铁、有色、石油、化工、建材和电力行业。2013 年，工业和信息化部、水利部、国家统计局编著的《重点工业行业用水效

率指南》中提出，高用水行业包括火电、钢铁、纺织、造纸、石化和化工、食品和发酵行业。2010年，中国成为全球制造业第一大国，并且连续5年保持世界第一制造大国地位。《中国制造2025》规划提出制定和实施与国际先进水平接轨的制造业质量、安全、卫生、环保及节能标准。近年来，我国交通行业稳步、快速发展，总体来看，城市公交企业单耗（吨标准煤/万人）上升。由此

看来，制造和交通行业也是我国重点耗能、用水行业。

基于以上，将石油和电力行业归并为能源行业，最终得出绿色设计维度之一的七大重点行业，即能源、钢铁、有色、制造、交通、建筑、化工行业。基于以上七大行业，通过查阅相关资料，梳理并统计出七大行业的代表性产品的能耗水耗的限定值、先进值及部分国际先进值（表1和表2），作为制定中国绿色设计标准通则的依据。

表1 单位产品能源消耗限额

行业	产品	单位	限定值 ^①	先进值 ^②	能效标杆企业参考值 ^③	国际先进值 ^④
能源行业	火电	克标准煤/千瓦时	288	284	276.1	280
	石油	千克标准油/吨	11.5	7	6.76	—
	焦炭	千克标准煤/吨	150	115	80.25	—
钢铁行业	钢	千克标准煤/吨	36	15	18	18
	铁合金	千克标准煤/吨	1980	1850	—	—
有色行业	阴极铜	千克标准煤/吨	420	280	288	280
	氧化铝	千克标准煤/吨	520	400	391.18	350
	锌	千克标准煤/吨	2100	1809	1714	1700
	镍	千克标准煤/吨	5200	2580	3222	—
制造行业	纸制品	千克标准煤/吨	450	330	340	—
	纺织品 ^⑤	千克标准煤/吨	900	298.8	—	298.8
	通讯机 ^⑥	千克标准煤/部	23	—	—	—
	芯片	千瓦时/立方厘米	1.75	0.84	—	—
交通行业	夏利汽车 ^⑦	千克标准煤/辆	460	—	—	—
	单位道路面积	千克标准煤	122.9	—	—	—
建筑行业	水泥	千克标准煤/吨	98	88	64.19	86
	平板玻璃 ^⑧	千克标准煤/吨	270	250	220.8	240
化工行业	烧碱 (NaOH)	千克标准煤/吨	1100	800	776	—
	合成氨	千克标准煤/吨	1650	1115	909.91	1000
	硫酸	千克标准煤/吨	-100	-135	-147	-150
	甲醇	千克标准煤/吨	1800	1500	1350	—
	聚氯乙烯	千克标准煤/吨	285	193	192	—

注：① 限定值：评价现有生产企业单位产品能耗限额的指标；

② 先进值：评价现在生产企业单位产品能耗达到先进水平的指标；

③ 能效标杆企业参考值：全国同类产品生产企业能效前三名指标平均值；

④ 国际先进值：来自行业协会和调研数据；

⑤ 纺织行业未出台国家标准，相关标准值来源于地方标准；

⑥ ⑦ 天津市标准；

⑧ 平板玻璃能耗的单位是千克标准煤/重箱，一个重箱等于2mm厚的平板玻璃10m²的重量，重约50kg，以此为准换算为千克标准煤/吨

资料来源：中华人民共和国工业和信息化部，2014年全国工业能效指南

表2 单位产品取水量定额

行业	产品	单位	限定值 ^①	先进值 ^②
能源行业	火电	立方米/兆瓦时	2.4	1.94
	石油	立方米/吨	0.75	0.5
钢铁行业	钢	立方米/吨	4.9	3.6
	铁矿采选 ^③	立方米/吨	0.5	—
有色行业	阴极铜	立方米/吨	25	16
	氧化铝	立方米/吨	3.5	1.5
	铅、锌选矿 ^④	立方米/吨	4	—
制造行业	纸制品	立方米/吨	30	12
	纺织品	立方米/吨	150	100
	电脑 ^⑤	立方米/台	0.0395	—
	芯片	升/平方厘米	27.5	16.9
交通行业	轿车 ^⑥	立方米/辆	20	—
建筑行业	水泥	立方米/吨	0.75	0.3
	平板玻璃 ^⑦	立方米/吨	8	4
化工行业	烧碱 (NaOH)	立方米/吨	38	8
	合成氨	立方米/吨	13	12
	硫酸	立方米/吨	4.5	4.2
	乙烯	立方米/吨	15	8
	聚氯乙烯	立方米/吨	16.5	9

注：① 限定值：参照取水定额国家标准；

② 先进值：来自行业调研数据；

③④⑤⑥ 广东省标准；

⑦ 平板玻璃水耗的单位分别是立方米/重箱，一个重箱等于2mm厚的平板玻璃10m²的重量，重约50kg，以此为准换算为立方米/吨

资料来源：中华人民共和国工业和信息化部、水利部、国家统计局、全国节约用水办公室，2013年重点工业行业用水效率指南

2.2 绿色设计维度之二——三个不同层次

狭义上说，绿色设计维度之一的七大重点行业主要包括工艺、产品等绿色设计对象，广义综合来看，它还涵盖了从企业、产业，到工程、区域甚至社会等绿色设计对象。因此，与生态设计不同，本文认为绿色设计是一个广义综合概念，它既考虑人与自然的关系，又考虑人与社会以及人与人的关系，实质上是寻求“自然绿色、经济绿色、社会绿色、心灵绿色”的交集最大化，它全面表达了绿色设计维度之二的微观、中观与宏观三个层次。具体来说，微观层次上，主要考虑产品、工艺等具象化设计；中观层次上，主要考虑企业、产业链、工程等综合化设计；宏观层次上，主要考虑区域、城市、社会等长远性规划的战略设计。

2.3 绿色设计维度之三——五大理论方法

目前，有关绿色设计标准通则的制定常用的理论方法有生命周期评价、产业生态学、循环经济等理论，其中生命周期评价是最常用的理论方法，而基本上有关绿色设计标准都是基于产品、原材料或具体工艺的。对于本文提出的绿色设计的中观、宏观层面来说，还需探索新的理论方法，使其科学、合理、适用。

针对三大不同层面的特点与意义，得出绿色设计维度之三的五大理论方法。其中，（1）生命周期理论主要适用于产品、工艺等绿色设计对象；（2）循环经济理论主要适用于企业等绿色设计对象；（3）产业生态学理论主要适用于产业等绿色设计对象；（4）社会网络分析理论主要适用于工程、区域等绿色设计对象；（5）人因分

析理论主要适用于社会等绿色设计对象。五大理论方法的具体分析将在第3部分“通则”中体现。

3 中国绿色设计标准通则（草案）

3.1 范围

本标准规定了进行绿色设计相关内容时的通用原则和要求。

本标准适用于直接参与绿色设计和开发过程的人员、负责制定组织政策的决策者和制定具体标准的人员。

3.2 规范性引用文件

下列文件对本文件的应用是必不可少的。凡是注明日期的文件，仅注明日期的版本适用于本文件。

- (1) GB/T 32161 生态设计产品评价通则
- (2) GB/T 22336 企业节能标准体系编制通则
- (3) GB/T 7119 节水型企业评价导则
- (4) GB/T 50326 建设工程项目管理规范
- (5) GB/T 20014 良好农业规范
- (6) GB/T 3723 工业用化学产品采样安全通则
- (7) GB/T 26720 服务业清洁生产审核指南编制通则
- (8) GB/T 50442 城市公共设施规划规范
- (9) GB/T 50420 城市绿地设计规范
- (10) GB/T 27768 社会保险服务 总则
- (11) GB/T 28284 节水型社会评价指标体系和评价方法
- (12) GB/T 30258 钢铁行业能源管理体系实施指南
- (13) GB/T 50648 化学工业循环冷却水系统设计规范
- (14) GB/T 50378 绿色建筑评价标准
- (15) GB/T 28569 电动汽车交流充电桩电能计量
- (16) GB/T 23331 能源管理体系 要求
- (17) GB/T 26119 绿色制造 机械产品生命周期评价总则
- (18) GB/T 24040 环境管理 生命周期评价 原则与框架
- (19) GB/T 19000 质量管理体系
- (20) GB/T 24001 环境管理体系 要求及使用指南

3.3 术语和定义

上述引用标准中给出的以及下列术语和定义适合于本标准。

绿色设计 green design

绿色设计全面表达了微观、中观与宏观三个层次。对于微观层次，主要考虑产品、工艺等具象化设计；对于中观层次，主要考虑行业、工程、产业链等综合化设计；对于宏观层次，主要考虑国家、区域、城市等长远性规划的战略设计。

3.4 绿色设计的目标框架

绿色设计是在深刻认识人与自然关系基础上，对规定绿色目标函数进行的预先策划和具有可操作创意的智慧活动；是可持续发展在经济社会领域的集中投射，是实现自然资源持续利用、绿色财富持续增长、生态环境持续改善、生活质量持续提高的现代设计潮流。包含了对传统设计实施观念创新、理论创作、方法创新、工具创新的全过程。也是为实现绿色发展目标所制定的时间表、路线图、工具箱、对策库的整体集合。其实质是通过设计来寻求“自然绿色、经济绿色、社会绿色、心灵绿色”的交集最大化。绿色设计的目标框架如图3所示。

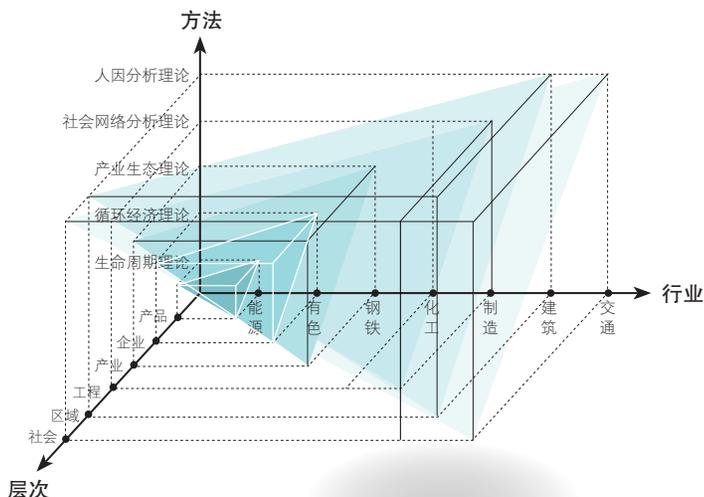


图3 绿色设计的目标框架

3.5 绿色设计的基本原则

3.5.1 依据生命周期理论

生命周期理论，是指对产品的整个生命周期——从原材料获取到设计、制造、使用、循环利用和最终处理等，定量计算、评价产品实际、潜在消耗的资源 and 能源以及排出的环境负荷。

生命周期与绿色设计

基于产品生命周期理论以及原有国家能耗标准建立更加环保、节能、节水、循环、低碳、再生、有机的绿色设计标准。

生命周期评价中数据形成的阶段是绿色设计的关键阶段，该阶段从产品全生命周期出发，根据各个阶段的输入输出设置绿色标准点，计算绿色设计阈值，包括原材料选取、能源消耗、环境影响和产品健康安全等属性，兼顾节能、环保、节水、循环、低碳、再生等方面，选取对人们身体健康、生态环境安全影响大的典型指标，作为评价产品及工艺生态化特征的标尺，选取环境及经济双因素分析，横向对比同类产品之间的环境友好程度，建立统一的、全面的绿色设计产品及工艺数据集。

3.5.2 依据循环经济理论

循环经济理论，是在物质的循环、再生、利用的基础上发展经济，是一种建立在资源回收和循环再利用基础上的经济发展模式。其原则是资源使用的减量化、资源化、再循环。其生产的基本特征是低消耗、低排放、高效率。

循环经济与绿色设计

基于企业等的循环经济理论以及经济系统中环境-经济平衡关系建立“原料—产品—废物—原料”的绿色循环模式，从单纯追求产品利润最大化向可持续发展能力永续建设进行转变。

循环经济绿色设计是在生态系统的物质流和价值流的基础上保持输入与输出的绿色平衡。产业链物质流分析的核心是对社会经济活动中物质流动进行定量设计与

分析，通过对其方向和流量的调控，提高资源的循环效率，达到设定的相关目标。产业链的价值流分析是保证循环经济持续发展的经济动力和运转的关键。绿色设计要求循环经济产业链的双循环模式的运行处于增值状态时，也就是处于既循环又经济的最佳组合状态，循环经济才能持续发展。

3.5.3 依据产业生态学理论

产业生态学，是模拟生物和自然生态系统代谢功能的一种系统分析方法。与自然生态系统相似，产业生态系统同样包括“生产者”、“消费者”、“再生者”和“外部环境”。通过分析系统结构变化来研究产业生态系统的代谢机理和控制方法。

产业生态与绿色设计

基于产业生态学理论以及产业生态系统构建的基础原则，建立自然资源从源、流到泄的全代谢过程的可拆卸性、可回收性、可维护性、可重复利用性等一系列的绿色设计决策方向。

绿色设计要求产业生态系统的建立符合系统观、整体观、未来观以及全球观。产业生态系统同自然系统之间的流动可以通过“物质平衡”和“物质循环”的理论进行测度。其中，工业代谢分析为绿色设计提供了系统的分析方法，构建“供给链网”模拟自然系统中的“食物链网”，通过系统的代谢机理和控制论方法进行物质绿色平衡核算，建立物流的“闭路再循环”绿色通道。绿色设计产业生态系统旨在建立理想的生态系统，系统内部资源得到最大化利用，抛弃传统的粗放式生产模式，快速实现工业化的可持续发展新模式。

3.5.4 依据社会网络分析理论

社会网络分析，是通过对研究主体及主体间各种类型的关系进行形式化定义来构建关系网，旨在分析网络整体结构特性及其对主体的影响和单个节点在网络的位置与作用。

社会网络与绿色设计

基于区域的社会网络分析理论是在原有国家安全和

质量标准的基础上建立更加环保、经济、安全、高效、公平的绿色设计标准。

社会网络分析评价中，选择合理的区域构成单位和单位间的关系建立恰当的网络模型是关键，通过对多个典型区域进行网络分析，并采取增删节点和连边的方法，对现有模型进行模拟仿真实验，基于生态文明、命运共同体、区域治理、包容发展的理念，选取显著影响区域发展、区域环境、区域效率、区域安全、区域公平的指标作为评价标准，建立统一、全面的绿色设计工程及区域数据集。

3.5.5 依据人因分析理论

人因分析理论，抓住人因导致社会问题不可重复的本质，将社会中的人因看作人采取行为策略追求某种目标，从而干预社会发展进程，在生态文明理念下，构建较为普适的人因社会模型，通过求解行为策略集，在一定程度上预见行为后的结果，并不断左右人的行为，实现社会绿色设计。

人因分析与绿色设计

基于社会人因分析理论以及原有国家质量和人类工效学标准的基础上建立更加环境友好、资源节约、公平高效、安全满意、质量提高的绿色设计标准。

人因分析评价中构建人因社会模型是绿色设计的基础，寻找社会状态与最优行为策略的匹配解是绿色设计的关键。目标函数的设立与行为策略的求解，不仅要考虑环境和局中人之影响，还要兼顾公平、安全、高效、创新、低成本、满意度等方面，采用定性与定量有机结合的方法，找出设计中不合理的地方，进行调整与改进，不断反复迭代，直到求得满意解。通过对不同类型实际人因社会问题进行研究，选取对生活质量 and 心灵绿色影响大的指标作为评价标准，构建统一的、全面的绿色设计城市及社会数据库。

3.6 绿色设计的通用要求

绿色设计应运用多准则概念，综合考虑环境、经济、社会、法规和技术等影响和需求。在设计中灵活确

定取舍，将下述通用要求融入绿色设计中。

3.6.1 环境性要求

绿色设计的环境性要求有助于识别和制约产品、企业、工程、产业、区域和社会等六大层次，以及能源、有色、钢铁、制造、化工、交通和建筑等七大行业，对环境的影响和对人类健康和安全的风险，主要包括：资源消耗、能源消耗、废物产生、生态破坏以及健康和安

3.6.2 经济性要求

绿色设计的经济性要求在于成本控制，成本不仅取决于材料选择和使用，制造过程的工艺技术和设备以及人力资源的投入，还受到循环经济中再回收、再利用的影响；绿色设计时，在考虑满足环境要求和功能要求的同时，还要考虑其经济性和市场的可接受性。

3.6.3 社会性要求

绿色设计的社会性要求一方面考虑设计需求，一方面考虑末端消费。设计内容在基本满足环境和成本需求同时，绿色设计还应考虑用户的需求和期望。在生产、分配、交换、消费的各个环节，都应把绿色设计贯穿其中，最终达到绿色消费的目的。绿色设计有利于在全社会范围内培养公民的道德情操并使之养成良好的消费习惯。

3.6.4 法规性要求

绿色设计应在政策法规和利益相关方要求的框架内实施，组织在实施绿色设计时应定期检查和了解这些要求的相关变化。政策法规和利益相关方的要求包括：国家和国际法规的限制性要求和责任；技术标准和自愿协议；市场或者消费者的需求、发展趋势和期望；社会和投资者的期望等。

3.6.5 技术性要求

绿色设计的技术要求取决于设计体系的整体功能性，主要考虑可耐用性、可升级性、可维修性、可再造性、可重复性、可拆解性等要求。提供用户使用手册，建立系统的、规范的售后服务和回收体系，满足再利

用、再循环的要求。构建绿色设计方法和应用案例知识库，以及设计内容的数据库，为绿色设计全过程的顺利实施提供数据支撑和技术保障。

3.7 绿色设计的评价指标体系

3.7.1 可清洁能力

3.7.1.1 生活垃圾综合处理率

3.7.1.2 工业废水综合处理率

3.7.1.3 绿色设计覆盖度指数

3.7.2 可循环能力

3.7.2.1 可再生能源分布结构

3.7.2.2 工业固废重复利用率

3.7.2.3 水资源重复利用效率

3.7.3 可创新能力

3.7.3.1 新产品设计研发投入

3.7.3.2 外观设计专利授权数

3.7.3.3 绿色设计本底度指数

3.7.4 可接受能力

3.7.4.1 绿色交通的运营水平

3.7.4.2 绿色建筑的认证水平

3.7.4.3 绿色设计关注度指数

3.7.5 可持续能力

3.7.5.1 绿色设计碳足迹指数

3.7.5.2 节能减排目标达成率

3.7.5.3 绿色设计推进度指数

参考文献

- 1 李春田. 标准化概论(第四版). 北京: 中国人民大学出版社, 2005.
- 2 麦绿波. 广义标准概念的构建. 中国标准化, 2012, (4): 57-58.
- 3 高巍, 王守平, 张瑞峰. 绿色设计. 辽宁: 辽宁美术出版社, 2014.
- 4 刘志峰, 刘光复. 绿色设计. 北京: 机械工业出版社, 1999.
- 5 李春田. 现代标准化方法——综合标准化. 中国标准导报, 2011, (12):4-7.

Preparation of General Rules for Green Design Standard

Liu Yijun¹ Chen Sijia^{1,2} Huang Yuan^{1,2}

(1 Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China;

2 University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China)

Abstract General problems of present green design-related standards in the domestic and overseas are numbers of standards are low, scope of standards is small, coverage of standards is narrow, and no uniform and general standard system is formed. Based on above, the study comes up with a target framework of three-dimensional green design standard including scope, object, and principle. Among the target framework, the scope means the seven key industries of green design: energy, steel, non ferrous, manufacturing, transportation, construction, and chemical. The object means the macro-level, the meso-level, and the micro-level of green design, and the principle means the methods of green design, which involve lifecycle theory, circular economy theory, industrial ecology theory, social network analysis theory, and human factors analysis theory. Based on the three-dimensional target framework, the paper finally draws general rules for green design standard of China (draft).

Keywords green design, standards, framework, general rules

刘怡君 中科院科技战略咨询院（筹）研究员，硕士生导师。获中科院数学与系统科学研究院博士学位。兼任中科院自然与社会交叉科学研究中心主任助理，中科院科技战略咨询院（筹）社会治理与风险研究中心执行副主任等职务。作为中科院可持续发展战略研究组的成员，从2004年开始研究可持续发展、绿色经济和新型城镇化等相关内容。已主持和承担了多项国家自然科学基金、国家发改委和环保部等部门的重要科研任务，发表相关论文和报告20余份。
E-mail: yijunliu@casipm.ac.cn

Liu Yijun Ph.D., graduated from the Academy of Mathematics and Systems Science, CAS. She is the researcher and master tutor at Institute of science and development, CAS. Currently, she also serves as assistant director of Intercross-Science Research Center for Natural Science and Social Science, deputy executive director of Center for Social Governance and Risk Research, Institute of science and development of CAS. As a member of Sustainable Development group in the CAS, she has been studying the sustainable development, new-urbanization, and other related issues since 2004. She has hosted and undertaken a number of important research tasks from National Development and Reform Commission and National Natural Science Foundation of China, published more than 20 reports and papers. E-mail: yijunliu@casipm.ac.cn