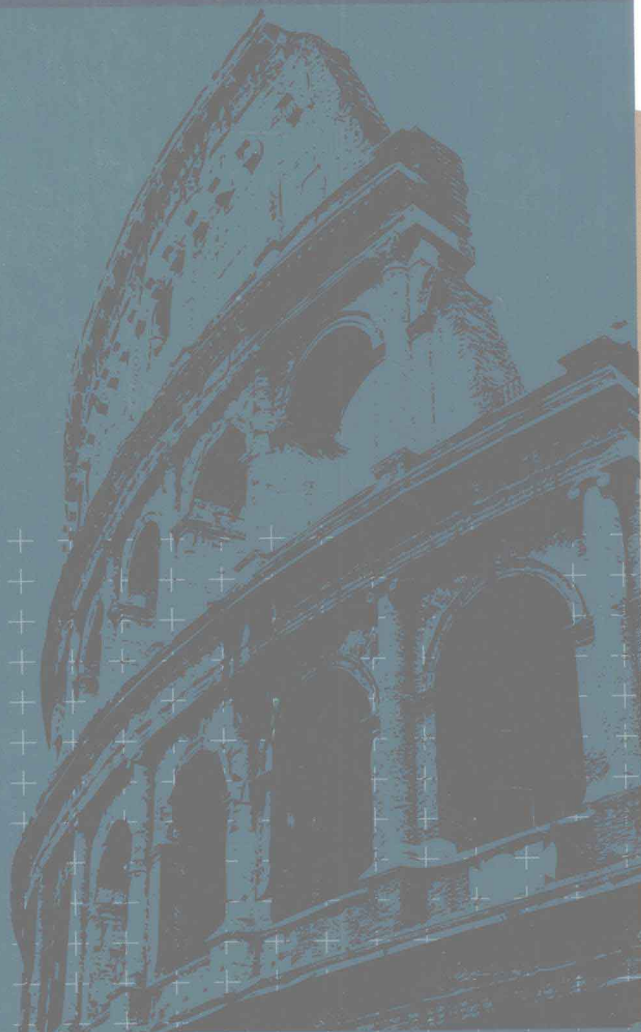


高等学校教材

XINXING
JIANZHU
CAILIAO
JIQI
YINGYONG

新型建筑材料 及其应用

黄新友 高春华 主编



化学工业出版社

新型建筑材料是在传统建筑材料基础上,随着科学技术的日新月异而产生的适应时代潮流的新一代建筑材料。具备一定新型建筑材料知识是对材料学、土木工程、建筑设计及工程管理,尤其是对无机非金属材料专业学生知识结构的基本要求。

本教材主要介绍了新型建筑材料与生态环境,新型建筑材料及其发展趋势,建筑材料的基本性质,新型水泥基复合材料,高强、高性能混凝土材料,新型墙体材料,新型建筑隔热和吸声材料,新型建筑防水材料和密封材料,新型建筑防火材料,新型建筑装饰涂料,生态建筑材料的开发与应用,新型建筑装饰石材,新型建筑装饰陶瓷,新型建筑装饰玻璃,新型建筑装饰金属材料,新型建筑材料与纳米材料,建筑材料试验等内容。

本教材为高校无机非金属材料专业的教学用书,也可作为材料学、土木工程、建筑设计及工程管理等专业建筑材料方面课程的教学用书,同时也可作为相关专业技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

新型建筑材料及其应用/黄新友,高春华主编.

北京:化学工业出版社,2012.2

高等学校教材

ISBN 978-7-122-13179-9

I. 新… II. ①黄…②高… III. 建筑材料

IV. TU5

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第280536号

责任编辑:杨 菁

文字编辑:汲永臻

责任校对:边 涛

装帧设计:杨 北

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 刷:北京永鑫印刷有限责任公司

装 订:三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张25½ 字数672千字 2012年4月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址:<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:49.00元

版权所有 违者必究

前 言

建筑材料可定义为人居环境构筑物所用材料的总称，因而可以说建筑材料是人类赖以生存的物质基础、建筑领域科技进步的核心以及高新技术发展和社会现代化所必须具备的基本条件。进入 21 世纪以来，对于建筑行业人们更加关注建筑物的性能、功能和经济成本，更加注重人类生活空间的安全性、方便性和舒适性，因此建筑材料工业得到了迅猛的发展。在各种传统建筑材料的基础上，很多新型建筑材料大量涌现，并在各类工程建设中得到广泛的应用。

新型建筑材料是在传统建筑材料基础上，随着科学技术的日新月异而产生的适应时代潮流的新一代建筑材料。具备一定新型建筑材料知识是对材料学、土木工程、建筑设计及工程管理，尤其是对无机非金属材料专业学生知识结构的基本要求。目前很多高校的相关专业纷纷开设新型建筑材料的选修课，同时一些高校的土木工程、建筑学、城市规划、建筑环境装饰及其相关专业受专业基础课“建筑材料”、“土木工程材料”课时的限制，也均开设了新型建筑材料或建筑装饰材料的选修课来为学生介绍各种性能优异的新型建筑材料，以拓宽学生的视野并为学生提供日后进行工程实际应用方面的便利。正是在这样的背景下，我们编写了本教材。

建筑材料与人居环境的质量，与土木建筑活动以及人类生态环境和社会的可持续发展密切相关。使用新技术开发并应用性能优良、节省能耗的新型建筑材料，是当今世界的一大课题。因此近年来各种新型建筑材料不断涌现出来，并在各类工程建设中得到广泛的应用。为了反映目前新型建筑材料的发展水平和应用情况，并将其介绍给相关专业的学生，我们编写了本教材。

本教材内容涵盖近几年国内外涌现出来的各种新型建筑材料和建筑装饰材料。书中内容简略得当，重点突出，主要介绍了新型建筑材料与生态环境，新型建筑材料及其发展趋势，建筑材料的基本性质，新型水泥基复合材料，高强、高性能混凝土材料，新型墙体材料，新型建筑隔热和吸声材料，新型建筑防水材料和密封材料，新型建筑防火材料，新型建筑装饰涂料，生态建筑材料的开发与应用，新型建筑装饰石材，新型建筑装饰陶瓷，新型建筑装饰玻璃，新型建筑装饰金属材料，新型建筑材料与纳米材料，建筑材料试验等内容。

本教材内容充分体现了当今世界不断涌现的各种新型建筑材料和最新技术及其发展方向。它具有如下特点：全部按各种新型建筑材料及其技术来分章，内容集中，立意新颖，系统性强，条理清晰，结构严谨，兼顾理论与实用技术，涵盖面广。内容的选取反映了国内目前新型建筑材料的最新水平和成果以及今后的发展方向。同时也能为相关专业的学生认识和合理应用新型建筑材料、深入研究开发更多的新型建筑材料提供一个良好的知识平台。

本教材为高校无机非金属材料专业的教学用书，也可作为材料学、土木工程、建筑设计及工程管理等专业建筑材料方面课程的教学用书，同时也可作为相关专业技术人员的参考书。

本教材由黄新友和高春华两位教师共同编写。

由于水平所限，加之时间仓促，疏漏之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

黄新友 高春华于江苏大学
2011 年 10 月

目 录

第一章 新型建筑材料与生态环境	1	第八节 透水性混凝土	80
第一节 新型建筑材料的分类与特点	2	第九节 绿化混凝土和海洋及水域生物适应型混凝土	84
第二节 新型建筑材料与生态环境的关系	4	思考题	86
第三节 新型建筑材料与生态环境的可持续发展	5	第六章 新型墙体材料	87
第四节 新型建筑材料的研究与开发	8	第一节 砌墙砖	87
第五节 新型建筑材料对环境的影响评价	11	第二节 建筑砌块	98
思考题	15	第三节 轻质墙板	110
第二章 新型建筑材料及其发展趋势	16	第四节 屋面材料	123
第一节 纳米材料及技术在建筑材料中的应用	16	思考题	125
第二节 智能化材料	21	第七章 新型建筑隔热和吸声材料	126
第三节 复合材料	25	第一节 新型保温隔热材料的发展现状	126
第四节 新型装饰材料、节能材料	31	第二节 纤维状保温隔热材料	128
第五节 适用于尖端建筑技术的新型材料	33	第三节 散粒状隔热材料	132
思考题	35	第四节 无机多孔性板块保温隔热材料	134
第三章 建筑材料的基本性质	36	第五节 泡沫石棉和泡沫塑料	136
第一节 建筑材料的组成和结构	36	第六节 玻璃隔热、吸声材料	137
第二节 建筑材料的物理性质	41	第七节 反射型保温绝热材料	142
第三节 建筑材料的力学性质	46	第八节 吸声材料	144
第四节 建筑材料的耐久性	49	思考题	146
第五节 建筑材料的装饰性质	51	第八章 新型建筑防水材料和密封材料	147
思考题	52	第一节 防水卷材	148
第四章 新型水泥基复合材料	53	第二节 防水涂料	154
第一节 纤维改性水泥基复合材料	53	第三节 建筑密封材料	158
第二节 活性粉末水泥基材料	58	第四节 防水材料在使用中应注意的问题	161
第三节 地聚合物水泥基材料	62	思考题	163
第四节 环境友好型水泥基复合材料	66	第九章 新型建筑防火材料	164
思考题	68	第一节 建筑火灾危害与分析及阻燃技术的发展	168
第五章 高强、高性能混凝土材料	69	第二节 建筑防火涂料	170
第一节 高强、高性能混凝土材料概述	69	第三节 建筑防火板材	179
第二节 高性能混凝土与普通混凝土微观结构的比较	70	第四节 建筑阻燃材料	185
第三节 实现高强度的技术途径	71	第五节 防火门与防火卷帘	192
第四节 高性能混凝土的工作评价	71	第六节 建筑防火玻璃	195
第五节 高强、高性能混凝土配比设计原则	73	思考题	198
第六节 其他品种混凝土的工程应用	75	第十章 新型建筑装饰涂料	199
第七节 水下灌注混凝土及水下压浆混凝土	78	第一节 建筑涂料的功能和分类	199
		第二节 建筑涂料的基本组成	202

第三节	外墙涂料	205	第五节	夹层玻璃	284
第四节	内墙涂料	211	第六节	中空玻璃	288
第五节	功能性建筑涂料	214	第七节	防火玻璃	290
第六节	地面涂料	216	第八节	自清洁玻璃	292
第七节	新型建筑涂料的发展	217	第九节	微晶玻璃	295
思考题		221	第十节	泡沫玻璃	298
第十一章	生态建筑材料的开发与		思考题		299
	应用	222	第十五章	新型建筑装饰金属材料	300
第一节	资源枯竭与新材料的开发	222	第一节	金属材料的结构与一般特性	300
第二节	环境恶化与新材料	228	第二节	建筑领域的新型金属材料	303
第三节	利用固体废弃物生产新型建筑		第三节	具有特殊功能的金属材料	307
	材料	231	第四节	新型铝金属材料	312
第四节	采用高新技术开发研制新材料	232	第五节	铜及铜合金装饰材料	313
第五节	陶瓷耐热涂层的开发与应用	233	第六节	金属的腐蚀与防护	314
第六节	生态玻璃的开发与应用	237	思考题		316
第七节	生态水泥的开发与应用	239	第十六章	新型建筑材料与纳米材料	317
第八节	木材陶瓷	241	第一节	纳米改性涂料	317
思考题		243	第二节	纳米改性陶瓷	332
第十二章	新型建筑装饰石材	244	第三节	纳米改性水泥	339
第一节	天然石材的特点及选用	244	第四节	纳米改性玻璃	348
第二节	天然装饰石材	248	第五节	纳米改性塑料	356
第三节	人造装饰石材	251	第六节	纳米改性防水材料	362
第四节	工程砌筑石材及其应用	253	第七节	纳米改性隔热保温材料	363
思考题		253	第八节	纳米电器材料在建筑和家居中的	
第十三章	新型建筑装饰陶瓷	254	应用		364
第一节	釉面砖	254	思考题		366
第二节	墙地砖	256	第十七章	建筑材料试验	367
第三节	新型墙地砖	258	第一节	建筑材料基本性质试验	367
第四节	新型建筑卫生陶瓷金饰材料		第二节	水泥试验	369
	现状	261	第三节	混凝土用砂、石试验	376
第五节	建筑卫生陶瓷企业废气和粉尘污染		第四节	混凝土拌和物性能试验	382
	控制与防治	263	第五节	混凝土力学性能试验	384
第六节	建筑陶瓷的行业发展	266	第六节	建筑砂浆试验	387
思考题		266	第七节	砌墙砖试验	389
第十四章	新型建筑装饰玻璃	267	第八节	石油沥青试验	392
第一节	玻璃在建筑业的应用	267	第九节	建筑装饰材料性能试验	394
第二节	钢化玻璃	272	第十节	建筑防水材料性能试验	396
第三节	镀膜玻璃	274	思考题		399
第四节	低辐射玻璃	279	参考文献		400

第一章 新型建筑材料与生态环境

建筑材料的发展是随着人类社会生产力和国民经济不断发展而发展的，与建筑技术的进步有着不可分割的联系，它们相互推动又相互制约。国民经济建设的发展，直接促进了建筑材料的生产和技术进步，对建筑材料的品种、质量不断提出更高、更新的要求。建筑物的结构形式及施工方法受到建筑材料性能的制约，建筑工程中许多技术问题的解决，往往依赖于建筑材料问题的突破；新型建筑材料的出现又促进了结构设计和施工技术的革新。国民经济建设的发展要求建筑材料工业不断高速发展，而建筑材料工业又是耗费自然资源和能源的大户，它既可大量吸纳工农业废料也可产生大量废气、烟尘等，对环境造成有利或不利的影 响，因此，建筑材料生产及科学技术的发展，对于现代化建设具有重要的作用。

改革开放以来，我国建筑材料工业有了巨大发展，基本改善了建筑材料生产不能满足建筑工程需要的被动局面。多年来，在实现现代化的建设过程中，建筑工程的规模不断扩大，对建筑材料的需要不仅数量大，更对其品种、规格及质量的要求越来越高，我国许多重要建筑材料的年产量已经位居世界前列，但传统的生产增长方式使我国在资源、能源和生态环境等方面付出了沉重代价。当前，资源相对短缺及环境保护问题，已经成为制约国民经济发展的关键。因此，突破资源及生态环境的制约，建立循环节约型可持续发展的生产方式，成为建筑工程及建筑材料行业刻不容缓的重要课题。为此必须研究和生产高性能、多功能的新型建筑材料，特别是新型复合材料，使建筑材料的品种、质量和配套水平显著提高，以适应现代建筑工程发展的要求。例如：研究和发 展具有保温隔热及热存储性能的新型墙体材料，以满足建筑节能的需要；大力发展利用工农业废料及再生资源的建筑材料，以利于循环型经济的发展；研究开发节约能源、减少污染、保护环境的新材料和生产工艺，淘汰浪费土地的烧黏土砖和高污染、高耗能的小水泥以及各种落后的建材生产工艺；利用现代科学技术手段和方法，开展建筑材料理论、试验技术及测试方法的研究，使建筑材料工业尽快达到现代化，并朝着按指定性能设计、生产新材料的方向前进，让建筑材料行业沿着全面贯彻科学发展观、构建人与自然和谐的可持续发展道路快速前进。

材料科学的发展标志着人类文明的进步。人类的历史也是按制造生产工具所用材料的种类划分的，由史前的石器时代，经过青铜器时代、铁器时代，发展到今天的人工合成材料时代，均标志着材料科学的进步。同样建筑材料的发展也标志着建设事业的进步。高层建筑、大跨度结构、预应力结构、海洋工程等，无一不与建筑材料的发展紧密相连。

从目前的建筑材料现状来说，普通水泥、普通混凝土、普通防水材料是最主要的组成部分。这是因为这一类材料有比较成熟的生产工艺和应用技术；使用性能尚能满足目前的建设需求。

虽然近年来建筑材料工业有了长足的进步和发展，但与发达国家相比，仍还存在着品种少、质量档次低、生产和使用能耗大及浪费等问题。因此，如何发展和应用新型建筑材料已成为现代化建设亟须解决的关键问题。

随着现代化建筑向高层、大跨度、安全、节能、美观、舒适的方向发展和人民生活水平、国民经济实力的提高，特别是基于新型建筑材料自重轻、抗震性能好、能耗低、大量利用工业废渣等优点，研究开发和应用新型建筑材料已经成为必然。遵循可持续发展战略，建筑材料的发展方向可以理解为以下几个方面。

- (1) 生产所用的原材料要求充分利用工业废料、能耗低、可循环利用、不破坏生态环境、有效保护天然资源。
- (2) 生产和使用过程不产生环境污染,即废水、废气、废渣、噪声等零排放。
- (3) 做到产品可再生循环和回收利用。
- (4) 产品性能要求轻质、高强、多功能,不仅对人畜无害,而且能净化空气、抗菌、防静电、防电磁波等。
- (5) 加强材料的耐久性研究和设计。
- (6) 主产品和配套产品同步发展,并解决好利益平衡关系。

第一节 新型建筑材料的分类与特点

新型建筑材料品种繁多,形成一套具有共识的分类原则对新型建筑材料的发展非常必要,这不仅仅是编制规范、计划所必需的,对统一市场语言、规范产品命名、方便使用、防止误导和误用也很重要。由于新型建筑材料本身是一直处于不断更新发展状态的材料,因此它的分类和命名还较混乱。

1. 按用途分类

中国新型建材(集团)公司和中国建材工业技术经济研究会新型建筑材料专业委员会编著的《新型建筑材料实用手册》(第二版)是采用“用途分类”的原则,把建筑材料分为十六类:墙体材料,屋面和楼板构件,混凝土外加剂,建筑防水材料,建筑密封材料,绝热、吸声材料,墙面装饰材料,顶棚装饰材料,地面装饰材料,卫生洁具,门窗、玻璃及配件,给水排水管道,工业管道及其配件,胶黏剂,灯饰和灯具,其他。

2. 按建筑各部位使用建筑材料的状况来分类

即除水泥、玻璃、钢材、木材这四大主要原材料及传统的砖、瓦、灰、砂石外,在12个建筑部位上所需要的品种花色日新月异的建筑材料,不论其原料属于哪个工业部门,其制品均可列为新型建筑材料。具体分为以下几种。

外墙材料:包括承重或非承重的单一外墙材料和复合外墙材料。

屋面材料:包括坡屋面材料和平屋面材料。

保温隔热材料:包括无机类保温材料、有机类保温材料和无机有机复合类材料。

防水密封材料:包括沥青防水卷材、高分子防水卷材、防水涂料、建筑密封材料和防水止漏材料。

外门窗:包括分户门、阳台门、外窗、坡屋面窗等。

外墙装饰材料:包括外墙涂料、装饰面材(如石材、陶瓷、玻璃、塑料、金属等装饰材料)。

内墙隔断与壁柜:如分户隔墙、固定隔断与壁柜等。

内门:包括卧室门、居室门、储藏室门、厨卫门等。

室内装饰材料:包括内墙涂料、壁纸、壁布、地面装饰材料、吊顶装饰材料、装饰线条等。

卫生设备:如卫生洁具、卫生间附件、水暖五金配件等。门锁及其他建筑五金。

其他:如管道、室外铺地材料等。

3. 按原材料来源分类

可将新型建筑材料按原材料来源分为四类:以基本建设的主要材料水泥、玻璃、钢材、木材为原料的新产品,如各种新型水泥制品、新型玻璃制品等。以传统的砖、瓦、灰、砂石

为原料推出的新品种，如各种加气混凝土制品、各种砌块等，这些新的产品也是新型建筑材料。以无机非金属材料为原料生产的各种制品，如各种玻璃钢制品、玻璃纤维制品等。采用各种新的原材料制作的各种建筑制品，如铝合金门窗、各种化学建材产品、各种保温隔声材料制品、各种防水材料制品等均属新型建筑材料。

也可根据材料的组成、功能和用途分别加以分类，具体如下。

一、按建筑工程材料的使用性能分类

通常分为承重结构材料、非承重结构材料及功能材料三大类。

(1) 承重结构材料 主要是指梁、板、柱、基础、墙体和其他受力构件所用的材料。最常用的有钢材、混凝土、沥青混合物、砖、砌块、墙板、楼板、屋面板、石材和部分合成高分子材料等。

(2) 非承重结构材料 主要包括框架结构的填充墙、内隔墙和其他围护材料等。

(3) 功能材料 主要有防水材料、防火材料、装饰材料、保温隔热材料、吸声（隔声）材料、采光材料、防腐材料、部分合成高分子材料等。

二、按建筑工程材料的使用部位分类

按建筑工程材料的使用部位通常分为结构材料、墙体材料、屋面材料、楼地面材料、路面材料、路基材料、饰面材料和基础材料等。

三、按建筑工程材料的化学组成分类

根据建筑工程材料的化学组成通常可分为无机材料、有机材料和复合材料三大类。这三大类中又分别包含多种材料类别，见表 1-1。

表 1-1 建筑工程材料

建筑工程材料	无机材料	金属材料	黑色金属(钢、铁) 有色金属(铜、铝、铝合金)
		非金属材料	胶凝材料(水泥、石灰、石膏、水玻璃) 天然石材 混凝土和砂浆 烧土制品(砖、瓦、玻璃、陶瓷等) 蒸压和蒸养硅酸盐制品
	有机材料	植物材料	木材、竹材和秸秆
		沥青材料	石油沥青、煤沥青等
		高分子材料	塑料、橡胶、有机涂料和胶黏剂等
	复合材料	有机-无机复合材料	玻璃钢、聚合物混凝土、沥青混合物、钙塑材料等
		金属-无机非金属材料	钢筋混凝土、钢纤维混凝土等
		金属-有机复合材料	彩钢泡沫塑料夹芯板

新型建筑材料及制品工业是建立在技术进步、保护环境和资源综合利用基础上的新兴产业。新型建筑材料产品在生产过程中，能源和物质投入、废物和污染物的排放与传统建筑材料相比都应该减少到最低程度，制造过程中副产物能重新利用，产品不污染环境，并可回收利用。可以说新型建筑材料是可持续发展的建筑材料产业，其发展对节能减排、保护耕地、减轻环境污染和缓解交通运输压力具有十分积极的作用。

随着我国墙体材料革新和建筑节能力度的逐步加大，建筑保温、防水、装饰装修标准的提高及居住条件的改善，对新型建筑材料的需求不仅仅是数量的增加，更重要的是质量的提高，即产品质量与档次的提高及产品的更新换代。随着人们生活水平、文化素质的提高以及自我保护意识的增强，人们对材料功能的要求日益提高，要求材料不但要有良好的使用功

能,还要求材料无毒、对人体健康无害、对环境不会产生不良影响,即新型建筑材料应是所谓的“生态建材”或“绿色建材”。

因此,新型建筑材料的特点可归纳为:技术含量高,功能多样化;生产与使用节能、节地,综合利用废弃资源,有利于生态环境保护;适应先进施工技术,改善建筑功能,降低成本,具有巨大市场潜力和良好发展前景。

从新型建筑材料的特点可以看出,发展新型建材应遵循的原则是:以市场为导向,以提高经济效益为中心,以满足建筑业的发展需求为重点,努力将新型建材培育成建材行业新的经济增长点。坚持节能、节土、节水,充分利用各种废弃物,保护生态环境,贯彻可持续发展战略。依靠科技和技术创新,努力发展科技含量高、附加值高的新产品,推进企业技术装备水平的提高和产品结构的升级,实现良性滚动发展。坚持因地制宜的方针,引导和支持各地发展适合当地资源条件、建筑体系和建筑功能要求的新型建筑材料,做到生产和推广应用一体化。注重开发系列化、功能多样化的产品,提高新型建筑材料整体配套水平。

第二节 新型建筑材料与生态环境的关系

建筑材料给人类带来了物质文明并推动着人类文明的进步。然而,在传统建材的开发与生产过程中不仅消耗大量的资源和能源,而且给生态环境带来污染的负面影响,在一定程度上又妨碍了人类文明的进步。因此研究开发出对环境友好的新型建筑材料至关重要,从生态环境角度出发,研究材料的环境问题或材料的环境影响及其特性。所谓环境影响,主要包括资源摄取量、能源消耗量、污染物排放量及其危害、废弃物排放量及其回收、处置的难易程度等因素。

新型建筑材料也是一种从原料开采、制造、使用至废弃的整个过程中,对资源和能源消耗最少、生态环境影响最小、再生循环利用率最高,或可分解使用的具有优异使用性能的系列生态建材。它具有三大特性:①具有先进性,它既可以拓展人类的生活领域,又能为人类开拓更广阔的活动空间;②具有环境协调性,它既能减少对环境的污染危害,从社会持久发展及进步的观点出发,使人类的活动范畴和外部环境尽可能协调,又在其制造过程中最低限度地消耗物质与能源,使废弃物的产生和回收处理量小,产生的废弃物能被处理、回收和再生利用,并且这一过程不产生污染;③具有舒适性,既能创造与大自然和谐的健康生活环境,又能使人类在更加美好、舒适的环境中生活。

一、新型建筑材料的研究意义

传统的建筑材料主要追求的是材料的使用性能而忽视了环境协调性和舒适性。几十年来,我国建筑材料工业走过的是一条高投入、高能耗、高污染、高资源消耗的道路,它也是一个大气环境污染较严重、自然资源消耗较大的行业。而且传统建筑材料难以充分回收和再生利用,具有较差的生态环境协调性。所以新型建筑材料的研究与生态环境的改善已刻不容缓。

新型建筑材料追求的不仅是具有先进的使用性能,而且是从材料的制造、使用、废弃直到再生的整个生命周期中必须具备与生态环境的协调性及舒适性。因此,新型建筑材料实质上就是赋予传统建筑材料优异的环境协调性和舒适性的建筑材料,或者是指那些直接具有净化和修复环境的生态建材。

我们要积极开展对新型建筑材料的基础理论研究,促进材料工作者和全民的生态环境意识;同时在建筑设计和传统建筑材料的设计、生产、使用、废弃和再生中要重视生态环境问题,更多地考虑保护环境的措施,努力减轻传统建筑材料的环境负面影响,逐步改善传统建

筑材料的环境协调性,研究各类新型建筑材料,使之既有优良的功能性又有环境协调性和舒适性。

二、树立可持续发展的生态理念

传统建筑材料环境协调性差是人们在经济增长理论指导下的发展观、价值观不当造成的。开发新型建筑材料是一项系统工程,不仅要求建筑材料的生产方式变革,而且要求建材工业的工艺设计、生产过程质量控制及科技开发体系发生重大改变,因此要从经济运行机制本身找出路,推行生态经济的良性循环机制。

传统建材生产—使用—废弃的过程,可以说是一种将大量资源提取出来,再将大量废弃物排回到环境中去的恶性循环过程。因此,提出生态建筑材料的概念,就要求研究开发新型建筑材料的材料科学工作者要在观念上发生根本性转变,牢固树立可持续发展的生态理念。

树立可持续发展的生态建筑材料观,首先就要求在建筑材料的设计、制造中从人类社会的长远利益出发,以满足人类社会的可持续发展为最终目标。在这个大前提下来考虑与建筑材料生产、使用、废弃密切相关的自然资源和生态环境问题,即如何从建筑材料的设计、制造阶段就考虑到材料的再生循环利用,如何定量地评价建筑材料生命周期中的环境负荷并进而将其减小,如何在建筑材料使用后尽可能完全地对材料和物质进行再利用和再生循环利用,以便使材料的生产、使用过程和地球生态圈达到尽可能协调的程度,从根本上解决资源日益短缺、大量废弃物造成生态环境日益恶化等问题,以保证人类社会的可持续发展。

树立可持续发展的生态建筑材料观,就为今后传统建筑材料的创新、新型建筑材料规划与设计、人居环境的改善与创新指明了目标、方向与途径。树立正确的、符合客观发展规律的生态环境建筑材料设计与规划指导思想非常重要。在发达国家的城市和住宅建设中,使用具有净化功能和抗菌功能的生态建筑材料和家具成为迫切需要,而在我国,建筑材料还只局限于架构和装饰作用,未能考虑环境作用方面的评价并忽视了室内生态环境、细菌环境的影响。随着我国经济的发展,人们的居住面积和生活条件有了较大的改善,建筑材料要改革和创新,为居民创造健康、舒适的生活环境,造福于民,使人民安居乐业,这已成为材料科学工作者不可回避的历史责任。

三、新型建筑材料与生态环境的关系

如何既能很好地使用新型建筑材料和能源,又不会给环境带来灾难,使人类社会实现可持续发展呢?这需要研究新型建筑材料与生态环境的关系,新型建筑材料应该是有利于环境保护的一系列生态建筑材料,也是世界上用得最多的材料,特别是墙体材料和水泥,我国每年的用量为 2×10^9 t以上,其原料来源于人类赖以生存的地球。在传统建筑材料的生产过程中不但造成土地的浪费,而且造成地球环境的不断恶化。因此开发新型建筑材料迫在眉睫。新型建筑材料既要求满足强度要求,又能最大限度地利用废弃物,此外还要有利于人类身体健康。近年来,国内外开发出一些符合生态要求的建筑材料产品,如无毒涂料、抗菌涂料、光致变色玻璃、调节湿度的建筑材料、生态建筑涂料、胶漆装饰材料、生态地板、石膏装饰材料、净化空气的预制板、抗菌陶瓷等。随着人们对环境保护意识的提高,也必然会加深对新型建筑材料的认识并促进其发展。

第三节 新型建筑材料与生态环境的可持续发展

现代社会用于人们生活、生产、出行以及娱乐等各种设施,包括住宅、厂房、学校、铁路、道路、桥梁、商店、影剧院、体育馆等,都是通过土木、建筑工程来实现的,而构成这

些设施的物质基础是建筑材料。生态环境与建筑材料的关系非常密切。

一、材料构筑了人类的物质文明

材料既是人类文明、文化进步的产物，又是社会生产力发展水平的标志。大自然中存在着的木、草、土、石等天然材料，为人类营造自己的居所提供了最基本的建筑材料。世界上最宏伟的宫殿群建筑——北京故宫，所用的材料主要是木材、汉白玉、琉璃瓦和青砖等。几千年来，人类使用这些天然的或人工的建筑材料，建造了许许多多宏伟的建筑物，为人类留下了宝贵的历史遗产，创造了灿烂辉煌的人类文明。

近代社会中，建筑材料有了飞跃性的发展，出现了钢铁、水泥和混凝土等人造结构材料，以及塑料、铝合金和不锈钢等新型建筑材料。利用这些新型建筑材料，人们建造了规模更大、样式更新、功能更强的建筑物。如埃菲尔铁塔，是早期钢铁材料结构物的代表作。20世纪初在美国开始建造的高层建筑，采用的材料主要是钢材和钢筋混凝土。20世纪70年代建造的世界最高的加拿大多伦多CN电视塔（553m），是由高强混凝土的塔身、特殊密实的混凝土结构的发射塔基座和钢结构的顶部发射塔构成的。20世纪80年代在日本建成的穿越海底超过200m深的表函海底隧道；还有20世纪90年代开通的英吉利海峡海底隧道，钢筋混凝土是主要的结构材料。目前世界上最高的建筑物，像中国台湾的101大厦、迪拜塔等所使用的主体结构均是钢与混凝土。

这些平地而起的高楼、耸入云端的高塔、横跨海洋的大桥、穿越高山和海底的隧道，是人类现代物质文明的标志。这些基础设施使人类的生活和行动达到了空前的舒适和便利，使地球变得更加多姿多彩。而建造这些大型、现代化设施的物质基础是以钢材、水泥和混凝土为主的建筑材料。可以说材料构筑了人类的文化、历史和现代物质文明。

二、新型建筑材料改善了人类的生存环境

人类从自然界中取得原材料，进行加工制造得到建筑材料，同时消耗一部分自然界的资源和能源，并产生一定量的废气、废渣和粉尘等对自然环境有害的物质。人类按照自己的设想进行设计，并使用建筑材料进行施工，得到所需要的建筑物或结构物（称为基础设施），服务于人类的生活、生产或社会公共活动。在进行施工的同时，还将产生粉尘、噪声等污染环境。这些人工建造的建筑物、结构物，以及从材料制造到使用过程中所产生的有害物质与被人类干预和改造过的自然环境一起，构成了总体的生态环境。

现在工业化生产的建筑材料取得了长足的进步，19世纪钢铁、水泥、混凝土和钢筋混凝土等建筑材料的大量生产与应用，是建筑材料发展史上的一大革命。建筑材料在质和量上的发展，使生活、生产、通信、国防等基础设施的建设步伐大大加快，极大地改善了人类的生存条件。例如防水材料的使用，使得房屋的漏雨、漏水现象大大减少；玻璃作为透明材料的使用，使得房间的采光效果大大改善；在墙体及顶棚中采用保温材料，既提高了房屋的热环境质量，改善了居住性，又节约了能源；各种装修材料的开发和使用，使建筑物具有美观性、健康性和舒适性；路面采用水泥混凝土、沥青混凝土材料，大大改善了交通条件，方便了人们的出行；通信设施的建设，使社会进入了信息化时代。

但是建筑材料的大量生产加快了资源、能源的消耗并污染环境。例如，炼铁要采掘大量的铁矿石，生产水泥要使用石灰石和黏土类原材料，占混凝土体积大约80%的砂石骨料要开山采矿，挖掘河床，严重破坏了自然景观和自然生态。木材取自于森林资源，而森林面积的减少，加剧了土地的沙漠化。烧制黏土砖要取土毁掉大片农田，这对于人均耕地面积本来就很少的我国来说是一个严峻的问题。

与此同时，材料的生产制造要消耗大量的能量，并产生废气、废渣，对环境构成污染。

建筑材料在运输和使用过程中，也要消耗能量，并对环境造成污染和破坏。在建筑施工过程中，由于混凝土的振捣及施工机械的运转产生噪声、粉尘、妨碍交通等现象，对周围环境造成各种不良影响。

三、建筑材料的性能影响了环境质量

建筑材料的性能影响环境质量。建筑材料的性能和质量，直接影响建筑物或结构物的安全性、耐久性、使用功能、舒适性、健康性和美观性。无论是生活、工作、还是出门旅行，现代人的生活离不开各种建筑物，人们每天都在接触建筑材料，所以材料的性能和质量，对人类生存环境的影响很大。

材料是人类与自然之间的媒介，是从事土木建筑活动的物质基础。材料的性能和质量决定了施工水平、结构形式和建筑物的性能，直接影响人类的居住环境、工作环境和城市景观。在人类掌握了相当高水平科学技术的现代社会，人类的生产活动和营造自身生存环境的土木建筑活动已经显示出对自然环境的巨大支配力。大量建造的社会基础设施对人类生存环境发挥着巨大的积极作用，同时也已经带来了不容忽视的消极作用，即大量地消耗地球的资源 and 能源，在相当程度上污染了自然环境和破坏了生态平衡。因此，建筑材料与生态环境的质量，与土木建筑活动的可持续发展密切相关。开发并使用性能优良、节省能耗的新型建筑材料，是人类合理地解决生存与发展、实现与自然和谐共生，实现可持续发展的一个重要方面。

四、建筑材料的进步与人类生态环境的变化

在历史的发展进程中，社会的发展往往伴随着材料的进步。一种新材料的出现对生产力水平的提高和产业形态的改变会产生划时代的影响与冲击。建筑物作为人类的文明、文化进步的标志，其结构形式、设计和施工水平在很大程度上受当时的建筑材料种类和性能的限制。因此，材料既决定建筑的水平也是促进时代发展的重要因素。

从原始社会开始至今，人类利用材料的方式大致有两种。第一种是以物质为基础的利用方式，即利用现有的材料为人类的生产和生活服务。例如人们利用自然界中存在着的木材、石材、土、草、竹等建造房屋、修筑堤坝、铺筑道路等。第二种是需求导向的利用方式，即根据实际生活的需求，希望具有某种性能的材料，为满足需求人类就要开动脑筋去寻找或开发研制材料。在人类漫长的历史进程中，建筑材料与社会的进步相辅相成。

各种新型建筑材料使建筑物形式更加丰富。如果说 19 世纪钢材和混凝土作为结构材料的出现使建筑物的规模产生了飞跃性的发展，那么 20 世纪出现的各种新型建筑材料（如高分子有机材料、金属材料和各种复合材料）使建筑物的功能和外观发生了根本性的变革。

以塑料和合成树脂为代表的高分子有机材料是 20 世纪具有代表性的新型材料，它的出现不仅使工业化生产的建筑材料由单一的无机材料发展为无机和有机两大类，而且由此出现了大量无机和有机材料复合而成的材料，使得建筑材料的品种和功能更加多样化。品种繁多的有机建筑材料作为装饰、装修材料，防水材料，保温隔热材料，管线材料，绝缘材料，在建筑物中发挥着各种作用，使建筑物的使用功能和质量得到了很大提高。

铝合金、不锈钢等新型金属材料是现代建筑理想的门窗以及住宅设备材料，这些新型的金属材料在建筑物开口部以及厨房、卫浴设备上的应用，极大地改善了建筑物的密封性、美观性与清洁性，提高了居住质量。

20 世纪建筑材料的另一个明显的进步是各种复合材料的出现和使用，包括有机材料与无机材料的复合、金属材料与非金属材料的复合以及同类材料之间的复合。例如钢纤维、玻璃纤维、有机纤维等各种纤维增强混凝土，利用纤维材料抗拉强度高的特点以及它们与混凝

土的黏结性,提高了混凝土的抗拉强度和冲击韧性,改善了混凝土材料脆性大、容易开裂的缺点,使混凝土的使用范围得到了扩大;采用聚合物混凝土、树脂混凝土等复合材料制造的各种地面材料、台面材料、模仿天然石材的质地和花纹,同时具有比天然石材韧性好、颜色美观等优点;采用小木块、碎木屑、刨花等木质材料为基材,使用胶凝材料、胶黏剂或夹层材料加工而成的各种人造板材,模仿天然木材的纹理和走向,可达到以假乱真的程度。这些板材用作建筑物的地面、内隔墙板、护壁板、顶棚板、门面板以及各种家具等,大大改善了天然木材尺寸有限、材质不均匀、容易变形等缺陷,提高了木材的利用率和功能。这些可以说是人类在开发新型建筑材料方面的又一巨大进步。

除此之外,石膏板、矿棉吸声板等各种无机板材,可代替天然木材作内墙隔板、吊顶材料,使建筑物的保温性、隔声性能等功能更加完善。各种空心砖、加气混凝土砌块等墙体材料代替实心黏土砖,可节约土地资源。随着高效减水剂的开发成功,高性能混凝土应运而生,使混凝土材料又迈上一个新的台阶。各种涂料、防水卷材、嵌缝密封材料的开发利用,改善了建筑物的防水性和密闭性。各种壁纸用于建筑物的内墙装修,极大改善了建筑物的美观性、舒适性。各种陶瓷制品用于地面、墙面、卫生洁具,耐酸、碱、盐等化学物质的侵蚀,容易清洁,使人们生活更加方便、舒适,生活质量得到了极大提高。

综上所述,在人类历史发展进程中,建筑材料的进步伴随着生产国水平的提高,促进了建筑物尺寸规模的增大、结构形式的改变和使用功能的改善。各种新型建筑材料的出现和广泛应用,使人类的生活空间、生态环境变得越来越美好。

第四节 新型建筑材料的研究与开发

一、轻质高强型材料

随着城市化进程加快,城市人口密度日趋加大,城市功能日益集中和强化,需要建造高层建筑,以解决众多人口的居住问题以及行政、金融、商贸和文化等部门的办公空间。因此,要求结构材料向轻质高强方向发展。目前的主要目标仍然是开发高强度钢材和高强混凝土,同时探讨将碳纤维及其他纤维材料与混凝土、聚合物等复合制造的轻质高强度结构材料。

二、高耐久性材料

到目前为止,普通建筑物的寿命一般设定在50~100年。现代社会基础设施的建设日趋大型化、综合化。例如,超高层建筑、大型水利设施和海底隧道等大型工程,耗资巨大,建设周期长,维修困难,因此对其耐久性的要求越来越高。此外,随着人类对地下、海洋等苛刻环境的开发,也要求高耐久性的材料。

材料的耐久性直接影响结构物的安全性和经济性。耐久性是衡量材料在长期使用条件下的安全性。造成结构物破坏的原因是多方面的,仅仅由于荷载作用而破坏的事例并不多,而由于耐久性原因产生的破坏日益增多。尤其是处于特殊环境下的结构物,例如水工结构物、海洋工程结构物,耐久性比强度更重要。同时,材料的耐久性直接影响着结构物的使用寿命和维修费用,长期以来,我国比较注重建筑物在建造时的初始投资,而忽略在使用过程中的维修、运行费用,以及使用年限缩短所造成的损失。在考虑建筑物的成本时,也往往片面地考虑建造费用,想方设法减少材料使用量,或者采用性能档次低的产品,其计算成本时也往往以此作为计算的依据。但是建筑物、结构物是使用时间较长的产品,其成本计算应包括初始建设费用,使用过程中的光、热、水、清洁和换气等运行费用,保养、维修费用,以及最

后解体处理等全部费用。如果材料的耐久性能好,不仅使用寿命长,而且维修量小,将大大减少建筑物的总成本,所以应注重开发高耐久性材料,同时在规划设计时,应考虑建筑物的总成本,不要片面地追求节省初始投资。

目前,主要的开发目标有高耐久性混凝土、防锈钢筋、陶瓷质外壁贴面材料、氟碳树脂涂料、防虫蛀材料、耐低温材料,以及在地下、海洋和高温等苛刻环境下能长久保持的材料。

三、新型墙体材料

两千多年以来,我国的房屋建筑墙体材料一直沿用传统的黏土砖。烧制这些黏土砖将破坏大面积的耕地。从建筑施工的角度来看,以黏土砖为墙体的房屋建筑运输重量大,施工进度慢。由于不设置保温层,北方地区外墙厚度为37cm,东北地区甚至达到49cm,降低了房屋的有效使用面积。同时,房屋的保温隔声效果、居住的热环境及舒适性差,用于建筑物取暖的能耗较大,能源利用效率只有30%左右。因此,墙体材料的改革已作为国家保护土地资源、节省建筑能耗的一个重要环节。国家已经制定了逐步在大中城市禁止使用实心黏土砖、大力发展新型墙体材料的政策。这样,全国新型墙体材料产量占墙体材料总量的比例将大幅提高,节约能源和土地,综合利用各种工业废渣,可以大大减少二氧化硫和二氧化碳等有害气体排放,为促进循环经济的发展作出巨大贡献。

四、装饰、装修材料

随着社会经济水平的提高,人们越来越追求舒适、美观、清洁的居住环境。在20世纪80年代以前,我国普通住宅基本不进行室内装修,地面大多为水泥净浆抹面,墙面和顶棚为白灰喷涂或抹面,木质门框、窗框涂抹油漆以防止腐蚀和虫蛀。20世纪80年代,随着我国经济对外开放和国内经济搞活,与国际交流日益增多,首先在公共建筑、宾馆、饭店和商业建筑开始了装饰与装修。而进入20世纪90年代以来,家居装修在建筑业中占有很大的比重。随着住房制度的改革,商品房、出租公寓的增多,人们开始注重装扮自己的居室,营造一个温馨的居住环境。一个普通城市的个人住宅,装修费用平均占房屋总价的1/3左右。而装修材料的费用大约占装修工程的1/2以上。各种综合的家居建筑材料商店、建筑材料城等应运而生,各类装修材料,尤其是中、高档次的材料使用量日益增大。

家庭生活人们的的全部生活内容中占1/2以上的时间,人们越来越重视家居空间的质量和舒适性、健康性,为了实现美好的居室环境,未来社会对房屋建筑的装饰、装修材料的需求仍将继续增大。

五、环保型建筑材料

所谓环保型建筑材料,即考虑了地球资源与环境的因素,在材料的生产与使用过程中,尽量节省资源和能源,对环境保护和生态平衡具有一定积极作用,并能为人类构造舒适环境的建筑材料。环保型建材应具有以下几个特性。

(1) 满足结构物的力学性能、使用功能以及耐久性的要求。

(2) 对自然环境具有友好性、符合可持续发展的原则。即节省资源和能源,不产生或不排放污染环境、破坏生态的有害物质,减轻对地球和生态系统的负荷,实现非再生性资源的可循环使用。

(3) 能够为人类构筑温馨、舒适、健康、便捷的生存环境。

现代社会经济发达、基础设施建设规模庞大,建筑材料的大量生产和使用一方面为人类构筑了丰富多彩、便捷的生活设施,同时也给地球环境和生态平衡造成了不良的影响,为了

实现可持续发展的目标,将建筑材料对环境造成的负荷控制在最小限度之内,需要开发研究环保型建筑材料。例如利用工业废料(粉煤灰、矿渣、煤矸石等)生产水泥、砌块等材料;利用废弃的泡沫塑料生产保温墙体板材;利用废弃的玻璃生产贴面材料等。既可以减少固体废渣的堆存量,减轻环境污染,又可节省自然界中的原材料,对环保和地球资源的保护具有积极的作用。免烧水泥可以节省水泥生产所消耗的能量。高流态、自密实免振混凝土,在施工工程中不需振捣,既可节省施工能耗,又能减少施工噪声。

六、路面材料

现代社会交通事业空前发达,道路建设量十分庞大。1978年,我国公路总里程为89万千米,到2006年公路总里程超过195万千米。1987年,我国开始修建第一条高速公路,里程已经超过4万千米,居世界第二位。到2010年,中国公路网总里程达到230万千米,高速公路里程达到6.5万km以上。如此大规模的道路建设需要大量的路面材料。而路面材料的性能直接影响道路的畅通性、快捷性、安全性和舒适性,许多建成的道路由于路面材料性能不良,使用2~3年后就破损严重,路面开裂、塌陷,难以保证畅通、舒适的出行环境。目前,路面材料主要有水泥混凝土和沥青混凝土两大类,提高路面材料的抗冻性、抗裂性,开发耐久性高并具有可再利用性的路面材料是今后的发展方向。

随着城市道路、市政建设步伐的加快,人行路、停车场、广场、住宅庭院与小区内道路的建设量也在逐年增大,城市的地面逐步被建筑物和灰色的混凝土路面所覆盖,使城市地面缺乏透水性,雨水不能及时渗透到地下,严重影响城市植物的生长和生态平衡。同时,由于这种路面缺乏透气性,对城市空间的温度、湿度的调节能力降低,产生所谓的城市“热岛现象”。因此,应开发具有透水性、排水性和透气性的路面材料,将雨水导入地下,调节土壤湿度,以利于植物生长,同时雨天不积水,夜间不反光,提高行车、行走舒适性和安全性。多孔的路面材料能够吸收交通噪声,减轻交通噪声对环境的污染,是一种与环境协调的路面材料。此外,彩色路面、柔性路面等各种多彩多姿的路面材料,可增加道路环境的美观性,为人们提供一个赏心悦目的出行环境。

七、景观材料

景观材料是指能够美化环境、协调人工环境与自然之间的关系,增加环境情趣的材料。例如,绿化混凝土、自动变色涂料、楼顶草坪及各种园林造型材料。现代社会由于工业生产活跃,道路及住宅建设量大,城市的绿地面积越来越少。一座城市几乎成了钢筋混凝土的灰岛。而在郊外,由于修筑道路、水库大坝、公路和铁路等基础设施,破坏自然景观的情况也时有发生。为了保护自然环境,增加绿色植被面积,绿化混凝土、楼顶草坪、模拟自然石材或木材的混凝土材料以及各种园林造型材料将受到人们的青睐。

八、耐火防火材料

现代建筑物趋向高层化,居住形式趋于密集化,加之城市生活能源设施逐步电气化与燃气化,使得火灾发生的概率增大,并且火灾发生时避难的难度增大。因此,火灾已成为城市防灾的重要内容。对一些大型建筑物,要求使用不燃材料或难燃材料,小型的民用建筑也应采用耐火材料,所以要开发能防止火灾蔓延、燃烧时不产生毒气的建筑材料。

总之,为了提高生活质量,改善居住环境、工作环境和出行环境,人类一直在研发能够满足性能要求的建筑材料,使建筑材料的品种不断增多,功能不断完善,性能不断提高。随着社会的发展、科学技术的进步,人们对环境质量的要求将越来越高,对建筑材料的功能与性质也将提出更高的要求,这就要求人类不断地研发具有更高性能且与环境协调的建筑材料,在满足现代人日益增长的需求的同时,符合可持续发展的原则。

第五节 新型建筑材料对环境的影响评价

早期曾采用单因子方法来评价材料的环境影响，如测量材料的生产过程中的废气排放量，用以评价该材料对大气污染的影响；测量其废水排放量，评价材料对水污染的影响；测量其废渣的排放量，评价材料对固体废弃物污染的影响。后来发现，采用单因子评价不能反映材料对环境的综合影响，如全球温室效应、能耗、资源效率等，而且用如此多的单项指标比较起来不仅麻烦而且有些指标根本无法进行平行比较。

到 20 世纪 90 年代初，生命周期评价方法被提出并逐渐被科学工作者所接受，成为全世界通行的材料环境评价方法，LCA 方法作为一种管理工具，被列入 ISO 14000 的第 4 系列标准中，标准号为 14040~14049，成为 ISO 14000 中 6 大系列标准之一，并已在 ISO 国际环境认证标准中规范化。

一、材料生命周期评价方法

按国际标准化组织定义：“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”。生命周期评价主要应用在通过确定和量化研究能量和资源利用及由此造成的废弃物的环境排放来评估一种产品、工序和生产活动造成的环境负荷，评价能源、资源利用和废弃物排放的影响以及评价环境改善的方法。

材料生命周期评价法，即 MLCA (materials LCA) 方法是通过确定和量化相关的资源、能源消耗、废弃排放等来评价某种材料的环境负荷，评价过程包括该材料的寿命全过程，即原材料的提取与加工、材料的制造、运输分发、使用、废弃、循环再利用等影响。

生命周期评价的过程是：首先辨识和量化整个生命周期阶段中能量和物质的消耗以及环境释放，然后评价这些消耗和释放对环境的影响，最后辨识和评价减少这些影响的机会。生命周期评价注重研究系统在生态健康、人类健康和资源消耗领域内的环境影响。

LCA 评价方法的技术框架一般包括 4 部分：目标与范围定义、编目分析、环境影响评估和评估结果解释，如图 1-1 所示。

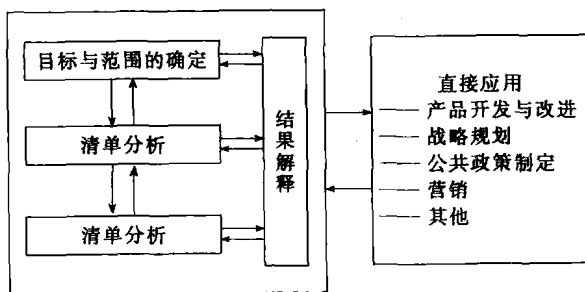


图 1-1 生命周期评价

1. 目标与范围定义

在开始进行 LCA 评价之前，必须明确地表述评估的目标和范围，以界定该材料对环境影响的大小，这是整个评估过程的出发点和立足点。

LCA 评价目标主要包括界定评价对象、实施 LCA 评价的原因、确定研究的范围和深度、研究方法、编目分析项目、确定数据类型以及评价结果的输出方式。

2. 编目分析

针对评价对象收集材料系统中定量或定性的输入和输出数据，并对这些数据进行分类整

理和计算的过程称为编目分析，即对产品整个生命周期中消耗的原材料、能源以及固体废弃物、大气污染物、水体污染物等，根据物质平衡和能量平衡进行正确的调查并获取数据的过程。如图 1-2 所示，需要收集的输入数据包括资源和能源消耗状况，输出数据则主要考虑具体的系统或过程对环境造成的各种影响。编目分析在 LCA 评价中占有重要的地位，后面的环境影响评估部分就是建立在编目分析的数据结果基础上的。另外，LCA 用户也可以直接从编目分析中得到评价结论，并作出解释。

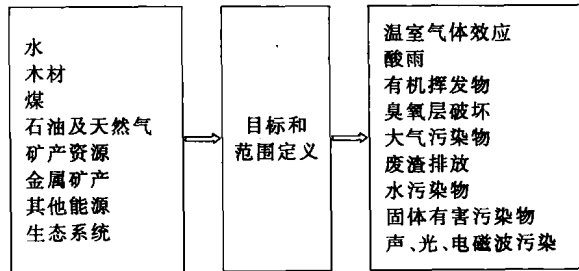


图 1-2 编目分析示意图

3. 环境影响评估

环境影响评估是 LCA 的核心部分，也是最大的一部分。环境影响评估建立在编目分析的基础上，其目的是为了更好理解编目分析数据与环境的相关性，评价各种环境损害造成的总的环境影响的严重程度，即采用定量调查所得的环境负荷数据，定量分析对人体健康、生态环境、自然环境的影响及其相互关系，并根据这种分析结果再借助于其他评估方法对环境进行综合的评估。

目前，环境影响评估方法可分成两类，即定性法和定量法。

(1) 定性影响评估方法 定性法操作简单，主要依靠专家打分，评估结果有一定的随意性和不可比性。

(2) 定量影响评估方法 定量方法基本上包含 4 个步骤：分类、表征、归一化和评价。

4. 评估结果解释

在 LCA 方法刚提出时，LCA 第四部分称为环境改善评估，目的是寻找减少环境影响、改善环境状况的时机和途径，并对这个改善环境途径的技术合理性进行判断和评估，即对改换原材料以及变更工艺等之后所引起的环境影响以及改善效果进行解析的过程。

在新 LCA 标准中，第四部分由环境改善评价修改为解释过程。主要是将编目分析和环境影响评估的结果进行综合，对该过程、事件或产品的环境影响进行阐述和分析，最终给出评估的结论及建议。

以上几个阶段是相互独立的，也是相互联系的。可以完成所有阶段工作，也可以完成部分阶段的工作，几个阶段在事实中通过反馈对前一阶段进行修正。LCA 作为一种有效的环境管理工具，已广泛地应用于生产、生活、社会、经济等各个领域和活动中，评估这些活动对环境造成的影响，寻求改善环境的途径，在设计过程中为减小环境污染提供最佳判断。

在 LCA 评估过程中，常需要用到一定的数学模型和数学方法（LCA 评价模型）。

二、LCA 的特点和存在的问题

与众多的环境评估方法相比较，LCA 无疑是更为全面的评估方法，表现在评估的科学性、评估的深度和广度。①可以进行从定性到定量的评估。②考虑产品的整个生命周期对环境的影响，而不单纯是产品生产阶段对环境的影响。③不但考虑对一个地域的影响，更考虑对生物圈的影响，同时考虑对将来潜在的影响，可全面、完整地反映当前的生态环境问题。