

绿色建筑节能工程技术丛书

# 绿色建筑节能 工程材料

LÜSE JIANZHU JIENENG  
GONGCHENG CAILIAO

李继业 张峰 胡琳琳 主编



化学工业出版社

绿色建筑节能工程技术丛书

# 绿色建筑节能 工程材料

LÜSE JIANZHU JIENENG  
GONGCHENG CAILIAO

李继业 张峰 胡琳琳 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书是以现行标准而编制的,主要介绍了建筑节能材料概述、墙体节能材料、建筑节能玻璃、建筑保温隔热节能材料、绿色建筑防水材料、再生骨料混凝土材料、环保型混凝土、建筑节能相变材料、建筑节能门窗材料、绿色装饰装修材料等的主要技术性能及其质量要求。

本书理论联系实际,遵循先进性、全面性、实用性、规范性的原则,强调在建筑工程实践中的实用性,不仅可以作为建筑工程设计、建设监理、材料采购、材料生产和施工技术人员和管理人员的技术参考书,也可作为高等学校土木工程、建筑装饰及相关专业教师和学生的教学参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

绿色建筑节能工程材料/李继业,张峰,胡琳琳主编.—北京:化学工业出版社,2018.1

(绿色建筑节能工程技术丛书)

ISBN 978-7-122-30884-9

I. ①绿… II. ①李… ②张… ③胡… III. ①生态建筑-节能-建筑材料 IV. ①TU5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 263500 号

---

责任编辑:刘兴春 卢萌萌

装帧设计:王晓宇

责任校对:王 静

---

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 装:北京市白帆印务有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 23 $\frac{3}{4}$  字数 603 千字 2018 年 7 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:98.00 元

版权所有 违者必究

# 《绿色建筑节能工程技术丛书》 编委会

主任：李继业  
副主任：刘经强 周翠玲 张 峰  
编委：刘 建 刘 岗 刘 燕 刘乾宇  
李海豹 李明雷 李海燕 张 晓  
张立山 张 伟 孟 超 杜 彤  
胡琳琳 段向帅 高 勇 郭春华  
郝忠梅 崔 成 蔺菊玲 魏 娟

# 《绿色建筑节能工程材料》 编写人员名单

主 编：李继业 张 峰 胡琳琳  
编写人员：李继业 张 峰 胡琳琳  
郭春华 魏 娟 李海豹



# 前言

## Foreword

建筑材料是各类建筑工程的重要物质基础，在一般情况下，材料费用占建筑工程总投资的50%~60%。建筑材料发展史充分证明，建筑材料的发展赋予了建筑物以时代的特性和风格；建筑设计理论不断进步和施工技术的革新，不但受到建筑材料发展的制约，同时也受到其发展的推动。因此，正确选用符合国家和行业现行标准的节能建筑材料，是节能建筑工程设计和施工中的一项重要工作，是确保节能建筑工程符合设计要求的基础。

现代建筑材料在节能工程建设中占有极其重要的地位，它集材料工艺、造型设计、美学艺术于一体，因此，在选择建筑材料时，尤其要特别注意经济性、实用性、坚固性和美化性的统一，以满足不同建筑工程的各项功能要求。

随着国民经济的快速发展，我国建材工业在近30年实现了跨越式的发展，水泥、玻璃、混凝土、钢铁、建筑陶瓷等主要建筑材料的年产量已多年位居世界第一，大量生产带来的原料消耗及对环境产生的影响，也成为我国建材工业发展亟待解决的问题。传统建筑材料的发展越来越受到能源和环保等因素的制约。

建筑材料资源问题越来越成为我国经济社会发展的重要制约因素，党和政府对此高度重视，党的“十七大”提出要建设社会主义生态文明，把节约能源资源，保护环境工作放在突出的战略位置。在党的十八届五中全会公报中明确指出：“坚持绿色发展，必须坚持节约资源和保护环境的基本国策，坚持可持续发展，坚定走生产发展、生活富裕、生态良好的文明发展道路，加快建设资源节约型、环境友好型社会，形成人与自然和谐发展现代化建设新格局，推进美丽中国建设，为全球生态安全做出新贡献。”“全面节约和高效利用资源，树立节约集约循环利用的资源观，建立健全用能权、用水权、排污权、碳排放权初始分配制度，推动形成勤俭节约的社会风尚。”

绿色环保建材又称生态建材和技能建材，是指健康型、环保型、安全型的建筑材料，在国际上也称为“健康建材”或“环保建材”。绿色建材是指采用清洁生产技术、少用天然资源和能源、大量使用工业或城市固态废物生产的无毒害、无污染、无放射性、有利于环境保护和人体健康的建筑材料。绿色建筑节能材料实际上就是低消耗、低能耗、轻污染、多功能、可循环利用的建筑材料，它是实现绿色建筑不可缺少的重要物质基础。为了尽快推广应用绿色建筑节能材料，我们编写了这本《绿色建筑节能工程材料》。

本书由李继业、张峰、胡琳琳主编，郭春华、魏娟、李海豹参加了编写。其中，李继业负责全书的规划和最终修改；张峰负责第一章至第五章的统稿，胡琳琳负责第六章至第十章的统稿。具体编写分工为：张峰编写第一章、第三章；胡琳琳编写第二章、

第四章；郭春华编写第五章、第六章；魏娟编写第七章、第八章；李海豹编写第九章、第十章。

在本书的编写过程中，参考了有关专家、学者的部分相关书籍和文献资料，在此表示衷心感谢。

由于编者掌握的资料不足，加上编写时间和水平所限加上，书中难免有不足和疏漏之处，敬请有关专家学者和广大读者批评指正。

编 者

2018年2月于泰山



# 目录

## CONTENTS



### 第一章 建筑节能材料概述 / 001

#### 第一节 绿色建材的基本概念 / 001

- 一、绿色建筑材料的概念和分类 / 001
- 二、绿色建筑材料的主要特征 / 002
- 三、绿色建筑对绿色建材的要求 / 003

#### 第二节 建筑节能的重大意义 / 006

- 一、建筑节能的基本概念 / 006
- 二、建筑节能的重大意义 / 007
- 三、我国建筑节能的潜力 / 008

#### 第三节 我国建筑节能的现状 / 009

- 一、建筑能耗与能效基本情况 / 010
- 二、我国建筑节能发展缓慢的原因 / 010

#### 第四节 建筑节能材料的作用 / 011

#### 第五节 绿色建筑材料发展的前景 / 011

- 一、国家节能环保政策将推动绿色建材发展 / 012
- 二、我国绿色建材市场发展空间巨大 / 012
- 三、我国绿色建筑材料的发展趋势 / 013

#### 第六节 节能材料的热导率 / 014

- 一、绝热材料的分类 / 014
- 二、影响材料热导率的因素 / 016

### 第二章 墙体节能材料 / 018

#### 第一节 绿色墙体材料基本概念 / 018

- 一、绿色墙体材料的特点 / 019
- 二、绿色墙体材料的分类 / 020

#### 第二节 墙体节能烧结砖材 / 021

- 一、烧结普通砖 / 021
- 二、烧结多孔砖和多孔砌块 / 023
- 三、非烧结垃圾尾矿砖 / 025
- 四、粉煤灰砖 / 027

- 五、蒸压灰砂砖 / 028
- 六、混凝土多孔砖 / 030
- 七、烧结保温砖和保温砌块 / 032
- 八、蒸压粉煤灰多孔砖 / 034
- 第三节 墙体节能砌块材料 / 035
  - 一、粉煤灰混凝土小型空心砌块 / 036
  - 二、轻集料混凝土小型空心砌块 / 037
  - 三、蒸压加气混凝土砌块 / 039
  - 四、泡沫混凝土砌块 / 041
  - 五、普通混凝土小型空心砌块 / 043
- 第四节 墙体节能复合板材 / 045
  - 一、矿物棉装饰吸声板 / 045
  - 二、纤维水泥夹芯复合墙板 / 047
  - 三、混凝土轻质条板 / 049
  - 四、玻璃纤维增强水泥外墙板 / 052
  - 五、外墙内保温板 / 053
  - 六、建筑用轻质隔墙条板 / 055
  - 七、玻璃纤维增强水泥轻质多孔隔墙条板 / 056
  - 八、灰渣混凝土空心隔墙板 / 058
  - 九、建筑隔墙用保温条板 / 059
  - 十、复合保温石膏板 / 060
- 第五节 墙体节能其他材料 / 061
  - 一、硅酸盐砖 / 062
  - 二、GZL 系列节能墙材 / 066
- 第六节 墙体环保节能涂料 / 068
  - 一、内墙涂料的种类及要求 / 068
  - 二、合成树脂乳液内墙涂料 / 070
  - 三、豪华纤维内墙涂料 / 072
  - 四、恒温内墙涂料 / 072
  - 五、多功能健康型涂料 / 073
- 第七节 绿色墙体材料发展 / 073
  - 一、绿色墙体材料发展中存在的问题 / 073
  - 二、发展绿色墙体材料的途径 / 074

### **第三章 建筑节能玻璃 / 079**

- 第一节 建筑节能玻璃概述 / 079
  - 一、节能玻璃的定义与分类 / 080
  - 二、采用节能玻璃势在必行 / 080
  - 三、节能玻璃的评价与参数 / 082
  - 四、节能玻璃的选择 / 084
- 第二节 镀膜建筑节能玻璃 / 085
  - 一、镀膜节能玻璃的定义与分类 / 085



- 二、镀膜节能玻璃的生产方法 / 086
- 三、阳光控制镀膜玻璃 / 086
- 四、贴膜玻璃 / 089
- 第三节 中空建筑节能玻璃 / 090
  - 一、中空玻璃的定义和分类 / 091
  - 二、中空玻璃的隔热原理 / 092
  - 三、中空玻璃在建筑工程中的应用 / 092
  - 四、中空玻璃的性能、标准和质量要求 / 092
- 第四节 吸热建筑节能玻璃 / 094
  - 一、吸热节能玻璃的定义和分类 / 094
  - 二、吸热节能玻璃的特点和原理 / 095
  - 三、镀膜吸热节能玻璃 / 096
  - 四、吸热节能玻璃的应用 / 096
  - 五、吸热玻璃的性能、标准与检测 / 098
- 第五节 真空建筑节能玻璃 / 100
  - 一、真空节能玻璃的特点和原理 / 100
  - 二、真空节能玻璃的结构 / 101
  - 三、真空节能玻璃的性能和应用 / 101
  - 四、真空玻璃的质量标准 / 103
  - 五、真空节能玻璃的工程应用 / 104
- 第六节 新型建筑节能玻璃 / 104
  - 一、夹层节能玻璃 / 105
  - 二、Low-E 节能玻璃 / 109
  - 三、变色节能玻璃 / 112
  - 四、聪明玻璃 / 113
  - 五、智能变色玻璃 / 114

## **第四章 建筑保温隔热节能材料 / 116**

- 第一节 建筑保温隔热节能材料发展趋势 / 116
  - 一、建筑保温隔热材料发展现状 / 117
  - 二、建筑保温隔热材料的分类 / 119
  - 三、建筑保温隔热材料发展趋势 / 120
- 第二节 常用建筑保温隔热节能材料 / 122
  - 一、岩棉及其制品 / 122
  - 二、矿渣棉及其制品 / 125
  - 三、玻璃棉及其制品 / 125
  - 四、矿物棉装饰吸声板 / 128
  - 五、绝热用硅酸铝棉及其制品 / 130
  - 六、膨胀珍珠岩及其制品 / 132
  - 七、泡沫塑料材料 / 137
  - 八、外墙内保温板 / 142
  - 九、胶粉聚苯颗粒保温系统 / 143

- 十、EPS 颗粒保温浆料保温系统 / 146
- 十一、膨胀聚苯板薄抹灰外墙外保温系统 / 147
- 第三节 建筑保温隔热节能技术发展 / 148
  - 一、国内外保温隔热材料技术 / 149
  - 二、新型墙体材料节能技术 / 149

## 第五章 绿色建筑防水材料 / 152

- 第一节 绿色建筑防水材料概述 / 152
  - 一、绿色防水材料的特点 / 152
  - 二、绿色防水材料的分类 / 153
- 第二节 常用绿色建筑防水卷材 / 153
  - 一、SBS 改性沥青防水卷材 / 154
  - 二、APP 改性沥青防水卷材 / 155
  - 三、聚氯乙烯 PVC 防水卷材 / 156
  - 四、三元乙丙橡胶防水卷材 / 158
  - 五、自粘聚合物改性沥青防水卷材 / 159
  - 六、铝箔面石油沥青防水卷材 / 160
  - 七、热塑性聚烯烃防水卷材 / 161
  - 八、承载防水卷材 / 162
  - 九、改性沥青聚乙烯胎防水卷材 / 163
  - 十、带自粘层的防水卷材 / 165
- 第三节 常用绿色建筑防水涂料 / 165
  - 一、水乳型沥青防水涂料 / 166
  - 二、聚合物水泥防水涂料 / 166
  - 三、聚氨酯防水涂料 / 167
  - 四、室内装饰装修用天然树脂木器涂料 / 168
  - 五、RG 系列防水涂料 / 169
  - 六、聚合物乳液建筑防水涂料 / 170
  - 七、水乳型氯丁橡胶沥青防水涂料 / 170
  - 八、溶剂型丙烯酸树脂涂料 / 171
  - 九、建筑表面用有机硅防水剂 / 172
- 第四节 常用其他绿色防水材料 / 173
  - 一、遇水膨胀止水胶 / 173
  - 二、硅酮建筑密封胶 / 174
  - 三、建筑用硅酮结构密封胶 / 174
  - 四、建筑用防霉密封胶 / 175
  - 五、聚氨酯建筑密封胶 / 175
  - 六、石材用建筑密封胶 / 176
  - 七、混凝土建筑接缝用密封胶 / 176
  - 八、建筑窗用弹性密封胶 / 177
  - 九、丙烯酸酯建筑密封胶 / 178
  - 十、聚硫建筑密封胶 / 179

- 十一、中空玻璃用丁基热熔密封胶 / 179
- 十二、高分子防水卷材胶黏剂 / 180
- 第五节 绿色建筑防水材料发展 / 181
  - 一、绿色防水材料的设计与选材 / 181
  - 二、我国防水材料“十三五”发展规划 / 184
  - 三、绿色防水材料的发展趋势 / 186

## 第六章 再生骨料混凝土材料 / 188

- 第一节 再生骨料混凝土发展概述 / 188
  - 一、国内外再生混凝土的发展 / 189
  - 二、发达国家对再生混凝土的利用现状 / 190
  - 三、我国对再生混凝土的利用现状 / 192
- 第二节 混凝土废弃物的循环利用 / 193
  - 一、建筑固体废物循环利用的可行性 / 194
  - 二、废弃混凝土材料完全循环利用 / 195
- 第三节 再生骨料及其制备技术 / 197
  - 一、再生骨料的主要性能 / 197
  - 二、再生骨料的改性处理 / 199
  - 三、再生骨料的制备技术 / 200
- 第四节 再生骨料混凝土技术性能 / 202
  - 一、再生骨料混凝土的性能 / 202
  - 二、再生混凝土粉用于建筑砂浆 / 205
  - 三、再生骨料混凝土配合比设计 / 209
- 第五节 再生骨料混凝土环境评价 / 212
  - 一、再生骨料混凝土组成及 LCA 参数的确定 / 212
  - 二、再生骨料混凝土的环境评价 / 215

## 第七章 环保型混凝土 / 217

- 第一节 低碱性混凝土 / 217
  - 一、多孔混凝土 / 218
  - 二、植被混凝土 / 221
  - 三、护坡植被混凝土 / 222
- 第二节 透水性混凝土 / 225
  - 一、透水混凝土的优点 / 226
  - 二、透水混凝土的种类 / 227
  - 三、透水混凝土砖的透水性能 / 227
  - 四、透水混凝土的施工方法 / 231
  - 五、透水混凝土配合比设计 / 232
- 第三节 光催化混凝土 / 233
  - 一、光催化  $\text{NO}_x$  的原理 / 233
  - 二、净化性能计算及试验装置 / 237

- 三、光催化混凝土的制备 / 237
- 四、光催化混凝土的工程应用 / 238
- 五、光催化混凝土应用中存在问题 / 239
- 第四节 生态净水混凝土 / 239
  - 一、生态混凝土的净水机理 / 240
  - 二、生态净水混凝土的透水性和耐酸性 / 242
  - 三、生态净水混凝土的装置 / 244
  - 四、生态净水混凝土的试验及应用 / 244

## **第八章 建筑节能相变材料 / 248**

- 第一节 相变材料的基本知识 / 248
  - 一、相变材料的原理 / 248
  - 二、相变材料的应用 / 249
  - 三、相变材料的分类 / 249
  - 四、相变材料的选择 / 250
  - 五、常用的相变材料 / 251
  - 六、复合型相变材料 / 253
- 第二节 建筑节能相变材料制备 / 253
  - 一、相变材料筛选与相变储热建筑结构 / 253
  - 二、相变材料的制备 / 257
- 第三节 建筑节能相变材料应用 / 266
  - 一、相变蓄能围护结构 / 267
  - 二、空调-相变储能系统 / 271
  - 三、相变材料在节能建筑中应用的其他形式 / 274
  - 四、对相变材料应用的展望 / 276

## **第九章 建筑节能门窗材料 / 279**

- 第一节 建筑塑料节能门窗 / 279
  - 一、塑料门窗的特点 / 280
  - 二、塑料门窗的材料质量要求 / 283
  - 三、塑料外用门窗物理性能指标 / 284
- 第二节 铝合金节能门窗 / 285
  - 一、铝合金门窗的特点 / 286
  - 二、铝合金门窗的类型 / 287
  - 三、铝合金门窗的性能 / 288
- 第三节 铝塑钢节能门窗 / 292
  - 一、铝塑节能门窗的特点 / 292
  - 二、铝塑节能门窗的性能 / 293
- 第四节 玻璃钢节能门窗 / 294
  - 一、玻璃钢节能门窗的特性 / 294
  - 二、玻璃钢节能门窗的节能关键 / 295

- 三、玻璃钢节能门窗的性能及规格 / 295
- 四、玻璃钢型材与铝合金、塑钢的性能比较 / 297
- 第五节 铝木节能门窗 / 298
  - 一、铝木节能复合门窗的性能 / 299
  - 二、铝包木节能门窗 / 299
  - 三、木包铝节能门窗 / 300
- 第六节 门窗薄膜材料和密封材料 / 301
  - 一、门窗薄膜材料 / 301
  - 二、门窗的密封材料 / 303

## **第十章 绿色装饰装修材料 / 306**

- 第一节 绿色装饰装修材料概述 / 306
  - 一、建筑装饰材料的分类与选材 / 307
  - 二、室内装饰对材料的环保要求 / 309
  - 三、装饰材料有害物质限量标准 / 310
  - 四、绿色装饰装修材料发展趋势 / 314
- 第二节 绿色建筑装饰陶瓷 / 315
  - 一、建筑装饰陶瓷的分类 / 316
  - 二、绿色装饰陶瓷的特点 / 316
  - 三、新型建筑装饰陶瓷 / 318
- 第三节 绿色装饰混凝土 / 323
  - 一、彩色混凝土 / 324
  - 二、清水装饰混凝土 / 324
  - 三、露骨料混凝土 / 326
- 第四节 绿色装饰瓦材 / 327
  - 一、彩色沥青彩砂玻纤瓦 / 327
  - 二、各类屋面瓦 / 328
- 第五节 绿色装饰地板 / 334
  - 一、实木地板 / 334
  - 二、实木复合地板 / 337
  - 三、竹地板 / 339
  - 四、软木地板 / 340
- 第六节 绿色装饰板材 / 341
  - 一、人造板材 / 342
  - 二、塑料板材 / 352
  - 三、石膏板材 / 355
  - 四、纤维装饰板材 / 359
  - 五、复合装饰面板 / 365

## **参考文献 / 368**



# 01

Chapter

## 第一章

# 建筑节能材料概述

全面的建筑节能就是建筑全寿命过程中每一个环节节能的总和，是指建筑在选址、规划、设计、建造和使用过程中，通过采用节能型的建筑材料、产品和设备，执行建筑节能标准，加强建筑物所使用的节能设备的运行管理，合理设计建筑围护结构的热工性能，提高采暖、制冷、照明、通风、给排水和管道系统的运行效率，以及利用可再生能源，在保证建筑物使用功能和室内热环境质量的前提下，降低建筑能源消耗，合理、有效地利用能源。

全面的建筑节能是一项系统工程，必须由国家立法、政府主导，对建筑节能做出全面的、明确的政策规定，并由政府相关部门按照国家的节能政策，制定全面的建筑节能标准；要真正做到全面的建筑节能，还须由设计、施工、各级监督管理部门、开发商、运行管理部门、用户等各个环节，严格按照国家节能政策和节能标准的规定，全面贯彻执行各项节能措施，使每一位公民真正树立起全面的建筑节能观，将建筑节能真正落到实处。

### 第一节 绿色建材的基本概念

随着科学技术发展和社会进步，人类越来越追求舒适、美好的生活环境，各种社会基础设施的建设规模日趋庞大，建筑材料越来越显示出其重要的地位。然而，在享受现代物质文明的同时，我们却不得不面临着一个严峻的事实：资源短缺、能源耗竭、环境恶化等问题正日益威胁着人类自身的生存和发展。而建筑材料作为能耗高、资源消耗大、污染严重的工业产业，在改善人类居住环境的同时对人类环境污染负有不可推卸的责任。因此，如何减轻建筑材料的环境负荷，实现建筑材料的绿色化，成为 21 世纪建材工业可持续发展的首要问题。

#### 一、绿色建筑材料的概念和分类

##### (一) 绿色建筑材料的概念

绿色建筑材料是绿色材料中的一部分，绿色材料是在 1988 年第一届国际材料科学研究



会上首次提出来的。1992年国际学术界给绿色材料的定义为：在原料采取、产品制造、应用过程和使用以后的再生循环利用等环节中对地球环境负荷最小和对人类身体健康无害的材料。人们对绿色材料达成共识的原则主要包括利于人的健康、能源效率、资源效率、环境责任、可承受性5个方面。其中还包括对污染物的释放、材料的内耗、材料的再生利用、对水质和空气的影响等。

绿色建筑材料又称为生态建筑材料、环保建筑材料和健康建筑材料。绿色建筑材料是指采用清洁生产技术，不用或少用天然资源和能源，大量使用工农业或城市固态废弃物生产的无毒害、无污染、无放射性、达到使用周期后可回收利用、有利于环境保护和人体健康的建筑材料。总而言之，绿色建筑材料是一种无污染、不会对人体造成伤害的建筑材料，这类材料不仅有利于人的身体健康，而且还能减轻对地球的负荷。

### (二) 绿色建筑材料的分类

根据绿色建筑材料的特点，可以大致分为5类：节省能源和资源型、环保利废型、特殊环境型、安全舒适型、保健功能型。其中后两种类型与家居装修关系尤为密切。所谓节省能源和资源型是指在建筑材料的生产过程中，能够明显地降低对传统能源和资源的消耗的产品；环保利废型是指利用新工艺、新技术，对其他工业生产的废弃物或经过无害化处理的人类生活垃圾加以利用而生产出的建筑材料产品；特殊环境型是指能够适应恶劣环境需要的特殊功能的建筑材料产品；安全舒适型是指具有轻质、高强、保温、隔热、防火、防水、调光、调温等性能的建筑材料产品；保健功能型是指具有保护和促进人类健康功能的建筑材料产品。

对于节省能源和资源型建筑材料，因其可以节省能源和资源，使得有限的资源与能源得以延长使用年限，这本身就是对生态环境做出贡献，不仅降低了对生态环境污染的产物的量，而且也减少了治理的工作量，完全符合可持续发展的战略要求。环保利废型建筑材料，主要是利用工业废渣或生活垃圾生产水泥，利用电厂粉煤灰等工业废物生产墙体材料等。特殊环境型建筑材料，一般具有高强、抗腐蚀、耐久性好等特点，能够用于海洋、地下、沼泽、沙漠、江河等特殊环境，产品寿命的延长和功能的改善，实际上是对资源的节省和环境的改善，其本身就是“绿色”的一种表现。安全舒适型建筑材料，主要适用于室内装饰装修，不仅考虑到建筑材料的建筑结构和装饰性能，更是从人身安全和健康的角度出发，同时兼顾安全舒适方面的性能。保健功能型建筑材料具有消毒、灭菌、防霉、防臭、防辐射、吸附二氧化碳等对人体有害气体的功能。

## 二、绿色建筑材料的主要特征

绿色建筑材料即生态建筑材料，是与生态环境相协调的建筑材料。绿色建筑材料作为生态材料的分支，绿色建筑材料必须满足在材料工艺技术性能、环境性能和人体健康等方面的基本要求。由此可见，绿色建筑材料与传统建筑材料相比应具备如下基本特征。

(1) 低消耗 绿色建筑材料生产应尽可能地少采用天然资源作为生产原材料，而应大量使用尾矿、垃圾、废渣、废液等废弃物。

(2) 低能耗 绿色建筑材料生产运用低能耗的制造工艺和环境无污染的生产技术。

(3) 轻污染 在绿色建筑材料生产过程中，不使用卤化物溶剂、甲醛及芳香族烃类化合物，产品不得用含铬、铅及其化合物为原料或添加剂，不得含有汞及其化合物。

(4) 多功能 绿色建筑材料产品应以改善居住生活环境、提高生活质量为宗旨，即产品

不仅不能损害人体健康，还应有益于人体健康，具有灭菌、抗腐、除臭、防霉、隔热、阻燃、调温、调湿、防辐射等多功能。

(5) 可循环利用 产品废弃后可循环或回收再利用，不会产生污染环境的废物。

### 三、绿色建筑对绿色建材的要求

在《中国住宅产业技术》中提出了居住环境保障技术、住宅结构体系与住宅节能技术、智能型住宅技术、室内空气与光环境保障技术等多项与绿色建筑材料相关的内容。这些建筑技术的发展必然以材料为基础，建筑材料的绿色化是绿色建筑的基础。

#### 1. 绿色建筑对绿色建材在资源利用方面的要求

绿色建筑对绿色建材在资源利用方面的要求可以归纳为：a. 尽可能少用天然建筑材料；b. 使用耐久性好的建筑材料；c. 尽量使用可再生资源生产的建筑材料；d. 尽量使用可再生利用、可降解的建筑材料；e. 尽量使用由各种废弃物生产的建筑材料。

悉尼奥运会的建设提出了“少用即是环保”的口号，少用自然建筑材料对减少自然资源和能源的消耗、降低环境的污染具有重要的作用。使用耐久性好的建筑材料，对于能源节约、减少固体垃圾是非常有利的，另外耐久性越好的材料对室内的污染越小。

绿色建筑强调减少对各种资源尤其是不可再生资源的消耗，包括水资源、土地资源等。对于绿色建筑材料，减少水资源的消耗表现在使用节水型建材产品，使用透水型陶瓷或混凝土砖以使雨水渗入地层，保持水体的循环，减少对水资源的消耗。在建筑中限制和淘汰大量消耗土地尤其是可耕地的建筑材料（如实心黏土砖）的使用，同时提倡使用由工业固体废渣（如炉渣、矿渣、粉煤灰等）以及建筑垃圾等制造的建筑材料；发展新型墙体材料、高性能水泥和高性能混凝土等，既具有优良性能同时又大幅度节约资源的建筑材料；发展轻集料及轻集料混凝土，减少混凝土结构自重，节省原材料用量。

充分利用建筑材料的可再生性，对于减少资源消耗具有非常重要的意义。建筑材料的可再生性是指材料受到损坏但经加工处理后，可以重新作为原料循环再利用的性能。可再生材料一是可以进行无害化的解体；二是对解体材料再利用。常见的具备可再生性的建筑材料有钢筋、型钢、建筑玻璃、铝合金型材、木材等。可以降解的材料（如木材、竹材、纸板等）能很快再次进入大自然的物质循环，在现代绿色建筑中经过技术处理的纸制品已经可以作为承重构件用于工程中。

欧美经济发达国家对于建筑物均有“建材回收率”的规定，指定建筑物必须使用30%~40%的再生玻璃、再生混凝土砖、再生木材等回收建材。1993年日本混凝土块的再生利用率已达到70%，建筑废弃物的50%均可经过回收再循环使用；有些先进的国家以80%建筑废弃物回收率为目标。但是，我国仅对铝合金型材和钢筋的回收率较高，而对混凝土、砖瓦、玻璃、木材、塑料等的回收率很低，结果造成再生资源严重浪费、建筑垃圾污染环境。

利用多种废物生产绿色建筑材料，在国内外建材行业已经成为研究和开发的“热点”。废弃物主要包括建筑废物、工业废物和生活垃圾，可作为再生资源用于生产绿色建筑材料。建筑废物中的废混凝土、废砖瓦，经过处理后可制再生骨料用于制作混凝土砌块、水泥制品和配制再生混凝土；建筑污泥可利用制造混凝土骨料；废木材可作为造纸的原料，也可用来制造人造木材和保温材料。

工业废物中的煤矸石、沸腾炉渣、粉煤灰、磷渣等，可以用来代替部分黏土作为煅烧硅

酸盐水泥熟料的原料，也可以直接作为硅酸盐水泥的混合材；粉煤灰、矿渣经过处理可以作为活性掺和料用于配制高性能混凝土；一些工业废渣还可以用来制砖和砌块，如炉渣砖、灰砂砖、粉煤灰砖等，工业废渣砖已是当今广泛应用的建筑材料；粉煤灰、煤矸石还可以用来生产轻集料和筑路材料。此外，国外还有利用废发泡聚苯乙烯作为骨料生产轻型隔热材料；用造纸淤泥制造防火板材；用垃圾焚烧灰和下水道的污泥生产特种水泥（生态水泥）；用废纸生产新型保温材料等。

据有关资料报道，生活垃圾中 80% 是潜在的资源，它们可以回收再利用生产建筑材料：如废玻璃磨细后可以作为再生骨料；废纤维和废塑料经化学处理可以制成聚合物黏结剂，用它配制的聚合物混凝土具有高强度、高硬度、耐久性好等特点，可用于生产预制构件、修补道路和桥梁；废塑料回收还可以生产“再生木材”，其使用寿命在 50 年以上，可以取代经化学处理的木材，具有耐潮湿、耐腐蚀等特点，特别适合用于流水、潮湿和腐蚀介质的地方用来代替木材制品。另外，将新鲜垃圾分拣出金属材料后再加入生物催化剂，经杀菌、固化处理后可以制成具有一定强度、无毒害、较高密度的固体生活垃圾混凝土，可用于路基材料。

### 2. 绿色建筑在能源方面对绿色建筑材料的要求

建筑物在建造和运行过程中需要消耗大量的能源，并对生态环境产生不同程度的负面影响。在改善和提高人居环境质量的同时，如何促进能源的有效利用，减少对环境的污染，保护资源和节省能源，是城乡建设和建筑发展面临的关键问题。将可持续发展的理念融入建筑的全寿命过程中，即发展绿色建筑，已成为我国今后城乡建设和建筑发展的必然趋势，是贯彻执行可持续发展基本国策的重要方面。发展绿色建筑涉及规划、设计、材料、施工等多方面的工作，满足绿色建筑材料在能源方面对绿色建筑的要求，是一个非常重要的问题。

(1) 尽可能使用生产能耗的建筑材料 使用生产能耗低的建筑材料，必然对降低建筑能耗具有非常重要的意义。目前，我国在主要建筑材料的生产中，钢材、实心黏土砖、铝材、玻璃、陶瓷等材料单位产量生产能耗较大，单位质量建筑材料在生产过程中的初始能耗如表 1-1 所列。从表中可以看出，钢筋、铝材、建筑玻璃、建筑卫生陶瓷、型钢的生产能耗均比较高，但在评价建筑材料的生产能耗时必须考虑建筑材料的可再生性，综合起来评价建筑材料单位产量的生产能耗高低。

表 1-1 单位质量建筑材料在生产过程中的初始能耗

单位：GJ/t

型钢	钢筋	铝材	水泥	建筑玻璃	建筑卫生陶瓷	空心黏土砖	混凝土砌块	木材制品
13.3	20.3	19.3	5.5	16.0	15.4	2.0	1.2	1.8

钢材、铝材虽然生产能耗比较高，但它们具有非常高的产品回收率，钢筋和型钢的回收率、利用率可分别达到 50% 和 90%，铝材的回收利用率可达到 95%，而且这些材料经回收处理后仍然可用于建筑结构。我国目前的废弃玻璃和废弃混凝土在建筑上的回收利用率非常低。这些回收的建筑材料再生处理过程同样还需要消耗能量，但比初始生产能耗有较大幅度的降低。据统计资料表明，我国回收钢材重新加工的能耗为钢材原始生产能耗的 20%~50%，再生加工铝材的生产能耗仅占原始生产能耗的 5%~8%。因此，可再生利用的建筑材料对于节约能源和保护环境都具有相当大的影响。

(2) 尽可能使用减少建筑运行能耗的建筑材料 针对全球能源危机的现状，很多国家把节能称为“第五常规能源”，对建筑节能采取了许多有效措施，其中包括发展和应用绝热材料。建筑材料对于建筑节能的贡献集中体现在减少建筑运行的能耗，提高建筑的热环境性能