

建筑材料及其 表现艺术

冯刚 田昀 ◎ 编著

清华大学出版社

建筑材料及其 表现艺术

冯刚 田昀 © 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是针对建筑学专业学生量身定制的关于建筑材料的教材。现行建筑材料方面的教材多关注于材料的化学组成、制备、性能等方面,对于材料艺术表现方面特性的介绍略显不足。本书首先充分吸收了传统建筑材料教材的优点,对于建筑材料的主要性能进行介绍。同时,对材料构成与制备方面等偏材料专业的知识进行了压缩性介绍,保留其中最核心的知识点。建筑材料的发展简史与其在当代建筑中的艺术表现,是本书增加的内容与表述的重点。希望通过这一部分的介绍,使学生初步掌握常见建筑材料在建筑中的艺术表现形式。国家一级注册建筑师考试教材中的很多内容也被编入本书。

本书分为9章。第1章主要介绍材料的基本物理性能、力学性能与主要功能材料的基本特征。第2~9章分别介绍玻璃、金属、木材、水泥与混凝土、石材、砖和陶瓷、建筑涂料、建筑塑料及膜材料等常用建筑材料的发展简史、基本特性及其在当代建筑中的应用。全书引用了大量精美的图片,希望给读者以直观的感受,使理论学习更加富有趣味。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

建筑材料及其表现艺术 / 冯刚, 田昀编著. -- 北京: 清华大学出版社, 2014
ISBN 978-7-302-37655-2

I. ①建… II. ①冯… ②田… III. ①建筑材料—高等学校—教材 IV. ①TU5

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第186462号

责任编辑: 赵益鹏

封面设计: 陈国熙

责任校对: 王淑云

责任印制: 沈 露

出版发行: 清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址: 北京清华大学学研大厦A座 邮 编: 100084

社总机: 010-62770175 邮 购: 010-62786544

投稿与读者服务: 010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈: 010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者: 北京嘉实印刷有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 185mm×260mm

印 张: 15 字 数: 285 千字

版 次: 2014年12月第1版

印 次: 2014年12月第1次印刷

印 数: 1~2500

定 价: 55.00 元

产品编号: 056681-01

材料对于建筑就如人的肌肤对于灵魂，它既是建筑的载体，也是建筑艺术外在表现的媒介。熟练运用建筑材料的能力，是实现建筑空间与艺术效果的保证。尤其是对于初识建筑的学生而言，没有掌握常见建筑材料的基本性能与艺术表现方式，而空谈空间与立面造型，其设计亦容易成为无本之木。

这是一本给建筑学专业学生使用的书。传统建筑材料教材在材料的构成、制备、性能等方面进行了详尽的介绍，而对于材料在建筑上的应用似乎涉及得不够。本书希望能在这一方面有所改善。本书充分借鉴传统教材对于建筑材料扎实的介绍，并进行一定简化，保留了对材料基本性能特征的描述，而对偏材料专业的诸如材料化学构成与制备等方面的内容进行了大幅度压缩。关于各种常用建筑材料的发展简史，以及其在建筑中的当代应用，是本书关注较多的内容。希望通过典型案例的分析，使学生了解每种建筑材料应用于建筑中所能体现的艺术表现力及应注意的问题。国家一级注册建筑师考试中的很多内容也被编入本书，希望学生学到的知识可以为将来执业注册考试打下一定的基础。

本书共分9章。第1章建筑材料的基本属性，主要介绍材料的基本物理性能、力学性能与主要功能材料的基本特征。第2至9章介绍玻璃、金属等常用建筑材料的发展简史、基本特性及其在当代建筑中的应用。

编者冯刚老师多年从事建筑设计的教学与实践工作，主要负责建筑材料艺术与表现方面的内容；田昀老师多年从事化学与材料学的教学工作，主要负责建筑材料性能方面的内容。本书是一次教学改革尝试，希望这种跨专业的联合可以使本书更加完善，更好地服务于建筑学专业教学工作。

本书是站在巨人肩膀上完成的工作。其成果借鉴了很多优秀的建筑材料教材、国家一级注册建筑师考试教材以及很多非常出色的建筑材料学方面的著作。很多热心的朋友提供了精美的图片，并提出很多有益的建议。在此，对于前人的工作及朋友与同事的支持致以诚挚的谢意！鉴于作者水平有限，书中难免有所疏漏，恳请读者批评指正。

编者

2014年5月

第1章 建筑材料的基本属性 / 001

1.1 建筑材料的物理性质 / 004

1.1.1 材料的密度、表观密度与堆积密度 / 004

1.1.2 材料的孔隙率、空隙率与密实度 / 005

1.1.3 材料的亲水性与憎水性 / 005

1.1.4 材料的吸水性与吸湿性 / 006

1.1.5 材料的耐水性与抗渗性 / 007

1.1.6 材料的抗冻性 / 007

1.1.7 材料的导热性 / 008

1.1.8 材料的耐久性 / 008

1.2 建筑材料的力学性质 / 009

1.2.1 材料的强度与等级 / 009

1.2.2 弹性与塑性 / 010

1.2.3 材料的脆性与韧性 / 010

1.2.4 硬度与耐磨性 / 011

1.2.5 材料的性质与材料的化学组成及内部结构之间的关系 / 011

1.3 主要功能材料的基本特点 / 012

1.3.1 防水材料 / 012

1.3.2 防火材料 / 014

1.3.3 吸声材料 / 015

1.3.4 绝热材料 / 015

第2章 玻璃 / 017

2.1 玻璃在建筑中的应用 / 018

2.2 建筑玻璃制品 / 028

2.2.1 平板玻璃 / 031

2.2.2 安全玻璃 / 032

2.2.3 节能玻璃 / 036

2.2.4 其他玻璃产品 / 039

第3章 金属 / 047

3.1 金属材料在建筑中的应用 / 048

3.2 建筑结构金属材料 / 053

3.2.1 建筑钢材（结构用钢）的主要力学性能 / 056

3.2.2 建筑钢材的标准与选用 / 059

3.3 建筑饰面金属材料 / 062

3.3.1 不锈钢板材 / 062

3.3.2 铝及铝合金板材 / 065

3.3.3 铜及铜合金板材 / 066

3.3.4 钛及钛金属板材 / 072

3.3.5 锌及锌合金板材 / 074

3.3.6 当代常见金属板表面处理手法 / 077

第4章 木材 / 083

4.1 木材在建筑中的应用 / 084

4.2 建筑用木材 / 094

4.2.1 木材 / 094

4.2.2 木材的性质 / 098

4.2.3 木材的干燥、防腐与防火 / 101

4.2.4 工程木材产品 / 103

第5章 水泥与混凝土 / 107

5.1 水泥与混凝土在建筑中的应用 / 108

5.2 水泥材料 / 118

5.2.1 硅酸盐水泥 / 118

5.2.2 掺混合材料的硅酸盐水泥 / 121

5.2.3 其他建筑水泥 / 124

5.3 混凝土材料 / 126

5.3.1 普通混凝土组成材料 / 126

5.3.2 普通混凝土主要技术性质 / 129

5.3.3 特殊类型的混凝土 / 133

第6章 石材 / 137

6.1 石材在建筑中的应用 / 138

6.2 建筑用石材 / 154

6.2.1 石材概述 / 154

6.2.2 石材的主要性能 / 155

6.2.3 石材的分类 / 156

6.2.4 常用建筑石材 / 157

6.2.5 天然石材的表面处理效果 / 163

第7章 砖和陶瓷 / 167

7.1 砖在建筑中的应用 / 168

7.2 砖材料 / 179

7.2.1 烧结砖 / 179

7.2.2 非烧结类墙体材料 / 184

7.3 陶瓷在建筑中的应用 / 186

7.4 常见建筑陶瓷制品 / 191

第8章 建筑涂料 / 199

第9章 建筑塑料及膜材料 / 211

9.1 建筑用塑料制品 / 212

9.1.1 建筑用塑料 / 212

9.1.2 常用建筑塑料制品 / 213

9.2 建筑用膜材料 / 217

9.2.1 膜材料在建筑中的应用 / 217

9.2.2 建筑用膜材料的主要类型和主要使用方式 / 219

参考文献 / 226

图表来源 / 227

目录

建筑材料的基本属性

- 1.1 建筑材料的物理性质 / 004
 - 1.1.1 材料的密度、表观密度与堆积密度 / 004
 - 1.1.2 材料的孔隙率、空隙率与密实度 / 005
 - 1.1.3 材料的亲水性、吸水性 / 006
 - 1.1.4 材料的耐水性、抗渗性 / 007
 - 1.1.5 材料的吸水性、吸湿性 / 007
 - 1.1.6 材料的耐水性 / 008
 - 1.1.7 材料的导热性 / 008
 - 1.1.8 材料的耐久性 / 008
- 1.2 建筑材料的力学性质 / 009
 - 1.2.1 材料的强度与等级 / 009
 - 1.2.2 弹性与塑性 / 010
 - 1.2.3 材料的脆性与韧性 / 010
 - 1.2.4 硬度与耐磨性 / 011
 - 1.2.5 材料的性质与材料的化学组成及内部结构之间的关系 / 011
- 1.3 主要功能材料的基本特点 / 012
 - 1.3.1 防水材料 / 012
 - 1.3.2 防火材料 / 014
 - 1.3.3 吸声材料 / 015
 - 1.3.4 绝热材料 / 015

建筑是由各种不同的材料建造而成的，土木工程和建筑工程中使用的材料统称为建筑材料。人类运用建筑材料的能力是一个不断发展的过程。从最初利用巨石和树枝等可以从地面上收集到的材料，到开始使用木材、石材等工具切割和加工过的天然材料，逐步发展到天然条件下无法获取而需工厂批量生产的钢材、水泥等建筑材料。随着科技的进步，又逐步开始使用各种有机合成材料，大幅度提高了建筑材料的产量与性能。人类对于建筑材料的认识与运用能力与不同的自然地域条件和文化背景条件相关，也受到不同时代人类社会工程技术条件的制约。例如，中国传统建筑以木材为主要建筑材料，欧洲古典建筑则以石材为主要建筑材料，而随着人类改造自然能力的提高与化学工业的发展，水泥、钢材及木材成为当代建筑工程中最主要的三大材料。建筑材料费用通常占建筑总造价的 50% 以上，其对于建筑的经济性、建筑的结构承载能力以及物理环境性能具有重要的影响，建筑的质感、肌理、色彩等艺术效果都由所选建筑材料的性能决定，可以说材料的性能是建筑形式与施工工艺的基础。因此，了解建筑材料的基本知识及其典型应用案例对于建筑专业的学生具有重要意义。

按照不同材料在建筑中的功能，建筑材料可以分为结构材料、围护材料、装饰材料和功能材料。结构材料是以材料的抗拉、抗压、抗剪等力学性能为基础，用以制造受力构件的材料，如木、竹、砂、石、水泥、混凝土、金属、砖瓦、陶瓷、玻璃、工程塑料和复合材料等。围护材料指分隔与限定内外建筑空间、保护结构材料、保证建筑耐久性的材料，如各种砌块、板材等。装饰材料则主要保证建筑室内外空间的艺术效果，分为室内装饰材料与室外装饰材料，主要有涂料、油漆、镀层、贴面、各色瓷砖、内外墙石材以及具有特殊效果的玻璃等。功能材料则主要是保证建筑内部空间各种物理性能达到设计要求的材料，如防水材料、防火材料以及用于防潮、防腐、防磁、阻燃、隔声、隔热、保温、密封等功能的各种建筑材料。

按照不同材料的化学组成，建筑材料可以分为无机金属材料、无机非金属材料、有机材料和复合材料等，如表 1-1 所示。

生态建筑材料，或者称绿色建材，在当代建筑材料领域获得广泛发展。绿色建材的特点是材料在生产、使用、废弃和再生循环的过程中，与生态环境的健康发展相协调，以尽可能小的自然资源与能源的消耗获得尽可能大的产出，避免或最小化材料对于环境的破坏，消除

材料对于使用者健康的不利影响，充分实现材料的再循环利用。节约资源与能源、消除环境危害、充分实现高效循环，是绿色建材的核心特征。除了选择绿色建材，加强建筑结构与围护材料的保护，延长建筑使用年限，充分改造利用旧建筑，也是节约建材、促进实现建材生态价值的重要措施。总之，绿色建材是建筑材料未来发展的必然方向，是城市与建筑实现可持续发展的重要基础。

建筑材料除了应满足建筑基本的结构、围护、热工等功能需求，还要实现建筑的艺术价值。除了形体构成、空间构成、体块组合等传统建筑造型手法，材料本身所具有的表现力日益受到人们的重视。很多当代建筑师不再过分追求建筑体形和立面形式，而是强调表现材料本身所具有的色彩、质感、肌理、光泽、尺寸等要素与精工细作的细部设计。新的材料与构造设计方法的不断出现，大大拓展了建筑师创作的艺术语言。除了了解必要的功能性材料，学会选择建筑饰面材料是建筑学专业学生必须掌握的技能。

表 1-1 建筑材料按照化学组成的分类

类 别			材料举例
无机材料	非金属材料	天然石材	花岗岩、大理石、石灰岩等
		烧土制品	黏土砖、黏土瓦、陶板等
		玻璃制品	玻璃、琉璃等
		熔融制品	矿棉、铸石等
		凝胶材料	气硬性凝胶 石灰、石膏、菱苦土、水玻璃
			水硬性凝胶 各种水泥
		以凝胶材料为基础的 材料	砂浆 砌筑砂浆、抹面砂浆等
			混凝土 普通混凝土、轻骨料混凝土等
			硅酸盐制品 灰砂砖、硅酸盐砌块等
	金属材料	有色金属材料	铜、铝及其合金等
		黑色金属材料	铁、钢
有机材料		植物质材料	木材、竹材等
		沥青材料	石油沥青、煤沥青等
		合成高分子材料	塑料、合成橡胶、胶黏剂、有机涂料等
复合材料		金属－非金属	钢纤混凝土、钢筋混凝土等
		无机非金属－有机	玻纤增强塑料、聚合物混凝土、沥青混凝土等
		金属－有机	PVC 涂层钢板、轻质金属夹芯板等

1.1 建筑材料的物理性质

1.1.1 材料的密度、表观密度与堆积密度

材料的密度与建筑自身荷载密切相关，在承载能力一定的条件下，尽可能选择密度小的轻质高强材料有助于减小建筑自重，减小构件尺寸，可以使建筑获得柔美、轻盈的造型效果。密度是单位体积下材料的质量。由于采自自然或工厂生产的各种材料具有不同的体积状态，材料的密度又可分为实际密度、表观密度和堆积密度等，其计算方法如表 1-2 所示。

实际密度简称密度，指材料在绝对密实状态下单位体积的质量。这里的体积指构成材料的固体物质本身的体积，不包括材料中空隙的体积。除玻璃、钢等少数材料外，绝大多数材料都存在一些空隙。因此，测定绝对密实状态下的体积时，须将材料磨成细粉，干燥后用李氏瓶（排液置换法）测定。材料磨得越细，测得的密度数值就越接近其绝对密实状态下的体积。表观密度则指材料在自然状态下单位体积的质量。自然状态下的单位体积，不但包括材料本身的体积，而且包括材料体内的空隙。大多数材料内部都存在空隙，因此表观密度能更准确地描述材料在建筑中的实际密度。由于存在空隙，材料中会含有一定的水分，对表观密度的测定带来一定程度的影响。通常表观密度是指材料在干燥状态下测得的密度，如需要测定含水材料的表观密度，应同时测定其含水率并注明。对于粉状材料（如水泥）或散粒状材料（如砂、石），测定其密度时常采用堆积状态下单位体积的质量，该密度称为堆积密度。堆积状态下的体积除包含材料本身体积、材料内部空隙体积外，还包括散粒材料之间的空隙体积。堆积密度在建筑工程中多用于进行配料计算、确定材料堆放空间以及运输组织。

表 1-2 建筑材料的密度

实际密度 ρ	$\rho = \frac{m}{V}$	ρ ——材料的实际密度， g/cm^3 ； m ——材料在干燥状态下的质量， g ； V ——干燥材料在绝对密实状态下的体积， cm^3
表观密度 ρ_0	$\rho_0 = \frac{m}{V_0}$	ρ ——表观密度， g/cm^3 ， kg/m^3 ； m ——材料在干燥状态下的质量， g ， kg ； V_0 ——材料在自然状态下的体积， cm^3 ， m^3
堆积密度 ρ'_0	$\rho'_0 = \frac{m}{V'_0}$	ρ'_0 ——表观密度， kg/m^3 ； m ——材料的质量， kg ； V'_0 ——材料在堆积状态下的体积， m^3

1.1.2 材料的孔隙率、空隙率与密实度

孔隙率是指材料中孔隙体积与自然状态下体积的百分比。材料孔隙率的大小直接反映了材料的密实程度，其数值的大小和孔隙本身的特征（孔隙构造与大小）对材料性质的影响很大。通常情况下，对于同一种材料，当其孔隙率在限定范围内变化时，孔隙率越大，强度越低。密实度是指材料体积内固体物质所充实的程度，即固体物质的体积与材料自然状态下体积的百分比。因此，材料孔隙率与密实度之和为1。空隙率则是指散粒材料在特定堆积体积中，颗粒之间的空隙体积占总体积的比例。空隙率的大小反映的是散粒材料的颗粒互相填充的致密程度。例如，在混凝土中，空隙率可作为控制砂石级配及计算砂率的依据。常用建筑材料的实际密度、表观密度、堆积密度及孔隙率如表 1-3 所示。

1.1.3 材料的亲水性与憎水性

材料表面与水或空气中的水汽接触时，会产生不同程度的润湿特征。如果材料分子与水分子之间的作用力大于材料分子之间的作用力，则材料表面能够被水浸润，且水能通过毛细管作用被吸入材料内部。如果材料分子与水分子之间的作用力小于分子之间的作用力，则材料表面不能够被水浸润。材料能被水润湿的性质称为亲水性，材料不能被水润湿的性质称为憎水性。一般可以按润湿边角的大小将材料分为亲水性材料与憎水性材料两类。润

表 1-3 常用建筑材料的实际密度、表观密度、堆积密度及孔隙率

材 料	实际密度 / (g/cm ³)	表观密度 / (kg/m ³)	堆积密度 / (kg/m ³)	孔隙率 / %
石灰岩	2.60	1800 ~ 2600	—	0.6 ~ 1.5
花岗岩	2.60 ~ 2.90	2500 ~ 2800	—	0.5 ~ 1.0
碎石（石灰岩）	2.60	—	1400 ~ 1700	—
砂	2.60	—	1450 ~ 1650	—
水泥	2.80 ~ 3.20	—	1200 ~ 1300	—
烧结普通砖	2.50 ~ 2.70	1600 ~ 1800	—	20 ~ 40
普通混凝土	2.60	2100 ~ 2600	—	5 ~ 20
轻质混凝土	2.60	1000 ~ 1400	—	60 ~ 65
木材	1.55	400 ~ 800	—	55 ~ 75
钢材	7.85	7850	—	—
泡沫塑料	—	20 ~ 50	—	95 ~ 99

湿边角（见图 1-1）指在材料、水和空气的交点处，沿水滴表面的切线与水和固体接触面所成的夹角。建筑材料大多为亲水性材料，如砖、混凝土、木材等，少数材料如沥青、石蜡等为憎水性材料。憎水性材料有较好的防水效果，自身可以防水，也可以用于处理亲水性材料的表面，提高其防水性能。

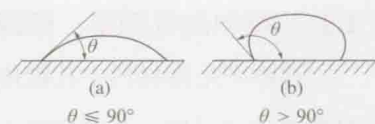


图 1-1 材料润湿角示意图

(a) 亲水性材料；(b) 憎水性材料

1.1.4 材料的吸水性与吸湿性

材料在水中能吸收水分的性质称为吸水性，吸水性的太小用吸水率表示。吸水率是指材料浸水后在规定时间内吸入水的质量占材料干燥质量的百分率。材料的吸水性与其亲水性和憎水性有关，还与材料的孔隙率和孔隙特征有关。含有细微连通孔隙的材料，孔隙率越大，则吸水率越大。材料内部有封闭孔隙，水分不能进入，或者孔隙开口大，水分不能存留，均导致吸水率较小。因此，具有很多微小开口孔隙的亲水性材料，其吸水性特别强。

$$\text{质量吸水率 } W_m = \frac{m_1 - m}{m} \times 100\% \quad (1-1)$$

式中， m_1 ——材料吸水饱和状态下的质量，g；

m ——材料干燥状态下的质量，g。

材料不但在水中浸泡时会吸水，在潮湿环境中也会吸收空气中的水分。其在潮湿空气中吸收水分的性质称为吸湿性，常用含水率表示。材料的含水率随空气湿度和环境温度变化而变化。水分可以被吸收，又可向外界扩散，最后与空气湿度达到平衡。与空气湿度达到平衡时的含水率称为材料的平衡含水率。材料的吸水与吸湿均会导致材料性质的改变，如使材料自重增大，绝热性及耐水性等产生不同程度的下降等。木材是一种典型的性能受含水率影响非常大的材料，使用时一定要先使其含水率与该地区的平衡含水率一致。

$$\text{含水率 } W = \frac{m_{\text{湿}} - m}{m} \times 100\% \quad (1-2)$$

式中, $m_{\text{湿}}$ ——材料吸收空气中水分后的质量, g;

m ——材料烘干至恒温的质量, g。

1.1.5 材料的耐水性与抗渗性

材料长期在饱和水作用下不发生破坏、其强度也不显著降低的性质称为耐水性。材料的耐水性用软化系数表示。软化系数值的范围为 0 ~ 1, 其大小表示材料浸水饱和后强度降低的程度。软化系数越小, 说明材料吸水饱和后的强度降低越多, 耐水性则越差, 反之越强。对于经常处于水中或受潮严重的重要结构物的材料, 其软化系数不宜小于 0.85; 受潮较轻部位的材料或次要结构物的材料, 其软化系数不宜小于 0.75。

$$K = \frac{\text{材料在吸水饱和状态下的抗压强度}}{\text{材料在干燥状态下的抗压强度}} \quad (1-3)$$

在水压力作用下, 建筑材料抵抗渗透的性质称为抗渗性或不透水性。材料的抗渗性常用渗透系数表示。渗透系数越大, 表明材料渗透的水量越多, 抗渗性越差。抗渗性也可用抗渗等级表示。抗渗等级是以规定的试件、在标准试验方法下所能承受的最大水压力来确定。如普通混凝土的抗渗等级为 P6, 即表示混凝土能承受 0.6MPa 的压力水而不渗透。材料抗渗性的好坏, 与材料的孔隙率及孔隙特征有关。孔隙率较大且是开口连通孔隙的材料, 其抗渗性较差。抗渗性是决定建筑材料耐久性的主要因素之一。对于地下建筑及水工构筑物, 因常受到压力水的作用, 所以要求材料具有一定的抗渗性。对于防水材料, 则要求其具有更高的抗渗性。

1.1.6 材料的抗冻性

材料在吸水饱和状态下, 能经受多次冻融循环而不破坏、强度也无显著降低的性质, 称为材料的抗冻性。材料受冻融破坏是由于材料孔隙中的水结冰造成的。当材料孔隙中充满水时, 水结冰体积约增大 9%, 对孔壁产生很大的压力, 而使其开裂破坏。材料的抗冻性可用抗冻等级 F 表示, 如 F50, 后面的数字表示在标准实验条件下, 强度损失和质量损失均不超过规定值, 且无明显损坏时, 所能经受冻融循环的次数。一般规定材料在经受若干次冻融循环后, 质量损失不超过 5%, 强度损失不超过 25% 时, 认为抗冻性合格。材料抗冻性的高低,

取决于材料孔隙被水充满的程度和材料抵抗因水分结冰体积膨胀所产生压力的能力。处于温暖地区的建筑物,虽无冰冻作用,为确保建筑物的耐久性,有时也对材料提出一定的抗冻性要求。对于水工及冬季气温在 -5°C 以下的地区施工,必须考虑材料的抗冻性。

1.1.7 材料的导热性

建筑节能是实现建筑可持续发展的重要措施之一。在选择建筑材料时要充分考虑建筑节能的需求,这就需要建筑材料具有良好的热工性能,以降低建筑物的使用能耗。导热性是建筑材料的一项重要热工性质,指当材料两侧存在温度差时,热量从温度高的一侧向温度低的一侧传导的性能。材料的导热性通常用导热系数(λ)表示,指单位厚度的材料,当两侧温度差为 1K 时,在单位时间内通过单位面积传导的热量。匀质材料导热系数的计算公式如下:

$$\lambda = \frac{Q\alpha}{(t_1 - t_2)AZ} \quad (1-4)$$

式中, λ ——材料的导热系数, $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$;

Q ——总传热量, J ;

α ——材料厚度, m ;

$t_1 - t_2$ ——材料两侧绝对温度之差, K ;

A ——传热面积, m^2 ;

Z ——传热时间, s 。

导热系数是评定材料保温绝热性能好坏的主要指标。其值越小,材料的保温绝热性能越好。导热系数小于 $0.23\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 的材料,可以称为绝热材料。影响建筑材料导热系数的主要因素有材料的组成与结构、孔隙率、孔隙特征和含水情况等。通常金属材料、无机材料和晶体材料的导热系数分别大于非金属材料、有机材料和非晶体材料。孔隙率大,含空气多,则材料表观密度小,其导热系数也就小。在同等孔隙率的情况下,细小孔隙、闭口孔隙组成的材料比粗大孔隙、开口孔隙的材料导热系数小。当材料含水或含冰时,材料的导热系数会急剧增大。

1.1.8 材料的耐久性

建筑材料在建造与建筑使用过程中会受到机械作用、物理作用、化学作用与生物作用的破坏,如干湿变化、冻融循环、材料疲劳、受冲击破坏、磨损、酸碱盐腐蚀、昆虫与菌类蛀蚀等。材料能够抵抗周围各种介质的侵蚀而不破坏,保持其组成及结构稳定的能力,称为材

料的耐久性。耐久性是材料的一种综合性质，诸如抗渗性、抗冻性、抗风化性、抗老化性、耐化学腐蚀性、耐热性、耐光性、耐磨性等均属于耐久性的范围。要提高材料的耐久性，需要针对不同材料的特点及使用方法，采取相应的保护措施，如合理设计建筑构造节点以减少环境破坏，通过改良生产方法提高材料本身耐久性能，采用耐久性好的材料作为耐久性较差材料的保护层等。

1.2 建筑材料的力学性质

1.2.1 材料的强度与等级

建筑材料在外力（荷载）作用下，抵抗破坏的能力称为材料的强度，它反映了材料在各种影响因素作用下的力学性能指标。影响材料强度的因素有材料组成成分、加工工艺、受力状态和环境条件等。在一定条件下，材料承受外力作用时内部会产生应力。外力逐渐增加，应力也相应增大，直到质点间不再能够承受作用力时，材料即破坏，此时极限应力值就是材料的强度。在相同条件下，材料的强度越高，则结构杆件的承载力也越高。根据外力作用方式的不同，材料强度有抗压强度、抗拉强度、抗弯强度及抗剪强度等。按照材料的性质，材料强度也分为脆性材料强度、塑性材料强度和带裂纹材料的强度。脆性材料破坏时几乎没有塑性形变，常以其强度极限作为计算强度的标准。塑性材料破坏前有较大的塑性形变，如部分钢材，故常以其屈服极限为计算标准。而带有裂纹的材料，由于裂纹部位容易破坏，其破坏强度常低于材料本身的极限强度，计算强度时要考虑材料的断裂韧性。

为了便于掌握材料性能、合理选用材料、正确进行设计、科学控制工程质量，可根据建筑材料极限强度的大小，将其划分为若干不同的强度等级。砖、石、水泥、混凝土等材料，主要根据其抗压强度划分强度等级，建筑钢材的钢号则主要依据其抗拉强度划分。例如，硅酸盐水泥按抗压和抗折强度分为6个强度等级，普通混凝土按其抗压强度分为12个强度等级。同一种材料由于其组成、结构及构造方式不同，强度会有很大差异。如某些具有层状或纤维状构造的材料在不同方向受力时会表现出不同的强度性能，如木材具有横纹与纵纹的不同强度，这种现象称为各向异性。比强度是衡量材料强度的一个常用指标，主要用来衡量材料轻质高强方面的属性。比强度定义为材料强度与其表观密度的比值，比强度值越大，就表示该材料具有越好的轻质高强属性。常见材料的强度如表1-4所示。

表 1-4 常见材料的强度

MPa

材 料	抗压强度	抗拉强度	抗弯强度
花岗岩	100 ~ 250	5 ~ 8	10 ~ 14
普通黏土砖	5 ~ 20	—	1.6 ~ 4.0
普通混凝土	5 ~ 60	1 ~ 9	—
松木（顺纹）	30 ~ 50	80 ~ 120	60 ~ 100
建筑钢材	240 ~ 1500	240 ~ 1500	—

1.2.2 弹性与塑性

材料在外力作用下产生变形，当外力取消后变形消失，材料能完全恢复原来形状的性质，称为弹性。这种外力去除后即可恢复的变形称为弹性变形，属于可逆变形。当外力取消后，全部或有一部分变形不能恢复，并且不产生裂缝，这种性质称为材料的塑性。这种不能恢复的变形称为塑性变形，属于不可逆变形。大部分固体材料在受力不大时，表现出弹性变形，当外力达到一定值时，则呈现塑性变形，如钢材。也有的材料受力后，弹性变形和塑性变形同时发生，当卸荷后，弹性变形会恢复，而塑性变形不能消失，如混凝土，这类材料称为“弹－塑”性材料。弹性变形的数值大小与外力成正比，其比例系数 E 称为材料的弹性模量。弹性模量是衡量材料抵抗变形能力的一个指标，在弹性形变范围内，弹性模量 E 为常数。材料 E 值越大，在外力作用下越不易变形。

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \tag{1-5}$$

式中， σ —— 材料的应力，MPa；

ε —— 材料的应变。

1.2.3 材料的脆性与韧性

材料受外力作用达到一定限度后，发生突然破坏，而且破坏时并无明显的塑性变形，材料的这种性质称为脆性。具有这种性质的材料称为脆性材料，如混凝土、玻璃、砖石、铸铁等。通常脆性材料的抗拉强度明显低于其抗压强度，仅为抗压强度的 $1/50 \sim 1/5$ ，而且在力的作用下接近破坏时，变形仍很小，因此不能承受振动和冲击荷载，只适于用作承压构件。材料在冲击、振动荷载作用下，能够吸收较大能量，还能产生一定的变形而不致破坏的性质称为