

材料属性
选择搭配
经典案例
典型构造

经典

建筑表皮材料

刘超英 著

CLASSIC BUILDING SKIN MATERIALS



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

014011031

TU5
98

经典建筑表皮材料

(材料属性·选择搭配·经典案例·典型构造)

刘超英 著



北航

C1697278



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

TU5
98

内容提要

当今,建筑设计师在建筑设计中的关注重点已从“空间”时代进入到“表皮”时代。本书从建筑设计师的独特视角论述他们最为关心的七类建筑经典表皮材料,不但介绍了这些表皮材料的属性,而且介绍了表皮材料的选择搭配,还分析了大量经典案例和典型构造。

全书共分八章,包括建筑表皮材料概述、石材表皮材料、混凝土表皮材料、木材表皮材料、金属表皮材料、玻璃表皮材料、膜材表皮材料及由作者首创概念的“文史建材”表皮材料。

本书可作为建筑行业从业人员,尤其是建筑学、城市规划、环境艺术设计等专业人员学习研究建筑及城市规划设计、室内外环境艺术设计、建筑材料及构造的教学用书和参考读物,也可以为建筑材料研发、生产、销售人员提供相关信息。

图书在版编目(CIP)数据

经典建筑表皮材料 / 刘超英著. —北京:中国电力出版社, 2014.1

ISBN 978-7-5123-4053-4

I. ①经… II. ①刘… III. ①建筑材料 IV. ①TU5

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第029090号

中国电力出版社出版发行

北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>

责任编辑:王晓蕾 电 话:010-63412610

责任印制:蔺义舟 责任校对:马 宁

北京盛通印刷股份有限公司印刷·各地新华书店经售

2014年1月第1版·第1次印刷

889mm×1194mm 1/16·18.75印张·643千字

定价:98.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

有学者认为现在的建筑创作已经从现代主义的“空间”主导时代进入到当代的“表皮”主导时代。因而，国内建筑界对建筑表皮理论问题的关注也是一个不折不扣的热点。

2000年到2012年2月6日在CNKI(中国期刊全文数据库、中国博士学位论文全文数据库、中国优秀硕士学位论文全文数据库)中以建筑表皮为关键词检索到168条记录。具体数据见图1。

同日，在WANFANG DATA(万方数据知识服务平台)中键入关键词“建筑表皮”能搜索到674篇论文。在这些论文中关键词中带“建筑表皮”的文献有129篇。其中期刊论文80篇，学位论文39篇，会议论文10篇。按年度统计，2011年12篇、2010年19篇、2009年21篇、2008年16篇、2007年15篇、2006年14篇、2005年14篇、2004年10篇、2003年5篇、2002年2篇、2001年1篇。从2004年起每年都超过10篇，最高峰出现在2009年和2010年，这两年的论文数量达到40篇。

在129篇论文中作者关注的各个分主题有22个，分别为建筑空间、表皮结构、表皮技术、表皮材料、围护结构、幕墙表皮、高层表皮、功能建筑、表皮文化、表皮艺术、表皮风格、表皮历史、地域表皮、表皮造型、表皮表现、表皮创新、表皮视觉、生态表皮、绿色表皮、节能表皮、建筑物理及世博会等，各主题的关注度排序见图2。

在关注建筑表皮的22个主题中，对表皮材料的关注共有54篇论文，在所有论文中处于第4的地位，足见建筑界对建筑表皮材料的关注程度之高。

进一步分析这54篇论文，通过摘要和关键词，这些论文探讨的主题有：原生性表皮材料¹，材料种类与建筑表皮肌理效果²，表皮材料开发³，表皮材料的创新性及多样性、自然材料、高科技材料⁴，材料的发展对表皮的影响⁵，材料表现与建筑美感表达的关系⁶，材料表现的基本原理⁷，建筑表皮材料发展的趋势和如何运用地域的传统材料来表现现代建筑⁸，建筑表皮与材料语言之间的内在联系⁹，从材料的形态、色彩、材质角度来分析材料语言¹⁰，建筑表皮的构成材料¹¹，建筑外表皮材料艺术表现研究¹²，建筑外表皮材料艺术表现、新材料的快速发展给建筑创作带来新的契机¹³，重新审视建筑本体，面对材料和建造的真实，探寻它们所隐含的情感意义与矛盾冲突¹⁴，从新材料的应用、生态表皮及多层表皮几个方面探讨当代建筑表皮的主要特征和发展趋势¹⁵，玻璃——建筑材料、表现手段、设计概念之研究¹⁶，金属作为建筑表皮的表现力研究¹⁷，金属材料在建筑表皮中的应用及其反思¹⁸，建筑材料对建筑表皮设计的

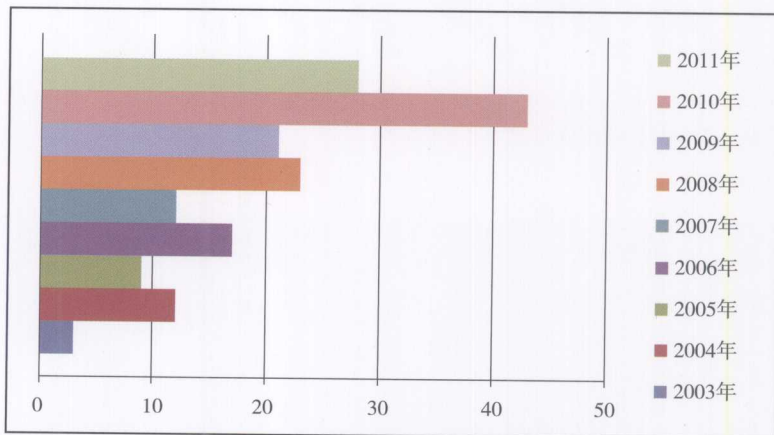


图1 2003年至今CNKI每年发表的关于建筑表皮的论文数量表

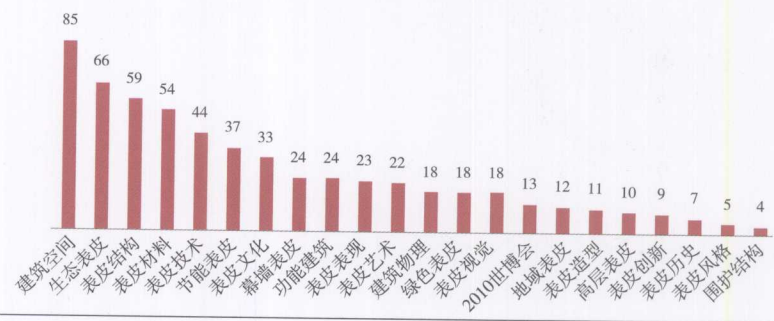


图2 建筑表皮论文关键词的关注度

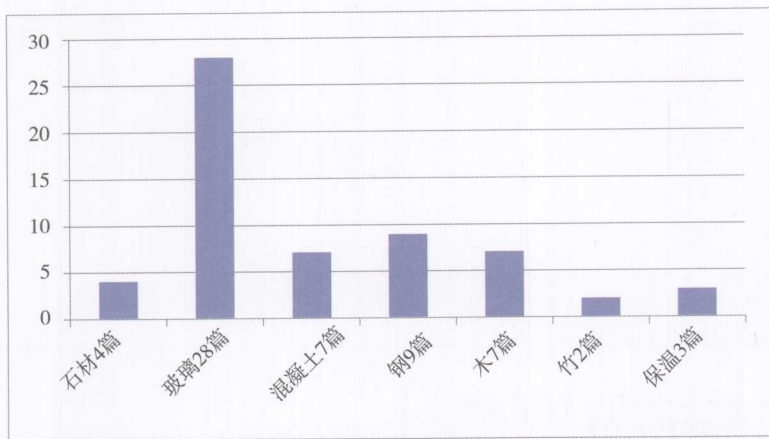


图3 建筑材料主题的关注度

《建筑材料》	生态建筑材料
新材料	道路建筑材料
建筑材料厂	新型建筑材料
建筑材料性能	有机建筑材料
建筑材料领域	建筑材料工业
房屋建筑材料	特殊建筑材料
建筑材料课	型建筑材料
绿色建筑材料	建筑材料特性
防水建筑材料	天然建筑材料
特种建筑材料	高性能建筑材料

图4 建筑材料及相似词

记录。涉及的主题见图4。

这其中包括了相当多的研究材料性能方面的论文。然而，以“建筑表皮材料”为关键词，可以查到109条记录。涉及知名的“老八校”“新四军”及所有培养建筑学专业研究生的其他院校。

所有这些都说明建筑表皮材料是当今建筑界关注的热点，无论是建筑设计界还是建筑理论界。但尽管如此，国内至今还没有一本专著专门讨论建筑表皮材料。这与当今的时代发展显得很不适应，因为建筑设计师在建筑设计中的关注重点已从“空间”转移到“表皮”。材料之于建筑师，犹如画家手中的颜料，作曲家笔下的音符，是建筑师进行创作的物质基础，也是建筑创作从图纸物化为实实在在的建筑作品必不可少的物质条件。建筑师的理念和意图不仅要通过建筑空间造型来体现，还必须利用建筑材料去塑造。可以说，建筑表皮材料是建筑形式、文化特征、情感传达、个性体现的不可脱离的物质语言，确实有很大的必要在这方面做一些理论探索。本书在这方面做了一些粗浅的探索，算是建筑表皮材料研究领域抛出的一块粗糙的“砖石”，期望通过它，能够引来更多精美的“玉石”。

影响¹⁹，材料表现的地方化²⁰，材料在住宅表皮中的运用趋势²¹，建筑造型视觉元素中材料、表皮的建构²²，设计基础课程中的材料教学²³，表皮建构的材料策略²⁴，现代建筑材料——钢和玻璃的表现手法²⁵，材料和细部的表现力²⁶，建筑表皮的块状面材²⁷，地域性混凝土建筑研究²⁸，对建筑材料用人的情感方式重新组合²⁹，对生态材料的研究不能仅局限于对材料物理性质的研究³⁰，体育建筑设计的材料运用及表达³¹，在设计和实践领域应用新材料创造新的建筑类型³²，建筑材料的区域性表达方法研究——追寻材料的“本”与“真”³³，对材料的发掘和表现³⁴，建筑材料与城市风貌³⁵，我们如何适当地对待当代工业化生产的建筑材料与构造³⁶，注重材料和建造表达的多义性³⁷，聚氨酯硬泡防水保温材料³⁸，玉石对该建筑思潮的彰显和诠释、减免火灾事故的继续发生³⁹，从外墙外保温材料做起⁴⁰，现代钢木建筑的创新性表现⁴¹等，不一而足，涉及相当广泛。

就材料本身而言，在所有建筑表皮材料中，关注度最高的是玻璃材料，其次是钢材、木材和混凝土、石材、保温材料、竹材、排序见图3。

建筑界对建筑材料的关注还体现在一个相当重要的方面，这就是各大高校的研究生对材料领域的关注程度。2012年8月3日通过中国博士学位论文全文数据库平台，以“建筑材料”为关键词，可以查到13条记录。通过中国优秀硕士学位论文全文数据库平台，以“建筑材料”为关键词，可以查到7015条

注 释

1. 孙凤明,武国平,王晓健.当代建筑师对建筑表皮原生性材料的探索[J].四川建筑科学研究.2010(1).
2. 陈国华.建筑表皮肌理的形态意义[D].上海:同济大学建筑与城规学院,2003.
3. 褚焱.建筑表皮的革命浅谈材料在建筑表皮中的运用[J].中国建筑装饰装修.2010(11).
4. 胡晔旻,张灿辉.世博会所展示的建筑表皮材料之发展趋势[J].重庆建筑.2011(7).
5. 黄惠菁.从“服饰表皮”到“智能表皮”——建筑表皮设计概述[J].绿色大世界·绿色科技.2009(6).
6. 黄健,唐从荣.材料的发展对建筑表皮的影响[J].中国房地产业.2011(7).
7. 蔡海燕,曾友,林彭雷.建筑表皮设计中材料的表现因素分析研究[J].科技资讯.2009(12).
8. 顾勤芳.谈现代建筑表皮中的传统材料[J].山西建筑.2011(31).
9. 魏晓.现代建筑表皮的材料语言研究[D].重庆:重庆大学建筑城规学院,2007.
10. 张金歌,封心宇.现代建筑表皮材料的语言表达[J].中外建筑.2009(7).
11. 司化,杨茂川.现代建筑表皮的构成材料探析[J].美与时代:上半月.2011(6).
12. 甘立娅.建筑外表皮材料艺术表现研究[D].重庆:重庆大学建筑城规学院,2007.
13. 郝峻弘.建筑表皮自由化视觉特征研究[D].郑州:郑州大学建筑学院,2004.
14. 杨舫.追溯建筑的本体——对材料和建造的回归——关于瑞士建筑师 Herzog & De Meuron 与 Peter Zumthor 的比较[J].华中建筑.2003(2).
15. 田迪.从上海世博建筑看当代建筑表皮的发展趋势[J].工业建筑.2010(11).
16. 张锐.玻璃——建筑材料、表现手段、设计概念之研究[D].深圳:深圳大学建筑与城市规划学院,2003.
17. 刘少婷.金属作为建筑表皮的表现力研究[D].上海:同济大学建筑与城市规划学院,2008.
18. 何可明.金属材料在建筑表皮中的应用及其反思[J].建筑与文化.2010(3).
19. 张笑笑.建筑材料对建筑表皮设计的影响研究[D].合肥:合肥工业大学建筑与艺术学院,2010.
20. 陈铸,赵巍岩,张鹏.材料表现的地方化——论泉州传统建筑材料的当代传承与更新[J].新建筑.2010(6).
21. 邓丰.材料在住宅表皮中的运用趋势[J].城市建筑.2011(5).
22. 高涵,夏广利.建筑造型视觉元素中材料、表皮的建构[J].黑龙江科技信息.2009(31).
23. 曹勇.设计基础课程中的材料教学[J].新建筑.2011(4).
24. 李洁.表皮建构的材料策略——2010上海世博会国家馆的深层解读[J].建材发展导向(下).2010(4).
25. 杨华.钢与玻璃在建筑外观设计中的表现研究[D].北京:北京工业大学建筑与城市规划学院,2004.
26. 倪剑,黎冰.城市地标建筑的隐喻与象征——温州市公安指挥中心大楼创作回顾[J].华中建筑.2003(5).
27. 屈仁斗.块状面材的建构艺术探析[D].重庆:重庆大学建筑城规学院,2006.
28. 程炜.地域性混凝土建筑研究[D].成都:西南交通大学建筑学院,2006.
29. 楼颖楠.建构建筑探讨[J].浙江水利水电专科学校学报.2006(4).
30. 季正嵘.“竹构”景观建筑的研究[D].上海:同济大学设计与艺术学院,2006.
31. 刘伟,钱锋.浅议体育建筑设计中的材料运用及表达[J].华中建筑.2010(8).
32. Rare 建筑事务所.rare 的表皮[J].城市环境设计.2011(7).
33. 杜辉.建筑材料的地域性表达方法研究——追寻材料的“本”与“真”[D].厦门:厦门大学建筑与土木工程学院,2009.
34. 董建辉.视觉的盛宴——时尚品牌专卖店建筑作品赏析[J].房材与应用.2004(5).
35. 陈芳.建筑材料与城市风貌——从住宅的表皮谈重庆城市风貌问题[J].安徽建筑.2011(3).
36. 马进.工业化时代的建构研究[D].南京:东南大学建筑学院,2004.
37. 童银洪.马氏珠母贝外套膜细胞——白云岩界面识别及新型珠核材料的研制[D].武汉:中国地质大学材料科学与工程学院,2008.
38. 刘增文,骆成.喷涂改性聚氨酯硬泡防水保温材料的生产与应用[C].全国第九次防水材料技术交流会,2007.
39. 史亚雷,申晓辉,李蕾,黄良海.巴基斯坦玉石在建筑设计中的应用[J].石材.2009(3).
40. 刘威.减免火灾事故的继续发生,从外墙外保温材料做起——新央视大楼火灾所带来的警示[C].2009全国新型墙体保温材料新技术、新产品及施工应用技术交流大会,2009.
41. 耿志莹.现代钢木建筑的创新性表现——基于结构构思的建筑设计手法[C].中国建筑学会建筑师分会建筑技术专业委员会第二次代表大会暨全国建筑技术学科第十一次学术研讨会,2006.

目 录

CONTENTS

前言

第1章 概述

1.1 建筑表皮材料的概念 002

- 1.1.1 建筑表皮材料的相关定义
- 1.1.2 建筑表皮材料的作用
- 1.1.3 建筑表皮材料的分类

1.2 建筑表皮材料的组成与结构 005

- 1.2.1 材料的组成
- 1.2.2 材料的结构

1.3 建筑表皮材料的基本性质 006

- 1.3.1 物理性质
- 1.3.2 材料与水有关的性质
- 1.3.3 材料的热工性质
- 1.3.4 材料的力学性质
- 1.3.5 材料的耐久性
- 1.3.6 材料的燃烧性能

1.4 建筑表皮材料的视觉感受 012

- 1.4.1 形态感受
- 1.4.2 色彩感受
- 1.4.3 肌理感受
- 1.4.4 光影感受
- 1.4.5 纹样感受
- 1.4.6 综合感受

1.5 建筑表皮材料的选择 019

- 1.5.1 建筑表皮材料选择的主流理念
- 1.5.2 建筑表皮材料选择的具体考量

本章参考文献 022

本章引用图片 022

第2章 石材表皮材料

2.1 材料概述 024

- 2.1.1 名称概念
- 2.1.2 材料简史
- 2.1.3 主要品种
- 2.1.4 常见规格
- 2.1.5 适用部位
- 2.1.6 辅助材料

2.2 技术性能 031

- 2.2.1 物理性能
- 2.2.2 力学性能
- 2.2.3 工艺性能
- 2.2.4 技术指标

2.3 加工技术 033

- 2.3.1 加工技术的飞速发展
- 2.3.2 加工类型
- 2.3.3 表面加工工艺

2.4 视觉特征 035

- 2.4.1 色彩
- 2.4.2 纹理和视觉感受

2.5 选用原则 038

- 2.5.1 适用性
- 2.5.2 材料性能
- 2.5.3 可行性
- 2.5.4 审美性

2.6 搭配技巧 041

- 2.6.1 单一品种配置
- 2.6.2 复合品种配置

2.7 经典案例 044

- 2.7.1 梵蒂冈圣彼得大教堂
- 2.7.2 南京大屠杀纪念馆
- 2.7.3 江苏美术馆新馆
- 2.7.4 广州图书馆新馆
- 2.7.5 宁波维科上院

2.8 典型构造 054

- 2.8.1 干挂石材构造及工艺/案例：天津美术学院/北京龙山新新小镇教堂
- 2.8.2 湿铺构造/案例：列支敦士登Schaan的办公大楼和培训中心
- 2.8.3 垒筑构造/案例：庐山美庐公馆/宁波江南一品/列支敦士登办公大楼和培训中心

2.9 相关标准 063

本章参考文献 064

本章引用图片 064

第3章 混凝土表皮材料

3.1 材料概述 066

3.1.1 名称概念

3.1.2 材料简史

3.1.3 主要品种

3.1.4 常见规格

3.1.5 适用部位

3.1.6 辅助材料

3.2 技术性能 069

3.2.1 和易性

3.2.2 强度

3.2.3 变形

3.2.4 耐久性

3.3 表面处理 070

3.3.1 模板决定表面

3.3.2 成形表面二次加工

3.4 视觉特征 070

3.4.1 色彩

3.4.2 纹理

3.4.3 感受

3.5 选用原则 072

3.5.1 适用性

3.5.2 耐久性

3.5.3 可行性

3.5.4 审美性

3.6 搭配技巧 074

3.6.1 品种配置

3.6.2 类别搭配

3.7 经典案例 076

3.7.1 同济大学建筑与城规学院C楼

3.7.2 上海世博会意大利馆

3.7.3 北京市城市规划展览馆

3.7.4 梅赛德斯—奔驰博物馆

3.7.5 同济大学中法中心（西楼）

3.8 典型构造 086

3.8.1 纯清水混凝土构造/案例：苏黎世的学院

3.8.2 清水混凝土+毛石构造/案例：Chamoson—
所住宅的修葺

3.9 相关标准 089

本章参考文献 090

本章引用图片 090

第4章 木材表皮材料

4.1 材料概述 092

4.1.1 名称概念

4.1.2 树木构造

4.1.3 材料简史

4.1.4 主要品种

4.1.5 常见规格

4.1.6 适用部位

4.2 技术性能 106

4.2.1 木材的含水状态

4.2.2 木材的变形

4.2.3 木材的缺陷

4.2.4 木材的力学性能

4.2.5 防腐木的主要技术指标

4.2.6 中密度稻（麦）草秸秆板的主要技术指标

4.3 表面处理 109

4.4 视觉特征 111

4.4.1 色彩

4.4.2 纹理

4.4.3 感受

4.5 选用原则 112

4.5.1 适用性

4.5.2 耐久性

4.5.3 可行性



4.5.4 审美性

4.6 搭配技巧 115

4.6.1 单一品种

4.6.2 复合品种

4.6.3 同类搭配

4.6.4 异类搭配

4.6.5 表皮处理

4.7 经典案例 118

4.7.1 上海世博会巴西馆

4.7.2 意大利吉恩·玛丽·吉巴欧文化中心

4.7.3 宁波美术馆

4.7.4 上海世博会西班牙马德里馆

4.7.5 上海世博会万科馆

4.7.6 上海世博会西班牙馆

4.8 典型构造 130

4.8.1 杉木板条构造/案例：斯图加特的住宅

4.8.2 炭化木构造/案例：德国瓦伦市的Müritzeum 游客中心

4.8.3 排木构造/案例：阿姆斯特丹24套花园住宅

4.9 相关标准 133

本章参考文献 134

本章引用图片 134

第5章 金属表皮材料

5.1 材料概述 136

5.1.1 名称及分类

5.1.2 材料简史

5.1.3 建筑金属的主要品种

5.1.4 常见规格

5.1.5 适用部位

5.1.6 辅助材料

5.2 技术性能 149

5.2.1 黑色金属

5.2.2 有色金属

5.3 加工工艺 152

5.3.1 成型工艺

5.3.2 表面加工工艺

5.4 视觉特征 153

5.4.1 色彩

5.4.2 纹理和视觉感受

5.5 选用原则 154

5.5.1 适用性

5.5.2 材料性能

5.5.3 可行性

5.5.4 审美性

5.6 搭配技巧 157

5.6.1 品种配置

5.6.2 色彩搭配

5.6.3 肌理搭配

5.7 经典案例 162

5.7.1 上海世博会澳大利亚馆

5.7.2 国家体育场“鸟巢”

5.7.3 北京科技大学体育馆

5.7.4 同济大学中法中心（东楼）

5.7.5 上海世博会阿联酋馆

5.7.6 上海世博会船舶馆

5.8 典型构造 174

5.8.1 铝单板幕墙构造

5.8.2 镀铝锌钢板幕墙构造/案例：墨西哥城雀巢巧 克力博物馆一期

5.9 相关标准 176

本章参考文献 178

本章引用图片 178

第6章 玻璃表皮材料

6.1 材料概述 180

6.1.1 名称概念

6.1.2 材料简史

6.1.3 主要品种

6.1.4 常见规格



6.1.5 适用部位

6.1.6 辅助材料

6.2 技术性能 187

6.2.1 化学组成

6.2.2 理化性能

6.2.3 空心玻璃砖的技术性能

6.3 表面处理 188

6.3.1 基本加工

6.3.2 表面处理

6.3.3 玻璃的热加工

6.3.4 玻璃钢化

6.4 视觉特征 189

6.4.1 色彩

6.4.2 纹理

6.4.3 感受

6.5 选用原则 191

6.5.1 适用性

6.5.2 安全性

6.5.3 可行性

6.5.4 审美性

6.6 搭配技巧 198

6.6.1 品种配置

6.6.2 类别搭配

6.6.3 面积搭配

6.6.4 肌理搭配

6.7 经典案例 202

6.7.1 南京紫峰大厦

6.7.2 清华大学环境楼

6.7.3 台北101大厦

6.7.4 北京第三航站楼

6.7.5 上海国金中心苹果旗舰店

6.7.6 上海世博会法国阿尔萨斯馆

6.8 典型构造 214

6.8.1 有框玻璃幕墙构造

6.8.2 无框玻璃幕墙构造

6.8.3 点支式玻璃幕墙构造

6.8.4 工程案例：尼尔森—阿特金斯艺术博物馆

6.9 相关标准 223

本章参考文献 223

本章引用图片 224



第7章 膜材表皮材料

7.1 材料概述 226

7.1.1 名称与分类

7.1.2 膜建筑的主要结构类型和特点

7.1.3 膜结构简史

7.1.4 张拉膜表皮材料的主要品种

7.2 技术性能 231

7.2.1 技术指标

7.2.2 表面处理

7.2.3 结构材料

7.3 视觉特征 234

7.3.1 色彩

7.3.2 纹理和视觉感受

7.4 选用原则 234

7.4.1 适用性

7.4.2 材料性能

7.4.3 审美性

7.5 搭配技巧 235

7.6 经典案例 236

7.6.1 国家游泳中心“水立方”

7.6.2 德国慕尼黑安联球场 (Allianz Arena)

7.6.3 上海世博会德国馆“和谐都市”

7.6.4 LA VILLE intelligente

7.6.5 上海世博会日本馆

7.6.6 英国千年穹顶

7.7 典型构造 248

7.7.1 膜结构建筑的主要形式

7.7.2 膜结构的连接构造

7.8 相关标准 251

本章参考文献 252

本章引用图片 252

第8章 “文史建材”表皮材料

8.1 材料概述 254

8.1.1 名称概念

8.1.2 材料简史

8.1.3 主要品种

8.1.4 常见规格

8.1.5 适用部位

8.2 技术性能 268

8.3 材料作用 268

8.4 视觉特征 269

8.5 应用原则 271

8.5.1 发现“文史建材”特殊的应用价值

8.5.2 进行精彩的文化演绎

8.5.3 强调民俗地域特色

8.6 搭配技巧 272

8.6.1 整体铺陈

8.6.2 中心聚焦

8.6.3 局部点缀

8.6.4 符号提炼

8.6.5 近似叠加

8.7 经典案例 274

8.7.1 首都博物馆

8.7.2 宁波博物馆

8.7.3 上海世博会意大利馆

8.7.4 上海世博会波兰馆

8.7.5 山西太原全晋会馆

8.7.6 歌德堂(Goetheanum)

8.8 典型构造 286

8.8.1 仿制“文史建材”的主要制作工艺

8.8.2 “文史建材”的商品化开发

本章参考文献 287

本章引用图片 287

后记 288



第1章 概述

1.1 建筑表皮材料的概念

1.1.1 建筑表皮材料的相关定义

1.1.2 建筑表皮材料的作用

1.1.3 建筑表皮材料的分类

1.2 建筑表皮材料的组成与结构

1.2.1 材料的组成

1.2.2 材料的结构

1.3 建筑表皮材料的基本性质

1.3.1 物理性质

1.3.2 材料与水有关的性质

1.3.3 材料的热工性质

1.3.4 材料的力学性质

1.3.5 材料的耐久性

1.3.6 材料的燃烧性能

1.4 建筑表皮材料的视觉感受

1.4.1 形态感受

1.4.2 色彩感受

1.4.3 肌理感受

1.4.4 光影感受

1.4.5 纹样感受

1.4.6 综合感受

1.5 建筑表皮材料的选择

1.5.1 建筑表皮材料选择的主流理念

1.5.2 建筑表皮材料选择的具体考量



历代建筑设计师对本领域最为关注的专业问题随着时代的发展在不断变化。如果对此进行高度概括的话,可以现代主义为界,分为前、中、后三个阶段:之前主要关注建筑的“围护与装饰”;之中主要关注建筑的“功能与空间”;之后主要关注建筑的“环境与表皮”。当今,不断有建筑名家以前所未见的、具有冲击力的建筑表皮所包裹的建筑形象冲击大众和专业人士的视觉神经,使我们明显地感觉到前沿的建筑设计已进入了“表皮时代”。

多数建筑师已经认识到优质的建筑环境依靠优质的建筑表皮来营造;同时,建筑表皮还是建筑视觉形象的关键因素。因此,建筑表皮设计是当今建筑师建筑设计表现的一个重点。

“建筑表皮”中的“表皮”这个概念源于生物学的“表皮(skin)”,虽然还没有权威人士对建筑学中“表皮”这一概念做过明确而令人信服的定义,但近年“建筑表皮”这个概念却频繁出现于建筑批评和建筑设计的讨论中。尤其在建筑设计实践中,建筑表皮的设计越来越成为建筑师下工夫、求创新、获突破的关注点。这说明大家对建筑表皮有着某种“模糊的共识”——它是建筑学领域中“围护结构”“建筑立(顶)面”“建筑外观”“建筑界面”等概念的集合体。这些集合的概念之间“既有交叉,但同时又各有侧重。在建筑理论中,根据语境,它们有时可以相互替换,有时又有明显的区分”。之所以把建筑“围护结构”“立面”“外观”“界面”等集合的概念用“建筑表皮”取代,是因为建筑表皮这一概念更能包容这种“模糊的共识”。它能够涵盖更多的设计内容,例如建筑设计本身的内容、建筑文化和艺术的内容、建筑物理和建筑技术的内容。这三项内容也是建筑界最为关注的建筑表皮理论三个主要方面。它们涉及建筑功能、建筑空间、表皮结构、表皮技术、表皮材料、幕墙体系、表皮文化、表皮艺术、表皮风格、表皮历史、建筑地域、表皮造型、表皮表现、表皮创新、表皮视觉、生态表皮、绿色表皮、表皮节能、低碳表皮以及建筑物理的表皮通风、表皮隔热、表皮隔声等数十项具体内容。每项内容都十分专业,都是一个庞大的领域。而本书仅就其中的建筑表皮材料进行专门的论述,但这也只是抛砖引玉,期望有兴趣的学者一起讨论、探索。

1.1 建筑表皮材料的概念

1.1.1 建筑表皮材料的相关定义

1. 表皮

人和动物皮肤的外层是植物体和外界环境接触的最外层细胞,其结构特征与其功能密切相关,有防止水分失散、微生物感染和机械或化学损伤的作用,为体内外气体交换的孔道,调节水分蒸腾的结构(图1-1)。¹

2. 建筑表皮

关于建筑表皮,说法很多,仅就这个词的外文来源,就有两种观点,即surfaces和skin。例如1988年哲学家阿维荣·斯特尔(Avrum Stroll)出版了第一本以表皮为主题的哲学书:《表皮》(Surfaces)。斯特尔介绍了现有的四种表皮定义:达·芬奇(Leonardo da Vinci)所说的抽象的表皮LS,该表皮不属于任何物体而只是一种界面;物理主义的抽象表皮DS,该表皮是属于某个物体的;日常所谈论的物质的表皮OS,有各种物理

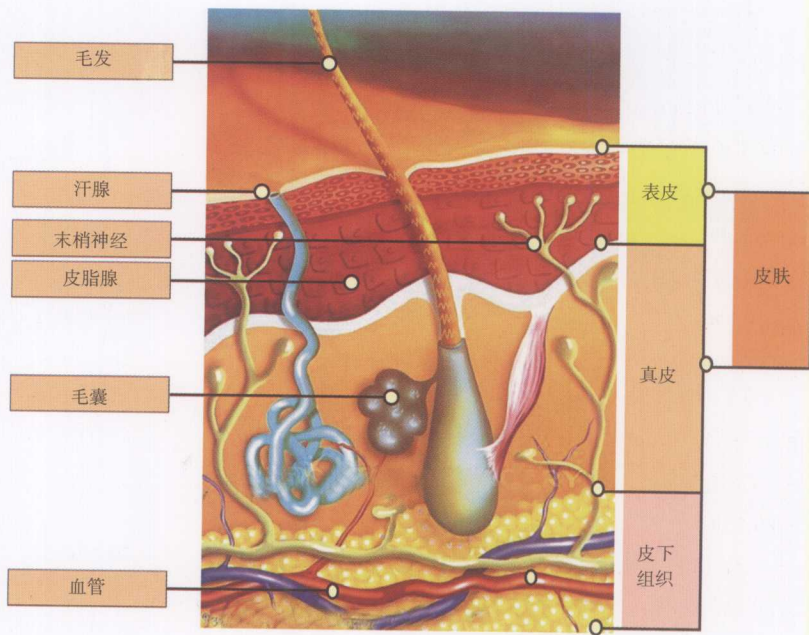


图1-1 人和动物皮肤结构示意图

特征;科学观念下的物质表皮SS,是物体最外一层的原子组织²。而现代主义大师密斯·凡·德·罗(Ludwig Mies Van der Rohe)则把表皮说成是“skin”。

清华大学2003年申请硕士学位的论文《表皮的阐述》中,将表皮定义为:凡是具有“表皮作用”的建筑构件、元素、单元、部分、系统等,都可以称为“表皮”。

1 倪文杰. 现代汉语辞海 [M]. 北京: 中央民族大学出版社, 2002.

2 冯路. 导言: 表皮内外 [J]. 建筑师, 2004 (04).

华中科技大学建筑学院院长李保峰 2004 年在申请清华大学博士学位时提交的论文《建筑表皮——夏热冬冷地区建筑表皮设计研究》中对建筑表皮的定义是：能适应气候变化、具有节能策略的“可变化”建筑围护结构。

建筑历史中，表皮(surface)有着多义复杂的内涵，但一般说来，它指的是空间的围护（或者围护）结构的表层等。

本书作者对建筑表皮的定义如下：

建筑表皮是指人们通过视觉、触觉直接感受到的建筑内、外表面材料所形成的形态、色彩、肌理、光影、纹样传达的建筑文化和艺术效果以及它们可以针对环境变化进行适度调节的构造体系。它们有的与建筑围护结构构成一个整体，有的则脱离围护结构自成体系。建筑表皮要抵御外界不利的环境影响，适应外界变化的环境，对建筑内部空间进行保护和调节，并与建筑的空间及结构体系一起构成建筑的整体。

(1) 建筑表皮定义的关键信息。

1) 通过视觉、触觉直接感受。建筑表皮通过视觉和触觉对人们产生影响。视觉可以看得见，触觉可以摸得到。视觉和触觉综合起来能够给人或明确或晦涩、或好或坏、或喜欢或不喜欢等感受。

2) 以建筑内外界面及其支撑构造为载体。建筑界面包括立面（柱面、门面、窗面）、顶面、地面、楼面等要素，它能划分空间、包裹空间，给空间以形象，也能给建筑内、外表面材料所形成的形态、色彩、肌理、光影、纹样以载体，并通过它们传达建筑设计的文化和艺术效果。建筑界面是可视的表面，在这个表面后面必然有一个支撑构造，或是墙体，或是顶棚，或是楼板，否则界面无所依托。从空间的视角看，建筑界面是形成空间的基本物质条件，担负着为人类过滤外界影响、营造舒适栖居之地的基本功能。

3) 物质系统和构造体系。建筑表皮不是虚无的空间，而是由实体的建筑内、外表面材料所形成的看得见摸得着的物质系统。在这个系统上可以通过各种材料选择和构造设计，表现它的形态、色彩、肌理、光影、纹样，确定它的曲率、面积、厚度、重量、刚度、强度，定义它的施工方法以及造价等。整座建筑就是由一个一个个的空间及界面组成的有机的构造体系，涉及具体的建造问题。建筑表皮材质和构造的变化也会对建筑空间产生细微而丰富的影响。

4) 适应外界环境，保护内部空间。建筑表皮类似于生物表皮，建筑表皮的作用在于保护建筑内部空间以及适应外界变化的环境。不但要求建筑表皮要适应当地的环境、气候，有足够的耐久性，能够抗风化、耐腐蚀，对建筑室内形成足够坚固的保护，而且要求建筑表皮能够对环境进行适度的调节。“建筑表皮应该具有如下功能：采光、通风、防湿、防热及保温、防风、防眩光、防视线干扰、提

与建筑表皮相关的概念：因为对建筑表皮的权威定义似乎还没有出现，本专著对建筑表皮的上述定义仅仅是笔者对于这一事物的理解。但我们讨论的事情其实大家都知道就是“那个东西”。为了佐证笔者的观点，这里对与表皮相关的（交叉或渗透）一些概念做一个界定和阐释。

围护结构——对应建筑空间及内部环境保护的概念，是指围合建筑空间四周的墙体、门、窗等，构成建筑空间，抵御环境不利影响的构件(也包括某些配件)。根据在建筑物中的位置，围护结构分为外围护结构和内围护结构。外围护结构包括外墙、屋顶、侧窗、外门等，用以抵御风雨、温度变化、太阳辐射等，应具有保温、隔热、隔声、防水、防潮、耐火、耐久等性能。内围护结构如隔墙、楼板和内门窗等，起分隔室内空间作用，应具有隔声、隔视线以及某些特殊要求的性能。围护结构通常是指外墙和屋顶等外围护结构。围护结构的目的是“围护”，主要关注保温、隔热、隔声、防水、防潮、耐火、耐久等相关功能，结构是它的实现形式，是实现围护目的的构造体系。

建筑外立面——对应建筑内立面的概念，重点在立面的界面形象，主要关注立面的界面形式和构造。

建筑外墙——对应建筑内墙的概念，严格地说这个墙字是广义的，不是狭义的。

建筑外观——指的是人们对建筑的视觉感受，重点是建筑的整体形象和风格，主要关注的是建筑外观的审美效果。

建筑构造——指的是建筑构件的材料及构筑方法，重点是材料选择及其构造的具体做法。

建筑界面——指的是建筑空间的外表面，一般一个矩形建筑都有六个界面。

建筑表面——指的是建筑相对人眼最外层的材料效果。因为面是没有厚度的，因此它与表皮不同，表皮是有厚度的。

供视线联系、安全、保安、防止机械冲击、防噪声、防火、获取能源等。”只有可调节的表皮才能满足这样的要求。

5) 建筑表皮与建筑的结构体系一起构成建筑的整体。随着建筑科技的进步，建筑表皮已经从建筑的结构体系中解放出来。也就是说，建筑表皮不需要承担建筑结构承重的任务，可以脱离建筑的结构体系形式自成一体，甚至表现出与结构体系外墙不同的结构形式（图 1-2）。但不论采取何种表皮形式，建筑的结构体系依然是建筑表皮的构筑基础和承重基础（传力的途径）。无论建筑表皮的构造形式采用的是“独立”还是“关联”的形式，它最终还是要与建筑的结构体系一起构成建筑的整体。

(2) 建筑表皮的内与外及其关注者。像动物表皮有内外之分一样，建筑表皮也有内外之分。就建筑师而言主要关注建筑的外表皮，就建筑室内设计师而言主要关注建筑的内部表皮。

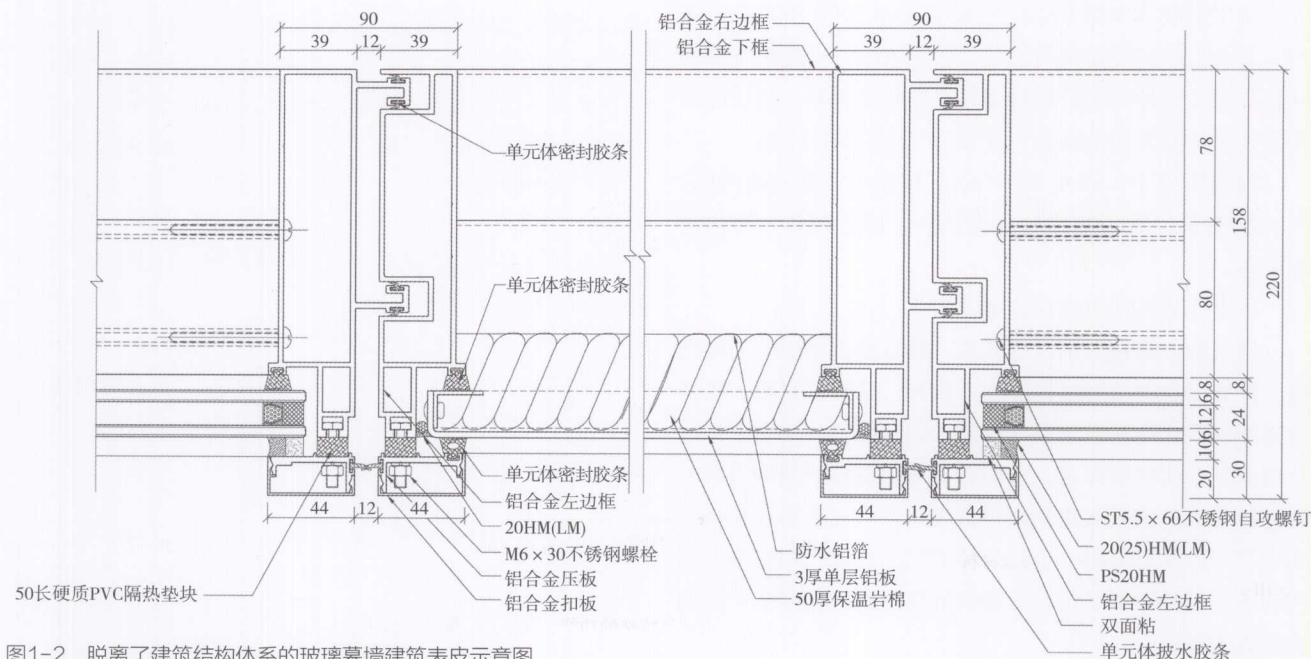


图1-2 脱离了建筑结构体系的玻璃幕墙建筑表皮示意图

3. 建筑表皮材料

(1) 建筑材料与建筑表皮材料的区别。

1) 建筑材料——建造建筑物所用材料的总称。建筑材料包含了建造建筑结构主体和建筑环境等方面的材料和建筑表皮材料。

2) 建筑表皮材料——构筑建筑内外表皮及其构造体系的材料总称。包括作用于视觉和触觉的建筑内外表层材料及其构造体系中的内部结构材料。特指建筑物内外表面覆盖的所有材料，是建筑物内外表面覆盖的所有材料的总称。

3) 与建筑材料的概念相比，建筑表皮材料只涉及建筑表面的材料，而不是所有的建筑材料。建筑材料关注的重点是材料的理化性能，建筑表皮材料除了关注其理化性能外，更关注其审美特性。特别是材料感性方面的性质，如同人的皮肤，除了材料的理化性质如温度感、呼吸性、对冷热的反应、能耗等，更重要的是皮肤的色彩感、肌理感等性质。

(2) 建筑表皮材料的关注重点。

材料之于建筑师，犹如画家手中的颜料，作曲家笔下的音符，是建筑师进行创作的物质基础，也是建筑创作从图纸物化为实实在在的建筑物作品必不可少的物质条件。建筑师的理念和意图不仅要通过建筑空间造型来体现，还必须利用建筑材料去塑造。可以说，建筑材料是建筑形式的语言表达。但不同的设计师对建筑表皮材料关注的重点是不一样的。如前所述，建筑师重点关注的建筑外表皮材料，建筑室内设计师关注的是建筑室内表皮材料。

(3) 本书的重点。

本书主要介绍作用于视觉和触觉的建筑外表皮材料。

1.1.2 建筑表皮材料的作用

建筑表皮材料是建筑设计的物质基础。因此，它在建筑设计和建造工程中占有极其重要的地位。

1. 直接影响建筑的视觉效果

任何建筑表皮材料都有自己的形态、色彩、肌理、光影、纹样的属性。这些材料的属性自然会赋予由这些材料构成的建筑的外观形象和建筑的整体感觉。形态、色彩、肌理、光影、纹样每一个要素都有巨大的视觉感染力。

2. 直接影响建筑的功能和日后的使用效果

建筑表皮材料是建筑界面的构成部分，好比是整个建筑体系及构造体系的外衣。这件外衣的功能和质量必然对其包裹的建筑的使用效果有直接的影响。如果这件外衣有较好的防风、挡雨的功能，有较好的防晒、通风功能，有性能优良的自洁和防污染，那么整座建筑就会有理想的功能和优越的使用效果。

3. 直接影响建筑的整体质量

建筑表皮材料是建筑的最外层材料，是建筑的第一道防线。其耐风化、防腐蚀功能的好坏直接影响到建筑构造体系的安全，进而影响到建筑的整体质量和使用寿命。

4. 直接影响建筑工程的造价

在建筑工程中，建筑表皮材料的采购及其安装的费用一般占建筑总造价的 50% 左右，有的甚至高达 70%。

5. 直接影响建筑的施工方法

不同的建筑表皮材料及构造体系都有其特殊的施工方法和施工要求。有些表皮材料的施工条件和施工技术要求很高。例如清水混凝土表面施工技术，看上去极为简单，但施工要求相当高，需要过硬的施工技术、高超的施工管理和卓越的施工团队。

1.1.3 建筑表皮材料的分类

建筑表皮材料分类见表 1-1。

表 1-1 建筑表皮材料分类表

分类方法	材料大类	种类
化学成分	非金属材料	(1) 无机非金属材料：如大理石、玻璃、建筑陶瓷等 (2) 有机非金属材料：如木材、建筑塑料等
	金属材料	(1) 黑色金属材料：如不锈钢等 (2) 有色金属材料：如铝、铜、金、银等
	复合材料	(1) 非金属与非金属复合：如装饰混凝土、装饰砂浆等 (2) 金属与金属复合：如铝合金、铜合金等 (3) 金属与非金属复合：如涂塑钢板等 (4) 无机与有机复合：如人造花岗石、人造大理石等 (5) 有机与有机复合：如各种涂料等
使用功能	装饰装修材料	虽然也具有一定的使用功能，但它们的主要作用是对建筑物进行装修和装饰，如地毯、涂料、墙纸、壁纸
	功能材料	在装饰装修中主要满足特殊的功能，如防火、防水、隔声、保温等
装修部位	外墙	外墙面砖、天然石材、锦砖、外墙涂料、玻璃、装饰砂浆、装饰混凝土
	内墙	天然及人造石材、釉面砖、木贴面、金属饰面、玻璃、塑料饰面、墙纸、墙布、织物
	地面	天然及人造石材、地砖、地面涂料、木地板、塑料地、地毯
	吊顶	铝合金及轻钢龙骨吊顶、矿棉、岩棉、膨胀珍珠岩制品、玻璃棉板、涂料、地毯、壁纸、石膏板、塑料吊顶
燃烧性能	A	不燃性材料
	B ₁	难燃性材料
	B ₂	可燃性材料
	B ₃	易燃性材料

1.2 建筑表皮材料的组成与结构

1.2.1 材料的组成

1. 化学组成

化学组成决定着材料的化学性质，影响着其物理性质和力学性质。无机非金属建筑材料的化学组成以各种氧化物的含量表示。金属材料以元素含量来表示。

2. 矿物组成

材料中的元素或化合物以特定的结合形式存在着，它们决定着材料的许多重要性质。

1.2.2 材料的结构

1. 不同层次的结构

材料的结构决定着材料的性质。我们一般可以从三个层次来观察材料的结构与性质的关系。

(1) 宏观结构（亦称构造）。毫米级组织结构。用放大镜或肉眼即可分辨。宏观结构的分类及其相应的主要特性见表 1-2。

表 1-2 材料的宏观结构及其相应的主要特性

材料的宏观结构		常用材料	主要特性
单一材料	致密结构	玻璃、钢材、沥青、部分塑料	高强、不透水、耐腐蚀
	多孔结构	泡沫塑料、泡沫玻璃	轻质、保温
	纤维结构	玻璃纤维、钢纤维、木材、竹材、石棉、岩棉	高抗拉且大多数具有轻质、保温、吸声性质
	聚集结构	某些天然岩石、陶瓷、砖	强度较高
复合材料	粒状聚集结构	各种混凝土、砂浆、钢筋混凝土	综合性能好、价格较低廉
	纤维聚集结构	纤维板、纤维增强塑料、岩棉板、岩棉管、石棉水泥制品	轻质、保温、吸声或高抗拉（折）
	多孔结构	加气混凝土、泡沫混凝土	轻质、保温
	叠合结构	纸面石膏板、胶合板、各种夹芯板	综合性能好

(2) 亚微观结构（显微或微观结构）。微米级组织结构。可以由光学显微镜所看到的该结构主要涉及材料内部的晶粒等的大小和形态、晶界或界面、孔隙、微裂纹等。

(3) 微观结构。原子或分子级的结构。可以利用电子显微镜、X 射线衍射仪、扫描隧道显微镜等手段来观察研究。微观结构的形式及其主要特征见表 1-3。

表 1-3 材料的微观结构形式及其主要特性

微观结构			常见材料	主要特征
晶体	原子、离子或分子按一定规律排列	原子晶体（以共价键结合）	金刚石、石英、刚玉	强度、硬度、熔点均高，密度较小
		离子晶体（以离子键结合）	氯化钠、石膏、石灰岩	强度、硬度、熔点较高，但波动大，部分可溶，密度中等
		分子晶体（以分子键结合）	蜡及部分有机化合物	强度、硬度、熔点较低，大部分可溶，密度小
		金属晶体（以库仑引力结合）	铁、钢、铝、铜及其合金	强度、硬度变化大，密度大
非晶体	原子、离子或分子以共价键、离子键或分子键结合，但为无序排列（短程有序，长程无序）		玻璃、粒化高炉矿渣、火山灰、粉煤灰	无固定的熔点和几何形状，与同组成的晶体相比，强度、化学稳定性、导热性、导电性较差，且各向同性

2. 孔隙

大多数材料在宏观结构层次或亚微观结构层次上均含有一定大小和数量的孔隙，甚至是相当大的孔洞。这些孔洞几乎对材料的所有性质都有相当大的影响。

(1) 孔隙的分类。材料内部的孔隙按尺寸大小可分为微细孔隙、细小孔隙、较粗大孔隙、粗大孔隙等。

按孔隙的形状可分为球形孔隙、片状孔隙（即裂纹）、管状孔隙、带尖角的孔隙等。

按常压下水能否进入孔隙中，又可分为开口孔隙（或连通孔隙）、闭口孔隙（封闭孔隙）。当然压力很高的水可能会进入到部分闭口孔隙中。

(2) 孔隙对材料性质的影响。通常材料内部的孔隙含量（即孔隙率）越多，则材料的表观密度、堆积密度、强度越小，耐磨性、抗冻性、抗渗性、耐腐蚀性及其耐久性越差，而保温性、吸声性、吸水性和吸湿性等越强。孔隙的形状和孔隙状态对材料的性能有不同程度的影响，如连通孔隙、非球形孔隙（如扁平孔隙，即裂纹）往往对材料的强度、抗渗性、抗冻性、耐腐蚀性更为不利，对保温性稍有不利影响，但对吸声却有利。孔隙尺寸愈大，对材料上述性能的影响愈明显。

1.3 建筑表皮材料的基本性质

1.3.1 物理性质

建筑表皮材料的物理性质见表 1-4。

表 1-4 建筑表皮材料物理性质表

序号	性质	定义	公式	说明
1	密度	材料在绝对密实状态下（不含内部所有孔隙体积）单位体积的质量	$\rho = \frac{m}{V}$	测试时，材料必须是绝对干燥的。含孔材料则必须磨细后采用排开液体的方法来测定其体积
2	表观密度	多孔（块状或粒状）材料在自然状态下（包括内部所有孔隙体积）单位体积的质量	$\rho_0 = \frac{m}{V_0} = \frac{m}{V + V_B + V_k}$	测试时，材料质量可以是任意含水状态下的，不加说明时，是指气干状态下的质量。形状不规则的材料，须涂蜡后采用排水法测定其体积
3	堆积密度	散粒状或粉末状材料在堆积状态下（含颗粒间空隙体积）单位体积的质量	$\rho'_0 = \frac{m}{V'_0} = \frac{m}{V_0 + V_v}$	—
4	孔隙率与密实度	孔隙率是指材料内部孔隙体积占材料自然状态下体积的百分数，分为开口孔隙率、闭口孔隙率、总孔隙率（简称为孔隙率）	(1) 孔隙率的计算 $P = \frac{V_P}{V_0} = \frac{V_0 - V}{V_0} = 1 - \frac{V}{V_0} = \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho}\right) \times 100\%$ (2) 密实度是指材料体积内被固体物质充实的程度 $D = \frac{V}{V_0} = \frac{\rho_0}{\rho}$	对于绝对密实材料，因 $\rho_0 = \rho$ ，故密实度 $D = 1$ 或 100% 。对于大多数土木工程材料，因 $\rho_0 < \rho$ ，故密实度 $D < 1$ 或 $D < 100\%$ 。 $D + P = 1$
5	空隙率	散粒材料颗粒间空隙体积占整个堆积体积的百分率	$P' = \frac{V'}{V'_0} = \frac{V'_0 - V_0}{V'_0} = \left(1 - \frac{V_0}{V'_0}\right) = \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho'_0}\right) \times 100\%$	在大量配制混凝土、砂浆等材料时，宜选用空隙率（ P' ）小的砂、石