

JIANZHUSHIGONG

WUDAYUANGANGWEI

PEIXUNCONGSHU

建筑施工五大员岗位培训丛书



安全员 必读

(第二版)

上海市建筑施工行业协会 编
工程质量安全专业委员会

中国建筑工业出版社

建筑施工五大员岗位培训丛书

安全员必读

(第二版)

上海市建筑施工行业协会 编
工程质量安全专业委员会
刘 军 姜 敏 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

安全员必读/刘军、姜敏主编. —2 版. —北京: 中国建筑工业出版社, 2005
(建筑施工五大员岗位培训丛书)
ISBN 7-112-07507-6

I. 安... II. 姜... III. 建筑工程-工程施工-安全技术-技术培训-教材 IV. TU714

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 074443 号

本书介绍施工企业安全员必须掌握的基础知识和安全管理、安全技术知识。基础知识包括建筑材料、建筑力学、建筑识图、房屋构造及机电常识; 安全管理包括安全法规、安全教育、事故管理、文明施工及职业卫生等; 安全技术包括拆房爆破、基坑施工、高处作业、脚手架、建筑机械、建筑用电等事故多发工程的安全技术措施。

这次修订再版时, 作者根据近年来国家及建设部新颁发的法规文件和新的标准规范, 对全书进行修改和补充; 在安全管理方面则加强了对施工现场安全生产保证体系的论述。本书可供施工企业安全员培训和自学用, 也可供企业管理人员、安全工作负责人参考。

* * *

责任编辑: 袁孝敏

责任设计: 董建平

责任校对: 李志瑛

建筑施工五大员岗位培训丛书

安全员必读

(第二版)

上海市建筑施工行业协会 编

工程质量安全专业委员会

刘 军 姜 敏 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京富生印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 32 $\frac{1}{4}$ 字数: 782 千字

2005 年 8 月第二版 2006 年 5 月第九次印刷

印数: 30001—32000 册 定价: 50.00 元

ISBN 7-112-07507-6

(13461)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

本书编委会名单

顾问：张国琮 陈立道

主编：刘 军 姜 敏

编委：刘 军 姜 敏 叶伯铭 蔡崇民 司徒伊俐

余康华 曹宝林 张嘉洁

第二版出版说明

建筑施工现场五大员（施工员、预算员、质量员、安全员和材料员），担负着繁重的技术管理任务，他们个人素质的高低、工作质量的好坏，直接影响到建设项目的成败。

2001年初，我社根据建设部对现场技术管理人员的要求，编辑出版了“建筑施工五大员岗位培训丛书”共五册，着重对五大员的基础知识和专业知识作了介绍。其中基础知识部分浓缩了建筑业几大科目的知识要点，便于各地施工企业短期、集中培训用。这套书出版后反映良好，共陆续印刷了近10万册。

近4~5年来，我国建筑业形势有了新的发展，《建设工程质量管理条例》、《建设工程安全生产管理条例》、《建设工程工程量清单计价规范》……等一系列法规文件相继出台；由建设部负责编制的《建筑工程施工质量验收统一标准》及相关的十几个专业的施工质量验收规范也已出齐；施工技术管理现场的新做法、新工艺、新技术不断涌现；建筑材料新标准及有关的营销管理办法也陆续颁发。建筑业的这些新的举措和大好发展形势，不啻为我国施工现场的技术管理工作规划了新的愿景，指明了改革创新的方向。

有鉴于此，我们及时组织了对这套“丛书”的修订。修订工作不仅在专业层面上，按照新的法规和标准规范做了大量调整和更新；而且在基础知识方面，对以人为本的施工安全、环保措施等内容以及新的科学知识结构方面也加强了论述。希望施工现场的五大员，通过对这套“丛书”的学习和培训，能具备较全面的基础知识和专业知识，在建筑业发展新的形势和要求下，从容应对施工现场的技术管理工作，在各自的岗位上作出应有的贡献。

中国建筑工业出版社

2005年6月

第一版出版说明

建筑施工企业五大员（施工员、预算员、质量员、安全员和材料员）为建筑业施工关键岗位的管理人员，是施工企业项目基层的技术管理骨干。他们的基础知识水平和业务能力大小，直接影响到工程项目的施工质量和企业的经济效益。五大员的上岗培训工作一直是各施工企业关心和重视的工作之一，原建设部教育司曾制订施工企业八大员的培训计划和大纲，对全国开展系统的教育培训，持证上岗工作，发挥了积极作用。

当前我国建筑业的发展十分迅猛，各地施工任务十分繁忙，活跃在施工现场的五大员，工作任务重，学习时间少，不少企业难以集中较长时间进行正规培训。为了适应这一形势，我们以原建设部教育司的八大员培训计划和大纲为基础，以少而精的原则，结合施工企业目前的人员素质状况和实际工作需要，组织编辑出版了这套“建筑施工五大员岗位培训丛书”，丛书共分5册，它们分别是：《施工员必读》、《预算员必读》、《质量员必读》、《安全员必读》和《材料员必读》，每册介绍各大员必须掌握的基础知识和专业技术、管理知识，内容强调实用性、科学性和先进性，便于教学和培训之用。

本丛书可供各地施工企业对五大员进行短期培训时选用，同时也可作为基层施工管理人员学习参考用书。

中国建筑工业出版社

2001 年

第二版前言

《安全员必读》一书印刷后，受到了广大施工管理人员、尤其是安全管理人员的欢迎，成为广大读者的良师益友，对施工安全生产起到了较好的指导作用。本书出版至今已有四年多时间，这段时间我国出台了《中华人民共和国安全生产法》、《建设工程安全生产条例》、《安全生产许可证条例》等法律法规，国务院及建设部等对安全生产工作又提出了许多新的要求，同时，广大读者对本书的内容也提出了中肯的意见。为此，我们对本书作了相应的修改。

本书在再版时对第一篇基础知识部分的水泥、建筑钢材按照新规范进行了修改，同时从卫生健康与环保方面的要求考虑，增加了“室内装饰材料有害物质限量”一节。

在第二篇安全管理与安全技术中，增加了安全生产新的法律、规范和行业规章、规范性文件；在事故管理中增加了事故应急预案方面内容；在施工现场安全生产保证体系一章中，按照修订后的上海市地方规范《施工现场安全生产保证体系》DGJ 08—903—2003，对该章内容作了大幅度的修改；在安全技术中按照新规范或修订后的标准、规范以及有关规定，对钢管扣件式脚手架、附着式升降脚手架，施工机械等章节作了改动。同时考虑到目前尚有部分地区还在采用人工挖孔桩技术的实际，在基础工程施工安全技术中增加了人工挖孔桩安全施工要求；针对当前拆房过程中伤亡事故多发的情况，在拆房安全章节中增加了新的内容；根据新的国家标准或行业标准（报批稿）以及相关管理要求，对施工升降机、塔式起重机、临时用电的有关章节内容作了修改；在施工现场防火一章中，增加了消防安全基础知识方面的内容，从概念入手，尽量做到由浅入深的学习方法，从而对安全管理人员及广大读者从事安全生产管理工作起到辅助和参考作用。

希望通过本书的改版，能更加切实适应当前建筑行业安全生产形势和任务的要求，成为广大读者从事建筑施工安全管理、安全技术工作的帮手。也希望各位同仁对本书存在的不足之处，不吝赐教，帮助我们共同改进和提高，为建筑安全生产作出我们的努力。

编者

2005年3月

目 录

第一篇 基础知识

第一章 建筑材料	3	第二章 建筑力学基础知识	31
第一节 概述	3	第一节 静力学基础知识	31
一、建筑材料的作用	3	一、静力学的基本概念	31
二、对建筑材料的基本要求	3	二、静力学的基本公理	33
三、建筑材料的分类	3	三、力矩	34
四、材料的结构	4	四、力偶	35
五、材料的基本性质	4	五、荷载及其简化	36
第二节 水泥	7	六、约束和约束反力	37
一、水泥的作用和分类	7	七、受力图和结构计算简图	39
二、硅酸盐水泥	8	八、平面力系的平衡条件	41
三、掺混合材料的硅酸盐水泥	9	第二节 轴向拉伸和压缩	43
四、水泥新标准的特点	10	一、强度问题和构件的基本变形	43
第三节 普通混凝土	11	二、轴向拉伸与压缩的内力和应力	44
一、普通混凝土的概念和特点	11	三、轴向拉伸与压缩的变形	45
二、普通混凝土的组成材料	11	四、材料在拉伸和压缩时的力学性质	46
三、普通混凝土的主要技术性质	15	五、拉伸和压缩时的强度计算	49
第四节 建筑砂浆	18	第三节 剪切	50
一、建筑砂浆的作用和分类	18	一、剪切的概念	50
二、砌筑砂浆	19	二、剪切的应力-应变关系	51
第五节 建筑钢材	20	三、剪切的强度计算	52
一、建筑钢材的作用和分类	20	第四节 梁的弯曲	54
二、建筑钢材的力学性能	21	一、梁的弯曲内力	54
三、建筑钢材的主要钢种	22	二、梁的弯曲应力和强度计算	57
四、钢筋	24	三、梁的弯曲变形及刚度校核	64
五、型钢和钢板	25	第三章 建筑识图	66
第六节 墙体材料	26	第一节 建筑工程图的概念	66
一、墙体材料的作用和分类	26	一、什么是建筑工程图	66
二、砌墙砖	26	二、图纸的形成	66
三、砌块	27	三、建筑工程图的内容	70
第七节 木材	28	四、建筑工程图的常用图形和符号	71
一、木材的作用和分类	28	第二节 看图的方法和步骤	79
二、木材的主要性质	29	一、一般方法和步骤	79
三、人造板	30	二、建筑总平面图	80

三、建筑施工图	81	二、单层工业厂房	128
四、结构施工图	89	三、大空间、大跨度建筑	132
五、建筑施工图和结构施工图综合 看图方法	102	第五章 机电常识	138
第四章 房屋构造和结构体系	104	第一节 机械常识	138
第一节 房屋建筑的类型和构成	104	一、概述	138
一、房屋建筑的类型	104	二、铰链四杆机构	139
二、房屋建筑的构成和影响因素	105	三、凸轮机构	140
第二节 房屋建筑基本构成	109	四、机械传动	142
一、房屋建筑基础	109	五、间歇运动机构	145
二、房屋骨架墙、柱、梁、板	111	六、联轴器、离合器、制动器	146
三、其他构件的构造	112	七、液压传动	148
四、房屋的门窗、地面和装饰	115	第二节 电工常识	151
五、水、电等安装	119	一、电路基础	151
第三节 常见建筑结构体系简介	120	二、电气设备和电气材料	157
一、多层及高层房屋	120	三、交流异步电动机	167
		四、电气照明装置	168
第二篇 安全管理与安全技术			
第六章 安全生产法律、法规	173	三、企业各职能部门安全生产责任制	202
第一节 概述	173	四、总包与分包单位安全生产责任制	205
第二节 安全法规的作用和主要内容	173	第八章 施工现场安全生产保证体系	207
第三节 主要安全法规简介	174	第一节 概述	207
一、国家有关安全生产内容的法律	174	一、施工现场安全生产保证体系的概念	207
二、国务院行政法规及文件	180	二、施工现场安全生产保证体系规范	207
三、建设部印发的有关安全生产行业标准、文件	183	第二节 施工现场安全生产保证体系要求	209
第七章 安全生产管理体制	195	一、施工现场安全生产保证体系的总要求	209
第一节 概述	195	二、施工现场安全生产保证体系的具体要求	210
第二节 建筑行业安全生产基本状况	196	三、施工现场安全生产保证体系各要素的关系	241
一、建筑安全现状	196	第三节 建立施工现场安全生产保证体系的程序	242
二、建筑安全取得的成效	197	一、前期与策划阶段	242
三、我国建筑安全生产管理工作深化改革的重点	198	二、文件化阶段	243
第三节 建筑行业安全管理	200	三、运行阶段	244
一、目前行业安全管理模式	200	第四节 施工现场安全生产保证体系管理资料和记录	245
二、建筑安全生产监督管理	200	一、施工现场安全生产保证体系相关的文件	245
第四节 安全生产责任制	200		
一、概述	200		
二、企业各级人员安全生产责任制	201		

二、策划过程形成的记录	245
三、实施过程形成的记录	245
四、检查和改进过程形成的记录	247
第九章 安全教育	248
第一节 概述	248
第二节 安全教育的主要文件	249
第三节 安全教育的特点与目的	251
第四节 安全教育的类别	252
一、按教育的内容分类	252
二、按教育的对象分类	254
三、按教育的时间分类	256
第五节 安全教育形式	258
第六节 施工现场安全生产基本 要求	259
一、新工人安全生产须知	259
二、建筑工人安全技术操作规程一般 规定	260
三、安全生产六大纪律	262
四、十项安全技术措施	262
五、防止违章和事故的十项操作要求	262
六、施工现场行走或上下的 “十不准”	263
七、防止触电伤害的十项基本安全 操作要求	263
八、防止车辆伤害的十项基本安全 要求	264
九、防止高处坠落、物体打击的十项基 本安全要求	264
十、起重吊装的“十不吊”规定	265
十一、气割、电焊的“十不烧”规定	265
十二、防止机械伤害的“一禁、二必须、 三定、四不准”	265
第十章 事故管理	267
第一节 工伤事故的定义和分类	267
一、事故的定义	267
二、伤亡事故的分类	267
第二节 伤亡事故统计报告	268
一、职工伤亡事故统计的目的	268
二、伤亡事故的报告	268
三、重大险肇事故的报告	270
第三节 事故的调查处理	270
一、保护事故现场，组织调查组	270

二、现场勘查	271
三、分析事故原因，明确责任者	271
四、提出处理意见，写出调查报告	272
五、事故的处理结案	272
第四节 事故的预防	273
一、施工现场不安全因素	273
二、建筑施工现场伤亡事故的预防	276
第五节 安全事故应急救援及施工 现场安全急救处理	278
一、安全事故应急救援	278
二、现场急救	279
三、施工现场安全应急处理	279
四、施工现场的应急处理设备和设施	284
第六节 建设工程意外伤害保险	286
一、概述	286
二、意外伤害保险试点情况	286
三、建设部关于加强建筑意外伤害保险 工作的指导意见	287
第十一章 文明施工	290
第一节 概述	290
一、文明施工的重要意义	290
二、文明施工在建设工程施工中的重要 地位	291
三、文明施工体现了企业的综合实力	291
第二节 文明施工管理内容	292
一、文明施工的总体管理内容	292
二、施工过程中的具体要求	293
三、扬尘污染与噪声控制要求	297
四、对违反文明施工行为的处理	300
第三节 文明工地的创建	300
一、管理目标与组织机构	300
二、规划措施及实施要求	301
三、检查与评选	303
第十二章 职业卫生	305
第一节 有关职业卫生的法律法规	305
第二节 职业危害的因素及职业病	307
一、职业危害因素	307
二、职业病的范围	307
第三节 职业病的预防	309
一、预防医学的三级预防原则	309
二、职业病的预防措施	309
三、建筑业职业病及其预防	310

第四节 女工保护	321	第三节 模板工程	359
一、职业危害因素对女工的影响	322	一、模板的种类	359
二、女工职业危害的预防措施	322	二、模板的材质	360
第十三章 拆房安全	324	三、模板工程施工前的要求	360
第一节 概述	324	四、现浇整体式模板工程的施工	361
一、建（构）筑物拆除施工的特点	324	第十六章 施工临时用电	369
二、拆除工程的管理规定	324	第一节 施工现场临时用电的管理	369
三、施工前准备	325	一、临时用电的施工组织设计	369
四、施工阶段的管理	325	二、临时用电安全技术档案管理	370
第二节 建（构）筑物拆除施工的技术要求	326	三、临时用电人员的安全管理	371
一、人工拆除方法	326	第二节 对外线路的安全防护和保护 接零（接地）及防雷措施的 一般要求	371
二、机械拆除方法	329	一、对外线路的安全防护	371
三、爆破拆除方法	331	二、接地与接零	372
第十四章 基础工程施工安全技术	335	三、接零（接地）保护系统	372
第一节 概述	335	四、防雷	374
第二节 桩基工程的施工安全技术	335	第三节 配电系统	375
一、锤击沉桩施工安全	335	一、配电线路	375
二、静力压桩施工安全	337	二、配电箱与开关箱	376
三、灌注桩施工安全	337	三、电气装置	378
四、人工挖孔桩	338	四、变配电装置的一般规定	380
第三节 基坑支护的安全技术	339	第四节 现场照明	381
一、事故的几种类型	339	一、室外照明	381
二、基坑工程的设计要求	340	二、室内照明	382
三、基坑工程支护体系的几种形式	340	第五节 一些主要建筑机械和手持 电动工具安全用电的一般 要求	382
第四节 降低地下水位	345	一、产品要求	382
一、基坑降水的一般原则	345	二、安全用电的要求	383
二、主要降水方法	346	第十七章 脚手架安全技术	384
三、降水过程中应注意的问题	347	第一节 概述	384
第五节 基坑工程土方开挖	347	一、脚手架的分类	384
第六节 基础施工的其他安全问题	348	二、有关脚手架的技术规范和文件	384
第十五章 高处作业和模板工程	350	三、脚手架的施工荷载和设计计算 方法	384
第一节 高处作业的概述	350	四、脚手架的材质及规格要求	385
一、高处作业的含义及分级、分类	350	五、脚手架安全作业的基本要求	387
二、高处作业安全工作的重要性	350	第二节 落地式多立杆脚手架	389
第二节 高处作业的安全规范要求	351	一、基本构造及荷载传递方式	389
一、建筑施工高处作业的基本要求	351	二、单排脚手架的设置要求	389
二、临边与洞口作业的安全防护	352		
三、攀登与悬空作业的安全防护	356		
四、操作平台	357		
五、交叉作业	359		

三、扣件式钢管脚手架	390	五、吊装作业的事故隐患及安全技术	444
四、木脚手架	394	第十九章 施工机具安全防护	446
五、竹脚手架	396	第一节 卷扬机	446
第三节 附着式升降脚手架	398	一、安全隐患	446
一、分类	398	二、安全要求及预防措施	446
二、基本组成	398	第二节 电焊机	447
三、使用条件和管理	401	一、事故隐患	447
第四节 工具式脚手架	402	二、安全要求	448
一、门式（或门型、框式）钢管脚 手架	402	三、安全事故的预防措施	448
二、碗扣式钢管脚手架	404	第三节 平刨	449
三、桥式脚手架	405	一、事故隐患	449
第五节 挑、挂、吊脚手架	406	二、安全要求及预防措施	449
一、挑脚手架	406	第四节 圆盘锯	450
二、挂脚手架	408	一、事故隐患	450
三、吊脚手架	409	二、安全要求及预防措施	451
第十八章 建筑起重机械安全防护	412	第五节 搅拌机	451
第一节 塔式起重机	412	一、事故隐患	452
一、塔式起重机的分类及特点	412	二、安全要求及预防措施	452
二、塔式起重机的主要参数	414	第六节 翻斗车	452
三、塔机的安全装置	415	一、事故隐患	452
四、塔机安装、拆卸的安全注意事项	417	二、安全要求及预防措施	453
五、塔机的安全使用	418	第七节 钢筋加工机械	453
第二节 施工升降机	419	一、各类钢筋机械的安全要求	453
一、施工升降机的分类标记	419	二、安全事故的预防措施	457
二、施工升降机的基本构造	419	第八节 手持电动工具	457
三、施工升降机的安全装置	422	一、安全隐患	457
四、施工升降机的安装与拆卸	424	二、安全要求及预防措施	457
五、施工升降机的事故隐患及安全 使用	425	第九节 桩工机械	458
第三节 物料提升机	426	一、安全要求	458
一、物料提升机的分类	426	二、安全事故预防措施	459
二、物料提升机的基本结构	427	第二十章 锅炉与压力容器	460
三、安全防护装置	429	第一节 概述	460
四、基础、附墙架、缆风绳及地锚	430	一、锅炉	460
五、提升机的安装与拆除	431	二、压力容器	460
六、提升机的安全隐患及安全使用	432	三、锅炉与压力容器在建筑工业中的 应用	460
第四节 吊装作业的安全技术	434	四、锅炉与压力容器发生故障的主要 原因	460
一、吊装作业的基础知识	434	第二节 锅炉与压力容器的结构及安全 附件	461
二、吊具、索具与地锚	435	一、锅炉的结构	461
三、常用小型起重设备的使用安全	441		
四、常用起重机械的使用安全	443		

二、压力容器的结构	461	二、防火检查的特点	473
三、锅炉与压力容器的安全附件	461	三、防火检查的内容	473
第三节 锅炉与压力容器的安全		四、防火检查的形式、方法	474
管理	462	五、火险隐患整改的要求	475
一、对锅炉房的安全要求	462	第三节 施工现场的防火要求和	
二、锅炉房的规章制度	463	管理	476
三、建筑施工现场常用气瓶的安全使用		一、现场防火的一般规定	476
要点	463	二、重点部位和重点工种的防火要求	477
四、压力容器安全的有关规章制度	464	三、特殊施工场所的防火要求	484
第二十一章 施工现场防火	465	四、高层建筑施工防火管理要求	485
第一节 消防安全常识	465	五、季节防火要求	486
一、消防安全工作目的、方针及原则	465	第四节 施工现场灭火	488
二、火灾事故的定义和等级	465	一、灭火方法	488
三、燃烧的本质和条件	465	二、灭火器材	489
四、燃烧过程	467	三、施工现场消防给水	494
五、燃烧类型	468	四、工程内部消防给水系统布置要求	497
六、爆炸	470	五、制定灭火预案的要求	498
第二节 防火检查	473	六、制定灭火预案的作用	499
一、防火检查的目的	473	七、火灾扑救	500

第一篇

基础知识

第一章 建筑材料

第一节 概 述

一、建筑材料的作用

建筑材料指建筑工程结构物中使用的各种材料和制品，它是一切建筑工程的物质基础。建筑材料的费用，一般占工程土建总造价的 50% 以上。

建筑材料的品种、性能和质量，直接影响着建筑工程的坚固、适用和美观，影响着结构形式和施工进度。各种建筑工程的质量和造价在很大程度上取决于正确地选择和合理地使用建筑材料。

二、对建筑材料的基本要求

一般来说，优良的建筑材料必须具备足够的强度，能够安全地承受设计荷载；自身的重量（表观密度）以轻为宜，以减少下部结构和地基的负荷；要求与使用环境相适应的耐久性，以便减少维修费用；用于装饰的材料，应能美化房屋并产生一定的艺术效果；用于特殊部位的材料，应具有相应的特殊功能，例如屋面材料要能隔热、防水；楼板和内墙材料要能隔声等。

三、建筑材料的分类

建筑材料可按不同原则进行分类。根据材料来源，可分为天然材料及人造材料；根据使用部位，可分为承重材料、屋面材料、墙体材料和地面材料等；根据建筑功能，可分为结构材料、装饰材料、防水材料、绝热材料等。目前，通常根据组成物质的种类及化学成分，将建筑材料分为无机材料、有机材料和复合材料三大类，各大类中又可进行更细的分类，如图 1-1 所示。

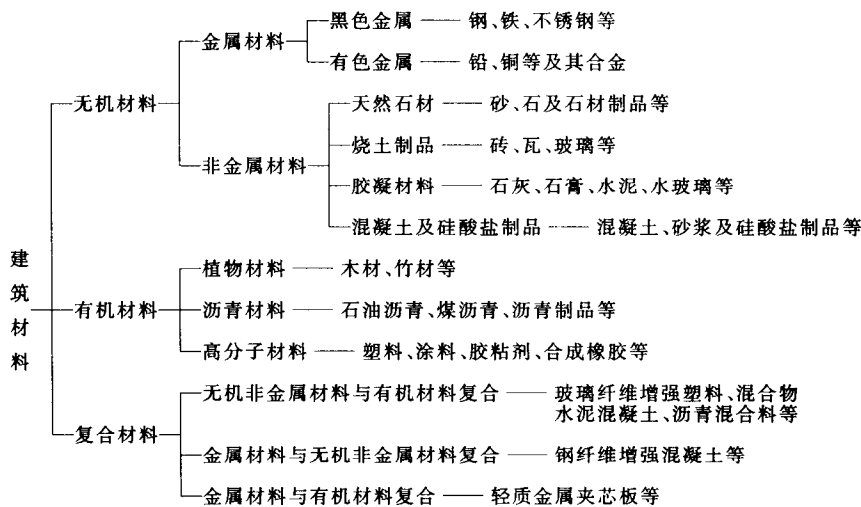


图 1-1 建筑材料的分类

四、材料的结构

材料的结构可分为宏观、细观和微观三个层次。

(一) 宏观结构

建筑材料的宏观结构是指用肉眼或放大镜能够分辨的粗大组织。按其孔隙特征分为：

1. 致密结构：可以看作无宏观层次的孔隙存在。例如钢铁、有色金属、致密天然石材、玻璃、玻璃钢、塑料等。
2. 多孔结构：指具有粗大孔隙的结构。如加气混凝土、泡沫混凝土、泡沫塑料及人造轻质多孔材料。
3. 微孔结构：是指具有微细孔隙的结构。如石膏制品、烧黏土制品等。

按存在状态或构造特征分为：

1. 堆聚结构：由骨料与胶凝材料胶结成的结构。具有这种结构的材料种类繁多，如水泥混凝土、砂浆、沥青混合料等均可属此类结构的材料。
2. 纤维结构：由纤维状物质构成的材料结构。如木材、玻璃钢、岩棉、钢纤维增强水泥混凝土、GRC制品等。
3. 层状结构：天然形成或人工采用粘结等方法将材料叠合而成层状的材料结构。如胶合板、纸面石膏板、蜂窝夹芯板、各种新型节能复合墙板等。
4. 散粒结构：指松散颗粒状结构。如混凝土集料、膨胀珍珠岩等。

(二) 细观结构

细观结构（原称亚微观结构）是指用光学显微镜所能观察到的材料结构。建筑材料的细观结构，只能针对某种具体材料来进行分类研究。对混凝土可分为基相、集料相、界面；对天然岩石可分为矿物、晶体颗粒、非晶体组织；对钢铁可分为铁素体、渗碳体、珠光体；对木材可分为木纤维、导管髓线、树脂道。材料细观结构层次上的各种组织性质各不相同，这些组织的特征、数量、分布和界面性质对材料性能有重要影响。

(三) 微观结构

微观结构是指原子分子层次的结构。可用电子显微镜或X射线来分析研究该层次上的结构特征。材料的许多物理性质如强度、硬度、熔点、导热、导电性都是由其微观结构所决定的。在微观结构层次上，材料可分为晶体、玻璃体、胶体。

五、材料的基本性质

(一) 物理性质

1. 材料的密度

(1) 密度：

材料在绝对密实状态下单位体积的质量，称为密度。密度用下式表示：

$$\rho = \frac{m}{V}$$

式中 ρ ——密度 (g/cm^3)；

m ——材料干燥时的质量 (g)；

V ——材料的绝对密实体积 (cm^3)。

(2) 表观密度：

材料在自然状态下单位体积的质量，称为表观密度。表观密度用下式表示：