

建设工程问答系列丛书
建筑施工系列

土木工程材料

■ 赵志曼 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



TU5
58

建设工程问答系列丛书

建筑施工系列

土木工程材料

赵志曼 编著

机械工业出版社

本书分8章回答了土木工程材料的基本性质、胶凝材料、混凝土和砂浆、墙体和屋面材料、建筑钢材、建筑木材和防水材料等方面的相关问题。并根据专业技术人员日常工作中遇到的疑点、难点逐一提出问题,用简洁的语言辅以必要的图表和例题,有针对性地、一事一议地给予解答。

本书可作为从事土木工程的初、中级设计、施工、工程造价、项目管理和工程咨询等人员的业务学习参考书,以及相应专业的大、中专学校的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

土木工程材料/赵志曼编著. —北京:机械工业出版社, 2006.8

(建设工程问答系列丛书)

ISBN 7-111-19437-3

I. 土… II. 赵… III. 土木工程-建筑材料-问答 IV. TU5-44

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第069646号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:薛俊高 版式设计:冉晓华 责任校对:程俊巧

封面设计:马精明 责任印制:洪汉军

北京京丰印刷厂印刷

2006年8月第1版·第1次印刷

169mm×239mm·7.375印张·277千字

0 001—4 000册

定价:24.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68326294

编辑热线电话(010)68327259

封面无防伪标均为盗版

前 言

理论和教育常常滞后于社会的发展,这是土木工程方面一个带有普遍性的问题。这就更需要我们在接受和吸纳一切科学技术成果的同时,不断发展和完善与此相关的基础工作,包括对工程建设标准、规范的严格执行,对执业、从业人员的素质教育和质量意识的教育……。

随着我国“十一五”计划的实施,从事土木工程的广大设计、施工、工程造价、项目管理、咨询部门的专业技术人员也需要不断地提高自身业务素质。

有鉴于此,编者在编写本书时着重强调了土木工程材料中应掌握的标准、规范、基础知识和操作技术,并根据专业技术人员日常工作中遇到的疑点、难点逐一提出问题,用简洁的语言辅以必要的图表和例题,有针对性地、一事一议地给予解答。

以问答形式叙述土木工程材料问题的图书,它的特点是问题涉及面广,可浅可深,解答针对性强。读者可以带着问题翻阅,从中找出答案,增长才干;初学者可以从阅读中汲取知识和教益,满足自学的需要。

本书分8章回答了土木工程材料的基本性质、胶凝材料、混凝土和砂浆、墙体和屋面材料、建筑钢材、建筑木材和防水材料等方面的相关问题。

本书立足于实践应用,结合专业特点,突出业务技能。同时,充分考虑了土木工程材料中的特点、难点、要点,体现了很好的实用性。

作为一门学科,本身必然处在发展过程中,而且也必须随着生产力的发展和建设实践的发展不断完善。因此,编者希望使用本书的广大读者对书中存在的不足和不妥之处提出宝贵意见。

赵志曼

2006年4月于昆明

目 录

前言

第一章 概 论

1. 土木工程材料的技术标准有哪些?我国常用的标准有哪几类? 1
2. 材料的结构可分成哪些层次?各层次结构按其特征又分为
几种类型? 2

第二章 土木工程材料的基本性质

3. 什么是材料的比密度、表观密度和堆积密度?如何计算? 6
4. 材料的比密度、表观密度、堆积密度有什么区别?怎样测定? 7
5. 什么是材料的密实度、孔隙率、填充率和空隙率?如何计算? 8
6. 材料的孔隙率和孔隙特征对材料的性能有何影响? 9
7. 什么是材料的亲水性和憎水性?在土木工程中有什么实际意义? 10
8. 什么是材料的吸水性、吸湿性、耐水性、抗水性和抗冻性?各用
什么指标表示? 11
9. 什么是材料的弹性和塑性?在土木工程中有什么实际意义? 14
10. 什么是材料的韧性和脆性?在土木工程中有什么实际意义? 15
11. 什么是材料的疲劳极限?在土木工程中有什么实际意义? 16
12. 什么是材料的硬度、磨损及磨耗?在土木工程中有什么实际意义? 16
13. 什么是材料的强度?根据外力作用方式不同,各种强度如何计算? 17
14. 什么是材料的导热性、质量热容和热容?在土木工程中有什么
实际意义? 19
15. 什么是材料的耐燃性和耐火性?在土木工程中有什么实际意义? 21
16. 什么是材料的吸声性、隔声性?在土木工程中有什么实际意义? 21
17. 什么是材料的耐久性?它包括哪些内容? 22

第三章 胶 凝 材 料

18. 什么是胶凝材料? 24
19. 什么是气硬性胶凝材料?什么是水硬性胶凝材料?它们有什么

区别?	24
20. 建筑石膏的主要化学成分是什么? 有什么特点?	24
21. 建筑石膏是如何进行水化、凝结和硬化的?	25
22. 建筑石膏制品有哪些特点? 可用于哪些方面?	26
23. 石灰是如何进行熟化和硬化的?	27
24. 什么是欠火石灰和过火石灰? 各有何特点? 如何消除过火石灰 危害?	27
25. 建筑石灰制品有哪些特点? 可用于哪些方面?	28
26. 菱苦土的主要化学成分是什么? 在土木工程中有什么用途?	29
27. 水玻璃的主要化学成分是什么? 在土木工程中有什么用途?	29
28. 目前土木工程中常用的水泥品种有哪些?	30
29. 硅酸盐水泥熟料是由哪几种矿物组成的? 它们在水化过程中各有 什么特点?	30
30. 目前土木工程中常用的硅酸盐水泥品种有哪些? 它们各有什么 特性和用途?	31
31. 水泥凝结硬化过程共分为几个阶段? 凝胶体膜层是如何形成的?	32
32. 硅酸盐水泥有哪些主要技术性质? 如何测试与判别?	32
33. 在水泥生产过程中加入适量石膏的目的是什么?	34
34. 影响硅酸盐水泥强度发展的主要因素是什么? 在实际工程中如何 保证水泥强度?	34
35. 水泥石主要由哪几部分组成? 各组分在水泥石中起什么作用?	36
36. 水泥石被腐蚀的内因是什么? 外因是什么? 在实际工程中如何 防止水泥石被腐蚀?	37
37. 什么是水泥的混合材料? 在硅酸盐水泥中掺混合材料起什么 作用?	40
38. 如何储存水泥?	41
39. 铝酸盐水泥的主要矿物成分是什么? 它适用于哪些地方? 施工时 应注意什么?	41
40. 目前土木工程中常用的快硬型水泥有哪些? 它们分别适用于哪些地方? 施工时应注意什么?	42
41. 目前土木工程中常用的膨胀型水泥有哪些? 它们分别适用于哪些地方? 施工时应注意什么?	43
42. 目前土木工程中常用的装饰水泥有哪些? 它们分别适用于哪些地方? 施工时应注意什么?	44

VI 土木工程材料

43. 道路水泥的主要矿物成分是什么? 它适用于哪些地方? 施工时应注意什么?	46
44. 低热硅酸盐水泥、中热硅酸盐水泥和低热矿渣硅酸盐水泥的主要矿物成分是什么? 它们分别适用于哪些地方? 施工时应注意什么?	46
45. 砌筑水泥的主要矿物成分是什么? 它适用于哪些地方? 施工时应注意什么?	47

第四章 混凝土和建筑砂浆

46. 什么是混凝土? 如何分类?	48
47. 混凝土具有哪些优点? 发展趋势如何?	49
48. 普通混凝土的组成材料有哪几种? 在混凝土凝固硬化前各起什么作用?	49
49. 为什么要考虑骨料的颗粒粗细和级配? 如何评定?	50
50. 什么是粗骨料的连续级配和间断级配? 在混凝土施工中各有何特点?	53
51. 混凝土对粗骨料最大粒径有什么规定?	53
52. 混凝土对针、片状颗粒含量有什么规定?	54
53. 什么是砂的坚固性? 如何测定?	54
54. 什么是粗骨料的坚固性? 如何测定?	55
55. 粗骨料的强度如何确定?	55
56. 粗骨料类别与混凝土强度等级有何关系?	56
57. 水泥强度等级与混凝土强度等级有何关系?	56
58. 什么样的水可以用于拌制混凝土?	56
59. 什么是混凝土拌合物的和易性? 它有哪些含义?	56
60. 什么是流动性混凝土? 什么是干硬性混凝土? 如何测定它们的流动性?	57
61. 水泥浆用量是如何影响混凝土的和易性的? 在实际工程中应如何调整?	58
62. 砂率是如何影响混凝土的和易性的?	59
63. 外加剂是如何影响混凝土的和易性的? 在实际工程中应如何调整?	59
64. 时间和温度是如何影响混凝土的和易性的? 在实际工程中应如何调整?	59
65. 什么是砂子? 如何分类?	60
66. 什么是砂率? 如何确定?	60

67. 什么是合理砂率? 合理砂率在实际工程中有什么意义?	61
68. 如何确定混凝土强度等级?	62
69. 什么是混凝土的轴心抗压强度? 测定混凝土的轴心抗压强度在实际 工程中有何意义?	62
70. 什么是混凝土的抗拉强度? 测定混凝土的抗拉强度在实际工程中 有何意义?	62
71. 什么是混凝土与钢筋的粘结强度? 测定混凝土与钢筋的粘结强度在 实际工程中有什么意义?	63
72. 水泥强度等级、水灰比和骨料是如何影响混凝土强度的? 在 实际工程中应如何调整?	64
73. 养护温度和湿度是如何影响混凝土强度的? 在实际工程中应 如何调整?	65
74. 什么是龄期? 龄期是如何影响混凝土强度的?	65
75. 试验条件是如何影响混凝土强度测定值的?	66
76. 提高混凝土强度的主要措施有哪些?	68
77. 引起混凝土产生变形的因素有哪些? 在实际工程中采用什么措施来 减小混凝土变形?	69
78. 如何测定混凝土的抗渗性? 提高混凝土的抗渗性主要有哪些 方法?	70
79. 什么是混凝土的抗冻性? 如何测定?	71
80. 什么是混凝土的碱骨料反应? 混凝土的碱骨料反应对建筑物造成什么 危害? 如何防止?	72
81. 什么是混凝土的碳化反应? 混凝土的碳化反应对建筑物造成什么危害? 如何防止?	73
82. 什么是混凝土的耐久性? 提高混凝土耐久性的主要措施有 哪些?	74
83. 什么是混凝土的外加剂? 如何分类? 各外加剂分别起什么 作用?	74
84. 什么是减水剂? 减水剂的作用机理是什么? 目前土木工程中常用的 减水剂有哪些? 它们各有什么特点?	75
85. 什么是早强剂? 早强剂的作用机理是什么? 目前土木工程中常用的 早强剂有哪些? 它们各有什么特点?	77
86. 什么是缓凝剂? 缓凝剂的作用机理是什么? 目前土木工程中常用的 缓凝剂有哪些?	79

Ⅶ 土木工程材料

87. 什么是引气剂? 引气剂的作用机理是什么? 目前土木工程中常用的引气剂有哪些?	80
88. 什么是速凝剂? 速凝剂的作用机理是什么? 目前土木工程中常用的速凝剂有哪些?	81
89. 什么是混凝土的矿物外掺料? 矿物外掺料的作用机理是什么? 目前土木工程中常用的矿物外掺料有哪些?	81
90. 什么是矿渣微粉? 矿渣微粉有何特性?	82
91. 什么是粉煤灰? 粉煤灰有何特性?	84
92. 什么是硅粉? 硅粉有何用途?	85
93. 什么是沸石粉? 沸石粉有何特性?	86
94. 什么是偏高岭土? 偏高岭土有何特性?	87
95. 什么是石灰石粉? 石灰石粉有何优点?	88
96. 混凝土的质量控制包括哪些内容?	89
97. 什么是混凝土强度保证率? 如何确定?	91
98. 混凝土的配制强度是如何确定的?	92
99. 如何评定混凝土强度?	92
100. 混凝土配合比设计的基本要求是什么?	95
101. 混凝土配合比一般分为哪几个步骤? 各步骤应满足什么要求?	95
102. 混凝土初步配合比计算一般分为哪几个步骤? 各步骤应满足什么要求?	96
103. 如何根据施工需要计算混凝土配合比?	99
104. 如何根据施工需要调整混凝土配合比?	102
105. 轻骨料混凝土与普通混凝土相比有什么特点?	103
106. 轻骨料混凝土的物理力学性能与普通混凝土相比有什么特点?	104
107. 轻骨料混凝土施工有何要点?	105
108. 轻骨料混凝土配合比如何设计?	105
109. 什么是抗渗混凝土? 在实际工程中如何配制?	108
110. 什么是高强混凝土? 在实际工程中如何配制?	113
111. 什么是大体积混凝土? 在实际工程中如何配制?	115
112. 什么是纤维混凝土? 在实际工程中如何配制?	118
113. 什么是玻璃纤维混凝土? 有何特点?	120
114. 什么是聚丙烯纤维混凝土? 有何特点?	120
115. 什么是碳纤维混凝土? 有何特点?	121
116. 什么是钢纤维混凝土? 在实际工程中如何配制?	122

117. 什么是无砂大孔混凝土? 它有什么特点?	127
118. 什么是特细砂混凝土? 它有什么特点?	127
119. 什么是泵送混凝土? 它有什么特点?	127
120. 什么是高性能混凝土? 它有什么特点?	128
121. 什么是道路混凝土? 它有什么特点?	129
122. 什么是防辐射混凝土? 它有什么特点?	129
123. 建筑砂浆如何分类? 其组成材料有哪几种?	130
124. 建筑砂浆对胶凝材料有哪些要求?	130
125. 建筑砂浆对掺合料有哪些要求?	131
126. 建筑砂浆对细骨料有哪些要求?	131
127. 建筑砂浆对外加剂及其他材料有哪些要求?	132
128. 如何测定新拌建筑砂浆的流动性和保水性? 流动性和保水性不良的 建筑砂浆对工程质量会有哪些影响?	132
129. 硬化后建筑砂浆的主要技术性质包括哪几个方面?	134
130. 在实际工程中砌筑砂浆如何配制?	136
131. 如何确定砂浆强度等级?	139
132. 如何选用抹面砂浆?	139
133. 目前土木工程中常用的装饰砂浆有哪些? 如何施工?	141
134. 目前土木工程中常用的特种砂浆有哪些? 如何施工?	141

第五章 墙体与屋面材料

135. 砌墙砖有哪几类? 它们各有什么特点?	143
136. 如何测定普通烧结砖的等级?	144
137. 普通烧结砖的标准尺寸是多少? 1m^3 墙体需要用多少标准砖?	146
138. 如何鉴别欠火砖和过火砖? 它们各有什么特点?	147
139. 青砖和红砖有何不同? 它们各有什么特点?	147
140. 什么是普通烧结砖的泛霜和石灰爆裂? 它们分别对建筑物有 什么样的危害?	147
141. 什么是多孔砖? 什么是空心砖? 它们有何区别?	147
142. 什么是烧结页岩砖、烧结煤矸石砖和烧结粉煤灰砖? 它们 各有何特点?	153
143. 什么是蒸压灰砂砖? 在施工中应注意哪些事项?	153
144. 什么是蒸压(养)粉煤灰砖? 在施工中应注意哪些事项?	154
145. 什么是蒸压加气混凝土砌块? 它有何特点? 在施工中应注意	

哪些事项?	155
146. 什么是蒸养粉煤灰砌块? 在施工中应注意哪些事项?	156
147. 什么是普通混凝土小型空心砌块、中型空心砌块和企口空心砌块? 它们各有何特点? 在施工中应注意哪些事项?	157
148. 目前土木工程中常用的水泥类墙面板材有哪些? 它们各有何特点? 如何施工?	159
149. 目前土木工程中常用的石膏类墙面板材有哪些? 它们各有何特点? 如何施工?	162
150. 目前土木工程中常用的植物纤维类墙面板材有哪些? 它们各有何特点? 如何施工?	166
151. 什么是泰柏墙板? 它有何特点? 如何施工?	167
152. 什么是轻型夹心板? 它有何特点? 如何施工?	168
153. 烧结类瓦材有哪些? 它们各有何特点?	168
154. 水泥类屋面瓦材有哪些? 它们各有何特点? 如何施工?	169
155. 轻型复合板作屋面材料与传统的粘土瓦相比有何特点?	169

第六章 建筑钢材

156. 钢的冶炼方法有哪几种? 对材质有何影响?	170
157. 钢有哪几种分类方法?	170
158. 低碳钢受拉时分哪几个阶段? 各阶段的特性及指标如何?	172
159. 什么是钢材的冷弯性能和冲击韧性? 其在工程中的实际意义是什么?	173
160. 什么是钢材的冷弯时效? 其在工程中的实际意义是什么?	175
161. 钢材的化学成分对其性能有什么影响?	175
162. 影响钢材的焊接性的主要因素是什么?	176
163. 碳素结构钢如何划分牌号? 其牌号与性能之间的关系如何?	176
164. 普通低合金高强度结构钢的牌号如何表示? 为什么土木工程中广泛 使用低合金高强度结构钢?	177
165. 热轧型钢如何标示?	178
166. 热轧钢筋如何划分等级? 各级钢筋的应用范围如何?	181
167. 钢材的锈蚀原因及防腐措施有哪些?	183
168. 钢材的选用原则是什么?	184

第七章 建筑木材

169. 木材按树种分为哪几类? 其特点及用途如何?	185
----------------------------------	-----

170. 木材从宏观构造观察有哪些主要组成部分?	185
171. 什么是木材的纤维饱和点、平衡含水率、标准含水率? 在实际工程中 各有什么实用意义?	185
172. 木材含水率的变化对木材湿胀干缩有何影响?	188
173. 影响木材强度的因素有哪些? 如何影响?	188
174. 如何进行木材的防腐和防火处理?	190
175. 常用建筑木材分哪几类? 其规格如何确定?	191
176. 什么是胶合板、细木工板和纤维板? 如何施工?	192
177. 什么是条木地板、拼花地板和复合地板? 如何施工?	193

第八章 防水材料

178. 石油沥青的主要成分是什么? 各成分起什么作用?	195
179. 不同胶体结构对沥青的性质有什么影响?	196
180. 什么是沥青的粘滞性? 如何表示?	196
181. 什么是沥青的塑性? 如何表示?	197
182. 什么是沥青的温度敏感性? 如何表示?	198
183. 什么是沥青的大气稳定性? 如何表示?	199
184. 石油沥青的牌号是如何划分的? 其牌号与性能之间的关系如何?	199
185. 沥青为什么会发生老化? 在实际工程中如何延缓其老化?	200
186. 什么是煤沥青? 有何特点?	201
187. 什么是改性沥青? 改性沥青分为哪几类?	201
188. 什么是橡胶改性沥青? 它们有什么特点? 在实际工程中各有什么 用途?	204
189. 什么是合成树脂类改性沥青? 它们有什么特点? 在实际工程中各有 什么用途?	205
190. 什么是石油沥青纸胎油毡? 它的牌号是如何划分的?	206
191. 什么是石油沥青玻璃布油毡、石油沥青玻璃纤维胎油毡和铝箔面油毡? 它们有什么特点? 在实际工程中各有什么用途? 如何施工?	207
192. 什么是改性沥青防水卷材? 弹性体改性沥青防水卷材与塑性体改性沥青 防水卷材有何区别?	208
193. 什么是高分子防水卷材? 各高分子防水卷材有何特点?	211
194. 什么是防水涂料? 防水涂料分为哪几类?	214
195. 什么是沥青防水涂料? 沥青防水涂料分为哪几类?	215
196. 什么是冷底子油和沥青胶? 它们各有什么特点? 在实际工程中各有	

XII 土木工程材料

什么用途？如何施工？	216
197. 什么是水乳型沥青防水涂料？它有什么特点？在实际工程中有什么 用途？如何施工？	218
198. 什么是高聚物改性沥青防水涂料？该防水涂料分为哪几类？	219
199. 什么是氯丁橡胶沥青防水涂料、再生橡胶防水涂料、聚氨酯防水涂料？ 它们各有什么特点？在实际工程中各有什么用途？	219
200. 如何选择屋面防水材料？	221
参考文献	223

第一章 概 论

1. 土木工程材料的技术标准有哪些？我国常用的标准有哪几类？

土木工程材料的技术标准是生产和使用单位检验、确认产品质量是否合格的技术文件。为了保证材料的质量，必须对材料产品的技术要求制定统一的执行标准。其内容主要包括：产品规格、分类、技术要求、检验方法、验收规则、标志、运输和储存注意事项等方面。

世界各国对材料的标准化都很重视，均制定了各自的标准。如我国的“GB”和“GB/T”美国材料试验协会标准“ASTM”、英国标准“BS”、德国工业标准“DIN”、日本工业标准“JIS”等。此外，还有在世界范围内统一使用的国际标准“ISO”。

目前，我国常用的土木工程材料技术标准主要有国家级、行业（或部）级、地方级和企业级 4 类。

（1）国家标准

国家标准有强制性标准（代号 GB）和推荐性标准（GB/T）。强制性标准是全国必须执行的技术指导文件，产品的技术指标都不得低于标准中规定的要求。推荐性标准是在执行时也可采用其他相关标准的规定。

（2）行业（或部）标准

各行业（或主管部门）为了规范本行业的产品质量而制定的技术标准，也是全国性的指导文件。但它是由主管生产部门发布的，如建材行业标准（代号 JC）、建工行业标准（代号 JG）等。

（3）地方标准

地方标准为地方主管部门发布的地方性技术指导文件（代号 DB），适于在该地区使用。

（4）企业标准

由企业制定发布的指导本企业生产的技术文件（代号 QB），仅适用于本企业。凡没有制定国家标准、部级标准的产品，均应制定企业标准。而企业标准所订的技术要求应高于类似（或相关）产品的国家标准。

标准的一般表示方法是由标准名称、部门代号、标准编号和颁布年份等组成，如 2001 年制定的国家推荐性 14685 号建筑用卵石、碎石标准为《建筑用卵

2 土木工程材料

石、碎石》(GB/T 14685—2001); 建设部 2000 年制定的 55 号行业标准为《普通混凝土配合比设计规程》(JGJ55—2000)。

目前主要土木工程材料标准内容大致包括材料质量要求和检验两大方面。有的二者合在一起, 有的则分开订立标准。在现场配制的一些材料(如钢筋混凝土等), 其原材料(钢筋、水泥、石子、砂等)应符合相应的材料标准要求, 而其成品(如钢筋混凝土构件等)的检验及使用方法, 常包含于施工验收规范及有关的规程中。由于有些标准的分工细, 且相互渗透、关联, 有时一种材料的检验要涉及多个标准和规范。

2. 材料的结构可分成哪些层次? 各层次结构按其特征又分为几种类型?

从广义上说, 结构与构造是指从原子结构到肉眼能观察到的宏观结构各个层次的构造状态的通称。影响材料性能的结构层次及类别是十分丰富及多样的, 大体上可以分为宏观结构、亚微观结构和微观结构 3 个层次。

(1) 宏观结构

宏观结构又称粗通结构。材料的宏观结构通常指用肉眼或低倍放大镜能够分辨的粗大组织, 其尺寸在 10^{-3}m 级以上, 是比毫米级还大的尺寸范围内的结构状况。

土木工程材料的宏观结构, 按其孔隙尺度可分为以下几种:

1) 致密结构 它是指在外观上和结构上都是致密而无孔隙存在(或孔隙极少)的结构, 在使用时均为单一的板材、方料、棒材和其他各种形状的材料。如金属材料、致密岩石和玻璃等。

2) 多孔结构 它是指在材料中存在均匀分布的孤立或适当连通的粗大孔隙。如加气混凝土、泡沫混凝土及泡沫塑料等。

3) 微孔结构 它是指在材料中存在均匀分布的微孔隙。某些材料在生产时, 由于掺入可燃性物质或增加拌合用水量, 在生产过程中水分蒸发或可燃性物质燃烧后都可形成微孔结构。如石膏制品、粘土砖瓦等均为微孔结构。

按构成形态可分为以下几种:

1) 复合聚集结构 它是指由集料和胶凝材料结合而成的结构, 按照需要还可以用纤维等材料加以补强。水泥混凝土、砂浆、沥青混凝土、石棉水泥制品以及烧土制品等均属此类。

2) 纤维结构 它是指植物纤维、矿物棉和人工纤维(主要是玻璃纤维)等纤维材料所具有的结构。纤维结构的性质既受纤维的成分、性质(无机、有机、天然、人工)的影响, 也按纤维配置情况及密实度等而变化。如平行纤维方向与

垂直纤维方向的强度与导热性就有明显的差异。使用时可以制成毯子、垫子、纺织品以及各种纤维板等。

3) 层状结构 它是将材料叠合成层状,以粘结或其他方法结合成为整体的结构,使具有层状结构的材料获得了单一材料不能得到的性质。如胶合板、纸面石膏板、层状填料塑料板等。

4) 散粒结构 它是指松散颗粒状结构,如砂子、卵石、碎石和珍珠岩等。

(2) 亚微观结构

亚微观结构又称细观结构,一般指用光学显微镜所能观察到的材料结构,其尺寸范围在 $10^{-3} \sim 10^{-6} \text{m}$ 。在此结构范围内可以充分显示出天然岩石的矿物组织、金属材料的晶粒大小与金相组织,木材的纤维、导管、髓线等显微组织,也可显示出水泥混凝土的孔隙与裂缝等。

(3) 微观结构

微观结构又称显微结构或微细结构,是指材料的原子和分子结构。其尺寸范围在 $10^{-6} \sim 10^{-10} \text{m}$ 。微观结构是由原子的种类及其排列状态决定的。近年来,由于电子显微镜、扫描电子显微镜以及 X-射线衍射仪的出现和使用,对材料的微观结构已能进行观察与研究。

通常所谓材料的内部结构是指亚微观和微观两级结构。不同层次的结构在不同深度和不同方面影响着材料的宏观物理、力学性质,如强度、硬度、熔点、导热性等都受到材料内部结构的制约。

在微观结构中,材料可分为晶体、玻璃体和胶体。

1) 晶体 质点(离子、原子、分子)在空间上按特定的规则呈周期性排列所形成的结构称为晶体结构,如图 1-1 所示。晶体具有如下特点:

①特定的几何外形。这是晶体内部质点按特定规则排列的外部表现。

②各向异性。这是晶体的结构特征在性能上的反映。

③固定的熔点和化学稳定性。这是由晶体键能和质点所处最低的能量状态所决定的。

④结晶接触点和晶面是晶体破坏或变形的薄弱部分。

根据组成晶体的质点及化学键的不同,晶体可分为:

原子晶体:中性原子以共价键而结合成的晶体,如 SiO_2 等。

离子晶体:正负离子以离子键而结合成的晶体,如 CaCl_2 等。

分子晶体:以分子间的范德华力即分子键结合而成的晶体,如有机化合物。

金属晶体:以金属阳离子为晶格,由自由电子与金属阳离子间的金属键结合而成的晶体,如钢铁材料。

4 土木工程材料

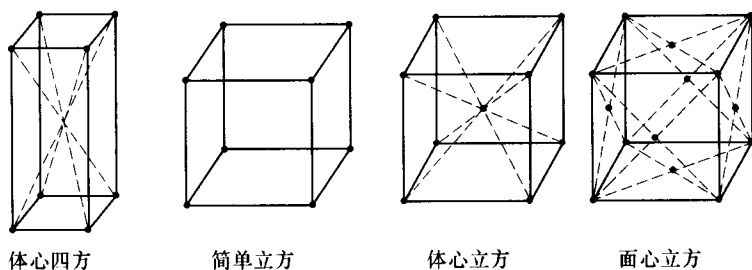


图 1-1 晶体几何外形示意图

由于各种材料在微观结构上的差异，它们的强度、变形、硬度、熔点、导热性等各不相同。可见微观结构对材料的物理、力学性质影响巨大。

在复杂的晶体结构中，其键结合的情况也是相当复杂的。在土木工程材料中占有重要地位的硅酸盐类材料，其结构是由硅氧四面体单元 SiO_4 （图 1-2）与其他金属离子结合而成，其结构就是由共价键与离子键交互构成的。 SiO_4 四面体可以形成链状结构，如石棉。石棉中纤维与纤维之间的键合力要比链状结构方向上的共价键弱得多，所以容易分散成纤维状。粘土、云母、滑石等则是由 SiO_4 四面体单元互相连结成片状结构，许多片状结构再迭合成层状结构。层与层之间是由范德华力结合的，故其键合力很弱，此种结构容易剥成薄片。石英是由 SiO_4 四面体形成的立体网状结构，所以具有坚硬的质地。

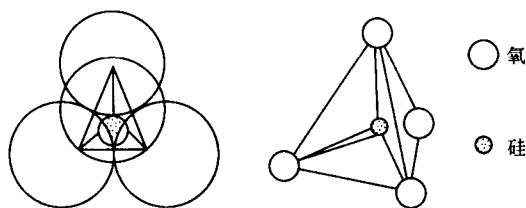


图 1-2 硅氧四面体示意图

2) 玻璃体 玻璃体也称无定形体或非晶体，如无机玻璃。玻璃体的结合键为共价键与离子键，其结构特征为构成玻璃体的质点在空间上呈非周期性排列，如图 1-3 所示。

具有一定的熔融物质，在急冷过程中，由于质点来不及按一定规则排列便凝固成为固体，此时物质的微观结构为玻璃体结构。

对玻璃体结构的认识，目前存在如下三种观点：

- ① 构成玻璃体的质点呈无规则空间网络结构，此为无规则网络结构学说。
- ② 构成玻璃体的微观组织为微晶子，微晶子之间通过变形和扭曲的界面彼此相连，此为微晶子学说。
- ③ 构成玻璃体的微观结构为近程有序、远程无序，此为近程有序、远程无序