



中等專業學校教學用書

建築材料

人教授著

作为中等建筑專業學校教材

煤炭工業出版社

中 等 專 業 學 校 教 學 用 書

建 筑 材 料 學

苏联 阿·維·克諾罗夫副教授 姆·恩·科舒尔尼科夫教授著
馬 嗣 昭 譯

苏联建造部审定作为中等建筑專業学校教材

煤 炭 工 業 出 版 社

內 容 提 要

本書闡明了建築材料的基本性質及其使用特點，詳細地介紹了蘇聯在製造及使用新的、效能大的建築材料方面的成就。

本書可用作建築及煤礦等專業學校的教科書，並可供從事建築工作的工程技術人員參考。

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

蘇聯 А.В.КОНОРОВ М.Н.КОШУРНИКОВ 著

根據蘇聯國立建築書籍出版社(СТРОЙИЗДАТ)

1953年莫斯科第1版翻譯

106

建 築 材 料 學

馬 嗣 昭 譯

*

煤炭工業出版社出版(地址：北京東長安街煤炭工業部)

北京市書刊出版業營業許可證出字第084號

煤炭工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

*

開本78.7×109.2公厘 * 印張10張 * 字數240,000

1954年8月北京第1版

1958年7月北京第9次印刷

統一書號：15035·69 印數：37,821—42,820冊 定價：(10)1.50元

作者序

在建築工程中，建築技術人員是直接指導使用建築材料的人，因之應該充分瞭解各種建築材料，並能鑑定其性質。

由於現代建築工程所用的建築材料種類繁多，因此在本書中主要是闡明建築材料的性質及其使用的特點；此外，並簡要地敘述其生產過程，指出其內部組織、材料性質及在建築結構物中使用情況之間的關係，而不以數字指標來增加讀者的記憶負擔。讀者閱讀本書時，對於建築工程中正確使用建築材料的主要原則，應集中注意力來設法掌握，以便將來能獨立運用在各種技術標準、技術規範及定額中的詳細資料。

爲了學好建築材料這門課程，讀者們應在學習時廣泛認識各種蒐集的建築材料，在作實驗時應自覺地作完全部必要的試驗工作，課餘自修時不僅要廣泛運用課文中所敘述的資料，而且要參考本書中各種表解及附圖所載資料。

當編著本書時，著者曾考慮到波波夫 (Н. А. Попов) 教授在「建築材料」一書中 (蘇聯建築書籍出版社，1940) 所提出的，結合建築材料在結構中的具體運用來研究建築材料的原則。本書的概論及第一、二兩章充分地反映了這些原則。

有關建築材料經濟方面的問題，本書中僅概略地加以討論，或在總的方面加以敘述，因爲這方面的問題是專門課程研究的對象。

目 錄

作者序	
概論	1
第一章 建築材料的基本性質	8
第二章 建築材料的特殊性質	18
第三章 木材	33
第四章 天然石材	63
第五章 人造焙燒材料(建築陶質材料)	82
第六章 礦質粘結材料	103
第七章 主要礦物質粘結材料	119
第八章 建築膠泥	134
第九章 普通混凝土(重混凝土)	149
第十章 輕質混凝土及多孔混凝土	181
第十一章 用粘結材料所製成的人造石材	189
第十二章 有機粘結材料(瀝青, 膠)及由有機粘結材料 製成的建築材料	203
第十三章 保溫材料	223
第十四章 裝飾材料	236
第十五章 建築金屬	247

概 論

在社會主義建設的各個階段中，蘇聯共產黨和蘇聯政府對於基本建設及建築材料工業的發展過去和現在都給予了極大的注意和關懷。

蘇聯共產黨第十九次代表大會所作的關於第五個五年計劃（1951—1955年）的指示中指出，須要在蘇聯迅速地發展主要建築材料工業。按照五年計劃的規定，主要建築材料的生產量至少須增加到二倍，即：水泥約增加到2.1倍，磚增加到2.3倍，石板增加到2.6倍，磨光玻璃（полированное стекло）增加到4倍。

在同一時期中，施工上機械設備的裝備也需要迅速地增加：移動式起重機的總數量須增加到4—5倍，挖土機約增加到2.5倍，剷土機與推土機增加到3—4倍。

同時，在關於第五個五年計劃的指示中，也預計到提高建築材料的質量，降低其成本，擴大建築材料的品種，以促進工程的進一步工廠化。

1

建築材料是用來建造各種用途的房屋（住宅，公用房屋，工業廠房）及工程結構的（橋樑，道路，堤壩，等等）。

每一所房屋或建築物均須堅固耐久，而且也要儘可能地使造價低廉。因此建築家須要明瞭材料的性質、週圍環境對材料的影響、材料正確的加工方法及運用它來建造建築物的正確方法。

建築家須要能夠：

- 1) 正確地選擇建築物各部分所使用的材料；
- 2) 正確地估計該種用途下材料的主要性質；
- 3) 妥善地運輸及保管材料，以使材料在運輸及保管過程中不變壞；

4) 明瞭最經濟與最合理砌築材料於建築物內的方法，及在砌築前正確的補充加工方法；

5) 對於已經使用在建築物上的材料，採取必要的防止變質及防止損壞的保護措施。

有時，建築家不得不用其他材料代替建築設計中所要求的材料，但是，替換材料時不能降低建築物的質量及增高其造價。關於以一種材料代替另一種材料的方法，學生在「建築材料」及以後的「建築施工」及「房屋大樣」(часть зданий)等課程中須要學會。

2

僅在書本上來研究建築材料是一件困難的事，因此建築材料的研究通常均應與實驗相配合。在建築施工中材料實驗的意義是非常重大的，因為通過材料實驗就可以知道材料的性質和性能。

在第一個戰後五年計劃中，蘇聯國民經濟的投資計劃以超額 22% 而完成，工業生產固定基金較戰前增加 58%；在此時期中，僅在城市及工人區中建築與恢復的住宅房屋面積就有一億平方公尺。

在歷史上從未有過的大規模基本建設中，建築材料對於國民經濟具有非常巨大的意義。建築工程在我國以空前巨大的規模進行着，許多工廠正在建設，每天都有新工廠加入生產，城市及鄉村的住宅面積迅速地增加着，建築着新的堤壩及道路，這些建築工程都需要大量的建築材料。

蘇聯的建築材料產量已超過戰前水平。1950 年水泥產量與 1940 年相比已增加到 1.8 倍，窗用玻璃增加到 1.9 倍。建築材料工業部完成了五年計劃中規定的 1950 年水泥產量的 101%。

每年蘇聯所生產的建築材料總值達數百億盧布。

在 1939 年所成立的蘇聯建築材料工業部，管理全蘇聯建築材料工業。蘇聯建築材料工業部經過其專業局 (главка) 管理大型建築材料工廠 (水泥、玻璃、石棉水泥材料、鋪屋面用捲材、裝配式房屋的預製構件等的工廠)。

加盟共和國的建築材料工業部，管理其國境以內的建築材料工

業，較大型的企業由該部直接管理，較小型的及地方性的建築材料工業企業，則通過城市及省蘇維埃執行委員會來管理。除此以外，大型的建築工程及工藝合作社亦擁有自己的建築材料生產部門。

這樣的建築材料工業組織機構，使能保證準確地計劃及調節各種建築材料的生產，充分地照顧到當地的需要，並注意使生產出來的建築材料品質優良，品種合乎需要而且有足夠的數量。

3

根據蘇聯共產黨及蘇聯政府的指示，在建築工程及建築材料生產上採取了下列措施。

1. 建築施工及建築材料等的生產過程廣泛地機械化。在建築工地及工廠中生產過程綜合機械化的方法逐漸得到廣泛的應用。工地及工廠中的動力設備及機械設備有了增加，普遍地採用了起重機，挖土機，土方聯合機（земляной снаряд）及其他機械（以上是大型的機械）。此外，還採用了電力，壓縮空氣的器械和工具（小型的機械），此類機械設備可使細小的操作機械化。

2. 在建築施工中廣泛地採用工廠化的方法。採用此種方法時就不是用一些細小的構件來建造建築物，而是運用工廠製造的巨型零件（деталь）來建造。運到建築工地的不是建築材料，而是在工廠中預製的構件和零件。運用工廠化的方法，因為許多工作都在工廠中進行，在工地上僅是安裝預製零件，因此就可以在較短的工期內以較少的工人完成建築工程。建築工程工廠化和機械化相配合，使建築工程能夠不受氣候及天氣的影響而終年進行，結束了建築工程的季節性現象。

3. 廣泛在建築工程中使用新的效能高的建築料材。採用這些建築材料就使：а)減少材料的使用量 б)減輕建築物的自重及施工勞動量 в)簡化建築物的結構，加快施工速度而不影響其質量。例如把礦質棉（минеральная вата）與磚配合使用可減輕牆的重量，減小其厚度及降低成本，並縮短施工期間。圖 1 是普通磚牆及帶有礦質填充物磚牆的斷面圖，由該圖就可比較兩種磚牆的優劣。

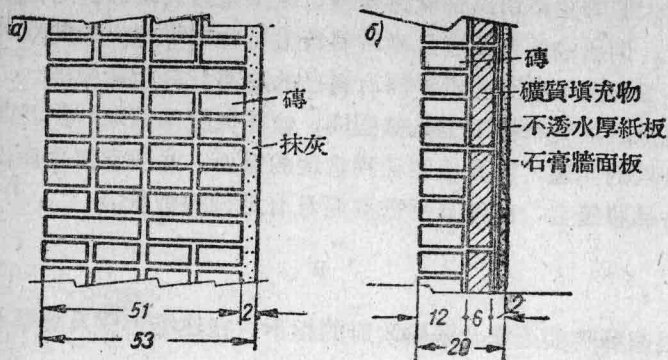


圖1 磚牆

- a—普通磚牆：每平方公尺自重 795 公斤 (100%) 保溫率 (100%)；
 b—帶礦質填充物磚牆：每平方公尺自重 252 公斤 (30%) 保溫率 100%。

蘇聯勞動人民文化水平的增長及社會主義勞動競賽的不斷發展，使蘇聯建築家及建築材料工業工作者的勞動生產率逐年增長，因而加快了建築施工及建築材料生產的速度。

4

利用接近工地的土產建築材料（粘土，砂，礫石及天然石料）對於降低建築物成本具有重大意義，利用這些材料可以製造用量很大的磚，混凝土，膠泥等。即使一座建築物的建築材料，其重量也是非常巨大的，例如，莫斯科每座高層房屋，其材料重量即在三十萬噸至五十萬噸之間。若全部材料都自遠地運到工地，必然浪費大量的運輸工具，因此，較複雜的廠製材料（水泥，金屬，顏料等）方允許自遠處運來。

5

建築材料的種類非常多，因此，將建築材料按其製造的原料性質，或按其在建築工程中之用途加以分類來敘述。圖 2 係一小型住宅剖面圖的一部分，建造該房屋需要使用很多種建築材料；該圖也顯示出

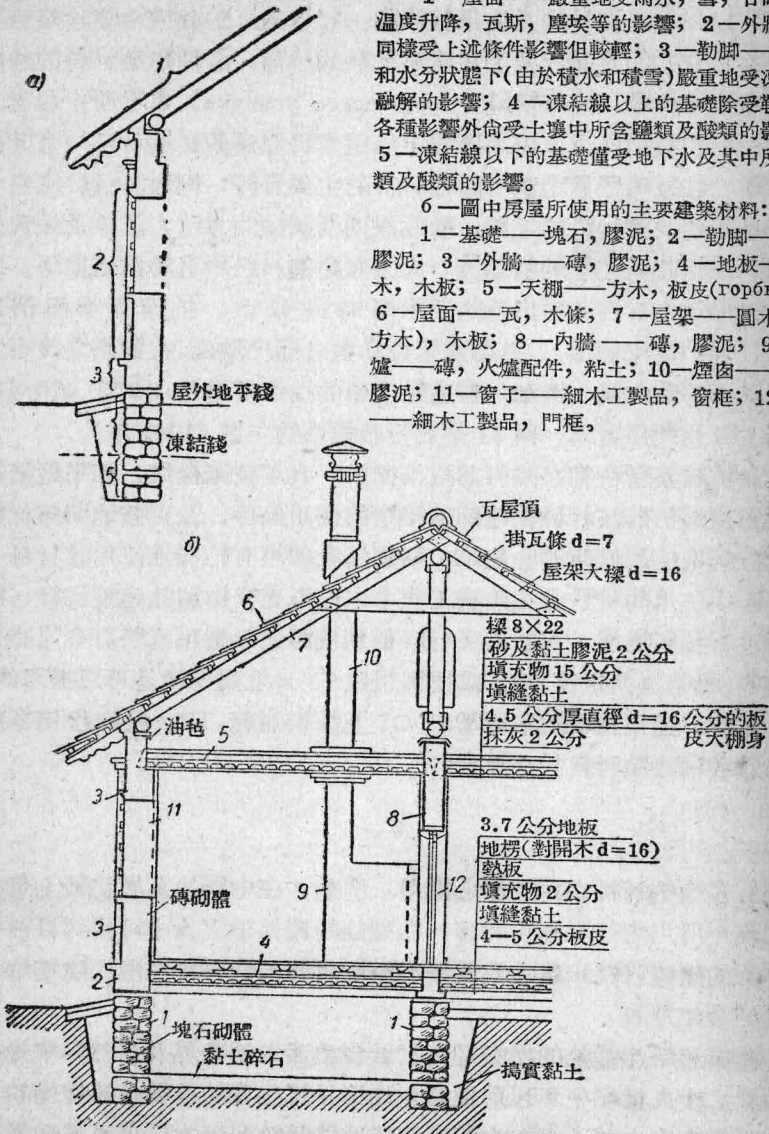
圖 2 住宅剖面圖的一部分

a—大氣對外圍結構的影響：

1—屋面——嚴重地受雨水，雪，日晒，風溫度升降，瓦斯，塵埃等的影響；2—外牆——同樣受上述條件影響但較輕；3—勒腳——在飽和水分狀態下(由於積水和積雪)嚴重地受凍結和融解的影響；4—凍結線以上的基礎除受勒腳的各種影響外尚受土壤中所含鹽類及酸類的影響；5—凍結線以下的基礎僅受地下水及其中所含鹽類及酸類的影響。

6—圖中房屋所使用的主要建築材料：

1—基礎——塊石，膠泥；2—勒腳——磚，膠泥；3—外牆——磚，膠泥；4—地板——方木，木板；5—天棚——方木，板皮(горбыль)；6—屋面——瓦，木條；7—屋架——圓木(或方木)，木板；8—內牆——磚，膠泥；9—火爐——磚，火爐配件，粘土；10—煙囪——磚，膠泥；11—窗子——細木工製品，窗框；12—門——細木工製品，門框。



週圍環境對建築物各部分的各種影響。雖然是建造這樣的小型住宅，也需要考慮到各種材料的性質和特點。由該圖就可領會到建築家首先需要：1)知道鑑別材料及使用材料的一般原則；2)知道主要建築材料的基本性質；3)有驗收及使用建築材料的技能。各種建築材料的詳細資料在技術標準、技術規範 (техническое условие) 或手冊中載有。

一切在製造過程及使用過程中已週密研究過的建築材料均有其技術標準，在技術標準中載有該種材料的主要資料：例如該材料應符合的技術規範及該材料的定義，驗收規則及試驗的方法，運輸及保管的規則，使用時應注意的特點等。大多數建築材料均有其技術標準，此種技術標準由於對其提出新的要求而時時修改。技術標準簡稱爲 ГОСТ (蘇聯國家標準)；蘇聯國家標準編有順序號碼，在號碼之後附有頒行該標準的年號。例如，普通黏土磚的技術標準是 ГОСТ 470-41，此處 470 是順序號碼，而 41 是頒行該標準的年號 (1941 年)。

各種建築材料都必須有其技術標準。有了技術標準，如果建築家能夠正確地估計該材料在建築結構中的使用條件，及正確地將該材料的特性與這使用條件結合起來，則建築家就可有把握地使用該材料。

極少使用的材料或在建築工程中未經過充分檢驗的建築材料，就可能沒有技術標準。對於這種材料個別機關或製造廠家製訂有臨時技術規範 (臨時技術規範 ВТУ 或技術規範 ТУ)，這些規範是可以採用的。

因此，運用蘇聯國家標準 ГОСТ 及技術規範 ТУ，就使建築家能夠知道各種建築材料的必要資料。

6

許多建築材料在古代即已採用；例如，在中國的萬里長城上可找到與現今所用者區別極少的磚；在殘餘的羅馬建築物中可找到目前還在使用的建築材料；建造埃及金字塔所用的天然石料在現代建築物中仍廣泛地使用着。

建築材料生產量的增漲是由於社會生產力的發展及自然科學知識的積累。十九世紀中葉以前俄羅斯建築材料生產的發展是較緩慢的，僅在俄羅斯完全轉入資本主義道路後建築材料科學方獲得迅速發展，

而其發展的全盛時代是在偉大的十月社會主義革命之後。

在對建築材料學發展上有巨大貢獻的學者中，我國學者起着領導作用。除羅曼諾索夫(М. В. Ломоносов)，門得列耶夫(Д. И. Менделеев)等思想界巨人對建築材料科學的發展有着巨大貢獻之外，尚有葉·切里耶夫(Е. Челиев)，他在恢復被拿破侖所毀壞的莫斯科城時，提出了關於製造及使用水泥的天才著作。切里耶夫的著作出版於1825年，他保留了近似現代波特蘭水泥的水泥發明優先權。巴耶可夫(А. А. Байков)院士關於粘結物質凝固的理論獲得了公認的地位，別列略布斯基(А. Н. Белелюбский)教授在十九世紀末所提出荷試驗材料耐凍性(Морозостойкость)的方法，因為尚沒有其他關於求材料的耐凍性的方法，此方法現在仍被世界各國採用着。

關於其他我國學者對於建築材料科學的貢獻，將在以後敘述各種材料時同時講述。

第一章 建築材料的基本性質

A. 建築材料的構造與性質

物質有：固態，液態，氣態三態。建築材料絕大多數是固體。

彈性是固體物質的特性，彈性即是當應力不超過彈性限度時回復原形及原體積的特性。

固體材料中所含物質有三種形態：結晶體，非晶體及玻璃體。

一切固體均由溶液或融熔體（расплав）形成。若逐漸變化溫度及壓力而緩緩地進行這種形成過程，則可自液體中析出結晶體。結晶體具有很規則的結晶格子（кристаллическая решётка），分子，原子或離子就位於結晶格子的各接點上。結晶體在結晶過程中若不受其鄰近結晶體的妨礙則具有非常規則的外形。圖3係方解石及石英的結晶體。外形不規則但具有規則結晶格子的結晶體稱為晶子（кристаллит）。

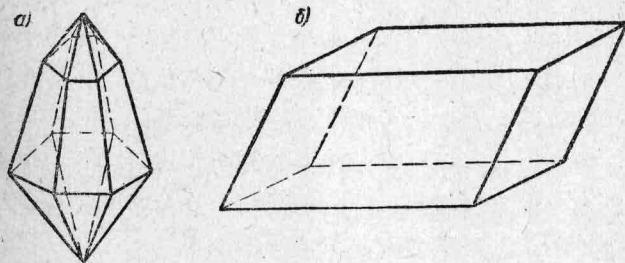


圖3 晶體的形狀

a—石英； б—方解石。

結晶體的物理性質及化學性質（導熱性，折光性，強度等等）在一般情況下各個方向均不相同，但同一的或平行的方向却完全一樣。結晶體的外形，較玻璃體、非晶體穩定。

由液體中分解固體進行得很快時，分子在空間中的分佈就較不規則，因而成為非晶體。非晶體是均質性的物體，亦即它在各個方向的

性質均相同。非晶體外形的不穩定，由在一定溫度下非晶體可轉變為結晶體而得到證明；但直接將結晶體恢復為非晶體却不可能。當材料中所含晶子的成份及大小均各不相同時（例如：在鋼及花崗石中的晶子），則此種晶子對材料性能上的益處甚小。晶子之間可互相發生作用而使材料的性質變壞（例如：電解性腐蝕——鋼的銹化）。

在玻璃體的某些分子分佈狀況下，其分子分佈的密度甚大而與非晶體相似。不穩定的玻璃體當熱至一定溫度時亦轉變為穩定的結晶體。玻璃體與非晶體同樣以各方向性質相同而區別於結晶體。

材料的組織可用肉眼或顯微鏡看到。較大的組織稱為粗大組織（макростроение），較小的須用顯微鏡方能看見的組織稱為顯微組織（микростроение）。粗大組織可以是均質狀，顆粒狀或纖維狀。例如在建築工程中廣泛使用的天然石料——花崗石，砂岩，石灰石——就具有各種粗大組織。花崗石用肉眼僅能見其顆粒（晶子），砂岩中可看見一部分是結晶體一部分是均質物質；石灰石則完全只可看到均質體。石棉則係纖維組織。

其他的材料亦同結晶體材料一樣，由不同的組織組成，其組織可以是實體的（整塊的）（即在各個方向性質均相同），當材料是由纖維或層狀物組成時其組織則係成層的。若使用的材料是由不同的組織組成時，則必須考慮到這些不同組織各別的特性。

單憑粗大組織並非就能正確決定材料的結構。有時，有些材料用肉眼看來好像非晶體，但在顯微鏡下觀察時却是結晶體（例如鋼），有些材料看來好像是整塊的，但在顯微鏡下却是層狀或纖維狀物體。因此，精確地研究材料構造時需要使用顯微鏡。

材料有完全密實材料及帶孔材料兩種，前者體積所佔全部空間均為物質所充滿，後者內部則有小孔。小孔可分為大小二種，有開形及閉形二類，在物體內部作均勻地分佈或非均勻地分佈。完全密實而不帶小孔的材料很少，鋼，玻璃及其他少數幾種是此類材料，而絕大多數材料是帶孔的。

Б. 材料性質的鑑定法

材料的性質可用帶有數字及計算單位的指標 (показатель) 來表示。鑑定材料性質時，需要用蘇聯國家標準 ГОСТ 或技術規範 ТУ 上規定的方法進行試驗，不按此規定的方法則得出不可靠的結果。

建築材料的用量通常均非常巨大，按照蘇聯國家標準 ГОСТ 的規定，每種材料均應分為若干批，從每批中挑選出所謂的平均樣品 (средняя проба)，由平均樣品製成供試驗用的試件。每批的數量隨材料的種類而定，容易製造的材料，每批的數量則較大，例如：普通粘土磚每批的數量是十萬塊到二十五萬塊之間。製造複雜或用作重要用途的材料每批的數量則可較小 (例如，裝飾用的牆面板每一百塊為一批)。

挑選平均樣品及製作試件應嚴格依照蘇聯國家標準 ГОСТ 及技術規範 ТУ 上的規定進行，不按此規定而作出的平均樣品及試件，將得出不正確的材料性質指標，因而就可能降低建築物的質量。

每批中受試驗的試件數目不能少於三個，有時可達十個之多。愈是質地不均勻的材料，試件應愈多 (按蘇聯國家標準 ГОСТ 或技術規範 ТУ 的規定)；該材料的性質則用各次試驗的平均指標 (средний показатель) 來表示。同時，吾人尚應當知道該材料的濕度。

濕度——材料中所含游離水分的比率稱為濕度，此游離水分在 $100^{\circ} - 105^{\circ}$ 溫度下即能蒸發而使材料達於固定重量 (постоянный вес)。求濕度時需要先知道兩個數： P_B ——濕試件的重量及 P_C ——乾燥後試件的重量。則濕度 (w) 可由下面公式表出：

$$w = \frac{P_B - P_C}{P_C} (\text{比率})$$

但濕度又常用百分比表示：

$$w = \frac{P_B - P_C}{P_C} 100 (\%)$$

按其濕度材料可分為數種狀態：

а) 當濕度為零時是絕對乾燥狀態；

6) 當材料長期置於乾燥空氣中而達乾燥時是風乾狀態(有時稱之為室內乾燥或空氣濡濕狀態);

в) 當材料所含水分超過風乾狀態時是潮濕狀態;

г) 當材料中所含水分多致在任何條件下均不能增加時是飽和狀態。

В. 建築材料的基本性質

幾乎在任何使用場合下均具有重大意義的材料性質稱為基本性質,材料的基本性質可分為三大類:

第一類——物理性質:密度,比重,空隙率(пористость)(或密實率 плотность);

第二類——物理化學性質:耐久性(стойкость 或 долговечность),材料在使用於建築物的過程中保持其性質不變,此種特性即是耐久性。

第三類——機械性質:強度,材料能抵抗外力的破壞作用的性質即是強度;應變,材料在受外力時改變其形狀及尺寸即是應變。

1. 密度(或容重)——是材料在本來形狀下每單位體積的重量(包含內部空隙)。將材料的重量除以體積即可得其密度。

即
$$\gamma_0 = \frac{P}{V},$$

式中 γ_0 ——密度(或容重);

P ——材料重量(以克,公斤,噸為單位);

V ——材料體積(以公尺³,公寸³,公分³為單位)。

密度以克/公分³,公斤/公寸³,公斤/公尺³,噸/公尺³為單位。密度的求法是:а)規則的試件先秤其重量,然後測量及算出其體積即可求出密度,б)不規則試件先秤其重量,然後置物體於液體中,根據物體所排擠出液體的體積,即可求得它的密度。多孔的材料因須扣除液體灌入小孔的體積,故應先塗一層石臘然後置於液體中。密度與材料濕度有關,因此,必須表明該材料的濕度或在乾燥狀況下求出材料的密度,材料的密度在任何時候均甚重要,甚致在運輸材料時,也如此。在表1中載有五種最常用建築材料的密度。

2. 比重 材料在完全密實狀況下的單位體積重量即是比重。比重按下面公式計算：

$$\gamma_y = \frac{P}{V_a},$$

式中 γ_y ——比重；

P ——試件的重量；

V_a ——試件在完全密實情況下的體積。

比重的單位是克/公分³，但是，比重常常用不名數表示。

求材料在完全密實情況下的體積，必須扣除其內部所含孔隙。因此，將材料研磨成粉末，將粉末用細眼的篩子篩過，將通過每平方公分 900 孔篩子但不能通過每平方公分 4900 孔篩子的粉末取出，將它置於液體中算出其所排除的液體體積。置於液體中粉末的重量除以所排除的液體體積即得材料比重。此種材料在求其比重之前須使成為完全乾燥。液體的比重可用特製的浮動比重計（поплавки-ареометр）測定，比重愈大的液體則比重計沉入液體愈少。

材料的比重僅在實驗室作材料試驗時方加以測定，並利用它來計算材料的密度及空隙率。

3. 空隙率（密實率） 材料本身中所含孔隙的數量稱為空隙率，空隙率可用下列公式計算：

$$\Pi = \frac{\gamma_y - \gamma_0}{\gamma_y} 100,$$

式中 Π ——空隙率，%；

γ_y ——比重；

γ_0 ——密度。

空隙率的大小對於材料具有重大意義，因為孔隙將影響材料的強度及其抵抗週圍環境侵蝕的能力。孔隙的形狀亦具有重大意義，例如均勻分佈於體內的閉形小孔則較開口的及互相連通的孔隙為好。不均勻分佈的孔隙對材料的性質影響特別巨大。同一種類且比重相近的材料，可因其孔隙的多寡及形狀的不同而互異性質。

由前一公式就可看到，若密度與比重相等則空隙率為零，此種材料