

建筑材料

粮食部南京粮食学校

1960年11月印

建 筑 材 料

第一章 緒論

第一节 課程的任务及內容

建筑材料課程內研討有关粮油仓厂建筑和一般房屋建筑所应用的主要建筑材料的分类、产源、和制造，材料的技术性質以及影响性質的有关因素，材料的处理，材料的加工和技术过程，材料品質的鑑別和簡易材料試驗方法，地方性材料的利用，以及材料的合理选配，应用和保管工作，适当充实苏联有关材料方面的先进理論，生产技术和試驗研究方面的最新成就，對於祖国丰富的材料产源，土洋結合的生产技术和实际应用經驗等更加重視。此外，还适当介紹苏联和我国有关建筑材料的技术标准，这些标准是根据科学技术的最新成就拟定的，其中包括有关材料性質的技术条件，試驗方法以及運輸和保管条件等，使學員在建筑实践中，能正确地將材料的技术性質，和材料在建筑結構中的工作条件結合起来，更有科学根据地充分利用建筑材料的技术性質，並对合理使用建筑材料提供保証。

在当前祖国大跃进的形势下，工农业生产高速度发展，粮食系統基建工作也随着跃进，就粮油仓厂建筑說来，其特点是高度分散，点多面广，必須因地制宜，就地取材，建筑材料占仓厂建筑成本約70%，土建技术人員的任务負責选配、使用和保管材料，有时还需要組織开采、加工和制造某些材料，因此，必須熟悉建筑材料的技术性質，以及在有关因素的影响下，可能发生的性質变化，了解原料的选择和制品的基本技术过程，考虑生产方法的改进和建筑材料工业的发展，以便按照祖国偉大的經濟建設任务，提出技术要求，科学合理地利用材料。在材料保管工作方面，由于經驗不足和貯藏不合要求，而发生水泥受潮，木材腐朽等問題，在建筑施工中，由于材料的选配和使用不合理，而造成裂縫沉陷等工程質量問題。如果熟悉建筑材料的技术性質，採取适当的保管方法，掌握正确合理选配材料，並推广簡易材料試驗，这些問題大部分是可以避免的。

地方性材料如粘土、砂、礫石、天然石材等，必須充分利用作为基础和筑牆材料，也可制备砂漿和混凝土等，因为这些材料用量很大，如果都从外地运来，不仅提高運輸費用，而且增加運輸任务；所以，因地制宜，就地取材，是降低建筑成本，加速完成基建任务的重要措施之一。尤其是合理使用各地特有的建筑材料和代替品及攪合料等，对于節約主要建筑材料將起巨大的作用。

在党中央提出“鼓足干劲，力爭上游，多快好省地建設社会主义总路綫”，“在十五年或更短的时间內，我国在鋼鉄和其他主要工业产品方面赶上和超过英国”的号召下，展开了以“鋼鉄为元帅”的全民运动，完成和超額完成鋼鉄生产任务，直接关系到工农业生产大跃进，也是和祖国的富强以及全国人民的幸福生活有密切关系的，因此，在本課程內容方面适当充实有关鋼鉄材料的基本知識。

任何建筑物均須坚固耐久適用，同样的，粮油仓厂建筑也要求坚固耐久，并須適合粮油保管方面的使用要求。因此，加强学习苏联和我国先进經驗，在本課程內容方面以矿物膠結材料，混凝土，建筑砂

漿和有机膠結材料为重点，适当充实內容，并根据需妥和可能，配合一定的試驗实习，以求理論和实际相結合，使學員对于已經了解的理論知識，获得进一步的驗證和实际应用，以便在結业后在实践中，能够具体掌握应用，达到保証工程質量，節約材料和降低建筑成本的目的。

第二节 建筑材料对国民經济的意义

建筑材料和制品对于我国国民經济是有重大意义的，也是我国社会主义建設——国防、工业、农业、民用等建設——的基础。庞大的基建投資保証了我国发展国民經济的第一个五年計劃的胜利实现和第二个五年計劃的蓬勃发展。在第二个五年計劃中，基建投資比較第一个五年計劃增加約一倍左右，与此相适应的，建筑材料的需用量增長更多。

建筑材料包括天然的和人造的矿物和有机材料，有規則形狀的如磚瓦，散粒的如砂、碎石，礫石等，粉狀的如水泥，石膏等，乳化剂如瀝青和水組成的乳化瀝青等，其中主要的建筑材料是鋼，水泥、木材和磚等。制品是由建筑材料制成的个别構件，如大型和小型砌块，鋼筋混凝土板，鋼、木和鋼筋混凝土桁架等。显然，建筑材料对我国国民經济起着很大的作用。

在第二个五年計劃中，要求在1962年主要建筑材料的产品，大約达到如下水平：

鋼	1,050—1,200 万吨
原木	3,100—3,400 万立方米
水泥	3,250—3,450万吨

根据国家統計局的統計，在1959年，鋼的产量(不包括土鋼)达到1,333万吨，原木的产量达到4,120万立方米，都超过了第二个五年計劃規定的1962年的指标，实现了高速度的按比例的全面大跃进。

在全国大跃进中，工农业生产高速度发展，基本建設的規模是空前庞大的，远远超过計劃任务，也就需要更大数量的建筑材料，首先是鋼，水泥，木材和磚等材料，因此，积极地发展建筑材料工业的建設，迅速发展建筑材料和制品的生产，創造新的建筑材料，充分利用地方性材料，改善和提高原料，材料和制品的質量，改进材料的供应和保管工作，正确和合理使用材料，以保証和提高工程質量，适应国家建設的需要，的确是当前最迫切的問題。

大量发展建筑材料，必須努力創造新的經济有效的材料，並发展地方性材料的生产，降低建筑成本，必須重視工艺設備和技术的改进，关于材料質量的提高，在大多数情况下，是推广标准化(統一規格)的方法和制品的生产，節約材料必須广泛采用定型設計，使材料和劳动力的消耗为最少，並須合理使用材料，加强运输和保管工作，因此，我們必須加强学习苏联先进經驗，熟練地掌握有关技术，为更好地完成社会主义建設而努力奋斗。

第三节 我国建筑材料工业发展簡史

从历史記載可以知道，由于我国古代劳动人民的智慧和創造，远在三千多年以前，房屋建筑的規模已經具备，因森林資源丰富；采用木材作为主要建筑材料，並創造梁柱結構，奠定了后代構架建筑的基础，唐代建造の木結構佛光寺，迄今尚存在，所使用的木材，距今約二千八百年，仍未腐朽。

在殷代以前，已发现版築的城牆，也許当时房屋的牆壁，也是用粘土做成的版筑牆。殷代以后，逐

漸改用日光晒干的粘土磚砌牆，後來才有燒制磚，不過周末只發現燒制的瓦，西漢墓葬中才有磚，六朝時磚的用途廣泛，其中有完全用磚砌成的塔。江蘇省南京靈谷寺和蘇州開元寺中的無梁殿，都是磚砌的穹窿結構，建於明代，迄今仍完好。

秦代用亂石和粘土，建造偉大的國防工程——萬里長城，全長三千公里，城高約十二米，寬度7—10米；到明代中葉改為磚砌，據估計全部材料體積約三億米³，其中磚石約佔一億米³，迄今已二千餘年，仍有大部分巍然存在，可以找到當時所用的粘土磚，和現在所用的，區別極少。

宋代末葉為了估計工料的便捷，根據勞動人民積累的經驗，制訂施工定額和材料規格。

宋代在福建省泉州建造的洛陽橋，全長1,220米，寬5米，距今九百年前尚無起重機的設備，而所用石版有達兩百噸重一塊的。

以上可以說明，我國古代勞動人民在建築構造方面，以及在科學的處理，和使用建築材料方面的偉大成就。

但是，在幾千年封建統治下，由於輕視體力勞動，建築材料生產技術大多停留在手工業生產方式，發展是非常緩慢的。近百年來帝國主義侵入，勾結反動集團，大肆掠奪和破壞祖國廣大的天然的和人造的建築材料資源，國內各項工程大部分採用外國材料，甚至在生產鋼材和木材地區，不用自己的鋼材和木材，竟用英美產品，這樣就連我國尚存在的極少的建築材料工業和手工業，也遭受嚴重的壓榨和摧折。

自中華人民共和國成立以來，黨和政府對於發展建築材料工業極為重視，建築材料產源的開采和生產的擴大，新品種材料的增加，以及材料質量的提高等，都有顯著的發展。我國發展國民經濟第二個五年計劃正在順利進行，主要建築材料的產量，如鋼材和原木等都超過原定的計劃指標。許多建築材料和制品，包括新的材料如非蒸壓矽酸鹽，1,000號高強度混凝土，熱壓纖維板，高標號水泥等，通過在建築工程中實際使用後，充分證明對於我國整個國民經濟是有重要意義的。

第四節 建築材料發展的總趨向

建築材料科學是根據實際需要，綜合了物理、化學、力學等科學逐漸發展，並應用於建築材料生產中、以提高材料的質量和產量，逐步滿足建設的需要。在理論和實踐相結合的基礎上，物理、化學、力學等科學將進一步得到發展，從而促進建築材料科學和建築技術的全面發展。

建築材料科學的主要目的，是研究固體內部結構的規律，建立新的理論基礎，改良生產方法，進一步製造各種新型的高質量的材料，以滿足日益發展的科學技術需要。

一方面研究物體破壞的過程；另一方面研究物體結構形成的過程，也就是原材料的生成過程。因此，必須研究物體內部特點，首先是內部結構的缺陷。由於一般材料內部結構都有很多缺陷，通常估計強度很低，甚至只有實際的極限強度的百分之一，因此，必須努力消除材料內部結構的缺陷，成為高質量的材料。

隨著科學技術的日益發展，各種建築材料都是朝着輕質、高強、耐久的方向發展，茲分別說明如下：

(一)、高質量

1、高強

為了達到高強的目的，未來的材料是屬於微粒、細絲的，也就是把材料破碎成細末或細絲，消除內部

結構的缺陷，然后再用強力焊接或粘結的方法，把它們粘結起來，達到很高的強度。例如，水泥磨得愈細，強度愈高，同樣的，鋼絲網水泥粘結後具有很高的強度。

2、輕質

為了達到輕質的目的，未來的材料是屬於多孔、泡沫的，廣泛採用天然的和工業廢品，如火山灰、浮石、煙灰、礦渣、煤渣等多孔輕集料，和泡沫劑、加氣劑等，製成泡沫或加氣混凝土，泡沫或加氣矽酸鹽等，可用作結構材料，也可用作非結構材料。從力學觀點來看，這些輕質、高強的材料比較合理地發揮了材料的性能，而且對充分利用工業廢料及其有效處理具有重大的意義。

(二)、生產工藝

1、生產方法

材料的生產方法是朝着高溫、高壓方向發展，因為高溫，高壓能改變材料內部結構，從而改變材料的性能，例如蒸壓矽酸鹽是用高溫、高壓處理的，強度比非蒸壓矽酸鹽高得多。

2、加工

材料加工方面是朝着任意成型(澆鑄、噴射、加壓成型)方向發展。這樣能簡化加工工藝，並能滿足外型的特定要求，如各種管道，在澆鑄時加入鋼筋，可作各種建築構件和配件。

3、接合

材料的接合方法是朝着裝配、膠結的方向發展，裝配式結構便於工業化生產，而膠結則可簡化工藝過程。例如現在用合成樹脂膠結金屬和非金屬結構的方法，正在逐步代替鉚接和焊接法，不僅施工工藝簡單，而且能節約材料。

4、外形

材料的外形方面，為了達到裝配式工業化生產的目的，和設計標準化的要求，正朝着以建築部件規格為基礎的模數協調的方向發展。各種建築材料的大小規格，都有一定的比例或倍數，因而具有迭加性和互換性，從而可以根據設計意圖，任意改變形式和裝法，簡化設計工作，達到設計標準化的目的。

(三)、改良技術性質

在改良材料的技術性質方面，是朝着表面處理、攪合料、合成材料方向發展。

1、表面處理

材料的表面處理可用油漆、塗料、陶瓷、玻璃、塑料等塗層，以提高耐久性。

2、攪合料

為了改良材料的技術性質，通常摻入各種攪合料，例如在混凝土中，摻入橡膠後，具有彈性、抗沖擊和振動、並有良好的吸音性能和很大的形變性。

3、合成材料

採取兩種以上材料合成的方法，解決單一材料存在的缺點、以提高新材料的技術性質，例如用各種纖維材料增強的塑料，強度比鋼還大。

(四)、代用材料

非金屬材料(尤其是地方性材料)正朝着代替金屬材料(特別是鋼鐵)的方向發展，它的地位愈來愈重要。蘇聯已用裝配式預應力輕質混凝土製成世界上第一艘預應力混凝土船；耐酸混凝土等具有金屬材料

所不能具备的性能，又如玻璃、陶瓷、石棉、雲母、石墨等非金属材料，在经济建設中占有很重要的地位，这些材料的品种和性能，正根据科学技术发展所提出的要求，不断地扩大和发展。

合成材料正朝着代替天然材料的方向发展。塑料在国民经济中的地位愈来愈重要，它在建筑材料中的位置也日益扩大。常用的屋面材料、管材、牆壁材料，門窗构件、地板材料、牆壁裝飾材料、間隔牆板等，都可用塑料制造。

为了适应祖国生产建設高速度发展的需要，必須繼續貫徹大鼓干劲、緊密結合生产，大力推广新技术、积极攀登科学尖端，高速度发展的方針，只要我們紧紧地依靠党的領導，高举总路綫的紅旗，我們就一定能够攻破技术堡壘，攀登科学高峯。

第二章 建筑材料的技术性質

第一节 概論

一 建筑材料在建筑物中的作用

建筑物是由砧石、木材、混凝土、鋼材、鋼筋混凝土等建筑材料所組成，其任务是承受一定的荷載和工作所在周圍环境的物理化学因素等影响，主要是使建筑物在承受或傳遞荷載的作用，以及遭受溫度和湿度的变化、雨水、地面水和地下水等其他特殊作用时，在一定的时期內不致于破坏或損毀。例如砧石結構擋粮牆的承受粮食側压力，木柱的承重，油池中植物油类对于池壁和池底的荷載作用，以及这些油类中所含脂肪酸对于普通水泥的腐蝕作用等。

此外，另一类建筑材料虽然也遭受各种因素的影响，但主要是起裝飾作用，例如，为了使建筑物美觀，在金属材料 and 木材等材料表面，塗上各种顏色的油漆，同时它对这些材料並起着保护作用。

建筑材料在建筑物各部分遭受各种破坏作用，因此，为了保証建筑物在一定时期內，进行正常工作，建筑物各部分所用的各种建筑材料，必須具有一定的技术性質，以抵抗各种可能的破坏作用。

二 建築材料的分類

建築材料種類繁多，在建築工程中，常用的主要建築材料的分類，約如表2—1所示。

主要建築材料的分類

表 2—1

建築材料	非金屬材料	無機材料	天然石材(砂石)
			燒土制品(黏、瓦、陶器)
			膠結材料(石灰、石膏、水泥等)
			建築砂漿、混凝土
			未經焙燒的人造石材(土坯磚、灰砂磚、矽酸鹽制品等)
			隔熱材料(無機纖維)
	有機材料	木材、竹材	
		膠結材料	
		隔熱材料(有機纖維)	
		油漆	
金屬材料	黑色金屬	生鐵	
		熟鐵	
		碳鋼	
		合金鋼	
有色金屬	銅、鋅、鋁等及其合金		

三、建築材料的構造常識

物質有固體、液體、氣體等三種狀態，在建築材料中，固體物質占絕大多數，而且一般具有正確的幾何形狀，如磚、砌塊等，散粒或松散材料，如砂、碎石、礫石等；塑性材料如尚未硬化的砂漿和混凝土混合料，以及加热的瀝青混凝土混合料等，液體材料如各種顏色的配合材料和乳化劑等。

固體材料中所含物質有三種形態：結晶體、非結晶體和玻璃體。一切固體都由溶液或融熔體形成。在建築材料中，絕大多數屬於結晶體和非結晶體二類，大部份天然和人造礦物材料 and 金屬材料都是結晶體。

結晶固體物質的特徵是具有規則的外形，並較非結晶體和玻璃體穩定。在一定的溫度和壓力作用下，非結晶體可轉變為結晶體，但直接將結晶體恢復為非結晶體卻不可能。結晶體的物理化學性質，在一般情況下是各向異性的，也就是各個方向都不相同，但同一的或平行的方向却是相同的。

由液体中分介固体进行得很快时，分子在空間的分佈就比较不規則，因而成为非結晶体。非結晶体是勻質性的物体，也就是在各个方向的性質都是相同的，如玻璃、液体材料等。

玻璃体的分子分佈較密，而和非結晶体相似，也是勻質物体。不稳定的玻璃体当加热至一定溫度时，也轉变为稳定的結晶体。

建筑材料按其构造可分为：

- 1、勻質的——各个方向具有均匀的性質、如鋼材等；
- 2、各向異性的——各个方向具有不同的物理化学性質，如有层理或結晶构造的材料。

建筑材料的組織有：

- 1、粗大組織——可以是勻質狀、顆粒狀或纖維狀，如石灰石是勻質物体，砂岩則为一部份結晶体和一部份勻質物体，石棉系纖維組織。
- 2、显微組織——很微小的組織，須用显微镜方能看到。
- 3、整体实体的，如天然石材。
- 4、纖維或成层的，如木材。
- 5、密实的，如瀝青、鋼材等。
- 6、多孔的，如普通粘土磚、混凝土、隔热材料等。

四、 建筑材料的技術性質

建筑材料的品質是由它的物理、化学、力学和工艺等，性質的綜合性質所决定的，这些性質总称为技術性質。

材料的物理性質是由它的容重、比重、緊密度、孔隙率和空隙率等作为决定材料的耐久性和計算建筑物各部份重量的依据。

材料的化学性質是决定它和其它物質相互起化学作用的性能，形成新的材料並具有新的性質。例如，水泥用水拌和，引起水泥的水化作用，开始形成水泥漿，然后凝固变成人造石材，又如在海水中或若干土壤水中所含的硫酸鹽，对于凝固的普通混凝土中的水泥，引起腐蝕的作用等。

材料的力学性質說明材料抵抗荷載作用的性能。在荷載作用下，建筑物各部份結構中的材料承受压力，拉力，弯曲和剪力等，同时引起各类变形，例如木梁的弯曲，粮仓建筑瀝青地坪在長期糧食靜荷載作用下，当夏季溫度升高时，瀝青混合料面层的軟化，降低强度和沉陷裂縫以及在冬季冻结漲高等。为了使材料在建筑物各部份長期进行正常工作且不破坏，則材料应具有足够的强度。由于大多数材料在溫度升高和受潮情况下，降低力学性質，因此，还必须以物理性質补充之。

材料的工艺性質指决定材料对于工艺过程有关的性質，如石材对于加工和碾磨的关系，制造普通粘土磚的粘土对于制模、干燥和焙燒的关系，金屬材料在加工时承受必要变形而不破坏整体性的性能等。

为了合理使用建筑材料，必須知道建筑材料的技術性質，測定这些性質的基本原理对于所有材料都是一样的，但量的指标和試驗的方法各有不同。

建筑材料的技術性質一般可分为：

- (一)基本性質——几乎在任何使用情況下，都具有重大意义的材料性質。
- (二)特殊性質——建造建筑物时，在某些个别情況下，所要求的材料性質。

第二节 建筑材料的基本性质

建筑材料的基本性质分为三大类

第一类 物理性质

一、比重

比重是绝对密实的材料的单位体积重量。为了测定比重，必须以材料的干燥的重量 G ，除以在完全密实状态的体积（没有孔隙的绝对体积） ∇_2 ，

$$\gamma = \frac{G}{\nabla_2} \quad (2-1)$$

式中，

γ ——比重，

G ——材料的重量，以克、公斤、吨为单位。

∇_2 ——材料的绝对体积，以立方米、立方厘米为单位。

比重的单位是克/立方厘米，但是，当将某种材料的比重和水的比重作比较时，它是没有单位的。

一切建筑材料除石英、玻璃、钢和某些个别材料接近完全密实外，都有孔隙。

材料的比重仅在实验室作材料试验时方加以测定，并利用它来计算材料的容重和孔隙率。

表2—2示各种建筑材料的比重。

各种建筑材料的比重

表2—2

材 料	比 重，克/立方厘米
瀝 青	0.9—1.2
水 在 + 4° 时	1.0
花 崗 石	2.6—2.6
礫 石	2.7—2.9
木 材	1.55
粘 土	2.5—2.9
普 通 粘 土 粘	2.5—2.8
石 英 砂	2.65
矽 酸 鹽 水 泥	3.0—3.1
玻 璃	2.5—3.0
生 鉄	7.25
鋼	7.85

二、容重、

容重是材料在自然状态下的单位体积重量(包括孔隙和空隙)。

容重和材料内湿度(所含水分)有关,一般计算方法是以材料的体积 V_1 (按试件外形测定的体积),除以称量干燥试件的重量 G ,即得容重,可按下列公式计算:

$$\gamma_0 = \frac{G}{V_1} \quad (2-2)$$

式中:

γ_0 ——容重,

G ——材料的重量,

V_1 ——材料的体积。

在实验室中关于容重,以克/立方厘米,或公斤/升表示之。而在生产条件下,则应用公斤/立方米来表示(很少用吨/立方米表示之)。

散粒的材料如砂、礫石等,因为它们体积有粒和粒或块和块间的空隙存在,故常称为疏松容重或散积的容重。

同样材料由于存在孔隙和空隙,其容重常有出入,重量相同的材料,孔隙和空隙较多的体积比较密实的体积大,即 $V_1 > V_2$,所以多孔材料的容重也小于其比重。例如,普通粘土砖的容重为1.5—1.8克/立方厘米(相当于1,500—1,800公斤/立方米),而其比重为2.5—2.8克/立方厘米。所以一般比重大于或等于容重, $\gamma \geq \gamma_0$ 。

一般在工程计算中很少用比重,经常使用的是容重。而且,为了测定材料的孔隙率和紧密度,必须知道比重和容重。在测定材料的导热性时,计算建筑结构的强度(计算自重时)和运输的荷载等,同样需要知道容重。

各种建筑材料的容重,由80(很轻的隔热材料)至7,850公斤/立方米(钢),是介于很大的范围内,见表2—3所示。

各种建筑材料在干燥状态下的容重

表2—3

建筑材料的种类和名称	容 重 , 公斤/立方米
天然石材	
花岗石	2,500—2,800
石灰石	1,000—2,400
砖	
普通粘土砖	1,500—1,800
空心砖	900—1,500
泥制多孔隙的和空心的	600—1,500
砂砖(石灰和砂的)	1,700—1,900

混凝土	
重混凝土	1,800—2,600
碎砧混凝土	1,800—2,000
輕混凝土	600—1,800
整体矿渣混凝土	1,200—1,800
瀝青混凝土	2,000—2,450
瀝青砂漿	1,900
矿渣混凝土	1,500—1,700
膠結材料	
生石灰块	900—1,100
生石灰粉	800—1,000
消石灰	500—600
石灰膏	1,300—1,400
石膏	1,100—1,250
疏松散积的矽酸鹽水泥	1,000—1,100
很好压实的矽酸鹽水泥	1,600
瀝青(液体)	1,080
(固体)	1,000
建筑砂漿	
重級砂漿	2,000—2,200
輕級砂漿	1,600—1,800
粘土砂漿	2,040
砖石砌体	
毛石砌体	2,200
用石灰砂漿砌筑的砖砌体	1,600
用水泥砂漿砌筑的砖砌体	1,700—1,800
木材	
松木	450—600
湿的針叶树圆木	750
半干的針叶树鋸材	600
散粒材料	
河沙	1,550—1,820

山砂	1,500—1,600
矿渣砂	800
碎石	1,500—1,600
砾石	1,500—1,600
石屑	1,200—1,400
干土	1,200—1,400
矿渣	750—1,000
煤渣	700—900
碎砖	1,200—1,350
金属材料	
鋼	7,850
生鉄	7,250
其他材料	
玻璃	2,500—3,000
水在 + 4° C 时	1,000

三、紧密度

材料的紧密度是指材料体积内被固体物质所充实的程度。

假如某种材料在自然状态下,有孔隙的体积为 V_1 ,而在绝对密实状态下的体积为 V_2 (较小),则两者的比值, $\frac{V_2}{V_1}$ 即表示材料的紧密度。

$$r = \frac{G}{V_2}, \quad V_2 = \frac{G}{r}$$

$$r_0 = \frac{G}{V_1}, \quad V_1 = \frac{G}{r_0}$$

$$\text{紧密度 } \eta = \frac{V_2}{V_1} = \frac{\frac{G}{r}}{\frac{G}{r_0}} = \frac{r_0}{r} \cdot 100\% \quad (2-3)$$

因此,材料的紧密度是它的容重对比重的比率(材料应该是干燥的),常以百分率(%)表示之。

表2—4 示几种建筑材料的紧密度。

几种建筑材料的紧密度。

表2—4

材 料	紧 密 度
3 号 鋼	100
普通混凝土	90

普通粘土砖	6.8
松木	3.5
矿质棉板	1.2

四、孔隙率和空隙率

材料的孔隙率是指材料体积内被孔隙所充实的程度，也就是其中孔隙所佔的体积，这些孔隙是封闭的或相互联通的，由气体或水所充实。

材料的孔隙率决定于紧密度，等于1或100%的余数，也就是孔隙率=1-紧密度。

$$\text{孔隙率 } P_1 = 1 - \frac{T_0}{T} \text{ 或 } \frac{T - T_0}{T} \cdot 100\% \quad (2-4)$$

散粒材料的空隙率同样也是根据这个公式计算。

紧密度和孔隙率是材料的重要性质，藉以决定材料的许多基本性质，如容重、吸水性、强度、导热性和耐冻性等。

因此，用于要求具有较高的强度或不透水性的结构，需要紧密的材料。相反的，用于建筑物墙壁的材料，最好是有相当的孔隙率的具有优良隔热性能的材料。

表2—5示几种建筑材料的孔隙率。

几种建筑材料的孔隙率

表2—5

材 料	孔 隙 率, %
花 岗 岩	0.5—1.0
砂 岩	7—25
重 混 凝 土	5.0—20
轻 混 凝 土	65—80
普通粘土砖	20—40
矿 棉	85—95

空隙率表示在材料中存在空气的孔洞体积，如空心砖或散粒材料间的空隙体积如砂等。

表2—6示几种建筑材料的空隙率。

几种建筑材料的空隙率

表2—6

材 料	空 隙 率, %
砂	30—50
碎石	35—50
空心砖	15—50

第二类 物理化学性质——耐久性

材料的耐久性是指建筑物中的材料，在长期使用过程中，遭受外力和周围环境的作用，不失其原有的技术性质，也不被破坏的性质。

材料周围环境中的温度和湿度不断变化，其中可能含有侵蚀性的气体或液体，引起和材料物质发生化学作用。有时产生新的不耐久的物质。周围环境的作用有时可能对材料的性质影响不大，但有时却可能促使材料的完全破坏。

一切建筑材料不可能在任何环境的作用下，都是同样耐久的，主要是考虑对于材料的性质有害的某些影响，因此，材料的耐久性常可分为：

一、干燥空气耐久性

干燥空气耐久性是指材料在干燥环境中（空气相对湿度不超过50%）的耐久性，如水泥的品种很多其中以硅酸盐水泥的干燥空气耐久性较好。

二、大气耐久性

材料用于经常受大气影响，即温度变化、雨、雪、日晒、风、尘埃、非饱和水分下的冰冻等作用下而耐久时，称为大气耐久性。建筑物围护结构使用的材料，就要求这种性质，一般坚密的天然石材的大气耐久性是较好的。

三、耐冻性

耐冻性是指材料在饱和水分的情况下，经受多次反复冻结融化而不破坏，也不严重降低强度的性能。

耐冻的材料要求在经过一定次数的冻融循环后（冻结、融化各一次即称为“冻融循环”一次。在试验室中，试验工作条件相当严密，因此，试验室中每冻融1—2次相当于在自然条件下大气一年的影响。），如强度降低不大于25%，重量损失不大于5%，没有脱屑、裂缩、成层、等损坏现象，即为合格。

一般说来，耐冻性和材料能否耐久有很大关系，因冻结和融化会降低材料的强度。材料由于耐冻性不足而遭受破坏，是它不能耐久的主要原因。某些建筑材料在露天逐渐损坏的原因，是由于受潮后孔隙中充满水分，当遭受冻结时，孔隙中的水变成冰，体积膨胀约8.3%，对孔壁产生相当的挤压力，如超过材料能抵抗的程度，就形成破坏。

因此，材料的体积吸水率小于孔隙率90%，就可认为是耐冻的，但考虑到材料结构组织的不均匀性，而以体积吸水率不超过孔隙率的80%为耐冻指标，即

$$B_{06} < 0.80P_1.$$

此外，材料的重量吸水率接近于0或不大于0.5%，也是耐冻材料。匀质材料中吸水性较低的，而

且不会发生初期膨胀的，则它的耐冻性最为可靠。

材料经受冻结和融化，有时在一年中重复多次。因建筑物的种类、材料的工作条件和气候条件的不同，规定以冻融循环数为10、15、25或更大到200次来检查材料的耐冻性。

对各种材料耐冻性的要求，常因建筑物的种类、周围环境、结构部位等因素而有所差别，例如建筑物内部结构，冷冻时间较短而轻微，以及温暖地区的地下、甚至地上建筑物等，所使用的材料，一般都不要求耐冻性，而用于其他场合的材料，耐冻性则具有重要意义。

材料按能经受的冻融循环次数，分成下列标号：

$M_{P3} 5$ ， $M_{P3} 10$ ， $M_{P3} 15$ ， $M_{P3} 25$ ， $M_{P3} 50$ ， $M_{P3} 100$ ， $M_{P3} 150$ ，及 $M_{P3} 200$ 。

建筑物在地面以上的围护结构（墙、屋顶等），所用材料要求其至少能经受10—15次冻融循环，如在地下或和水接触的部位，则至少能经受25次冻融循环，水工建筑物特别是位于严寒地区者，则更需经受100甚至200次。

材料的耐冻性和软化系数也有关系，软化系数低，就表示材料中存在有粘土或其他对耐冻性有不良影响的软化杂质，所以凡软化系数低于0.8的材料，其耐冻性一般较差。

四、化学耐久性

化学耐久性是指材料能长期抵抗酸、碱或盐类等的腐蚀作用的性能，也叫做化学抗腐蚀性。

材料的化学抗腐蚀性决定于比重、强度、硬度、磨损、脆性、吸水性、透水性、渗气性、耐冻性和耐水性等。

非金属油池中植物油类所含脂肪酸，对于池壁和池底材料，通常从表面开始腐蚀破坏，然后再波及其全部，可以采用化学抗腐蚀性较强的天然或人造材料，作为油池内壁和底的池防护层，例如安山岩、花岗岩、重晶石、石棉、陶瓷制品和玻璃等。

表2—7示几种建筑材料在脂肪酸中的化学抗腐蚀性。

几种建筑材料在脂肪酸中的化学抗腐蚀性。

表2—7

编 号	材 料 名 称	温 度 °C	化 学 抗 腐 性	备 註
1	碳 鋼	3 0 高 温	抗 腐 性 尚 强 抗 腐 性 弱	被 腐 蝕
2	石 英	1 7 0	抗 腐 性 强	
3	經 浸 石 墨		抗 腐 性 强	
4	瓷 料		抗 腐 性 强	
5	陶 料		抗 腐 性 强	
6	玻 璃		抗 腐 性 强	

第三类 力学性质

一、强度和标号

材料在長期或暂时的外力（荷载）作用下，抵抗破壞的能力称为强度。当荷载作用于材料上时，在它的受荷面积上每个小部分单位面积（例如1平方厘米）都发生应力，荷载力图使材料的各个质点彼此接近（受压）和分开（受拉），改变材料的形态和尺寸，甚至破壞它。荷载使材料变形破壞，应力則要保持材料的原来形状和体积，也就是要消除材料所受的变形，並抵抗荷载的破壞作用。

在荷载的作用下，材料内部引起应力，其总和等于作用的荷载，但方向相反，研究建築材料的强度，可以認為应力的方向与荷载的方向正相反。

荷载增加，应力也隨着增长，当荷载超过应力的某一已知限度时，材料质点間粘結力就逐漸不足以抵抗，材料就被破壞。

材料在发生破壞瞬间，所引起的最大应力称为强度极限，也就是材料所能負担的最大抗力。

在結構中的材料經受各种荷载的作用，包括压力、拉力、弯曲力和剪力等，並在材料内部引起各种性质不同、方向相反的应力。材料的强度一般表示抗压、抗拉、抗弯和抗剪等强度极限。

材料的强度极限（ $\sigma_{\text{пч}}$ 或 R ）可按下列公式計算：

$$\sigma_{\text{пч}} = \frac{P_{\text{разр}}}{F_1} \quad (2-5)$$

式中，

$\sigma_{\text{пч}}$ ——强度极限，公斤/平方厘米，

$P_{\text{разр}}$ ——最大荷载，公斤，

F_1 ——試件受荷面积，平方厘米。

在受压、受拉和受剪时可以依上式計算，但在弯曲試驗时，应按材料力学上公式計算弯曲应力：

$$\sigma_{\text{изг}} = \frac{M}{W} \quad (2-6)$$

式中，

$\sigma_{\text{изг}}$ ——弯曲应力，公斤/平方厘米，

M ——弯矩，公斤—米或公斤—厘米，

W ——断面系数，立方厘米。

当梁上作用一个集中荷载，而截面为长方形时，

$$\sigma_{\text{изг}} = \frac{M}{W} = \frac{3pL}{2bh^2} \quad (2-7)$$

式中，

P ——荷载，公斤，

b ——截面的寬度，厘米，

h ——截面的高度，厘米，

L——支距，厘米，

W——梁截面的断面系数，厘米³。

不同种类的建筑材料具有不同强度和抵抗压力、拉力、弯曲的性能，天然和人造石材如砧、石材、混凝土等受压的性能很好，但受拉和受弯的性能却很差，这些材料的抗拉强度极限仅为抗压强度极限的 $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{50}$ ，因此，主要应用于建筑物上受压部分。鋼受拉，受压和受弯的性能都很好，而木材受拉优于受压。

表2—8示几种建筑材料的平均强度极限。

几种建筑材料的平均强度极限。

表2—8

材 料 名 称	强 度 极 限 公 斤 / 厘 米 ²			受 压
	受 压	受 弯 曲	受 拉	受 拉
鋼	4,500	4,500	4,500	1
混 凝 土	150	25	16	9.4
普 通 砧	150	28	18	8.2
木 材	順紋 440	790	順紋 1,150	0.38
矿 质 棉 板	10	2	20	0.5

許多建筑材料在技术上分成标号，是和强度极限相符合。材料的强度极限可用試驗方法求得，一般將試件放在試驗机上加荷載至破坏即可。脆性材料主要試驗压縮，而塑性材料为拉伸。一般材料的抗压强度极限有所不同，由0.5（特別弱的材料）— 10,000（優質鋼）公斤/厘米²。例如普通粘土砧的标号为50 — 150，号重混凝土的标号为50 — 600号等。

材料的强度主要决定于它的紧密度和容重，紧密度和容重坛高，則其强度也就坛長。图2—1示水泥砂漿的抗压强度和孔隙率的关系，試驗証明，孔隙率从24%減至0时，其强度极限坛加80%。图2—2示石灰岩的抗压强度和容重的关系，岩石的技术性質主要取决于容重，其强度和耐久性一般和容重成正比。

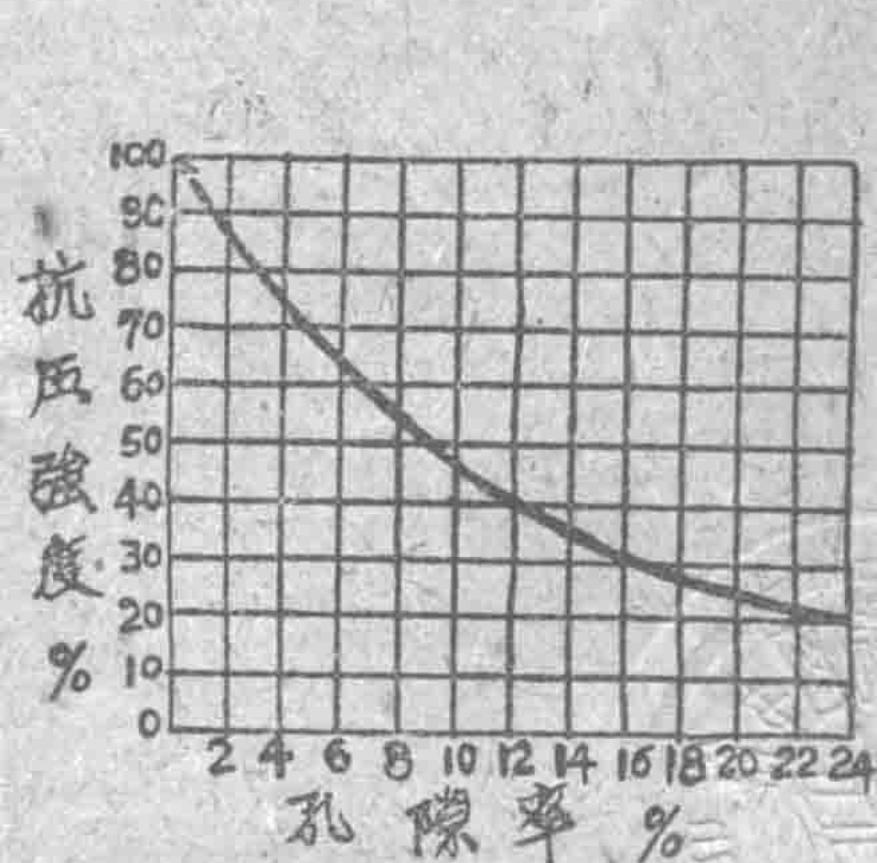


图2—1水泥砂漿的抗压强度和孔隙率的关系。

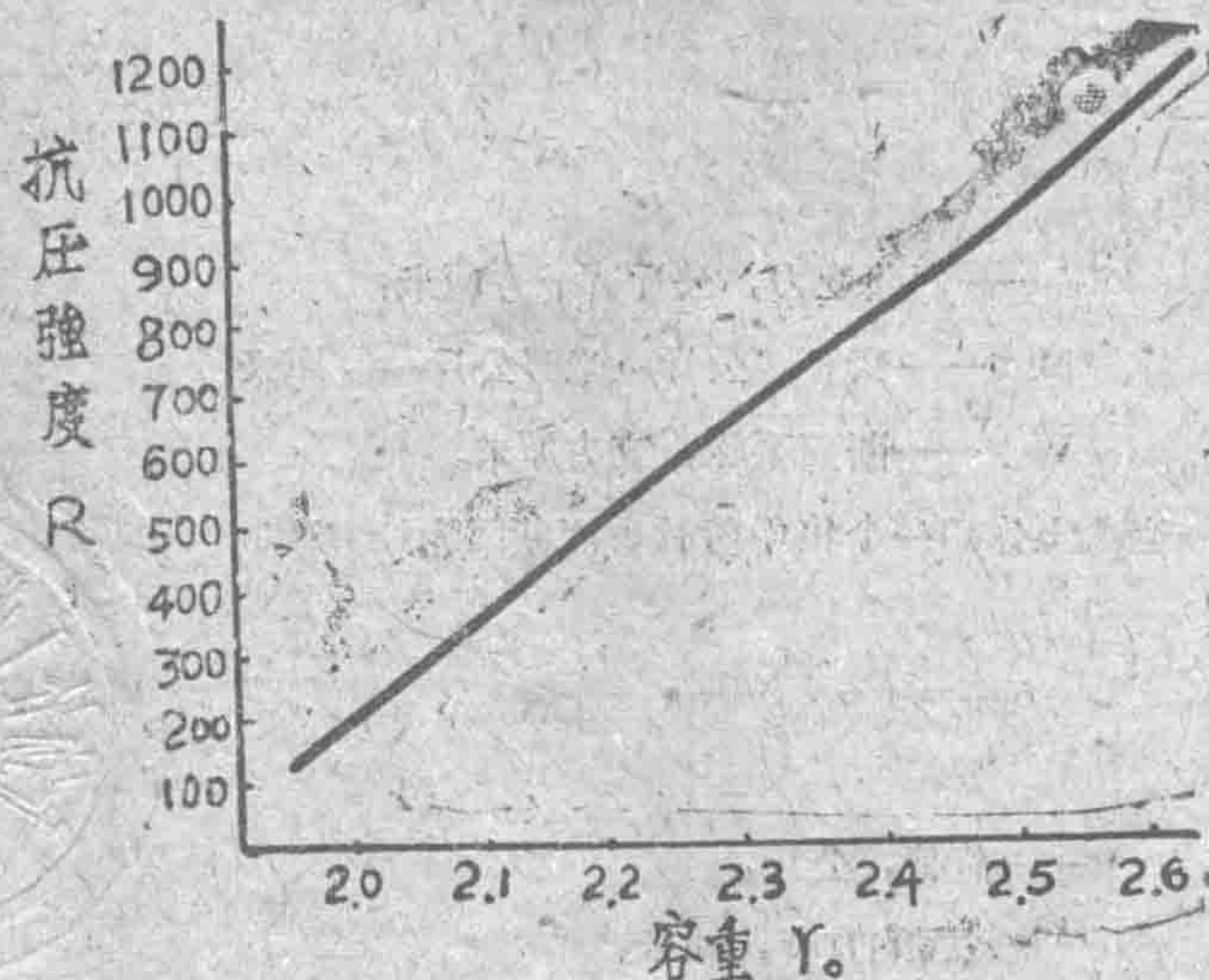


图2—2石灰岩的抗压强度和容重的关系