

高等学校教学用书

冶金工厂建筑概论

西安冶金学院建筑系工业建筑设计教研组编



中国工业出

高等学校教学用书



冶金工厂建筑概论

西安冶金学院建筑系工业建筑设计教研组编

中国工业出版社

002229

本書共分三篇：第一篇為冶金工廠建築的基本知識，其中包括建築材料 and 制品、廠房結構和構造、廠房的衛生技術設施、建築設計的基本知識和建築施工的基本知識；第二篇為黑色冶金工廠建築設計，敘述了黑色冶金工廠的廠址選擇、總平面設計和廠房的建築設計；第三篇為有色冶金工廠建築設計，其中包括有色冶金工廠的廠址選擇、總平面設計和廠房的建築設計。

第一篇為冶金類各專業共用，第二篇及第三篇分別供黑色和有色各專業選擇使用。

本書經冶金工業部教育司推薦作為高等工業院校冶金類各專業的教學用書。

冶金工廠建築概論

西安冶金學院建築系工業建築設計教研組編

*

中國工業出版社出版（北京佟廂閣路丙10號）

（北京市書刊出版事業許可証出字第110號）

北京市印刷一廠印刷

新華書店科技發行所發行·各地新華書店經售

*

開本 787×1092¹/₁₆·印張 19 ½·字數 433,000

1961年8月北京第一版·1961年8月北京第一次印刷

印數 0001—1,137·定價 (10-6) 2.30元

統一書號 15165·560 (冶金-466)

前 言

为了适应我国冶金工业飞跃发展和培养干部的需要，遵照冶金工业部的指示，在院党委领导下，编写了这本“冶金工厂建筑概论”。

本书编写的目的在于使高等学校冶金类专业学生能够掌握有关冶金工厂建筑设计的基本知识和原理，以便在以后的实际工作中，根据冶金工厂建筑设计的基本要求及其内容，能更好地与建筑设计人员取得密切协作，以保证冶金工厂建设的速度和质量。

本书的第二篇和第三篇在建筑设计原理方面基本上相同，但考虑到黑色冶金工厂和有色冶金工厂各有自己的特点，因此，将黑色与有色分开编写。在讲授时，黑色冶金专业只讲授第一篇和第二篇，而有色冶金专业讲授第一篇和第三篇。但黑色冶金专业和有色冶金专业的学生在学习过程中，也可以分别参考第三篇和第二篇的内容。

在编写本书的过程中曾做了不少调查研究工作，对编写大纲和内容进行了认真的讨论，广泛地征求了有关兄弟院校和设计单位的意见，编写后又经过审校和鉴定，认为本书能够满足对本门课程所提出的要求。

本书由西安冶金学院建筑系工业建筑设计教研组王林春、万国安、熊振、林曙梅、张义家和马惠义等教师共同编写。参加编写工作的还有部分高年级学生。本书由王林春同志负责审校。在编写过程中，还得到有关兄弟院校和设计部门的帮助和支持，谨致谢意。

1961年5月

目 录

前 言	3
-----------	---

第 一 篇 冶金工厂建筑的基本知識

第 一 章 冶金工厂建筑材料和制品	6
第一节 概述	6
第二节 天然石材	7
第三节 建筑陶瓷制品	8
第四节 矿物膠結材料	10
第五节 混凝土及其制品	14
第六节 木材	18
第七节 金屬材料	19
第八节 其他建筑材料	20
第 二 章 冶金工厂建筑的結構和構造	21
第一节 冶金工厂建筑类型	21
第二节 冶金工厂建筑的基本構造	23
第三节 对厂房結構構造的基本要求	25
第四节 地基和基础	26
第五节 厂房的承重結構	39
第六节 墙	61
第七节 屋盖	65
第八节 天窗与側窗	67
第九节 地坪	81
第十节 其他構件	86
第 三 章 冶金工厂厂房的衛生技术設施	92
第一节 通風	92
第二节 給水与排水	109
第三节 供热与供煤气	116
第四节 天然采光和人工照明	123
第 四 章 冶金工厂建筑設計的基本知識	128
第一节 冶金工厂建筑設計的内容和程序	128
第二节 冶金工厂建筑的工業化	131
第三节 冶金工厂建筑經濟	133
第 五 章 冶金工厂建筑施工的基本知識	137
第一节 概述	137
第二节 几种主要建筑安裝工程的施工方法	138
第三节 建筑施工的組織原則与經營方式	140

第 二 篇 黑色冶金工厂建筑設計

第 一 章 黑色冶金工厂的厂址选择	142
-------------------------	-----

第一节	厂址选择工作的任务和程序	142
第二节	黑色冶金工厂对厂址的要求	144
第二章	黑色冶金工厂总平面设计	146
第一节	黑色冶金工厂总平面设计的任务和程序	146
第二节	黑色冶金工厂总平面布置的生产过程和生产线路系统	147
第三节	黑色冶金工厂的总平面布置	148
第四节	黑色冶金工厂总平面运输	172
第五节	黑色冶金工厂的工程技术管网	185
第六节	黑色冶金工厂的竖向布置	189
第七节	黑色冶金工厂总平面布置的技术经济比较	197
第三章	黑色冶金工厂厂房的建筑设计	199
第一节	概述	199
第二节	黑色冶金工厂厂房的平面和空间布置	200
第三节	黑色冶金工厂厂房的结构、构造处理	217
第四章	黑色冶金工厂车间的附属生活福利和行政办公建筑	233
第一节	生活福利和行政办公建筑的组成及设备	233
第二节	生活福利和行政办公建筑的设计	236

第三篇 有色冶金工厂建筑设计

第一章	有色冶金工厂的厂址选择	238
第一节	厂址选择工作的任务和程序	238
第二节	有色冶金工厂对厂址的要求	239
第二章	有色冶金工厂总平面设计	242
第一节	有色冶金工厂总平面设计的任务和程序	242
第二节	有色冶金工厂总平面的生产过程和生产线路系统	243
第三节	有色冶金工厂的总平面布置	247
第四节	有色冶金工厂总平面运输	259
第五节	有色冶金工厂的工程技术管网	265
第六节	有色冶金工厂的竖向布置	267
第七节	有色冶金工厂总平面布置的技术经济指标	273
第三章	有色冶金工厂厂房的建筑设计	274
第一节	概述	274
第二节	决定有色冶金工厂厂房建筑设计的主要因素	275
第三节	有色冶金工厂厂房工艺布置与建筑型式的选择	278
第四节	有色冶金工厂厂房的平面布置和空间处理	281
第五节	有色冶金工厂厂房的结构构造处理	297
第四章	有色冶金工厂车间附属生活福利和行政办公建筑	309
第一节	生活福利和行政办公建筑的组成和设备	309
第二节	生活福利和行政办公建筑的设计	310

第一篇 冶金工厂建筑的基本知識

第一章 冶金工厂建筑材料和制品

第一节 概 述

建筑材料及制品，是組成工程結構的最基本因素，是一切建筑的基础。一切設計和施工，都离不开材料；要想掌握厂房的結構、構造和設計施工的基本知識，首先必須对建筑材料，有所了解。

一个建筑物，不論是工業建筑或民用建筑，建筑材料費都佔总造价的絕大部分。一般土建工程（不包括設備在內），建筑材料費約佔工程总造价的50%以上。因此，建筑材料及其制品，在国民經济建設中起着極其重要的作用。建筑材料工業的發展速度，在很大程度上决定着基本建設的發展速度。由此可見，合理而經濟的使用建筑材料，在国民經济建設中，有着很重要的意义。为此在保証工程質量的前提下，尽可能的節約建筑材料，降低造价，加速施工进度。在选用建筑材料方面，应充分利用地方性建筑材料，試制和大力推广新品种建筑材料。

建国以来，我国建筑材料工業同其它工業發展速度一样，也有了很大的發展。就鋼材和水泥兩項来看：鋼材原来只有 T_0 、 T 兩種，但随着我国鋼鉄产量的迅速增長， T_0 熱軋螺紋鋼、25TC 低合金鋼、高强度鋼絲等鋼材产品也逐漸增加。同时还掌握了鋼筋的冷拉、冷拔、冷軋及点焊、接觸焊等先进經驗，節約了大量鋼材；在水泥方面由解放初期年产60多万吨飞躍到1959年年产1227万吨，品种也由四种發展到廿九种，产品的質量也在不断的改进和提高。

随着基本建設規模的不断扩大，設計和施工的速度也越来越快，为了适应工業建設的大量需要，滿足設計标准化、施工机械化的要求，建筑材料工業今后的發展必須走向材料管理計劃化、产品标准化、生产工厂化、及綜合利用工業廢料，扩大建筑材料来源的道路。

建筑材料一般分为金屬材料和非金屬材料。非金屬材料有無机材料（如天然石材、燒土制品、矿物膠結材料、混凝土、灰漿、人造石材、無机隔热材料等）及有机材料（如木材、竹材、瀝青、油漆塗料等）；金屬材料有黑色金屬（如生鉄、鑄鉄、鋼、合金鋼等）及有色金屬（如銅、錫、鉛、鋅、鋁等）。

在冶金工厂建筑中，常用的建筑材料及其制品可分以下几类：

- 1) 天然石材；
- 2) 建筑陶瓷制品——磚、瓦等；
- 3) 矿物膠結材料——水泥、石灰、石膏等；
- 4) 混凝土及其制品——普通混凝土、湿碾矿渣混凝土、特种混凝土（耐热混凝土、耐酸混凝土、防水混凝土）輕混凝土及多孔混凝土；

- 5) 木材;
- 6) 金属材料;
- 7) 其它建筑材料:
 - (1) 瀝青及其防水材料;
 - (2) 隔热材料。

不同用途的建筑物，其各部位所用的材料及所起的作用也不相同。因此各种建筑材料都需具有不同用途的技术要求。如屋面材料就需有一定的强度、不透水性和抗冻性；筑墙材料需具有承重及保暖性能；基础材料就需具有承受屋盖和牆的重量、抵抗地下水的浸蝕等性能。不論采用哪种建筑材料，都必须首先了解它的性能、用途及适用范围。

第二节 天然石材

在現代建筑工程中，矿物材料的应用范围已日益佔据首要地位，从基础一直到屋盖材料，大都是由矿物材料組成的。所以天然石料是一切矿物建筑材料的組成基础。凡是有一定强度、耐久性的岩石，并且产地普遍，可以采用在建筑物上，这些岩石都称为天然石材。它是由天然岩石中开采出来經過人工或机械加工所制取的。除了大塊的石料直接用在建筑上以外，有些岩石的碎塊或粉沫用来作为人造石料的原料（如燒制磚瓦的粘土、混凝土的骨料等）。由于天然石料的重量大、質脆，不易加工，产地限于地区性、运输不便，故在利用上受到了一定的限制，而逐渐被人造石料所代替。

1. 天然石料的种类

用作天然石材的岩石，按照地質特征可分三类：火成岩；水成岩；变質岩。火成岩由地球内部的熔化岩漿，上升到地球表面層經冷却和硬化而形成。如花崗岩等；水成岩由于形成的原因不同又可分为机械沉积岩（是由火成岩經水冻、風化作用变成微粒或散塊、經風和水搬运聚积一处，后經压力或膠結作用而成的岩石。如砂、粘土等），化学沉积岩（是由溶解于水中的岩石經溶解积聚而成，如石膏等），有机沉积岩（是由动物骨骼或植物殘骸，經压力与沉积而成，如石灰岩、砂藻土等）；变質岩是由火成岩或水成岩受到高溫及上層地壳重压的影响，內部發生了深刻的变化而成。如大理岩、片麻岩、板岩等。

岩石是由个别的造岩矿物所組成，这些矿物有不同的形狀、尺寸、結晶、硬度，岩石中所含的矿物不同，含量不同就决定了这些岩石的建筑特性。在建筑中最常用的岩石有以下几种：

1) 花崗岩：它是属于火成岩类的，主要矿物成份是長石、石英及小片云母。由于含有硬度較高的長石与石英，且結晶均匀而致密，所以花崗岩坚硬而强度高，但耐火性較差，常做为基础、牆和裝飾材料用。

2) 石灰岩：属于水成岩中的有机沉积岩，主要成份是 CaCO_3 ，因此不能承受酸的侵蝕，在有大量碳酸气或酸性廢水产生的工厂建筑中或这类工厂附近的建筑中，都应避免采用石灰岩。除在建筑上直接用石灰石外，可煅燒成石灰做膠結材料，也是燒制水泥的原料之一。

3) 砂岩：属于水成岩中的机械沉积岩。是石英顆粒被膠結物質（氧化硅、碳酸鈣和粘土等）膠合而成。多数砂岩重而堅密，热傳导系数大、常用来做基础、建筑物的欄面、踏步及人行道，不宜作建筑物的外牆。

4) 大理岩：是属于变质岩类，主要是石灰岩或白垩经变质而成。常用来作为装饰材料及复面材料，亦可煅烧成石灰。

5) 板岩：属于变质岩类，是由粘土变质而成，内部组织致密、均匀，易分割成板状。质量好的板岩常用作屋面复盖材料或地坪材料。

2. 天然石材的性质

一般讲来，容重大的石材，其热传导系数亦大，硬度也大，抗磨损性能高，适于做抗压承重构件，如基础等。一般石料的抗压性能很高，而抗弯强度只有抗压强度的 $1/5$ ，抗拉强度约为抗压强度的 $1/50 \sim 1/40$ 。根据石材的抗压强度不同，可将石材的标号分为三种：低强石材——每平方厘米 $4 \sim 50$ 公斤；中强石材——每平方厘米 $35 \sim 150$ 公斤；高强石材——每平方厘米 $100 \sim 1000$ 公斤。

天然石材在受到火灾、冻结、有害气体以及酸碱的浸蚀时易于破坏，因此在采用天然石材时应使石料表面平滑而光亮，减少积水，或以药剂涂刷石料使水不易渗入，防止破坏。

3. 天然石料的制品及其在建筑中的应用

直接用于建筑上的天然石料分为成形的与不成形的两类，普通所用的成形石料有以下几种：

(1) 条石：为正块长方形的石料，可作为台阶石、窗坎石、勒脚及纪念碑等。采用的石料常有花岗岩、正长岩、石灰石、砂岩、大理石等。一般尺寸长约 2 米，宽约 $30 \sim 40$ 厘米，厚 10 厘米左右。

(2) 方石：正齐的方块形，小的约 20 厘米，大者可达 60 厘米左右。此种石料可作柱基、铺地石、榫面石及其他装饰石料。采用的原料与条石相同。

(3) 石板：大小不等，主要做屋面、墙面。做屋面复盖的石料主要为板岩，而墙面用石料主要为片麻岩、大理岩等。厚度一般都在 5 毫米以上。

此外还有铺路用的小方石，作拱用的拱石及柱石等。

不成形的石材可分以下几种：

(1) 块石：是在爆破取石中炸得的不规则的石块，大小自 20 厘米至 1 米。主要用于房屋的基础、路基、护岸、挡土墙等。所用石料主要为花岗岩及重质的火成岩、砂岩、石灰岩等。

(2) 散粒石：包括碎石、砾石及砂子等。主要用作混凝土的骨料，碎石可以铺路及作铁路道碴等。

第三节 建筑陶瓷制品

将做成一定形状的粘土胶泥烘干后经焙烧而变成类似石料的物质叫陶瓷，如砖、瓦等。

和其他建筑材料比较，建筑陶瓷制品有以下几个优点：

(1) 原料分佈广，到处可取，成本较低。

(2) 制造简单，不需要复杂的设备，适于中小型工厂及手工方式生产。

(3) 根据需要可制成一定形状的制品。

(4) 制品具有许多优越的物理力学性能，如强度大、耐磨损、不腐朽。亦可制成具有

很高的隔热及耐火材料等。

建筑陶瓷的缺点在于：須要燒制，消耗燃料較多，制品尺寸較小，自重大，砌成大的結構物費工等。但随着技术的提高，工艺的改进及施工中推行大型砌塊，上述这些缺点正逐步得到改善，所以建筑陶瓷仍不失为目前最主要的建筑材料之一。

建筑陶瓷依紧密度大小不同可分为两大类：

(1) 多孔的制品：亦称陶器，不透明，一般吸水率大于 5%。建筑中常用的有普通磚瓦、輕磚及部份卫生管道等。

(2) 致密的制品：亦称瓷器，紧密度大于 94%，吸水率小于 5%，有光澤，質硬而不透水。建筑中常用的制品有地面磚、道路磚、耐酸制品、某些陶瓷管道、卫生瓷器等。

1. 普通粘土磚

在建筑陶瓷中普通粘土磚是应用最广泛的材料。依顏色，分青磚和紅磚，容重为每立方米 1.8~2 吨，我国普通磚的尺寸为 $240 \times 115 \times 53$ 毫米（見圖 I-1-1）。

普通粘土磚的抗压性能較好，依标准抗压試驗而將磚分为 50、75、100、150、200 号五种，依标准規定，一等机制磚标号不低于 100 号，二等磚不低于 75 号。吸水率表示了磚的好坏，由于磚常作筑牆材料，所以不希望过分密实，有适宜的导热性。通常磚的吸水率为 8~20%，欠火磚的吸水率在 25% 以上，强度低，导热性小。过火磚吸水率在 8% 以下，强度高，导热性高。但因常形成弯曲現象，从而降低了磚的等級。此外，对磚的形狀、尺寸、耐冻性、容重等技术要求，国家都有規定（建标 2-59）。

普通粘土磚的用途很广，常用以砌筑牆、柱、拱、烟囱、溝道、基础等。近来由于磚扁壳結構設計的成功，使磚又有了新的用途——做为屋面的复盖材料。

2. 輕型磚

凡容重小于每立方米 1400 公斤的称为輕型陶瓷。形狀似磚称輕磚。在建筑中主要使用輕磚的目的在于提高建筑物圍护結構的隔热性能，借以減輕結構物的自重。常用的輕型磚分微孔磚、多孔磚及空心磚三种（見圖 I-1-2）。

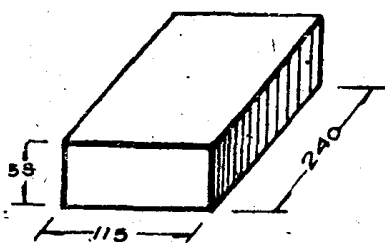


圖 I-1-1 普通磚

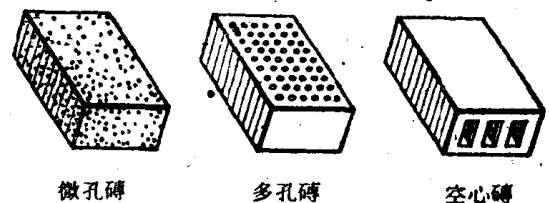


圖 I-1-2 各种輕型磚

1) 微孔磚：是粘土中摻拌木屑、切細的泥炭等可燃物質，經焙燒而成。在焙燒过程中，可燃物質在粘土中燃燒，变成气体逸出，在磚內留下很多孔洞。容重約为每立方米 1200 公斤。由于容重小有許多气孔，故保暖性好，而吸水性和透水性高，故常作承重外牆的填充料，但在使用时必須在表面另加抹灰層或其他复面材料，以保証保暖性，降低透气性，提高抗水性和耐冻性。

2) 多孔磚和空心磚：一般是在特殊的压型机上制型，經焙燒而成。制坯的粘土中不应含有雜質，容重約为每立方米 1200~1400 公斤。其用途和微孔磚大致相同，但它还可以

和钢筋混凝土一起制成楼板，以节省木材和水泥。

3. 普通粘土瓦

用普通粘土烧制成的瓦，常用的分为普通粘土瓦和小青瓦两种。小青瓦是我国劳动人民在长期劳动中所创造的，在地方性建筑中广泛被采用着。瓦是民用建筑中广泛采用的屋面材料。

粘土瓦应具有相当的强度及必要的耐冻性、不透水性、较低的吸水率。能防止雨雪，是优良的屋面材料。但其自重较大，较脆，所以在一些大型工业建筑中不宜采用。

普通粘土瓦，依用途不同分为平瓦及脊瓦。平瓦用于屋面，标准尺寸为 400×240 毫米。脊瓦用于屋脊，尺寸为 200×410 毫米（见图 I-1-3）。小青瓦一般断面约成 25° 的弧形。各地尺寸不统一。

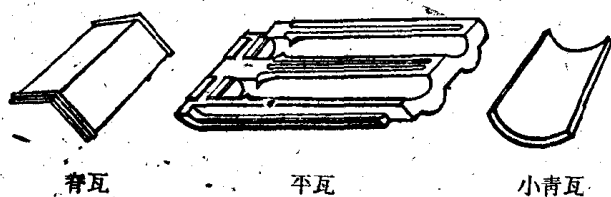


圖 I-1-3 瓦

4. 其他建筑陶瓷

用于建筑中的建筑陶瓷，除普通粘土砖、瓦及轻型砖以外，尚有许多种不同用途的其他建筑陶瓷制品，如墙地砖、地面砖、道路砖、耐酸制品、缸管、卫生陶瓷及耐火材料等。

根据在冶金工厂建筑中常用到的其他建筑陶瓷类给以简单介绍。

1) 耐火材料：主要用于砌筑各种工业窑炉与经受高温的地方，如工厂烟囱内衬等处。能耐高温而不软化，一般耐火度应在 1580°C 以上。能抵抗各种气体、炉渣或其他金属的侵蚀。依成份不同又可分为酸性耐火材料，碱性耐火材料及中性耐火材料。

2) 地面砖、道路砖及耐酸制品：地面砖尺寸大的厚的称铺地砖，尺寸小的薄的称马赛克。铺地砖的硬度大、耐磨性高、强度大、密实、吸水性小于4%，所以抗冻性及耐酸、碱侵蚀性很高。常用作工厂和实验室的地面。

道路砖的厚度大（常为普通砖的1.5~2倍），抗弯强度、抗冲击荷载能力大。常作城市、工厂道路路面及厂房内的地面。

在冶金工业建筑中，某些车间（如有色工业的铜电解车间、黑色冶金工厂轧钢车间酸洗工段）常产生有酸碱等，其他化学工业更有侵蚀性酸等产生，所以耐酸制品是耐腐蚀工程的重要材料之一。耐酸制品的种类很多，如前所述的面砖，地面砖，道路砖及以下要介绍的缸管，都是较好的耐酸材料。

3) 缸管：多为难溶粘土或低级耐火粘土制成。管有圆形及椭圆形等。缸管是烧制而成的，密实、空隙率小，吸水率在6%以下，能抵抗许多强酸、强碱和其他化学侵蚀。具有相当的强度。常用作化工厂实验室及其他有化学侵蚀工业的输液管道。也可作为上下水道的管子用。广泛采用这种管道可以大量节约金属材料。

第四节 矿物胶结材料

矿物胶结材料为粉状矿物材料，与水混合后经物理化学作用，硬化而成坚硬如石的材料。矿物胶结材料的硬化过程是相当长期的进行着，甚至已使用很久的建筑物，其材料的硬化过程还在不断的进行着。

矿物胶结材料在现代建筑工程中应用范围很广：制作人造石材（各种混凝土及其制

品)、調制砌筑灰漿、抹灰灰漿等。生产膠結材料的原料为石灰岩、泥灰岩、粘土、白云岩、菱鎂矿、石膏、石英砂等。近年来又大量利用了各种工業廢料,如矿渣、頁岩灰、煤灰、煤渣等,扩大了材料来源,降低了成本。

矿物膠結材料依硬化的条件不同,可分为两大类:

(1) 气硬性膠結材料: 这种材料只能在空气中硬化,在空气中保持强度、繼續提高强度。如气硬石灰、石膏、鎂質膠結料及水玻璃等。

(2) 水硬性膠結材料: 这种材料除能在空气中硬化外,在水中能更好的硬化,長久的保持强度、繼續提高强度。如水硬石灰、各种水泥等。

一、石 膏

建筑用石膏是二水石膏($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)加热到 $150^\circ \sim 190^\circ\text{C}$,脱水变为半水石膏($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$),半水石膏即为建筑用石膏,是气硬性的膠結材料。

建筑石膏的特性是:加水后重新变为二水石膏,放出热量。硬化很快,一般 12~24 小时即可达到最終强度的一半。硬化后体积約增加 1%,多余的水分硬化后蒸發,而在石膏中留下空隙。所以强度較低,而保暖性較好。由于硬化后的石膏遇热 (70°C 以上) 后又会分解成半水石膏,失去强度;遇潮时,强度也会大大降低,故石膏及其制品应避免过热或受潮,在运输及貯存时也应注意。

建筑石膏常用作建筑内部的抹灰,建筑中的裝飾構件,或空心保暖材料填充骨架牆。

二、石 灰

石灰是石灰石(CaCO_3)在 $1000^\circ \sim 1200^\circ\text{C}$ 的高溫下煅燒而成的,燒得的产品叫生石灰(CaO),在应用时通常將生石灰塊加水熟化,变为熟石灰漿($\text{Ca}(\text{OH})_2$)。石灰的硬化是熟石灰与空气中的 CO_2 反应,生成坚硬的石灰石(Ca_2CO_3),但这仅限于砂漿的表面与空气接触的地方。而砂漿的内部則是熟石灰逐漸失去水分变成 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的结晶。正是由于表面形成一層 Ca_2CO_3 的硬皮,而給内部硬化带来了困难,因此石灰的硬化进行的很慢。硬化后强度低,同时在熟化过程中常反应不完全,且熟化時間較長。为改善上述缺点,在苏联已推广直接利用磨細生石灰粉,使用时直接加水調成漿,由于同时产生热量而使石灰迅速凝結,干燥及硬化較快,硬化后强度較高。但磨細生石灰粉須要大量設備,耗費电力,故目前我国未大量推广。

在建筑中,石灰漿常作为砌筑灰漿与抹灰灰漿之用。在用时为改善石灰漿的硬化收縮大的缺点,常加入砂子或其他骨料,也可加入麻刀,紙筋等纖維材料,加强顆粒間的連結。此外石灰也常用来与活性混合料(火山灰、硅藻土、粉狀高爐爐渣矿粉等)一起磨細做成無熟料水泥。与砂在一起制成硅酸鹽制品。

由于石灰在空气中会吸收水分而熟化,故在运输与貯存时应注意防潮。

三、菱苦土、水玻璃与耐酸水泥

菱苦土是菱鎂矿(MgCO_3)加热到 $600^\circ \sim 650^\circ\text{C}$ 生成氧化鎂硬塊,磨碎即为菱苦土。属于气硬性膠結材料。有白色与黃色两种。用水和砂調制成的菱苦土砂漿,硬化后强度低,并且硬化很慢,不宜采用。但用比重为 1.2 的氯化鎂溶液及木屑所調制的材料,硬化速度

較快，且具有相當高的強度。它能與植物纖維很好的膠結，不會引起纖維的分解。因此常與木纖維（木絲、木屑等）在一起組成具有一定彈性的菱苦土木屑地板、菱苦土木屑板、木絲板及其他制品。由於菱苦土耐水性差，水會溶去可溶性鹽類，使菱苦土制品遭到破壞，因此在使用時應注意防潮。

水玻璃是純石英砂與碳酸鈉或硫酸鈉在一起混合，經磨細，在玻璃熔爐內加熱到 $1300\sim 1400^{\circ}\text{C}$ ，生成硅酸鈉，即為水玻璃。冷硬後變成透明的固體，然後經 $3\sim 8$ 個大氣壓高壓蒸汽鍋內或熱水中，將固體溶解成液體，呈膠質溶液狀，其比重為 $1.32\sim 1.5$ 。

水玻璃為礦物膠，不燃燒也不腐朽。在建築中常用作耐熱灰漿、耐熱混凝土、耐熱及防水塗料。另外水玻璃具有高度的耐酸性能，因此建築工程和化工建築中常用來作耐酸材料，如調制耐酸水泥、耐酸灰漿、耐酸混凝土等。

耐酸水泥是磨細的純石英砂與硅氟酸鈉的混合物，用水玻璃調制而成。耐酸水泥在凝固後如用酸洗處理，則水玻璃在酸作用下分解出氧化硅凝膠，促進硬化，提高耐水性及耐酸性。由於耐酸水泥硬化後收縮較大，常製成耐酸灰漿與耐酸混凝土，不宜單獨做耐酸塗料。

四、水 泥

在現代建築工程中，水泥是應用最廣的建築材料之一，它能和砂、石拌合在一起，經水調制而硬化後組成一種堅硬如石的材料，可以和鋼筋在一起組成抗壓、抗拉、抗凍、耐磨損性能良好的鋼筋混凝土。所以水泥的制品常用作建築上的各種承重結構、容器結構、管道、地面及各種建築零件。作為砌築抹灰灰漿之用；此外尚應廣泛用於道路、橋梁、水利、礦井、國防等工程及農業建設中。由於社會主義建設規模的不斷擴大，對水泥的需要量也隨着增加。解放後十一年以來，我國水泥工業有了迅速的發展，水泥產量已大大增加，但與需要量相比較仍嫌不足，尚難滿足全國工農業建設的需要。因此在水泥的使用上必須嚴格貫徹節約的原則，經濟合理的使用，在可能條件下盡量以其他材料代用。如硅酸鹽制品、濕碾礦渣混凝土等。

1. 硅酸鹽水泥

硅酸鹽水泥又名波特蘭水泥，是由含石灰質、粘土質材料按比例磨細配合，經 1450°C 焙燒得出熟料，摻一定的石膏磨細而成。

水泥的硬化過程為水泥遇水後產生化學反應，自可塑性的漿體逐漸變稠凝結，提高強度變成堅硬的石狀物體。這種硬化過程是很複雜的物理化學現象。水泥的硬化除由原料的礦物成分決定外，尚與硬化時的溫度、水灰比大小及水泥顆粒的細度有關。水泥顆粒越細，表面積越大，則硬化就快。水泥硬化時當溫度很低時（低於 5°C ），硬化大大減慢，當溫度為零度時，硬化完全停止。所以在冬季施工時應注意提高養護的溫度，使硬化進行正常。當溫度提高則硬化速度便加快。水泥是水硬性膠結材料，必須在潮濕的環境中硬化。長期在水中硬化的水泥，比在空氣中硬化的水泥強度要高。

1) 硅酸鹽水泥的主要性質：

(1) 細度：一般硅酸鹽水泥其顆粒越細則硬化越快，早期強度大，放熱量高。但限于設備及耗電量大，故不宜磨的過細。

(2) 凝固時間：水泥拌合後由塑性體到開始變為固體的時間，稱為初凝時間；至完全

变硬的时间，称終凝时间。水泥初凝时间不宜过短，否則調好的水泥未运到工地就可能凝固。但也不宜过長，过長会影响棋板的週轉率，推迟施工进度。所以标准規定：初凝时间不得早于 45 分鐘，終凝时间不得迟于 12 小时。

(3) 需水量：在調制水泥漿时，加水的目的是起水化反应和提高水泥漿的可塑性。水泥水化时一般只須 10~20% 的水，但調制时的用水量远超过这个比例。多余的水分在硬化后蒸發形成孔隙，降低强度，增加收縮变形。故在調制水泥漿时用水量愈少的水泥質量愈高。

(4) 强度：水泥的标号是以标准試件养护 28 天，作压力試驗求得的抗压强度表示。我国目前生产的硅酸鹽水泥有 200、250、300、400、500 及 600 号共六种。

(5) 体积变化的安定性：水泥漿在硬化时放出大量热。由于水泥中有游离的 CaO 及 MgO ，熟化迟緩。当水泥漿硬化后繼續硬化时，体积膨脹而發生开裂，故应具有良好的安定性。單純的水泥漿在硬化时会产生收縮而使水泥开裂，因此常与砂石等骨料混合作成水泥砂漿或混凝土而应用。

2) 硅酸鹽水泥的腐蝕：这种水泥在硬化后，若長期受有浸蝕性的液体或气体（酸、鹽），或者水的作用下，会遭到破坏。水与硅酸三鈣化合生成 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶于水。在長期水的作用下（尤其处于流动水的作用），使水泥形成多孔的，因此降低强度。当遭到酸的作用时，和水泥中的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 起作用，生成新的化合物，体积膨脹、使水泥破坏。为此，为防止水泥破坏，根本上应从工艺着手，减少有害液体或气体的产生作用在这种混凝土上。此外，尚可在結構表面上加保护层，如水玻璃、瀝青、硅氟酸鹽等塗料，保护水泥免受侵蝕。也可采用其他种类水泥（如火山灰質硅酸鹽水泥及耐酸水泥等）来抵抗这种侵蝕的作用。

3) 硅酸鹽水泥的应用：硅酸鹽水泥广泛的应用于地上、地下和水下的混凝土及鋼筋混凝土結構，調制灰漿及制作其他水泥制品，如石棉水泥制品等。由硅酸鹽水泥破坏的原因可知，在有害液体、气体和水的作用下常遭到破坏，故它不宜用于受有侵蝕水（海水、矿物水、流动的淡水等）及水压作用的構筑物中。

2. 火山灰質硅酸鹽水泥

这种水泥是在硅酸鹽水泥中加入 20~50% 火山灰質混合物，并需要加入适量石膏，磨細成粉，制成具有水硬性的膠結材料，称为火山灰質硅酸鹽水泥。我国規定这种水泥有 200、250、300、400、500 号五种。

火山灰質硅酸鹽水泥与硅酸鹽水泥比較起来有以下几个特点：有較高的抗腐蝕性，防水性；凝固时产生热量少；安定性有改善；后期强度高而早期强度低；产量高、成本低；調制时用水量大、易干裂等。常用于地下及水工工程（尤其是海水工程），如基础、地下結構物、上下水工程等。适宜澆灌大体积混凝土。

3. 矿渣硅酸鹽水泥

它是由硅酸鹽水泥中加 20~85% 高爐矿渣及适量的石膏，磨細而成。标号有 200、250、300、400、500 号五种。矿渣硅酸鹽水泥与普通硅酸鹽水泥相比較，它有較高的抗腐蝕性、耐热性及硬化时放出热量少，但抗冻性差，早期强度低。故常用于地下工程、水工工程、受热工程以及配制大体积混凝土、建筑灰漿等。

4. 混合硅酸鹽水泥

在普通硅酸盐水泥中均匀加入 10% 以上的非水硬性掺料(如石灰石料、粘土、黄土、石英砂等,也可加入少量有活性的煤渣、碎砧等)及适量的石膏,磨细而成的产品称混合硅酸盐水泥。标号有 200、250、300、400 号四种。

由于这种水泥抗冻性差、耐腐蚀能力低、后期强度低、凝固时放热量小,故常用在一般地上工程及配制大体积混凝土,配制建筑灰浆等。

除上述在建筑工程中常用的四种水泥外,尚有許多种不同用途的特种水泥。如用于快速修筑宜冬季施工及海水工程的矾土水泥;用于装饰抹灰用的白水泥;耐酸水泥等。

第五节 混凝土及其制品

混凝土是胶结材料、水和骨料的混合物,经凝固、硬化而成的一种坚硬如石的人造石材。常用的骨料为碎石、砾石、砂子等。骨料是起混凝土的骨干作用,并减少在硬化时的收缩。由于一般混凝土中骨料的重量占 80% 以上,所以也是比较经济的地方性的建筑材料。

混凝土的优点是抗压强度高,有相当的密实度,可做成各种形状的构件。但抗拉强度小,一般只有抗压强度的 $\frac{1}{12}$,为充分发挥混凝土的作用,可采用钢筋来弥补混凝土抗拉强度低的缺点,使钢筋承受拉力,组成钢筋混凝土。由于混凝土取材容易、施工不复杂、强度、形状可根据设计要求做成任何类型的构件,因此使用范围极广,几乎成为建筑工程中不可缺少的一种重要建筑材料。

混凝土由于使用的胶结材料、骨料及用途之差异而种类很多。如按胶结材料可分为:水泥混凝土、石膏混凝土、沥青混凝土;按重量分,有:特重混凝土、重混凝土(普通混凝土)、中級混凝土、轻混凝土、特轻混凝土;按用途可分为:普通结构用混凝土(如基础、柱、梁、楼板等构件用的混凝土)、道路混凝土、水工混凝土、耐热混凝土、耐酸混凝土、防水混凝土、隔热混凝土及其他特殊性能的混凝土。而在冶金工业建筑中常用到的主要有以下几种混凝土:

- (1) 普通混凝土(重级混凝土)。
- (2) 轻混凝土。
- (3) 湿碾矿渣混凝土。
- (4) 耐热混凝土、防水混凝土及耐酸混凝土等。

一、普通混凝土

1. 普通混凝土的材料选择

根据工程结构的用途不同、性质不同,对组成结构构件的材料性质、品种也有不同的要求。因此,在设计施工中必须根据不同用途的结构构件而选用不同性质的材料品种,以满足结构的要求,充分发挥材料的性能。普通混凝土所用的水泥在前节矿物胶结材料中已经讲过,应当合理选择使用。

普通混凝土用的骨料分:细骨料及粗骨料两种。凡粒度小于 5 毫米的称细骨料,常用的如河砂;而粒度在 5~150 毫米的天然砾石、人工碎石称粗骨料。为了组成很好的级配、减少混凝土的空隙率、提高混凝土强度和密实性,对混凝土的骨料有一定的要求,如对砂要求尽量减少有害杂质的含量(粘土、有机物杂质、云母、石膏、黄铁矿等硫酸盐类)及

良好的級配。对粗骨料（石子）要求是要有良好的級配、空隙率、有一定的强度、抗冻性及含有較少的雜質等。

拌和混凝土的水要純，可用自来水及天然飲用水，不得用含有脂肪、油、糖类及含硫酸鹽类的水。因为它易引起混凝土的强度降低和引起混凝土的破坏。

2. 混凝土的主要性質

混凝土成份的配合直接关系到混凝土的質量，一般对混凝土配合比的基本要求是：在預計時間內混凝土的强度要符合設計强度；有适宜的和易性（包括流动性和稠度）；有一定的緊密度以保証其耐久性；在滿足上述要求条件下，尽量節約水泥用量。

1) 混凝土的和易性：和易性的好坏直接影响到混凝土的質量，一般和易性应滿足下列要求：容易攪拌；能以自重斜板或管内流动；容易搗固；在攪拌和运输过程中不产生离析現象（不应分層，不析出水分或崩出石子）。决定和易性好坏的因素主要有以下几种：

(1) 当骨料的配合比合适时，混凝土中水泥漿含量及水灰比愈大則流动性愈好。但过多的水灰比易产生混凝土的离析現象。

(2) 混凝土的稠度与水泥品种有关。

(3) 混凝土骨料的形狀、粒度、級配对稠度有影响。良好的級配及較大的骨料顆粒則流动性亦好。

(4) 为提高混凝土的和易性可加入塑化剂、加气剂等，也可延長攪拌時間。

2) 普通混凝土的强度：普通混凝土的标号分：50、75、100、150、200、300、400、500、600 等級。混凝土的强度除上述有关外，主要还决定于水泥标号、水灰比的正确与否、养护期令的長短、养护时的溫度、湿度等。

3. 混凝土的施工及一般要求

混凝土的施工分工厂預制与現場澆筑。由于机械化程度的限制，目前我国多采用現場澆灌。在今后为适应工業化施工要求必須走上工厂預制、現場裝配的道路。施工質量的好坏直接影响到混凝土質量的好坏，所以应特別重視施工的質量，以达到預期的質量、强度、耐久性。

混凝土的施工程序是：首先进行混凝土的攪拌，在攪拌时先加入水、石子、砂，最后放水泥，攪拌可为人工或机械攪拌。在混凝土攪拌均匀后，用工具运到施工地点进行澆灌。在运输的过程中应避免产生离析現象，并要求不間断的供应。在澆灌的同时，必須用人工或震搗器搗实，以达到混凝土最大可能的密实程度，避免蜂窝空洞的产生。在上述工序完成后进入养护期，在养护时，先用草袋或蓆、鋤末盖好，然后經常澆水保持一定的湿度，以防止水分过分蒸發而产生龟裂現象。在养护期內，混凝土不能受震动、冲击或集中荷載，使在正常的条件下进行凝固硬化。在混凝土达到一定强度后，就可拆去模板。

4. 鋼筋混凝土及預应力鋼筋混凝土

如前所述，混凝土的缺点是抗压强度高，而抗拉强度低。为弥补抗拉强度低的缺点，常和鋼筋在一起組成鋼筋混凝土而广泛地应用到建筑工程中。目前使用最多的有下列構件，梁、屋架、樓板、屋面板、牆板、基础、樁、管道、楼梯、矿井支架，铁路軌枕及电杆等。为了提高产品的質量，加快施工进度，減輕劳动，節約現場澆筑时的模板木材，就必须逐步走向工厂預制的方向，直接將預制的成品構件运到工地进行安裝。也只有这样才能适合社会主义建設發展速度的需要，加速社会主义建設。

在普通混凝土構件中，因混凝土的抗拉强度低，延性小，而鋼筋的强度大，延性大，因此在鋼筋的負荷未充分利用以前，受拉区之混凝土已出現裂縫，使混凝土在建筑工程中的应用受到限制。預应力鋼筋混凝土的应用就克服了上述缺点。預应力鋼筋混凝土是在混凝土的受拉区内，預先使鋼筋承受拉力，由鋼筋受拉力而对混凝土产生預施压力。以后当構件受荷載时，則預加压力將先被構件所产生的拉应力局部或全部抵消，使構件受拉区的混凝土的拉应力减低为零或小于拉力極限强度，不致产生裂縫。和普通鋼筋混凝土相比較，預应力鋼筋混凝土的抗裂性好、剛度大、用料經濟、構件断面小、自重減輕、宜于工厂預制，因之广泛的应用于工業与民用建筑中。

二、輕 混 凝 土

普通混凝土的最大缺点是自重大，导热系数較大，隔音性不良。为了获得良好的保暖性，減輕自重，采用輕混凝土是非常合适的。

由于輕混凝土容重小，导热系数小，故常用作保暖的牆壁、楼板及屋面板的保暖層等。根据用料不同輕混凝土又可分为輕骨料混凝土及多孔混凝土兩类。而多孔混凝土又分为泡沫混凝土、气孔混凝土及無砂大孔混凝土。

三、湿碾矿渣混凝土

这是一种高效能的地方性建筑材料之一。性能优良，用途广泛。比普通混凝土节省水泥 60~100%，降低工程造价約 30% 以上。是一种最有發展前途、值得普遍推广的新材料之一。

湿碾矿渣混凝土是冶金工業的廢料——矿渣加水，活化剂（水泥、石膏、石灰等）及塑化剂在一起湿碾，至一定細度而制成無粗骨料的混凝土，也可以加石子做成有粗骨料的混凝土。在使用时最好在碾完后 30~60 分鐘內使用，時間过長則强度会降低。

这种混凝土不仅强度高，而且其他性能也良好。如干縮率小，不透水性、耐冻性、耐磨性、耐热性等都比普通混凝土为高。而且这种混凝土主要是利用冶金工業的廢料，所以特別适合冶金工業建筑的需要。給冶金工業廢品的綜合利用，开辟了广闊的前途。

四、耐热混凝土、防水混凝土及耐酸混凝土

1. 耐热混凝土

在冶金工業建筑中，須要耐高溫的建筑物和構筑物很多，如冶金爐就是最具有代表性的耐高溫的構筑物之一。此外尚有热风爐、煅燒爐、焦爐、均热爐、鋁电解槽外壳等須要耐高溫的結構物。在以前，修建这些構筑物时大部份要采用鋼材和耐火磚。用鋼材和耐火磚修建时，不仅消耗大量鋼材，而且施工进度慢而复杂，造价高。随着科学技术的發展，我国对耐热混凝土的研究已經取得了很大的成就，使耐热混凝土的应用范围有了很大的扩展。不仅使耐热混凝土应用在加热爐、干燥爐、焦爐基础、煙道、高爐基础等，而且已經扩大到代替耐火磚砌筑高爐內襯、热风爐內襯、煅燒爐和焙燒爐內襯，用耐热鋼筋混凝土結構也开始用在高爐爐壳、热风爐爐壳、焦爐基础、鋁电解槽外壳等地方，节约了大量的鋼材及耐火磚。而且耐热混凝土施工簡便，造价低，是冶金工業建設發展的技术方向之一，能够促使冶金工業建設以更高的速度向前發展。