

## 第一节 概述

建筑材料是指用于建筑建筑物和构筑物的全部材料，是原材料、半成品和成品的总称。

水利工程中材料费占工程直接本钱的60%~70%。依据材料在工程费用中所占的比重，分为主要材料和次要材料两大类。

(1) 主要材料：水泥、钢材、木材、砂石料、矿物掺和料、外加剂、土工合成材料、灌浆材料、火工材料、油料、缝面止水材料、砌体、管材等。

(2) 次要材料：电焊条、铁件、铁钉及其他次要材料。

## 其次节 主要建筑材料

### 一、水泥

#### (一) 水泥的主要技术性质

水泥能在空气中硬化和保持强度，还能在水中连续硬化，并长期保持和连续提高其强度，是水硬性胶凝材料。

1. 密度与积存表观密度

2. 细度：指水泥颗粒的粗细程度；硅酸盐水泥细度承受透气式比表面积仪检验，要求其比表面积大于 300m<sup>2</sup>/kg；其他五类水泥细度用筛析法检验，要求在 80 μm 标准筛上筛余量不得超过 10%。

筛析法有水筛、干筛和负压筛法，当三种方法结果有争议时，以负压筛为准。

3. 标准稠度用水量：水泥净浆到达标准稠度时，所需的拌和水量（以占水泥质量的百分比表示）称为标准稠度用水量。

水泥磨得越细，其标准稠度用水量越大。

4. 分散时间：标准稠度的水泥净浆，自加水时起至水泥浆体塑性开头降低所需的时间称为初凝时间（不小于 45min）；自加水时起至水泥浆体完全失去塑性所经受的时间称为终凝时间。

5. 体积安定性：指水泥在分散硬化过程中体积变化的均匀性。当水泥浆体硬化过程发生不均匀的体积变化，就会导致水泥石膨胀开裂、翘曲，甚至失去强度，这即是安定性不良。

体积安定性用沸煮法（雷氏法）检验必需合格。测试方法可以用试饼法也可用雷氏法，有争议时以雷氏法为准。

6. 强度：水泥强度测定按质量计 1 份水泥、3 份 ISO 标准砂，用 0.5 水灰比拌制的一组 40mm×40mm×160mm 塑性胶砂试件。

强度等级按 3d 和 28d 的抗压强度和抗折强度：42.5、42.5R、52.5、52.5R、62.5 和 62.5R 六个等级，有代号 R 为早强型水泥。

7. 水化热：水泥水化过程中放出的热量称为水泥的水化热（kJ/kg）。水泥水化热的大局部是在水化初期（7d 前）释放出的，后期放热量渐渐削减。

通常强度等级高的水泥，水化热较大。

#### (二) 水泥的分类

(1) 化学组成：硅酸盐系水泥、铝酸盐系水泥、硫铝酸盐系水泥、铁铝酸盐系水泥、磷酸盐系水泥、氟铝酸盐系水泥等。

#### (2) 性能及用途：

通用水泥：硅酸盐水泥（P.I 和 P.II）、一般硅酸盐水泥（P.O）、矿渣硅酸盐水泥（P.S）、火山灰质硅酸盐水泥（P.P）、粉煤灰硅酸盐水泥（P.F）和复合硅酸盐水泥（P.C）；

专用水泥：道路水泥、砌筑水泥和油井水泥等；

特种水泥：快硬硅酸盐水泥、白色硅酸盐水泥、抗硫酸盐硅酸盐水泥、低热硅酸盐水泥和膨胀水泥等。

#### (三) 水泥的组成

1. 硅酸盐水泥熟料：是水泥的主要组成局部，组成成分可分为化学成分和矿物成分两类。

2. 水泥混合材料：

活性混合材料：粒化高炉矿渣、火山灰质混合材料及粉煤灰。

非活性混合材料：磨细的石英砂、石灰石、慢冷矿渣等，可以提高水泥产量，降低水泥生产本钱，降低强度等级，削减水化热，改善和易性等作用，其参加量一般较少。

（四）通用硅酸盐水泥的特性及其用途

1. 硅酸盐水泥（P. I 和 P. II）与一般硅酸盐水泥（P. O）

硅酸盐水泥与一般硅酸盐水泥标号较高，主要用于重要构造的高强混凝土和预应力混凝土工程。

由于水泥分散硬化较快，抗冻性好，适用于要求早期强度高、分散快的工程，以及有抗冻融要求和冬季施工的工程。

硅酸盐水泥水化热量大，不宜用于大体积混凝土工程。

2. 矿渣水泥（P. S）

矿渣水泥中熟料含量比硅酸盐水泥少，而且混合材料在常温下水化反响比较缓慢，因此分散硬化较慢。

早期（3d、7d）强度低，但在硬化后期（28d 以后）由于水化产物增多，水泥强度不断增长。

矿渣水泥抗淡水、海水和硫酸盐侵蚀力量较强，宜用于水工和海港工程。

矿渣水泥具有肯定的耐热性，可用于耐热混凝土工程。

3. 火山灰水泥（P. P）

火山灰水泥强度进展与矿渣水泥相像，水化热低，早期进展慢，后期进展较快。

不宜冬季施工，也具有较高的抗硫酸盐侵蚀的性能。

4. 粉煤灰水泥（P. F）

与火山灰水泥相像，粉煤灰水泥水化硬化较慢，早期强度较低，但后期强度高，适用于后期才承受荷载的工程。

粉煤灰水泥水化热较小，适用于大体积混凝土工程。

5. 复合水泥（P. C）：掺两种或者两种以上混合材料。

水泥的选用

工程特点及所处环境条件		优先选用	可以选用	不宜选用
一般混凝土	一般气候环境	一般水泥	矿渣水泥、火山灰水泥、粉煤灰水泥、复合水泥	
	枯燥环境	<u>一般水泥</u>	矿渣水泥	<u>火山灰水泥</u> <u>粉煤灰水泥</u>
	高温或长期处于水中	<u>矿渣水泥</u>		
	厚大体积	<u>火山灰水泥</u> <u>粉煤灰水泥</u> <u>复合水泥</u>		<u>硅酸盐水泥</u> <u>一般水泥</u>
有特别要求的混凝土	要求快硬、高强（>C40）、预应力	硅酸盐水泥	一般水泥	<u>矿渣水泥</u> <u>火山灰水泥</u> <u>粉煤灰水泥</u> <u>复合水泥</u>
	严寒地区冻融条件	硅酸盐水泥		
	严寒地区水位升降范围	一般水泥、强度等级>42.5		
	蒸汽养护	<u>矿渣水泥</u> <u>火山灰水泥</u>		

		<u>粉煤灰水泥</u> <u>复合水泥</u>		<u>一般水</u> <u>泥</u>
	有耐热要求	<u>矿渣水泥</u>		
	有抗渗要求	火山灰水泥 一般水泥		<u>矿渣水</u> <u>泥</u>
	受腐蚀作用	矿渣水泥 火山灰水泥 粉煤灰水泥 复合水泥		<u>硅酸盐</u> <u>水泥</u> <u>一般水</u> <u>泥</u>

【例题】以下关于水泥技术性质说法错误的有（ ）。

- A. 水泥是气硬性胶凝材料
- B. 一般硅酸盐水泥细度用筛析法检验，结果有争议时，以负压筛为准。
- C. 水泥磨得越细，其标准稠度用水量越小
- D. 安定性测试有争议时以雷氏法为准
- E. 有代号R 的为早强型水泥

『正确答案』AC

『答案解析』此题考察的是水泥。选项A 错误，水泥是水硬性胶凝材料；选项C 错误，水泥磨得越细，其标准稠度用水量越大。参见教材P71。

【例题】大体积混凝土不宜选用（ ）。

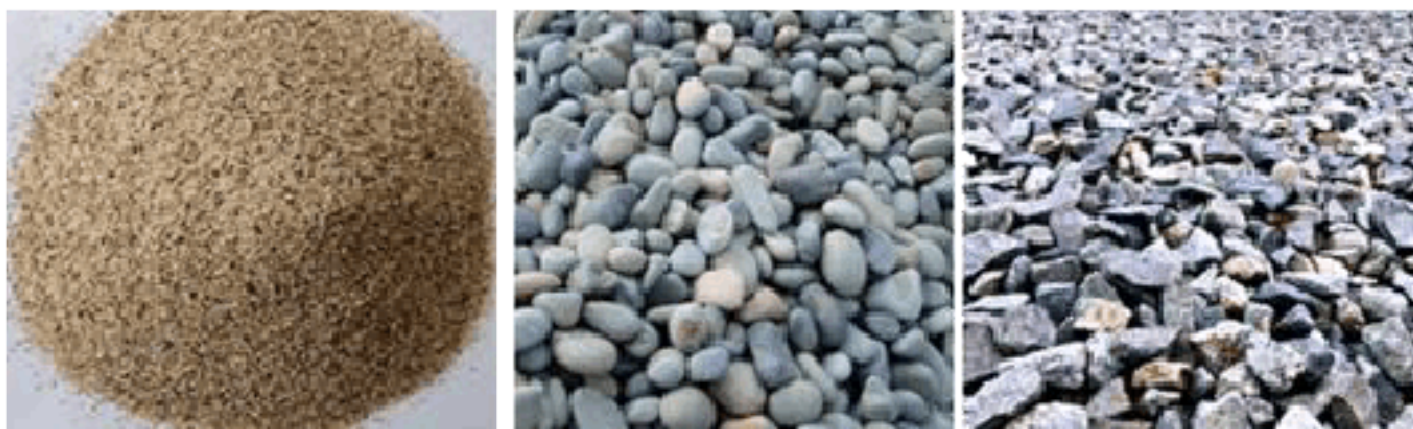
- A. 矿渣水泥
- B. 火山灰水泥
- C. 硅酸盐水泥
- D. 粉煤灰水泥
- E. 一般硅酸盐水泥

『正确答案』CE

『答案解析』此题考察的是水泥。大体积混凝土不宜选用硅酸盐水泥和一般硅酸盐水泥。参见教材P73。

## 二、砂石料

砂石料是指砂、卵石、碎石、块石、条石等材料，其中黄砂、卵石和碎石统称为骨料。



### （一）砂

#### 1. 砂的用途

砂主要作为细骨料，粒径为 0.16~5mm。

自然砂颗粒较圆，比较干净，粒度较为整齐；人工砂颗粒多具有棱角，外表粗糙。

《建筑用砂》（GB/T 14684-2023）中，按技术要求分为：

- I 类宜用于强度等级大于 C60的混凝土；
- II 类宜用于强度等级为 C30~C60 及有抗冻、抗渗或其他要求的混凝土；
- III类宜用于强度等级小于 C30的混凝土。

2. 砂的物理性质：按直径分为粗砂、中砂、细砂。

## 2. 砂的颗粒要求

砂的颗粒应当坚硬结晶，不掺杂小石子、泥土、草根、树皮或其他杂质【云母，轻物质，有机物（比色法，合格），硫化物及硫酸盐（按SO<sub>2</sub>质量），氯化物（按氯离子质量）】。

黏土、淤泥黏附在砂砾外表，阻碍水泥与砂砾的黏结，降低混凝土强度、抗冻性和抗磨性，并增大混凝土的干缩。

### 砂中含泥量和泥块含量规定

工程	级别		
	I类	II类	III类
含泥量/ (wt%)	<1.0	<3.0	<5.0
泥块含量/ (wt%)	0	<1.0	<2.0

## 3. 砂的颗粒级配和细度模数

砂的颗粒级配：不同粒径的砂粒组合状况。

当砂子由较多粗颗粒、适当的中等颗粒及少量的细颗粒组成时，细颗粒填充在粗、中颗粒间，使其空隙率及总外表积都较小，即构成良好的级配。

使用较好级配的砂子，不仅节约水泥，而且还可以提高混凝土的强度及密实性。

砂的细度模数：不同粒径的砂粒混在一起后的平均粗细程度。

细度模数 3.1~3.7 的是粗砂，2.3~3.0 的是中砂，1.6~2.2 的是细砂，0.7~1.5 的属特细砂。

在协作比一样的状况下，假设砂子过粗，拌出的混凝土黏聚性差，简洁产生分别、泌水现象；

砂子过细，虽然拌制的混凝土黏聚性较好，但流淌性显著减小，为满足流淌性要求，需耗用较多的水泥，混凝土强度也较低。

因此，混凝土用砂不宜过粗，也不宜过细，以中砂较为适宜。

## 5. 砂的含水量与其体积之间的关系

砂的外观体积随其湿度变化而变化。当其含水率为5%~7%时，砂堆的体积最大；含水率再增加时，体积便开头渐渐减小，增大到 17%时，体积将缩至与干松状态下一样；当砂完全被水浸泡后，其密实度反而超过干砂。

所以，在设计混凝土和各种砂浆协作比时，均应经过加工筛除杂质后的干松状态下的砂为标准进展计算。

### （二）卵石、碎石

其颗粒粒径均大于 5mm, 称为粗骨料。

卵石：自然生产，不需加工，且其外表光滑，配制的混凝土和易性好，孔隙较少，其不透水性较碎石好。

碎石：与水泥浆的黏结力较卵石好，强度高，配制强度等级较高的混凝土宜用碎石。

### 卵石、碎石的分类

类别	分类（按粒径大小）	
	名称	粒径/mm
碎石	特细碎石	5~10
	细碎石	10~20
	中碎石	20~40
	粗碎石	40~150
卵石	特细卵石	5~10
	细卵石	10~20
	中卵石	20~40
	粗卵石	40~150

骨料最大粒径（DM）：粗骨料公称粒径的上限值。

粗骨料最大粒径增大时，骨料的空隙率及外表积都减小，在水灰比及混凝土流淌性一样的条件下，可使水泥用量削减，且有利于提高混凝土的密实性、削减混凝土的发热量及混凝土的收缩，这对大体积

混凝土颇为有利。



当 DM 在 80mm 以下 变动时，DM 增大，水泥用量显著减小，节约水泥效果明显；

当 DM 超过 150mm 时，DM 增大，水泥用量不再显著减小。粗骨料粒径的选用取决于构件截面尺寸和配筋的疏密。

《混凝土构造工程施工质量验收标准》（GB 50204-2023）：最大颗粒尺寸不得超过构造截面最小尺寸的 1/4，同时不得大于钢筋最小净间距的 3/4；对板类构件不得超过板厚的 1/2（2/4）。

一般混凝土用碎石或卵石的技术要求如下。

1. 空隙率：当卵石或碎石的空隙率大于45% 时，均不宜用于配制混凝土。

2. 针状片状颗粒的含量及含泥量

卵石或碎石中针状片状颗粒的含量及含泥量（颗粒小于 0.08mm 的尘屑、淤泥和黏土的总含量）均应符合下表规定，但不宜含有块状黏土。

针状片状颗粒的含量及含泥量

混凝土强度等级	≥C30	<C30
针状片状颗粒的含量/（wt%）	<15	<25
含泥量/（wt%）	<1.0	<2.0

3. 有害物含量：碎石颗粒状硫化物和硫酸盐等（折算SO<sub>3</sub>，小于 1%；砂小于 0.5%），卵石除此外常含有机杂质（比色法）。

4. 颗粒级配：筛余百分率和累计筛余百分率确定。

5. 物理性质：表观密度可间接反映石材坚硬程度及孔隙多少。

6. 力学性质：包括抗压强度、冲击韧性、硬度及耐磨性等。

石料强度一般变化都比较大，即使同一种岩石，同一产地，其强度也不完全一样。

结晶质石料的强度较玻璃质的高，均匀晶粒的较斑状晶粒的高，构造致密的较疏松多孔的高。具有层理构造的石料，其垂直层理方向的抗压强度较平行层理方向的高。岩石的韧性取决于其矿物组成及构成。通常晶体构造的岩石较非晶体构造的岩石具有较高的韧性。

（三）砂石料价格的计算

1. 骨料单价编制

①自行采备骨料单价：包括掩盖层（含无用层）去除摊销、毛料（原料）开采运输、毛料加工、成品料运输（运至工地各堆料点）、弃料处理及摊销、各运输及堆存环节的损耗等。

工序单价法：按骨料生产流程分解成假设若干个工序，以工序为计算单元再计入施工损耗，求得骨料单价。

按计入损耗的方法可分为综合系数及单价系数两种。

②外购砂石料单价：原价、运杂费、损耗、选购保管费四项。其中损耗含运输损耗和堆存损耗，由于砂石料在运输堆存过程中损耗较大，一般应单独另计。

运输损耗与运输工具和运距有关，堆存损耗与堆存次数和堆料场设施有关。

外购砂石料单价：原价、运杂费、损耗、选购保管费四项。其中损耗含运输损耗和堆存损耗，由于

砂石料在运输堆存过程中损耗较大，一般应单独另计。

运输损耗与运输工具和运距有关，堆存损耗与堆存次数和堆料场设施有关。

2. 块石、条石、料石单价编制

包括：料场掩盖层去除，石料开采，加工（修凿），石料运输，堆存，以及开采、加工、运输、堆存过程的损耗等。

编制单价时，应统一按水利部有关规定的名称和定义，以免混淆。块石计量单位为码方，条石、料石计量单位为渣料方，计算时需进展单位统一换算。

【例题】细度模数为 2.8 的砂属于（ ）。

- A. 细砂
- B. 中砂
- C. 粗砂
- D. 特粗砂

『正确答案』B

『答案解析』此题考察的是砂石料。细度模数3.1~3.7 的是粗砂，2.3~3.0 的是中砂，1.6~2.2 的是细砂，0.7~1.5 的属特细砂。参见教材P77。

【例题】粗骨料粒径选用取决于构件截面尺寸和配筋的疏密，依据《混凝土构造工程施工质量验收标准》（GB50204-2023），粗骨料最大颗粒尺寸不得超过构造截面最小尺寸的（ ）。

- A. 1/4
- B. 1/3
- C. 1/2
- D. 3/4

『正确答案』A

『答案解析』此题考察的是砂石料。《混凝土构造工程施工质量验收标准》（GB 50204-2023）：最大颗粒尺寸不得超过构造截面最小尺寸的1/4,同时不得大于钢筋最小净间距的3/4；对板类构件不得超过板厚的 1/2（2/4）。

### 三、钢材

#### （一）钢材分类

1. 据冶炼时脱氧程度分类

- （1）沸腾钢。脱氧很不完全，代号为“F”。
- （2）冷静钢。脱氧充分，能安静地布满锭模并冷却凝固，代号为“Z”（也可省略不写）。
- （3）特别冷静钢。比冷静钢脱氧程度更充分彻底的钢，其质量最好，代号为“TZ”（也可省略不写）。
- （4）半冷静钢。脱氧程度介于沸腾钢和冷静钢之间，为质量较好的钢，其代号为“b”。

2. 按化学成分分类

- （1）碳素钢。按含碳量又可分为低碳钢（ $C < 0.25\%$ ），中碳钢（ $0.25\% < C < 0.6\%$ ）、高碳钢（ $C > 0.6\%$ ）。
- （2）合金钢。低合金钢（合金元素总量小于5%）、中合金钢（5%~10%）、高合金钢（大于10%）。

3. 按质量分类

- （1）一般钢。硫含量不大于 0.050%，磷不大于 0.045%。
- （2）优质钢。硫含量不大于 0.035%，磷不大于 0.035%。
- （3）高级优质钢。硫不大于 0.025%，磷不大于 0.025%。
- （4）特级优质钢。硫不大于 0.025%，磷不大于 0.015%。

#### （二）钢材的力学与工艺性能

1. 抗拉屈服强度  $\delta_s$ ：在拉力作用下开头产生塑性变形时应力

屈服点不明显时，可以规定依据产生剩余变形 0.2%时的应力作为屈服强度。

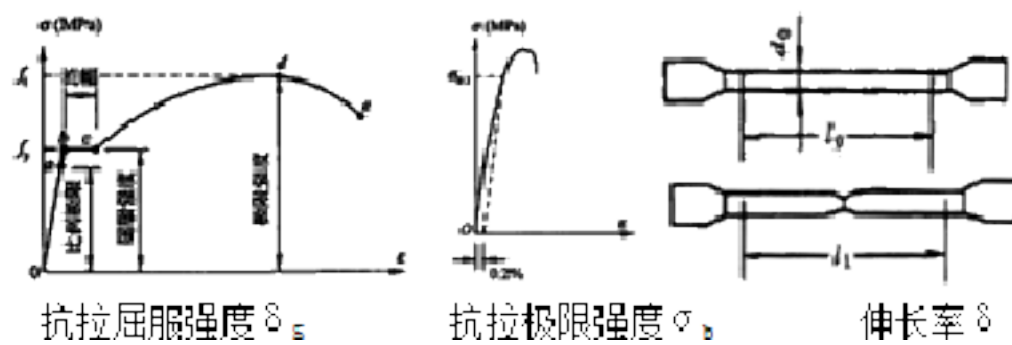
2. 抗拉极限强度  $\sigma_b$ ：破坏前应力-应变曲线上最大应力值；

屈服点与抗拉强度的比值（即屈强比  $(\delta_s / \sigma_b)$ ）能反映钢材的安全牢靠程度和利用率。屈强比越小，说明材料的安全性和牢靠性越高，构造越安全。

3. 伸长率  $\delta$ ：指试件拉断后，标距伸长量（ $\Delta L$ ）与原始标距（ $L_0$ ）的百分比称为伸长率  $\delta$ ，伸长率

越大表示钢材塑性越好。

钢材拉伸试件取 $L=5d$  或  $L=10d$  ( $d$  是试件直径)，对应的伸长率分别记为  $\delta_5$  和  $\delta_{10}$ 。



4. 硬度：指其外表抵抗硬物压入产生局部变形的力量。测定方法有布氏法、洛氏法和维氏法等，建筑钢材布氏硬度 HB表示。

5. 冲击韧性：指钢材抵抗冲击荷载作用的力量。

钢材内硫、磷的含量高，脱氧不完全，存在化学偏析，含有非金属夹杂物及焊接形成的微裂纹，都会使冲击韧性显著下降。

冲击韧性随温度降低而下降，开头时下降缓慢，当到达肯定温度范围时，突然下降很快而呈脆性，这种性质称为钢材冷脆性。

因此，在负温下使用的构造，应中选用脆性转变温度低于使用温度的钢材。

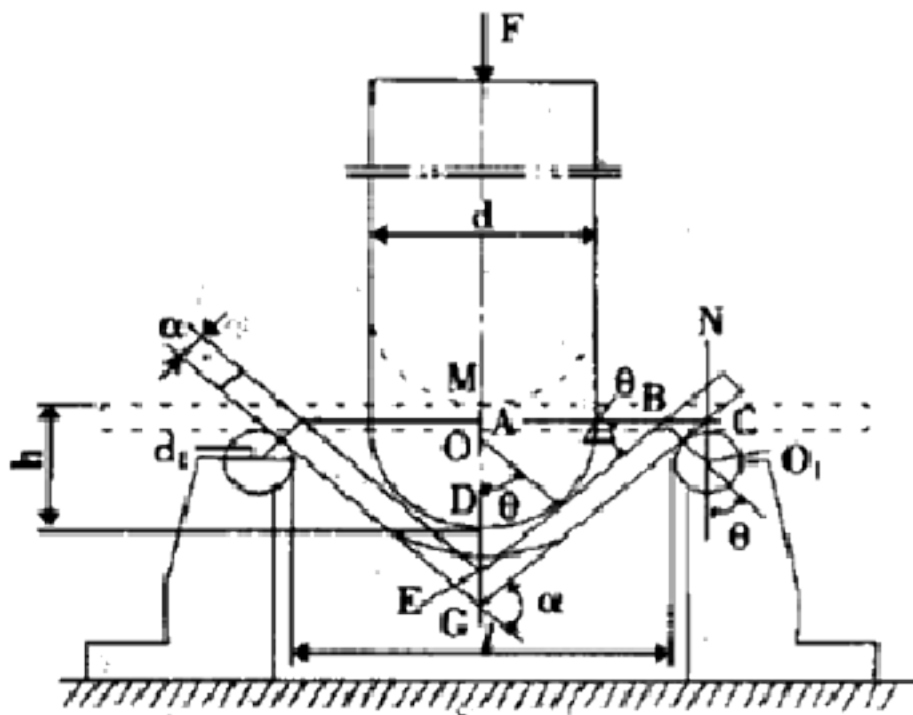
6. 疲乏强度：钢材在交变荷载反复作用下，可在远小于抗拉强度的状况下突然破坏，这种破坏称为疲乏破坏。

疲乏破坏指标用疲乏强度（或称疲乏极限）来表示，它是指试件在交变应力下，作用 10<sup>7</sup> 周次，不发生疲乏破坏最大应力值。

7. 可焊性：可焊性良好的钢材，焊缝处性质应尽可能与母材一样，焊接才结实牢靠。

8. 冷弯性能：以试验时弯曲角度  $\alpha$  和弯心直径  $d$  为指标。

指钢材在常温下承受弯曲变形的力量，更简洁暴露钢材的内部组织是否均匀，是否存在内应力、微裂纹、外表未熔合及夹杂物等缺陷，与伸长率一样也是反映钢材在静荷作用下的塑性。



9. 冷加工性能准时效处理

将钢材于常温下进展冷拉、冷拔或冷轧，使之产生塑性变形，从而提高强度，但钢材的塑性和韧性会降低，这个过程称为冷加工强化处理。

将经过冷拉的钢筋，于常温下存放15~20d，或加热到 100~200° C 并保持 2~3h 后，则钢筋强度将进一步提高，这个过程称为时效处理。前者称为自然时效（强度较低的钢筋），后者称为人工时效（强度较高的钢筋）。

（三）化学成分对钢材性能的影响

1. 碳（C）：建筑钢材的含碳量不行过高，最高可达0.6%。

2. 氮（N）：应尽可能削减，一般要求含氮量小于0.008%。

3. 有益元素：硅（Si）、锰（Mn）。

4. 有害元素：硫（S）、磷（P），一般要求含量小于 0.045%。

氧（O），应尽可能削减，一般要求含氧量小于0.03%。

#### （四）建筑钢材的种类与选用

1. 碳素构造钢：字母Q、屈服点值（以MPa计）、质量等级符号（A、B、C、D）及脱氧方法符号（F、b、Z、TZ）。

Q235-A.F：屈服点不低于235MPa、A级质量、沸腾钢。

碳素构造钢牌号由Q195至Q275时，钢的含C量渐渐增多，强度提高，塑性降低，冷弯及可焊性下降。

质量等级由A至D时，钢中有害杂质S、P含量渐渐削减，低温冲击韧性改善，质量提高。

Q235钢既有较高的强度，又有较好的塑性及可焊性，是建筑工程中应用广泛的钢种。

2. 低合金高强度构造钢：屈服点等级-质量等级。

是一种在碳素构造钢的根底上添加总量不小于5%合金元素的钢材，有Q295、Q345、Q390、Q420和Q460五个牌号。

与碳素构造相比，既具有较高的强度，又有良好的塑性、低温冲击韧性、可焊性和耐蚀性等特点。

3. 优质碳素构造钢：性能主要取决于含碳量的多少。

表示方法：平均含碳量的万分数-含锰量标识-脱氧程度。

“10F”：表示平均含碳量为0.10%，低含锰量的沸腾钢；

“45”：表示平均含碳量为0.45%，一般含锰量的镇静钢；

“30Mn”：平均含碳量为0.30%，较高含锰量的镇静钢。

4. 钢筋：放入混凝土中可很好地改善混凝土脆性，扩展混凝土的应用范围，同时混凝土的碱性环境又很好地保护了钢筋。

热轧光圆钢筋：HPB，强度低，但塑性和焊接性能好；

热轧带肋钢筋：HRB335、HRB400、HRB500（预应力钢筋）；

低碳钢热轧圆盘条：目前用量最大、使用最广的线材。

5. 型钢：热轧型钢、冷弯薄壁型钢、钢板、钢管；所用的母材主要是一般碳素构造钢和低合金高强度构造钢。

【例题】含碳量为0.4%的钢属于（ ）。

- A. 低碳钢
- B. 中碳钢
- C. 高碳钢
- D. 合金钢

『正确答案』B

『答案解析』此题考察的是钢材。按含碳量又可分为低碳钢（ $C < 0.25\%$ ），中碳钢（ $0.25\% < C < 0.6\%$ ）、高碳钢（ $C > 0.6\%$ ）。参见教材P80。

【例题】以下（ ）属于钢筋塑性性能指标。

- A. 屈服强度
- B. 伸长率
- C. 极限强度
- D. 冷加工性能
- E. 冷弯性能

『正确答案』BE

『答案解析』此题考察的是钢材。伸长率和冷弯性能属于钢筋塑性性能指标。参见教材P81。

【例题】以下（ ）适宜用作预应力钢筋。

- A. HPB300
- B. HRB335
- C. HRB400
- D. HRB500

『正确答案』D

『答案解析』此题考察的是钢材。HRB500适宜用作预应力钢筋。参见教材P84。

## 四、木材

### （一）木材的分类

(1) 原木。为砍伐后经修枝并截成肯定长度的木材。

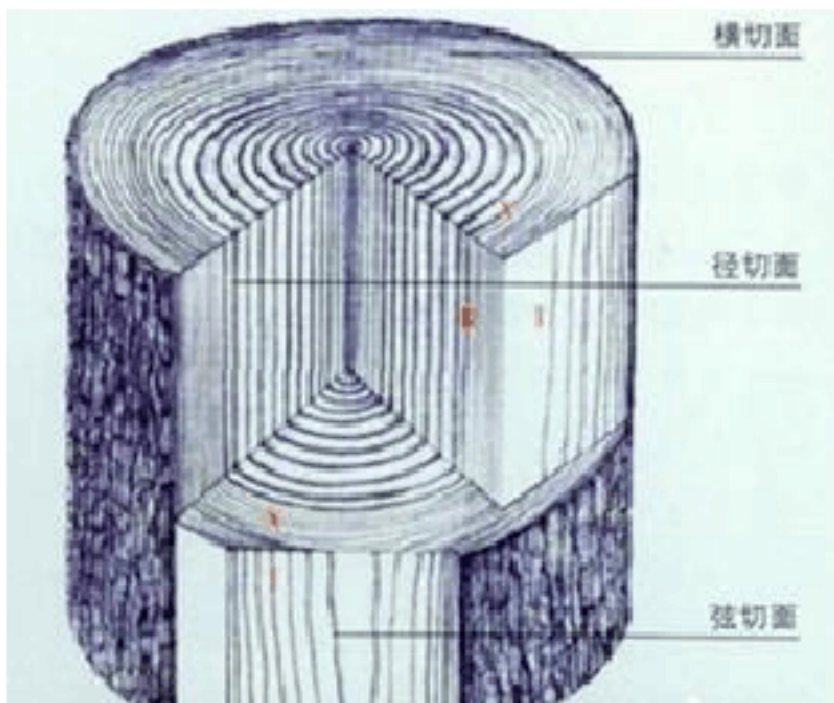
(2) 板材。宽度为厚度的 3 倍或 3 倍以上的型材。

(3) 枋材。宽度不及厚度 3 倍的型材。

依据国家对木材材质的标准，按木材缺陷状况，将木材分为一、二、三、四等级。

### （二）木材的构造

木材是非均质材料，其宏观构造可从树干的三个主要切面来剖析：横切面、径切面轴的纵切、弦切面。



### （三）木材的物理性质

1. 密度与表观密度：构成木材细胞壁物质密度，具有变异性。

2. 吸湿性与含水率

含水率：木材中水分质量占枯燥木材质量的百分比。

木材中的水分可分为自由水、吸附水和化学结合水。

当木材中无自由水，而细胞壁内吸附水到达饱和时，这时的木材含水率称为纤维饱和点。

3. 湿胀干缩性：木材构造不均匀，各方向、各部位胀缩也不同，其中弦向最大，径向次之，纵向最小。

### （四）木材的力学性质：各向异性，具有明显的方向性。

(1) 抗拉强度。顺纹方向最大，横纹方向最小。

(2) 抗压强度。顺纹方向最大，横纹只有顺纹 10%~20%。

(3) 抗剪强度。顺纹方向最小，横纹到达顺纹方向 4~5 倍。

(4) 抗弯强度。木材的抗弯性很好。

### （五）影响木材强度的因素

1. 含水率：木材的含水率在纤维饱和点以内变化时，含水量增加故强度降低；水分削减强度增高。

2. 环境温度：随环境温度上升强度会降低。

3. 负荷时间：长期承载力量远低于临时承载力量，由于在长期承载状况下，木材会发生纤维蠕滑，累积后产生较大变形。

4. 疵病

## 五、土工合成材料

### （二）土工合成材料的种类

1. 土工织物：透水性材料。

2. 土工膜：根本不透水的材料。

3. 特种土工合成材料：为工程特定需要而生产的，主要有土工格栅、土工网、土工模袋、土工格室、土工管、黏土垫层等。

4. 复合型土工合成材料：两种或两种以上土工合成材料组合。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/068127015003006100>