

第一章 砂浆、钢材、沥青、墙体材料

1.1 砂浆

Theorem 1.1.1. 由胶凝材料、细骨料和水按适当比例配制而成的拌和物。

分类：

1) 按照用途：

砌筑：抹面；装饰；绝热、吸声、防水、防腐等特种；

将砖、石、砌块等粘结成为砌体的砂浆称为砌筑砂浆。砌筑砂浆在砌体中主要起胶结块材和传递荷载的作用。

2) 按照胶凝材料：

水泥；石灰；石膏；聚合物；混合

Remark. 干燥环境下可以选用气硬性胶凝材料，潮湿环境或水中应选用水硬性胶凝材料。

流动性： 用沉入度反映,砂浆流动性是指砂浆在自重或外力作用下产生流动的性质，也称稠度。它通常用砂浆稠度测定仪测定（单位为mm），又称**沉入度**。

保水性： 砂浆的保水性常用砂浆分层度筒测定，并以**分层度**表示（单位为mm）。砌筑砂浆的分层度一般不得大于30mm，分层度过大时，砂浆易产生分层离析，不利于施工及水泥硬化；分层度过小时，易产生干缩裂缝。

Remark. 对于砂浆，有M20，M15，M10，M7.5，M5.0，M2.5等六个强度等级，前缀“M”后面的数字就是该砂浆在标准养护（28天）条件下的抗压强度设计值

1.2 钢材

Theorem 1.2.1. 钢材分类：（1）碳素钢：分为低碳、中碳、高碳钢（0.25（2）合金钢（3）按有害杂质分类

铁素体:钢材中的铁素体系碳在 α -Fe中的固溶体，由于 α -Fe体心立方晶格的原子间空隙小，溶碳能力较差，故铁素体含碳量很少（小于0.02%），由此决定其塑性、韧性好；但强度、硬度低。

渗碳体:渗碳体为铁和碳的化合物 Fe_3C ，其含碳量高达6.67%，晶体结构复杂，塑性差，性硬脆，抗拉强度低。

珠光体:珠光体为铁素体和渗碳体的机械混合物，含碳量较低(0.8%)，层状结构，塑性较好，强度和硬度较高。

组织名称	组织结构	抗拉强度 (MPa)	延伸率 (%)	布氏硬度 (HB)
铁素体	C溶解在Fe的晶格中	343	40	80
渗碳体	Fe_3C	<343	0	600
珠光体	机械混合物	833	10	200

图 1.1: 铁素体、渗碳体、珠光体的显微组织

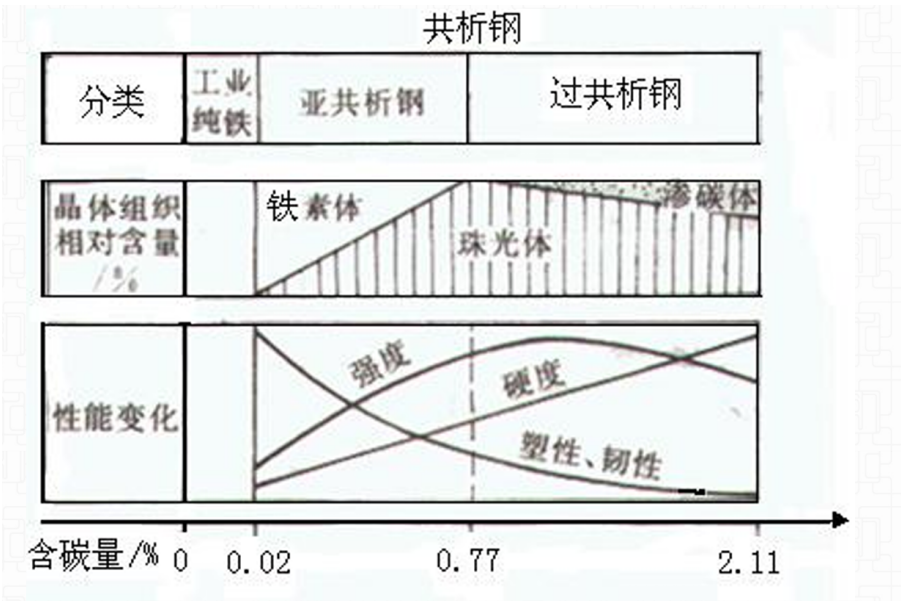


图 1.2: 强度先上升后下降

弹性阶段（OA段） 在 OA 阶段，如果卸去荷载，试件将恢复原状，表现为弹性变形。与 A 点相对应的应力称为弹性极限。此阶段应力与应变成正比，即

$$\sigma = E \varepsilon$$

其中 E 为弹性模量。

屈服阶段（AB段） 图中 B 点是此阶段应力最高点，称为屈服上限。由于 B 点稳定易测，以其应力值作为材料抗力指标，称为屈服强度，记作 σ_s 。钢材受力达 σ_s 后，将迅速产生大量塑性变形，虽未断裂但已丧失弹性恢复能力，因此设计中常以屈服点作为强度取值依据。

强化阶段（BC段） 对应最高点 C 的应力称为抗拉极限强度（ σ_u ）。工程上不仅要求高的屈服强度，还关注屈强比 $\frac{\sigma_s}{\sigma_u}$ 。屈强比越小，材料在超过屈服后还能维持更大的应力，安全性更高；但过小又会导致材料强度未被充分利用，造成资源浪费。

颈缩阶段（CD段） 达到极限强度后，试件进入颈缩阶段，截面积迅速减小，应力-应变曲线开始下降直至断裂。断后测得标距由 L_0 伸长至 L_1 ，其伸长率定义为

$$\delta = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100\%.$$

Remark. 为什么选择下屈服极限而不是上屈服极限作为屈服极限？

下屈服极限根据应力应变曲线图更好测量，相比而言上屈服极限就没那么好记录。

下屈服极限（Lower Yield Point）是钢材在屈服阶段进入稳定塑性流动后所能持续承受的最低应力；而上屈服极限（Upper Yield Point）只是屈服刚开始时的峰值，应力-应变曲线瞬时达到后很快下降到下屈服水平。

冷加工强化

将钢材在常温下进行冷拉、冷拔或冷轧，使其产生一定的塑性变形，强度明显提高，而塑性和韧性有所降低。这个过程称为冷加工强化。

时效处理

将经过冷拉的钢筋在常温下存放15-20天，或加热到100-200°C并保持2-3小时后，钢筋强度将进一步提高。这个过程称为时效处理，其中：

- **自然时效**：在常温下存放15–20天；
- **人工时效**：加热到100–200℃并保持2–3小时。

通常对强度较低的钢筋采用自然时效，对强度较高的钢筋则需采用人工时效。

Theorem 1.2.2. 钢材经冷加工产生塑性变形后，塑性变形区域内的晶粒产生相对滑移，导致滑移面下的晶粒破碎，品格歪扭畸变，滑移面变得凹凸不平，对晶粒进一步滑移起阻碍作用，亦即提高了抵抗外力的能力，故屈服强度得以提高，抗拉强度基本不变。同时，冷加工强化后的钢材，由于塑性变形后滑移面减少，从而使其塑性降低，脆性增大，且变形中产生的内应力，使钢的弹性模量降低。

碳素结构钢材牌号：屈服强度字母Q、屈服强度数值、质量等级符号（ABCD，从坏到好），脱氧方法符号（F、Z、TZ）

优质碳素结构钢的性质主要取决于含碳量。含碳量高则强度、硬度高，塑性、韧性低。

1.3 钢材腐蚀与预防

Definition 1.3.1. 钢材表面与周围介质发生作用而引起破坏的现象称作腐蚀（锈蚀），腐蚀可分为化学腐蚀和电化学腐蚀。

化学腐蚀 化学腐蚀是指钢材表面与周围介质发生化学反应而引起的破坏。其特点是腐蚀速率较慢。

电化学腐蚀 电化学腐蚀是指钢材表面与周围介质发生电化学反应而引起的破坏。其特点是腐蚀速率较快。

Theorem 1.3.1. 预防方法有：

1. 采用耐候钢，耐候钢即耐大气腐蚀钢。耐候钢是在碳素钢和低合金钢中加入少量铜、铬、镍、钼等合金元素而制成。
2. 用耐腐蚀性好的金属，以电镀或喷镀的方法覆盖在钢材表面，提高钢材的耐腐蚀能力。分为阴极覆盖和阳极覆盖，阳极覆盖时，被保护金属起到正极还原的效果，阴极覆盖相反，所以阴极覆盖的保护膜破碎后会起到加速腐蚀的效果。
3. 在钢材表面用非金属材料作为保护膜，与环境介质隔离，以避免或减缓腐蚀。如喷涂涂料、搪瓷和塑料等。

Remark. 在正常的混凝土中pH值约为12，这时在钢材表面能形成碱性氧化膜（钝化膜），对钢筋起保护作用。若混凝土碳化后，由于碱度降低（中性化）会失去对钢筋的保护作用。此外，混凝土中氯离子达到一定浓度，也会严重破坏表面的钝化膜。

Example 1.3.1. 东北地区公路桥用了20年后发生混凝土钢筋腐蚀，试分析原因。

1. 钢筋用量中含有有害物质：

- 氯离子 (Cl^-)：氯离子会破坏钢筋表面的氧化膜，与 Fe^{3+} 生成可溶性的氯铁配合物，破坏钝化膜，导致钢筋被侵蚀。
- 硫酸根离子 (SO_4^{2-})：硫酸盐会与铝酸三钙反应生成钙矾石，导致体积膨胀，进而引起混凝土开裂，促进腐蚀。

2. 东北冬天气候寒冷，冬春季气温变化幅度大，存在冻土。多年冻融反复作用，导致混凝土内部产生裂缝，进而加速钢筋的腐蚀。

3. 东北地区水分含量较高，水分渗透到钢筋表面，形成电解质溶液，促进电化学腐蚀。

4. 二氧化碳渗透引起混凝土碳化，降低碱性，破坏钢筋的钝化保护层，易发生锈蚀。

5. 施工后养护时间短或方法不当，后期缺少维护，混凝土强度和致密性不足。

Example 1.3.2. 为什么海砂和海水不能用于钢筋混凝土？

海砂和海水中含有大量的氯化钠 (NaCl)，会释放出氯离子 (Cl^-)。这些氯离子能够穿透混凝土保护层，到达钢筋表面（具体表现为和 Fe^{3+} 生成可溶性的氯铁配合物），破坏钢筋表面形成的致密氧化膜，导致钢筋发生腐蚀。