

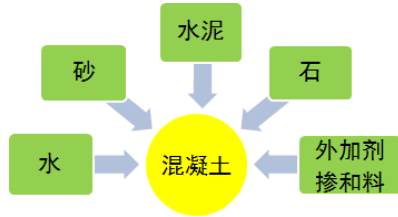
2023 一级造价工程师《建设工程技术与计量（土建）》知识点精讲

【知识点】水泥混凝土概述及普通混凝土组成材料

(一) 水泥混凝土概述

1. 在采用商品混凝土时要考虑混凝土的经济运距，一般以 **15~20km** 为宜，运输时间一般 **不宜超过 1h**。
2. 预拌混凝土分为 **常规品（代号 A）** 和 **特制品（代号 B）**，包括的混凝土种类有 **高强混凝土**、**自密实混凝土**、**纤维混凝土**、**轻骨料混凝土** 和 **重混凝土**。
3. 预拌混凝土供货量应以 **体积** 计量。供货量应以运输车的发货总量计算，如需要以工程实际量（扣除混凝土结构中的钢筋所占体积）进行复核时，其误差应 **不超过 ±2%**。

(二) 普通混凝土组成材料



1. 水泥

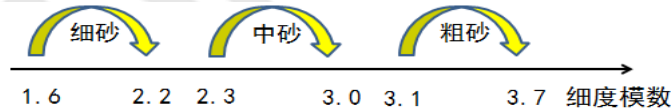
混凝土强度等级	水泥强度等级
一般 强度的混凝土	宜为混凝土强度等级的 1.5~2.0 倍 。
较高 强度等级的混凝土	宜为混凝土强度等级的 0.9~1.5 倍 。

对于 **泵送混凝土** 应选用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥和粉煤灰硅酸盐水泥，**不宜采用火山灰质硅酸盐水泥**。**道路工程** 一般应采用 **强度高、收缩小、耐磨性强、抗冻性好** 的水泥。

2. 砂（粒径 < 4.75mm）

(1) 砂的分类

- ① 主要有天然砂和机制砂两类。天然砂包括 **河砂、湖砂、海砂** 和 **山砂**。
- ② 砂按技术要求分为 **I 类、II 类、III 类**。
- ③ 砂按细度模数分为粗、中、细三种规格，粗、中、细砂均可作为普通混凝土用砂，但以 **中砂** 为佳。



【例题·单选】用于普通混凝土的砂，最佳的细度模数为（ ）。【2015】

- A. 3.7~3.1
- B. 3.0~2.3
- C. 2.2~1.6
- D. 1.5~1.0

【答案】B

【解析】砂按细度模数分为粗、中、细三种规格：3.7~3.1 为粗砂，3.0~2.3 为中砂，2.2~1.6 为细砂。粗、中、细砂均可作为普通混凝土用砂，但以中砂为佳。

(2) 有害杂质

(3) 粗细程度及颗粒级配

1) 在砂用量相同的情况下

- ① 若 **砂子过粗**，则拌制的混凝土 **黏聚性较差**，**容易产生离析、泌水现象**。
- ② 若 **砂子过细**，砂子的总表面积增大，虽然拌制的混凝土 **黏聚性较好**，**不易产生离析、泌水现象**，但 **水泥用量增大**。

【例题·单选】在砂用量相同的情况下，若砂子过细，则拌制的混凝土（ ）。【2018】

- A. 黏聚性差
- B. 易产生离析现象
- C. 易产生泌水现象
- D. 水泥用量增大



【答案】D

【解析】在砂用量相同的情况下，若砂子过粗，则拌制的混凝土黏聚性较差，容易产生离析、泌水现象；若砂子过细，砂子的总表面积增大，虽然拌制的混凝土黏聚性较好，不易产生离析、泌水现象，但水泥用量增大。

2) 级配良好的砂配制混凝土，不仅所用水泥浆量少，**节约水泥**，而且可提高混凝土的和易性、密实度和强度。

3) 砂的粗细程度和颗粒级配通过**筛分法**确定

1 区	①颗粒 较粗 。 ②宜用来配制水泥用量多（富混凝土）或低流动性普通混凝土，使用时宜适当 提高砂率 。
2 区	①为中砂 粗细适宜 。 ②配制混凝土宜优先选用 2 区砂。
3 区	①颗粒 偏细 。 ②所配混凝土拌和物黏聚性较大，保水性好，但硬化后干缩较大，表面易产生微裂缝，使用时宜适当 降低砂率 。

对于**泵送混凝土**，宜选用**中砂**。对于混凝土路面混凝土板，应采用符合规定级配，细度模数在 2.5 以上的**粗砂、中砂**。

【例题·单选】泵送混凝土宜选用的细骨料为（ ）。【2021】

- A. 粗砂
- B. 中砂
- C. 细砂
- D. 3 区砂

【答案】B

【解析】对于泵送混凝土，宜选用中砂。

(4) 坚固性

砂的坚固性用**硫酸钠溶液**检验，试样经**5 次循环**后其质量损失应符合规范中的要求。

3. 石子（粒径>4.75mm）

碎石	①表面粗糙，颗粒多棱角。 ②总表面积和空隙率较大，拌制混凝土 水泥用量较多 ，拌和物 和易性较差 。 ③与水泥浆 黏结力强 ，配制的 混凝土强度高 。
卵石	①表面光滑，少棱角。 ②空隙率及表面积小，拌制混凝土需用 水泥浆量少 ，拌和物 和易性好 。 ③与水泥浆 黏结力较差 ，故用其配制的 混凝土强度较低 。



(1) 最大粒径与颗粒级配

最大粒径	① $\leq 1/4$ 结构截面最小尺寸且 $\leq 3/4$ 钢筋间最小净距 。 ②混凝土实心板： $\leq 1/3$ 板厚且 $\leq 40\text{mm}$ 。 ③对于 泵送混凝土 应根据粗骨料品种、泵送高度、输送管径确定最大粒径，碎石的最大粒径应不大于输送管径的 $1/3$ ，卵石的最大粒径应不大于输送管径的 $1/2.5$ 。 ④水泥混凝土路面混凝土板用粗骨料，其最大粒径 不应超过 40mm 。
颗粒级配	① 连续级配 比间断级配水泥用量 稍多 ，但其拌制的混凝土 流动性 和 黏聚性 均较好，是现浇混凝土中 最常用 的一种级配形式。 ② 间断级配 较适用于 机械振捣流动性低的干硬性拌和物 。

【例题·单选】钢筋混凝土梁宽 200mm，高 400mm，受拉区有三根直径为 25mm 的钢筋，已知梁的单侧保护层厚度为 25mm，则配制混凝土时选用卵石的粒径不得大于（ ）mm。



- A. 28
- B. 31
- C. 47
- D. 63

【答案】A

【解析】粗骨料的最大粒径不得超过结构截面最小尺寸的 1/4，且不超过钢筋间最小净距的 3/4。对于混凝土实心板，粗骨料最大粒径不宜超过板厚的 1/3，且不得超过 40mm。本题中，截面最小尺寸的 1/4=200×1/4=50mm，钢筋间最小净距的 3/4=3/4 (200-25×2-25×3) /2=28.125。

【例题·单选】下列关于粗骨料颗粒级配说法正确的是（ ）。【2022】

【2010 拌制混凝土选用石子，要求连续级配的目是（ ）。】

- A. 混凝土间断级配比连续级配和易性好
- B. 混凝土连续级配比间断级配易离析
- C. 相比于间断级配，混凝土连续级配适用于机械振捣流动性低的干硬性拌合物
- D. 连续级配是现浇混凝土最常用的级配形式

【答案】D

【解析】连续级配比间断级配水泥用量稍多，但其拌制的混凝土流动性和黏聚性均较好，是现浇混凝土中最常用的一种级配形式。间断级配是省去一级或几级中间粒级的集料级配，其大颗粒之间空隙由比它小几倍的小颗粒来填充，减少空隙率，节约水泥。但由于颗粒相差较大，混凝土拌和物易产生离析现象。因此，间断级配较适用于机械振捣流动性低的干硬性拌和物。

(2) 强度与坚固性

强度	石子的强度用岩石 立方体抗压强度 和 压碎指标 表示。 ①当混凝土强度等级为 C60 及以上 时，应进行 岩石抗压强度 检验。在 选择采石场或对集料强度有严格要求或对质量有争议 时，宜用 岩石抗压强度 检验。 ②对于 经常性的生产质量控制 则用 压碎指标值检验 较为方便。
坚固性	坚固性试验一般采用 硫酸钠溶液浸泡法 。试样经 5 次循环 后其质量损失不超过有关标准规定。

4. 水

(1) **海水可用于素混凝土**，但不宜用于装饰混凝土。**未经处理的海水严禁用于钢筋混凝土和预应力混凝土**。

(2) 对比试验

- ①水泥凝结时间：对比试验的水泥初凝时间差及终凝时间差不应大于**30min**。
- ②水泥胶砂强度：被检验水样配制的水泥胶砂 3d 和 28d 强度不应低于饮用水配制的水泥胶砂 3d 和 28d 的**90%**。

5. 外加剂

(1) 外加剂的分类（按其主要功能分）

改善 流变性能	减水剂、 引气剂 和泵送剂【记忆】甬引荐
调节 凝结时间、硬化性能	缓凝剂、早强剂和速凝剂【记忆】速早还
改善 耐久性	引气剂 、防水剂、防冻剂和阻锈剂【记忆】引房租

【例题·多选】可以改善混凝土拌和物流变性能的外加剂（ ）。【2022 补】

- A. 减水剂
- B. 防水剂
- C. 缓凝剂
- D. 引气剂
- E. 泵送剂

【答案】ADE

【解析】改善混凝土拌和物流变性能的外加剂，包括各种减水剂、引气剂和泵送剂等。

(2) 常用混凝土外加剂

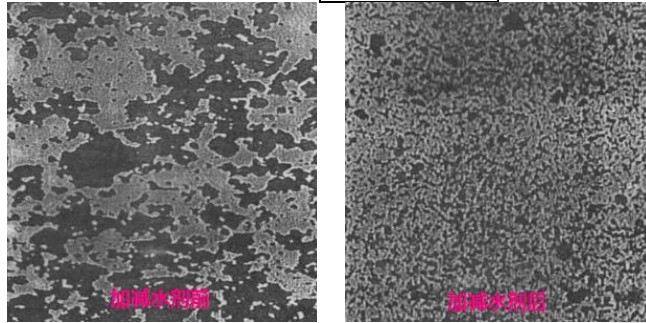
1) 减水剂

①混凝土掺入减水剂的技术经济效果

a. 保持坍落度不变，可降低单位混凝土用水量，从而降低了水灰比，提高混凝土强度，同时改善混凝土的密实度，提高耐久性。**【减水增强】**



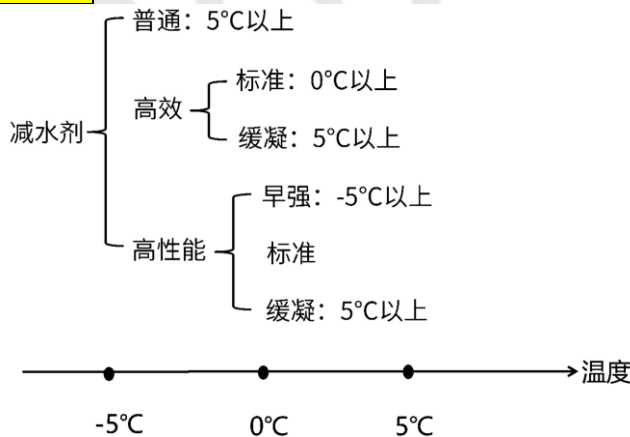
- b. 保持用水量不变，掺减水剂可增大混凝土坍落度（流动性）。【提高流动性】
- c. 保持强度不变，掺减水剂可节约水泥用量。【节约水泥】



②减水剂常用品种

普通减水剂	①主要成分为 木质素磺酸盐类 ，具有一定的缓凝、减水和引气作用。 ②宜用于日最低气温 5℃以上 强度等级为 C40 以下 的混凝土，但 不宜单独用于蒸养混凝土 。
高效减水剂	①具有较高的减水率，较低的引气量，是我国 使用最广、使用量最大 的外加剂。 ② 缓凝型高效减水剂 ：可用于大体积混凝土、碾压混凝土、炎热气候条件下施工的混凝土、大面积浇筑的混凝土、避免冷缝产生的混凝土、需较长时间停放或长距离运输的混凝土、自密实混凝土、滑模施工或拉模施工的混凝土及其他 需要延缓凝结时间且有较高减水率要求 的混凝土。宜用于 日最低气温 5℃以上 施工的混凝土。 ③ 标准型高效减水剂 ：宜用于 日最低气温 0℃以上 施工的混凝土。也可用于 蒸养 混凝土。
高性能减水剂	①目前主要为聚羧酸盐类产品，有 标准型、早强型 和 缓凝型 等品种。 ② 缓凝型聚羧酸系高性能减水剂 宜用于 大体积混凝土 ， 不宜用于日最低气温 5℃以下 施工的混凝土。 ③ 早强型聚羧酸系高性能减水剂 宜用于 有早强要求或低温季节施工 的混凝土，但 不宜用于日最低气温 -5℃以下施工 的混凝土，且 不宜用于大体积混凝土 。

【小结】减水剂温度适用性



【例题·多选】混凝土中使用减水剂的主要目的包括（ ）。【2010】

- A. 有助于水泥石结构形成
- B. 节约水泥用量
- C. 提高拌制混凝土的流动性
- D. 提高混凝土的黏聚性
- E. 提高混凝土的早期强度

【答案】BCE

【解析】混凝土掺入减水剂的技术经济效果：一是保持坍落度不变，掺减水剂可降低单位混凝土用水量，从而降低了水灰比，提高混凝土强度，同时改善混凝土的密实度，提高耐久性；二是保持用水量不变，掺减水剂可增大混凝土坍落度（流动性）；三是保持强度不变，掺减水剂可节约水泥用量。

【例题·单选】在正常用水量条件下，配置泵送混凝土宜掺入适量（ ）。【2018】

- A. 氯盐早强剂
- B. 硫酸盐早强剂



- C. 高效减水剂
- D. 硫铝酸钙膨胀剂

【答案】C

【解析】混凝土掺入减水剂的技术经济效果：一是保持坍落度不变，掺减水剂可降低单位混凝土用水量，从而降低了水灰比，提高混凝土强度，同时改善混凝土的密实度，提高耐久性；二是保持用水量不变，掺减水剂可增大混凝土坍落度（流动性）；三是保持强度不变，掺减水剂可节约水泥用量。

2) 早强剂

①提高混凝土早期强度，并对后期强度无显著影响。早强剂多用于**抢修工程**和**冬季施工**的混凝土。宜用于**蒸养、常温、低温和最低温度不低于-5℃**环境中施工的有早强要求的混凝土工程。**炎热条件以及环境温度低于-5℃**时不宜使用早强剂。早强剂**不宜用于大体积混凝土**。

②早强剂品种

氯盐早强剂	① 有助于水泥石结构形成 。 ② 氯盐早强剂不能用于预应力混凝土结构 。
硫酸盐早强剂	①常用的硫酸钠(Na ₂ SO ₄)早强剂，又称元明粉。 ② 不宜使用无机盐类早强剂的情形有：处于水位变化的结构；露天结构及经常受水淋、受水流冲刷的结构；相对湿度大于80%环境中使用的结构；直接接触酸、碱或其他侵蚀性介质的结构；有装饰要求的混凝土，特别是要求色彩一致或表面有金属装饰的混凝土 。
三乙醇胺早强剂	① 对钢筋无锈蚀作用 。 ②三乙醇胺等有机胺类早强剂 不宜用于蒸养混凝土 。 ③ 单独使用，早强效果不明显 ，若与其他盐类组成复合早强剂，早强效果较明显。

【例题·单选】对钢筋锈蚀作用最小的早强剂是（ ）。【2013】

- A. 硫酸盐
- B. 三乙醇胺
- C. 氯化钙
- D. 氯化钠

【答案】B

【解析】三乙醇胺[N(C₂H₄OH)₃]早强剂是一种有机化学物质，强碱性、无毒、不易燃烧，溶于水和乙醇，对钢筋无锈蚀作用。

3) 引气剂及引气减水剂

①减少拌和物泌水离析、**改善和易性**，同时显著提高硬化混凝土**抗冻融耐久性**。兼有引气和减水作用的外加剂称为引气减水剂。

②以松香树脂类的**松香热聚物**的效果较好，最常使用。

③**引气减水剂**减水效果明显，减水率较大，不但能起到引气作用而且还能提高混凝土强度，弥补由于含气量而使混凝土强度降低的不利，而且节约水泥。常在**道路、桥梁、港口和大坝**等工程上采用。

④**引气剂及引气减水剂**，除用于抗冻、防渗、抗硫酸盐混凝土外，还宜用于泌水严重的混凝土、贫混凝土以及对饰面有要求的混凝土和轻骨料混凝土，**不宜用于蒸养混凝土和预应力混凝土**。

【例题·单选】具有改善混凝土流变性能，又能改善混凝土耐久性的外加剂是（ ）。【2022】

【2014 引气剂主要改善混凝土的（ ）。】【2012 混凝土外加剂中，引气剂的主要作用在于（ ）。】

- A. 速凝剂
- B. 引气剂
- C. 缓凝剂
- D. 加气剂

【答案】B

【解析】引气剂是在混凝土搅拌过程中，能引入大量分布均匀的稳定而密封的微小气泡，以减少拌和物泌水离析、改善和易性，同时显著提高硬化混凝土抗冻融耐久性的外加剂。

4) 缓凝剂

①用于**大体积混凝土、炎热气候条件**下施工的混凝土或**长距离运输**的混凝土，**不宜单独用于蒸养混凝土**。



②缓凝剂最常用的是糖蜜和木质素磺酸钙，**糖蜜的效果最好**。

5) 泵送剂

①其组分包含**缓凝及减水组分**，**增稠组分（保水剂）**，**引气组分**，及**高比表面无机掺和料**。

【记忆】缓减稠气高比表面（缓解仇恨怨气才有高明的表面）。

②应用泵送剂温度**不宜高于 35℃**，掺泵送剂**过量可能造成堵泵现象**。**不宜用于蒸汽养护混凝土和蒸压养护的预制混凝土**。

【例题·单选】关于混凝土泵送剂，说法正确的是（ ）。【2020】

- A. 应用泵送剂温度不宜高于 25℃
- B. 过量摄入泵送剂不会造成堵泵现象
- C. 宜用于蒸汽养护法
- D. 泵送剂包含缓凝及减水组分

【答案】D

【解析】泵送剂其组分包含缓凝及减水组分，增稠组分（保水剂），引气组分，及高比表面无机掺和料。应用泵送剂温度不宜高于 35℃，掺泵送剂过量可能造成堵泵现象。泵送剂不宜用于蒸汽养护混凝土和蒸压养护的预制混凝土。

6) 膨胀剂

当膨胀剂用于补偿收缩混凝土时，膨胀率**相当于或稍大于**混凝土收缩，当膨胀剂用于自应力混凝土时，膨胀率**远大于**混凝土收缩率，可以达到预应力或化学自应力混凝土的目的。

【小结】外加剂能否用于蒸养混凝土总结

