

混凝土骨料

一、混凝土用骨料

骨料也称集料，在混凝土中起骨架作用。由于骨料具有一定的强度，而且分布范围广，取材容易，加工方便，价格低廉，所以在混凝土施工中得到广泛应用。配制混凝土采用的骨料通常有砂、碎石或卵石。

1、骨料分类分类：

按粒径分：粒径在 0.15mm 至 4.75mm 之间的为细骨料。粒径在 4.75mm 以上的为粗骨料。

按密度分：绝干密度小于 2.3g/cm^3 为轻骨料；绝干密度在 $2.3\sim 2.8\text{g/cm}^3$ 左右为普通骨料；绝干密度大于 2.9g/cm^3 为重骨料。

按产源分：天然骨料（砂、卵石等）、人造骨料（机制砂、碎石、碎卵石、高炉矿渣等）。

按成因分：骨料的岩石有火成岩、沉积岩、变质岩。

火成岩中常用的有花岗岩，沉积岩中常用的有凝灰岩、石灰岩，变质岩中常用的有大理岩。骨料中常见有害作用的矿物有云母、泥及泥块等，云母吸水率高，强度及抗磨性差。

2、骨料的性质及其对混凝土性能的影响

强度：骨料的强度来自岩石母体，在 JGJ52-2006 中规定，采用 50mm 立方体试件或 $\Phi 50\text{mm} \times h 50\text{mm}$ 的圆柱体，在饱水状态下测定其抗压强度。碎石或卵石抵抗压碎的能力称为压碎指标值，骨料在生产过程中用压碎指标值测定仪来测定压碎值，以间接反应岩石的强度。

对于普通混凝土，不同品种、不同强度骨料对混凝土强度的影响很小，但对高强混凝土，骨料的差别对强度的影响很大。混凝土强度等级为 C60 及以上的混凝土，应进行岩石抗压强度试验。岩石抗压强度应为混凝土强度等级 1.5 倍以上。（公路桥涵规范 C30 及以上混凝土、铁路制梁混凝土规定岩石抗压强度应为混凝土强度等级 2 倍以上）。

混凝土强度受水泥浆与骨料黏结强度的影响。骨料具有一定的强度时，混凝土强度不受骨料强度的影响。碎石与水泥浆的黏结面积大，黏结强度高，所以河卵石配制的混凝土抗压强度高。

弹性模量：混凝土弹性模量受骨料品种的影响很大，而泊松比受骨料的影响较小。骨料的弹性模量一般为 $3 \times 10^4 \sim 12 \times 10^4 \text{MPa}$ 左右。一般情况下，骨料的抗压强度越高，弹性模量也越高。骨料的弹性模量越高，所配制混凝土的弹性模量越高。

表观密度与堆积

表观密度：是骨料的颗粒单位体积的质量。

堆积密度：是骨料在自然堆积状态下，单位体积的质量。

紧密密度：是根据所规定的捣实条件下，把骨料放入容器中，装满容器后的骨料质量除以容器的体积。

级配：骨料中各种大小不同的颗粒之间的数量比例称为骨料的级配。合适的优选的级配是制造优质混凝土、降低工程成本的一个重要途径。（砂石新标准明确规定混凝土碎石必须采用连续级配）、（砂的细度模数）

（1）、筛分曲线

骨料颗粒大小常用筛分来体现。将筛分结果按各筛上的筛余质量百分率表示，然后可用其绘制出筛分曲线。

☐ 砂的筛分曲线

除特细砂外，砂的颗粒可按公称直径 **630um** 筛孔的累计筛余量，分成三个级配区：I 区属粗砂、II 区属中砂、III 区属细砂。

☐ 碎石或卵石的筛分与级配范围

分为连续与间断级配。单粒级一般用于组合具有要求的连续粒级，也可以与连续粒级混合使用，以改善或配制较大粒度的级配。

(2)、细度模数

是骨料总的粗细程度的指标。

粗砂在 3.1~3.7 之间，中砂在 2.3~3.0 之间，细砂在 1.6~2.2 之间。

石子的细度模数一般为 5~6。

空隙率

空隙是指骨料颗粒与颗粒之间没有被骨料占领的自由空间。空隙率是指单位体积的骨料中，空隙所占的体积百分比。骨料的空隙率主要取决于它的级配。颗粒的粒形和表面粗糙度对空隙率也有影响。接近球形或正方形时，空隙率较小，颗粒尖锐或者扁长者，空隙率较大，表面粗糙空隙率较大。一般卵石的空隙率比碎石的空隙率小。碎石约为 45% 左右，卵石约为 35% ~45% 。粗砂的空隙率较小，细砂的空隙率较大。

□ 骨料的最大粒径

骨料的公称粒径的上限为该骨料的**最大粒径**。骨料的**最大粒径**大，比表面积小，空隙率也较小。

□ 粗骨料的针片状含量

岩石颗粒的长度大于该颗粒所属粒级的平均粒径 2.4 倍，为针状颗粒；岩石颗粒的厚度小于平均粒径 0.4 倍的为片状颗粒。平均指该粒级上、下限粒径的平均值。



www.zhulong.com

□ 骨料质量系数

$$K=\mu_f(50-V1)$$

K: 质量系数

μ_f : 细度模数

V1: 空隙率



□ 骨料中的有害物质（均对混凝土产生有害影响）

（1）、含泥量

指粒径小于 0.075mm 颗粒含量。



（2）、泥块含量

砂中的泥块含量是指粒径大于 1.18mm，经水洗、手捏后变成小于 0.6mm 颗粒的含量。

碎石中的泥块含量是指粒径大于 4.75mm，经水洗、手

捏后变成小于 2.36mm 颗粒的含量。

(3)、有害物质含量

主要指有机物、硫化物和硫酸盐等。

有机物含量：砂及卵石中的有机物含量用比色法近似的判断有机物对混凝土质量的影响，当比色法不合格时，须进一步用胶砂强度对比检验。

www.zhulong.com

骨料的耐久性

是指骨料能抵抗各种环境因素的作用，保持物理化学性能相对稳定的能力。比较突出的问题是反复冻融的影响。对于一般的砼结构物，骨料的强度与耐久性可能根据其表观密度与吸水率来判断。而对于特殊要求的情况，要通过试验来判断。



□ 骨料的化学性质

1、 碱-骨料反应

碱活性骨料的含义：能在一定条件下与混凝土中的碱发生化学反应导致混凝土产生膨胀、开裂甚至破坏的骨料。

碱-骨料反应（AAR）：指水泥、外加剂等混凝土构成物及环境中的碱与骨料中碱活性矿物在潮湿环境下缓慢发生并导致混凝土开裂破坏的膨胀反应。

由于碱-骨料反应（AAR）对混凝土危害性极大，可归纳为以下三种类型：

(1)、碱-硅酸反应（ASR），是指混凝土中的碱与不定型二氧化硅的反应。

(2)、碱-硅酸盐反应（ASR），是指混凝土中的碱与某些硅酸盐矿物的反应。

(3)、碱-碳酸盐反应（ACR），是指混凝土中的碱与某些碳酸盐矿物的反应。

其中碱-硅酸反应最为常见。AAR 发生具备三个要素：

- ①、碱活性骨料；
- ②、有足够量的碱存在（K、Na 离子等）；
- ③、水。

这三个因素共同导致了 AAR 发生。在这三个要素中，第三个要素虽简单，但作用不可忽视。并不是外界水未大量进入砼内部就可确保不发生 AAR。砼内部与外界因为保持湿

度平衡就可能有充分的水分，而这种可能足以达到反应的要求。

第二个是碱的问题。在水泥中总碱量 (R_2O) 的计算以当量 Na_2O 计，公式为 $R_2O = Na_2O\% + 0.658K_2O\%$ 。国内外的经验表明，总碱量在 0.6% 以上的水泥（高碱水泥）容易引起 AAR，因此推荐使用总碱量在 0.6% 以下的水泥（低碱水泥）。另砼的其它组成部分也会带入一定量的碱，另外界环境可能向通过扩散或对流等各种物理化学方法向混凝土持续不断地提供碱，一般都对混凝土中带入的碱总量作出规定，一般认为小于 $3kg/m^3$ 是安全的。

第三个是骨料岩石的活性。

骨料具有碱活性是发生碱骨料反应的必要条件。因此在对骨料进行选型前，首先要确定骨料是否具有碱活性。一般而言，可以将骨料分为三类，即碱活性、潜在碱活性和无碱活性。如果骨料是碱活性骨料，则不能使用此类骨料；如果骨料是具有潜在碱活性，则要有条件地使用，如限制混凝土中的碱含量、使用粉煤灰等外掺料、混凝土表面涂刷高分子涂料以堵塞水及碱的外部通道等方法；无碱活性骨料可以相对自由地使用。

对于长期处于潮湿环境的重要混凝土结构所用的砂石，应进行碱活性检验。

对碎石进行碱活性检验时应遵循的步骤：

对碎石进行碱活性检验时，首先应采用岩相法检验碱活性骨料的品种、类型和数量，当检验出骨料中含有活性二氧化硅时，应采用快速砂浆棒法或砂浆长度法进行碱活性检验；当检验出骨料中含有活性碳酸盐时，应采用岩石柱法进行碱活性检验。

铁路高性能混凝土规定：

4 混凝土的抗碱—骨料反应性能应符合下列规定：

(1) 骨料的碱—硅酸反应砂浆棒膨胀率或碱—碳酸盐反应岩石柱膨胀率应小于 0.10%；

(2) 当骨料的碱—硅酸反应砂浆棒膨胀率在 0.10~0.20%时，混凝土的碱含量应满足表 6.3.2-4 的规定；当骨料的砂浆棒膨胀率在 0.20~0.30%时，除了混凝土的碱含量应满足表 6.3.2-4 的规定外，还应在混凝土中掺加具有明显抑制效能的矿物掺合料和复合外加剂，并按附录 C 方法试验证明抑制有效。

表 6.3.2-4 混凝土最大碱含量（kg/m³）

使用年限级别		一（100 年）	二（60 年）	三（30 年）
环境条件	干燥环境	3.5	3.5	3.5
	潮湿环境	3.0	3.0	3.0
	含碱环境	*	3.0	3.0

注：

- 1、*号表示混凝土必须换用非碱活性骨料。
- 2、混凝土的总碱含量包括水泥、矿物掺和料、外加剂及水的碱含量之和。其中，矿物掺和料的碱含量以其所含可溶性

1/6，矿

渣粉的可溶性碱含量取矿渣粉总碱量的 1/2，硅灰的可溶性碱含量取硅灰总碱量的 1/2。

氯离子及碱含量计算表



www.zhulong.com



zhulong.com



☐ AAR 的评价方法

☐ AAR 的抑制措施

抑制碱骨料反应措施：

4.1.7.4 AAR 的抑制措施

因碱－碳酸盐反应（ACR）破坏事例远不及 ASR 普遍，国际上对 ACR 及其抑制措施的研究亦相应较少,在此,AAR 主要是指 ASR。目前,控制 ASR 的措施主要从以下几个方面考虑:

- ①使用非活性骨料;
- ②控制水泥及混凝土中的碱含量;
- ③控制湿度;
- ④使用混合材或化学外加剂;
- ⑤隔离混凝土内外之间的物质交换。

☐ 其它化学性能

含有某些矿物的骨料，配制的混凝土硬化后，也会出现化学问题。如含有黄铁矿的骨料的混凝土，在水分和空气渗透下，发生氧化反应，生成酸度极强的硫酸和氢氧化铁；硫酸对混凝土具有很强的腐蚀作用、而氢氧化铁会膨胀，对混凝土也具有腐蚀性。



3、骨料的技术要求（不同标准）

注意不同种类工程项目要求的差异

)、

D.0.1 细骨料应选用级配合理、质地均匀坚固、吸水率低、空隙率小的洁净天然中粗河砂，也可选用专门机组生产的人工砂，不宜使用山砂，不得使用海砂。

D.0.2 细骨料的颗粒级配(累计筛余百分数)应满足表 D.0.2 的规定。

表 D.0.2 细骨料的累计筛余百分数 (%)

级配区 筛孔尺寸, mm	I 区	II 区	III区
10.0	0	0	0
5.00	10~0	10~0	10~0
2.50	35~5	25~0	15~0
1.25	65~35	50~10	25~0
0.63	85~71	70~41	40~16
0.315	95~80	92~70	85~55
0.160	100~90	100~90	100~90

除 5.00 mm 和 0.63 mm 筛档外，砂的实际颗粒级配与表 D.0.2 中所列的累计筛余百分率相比允许稍有超出分界线，但其总量不应大于 5% 。

D.O.3 细骨料的粗细程度按细度模数分为粗、中、细 3 级，其细度模数分别为：

- 粗级 3.7~3.1
- 中级 3.0~2.3
- 细级 2.2~1.6



配制混凝土时宜优先选用中级细骨料。当采用粗级细骨料时，应提高砂率，并保持足够的水泥或胶凝材料用量，以满足混凝土的和易性；当采用细级细骨料时，宜适当降低砂率。

泵送混凝土、抗渗混凝土宜选用中细骨料。

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/485010220302012014>