

# 粗骨料特性对混凝土性能的影响研究

穆 杰

北京声源恒业电气工程有限公司 北京市 100000

**摘要:** 骨料是混凝土中占比最大的材料,也是最重要组成材料之一,而粗骨料的性能对混凝土的物理力学性能有非常重要的影响,尤其对于高强高性能混凝土。原材料组成影响着混凝土的强度,在一定范围内,混凝土的强度随着骨料强度的增加而增加。如果骨料压碎值较低,则混凝土强度将会显著降低,混凝土骨料的级配较理想时,可获得较高的强度。本文就粗骨料的特性以及对混凝土的影响展开论述,根据其物理力学特征,对混凝土的影响原因进行研究。

**关键词:** 粗骨料;混凝土;力学性能

## Study on the influence of coarse aggregate properties on concrete properties

MuJie

Beijing Shengyuan Hengye Electrical Engineering Co., LTD., Beijing 100000

**Abstract:** Aggregate is the largest material in concrete, also one of the most important constituent materials, and the performance of coarse aggregate has a very important impact on the physical and mechanical properties of concrete, especially for high strength and high performance concrete. The composition of raw materials affects the strength of concrete, and within a certain range, the strength of concrete increases with the increase of aggregate strength. If the aggregate crushing value is low, the concrete strength will be significantly reduced, and when the concrete aggregate grading is ideal, the higher strength can be obtained. In this paper, the characteristics of coarse aggregate and its influence on concrete are discussed. According to its physical and mechanical characteristics, the influence causes of concrete are studied.

**Key words:** Coarse aggregate; Concrete; Mechanical property

随着技术的发展,对粗骨料的研究越来越广泛,根据其物理特征可以得知,粗骨料有着很强的力学性能,在混凝土中起“骨架”作用,对混凝土的体积稳定性起着至关重要的作用<sup>[1]</sup>。同时,碱骨料反应对混凝土的耐久性影响也较大,活性骨料宜发生碱骨料反应,降低混凝土的耐久性。因此,选择骨料时,要选择非活性骨料,减少碱骨料反应的发生<sup>[2]</sup>,同时,由于粗骨料是混凝土的重要组成部分,所以合理的运用粗骨料也可以提高工程的质量,从而促进建筑行业持续发展。

### 1 粗骨料的特性

在使用混凝土进行施工的过程中,对其组成材料进行配合比设计时,必须按照《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55-2011等相关的要求进行科学合理的设计,这样才能保证混凝土的拌合物性能、力学性能和耐久性<sup>[3]</sup>。粗骨

料的含泥量、泥块含量、颗粒级配、坚固性、空隙率、针、片状颗粒含量对混凝土性能有重要影响。因此,我们应严格控制粗骨料指标,以满足混凝土性能要求。

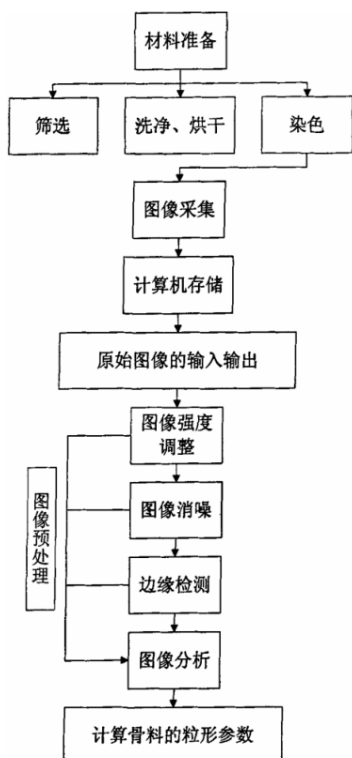
#### 1.1 粗骨料的干涉效应

粗骨料的干涉效应主要是根据美国学者提出的粒子干涉学说进行总结归纳的,在这个理论中,学者认为<sup>[4]</sup>,使用一定直径比的粗骨料进行配合比设计时,当颗粒的级配与粗骨料的平均间距等于一级颗粒的平均直径和外围水泥的厚度之和时,这时粗骨料之中的各种组成成分便达到了互不干扰的状态。在混凝土中使用的粗骨料,如果想要使其达到最小空隙率以及最大容重的状态,相关人员就必须在上一级颗粒间隙的基础上,由下一级小颗粒进行填充,以此类推,当所有空隙被填充完毕后才不会出现稳定的状态,如果作为填充物物的颗粒直径小于等于空的距离,那么就会发生互相干扰的现象,如果填充的颗粒大于空隙的距离,便可以不断的使其排列空间增大,彼此间的距离也逐渐的增大,虽然这样的排列组

**作者简介:** 穆杰 男 1987年6月 汉族 河北 张家口 本科(工程师) 研究方向:混凝土原材料性能及工程应用技术研究

合可以对骨料的排列起到松散的作用，但是也会出现由于其之间的距离过大而使得空隙率增大，从而影响了粗骨料的密实度<sup>[5]</sup>。

### 1.2 粗骨料的密实度



图一 粗骨料颗粒直径的计算方法

对于粗骨料的密实度进行研究时，主要根据的是骨料堆积理论和骨料颗粒级配理论。在骨料堆积理论中，学者对于岩石的颗粒大小以及孔隙率进行了研究，首先对颗粒进行假设，比如使用图一的计算方法，对颗粒的直径进行计算，这样将其进行排列组合，才会出现多种可能的格局，再将球堆的模型装到假设的模型中，便可以将其的原型进行还原，从而对孔隙率进行对比研究，由于混凝土中的粗骨料形状是不规则的，而且直径的大小不一，所以其在排列组合的时候就会出现不规则的现象，而且因为振捣的工具和方式有所不同，所以其的排列也会出现差异性。因此粗骨料的孔隙率与粒子的排列规则有关<sup>[6]</sup>。其次，在根据骨料颗粒级配理论，这个理论主要是法国的学者对混凝土的强度和密度进行研究，通过水泥，水以及空隙的绝对体积，从而通过连续的级配获得了最大密度的级配方法，而在间接级配中也可以获得最小空隙的填充理论。所以，通过这两个理论的研究便可以得知，粗骨料的密实度与其的排列方式有关，在进行级配填充时，也会因为填充物的直径大小不同而出现密实度的差异性。

### 1.3 粗骨料的堆积密度以及空隙率

首先对单粒径碎石骨料的堆积空隙率进行研究，根据研究可以得知，单粒径骨料的堆积密度会随着骨料的直径增大而减小，而且紧密堆积的骨料，其密度也会随着骨料直径的增大而减小，对于大颗粒的粗骨料来说，在搅拌的过程中，由于粒子之间的相互包围和摩擦，其会产生较大的距离，而且粗骨料在堆垛的过程中，如果没有较小的骨料进行填充，那么其的紧密度就会严重的下降，从而导致彼此间的距离越来越大<sup>[7]</sup>。因此，骨料的堆积密度与粗骨料的直径有关。其次，在对单粒径卵石骨料的堆积空隙率进行研究的时候，便可以得知其的堆积密度会随着骨料的增加而减小。再次，对碎石和卵石的堆积空隙率进行研究，便可以得知卵石的堆积密度要比碎石的堆积密度大，而且随着直径的增加，其之间紧密度的差距是处于一个稳定的状态中，但是也呈现出逐渐减小的趋势，所以骨料的直径对不管对于任何材质的骨料来说，都会有一定的影响作用。最后，粗骨料使用连续级配时，其空隙率将减小，混凝土所需砂浆体积小，保证混凝土的体积稳定性，同时强度和耐久性也好，满足经济性的要求。

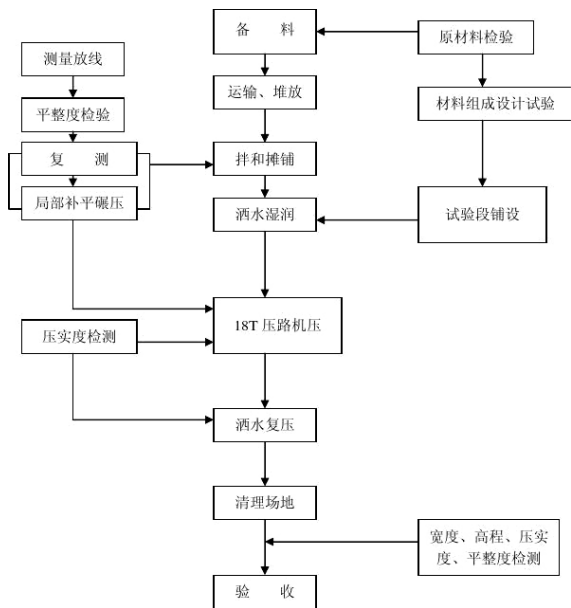
## 2 粗骨料对混凝土的影响

### 2.1 粗骨料的用量

粗骨料的用量对混凝土的性能会产生一定的影响，当混凝土中粗骨料的用量越来越高时，对混凝土整体的性能产生的影响就会越来越明显，如果粗骨料的强度超过砂浆的强度，那么混凝土的强度会随着粗骨料的增多而增大，但是当超过特定范围后<sup>[8]</sup>，便会起到相反的抑制作用，因为骨料的用量超过一定数值后，砂浆的含量会大幅度的降低，因此就使得混凝土整体和骨料表面的连接性变差，从而使得混凝土的强度降低。

### 2.2 粗骨料的级配

在粗骨料级配（如图二）中，会根据骨料直径的大小进行具体比例的划分，在进行级配的过程中，也会对混凝土的搅拌性能，物理性能和耐久性产生很大的影响，在保证粗骨料直径的平均值后，在和混凝土进行配比的过程中，如果能够降低水泥的使用含量，那么便会减少混凝土的成本预算<sup>[9]</sup>。其次，当混凝土的配合比确定以后，用水量会随着粗骨料直径的增加而减少，为了有效降低混凝土中的砂率，相关人员可以使用大颗粒的粗骨料，这样不仅可以增加混凝土的强度，同时还可以实现降低水泥用量的目的。在混凝土配合中使用较少的水泥，那么便可以降低混凝土内部的温度，从而促进混凝土的稳定性，减少裂缝的数量。



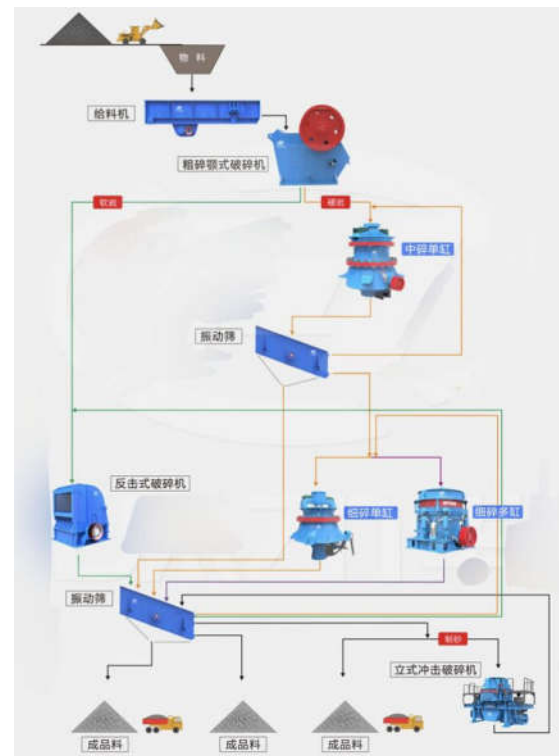
图二 粗骨料的级配流程图

### 2.3 粗骨料的密实度

粗骨料的密实度取决于石材的质量, 矿物成分, 风化程度以及空隙率, 在正常的状态下, 表面粗糙, 结构疏松的粗骨料在与混凝土中应用时, 其强度会无法达到设计要求, 而且表面粗糙, 空隙率大, 其吸水性就会更大一些, 如果在混凝土中使用这种粗骨料时, 混凝土的抗震性能以及抗冻性能都无法达到标准要求, 从而无法投入到工程中进行使用, 这样不仅加大了资源浪费, 同时也延长了工期。

### 2.4 粗骨料的品种

粗骨料的品种由于其的生产地域不同, 所以其的性能也会有明显的差别, 当与混凝土进行配比时, 这些差别就会被放大, 从而对混凝土的性能产生不同程度的影响, 比如在利用玄武岩, 石灰岩以及砾石等粗骨料进行配比时, 对于高强度的混凝土来说, 在配比过后, 其的各项性能会提高10%左右, 但是石灰岩的混凝土其的硬度明显会比玄武岩混凝土的硬度低。其次, 对于普通的混凝土来说, 使用这三种材料进行配比时, 其之间的硬度差别会更小一些, 在使用的过程中, 石灰岩混凝土的强度会高于其他两种石材<sup>[10]</sup>。对于硅质卵石, 辉绿岩碎石, 花岗岩碎石和石灰岩碎石等骨料进行混凝土的配比时, 花岗岩碎石的强度最低, 因为花岗岩中含有浊沸石, 其在潮湿的环境中会呈现出不稳定的状态, 所以在进行配比的时候, 也会因为混凝土中的含水量, 而对花岗岩自身的特性产生影响, 从而影响了花岗岩混凝土的强度, 比如在对粗骨料进行选择时, 可以按照图三的流程对骨料进行对比, 从而确定出影响最小的材料。



图三 粗骨料的筛选流程图

### 2.5 粗骨料的含泥量以及泥块含量

粗骨料的含泥量以及泥块的含量也会对混凝土的性能产生影响, 根据含泥量的标准要求, 相关人员要将卵石和碎石的直径控制在标准范围内, 如果泥块表面积或吸水性都比较大时, 其在遇到水时就会很容易出现膨胀的状态, 但是在干燥的环境中也会出现缩小的状态, 如果在混凝土中这类物质的含量过多时, 就会对混凝土的稳定性产生影响。首先是包裹型含泥, 这种粗骨料中的泥粒主要是以浆状连接, 或者是附在粗骨料的表面, 由于粗骨料和水泥产生了不良反应, 从而降低了混凝土的强度。其次是松散型含泥, 在进行配比时, 如果低胶材混凝土或者沙粒的细度偏大时, 骨料中就会出现颗粒均匀分布的现象, 为了可以提升混凝土的易和性, 在添加搅拌物的时候, 也可以对混凝土的紧实度起到一个强化的作用, 如果粗骨料的含泥量超过2%, 混凝土的强度就会受到严重的影响, 尤其对于高强度的混凝土来说, 如果含泥量超过了5%后, 其的强度就会降低30%左右。从而便可以看出, 含泥量对混凝土强度的影响。最后是团块型含泥, 当粗骨料中出现较大的泥块时, 在进行配合比试验的过程中, 就会严重影响到混凝土的性能, 如果这种大型的泥块含量超过2%后, 混凝土的抗拉强度就会减少10%, 随着其含泥量的增多, 混凝土的干缩性也会受到影响, 因此在进行配合的过程中, 粗骨料中严禁出现



较大直径的颗粒,否则会对混凝土的强度产生严重的影响,使其无法进行正常的使用而造成资源的浪费。

#### 2.6 粗骨料的坚固性

粗骨料的坚固性,对于混凝土的性能有着很重要的影响,当粗骨料在不同物理条件的影响下,如果其不出现崩解破裂的现象,那么其稳定性能就是比较高的,在进行混凝土试验时,相关人员为了对混凝土的耐久性进行严格的控制,便会在选择粗骨料的过程中,对其的坚固性进行测试,从而按照相关要求,对于需要抗冻的混凝土,粗骨料的坚固性应小于等于8%,对于不需要抗冻的混凝土来说,其的坚固性应小于10%。

#### 2.7 粗骨料的颗粒形状

对于粗骨料的颗粒形状应该选择立方形或者球体,因为在岩石破碎的阶段,很容易出现针状或者片状的颗粒,这样便会增加骨料的空隙度,同时还会对混凝土的性能产生一定的影响,也可以对粗骨料的品质进行控制,从而提升建筑的质量,当针、片状颗粒较多时,将会严重影响混凝土的力学性能。

结束语:粗骨料是混凝土的重要组成材料,其性能对混凝土的物理力学性能有重要的影响。特别是对于高强高性能混凝土,其强度受组成材料的强度影响较大,骨料的强度明显影响混凝土的强度。在一定范围内,随着粗骨料用量的增加,混凝土力学性能随之增加,但粗骨料的含量增加到一定范围,混凝土的抗压强度会出现下降的现象,而且这种特性对于高强度等级的混凝土来说,影响作用会更加的明显,同时混凝土拌合物的和易性也随之变差,混凝土就会出现严重的离析和沁水的现象,从而对混凝土的质量产生严重的影响,因此混凝土中粗骨料的用量需进行科学合理的控制,以满足工程质量力学性能及耐久性性能的要求。

#### 参考文献:

- [1] 崔激,孟苗苗,宋慧芳.自密实混凝土粗骨料运动及静态离析的CFD数值模拟[J].建筑材料学报,2021,24(1):39-44.
- [2] 魏达,朱平华,王新杰,等.再生粗骨料附着砂浆含量对再生混凝土抗冻耐久性的影响[J].硅酸盐通报,2021,40(3):765-774.
- [3] 李晓晶.再生粗骨料玄武岩大纤维混凝土梁的抗弯性能试验研究[J].新型建筑材料,2021,48(6):59-63.
- [4] 尚壮壮,刘元珍,高宇璇,等.再生粗骨料取代率对再生保温混凝土360 d龄期内强度的影响[J].西安建筑科技大学学报(自然科学版),2021,53(2):217-222.
- [5] 陈海玉,徐福卫.再生粗骨料掺量和冻融循环对再生混凝土孔结构和抗压强度的试验研究[J].湖北文理学院学报,2021,42(5):5-10.
- [6] 范红波,韩达光,杨宇鹏,等.小粒径再生粗骨料对预制混凝土力学性能影响的研究[J].新型建筑材料,2020,47(3):1-3,48.
- [7] 安新正,马晓楠,申彦利.含砖粒再生粗骨料取代率对混凝土断裂性能的影响[J].科学技术与工程,2020,20(14):5751-5756.
- [8] 潘慧敏,左建航,宋嵘杰.粗骨料最大粒径对混凝土受早期扰动后力学性能的影响[J].硅酸盐通报,2020,39(10):3131-3136.
- [9] 刘超,刘化威,朱超,等.基于粗骨料多孔界面的再生混凝土内部相对湿度响应机理试验研究[J].土木工程学报,2019,52(11):37-44.
- [10] 陈倩.聚丙烯纤维和粗骨料对超高性能混凝土抗拉强度的影响研究[J].水利与建筑工程学报,2019,17(6):113-116,199.