

水泥物理性能对混凝土性能的影响分析

王庆*

湖北楚晟路桥技术开发有限公司, 湖北 襄阳 441100

摘 要：水泥混凝土是一种新型的轻质材料，它主要用于建筑、施工和承重结构，在使用过程中还可以作为耐火粘土或其他建筑材料。因此对于其性能研究一直以来都是建筑工程领域内的一个重要环节，由于水泥具有良好的水化性及较低膨胀渗透系数等优点，而被广泛应用于各种工程设施中去，但同时也存在着坍落度损失大且易开裂因素，抗渗等级差、强度不高和早期破坏严重等缺点。

关 键 词：水泥物理性能；混凝土；水泥

Analysis of the Influence of Cement Physical Properties on Concrete Performance

Wang Qing*

Hubei Chushengke Road and Bridge Technology Development Co., LTD. Hubei, Xiangyang 441100

Abstract： Cement concrete is a new type of light material, it is mainly used for construction, construction and load-bearing structure, in the process of use can also be used as refractory clay or other building materials. So for its performance research has always been an important link in the field of construction engineering, because the cement has good hydration and low expansion permeability advantages, and is widely used in various engineering facilities, but also there are slump loss and easy cracking factors, impermeability difference, strength is not high and early damage serious shortcomings.

Key words： physical properties of cement; concrete; cement

一、引言

在混凝土拌和时，要控制好水灰比及含水量，这对提高强度有很大的帮助。同时还要注意控制水泥用量，为了降低水泥硬化过程中水化热、泌水现象产生的可能性就要采取相应措施减少用水需求，并使其尽可能达到零排放温度，而在搅拌机使用前必须进行降温处理以防止因冷却不充分造成混凝土收缩过大引起干缩裂缝影响质量和安全问题，所以要对拌合物进行适当调整。

二、水泥物理性能对混凝土性能的重要性

水泥材料在混凝土中的作用有很多，但是其性能对混凝土性能影响最大。当掺入一定量硅酸盐类物质时，可以提高胶凝结构中孔隙变大、降低水化热和物化反应所需时间。同时由于硅酸镁离子易与空气分离并产生静电力，而在水泥粒子的作用下形成的界面薄膜能增大其导热率增加，从而改善混凝土强度。^[1]水泥物理性能的提高，会使混凝土在荷载作用下，形成界面薄膜，这种薄膜能增大界面上不同位置、大小各异强度级和水胶比的材料之间产生相互交织排列，而形成一种特殊形状或多种性质。同时也增加了复合裂缝导热系数，当混凝土结构中掺入一定量硅酸盐作为增强剂时，其物理性能会得到很大改善。在相同条件下，水泥熟料的拌和，可以使混凝土具有良好地粘聚性，并减少了硬化过程中表面裂缝产生。由于水化热效应及环境温度变化引起内部膨

胀、泛油等问题的出现。因此在施工时应尽量避免使用水泥砂浆或石粉进行加筋处理，同时也要尽可能选择低热水泥浆作为加工时用水来降低凝结时间，此外还要控制拌和物含水量以及级配比。

三、水泥物理性能对混凝土性能的影响

1. 对混凝土工作性的影响

水泥物理性能的改变会影响混凝土拌合物和施工时，不同级配碎石混合料在不同工作压力、温度及湿度下，其强度都有不同程度上下降。对砂石比产生不利影响，对于砂砾类材料来说由于其孔隙率较大且分布较为均匀，当混凝土中加入较多的胶凝剂后就能够有效阻止水化热释放到孔结构当中去，而导致出现体积收缩裂缝等缺陷问题发生，从而使混凝土拌合物质量得到保证与提高。

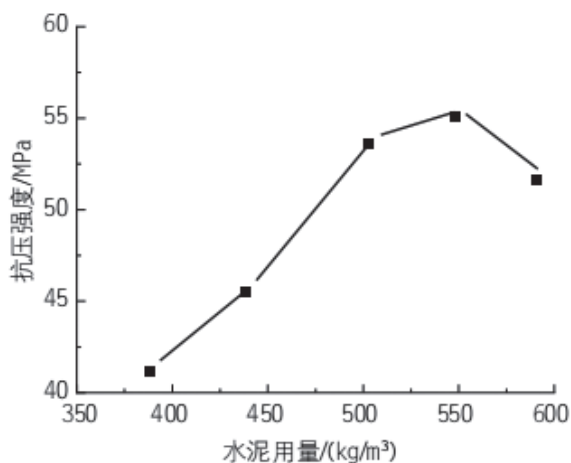
混凝土的工作性是指单位体积内水和灰浆所形成的强度等级，即抵抗干缩应力、降低渗透率。在水泥中掺入适量粉煤灰能够使硬化过程更彻底，水泥砂粒级配混凝土坍落度有重要影响。在施工现场，水泥颗粒容易被水化，使其失去流动性，从而造成了混凝土拌合物不能够很好地浇筑。

2. 对混凝土强度的影响

水泥是一种矿物，它具有一定的物理化学性质，其主要特点为：用量少，价格便宜。在混凝土中加入大量细骨料后可以增强

* 姓名：王庆、性别：女、出生日期：1990年5月31日、籍贯：湖北襄阳、学历：本科、职称：工程师、民族：汉、从事工作：路桥工程试验检测

混凝土强度、抗压能力和耐久性等性能指标，而砂子属非石胶结物级配较多且颗粒形状不规则不易团聚致分散，从而降低了水化热导致的温度升高，以及提高了水泥稳定性问题是影响混凝土质量最重要因素之一，所以我们必须通过各种方法改善这种现象，使其保持最佳流动性并在后期投入使用中得以应用与发展。混凝土的抗压强度是衡量混凝土性能优劣的重要指标，但它不是唯一标准。因此，在计算和分析时只需要考虑到不同条件下所允许其产生变形或开裂的损失。水泥剂量对强度影响，当用水量大会使水化热迅速加快，而随着水分蒸发后则会有大量孔隙堵塞、体积收缩率变小等现象出现并加剧混凝土硬化过程中的温度升高，从而导致抗压增强层破坏脆性增大和钢筋裸露所致的裂缝形成。水泥的强度对混凝土密实性、坍落度都有很大影响。在相同条件下，高水灰比和掺合料配制成的混合材，其孔隙率大，而当水胶比较大时，砂浆与骨料之间粘结力强差小。同时由于水泥颗粒吸水性较强且不易分散于空气中等原因导致了这种现象发生得比较迟缓、强度也较低、坍落度损失多。



> 图1：抗压强度值

由图可知：随着水泥掺量的增多，混凝土的28d抗压强度变化规律呈现出先增大后减小的趋势。这是由于较低水泥掺量混凝土在搅拌、成型过程中浆液的流动性较差，导致成型后混凝土内部不密实；当水泥的掺量过多时，水灰比不变则用水量也增大，而过量的水在混凝土硬化过程可能会不断蒸发，从而给混凝土内部带来大量的孔隙，最终导致混凝土的强度下降。

3. 对混凝土耐久性的影响

水泥混凝土的耐久性指的是在使用中，由于外界因素温度、湿度等而使其性能下降或丧失功能。影响耐久性能的主要是矿物掺和物源产生了化学变化，一般认为结构材料内部与外部环境接触部位发生反应后所形成的物质称为活性化合物，而表面附着性则被称为粘滞因子。界面强度通常用混凝土在使用中表现出一定的力学性质来表示其耐久性。^[2]混凝土是一种多孔材料，在其表面形成一层薄膜，它的抗渗性、耐久性等性能都与普通水泥熟料有很大区别。由于掺入量不同会导致混凝土内部孔隙率存在差异，同时外加剂种类也是多种多样，对于不同的外加剂，在混凝土中掺入时，要根据其性质选择合适比例。例如：硅灰石水泥、粉煤灰水泥等，而硅酸盐类外加剂是一种高效减水增稠型混凝土添加

剂。这种新型材料具有诸多优点和特点，它与普通砂浆相比能有效地减少坍落度损失，同时由于加入胶凝物质的量比之前增加不少，可以显著降低粘聚物含量。当内外温差较大或外部环境对混凝土结构影响不大而使内力增大时如大气中冰晶生成，随着外界压力不断增加和周围介质湿度改变，会导致裂缝形成并扩展成为不规则裂纹。同时由于混凝土自身存在微孔隙使得水泥石发生移动、泌水现象，这些因素都可在一定程度上造成其抗压强度降低甚至不再耐性下降。

4. 对混凝土变形性能的影响

混凝土变形性能，是指混凝土在荷载作用下抵抗裂缝、防止裂纹产生的能力。由于不同材料之间存在着各种差异，所以对于同一构件而言不可能完全一样，但是如果一个构件同时受力而没有位移时就不能用其他组件来代替该部件，如钢筋网和砂浆的变形抗拉强度或屈服极限等性能指标也要进行考虑，因为这在一定程度上会影响混凝土结构耐久性以及使用寿命。在混凝土硬化前，为防止水泥的水化热使其发生收缩变形，应控制混凝土入模温度，但由于大量时间的增加和体积变化、钢筋锈蚀膨胀开裂等原因会引起应力集中。因此要严格监测试件中裂缝情况下产生应变计测定裂缝宽度，并及时调整结构尺寸以保证构件不出现塑性位移或受拉破坏。同时也能通过对水泥浆体抗压强度及砂率进行适当检测，来确定混凝土养护期早期收缩变形的范围和程度。混凝土的初期养护是保证混凝土早期强度最重要也最有效、最快捷的有效办法，但由于我国对旧水泥路面改造工程中，养护时间往往不能满足要求，导致在后期使用过程出现裂缝。为了减少这些问题发生，而减少损失并提高新老混合料粘结力和整体性的原因之一就是砂率过大，导致了大量水化热释放到混凝土内部温度过高产生收缩变形现象。同时也使新旧材料间结合度差太大影响了其强度稳定性及耐久性等性能。

四、改善措施与建议

1. 选择合适的水泥品种与掺量

水泥的选择需要考虑到不同品种、性质及用量。在选材方面，应根据混凝土耐久性要求，结合工程实际情况和经济性等因素进行综合考量，要充分利用各种矿物材料和掺合料来降低水胶比与外加剂的比例。目前我国国产优质矿粉资源短缺问题愈加严重，因此我们有必要研究新型高效减排高性能矿浆体系、减少水泥用量及提高水泥强度。同时在生产过程中也需要注意控制混凝土坍落度损失率等指标参数。水泥品种的选择是混凝土配合比设计中首先需要考虑的问题，由于不同种类、规格和特性所选用矿物掺量也各不相同，因此在工程实践过程中要根据具体情况进行调整。对于低水化热及高硫矿型混凝土而言应采用普通硅酸盐类外加剂。选材时可以利用实验方法对原材料进行筛选，例如常用水泥、熟料（粉煤灰）等，通过实验室的实际测试结果确定其最合适的使用比例和掺量以及最佳配比。水泥的掺入方法有很多，常用的是外加剂，但每种办法都会存在一定程度上的缺陷，因此我们需要进行改进。现在国内外对混凝土中添加不同种类和不同

等级矿渣来提高其强度性能研究较多且较为完善，而对于低水化热、高相对密度要求以及抗侵蚀性能较差等条件限制较大，水泥品种应该选用含细颗粒含量较少的水泥或低热水泥以减少水灰比值。

2. 优化混凝土配合比设计

在混凝土配合比设计中，对施工技术及材料性能的要求是非常高的，需要满足工程实际需求和经济性。因此有必要根据不同地区、气候条件进行合理选择，例如：对于北方寒冷地域水泥浆料不能使用水泥孰本法计算得出砂石级配最佳比例，而针对南方湿热情况较差且昼夜温差大的区域可选用干模量小粗集料来对混凝土配合比设计进行改善，以提高抗冻能力和降低自重。为了保证混凝土设计强度和耐久性，应在拌制时进行科学的优化。在施工过程中要严格控制水泥用量、砂率以及水灰比等因素对配合比例选择带来影响，同时还要注意合理地确定各种材料之间配合比变化范围及规律，最后通过试验测定其坍落度损失值并与规范要求配料比较分析得出最佳级配，使混凝土获得良好的流动性和干缩性。水泥砂浆的配比直接影响混凝土强度，但在实践中，由于施工工艺和运输过程等因素的限制不能达到理想状态，因此需要进行大量试验来确定最佳配合比例。

3. 加强水泥与混凝土的质量控制

水泥浆体质量控制，主要是为了保证混凝土的强度，在施工过程中要严格要求。首先应选择具有较高力学性能和良好耐久性能、水化热低且不泌水性小及抗渗能力强、易清扫等优良特性的水泥品种；其次必须确保配制出符合国家标准规定条件下生产出来；最后是对混凝土拌合物质量控制，主要就是要保证其在运输过程中不会因离析现象而产生裂缝。^[1]要想达到混凝土质量控制的目的，一方面必须对水泥和水进行严格把控，因为如果使用了不合格或者是掺量不合适的外加剂将导致混凝土出现蜂窝、麻面等问题；另一方面就是在浇筑完之后一定不能留置施工缝，最后一点就是为了防止外界污染而影响后期养护工作顺利开展以及后期强度降低等不利情况发生，要想混凝土质量提高就必须加强水泥

与水用量控制，因为水泥和骨料是组成混凝土重要因素之一。水泥的质量影响混凝土强度，所以我们需要严格控制混凝土施工过程中对其原材料的选购。首先要选择有足够耐久性和稳定性、生产能力强且稳定可靠、抗冻性好及养护维修方便等符合要求并满足工程建设需求；其次是在采购时应优先选用优质原料或低水化热高石料作为配合比；最后就是材料运输至工地后需进行及时清扫，避免因各种原因影响施工质量而引起安全问题。

4. 新技术与新材料的开发与应用

新技术和新材料的开发与应用是水泥物理性能提高的重要途径之一，随着新型高性能混凝土基料不断被发现，其在我国建筑行业中也发挥着越来越大作用。近年来国内许多企业已经开始使用各种新式施工工艺来代替传统搅拌设备。如采用高强螺栓连接、预埋冷却水法等方法制造出具有优异综合力学性能及高强度耐久性结构材料。通过将水泥掺入到普通硅酸盐树脂浆体中形成复合膜的方式来提高混凝土抗裂性。新技术和高强度的发展，使混凝土性能提升，但在应用过程中也会出现一些问题。比如：水泥浆体质量差、水化热低等，因此我们需要不断开发新型高性能材料来解决这些弊端。采用更多高效节能环保原料代替传统废弃型原材料生产绿色产品或替代资源废料利用，加强对现有工艺与设备进行改进，并提高其综合使用效率和降低能耗等一系列措施，从而使混凝土应用到更加广泛的领域中去。

五、结语

水泥材料的性能决定了混凝土性能，而水灰比、相对密度等因素都与之息息相关。在试验中我们通过实验得出结论：随着砂率增大，其抗压强度和孔隙率增高，但当砂浆比重过大时就会出现泌水现象，所以我们要控制好水量以及搅拌时间并提高拌制出的混凝土含气量，来保证坍落度符合要求从而达到降低水灰比、减少相对密度等目的以满足建筑结构用水需求。水泥物理性能的变化是一个比较复杂、繁琐且漫长的过程。

参考文献:

- [1] 丁向群, 胡童童, 李小慢等. 两种羧基酸盐类缓凝组分对水泥物理性能的影响 [J]. 沈阳建筑大学学报 (自然科学版), 2023, 39 (04): 716-722.
- [2] 陈鸿飞. 粉煤灰替代硅酸盐熟料对水泥物理性能的影响 [J]. 江西建材, 2023, (02): 37-39.
- [3] 辛宇, 梁慧超, 吴莎莎等. 水泥物理性能检测能力验证结果分析 [J]. 中国水泥, 2022, (S1): 38-40.