

二级建造师：生态水泥混凝土材料与技术二级建造师考试

PDF转换可能丢失图片或格式，建议阅读原文

[https://www.100test.com/kao_ti2020/645/2021_2022__E4_BA_8C_](https://www.100test.com/kao_ti2020/645/2021_2022__E4_BA_8C_E7_BA_A7_E5_BB_BA_E9_c55_645123.htm)

[E7_BA_A7_E5_BB_BA_E9_c55_645123.htm](https://www.100test.com/kao_ti2020/645/2021_2022__E4_BA_8C_E7_BA_A7_E5_BB_BA_E9_c55_645123.htm) 1、前言 以水泥为胶凝材料生产的混凝土，今天已成为全世界各种各样结构工程建设首选的建筑材料，这主要是由它的经济性所决定：原材料来源广泛、便宜，施工与维修费用较低廉。使混凝土技术向前推进的两大驱动力是加快施工速度和改善混凝土耐久性。除了加快施工速度和改善耐久性以外，第三种驱动力，即对环境友好的工业化材料，这方面在未来技术评价中的重要性正在日益增大[1].随着人类数量的迅速增长和工业化进程的加快，混凝土材料不再仅用于修建普通建筑和道路，而且大量用于修建基础设施，如地下快速交通系统、污水处理设施、海洋建筑等。去年全世界每年共生产约16亿吨水泥，排放出占全球总排放量5%的二氧化碳。混凝土工业每年消耗100亿吨砂石和10亿吨淡水[2].水泥混凝土对于地球的生态环境影响很大，探索循环经济理论，使水泥混凝土工业走向可持续发展的道路是我国建材工业面临的重大的课题。“环境材料”首先由日本通产省提出，之后又出现了许多类似的提法，如“生态材料”、“生态环境材料”、“绿色材料”、“保健环境材料”等，它们都是以保护地球环境和资源为出发点而提出的概念。绿色建筑材料是那些以对生态环境负责的方式使用地球资源、无毒、尽量利用再生资源并且本身是可以再生利用的材料[3].“绿色”的名词来源于60年代，指天然、原始的环境，现在“绿色”已经成为无毒、无害、无污染的代名词。1993年前沿科学研究会提出生态材料

(Environmentally Conscious Materials) 的概念，日本混凝土协会与生态混凝土研究委员会于1995年首先提出“生态混凝土”的概念 (eco-concrete/Environmentally Friendly Concrete) ，其涵义是减轻地球环境负荷、与生态体系协调发展、并创造舒适生活环境的混凝土材料。日本混凝土协会于1995年设立了生态混凝土研究委员会，发表的关于各种生态混凝土材料研究成果受到了社会的关注[4].

2、减轻环境负荷的生态混凝土 (Environmentally Mitigatable Concrete)

减轻环境负荷型生态混凝土即指能减轻地球环境压力的混凝土材料。这包括资源的消耗量以及资源的采伐、深加工、使用时的能耗各个环节对地球产生的压力都比较小的混凝土材料，即混凝土制造时降低环境的负担，混凝土在使用中降低环境负荷，使用后混凝土材料本身能够循环利用以降低环境负担。

2.1 生态水泥

配制混凝土及水泥生产的生态化制造技术生态水泥是指用城市的垃圾灰、下水道或污水处理厂的污泥及其它的工业废弃物等作为水泥的原料制造的水泥。用这种水泥制作混凝土可以有效解决废弃物处理占地、石灰石资源和节省能源的问题。用水泥回转窑在生产水泥过程中处理城市危险废弃物和生活垃圾也已经成为了水泥生态化制备的重要技术，在欧洲、日本和中国都实现了工业化生产。北京水泥厂已经利用水泥回转窑在水泥生产过程中处理各种危险废弃物10000余吨，既节约了燃料，又利用了焚烧后废弃物作为水泥的原料生产出合格的水泥熟料，取得了良好的社会效益。国外从70年代初就着手利用可燃性危险废弃物作为替代燃料应用于水泥生产的研究。水泥回转窑在处理危险废弃物方面较之用专用焚化炉具有以下优越性：一是水泥窑内温度高，气体温度可

达1350 ~ 1650 (焚化炉温度一般为850 ~ 1200) , 对有害成分焚烧率可达99.999% ; 二是滞留时间长 , 水泥回转窑内气体通过时间一般为4 ~ 8秒 (焚化炉一般为2秒) ; 三是热稳定性好 , 水泥回转窑内容积大并有大量高温熔体 ; 四是利于废气的净化处理 , 水泥回转窑内的碱性物质可以和废弃物中的酸性物质相化合形成稳定的盐类 ; 五是水泥回转窑可将废弃物中的绝大部分重金属元素固定在熟料中 , 避免再次扩散之害。因此利用水泥回转窑焚烧危险废弃物将具有重大的经济效益和社会效益。

2.2 再生骨料与再生骨料混凝土

再生骨料混凝土 (Recycled Aggregate Concrete)

是指将使用过的混凝土或废弃混凝土破碎后作为混凝土的集料 , 以代替天然集料制作混凝土。废弃混凝土的胶结材、混合材或骨料也可用作制作水泥的原料 , 进行多次重复使用。

2.2.1 废弃混凝土排放现状

一方面 , 混凝土生产需要大量的天然砂石骨料 , 生产1m³的混凝土大约需要1700 ~ 2000kg的砂石骨料。目前 , 全世界每年混凝土的使用量大约为20亿立方米 , 砂石骨料大约为34 ~ 40亿吨 , 这个数字是非常惊人的。如此巨大的砂石骨料需求必然导致大量的开山采石 , 最终结果会导致生态环境的破坏。另一方面 , 世界每年拆除的废旧混凝土、新建建筑产生的废弃混凝土以及混凝土工厂、预制构件厂排放的废旧混凝土的数量是巨大的。根据1996年在英国召开的混凝土会议资料表明 , 全世界从1991 ~ 2000年的10年间 , 废弃混凝土 (包括从钢筋混凝土工厂不合格的产品) 总量超过10亿吨。有关资料表明 , 欧洲共同体废弃混凝土的排放量从1980年的5500万吨增加到目前的16200万吨左右 ; 美国每年大约有6000万吨废弃混凝土 ; 日本每年约有1600万吨废弃混凝土 ; 在德国 , 每年拆

除的废弃混凝土约为0.3吨/年/人，这一数字在今后还会继续增长。我国每年拆除建筑垃圾按4000万吨计算，其中34%是混凝土块，则由此产生的废弃混凝土就有1360万吨，除此之外还有新建房屋产生4000万吨的建筑垃圾所产生的废弃混凝土[7][8].传统的建筑垃圾处理方法主要是运往郊外堆放或填埋，这不仅占有大量的耕地，而且造成环境污染。[5]因此，对混凝土占用大量自然资源及对环境造成的负面影响，不可避免地需要从可持续发展问题角度进行思考与解决。

2.2.2 废弃混凝土研究利用情况

第二次世界大战后，苏联、德国、日本等国对废弃混凝土进行了开发研究和再生利用，已召开过三次有关废混凝土再利用的专题国际会议，提出混凝土必须绿色化。再生混凝土的利用已成为发达国家所共同研究的课题，有些国家还采用立法形式来保证此项研究和应用的发展。德国、荷兰、比利时等国家废弃物资再生率已达50%以上。德国钢筋混凝土委员会1998年8月提出了“在混凝土中采用再生骨料的应用指南”，要求采用再生骨料配置的混凝土必须完全符合天然骨料混凝土的国家标准[9].1977年日本政府制定了《再生骨料和再生混凝土使用规范》，并相继在各地建立了以处理混凝土废弃物为主的再生加工厂，生产再生骨料和再生混凝土。根据日本建设省的统计，1995年混凝土的利用率为65%，要求到2000年混凝土块的资源再利用率达到90%.日本对再生混凝土的吸水性、强度、配合比、收缩、耐冻性等进行了系统性的研究。德国有望将80%的再生骨料用于10%~15%的混凝土工程中。比利时和荷兰，利用废弃的混凝土做骨料生产再生混凝土，并对其强度、吸水性、收缩等特性进行了研究。我国政府制定的中长期科教兴国战略和社会可

持续发展战略，也鼓励废弃物的研究和应用。

2.2.3 再生骨料混凝土性能

再生骨料的性质同天然砂石骨料相比含有30%左右的硬化水泥砂浆，从而导致其吸水性能、表观密度等物理性质与天然骨料不同。再生骨料表面粗糙、棱角较多，并且骨料表面还包裹着相当数量的水泥砂浆（水泥砂浆孔隙率大、吸水率高），再加上混凝土块在解体、破碎过程中由于损伤积累使再生骨料内部存在大量微裂纹，这些因素都使再生骨料的吸水率和吸水速率增大，这对配制再生混凝土是不利的。同样由于骨料表现的水泥砂浆的存在，使再生骨料的密度和表观密度比普通骨料低 [10] [11]。用再生骨料制备的混凝土同用天然骨料拌制的混凝土相比较，其力学性能是不同的。对于再生骨料混凝土来说，我们感兴趣的其他性能，例如抗拉强度、抗弯强度、抗剪强度和弹性模量等，通常都是较低的，而徐变和收缩率却是较高的。各种性能的差异程度取决于再生骨料所占的比重、原混凝土特征、污染物质的数量和性质，细粒材料和附着砂浆的数量、研究之目的在于测定这些因素的最佳组合，以便较经济地生产适合于某种用途的再生骨料混凝土。含有再生骨料的混凝土之耐久性，也受上述各种因素的影响。然而最明显的因素就是污染物质的存在。

2.2.4 再生骨料处理技术要扩大再生骨料混凝土的应用范围

将再生骨料混凝土用于钢筋混凝土结构工程中，必须要对再生骨料进行改性强化处理[12]。根据再生骨料的基本特性，对再生骨料的改性通常采取如下几种途径。

a) 机械活化 机械活化的目的在于破坏弱的再生碎石颗粒或除去粘附于再生碎石颗粒表面的水泥砂浆。俄罗斯的试验表明，经球磨机活化的再生骨料质量大大提高，再生粗骨料的压碎指标降低

到12以下，可用于生产钢筋混凝土构件。这种活化再生骨料的方法最有前途。

b) 酸液活化 这种活化方法是将再生骨料置于酸液中，如置于冰醋酸、盐酸溶液中，利用酸液与再生骨料中的水泥水化产物 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 反应，起到改善再生骨料颗粒表面的作用，从而改善再生骨料的性能。

c) 化学浆液处理 该法是采用较高标号水泥和水按一定比例调成素水泥浆液，为了改善水泥浆液的性能也可向其中掺入适量的其它物质，如超细矿物质（粉煤灰、硅粉等）或防水剂（ FeCl_3 防水剂、硅质防水剂等）或硫铝酸钙类膨胀剂。利用浆液对再生骨料浸泡、干燥等处理，以改善再生骨料的孔隙结构来提高再生骨料质量。

d) 水玻璃溶液处理 用液体水玻璃溶液浸渍再生骨料，利用水玻璃与再生骨料表面的水泥水化产物 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 反应生成的硅酸钙胶体能填充再生骨料孔隙，使再生骨料的密实度有所改善[13].

2.2.5 再生骨料混凝土应用存在的主要问题

再生骨料主要用来配制中低强度的混凝土，用在道路面层和垫层，而在建筑物承重结构中一般用得不多，再生混凝土的应用范围还相当窄。阻碍再生混凝土广泛应用的阻力一是其经济性，由于再生骨料的收集和制备要耗费一定的机械设备和人力，从纯经济指标的角度来讲，再生骨料的生产是微利甚至亏损；阻碍再生混凝土广泛应用的另一个阻力是缺乏再生骨料和再生混凝土通用的设计规程和有关材料、施工和验收的标准。

2.3 用混合材制作混凝土

用粉煤灰、高炉矿渣等工业废料作为混合材制作混凝土，达到节省资源、减少废弃物处理用地抑制 CO_2 排放量的目的。当今全世界粉煤灰的年排量约为4.5亿吨，只有0.25亿吨，或6%作为混合材用于水泥或矿物掺合料用于混凝土。如果将粉煤灰在混凝土里

的应用加大，那么混凝土对环境友好的作用就能大大增强。有大量高炉矿渣副产品的国家还可以通过利用其作为混凝土或水泥掺合料获利。掺有高效减水剂的混凝土，当拌合物的水胶比为0.3或者更低时，最多可达60%的水泥用粉煤灰代替，并具备强度与耐久性优异的特性。其弹性模量、徐变、干缩和冻融特性均与普通混凝土相当。值得注意的是：这种混凝土抵抗水和氯离子渗透的能力优异，从结构耐久性的角度，包括控制暴露于侵蚀环境中钢筋的锈蚀，应用掺有超塑化剂的高掺量粉煤灰混凝土是粉煤灰在建筑业中附加值最高的途径。在碾压混凝土中通常掺有大量火山灰质材料，主要是粉煤灰，如瑞士一高度为95m的Platanovryssi坝所用碾压混凝土水泥用量仅35Kg/m³，而粉煤灰（属高钙粉煤灰，总CaO达42%）为250 Kg/m³，是以褐煤为原料的热电厂所排放，使用前经预处理（燃烧并水化）。每年全世界高炉矿渣的产量大约为1亿吨，作为胶凝材料的比率很低，因为在许多国家，只有少部分矿渣进行水淬或粒化处理，而缓慢冷却的重矿渣没有胶凝性质。虽然美国材料试验标准学会规定矿渣在水泥中的掺量可以到65%，但商品水泥中一般不超过50%。自密实混凝土技术技术工人短缺和节省施工时间，是日本开发和应用自密实混凝土的主要原因。由于这种混凝土要有足够的粘聚性，以保证其浇注过程不致离析，粉体需用量较大，如果全用水泥，容易导致开裂，因此粉煤灰、矿渣或石灰石粉的掺量通常较高。如日本明石大桥的锚固墩29万立方米混凝土里均掺有150 Kg/m³石灰石粉。在法国，预拌混凝土厂生产供应自密实混凝土，作为无噪音产品，可用于城市街区一带的混凝土浇注。由于减小噪音、节约劳力并延长钢模板使用寿

命，预制混凝土业也对其感到兴趣。从生产技术上讲，自密实混凝土生产过程节能、高效、减少噪音具有混凝土生态化施工技术的特点。P.K.Mehta根据材料与施工费用、耐久性和对环境友好三方面作为技术评价的基准对未来的混凝土材料和技术进行了评价，认为超塑化大掺量粉煤灰混凝土、超塑化大掺量矿渣混凝土对未来混凝土的冲击会很大，自密实混凝土也对混凝土行业有一定的冲击，这更多地取决于它们的生态友好特性。100Test 下载频道开通，各类考试题目直接下载。详细请访问 www.100test.com