

混凝土及其增强材料的发展与应用 PDF转换可能丢失图片或格式，建议阅读原文

https://www.100test.com/kao_ti2020/272/2021_2022__E6_B7_B7_E5_87_9D_E5_9C_9F_E5_c58_272009.htm 混凝土是现代工程结构的主要材料，我国每年混凝土用量约10亿m³，钢筋用量约2500万t，规模之大，耗资之巨，居世界前列。可以预见，钢筋混凝土仍将是我国在今后相当长时期内的一种重要的工程结构材料，物质是基础，材料的发展，必将对钢筋混凝土结构的设计方法、施工技术、试验技术以至维护管理起着决定性的作用。本文对构成钢筋混凝土的主要材料--混凝土及其增强材料的应用与发展，从工程应用角度作简要介绍。

1 混凝土 组成钢筋混凝土主要材料之一的混凝土的发展方向是高强、轻质、耐久（抗磨损、抗冻融、抗渗）、抗灾（地震、风、火）、抗爆等。

1.1 高性能混凝土（high performance concrete，HPC）

HPC是近年来混凝土材料发展的一个重要方向，所谓高性能：是指混凝土具有高强度、高耐久性、高流动性等多方面的优越性能。从强度而言，抗压强度大于C50的混凝土即属于高强混凝土，提高混凝土的强度是发展高层建筑、高耸结构、大跨度结构的重要措施。采用高强混凝土，可以减小截面尺寸，减轻自重，因而可获得较大的经济效益，而且，高强混凝土一般也具有较好的耐久性。我国已制成C100的混凝土。已有文献报道¹⁾，国外在试验室高温、高压的条件下，水泥石的强度达到662MPa（抗压）及64.7MPa（抗拉）。在实际工程中，美国西雅图双联广场泵送混凝土56d抗压强度达133.5MPa。在我国为提高混凝土强度采用的主要措施有[1]：(1)合理利用高效减水剂，采用优质骨料、优

质水泥，利用优质掺合料,如优质磨细粉煤灰、硅灰、天然沸石或超细矿渣。采用高效减水剂以降低水灰比是获得高强及高流动性混凝土的主要技术措施；(2)采用525,625,725号的硫铝酸盐水泥、铁铝酸盐水泥及相应的外加剂，这是中国建筑材料科学研究院制备高性能混凝土的主要技术措施；(3)以矿渣、碱组分及骨料制备碱矿渣高强度混凝土，这是重庆建筑大学在引进前苏联研究成果的基础上提出的研制高强混凝土的技术措施；(4)交通部天津港湾工程研究所采用复合高效减水剂，用525号水泥 $320\text{kg}/\text{m}^3$ ，水灰比0.43，和425号水泥 $480\text{kg}/\text{m}^3$ ，水灰比0.32，在试验室中制成了抗压强度分别为68MPa和65MPa的高强混凝土。文献[2]报告了采用某些金属矿石粗骨料如赤铁矿石、钛铁矿石等，可以比用普通石料作粗骨料获得强度更高、耐久性和延性更好的高性能混凝土。高强混凝土具有优良的物理力学性能及良好的耐久性，其主要缺点是延性较差。而在高强混凝土中加入适量钢纤维后制成的纤维增强高强混凝土，其抗拉、抗弯、抗剪强度均有提高，其韧性（延性）和抗疲劳、抗冲击等性能则能有大幅度提高。此外，在高层建筑的高强混凝土柱中，也可采用X形配筋、劲性钢筋或钢管混凝土等结构方面的措施来改善高强混凝土柱的延性和抗震性能[3]。

1.2 活性微粉混凝土

（reactive powder concrete，RPC）[4] RPC是一种超高强的混凝土，其立方体抗压强度可达200-800MPa，抗拉强度可达25~150MPa，断裂能可达 $30\text{KJ}/\text{m}^2$ ，单位体积质量为 $2.5\text{-}3.0\text{t}/\text{m}^3$ 。制成这种混凝土的主要措施是：（1）减小颗粒的最大尺寸，改善混凝土的均匀性；（2）使用微粉及极微粉材料，以达到最优堆积密度（packing density）；（3）减少混凝土

用水量，使非水化水泥颗粒作为填料，以增大堆积密度；（4）增放钢纤维以改善其延性；（5）在硬化过程中加压及加温，使其达到很高的强度。普通混凝土的级配曲线是连续的，而RPC的级配曲线是不连续的台阶形曲线，其骨料粒径很小，接近于水泥颗粒的尺寸。RPC的水灰比可低到0.15，需加入大量的超塑化剂，以改善其工作度。RPC的价格比常用混凝土稍高，但大大低于钢材，可将其设计成细长或薄壁的结构，以扩大建筑使用的自由度。在加拿大Sherbrook已设计建造了一座跨度为60m、高3.47m的B200级RPC的人行-摩托车用预应力桁架桥。

1.3低强混凝土[4] 美国混凝土学会（ACI）229委员会，提出了在配料、运送、浇筑方面可控制的低强混凝土，其抗压强度为8MPa或更低。这种材料可用于基础、桩基的填、垫、隔离及作路基或填充孔洞之用，也可用于地下构造，在一些特定情况下，可用其调整混凝土的相对密度、工作度、抗压强度、弹性模量等性能指标，而且不易产生收缩裂缝。荷兰一座隧洞工程中曾采用了低强度砂浆

（low-strength mortar，LSM），其组分为：水泥150kg / m³，砂；1080kg / m³，水570kg / m³，超塑化剂6kg / m³，膨润土35kg / m³，所制成的LSM的抗压强度为3.5MPa，弹性模量低于500Mpa。LSM制成的隧洞封闭块，比常规的土壤稳定法节约造价50%，故这种混凝土可望在软土工程中得到发展应用。

1.4轻质混凝土[5] 利用天然轻骨料（如浮石、凝灰岩等）、工业废料轻骨料（如炉渣、粉煤灰陶粒、自燃煤矸石等）、人造轻骨料（页岩陶粒、粘土陶粒、膨胀珍珠岩等）制成的轻质混凝土具有密度较小、相对强度高以及保温、抗冻性能好等优点利用工业废渣如废弃锅炉煤渣、煤矿的煤矸石

、火力发电站的粉煤灰等制备轻质混凝土，可降低混凝土的生产成本，并变废为用，减少城市或厂区的污染，减少堆积废料占用的土地，对环境保护也是有利的。1.5纤维增强混凝土[6] 为了改善混凝土的抗拉性能差、延性差等缺点，在混凝土中掺加纤维以改善混凝土性能的研究，发展得相当迅速。目前研究较多的有钢纤维、耐碱玻璃纤维、碳纤维、芳纶纤维、聚丙烯纤维或尼龙合成纤维混凝土等。在承重结构中，发展较快、应用较广的是钢纤维混凝土。而钢纤维主要有用于土木工程中的碳素钢纤维和用于耐火材料工业中的不锈钢纤维。用于土木工程中的钢纤维主要有以下几种生产方法：（1）钢丝切断法；（2）薄板剪切法；（3）钢锭（厚板）铣削法；（4）熔钢抽丝法。当纤维长度及长径比在常用范围，纤维掺量在1%到2%（体积分数，本文中的掺量均指体积分数）的范围内，与基体混凝土相比，钢纤维混凝土的抗拉强度可提高40%~80%，抗弯强度提高50%~120%，抗剪强度提高50%~100%，抗压强度提高较小，在0~25%之间，弹性阶段的变形与基体混凝土性能相比没有显著差别，但可大幅度提高衡量钢纤维混凝土塑性变形性能的韧性。中国工程建设标准化协会于1992年批准颁布了由大连理工大学等单位编制的《钢纤维混凝土结构设计与施工规程》（CECS38：92），对推广钢纤维混凝土的应用起到了重要作用。钢纤维混凝土采用常规的施工技术，其钢纤维掺量一般为0.6%~2.0%。再高的掺量，将容易使钢纤维在施工搅拌过程中结团成球，影响钢纤维混凝土的质量。但是国内外正在研究一种钢纤维掺量达5%~27%的简称为SIFCON的砂浆渗浇钢纤维混凝土，其施工技术不同于一般的搅拌浇筑成型的钢纤维

混凝土，它是先将钢纤维松散填放在模具内，然后灌注水泥浆或砂浆，使其硬化成型。SIFCON与普通钢纤维混凝土相比，其特点是抗压强度比基体材料有大幅度提高，可达100~200MPa，其抗拉、抗弯、抗剪强度以及延性、韧性等也比普通掺量的钢纤维混凝土有更大的提高[7]。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