

现代 混凝土施工技术

宋功业 鲁 平 编著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

现代 混凝土施工技术

宋功业 鲁平 编著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

本书分为五章,主要讲述了混凝土概论、混凝土生产与运输、混凝土浇筑与养护、混凝土的质量控制与验收、特殊混凝土的施工等内容。

本书适用于从事土木工程(包括建筑、结构、路桥、给排水等)及有关专业的教学、科研、设计、生产、管理等方面的技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

现代混凝土施工技术 / 宋功业, 鲁平编著. —北京: 中国电力出版社, 2009
ISBN 978-7-5083-9410-7

I. 现… II. ①宋…②鲁… III. 混凝土施工—施工技术 IV. TU755

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 161795 号

中国电力出版社出版发行

北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>

责任编辑: 梁 瑶 E-mail: liangyao0521@126.com

责任印制: 陈焊彬 责任校对: 李 楠

北京市同江印刷厂印刷·各地新华书店经售

2010 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

1000mm×1400mm 1/16·26.25 印张·544 千字

定价: 56.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

本社购书热线电话 (010-88386685)

前 言

现代混凝土技术的特点是由过去的以混凝土强度为中心转变为以耐久性和功能性为追求目标,这种混凝土称为高性能混凝土,延长混凝土工程的使用寿命是节约资源、能源的有效途径,已成为世界各国关注的重大课题。

从混凝土的品种方面来说,我国也已经从 50 年前的单一品种逐步发展成为多品种,能满足各种功能要求的建筑材料。它们有:按骨料分,有重混凝土、普通混凝土、轻骨料混凝土、大孔混凝土等;按工艺不同,现浇混凝土类有泵送混凝土、碾压混凝土、真空吸水混凝土、喷射混凝土、自流平自密实混凝土等;预制类有挤压混凝土、离心混凝土等;按性能分有早强混凝土、补偿收缩混凝土、高强混凝土、高性能混凝土等;按用途分有水工混凝土、海工混凝土、防水混凝土、道路混凝土、耐热混凝土、耐酸混凝土、防辐射混凝土、水下不分散混凝土等;按配筋方式分有素混凝土、钢筋混凝土、预应力混凝土、纤维增强混凝土等。不同品种的混凝土发挥着各自的特性和优势,在各种类型、各种要求的建筑物中承担着承重、围护和抵御外界各种侵蚀的作用。

混凝土工程技术 50 年的成就不但表现在施工工艺、设备以及材料的革新方面,而且还表现在对混凝土工程建立起了一套完整的质量保证体系。

混凝土的质量控制是整个建筑工程质量控制中的一个重要环节,混凝土的质量控制要从三个方面进行,即初步控制、生产控制和合格控制。也就是要求从原材料进场,配合比设计到以后的称料、搅拌、运输、成型、养护等每一道工序都是在严格的质量控制条件下以保证在以后的合格性评定时能顺利通过。

为了提高混凝土的施工质量,我们以工作过程为导向,编写了《现代混凝土施工技术》一书,仅以此与施工一线的工程技术人员管理人员进行交流。本书共分五章,“第一章,混凝土概论”主要是对混凝土作一介绍;“第二章,混凝土生产与运输”;“第三章,混凝土浇筑与养护”;“第四章,混凝土的质量控制与验收”;“第五章,特殊混凝土的施工”。虽然都是建筑行业的老话题,但都透着时代的气息。

由于水平有限,书中错误与不妥之处在所难免,敬请批评指正。

编 者

目 录

前言

第一章 混凝土概论	1
第一节 混凝土的分类	1
一、普通混凝土	1
二、钢筋混凝土	1
三、特种混凝土和有特殊要求的混凝土	2
第二节 混凝土的性能	4
一、混凝土的强度	4
二、混凝土的变形性能	4
三、混凝土的耐久性	5
第三节 特种混凝土技术	6
一、高性能混凝土技术	6
二、其他有特殊要求的混凝土技术	7
第二章 混凝土生产与运输	10
第一节 混凝土生产设备	11
一、混凝土搅拌站的结构及其原理	12
二、我国混凝土搅拌站的现状	12
三、混凝土搅拌站的发展方向	15
四、商品混凝土与混凝土集中生产设备	17
五、现场混凝土生产设备	31
第二节 混凝土的组成材料	46
一、水泥	46
二、骨料	70
三、砂石骨料生产	80
四、混凝土拌和与养护用水	90
五、外加剂	98
六、掺和料	128
第三节 混凝土配合比设计	162
一、普通混凝土配合比设计要求	162
二、混凝土配合比设计和试验流程	171

三、有特殊要求的混凝土配合比设计	179
四、混凝土配合比设计注意事项	182
第四节 现场混凝土拌和	184
一、商品混凝土的质量控制措施	185
二、混凝土的搅拌	194
三、混凝土拌和的安全技术措施	196
第五节 混凝土运输	198
一、混凝土搅拌车的基本情况	198
二、几种特型混凝土搅拌车的对比	199
三、混凝土搅拌运输车的结构原理	203
四、混凝土搅拌运输车的选购关键点	204
五、混凝土料在运输过程中的基本要求	207
六、混凝土运输设备	208
七、混凝土辅助运输设备	210
第三章 混凝土浇筑与养护	214
第一节 混凝土施工组织与管理	214
一、混凝土浇筑前的准备工作	214
二、钢筋、模板的安装与验收	216
三、浇筑前的检查验收	225
四、混凝土施工安全技术	226
第二节 混凝土浇筑	229
一、混凝土的浇筑要求	229
二、试块制作	238
第三节 混凝土振捣	248
一、混凝土振动设备	248
二、混凝土振捣器的使用	257
三、影响混凝土振动密实程度的因素	260
四、混凝土的二次抹压的作用	265
第四节 混凝土的养护	266
一、自然养护	267
二、太阳能养护	268
三、商品混凝土的湿养护	269
第四章 混凝土的质量控制与验收	276

第一节 混凝土施工质量控制与缺陷的防治	276
一、混凝土的质量控制	276
二、混凝土施工缺陷及防治	280
第二节 商品混凝土裂缝的原因与防治	288
一、混凝土的收缩及其影响因素	288
二、混凝土裂缝产生的原因及其防治方法	290
三、清水混凝土表面常见质量缺陷及监控对策	294
四、影响混凝土抗压强度的因素	296
第三节 混凝土材料的检测	302
一、原材料测试与要求	302
二、材料性能的影响因素	304
第四节 混凝土工程验收	305
一、混凝土分项工程验收	305
二、现浇结构分项工程验收	312
三、混凝土结构子分部工程验收	315
四、质量验收记录	318
 第五章 特殊混凝土的施工	 322
第一节 泵送混凝土施工	322
一、混凝土泵	322
二、真空作业混凝土	331
第二节 混凝土冬期施工	332
一、混凝土冬期施工原理	333
二、冬期混凝土施工的基本要求	335
三、冬期施工技术准备工作	336
四、冬期施工主要施工方法和工艺	339
五、冬期施工安全管理	345
六、冬期混凝土的质量控制	347
七、冬期施工技术管理	349
第三节 钢纤维混凝土施工	354
一、钢纤维的基本性质	354
二、钢纤维混凝土的基本性能	355
三、钢纤维混凝土的原材料	356
四、钢纤维混凝土配合比	359
五、钢纤维混凝土施工质量控制	360

六、钢纤维混凝土的应用	364
第四节 碾压混凝土施工	365
一、碾压混凝土的发展及应用	365
二、碾压混凝土的材料及性质	367
三、碾压混凝土坝施工	371
四、全矿渣碾压混凝土的研究与应用	373
五、地坪垫层碾压混凝土的研究与应用	375
第五节 大体积混凝土施工	379
一、混凝土温度变化过程	380
二、温度应力与温度裂缝	382
三、影响基础大体积混凝土底板内外温度的因素	383
四、基础底板大体积混凝土的计算	385
五、施工准备	388
六、混凝土施工	388
七、埋石混凝土施工	391
八、测温	391
九、养护	392
第六节 高强混凝土施工	392
一、高强混凝土的优越性	392
二、高强混凝土技术	393
三、要重点突破的技术难关	394
第七节 高性能混凝土施工	394
一、高性能混凝土的定义	394
二、粗骨料在配制高性能混凝土中的作用及其检测方法	395
第八节 混凝土夏季及雨期施工	397
一、混凝土夏季施工	397
二、混凝土雨期施工	398
第九节 清水混凝土施工	398
一、清水混凝土的发展与应用	398
二、清水混凝土的施工技术要点	400
三、清水混凝土施工工艺标准	401
四、清水混凝土施工质量控制	403
五、需要解决的问题	407

参考文献	409
------------	-----

第一章 混凝土概论

一般来说,混凝土是泛指采用各种骨料、胶粘剂、掺和料、外加剂和水按一定比例混合并搅拌均匀而成的胶凝性建筑材料。主要包括:水泥混凝土(水泥为主要胶结料的混凝土)、沥青混凝土(以沥青作胶结料的混凝土)等。这里所说的混凝土是特指以水泥为主要胶结料的混凝土。

第一节 混凝土的分类

一、普通混凝土

普通混凝土采用水泥为粘结料,石和砂为骨料,另外还常加入适量的掺和料和外加剂,能用标准规范的搅拌设备制备,用于建筑施工。

在混凝土中,砂、石起骨架作用,称为骨料;水泥与水形成水泥浆,水泥浆包裹在骨料表面并填充其空隙。在硬化前,水泥浆起润滑作用,赋予拌和物一定的和易性,便于施工。水泥浆硬化后,则将骨料胶结为一个坚实的整体。

强度等级为 C10、C15、C20、C25 的普通混凝土,适用于平基、管座基础、道沿靠背、暗涵、检查井、路面垫层、顶管坑基础、盖板及设备基础等配套混凝土工程和民用建筑。

强度等级为 C30、C35、C40、C45、C50 的普通混凝土,适用于混凝土路面、高层建筑主体及关键部位,立交桥灌注桩、承台、墩柱、桥台、桥面铺装。C50 混凝土主要用于预应力混凝土构筑物及预制构件。

为了区别三合土、沥青混凝土,有时也称以水泥为胶结料的混凝土为水泥混凝土。

采用混凝土预拌成套设备集中搅拌方式生产的新鲜混凝土称之为预拌混凝土。

预拌混凝土在一定的时间内呈流塑状态,浇筑入模,捣实固化后可以制成各种形状和大小的构筑物或构件,其成型后一段时间里水泥与水发生水化反应,使混凝土硬化,硬化后的混凝土具有一般石料的性质。

二、钢筋混凝土

在混凝土成型的模板中放置绑扎成笼的钢筋,再浇筑成的混凝土构筑物或混凝土构件称之为钢筋混凝土。

把钢筋进行预拉,然后再进行浇筑(或先浇筑混凝土,预留孔道,然后将钢筋进行张拉)的钢筋混凝土称之为预应力混凝土。

钢筋混凝土(简称 RC),是经由水泥、骨料级配、加水拌和而成,在其中

放置一些抗拉钢筋,经过一段时间的养护,达到建筑设计所需的强度。

钢筋和混凝土是两种全然不同的建筑材料,钢筋比重大,不仅可以承受压力,也可以承受张力;然而,它的造价高,保温性能很差。而混凝土的比重比较小,它能承受压力,但不能承受张力;它的价格比较便宜,但是却不坚固。因此钢筋混凝土的诞生,解决了这两者的缺陷,并且保留了它们原来的优点,使得钢筋混凝土成为现代建筑物建造的首选材料。

三、特种混凝土和有特殊要求的混凝土

1. 重混凝土

重混凝土是指混凝土比重大于 2.6t/m^3 的保护性混凝土或安全性混凝土。主要用于核电站等工程,骨料中包含有重晶石、废钢铁、铅粉等。

2. 轻质混凝土

轻质混凝土是指比重不大于 1.8t/m^3 的混凝土。轻质混凝土主要是粗骨料的质量轻,通常由陶粒、蛭石等轻质材料作为骨料。由膨胀塑料等作为添加剂而装备的轻质混凝土,常用作绝缘材料。其制备装置与传统搅拌站配置不同。

3. 加气混凝土

加气混凝土是指添加金属铝粉等膨胀多孔剂,使之产生多孔结构的轻质混凝土。加气混凝土还要在蒸汽釜中进行蒸汽压力养护。

4. 泡沫混凝土

泡沫混凝土是利用制备装置设置泡沫发生器,使塑料或蛋白质类化合物产生泡沫,并与混凝土混合成孔的轻质混凝土。

5. 纤维混凝土

纤维混凝土是指在混凝土预制构件、构筑物或在喷射混凝土中加入 $30\sim 50\text{kg/m}^3$ 的钢纤维的方式来提高强度和耐磨性能的混凝土。纤维混凝土的强度等级大多为C30、C35、C40,主要适用于有特殊要求的耐磨混凝土构筑物。

6. 树脂混凝土

树脂混凝土是用树脂作胶结料,采用特殊装置制备的特种混凝土。树脂混凝土强度很高,可达 120MPa ,成本也很高,大多用于窗台、洗涤板、溶液槽等薄壁物件。

7. 热拌混凝土与冷混凝土

热拌混凝土是指采用骨料加热或蒸汽搅拌等方式制备的混凝土。制备热混凝土的目的可使混凝土快速凝固变硬,并且达到较高的早期强度。

采用骨料冷却,添加冷水或薄片冰、液氮冷却新鲜混凝土的方法制备混凝土称之为冷混凝土。制备冷混凝土的原因为了避免在结构薄弱的地方产生热应力,导致裂缝的形成,以及避免在环境温度较高的情况下,新鲜混凝土过早凝固变硬而使混凝土施工困难。

热拌混凝土与冷混凝土两者的制备工艺和技术要求截然不同,制备装置都比常规设备复杂,实现各项技术条件和制备热搅拌混凝土和冷混凝土的费用和成本都很高。

8. 抗渗混凝土

抗渗混凝土是指在一定的压力下,液体不能通过的混凝土。抗渗混凝土的强度等级大多为 C25、C30、C40、C45,抗渗等级一般为 S6~S12,适用于地面以下的防渗构筑物,如高层建筑物地下筏板、隧道、地下通道、地下室、化粪池。抗渗混凝土一般特指抗水渗混凝土,不包括抗油渗混凝土。

9. 膨胀混凝土

在混凝土中掺入一定量的微膨胀剂,用以预加抵消混凝土收缩应力的混凝土,称膨胀混凝土。膨胀混凝土的强度等级为 C15、C20、C25、C30、C35、C40、C45、C50,主要适用于有特殊要求的混凝土结构。

10. 抗冻混凝土

强度等级一般为 C10、C15、C20、C25、C30、C35、C40,主要适用于冬期施工的混凝土构筑物。

11. 匀质性混凝土

由于混凝土是由各种骨料、胶粘剂、掺和料、外加剂和水按一定比例配合并搅拌均匀而成的建筑材料,严格地说,混凝土是非匀质性的。但是为了方便研究,我们把混凝土中砂浆密度相对误差不大于 0.8%,单位体积混凝土中粗骨料质量的相对误差不大于 5% 的混凝土称之为匀质性混凝土。

12. 新鲜混凝土

混凝土的硬化过程和工作状态各有不同,为方便研究,我们将由搅拌设备拌制的未经捣实的匀质性混凝土称之为新鲜混凝土。

13. 碾压混凝土

对于超干硬混凝土(坍落度为零的混凝土),或使用骨料粒径较大而水泥较少的贫混凝土,用一般振捣器不能密实,因此采用振动压路机碾压的办法来密实的混凝土称之为碾压混凝土。

用于大坝等水利工程,混凝土固化后的体积稳定性和耐久性要求很高,使用骨料粒径很大的混凝土称之为水工混凝土。

14. 大流动性混凝土

坍落度很大(一般超过 200mm),具有较高流动性的混凝土,称之为大流动性混凝土。

15. 水下不分散混凝土

黏聚力较大,用于水下浇筑时不轻易分散的混凝土,称之为水下不分散混凝土。

第二节 混凝土的性能

混凝土的力学性能主要包括混凝土的强度、混凝土的变形性能、混凝土的耐久性等。

一、混凝土的强度

混凝土的强度是指混凝土试件达到破坏极限的应力最大值。混凝土所受应力超过其强度时，混凝土将产生裂缝而破坏。

1. 混凝土强度等级

按照国家标准《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)，混凝土强度等级应按立方体抗压强度标准值确定。立方体抗压强度标准值系指按标准方法制作和养护的边长为 150mm 的立方体试件，在 28d 龄期用标准试验方法测得的具有 95% 保证率的抗压强度，以 $f_{cu,k}$ 表示。普通混凝土划分为 14 个强度等级：C15、C20、C25、C30、C35、C40、C45、C50、C55、C60、C65、C70、C75 和 C80。混凝土强度等级是混凝土结构设计、施工质量控制和工程验收的重要依据。不同的建筑工程及建筑部位需采用不同强度等级的混凝土，一般有一定的选用范围。

2. 立方体抗压强度

国家标准《普通混凝土力学性能试验方法标准》(GB/T 50081—2002) 规定，将混凝土拌和物制作边长为 150mm 的立方体试件，在标准条件（温度 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 95% 以上）下，养护到 28d 龄期，测得的抗压强度值为混凝土立方体试件抗压强度（简称立方体抗压强度），以 f_{cu} 表示。

3. 混凝土的轴心抗压强度和轴心抗拉强度

混凝土的轴心抗压强度的测定采用 $150\text{mm} \times 150\text{mm} \times 300\text{mm}$ 棱柱体作为标准试件。轴心抗压强度设计值以 f_c 表示，轴心抗压强度标准值以 f_{ck} 表示。

混凝土轴心抗拉强度 f_t 可按劈裂抗拉强度 f_{ts} 换算得到，换算系数可由试验确定。混凝土劈裂抗拉强度采用立方体劈裂抗拉试验来测定，称为劈裂抗拉强度 f_{ts} 。

4. 混凝土的弯曲强度

混凝土的弯曲抗拉强度试验采用 $150\text{mm} \times 150\text{mm} \times 550\text{mm}$ 的梁形试件，按三分点加荷方式加载。由于混凝土是一种非线性材料，因此，混凝土的弯曲抗拉强度大于轴心抗拉强度。

二、混凝土的变形性能

1. 化学变形

混凝土在硬化过程中，由于水泥水化产物的体积小于反应物（水泥与水）

的体积,导致混凝土在硬化时产生收缩,称为化学收缩。混凝土的化学收缩是不可恢复的,收缩量随混凝土的硬化龄期的延长而增加,一般在40d内逐渐趋向稳定。

2. 干湿变形

混凝土由周围环境湿度的变化会产生干缩湿胀变形。水泥石内吸附水和毛细孔水蒸发时,会引起凝胶体紧缩和毛细孔负压,从而使混凝土产生收缩。当混凝土吸湿时,由于毛细孔负压减小或消失而产生膨胀。影响混凝土干湿变形有多种因素。

3. 温度变形

对大体积混凝土工程,在凝结硬化初期,由于水泥水化放出的水化热不易散发而聚集在内部,造成混凝土内外温差很大,有时可达40~50℃以上,从而导致混凝土表面开裂。

混凝土在正常使用条件下也会随温度的变化而产生热胀冷缩变形。混凝土的热膨胀系数与混凝土的组成材料及用量有关,但影响不大。混凝土的热膨胀系数一般为 $(0.6 \sim 1.3) \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 。

4. 荷载作用下的变形

(1) 混凝土在短期荷载作用下的变形。

混凝土是一种非均质材料属于弹塑性体。在外力作用下,既能产生弹性变形,又能产生塑性变形,即混凝土的应力与应变的关系不是直线而是曲线。混凝土的塑性变形是内部微裂纹产生、增多、扩展与汇合等的结果。

(2) 混凝土在长期荷载作用下的变形——徐变。

混凝土在长期均匀荷载作用下,沿作用力方向,随时间而产生的塑性变形称为混凝土的徐变。混凝土徐变的原因及影响因素。

三、混凝土的耐久性

进入21世纪以来,混凝土的耐久性已经被工程界作为混凝土的主要性能之一予以重视。

1. 混凝土耐久性的概念

混凝土的耐久性是混凝土在使用环境下,抵抗各种物理和化学作用破坏的能力。混凝土的耐久性直接影响结构物的安全和使用性能。耐久性包括抗渗性、抗冻性、化学侵蚀和碱骨料反应等。

(1) 抗渗性。

抗渗性是指混凝土抵抗水、油等液体在压力作用下渗透的性能。抗渗性对混凝土的耐久性起重要作用,因为抗渗性控制着水分渗入的速率,这些水可能含有侵蚀性的化合物,同时控制混凝土受热或受冻时水的移动。

(2) 抗冻性。

混凝土的抗冻性是指混凝土在饱和水状态下,经受多次冻融循环作用,能保持强度和外观完整性的能力。在寒冷地区,尤其是在接触水又受冻的环境下的混凝土,要求具有较高的抗冻性能。

(3) 化学侵蚀。

混凝土暴露在有化学物的环境和介质中,有可能遭受化学侵蚀而破坏。一般的化学侵蚀有水泥浆体组分的浸出、硫酸盐侵蚀、氯化物侵蚀、炭化等。

(4) 碱骨料反应。

某些含活性组分的骨料与水泥水化析出的 KOH 及 NaOH 相互作用,对混凝土有破坏作用。碱骨料反应有三种类型:碱-氧化硅反应、碱-碳酸盐反应和碱-硅酸盐反应。

2. 提高混凝土耐久性的措施

提高混凝土耐久性的措施,主要包括以下几个方面:

- (1) 选用适当品种的水泥及掺和料;
- (2) 适当控制混凝土的水灰比及水泥用量;
- (3) 长期处于潮湿和严寒环境中的混凝土,应掺用引气剂;
- (4) 选用较好的砂、石骨料;
- (5) 掺用加气剂或减水剂;
- (6) 改善混凝土的施工操作方法。

3. 混凝土孔结构对耐久性的影响

A、B 两混凝土采用相同的水泥、砂、石, A 掺用了引气剂,并降低了水灰比,其抗渗性优于 B。

A 混凝土虽有较多气泡,但这些气泡是不连通的,截断了毛细管通道,从而提高了抗渗性。且其减少了水灰比,使其他部分更为致密。可见,改善混凝土孔结构,提高混凝土密实度,可提高混凝土抗渗性。

第三节 特种混凝土技术

一、高性能混凝土技术

(一) 高性能混凝土的技术要求

高性能混凝土的含义通常认为应满足以下要求:

(1) 混凝土硬化后强度高,在 50MPa 以上,达 60 ~ 80MPa,甚至达到 100MPa。

(2) 预拌混凝土的施工性能,诸如流动性、黏聚性、充填性、可靠性、匀质性、安全性等良好,甚至具有免振捣自密实混凝土、自流平混凝土等先进技术。

(3) 混凝土固化后体积稳定性良好, 耐久性高, 混凝土使用期达 200 年甚至更高。

(二) 实现高性能的混凝土的技术途径

1. 优质水泥

通常采用强度等级为 42.5 级和 52.5 级, 含碱量低的水泥以及第三系列硫铝酸盐、铁铝酸盐水泥。

2. 高效减水剂

采用减水率 20% ~ 30% 以上的高效减水剂, 使混凝土水灰比降到 0.30 ~ 0.20, 同时获得良好的流动性和扩散性。

3. 活性矿物掺和料

采用硅灰、细磨粉煤灰、细磨天然沸石、火山灰、稻壳灰等掺和料对提高抗渗性, 保护钢筋混凝土寿命, 提高后期强度, 减少早期水化热, 减少后期收缩量的效果明显。

4. 合理级配

水泥、掺和料、添加剂和水的合理级配是混凝土实现上述高性能指标的重要因素。

5. 严格的混凝土制备和施工工艺

制备高性能混凝土应采用电子称量装置。水泥、掺和料、添加剂和水的动态计量精度误差不大于 1%, 采用强制式搅拌机和规范的搅拌工艺, 预拌混凝土的输送、浇筑和模板配置都应严格遵守施工方案。

二、其他有特殊要求的混凝土技术

1. 高强耐磨混凝土技术

由于某些工业厂房地坪上需要经常在有叉车等重型设备运动状态下工作, 为避免地面开裂与起尘, 需要地面耐磨、防尘、抗折和抗冲击强度高。往往在浇筑地面混凝土时, 在表面撒布金属耐磨骨料或金刚砂耐磨骨料, 这一技术在光纤光缆等工程中被广泛应用。

2. 耐酸混凝土

改性水玻璃耐酸混凝土系采用水玻璃掺入适当的固化剂、外掺剂和一定数量的耐酸填料、粗细骨粉配制而成, 它与普通水玻璃耐酸混凝土相比, 具有机械强度高、抗渗性能好等特点。它具有耐酸、耐水、耐高温、强度高、耐腐蚀性好等优良的材料性能和可以整体浇筑的施工特点。

改性水玻璃耐酸混凝土系采用水玻璃掺入适当的固化剂、外掺剂和一定数量的耐酸填料、粗细骨粉配制而成, 它与普通水玻璃耐酸混凝土相比, 具有机械强度高、抗渗性能好等特点。它具有耐酸、耐水、耐高温、强度高、耐腐蚀性好等优良的材料性能和可以整体浇筑的施工特点。

适用于有酸性介质作用的地面、地沟、设备基础、酸洗槽储酸池等工程中，也可以饱和器里，酸气侵蚀的烟囱内衬以及浓硝酸吸收塔中应用。

主要技术指标：

抗压强度：37MPa；

抗拉强度：3.4MPa；

弹性模量： 2.7×10^4 MPa；

收缩值：0.386mm/m；

抗渗标号：S=12 可耐不同介质浓度的硫酸、硝酸、盐酸等无机酸。

3. 轻质陶粒混凝土

轻质陶粒混凝土具有容重轻（900 ~ 1600kg/m³），强度高（CL10 ~ CL20），可广泛应用于高层建筑楼面垫层、找平层；屋面保温；钢结构建筑楼面以及轻质混凝土构件等。具有良好的隔热、防火功能和降低建筑物自重。在××商城，××大厦等得到广泛使用，受到建设方好评。

4. 防油渗混凝土

防油渗混凝土主要是按密实混凝土的级配方法，掺入1号或2号防油渗剂配制而成。与普通混凝土比较，掺国防油渗剂后的混凝土，拌和用水量可减少15% ~ 20%左右，提高早期强度20% ~ 40%，28天强度增长25% ~ 40%，抗拉、抗折、弹性模量、钢筋与混凝土粘结力也相应提高，抗油渗性能提高2 ~ 3倍，混凝土与机油干湿交替50次不发生腐蚀，酥松或强度下降等异常现象，微观分析表明掺加防油渗剂后混凝土的水化产物，除相对含量有所变化外，水化产物种类基本没有改变。该混凝土配制工艺简单，施工操作方便，经济效益良好。

主要用于工业厂房的地面、楼面防油渗。

主要技术指标：

抗压强度： ≥ 30 MPa；

抗折强度： ≥ 4.0 MPa，与钢筋粘结力 ≥ 2.5 MPa；

收缩值（28天）： ≤ 0.3 mm/m；

吸油量： $\leq 1.5\%$ ；

抗油渗标号：S ≥ 15 （试件厚7cm，动态法、10号机油解质）。

5. 耐碱混凝土

采用渗入碱性掺和料的普通硅酸盐水泥作为胶结料，加入一定量的耐碱粗、细骨料拌制而成。

适用于受碱液、碱蒸汽侵蚀的地坪、地沟、池槽等工程部位。

主要性能指标：

抗压强度 > 20 MPa，可耐10% ~ 15%的氢氧化钠，硫酸钠和石灰水等碱液

的侵蚀。

6. 纤维混凝土

(1) 钢纤维混凝土。

钢纤维混凝土应用于道面工程,可以充分发挥其弯拉强度高,抗裂,抗疲劳,耐磨,抗冲击性能好的特点,可取代钢筋,减薄道面厚度,加大缩缝间距,缩短施工周期,提高工程质量,降低工程维修费用,延长工程使用寿命。

钢纤维混凝土应用于道面工程,可以充分发挥其弯拉强度高,抗裂,抗疲劳,耐磨,抗冲击性能好的特点,可取代钢筋,减薄道面厚度,加大缩缝间距,缩短施工周期,提高工程质量,降低工程维修费用,延长工程使用寿命。铣削钢纤维道面混凝土具有普通混凝土一样的施工性能,即使钢纤维在混凝土中掺量达到 $120\text{kg}/\text{m}^3$ 时,也能分布均匀,不结团,并能满足商品混凝土搅拌站组织生产和现场泵送施工要求。铣削钢纤维混凝土具有良好的材料性能,与普通混凝土相比,其抗压强度提高 $5\% \sim 20\%$;弯拉强度提高 $20\% \sim 50\%$;抗拉强度提高 $20\% \sim 40\%$,耐磨性能提高约 40% 。在人工快速试验条件下,铣削钢纤维掺量为 $30\text{kg}/\text{m}^3$ 时,收缩裂缝的总量是参比试件的 $40\% \sim 50\%$,在冲击荷载作用下,铣削钢纤维混凝土的抗裂性能是普通混凝土的 $3 \sim 4$ 倍,当疲劳次数为 100 万次时,其弯拉强度是普通混凝土的 $1.62 \sim 2.5$ 倍。

(2) 合成纤维混凝土。

混凝土的裂缝普遍存在,它影响着混凝土的使用功能和年限,合成纤维可有效地控制由干缩及温差所产生的裂缝,从而显著提高混凝土的耐久性。合成纤维加入混凝土之后,使每立方米砂浆或混凝土均匀的分布 1000 万根以上的纤维,由于干缩和冷缩所造成的裂缝延伸至纤维部终止。根据混凝土的组成及纤维的型号,裂缝可减少 $50\% \sim 90\%$ 。