

村镇常用建筑材料与施工便携手册

村镇道路工程

CUNZHEN DAOLU GONGCHENG

张 亚 主编

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

村镇常用建筑材料与施工便携手册

村镇道路工程

张 亚 主编

中国铁道出版社

2012年·北京

内 容 提 要

本书主要内容包括:村镇道路工程常用材料、道路基本知识与施工图识读、村镇道路测量、村镇道路路基施工、村镇道路路面基层施工、村镇道路沥青面层施工、村镇道路水泥混凝土面层施工及村镇道路养护等。

本书既可为广大农民、农村基层领导干部和农村科技人员提供新农村建设的具有实践性、指导性的技术参考资料,也可作为社会主义新型农民、工程技术人员的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

村镇道路工程/张亚主编. —北京:中国铁道出版社,2012.12
(村镇常用建筑材料与施工便携手册)
ISBN 978-7-113-15756-2

I. ①村… II. ①张… III. ①农村道路—道路工程—工程
施工—技术手册 IV. ①U415.6-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 292343 号

书 名: 村镇常用建筑材料与施工便携手册
村镇道路工程
作 者: 张 亚

策划编辑:江新锡 曹艳芳
责任编辑:徐 艳 电话:010-51873193
封面设计:郑春鹏
责任校对:王 杰
责任印制:郭向伟

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)
网 址:<http://www.tdpress.com>
印 刷:航远印刷有限公司
版 次:2012年12月第1版 2012年12月第1次印刷
开 本:787mm×1092mm 1/16 印张:15 字数:371千
书 号:ISBN 978-7-113-15756-2
定 价:37.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社读者服务部联系调换。

电 话:市电(010)51873170,路电(021)73170(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)63549504,路电(021)73187

前 言

国家“十二五”规划提出改善农村生活条件之后,党和政府相继出台了一系列相关政策,强调“加强对农村建设工作的指导”,并要求发展资源型、生态型、城镇型新农村,这为我国村镇的发展指明了方向。同时,这也对村镇建设工作者及其管理工作提出了更高的要求。为了推进社会主义新农村建设,提高村镇建设的质量和效益,我们组织编写了《村镇常用建筑材料与施工便携手册》丛书。

本丛书依据“十二五”规划和《国务院关于推进社会主义新农村建设的若干意见》对建设社会主义新农村的部署与具体要求,结合我国村镇建设的现状,介绍了村镇建设的特点、基础知识,重点介绍了村镇住宅、村镇道路以及园林等方面的内容。编写本书的目的是为了向村镇建设的设计工作者、管理工作等提供一些专业方面的技术指导,扩展他们的有关知识,提高其专业技能,以适应我国村镇建设的不断发展,更好地推进村镇建设。

《村镇常用建筑材料与施工便携手册》丛书包括七分册,分别为:

《村镇建筑工程》;

《村镇电气安装工程》;

《村镇装饰装修工程》;

《村镇给水排水与采暖工程》;

《村镇道路工程》;

《村镇建筑节能工程》;

《村镇园林工程》。

本系列丛书主要针对村镇建设的园林规划,道路、给水排水和房屋施工与监督管理环节,系统地介绍和讲解了相关理论知识、科学方法及实践,尤其注重基础设施建设、新能源、新材料、新技术的推广与使用,生态环境的保护,村镇改造与规划建设的管理。

参加本丛书的编写人员有张亚、魏文彪、王林海、孙培祥、栾海明、孙占红、宋迎迎、张正南、武旭日、白宏海、孙欢欢、王双敏、王文慧、彭美丽、张婧芳、李仲杰、李芳芳、乔芳芳、张凌、蔡丹丹、许兴云等。在此一并表示感谢!

由于我们编写水平有限,书中的缺点在所难免,希望专家和读者给予指正。

编 者

2012年11月

目 录

第一章 村镇道路工程常用材料	1
第一节 水 泥	1
第二节 混 凝 土	7
第三节 沥 青	30
第二章 道路基本知识与施工图识读	32
第一节 道路平面及其施工图的识读	32
第二节 道路断面及其施工图的识读	37
第三节 道路排水系统及其施工图的识读	45
第四节 路面结构及其施工图的识读	52
第五节 道路平面交叉口及其施工图的识读	55
第三章 村镇道路测量	60
第一节 常用测量仪器	60
第二节 路基测量	76
第三节 路面基层测量	82
第四节 沥青面层施工测量	85
第五节 水泥混凝土路面施工测量	86
第四章 村镇道路路基施工	87
第一节 路基施工前的准备	87
第二节 路基施工	92
第三节 路基季节性施工	120
第四节 路基防护与支挡	122
第五节 路基安全施工	129
第六节 路基整修与交工验收	130
第五章 村镇道路路面基层施工	132
第一节 路面基层施工	132
第二节 质量管理及检查验收	161
第六章 村镇道路沥青面层施工	168
第一节 沥青面层施工基层与材料	168

第二节	沥青表面处治与封层·····	175
第三节	沥青贯入式路面·····	178
第四节	热拌沥青混合料路面·····	180
第五节	常温沥青混合料路面·····	187
第六节	透层、粘层·····	189
第七节	施工质量管理与检查验收·····	191
第七章	村镇道路水泥混凝土面层施工·····	195
第一节	原材料技术要求·····	195
第二节	施工准备·····	201
第三节	混凝土拌和物搅拌与运输·····	204
第四节	安全生产及施工环保·····	217
第八章	村镇道路养护·····	219
第一节	路基养护·····	219
第二节	路面养护·····	221
第三节	公路养护作业安全·····	230
参 考 文 献	·····	233

第一章 村镇道路工程常用材料

第一节 水 泥

一、通用硅酸盐水泥

1. 定义与分类

通用硅酸盐水泥的定义与分类见表 1-1。

表 1-1 通用硅酸盐水泥的定义与分类

项 目	内 容
定义	通用硅酸盐水泥是以硅酸盐水泥熟料和适量的石膏以及规定的混合材料制成的水硬性胶凝材料
分类	通用硅酸盐水泥按混合材料的品种和掺量分为硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥和复合硅酸盐水泥

2. 组分

通用硅酸盐水泥的组分和代号见表 1-2。

表 1-2 通用硅酸盐水泥的组分和代号

品 种	代 号	组 分(%)				
		熟料+石膏	粒化高炉 矿渣	火山灰质 混合材料	粉煤灰	石灰石
硅酸盐水泥	P·I	—	—	—	—	—
	P·II	≥ 95	≤ 5	—	—	—
		≥ 95	—	—	—	≤ 5
普通硅酸盐水泥	P·O	≥ 80 且 < 95	> 5 且 ≤ 20			—
矿渣硅酸盐水泥	P·S·A	≥ 50 且 < 80	> 20 且 ≤ 50	—	—	—
	P·S·B	≥ 30 且 < 50	> 50 且 ≤ 70	—	—	—
火山灰质硅酸盐水泥	P·P	≥ 60 且 < 80	> 20 且 ≤ 40	—	—	—
粉煤灰硅酸盐水泥	P·F	≥ 60 且 < 80	—	> 20 且 ≤ 40	—	—
复合硅酸盐水泥	P·C	≥ 50 且 < 80	> 20 且 ≤ 50			—

3. 强度等级

水泥的强度等级见表 1-3。

表 1-3 水泥的强度等级

名 称	强度等级
硅酸盐水泥	分为 42.5、42.5R、52.5、52.5R、62.5、62.5R 六个等级
普通硅酸盐水泥	分为 42.5、42.5R、52.5、52.5R 四个等级
矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥、复合硅酸盐水泥	分为 32.5、32.5R、42.5、42.5R、52.5、52.5R 六个等级

4. 技术要求

通用硅酸盐水泥的技术要求见表 1-4。

表 1-4 通用硅酸盐水泥的技术要求

(%)

项 目	要 求
化学指标	通用硅酸盐水泥的化学指标应符合表 1-5 的规定
碱含量	水泥中碱含量按 $\text{Na}_2\text{O}+0.658\text{K}_2\text{O}$ 计算值表示。若使用活性集料,用户要求提供低碱水泥时,水泥中的碱含量应不大于 0.60%或由买卖双方协商确定
凝结时间	硅酸盐水泥初凝时间不得早于 45 min,终凝时间不得迟于 390 min。 普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥和复合硅酸盐水泥初凝时间不早于 45 min,终凝时间不迟于 600 min
安定性	沸煮法合格
强度	不同品种不同强度等级的通用硅酸盐水泥,其不同龄期的强度应符合表 1-6 的规定
细度	硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥的细度以比表面积表示,其比表面积不小于 $300 \text{ m}^2/\text{kg}$; 矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥和复合硅酸盐水泥的细度以筛余表示,其 $80 \mu\text{m}$ 方孔筛筛余不大于 10%或 $45 \mu\text{m}$ 方孔筛筛余不大于 30%

表 1-5 通用硅酸盐水泥的化学指标

品 种	代 号	不溶物 (质量分数)	烧失量 (质量分数)	三氧化硫 (质量分数)	氧化镁 (质量分数)	氯离子 (质量分数)
硅酸盐水泥	P·I	≤ 0.75	≤ 3.0	≤ 3.5	$\leq 5.0^{\text{①}}$	$\leq 0.06^{\text{③}}$
	P·II	≤ 1.50	≤ 3.5			
普通硅酸盐水泥	P·O	—	≤ 5.0	≤ 4.0	$\leq 6.0^{\text{②}}$	
矿渣硅酸盐水泥	P·S·A	—	—		—	
	P·S·B	—	—		—	
火山灰质硅酸盐水泥	P·P	—	—	≤ 3.5	$\leq 6.0^{\text{②}}$	
粉煤灰硅酸盐水泥	P·F	—	—			
复合硅酸盐水泥	P·C	—	—			

①如果水泥压蒸试验合格,则水泥中氧化镁的含量(质量分数)允许放宽至 6.0%。

②如果水泥中氧化镁的含量(质量分数)大于 6.0%时,需进行水泥压蒸安定性试验并合格。

③当有更低要求时,该指标由买卖双方确定。

表 1-6 通用硅酸盐水泥的要求

(单位:MPa)

品 种	强度等级	抗压强度		抗折强度	
		3 d	28 d	3 d	28 d
硅酸盐水泥	42.5	≥ 17.0	≥ 42.5	≥ 3.5	≥ 6.5
	$\geq 42.5R$	≥ 22.0		≥ 4.0	
	52.5	≥ 23.0	≥ 52.5	≥ 4.0	≥ 7.0
	$\geq 52.5R$	≥ 27.0		≥ 5.0	
	62.5	≥ 28.0	≥ 62.5	≥ 5.0	≥ 8.0
	$\geq 62.5R$	≥ 32.0		≥ 5.5	
普通硅酸盐水泥	42.5	≥ 17.0	≥ 42.5	≥ 3.5	≥ 6.5
	$\geq 42.5R$	≥ 22.0		≥ 4.0	
	52.5	≥ 27.0	≥ 42.5	≥ 4.0	≥ 7.0
	$\geq 52.5R$	≥ 27.0		≥ 5.0	
矿渣硅酸盐水泥 火山灰质硅酸盐水泥 粉煤灰硅酸盐水泥 复合硅酸盐水泥	32.5	≥ 10.0	≥ 32.5	≥ 2.5	≥ 5.5
	$\geq 32.5R$	≥ 15.0		≥ 3.5	
	42.5	≥ 15.0	≥ 42.5	≥ 3.5	≥ 6.5
	$\geq 42.5R$	≥ 19.0		≥ 4.0	
	52.5	≥ 21.0	≥ 52.5	≥ 4.0	≥ 7.0
	$\geq 52.5R$	≥ 23.0		≥ 4.5	

5. 交货与验收

(1) 交货时,水泥的质量验收可抽取实物试样,以其检验结果为依据,也可以生产者同编号水泥的检验报告为依据。采取何种方法验收由买卖双方商定,并在合同或协议中注明。卖方有告知买方验收方法的责任。当无书面合同或协议,或未在合同、协议中注明验收方法的,卖方应在发货票上注明“以本厂同编号水泥的检验报告为验收依据”的字样。

(2) 以抽取实物试样的检验结果为验收依据时,买卖双方应在发货前或交货地共同取样和签封。取样方法按《水泥取样方法》(GB/T 12573—2008)的规定进行,取样数量为 20 kg,缩分为两等份。一份由卖方保存 40 天,一份由买方按《通用硅酸盐水泥》(GB 175—2007)规定的项目和方法进行检验。

在 40 天内,买方检验认为产品质量不符合《通用硅酸盐水泥》(GB 175—2007)要求,而卖方又有异议时,则双方应将卖方保存的另一份试样送省级或省级以上国家认可的水泥质量监督检验机构进行仲裁检验。水泥安定性仲裁检验时,应在取样之日起 10 天内完成。

(3) 以生产者同编号水泥的检验报告为验收依据时,在发货前或交货时买方在同编号水泥中取样,双方共同签封后由卖方保存 90 天,或认可卖方自行取样、签封并保存 90 天的同编号水泥的封存样。

在 90 天内,买方对水泥质量有疑问时,则买卖双方应将共同认可的试样送省级或省级以上国家认可的水泥质量监督检验机构进行仲裁检验。

6. 包装、标志、运输与储存

水泥的包装、标志、运输与储存见表 1-7。

表 1-7 水泥的包装、标志、运输与储存

项 目	内 容
包装	水泥可以散装或袋装,袋装水泥每袋净含量为 50 kg,且应不少于标志质量的 99%;随机抽取 20 袋总质量(含包装袋)应不少于 1 000 kg。其他包装形式由供需双方协商确定,但有关袋装质量要求,应符合上述规定。水泥包装袋应符合《水泥包装袋》(GB 9774—2010)的规定
标志	水泥包装袋上应清楚标明:执行标准、水泥品种、代号、强度等级、生产者名称、生产许可证标志(QS)及编号、出厂编号、包装日期、净含量。包装袋两侧应根据水泥的品种采用不同的颜色印刷水泥名称和强度等级:硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥采用红色;矿渣硅酸盐水泥采用绿色;火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥和复合硅酸盐水泥采用黑色或蓝色。 散装发运时应提交与袋装标志相同内容的卡片
运输与储存	水泥在运输与储存时不得受潮和混入杂物,不同品种和强度等级的水泥在储运过程中避免混杂

二、其他品种水泥

1. 铝酸盐水泥

(1)组成。铝酸盐水泥是以矾土和石灰石作为原料,按适当比例配合进行烧结或熔融,得到以铝酸钙为主的铝酸盐水泥熟料,磨细制成的水硬性胶凝材料,由于水泥中 Al_2O_3 含量较高,通常又叫做高铝水泥,代号为 CA。

(2)分类。根据《铝酸盐水泥》(GB 201—2000)的规定,铝酸盐水泥按 Al_2O_3 含量百分数分为 4 类:CA-50 $50\% \leq Al_2O_3 < 60\%$;CA-60 $60\% \leq Al_2O_3 < 68\%$;CA-70 $68\% \leq Al_2O_3 < 77\%$;CA-80 $Al_2O_3 \geq 77\%$ 。

(3)技术性能。铝酸盐水泥的技术性能见表 1-8。

表 1-8 铝酸盐水泥的技术性能

项 目	内 容
细度	比表面积不小于 $300 m^2/kg$ 或 $0.045 mm$ 筛余不大于 20%,由供需双方商订,在无约定的情况下发生争议时以比表面积为准
凝结时间(胶砂)	类型为 CA-50、CA-70、CA-80 的铝酸盐水泥,初凝时间不得早于 30 min,终凝时间不得迟于 6 h;类型为 CA-60 的铝酸盐水泥,初凝时间不得早于 60 min,终凝时间不得迟于 18 h
强度	各类型水泥各龄期强度值不得低于表 1-9 规定的数值

表 1-9 铝酸盐水泥各龄期强度要求

水泥类型	抗压强度(MPa)				抗折强度(MPa)			
	6 h	1 d	3 d	28 d	6 h	1 d	3 d	28 d
CA-50	20	40	50	—	3.0	5.5	6.5	—
CA-60	—	20	45	85	—	2.5	5.0	10.0
CA-70	—	30	40	—	—	5.0	6.0	—
CA-80	—	25	30	—	—	4.0	5.0	—

注:当用户需要时,生产厂应提供结果。

(4)特性及应用。铝酸盐水泥的特性及应用见表 1-10。

表 1-10 铝酸盐水泥的特性及应用

项 目	内 容
特性	<p>(1)凝结速度快,早期强度高。1 d 强度可达极限强度的 80% 以上。铝酸盐水泥的水化产物主要是含水铝酸一钙($\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, 简称为 CAH_{10})、含水铝酸二钙(C_2AH_8)和铝胶(AH_3)。水化产物 CAH_{10} 与 C_2AH_8 为针状或板状结晶,能相互交织成坚固的结晶共生体,析出的氢氧化铝凝胶($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$)难溶于水,填充于晶体骨架的空隙中,形成比较致密的结构,使水泥石获得很高的强度。经 5~7 d 后,水化物的数量就很少增加,因此,铝酸盐水泥的早期强度增长很快,1 d 即可达到极限强度的 80% 左右,后期强度增长则不显著。</p> <p>(2)长期强度降低,一般会降低 40%~50%。CAH_{10} 与 C_2AH_8 都是亚稳定体,在温度高于 30℃ 的潮湿环境中,会逐渐转化为比较稳定的含水铝酸三钙($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 简称为 C_3AH_6)。转化过程随着温度升高而加快。转化结果使水泥石内析出游离水,增大了孔隙体积,同时由于晶体本身缺陷较多,强度较低,晶体间的结合比较差,因而会降低水泥石的强度,使铝酸盐水泥制品的长期强度有降低的趋势。</p> <p>(3)水化热大,且放热量集中。最初 1 d 内的放热量为总放热量的 70%~80% 以上。</p> <p>(4)抗硫酸盐腐蚀性较强,其主要原因是水化产物中没有 $\text{Ca}(\text{OH})_2$。</p> <p>(5)耐热性好,能承受 1 300℃~1 400℃ 高温</p>
应用	<p>宜用于要求早期强度高的特殊工程,也可用于寒冷地区冬季施工的混凝土工程。</p> <p>铝酸盐水泥在高温时,水化物产生固相反应,以烧结结合逐步代替水化结合,使制品在高温下,仍能保持较高的强度。如果采用耐火的粗、细集料,可以制成使用温度达 1 300℃~1 400℃ 的耐热混凝土。</p> <p>铝酸盐水泥不宜用于大体积混凝土工程及长期承重的结构和高温潮湿环境中的工程。不得用于接触碱性溶液的工程。在施工中,不能与硅酸盐水泥或石灰等能析出氢氧化钙的胶凝物质混合,以防止凝结时间失控。</p> <p>使用铝酸盐水泥时,未经试验,不得加入任何外加物。若用蒸汽养护时,其养护温度不得高于 50℃。不得与未硬化的硅酸盐水泥混凝土接触使用,可以与具有脱模强度的硅酸盐水泥混凝土接触使用,但接槎处不应长期处于潮湿状态</p>

2. 膨胀型水泥

膨胀型水泥的定义、分类及适用范围见表 1-11。

表 1-11 膨胀型水泥的定义、分类及适用范围

项 目		内 容
定义		在水化硬化过程中产生体积膨胀的水泥,称为膨胀型水泥
分类	根据在约束条件下所产生的膨胀量(自应力值)和用途	根据在约束条件下所产生的膨胀量(自应力值)和用途,可分为收缩补偿型膨胀水泥(简称膨胀水泥)及自应力型膨胀水泥(简称自应力水泥)两大类。前者表示水泥水化硬化过程中的体积膨胀,在实用上具有补偿收缩的性能,其自应力值小于 2.0 MPa,通常为 0.5 MPa,因而可减少和防止混凝土的收缩裂缝,并增加其密实度;后者表示水泥水化硬化后的体积膨胀,能使砂浆或混凝土在受约束条件下产生可应用的化学预应力的性能,其自应力水泥砂浆或混凝土膨胀变形稳定后的自应力值不小于 2.0 MPa
	根据膨胀水泥的基本组成	<p>(1)硅酸盐膨胀水泥。以硅酸盐水泥为主,外加铝酸盐水泥和石膏配制而成。</p> <p>(2)明矾石膨胀水泥。以硅酸盐水泥熟料为主,外加天然明矾石、石膏和粒化高炉矿渣(或粉煤灰)配制而成。</p> <p>(3)铝酸盐膨胀水泥。由铝酸盐水泥熟料和二元石膏配制而成。</p> <p>(4)铁铝酸盐膨胀水泥。由铁铝酸盐水泥熟料加入适量石膏,磨细而成。</p> <p>(5)硫铝酸盐膨胀水泥。由硫铝酸盐水泥熟料加入适量石膏,磨细而成</p>
适用范围		适用于补偿收缩混凝土结构工程、防渗抗裂混凝土工程、补强和防渗抹面工程、梁柱和管道接头等

3. 白色硅酸盐水泥

(1)组成。由氧化铁含量少的硅酸盐水泥熟料、适量石膏及其他混合材料,磨细制成的水硬性胶凝材料,称为白色硅酸盐水泥(简称“白水泥”),代号 P·W。磨制水泥时,允许加入不超过水泥质量 10% 的石灰石或窑灰作为外加物。水泥粉磨时允许加入不损害水泥性能的助磨剂,加入量不得超过水泥质量的 1%。适用于配制白色或彩色砂浆、混凝土。

(2)技术要求。白色硅酸盐水泥的技术要求见表 1-12。

表 1-12 白色硅酸盐水泥的技术要求

项 目	技术要求
三氧化硫(SO ₃)	水泥中三氧化硫(SO ₃)的含量应不超过 3.5%
细度	80 μm 方孔筛筛余应不超过 10%
凝结时间	初凝时间应不早于 45 min,终凝时间应不迟于 10 h
安定性	用沸煮法检验必须合格
水泥白度	水泥白度值应不低于 87
强度	各龄期强度应不低于表 1-13 所列数值

表 1-13 白色硅酸盐水泥强度要求

强度等级	抗压强度(MPa)		抗折强度(MPa)	
	3 d	28 d	3 d	28 d
32.5	12.0	32.5	3.0	6.0
42.5	17.0	42.5	3.5	6.5
52.5	22.0	52.5	4.0	7.0

4. 砌筑水泥

(1)组成。凡由一种或一种以上的水泥混合材料,加入适量硅酸盐水泥熟料和石膏,经磨细制成的和易性较好的水硬性胶凝材料,称为砌筑水泥,代号 M。水泥中混合材料掺加量按质量百分比计应大于 50%。允许掺入适量的石灰石或窑灰。

(2)技术要求。砌筑水泥的技术要求见表 1-14。

表 1-14 砌筑水泥的技术要求

项 目	内 容
三氧化硫(SO ₃)	水泥中三氧化硫(SO ₃)含量不应大于 4.0%
细度	80 μm 方孔筛筛余不大于 10%
凝结时间	初凝时间不早于 60 min,终凝时间不迟于 12 h
安定性	用沸煮法检验,应合格
强度	各龄期强度不得低于表 1-15 中的数值

表 1-15 砌筑水泥强度要求

强度等级	抗压强度(MPa)		抗折强度(MPa)	
	7 d	28 d	7 d	28 d
12.5	7.0	12.5	1.5	3.0
22.5	10.0	22.5	2.0	4.0

第二节 混凝土

一、混凝土的组成、分类及特点

1. 组成

混凝土是工程建设的主要材料之一。广义的混凝土是指由胶凝材料、细集料(砂)、粗集料(石)和水按适当比例配制的混合物经硬化而成的人造石材。目前普通混凝土使用最为广泛,普通混凝土是由水泥、水、砂、石及根据需要掺入的各类外加剂与矿物混合材料组成的。

在普通混凝土中,砂、石起骨架作用,称为集料,它们在混凝土中起填充作用和抵抗混凝土在凝结硬化过程中的收缩作用。水泥与水形成水泥浆,包裹在集料表面并填充集料间的空隙。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,则将集料

胶结成一个坚实的整体,并具有一定的强度。

2. 分类

混凝土的分类见表 1-16。

表 1-16 混凝土的分类

分类依据	分 类
按表观密度	<p>混凝土按表观密度分为重混凝土、普通混凝土和轻混凝土。</p> <p>重混凝土:表观密度大于 $2\ 600\ \text{kg}/\text{m}^3$ 的混凝土,是用特别密实和特别重的集料制成的。</p> <p>普通混凝土:表观密度为 $1\ 950\sim 2\ 600\ \text{kg}/\text{m}^3$,是用天然的砂、石作集料配制而成的。</p> <p>轻混凝土:表观密度小于 $1\ 950\ \text{kg}/\text{m}^3$,又可以分为轻集料混凝土(表观密度为 $800\sim 1\ 500\ \text{kg}/\text{m}^3$,采用轻集料如浮石、火山渣、膨胀珍珠岩等配制而成)、多孔混凝土(表观密度为 $300\sim 1\ 000\ \text{kg}/\text{m}^3$,如加气混凝土及泡沫混凝土等)、大孔混凝土(在混凝土组成中不加或少加细集料制成的混凝土)</p>
按所用胶凝材料	混凝土按胶凝材料分为无机胶凝材料混凝土和有机胶凝材料混凝土
按施工工艺	混凝土按施工工艺可分为泵送混凝土、预拌混凝土(商品混凝土)、喷射混凝土、压力灌浆混凝土(预填集料混凝土)、造壳混凝土(裹砂混凝土)、离心混凝土、振实挤压混凝土、真空混凝土、热拌混凝土、太阳能养护混凝土等多种
按性能和用途	混凝土按性能和用途分为结构混凝土、耐热混凝土、耐火混凝土、不发火混凝土、防水混凝土、绝热混凝土、耐油混凝土、耐酸混凝土、耐碱混凝土、防护混凝土、补偿收缩混凝土、装饰混凝土、道路混凝土、水下浇筑混凝土等多种
按掺和料	混凝土按掺和料可分为粉煤灰混凝土、硅灰混凝土、碱矿渣混凝土、纤维混凝土等多种
按流动性(稠度)	混凝土按流动性(稠度)分为干硬性混凝土、塑性混凝土、流动性混凝土、大流动性混凝土
按配筋情况	混凝土按配筋情况可分为素混凝土、钢筋混凝土、劲性混凝土、纤维混凝土、预应力混凝土等

3. 特点

(1)易于加工成型。新拌混凝土有良好的可塑性和浇筑性,可满足设计要求的形状和尺寸。

(2)可调整性强。混凝土的性能决定于其组成材料的质量和组合情况,因此可通过调整各组成材料的品种、质量和组合比例,达到所要求的性能。即可根据使用性能的要求与设计来配制相应的混凝土。

(3)热膨胀系数与钢筋相近,且与钢筋有牢固的黏结力,二者可结合在一起共同工作,制成钢筋混凝土。

(4)经久耐用,维修费用低。

混凝土的缺点是自重大、比强度小、抗拉强度低、变形能力差和易开裂。

建筑工程中使用的混凝土,一般要满足以下4项要求:

- 1) 各组成材料经拌和后形成的拌和物应具有一定的和易性,以便于施工;
- 2) 混凝土应在规定龄期达到设计要求的强度;
- 3) 硬化后的混凝土应具有适应其所处环境的耐久性;
- 4) 经济合理,在保证质量的前提下,节约造价。

二、混凝土的主要性能

1. 混凝土拌和物的和易性

(1) 混凝土拌和物的和易性的定义及性能见表 1-17。

表 1-17 混凝土拌和物的和易性的定义及性能

项 目	内 容
定义	是指混凝土拌和物在拌和、运输、浇筑、振捣等过程中,不发生分层、离析、泌水等现象,并获得质量均匀、密实的混凝土的性能
性能	<p>和易性反映了混凝土拌和物拌和均匀后,在各施工环节中各组成材料能较好地一起流动的特性,是一项综合技术性能,包括流动性、黏聚性和保水性。</p> <p>流动性:是指混凝土拌和物在自重或机械振动作用下能产生流动,并均匀、密实地填满模板的性能。流动性的大小反映了拌和物的稠稀程度,影响施工难易及混凝土结构质量。</p> <p>黏聚性:是指混凝土拌和物中各种组成材料之间有较好的黏聚能力,在运输和浇筑过程中,不致产生分层离析,使混凝土保持整体均匀的性能。</p> <p>保水性:是指混凝土拌和物保持水分,不易产生泌水的性能</p>

(2) 和易性的测定和选择。混凝土拌和物的流动性可采取坍落度法和维勃稠度法测定。对于流动性大的塑性混凝土用坍落度法测定,坍落度小于 10 mm 的干硬性混凝土拌和物采用维勃稠度法测定,然后再根据流动性经验观察、评定黏聚性和保水性,从而最终确定和易性好坏。

混凝土拌和物根据其坍落度大小分为 5 级见表 1-18。

表 1-18 混凝土坍落度分级

等 级	S1	S2	S3	S4	S5
坍落度(mm)	10~40	50~90	100~150	160~210	≥220

《混凝土质量控制标准》(GB 50164—2011)规定混凝土拌和物稠度允许偏差(坍落度设计值允许偏差)见表 1-19。

表 1-19 混凝土拌和物稠度允许偏差(坍落度设计值允许偏差)

坍落度设计值(mm)	≤40	50~90	>100
允许偏差(mm)	±10	±20	±30

(3)混凝土拌和物的选择。选择混凝土拌和物的坍落度时,要根据构件截面大小、钢筋疏密程度和捣实方法来确定。当构件截面尺寸较小或钢筋较密或采用人工振捣时,坍落度可选择大些;反之,如构件截面尺寸较大或钢筋较疏或采用振捣器振捣时,坍落度可选择小些。具体数值可参考表 1-20 所规定的坍落度值选用。

表 1-20 混凝土浇筑时的坍落度

项次	结构种类	坍落度(mm)
1	(1)基础或地面等的垫层。 (2)无配筋的厚大结构(挡土墙、基础或厚大的块体等)或配筋稀疏的结构	10~30
2	板、梁和大型及中型截面的柱子等	30~50
3	配筋密列的结果(薄壁、斗仓、筒仓、细柱等)	50~70
4	配筋特密的结构	70~90

注:本表系指采用机械振捣的坍落度,采用人工捣实可适当增大。

(4)影响和易性的因素。影响和易性的因素见表 1-21。

表 1-21 影响和易性的因素

项 目	内 容
用水量	<p>用水量是决定混凝土拌和物流动性的主要因素。分布在水泥浆中的水量,决定了拌和物的流动性。拌和物中,水泥浆应填充集料颗粒间的空隙,并在集料颗粒表面形成润滑层以降低摩擦,由此可见,为了获得要求的流动性,必须有足够的水泥浆。试验表明,当混凝土所用粗、细集料一定时,即使水泥用量有所变动,为获得要求的流动性,所用水量基本是一定的。流动性与用水量的这一关系称为恒定用水量法则。这给混凝土配合比设计带来很大方便。</p> <p>注意:增加用水量虽然可以提高流动性,但用水量过大又使拌和物的黏聚性和保水性变差,影响混凝土的强度和耐久性。因此,必须在保持水胶比,即水与水泥的质量比不变的条件下,在增加用水量的同时,增加水泥的用量</p>
砂率	<p>砂率是指混凝土中砂的用量占砂、石总量的质量百分率,按下式计算:</p> $\text{砂率} = \frac{\text{砂重}}{\text{砂重} + \text{石重}} \times 100\%$ <p>当砂率过大时,由于集料的空隙率与总表面积增大,在水泥浆用量一定的条件下,包覆集料的水泥浆层减薄,流动性变差;若砂率过小,砂的体积不足以填满石子的空隙,要用部分水泥浆填充,使起润滑作用的水泥浆层减薄,混凝土变得粗涩,和易性变差,出现离析、溃散现象。而在合理砂率下,在水泥浆量一定的情况下,使混凝土拌和物有良好的和易性。或者说,当采用合理砂率时,在混凝土拌和物有良好的和易性条件下,使水泥用量最少。可见合理砂率,就是保证混凝土拌和物有良好黏聚性和保水性的最小砂率</p>
其他影响因素	水泥品种和细度,集料的总表面积、空隙率和集料间的摩擦力大小,外加剂,时间和温度等

(5)混凝土拌和物的凝结时间。混凝土拌和物的凝结时间与其所用水泥的凝结时间是不

相同的。水泥的凝结时间是水泥净浆在规定的温度和稠度条件下测得的,混凝土拌和物的存在条件与水泥凝结时间测定条件不一定相同。混凝土的水胶比、环境温度和外加剂的性能等均会对混凝土的凝结速度产生很大影响。水胶比增大,则水泥水化产物间的间距增大,水化产物粘连及填充颗粒间隙的时间延长,从而导致凝结时间变长。环境温度升高,则水泥水化和水分蒸发加快,导致凝结时间缩短。缓凝剂会明显延长凝结时间,速凝剂会显著缩短凝结时间。

混凝土拌和物的凝结时间通常用贯入阻力仪来测定。先用 5 mm 的圆孔筛从混凝土拌和物中筛取砂浆,按一定的方法装入规定的容器中,然后每隔一定时间测定砂浆贯入到一定深度的贯入阻力。绘制贯入阻力与时间的关系曲线。以贯入阻力 3.5 MPa 和 280 MPa 画两条平行于时间坐标的直线,直线与曲线交点的时间分别为混凝土拌和物的初凝时间和终凝时间。

2. 混凝土强度

(1) 混凝土立方体抗压强度 (f_{cu})。根据《普通混凝土力学性能试验方法标准》(GB/T 50081—2002) 的规定,混凝土立方体抗压强度是指按标准方法制作的,标准尺寸为 150 mm×150 mm×150 mm 的立方体试件,在标准养护条件下[(20±2)°C,相对湿度为 95% 以上的标准养护室或(20±2)°C 的不流动的 Ca(OH)₂ 饱和溶液中],养护到 28 d 龄期,以标准试验方法测得的抗压强度值。

非标准试件尺寸为 200 mm×200 mm×200 mm 和 100 mm×100 mm×100 mm。当施工涉外工程或必须用圆柱体试件来确定混凝土力学性能等特殊情况下,也可用 ϕ 150 mm×300 mm 的圆柱体标准试件或 ϕ 200 mm×400 mm 的圆柱体非标准试件。

测定混凝土试件的强度时,试件的尺寸和表面状况等会对测试结果产生较大影响。下面以混凝土受压为例,来分析这两个因素对检测结果的影响。

当混凝土立方体试件在压力机上受压时,在沿加荷方向发生纵向变形的同时,也按泊松比效应产生横向变形。但是由于压力机上下压板(钢板)的弹性模量比混凝土大 5~15 倍,而泊松比则不大于混凝土的 2 倍,所以在压力的作用下,钢压板的横向变形小于混凝土的横向变形,因而上下压板与试件的接触面之间产生摩擦阻力。这种摩擦阻力分布在整个受压接触面,对混凝土试件的横向膨胀起约束限制作用,使混凝土强度检测值提高。通常称这种作用为“环箍效应”,如图 1-1 所示。离试件端部愈远环箍效应作用愈小,大约在距离 $\sqrt{3}a/2$ (a 为立方体试件边长) 以外消失,所以受压试件正常破坏时,其上下部分各呈一个较完整的棱锥体,如图 1-2 所示。如果在压板和试件接触面上涂上润滑剂,则环箍效应大大减小,试件出现直裂破坏,如图 1-3 所示。如果试件表面凹凸不平,环箍效应小,并有明显应力集中现象,测得的强度值会显著降低。

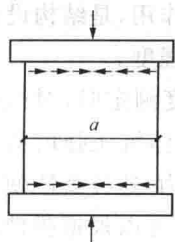


图 1-1 混凝土受压试件
“环箍效应”

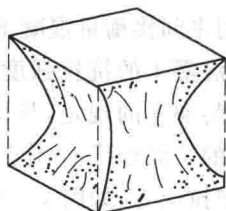


图 1-2 混凝土受压试件
的破坏情况

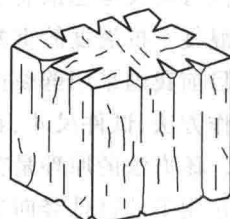


图 1-3 混凝土受压试件
不受残存的棱锥体约束
时的破坏情况