

王益会 主编

混凝土工艺

HUN NING TU GONG YI



四川大学出版社

中国水电七局高级技工学校
国家中职示范校重点支持建筑施工专业建设教材
编审委员会

主 任	黄 健					
副主任	代 军	崔 超				
委 员	王益会	王 涛	苏广鑫	姜荣东	张 秀	
秘 书	吴 蔚	陈 敏	董伶俐			

前 言

中国水电七局高级技工学校是首批国家重点技工学校、国家级重点中等职业学校，是教育部、人社部和财政部批准的国家级中等职业教育改革发展示范校建设单位。为积极推进教育内容创新，以人才培养对接用人需求、专业对接产业、课程对接岗位、教材对接技能为切入点，组织教学经验丰富的骨干教师与行业、企业的一线技术能手，共同编写了建筑专业《混凝土工艺》一书。

该书结合专业实践操作要求高的特点和岗位操作技能的要求，合理确定基础理论知识和全面的施工操作能力结构，适当调整专业知识的深度和难度，增大技能训练在教材中的比例。为提高学生混凝土施工的基础理论水平和操作技能水平，本书在编写中结合常用建筑物（包括水工建筑物）、构筑物等的施工特点和施工工艺进行编写，旨在与施工现场实际操作相接，满足学习理论知识和操作技能的需要。

本书共计有八个模块：混凝土原材料、混凝土外加剂及掺和料、普通混凝土性能、混凝土结构施工、特殊混凝土施工、混凝土冬雨季施工措施、混凝土施工质量缺陷处理、混凝土施工质量检查方法及要求。

本书在编写过程中得到了中国水电七局有限公司科研设计院、一分局、二分局，中国水电七局猴子岩、白鹤滩等项目部技术人员的大力支持，在此表示衷心的感谢。

中国水电七局高级技工学校建筑施工专业部

2014 年 2 月

目 录

模块一 混凝土原材料	(1)
项目一 通用水泥的性能	(1)
任务一 水泥品种的选择	(1)
任务二 水泥的运输、保管及使用	(5)
项目二 骨 料	(6)
任务一 细骨料（人工砂、天然砂）的性能及品质要求	(6)
任务二 粗骨料（碎石、卵石）的性能及品质要求	(7)
任务三 骨料的选择原则	(8)
任务四 拌和用水的质量要求	(8)
模块二 混凝土外加剂及掺和料	(10)
项目一 混凝土外加剂	(10)
任务一 认知混凝土外加剂	(10)
任务二 选择和使用混凝土外加剂	(11)
项目二 混凝土掺和料	(17)
任务一 认知混凝土掺和料——硅粉	(17)
任务二 认知混凝土掺和料——粉煤灰	(20)
模块三 普通混凝土性能	(23)
项目一 混凝土的和易性	(23)
任务一 坍落度法测混凝土的和易性	(24)
任务二 维勃稠度法测量混凝土的和易性	(26)
项目二 混凝土的强度	(33)
任务一 混凝土立方体抗压强度试验	(34)
任务二 混凝土劈裂抗拉强度试验	(36)
项目三 混凝土的耐久性	(39)
任务一 混凝土抗冻性能试验	(40)
任务二 混凝土抗渗性能试验	(41)
项目四 混凝土的变形性能	(44)
任务 混凝土干缩性能试验	(44)
项目五 混凝土配合比设计	(47)



任务 普通混凝土的配合比设计·····	(48)
模块四 混凝土结构施工·····	(55)
项目一 混凝土板的施工·····	(55)
任务一 认识混凝土结构·····	(55)
任务二 认识钢筋混凝土板·····	(57)
任务三 熟悉现浇钢筋混凝土板施工工艺·····	(58)
任务四 熟知现浇钢筋混凝土板养护方法·····	(59)
任务五 认识和处理现浇钢筋混凝土板常见质量缺陷·····	(60)
项目二 混凝土梁的施工·····	(62)
任务一 认识钢筋混凝土梁·····	(63)
任务二 了解钢筋混凝土梁施工工艺·····	(64)
任务三 混凝土梁的养护·····	(64)
任务四 识别和处理混凝土梁常见浇筑质量缺陷·····	(65)
项目三 混凝土梁板的施工·····	(67)
任务一 认识钢筋混凝土梁板结构·····	(67)
任务二 了解钢筋混凝土梁板的施工·····	(69)
任务三 了解钢筋混凝土梁板结构养护方法及要求·····	(70)
任务四 认识和处理梁板结构常见浇筑质量缺陷·····	(71)
项目四 混凝土柱的施工·····	(72)
任务一 认识钢筋混凝土柱·····	(73)
任务二 钢筋混凝土柱的混凝土浇筑施工·····	(74)
任务三 认识钢筋混凝土现浇柱养护方法·····	(76)
任务四 认识和处理钢筋混凝土柱常见浇筑质量缺陷·····	(76)
项目五 混凝土墙的施工·····	(79)
任务一 认识钢筋混凝土墙的施工要点及养护方法·····	(79)
任务二 认识和处理钢筋混凝土墙常见浇筑质量缺陷·····	(80)
项目六 混凝土基础的施工·····	(81)
任务一 认识各类钢筋混凝土基础·····	(81)
任务二 熟悉钢筋混凝土基础的施工·····	(83)
任务三 认识混凝土基础的养护过程·····	(84)
模块五 特殊混凝土施工·····	(86)
项目一 泵送混凝土施工·····	(86)
任务一 认知泵送混凝土·····	(87)
任务二 认知泵送混凝土的工艺特点·····	(87)
任务三 编制泵送混凝土的工艺及操作要点·····	(87)
任务四 区分泵送混凝土配合比参数·····	(89)
任务五 编制泵送混凝土施工作业程序·····	(91)
任务六 检验泵送混凝土施工质量·····	(93)

任务七 认知泵送混凝土常用施工机械及安全施工·····	(94)
项目二 大体积混凝土施工·····	(97)
任务一 认知大体积混凝土及其施工工艺特点·····	(97)
任务二 认知大体积混凝土的裂缝及产生的原因·····	(98)
任务三 控制大体积混凝土裂缝的措施·····	(100)
任务四 编制大体积混凝土浇筑方案·····	(101)
任务五 大体积混凝土施工质量控制措施·····	(101)
项目三 碾压混凝土施工·····	(107)
任务一 认知碾压混凝土·····	(108)
任务二 编制碾压混凝土的操作工艺及要点·····	(108)
任务三 检验碾压混凝土施工质量·····	(112)
任务四 配置碾压混凝土的施工机械设备·····	(114)
项目四 预应力混凝土施工·····	(116)
任务一 认知预应力混凝土及其施工工艺特点·····	(117)
任务二 编制先张法预应力混凝土的操作工艺及要点·····	(118)
任务三 编制后张法预应力混凝土的操作工艺及要点·····	(120)
任务四 预应力混凝土质量检查与安全措施·····	(123)
模块六 混凝土夏(雨)季和冬季施工措施·····	(127)
项目一 混凝土夏(雨)季施工措施·····	(127)
任务一 原材料温度控制措施·····	(127)
任务二 混凝土的拌制控制措施·····	(128)
任务三 混凝土的运输·····	(128)
任务四 混凝土的浇筑·····	(129)
任务五 混凝土的修整·····	(130)
任务六 夏季混凝土的养护措施及要求·····	(130)
项目二 混凝土冬季施工措施·····	(131)
任务 混凝土冬季施工要求及方法·····	(132)
模块七 混凝土施工质量缺陷处理·····	(134)
项目一 混凝土常见缺陷及处理方法·····	(134)
任务一 认知混凝土麻面产生的原因及处理措施·····	(136)
任务二 认知混凝土蜂窝产生的原因及处理措施·····	(137)
任务三 认知混凝土露筋产生的原因及处理措施·····	(138)
任务四 认知混凝土孔洞产生的原因及处理措施·····	(139)
任务五 认知混凝土外形缺陷产生的原因及处理措施·····	(140)
任务六 认知混凝土缺棱掉角产生的原因及处理措施·····	(140)
任务七 认知混凝土气泡产生的原因及处理措施·····	(141)
任务八 认知混凝土错台、挂帘产生的原因及处理措施·····	(142)
任务九 认知混凝土冷缝产生的原因及处理措施·····	(142)



任务十 了解混凝土表面起皮和砂石外露处理措施·····	(143)
任务十一 了解混凝土止水缺陷处理措施·····	(143)
项目二 混凝土施工裂缝缺陷处理方法·····	(144)
任务一 认知混凝土干缩裂缝产生原因及处理措施·····	(144)
任务二 了解混凝土塑性收缩裂缝产生的原因及处理措施·····	(145)
任务三 了解混凝土沉陷裂缝产生的原因及处理措施·····	(146)
任务四 认知混凝土温度裂缝产生的原因及处理措施·····	(147)
项目三 混凝土施工质量缺陷处理工艺(实训)·····	(148)
任务一 使用预缩砂浆对混凝土缺陷进行处理·····	(148)
任务二 使用环氧胶泥处理混凝土缺陷·····	(150)
任务三 使用环氧砂浆处理混凝土缺陷·····	(151)
任务四 使用抹面抗裂砂浆进行混凝土缺陷处理·····	(152)
任务五 了解环氧浆液化学灌浆处理混凝土缺陷·····	(153)
任务六 混凝土缺陷处理质量检查及安全文明施工·····	(153)
模块八 混凝土施工质量检查方法及要求·····	(155)
项目一 混凝土质量检查方法·····	(155)
任务 熟悉混凝土质量检查过程·····	(155)
项目二 混凝土质量验收标准·····	(161)
任务 熟悉混凝土质量验收过程及标准·····	(161)
附录 混凝土工艺试题库(附部分答案)·····	(163)
参考文献·····	(172)



模块一 混凝土原材料

项目一 通用水泥的性能



学习目标

1. 具备对水泥品种的认知能力。
2. 能根据水泥性质和工程特点选用合适的水泥。
3. 能正确地运输和保存水泥。



学习任务

- 任务一 水泥品种的选择
- 任务二 水泥的运输、保管及使用



任务实施

任务一 水泥品种的选择

一、水泥的定义

水泥是一种水硬性的胶凝材料，呈粉末状，加水拌和成浆体后，能胶结砂、石等散粒材料，并能在空气和水中硬化并保持、发展其强度。

二、水泥的包装

水泥的外包装见图 1.1.1。



图 1.1.1 水泥的外包装

1. 水泥是粉末状产品，有袋装和散装两种。
2. 水泥袋上的标示包括品种、名称、强度、代号、等级、出厂日期、净含量、厂址、执行标准号、生产编号和包装日期。袋装水泥净含量为 50 kg。
3. 品种不同，印刷字体不同。

三、常见水泥品种

常见水泥品种见表 1.1.1。

表 1.1.1 常见水泥名称及代号

水泥名称	代 号
硅酸盐水泥	P · I 、 P · II
普通硅酸盐水泥	P · O
矿渣硅酸盐水泥	P · S
粉煤灰硅酸盐水泥	P · F
火山灰质硅酸盐水泥	P · P
复合硅酸盐水泥	P · C

1. 专用水泥: 专门用途的水泥, 如砌筑水泥、道路水泥。
2. 特性水泥: 某种性能比较突出的水泥。如快硬硅酸盐水泥、白色硅酸盐水泥、抗硫酸盐硅酸盐水泥、低热硅酸盐水泥、硅酸盐膨胀水泥等。



四、水泥凝结硬化过程

(一) 水泥的熟化和硬化

1. 水泥加水拌和后，未水化的水泥颗粒分散在水中，成为水泥浆体。
2. 水泥表面开始与水发生化学反应，逐渐形成水化物膜层。
3. 随着水泥颗粒不断水化，凝胶体膜层不断增厚而破裂，并继续扩展，在水泥颗粒之间形成网状结构，水泥浆体逐渐变稠，黏度不断增高，失去塑性，这就是水泥的凝结熟化过程。
4. 随着水化的不断进行，水化产物不断生成并填充颗粒之间空隙，毛细孔越来越少，使结构更加密实，水泥浆体逐渐产生强度并进入硬化阶段。

(二) 影响水泥凝结硬化的因素

影响水泥凝结硬化的因素见表 1.1.2。

表 1.1.2 影响水泥硬化的因素

因素	内容
水泥浆水灰比	水灰比指水泥浆中水与水泥的质量之比。当水泥浆中加水较多时，水泥的初期水化反应得以充分进行；但是水泥颗粒间原来被水隔开的距离较远，颗粒间相互连接形成骨架结构所需的凝结时间长，所以水泥浆凝结较慢
熟料矿物组成	水泥熟料中各种矿物的凝结硬化特点不同，当水泥中矿物的相对含量不同时，水泥的凝结硬化特点就不同
水泥细度	水泥磨得愈细，水泥颗粒平均粒径小，比表面积大，水化时与水的接触面大，水化速度快，凝结硬化快，早期强度就高
养护湿度和温度	通常，温度较高时，水泥的水化、凝结和硬化速度就较快。当环境温度低于 0℃ 时水泥水化趋于停止，难以凝结硬化。水泥水化是水泥与水之间的反应，必须在水泥颗粒表面保持有足够的水分，水泥的水化、凝结硬化才能充分进行
养护龄期	一般来说，随着龄期增长，强度在不断增长

五、水泥的性质

1. 不溶物。

不溶物是指经盐酸处理后的不溶残渣，以氢氧化钠溶液处理后，经盐酸中和，然后过滤后所得的残渣，再经高温灼烧所剩的物质。不溶物含量高对水泥质量有不良影响。

2. 氧化镁。

水泥中氧化镁的含量不宜超过 5.0%，过量会引起水泥安定性不良。

3. 三氧化硫。

水泥中三氧化硫的含量不得超过 3.5%。三氧化硫过量会与铝酸钙矿物生成较多的钙矾石，产生较大的体积膨胀，引起水泥安定性不良。

4. 烧失量。

I 型硅酸盐水泥中烧失量不得超过 3.0%，II 型硅酸盐水泥中烧失量不得超过



3.5%。用烧失量来限制石膏和混合材料中杂质含量，以保证水泥质量。

5. 细度。

细度是指水泥颗粒的粗细程度。硅酸盐水泥的细度用比表面积来衡量，要求比表面积大于 $300 \text{ m}^2/\text{kg}$ ；普通水泥的细度可用筛余量来衡量，要求 $80 \mu\text{m}$ 方孔筛筛余不得超过 10.0%。

6. 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 6 h。普通水泥初凝不得早于 45 min，终凝时间不得迟于 10 h。初凝为水泥加水拌和时起至标准稠度净浆开始失去可塑性所需的时间，终凝为水泥加水拌和时起至标准稠度净浆完全失去可塑性并开始产生强度所需的时间。为使水泥混凝土和砂浆有充分的时间进行搅拌、运输、浇捣和砌筑，水泥初凝时间不能过短。当施工完成，则要求尽快硬化，具有强度，故终凝时间不能太长。

7. 安定性。

安定性是指水泥在凝结硬化过程中体积变化的均匀性。当水泥浆体硬化过程发生不均匀的体积变化，就会导致水泥石膨胀开裂、翘曲，甚至失去强度，这就是安定性不良。安定性不良的水泥会降低建筑物质量，甚至引起严重事故。水泥安定性不良主要是由于水泥熟料中游离氧化钙、游离氧化镁过多或是石膏掺量过多等因素造成的。三氧化硫过多也易造成安定性不良。

8. 强度。

水泥强度是水泥的主要技术性质，是评定其质量的主要指标。强度等级按 3 d 和 28 d 的抗压强度和抗折强度来划分，分为 42.5、42.5R、52.5、52.5R、62.5 和 62.5R 六个等级，常见水泥性质见表 1.1.3，有代号 R 的为早强型水泥。

表 1.1.3 五种常见水泥性质

水泥品种 项目		硅酸盐水泥	普通水泥	矿渣水泥	火山灰水泥	粉煤灰水泥
密度 (g/cm^3)		3.0~3.15	3.0~3.15	2.9~3.1	2.8~3.0	2.8~3.0
特点	硬化	快		慢	慢	慢
	早期强度	高	高	低	低	低
	水化热	高	高	低	低	低
	抗冻性	好	好	较差	较差	较差
	耐热性	较差	较差	较差	较差	较差
	耐侵蚀性	较强	强			
	干缩性			较大	较大	较小
	抗水性			较好	较好	较好
	耐硫酸盐侵蚀		较差	较好	较好	较好



六、水泥的选择原则

1. 每一个工程所用水泥品种以 1~2 种水泥为宜, 并应固定供应厂家。

2. 水泥品种的选择应符合下列原则:

内部混凝土、水下的混凝土和基础混凝土, 宜选用中热硅酸盐水泥, 也可选用低热矿渣硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥和低热微膨胀水泥。环境水对混凝土有硫酸盐侵蚀性时, 应选用抗硫酸盐水泥。

3. 选用的水泥强度等级应与混凝土设计强度等级相适应。水位变化区、溢流面和经常受水流冲刷部位以及有抗冻要求的部位, 宜使用较高强度等级的水泥。

4. 选用的水泥必须符合现行国家标准的规定, 并可根据工程的特殊需要对水泥的化学成分、矿物组成和细度等提出专门要求。

5. 运至工地的每一批水泥, 应有生产厂家的出厂合格证和品质试验报告, 使用单位应进行验收检验 (按每 200~400 吨同厂家、同品种、同强度等级的水泥为一取样单位, 如不足 200 吨也作为一取样单位), 必要时还应进行复验。

任务二 水泥的运输、保管及使用

水泥的运输、保管及使用, 应遵守下列规定:

1. 优先使用散装水泥。

2. 运到工地的水泥, 应标明品种、强度等级、生产厂家和出厂批号, 分别储存到有明显标志的储罐或仓库中, 不得混装。

3. 水泥在运输和储存过程中应防水防潮, 已受潮结块的水泥应经过处理并检验合格方可使用。罐储水泥宜一个月倒罐一次。

4. 水泥仓库应有排水、通风措施, 保持干燥。堆放袋装水泥时, 应设防潮层, 距地面、边墙至少 30 cm, 堆放高度不得超过 15 袋, 并留出运输通道。

5. 散装水泥运到工地的入罐温度不宜高于 65 ℃。

6. 先出厂的水泥应先用。如果袋装水泥储运时间超过 3 个月或者散装水泥超过 6 个月, 使用前均应重新检验其标号。

7. 应避免水泥的散失浪费, 做好环境保护。

【思考与练习】

1. 水泥的主要性能有哪些?

2. 影响水泥凝结硬化的因素有哪些?

3. 水泥运输保管的要求有哪些?



项目二 骨 料



学习目标

1. 具备对粗细骨料的认知能力。
2. 能根据工程的特点选用合适的骨料。



学习任务

- 任务一 细骨料（人工砂、天然砂）的性能及品质要求
- 任务二 粗骨料（碎石、卵石）的性能及品质要求
- 任务三 骨料的选择原则
- 任务四 拌和用水的质量要求



任务实施

任务一 细骨料（人工砂、天然砂）的性能及品质要求

1. 细骨料应质地坚硬、清洁、级配良好；人工砂的细度模数宜在 2.4~2.8 范围内，天然砂的细度模数宜在 2.2~3.0 范围内。使用山砂、粗砂、特细砂应经过试验论证。
2. 细骨料在开采过程中应定期或按一定开采数量进行碱活性检验，有潜在危害时，应采取相应措施，并经专门试验论证。
3. 细骨料的含水率应保持稳定，人工砂饱和面干的含水率不宜超过 6%，必要时应采取加速脱水措施。
4. 细骨料的其他品质要求应符合表 1.2.1 的规定。

表 1.2.1 细骨料的质量要求

项 目		指标		备注
		天然砂	人工砂	
石粉含量%		—	6~18	
含泥量%	$\geq C_{90}30$ （有抗冻要求）	≤ 3	—	
	$< C_{90}30$	≤ 5		



续表 1.2.1

项 目		指标		备注
		天然砂	人工砂	
泥块含量		不允许	不允许	
坚固性%	有抗冻要求的混凝土	≤ 8	≤ 8	
	无抗冻要求的混凝土	≤ 10	≤ 10	
云母含量%		≤ 2	≤ 2	

任务二 粗骨料（碎石、卵石）的性能及品质要求

1. 粗骨料的最大粒径不应超过钢筋净间距的 $2/3$ 、构件断面最小边长的 $1/4$ 、素混凝土板厚的 $1/2$ 。对少筋或无筋混凝土结构，应选用较大的粗骨料粒径。

2. 施工中，宜将粗骨料按粒径分成下列几种粒径组合：

(1) 当最大粒径为 40 mm 时，分成 D20、D40 两级；

(2) 当最大粒径为 80 mm 时，分成 D20、D40、D80 三级；

(3) 当最大粒径为 150 (120) mm 时，分成 D20、D40、D80、D150 (D120) 四级。

3. 应控制各级骨料的超、逊径含量。以圆孔筛检验，其控制标准：超径小于 5%，逊径小于 10%。当以超、逊径筛检验时，其控制标准：超径为零，逊径小于 2%。

4. 采用连续级配或间断级配，应由试验确定。

5. 各级骨料应避免分离。D20、D40、D80、D150 (D120) 分别用中径方孔筛检测的筛余量应在 40%~70% 范围内。

6. 如使用含有活性骨料和钙质结核等的粗骨料，必须进行专门试验论证。

7. 粗骨料表面应洁净，如有裹粉、裹泥或被污染等则应清除。

8. 碎石和卵石的压碎指标值宜采用表 1.2.2 粗骨料的压碎指标的规定，粗骨料的其他品质要求应符合表 1.2.3 的粗骨料的品质要求规定。

表 1.2.2 粗骨料的压碎指标

骨料种类		不同混凝土强度等级的压碎指标值%	
		$C_{90.55} \sim C_{90.40}$	$\leq C_{90.35}$
碎石	水成岩	≤ 10	≤ 16
	变质岩或深成的火成岩	≤ 12	≤ 20
	火成岩	≤ 13	≤ 30
卵石		≤ 12	≤ 16



表 1.2.3 粗骨料的品质要求

项目		指标	备注
含泥量%	D20、D40 粒径级	≤ 1	
	D80、D150 (D120) 粒径级	≤ 0.5	
坚固性%	有抗冻要求的混凝土	≤ 5	
	无抗冻要求的混凝土	≤ 12	
有机质含量		浅于标准色	如深于标准色, 应进行混凝土强度对比试验, 抗压强度比不应低于 0.95
吸水率%		≤ 2.5	
针片状颗粒含量%		≤ 15	经试验论证, 可放宽至 25%

任务三 骨料的选择原则

1. 使用的骨料应根据优质、经济、就地取材的原则进行选择。可选用天然骨料、人工骨料, 或两者互相补充。选用人工骨料时, 有条件的地方宜选用石灰岩质的料源。

2. 骨料料源在品质、数量发生变化时, 应按现行建筑材料勘察规程进行详细的补充勘察和碱活性成分含量试验。未经专门论证, 不得使用碱活性骨料。

3. 应根据粗细骨料需要总量、分期需要量进行技术经济比较, 制订合理的开采规划和使用平衡计划, 尽量减少弃料。覆盖层剥离应有专门弃渣场地, 并采取必要的防护和恢复环境措施, 避免产生水土流失。

4. 骨料加工的工艺流程、设备选型应合理可靠, 生产能力和料仓储量应保证混凝土施工需要。

5. 根据实际需要和条件, 可将细骨料分成粗细两级, 分别堆存, 在混凝土拌和和运输时按一定比例掺配使用。

6. 成品骨料的堆存和运输应符合下列规定:

(1) 堆存场地应有良好的排水设施, 必要时设遮阳防雨棚。

(2) 各级骨料仓应设置隔墙等有效措施, 严禁混料, 并应避免泥土和其他杂物混入骨料中。

(3) 应尽量减少转运次数。卸料时, 粒径大于 40 mm 骨料的自由落差大于 2 m 时, 应设置缓降设施。

(4) 储料仓除有足够的容积外, 还应维持不小于 6 m 的堆料厚度。细骨料仓的数量和容积应满足细骨料脱水的要求。

(5) 在粗骨料成品堆场取料时, 同一级料在料堆不同部位同时取料。

任务四 拌和用水的质量要求

1. 凡符合国家标准的饮用水, 均可用于拌和与养护混凝土。未经处理的工业污水



和生活污水不得用于拌和与养护混凝土。

2. 地表水、地下水和其他类型水在首次用于拌和与养护混凝土时，须按现行的有关标准，经检验合格后方可使用。检验项目和标准应符合以下要求：

(1) 混凝土拌和和养护用水与标准饮用水试验所得的水泥初凝时间差及终凝时间差均不得大于 30 min。

(2) 混凝土拌和养护用水配制水泥砂浆 28 d 抗压强度不得低于用标准饮用水拌和的砂浆抗压强度的 90%。

(3) 拌和与养护混凝土用水的 pH 值和水中的不溶物、可溶物、氯化物、硫酸盐的含量应符合表 1.2.4 的规定。

表 1.2.4 拌和与养护混凝土用水的指标要求

项 目	钢筋混凝土	素混凝土
pH 值	>4	>4
不溶物 mg/L	<2000	<5000
可溶物 mg/L	<5000	<10000
氯化物（以 Cl^- 计） mg/L	<1200	<3500
硫酸盐（以 SO_4^{2-} 计） mg/L	<2700	<2700

【思考与练习】

1. 细骨料的品质要求有哪些？
2. 粗骨料的品质要求有哪些？
3. 骨料的选择原则主要有哪些？



模块二 混凝土外加剂及掺和料

项目一 混凝土外加剂



学习目标

1. 具备混凝土外加剂性能认知的能力。
2. 能正确选择和使用混凝土外加剂。



学习任务

- 任务一 认知混凝土外加剂
- 任务二 选择和使用混凝土外加剂



任务实施

任务一 认知混凝土外加剂

一、外加剂的定义

混凝土外加剂，是一种在混凝土搅拌之前或拌制过程中加入的、用以改善新拌混凝土或硬化混凝土性能的材料。除特殊情况外，掺量一般不超过水泥用量的 5%。外加剂的掺量虽少，但其技术经济效果却显著，因此，外加剂已成为混凝土的重要组成部分，被称为第五组分，获得愈来愈广泛的应用。