

水利行业工人技术考核培训教材

水利工程施工 基础知识

主编 楼洪瑞

黄河水利出版社

水利行业工人技术等级培训教材

水利工程施工 基础知识

王旭 编著

中国水利水电出版社

水利工程施工基础知识

主 编 楼洪瑞

黄河水利出版社

(豫)新登字 010 号

水利工程施工基础知识 楼洪瑞主编

责任编辑:黄宝林

出版:黄河水利出版社

(地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼 12 层)

邮编:450003

印刷:黄河水利委员会印刷厂

发行:黄河水利出版社

开本:850mm×1168mm 1/32

版别:1996 年 3 月 第 1 版

印次:1996 年 3 月郑州第 1 次印刷

印张:9.25

印数:1—14070

字数:230 千

ISBN 7-80621-091-1/TV·46

定价:17.60 元

前 言

为了建立和完善水利行业工人考核培训工作体系,弥补新中国成立以来全国水利行业没有完整的、系统的工人培训教材的空白,我们组织水利行业一百多位专家学者编写了这套“水利行业工人考核培训教材”。本教材是依据劳动部、水利部联合颁发的《中华人民共和国工人技术等级标准(水利)》规定的32个行业工种要求编写的,编写的内容与技术考核规范和试题库相结合,并在每一章后设有思考题,能够满足水利行业技术工人考核前培训和职业技能鉴定的需要。

教材分为通用教材和专业教材两大类。通用教材共8本,分别为:《水利工程施工基础知识》、《工程力学与建筑结构设计基础知识》、《地质与土力学基础知识》、《水工建筑物基础知识》、《水力学与水文测验基础知识》、《水利工程制图基础知识》、《机械基础知识》、《电工基础知识》,其内容主要侧重于为30本专业教材配套使用的基础理论知识;专业教材共30本,分别为:《开挖钻工》、《水工爆破工》、《锻钎工》、《坝工模板工》、《坝工钢筋工》、《坝工混凝土工》、《钻探灌浆工》、《喷护工》、《防渗墙工》、《砌筑工》、《坝工土料实验工》、《坝工混凝土实验工》、《水工泥沙实验工》、《水工结构实验工》、《混凝土维修工》、《土石维修工》、《闸门运行工》、《水工防腐工》、《水工监测工》、《河道修防工与防治工》、《渠道维护工》、《灌区供水工》、《灌溉试验工》、《泵站机电设备维修工与泵站运行工》、《灌排工程工》、《水文勘测工》、《水文勘测船工》、《水土保持防治

工》、《水土保持测试工》、《水土保持勘测工》，其内容包括各工种的初、中、高级工的专业知识和技能知识。两类教材均突出了水利行业专业工种的特点，具有专业性、权威性、科学性、整体性、实用性和相对稳定性。它包括了本行业技术工人考核晋升技术等级时试题的范围和内容，是水利行业各工种职业技能鉴定的必备教材。

本次教材编写时参照的技术规范或规定、标准等是以1995年7月底尚在使用的标准，涉及的个别计量单位虽属非法定单位，但考虑到这些计量单位与有关规定、标准的一致性和实际使用的现状，本次出版时暂行保留，在今后修订时再予改正。

编写全国水利行业统一的工人培训教材，对于我们来说尚属首次，曾得到了各级领导、有关专家及广大水利职工的关怀和支持。经过大家一年来的辛勤耕耘和不断探索，现已面世出版了，但由于它是一项新的工作、新的尝试，不足之处在所难免，希望大家在使用中提出宝贵意见，使其日臻完善。

水利行业工人考核培训教材
编审委员会

一九九五年七月

目 录

第一章 水工建筑材料.....	(1)
第一节 常用材料.....	(1)
第二节 水工混凝土	(10)
第三节 水工砂浆	(31)
第二章 施工导流和基础施工	(35)
第一节 施工导流	(35)
第二节 施工放样	(42)
第三节 基坑开挖	(46)
第四节 基础处理	(54)
第三章 工种施工	(60)
第一节 爆破工	(60)
第二节 砖石工	(73)
第三节 模板工和钢筋工	(77)
第四节 混凝土工	(86)
第五节 灌浆工	(95)
第四章 地下建筑物工程.....	(103)
第一节 洞井工程.....	(103)
第二节 隧洞支撑和支护.....	(118)
第三节 衬砌与灌浆.....	(125)
第五章 渠、坝工程	(132)
第一节 渠道工程.....	(132)
第二节 碾压土坝.....	(135)
第三节 堆石坝.....	(140)
第四节 砌石坝.....	(143)
第五节 土石坝防渗体.....	(146)

第六章 混凝土坝工程	(150)
第一节 骨料生产	(150)
第二节 混凝土生产及运输	(153)
第三节 分缝分块及接缝灌浆	(156)
第四节 碾压混凝土坝	(160)
第七章 常用施工机械	(168)
第一节 土石方机械	(168)
第二节 基础处理设备	(179)
第三节 混凝土施工机械	(183)
第四节 起重设备	(189)
第五节 施工机械化	(192)
第八章 施工组织设计	(196)
第一节 施工组织设计内容	(196)
第二节 施工进度计划	(199)
第三节 施工总体布置	(207)
第九章 项目法施工	(221)
第一节 概述	(221)
第二节 施工项目经理负责制	(227)
第三节 项目法施工的运行	(231)
第十章 全面质量管理	(236)
第一节 全面质量管理的基本概念	(236)
第二节 全面质量管理的统计技术与工作方法	(242)
第三节 质量管理小组	(250)
第十一章 工程预算	(256)
第一节 概述	(256)
第二节 工程建设费用构成	(261)
第三节 定额与基础单价	(267)
第四节 工程预算编制	(273)

第一章 水工建筑材料

建筑材料是水利工程最重要的物质基础,一般占工程造价的50%以上。为保证工程质量,节省投资,必须掌握材料性能,在施工中经济合理地使用材料。

第一节 常用材料

一、水泥

水泥属水硬性胶凝材料,不仅能在空气中硬化,而且能在水中更好地凝结硬化。在水利工程中应用极广,常用来拌制各种标号的砂浆或混凝土、砌筑砖石及用作灌浆材料。

(一)水泥分类

1. 硅酸盐水泥

由适当成分的生料(石灰石、粘土等),在 1450°C 左右的高温下烧至部分熔融,所得的以硅酸钙为主要成分的熟料,再加入适量石膏磨细而成。

硅酸盐水泥是硅酸盐类水泥的一个基本品种,其它品种都是在此基础上加入一定量的混合材料,或适当改变水泥熟料的矿物成分而成的。

2. 普通硅酸盐水泥(简称普通水泥)

硅酸盐水泥熟料中,加入少量混合材料、适量石膏磨细而成。普通硅酸盐水泥和硅酸盐水泥性能相近。同标号水泥相比,普通水泥的早期硬化速度较硅酸盐水泥稍慢。这种水泥被广泛应用于各种混凝土或钢筋混凝土工程,是我国主要水泥品种之一。

3. 矿渣硅酸盐水泥(简称矿渣水泥)

由硅酸盐水泥熟料和粒化高炉矿渣,加适量石膏磨细而成。矿渣水泥水化热较低,后期强度较高,抗溶出性侵蚀强,但凝结硬化慢,泌水性大。常用于大体积混凝土及海港、地下工程。矿渣水泥也是我国水泥产量最大的品种之一。

4. 火山灰质硅酸盐水泥(简称火山灰水泥)

由硅酸盐水泥熟料、火山灰质混合材料(火山灰、凝灰岩、烧结土、煤渣等),加适量石膏磨细而成。火山灰水泥各龄期强度数值与矿渣水泥相同。早期强度较低,水化热较小,有较高的紧密度和抗渗性,适用于采用蒸汽养护的工程、大体积混凝土工程以及抗渗要求较高的工程。但这种水泥需水量多,收缩大,抗冻性差,使用时应予以注意。

5. 粉煤灰硅酸盐水泥(简称粉煤灰水泥)

由硅酸盐水泥熟料和粉煤灰,加适量石膏磨细而成。粉煤灰水泥后期强度高,水化热低,干缩性小,抗裂性较高。但耐冻性差,制品表面易产生收缩裂纹。

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和粉煤灰硅酸盐水泥是广泛使用的五种水泥。五种水泥的成分和特性汇总于表 1-1。

6. 其它品种水泥

除上述常用水泥外,大体积混凝土工程还多用硅酸盐大坝水泥和矿渣硅酸盐大坝水泥;特殊条件下,还需采用快硬硅酸盐水泥、矾土水泥、低热微膨胀矿渣水泥等。

水利工程中,普通水泥、矿渣水泥和大坝水泥最为常用。

(二)主要性质和技术指标

1. 密度和容重

水泥密度为 $3.0 \sim 3.15 \text{g/cm}^3$,容重松散时为 $900 \sim 1300 \text{kg/m}^3$,紧密状态为 $1400 \sim 1700 \text{kg/m}^3$ 。

表 1-1

五种水泥的特性

水泥名称	硅酸盐水泥	普通水泥	矿渣水泥	火山灰水泥	粉煤灰水泥
主要成分	硅酸盐水泥熟料为主,不掺混合材料	在硅酸盐熟料中允许掺不超过 15% 的混合料	在硅酸盐熟料中掺入占水泥重 20% ~ 70% 的粒化高炉矿渣	在硅酸盐熟料中掺入占水泥重 20% ~ 50% 的火山灰质混合材料	在硅酸盐熟料中掺入占水泥重 20% ~ 50% 的粉煤灰
特性	1. 硬化快,强度高 2. 水化热较大 3. 耐冻性较好 4. 耐腐蚀与耐水性较差	1. 早期强度高 2. 水化热大 3. 耐冻性好 4. 耐腐蚀与耐水性差	1. 早期强度低,后期强度增长较快 2. 水化热较小 3. 耐冻性差 4. 耐硫酸盐腐蚀及耐水性较好 5. 抗碳化能力差	抗渗性较好,其它同矿渣水泥	干缩性较小,抗裂性较好,其它同火山灰水泥
密度 (g/cm ³)	3.0~3.15	3.0~3.15	2.8~3.10	2.8~3.1	2.8~3.1
堆积密度 (kg/m ³)	1000~1600	1000~1600	1000~1200	900~1000	900~1000
标号和类型	425,425R, 525,525R, 625,625R, 725R	275, 325, 425,425R, 525,525R, 625,625R, 725R	275, 325, 425,425R, 525,525R, 625R	275, 325, 425,425R, 525,525R, 625R	275, 325, 425,425R, 525,525R, 625R

2. 细度

细度指水泥颗粒的粗细程度。水泥颗粒粒径一般在 0.007~0.2mm 范围内。颗粒越细,与水起反应的表面积就越大,凝结硬化越快,早期强度和后期强度都较高。细度用 0.080mm 的方孔筛 (4900 孔/cm² 的标准规格筛) 鉴定,筛余量不得超过 15%。

3. 凝结时间

(1)初凝时间。水泥加水拌和起,至标准稠度净浆开始失去可塑性所需的时间,称为初凝时间。砂浆和混凝土施工历经搅拌、运输、砌筑或浇筑等工序,需要有充分的时间,因此初凝不宜过快。国家规定:硅酸盐水泥初凝时间不得早于 45min。一般国产水泥初凝时间多为 1~3h。

(2)终凝时间。水泥加水拌和起,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,称为终凝时间。为便于拆模周转,以利于下一道工序工作,则要求终凝时间不能太长。国家规定:终凝时间不得迟于 12h。实际上,国产水泥终凝时间多为 5~8h。

4. 水化热

水泥在水化过程中释放出的热量,称为水泥的水化热。水泥细度越细,水化反应越容易进行,水化放热量就越大,放热速度也越快。大部分水化热是在水化初期(七天内)放出的,以后逐渐减弱。大体积混凝土(结构断面最小边尺寸 $\geq 3\text{m}$ 的混凝土块体)散热慢,易造成内外较大温差而发生裂缝,要采用低热水泥和降温措施。

5. 强度及标号

强度是指水泥胶结硬化到一定龄期后的胶结能力。硅酸盐水泥的强度决定于熟料的矿物成分和细度。熟料矿物成分的相对含量改变时,水泥的强度和增长速度也随之改变。粉磨较细的水泥,水化进行较快且较完全,强度增长也快,最终强度也较高。

根据国家标准《硅酸盐、普通硅酸盐水泥》(GB175-85)和《水泥胶砂强度检验方法》(GB177-85)的规定,将水泥与标准砂(粒径 0.25~0.65mm)按 1:2.5 混合,加入规定数量的水,按规定的方制制成试件,在 $20\pm 2^\circ\text{C}$ 的标准温度的水中养护,测定其 3d、7d 和 28d 的强度。按照测定结果,将硅酸盐水泥分为 425、525、625 和 725 等四个标号。425、525 和 625 标号按早期强度分为两种类型。

各标号、各类型硅酸盐水泥的各龄期强度不得低于表 1-2 中的数值。表中括号里的数值单位为过去使用的单位 kgf/cm^2 。不同品种水泥的软练强度指标见表 1-3。此外,标准稠度用水量、体积安定性也是鉴定水泥质量的指标。

表 1-2 硅酸盐水泥各龄期强度值

标号	抗压强度(MPa)			抗折强度(MPa)		
	3d	7d	28d	3d	7d	28d
425	17.7(180)	26.5(270)	41.7(425)	3.3(34)	4.5(46)	6.3(64)
425R	22.0(224)	—	41.7(425)	4.1(42)	—	6.3(64)
525	22.6(230)	33.6(340)	51.5(525)	4.1(42)	5.3(54)	7.1(72)
525R	27.0(275)	—	51.5(525)	4.9(50)	—	7.1(72)
625	28.4(290)	42.2(430)	61.3(625)	4.9(50)	6.1(62)	7.8(80)
625R	32.0(326)	—	61.3(625)	5.5(56)	—	7.8(80)
725R	37.0(377)	—	71.1(725)	6.2(63)	—	8.6(88)

表 1-3 常用水泥的软练强度指标

水泥品种	水泥 软练标号	抗压强度(N/cm ²)			抗折强度(N/cm ²)		
		3d	7d	28d	3d	7d	28d
硅酸盐 水泥	425	1800	2700	4250	340	460	640
	525	2300	3400	5250	420	540	720
	625	2900	4300	6250	500	620	800
普通 硅酸盐 水泥	225		1300	2250		280	450
	275		1600	2750		330	500
	325	1200	1900	3250	250	370	550
	425	1600	2500	4250	340	460	640
	525	2100	3200	5250	420	540	720
	625	2700	4100	6250	500	620	800
矿渣、火 山灰质、粉 煤灰硅酸 盐等水泥	225		1100	2250		23	450
	275		1300	2750		280	500
	325		1500	3250		330	550
	425		2100	4250		420	640
	525		2900	5250		500	720

(三)水泥的保管

水泥是混凝土的主要胶结材料,用量大,价格高,容易受潮变质。因此,水泥运输保管过程中应防水、防潮,以免结块变质而降低水泥胶结能力。

水泥入仓要按不同品种、标号、出厂日期分类堆放,先到先用。仓库中堆压高度:普通水泥不超过 10~12 袋,矿渣等水泥不超过 8~10 袋。水泥离墙及垫板底都要在 30cm 以上。

正常情况下,水泥储存三个月强度将下降 10%~20%,储存六个月强度下降 15%~30%。因此水泥存放不宜超过三个月。

水泥受潮后可按表 1-4 所列方法处理。

表 1-4 受潮水泥处理方法

受潮程度	适用情况	处理方法
松块可捏 碎无硬块	用于次要部位,或低标号 混凝土	压碎松块后用,增加拌和 时间
部分结块	用于砌筑砂浆、地坪、填 充混凝土	筛除硬块压碎,增加拌和 时间
大部分结块	不能直接应用	粉碎后作填充材料

二、石灰

通常所说的石灰为气硬性石灰,是以石灰岩、白云质石灰岩等含有大量碳酸钙而粘土杂质含量不大于 8%的天然岩石,经煅烧而得的以氧化钙为主要成分的块状产品。石灰生产工艺简单,取用方便,成本低,应用很广。

(一)生石灰

以石灰岩等经 1000~1100℃ 高温煅烧而成,呈白色或灰色块状,容重 800~1000kg/m³。生石灰外观质量为块灰越多越好,一般碎屑不得超过 30%,煤渣石块等杂质含量不大于 8%,过火石灰(呈暗黑色)和欠火石灰含量越少越好。

(二)石灰的熟化

生石灰淋以适量的水就消解为粉末状的熟石灰,称消石灰。其主要成分为氢氧化钙。水化时释放大量的热量,体积也增大 1~

2.5倍。

建筑工地常将生石灰熟化成石灰膏，存放两星期以上备用。1kg 生石灰可化成 1.5~3L 石灰膏。配合石灰砂浆时一般按石灰膏体积计算。石灰膏容重 1300~1400kg/m³。

用于灰土(石灰、粘土)、三合土(石灰、粘土、砂石或炉渣)时，要先把生石灰熟化成石灰粉(加水 60%~80%)再使用。

(三)石灰的硬化

石灰能在空气中逐渐硬化，硬化的原因是氢氧化钙和空气中的二氧化碳化合而生成具有一定强度和硬度的碳酸钙，以及由于水分蒸发，氢氧化钙饱和溶液能析出胶体，胶体又转化为有一定强度的晶体。

石灰硬化必须在空气中进行，氢氧化钙又溶于水，因此石灰不能用于与水接触或潮湿环境下的建筑物中，一般只适用于小型建筑物的次要部位。

(四)贮存石灰注意事项

生石灰易自然吸收空气中的水分而熟化，贮运中必须注意防止雨淋或受潮。生石灰不宜长期储存，一般不应超过一个月，要随到随用。如需长期保存，应熟化成石灰膏，并用砂、土覆盖保护。

三、钢筋

钢筋由普通碳素钢(3 号钢)或普通低合金钢加热到塑性，再热轧而成，故又称热轧钢筋。

钢筋按机械强度划分为四级。

I 级钢筋是 3 号钢热轧而成，具有足够的塑性和屈服点，易于焊接和冷、热加工，被广泛地应用于建筑结构中。

II~IV 级钢筋为低合金钢，是在普通碳素钢中加入少量的其它含金元素的钢。它比碳素钢具有更高的强度和抗蚀性，有较高的冲击韧性、良好的可焊性和冷加工性。如 II 级钢筋强度较 I 级钢筋

高40%，而价格仅高5%左右。故在钢筋混凝土结构中Ⅰ级钢筋较为常用。Ⅱ、Ⅳ级钢筋强度更高，多用于预应力钢筋混凝土结构中。

热轧钢筋机械性能见表1-5。

表 1-5 热轧钢筋机械性能表

级别	钢号		直径 (mm)	屈服点 (N/mm ²)	抗拉强度 (N/mm ²)	钢筋外形	涂色标记
	牌号	代号		不小于			
I	3号钢	A ₃	8~40	240	380	圆	红
Ⅱ	20 锰硅	20MnSi	8~25 28~40	340 320	520 500	“人”字形	—
Ⅲ	25 锰硅	25MnSi	8~40	380	580	“人”字形	白
Ⅳ	40 硅 2 锰钒	40Si ₂ MnV	10~28	550	850	螺旋形	黄
	5号钢	A ₅	10~40	280	500	“人”字形	绿

钢筋按外形可分为如下两大类：

(一)光面圆钢筋(A₃)

光面圆钢筋直径6~40mm，其中10mm以下钢筋卷成盘条，每盘长约40m；10mm以上钢筋为直条，10~15mm的每根长5~10m，25~40mm的每根长4~9m。为便于运输，直条常被折成2~3折。

(二)螺纹钢(低合金钢)

这种钢筋用于200号以上的钢筋混凝土结构中，只作受力筋，而不作构造筋。

由于低合金钢性能优越，价格适中，已逐渐取代了5号钢，因此，A₅的螺纹钢已不列为国家的正式产品。

四、木材

木材质轻，强度高，易加工，是水利工程的主要建筑材料。常用

木材为同属针叶树的松木和杉木。

(一)木材的主要产品

1. 圆材

圆材包括原条和原木。原条指去掉树枝树皮的伐倒木。原木是去枝去皮后按一定长度截成的木料。原木又分为直接使用原木和加工用原木。加工用原木按缺陷允许限度分为三等。

2. 锯材

锯材包括板材和枋材。宽度为厚度的三倍及以上的称板材。按厚度板材又可分为薄板(18mm以下)、中板(19~35mm)、厚板(36~65mm)及特厚板(66mm以上)。宽度不足厚度三倍的为枋材,按宽厚乘积大小分为小枋(54mm^2 以下)、中枋($55\sim 100\text{mm}^2$)、大枋($101\sim 225\text{mm}^2$)和特大枋(226mm^2 以上)四种。

3. 人造板

人造板是利用木材作原料,经物理化学处理制成。主要有纤维板、刨花板、胶合板等,多用作房屋建筑材料。

(二)木材的合理使用

针叶树,如松木、杉木等,一般较为高大顺直,木质轻软,变形小,强度高。水利工程常将其用作木结构的主要构件。

阔叶树,如榆木、柞木、杨木及水曲柳等,常称为硬杂木。硬杂木木质坚硬,强度较高,主要用作木键、木销或木垫块等主要配件。

木材的节子、朽腐、虫害、裂缝、弯曲、斜纹等缺陷,对材质都有影响。但有些缺陷只在某种情况下才有不良影响。如节子对木材顺纹抗拉强度影响大,对顺纹抗压强度影响小,用作横梁时尽量使节子远离危险区,并应使其位于受压区域。

水位变化或潮湿环境用的木材,应进行防腐处理,或选用耐腐朽性较高的落叶松、栎木等树种。

林木生长缓慢和我国建设事业大量需要木材之间的矛盾日益突出,因此要求建筑工程中,在经济合理的条件下,尽可能少用木