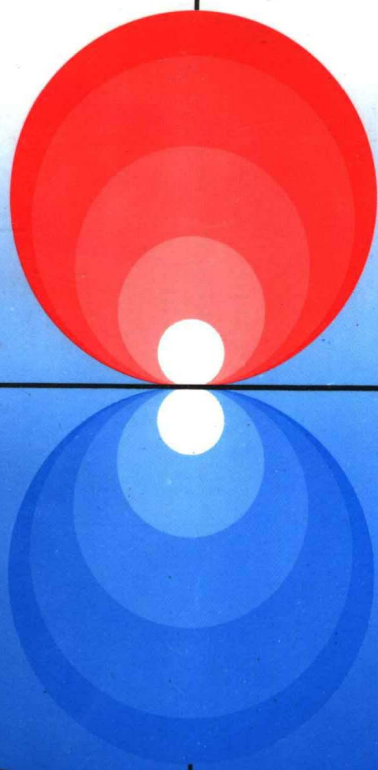


水利行业工人技术考核培训教材

HUNNINGTU
WEIXIU
GONG

混凝土维修工

主编 钟汉华



黄河水利出版社

混凝土维修工

主 编 钟汉华

黄河水利出版社

(豫)新登字 010 号

工 程 技 术 书 籍

中 文 版 · 第 一 次 印 刷

混凝土维修工 钟汉华主编

责任编辑:赵文礼

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:1997 年 1 月 郑州第 2 次印刷

印 张:7.75

印 数:931—1930

字 数:192 千字

ISBN 7-80621-071-7/TV·48

定价:14.40 元

前 言

为了建立和完善水利行业工人考核培训体系,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》、《坝土混凝土工》、《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

绪 论.....	(1)
第一章 混凝土组成材料及性质.....	(5)
第一节 混凝土组成材料.....	(5)
第二节 混凝土的主要性质	(12)
第三节 混凝土的外加剂	(26)
第四节 混凝土配合比	(38)
第二章 混凝土施工工艺	(49)
第一节 施工准备	(49)
第二节 混凝土拌和	(54)
第三节 混凝土运输	(83)
第四节 混凝土平仓振捣	(86)
第五节 混凝土养护.....	(108)
第六节 混凝土施工缺陷及修补.....	(113)
第七节 混凝土夏季、雨季及冬季施工	(117)
第八节 混凝土安全施工技术.....	(122)
第九节 混凝土工程施工质量控制与检查.....	(126)
第三章 水下混凝土施工.....	(131)
第一节 概述.....	(131)
第二节 水下浇筑混凝土组成材料.....	(134)
第三节 导管法施工.....	(142)
第四节 水下混凝土的其它施工方法.....	(158)
第四章 喷混凝土修补技术.....	(164)
第一节 喷混凝土原材料及配合比.....	(164)
第二节 喷混凝土施工机具.....	(167)

第三节	喷混凝土施工工艺.....	(172)
第四节	喷混凝土修补实例.....	(182)
第五章	混凝土建筑物缺陷修补.....	(184)
第一节	混凝土建筑物表层损坏修补.....	(184)
第二节	混凝土建筑物裂缝修补.....	(201)
第三节	混凝土建筑物渗漏修补.....	(212)
第四节	混凝土建筑物整体加固及修复.....	(221)

绪 论

混凝土建筑物随着运行年限的增长,其各种力学性能会逐渐劣化,这种现象称之为老化。非正常速度的老化以及在外载和环境等因素作用下混凝土建筑物的损伤,称之为病害。病害主要是由设计不妥,建筑材料本身满足不了要求,施工质量欠佳,运行管理不当等原因造成的。

一、混凝土建筑物病害

(一)表面自然损伤

在日照、风吹、干湿变化及冻融循环作用下,混凝土建筑物所发生的损伤称为自然损伤。混凝土建筑物自然损伤可分为碳化、风化、胀缩、冻融等类型。

1. 碳化

空气中的 CO_2 气体渗透到混凝土体内,与其碱性物质起化学反应后生成碳酸盐和水,使混凝土碱度降低的过程称为混凝土碳化。碳化使混凝土的碱度降低,当碳化超过混凝土的保护层后,在水与空气存在的条件下,就会使混凝土失去对钢筋的保护作用,导致钢筋生锈。

2. 风化

与岩石一样,混凝土暴露在大气中会受到日晒、雨淋、风吹的作用而产生风化。风化后的混凝土会变得疏松。

3. 干缩湿胀和热胀冷缩

(1)干缩湿胀。混凝土是多孔结构,当外界湿度减少时,其毛细管孔隙中的水分会蒸发,毛细管内负压增大,使管壁受到较大压力,从而引起混凝土凝胶体逐渐密实,混凝土发生干缩。当外界湿

度增大时,混凝土内毛细管吸水,凝胶体膨胀,使混凝土发生湿胀。

(2)热胀冷缩。与一般的材料一样,混凝土也具有热胀冷缩的特性。

混凝土结构发生干缩湿胀和热胀冷缩,一般会使其表面产生裂缝。

4. 冻融

水位变化区及水面以下一定深度的混凝土内的孔隙含有大量水分,在冻融循环的反复作用下,会使混凝土发生冻融破坏。这种破坏常使混凝土表面变得疏松或脱壳。

(二)表面气蚀冲磨

1. 气蚀

高速水流通过的混凝土表面(溢流面、流道),由于水流的气蚀作用,会不断剥蚀表面混凝土。

2. 冲磨

高速含砂水流不断冲磨混凝土表面。

气蚀和冲磨多同时作用于混凝土表面,使混凝土表面出现冲坑、露筋等破坏。

(三)裂缝

混凝土结构的裂缝一般分为三种,即干缩裂缝、温度裂缝和不均匀沉陷裂缝。干缩裂缝前已述及,它一般浅而密,危害并不大。

1. 温度裂缝

施工期由于温控措施不当,使大体积的混凝土产生深层裂缝或贯穿裂缝。深层裂缝方向大致垂直于基岩面,自下而上地开展,宽度较大(1~3mm),延伸长,切割深(3~5m)。当裂缝平行于坝轴线出现时,常贯穿于整个坝段(即贯穿裂缝)。

2. 不均匀沉陷裂缝

设计不合理、地基承载能力不等,均会使混凝土结构物出现不均匀沉陷裂缝。

(四)混凝土架空或强度不足

施工中质量控制不好,在钢筋或预埋件下混凝土架空,或因混凝土配比不足、拌和不均、振捣不够等原因导致强度不足。

(五)渗漏

施工中对结合层处理得不好、振捣不密实,运行中出现裂缝或止水失效等,都可能导致渗漏。

二、混凝土建筑物日常养护

(1)定期检查伸缩缝的工作情况,防止杂物卡塞,填料流失使止水损坏。出现问题后应及时进行修补。

(2)经常保持建筑物表面清洁完整,无杂草、无积水。建筑物顶部、坡面、台阶等处,不得堆放物料。

(3)建筑物表面有磨损、剥蚀或裂缝等缺陷时,应及时检查观测,分析原因,尽量设法防止其再扩大,并及时进行修理。

(4)经常保持建筑物坝基排水、廊道排水及表面排水系统的畅通。如发现有堵塞、淤积或破坏,应及时修复或增设新的排水孔。有的排水沟、集水井要加盖保护。

(5)严禁建筑物上部结构承受超过设计允许的荷载,如工作桥、公路桥等,不准超过设计标准的车辆通行。

(6)建筑物附近不允许出现爆破或重型车辆的振动。

(7)泄水底孔、排砂闸、泄水闸及放水闸等,应定期泄水排砂,以保证闸门正常运行。

(8)汛期或冬季,为防止漂浮物、流冰对建筑物的冲击或堵塞泄水孔,应及时对其进行打捞和清理。

三、混凝土维修

混凝土建筑物出现病害后,应检测病害的程度及范围,分析病害的原因,制定处理病害的方案。表面病害一般要凿除风化剥蚀的

表层,冲洗干净后填补修复材料进行修补。内部病害一般采用灌浆进行修补。施工时应遵守施工规范和安全操作规程。

复习思考题

1. 什么叫混凝土建筑物老化? 什么叫混凝土建筑物病害?
2. 混凝土建筑物常见的病害有哪些?
3. 混凝土建筑物日常养护工作有哪些?

第一章 混凝土组成材料及性质

第一节 混凝土组成材料

一、水泥

水泥属水硬性胶凝材料,加入适量的水后,成为塑性浆体,既能在空气中硬化,又能在水中硬化,并能把砂、石材料牢固地胶结在一起。

水泥可分为通用水泥、特种水泥和专用水泥三大类。混凝土修补常用的水泥有硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥等通用水泥,有时也采用快硬硅酸盐水泥、抗硫酸盐水泥、膨胀水泥、自应力水泥等特种水泥。

(一)水泥凝结硬化

1. 水泥凝结硬化过程

水泥加水拌和后,其颗粒表面与水接触,反应生成难溶于水的水化硅酸钙及水化硫铝酸钙,以微小的胶体粒子形式分散在水泥颗粒周围,易溶于水的石灰、水化铝酸钙溶于水中,使水泥颗粒重新暴露外表面,不断反应、溶解,溶液很快达到饱和状态。此后,继续反应生成物不能再溶解,都以胶体粒子的形式分布在水泥颗粒的周围。水化反应继续进行,胶粒不断增加,胶粒与胶粒的间距相应减小,作不规则运动的胶粒相互碰撞的机会增多,当胶粒靠近到一定距离时,胶粒间相互吸引使胶粒凝集,并逐渐在空间连接起来,形成具有网状结构的凝胶体,水泥浆逐渐失去可塑性而凝结。在此阶段,胶粒相互吸引力较弱,凝胶体的强度很小,受机械搅拌或振动力的作用后,粘度会减小,可塑性恢复,但在作用力停止后

能重新恢复成凝胶体。

水泥浆凝结后,由于水化作用的继续,水分不断地减少,凝胶体的氢氧化钙、水化铝酸钙和水化硫铝酸钙,逐步转变为结晶体贯穿于凝胶体中。当结晶体逐渐增大至相互连接形成结晶网状结构时,水泥浆硬化。这时由于结晶体强度较大,水泥浆已经转变为坚固的石状物质,故称之为水泥石。

常温下的水泥石是由未水化的水泥颗粒、胶体、结晶体以及由水和空气占有的孔隙组成的多孔体构造。

2. 影响水泥硬化的主要因素

影响水泥硬化的主要因素有:

(1)水泥矿物组分。铝酸三钙和硅酸三钙含量大时,水泥凝结硬化快。

(2)水泥颗粒细度。水泥颗粒越细,其总表面积越大,与水接触的面积就越大,水化反应越快,水泥凝结硬化也越快。

(3)用水量。用水量较大时,水化较快,但用水量过大时,由于凝胶体的凝聚,水化铝酸钙及石灰的结晶体结晶缓慢,因此水泥凝结硬化反而慢。

(4)环境温湿度。环境温湿度较高时,水化较快,水泥凝结硬化也较快,反之则慢。当温度低于 0°C 时,水泥硬化完全停止。当处于干燥环境,水泥浆中水分蒸发完毕后,水化也就完全停止。

(5)硬度龄期。水泥浆的凝结硬化是随着时间的增加而发展的。常温下,28d内强度增长较快,以后渐慢,三个月后则更慢。

(二)使用水泥注意事项

使用水泥应注意的事项如表 1-1。

二、骨料

骨料分为细骨料及粗骨料。粗骨料在混凝土中堆聚成紧密的架构,细骨料与水泥混合成砂浆,填充架构的间隙。细骨料和粗骨

料在混凝土中起骨架作用,水泥起凝胶作用。

表 1-1

使用水泥注意事项

项 目	注 意 要 点
贮 存	1. 进仓时应有质量证明文件 2. 应按品种、强度、出厂期、生产厂等分别堆放,先到先用 3. 袋装水泥叠堆高度不宜超过 10 包 4. 不宜露天堆放。如露天堆放,应下有防潮垫板,上有防雨篷布 5. 使用期不应超过出厂期三个月。超期时应先行重新检验其强度
结块水泥 的处理	1. 结块如用手即可捏成粉末,应重新检验其强度。使用时应先行粉碎,并加长搅拌时间 2. 结块如较坚硬,应筛去硬块,将小颗粒粉碎,检验其强度,作如下使用: (1)用于非承重结构部位 (2)作砌筑砂浆 (3)作掺合料掺入同品种新水泥中,但其掺量应不大于水泥质量的 20%,并延长搅拌时间
不同品种、 标号不能 混合使用	1. 不同品种水泥配制的混凝土不能混合使用 2. 同一品种,标号高低不同或出厂期差距较久的水泥制成的混凝土,不能混合使用

(一)砂

1. 砂的类型

依据不同的划分标准,砂的类型大致有:

(1)按砂的产源划分,可以分为三类:

①河砂(包括江砂)。长期受流水冲洗,颗粒形状较圆,较洁净。一般工程中大都采用河砂。

②海砂。颗粒圆滑,较洁净,但常混有贝壳碎片且氯盐含量高。使用时应经冲洗处理,氯盐和有机物含量不得超标。

③山砂。从山谷或旧河床中采集,颗粒多带棱角,表面粗糙。一

般风化程度大、含泥和软弱颗粒较多,不能用于水工混凝土结构中。

(2)按砂的细度模数划分,可以分为四类:细度模数 3.7~3.1 的为粗砂,3.0~2.3 的为中砂,2.2~1.6 的为细砂,1.5~0.7 的为特细砂。

(3)按砂的加工方法划分,可以分为两类:

①天然砂。指河砂、海砂、山砂。

②人工砂。用天然石材直接破碎加工而成,或是加工粗骨料过程中的副产品。

2. 砂的质量要求

砂的质量要求如表 1-2 所示。

表 1-2 砂的质量要求

项 目	指 标	备 注
天然砂中含泥量 其中粘土含量	<3% <1%	1. 含泥量系粒径小于 0.08mm 的细屑、淤泥和粘土总量 2. 不含有粘土团粒
人工砂中石粉含量	6%~12%	小于 0.15mm 的颗粒
坚固性	<10%	硫酸钠溶液法 5 次循环后的质量损失
云母含量	<2%	
密度	>2.5	
轻物质含量	<1%	密度小于 2.0
硫化物及硫酸盐含量 (按重量折算成 SO ₃)	<1%	
有机物含量	浅于标准色	如深于标准色,应配成砂浆进行强度对比试验

(二)石子

石子按种类可分为卵石、碎石、破碎卵石,它们可以混合使用;按粒径一般分为小石(粒径 5~20mm)、中石(粒径 20~40mm)、

大石(粒径 40~80mm)、特大石(粒径 80~120mm 或 80~150mm)。

石子级配参考范围如表 1-3, 质量要求如表 1-4。

表 1-3 石子级配参考范围表

粗骨料最大粒径 (mm)	分 级(mm)				总计
	5~20	20~40	40~80	80~150 或 80~120	
	各级石子质量比例(%)				
40	45~60	40~55			100
80	25~35	25~35	35~50		100
120(150)	15~25	15~25	20~35	25~40	100

表 1-4 石子的质量要求

项 目	指 标	其它要求
含泥量	D_{20} 、 D_{40} 粒径级 $<1\%$ D_{80} 、 D_{150} (或 D_{120}) 粒径级 $<0.5\%$	各粒径级均不含有粘土颗粒
坚固性	$<5\%$ $<12\%$	有抗冻要求的混凝土 无抗冻要求的混凝土
硫酸盐及硫化物含量 (按质量折算成 SO_3)	$<0.5\%$	
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
密度	>2.55	
吸水率	$<2.5\%$	抗冻混凝土 $<1.5\%$
针、片状颗粒含量	$<15\% \sim 40\%$	碎石经试验验证, 可以 放宽至 $25\% \sim 40\%$

* 针片状含量:

- 1 有抗冻要求或标号大于 300 号的混凝土所用石料, 其针状、片状颗粒含量不应大于 15%
- 2 标号小于 300 号又大于 100 号的混凝土, 其含量不超过 25%
- 3 标号小于 100 号的混凝土, 其含量不应大于 40%

三、混合材料

混合材料(又称掺和料)分活性混合材料和非活性混合材料两大类。粒化高炉矿渣、火山灰质、粉煤灰和硅灰可与水泥中析出的氧化钙作用,这些材料称为活性混合材料,其它的则称为非活性混合材料。

(一)活性混合材料

活性混合材料在混凝土中的作用有三个方面:

- (1)改善混凝土性能。
- (2)提高混凝土塑性。
- (3)调节混凝土强度。使用高标号水泥配制低强度混凝土(掺粉煤灰);或提高混凝土强度(掺硅灰)。

活性混合材料的种类如表 1-5。

表 1-5 活性混合材料的种类

种 类	来 源
粒化高炉矿渣	高炉冶炼生铁时所得的以硅酸钙与硅酸铝为主要成分的熔融物,经淬冷成粒
粉煤灰	从煤粉燃烧炉的烟道气体中收集的粉末
火山灰质	以氧化硅、氧化铝为主要成分的矿物质或人造物质。天然物质有火山灰、凝灰岩、浮石、沸石岩等;人工物质有经煅烧的煤矸石、烧页岩、烧粘土、煤渣、硅质渣等
硅灰	又称硅粉,生产硅铁或硅钢时产生的烟尘。主要成分为二氧化硅

目前,粉煤灰在水利水电工程中应用很广泛;在碾压混凝土中,它甚至可以替代大部分水泥;也可用于大体积内部混凝土和水下混凝土,或用于水上部位混凝土和钢筋混凝土。在寒冷地区水位