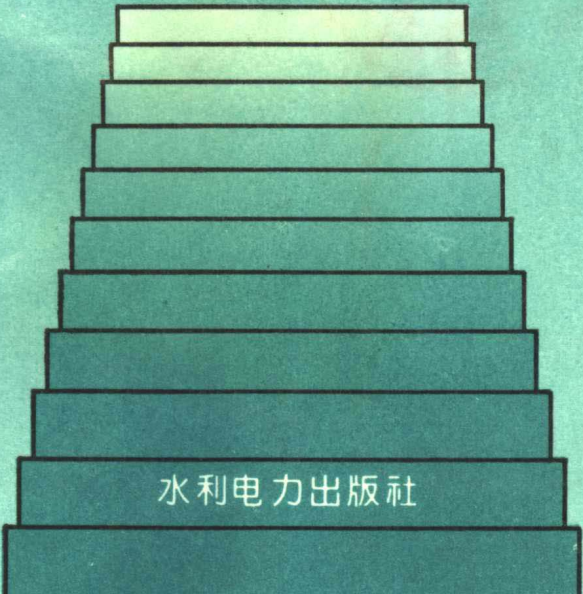


灌排工程工(初、中、高级工)

技术等级考核培训教材

小型水利工程施工

何佩德 徐永年 编



水利电力出版社

灌

高级工)

技术等级考核培训教材

小型水利工程施工

何佩德 徐永年 编

水利电力出版社

(京)新登字 115 号

灌排工程工 (初、中、高级工)

技术等级考核培训教材

小型水利工程施工

何佩德 徐永年 编

*

水利电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号)

各地新华书店经售

北京市密云县印刷厂印刷

*

787 × 1092 毫米 32 开本 7.875 印张 174 千字

1995 年 7 月第一版 1995 年 7 月北京第一次印刷

印数 0001—5000 册

ISBN 7-120-02073-0/TV · 784

定价 10.60 元

“灌排工程工(初、中、高级工)
技术等级考核培训教材”编委会

顾 问 丁泽民 邹广荣

主任委员 张 岳

副主任委员 戴玉凯 刘汉桂 史梦熊

委 员 (按姓氏笔画排列)

史梦熊 刘汉桂 李永善 张世儒

张 岳 郑哲仁 金兆森 郭永年

唐开骊 顾斌杰 戴玉凯

主 编 张世儒

副 主 编 金兆森

序 言

党的十三届八中全会《关于进一步加强农业和农村工作的决定》指出：“要牢固树立科学技术是第一生产力的马克思主义观点，把农业发展转移到依靠科技进步和提高劳动者素质的轨道上来。”农村水利要走向现代化就必须认真贯彻八中全会《决定》精神，牢固确立振兴水利依靠科技，科技进步依靠人才，人才培养需要教育的思想，只有对人才不断地进行培训和教育才能不断提高广大水利干部，特别是基层水利队伍的科学技术素质和业务水平。目前，全国已建成的各类水利设施中，有堤防 23 万 km，大中小型水库 8 万多座，机电排灌动力 7000 多万 kW，配套机电井 280 多万眼，有效灌溉面积达 7.3 多亿亩。数以万计的水利设施已成为农业、国民经济和社会发展的重要的物质基础。因此，管好、用好这些水利设施对于加快改革开放和现代化建设的步伐关系极大，而用好这些水利设施，关键取决于广大水利基层队伍的科学技术素质和业务水平。据统计，全国乡镇一级的基层水利站有 3 万余个，水利员已达 13.7 万余人，这支庞大的基层水利队伍的状况，不仅直接关系到现有水利设施的经营和管理，而且直接关系到队伍本身的稳定。

为了提高水利基层干部的科学文化和业务水平，早在 1985 年，原水利电力部农田水利司曾会同水利电力出版社共同组织编写了一套《农村水利技术人员培训教材》（共 12 册），并于 1991 年 5 月荣获国家科委颁发的全国“星火计划”丛书优秀图书奖。这套培训教材，对提高县以下农村水

利员的业务素质和推动基层水利建设的发展，发挥了显著作用。应该说这套教材是基层水利人员进行科普性培训的好教材。

不久前，经国务院批准，劳动人事部颁发了《工人考核条例》。《条例》明确规定：在工人中将考核实际技术等级；工人技术考核的成绩将是工人晋级调资的主要依据。根据《条例》的要求，水利行业也将实行工人技术等级考核。

为了适应水利行业技术等级考核的需要，我们组织有经验的同志编写了一套“灌排工程工（初、中、高级工）技术等级考核培训教材”。这套教材为区乡水利员岗前技术等级考核用书。

编写中坚持了以下几个原则：①以灌排工程工技术等级标准为依据，着眼于灌排工程工应知应会的基本概念和操作方法，对于一些偏深的内容不予收入。②我国幅员辽阔，各地区乡水利特点各异，兼顾各地区水利建设和管理的不同要求，防止以偏概全。③在编写中尽力采用新资料，补充新知识，并力求通俗易懂，深浅适度。

我们相信，这套教材的出版对灌排工程工的技术等级培训将起到积极的促进作用。

水利部农村水利司司长

张 岳

1994年1月

前 言

建国以来，农田水利建设在全国各地广泛开展，取得了巨大的成就，为提高水资源开发利用水平，抗御水、旱灾害，促进农业生产的发展作出了重要贡献。为了适应社会主义四化建设和农田水利事业发展的需要，尽快提高广大基层水利技术人员的业务素质和技术水平，水利部农村水利司会同水利电力出版社组织编写了这套“灌排工程工（初、中、高级工）技术等级考核培训教材”，本书就是这套教材的一个分册。

本书在总结我国小型水利工程施工实践经验的基础上，对基础技术知识和实用技能作了比较系统的阐述。本书针对农田水利小型工程（主要是依靠群众和专业队结合，目前仍以手工劳动为主的实际）的特点，共分为九章：常用水工建筑材料，施工导流、排水和地基处理，混凝土和钢筋混凝土施工，石料、砖和混凝土预制构件的砌筑，挖河、开渠、筑堤，小型水库的施工，小型水工建筑物的施工，吊装工程，施工管理。各章节既有所侧重又相互联系，其中属于共性的内容纳入专门章节，如水工材料，混凝土施工，砌石砌砖，吊装工程和施工管理等，以便施工中掌握使用。

随着新工艺新材料新技术的应用和机械设备不断普及，施工机械化水平不断提高，环境保护日益引起人们的关注，小型水利工程的施工也增加了有关内容。为此，基层水利工作者需要解放思想，更新观念，在典型示范取得成效的基础上，互相学习、运用、总结交流，使之在提高工效和节约人力、物力、财力，保证工程质量，加快工程进度，提高工程效益，确

保施工安全，保护生态环境等方面发挥作用。

我国幅员辽阔，而小型农田水利施工又具有鲜明的地方特色，编者限于水平和篇幅，又缺少对全国小型工程施工的全面了解，为此，在培训教育中各地需因地制宜补充具有当地特色的施工工艺、施工方法、施工管理经验、理论联系实际，教育和实际相结合，以提高教育质量和学习效果。

本书由何佩德同志编写第二、四、六、七、九章，徐永年、何佩德二同志共同编写第一、三、五、八章。陈学仁、王志民同志审阅了全稿，并提出了许多宝贵意见。在编写中得到了有关方面许多同志的支持和协助，谨致以衷心谢意。热忱期望同志们在培训教育和施工实践中提出批评意见和修正建议，以便进一步充实提高。

编 者

1993年9月

内 容 提 要

“灌排工程工（初、中、高级工）技术等级考核培训教材”共包括 12 个分册。本书为其中的一个分册，主要包括：常用水工建筑材料，施工导流、排水和地基处理，混凝土和钢筋混凝土施工，石料、砖和混凝土预制构件的砌筑，挖河、开渠、筑堤，小型水库的施工，小型水工建筑物施工，吊装工程，施工管理。

本书可作为区乡水利员岗前培训考核的教材，也可供有关专业人员学习参考。

目 录

序 言

前 言

第一章 常用水工建筑材料	1
第一节 常用材料	1
第二节 混凝土	11
第三节 水工砂浆	28
第四节 常用合成高分子材料	33
第二章 施工导流、排水和地基处理	38
第一节 施工导流	38
第二节 基坑排水	51
第三节 基坑开挖	64
第四节 地基处理	68
第三章 混凝土和钢筋混凝土施工	75
第一节 模板工	75
第二节 钢筋加工	82
第三节 混凝土施工	92
第四节 混凝土预制构件	104
第五节 混凝土的缺陷处理	107
第四章 石料、砖和混凝土预制构件的砌筑	114
第一节 砌石工程	114
第二节 砖的砌筑	122
第三节 混凝土预制构件的砌筑	122
第五章 挖河、开渠、筑堤	125
第一节 河道开挖（包括平原渠道）	125

第二节	沿山渠道的施工	130
第三节	堤圩的施工	139
第四节	工期计算和任务分配	141
第五节	常用施工机械	142
第六章	小型水库的施工	144
第一节	碾压式土坝的施工	144
第二节	砌石坝的施工	176
第三节	堆石坝的施工	179
第七章	小型水工建筑物的施工	186
第一节	水闸的施工	186
第二节	涵洞的施工	191
第三节	堰坝的施工	195
第四节	隧洞的施工	196
第八章	吊装工程	203
第一节	常用起吊工具	203
第二节	混凝土预制构件吊装	212
第三节	金属构件和设备安装	219
第四节	吊装工程质量标准	223
第九章	施工管理	225
第一节	施工前期工作	225
第二节	施工管理	231
第三节	工程的招标承包	234
第四节	施工环境	236
第五节	工程验收	237
附录	灌排工程工技术等级标准	241

第一章 常用水工建筑材料

第一节 常 用 材 料

一、水泥

水泥是一种粉状水硬性无机胶结材料，加水拌和发生物理化学反应后，硬化成石状体称水泥石。水泥是以石灰石和粘土为主要原料，按一定比例配制，经高温煅烧至部分熔融，成为以硅酸钙为主要成分的熟料，然后加入适量石膏，经球磨机磨至规定细度，即成为硅酸盐水泥。普通硅酸盐水泥是在硅酸盐水泥熟料中掺入少量混合材料，其某些性能与硅酸盐水泥稍有差异，早期硬化速度稍慢，抗冻耐磨性亦较差。

为了改善水泥性能，利用工业废料（如粒化高炉矿渣，火电厂的粉煤灰）或天然材料（如凝灰岩、火山灰、烧粘土、硅藻土等），以扩大水泥品种，增加生产数量，在不影响水泥的性能和质量的前提下，在熟料中分别掺入适量的混合材料，再经细磨即成各种不同品种的水泥，如矿渣硅酸盐水泥，粉煤灰硅酸盐水泥。在水泥中加入其他矿物质，即可生产出能满足不同工作条件和工程需要具有特种性能的水泥，如大坝水泥、低热膨胀水泥、快硬水泥、自应力水泥、耐火水泥和彩色水泥等。我国目前生产的水泥有 40 多个品种，基本能满足各类工程需要。

（一）水泥的技术性质

（1）细度。水泥愈细，水化越快、越充分，凝结硬化速度也快，早期强度高，但过细则需水量增大，干缩大，成本增加，我国的标准是 0.08mm 方孔筛筛余量不超过 12%。

(2) 凝结时间。分初凝和终凝两个时间,从水泥加水拌和到开始失去塑性所需的时间为初凝时间,完全失去塑性的时间为终凝时间。我国的标准是主要品种水泥的初凝时间不得早于 45min,以便于施工中运输、入仓和浇捣的顺利进行;终凝时间低于 12h,水泥开始硬化,产生强度,有利于脱模,以免影响施工进度。

(3) 安定性。指水泥浆硬化时的体积变化。影响水泥安定性的主要有害成分有氧化镁 (MgO), 游离氧化钙 (fCaO), 三氧化硫 (SO_3), 其中氧化镁经过 10~20 年仍继续水化, 水化中生成的氢氧化镁 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 固相体积可增长 2.48 倍, 游离氧化钙 fCaO 完成水化时间为 3~6 个月, 体积增大 1.98 倍, 由石膏带入的三氧化硫 SO_3 水化后生成的钙矾石体积增加 2.2 倍, 为了保证水泥的安定性, 各系列硅酸盐水泥, 对下列成分的含量均有严格规定。

(4) 强度与标号。水泥硬化后具有的抗外力的能力, 它体现水泥的胶结力, 它和水泥的矿物组成, 细度密切相关, 龄期、水灰比、温湿度、外加剂品种与掺量也有关。

世界各国都以标准试件 28 天的抗压强度作为划分水泥标号的主要依据。常用硅酸盐水泥及普通硅酸盐水泥标号有 275、325、425、525、625 号和 725 号, 其强度指标见表 1-1。

(5) 水化热。水泥在水化过程中所放出的热量称水化热, 水泥各组成成分中有放热物质, 水泥水化热对大体积混凝土十分不利, 由此产生的内外温差使混凝土因体积变化形成温度应力, 会引起开裂。

(6) 标准稠度用水量: 水泥净浆在规定测试方法下达到规定的稠度时所用拌和水占水泥重量的百分数, 我国的标准为: 硅酸盐水泥 21%~28%, 火山灰质水泥 28%~32%, 普

通水泥 24%~28%，矿渣水泥 24%~30%，粉煤灰水泥 26%~32%。标准稠度用水量大的水泥，拌制同样稠度的混凝土用水量也大，硬化时体积收缩也大，硬化后的应变性、强度也较差，水泥越细或加入某些掺和料的水泥用水量也加大。

表 1-1 常用水泥的强度指标 (GB175-85、GB1344-85)

水泥品种	水泥 标号	抗压强度 (MPa)			抗折强度 (MPa)		
		3d	7d	28d	3d	7d	28d
硅酸盐水泥	425	17.7	26.5	41.7	3.3	4.5	6.3
	425R	22.0		41.7	4.1		6.3
	525	22.6	33.3	51.5	4.1	5.3	7.1
	525R	27.0		51.5	4.9		7.1
普通 硅酸盐水泥	275		15.7	27.0		3.2	4.9
	325	11.8	18.6	31.9	2.5	3.6	5.4
	425	15.7	24.5	41.7	3.3	4.5	6.3
	425R	21.0		41.7	4.1		6.3
	525	20.6	31.4	51.5	4.1	5.3	7.1
	525R	26.0		51.5	4.9		7.1
矿渣水泥	275		12.8	27.0		2.7	4.9
	325		14.7	31.9		3.2	5.4
火山灰质水泥	425		20.6	41.7		4.1	6.3
	425R	19.0		41.7	4.0		6.3
粉煤灰水泥	525		28.4	51.5		4.9	7.1
	525R	23.0		51.5	4.6		7.1

注 带 R 者为早强型水泥，其 3d 强度已达到较高水平。

(二) 水泥的选用

1. 根据不同品种的水泥特性选用水泥

普通硅酸盐水泥具有早期强度高（比其他硅酸盐水泥高 5%~10%），抗冻、耐磨及和易性较好等优点，使用最广泛，但存在水化热较高、抗腐蚀性差的缺点，它适用于水上、水下、水位变化，以及有抗冻要求的工程，但不适用于大体积（结构尺寸大于 3m）混凝土或受海水及其他环境水侵蚀的工程。

加入不同掺合料的水泥具有不同的特点，矿渣水泥水化热较低耐热性好，但干缩性大，拌制、浇捣时有泌水现象，适用于地下、水中、受海水侵蚀和大体积混凝土工程。粉煤灰水泥干缩性较小，和易性好，但对钢筋有锈蚀作用，适用于水上少筋混凝土工程，或拌制砂浆用。

加入掺合料的水泥早期强度低，因此使用矿渣、火山灰质和粉煤灰硅酸盐水泥都必须加强前期养护。养护时间比普通水泥延长一周，脱模时间也相应推迟。

2. 根据工作条件和特点及混凝土所处的部位选用适当品种

如膨胀水泥，它在硬化过程中体积膨胀，可以补偿混凝土在硬化过程中的体积收缩，其膨胀机理是加入的掺合料在水泥硬化阶段发生使体积膨胀的化学反应，一般水泥混凝土干缩值约 0.04%，因此要求其膨胀值稍大于 0.04%，使混凝土最终保持不大于 1MPa 的内压应力，以抵消由于干缩产生的拉应力，减少或防止混凝土因干缩而产生的裂缝，膨胀水泥净浆膨胀值一天不小于 0.15%，28 天不小于 1%，在砂浆或混凝土中产生的压应力为 0.2~0.7MPa。膨胀水泥主要用于防裂防渗接缝、补漏和锚固等工程，我国生产的膨胀水泥有硅酸盐类、铝酸盐类、硫酸盐类和氢氧化钙类，以及低热微膨胀水泥。

（三）水泥的运输和保管

水泥在运输和保管过程中，应注意防水、防潮，以免结块变质，降低水泥原有的胶结能力。仓库中叠放水泥以不超过 15 袋为宜，水泥离墙、离基底都要在 30cm 以上距离，正常情况下储存 3 个月其强度将下降 10%~20%，储存 6 个月下降 15%~30%，因此水泥存放一般不宜超过 3 个月。入仓

时要按不同品种、标号、出厂日期由外到内分别堆放，先到先用，后到后用，不同品种和标号的水泥严禁混掺使用。水泥受潮后可按表 1-2 所列方法处理。

表 1-2 受潮水泥的处理方法

受潮程度	适用范围	处理方法
松块可捏碎 尚无硬块	用于次要部位或低标号混凝土	压碎松块后使用时增加拌和时间
部分结块	用于砌筑砂浆浇地坪或填充用混凝土	筛除硬块后压碎并增加拌和时间
大部分结块	不能直接应用	粉碎后做填充材料

二、石灰

石灰在我国是使用较早的矿物质胶凝材料，它取用方便，生产工序简单，成本低，因此应用很广。

生石灰是石灰石（碳酸钙）经高温（1000~1100℃）煅烧呈白色或灰色块状，密度约 1050kg/m³，其主要成分是氧化钙 CaO，次要成分为氧化镁 MgO。在生石灰中如氧化镁成分大于 5%，则称镁质石灰，镁质石灰熟化较慢，但硬化后强度稍高。

生石灰外观检查要求碎屑越少越好，一般不得超过 30%，煤渣、石块等杂质含量不应大于 8%。

（一）生石灰的熟化

生石灰淋以适量的水就消解为粉末状的熟石灰，称水化石灰或消石灰。其主要成分为氢氧化钙 Ca(OH)₂，并释放大量的热量，体积也增大 1~2.5 倍。煅烧良好，氧化钙含量高的生石灰，熟化较快，放热量和体积增加也较多。

要把熟石灰调制成砌筑和抹面用的砂浆，应先把生石灰

在化灰池内加水熟化成石灰浆,然后通过网孔流入储灰池,石灰浆在储灰池内沉淀,泌出多余水分后呈膏状,称石灰膏。石灰膏的密度为 $1300 \sim 1400 \text{ kg/m}^3$, 1 kg 生石灰可化成 $1.5 \sim 3 \text{ L}$ 石灰膏 (重 $2 \sim 4 \text{ kg}$), 配合石灰砂浆时一般按石灰膏体积计算。

生石灰中常掺有过火或欠火石灰。欠火石灰利用率低。过火石灰色深、密度较大,熟化缓慢,使用时当石灰已硬化,往往因过火石灰熟化,体积膨胀,引起砌体表面隆起和开裂。为了避免出现这些现象,熟化后的石灰浆在储灰池中要陈伏 14 天以上,陈伏期,石灰浆表面要保留一层水,使之与空气隔离,防止碳化。用于拌制灰土(石灰、粘土)、三合土(石灰、粘土、石子或炉渣)时,先要把生石灰熟化成熟石灰(加水 $60\% \sim 80\%$)再使用。

(二) 石灰的硬化

石灰要在空气中吸收二氧化碳 CO_2 , 故称气硬性胶凝材料。硬化的原因是氢氧化钙和空气中的二氧化碳化合而生成碳酸钙和水,水分蒸发,碳酸钙具有一定的强度和硬度。由于空气中的二氧化碳非常稀薄,石灰的硬化过程也极其缓慢,特别是表层先硬化的碳酸钙形成的外壳,阻止了二氧化碳气体的进入,使砂浆内部的硬化速度更加缓慢,甚至无法进行。以致经常处于湿润状态或水下的石灰砂浆、灰土或三合土,会延迟硬化甚至不硬化。为了弥补这个缺陷,可以在砂浆中加入适量水硬性材料,如水泥,就可以加快砂浆的硬化过程,并提高强度,一般石灰砂浆强度较低,只适用于小型建筑物的次要部位。地下、水下或湿润地区不宜使用。

生石灰自然吸收空气中的水分而熟化,并发生碳化,失去胶结能力,因此生石灰不宜长期储存,一般储存期不应超