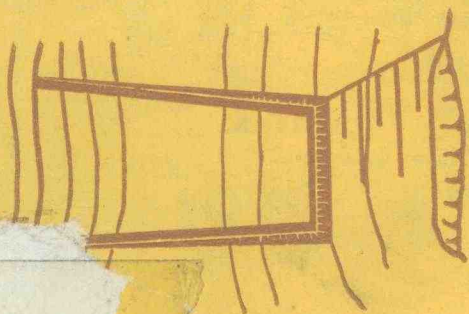


全国“星火计划”丛书

农村水利技术人员培训教材

小型水利工程施工

何佩德 徐永年 编



水利电力出版社

全国“星火计划”丛书

农村水利技术人员培训教材

小型水利工程施工

何佩德 徐永年 编

水利电力出版社

《全国“星火计划”丛书》编委会

主任委员

杨 浚

副主任委员 (以姓氏笔划为序)

卢鸣谷 罗见龙 徐 简

委员 (以姓氏笔划为序)

王晓方 向华明 米景九 应日珽

张志强 张崇高 金耀明 赵汝霖

俞福良 柴淑敏 徐 骏 高承增

序

经党中央，国务院批准实施的“星火计划”，其目的是把科学技术引向农村，以振兴农村经济，促进农村经济结构的改革，意义深远。

实施“星火计划”的目标之一是，在农村知识青年中培训一批技术骨干和乡镇企业骨干，使之掌握一、二门先进的适用技术或基本的乡镇企业管理知识。为此，亟需出版《全国“星火计划”丛书》，以保证教学质量。

中国出版工作者协会科技出版工作委员会主动提出愿意组织全国各科技出版社共同协作出版《全国“星火计划”丛书》，为“星火计划”服务。据此，国家科委决定委托中国出版工作者协会科技出版工作委员会组织出版《全国“星火计划”丛书》，并要求出版物科学性、针对性强，覆盖面广，理论联系实际，文字通俗易懂。

愿《全国“星火计划”丛书》的出版能促进科技的“星火”在广大农村逐渐形成“燎原”之势。同时，我们也希望广大读者对《全国“星火计划”丛书》的不足之处乃至缺点、错误提出批评和建议，以便不断改进提高。

《全国“星火计划”丛书》编委会

1987年4月28日

序 言

党的十一届三中全会以来,中央多次提出要加强职工队伍的培训,以提高整个职工队伍的政治素质和业务、技术、文化水平,以适应四个现代化建设的需要。为了具体落实中央的指示精神,推动基层水利干部培训工作的开展,农田水利司会同水利电力出版社,在各个方面的大力支持下,组织了一些既有专业知识,又有实践经验的同志编写了这套“农村水利技术人员培训教材”,全套教材包括《水利工程测量》、《水利工程制图》、《小型工程水力计算》、《工程力学与结构计算》、《地基与基础》、《小型水工建筑物》、《农田水利》、《地下水利用》、《小型抽水站》、《小型水利工程施工》、《小型水利工程管理》十一个分册,内容较为丰富,看来一定会受到水利基层单位同志们的热烈欢迎。在这里,我们也向赞助这项工作的单位和从事编写、审订的同志表示衷心的感谢。

三十多年来,我国水利建设,无论是江河治理,还是农田水利,都取得了巨大成就,这与广大水利基层职工的辛勤劳动、艰苦奋斗是分不开的。党的十二大确定本世纪末的战略目标是工农业年总产值翻两番,各行各业要为实现总目标服务,水利工作也必须为实现总目标,提供防洪安全和水资源的保证。这就要求首先要管好用好现有水利设施,充分发挥效益,并在此基础上,进一步提高江河防洪能力;在水利基础差的地方进一步改善水利条件;努力提高水资源的综合

利用水平；大力开展水土保持和水源保护，改善生态环境。总的说来，今后水利工作任务仍然“任重而道远”。

一九八三年全国水利会议确定，今后水利建设方针是“加强经营管理，讲究经济效益”。从全国来说，水利工作重点要转到管理上来，水利发展要走以内涵为主的路子。无论管理还是建设，都要讲究经济效益，讲究科学，力求以社会最小的投入获得最大的产出，形成良性循环。这给我们水利工作者提出了很高的要求，也是我们水利工作者的努力方向。

水利基层单位，是水利工作的基础。他们工作如何，业务、技术水平状况怎样，对整个水利工作，尤其对农田水利工作，关系极大。近几年来，各地水利部门在实际工作中，特别是山区、牧区和边远地区，普遍反映技术力量不足，人才缺乏，现有职工队伍的业务技术水平不能适应当前工作需要。随着水利事业的发展，四化建设的推进，这个矛盾将越来越突出。当然，随着智力投资的增加，教育事业的加强，水利基层队伍将会得到不断的补充。但更重要的是，如何通过各种形式，提高现有几十万水利基层职工队伍的知识水平，这是当前一项迫切的工作，也是水利工作中的一项最基本的建设。

据了解，近几年来，各省、专、县水利水电部门，都在积极落实中央的指示，加强职工培训工作。但许多基层单位，苦于缺乏系统培训教材，以致费力不小，收效不大，这也是组织编写这套教材的重要原因。

我们相信，通过这套教材的编辑、出版，可以近一步推动水利基层职工队伍的培训工作，使我们水利基层队伍的业务、技术水平大大提高一步，水利管理和建设的水平大大提

高一步。

我们国家很大，各地自然条件、经济条件不同，水利基础也不相同，水利基层职工队伍的水平也不一样，这套教材仅供各地基层职工培训班和学员们参考。我们期待各地在实际工作中，对这套教材能够提出补充、修改意见，使这套教材不断完善，真正成为水利基层干部的教科书。

水利电力部农田水利司司长

丁泽民

1985年3日

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，它为抗御水、旱灾害，促进农业生产的发展作出了重要贡献，实践中还培养壮大了水利工作队伍。为了适应社会主义四个现代化和农田水利建设事业的需要，尽快提高广大基层水利技术人员的业务素质和技术水平，水利电力部农田水利司会同水利电力出版社组织编写了这套“农村水利技术人员培训教材”，《小型水利工程施工》就是该套培训教材中的一个分册。

本书在总结我国小型水利工程施工实践经验的基础上，联系实际，比较系统地对基本技术知识和业务理论作了阐述。首先就常用水工建筑材料、水工混凝土和钢筋混凝土，砌石（砖）工程的特性、技术标准、质量要求作了说明，然后就清基放样、施工排水、挖河、开渠、筑堤等土方工程，以及小型水库、水闸、涵洞、堰坝等小型水工建筑物的施工要点、施工方法和质量检验等方面问题作了详细介绍，最后简要介绍了吊装工程和施工计划、施工预算的编制、竣工验收等方面的具体办法。

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，又缺少对全国小型工程施工的全面了解，没有作深入的调查研究。为此，在培训教学中，必需补充具有地方特色的施工工艺、施工方法，因地制宜，效果更好。

本书由何佩德、徐永年两同志编写，范晋如同志审查了全稿，提出了许多宝贵意见，编写工作也得到许多同志的支持和协助，谨致以衷心谢意。由于时间匆促，未能广泛征求意见，有待于同志们在培训教学和施工实践中提出意见，以便进一步修正充实。

编 者

1985年7月

目 录

序	1
序 言	1
前 言	1
第一章 常用水工建筑材料	1
第一节 常用材料	1
第二节 水工混凝土	12
第三节 水工砂浆	26
第四节 沥青、环氧树脂、胶泥	31
第二章 施工导流和基础施工	37
第一节 施工导流	37
第二节 基础放样	48
第三节 基坑排水和开挖	51
第四节 基础处理	65
第三章 混凝土和钢筋混凝土施工	71
第一节 模板工	71
第二节 钢筋工	80
第三节 混凝土工	91
第四节 预制构件施工	104
第四章 砌石和砖工程	108
第一节 干砌石	108
第二节 浆砌石	112
第三节 砖的砌筑	117
第五章 挖河、开渠和筑堤工程施工	118
第一节 河道开挖	118
第二节 沿山渠道的施工	123

第三节	堤坝填筑	130
第四节	土石方工程量的计算和分配	134
第六章	小型水库的施工	138
第一节	土坝的施工	138
第二节	砌石坝的施工	170
第三节	堆石坝的施工	173
第七章	小型水工建筑物的施工	180
第一节	水闸的施工	180
第二节	涵洞的施工	186
第三节	堰坝的施工	189
第八章	吊装工程	192
第一节	常用的吊装工具	192
第二节	混凝土预制构件的吊装	200
第三节	金属构件和设备的安装	206
第四节	吊装工程质量检验	208
第九章	施工计划预算和竣工验收	212
第一节	施工方案选择和施工计划的编制	212
第二节	工程预算及编制	215
第三节	施工检查和竣工验收	217

第一章 常用水工建筑材料

建筑材料是建筑工程的物质基础，它在工程造价中占有较大的比重。所以了解材料性能，加强材料的检验，经济合理地使用材料，对保证工程质量，降低消耗，节约成本，具有重要的意义。

第一节 常 用 材 料

一、水泥

水泥加水拌和，因水化作用能在水中凝结硬化，称为水硬性胶结材料。水利工程中，常用水泥拌制各种标号的砂浆或混凝土，用来砌筑砖石砌体，修建各种类型的水工建筑物，用途十分广泛。

(一) 水泥分类

以石灰石和粘土为原料，按一定比例配成生料浆，在 1450°C 左右的高温下烧至部分熔融，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，亦称普通水泥。

为了改善水泥性能，充分利用工业废料（如粒化高炉矿渣、火电厂的粉煤灰）或天然原料（如凝灰岩、烧粘土、硅藻土等），扩大水泥生产数量，在不影响水泥的性能和质量的前提下，如在熟料中分别掺入适量的混合材料和石膏，再经细磨即成各种不同品种的水泥，如矿渣水泥、火山灰水

泥、粉煤灰水泥。其中以普通水泥和矿渣水泥最为常用。

(二) 主要技术指标

水泥比重为 $3.0\sim 3.1$ ，容重为 $1200\sim 1600\text{kg/m}^3$ 。主要技术指标有如下几方面。

1. 细度

指水泥颗粒的粗细程度。颗粒越细凝结硬化越快，早期强度越高。细度用 0.08mm 方孔筛检定（ $4900\text{孔}/\text{cm}^2$ 的规格筛），筛余量不得超过 15% 。

2. 凝结时间

在水泥加水拌和成水泥净浆后，初始阶段具有塑性，由于物理化学反应，一段时间后塑性开始降低，这段时间称为初凝时间。混凝土经历拌和、运输到入仓浇捣都需要一定时间，所以初凝时间不宜过短，否则会影响上下层混凝土间的结合（称为“冷缝”），破坏混凝土的整体性。从加水拌和成水泥净浆，到完全失去塑性开始具有强度所需的时间，称为终凝时间。混凝土浇筑完毕，随着塑性的消失，而开始凝结硬化，强度增加。为了便于拆模周转或进行其它工序，终凝时间不宜过长。

国家规定水泥初凝时间不得早于 45min ，终凝时间不得迟于 12h ，水泥一般初凝为 $1\sim 3\text{h}$ ，终凝为 $5\sim 8\text{h}$ 。

受砂石骨料的影响，施工中，混凝土实际的凝结时间常比水泥的凝结时间长。掺混合材料的水泥的凝结时间比普通水泥长，其凝结时间还受温度影响，如施工时的环境温度越高，混凝土的凝结时间越短。

3. 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。它是选用水泥的重要依据之一。水泥的强度用软练法测定（1979

年7月1日前用硬练法)，即将水泥与标准砂（粒径0.25～0.65mm）及水按规定方法配制成 $16 \times 4 \times 4 \text{ cm}^3$ 的长方形试件，在标准条件下（温度 $20 \pm 3^\circ\text{C}$ ，相对湿度大于90%）养护28天后的抗压强度值，并以此确定水泥的标号。不同品种水泥的软练强度指标以及新旧水泥标号对照见表1-1、表1-2。

表 1-1

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
矿渣硅酸盐、火 山灰质硅酸盐、粉 煤灰硅酸盐等水泥	225		1100	2250		230	450
	275		1300	2750		280	500
	325		1500	3250		330	550
	425		2100	4250		420	640
	525		2900	5250		500	720

表 1-2

新 旧 水 泥 标 号 对 照 表

新标号水泥	(软练)	225	275	325	425	525	625
相当于旧标号水泥	(硬练)	250	300	400	500	600	700

4. 水化热

水泥在水化过程中释放出的热量，称为水化热。高标号水泥其放热量亦较大。大部分水化热是在水化初期（7天内）释放出的，以后逐渐减弱。大体积混凝土由于散热慢，拆模前后要加强养护，防止气温骤冷，造成内外较大的温差而使混凝土产生裂缝。

此外，水泥在凝结硬化过程中因体积变化不会产生裂缝、弯曲、松脆或崩溃的现象，称为体积安定性。安定性也是鉴定水泥质量的重要指标之一，安定性不合格的水泥不准出厂使用。

（三）应用与保管

普通水泥具有早期强度较高，抗冻、耐磨及和易性较好等优点，应用最广泛。但也存在水化热较高，抗水、抗腐蚀性差的缺点，所以它适用于水上、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它环境水侵蚀的工程。

不同掺混合材料水泥具有不同的特点。矿渣水泥耐热性好，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。火山灰质水泥和矿渣水泥基本相似，但其吸水性和干缩性都较大，不适用于水位变化区或有抗磨抗冲要求的工程。粉煤灰水泥性质同火山灰水泥相似，但较之干缩性小，和易性好，对钢筋有锈蚀作用，适用于水上少筋混凝土工程或在砌石工程中用以拌制砂浆，改善和易性。

为克服掺混合材料水泥早期强度低，凝结较慢的缺点，对矿渣、火山灰质和粉煤灰水泥都必须加强早期养护，养护时间比普通水泥长一周。

必须根据建筑物工作条件和特点及混凝土所处的部位选用适当品种的水泥，力求做到经济耐久，满足工程需要。

水泥运输和保管过程中，应注意防水、防潮，以免结块变质，降低水泥的原有胶结能力。仓库中堆压普通水泥不超过10~12袋，矿渣等水泥不超过8~10袋。水泥离墙、垫底都要在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%。因此水泥一般存放不宜超过三个月。水泥入仓要按不同品种、标号、出厂日期分类堆放，先到先用，后到后用，不同品种和标号的水泥要严禁混掺使用。水泥受潮后可按表1-3所列方法处理。

表 1-3 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，生产工艺简单，成本低，因此应用很广。

生石灰是石灰石（碳酸钙）经高温（1000~1100℃）煅烧而成，呈白色或灰色块状，容重800~1000kg/m³，其主要成分是氧化钙，次要成分为氧化镁。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，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或抹面用的砂浆，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，析出多余水分，呈膏状，称石灰膏。石灰膏容重 $1300\sim 1400\text{kg/m}^3$ ，1kg生石灰可化成1.5~3L石灰膏（重2~4kg），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，使用时当石灰硬化后，往往因过火石灰熟化，体积膨胀，引起砌体表面隆起和分裂。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，在陈伏期间，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、砂、石子或炉渣）时，要先把生石灰熟化成石灰粉（加水60~80%）再使用。

(二) 石灰的硬化

石灰在空气中能逐渐硬化，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，碳酸钙具有一定的强度和硬度。同时由于砂浆中水分蒸发，氢氧化钙的饱和溶液能析出胶体，胶体又转化为有一定强度的