

水利水电工程施工实用手册



堤防工程施工

《水利水电工程施工实用手册》编委会 编

工程施工实用手册

堤防工程施工

《水利水电工程施工实用手册》编委会 编



中国环境出版社

图书在版编目(CIP)数据

堤防工程施工 / 《水利水电工程施工实用手册》编委会编. —北京:中国环境出版社, 2017. 12

(水利水电工程施工实用手册)

ISBN 978-7-5111-3425-7

I. ①堤… II. ①水… III. ①堤防—防洪工程—工程施工—技术手册 IV. ①TV871.2-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 292928 号

出版人 武德凯
责任编辑 罗永席
责任校对 尹芳
装帧设计 宋瑞

出版发行 中国环境出版社
(100062 北京市东城区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
电子邮箱: bjgl@cesp.com.cn
联系电话: 010-67112765(编辑管理部)
010-67112739(建筑分社)
发行热线: 010-67125803, 010-67113405(传真)
印装质量热线: 010-67113404

印 刷 北京盛通印刷股份有限公司
经 销 各地新华书店
版 次 2017 年 12 月第 1 版
印 次 2017 年 12 月第 1 次印刷
开 本 787×1092 1/32
印 张 6.75
字 数 176 千字
定 价 20.00 元

【版权所有。未经许可,请勿翻印、转载,违者必究。】
如有缺页、破损、倒装等印装质量问题,请寄回本社更换。

《水利水电工程施工实用手册》

编委会

总主编：赵长海

副总主编：郭明祥

编委：	冯玉禄	李建林	李行洋	张卫军
	刁望利	傅国华	肖恩尚	孔祥生
	何福元	向亚卿	王玉竹	刘能胜
	甘维忠	冷鹏主	钟汉华	董伟
	王学信	毛广锋	陈忠伟	杨联东
	胡昌春			

审 定：中国水利工程协会

《堤防工程施工》

主 编：郭明祥 甘维忠

副 主 编：许 歆 詹敏利 钱三强

参编人员：罗 毅 何文山 王 东 龚 静

高 辉 王 艺 刘湘宁 肖昌虎

主 审：杨维明 田育功

前言

水利水电工程施工虽然与一般的工民建、市政工程及其他土木工程施工有许多共同之处,但由于其施工条件较为复杂,工程规模较为庞大,施工技术要求高,因此又具有明显的复杂性、多样性、实践性、风险性和不连续性的特点。如何科学、规范地进行水利水电工程施工是一个不断实践和探索的过程。近 20 年来,我国水利水电建设事业有了突飞猛进的发展,一大批水利水电工程相继建成,取得了举世瞩目的成就,同时水利水电施工技术水平也得到极大的提高,很多方面已达到世界领先水平。对这些成熟的施工经验、技术成果进行总结,进而推广应用,是一项对企业、行业 and 全社会都有现实意义的任务。

为了满足水利水电工程施工一线工程技术人员和操作人员业务需求,着眼提高其业务技术水平和操作技能,在中国水利工程协会指导下,湖北水总水利水电建设股份有限公司联合湖北水利水电职业技术学院、中国水电基础局有限公司、中国水电第三工程局有限公司制造安装分局、郑州水工机械有限公司、湖北正平水利水电工程质量检测公司、山东水总集团有限公司等十多家施工单位、大专院校和科研院所,共同组成《水利水电工程施工实用手册》丛书编委会,组织编写了《水利水电工程施工实用手册》丛书。本套丛书共计 16 册,参与编写的施工技术人员及专家达 150 余人,从 2015 年 5 月开始,历时两年多时间完成。

本套丛书以现场需要为目的,只讲做法和结论,突出“实用”二字,围绕“工程”做文章,让一线人员拿来就能学,学了就会用。为达到学以致用目的,本丛书突出了两大特点:一是通俗易懂、注重实用,手册编写是有意把一些繁琐的原理分析去掉,直接将最实用的内容呈现在读者面前;二是专业独立、相互呼应,全套丛书共计 16 册,各册内容既相互关

联,又相对独立,实际工作中可以根据工程和专业需要,选择一本或几本进行参考使用,为一线工程技术人员使用本手册提供最大的便利。

《水利水电工程施工实用手册》丛书涵盖以下内容:

1)工程识图与施工测量;2)建筑材料与检测;3)地基与基础处理工程施工;4)灌浆工程施工;5)混凝土防渗墙工程施工;6)土石方开挖工程施工;7)砌体工程施工;8)土石坝工程施工;9)混凝土面板堆石坝工程施工;10)堤防工程施工;11)疏浚与吹填工程施工;12)钢筋工程施工;13)模板工程施工;14)混凝土工程施工;15)金属结构制造与安装(上、下册);16)机电设备安装。

在这套丛书编写和审稿过程中,我们遵循以下原则和要求对技术内容进行编写和审核:

1)各册的技术内容,要求符合现行国家或行业标准与技术规范。对于国内外先进施工技术,一般要经过国内工程实践证明实用可行,方可纳入。

2)以专业分类为纲,施工工序为目,各册、章、节格式基本保持一致,尽量做到简明化、数据化、表格化和图示化。对于技术内容,求对不求全,求准不求多,求实用不求系统,突出丛书的实用性。

3)为保持各册内容相对独立、完整,各册之间允许有部分内容重叠,但本册内应避免出现重复。

4)尽量反映近年来国内外水利水电施工领域的新技术、新工艺、新材料、新设备和科技创新成果,以便工程技术人员参考应用。

参加本套丛书编写的多为施工单位的一线工程技术人员,还有设计、科研单位和部分大专院校的专家、教授,参与审核的多为水利水电行业内有丰富施工经验的知名人士,全体参编人员和审核专家都付出了辛勤的劳动和智慧,在此一并表示感谢!在丛书的编写过程中,武汉大学水利水电学院的申明亮、朱传云教授,三峡大学水利与环境学院周宜红、赵春菊、孟永东教授,长江勘测规划设计研究院陈勇伦、李锋教授级高级工程师,黄河勘测规划设计有限公司孙胜利、李志明教授级高级工程师等,都对本书的编写提出了宝贵的意

见,我们深表谢意!

中国水利工程协会组织并主持了本套丛书的审定工作,有关领导给予了大力支持,特邀专家们也都提出了修改意见和指导性建议,在此表示衷心感谢!

由于水利水电施工技术和工艺正在不断地进步和提高,而编写人员所收集、掌握的资料和专业技术水平毕竟有限,书中难免有很多不妥之处乃至错误,恳请广大的读者、专家和工程技术人员不吝指正,以便再版时增补订正。

让我们不忘初心,继续前行,携手共创水利水电工程建设事业美好明天!

《水利水电工程施工实用手册》编委会

2017年10月12日

目 录

前 言

第一章 施工准备	1
第一节 测量、放样	1
第二节 料场核查	10
第三节 施工机械设备准备	15
第四节 其他准备工作	20
第二章 度汛与导流	21
第一节 度汛与导流洪水标准	21
第二节 度汛应急工作	22
第三章 筑堤材料	25
第一节 堤料选择	25
第二节 料场的开采方式	27
第三节 碾压试验	29
第四节 混凝土材料质量要求	31
第四章 堤基施工	38
第一节 堤基清理	38
第二节 软弱堤基施工	40
第三节 透水堤基施工	55
第四节 多层堤基施工	56
第五节 岩石堤基施工	57
第五章 堤身填筑与砌筑	59
第一节 土料碾压筑堤	59
第二节 土料吹填筑堤	63
第三节 抛石填筑	72
第四节 砌石筑墙(堤)	82
第五节 混凝土筑墙(堤)	85
第六节 防渗工程施工	88
第七节 反滤、排水工程施工	130

第八节	接缝、堤身与建筑物结合部施工	133
第九节	雨天与低温时施工	136
第六章	防护工程施工	138
第一节	护脚施工	138
第二节	护坡施工	143
第三节	崩岸整治	144
第七章	加固与扩建	150
第一节	加固工程施工	150
第二节	扩建工程施工	167
第八章	质量控制与质量评定	171
第一节	工程项目划分	171
第二节	堤基处理工程施工质量控制与评定	173
第三节	填筑与砌筑工程施工质量控制与评定	176
第四节	防护工程施工质量控制与评定	186
第五节	管理设施施工质量控制与评定	194
第六节	质量评定的组织与管理	195
第九章	施工安全	198
第一节	施工安全组织	198
第二节	安全技术措施	198
参考文献		201

施 工 准 备

第一节 测量、放样

一、施工测量

堤防工程施工测量的主要任务是采用测量仪器,通过一定的技术方法把设计图纸的位置、数据、几何形状真实地放样到实地。因此,在土堤施工中施工测量是一项必不可少的关键技术环节。不同的施工阶段,不同的工序,工程开工之前及其施工过程中都要进行阶段性施工测量或跟踪测量,因而施工测量贯穿于整个工程施工的全过程,也是工程质量控制的重要依据。

参照《水利水电工程施工测量规范》(SL 52—2015),堤防工程测量工作应符合以下要求。

1. 堤防工程施工测量工作内容

(1) 根据工程施工总布置图和有关测绘资料,布设施工控制网。

(2) 针对施工各阶段的不同要求,进行建筑物轮廓点的放样及其检查工作。

(3) 提供局部施工布置所需的测绘资料。

(4) 按照设计图纸、文件要求,埋设建筑物外部变形观测设施,并负责施工期间的观测工作。

(5) 进行收方测量及工程量计算。

(6) 单项工程完工时,根据设计要求,对水工建筑物过流部位以及重要隐蔽工程、建筑物的各种重要孔(洞)的几何形体进行竣工测量。

2. 施工测量主要精度指标

表 1-1 施工测量主要精度指标

序号	项目		精度指标		说明
			内容	平面位置中误差/mm 高程中误差/mm	
1	混凝土建筑物	轮廓点放样	$\pm(20\sim30)$	$\pm(20\sim30)$	相对于邻近基本控制点
2	土石料建筑物	轮廓点放样	$\pm(30\sim50)$	±30	相对于邻近基本控制点
3	机电设备与金属结构安装	安装点	$\pm(1\sim10)$	$\pm(0.2\sim10)$	相对于建筑物安装轴线和相对水平度
4	土石方开挖	轮廓点放样	$\pm(50\sim200)$	$\pm(50\sim100)$	相对于邻近基本控制点
5	局部地形测量	地物点	±0.75 (图上)	—	相对于邻近图根点
		高程注记点		1/3 基本等高距	相对于邻近高程控制点
6	施工期间外部变形观测	水平位移测点	$\pm(3\sim5)$	—	相对于工作基点
		垂直位移测点	—	$\pm(3\sim5)$	相对于工作基点
7	隧洞贯通	相向开挖长度小于 4km 贯通面	横向 ±50 纵向 ±100	±25	横向、纵向相对于隧洞轴线,高程相对于洞口高程控制点
		相向开挖长度 4~8km 贯通面	横向 ±75 纵向 ±150	±38	

3. 施工平面控制网坐标系统

施工平面控制网坐标系统宜与规划设计阶段的坐标系统一致,也可根据需

要建立与规划设计阶段的坐标系统有换算关系的施工坐标系统。施工高程系统,必须与规划设计阶段的高程系统相一致,并应根据需要就近与国家水准点进行

联测,其联测精度不宜低于本工程首级高程控制的要求。

4. 局部建筑工程部位相对精度要求

精度要求较高时,可单独建立高精度的控制网。控制网应结合实际情况进行专门设计。

5. 施工测量人员应遵守的准则

(1) 在各项施工测量工作开始之前,应熟悉设计图纸,了解规范的规定,选择正确的作业方法,制定具体的实施方案。

(2) 对所有观测数据应随测随记,严禁转抄、伪造。文字与数字应力求清晰、整齐、美观。对取用的已知数据、资料均应由两人独立进行百分之百的检查、核对,确信无误后方可提供使用。

(3) 对所有观测记录手簿,必须保持完整,不得任意撕页,记录中间也不得无故留下空页。

(4) 施工测量成果资料(包括观测记录手簿、放样单、放样记载手簿)、图表(包括地形图、竣工断面图、控制网计算资料)应予统一编号,妥善保管,分类归档。

(5) 现场作业时,必须遵守有关安全、技术操作规程,注意人身和仪器的安全,禁止冒险作业。

(6) 对于测绘仪器、工具应精心爱护,及时维护保养,做到定期检验校正,保持良好状态。对精密仪器应建立专门的安全保管、使用制度。

二、平面控制测量

1. 一般规定

(1) 平面控制网的精度指标及布设密度,应根据工程规模及建筑物对放样点位的精度要求确定。

(2) 平面控制网宜布设为全球定位系统(GPS)网、三角形网或导线网。GPS网、三角形网和导线网应按二等、三等、四等、五等划分,各种等级、各种类型的平面控制网,均可选为首级网。平面控制网适用范围按表 1-2 执行(SL 52—2015)。

表 1-2

各等级首级平面控制网适用范围

工程规模	混凝土建筑物	土石建筑物
大型水利水电工程	二等	二等、三等
中型水利水电工程	三等	三等、四等
小型水利水电工程	四等、五等	五等

(3) 平面控制网的布设梯级, 可根据地形条件及放样需要决定, 以 1~2 级为宜。但无论采用何种梯级布网, 其最末级平面控制点相对于同级起始点或邻近高一级控制点的点位中误差不应大于 $\pm 10\text{mm}$ 。

(4) 首级平面控制网的起始点, 应选在堤轴线或主要建筑物附近。以使最弱点远离堤轴线或放样精度要求较高的地区。

2. 技术设计

(1) 平面控制网的技术设计应在全面了解工程建筑物的总体布置、工区的地形特征及施工放样精度要求的基础上进行。

设计前应搜集下列资料: ①施工区现有地形图和必要的地质资料; ②规划设计阶段布设的平面和高程控制网成果; ③枢纽建筑物总平面布置图; ④有关的测量规范和招投标文件资料。

(2) 直线形建筑物的主轴线或其平行线, 应尽量纳入平面控制网内。

(3) 技术设计时应针对工程施工的精度和放样要求, 进行网形的精度估算, 确定最优方案。

3. 平面控制网选点、埋设及标志

(1) 平面控制点应选在通视良好、交通方便, 地基稳定且能长期保存的地方。视线离障碍物(上、下和旁侧)不宜小于 2.0m, 应避免视线通过吸热、散热不同和强电磁场干扰的地方, 处于地势陡险的点位应采取措施便于标石法造埋和观测。

(2) 对于能够长期保存、离施工区较远的平面控制点, 应着重考虑图形结构和便于加密; 而直接用于施工放样的控制

点则应着重考虑方便放样,尽量靠近施工区并对主要建筑物的放样区组成的图形有利。控制点的分布,应做到堤轴线以下的点数多于堤轴线以上的点数。

(3) 位于主体工程附近的各等级平面控制点和主轴线标志点,应埋设具有强制归心装置的混凝土观测墩。

(4) 观测墩上的照准标志,可采用各式垂直照准杆、平面觇牌或其他形式的精确照准设备。照准标志的形式、尺寸、图案和颜色,应与边长和观测条件相适应。

(5) 照准标志底座平面应埋设水平。其不平度应小于 $4'$ 。照准标志中心线与标志点的偏差不得大于 1.0mm 。

(6) 平面控制埋石点均应绘制点之记,必要时应拍摄近景、远景照片。

4. 平面控制网的维护管理

平面控制网建成后,应加强维护管理,保障控制网点的正常使用和安全。建网后形成平面控制网布置图,各等级控制点应有醒目的保护设施,观测墩应有保护标芯的装置。当控制网点被人为或施工破坏后,且确认还需要此点位存在,应立即重建该控制点。随着工程的进展,应根据需要逐步扩展、加密控制网点,使施工放样直接在控制点或其加密点上进行。为及时发现和改正控制网点可能发生的位移,应对平面控制网的全部或局部进行定期的、随机的复测。

三、高程控制测量

1. 一般规定

(1) 高程控制网的等级,依次划分为二、三、四、五等。首级控制网的等级,应根据工程规模、范围大小和放样精度高低来确定,其适用范围见表 1-3。

表 1-3 首级高程控制等级的适用范围

工程规模	混凝土建筑物	土石建筑物
大型水利水电工程	二等或三等	三等
中型水利水电工程	三等	四等
小型水利水电工程	四等	五等

(2) 高程控制设计。高程控制测量的精度应符合下列要求:最末级高程控制点相对于首级高程控制点的高程中误差,对于混凝土建筑物应不大于 $\pm 10\text{mm}$,对于土石建筑物应不大于 $\pm 20\text{mm}$ 。在施工区以外布设较长距离的高程路线时,可按《国家一、二等水准测量规范》(GB/T 12897—2006)和《国家三、四等水准测量规范》(GB/T 12898—2009)中规定的相应等级精度标准进行设计。

(3) 布设高程控制网时,首级网应布设成环形网,加密时宜布设成附和路线或结点网。其点位的选择和标志的埋设应遵守下列规定:

①点位应选在不受洪水、施工影响,便于长期保存和使用方便的地点。四等以上高程点的密度视施工放样的需要确定。一般要求在每一个重要单项工程的部位至少有 2 个高程点。五等高程点的布置应主要考虑施工放样、地形测量和断面测量的使用。

②可现浇混凝土标石或埋设预制标石,也可在裸露、稳定的基岩上制作岩石石标或埋设金属标志,在混凝土面上或墙体上埋设金属标志,在平面控制点标志上或在观测墩盘石面上埋设金属标志。埋设首级高程标石必须经过一段时间,待标石稳定后才能进行观测。

2. 水准测量

(1) 参照《水利水电工程施工测量规范》(SL 52—2015)等级水准测量的主要技术要求应符合表 1-4 的规定。

表 1-4 等级水准测量的技术要求

等级	二	三	四	五
单位/mm	± 1	± 3	± 5	± 10
单位/mm	± 2	± 6	± 10	± 20
仪器型号	DS05, DS1	DS1, DS3	DS3	DS3
水准尺	因瓦	因瓦、双面	双面	双面、单面
观测方法	光学测微法或 数字水准法	光学测微法或 数字水准法	中丝读数法	中丝读数法

等级		二	三	四	五
观测 顺序	往测	奇数站:后前前后 偶数站:前后后前	后前前后	后后前前	后后前前
	返测	奇数站:前后后前 偶数站:后前前后			
水准观测		往返	往返	单程	单程
往返较差、 环线或附 合线路闭 合差/mm	平 丘 地	$\pm 4\sqrt{L}$	$\pm 12\sqrt{L}$	$\pm 20\sqrt{L}$	$\pm 30\sqrt{L}$
	山 地	—	$\pm 4\sqrt{n}$	$\pm 6\sqrt{n}$	$\pm 10\sqrt{n}$

注: n 为水准路线单程测站数, 每千米多于 16 站时, 按山地计算闭合差限值; L 为闭合或闭合路线长度, km。

(2) 水准测量所使用的仪器及水准尺, 应符合下列技术要求: ①水准仪视准轴与水准管轴的夹角: DS05、DS1 型仪器不应大于 $\pm 15''$, DS3 型不应大于 $\pm 20''$; ②二等水准采用补偿式自动安平水准仪, 其补偿误差绝对值不应大于 $0.2''$; ③水准尺上的每米间隔平均长与名义长之差: 对于因瓦水准尺不应大于 $\pm 0.15\text{mm}$, 对于双面水准尺不应大于 $\pm 0.5\text{mm}$ 。

(3) 水准观测应注意下列事项: ①水准观测应在标尺成像清晰、稳定时进行, 并用测伞遮蔽阳光, 避免仪器曝晒, 因瓦水准尺应使用尺撑固定, 不宜用手扶尺; ②严禁为了增加标尺读数, 把尺垫安置在沟边或壕坑中; ③同一测站观测时, 不应两次调焦, 转动仪器的倾斜螺旋和测微螺旋时, 其最后均应为旋进方向; ④每一测段的往测与返测, 测站数均应为偶数, 否则应加入标尺零点差改正, 由往测转向返测时, 两标尺必须互换位置并应重新整置仪器; ⑤五等水准观测, 可不受上述③、④款的限制。

3. 高程控制网的维护管理

平面控制网建成后, 应加强维护管理, 保障控制网点的正常使用和安全。为防止人员、车辆和机械在作业中造成对