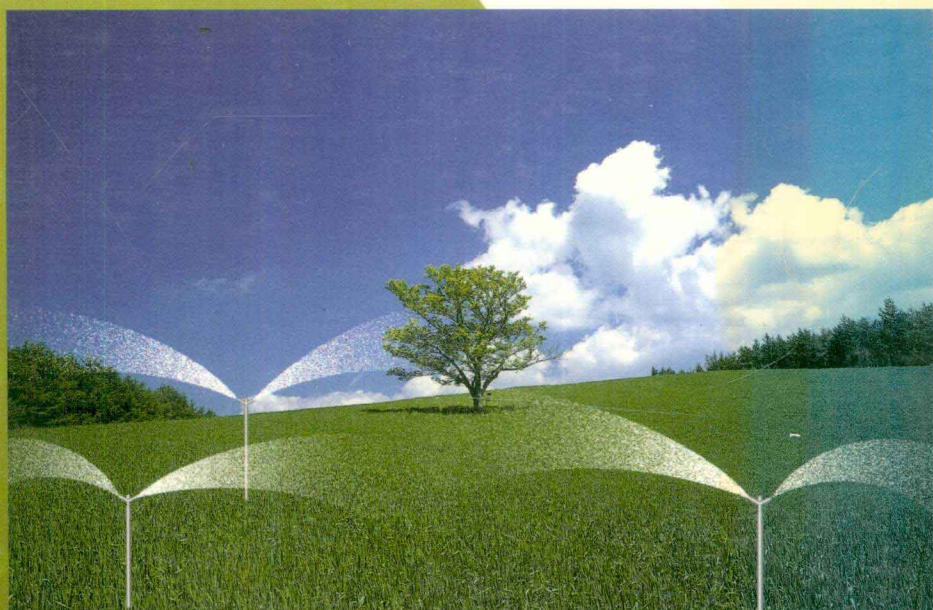


机电节水灌溉 工程技术

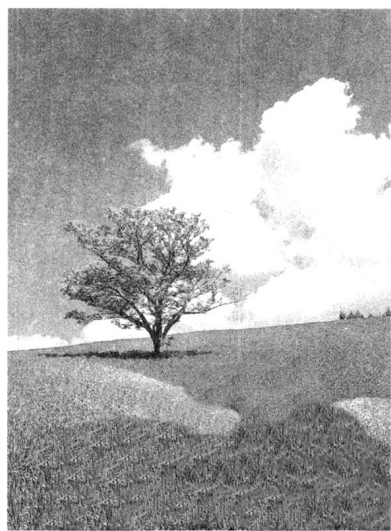
曾 珠 熊志刚 等编著 ■
李以宽 主 审 ■



重庆出版社

机电节水灌溉 工程技术

曾 珠 熊志刚 等编著 ■
李以宽 主 审 ■



重庆出版社

图书在版编目(CIP)数据

机电节水灌溉工程技术/曾珠等编著. —重庆:重庆出版社, 2001.8

ISBN 7-5366-5316-6

I. 机... II. 曾... III. 节约用水—机电灌溉—技术 IV. S275.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 030291 号

▲ 机电节水灌溉工程技术

曾 珠 等 编 著

责任编辑 叶麟伟

封面设计 吴庆渝

技术设计 刘忠凤

重庆出版社出版、发行

(重庆长江二路 205 号 邮政编码 400016)

新华书店经销

四川外语学院印刷厂印刷

开本 787 mm × 1 092 mm 1/16 印张 13.5

字数 315 千 插页 2

2001 年 8 月第 1 版

2001 年 8 月第 1 次印刷

印数 1 ~ 4 000

ISBN 7-5366-5316-6/S·85

定价:25.00

内 容 提 要

本书依据国家和行业有关标准、规范,由具有丰富实践经验和较高理论水平的农业工程技术人员编著而成。全书共分 11 章,较系统、全面地介绍了适宜丘陵、山区的机电节水灌溉工程技术。包括小型泵站建设、渠道输水、喷灌和微灌等工程的规划、勘测、设计、施工、设备安装与维护,以及工程验收与技术管理等内容,对温室、塑料拱棚等设施种植业工程技术也作了较详细的叙述,能较好地满足节水灌溉技术推广的需要。

本书可供从事机电灌溉工程规划、设计、施工、设备安装和运行管理工作的技术人员阅读,也可作为基层农业、农机和水利工作者的技术培训教材使用。

前 言

我国是一个水资源相对比较贫乏的国家。近 10 年来,随着综合国力的进一步增强,国家加大了对农业的投入,农业开始从传统、粗放型转向现代化、效益型方向发展。发展节水农业,节约有限的水资源,进一步改善农业生产条件,提高农业综合生产能力已逐步成为人们的共识。党的十五届三中全会通过的《关于农业和农村工作若干重大问题的决定》要求“大力发展节水农业,把推广节水灌溉作为一项革命性措施来抓”。各地在农业和农村经济战略性结构调整中,大力发展优质、高产、高效农业,开始重视节水灌溉工程建设,而原先那种劳动生产率低、用水效率低的传统灌溉方法与技术已越来越不适应新形势的要求。我国加入世界贸易组织后,农业将面对极大的挑战。提高农业劳动生产率、降低农业生产成本、改善农业生产条件是非常紧迫的任务,采用先进适用的泵站节能改造技术,以及渠道防渗、管道输水、喷灌和微灌技术等则是农业生产的现实要求和长远需要。

本书是依据国家和行业有关标准,针对丘陵、山区小型电灌站和机电节水灌溉工程的规划设计、施工和安装的实际,介绍实用性、操作性较强的先进技术知识,以达到解决实际问题的目的。

本书供从事机电灌溉工程规划、设计、施工、设备安装和运行管理工作的技术人员阅读,并可作为基层农业、农机和水利工作者的培训教材。

本书编委会由重庆市农机管理局局长、高级工程师李以宽任主任委员,重庆市农机管理局机电提灌处副处长、工学硕士曾珠和重庆市农机管理局科技教育处副处长刘强任副主任委员,各作者和杨成、白灵、何定福、刘永谦同志为编委。编委会对编写提纲和书稿审定做了大量工作。全书由曾珠组织编著并统稿。参加编写的有曾珠(第一章、第五章、第六章、第十一章和附录)、熊志刚(第七章、第八章)、刘尚斌(第二章、第三章第一、二、五节)、周凯(第三章第三、四、六节)、徐道伦(第四章)、方燕(第九章)和朱明良(第十章)。李以宽同志任本书主审,提出了宝贵的修改意见。杨成、白灵、谭华同志在书稿的计算机录入方面做了许多工作。

本书在编写过程中参考、引用了国内外有关文献资料,在此一并向原作者表示衷心的感谢。由于我们的水平有限,书中难免有疏漏和不足之处,敬请读者批评指正。

编著者

2001 年 1 月 16 日

目 录

前 言	
第一章 绪论	(1)
第二章 泵站规划与勘测	(6)
第一节 泵站的规划	(6)
第二节 泵站勘测	(8)
第三节 泵站野外图绘制	(13)
第三章 泵站设计	(18)
第一节 水泵机组	(18)
第二节 泵站电气设备	(37)
第三节 泵站设计	(46)
第四节 管路系统附件的选择	(53)
第五节 泵站土建工程	(55)
第六节 泵站工程预算	(68)
第四章 渠道工程	(72)
第一节 渠道工程设计	(72)
第二节 渠道防渗技术	(78)
第三节 管道输水技术	(89)
第五章 喷灌工程技术	(96)
第一节 喷灌工作原理和基本资料	(96)
第二节 设备与选型	(102)
第三节 有压管道的水力计算	(108)
第四节 喷灌系统规划与设计	(110)
第五节 管道式喷灌系统设计实例	(114)
第六章 微灌工程技术	(120)
第一节 微灌设备	(120)
第二节 微灌系统规划布置	(128)
第三节 微灌系统设计	(129)
第四节 微灌系统设计实例	(136)

第七章 机电灌溉工程施工	(141)
第一节 开工前的准备	(141)
第二节 施工测量、放线及备料	(141)
第三节 组织施工	(142)
第八章 机电灌溉设备安装	(157)
第一节 安装前的准备	(157)
第二节 设备的采购、验收与保管	(158)
第三节 水泵机组的安装	(158)
第四节 进出水管道的安装	(159)
第九章 泵站工程验收与技术管理	(167)
第一节 泵站工程验收	(167)
第二节 机电设备技术管理概述	(171)
第三节 泵站工程管理概述	(176)
第四节 泵站的安全生产	(178)
第十章 机电灌溉设备的运行维护	(181)
第一节 离心式水泵的运行维护	(181)
第二节 电动机的运行维护	(184)
第三节 小型柴油机的使用维护	(188)
第十一章 设施种植业工程技术	(193)
第一节 设施农业概述	(193)
第二节 温室和拱棚的规划、设计与建造	(194)
第三节 温室和大棚的机电装备及设施	(201)
参考文献	(207)
附录 A 农田水利技术术语	(208)
附录 B 常用物理量的量、单位和符号	(211)

第一章 绪 论

一、概况

水是人类赖以生存和发展的基础。我国是水资源短缺的国家,水资源人均占有量只有 $2\,300\text{ m}^3$,是世界人均占有量的 $1/4$;全国农业用水量占总用水量的 80% ,灌溉水的有效利用率仅为 $30\% \sim 40\%$,远远低于发达国家 $70\% \sim 80\%$ 的水平;全国每公顷农业耕地水资源占有量 $27\,000\text{ m}^3$,是世界平均水平的 $2/3$ 。农业灌溉有蓄水灌溉、引水灌溉和提水灌溉等方式。

我国 $2/3$ 以上的国土为丘陵山区,地形复杂,许多地方田高水低,必须利用机电灌溉工程提水灌溉。特殊的自然条件决定了机电排灌在我国农田灌溉中所占有的重要地位和所起的巨大作用。1949 年全国灌溉面积 0.16 亿 hm^2 ,机电提水灌溉只占其中的 1.7% ,排灌机械动力设备功率只有 7.2 万 kW 。到 1997 年底,全国灌溉面积增加到 0.56 亿 hm^2 ,新增灌溉面积中的 $3/4$ 是靠机械提水方式实现灌溉(其中有一部分为自流引水与机械提水双配套);全国固定排灌泵站 50 万座 ,其中大中型泵站 $9\,000\text{ 多座}$;机电灌溉面积 0.35 亿 hm^2 ,占有效灌溉面积的 62% ;全国排灌动力设备功率达到 $7\,200\text{ 万 kW}$,并且近几年仍以每年 200 多万 kW 的速度增加。为了适应我国国民经济、农业生产和农村经济发展要求,以及解决 2030 年人口达到 16 亿高峰时对粮食等农产品的需求,我国灌溉面积还要适当发展,预计届时将达到 $0.6\text{ 亿} \sim 0.63\text{ 亿 hm}^2$ 。新增灌溉设施中将有相当大的比例要采用排灌机械提水或加压。在建设新的排灌设施的同时,还将把原有排灌设施续建配套、更新改造。

1999 年,重庆市有提灌机械动力设备 22.5 万台 ,装机功率 85 万 kW ,机电灌溉面积 38.8 万 hm^2 ,占全市有效灌溉面积 61.4 万 hm^2 的 63.2% ,其中固定提灌泵站 1 万多座 ,机电灌溉面积 30 万 hm^2 。全市有效灌溉面积仅占耕地面积的 38% ,低于全国平均水平。全市尚无 1 座中型以上泵站,都是小型泵站,其中小(1)型泵站仅有 400 多座 。每年都因不同程度的旱灾造成粮食和经济作物减产、品质下降,以及人畜饮水困难,机电灌溉工程建设任重而道远。

二、节水灌溉的概念和基本内容

节水灌溉是根据作物需水规律及当地供水条件,为有效地利用降水和灌溉水,获取农业的最佳经济效益、社会效益和生态环境效益而采取的多种措施的总称。首先,应当充分利用天然降水来满足作物对水的需求,尽量少用或不用人工灌溉补水;其次,要优化水资源的调配,开发利用各种可用于灌溉的水资源;第三,要减少从水源工程到田间输水过程中的损失;

第四,减少田间灌水过程中水的损失,提高灌溉水转化为土壤水并为作物所吸收的比例;第五,提高作物吸收水分后通过光合作用转化为产品的效率。

节水灌溉的基本内容包括节水灌溉工程技术、节水灌溉管理技术和农业节水措施 3 个方面。

(一) 节水灌溉工程技术

SL 207—98《节水灌溉技术规范》规定:灌溉水利用系数,大型灌区不应低于 0.5;中型灌区不应低于 0.6;小型灌区不应低于 0.7;井灌区不应低于 0.8;喷灌区、微喷灌区不应低于 0.85;滴灌不应低于 0.90。实现节水灌溉后粮棉总产量应增加 15% 以上,水分生产率应提高 20% 以上,且不应低于 1.2 kg/m^3 。

我国丘陵山区推广应用的节水灌溉工程技术的类别和特点如下。

1. 泵站节能改造技术

泵站节能改造技术包括:调整灌区布局、机泵合理配套、调节水泵性能、改造传动装置及改造管路和进出水池。

2. 渠道防渗

渠道输水是目前我国农田灌溉的主要输水方式。传统的土渠输水渠系水利用系数一般为 0.4~0.5,差的仅 0.3 左右,也就是说,大部分水都因渗漏和蒸发而损失掉了。渠道渗漏是农田灌溉用水损失的主要方面。采用渠道防渗技术后,一般可使渠系水利用系数提高到 0.6~0.85,比原来的土渠提高 50%~70%。渠道防渗还具有输水快、有利于农业生产抢季节、节省土地等优点,是当前我国节水灌溉的主要措施之一。

根据所使用的材料,渠道防渗可分为:①三合土护面防渗;②砌石(卵石、块石、片石)防渗;③混凝土防渗;④塑料薄膜防渗(内衬薄膜后再用土料、混凝土或石料护面)等。

3. 管道输水

管道输水是利用管道将水直接送到田间灌溉,以减少水在明渠输送过程中的渗漏和蒸发损失。发达国家的灌溉输水已大量采用管道。常用的管材有混凝土管、塑料硬(软)管及金属管等。管道输水与渠道输水相比,具有输水迅速、节水、省地、增产等优点,其效益为:水的利用系数可提高到 0.95,节电 20%~30%,省地 2%~3%,增产幅度 10%。

在有条件的地方应结合实际积极发展管道输水。但是,管道输水仅仅减少了输水过程中的水量损失,而要真正做到高效用水,还应配套喷、滴灌等田间节水措施。目前尚无力配套喷、滴灌设备的地方,对管道布设和管材承压能力等应考虑今后发展喷、滴灌的要求,以避免造成浪费。

4. 喷灌

喷灌是利用管道将有压水送到灌溉地段,并通过喷头分散成细小水滴,均匀地喷洒到田间,对作物进行灌溉。它作为一种先进的机械化、半机械化灌水方式,在很多发达国家已广泛采用。

喷灌的主要优点如下:①节水效果显著,水的利用率可达 80%。一般情况下,喷灌与地面灌溉相比, 1 m^3 水可以当 2 m^3 水用。②作物增产幅度大。有利于抢季节、保全苗;改善了田间小气候和农业生态环境。③大大减少了田间渠系建设及管理维护和平整土地等的工作量。④减少了农民用于灌水的费用和劳力,增加了农民收入。⑤有利于加快实现农业机械

化、产业化和现代化。

常用的喷灌设备设置方式有管道式、平移式、中心支轴式、卷盘式和轻小型机组式。

移动管道式喷灌通常将输水干管固定埋设在地下,田间支管和喷头可拆装搬移、周转使用,因而降低了投资。10多年来的实践证明:移动式管道喷灌除了具有一般喷灌省水、增产、省工、减轻农民负担和有利于农业机械化、产业化、现代化等优点以外,还具有设备简单、操作简便、投资低、对田块大小和形状适应性强、一户或联户均可使用等优点,是目前较适合我国国情、可以大力推广的一种喷灌形式。

固定管道式喷灌是将管道、喷头安装在田间固定不动,其灌溉效率高,管理简便,适用于蔬菜、果树以及其他经济作物灌溉,但不利于机械化耕作。

5. 微喷

微喷是新发展起来的一种微型喷灌形式,是利用塑料管道输水,通过微喷头喷洒进行局部灌溉。它比一般喷灌更省水,可增产30%以上,能改善田间小气候,可结合施用化肥,提高肥效。主要应用于果树等经济作物、花卉、草坪、温室大棚等灌溉。

6. 滴灌

滴灌是利用塑料管道将水通过直径约10 mm毛管上的孔口或滴头送到作物根部进行局部灌溉。它是目前干旱缺水地区最有效的一种节水灌溉方式,其水的利用率可达95%。滴灌较喷灌具有更高的节水增产效果,同时可以结合施肥,提高肥效1倍以上。可适用于果树、蔬菜等经济作物以及温室大棚灌溉。其不足之处是滴头易结垢和堵塞,因此应对水源进行严格的过滤处理。

滴灌可分固定式、半固定式和移动式3种类型。①固定式滴灌:其各级管道和滴头的位置在灌溉季节是固定的。其优点是操作简便、省工、省时,灌水效果好。②半固定式滴灌:其干、支管固定,毛管由人工移动。③移动式滴灌:其干、支、毛管均由人工移动,设备简单,较半固定式滴灌节省投资,但用工较多。结合我国劳动力多、资金缺乏的具体情况而研究开发的半固定式、移动式滴灌系统,大大降低了工程造价,为滴灌在大田作物和经济欠发达地区推广应用创造了条件。

(二) 节水灌溉管理技术

根据作物需水要求,适时适量地灌水。用先进的科学技术手段对土壤墒情和灌区输配水系统的水情进行监测、数据采集和计算机处理,以科学有效地控制土壤水分含量、合理调度灌溉水,做到计划用水、优化配水,达到既节水又增产的目的。同时,重视和加强节水管理,改变目前农业用水水价过低、不利于节水的状况,实行按成本收费、超计划用水加价等政策。建立健全节水管理组织和技术推广服务体系,完善节水管理规章制度。

根据水稻不同生育期对水分的不同需求,进行浅—晒—蓄—湿(即浅水插秧、浅水返青,分蘖期晒田,拔节孕穗、抽穗开花期蓄水,成熟期湿润)的控制灌溉,既节约用水,又有利于农作物生长,改变了以往水稻大水漫灌、串灌的旧习惯。它不需增加工程投资,只要按照节水灌溉制度灌水即可。早育稀植(早育早栽、稀植,适当补水)等技术也属于这一范畴。

(三) 农业节水措施

大力普及节水灌溉技术,要十分重视农业节水措施的推广。包括采用水稻早育稀植、抛秧、地膜覆盖、秸秆还田、深耕松土、中耕除草、增施有机肥等措施,以提高土壤对天然降水的

蓄积能力和保墒能力。此外,还包括施用化学保水制剂、引进和优选抗旱品种,以及调整作物种植结构等措施。

三、西南丘陵山区机械化旱作节水农业技术

坡度 25°以上的耕地要逐步退耕还林。要采取生物措施、工程措施和生产措施,并使之很好地配套、协作,以此来提高农产品产量和品质,增加农民土地经营收入。充分发挥机械设备的作用,努力探索、总结适宜本地区旱作农业建设的工程措施和生产措施是非常重要的。

(一) 蓄水补灌技术

根据旱作作物类型及需水量、本地区降雨规律、规划补充灌溉面积、集雨面积等因素,合理设计拦蓄水池的容量、分布和数量。旱地地理位置相对高,与江、河、库、塘等水源的高差大、距离远,从江、河、库、塘取水补充灌溉投资大、成本高。现有的机电灌溉面积基本上未包含旱地,旱地农业生产用水依赖自然降雨。因此,一是要充分利用自然降雨,拦蓄雨水建池,实施补充灌溉;二是要充分发挥机电灌溉设施的作用,通过技术改造,扩大机电灌溉面积,提高水的利用率,承担旱地补灌任务。

补充灌溉主要采用定喷式移动轻小型喷灌机组和半固定式管道灌溉系统灌溉形式。定喷式移动轻小型喷灌机组采用手提式、手抬式,机组动力 10 kW 以下。此种灌溉方式设备利用率高,转移方便灵活,投资低,适用于地块较小、水分散的地方。半固定式管道灌溉系统是首部枢纽和干管固定不动,支管和灌水器可以移动。

(二) 机械化生产技术模式

西南丘陵地区经治理改造的旱地,其宽度一般都在 10 m 以下,长度在 30 m 以下,高差在 0.3~1.2 m,因此,农业机械的选用配备以小型为主,耕作机械选用小型旋耕机、耕耘机,将根茬埋入地里。因本地区降雨多,不宜进行秸秆覆盖,以减少草害和虫害。轮作取宽度与旋耕机耕宽一致。小麦收获采取分段收获法,小型背负式收割机配套脱粒机场上或田间作业。玉米实行人力收割,玉米脱粒机脱粒。机型有 IZ-105 旋耕机、JG501 多功能耕作机、GYA 耕耘机、TL4G-25 型收割机、TL5T-840 脱粒机和 5TY-0.2 玉米脱粒机等。

(三) 机械化坡耕地治理改造技术

丘陵山区坡耕地治理改造,要因地制宜,考虑技术上可行,经济上合理,采用条石坎、片石坎、草坎、土坎形式。条石坎、片石坎投资大,应以土坎形式为主,土坎上可种植草。努力扩大坡耕地梯改面积,保证建设质量,不宜盲目追求高标准、树形象工程。

采用改土打眼机、小型推土机成规模作业功效高,成本低。

坡耕地治理改造费工、投入大,短期内不可能全部修成水平梯田,因此在坡耕地实行水平等高耕作是一种可行的耕作技术,可有效蓄水,减少水、土、肥流失。在水平梯土适宜采用垄沟或穴窝种植法。即作物种在沟底或穴内,相当于抗旱深种,沟或穴底可蓄水,减少地表径流。在生长期结合追肥培土,将原来土垄培向作物根部,以防作物倒伏。

机械化坡耕地治理要适应农村家庭经营为主的统分结合、双层经营体制。采取集中规划治理改造,分户经营管理办法,或由业主成片向农民“倒包”进行集中统一建设和经营管理等,都是好的经营形式,值得借鉴推广。

四、设施种植经营模式

新的形势对设施农业的建设带来了良好的发展机遇。各地区应以市场需求为导向,以发展优质、高产、高效的农产品为目标,积极建设设施农业基地。

设施种植业基地建设要坚持统一规划、成片种植的原则,有利于基础设施建设,有利于种植业技术的推广应用,有利于规模化生产,提高经济效益。基地选址要考虑地形、水源、空气、交通等因素。基地建设要以市场为导向,尊重经营者意愿,政府从资金、技术上予以扶持。设施种植业基地不适宜政府或者集体组织统一经营管理,应当采取分户、私营、承包或租赁等形式,以充分发挥设施的作用,提高利用率和经营管理水平,使之步入良性发展。设施种植业经营模式主要有分户经营模式、业主经营模式和承包经营模式等。

(一) 分户经营模式

在统一规划设计的基础上,搞好土地的整治和供排水工程沟渠的施工、管道的安装,将水管连接到地头,每一农户安装 1 个水表,实行计量用水。大棚由农民自己建造。由集体经济组织或行业种植协会提供技术咨询、市场信息等服务。这种经营模式农户土地不调整,户均经营规模一般在 0.2 hm^2 以下,农户积极性高,适宜普遍采用。

(二) 业主经营模式

由私营企业主、合伙联营农户、个体户等作为业主,在农民自愿的条件下集中成片“倒包”农户的土地,统一规划设计,建造设施种植基地。业主每年以现款或者粮食付给农户租金或承包口粮。经营规模一般在 1.5 hm^2 以上,租赁期限为 30 年左右。经营时间到期已建设的基础设施无偿留给农户。此种经营模式通常投入较高,设施装备水平和集约化程度都较高。

(三) 承包经营模式

政府或者集体经济组织建设好设施种植基地,包括排灌设施、土地整治、大棚等建设,发包给专业种植大户经营。种植规模一般为 $0.2 \sim 1.5 \text{ hm}^2$ 。适宜政府或者集体经济组织建设设施种植示范点。通过这种办法推广设施种植工程技术和栽培技术,促进农业和农村经济结构调整。

第二章 泵站规划与勘测

泵站指水泵及其配套设备和附属水工建筑的总称。泵站的规划指远期和近期泵站的建设计划和目标。泵站规划应本着一次投资省、工程见效快、有利于运行管理等原则进行。泵站的勘测是指对拟建(或技改)泵站站址及周边地形、地貌、地质、水资源等情况进行实地踏勘和测量。

第一节 泵站的规划

泵站的规划应适应灌区总体规划,考虑自然和社会经济条件,包括建站的周边条件、水源条件、电源条件等。泵站的建设应具有较好的社会效益和经济效益。

一、泵站的规模等级

泵站的规模以建站的装机动力大小、装机流量大小 2 项指标划定等级。国家标准 GB/T 50265—97《泵站设计规范》对灌溉、排水泵站分等指标作了具体规定,详见表 2-1。丘陵地区泵站装机容量在 100 kW 以下的占有较大的比例。流动作业机电提灌设备一般不纳入泵站范畴。泵站应有固定的地点、固定的建筑设施,如机房、固定的输水管道、渠道和配电设备等。

二、总体规划

乡、镇以上有关行政主管部门应根据农业和社会经济发展需要,提出泵站建设总体规划。一般有 5 年计划和中、长期规划。目的是全面、合理、统一调度和利用水资源。新建的泵站应在机电提灌总体规划之中,应根据发展的需要,分轻、重、缓、急建设泵站。特别是小(2)型以上的泵站,建站投资较大,影响因素较多,需进行充分的调查研究和论证。

新建一个泵站在总体规划中所占的分量,应符合中、长期规划,要防止重复、不必要的建设,其他站可以控制的灌溉面积,本站在设计上就不需要去控制。小(2)型以上的泵站在总体规划中尤其重要。

表 2-1 灌溉、排水泵站分等指标

泵站等别	泵站规模	分等指标	
		装机流量 $q_V/(\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1})$	装机功率 $P/10^4 \text{ kW}$
I	大(1)型	≥ 200	≥ 3
II	大(2)型	$200 \sim 50$	$3 \sim 1$
III	中型	$50 \sim 10$	$1 \sim 0.1$
IV	小(1)型	$10 \sim 2$	$0.1 \sim 0.01$
V	小(2)型	< 2	< 0.01

注:1. 装机流量、装机功率系指单站指标,且包括备用机组在内;

2. 由多级或多座泵站联合组成的泵站工程的等别,可按其整个系统的分等指标确定;

3. 当泵站按分等指标分属 2 个不同等别时,应以其中的高等别为准。

三、自然条件和社会经济条件

泵站的设置要考虑以下几个问题:

(一) 建站的周边条件

建站的周边条件是指建站周围自然条件是否影响机电设备的正常运行。易塌方和山体滑坡地带不宜建站。

小(2)型以上的泵站,还应考虑交通运输、通讯等问题,力求选择周边条件较好的地方建站。

进行技术改造的泵站在投资许可的条件下,也可以重新设置站址,达到运行经济、可靠的目的。

(二) 水源条件

水源条件主要指水资源的供求条件。要求有充分的、丰富的水资源可供泵站提水。

(三) 电源条件

建站的电源条件指新建或进行技术改造(机改电)的泵站离高压(一般为10 kV 电压等级)线路距离的远近。离高压线路远,则架设线路的投资增大。同时还要了解其高压线路的输电能力、导线截面积的大小,以及是否是其他厂矿、企业的线路或特殊专用线路,等等。

(四) 建站的社会效益和经济效益

修建一处泵站,必须考虑社会效益。社会效益指灌溉面积的大小,解决农作物、经济作物灌溉用水或人畜饮水的多少。修建一个站,控制一大片,旱涝保收,人民生活有保障,社会才稳定。经济效益指建一个泵站经济收支的盈亏情况。泵站的投入主要来自提水的水费收入和综合经营收入,其次是国家政策性补贴、受益灌区的集体积累等。泵站的支出主要有电费、燃油费、工人(即机手)工资、修理费、守护费、维修费等开支。经济效益越好,泵站的生存能力越强。

(五) 受益村社的经济水平、务工承受能力和积极性

灌区受益村、社的经济状况,是影响泵站生存与发展的主要因素。在种植经济作物等产出价值较高的地区对灌溉要求较高,泵站的出勤率和使用率就高,费用的收取不困难,相应地投工投劳(或投劳折资)就容易一些,建站的筹资来源也可以保证,特别是“国家补助为辅,

自筹资金为主”的建站方针和“谁受益,谁负担”的政策才有望顺利贯彻和实施。

第二节 泵站勘测

泵站勘测在建设泵站中属于野外作业项目。勘测要获得第一手野外现场资料,如取水点、进出水建筑物、机房、变电房、高低压线路等位置的相关数据。对小(2)型以上的泵站要绘制地形图和管路纵剖面图。在地质方面,要勘测确定其建站的地方是否符合要求,在地表层砂岩、页岩明显的地方适宜修建泵站。如果地质特征不明显还要进行探基,充分掌握地质结构情况。

一、站址的初步确定

站址的初步确定是指计划修建泵站时确定的站址。一般计划时确定的站址在一个区域内,而具体放线定点在哪一点则是勘测技术人员首先要解决的问题。按规律先在地形图(航测,万分之一比例)上规划,第二步到实地目测,第三步用仪器精确测量。选站址应遵循以下原则:

- (1)取水点洁净,不沉沙、淤泥,不滞留漂浮物,水源水位较稳定。
- (2)地质、地形条件好,基础牢固,易建机房,不受强水流冲刷,不因地质孔隙的渗透而引起滑坡垮塌。
- (3)电力线路易架设,离可供的高压线路近(指设专用变压器的泵站)。不设专用变压器的泵站,其低压线路架设越近越好。超过许用距离必须架设高压线路,缩短低压线路。
- (4)控制灌面大,综合利用效果好,利用率高。泵站的控制灌面力求大,渠系易建设延伸,可综合利用开展供水、农副产品加工等服务,以提高泵站设备利用率。

二、仪器测量

泵站仪器测量,指用较精密的测量仪器,获得某个范围内地形、地物的水平方向与垂直方向的相互位置关系,并绘制成地形图进行表达。这些相互位置关系是泵站设计中的重要理论依据。测量工作的一般程序是在待测区(称为“测区”),选择一些能起控制作用的点(称为“控制点”),构成控制网:先用较精密的方法,测定这些控制点的位置,画出控制点的平面图,然后以控制点为测站,测量出待测区各典型点(线、面等)的位置(数据),草绘在平面图上(以上称为“测量外业”),最后将外业施测结果进行室内整理、计算,并绘制成地形平面图(称为“内业”)。泵站建设重点是高程测量和角度测量。

(一) 水准测量

我国规定以黄海平均海水面作为高程的起算面(基准面),把它延伸(与各点的铅垂线方向垂直地向前延伸),并穿过陆地,形成一闭合曲面,这个曲面就

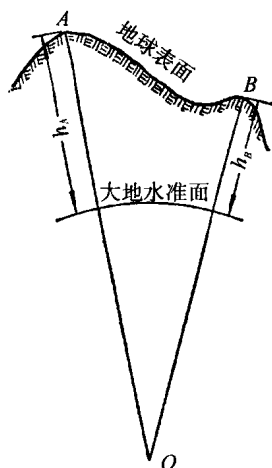


图 2-1 大地水准面示意图

叫做“大地水准面”。如图 2-1 所示的大地水准面示意图中,以垂直大地水准面的高为黄海高程,地理学上称为“海拔”。在重要的地理位置上,均设有黄海高程点。在万分之一的航测图上标注的就是黄海高程。

地面点 A, B 的高程就是沿铅垂线从大地水准面量到 A, B 点的距离,分别以 h_A 和 h_B 表示。已知地面点 A 的高程 h_A ,需要测定 B 点的高程 h_B 。如果我们能求出 B 点对于 A 点的高程之差 h_{AB} (图 2-2),就能求得 B 点的高程。如果 A 点是泵站吸水的水面, B 点是泵站出水口的中心线,那么此高差就是该泵站的净扬程。怎样才能得到这个高差呢?只要在 A, B 两点间安置 1 个能提供水平线的仪器,

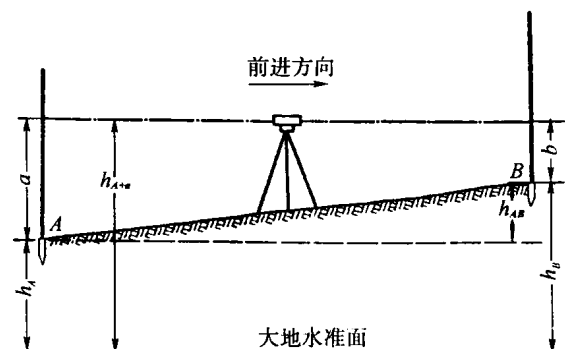


图 2-2 高差示意图(正值)

在 A, B 两点上竖立尺子,按照测量的前进方向测量即可。规定向前看为前视,背向者为后视,图 2-2 中箭头指向为人为规定前视。根据水平线先读出 A 点尺子上的读数 a (后视读数),再读出 B 点尺子上的读数 b (前视读数)。后视读数 a 减去前视读数 b 即得两点高差 h_{AB} ,即 $h_{AB} = a - b$ 。高差的符号有正、有负,当 B 点比 A 点高时前视读数 b 比后视读数 a 要小,则 $h_{AB} = a - b$ 的结果为正值。如果当 B 点比 A 点低点(图 2-3),则前视读数 b 比后视读数 a 要大,结果高差 h_{AB} 为负值。高差是指前视点和后视点的高程之差,根据水平视线在尺子的读数计算高差时,一定要用后视读数减去前视读数,即 $h_{AB} = a - b$,否则算出的高差符号就不对了。特别是连续多点测量,更要注意符号的正负。

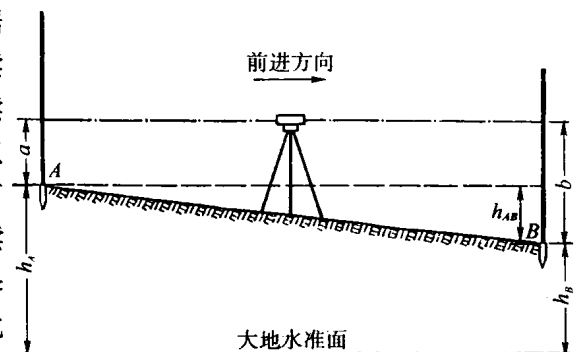


图 2-3 高差示意图(负值)

知道了 A, B 两点的高差 h_{AB} ,就可以根据 A 点的高程 h_A 计算出 B 点的高程 h_B 。

1. 水准仪

能给出水平视线的仪器叫“水准仪”,泵站测量一般用 DS_3 型微倾斜式水准仪。配合水准仪使用、供读数的尺子叫“水准尺”,一般用优质木材或铝合金制成,尺面划分为黑白相间的小格,每格宽为 1 cm,尺底为 0。由于水准尺抽叠成便于携带的空心尺,似宝塔式,所以也常叫“塔尺”。

水准测量的目的是利用水准仪提供 1 条水平线。水准仪上的望远镜和水准器就是为此目的而设置的。水准仪目前使用很普遍,特别是建筑工程中的放线、找平要用到它。我国生产水准仪的厂家较多,价格也较低,结构大体相似。水准仪主要由以下几部分组成:

(1)望远镜 望远镜是瞄准远处目标用的。它主要由物镜、对光透镜、十字丝玻片(上面刻有视距丝)、调焦螺旋、目镜等部分组成,并运用物理光学原理将远处目标放大,以清晰读

出视距丝间的数据。

(2)水准器 水准仪上的水准器是用来指示视线是否水平,或仪器竖轴(仪器的旋转轴)是否竖直的器件。水准器分圆水准器和管水准器 2 种。圆水准器装在基座上,是粗略整平用的;管水准器是供精确调平视线用的。

管水准器是用 1 个内表面磨成圆弧的玻璃管制成的,水准管上刻有间隔为 2 mm 的刻线。管内装有液体,仅留 1 个气泡。圆弧上刻画中点的切线称为“水准管轴”。当气泡两端与刻画中点对称,即气泡居中时,水准管轴就在水平位置。如果望远镜的视准轴(物镜光心和十字丝交点的连线,即十字丝交点对准目标时的视线方向)和水准管轴彼此平行,这时视线也就水平了。

(3)水准尺 水准尺是水准测量的重要工具,水准尺质量的好坏直接影响到水准测量结果的精确度,所以必须重视。水准尺的长度应当稳定,刻画要准确。水准尺上刻度一般是 1 格 1 cm,黑白相间呈“E”字形,每横宽 1 cm,故 1 个“E”字恰为 5 cm。每 1 dm 标注数字,标注的红点数表示 m 数。不同水准尺上标注数字的位置有所不同,用水准尺前,一定要把尺子认熟。

2. 水准仪的安置和使用

(1)水准仪的安置 打开三脚架,使架头大致水平,高度和施测者身高相适应,再把三脚架的腿尖踩入土中。安上水准仪,这时务必把中心螺旋拧紧,防止水准仪松脱,然后转动脚螺旋,使圆气泡居中,达到概略整平的目的。

(2)水准仪的使用 概略整平后,把望远镜瞄准水准尺。再转动微倾螺旋使望远镜和管水准器一起绕着望远镜一端的微倾轴微微上下倾斜,直到水准管气泡居中,即气泡两端的像吻合时,才能读数。读数后,还必须检查一下气泡是否仍旧居中,如不居中,要调整气泡两端的像至吻合,重读数。还应注意,圆水准器气泡居中说明仪器概略整平,所以当仪器转到另一方向进行观测时,管水准器的气泡必然要偏离中点,因而必须再一次转动微倾螺旋,使气泡两端的像吻合后,才能读数。

泵站的测量工作是局部的,如果要求高程与黄海高程吻合,就必须将黄海高程的水准点 A 引入要测量的区域内,如果是普通的水准仪,一次只能测相距 200 m 左右的两点距离。所测泵站的扬程高、坡度大,用水准仪也要连测若干站,把各站测得的高差 $h_1, h_2, \dots$ 相加,才能求得 A 点到测点 B 的高差 h 。

$$B \text{ 点的高程 } h_B = A \text{ 点的高程 } h_A + h$$

水准测量较易出错。只有负责观测、扶尺、记录和现场作图的每个人都精益求精,相互配合、集体协作好,才能搞好测量工作。

水准测量中最容易出错的地方是:气泡不居中,读数念错,前、后视读数没有记在相应的读数栏内,等等。因此读数前、后,都要检查气泡是否居中。读数时,注意不要把 m 和 cm 搞错,一旦错误,将引起很大的误差。

测量工作是在外界条件不断变化的情况下进行的,风力、气温、日晒等将影响仪器、气泡和成像的稳定性。因此,安置仪器时,脚架一定要踩实,在烈日照射下,要撑伞挡住太阳光。

水准测量有一部分水准仪的水平转角在水准仪座上有 360° 刻度盘,如果需要记录水平转角,先应瞄准起点测量目标,读出水平角度或转动调节螺旋到 0° 即归 0°,随后关闭调整