

农村电能运用

郎黔山 主编 赵德安 副主编

jicijiangongcheng-101



北京理工大学出版社

内 容 简 介

本书主要介绍电能在当今农村各个领域的应用及其特点;包括农村电力排灌站电机水泵的合理选择配套;新型的节水灌溉方式:喷灌、滴灌;电能在农村农副产品加工各个领域中的应用,农业生物环境的控制;还介绍了越来越普遍的电力电子器件和电力电子技术在农村中的应用,同时根据农村的特点,介绍农村照明和农村安全用电、节约用电。

为适应自学的要求,全书贯穿可读性、自学性,通俗易懂,通过学习了解电能在农村各个领域中的应用的基础上,能触类旁通,推而广之。

本书是农村自学考试机电工程类专业农村电气信息技术方向的专业技术课教材,也可作为其他相关专业的参考书,并可供其他有关工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

农村电能运用/郎黔山主编. —北京:北京理工大学出版社,2001.5

ISBN 7-81045-809-4

I. 农… II. 郎… III. 农村-电能-应用-基本知识 IV. TM92

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 022912 号

责任印制:毋长新 责任校对:陈玉梅

北京理工大学出版社出版发行

(北京市海淀区中关村南大街5号)

邮政编码 100081 电话(010)68912824

各地新华书店经售

涿州市星河印刷厂印刷

*

787毫米×1092毫米 16开本 17.75印张 423千字

2001年6月第1版 2001年6月第1次印刷

印数:1—3000册 定价:26.50元

※ 图书印装有误,可随时与我社退换 ※

出版前言

高等教育自学考试制度在我省实施十多年来,已先后开考了文、理、工、农、医、法、经济、教育等类 90 多个本、专科专业,全省共计 350 余万人报名参加考试,已有 13 万人取得毕业证书。这项制度的实施,不仅直接为我省经济建设和社会发展造就和选拔了众多的合格人才,而且对鼓励自学成才、促进社会风气的好转、提高劳动者的科学文化素质具有非常重要的意义。十多年来的实践证明,自学考试既是一种国家考试制度,又是一种基本的教育制度,受到广大自学者和社会各界的欢迎,产生了巨大的社会效果,赢得了良好的社会信誉。

为了贯彻落实党的十五届三中全会精神,深入实施科教兴省战略,探索建立为我国农村经济与社会发展培养人才的新路子,我省经全国高等教育自学考试指导委员会批准,从 1999 年开始开展农村高等教育自学考试实验区的试点工作。这是一项全方位的试点工作,我们将在专业设置、自学教材和考试形式等方面进行重大改革,使高等教育自学考试制度更加适应农村经济发展和人才培养的要求。

自学考试制度是建立在个人自学基础上的教育形式,而个人自学的基本条件是自学教材。一本好的自学教材不仅可以使自学者“无师自通”,还对保证自学考试质量具有重要作用。对农村自学者来说,由于缺少“名师指点”和自学者之间的相互交流,自学相当困难,除了要有一本高质量的自学教材外,还需要有与之配套的自学指导书,以便帮助自学者系统地掌握教材的内容,达到举一反三、触类旁通、提高自学效率的目的。因此,我们在农村自学考试实验区教材建设中,试图探索一种教材编写的新路子,将教材内容与自学指导有机地融合在一起,使自学者更加容易地理解和掌握教材的内容;同时,打破常规教材编写追求系统性、完整性的戒律,针对我省当前农村经济发展的实际状况,把农村经济发展、农民发家致富需要的知识和理论写进教材中去,使之成为农村自学者学习科学文化知识、提高自学素质的教科书,成为指导农业生产和农民致富的科学手册。

农村自学考试实验区的教材建设工作是一项基础建设工作,它是我省农村自学考试实验区试点工作取得成功的必要保证,为此省高等教育自学考试委员会成立了“江苏省农村自学考试实验区专业指导委员会”,具体负责教材建设的规划和编写审定工作。

随着农村自学考试实验区试点工作的进一步展开,我们将有计划、有步骤地组织有关高等院校、成人高校、高等职业学校、中等农业专科学校以及行业主管部门中业务水平较高、教学经验丰富、了解农村情况、熟悉自学考试特点和规律的专家、学者,编写一批既适合自学特点又适应农村经济建设和社会发展需要的自学教材,以满足农村自学者的需要。我们相信,随着农村自学考试实验区教材的陆续出版,必将对我省农村自学考试事业的发展,为农村培养“留得住、用得上”的应用型、复合型人才,加快农村现代化建设起到积极的促进作用。

编写适应农村经济建设和社会发展需要的自学教材,是一项探索性的工作,需要在实践中不断总结和提高,为使这项有意义的工作能取得事半功倍的效果,希望更多地得到社会各方面的关心和支持。

由于作者对自学考试特点和农村实际情况了解的深度有限,书中不当之处在所难免,敬请广大读者惠予指正。

江苏省高等教育自学考试委员会办公室

2000 年 4 月

编写说明

《农村电能运用》是机电工程类专业农村电气信息技术方向的一门专业技术课,主要介绍电能在农村各个领域中的应用及其特点。编者根据江苏省《关于编写面向农村自学考试实验区自学教材的意见》和《关于编写面向农村自学考试实验区课程自学考试大纲的意见》进行全书的编写。教材是根据本门课程4个学分的计划来安排内容的。根据既适合自学的特点,又适应农村建设和发展的需要,本着适当弱化基础理论,坚持必须与够用的原则,着重体现职业性、应用性和可操作性的特点,使读者通过学习,掌握所需的基本知识、基本理论和基本技能,学会分析问题、解决问题的方法。

全书包括农村电力排灌,电力电子技术在农村中的应用,农副产品加工电气化及自动化,农作物生长的电气自动控制,电能在农村其他领域的应用,农村照明,农村节约用电,农村安全用电八章。电力排灌是农村用电中所占比重较大,而又较成熟的传统用电项目,但又存在着许多不尽合理的地方,因此第一章从排灌站的规划选址,设备的选型配套,到运行工况的调节,进行了必要的论述,并介绍了比较先进和新型的节水灌溉方法——喷灌和滴灌。作为许多用电项目的基础和实施手段,电力电子技术的应用在农村用电中已越来越广泛,鉴于这部分内容在本专业所设置的其他课程中没有介绍,所以在第二章中专门介绍电力电子技术的应用和发展,目前常用的电力电子器件,以及农村中较常见的灯光控制、温度控制、液位控制和电动机的控制等,以起到开拓思路,掌握方法的目的,为后面其他领域的应用打下基础。第三至五章结合农村中传统用电项目和新兴用电项目,传统控制方式和先进控制手段,介绍分析农副产品加工,农作物生长,以及养殖业、畜牧业中电能应用技术,旨在对农村用电的推广和提高起一点催化作用。第六章介绍电气照明的有关知识,目的是使农村的照明更趋于科学和合理,同时介绍农村中常见的灭虫灯。节约用电是任何用电场合都应注意的问题,而在农村中更显得突出和必要,因此在第七章中以通俗易懂的方式介绍农村供用电中几个主要环节和用电负载的节电途径,着重在应用。第八章安全用电着重从预防和防护的角度出发,突出接地,接零和漏电保护的正确使用,对以往重视不够的、爆炸、电离辐射、强电磁场和静电的危害及防护作了必要的介绍。为尽量避免人身触电伤亡事故的发生,对触电伤害的根本原因,电流对人体的影响作较详细的分析,意在采取更有效的防触电措施,掌握触电救护方法。每章均附有自学指导、习题及思考题和参考答案。便于读者自学并加深理解,检验学习效果。书后附有两套基本测试题和参考答案,以及考试大纲,便于参加自学考试的读者掌握重点,明确要求,了解范围和内容的广度深度。全书内容贯穿可读性、自学性,通俗易懂。

本书由郎黔山副教授任主编,赵德安教授任副主编,负责确定全书的内容与章节。参加编写的还有郎涛老师和周敏老师。其中,郎黔山编写第二章和第七章,并负责编写考试大纲、编写说明、后记及全书的统稿。赵德安编写第三、四、五章,郎涛编写第一章和第八章,周敏编写第六章。李金伴教授对教材编写大纲进行了认真的审定,并提出了宝贵的意见。

由于这是一本面向农村自学考试实验区的自学教材,如何把握尚无经验,而内容又涉及多个领域;考虑到农村学员对一些单位量纲的使用习惯,书中保留了对农田面积使用亩制的叫

法,以及马力单位的使用。另外加上编者水平有限,时间仓促,难免存在疏漏和不足,恳切希望读者批评指正。

编 者
2000 年 12 月

目 录

第一章 农村电力排灌	(1)
第一节 农村电力排灌站的规划	(1)
第二节 农用水泵的种类、性能和参数	(10)
第三节 排灌站容量的确定和动力设备选择	(16)
第四节 电力排灌站的工况调节	(33)
第五节 喷灌与滴灌	(40)
自学指导 1	(43)
习题及思考题 1	(44)
参考答案	(44)
第二章 电力电子技术在农村中的应用	(46)
第一节 电力电子技术的应用及发展	(46)
第二节 电力电子器件	(50)
第三节 灯光控制	(77)
第四节 温度控制	(80)
第五节 电动机的控制	(84)
第六节 水位检测及液位保持控制	(86)
第七节 光控晶闸管组成的固态继电器和计数器	(88)
自学指导 2	(90)
习题及思考题 2	(91)
参考答案	(92)
第三章 农副产品加工机械及用电设备	(94)
第一节 电能在场作业机械中的应用	(94)
第二节 电能粮食作物加工中的应用	(100)
第三节 电能棉花加工中的应用	(107)
第四节 电能在油料作物加工中的应用	(112)
第五节 电能在饲料加工中的应用	(115)
自学指导 3	(121)
习题及思考题 3	(122)
参考答案	(122)
第四章 人工农业生物环境的自动控制	(123)
第一节 环境因子变化对农作物生长的影响	(123)
第二节 模拟温室及其分类	(125)
第三节 模拟温室环境监测与调控	(126)
第四节 控制驱动电路与检测元件	(129)
第五节 农村应用地膜覆盖技术中的电热地埋线线路	(134)
自学指导 4	(136)
习题及思考题 4	(137)

参考答案	(138)
第五章 电能在农村其他领域的应用	(139)
第一节 电孵化控制设备	(139)
第二节 水力挖塘机组	(146)
第三节 池塘养鱼增氧设备	(150)
第四节 自动投饲机械	(155)
第五节 农田灭虫灯	(158)
自学指导 5	(160)
习题及思考题 5	(161)
参考答案	(162)
第六章 农村照明	(164)
第一节 照明技术的基本知识	(164)
第二节 农村常用的照明灯具及选用	(166)
第三节 照明线路的安装	(170)
第四节 农村特殊照明	(178)
第五节 故障及检修	(180)
自学指导 6	(183)
习题及思考题 6	(184)
参考答案	(184)
第七章 农村节的用电	(185)
第一节 节电的意义和农村节电的潜力	(185)
第二节 农村电网的节电和无功补偿	(185)
第三节 变压器的节电	(188)
第四节 电动机的节电	(190)
第五节 水泵、风机用电大有潜力可挖	(194)
第六节 照明节电	(196)
自学指导 7	(200)
习题及思考题 7	(202)
参考答案	(202)
第八章 农村安全用电	(204)
第一节 农村用电的特点及不安全因素	(204)
第二节 农村电气事故的种类及预防	(204)
第三节 农村电气安全保护	(206)
第四节 电气防护	(213)
第五节 防雷保护	(230)
第六节 触电与急救	(234)
自学指导 8	(245)
习题及思考题 8	(247)
参考答案	(247)
综合模拟测试题(一)	(250)
测试题(一)答案	(250)
综合模拟测试题(二)	(251)
测试题(二)答案	(252)

第一章 农村电力排灌

第一节 农村电力排灌站的规划

一、规划的重要性的内容

电力排灌工程是农业的基本建设,是促进农业生产发展的重要环节。根据农业基本建设的要求,电力排灌要保证遇早有水,遇涝排水,防洪安全;要沟、渠、路、林配套,适应农业现代化的需要,促进农业全面丰收。因此,各方面的问题和相互关系要经过全面规划,统筹安排。如果没有规划或规划不周,就可能出现挖了填、填了挖的不合理现象。

电力排灌工程是水利规划的组成部分,要早涝保收,稳产高产,就要按照自然规律办事,因地制宜地建设好包括电力排灌工程在内的各种水利工程。为了使各种水利工程能相互配合,各得其所,充分发挥它们的作用,就要把电力排灌工程纳入到水利规划中去。各地在水利建设中所创造的蓄、引、提结合,排、灌、降结合,旱、涝、碱并治,雨水、河水、地下水并用等经验,都是经过全面规划,综合治理而取得的。这样才能充分发挥电力排灌工程的作用。

发展电力排灌,站与站间有上下游、左右岸关系,有地面水与地下水关系,有小局与大局、整体与局部的关系。这些都要通过规划,妥善安排和处理。

电力排灌建设涉及水利、电力、农机和农业诸方面问题,如何建设才能收到最大的经济效益,更好地为农业生产服务,就要认真调查研究,统盘考虑,多方比较。经过方案比较,选择投资省、见效快、受益大的最优方案。

电力排灌站的规划主要解决以下内容:灌区划分,站址选择,枢纽的总体布置,确定泵站的设计扬程和设计流量。

电力排灌站根据承担的任务不同,分为灌溉站和排涝站,它们的规划应根据不同的要求分别进行。

二、灌溉站的规划

(一) 灌区划分原则

在划分灌区时,灌区的规模大小和灌溉扬程的高低是值得注意的两个问题,要慎重考虑。在决定时应遵循如下一些原则:

(1) 应根据地形、水源水量、取水条件、渠道布置、管理方便等因素,按照当地的农田基本建设规划,具体确定灌区的规模。如地形平坦开阔,其他条件也好,规模可划得大些;而地形复杂土地又不集中,则划分小灌区为宜。

(2) 要适应农作物高产的需要。遇旱能灌,充分满足作物生长需水,是确保高产稳产的重要条件。如灌区过大,供水不及时,会影响作物正常生长。

(3) 要珍惜土地。灌区规模大小与渠道挖废耕地面积成正比。适当控制灌区规模,将减少耕地的挖废。

(4) 在丘陵山区及某些高地,应从节约装机容量、减少土建投资等考虑,合理划分灌区,防止高抽低用、浪费扬程的现象发生。同时又要注意减少不必要的提水级数,以节约土建投资。

(二) 灌区的划分

依照上述原则,灌区规模的大小,应根据各种不同的地形特点,加以确定。

(1) 平原地区。该区地形平坦,河网纵横密布,通常可按原有河网控制面积划分,灌区规模以1 000~3 000亩为宜。相当于一个村建一座站。如遇水源较远,为了集中引水,灌区面积可适当放大。

(2) 水网圩区。该区地势低洼,地面水港河灌交叉,通常是河多圩小,土地分散,地形复杂。灌区的规模宜划小。

(3) 丘陵山区。该区地形起伏变化大,土地零散,扬程分级又不等。灌区面积以较小为宜,通常可考虑在1 000亩以下。如遇引江湖水灌溉时,应尽量以开挖引水渠替代灌溉渠道的填筑,以减少提水级数。

灌区划分的原则是一定的,但划分的方法是灵活的。在一个地区内,根据划分原则可拟定多种方案,通过技术经济比较,选取最优方案。

(三) 站址选择

站址(即泵站位置)的选择,通常可与确定灌区形式结合在一起考虑。具体选定站址时应注意如下几点:

(1) 泵站宜设在灌区内地势较高的地段,以便抽出的水通过渠道能自流入田灌溉。并尽量靠近水源,保证在枯水期不中断供水。

(2) 水泵若采用电力拖动,则站址应尽量靠近电杆,以节省输电工程投资,若采用热机拖动,则应考虑交通便利。

(3) 地基条件要好。进水口应选避免水源水流的冲刷或淤积。出水池应有坚实的高地可供建造,切不可勉强在虚土上修建,防止日后坍塌。

(4) 为提高动力设备利用率,站址应尽量靠近居民点或交通方便的地段,以利动力设备的综合利用。

(四) 灌溉站枢纽的总体布置

主要根据建站任务、设备类型和水文地质条件等确定。

平原地区以及丘陵山区等扬程较高的地方,多采用卧式的离心泵和混流泵。泵站枢纽的总体布置一般为正向进水、正向出水形式,如图1-1所示。根据离心泵和混流泵的特点,有些单机泵站,采用进、出水方向成直角的形式,如图1-2所示。这种形式,管路、弯头均可节省,而且在特殊情况下,调度机器(如流动船机)支撑抗旱,比较方便实用。

(五) 灌溉站的设计扬程

灌溉站的设计扬程包括设计净扬程和管路损失扬程两项。在灌区划分和站址确定后,规划的任务就是确定进出水池设计水位,从而确定灌溉站的设计扬程。

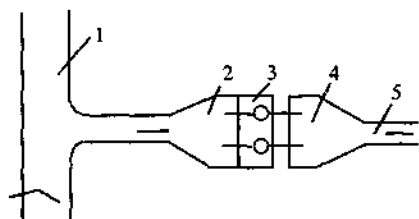


图 1-1 小型灌溉站总体布置示意图(一)
1—水源;2—进水池;3—机房;4—出水池;5—灌溉渠道

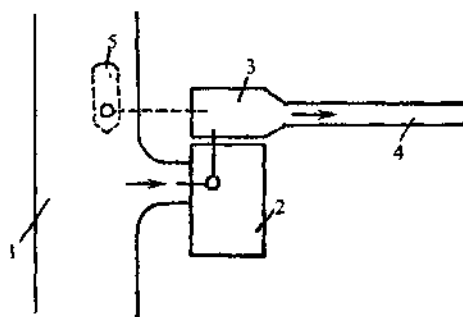


图 1-2 小型灌溉站总体布置示意图(二)
1—水源;2—机房;3—出水池;4—灌溉渠道;5—船机

1. 出水池水位

灌溉站的出水池水位即是灌溉渠道的渠首水位。农田水利规划中的渠首水位,一般是从离站较远的中等高程田面处,按适宜的灌水深度,通过各级渠道逐级推求而来的。渠首水位虽与渠中通过流量的大小有关,但通常均以通过设计灌溉流量时的水位为准。

2. 进水池水位

灌溉站的进水池水位,通常是水源的设计水位推求而得。灌溉水源的情况比较复杂,就地区而论,如山区河流、平原河流、沿海潮感河流等,它们之间的差别就很大。此外,在同一条河流上的上下游河段,水位情况也是大不相同的。再就季节来说,冬春与夏秋,水位相差很大。故在确定灌溉站进水池水位时,一定要从当地情况出发,区别对待。一般根据灌溉季节站址处水源经常出现的水位(即作物生长期水源的平均水位)作为水源的设计水位。此外,为确保供水可靠和泵站的防洪要求,还应确定农田用水高峰期可能出现的低水位和整个灌溉季节内的最低水位以及全年最高水位。这些水文资料,在泵站的规划设计中都具有重要意义。

水源水位在扣除了从进水池到水源间的输水损失后,即为进水池水位。

3. 灌溉站设计扬程的确定

灌溉站进出水池的设计水位差(即设计净扬程),加上管路损失扬程,就是灌溉站的设计扬程。可用公式表示:

$$H_{\text{设}} = H_{\text{净}} + h_{\text{损}} \quad (1-1)$$

式中 $H_{\text{设}}$ ——灌溉站设计扬程(m);

$H_{\text{净}}$ ——灌溉站设计净扬程(m);

$h_{\text{损}}$ ——进水管路损失扬程(m)。此值可按(5%~25%) $H_{\text{净}}$ 估算。当 $H_{\text{净}}$ 值低于10m时,可取较高的百分数;当 $H_{\text{净}}$ 值高于30m时,取较低的百分数。

【例题 1-1】某乡拟兴建一座灌溉泵站。根据灌区规划,站址附近的水源在灌溉期间的平均水位为4m,灌溉渠首设计水位为25m,初步拟定机房离水源约300m,拟用明渠引水。试确定该泵站的设计扬程。

【解】已知机房离水源300m,进水池前的取水设施水力损失估算为0.15m,则进水池设计水位可定为 $4 - 0.15 = 3.85$ m。进水管路损失扬程按15%的 $H_{\text{净}}$ 估算为 $0.15 \times (25 - 3.85) = 3.17$ m,则该站设计扬程为:

$$H_{\text{设}} = H_{\text{净}} + h_{\text{损}} = (25 - 3.85) + 3.17 = 24.32 \text{ m}$$

取整数 24 m。

答:该泵站的灌溉设计扬程为 24 m。

(六) 灌溉站的设计流量

计算灌溉站的设计流量,也是规划工作的重要内容之一。

1. 计算依据

在小型灌区内,由于面积不大,常以干旱无雨而作物需水最为紧迫时的一次用水量,作为灌溉设计流量的计算依据。我国南方水稻种植区以泡田期用水定额、北方旱作区以播前灌水定额为计算依据。其中泡田期用水定额与土壤性质、地下水埋藏深度等因素有关。表 1-1 所列数据可供参考。旱作区的播前灌水定额,一般每亩为 $50 \sim 60 \text{ m}^3$,生育期的补水定额通常每亩为 $25 \sim 50 \text{ m}^3$ 。

表 1-1 水稻泡田用水定额

土壤性质	地下水埋藏深度 /m	泡田每亩水定额 /m ³
粘土 粘壤土	-	50 ~ 80
中壤土 砂壤土	< 2 > 2	70 ~ 100 80 ~ 120
轻砂壤土	< 2 > 2	80 ~ 130 100 ~ 160

2. 计算方法

灌溉站的设计流量可用下式计算:

$$Q = \frac{m \cdot A}{t \cdot T \cdot \eta_{\text{渠}}} \quad (1-2)$$

式中 Q ——灌溉设计流量(m^3/h);

m ——每亩田最大一次需水量(m^3);

t ——每天开机时间(h),一般为 $15 \sim 22 \text{ h}$,电动机可长些,但要考虑当地电力供应情况,柴油机要短些;

T ——全灌区耕地轮灌一次的时间(d),通常根据农时、作物生育要求、劳力安排和水利条件等情况确定,可参考表 1-2;

A ——全灌区受益面积(亩);

$\eta_{\text{渠}}$ ——灌区内渠系水有效利用系数,它的大小与渠道工程质量、输水距离、土质以及作物种类等因素有关。可参考表 1-3。

在使用公式(1-2)时,应注意在同一灌区内,当水稻与旱作区的一次最大用水量相差很大时,应分别计算用水量。并在用水时间上进行分析,看其是否能相互错开。如能错开,则取较大值代入计算。如不能错开,则要分别代入计算后相加。

表 1-2 作物不同生长期的轮灌天数

作物种类	生育期	轮灌天数
水稻	泡田水	7~15
	生育期补水	3~7
冬小麦	播前灌水	10~20
	拔节前灌水	10~15
	拔节后灌水	5~10
棉花	播前灌水	10~30
	苗期、花铃期补水	6~10
	吐絮期补水	8~15

表 1-3 渠系水有效利用系数

土壤类别	旱作区			水稻区		
	支渠	斗渠	农渠	支渠	斗渠	农渠
粘壤土	0.7	0.75	0.8	0.8	0.85	0.9
中壤土	0.65	0.7	0.75	0.75	0.8	0.85
砂壤土	0.6	0.65	0.7	0.7	0.75	0.8

[例题 1-2] 某灌区有稻田 850 亩, 棉田 400 亩。自 6 月 15 日开始水稻泡田栽插, 计划在 8 天内完成。在这期间, 正值棉花现蕾也需灌溉。灌区内的土质为粘壤土, 最大渠道为斗渠。试求该灌区的灌溉设计流量。

[解] 查表 1-1 和 1-3 得: 水稻泡田每亩用水定额取 70 m^3 ; 棉花现蕾期灌水每亩定额取 30 m^3 ; 渠系水有效利用系数取 0.85。又查表 1-2 得: 棉花现蕾期轮灌时间也采用 8 天。

8 天中, 稻田一次最大用水量发生在第 8 天。在那天, 泵站不但要供应 $850 \div 8 = 106$ 亩稻田的泡田水和 $400 \div 8 = 50$ 亩棉花田灌溉水, 还要供应 $850 - 106 = 744$ 亩稻田的秧苗补给水。假定栽插完的田块每日耗水深为 10 mm , 则每亩稻田每天的补水量为 $666.7 \times 0.01 = 6.67 \text{ m}^3$ 。每天计划开机按 18 h 计算, 则灌溉设计流量如下:

泡田水和棉花灌溉水所需流量 Q_1 为:

$$Q_1 = \frac{m \cdot A}{t \cdot T \cdot \eta_{\text{渠}}} = \frac{850 \times 70 + 400 \times 30}{18 \times 8 \times 0.85} = 584.15 \text{ m}^3/\text{h}$$

第 8 天稻田秧苗补给水所需流量 Q_2 为:

$$Q_2 = \frac{m \cdot A}{t \cdot T \cdot \eta_{\text{渠}}} = \frac{6.67 \times 744}{18 \times 1 \times 0.85} = 324.35 \text{ m}^3/\text{h}$$

泵站设计流量 Q 为:

$$Q = Q_1 + Q_2 = 584.15 + 324.35 = 908.5 \text{ m}^3/\text{h}$$

答: 该灌区的灌溉设计流量为 $908.5 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

三、排涝站的规划

排涝站的规划内容与灌溉站相同, 但要求上有很大区别, 现分述如下:

(一) 排涝区划分原则

根据农业生产和节约能源的要求,排涝区的划分必须遵循“三分开、一控制”的原则。所谓三分开,就是高低水分开、内外水分开和主客水分开。所谓一控制,就是要严格控制排涝区内的地下水位,确保农作物不受渍害。

据此原则,排涝区内的耕地一般可划为三种类型,即畅排区(地面积水可顺畅的自流排走)、半畅排区(地面积水有时可自流排走,有时则不能,需要抽排)和非畅排区(地面积水全靠抽排)。在具体应用上述原则时,还应注意减少挖废耕地的原则。

(二) 排涝区的划分

上述原则在不同地区应用时,会出现多种排涝区划分形式。

1. 沿江滨湖地区

这类地区地势平坦,地形也不复杂。一般在面积较小时,采用一区排水形式;当面积较大时,可用分区排水形式。在分区中视地势高低可划成畅排、半畅排和非畅排等形式。

2. 半山半圩地区

这种地区的特点是圩前临江或临湖,圩后为山丘高地。汛期外水高于田面,客水流向下游,内水淹没农田。划分时一般可沿外江水位线在圩内等高截流分区,使山、圩分排,实现高低分开的原则,以节省排涝动力。

3. 滨海潮感地区

该地区地处沿海,受潮汐影响很大。有时还有卤水倒灌。划分时常以高低潮位为两个分界线,把整个排涝区域划为畅排、半畅排和非畅排三种形式。高潮位以上的面积划为畅排区,低潮位以下的面积划为非畅排区,高低潮位之间的面积划为半畅排区。

(三) 排水方式

习惯上排水采用下列两种方式:

1. 一级排水

涝水先由排涝站抽入内湖,然后自流排入外河,或者圩内涝水自流排入内湖,再由站抽排内湖水入外河,如图 1-3 所示。它适用于面积较小或地势平坦而面积较大的圩区。

2. 二级排水

圩内涝水先由内排站(二级站)抽排入内湖,然后由外排站(一级站)从内湖排入外河,或者待外河水位降落后靠自流排出,如图 1-4 所示。它用于地形复杂、面积较大的圩区。这种排水方式可以做到高水高排,低水低排,降低排涝扬程,节省排涝动力。

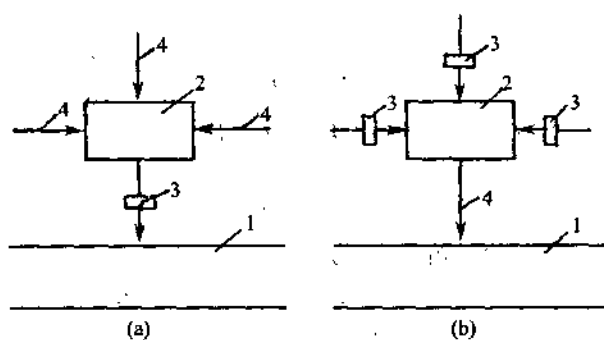


图 1-3 一级排水方式示意图

(a) 抽湖水入河式; (b) 抽水入湖式

1—外河; 2—内湖; 3—排涝站; 4—自流涵洞

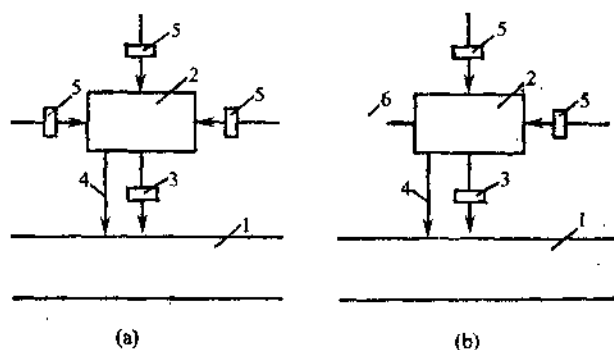


图 1-4 二级排水方式示意图

(a) 无自流内排; (b) 有自流内排

1—外河; 2—内湖; 3—一级泵站; 4—自流外排; 5—二级泵站; 6—自流内排

(四) 站址选择

排涝站位置的确定,除了与灌溉站有相同要求外,还应考虑下列几点:

(1) 排涝站应设在排涝区内地势较低的地段,最好在排涝干河靠近外河处的出口段,以利迅速汇集区内涝水,及时排出。对于灌排结合站,应同时考虑引水口及灌溉渠首等建筑物在高程上的布置要求。

(2) 在地质、地形条件相似的情况下,排涝站应尽量放在外河水位的较低处(即河流的下游段),以降低抽水扬程。

(3) 站址处应有较好的地基。沿江滨湖圩区的地质条件一般较差,应特别注意避开流沙和淤泥层。

(五) 排涝站枢纽的总体布置

排涝站枢纽常有如下两种布置形式:

1. 一般排涝站总体布置

低洼圩区非畅排区的排涝站枢纽,其总体布置通常在排涝干河末端设置机房,出水池与外河由排水明渠联接,如图 1-5(a)所示。如用流动船机分散在圩内各点抽排,则排涝河道应挖至外河圩堤脚下,这样排涝时船机出水管搁在河岸上即可,如图 1-5(b)所示。

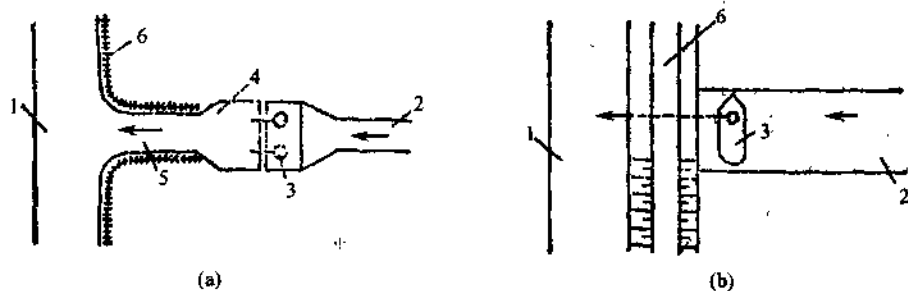


图 1-5 一般排涝站总体布置示意图

1—外河; 2—排涝河; 3—机房或机船; 4—出水池; 5—泄水渠; 6—圩堤

2. 排灌结合站总体布置

排灌结合站根据具体情况有不同的布置形式。如圩内水质良好可用于灌溉时,通常结合预降圩内水位进行布置。只要在出水池上增建分水闸控制排灌即可,如图 1-6 所示。如圩内水质不好,必须引外河水灌溉时,可结合自流引排涵洞进行布置,如图 1-7 所示。

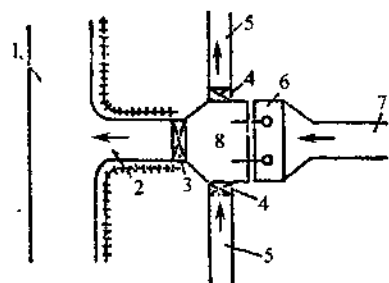


图 1-6 排灌结合站总体布置示意图(一)

1—外河;2—泄水渠;3—泄水闸;4—灌溉闸;5—灌溉渠道;6—机房;7—排涝河;8—出水池

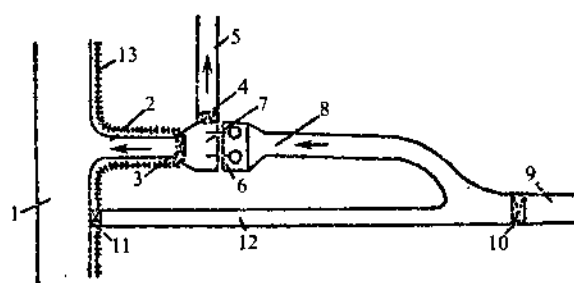


图 1-7 排灌结合站总体布置示意图(二)

1—外河;2—泄水渠;3—泄水闸;4—灌溉闸;5—灌溉渠道;6—机房;7—出水池;8—引渠;9—排涝河;10—节制闸;11—引排涵洞;12—引排渠道;13—圩堤

(六) 排涝站设计扬程

它与灌溉站设计扬程一样也是设计净扬程加管路损失扬程而得。设计净扬程从分析进出水池水位得到。

1. 排涝站出水池水位

排涝站的出水池水位,就是外河水位加上包括穿堤涵闸在内的泄水建筑物的水头损失值。至于外河水位的具體数据,常用汛期历年水位的平均值作为外河的设计水位。而特殊大水年份的最高水位值,可定为外河的最高水位。

2. 排涝站进水池水位

排涝站的进水池水位,是指排涝干河末段水位减去一系列引水建筑物的水头损失值后的净值。而排涝干河末段的水位根据不同的排涝要求,可分如下几种:

(1) 脱险水位。在大暴雨袭击时,排涝站进行突击抢排,使农作物免遭灾害损失的控制水位称脱险水位。一般以排涝区内作物处于临界水深时的水位作为控制高程。

(2) 圩内控制水位(即设计水位)。它是根据圩内具有代表性的一般低田的地面高程,逐级推算到排涝干河末段的水位。它与灌溉渠首水位的推求方法类同。根据农业生产的需求,一般圩内控制水位在田面以下 0.8~1.0 m 之间。

(3) 预降水位。在有条件的水网圩区,可根据汛期圩内排涝情况和当地天气预报,在暴雨前提前抽排,使排涝河水位预降到一定高程,腾出河网库容,以增加蓄涝能力。一般的预降水位幅度为 1.0 m 以上。

(4) 排渍水位。根据旱作物降低地下水位的要求所确定的圩区控制水位,称排渍水位。我国南方省、区的低洼圩区,在汛期多数种植水稻,在三麦排渍时,汛期已过,实际上已是排涝河的最低水位。三麦生长期的地下水位,一般控制在地面以下 1.2~1.5 m 之间比较适宜。

3. 排涝站设计扬程的确定

具体确定方法与灌溉站相同,在此不再重复。

排灌结合站设计扬程的确定,可先分别计算灌溉扬程和排涝扬程,然后分析比较,取其较大的数值作为设计值。当两个值相差悬殊,选一种泵型不能满足要求时,应分别按排与灌选泵。

(七) 排涝站的设计流量

1. 排涝站设计流量的计算依据

排涝流量的大小与汛期的暴雨量、排涝区内沟河调蓄库容、作物布局、土壤类别以及生产管理等多种因素有关。为了建设高产稳产旱涝保收农田,根据各地水利建设现状,目前多数地区采用三年一遇至十年一遇的排涝标准。如江苏省为了保证水稻不受涝灾损失,从最不利情况出发,选择水稻耐淹能力最差而又最易出现涝情的移栽返青期,作为计算排涝站设计流量的依据。该省近期的标准为日降雨量 200~250 mm,二天排干。

2. 排涝站设计流量的计算方法

在采用一级排水方式的圩区,一般只有分散的湖泊、河港,一遇暴雨,圩内全部面积上的产水总量,除去田间滞蓄和河港湖泊调蓄外,均需排涝站在规定时间内抢排出去,其流量的计算可按下式进行:

$$Q = \frac{0.667[A_{\text{稻}}(P - h_{\text{蓄}}) + A_{\text{旱}} \cdot C \cdot P - A_{\text{网}}(h_{\text{降}} - P)]}{3600 \cdot T \cdot t} \quad (1-3)$$

式中 Q ——排涝站设计流量(m^3/s);

$A_{\text{稻}}$ ——整个排涝区内的水稻面积(亩);

$A_{\text{旱}}$ ——排涝区内道路、村庄和旱地面积之和(亩);

$A_{\text{网}}$ ——排涝区内的河网总面积(亩);

P ——一定频率下的日暴雨量(mm),可按设计标准确定;

C ——旱地暴雨径流系数,它随地区面异,各地区水文站均有资料提供,也可参照表 1-4 所列的数值选用;

$h_{\text{蓄}}$ ——排涝区内稻田临时蓄水深(mm),即水稻耐淹水深减去已灌水深,其值可参考表 1-5 所列;

$h_{\text{降}}$ ——排涝区内河网(包括湖、塘等)在暴雨前的预降水深(mm),常为 500~1 000 mm;

T ——抢排天数(d),可按设计标准确定。一般为一日暴雨二天排干;三日暴雨五天排干;

t ——抢排时每天开机时间(h),通常比灌溉站多,一般取 20~22 h。

表 1-4 不同地区径流系数 C 值表

地 形	C 值
平坦耕地及平原地区	0.45~0.6
高低起伏地带	0.5~0.7
具有较大坡度地带	0.8~0.9
注 资料来自江苏省	