

国家示范院校重点建设专业

水利水电建筑工程专业课程改革系列教材

泵站设计与施工

◎ 主 编 唐祥胜

◎ 副主编 吴长春 刘军号

朱建华 丁 岚

◎ 主 审 韩士标



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

国家示范院校重点建设专业

水利水电建筑工程专业课程改革系列教材

泵站设计与施工

◎ 主 编 唐祥胜
◎ 副主编 吴长春 刘军号
朱建华 丁 岚
◎ 主 审 韩士标



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本教材是借鉴德国先进职业教育理念,以工作过程为导向,为安徽水利水电职业技术学院国家示范院校重点建设专业——水利水电建筑工程专业课程改革而专门设置的一个新的学习领域,以一个泵站工程为载体,分别进行叶片泵的基本知识、泵站工程规划、叶片泵的选型配套、泵站进出水建筑物和泵房设计、泵房施工等5个项目的学习,以实现学生对一个泵站工程的真实设计环境和施工的认知,提高学生的实际动手能力。

本教材可作为水利类各相关专业设计与施工的辅助用书,也可作为建筑类设计与施工人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

泵站设计与施工 / 唐祥胜主编. — 北京: 中国水利水电出版社, 2010.3

(国家示范院校重点建设专业、水利水电建筑工程专业课程改革系列教材)

ISBN 978-7-5084-7309-3

I. ①泵… II. ①唐… III. ①泵站—设计—高等学校: 技术学校—教材②泵站—水利工程—工程施工—高等学校: 技术学校—教材 IV. ①TV675

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第039581号

书 名	国家示范院校重点建设专业 水利水电建筑工程专业课程改革系列教材 泵站设计与施工
作 者	主 编 唐祥胜 副主编 吴春 魏军号 朱建华 丁 岚 主 审 戴士标
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	184mm×260mm 16开本 8.5印张 207千字
版 次	2010年3月第1版 2010年3月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	18.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前言

本教材是国家示范院校重点建设专业——水利水电建筑工程专业课程改革成果之一。人才培养模式的改革是专业改革的重中之重，本专业的改革实施方案是借鉴德国的先进职业教育模式，结合安徽省基本情况，构建的以工作过程为导向的人才培养方案。根据改革实施方案和课程改革基本思想，通过分析泵站工程设计与施工过程，结合岗位和职业标准，按照泵站设计与施工的一个完整工作过程，把设计与施工过程中所需的知识、能力和素质，形成泵站设计与施工的学习领域，对原学科体系进行解构，主要涉及原学科体系中的《农田水利学》、《工程水文学》、《水利工程施工》、《建筑材料》等课程的相关知识，该课程共3周（90学时）。

本教材注重真实工作场景与过程，体现水利行业人才需求的特点，借鉴德国的“双元制”职业培训教材的编写经验，重点突出基本技能，力求做到“综合性、实际性、可操作性”。在内容编排上，以一个泵站工程的主要设计与施工过程为主线，构成了一个完整的学习过程，以完整体现一个泵站工程的设计与施工过程。在编写过程中，突出了“以就业为导向、以岗位为依据、以能力为本位”的思想；体现两个育人主体、两个育人环境的本质特征，明确了真实设计与施工场景下学习的目标、任务等，依托真实的学习项目，注重学生的职业能力的训练和个性培养，坚持学生知识、能力、素质协调发展，力求实现学生由“会干”向“能干”的转变、教学过程“以教师为主”向“以学生为主”的转变、理论和实践分开教学向二者融于工作过程教学的转变。

本教材由安徽水利水电职业技术学院唐祥胜主编并统稿，由安徽水利水电勘测设计院韩士标高工主审。全书共由5个学习项目、12个学习任务构成，由以下人员编写完成：学习项目1由安徽水利股份公司丁岚编写，学习项目2由安徽水利水电职业技术学院刘军号编写，学习项目3由安徽水利水电职业技术学院吴长春编写，学习项目4由安徽水利水电职业技术学院唐祥胜编写，学习项目5由合肥北城建设投资（集团）有限公司朱建华编写。

本教材在编写过程中，专业建设团队老师提出了许多宝贵意见，安徽水利水电职业技术学院及水利系领导也给予了大力支持，同时还得到了安徽水利水电勘测设计院和安徽水利股份公司的积极参与和大力帮助，在此表示最诚挚的感谢。

本教材引用了大量的规范、专业文献和资料，恕未在本书中一一标明，在此对有关作者表示诚挚的谢意。

本教材内容体系在国内首次尝试，由于作者水平有限，不妥之处在所难免，恳请广大师生和读者对书中存在的缺点和不足，提出批评和建议，编者不胜感激。

编者

2010年3月

前言

学习项目 1 叶片泵的基本知识	1
学习任务 1.1 泵站工程概述与背景资料	1
1.1.1 泵站工程概述	1
1.1.2 案例资料	5
学习任务 1.2 水泵的性能	15
1.2.1 农用水泵的分类	15
1.2.2 叶片泵型号	16
1.2.3 叶片泵的性能参数	16
1.2.4 水泵的性能曲线	19
学习项目 2 泵站工程规划	26
学习任务 2.1 泵站工程规划	26
2.1.1 泵站等级划分	26
2.1.2 规划任务和原则	27
2.1.3 灌溉泵站工程规划	28
2.1.4 排水泵站工程规划	31
学习任务 2.2 泵站设计参数的确定	36
2.2.1 灌溉泵站设计参数确定	36
2.2.2 排水泵站设计参数的确定	39
学习项目 2 相关设计规范内容	44
学习项目 3 叶片泵的选型配套	50
学习任务 3.1 机组的选型与配套	50
3.1.1 排灌泵站水泵的选型	50
3.1.2 动力机的选型	55
3.1.3 传动装置	56
学习任务 3.2 进出水管路设计	59
3.2.1 抽水装置	59
3.2.2 进水管路	60
3.2.3 出水管路	61
3.2.4 管路附件	63

学习任务 3.3 水泵工况点的确定	66
3.3.1 管路系统特性曲线	67
3.3.2 水泵工况点的确定	68
学习项目 3 相关设计规范内容	70
学习项目 4 泵站进出水建筑物和泵房设计	76
学习任务 4.1 泵站引、进水建筑物	76
4.1.1 泵站引水建筑物	76
4.1.2 前池	78
4.1.3 进水池	81
学习任务 4.2 泵房结构类型的选择及设计	86
4.2.1 泵房结构型式及特点	86
4.2.2 泵房布置及尺寸确定	89
学习任务 4.3 泵站出水建筑物	95
4.3.1 出水池	95
4.3.2 压力水箱	97
4.3.3 泵房稳定分析	99
学习项目 4 相关设计规范内容	102
学习项目 5 泵房施工	110
学习任务 5.1 泵房施工流程	110
5.1.1 设备基础施工	110
5.1.2 泵房施工	112
5.1.3 水泵安装施工	119
学习任务 5.2 泵房施工质量控制	122
5.2.1 泵房钢筋混凝土施工	122
5.2.2 泵房底板施工	124
5.2.3 泵房楼层结构施工	125
5.2.4 埋件和二期混凝土施工	126
5.2.5 特殊气候条件下的施工	126
5.2.3 技能训练	128
参考文献	129

学习项目 1 叶片泵的基本知识

学习任务 1.1 泵站工程概述与背景资料

本任务的主要目的是使学生了解我国排灌泵站现状、发展历程、泵站建设的任务。本课程的任务和要求。

1.1.1 泵站工程概述

水泵站是机电排灌中的一部分。水泵站的任务是利用动力机带动水泵或提水机具进行提水、通过沟渠对农田进行灌溉和排除涝水，或通过管道为工业和城乡生活提供水。

泵站有多种分类方法，按照其工程用途，可分为农业服务的灌溉泵站、排水泵站、排灌结合泵站和市政工程的给排水泵站等；按照其扬程高低可分为高扬程泵站、中扬程泵站和低扬程泵站；按照其规模大小可分为大型泵站、中型泵站和小型泵站；按照操作条件及方式，可分为人工手动控制泵站、半自动化泵站、全自动化泵站和遥控泵站等；按照水泵机组设置的位置与地面的相对标高关系，可分为地面式泵站、地下式泵站和半地下式泵站。

小型低扬程泵站主要分布在平原河网圩垸等多水源地区，如长江三角洲、珠江三角洲等河网地区。由于这类地区地势平坦，土地肥沃，水源密布，水源水位变幅很小，故以低扬程、小流量为特点的小型泵站星罗棋布，形成大面积泵站群，这类泵站为投资小，效益高，而且在非灌溉季节还可以以动力设备进行农副产品加工和解决农村照明用电等。中型排灌泵站主要分布在丘陵地区和圩垸地区，有些泵站起单纯排水或单纯灌溉的作用，有些泵站则兼顾灌溉和排水的双重功能，它们大多属于中等规模的泵站，类型比较多。大型排灌泵站主要分布在湖北、安徽、江苏、湖南等省的沿江滨湖低洼地区，其特点是流量大，扬程低，自动化程度高。高扬程泵站主要分布在陕西、甘肃、山西、宁夏等省的高原地区，其主要特点是扬程高，梯级多，工程巨大。

1.1.1.1 我国排灌泵站现状

截至 2004 年底，全国已拥有大、中、小型固定灌排泵站 50 余万座，配套机井 418 万眼，各种农用水泵 593 万台，机电灌排动力保有量近 8000 万 kW，占全国农用总动力的 1/4 强。在 50 万座泵站中，登记在册并实行正规管理的有 33.5 万座，装机容量 2373.5 万 kW、机井装机 2370.6 万 kW。此外还有水轮泵站 2.15 万处、水轮泵 3.5 万台、喷灌机组 30 万台。全国泵站灌排总效益面积达 5.3 亿亩。其中，灌溉面积 4.68 亿亩，排涝面积 0.62 亿亩。全国大型泵站共 383 处，装机总功率达 449 万 kW。其中，承担防洪排涝的泵站有 269 处，装机总功率 222 万 kW。

几十年来，国家投入巨资沿各大流域及其他主要河流、湖泊，修建了堤防、涵闸和泵站；在山区和丘陵地区兴建水库，拦洪、发电和灌溉工程；在无自流条件的易涝和干旱地区，兴建泵站除涝抗旱。随着机电灌排事业的发展，特别是大型泵站的建设，在太湖、洞庭湖、东北平原、江汉平原、珠江三角洲等地区，形成了大面积旱涝保收、稳产高产的农

业生产基地,多数地区已成为我国重要的商品粮棉基地。在西北等干旱缺水地区还建成了一批高扬程提灌工程,从根本上改变了荒滩旱塬地区的干旱、低产、贫困面貌,促进了当地经济发展和人民生活水平的提高。在我国大型泵站比较集中的省份,已初步形成了以大型泵站为骨干,重点中型泵站为主体,小型泵站为补充的灌溉、排涝工程体系。

1.1.1.2 发展历程

灌排泵站的发展大致经历了五个阶段:

(1) 新中国建立初的三年国民经济恢复(1953~1957年)和国家第一个五年计划时期。机电灌排工作的重点是推广改良人力、畜力水车,东部经济基础较好的部分地区建成了一批中小型泵站,如图 1.1.1 和图 1.1.2 所示分别为新中国成立初期泵站内景和新建排涝站外景。这些工程多带有试点性质,其工程的设计所采用的设备和技术主要学习借鉴苏联经验。配套动力多使用煤气机、柴油机或锅驼机,电动机作动力的只占动力总数的 $1/5 \sim 1/6$ 。1957 年底机电灌排动力保有量达到 40 万 kW。这一时期机电灌排的发展从一个侧面反映出当时水利建设的重点放在江河整治,防止洪涝灾害上。

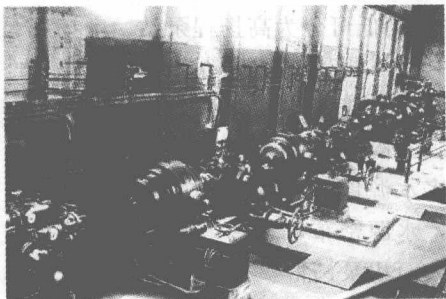


图 1.1.1 新中国成立初期泵站内景

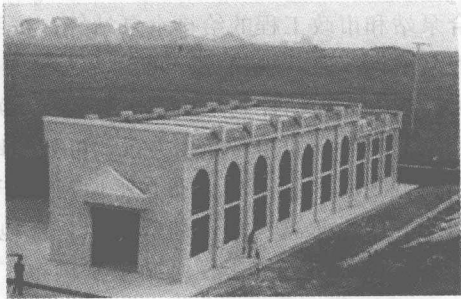


图 1.1.2 新建排涝站外景

(2) 国家第二个五年计划(1958~1962年)和随之而来的三年国民经济调整时期。人民公社化、农村集体经济的迅速发展和农机工业的兴起,为灌排泵站的发展提供了有利条件。仅 1958 年一年,不少省的机电灌排动力保有量翻了一番多。在全国广大农村普遍兴建了一大批中、小型机电灌排泵站,并在长江中下游、山西、陕西等省陆续兴建了一些大型泵站,为提高中国机电灌排泵站建设和管理水平,积累了宝贵经验。同时,在福建、湖南、四川等水力资源丰富的地区推广了水轮泵。到 1965 年,灌排泵站动力设备保有量约达 200 多万 kW,电动机占总动力保有量的一半左右。随着中国电力、石油工业的发展,农田灌排动力逐步转向柴油机、电动机并举,并淘汰了煤气机、锅驼机。但有些工程仓促上马,缺乏正规设计,给以后的管理带来很多麻烦。

(3) 十年“文化大革命”时期(1966~1976年)。灌排泵站的建设与管理受到了巨大冲击和破坏。尽管这一时期泵站建设速度快,规模大,到 1978 年,全国灌排泵站达 41 万处,动力 1500kW,其中电力灌排泵站近 80%。但相当一部分工程设计标准低,安装使用了许多性能质量不合格的机电设备,水工结构施工质量差,大量的工程属“半拉子”工程,可谓“先天不足”。在管理上,原有规章制度废弃,轻视技术管理,“后天失调”更加剧了工程的损坏。

(4) 党的十一届三中全会以后至 1990 年。党的十一届三中全会拨乱反正,改革开放,



将工作重点转移到经济建设为中心的轨道上来,泵站建设与管理迎来了新的发展时期,由以外延为主,转向内涵为主。除了新建少数重点大中型泵站工程外,重点进行工程管理和技术改造工作。到 1990 年底,全国共有灌排泵站 46 万座,装机容量 2000 万 kW。

(5) 1990 年至今,机电灌排工作重点是实现农村机电灌排的改革。同时,面对 20 世纪六七十年代建设的大量泵站严重老化状况,各级政府加大力度,结合我国大型灌区改造,对部分泵站工程进行了更新改造工作。这一阶段,我国经历了 1991 年和 1998 年的特大洪涝灾害和严重的干旱,各地加快了大中型泵站特别是排涝泵站的建设,如图 1.1.3 所示为全国大型泵站数量与功率现状图,图 1.1.4 为大型泵站内景。到 2004 年底,全国机电灌排动力保有量已近 8000 万 kW。泵站的建设更加注重工程质量和自动化监控,如图 1.1.5 所示,朝着现代化建设与管理的方向前进。

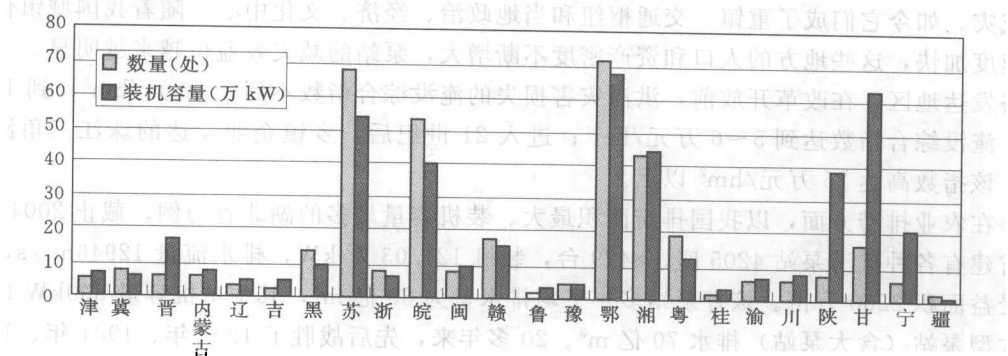


图 1.1.3 全国大型泵站数量与功率现状图

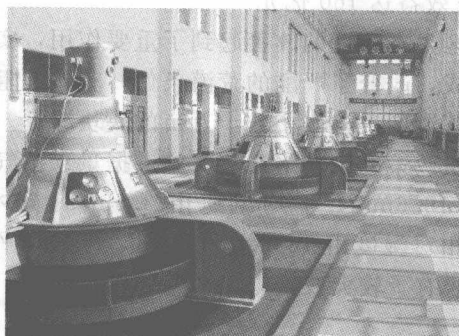


图 1.1.4 大型泵站内景

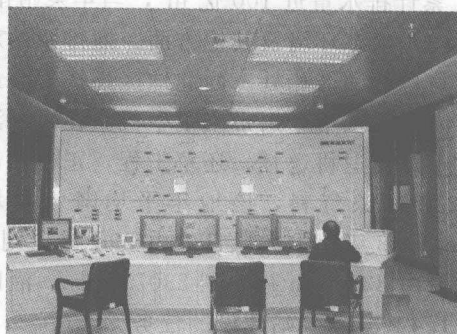


图 1.1.5 泵站控制室

1.1.1.3 地位与作用

“堤防保命、泵站保收”。水利是国民经济的重要基础设施,泵站是水利工程的重要组成部分,是保护和发展粮食生产的关键,特别是大型泵站承担着区域性的除涝、灌溉、调水和供水的重任。

(1) 在灌溉方面。提灌泵站的灌溉效益主要表现在农业干旱的减灾方面,最具代表性的是我国西北一些干旱和半干旱地区。特别是西部多数地区自然条件差、缺水严重,在地势高的旱塬地带分布着大面积的平坦土地,土壤肥沃,光照充足,适于灌溉和耕作。但这



些地区水源严重缺乏,地下水埋藏较深,年降水量在 200~400mm,年蒸发量高达 3000mm 左右,长期以来生态环境破坏和土地沙漠化严重。这些地区虽距黄河较近,但水低地高,人畜生存和农业生产常年受到严重的缺水威胁。自 20 世纪 60 年代,在甘肃、山西、陕西、宁夏等省(区)陆续兴建了一批高扬程提灌工程,开发利用两岸的水土资源,发展工农业生产。这些地区的农业生产获得了迅猛的发展,粮食产量成倍增长,农民收入大幅度地提高,大量灾民从干旱缺水的地区向灌区移民,实现了“一年搬迁、两年定居、三年温饱、四年致富”的梦想。

(2) 在排涝方面。泵站工程的排涝效益以平原湖区最为显著。如湖北的江汉平原、广东的珠江三角洲、东北的三江平原、浙江的杭嘉湖地区以及洞庭湖、鄱阳湖、太湖、巢湖的周边地区,过去由于洪涝灾害,这些地区许多地方人烟稀少,杂草丛生,交通阻隔,钉螺成灾。如今它们成了重镇、交通枢纽和当地政治、经济、文化中心。随着我国城镇化发展速度加快,这些地方的人口和资产密度不断增大,泵站的减灾效益也越来越明显。一些经济发达地区,在改革开放前,洪涝灾害损失的淹没综合指数不到 1500 元/hm²;到 1990 年,淹没综合指数达到 5~6 万元/hm²;进入 21 世纪后,乡镇企业发达的珠江三角洲地区,该指数高达 25 万元/hm² 以上。

在农业排涝方面,以我国排涝面积最大、装机容量最多的湖北省为例。截止 2004 年,该省建有各种排涝泵站 4205 座、8429 台,装机 121.03 万 kW,排水流量 12946m³/s,排涝受益面积 2260 万亩。该省泵站多年平均排水量为 80 亿 m³,其中单机容量 800kW 以上的大型泵站(含大泵站)排水 70 亿 m³。20 多年来,先后战胜了 1980 年、1981 年、1983 年、1991 年、1996 年、1998 年、1999 年的特大洪涝灾害。其中在 1991 年历史罕见的特大洪水排涝中,单机容量 800kW 以上的大中型泵站发挥了骨干作用,日排水量为 4.2 亿 m³,累计排水量近 100 亿 m³,当年泵站排涝减灾效益达 160 亿元。

(3) 生态环境及其他方面。灌排泵站对受益区生态环境的改善起到了重要作用,实现了人与自然和谐相处。西北地区高扬程泵站的建成,改变了严酷的荒漠条件,有效地阻止了沙漠南移,给旱川带来了生机。在风沙滚滚的荒漠区,镶嵌了数十万亩的块块绿洲。还有数十万亩退耕还林、还草工程,正在西部大开发政策的带动下逐年实施。据景泰县气象局 42 年气象资料,该地年平均降水量增加了 16.6mm,平均风速由 3.5m/s 减少到 2.4m/s,8 级以上大风日数由 29d 减少到 14d,相对湿度由 46%增加到 48%,多年平均蒸发量由 3390mm 减少到 2307.8mm,灌区小气候有了较大改善。

1.1.1.4 全国泵站建设的任务

全国泵站主要任务有以下几点:

(1) 泵站水工建筑物技术改造。包括:泵房主体工程,进出水建筑物,流道,上、下游翼墙及直接为泵站服务的辅助水工建筑物,如进水闸、排涝闸、浮动取水站等的加固、维修、拆除或重建。

(2) 泵站机电设备技术改造。包括:主电机、主水泵的大修或更新,泵站管理的变电设备、主要控制电气设备、油气水辅助设备的大修或更新等。

(3) 泵站工程辅助设施和金属结构的技术改造。包括:泵站拦污、清污设施,断流设施、检修设施、起重设施等项目的大修或更新;高扬程泵站的长距离压力输水管道的大修或更新等。



(4) 泵站工程自动化监控设施的建设和技术改造。泵站自动化要因地制宜,不要求全面铺开,根据当地的经济条件、管理能力、技术力量等逐步实施。在建设和改造中,要利用先进的计算机技术、自动控制技术、通信技术、信号处理技术、故障诊断技术和现代管理技术,实现对泵站的主要设备的动态监视、测量、自动控制和微机保护,实现调度通信和视频监控自动化。逐步实现计算机联网调度及管理。

(5) 泵站信息化和信息管理系统建设。泵站的信息化建设应本着全面规划分步推进的原则。全面规划泵站信息系统的建设方向、建设标准和建设任务,分年、分步推进。在信息化实施过程中,应以需求为导向,以实用为目标的原则。近期以建立信息采集传输,实时监测,实时预报,提供信息服务为主,再向建设实时调度和发布管理指令和决策策略过渡。

(6) 泵站现代管理技术推广。大型泵站工程管理体制顺畅、运行机制灵活有效,是发挥泵站工程效益的关键环节。要建立健全各级管理机制,明确各级管理机构任务和职责。加快泵站管理体制和运行机制改革,积极推行管养分离和状态检修,少人值守等先进的管理模式,研究建立泵站的管理良性运行机制,完善泵站水费征收和管理制度。转换经营机制,不断提高人员素质,进一步强化泵站管理,管好用好泵站工程,使其发挥更大的效益。

1.1.1.5 本课程的任务和要求

本课程是高职示范水利水电工程专业的一门专业课。它的基本任务是传授水泵站的基本知识、基本设计,配合实践性教学环节,使学生获得一定的生产实际知识和技能,并具有规划、设计和施工中小型泵站的初步能力。具体要求是:熟悉叶片泵的性能;掌握水泵运行工况点确定的方法,能正确确定水泵的安装高程;了解泵站工程规划原则,能合理地选定站址和确定泵站建筑物的总体布置;能合理确定灌排站的设计流量和扬程,合理选配水泵机组及附属设备;能合理地确定中小型泵房结构型式,并能进行泵房布置,以及泵房的设计;能合理地确定进出水建筑物的形式和尺寸,并能进行必要的计算;熟悉中小型泵站的施工方面的基本知识。

1.1.2 案例资料

1.1.2.1 基本情况

BH 是全国最大的劳改农场,行政隶属于安徽省公安厅,位于庐江、无为,巢县三县交界处,地处巢湖与长江之间,原属西河水系,该区域的洪水东南经黄姑河与西河相连,最后流进长江,1953 年兆河开通后,将 BH 改属巢湖水系。

BH 由淤积而成,其地形呈碟状,地势四周高,中间低,地面高程在 7.1~8.2m (吴淞口高程系、下同) 之间,1953 年围垦后,将区域内的原有弯曲的老河废除,沿区域中间新开挖了新河,将 BH 一分为二,形成东西两个大片,并沿四周开挖了环圩河,形成一个四周环水的封闭区域,该区域总面积为 161.6km²,耕地总面积约 14.5 万亩,耕地率为 70%,水田率为 95% 以上,沟塘率为 8%,该片水源充足,主要种植作物为水稻。

BH 圩系黄陂湖下游水网水区,圩内地势低洼,地形平坦,黄陂湖下游洪水经兆河水网涵蓄后,洪水主要受 7~15d 的洪量控制,再加上有时受巢湖洪水的顶托,洪水具有量大峰平,持续时间长的特点,外河水位高于圩内地面高程,全年水无自流外排机会,易形成内涝。为解决该片内涝问题,1961 年开始至今,先后沿环圩河建设 15 座排涝站,其中西片的四、六、八大队站 3 座排涝站 20 世纪 80 年代先后报废。现有排灌站 12 座,总装机容量 11335kW,总排涝流量 113.5m³/s,其中东片泵站 6 座,装机容量 4870kW,流量



49.7m³/s, 西片泵站 6 座, 装机容量 6465kW 流量 63.8m³/s。

BH 圩现有 12 座泵站中有 11 座为 20 世纪六七十年代兴建, 2000 年后有 2 座设备进行更新, 其他站维持原状, 由于运行时间长, 设备陈旧老化, 泵站效率低下, 抵御自然灾害能力减弱, 严重制约着当地国民经济的可持续发展和全面建设小康的进程, 根据水利部水规计 [2005] 483 号批复了该报告, BH 农场的二大队站、一号站、二号站、四号站, 计四座排涝泵站被列入更新改造泵站项目中。

1.1.2.2 水文

BH 界于巢湖水系与西河水系之间, 两个水系的连接河 (兆河) 从湖心穿过, 将 BH 一分为二, 因此 BH 排涝承泄区的兆河属双向流。根据 BH 附近水文站点布置, 在 BH 东北侧设有兆河闸水文站, 在兆水与西河交汇处设有缺口水位站, 兆河闸是兆河上的主要控制站。由 1955~2005 年共 51 年实测水位、流量资料, 兆河闸水文站历年实测最大洪峰流量为 438m³/s (1999 年 6 月 28 日), 相应闸上最高洪水水位为 11.98m。闸上最高洪水水位为 12.18m (1991 年 7 月 8 日); 缺口站从 1958 年开始水位观测, 1963~1971 年中间有 9 年没有观测, 目前有 39 年的观测资料, 历史最高洪水水位为 12.49m (2003 年 7 月 11 日)。在 BH 西北约 15km 处设有巢湖县气象站, 从 1953 年开始观测, 目前有 1953~2005 年气象观测资料。

BH 圩内无气象站, 只有部分雨量资料记录, 根据 LJ 县气象站的 1952~2004 年实测降雨资料分析, 历年最大 1d 与 3d 暴雨多年平均值分别为 108mm、156.3mm, 历年最大 1d、3d 分为 449.9mm、660.5mm, 均发生在 1969 年。LJ 县气象站降雨实测资料见表 1.1.1。

表 1.1.1 LJ 县气象站最大 1d 与最大 3d 暴雨统计表

年 份	年降雨 (mm)	最大 1d (mm)	最大 3d (mm)	年 份	年降雨 (mm)	最大 1d (mm)	最大 3d (mm)
1952	1283.3	74.2	98.1	1968	846.3	82.4	121.4
1953	1229.0	207.9	303.7	1969	1771.8	449.9	660.5
1954	2024.9	156.4	195.4	1970	1287.9	107.3	109.3
1955	906.9	59.9	123.9	1971	1396.5	108.7	151.3
1956	1352.5	112.8	145.6	1972	1415.5	83.5	120.7
1957	1216.1	145.1	149.4	1973	1148.0	82.6	119.7
1958	1000.6	94.4	103.8	1974	1402.8	115.6	151.8
1959	1062.5	61.6	79.5	1975	1402.8	104.4	167.8
1960	1120.7	113.5	117.7	1976	687.7	72.3	76.9
1961	825.8	61.1	100.5	1977	1496.9	80.7	123.6
1962	1274.0	71.9	123.4	1978	623.5	34.3	51.0
1963	1183.1	59.3	122.0	1979	1273.8	171.4	243.9
1964	1331.6	101.0	243.4	1980	1309.5	98.5	189.7
1965	953.1	97.2	125.4	1981	1203.1	82.0	91.7
1966	771.4	73.1	74.1	1982	1018.6	67.6	135.1
1967	1540.3	62.7	85.3	1983	1670.2	151.6	205.1



续表

年 份	年降雨 (mm)	最大 1d (mm)	最大 3d (mm)	年 份	年降雨 (mm)	最大 1d (mm)	最大 3d (mm)
1984	1504.0	98.9	188.3	1995	1039.0	206.0	268.0
1985	1240.3	96.9	119.3	1996	1257.0	87.0	132.0
1986	960.6	111.1	135.6	1997	964.0	68.0	94.0
1987	1606.3	98.3	182.0	1998	1296.0	62.0	132.0
1988	1078.9	123.2	151.3	1999	1479.0	180.0	280.0
1989	1140.5	89.0	165.0	2000	1067.1	84.7	—
1990	1389.5	96.0	105.0	2001	840.4	59.3	—
1991	2185.0	204.0	326.0	2002	1275.9	89.6	—
1992	848.0	88.0	132.0	2003	1551.3	124.6	—
1993	1613.0	88.0	98.0	2004	1118.7	147.4	—
1994	866.0	75.0	83.0	平均	1233.0	108.0	156.3

1.1.2.3 排灌期外河水位

BH 圩内主要种植农作物为水稻，该片暴雨多发生在 5~9 月，此时也是长江以及巢湖的汛期，巢湖最高水位一般出现在 6~7 月。由 BH 农作物组成及其适宜水深和耐淹水深分析，BH 水稻的返青期和分蘖初期为 6~7 月，此时水稻耐淹水深小，排涝要求高，因此排涝期选取 5~9 月，主排涝期取 6~7 月。BH 的主要种植作物为水稻，灌溉期根据农作物灌溉要求确定为 5~9 月。

BH 界于巢湖水系与西河水系之间，排水承泄区为兆河，该河为巢湖与西河的连通河，根据附近水位、水文站分布情况，排涝站外河水位根据兆河闸上与缺口水位按直线内插近似推求。

兆河从缺口至巢湖入口，全长约 32.9km，其中缺口水位站与兆河闸相距 24km；BH 位于兆河的中部，距巢湖约 11~25km，距兆河闸约 4~18km，兆河闸从 1955 年开始观测，目前有 51 年的观测资料，因 1955~1958 年兆河正在治理，断面变化较大，本次选用 1958~2005 年共 48 年水位资料分析；缺口站从 1955 年开始水位观测，1963~1971 年中间有 9 年没有观测，目前有 42 年的观测资料，本次选用 1958~2005 年中 39 年水位资料分析；因缺口站与兆河闸同属一个水系，根据相关分析求得缺口站漏测年的水位。

(1) 历年洪水位。缺口站与兆河闸上历年实测最高洪水位见表 1.1.2。

表 1.1.2 兆河闸上与缺口水位站历年最高洪水位统计

序 号	年 份	兆 河 闸 上		缺 口 站		备 注
		水位 (m)	日期 (月. 日)	水位 (m)	日期 (月. 日)	
1	1958	9.35	9.4	10.18	5.2	
2	1959	9.12	7.13	9.32	2.19	
3	1960	8.83	8.9	9.46	5.18	
4	1961	8.69	10.4	9.2	6.9	
5	1962	10.24	9.19	10.32	9.17	
6	1963	9.82	5.16	10.04	7.12	
7	1964	10.54	6.28	10.76	6.17	



续表

序 号	年 份	兆 河 闸 上		缺 口 站		备 注
		水位 (m)	日期 (月, 日)	水位 (m)	日期 (月, 日)	
8	1965	9.55	8.23	9.77	8.13	
9	1966	9.26	4.10	9.48	7.25	
10	1967	8.90	11.29	9.12	9.8	
11	1968	8.91	5.25	9.13	8.23	
12	1969	11.68	7.27	11.90	5.15	
13	1970	10.32	7.20	10.54	6.11	
14	1971	10.42	6.20	10.64	7.3	
15	1972	9.44	9.29	9.76	7.30	
16	1973	10.63	7.23	10.53	7.20	
17	1974	9.98	8.24	9.95	6.21	
18	1975	11.01	7.7	11.04	7.7	
19	1976	9.15	7.16	9.38	5.19	
20	1977	10.59	5.9	10.98	5.9	兆河闸下
21	1978	8.65	2.11	8.5	2.11	
22	1979	10.52	6.26	10.89	6.26	
23	1980	11.54	8.27	11.46	8.27	
24	1981	9.76	10.8	9.86	10.9	
25	1982	10.44	8.24	10.75	7.21	
26	1883	12.03	7.19	12.11	7.4	
27	1984	10.98	6.15	11.7	6.14	
28	1985	9.73	10.26	9.78	10.26	
29	1986	9.88	8.4	10.28	6.24	
30	1987	10.74	8.30	10.87	8.26	
31	1988	9.85	6.30	10.41	6.30	
32	1989	11.45	8.8	11.34	8.8	
33	1990	9.16	9.1	9.38	7.3	
34	1991	12.18	7.8	12.25	7.11	
35	1992	10.06	6.17	9.86	6.18	
36	1993	11.04	9.22	11.17	9.22	
37	1994	9.49	8.29	9.47	8.7	
38	1995	10.79	6.25	11.49	6.25	
39	1996	11.73	7.22	11.75	7.18	
40	1997	9.20	9.3	9.51	9.3	
41	1998	10.84	8.27	11.17	7.4	
42	1999	12.04	6.30	12.49	6.30	
43	2000	9.89	6.3	9.97	8.31	
44	2001	9.17	8.12	9.52	7.16	
45	2002	11.06	5.7	10.92	5.7	
46	2003	11.97	7.11	12.49	7.11	
47	2004	9.84	6.25	10.37	6.25	
48	2005	11.07	9.6	11.19	9.5	
	平均	10.25		10.47		



(2) 最高 3d 平均水位。兆河闸上与缺口站历年最高 3d 平均水位 (5~9 月) 见表 1.1.3。

表 1.1.3 兆河闸上与缺口站历年最高 3d 平均水位 (5~9 月)

序 号	年 份	水 位 (m)		序 号	年 份	水 位 (m)	
		兆河闸上	缺口站			兆河闸上	缺口站
1	1958	9.12	10.12	26	1983	12.00	11.89
2	1959	9.05	9.31	27	1984	10.82	11.46
3	1960	8.80	9.23	28	1985	9.70	9.72
4	1961	8.62	9.11	29	1986	9.87	10.18
5	1962	10.19	10.28	30	1987	10.72	10.77
6	1963	9.79	7.12	31	1988	9.74	10.31
7	1964	10.49	6.18	32	1989	11.34	11.31
8	1965	9.53	8.15	33	1990	9.07	9.30
9	1966	8.96	7.26	34	1991	12.01	12.11
10	1967	8.71	9.9	35	1992	9.99	9.81
11	1968	8.90	8.24	36	1993	11.03	11.09
12	1969	11.68	5.16	37	1994	9.48	9.45
13	1970	10.27	6.12	38	1995	10.69	11.39
14	1971	10.37	7.4	39	1996	11.71	11.71
15	1972	9.36	9.67	40	1997	9.18	9.46
16	1973	10.60	10.50	41	1998	10.84	11.06
17	1974	9.97	9.87	42	1999	11.93	12.33
18	1975	11.00	11.01	43	2000	9.53	9.86
19	1976	9.14	9.28	44	2001	9.10	9.51
20	1977	10.51	10.88	45	2002	10.69	10.79
21	1978	8.25	8.17	46	2003	11.57	12.23
22	1979	10.25	10.71	47	2004	9.73	10.19
23	1980	11.53	11.45	48	2005	11.06	11.14
24	1981	9.68	9.81	均值		10.15	10.44
25	1982	10.43	10.69				

(3) 最低水位。兆河闸上与缺口站历年排涝期最低水位 (5~9 月) 见表 1.1.4。

表 1.1.4 兆河闸上与缺口站历年排涝期最低水位统计 (5~9 月)

序 号	年 份	兆 河 闸 上		缺 口 站		备 注
		水位 (m)	日期 (月. 日)	水位 (m)	日期 (月. 日)	
1	1958	7.31	7.5	8.20	7.2	
2	1959	7.73	5.6	7.99	5.1	
3	1960	7.52	5.3	7.9	6.18	
4	1961	7.47	5.4	7.64	5.30	



学习项目 1 叶片泵的基本知识

续表

序 号	年 份	兆 河 闸 上		缺 口 站		备 注
		水位 (m)	日期 (月, 日)	水位 (m)	日期 (月, 日)	
5	1962	7.73	5.1	7.68	6.1	
6	1963	8.59	7.9	9.9	9.17	
7	1964	8.43	5.8	8.44	8.13	
8	1965	7.20	7.9	7.21	6.8	
9	1966	6.53	6.20	6.54	9.20	
10	1967	7.37	9.8	7.38	7.18	
11	1968	6.86	6.16	6.87	6.8	
12	1969	7.59	6.30	7.60	8.14	
13	1970	8.01	5.26	8.02	8.29	
14	1971	7.55	5.1	7.56	6.12	
15	1972	7.31	6.20	7.40	6.20	
16	1973	8.56	5.1	8.55	5.1	
17	1974	7.83	5.3	7.64	5	
18	1975	8.27	7.7	8.31	5.7	
19	1976	7.82	5.17	7.81	5.17	
20	1977	9.02	5.1	9.30	5.1	
21	1978	6.82	9.20	部分河干		
22	1979	7.62	6.19	7.26	6.18	
23	1980	7.61	6.6	7.47	6.6	
24	1981	7.26	6.26	7.13	6.9	
25	1982	7.43	5.25	7.03	5.26	
26	1883	8.46	5.2	8.69	5.29	
27	1984	7.66	5.2	7.53	6.6	
28	1985	7.61	2	7.37	5.2	
29	1986	7.46	6.10	7.05	6.11	
30	1987	8.22	7.1	8.14	6.30	
31	1988	7.60	5.1	7.32	5.3	
32	1989	8.23	5.9	8.28	5.9	
33	1990	7.98	6.14	7.9	5.21	
34	1991	8.31	5.17	8.19	5.18	
35	1992	7.78	7.30	7.54	9.29	
36	1993	8.09	5.1	7.79	5.1	
37	1994	7.69	5.9	7.5	5.9	
38	1995	7.81	5.18	7.68	5.18	
39	1996	7.92	6.2	7.6	5.26	
40	1997	7.79	8.1	7.61	5.31	
41	1998	8.27	6.18	8.19	6.18	



续表

序 号	年 份	兆 河 闸 上		缺 口 站		备 注
		水位 (m)	日期 (月. 日)	水位 (m)	日期 (月. 日)	
42	1999	8.23	5.1	8.08	5.2	
43	2000	7.47	5.22	7.30	5.24	
44	2001	8.28	6.3	8.03	6.2	
45	2002	8.96	6.20	8.81	6.20	
46	2003	8.33	6.22	8.13	6.23	
47	2004	8.19	6.14	8.05	6.13	
48	2005	7.68	6.16	7.63	6.4	
	平均	7.83		7.84		

(4) 平均水位。兆河闸上与缺口站历年排涝期平均水位(5~9月)见表 1.1.5。

表 1.1.5 兆河闸上与缺口水位站历年排涝期平均水位 (5~9月)

序 号	年 份	水 位 (m)		序 号	年 份	水 位 (m)	
		兆河闸上	缺口站			兆河闸上	缺口站
1	1958	8.25	9.13	23	1980	9.53	9.52
2	1959	8.46	8.54	24	1981	8.59	8.56
3	1960	8.34	8.56	25	1982	8.89	8.85
4	1961	8.04	8.25	26	1983	10.42	10.48
5	1962	9.02	9.21	27	1984	9.48	9.52
6	1963	9.13	9.26	28	1985	8.52	8.46
7	1964	9.27	9.40	29	1986	8.75	8.75
8	1965	8.10	8.23	30	1987	9.55	9.52
9	1966	7.63	7.76	31	1988	8.63	8.64
10	1967	7.96	8.09	32	1989	9.93	9.89
11	1968	8.15	8.28	33	1990	8.61	8.60
12	1969	9.62	9.75	34	1991	10.44	10.43
13	1970	9.20	9.33	35	1992	8.59	8.52
14	1971	8.95	9.08	36	1993	9.30	9.26
15	1972	8.23	8.38	37	1994	8.66	8.69
16	1973	9.64	9.62	38	1995	9.10	9.23
17	1974	9.20	8.98	39	1996	9.73	9.69
18	1975	9.74	9.72	40	1997	8.44	8.45
19	1976	8.63	8.62	41	1998	9.78	9.78
20	1977	9.99	9.97	42	1999	10.31	10.32
21	1978	7.61	7.77	43	2000	8.62	8.7
22	1979	8.91	8.92	44	2001	8.69	8.68