

古代中国的灌溉文明

顾 浩, 陈茂山

(水利部, 北京 100053)

关键词: 古代灌溉; 灌溉农业; 灌溉技术; 中国古代
中图分类号: S274 文献标识码: A

中国是世界四大文明古国中唯一延续 5000 年历史没有中断的国家。中国属于典型的东亚季风气候区, 年降水量季节分布和地区分布差异很大, 地势大体上西高东低, 从青藏高原向东呈阶梯状倾斜, 主要江河自西向东流入太平洋; 领土面积中只有 20 多亿亩适于农耕。这种特定的地理环境和气候条件决定了自古以来灌溉对于农业乃至经济社会的重要性。以灌溉文明为特点的农耕文明, 是华夏文明起源、发展和延续的重要基础。

1 中国古代灌溉的起源和发展

中国灌溉农业起源很早, 经历漫长的发展历程。根据历史时期经济社会发展状况和技术水平, 大体上可以将我国灌溉农业发展进程划分为 4 个阶段。

1.1 灌溉农业的起源与开创: 夏商周时期(约前 22 世纪末至前 256 年)

1.1.1 考古资料反映的古代中国灌溉农业起源

人类社会发展灌溉, 最初很可能开始于水稻等亲水作物的种植和栽培。中国是世界稻作最主要起源地之一, 稻作是中华民族的一大杰出创造。中国南方属于热带、亚热带地区, 雨量充沛, 年均气温在 17℃以上, 适宜水稻的栽培。研究表明, 古代中国北方地区也较现在温暖和湿润。考古发掘表明, 新石器时代中国水稻种植已经普遍分布于长江流域及其以南的广大地区。在江西万年仙人洞、广东英德市牛栏洞、湖南道县玉蟾岩等遗址中先后发现了距今 10 000 年到 12 000 年的稻作遗存, 引起世界考古界的极大关注, 表明当时人类正在驯化稻谷, 尝试进行水稻种植, 逐步形成了最初的水稻农业。浙江余姚河姆渡遗址等许多考古表明, 长江流域、太湖流域和浙江东部在六

七千年前已经普遍种植水稻。在江苏省苏州市草鞋山和湖南省澧县城头山遗址发现了距今 6 000 多年的古稻田遗址, 当时的播种方式是撒播, 有了初步的稻田结构形态, 并有与古稻田配套的水坑、水沟、水井或水塘等原始灌溉系统。在淮河流域、山东、河南、陕西各地, 也发现了同时或稍晚一些时间的水稻遗存。灌溉因农业生产的需要而产生, 伴随着农业生产发展而发展。

1.1.2 大禹治水传说及西周时期的井田沟洫制度

大禹治水是中国古老的传说, 这个传说反映了上古时代中国人民与洪水作斗争以及在农业生产中最初应用沟洫进行灌溉排水的情况。传说 4 000 多年前, 中原地区发生了特大洪水。禹总结经验教训, 顺应自然规律, 采取“疏川导滞”办法, 率领民众排除了洪水和积涝, 取得了抗御特大洪水的胜利。大禹受到人们的拥护和爱戴, 由治水英雄而被推举为政治领袖, 他“卑宫室而尽力乎沟洫”, 过着简朴的生活, 致力于开挖沟洫进行农田灌溉排水工作。据《史记·夏本纪》记载, 大禹治水之后, 曾“令益予众庶稻, 可种卑湿”, 在地势平坦、水源丰富的地方发展水稻生产。

商代(约前 17 世纪初至约前 11 世纪), 农业灌溉开始有了更为明确的文字记载。在距今 4 000 年前的商代甲骨文中, 有不少象征农田和灌溉的文字, 其中有“田”字与象征着弯曲蜿蜒渠道的符号一起组成一个汉字, 说明当时农田已经布置灌溉排水渠道, 作为农业生产的重要措施。商代水稻在黄河南北均有种植, 郑州白家庄商代遗址、安阳殷墟中都有稻谷遗存发现。考古还发现了距今 3 600 年前殷商都城附近的由于渠、支渠和毛渠组成的农田灌溉系统, 纵横交错的渠道将农田分割为若干长方形, 在渠与渠、地与地之间有明显的水位落差, 说明当时对小规模的田间灌溉系统的规划已经达到一定科学水准。

据历史记载, 西周时期(约前 11 世纪至前 771 年)实行井田制度, 对王室贵族的公田按照一种理想的方式进行规划, 按

收稿日期: 2008-07-07

作者简介: 顾 浩(1947-), 男, 原水利部办公厅主任。

照汉字“井”字形将一块农田划分成方正规整的9小块,中间布置蓄水设施,并有输水、配水、灌水、排水以及田间道路将农田分割开来,形成与井田相配套的沟洫体系。这就是被后代推崇备至的井田沟洫制度。实际上它是西周时期与井田制度相配套的农田灌溉排水的规划标准,体现了在上古时代农业发展早期人们对旱能灌、涝能排的理想。主要描述西周时期社会生活的《诗经》有六篇记载水稻的诗歌,所记述的地点在今山东、山西、陕西一带,反映了当时灌溉的发展。

不过,夏商周时期农业灌溉仍处于起步阶段,一般来说灌溉工程规模较小,农业生产仍更多地依赖于自然降水。殷商甲骨文中有许多关于占卜降雨的卜辞;在《诗经》中记载了当时不少的祈祷降雨的诗歌,这些都在一定程度上反映出当时农业对自然降雨的依赖程度,灌溉还处于较低水平。

1.1.3 春秋战国时期(前770—前256年)灌溉农业的发展

春秋战国时期,中国进入了一个诸侯争霸和兼并的时代。为发展、壮大人口规模和经济实力,各诸侯国都普遍比较重视兴修水利,发展灌溉,减轻水旱灾害,提高粮食供应保障能力。这一时期兴修的灌溉工程,主要集中在前期的“春秋五霸”和后期的“战国七雄”的政治、经济和军事重心地带。随着生产力的发展,这一时期开始能够在一些水源条件较好地区修建具有一定规模的引水渠系工程。

春秋五霸之一的楚国在楚庄王时期(前613—前591年)在令尹(相当于宰相)孙叔敖的主持下,引期思之水(今史灌河)灌溉今安徽省金寨县至河南省固始县一带的土地。这是见于历史记载的中国最早的渠系引水灌溉工程。这个灌溉工程经过历代不断发展成为现在著名的淠史杭灌区的组成部分。公元前605年孙叔敖还在今安徽省寿县境内主持修建了蓄水灌溉工程——芍陂。这是见于记载的中国最早的大型陂塘水利工程。这个利用天然湖泊、通过四周修筑堤防建成的蓄水灌溉工程,周长有60 km左右,设有5个进水和放水口门“吐纳川流”,灌溉周围大面积农田,每年生产出大量粮食,并很快成为楚国的经济要地。经过历代维修,长期发挥着很好的灌溉效益。

战国时期的魏国于公元前422年任命西门豹为邺(今河北省临漳县西南40里邺镇)令。邺临近漳水,经常受到洪涝灾害困扰。当地的土豪和女巫利用洪水灾害,编造“河伯娶妇”的迷信活动,愚弄和侵害百姓,弄得民不聊生。西门豹采取非常智慧的手段,打击了土豪势力和迷信活动,带领当地人民在漳河上修建了12道滚水坝,开凿了12条渠道引水灌溉漳河旁边的土地,取得显著效益。这个引水灌溉工程经后代维修改造,在以后相当长时间里都一直发挥着重要作用,促进了这一带地区的农业发展。

春秋战国时期还出现一些在战争背景下,由于进攻敌方的需要而修建的水攻工程,后来被改建为灌溉工程。这反映了当时特殊时代水利特点。

1.2 灌溉工程第一次建设高潮与形成规模:秦汉时期(公元前255—公元190年)

秦汉时期形成了统一的中国,是中国历史上第一次灌溉发展的高潮时期。这一时期以开始规划修建一些大型灌溉工程而著名。公元前256年秦灭掉了战国时期各国名义上的宗主

国——周。此后,秦国通过一系列的兼并战争,完成了全国统一,于公元前221年建立规模空前的秦帝国。秦国在发展壮大过程中,对水利很重视,先后修建了三大著名水利工程都江堰、郑国渠和灵渠,其中前两个是灌溉工程。据学者研究,西汉初期全国人口数大约在1500~1800万人^[1]。到西汉末年的公元2年,全国人口数达到5767万,耕地达到50600万亩。人口的增长,增加了粮食需求,促进了灌溉建设。汉代在秦代的基础上,灌溉事业又有新的发展。

1.2.1 都江堰和成都平原灌溉发展

中外闻名的都江堰水利工程大约兴建于公元前256年至公元前251年间,它位于岷江由山谷河道进入冲积平原的地方。出于统一全国的战略,秦国大力兴修水利,发展农业,富民强国。当时成都平原水旱灾害频繁,汛期岷江往往泛滥成灾;而雨水不足时则又干旱缺水。为发展成都平原的灌溉农业,将这里建成秦国的粮食供应基地,地方官员李冰主持修建了无坝引水工程——都江堰。工程利用岷江出山口的一段自然弯道,巧妙地修建了“鱼嘴”、“飞沙堰”和“宝瓶口”等建筑物。鱼嘴是一个分水堰,把岷江水流一分为二。西边是岷江的正流,东边是灌区的灌溉水源。宝瓶口是劈山建成的由内江进入灌区的口门。飞沙堰是一座溢洪堰,具有分洪排沙作用。这三者之间配合紧密,组成了一个有机结合的整体。都江堰经过历代不断地维修和扩建,历经2000多年至今一直发挥着稳定的灌溉和防洪效益,成都平原成为“水旱从人,不知饥馑”的好地方。这个工程体现的人与自然和谐的构思也使国际专家都非常赞叹。

1.2.2 郑国渠和关中平原灌溉发展

公元前246年秦王嬴政继位后,继续推进全国统一的进程。为发展壮大经济实力,命水工郑国主持在关中平原规划修建一个大型引泾水灌溉工程。工程建成以后,使秦国的统治中心地带增加了一个大规模的灌区^①,原来的盐碱地变成了良田,农作物产量大大提高,亩产达到250 g左右,使秦国更加富强起来,终于完成了统一大业。有趣的是,郑国是秦国东面邻近弱小敌国的水工,受本国的指派,到秦国游说秦王大兴土木,企图以此引诱秦国把大量人力、物力和财力转移到规模浩大的水利工程建设上,使其无力发动兼并战争,从而达到保全自己的目的。虽然郑国渠建设确实延缓了秦国向东进攻的步伐,但工程建设却最终成就了秦国统一大业。

郑国渠修成以后126年,即公元前111年,汉武帝命一名叫倪宽的官员主持在郑国渠旁开凿六道小渠道,灌溉郑国渠无法自流灌溉的地势较高的农田,进一步扩大了这一带的灌溉面积。稍后的公元前95年,在另一官员白公的建议和主持下,在郑国渠南面又开凿了一条100多公里的引泾灌渠,灌溉农田4500多顷^②。郑国渠灌区和白渠灌区连在一起,后人合称为郑

① 据司马迁《史记》记载,当时灌溉面积达4万顷,约合今280多万亩。由于郑国渠干渠从泾水引水向东进入洛水,渠线长达150 km,中间要穿过石穿河等天然河流,这在当时是很难解决的技术难题。因此,《史记》所记载的4万顷灌溉面积,可能是一个规划数字。

② 1顷等于100亩。按汉代1亩约合今0.7亩计算,4500顷相当于今31.5万亩。秦汉时期1亩相当于今461.03 m²。

白渠。经过历代不断维修、建设,这个灌区一直发挥较为稳定灌溉效益。

除引用泾水灌溉以外,汉代还修建了引用渭水、洛水的灌区。引用渭水及其支流的有成国渠、灵轺渠、漳渠、蒙茏渠等,引用洛水的有龙首渠等,灌溉面积从几万亩到几十万亩不等。为保证西汉首都长安(今西安)的物资供应,公元前129年在渭水以南修建了一条长150多公里连通长安与黄河干流的人工运河,这条运河不仅具有航运功能,而且灌溉了渭河南岸的大片农田。由于灌溉的普遍发展,秦汉时期关中平原的经济地位不断提升。古代著名历史学家司马迁在其所著《史记》中评价当时关中地区在全国的经济比重时说:“关中之地于天下三分之一,而人众不过什三(十分之三),然量其富,什居其六(十分之六)。”^[2]

1.2.3 其他地区灌溉形成规模

西汉(前206—公元25年)前期与北方的匈奴经常发生冲突。为应对匈奴的南下侵扰,限制其势力向南发展,汉武帝时期(公元前140—前87年)在黄河上游河套地区和河西走廊地区建立地方机构,进行大规模的移民屯田,促进了这里的灌溉发展。据司马迁的《史记·河渠书》记载,当时这些地方“皆引河及川谷以溉田。”宁夏灌区现有汉渠、汉延渠都长达50 km以上,灌溉农田数十万亩。据考证,这些灌溉渠道都修建于西汉时期。西汉时期还曾在遥远的新疆开始进行屯田,修建了灌溉渠道。

西汉晚期和东汉时期,远离统治中心的长江流域和江南地区也开始有一些规模较大的灌溉工程建设。汉元帝时期(公元前48—前33年)召信臣做南阳^①地方行政长官,他主持勘查境内的水利资源,修建水渠、水闸数十处,引水灌溉,灌溉面积多达3万顷(约合今200万亩),使这里的农业得到了很大的发展。

东汉时期修建的鉴湖水利工程是长江以南地区规模较大的灌溉工程,位于今天的浙江省绍兴市境内。公元140年会稽(治今浙江省绍兴市)的地方行政长官马臻主持环湖筑堤160 km,拦蓄湖水,形成水库。沿湖修建了69座闸门,控制灌溉和排水。从闸门引水,顺着南高北低的地形,自流灌溉9000多顷的肥沃稻田。

除了上述规模较大、比较著名的灌溉工程以外,中国北方如今河北、山东、山西、河南等地,南方如今四川、云南、江西、江苏等地也有灌溉工程建设的记载。

1.3 灌溉区域的巨大扩展:三国至唐宋时期(公元190—1279年)

这一时期,中国北方战乱较多,影响了人口增殖和经济发展。南方由于社会相对安定,北方大量人口陆续向南方迁徙,促进了江南各地的开发,中国的经济重心逐渐转移到南方。据历史记载,唐代前期的公元754年,全国人口为5292万人。今人研究将隐漏的因素估计在内,则唐代前期全国人口峰值在8000~9000万之间。如果以秦岭、淮河一线作为南北分界线,则唐代南方人口已占全国人口的40%~55%。12世纪初,北宋境内的人口已超过1亿人。南方人口占全国人口比重进一步达到62.3%。^[3]随着经济政治重心的南移,水利建设的重



图1 秦汉水利分布图

点和格局也随之发生了变化。相对于中国北方而言,这一时期中国南方的灌溉发展成就更为突出。

1.3.1 三国时期(公元220—280年)的屯田灌溉

2世纪末以后,中国进入一个三国割据、混战时期。三个割据政权,出于战争需要,都开展了屯田,由此带动了区域灌溉工程建设。特别是北方较为强大的曹魏政权,在淮河流域结合屯田大兴水利,修建了大量��塘,以发展水稻生产为主,取得了良好的效果。其中,以大将邓艾主持在淮南屯田规模最大,“穿渠300余里,溉田二万顷”。^②在今江苏省宝应县西南40 km修建的白水塘灌溉工程,湖的周长有175 km,建有8座斗门,灌溉面积有12000顷,盛极一时。

1.3.2 黄河和海河流域农田灌溉的巩固和发展

黄河流域和海河流域降雨量相对较少,农业对人工灌溉的要求更为迫切。由于战乱不断,水利工程时有兴废,每当社会动荡、连年战争,水利工程总是受到破坏,而新的王朝建立,为了恢复和发展农业生产,总是要恢复原有的渠系灌溉,并兴修一些新的灌溉工程。这一时期比较突出的是北京附近永定河灌区和宁夏引黄灌区的发展。公元250年刘靖主持在今北京市西部永定河上修建了戾陵堰灌溉工程。渠首为有坝取水枢纽。拦河坝长40多丈,高1丈,由竹笼块石堆砌。并修建一道通向灌区的引水干渠,当时灌溉面积有2000多顷。

公元444年北魏的地方官员刁雍主持,在今宁夏灵武县一带,利用前代废弃的古渠道,开挖新的引水灌渠——艾山渠,并在渠口下游利用黄河河道中的沙洲修建了一道拦河坝,以抬高河水水位,增加引水流量,计划灌溉面积4万余顷。唐宋时期宁夏引黄灌溉得到较大发展。唐代著名的有特进渠、汉渠、胡渠、御史渠、百家渠、七级渠、光禄渠、尚书渠等都是灌溉几十至二千顷规模的引黄灌区。西夏政权统治时期,曾在这一带修建长达300多里的李王渠,进一步改善了灌溉条件。

① 相当于今河南南阳地区和湖北襄阳地区的一部分。

② 1顷等于100亩。中国历史上单位面积不仅相同,三国时期1亩为510.18 m²;唐代1亩为547.22 m²;宋代1亩为649.45 m²;元代1亩为641.57 m²;明代1亩为637.66 m²;清代1亩为614.40 m²。下文不再出注。

1.3.3 南方陂塘灌溉的发展

中国南方气候温暖湿润,降雨量丰沛,河流湖泊众多。因地制宜地修建了大量陂塘工程,进行蓄水灌溉,形成了不同于北方的水利特点。在魏晋南北朝时期,兴建的著名灌溉工程有赤山湖(位于今江苏省句容县西南)、练湖(位于今江苏省丹阳县北)、东钱湖(位于今浙江省宁波市东)等,都是比较小的湖泊,按照灌溉需要进行人工改造以后,都产生了很大的灌溉效益。公元502—519年间,在今浙江省丽水县的瓯江上曾修建通济堰工程,这是一座引水式灌溉工程。它拦河修筑低堰,拥高上游水位,并开渠引水,灌溉附近大片农田。在今湖南郴州,当年曾利用温泉灌溉,取得了一年三熟的记录,灌溉面积有几千亩之多。

唐代(公元618—907年)是中国历史上的一个统一兴盛时期,也是水利得到较大发展的时期。唐代中期以后经济重心逐渐转移到南方。白居易在评论当时政府财政状况时说:“当今赋出天下,江南居十九”。《新唐书·地理志》记载的唐代水利工程共有236处,其中灌溉排水工程有165处。如果以公元755年安史之乱为唐代由盛而衰的转折点,以秦岭、淮河一线为南北地理分界线,则唐代前期的灌排水利工程有107处,其中北方为67处,南方为40处;唐代后期的灌排水利工程有58处,其中北方仅10处,南方48处。南方的水利开发逐渐增多,特别是修建的大小陂塘遍布南方各地。公元808年前后,江西地方官员韦丹,发动群众在南昌(今江西省南昌县附近)“筑堤扞江,长二十里,疏为斗门,以走潦水”,修建灌溉陂塘598处,受益农田达120万亩。

到了宋代(公元960—1279年),中国经济政治重心已完全由北方转移到南方。特别是南宋时期(1127—1279年)随着首都迁移到杭州,南方水利建设得到了空前发展。《宋史食货志》说:“大抵南渡后,水田之利,富于中原,故水利大兴。”据统计,宋代全国兴建的比较大的水利工程共有1046项,其中江苏、浙江、福建三省占853项,约占总数的82%。这其中很大一部分为农田的灌溉工程。南宋人所撰的《农书》中说:“惟南方熟于水利,官陂、官塘处处有之,民间所自为溪、埭、水荡难以数计。大可灌田数百顷,小可溉田数十亩”。公元1174年在今江西省东部、北部、安徽南部及江苏省西南部一带,共修建陂塘沟洫22451处,灌溉面积达44242顷,受益农户有148760户。1175年~1178年在今江苏南部及浙江省一带,修建的陂塘、堰闸、溪流等灌溉工程有2200处,灌溉面积达249266亩。这些小型农田水利工程形式多样,数量极多,几乎每个县都有,多兴起于南宋时期,持续到明清以后,许多至今仍在用。

1.3.4 东南沿海地区拒咸蓄淡灌溉工程的创建

在中国的东南沿海平原地区,由于濒海,河流常受咸潮倒灌,妨碍农业生产。古代人民在这种特殊的地理环境里,创造出“拒咸蓄淡”灌溉工程型式。其中,位于今浙江省宁波的它山堰和福建省莆田的木兰陂是这种类型灌溉工程的典型代表。它山堰修建于公元833年,主体工程是在鄞江出山口上修建的一座长42丈的拦河溢流坝,在坝上游开引水渠进入灌区。当年灌溉面积有数千顷之多。木兰陂修建于1064—1075年,是在福建省莆田县南的木兰溪上修建的拒咸蓄淡工程,“上障诸

溪,下截海潮”,开渠引水,灌田10000多顷。

1.4 畿辅灌溉发展和边远地区灌溉的兴起:元明清时期(公元1271—1911年)

元明清三代中国政权统一,相对稳定。元代的峰值人口有8500万人左右。明朝末年的1644年,中国约有1.5亿人口。清代中期1776年达到3.1亿人,1910年达到4.36亿人。因而对粮食需求也不断增长。适应土地开发的需要,修建了大量的不同类型的水利工程,农田灌溉稳步发展。据公元1375年的统计,全国共修建塘堰工程40987处,修整、疏浚河流、渠道4162条,维修陂、堤、岸5048处。可见当时水利工程之多。清朝康熙、雍正、乾隆三代,中国古代的农耕文明达到顶峰。历史上老灌区工程经过维修、扩建,继续发展灌溉效益。新规划建设的灌溉工程也不少,比较突出的,一是首都北京附近地区进行了大规模发展灌溉面积的尝试;二是许多边远地区灌溉事业得到了较大发展。

(1) 畿辅地区灌溉工程的规划和建设。元明清三代都定都北京,政治中心在北方,而经济重心主要在长江中下游的南方。为改善国都的粮食和其他物资供应条件,元明清三代都利用京杭大运河进行大规模的水上运输,每年运送几百万石粮食和其他物资北上,耗费了大量的人力、物力和财力。为了减少对这种大规模水上运输的依赖,在距离首都较近的海河流域修建灌溉工程,发展农业生产就成为很现实的选择。元代和明代曾不断有人提出规划性意见,并进行过多次尝试,主要是引水灌溉洗碱,开发水田种稻,当时一度都取得一定的效益,但因气候变化,水量不稳定,或因王朝更替,战乱影响等种种原因,都维持时间不长。比较有名的是公元1727—1729年,在怡亲王允祥的主持下,共开垦水田6000多顷。不过由于水源短缺,海河流域水稻种植始终难以大面积推广,但兴修水利的努力却始终没有间断。

(2) 边远地区灌溉的发展。随着时代的发展,经济文化向边远地区辐射,水利建设也逐步向边疆推进。元明清时期边疆地区的灌溉事业也取得了明显进步。

元代内蒙古河套灌区的灌溉在前代基础上有了进一步发展。公元1286年,在今额济纳旗曾实行军屯,修建合即渠等灌溉工程,灌溉农田90多顷。清代内蒙古引黄灌溉有了较大发展。至1903年,已开大干渠9条,小干渠20多条。其中,最大的永济渠干渠长80 km,有6条支渠。整个后套灌区共发展灌溉面积9700多顷。

公元1264年,中国古代著名水利学家郭守敬主持建设宁夏引黄灌区,对前代修建的灌溉渠道进行清淤疏浚,又新建建设了一些渠道、水闸。据《元史》记载,整个灌区有长100 km以上的干渠10多条,大小支渠有68条,灌溉面积有90000余顷。明清时期继续对灌区进行配套建设,修建不少支渠和渠系建筑物,灌溉面积稳定发展。

新疆农业灌溉起源很早,早在汉代农田水利建设已经取得很大的成绩,唐代继续有所发展。清代乾隆年间,为巩固边防,在新疆全境推广屯田,灌溉也随着土地开发得到了普及。从1802年开始,经过几年的努力,驻防伊犁的锡伯族官兵修成了一条75 km的察布查尔渠,以后又开挖了一条35 km的新渠,

引伊犁河水灌溉大片农田。清代光绪年间,在今乌鲁木齐西南修建了一条长 40 km 的太平渠,灌溉农田 3 000 多亩。

云南灌溉事业发展以滇池地区最为著名。1276 年元朝在云南的地方官吏主持修建了滇池水利工程,保障了周围耕地的防洪安全,又发展了引水灌溉。明清时期,滇池灌溉又有新的发展。

宋代在海南岛上已出现了灌溉塘堰。公元 975 年在琼州(今海口市)修建度灵陂,灌溉面积达 300 多顷。元代在雷州半岛上修建了规模较大、技术较为成熟的灌溉陂塘。1292 年曾修建了好几座灌溉塘堰。明清时期广西水利发展较快。据记载,明代嘉靖年间仅桂州 26 个州县就修建有 200 多座陂塘,小的可以灌溉几十亩,大的可以灌溉农田千顷以上。清代,广西的灌溉得到进一步普及。

明代以后随着大陆移居台湾居民逐渐增加,因地制宜地修建了许多灌溉工程。只是明代以前工程规模较小,清代以后开始有规模较大的工程建设。清代建设的比较有名的灌溉工程有八堡圳、曹公圳、葫芦墩圳、万长春圳等,灌溉面积从十几万亩到几十万亩不等。

2 古代中国灌溉技术的发展与进步

随着灌溉工程建设的发展,经验的积累,中国古代灌溉理论水平得以不断提高,灌溉工程形式逐步完备,灌溉机具不断改进和创新,是中国古代灌溉成就的重要标志。

2.1 中国古代的灌溉理论的起源与发展

灌溉是伴随着耕作农业而起源、发展的。灌溉理论和技术又源于人类对自然现象的认识和农业生产的实践总结。大禹治水利用水流就下的原理,采取疏导的办法,有效地排除了洪涝积水,并开挖田间沟洫进行灌溉排水。大禹治水的成功得益于对自然现象的深刻观察和对自然规律的合理利用。

管仲(约公元前 725—645 年)是中国古代春秋时期著名的政治家,也是著名的治水专家。他曾做过齐国(今山东北部)最高行政长官国相。他曾提出,善于治理国家的人,必须重视和去除洪涝、干旱、风雾霜霜、瘟疫和病虫害五种自然灾害,“五害”之中,“水为最大”。并且去除这五种自然灾害,要首先“以水为始”。他把水分为干流、支流、季节河、人工河和湖泊沼泽五类,认为要根据不同水源特点,因势利导,因地制宜,采取相应的措施,兴利除害,使其为灌溉和航运服务。他认为“夫水之性,以高就下”。引水灌溉要顺应水往低处流的特性,采取相应的工程措施。要引水灌溉高处的农田,需要在水流的上游修建堰坝等扼水建筑物,为引水创造条件。还必须选择渠道的合理坡降。当渠道通过难以避免的道路、小河或沟谷时,还需要修建多种形式的建筑物,如倒虹吸、跌水等。这样,水就可以“迂其道而远之,以势行之”,沿着渠道顺着地形向远处的农田流去。这是当时对水的认识和灌溉经验的宝贵总结。

成书于公元 1 世纪、现存中国历史上的第一部地理专著《尚书·禹贡》,将当时全国划分为九州,并首次对各州的土壤进行分类,对土壤的肥力作出总体判断,认为当时全国最好的土地分布在雍州(今陕西、山西)、冀州(今河北省大部)、徐州(今山东省大部)等临近江河之处。当时这些地方人口较为

密集,有比较好的灌溉条件。

成书于公元 2 世纪的《淮南子》对黄河及其主要支流的水质进行了分析,并针对不同水质提出了适宜种植的农作物品种。如黄河水为中等浑浊,适宜种植小米;黄河支流汾水适宜种麻等作物。同一时期一部论述礼治的著作《周礼》,对各地适宜种植的作物进行分类,提出了农作物种植与各地水土和气候之间有密切关系。除雍州、冀州和并州外,其余各地都适宜种植水稻。可见当时水稻种植范围很广泛。《周礼·职方氏》对全国自然水体的分布和利用情况有概括的叙述,将地表水资源分为泽薮、川和浸三种。其中泽薮就是湖泊和沼泽;川就是比较大的通航河道;浸则是当时可以方便作为灌溉水源的河流、湖泊。对分布在全国的适宜灌溉的地表水资源作了系统介绍。

元代著名农学家王桢在其所著的《农书》(成书于 1300 年前后)系统总结了江南农田水利建设的情况和具体经验,有丰富的灌溉技术方面的内容。他强调灌溉的重要性,认为“庶灌溉之事,为农务之大本,国家之原利。”^[4]他认为中国水资源丰富,“海内江淮河汉之外,复有名水万数,支分派别,大难悉数,内而京师,外而列郡至于边境,脉络贯通”。这些水资源“俱可利泽,或通为沟渠,或蓄为陂塘,以资灌溉”。^[5]指出:“地上有可兴之雨,其用水有法。”^[6]对不同的水源和地形条件,可以采取不同的灌溉方式。水源高于耕地,可以直接引水灌溉;水源低于耕地,则必须采取机械提水灌溉。对不同情况,王桢又总结归纳了相应的配套工程措施。

明末著名科学家徐光启(1562—1633 年)认为,水和土是国家的重要资源,国家富强必须“尽土力”,“修水利”。他说:“水利者,农之本也,无水则无田矣。”强调灌溉对于农业生产的重要性。他在其所著的《农政全书》中系统总结了中国 17 世纪中国与农业生产相关的水利科学技术。1630 年,他写成《旱田用水》一书,详细阐述了水资源理论和用水方法,认为兴修水利不仅是抗旱除涝的需要,还能够调节地区气候,减少江河洪水泛滥。根据水资源的不同情况,归纳概括了蓄水、引水、调水、保水、提水等旱地灌溉的五种技术措施,认为“尽此五法,加以智者神而明之,变而通之,田不得水者寡矣,水之不为田用者亦寡矣。”^[7]所著的《农政全书》中关于水利的内容十分丰富,其中还有专门篇章系统介绍了西方水利科学技术,这是中国最早系统介绍西方近代水利科学技术的著作。

2.2 因地制宜地发展多种灌溉形式

由于中国地形复杂多样,气候跨热带、温带、寒带,水资源分布各具特点,中国古代人民因地制宜地创造了各具特色的灌溉工程形式。经过不断的探索和实践,逐渐形成了灌溉、排水、淤灌、拒咸蓄淡、井灌等多种有效灌溉技术。中国古代有代表性的工程形式主要如下。

2.2.1 清水自流灌溉工程

这种灌溉类型多在中国南方,中国南方河流含沙量相对较少,而且泥沙中矿物质多,有机质少,所以能够引清水灌溉。这类工程的特点是,通过兴建一定的取水枢纽取水,并沿着一定的比降布置灌溉渠系,使整个灌区实现自流灌溉。取水枢纽也要考虑汛期排沙措施。都江堰工程就是其中一个典型。

2.2.2 浑水淤灌工程

这种灌溉类型多在中国北方多沙河流地区。中国北方黄

河和海河水系因含沙量高,而且泥沙颗粒细、含有机质多,对农作物很有好处,特别是通过泥沙淤灌可以改造盐碱地。所以,从战国时期起,就发展了引浑水淤灌这一灌溉类型。这类灌溉工程既要引水又要输沙,为了防止泥沙淤塞干支渠道,渠道底坡一般都较陡;排水问题比较突出。这是淤灌工程的基本特点。陕西郑国渠、河北引漳十二渠就是这类工程的典型。

2.2.3 “长藤结瓜”灌溉工程

这种灌溉类型主要在中国汉水流域、淮河汝水一带低丘陵地区。这类灌溉工程的特点,就是利用陂渠串联,形成“长藤结瓜”形式的水库群。这样的串联水库群可以更有效地利用库容、进行蓄泄调节,是一种很有特色的灌溉类型。南宋以后,这种工程形式成为南方山地丘陵地区的主要灌溉工程形式,工程的建设和普及为中国水稻的大面积生产提供了灌溉条件。如鸿隙陂、六门碣就是这类工程的典型。

2.2.4 塘浦圩田工程

这主要代表了湖区水利的灌溉工程类型,主要分布在长江中下游滨江地区和鄱阳湖、太湖流域以及珠江三角洲地区。圩的起源可以先秦时期,唐宋时期随着经济重心的南移,这种工程类型在江南和长江中下游地区得到迅速发展。这类工程的特点是整个灌区完全实现了渠网化,旱则引水灌溉,涝则排涝泄水。由于宋代以后围田越来越多,与水争地问题突出,带来越来越严重的环境问题,历史上激烈的争论不断。

2.2.5 拒咸蓄淡工程

这类灌溉工程主要分布在东南沿海地区。沿海地区虽然降水量较多,但由于年内水量不平衡和咸潮对水质的侵害,需要采取工程措施对水资源进行调节和控制,以适应灌溉用水的需要。唐宋以后,东南沿海迅速开发,兴起了拒咸蓄淡的灌溉工程形式。这类工程的特点是,既要拦蓄淡水,又要防御海潮,因此必须有闸坝拦潮蓄水。浙江鄞县的它山堰、丽水的通济堰、福建莆田的木兰陂等就是这类工程的代表。

2.2.6 坎儿井工程

这类灌溉工程主要在新疆的吐鲁番和哈密一带。这是一种地下渠道与井结合的内陆沙漠地区的典型灌溉形式。新疆地区远离海洋,降水量少,蒸发量大。平原和盆地周围山峰终年积雪,冰雪融化汇流成河,河流潜入戈壁沙漠。坎儿井就是利用当地特有的地形地貌和水文地质特点,在山麓顺地势自高而低开凿若干竖井,于井底开挖隧道(即暗渠),将各井连通,最后将潜水引出,蓄积于池塘中,通过渠道输送到田间灌溉。历史记载中国汉代已开始修建坎儿井,经过历代发展,至清代同治年间新疆的坎儿井已达800多处。

2.2.7 井泉灌溉工程

这类灌溉工程主要运用在中国北方平原地区,地面径流较少,或者地下水比较丰富,山泉比较多的山区。井泉灌溉虽然规模较小,但起源较早。至迟到春秋时期引泉灌溉已经具备了蓄水、引水和输水工程体系。自从古人打井用于饮用,几乎同时开始了井水灌溉。唐宋时期井灌工程技术已经较为完善,尤其是北方地区,井水成为重要灌溉水源之一。明清时期黄河和海河流域出现了灌溉面积较大的井灌工程。井灌大规模发展与当时人口增加、农耕经济比较发达有关,也与当时凿井技术

水平提高有关。

……

综上所述,中国古代灌溉发展历史悠久,成就巨大。中国古代以农立国,灌溉发展造就了中国古代精耕细作的农耕文化,奠定了中国基本经济区的格局。灌溉文明和治水传统造就了中国大一统国家,是华夏文明发展和延续的基础。□

参考文献:

[1] 葛剑雄. 西汉人口地下[M]. 北京: 人民出版社, 1986.
[2] 司马迁. 史记·货殖列传[M].
[3] 姜涛. 历史人口——中国传统人口结构研究[M]. 人民出版社, 1998.
[4] 王祯. 《农书》卷3[M]. 北京: 农业出版社, 1963.
[5] 王祯. 《农书》卷3[M]. 北京: 农业出版社, 1963.
[6] 王祯. 《农书》卷18[M]. 北京: 农业出版社, 1963.
[7] 徐光启. 《农政全书》卷16[M]. 上海: 上海古籍出版社, 1979.
[8] 睡虎地秦墓竹简[M]. 文物出版社, 1978.