

农田水利灌溉工程规划设计与灌溉技术分析

临沂市沂水县水利资源保护服务中心 刘星洋

摘要：随着智能化技术的推广与应用，水利灌溉工程规划设计更加科学化，灌溉技术更加自动化、智能化，一方面满足农业用水的需求，另一方面实现了节约水资源的规划。为确保水利灌溉工程设计更加科学合理，需要做好前期预测设计工作，规划预测农田的规模前景、引水量、灌溉能力、取水方法等内容。选择灌溉技术适宜农作物生长，灌溉合适的水量，提高农作物的产量及品质。基于此，本文将系统性论述农田水利灌溉工程预测规划工作，并介绍地面灌溉、低压管道、加压喷灌等灌溉技术。

关键词：农田水利；灌溉；工程；规划

DOI: 10.12433/zgkjtz.20232129

我国是农业大国，农业生产离不开水资源，而我国又是淡水资源严重不足的国家之一，应通过农田水利灌溉工程规划设计与灌溉技术分析，提高农田灌溉过程水资源利用率，缓解水资源紧缺的现状，实现农业高效、稳定发展与保护自然环境的和谐发展。

一、农田水利灌溉工程规划设计

（一）规模前景预测规划

农田水利灌溉工程建设是巩固和提高粮食生产能力、保障国家粮食安全、节约用水资源的关键举措。据统计，截至2021年，我国采用高效节水灌溉面积达4.24亿亩，有效利用农田灌水系数达0.574，最大限度地提升水资源的利用率，解决农业用水短缺问题，保证农作物的稳产、高产。我国幅员辽阔，各地区种植作物、灌溉区域面积、气象特点等均有差异。因此，在设计水利灌溉工程时，要结合当地经济发展和农业规划全面分析，做好规划区域的节水工程建设，确定种植面积及灌溉区域面积，整体规划并设计农田水利灌溉工程，了解当地各时期气候状况及水的径流量，科学做好灌溉规划，保证规划符合实际需求，加大灌溉区的投资力度，改造并配备高质量灌溉设备，优先建设大中型高标准农田。

农田灌溉主要的水资源来源于泉水、雨水、地表

水源及河水，在冬春灌溉严重缺乏水资源而夏秋水资源又严重过剩的情况下，在规划设计时应选择适宜的灌溉方式，考虑水资源实际情况，做好储水和防灾规划。在修建灌溉工程时，全面分析灌溉区域的潜力，结合地形条件，做好合理规划，利用地势差距做好渠道布置工作，最大限度地提升灌溉面积。充分考虑自然环境因素，保证规划安全可行，合理设计避免在高填方或深挖方路段作业，避免遇到河流或风化岩，减轻山洪等影响，在地质较好的环境开展作业。在规划时要充分考虑到未来经济发展及生态需求，保证规划设计能够随着生活和生产的需求进行适时的调整。

（二）引水量预测规划

在规划设计灌溉工程时，需提前计算预测灌溉引水量，根据引水量进行供需平衡计算，当供水不能满足实际需求时，需采取适宜的措施。农业灌水量与多种因素密切相关，气候状况、农作物品种、水资源条件、耕种措施、种植结构等均影响水量的需求，因此在计算引水量时需调查统计，了解以上因素对引水量的影响，将实践资料与理论计算相结合，进而确定灌溉所需的引水量。水资源较为充裕的区域可充分灌溉，满足农作物高产的需求。水资源较为紧缺的区域无需充分灌溉，结合农作物生长需求计算经济灌溉定额结果，综合确定灌水量。

降水量是影响灌溉引水量的重要因素，降水越大，土壤的含水量及空气湿度均发生变化，蒸发量也会发生改变，对于大多数农作物而言，生长时期降水量越大农作物的需水量则越低。当降雨丰沛时，则不需要补充过多的水分。土壤中的含水量、地下水深度及土质和结构均会影响农作物的需水量。在计算灌溉用水量时，需选择代表年，计算灌水率，绘制灌水率图，进而计算灌溉实际用水量。灌水率为灌溉区域单位面积需要的灌水流量，是设计灌溉渠道流量及渠首引水流量的基础。代表年则为在规划设计中选择的最为接近灌溉设计保证率的用水量年份，以其作为确定引水量的依据，按地区的差异将代表年分为中等干旱、干旱。若灌溉区域水源较为充足则将干旱年作为设计的代表

年,反之,则选取中等干旱年或干旱年。下一步的计算工作则需结合当地实际状况,综合上述影响因素,利用公式开展引水量的具体数值计算。

(三)灌溉能力预测规划

预测水利灌溉能力是反映水利建设的重要指标,是我国各地区制定发展规划的重要指标之一。能够为未来农村水利建设提供有效的参考信息,为相关部门制定发展规划提供理论支撑。预测灌溉能力受多方因素的影响,如中央、地方财政的投入及农民收入等。此类因素将以耦合的非线性的方式影响灌溉面积的变化。预测灌溉能力一般采取结构式预测方式及数据序列预测法,前者采用一定方案将涉及的主要因素与灌溉面积建立关系,根据未来因素的变化预测灌溉的能力。后者是将各年度农田灌溉面积相应数值作为时间序列,认为灌溉面积的规律蕴含在数据序列中,采取适宜的方式预测未来的数值。

第一种方案需要准确确定影响因素,预测未来相关因素的变化趋势,并确定各因素对灌溉能力的影响,是一系列较为复杂且困难的工作。第二种方案需建立预测模型,然后求取未来的输入值便可实现预测。因此,第二种方案更好实现。采用数据序列预测方案,一般会采用支持向量机法和神经网络法,这两种方案更加适用于非线性预测问题。相比这两种方案,神经网络法存在网络结构不易确定且收敛速度较慢的问题,网络结构不确定将导致没有准确的依据能够遵循。因此,采取向量机预测与实际值更为接近,误差更小。预测近几年内的当地有效灌溉面积的统计数据,建立预测模型,将数值进行反归一化处理,得出所需年份的灌溉能力的预测数值。

(四)取水方法规划设计

取水方法是水利灌溉工程规划与设计的重要环节之一,工作人员需结合当地实际情况对灌溉水源科学合理规划。目前,灌溉取水的主要方式为自流式灌溉取水与人工灌溉取水。在设计水利灌溉工程时一般围绕这两种取水方式展开实际设计,结合规划区域地理环境及地质状况,选取一种或将二者结合设计取水方式。地下水源成本较高且资源较为稀缺,因此灌溉农田的水源一般来源于河流或湖泊,河流运用较多的水源一般采取无坝提取河水或拦坝提取河水,按灌溉取水地域及流量的差异。

以无坝提取河水为例,可以将其设计为建闸和不建闸两种。其中,无坝有闸的设计能够科学合理规划调整河流的流量,起到保护农作物和灌溉设施的作用,减少因洪涝损害农田的状况,水利灌溉工程可以实现自我调节。而有坝取水需在河流上建设大坝拦截流水,

此种方式能够提高水位,增加灌渠的容量,储存充足的水资源保证满足灌水的需求,克服地势及水量等因素的影响不能满足灌溉需求的情况,但建设大坝需要的资金较高,灌溉区域较小的农田不适宜选择此种取水方式。在设计拦坝工程时,溢流坝能够起到提高水位及泄洪防汛的功能。设计进水闸能够控制灌水量,减少泥沙的渗入,确保灌水水流正常和水质良好,保护农田、周边房屋、交通道路免受洪水侵害。对于河流水源较为丰富,但种植区域较大时,修建自流引水工程不够经济,可以采取抽水取水的方式,满足灌溉取水需求。而当河流流量及水位均不满足灌溉需求时,可以在适宜的位置修建水库调节径流,采取水库取水。

二、农田水利灌溉工程灌溉技术

作为农业大国,我国每年粮产6亿多吨,稳居世界第一,农业是我国经济发展的重要支柱,提升农业质量及产量是重点工作之一。目前,我国水资源较为紧缺,已成为制约农业发展的关键因素之一,因此国家大力推行建设农田水利灌溉工程,提高水资源的利用效率,推动农业可持续发展。建设农田灌溉水利工程结合当地地势情况、农作物生长的需求、气候季节、资金状况等多方面因素综合考量,选择适宜的灌溉技术,以达到提升水资源利用率,节约人力成本,提升农作物产量的目标,下面将介绍四种较常见的灌溉技术。

(一)地面灌溉技术

地面灌溉技术是目前应用最广的灌溉技术,将灌溉水引入农田后,在毛细管和重力的作用下逐渐渗透入土壤中,此种方式施工难度不大,所需设施较为简单,能源消耗小,但易导致表层土壤板结且水的利用率较低,灌水均匀度较差人力成本消耗较高。以水渗入土壤的方式不同分类,可分为畦灌、沟灌、田格灌溉及漫灌。

畦灌是使用土埂将农田进行分隔,分隔为长条形畦田,将水从畦首引入,在重力作用下沿一定坡度向前推进,逐步渗入土壤中,此种方式一般用于蔬菜、小麦、谷子等种植较密的农作物。畦灌需保证灌水均匀不冲刷土壤,对土壤深层的渗漏损失较小,畦块越小工程越多,人力成本越高,但能满足上述要求。沟灌是在农作物之间开沟,水流在沟内流动,向下及两边同时渗入,沟灌一般用于甘蔗、棉花等宽行距农作物,沟间距一般等同于作物行距,不会超过1m。若作物间距小于50cm且土壤渗透性好,则采取隔沟灌即两行一沟,沟深一般在100m左右。田格灌是将水引入田格,建立一定深度水层,一般用于洗盐灌溉和水稻灌溉中,需精细平整田格,确保田面水层均匀。漫灌较为简单粗放,一般用于草场或引洪淤灌,将水直接引入至田

间或坡地,让其自行渗入土地,漫灌较为浪费水资源且灌水质量较差。

(二) 低压管道灌溉技术

低压管道灌溉技术从田间灌水技术而言,仍为地面灌水类其以管道的形式代替明渠灌水,在使用时需要较低的压力,通过管道系统将水输送至田间灌溉农田。目前,低压管道灌水技术主要应用于输配水系统层次较少的小型灌溉区,相较喷灌和微灌其压力较低。一般情况下低压管道系统的压力不超过 0.2MPa,管道最远处的出口压力控制在 0.002MPa 左右,受管材承压的限制有时还会适当降低管道的输水压力。一般管道由机井、输水管道、给配水装置、安全保护设施、田间灌溉设施等部分组成。低压管道灌溉技术能够有效降低蒸发量及渗漏的水资源损失,提高水资源的利用率。

经实践表明,一般比水渠节约 30% 左右水量,是较为有效的节水灌溉技术。此种方式比传统的土渠输水流速大,供水更为及时,能够适时供水提升灌水效率,在一定程度上降低灌水的人力成本。低压管道灌溉技术较土渠减少 2% 的井灌区,由于我国土地资源较为紧缺,从某种角度而言,此种技术具有很大的社会效益和经济效益。低压管道技术在减少水量损失的同时可以缩短轮灌周期,改善田间灌水条件,满足农作物生长需水量,从而达到增产增收的效果。另外,采用管道输水更为便于管理及机耕。

(三) 加压喷灌技术

加压喷灌技术是使用专业的设备或借助地势差,加大水的压力使水通过喷射设备以雨点的形式洒落至农田,形成降雨湿润土壤样式。喷灌适用于大部分的旱作物,如谷物、药材、蔬菜等,一般不受地形限制既适用于山丘地段也适用于平原。无论土壤透水性如何均可适用喷灌技术。除了适用于农作物灌溉外还适用于草地园林或花卉的灌溉,还可以喷洒肥料及农药,最大限度节约人工成本。喷灌技术灌水更为均匀且水资源的损失较小,相较地面灌水节约 40% 左右的水量,对于保水能力差且透水性强的地质而言节水效果更为明显。此种方式较为灵活可变,根据土壤地质状况及透水性强度调节水量,既能够保持土壤疏松又能保证水分全部渗入土层内,提高农田的机械化程度,降低灌溉劳动强度。

根据设备种类的差异可分为管道式喷灌和机组式喷灌两种;按管道安装方式可分为半固定式喷灌及固定式喷灌和管道全移动式喷灌。在选择喷灌形式时,需要结合当地农田情况合理分析。对于耕地分散且水

管理不统一的区域应建设小型轻型的移动式喷灌机组,对于干旱但土地相连且作物统一的区域,应建设大型或中型喷灌机组;对于种植经济作物的区域可以建设固定式喷灌;对于经济水平一般的地区则建设半固定式喷灌。在喷灌使用时,要注意风力、蒸发等因素的影响,风力达 3~4 级时应停止喷灌。

(四) 地下灌溉技术

地下灌溉系统由微灌演变而来,微灌的有效率可达 90% 以上。此种方式备受各地青睐,地下灌溉技术是将水引入至田下,在通过土壤毛细血管的作用,渗透至作物内部供作物生长的需求,此种方式适用于上层土壤毛细管特征良好但下层土壤透水性较差的区域。与其他灌溉技术相比,地下灌溉技术输水率、水利用率、灌水率更高且耗能少,但同时具有一定的限制,此种方式耗资高,设备耐久性差,技术要求高,灌水均匀性差,易出现堵塞。

地下灌溉技术在国外得到广泛的应用,一般能用于果蔬或其他产值较高的作物上,棉花或玉米等大田作物也有少量的应用。相较地面滴灌系统的设计地下滴灌系统更为特殊,且检修工作更为困难,在设计时需安全进气阀门以更好处理断水过滤工作,定期冲洗系统管道,为保证供水的均匀性需使用带有补偿性能的滴头或内镶式滴头,为避免供水停止在管内产生负压将管外土壤颗粒内吸而造成滴头堵塞的情况,需在系统上安全真空破坏装置。此系统埋于地下,因此人们不能直观地观测设备使用状态及灌水情况,当设备需要检修时需要投入大量的时间和精力,管理费用较高,在某种情况下地下灌溉技术经济性较低,需全面衡量考虑。

参考文献:

- [1] 张德儒. 农田水利灌溉工程规划设计与灌溉技术分析[J]. 南方农机, 2023, 54(11): 174-176.
- [2] 聂瑛. 农田水利灌溉工程规划设计研究[J]. 乡村科技, 2022, 13(15): 153-155.
- [3] 刘国恒. 农田水利灌溉工程规划设计与灌溉技术分析[J]. 农业科技与信息, 2022, 640(11): 56-59.
- [4] 屈凤臣. 山东郯城县中小型农田水利灌溉工程设计及节水技术[J]. 农业工程技术, 2022, 42(11): 41-42.
- [5] 姜殿斌. 中小型农田水利灌溉工程设计及节水技术探析[J]. 水利科学与寒区工程, 2022, 5(02): 67-68.

作者简介: 刘星洋(1981), 男, 山东省临沂市人, 本科, 工程师, 研究方向为水利工程。