

情况开展工作。对明渠输水,要确定总干渠分区段水头分配,提出控制点水位和全线总体控制性指标;对有压隧洞和管道输水方式,应确定全线压力线及压力控制点,结合部位的衔接方式;掌握现有水源点和可选择的建设蓄水库位置等。

四是工程规模。对于新建水源工程的建筑物规模,从综合开发利用角度,按调水的最大规模确定和一次建成较为合理。对调水工程的总干渠及各级渠系的规模,可根据总调水量和各分区调水量,结合调蓄工程规模和受水区的需水过程等分析论证后加以确定。对输水线路上的倒虹吸、渡槽等交叉建筑物的规模,应根据所在区段渠系工程的规模,结合输水系统水头和局部水头优化等合理选择,并与交叉工程设施的规模相适应。通常情况下应尽量利用现有防洪、排涝河道输水,否则就要选择隧洞和管道输水,采用工程输水方式,其规模的论证是较为复杂的,技术层面上涉及水库调度及运行方式等问题。如有加压要求,输水系统中泵站的规模选择,应根据站址地形、控制点设计水位等进行综合分析,增加了许多运用工况。

关于分期建设与实施,当调水工程规模较大,技术较为复杂,且调入区社会发展对调水的紧迫程度要求不同,而时间跨越较大时,应结合资金筹措和工程配置的衔接关系,按照分期建设方案确定分期供水目标与范围,并按可

持续发展要求加大节能减排、节约用水的力度。一般情况分二期建设居多,从投资效益产出角度,分期建设可缓解一次性投资压力,同时也可取得供水卖水还贷经验,为进一步合理开发创造条件。具体操作上,应根据调水工程分期建设的任务和分期建设方案,考虑不同分期之间的衔接,拟定分期规模。

五是输水线路与输水方式。输水线路应根据输水形式、地形地质条件、地面建筑物分布情况,结合受水区分布条件,通过综合比较工程占地、环境影响、输水安全、施工条件等进行多方案技术比选确定。

在不改变河道、湖泊防洪调度原则的情况下,长距离调水工程宜充分利用现有设施。调蓄水库库址应根据输水线路沿线地形地质条件、用水户分布,结合供水时段特点,选择距离输水线路较近的天然沟谷洼地,具备地质条件好、移民占地少、环境影响制约少、可满足防洪供水要求等条件的站址。

总之,确定跨流域调水工程总体布局时,要贯彻节能减排、节约用水的原则。工程总体布置应尽可能采用自流输水方式;对有压输水应优先考虑建设调蓄池或调蓄水库的布置,通过水库间的水文补偿和库容补偿调节,不仅可以提高供水保证率,而且可以减小输水工程规模。 ■

许迪(国家节水灌溉北京工程技术研究中心教授级高级工程师)

## 现代农业高效用水技术研究的重点

农业高效用水的根本目的是在有限的水资源约束下实现农业生产效益的极大化,本质是提高农业单方水的经济产出,在提高农业用水利用效率的同时,改善农业用水利用效益,维系农业水土生态环境。现代农业高效用水技术是在传统节水技术基础上,以高产、优质、高效、安全和改善生态环境与可持续发展为目标,通过应用生物、信息、计算机等新技术和新材料,大幅度提升农业高效用水科技含量,促进农业高效用水向量化、规范化、模式化、集成化方向发展。

现代农业高效用水技术研究的重点要围绕作物生理需水与用水、精量控制灌溉等领域,对与农业高效用水相关的前沿技术开展创新性研究。

一是作物高效用水生理(物)学基础及抗旱节水新品种培育。重点挖掘作物的生物抗旱性遗传潜力,利用优异的抗旱资源,分析作物抗旱性状的遗传机理,研究作物抗旱性与高产优质性状的相互关系;在探讨作物感知干旱信号及调控脱落酸含量积累机理基础上,研究干旱逆境

信号传导与脱落酸积累的细胞与分子机理和高效用水中气孔开关调控与根生长调控的细胞及分子生物学机理,利用基因工程方法培育抗旱、高效用水的作物新品种。

二是作物高效用水生理调控与非充分灌溉技术。研究不同区域主要农作物非充分灌溉下需水量的季节分布和计算模式以及不同节水灌溉技术条件下的作物需水和耗水模型,提出作物水分生产函数与有限水量下的非充分灌溉制度,研发不同节水灌溉方式下实施非充分灌溉制度的技术与方法;研究主要农作物调亏灌溉的最佳调亏阶段和调亏程度,提出不同养分水平或施肥条件下调亏灌溉的模式及相应的指标,获得作物调亏灌溉的田间实施技术与方法;研究主要农作物控制性分根交替灌溉的指标体系,提出不同养分水平或施肥条件下控制性分根交替灌溉的技术应用模式,获得不同土壤、作物下控制性分根交替灌溉的灌水技术要素最优组合设计方法及其田间实施技术与方法。

三是作物需水信息采集与精量控制灌溉技术。研究作物对水分亏缺信息的感受、传递与信号传导过程,建立

作物水分信号诊断指标体系,获得利用作物茎秆变形测量诊断作物缺水状况的新技术与新产品;研究作物水分区域分布监测技术和作物蒸腾过程快速监测技术,提出区域土壤水分空间变异性与最佳动态监测布点方式和区域土壤墒情监测预报技术,获得土壤水分动态快速测定与预报技术及新产品;以土壤墒情监测预报、作物水分动态监测信息与作物生长信息的有机结合为基础,研究运用模糊人工神经网络、数据通信和网络等技术建立具有监测、传输、诊断、决策功能的作物精量控制灌溉系统,研发智能化的灌溉信息采集装置和智能化的灌溉预报与决策支持软件。

四是农田水肥调控利用与节水高效作物栽培技术。研究不同区域、种植制度、地力基础和水资源状况下主要作物农田养分供应与利用模式,提出不同水分条件下获得最高水肥利用效率的水分与养分最佳参数组合;研究不同灌溉方式下作物根区水分养分迁移、转化和吸收的动力学过程,提出相应的作物根际水肥耦合循环与调控模型,获得以提高水肥耦合利用效率为目标的田间节水灌溉技术参数最优组合方式;研究主要作物的农田高用水群体时空分布特征,开发影响农田整体抗旱特性和水分利用效率的群体因素调控技术,构建主要农作物高用水群体优化结构的综合栽培技术体系。 ■

高建恩(西北农林科技大学教授)

## 确保渭河生态基流首先要考虑农业节水

渭河关中段自产水资源开发利用率达60%以上,水资源缺乏,供需矛盾突出,河流污浊比很高,稀释净化能力很低。渭河众多生态环境问题的出现,正是由于长期以来在水资源开发利用中对河流生态环境需水的忽视,致使生态环境用水严重不足,特别是枯水期,宝鸡峡以下河段经常发生断流。生态环境用水量的不足严重地影响傍河水源补给,河流生物、空气湿度、土壤水分等健康生存和恢复,使关中环境质量与安全降低。渭河的水质改善必须走减污与水量调控相结合的路子,同时重视河流生态基流问题,而这些问题的改善,首先需要明确影响渭河关中段生态基流的主要因素。

据资料分析,20世纪80年代,渭河流域国民经济总用水量为49亿 $m^3$ ,总用水量中,农业灌溉用水占83%,工业用水占9.2%,其他行业用水占2.8%,农业用水占绝对地位。2005年关中地区渭河干流农业灌溉用水27.68亿 $m^3$ ,占总供水量51.01亿 $m^3$ 的54.34%,工业生产用水10.42亿 $m^3$ ,占总用水量的20.4%,城镇生活用水8.17亿 $m^3$ ,占16%,农村用水2.73亿 $m^3$ ,占5.3%,林牧渔业用水1.21亿 $m^3$ ,占2.4%,生态环境用水0.8亿 $m^3$ ,占1.6%。考虑到城镇生活用水,农村用水、林牧渔业用水,生态环境用水中的城市市郊蔬菜基地用水、林草用水等,总供水中用于传统大农业的灌溉仍占60%以上。除灌溉用水逐年减少外,渭河流域总用水量及国民经济其他行业用水量逐年增加,进一步加剧了渭河中下游水资源紧张的形势,灌溉用水虽然逐年减少,但总用水量依然最大,是关中渭河干流最大的取水用户,也是对渭河生态基流影响最大的用户。

关中目前有八大灌区,水源全部取之于渭河的地表与

地下。最大灌区宝鸡峡灌区年均从渭河取水量约占渭河水量的28%,枯水期高达98%,使河道经常处于断流或干涸状态。要保证渭河河道具有一定生态水,首先需要抓住农业用水这个主要矛盾,实行农业节水。据统计,与大水漫灌相比,采用渠道防渗和管道输水可节水20%~30%,喷灌可节水50%,微灌、滴灌可节水60%~70%。部分井灌区采用喷灌、滴灌节水技术后,亩次灌水量从80 $m^3$ 减少到20 $m^3$ 。近年,关中灌区实施渠道衬砌、配套改造、渠系绿化工作,并积极推广先进的节水灌溉方法,使灌溉水有效利用系数由20世纪80年代的0.5左右提高到0.55,但同国外和国内先进水平相比差距还很大。经分析,若将大型灌区有效灌溉面积的60%建设成高效节水灌溉面积,按水浇地亩用水280 $m^3$ 计,仅此一项年可节水4.0亿 $m^3$ 。由此可见,农业节水具有很大潜力。因此,确保渭河生态基流首先应该考虑农业节水。

如何通过农业节水,为渭河生态基流提供技术保障,目前需要以河流健康生命与流域现代节水农业和谐发展理念,水土资源高效利用理论为指导,保障渭河关中段生态基流为目标,以关中节水灌溉模式发展及不同灌溉水源调控为突破口,从关中节水灌溉优化入手,立足野外调查、室内外实验与理论研究,以数值模拟和信息及3S技术为支撑,研究保障渭河生态基流的农业节水及调控技术,重点需要研究:一是关中灌区农业用水调查与数据平台构建,二是关中地区农业用水结构变化及对渭河生态基流的影响,三是水土保持对渭河生态基流的影响及其优化配置技术,四是保障渭河基流流量的关中地区农业节水模式与保障措施研究,五是关中地区农业用水综合调控技术研究。 ■

本组稿件整理:韦凤年 田灵燕 邵自平 王怀民