

基于物联网的水肥精确配比技术

孙红严^{1,2,3}, 马德新^{1,2,3}

(1. 青岛农业大学 动漫与传媒学院, 山东 青岛 266109;

2. 山东省科学院计算中心; 3. 山东大学 计算机科学与技术学院, 山东 济南 250101)

摘要:分析了当前我国农业发展,阐述了水肥一体化技术和农业物联网技术,研究了物联网在农业灌溉中的应用。

关键词:物联网;智能;精确配比技术

中图分类号:S14 **文献标识码:**A **文章编号:**1007—6921(2019)09—0078—02

传统农业怎么改造升级为智慧农业,这是我国作为农业大国可持续发展的一项长期战略性任务,也是当前我国新旧动能转换的重要课题,更是乡村振兴战略提出后,中国农业与农村面对的机遇与挑战。水肥一体化技术最简单的来讲就是将可溶性肥料与水混合后然后进行施肥。智能水肥一体化技术就是在普通水肥一体化技术基础上以物联网为平台进行水肥精确配比,然后在进行施肥。主要是将互联网技术、电子信息通信技术、自动控制技术进行有机结合,再加入一些专门专家以及当地“土专家”的知识库来辅助,使它进行科学的、准确的、有效的进行水肥灌溉。这会大大减少水资源以及肥料的浪费,同时也会减少人工肥用的投入,并且有利于生态环境的保护和农业可持续发展。

1 当前我国农业发展的分析

1.1 农业用水资源极度短缺

“我国农田灌溉水有效利用系数远低于0.7~0.8的世界先进水平;单位用水的粮食产量不足1.2kg/m³,而世界先进水平为2kg/m³左右”^[1]。因此我国水资源总体上极度短缺,进而农业用水就更加的匮乏。当前我国农业的灌溉方式主要还是以传统的农业灌溉为主,这种粗犷的灌溉方式不仅浪费大量的水资源而且还难以满足农作物本身的生长需要,达不到增量增产的效果。当前我国水资源面临的形势十分严峻,水资源短缺、水污染严重、水生态环境恶化等问题日益突出,在农业灌溉方面存在灌溉设备老化,灌溉方式粗放,节水等一系列技术尚未普及,同时人们节水意识也不强,这已经成为制约社会可持续发展的主要瓶颈。因此,改进农业灌溉方式,发展现代农业就显得及其具有战略意义。

1.2 农业施肥基本情况

化肥对于农作物的生长起着不可或缺的作用,是极其重要的农业生产原料,对农业的发展有着至关重要的作用,但是由于施肥的结构以及方法的不合理造成了大量的肥料浪费,利用效率低下。在化肥的使用量上我国也远超其他发达国家,根据中商

情报网数据显示:我国单位耕地化肥消费量远超世界平均水平(表1),那么很明显就可以看出我国单位耕地化肥消费量远远超于世界的平均水平。所以当前需要研究解决精确高效的施肥技术,掌握科学的灌溉施肥技术,基于物联网云平台的方式,改变以往的不精确施肥方式,降低肥料的浪费量^[2]。

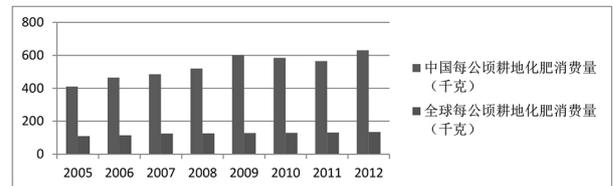


图1 我国单位耕地化肥消费量远超世界平均水平
2 水肥一体化技术

表1 近年来中国农业灌溉情况

年份	全国耕地	节水灌溉	喷、微	低压管
	灌溉面积 (×10 ³ hm ²)	工程面积 (×10 ³ hm ²)	灌面积 7(×10 ³ hm ²)	灌面积 (×10 ³ hm ²)
2007	57 782	23 489	3 853	5 574
2008	58 472	24 436	4 071	5 873
2009	59 261	25 755	4 596	6 249
2010	60 348	27 317	5 141	6 680
2011	61 682	29 179	5 796	7 130
2012	62 491	31 217	6 600	7 526
2013	63 473	27 109	6 847	7 424
2014	64 540	29 109	7 843	8 271

数据来源:全国水利发展统计公报。

传统的田间施肥就是通过人工手撒化肥,这种方法的特点是简单、低效、浪费、易污染。简易的水肥一体化是将可溶性的固体肥料注入低压灌水管路,利用文丘里管按照滴灌施肥规律进行施肥,这种方法的缺点是需要人工配肥,泵打,需要亲临现场进行管理操作,比较耗时以及消耗人力资源。随着时代的发展,节水灌溉技术使用的范围正在逐渐地扩大,其中喷灌、微灌面积和低压管灌面积也逐年扩大(表1)。智能的水肥一体化技术就是将灌溉和施肥

收稿日期:2019-01-28

基金项目:青岛市民生科技计划项目(18-6-1-112-nsh);山东省高等学校科技计划项目(J17KA154)。

作者简介:孙红严(1994-),男,汉族,硕士研究生,研究方向:农业信息化。

结合于一体的新型精确进行施肥与灌溉的技术。该技术借助压力灌溉系统,将可溶性固体肥料或液体肥料配兑而成的肥液与灌溉水一起,均匀、准确地输送到作物根部土壤,并可按照作物生长需求,进行全生育期水分和养分定量、定时,按比例供应^[3]。就目前来说随着物联网技术的不断发展,将其不断的融入到水肥一体化技术中,会有效解决传统灌溉施肥技术中的缺点,所以发展智慧灌溉施肥技术会是农业发展的新方向。

3 农业物联网技术

物联网技术从出现到现在已经与各行各业有着不可分割的联系,其中传感器技术、智能控制技术、定位系统、无线传输等相关技术与农业有着非常密切的关联。进入新时代以来,由传统农业向智慧农业的发展离不开物联网技术的支持,大量运用物联网技术这也是农业发展的一个大趋势。

3.1 射频识别技术(RFID)

射频识别技术利用无线射频方式进行非接触双向通信,以达到目标识别目的并交换数据^[4]。在日常的农业生产作业中,射频技术可以利用无线电信号进行对所测物体的识别而不必使物体与物体进行直接的接触,并且也无需进行光学接触。利用这些优势,即使是在雨天、雪天等一些恶劣天气,射频技术也可以不受影响能够稳定的进行工作,这些优势特点正是农业生产工作中所需要的,而且这项技术能够减少大量的人工投入,从而实现更高的经济效益。

3.2 定位以及监控技术

随着定位以及监控技术的应用,它们逐渐融入到了人们的日常生活中,给我们的生活带来了极大的便利。目前,我国北斗卫星定位系统技术也是越来越成熟,它不仅可以为我们在任何地方提供位置信息、定位服务,而且还具有很高的时效性和准确性。卫星系统不仅提供定位系统还可以提供监控服务,通过卫星监控加上在田间管理区安装摄像监控系统就能及时的查看作物的生产状况信息。

3.3 传感器网络技术

传感器是指能够感受被测物体的某些数据,并按照一定的规律转变成可识别的信号的装置。传感器作为农业物联网及其重要的一部分,主要是在需要测量数据的地方安装许多的微型传感器装置,通过连续感知来不断的收集信号并进行反馈。一般在农业生产中常用的传感器主要包括温湿度传感器、光敏传感器以及压力传感器等,通过对这些数据的收集能够准确的去发现各种因素对农作物生长的影响,进而去这些相关数据进行相应的调节。

3.4 智能控制技术

智能控制就像是物联网系统中的大脑中枢,所有被采集的信息都要反馈到这里,它能够海量数据进行分析并最终做出最终的决策。以后越来越多的前沿研究成果也会不断的应用到农业物联网中,这会使农业物联网本身拥有更强大的处理能力。

4 物联网在农业灌溉中的应用

4.1 农业物联网现状分析

农业物联网技术就是一种在农业生产方面实现智能、高效、集约的技术手段。在一些农业信息化较为发达的国家,它们在农业物联网方面起步早而且相关的技术已经非常的成熟,能够按照农作物的种

类、生长情况与周围的环境等因素对水肥进行有效的控制。我国农业物联网技术方面虽然不是很成熟但随着近些年国家政策支持,中国在农业物联网方面也取得一定的研究成果,在用于检测土壤水分和温度的传感技术、精准控制等技术取得了重大的突破。因此,物联网技术将会更多的应用于农业中,逐步实现现代农业。

4.2 “农业物联网的水肥施肥机”+“云平台管理系统”的管理模式

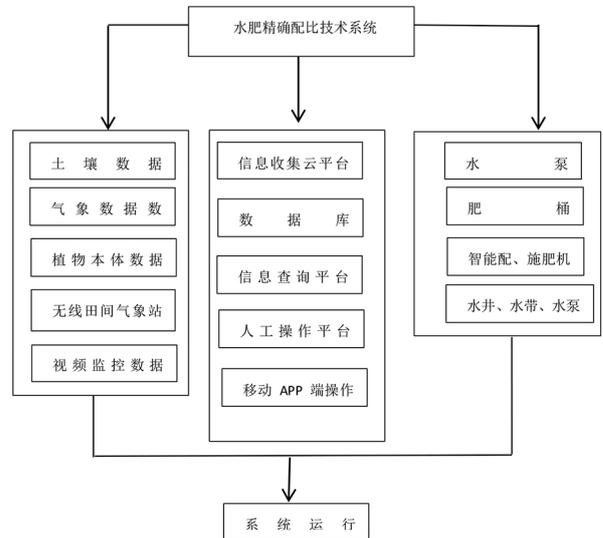


图 2 农业物联网的水肥施肥机+云平台管理系统

“农业物联网的水肥施肥机”+“云平台管理系统”的管理模式是在水肥一体化技术的基础结合计算机控制技术、农艺技术、电子通信技术、物联网云平台的有机结合,并加入当地“土专家”以及专业专家知识库管理配肥,来实现科学、高效、精准、有效的灌溉参数,使整个系统能够进行精确水肥配比。该技术系统路线图如图 1 所示,它可以根据监测的土壤的温湿度、农作物相应的生长需肥规律,来设置相应的水肥灌溉计划实施,在施肥时会按照数据库中的专家知识库设定配方、灌溉过程参数自动控制灌溉量、吸肥量、肥液浓度、PH 值等水肥过程中重要的参数,来完成对灌溉、施肥的定时、定量控制,充分提高肥料利用率并节约用水,提高农作物的生长品质、改善提高土壤环境。该技术系统具有视频监控的作用,在农业管理区中安装放置无死角的全方位红外球形摄像机,可非常清楚直接的实时查看种植区域作物生长情况、设备远程控制执行情况等。在移动管理方面,该技术系统已可以与手机端、平板电脑端、PC 电脑端进行无缝连接,这样就方便管理人员通过手机等移动终端设备随时随地查看系统信息,对相关设备进行远程操作。在无线田间气象站模块,在田间生产区放置检测气象设备将其与云平台相连能够实时将数据传送至云端。可对其进行远程设置数据存储和发送时间间隔,无需现场操作并且使用太阳能发电,可持续在田间低头工作。整套技术系统模式能够使在农业生产中最重要的水肥因素得到智能化管理,而且还有强大数据收集能力,为发展智慧农业积累更多的珍惜的前沿数据。

(下转第 81 页)

沿程水头损失的 5% 计算。

干管的总水头损失按下列公式计算：

$$h_{\text{干}} = 9.48 \times 10^4 \frac{Q^{1.77}}{D^{4.77}} kL$$

式中： $h_{\text{干}}$ ——干管水头损失，m；

k ——含局部水头损失的水头损失扩大系数，取 1.05；

Q ——流量， m^3/h ， $240 \times 3 (\text{m}^3/\text{h})$ ；

D ——管道内径，mm，按 390mm 计。

L ——管道长度，m。主管道：一级：

De400mm 长 1100m；二级：De400mm 长 830m。

经计算得： $h_{\text{干一级}} = 5.067\text{m}$ ； $h_{\text{干二级}} = 3.81\text{m}$ 。

若采用高填方渠道输水形式沿程水头损失可忽略。

2.3.2.3 管道压力确定。经实测量该管道地形高程差一级 17m，二级 5m，故管道最大压力一级： $h_{\text{总}} = h_{\text{地}} 17\text{m} + h_{\text{干一级}} 5.067\text{m} = 22.067$ ，二级： $h_{\text{总}} = h_{\text{地}} 5\text{m} + h_{\text{干二级}} 3.81\text{m} = 8.81\text{m}$ 。故选用 De400mmPE (0.4MPa) 管完全可以满足设计要求。

2.3.3 水泵设计

2.3.3.1 水泵选型。根据设计流量及设计扬程选择一级站：IRL200-315A/3 台，二级站 IRL200-250A/3 台。

2.3.3.2 水泵安装高度确定。

$$H = 9.8 - h_{\text{气}} - 0.5$$

H ——水泵安装高度，m；

$h_{\text{气}}$ ——水泵汽蚀余量（查样本得 3.0m）

故： $H = 9.8 - h_{\text{气}} - 0.5 = 6.3 (\text{m})$

实际水泵安装高程度为 2.9m，完全可以满足设计要求。

3 列表说明毛营站两种方案优、缺点比较

（上接第 79 页）

5 系统技术创新点

5.1 智能配、施肥机

智能配肥机、施肥机能够根据物联网云平台计算的数据进行精确配肥与精准定时灌溉，管理操作的面积大，自动化的设置，水肥资源能够得到充分的利用；可以人为的设定灌溉程序，不再需要人工去值守操作。

5.2 物联网云平台

基于物联网和农业大数据的智能服务平台，通过传感器检测的农作物数据可以实时传送至云平台，充分利用物联网的优势结合专家知识库，控制智能配肥机和施肥机实现整个过程中的精确配比与施肥。

5.3 植物本体传感器

这是整个技术系统的一大亮点，它不仅能够向我们展示检测的农作物外部生长情况数据，而且还能够检测植物的本身数据，如：果实膨大、茎秆直径的微小变化、叶片表面温度等，并通过云平台的智能分析将结果以预警的方式发送至使用者，假设植物在生长过程中遇到生长缓慢的情况，它就会给用户

表 1 方案比较

序号	项目	方案一	方案二
1	灌溉面积	3300 亩	3300 亩
2	设计流量	720 m^3/h	720 m^3/h
3	扬程：一级站/二级站	22/4(m)	7.8/2(m)
4	管道直径：一级站/二级站	0.4(m)	
5	管道长度：一级站/二级站	1100/830(m)	
6	渠道长度		1100/830(m)
7	配套水泵	一级	IRL150-315/3 台
		二级	IRL150-250/3 台
8	扬程	一级	29m
		二级	17.5m
9	功率	一级	30kW
		二级	18.5kW
10	输水管占地		24 亩
11	灌溉成本	28.5 元/亩	25 元/亩
12	投资	150 万元	128 万元
13	缺点	灌溉成本大	占地多，施工难度大
14	优点	施工方便、管理简单	灌溉成本低

由表 1 可以看出两种方案各有优缺点经过认真审慎的比较，大家一致认为采用方案一比较可行、实用。

4 结论

由此可见，采用方案二一次性投资较少，运行费用低，且管理复杂，施工难度大，占地多。若采用方案一，一次性投资较大，但管理费用少，施工方便简单，不占地。

结论：在引黄灌溉工程建设中，建议用管道安装代替渠道输水，运行比较可靠、可行、易推广。

发送一个预警，这样用户就可以及时的采取相应的措施。当植物缺水时，系统也会提醒用户，并且可以科学的推荐用水量。这样农作物品质就可以在一定程度得到保障，而且也预防一些病虫害的侵扰。对于专业的农业工作人员来说，也可以获得更多的与植物密切相关的信息用来研究。

5.4 推广智能水肥精确配比技术

可以促进我国农业可持续发展加强农业资源利用率，降低农民生产成本，加快我国由传统农业向智慧农业发展的脚步。

[参考文献]

[1] 水利部部长陈雷向全国人大常委会报告农田水利建设工作情况报告[R], 2012.

[2] 周杰, 杨景文, 马良, 等. 基于物联网的水肥一体化技术[J]. 资源节约与环保, 2018, (10): 106~107.

[3] 吴玉发. 水肥一体化自动精准灌溉施肥设施技术的研究和实现[J]. 现代农业装备, 2013, (4): 46~48.

[4] 马建. 物联网技术概论[M]. 北京: 机械工业出版社, 2011: 2~3.