

ICS XXXXX
XXX

SL

中华人民共和国水利行业标准

SL/T XXXXX—201X

节水灌溉太阳能无线智能控制系统
技术规范

Technical Specifications of Wireless Solar-powered Intelligent Water-saving
Irrigation System

(征求意见稿)

201X - XX - XX 发布

201X - XX - XX 实施

中华人民共和国水利部 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总则	3
4.1 适应条件	4
4.2 其他规定	4
5 节水灌溉太阳能无线智能控制系统工程设计	4
5.1 一般要求	4
5.2 系统分类	4
5.3 功能选择	5
6 节水灌溉太阳能无线智能控制系统设备	6
6.1 太阳能供电单元	6
6.2 灌溉监控中心站	6
6.3 无线传输网络	7
6.4 数据采集单元	8
6.5 终端执行单元	8
6.6 灌溉智能控制器	10
6.7 自动控制软件系统	10
7 施工安装调试的要求	11
7.1 施工安装	11
7.2 系统调试	11
8 设备和系统验收检验规则	11
8.1 设备验收检验规则	11
8.2 系统验收检验规则	12
8.3 现场验收	12
9 系统运行管理与维护	12
9.1 系统操作	12
9.2 系统维护	12
附录 A (资料性附录) 电磁阀具体要求	14
A.1 维持工作功率	14
A.2 励磁线圈允许温度	14
A.3 视图短路	14

A. 4	电源电压变化	14
A. 5	绝缘电阻	15
A. 6	外电源线连接要求	15
A. 7	元件耐压值	15
A. 8	绝缘强度	15
A. 9	泄漏量	15
A. 10	密封性	16
A. 11	耐压强度	17
A. 12	额定流量系数	17
A. 13	寿命	17
A. 14	响应时间	18
A. 15	湿热影响	18
A. 16	电磁阀励磁线圈防护要求	18
A. 17	机械振动影响	18
A. 18	运输连续冲击影响	19
A. 19	运输试验要求	19
A. 20	运输环境温度影响	19
A. 21	浇封剂及灌封要求	19
A. 22	外观	19

前 言

为了贯彻落实中央决策部署，改变灌区灌溉沿用的传统落后产品与灌溉手段，解决水、电资源浪费严重、利用效率低下及控制方式落后的问题，我们通过制定“节水灌溉太阳能无线智能控制系统技术规范”，以严肃的科学态度和成熟的技术手段为基础，规范、引导和推动相关产品在灌溉中节水、节能、减排和智能控制的应用。标准中我们将制定该系统各分单元的要求及技术的规范，这既为太阳能的应用提供了前提，也涉及了计算机等硬件设备在灌溉控制中的应用，同时，通过远距离无线控制及人工智能的手段，为作物的生长营造一个尽可能完美的水资源利用率高的外部环境。满足本标准的系统将能使灌区作物生产达到增产、节水、节能、减排的功效，在提高农产品产量的同时，又起到方便管理、保护环境的作用。

《节水灌溉太阳能无线智能控制系统技术规范》分范围、规范性引用文件、术语和定义、总则、节水灌溉太阳能无线智能控制系统工程设计、节水灌溉太阳能无线智能控制系统设备、施工安装调试要求、设备和系统验收检验规则、系统运行管理与维护，共9章和1个附录，内容涵盖了节水灌溉太阳能无线智能控制系统的各个主要方面。

本标准批准部门：中华人民共和国水利部

本标准主持机构：水利部农水司

本标准解释单位：水利部农水司

本标准主编单位：珠江水利科学研究院

本标准参编单位：北京中科精良高科电磁阀有限公司
西安交通大学

本标准主要起草人：

本标准出版、发行单位：

本标准审查会议技术负责人：

本标准体例格式审查人：

节水灌溉太阳能无线智能控制系统技术规范

1 范围

本标准规定了节水灌溉太阳能无线智能控制系统的工程设计、设备选择、施工安装调试要求、设备和系统验收检验规则、系统运行管理与维护等。

本标准适用于大田作物、经济作物、露地蔬菜及设施农业的管道输水灌溉工程，园林、绿地等节水灌溉工程也可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款，通过在本标准中的引用而成为本标准的条款。凡是注明日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注明日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

- GB/T 50363—2006 节水灌溉工程技术规范
- GB/T 50085—2007 喷灌工程技术规范
- GB/T 50485—2009 微灌工程技术规范
- GB/T 20203—2006 农田低压管道输水灌溉工程技术规范
- GB/T 3453—1994 数据通信基本型控制规程
- GB/T 25074—2010 太阳能级多晶硅
- GB/T 9535 地面用晶体硅光伏组件设计鉴定和定型
- SJ/T 10236—1991 无线电力负荷控制终端装置通用技术条件
- SL 364—2006 土壤墒情监测规范
- JGJ 16—2008 民用电气设计规范
- JB/T 57209—1994 电磁阀可靠性要求与考核方法
- JB/T 7352—2010 工业过程控制系统用电磁阀
- GB 2887—2000 电子计算机场地通用规范
- GB/T 8567 计算机软件文档编制规范
- GB/T 12504 计算机软件质量保证计划规范
- GB/T 856 软件工程国家标准
- GB 50343—2004 建筑物电子信息系统防雷技术规范
- GB 50093—2002 工业自动化仪表工程施工及验收规范
- GB/T 21031—2007 节水灌溉设备现场验收规程
- JB/T 9329 仪器仪表运输、运输贮存基本环境条件及实验方法

3 术语和定义

3.1

节水灌溉

用尽可能少的水投入，取得尽可能多的作物产出的一种灌溉模式，目的是提高水的利用率和水分生产率。节水灌溉的内容包括水资源的合理开发利用，输配水系统的节水、田间灌溉过程的节水、用水管理的节水以及农艺节水增产技术措施等方面。

3.2

节水灌溉太阳能无线智能控制系统

简称灌溉智能监控系统（或系统），是利用太阳能对前端设备进行供电，采用无线通讯对灌溉区域内土壤墒情、气象及供水情况进行实时数据采集，并根据灌溉对象的需求水规律及灌溉经验对终端执行单元实时自动控制达到精确灌溉，见图 1：

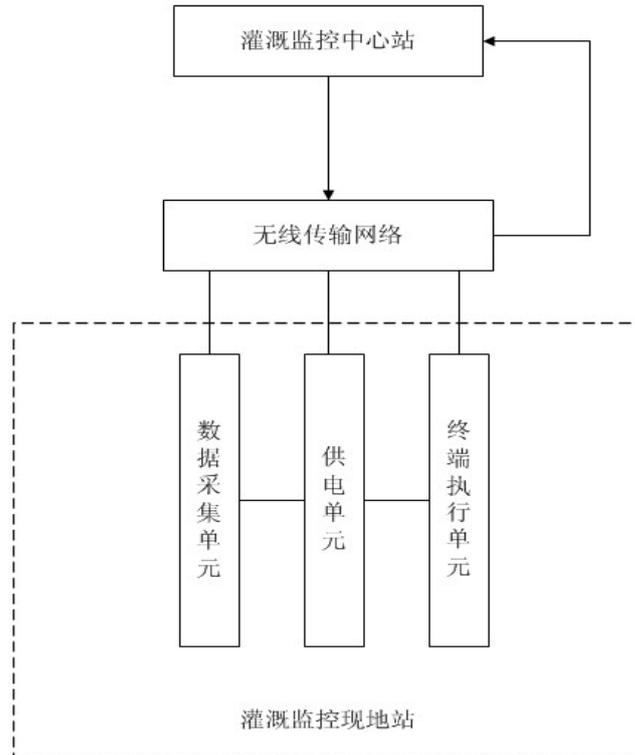


图1 节水灌溉太阳能无线智能控制系统单元组成示意图

3.3

灌溉监控中心站

简称中心站，负责整个灌溉智能监控系统的远程监控、集中数据采集、数据管理与分析、智能控制指令指定及信息管理。

3.4

灌溉监控现地站

简称监控站，实现现场数据采集及终端控制，是由数据采集单元、终端执行单元和供电单元组成。

3.5

无线传输网络

无线传输网络是指为实现中心站和监控站之间的数据无线通信而组建的网络系统。

3.6

数据采集单元

包括布置在现场的各种传感器，可实现对田间土壤含水量、盐分、地温、空气温度、湿度、降水、风速、管道压力、流量等参数的自动化采集。

3.7

终端执行单元

终端执行单元是农田等灌溉供水管路的控制单元，一般指高效节水节能型电磁阀（以下简称电磁阀或阀门）及其配件。

3.8

太阳能供电单元

太阳能供电单元是指为现地微功耗设备提供能源的单元，本标准特指利用清洁环保的太阳能进行光电转换，实现灌溉监控现地站不间断供电的电源系统。

3.9

全自动控制方式

只需输入各地块的作物信息，系统便会根据作物、土壤、气象等条件自动完成灌溉的全过程，无需人工干预。

3.10

半自动控制方式

用户根据实际情况设置需水量、灌溉时间等参数自动控制某地块或某阀门的自动灌溉。用户也可人为启停或轮巡控制某个阀门，某个地块或所有地块的阀门。半自动控制方式操作通过远程灌溉监控中心站来完成。

3.11

手动控制方式

现场人工启停各个阀门，完成灌溉任务。

3.12

灌溉水源

可用于灌溉的地表水、自来水、地下水和经过处理并达到利用标准的非常水的总称。

3.13

灌溉用水量

需从水源引入的灌溉水量，包括植物正常生长所需灌溉的水量、管系输水损失水量和田间灌水损失水量。

3.14

灌溉制度

按作物需水要求和不同灌水方法制定的灌水次数、灌水时间、灌水定额及灌溉定额的总称。

3.15

灌溉方式

灌溉方式包括微灌和喷灌等方式。微灌工程应按GB/T 50485—2009规范执行，喷灌工程应按GB/T 50085—2007的规范执行。

3.16

土壤墒情

田间土壤含水量及其对应的作物水分状态。

3.17

流体

是指井水、河水、湖水、池水等灌溉用水。

4 总则

4.1 适应条件

适应条件为有节水节能自动化灌溉需求的现代化灌区。

4.2 其他规定

- a) 承担节水灌溉太阳能无线智能控制系统工程设计、施工的单位必须持有相应的设计、施工资质证书；
- b) 节水灌溉太阳能无线智能控制系统工程应选用经过法定检测机构检测合格的材料及设备，不得使用无生产厂家、无生产日期、无产品使用说明的产品；
- c) 节水灌溉太阳能无线智能控制系统工程应建立健全管理组织和规章制度，切实发挥节水增产作用；
- d) 节水灌溉太阳能无线智能控制系统工程建设除应符合本规范外，应符合国家现行有关标准的规定。

5 节水灌溉太阳能无线智能控制系统工程设计

5.1 一般要求

5.1.1 一般规定

- a) 进行节水灌溉工程规划应收集水源、气象、地形、土壤、水文与水文地质、灌溉对象、能源与设备、社会经济条件与发展规划等方面的基本资料；
- b) 节水灌溉工程规划应符合当地水资源开发利用、农村水利、农业发展及园林绿地规划的要求，并与工程设施、道路、林带、供电等系统建设和土地开发整理规划、农业结构调整及环境保护等规划相结合，通过对当前和远景的建设目标、任务、管理和效益的分析论证，确定节水灌溉太阳能无线智能控制系统的功能和建设规模；
- c) 节水灌溉工程的灌溉模式应根据当地自然和社会经济条件、水资源承载和可持续发展能力、环境保护和农业发展的要求，按照实用性、可靠性、因地制宜和经济性等原则，通过技术经济比较，优化选择；
- d) 节水灌溉工程应满足灌溉管理的要求，并根据当地经济情况可增加施肥及喷药装置，井灌区量水设施可选择刷卡灌溉的方式；
- e) 节水灌溉工程灌溉制度和灌溉用水量应符合现行国家标准《节水灌溉工程技术规范》GB/T 50363 的有关规定。

5.1.2 节水灌溉太阳能无线智能控制系统设计应根据节水灌溉工程的总体设计，按照下列原则选择实施系统的项目和内容：

- a) 使节水灌溉达到精确灌溉（智能灌溉）的自动化控制系统；
- b) 应根据土壤墒情和作物需水特性进行自动灌溉，达到节水、增产和增效的目的；
- c) 节水灌溉设备在满足灌水质量、监测准确度和智能灌溉要求的前提下，应力求结构简单、稳定可靠、维护方便和经济适用。其品种、规格有条件时宜尽量统一，以降低统一维护的复杂性。

5.2 系统分类

5.2.1 系统的灌溉模式应根据当地自然和社会经济条件、水资源承载和可持续发展能力、环境保护和农业发展的要求，按照实用性、可靠性、经济性等原则，通过技术经济比较，优化选择，因地制宜选择喷灌、微灌等。

5.2.2 系统应根据灌区自然条件、水土资源状况、种植结构、供水与灌溉方式等要求，以有利于农业生产和灌溉管理为原则，将系统所控制的灌溉面积划分成不同的灌溉区，各灌溉区应分区进行设计。

5.3 功能选择

5.3.1 一般要求

- 系统应具有智能控制功能，配备灌溉智能控制器，按照控制运行方式不同，一般可包含手动控制、半自动控制 and 全自动控制三种；
- 系统可具有作物需水信息智能诊断功能，配备作物需水决策支持单元，根据作物需水特性和当地气候、环境、生产及灌水技术等因素而制定灌水方案；
- 系统可按实际需求选配精量控制施肥（药）灌溉装置，实现水肥混合供给过程中的精确控制。

5.3.2 总体要求

- 系统应具备巡测和选测功能，系统的数据监控方式可分为中央监控方式和现地监控方式；
- 系统应至少包含一个中心站和一个监控站；系统宜采用分布式控制系统结构，由一个中心站和多个监控站组成。系统基本结构组成如图 2 所示：

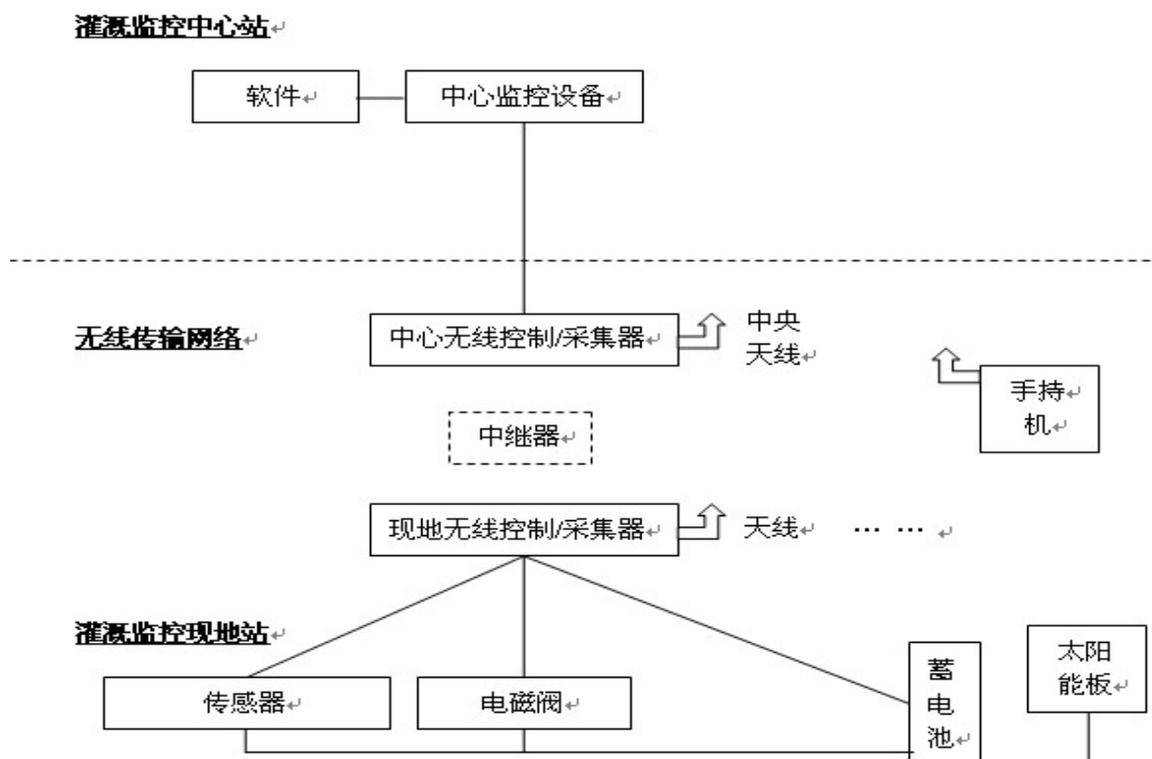


图2 节水灌溉太阳能无线智能控制系统基本结构组成示意图

- 系统应具有数据通信功能，包括监控站与中心站之间无线传输网络的双向数据通信，中心站设备之间的数据通信，监控站设备之间的数据通信，监控站和手持便携式监控仪器（以下简称手持机）之间的双向数据通信；
- 系统运行的可靠性应满足下列指标：系统平均无故障工作时间应不小于 25000h；
- 系统抗瞬态浪涌能力应达到：
 - 防雷电感应：500W-1500W；

- 瞬态电位差：小于 1000V。
- f) 系统应具有较强的环境适应性，具备防雷、防潮、防锈蚀、防磁干扰等性能；
- g) 系统软件应满足下列基本要求：
 - 基于通用的操作环境，并根据实际需求及规模采用单机或客户机/服务器结构；
 - 具有图文并茂的显示界面；
 - 为用户提供快捷、方便、实用及可操作性高的人机接口界面；
 - 能随计算机操作环境和系统工具软件的版本升级而更新。

6 节水灌溉太阳能无线智能控制系统设备

6.1 太阳能供电单元

6.1.1 基本要求

- a) 太阳能供电单元一般包含太阳能光伏电池组件、控制器和蓄电池组，是灌溉自动监控站的电源系统。半导体硅材料的光伏电池板利用光电转换特性，完成太阳能的转换，并通过蓄电池进行蓄能；
- b) 太阳能供电单元的可靠性是灌溉智能监控系统正常运行的保证；光伏电池板把太阳辐射能转换为电能，并将电能送往蓄电池中进行存储，满足灌溉自动监控站不间断供电的要求；
- c) 控制器应监控整个太阳能供电单元的工作状态，并对蓄电池起到过充电保护、过放电保护的作用；
- d) 根据安装地点的太阳能资源的具体情况以及输出电压和输出电流，从而计算出额定容量；
- e) 根据额定容量和输出电压，按照蓄电池组合件系列表，确定标准规格的串联数和并联组数；
- f) 选择具有环保、经济、实用和安全可靠的太阳能供电单元。

6.1.2 技术要求

- a) 光伏发电系统的地区年日照时数不宜小于 2000h；
- b) 应具有抗台风、抗冰雹、抗潮湿、抗紫外辐照及防锈等特点；
- c) 工作环境温度范围： $-40^{\circ}\text{C}\sim+70^{\circ}\text{C}$ ；
- d) 直流无干扰电源，无噪声、电源无高次谐波干扰，适用于通信电源；
- e) 不受地理环境影响。

6.2 灌溉监控中心站

6.2.1 基本要求

- a) 灌溉监控中心站的硬件部分一般包含服务器、主控机、交换机、计算机、打印机、不间断电源等；软件部分则一般包含自动控制软件系统、数据库软件和操作系统软件等；
- b) 中心站监控室的建设应达到以下要求：
 - 场地：监控室应远离强磁场、污染源、粉尘等，环境清洁；
 - 地板：地板承受力为 $1220\text{kg}/\text{m}^2$ 集中荷重最小为 $70\text{kg}/\text{m}^2$ ；
 - 照明：应有足够的照明设备，并设有应急照明系统；
 - 安全：机房内安装烟火报警装置，灭火器应置于便于取放处，出入口应保持通畅，所有装饰材料应采用防火材料；
 - 空调：前部、上部进风，后部出风；

- 温湿度要求：温度 $25^{\circ}\text{C} \pm 30^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $50\% \pm 10\%$ (凝结)；
 - 供电：整个系统以系统专用地线单一点为零点参考；
 - 接地：接地电阻值小于 1 欧姆；
 - 供电系统必须有足够的功率满足现时系统的功耗以及未来系统扩充的要求。
- c) 中心站应根据系统软件规模及市场主流产品，配备专用的、满足自动控制软件系统工作要求的主控机；
- d) 中心站软件应便于操作、维护及升级，应具有原始数据的保护功能，防止人为修改原始数据；
- e) 中心站应具备掉电保护功能，在外部电源突然中断时，保证数据和参数不丢失。

6.2.2 技术要求

- a) 中心站应能支持与监控站相对应的无线网络通信方式，并支持相应的通信协议；
- b) 中心站应能自动接收并存储监控站采集数据及执行命令反馈情况等；
- c) 中心站宜采用图形方式对远程监控站进行运行状态显示和参数设置(运行模式，安全参数和报警等)；
- d) 中心站软件应能对数据采集的过程中发生的异常信息进行记录存储；
- e) 中心站软件应采用开放的标准关系数据库，应具有足够的数据库容量和网络共享功能，良好的可扩充性和快速的检索；
- f) 中心站软件数据管理和报表输出要求：
- 中心站软件接收到数据采集单元采集的数据后，应存至数据库，并经过处理后进行显示，达到监测的目的；应能根据预先设定的关键值进行自动控制，满足智能灌溉的目的；
 - 应能实现对各个监控站任意时间段的采集数据趋势图进行比较和分析，能方便地观察到土壤墒情等采集数据的变化规律；
 - 应具有异常数据的自动剔除，有效数据的统计等功能；
 - 应具有报表统计和分析功能，能自动形成并打印；能根据有效数据自动生成日报、周报、月报和年报，可对一些重要参数作短期、中期和长期的统计分析，达到科学灌溉的目的。
- g) 中心站软件应具有安全登录和权限管理功能，防止非授权的使用，具备对用户修改设置和数据等操作的记录功能；
- h) 中心站软件所有历史数据可转换通用的数据文件格式保存，并能够满足中心站数据库系统对本数据的备份、共享及数据传递等操作。

6.3 无线传输网络

6.3.1 基本要求

- a) 实现中心站与监控站远距离无线通信；
- b) 无线传输网络单元应包含采集传输部分和控制传输部分；
- c) 根据工程的实际需求在保证通信质量的前提下，选择实用经济、维护方便的通信方式；
- d) 无线传输网络设备一般包含中心无线控制(采集)器、现地无线控制(采集)器、天线、中继器和手持遥控机等。

6.3.2 技术要求

- a) 采用双向无线数据交换，具有校验功能的通信协议，及能够及时纠正传输错误的数据包，宜采用国际标准协议；
- b) 无线网络通信频段宜根据构建现场网络的通信方式，以通信稳定可靠为原则选定；

- c) 中心站对监控站无线通信距离最小应不小于 2 公里，如需传输更远距离应采用加装中继器的方式实现；
- d) 手持遥控机的无线通信距离应不小于 500 米。

6.4 数据采集单元

6.4.1 基本要求

- a) 数据采集单元的功能是实现采集土壤墒情、气象、现场作物的供水情况、管道压力以及 EC 和 PH 等参数；
- b) 数据采集单元传感器的监测测点位置按照现场作物分布情况、地貌、土壤、气象、水文地质条件和管道敷设情况进行布置；
- c) 应能长时间无故障工作，确保灌溉智能监控系统对土壤墒情、气象、EC 和 PH 等参数的数据采集稳定可靠；
- d) 应采用超低功耗传感器，实现太阳能供电单元对其供电；
- e) 设计并制作必要防水、防锈、防腐蚀、防冻、防压、防淤等措施，并对设备和设施进行必要的固定；
- f) 应能在出现电源故障时自我保护，再次通电时自动恢复；
- g) 传感器应力求结构简单且维护方便，便于对设备进行安装或维修更换；
- h) 应采用土质影响较小，应用范围广泛的传感器。

6.4.2 技术要求

- a) 输出信号：宜采用 4-20mA 模拟量信号或通过 RS485 串行总线通信等方式；
- b) 采集对象：土壤墒情、气象、供水情况以及管道压力等；
- c) 系统运行方式：支持 24 小时不间断运行，根据需要可调；
- d) 测量周期：应小于 1 秒，应在 1 秒内对 99% 的变化有响应，并能根据需求和测量装置特点可调；
- e) 系统对数据采集单元采样时间，巡测：
 - 快速测量，应小于 5 分钟；
 - 常态测量，应小于 10 分钟。
- f) 系统对数据采集单元采样时间，选测：
 - 快速测量，应小于 0.5 分钟；
 - 常态测量，应小于 1 分钟。
- g) 应能实现连续或间歇可调节工作方式；
- h) 响应速度快，数据传输效率高；
- i) 应具有防雷电干扰能力；
- j) 平均无故障时间 (MTBF)，不小于 25000h；
- k) 数据采集与传输应完整、准确、可靠，采集值与仪器测量值误差不大于仪器量程的 1%-3%；
- l) 适应工作环境：温度 $-10^{\circ}\text{C}\sim+50^{\circ}\text{C}$ ($-20^{\circ}\text{C}\sim+60^{\circ}\text{C}$ 可选)，湿度不小于 95%。

6.5 终端执行单元

6.5.1 基本要求

- a) 终端执行单元一般包含高效节水节能型电磁阀、精量控制施肥（药）灌溉装置等控制装置；

- b) 终端执行单元应确保在任何情况下将灌溉用水以及水肥（药）输送到灌溉区内进行灌溉，为作物提供足够的水分和养分，并达到高效节能节水灌溉的目的；
- c) 终端执行单元应节水灌溉工程设计的要求，选择具有安全性、适用性和可靠性的电磁阀、精量控制施肥（药）灌溉装置等控制装置；
- d) 应根据灌溉作物和水肥配置的控制需求，选择具有模块化特点以及适合不同应用场合使用的智能型、自动型和普及型精量控制施肥（药）灌溉装置；
- e) 普及型注肥装置由比例控制器（农作物水肥需求比例）、压力表、控制阀，等组成，实现水肥比例控制灌溉；
- f) 自动型注肥装置由单片机、流量计、压力表、控制阀，控制软件（含农作物水肥需求数据库软件）等组成，接入土壤作物含水量和地温等的采集信息，实现自动水肥比例灌溉控制，其水、肥混合为变频连续控制，具有自动和手动控制模式；
- g) 智能型注肥装置由单片机（或 PLC）、流量计、压力表、电磁阀、EC 和 PH 传感器及控制软件、农作物水肥需求数据库软件等组成，接入已采集的土壤作物含水量和地温等信息，其水、肥混合为 EC、pH 闭环控制，水肥变频连续控制，实现智能全自动水肥灌溉控制，具有自动和手动控制模式。

6.5.2 技术要求

- a) 电磁阀断电后可复位，应具备较长平均无故障工作时间；
- b) 需要设计并制作必要的密封性、耐蚀性、防冻、防压、防震、防尘、防水等措施，并对执行设备和设施进行必要的固定；
- c) 额定电压：直流 12V、18V、24V，允许偏差 $-10\% \sim +20\%$ ；
- d) 电磁阀的使用工作环境温度范围： $-50^{\circ}\text{C} \sim +65^{\circ}\text{C}$ ；
- e) 电磁阀瞬时工作功率为 4W~3KW，维持工作功率 $<0.1\text{W}$ ；
- f) 管路中的流体必须和选用的电磁阀系列型号中符合标定的介质，流体的温度必须小于选用电磁阀的标定温度；
- g) 流体清洁度不高时应在电磁阀前安装过滤器，一般电磁阀对介质要求清洁度要好；
- h) 公称工作压力不大于 1.6MPa，工作压差不大于 0.4MPa，最高工作压差应小于电磁阀的最大标定压力；
- i) 电磁阀的最高标定公称压力一定要超过管路内的最高压力，否则使用寿命会缩短或产生其它意外情况；
- j) 管路具有足够的强度，可以承受内压和外载负荷，且使用年限长，性能可靠，施工方便；
- k) 普及型注肥装置应达到以下技术要求：
 - 施肥均匀度： $>80\%$ ；
 - 过滤精度：150~200 目；
 - 灌溉液最大流量： $35\text{m}^3/\text{h}$ ；
 - 肥液最大流量： $6\text{m}^3/\text{h}$ ；
- l) 自动型注肥装置应达到以下技术要求：
 - 施肥均匀度： $>90\%$ ；
 - 过滤精度：150~200 目；
 - 灌溉液最大流量： $15\text{m}^3/\text{h}$ ；
 - 肥液最大流量： $2.5\text{m}^3/\text{h}$ ；
- m) 智能型注肥装置应达到以下技术要求：
 - 施肥均匀度： $>95\%$ ；

- pH 值测量范围：0~14pH；
- pH 值控制精度：±0.1pH；
- EC 值测量范围：0~2000 $\mu\text{s/cm}$ 。

6.6 灌溉智能控制器

6.6.1 基本要求

- a) 灌溉智能控制器主要对灌溉水供给进行精确控制，实现灌溉水供给智能化；
- b) 灌溉智能控制器实现对控制信号的采集、处理、输出等功能；
- c) 灌溉智能控制器应可以满足系统控制实时性及可靠性的要求。

6.6.2 技术要求

- a) 灌溉智能控制器应采用适宜的控制方式使水泵保持恒压供水；
- b) 灌溉智能控制器的控制模块应能持续接收中心站控制指令，并发送终端执行单元运行参数信息；
- c) 灌溉智能控制器应能进行手动设置将控制电路失效；
- d) 灌溉智能控制器应能根据流量等传感器反馈量与设定值的偏差比较运算，实时调节灌溉水量；
- e) 灌溉智能控制器的主管道应能根据压力流量变送器反馈值，实时监控调整恒压供水灌溉。

6.7 自动控制软件系统

6.7.1 基本要求

- a) 自动控制软件系统包括自动化控制软件、作物需水决策支持系统等软件；
- b) 自动控制软件应具有显示功能，应能显示灌溉智能监控系统的总体布置、各个监控站组成及状态、灌水方案情况、实时数据变化、实时控制情况、过程曲线、报警状态等；
- c) 自动控制软件宜有数据输入、信息存储、工程管理、数据库管理、安全管理、资源管理、离线分析及结果导出等功能；
- d) 自动控制软件应具有操作功能，应能在灌溉监控中心站的计算机上实现监控方式的选择、监控站的组态布置、控制指令的生成及保存、自动灌溉参数的输入输出、历史数据的查询调用、评估系统的运行操作、系统配置的修改、进行系统测试和系统维护等；
- e) 自动控制软件应具有网络安全防护功能，确保网络的安全运行。通过多级用户管理，设置多级用户权限、多级安全密码，对系统进行有效的安全管理；
- f) 自动控制软件应具有自检功能，以便能为及时维护提供方便；
- g) 作物需水决策支持单元应可以对基本数据进行设置和导入、参数计算、查询决策结果、决策结果传送至主控程序(或监控中心)等功能；
- h) 作物需水决策支持单元的输出结构应具有是否需要灌溉、灌溉时间、灌溉量等信息；
- i) 作物需水决策支持单元应能够与主控单元(或监控中心)联合实现智能决策控制功能；
- j) 作物需水决策支持单元的数据库应可靠、真实反映现场情况。

6.7.2 技术要求

- a) 作物需水量预测模型和数据库模型可基于人工神经网络和多元线性回归进行构建；
- b) 当土壤含水率低于标准值时，应能够及时诊断灌溉；
- c) 基础数据设置应可以对地区信息、作物信息、灌区信息和土壤信息进行设置，并提供数据查询；
- d) 可以对当前作物系数 k_c 、土壤水分亏缺系数 k_s 和需水系数 E_t 进行相关计算和查询；

- e) 可以对土壤水分指标、作物信息水分指标进行多指标综合诊断;
- f) 可以对诊断结果和决策结果进行查询, 并且将决策表发送至主控程序(或监控中心)。

7 施工安装调试的要求

7.1 施工安装

- 7.1.1 建设系统所需设备已齐备, 土建工程竣工, 方可组织进行下一步系统设备的安装和调试。
- 7.1.2 设备进场安装前, 应按下列要求进行检查:
 - a) 各项土建工程应符合设计要求, 原订的设备安装计划应可行, 并应根据检查结果提出应进行的补充工作, 拟定详细的设备安装计划;
 - b) 对各项设备及附件的机械和电气性能进行全面检查、测试和联试。
- 7.1.3 系统设备安装及电缆布线应整齐, 设施应考虑必要的防护措施。
- 7.1.4 设备支座及支架应安装牢固, 确保与被测对象联成整体, 支架必须进行防锈处理。
- 7.1.5 对接入系统的仪器应进行检查或比测。

7.2 系统调试

- 7.2.1 对系统监测和控制点进行快速连续测试, 以检查测值的稳定性。
- 7.2.2 对有条件的数据采集单元和终端执行单元, 人工干预给予一定物理量变化, 检查自动化。
- 7.2.3 数据采集单元的监测值是否出现相应变化。
- 7.2.4 逐项检查系统功能, 以满足设计要求。
- 7.2.5 逐项检查系统设备的安装, 确保与规范, 厂家说明书规定一致。
- 7.2.6 对于更新改造工程, 应对新老系统的测值关系和处理作出说明。
- 7.2.7 整个系统安装结束后, 应根据设计要求, 进行系统联调和性能测试, 考核采集数据的正确性和系统畅通率等, 调试完成后, 应提供系统安装调试报告。

8 设备和系统验收检验规则

8.1 设备验收检验规则

- 8.1.1 系统相关设备应进行逐台出厂检验, 其他配套装置包括计算机应用软件, 应进行有关功能的验收检验。
- 8.1.2 当出现下列情况之一时, 应进行型式检验:
 - a) 正常生产时, 定期或积累一定产量后, 应周期性进行一次检验;
 - b) 正式生产后, 因结构、材料、工艺有较大改变, 可能影响设备性能时;
 - c) 监测设备长期停产后又恢复生产时;
 - d) 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时;
 - e) 国家质量技术监督机构提出进行型式检验要求时;
 - f) 新型设备或老产品转厂生产的试制定型鉴定;
 - g) 合同规定进行型式检验时。
- 8.1.3 型式检验应按本标准规定的全部试验项目(设备可靠性试验除外)进行全性能检验。
- 8.1.4 型式检验的样品应从经出厂检验合格的产品中随机抽取, 一般单机台数不应少于3台, 若产品总数少于3台, 则应全检。

8.1.5 可靠性试验不为型式检验项目，可通过专项试验进行，也可以在监控系统运行或监控系统验收移交时进行统计。

8.1.6 型式检验中有一台以上(包括一台)单机不合格时，应加倍抽取该产品进行检验若仍有不合格时，则判该批产品为不合格；若全部检验合格，则除去第一批抽样不合格的单机产品，该批产品应判为合格。

8.1.7 经过型式检验的设备需要更换易损件时，应在更换后再经出厂检验合格后方能出厂。

8.2 系统验收检验规则

8.2.1 应符合本规范 5.1.2 和 5.3.2 规定的要求。

8.2.2 按工程应用配备的监控自动化设备，应按照现场配置方式组成节水灌溉太阳能无线智能控制系统，分别进行功能及性能试验。至少应进行以下试验：

- a) 根据工程监控系统布置，输入模拟参数，检验监测点换算的公式、制作抽样测点的测值表格。检验自动执行灌溉的命令；
- b) 设置几种异常值，检验系统告警处理的功能；
- c) 设置故障，检验系统的自检功能。

8.3 现场验收

当系统所有设备在现场安装、调试、联调完毕后，按本规范5.1.2和5.3.2规定的要求由供货单位和客户进行确认。

9 系统运行管理与维护

9.1 系统操作

9.1.1 应配备包括通信、计算机及水文等方面专业人员在内的专职管理人员，负责完成系统的运行管理和维护，保证系统可靠运行。

9.1.2 加强技术培训。系统运行维护人员应能熟练掌握运行维护技术。

9.1.3 系统运行管理工作内容主要包括：

- a) 制定运行管理规章制度和操作规程。
- b) 系统运行应定人定岗按照操作守则进行值班操作，值班人员应监视系统的工作状况，发现问题应尽快采取措施予以解决。

9.2 系统维护

9.2.1 监控站应定期进行巡检，现场检查监控站各部分的运转情况，并记录巡检情况，如遇到以下问题应及时处理，保证系统安全运行：

- a) 检查监控站线路连接是否可靠；
- b) 检查终端执行装置是否有漏液或堵塞现象；
- c) 检查数据采集装置的运行状况和工作状态参数是否正常；
- d) 检查太阳能光伏电池板及两能转换和电能储存的情况是否正常；
- e) 在经常出现强风暴雨的地区，检查避雷设施是否可靠，其他设施是否有损坏或被水淹。

9.2.2 计算机系统在良好的环境中运行，确保在用的计算机系统备份以及计算机系统的硬、软件的正常运行。

9.2.3 应根据系统各产品的说明书及相关设备规范规定对系统各设备检查维护，发现和排除故障，更换存在问题设备的零部件。

9.2.4 不定期检查。应根据具体情况而定，包括专项检查和检修，或全面检查。

9.2.5 故障检修是指对出现故障的设备进行针对性检查和维修。故障检修应做到：

- a) 应根据所使用的设备结构特点和厂商提供的维修手册的要求，制定常见故障的判断和检修的方法及程序；
- b) 对于在现场能够诊断明确，并且可由简单更换备件解决的问题，如电磁阀控制失灵、管道破裂和堵塞等问题，可在现场进行检修；
- c) 对于其他不易诊断和检修的故障，应由施工方负责检查和维修发生故障的仪器或配件。若有备份设备，则在现场用备份设备替代发生故障的仪器；
- d) 在每次故障检修完成后，应根据检修内容和更换部件情况，对设备进行校准并记录检修及检查、校准情况。

9.2.6 保养检修

根据系统运行的环境状况，在规定的时间内对系统正在运行的设备进行预防故障发生的检修。检修计划应根据系统设备的配置情况和设备使用手册的要求制定。

- a) 设备每年至少进行 1 次保养检修；
- b) 按厂家提供的使用和维修手册规定的要求，根据使用寿命，更换设备中的关键零部件，太阳供电单元等设备回收利用应注意环境保护，防止污染；
- c) 每次全面保养检修完成或更换了设备中的零部件后，应对设备重新进行多点校准和检查，记录检修及标定和校准情况。

附 录 A
(资料性附录)
电磁阀具体要求

A.1 维持工作功率

励磁线圈除瞬间工作功率外，其维持工作功耗 $<0.1W$ 。

A.2 励磁线圈允许温度

励磁线圈在额定电压和规定环境组别的条件下，在不间断工作制下由励磁线圈工作的最高温升导致外壳表面温度应符合表 A.1 的规定。

表A.1

绝缘等级	允许温度/°C
B	环境温度或传感温度
F	环境温度或传感温度
H	环境温度或传感温度
C	环境温度或传感温度

注1：以上各组别，励磁线圈均不允许发热或烧毁。电磁阀在断续周期工作制下，线圈允许温度应不大于 60°C (无负载，含摩擦产生的热量)。

注2：连续开起与关闭阀门，直至达到温度稳定状态(阀门开起与关闭的时间间隔 $\geq 1\text{S}$)。

A.3 视图短路

在励磁线圈输入端，串联有熔断器，对电源控制系统具有一次性断路保护措施。

熔断器符合GB 3836.4—2000的有关规定，采用两端焊锡固定熔丝，并被封于玻璃管中，熔断器必须被严密灌封在胶封剂中。

A.4 电源电压变化

A.4.1 当额定电源电压为 220V 时，电源电压偏离额定值 $\pm 20\%$ 范围中，电磁阀应能进行可靠的往复动作，并且动作必须干脆、准确、无抖动。

A.4.2 在系统工作状态中，当电源电压偏离额定值 -25% 后，电磁铁应一次性进入切断电源后的工作状态中，动作干脆、准确、无抖动。

A.4.3 当电源电压的波动范围在规定值的范围内，电磁铁励磁线圈不允许发热、烧毁。

A.4.4 当电源电压偏离任意值或励磁线圈工作时间无论长短，除一次性完成另一工作动作外，不允许产生交流噪声。

A. 4.5 当额定电源电压为DC:24V以下(含24V)时,电源电压偏离额定值-10%至+20%范围中,电磁阀应能进行可靠的往复动作,并且动作必须干脆、准确、无抖动。

A. 4.6 在系统工作状态中,当电源电压偏离额定值-25%后,电磁阀应一次性进入切断电源后的工作状态中,动作干脆、准确、无抖动。

A. 4.7 当电源电压的波动任意值时,电磁阀励磁线圈不允许发热、烧毁。

A. 5 绝缘电阻

按照JB/T 7352—2010中规定执行,温度提高为不大于40°C和相对湿度不大于100%的环境条件下,电磁阀的接线端与外壳间的绝缘电阻应大于100M Ω 。

A. 6 外电源线连接要求

A. 6.1 与外电源线连接部位的裸露部分必须被固定在经绝密压变量所形成的密封室中,电源线的裸露部分被螺钉螺母垫片锁紧,螺钉的选择符合GB 3836.1—2000标准中23.4.5条表5的要求。

A. 6.2 外电源线应能承受GB 3836.1—2000 D3的拉力试验方法要求,符合如下要求:

- a) 环境温度: +20°C \pm 5°C;
- b) 施加拉力: 50N;
- c) 时间: 3h。

A. 7 元件耐压值

各种应用的元件应按相关标准规定被浇封,并且保证正常运行。其额定电压的1.6倍时,被认为是不会发生短路故障的。如表A.2:

表A.2

额定电压	12/V	18/V	24/V	220/V
耐压值	≥ 400			

A. 8 绝缘强度

按照JB/T 7352—2010中规定执行,温度提高为不大于40°C和相对湿度不大于90%的环境条件下,电磁阀的接线端与外壳间应能承受频率为50Hz的正弦交流电压,历时1min的绝缘强度试验,应不出现击穿和飞弧现象。如表A.3:

表A.3

额定电压	<60/V	60~250/V
试验电压	500	1500

A. 9 泄漏量

电磁阀在规定试验条件下的泄漏量应符合表A. 4、表A. 5的规定。

表A. 4

公称通径 mm		允许泄漏量	
		mI / min	K
直接直动式—A		0	0
间接直动式—B		0	0
直接先导式—C		0.15	1
直接先导式—D		0.15	1
先导斜向控制式—M		0.30	2
外挂导向 控制式—R	100	0.60	4
	125	0.90	6
	150	0.90	6
	200	1.7	11
	250	1.7	11

注3: 表 A-4 中注明了以清洁水为检测介质的允许泄漏量;

注4: K 值为清洁水水滴数。

表A. 5

公称通径 mm	允许泄漏量K	
	mI / min	气泡数 / min
≤25	0	0
32、40	0	0
50	0.15	1
65	0.30	2
80	0.45	3
100	0.60	4
125	0.90	6
150	0.90	6
200	1.7	11
250	1.7	11

注: 测定每分钟气泡数是用外径6mm、壁厚1mm的管子垂直浸入水中, 深度为5~10mm的条件下测试, 管端表面光滑, 无毛刺。

A. 10 密封性

电磁阀的填料机器连接处在1.1倍公称工作压力的作用下，无泄漏的现象。

A.11 耐压强度

电磁阀应能承受1.5倍公称工作压力的水压试验压力进行耐压前度试验，不应出现目测可视的渗漏和损坏现象。

A.12 额定流量系数

- A.12.1 电磁阀额定流量系数的规定应不小于表A.6的规定；
 A.12.2 电磁阀额定流量系数的具体规定值由制造厂规定；
 A.12.3 电磁阀额定流量系数的实测值与规定值的偏差应不超过规定值的±10%。
 A.12.4 当额定流量系数 $K_v \leq 3$ 时，偏差应不超过规定值的±15%。

表A.6

公称通径 mm	6	8	10	15	20	25	32	40
额定流量 系数 K_v	0.54	0.80	1.4	2.8	5.0	8.5	12	18
公称通径 mm	50	65	80	100	125	150	200	250
额定流量 系数 K_v	28	45	70	110	180	250	420	660

A.13 寿命

电磁阀在规定工作条件下，公称通径不大于150mm，介质温度不超过60°C，工程工作压力不大于1.6MPa，工作压差不大于0.4MPa，其动作次数应不少于表A.7规定。

当用于特殊用途时，其寿命由用户和制造厂商定。

电磁阀的寿命可连续或间接进行，累积达到规定次数后，其工作压差、泄漏量应符合本标准要求。

表A.7

公称通径 mm	介质
	液体
≤ 25	12
25~65	7.5
65~150	4.5
150~250	3

注：当介质浑浊，含有泥沙等杂质时，可能会降低其使用寿命。

A. 14 响应时间

电磁阀入口处端通以规定条件下的介质压力，电磁阀出口侧不接负载并排空，电磁阀应测定从通电或断电瞬间开始执行后压力上升到90%或下降到10%所需时间。

试验压力已开启时间和关闭时间的数值由制造厂规定，在灌溉系统中，当>50mm公称通径的电磁阀的开启与关闭时间以>1s为宜，实现保护系统管道的目的。

A. 15 湿热影响

按照GB/T 2423. 4—93中第4条严酷等级4. 2 b规定执行，当环境温度和相对湿度从参比工作条件为高温温度55°C和相对湿度不小于95%时，经两个周期交变湿热试验。恢复后，励磁线圈的接线端与外壳间的绝缘电阻不小于100M Ω。湿热试验后，其绝缘强度应符合本标准A. 8条要求。

A. 16 电磁阀励磁线圈防护要求

A. 16. 1 防尘

励磁线圈的外壳应符合 GB 4208—93 外壳防护等级(IP 代码)表 3 中 6 规定，尘密型。

A. 16. 2 防水

励磁线圈的外壳应符合 GB 4208—93 外壳防护等级(IP 代码)表 5 中 7 规定，潜水型。

A. 16. 3 耐蚀性

电磁阀励磁线圈的外壳应能承受长达 2 年 PH 7.2~8 以及盐雾的工况环境下的侵蚀，并能正常工作。

A. 17 机械振动影响

按照GB/T 2423. 10中5. 1表3规定执行，频率10Hz~150Hz，定频耐久30min±1min，加速度为30 m/s²，按GB/T 2423. 10中5. 1表7要求试验后，驱动装置应动作正常。如表A-8：

表A. 8

试验项目	试验内容	数值
初始和最后振动响应检查	频率范围 Hz	10~55
	扫描范围 oct/min	0. 15
	驱动振幅 mm	0. 15
定频耐久试验	驱动振幅(峰值) mm	0. 15
	持续时间	X、Y各一次
	频率范围 Hz	机械谐振频率55

A. 18 运输连续冲击影响

按照GB/T 2423.5中第5条表1规定执行，经受脉冲重复频率： 55 ± 1 次~ 60 ± 1 次/min；峰值加速度： 300m/s^2 的运输连续冲击试验，试验后，要求动作正常。

A. 19 运输试验要求

经包装的产品置于模拟汽车运输试验台上，试验持续时间 2h，试验后，要求动作正常。

A. 20 运输环境温度影响

产品在运输包装条件下，经受高温为 $+60^{\circ}\text{C}$ 和低温为 -40°C 的运输环境温度试验，恢复常温($+20^{\circ}\text{C}$)后1h, 通电试验，要求工作正常。

A. 21 浇封剂及灌封要求

A. 21.1 励磁线圈及控制组件按照本标准，要求被浇封剂严密灌封于线圈外壳内，不允许有任何部分裸露于大气中。

A. 21.2 浇封剂允许最高表面温度须符合GB 3836.1—2000标准的第4条和第5条II类电器。正常运行时，浇封剂温度和连续运行温度须分别符合GB 3836.2—2000标准规定，温度组别符合T6规定。

A. 21.3 励磁线圈控制组件必须被严密灌封，不允许有任何空腔或松散的填料来代替浇封剂。

A. 22 外观

表面光洁、无划痕、碰伤等缺陷；铭牌清晰，标志。