

ICS 65.060
B 90

DB 23

黑 龙 江 省 地 方 标 准

DB 23/T 1499—2013

中心支轴式喷灌机使用技术规范

2013 - 01 - 05 发布

2013 - 02 - 05 实施

黑龙江省质量技术监督局 发布

目 次

前言	1
1 范围	3
2 规范性引用文件	3
3 术语和定义	3
4 使用条件	4
4.1 一般条件	4
4.2 水源	4
4.3 地形	4
4.4 土质	4
4.5 风速	4
4.6 作物	4
5 灌溉系统规划设计	4
5.1 规划设计原则	4
5.2 基本资料收集	5
5.3 喷灌机技术资料收集	5
5.4 水源水量分析计算	5
5.5 规划设计控制参数	6
5.6 田间规划布置	6
5.7 规划设计图	7
6 选型与设计计算	7
6.1 选型	7
6.2 设计计算	9
7 到货验收	12
7.1 包装	12
7.2 现场核查	12
7.3 关键部件检测试验	12
8 安装与验收	13
8.1 一般要求	13
8.2 准备工作	14
8.3 安装技术要求	14
8.4 运行准备与试运行	16
8.5 验收	17
9 运行管理	17

10 维护保养与保管.....	18
10.1 维护保养.....	18
10.2 保管.....	18
附录 A（资料性附录） 中心支轴式喷灌机电控系统常见故障及排除方法.....	19
附录 B（规范性附录） 中心支轴式喷灌机维护保养制度.....	20

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第 1 部分：标准的结构和编写规则》的起草规则编写。

本标准主要起草单位：黑龙江省水利学会、黑龙江省水利科学研究院、大连雨林灌溉设备有限公司。

本标准参与起草单位：维蒙特工业(山东)有限公司、林赛（天津）工业有限公司、山东华泰保尔水务农业装备工程有限公司、黑龙江伊尔灌溉设备有限公司、大禹节水（天津）有限公司、现代农装科技股份有限公司。

本标准主要起草人：郎景波、周江红、程玉凤、李铁男、张广志、王宏伟、尹刚吉、于兰发、张晓晨、王大伟、王俊、张守杰、白广明、徐昭巍。

中心支轴式喷灌机使用技术规范

1 范围

本规范规定了中心支轴式喷灌机的使用条件、灌溉系统规划设计、选型与设计计算、到货验收、安装与验收、运行管理以及维护保养与保管。

本规范适用于各种类型的中心支轴式喷灌机。

2 规范性引用文件

下列文件对于本规范的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本规范。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

GB/T 700 碳素结构钢

GB/T 3091—2008 低压流体输送用焊接钢管

GB 4208 外壳防护等级（IP代码）

GB 5084 农田灌溉水质标准

GB 6956 喷灌机械名词术语

GB 10395.19 农林机械 安全 第19部分：中心支轴式和平移式喷灌机

GB/T 18025 农业灌溉设备 电动或电控灌溉机械的电气设备和布线

GB/T 19797 农业灌溉设备 中心支轴式和平移式喷灌机 水量分布均匀度的测定

GB/T 21835—2008 焊接钢管尺寸及单位长度重量

GB/T 24671 农业灌溉设备 承压灌溉系统图形符号

GB/T 50085 喷灌工程技术规范

GB 50231 机械设备安装工程施工及验收规范

GB 50254 电气装置安装工程 低压电器施工及验收规范

GB/T 50625 机井技术规范

SL 56 农村水利技术术语

SL 556 节水灌溉工程规划设计通用图形符号

3 术语和定义

GB 6956、GB/T 19797、GB/T 50085和SL 56确立的以及下列术语和定义适用于本规范。

3.1

中心支轴式喷灌机

装有喷头的输水支管支撑在自动行走的塔架车上，围绕可供水的中心支座一边旋转一边进行喷洒作业的灌溉机械。可分为中心支座固定型和拖移型中心支轴式喷灌机。

3.2

中心支座固定型中心支轴式喷灌机

运行过程中，中心支座始终在一个位置固定不动的中心支轴式喷灌机。

3.3

拖移型中心支轴式喷灌机

运行过程中,中心支座连同整个喷灌机一起可从一个位置转移到另一个或多个位置的中心支轴式喷灌机。

3.4

中心支轴式喷灌机实体长度

中心支轴式喷灌机的中心支座中心点与末端喷头(或末端喷枪)安装部位之间的长度。

3.5

中心支轴式喷灌机有效长度

中心支轴式喷灌机实体长度与末端喷头(或末端喷枪)射程的75%之和。

4 使用条件

4.1 一般条件

当灌溉区域具备下列条件时,宜采用中心支轴式喷灌机(以下简称喷灌机):

- a) 灌溉区域开阔、连片;
- b) 土地集约化经营程度较高;
- c) 种植的作物品种单一;
- d) 有可靠电力条件或架设电力线路资金有保证。

4.2 水源

水源水量应有保障;水源水质应符合GB 5084的规定。当水中的杂质影响喷灌机正常工作时,应采取沉淀或过滤措施。

4.3 地形

地块的地面坡度不宜大于15%。

4.4 土质

适用于各种类型土壤。

4.5 风速

当风速大于5.4m/s时,喷灌机不宜进行喷灌作业。

4.6 作物

适用于灌溉旱田作物及牧草。

5 灌溉系统规划设计

5.1 规划设计原则

喷灌机灌溉系统的规划设计应遵循下列原则:

- a) 贯彻执行国家、地方相关方针政策、法律法规和规范；
- b) 与当地水资源综合规划、水利发展规划等相协调；
- c) 与农艺措施相结合，全面实现农业高效用水；
- d) 充分利用已有的水利、电力、交通等基础工程设施。

5.2 基本资料收集

规划设计宜收集整理下列基本资料：

- a) 灌溉区域地形图：比例宜为 1:2000~1:5000；图中需标出灌溉区域界线、建筑物、地面高程（等高线）、林带、交通道路、输电线路、通信线路、河流、渠（沟）道、水源位置、主要作物分布、方向标、比例尺和图例等；
- b) 土壤资料：质地、容重、田间持水量、适宜土壤含水量上下限和土层厚度等；
- c) 作物资料：种类、面积、分布、生育期、主要根系层活动深度、茎秆高度、需水量和灌溉制度等；
- d) 水源资料：水位（机井的静水位、动水位或地表水源的枯水期水位、汛期水位）、流量及其可靠性分析资料、水质报告；
- e) 气象资料：多年平均降水量、气温、无霜期、最大冻土层深度、蒸发量和灌溉季节的风速风向、日照、气压等；
- f) 能源动力资料：种类、容量、位置、可利用状态以及相关设施设备的外形尺寸等；
- g) 道路交通资料：位置、种类、级别和状态等。

5.3 喷灌机技术资料收集

规划设计应收集与喷灌机相关的下列技术资料：

- a) 喷灌机进水口（支轴弯管下端接口）的接口形式和尺寸；
- b) 所需的电源电压、频率、相数和容量；
- c) 桁架跨距（长度）尺寸系列；
- d) 桁架输水管规格尺寸系列和材质；
- e) 悬臂长度尺寸系列和悬臂输水管规格尺寸；
- f) 桁架输水管喷头座孔间距尺寸系列；
- g) 地隙高度尺寸系列；
- h) 塔架车行走驱动装置总速比及电机减速器电动机额定功率；
- i) 车轮轮胎规格型号系列；
- j) 推荐采用的喷头类型和技术参数；
- k) 推荐采用的末端喷枪组件类型和技术参数；
- l) 电气控制系统功能。

5.4 水源水量分析计算

5.4.1 规划设计时应应对水源供水量和灌溉系统用水量进行平衡分析计算。

5.4.2 当水源为河川径流时，水源水量应按下列要求进行计算：

- a) 具有较长系列的径流资料时，应通过频率计算推求符合设计频率的年径流量及其年内分配、灌水临界期平均流量；

b) 径流资料较少时,应通过相关分析的方法插补延长径流资料,再进行频率计算推求径流特征值;
c) 无实测资料时,可选择参证站,通过换算、内插或径流系数法等推求径流系列,也可参照地区性水文手册或图集,结合调查资料推求径流特征值。

5.4.3 当水源为当地径流时,可参照地区性水文手册或图集,结合调查资料,确定设计频率的年径流量。

5.4.4 当水源为地下水时,水源水量应根据已有水文地质资料,分析灌溉区域地下水开采条件,通过对邻近机井出水情况的调查确定。对于无水文地质资料的地区,应打勘探井并经抽水试验确定水源水量。灌溉区域内机井的布局、井距和井数等应符合 GB/T 50625 的规定。

5.4.5 当水源的来水过程不能满足灌溉系统用水要求时,应修建蓄水设施。

5.5 规划设计控制参数

5.5.1 喷灌机灌溉系统的灌溉设计保证率应符合下列规定:

- a) 当水源为地下水时,灌溉设计保证率不低于 90%;
- b) 当水源为其他水时,灌溉设计保证率不低于 85%。

5.5.2 喷灌机灌溉系统的设计喷灌强度应以喷灌机末端的喷灌强度为控制数值。允许喷灌机末端土壤表面积水,但不宜产生径流。喷灌机末端允许土壤表面积水深度见表 1。

表1 喷灌机末端允许土壤表面积水深度

地面坡度/%	土壤表面允许积水深度/mm
0~1	12
1~3	8
3~5	5

5.5.3 宜在桁架和悬臂输水管末端部分喷头座孔配置 1~2 个旋转式阻尼喷头的方式,降低喷灌机末端的喷灌强度。

5.5.4 喷灌机灌溉系统的设计喷灌均匀系数不应小于 0.85。当喷灌机配有末端喷枪时,末端喷枪的喷灌面积可不加入设计喷灌均匀系数计算。喷灌均匀系数应按 GB/T 19797 的规定进行测定。

5.5.5 喷灌机灌溉系统的设计喷灌雾化指标应符合 GB/T 50085 的规定。

5.6 田间规划布置

5.6.1 喷灌机灌溉系统的田间规划布置应综合考虑灌溉区域和灌溉地块的形状和尺寸、水源位置及类型、电源位置、林带、田间障碍物、经营管理模式、安装及维修维护方便性等因素。

5.6.2 喷灌机中心支座位置的确定,应综合考虑下列因素:

- a) 灌溉区域或灌溉地块的漏灌面积最小;
- b) 喷灌机中心支座距水源和/或电源最近;
- c) 喷灌机实体长度覆盖范围内无电线杆、高大建筑物、古树名木等超过喷灌机地隙高度的不可搬迁(拆移)障碍物;
- d) 喷灌机安装及维修维护方便;
- e) 喷灌机在非灌溉季节长期停用时可停放在便于看护的位置。

5.6.3 喷灌机与相邻设施(物体)之间的距离应符合下列要求:

- a) 任意两台相邻喷灌机中心支座之间的距离,至少比这两台喷灌机实体长度之和大 3m;
- b) 喷灌机末端喷头(或末端喷枪)与建筑物、树木等障碍物之间的距离,不小于 2m;

- c) 喷灌机末端喷头（或末端喷枪）与道路之间的距离应符合相关交通道路标准的规定；
- d) 喷灌机末端喷头（或末端喷枪）与电力线路之间的距离应符合相关电力标准的规定。

5.6.4 当水源为地下水时，优先采用“一机一井”（一口机井向一台喷灌机供水）的供水方式。当单井出水量不能满足一台喷灌机流量需求时，采用“一机多井”（多口机井联合向一台喷灌机供水）的供水方式，但应认真进行多台水泵并联供水的水力计算与分析，确定合理的水泵运行工况点流量、扬程等参数，保证各台水泵均在高效区运行。

5.6.5 当水源为地表水时，优先采用管道供水方式。

5.7 规划设计图

规划设计的图纸和图形符号应符合 GB/T 24671 和 SL 556 的规定。

6 选型与设计计算

6.1 选型

6.1.1 一般要求

- 6.1.1.1 应选用经过法定机构检测或认定合格的喷灌机。
- 6.1.1.2 同一灌溉区域宜采用同一制造厂家生产的喷灌机。
- 6.1.1.3 喷灌机的整机安全性应符合 GB 10395.19 的规定。

6.1.2 整机

- 6.1.2.1 优先选用中心支座固定型喷灌机。
- 6.1.2.2 当符合下列两个条件之一时，可选用拖移型喷灌机：
 - a) 规划设计得出的喷灌机实体长度不大于 300m；
 - b) 灌溉区域地形较平坦，且所灌溉地块之间能够开辟出喷灌机转移时所需的拖移通道。
- 6.1.2.3 确定喷灌机有效长度时，在经济技术分析的基础上，宜综合考虑下列因素：
 - a) 中心支座固定型喷灌机的有效长度不小于 200m。
 - b) 对于常用的桁架输水管采用 GB/T 21835—2008 表 1 中规定的外径为 168.3mm（或 165mm）普通焊接钢管的喷灌机，喷灌机有效长度不大于 450m；
 - c) 当喷灌机有效长度大于 450m 时，靠近中心支座处的若干跨桁架输水管采用不小于 GB/T 21835—2008 表 1 中规定的外径为 193.7mm 的普通焊接钢管。
- 6.1.2.4 当符合下列条件时，宜在喷灌机上增设末端喷枪组件：
 - a) 为了扩大喷灌机单机控制面积，末端喷枪与其他喷头同时喷水进行全圆运行作业；
 - b) 为了减少地角漏喷面积，末端喷枪只在四个地角进行喷灌作业；
 - c) 利用末端喷枪喷射出的水流越过地边的电线杆、树木等障碍物。
- 6.1.2.5 喷灌机的地隙高度应能满足灌溉作物生长高度的需求。
- 6.1.2.6 当灌溉区域或灌溉地块的整体地面坡度符合本规范 4.3 要求，但因局部地形坡度偏大不能满足本规范 6.1.2.5 规定时，可采取下列措施满足喷灌机地隙高度要求：
 - a) 对灌溉区域或地块内局部凸起或低洼处进行平整处理；
 - b) 采用符合局部地形要求的不同跨距（长度）桁架；

- c) 采用符合局部地形坡降的不同地隙高度桁架。

6.1.3 主要结构件

- 6.1.3.1 喷灌机的所有钢结构件均应进行整体热浸镀锌。
- 6.1.3.2 当选用桁架输水管采用 GB/T 21835—2008 表 1 中规定的外径为 168.3mm（或 165mm）普通焊接钢管的喷灌机时，其桁架输水管壁厚不应小于 3.0mm。
- 6.1.3.3 喷灌机的桁架拉筋端头宜采用整体热锻成型工艺制造。
- 6.1.3.4 喷灌机的塔架车底梁宜为无缝钢管。
- 6.1.3.5 喷灌机的行走驱动装置应采用护套、套管加以保护。
- 6.1.3.6 喷灌机的螺栓、螺母等紧固件应为高强度等级。

6.1.4 电气设备与电气控制系统

- 6.1.4.1 喷灌机电设备的额定电压和频率应与国家常规电网相一致。
- 6.1.4.2 主控制箱、集电环、塔架盒等电气控制设备箱盒的防护等级应符合 GB 10395.19 的规定。
- 6.1.4.3 电机减速器和末端增压泵配套电动机的防护等级不应低于 GB 4208 的规定的 IP44 级。
- 6.1.4.4 喷灌机电气控制系统应具有下列基本功能：
 - a) 电源接通与断开；
 - b) 电流、电压等电量参数显示与检测；
 - c) 正向运行、反向运行和停止；
 - d) 百分率计时器接通与断开；
 - e) 塔架车（桁架）同步运行控制和安全控制。
- 6.1.4.5 喷灌机电气控制系统宜具有下列增加功能：
 - a) 主阀门（或水泵）开启与停止控制信号；
 - b) 末端增压泵启动与停止；
 - c) 限位自动停机和/或自动返回；
 - d) 进水口水压波动自动停机；
 - e) 过雨量自动停机；
 - f) 电压和电流超限安全保护。
- 6.1.4.6 当灌溉区域开阔且位于雷电多发地区时，喷灌机电气控制系统应采取防雷电措施。

6.1.5 喷头组件及其配置

- 6.1.5.1 喷灌机喷头的选择和配置可由灌溉系统设计者完成，也可根据设计者提出的要求由喷灌机制造厂或经销商完成。
- 6.1.5.2 喷头类型的选择宜符合下列规定：
 - a) 当灌溉区域土壤为黏土或壤黏土时，采用旋转式阻尼喷头；
 - b) 当灌溉区域土壤为沙土、沙壤土或壤土，且喷灌机有效长度大于 300m 时，靠近中心支座部位采用散射式喷头，末端采用旋转式阻尼喷头；
 - c) 当灌溉区域土壤为沙土或沙壤土，且喷灌机有效长度不大于 300m 时，采用散射式喷头。
- 6.1.5.3 优先采用“等间距不同喷嘴直径”的喷头配置方式。

- 6.1.5.4 设计喷头工作压力应在所选喷头的规定工作压力范围内。
- 6.1.5.5 应根据设计喷头工作压力，在喷头进水口上游配置适当的压力调节器。
- 6.1.5.6 喷头宜采取悬吊安装方式；悬吊高度根据所灌溉作物的生长高度确定。
- 6.1.5.7 悬吊管应采用抗老化性能良好的软管，并应在其下部设置配重。

6.1.6 配套设施与设备

- 6.1.6.1 电源容量应根据喷灌机行走驱动装置和电气控制系统所需的功率确定。
- 6.1.6.2 当水源为地下水时，喷灌机供水系统配套水泵宜采用井用潜水电泵；当水源为地表水时，喷灌机供水系统配套水泵宜采用卧式离心泵。
- 6.1.6.3 配套水泵的设计运行工况点应在水泵的高效区内(水泵设计流量为额定流量的0.7~1.2倍)。
- 6.1.6.4 喷灌机中心支轴弯管附近和喷灌机末端应设置压力观测装置；压力观测装置的量程宜为设计入机压力的1.5倍。
- 6.1.6.5 优先选用立式(竖直)安装的末端增压泵。
- 6.1.6.6 宜在喷灌机进水口与供水系统连接处设置开关阀、调节阀、流量(或水量)量测装置、施肥(药)装置等。
- 6.1.6.7 所选施肥(药)装置的注入量(注入速率)应能调节；肥(药)储存设备应耐腐蚀。

6.2 设计计算

- 6.2.1 喷灌机实体长度按式(1)计算：

$$L_s = \sum_1^n l_i \times n_i + l_x \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- L_s ——喷灌机实体长度，单位为米(m)；
- l_i ——第*i*种桁架跨距(长度)，单位为米(m)；
- n_i ——第*i*种桁架的数量，单位为跨；
- l_x ——末端悬臂长度，单位为米(m)。

- 6.2.2 喷灌机有效长度按式(2)计算：

$$L_y = L_s + 0.75 \times R \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- L_y ——喷灌机有效长度，单位为米(m)；
- L_s ——喷灌机实体长度，单位为米(m)；
- R ——喷灌机末端喷头(或末端喷枪)的射程，单位为米(m)。

6.2.3 喷灌机灌溉控制面积

- 6.2.3.1 末端喷枪与其他喷头同时喷洒的喷灌机在一个作业位置的覆盖面积按式(3)计算：

$$A_0 = \left[(\alpha / 360) \times \pi \times L_y^2 \right] / 10000 \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- A_0 ——末端喷枪与其他喷头同时喷洒的喷灌机在一个作业位置的覆盖面积，单位为公顷(hm²)；

α ——喷灌机田间运行扇形角度，单位为度（°）。

6.2.3.2 末端喷枪仅在设定范围（例如正方形地块的四个地角）内喷洒的喷灌机在一个作业位置的覆盖面积按式（4）计算：

$$A_1 = [(\alpha/360) \times \pi \times L_s^2 + A_q] / 10000 \dots\dots\dots (4)$$

式中：

A_1 ——末端喷枪仅在设定范围内喷洒作业的喷灌机在一个位置的覆盖面积，单位为公顷（hm²）；

A_q ——喷灌机运行中末端喷枪在设定范围内的覆盖面积，单位为平方米（m²）。

6.2.3.3 喷灌机灌溉控制面积 A 按下列方法确定：

a) 对于中心支座固定型喷灌机，灌溉控制面积根据末端喷枪运行方式按式（3）或（4）直接计算得出；

b) 对于拖移型喷灌机，根据末端喷枪运行方式按式（3）或（4）分别计算喷灌机在各个作业位置的覆盖面积，并将其相加得出灌溉控制面积。

6.2.4 喷灌机设计流量

6.2.4.1 作物日最大需水量

作物日最大需水量按式（5）计算：

$$W = 10 \times I \times A \dots\dots\dots (5)$$

式中：

W ——作物日最大需水量，单位为立方米（m³）；

I ——设计日最大需水强度，单位为毫米每天（mm/d），取作物需水临界期的平均日需水量。

6.2.4.2 喷灌机设计流量

喷灌机设计流量按（6）和（7）计算：

$$Q = \sum_{n_1} q_i + q_m \dots\dots\dots (6)$$

$$Q \geq W / (t \times \eta_p) \dots\dots\dots (7)$$

式中：

Q ——喷灌机设计流量，单位为立方米每小时（m³/h）；

q_i ——第 i 个喷头在设计工作压力下的流量，单位为立方米每小时（m³/h）；

n_1 ——喷灌安装的喷头总个数，单位为个；

q_m ——末端喷枪在设计工作压力下的流量，单位为立方米每小时（m³/h）；

t ——设计日灌水时间，单位为小时每天（h/d），宜在 14~21h 之间取值；

η_p ——田间喷洒水利用系数，可在下列范围内选取：

风速低于 3.4m/s， $\eta_p=0.85\sim0.9$ ；

风速为 3.4~5.4m/s， $\eta_p=0.75\sim0.8$ 。

6.2.5 喷灌机设计入机压力水头

喷灌机设计入机压力水头按式（8）计算：

$$H = h_m + h_f + A_z \dots\dots\dots (8)$$

式中：

H ——喷灌机设计入机压力水头，单位为米（m）；

h_m ——末端喷头设计工作压力水头，单位为米（m）；

h_r ——喷灌机进水口到最不利喷头之间的输水管水头损失，单位为米（m）；

Δ_z ——喷灌机进水口与最不利喷头安装位置运行轨迹最高点之间的高程差，单位为米（m）。

6.2.6 喷灌机运行参数

6.2.6.1 设计灌水定额

设计灌水定额按式（9）或（10）计算：

$$m = 0.1 \times h \times (\beta_1 - \beta_2) \dots\dots\dots (9)$$

$$m = 0.1 \times \gamma \times h \times (\beta_1' - \beta_2') \dots\dots\dots (10)$$

式中：

m ——设计灌水定额，单位为毫米（mm）；

h ——计划湿润层深度，单位为厘米（cm）；

β_1 ——适宜土壤含水量上限（体积分数）；

β_2 ——适宜土壤含水量下限（体积分数）；

γ ——土壤容重，单位为克每立方厘米（g/cm³）；

β_1' ——适宜土壤含水量上限（重量分数）；

β_2' ——适宜土壤含水量下限（重量分数）。

6.2.6.2 设计灌水周期

设计灌水周期按式（11）计算：

$$T = m / I \dots\dots\dots (11)$$

式中：

T ——设计灌水周期，单位为天（d），计算值取整数。

6.2.6.3 喷灌机旋转一圈所需的最短时间

喷灌机旋转一圈所需的最短按式（12）计算：

$$t_{\min} = (L_f \times i) / (30 \times D \times n) \dots\dots\dots (12)$$

式中：

t_{\min} ——喷灌机旋转一圈所需的最短时间，单位为小时（h）；

L_f ——中心支座中心点与末端塔架车之间的距离，单位为米（m）；

i ——行走驱动装置总速比；

D ——配套轮胎有效直径，单位为米（m）；

n ——行走驱动装置配套电动机额定转速，单位为转每分（r/min）。

6.2.6.4 喷灌机旋转一圈的设计灌水深度

喷灌机旋转一圈的设计灌水深度可按式（13）计算：

$$h = (I \times t_{\min}) / (t \times x) \dots\dots\dots (13)$$

式中：

h ——喷灌机旋转一圈的设计净灌水深度，单位为毫米（mm）；

x ——百分率计时器的设定值，宜在 30%~100%之间取值。

7 到货验收

7.1 包装

喷灌机零部件和配套件运抵现场后，包装物应完整无损或包装物有轻微损伤，但未对所包装的材料和设备造成损坏。

7.2 现场核查

7.2.1 装箱清单、产品合格证和产品使用说明书等文件应齐全、有效。

7.2.2 不同安装部位、不同规格尺寸的钢结构件应有不同的编号或颜色标识，并与产品使用说明书中的描述一致。

7.2.3 所有零部件和配套件的型号、规格、数量以及备品备件、专用工具等应与订货合同一致。

7.2.4 主控制箱、塔架盒、电机减速器、车轮减速器、喷头、压力调节器、末端增压泵、末端喷枪、喷灌机整机和关键部件的安全标志等所有配套件的标志应齐全、完整。

7.2.5 中心支座、桁架、塔架车、悬臂等钢结构件以及螺栓、螺母等标准件的热浸镀锌镀层应无漏镀、起泡、剥落、锈蚀等现象。

7.2.6 主控制箱、减速器、车轮钢圈、末端增压泵等配套件的表面涂层应无露底、堆积、夹杂质、流坠、失光等缺陷。

7.2.7 电机减速器和车轮减速器的传动副箱体表面不应有润滑油泄露痕迹。

7.3 关键部件检测试验

7.3.1 主控制箱

从一批喷灌机到货设备中，宜按 10%的数量比例，随机抽取不少于 1 台主控制箱。检查其箱体防护等级、电气元件布置与接线，并进行通电运行试验。

抽取的主控制箱应符合下列要求：

- a) 箱体防护等级符合本规范 6.1.4.2 的规定；
- b) 功能符合本规范 6.1.4.4~6.1.4.6 的规定；
- c) 箱内电器元件布置和接线符合 GB/T 18025 的规定；
- d) 箱内的仪器仪表显示正常；
- e) 箱内的开关、按钮等转动自如。

7.3.2 电动机

从一批喷灌机到货设备中，宜按 10%的数量比例，随机抽取不少于 1 台电机减速器和末端增压泵。检查其防护等级；并模拟自然降雨或喷灌机正常灌水作业时的喷洒方式，向其配套电动机表面持续喷洒灌溉水 10min，用 500V、100M Ω 的兆欧表测量两种配套电动机的绕组绝缘电阻。

抽取的电动机应符合下列要求：

- a) 防护等级符合本规范 6.1.4.3 的规定；
- b) 测得的绝缘电阻值不应小于 $0.5\text{M}\Omega$ 。

7.3.3 桁架输水管

从一批喷灌机到货设备中，宜按 2% 的数量比例，随机抽取桁架输水管。测量其外径和壁厚。

抽取的桁架输水管应符合下列规定：

- a) 所有桁架输水管的外径和壁厚符合 GB/T 21835—2008 表 1 的规定；
- b) 当桁架输水管为 GB/T 21835—2008 表 1 中规定的外径 168.3mm (或 165.0mm) 普通焊接钢管时，壁厚应符合本规范 6.1.3.2 的规定；
- c) 所有桁架输水管外径和壁厚的偏差符合 GB/T 3091—2008 的表 1 的规定。

7.3.4 桁架拉筋

从一批喷灌机到货设备中，宜按 2% 的数量比例，随机抽取桁架拉筋。观察其端头成型工艺，并检测其整体拉伸强度。

抽取的桁架拉筋应符合下列要求：

- a) 生产加工成型工艺符合本规范 6.1.3.3 的规定；
- b) 整体拉伸强度不低于 GB/T 700 规定的 Q235A 钢的拉伸强度值 ($370\sim 500\text{N}/\text{mm}^2$)。

7.3.5 钢结构件镀锌层

从一批喷灌机到货设备中，宜按 1% 的质量比例，随机抽取中心支座、桁架、塔架车、悬臂等不同部位的钢结构件。观察其镀锌工艺，并检测其镀锌层质量。

抽取的钢结构件镀锌层应符合下列规定：

- a) 镀锌工艺符合本规范 6.1.3.1 的规定；
- b) 镀锌层完整，没有未镀上锌的黑斑和气泡；
- c) 镀锌层总体平均重量不小于 $500\text{g}/\text{m}^2$ 。

当现场无法检测镀锌层重量，且买卖双方有争议时，应将抽取的钢结构件送法定检测机构按 GB/T 3091—2008 附录 B 的规定进行检测。

8 安装与验收

8.1 一般要求

8.1.1 喷灌机安装人员应按相关规定持证上岗。

8.1.2 安装前，安装人员应仔细阅读产品使用说明书。

8.1.3 安装过程中，应采取一切必要措施，防止设备损坏，确保人身安全，并及时清除所有输水管内的异物。

8.1.4 安装结束后，所有紧固件均应拧紧、固牢；所有输水管连接部位应密封良好，不应有泄漏。

8.1.5 喷灌机安装除应符合本规范规定外，尚应符合 GB 50231 和 GB 50254 的规定。

8.2 准备工作

- 8.2.1 应根据天气状况、安装人员数量、安装使用的工具和设备等情况，统筹安排，制定切实可行的安装计划。
- 8.2.2 安装使用的工具、材料和设备应齐全，并经检查确认安全可靠。
- 8.2.3 与喷灌机安装有关的电源、水源、土建工程等已完工，并经验收合格。
- 8.2.4 应根据安装工作进度，将待安装的喷灌机零部件运抵现场，按规划设计要求、产品使用说明书等技术文件逐一核对无误后，将其按整机顺序摆放在田间适当位置。

8.3 安装技术要求

8.3.1 安装顺序

喷灌机安装宜按下列顺序：

- a) 安装中心支座（含支轴弯管、主控制箱、集电环、首端运行指示灯、柔性接头等）；
- b) 安装首跨桁架（含电缆、U形弯管、喷头悬吊软管等）；
- c) 安装首跨塔架车（含塔架盒、电机减速器、万向节、万向节护套、传动轴、传动轴套管、车轮减速器、车轮等）；
- d) 安装中间桁架（所含零部件同首跨桁架）；
- e) 安装中间塔架车（除采用中间塔架盒外，其余同首跨塔架车）；
- f) 安装末跨桁架（除同时安装末端悬臂、排污阀和末端喷枪组件外，其余零部件同首跨桁架）；
- g) 安装末端塔架车（除采用末端塔架盒、增加末端运行指示灯外，其余所含零部件同首跨塔架车）；
- h) 首跨桁架与中心支座组装、各跨桁架与塔架车组装以及桁架输水管连接等；
- i) 安装喷头、悬吊管、压力调节器、配重等；
- j) 电气控制系统接线（含接地体）；
- k) 水源连接。

8.3.2 中心支座安装

- 8.3.2.1 支轴弯管应铅直，在任何方向的倾斜角均不应大于 1° 。
- 8.3.2.2 支轴弯管密封圈应安放平整，不应挤压或划伤。
- 8.3.2.3 进出电缆的两端管孔的压紧螺母应锁紧。
- 8.3.2.4 四根立柱的地脚应采用地脚螺栓或其他紧固方式与中心支座混凝土基础固紧。

8.3.3 桁架安装

- 8.3.3.1 桁架输水管法兰垫片应摆放平整，其内圆不应遮挡桁架输水管过流断面。
- 8.3.3.2 安装后，从仰视方向看，桁架输水管应成一条直线，两边的桁架拉筋应对称；从水平方向看，桁架输水管的拱形应圆滑，相同跨距（长度）桁架的输水管拱形应一致。
- 8.3.3.3 电缆应从喷头座孔的两侧交叉穿过，并用电缆卡子固定在桁架输水管上。
- 8.3.3.4 所有喷头悬吊软管下端应在同一个水平面上。

8.3.4 塔架车安装

- 8.3.4.1 每个塔架车上的一台电机减速器和两台车轮减速器的传动轴应在同一条直线上。
- 8.3.4.2 每个塔架车上的两个车轮均应与底梁平行，两个轮胎的花纹方向应相反。
- 8.3.4.3 应采用喉箍将万向节护套和传动轴套管固紧，并用卡箍将传动轴套管固定在底梁上。
- 8.3.4.4 塔架盒与电机减速器之间的电缆应固紧在塔架车立柱上；富余的电缆应捆扎固定。

8.3.5 悬臂和末端喷枪组件安装

- 8.3.5.1 悬臂、排污阀和末端喷枪组件安装应与末端桁架安装同时进行。
- 8.3.5.2 安装后，从俯视方向看，悬臂输水管应与末端桁架输水管在同一条直线上。
- 8.3.5.3 末端增压泵的安装部位宜靠近末端塔架车。
- 8.3.5.4 根据规划设计要求和产品使用说明书，通过调整末端喷枪的换向机构限位装置，将末端喷枪喷洒扇形角调整到所需角度。

8.3.6 喷头安装

- 8.3.6.1 喷头安装应与压力调节器、配重等的安装同时进行。
- 8.3.6.2 安装喷头前，应对桁架输水管和悬臂输水管进行冲洗。
- 8.3.6.3 喷头安装应严格按喷头配置的规定进行。
- 8.3.6.4 安装喷头时，宜由两人配合进行，一人安装，另一人检查核对。
- 8.3.6.5 喷头距地面的高度应符合规划设计要求。

8.3.7 电气控制系统接线

- 8.3.7.1 喷灌机电气控制系统接线应按制造厂提供的电气原理图和接线图进行。所有连接部位均应压紧，不得松动。
- 8.3.7.2 主控制箱、集电环、塔架盒、电动机接线盒等电器箱盒的外部不宜有电缆接头。当电气箱盒外部有电缆接头时，应采用防水接头或进行防水处理。
- 8.3.7.3 应在喷灌机中心支座附近埋设电阻值不大于 $4\ \Omega$ 的接地体，并将中心支座与其可靠连接。

8.3.8 同步控制机构调整

- 8.3.8.1 同步控制机构应由专业人员进行调整。
- 8.3.8.2 应在喷灌机正向旋转和反向旋转两种运行模式下，分别对同步控制机构进行调整。
- 8.3.8.3 宜从次末端塔架车开始向中心支座方向，依次对安装在各塔架盒底部的同步控制机构逐一进行调整。
- 8.3.8.4 同步运行控制角宜为 1° ；同步安全控制角宜为 2° 。

8.3.9 过滤、施肥装置与连接水源

- 8.3.9.1 中心支座支轴弯管与供水系统的连接宜符合下列规定：
 - a) 连接管段宜为设置于地面上的水平直管道，且管底距地面的高度不宜小于 300mm；

- b) 连接管段长度不宜小于 2m;
- c) 连接管段上宜设置伸缩节。

8.3.9.2 施肥（药）装置宜安装在本规范规定的 8.3.9.1 连接管段上，且其上游应安装逆止阀。

8.3.9.3 灌溉水过滤装置宜安装在本规范规定的 8.3.9.1 连接管段上，且应安装在施肥（药）装置的下游。

8.4 运行准备与试运行

8.4.1 准备工作

喷灌机试运行前，应进行一次全面巡视和检查，并确认下列事项：

- a) 操作人员已仔细阅读产品使用说明书；
- b) 所有安全警示标志齐全、完整；
- c) 喷灌机运行范围内的所有人员、车辆等已经撤离，或被告知可能发生的危险；
- d) 中心支座与接地体连接牢固；
- e) 喷灌机运行范围内无桁架拉筋不可越过的电线杆、树木、建筑物等超高障碍物；
- f) 各塔架车车轮行走轨迹上无明显坑洼及其他影响运行安全的障碍物；
- g) 同步控制机构动作可靠，同步运行控制角和同步安全控制角设置正确；
- h) 塔架盒的手动开关闭合，盒内的交流接触器和微动开关工作正常；
- i) 各塔架车电机减速器的电动机旋转方向一致；
- j) 行走驱动装置上的动力传动轴联接牢固；
- k) 行走驱动装置上的万向节护套和传动轴套管连接牢固，完整无损；
- l) 电机减速器和车轮减速器的传动副箱体已加入符合要求的适量润滑油；
- m) 车轮轮胎气压符合要求；
- n) 自动停机或自动返回控制装置按预定的作业计划调整到位；
- o) 电源的电压、频率、容量等符合设计要求；
- p) 水源的流量、水压等符合设计要求；
- q) 百分率计时器和过水量保护装置按设计灌水定额调整到位；
- r) 末端喷枪控制装置按预定的作业计划调整到位；
- s) 末端喷枪喷洒扇形角调整到位。

8.4.2 试运行

8.4.2.1 喷灌机应在无水状态下使末端塔架车运行 30m~50m，等确认运行正常后再通水运行。

8.4.2.2 向喷灌机通水时，应缓慢开启进水口阀门，直到输水管内的空气完全从喷头排除后，再将阀门完全开启。

8.4.2.3 喷灌机应正、反向交替运行，并能正常工作。

8.4.2.4 启动施肥（药）装置，应能正常工作。

8.4.2.5 喷灌机试运行宜至少累计旋转一圈，并能始终保持正常工作。

8.4.2.6 打开末端塔架车附近的排污阀，应能将输水管道内的沉积物冲洗干净。

8.4.2.7 关断水源后，安装在输水管道上的自动泄水阀或其他泄水装置应能够自动泄空管道内的余水。

8.4.3 拖移型喷灌机拖移

8.4.3.1 拖移型喷灌机拖移前，应做好下列准备工作：

- a) 将喷灌机停放在拖移路线的延长线上；
- b) 拆开中心支座处的固定装置；
- c) 拆开与供水系统的连接部位；
- d) 拆开主控制箱电源线；
- e) 卸下所有塔架盒的控制杆；
- f) 拆开车轮与车轮减速器的连接，将车轮旋转到拖移状态并紧固。

8.4.3.2 拖移通道应平整，不应有影响拖移的障碍物。

8.4.3.3 拖移用的牵引装置应安全、可靠。

8.4.3.4 拖移时的行进速度不宜大于 4km/h。

8.4.3.5 不应将喷灌机拖移过位。

8.4.3.6 拖移到位后的安装和调试应符合本规范相关条款的规定。

8.5 验收

8.5.1 喷灌机验收时，应具备下列资料：

- a) 主要材料和设备的出厂合格证、检验记录或试验报告；
- b) 关键部件检测记录或检测报告；
- c) 试运行各项检查记录；
- d) 质量问题及处理的有关文件和记录；
- e) 主要组成部件材料清单；
- f) 其他有关资料。

8.5.2 喷灌机试运行合格，且各项指标符合本规范相关条款要求后，应及时办理设备移交手续。

9 运行管理

9.1 喷灌机运行前，应检查确认符合本规范 8.4.1 要求后，再启动喷灌机，并按设计灌溉制度操作运行。

9.2 当出现下列情况之一时，应停机检查并排除故障：

- a) 主控制箱内电流、电压等仪表显示异常；
- b) 水压偏高或偏低；
- c) 输水管连接部位漏水；
- d) 电机减速器电动机温升超过规定值；
- e) 同步控制机构动作失灵；
- f) 喷头喷嘴堵塞或运行不正常。

9.3 当喷灌机自动停机时，在故障未排除前不得重新开机运行。查找、排除故障应在关断水源并切断电源的条件下进行。

9.4 喷灌机施肥（药）后，应采用正常灌溉水对输水管道进行冲洗。

9.5 应定期按本规范 8.4.2.6 的规定，对喷灌机输水管道内的沉积物进行冲洗。

9.6 关断水源后，自动泄水阀或其他泄水装置应符合本规范 8.4.2.7 的要求。

9.7 喷灌机电气系统常见故障及排除方法参见附录 A。

10 维护保养与保管

10.1 维护保养

喷灌机维护保养制度见附录B。

10.2 保管

喷灌机在非灌溉季节或因其他原因长期存放时，宜符合下列规定：

- a) 将喷灌机停放在相对平整、不影响农机作业、易于看护且便于维修维护的位置；
- b) 喷灌机停放后的长度方向与当地主风向平行；
- c) 打开排污阀，将输水管道内的沉积物冲洗干净；
- d) 泄空输水管道内的余水；
- e) 采用适当方法遮盖轮胎；
- f) 将主控制箱、集电环、塔架盒、电缆、电机减速器（含传动轴组件）、喷头、压力调节器、悬吊管、配重等易丢失零部件拆下，入库保管。

附 录 A
(资料性附录)

中心支轴式喷灌机电控系统常见故障及排除方法

A.1 中心支轴式喷灌机电气控制系统常见故障及排除方法如表A1所示。

表A.1 中心支轴式喷灌机电控系统常见故障及排除方法

故障现象	故障原因	排除方法
当运行方向开关扭向正向或反向,并按下启动按钮时,运行信号灯不亮,喷灌机不运行,听不到触头通断声音,电流表无指示	(1) 熔断器接触不良或熔丝熔断; (2) 启动按钮、停止按钮或方向开关的相应触头接触不良; (3) 运行接触器触头接触不良或烧毁。	(1) 拧紧接触不良的熔断器或更换已熔断的保险管; (2) 修理或更换接触不良的相应触头; (3) 修理或更换运行接触器的接触不良触头,也可将相应导线换接在其闲置触头上。
当运行方向开关扭向正向或反向,并按下启动按钮时,喷灌机运行,但松开启动按钮后停止运行	(1) 某塔架车超前或滞后运行,致使该塔架盒内安全开关的常闭触头断开; (2) 某塔架车行走装置出现故障,致使该塔架车的过载保护热继电器动作,辅助常闭触点断开。	(1) 观察电流表读数,每个数值代表一个塔架车;如指针指示在6,表明第6塔架车出现故障,该塔架车的热继电器或安全开关动作; (2) 检查故障塔架,是否因同步调整不当或行走部分出现故障,电机减速器超负荷运转,使热继电器动作。
当运行方向开关扭向正向或反向,连续-断续开关扭向断续位置,并按动启动按钮时,运行指示灯亮,同时主控制箱内有接触器接通的响声,但末端塔架不运行,时间超过4min后,运行指示灯熄灭	(1) 方向开关接触不良或损坏,或百分率计时器损坏; (2) 末端塔架车车轮在原地打滑不能行走; (3) 某端子板接触不良; (4) 接触器的线圈与导线接触不良或线圈烧损。	(1) 启动喷灌机,用万用表250V交流挡,一端接零线,另一端接在输出端子板的相应导线,若相应线无电压,则可断定故障发生在运行方向开关或百分率计时器上;修理或更换相应元件。 (2) 排除车轮打滑故障; (3) 更换某塔架盒内接触不良的端子板; (4) 拧紧接触器线圈上的松动螺栓或更换烧损的线圈。
喷灌机运行中自动停机	(1) 次末端塔架盒内的过雨量保护时间继电器整定时间太短; (2) 某塔架车行走出现故障,致使驱动电动机超负荷,热继电器动作; (3) 某塔架盒内的安全微动开关与凸轮之间的相对位置不适合; (4) 百分率计时器损坏; (5) 末端塔架车车轮在原地打滑不能行走; (6) 某端子板接触不良; (7) 末端塔架盒内接触器的线圈烧损或触点接触不良; (8) 末端塔架车热继电器因电机减速器超负荷而动作。	(1) 重新调整过雨量保护时间继电器整定时间,一般为4min; (2) 观察电流表读数,判定出现故障的塔架车,并予以修复; (3) 重新调整安全微动开关与凸轮之间的相对位置; (4) 修理或更换损坏的百分率计时器; (5) 排除车轮打滑故障; (6) 修理或更换接触不良的端子板; (7) 更换烧损的接触器线圈或触头; (8) 查找热继电器动作的原因,并手动复位。
连续-断续开关扭向断续位置时,末端塔架车不运行	百分率计时器损坏	修理或更换百分率计时器

附 录 B
(规范性附录)

中心支轴式喷灌机维护保养制度

B.1 喷灌机宜按表B.1 规定的时间和项目进行维护保养。

表B.1 中心支轴式喷灌机维护保养制度表

部件名称	维护保养项目	维护保养时间		
		每次灌水后	累计运行 220h 后	灌溉季节开始前
中心 支 座 组 件	(1) 中心支座与接地体的连接是否符合安全要求	-	-	√
	(2) 所有连接处紧固情况	-	-	√
	(3) 支轴弯管与转动套之间润滑情况	-	√	√
	(4) 支轴弯管密封圈老化、磨损情况	-	√	√
	(5) 主控制箱电气元件是否安全可靠	-	√	√
	(6) 集电环是否工作正常	-	-	√
	(7) 供水系统是否工作正常	-	-	√
	(8) 过滤装置是否工作正常	√	√	√
	(9) 施肥(药)装置是否工作正常	√	√	√
	(10) 首端运行指示灯是否正常	-	√	√
各 跨 桁 架	(1) 所有连接处紧固情况	-	-	√
	(2) 桁架连接球绞锁紧螺母是否松动	-	√	√
	(3) 桁架端拉筋锁紧螺母是否松动	-	√	√
	(4) 桁架输水管连接法兰处是否漏水	√	√	√
	(5) 桁架输水管连接胶筒处是否漏水	√	√	√
	(6) 电缆是否有损伤或老化	-	-	√
	(7) 喷水是否工作正常,喷嘴有无堵塞	√	√	√
	(8) 自动泄水阀装置是否有效	-	√	√
	(9) 输水管排污阀是否需要打开冲洗	-	√	√
各 塔 架 车	(1) 所有连接处紧固情况	-	-	√
	(2) 万向节护套和传动轴套管是否完整无损	-	√	√
	(3) 传动轴连接是否安全、可靠	-	-	√
	(4) 同步控制角和安全控制角是否正确	-	√	√

表B.1 (续)

	(5) 塔架盒电气元件是否安全可靠	-	√	√
	(6) 电机减速器电动机温升是否符合要求	-	√	√
	(7) 减速器传动副箱体是否漏油	√	√	√
	(8) 减速器传动副箱体润滑油是否需要更换	-	-	√
	(9) 轮胎气压是否正常	-	√	√
	(10) 两个车轮轮辙是否重合	-	√	√
	(11) 末端运行指示灯是否正常	-	√	√
悬臂	(1) 所有连接处紧固情况	-	-	√
	(2) 钢丝绳是否松动	-	-	√
	(3) 末端喷枪组件是否工作正常	√	√	√
注：“√”表示需要；“-”表示不需要。				