

ICS

B

SL

中华人民共和国水利行业标准

SL 280—201×

大中型喷灌机应用技术规范

Specification for application of large and medium scale
sprinkler irrigation system

(征求意见稿)

请将你们发现的有关专利的内容和支持性文件随意见一并返回

201×-××-××发布

201×-××-××实施

中华人民共和国水利部 发布

目 次

前 言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 使用条件.....	2
4.1 一般条件.....	2
4.2 水源水量与水质.....	2
4.3 地面坡降.....	2
4.4 风速与气温.....	2
4.5 作物.....	3
5 灌溉系统规划设计.....	3
5.1 规划设计原则.....	3
5.2 灌溉系统基本资料收集.....	3
5.3 喷灌机主要技术资料收集.....	3
5.4 水源水量平衡分析.....	5
5.5 规划设计控制参数.....	5
5.6 田间规划布置.....	6
5.7 规划设计图样.....	8
6 选型与设计计算.....	8
6.1 选型.....	8
6.2 设计计算.....	9
6.2.1 设计参数.....	9
6.2.2 工作参数.....	10
6.2.3 水力计算.....	14
6.2.4 设计流量与设计水头.....	14
6.2.4.1 系统设计流量应按式(29)计算:.....	14
6.2.4.2 系统设计水头按式(30)计算:.....	15
7 安装调试.....	15
7.1 一般规定.....	15
7.2 卷管牵引绞盘式喷灌机.....	15
7.3 滚移式喷灌机.....	16
7.4 中心支轴式喷灌机.....	17
7.5 平移式喷灌机.....	20
8 验收.....	21

前 言

本标准根据 GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第一部分：标准的结构和编写规则》编制。

本标准共 8 章，主要内容有：范围、规范性引用文件、术语和定义、应用条件、灌溉系统规划设计、选型与设计计算、安装调试、验收等。

本标准为全文推荐。

SL 280-2003《卷管牵引绞盘式喷灌机使用技术规范》于 2003 年首次发布，本次为第一次修订。本次修订合并 SL 295-2004《滚移式喷灌机使用技术规范》相关内容，并改名为《大中型喷灌机应用技术规范》。

本标准批准部门：中华人民共和国水利部

本标准主持机构：水利部农村水利司

本标准解释单位：水利部农村水利司

本标准主编单位：中国灌溉排水发展中心

本标准参编单位：中国农业机械化科学研究院、中国农业大学、江苏大学、黑龙江省水利科学研究院

本标准出版、发行单位：中国水利水电出版社

本标准主要起草人：许建中、姚彬、仪修堂、严海军、汤跃、郎景波、李娜、徐海洋

本标准审查会议技术负责人：

本标准体例格式审查人：

大中型喷灌机应用技术规范

1 范围

本标准规定了大中型喷灌机的应用条件、灌溉系统规划设计、选型与设计计算、安装调试、验收等。

本标准适用于卷管牵引绞盘式喷灌机、滚移式喷灌机、中心支轴式喷灌机和平移式喷灌机等大中型喷灌机的应用。其他大中型喷灌机的应用也可参照本标准。

2 规范性引用文件

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

GB 5084 农田灌溉水质标准

GB 4208 外壳防护等级（IP代码）

GB 5226.1 机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件

GB 10395.18 农林机械 安全 第18部分：软管牵引绞盘式喷灌机

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 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

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

SL569 喷灌工程技术管理规程

JB/T 7872-2009 喷灌机械 术语

3 术语和定义

GB 6956、GB/T 19797、GB/T 50085和SL 56确立的术语和定义适用于本标准。

3.1

卷管牵引绞盘式喷灌机 reel irrigation machine

喷头或双悬臂喷洒桁架装在滑撬或轮式喷头车上，通过绞盘卷绕专用软管牵引喷头车边移动边喷洒的喷灌机。

3.2

滚移式喷灌机 side-roll wheel sprinkler irrigation system

以装有若干滚轮的喷洒支管为轮轴，借助内燃机驱动，沿喷洒支管垂直方向滚移到定喷位置进行喷洒的喷灌机。

3.3

中心支轴式喷灌机 center pivot sprinkler irrigation system

喷洒支管固定在若干个塔架车上，并绕中心支轴旋转喷洒的喷灌机。

3.4

平移式喷灌机 lateral move sprinkling irrigation system

喷洒支管固定在若干个塔架车上，并沿支管垂直方向移动喷洒的喷灌机。

3.5

喷头 Sprinkler

将压力水喷到空中，形成水滴，进行喷洒灌溉的设备。中、高工作压力的喷头又称为喷枪。

3.6

地隙 ground clearance

卷管牵引绞盘式喷灌机头车门架、滚移式喷灌机轮轴支管、中心支轴式喷灌机和平移式喷灌机桁架的最低点与地面的距离。

4 使用条件

4.1 一般条件

4.1.1 喷灌机宜用于集约化、规模化程度较高的地块。

4.1.2 灌溉规划区域应开阔、连片，适宜机械化作业。

4.2 水源水量与水质

水源水量应有保障；水源水质应符合《农田灌溉水质标准》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 地面坡降

使用卷管牵引绞盘式喷灌机时，地块的横向地面坡降不宜大于5%，纵向地面坡降不宜大于20%。

使用滚移式喷灌机时，地块的地面坡降不宜大于10%。

使用中心支轴式喷灌机时，地块的地面坡降不宜大于20%。

使用平移式喷灌机时，地块的地面坡降不宜大于5%。

4.4 风速与气温

当风速大于5.4m/s或气温低于0℃时，喷灌机不应进行喷灌作业。当气温为0℃~4℃时，

喷灌机不宜进行喷灌作业（防冻害喷洒作业除外）。

4.5 作物

喷灌机可用于灌溉各种作物。灌溉期内的作物高度超过地隙或作物冠层遮挡喷头的喷射水流时，不宜使用。

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宜遵循下列原则：

- a) 贯彻执行国家和地方相关政策法规；
- b) 与当地水资源综合规划、水利发展规划等相协调；
- c) 以水源水量平衡分析为规划设计基础，确定适宜的规划设计标准和参数；
- d) 与农艺农机措施相结合，实现农业高效用水、增产增效；
- e) 充分利用已有的水利、电力、交通等基础工程设施；
- f) 进行多方案技术经济对比分析。

5.2 灌溉系统基本资料收集

喷灌机灌溉系统的规划设计应收集并具备下列基本资料：

- a) 灌溉区域地形图：比例为1:2000~1:5000，图中需标出喷灌工程区域界线、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：包括土壤类型、质地、容重、土壤田间持水量、适宜土壤含水量上下限和土层厚度等；
- c) 作物资料：包括作物种植结构、种植行向、日需水量、计划湿润层深度和灌溉制度等；
- d) 水源资料：包括水源水位（机井的静水位、动水位，或地表水源的枯水期水位、汛期水位）、可供水量和流量以及可靠性分析资料、水质报告等；
- e) 气象资料：包括多年平均降水量、气温、无霜期、最大冻土层深度、水面蒸发量和灌溉季节的风速风向等；
- f) 能源动力资料：包括能源动力的种类、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：包括道路的位置、种类、级别和状态等。

5.3 喷灌机主要技术资料收集

5.3.1 卷管牵引绞盘式喷灌机

- a) 喷头车类型;
- b) 入机压力 (MPa)、流量 (m^3/h);
- c) 喷头类型及技术参数;
- d) 喷头车的轮距 (m) 和地隙 (m) 调节范围, 桁架式喷头车的桁架长度 (m);
- e) 喷头车移动速度 (m/h) 调节范围;
- f) PE 软管的长度 (m)、外径 (mm) 和壁厚 (mm);
- g) 整机带水质量和不带水质量 (kg);
- h) 外形尺寸 (长 (m) \times 宽 (m) \times 高 (m))。

5.3.2 滚移式喷灌机

- a) 轮轴支管连接形式、直径 (mm);
- b) 单根轮轴支管长度 (喷头间距) (m);
- c) 滚轮直径 (m);
- d) 驱动车结构尺寸 (长 (m) \times 宽 (m) \times 高 (m));
- e) 驱动车配套动力机类型及功率 (kW);
- f) 整机长度 (m);
- g) 喷头类型及技术参数。

5.3.3 中心支轴式喷灌机

- a) 进水口的连接方式和尺寸;
- b) 喷灌机工作电压 (V)、配套功率 (kW);
- c) 入机压力 (MPa)、流量 (m^3/h);
- d) 桁架跨距 (桁架长度) (m)、桁架输水管规格;
- e) 悬臂长度 (m) 及悬臂输水管规格;
- f) 喷头类型及技术参数;
- g) 地隙高度 (m);
- h) 整机长度 (m) 和喷头数量 (个);
- i) 车轮轮胎规格型号;
- j) 电气控制系统功能。

5.3.4 平移式喷灌机

- a) 供水、供电方式;
- b) 驱动台车类型;
- c) 喷灌机工作电压 (V)、配套功率 (kW);
- d) 入机压力 (MPa)、流量 (m^3/h);
- e) 桁架跨距 (桁架长度) (m)、桁架输水管规格;
- f) 悬臂长度 (m) 及悬臂输水管规格;

- g) 喷头类型及技术参数和喷头数量 (个);
- h) 地隙高度 (m);
- i) 整机长度 (m);
- j) 车轮轮胎规格型号;
- k) 电气控制系统功能;
- l) 导向控制方式。

5.4 水源水量平衡分析

5.4.1 规划设计时, 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 水源水量应符合下列条件之一:

- a) 水源供水流量大于灌溉系统总流量, 且供水总量大于灌溉系统用水总量;
- b) 水源供水流量小于灌溉系统总流量, 但供水总量大于灌溉系统用水总量时, 应修建调蓄设施。调蓄设施应符合《喷灌工程技术规范》GB/T 50085 的规定。

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 滚移式喷灌机设计喷灌强度不宜大于土壤的允许喷灌强度, 卷管牵引绞盘式喷灌机、中心支轴式喷灌机和平移式喷灌机在喷洒作业时, 允许地表积水, 但不宜产生地表径流。不同类型土壤的允许喷灌强度可按表 1 确定。

表 1 各类土壤的允许喷灌强度

土壤类别	允许喷灌强度 (mm/h)
砂土	20
砂壤土	15
壤土	12
壤黏土	10
黏土	8

注: 有良好覆盖时, 允许喷灌强度值可提高20%。

5.5.3 滚移式喷灌机灌溉系统的设计喷灌均匀系数不应低于 0.75; 卷管牵引绞盘式喷灌机、中心支轴式喷灌机和平移式喷灌机灌溉系统的设计喷灌均匀系数不应低于 0.85。喷灌均匀系数应按 GB/T 50085 计算。

5.5.4 喷灌机灌溉系统的喷头工作压力应符合下列要求:

- 设计喷头工作压力应在所选喷头的规定工作压力范围内;
- 任何喷头的实际工作压力均不应低于设计喷头工作压力的90%;
- 同一台喷灌机上任意两个喷头之间的工作压力差应在设计喷头工作压力的20%以内。

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 一般规定

5.6.1.1 喷灌机灌溉系统的田间规划布置应综合考虑灌溉区域或灌溉地块的形状和尺寸、田间道路、水源、电力、经营管理模式、林带、田间障碍物、安装及维修维护方便性等因素，通过优化组合和技术经济对比分析确定。

5.6.1.2 利用已有管道供水时，流量和压力应满足喷灌机的使用要求。当供水压力不能满足喷灌机入机工作压力要求时，应设置增压泵加压。

5.6.1.3 利用机井供水时，宜采用单眼机井向一台喷灌机供水；采用多眼机井并联向一台喷灌机供水时，应保证水泵均在高效区运行。

5.6.1.4 供水管道可采用固定管道埋于地下，也可采用移动管道。当采用地理管道供水时，地理管道的埋深应根据气候条件、地面荷载和机耕要求等确定；移动管道安装、拆卸、移动应灵活、方便、连接可靠。

5.6.1.5 水泵配套动力宜按下列要求选用：

- a) 取水点附近电力满足要求时，应选择电动机；
- b) 取水点电力不能满足要求，且架设线路造价太高时，可选择柴（汽）油机。

5.6.2 卷管牵引绞盘式喷灌机

5.6.2.1 应将灌溉区域按长条形地块进行规划布置，地块尺寸根据机型确定。条形地块间应规划有供喷灌机转移的机行道，机行道宜与作物种植行向垂直。

5.6.2.2 当采用渠道供水时，宜沿机行道方向布置供水渠道，渠道宜衬砌防渗。当渠道水深不能满足喷灌机水泵取水需要时，宜在喷灌机取水点设置工作池。工作池的尺寸应符合《泵站设计规范》GB/T 50265的规定。

5.6.2.3 当采用管道供水时，宜沿机行道方向布置供水管道，并应在喷灌机取水点设置给水栓。喷灌机与给水栓的连接应方便、可靠。

5.6.3 滚移式喷灌机

5.6.3.1 田间规划布置时宜根据机型及灌溉能力将灌溉区域划分成若干个矩形地块。

5.6.3.2 通过经济技术分析，合理确定喷灌机机型、有效长度及灌溉控制区域。且整机长度不应大于供货厂商推荐的最大整机长度。

5.6.3.3 驱动车宜设置在喷灌机整机长度的中间。

5.6.3.4 宜采用管道供水。供水管道的铺设方向应与轮轴支管垂直，两台相邻的喷灌机可共用同一条供水管道和给水栓。

5.6.3.5 给水栓间距宜为滚轮有效外缘周长的整倍数,且不应大于配套喷头在设计喷头工作压力下射程的1.3倍。

5.6.4 中心支轴式喷灌机

5.6.4.1 田间规划布置时宜合理划分灌溉区域。

5.6.4.2 应根据灌溉地块的尺寸,通过经济技术分析,合理配置喷灌机桁架跨距和数量、末端悬臂和喷枪组件等,使漏灌面积最小。

5.6.4.3 喷灌机与相邻设施(物体)之间的距离应符合下列要求:

- a) 任意相邻喷灌机末端最短距离,应大于3m;
- b) 喷灌机末端与建筑物、树木等之间的距离,应大于2m;
- c) 喷灌机末端与道路(铁路、公路等)之间的距离应符合相关道路交通标准的规定;
- d) 喷灌机末端与电力线路之间的距离应符合相关电力标准的规定。

5.6.4.4 宜优先选用中心支座固定型中心支轴式喷灌机。

5.6.4.5 满足下列条件时,可选用拖移型中心支轴式喷灌机:

- a) 规划设计的喷灌机整机长度不大于300m;
- b) 灌溉区域地形较平坦,且允许建设转移喷灌机所需的拖移通道。

5.6.4.6 当存在下列情况时,宜在喷灌机悬臂末端增设喷枪组件:

- a) 扩大喷灌机单机控制面积;
- b) 在四个地角喷灌作业,增加地角灌溉面积;
- c) 越过地边的电线杆、树木等障碍物进行灌溉。

5.6.4.7 当灌溉区域或地块整体地面坡降符合本规范4.3节要求,但局部地形不能满足正常运行要求时,可采取下列措施:

- a) 对灌溉区域或地块内局部凸起或低洼处进行整平处理;
- b) 采用较长或较短跨距桁架。

5.6.5 平移式喷灌机

5.6.5.1 田间规划布置时宜根据机型及灌溉能力将灌溉区域划分成若干个矩形地块。

5.6.5.2 应根据灌溉地块的尺寸,通过经济技术分析,合理配置喷灌机桁架跨距和数量、末端悬臂和喷枪组件等。

5.6.5.3 喷灌机与相邻设施(物体)之间的距离应符合下列要求:

- a) 任意两台相邻且平行行走的喷灌机末端最短距离,应大于5m;
- b) 喷灌机整机长度两端与建筑物、树木等障碍物之间的距离,应大于3m;
- c) 喷灌机整机长度两端与道路之间的距离应符合相关交通道路标准的规定;
- d) 喷灌机整机长度两端与电力线路之间的距离应符合相应电力标准的规定。

- 5.6.5.4 当喷灌机行走方向的地块坡度大于等于 1‰时，喷灌机宜采用拖移软管供水方式；当行走方向的地块坡度小于 1‰时，喷灌机可采用渠道供水方式。
- 5.6.5.5 灌溉地块内供水系统宜按下列规定选择：
- a) 喷灌机入机流量不大于 $130\text{m}^3/\text{h}$ 时，可选择管道供水；入机流量大于 $130\text{m}^3/\text{h}$ 时，可选择渠道供水；
 - b) 喷灌机整机长度不大于 350 m 时，可选用单侧供水方式；整机长度大于 350m 时，宜优先选用双侧供水方式。
- 5.6.5.5 当喷灌机采用拖移软管供水方式时，应在供水管道一侧留出驱动台车行走和拖移软管用的通道，供水管道和给水栓的布置宜符合下列要求：
- a) 供水管道轴线与喷灌机行走方向平行；
 - b) 供水管道长度满足喷灌机灌溉控制地块的作业需求；
 - c) 供水管道上的给水栓采用等间距布置，给水栓间距为 50~100m。
- 5.6.5.6 当喷灌机采用渠道供水方式时，应在供水渠道一侧或两侧留出驱动台车行走的通道，供水渠道宜符合下列要求：
- a) 渠道中心线与喷灌机行走方向平行且顺直；
 - b) 渠道过水断面进行防渗处理；
 - c) 渠道长度满足喷灌机灌溉控制地块的作业需求；
 - d) 渠道宽度和深度满足驱动台车上水泵的吸水要求。
- 5.6.5.7 当灌溉区域或地块整体地面坡降符合本规范 4.3 节要求，但局部地形不能满足正常运行要求时，可采取下列措施：
- a) 对灌溉区域或地块内局部凸起或低洼处进行整平处理；
 - b) 采用较长或较短跨距桁架。

5.7 规划设计图样

规划设计的图纸和图形符号应符合《农业灌溉设备 承压灌溉系统图形符号》GB/T 24671 和《节水灌溉工程规划设计通用图形符号》SL 556 的规定。

6 选型与设计计算

6.1 选型

- 6.1.1 所选喷灌机应经过法定机构检测或认定合格。
- 6.1.2 所选喷灌机的安全性应符合《外壳防护等级》GB 4028、《机械电气安全 机械电气设备 第 1 部分：通用技术条件》GB 5226.1、《农林机械 安全 第 18 部分：软管牵引绞盘式喷灌机》GB 10395.18 和《农林机械 安全 第 19 部分：中心支轴式和平移式喷灌机》GB 10395.19 及相关标准的规定。
- 6.1.3 同一灌溉区域宜选用同一企业制造的喷灌机。
- 6.1.4 中心支轴式喷灌机和平移式喷灌机喷头可按下列规定选择：

- a) 配套低压喷头采用倒挂安装方式，安装地隙不宜低于作物冠层；
- b) 低压喷头应优先选用旋转式阻尼喷头；当灌溉区域土壤为砂土或砂壤土，低压喷头可选用非旋转散射喷头。

6.1.5 水泵的扬程和流量应满足系统设计工作压力水头和设计流量的要求。

6.2 设计计算

6.2.1 设计参数

6.2.1.1 设计灌水定额宜按（1）式确定：

$$m = 0.1 \times \gamma h (\beta_1 - \beta_2) / \eta_p \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- m ——设计灌水定额，单位为毫米（mm）；
- γ ——土壤容重，单位为克每立方厘米（g/cm³）；
- h ——计划湿润层深度，单位为毫米（mm）；
- β_1 ——适宜土壤含水量上限（重量百分比）；
- β_2 ——适宜土壤含水量下限（重量百分比）。
- η_p ——田间喷洒水利用系数，风速低于3.4m/s， $\eta_p=0.8\sim0.9$ ；风速为3.4~5.4m/s， $\eta_p=0.7\sim0.85$ 。

6.2.1.2 设计灌水周期宜按式（2）确定：

$$T = m \eta_p / w \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- T ——设计灌水周期，单位为天（d）；
- W ——设计日耗水量，单位为毫米每天（mm/d），可取作物需水临界期的平均日需水量；。

6.2.1.3 单台喷灌机控制灌溉面积需水流量可按式（3）计算：

$$Q = (10 \times W \times A) / (t \times \eta_p) \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- Q ——单台喷灌机控制灌溉面积需水流量，单位为立方米每小时（m³/h）；
- A ——单台喷灌机控制灌溉面积，单位为公顷（hm²）；
- t ——设计日灌水时间，单位为小时每天（h/d），卷管牵引绞盘式喷灌机、滚移式喷灌机和拖管供水的平移式喷灌机宜选12~20h，中心支轴式喷灌机和渠道供水的平移式喷灌机宜选20~22h；

6.2.1.4 喷灌机入机流量可按式（4）确定：

$$Q_0 \geq Q \dots\dots\dots (4)$$

式中:

Q_0 ——喷灌机入机流量, 单位为立方米每小时 (m^3/h)。

6.2.2 工作参数

6.2.2.1 卷管牵引绞盘式喷灌机

1) 规划灌溉条带宽度可按下列方法确定:

——单喷头车的灌溉条带宽度可按式 (5) 计算:

$$b=2 \times kR_1 \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

b ——规划灌溉条带宽度, 单位为米 (m);

k ——射程折减系数, 见表 1;

R_1 ——喷头射程, 单位为米 (m)。

表 1 射程折减系数

风速/ (m/s)	0.3~1.6	1.6~3.4	3.4~5.4
K	0.8~0.7	0.7~0.6	0.6~0.5

——桁架式喷头车的灌溉条带宽度可按式 (6) 计算:

$$b=B+2 \times kR_2 \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

B ——桁架长度, 单位为米 (m);

R_2 ——桁架两端喷头射程, 单位为米 (m)。

2) 一次连续有效喷洒长度可按式 (7) 计算:

$$S=L+0.5 \times R \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中:

S ——一次连续有效喷洒长度, 单位为米 (m);

L ——铺开地面的 PE 输水管长度, 单位为米 (m);

0.5——折减系数;

R ——单喷头车喷洒时, $R=R_1$; 桁架式喷头车喷洒时, $R=R_3$, R_3 为除桁架两端喷头以外的其他喷头射程, 单位为米 (m)。

3) 喷灌强度可按下列方法确定:

——通过实测确定;

——单喷头车的喷灌强度可近似用式 (8) 计算:

$$P = (1000 \times 360 \times q) / [\pi \times (0.9 \times R_1)^2 \times \alpha] \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中:

P——喷灌强度，单位为毫米每小时（mm/h）；

q——单喷头流量（m³/h）

α——喷洒扇形角，单位为度（°），单喷头喷洒扇形角一般取 α=200° ~300° ；

0.9——折减系数。

4) 喷头车作业时的移动速度可按式（9）计算：

$$v = (1000 \times q) / (m \times b) \dots\dots\dots (9)$$

式中：

v——喷头车作业时的移动速度，单位为米每小时（m/h）。

6.2.2.2 滚移式喷灌机

1) 喷灌机两个相邻作业位置间距可按式（10）计算，计算结果宜调整为滚轮有效外缘周长的整倍数。

$$b_1 = K_b \times R_1 \dots\dots\dots (10)$$

式中：

b₁——喷灌机两个相邻作业位置间距，单位为米（m）；

K_b——定位喷洒间距与喷头射程之比，无量纲，根据风速大小取值范围1.0~0.8；

R₁——喷头射程，单位为米（m）。

2) 喷灌机定位喷洒有效长度可按式（11）确定

$$L_a = L_s + 2K_a \times R \dots\dots\dots (11)$$

式中：

L_a——喷灌机定位喷洒有效长度，单位为米（m）；

L_s——喷灌机整机长度，单位为米（m）；

K_a——射程折减系数，与风速有关，由表2查得。

表2 K_a值

设计风速 m/s	0.3~1.6	1.6~3.4	3.4~5.4
K _a	0.8~0.7	0.7~0.6	0.6~0.5

3) 喷灌强度可按式（12）~式（16）计算：

$$P = K_w \times C_p \times P_s \dots\dots\dots (12)$$

$$K_w = 1.08 \times V^{0.194} \dots\dots\dots (13)$$

$$K_w = 1.12 \times V^{0.302} \dots\dots\dots (14)$$

$$C_p = \pi / (\pi - \pi / 90 \times \arccos a / (2 \times R) + a / R \times \sqrt{1 - (a / (2 \times R))^2}) \dots\dots\dots (15)$$

$$P_s = (1000 \times q) / (\pi \times R^2) \dots\dots\dots (16)$$

式中：

P——喷灌强度，单位为毫米每小时（mm/h）；

K_w ——风系数，无量纲；轮轴支管垂直风向时，按式（13）计算；轮轴支管平行风向时，按式（14）计算；

C_p ——组合系数，无量纲；

V——风速，单位为米每秒（m/s）；

a——喷头间距，单位为米（m）；

P_s ——无风情况下单喷头全圆喷洒的设计喷灌强度，单位为毫米每小时（mm/h）。

4) 喷灌机在一个作业位置的灌水时间可按式(17)计算：

$$t_1 = 0.001 \times L_a \times b \times m / Q \dots\dots\dots (17)$$

式中：

t_1 ——喷灌机在一个作业位置的灌水时间，单位为小时（h）；

6.2.2.3 中心支轴式喷灌机

1) 喷灌机整机长度应按式（18）计算

$$L_s = \sum_1^n l_i \times n_i + L_x \dots\dots\dots (18)$$

式中：

L_s ——喷灌机整机长度，单位为米（m）；

l_i ——第*i*种桁架跨距，单位为米（m）；

n_i ——第*i*种桁架的数量；

L_x ——末端悬臂长度，单位为米（m）。

2) 喷灌机有效长度

喷灌机的有效长度应按式（19）计算：

$$L_y = L_s + 0.75 \times R \dots\dots\dots (19)$$

式中：

L_y ——喷灌机有效长度，单位为米（m）；

L_s ——喷灌机整机长度，单位为米（m）；

R' ——安装在喷灌机末端的喷枪（或喷头）的射程，单位为米（m），当有末端喷枪时为末端喷枪的射程，当无末端喷枪时为末端喷头的射程。

3) 喷灌机灌溉控制面积

在一个作业位置的覆盖面积可按式（20）计算：

$$A = \left[\left(\alpha / 360 \right) \times \pi \times L_y^2 \right] / 10000 \dots\dots\dots (20)$$

式中：

A——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（°）。

喷灌机灌溉控制面积 A 应按下列方法确定：

——对于中心支座固定型喷灌机，灌溉控制面积按式（20）直接计算得出；

——对于拖移型喷灌机，可按式（20）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。

4) 喷灌机运行一周最短时间可按式（21）计算：

$$t_{min} = (\alpha \times L_f \times i) / (10800 \times D \times n \times \eta) \dots\dots\dots (21)$$

式中：

t_{min} ——喷灌机运行一周最短时间，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，无量纲；

D ——配套轮胎有效直径，单位为米（m）；

n ——驱动电动机额定转速，单位为转每分钟（r/min）；

η ——田面滑移系数，无量纲；

5) 喷灌机运行一周的最小灌水深度可按式（22）计算：

$$h_{min} = 1000 \times Q_0 \times t_{min} / A \dots\dots\dots (22)$$

式中：

h_{min} ——喷灌机运行一周最小灌水深度，单位为毫米（mm）。

Q_0 ——喷灌机入机流量，单位为立方米每小时（m³/h）。

6) 百分率计时器设定值可按式（23）计算：

$$x = h_{min} / m \dots\dots\dots (23)$$

式中：

x ——百分率计时器设定值，单位为百分比（%）。

6.2.2.4 平移式喷灌机

1) 喷灌机有效长度按式（24）计算：

$$L_y = L_s + 0.75 \times (R_1 + R_2) \dots\dots\dots (24)$$

式中：

L_y ——喷灌机有效长度，m；

L_s ——对于单侧平移式喷灌机，指主驱动台车至输水管路末端喷枪间的距离，对于双侧平移式喷灌机，指喷灌机输水管路最外端喷头（喷枪）距离，m；

n ——喷灌机末端喷头（喷枪）的数量，个；

R_1 、 R_2 ——喷灌机两侧末端喷头（喷枪）的射程，m；当有末端喷枪时为末端喷枪的射程，当无末端喷枪时为末端喷头的射程。

2) 喷灌机沿灌溉地块长度灌一次水的设计灌水时间按式（25）计算：

$$t = 0.001 \times mL_a L_b / Q_0 \dots\dots\dots (25)$$

式中:

t ——沿地块长度灌一次水的灌水时间, h;

m ——设计灌水定额, mm;

L_a ——灌溉地块长度, m;

L_b ——灌溉地块宽度, m;

Q_0 ——喷灌机入机流量, m³/h。

5) 喷灌机沿灌溉地块长度灌一次水的最小深度按式(26)、(27)计算:

$$h_{\min} = 1000 \times Q_0 \times t_{\min} / A \dots\dots\dots (26)$$

$$t_{\min} = L_a / v_{\max} \dots\dots\dots (27)$$

式中:

h_{\min} ——喷灌机运行一周最小灌水深度, 单位为毫米(mm);

v_{\max} ——百分率设定值100%时的喷灌机运行速度, 单位为米每分钟(m/min)。

6) 百分率计时器设定值按式(28)计算:

$$x = h_{\min} / m \dots\dots\dots (28)$$

式中:

x ——百分率计时器设定值, 单位为百分比(%)。

6.2.3 水力计算

输水管道水力计算宜参照国标GB/T 50085。

6.2.4 设计流量与设计水头

6.2.4.1 系统设计流量应按式(29)计算:

$$Q = \sum_{i=1}^{n_p} Q_{0i} / \eta_G \dots\dots\dots (29)$$

式中:

Q ——系统设计流量, 单位为立方米每小时(m³/h);

Q_0 ——设计工作压力下的喷灌机入机设计流量, 单位为立方米每小时(m³/h);

n_p ——同时工作的喷灌机数目;

η_G ——管道系统水利用系数，取 0.95~0.98。

6.2.4.2 系统设计水头按式 (30) 计算：

$$H=H_m+H_w+\Delta Z \dots\dots\dots (30)$$

式中：

H ——系统设计水头，单位为米 (m)；

H_m ——喷灌机入机压力水头，单位为米 (m)；

H_w ——喷灌机入口前的管道水头损失，单位为米 (m)；

ΔZ ——水源工作水位与喷头最不利位置的高程差，单位为米 (m)。

7 安装调试

7.1 一般规定

7.1.1 喷灌机在交货时，应按订货合同对所供喷灌机及其配套件的型号、规格、数量以及备品备件、专用工具等进行现场核查，查验装箱清单、产品合格证、产品说明书和质量保证单等文件的有效性。

7.1.2 喷灌机及其配件运抵现场后，包装物应符合下列规定之一：

- a) 包装物完整无损；
- b) 包装物有轻微损坏，但未对所包装的设备外观造成损坏。

7.1.3 喷灌机及其配套件的外表面防护层应符合下列规定：

- a) 涂层无露底、堆积、夹杂质、流坠和失光等缺陷；
- b) 镀层无露镀、起泡、剥落、锈蚀等现象；
- c) 化学热处理防护层无锈蚀现象。

7.1.4 喷灌机运行维护应按《喷灌工程技术管理规程》SL569 执行。

7.2 卷管牵引绞盘式喷灌机

7.2.1 安装调试

7.2.1.1 按照说明书要求，组装喷头车，将喷头车与 PE 卷管连接；

7.2.1.2 按照作业要求调整喷头车轮距，并用牵引设备将其拉出一段距离。

7.2.1.3 牵引 PE 软管时，应符合下列要求：

- a) 变速杆应处在空挡位置；
- b) 牵引速度应均匀，且不得超过 5km/h；
- c) 牵引设备不得突然间停止；

7.2.1.4 回收 PE 软管时，应符合下列要求：

- a) 变速杆应处在回收位置；

- b) PE 软管应处于卷绕拉伸状态；
- c) 速度设定应符合说明书要求。

7.2.1.5 PE 软管回收结束时，应自动升举喷头车并锁定支撑架，驱动卷盘的动力机自动关闭，然后将绞盘转到转移状态并锁定。

7.2.3 试运行

7.2.3.1 应使用拖拉机等牵引设备转移喷灌机至作业点，转移时，应符合下列要求：

- a) 绞盘、支撑架、喷头车等均应锁定；
- b) PE 软管应固定在绞盘上；
- c) 牵引速度在公路上不应超过 10km/h，田间不应该超过 5km/h。

7.2.3.2 喷灌机到达作业点后，调整绞盘使喷头车行走方向与喷灌条带一致，并锁定。

7.2.3.3 放下喷头车，并把喷头车牵引到喷灌条带的另一端，当绞盘上的白色警线出现时，应立即渐停牵引，牵引时应符合本规范 7.2.1.3 要求。如果 PE 软管长时间在阳光下暴晒或表面温度超过 35℃时，应先通水将 PE 软管冷却再牵引或回收。

7.2.3.4 连接给水栓，启动水泵，提供压力水。

7.2.3.5 按照设计灌水量调整喷头车回卷速度，回卷时应符合本规范 7.2.1.4 要求。调整喷头车移动速度时，不应使喷洒水在地表产生径流。

7.2.3.6 喷灌条带完成灌溉后，应符合本规范 7.2.1.5 要求；

7.3 滚移式喷灌机

7.3.1 安装调试

7.3.1.1 将驱动车、滚轮、喷头矫正器、制动支杆、取水软管组件等部件单独组装，然后再进行喷灌机总装。

7.3.1.2 部件安装时，安装场地应选择在灌溉地块附近且开阔平整地段。

7.3.1.3 整机安装时，应在临近给水栓处，划出一条以给水栓为起点与供水管道垂直、且长度不小于喷灌机整机长度的直线，作为喷灌机的安装基准线（即轮轴支管中心线）。

7.3.1.4 开始组装整机时，将待安装的所有喷灌机零部件运抵现场，并摆放在安装基准线上适当位置。

7.3.1.5 应从靠近给水栓的位置开始组装整机，第一根轮轴支管的位置应保证喷灌机取水软管组件能与给水栓方便、可靠连接。

7.3.1.6 驱动车安装在喷灌机整机长度的中间部位。

7.3.1.7 喷灌机及其部件应符合下列要求：

- a) 驱动车以及所有轮轴支管位于安装基准线上；
- b) 所有紧固件均已拧紧、固牢；

c) 轮轴支管上的所有喷头接口均铅直向上。

7.3.1.8 安装结束后，应对轮轴支管进行冲洗，直至流出清水为止。

7.3.1.9 应按产品使用说明书要求给驱动车的配套动力机加入适量的润滑油、冷却水和燃油。

7.3.1.10 取水软管组件与给水栓连接应可靠。

7.3.2 试运行

7.3.2.1 喷灌机滚移到作业位置后，轮轴支管上的所有喷头接口均宜垂直向上。当两端轮轴支管远端部位的喷头接口向后侧倾斜，经喷头矫正器矫正后仍不能保证喷头正常工作时，应将驱动车继续向前滚移一段距离再返回，使所有喷头接口铅直向上。

7.3.2.2 向喷灌机通水时，应缓慢开启给水栓，直到轮轴支管内的空气完全从喷头排出后，再将给水栓完全开启。

7.3.2.3 当出现下列情况之一时，应停机检查并排除故障：

- a) 喷灌机入机水压偏高或偏低；
- b) 供水管道或轮轴支管连接处漏水；
- c) 喷头喷嘴堵塞或运行不正常。

7.3.2.4 在作业位置喷灌完成后，喷灌机滚移前应检查并确认下列事项：

——先关闭给水栓，待轮轴支管内的存水已经自动泄水阀和轮轴支管连接处排尽，再从喷灌机上拆下取水软管；

——检查并确认制动支杆摆放在喷灌机滚移前进方向的后侧；

——观察并确认行走方向区域内没有人员、车辆及其他障碍物。

7.3.2.5 喷灌机滚移应在最低速度状态下启动，并根据现场情况缓慢加速。

7.3.2.6 滚移过程中，允许驱动车两端的轮轴支管向后弯曲（滞后），但两端的弯曲程度应一致。

7.3.2.7 当驱动车两端轮轴支管的弯曲程度不一致并对继续向前滚移造成不利影响时，应暂停滚移，人工将弯曲程度小的一端的轮轴支管和滚轮向后搬移，保持驱动车两端轮轴支管的弯曲程度一致。

7.4 中心支轴式喷灌机

7.4.1 安装调试

7.4.1.1 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。

7.4.1.2 应根据安装工作进度，将待安装的喷灌机零部件运抵现场，将其按整机顺序摆放在田间适当位置。

7.4.1.3 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、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。

7.4.1.4 中心支座安装时应符合下列要求：

- a) 支轴弯管应铅直，在任何方向的倾斜角均不应大于 1° 。
- b) 支轴弯管密封圈应安放平整，不应挤压或划伤。
- c) 进出电缆的两端管孔的压紧螺母应锁紧。
- d) 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。

7.4.1.5 桁架安装时应符合下列要求：

- a) 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。
- b) 安装后，从仰视方向看，输水管应成一条直线，两侧的拉筋应对称；从水平方向看，桁架输水管的拱形应圆滑，相同跨距桁架的输水管拱形应一致。
- c) 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。
- d) 所有喷头悬吊软管下端应在同一个水平面上。

7.4.1.6 塔架车安装时应符合下列要求：

- a) 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。
- b) 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。
- c) 应安装万向节护套和传动轴套管，且万向节护套和传动轴套管能在万向节和传动轴上自由转动。
- d) 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。

7.4.1.7 悬臂和末端喷枪组件安装时应符合下列要求：

- a) 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。
- b) 安装后，从仰视方向看，悬臂输水管应与末端桁架输水管在同一条直线上。
- c) 末端增压泵的安装部位宜靠近末端塔架车。
- d) 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。

7.4.1.8 喷头安装时应符合下列要求：

- a) 喷头安装应与压力调节器、配重等的安装同时进行。
- b) 喷头距地面的高度应符合规划设计要求。
- c) 喷头安装应严格按喷头配置的规定进行。
- d) 安装喷头时，宜由两人配合进行，一人安装，另一人检查核对。

7.4.1.9 电气控制系统接线时应符合下列要求：

- a) 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。
- b) 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。
- c) 应在喷灌机中心支座附近埋设电阻值不大于 4Ω 的接地体，并将中心支座与其可靠连接。

7.4.1.10 同步控制机构调整时应符合下列要求：

- a) 同步控制机构应由专业人员进行调整。
- b) 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。
- c) 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。
- d) 同步运行控制角宜为 1° ；同步安全控制角宜为 2° 。

7.4.2 试运行

7.4.2.1 喷灌机应在无水状态下使末端塔架车运行 30~50m，待运行正常确认后再通水运行。

7.4.2.2 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及杂质完全从末端排污阀喷头排除和清洗后，关闭排污阀，再将进水口阀门完全开启。

7.4.2.3 喷灌机应正、反向交替运行，并能正常工作。

7.4.2.4 启动施肥（药）装置，应能正常工作。

- 7.4.2.5 喷灌机试运行宜至少累计旋转一圈，并应能始终保持正常工作。
- 7.4.2.6 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。
- 7.4.2.7 关闭水源后，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。
- 7.4.2.8 拖移型喷灌机拖移前，应做好相关准备工作；拖移时的行进速度不宜大于 4km/h 拖移到位后的试运行应符合本规范 7.4.2.1~7.4.2.6 相关规定。

7.5 平移式喷灌机

7.5.1 安装调试

7.5.1.1 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。

7.5.1.2 喷灌机安装宜遵循下列顺序：

- a) 安装驱动台车（含动力机-水泵机组、发电机、水泵吸水管、喷灌机进水竖管、平行导向装置、主控制箱、导向控制箱、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、施肥（药）装置、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和排污阀外，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) 首跨桁架与驱动台车、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、压力调节器、配重等；
- j) 电气控制系统接线；
- k) 田间限位自动停机或限位自动返回装置；
- l) 水源连接。

7.5.1.3 驱动台车安装时应符合下列要求：

- a) 驱动台车车轮、平行导向装置等在田间的位置应符合规划设计和产品使用说明书要求；
- b) 对于采用联轴器传递动力的动力机-水泵机组，动力机联轴器和水泵联轴器的上下左右应对齐，两根轴端面之间的轴向间隙宜为 0.5~1.5mm；
- c) 对于采用 V 型胶带传递动力的动力机-水泵机组，动力机轴和水泵轴应平行，两个胶带轮上的带槽应对正，所有胶带的松紧度应一致；
- d) 对于采用渠道供水方式的喷灌机，驱动台车上的水泵吸水管端部应位于供水渠道横断面中心位置；

e) 导向地沟开挖、导向电缆敷设或 GPS 导向装置的安装，应在喷灌机制造厂或经销商技术人员的指导下进行，并应符合产品使用说明书要求；

f) 驱动台车的电机减速器、车轮减速器、车轮、万向节护套、传动轴套管、电缆等安装应符合本规范 8.5.1.4 的规定。

7.5.1.4 桁架的安装应按本规范 7.4.1.5 规定进行。

7.5.1.5 塔架车的安装应按本规范 7.4.1.6 规定进行。

7.5.1.6 悬臂与喷头安装应按本规范 7.4.1.7~7.4.1.8 规定进行。

7.5.1.7 电气控制系统接线应按本规范 7.4.1.9 规定进行。

7.5.1.8 同步控制调整应按本规范 7.4.1.10 规定进行。

7.5.2 试运行

7.5.2.1 喷灌机应在无水状态下运行 30~50m，待运行正常确认后再通水运行。

7.5.2.2 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。

7.5.2.3 喷灌机应正、反向交替运行，并能正常工作。

7.5.2.4 启动施肥（药）装置，应能正常工作。

7.5.2.5 喷灌机试运行宜完成一个灌溉区域，并能始终保持正常工作。

7.5.2.6 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。

7.5.2.7 关闭水源后，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 验收

8.0.1 喷灌机试运行合格后，应及时进行验收。

8.0.2 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。