

ICS 65
P 57

SL

中华人民共和国水利行业标准

SL 280—2019
替代 SL 280—2003
SL 295—2004

大中型喷灌机应用技术规范

Technical specification for application of large and
medium-scale sprinkler irrigation system

2019-02-11 发布

2019-05-11 实施



中华人民共和国水利部 发布

中华人民共和国水利部

关于批准发布《中小河流水能开发规划编制规程》等
3项水利行业标准的公告

2019年第1号

中华人民共和国水利部批准《中小河流水能开发规划编制规程》(SL 221—2019)等3项为水利行业标准,现予以公布。

序号	标准名称	标准编号	替代标准号	发布日期	实施日期
1	中小河流水能开发规划编制规程	SL 221—2019	SL 221—2009	2019.2.11	2019.5.11
2	大中型喷灌机应用技术规范	SL 280—2019	SL 280—2003 SL 295—2004	2019.2.11	2019.5.11
3	小型水轮发电机励磁系统技术条件	SL 774—2019		2019.2.11	2019.5.11

水利部

2019年2月11日

目 次

前言	V
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 应用条件	2
4.1 一般条件	2
4.2 水源水量与水质	2
4.3 地面坡度	2
4.4 风速与气温	2
4.5 作物	2
5 灌溉系统规划	2
5.1 规划原则	2
5.2 基本资料收集	3
5.3 喷灌机主要技术资料收集	3
5.4 水量供需平衡分析	4
5.5 规划设计控制参数	4
5.6 机组选型	5
5.7 田间规划布置	5
5.8 规划布置图样	7
6 设计计算	7
6.1 设计参数	7
6.2 工作参数	7
6.3 水力计算	11
7 安装调试与验收	11
7.1 一般规定	11
7.2 卷管牵引绞盘式喷灌机	11
7.3 滚移式喷灌机	12
7.4 中心支轴式喷灌机	12
7.5 平移式喷灌机	13
7.6 验收	14
8 运行与维护	14
8.1 一般规定	14
8.2 卷管牵引绞盘式喷灌机	14
8.3 滚移式喷灌机	15
8.4 中心支轴式喷灌机	15
8.5 平移式喷灌机	16
标准历次版本编写者信息	17

前 言

根据水利技术标准制修订计划安排，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》的规定，修订 SL 280—2003《卷管牵引绞盘式喷灌机使用技术规范》，并整合 SL 295—2004《滚移式喷灌机使用技术规范》，增加中心支轴式喷灌机和平移式喷灌机的相关内容，将标准名称改为《大中型喷灌机应用技术规范》。

本标准共 8 章，主要内容有大中型喷灌机的应用条件、灌溉系统规划、设计计算、安装调试与验收、运行与维护等。

本标准全文推荐。

本标准所替代标准的历次版本为：

SL 280—2003

SL 295—2004

本标准批准部门：中华人民共和国水利部

本标准主持机构：水利部农村水利水电司

本标准解释单位：水利部农村水利水电司

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：吴涤非

本标准体例格式审查人：于爱华

本标准在执行过程中，请各单位注意总结经验，积累资料，随时将有关意见和建议反馈给水利部国际合作与科技司（通信地址：北京市西城区白广路二条 2 号；邮政编码：100053；电话：010-63204533；电子邮箱：bzh@mwr.gov.cn），以供今后修订时参考。

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、设计计算、安装调试与验收、运行与维护等。本标准适用于卷管牵引绞盘式、滚移式、中心支轴式以及平移式等大中型喷灌机的应用。

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 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 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
- 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
- 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标准
- SL 569 喷灌工程技术管理规程
- JB/T 6280 圆形（中心支轴式）和平移式喷灌机

3 术语和定义

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标准。

3.1

大中型喷灌机 large and medium - scale sprinkler irrigation system

对卷管牵引绞盘式喷灌机、滚移式喷灌机、中心支轴式喷灌机以及平移式喷灌机的统称。

3.2

卷管牵引绞盘式喷灌机 hose reel sprinkler 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。

3.3

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后进行喷洒的喷灌机。

3.4

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，又称圆形喷灌机。

3.5

平移式喷灌机 lateral move sprinkler 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。

3.6

地隙 ground clearance

卷管牵引绞盘式喷灌机喷头车门架、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 应用条件

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

4.2.1 灌溉水源的水量应有保障，水质应符合 GB 5084 的规定。

4.2.2 当水中的杂质影响喷灌机正常工作时，应采取沉淀过滤措施。

4.3 地面坡度

4.3.1 采用卷管牵引绞盘式喷灌机时，地块在喷头车运行方向的地面坡度不宜大于 20%，垂直于喷头车运行方向的地面坡度不宜大于 5%。

4.3.2 采用滚移式喷灌机时，地块的地面坡度不宜大于 10%。

4.3.3 采用桁架跨距小于 45m 的中心支轴式喷灌机时，地块的地面坡度不宜大于 20%；采用桁架跨距大于等于 45m 的中心支轴式喷灌机时，地块的地面坡度不宜大于 8%。

4.3.4 采用平移式喷灌机时，地块的地面坡度不宜大于 5%。

4.4 风速与气温

4.4.1 防风低压喷头除外，当风速大于 5.4m/s，喷灌机不宜进行喷灌作业。

4.4.2 防冻害喷洒作业除外，当气温为 0~4℃ 时，喷灌机不宜进行喷灌作业；当气温低于 0℃ 时，不应进行喷灌作业。

4.5 作物

4.5.1 喷灌机适用于大田粮食作物和经济作物。

4.5.2 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

5.1 规划原则

喷灌机灌溉系统的规划宜遵循下列原则：

- a) 与当地水资源综合规划、农田水利规划等相协调；
- b) 以水量供需平衡分析为基础，确定适宜的规划设计标准和参数；
- c) 与农艺农机措施相结合，以有利于高效用水、农业增产增效和促进农业现代化为目标；
- d) 充分利用已有的水利、电力以及交通等基础设施；
- e) 进行多方案技术经济对比分析。

5.2 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，图中应标出喷灌机灌溉系统区域界线、建筑物、地面高程（等高线）、林带、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。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。包括：作物种植结构、作物高度、种植行向、种植间距、日需水量、计划湿润层深度和灌溉制度等；
- d) 水源。包括：水源水位（机井的静水位和动水位，或地表水源的枯水期水位和丰水期水位）、可供水量和流量以及可靠性分析、水质检测报告等；
- e) 气象。包括：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等；
- f) 能源动力。包括：能源动力的类型、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。包括：道路的位置、类型、级别和状态等；
- h) 经济社会。包括：项目区土地流转程度、地方财政收支、农民人均收入、政府扶持农田水利政策、节水灌溉补助政策、作物单产水平、产品价格等。

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应收集并具备下列基本资料：

- a) 喷头车类型；
- b) 喷头车轮距（m）和地隙（m）调节范围，桁架式喷头车桁架长度（m）；
- c) 喷头车移动速度（m/h）调节范围；
- d) 卷管长度（m）、外径（mm）和壁厚（mm）；
- e) 整机外形尺寸 [长（m）×宽（m）×高（m）]；
- f) 整机带水质量和不带水质量（kg）；
- g) 喷头类型及技术参数；
- h) 入机压力（MPa）、流量（m³/h）。

5.3.2 滚移式喷灌机应收集并具备下列基本资料：

- a) 驱动车外形尺寸 [长（m）×宽（m）×高（m）]；
- b) 驱动车配套动力机类型及功率（kW）；
- c) 轮轴支管连接形式、直径（mm）；
- d) 单根轮轴支管长度（m）；
- e) 滚轮直径（m）；
- f) 整机长度（m）；
- g) 喷头类型及技术参数；
- h) 入机压力（MPa）、流量（m³/h）。

5.3.3 中心支轴式喷灌机应收集并具备下列基本资料：

- a) 进水口的连接方式和尺寸；
- b) 桁架跨距（桁架长度）（m）和桁架输水管规格；
- c) 悬臂长度（m）及悬臂输水管规格；
- d) 整机长度（m）；

5.2 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，图中应标出喷灌机灌溉系统区域界线、建筑物、地面高程（等高线）、林带、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。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。包括：作物种植结构、作物高度、种植行向、种植间距、日需水量、计划湿润层深度和灌溉制度等；
- d) 水源。包括：水源水位（机井的静水位和动水位，或地表水源的枯水期水位和丰水期水位）、可供水量和流量以及可靠性分析、水质检测报告等；
- e) 气象。包括：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等；
- f) 能源动力。包括：能源动力的类型、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。包括：道路的位置、类型、级别和状态等；
- h) 经济社会。包括：项目区土地流转程度、地方财政收支、农民人均收入、政府扶持农田水利政策、节水灌溉补助政策、作物单产水平、产品价格等。

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应收集并具备下列基本资料：

- a) 喷头车类型；
- b) 喷头车轮距（m）和地隙（m）调节范围，桁架式喷头车桁架长度（m）；
- c) 喷头车移动速度（m/h）调节范围；
- d) 卷管长度（m）、外径（mm）和壁厚（mm）；
- e) 整机外形尺寸 [长（m）×宽（m）×高（m）]；
- f) 整机带水质量和不带水质量（kg）；
- g) 喷头类型及技术参数；
- h) 入机压力（MPa）、流量（m³/h）。

5.3.2 滚移式喷灌机应收集并具备下列基本资料：

- a) 驱动车外形尺寸 [长（m）×宽（m）×高（m）]；
- b) 驱动车配套动力机类型及功率（kW）；
- c) 轮轴支管连接形式、直径（mm）；
- d) 单根轮轴支管长度（m）；
- e) 滚轮直径（m）；
- f) 整机长度（m）；
- g) 喷头类型及技术参数；
- h) 入机压力（MPa）、流量（m³/h）。

5.3.3 中心支轴式喷灌机应收集并具备下列基本资料：

- a) 进水口的连接方式和尺寸；
- b) 桁架跨距（桁架长度）（m）和桁架输水管规格；
- c) 悬臂长度（m）及悬臂输水管规格；
- d) 整机长度（m）；

5.5.3 喷灌均匀系数应按 GB/T 50085 计算。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。

5.5.4 喷灌机灌溉系统的喷头工作压力应同时符合下列要求：

- a) 设计喷头工作压力在所选喷头的规定工作压力范围内；
- b) 任何喷头的实际工作压力均不低于设计喷头工作压力的 90%；
- c) 同一台滚移式喷灌机上任意两个喷头之间的工作压力差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 机组选型

5.6.1 所选喷灌机应经过质检机构检测或合格评定。

5.6.2 所选喷灌机的电气设备或电气设备部件应符合 GB 4028 和 GB 5226.1 的规定；所选卷管牵引绞盘式喷灌机的安全性应符合 GB 10395.18 的规定；所选中心支轴式喷灌机和平移式喷灌机的安全性应符合 GB 10395.19 和 JB/T 6280 等相关标准的规定。

5.6.3 同一灌溉区域宜选用同一企业制造的喷灌机。

5.6.4 水泵的扬程和流量应满足灌溉系统设计水头和流量的要求。

5.7 田间规划布置

5.7.1 一般规定

5.7.1.1 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、作物种植结构、作物高度、种植方向、田间道路、水源、电力、经营管理模式、林带、田间障碍物、地隙、安装及维护检修方便以及其他农业机械作业要求等因素，并进行多方案技术经济分析论证。

5.7.1.2 利用已有管道供水时，其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。

5.7.1.3 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，各井的水泵均应在高效区运行。

5.7.1.4 供水管道可采用地埋管道，亦可采用地面移动管道。采用地埋管道供水时，管道埋深应满足防冻害、机械耕作和地面荷载等要求。移动管道安装、拆卸、移动应灵活、方便、连接可靠。

5.7.1.5 水泵配套动力的选择应符合下列要求：

- a) 取水点附近电力满足要求时，应选择电动机；
- b) 取水点附近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。

5.7.2 卷管牵引绞盘式喷灌机

5.7.2.1 应将灌溉区域按长条形地块进行规划布置。地块尺寸应根据机型确定。灌溉区域内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。

5.7.2.2 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。

5.7.2.3 采用渠道供水时，宜沿机行道方向布置供水渠道。渠道宜进行防渗处理。当渠道水深不能满足喷灌机水泵进水要求时，宜在喷灌机取水点设置工作池。工作池的尺寸应满足水泵正常进水和清淤的要求。

5.7.3 滚移式喷灌机

5.7.3.1 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。

5.7.3.2 应通过技术经济分析,确定喷灌机机型、喷灌机定位喷洒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。

5.7.3.3 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供水管道和给水栓。

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

5.7.4 中心支轴式喷灌机

5.7.4.1 田间规划布置时宜合理划分灌溉区域。

5.7.4.2 应根据灌溉地块的尺寸,通过技术经济分析,以地块漏喷面积最小为原则,配置喷灌机桁架跨距、数量、末端悬臂和喷头。漏喷区域可采用其他灌溉方式。

5.7.4.3 喷灌机宜选用低压旋转式阻尼喷头,当灌溉区域土壤为砂土或砂壤土,可选用非旋转式散射喷头。

5.7.4.4 低压喷头应采用倒挂安装方式,安装后距地面高度不宜低于作物冠层。

5.7.4.5 喷灌机与相邻设施(物体)之间的距离:

- a) 任意相邻喷灌机的最短距离应大于3m;
- b) 喷灌机与建筑物、树木等障碍物之间的距离应大于2m;
- c) 喷灌机喷洒水不应喷洒到道路及交通设施;
- d) 喷灌机洒水束与电力线路之间的距离不应小于6.5m。

5.7.4.6 宜优先选用中心支座固定型中心支轴式喷灌机。

5.7.4.7 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小于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。

5.7.4.8 当存在下列需求时,宜在喷灌机悬臂末端增设喷头:

- a) 扩大喷灌机单机控制面积;
- b) 在地块的四个地角喷灌作业,增加地角灌溉面积;
- c) 越过地边的电线杆以及树木等障碍物进行灌溉。

5.7.4.9 当灌溉区域或地块整体地面坡度符合4.3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平整处理;
- b) 采用跨距适宜的桁架。

5.7.5 平移式喷灌机

5.7.5.1 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。

5.7.5.2 应根据灌溉地块的尺寸,通过技术经济分析,配置喷灌机桁架跨距和数量、末端悬臂和喷头。

5.7.5.3 喷灌机的喷头选择与安装应符合5.7.4.3和5.7.4.4的要求。

5.7.5.4 喷灌机与相邻设施(物体)之间的距离应符合5.7.4.5的要求。

5.7.5.5 当喷灌机驱动台车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,或采取有关措施满足水泵进水要求;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。

5.7.5.6 灌溉地块内供水系统的选择如下:

- a) 喷灌机入机流量小于等于 $130\text{m}^3/\text{h}$ 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) 喷灌机整机长度小于等于 350m 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。

5.7.5.7 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。

5.7.5.8 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进水要求。

5.7.5.9 当灌溉区域或地块整体地面坡度符合 4.3 的要求，但局部地形不能满足正常运行要求时，可采取 5.7.4.9 的措施处理。

5.8 规划布置图样

规划布置的图纸和图形符号应符合 GB/T 24671 和 SL 556 的规定。

6 设计计算

6.1 设计参数

6.1.1 最大灌水定额、设计灌水定额和设计灌水周期应按 GB/T 50085 计算。

6.1.2 单台喷灌机控制灌溉面积上作物需水流量可按式 (1) 计算：

$$Q = 10WA / t\eta_p \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

Q——单台喷灌机控制灌溉面积上作物需水流量，m³/h；

W——设计日耗水量，mm，可取作物需水临界期的平均日需水量；

A——单台喷灌机控制灌溉面积，hm²；

t——设计日灌水时间，h，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一般选 12~20h，中心支轴式喷灌机和渠道供水的平移式喷灌机一般选 20~22h；

η_p ——田间喷洒水利用系数，风速低于 3.4m/s， $\eta_p = 0.8 \sim 0.9$ ；风速为 3.4~5.4m/s， $\eta_p = 0.7 \sim 0.8$ 。

6.1.3 喷灌机入机流量应大于等于单台喷灌机控制灌溉面积上作物需水流量。

6.2 工作参数

6.2.1 卷管牵引绞盘式喷灌机主要工作参数的确定方法如下：

a) 规划灌溉条带宽度：

1) 单喷头车的灌溉条带宽度可按式 (2) 计算：

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

式中：

b——规划灌溉条带宽度，m；

k ——射程重叠系数，见表 2；

R_1 ——喷头射程，m。

表 2 射程重叠系数

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

2) 桁架式喷头车的灌溉条带宽度可按式 (3) 计算：

$$b = B + 2kR_2 \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

B ——桁架长度，m；

R_2 ——桁架两端喷头射程，m。

b) 一次连续有效喷洒长度可按式 (4) 计算：

$$S = L + 0.5R \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

S ——一次连续有效喷洒长度，m；

L ——铺开地面的卷管长度，m；

R ——单喷头车喷洒时，为喷头射程；桁架式喷头车喷洒时，为除桁架两端喷头以外的其他喷头射程，m。

c) 喷灌强度的确定方法如下：

1) 通过实测确定；

2) 无风情况下单喷头车的喷灌强度可近似用式 (5) 计算：

$$\rho = (1000 \times 360q) / [\pi \times (0.9R_1)^2 \times \alpha] \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：

ρ ——喷灌强度，mm/h；

q ——单喷头流量， m^3/h ；

α ——喷洒扇形角， $(^\circ)$ ，单喷头喷洒扇形角一般取 $\alpha = 200^\circ \sim 300^\circ$ ；

0.9——重叠系数。

d) 喷头车作业时的移动速度可按式 (6) 计算：

$$v = 1000Q_0 \eta_p / mb \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中：

v ——喷头车作业时的移动速度，m/h；

Q_0 ——喷灌机入机流量， m^3/h ；

m ——设计灌水定额，mm。

6.2.2 滚移式喷灌机主要工作参数的确定方法如下：

a) 喷灌机两个相邻作业位置的间距可按式 (7) 计算，计算结果宜调整为滚轮有效外缘周长的整数倍。

$$b_1 = k_b R_1 \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中：

b_1 ——喷灌机两个相邻作业位置间距，m；

k_b ——间距射程比，见表 3。

b) 喷灌机定位喷洒长度可按式 (8) 确定：

$$L_a = L_s + 2kR_1 \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中：

L_n ——喷灌机定位喷洒长度, m;

L_s ——喷灌机整机长度, m。

表3 最大间距射程比

设计风速/(m/s)	喷洒支管平行主风向	喷洒支管垂直主风向
0.3~1.6	1	1.3
1.6~3.4	1~0.8	1.3~1.1
3.4~5.4	0.8~0.6	1.1~1

c) 喷灌强度可按式(9)~式(13)计算:

$$\rho = K_w C_p \rho_s \dots\dots\dots (9)$$

$$K_w = 1.08V^{0.194} \dots\dots\dots (10)$$

$$K_w = 1.12V^{0.302} \dots\dots\dots (11)$$

$$C_p = \frac{\pi}{\pi - \frac{\pi}{90} \arccos \frac{a}{2R_1} + \frac{a}{R_1} \sqrt{1 - \left(\frac{a}{2R_1}\right)^2}} \dots\dots\dots (12)$$

$$\rho_s = \frac{1000q}{\pi R_1^2} \dots\dots\dots (13)$$

式中:

K_w ——风系数, 无量纲; 轮轴支管垂直风向时, 按式(10)计算; 轮轴支管平行风向时, 按式(11)计算;

C_p ——组合系数, 无量纲;

ρ_s ——无风情况下单喷头全圆喷洒的设计喷灌强度, mm/h;

V ——风速, m/s;

a ——喷头间距, m。

d) 喷灌机在一个作业位置的灌水时间可按式(14)计算:

$$t_1 = 0.001 m L_s b_1 / Q_0 \eta_p \dots\dots\dots (14)$$

式中:

t_1 ——喷灌机在一个作业位置的灌水时间, h。

6.2.3 中心支轴式喷灌机主要工作参数的确定方法如下:

a) 喷灌机整机长度可按式(15)计算:

$$L_s = \sum_{i=1}^j l_i n_i + L_x \dots\dots\dots (15)$$

式中:

L_s ——喷灌机整机长度, m;

l_i ——第*i*种桁架跨距, m;

n_i ——第*i*种桁架的数量;

j ——桁架的跨距种类;

L_x ——末端悬臂长度, m。

b) 喷灌机有效长度可按式(16)计算:

$$L_e = L_s + 0.75R_3 \dots\dots\dots (16)$$

式中:

L_e ——喷灌机有效长度, m;

L_s ——喷灌机整机长度, m;

R_3 ——安装在喷灌机末端喷头的射程, m。

c) 喷灌机灌溉控制面积的确定方法如下:

1) 在一个作业位置的覆盖面积可按式 (17) 计算:

$$A_0 = [(\beta/360) \times \pi L_0^2] / 10000 \dots\dots\dots (17)$$

式中:

A_0 ——喷灌机在一个作业位置的覆盖面积, hm^2 ;

β ——喷灌机田间运行扇形角度, ($^\circ$)。

2) 喷灌机灌溉控制面积的确定方法如下:

——对于中心支座固定型喷灌机, 灌溉控制面积可按式 (17) 直接计算得出;

——对于拖移型喷灌机, 可按式 (17) 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。

d) 喷灌机运行一周最短时间可按式 (18) 计算:

$$t_{\min} = iL_1 / 30Dn\eta \dots\dots\dots (18)$$

式中:

t_{\min} ——喷灌机运行一周最短时间, h ;

i ——行走驱动装置传动总速比, 无量纲;

L_1 ——中心支座中心点与末端塔架车之间的距离, m ;

D ——配套轮胎有效直径, m ;

n ——驱动电动机额定转速, r/min ;

η ——田面滑移系数, 一般取 0.920.97, 无量纲。

e) 喷灌机运行一周的最小灌水深度可按式 (19) 计算:

$$h_{\min} = 0.1 \times Q_0 t_{\min} \eta_p / A \dots\dots\dots (19)$$

式中:

h_{\min} ——喷灌机运行一周最小灌水深度, mm 。

f) 百分率计时器设定值可按式 (20) 计算:

$$x = h_{\min} / m \dots\dots\dots (20)$$

式中:

x ——百分率计时器设定值, %。

6.2.4 平移式喷灌机主要工作参数的确定方法如下:

a) 喷灌机有效长度按式 (21) 计算:

$$L_e = L_0 + 0.75(R_1 + R_2) \dots\dots\dots (21)$$

式中:

L_0 ——对于单侧平移式喷灌机, 为主驱动台车至桁架输水管末端喷头之间的距离; 对于双侧平移式喷灌机, 为喷灌机桁架输水管两侧末端喷头之间的距离, m ;

R_1 、 R_2 ——喷灌机两侧末端喷头的射程, m 。

b) 喷灌机沿灌溉地块长度灌一次水的设计灌水时间可按式 (22) 计算:

$$t_1 = 0.001 m L_e L_b / (Q_0 \eta_p) \dots\dots\dots (22)$$

式中:

t_1 ——沿地块长度灌一次水的灌水时间, h ;

L_b ——灌溉地块长度, m 。

c) 喷灌机沿灌溉地块长度灌一次水的最小灌水深度可按式 (23)、式 (24) 计算:

$$h_{\min} = 1000 Q_0 t_{\min} \eta_p / (L_e L_b) \dots\dots\dots (23)$$

$$t_{\min} = i L_b / (60 \times \pi n D \eta) \dots\dots\dots (24)$$

式中:

h_{\min} ——喷灌机沿灌溉地块长度灌一次水的最小灌水深度，mm。

d) 百分率计时器设定值可按式 (25) 计算：

$$x = h_{\min} / m \dots\dots\dots (25)$$

式中：

x ——百分率计时器设定值，%。

6.3 水力计算

6.3.1 管道水力计算应执行 GB/T 50085。

6.3.2 灌溉系统设计流量可按式 (26) 计算：

$$Q_d = \sum_{i=1}^{n_p} Q_{oi} / \eta_p \dots\dots\dots (26)$$

式中：

Q_d ——灌溉系统设计流量， m^3/h ；

Q_{oi} ——设计工作压力下第 i 台喷灌机设计入机流量， m^3/h ；

n_p ——同时工作的喷灌机台数；

η_p ——管道系统水利用系数，取 0.95~0.98。

6.3.3 灌溉系统设计水头可按式 (27) 计算：

$$H = H_m + H_w + \Delta Z \dots\dots\dots (27)$$

式中：

H ——灌溉系统设计水头，m；

H_m ——喷灌机入机压力，m；

H_w ——由水泵进水管至喷灌机入口处的管道水头损失，m；

ΔZ ——水泵取水点最低水位与喷灌机入口处最不利位置之间的高程差，m。

7 安装调试与验收

7.1 一般规定

7.1.1 喷灌机运抵施工现场时，应按订货合同对所供喷灌机及配套件的型号、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资料的有效性。

7.1.2 安装前，应检查机井、给水栓、渠道、电源以及机座等配套设施，确认符合设计要求。

7.1.3 安装前，安装人员应仔细阅读产品安装及使用说明书。

7.1.4 安装过程中，应采取安全防护措施，防止设备损坏，确保人身安全，并清除输水管内的异物。

7.1.5 安装结束后，应进一步检查所有紧固件是否拧紧、固牢，所有输水管连接部位是否密封良好，不应有泄漏。

7.1.6 喷灌机安装除应符合本标准规定外，尚应符合 GB 50231 和 GB 50254 的规定。

7.2 卷管牵引绞盘式喷灌机

7.2.1 按照说明书要求，组装喷头车，将喷头车与卷管连接，并锁定绞盘。

7.2.2 按照作业要求调整喷头车轮距，并用牵引设备将其拉出。

7.2.3 牵引卷管时：

a) 变速杆应处在空挡位置；

b) 牵引速度应均匀，且不应超过 5km/h；

c) 牵引设备不得瞬间停止。

7.2.4 回收卷管时：

- a) 变速杆应处在回收位置；
- b) 卷管应处于卷绕拉伸状态；
- c) 速度设定应符合说明书要求。

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

7.3 滚移式喷灌机

7.3.1 选择灌溉地块附近开阔平整场地，先组装驱动车、滚轮、喷头矫正器、制动支杆和取水软管等部件。

7.3.2 组装整机时，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略大于喷灌机整机长度的直线，作为安装喷灌机的基准线，即轮轴支管中心线。将待安装的喷灌机零部件摆放在安装基准线位置。

7.3.3 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能与给水栓方便、可靠连接。

7.3.4 驱动车宜安装在喷灌机整机长度的中间部位。

7.3.5 组装好的喷灌机应符合下列要求：

- a) 驱动车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；
- d) 取水软管与给水栓连接应可靠。

7.3.6 安装结束后，应冲洗轮轴支管，直至流出清水。

7.3.7 按产品使用说明书要求给驱动车的配套动力机加入润滑油、冷却水和燃油。

7.4 中心支轴式喷灌机

7.4.1 将待安装的喷灌机零部件运抵现场，以中心支座为起点，按整机顺序大致摆放在适当位置。

7.4.2 宜按顺序组装好中心支座、首跨桁架、首跨塔架车、中间桁架、中间塔架车、末跨桁架、末端塔架车、末端悬臂等部件；然后进行首跨桁架与中心支座组装、各跨桁架与塔架车组装、末端悬臂与末跨桁架组装等；再安装喷头、压力调节器和配重，连接电气控制系统、施肥（药）装置以及灌溉水源等。

7.4.3 中心支座的安装：

- 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。

7.4.4 桁架的安装：

- 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平面上。

7.4.5 塔架车的安装：

- a) 每个塔架车上的电机减速器和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，并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，余出的电缆应捆扎固定。

7.4.6 末端悬臂和末端喷头的安装：

- a) 末端悬臂、排污阀、末端增压泵和末端喷头的安装应与末端桁架安装同时进行；
- b) 安装后，从仰视方向看，末端悬臂输水管应与末跨桁架输水管在同一条直线上；
- c) 根据规划布置和产品使用说明书要求，将末端喷头喷洒扇形角调整到所需角度。

7.4.7 喷头的安装：

- a) 喷头安装应与压力调节器、配重等同时进行；
- b) 喷头距地面的高度应符合规划设计要求；
- c) 喷头安装应严格按设计的喷头配置进行；
- 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。

7.4.8 电气控制系统的接线：

- 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应有电缆接头；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小于等于 4Ω 的接地体，并将中心支座与其可靠连接。

7.4.9 同步控制机构的调整：

- a) 同步控制机构调整应由专业人员进行；
- b) 应在喷灌机正向运转和反向运转两种模式下，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 1.5° 。

7.5 平移式喷灌机

7.5.1 将待安装的喷灌机零部件运抵现场，以驱动台车为起点，按整机顺序大致摆放在适当位置。

7.5.2 宜按顺序组装好驱动台车、首跨桁架、首跨塔架车、中间桁架、中间塔架车、末跨桁架、末跨塔架车、末端悬臂等部件；然后进行首跨桁架与中心支座组装、各跨桁架与塔架车组装、末端悬臂与末跨桁架组装等；再安装喷头、压力调节器和配重，连接电气控制系统、施肥（药）装置以及灌溉水源，固定田间限位自动停机或限位自动返回装置等。

7.5.3 驱动台车的安装：

- 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) 采用联轴器传递动力的水泵机组，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 $0.5\sim 1.5\text{mm}$ ；
- c) 采用V形胶带传递动力的水泵机组，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) 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GNSS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7.4.5的规定。

- 7.5.4 桁架的安装按 7.4.4 的规定进行。
- 7.5.5 塔架车的安装按 7.4.5 的规定进行。
- 7.5.6 末端悬臂与喷头安装按 7.4.6、7.4.7 的规定进行。
- 7.5.7 电气控制系统接线按 7.4.8 的规定进行。
- 7.5.8 同步控制机构调整按 7.4.9 的规定进行。

7.6 验收

7.6.1 喷灌机安装调试合格后,应及时进行验收。

7.6.2 喷灌机验收时,应具备下列资料:

- a) 整机试运行报告;
- b) 主要材料和设备的出厂合格证、检验记录或试验报告;
- c) 关键部件检测记录或报告;
- d) 各项安装调试检测记录;
- e) 质量问题及处理情况记录;
- f) 主要零部件材料清单;
- g) 其他有关资料。

7.6.3 喷灌机灌溉系统验收应符合 SL 569 的规定。

8 运行与维护

8.1 一般规定

8.1.1 喷灌机运行前,应进行全面仔细检查,并应符合下列要求:

- a) 确认喷灌机运行范围内的人员、车辆等已经撤离,无影响作业的障碍物;
- b) 结构无变形、变位,紧固件连接牢靠;
- c) 电气控制装置齐全、有效,电线电缆绝缘层无破损,接地电阻符合相关标准;
- d) 转动部件运转自如,操作机构灵活可靠;
- e) 输水管道、机行道、电动机、柴(汽)油机、水泵、施肥(药)装置、移动管道和喷头符合 SL 569 的规定;
- f) 电机减速器、车轮减速器等传动装置的润滑油油位符合使用说明书的要求。

8.1.2 喷灌机运行中,应巡查监视其工作状况,并应符合下列要求:

- a) 喷灌机入机压力、入机流量在设计要求范围内;
- b) 仪器仪表工作稳定、可靠;
- c) 转动部位运转平稳,无异常声音;
- d) 紧固件无松动;
- e) 密封处无泄露;
- f) 喷头工作正常。

8.1.3 喷灌作业时,输水管路不应漏水。作业完毕,应及时排除管道中的余水。

8.1.4 喷灌机施肥(药)后,应采用灌溉水对输水管道进行冲洗。

8.1.5 喷灌机长期停用时,应按照说明书要求对配套零部件进行维护,对易锈蚀部位进行防锈处理,并清除行走部件上的泥土和杂草等。

8.2 卷管牵引绞盘式喷灌机

8.2.1 用拖拉机或其他牵引设备将喷灌机转移至作业点。转移时:

- a) 绞盘、支撑架和喷头车等均应锁定；
 - b) 卷管应固定在绞盘上；
 - c) 牵引速度在公路上不应超过 10km/h，田间不应超过 5km/h。
- 8.2.2 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。
- 8.2.3 放下喷头车，并把喷头车牵引到喷灌条带的另一端。当绞盘上的白色警示线出现时，应立即停止牵引。牵引时应符合 7.2.3 的要求。如果卷管长时间在阳光下暴晒或表面温度超过 35℃ 时，应先通水将卷管冷却后再牵引或回收。
- 8.2.4 连接给水栓，启动水泵，提供压力水。
- 8.2.5 按照设计灌水定额调整喷头车移动速度，回卷时应符合 7.2.4 的要求。调整喷头车移动速度时，不应使喷洒水在地表产生径流。
- 8.2.6 完成一个喷灌条带后，喷头车和绞盘锁定应符合 7.2.5 的要求。
- 8.2.7 喷灌机长期停用时，应排除机中余水，并入库存放。

8.3 滚移式喷灌机

- 8.3.1 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。当轮轴支管两端靠外侧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至使所有喷头接口铅直向上时再返回。
- 8.3.2 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，再将给水栓完全开启。
- 8.3.3 出现下列情况之一时，应停机检查并排除故障：
- a) 喷灌机入机压力偏高或偏低；
 - 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。
- 8.3.4 在一个作业位置完成喷灌后，喷灌机滚移前应检查并确认下列事项：
- a) 先关闭给水栓，待轮轴支管内的存水经由自动泄水阀和轮轴支管连接处排尽后，再从喷灌机上卸下取水软管；
 - b) 检查并确认制动支杆摆放在喷灌机滚移前进方向的后侧；
 - c) 观察并确认行走方向区域内没有人员、车辆及其他障碍物。
- 8.3.5 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。
- 8.3.6 滚移过程中，允许驱动车两端的轮轴支管略向后弯曲（滞后），但两端的弯曲程度应一致。当两端的弯曲程度不一致、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，保持两端轮轴支管的弯曲程度一致。
- 8.3.7 喷灌机长期停用，应将其拆分为部件入库存放，并应符合 SL 569 的规定。

8.4 中心支轴式喷灌机

- 8.4.1 喷灌机运行前：
- a) 喷灌机无水状态下末端塔架车应运行 30~50m，待确认运行正常后再通水运行；
 - b) 喷灌机通水运行宜至少累计旋转一圈，并能正常工作；
 - c) 喷灌机应正向、反向交替运行，并能正常工作；
 - d) 启动施肥（药）装置，应能正常工作。
- 8.4.2 向喷灌机供水时，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和喷头中排除，关闭排污阀，再将进水口阀门完全开启。
- 8.4.3 喷灌机运行时应按照设计灌水定额调整喷灌机主控制箱内的百分率计时器设定值，设置运行

方向，再启动运行。

8.4.4 喷灌机自动停机时，在故障未排除前不得重新开机运行。检查排除故障应在断开水源并切断电源的条件下进行。

8.4.5 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。

8.4.6 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 3 km/h，拖移到位后的运行应符合 8.4.1 的相关规定。

8.4.7 喷灌机在非灌溉季节或因其他原因长期存放时，应符合下列规定：

- a) 将喷灌机停放在相对平整、不影响其他农机作业、易于看护且便于维护检修的位置；
- b) 喷灌机停放的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）、喷头、压力调节器、悬吊管以及配重等易丢失零部件拆下，入库保管。

8.5 平移式喷灌机

8.5.1 喷灌机运行前：

- a) 喷灌机应在无水状态下运行 30~50m，确认运行正常后再通水运行；
- b) 喷灌机通水运行宜完成一个灌溉区域，并能正常工作；
- c) 启动发电机、水泵机组，应能正常工作；
- d) 8.4.1 的 c) 和 d)。

8.5.2 按 8.4.2~8.4.4 进行操作。

8.5.3 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；
- g) 导向控制机构动作失灵。

8.5.4 喷灌机在非灌溉季节或因其他原因长期存放时，应符合 8.4.7 的相关规定。