

东北四省区节水增粮行动
高效节水灌溉应用技术问答

水利部农村水利司

水利部国际合作与科技司

中国水利水电科学研究院



前言

财政部、水利部、农业部计划在 2012-2015 年期间，在东北四省区开展“节水增粮行动”，集中发展 3800 万亩高效节水灌溉，达到充分利用该地区丰富土地资源、进一步挖掘粮食增产潜力、实现保障国家粮食安全、增加农民收入、改善生态环境的目标。

为了有效提高东北四省区节水增粮行动高效节水灌溉工程的规划设计与施工管理水平，预防工程在设计、建设、管理中出现重大问题，保障工程质量以及工程效益的持续发挥，根据水利部节水增粮行动领导小组办公室的安排，在水利部农村水利司和水利部国科司的组织领导下，由中国水利水电科学研究院（国家节水灌溉北京工程技术研究中心）牵头，会同黑龙江省水利科学研究院、辽宁省水利水电科学研究院、内蒙古自治区水利科学研究院、吉林省水利科学研究院等单位，在现场实际调研、收集凝练问题、专题技术研讨、专家咨询座谈等基础上，重点考虑了高效节水灌溉技术的区域适用性和特殊性，编写了《东北四省区节水增粮行动高效节水灌溉应用技术问答》，从工程规划与设计、施工安装与验收、工程运行维护与管理、产品设备与质量管理、农艺与农机配套等五方面入手，提出并回答了目前在东北四省区开展高效节水灌溉工程建设中易出现和存在的 100 个主要技术问题，可为县级及县级以下从事高效节水灌溉工程规划设计、施工安装与运行管护的基层人员提供技术参考。经专家组审查后认为，该技术问答针对性强，内容全面，与生产实际结合紧密，通俗易懂，具有可操作性。

参加本技术问答编写的各单位主要人员有：中国水利水电科学研究院许迪、龚时宏、刘群昌、高本虎、李久生、李益农、余根坚、王建东、栗岩峰、白美健、赵伟霞、管孝艳、张宝忠、杨书君等；黑龙江省水利科学研究院李芳花、司振江、张忠学、钱春荣、郎景波等；辽宁省水利水电科学研究院朱志闯、孟维忠、张丹、葛岩、于国丰等；内蒙古自治区水利科学研究院申利刚、程满金、李经伟、王宁、刘丙乾等；吉林省水利科学研究院尚学灵、康健、郑星东、于海荣、叶楠等。

在本技术问答编写过程中，李英能研究员审修了全文，冯广志、赵竞成、任晓力、吴涤非、韩振中等专家提出了宝贵的意见和建议，此外，还引用了国内外同行取得的相关研究成果，在此一并表示衷心感谢。

由于高效节水灌溉技术仍有待不断深入研究，故本技术问答涉及的部分内容尚不够完善，敬请读者批评指正，不吝赐教。

编者
2013 年 10 月

目 录

一、工程规划与设计

1. 水资源平衡分析中应关注哪些问题 ?	1
2. 供水水源论证分析中应关注哪些问题 ?	2
3. 如何进行农业节水灌溉用水合理性分析 ?	2
4. 灌溉水源为地表水源时, 如何计算可供水量 ?	3
5. 对面积较小或缺乏资料的片区, 如何进行水量平衡分析 ?	3
6. 如何计算复合种植模式下的作物需水量 ?	4
7. 如何制定作物的灌溉制度?	5
8. 如何确定土壤田间持水量和作物适宜土壤含水量 ?	5
9. 如何确定作物灌溉的土壤计划湿润层深度 ?	6
10. 机井为什么会出水量不够或不出水情况, 如何避免 ?	7
11. 如何因地制宜地选择高效节水灌溉方式 ?	8
12. 如何进行大型喷灌机的选型与配套 ?	8
13. 如何进行大型喷灌机喷头的选型与配套 ?	9
14. 如何进行管道式喷灌系统的配套 ?	9
15. 滴灌系统首部一般需要配备哪些设备 ?	10
16. 如何合理选择施肥装置 ?	10
17. 针对不同水质条件, 如何合理选择过滤器 ?	11
18. 如何合理选择管道水量量测设备 ?	12
19. 如何合理选择灌溉系统管材和管径 ?	13
20. 如何设计埋地管道的排水及安全防护设施 ?	13
21. 潜水泵及启动柜选型应注意哪些问题 ?	14
22. 如何分配滴灌灌水小区内支、毛管的允许水头偏差 ?	14
23. 如何计算滴灌毛管的合理铺设长度 ?	15
24. 如何考虑节水灌溉工程典型区设计的代表性 ?	15
25. 典型区节水灌溉工程设计中, 划分轮灌组的原则是什么 ?	16
26. 如何合理确定机井布局 ?	16
27. 坡耕地节水灌溉工程设计中应注意哪些问题, 管网如何布置 ?	17
28. 如何进行坡耕地管网水力计算与压力复核, 保障灌水均匀度措施有哪些 ?	17
29. 不同地形坡度和土质条件下, 如何确定大型喷灌机的允许喷灌强度 ?	18
30. 如何选择管材的承压等级 ?	19
31. 滴灌支管轮灌与辅管轮灌的优缺点 ?	19

二、施工安装与验收

32. 节水灌溉工程冬季施工应注意哪些事项 ?	21
33. 管道系统施工土方开挖、回填应注意哪些问题 ?	22
34. 滴灌首部中,对过滤器、施肥装置和逆止阀等安装顺序有何要求 ?	22
35. 滴灌系统中滴灌带的安装有何要求 ?	23
36. 管道安装为何必须进行水压试验 ?	23
37. 滴灌系统的冲洗步骤与要求都有哪些 ?	24
38. 灌溉系统试运行应注意哪些问题,需要观测哪些参数 ?	25
39. 如何进行灌溉管道工程质量检验 ?	25
40. 如何进行大型喷灌机的评估和验收 ?	26
41. 施肥装置安装与运行应符合哪些要求 ?	27
42. 地理聚乙烯塑料管外连接应符合哪些要求 ?	28

三、工程运行维护与管理

43. 如何判定过滤器是否需要清洗,如何清洗 ?	29
44. 如何正确使用和保养施肥装置 ?	29
45. 如何维护管理管道及附属设施 ?	30
46. 如何维护管理水泵机组 ?	30
47. 如何维护管理管道式喷灌系统移动管道 ?	31
48. 如何维护管理喷头 ?	32
49. 如何维护管理大型喷灌机 ?	32
50. 如何维护管理卷管式喷灌机 ?	33
51. 如何维护管理轻小型喷灌机 ?	33
52. 中心支轴式喷灌机使用前应做好哪些准备工作 ?	34
53. 中心支轴式喷灌机电气控制系统常见故障的排除方法有哪些 ?	35
54. 如何确定大型喷灌机的运行参数 ?	36
55. 如何正确使用和维护地下水位量测设备 ?	36
56. 减少膜下滴灌带被灼伤的措施和方法 ?	37
57. 灌溉系统启闭过程中应注意哪些事项 ?	38
58. 回收地膜和滴灌带有哪些方法 ?	38
59. 常见灌水器堵塞及除堵的措施有哪些 ?	39
60. 玉米膜下滴灌系统冬季防护应采取哪些措施 ?	40
61. 如何确定区域地下水监测网的布局 ?	40
62. 单井 IC 卡控制设备主要有哪些,如何安装使用 ?	41
63. 土壤墒情、作物需水诊断与灌溉决策的要点有哪些 ?	42

64. 如何进行灌溉用水管理 ?	43
65. 如何进行水肥一体化灌溉管理 ?	43
66. 提高滴灌系统的施肥均匀度有哪些方法 ?	44
67. 灌溉系统运行过程中出现压力和流量异常时如何排查及处理 ?	44

四、产品设备与质量管理

68. 产品质量管理的技术措施有哪些 ?	46
69. 高效节水灌溉的主要产品设备包含哪些 ?	46
70. 大型喷灌机的主要质量控制指标有哪些 ?	46
71. 轻小型喷灌机主要质量控制指标有哪些 ?	47
72. 卷盘式喷灌机主要质量控制指标有哪些 ?	47
73. 喷头的主要质量控制指标有哪些 ?	48
74. 微喷头的主要质量控制指标有哪些 ?	49
75. 滴灌带的主要质量控制指标有哪些 ?	49
76. 微喷带的主要质量控制指标有哪些 ?	49
77. 过滤器的主要质量控制指标有哪些 ?	50
78. 施肥装置主要质量控制指标有哪些 ?	50
79. 常用阀类的主要质量控制指标有哪些 ?	51
80. 硬聚氯乙烯 (PVC-U) 管及管件的主要质量控制指标有哪些 ?	51
81. 聚乙烯 (PE) 管的主要质量控制指标有哪些 ?	52
82. 输水用塑料软管的主要质量控制指标有哪些 ?	53
83. 聚丙烯 (PP) 管的主要质量控制指标有哪些 ?	53
84. 灌溉用金属薄壁管及管件的主要质量控制指标有哪些 ?	53
85. 聚乙烯吹塑农用地膜的技术指标是什么 ?	54
86. 高效节水灌溉产品生产企业一般应具备哪些基本条件 ?	54
87. 如何识别节水灌溉产品质量检测报告 ?	54
88. 节水灌溉产品认证证书包含哪些内容, 如何识别 ?	55
89. 法定的节水灌溉设备检测机构和认证机构有哪些 ?	55
90. 如何开展节水灌溉产品质量检测现场抽样 ?	56
91. 选购灌溉自控设备应注意哪些质量问题 ?	57

五、农艺与农机配套

92. 如何选择玉米的适宜覆膜种植模式 ?	59
93. 如何选择玉米覆膜种植模式下的配套作业机械设备 ?	59
94. 如何处理玉米膜下滴灌下的秸秆残茬 ?	59
95. 膜下滴灌玉米全程机械化作业对耕地平整度有何要求 ?	60

96. 如何选择玉米膜下滴灌专用地膜？	60
97. 如何适时放苗防止膜下滴灌玉米幼苗被灼伤？	60
98. 播种铺管覆膜一体机在操作过程中需注意哪些问题？	60
99. 如何确定大型喷灌和膜下滴灌下玉米的适宜播种时机和种植密度？	61
100. 膜下滴灌玉米田间管理措施和化控技术有哪些？	61

附录

一、工程规划与设计

1. 水资源平衡分析中应关注哪些问题？

(1) 区分层次与用途。项目县需要做出全县水资源论证报告，以水定发展，在社会经济可持续发展前提下，合理确定节水灌溉发展模式、布局及总体规模；项目区则重点进行供需平衡分析，从工程供水能力方面论述工程建设的必要性。

(2) 合理确定分析范围。确定分析范围应遵循以下原则：①不宜太大，也不宜太小。太大会增加不必要的分析工作量，太小了不能充分说明问题；②统筹考虑流域与行政区域相结合，以便于与现有成果和资料配套；③一般应覆盖取水的水源、取水和退水的影响范围；④分析范围应与工程项目规定的范围一致，如县级工程规划其分析范围应为整个县级行政区，项目片区的分析范围应为工程所收益的全部乡镇或村庄所辖区域。

(3) 依据近期可靠的资料。充分利用现有国家或部门的水资源和用水分析成果，如水利部及当地有关业务部门所做的最新的水资源规划报告、用水定额分析报告等，必要时要到项目区进行实地查勘。

(4) 考虑可供水量和需水量相对等条件。分析确定设计水平年供需平衡时，不论是可供水量或是需水量都要考虑其典型年型、灌溉设计保证率相对应。东北地区可选取平水年（50%）和偏枯年（75%）两种代表年型进行分析。

(5) 合理选取灌溉设计保证率。灌溉设计保证率应符合《灌溉与排水工程设计规范》（GB 50288）及相关技术标准的要求。其中，低压管道输水灌溉工程应不低于 75%；利用地表水进行喷灌的工程应不低于 85%，利用地下水进行喷灌的工程应不低于 90%；微灌工程应不低于 85%。

(6) 正确分析可供水资源量。可供水资源量应包括可供地表水资源量和地下水资源量并应扣除两者的重复量。地表水资源量包括当地地表水水资源量、过境河流可利用的客水资源量、外流域调入的水资源量和其他水资源量。分析时不能仅从工程角度分析供水能力，而应先根据项目区可利用水资源量进行供需平衡分析，对于现状供水能力低于可利用水资源量，但供水能力不满足项目需要时，应进行水源工程规划，使规划水平年供水能力与需水要求一致。

(7) 需水量计算要全面。需水量应包括农业用水量（农业灌溉、鱼塘补水、畜牧用水等）、工业、生活、生态环境等用水量。

(8) 供需不平衡要调整。对于规划水平年用水量大于可供水量的不平衡区域，应调整作物种植结构、减少灌溉规模和采用更节水的灌溉方式，再次进行平衡分析，直至水资源供需平衡为止。

2. 供水水源论证分析中应关注哪些问题？

(1) 供水水源包括地表水源、地下水源和其他水源。供水水源论证分析应包括供水水源的水量论证分析和水质论证分析两方面的内容。

(2) 明确供水对象、规模、范围及特殊要求，如水质等。

(3) 地表水水源可供水量中包含蓄水工程可供水量、引水工程可供水量、提水工程可供水量以及外流域调入的可供水量。在向外流域调出水量的地区(跨流域调水的供水区)不统计调出的水量，相应其地表水可供水量中不包括这部分调出的水量。其他水源可供水量包括深层承压水可供水量、微咸水可供水量、雨水集蓄工程可供水量和污水处理再利用量。地表水可供水量需提出不同水平年 $P=50\%$ 、 $P=75\%$ 、 $P=95\%$ 三种保证率的可供水量；浅层地下水源可供水量一般只需多年平均值，但在水文地质条件较差、无多年调节性能的分区应提出不同保证率的可供水量。

(4) 根据工程建设规划，结合水质分析结果，分别对规划水平年不同频率下的地表和地下水源的可供水量进行分析，提出供水能力和余缺程度，说明增加水源供水能力的途径、措施和建设计划。

(5) 综合分析供水水源的可靠性。根据分析调节计算得到的建设项目所在区域不同水平年的可供水量，对各种影响可供水源水量的因素进行风险分析，主要分析规划水平年取水水源受人类活动的影响，分析来水水量与水质的变化，可供水量的减少对供水要求产生的影响，人类活动对水质产生的影响，是否满足用水水质的要求。定量给出规划水平年在灌溉设计保证率条件下的可供水量，以保证供水安全、可靠。

(6) 供水能力分析一定要考虑当地社会经济发展需要及环境用水要求，并留有余地。

(7) 供水水源分析以优先利用地表水、合理利用地下水为原则；地下水超采区严禁新打机井，发展新的节水灌溉面积。

3. 如何进行农业节水灌溉用水合理性分析？

农业节水灌溉用水合理性分析是指在全面、系统用水调查的基础上，对用水对象、用水结构、用水环节、用水管理等多方面进行深入分析，揭示用水不合理程度及原因，寻求用水合理配置、提高用水效率、加强用水管理的办法。用水合理性分析的重要内容应根据建设项目的取水方案和用水方式，进行各行业用水指标、用水定额的拟定，并与国内同行业先进指标、区域用水指标、用水定额相比较，分析建设项目的用水合理性，并通过水量平衡计算，分析是否缓解当地的水资源供需矛盾，是否符合国民经济的发展要求。

农业节水灌溉用水合理性分析主要是分析、论证节水灌溉工程项目取水量的合理性，包括灌溉制度、灌溉水利用系数设计的合理性。

(1) 通常采用以下 3 种方法确定不同灌溉模式下的作物灌溉制度：①总结当地群众灌溉经验。群众积累了当地灌溉生产经验，对这些生产经验加以调查分析总结，可以得到符合当地实际、具有实用意义的灌溉制度；②根据灌溉试验制定灌溉制度。拟定几种灌溉制度，在田间进行对比试验，从中优选试验结果最好的灌溉制度，但在选用试验资料确定灌溉制度时，需注意原试验的条件，不可生搬硬套；③根据水量平衡分析计算确定。根据土壤水分的消退与补弃达到平衡和保持土壤适宜水分状态的原理拟定灌溉制度。实际应用中首先根据试验确定的作物需水量，然后利用降水、土壤可利用水以及作物需水量平衡图，当计划湿润层土壤含水量达到允许下限含水量时便安排灌溉。

(2) 不同灌溉模式的灌溉水利用系数设计应符合《节水灌溉工程技术规范》(GB/T50363)的要求：低压管道输水灌溉工程不应低于 0.80，喷灌工程不应低于 0.80，微喷灌工程不应低于 0.85，滴灌工程不应低于 0.90。

4. 灌溉水源为地表水源时，如何计算可供水量？

(1) 当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；径流资料较少时，应通过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；无实测资料时，可利用参证站资料，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。

(2) 按蓄、引、提、调四种形式统计可供水量。为避免重复统计，应明确区分：①从水库、塘坝中引水或提水，均属蓄水工程供水量；②从河道或湖泊中自流引水的，无论有闸或无闸，均属引水工程供水量；③利用扬水站从河道或湖泊中直接取水的，属提水工程供水量。④跨流域调水量是指一级区之间的跨流域调配水量，不包括在蓄、引、提水量中。

(3) 以实测引水量或提水量作为可供水量计算依据，无实测水量资料时亦可根据灌溉面积、工业产值、人（畜）口、实际毛取水定额等资料进行估算。

5. 对面积较小或缺乏资料的片区，如何进行水量平衡分析？

对于灌溉面积较小或缺乏资料的片区，如长系列资料收集有困难，可选择典型年，计算可供水量和需水量，最后做水量平衡计算。如果项目是在原有灌溉范围内改进，不新增加灌溉面积，则通过现场供水调查或应用相似区域的资料，分析地表和地下水可供水量及发展高效节水灌溉能节约的水量，完成简单的平衡计算。

典型年份平衡分析计算的方法如下：

(1) 计算可供水量：地表水可供水量一般可根据全区域的雨情和水情情况，可采取等值线法计算。计算地下水资源可供水量时，要先分析计算片区所处水文

地质单元,根据区域水资源评价等相关资料查找区域所处水文地质单元的地下水可开采模数,最后根据片区面积计算得出片区的地下水资源可开采量。如无相关资料可用,则需实地测定地下水可开采模数然后进行计算。若区域有其它可供水量时,如外调水,污水处理回用等,则需一并计算在可供水量范围内。

(2) 计算需水量: 需水量按农业用水、工业用水、生活用水和环境用水四部分分别计算后相加。其中,①农业用水量按农业灌溉、牲畜用水、渔业用水等分别计算后相加。农业灌溉水量为设计水平年计算单元内各类作物的灌溉用水量之和,某种作物的灌溉用水量用净灌溉定额乘以该作物灌溉面积再除以相应灌溉的灌溉水利用系数获得;牲畜用水量为设计水平年计算单元内各类牲畜的用水量之和,牲畜的用水量可用牲畜数量乘以牲畜年用水定额进行计算;渔业用水量等于设计水平年水面蒸发量与年渗漏量之和减去降雨量,然后乘以养殖水面面积获得;②工业需水量用万元 GDP 用水量乘以区域的万元 GDP 产值进行计算。在缺资料地区,也可采用趋势法计算;即根据近几年的工业需水量增长率,以现状工业用水量作为计算起始年数据,采用年均增长率相同的复利法计算;③计算单元设计水平年的生活用水需求量等于预测年份人均生活用水定额与预测年份用水人口数的乘积;④生态环境用水是指某预测年份为维持区域生态环境功能和进行生态环境建设所需要的水量。生态环境用水量应在综合考虑河流流量、湖泊的面积与水量、湿地规模、地下水等多方面的指标确定。

(3) 水量平衡计算: 计算出供水量和需水量后,可应用水量平衡计算公式计算单元内的水量余缺情况。当计算单元内的可供水量减需水量的差值为正值时,表明水量有剩余,为负值时,则说明计算单元内水量亏缺。

6. 如何计算复合种植模式下的作物需水量 ?

确定复合种植条件下作物需水量最好的方法是进行现场田间作物需水量试验,根据试验测定复合种植条件下的作物腾发量与参考作物腾发量的比值,即复合种植条件下的作物系数 (K_c),然后通过计算得出复合种植条件下的作物需水量。如无实测条件,可根据作物相对高度将复合种植分为相邻间作(两种作物冠层在同一高度交错)、遮盖间作(一种作物冠层高于另外一种)和边界间作(较高作物像防风林,或者高树界定大田作物),先确定单作物的 K_c ,然后按以下方法计算各复合种植条件下的作物系数:

(1) 相邻间作: 当每种作物的叶面积或地面植被系数相似时,稍高作物的作物系数值可以代表整块地的 K_c ,此时由于稍高作物的遮挡和土壤水分的竞争,矮的作物产量要比单一种植时低;当两种作物对地面的覆盖比率不同时, K_c 是根据每种作物地表覆盖比和作物高度以及作物单一种植时的作物系数值的比重来估算。

(2) 遮盖间作: 遮盖间作时,一种作物的冠层在另一种之上,当两种作物

保持正常空间时，Kc 随植被密度加大而增加，最大值为植被全覆盖时的作物系数。

(3) 边界间作：当高的作物对于矮的作物像防风林或边界林网，高的作物上层会从大气流里截取额外的显热，Kc 值应按每种作物的面积加权平均计算。

(4) 按 $ET_{ci} = Kc \times E_{oi}$ 计算作物腾发量。

计算可以 30 天或 10 天为一个时段，利用各时段内的日平均气象资料来计算 E_{oi} ，再计算各时段的 ET_{ci} ，表示时段内的平均值。在灌溉工程规划时，当已选定设计代表年后，可计算该年作物生长期或灌溉临界期各时段的 ET_{ci} 值。

7、如何制定作物的灌溉制度？

农作物的灌溉制度是指作物播种前（或水稻栽秧前）及全生育期内的灌水次数、每次的灌水日期和灌水定额。灌水定额是指一次灌水单位灌溉面积上的灌水量，各次灌水定额之和，叫灌溉定额。灌水定额和次数主要根据当地灌溉试验资料及生产实践经验确定。无试验资料时，可根据当地的气象资料按彭曼法计算，计算出总需水量后，根据作物各生育期的需水量确定不同时期的灌水定额及灌水周期，确定总的灌水次数，合理分配灌溉水量。

(1) 设计理论灌水定额

依据相关规范，按下式计算灌水定额 m ：

$$m = 0.1\gamma zp(\theta_{\max} - \theta_{\min})/\eta$$

式中： m 代表设计灌水定额，mm； γ 代表土壤容重，g/cm³； z 代表土壤计划湿润层深度，m； θ_{\max} 、 θ_{\min} 分别代表作物适宜的田间土壤含水率上、下限(占干土重的百分比)。

(2) 设计实际灌水周期

依据相关规范，按下式计算灌水周期 T ：

$$T = (m/I_a)\eta$$

则设计灌水周期： $T_a = INT(T)$

(3) 设计实际灌水定额

$$m_a = \frac{T_a \times I_a}{\eta}$$

式中： T 代表灌水周期，d； T_a 代表设计实际灌水周期（应小于计算值），d； m_a 代表设计实际灌水定额； I_a 代表设计耗水强度 mm/d， $INT()$ 表示将括号内实数取整数。

8. 如何确定土壤田间持水量和作物适宜土壤含水量？

(1) 土壤田间持水量。土壤田间持水量的大小、主要取决于土壤质地、结

构、孔隙状况、松紧状况、耕作条件及有机质含量等。为了力求土壤田间持水量数值确切可靠，如条件许可，应就地测定，如无实测资料，可参考下表确定。

不同土壤质地田间持水量参考值

土壤质地	砂 土	砂壤土	壤 土	壤粘土	粘 土
田间持水量 (重量%)	8~16	12~22	20~28	22~28	23~30

注：1、田间持水量（体积%）=田间持水量（重量%）× 土壤容重

2、该表引自《节水灌溉工程实用手册》（中国水利水电出版社 2005 年 8 月）第 39 页

(2) 作物适宜土壤含水量。作物适宜土壤含水量随作物种类、生育阶段的需水特点、施肥情况和土壤性质等因素而异。一般农作物的适宜土壤含水量应保持在土壤田间持水量的 60%~100%，如土壤含水量低于土壤田间持水量的 60%时就需要灌溉。设计时可参考下表确定。

农作物主要根系活动层深度和适宜土壤含水量

作物	适宜土壤含水量
冬小麦	70%~80%
春小麦	80%~90%
玉 米	苗期~拔节 60%~70%，后期 80%~90%
高 粱	苗期~拔节 60%~70%，后期 70%~90%
谷 子	苗期 60%~70%，后期 70%~80%
大 豆	苗期~分枝 70%~80%，开花~鼓粒 90%~100%
棉 花	苗期 65%~90%，现蕾~开花 70%~90%，花铃期 75%~90%，吐絮期 65%~90%
花 生	苗期 50%~70%，花针期 55%~75%，结荚期 60%~80%，饱果期 60%~80%
油 菜	苗期 60%~80%，薹花期 75%~95%，角果期 60%~80%
甜 菜	幼苗期 60%，苗期 70%~80%，繁茂期 70%~80%，块根膨大糖分积累期 60%~65%

注：1、该表引自《节水灌溉工程实用手册》（中国水利水电出版社 2005 年 8 月）第 40 页

9. 如何确定作物灌溉的土壤计划湿润层深度？

(1) 土壤计划湿润层深度是指对作物进行灌溉时，计划调节控制土壤水分状况的土层深度。其深度随着作物根系集中层深度、作物需水状况、土壤特性、微生物活动等因素而变动。全生育期内各时期计划湿润层深度取用逐渐加大值或是一个最大值，须视各地区、各种作物的具体条件而定。一般在土壤透水性大、地下水埋藏较深的旱田，宜采用前者；而土壤透水性弱、毛细管作用强、地下水水位较高的农田，宜采用后者。

(2) 作物计划湿润层深度，一般应根据作物灌溉试验资料来确定。如缺乏试验条件，可根据经验选取计划湿润层深度，一般蔬菜不超过 0.4m，大田作物不超过 0.6m，果树不超过 1.0m。下表列出主要作物不同生育期的主要根系活动层深度可供参考：

农作物主要根系活动层深度

作物	各生育期主要根系活动层深度 (cm)							
	生育期	深度	生育期	深度	生育期	深度	生育期	深度
冬小麦	苗期-越冬	20~30	返青-拔节	30~40	拔节-孕穗	40	孕穗-灌浆	40~50
春小麦	苗期	20~30	拔节-孕穗	30~40	孕穗-灌浆	40~50		
玉米	苗期-拔节	30	拔节-抽穗	40	抽穗-灌浆	50~60		
高粱	苗期-拔节	30	拔节-孕穗	40	孕穗-灌浆	50~60		
谷子	苗期-拔节	20~30	拔节-孕穗	30~40	孕穗-灌浆	40~50		
大豆	苗期-拔节	20~30	开花-鼓粒	40~50				
棉花	苗期	20	现蕾-开花	30	花铃期	30~40	吐絮期	20~30
花生	苗期	30	花针期	40~50	结荚期	50~60	饱果期	40~50
油菜	苗期	20	薹花期	30~40	角果期	40~50		
甜菜	播种-幼苗期-苗期	20~30	块根膨大糖分积累期	40~50				

注：该表引自《节水灌溉工程实用手册》（中国水利水电出版社 2005 年 8 月）第 40 页

10. 机井为什么会出水量不够或不出水情况，如何避免？

(1) 机井在使用过程中，会出现井的出水量减少或甚至不出水的情况，这可能是机井的规划设计不周、施工质量差或管理使用等方面原因所致。①在规划设计方面，没有查清水文地质条件，机井布局不合理；井型结构选择不当，如在薄层粉细砂含水层采用多孔混凝土管井，铁锰含量高的地下水层采用铁管井等，引起涌砂淤井，产生物理化学沉淀，堵塞进水孔；②在施工方面，使用的过滤器不符合规范，如滤水管的缠丝间隙小，裹粽过厚，填砾直径过大、厚度小，填砾方法不当，滤料填不实，有空洞等，造成抽水涌砂或滤网堵塞等；③在管理使用方面，井泵及动力配套不合理，如配的井泵流量过大，大流量抽水超过机井合理降深，或水泵安装不符合规定，泵头部位无稳定的水层厚度；输变电配套不够合理，电压过低，或柴油机出力不足；维修机井时，井中遗物，或卡、划、碰、砸坏井管等。

(2) 为了避免出现井的出水量减少或甚至不出水的情况，规划设计中应查清水文地质条件，做好抽水试验，根据机井出水量及用水情况合理布井、科学配套，不得造成过量超采，引起地下水位连续下降。同时要规划好电力布局，合理配套输变电路及设备，保证动力机能在额定电压下运行。

11. 如何因地制宜地选择高效节水灌溉方式？

应根据当地水文气象、土壤、地形、水源、作物种类以及灌溉水质的不同，因地制宜地选择节水灌溉方式。

(1) 在水文气象条件方面，对多年平均降水量大于种植旱作物的田间耗水量，水资源总量有余的地区，可采用喷灌或管灌等方式。对降水量少或水资源紧缺，没有灌溉就没有农业的地区宜采用节水效果更显著的微灌方式。

(2) 在土壤条件方面，在沙壤土、风沙土、沙地等土壤持水性能差、易渗漏的地区，宜采用量少次多的微灌方式。在土壤结构良好，持水性能较好的壤土等地区，可采用喷灌、微灌或管灌方式。在滨海或低洼地区，土壤盐碱含量大，可采用管灌淋洗盐分以降低溶质势，或采用滴灌高频灌溉通过提高土壤基质势补偿溶质势。

(3) 在地形条件方面，在地面坡度陡，易产生水土流失和干旱的山丘区，适宜采用喷灌和微灌，以减少坡地水土流失和土壤水分蒸发，提高灌溉均匀度等；而在地势平坦的平原区，节水灌溉方式的选择则一般不受限制。

(4) 在水源工程条件方面，对水资源匮乏、地下水埋深大、打井投入高的地区，可采用滴灌。对具有微型水源工程，位于山坡地的果树种植区，可采用微喷灌、滴灌和小管出流等灌溉方式。对地下水资源条件相对较好、单井出流量大、农户分散种植经营的地区，可采用管灌，而对土地集约化程度高、采用规模种植经营的地区，可采用大型喷灌机灌溉。

(5) 在种植作物方面，对稀植型的大田粮食作物，如玉米、花生等，可采用喷灌或微灌；而对密植型作物，如春小麦宜采用喷灌。果树等经济作物一般采用微灌，对于耐旱树种，如枣树、板栗等及砧木，可采用滴灌；对于耐旱性较差的树种，如葡萄、苹果、梨等，宜采用小管出流或者微喷灌溉；对幼树应采用量少次多的滴灌方式，对成熟果树可用微喷多灌。

(6) 在灌溉水质条件方面，当灌溉水质矿化度 $<1\text{g/L}$ ，含沙量低时，灌溉水质不是制约灌溉形式的主要因素，可根据地区其他因素选择高效节水灌溉形式。当灌溉水质矿化度为 $1\sim 3\text{g/L}$ 时，可采用滴灌，不宜使用喷灌，使用管灌灌溉时需要对土壤盐分含量进行监测。当灌溉水质矿化度 $>3\text{g/L}$ 时，不宜用于灌溉。灌溉水源含沙量大时，宜采用管灌。对地区水资源匮乏，必须开发利用劣质水资源时，宜使用滴灌，但需要对肥料进行选择，同时监测土壤环境变化。

12. 如何进行大型喷灌机的选型与配套？

大型喷灌机主要有中心支轴式、平移式和滚移式等种类，应根据水源、地形地物、作物种植方式、动力资源和管理体制等进行选型与配套。选型时除注意喷灌机的地隙高度应满足所灌作物生长高度的需求外，更应关注水源、地形地物等条件。

(1) 在水源方面，因大型喷灌机单机控制灌溉面积一般较大，如中心支轴式、平移式喷灌机单机控制灌溉面积通常在 300 亩以上。不同型号、规格的喷灌机对水源的供水量有明确的要求，应根据水源供水量来选择确定喷灌机的机型。

(2) 在地形地物方面，因受喷灌机桁架高度限制，在喷灌机移动范围内不能有建筑物和妨碍其移动的高压输电线路等障碍物；喷灌机轮辙轨迹上不能有沟壑及阻碍其前行的障碍物。对于中心支轴式喷灌机，喷灌地块的地面坡度不得大于 15%，并应根据现有耕地条件合理确定喷灌机的控制半径；对于方形地块，宜选用中心支轴式喷灌机，而对长方形状的地块，宜选择平移式喷灌机或滚移式喷灌机。

(3) 另外，无论选择哪种型号的喷灌机，都应要求喷灌地块内所灌作物品种单一，连片种植，作物生长高度低于喷灌机要求的地隙高度；有可靠的电力配套设施并实行规模经营，统一管理。

13. 如何进行大型喷灌机喷头的选型与配套？

(1) 当灌溉区域土壤为黏土或壤黏土时，采用旋转式阻尼喷头；

(2) 当灌溉区域土壤为沙土、沙壤土或壤土，一般采用散射式喷头或旋转式阻尼喷头，但当中心支轴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；喷灌机有效长度不大于 300m 时，采用散射式喷头。

(3) 喷头设计工作压力应在所选喷头的规定工作压力范围内，为降低喷灌系统能耗，尽量采用低压喷头。

(4) 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。

(5) 中心支轴式、平移式喷灌机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。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。滚移式喷灌机的喷头应配套有利用重力保持喷头始终直立的平衡装置。

(6) 中心支轴式喷灌机优先采用“等间距不同喷嘴直径”的喷头配置方式。

14. 如何进行管道式喷灌系统的配套？

管道式喷灌系统由水源、机泵、喷头与一级或数级压力管道连接构成，且这些管道和机泵由设计者自行选配。根据管道的可移动程度，管道式喷灌系统又可分为固定管道式、半固定管道式和移动管道式，并按下列要求进行配套：

(1) 水泵与动力机型号、各级管道的长度、直径与压力等级、喷头的性能参数应通过设计选定。

(2) 水泵与动力机应选用节能及效率高的产品，动力机优先选用电动机。如水源的自然水头(高位水池)能满足喷灌系统流量和压力要求，则可省去水泵及

相应的动力设备。

(3) 管道应当根据当地的具体情况如地质、地形、气候、运输、供应以及使用环境和工作压力等条件，结合各种管材的特性以及使用条件进行选择与配套。一般情况下，对于地理的固定管道，应优先选用轻便、耐腐蚀、易安装和价格低的塑料管。对于地面移动管道，应优先采用有快速接头的薄壁铝合金管，如采用塑料管，应采用具有抗老化性能，不变形的产品。

(4) 喷头必须采用质量合格的正规产品，性能参数（工作压力、流量、射程等）符合设计要求；组合喷灌强度不超过土壤的允许喷灌强度、组合均匀系数不低于规范规定的数值、雾化指标值符合作物要求的数值。

(5) 快速连接座及竖管、支架等都应选用国家定型系列产品。半固定和移动管道式喷灌系统，一般将一条移动支管及其上的竖管和喷头称作一套田间喷灌设备，一个喷灌系统一般宜配备两套这样的设备。作业时，一套设备处在工作（喷洒）状态，另外一套设备安装好等待工作。当第一套设备工作完毕后，即让另一套设备进入工作状态；已工作完毕的那一套暂不拆移，等待地面稍干，可下地作业时再去拆移设备并安装到下一个作业位置，依次循环。

15. 滴灌系统首部一般需要配备哪些设备？

滴灌系统由水源工程、首部、输配水管道和灌水器组成。滴灌系统的首部一般需要配备动力机（水泵）、施肥(药)装置、过滤设施、量测设备、控制及安全保护装置等。

(1) 动力机主要有电动机、柴油机、拖拉机以及其它一些动力输出设备，但首选电动机。水泵主要有潜水泵、离心泵等，如果水源的自然水头(由高位水池提供)能满足滴灌系统流量和压力要求，则可省去水泵及相应的动力设备。

(2) 施肥(药)装置主要有施肥(药)罐、文丘里施肥器、施肥泵等。

(3) 过滤设备主要有离心式过滤器、砂过滤器、网式过滤器、叠片式过滤器等。

(4) 量测控制和保护装置主要有压力与流量量测仪表(如水表、流量计、压力表等)、各种控制与保护的阀门(如闸阀、逆止阀、安全阀、进排气阀等)和调节装置，其中有些设备还需用到管网系统中。

16. 如何合理选择施肥装置？

喷微灌系统常用的施肥方式包括自压注入和加压注入两种，加压注入使用的施肥装置包括压差式施肥罐、文丘里施肥器、施肥泵等，可按以下要求选择适宜的施肥装置：

(1) 应综合比较各种施肥方式和施肥装置的性能特点，按照设计要求进行选择。①自压注入是指不需要额外的加压设备，肥液只依靠重力作用自压进入管

道。通常依靠自压水源或储肥装置与地面形成的高差实现自压。这种方法较为简易，适用于较小地块或温室，缺点是水位变动幅度较大，滴水滴肥的均匀性差；②压差式施肥罐一般由储肥罐、进水管、出水管、调压阀等组成。工作原理是在进水管和出水管之间通过调节阀门开度形成压差，将肥液注入系统。压差式施肥罐的优点是，加工制造简单，造价较低，不需要外加动力设备，在田间灌溉中应用广泛。缺点是肥液浓度变化大，控制难度大。罐体容积有限，添加化肥次数频繁且较麻烦；③文丘里施肥器的工作原理是液体流经缩小过流断面的喉部时流速加大，利用在喉部处的负压吸入肥液。其构造简单，造价低廉，但水头损失较大，主要适用于管道压力充足的小型灌溉系统；④注肥泵根据驱动方式又可分为水力驱动和机械驱动两种形式。该类装置的优点是肥液浓度稳定，施肥精度高，同时还可实现比例控制，即按照预定的水肥比例进行注入。适用于对施肥质量要求较高的设施农业灌溉。

(2) 施肥注入装置应根据设计流量大小、肥料和化学药物的性质及其作物要求选择。

(3) 化肥和化学药物的储存设备应耐腐蚀且不应与注入物产生化学反应。对于压力注入系统，储藏罐的抗压能力需要达到系统的最大工作压力。

17. 针对不同水质条件，如何合理选择过滤器？

灌溉系统常用的过滤器主要有离心过滤器、砂石过滤器、网式过滤器、叠片式过滤器等，可按以下要求选择适宜的过滤器：

(1) 应综合比较各种过滤器的性能特点，按照设计要求进行选择。①离心式过滤器又称为旋流水砂分离器，常见的结构形式有圆锥形和圆柱形两种。离心式过滤器能连续过滤高含砂量的灌溉水，其缺点是不能去除与水比重相近或比水轻的有机质等杂物，特别是水泵启动和停机时过滤效果下降，会有较多的砂粒进入系统，另外，水流通过离心式过滤器时水头损失较大；②砂石过滤器利用砂石作为过滤介质，能够清除灌溉水中的藻类、微生物等，截获有机污物的能力较强，适用于使用地表水和再生水的喷微灌系统；③网式过滤器的过滤介质是尼龙筛网或不锈钢筛网，可过滤灌溉水中的粉粒、砂和水垢等污物和少量有机污物，但当有机物含量稍高时过滤效果很差，尤其当压力较大时，大量有机物会挤出过滤网进入管道、堵塞灌水器；④叠片式过滤器是用数量众多的带沟槽薄塑料圆片作为过滤介质，具有深层的过滤效果和拦污能力。当灌溉水中的悬浮物或有机物含量较高时需对滤芯定期冲洗。

(2) 应综合考虑灌溉水源的水质、水中污染物的种类、杂质含量以及可选用灌水器的种类、规格、抗堵塞性能等因素进行选择。对于常规的灌溉水源，尤其是含砂量较高的水，应以离心式过滤器作为初级过滤器，然后使用网式过滤器（或叠片过滤器）进行二级过滤。对于有机质含量较高的水源，如污水、再生水

等，应以砂过滤器作为初级过滤器，然后使用叠片式过滤器进行二级过滤。

(3) 应根据水质状况和灌水器的流道尺寸进行选择。过滤器应能过滤掉大于灌水器流道最小尺寸的 1/7-1/10 的悬浮颗粒。在难以获得灌水器流道尺寸的情况下，可根据杂质浓度及粒径大小，参照下表选择过滤器类型及组合方式。

过滤器选型参考

水质状况			过滤器类型及组合方式
无机物	含量	<10 mg/L	宜采用网式过滤器（叠片过滤器）或砂过滤器+网过滤器（叠片过滤器）
	粒径	<80 μ m	
	含量	10~100 mg/L	宜采用离心过滤器+网式过滤器（叠片式过滤器）或离心过滤器+砂石过滤器+网式过滤器（叠片式过滤器）。
	粒径	80~500 μ m	
	含量	>100 mg/L	宜采用沉淀池+网式过滤器（叠片式过滤器）或沉淀池+砂石过滤器+网式过滤器（叠片式过滤器）。
	粒径	>500 μ m	
有机物	<10 mg/L		宜采用砂石过滤器+网式过滤器（叠片式过滤器）。
	>10 mg/L		宜采用拦污筛+砂石过滤器+网式过滤器（叠片式过滤器）。

18. 如何合理选择管道水量量测设备？

灌溉管道水量量测设备主要有水表（旋翼湿式水表与水平螺翼式水表）、电磁流量计、超声波流量计和涡轮流量计等，可按以下要求选择适宜的量测设备：

(1) 应综合比较各种水量量测设备的性能特点，按照设计要求进行选择。

①水表适用于单向流动的清洁冷水。水表结构简单、耐用、造价低廉。旋翼湿式水表适用于直径小于 50mm 的管道量水；水平螺翼式水表适用于直径大于等于 50mm 的管道量水。选用水表时，要考虑其在最大流量时水表的水头损失应控制在一定值内，其中水平螺翼式水表不应超过 0.03MPa；②电磁流量计主要由变送器、转换器和流量显示仪表三部分组成，可对所有导电性液体进行准确的流量测量，精度高（ $\pm 1.5\% \sim \pm 2.5\%$ ），适用于有电源的管道输水系统的量水；③超声波流量计为一体式结构，传感器与管壁一体设计，因使用数码式信号处理器，具有长久的稳定性。并可在不停水的前提下在现有管路上安装。适用于满管量水；④涡轮流量计包括传感器和能记录脉冲信号的流量积算仪配套组成，用于测量流体的瞬时流量和总水量。

(2) 应选择阻力损失小、灵敏度高、量程适中的水表。

(3) 应选用定型、质量合格的正规产品。

19. 如何合理选择灌溉系统管材和管径？

(1) 管材选择：①从经济角度考虑，当拟定的管径小于等于 315mm 时，宜优先选用塑料管材；当管径大于 315mm 时，则宜选用混凝土管、钢筋混凝土管、预应力钢筋混凝土管、玻璃钢管等；②从管材承压能力考虑，系统工作压力低于 0.2MPa，可选用素混凝土管；系统工作压力低于 0.4MPa，且管径较小时宜选用塑料管；系统工作压力大于 0.4MPa，可选用钢筋混凝土管、预应力钢筋混凝土管、玻璃钢管、塑料管等；③聚乙烯（PE）管材造价高，柔韧性好但刚度低，适于地形复杂且无道路、农机等通行的山丘区及高寒地区；④开挖地埋困难的山丘区，宜采用钢管或钢筋混凝土管进行明铺；⑤对于管道式喷灌系统和微灌系统中的地埋固定管道，应优先选用轻便、耐腐蚀、易安装和价格低的塑料管材；⑥对于管道式喷灌系统的地面移动管道，应优先采用有快速接头的薄壁铝合金管材。对于微灌系统的地面管道应采用不透光、抗老化、施工方便、连接牢固可靠的聚乙烯（PE）管材。

(2) 管径选择：①从管道输水功能方面考虑，应首先根据设计灌溉制度所确定的灌水率，拟定管道设计流量，再根据设计流量初拟管道内径；②采用经验法初选干管管径，对于管道流量小于 $120\text{m}^3/\text{h}$ ，管径 $D=13Q^{1/2}$ ，管道流量大于 $120\text{m}^3/\text{h}$ ，管径 $D=11.5Q^{1/2}$ ；③对于小型管网，干管的经济管径可以在设计流量已知的条件下，根据经济流速拟定管径。对于塑料管，建议经济流速按 $1.0\sim 1.5\text{m/s}$ 选取，对于混凝土管按 $0.5\sim 1.0\text{m/s}$ 选取等。

20. 如何设计地埋管道的排水及安全防护设施？

在地埋管道系统中必须安装排水及安全防护装置，如泄水阀、控制阀、逆止阀、进排气阀、安全阀、镇墩和伸缩装置等，应按下列要求进行设计：

(1) 泄水阀应安装系统最低处，以便检修或冬季排空管道内积水。在复杂的灌溉系统中，应根据地形条件、管线布置形式，需在局部低处、每条干、支管末端设置排水井和泄水阀，以保证整个系统的安全有效排水。在进行排水井和泄水阀设计时，应考虑管道内的水量、排泄出路等因素，综合设计。

(2) 控制阀用以控制管道的启闭与调节流量，进而控制管道压力，常用有闸阀、蝶阀、截止阀等。通常在水泵出水口安装逆止阀和出口控制阀，在支管及以上各级管道的首端应设闸阀，在地埋管道的阀门处应设阀门井。

(3) 逆止阀又称止回阀，通常在水泵出水口安装逆止阀，以避免停机时水倒流。

(4) 进(排)气阀一般安装在顺坡布置的管道系统首部、逆坡布置的管道系统尾部、管道系统的凸起处、管道朝水流方向下折及超过 10° 的变坡处。进排气阀规格(连接口径)宜根据被排气管道直径的 $1/4$ 确定。

(5) 安全阀：安全阀是一种压力释放装置，安装在管路压力变化最大处，

起超压保护作用。安全阀在选用时，应根据所保护管路的设计工作压力确定安全阀的公称压力。由计算出的安全阀的定压值决定其调压范围，根据管道最大流量计算出安全阀的排水口直径，并在安装前校定好阀门的开启压力。

(6) 在直径大于50mm的管道末端、变坡、转弯、分岔和阀门处应设镇墩。当地面坡度大于20%或管径大于65mm时，宜每隔一定距离增设镇墩。

(7) 对刚性连接的硬质管道，应设伸缩装置。

21. 潜水泵及启动柜选型应注意哪些问题？

(1) 潜水泵选型：①潜水泵外径与井径相协调，如200QJ泵适用200mm以上井径；②流量、扬程要与设计值匹配，而大多数设计中采用高配，即流量扬程均大于设计值，这种做法不经济，应通过水泵流量-扬程曲线和需要扬程曲线进行匹配和校核；③扬程计算应充分考虑泵管损失，有些设计中忽视泵管损失，会造成供水压力不足的情况；④应选用国家定型系列、质量合格的正规产品。

(2) 水泵机组启动柜选型：考虑电机功率和变压器的容量。电动机启动时电流很大，有时超过额定电流5~7倍，这样大的电流长时间通过电机绕组会将其烧坏，而且还会使电网降压很大而影响其他电器设备运行。因此采用启动设备以降低电动机电流，从而保护泵的电动机和保证其他电器设备正常进行。配套启动柜时，其启动方式可按以下两种情况选择：①当电机功率小于7.5KW或电动机容量与变压器容量之比小于35%时可采用直接启动方式；②当电动机功率大于7.5KW或电动机容量与变压器容量之比大于35%时，宜采用星型、三角型启动器，或自耦变压启动器进行降压启动。

22. 如何分配滴灌灌水小区内支、毛管的允许水头偏差？

为满足滴灌灌水小区灌水均匀度的规定，要求灌水小区内同时工作的灌水器的流量偏差不得超过某一限值。根据规范要求，灌水小区内灌水器的流量偏差率应小于20%，据此可计算出灌水器的工作水头允许偏差。通过将允许水头偏差在毛管和支（辅）管上进行合理分配，可确定毛管的极限孔数和极限长度以及支（辅）管的合适管径及长度。滴灌灌水小区内支（辅）管、毛管之间的允许水头偏差分配有以下几种情况：

(1) “一条毛管”构成的灌水小区：在毛管进口设置流量调节器（或压力调节器、稳流器）使各毛管进口流量（压力）相等时，小区内灌水器设计允许的水头偏差应全部分配给毛管。

(2) “辅管+毛管”构成的灌水小区：灌水小区允许水头偏差在毛管和辅管间分配。如毛管分配的多则毛管铺设长度增加，可使支管间距加大而减少支管长度，相应地也减少辅管长度，但支管管径会增加。根据近几年大田滴灌布置经验及统计资料分析，35%~45%的允许水头偏差分配给辅管，55%~65%的允许水头偏差

分配给毛管比较合理。

(3)“支管+毛管”构成的灌水小区：灌水小区允许水头偏差在毛管和支管间分配。如毛管分配的多则毛管铺设长度增加，可使支管间距加大而减少支管长度，但支管管径会增加。根据经验，在平坡条件下，45%~50%的允许水头偏差分配给支管，50%~55%的允许水头偏差分配给毛管比较合理。

23. 如何计算滴灌毛管的合理铺设长度？

根据设计时分配在毛管上的水头偏差（允许的最大水头损失），可确定毛管的极限孔数和极限(或合理)铺设长度。

(1) 平坡条件下毛管的合理铺设长度计算步骤如下：①计算毛管极限孔数 N_m ，根据分配给毛管的水头偏差 $[\Delta h_2]$ 、毛管内径 d 、毛管的单个滴头设计流量 q_d 、滴头间距 S 以及水头损失扩大系数 k ($k = 1.1 \sim 1.2$) 等值，按下列公式计算毛管的极限孔数，其中， $INT()$ 表示将括号内实数取整数。

$$N_m = INT \left(\frac{5.446 [\Delta h_2] d^{4.75}}{k S q_d^{1.75}} \right)^{0.364}$$

②按照下式计算毛管极限（或合理）铺设长度 L_m ，其中： S_0 表示毛管进口至首孔的距离； N_m 代表毛管极限孔数； s 代表滴头间距。

$$L_m = S(N_m - 1) + S_0$$

(2) 在顺（逆）坡条件下，计算毛管的合理铺设长度时，应考虑地势高差。

24. 如何考虑节水灌溉工程典型区设计的代表性？

节水灌溉工程典型区设计用于计算项目的工程量和材料设备数量并对工程进行投资估算和概算，为保证投资计算的准确合理，在选择典型区时应遵循节水灌溉形式一致性、水源类型一致性、地形条件一致性、种植作物一致性、工程规模适应性等原则，按以下要求进行典型区设计：

(1) 项目区内各类节水灌溉方式都需进行典型区设计。如规划范围内计划发展喷灌、滴灌、微喷灌及低压管道输水灌溉四类节水灌溉技术，那么这四类灌溉形式都要进行典型设计。各类灌溉方式中，不同形式的工程也需进行典型区设计，如喷灌有半固定管道式喷灌，也有大型喷灌机喷灌，则应对这两种形式的典型区分别进行设计。

(2) 典型区面积要适中，设计面积宜取项目区总面积的1%~5%，地块很多的情况下，也可以对小、中、大三种规模的灌溉工程进行典型区设计，取其平均值作为投资计算的依据。

(3) 按地下水源、地表水源（自流、提水）不同水源类型进行典型区设计。

(4) 典型区设计所涉及的地形类型（平原、山区、丘陵）与规划发展范围的地形条件要对应。

(5) 典型区的作物与所代表区域的作物宜为同类作物。

25. 典型区节水灌溉工程设计中，划分轮灌组的原则是什么？

灌溉系统的工作方式有续灌和轮灌之分，续灌是上级管道（渠道）向下级管道（渠道）连续供水，轮灌是上级管道（渠道）向下级管道（渠道）轮流供水。从工程投资和运行费用等方面考虑，典型区高效节水灌溉工程宜采用轮灌方式。轮灌组的划分应遵循以下原则：

(1) 轮灌组的划分应考虑农业生产责任制和田间灌溉管理等的要求。

(2) 轮灌组的数目应满足需水要求，同时使控制灌溉面积与水源的可供水量相协调。

(3) 各轮灌组的控制面积应尽可能相等或接近，各轮灌组的总流量尽可能一致或相近，以使水泵运行稳定，提高动力机和水泵的效率，减少能耗。

(4) 同一轮灌组中，宜选用一种型号或性能相似的灌水器，同时种植的作物种类要一致或虽不一致但对灌水的要求相近。

(5) 确定轮灌组顺序时，应尽量把流量分散到各输配水管道中去，避免流量集中于某一条支管，最大限度地减小输配水管道的管径或减少其水头损失，降低管道投资和运行费用。

(6) 为便于运行操作和管理，通常一个轮灌组所控制的范围宜集中连片。在采用自动控制时，为减少输水干管的流量，宜采用插花操作的方法划分轮灌组。

26. 如何合理确定机井布局？

补充根据地下水补给条件、机井数量和间距计算公式？

机井应根据规划区或水源地的地下水含水层厚度和层数、水流方向、蓄水结构以及地貌等地质和水文地质条件，以及地下水拟开采量进行合理布局。

(1) 机井布置应遵循以下原则：①井位的确定应根据具体条件选定，水力坡度较大的地区，沿等水位线交错布井；水力坡度平缓区，应采用梅花形或网格形布井；富水区应集中布井；②地面坡度大或起伏不平，井位应布置在高处；地势平缓时，井位宜居中；沿河地带，平行河流布井；③井距先由计算拟定，再结合农田基本建设规划和其他因素作适当修正；④布井布置应与输电线路、道路、林带、排灌渠系等的布设统筹安排。

(2) 井群布置可采取以下形式：①直线型布置。常布置在河流岸边、古河道和山前溢出带的附近，其布置方向与地下水流向垂直或斜交，以增大其补给带的宽度；②三角形和环形布置。常布置在池塘和洼地周围，以便增加诱发补给而增大井群出水量。

27. 坡耕地节水灌溉工程设计中应注意哪些问题，管网如何布置？

坡耕地节水灌溉工程设计应注意供水模式的选择、轮灌区的划分、安全控制装置的设置以及管网布置等问题。

(1) 供水模式的选择。如水源在坡耕地上方高处一般可采用自压供水模式或自压与机压的混合模式；如水源在坡耕地下方低处，可采用机泵直接加压供水模式或采用机泵加压将水送至坡耕地上方的高位水池再进行自压供水的灌溉模式。

(2) 轮灌区划分。坡耕地各地块的高程各异、面积不等，在划分轮灌区时宜按等高线划分轮灌组，力求每个轮灌区的流量、工作压力基本相同。灌溉时，可在水泵工作性能允许范围内，根据地块高程对所需流量做适当调节，但调节幅度不宜过大，以满足系统正常运行。

(3) 安全控制装置的设置。坡耕地的管网系统复杂，在设计时应充分考虑运行时的动水压、静水压、水锤、负压等给管网造成的危害，并应设置安全阀、进排气阀、排水阀、调压器、镇墩与支墩等安全保护装置。

(4) 管网布置。坡耕地的灌溉管网一般呈不规则树状形式，应按管道长度最短、控制面积最大，水头损失最小，投资最低等原则进行布置。具体布设时，可按以下要求进行布置：喷灌管网：①梳齿形管网，适用于顺坡、但宽度较窄的带形灌面。干管沿等高线布置，分干管垂直等高线布置，支管平行等高线布置。②杈形管网，适用于坡面较规整、无沟槽切割的坡地或塬台地。杈形布置一般有主干管、干管、分干管和支管四级管道。主干管垂直等高线从水源引出后连接平行等高线布置的干管，分干管垂直等高线布置，支管平行等高线布置。③鱼骨形管网，适用于山丘区的脊梁地形。干管一般是沿山脊线布置，一条干管控制一道梁，配水分干管在干管两侧顺坡垂直等高线布置，或与等高线斜交，支管平行等高线布置。微灌管网：将干管沿山脊布置，分干管尽量布置在坡地的上侧，基本与等高线平行，这样就可使支管垂直于等高线，以充分利用地面落差来抵消支管的水头损失，并可使支管上每个出水管(带)入口处的压力近似一致。出水管(带)沿等高线与作物种植方向平行一致，并尽量对称于支管布置，可使灌水器出水均匀。

28. 如何进行坡耕地管网水力计算与压力复核，保障灌水均匀度措施有哪些？

(1) 坡耕地管网系统应按有关技术标准的要求并参考有关设计手册进行设计，水力计算与压力复核应注意以下关键点：①合理进行各级管道流量分配：对于喷灌管网系统，在管路布置和轮灌方案确定之后，各级各段管道在整个轮灌过程中所通过的流量均为已知，应将其按轮灌顺序列成表格，据以进行管径选择和管道水力计算。由于每条管道以及同一条管道的不同管段在轮灌过程中流量有变化，一般应取其中的最大流量作为该管段的设计流量来确定管径，而在进行系统

总水头计算时则应取最不利或次不利工况下该管段通过的实际流量作为设计流量，来计算其水头损失。对于微灌管网系统，应按灌水小区内所有灌水器的流量差值不超过允许流量偏差率的规定，进行各级管道进口压力与流量的推算；②根据供水模式进行有针对性压力计算：采用自压供水模式，除计算各级管道的压力分布外，还应验算静水压力；如采用自压与机压的混压喷灌模式，还应复核泵站开机时管网最低处的压力不得超过该处管道的最大允许压力。对微灌管网系统，灌溉管网进行节点压力均衡验算时，当从同一节点取水的各条管线同时工作时，要比较各条管线对该节点的水头要求，可通过调整管段直径的方式，使各管线对该节点的水头要求一致；也可按最大水头作为该节点的设计水头，其余管线进口应根据此设计水头与本管线要求的水头之差设置调压装置。当从同一节点取水的各条管线分为若干轮灌组时，各组运行时的节点压力状况均需计算。应验算在各种运行工况下管网沿程内水压力分布情况，滴灌带的进口压力一般不得超过0.1MPa。

(2) 为保障灌水均匀度，在规划设计与管理中应采取以下措施：①喷灌支管尽量与等高线平行布置；②微灌的毛管应尽量与等高线平行布置，如果毛管垂直等高线布置时，宜采用顺坡单向布置；③微灌应选用压力补偿式滴头，在选择非补偿式滴头时，应复核计算毛管最大铺设长度；④在划分轮灌区时力求每个轮灌组的流量基本相同；对于采用混压模式的滴灌系统，自压区和加压区要分别处理，自压区轮灌组和加压区轮灌组应分开。⑤严格按照设计的轮灌制度进行灌溉；⑥在工程投资允许的情况下，可在管网首部设置自动压力控制系统，以提高管道的安全性及灌水的均匀性。

29. 不同地形坡度和土质条件下，如何确定大型喷灌机的允许喷灌强度？

(1) 大型喷灌机的设计喷灌强度可略大于下表所列土壤的允许喷灌强度。对坡地，根据不同地面坡度，按照下表所列坡地允许喷灌强度降低值计算允许喷灌强度。

各类土壤的允许喷灌强度 (mm/h)

土壤类别	允许喷灌强度
沙土	20
沙壤土	15
壤土	12
壤黏土	10
黏土	8

注：有良好覆盖时，表中数值可提高20%。

(2) 对于中心支轴喷灌机，应进行喷灌强度的校核。在设计中常以离中心支轴最远的末端喷头的喷灌强度为控制数值，可以较一般喷灌限制条件放宽，允许土壤表面局部积水成洼，但以不产生径流为限。

坡地允许喷灌强度降低值 (%)

地面坡度 (%)	允许喷灌强度降低值
5~8	20
9~12	40
13~20	60
>20	75

30. 如何选择管材的承压等级？

在高效节水灌溉工程设计中，合理选择管材的承压等级直接关系到管道系统的安全。如何选择管材的承压等级应从以下 5 个方面考虑：

(1) 应根据管道设计工作压力来选取管材承压等级。在节水灌溉工程设计中如考虑管道承受水锤压力，在选择管材的承压等级时应在管道设计工作压力基础上再乘以 1.5 倍的系数。

(2) 选取的管材承压等级应与我国目前厂家生产的管材承压等级一致。塑料管材的压力规格有 0.4MPa、0.63MPa、0.8MPa、1.0MPa、1.25MPa 等系列，如果管道设计工作压力位于两个压力等级之间，则应选较大的压力等级。

(3) 对于系统较大、管线较长、地形复杂的高效节水灌溉系统，应沿管线进行水力计算，必要时要进行水锤分析，分段确定管道压力等级，以此选择管材承压等级。

(4) 山丘区自压灌溉或管线地形高差比较大的高效节水灌溉系统，在确定管材压力等级后应进行静压校核，其最低处的管道压力不得超过管材的承压等级。

(5) 当主管道管径超过 400mm 时，地埋管道会受填土荷载的影响发生径向变形，为了保证塑料管道的径向变形不超过管道所允许的变形量，需对管道的刚度（管材厚度）进行校核，以选取既能满足内压要求，又能满足外核载要求的压力等级。

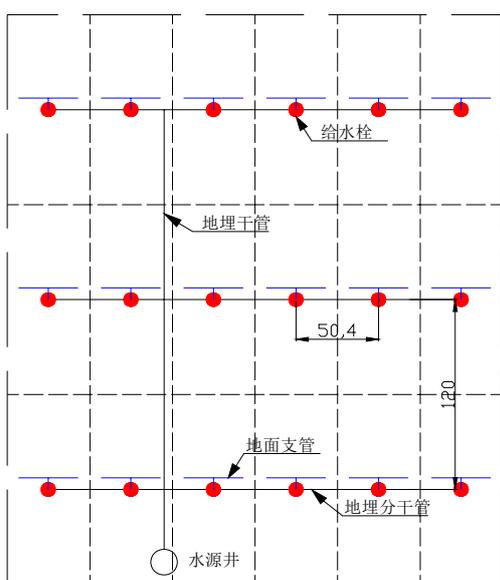
31. 滴灌支管轮灌与辅管轮灌的优缺点？

根据目前滴灌田间地理、地面管网的布设，田间管网最多分为五级，分别为地埋干管、地埋分干管、地面支管、地面辅管和滴灌带。按照采用不同管网级数，

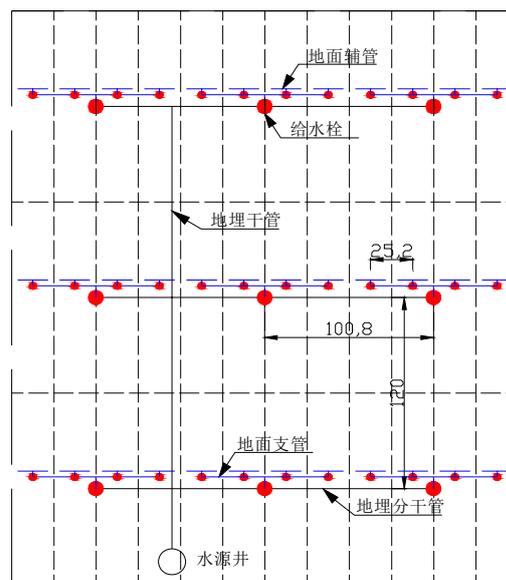
大田作物膜下滴灌轮灌方式可分为支管轮灌和辅管轮灌两种，目前支管轮灌有逐渐替代辅管轮灌的发展趋势。

(1) 滴灌支管轮灌：采用滴灌支管轮灌时，干管和分干管地埋，且干管、分干管管径一致，地埋分干管通过出地竖管（给水栓）与铺设在地面上的支管连接，支管上直接连接滴灌带。一条支管控制的灌溉范围为一个基本灌水单元，一条或多条支管构成一个轮灌组。①滴灌支管轮灌的优点为：支管轮灌方式一般以一条或两条支管为一个轮灌组，灌水相对集中，管理方便；节省了辅管的投资，减少了输水能耗，运行成本较低；减少了大量支管与辅管的连接管件，便于机耕和田间管理；②滴灌支管轮灌的缺点为：支管一次灌溉的面积较大，如果支管控制范围内的耕地由多个农户所有，则有时难以协调用水管理。

(2) 滴灌辅管轮灌：采用滴灌辅管轮灌时，一般干管、分干管采用地埋，由于灌溉水在不同分干管中分水，分干管管径较干管管径偏细，分干管通过出地竖管（给水栓）与铺设在地面上的支管连接，支管上通过闸阀连接数条地面辅管，辅管上连接滴灌带。以一条辅管控制的灌溉范围为基本灌水单元，多条支管上的一条或多条辅管构成一个轮灌组。①辅管轮灌优点：由于辅管长度短，一根辅管跨越地形高差相对较小，在地形变化较大的地块上可以合理编排轮灌组，减小地形变化对滴灌均匀度的影响；运行时可多条支管同时分水，分干管、支管管径相对较小，工程一次性投资较少；由于一条辅管控制的灌溉范围为一个基本灌水单元，其灌溉的面积较支管轮灌方式小得多，如果支管控制范围内的耕地由多个农户所有，则容易协调用水管理。②辅管轮灌缺点：相对于支管轮灌增加了一级地面辅管，从工程运行成本考虑，年更新费用相对支管轮灌较高；支管与辅管的连接管件较多，不便机耕和田间管理；由于在各辅管之间进行轮灌，灌水时操作人员要在田块上来回走动开或关闸阀，比较麻烦，不便操作管理。



典型滴灌支管轮灌布置



典型滴灌辅管轮灌布置

二、施工安装与验收

32. 节水灌溉工程冬季施工应注意哪些事项？

为了保证节水灌溉工程的质量，在严寒的东北四省区，应尽量避免在冬季施工。如果无法避开而必须施工的，则应先进行管道工程及附属设施的少量混凝土浇筑工程的施工安装，而浆砌石、混凝土施工应放到第二年开春进行。冬季施工时，应注意以下事项：

(1) 管道冬季施工宜分段开挖，分段铺设，随铺管道随回填。接口部位留出不填，作检查时用，但应加草袋覆盖保温。

(2) 管槽开挖应在封冻前完成。如果不能在封冻前完成，对于冬季开挖的土方工程，为防止土壤冻结，可根据本地条件分别采用翻松表土法、雪覆盖法、覆盖保温材料法等，对土壤进行防冻保温；对于已冻结土壤如需在冬期开挖，可根据土壤冻结深度和实际条件采用烟火烘烤、蒸汽融化、电气加热灯方法解冻，待土壤融化后开挖。管槽开挖时，还应将耕作层熟土与底土分开堆放，回填时，应先填底土后填熟土。

(3) 管槽开挖深度一般应大于设计冻土层厚度；当管槽穿越沟道埋深不足时，该管段应设置保温措施。如地埋管道采用 PE 管且设计有可靠的排水措施时，管槽开挖深度也可小于设计冻土层厚度。

(4) 铺设塑料管道时，应确保管槽地基没被冻结。对于土方开挖后不能立即进行管道铺设施工的，可在基底预留 10cm 厚的土层并覆盖草袋保温，以防止地基土受冻。对于冻胀性土壤，如地基已遭受冻结，应将冻土层全部清除，或将冻土层融化，认真夯实处理；对于非冻胀性土壤亦应将冻土层融化后，方能进行管道铺设。

(5) 管件连接若采用粘接或焊接，环境温度不得低于 5℃，管材、管件本身温度不得低于 5℃，管件及散装的管材必须在高于 10℃的环境下存放 48 小时以上，整装的管材必须在高于 10℃的环境下存放 72 小时以上，让管材、管件本身温度达到焊接所需的温度（不得低于 5℃）；如果低于 5℃时，建议采用碘钨灯距管材、管件 60cm 处加热（焊接区）的方式，使其本身温度升高（不得低于 5℃）。如果在负温下安装管道则不宜采用粘接或焊接，应采用承插式橡胶圈止水连接。为适应温胀变形，插口应均匀进入承口，并在管材插口处做插入深度记号，回弹就位后，仍应保持对口间隙在 10~20mm，一般还应设置一定数量的柔性接头。

(6) 冬季实施土方回填时每层铺土厚度应比常温施工时减少 20%~25%，预留沉陷量应比常规施工时增加。回填土中冻块含量不得超过回填总量的 15%，粒径不得大于 15cm，且应均匀分布，管沟底以上 50cm 范围内不得用含有冻土块的土回填。

(7) 混凝土在气温 0~5℃施工时，其砂浆和混凝土拌料时应填加抗冻剂，

并应注意砌筑面和混凝土表面保温；在气温达到 0℃ 以下又无抗冻保温措施时，应停止施工。低温下水泥砂浆和混凝土的拌合，应采用温水并适当延长拌合时间，拌合出料温度不应低于 5℃。浆砌石和混凝土体养护期气温低于 5℃ 时，其表面应采用基板、塑料膜等保温，并不得向砌体和混凝土表面直接洒水养护。龄期末超过 28d 气温降至 0℃ 以下时，应用苯板、柴草、覆土等加厚保温层。

33. 管道系统施工土方开挖、回填应注意哪些问题？

(1) 管道沟槽开挖：①应根据土壤的种类、地下水的情况、施工方法、施工环境、支撑条件、管道断面尺寸、管道埋深要求等选定合理的开挖断面。对于土质条件较好、无地下水、管道埋得较浅的地段可开挖直槽；对于土质条件差、有轻度滑坡、有少量地下水、管道埋深较大的地段可开挖混合槽（下半部矩形，上半部梯形）；对于地质条件一般、管道埋得较浅、有轻度滑坡的地段可采用梯形槽；②挖沟时间不应与铺管时间间隔过长，开挖沟槽时，沟底设计标高以上 0.2~0.3m 的原状土应暂予保留，禁止扰动，铺管前再用人工清理，但不宜挖至标高以下。如局部超挖，需用沙土或合乎要求的原土填补并分层夯实；③开挖沟槽要顺坡整平，清除沟底石块、杂物。若沟底埋有不易清除的石块等硬物体或地基为岩石、半岩石或砾石时，应铲除至设计标高以下 0.15~0.2m，然后铺上沙土整平夯实；④沟槽开挖时，开挖土料宜堆置沟槽一侧，同时注意表层腐殖土和基础开挖土要分层剥离，堆放。

(2) 管道沟槽回填：①管道安装铺设完毕后应尽快回填，回填前应先冲洗试压，并排除沟底积水；②回填时应先回填管道两腋下的三角区部位（管道下部与管底间的空隙），然后对管道的左右两侧进行对称分层回填，不得集中填入。管道下部与管底间的空隙处必须填实，夯实程度至少到达 90% 以上；③填土时先回填基础开挖土，后回填表层腐殖土；管顶以上 0.5m 范围内应逐渐回填良质土（不含 12mm 以上的石头等坚硬块状物的泥土），并轻夯压实；管壁四周 10cm 内的填土不应有直径大于 2.5cm 的石块或直径大于 5cm 的土块。回填应分层轻夯或踩实，并预留沉陷超高，每层回填土厚度为 0.15~0.2m，且压实遍数在两遍以上；④夯实时，管顶上 50cm 范围，夯击力不宜过大，应根据管道或管沟壁的强度确定回填方法；管顶以上 100cm~150cm 回填土方可使用碾压机械压实；⑤回填完后应使槽上土面略呈拱形，以免日久因土沉陷而造成地面下凹。填土拱高，亦称余填高，一般为槽宽的 1/20，且不低于 15cm。

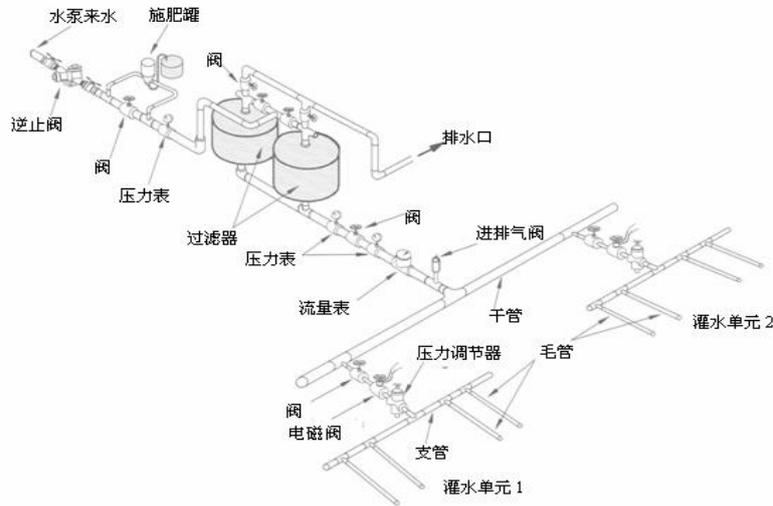
34. 滴灌首部中，对过滤器、施肥装置和逆止阀等安装顺序有何要求？

滴灌系统的首部一般配备有动力机与水泵、变配电设备、施肥(药)装置、过滤装置和量测控制及安全保护设施，安装顺序及要求如下：

(1) 安装顺序依次为：动力机与水泵—逆止阀—闸阀—施肥装置—闸阀—

压力表—过滤装置—闸阀—压力表—闸阀—流量计（水表）—进排气阀（见以下示意图）。

（2）安装中必须注意：施肥装置的上游端一定要装逆止阀，施肥装置下游端须安装过滤装置。



滴灌首部系统安装布局示意图

35. 滴灌系统中滴灌带的安装有何要求？

（1）滴灌带尽量铺设在种植垄中间或作物需要水的位置。

（2）滴灌带（管）与支、辅管连接前必须将管端剪成平口，不得有裂纹，并防止混进杂物，严禁滴灌带打折。考虑夜间低温时滴灌带（管）会收缩，铺设时接头处必须连接牢固，气温低时宜对管端加热。

（3）铺设滴灌带（管）时一定要自然松弛，避免紧拉，严禁打折；如果是手工铺设，最好准备一个卷轴，铺设时可以自由转动，将带（管）铺到地面上，不要在地面拖拉；单翼迷宫式滴灌带铺设时应将流道凸起面向上；内镶式滴灌带要将内镶贴片面（滴孔）向上。

（4）滴灌带（管）铺设装置进入工作状态后，严禁倒退；在铺设过程中，对于断开位置及时用直通连接，避免沙子和其他杂物进入，造成后期的管理运行不便。

（5）滴灌带（管）铺设好后，整个滴灌系统必须冲洗，然后安装滴灌管尾端的堵头或将滴灌带尾部打结且不得漏水。

36. 管道安装为何必须进行水压试验？

影响管道安装质量的主要因素包括：管材质量缺陷、管材压力等级与设计要求不符、接头安装不规范等。由于这些因素发生的不确定性和隐蔽性，造成安装时难以直接判断，只能靠水压试验来检验。管道的水压试验是考核管道生产制造和施工安装质量的一种可靠的手段，目的是使管道安装后存在的隐患暴露在填埋

和工程投入运行之前，以便及时采取补救措施。水压试验应按以下要求进行：

(1) 对于管线较长的工程，若待管道安装及回填完毕后再进行管道的水压试验，可能会因局部不合格而顾此失彼，需反复多次试验，导致大量返工，故应在管道回填前分段进行管网水压试验，以免造成不必要的损失。

(2) 对于管线短的工程，可在管道安装完工后一次性进行水压试验。

(3) 试验管段的长度对无阀门等中间连接的管道，不宜超过 1km，对中间有连接件的管道可根据其位置分段进行试验。

(4) 对管灌工程，塑料管道试水压力应为管道系统设计工作压力（含水锤压力），保压时间不应小于 1h，管道试水时，环境气温应不低于 5℃；对喷灌工程，高密度聚乙烯塑料管道（HDPE）试验压力不应小于管道设计工作压力的 1.7 倍；低密度聚乙烯塑料管道（LDPE、LLDPE）试验压力不应小于管道设计工作压力的 2.5 倍；其他管材的管道试验压力不应小于管道设计工作压力的 1.5 倍，试验压力保压 10min；对微灌工程，试压的水压力不应小于管道设计压力的 1.25 倍，并保持 10min。

37. 滴灌系统的冲洗步骤与要求都有哪些？

滴灌系统冲洗是指利用压力水、压缩空气等，在滴灌系统安装、调试工作结束后及日常运行前后、施肥后对输配水管道、灌水器和过滤器等的疏通和清洗措施。滴灌系统的冲洗步骤与要求如下：

(1) 基本要求：①冲洗用辅助设备安装完好，操作灵活；②首部枢纽处于完好状态，阀门开关灵活，进排气装置畅通；③管道冲洗应由上至下逐级进行，支管和毛管应按轮灌组冲洗；④系统注满水并使达到要求的工作压力，管内水流流速不低于 0.50m/s。

(2) 干管冲洗：先打开枢纽总控制阀和待冲洗管道的进口和末端阀门，关闭其他阀门；然后起动水泵，对干管进行冲洗，直到干管末端出水清洁为止。

(3) 支管冲洗：先打开一个轮灌组的各支管进口和末端阀门，关闭干管末端阀门，进行支管冲洗，直到支管末端出水清洁为止。

(4) 滴灌毛管冲洗：先打开一个轮灌组的干管和支管的进口，关闭干管和支管末端阀门，再打开所有滴灌毛管末端堵头，待水到达滴灌毛管末端时，在滴灌毛管末端开关 3 次，使产生水流压力波动，以冲出管内泥沙及生产废料，待流水干净后堵住滴灌管的末端。

(5) 过滤系统冲洗：在管道冲洗结束后，充分清洗过滤器后排净水。对于离心式过滤器加叠片式过滤器组，先把各个叠片组清洗干净，然后用干布将塑壳内的密封圈擦干放回，将卡环紧锁。然后开启离心过滤器集砂罐一端的丝堵，将罐中积存物排出，然后将水放净，盖紧。对于砂过滤器，先打开过滤器罐的顶盖，检查砂石滤料的数量，并与罐体上的标识相比较，若数量不足应及时补足以免影

响过滤质量。若砂石滤料上有悬浮物，须捞出；同时在每个罐内加入一包氯球，放置 30min 后，启动过滤器罐各反冲 2 次，每次 120s；然后打开过滤器罐的盖子和罐体底部的排水阀将水全部排净；再将过滤器压力表下的选择钮置于排气位置。若罐体表面或金属进水管路的金属镀层有损坏，要清锈后重新喷涂。

38. 灌溉系统试运行应注意哪些问题，需要观测哪些参数？

(1) 灌溉系统试运行应注意以下问题：①试运行必须按操作规程进行，事先应明确运行调试的操作顺序、观测项目，安排好操作和观察人员，试运行结果应记录并整理归档；②试运行应在全部工程完工并完成试压、冲洗后进行；③试运行前必须检查灌溉工程，确保设备状况和首部枢纽处于完好状态，阀门开关灵活、进排气装置通畅；④试运行时水温和环境温度为 5~30℃，使用的压力表精度应不低于 2.5 级；⑤运行调试应在设计流量下进行；⑥灌溉系统试运行时，可使各级管道和灌水器及相应附属装备都处于全系统工作状态，连续运转 4 个小时以上，选择有代表性的点用仪表监测工作状态，对运行水压，滴水量或喷灌强度、均匀性、雾化指标等进行观测。

(2) 灌溉系统试运行要求：①喷灌系统试运行时，如果系统规模较大，则应分组进行运行调试。试运行过程中重点检查水源、水泵、地面移动管道、喷头、闸阀、进排气阀等设备的工作状况是否符合要求，并进行必要的调整；②微灌系统试运行时，应按设计要求分轮灌组进行。首先检查各设备、部件安装的正确性，以及能否平稳运行、控制可靠等；其次要随时观察滴灌管的管壁、管件、阀门等处，如发现渗水、漏水、破裂、脱落等现象，应作好记录并及时处理，处理后再进行试运行，直到合格为止；③管灌系统试运行时，应先开启出水口，后启动水泵，再缓慢开启水泵出口控制阀，改换出水口时，应先开后关；停灌时应先缓慢关闭水泵出口控制阀，再停泵，后关出水口。试运行过程中重点检查机井、动力机与水泵、闸阀、进排气阀、给水栓和地面移动灌溉闸管或软管等设备的工作状况是否符合要求，并进行必要的调整。

(3) 灌溉系统试运行时需观测的参数主要有：①喷灌系统需观测的参数包括：水泵出口压力、喷灌支管首末端喷头的进口压力、单喷头的流量、喷洒范围、旋转速度、喷灌强度、喷灌均匀系数；②微灌系统需观测的参数包括：水泵出口压力、过滤器进出压力、支管首末端辅管或毛管的进口压力、典型毛管的首末端压力、各轮灌组的流量、轮灌组内灌水器的个数及灌水器流量；③管灌系统需观测的参数包括：水泵出口压力、给水栓出口的流量。

39. 如何进行灌溉管道工程质量检验？

(1) 合理进行项目划分。管道工程按级划分为单位工程、分部工程、单元工程三级，项目划分按以下方法进行：①从水源至田间给水栓的管道系统作为一

个单位工程；②分部工程一般按长度或施工部署划分，不同的管材应划分为不同分部工程。分部工程的划分界限宜设在联接段、附属设施的连接处，长度不宜大于500m；③单元工程按分部工程中的不同施工内容进行划分。分部工程中的沟槽开挖（包括基础夯实）、回填、混凝土浇筑、管道及附属设施安装等，应分别划分为不同的单元工程。

（2）施工单位应检查供货方所提交的产品生产（制造）许可证明、产品合格证明、产品质量检测报告，以及安装、使用、保修说明等技术文件。无合格证明或不符合质量标准的产品不得进场。项目法人或其委托的监理单位应参加交货验收。对涉及工程质量的主要材料，应进行见证取样。

（3）施工单位应按相关规范的规定和施工合同的约定，检验单元工程质量，做好书面记录。

（4）工程质量检测的项目、数量和方法应按相关规范的规定和施工合同的约定，并符合国家和行业有关规定。

（5）必须按相关标准进行管道系统的水压试验及试运行，其试验和试运行结果应全部达到工程设计要求。

（6）工程质量不合格时，按合同要求进行处理或返工重做，并经重新检验且合格后方可进行后续工程施工。

40. 如何进行大型喷灌机的评估和验收？

（1）文件资料验收应具备以下资料：①主要材料和设备的出厂合格证、检验记录或试验报告；②关键部件检测记录或检测报告；③试运行各项检查记录；④质量问题及处理的有关文件和记录；⑤主要组成部件材料清单；⑥其他有关资料。

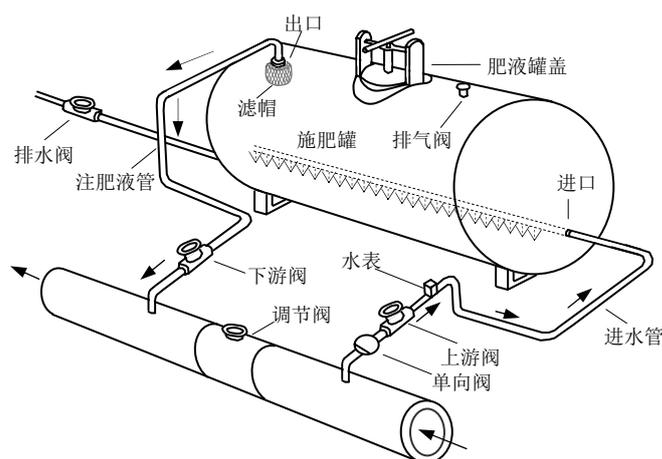
（2）设备外观评估要求：①铸件表面不应有影响使用性能及外观的裂纹、砂眼、气孔、缩松等；焊接件的焊缝应平整，不应有漏焊、裂纹、烧穿、焊瘤、夹渣和气孔等；②机组外表面涂、镀或化学热处理防护层应良好。涂层不应有露底、堆积、夹杂质、流坠和失光现象；镀层不应有漏镀、气泡、剥落、锈蚀等现象；化学热处理防护层不应有锈蚀现象；③机组的外露转动部件应有可靠的防护装置，并设有预防事故标志和安全警示符号，厂家提供的使用说明书中对预防事故内容应有明确规定。

（3）设备关键部件运行评估要求：①对机组管路系统进行现场耐水压试验，最大工作压力下保持10min，关键部位不应产生塑性变形和渗漏；②中心支轴式和平移式喷灌机应评估以下几方面是否满足要求：与中心支轴或驱动台车连接的桁架输水管应能垂直上下摆动；塔架车之间采用的连接方式应满足桁架输水管上下左右摆动的要求；同一塔架车上的前后两个行走轮在行走时应在同一轮辙上；钢索导向的平移式喷灌机，其触杆对导向钢索的偏移量不应大于250mm；机组

应能正向、反向运行，定点停机；机组应具有同步、导向、灌水过量保护和避雷装置，并运行正常；对于可拖移的机组，应进行现场拖移性能试验，拖移机组500m，通行应顺利；机组安装后，地隙高度应满足设计要求；③滚移式喷灌机应评估以下方面是否满足要求：应对机组进行对直、定位、前行、后退、连接供水管道等操作，系统应正常、灵活；连续运行两个工作位置，系统应正常；平均喷幅宽度和平均喷洒长度与额定值的偏差不应大于5%；在停止供水后，自动泄水阀应能自动排尽机组管道内的存水。

41. 施肥装置安装与运行应符合哪些要求？

施肥装置主要包括压差式施肥装置、文丘里施肥器和施肥泵，其中最常用的是压差式施肥罐，优点是结构比较简单，操作较方便，不需要外加动力，造价较低，体积较小，移动方便，但缺点是施肥过程中肥液被逐渐稀释，浓度不能保持恒定，无法实时控制；罐体容积有限，添加肥料次数频繁且较麻烦。现仅将压差式施肥罐的安装与运行的要求介绍如下，对于文丘里施肥器和施肥泵的安装与运行的要求可参考有关资料。



压差式施肥装置安装示意图

(1) 压差式施肥罐安装要求：①进出口位置应分别位于主管路调节阀的上游侧和下游侧；②储液罐罐底宜设有手动泄水阀；③进出管路应安装施肥控制阀；④密封盖、螺帽与注肥管连接处均应采用优质橡胶密封垫圈进行密封，保证注肥工作过程中无渗漏现象；⑤出水端配装滤帽，防止杂质进入微灌管道而堵塞；⑥应在罐上最顶端位置装配进排气阀，在停止供水后打开以防肥液回流；⑦使用压差式施肥装置时必须保证肥液不能倒流入主管网，因此在施肥罐上游端需安装单向阀。

(2) 压差式施肥装置运行要求：①注肥准备：等灌溉系统正常运行一段时间后开始往储液罐中注肥，若使用液态肥可直接倒入储液罐，灌注的肥料溶液达到罐口边缘后扣紧罐盖。若使用固体肥料，最好是先单独溶解后再通过过滤网倒

入储液罐；当直接将固体肥料倒入罐内时，最大量不得超过罐高的 2/3。如果灌溉过程中需要添加肥料，需关闭进出口阀门，打开排气阀将压力释放后，再注入肥料；②注肥过程：肥液注入罐后，把罐口封好，关紧罐盖。先打开注肥液管上的阀门，再打开进水管上的阀门，此时储液罐内的压力与灌溉输水管道的压力相等。关小输水管路上的施肥调压阀门，使其产生局部水头损失，使调压阀后输水管道内的水压力变小，则阀前管道内水压力大于阀后管道内水压力，形成一定压差（通常 1~2m 水头，具体根据施肥量要求调整该阀），使调压阀前的一部分水流通过进水管进入储液罐底，掺混肥液，再由注肥液管注入调压阀后的主管道，从而进入灌溉管网及所控制的灌水器。如此循环运行，储液罐内肥料浓度降至接近零时，再重新添加肥料或肥溶液，继续施肥。

42. 地理聚乙烯塑料管外连接应符合哪些要求？

地理聚乙烯塑料管主要采用热熔连接和电熔连接两种方式。热熔连接又分热熔承插连接和热熔对接连接。热熔承插接口具有接口强度高、气密性好、成本低等优点，是中、小口径聚乙烯管可靠的连接方法。热熔对接连接主要用于大口径管道的连接，可以减少管件、接口数，比热熔承插连接操作简单，但融接技术要求比较高。电熔连接分为电熔承插连接和电熔鞍型连接。电熔连接具有质量稳定，操作简便等优点，但需设备较多，适宜于大型工程施工。东北四省增粮项目区喷灌和微灌系统中 PE 管的连接主要采用热熔对接连接方式。其施工过程中应按照以下步骤进行：

（1）材料准备：将管道或管件置于平坦位置，放于对接机上，留足 10mm~20mm 的切削余量。

（2）夹紧：根据所焊制的管材、管件选择合适的卡瓦夹具，夹紧管材。

（3）切削：切削所焊管材和管件端面的杂质和氧化层，保证两对接端面平整、光洁、无杂质。

（4）对中：两焊接端面要完全对中，错边越小越好。错边不能超过壁厚的 10%，否则将影响对接质量。

（5）加热：对接温度一般在 210~230℃ 之间为宜，加热板加热时间应冬夏有别，以两端面熔融长度为 1mm~2mm 为佳。

（6）切换：将加热板拿开，迅速让两热融端面相粘并加压，为保证熔融对接质量，切换周期越短越好。

（7）熔融对接：是焊接的关键，对接过程应始终处于熔融压力下进行，卷边宽度以 2mm~4mm 为宜。

（8）冷却：保持对接压力不变，让接口缓慢冷却，冷却时间长短以手摸卷边生硬，感觉不到热为准。

（9）对接完成：冷却后松开卡瓦，移开对接机，重新准备下一接口连接。

三、工程运行维护与管理

43. 如何判定过滤器是否需要清洗，如何清洗？

根据过滤原理、过滤介质和功能的不同，可将过滤器分为离心过滤器（亦称旋流水砂分离器）、砂石过滤器、叠片式过滤器和网式过滤器四种类型，无论哪种形式的过滤器，都要经常检查，定期清洗，发现损坏应及时修复或更换。

过滤器应在其设计流量范围内运行，即过滤器的前后压力差应保持在一定范围内。当过滤器的前后压力差超过某一设定值时，就应进行清洗。需要强调的是，在膜下滴灌系统运行过程中，应严格按过滤器的设计流量与压力要求进行操作，严禁超压、超流量运行，灌溉施肥结束后，要及时对过滤器进行冲洗。各种过滤器的具体清洗要求如下：

（1）离心过滤器：过滤器的前后压力差一般在 0.035MPa~0.07MPa 范围内较为适宜。以离心式过滤器最初使用时（即通过清水时）的前后压力差为基准，运行一段时间后，当前后压力差超过原压力差 0.035MPa 及以上时，要打开集砂罐的排砂口进行排砂清洗。此外，运行时要定期检查集砂罐，至少一周检查一次，定时排砂。

（2）砂石过滤器：当过滤器进出口间压力差超过预设压力差 0.02MPa 时，需要进行反冲洗。冲洗时，应关闭待冲洗过滤器的进水阀，打开排污阀，使由另一只过滤器过滤后的水从待冲洗过滤器的下出水口向上流入介质层进行反冲洗，泥砂、污物可顺排污口排出，直到排出水为清水无混浊物为止（每次可对一组两罐进行反冲洗）。对于因有机物和藻类产生的堵塞，应在过滤器中加入一定比例的氯或酸，浸泡 24 小时，然后再进行反冲洗直到放出清水。此外，应检查过滤器内滤砂情况，清除结块和粘着的污物。若发现滤砂减少，则需补充相应粒径的砂子，必要时可取出全部滤砂，彻底冲洗后再重新逐层放入滤罐内。

（3）叠片式过滤器：当过滤器进出口压力差超过最初使用时压力差的 25%~30%时，要进行清洗或反冲洗。手动冲洗的，可将滤芯拆下并松开压紧螺母，用水冲洗即可。自动冲洗的，叠片应能自行松散，若因受水体中有机物和化学杂质等的影响，有些叠片粘在一起不易彻底冲洗干净时，需多次冲洗。

（4）网式过滤器：当进出口压力差超出最初使用时压力差 0.02MPa 时，应进行清洗。清洗时，打开封盖，将网芯抽出清洗，两端保护密封圈用清水冲洗，也可用软毛刷刷净，但不可用硬物清理。当网芯内外都清洁干净后，应将过滤器壳内的污物用清水冲净，由排污口排出。按要求装配好，重新装入过滤器。

44. 如何正确使用和保养施肥装置？

- （1）在施肥装置与水源之间应安装逆止阀，防止肥液或农药倒流进水源。
- （2）施肥装置应安装在过滤器上游侧，防止未溶解的肥料和其他杂质进入

灌溉管道。

(3) 开始施肥前，应先灌一段时间的清水，使系统达到稳定运行状态。

(4) 施肥或施农药之后，必须用清水把残留在系统内的肥液或农药全部冲洗干净，防止设备被腐蚀。

(5) 灌溉季节结束后，应对施肥装置各部件进行全面检修，清洗污垢，更换损坏和被腐蚀的零部件。对于铁制施肥罐，应检查罐内壁是否有防腐涂层局部脱落或锈蚀的现象，若有应除锈并涂防腐层；对于塑料材质的文丘里施肥器和施肥泵，要避免肥液在其内部形成结晶，必要时应用酸溶液进行清洗。

45. 如何维护管理管道及附属设施？

管道及附属设施因材质、种类以及使用条件不同，对其维护与管理的措施也不同，一般要求如下：

(1) 地理管道系统放水或关闭时，要注意防止涌浪和水锤。放水时要自上而下逐级缓慢打开阀门，开度要由小到大以利排净管内空气；停灌时要由下而上缓慢关闭阀门，避免同时突然关闭而造成水锤破坏管道。

(2) 各类阀门，要保证开关自如。金属阀门要严防锈蚀堵塞或冻结失灵，保证开关正常启闭。为防止锈蚀，一般采用涂层等措施，主要材料有油漆、环氧树脂等。阀门螺钉要经常加油润滑。

(3) 地面移动管道要防止因挤压和碰击而变形，故在搬移和存放时要注意管端、丝扣不能受损；当有大风时要及时将管道约束起来，以防大风吹刮造成损坏；其次是防腐蚀，不要把管道放到酸性、碱性的地方，防止化学蚀坏。

(4) 过滤设备在灌溉季结束时，对于网式过滤器应检查过滤网是否损坏并刷洗干净；对于叠片式过滤器，将叠片组洗干净，密封漏擦干放回，积存物排出，水放净；对于砂过滤器，检查滤料数量，不足时应及时补足以避免影响过滤质量。当过滤器的前后压力差超过某一设定值时，启动反冲洗，打开排污阀将水全部排净。

(5) 日常运行前后要对输配水管道、过滤器进行清洗，预防灌水器堵塞。运行过程中也要定期冲洗微灌管路，一般微灌设施使用 5 次左右需进行一次冲洗。

46. 如何维护管理水泵机组？

当灌溉水源为地表水时，主要采用离心泵或自吸泵；当水源为地下水时，主要采用潜水电泵。动力机可采用电动机或柴油机，以电动机为主。

(1) 离心泵维护与管理要求：应检查紧固件的联接是否牢固、有无松动，转动件运转是否灵活、有无杂音，不应有较大振动或其他异常现象；检查轴承部位温度，宜为 20℃~40℃，最高不应超过 75℃；检查填料压盖或机械密封弹簧松紧度是否适宜，填料密封处的滴水量宜为每分钟 10~30 滴，否则说明填料压盖过紧

或过松（抑或填料不足）；离心泵宜在出口阀关闭的状态下启动，待达到额定转速并稳定一段时间后，再缓慢开启开关阀，停泵操作与启动时相反，即应先缓慢关闭出口阀，再停止水泵。自吸式离心泵启动前，应向泵内灌注足量引水，若超过使用说明书给定的自吸时间仍不出水，应停机检查，待排除故障后方可再启动。离心泵每运行 1500h~2000h 后，应对所有部件进行拆卸检查，清洗除锈，维护保养。

（2）潜水电泵的维护与管理要求：潜水电泵在使用前，应检查电源线有无破损，水泵体有无受损，须用兆欧表检查电机绝缘电阻，其值最低不能少于 50MΩ。潜水电泵下井及起吊时，绝不允许硬拉电缆，应用绳索提拉或用铁线与卡板下井及起吊。潜水电泵潜入水中时应垂直吊放，不得斜放。入水深度在动水位以下。潜水电泵不得输送含砂量较高的水或泥浆。潜水电泵实际扬程应在 0.8~1.1 倍额定扬程内使用，电源电压应控制在额定电压的±5% 范围内。潜水泵电机接线必须接实，以免电机缺相运转烧毁电机。电缆必须经常检查有无龟裂，擦伤等情况，有则及时更换或修补。潜水电泵运行半年后，应维修检查，更换损坏零件。

（3）电动机的维护与管理要求：①长期存放的电动机应保持干燥、洁净；②对经常运行的电动机，应按照接线盒盖完整、压线螺丝无松动和无烧伤、接地良好等要求，每月进行一次安全检查；③灌溉季节过后，应对电动机进行一次检修。对绝缘电阻值小于 0.5MΩ 的电动机，应进行烘干，下一灌溉季节开始前应进行复测。

47. 如何维护管理管道式喷灌系统移动管道？

管道式喷灌系统的地面移动管道主要包括薄壁铝合金管和涂塑软管等，其维护管理要求如下：

（1）薄壁铝合金管运输时应避免管端口碰扁，影响止水效果。铺设时应从其进水口开始逐级进行。安管时应检查管内的密封胶圈是否安好，密封胶圈应平卧在槽内；插管时不要用力过猛，要缓慢插入。涂塑软管要放平放直，不要打弯，安装连接时需清除管端及管口内的泥土及杂质。

（2）地面移动支管的移位应按轮灌次序进行，移动前应放掉管内积水，拆成单根。薄壁铝合金管拆移时要水平移动，严禁竖直移动，防止碰到输电线发生触电事故。涂塑软管怕磨、扎，移动时要卷起搬运，严禁在地上拖拉。

（3）灌溉季节结束后，地面移动管道应收回并入库保管。薄壁铝合金管入库前要将管道及管件清洗干净，拆下快速接头上的橡胶圈洗净，擦干，涂上滑石粉，放到干燥通风处，按不同规格、型号分类排列，置于架上，不得重压。管道及管件要区分不同材质、规格分开码堆存放，堆与堆之间要留有通道。码堆时，地面要平整，两端带有管件的管道应分层纵横交错或层间加设垫木前后交错存放；一端带管件的硬管应分层前后交错存放。管道的堆放高度，不宜超过 1.5m，管道

上面不要放重东西。管道和管件不能和含碱性的物质如石灰、化肥、煤等放在一起。涂塑软管应凉干、卷盘捆扎存放。

48. 如何维护管理喷头？

喷灌工程中采用的喷头多是旋转式的，主要为摇臂式和垂直摇臂式，而在大型喷灌机采用下垂式喷灌时，则常用散射式或旋转式喷头。对喷头的维护管理要求如下：

(1) 喷头安装前，应核对喷头的型号、规格，检查喷头零件是否齐全，联接是否牢固，流道是否通畅，各转动部分是否灵活，弹簧是否锈蚀，竖管外螺纹是否有碰伤现象，对不合格的部件应及时更换。

(2) 喷头运转中应进行巡回监视，发现下列情况应及时处理：①进口连接部位和密封部位漏水。②不转或转速过快、过慢。③换向失灵。④喷嘴堵塞或脱落。支架歪斜或倾倒。

(3) 每次作业完毕应将喷头清洗干净，及时更换损坏部件。

(4) 灌溉季节后应对喷头进行以下保养：①按顺序拆卸各零件，检查磨损情况，更换磨损严重影响正常使用的零件。②擦净各零件的水迹，除去污渍和锈斑，在转动部位涂上黄油，按顺序重新组装。

(5) 喷头入库前，应认真检查无损后，用纸包好，按不同的规格、型号码放，不得堆压。

49. 如何维护管理大型喷灌机？

(1) 应按产品说明书的规定进行安装、使用、保养和维修。新的或经过大修后的喷灌机，使用前还应进行试运转。

(2) 喷灌机运行前应进行下列检查：①喷灌机电器部件的接线是否牢固、安全、接地良好，熔体规格是否符合要求，仪表显示位置是否正确，指针是否灵敏；电线、电缆线有无破损；转动部件运转是否灵活，操作柄杆和按钮工作是否可靠、灵活；②润滑部位有无按规定加注润滑油；③输水管道是否畅通；④制动和保护装置是否安全、可靠；⑤轮胎气压是否符合要求；⑥通水试运行中，管道接头是否密封可靠；⑦喷头安装是否正确、牢固；⑧田间有无影响作业的障碍物等。

(3) 喷灌机开始喷洒时，应缓慢开启阀门，并逐步调整压力至喷头压力额定值；停止喷洒时，应缓慢关闭阀门。滚移式喷灌机的喷水管(空心轮轴)应与供水管道垂直；喷头应朝上，喷头应保持铅直。行走离合器弹簧预紧力应调整正确。当喷灌机移动4~8个位置喷水管轴线严重弯曲时，应由人工调整滚轮位置使轴线基本呈一直线。

(4) 运行中必须经常监视工作状况，并应符合下列要求：①管道首端压力

在设计要求范围内；②仪器仪表指示正确。③转动部件运转平稳，无异常声音；④紧固件无松动；⑤密封处无泄漏；⑥灌水器工作正常；⑦喷灌机发生故障时应及时排除，严禁强行运行；⑧施用化肥后应对管道进行清洗。

(5) 作业完毕后应排除管道内余水，以电为动力的喷灌机应切断电源，并按产品说明书要求进行日常维护和保养。喷灌机长时间不作业，应将管道和阀件冲洗干净，清除泥沙和污物，排净水泵及管内的积水，清除行走部位的泥土和杂草，对易锈部位进行防锈处理。灌溉季节结束后应排空喷灌机内的积水，橡胶行走轮应垫离地面。

50. 如何维护管理卷管式喷灌机？

卷管式喷灌机是靠卷管输水，在喷洒作业时利用喷灌压力水驱动绞盘旋转，绞盘上缠绕卷管，牵引喷头车移动喷洒作业的喷灌机械。它是由喷头车、卷管及绞盘三大部分组成，其中喷头车又分单喷头车和桁架式喷头车。对卷盘式喷灌机进行维护管理的要求如下：

(1) 运行前应将卷盘车底架调整为水平状态，并与地面锚紧，卷盘由拖移位置转换为工作位置后应固定，田间应留有喷头车通道，单喷头卷盘式喷灌机应进行扇形喷洒。

(2) 铺放输水管时在卷盘上剩余的管道不得少于一圈，喷头车应沿直线拖移，其速度不得超过 3km/h。运行时只能调整喷头车行走速度，不得进行其他参数调整，行走速度应按照计划灌水定额调整。

(3) 卷管式喷灌机整机拖移时卷盘车及喷头车必须调整到规定位置固定并锁紧；在田间的拖移速度不得超过 5km/h，在道路上的拖移速度不得超过 10km/h。

(4) 喷灌机应入库保管，并将车轴支起，轮胎垫离地面。

51. 如何维护管理轻小型喷灌机？

轻小型喷灌机有手提式，手抬式，手推车式和手扶拖拉机悬挂式喷灌机等，其维护管理要求如下：

(1) 使用前应进行下列检查：①泵、管道、喷头等部分各零部件是否齐全，技术状态是否正常；②水泵的安装高度（以吸水池水面为基准）应满足允许吸上真空高度；③进水管安装要注意防止漏水、漏气，滤网要完全淹没在水中，其深度在 30cm 左右，并与池底、池壁保持一定距离，以防止吸入泥沙等杂质和空气；④离心泵起动前，应向泵内加满水，待水充满进水管和泵体后，方可起动；自吸泵储水应在叶轮轴线以上，以确保自吸过程的正常进行；⑤将喷头支架支撑在地面并插稳固定，接头端面尽量安置水平。把喷头安装在喷头支架上，然后将快速接头联接紧密。

(2) 使用时注意以下事项：①喷灌用水不得含有泥沙和污物，以免磨损或

堵塞喷头。②水泵启动后，如果 3min 尚未出水，应停机检查。水泵运行中若发现有杂音、振动、水量下降等不正常现象，应立即停机，还要注意轴承温度，不可超过 75℃。③机组运行时，注意观察喷头工作是否正常；④可采用更换喷嘴、调整喷头转速的方式以适应不同土质和作物对喷灌强度的要求。当土壤表面产生径流或积水时，说明喷灌强度过大，应及时降低工作压力、调整喷头转速或更换直径较小的喷嘴。

(3) 使用后的维护保养应满足以下要求：①喷灌完毕后，要将机、泵、喷头擦洗干净，各润滑部位要按时润滑，冬季每次用完要把泵内和管内存水放尽，以防冻裂。机、泵的保养应按说明书进行；②机组长时间停止使用时，应将泵体内存水放掉。拆卸水泵、喷头，擦净水渍，涂油装配好包装，放在干燥地方保存。如有损坏零部件应及时修理或更换；③管道内存水要放空，防锈层脱落应修补。移动软管应冲洗干净后充分晾干，塑料管要防止暴晒，放在通风、干燥的仓库中妥善保管。

52. 中心支轴式喷灌机使用前应做好哪些准备工作？

(1) 安装准备：①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；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；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；④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；⑤根据安装技术要求，按安装顺序进行机组安装。对于恢复安装应及时更换损坏、老化的零部件，并适量储备易损件。

(2) 拖移前准备：检查拖移用的牵引装置是否安全、可靠，将喷灌机停放在拖移路线的延长线上，拆开中心支座处的固定装置，拆开与供水系统的连接部位，拆开主控制箱电源线，卸下所有塔架盒的控制杆，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。

(3) 运行前准备：操作人员已仔细阅读产品使用说明书；所有安全警示标志齐全、完整；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；中心支座与接地体连接牢固；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；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；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；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；各塔架车电机减速器的电动机旋转方向一致；行走驱动装置上的动力传动轴联接牢固；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；电机减速器和车轮减速器的传动副箱体内已加入符合要求的适量润滑油；车轮轮胎气压符合要求；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；电

源的电压、频率、容量等符合设计要求；水源的流量、水压等符合设计要求；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；末端喷枪控制装置按预定的作业计划调整到位；末端喷枪喷洒扇形角调整到位。

(4) 试运行内容：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；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；③喷灌机应正、反向交替运行，并能正常工作；④启动施肥（药）装置，应能正常工作。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；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。

53. 中心支轴式喷灌机电气控制系统常见故障的排除方法有哪些？

中心支轴式喷灌机电气控制系统常见故障及排除方法如下表所示：

中心支轴式喷灌机电气控制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 4 min 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 250 V 交流档，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

故障现象	故障原因	排除方法
		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 4 min； (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

54. 如何确定大型喷灌机的运行参数？

大型喷灌机运行参数包括机组的百分率计时器设定值、轮胎动力半径、电动机转速、电动机及车轮减速器的传动比等。在大型喷灌机的实际运行过程中，用户仅需要对百分率计时器的值进行设定，其余运行参数根据百分率计时器设定值和喷灌机初始参数由控制系统自动调整和设定，无需用户设置。百分率计时器安装在中央控制箱内，用于控制机组的运行速度（中心支轴式喷灌机为角速度），以满足喷灌水深的要求。

喷灌机用户手册中提供了百分率计时器设定值与喷灌水深的对应关系表，表中给出了百分率计时器设定值从最小值 5.7% 到最大值 100% 所对应喷灌水深。设定百分率计时器值时，先根据灌水定额确定该次灌水的水深，然后从表中查出喷灌水深对应的值。如所需的喷灌水深与表中提供的水深不完全一致，则用线性插值法确定百分率计时器值。例如，对应关系表中给出喷灌水深 12.7mm 对应百分率计时器值 22.6%，喷灌水深 15.2mm 对应百分率计时器值 18.8%，则喷灌水深 14mm 时的百分率计时器值 = $(15.2-14) \times (22.6-18.8) / (15.2-12.7) + 18.8 = 20.6\%$ 。

55. 如何正确使用和维护地下水位量测设备？

(1) 使用要求：①地下水位自动监测设备有浮子式水位计和压力式水位计。浮子式地下水位计一般装在较小口径的测井管中，水位轮、浮子、平衡锤的直径都很小。小浮子感应水位变化的灵敏度较差。地下水埋深较大，悬索长，也影响

水位感应灵敏度。因此，地下水位计的记录机构，编码器的阻力应尽可能小些，还应避免悬索和水位轮之间打滑，应优先选用带球钢丝绳、穿孔带作为悬索；②压力式水位计分为绝压和差压两种类型。压力式水位计包括压力传感器和水位显示记录器、专用电缆、电源等，也可以是一体化的。使用前要对传感器进行校验，以保证测量精度；③在地下水监测中应按照实际监测精度的要求合理选择自动监测设备。在地下水位传感器安装过程应按照《地下水位监测规范》的要求设置水准标识，测量其对应的经纬度和高程作为地下水位监测的基本参数，同时采用电子水尺测量地下水位埋深，校核地下水位传感器准确性，提高地下水位观测的准确性、可靠性和规范性。

(2) 维护要求：①浮子式遥测水位计：平时应用只需注意水位误差是否明显，并及时进行水位校正。经过较长时间的运行后进行一次(如 1 次/年)拆洗检查是必要的；②压力式水位计可按以下要求进行维护：压力式水位计在使用中的最大量程不能超过变送器的最大载值，水位计在现场安装时，可参照现场安装示意图介绍的操作方法进行安装，在安装过程中，应保证导气管与大气的相同。在穿管过程中应将导气管先用胶带包上，以防杂质堵塞导气管，接线时再将胶带去掉，在使用过程中变送器导气管切勿进水；一体式压力水位计的导气电缆线、分体式压力水位计的电子腔和接线腔不得让雨水进入；压力水位计在安装过程中，切记不可将导气电缆线划伤和割破；未经生产厂家许可不得私自拆卸变送器；不得硬拆、强拉硬拽导气电缆线；不得用硬物戳投入头膜片，以免造成测量不准或永久性损坏；使用一段时间后，将变送器投入头从被测液中取出定期用小毛刷清洗投入头引压孔；不得强摔、硬碰投入头；环境考虑：压力水位计应安装在温度变化小，振动小，机械冲击力小，腐蚀性弱的地方；电气考虑：信号线不需要屏蔽，但用双绞线效果最好，不能把信号线与电源线或大功率电器设备电源线放在一起，信号线可以在测量回路的如何一点接地或浮空。

56. 减少膜下滴灌带被灼伤的措施和方法？

膜下滴灌系统中地膜内侧因水汽凝结形成的很多水珠，在阳光照射下会发生类似凸透镜的效应，当聚交中心位于滴灌带上时，会产生局部高温从而将滴灌带熔融或熔穿成孔洞，此即为滴灌带的太阳灼伤现象。减少膜下滴灌带被灼伤的措施和方法主要有以下几种：

(1) 铺设滴灌带时应开沟覆土浅埋。这就要求播种机的滴灌带开沟器带有覆土装置，因此要对现有机具进行改造，加装覆土装置。

(2) 在地膜上铺上一层厚 1mm 左右的土层覆盖在滴灌带上，可避免滴灌带的灼伤。

(3) 平整土地，防止土块、杂草等物将地膜托起后造成水汽在地膜内侧凝结。

(4) 使地膜尽量贴近滴灌带，距离尽量小于 3mm。但应注意，不可将滴灌带与地膜紧贴在一起，因滴灌带黑色吸热会促使地膜老化撕裂。

(5) 使用膜下滴灌专用地膜或彩色地膜阻隔阳光的穿透。

(6) 改进生产工艺和配方，生产熔点较高且能有效防止太阳灼伤的滴灌带。

(7) 若滴灌带已被灼伤，可截断后使用直通连接；较轻的，可用塑料薄膜缠绕打结；严重的，应用新滴灌带进行替换。

57. 灌溉系统启闭过程中应注意哪些事项？

在灌溉系统启动和停机时，由于水锤作用，系统中管道内水压力会急剧上升或下降，易引发管道破坏。因此在灌溉系统启闭过程中应注意操作方法，闸阀的开启和关闭应缓慢，具体应注意的事项如下：

(1) 离心泵启动前应关闭出水管道上的控制阀，确保动力机在轻载下启动。在确认启动正常的情况下，缓慢开启出水管道上的控制阀向管网供水。

(2) 低压管道输水灌溉系统启动时应首先打开计划放水的出水口，必要时还应打开管道上的排气口，然后开机缓慢充水。当管道充满水后，应缓慢关闭作为排气用的其他出水口。

(3) 进行分区轮灌时，每次开启一个轮灌组，当一个轮灌组结束后，应先开启下一个轮灌组再关闭上一个轮灌组，严禁先关后开。

(4) 灌溉系统在正常运行期间对所有的闸阀操作时，均应缓慢开启或关闭。灌溉系统停止运行时，应先缓慢关闭水泵出口的闸阀后停机，再关闭田间灌溉支管上的闸阀或出水口。

58. 回收地膜和滴灌带有哪些方法？

目前地膜和滴灌带多为难降解材料制成，使用后如果不及时回收而残存在土壤中，将会影响土壤结构和作物生长环境，形成“白色污染”，危害作物正常生长发育并造成作物减产。同时，残留地膜和滴灌带也是一种宝贵资源，回收后可用于塑料管、防渗材料等的加工生产，既避免了塑料产品污染，又可为农民节本增收。另外，应大力推广可降解地膜的使用，从源头上阻断地膜在土壤中的长期残存。地膜及滴灌带的回收主要有人工卷收回收和机械回收两种方法，目前以人工回收为主。

(1) 人工回收：地膜和滴灌带的人工回收是在田间作物收获后，将残留在土表面和土壤中的地膜和滴灌带采用人工捡拾。残膜不得随意堆放地头，以免被风吹跑，应放入储存袋中，运往回收点。用过的滴灌带残带应拉到地头，叠放或卷放后用绳索捆实，运往回收点。

(2) 机械回收：地膜和滴灌带的机械回收目前还处在试验示范阶段。地膜回收机具基本上可分为起茬、松土、捡拾联合作业和将残膜搂集（卷）成条回收

作业两类。试验应用的滴灌带回收机的作业效率是人工回收滴灌带的几十倍，不仅降低了农民的劳动强度，还可极大的缓解滴灌带回收劳动力紧张的局面。但是目前滴灌带回收机制造技术还不成熟，在国内的应用范围也十分狭小，得不到广泛的推广，因此需要进一步研制。

59. 常见灌水器堵塞及除堵的措施有哪些？

堵塞是指灌溉水中的泥沙、化学沉淀物或生物等物质在灌水器流道中依附和堆积，减小或者完全封堵过水断面，造成灌水不正常的现象。一般将灌水器出流量小于其初始流量的 75% 即判断为灌水器发生堵塞。应针对灌水器产生堵塞的原因采取相应的防堵除堵措施。

(1) 堵塞原因：①有机物：有机物来自于供水水源或在灌溉季节滋生于供水管道中，有机物数量的多少主要取决于水源，如开敞式静水塘坝或水池中，会滋长大量有机物。大颗粒的有机质杂质可以过滤掉，但许多细小藻类分解后仍能进入系统，然后再在管道中不断絮结，并在灌水器出口处形成一道弧形堆积带，从而堵塞灌水器；②微生物：经常出现的微生物主要含铁和硫离子。含铁的微生物是由可溶解的亚铁离子氧化而成，粘附在管道内壁和灌水器流道中，形成一种称做赭石的沉积物，会很快堵塞灌水器。硫化物是一种白色或黄色的粘稠纤维沉积物，其表面会吸附很多其它杂质，堵塞灌水器；③无机物：例如沙子、碎石砾等其它杂质，由于其粒径过大无法穿过灌水器流道，从而引起堵塞。甚至悬浮于水中的粘土粒，也会聚集成大的颗粒堵塞灌水器流道；④化学杂质：通常水体中含大量钙、镁、锰等矿物质，它们沉积后会形成水垢；具有施肥功能的灌水系统，一些随肥料、农药进入系统的可溶离子，由于温度、压力、PH 值等因素的变化，也可能形成沉淀物而堵塞灌水器。

(2) 除堵防堵措施：①选用符合灌溉水质标准的水源，否则，必须按水质标准要求预先处理；②选择适合灌水系统的灌水器。根据灌溉水源水质状况和灌溉系统的压力、流量要求，选择抗堵塞性能高的灌水器。亦可选用一次性滴灌带，一般滴头常在使用后的第二或第三年出现堵塞，一次性滴灌带一般只用一年，这样在可能发生堵塞的时候，就已经被更换了，不容易发生滴灌带堵塞的问题；③选择适合的过滤器。为防止灌水器堵塞，必须合理配置过滤设备。在选择过滤设备时，应根据灌溉水源的水质状况和灌水器的流道尺寸按本手册第 15 问的要求进行选择；④定期清洗灌水系统。应定期对系统进行清洗，尤其是滴灌系统施肥或施农药后应立即对系统进行清洗。系统清洗可用加氯处理法和酸处理法。加氯处理法一般适用于防止和清除细菌和藻类生长，酸处理法一般适用于可溶性物质沉淀后引起的堵塞。这两种方法使用不当都会对管路和作物造成严重的危害，具体操作时，必须严格按照要求进行。加氯量要根据管道末端氯的含量，一般其量不低于 0.2mg/L，不高于 1mg/L。加酸量的确定比较复杂，要根据酸的

种类、水质中离子种类、pH 值以及灌水量等因素通过计算得出。

60. 玉米膜下滴灌系统冬季防护应采取哪些措施？

- (1) 根据地形条件，在每套滴灌系统埋管网的最低处布设排水井。
- (2) 将埋管管道埋设在最大冻土层深度以下。
- (3) 根据项目区面积分布情况，按 2000 亩~3000 亩配备一台空压机，在冰冻前向管道内吹气排除管道内存水，降低管道冻胀的可能性。
- (4) 灌溉季节结束后，将系统的地上部分，如水泵机组、过滤器与施肥器等首部设备、地面移动支管或铺管及滴灌毛管拆下入库保管。
- (5) 冬季冰冻前，将给水栓取下入库保管，下口用法兰盖封堵后填土保护。

61. 如何确定区域地下水监测网的布局？

(1) 水位监测站布设规定：①应分别沿着平行和垂直于地下水流向的监测线布设；②各基本类型区、开采强度分区的水位基本监测站布设密度可参照以下水位基本监测站布设密度表；③各特殊类型区的水位基本监测站布设密度可在下表的基础上适当加密；冲洪积平原区中的山前地带，水位监测站布设密度宜采用下表相应开采强度分区布设密度的上限值；④国家级水位基本监测站宜占水位基本监测站总数的 20%左右，省级行政区重点水位基本监测站宜占水位基本监测站总数的 30%左右；⑤国家级水位基本监测站和省级行政区重点水位基本监测站主要布设在特殊类型区内和三级基本类型区的边界附近；⑥生产井不宜作为水位基本监测站的监测井；⑦国家级水位基本监测站应采用专用水位监测井并实行自动监测；省级行政区重点水位基本监测站宜采用专用水位监测井，宜实行自动监测；试验站监测井宜采用自动监测。

(2) 开采量基本监测站布设规定：① 针对各水文地质单元的各地下水开发利用目标含水层组，分别布设开采量基本监测站；②在基本类型区内的各开采强度分区，应分别选择 1 组或 2 组有代表性的生产井群，布设开采量基本监测站；每组井群的分布面积宜控制在 5~10km²，开采量基本监测站数不宜少于 5 个；③特殊类型区内的生产井，均应作为开采量基本监测站。

(3) 水质基本监测站布设规定：①应符合《水环境监测规范》(SL 219-1998)的相关要求；②宜从经常使用的民井、生产井及泉流量基本监测站中选择布设，不足时可从水位基本监测站中选择布设；③布设密度宜控制在同一地下水类型区内水位基本监测站布设密度的 10%左右，地下水水化学成分复杂的区域或地下水污染区应适当加密；④国家级水质基本监测站宜占水质基本监测站总数的 20%左右，省级行政区重点水质基本监测站宜占水质基本监测站总数的 30%左右。

水位基本监测站布置密度表 单位:眼/10³km²

基本类型区名称		监测站 布置形式	开采强度分区			
			超采区	强开采区	中等开采区	弱开采区
平原区	冲洪积平原区	全面布设	8~14	6~12	4~10	2~6
	内陆盆地平原区		10~16	8~14	6~12	4~8
	山间平原区		12~16	10~14	8~12	6~10
	黄土台塬区	选择典型代表区布设	宜参照冲洪积平原区内弱开采区水位基本监测站布置密度布设			
荒漠区						
一般基岩山丘区						
山丘区	岩溶山区					
	黄土丘陵区					

(4) 监测站维护要求: ①国家级监测站和省级行政区重点监测站的设备,设施应有专门技术人员进行维护与管理; ②普通基本监测站的设施应进行经常性维护; ③每年末应对水位基本监测站进行一次井深测量,当井内淤积物超过沉淀管或井内水深小于 2m 时,应及时进行洗井,清淤; ④水位基本监测站应设立监测站保护标志; ⑤国家级监测站应每年进行一次透水灵敏度试验;省级行政区重点监测站应每两年进行一次透水灵敏度试验;普通基本监测站每 3~5 年进行一次透水灵敏度试验.当向监测井内注入 1m 井管容积的水量时,水位恢复时间超过 15min 时,应进行洗井; ⑥井口固定点标志,校核水准点及基本水准点因人为或自然灾害发生位移或损坏时,应及时修复并重新引测高程,并记入该监测站的技术档案。

(5) 监测站管理要求: ①根据地下水监测资料分析及国民经济发展对地下水监测工作的需要,可提出局部站网调整意见,每 5~10 年制定一次整体站网调整计划; ②站网调整计划包括撤销代表性差或已完成监测任务的基本监测站,根据工作需要增设基本监测站及调整监测站的类别,增减监测项目或更改监测频次。

62. 单井 IC 卡控制设备主要有哪些, 如何安装使用 ?

(1) 单井 IC 卡水量监控主要用于水量计量、电量计量、远程遥控水泵启停; 远程设置水泵限额开采水量,达到限额自动停泵; 水泵故障报警; 用户预收电费、预设水资源量管理、征收水费等.控制设备包括 IC 卡智能控制器、用户卡、GPRS 无线模块与电表.实现各次灌溉用水量、用电量及用水时间的实时监控.其中主要设备为 IC 卡智能控制器,其又称为 IC 卡预收费控制器、IC 卡机井智能控制系统等,种类很多,其实质就是利用 IC 卡作为用水信息传输媒介来控制机井灌溉取水量的一种监控设施。

(2) 安装使用时,在每眼机井旁安装一台机井计量 IC 卡收费控制箱,在每个村(或每个充值点)配置一台 IC 卡专用充值仪(管理机),负责为本地区农户

的 IC 卡充值。安装后给每个农户发一张 IC 卡，农户在浇地前必须先持 IC 卡到充值点充值，然后划卡浇地，浇地完成后再划卡即可关闭水泵，在本次浇地过程中用了多少电（水），就自动从农户卡内扣除多少，卡内电（水）量用完，自动停泵。一台控制箱可以供多个农户（轮流）使用。

（3）IC 卡机井控制器的管理使用不应给农民增加过多的负担，所以从目前应用情况看，应以“村”为单位管理比较合适，一户一卡，大村可以划分为两个或三个管理区，即实现了集中管理又不至于使农户购水跑太远的路。由水管理部门根据干旱年份预测、种植计划、任务指标核定总用水指标，再由村委会根据农户的种植作物、灌溉定额、灌溉亩数分配灌溉用水指标，由专职管理员按照计划向各农户发卡、售水、统计、上报，同时负责各机井的巡查、维护和管理，加强设备的维护，防盗防破坏，保证设备的完好和正常运行。制定完善的用水制度和管理制度，超指标用水加价收费，节水奖励的激励政策，对于偷水、破坏的要严肃、及时处理。

63. 土壤墒情、作物需水诊断与灌溉决策的要点有哪些？

（1）合理设置土壤墒情监测点。项目区土壤墒情监测点宜均匀布设，并应靠近国家水文站、气象站、雨量站。若墒情监测区域内及邻近地区无气象、水文站时应建立气象观测场。土壤墒情监测点的监测位置应相对稳定，不应随意改变，以保持墒情监测资料的一致性和连续性。墒情监测的地块应根据其地貌、土壤、气象和水文地质条件以及种植作物的代表性选定。土壤含水量采样点布置在距代表性地块边缘、路边 10m 以上且平整的地块，应避免低洼易积水的地方，且与沟槽和供水渠道保持 20m 以上的距离，避免沟渠水侧渗对土壤含水量产生影响。土壤墒情监测方法可采取现场取土测墒或仪器测墒，也可采用遥测遥控测墒。土壤测墒时，应严格按照有关技术标准的规定执行。

（2）准确掌握作物各生育期需水量。可根据当地或相邻区域、自然条件相近地区的作物需水量试验成果，确定不同种植作物的生育期需水量，以及适宜含水率区间、抗旱型最低土壤含水率阈值、计划湿润层深度等，制定作物的节水高产型灌溉制度（灌水时间、灌水次数、灌水定额和灌溉定额）。

（3）根据土壤墒情监测结果与作物需水规律进行作物需水诊断与灌溉决策。定期将土壤墒情监测点的监测结果与作物适宜含水率下限、抗旱型最低土壤含水率阈值等进行比对，确定作物的水分胁迫、土壤的干旱状态及变化趋势，以此进行作物的需水诊断，结合作物品种、生育阶段、土壤类型和降水预报，作出灌溉决策，及时启动灌溉设施按照灌溉制度管理要求进行灌溉，保证作物在适宜的土壤水分状态下正常生长。

64. 如何进行灌溉用水管理？

灌溉用水管理是按照作物各期需水量、灌区降水量以及来水预报数据，供水及输水能力等，研究制定用水计划，并根据实际降水及来水情况适时修正，科学地编制及执行配水和用水计划，进行用水信息管理等。

(1) 用水计划的编制。用水计划编制应由乡(镇)水管单位和村水管人员根据当年作物种植面积、灌溉制度、水源供水与灌区降水等情况编制度用水计划，年度用水计划在灌溉年度开始前编制完成。它是全年用水管理的指导性文件，但不能把它看作是一成不变的计划而作为工程运行的依据，要根据中短期气象预报随时进行修正。

(2) 用水计划的执行。灌溉用水之前，灌溉管理单位和用水单位要做好准备工作，检查水源、水泵机组、首部、输配水管道及附属设施、田间灌水器以及测控设备等状况；灌溉放水期间，管理人员要深入田间进行灌溉技术指导，掌握灌溉进度。应采用节水灌溉技术，按照节水高效灌溉制度进行灌溉。根据需要设置量水设备、地下水观测井及其他设施，做好水情、水质、墒情、土壤盐分、泥沙淤积和地下水位等测报工作。每次灌水后，灌区管理单位要及时把各用水单位实用水量、灌溉面积、应交水费金额等结算清楚。每个灌溉季度和年终要全面检查灌溉用水工作，分析水的利用情况，做出总结。

(3) 用水信息化管理。灌溉用水信息包括水源信息、气象信息、土壤信息、作物信息和农业信息（作物种类、种植面积、灌溉面积、施肥标准）等。利用灌溉用水信息可以指导灌溉用水实践。经过灌溉实践，又会产生新的信息，如农田土壤水分信息、作物生长信息等。这些新信息又加入到基本信息中，供进一步加工处理和应用，从而实现信息采集—加工—指导实践—信息反馈的循环过程，以此不断地指导灌溉实践。

65. 如何进行水肥一体化灌溉管理？

(1) 选择适宜肥料种类。在应用水肥一体化技术时，肥料的选择非常关键，如果肥料之间的配制不合理，不仅会造成肥料的浪费，而且还容易堵塞过滤器和灌水器。推广应用水肥一体化技术，优先施用能满足农作物不同生育期养分需求的水溶复合肥料。目前，我国液体肥料的研究和开发还处于初步发展阶段，液体肥料在国内的应用份额较小，大量元素水溶肥仍以固态为主，仅有部分蔬菜冲施肥和一些液体配方肥可用于灌溉施肥。符合国家标准或行业标准的固态水溶复合肥料有尿素、碳酸氢铵、氯化铵、硫酸铵、硫酸钾、氯化钾等肥料。不同肥料搭配使用，应充分考虑肥料品种之间的相容性，避免相互作用产生沉淀或拮抗作用。混合后会产生沉淀的肥料要单独施用。

(2) 确定高效施肥制度。按照农作物目标产量、需肥规律、土壤养分含量和灌溉特点制定，并需要测土配方施肥、控释肥等具体技术的支撑。一般按目标

产量和单位产量养分吸收量，计算农作物所需氮（N）、磷（ P_2O_5 ）、钾（ K_2O ）等养分吸收量；根据土壤养分、有机肥养分供应和在水肥一体化技术下肥料利用率计算总施肥量；根据作物不同生育期需肥规律，确定施肥次数、施肥时间和每次施肥量。

（3）制定节水灌溉制度。根据作物需水规律、土壤墒情、根系分布、土壤性状、设施条件和技术措施制定灌溉制度。内容包括作物全生育期的灌水量、灌水次数、灌溉时间和每次灌水量等。灌溉系统技术参数和灌溉制度制定按相关标准执行。

（4）拟定一体化灌溉施肥制度。按照肥随水走、少量多次、分阶段拟合的原则，将作物总灌溉水量和施肥量在不同的生育阶段分配，制定灌溉施肥制度。包括基肥与追肥比例、不同生育期的灌溉施肥次数、时间、灌水量、施肥量等，满足作物不同生育期水分和养分需要。充分发挥水肥一体化技术优势，适当增加追肥数量和次数，实现少量多次，提高养分利用率。

（5）一体化灌溉施肥。在生产过程中应根据天气情况、土壤墒情、作物长势等，及时对灌溉施肥制度进行调整，保证水分、养分主要集中在作物主根区。对于滴灌，可按照 1/4 时间灌水-1/2 时间施肥-1/4 时间灌水的施肥灌溉方法进行灌溉施肥。经研究与实践证明，1/4 时间灌水后，系统压力得到了稳定，1/2 时间施肥能够保障施肥浓度的稳定性，施肥结束后，1/4 时间灌水用于清洗管网，防止系统堵塞和腐蚀。

66. 提高滴灌系统的施肥均匀度有哪些方法？

（1）严格按照有关技术标准的规定设计滴灌系统。

（2）采用压力补偿滴头。

（3）在管路的适当位置加装调压器。

（4）选用优质的可溶性肥料。

（5）采用比例施肥设备。施肥设备的吸肥特性包括随时间肥料溶液浓度变小的定量施肥、随时间肥料溶液浓度保持恒定的比例施肥。一般来说，比例施肥较定量施肥具有更高的施肥均匀度。常用的比例施肥设备有文丘里比例施肥器、水力动力比例注肥泵、活塞式比例施肥器、管道泵注肥技术等。

67. 灌溉系统运行过程中出现压力和流量异常时如何排查及处理？

灌溉系统运行过程中的压力和流量异常通常是由系统中的供水和过流部件工作异常引起的，如水泵机组、闸阀、管道及管件、过滤器、灌水器等。如系统压力突然升高，则可能是系统出现堵塞，如压力急剧下降，则可能是机泵出现故障或系统中发生漏水。可按以下方法与步骤进行排查及处理：

（1）检查机泵运行状况。查看机泵运转是否正常，水泵转速和出口压力表

读数是否在正常范围内，供电电压是否符合规定。如不正常应对水泵机组或输变电设施进行检修或更换。

(2) 检查系统的各级阀门。从系统首部开始逐级检查各级阀门工作是否正常，启闭状态是否正确。如没达到设计和使用要求，应及时对阀门进行调整；如阀门已损坏应及时更换。

(3) 检查各级管道及管件。对于埋地管道，应查看管线处的土表面有无湿润或冒水现象，如有应挖开管沟进行检查确定后，进行修复或更换损坏的埋地管或管件。对于铺设在地表的管道，应查看有无漏水现象，如有应对损坏的管或管件进行修复或更换。

(4) 检查过滤器。对于滴灌系统，应查看过滤器是否发生堵塞，如有堵塞现象应拆开清理后，重新安装试水，直至合格为止。

(5) 查看灌水器。对于滴灌系统，应查看各条滴灌带和滴头的湿润范围是否正常，如湿润范围过大或不规则说明存在漏水情况，将漏水段截去后用直通连接；如湿润范围过小或不出水说明管道或灌水器发生堵塞，此时应去掉滴灌带末端堵头冲洗管道，并将堵塞严重的滴头截去。对于喷灌系统，查看喷头的喷洒情况，如不出水或出水过多则说明喷头发生堵塞或漏水，此时应将喷头卸下进行清洗和维修。

四、产品设备与质量管理

68. 产品质量管理的技术措施有哪些？

(1) 制定控制产品质量的技术标准。根据我国《标准化法》的规定，我国目前实行国家、行业、地方、企业四级的标准体制。对没有国家标准的，可以制定行业标准；对没有国家标准和行业标准的，可以制定地方标准；企业生产的产品没有国家标准、行业标准或地方标准的，应当制定企业标准。已有国家标准、行业标准或者地方标准的，国家鼓励企业制定严于国家标准、行业标准或者地方标准的企业标准，在企业内部适用。

(2) 进行认证和生产许可。强制性产品认证、生产许可是当前我国对产品质量监管的主要手段之一。自愿性产品认证、管理体系认证是一种资质评定活动，其对提供产品质量和管理水平具有一定意义。

(3) 产品质量监督抽查。根据我国《产品质量法》的规定，我国实行产品质量监督抽查制度，具体实施按《产品质量监督抽查管理办法》执行。

(4) 对产品质量进行检测。产品质量检测活动包括：企业内部检验、企业委托送检、用户委托送检等，具体承担检测活动的质检机构宜为获得计量认证以及审查认可的质检机构。

69. 高效节水灌溉的主要产品设备包含哪些？

(1) 水泵机组及测控设备：动力机、水泵、变频设备以及测控设备与仪表等。

(2) 过滤设备与施肥设备：过滤器与施肥器及连接管阀仪表等。

(3) 喷灌机组：轻小型喷灌机组、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。

(4) 灌水器：喷头、滴灌管（带）、滴头、微喷头和微喷带等。

(5) 输水管材及管件：塑料管材与管件、金属管材与管件以及钢筋混凝土和复合材料的管材与管件等。

(6) 附属设备：各种闸阀、安全阀、进（排）气阀、减压阀、止回阀、排污阀、限流阀、水锤消除器、浮球阀及水力控制特殊阀等。

70. 大型喷灌机的主要质量控制指标有哪些？

(1) 水力性能：喷灌机的喷洒均匀系数应不小于 0.80，喷灌雾化指标和喷灌强度应满足相关技术规范的要求。

(2) 同步性能：中心支轴式喷灌机的塔架车运行同步控制角应小于 1°，安全控制角应不大于 1.5°；平移式喷灌机导向系统的触杆相对于导向钢索的偏移量应不大于 250mm。

(3) 通过性能：对中心支轴式喷灌机，桁架跨距 $\leq 40\text{m}$ 时，允许通过的地势坡度不低于 20%；桁架跨距 $\geq 50\text{m}$ 时，允许通过的地势坡度不低于 8%。对平移式喷灌机，允许通过的地势坡度不低于 5%。

(4) 安全保护性能：喷灌机应具有同步保护、导向保护、过量灌水保护、安全定点自动停机保护、柴油机熄火自动保护等功能，并装有安全运行灯、避雷装置和故障显示装置等。电动喷灌机动力线和控制线的对地绝缘电阻不应小于 $2\text{M}\Omega$ 。

(5) 可靠性：喷灌机首次故障前平均工作时间应不少于 2100h。

71. 轻小型喷灌机主要质量控制指标有哪些？

(1) 水力性能指标：①喷灌机工作压力：喷灌机的额定工作压力范围不应超出喷头规定的有效工作压力范围，并应保证喷灌机的喷洒均匀性。②喷洒均匀性：多喷头喷灌机的喷洒均匀系数应不小于 0.80；③管路系统密封性：喷灌机的管路系统应具有良好的密封性，各连接处应无滴漏、喷射等现象。

(2) 安全性：喷灌机的外露转动部件应加有效的防护装置，在可能危及人身安全的部件上设有耐久、清晰的安全标志。

(3) 可靠性：喷灌机在额定工况下运行，平均首次故障前工作时间应不少于 200h，累积纯工作时间应不少于 1200h，喷头带换向器的喷灌机，累积纯工作时间不少于 800h。

(4) 经济性指标：①燃油消耗率：以柴油机为动力的喷灌机，在额定工况下运行的燃油消耗率应不大于相应柴油机标准规定值的 1.07 倍；②喷灌机效率：以电动机为动力的喷灌机，在额定工况下运行时的效率应不低于机组效率与净降值之差的 0.995 倍。净降值应满足下列要求：配套功率小于等于 3kW 时，净降值应为 0.04；配套功率大于 3kW 时，净降值应为 0.05。

72. 卷盘式喷灌机主要质量控制指标有哪些？

当前，卷盘式喷灌机还没有国家和行业标准，对卷盘式喷灌机的质量检验主要是根据生产厂家说明书给出的喷灌机各种性能指标，通过抽样实测并主要参考轻小型喷灌机技术标准的相关要求来确定喷灌机质量是否合格。

(1) 作业性能、喷灌机效率、安全要求、喷头性能、管路系统密封性、装配与外观、机组可靠性等指标参考轻小型喷灌机（本手册第 71 问）的相关要求。

(2) 水泵性能指标的判断依据为该卷盘式喷灌机配套的具体规格型号水泵产品的技术要求。

(3) 水涡轮与变速箱性能、镀锌构件使用寿命、允许牵引速度等性能指标根据生产厂家说明书给出的具体要求。

(4) 特殊材质 PE 卷盘管性能要求如下表：

卷盘管物理机械性能

项 目	指 标	
拉伸屈服强度, MPa	≥ 16.5	
断裂伸长率, %	≥ 350	
磨痕宽度, mm	≤ 8.0	
弯曲模量, MPa	300~450	
液压试验	温度: 20 ⁰ C, 时间: 1h, 环向应力: 11.8MPa	不破裂 不渗漏
	温度: 80 ⁰ C, 时间: 1h, 环向应力: 3.9MPa	不破裂 不渗漏

73. 喷头的主要质量控制指标有哪些？

(1) 耐压性能：在 2 倍最大工作压力下，金属喷头常温保压 10min、塑料喷头常温保压 1h 后，喷体不应出现损伤，喷体及密封部位（不含旋转轴承处）应无渗漏。

(2) 密封性能：喷头与供水管道的螺纹连接处应无泄漏。喷嘴与喷头连接处的泄漏量应不大于喷头公称流量的 0.25%。喷头旋转轴承处泄漏量应符合下列要求：①对公称流量≤0.25m³/h 的喷头，旋转轴承处泄漏量应不大于 0.005m³/h；②对公称流量 > 0.25m³/h~5.0m³/h 的喷头，旋转轴承处泄漏量应不大于 0.005m³/h；③对公称流量 > 5.0m³/h~30m³/h 的喷头，旋转轴承处泄漏量应不大于试验压力下喷头流量的 1%；④对公称流量 > 30m³/h 的喷头，旋转轴承处泄漏量应不大于试验压力下喷头流量的 0.5%；

(3) 流量一致性：对于公称流量小于等于 0.25m³/h 的喷头，其流量变化量的偏差应不大于±7%；对于公称流量大于 0.25m³/h 的喷头，其流量变化量的偏差应不大于±5%。

(4) 转动性能：喷头在最小工作压力和最大工作压力之间能正常旋转。对于旋转一圈所需时间大于 20s 的喷头，喷头每转动 1/4 圈所需的平均时间相对于平均值的最大偏差应不大于±12%。

(5) 喷射性能：在试验压力下喷头应符合相关标准或明示值的相应规定，其允许偏差为±5%。对于低仰角喷头，在试验压力、最大工作压力和最小工作压力下运转时，喷头喷射高度不应超过明示值。

(6) 水量分布特性：水量分布特性应满足以下要求：①对所有喷头，水量分布曲线上的任一点数值相对于平均分布曲线上对应点数值的偏差，不应大于±0.25mm/h 或±10%；平均分布曲线上的任一点数值相对于制造厂提供的分布曲线上对应点数值的偏差，不应大于±0.25mm/h 或±10%；②对喷头流量大于 0.25 m³/h 的喷头，应绘制出水量分布图，水量分布图应与制造厂提供的水量分布图

一致。

(7) 耐久性能：喷头在最大工作压力下累计纯工作时间 2000h 后，耐压性能和喷头轴承处泄漏量符合有关标准要求。喷头转动均匀性试验值相对于平均值的极限偏差应不超过 $\pm 20\%$ ，喷头流量相对于耐久试验前公称流量的允许偏差应不超过 $\pm 8\%$ ，水量分布特性相对于制造厂提供的水量分布曲线的允许偏差应不大于 $\pm 20\%$ 。

74. 微喷头的主要质量控制指标有哪些？

(1) 耐压性能：微喷头及其零件在常温下应能承受 2 倍的最大工作压力而不出现泄漏、脱开、损坏等。

(2) 流量一致性：在试验压力下被测试微喷头的流量偏差，对调节式喷头应不超过 10%，对非调节式喷头应不超过 7%。

(3) 压力与流量关系：微喷头流量与压力关系曲线与制造厂给出的数据偏差应不大于 $\pm 5\%$ 。

(4) 喷洒直径：与制造厂提供的数值的允许偏差应不大于 $\pm 10\%$ 。

(5) 喷洒图形：微喷头的喷洒图形应与制造厂提供的喷洒图形基本一致。

(6) 耐久性：微喷头在规定的试验压力下运行 1500h 后，应无肉眼可见的损坏，且被试喷头的流量相对于试验前的流量偏差应在 $\pm 10\%$ 范围内。

75. 滴灌带的主要质量控制指标有哪些？

(1) 流量均匀性：流量均匀性（流量变异系数、制造偏差）：应不大于 $\pm 7\%$ ，滴灌带的平均流量相对于额定流量的偏差应不大于 $\pm 7\%$

(2) 流量和入口压力关系：滴灌带平均流量和入口压力的关系曲线应与制造厂提供的基本一致，

(3) 耐静水压：非复用型滴灌管在 1.2 倍最大工作压力、复用型滴灌带在 1.8 倍最大工作压力并保持该压力 1h 的条件下，滴灌带、滴水元件和连接接头均不应出现泄漏、损坏现象，滴灌带不应被拉断。滴灌带耐水压试验前后的流量偏差应不大于 10%。

(4) 瞬时爆破压力：迷宫式滴灌带的瞬时爆破压力不应小于额定工作压力的 2 倍。

(5) 拉伸性能：迷宫式滴灌带应能承受 130N、内镶式滴灌带应能承受 160N 的荷载而不出现损坏现象。

76. 微喷带的主要质量控制指标有哪些？

(1) 拉伸长度和断裂伸长率：微喷带管壁（单层）拉伸强度应不低于 20MPa，断裂伸长率应不低于 400%。

(2) 耐水压性能：在 1.5 倍的最大工作压力下保持 1h，微喷带及其喷孔应

不出现损坏现象。

(3) 流量变异系数：额定试验压力下微喷带的流量变异系数 C_v 值应不大于 10%。

(4) 压力-流量关系：压力-流量关系曲线应与制造商提供的一致，额定试验压力下微喷带的流量偏差应不超过 $\pm 10\%$ 。

(5) 水量分布均匀系数：额定试验压力下，A 类微喷带的水量分布均匀系数 C_u 应不小于 60%。

(6) 喷洒宽度：额定试验压力下，A 类微喷带的喷洒宽度不应小于制造商的规定值。

(7) 耐老化性：经人工加速老化试验后，微喷带的断裂伸长保证率应不小于 50%。

77. 过滤器的主要质量控制指标有哪些？

(1) 过滤器耐压性能：对于金属壳体过滤器，应能承受 1.6 倍最大工作压力的检验；对于塑料壳体过滤器，应能承受 4 倍最大工作压力的检验。试验后过滤器应无泄漏、部件无损伤和永久性变形。

(2) 过滤元件抗弯折或抗扯裂性能：在封住过滤元件孔眼、打开过滤器出口，在进口加压到公称压力并保压 5min 的情况下，过滤器出口的泄漏量应不大于最大推荐流量的 0.1%，过滤元件应无永久变形、弯折或扯裂现象。

(3) 过滤元件的密封性能：在公称压力下保压 5min 过滤元件与壳体间不应该出现泄漏。

(4) 清洁压降：将实测的清洁压降曲线（如检验报告提供值）与厂家提供的标准曲线作比较，压降偏大点的最大百分比不大于出厂资料的 110%。

78. 施肥装置主要质量控制指标有哪些？

(1) 压差式施肥罐：①耐水压和密封性能：金属壳体施肥罐，在承受 1.5 倍最大工作压力并保压 5min 后；塑料壳体施肥罐，在承受 2.5 倍最大工作压力并保压 60min 后，施肥灌应无损坏、永久变形和渗漏；② 肥料（药）液体注入流量与压差关系：将测定后的肥料（药）液体注入流量与压差关系曲线与制造厂商提供的曲线比较，任一点的偏差不应大于 10%。

(2) 文丘里施肥器：①耐水压：施肥器在承受 2.5 倍的最大工作压力并保压 60min 后，应无损坏、永久变形和渗漏；② 耐负压（塑料壳体）：施肥器在承受 0.07MPa 的负压并保压 5min 后，施肥器应无损坏、永久变形和渗漏；③吸肥（药）量与压差关系：将测定的吸肥（药）量与压差关系曲线与厂商提供的曲线进行对比，偏差均不大于 10%；④临界压差：在施肥器进口最小和最大工作压力范围内测定的临界压差不应大于制造商声明值的 1.05 倍。

(3) 水动式施肥泵：①耐水压：对于金属壳体施肥泵，应能承受 1.5 倍最大工作压力并保压 5min 的检验；对于塑料壳体施肥泵，应能承受 2.5 倍最大工作压力并保压 60min 的检验。试验后过施肥泵应无损坏、永久变形和渗漏；②密封性能：施肥泵停止运行后，不应有回流或倒吸现象；③止回阀密封性能：在施肥泵出口分别施加压力，肥料（药）液体进口不应渗漏；④工作压力范围：水动式施肥泵在最小和最大工作压力范围内，均能正常工作；⑤吸肥（药）流量与压力关系：在最小到最大工作压力范围内，测得的吸肥（药）流量相对于制造厂商声明值的偏差均不应大于 10%；⑥驱动水比率：测定的驱动水比率相对于制造厂商声明值的偏差不应大于 10%；⑦串接水动式施肥泵的水头损失：测量水动式施肥泵在工作压力范围中间值的水头损失，应不大于制造厂商声明值的 1.1 倍；⑧可靠性：在施肥泵出口流量为中间值的情况下，累计运行时间不应少于 1000h。

79. 常用阀类的主要质量控制指标有哪些？

(1) 小型手动塑料阀：①操作扭矩：阀及其零部件应能承受规定的转矩而不损坏，各个零部件应不松动或脱落；②压力损失：实测值相对于制造厂声明值的偏差应不大于 5%；③阀及其材料的耐压性能：压缩后的永久变形应不大于 20%；④阀座和阀杆的密封性：试验中阀的任何部件均不应产生永久变形；⑤加大压力时阀的性能：关闭机构应运行正常，密封件应不移位，并无振动噪声；⑥老化性能：由老化引起的硬度变化范围应在 -5 IRHD 到 +8 IRHD 之间。

(2) 止回阀：①耐压性能：试验压力下阀体应不出现肉眼可见的泄漏现象；②密封性：在 1.5 倍公称压力下，止回阀应不出现肉眼可见的泄漏现象，阀体及其零部件应无任何损坏迹象；③密封性试验后阀的开启性能：在阀进口施加 30kPa 的静水压力。阀应能打开并使水流通过；④压力损失：测出的压力损失值应不大于制造厂声明的相同流量下的压力损失值。

(3) 浮子式进排气阀：①公称压力密封性：试验工程压力下，进排气阀内的压力变化应不大于所施加压力的 5%；②最小工作压力密封性：在制造厂声明的最小工作压力或小于 20kPa 压力下试验，进排气阀内的压力变化应不大于所施加压力的 5%；③常温耐压：1.6 倍公称压力下，密封垫应不移位和损坏；④高温耐压：0.7 倍公称压力下，进排气阀应无渗漏；⑤耐久性：试验条件下，浮子应无变形、裂缝或裂痕。阀的所有零部件应无损坏。

80. 硬聚氯乙烯（PVC-U）管及管件的主要质量控制指标有哪些？

(1) 对于公称压力不大于 0.4MPa 的 PVC-U 管，其关键质量控制指标应满足以下要求：①尺寸及偏差：长度不应有负偏差；管材同一截面的壁厚极限偏差不得超过 14%；②耐水压：在 20℃和 4 倍公称压力下作用 1h，管材不破裂、不渗漏；③落锤冲击：通过率不小于 90%；④环刚度：公称压力为 0.2MPa、0.25MPa、

0.32MPa、0.4MPa 的管材，环刚度分别不应小于 0.5kN/m²、1.0kN/m²、2.0kN/m²、4.0kN/m²；⑤纵向回缩率：不大于 5%；⑥拉伸屈服应力：不小于 40MPa；⑦扁平：压缩至 50%时管材不破裂。

(2) 对于公称压力大于 0.4MPa 的 PVC-U 管，其关键质量控制指标应满足以下要求：①尺寸及偏差：平均外径及偏差、不圆度、壁厚及偏差符合标准规定；②耐水压：液压试验后无破裂和渗漏现象；③落锤冲击：在 0℃和 规范规定的冲锤质量和冲击高度试验条件下，真实冲击率 TIR 不大于 5%；④纵向回缩率：不大于 5%；⑤插口密封：无破裂、无渗漏。

(3) PVC-U 管件：①耐水压：在标准规定的试验温度、压力和时间下，管件无破裂和渗漏现象；②维卡软化温度：不小于 74℃；③烘箱试验：试样应无起泡、碎裂及拼缝线裂开现象；注射点周围允许有不穿透该点壁厚 50%的缺陷；拼缝线处允许有不贯穿全壁厚的开裂现象；端部浇口管件(如环形浇口或隔膜浇口)在注射区范围内管件壁的碎裂或分层，应与中轴平行，并且不应穿透壁厚的 20%以上；④坠落：无破裂。

81. 聚乙稀 (PE) 管的主要质量控制指标有哪些 ?

(1) PE 给水管：PE 给水管性能指标包括静液压强度、断裂伸长率、纵向回缩率、氧化诱导时间等，各指标要求如下表所示。

PE 给水管性能指标

项目	环向应力, MPa			要求
	PE63	PE80	PE100	
20℃静液压强度 (100h)	8.0	9.0	12.4	不破裂, 不渗漏
80℃静液压强度 (165h)	3.5	4.6	5.5	
80℃静液压强度 (1000h)	3.2	4.0	5.0	
断裂伸长率, %				≥350
纵向回缩率 (110℃), %				≤3
氧化诱导时间 (200℃), min				≥20

(2) 给水用 PE 管：①耐水压：短期 20℃、6.9MPa 环应力、1h 和长期 70℃、2.5MPa 环应力、100h 情况下，不破裂不渗漏；②氧化诱导时间：190℃条件下不小于 20min；③断裂伸长率：不小于 350%；④纵向回缩率：不大于 3%。

(3) 喷灌用 PE 管：①耐水压：20℃水压试验的瞬时爆破压力不小于 3 倍工作压力；②拉伸强度：不小于 9.6MPa；③断裂伸长率：不小于 200%。

(4) PE 管件：①耐水压：20℃和 80℃静液压强度下无破裂、无渗漏；②氧化诱导时间：200℃条件下不小于 20min；③熔体质量流动速率：190℃试验温

度下负载 5kg, MFR 为 (0.2~1.4) g/10min, 且最大偏差不超过混配料标称值的 $\pm 20\%$; ④连接强度: 试验温度 23℃条件下脆性破坏所占百分比不大于 33.3%。

82. 输水用塑料软管的主要质量控制指标有哪些 ?

(1) 涂塑软管: ①长度尺寸: 涂塑软管的定尺寸长度为 15m、20m、25m、30m 或 60m, 不允许有下偏差; ②耐水压: 涂塑软管耐压试验压力应不低于其工作压力的 3 倍, 其中对工作压力 0.8MPa 的涂塑软管, 耐压试验压力不应低于 2.5MPa; ③外观质量: 管表面应光滑平整。不得有划伤、断线、抽经、松经、并经、内外槽、脱胶、气孔和涂层夹杂等缺陷。④管壁厚薄均匀性: 以其壁厚比值评定, 壁厚比值不得超过 1.3。

(2) 低压输水灌溉用薄壁 PE 软管: ①外观质量: 管材内、外壁应光滑, 无明显伤痕, 不允许有 1mm 以上的晶点或杂质, 晶点不能聚集成群; ②净重与段数: 每卷重量、每卷段数和每段重量应符合下表规定; ③物理力学性能要求如下表所示。

物理力学性能

检验项目	技术要求
拉伸强度	$\geq 18 \text{ MPa}$
断裂伸长率	$\geq 350 \%$
爆破压力	$\geq 0.45 \text{ MPa}$
耐静水压 (1.5 倍的工作压力下保持 1h)	不破裂, 不渗漏

83. 聚丙烯 (PP) 管的主要质量控制指标有哪些 ?

(1) 纵向回缩率: 不大于 2%。

(2) 耐水压: 在 20℃下环向静液压应力 16MPa 和 80℃下环向静液压应力 4.8MPa、4.2MPa 情况下, 无破裂和渗漏现象。

(3) 熔体质量流动速率: 变化率不大于原料 MFR 的 30%。

(4) 落锤冲击: 在规定的落锤质量和高度下, 管壁无裂纹、龟裂或破碎现象。

84. 灌溉用金属薄壁管及管件的主要质量控制指标有哪些 ?

(1) 耐水压: 1.6 倍公称压力试验下, 不应产生塑性变形, 焊接、胶粘处不允许出现渗漏。

(2) 连接密封性: 试验压力下, 不应出现渗漏。

(3) 偏转角: 两根相连接带有快速接头的管道偏转所成设计角度, 在达到公称压力并保持 5min 后, 不应出现渗漏。

(4) 自泄性能: 对有自泄要求的管件, 应进行自泄性能试验, 自泄性能应

达到设计与使用要求。

(5) 胶粘部位耐拔拉：胶粘件的胶粘部位应作拉力性能试验，在试验拉拔力下，持续 5min，试样不产生塑性变形。经过拉拔后再进行耐水压试验，胶粘处不应有渗漏。

85. 聚乙烯吹塑农用地膜的技术指标是什么？

(1) 厚度：目前我国生产的聚乙烯吹塑农用地膜厚度为 0.008~0.020mm。地膜厚度与覆膜效果、成本、回收等有关，膜下滴灌最常用的是厚度为 0.008mm 的地膜。根据《聚乙烯吹塑农用地面覆盖薄膜》(GB 13735-92) 规定，农用地膜厚度分为 0.02mm、0.014mm、0.012mm、0.01mm 及 0.008mm 等 5 种规格。并规定了优等品、一等品和合格品的厚度极限偏差。对于厚度为 0.008mm 规格的地膜，标准规定优等品厚度极限偏差为 $\pm 0.002\text{mm}$ ，一等品和合格品的厚度极限偏差为 $\pm 0.003\text{mm}$ ，即强制性国家标准对于农用地膜厚度的限定最薄为 0.005mm。

(2) 外观：不允许有影响使用的气泡、斑点、折褶、杂质和针孔等缺陷，对不影响使用的缺陷不得超过 20 个/100 cm^2 ，膜卷卷取平整，不许有明显的暴筋。

(3) 物理机械性能：包括拉伸负荷、断裂伸长率、直角撕裂负荷等，应根据《聚乙烯吹塑农用地面覆盖薄膜》(GB 13735-92) 确定。

86. 高效节水灌溉产品生产企业一般应具备哪些基本条件？

- (1) 应符合国家行业发展规划和产业政策；
- (2) 有符合法律规定的名称；
- (3) 有主管部门同意开办生产企业的相关批件；
- (4) 有企业章程或协议；
- (5) 有符合法律规定的资本；
- (6) 有符合国家法律规定的生产经营范围；
- (7) 有与所生产设备相适应的厂房、设施；
- (8) 有符合安全、卫生要求的生产环境；
- (9) 有健全的组织机构和与其生产经营规模和业务内容相适应的从业人员；
- (10) 有与所生产设备相适应的质量管理和质量检验的机构、人员、仪器设备；
- (11) 有能按国家标准、行业标准、地方标准或企业标准生产的设备和工艺流程；
- (12) 有具备符合相关规定的售后服务能力。

87. 如何识别节水灌溉产品质量检测报告？

(1) 报告内容。通过查看一份质检报告上的信息，可辨出该报告的质量或该报告是否真假，一份规范的检测报告应至少包括下列信息：①标题（例如“检

测报告”或“检验报告”); ②质检机构的名称和地址, 进行检测的地点; ③检测报告的唯一性标识(如系列号)和每一页上的标识; ④被检单位的名称和地址; ⑤检验依据, 应标明检测所依据的标准及其编号; ⑥样品的特性和状态; ⑦样品生产日期、抽样(送样)日期和进行检测的日期; ⑧检测结果判定; ⑨检测报告批准人的姓名、职务、签字; ⑩是否有“未经本中心书面批准, 不得复制本报告(完整复制除外), 本检验报告的复印件未重新加盖检验中心公章无效”的声明。

(2) 印章使用。通过印章可辨别该报告是否有效以及质检机构的检测能力和检测水平。一份规范的检测报告其印章应至少包括下列信息: ①国家级的质检中心, 必须通过国家实验室认可(CNAS), 并通过国家认监委的计量认证(CMA)和审查认可(CAL)两个资质的授权后方能开展检测工作。检测报告的封面上应盖有上述3个徽标, CNAS徽标下面的编号为该质检机构的认可编号, 此编号不变; CMA和CAL徽标下面的编号为授权年号和该质检机构的系列编号, 授权年号应该每3年授权变更一次, 而质检机构的系列编号不变。省级以下、非国家级的质检中心只能使用上述一个或两个徽标; ②国家级的质检中心是按能否检测某产品的全部参数、能否承担国家监督抽查任务进行认可和授权的, 其它各级质检中心则是按产品的某个参数进行计量认证或授权的。CNAS、CMA、和CAL徽标的证书附表列出了该质检机构可以进行检测的产品和参数范围, 根据徽标编号可以从国家认监委网站上查看到该质检机构的检测能力范围表。若某产品检验所依据的标准号或参数不在检测能力范围内, 则不能在检测报告上使用上述徽标, 否则为违规无效的检测报告; ③检测报告上应盖质检机构印章和骑缝章, 检测报告的复印件若未重新加盖质检机构的红色印章应视为无效报告。

88. 节水灌溉产品认证证书包含哪些内容, 如何识别?

(1) 基本内容: ①申请方、制造商、生产企业名称和地址; ②产品名称、型号、规格, 需要时对产品功能、特征的描述; ③认证依据的标准、技术要求; ④认证模式; ⑤证书编号; ⑥发证机构、发证日期和有效期; ⑦其他需要说明的内容。

(2) 识别方法: ①认证证书应有授权签字人的签字和认证机构公章; ②查询认证机构网站或电话咨询认证机构, 具体核实上述所列证书上的基本内容。也可查询国家认证认可监督管理委员会网站。

89. 法定的节水灌溉设备检测机构和认证机构有哪些?

我国主要从事节水灌溉设备检测的机构有: 国家农业灌排设备质量监督检验中心、国家排灌及节水设备产品质量监督检验中心、水利部灌排设备检测中心、水利部节水灌溉设备质量检测中心以及地方质量监督部门等。

(1) 国家农业灌排设备质量监督检验中心: 是在水利部灌排设备检测中心

基础上组建的，获得国家计量认证（CMA）、实验室认可（CNAL）和审查认可（CAL）的资质授权，是目前水利系统唯一的国家级质检中心。该中心挂靠在中国水利水电科学研究院，拥有面积为 1500m² 的检测大厅和从事水力学性能、材料性能、土壤理化性能、土工合成材料性能检测的专业实验室，配备各类检测装置、计量仪器（表）200 余台（套、件）。主要开展管材、管件、喷灌设备、微灌设备、过滤器、阀门、土工合成材料、橡胶坝坝袋材料等产品的检验。

地址：北京市海地区车公庄西路 20 号 邮编：100048
电话：010-68786522 传真：010-68451169
电子邮件：gaobenu@iwahr.com 网址：//www.watsave.cn

（2）国家排灌及节水设备产品质量监督检验中心：通过国家计量认证（CMA）、机构验收（CAL）、国家实验室认可（CNAS）。该中心建有 1200m² 排灌产品检测大厅、1400m² 喷灌试验大厅。拥有氙灯老化试验箱、臭氧老化试验箱、高精度排灌机械测试系统、智能管材冷热循环测试系统、智能管材耐压测定仪、全自动卫生陶瓷检测系统、水嘴智能分析系统、农业节水灌溉产品综合性能试验仪、用水产品水效成套测试仪等仪器设备。

地址：安徽省合肥市包河工业园延安路 13 号 邮编：230051
电话：0551-3356267 网址：www.ahzjy.org.cn

（3）水利部节水灌溉设备质量检测中心：通过国家计量认证（CMA）。该中心拥有长 55 米的室内喷微灌设备检测室，拥有各类检测仪器、设备 170 台套，可对喷头、轻小型喷灌机组、电动大型喷灌机、滴头、滴灌管（带）、微喷头、微喷带、过滤器、管材管件等产品进行检测。

地址：河南省新乡市宏力大道（东）380 号 邮编：453002
电话：0373-3393078 E-mail：SLZJZX@163.COM

水利行业节水灌溉设备认证机构由水利部推荐、国家认证认可监督管理委员会批准、经工商注册成立。目前，节水灌溉设备认证属于自愿性认证。具体认证机构有：

（1）北京中水润科认证有限责任公司，由中国水利水电科学研究院和中国灌溉排水发展中心联合成立。

（2）北京新华节水产品认证有限公司，由水利部综合事业局成立。

此外，尚有节水灌溉用管材管件等产品设备的认证机构。

90. 如何开展节水灌溉产品质量检测现场抽样？

（1）组织抽样人员。到企业进行抽样时，至少应当有 2 名以上（含 2 名）抽样人员参加。

（2）出示抽样证件和依据。抽样前，应当出示国家质检总局开具的《产品质量国家监督抽查通知书》和有效身份证件（身份证和工作证），向企业介绍抽

查的性质和抽样方法、检验依据、判定规则等，再进行抽样。

(3) 选取抽查的样品。在市场上或者企业成品仓库内的待销产品中抽取具有代表性的近期生产的合格产品。

(4) 现场抽样。在市场或企业人员的见证下，按要求抽样。

(5) 填写抽样单。抽样工作结束后，抽样人员应当填写抽样单。抽样单内容必须逐项填写清楚。

(6) 抽样单签字。必须有抽样人员和被抽查企业有关人员签字，并加盖被抽查企业公章。

(7) 对无法抽样的处理。对因转产、停产等原因导致无样品可抽的，企业必须出具书面证明材料并签字。

(8) 对拒绝抽样的处理。被抽查企业拒绝依法进行抽样的，抽样人员应当耐心做工作，并阐明拒检后果和处理措施。

(9) 样品寄送。需要企业协助寄、送样品的，企业应当在规定的时间内将样品寄、送指定的检验机构。无正当理由不寄、送样品的，按拒检论处。

(10) 确认样品的真伪。在市场上抽取的样品，检验机构还应当与该生产企业确认样品的真伪。

(11) 抽样后样品的处理。抽样的样品应当在抽查结果发布后继续保留三个月。

(12) 备用样品保存。检验机构应当妥善保存备用样品。

91. 选购灌溉自控设备应注意哪些质量问题？

节水灌溉自控系统主要包括 IC 卡水量监测系统、地下水位监测系统、灌溉预报系统、灌溉自动控制系统及监测中心等，主要设备有 IC 卡智能监控设备、地下水水位计、管道式流量计、RTU 终端、墒情传感器、电磁阀、太阳能供电设备等。

(1) IC 卡智能监控设备：①产品是否经建设部有关部门批准。能否进入行业使用并且取得建设部有关部门市场准入资格证书，即《建设事业 IC 卡应用市场准入证书》；②产品是否经过省级以上的质量技术监督局鉴定合格。产品生产厂家是否通过质量管理体系认证，是否高度重视产品的全面质量水平；③IC 卡智能监控设备是否和现场控制（电磁阀）监测（流量计）设备等具有数据通讯和通信协议，信号的接入和输出是否具有标准性和通用性；④设备所需的现场安装条件是否合适。所需安装条件包括：设备外形尺寸，安装方式，环境温度（是否满足我省北方地区的高寒温度现状），密封等级（现场在机井房内，湿度较高）等；⑤设备的供电方式及其供电功率，是否为直流 12V~24V 供电，设备功耗是否为标准低功耗，以便采用太阳能供电方式；⑥IC 卡控制器的软件功能是否齐全。一般 IC 卡控制器应具有以下功能：预付费限额供水；用水量自动计数；购

水量自动累加；自动监控用水；剩余水量不足自动报警；自动电源监控报警（电池能量不足时，停止供水）；自动防盗水；所插卡必须选用保密卡，不能用不保密的存储卡，还可根据客户要求加装：可更换电池式；复费率阶梯式水价；超计划透支用水等功能；⑦应综合考察，所选用的产品是否经过多个同类工程的使用，并具有使用单位的用户证明。

（2）电磁阀：电磁阀选购应该遵循安全性、可靠性、适用性、经济性四大原则，其次是根据六个方面的现场工况（即管道参数、流体参数、压力参数、电气参数、动作方式、特殊要求）进行选择，农业灌溉一般选用常开型电磁阀。选购时应注意以下问题：①设备是否经过有关部门鉴定合格。需附有法定检测机构出示的鉴定合格证书；②设备正常工作所需环境温度、湿度现场条件是否满足；设备安装尺寸、安装方式现场条件是否满足；③设备的供电方式及其供电功率，是否为直流 12V~24V 和 AC220V 供电，设备功耗是否为标准低功耗，以便采用太阳能供电方式；设备是否采用防雷和防浪涌措施；④按照现场管道内径尺寸或流量要求来确定通径(DN)尺寸；接口方式，一般大于 DN50 要选择法兰接口，小于 DN50 则可根据用户需要自由选择，注意是否与现场管道口径一致；⑤设备公称压力，工作压力是否满足要求；⑥设备的信号输出是否为标准通讯协议。

（3）太阳能供电设备：太阳能供电设备包括太阳能板选取和蓄电池的选取。选购时应注意以下问题：①根据需供电设备的功率，估算出所需的蓄电池容量和太阳能板功率；②蓄电池需满足如下性能：正常使用下无电解液漏出，无电池膨胀及破裂；放电电压平稳，放电平台平缓；耐震动、耐冲击、耐过放电、耐充电性、耐大电流性；蓄电池环境温度、湿度等环境参数满足设备安装现场要求；③太阳能板应满足如下性能：开路电压 (v)、最佳工作电压满足系统要求；短路电流 (A)：0.39，最佳工作电流 (A)：0.3 满足系统要求；蓄电池环境温度、湿度等环境参数满足设备安装现场要求。

五、农艺与农机配套

92. 如何选择玉米的适宜覆膜种植模式？

大垄双行种植方式与传统均匀垄相比，可增加 10%~15%以上的种植密度，且宽行距有利于通风、透光，改善群体环境，从而使作物群体充分利用光热资源，是适宜的玉米覆膜种植模式。

在辽宁省，玉米大垄双行覆膜种植模式是将传统的两垄(垄距 65cm)合成一条垄底宽 130cm，垄顶宽 90cm 的大垄，垄高一般 10cm~15cm，在垄上覆膜种植两行玉米，垄上间距 40cm~50cm(即窄行)，在垄上两行玉米之间铺设一条滴灌带。

在黑龙江，玉米大垄双行覆膜种植模式是将传统的两垄(垄距 65cm)合成一条垄，垄距 130cm，垄顶宽 90cm，垄高一般 20cm~25cm，在垄上覆膜种植两行玉米，垄上行距(窄行行距) 40~50cm，垄间行距(宽行行距) 90~80 cm，在垄上两行玉米之间铺设一条滴灌带；二是将常规垄距 66.7cm 改为 110cm 大垄，垄高 20~25cm，垄顶宽 70cm，在垄上覆膜种植两行玉米，垄上行距(窄行行距) 40cm，垄间行距(宽行行距) 70cm，在垄上两行玉米之间铺设一条滴灌带。

在内蒙古自治区，玉米一带双行覆膜种植模式是将传统的两垄(垄距 60cm，合计 120cm)合成一组滴管带控制区，覆膜种植两行玉米，玉米种植间距 35cm(即窄行)，两行玉米之间铺设一条滴灌带，不覆膜区域 85cm(即宽行)，滴灌带与滴灌带间距 120cm(一管双行规格)。

93. 如何选择玉米覆膜种植模式下的配套作业机械设备？

大垄双行覆膜栽培玉米行距有宽有窄，因此整地机具需要调整垄距，播种机具需要调整播种箱间距，田间作业时可根据垄距自行调节，目前已有玉米大垄双行系列配套机具。空行栽培因垄距并不改变，只是播种时空一条垄，因此对农机具没有特殊要求。

玉米大垄行间覆膜播种可选用 2BM-3 型行间覆膜通用播种机，播种 3 垄 6 行，苗带 65cm 宽；也可选用 2BM-1 型行间覆膜播种机，播种 1 垄 2 行，苗带 65cm 宽。种子距膜 3~5cm 左右。两膜边压土各 10cm，间隔 20m、人工辅助横向压土，防止大风掀膜，播深 4~5cm，深浅一致，覆土严密，及时镇压。还可选择 2BFD-2 型覆膜播种机、2BMJ-2 型气吸式滴灌覆膜播种机、2GMB-2 下管铺膜精量播种机等。

94. 如何处理玉米膜下滴灌下的秸秆残茬？

残存的玉米秸秆和残留根茬易造成地膜破损、滴灌带漏水，影响增温保墒和灌溉节水效果。一般结合秋整地作业清理秸秆残茬。在玉米收获后，根据整地作业情况，需先把地上秸秆采用机械或人工清理干净后，采用重耙或深翻机进行土

壤耕作，将作物残茬埋入土中（必要时人工拣净搂除根茬残体），随后采用旋耕机再浅旋一次，耕作后随即进行镇压，可有效降低秸秆残茬对播种和覆膜的影响。

95. 膜下滴灌玉米全程机械化作业对耕地平整度有何要求？

膜下滴灌玉米全程机械化作业下的地面坡度不应大于 25°，地表平整度≤3cm。例如，辽宁地区玉米整地过程一般为收获后每亩均匀撒施 3~5 吨农家肥→灭茬→土壤深松（每隔 2~3 年）→旋耕加镇压。具体是在前茬作物收获后，采取深松机械进行土壤深松（深度为 30~35cm），旋耕（20cm）起垄后，用镇压器进行镇压，达到地平、墒足、无根茬、上虚下实，使地表土壤平整细碎无坷垃，无根茎与杂草，以保证播种和覆膜的质量，使之满足播种需要。

96. 如何选择玉米膜下滴灌专用地膜？

膜下滴灌使用的地膜应符合《聚乙烯吹塑农用地面覆盖薄膜》（GB/T13735-1992）标准的要求，应选透光性好、光反射率低、保温保水保墒性好、脆化温度低、拉伸和撕裂强度高（厚度不小于 0.013mm）、化学稳定性好的专用地膜。此外，还要根据种植模式确定地膜宽度，如采用玉米大垄双行膜下滴灌种植模式的地膜宽幅不应小于 1.2m，同时还要查看地膜生产日期（不应超过一年）。推荐使用低密度聚乙烯地膜、线性低密度聚乙烯地膜、高密度聚乙烯地膜、可降解地膜和抗拉伸地膜等环保膜。

97. 如何适时放苗防止膜下滴灌玉米幼苗被灼伤？

膜下滴灌多采用全程机械化覆膜扎孔种植，受覆膜播种质量等因素影响，玉米出苗后部分幼苗常与膜孔发生错位，受白天太阳直射地膜造成膜下高温影响，易使膜下幼苗被烤伤或捂黄，因此，要在出苗后及时放苗并定苗，去弱苗，留健苗、壮苗，放苗后用湿土压严并培好放苗孔。

98. 播种铺管覆膜一体机在操作过程中需注意哪些问题？

（1）开始作业前，应装好滴灌管、地膜、种子和化肥。先从管卷上抽出滴灌管一端、用地锚扎在垅台中央面上固定好，然后再从膜卷上抽出地膜端头放及垅面，并两侧用土封好，然后开始作业。

（2）作业过程中，机手和辅助人员要随时检查和观察作业质量与工作情况，发现问题应及时处理。

（3）膜边覆土厚度一般要求 3cm~5cm，种子覆土厚度应根据不同品种，按农艺要求确定。

（4）大风作业时，辅助人员要及时用铁锹覆盖防风压膜土，每隔一定距离（如：3m~4m）压一条土带，以免大风将地膜掀开。

（5）如播种后遇雨，造成膜孔土壤板结时，应及时破碎，以免影响出苗。

99. 如何确定大型喷灌和膜下滴灌下玉米的适宜播种时机和种植密度？

(1) 玉米的适宜播种时机。盲目早播，虽然预计后期有足够的生育时间，但播种期间气温、地温都较低，玉米种子播下后不能及时出苗，时间一长就会霉烂造成缺苗断垄。因为玉米种子在 7℃ 的温度下可以开始萌动，但胚轴不能伸长，所以出不了苗；只有当温度达到 12℃ 以上时，胚轴才能缓慢伸长，在这样的温度条件下，出苗需 15 天以上。当温度超过 12℃ 时，温度越高出苗越快。但当温度超过 35℃ 时，胚轴伸长过快，出苗细弱。如果播种偏迟，虽然土壤温度较高，出苗较顺利，但推迟播种会使玉米苗生育时间不足，籽粒还未充分成熟就遇早霜而停止灌浆，使粒重下降而减产。所以，玉米适宜的播种时机应根据当地生态条件，土壤含水量、选择适宜的优种来确定。

①膜下滴灌玉米的适宜播种时机：根据黑龙江省大庆地区的经验，在膜下滴灌条件下，当地块 5~10cm 耕层地温稳定通过 5~7℃ 时进行抢墒播种，应比正常玉米直播田提前 7~10 天，这样可以为幼苗生长争取较多的热量，使种子能在地膜增温效应影响下早出苗，又为后期生育争取较多的热量和较长的生育期。

②大型喷灌玉米的适宜播种时机：根据吉林省的经验，当 5cm 耕层土壤温度连续一周稳定通过 8℃ 时，可以进行玉米播种，土壤含水量 20% 以上时，可以抢墒机械播种，土壤含水量不足 20% 时，一定要坐水填墒播种，或用喷灌机浇足水后再播种，必须把种子播在能够安全发芽、出苗的湿土上。

(2) 玉米的适宜种植密度。水肥充足条件下，可选用优良品种，使玉米种植密度较早作雨养区增加 10%~15% 以上，以大幅度增加玉米的单产。玉米适宜的种植密度可按以下要求确定。

①膜下滴灌玉米的适宜种植密度：根据黑龙江省大庆地区经验，膜下滴灌玉米可选择比当地正常栽培品种生育期长 7~10 天、有效积温多 200~250℃、适宜密植的优良品种，种植保苗密度可控制在 4000~5000 株/亩。

②大型喷灌玉米的适宜种植密度：根据吉林省的经验，由于有灌水条件，可适当增加种植密度，一般保苗密度可控制在 4000~4500 株/亩。内蒙古自治区则建议保苗密度可控制在 5000~6000 株/亩。

100. 膜下滴灌玉米田间管理措施和化控技术有哪些？

(1) 田间管理措施：①精细整地：秋翻整地，要求翻地深度达 25cm 以上，结合翻地深施底肥，并及时耙耩、平整土地，做到不漏耕，无立垡、无坷垃、无铧沟；②起宽垄：打成垄底宽 120~130cm、垄顶宽 90cm 的宽垄，起垄后及时镇压保墒；③选用良种：选用耐密型、半耐密型玉米品种，熟期可比当地主推品种延长 3~5 天；④覆膜播种：当耕层 5~10cm 地温稳定通过 8℃ 时，采用覆膜播种机一次性完成机械覆膜、铺管、播种。覆膜可选用幅宽 90~100cm、厚度 0.007~0.008mm 的地膜。覆膜时半地膜铺平拉紧，贴在垄面上，两边用土压实，

覆膜后受光宽度在 60~70cm 左右。大垄上播种两行玉米，玉米苗带行距为 40cm，种植密度比普通种植方式增加 10%~15%；⑤根据玉米生育期需水需肥要求进行滴灌灌水和施肥。设备运行期间，应有专人看护，防止丢损，影响运行；⑥生长期管理：铲趟管理要及时，要注意防治病、虫、草害。尤其是采用大垄双行种植技术时，大垄距加宽，裸露地面增大，易出现草荒，所以在正常铲趟基础上，秋天要放秋垄，拿大草。玉米 8~12 叶期，喷洒植物生长调节剂，控制玉米株高，防止倒伏。

(2) 化控措施：①选择具备农业部核发的“农肥登记号”适当植物生长调节剂种类；②严格掌握喷施植物生长调节剂的时期：一定严格按照规定的时期进行喷施；③注意掌握玉米喷施药液的时间：一般在晴朗无风的上午 10 时前较好，阴天或雨天不要进行植物生长调节剂的喷施。如果喷药后 6h 内降雨，要及时进行补喷；④精确配制植物生长调节剂的剂量：严格按照调节剂说明书上的浓度要求配制，不可随意加大或缩小使用浓度。

附录

高效节水灌溉技术标准与规范

序号	标准规范名称	编号
1	农村水利技术术语	SL 56-2013
2	农田灌溉水质标准	GB 5084-2005
3	节水灌溉工程技术规范	GB/T 50363-2006
4	灌溉与排水工程设计规范	GB 50288-99
5	灌区规划规范	GB/T 50509-2009
6	喷灌工程技术规范	GB/T 50085-2007
7	微灌工程技术规范	GB/T 50485-2009
8	农田低压管道输水灌溉工程技术规范	GB/T 20203-2006
9	节水灌溉设备现场验收规程	GB/T 21031-2007
10	节水灌溉设备现场验收规程	SL 372-2006
11	喷灌与微灌工程技术管理规程	SL 236-1999
12	机井技术规范	GB/T 50625-2010
13	泵站设计规范	GB 50265-2010
14	水资源供需预测分析技术规范	SL 429-2008
15	灌溉试验规范	SL 13-2004
16	土壤墒情监测规范	SL 364-2006
17	地下水监测规范	SL 183-2005
18	地下水资源勘察规范	SL 454-2010
19	地下水监测站建设技术规范	SL 360-2006
20	灌溉排水工程项目初步设计报告编制规程	SL 533-2011
21	灌溉排水工程项目可行性研究报告编制规程	SL 560-2012
22	水利工程项目施工监理规范	SL 288-2003
23	轻小型喷灌机	GB/T 25406-2010
24	电动大型喷灌机技术条件	JB/T6280.1-1992
25	卷管牵引绞盘式喷灌机使用技术规范	SL 280-2003

26	旋转式喷头	GB/T 22999-2008
27	农业灌溉设备 旋转式喷头 第1部分：结构和运行要求	GB/T 19795.1-2005
28	农业灌溉设备 喷头 第3部分：水量分布特性和试验方法	GB/T 27612.3-2011
29	微灌灌水器—滴头	SL/T67.1-1994
30	微灌灌水器——微灌管、微灌带	SL/T 67.2-1994
31	微灌灌水器—微喷头	SL/T67.3-1994
32	塑料节水灌溉器材 内镶式滴灌管、带	GB/T 19812.3-2008
33	塑料节水灌溉器材 压力补偿式滴头及滴灌带	GB/T19812.2-2005
34	塑料节水灌溉器材 单翼迷宫式滴灌带	GB/T19812.1-2005
35	农业灌溉设备 滴头和滴灌管 技术规范和试验方法	GB/T 17187-2009
36	农业灌溉设备 微喷带	NY/T 1361-2007
37	灌溉用过滤器基本参数及技术条件	SL 470-2010
38	微灌用筛网过滤器	SL/T68-1994
39	农业灌溉设备 过滤器 网式过滤器	GB/T18690.2-2002
40	农业灌溉设备 过滤器自动清洗网式过滤器	GB/T18690.3-2002
41	灌溉用施肥装置基本参数及技术条件	SL 550-2012
42	节水灌溉设备水力基本参数测试方法	SL 571-2013
43	灌溉用塑料管材和管件基本参数及技术条件	GB/T 23241-2009
44	给水用硬聚氯乙烯(PVC-U)管材	GB/T 10002.1-2006
45	给水用硬聚氯乙烯(PVC-U)管件	GB/T 10002.2-2003
46	给水用聚乙烯(PE)管材	GB/T 13663-2000
47	给水用聚乙烯(PE)管道系统 第2部分 管件	GB/T 13663.2-2005
48	低压输水灌溉用硬聚氯乙烯(PVC-U)管材	GB/T 13664-2006
49	硬聚氯乙烯(PVC-U)双壁波纹管	GB/T 1916-2004