

中华人民共和国水利行业标准

SL 558—2011

地面灌溉工程技术管理规程

Code of practice for technical management of
surface irrigation project

2011-08-18 发布

2011-11-18 实施



中华人民共和国水利部 发布

前 言

本标准是根据水利部 2008 年标准制修订计划，按照《水利技术标准编写规定》(SL 1—2002) 要求编写完成的。

本标准共 7 章 17 节 123 条和一个附录。主要内容包括：总则、术语和定义、工程管理、灌水技术管理、用水管理、灌水质量评价、地面灌溉工程效益分析。

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
中国水利水电科学研究院

本标准参编单位：河海大学
西安理工大学
水利部农田灌溉研究所
西北农林科技大学
河南省人民胜利渠管理局

本标准主要起草人：李益农 白美健 刘云波 缴锡云
费良军 李金山 李援农 刘群昌
姚 彬 章少辉 李福祥 姜秀芳

本标准主要审查人员：冯广志 赵竞成 窦以松 王全九
畅明琦 毛全年 刘小山

本标准审查会议技术负责人：冯广志

本标准体例格式审查人：陈 昊

目 次

1	总则	1
2	术语和定义	2
3	工程管理	4
3.1	一般规定	4
3.2	田间配水工程管理	4
3.3	田间量水设备与设施管理	5
3.4	田面工程管理	5
4	灌水技术管理	7
4.1	一般规定	7
4.2	畦灌	7
4.3	沟灌	9
4.4	格田灌	10
4.5	水平畦田灌	11
4.6	波涌畦灌	12
4.7	波涌沟灌	14
4.8	覆膜畦灌	15
4.9	覆膜沟灌	16
5	用水管理	18
5.1	灌溉制度	18
5.2	用水计划	18
5.3	用水组织	18
5.4	用水计量	19
6	灌水质量评价	20
7	地面灌溉工程效益分析	22
附录 A	田面高程标准偏差的确定	24
	标准用词说明	25
	条文说明	27

1 总 则

1.0.1 为规范地面灌溉工程管理中的技术要求，提高地面灌溉技术水平，节约用水，保护水土资源，充分发挥工程效益，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于地面灌溉的工程管理、灌水技术管理及用水管理。

1.0.3 地面灌溉工程应建立管理组织，制定管理办法和规章制度，并认真执行。

1.0.4 地面灌溉工程技术管理人员应经过培训，并应向农民宣传相关技术要求。

1.0.5 本标准地面灌溉系统指田间工程，渠灌区包括斗口以下，井灌区包括给水栓以下。

1.0.6 本标准引用以下标准：

《节水灌溉工程技术规范》(GB/T 50363—2006)

1.0.7 地面灌溉工程的技术管理除应符合本标准规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和定义

2.0.1 覆膜地面灌溉 surface irrigation with film

灌溉水在膜上流动,通过膜缝或膜孔向土壤入渗的灌水方式,主要包括覆膜畦灌和覆膜沟灌。

2.0.2 平整精度 land-grading precision

田面的平整程度,通常以田面多点高程的标准偏差表示。

2.0.3 田面糙率 hydraulics roughness of field surface

反映田面粗糙程度及作物等对灌溉水流运动的阻碍程度。

2.0.4 地面灌溉水流推进时间 water advance time

灌溉水流到达田面各点所需要的时间,通常为水流推进到各点的时间减去灌溉开始时间。

2.0.5 地面灌溉水流消退时间 water recession time

灌溉水流达到田面各点渗入土壤并落干所需要的时间,通常为田面各点水流消退时的时间减去灌溉开始时间。

2.0.6 地面灌溉受水时间 opportunity time

田面各点灌溉水的入渗时间,通常为水流消退时间减去水流推进时间。

2.0.7 波涌灌灌水周期 cycle for surge flow irrigation

一次供水和停水的波涌灌水过程构成一个灌水周期。

2.0.8 波涌灌周期数 cycle number for surge flow irrigation

波涌灌灌水过程所需的放水和停水的循环次数。

2.0.9 波涌灌周期供水时间 cycle on time for surge flow irrigation

波涌灌一个灌水周期内的供水时间。

2.0.10 波涌灌周期停水时间 cycle off time for surge flow irrigation

波涌灌一个灌水周期内的停水时间。

2.0.11 波涌灌周期时间 cycle time for surge flow irrigation

波涌灌周期供水时间与停水时间之和。

2.0.12 波涌灌循环率 cycle ratio for surge flow irrigation

波涌灌周期供水时间与周期时间之比。

2.0.13 开孔率 hole rate

膜孔面积占覆膜面积的比例。

2.0.14 覆膜畦灌入膜流量 film border inflow rate

覆膜畦首进入地膜上的供水流量，通常以单位畦宽上的入流量表示。

2.0.15 覆膜沟灌入膜流量 film furrow inflow rate

覆膜沟灌沟首进入地膜上的供水流量，通常以单沟入流量表示。

3 工程 管理

3.1 一 般 规 定

3.1.1 地面灌溉工程宜包括田间配水工程、田间量水设备与设施和田面工程。

3.1.2 田间配水工程可分为渠道配水工程和管道配水两种类型。

3.1.3 田间量水设备与设施可分为量水堰槽和量水仪表两类。

3.2 田间配水工程管理

3.2.1 渠道系统田间配水工程管理应符合下列要求：

1 灌水前应仔细检查固定输配水沟渠有无塌方、裂缝，保证灌水按时进行。

2 灌水前应按不同灌水技术要求整理田间临时配水沟渠。

3 灌水前应检查配水闸门工作是否正常，启闭闸门时应对称、缓慢开启，避免水流冲刷渠道。

4 灌水过程中应注意巡视田间配水工程的运行状况，发现问题及时处理。

5 一次灌水结束后应对已损坏的田间配水工程及时进行修复。

6 一个灌溉季节结束后应对固定输配水沟渠和设施进行维护。

7 应定期检查节制闸、分水闸、斗门等控制和配水设施工作是否正常，发现问题及时处理。

3.2.2 管道系统田间配水工程管理应符合下列要求：

1 灌水前应检查水源工程的设施是否齐全、完好。

2 灌水前应对固定管道进行试水，检查管道有无损坏、配水控制装置是否灵活。

3 田间移动配水设备应按其说明书要求进行布置，合理使用，避免损坏。

4 灌水前应检查给水栓操作是否灵活，与配水管连接是否

牢固。

5 运行开始时各类阀门的起闭应均匀缓慢。灌水过程中如地理管道漏水，应停机进行处理。

6 一次灌水结束后，应将可拆卸的田间配水设备收回，保养后妥善保管。

7 应定期检查水泵、阀门、给水栓、安全阀、排水阀等设施设备的工作状况，及时排除安全隐患。

8 在冬季应排空管道余水，防止管道冻胀破坏；水泵、阀门、给水栓、安全阀、排水阀应进行必要的维护和保养。

3.3 田间量水设备与设施管理

3.3.1 应根据量水工作制度要求，科学合理使用量水设备与设施；观测资料及各种报表应妥善保管。

3.3.2 灌水前应检查水尺读数是否清晰；量水堰槽应保持清洁，避免堰顶、喉道和槽底遭到损坏。

3.3.3 灌水前应检查量水仪表工作是否正常，精度是否符合要求。

3.3.4 灌水进行中应巡视量水设备与设施的工作状况，发现问题及时处理。

3.3.5 灌水结束后应对量水设备与设施进行必要的维护和保养。

3.3.6 应定期检查量水仪表的灵敏度，使用时间过长或有损坏时，应按设备说明书进行技术检定校准。

3.3.7 停灌期间，应将量水设备和设施内的积水、淤泥、杂物等清除干净。

3.3.8 若量水仪表长时间不用，应按仪表说明书的要求进行维护与保存。

3.4 田面工程管理

3.4.1 田间工程宜包括土地平整、田埂和防冲设施加固。

3.4.2 田间工程应在灌溉水前按技术要求进行整理。

3.4.3 灌水前应对沟、畦进行检查、维护；灌溉时应注意巡查，防止串畦、跑水。

3.4.4 畦埂高度不宜低于 20cm，地头埂和路边埂宜加宽加厚。

3.4.5 格田灌的田埂不宜低于 25cm，顶宽不宜低于 30cm。

3.4.6 垄面宽宜为 35~100cm，垄高宜为 10~25cm，垄断面形状宜为梯形，垄背应宽窄均匀、高低一致。

3.4.7 灌水季节结束后，应检查出水口处设置的防冲设施是否完好，并进行维护和保养。

3.4.8 灌水季节结束后，应检查高寒地区的给水栓和出水立管防冻设施是否满足技术要求。

4 灌水技术管理

4.1 一般规定

4.1.1 地面灌溉技术管理应以适时、适量、节水、节地、省工、增效为基本原则。

4.1.2 地面灌水方式和技术要素应根据下列基本资料选用：

1 水源条件，包括灌溉系统的供水方式、末级固定渠道的最大过流能力及实际过流范围、水源供水保证率等。

2 田面条件，包括土壤质地、土壤入渗能力、田面地形、田间持水量和田面糙率等。

3 耕作管理，包括作物种植方式、作物类型、灌溉制度等。

4.1.3 地面灌溉运行管理中相关资料宜进行翔实记录和归档。

4.1.4 地面灌水新技术节水示范区应布设必要的观测点，并应对观测数据进行分析。

4.2 畦 灌

4.2.1 畦灌的主要形式包括常规连续畦灌、水平畦灌、波涌畦灌、覆膜畦灌、长畦分段灌等。

4.2.2 畦灌适用于旱作物。畦田尾端宜封闭，畦田坡度宜为1‰~5‰。

4.2.3 畦灌畦田规格应符合下列要求：

1 畦宽应按当地农机具作业宽度的整数倍确定，不宜超过4m。土壤入渗能力强、田面坡度小、土地平整差时，畦田宽度宜小些；反之宜大些。

2 畦长应根据田面坡度、土壤入渗能力、入畦流量、土地平整程度及农机作业效率等因素，参考相近情况的试验资料综合确定，无资料时可参考表4.2.3选取。土壤入渗能力强、田面坡度小、土地平整差，畦田长度宜短些；反之，畦田宜长些。

表 4.2.3 畦灌技术要素组合

土壤渗透系数 (m/h)	畦田坡度 (‰)	畦长 (m)	单宽流量 [L/(s·m)]
>0.15	<2	40~60	5~8
	2~5	50~70	5~6
	>5	60~100	3~6
0.10~0.15	<2	50~70	5~7
	2~5	70~100	3~6
	>5	80~120	3~5
<0.10	<2	70~90	4~5
	2~5	80~100	3~4
	>5	100~150	3~4

4.2.4 入畦流量的确定应符合下列要求：

1 应根据最大可供水流量的限制、土壤类型、田面地形条件等因素综合确定。

2 入畦流量既应保证不冲刷土壤，又应保证能分散覆盖于整个田面，其最大单宽流量应根据试验确定，无资料时可按公式(4.2.4)计算：

$$q_{\max} = \frac{31.39}{s_0^{0.75}} \quad (4.2.4)$$

式中 q_{\max} ——最大单宽流量，L/(s·m)；

s_0 ——田面坡度，‰。

3 畦首水深不应超过畦埂高度。

4 入畦单宽流量应根据实验确定，无资料时可参考表4.2.3确定。田面坡度小，土壤入渗能力强，入畦单宽流量宜大些；反之，入畦单宽流量宜小些。

4.2.5 改水成数应在满足灌水质量要求的基础上，根据土壤质地、入畦流量和田面地形条件及群众灌水经验确定。畦田越长、流量越大、坡度越大、土壤入渗能力越小，改水成数应越小；反之改水成数应适当增大。改水成数不宜低于0.75，应避免出现

畦田尾部漏灌或跑水的现象。

4.2.6 当入畦流量较小、畦长较大时，可采用长畦分段灌溉，改水时间应根据灌水定额和灌水流量来确定。

4.3 沟 灌

4.3.1 沟灌的主要形式包括：常规连续沟灌、波涌沟灌、覆膜沟灌、隔沟灌溉等。

4.3.2 沟灌适用于宽行距旱作物。灌水沟尾端宜封闭，沟底坡度宜为 $1‰ \sim 8‰$ 。

4.3.3 沟灌灌水沟规格应符合下列要求：

1 灌水沟的断面形状可为 V 形、梯形、抛物线形和 U 形等。

2 灌水沟深度与上口宽度应依据土壤质地、田面坡度和作物类型等确定。深度宜为 $10 \sim 25\text{cm}$ ，上口宽度宜为 $30 \sim 50\text{cm}$ 。

3 灌水沟的间距（沟距）应与灌水沟的湿润范围相适应，并满足农作物的耕作和栽培要求。轻质土壤的间距宜为 $50 \sim 60\text{cm}$ ；中质土壤宜为 $60 \sim 70\text{cm}$ ；重质土壤宜为 $70 \sim 80\text{cm}$ 。

4 沟长应根据田面坡度、土壤入渗能力、入沟流量、土地平整程度及农机作业效率等因素，参考相近情况的试验资料综合确定，无资料时可参考表 4.3.3 选取。土壤入渗能力强、沟底坡度小、土地平整差、入沟流量小时，灌水沟宜短些；反之，灌水沟宜长些。

表 4.3.3 沟灌技术要素组合

土壤渗透系数 (m/h)	沟底坡度 (‰)	沟长 (m)	入沟流量 (L/s)
>0.15	<2	30~40	1.0~1.5
	2~5	40~60	0.7~1.0
	>5	50~100	0.7~1.0
0.10~0.15	<2	40~80	0.6~1.0
	2~5	60~90	0.6~0.8
	>5	70~100	0.4~0.6

表 4.3.3 (续)

土壤渗透系数 (m/h)	沟底坡度 (‰)	沟长 (m)	入沟流量 (L/s)
<0.10	<2	60~80	0.4~0.6
	2~5	80~100	0.3~0.5
	>5	90~150	0.2~0.4

4.3.4 入沟流量的确定应符合下列要求：

1 入沟流量应根据土壤质地、沟底坡度、沟长等要素确定，宜符合表 4.3.3 的规定。

2 对于易侵蚀的土壤，灌水沟的流速不应超过 0.13m/s；对于不易侵蚀的土壤，灌水沟的流速不应超过 0.22m/s。

3 在灌水过程中，灌水沟的水流深度宜在沟深的 $1/3 \sim 2/3$ 范围内。

4.3.5 改水成数应在满足灌水质量要求的基础上，根据土壤质地、入沟流量和田面地形条件及群众灌水经验确定。灌水沟越长、流量越大、坡度越大、土壤入渗能力越小，则改水成数应越小；反之改水成数应适当增大。改水成数不宜低于 0.7，避免出现灌水沟尾部漏灌或跑水的现象。

4.4 格田灌

4.4.1 格田灌通常适用于水稻及盐碱地冲洗灌溉。格田的纵向坡度应均匀，且不宜超过 0.5‰，横向应水平，田面高差不大于 $\pm 3\text{cm}$ 。

4.4.2 格田规格应符合下列要求：

1 平原水稻区格田长度宜为 60~120m，宽度宜为 20~30m；山丘区应根据地形作适当调整。

2 盐碱地冲洗灌溉格田，长度宜为 50~100m，宽度宜为 10~20m。

3 对于无水层的格田灌溉，若土壤入渗能力强，灌溉水流推进较慢，可适当减小格田规格。

4.4.3 格田灌的流量应根据实验确定，无资料时可按公式(4.4.3)计算：

$$q = \left(\frac{h}{t} + \bar{i} \right) A \quad (4.4.3)$$

式中 q ——单个格田的灌水流量， m^3/h ；

h ——需要建立的水层深度， m ；

t ——建立水层深度所需的时间， h ；

\bar{i} ——土壤的平均入渗速度， m/h ；

A ——单个格田的面积， m^2 。

4.4.4 格田灌水深度应按照作物生长要求灵活掌握，宜符合科学灌溉的原则。

4.4.5 格田的进水口设计应考虑防止入田流速过大冲刷土壤、冲毁作物等问题。

4.4.6 当格田内微地形空间变异较大时，可采用开设导灌沟的方法提高推进速度。

4.5 水平畦田灌

4.5.1 水平畦田灌宜建立在精细土地平整基础上，田面应基本水平，田块四周应封闭，可为任意形状。

4.5.2 水平畦田灌宜在地势平坦、土壤具有中等至低透水性的地区采用。

4.5.3 水平畦田规格宜符合下列要求：

1 田面相对高程标准偏差宜小于 2cm ，田面高程标准偏差的计算应符合附录 A 的规定。

2 畦田长度和宽度宜根据渠道可供流量、田间输配水系统布置和当地实际条件确定，应保证灌溉水流快速覆盖整个田面。

3 畦埂高度宜根据畦田规格和最大灌水深度确定。

4.5.4 入畦单宽流量应根据畦田宽度和土壤质地确定，应确保水流覆盖整个田面的时间远小于灌溉供水时间。

4.5.5 灌溉水流宜从畦田四周多点进入。

4.5.6 水平畦田进水口宜配备调控及防冲刷设施。

4.5.7 水平畦田灌溉的供水时间可按公式 (4.5.7) 进行计算：

$$t_{c0} = \frac{Z_{\text{req}}L - 800Y_0L}{60q_{\text{in}}} + t_L \quad (4.5.7)$$

式中 t_{c0} ——供水时间，min；

Z_{req} ——设计灌水定额，mm；

L ——畦田长度，m；

Y_0 ——畦田首部地表水深，m；

q_{in} ——入畦单宽流量，L/(s·m)；

t_L ——水流覆盖整个田面所需时间，min。

4.6 波涌畦灌

4.6.1 波涌畦灌宜在畦田长度较大、结构良好的壤质土上采用。田面纵向坡度宜为 1‰~6‰，不宜存在局部倒坡或洼地。

4.6.2 畦宽应按当地农机具作业宽度的整数倍确定，不宜超过 4m；畦长宜为 60~240m。

4.6.3 波涌畦灌流量应根据水源、灌水季节、灌水次数、田面状况和土壤抗冲刷能力等因素综合确定。单宽流量的选取宜符合表 4.6.3 的规定。

表 4.6.3 波涌畦灌技术要素组合

土壤渗透系数 (m/h)	畦田坡度 (‰)	畦长 (m)	单宽流量 [L/(s·m)]
>0.15	<2	60~90	4~6
	2~4	90~120	4~7
	3~5	120~150	5~7
	>5	150~180	6~8
0.10~0.15	<2	70~100	3~6
	2~4	90~130	4~6
	3~5	120~160	4~7
	>5	160~210	5~8

表 4.6.3 (续)

土壤渗透系数 (m/h)	畦田坡度 (‰)	畦长 (m)	单宽流量 [L/(s·m)]
<0.10	<2	80~120	3~5
	2~4	100~140	3~5
	3~5	140~180	4~6
	>5	180~240	4~7

4.6.4 周期数宜根据畦长确定，畦田较长时，周期数可选大些，反之可选小些。畦长在 160m 以上时，以 3 个周期或 4 个周期数为宜；160m 以下时，以 2 个周期或 3 个周期数为宜。

4.6.5 循环率宜为 1/2 或 1/3。

4.6.6 放水总时间应按公式 (4.6.6) 确定：

$$T_s = \left(1 - \frac{R}{100}\right) T_c \quad (4.6.6)$$

式中 T_s ——波涌畦灌放水总时间，min；

T_c ——常规连续畦灌供水总时间，min，在波涌灌灌水前，通过对同田块的一个畦田进行常规连续畦灌确定；

R ——波涌畦灌相对常规连续畦灌的节水率，%，通过灌水试验确定。

4.6.7 采用定时段一变流程法灌水，波涌灌周期供水时间应按公式 (4.6.7) 确定：

$$t_{on} = \frac{T_s}{N} \quad (4.6.7)$$

式中 t_{on} ——周期供水时间，min；

N ——波涌畦灌周期数。

4.6.8 波涌灌周期时间应按公式 (4.6.8) 确定：

$$t_c = \frac{t_{on}}{r} \quad (4.6.8)$$

式中 t_c ——波涌灌周期时间，min；

r ——循环率。

4.6.9 周期停水时间应按公式 (4.6.9) 确定:

$$t_{\text{off}} = t_c - t_{\text{on}} \quad (4.6.9)$$

式中 t_{off} ——波涌灌周期停水时间, min。

4.6.10 一个畦田所需的灌水总时间应按公式 (4.6.10) 确定:

$$T_0 = \left(1 + \frac{N-1}{r}\right)t_{\text{on}} \quad (4.6.10)$$

式中 T_0 ——灌完一畦所需的总时间, min。

4.7 波涌沟灌

4.7.1 灌水沟的间距 (沟距) 应与灌水沟的湿润范围相适应, 并满足农作物耕作栽培和机耕要求。轻质土壤的间距宜为 50~60cm; 中质土壤宜为 60~70cm; 重质土壤宜为 70~80cm。

4.7.2 沟长应根据沟底坡度、土壤入渗能力、入沟流量、土地平整程度以及农机作业效率等因素确定。沟长宜为 70~250m。

4.7.3 波涌沟灌入沟流量应根据水源、灌水季节、灌水次数、田面状况和土壤抗冲刷能力等因素确定。波涌沟灌入沟流量的选取宜符合表 4.7.3 的规定。

表 4.7.3 波涌沟灌技术要素组合

土壤渗透系数 (m/h)	沟底坡度 (‰)	沟长 (m)	入沟流量 (L/s)
>0.15	<2	70~100	0.7~1.0
	2~4	100~130	0.7~1.0
	3~5	130~160	0.8~1.2
	>5	160~200	1.0~1.4
0.10~0.15	<2	80~120	0.6~0.8
	2~4	100~140	0.6~1.0
	3~5	140~180	0.8~1.2
	>5	180~220	0.9~1.2

表 4.7.3 (续)

土壤渗透系数 (m/h)	沟底坡度 (‰)	沟长 (m)	入沟流量 (L/s)
<0.10	<2	90~130	0.6~0.9
	2~4	120~160	0.6~0.9
	3~5	160~200	0.7~1.0
	>5	200~250	0.9~1.2

4.7.4 波涌沟灌的灌水周期数、周期供水时间、循环率的确定应按 4.6.4 条、4.6.7 条、4.6.5 条的规定执行。

4.7.5 波涌沟灌的放水总时间、周期时间、周期停水时间及一个沟所需灌水总时间的确定应按 4.6.6 条、4.6.8 条、4.6.9 条和 4.6.10 条的规定执行。

4.8 覆膜畦灌

4.8.1 覆膜灌适用于透水性中等以上土壤的旱作物，田块尾端宜封闭。

4.8.2 畦宽应按当地作物行距、覆膜宽度及农机具作业宽度的整数倍确定，不宜超过 4m；畦长宜选 40~240m。

4.8.3 开孔率宜选用 3%~5%，田面坡度大时取小值，田面坡度小时取大值。

4.8.4 入膜流量应根据实验资料测定，当缺少实验资料时，可按公式 (4.8.4-1)、公式 (4.8.4-2) 和公式 (4.8.4-3) 进行计算：

$$q_b = \frac{100 f_0 (k_k w_k + k_l w_l)}{6 B_b} \quad (4.8.4-1)$$

$$w_k = \frac{\pi d^2}{4} \frac{L N_k}{S} \quad (4.8.4-2)$$

$$w_l = L b_l N_l \quad (4.8.4-3)$$

式中 q_b ——覆膜畦灌入膜流量，L/(s·m)；

f_0 ——土壤稳定入渗率，m/min；

L ——畦田长度，m；
 B_b ——畦田宽度，m；
 w_k ——畦田内灌溉水流通过的膜孔面积， m^2 ；
 w_f ——畦田内灌溉水流通过的膜缝面积， m^2 ；
 k_k ——膜孔旁侧入渗影响系数，取值 1.46～3.86，黏性土取大值，砂性土取小值；
 k_f ——膜缝旁侧入渗影响系数，取值 1.46～3.22，黏性土取大值，砂性土取小值；
 N_k ——畦田内开孔排数，包含放苗孔和专用灌水孔；
 N_f ——畦田内灌水膜缝数量；
 S ——膜孔间距，m；
 b_f ——膜缝宽度，m；
 d ——膜孔直径，m。

4.8.5 覆膜畦灌放水时间可按公式 (4.8.5) 计算

$$T_b = \frac{mL}{60q_b} \quad (4.8.5)$$

式中 T_b ——覆膜畦灌放水时间，min；
 m ——毛灌水定额，mm。

4.8.6 覆膜畦灌改水成数不宜小于 0.7。

4.9 覆膜沟灌

4.9.1 覆膜沟灌沟形状与规格同沟灌，沟长不宜大于 300m。

4.9.2 开孔率宜选用 3%～5%，沟底坡度大时取小值，沟底坡度小时取大值。

4.9.3 覆膜沟灌入膜流量宜根据实验资料测定，当缺少实验资料时，可按公式 (4.9.3-1) 和公式 (4.9.3-2) 进行计算：

$$q_t = \frac{100Kf_0w}{6} \quad (4.9.3-1)$$

$$w = \frac{\pi d^2}{4} \frac{L_f N}{S} \quad (4.9.3-2)$$

式中 q_f ——覆膜沟灌入膜流量, L/s;
 w ——开孔面积, m^2 ;
 K ——旁侧入渗影响系数, 取值 1.46~3.86, 黏性土取大值, 砂性土取小值;
 f_0 ——土壤稳定入渗率, m/min;
 N ——灌水沟内渗流的膜孔排数, 包含放苗孔和专用灌水孔;
 L_i ——覆膜沟长度, m。

4.9.4 覆膜沟灌放水时间可按公式 (4.9.4) 计算

$$T_f = \frac{mL_i}{60q_f} \quad (4.9.4)$$

式中 T_f ——覆膜沟灌放水时间, min;
 m ——毛灌水定额, mm。

4.9.5 覆膜沟灌改水成数不宜小于 0.8。

5 用水管理

5.1 灌溉制度

5.1.1 各生育期适宜的地面灌溉灌水定额和灌水周期应根据当地作物、土壤质地、土壤墒情、气象、农艺措施以及群众灌水经验综合确定。

5.1.2 作物灌水定额除依据当地灌溉试验资料外，还应根据畦规格、田面地形、土壤入渗能力、流量等条件下地面灌溉最小灌水定额约束选取。

5.1.3 实际灌溉制度应在设计灌溉制度的基础上依据当季来水情况、作物种植结构等进行调整。

5.2 用水计划

5.2.1 年度、季度用水计划应根据当年种植作物灌溉制度、水源状况、天气情况等条件，并参考历年灌水经验加以编制。

5.2.2 用水计划编制的内容应包括灌水面积、灌水定额、供水时间、轮灌组划分、轮灌/续灌时间、轮灌顺序、各轮灌组用水量。

5.2.3 用水计划应具体到田块、用水户。

5.3 用水组织

5.3.1 宜逐步建立以农民用水户协会为载体的农民用水组织对田间用水进行管理，确保用水计划的正确实施。

5.3.2 每次灌溉应根据土壤墒情并参考用水计划进行灌溉。

5.3.3 用水组织应规范灌溉用水秩序，避免昼灌夜排或昼灌夜停现象；应加强田间灌溉过程管理，按计划供水，避免超灌或欠灌现象。在供水量变化较大时，应及时调整用水计划。

5.3.4 每个灌溉季节结束后，应对灌溉用水计划执行情况进行

总结，相关灌水时间、灌水量等资料应及时归档。

5.4 用水计量

5.4.1 田间灌溉量水应落实到田块。可按灌水时间计水量；也可采用测流设备对入地水量进行计量；也可根据经验估测入地流量。

5.4.2 入地水量的计量应客观真实，应与农户达成一致。

5.4.3 水费的计算不宜按面积均摊。

5.4.4 每次灌水的用水资料应记录并归档保存。

6 灌水质量评价

6.0.1 灌水质量可根据灌水均匀度、田间水利用率和灌溉水储存率进行综合评价。

6.0.2 灌水质量评价宜采用田间试验或田间试验与数值模拟相结合的方法。

6.0.3 灌水均匀度计算应符合下列规定：

1 灌水均匀度宜以均匀系数 CU 表示，均匀系数可按公式 (6.0.3) 进行计算：

$$CU = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |Z_i - Z_{avg}|}{nZ_{avg}} \quad (6.0.3)$$

式中 CU ——灌水均匀系数；

Z_{avg} ——平均灌水深度，mm；

Z_i ——田面第 i 个计算节点处的灌水深度，mm；

n ——田面计算节点数目。

2 田面节点数目沿沟畦长度方向不应少于 5 个；当畦田宽度大于 2m 时，沿畦田宽度方向不应少于 3 个。

6.0.4 灌水均匀度不应低于表 6.0.4 的规定。

表 6.0.4 灌水均匀度要求

灌水技术	畦灌	沟灌	格田灌	水平畦田灌	波涌畦灌	波涌沟灌	覆膜畦灌	覆膜沟灌
灌水均匀度 (%)	80	80	85	90	85	85	80	80

6.0.5 田间水利用率应为实际灌入田间的有效水量与末级固定渠道（农渠）放出水量之间的比值，可按公式 (6.0.5) 计算。

$$\eta_i = \frac{A_{nong} Z_{req}}{W_{nong}} \quad (6.0.5)$$

式中 A_{nong} ——农渠的灌溉面积, m^2 ;

W_{nong} ——农渠供给田间的水量, m^3 ;

Z_{req} ——设计灌水定额, mm 。

6.0.6 田间水利用率应符合 GB/T 50363 的规定。

6.0.7 灌溉水储存率应按公式 (6.0.7) 计算:

$$E_s = \frac{100Z_s}{Z_{\text{req}}} \quad (6.0.7)$$

式中 Z_s ——灌后储存在计划湿润层的平均灌水深度, mm ;

E_s ——灌溉水储存率, %。

6.0.8 作物不同生长期的计划湿润层深度应取不同值。

6.0.9 充分灌溉时灌溉水储存率应等于 1; 非充分灌溉时灌溉水储存率不应低于 80%, 若低于 80% 应论证其对作物产量的影响。

7 地面灌溉工程效益分析

7.0.1 已建成的地面灌溉工程运行 1 年后可进行效益分析。

7.0.2 地面灌溉工程效益法分析应重视调查研究，采用的基本资料应准确。

7.0.3 效益分析计算应符合下列规定：

1 效益应包括工程修建后所增加的产品产值以及省水、省地和省工等所增加的收益。

2 增产值应按已发生年份的实际增产值计算。农业技术措施基本相同时，主产品与副产品的增产值等于有、无地面灌溉工程相比所增加的产值，可按公式 (7.0.3) 计算：

$$B = \sum_{i=1}^m A_i (Y_i - Y_{0i}) V_i + \sum_{i=1}^m A_i (Y'_i - Y'_{0i}) V'_i \quad (7.0.3)$$

式中 B ——第 i 年项目区内的增产值，元；

A_i ——第 i 种作物的灌溉面积， hm^2 ；

Y_i ——第 i 种作物实施地面灌后的产量， kg/hm^2 ；

Y_{0i} ——第 i 种作物实施地面灌前的产量， kg/hm^2 ；

V_i ——第 i 种作物的价格，元/kg；

Y'_i ——第 i 种作物实施地面灌后副产品的产量， kg/hm^2 ；

Y'_{0i} ——第 i 种作物实施地面灌前副产品的产量， kg/hm^2 ；

V'_i ——第 i 种作物副产品的价格，元/kg；

m ——作物种类。

3 农业技术措施不同时，地面灌溉增产值的计算应在公式 (7.0.3) 中乘以工程效益分摊系数，其值可参考类似地区的实验成果或调查资料分析确定。无资料时，可按 0.2~0.6 进行估算，丰水年取小值，枯水年取大值。

4 效益计算中的产品价格应采用影子价格或国际市场价格。

5 地面灌溉工程节水效益应按节省水量用于扩大灌区面积

或用于其他行业所获得的效益计算。

6 省地效益应按节省土地面积所增加的产品效益扣除农业成本计算。

7 省工效益应按实施地面灌后与实施地面灌前的用工量差值乘以当地劳动工日值计算。

附录 A 田面高程标准偏差的确定

A.0.1 田面微地形特征宜采用田面平均坡度和田面相对高程标准偏差进行描述。

A.0.2 平均坡度可通过沿沟畦长方向的测点高程进行回归分析得到。对于畦田，沿畦长方向的高程值应取沿畦宽方向的所有测线的平均值，测线数量依畦田宽度而定，不应少于 3 条。

A.0.3 田面相对高程标准偏差可按公式 (A.0.3-1) 和公式 (A.0.3-2) 计算：

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_0} (Z_i - \bar{Z})^2}{n_0 - 1}} \quad (\text{A.0.3-1})$$

$$Z_i = H_i - \bar{H}_i \quad (\text{A.0.3-2})$$

式中 S_d ——田面相对高程标准偏差，cm；

Z_i ——田面各点的相对高程，cm；

\bar{Z} ——田面相对高程的平均值，cm；

n_0 ——测点数目；

H_i ——田面测点的实测高程值，cm；

\bar{H}_i ——设计坡面上相应测点的期望高程值，cm。

A.0.4 田面测点高程应采用水准测量方法，精度应不低于等外水准测量精度。

A.0.5 测点的布置应依据田块规格来定。沿畦田长度方向，田块长度不大于 100m 时，测点间距不应大于 5m；田块长度大于 100m 时，测点间距不应大于 10m。在畦田宽度方向，常规畦灌、波涌畦灌宜沿畦田两边和中线布设；水平畦田灌、格田灌测点间距不应大于 5m，测线不应少于 3 条。

标准用词说明

标准用词	在特殊情况下的等效表述	要求严格程度
应	有必要、要求、要、只有……才允许	要 求
不应	不允许、不许可、不要	
宜	推荐、建议	推 荐
不宜	不推荐、不建议	
可	允许、许可、准许	允 许
不必	不需要、不要求	

中华人民共和国水利行业标准

地面灌溉工程技术管理规程

SL 558—2011

条 文 说 明

目 次

1	总则·····	29
4	灌水技术管理·····	30
5	用水管理·····	34
6	灌水质量评价·····	35

1 总 则

1.0.1 本标准针对地面灌溉进行规定，对于地面灌溉的基本定义参见《农村水利技术术语》（SL 56—2005）。本标准中地面灌溉主要包括畦灌、沟灌、格田灌和改进地面灌溉；主要特点是灌溉水流在田面流动的同时向土壤入渗。

4 灌水技术管理

4.1 一般规定

4.1.2 本章主要针对畦灌、沟灌、格田灌和改进地面灌溉（水平畦田灌溉、波涌畦灌、波涌沟灌、覆膜畦灌和覆膜沟灌）等 8 种地面灌水方式的技术管理进行规定。

4.2 畦 灌

4.2.1 常规连续畦灌是指在具有一定坡度的畦田土壤表面连续供水的一种畦灌方式。

4.2.2 畦田的最大、最小坡度应能满足不发生土壤冲刷和由畦首到畦尾的水流运动要求。《灌溉与排水工程设计规范》（GB 50288—99）中灌水畦要素规定了坡度小于 2‰、2‰~5‰、大于 5‰等 3 种情况；《美国国家灌溉工程手册》认为，畦灌最适宜于 5‰以下的坡度，如果不存在降雨冲刷的危险则可用于较陡的坡地；联合国粮农组织培训教材《Irrigation Water Management: Irrigation Methods》认为畦田坡度应在 0.5‰~20‰范围内；《灌溉管理手册》（水利部农村水利司，北京：水利电力出版社，1994）推荐畦灌坡度适宜值为 2‰~4‰。综合参考以上几点，本条的畦田坡度适宜值定为 1‰~5‰。

4.2.3 畦田规格过大难以保证灌水质量，过小则影响土地利用效率和机械化作业效率。因此，畦田规格的确定应综合考虑。本条规定中的表 4.2.3，引用于 GB 50288—99 表 8.2.3。

4.2.4 最大单宽流量计算公式（4.2.4）引用于《Surface Irrigation: Theory and Practice》（W R Walker and G V Skogerboe, 1987），并将变量单位进行了转换，因此公式中的常数与原著中有所不同。

4.2.5 改水成数一般有 0.75、0.8、0.85、0.9、0.95 和 1 等几

种，畦田越长或土壤入渗能力越低，改水成数一般越小。由于土壤入渗性能、糙率、坡度等因素具有变异性，流量等技术要素也具有一定的控制误差，所以根据设计的改水成数控制灌水有时也会出现尾部漏灌或由于畦尾积水过深而冲垮畦埂的现象，在灌溉实践中应引起重视。

4.3 沟 灌

4.3.1 常规连续沟灌是指在具有一定坡度的垄沟土壤表面连续供水的一种沟灌方式。

4.3.2 GB 50288—99 中灌水沟要素规定了坡度小于 2‰、2‰~5‰、大于 5‰等 3 种情况；《美国国家灌溉工程手册》认为，沟灌最适宜于 10‰以下的坡度；在我国灌溉实践中，20‰的坡度也被允许（水利部农村水利司，中国灌溉排水技术开发中心，旱作物地面灌溉节水技术，北京：中国水利水电出版社，1999）；《灌溉管理手册》推荐沟灌坡度适宜值为 3‰~8‰。综合参考以上几点，本条的沟底坡度适宜值定为 1‰~8‰。

4.3.3 本条规定中的表 4.3.3，引用了 GB 50288—99 表 8.2.2。

4.3.4 灌水沟允许的最大流速值引用于《Surface Irrigation: Theory and Practice》，并将变量单位进行了转换。

4.4 格 田 灌

4.4.1 格田的纵横向坡度若超过 0.05%，意味着最大边长 100m 的格田首尾高差超过 5cm，将有可能出现灌后部分田面无水层的现象。

4.4.2 据调查，平原水稻区格田面积一般为 2~5 亩，长度多在 60~120m 范围内，宽度多在 20~30m 范围内；盐碱地冲洗灌溉时，土壤含水率不高入渗能力较强，格田规格应比平原水稻区的小。

4.4.6 当格田内微地形空间变异较大时，灌溉水流推进扩散较慢且不均匀，可沿格田纵横向分别开设 2~3 条浅沟作为导灌沟，

以提高水流的推进扩散速度。

4.5 水平畦田灌

4.5.3 水平畦田灌最主要的特点是田面水平，所以对于土地平整要求较高，根据大量田间试验和数值模拟结果表明，田面平整精度（田面相对高程标准偏差）为 2cm 是灌水质量随田面平整度变化的一个突变点，故本标准中要求水平畦田灌田面平整精度不低于 2cm；在畦田水平的前提条件下，畦田规格也可比常规畦灌大，很适合规模化生产。为了使水流迅速覆盖整个田面，尽量保证田面各点受水时间相同，所以田块也不宜过长，一般宽长比值较大。但在渠道最大流量不太大的情况下，畦田过宽会导致单宽流量太小，从而不能满足水流迅速覆盖整个田面的要求，因此畦田宽度需视渠道供流能力而定。水平畦田灌溉系统的特点决定了水流覆盖整个田面后，灌溉供水会持续一段时间，因此整个田面水深较大，为了保证灌溉时畦田不跑水，故对畦埂要求较高。

4.5.6 为了保证水流快速覆盖整个田块，故水平畦田灌溉要求入流量比常规畦灌大，因此畦田入流口要求配备防冲刷的设施。

4.5.7 水平畦田灌设计供水时间的计算公式参照《Surface Irrigation: Theory and Practice》。结合国内常用变量单位的习惯用法，对公式系数进行了修正。

4.6 波涌畦灌

4.6.6 放水总时间的确定应根据波涌灌灌水经验，在相同灌水条件下，先按常规连续畦灌灌水结果确定常规连续畦灌的供水时间 T_c ，然后确定波涌畦灌放水总时间。

根据试验结果分析，黏壤土灌区的节水率 R 可按下列方法计算：

(1) 对灌一水的情况，节水率可根据公式 (1) 进行计算：

$$R = 3.5 + 0.082L \quad (60\text{m} \leq L \leq 240\text{m}) \quad (1)$$

(2) 对灌二水和灌三水的情况，节水率可根据公式 (2) 进行计算：

$$R = 1.4 + 0.065L \quad (60\text{m} \leq L \leq 240\text{m}) \quad (2)$$

式中 L ——畦田长度，m。

5 用水管理

5.1 灌溉制度

5.1.2 地面灌溉过程是水流在沟畦内扩散，覆盖整个沟畦田面，直到灌水量满足本次灌水定额要求的过程。由此可见，在应用地面灌溉技术时，实际灌溉水量必须首先满足水流覆盖整个沟畦田面的要求，然后才是满足本次灌水定额的要求。大量田间灌溉评价结果表明：在地面灌溉条件下，满足水流覆盖整个沟畦田面要求的灌溉水量可能大于单纯依据作物腾发量 ET 、土壤墒情等条件确定的灌水定额，而满足水流覆盖整个沟畦田面要求的灌溉水量与给定的沟畦规格、田面微地形、土壤入渗性能、流量等条件有关。对于某一次灌溉过程而言，满足水流覆盖整个沟畦田面要求的灌溉水量实际上成为完成该次灌溉过程必需的最小灌水定额。因此，在制定地面灌溉条件下的灌水定额时，应根据当地灌溉条件，通过田间灌溉试验或采用地面灌溉数值模拟模型得到相应的最小灌水定额，再结合作物腾发量 ET 、土壤墒情等条件进行综合分析后加以确定。

6 灌水质量评价

6.0.1 灌水质量通常指灌溉水在田间的分布均匀度和灌溉水的有效利用程度，最理想的灌水质量是用最少的水最均匀的分布在整個畦面，并满足作物需水要求。

6.0.2 灌水质量评价按下列步骤进行：

(1) 选取典型试验田块。

(2) 进行田间灌溉试验。观测内容包括灌前与灌后 1d (24h) 土壤含水量、入畦流量、灌水时间、土壤入渗参数、水流推进时间（纵横向）、水流消退时间、田面微地形。

(3) 整理观测数据：

①灌后根区土壤平均灌水深度，可根据灌前与灌后土壤含水量得到。

②田面各点入渗深度，第一种是根据土壤入渗参数和水流推进消退时间，采用入渗方程进行估算；第二种是根据灌溉模拟模型模拟得到。

③平均灌水深度可根据入畦流量和灌水时间得到。

④作物灌溉需水量可根据当地作物灌溉制度确定。

6.0.3 评价灌水均匀度的指标不是唯一的，本标准中推荐采用克里斯琴森均匀系数进行评价。通过试验观测计算均匀度指标时，测点的合理确定很重要，各测点的灌水深度可通过测量灌前 1d 和灌后 1d 的土壤含水量来确定。