

T/ CPPC

中国生产力促进中心协会团体标准

T/ CPPC XXXX—2024

智慧灌区续建配套及节水改造技术规范

Technical specifications for supporting and water-saving renovation of smart irrigation areas

(征求意见稿)

2024 - XX - XX 发布

2024 - XX - XX 实施

中国生产力促进中心协会 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	3
4 总则	5
5 主要技术要求	5
5.1 一般规定	5
5.2 灌区技术参数	6
6 灌区续建配套工程建设	6
6.1 一般规定	7
6.12 水源论证	7
6.13 灌区水闸工程	8
6.14 灌区泵站工程	8
6.15 灌区渡槽工程	8
6.16 灌区倒虹吸工程	10
6.17 隧洞工程	12
6.18 田间配套工程	12
6.19 生态工程	13
7 灌区渠道节水措施改造	13
7.1 一般规定	13
7.2 灌区明渠节水工程	14
7.3 修复治理施工	15
8 田间节水工程	16
8.1 一般规定	16
8.2 田间末端渠系节水工程	16
8.3 田间喷灌节水工程	16
8.4 田间微灌节水工程	17
8.5 田间畦田节水工程	18
9 灌区现代化智慧工程	19
9.1 一般规定	19
9.2 灌区现地监测与数据采集	19
9.3 信息传输	20
9.4 数据存储	21
9.5 决策调度信息管理集控中心	21

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的批准发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国生产力促进中心协会提出并归口。

本文件主要起草单位：

本文件主要起草人：

智慧灌区续建配套及节水改造技术规范

1 范围

本文件规定了智慧灌区续建配套及节水改造技术主要技术要求、灌区续建配套工程建设、灌区渠道节水措施改造、田间节水工程、灌区现代化智慧工程等内容。

本文件适用于全国新建、扩建、改建及更新改造、除险加固的大中慧灌区续建配套与节水改造工程建筑物施工、金属结构安装、信息化及现代化建设等。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 3838 地表水环境质量标准
- GB 50007 建筑地基基础设计规范
- GB 50009 建筑结构荷载规范
- GB 50026 工程测量标准
- GB 50057 建筑物防雷设计规范
- GB 5084 农田灌溉水质标准
- GB 50171 电气装置安装工程盘、柜及二次回路接线施工及验收规范
- GB 50202 建筑基础地基工程施工质量验收标准
- GB 50203 砌体结构工程施工质量验收规范
- GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范
- GB 50205 钢结构工程施工质量验收标准
- GB 50209 建筑地面工程施工质量验收规范
- GB 50210 建筑装饰装修工程质量验收标准
- GB 50288 灌溉与排水工程设计标准
- GB 50300 建筑工程施工质量验收统一标准
- GB 50367 混凝土结构加固设计规范
- GB 50487 水利水电工程地质勘察规范
- GB 8978 污水综合排放标准
- GB/T 14173 水利水电工程钢闸门制造、安装及验收规范
- GB/T 19000 质量管理体系 基础和术语
- GB/T 21303 灌溉渠道系统量水规范
- GB/T 50085 喷灌工程技术规范

- GB/T 50152 混凝土结构试验方法标准
- GB/T 50085 喷灌工程技术规范
- GB/T 50152 混凝土结构试验方法标准
- GB/T 50265 泵站设计标准
- GB/T 50315 砌体工程现场检测技术标准
- GB/T 50328 建设工程文件归档规范
- GB/T 50344 建筑结构检测技术标准
- GB/T 50485 微灌工程技术标准
- GB/T 50600 渠道防渗衬砌工程技术规范
- GB/T 50625 机井技术规范
- GB/T 50662 水工建筑物抗冰冻设计规范
- GB/T 50817 农田防护林工程设计规范
- JGJ 79 建筑地基处理技术规范
- JTG D60 公路桥涵设计通用规范
- JTG 3362 公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范
- NY/T 369 农用水源环境质量监测技术规范
- SL 27 水闸施工规范
- SL 36 水工金属结构焊接通用技术条件
- SL 47 水工建筑物岩石地基开挖施工技术规范
- SL 52 水利水电工程施工测量规范
- SL 74 水利水电工程钢闸门设计规范
- SL 105 水工金属结构防腐蚀规范
- SL 176 水利水电工程施工质量检验与评定规程
- SL 191 水工混凝土结构设计规范
- SL 203 水工建筑物抗震设计规范
- SL 211 水工建筑物抗冰冻设计规范
- SL 223 水利水电建设工程验收规程
- SL 265 水闸设计规范
- SL/T 269 水利水电工程沉沙池设计规范
- SL 277 水土保持监测技术规程
- SL 279 水工隧洞设计规范
- SL 285 水利水电工程进水口设计规范

SL/T 318	水利血防技术规范
SL/T 352	水工混凝土试验规程
SL 379	水工挡土墙设计规范
SL/T 381	水利水电工程启闭机制造安装及验收规范
SL 386	水利水电工程边坡设计规范
SL 537	水工建筑物与堰槽测流规范
SL 400	水利水电工程机电设备安装安全技术规程
SL 631	水利水电工程单元工程施工质量验收评定标准—土石方工程
SL 632	水利水电工程单元工程施工质量验收评定标准—混凝土工程
SL 633	水利水电工程单元工程施工质量验收评定标准—地基处理与基础工程
SL 634	水利水电工程单元工程施工质量验收评定标准—堤防工程
SL 635	水利水电工程单元工程施工质量验收评定标准—水工金属结构安装工程
SL 654	水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范
SL 721	水利水电工程施工安全管理导则
SL 725	水利水电工程安全监测设计规范
SLJ 23	渠系工程抗冻胀设计规范
TB 10017	铁路工程水文勘测设计规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

灌区 irrigation district

具有一定保证的水源，有统一的管理主体，由完整的灌溉排水工程系统控制及其保护的区域。

3.2

现代灌区 modern irrigation district

遵循人与自然和谐、绿色发展理念，利用先进技术与设备建设排灌工程，采用现代制度与先进手段增强管理能力，具有“设施完备、管理科学、用水高效、生态良好”特征，适应国民社会经济发展，达到水资源高效利用和可持续发展的灌区。

3.3

高标准农田 well-facilitated farmland

土地平整、集中连片、设施完善、农电配套、土壤肥沃、生态良好、抗灾能力强，与现代农业生产和经营方式相适应的旱涝保收、高产稳产，划定为基本农田实行永久保护的耕地。

3.4

高标准农田建设 well-facilitated farmland construction

为建设高标准农田，改善或消除主要制约因素，全面提升农田质量而开展的土地平整、土壤改良、灌溉与排水、田间道路、农田防护与生态环境保持、农田输配电以及其他工程建设，并保障其高效利用的建设活动。

- 3.5
灌溉工程 irrigation projects
为灌溉农田、林地、草地而兴建的水利工程。
- 3.6
灌溉系统 irrigation system
灌区引水、输水、配水、蓄水、退水等各级渠沟或管道及相应建筑物和设施的总称。
- 3.7
灌溉保证率 reliability of irrigation, irrigation reliability
灌溉用水量在多年期间，能够得到保证的概率。
- 3.8
灌区水面率 water surface ratio of irrigation district
灌区内河道、塘坝和沟道在设计水位或多年平均水位条件下具有的水面面积与灌区总面积的比例。
- 3.9
节水灌溉 water-saving irrigation
在作物生育期，为提高灌溉水利用率和灌水效益采用工程、技术和管理等综合措施的灌溉方式。
- 3.10
灌溉水源 water sources for irrigation
可用于灌溉的地表水、地下水和经过处理并达到利用标准的其他水源的总称。
- 3.11
渠道防渗衬砌 canal seepage control and lining
减少渠道水量渗漏损失及固定渠槽渠坡、改善流态的技术措施。
- 3.12
喷灌 sprinkler irrigation
喷洒灌溉的简称。是利用专用设备将有压水流送到灌溉地段，通过喷头以均匀喷洒方式进行灌溉的方法。
- 3.13
喷灌系统 sprinkler irrigation system
自水源取水并加压后输送、分配到田间实行喷洒灌溉的系统。
- 3.14
微灌 microirrigation
通过管道系统与安装在末级管道上的灌水器，将水和植物生长所需的养分以较小的流量，均匀、准确地直接输送到植物根部附近土壤的一种灌水方法。包括滴灌、微喷灌、涌泉灌等。
- 3.15
微喷灌 microspray irrigation
利用专门灌溉设备，将有压水送到灌溉地块，通过安装在末级管道上的微喷头流量 $\leq 250\text{L/h}$ 进行喷洒灌溉的方法。
- 3.16
滴灌 drip irrigation
利用专门灌溉设备，灌溉水以水滴状流出而浸润植物根区土壤的灌水方法。
- 3.17
涌泉灌 bubbler irrigation
利用流量调节器稳流和小管分散水流或利用小管直接分散水流实施灌溉的灌水方法，也称小管出流灌。
- 3.18
骨干工程 main works
设计流量 $\geq 1\text{m}^3/\text{s}$ 的灌溉排水沟渠（管）及渠（沟）系建筑物或管件等设施。

3.19

田间工程 on-farm structures

末级固定渠道控制范围内修建的永久性或临时性灌排设施以及对土地的平整。

3.20

渠系建筑物 canal system structures

在灌溉或排水渠道系统上为了控制、分配、量测水流，通过天然或人工障碍，保证渠道安全运用而修建的建筑物的总称。

3.21

渡槽 apueduct

渠道通过河渠、溪谷、洼地或道路时，所修建的桥式交叉渠系建筑物。

3.22

倒虹吸 inverted siphon

渠道通过河渠、溪谷、洼地或道路时，敷设于地面或地下的具有虹吸作用的下凹式压力涵管式输水通道。

3.23

涵洞 culvert

横穿填方渠堤、路基而埋设的具有封闭形断面的输水、泄水或交通建筑物。

3.24

排洪建筑物 flood-discharging structures

导引天然洪水径流安全汇入、排出、跨越或横穿渠道的建筑物。

3.25

管理设施 management facilities

服务于灌区运行维护和履行管理职能的各项设施及工具的统筹，主要包括灌区水情测报、运行控制、用水计量、工程维护以及灌排试验、交通和通信、信息处理、办公及生活服务等设施。

3.26

灌区信息化 informatization of irrigation district

将计算机技术、信息技术等用于灌区工程设施的控制、运行和管理的过程。

4 总则

4.1 为规范灌区续建配套与节水改造工程建设程序，统一灌区续建配套与节水改造工程建设内容、方法及标准（准则）等技术要求，保证工程施工质量、节能降耗、经济合理、运行高效，根据国家和水利部有关规定，制定本规范。

4.2 智慧灌区续建配套与节水改造工程应采用技术成熟的设备设施，当采用新技术、新材料、新设备、新工艺，用于智慧灌区续建配套与节水改造工程时，应进行相关试验并经过技术鉴定。

4.3 智慧灌区续建配套与节水改造工程施工质量单元工程验收、分部工程验收、单项工程验收、单位工程验收及竣工验收，所用质量检验验收表格，参照 SL 223 标准执行，并根据智慧灌区续建配套与节水改造工程规模及项目特点，有关栏目适当增减。

4.4 智慧灌区续建配套与节水改造工程施工，除应执行本规范规定外，尚应符合国家现行其它有关标准和规定要求。

5 主要技术要求

5.1 一般规定

5.1.1 智慧灌区续建配套与节水改造工程技术标准，应以 SL 176、SL 239、SL 631、SL 632、SL 633、SL 634、SL 635 及其它相关标准规定为基础，并着眼未来信息化、现代化建设需要适度提高。

5.1.2 智慧灌区续建配套与节水改造工程施工质量评定验收，按照小、中、大层次逐级从小到大进行。

首先评定验收单元工程，然后在单元工程验收基础上评定验收分部工程，再从分部工程验收基础上评定验收单位工程。

5.1.3 智慧灌区续建配套与节水改造单元工程，施工单位应按“三检制”要求完成自检，即对单元（工序）工程施工质量进行“班组自检、施工队复检、施工单位质检机构终检”的三级质量检验。

5.1.4 智慧灌区续建配套与节水改造单元工程检验项目，分为主控项目和一般项目；智慧灌区续建配套与节水改造工程项目施工质量评定等级分为“合格”和“优良”两级，合格等级是工程基本验收标准，优良等级是为工程项目质量创优而设置的质量标准。不合格工程必须进行处理且达到合格标准后，才能进行后续工程施工或验收。

5.1.5 智慧灌区续建配套与节水改造工程质量控制、等级评定依据，应满足下列要求：

- a) 国家及有关部门颁布的相关法律法规、规程规范、技术标准等。
- b) 有关建设规划、初步设计文件、施工图纸等批复文件以及项目变更调整、批复文件。
- c) 经批准的设计图样与技术条件、设计修改通知书。
- d) 项目建设双方约定、施工合同及工程承包合同中约定的技术标准。
- e) 厂家提供的水泵、机电等设备安装说明书及有关技术文件。
- f) 按有关规定应取得的项目建设其他审批手续。
- g) 工程施工期及试运行期的试验和观测分析成果。

5.2 灌区技术参数

5.2.1 灌溉设计保证率：沿海平原区灌溉设计保证率应 $\geq 85\%$ ；沿江、湖平原区灌溉设计保证率应 $\geq 90\%$ ；沿河道平原区灌溉设计保证率应 $\geq 80\%$ 。

5.2.2 灌溉水利用系数：大型灌区灌溉水利用系数应 ≥ 0.55 ，中型灌区应 ≥ 0.65 ，小型灌区灌溉水利用系数参照执行。

5.2.3 渠系水利用系数：大型灌区渠系水利用系数应 ≥ 0.60 ，中型灌区应 ≥ 0.70 ；管道输水工程应 ≥ 0.95 。

5.2.4 田间水利用系数：田间水利用系数水稻灌区宜 ≥ 0.95 ，旱作灌区宜 ≥ 0.90 。

5.2.5 建筑物工程等级：灌区内蓄水、引水、提水、输水和排水工程及相应的建筑物等级，应执行国家现行标准 GB 50288 有关规定。

5.2.6 防洪要求：灌区内蓄水、引水、提水、输水和排水工程及相应的建筑物防洪标准，应在执行国家现行标准 GB 50201 有关规定。

5.2.7 排涝要求：设计暴雨历时和排除时间，按照十年一遇日降雨标准，雨后 1d 能排出积水；对于经济作物，应适当提高排涝标准。

5.2.8 排渍要求：旱作物设计排渍深度可取 0.8m~1.2m，耐渍深度可取 0.3m~0.6m，耐渍时间可取 3d~4d；稻田淹水时适宜日渗漏量可取 2 mm/d~8 mm/d，晒田时设计排渍深度可取 0.4m~0.6m，采用农机收割时黄熟期可取 0.6m~0.8m。沿海盐渍化威胁地区除了满足上述排水标准外，还应在返盐季节将地下水位控制在临界深度以下。

5.2.9 微灌灌溉设计保证率：采用地下水为微灌水源时应 $> 90\%$ ，采用其他微灌水源时应 $> 85\%$ 。灌溉水利用系数，滴灌应 > 0.9 ；微喷管、涌泉灌应 > 0.85 。

5.2.10 工程配套率与完好率：骨干工程配套率应达到 100%，完好率达到 90%；田间工程配套率应达到 95%，完好率达到 90%。工程使用年限要求：灌区各类工程及建筑物的使用年限，应根据所在工程的类别和建筑物级别，按 SL654 规定合理确定使用年限。

5.2.11 灌区水质要求：灌溉水源的水质应符合 GB 5084 相关标准；灌区排出的水质不宜低于排水承泄区水功能区水质标准。灌区内外城镇及工矿企业排入灌排沟渠的地面水和污水水质，应满足 GB 3838 和 GB 8978 相关标准。

5.2.12 灌区水面率：平原区水面率应达到 10%~15%，丘陵区水面率应达到 5%~10%。防渗率 $\geq 70\%$ ，渠系水利用系数 ≥ 0.85 。

6 灌区续建配套工程建设

6.1 一般规定

6.2 按照灌区建设年代、自然条件、社会经济状况、运行管理情况，结合灌区续建配套及节水改造有关国家政策及现代农业发展需要，因地制宜开展灌区现代化续建配套建设。

6.3 遵循经济与生态协调发展的理念，以灌区设计任务为目标，需要配套的相关工程建设为核心，最大限度发挥灌区工程设计效益。

6.4 遵循生态系统整体性原则，进行灌区区域内旱、涝、洪、渍、盐(碱)、污等水问题系统一治理，山、水、林、田、湖、草、沙统筹规划与整治。

6.5 灌区续建配套骨干配套建筑物、灌排系统应健全，按设计要求延长灌区主干渠长度，满足现代条件下高标准农田灌溉、粮食高产稳产等灌区灌溉条件。

6.6 常年通水渠道，正常水位以下宜采用衬砌防渗，常水位至设计水位宜采用生态防渗技术，设计水位以上宜采用草皮护坡，配套建筑物宜采用生态友好型技术设计。渠道防渗设计应符合 GB/T 50600 的有关规定。

6.7 灌溉和排水系统的布局应协调一致，排水系统应满足排涝降渍要求。除险工、险段需要加固硬化外，排水沟道不宜硬化处理。平原区排水沟道应考虑排涝降渍、滞蓄涝水的要求。

6.8 骨干渠道、排水沟道附近，应设安全警示标志；村民居住区或人员活动频繁区域，可设置安全护栏、围墙、救援绳索、救生圈、搭救索钩、逃生台阶等救生设施。

6.9 渠系建筑物的选择与布设，应满足灌区灌排要求，确保渠道安全正常运行，适应交通和生产生活需要，宜选用外观优美、造型独特、与环境相协调的结构形式。

6.10 渠系续建配套建筑物构成，应根据灌区干线穿、越、跨、控等需要，建设渡槽、倒虹吸、渠涵、水闸、泵站、交通桥梁等工程，进一步完善灌区灌溉工程体系，扩大灌区有效灌溉面积。

6.11 灌区续建配套建筑物工程建设，应执行下列标准：

- a) 水闸工程建设应执行 SL 27、SL 265 相关规定。
- b) 渠涵工程建设应执行 SL 279、TB 10002 相关规定。
- c) 桥梁工程建设应执行 JTGD 60 相关规定。
- d) 泵站工程建设应执行 GB/T 50265 相关规定。
- e) 泄洪工程建设应执行 SL 253 相关规定。

6.12 水源论证

6.12.1 灌区续建配套工程，应针对灌区相应“卡脖子”的配套建筑物的不断完善及有效灌溉面积的扩大等要求及任务，重新论证水源工程的供水量、供水持续时间等供水实效。

6.12.2 灌区水源工程的供水规模，应通过灌区水资源供需平衡分析确定灌区需水量，除农田灌溉用水外，还应包含生态需水量。

6.12.3 灌区应统一调度蓄、引、提水源工程，互补互济，并注重雨、洪资源利用和农田排水再利用。丘陵及缓坡山丘区骨干排水沟道，可通过修建梯级拦水坝拦蓄，提高水资源利用效率。

6.12.4 水源工程设计布局应科学、合理，满足安全运行要求，技术状态良好，运行指标达到设计标准；对于不能满足上述要求的建筑物，应及时进行维修、改造或重建。

6.12.5 大中型灌区的水源工程，应采用多水源差动、互补式联网调度方式，建立完善的自动调度系统。水源工程应优先使用河道、水库、塘坝等地表水，严格控制使用灌区地下水。

6.12.6 水库、塘坝等蓄水枢纽工程，灌区续建配套工程建设前，应进行防洪等级安全评估，对不能满足防洪要求的水库、塘坝等蓄水枢纽工程，应进行防洪除险加固；对于渗漏问题严重的水库、塘坝等蓄水枢纽工程，应按照 SL260 的有关规定进行防渗处理。

6.12.7 应保障河道引、排顺畅，满足灌溉引水要求。根据水行政部门对河道淤积监测情况，开展河道清淤整治。河道清淤整治不应损害灌区生态水环境。

6.12.8 提水灌区应进行节能改造。对于能正常工作的泵站，应确保设备经济合理运行；对于年代已久、设备老化且装置效率低下的泵站应予以淘汰，及时进行更新改造。

6.12.9 灌区水源工程使用的机电设备、金属结构零部件应完好齐全，技术状态良好，主要参数满足设计要求，保证安全运行；对于不能满足上述要求的机电设备或金属结构，应进行及时维修、改造或更换。

6.13 灌区水闸工程

6.13.1 水闸工程，是灌区的重要、控制性配套建筑物，应根据灌区规模、地形地质及水闸使用功能、运行特点、管理维修等条件，对各类指标进行综合比选，优化设计方案。

6.13.2 水闸形式选择、水力及结构计算、防渗排水和地基处理等设计，应执行 SL 265 及其相关标准有关规定。

6.13.3 灌区水闸布置，应满足下列规定：

- a) 进水闸：在水源引水进入渠道时，应设进水闸，调节、控制入渠流量。
- b) 检修闸：在大中型水闸的闸门槽前，应设检修闸，方便闸门维修、检修。
- c) 分水闸：在分水渠道进口等位置，应设分水闸。多泥沙输水分水闸底板或闸槛顶部高程，应高于上级渠道底 10cm 以上。
- d) 排水闸：在骨干排水沟道出口、需要防止外水倒灌等位置，应设排水闸。
- e) 泄水闸：在渠道穿越重要城镇、工矿区、险工、傍山或存在坡面洪水威胁、重要渠系建筑物上游侧、长距离输水渠道的临近容泄区及重要斗渠及以上渠道末端等位置，应设泄水闸。
- f) 节制闸：在灌溉渠道轮灌组分界、渠道断面急剧变化、泄水闸或分水闸的被泄水渠道下游等需要壅高水位、调节或截断渠道水流等位置，应设节制闸。
- g) 退水闸：在斗渠末端位置，应设退水闸。

6.13.4 闸体结构，应满足下列规定：

- a) 闸孔规格：节制闸的闸孔净面积和过水面积应相等，闸孔数量宜为单数。闸门孔口规格尺寸，应执行 SL 74 相关规定。
- b) 翼墙规格：上游翼墙顺水流方向的水平长度应 \geq 铺盖长度；下游翼墙每侧平均扩散角，宜采用 $7^{\circ} \sim 12^{\circ}$ ，其水平长度应 \geq 消力池长度。
- c) 抗寒措施：严寒地区，闸室、上下游连接段的侧墙背后、底板下，应采用排水、保温、抗冻胀措施。

6.14 灌区泵站工程

6.14.1 泵站工程，是灌区的提水配套建筑物，将灌区水从低处通过水泵加压输送到高处进行灌溉。应根据灌溉水系规模、地形、地质及泵站使用功能、运行特点、管理维修等条件，对各类指标进行综合比选，优化设计方案。

6.14.2 泵站工程布置，应设在灌区明渠末端，且渠道自然坡降低于农田灌区平均高程、确需进行提水灌溉而建设提水泵站的位置；耕地需要排水，应建设排水泵站。

6.14.3 泵站设置，应符合以下要求：

- a) 指标标准：泵站各项指标标准设定，应符合国家标准 GB 50265 相关规定。
- b) 设计流量：应根据设计灌溉保证率、设计灌水率、灌溉面积、灌溉水利用系数及灌区内调蓄容积等综合分析计算确定；排水泵站设计流量，应根据排涝标准、排涝方式、排涝面积及调蓄容积等综合分析计算确定。

6.15 灌区渡槽工程

6.15.1 渡槽工程，是灌区渠道的上跨越配套建筑物。应根据灌溉水系规模、地形、地质及渠道流量、跨越宽度等条件，对各类指标进行综合比选，优化设计方案。

6.15.2 渡槽工程槽址和结构形式，应技术经济条件最佳，最大限度地控制永久占地数量、植被破坏规模、弃渣污染程度、水土流失面积等不利影响。

6.15.3 渡槽工程选址，宜与跨河、沟、路等正交。所跨河道应河势稳定，减少渡槽对河势和上下游、左右岸已建工程的影响，并应符合河流防洪规划的要求。

6.15.4 渡槽建筑物工程总体设计，渡槽工程的槽身宜为直线形式，应使槽身和引渠长度最短、地质条件良好。渡槽前，应设置安全泄空、防堵、排淤等配套建筑物。

6.15.5 渡槽工程的槽身下部净空高度，应满足下列规定：

- a) 道路净高：跨越乡村道路净高，人行道应 ≥ 2.2 m，机动车道应 ≥ 3.5 m；桥下净宽应 ≥ 4 m。

- b) 河道净高：跨越非通航河道净高，校核水位以上应 $\geq 1\text{m}$ ；跨越通航河道、铁路、公路净高，应符合相关行业标准关于建筑限值的规定。
- 6.15.6 渡槽工程结构形式选择，应满足下列规定：
- 梁式渡槽：适用于地形开阔、槽身不大、地质条件较差的大型渡槽。
 - 斜拉渡槽：单跨拱式或大跨度斜拉式渡槽，适用于窄深山谷地形、两岸地质条件良好、场地稳定、承载力较好的渡槽。
 - 桁架渡槽：桁架式或拱式渡槽，适用于槽身高大、地基良好或便于处理的渡槽。
 - 单跨渡槽：适用于水流湍急、通航放木、冰清严重河道上的渡槽。
 - 多跨渡槽：适用于槽址复杂情况。
- 6.15.7 渡槽工程槽身断面，应满足下列规定：
- 槽身矩形横断面：深宽比宜为 $0.6\sim 0.8$ ，侧墙顶厚度应 $\geq 12\text{cm}$ ，槽身高度与槽壁厚度比宜为 $12\sim 16$ ，肋板式槽身高度与槽壁厚度比宜为 $18\sim 21$ 。
 - 槽身箱型横断面：深宽比宜为 $0.6\sim 0.8$ ，在加大水面以上的通气面积应 $\geq 15\%$ ，通气净空高度应 $\geq 0.4\text{m}$ 。
 - 槽身U形横断面：梁式渡槽U形槽身，深宽比宜为 $0.7\sim 0.9$ ；拱式渡槽U形槽身的深宽比可减少。U形槽身的槽壁顶端应加大，形成的顶梁面积（不含槽壁厚）宜为槽身横断面的 $15\%\sim 18\%$ 。跨宽比 ≥ 4 的U形槽底弧形段宜加厚。U形槽身两端应设端肋，端肋外形轮廓宜为倒梯形或折线型。槽身高度与槽壁厚度比 > 15 时，应论证槽身稳定性。
- 6.15.8 梁式渡槽工程技术要求，应满足下列规定：
- 槽跨长度：钢筋混凝土结构的简支梁式渡槽工程，单跨长度宜为 $8\text{m}\sim 15\text{m}$ ；双悬臂梁式渡槽工程分节长度宜为 $15\text{m}\sim 30\text{m}$ ；预应力混凝土结构大型渡槽槽身，应采用简支梁式，其单跨长度宜为 $25\text{m}\sim 50\text{m}$ 。
 - 梁式选择：4、5级渡槽工程的槽身及跨宽比 ≥ 4 的梁式槽身，按梁结构设计；跨高比 ≤ 5 时，按深受弯简支梁结构设计。
 - 槽身挠度：槽身最大挠度，应根据槽水工况进行计算。槽身跨度 $\leq 10\text{m}$ 时，最大挠度应 $< 1/400$ ；跨度 $> 10\text{m}$ 时，最大挠度应 $< 1/500$ 。
 - 抗裂限裂：裂度应执行标准SL 191相关规定。1、2、3级槽身应进行抗裂槽身设计；4、5级槽身应进行限裂设计。
- 6.15.9 拱式渡槽工程技术要求，应满足下列规定：
- 渡槽拱圈跨度：主拱圈跨度宜为 $30\text{m}\sim 40\text{m}$ 。1、2级及跨度大的渡槽工程，主拱圈宽跨比应 $\geq 1/20$ ；大跨、小流量的渡槽工程或3、4、5级拱式渡槽工程，宽跨比应 $\geq 1/30$ ；单拱跨度 $\leq 40\text{m}$ 时宜采用等截面主拱圈，单拱跨度 $> 40\text{m}$ 时，应采用从拱顶至拱脚逐渐加大截面高度的变截面主拱圈。
 - 渡槽拱圈跨径：横墙腹拱式空腹拱渡槽工程的腹拱跨径，宜为主拱圈跨径的 $1/15\sim 1/8$ ，主拱圈跨径大时取小值。
 - 渡槽拱圈断面：主拱圈断面可采用实体式或空箱式横截面。箱腹挖空面积宜为箱体全面积的 $50\%\sim 70\%$ 。
 - 主拱圈矢跨比：板拱、肋拱宜为 $1/6\sim 1/3$ ，箱型拱、钢架拱宜为 $1/10\sim 1/6$ ，桁架拱宜为 $1/8\sim 1/4$ 。
 - 拱肋断面结构：矩形截面肋拱的拱顶厚度宜为拱跨的 $1/60\sim 1/40$ ，截面高度与跨度比宜为 $1.5\sim 2.5$ 。
 - 拱肋横向固梁：拱肋横系梁，最小边长应 $>$ 其长度的 $1/15$ 。拱肋上排架间距可采用 $3\text{m}\sim 6\text{m}$ 或拱肋宽度的15倍。
 - 竖向设缝位置：实腹拱的拱上结构两端与槽台之间；主拱圈宽度较大时，拱顶位置；多跨实腹拱式渡槽的曹墩顶部的上部结构；铰所在断面的上部结构。
- 6.15.10 桁架渡槽工程技术要求，应满足下列规定：

- a) 梁式渡槽：梁式桁架渡槽高跨比宜为 $1/10\sim 1/5$ ，桁架节间距宜为 $8\text{m}\sim 15\text{m}$ ；上承梁式桁架的高跨比宜为 $1/6\sim 1/3$ ，其竖杆位置应使各节点的槽身纵向弯矩值接近且应 $\geq 5\text{m}$ ；下承梁式桁架的上弦拱轴线宜采用二次抛物线（或采用折线拱或平行弦桁架），高跨比宜为 $1/10\sim 1/5$ 。
- b) 桁架渡槽：拱式桁架渡槽工程，桁架拱拱形弦杆的轴线宜采用二次抛物线或悬链线形式。桁架节点间距宜为跨度的 $1/15\sim 1/10$ ，桁架拱片各杆截面宽度宜为 $20\text{cm}\sim 50\text{cm}$ 。上承拱式桁架的下弦杆截面高度宜为跨度的 $1/85\sim 1/70$ ，下弦杆与上弦杆的刚度比宜 ≥ 6 ；腹杆与上弦杆的刚度比宜 < 1 ；复拱式拱桁架上、下弦杆的刚度比宜为 $3\sim 4$ ，竖杆截面宽度宜 \leq 下弦杆的截面高度。中承式及下承式桁架拱的杆件尺寸可参照执行。各榀桁架片之间，应采用横向联系杆刚性连接成整体结构。
- 6.15.11 渡槽工程支撑结构，应满足下列规定：
- a) 排架：应按下端为固接或铰接方式，分别验算横槽向和顺槽向强度。高度 $< 20\text{m}$ 时，应采用单排架； $20\sim 35\text{m}$ 时，应采用双排架、A 字形排架，宜在顺槽向或横槽向同一方向上布置，A 字形排架按两个横槽向单排架或单 A 字形排架设计。排架底部受水流冲击时，应设计成重力式槽墩。
- b) 槽墩：重力式槽墩高 $8\sim 15\text{m}$ 时，应采用浆砌石或混凝土实体墩；墩高 $15\sim 40\text{m}$ 时，应采用混凝土或钢筋混凝土实心或空心重力墩。
- 注：钢筋混凝土空心重力墩的墩壁厚应 $\geq 30\text{cm}$ ，混凝土空心重力墩的墩壁厚应 $\geq 50\text{cm}$ 。空心墩帽下应设置实体过渡段，空心墩内应沿高度方向每隔 $2.5\sim 4\text{m}$ 设置水平状钢筋混凝土横隔板或横梁，或设置直立的纵向隔板。
- 注：多跨连拱式渡槽，每隔 $3\sim 5$ 跨应设置一个加强墩。两侧拱跨对称的拱式渡槽混凝土中墩的墩顶厚度宜为拱跨的 $1/25\sim 1/15$ 。
- c) 槽台：轻型槽台和重力式槽台高度应 $< 5\text{m}$ ，台身背面应设置集水反滤系统和减压排水孔。台背填土应符合设计密实度指标要求，其表面应采取排水和防冲蚀措施。
- 注：槽台设置应验算整体抗滑、抗倾覆稳定性和地基承载力，并对台身各水平断面的正应力和剪应力进行设计计算。
- 6.15.12 渡槽工程支座结构，应满足下列规定：
- a) 支座：结构应满足强度要求，适应槽身温度变化、混凝土收缩、徐变及荷载作用而引起的位移。中小型渡槽工程的固定支座，宜用采用平面钢板支座或板式橡胶支座，活动支座宜用切线钢板或滑动板式橡胶支座；大型渡槽的固定支座宜用盆式橡胶支座，活动支座宜用单向或多向盆式橡胶支座。
- b) 支梁：简支梁式支座应采用高程的较低端为固定支座，另一端为活动支座；多跨简支梁槽身，各跨的固定支座与活动支座应相间排列。
- 6.15.13 渡槽工程抗渗、抗冻、抗侵蚀、抗冲刷等指标，应符合其强度、刚度、稳定性、抗裂性、耐久性等强度等级需要。
- 注：严寒地区渡槽工程，应执行国家标准 GB/T 50662 相关规定。位于三、四、五类和冻融比较严重的二、三类环境条件的渡槽工程混凝土、砌石和砂浆强度等级应提高一级。
- 6.15.14 渡槽工程强度等级，应符合表 1 规定：

表1 渡槽工程混凝土强度等级标准表

构件名称	渡槽级别		
	1	2、3	4、5
槽身、拱式渡槽主拱圈、墩帽	应 $\geq \text{C}30$	应 $\geq \text{C}25$	应 $\geq \text{C}25$
排架	应 $\geq \text{C}25$	应 $\geq \text{C}25$	应 $\geq \text{C}25$
墩身	应 $\geq \text{C}25$	应 $\geq \text{C}20$	应 $\geq \text{C}20$

6.16 灌区倒虹吸工程

- 6.16.1 倒虹吸工程，是灌区渠道的下穿越配套建筑物。应根据灌溉水系规模、地形、地质及渠道流量、下穿越宽度与高度等条件，对各类指标进行综合比选，优化设计方案。
- 6.16.2 倒虹吸工程应根据灌溉水系水头、灌区实地情况，选择最佳的断面和结构形式进行布置，满足密封、抗裂、抗渗、耐磨、防腐、稳定和耐久性等要求。
- 6.16.3 倒虹吸管工程纵断面设计中，应明确进出口段和管道段应明确镇墩和细部结构；横断面中，应

明确管身、管座形式及隔热保温措施。

6.16.4 倒虹吸工程管道断面，应满足下列规定：

- a) 横向断面：宜优先采用受力条件和水力条件较好的圆形断面。大流量、低水头时，宜采用矩形断面。
- b) 结构材料：金属材质宜采用钢管、球墨铸铁管；混凝土类材质宜采用钢筋混凝土管、预应力混凝土管、预应力钢筒混凝土管；轻型材质宜采用玻璃钢管等管材。
- c) 布置形式：可选用单根管道、双根管道或多管并用布置。

6.16.5 进口与出口段结构，应满足下列规定：

- a) 进口：渐变段长度宜取上游渠道设计水深的3~5倍；渐变段后宜设控制闸门及拦污栅，1~3级倒虹吸工程和可能失事后损失大的倒虹吸管上游渠侧应设泄水闸或溢流堰；压力前池或竖井式进水口，在管道前应设置通气孔。
- b) 出口：渐变段长度宜取下游渠道设计水深的4~6倍；出口宜设闸门；大管径和出口应设消力池。

6.16.6 钢筋混凝土管结构，应满足下列规定：

- a) 强度设计：钢筋混凝土配合比、配筋等强度等级及抗裂验算，应执行国家标准 SL 191 相关规定。
- b) 指标参数：应根据当地自然条件及运行条件，提出抗渗、抗冻等级和抗磨、抗侵蚀等指标要求。
- c) 缝隙间距：现浇混凝土管身的分节长度、伸缩缝设置，应执行国家标准 SL 191 相关规定。中、高水头伸缩缝应设置两种不同形式、便于更换的止水。
- d) 防护措施：钢筋混凝土管，应采用覆土填埋、包裹保温层等保护措施。

6.16.7 钢管结构，应满足下列规定：

- a) 管壁：钢管内径 $<1600\text{mm}$ 时，管壁应 $\geq 6\text{mm}$ ；钢管内径 $1600\sim 3200\text{mm}$ 时，管壁应 $\geq 8\text{mm}$ ；钢管内径 $3300\sim 4800\text{mm}$ 时，管壁应 $\geq 10\text{mm}$ ；钢管内径 $4900\sim 6400\text{mm}$ 时，管壁应 $\geq 12\text{mm}$ ；钢管内径 $6500\sim 8000\text{mm}$ 时，管壁应 $\geq 14\text{mm}$ 。
- b) 应力：钢管横断面管壁各计算点的应力计算、抗外压稳定验算，应执行国家标准 SL 281 相关规定。
- c) 接头：在两个镇墩之间的较高侧，应设置特制的具有伸缩功能的柔性接头。
- d) 防护：表面应采用抗氧化和防腐蚀措施。

6.16.8 预应力钢筒混凝土管结构，应满足下列规定：

- a) 管材：应执行国家标准 GB/T 19685 相关规定。
- b) 承插：管与管之间连接，应采用承插式接头，两个镇墩之间应设置特制的具有伸缩功能的柔性接头；小型倒虹吸管套接接头，应设置可靠的密封装置。
- c) 防腐：埋设前应对管身外壁进行防腐处理。
- d) 垫层：管节连接处砂砾石垫层厚度应 $\geq 200\text{mm}$ 。

6.16.9 玻璃钢夹砂管结构，应满足下列规定：

- a) 管材：应执行国家标准 GB/T 21238 相关规定。
- b) 垫层：砂砾石垫层厚度应 $\geq 150\text{mm}$ 。
- c) 防护：应采用防紫外线辐射等抗老化措施；覆盖土不应含有有机材料、冻土、砖石块等硬物；覆盖土厚度，SN5000 玻璃钢管宜为 $800\sim 3000\text{mm}$ ，SN2500 玻璃钢管宜为 $800\sim 1200\text{mm}$ 。

6.16.10 管座结构，应满足下列规定：

- a) 连续式：适用于管径、壁厚较大、随温度管长伸缩变化较小的倒虹吸管。混凝土或浆砌石连续式刚性弧形管座宜用于1~3级倒虹吸管，管座包角宜采用 $90^\circ\sim 135^\circ$ ，管座厚度宜采用1.5~2倍管壁厚度，单侧管座肩宽宜采用1~1.5倍管壁厚度且应 $\geq 300\text{mm}$ 。管座与管道的接触面，应涂抹足够的沥青或直接铺设数层沥青油毡。
- b) 间断式：适用于自身具有纵向承载能力、管道长度对温度变化敏感的倒虹吸管。应执行国家标准 SL 281 相关规定。
- c) 直铺式：管径较小的倒虹吸管可直接铺设在坚固、稳定的水平状或符合管外形的弧形岩石上。

- 6.16.11 镇墩结构，应满足下列规定：
- 强度验算：镇墩抗滑、抗倾覆稳定、地基强度等验算，应执行国家标准 GB 50265 相关规定。
 - 安全系数：镇墩抗滑稳定，基本组合取 1.3，偶然组合取 1.1；抗倾覆稳定基本组合取 1.5，偶然组合取 1.2。
 - 结构材料：镇墩宜采用钢筋混凝土结构，并满足混凝土抗冻等级及埋设深度等相关规定要求。
- 6.16.12 倒虹吸泄水、排水口，应满足下列规定：
- 位置：泄水孔、冲沙孔应布置在位置最低的镇墩上，底部高程应高于河道多年平均水位。
 - 规格：1~4 级倒虹吸管检修孔径应 $\geq 800\text{mm}$ ，间距宜为 200~400m。
 - 防护：所有孔口均应设置具有满足强度、刚度、密封止水和防破坏功能的盖板或阀门。
- 6.16.13 倒虹吸工程混凝土强度等级，应符合表 2 规定：

表2 倒虹吸工程混凝土强度等级标准表

构件名称	渡槽混凝土强度等级 (\geq)
预应力混凝土管身	C30
钢筋混凝土管壁	C25
镇墩混凝土	C20

6.17 隧洞工程

- 6.17.1 隧洞工程，是灌区输水线路中连接的穿越配套建筑物，应根据灌溉水系规模、地形地质、围岩状况、输送流量、水流速度、防渗等条件，对各类指标进行综合比选，优化设计方案。
- 6.17.2 隧洞压力，应采用低流速、不产生水跃的流态，满足降低隧洞燥率、减少渗漏等要求，布置无压隧洞形式。
- 6.17.3 隧洞水力计算、支护与衬砌、灌浆、防渗和排水等指标，应执行国家标准 SL 279 相关规定。
- 6.17.4 隧洞工程结构，应满足下列规定：
- 洞线：应选在线路较短、地质岩体稳定、水文地质条件有利的位置布设为直线，确需设置弯道时，转弯半径应 ≥ 5 倍洞宽，弯道两端应设置长度 ≥ 5 倍洞宽的直线段。
 - 纵断：隧洞纵向坡度应 \geq 上游渠道纵坡，满足不淤、不冲流速需要，且应无平坡、反坡段。
 - 横断：应根据进出口高程和加大流量计算确定横断面尺寸，且最小断面尺寸应满足清淤、巡查检查等运行管理需要。衬砌隧洞内，水面线以上净空高度应 $\geq 0.4\text{m}$ 。
 - 进口：进口连接段长度应为 3~5 倍渠道水深。长隧洞进口前，应设置集石、排沙设施。
 - 出口：出口连接段长度应 \geq 进口连接段长度。
 - 强度：混凝土及钢筋混凝土强度等级应 $\geq C25$ ，喷混凝土强度等级应 $\geq C30$ 。

6.18 田间配套工程

- 6.18.1 灌区入田末端田间工程应配套齐全、设施可靠、功能完善、灌排水顺畅。田间道路、林带及电网布置应与田间灌排渠沟相协调，便于灌区设施的使用、维修和保护。
- 6.18.2 灌溉区域应按高标准农田标准要求进行规划，建设田间工程，对不符合渠(沟)和耕作要求的田块应进行整治，达到高标准农田灌溉标准。
- 6.18.3 田块整治，平原区应根据条田高程划分耕作田块，田块规格应满足机械化耕作要求；丘陵区应按等高线要求修建水平梯田，梯田的田坎应配套防护工程。
- 6.18.4 灌排系统设置，平原地区田间沟渠规划布置，可因地制宜采用灌排相邻或灌排相间布置方式；丘陵区可采用灌排相邻或灌排两用形式。农沟、农渠应按生态友好及保持生物多样性的要求进行建设。
- 6.18.5 对于地下水位高、土壤黏性重的农田以及滨海盐渍化农田，宜采用暗管排水或采用水稻秸秆制作暗沟排水等技术降渍控盐。
- 6.18.6 田间道路工程的规划，应满足农业机械作业要求，田间路的路面宽度宜为 3~6m，宜采用混凝土、沥青等材质。暴雨冲刷严重区域路面应采用硬化措施，路面应高出田面 0.3 ~0.5m，宜设置路肩，路肩宽 $\geq 0.5\text{m}$ ；生产路路面宽度应 $\leq 3\text{m}$ ，路面应高出地面 0.2 ~0.4m，宜采用碎石、素土等材质，暴雨冲刷严重区域宜采用泥结石、混凝土等材质。

6.18.7 田间道路的布置应与灌排系统及田间工程的布置相协调，主要田间道路应与灌区内外交通道路相连，一般田间道路宜布置在斗渠或斗沟的一侧。

注：田间道路应按通车要求，设置必要的下田坡道、错车道和末端掉头道。

6.18.8 灌区内村镇道路规划，应与灌区的田间道路相衔接，实现优化布局。

6.18.9 平原地区田间道路通达度应达到100%；农业机械综合作业率应 $\geq 90\%$ ；丘陵地区田间道路通达度应 $\geq 90\%$ ；农业机械综合作业率应 $\geq 70\%$ 。

6.19 生态工程

6.19.1 灌区生态工程建设应与美丽乡村建设相结合，综合考虑山、水、林、田、湖、草、沙各生态诱导、控制要素，统筹规划、统筹设计、统筹治理。

6.19.2 灌区应通过调查监测，明确灌区内农业面源污染中污染物种类、迁移途径和重点污染区域，并采取农业面源污染源头控制技术、过程阻断技术和末端强化技术，实行分级、分区、分时段综合处理和污染面源控制。

6.19.3 灌区渠道新建或改建，应考虑生态保护等因素，渠道硬化时，应确保不损害灌区生态，选用适宜水生物、陆生动物、植物生长的硬化渠道，必要时，应设置动物迁移与逃生通道。

6.19.4 血吸虫疫区的灌区工程应执行SL/T 318相关规定，制定水利血防措施，控制钉螺滋生蔓延，改善水质，尽量降低血吸虫对人畜的危害。

6.19.5 灌区灌排系统的布设应与生态沟渠、生态塘坝等相结合，构建生态循环系统，有条件的灌区宜构建田—沟—塘—湿地生态系统，改善灌区生态环境。

6.19.6 灌区应建设与护路林、生态林和环村林等相结合的农田防护林，改善小气候。农田防护林网应结合高标准农田建设，达到一级农田林网建设标准，尽可能减少占用耕地面积。

注：农田防护林布设应执行GB/T50817的相关规定。

6.19.7 灌区宜结合美丽乡村建设及乡村旅游建设，以灌区的渠道串联景点，布置景观区、绿化带、娱乐设施等，提高乡村旅游资源含金量。

6.19.8 灌区水源工程生态整治，应满足下列要求：

- a) 灌控区：灌区控制灌溉面积内，应加强水土保持。水保工程实施应满足GB 51018的要求。水土流失总治理度应 $\geq 95\%$ 。
- b) 河道区：易淤、易阻的河道应建立定期疏浚机制；沙土区河道应进行岸坡整治；圩区河道应经常进行堤防加固，提高闸站调控能力，加大内外河道沟通和水体交换。
- c) 丘陵区：应进行库塘疏浚和岸坡整治，建立蓄、引、提、调相结合的“长藤结瓜”工程体系；以小流域为单元，进行山、水、田、林、湖、草、沙综合治理。25°以上耕地应退耕还林、还草，优先种植生态公益林，种植经济林的应当科学选择树种，合理确定规模；25°以下5°以上坡耕地，应采取修筑梯田和保土耕作措施，并配套相应小型水保工程。
- d) 平原区：应保护河道生态，加强水体交换能力，增加拦蓄能力；河沟、堤坡，应实行生态护坡，并建设农田防护林网。

6.19.9 灌区盐碱化防治，应满足下列要求：

- a) 引种水稻旱改水：存在盐渍化威胁的地区，灌区宜引种水稻，进行旱改水，实现控盐、洗盐。
- b) 控制地下水埋深：沿海平原盐渍化地区应控制地下水埋深，构建完善的排水系统，保障淋洗用水量，快速改良土壤。

7 灌区渠道节水措施改造

7.1 一般规定

7.1.1 坚持经济与生态协调发展的理念，以节水减排和水资源高效利用为核心，持续提高灌区的用水效率和社会、经济、生态效益。

7.1.2 灌区应坚持节水优先原则，尽量减少灌溉水传输期间水量损失，因地制宜，采取地面明渠防渗、管道输水等节水措施，实现水生态、水安全、水经济、水景观、水文化相协调。

7.1.3 灌区渠床土质渗透性强、地下水位相对较低、输水渗漏损失严重的渠道，应采取相应防渗措施；

高填方渠道、傍山渠道以及陡坡地段渠道，宜进行硬化防护处理；引洪补源以及具有维持自然生态要求的渠道，险工、险段及其对应渠段应进行衬砌。

7.1.4 灌溉水传输工程地面明渠渠道的防渗材料、管道输水材料，应节能、绿色、环保，不能造成地下水及灌溉水二次污染。

7.1.5 灌区应依干渠、支渠、斗渠、农渠、毛渠5级渠系设置渠道，除临时性毛渠外，其余4级渠道均应固定，田间灌溉面积较小，可适当减少渠道级数。

7.1.6 固定灌溉渠道，应采用有效节水措施，提高渠系水利用系数，渠道水利用系数应达到或高于国家标准 GB/T 50363 相关规定。

7.1.7 灌区最大冻土深度 $>10\text{cm}$ 的衬砌渠道工程，应进行抗冻胀设计。固定暗渠、管道埋深，应在冻土层以下，管道系统末端需布置泄水井。

7.1.8 田间节水方式，应与当地水源、地形、作物、生产经营方式、现代农业发展的要求相适应，宜采用微灌、喷灌、滴灌等高效节水灌溉措施。

7.1.9 田间输水工程方式，应推广小渠衬砌、管道输水等节水灌溉工程技术。管道输水灌溉工程结构、管材及配件选择应满足相应规范规定。丘陵区管道输水灌溉工程，宜利用地形自然落差进行自压输水灌溉。

7.1.10 田间灌水，应采用先进实用的节水灌溉技术。水稻田宜采用控制灌溉技术；旱作物及经济作物宜采用沟畦灌、微灌、喷微灌技术。

7.1.11 灌区节水改造工程建设，应执行下列标准：

- a) 喷灌工程建设应执行 GB/T 50085 相关规定。
- b) 微灌工程建设应执行 GB/T 50485 相关规定。
- c) 渠道防渗工程建设应执行 GB/T 50600 相关规定。
- d) 管道输水工程建设应执行 GB/T 20203 相关规定。

7.2 灌区明渠节水工程

7.2.1 灌溉明渠渠道布设，应按照高标准农田灌溉规模、地形条件与耕作要求，结合田、路、林、电、村进行统一规划，综合布置。

7.2.2 灌溉明渠渠道设计，应充分利用沿线水库、湖泊、塘坝、窖池等蓄水工程的调节与反调节作用，设置合理的吞吐、控制性工程设施。

7.2.3 灌溉明渠渠道沿线靠近山坡侧，应设置截水沟，防止山坡洪水进入明渠渠道。如允许山坡洪水进入渠道，应在渠道内就近设置必要的泄洪出口、控制闸门等工程设施。

7.2.4 灌溉明渠渠道衬砌，应考虑当地气候条件和水流特征，采用砌石、混凝土预制或现浇、沥青混凝土现浇等衬砌结构形式。

注：明渠渠道衬砌应执行 GB/T 50600 规定。

7.2.5 伸缩缝设置：现浇混凝土板结构，每隔 $3\text{m}\sim 5\text{m}$ 应设置1条纵横伸缩缝；预制混凝土板结构，应设置1条纵向伸缩缝，每隔 $6\text{m}\sim 8\text{m}$ 设置1条横向伸缩缝。伸缩缝宽度应 $>1.5\text{cm}$ ，缝内填充变形适应性强、黏结力大、防渗性能好的止水材料。

7.2.6 传输明渠渠道平面布设，应满足下列规定：

- a) 地质稳定：应选择地质稳定、坚固地段布设渠线，不良地段应采取工程保护措施。
- b) 兼顾管理：渠系应兼顾行政区划，考虑工程建成后运行管理体制特色及要求。
- c) 地势位高：各级渠道应选择在灌区各自渠级控制范围内地势较高地带。
- d) 等高布线：干渠、支渠应按等高线布置，斗渠应与等高线交叉布置。
- e) 半径科学：衬砌明渠渠道转弯半径应 $>$ 水面宽度的2.5倍。
- f) 渠线间距：明渠渠线应顺直，间距利于机耕作业。
- g) 合理挖填：布线应避免深挖、高填，避开村镇、民房和工矿、企业等原有建筑物。

7.2.7 传输明渠渠道断面设计，应满足下列规定：

- a) 科学合理：应充分考虑灌区渠道的过水能力、水流条件、降燥等因素，选择适宜、科学的过水断面。

- b) 纵断确定：应从水源引水高程自上而下和从灌溉范围内地面控制点高程自下而上，逐级推求相结合，经综合比选确定。
- c) 渠顶高程：包括渠内水深与安全超高之和，渠内水深应按加大流量计算，安全超高宜采用 0.3~0.8m。
- d) 出口高差：末级固定渠道放水口水位与平整后的高标准农田的田面之间高差，应>10cm。
- e) 抗寒断面：寒冷地区 4 级及以上渠道衬砌横断面，应采用弧形、梯形、U 型底，矩形、梯形断面。
- f) 渠顶宽度：明渠渠道干、支渠的土渠渠道顶宽度应>2m，斗、农渠的土渠渠道顶宽度应>1m。
- g) 衬砌材料：应充分利用当地材料，经检测，满足要求的前提下，对储量、质量进行必要的经济核算，择优选用。
- 7.2.8 传输明渠退水渠道断面设计，应满足下列规定：
- a) 断面：退水渠道纵横断面，应选取与传输明渠渠道要求相同。
- b) 材料：退水渠道衬砌材料，应选取与传输明渠渠道要求相同。
- c) 流量：渠道末端退水设计流量，应>渠道末端设计流量 50%。
- d) 超高：退水渠道道顶超高，比相同条件下灌溉渠道略小。
- e) 比降：纵向比降，应>相同条件下灌溉渠道。
- 7.2.9 明渠防渗工程标准，应符合表 3 规定：

表3 明渠防渗工程质量标准 单位：m

项次	项目	防渗标准
1	渠道	防渗率 $\geq 70\%$ ，渠系水利用系数 ≥ 0.85
2	渠道砌石防渗	浆砌石板 ≥ 0.03 ；浆砌块石 $0.2\sim 0.3$ ；浆砌料石 $0.15\sim 0.25$
3	渠道膜料防渗	塑料薄膜厚度 $0.002\sim 0.006$ ； 膜上土层 $0.15\sim 0.25$ ；膜下垫层 $0.03\sim 0.05$
4	渠道沥青混凝土防渗	现场浇筑厚 $0.05\sim 0.1$ ；预制铺砌厚 $0.05\sim 0.08$
5	渠道混凝土防渗	现场浇筑厚 $0.06\sim 0.15$ ；预制铺砌厚 $0.06\sim 0.1$
6	管道灌溉	干支管长 $90\sim 150$ ，支管间距 $50\sim 150$ ，给水栓间距 $50\sim 100$
7	固定暗渠	最大冻土深度<管道埋置深度 >0.6

7.3 修复治理施工

7.3.1 灌区渠道末端水进入田间，应按照农田灌溉规模、地形条件与耕作要求，尽量采用地下管道输水节水设施，结合田、路、林、电、村及原有地下管线埋设情况，进行统一规划和综合布置。

7.3.2 输水管道总扬程，应包括高差、管道沿程水头损失、管道局部水头损失、末端设备设施工作压力值。输水管道纵横断面水力计算应执行 GB 50288 相关规定。

7.3.3 输水管道应预算输水管道产生的水锤值，转角应 $\leq 90^\circ$ 。水锤波产生压力值变化较大时，应计及水锤波对管道的破坏作用，并将此作为选择管材强度指标的依据。

7.3.4 输水管道敷设基础，应确保管道输水安全。天然基础强度不能满足管道铺设要求时应采取加固措施；非金属管道应设置 100~150mm 厚砂砾石找平垫层；管基土壤含水量较大时，应采取换填和排水等措施。

7.3.5 管道节水工程建设，应满足下列规定：

- a) 深埋地下：固定管道、易损管材应深埋在地下，占地少，防冻胀，不影响灌区耕作。
- b) 厚覆盖土：管顶覆土厚度应满足最大耕作深度要求，并应 $>0.7\text{m}$ ，埋在冻土层以下。
- c) 预留水头：管道纵向拐弯处易产生真空，应预留 2m~3m 预压水头。
- d) 设置镇墩：管道直径 $>100\text{mm}$ 时，管道转弯处应设置镇墩；岩基上镇墩应加设锚杆；两个镇墩之间应设置伸缩节或柔性接头。

7.3.6 地下管道工程强度，应进行下列计算：

- a) 内压计算：应进行管道内动水工作压力、最大静水压力计算。
- b) 外压计算：应进行填土及雨雪等附加压力对管道的压力计算。

- c) 运压计算：应进行运输压力对管道的压力计算。
 - d) 锤压计算：应进行管道中产生的水锤压力计算。
- 7.3.7 地下管道材质选取，应满足下列规定：
- a) 节能环保：管道应根据水压、外部荷载、土的性质、施工维护、管材供应等要求，选用塑料管、钢筋混凝土管、玻璃钢管等节能、环保等管材。
 - b) 满足要求：管材承载公称压力应 \geq 管道内水工作压力；管材质量、外形、规格、尺寸、公差、技术性能及使用年限等指标，应符合国家现行标准规定。
- 7.3.8 管道配套设备、设施采用，应满足下列规定：
- a) 闸门阀门：应根据工作要求，在管道沿线设置闸阀；各级管道进口，应设置节制阀；输配水管道上，每隔3~5个分水口应设置1个节制阀；管道低洼处，应设置1个泄水阀；局部隆起点，应设置1个排气阀。
 - b) 排锤设备：管道升压根部水泵水流出出口处，当水泵最高反转速度超过额定转速的1.25倍或当管道水压接近汽化压力时，应设置空气阀、调压阀、水锤消除器等水锤消除装置。
 - c) 防冲设施：管道出口直接与其他设施连接，应设置消力池等防冲刷设施。
 - d) 监测装置：为满足工程运行管理，应设置压力、流量计量等监测装置。

8 田间节水工程

8.1 一般规定

- 8.1.1 灌溉水系末端田间工程，应按照灌区的灌溉规模、地形条件与耕作要求，结合田、路、林、电、村进行统一规划，综合布置。
- 8.1.2 灌区通过明渠渠道将渠水送至田块进行灌溉，干渠、支渠、斗渠、农渠、毛渠5级灌溉明渠渠系中农渠、毛渠两级渠道属于末端田间渠道工程。
- 8.1.3 灌区灌溉水系末端田间灌溉工程节水措施，应满足下列规定：
- a) 提高末端水利用率：因地制宜，结合工程实际情况，应优先采取喷灌、微灌、滴灌等节水措施，提高田间水利用率。提高末端水利用率：
 - b) 减少末端水量损失：选择地面灌溉时，应采取短畦（沟）、小畦（沟）灌溉等模式，尽量降低畦（沟）田入渗率，减少畦（沟）田水量损失。

8.2 田间末端渠系节水工程

- 8.2.1 田间农渠灌溉工程节水措施，应满足下列规定：
- a) 衬砌防渗：应采用混凝土现浇、混凝土预制件衬砌、浆砌石衬砌等防渗措施设为固定渠道。渠道地基处理、衬砌厚度及伸缩缝设置，应执行GB/T 50600相关规定。
 - b) 长间科学：长度宜采用400~800m；间距宜采用100~200m，并应与农机耕作宽度相适应。
- 8.2.2 田间毛渠灌溉工程节水措施，应满足下列规定：
- a) 临用节水措施：宜在土质渠道，临时铺设塑料薄膜，构建V、U形渠道。
 - b) 长度间距合理：长度宜采用100~200m；间距宜采用50~150m。
- 8.2.3 田间固定管道用量标准宜为90~150m/hm²，末端固定管道走向应垂直于作物种植垅向，间距宜为50~150m，双向灌水时取上限值。
- 8.2.4 低压管道输送出口给水栓设置，应满足下列规定：
- a) 节制功能：给水栓应具有节制阀功能，宜采用球阀、闸阀、流量调节阀等阀门，不宜采用蝶阀。
 - b) 均匀布设：给水栓应按灌溉面积均匀布设，间距宜采用50m~100m。固定管道单个给水栓控制灌溉面积宜为0.25~0.60hm²，移动管道给水栓单栓控制灌溉面积可提高到1hm²。
 - c) 出口消能：给水栓出口水流处，应设置消力池，消减出口水流对田块土地的冲刷。
 - d) 防盗防丢：给水栓应设置牢固的闭锁装置，防止破坏与丢失。

8.3 田间喷灌节水工程

8.3.1 喷灌分为固定管道式喷灌系统、半固定管道式喷灌系统、平移式或中心支轴式喷灌系统、小型机组式喷灌系统等形式。喷灌系统应由加压泵站、高压输水管道、末端淋喷等设备装置构成。

8.3.2 喷灌管路系统，应满足下列规定：

- a) 支管设置：应根据轮灌组数确定支管条数，平行农田耕作垅向布置；支管流量等于喷头数乘以喷头额定流量；移动式支管数量应 ≥ 2 倍工作支管条数。
- b) 配井设置：喷灌系统首部，应设置沉淀过滤井（池）；暗渠或暗管在交叉、分支及地形突变处，应设置配水井，其规格尺寸应满足清淤、检修要求。
- c) 喷头设置：喷头应满足强度、刚度、旋转灵活度等质量要求，喷出水流应达到顺畅、量足、雾化等指标要求；位于多年平均风力较大灌溉区，应采用低仰角喷头；同一轮灌区内的喷头宜选用同一型号。

8.3.3 喷灌机组选型，应满足下列规定：

- a) 大型喷灌机组：适用于集中连片灌区，单台喷灌机组喷灌面积应 $\geq 26.7 \text{ hm}^2$ 。
- b) 小型喷灌机组：适用于边、角区等面积、形状不一的碎小灌区灌溉。
- c) 平移喷灌机组：适用于长宽比 > 2 、地形坡度 $< 1/1000$ 的矩形地块的灌区灌溉。
- d) 绞盘喷灌机组：适用于集中连片面积较小的高标准农田灌溉。
- e) 支轴喷灌机组：适用于集中地块形状近似于圆形或方形的灌区灌溉。

8.3.4 喷灌压力系统，应满足下列规定：

- a) 泵站的选型与设置：额定功率，应根据出口压力及出口流量，综合分析确定。出口压力，应满足输送管道水头损耗和末端喷头压力需要；出口流量，应满足灌区灌溉系统多根输水流量需要。
- b) 系统工作压力选取：配水点设计工作压力，应包括此点出发所有管路与喷头压力总和；管道末端出口压力，应满足喷灌喷头额定压力需要；任意两个喷头之间的压力差，应 \leq 设计喷头工作压力的 20%；喷头实际工作压力，应 \geq 设计喷头工作压力的 90%，喷头的喷灌效果应达到雾化程度。雾化指标应满足国家标准 GB/T 50085 相关规定。
- c) 系统压力水箱设置：当两根以上压力供水管向同一台中心支轴式喷灌机组供水时的中心支座位置，应设置压力水箱，各供水管应汇入压力水箱向机组供水，各供水管汇入口压力应满足压力水箱的设计工作压力。

8.3.5 喷灌配套组件设计，应满足下列规定：

- a) 开关装置设置：各级管道首端，应设置闸阀、截止阀等开关阀。
- b) 排气装置设置：在管道起伏高处，应设置进、排气装置，进气和排气量设置应满足该管段进气和排气需要。
- c) 调压装置设置：过长或压力变化过大的管道，应在适当位置设置节制阀或压力调节装置。压力调解装置的输出压力范围应满足喷灌系统设计工作压力要求。
- d) 测压装置设置：各级管道首端和管道压力变化较大的部位测压点设置的压力表，应 \geq 测压点可能出现的最高压力，且最大量程应与喷灌系统设计工作压力相匹配。

8.4 田间微灌节水工程

8.4.1 灌区田间末端微灌方式，是灌区节水工程中节水量最少、节水实效最好的节水工程，应积极推广、适时选用。

8.4.2 灌区田间末端微灌工程，分为滴灌、微喷灌、涌泉灌、渗灌等形式。微灌系统设置包括系统选型、首部设施和管网布设等工作。

8.4.3 微灌水质，应满足下列规定：

- a) 杂质要求：进入微灌管网的水，应不含油类、泥沙等物质。
- b) 水质要求：应满足国家标准 GB 5084 相关规定。
- c) 堵塞评价：应满足表 4 规定。

表4 微灌灌水器堵塞评价标准 单位:mg/L

水质分析指标	堵塞指标		
	低	中	高

悬浮固体物	<50	50~100	>100
硬度	<150	150~300	>300
不溶固体	<500	500~2000	>2000
PH值	---	7.0~8.0	>8.0
Fe含量	<0.1	0.1~1.5	>1.5
Mn含量	<0.1	0.1~1.5	>1.5
H2S	<0.1	0.1~1.0	---

8.4.4 微灌系统，应满足下列规定：

- 轮灌：同类作物可分为若干微灌小区，微灌小区之间宜实行轮灌制度。
- 水源：应经过沉淀、过滤等净化处理，清除含有泥沙、杂草种子、鱼卵、藻类及其他有可能堵塞管道和出水微孔的物质。
- 管网：输水管道宜设置为埋地式，支管宜设置为地面式，毛管宜设置在作物种植垄向植物根部。
- 阀控：每个微灌小区由多条毛管组成的微灌系统，应设置阀门进行统一控制。

8.4.5 微灌配套组件，应满足下列规定：

- 埋地滴灌：滴灌系统应配置冲洗支管，提高滴头通畅率。
- 膜下滴灌：地膜应采用可降解、符合相关标准要求的地膜，降低土壤地膜残留率。
- 拦污装置：从河道或渠道中取水时，取水口处应设置拦污栅、净化设施。
- 沉淀装置：从多泥沙水源取水时，应设置沉沙池等水流沉淀装置。
- 过滤装置：应根据水质状况和灌水器的流道尺寸进行选择，应能过滤掉大于灌水器流道尺寸1/10~1/7粒径的杂质。
- 施肥装置：应根据设计流量、肥料和化学药物及其灌溉植物要求进行选择。小型微灌系统应设置注肥量指示装置；大型微灌系统应设置注入式施肥（药）泵。
- 闸控设备：微灌系统应选择止水性能好、耐腐蚀、操作灵活的控制类闸阀、进排气阀和冲洗排污阀门。
- 测压装置：微灌系统应设置精度<1.5级的压力表，压力表量程宜为测压点位置设计压力的1.3~1.5倍。
- 测流仪表：微灌系统应设置阻力损失小、灵敏度高、量程适宜的流量测量水表。

8.4.6 微灌灌水器，应满足下列规定：

- 选择依据：应根据地形、土壤、植物及其种植模式、气象和灌水器水力特性等因素综合选择。
- 偏差系数：应选用流量、压力关系等参数完整的装置。其制造偏差系数应<0.07。
- 补偿功能：地形起伏较大的山丘区，宜选用具有压力或流量补偿功能的灌水器。

8.5 田间畦田节水工程

8.5.1 灌区田间畦灌是最为常见的节水措施，通过改造灌溉畦田规格尺寸，可节约水渗漏路径、时间，达到节水目的。主要用于小麦、水稻等畦田种植作物。

8.5.2 灌区畦田灌溉方式，主要分为长畦分段灌溉或短畦灌溉两种方式。短畦灌溉有利于节水，缩短作物轮灌周期，提高水利用率。

8.5.3 畦田规格确定，应满足下列规定：

- 高程：旱作田面相对高程标准偏差宜≤6cm，水稻田面相对高程标准偏差宜≤2cm。
- 规格：应根据土壤透水性、田面比降、流量等确定，宜采用短畦。
- 宽度：应符合农业机具耕作宽度的整倍数，应≤4m。
- 坡度：横坡应水平，纵坡应为畦田自然坡降。

8.5.4 畦田建设标准，应符合表5规定：

表5 畦田建设标准 单位：m、m/h

项次	项目	设计标准			
		1	灌水沟长	土壤强透水性	30~40
2	灌水畦长	(>0.15)	40~60	50~70	60~100
3	灌水沟长	土壤中透水性	40~80	60~90	70~100

4	灌水畦长	(0.1~0.15)	50~70	70~100	80~120
5	灌水沟长	土壤弱透水性 (<0.1)	60~80	80~100	90~150
6	灌水畦长		60~90	80~100	100~150
7	灌水沟底比降	土壤透水性无关	$<1/500$	1/200~1/500	$\geq 1/200$

9 灌区现代化智慧工程

9.1 一般规定

9.1.1 灌区应深化卫星遥感、人工智能、北斗规模化、无人机巡查等技术应用，结合数字孪生水利建设，强化灌区现代化智慧建设与管理，提升灌区管理效能。

9.1.2 优化灌区管理信息系统，提档、升级灌区管理巡视检查、安全监测、维修养护等运行管理业务模块，建立完善各类数据源互联、互通、更新机制和方式，构建不同业务数据横向打通、不同层级数据纵向贯通的灌区综合数据库。

9.1.3 灌区应在功能需求分析基础上，根据工程规模、灌溉特点、生产管理等要求，结合灌溉水系特点和灌溉区域地理分布，建立完善的工程运行信息化工程，提升灌区运行管理现代化水平。

9.1.4 灌区现代化智慧工程，应利用自动控制技术、计算机智能分析处理技术、现代信息传输技术，对灌区灌溉水系工程进行信息自动采集、传输和分析处理，及时提出预警、预报。

9.1.5 灌区灌溉水系信息化工程，应包括现地信息采集监控层、监控监视、中间信息传输层、决策调度、中心信息集控及预警预报层。

9.1.6 灌区信息化系统结构宜采用分层分布设计，应满足灌区管理单位、上级水行政主管部门信息获取、监控、调度等不同层次需求。

9.1.7 大中型灌区信息化系统，并应满足下列规定：

- a) 现地采控层：应实现灌区基础数据的采集、寄存，及时传输至信息分中心层，并能够接受信息分中心层的调度。
- b) 信息中心层：分为中心层、分中心层，包括整个灌区的监控、监测、调度和会商系统，具有接收、存储、传输灌区数据的功能，并能够接受上级部门的指令；收集其管辖范围内的现场采集监控层传输的数据，适时分析处理，及时传输至信息中心层，并能够接受信息中心层的调度。

9.2 灌区现地监测与数据采集

9.2.1 灌区灌溉水系现地工程安全监测项目，主要包括水源工程、配套建筑物及高填方、深挖方重要渠段水位、变形、应力、扬压力、流量与流速、流态、裂缝、温度等。

9.2.2 灌区应构建覆盖全域的重要取水口、排水口、干管、泵站以及水闸工程等相关信息采集点的信息与调度网络，实现信息自动采集，自动传输。

9.2.3 灌区灌溉水系现地工程安全监测在线监控系统，应设置测点管理、采集控制、巡检管理、环境信息、分析建模、评价预警、枢纽可视、BIM应用、信息推送、业务流程、综合管理、系统管理等功能模块，其监测断面及监测点布设与管理、智能巡查、分析与建模、评价与预警、工程可视化、信息接入与外部推送及综合信息管理、监测方法、监测内容、监测路线、监测频次等应执行国家现行相关标准规定。

9.2.4 灌区安全监测信息，应实现自动采集、管理分析、评价预警、信息推送等工作全流程数字化，工程监测应能“事前可预警、事后可分析”，为灌区运行安全提供了坚实的技术保障。

9.2.5 水量监测系统设置，应满足下列规定：

- a) 设置原则：应按经济、合理、实用原则，规划、布设灌溉水量监测网。
- b) 量水装置：应根据需要与精度要求，设置流速仪、超声波式、电磁式等量水装置。
- c) 设置位置：灌区应实现斗口及以上计量供水，主要取水口安装计量设施。
- d) 执行标准：应执行国家标准 GB/T 21303 相关规定，满足灌区需求并能实现数据自动采集与传输。

9.2.6 水质监测设置，应满足下列规定：

- a) 设置原则：应按“入水处、重污染处多设，出口处、轻污染处少设”原则，设置灌溉水质监测网。
 - b) 监测方式：采用自动监测或人工定点、定断面采集、录入等监测方式，在线水质传感器监测方式，实现灌区水质信息自动采集与传输，并配备便捷式监测仪器，辅助水质信息采集。
 - c) 执行标准：应执行 NY/T 396 相关规定。
- 9.2.7 环境量监测范围，应满足下列规定：
- a) 地表水：应监测化学、毒理学、细菌学等范畴水质指标。
 - b) 地下水：应监测水位、含盐量变化等水质指标，地下水接入信息监测终端，实现数据采集功能。
 - c) 土壤量：应监测含盐量、墒情、土壤肥力等指标。土地植入信息监测采集终端，实现数据采集功能。
 - d) 水雨情：应采用自动测报、传输方式，接入水雨情采集终端，实现应答式、自报式或混合式数据采集、传输功能。
 - e) 水位量：应采用雷达自动监测、自动传输或人工定时观测、人工录入方式，上传信息集控中心。
 - f) 其他量：应监测气候、水温、农业生态、水陆生物、动物活动等项目。
- 9.2.8 视频监视系统设置，应满足下列规定：
- a) 水源工程：应在挡水建筑物主体、泄洪通道、输水涵洞进出口、水位尺、相近路口、易滑坡及变形处等部位，设置视频监视监控设施，监视水源工程安全运行状态。
 - b) 水闸工程：应在水闸建筑物主体、闸门进出口水域、上下引渠堤防、水位尺及操作部位，设置视频监视监控设施，监视闸门状态、出入闸门流态，或在授权状态下，对闸门进行远程操作。
 - c) 泵站工程：应在泵站建筑物主体、水泵机组、进出口水域及堤防、水位尺、相近路口及操作部位，设置视频监视监控设施及现地控制单元（LCU）设备和站内上位机设备，上传泵站各相关监控信息。视频监视监控设施，监视泵站状态、出入泵站流态，或在授权状态下，对泵站进行远程操作。
 - d) 渠道工程：应在渠道建筑物主体、配套建筑物主体及进出口、水位尺、相近路口、易滑坡及变形处等部位，设置视频监视监控设施，监视渠道工程安全运行状态。
- 9.2.9 灌区移动巡查系统，应满足下列规定：
- a) 巡查项目：包括作物巡查、设备巡查、工程建筑物巡查，将移动巡查采集的数据存储至数据库；移动终端可从数据库获取灌区水雨情、工情等信息数据，查看灌区的相关信息。
 - b) 信息传输：移动终端提高电信移动网或自建网，从数据库获取灌区水雨情、工情等信息数据，查看灌区相关信息。
- ### 9.3 信息传输
- 9.3.1 灌区信息化工程数据传输方式，应符合国家标准 GB 50348 相关规定。对灌区信息有安全保密要求的传输方式，应采用信号加密措施。
- 9.3.2 信息传输分为有线传输和无线传输等形式。有线传输主要通过电缆、光纤等介质传输；无线传输主要通过通信基站 5G 公网、自建局域网络、卫星等方式传输。
- 9.3.3 数据传输信号设置，应满足下列规定：
- a) 模拟信号：应采用 4~20mA 传输。视频信号输出幅度应为 1VP-P， $\pm 3\text{Dvbs}$ ；实时显示彩色电视水平清晰度应 $\geq 270\text{TVL}$ ；回放图像中心水平清晰度应 $\geq 220\text{TVL}$ ；随机信噪比应 $\geq 36\text{dB}$ 。
 - b) 数字信号：单路画面像素数量应 $\geq 352 \times 288$ （CIF）；单路显示帧率应 $\geq 25\text{FPS}$ ；数字视频的的最终清晰度应满足 352×288（CIF）画面像素要求。
 - c) 总线传输：应采用现场总线方式接入现地采集终端。
- 9.3.4 线缆选用，应满足下列规定：
- a) 模拟信号传输：应采用同轴电缆，根据视频信号的传输距离、端接设备的信号适应范围和电缆本身的衰减指标等，确定同轴电缆的型号、规格；型号经差分处理，应采用不劣于五类线性能的双绞线缆传输。
 - b) 数字信号传输：应按照数字视频信号的传输系统的要求选择适合的线缆材料。

- c) 线缆型号规格：应根据线缆敷设方式和途径环境的条件，确定线缆型号、规格，应符合国家标准 GB 50348 相关规定。

9.4 数据存储

9.4.1 灌区管理单位，应按照国家现行相关标准和规定及运行管理需要，建立信息数据库，并满足与其他信息系统的兼容性要求。

9.4.2 大中型灌区应根据实际需求采用先进的工程管理软件，包括灌区监控管理、工程安全监测管理、视频监视信息管理、水雨情监测管理、调度计划管理、水费征收管理、工程信息管理等。

9.4.3 灌区数据库应提供各类运行数据的信息查询功能，可通过自定义算法公式，使用基于数据驱动的人工智能算法模型，完成数据库信息的数据加工和数据搜索，利用各种算法完成关键数据统计、分析，自动形成数据报表，实现灌区运行指导和决策支持。

9.4.4 大中型灌区数据库建设，应满足下列规定：

- a) 数据库总项：宜分为基础数据库、实时数据库、多媒体数据库、文本数据库和空间数据库。
- b) 基础数据库：应包括灌区的行政区划、管理结构以及已建工程布局等，大中型灌区均应设置基础数据库。
- c) 实时数据库：应包括灌区水位、水质、流量、降雨量等水雨情信息，在建工程工况信息等。
- d) 媒体数据库：应包括灌区监控监测的文件、图片及视频资料等。
- e) 文本数据库：应包括灌区规划与管理中文件和报告以及灌区相关试验资料等。
- f) 空间数据库：应包括灌区基础电子地图和专题地图等。

9.4.5 灌区应将基础数据库、实时数据库等数据库中的数据信息上传至水利专网，实现数据共享。有灌溉试验站的灌区应同时将试验资料上传至文本数据库。

9.5 决策调度信息管理集控中心

9.5.1 大中型灌区应在管理单位设置具有大数据分析、AI、规则和知识的灌区多维多目标的决策、调度、信息管理综合决策分析平台，对灌区运行、监测、监控、调度、会商等设置相应信息集控系统，根据水雨情、工情等数据，运用先进计算模型进行决策分析，用于精准灌溉、水量调度、防汛抗旱等工作，实现信息收集、存储、发布、接收上级部门指令和数据共享功能。

9.5.2 综合决策分析平台，应配置网络设备、计算机分析处理设备、数据存储设备、运行安全“四预”功能安全防护设备；预留机器扩展空间、冗余设备及外部接口，与气象、国土、农业、应急等部门实现横向对接，获取天气、墒情、社会、农作物等信息，经分析处理形成相应数据库。

9.5.3 办公自动化系统，根据职工办公单元，配置局域网络，布设计算机终端，设置办公自动化操作平台。对安全防护设备进行物理隔离，屏蔽外界病毒侵入与攻击。

9.5.4 信息管理平台，应根据需要设置水雨情测报软件、视频监视监控软件、安全监测软件、通信软件、监控核心软件、开发组态软件、数据库管理等功能软件。定期率定水文模型，分析产流、汇流和灌区来水情况，并将来水预报上传至预报数据库；根据水雨情、作物种植结构等资料，进行灌区需水量计算，并将需水量信息上传至预报数据库。

9.5.5 大型灌区宜根据基础数据库、预报数据库和调度数据库等信息，开发灌排决策调度系统，实现灌排系统的优化调度；中型灌区宜根据自身需求建立灌溉排水决策支持系统。

9.5.6 视频会商终端系统，应配备视频显示电视屏（墙）、音频音响设备，实现现地与综合决策分析平台、上级主管机关与信息管理中心平台之间信息共用、共享。

9.5.7 灌区应建设灌区段管理段、闸站等现地监控点用房，以及水情室、电源室、水质分析室、会商室、信息中心控制室、计算机机房等管理信息中心用房，满足灌区灌溉水系运行值守、监控管理等信息化工程管理用房需要。

9.5.8 灌区综合决策分析平台，应配置不间断电源设备，并配备柴油发电机组备用电源，按国家标准 GB 50057 相关规定，设置防雷、接地设施，满足灌区灌溉工程长期、稳定运行管理需要。

9.5.9 创建灌区工程安全多维度数据采集体系，搭建灌区重点范围内 L3 级数据底板，配置安全监测类分析模型，建立电子化工作流程，实现基于灌区工程运行安全预报、预警、预演、预案的智能辅助决策应用。

9.5.10 灌区现代化智慧建设，应融合 GIS+BIM+监测数据等技术，实现灌区安全监测信息自动采集、运行管理分析、安全评价预警、信息推送等工作全流程数字化，切实提升灌区工程运行安全管理先进技术应用水平和监管时效，充分发挥灌区设计经济效益、社会效益和生态效益。
