

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB/T 50509 - 2009

灌 区 规 划 规 范

Code for irrigation areas programming

2009 - 07 - 08 发布

2009 - 12 - 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 361 号

关于发布国家标准 《灌区规划规范》的公告

现批准《灌区规划规范》为国家标准,编号为 GB/T 50509—2009,自 2009 年 12 月 1 日起实施。

本规范由我部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

二〇〇九年七月八日

前 言

本规范是根据原建设部《关于印发〈二〇〇四年工程建设国家标准制订、修订计划〉的通知》(建标〔2004〕67号)的要求,由山东省水利勘测设计院会同有关单位共同编制。

在编制过程中,编制组对我国大型灌区建设情况进行了调查研究,收集全国各省、市、自治区有关灌区规划设计、运行管理和农田灌溉科研方面的新技术、新成果及经验等,广泛征求有关管理、建设、设计、研究单位和专家的意见,通过反复讨论、修改和完善,最后经审查定稿。

本规范共分13章,主要内容包括总则、术语、基本资料、水土资源及利用现状分析评价、水土资源平衡分析及水资源配置、总体布置、工程规划、工程建设征地与移民安置、水土保持、环境影响评价、灌区管理、投资估算与经济评价和分期实施意见等。

本规范由住房和城乡建设部负责管理,水利部国际合作与科技司负责日常管理,山东省水利勘测设计院负责具体技术内容的解释。本规范在执行过程中,请各单位结合工程实践,认真总结经验,如发现需要修改或补充之处,请将意见和建议寄送至山东省水利勘测设计院(地址:山东省济南市历山路121号,邮政编码:250013),以供修订时参考。

本规范主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人员:

主 编 单 位: 山东省水利勘测设计院

参 编 单 位: 中水淮河工程有限责任公司(原水利部淮委规划设计研究院)

主 要 起 草 人: 贾乃波 刘长余 齐春三 刘景华 潘志柔

赵 倩 张贵民 张 军 步兆熊 赵金城

沈 宏

主要审查人员：梅锦山 夏连强 司志明 邵剑南 乔翠芳
杨 晴 关春曼 闫俊平 姚玉琴 雷兴顺
哈岸英 罗代明 刘立彬 孟晓亮 王 波

目 次

1	总 则	(1)
2	术 语	(2)
3	基本资料	(5)
4	水土资源及利用现状分析评价	(7)
4.1	水资源及利用现状分析评价	(7)
4.2	土地资源及利用现状分析评价	(7)
5	水土资源平衡分析及水资源配置	(9)
5.1	灌溉分区	(9)
5.2	灌区经济社会发展指标预测	(9)
5.3	灌区土地资源开发利用规划	(9)
5.4	灌溉制度	(10)
5.5	灌区需水量	(11)
5.6	灌区可供水量	(12)
5.7	灌区水资源供需平衡与配置	(12)
5.8	灌区规模	(13)
6	总体布置	(14)
6.1	一般规定	(14)
6.2	水源工程	(14)
6.3	灌排系统	(15)
6.4	其他工程	(17)
7	工程规划	(18)
7.1	取水工程	(18)
7.2	泥沙处理工程	(19)
7.3	调蓄工程	(20)

7.4	灌溉渠系工程	(20)
7.5	排水沟系工程	(24)
7.6	防洪工程	(28)
7.7	灌排建筑物	(28)
7.8	田间工程	(29)
7.9	节水工程	(32)
8	工程建设征地与移民安置	(34)
9	水土保持	(35)
10	环境影响评价	(36)
11	灌区管理	(38)
12	投资估算与经济评价	(40)
12.1	投资估算	(40)
12.2	经济评价	(40)
13	分期实施意见	(42)
	本规范用词说明	(43)
	引用标准名录	(44)
	附:条文说明	(45)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	Basic data	(5)
4	Analysis and evaluation of the water-soil resources and its utilization	(7)
4.1	Analysis and evaluation of the water resources and its utilization	(7)
4.2	Analysis and evaluation of the soil resources and its utilization	(7)
5	Balance analysis of water-soil resources and water resources allocation	(9)
5.1	Irrigation districts	(9)
5.2	Predict of economical and social development indicators of irrigation areas	(9)
5.3	Development and utilization plan of soil resources for irrigation areas	(9)
5.4	Irrigation scheduling	(10)
5.5	Water demand of irrigation areas	(11)
5.6	Available water supply of irrigation areas	(12)
5.7	Water resources balance between supply and demand of irrigation areas	(12)
5.8	Irrigation areas scale	(13)
6	General layout	(14)
6.1	General requirement	(14)

6.2	Water sources project	(14)
6.3	Irrigation and drainage system	(15)
6.4	Other projects	(17)
7	Project planning	(18)
7.1	Water intake project	(18)
7.2	Sediment treatment project	(19)
7.3	Diversion and storage project	(20)
7.4	Irrigation canals system project	(20)
7.5	Drainage system project	(24)
7.6	Flood-control project	(28)
7.7	Irrigation and drainage buildings	(28)
7.8	Farmland projects	(29)
7.9	Water-saving projects	(32)
8	Land expropriation and resettlement for project construction	(34)
9	Soil and water conservation	(35)
10	Environmental impact assessment	(36)
11	Irrigation districts management	(38)
12	Investment estimation and economic evaluation	(40)
12.1	Investment estimation	(40)
12.2	Economic evaluation	(40)
13	Stage implement opinions	(42)
	Explanation of wording in this code	(43)
	List of quoted standards	(44)
	Addition; Explanation of provisions	(45)

1 总 则

1.0.1 为适应编制灌区规划的需要,明确规划的基本原则、主要内容和技术要求,提高灌区规划水平,促进灌区水土资源合理开发与可持续利用,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于新建大、中型灌区和已建大、中型灌区的续建配套与节水改造。

1.0.3 灌区规划应认真贯彻执行国家现行有关方针、政策,与流域、区域水土资源开发利用规划及当地国民经济和社会发展规划相协调,与现代农业发展和新农村建设相适应。

1.0.4 灌区规划应以节水、节能、增效为中心,以提高灌溉水的利用效率和效益为目标,优化配置灌区水土资源,防治水土流失,保护生态与环境,实现灌区水土资源可持续利用和灌区可持续发展。

1.0.5 新建灌区应认真调查、分析、研究拟建灌区土地利用现状,在听取地方政府部门意见和公众参与的基础上,根据灌区实际情况,按照因地制宜、经济可行、管理方便的原则,经水土资源平衡和多方案比选论证,合理确定灌区范围和规划方案。

1.0.6 已建灌区续建配套与节水改造,应认真调查灌区工程现状和问题,分析论证进行续建、改建、扩建、配套、改造的合理规模与规划方案;宜充分利用现有工程,必要时可进行调整。

1.0.7 灌区规划应研究近期和远期两个规划水平年,并以近期为重点。规划水平年宜与国家建设计划及长远规划的年份一致。

1.0.8 灌区规划应注重科技进步,积极稳妥地采用新技术、新工艺、新材料、新设备,重视信息化系统建设,提高灌区现代化科技水平。

1.0.9 灌区规划除应符合本规范外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 灌区规划 irrigation area programming

初拟灌区开发目标、范围、规模、种植结构、灌溉方式和工程布置,进行技术、经济分析论证等工作。

2.0.2 灌溉 irrigation

人工补充土壤水分以改善作物生长条件的技术措施。

2.0.3 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。

2.0.4 灌溉水源 water resources 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。

2.0.5 充分灌溉 sufficient irrigation

在作物生育期,按完全满足作物生理需水要求的灌溉方式。

2.0.6 非充分灌溉 unsufficient irrigation; deficient irrigation

在作物生育期,按部分满足作物生长需水要求的灌溉方式。

2.0.7 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,采取工程、技术和管理等综合措施的灌溉方式。

2.0.8 渠系水利用系数 water efficiency of canal

末级固定渠道输出流量(水量)之和与干渠渠首引入流量(水量)的比值,也可为各级固定渠道的渠道水利用系数的乘积。

2.0.9 田间水利用系数 water efficiency of application

灌入田间可被作物利用的有效水量与末级固定渠道(农渠)输

出水量的比值。

2.0.10 灌溉水利用系数 water efficiency of irrigation

灌入田间可被作物利用的水量与干渠渠首引入的总水量的比值,也可为渠系水利用系数和田间水利用系数的乘积。

2.0.11 作物需水量 water requirement of crops

在正常生育状况和最佳水、肥条件下,作物整个生育期中消耗于蒸散的水量。一般以可能蒸散量表示,即为植株蒸腾量与株间土壤蒸发量之和。

2.0.12 灌溉制度 irrigation scheduling

按作物需水要求和不同灌水方法制订的灌水次数、灌水时间、灌水定额及灌溉定额的总称。

2.0.13 灌水定额 irrigating quota on each application

单位面积上的一次灌水量。

2.0.14 灌溉定额 irrigation quota

各次灌水定额之和。

2.0.15 灌水率 modulus of irrigation water

单位灌溉面积上的灌溉净流量,也称灌水模数。

2.0.16 灌溉保证率 dependability of irrigation

灌溉用水量在多年期间能够得到保证的概率。

2.0.17 设计灌溉面积 design irrigation area

按规定的灌溉保证率设计的灌区面积。

2.0.18 灌水技术 irrigation technology

把渠道或管道中的水分配到田间各地块所采取的技术措施,也称灌水方法。

2.0.19 灌溉模式 irrigation pattern

适合于某种地区、某种条件或某种作物的相对成熟的灌溉制度及相应的管理措施。

2.0.20 灌溉方式 irrigation technology selected

采用的具体灌水技术。

2.0.21 农田排水 farmland drainage

将农田中过多的地表水、土壤水和地下水排除,改善土壤的水、肥、气、热关系,以利于作物生长的人工措施。

2.0.22 排水系统 farmland drainage system

排除农田中多余的地表水、地下水和土壤水的各级排水沟、管、水闸和泵站等建筑物的总称。

2.0.23 排涝模数 modulus for waterlogging control

在一定降水频率下保证作物正常生长的单位排水面积上的排涝流量。

2.0.24 排渍模数 modulus of subsurface drainage

满足防渍要求的单位面积内排出的地下水流量,也称排渍系数。

2.0.25 地下水临界深度 critical depth of groundwater

不危害作物正常生长的最小地下水埋深。

3 基本资料

3.0.1 灌区规划应认真调查、搜集灌区和有关区域的气象、水文、地形、地貌、地质、土壤、生态与环境、水利工程现状、自然灾害、社会经济及有关规划等方面的基本资料,并应包括下列内容:

1 气象、水文资料主要包括:降水、蒸发、气温、气压、湿度、风力、风向、日照、霜期、冰冻期和冻土深度等;灌区有关江河(沟道)、水库、承泄区的洪水、径流和泥沙等。

2 地形、地貌、地质资料主要包括:区域地形、地貌、河流水系、湖泊等;区域工程地质和水文地质等。

3 土壤资料主要包括:土壤类型、分布状况、理化性质、水分特性等土壤普查资料;盐碱地改良试验资料;水土流失现状及水土保持现状资料等。

4 生态与环境资料主要包括:区域内主要陆生生物、水生生物物种和生态系统,生态敏感与脆弱区等;水环境现状、水质、主要污染物及污染源等。

5 水利工程现状资料主要包括:城乡供水、灌溉、排水、防洪等工程设施的现状及运用情况;水库、塘坝蓄水,河(湖)水,地下水与泉水,城镇生活与工业污(废)水等各种水资源的利用情况;现状各行业供水量、用水量、用水效率及存在的问题等。已建灌区还应搜集工程设施现状、灌溉和运行管理情况等资料。

6 自然灾害资料主要包括:历年发生的洪、涝、渍、旱、盐、碱等灾害的受灾范围、成灾面积、受灾原因、减产情况和经济损失,对当地群众生产、生活造成的影响等。

7 社会经济资料主要包括:行政区划、人口、农业劳动力、土地资源、耕地面积、种植结构、耕作制度、作物产量和林牧渔业生

产;工农业发展布局、交通运输、能源电力;国民经济生产总值和人均可支配收入等。

8 有关规划资料主要包括:灌区所在流域或区域的国民经济与社会发展总体规划、国土整治规划、农业区划;流域规划、水利规划、水资源评价成果及开发利用规划、水土保持规划;农、林、牧、渔业及有关部门的发展规划等。

9 区域内或周边有灌溉试验站(场)的,还应搜集相关的灌溉试验资料。

3.0.2 根据灌区规划的要求,应对搜集的资料进行系统整理,其中作为规划依据的基础资料还应进行合理性和可靠性分析。

4 水土资源及利用现状分析评价

4.1 水资源及利用现状分析评价

4.1.1 灌区水资源分析评价应遵循地表水与地下水、水量与水质统一评价,水资源可持续利用、经济社会发展、生态与环境保护相协调的原则。

4.1.2 灌区水资源分析评价应包括下列内容:

1 水资源数量分析评价:主要包括降水、蒸发、地表水资源、地下水资源、水资源总量及可利用量等。

2 水资源质量分析评价:主要包括河流泥沙、天然水化学特征、水资源污染状况等。

3 水资源特点分析评价:主要包括水资源的时空分布及其开发利用条件等。

4.1.3 灌区水资源开发利用现状分析评价应包括下列内容:

1 供水基础设施调查分析。

2 供水、用水调查统计分析及供水效率、用水水平评价。

3 水资源供需平衡分析与评价。

4 水资源开发利用程度和对环境的影响分析。

4.1.4 在对灌区水资源开发利用现状分析评价的基础上,应针对灌区水资源开发、利用、保护、管理中存在的主要问题,提出对策与措施建议。

4.2 土地资源及利用现状分析评价

4.2.1 对灌区土地资源及利用现状应进行分析评价,并应根据各类用地的数量、比例及农村人均占地面积等指标,分析灌区土地资源利用存在的主要问题及开发利用潜力。

4.2.2 根据土地的自然属性,应评价土地质量等级和土地用于农业生产的适宜程度,并应对灌区土地资源发展灌溉的适宜性进行评价。

5 水土资源平衡分析及水资源配置

5.1 灌溉分区

5.1.1 灌区自然条件、水土资源状况、种植结构、供水与灌溉方式等差异较大时,应进行灌溉分区。

5.1.2 灌溉分区应结合灌区农业区划,按照灌区内地形、地貌、土壤、水文、气象、水文地质、水资源状况、水利工程现状、农业种植结构等条件综合分析确定。

5.1.3 灌溉分区应兼顾行政区划和现有水利与农业工程体系,以有利于农业生产和灌溉管理为原则。

5.2 灌区经济社会发展指标预测

5.2.1 在调查灌区经济社会发展现状的基础上,应根据国家的方针、政策和灌区所在地区的国民经济与社会发展规划,预测灌区不同规划水平年经济社会发展指标。

5.2.2 预测的灌区经济社会发展指标,应与经审定的有关部门、有关行业的规划相协调。

5.3 灌区土地资源开发利用规划

5.3.1 灌区土地资源开发利用规划,应结合本地区土地利用规划、土地整理规划及国土整治规划进行。

5.3.2 灌区土地资源开发利用规划,应根据灌区内地形、地貌特点和土地资源利用现状、土地的适宜性等,并综合灌区国民经济和社会发展用地、环境用地、粮食生产用地、灌区农业和经济可持续发展等因素,对灌区内各类用地进行统一规划,明确不同规划水平年各类用地面积、比例,确定各类用地位置,合理确定灌区用地和

灌区发展范围,拟定灌区整体开发规划。

5.4 灌溉制度

5.4.1 灌溉设计保证率应根据灌区内水文、气象、水土资源条件、作物组成、灌水方法及效益费用关系等因素综合分析确定。

5.4.2 作物灌溉制度应按灌溉分区,选择有代表性的作物分别设计,也可通过总结灌区或邻近地区的灌溉经验、分析灌溉试验资料或按水量平衡原理等方法分析计算确定。

5.4.3 作物需水量可采用灌区或相似地区的灌溉试验资料,也可以水面蒸发或产量为参数直接计算,或查阅经鉴定的作物需水量等值线图确定;如果仍不满足灌区规划要求,可采用彭曼法计算确定。

5.4.4 进行灌溉制度分析时,应合理分析灌区代表作物及种植比例、作物需水量、灌区有效降水量、土壤计划湿润层深度、土壤田间持水率、地下水补给量等参数。

5.4.5 大型灌区应采用时历年法确定各种主要作物历年的灌溉制度,根据灌溉定额的频率分析,选出 2~3 个符合设计保证率的年份,应以灌水分配过程不利的一年作为典型年,并以该年的灌溉制度作为设计灌溉制度;时历年系列不宜少于 30a。

5.4.6 灌溉制度确定应采用适合当地条件的节水灌溉技术。

5.4.7 有改良盐碱土或防治土壤次生盐碱化任务的灌区,在作物灌溉制度设计时还应包括冲洗盐碱的用水。

5.4.8 灌区规划应根据设计的灌溉制度,确定各种作物播前及生育期各次灌水的灌水率,并应根据每次灌水延续时间,绘制各种作物灌水率过程线,将同时期各种作物灌水率相加,绘成全灌区年度灌水率图。

5.4.9 各种作物各次灌水的灌水率应按公式(5.4.9)计算确定:

$$q_{ik} = \frac{\alpha_i m_{ik}}{36 t_{ik} T_{ik}} \quad (5.4.9)$$

式中： q_{ik} ——第 i 种作物第 k 次灌水的灌水率($\text{m}^3/\text{s} \cdot 100\text{hm}^2$)；
 α_i ——第 i 种作物的种植比，以第 i 种作物的灌溉面积与灌区总灌溉面积的百分比表示；
 m_{ik} ——第 i 种作物第 k 次灌水的灌水定额(m^3/hm^2)；
 t_{ik} ——第 i 种作物第 k 次灌水一天的延续时间(h)；一般自流引水灌溉时，取 $t_{ik} = 24\text{h}$ ；提水灌溉时，取 $t_{ik} = 18\text{h} \sim 22\text{h}$ ；
 T_{ik} ——第 i 种作物第 k 次灌水的延续时间(d)。

5.4.10 当全灌区年度灌水率图中各次灌水期的灌水率大小相差悬殊或出现短时间停水时，应对灌水率图进行调整修正。调整修正后的灌水率图应符合下列要求：

- 1 与水源供水条件相适应。
- 2 全年各次灌水率宜均匀连续，以累计 30d 以上的最大灌水率作为设计灌水率，短期的灌水率峰值不应大于设计灌水率的 120%，最小灌水率不应小于设计灌水率的 30%。
- 3 宜避免经常停水，特别应避免小于 5d 的短期停水。
- 4 当改变作物的灌水日期时，不宜改变主要作物关键期的灌水日期；必须调整时，应以前移为主，且前后移动不应超过 3d；若连续两次改变同一种作物的灌水日期，不应一次提前、一次推后。
- 5 延长或缩短灌水时间与原定时间相差不应超过 20%。
- 6 灌水定额的调整值不应超过原定额的 10%，同一种作物不应连续两次减小灌水定额。
- 7 当上述要求不能满足时，可适当调整作物组成。

5.5 灌区需水量

5.5.1 灌区需水量应按不同规划水平年，分区、分行业进行分析和预测。

5.5.2 灌区需水量应根据灌区的情况分析确定。各项需水量按毛需水量分析预测。

- 1 农业需水量可按农田灌溉与林、牧、渔业等项进行预测。
 - 2 工业需水量可按电力和高耗水工业、一般工业等项进行预测。
 - 3 生活需水量可按城镇居民生活和公共生活、农村生活(人、畜需水)等项进行预测。
 - 4 生态与环境需水量可按维护和改善灌区生态与环境基本功能所需要的河道外需水量分析预测。
- 5.5.3 灌区需水过程应根据分析预测的各项需水量,并结合需水特性确定。
- 5.5.4 对灌区需水量预测成果应进行合理性分析检查。

5.6 灌区可供水量

- 5.6.1 灌区规划应根据水资源状况,现状和各规划水平年拟建的供水工程情况,分析不同规划水平年的灌区可供水量及供水过程。
- 5.6.2 地下水可供水量分析计算时,应满足区域地下水动态平衡和防治土壤盐碱化、荒漠化等要求,根据地下水源工程建设情况,合理确定地下水可开采量和可供水量。
- 5.6.3 地表水可供水量分析计算时,应根据开发利用程度、河道内生态与环境需求及水质的影响,提出各规划水平年、不同保证率情况下的地表水可供水量及供水过程。
- 5.6.4 上级政府或水行政主管部门规定了某种水源引水限额或有分水协议的灌区,该水源可供水量不应超过限额或协议水量。
- 5.6.5 有航运、发电、冲沙等要求的河道和水库,在进行可供水量分析时,应统筹兼顾航运、发电和冲沙等的用水要求。

5.7 灌区水资源供需平衡与配置

- 5.7.1 水资源供需平衡分析应按照节水、节能、优化配置、协调发展的原则进行。
- 5.7.2 灌区水资源供需平衡应根据各灌溉分区供、需水量预测结

果,按不同规划水平年分区进行分析。

5.7.3 灌区水资源配置应优先满足城乡生活用水,统筹农业、工业、生态与环境、航运、发电等用水需要,促进各行业协调发展。

5.7.4 对地表水、地下水等多种水源联合供水的灌区,应根据各种水源的可供水量、水质状况及各行业的用水要求,合理配置灌区水资源。

5.7.5 对灌区内水资源不足,需从灌区外引水补充的灌区,应优先利用当地水资源,不足部分从灌区外引水补充,并应统筹调出地区用水需求。

5.8 灌区规模

5.8.1 灌区规模应根据灌区水土资源现状和各规划水平年的水土资源平衡分析结果等,经综合分析论证确定。

已建灌区应复核其现有规模,研究续建配套与扩建的潜力。

新建灌区,宜根据水土资源情况,提出两种以上不同规模的灌区开发方案,经技术经济比较后,合理确定灌区规模。

5.8.2 水资源紧缺或生态与环境脆弱地区的新建灌区,应在合理确定生态与环境用水的基础上,按照水资源可持续利用、种植结构合理、有利于灌区均衡协调发展的原则,确定灌区规模。

5.8.3 水资源不足或局部地区不能保证充分灌溉的已建灌区,根据渠系及建筑物现状、实际灌溉面积、经济发展水平和农作物种植结构等情况,可按非充分灌溉调整灌溉制度,核定灌区规模。

5.8.4 提水灌区应根据地形、水源、电源等条件综合分析提水扬程、年运行费、水费承受能力及节能要求等因素,合理确定灌区规模。

6 总体布置

6.1 一般规定

6.1.1 灌区应遵循旱、涝、洪、渍、盐、碱、沙综合治理,山、水、田、林、路、村统一规划,水土资源合理、高效、持续利用,经济、资源、环境协调可持续发展的原则,进行全面规划布置。

6.1.2 灌区规划应对灌区的水源工程、灌排渠沟工程、防洪工程、建筑物工程、承泄区、道路、林带、村镇、输电线路、通信线路、管理设施等进行合理布置,并绘制灌区总体布置图。

6.1.3 灌区灌溉方式和灌溉模式应根据水源、地形、工程状况、农业种植结构和经济发展水平等条件,经分析论证确定。当灌区自然条件差异较大时,应划分不同类型区,分区拟定。

6.1.4 土壤盐碱化或可能产生次生盐碱化的灌区,应根据水文、气象、土壤、水文地质等条件以及地下水运动变化规律和盐分积累机理等因素,进行灌区土壤改良分区,并提出防治措施。

6.1.5 提水灌区应根据地形、水源、动力条件和行政区划等因素,按照节约能源和方便管理的原则进行分区、分级。

6.2 水源工程

6.2.1 灌区规划应根据灌区的水资源状况、地形、地貌、工程地质和水文地质条件等,进行水源工程布置。

6.2.2 灌溉水源位置应尽可能靠近灌区,通过对水源的水量、水质及水位等条件综合分析论证,合理确定水源工程布置方案。

6.2.3 以河道径流为灌溉水源时,水源工程布置应符合下列规定:

- 1 当河道水位满足引水要求,径流满足灌溉用水需求时,宜

采用无坝引水布置方式。

2 当河道径流过程与灌溉用水过程不一致,或水位低、水位和流量不能满足灌溉引水要求,但有建坝(闸)条件时,宜采用有坝引水灌溉,并应根据灌溉用水量和水位要求,结合坝址地形、地质等情况,合理确定坝(闸)布置方案。

3 当河道(或湖泊)径流能够满足灌溉用水的流量要求,但水位较低不能满足自流引水要求,且不适于建坝(闸)时,宜采用提水灌溉,并应根据水位、地形、地质等条件,合理确定提水布置方案。

6.2.4 以水库为主要灌溉水源时,水源工程布置应符合下列规定:

1 根据水库总体规模,综合考虑库址地形、地质和建材等因素,分析拟定水库坝址、坝型。

2 当山区、丘陵区土地比较分散,灌区沿河方向呈长条形分布,或者灌区内有多项蓄水工程,且沿一定高程分布时,可采用“长藤结瓜”方式布置水源工程。

3 平原地区建设水库,应优先利用地势开阔的荒地、涝洼地、盐碱地等低产田;尽量避开村庄及重要专项设施,并与村庄保持安全距离;防止对周边区域产生浸没和次生盐碱化等不良影响。

6.2.5 以地下水为灌溉水源时,应根据灌溉用水量和灌区地形、地貌、水文地质等条件,合理确定地下水开采利用方式和取水建筑物的布置方案。

6.3 灌排系统

6.3.1 灌溉和排水系统的布置应满足灌溉和排水要求,有效控制地下水位,防止土壤次生盐碱化或沼泽化,并应符合下列规定:

1 山区、丘陵区灌区应遵循高水高用、低水低用的原则,采用“长藤结瓜”式的灌溉系统,并宜利用天然河道与沟溪布置排水系统。

2 平原灌区灌、排系统宜分开布置。可能产生次生盐碱化的

平原灌区,经论证灌、排系统可结合使用的,应控制其蓄水水位和蓄水时间。

3 沿江、滨湖、圩垸灌区,应采取联圩并垸、整治河道、修筑堤防、涵闸等工程措施,按照蓄泄并举、内外水分开、高低水分开、灌排分开的原则,设置灌、排系统及必要的截渗工程。

4 滨海感潮灌区,布置灌、排系统时,应设置必要的挡潮、防洪海塘、涵闸及截渗、排水、蓄淡压咸工程。

6.3.2 灌溉渠系布置应符合灌区总体规划和灌溉标准要求,并应符合下列原则:

- 1 自流灌溉面积最大。
- 2 渠线顺直,水流顺畅。
- 3 配水灵活,便于灌溉。
- 4 布局合理,利于耕作。
- 5 运行安全,节省费用。
- 6 减少用地,节约投资。
- 7 便于管理和水费征收。
- 8 利于多功能综合利用。
- 9 利于生态与环境保护。
- 10 已建灌区,应处理好维持现状与调整改造的关系。

6.3.3 “长藤结瓜”式灌溉渠系的布置,除应符合本规范第 6.3.2 条规定外,还应符合下列规定:

- 1 渠道不宜直接穿过库、塘、堰。
- 2 渠道布置应便于库、塘、堰的调节与反调节。

3 库、塘、堰的布置宜满足自流灌溉的需要,必要时可设泵站或移动抽水机组向渠道补水。

6.3.4 灌区干、支渠及其以下固定渠道应根据地形、地质、水源、控制面积等条件,经方案比较,择优确定布置形式。

6.3.5 灌区排水系统的布置应根据涝、渍、盐、碱的成因,结合灌区地形、土壤、水文地质等条件,经分析论证后确定。

排水分区和排水系统布置应与承泄区相协调,应论证灌区排水量和承泄区的承泄能力,必要时提出承泄区整治措施。

排水方式应根据地形、水系、承泄区条件以及现有工程情况,因地制宜选用,可采取排、截、滞、提等方式。

6.4 其他工程

6.4.1 村镇布置应服从灌区总体规划要求,宜选择在地势较高、地基坚实、水源条件较好、交通方便的地点,应少占耕地。现有村镇宜充分利用,并结合新农村建设进行必要改建。

6.4.2 道路、桥涵布置,应结合当地交通道路现状及交通规划,以方便交通、节省用地、节约投资为原则,并与灌排渠、沟和田间工程布置相协调。

6.4.3 防风林、经济林等专用林带及防沙草障等,可按国家现行有关规范要求进行布置,并合理利用渠、沟、路旁空地种植林草,涵养水土。

6.4.4 输电线路和通信线路应根据灌区总体布置的需要,结合电力部门和通信部门的专业规划进行合理布置。

7 工程规划

7.1 取水工程

7.1.1 灌区取水工程的位置、形式和规模,应根据灌溉面积的分布、河道流量、河(湖)岸边地形、地质、枯水期水位、河槽形状及河势、水源含沙量、支流汇流位置等合理确定。从多泥沙河道取水,宜设置拦沙、排沙设施。

7.1.2 取水工程有综合利用要求时,其位置、型式和工程布置,除应符合本规范及现行国家标准《灌溉与排水工程设计规范》GB 50288的规定外,还应符合相关专业现行标准的规定。

7.1.3 采用无坝引水时,取水口位置的选择应符合下列规定:

- 1 河、湖枯水期水位应能满足设计引水流量的要求。
- 2 应避免靠近支流汇流处。
- 3 位于河岸较坚实、河槽较稳定、断面较匀称的顺直河段,或位于主流靠岸、河道冲淤变化较小的弯道段凹岸顶点下游处。
- 4 在弯道段河势不稳定的情况下,应采取必要的防洪护岸措施。

7.1.4 无坝引水渠首进水闸的规模,应根据取水河、湖历年灌溉期旬或月平均水位和历年灌溉期旬或月最大灌溉流量频率分析成果合理确定。

7.1.5 采用有坝引水时,取水工程应根据灌区水源条件和灌溉设计保证率、灌溉用水过程及用水量、其他供水目标用水量等,合理确定其规模,并应符合下列要求:

- 1 在水量较丰沛的多泥沙河道引水时,宜采取表层引水方式,并确定其取水建筑物形式。
- 2 引水渠首位于河道狭窄、河岸较陡的山区河流,可采取隧

洞引水方式。进水闸可设在隧洞进口处。

3 水库取水以灌溉水稻为主时,应采用分层取水的方式。

7.1.6 采用泵站提水方式时,应根据地形、地质、水源、动力、灌溉水位要求、灌水过程、用水量等条件,对泵站的位置、扬程、装机功率等进行规划。

泵站站址选择应综合考虑防洪、防冲、防淤、防污、防沙等要求。对高扬程泵站,应进行单级和多级规划方案比较;对适合灌排结合建站的,宜采用结合建站方式。

泵站工程布置应符合现行国家标准《泵站设计规范》GB/T 50265 的规定。

7.1.7 井灌或井渠结合灌区,应根据灌区的水文地质条件、地下水资源的可利用情况,经技术经济比较,确定单井控制灌溉面积和井距、机井数量等有关参数。

7.2 泥沙处理工程

7.2.1 当灌溉水源泥沙较多,超过了渠道挟沙能力或对水泵磨损较大、不能满足灌溉方式的要求时,应设置泥沙处理工程,防止推移质泥沙在引水口淤积,避免大量推移质泥沙进入渠道,合理控制悬移质泥沙进入灌区和田间。

7.2.2 泥沙处理方式应根据水源泥沙特性、引水形式、灌区具体情况和输水、用水要求等合理确定。

自天然河道引水,应避开高含沙水流和多沙时段,引水口宜设拦沙坎和排沙孔,尽可能减少进入灌区的泥沙。

有条件时可设置沉沙池,减少进入灌、排渠系的泥沙。

7.2.3 采用沉沙池方案处理泥沙时,沉沙池的位置应根据灌区的地形、地质、引水含沙量、泥沙清除方式,经技术经济比较后选定。

当沉沙池面积较大时,宜分区(条)使用。若引水位较低,为充分利用沉沙池容积,可采用提水沉沙方式。

灌区内有多个沉沙池位置可供选择时,应对不同位置方案拟

建区域内人均占有耕地和经济发展情况等进行对比分析后,择优选定。

7.2.4 对沉沙池应进行泥沙淤积预测,分析沉沙池区使用年限。

7.2.5 泥沙处理规划应提出沉沙池区还耕、开发、扶持及保护生态与环境的措施,积极研究适合灌区实际的泥沙开发利用技术。

7.3 调蓄工程

7.3.1 当灌溉水源的时空分布与灌区用水过程存在矛盾,或为充分利用当地水资源、减少输水工程规模、提高灌溉供水保证率时,对具备建设调蓄工程条件的灌区,应进行调蓄工程规划。

7.3.2 调蓄工程位置、类型选择,应根据灌区地形、地质、当地建材、渠系工程布置和水源条件等因素,经技术经济比较择优确定。

7.3.3 调蓄工程规模应根据设计供水保证率、水资源的可利用条件、灌溉用水量和其他用水量等,经调节计算,并进行技术经济比较合理确定。

7.3.4 现有灌区,应对已有的调蓄工程进行调查分析,对其规模、安全性进行复核;不满足要求时,应确定处理措施。

7.4 灌溉渠系工程

7.4.1 灌溉渠系规划应根据灌区的地形、地质、水源、气象、水文等条件,结合当地社会经济状况等,经方案比较后,择优确定输配水方式。

7.4.2 灌溉渠系规划应与灌区土地利用规划、农业区划、交通规划、航运规划、排水系统规划等结合进行,尽量避免渠系与沟、路的交叉,减少交叉建筑物。

7.4.3 灌溉渠道分为固定渠道和临时渠道两大类。固定渠道宜按干渠、支渠、斗渠、农渠四级设置,农渠以下为临时渠道,宜设毛渠、灌水沟两级灌水渠道。

地形复杂的大型灌区,必要时固定渠道可按总干渠、干渠、分

干渠；支渠、分支渠；斗渠、分斗渠等设置。

灌区地形特殊或面积较小时，整个灌区或灌区的某些区域，可越级设置渠道。

7.4.4 干渠上的主要建筑物及重要渠段的上游，应设置泄水渠、闸；干、支渠和重要位置的斗渠末端应设退水设施。

7.4.5 计算渠道输水损失时，应考虑地下水顶托和渠道防渗措施的影响。

7.4.6 灌溉设计流量为 $5\text{m}^3/\text{s}$ 及以上的渠道，土渠的弯道曲率半径应大于该弯道段水面宽度的 5 倍，受条件限制不能满足上述要求时，应采取防护措施。石渠或刚性衬砌渠道的弯道曲率半径不应小于水面宽度的 2.5 倍。通航渠道弯道曲率半径应符合航运有关规定的要求。

7.4.7 干渠、支渠应按续灌方式设计，斗渠、农渠应按轮灌方式设计。必要时支渠也可按轮灌方式设计。轮灌组数宜取 2~3 组，各轮灌组的供水量宜协调一致。

7.4.8 续灌渠道应按设计流量进行水力计算；按加大流量校核其过水能力，验算不冲流速；按最小流量校核下一级渠道的最低控制水位和确定修建节制闸的位置，验算不淤流速等。

轮灌渠道可只按设计流量进行水力计算。

7.4.9 续灌渠道的设计流量可按公式(7.4.9-1)或(7.4.9-2)、(7.4.9-3)计算确定：

$$Q_s = \frac{q_s A_s}{\eta_s} \quad (7.4.9-1)$$

$$Q_s = Q(1 + \sigma L) \quad (7.4.9-2)$$

$$L = L_1 + aL_2 \quad (7.4.9-3)$$

式中： Q_s ——续灌渠道设计流量(m^3/s)；

q_s ——设计灌水率($\text{m}^3/\text{s} \cdot \text{hm}^2$)；

A_s ——该渠道设计灌溉面积(hm^2)；

η_s ——该渠道至田间的灌溉水利用系数；

Q ——该渠道的净流量(m^3/s)；

σ ——该渠道每千米长度水量损失率(%)；

L ——该渠道工作长度(km)，干渠工作长度可取工作渠段的总长度；

L_1 ——支渠引水口至第一个斗口的长度(km)；

L_2 ——第一个斗口至最末一个斗口的长度(km)；

α ——长度折算系数，可视支渠灌溉面积的平面形状而定(当面积重心在上游时， $\alpha=0.60$ ；在中游时， $\alpha=0.80$ ；在下游时， $\alpha=0.85$)。

7.4.10 轮灌渠道的设计流量可按公式(7.4.10)计算确定：

$$Q_n = \frac{Nq_s \bar{A}_n}{\eta_n} \quad (7.4.10)$$

式中： Q_n ——轮灌渠道设计流量(m^3/s)；

N ——该渠道轮灌组数；

$\bar{A}_n$ ——该渠道轮灌组平均灌溉面积(hm^2)；

η_n ——该轮灌渠道至田间的灌溉水利用系数。

7.4.11 续灌渠道加大流量可按公式(7.4.11)计算确定：

$$Q_j = JQ_s \quad (7.4.11)$$

式中： Q_j ——渠道加大流量(m^3/s)；

J ——渠道流量加大系数，可按表 7.4.11 选取，湿润地区可取小值，干旱地区可取大值；由泵站提水的续灌渠道加大流量应为包括备用机组在内的全部装机流量；

Q_s ——渠道设计流量(m^3/s)。

表 7.4.11 续灌渠道流量加大系数

设计流量 (m^3/s)	<1	1~5	5~20	20~50	50~100	100~300	>300
加大系数	1.35~1.30	1.30~1.25	1.25~1.20	1.20~1.15	1.15~1.10	1.10~1.05	<1.05

7.4.12 续灌渠道的最小流量不宜小于渠道设计流量的 40%，相

应的最小水深不宜低于设计水深的70%。

7.4.13 泄(退)水渠道的设计流量,可根据其位置及重要性按下列规定确定:

1 设置于灌溉渠首段的泄水、排沙渠道的设计流量不应小于其下游渠道的设计流量。

2 设置于分水枢纽上游的泄水渠道的设计流量可按下游最大一条分水渠道的设计流量确定,但不应小于上游渠道设计流量的50%;特殊情况下,也可按上游渠道的设计流量确定。

3 保护重要建筑物或重要渠段的泄水渠,可按设计流量确定。

4 设置于渠道中间用于调节渠道流量的泄水渠道(或建筑物),可按渠道设计流量的25%~100%确定。

5 渠道末端退水渠的设计流量,可按渠道需要泄(退)水的流量确定,但不应小于渠道末端设计流量的50%。

7.4.14 渠道纵、横断面的确定应满足下列要求:

1 保证设计输水能力和边坡稳定安全。

2 水头损失小,水位衔接平顺。

3 水位满足自流灌溉区域内自流灌溉的水位要求。

4 蒸发渗漏损失少。

5 节约土地,经济合理。

6 施工、运用与管理方便。

7 兼有通航要求的渠道,还应符合航运部门的有关规定。

7.4.15 渠道比降应根据渠线所通过地区的地形、地质、含沙量及设计流量等因素,通过计算分析确定,并应符合下列要求:

1 渠道比降应尽量接近地面坡度,减小挖、填方工程量。

2 满足不冲、不淤或冲淤平衡。

7.4.16 清水渠道的渠底比降可按公式(7.4.16-1)计算确定:

$$i = \frac{n^2 V^2}{\sqrt[3]{R^4}} \quad (7.4.16-1)$$

黄土地区浑水渠道的渠底比降可按公式(7.4.16-2)计算确定:

$$i=0.275n^2 \frac{(\rho\omega)^{3/5}}{Q^{1/4}} \quad (7.4.16-2)$$

式中: i ——渠底比降;

n ——渠床糙率,可根据渠床实际情况按现行国家标准《灌溉与排水工程设计规范》GB 50288 附录 E 选用;

V ——渠道的平均流速(m/s);

R ——渠道的水力半径(m);

ρ ——浑水渠道水流挟沙能力(kg/m³);

ω ——泥沙沉降速度(mm/s);

Q ——渠道设计流量(m³/s)。

7.4.17 渠道横断面应根据灌溉面积、设计流量、沿线地形、地质条件以及边坡稳定的需要和是否衬砌等因素,按接近水力最佳断面进行设计。土渠宜采用梯形断面;混凝土或石渠宜采用矩形或U形断面。渠道横断面亦可采用实用经济断面,若为梯形断面,其计算方法应符合现行国家标准《灌溉与排水工程设计规范》GB 50288 的有关规定。

7.4.18 大型灌区灌溉渠系(特别是干、支渠)宜采用输配水自动测控技术。测控装置应采用经过鉴定的定型设备。

7.4.19 已建灌区应根据重新论证的灌区规模、现状渠系布置和运行中存在的问题,对不合理渠系布置进行必要的调整,对渠道断面进行复核、优化,对渠道损坏、塌方段进行修复或加固。

7.4.20 灌溉渠系布置除应符合本规范规定外,还应符合现行国家标准《灌溉与排水工程设计规范》GB 50288 有关规定。

7.5 排水沟系工程

7.5.1 灌区排涝标准可采用设计暴雨重现期表示。设计暴雨重现期应根据灌区的自然地理、水文、气象、社会经济条件及历史涝灾受损程度等,经技术经济论证后综合确定,一般情况下可采用

5a~10a,经济条件或排水基础条件较好以及其他特殊地区,可适当提高标准。

7.5.2 排涝标准除应规定暴雨重现期外,还应根据排涝面积、地面坡度、地表植被、暴雨特性、调蓄情况及作物耐淹历时、耐淹水深等,合理确定暴雨历时和排除时间。

7.5.3 灌区排渍标准应根据排水区土壤质地、地下水埋深及水质、农作物种类及生育阶段、农田耕作要求等合理确定。有试验资料的地区,排渍标准可根据当地或邻近地区的试验资料或经验分析确定。

7.5.4 有渍害的旱作区,农作物生长期地下水位应以设计排渍深度作为控制标准,在设计暴雨形成的地面水排除后,应在旱作物耐渍时间内将地下水位降至耐渍深度。水稻区应能在晒田期内3d~5d将地下水位降至设计排渍深度;土壤渗漏量过小的水稻田,应采取地下水排水措施使其淹水期的渗漏量达到适宜的标准。

农业机械作业要求较高的地区,设计排渍深度应根据各地区农业机械耕作的具体要求确定,一般情况下可采用0.6m~0.8m。

7.5.5 有土壤脱盐和防止次生盐碱化要求的地区,应根据土壤质地、地下水矿化度、气象条件、灌溉排水条件和农业技术措施等,经实地调查或观测试验后,分析确定地下水的临界深度。无试验或调查资料时,可按表7.5.5所列数值选取。

表 7.5.5 地下水临界深度(m)

土 质	地下水矿化度(g/l)			
	<2	2~5	5~10	>10
沙壤土、轻壤土	1.8~2.1	2.1~2.3	2.3~2.6	2.6~2.8
中壤土	1.5~1.7	1.7~1.9	1.8~2.0	2.0~2.2
重壤土、黏土	1.0~1.2	1.1~1.3	1.2~1.4	1.3~1.5

7.5.6 设计排涝模数应根据排水区或邻近地区的实测资料分析确定。无实测资料时,可根据排水区的自然经济条件 and 生产发展水平,按现行国家标准《灌溉与排水工程设计规范》GB 50288 的有关公式选择计算,也可采用其他经过论证后的公式计算。

7.5.7 设计排渍模数应根据排水区降雨与蒸发条件、土质条件、水文地质条件和排水沟网密度等,结合当地或邻近地区的实测资料分析确定。

7.5.8 灌区排水系统应结合流域防洪除涝和土壤改良规划及灌溉渠系布置,统筹规划,合理布置。

7.5.9 排水方式应根据排水区的水文地质、土壤性质,作物对土壤水分的控制要求及耐淹深度,耕作方式,承泄区的位置、地势、水位,经济发展水平等因素,经技术经济比较合理确定。

7.5.10 排水明沟布置应符合下列规定:

1 排水沟应布置在其控制范围的低洼处,并尽量利用天然河道,应能满足汛期排水和控制地下水位的要求。

2 排水沟系布置应做到高水高排、低水低排,自排为主、提排为辅,分片、分级排放,当地洪涝水与外来客水分别排放。

3 干沟出口应布置在承泄区水位较低和河床稳定的地方。

4 下级沟道的布置应为上级沟道创造良好的排水条件,使其不发生壅水。

5 排水沟沟线宜短而直,其布置应与灌溉渠系、道路、林带、村镇等的布置相协调,并与土地利用规划和行政区划等相适应。

7.5.11 排水沟设计流量应根据排水区面积、排水模数、产流与汇流历时、地下水位控制要求等通过计算分析确定。

7.5.12 田间末级固定排水沟的深度和间距应满足耕作和地下水位控制要求。有排渍和防止土壤盐碱化要求的地区,末级固定排水沟深度和间距可按现行国家标准《灌溉与排水工程设计规范》GB 50288 的有关公式进行计算,经综合分析确定。无试验资料时,可按表 7.5.12 确定。

表 7.5.12 末级固定排水沟间距与沟深

沟深(m)	间 距(m)		
	轻壤土、沙壤土	中壤土	黏土、重壤土
0.8~1.3	50~70	30~50	15~30
1.3~1.5	70~100	50~70	30~50
1.5~1.8	100~150	70~100	50~70
1.8~2.3	—	100~150	70~100

7.5.13 排水暗管布置应符合下列规定：

1 吸水管线宜平行布置，与地下水流动方向的夹角不宜小于 40° 。

2 集水管(沟)线宜平行地面坡向布置，与吸水管线夹角不应小于 30° 。

3 各级排水暗管的首端与相应上一级灌溉渠道的距离不宜小于 3m。

4 吸水暗管埋深应满足农作物的排渍要求，吸水管间距可按现行国家标准《灌溉与排水工程设计规范》GB 50288 附录 K 所列公式进行计算，经综合分析确定。无试验资料时，可按表 7.5.13 确定。

表 7.5.13 吸水管埋深和间距

吸水管埋深(m)	吸水管间距(m)		
	黏土、重壤土	中壤土	轻壤土、沙壤土
0.8~1.3	10~20	20~30	30~50
1.3~1.5	20~30	30~50	50~70
1.5~1.8	30~50	50~70	70~100
1.8~2.3	50~70	70~100	100~150

7.5.14 利用泵站提排时,应根据控制区的地形、地质、排水区面积、排水流量等因素,对泵站位置和建站方式进行规划。有部分自排条件的排水泵站,宜与排水闸合建。

7.5.15 承泄区的设计水位可采用与排水区设计暴雨同频率的洪水水位,或用排水历时内的多年平均高水位值,也可采用实际年洪水水位。

7.5.16 排水系统的布置除应符合本规范规定外,还应符合现行国家标准《灌溉与排水工程设计规范》GB 50288 的有关规定。

7.6 防洪工程

7.6.1 灌区防洪工程规划应以流域、区域防洪规划为依据,根据灌区自然地理特点和现有防洪体系,确定灌区防洪方案。

7.6.2 对灌区外部洪水,可采用修堤筑坝、撇洪、截流等方式,以防止外部洪水进入灌区;对灌区内部洪水,可采取修建水库、堤防,进行河道整治,开辟分洪、蓄滞洪工程等措施,蓄泄兼筹,综合治理。对洪水资源应合理利用。

7.6.3 灌区引水、提水、蓄水枢纽,灌排渠沟及其建筑物,应根据洪水情况及其重要性,进行相应的防洪措施规划,保障防洪安全。

7.6.4 易受洪水威胁的傍山、丘陵、坡地渠道,应按防洪标准分析计算洪水流量,修建排洪沟、撇洪沟或采取其他防洪措施,保证渠道防洪安全。较小的洪水,在保证渠道安全的前提下,可利用灌溉渠道排洪。

7.7 灌排建筑物

7.7.1 灌排建筑物位置应根据灌区地形、总体布置和灌排渠沟纵横断面等,按照建筑物的类型、特点,结合工程规模、作用等,经技术经济比较合理确定。

7.7.2 灌排建筑物布置应安全可靠、经济适用;方便群众生产、生活,便于管理和维护;有利于节约用水、灌溉效益发挥和灌区的可

持续发展。

7.7.3 初步确定水源工程、泥沙处理工程、输水隧洞、提水泵站、渠系建筑物、排水沟系等灌排建筑物的级别、规模及结构类型。

水源工程还应合理拟定工程场址(坝址、闸址、站址)及布置形式。

干支渠(沟)系建筑物及隧洞、泵站等还应合理拟定结构布置形式。

7.7.4 当灌区分期实施、近期有扩建的可能或有其他输水任务时,经技术经济比较,可按灌区的最终规模或最大设计流量、最高设计水位确定建筑物主要技术指标。

7.7.5 已建灌区续建配套与节水改造规划应在调查统计灌区建筑物的使用、老化和损坏情况的基础上,提出维修加固、改建、扩建或重建规划;对新增加的建筑物,应进行必要性与可行性论证,并初步确定拟建工程的位置和主要技术指标。

7.7.6 在灌排渠沟与道路交叉处,应根据渠沟与道路的相对高程,设置跨渠(沟)桥梁或渠下路涵。桥孔应满足渠沟过水要求,桥面宽度及荷载标准应与道路等级相一致。路涵孔径应满足交通要求。

7.7.7 灌区规划应提出量水设施设置方案。量水设施的设置宜与灌排建筑物结合布置。

7.8 田间工程

7.8.1 田间工程应根据不同灌排分区的地形、土壤、地下水埋深及水资源状况、经济发展水平、农作物种植结构和灌溉模式等条件,分别进行典型区规划。

7.8.2 典型区应能代表灌排分区的绝大部分农田状况,且具有独立的配水系统。各类典型区面积总和不宜小于灌区设计灌溉面积的5%;灌溉面积大于100万亩的灌区,典型区面积可控制在设计灌溉面积的1%~3%范围。

7.8.3 田间工程规划应提出平整土地的技术要求,确定田间渠沟(管)、配水建筑物、田间道路及林带布置,确定灌排渠沟(管)纵、横断面(或管径),确定灌水沟畦与格田的技术要素。

7.8.4 田间工程布置应符合下列规定:

1 有利于调节农田水分状况、培育土壤肥力、促进农业节约用水。

2 因地制宜,讲求实效,布置合理,田间灌排渠沟(管)线短而直。

3 灌排系统完善,建筑物配套齐全。

4 方便配水与灌溉,灌排顺畅及时。

5 有利于井渠结合,地表水与地下水优化配置。

6 田面平整,灌水土壤湿润均匀。

7 田块形状和大小有利于农业机械化作业。

8 有利于节约土地。

7.8.5 平原地区斗渠长度宜为 1000m~3000m,间距宜为 400m~800m;农渠长度宜为 400m~800m,间距宜为 100m~200m。斗渠单侧分水时,农渠长度可适当延长。

山区、丘陵区斗渠、农渠的长度、间距及控制灌溉面积可根据地形情况,因地制宜确定。

7.8.6 布置斗渠、农渠时,应同时考虑排水沟道的布置。根据灌区具体情况,因地制宜地采取灌排相邻布置、灌排相间布置或灌排结合布置。

7.8.7 湿润、半湿润地区的田间渠道宜进行防渗护砌。内陆干旱地区的田间渠道不宜进行防渗护砌。配水、灌水、量水、交通等建筑物应配套齐全。

7.8.8 田间工程规划应根据灌区实际情况,确定条田的长度、宽度和田面坡度等。

7.8.9 采用畦灌时,应根据地形、土壤、耕作技术等条件合理布置灌水畦,并确定其技术要素。不同土壤条件下灌水畦技术参数可

按表 7.8.9 确定。

表 7.8.9 灌水畦技术参数

土壤透水性(m/h)	畦长(m)	畦田比降	单宽流量(l/s)
强(>0.15)	60~100	>1/200	3~6
	50~70	1/200~1/500	5~6
	40~60	<1/500	5~8
中(0.15~0.10)	80~120	>1/200	3~5
	70~100	1/200~1/500	3~6
	50~70	<1/500	5~7
弱(<0.10)	100~150	>1/200	3~4
	80~100	1/200~1/500	3~4
	70~90	<1/500	4~5

7.8.10 采用长畦分段灌时,宜通过试验或采用试验与理论计算相结合的方法确定灌水畦要素。

7.8.11 采用沟灌时,应根据土壤的透水性、地面坡度、耕作和栽培要求等条件,经试验或计算确定灌水沟要素。缺乏资料时,可按表 7.8.11 选取。

表 7.8.11 不同土壤、灌水定额和地面坡度条件下的灌水沟长度

土壤类别		重壤土			中壤土			轻壤土		
灌水定额(m ³ /亩)		25	30	35	25	30	35	25	30	35
地面 坡度	0.001	30	35	45	20	25	35	20	25	30
	0.001~0.003	35	40	60	30	40	55	30	45	50
	0.004	50	65	80	45	60	70	45	50	60

7.8.12 水稻格田长度与宽度的确定应以有利于灌溉和提高机械作业效率为原则,长度宜取 60m~120m,宽度宜取 20m~40m;山丘区坡地上布置水稻格田时,长边宜与等高线平行;平原地区水稻格田方向宜取南北向。

7.8.13 田间灌排工程布置应与道路、林带、通信、输电线路和村镇等的布置相协调。

7.8.14 田间道路布置应方便农田耕作,与渠(沟)、林带及田块地界相协调,减少占地,并与骨干路网连通。

7.8.15 沿斗渠布置的田间道路,可考虑机动车通行,路面宽度可取 $3\text{m}\sim 5\text{m}$,且高出地面 $0.3\text{m}\sim 0.5\text{m}$ 。沿农渠布置的生产路,不考虑机动车通行时,路面宽度可取 $1\text{m}\sim 2\text{m}$;考虑机动车通行时,路面宽度可取 $2\text{m}\sim 3\text{m}$,且高出地面 $0.2\text{m}\sim 0.4\text{m}$ 。

7.9 节水工程

7.9.1 灌区规划应采取工程措施与非工程措施相结合,先进技术与常规技术相结合,强制节水与效益引导相结合,制定相应的节水规划。

7.9.2 灌区节水灌溉措施,应根据灌区气象、水文、土壤、农业种植结构情况等因素,按照经济、高效、适用、易于推广、适度超前的原则,经技术经济比较合理选定。

7.9.3 对渗漏严重的渠道,应统筹考虑地表水和地下水的转化,并结合生态与环境等因素,进行渠道防渗,有特殊要求的可采用管道输水。

7.9.4 衬砌渠道断面和衬砌结构型式,应进行经济技术比较择优确定。

7.9.5 田间灌溉渠道可采取防渗措施或利用管道输水灌溉,也可根据灌区情况采用明渠、暗渠(管)相结合的方式。

7.9.6 田间宜采用激光平整小畦灌溉;对具有发展高效农业节水技术条件的灌区,可因地制宜地采用喷灌、微灌等灌溉技术。

7.9.7 灌区节水工程规划应采用多种措施提高灌溉水利用系数。

1 渠系水利用系数不应低于表 7.9.7-1 所列数值。

2 田间水利用系数,水稻灌区不宜低于 0.95;旱作物灌区不

宜低于 0.90。

3 灌溉水利用系数不应低于表 7.9.7-2 所列数值。

表 7.9.7-1 渠系水利用系数

灌区类型	渠灌区(hm ²)			井灌区	
	>20000	20000~667	<667	防渗渠道	管道
渠系水利用系数	0.55	0.65	0.75	0.9	0.95

表 7.9.7-2 灌溉水利用系数

灌区类型	渠灌区(hm ²)			井灌区	喷灌区、微喷灌区	滴灌区
	>20000	20000~667	<667			
灌溉水利用系数	0.50	0.60	0.70	0.80	0.85	0.9

7.9.8 灌区节水工程规划除应符合本规范规定外,还应符合现行国家标准《节水灌溉工程技术规范》GB/T 50363、《灌溉与排水工程设计规范》GB 50288 和国家现行标准《渠道防渗工程技术规范》SL 18 的有关规定。

8 工程建设征地与移民安置

8.0.1 灌区规划应根据灌区规划方案、工程总体布置初步确定工程建设征地范围。调查了解灌区规划方案影响的土地面积、专项设施、矿藏、文物等实物指标和移民人口等,分析是否存在规划方案实施的制约因素。初步拟定移民安置规划,估算征地移民补偿投资。

8.0.2 工程建设征地应根据用地性质,分为永久征地与临时用地两类,以调查永久征地为主,临时用地可按当地类似工程指标估算。

8.0.3 实物指标调查应采用搜集资料与地形图量算相结合,并辅以适当抽样调查的方法。对方案比选有重要控制作用的实物指标,应适当提高抽样调查的比例。

8.0.4 对需搬迁的移民,应提出远迁或就近安置的规划意见,可以乡或县为单位计算生产安置人口,并对安置区进行初步的环境容量分析,提出生产安置方案。

9 水土保持

9.0.1 灌区规划应调查灌区现状水土流失和水土保持情况,分析水土流失规律,确定水土流失防治范围。

9.0.2 水土流失防治范围应根据灌区规划范围、灌区用地规划、工程总体布置、移民安置规划以及现状水土流失等情况合理确定。灌区建设新增水土流失防治应与现状水土流失防治结合进行。

9.0.3 灌区规划应根据灌区所在区域的气候、地形、地貌、土壤类型、工程布置、种植结构、耕作方式等因素,分析灌区水土流失规律及灌区规划实施可能产生的水土流失影响,初步提出水土保持总体布局 and 措施,估算水土保持投资。

9.0.4 水土保持总体布局及措施应按照因地制宜、因害设防、治理与保护相结合,社会效益、经济效益、生态与环境效益相统一的原则确定。

10 环境影响评价

10.0.1 灌区规划环境影响评价应确定环境影响评价范围,进行环境现状调查与评价,拟定环境保护目标和评价指标,进行规划方案分析,预测和评价灌区规划实施对环境的影响,提出减免不利影响的对策与措施,评价规划方案的环境合理性和可行性,估算环境保护投资。

10.0.2 环境影响评价范围包括灌区规划区域和涉及的影响区域,应根据环境现状、工程布置、影响范围等因素合理确定;环境要素评价范围可根据环境特点及影响程度确定。

10.0.3 环境保护目标应根据国家和地方法律、法规及相关规划,结合水功能区划、区域生态功能区划和灌区实际情况合理拟定。环境评价指标可结合环境现状与环境保护目标,依据有关专业规范、规定等合理确定。

10.0.4 环境现状调查以搜集现有资料为主,必要时结合现场调查与测试。主要调查自然环境、区域生态、社会环境和环境敏感区等。应评价环境现状和存在的主要环境问题,重点分析生态与环境敏感问题。

10.0.5 规划方案分析应分析灌区规划方案与相关法律、法规及所在区域其他相关规划的协调性,初步判定环境可行的规划方案。

10.0.6 环境影响预测与评价应针对初步判定环境可行的规划方案,识别涉及的主要环境因素,预测评价灌区开发对其产生的影响。

10.0.7 环境影响评价应遵循预防为主和不利影响减量化原则,提出环境保护的对策和措施,对各环境要素的保护措施应有针对性。

10.0.8 在血吸虫病等水媒传染病疫区,应结合灌区规划和工程布局,提出防治钉螺等病源扩散的对策措施。

10.0.9 灌区规划应从有利与不利影响两方面阐明规划实施对灌区经济社会环境和自然环境影响的评价结论,明确是否存在规划实施的环境制约因素,综合评价灌区规划方案的环境合理性和可行性。

11 灌区管理

11.0.1 灌区规划应根据国家现行有关标准的规定和灌区实际情况,合理确定灌区管理范围和工程保护范围,拟定管理机构设置方案,制订管理体制、运行机制和灌区工程日常维护管理方案等。

11.0.2 灌区管理规划应按照精简、高效、切合实际的原则,根据国家现行有关规定、主管部门意见、灌区规模、灌溉面积分布和灌区自动化程度等,合理确定管理机构性质、人员编制和管理职责。

11.0.3 灌区管理体制和运行机制应符合灌区实际情况,并满足下列要求:

- 1 有利于灌区良性运行和可持续发展。
- 2 统一管理与分级管理相结合。
- 3 运行高效、灵活。
- 4 事企分开,管养分离。
- 5 责任明确,管理科学。

11.0.4 灌区管理范围及工程保护范围,应根据灌区运行管理需要,按照国家和当地政府有关部门的规定和现行相关标准、规范合理确定。

11.0.5 灌区管理设施配套建设与工程建设应同步规划,按照精简可靠、节约高效、因地制宜、先进实用的原则,合理确定灌区水信息监测与管理决策系统及水量计量、交通、通信、办公生活服务设施等项目的建设方案。

11.0.6 灌区运行管理应按照反应快速、运行可靠、安全便捷的原则,根据灌区特点和实际情况,拟定运行管理模式和工程维护管理

方案。

11.0.7 根据灌区自然状况、作物种植情况和区域灌溉试验站(场)现状情况,必要时对灌溉试验站(场)建设进行相应规划。

12 投资估算与经济评价

12.1 投资估算

12.1.1 灌区规划应按编制基准年的相关政策及价格水平,根据国家现行有关标准,分别估算骨干工程和田间工程投资。

12.1.2 工程建设征地与移民安置补偿投资、水土保持及环境保护工程投资估算,应按国家现行有关标准、规定编制。

12.2 经济评价

12.2.1 新建灌区应进行国民经济评价和财务评价,评价其经济合理性和财务可行性。同时,应对灌区开发建设的社会效益、生态与环境效益以及在促进地区经济可持续发展、构建和谐社会等方面的贡献和影响进行综合分析评价。

12.2.2 已建灌区续建配套与节水改造工程,可按改建、扩建项目经济评价要求进行。评价时,应遵循费用与效益计算口径一致的原则,分析增量费用和增量效益;在按全部费用与全部效益计算时,应合理评估已建工程的固定资产余值。

12.2.3 国民经济评价应按影子价格调整灌区工程、工程建设征地与移民安置、水土保持、环境保护工程等投资与年运行费等费用,估算灌区经济效益,计算经济评价指标,并进行敏感性分析,评价其经济合理性。

12.2.4 财务评价应分析总成本费用及年运行费用,估算灌区管理单位水费收入及其他财务收入,对灌区财务可行性进行评价,提出维持灌区正常运行需采取的经济优惠措施及有关政策建议。

12.2.5 灌区规划应测算单方水的供水成本及水价,分析灌区用水户对水价的承受能力。若水价超过用水户的承受能力,应提出降低水价、减轻用水户负担的措施与建议。

13 分期实施意见

13.0.1 对规模大、投资多、建设周期长的灌区,可根据当地经济社会发展需要和国家及地方财力情况,经技术经济综合分析后分期实施。

13.0.2 分期实施时,应根据灌区各区域的水资源状况、农业生产和水利工程现状、经济发展等情况,进行综合比较,按先急后缓、效益优先、骨干工程与田间工程合理安排、近远期结合的原则,合理确定一期工程。

13.0.3 灌区分期实施应根据分期间隔时间长短和增加的投资情况,并经技术经济比较分析确定其骨干工程与控制性建筑物工程按规划规模一次建成或采取分期建设。

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

《灌溉与排水工程设计规范》GB 50288

《节水灌溉工程技术规范》GB/T 50363

《泵站设计规范》GB/T 50265

《渠道防渗工程技术规范》SL 18

中华人民共和国国家标准

灌 区 规 划 规 范

GB/T 50509 - 2009

条 文 说 明

制 订 说 明

为适应编制灌区规划的需要,提高灌区规划水平,促进灌区水土资源合理开发与可持续利用,根据原建设部《关于印发〈二〇〇四年工程建设国家标准制订、修订计划〉的通知》(建标[2004]67号)下达的标准编制任务,由水利部水利水电规划设计总院主持、山东省水利勘测设计院等单位编制了《灌区规划规范》。

本规范历经大纲编制、大纲审查,咨询意见稿、征求意见稿、审查稿、送审稿、报批稿几个阶段。编制组在对全国大型灌区进行调研,咨询专家,广泛征求灌区设计、科研、管理等单位意见,充分吸收和采纳历次审查会意见的基础上,通过反复讨论、修改和完善,最后经住房和城乡建设部专家审定,编制完成。

本规范的编制始终遵循灌区规划应以节水、节能、增效为中心,以提高灌溉水的利用效率和效益为目标,优化配置灌区水土资源,防治水土流失,保护生态与环境,实现灌区水土资源可持续利用和灌区可持续发展的原则,并明确了规划的基本原则、主要内容和技术要求。

在应用本规范过程中,尤其对水资源紧缺地区,尚需深入研究作物非充分灌溉制度和灌区生态用水量等有关问题,并认真总结经验,以供修订时参考。

目 次

1	总 则	(51)
2	术 语	(52)
3	基本资料	(54)
4	水土资源及利用现状分析评价	(56)
4.1	水资源及利用现状分析评价	(56)
4.2	土地资源及利用现状分析评价	(57)
5	水土资源平衡分析及水资源配置	(60)
5.1	灌溉分区	(60)
5.2	灌区经济社会发展指标预测	(60)
5.3	灌区土地资源开发利用规划	(61)
5.4	灌溉制度	(61)
5.5	灌区需水量	(68)
5.6	灌区可供水量	(69)
5.7	灌区水资源供需平衡与配置	(70)
5.8	灌区规模	(71)
6	总体布置	(73)
6.1	一般规定	(73)
6.2	水源工程	(73)
6.3	灌排系统	(74)
7	工程规划	(78)
7.1	取水工程	(78)
7.2	泥沙处理工程	(79)
7.3	调蓄工程	(81)
7.4	灌溉渠系工程	(82)

7.5	排水沟系工程	(85)
7.6	防洪工程	(92)
7.7	灌排建筑物	(93)
7.8	田间工程	(94)
7.9	节水工程	(101)
8	工程建设征地与移民安置	(103)
9	水土保持	(105)
10	环境影响评价	(106)
11	灌区管理	(108)
12	投资估算与经济评价	(111)
12.1	投资估算	(111)
12.2	经济评价	(111)
13	分期实施意见	(113)

1 总 则

1.0.1 本规范是根据水利部水利水电规划设计管理局“关于下达2001年度水利水电勘测设计技术标准制定、修订项目计划及主编单位的通知”(水总局科〔2001〕1号)和原建设部《关于印发〈二〇〇四年工程建设国家标准制定、修订计划〉的通知》(建标〔2004〕67号)的要求编写的,主要是为了适应灌区规划工作的需要,提高灌区规划水平,明确灌区规划应遵循的技术要求。

1.0.2 我国目前基本建设程序规定的大型灌区为50万亩($\approx 33000\text{hm}^2$);灌区管理部门划分的大型灌区为30万亩(20000hm^2)。

1.0.3~1.0.8 这六条是对灌区规划提出的共性要求。

1.0.9 本条明确了本规范与其他相关标准规范的关系。与本规范直接相关的规范主要有:《农田灌溉水质标准》GB 5084、《防洪标准》GB 50201、《喷灌工程技术规范》GBJ 85、《水利水电工程等级划分及洪水标准》SL 252、《渠系工程抗冻胀设计规范》SL 23、《微灌工程技术规范》SL 103、《水利建设项目经济评价规范》SL 72、《地表水资源质量标准》SL 63、《江河流域规划环境影响评价规范》SL 45、《开发建设项目水土保持方案技术规范》SL 204、《水利水电工程建设征地移民设计规范》SL 290、《水利水电工程沉沙池设计规范》SL 269、《低压管道输水灌溉工程技术规范(井灌区部分)》SL/T 153、《农田排水工程技术规范》SL/T 4、《水资源评价导则》SL/T 238、《灌溉与排水工程技术管理规程》SL/T 246等。

2 术 语

2.0.6 在缺水地区或缺水时期,由于可供灌溉的水资源不足,不能充分满足作物各生育阶段的需水要求,从而实施非充分灌溉。非充分灌溉允许作物存在一定程度的缺水和减产,但仍可使单位水量获得最大的经济效益。实施非充分灌溉不仅需要研究作物生理需水规律、缺水时机、作物产量与缺水量之间的关系等,还要研究灌溉经济学,使投入最小而获得产出最大。

我国在非充分灌溉实践中,对旱作物有的是采取减少灌水次数,即减少对作物生长影响不大的灌水,保证关键时期的灌水;也有采取减少灌水定额的方法,使土壤达到部分田间持水量;另外也有将节省下来的水量扩大灌溉面积,以求得总产量最高,或将节省下来的水量去灌溉经济价值较高的作物,以求全灌区的作物增产价值量最高。对水稻则是采取浅水、湿润、晒田相结合的灌水方法,不是以控制淹灌水层的上下限来设计灌溉制度,而是以控制稻田的土壤水分为主;此外,南北方灌区还推广“水稻旱种”、“旱育稀植”技术,取得了较好的节水效果。

2.0.18 灌水技术,也称灌水方法,一般按照是否湿润整个农田和按照水输送到田间的方式和湿润土壤的方式来分类,常见的灌水方法可分为全面灌溉和局部灌溉两大类。

全面灌溉时湿润整个农田植物根系活动层内的土壤,传统的常规灌水方法都属于此类,比较适合于密植作物,主要有地面灌溉和喷灌两类。地面灌溉水是从地表面进入田间,并借助重力和毛细管作用浸润土壤,所以也称重力灌水方法。地面灌溉是目前应用最广泛、最主要的灌水方法,按其湿润土壤方式的不同,又可分为畦灌、沟灌、淹灌和漫灌等。喷灌是利用专门设备,将有压水喷

射到空中散成细小水滴,均匀地喷洒到田间进行灌溉。

局部灌溉只湿润作物周围的土壤,远离作物根部的行间或株间仍然保持干燥。这类灌溉方法一般是按照作物的生长需要,通过一套管道系统准确地将水和作物需要的养分直接输送到作物根部附近。由于灌溉流量比全面灌溉小得多,因此也称为微量灌溉,简称微灌。渗灌、滴灌、微喷灌、涌灌、膜上灌等都属于局部灌溉,比较适合于灌溉宽行作物、果树、葡萄、瓜类等。

2.0.19、2.0.20 灌溉模式是通过试验或实践总结出的一种比较成熟的灌溉制度,也包括相应的管理措施,具有节水、科技含量高、可以实现高产优质等特点,对类似地区和类似条件具有推广意义。

灌溉方式是指所采用的灌水技术,有时也指所采用的灌溉制度。与灌溉模式相比,灌溉方式所选择的灌水技术或灌溉制度不一定是最优的,但也是比较适合当地条件的。

3 基本资料

3.0.1 基本资料的搜集是编制灌区规划工作的基础,其质量直接影响规划成果的可靠程度。本条规定了灌区规划应收集的基本资料范围、内容和要求。

1 灌区规划采用的主要气象、水文资料的系列一般不宜少于30a。水源河流和灌区内河流(沟道)的水文资料系列应尽量一致。

2 地形资料比例尺的选用应能满足工程规划的要求,通常包括:

- 1)灌区总体布置图:1/10000~1/100000;
- 2)灌排渠系布置图:1/10000~1/50000;
- 3)枢纽及主要建筑物局部地形图:1/2000~1/5000;
- 4)典型地块地形图:1/1000~1/5000;
- 5)量算容积曲线用地形图:1/10000~1/50000;
- 6)有特殊要求的带状地形图:1/1000~1/2000。

工程地质与水文地质资料搜集通常包括:干渠、支渠或干沟、支沟沿线和重要建筑物位置的工程地质勘探资料,灌区地下水类型、理化性质、含水层特征、地下水动态、流向、埋深、补给与排泄条件和可开采量等。

3 土壤资料搜集通常包括:土壤物理性质,如土壤类型、质地、结构、分布情况、容重、比重、孔隙率;土壤化学性质,如含盐量、盐分组成、pH 值以及氮、磷、钾和有机质含量等;土壤水分特性,如饱和含水量、渗透系数、给水度、田间持水量毛细管水上升高度等。

4 生态与环境问题目前已成为经济社会可持续发展的主要制约因素,日益受到重视。本款规定要搜集有关生态与环境方面

的资料,为拟定维护和改善生态与环境目标、制订相应的对策和措施提供基本依据,从而使灌区的经济社会和环境协调持续发展。

水质监测项目很多,搜集水质资料时要根据供水用途对水质的要求,按照现行水质标准有侧重的搜集。

5 我国现有的大部分大、中型灌区已运行多年,认真总结灌区工程设施调度运行、灌溉方式、灌溉制度、节水灌溉、科学试验、运行管理等方面的经验及存在的问题,对搞好已建大、中型灌区节水改造与续建配套,推进管理体制、水费制度改革、促进灌区良性运行和健康发展十分重要。

7 社会经济基本资料可根据统计部门年鉴搜集,必要时应进行补充搜集或调查。

8 灌区规划应了解掌握灌区所在流域和地区的历史变迁、经济发展状况、水土资源开发利用现状及存在的问题等资料,根据流域规划、地区国民经济与社会发展规划和有关部门的行业规划等要求,制订出符合灌区实际、合理可行的灌区规划方案,促进灌区经济社会和谐发展。

9 目前,我国大部分省(自治区、直辖市)都已恢复建设了部分灌溉试验站,设置了中心试验站。灌溉试验资料对合理确定灌溉制度、计算作物需水量等具有重要意义,区域内或周边地区有灌溉试验资料时,要注意搜集,充分利用,但要注意地区差异性。

3.0.2 搜集的资料通常来自多部门、多方面,系列不同,质量不一。搜集的资料应分类整编,便于应用。对作为规划依据的基础资料的合理性、可靠性要进行分析,对失实存疑的资料要进行复核,对短缺的资料要补充和完善。

4 水土资源及利用现状分析评价

4.1 水资源及利用现状分析评价

4.1.2 水资源数量的分析评价主要包括:灌区降水量、蒸发量、地表水资源量、地下水资源量、水资源总量等内容;在水资源紧缺地区,还需要对灌区地下微咸水进行分析评价。

在水资源评价时,应扣除地表水和地下水重复计算的部分,对受人类活动影响较大的地表径流,应进行必要的还原和修正。

4.1.3 灌区水资源开发利用现状分析是对灌区在现有工程设施和供用水规模条件下,水资源满足灌区工、农业和其他部门需水程度的分析。

灌区供水基础设施现状调查分析是正确评价灌区现状供水能力、分析灌区水资源开发利用潜力、科学合理确定灌区发展规模的基础工作。调查应在对灌区供水现状了解的基础上进行,并分类分析其现状运行情况、主要作用及存在的主要问题。

灌区供、用水调查,现状水平年一般与灌区规划现状水平年相一致,统计分析灌区近 10a 的供、用水资料。灌区供水一般分区按当地地表水、过境水、地下水、外流域调水、非常规水(包括处理和未处理的污废水、海水、咸水等)等水源,按照蓄、引、提、机电井等四类工程分别进行统计,分析年供水总量、各类水源及各类工程供水比例及其变化趋势;灌区用水一般分区按农业、生活、工业三类用户分别统计分析,农业用水可分为农田灌溉和林、牧、渔业用水等,工业用水可分为一般工业、高用水工业、电力工业、乡镇工业用水等,生活用水包括城镇生活用水(居民生活和公共用水)、农村生活用水(人、畜用水等),并统计分析年用水总量增减变化及其用水结构变化状况,分析工业万元产值用水定额、城镇生活用水定额、

农村生活用水定额、畜牧业用水定额、农田灌溉定额等,并调查统计灌区内环境与生态用水。

灌区现状供需水平衡分析以现状水平年的社会经济指标和工程条件为依据,对不合理的用水量进行必要的修正与调整。

水资源开发利用对环境影响的分析主要分析因水资源开发利用造成的水体污染、河道退化、河道断流、湖泊(水库)萎缩、次生盐碱化、沼泽化、地下水超采漏斗、地面沉降、岩溶塌陷、海(咸)水入侵、沙(荒)漠化等方面的问题。

水资源开发利用现状评价主要评价水资源利用中浪费程度、水资源利用效率、开发利用程度、供需状况、工程供水的可靠性、地下水开采利用程度及其合理性等内容。

4.2 土地资源及利用现状分析评价

4.2.1 土地资源及其利用现状调查是土地利用结构规划和土地资源平衡的基础。土地资源利用现状分析主要是利用有关统计资料、土壤普查资料、国土规划资料和灌区地类图,结合现场查勘和调查进行。根据全国土地分类体系,灌区土地包括农用地、建设用地和未利用地,其中农用地包括耕地、园地、林地、牧草地和其他农用地;建设用地包括商业服务业用地、工矿仓储用地、公用设施用地、公共建筑用地、住宅用地、交通运输用地、水利设施用地和特殊用地;未利用地包括未利用土地和其他土地。具体的土地分类可参考相关土地分类标准。

4.2.2 土地适宜性评价可分为总体评价和单项评价。

总体评价是根据土地用于农业生产的适宜程度和限制性程度,评定土地质量等级。

单项评价是根据土地对栽培某种作物的适宜程度和限制因素评定土地质量等级。

土地的评价项目包括坡度、地下水埋深、土壤质地等。表 1 是地面坡度分级参考表。表 2 是耕作层与有效土层厚度评级参考

表。表 3 是土壤质地分级表。表 1~表 3 可供土地资源评价与质量分级时参考。

表 1 地面坡度(坡降)评级

地区	平 原					山 区				
坡降	>1%	1%~ 0.5%	0.5%~ 0.2%	0.2%~ 0.01%	< 0.01%	<3°	3°~8°	8°~15°	15°~ 25°	>25°
评级	Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ

表 2 耕作层与有效土层厚度评级

项目	耕层厚度(cm)					有效土层厚度(cm)				
	>40	40~25	25~15	15~10	<10	>100	100~50	50~30	30~15	<15
评级	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ

表 3 中国土壤质地分级

质 地 名 称		颗粒组成(%)		
		砂粒	粗粉粒	细黏粒
砂土	粗砂土	>70	—	<30
	细砂土	70~60	—	
	面砂土	60~50	—	
壤土	砂粉土	≥20	≥40	
	粉土	<20	—	
	砂壤土	≥20	<40	
	壤土	<20	—	
	砂黏土	≥50	—	
黏土	粉黏土	—	—	30~35
	壤黏土	—	—	35~40
	黏土	—	—	40~50
	重黏土	—	—	>60

土地灌溉适宜性一般分为两级,即适宜和不适宜等。

适宜表明土地资源对农田灌溉适宜或不适宜,若灌溉不会

产生土地退化和土地资源、生态与环境的破坏,且便于管理,有较高的经济效益,为适宜;否则,为不适宜。

适宜等反映适宜纲内不同的适宜程度,与土地等级相匹配。不同等级的土地发展农田灌溉,其田间配套难易程度、工程量、投资、管理和效益等都不同。

5 水土资源平衡分析及水资源配置

5.1 灌溉分区

5.1.1~5.1.3 大、中型灌区由于范围大,地形、地貌、地质、土壤、水文、气象等条件存在较大差异,经济发展水平、作物种植结构和群众对各种节水技术的运用程度也各不相同。在深入调查了解灌区基本情况的基础上,依据灌区内社会经济、农业区划、地形、地貌、地质、土壤、水文、气象等条件进行灌溉分区。

灌溉分区可以增强规划的指导性,使制定的灌溉制度更加科学合理,可以提高灌区水资源配置的科学性,使节水措施更具有针对性,也能够兼顾不同经济发展水平地区的资金配套能力。

一般讲,进行灌溉分区要考虑下列因素:①与农业区划相结合,兼顾行政区划。②注重地下水埋深、水质、地形及土壤的相似性。③考虑农业种植结构、耕作习惯、水源条件及现状灌溉方式或灌溉模式的相似性。④兼顾水利工程现状,尽量保持现有水利工程的完整与功能。

5.2 灌区经济社会发展指标预测

5.2.1 灌区规划编制的目的是为了提高项目区农业生产抵御旱、涝、碱、渍等灾害的能力,提高作物产量和品质,确保农业增产增收,促进节约用水和水资源高效利用。因此,在编制灌区规划时,需根据国家有关方针、政策,调查了解灌区农业和社会经济发展现状、灌区国民经济各部门发展需水要求,结合灌区所在地区的社会与国民经济发展规划,预测灌区不同规划水平年经济社会的发展指标。在确定规划水平年时,近期一般为5a~10a,远期一般10a~20a。

5.2.2 灌区经济社会发展指标预测时,需充分考虑国家宏观政策

及发展目标,分析灌区的优势产业及在国家和地区经济发展中的地位,结合灌区自然条件、水土资源情况、经济社会发展状况等因素,使预测成果与国家和地区的近期建设计划与远期规划目标相协调,与国家政策相适应,并符合灌区实际情况。

5.3 灌区土地资源开发利用规划

5.3.2 土地资源开发利用规划是合理确定灌区规模、进行灌区水土资源平衡的重要依据,是调整不合理用地、控制建设用地、提高土地利用率和利用效益的基础工作。

土地资源开发利用规划中,需要根据土地面积、地形及地貌特征、土地质量等,合理确定土地用途。

灌区农业、林业和牧场用地包括农、林、草种植净面积和田间灌排渠沟及其建筑物、生产道路等占地,不包括骨干渠系、河沟及骨干道路。

设计灌溉面积包括净灌溉面积与灌溉范围内的灌排渠沟、建筑物、田间道路等占地面积。

灌区范围内土地利用情况,可用灌区面积利用系数(净灌溉面积/灌区面积)和灌溉面积利用系数(净灌溉面积/灌溉面积)表示。

在确定灌区各类用地结构时,农业用地面积的低限一般按灌区现状人口及自然增长率、人均需要粮食、饲料用粮、粮食单产、蔬菜等经济作物需要量及单产等进行分析计算,经济林及果园面积可按人均 0.07hm^2 计算,牧场用地可按每只羊 0.07hm^2 人工草地计算。

城乡建设和工矿企业用地一般按照控制规模、盘活存量、内部挖潜的原则确定其数量。

5.4 灌溉制度

5.4.1 灌溉设计保证率是我国进行灌溉工程规划设计时习惯采用的灌溉设计标准,也是进行水利计算、确定灌区规模的重要技术

参数,各地在长期的灌溉实践中都积累了一定的经验,现行国家标准《灌溉与排水工程设计规范》GB 50288 在大量调查并参考相关资料的基础上,对灌溉设计保证率的选定做了具体规定,本规范仍推荐使用,具体取值可按表 4 确定。

表 4 灌溉设计保证率

灌水方法	地区	作物种类	灌溉设计保证率(%)
地面灌溉	干旱地区或 水资源紧缺地区	以旱作为主	50~75
		以水稻为主	70~80
	半干旱、半湿润地区 或水资源不稳定地区	以旱作为主	70~80
		以水稻为主	75~85
	湿润地区 或水资源丰富地区	以旱作为主	75~85
		以水稻为主	80~95
喷灌、微灌	各类地区	各类作物	85~95

注:1 作物经济价值较高的地区,宜选用表中较大值;作物经济价值不高的地区,可选用表中较小值。

2 引洪淤灌系统的灌溉设计保证率可取 30%~50%。

另外,由于经济社会的发展,现状用水结构已发生了较大变化,供、需水形势与干旱或湿润地区的关联性已明显降低,因此,生活、环境、工业需水量较大地区,在保证农业生产基本的水量需求和确保地区粮食正常生产的前提下,可适当降低灌溉设计保证率。

5.4.2 代表性作物是指灌区内种植面积较大或用水量较大的作物。灌区规划时,一般选取 3~5 种作物进行灌溉制度分析。选取代表性作物时应综合考虑作物种植现状、农业种植结构调整和发展趋势等因素。对于耗水量较大、在灌区灌溉用水结构中占有较大比例的作物,无论种植面积大小,都应作为代表性作物;果树、蔬菜、药材等高经济价值作物种植面积较大的灌区,一般要对其进行灌溉制度分析;采用喷灌、微灌等节水灌溉方式或大棚种植面积较大的灌区,也要单独分析其灌溉制度。

灌溉制度的分析确定有经验法、灌溉试验法和水量平衡分析

法等。

灌溉经验法是根据确定的设计典型年份,调查这些年份各种代表性作物不同生育期的田间耗水强度(mm/d)及灌水次数、灌水时间、灌水定额及灌溉定额,根据调查资料分析确定设计年份灌溉制度的方法。

灌溉试验法是根据当地或邻近相似地区灌溉试验站积累的灌溉试验资料,分析确定设计保证率下的灌溉制度的方法。在运用这种方法时,要注意试验区的土壤、水文地质、气象条件及灌溉管理、耕作技术等条件的差异性。

水量平衡分析法是根据农田水量平衡原理分析制定作物灌溉制度的一种方法。

在灌溉制度设计时,最好将上述三种方法结合起来,互相验证,制定出符合实际、指导性强的灌溉制度。

灌溉制度的设计方法可参考现行国家标准《灌溉与排水工程设计规范》GB 50288 中第 3.1.5 条的规定和附录 B 进行。

5.4.3 作物需水量包括构成植株体的生理需水量和植株蒸腾、株间蒸发三部分,由于构成植株体的生理需水量较小,一般忽略不计。目前我国各省(直辖市、自治区)基本都编制刊发了本地区主要作物的需水量等值线图,进行灌溉制度分析时可以采用,也可根据中国主要农作物需水量等值线图协作组编著的《中国主要农作物需水量等值线图研究》(中国农业科技出版社,1993)确定。

5.4.4 地下水补给和有效降水量是影响作物灌溉制度的两个重要因素,在进行灌溉制度分析时,应根据当地的土壤、水文地质和气象等条件充分考虑。

1 进行灌溉制度分析时,应考虑地下水补给影响。地下水补给量与地下水位、土壤性质、作物需水强度、计划湿润层含水量及埋深等有关。地下水补给量随灌区地下水动态和各阶段计划湿润层厚度的不同而变化,目前由于试验资料较少,一般只能确定不同地下水位的地下水补给总量。试验资料表明,当地下水埋深大于

2.5m 时,地下水补给量不超过作物需水量的 5%,可忽略不计;当地下水埋深在 2.5m 以内时,地下水补给量约为作物需水量的 5%~25%。因此,在制定灌溉制度时,可根据当地或条件类似地区的试验资料进行估算,也可参考水利部农田灌溉研究所、中国水利水电科学研究院水利所在“北方地区主要农作物灌溉用水定额的研究”中的计算成果,或参考《水工设计手册 第八卷 灌区建筑物》(中国水利电力出版社 1984)进行计算。

2 有效降水量与降水特性、土壤特性、作物腾发速率和灌溉管理等因素有关,国内外对有效降水量的计算进行了大量研究工作,提出了多种估算方法,可供参考。

1)降雨入渗系数法,可采用公式(1)计算:

$$P_e = \alpha P \quad (1)$$

式中: P_e ——一次有效降水量(mm);

α ——降水入渗系数,一般认为一次降水量小于 5mm 时, α 取 0;一次降水量在 5mm~50mm 时, α 取 1.0~0.8;一次降水量大于 50mm 时, α 取 0.7~0.8;当地缺乏实测资料时也可按表 5 选取;

P ——一次降水量(mm)。

表 5 降雨入渗系数

$P(\text{mm})$	<5	5~50	50~100	100~150	150~200
α	0	1.0	0.8	0.75	0.7

2)水利部农田灌溉研究所和中国水利水电科学院水利所借鉴美国土壤保持局提出的公式,根据我国的实际情况,提出了适合我国实际的确定各旬有效降水量的计算公式(2):

$$\bar{P}_e = 40 + SF[0.049310862(P_i - 40)^{0.82416} - 0.11556](10^{9.551181 \times 10^{-4} ET_e}) \quad (2)$$

式中: $\bar{P}_e$ ——旬平均有效降水量(mm);

SF ——土壤水分贮存因子;

P_i ——旬平均降水量(mm);

ET_c ——旬平均作物需水量(mm)。

当旬降水量在 0~40mm 时,视为全部有效;当降水量大于 40mm 时,利用上式确定各旬有效降水量;如果按公式(2)计算的旬有效降水量大于该旬的作物需水量,则将该旬的作物需水量视为有效降水量。

3)部分省根据当地自然条件和降雨特点,还研究提出了适合当地计算有效降水量的经验公式(3)~(8):

山东省采用的公式:

$$P_e = 10P^{0.5} \text{ (式中 } P > 100\text{mm, 当 } P < 100\text{mm 时全部有效。)} \quad (3)$$

山西省采用的公式:

$$P_e = \beta P \quad (4)$$

$$\beta = 1.1339 - 0.000569P \quad (5)$$

河北省采用的公式:

$$P_e = P - R - L \quad (6)$$

陕西省采用的公式:

$$P_e = \delta P \text{ (式中 } \delta \text{ 依据降水量的不同,各地有不同的取值。)} \quad (7)$$

河南省采用的公式:

$$P_e = 0.75P \quad (8)$$

式中: β, δ ——降水入渗系数;

R ——径流(mm);

L ——渗漏量(mm)。

5.4.6 我国旱作灌区主要有以下几种灌溉制度:一是以充分满足作物最高产量下各生育阶段的需水量要求而设计制定的灌溉制度;二是以不影响作物正常的光合速率为原则,在不降低作物正常产量的条件下,通过控制土壤水分下限指标、降低农田无效腾发量而设计制定的灌溉制度;三是水资源不足、不能充分满足作物各生育阶段正常的需水要求,采取灌关键水、低定额灌溉等灌溉制度,以有效减少单位面积的灌溉用水量,扩大灌溉受益面积,最大程度

地提高有限水资源的总体利用效益。

对水稻采用的浅水、湿润、晒田相结合的灌水方法,不以控制淹灌水层的上下限为标准,而以控制稻田土壤水分为主进行的水田灌溉也是非充分灌溉。山东省济宁市推广的“薄、湿、浅、晒”灌溉,浙江省绍兴市推广的“薄露”灌溉及“水稻旱种”、“旱育稀植”等都属于非充分灌溉的形式。

5.4.7 利用灌溉与排水相结合,将水溶盐淋洗到土壤下层,随排水排走的技术是改良盐碱土地的有效措施。土壤冲洗脱盐的标准包括脱盐层厚度和土壤允许含盐量两个指标,根据作物根系活动层深度,一般认为 1m 深土层的土壤含盐量达到作物的耐盐能力就达到了脱盐标准。不同作物的耐盐能力不同。几种主要作物的耐盐能力见表 6。

表 6 几种主要作物的耐盐能力

盐分类型	生育期	土壤含盐量(%)						
		向日葵	甜菜	棉花	高粱	苜蓿	玉米	小麦
氯化物盐土	苗期	0.40	0.40	0.30	0.30	0.22~0.33	0.25	0.20
	成长期	0.60	0.60	0.50	0.55	0.55~0.60	0.35	0.30
硫酸盐土	苗期	0.50	0.50	0.40	0.40	0.40	0.30	0.30
	成长期	0.80	0.80	0.70	0.70	0.80~1.06	0.40	0.50

单位面积上计划脱盐层土壤含盐量降低到一定标准所消耗的冲洗水量称为冲洗定额,通常指一个冲洗季节内 1 亩地上的总冲洗量。冲洗定额的大小与土壤脱盐效果有密切关系,与盐分组成、土壤含盐量、土壤质地和排水条件有关。确定冲洗定额时,应根据当地的具体情况综合分析。缺乏资料时可按公式(9)~(11)计算:

$$M = m_1 + m_2 + E - P_m \quad (9)$$

$$m_1 = \beta_1 - \beta_2 \quad (10)$$

$$m_2 = 1000h\gamma(s_1 - s_2)/k \quad (11)$$

式中: M ——冲洗定额(mm);

m_1 ——计划冲洗层的土壤含水量与田间持水量的差额(mm);

m_2 ——按计划冲洗脱盐标准冲洗盐分所需的水量(mm);
 E ——冲洗期内的蒸发水量(mm);
 P_m ——冲洗期内可利用的降水量(mm);
 β_1 ——田间持水量时计划冲洗层内水量(mm);
 β_2 ——计划冲洗层的土壤实际水量(mm);
 h ——计划冲洗层的深度(m);
 γ ——计划冲洗层的土壤容重(kg/m³);
 s_1 ——计划冲洗层的实际含盐量占干土重的百分数(%);
 s_2 ——计划冲洗层的土壤允许含盐量占干土重的百分数(%);
 k ——排盐系数,为单位体积冲洗水能排走的盐量(kg/m³),一般情况下取 15kg/m³~75kg/m³。

分期冲洗定额可按公式(12)计算:

$$m \leq 10\gamma(h\beta + \delta H) \quad (12)$$

式中: m ——分期冲洗定额(mm);

h ——计划冲洗层深度(m);

β ——田间持水量与冲洗前计划冲洗层含水量之差(占干土重%);

δ ——饱和含水量与田间持水量之差(占干土重%);

H ——地下水位允许上升高度(m),即冲洗前地下水位与冲洗后地下水位之差。

冲洗次数按公式(13)计算:

$$n \approx M/m \quad (13)$$

5.4.8~5.4.10 设计灌水率是确定渠道设计规模的重要参数,现行国家标准《灌溉与排水工程设计规范》GB 50288 中采用经过修正后的灌水率图中累计 30d 以上的最大灌水率作为设计灌水率,本规范仍按此确定。武汉水利电力大学郭元裕主编的《农田水利学(第三版)》(中国水利电力出版社 1997)中,是选取经过修正后的灌水率图中延续时间较长(例如达到 20d~30d)的最大灌水率值作为设计灌水率。所以,设计灌水率应是经常出现的或延续时

间较长的灌水率,灌区规划中要根据灌区实际情况,合理确定。若采用累计天数的最大灌水率作为设计灌水率时,累计天数不应小于 30d;若采用连续天数的最大灌水率作为设计灌水率时,连续天数应是最长的,且应大于 20d。

影响灌水率的因素主要有灌水延续时间、灌水定额和作物种植比例,当灌水率出现大小相差悬殊或短时间停水时,可通过调整上述参数调整灌水率,使灌水率图均匀连续。

灌水延续时间与作物种类、种植与耕作制度及灌区面积大小等有关,同时还与水源条件相适应。灌水延续时间的选取关系到作物的生长发育、作物产量、渠道规模和工程投资。因此,灌水延续时间应综合考虑以上因素合理确定。大、中型灌区主要作物的灌水延续时间可参照表 7 选取,并根据灌水率的大小及连续情况适当延长或缩短。集约化程度或机械化程度较高的灌区,可适当缩短灌水延续时间。

灌水定额的调整值应以不产生深层渗漏或渍涝、不明显影响作物产量为限,一般不宜超过原设计定额的 10%,同一种作物不宜连续两次减小灌水定额。

当通过调整灌水延续时间和灌水定额仍不能使灌水率满足要求时,可调整灌区作物组成或采用复式断面渠道。

表 7 大、中型灌区作物灌水延续时间(d)

作物	播 前	生 育 期
水稻	5~15	3~5
冬小麦	10~20	7~10
棉花	10~20	5~10
玉米	7~15	5~10

5.5 灌区需水量

5.5.1 灌区需水量分析和预测是进行灌区水资源供需平衡的基础,需水量包括农业需水量、工业需水量、生活需水量、生态与环境

需水量等,在灌区国民经济和社会发展预测、各行业用水定额预测完成的基础上进行。需水量应按不同规划水平年进行分析和预测。

5.5.2 水是经济社会发展的基础资源,从国内外经济社会发展的历史看,一般情况下,在经济社会发展的初期,发展速度快,用水量大,用水增长率高,随着经济社会的发展,用水量的增长率逐渐降低,且低于经济增长率。研究成果还表明,工业用水增长曲线达到一定水平后,则呈现比较平缓或略有下降的趋势。因此,在预测需水量时,应充分考虑规划水平年节水技术推广、节水设备应用、产业结构调整 and 节水意识增强对需水量的影响。水资源紧缺地区,还应考虑限制高耗水产业的发展;水资源仍不能满足需水要求时,则按照以供定需的原则,控制国民经济发展规模和人口数量,以控制社会总需水量。

农业灌溉需水量预测是在灌溉制度设计、土地利用结构设计、作物种植结构设计等的基础上进行的;工业和生活需水量的预测方法有定额法、趋势法、弹性系数法、灰色理论预测法等。条件许可时,可选择 2~3 种不同的方法进行预测,并比较预测结果,选择比较符合灌区实际的预测成果。

生态与环境需水分为河道内需水与河道外需水。河道内需水可结合当地的水资源状况及工程情况分析确定,北方地区可按维持河道内最小的生态基流分析估算;河道外需水包括灌区生态环境林木需水、城市河湖补水、湿地需水、地下水超采回补及水土保持、防治土壤沙化、盐碱地改良等方面的需水量,可结合灌区实际进行分析预测。

5.5.3 灌区年需水过程线是灌区年需水量在年内各时段的分配过程。当依靠天然来水供水时,若供水过程与需水过程发生矛盾时,可以考虑修建调蓄工程来调控供水过程。

5.6 灌区可供水量

5.6.1 灌区可供水量是指可为灌区提供水源的各类供水工程设

施供水能力的总和。

可供水量一般包括地表水和地下水可供水量,考虑不同灌区的水资源和用水等实际情况,当灌区常规水源不足或来水、用水过程不一致时,可供水量中还可以考虑污水处理回用、微咸水利用、雨洪水利用、海水淡化等非常规水源的可供水量。

井灌区和井渠结合灌区,可根据地下水资源分析评价结果,按照采补平衡、不破坏并改善当地水环境及生态与环境的原则,合理确定地表水和地下水的供水比例,分析确定可供水量。浅层地下水可开采量不应超过其补给量,一般将深层地下水作为备用水源,不参加可供水量分析。缺乏资料的新建灌区,可通过分析现状水资源开发利用系数,拟定不同规划水平年水资源开发利用系数,确定可供水量。

水库供水及河道引水灌区,可供水量分析要兼顾上下游、左右岸,做到统一调度、合理分配。

5.6.3 不同行业和用水部门对水质有不同要求,进行可供水量分析时,需要考虑各行业用水水质标准。不考虑水质对可供水量的影响,会影响可供水量和水资源供需平衡分析评价的可靠性。

为分析不同灌溉分区、年内不同时段水资源的余缺状况,可供水量分析按不同灌溉分区分别进行,并根据用水过程和工作需要,按日、周、旬、月等时段进行可供水量过程分析。

5.6.4 为加强水资源统一管理和调控,促进计划用水、节约用水,保护和改善河道上下游地区的生态与环境,政府与水行政主管部门对部分河流的水量进行了分配,当灌区从这些河道引水时,可供水量要以分配水量为依据进行分析计算。

5.7 灌区水资源供需平衡与配置

5.7.1 农业是国民经济的用水大户,节水是灌区开发与发展的永恒主题。灌区规划应按照先进可行的要求,结合灌区实际,确定规划水平年合适的用水定额,使水资源供需平衡结论比较客观,正确

评价灌区水资源状况,并根据供需平衡结论,通过制订对策、采取节水措施、优化配置等,使有限的水资源为灌区的持续发展服务。

5.7.2 分区供需平衡分析是为了掌握灌区内水资源的供、需水量在各灌溉分区间的分配情况和余缺程度,避免出现灌区水资源整体平衡、局部地区余缺不同情况出现,并有利于有针对性、科学合理地调配水资源,确保重点地区、重点产业、灌区重点作物的用水需求。

进行灌区不同规划水平年供需平衡分析是为了解灌区水资源的现状供需形势和未来的变化趋势,以便合理确定不同规划水平年灌区的发展规模,有针对性地安排灌区的蓄、供水工程。

5.7.3、5.7.4 灌区水资源配置是指包括地表水和地下水、当地水和客水、淡水与微咸水、污水处理回用、淡化海水等在内的各种水源在灌区内各区域、各部门间的合理分配。

5.8 灌 区 规 模

5.8.1 灌溉渠系设计、灌溉方式选择、灌溉水利用系数采用、水土资源平衡分析、灌区规模论证等是相互联系、互为影响的几个方面,需要经过几个过程的反复,才能合理确定灌区规模。

新建灌区,可按照以供定需、以水定地的原则,根据地形、地貌、水资源条件、社会经济等,合理确定灌区范围和规模。已建灌区根据新的水土资源平衡结论,复核灌区范围与规模。

5.8.2 干旱地区或生态与环境脆弱地区,要充分考虑生态与环境用水。确定灌区规模时,要尽可能满足灌区整体受益、综合效益最大及经济可持续发展的要求。

5.8.3 有的已建灌区,由于没有进行系统的规划,造成灌区规模过大,超过水资源的承载能力;另有一些已建灌区,由于水资源供需情况发生变化,原有的供水工程的供水对象转向了工业或生活,压缩了农业用水,使灌区发展受到了限制。这些灌区的灌溉渠系基本能够控制全灌区,丰水时边远区域也能得到灌溉,但保证程度

不高,同时边远区域一般也是水资源比较紧缺地区。这些灌区续建、改建规划时,若压缩灌区规模不利于灌区经济社会的和谐发展,可在充分论证的基础上,在局部灌域采用非充分灌溉,以维持原有灌区规模。

6 总体布置

6.1 一般规定

6.1.1、6.1.2 灌区开发建设涉及经济社会发展各个方面,影响范围较广,规划时应在认真搜集了解灌区社会经济、地质、土壤、水文、气象、水土资源、工农业生产现状及规划、水利工程现状等资料的基础上,分析灌区水、旱、渍、盐、碱、沙灾害的成因及危害,初步确定灌区工程总体布局。

6.1.3 灌溉方式和灌溉模式拟定包括灌溉水源选择、水源调度运用方式确定、灌排渠沟布置、灌水技术选择等方面。确定灌溉方式和灌溉模式时,要考虑灌区的经济发展水平、群众的综合素质和对灌水技术的接受程度。当灌区较大时,可结合灌溉分区的具体情况,分区确定;同一灌溉分区也可根据具体情况再进行分区。

6.1.5 提水灌区分多级时,单级泵站扬程低,功率小,耗用动力少,但从灌区整体分析,总动力消耗不一定最低,且泵站的管理单位和人数也会相应增加,通信、交通等各项管理费用增多,管理调度的复杂性也增大。因此,泵站级数、每级泵站控制面积等都要经过技术经济比较分析确定,尽量减少每级泵站控制面积内的二次提水。

6.2 水源工程

6.2.1 灌区开发建设,在规划阶段进行水源选择和水源工程布置非常重要。灌溉水源一般包括河川和湖泊径流、水库蓄水、地下水等。灌溉回归水和经过处理达标的污水回用是水源的重复利用,微咸水只能与淡水混合适量用于灌溉,海水淡化成本高,一般不用于农田灌溉。

6.2.2 灌溉对水源的要求,水量需满足灌区不同时期的用水需要;自流灌溉灌区水位需满足所需的控制高程;水质需符合作物生长和发育的要求,同时还需满足生态与环境要求,有其他供水对象时,还要满足其他用水对象对水质的要求。

6.2.3 以河道径流为灌溉水源时,水源工程一般划分为无坝引水、有坝引水和提水三种形式。自大江、大河引水,灌区引水量占大河流量的比重小,多以无坝引水和提水为主;干旱、半干旱地区的中小河流,径流过程与灌溉用水的流量要求一般存在较大差异,多采用有坝引水。

6.2.5 由于不同地区的地形、地貌和水文地质条件不同,地下水开采方式和取水建筑物形式亦不相同,因此取水建筑物布置可采用垂直取水、水平取水和双向取水等类型。

6.3 灌排系统

6.3.1 平原灌区具有易旱、易涝、易碱的特点,进行灌区规划时,要根据当地的自然特点及水源状况等,区分不同情况,分区布置。

灌溉系统和排水系统分开,不仅可以及时排除涝水和有效控制地下水位,起到排涝、防渍、防止土壤次生盐碱化的作用,而且可以通过灌溉系统引用河水进行灌溉或洗盐,再利用深沟排水达到改良土壤的目的。

受盐碱化潜在威胁的平原灌区,经过论证,田间灌排渠沟可以结合布置,但要使排水沟水位保持在地面以下一定深度;引水灌溉时,也需要控制渠沟水位和蓄水时间。

滨海感潮灌区地势一般较低,土壤含盐量高,易受海潮影响和海水倒灌引起盐害。因此,需要采取必要的防潮工程和截渗、排水、蓄淡压咸措施。

6.3.2 灌溉渠系布置时,根据灌区内地形和地质条件,尽量把渠道布置在其控制范围内的较高地带,以充分利用地形条件扩大自流灌溉面积。对于灌区内局部高地,通过对渠道布置进行经济比

较确定,当面积很小时,可采取提水灌溉方式。

渠道长度、渠线走向和占地多少与地形、地质及建筑物位置有关。平原地区,当没有不宜于渠道穿过的不良地质地段(易滑坡区、膨润土、风化岩层、断层破碎带),或没有需要避让的建筑物时,应布置成直线,以缩短线路长度,减少工程量,降低投资;穿越公路、河流时,采用干渠穿越还是支渠穿越,应进行综合比较分析。山丘区,由于岗、冲、溪、谷等地形障碍较多,地质条件复杂,渠道取直线还是沿等高线随弯就势,要进行综合比较分析。

目前,我国灌区管理基本上是以行政区界划管理单位,维修、养护、配水、量水、水费征收等均以行政单位为管理单元。因此,渠系布置时,需要参照行政区划,尽量使每一个用水的行政单位有一个独立的配水口,尽量保证每一个乡、村配置1条或多条独立的支级或以下渠道。

对于干渠落差大或有航运、城镇供水、生态补水任务的渠道,渠道布置时,可结合渠道功能,综合考虑电站、码头建设及与供水对象的距离等因素。

6.3.3 “长藤结瓜”式灌溉渠系是在输水、配水渠系上连接有水库、池塘等调蓄设施的灌溉系统。系统中的渠道像“瓜藤”,水库、池塘像藤上的“瓜”,故称“长藤结瓜”式灌溉系统。中国南方丘陵地区建有许多这种形式的灌溉系统。与单纯的引水灌溉系统相比,“长藤结瓜”式灌溉系统的优点是:可以把非灌溉季节的河川径流、灌水低谷期渠道多余水及沿渠道的坡面径流等水量引入水库、池塘储蓄起来,供灌水高峰期使用,以弥补水量不足,提高水资源的利用率,并可充分利用渠道的引水能力,扩大灌溉面积,提高抗旱能力;其缺点是:这种灌溉系统的蓄水设施占地较多,建设和管理养护费用较大,蒸发渗漏损失较大。

6.3.4 根据灌区的地形条件,干、支渠的布置主要有以下几种形式:

山区、丘陵灌区,干渠布置根据走向可分为两种:①沿等高线

布置。狭长形灌区,干渠一般沿灌区上部边缘布置,大体与等高线平行;支渠从干渠一侧引出,沿两溪间的分水岭布置。这种布置形式干渠线路长,渠底比降平缓,水头损失小,控制面积大。②垂直等高线布置。位于浅丘岗地或河沟之间缓平坡地上的灌区,干渠可布置在岗脊上,大体与等高线垂直;支渠自干渠两侧分出,控制岗岭两侧的坡地。

平原灌区,干渠布置大致有三种形式:①山前平原灌区,干渠一般沿山麓方向布置,支渠垂直于干渠或与干渠成一交角,如河南省的白沙灌区,河北省的石津灌区。②冲积平原灌区,干渠多沿河道干流旁的高地布置,支渠大多与河流成直角或锐角布置,如山西省的汾河灌区,内蒙古自治区的河套灌区。③低洼平原或平原低地灌区,一般可因地制宜地发展提灌提排、排灌蓄结合的深沟河网系统或井灌沟排的灌排系统,这种灌区一般灌排系统健全,布置规则。

南方圩垸灌区,一般采用机电排灌方式,干渠沿圩堤布置,灌排分设,渠系一般设干、支两级。

此外,固定渠道布置还需注意的问题是:①山区、丘陵灌区的干渠多为环山渠道,穿越沟(谷)、岗(岭、丘)可绕行或直穿,渠道过岗(岭、丘)可进行绕山与穿山两种方案比较。穿山有明渠、暗渠和隧洞三种方式,一般情况下,挖深大于6m的岗、丘,当地质条件允许时,选择隧洞穿越比较经济。②渠系布置尽量避免与河、沟、路、岗、洼交叉,以减少交叉建筑物和避免过大的挖填方量。③必须截断的排水系统应做必要处理,以保证渠道安全和排水顺畅。新设置的排水沟,应布置在低洼地带,并与灌溉系统统筹考虑。④渠道的级数可根据地形特点、自然沟道分布的密度以及分割范围的大小,因地制宜选用,不宜强求一定的级数;山区、丘陵灌区,支、斗渠的划分一般以自然河、沟为边界,减少交叉建筑物的数量。

6.3.5 科学合理的排水分区和排水系统布局,不仅可以保证排水的顺畅,加快排水速度,减少积涝(渍)时间,而且有利于管理、减少

占地和投资。

不同排水方式的排水效果、适用条件、占地面积等各不相同，在灌区规划时，要认真研究灌区涝、碱、渍的成因，分析各种排水方式的技术经济指标，合理确定灌区的排水方式。

7 工程规划

7.1 取水工程

7.1.1 随着水源类型、水位、流量的不同,灌溉取水方式可分为无坝(闸)引水、有坝(闸)引水和提水等。

渠首工程的布置形式有岸边式和引渠式两种。当河(湖)岸地形较陡、岸坡稳定时,渠首工程宜采用岸边式布置;当河(湖)岸地形较缓或岸坡不稳定时,可采用引渠式布置。

从含沙量较大的河流引水、且对引水含沙量有要求时,可在闸前设置拦沙潜堰(坎)或橡胶坝,拦截推移质和近底的悬移质泥沙;采用泵站、泵船引水时,取水口的布置以提引含沙量小的上层水为宜。在河流弯道取水时,可将取水口设在弯道凹岸顶点或靠近顶点的下游,尽量减少泥沙引入。

7.1.3 无坝引水枢纽主要由进水闸组成,可视河道径流含沙量大小、引水流量和水位及防洪要求等设冲沙闸、导流堤、防洪堤等。

采用无坝引水时,引水口的位置应保证河(湖)枯水期水位能够满足引水流量、水位的要求,尽量选择在河岸较坚实、河槽较稳定、断面较匀称的顺直河段,并远离支流的入汇口。

7.1.5 有坝引水枢纽主要由拦河坝(闸)、进水闸组成,必要时可设冲沙闸、导流堤、防洪堤等。

采用有坝引水时,如果渠首位于河道狭窄、河岸较陡的山区河流,可采取隧洞引水方式;从多泥沙河道引水、且引水流量较大时,可利用河势和有利地形采取人工弯道引水方式。

7.1.6 根据河道水位及其变幅、水泵吸程、扬程、引水流量等,选择泵站类型,并初步确定泵站级数。泵站的类型有固定式和移动式两种,移动式又包括泵船和泵车。

7.1.7 单井控制灌溉面积一般采用公式(14)计算确定:

$$A_0 = \frac{QtT_2\eta(1-\eta_1)}{m} \quad (14)$$

式中: A_0 ——单井控制灌溉面积(hm^2);

Q ——单井出水量(m^3/h);

t ——灌溉期机井每天开机时间(h/d);

T_2 ——每次轮灌期天数(d);

η ——灌溉水利用系数;

η_1 ——干扰抽水的水量消减系数,经抽水试验确定,要求不大于 0.2;

m ——综合平均灌水定额(m^3/hm^2)。

井距可按公式(15)计算确定:

$$L = k \sqrt{A_0} \quad (15)$$

式中: L ——井距(m);

k ——系数,按方格形布井时, $k=25.8$;按梅花形布井时,

$k=27.8$ 。

需水量小于或等于允许开采量时,井数可按公式(16)计算确定:

$$n = A/A_0 \quad (16)$$

需水量大于允许开采量时,井数可按公式(17)计算确定:

$$n = \frac{10^2 MA}{QtT_1} \quad (17)$$

式中: n ——井数;

A ——机井灌区面积(hm^2);

M ——灌区地下水可开采模数($\text{m}^3/\text{km}^2 \cdot \text{a}$);

T_1 ——年灌溉天数(d/a)。

7.2 泥沙处理工程

7.2.1 渠道挟沙能力与渠道比降、泥沙粒径有关。当引水含沙量超过渠道挟沙能力,渠道容易淤积,从而降低输水能力。当泥沙粒

径为 0.10mm~0.15mm 时,泥沙中几乎不含任何养分,且极易在渠道中沉淀淤积,一般不允许引进渠道和送入田间;粒径 0.005mm~0.1mm 的泥沙,可少量引入田间,因其粒径较大,可借以降低土壤黏性,改良土壤结构,但肥力成分价值不高;粒径 0.001mm~0.005mm 的泥沙,常含有一定的肥力成分,可适量引入田间,但若引入过多,大量淤积在土壤表层,可能会降低土壤的透水性和通气性。参考现行国家标准《灌溉与排水工程设计规范》GB 50288 规定,黄河下游自流水允许含沙量宜小于 $50\text{kg}/\text{m}^3$,沉沙池出口允许含沙量不宜大于 $10\text{kg}/\text{m}^3$,允许泥沙粒径不宜大于 0.05mm。

提水灌区,引水泥沙含量较大,不仅会造成渠道淤积,而且会造成泵站前池淤积,淤塞水泵机组,加大水泵磨损。因此,过泵水流挟沙量宜控制在 5%~7% 范围内,最高不超过 10%。从改良灌区土壤的角度考虑,可使适量细而肥的细颗粒泥沙随水流输送到田间。

7.2.2 进入灌区输水渠道的泥沙处理方式一般有三种:一是紧接引水闸后设置截沙槽、排沙道,即时排走进入渠道的泥沙;二是在渠道的适当地点修建沉沙池,集中处理有害泥沙;三是提高渠道的挟沙能力,使泥沙顺利通过并输送到田间。

7.2.3 在满足灌区泥沙处理和沉沙池建设的条件下,一般将沉沙池设置在引水枢纽范围以内,即可直接设置在引水闸后,也可设置在引水闸后一定距离的区域。

沉沙池按位置分为渠首沉沙池和渠系内沉沙池。按冲洗设备分为水力冲洗式沉沙池和机械清淤式沉沙池,水力冲洗式又分为定期冲洗式(沉沙与冲洗交替进行)和连续冲洗式(供水和冲沙同时进行,多用于含沙量较大,颗粒较粗,且不允许中止供水的情况)。按沉沙池的数目分为单室式和多室式。按平面布置分为直线形沉沙池和曲线形沉沙池,黄河下游引黄灌区,常结合放淤改土使用条渠形沉沙池,淤满后即用于耕种。按沉沙工程的布置形式有集中沉沙、分散沉沙和多级沉沙等。集中沉沙又可分为集中沉沙、集中处理,集中沉沙、分散处理和全灌区集中、按渠系集中等几

种方式。集中沉沙适用于宜建池区域面积大、沉沙容量能够满足灌区发展要求的灌区。对宜建池区域面积小、沉沙容量有限但宜建池位置多的灌区可采取分散沉沙的方式。若受地形影响或引水含沙量大或对供水含沙量有较高要求且在输水渠沿线有可沉沙条件时,可采取分级沉沙方式。

灌区一般多采用水力冲洗式和条渠沉沙。

7.2.4 泥沙淤积预测主要是根据引水流量、含沙量、泥沙粒径级配、池厢或渠道长度、水深、流速等,分析预测泥沙在输沙渠、沉沙池、输水渠系、田间及排水河沟的淤积分布比例。根据预测的泥沙分布比例和沉沙池的泥沙容量,分析沉沙池的使用年限。

7.2.5 引水含沙量高的灌区,泥沙是影响灌区可持续发展和社会稳定的主要因素,对灌区环境也产生不利影响。因此,应结合灌区实际,研究泥沙利用技术。目前,运用较为普遍、技术相对成熟的是利用泥沙生产建筑材料。

沉沙池建成运用后,池区耕地将会减少,风沙天气增多,环境条件变差,群众的生产、生活受到很大影响,灌区规划要根据灌区实际,提出适当措施,尽可能减轻对池区和附近地区的环境影响,改善群众的生产、生活条件。

对沉沙条渠,泥沙堆积达到设计高程后,要及时整平压实,采取覆盖原土或引水盖淤等措施实施还耕,并进行田间配套,改善种植条件。

7.3 调蓄工程

7.3.1 调蓄工程可分为拦河坝(闸)、坑塘、水库等,水库又可分为山丘区水库和平原区水库。进行灌区规划时,应根据灌区地形、地质、河道水位、流量、区域生态与环境、资源状况等,选择合适的调蓄工程。

不宜于在河道上建设拦河坝(闸)等拦蓄工程的灌区,可考虑在河道外适宜位置建设傍侧式水库,采用适当方式将河水引入水

库调蓄,解决灌区供水水源。

7.3.2 调蓄工程规划时,需要研究调蓄工程建成后对周边环境、河道淤积、下游河床演变等的影响,在满足供水要求的前提下,尽可能利用当地地形、地质、河流特性等条件及当地材料,以减少淹没损失和工程投资。

7.4 灌溉渠系工程

7.4.1 输配水方式包括渠道输水和管道输水等。渠道输水分为明渠输水和暗渠输水;管道输水分为无压输水和有压输水,有压管道根据工作压力大小可分为低压管道和高压管道,在农田灌溉系统中,管道输水一般指工作压力不超过 200kPa 的低压管道。

渠道输水投资省、维护管理方便,控制面积大,对大型灌区较为实用,应用最为广泛。管道输水控制和检修建筑物多,投资较多,控制面积受到限制,可以应用在灌区局部地区。

7.4.3 由于灌区灌溉面积差别较大,目前我国灌区渠系设置标准不一,相同级别的渠道在命名上也不一致,给灌区管理和统计等带来不便。从调研情况分析,约有一半的灌区设计与管理单位建议对灌区渠系分级进行界定。但考虑到各灌区具体情况不同,面积差别也很大,要完全统一名称比较困难。为便于管理与统计以及投资控制,根据我国大部分灌区的渠系设置情况,参考现行标准,本规范对支、斗、农三级渠道的最小控制面积做了下列原则性规定,供规划时参考。

一般情况下,支渠长度不宜小于 2000m~5000m,控制面积不宜小于 $200\text{hm}^2 \sim 1500\text{hm}^2$;斗渠长度不宜小于 1000m~3000m,控制面积不宜小于 $40\text{hm}^2 \sim 240\text{hm}^2$;农渠长度不宜小于 400m~800m,控制面积不宜小于 $4\text{hm}^2 \sim 16\text{hm}^2$ 。

有越级设置渠道的灌区,为了便于分清渠道的级别,在命名下级渠道时,往往将上、下级渠道的名称同时表示出来,如干斗渠、支斗渠等。

7.4.4 泄水渠、闸等退水设施是在渠道发生事故时,保证主要建筑物和重要渠段安全,或为了排泄渠道中的灌溉余水和入渠洪水而设置的渠道与构筑物,下游接入河、湖、海等承泄区。

7.4.5 渠道渗漏可分为自由渗漏、顶托渗漏和防渗渠道渗漏三种情况。

1 自由渗流情况下渠道渗漏损失可按公式(18)、(19)计算:

$$Q_1 = \sigma L Q_n \quad (18)$$

$$\sigma = \frac{A}{100 Q_n^m} \quad (19)$$

式中: Q_1 ——渠道输水损失流量(m^3/s);

σ ——每千米渠道输水损失系数,以小数表示;

L ——渠道长度(km);

Q_n ——渠道设计净流量(m^3/s);

A ——渠床土壤透水系数,根据实测资料计算,缺乏资料时可根据渠床土质按表 8 选取;

m ——渠床土壤透水指数,根据实测资料计算,缺乏资料时可根据渠床土质按表 8 选取。

表 8 土壤透水参数

渠床土质	土壤透水性	透水系数 A	透水指数 m
重黏土及黏土	弱	0.70	0.30
重黏壤土	中弱	1.30	0.35
中黏壤土	中	1.90	0.40
轻黏壤土	中强	2.65	0.45
沙壤土及轻沙壤土	强	3.40	0.50

2 顶托渗流情况下渠道渗漏损失可按公式(20)计算:

$$Q_1' = \gamma Q_1 \quad (20)$$

式中: Q_1' ——有地下水顶托影响的渠道损失流量(m^3/s);

γ ——地下水顶托修正系数,可按表 9 选取;

Q_1 ——自由渗流情况下渠道输水损失流量(m^3/s)。

表 9 地下水顶托修正系数 γ

渠道流量 (m^3/s)	地下水埋深(m)					
	<3	3	5	7.5	10	15
0.3	0.82	—	—	—	—	—
1.0	0.63	0.79	—	—	—	—
3.0	0.50	0.63	0.82	—	—	—
10.0	0.41	0.50	0.65	0.79	0.91	—
20.0	0.36	0.45	0.57	0.71	0.82	—
30.0	0.35	0.42	0.54	0.66	0.77	0.94
50.0	0.32	0.37	0.49	0.60	0.69	0.84
100.0	0.28	0.33	0.42	0.52	0.58	0.73

3 防渗渠道渗漏损失可按公式(21)或(22)计算:

不考虑顶托影响时:

$$Q_1'' = \beta Q_1 \quad (21)$$

考虑顶托影响时:

$$Q_1'' = \beta Q_1' \quad (22)$$

式中: Q_1'' ——采取防渗措施后的渠道损失流量(m^3/s);

β ——采取防渗措施后的渠道渗漏损失折减系数,可按表 10 选取。

表 10 防渗渠道输水损失修正系数 β

防 渗 措 施	β	备 注
塑料薄膜	0.10~0.05	透水性很强的土壤,挂淤和夯实能使渗水量显著减小,可采取较小的 β 值
混凝土护面	0.15~0.05	
灰土夯实、三合土夯实	0.15~0.10	
浆砌石	0.20~0.10	
渠槽翻松夯实(厚度大于 0.5m)	0.30~0.20	
黏土护面	0.40~0.20	
渠槽原状土夯实(影响厚度 0.4m)及人工夯填	0.70~0.50	

7.4.7 续灌渠道在一次灌水时间内连续输水,渠道流量小,相应

的渠道断面和建筑物尺寸也小,可减少工程量,节省占地和投资,但灌水时间长,输水损失较大。轮灌渠道灌溉时,同时工作的渠道少,灌水集中,流量大,输水时间短,所需渠道断面大,工程量及投资较大,因此,干、支渠应按续灌方式设计,斗、农渠应按轮灌方式设计。只有在水面比降小、水流泥沙含量高、容易产生淤积,有必要增加输水流量或缩短灌水周期时,支渠才按轮灌方式设计,但必须经技术经济比较确定。

轮灌组的数目太多,需要的劳动力多,因此一般轮灌组数以2~3组为宜。

7.4.8 续灌渠道按设计流量计算正常工作条件下的水力要素,确定渠道断面;按加大流量校核过水能力,确定渠顶高度和超高,验证不冲流速;按最小流量确定渠道最低控制水位和节制闸位置,验算不淤流速,这是20世纪50年代以来我国一直采用的设计方法,经实践验证合理有效,也是现行国家标准《灌溉与排水工程设计规范》GB 50288规定采用的计算方法,因此本规范仍推荐采用。

7.4.12 续灌渠道的最小流量以修正后的灌水率图的最小灌水率作为计算依据,同时满足不低于渠道设计流量的40%,相应的最小水深不低于设计水深的70%。实际运用中,当计算最小流量不满足上述条件时,可以通过集中供水,缩短供水时间,增大最小流量,或按设计灌水率的40%计算渠道的最小流量。

7.4.17 渠道按横断面形状可分为梯形渠道、矩形渠道和U形渠道等。按挖填方状况可分为挖方渠道、填方渠道和半挖半填渠道。一般情况下,土质渠道多采用梯形渠道,混凝土或砖石砌筑的多为矩形或U形渠道。平原灌区干、支渠多采用梯形渠道,斗、农渠当流量小于 $1.0\text{m}^3/\text{s}$ 时多采用矩形或U形渠道。山区、丘陵区灌区干、支渠多采用梯形或矩形渠道,斗、农渠多采用矩形或U形渠道。

7.5 排水沟系工程

7.5.1~7.5.3 排水标准包括排涝标准和排渍标准两方面的内容。

排涝标准可用三种方式表达,第一种是以治理区发生一定重现期的暴雨,作物不受涝为标准;第二种是以治理区作物不受涝的保证率为标准;第三种是以某一数量暴雨或涝灾严重的典型年作为排涝标准。目前,我国三种表达方式都有应用,但以第一种方式最为普遍。排涝标准是确定排涝流量及排涝沟道、滞涝设施(湖、河)、排水闸站等排涝工程规模的重要依据。排涝标准是否合理,直接关系到工程的经济效益及其可行性。排涝标准过高,工程规模过大,占地多、投资大,工程利用率不高,造成浪费;排涝标准过低,工程规模过小,虽然占地少、投资小,但达不到预期的排涝要求,排涝效益小,因此,排涝标准需要通过经济论证后合理确定。我国各地目前采用的排涝标准可以参考现行国家标准《灌溉与排水工程设计规范》GB 50288 确定。

农作物受涝损失大小与作物种类、生育阶段、耐淹水深和耐淹时间等有关。不同作物在不同的生育阶段允许的淹水时间不同:棉花、小麦等作物耐淹能力较差,在地面积水深 10cm 的情况下,受淹 1d 就会减产,受淹 6d~7d 以上就会死亡;粮食作物当积水深 10cm~15cm 时,允许的淹水时间不超过 2d~3d。同一种作物在不同的生育阶段,其耐淹能力也不相同,一般作物幼苗的耐淹能力较弱。作物的允许淹水时间还与土壤质地和气候条件有关,黏性土壤和气温较高时,作物耐淹时间较短;砂性土壤和气温较低时,作物耐淹时间较长。表 11 给出了几种主要作物的耐淹水深和耐淹历时,缺乏资料时可参考。

表 11 几种主要作物的耐淹水深和耐淹历时

农作物	生育阶段	耐淹水深(cm)	耐淹历时(d)
小麦	分蘖~成熟	5~10	1~2
棉花	开花、结铃	5~10	1~2
玉米	苗期~拔节期	2~5	1~1.5
	抽穗	8~12	1~1.5
	孕穗灌浆	8~12	1.5~2
	成熟	10~15	2~3

续表 11

农作物	生育阶段	耐淹水深(cm)	耐淹历时(d)
甘薯	全生育期	7~10	2~3
春谷	苗期~拔节期	3~5	1~2
	孕穗	5~10	1~2
	成熟	10~15	2~3
大豆	苗期	3~5	2~3
	开花	7~10	2~3
高粱	苗期	3~5	2~3
	孕穗	10~15	5~7
	灌浆	15~20	6~10
	成熟	15~20	10~20
水稻	返青	3~5	1~2
	分蘖	6~10	2~3
	拔节	15~25	4~6
	孕穗	20~25	4~6
	乳熟	30~35	4~6

排渍标准一般用农作物的设计排渍深度表示,即控制农作物不受渍害的农田地下水临界深度。农作物的耐渍深度是指农作物在不同生育阶段要求保持的地下水适宜的埋藏深度,即土壤中水分和空气状况适宜于农作物根系生长(有利于农作物增产)的地下水埋深。农作物的耐渍深度和耐渍时间因农作物种类、生育阶段、土壤性质、气候条件以及采取的农业技术措施等不同而变化,是一个动态指标。因此,在灌区规划时,可根据当地的自然条件、作物种类和耕作种植技术等,经调查或试验后分析确定。小麦在播种及幼苗期要求土壤湿润,一般控制地下水埋深在 0.5m 左右,以利于毛细管水上升,促使种子发芽和壮苗;在返青至拔节期,根系生长旺盛,一般控制地下水埋深在 0.8m~1.0m。棉花根系相对小

麦粗壮,主根深,且在开花结铃期对水分的供应最为敏感,水分供应的多少对根系的发育和植株生长、棉花产量和抗倒伏性能都有较大影响。因此,在棉花播种和幼苗期地下水埋深一般控制在 $0.6\text{m}\sim 0.8\text{m}$;在蕾期以后控制在 $1.0\text{m}\sim 1.2\text{m}$ 或更深。

水稻虽然是喜温好湿性作物,但稻田积水过深、时间过久或地下水位长期过高,均会造成土壤通气不良,水稻根部缺氧,好气性细菌活动受限,肥料难于分解,有害物质增加,使水稻扎根浅,易倒伏,易产生黑根、烂根等病变,造成水稻减产。因此,要采取适当的排水措施,降低地下水位,适时落干晒田,以协调稻田水、热、气、肥的矛盾,提高水稻产量。

7.5.4 随着经济社会的发展,农业生产的集约化和机械化程度越来越高,在农田灌溉排水设计与管理中,需要考虑农田土壤含水率对农业机械生产效率的影响。不同质地的土壤、不同的农业机械,对最低含水率的要求不同。根据黑龙江省查哈阳农场在盐渍化黑钙土上的试验资料,在采用重型拖拉机带动联合收割机时,允许的最大土壤含水率为干土重的 $30\%\sim 35\%$,要求的最小地下水埋深为 $0.9\text{m}\sim 1.0\text{m}$ 。根据国外资料,一般满足履带式拖拉机下田要求的最小地下水埋深为 $0.4\text{m}\sim 0.5\text{m}$,满足轮式拖拉机机耕要求的地下水最小埋深为 $0.5\text{m}\sim 0.6\text{m}$ 。本规范规定的排渍深度是根据我国目前大部分地区的农业机械化作业情况和土壤质地做出的一般性规定,在实际应用中,可根据当地的土壤和农业生产实际,确定适宜的排渍深度。

7.5.5 水是土壤中盐分的主要载体,水分的运动必然导致土壤中盐分的运动。土壤盐渍化是指在强蒸发条件下,土壤的毛细管水上升运动强烈,地下水及土中的易溶性盐分向地表迁移并在地表附近土壤积聚的现象和过程。不合理的灌溉等人类活动是引起非盐渍化土地发生次生盐渍化的主要原因之一。在土壤次生盐渍化的进程中,起重要影响作用的因素:一是气候干旱,蒸发强烈;二是地下水位高,水的矿化度大;三是地势低洼,排水不畅;四是成土母

质与盐地植物。土地次生盐渍化和盐碱地改良是目前世界农业生产面临的一个重要问题。土壤的脱盐和积盐均与地下水的埋藏深度有密切关系。通过水利措施,控制地下水的适宜埋深,排除土壤中积聚的盐分,建立良好的水盐平衡,从而改良土壤,防止土壤次生盐渍化。在一定的自然条件和农业技术措施条件下,为了保证土壤不产生盐碱化和作物不受盐害所要求保持的地下水最小埋藏深度,称地下水临界深度,其大小与土壤质地、地下水矿化度、气象条件、灌溉排水条件和农业技术措施(耕作、施肥等)有关。因此,不同地区或同一地区不同季节的地下水临界深度不同,即使同一地区、同一季节,水文年份不同,地下水临界深度也不相同,需要根据实地调查和观测试验资料确定。

7.5.7 影响排渍模数的因素主要有气象(降雨、蒸发)、土壤质地、水文地质、排水沟网密度、农作物耐渍能力等。从降雨(或灌溉)开始至地下水降至设计排渍深度,地下水的排水流量存在着高峰值,是一个不断变化的过程,排渍模数是雨后(或灌水后)地下水位从高水位降至排渍深度的单位面积上的平均排渍流量。一般在降雨持续时间、土壤透水性强和排水沟系密度较大的地区,排渍模数较大。根据部分地区资料,由于降雨产生的排渍模数:轻沙壤土地区为 $0.03\text{m}^3/\text{s} \cdot \text{km}^2 \sim 0.04\text{m}^3/\text{s} \cdot \text{km}^2$,中壤土地区为 $0.02\text{m}^3/\text{s} \cdot \text{km}^2 \sim 0.03\text{m}^3/\text{s} \cdot \text{km}^2$,重壤、黏土地区为 $0.01\text{m}^3/\text{s} \cdot \text{km}^2 \sim 0.02\text{m}^3/\text{s} \cdot \text{km}^2$ 。盐碱地改良地区,由于冲洗产生的设计排渍模数往往较大,山东省打渔张灌区在洗盐的情况下,实测排渍模数约为 $0.02\text{m}^3/\text{s} \cdot \text{km}^2 \sim 0.1\text{m}^3/\text{s} \cdot \text{km}^2$ 。防止次生盐碱化地区,在强烈返盐季节,地下水控制在临界深度时的排渍模数一般较小,例如河南省引黄人民胜利渠灌区,排渍模数在 $0.002\text{m}^3/\text{s} \cdot \text{km}^2 \sim 0.005\text{m}^3/\text{s} \cdot \text{km}^2$ 以下。

根据史海滨等主编的《灌溉排水工程学》(中国水利水电出版社 2006 年),设计排渍模数可按公式(23)、(24)或(25)计算确定,缺乏实测资料时可以参考使用。

1 由于降雨引起渍害,排渍模数为:

$$q_h = \frac{P\delta\alpha}{86.4\beta T} \quad (23)$$

$$\alpha = 1 - \frac{10H(\theta_m - \nu)}{P\delta} \quad (24)$$

式中: q_h ——设计排渍模数($\text{m}^3/\text{s} \cdot \text{km}^2$);

P ——设计降水量(mm);

δ ——吸水系数, $\delta = 1 - \psi$, ψ 为径流系数(%);

α ——渗漏排水系数;

β ——系数,修正渗入排水沟的昼夜降雨径流的加速度;

T ——排渍历时(d);

H ——地下水位设计降低深度(m);

θ_m ——土壤最大持水率(与土壤体积之比,%);

ν ——土体自然持水率(%).

2 由于灌水引起渍害,排渍模数为:

$$q_h = \frac{10^3 \mu H}{86.4 T} \quad (25)$$

式中: μ ——土壤给水度(释放水量与土壤体积的比值)。

现行国家标准《灌溉与排水工程设计规范》GB 50288 规定,当缺乏实测资料时,排渍模数采用公式(25)进行计算,但未指出是由于灌水引起渍害的限定条件。

7.5.8 流域防洪除涝规划一般确定了流域内骨干防洪除涝工程布局 and 规模,是流域内区域防洪除涝规划和灌区排水规划的重要依据。

根据灌溉渠系的布置,排水沟系一般分为干、支、斗、农四级固定沟道,农沟以下可设置毛沟、塍沟等临时性沟道,并与农沟组成田间集水沟网。排水工程规划主要是进行排水方式、承泄区和排水出口的选择,以及干、支、斗沟(管)、农沟(管)和排水建筑物、交叉建筑物的布置。我国部分地区排水沟规格见表 12。

表 12 农田排水沟深与间距

沟道名称	沟道深度(m)	沟道间距(m)
支沟	2.0~2.5	1000~5000
斗沟	1.5~2.0	300~1000
农沟	1.0~1.5	100~300
毛沟	0.8~1.0	50~100
腰沟	0.5~0.8	30~50

7.5.9 排水方式分为自流排水与提水排水、水平排水与垂直排水、地面截流与地下截流等,灌区规划时,可根据上级沟道或承泄区的水位、涝(渍)灾害的成因,选择适宜的排水方式。

由于地下深层承压水补给潜水导致的渍涝,可考虑采用竖井排水;旱、涝、碱兼治地区,当地下水质和含水层出水条件较好时,宜采用水平排水与垂直排水相结合的排水方案。

明沟排水存在开挖工程量大、易坍塌、易淤积、易生杂草、占地多、不利于机械化耕作、维护管理工作量大等缺点,但工程造价低、投资省,因此在我国北方地区应用较多。

暗管排水虽造价较高、一次性投资大,但节地省工、利于耕作、易管理,对解决我国人多地少的矛盾、实现农业集约化经营和机械化耕作,具有较好的应用前景,建议经济发达地区采用暗管排水方式,其他地区在条件允许时,亦可考虑采用暗管排水方式。

不同地区,地形、地质、土壤、水文、气象、涝、渍、碱现状及成因、排水工程现状等各不相同,排水工程规划时,可通过调查、搜集分析资料,制订规划原则,拟定不同的排水系统布置方案,经技术经济论证后,选择适宜的排水方案。

7.5.11 排水沟设计流量是确定排水沟断面和沟道上各种建筑物规模的依据,包括排涝设计流量、排渍设计流量和日常排水设计流量等。

排涝设计流量是排水沟为满足排涝标准要求所能通过的流量,通常为设计暴雨形成的最大流量,主要是用以确定排水沟断面

尺寸。

排渍设计流量是为作物免受渍害而需要的排水流量,主要用以校核排水沟的最小流速。

日常排水设计流量是指地下水位达到设计控制要求时的地下水排水流量,用来确定有控制地下水位要求的排水沟沟底高程和沟底宽度。

7.5.12 农田耕作条件和地下水的控制要求是影响末级排水沟间距和沟深的两个主要因素,沟深与沟距二者相互影响。在同样条件下,沟距越大,则沟深越大;沟距越小,则沟深越小。沟的深度和距离不同,占地和开挖土方也不同,排水沟的建设费用与效益也不同。因此,在满足耕作与排水要求前提下,需要对排水沟的深度和距离进行技术经济比较,优化组合方案。

7.5.15 承泄区是指位于排水区以外,承纳排水系统排出水量的河流、湖泊或海洋等。承泄区一般应具有足够的输水能力或蓄水容积,能够及时排除或容蓄排出的水量;具有适宜的水位,使排水顺畅;具有较好的地质或工程条件,确保工程安全。根据灌区的实际情况,可选择一个承泄区,也可选择多处承泄区;可有一个出水口,也可有多处出水口。当排水区设计暴雨与承泄区洪水位遭遇几率较大时,承泄区的设计水位可采用与排水区设计暴雨同频率的洪水位或实际年洪水位,并考虑排水可能引起的水位壅高;遭遇几率不大时,可根据具体情况选择同频率洪水位、实际年洪水位或排水历时内的多年平均高水位值。

7.6 防洪工程

7.6.1、7.6.2 灌区规划时,科学分析灌区洪水发生的概率与特性,合理拟定防洪标准,是选择防洪工程措施、确保灌区防洪安全、控制工程投资、充分发挥灌溉效益的重要内容。

排洪沟、撇洪沟是保障灌区渠道防洪安全的工程措施。根据国内一些灌区排洪沟、撇洪沟工程实践,其防洪标准一般按重现期

5a~10a 确定。

7.7 灌排建筑物

7.7.1 灌排建筑物是为灌区引水、输水、配水、运行管理、节约用水及保证工程安全的工程设施,主要包括:引水建筑物(如引水闸、拦河坝、泵站等),配水建筑物(如分水闸、节制闸等),交叉建筑物(如隧洞、涵洞、倒虹吸、渡槽、桥梁等),衔接建筑物(如跌水、陡坡等),泄水建筑物(如泄水闸、退水闸、溢流堰等)和量水建筑物(如量水堰、量水槽等)等。

7.7.2 本条是对灌区建筑物布置的原则性规定。

我国是一个地域辽阔、地形多样、资源和经济发展不平衡的国家,在灌区建筑物布置、选型和确定设计指标时,需要结合灌区实际情况,依据灌区需要和地区经济状况、投资能力等科学选择、合理布置,以满足需要为原则,合理确定规模,控制投资,处理好需要与可能的关系。灌区建筑物的布置与选型,应确保建筑物自身、渠系及灌区用水的安全。灌区工程设施的数量、位置应结合灌区群众生产、生活的实际需要确定。完善的工程配套和良好的工程管理,是保证灌区正常运行和充分发挥灌溉效益的基础,灌区工程的布置和选型应有利于管理和维护。

我国农田灌溉历史悠久,但由于多种因素制约,灌水技术落后,灌水方式和灌溉管理粗放,一方面农业灌溉用水浪费严重,另一方面水资源不足的矛盾日益突出。因此,灌区规划时,要科学分析灌区水资源状况,重视灌区节水工作,灌区渠系及建筑物的布置、选型和设计等应满足安全、节水、节能的要求。

7.7.3 渠首工程引水采用水库(枢纽)调节时,需要提出库区面积、库容、正常蓄水位、死水位、引水口高程等参数;采用有坝或无坝引水枢纽时,需要提出引水水位、引水流量、引水口尺寸等参数;采用泵站提水时,需要提出设计扬程、设计流量及装机容量等参数。

根据渠道水位推算成果和渠道断面要素,需要提出渠系建筑物的设计流量、控制水位、闸孔净宽、渡槽和倒虹吸长度、跌水或陡坡落差等,初步确定建筑物级别。

排水建筑物需要根据其排水流量、水深、水位等初步确定其级别及有关参数。

7.8 田间工程

7.8.1 田间工程的典型区规划是灌区规划的重要组成部分,对实行节水灌溉、提高灌水效益与效率、推广先进的灌水技术、合理利用水土资源、节约土地、防治涝渍灾害等有重要作用。不同灌溉分区的自然、水文、气象和社会经济条件不完全相同,种植结构、灌溉模式差异较大,分区进行典型区规划,对于工程实施和灌溉效益发挥具有重要意义。

7.8.2 现行国家标准《灌溉与排水工程设计规范》GB 50288 中规定“典型设计总面积不应小于灌区总面积的 5%”,但在实际运用过程中,设计单位普遍反映工作量太大,对于平原地区,由于各种条件比较相似,典型区面积大小与其示范作用关系不大,对投资估算精度的影响有限,因此本规范在不与国家现行标准矛盾的前提下,按灌区规模规定一定的浮动范围。对山丘区或其他条件差异较大的灌区,应适当增加典型区数量和面积。

7.8.3 平整土地是保证灌水质量、节约用水、提高劳动效率的一项重要措施。平整土地应满足灌水技术要求,并便于耕作与管理。其测量与计算方法有目估试平法和方格网法。平整土地的方法有倒槽法、抽槽法和全铲法等,有条件的地区可采用激光平整土地。

7.8.6 由于各地的自然条件不同,斗、农渠及斗、农沟的布置有很大差异,应根据具体情况,因地制宜进行规划布置。平原和圩区,一般有两种布置形式:一种是灌排相邻布置,适用于地形坡向单一,灌排方向一致的地区,一般斗、农渠只能单向分水,斗、农沟只能单向排水,这种布置的优点是可以挖沟就近筑渠,降低运距;另

一种是灌排相间布置,适用于地形平坦或有一定起伏不平的地形、土壤透水性较强的地区,斗、农渠可以双向分水,斗、农沟也可以承泄两侧的排水,这种布置的优点是灌排效果好,在地下水埋深小、需要控制地下水位及防止土壤次生盐渍化的地区,宜采用这种布置形式。干旱半干旱地区,地下水埋深较大,排水任务较小,经过论证可以采用灌排结合布置,以节约土地。

7.8.7 我国目前农田灌溉中由于田间工程不配套、田间灌排渠沟不够健全、土地平整差等,普遍存在着灌水量大、灌水次数多的现象,跑、冒、漏、渗及蒸发损失严重,造成大量田间灌溉水量损失浪费,不仅影响作物生长、造成减产,还会恶化土壤与水环境质量、造成水土流失、降低土壤肥力、影响效益发挥、减少工程使用年限。因此,对湿润、半湿润地区,在经济条件允许时可对田间渠道进行防渗处理。西北内陆干旱地区,由于田间防风林带及防沙草障生态用水的需要,因而田间渠道不宜进行防渗处理。

田间工程建设要求渠、沟、路配套,建筑物齐全,基本达到引水有口门、分水有闸、量水有堰、过路有桥,能有效调节和控制地下水位,防止土壤沼泽化和盐碱化,改变大水漫灌和串灌、串排现象,利于灌区管理和群众生产。

7.8.8 条田是最末一级固定渠道与最末一级固定沟道之间的田块,又称为方田或耕作区,是进行机械耕作、布设田间沟渠的基本单元,也是作物种植、灌溉与管理以及平整土地的基本单位。影响条田规格的因素很多,如土壤质地、地下水位、灌溉与排水条件、耕作要求等,应根据各地具体情况确定。我国旱作区的条田规格可参考表 13,平原区宜取大值,井灌区、山区、丘陵区宜取小值。

条田地面坡度对灌水效率和灌水质量有一定影响,田面坡度过陡,易受冲刷,灌水不均匀;田面坡度过缓,往往导致灌水量超过灌水定额,产生渗漏,浪费水资源,增加灌水成本。适宜的田面坡度(纵向坡度)与土壤类型和灌水方法有关,一般应通过试验确定。缺乏试验资料时,可参考表 14 和表 15 所列数值确定。

表 13 旱作区条田规格

地 区	长度(m)	宽度(m)
山东省	200~300	100~200
陕西省关中地区	300~400	100~300
安徽省淮北地区	400~600	200~300
新疆生产建设兵团	500~600	200~350
内蒙古自治区机耕农场	600~800	200

表 14 畦灌条田适宜田面坡度

畦田长度 (m)	土壤透水性能					
	井灌区			渠灌区		
	强	中	弱	强	中	弱
10~15	1/2000~ 1/1000	—	—	—	—	—
15~20	1/1000~ 1/500	1/2000~ 1/1000	—	—	—	—
20~25	1/500~ 1/300	1/1000~ 1/500	1/2000~ 1/1000	—	—	—
25~30	—	1/500~ 1/300	1/1000~ 1/500	—	—	—
30~35	—	—	1/500~ 1/300	1/2000~ 1/1000	—	—
35~40	—	—	—	1/1000~ 1/500	1/2000~ 1/1000	—
40~45	—	—	—	1/500~ 1/300	1/1000~ 1/500	1/2000~ 1/1000
45~50	—	—	—	—	1/500~ 1/300	1/2000~ 1/1000

表 15 沟灌条田适宜田面坡度

条田长(m)	土壤透水性能		
	强	中	弱
30~40	1/1000~1/500	—	—
40~50	1/500~1/250	1/1000~1/500	—
50~60			1/1000~1/500
60~70	—	1/500~1/250	1/500~1/250
70~80	—		
80~90	—	—	

7.8.9 畦灌是地面灌溉中推广应用最广泛的灌水方法之一。畦灌常用于小麦、谷子、花生、芝麻及牧草、速生密植蔬菜等密播窄行或撒播作物,在作物播前灌时,有时也采用畦灌。畦田方向可根据地形条件,结合耕作方向确定。平原地区,在南北方向地面坡度较平缓的情况下,宜沿地面坡度布置成南北方向;南北方向地面坡度较大时,为减缓畦田内地面坡度,可布置成与等高线斜交或基本与等高线平行。

畦田规格(长度、宽度、地面坡降)对灌水质量、灌水效率、土地平整、田间渠网布置及耕地利用率等都有影响。畦田的规格受地面坡度、土壤透水性、土地平整程度等条件的限制,一般情况下,土壤透水性强,地面坡度小,土地平整较差时,入畦流量较大,畦要短;反之入畦流量较小,畦可长。自流灌区畦长以 50m~75m 为宜;提水灌区和井灌区畦长宜为 30m~50m。

畦宽可视播种行距而定,一般可采用 2m~4m;灌水畦纵坡由地面坡度控制,一般为 1/150~1/500,最大不宜超过 1/50,以免流速过大,造成土壤冲刷;畦埂一般高 0.15m~0.25m,底宽 0.2m~0.3m。

入畦流量也是影响灌水质量的重要因素,一般以单宽流量表示。在灌水定额和地面坡度一定的情况下,不同质地的土壤,要求的畦长和单宽流量不同,可通过计算确定。表 16 和表 17 分别是陕

西省关中、陕北地区和河南省引黄灌区的灌溉试验数据,可供参考。

表 16 陕西省关中、陕北一般大田作物畦田灌水技术要素

灌 区	土壤	地面坡度	单宽流量 (L/s·m)	畦长(m)
泾惠、洛惠、宝鸡峡灌区	壤土及沙壤土	1/1000~1/2000	2.0~5.0	50~100
陕北灌区	沙土及沙壤土	3/1000~7/1000	2.5~5.0	15~25
小型抽水及井灌区	沙壤土	1/200	2.0~3.0	7~15

表 17 河南省引黄灌区畦田灌水技术要素

土质	坡 度								
	<0.002			0.002~0.010			0.010~0.025		
	畦长 (m)	单宽流量 (L/s·m)	畦宽 (m)	畦长 (m)	单宽流量 (L/s·m)	畦宽 (m)	畦长 (m)	单宽流量 (L/s·m)	畦宽 (m)
强透水性	30~50	5~6	3.0	50~70	5~6	3.0	70~80	3~4	3.0
中等透水	50~70	5~6	3.0	70~80	4~5	3.0	80~100	3~4	3.0
弱透水性	70~80	4~5	3.0	80~100	3~5	3.0	100~130	3	3.0

7.8.10 长畦分段灌是我国北方地区解决小畦灌水田间沟渠多、分水控水设施多、畦埂占地多等缺点而采用的一种灌水技术。采用长畦分段灌,可以实现灌水 $30\text{m}^3/\text{亩}$ 左右的低定额灌水,灌水均匀度、田间灌水贮存率和田间灌水有效利用率均大于 $80\%\sim 85\%$,且随畦长的增加而增大;与畦田长度相同常规畦灌方法相比,可节水 $40\%\sim 60\%$,田间灌水有效利用率可提高 1 倍甚至更多。而且田间渠沟少,灌溉设施少,占地少,对田面坡度的适应性强,便于机械耕作。采用长畦分段灌缺乏资料时,可通过试验或按公式(26)、(27)计算灌水畦要素,也可参考表 19 选取。

1 对于有坡畦(块)灌

$$L_0 = \frac{40q}{1+\beta_0} \left(\frac{1.5m}{K_0} \right)^{1/(1-\alpha)} \quad (26)$$

2 对于水平畦(无坡块)灌

$$L_0 = \frac{40q}{m} \left(\frac{1.5m}{K_0} \right)^{1/(1-\alpha)} \quad (27)$$

式中： L_0 ——分段进水口间距(m)；

q ——入畦(块)单宽流量(L/s·m)；

m ——灌水定额(m^3 /亩)；

β_0 ——地面水流消退历时与水流推进历时的比值，可取
 $\beta_0 = 0.8 \sim 1.2$ ；

K_0 ——第一个单位时间内的平均入渗速度(mm/min)，可根据土壤质地从表 18 中选取；

α ——土壤入渗递减指数，一般 $\alpha = 0.3 \sim 0.8$ ，轻质土壤取小值，重质土壤取大值。

表 18 几种不同质地土壤的稳定入渗速度(mm/h)

土壤	砂	砂质土壤或粉沙质土壤	壤土	黏质壤土	碱化黏质壤土
稳定入渗速度	>20	10~20	5~10	1~5	<1

表 19 长畦分段灌灌水技术要素

输水沟或灌水软管流量(L/s)	灌水定额		畦长(m)	畦宽(m)	单宽流量[L/(s·m)]	单畦灌水时间(min)	长畦面积(亩)	分段长度×段数(m×段)
	(m^3 /亩)	(mm)						
15	40	6	200	3	5.00	40.0	0.9	50×4
				4	3.76	53.3	1.2	40×5
				5	3.00	66.7	1.5	35×6
17	40	6	200	3	5.67	35.0	0.9	65×3
				4	4.25	47.0	1.2	50×4
				5	3.40	58.8	1.5	40×5
20	40	6	200	3	6.67	30.0	0.9	65×3
				4	5.00	40.0	1.2	50×4
				5	4.00	50.0	1.5	40×5
23	40	6	200	3	7.67	26.1	0.9	65×3
				4	5.76	34.8	1.2	65×3
				5	4.60	43.5	1.5	50×4

7.8.11 沟灌适用于棉花、玉米、薯类等宽行作物，某些宽行距的

蔬菜也可采用沟灌,沟灌的适宜坡度为 0.005~0.020 之间。灌水沟依据不同的分类方法,有顺坡沟和横坡沟、深沟和浅沟、封闭沟和流通沟等。灌水沟的主要技术要素有间距、长度和断面结构等,与土壤的透水性、地面坡度、农业耕作和栽培要求等有关,一般沟长可采用 30m~80m,纵坡在 1/50~1/200 之间。沟上口宽 0.3m~0.4m,深 0.1m~0.2m,底宽 0.2m~0.3m,规划时应根据地区情况经试验或计算分析确定。表 20 为河南省引黄灌区灌水沟技术要素,可供参考。

表 20 河南省引黄灌区灌水沟要素

土壤透水性	沟底比降	沟长(m)	灌水沟流量(L/s)	沟中水深与沟深比
强	0.01~0.004	60~80	0.6~0.9	1/3 以下
	0.004~0.002	40~60	0.7~1.0	2/3 以下
	<0.002	30~40	1.0~1.5	2/3 以下
中	0.01~0.004	80~100	0.4~0.6	1/3 以下
	0.004~0.002	70~90	0.5~0.6	1/3 以下
	<0.002	40~60	0.7~1.0	2/3 以下
弱	0.01~0.004	90~120	0.2~0.4	1/3 以下
	0.004~0.002	80~100	0.4~0.5	1/3 以下
	<0.002	50~80	0.5~0.6	2/3 以下

7.8.13~7.8.15 渠、沟、路、林、电和村镇是农田基本建设的重要组成部分,关系到农业生产、交通运输、群众生活、农村生态与环境等,规划时需要注意渠、沟、路、林及田块地界的协调,要有利于环境保护,控制水土流失,能够满足群众生产、生活的交通需要,保证田间道路与骨干路网的连通,减少占地与交叉建筑物数量,降低投资。渠、沟、路的布置形式有:“渠、路、沟”,“渠、沟、路”,“沟、渠、路”等,这些布置形式各有其优缺点,实际布置时,可根据具体情况具体分析,可采用一种布置形式,也可多种布置形式相结合。

灌区绿化,植树种草,可以美化环境,调节气候,保持水土,防

风护苗,增加收入,是我国干旱半干旱地区生态与环境保护的重要措施。一般可在斗、农渠(沟)的两岸植树1~2行,植树位置应在堤顶以外0.5m,排水沟在沟口外缘0.5m,道路两侧可栽种1行。东西向的渠、沟、路以栽种低矮、遮阴小的树种和灌木为宜,株距2m左右,以免遮阳,影响作物生长;南北向的渠、沟、路可种植大冠树种,株距3m~5m。防风作用的林带应垂直主风向布置。

田间输电线路和通信线路一般布置在渠道或道路的一侧,沿条田地界布置,以便管理、维护和耕作,电杆或线路与渠、路外侧要保持一定的安全距离,高压线15m~18m,低压线不小于10m。

7.9 节水工程

7.9.1 农田灌溉节水工程是指在水源工程与输水配水系统全面配套的基础上,利用骨干渠系防渗、低压管道输水、田间工程改造、水田格田化等措施以及喷灌、微灌、膜上灌、膜下灌和小管出流等高效节水灌溉技术推广应用等各种技术和措施的总称。

7.9.3 农业用水输配水过程中损失的水量约占灌区损失水量的80%以上,因此提高灌区的渠系水利用系数、减少输水损失是灌区节水工程的主要内容。灌区支渠及其以上渠道输水流量大、输水时间长,渗漏损失所占比重大,因此灌区支渠及其以上渠道进行防渗处理是提高渠系水利用系数的重点。

提水灌区一般地势较高,当地水资源条件相对较差,对提水灌区和小流量渠道发展渠道防渗和管道输配水技术,是降低灌溉成本、提高用水效益、减少能源消耗的有效措施。

7.9.4 输水渠道横断面形式、结构和尺寸影响水的流态和输配水效率,对工程的运行、维护、造价及使用寿命也有影响。因此,4级及以上渠道采用坡脚或底面为弧形的非标准断面、5级渠道采用U形断面是比较经济合理的。衬砌材料尽可能选择当地材料。另外,应用新材料、新技术、新工艺是提高衬砌效率、降低工程造价的有效措施。

7.9.6 喷、微灌是现阶段较为先进的节水灌水技术,但由于一次性投入大、技术含量较高、部分设备技术还不很成熟等原因,其推广运用受到较大限制。但为了节约用水,还应根据实际情况,因地制宜地推广、普及。一般在经济作物种植区、城郊农业区、集中连片规模经营区和其他经济条件较好的地区,宜发展喷灌技术;果树种植、设施农业、创汇农业中宜发展微灌技术;在山丘区或其他有自压条件的地区宜发展自压喷灌、微灌技术。

8 工程建设征地与移民安置

8.0.1 本条规定了灌区工程建设征地与移民安置应包括的主要内容。

随着我国经济社会的不断发展,基础设施建设步伐不断加快,为此带来了大量征地移民问题,工程建设征地补偿投资占工程投资的比例越来越大。移民问题是工程建设中不可忽视的重要问题,它不仅关系到工程建设能否顺利进行,也关系到社会稳定,因此需要特别重视。

灌区规划中,需要把工程建设征地与移民安置问题作为一项重要内容进行考虑,了解征地移民中可能存在的制约因素,并作为规划方案比选的一个重要方面,为规划方案优化提供依据。

8.0.2 土地资源是十分宝贵的不可再生资源,工程建设必须贯彻“十分珍惜、合理利用土地和切实保护耕地”的基本国策。灌区规划阶段需要确定永久征地范围,并估算永久征地面积。永久征地多少,也是判断规划方案优劣的重要依据。

8.0.3 本条说明了实物指标调查的方法。

实际工作中,土地面积一般可在 1/10000(或 1/5000)地形图上量算,地类组成上应将耕地、园地、林地等主要地类划分出来;移民人数、房屋等可根据抽样调查并参考当地统计资料估算;对涉及的公路、输电线路等专项设施可根据地形图并结合统计年鉴等资料估算;重要的企业、矿藏、文物等可先通过县志、统计年鉴等进行了解,再确定是否需要单独调查。无论采取什么方法,成果精度应能满足灌区规划方案比选和估算本部分投资的要求。

8.0.4 灌区开发项目一般直接搬迁移民较少,但征地面积较大,因此需要进行初步的环境容量分析,尽可能避免因征地产生“占地不占房”的移民搬迁。

9 水土保持

9.0.2 水土流失是重要的环境问题,特别是在干旱半干旱地区和山区、丘陵地区等生态与环境脆弱地区更加突出。灌区规划应把防治水土流失作为一项重要任务,并作为规划方案合理性分析的一项重要因素。

水土流失防治范围不仅包括工程建设防治责任区,还应包括种植区域。

灌区规划实施可能产生的新增水土流失防治应与现状水土流失防治相结合,目的是通过灌区规划利用有效的工程措施、植物措施、耕作措施以及必要的退耕还林、退耕还草等措施,对灌区内的水土流失问题进行系统防治、综合治理,因此本规范将“水土流失防治责任范围”改为“水土流失防治范围”。

9.0.3 水土流失分析既要分析灌区工程建设期由于扰动原地表、植被等产生的水土流失,还应根据种植结构和种植方式等,分析灌区种植结构和种植方式的合理性,进而分析运行期间水土流失规律和可能产生的水土流失。

9.0.4 灌区规划阶段的水土保持主要是预防规划实施后和工程建设中的水土流失,是从宏观上分析水土流失影响,因此只要求初步提出水土保持措施的总体布局,并根据水土流失影响分析,从工程布置和灌区种植方式、种植结构方面为规划方案提出水土保持要求或建议。

水土保持措施的选择与配置,既要有预防水土流失、涵养水源的基本功能,又要注重其经济效益、生态与环境效益,并将水土保持体系建设与灌区产业开发、农民脱贫致富、经济发展相结合,以促进灌区经济社会、生态与环境的协调发展。

10 环境影响评价

10.0.1 随着我国可持续发展战略的实施,维护和改善灌区环境状况,促进灌区良性发展,是灌区规划的一项重要任务和目标。同时,为贯彻《中华人民共和国环境影响评价法》,灌区规划方案中应编制环境影响评价,预测和评价规划方案实施后可能产生的环境影响,制订预防和不利影响减量化的对策措施,提出环境影响综合评价结论,从环境角度为规划方案提供调整、优化依据。

10.0.2 评价范围的确定是环境影响评价的前提条件,确定评价范围时应注意所涉及的影响范围,根据灌区规划的环境影响特点确定,一般涉及供水水源区、退(排)水承泄区、输水沿线区、取水工程下游河道、移民安置区、工程布置区等,具体应根据环境要素的环境特点和影响程度合理确定。

10.0.3 环境保护目标包括环境与生态功能目标和环境敏感目标,如水功能、生态系统功能等属于环境与生态功能目标,应根据国家和地方法律、法规及相关规划,结合水功能区划、区域生态功能区划合理确定;需特殊保护区、生态敏感与脆弱区等的保护目标为环境敏感目标。

评价指标是根据一定评判标准反映环境保护目标实现程度的特征值,可定量或定性描述。

10.0.4 灌区规划阶段的环境现状调查以收集现有资料为主,一般不要求现场测试,当资料达不到要求时,可进行必要的现场调查与测试。

自然环境资料包括地形、地貌、土壤岩性、水环境、土壤环境、水文、气象、河流泥沙等;生态包括陆生生物、水生生物,珍稀、濒危动植物等;社会经济环境包括人口、水资源和土地资源数量、质量

及其开发利用现状、人群健康、生活质量、景观、文物、民族与宗教等；环境敏感区包括需特殊保护地区、生态敏感与脆弱区、地下水超采区等。

10.0.5 规划方案分析是对提出的灌区规划方案与国家政策、法规等的协调性进行分析，分析提出的规划方案是否符合国家相关的法律、法规，是否与国民经济发展规划、农业发展规划、生态功能区划、水功能区划等相协调。分析的目的是从宏观角度初步判断规划方案的可行性，环境影响预测、评价等工作是针对初步判定环境可行的规划方案进行。

10.0.6 环境影响预测与评价是在初步判定环境可行的规划方案基础上，预测与评价规划方案实施后对环境的有利和不利影响，对环境要素的短期、长期和累积影响。

10.0.7 灌区规划的环境保护措施主要从宏观上控制总体规划方案对环境的影响，选择科学合理的规划方案是对环境的最大保护。

10.0.9 综合评价结论要简明扼要，从有利与不利因素两方面论述规划实施对经济社会环境影响和自然生态与环境的影响，明确规划方案实施是否可行，并对下阶段的工作提出建议。

11 灌 区 管 理

11.0.1 本条主要明确了灌区运行管理规划应主要包括的内容。

11.0.2 大、中型灌区是我国粮、棉、油重要生产基地,是国家粮食供应安全的重要保障。为充分发挥灌区工程的社会和经济效益,提高管理效率和管理水平,实现灌区的高效、经济运行,灌区规划阶段,应认真研究灌区管理机构设置方案、岗位设置和人员编制。

灌区管理机构岗位设置和人员编制参照《灌区、泵站岗位设置及定员标准(试行)》进行编制。

已建灌区,应研究灌区管理改革方案,按照精简高效、减少管理费开支的原则,尽量减少机构层次和科室数量,并为灌区管理现代化留有余地。

11.0.3 灌区的管理体制和运行机制对提高灌区的工作效率、工程效益与用水效率,促进灌区水资源的优化配置和科学合理的开发利用,保证灌区工程的良性运行和可持续发展,具有重要意义。灌区规划应根据有关法律、法规和相应规范的规定,结合灌区实际,提出灌区管理体制和运行机制建设方案。

灌区管理可吸收用水户参与灌溉管理,实行专管与群管相结合的管理模式。

11.0.4 科学合理的确定灌区管理范围和工程保护范围,是搞好灌区管理、保证灌区高效经济和安全运行的前提,也是灌区建设和管理运用的依据。

工程管理范围是指灌区全部工程和设施的建筑场地和管理用地。

工程保护范围是指为保护灌区工程和设施的安全,禁止或限制未经有关部门批准,在灌溉渠系及建筑物和其他设施附近一定

范围内的区域从事打井、勘探、爆破、矿藏开采或构筑其他地下工程等有危害工程和设施安全的活动。

工程管理和保护范围,一般包括:灌区的蓄水工程,干、支渠系,引水、输水、挡水、配水、泄水建筑物,提水设施、水电站、排灌站,穿渠建筑物、观测、通信、交通、测量、试验等设施和管理区、生活区。

工程管理和保护范围应根据灌溉渠系及建筑物的流量、工程级别和管理工作的需要,并结合当地自然条件、社会经济、土地开发利用状况等进行确定。

11.0.5 灌区信息种类多、信息量大,而且具有随时间变化频次高的特点,其存储、处理工作量大。信息现代化建设包括:信息的采集监测系统、管理与存储系统、处理与决策支持系统、传输与通讯网络系统、自动化控制系统等。信息系统建设规划通常符合下列要求:

- 1 全面规划,统筹安排,突出重点,循序渐进。
- 2 先进实用,高效可靠。
- 3 以需求为导向,以近期为重点,近远期结合,分期实施。
- 4 以网络技术为基础,建立灌区网络系统,并通过互联网实现信息资源共享。

计量供水是加强灌区水资源管理、实现灌区水资源科学调度、促进节约用水、足额征收水费、分析渠道的输水能力和输水损失的重要措施。灌区规划对测水量水站网的布置、设施的选择等进行初步规划,为投资决策、灌区开发等提供参考。

通信调度设施是灌区与政府、水行政主管部门和灌区内部进行日常联络、水资源管理与调度、事故报警和处理等的基础设施,是灌区安全、经济、科学运行的重要保障。根据灌区实际情况,按照反应快速、运行可靠、安全便捷的原则,提出灌区通讯方案和设施管理的初步意见,是灌区规划的重要内容。

11.0.7 灌溉试验站(场)是灌区实现科学灌溉、节约用水、加强水

量调配、提高农作物产量、增加农民收入的基础性设施。大、中型灌区在区域经济发展、稳定粮油市场、促进区域社会稳定和谐中具有重要作用,因此应根据地区自然地理条件和农业生产情况,建立相对独立的灌溉试验站(场),配备必要的仪器设备和技术人员,确定观测试验项目,为科学指导灌区灌溉和灌区可持续发展提供理论依据。

12 投资估算与经济评价

12.1 投资估算

12.1.1、12.1.2 投资估算应按编制年的价格水平进行编制。

投资估算的项目划分、费用构成、费率标准一般按水利部发布的《水利工程设计概(估)算编制规定》(水总〔2002〕116号)的规定执行,项目划分可根据灌区工程的实际情况进行适当调整。

定额应采用部颁或地方颁布的水利工程估算定额;没有估算定额时,可采用概算定额并按规定调整后执行。

12.2 经济评价

12.2.3 工程投资费用是在工程投资估算的基础上用影子价格调整工程投资估算中的各项费用,并扣除属于国民经济内部转移支付部分后的费用。

灌区国民经济评价主要根据经济内部收益率、经济净现值及经济效益费用比等指标及评价准则进行。

由于灌溉工程效益的发挥受灌区内部和水源地水文、气象条件的影响较大,在进行效益分析计算时,除应分析多年平均效益外,还应估算设计年、特大干旱年的风险效益,供决策参考。

根据《建设项目经济评价方法与参数》(第三版)(发改投资〔2006〕1325号)规定:建设项目社会折现率为8%;对于受益期长、兼有公益性质的灌区建设项目,社会折现率可取6%。

12.2.5 根据我国大型灌区的管理现状,管理单位一般只管理到支渠,支渠以下由用水户协会或用水户自己管理,因此本条规定的供水成本核算一般需要到斗渠进水口。同时,为反映用水户实际承受的灌溉水费,客观评价用水户的承受能力,也需要估算支渠以

下的供水成本。

水价承受能力分析是评价与优化灌区开发建设方案的一项重要参考条件,也是灌区运行管理需要考虑的问题。根据有关资料,亚洲一些国家和世界银行资助的灌溉工程农业水费占灌溉增产效益的比重为 9%~17%,考虑我国灌区的灌溉增产情况和各种农业生产支出等,一般农业灌溉水费占灌溉增产效益的比例不宜超过 15%。

13 分期实施意见

13.0.1、13.0.2 灌区建设涉及面广、工程项目多、资金投入大、建设周期长,灌区开发建设时,应根据地区经济实力,综合考虑多方面的因素,分期实施,分期受益,逐步达到设计灌溉规模。

灌区分期应进行必要性与可行性分析。近期安排实施的工程,应具有相对的独立性,并能与远期项目有机结合,近期工程完成后,可以独立发挥效益。