

中华人民共和国国家标准

灌溉与排水工程设计规范

GB 50288—99

条文说明

目 次

1	总 则	4
2	工程等级划分	8
3	设计标准	11
3.1	灌溉标准	11
3.2	排水标准	13
3.3	防洪标准	23
3.4	灌排水质标准	24
4	总体设计	25
4.1	一般规定	25
4.2	水土资源平衡分析	26
4.3	总体布置	27
4.4	环境影响评价和经济评价	30
5	蓄水、引水和提水工程	32
5.1	蓄水工程	32
5.2	引水工程	33
5.3	沉沙池	37
5.4	泵站	38
5.5	机井	39
6	灌溉输配水系统	42
6.1	灌溉渠道系统	42
6.2	渠道防渗衬砌	47
6.3	灌溉管道系统	48
7	排水系统	50
7.1	明沟排水系统	50

7.2	暗管排水系统	55
8	田间工程	60
8.1	典型设计	60
8.2	灌水沟畦与格田	60
8.3	田间渠道与排水沟	62
8.4	田间道路与林带	63
9	灌排建筑物	64
9.1	一般规定	64
9.2	水 闸	64
9.3	渡 槽	64
9.4	倒 虹 吸	65
9.5	涵 洞	66
9.6	隧 洞	66
9.7	跌水与陡坡	67
9.8	量水设施	67
10	喷灌和微灌系统	69
10.1	一般规定	69
10.2	喷灌系统	69
10.3	微灌系统	70
11	环境监测与保护	71
11.1	环境 监测	71
11.2	灌溉水源保护	71
11.3	工程环境保护	73
12	附属工程设施	74

1 总 则

1.0.1 制定本规范的目的主要是为了满足农田灌区灌溉与排水工程设计的需要,同时也可指导草场和林地的灌溉与排水工程的设计。本规范吸收了 1984 年颁布的部标《灌溉排水渠系设计规范》中的有关部分,其内容也是本规范的重要组成部分。

1.0.2 本规范中的水库建筑物(包括各种拦河坝、溢洪道、泄洪隧洞等)以及泵站、水闸、隧洞等排洪建筑物的设计,已在国家现行规范中有详细规定,本规范仅对与灌溉与排水工程设计有关的部分作出了规定。由于喷灌、微灌、井灌等已颁布有国家有关标准,本规范仅从不同角度作必要的规定或按现行标准加以概括和补充。

1.0.3 在国家技术经济政策指导下,根据流域水利规划和区域水土资源平衡的要求,全面搜集和分析研究各项基本资料,是进行灌溉与排水工程设计的基础。这些基本资料包括地形、水文气象、工程地质与水文地质、土壤、作物灌溉排水、建筑材料、水利工程现状、自然灾害、社会经济发展状况等,均必须经过有关部门的审查或鉴定以后才能使用。

1 地形资料通常包括:

1)比例尺为 1/10000~1/100000 的地形图;

2)比例尺为 1/1000~1/5000 的典型地块地形图;

3)比例尺为 1/1000~1/2000 有特殊要求的带状地形图等。

2 水文气象资料通常包括降水(含暴雨)、蒸发、湿度、气温、风力、风向、日照、霜期、冰冻期、冻土深度,以及天然河沟、水库、承泄区的水文、泥沙、水质、水温等。

3 工程地质与水文地质资料通常包括干渠、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,以及灌区地下水

类型、理化性质、含水层特征,潜水动态、流向、埋深、补给与排泄条件和可开采量等。

4 土壤资料通常包括:

- 1) 土壤物理性质,如土壤类型、质地、结构、分布状况、容重、比重、孔隙率等;
- 2) 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;
- 3) 土壤水分特性,如饱和含水量、渗透系数、渗吸速度、给水度、田间持水量、毛管水上升高度等。

5 作物灌溉排水资料包括需水量,灌溉方法,耐渍、耐淹、耐盐能力,排涝、防渍、防盐碱要求等。

6 建筑材料资料包括各种材料的来源、储量、运输方式、运距、单价等。

7 水利工程现状资料包括已有灌溉、排水、防洪等工程设施,当地地表水和地下水资源利用现状,以及渠道防渗、防冻胀状况等。

8 自然灾害资料包括历年发生旱、涝、渍、盐碱等自然灾害的范围、面积、成因及损失等。

9 社会经济发展状况资料包括行政区划、人口、农业人口、农业劳动力、土地面积(山、川、丘陵、平原)、耕地面积(水田、水浇地、旱地)、作物组成、耕作制度、机械化发展水平、单产、总产、农业成本、农业纯收益、人均收入等,以及农业、林业、牧业、副业、渔业、工业、交通、能源、环境保护等方面的发展现状与规划资料等。

10 水资源评价成果。

1.0.4 与本规范关系密切的国家现行标准、规范,除将被替代的《灌溉排水渠系设计规范》SDJ 217—84 外,主要有:

《水利水电枢纽工程等级划分及设计标准》(山区、丘陵区部分)SDJ 12—78 及其补充部分;

《水利水电枢纽工程等级划分及设计标准》(平原、滨海部分)

SDJ 217—87;

《水利水电工程水利动能设计规范》**DL/T 5015—96;**
《防洪标准》**GB 50201—94;**
《土壤侵蚀分类分级标准》**SL 190—96;**
《农田灌溉水质标准》**GB 5084—92;**
《地面水环境质量标准》**GB 3838—88;**
《地表水资源质量标准》**SL 63—94;**
《地下水监测规范》**SL/T 183—96;**
《水环境监测规范》**SL 219—98;**
《污水综合排放标准》**GB 8978—88;**
《水利水电工程可行性研究报告编制规程》**DL 5020—93;**
《水利水电工程初步设计报告编制规程》**DL 5021—93;**
《水利水电工程环境影响评价规范》**SDJ 302—88;**
《水利建设项目经济评价规范》**SL 72—94;**
《水利工程水利计算规范》**SL 104—95;**
《水工建筑物抗震设计规范》**SL 203—97;**
《水工混凝土结构设计规范》**SL/T 191—96;**
《混凝土重力坝设计规范》**SDJ 21—78;**
《混凝土拱坝设计规范》**SD 145—85;**
《浆砌石坝设计规范》**SL 25—91;**
《碾压式土石坝设计规范》**SDJ 218—84;**
《堤防工程设计规范》**GB 50286—98;**
《堤防工程管理设计规范》**SL 171—96;**
《橡胶坝技术规范》**SL 227—98;**
《溢洪道设计规范》**SDJ 341—89;**
《水工隧洞设计规范》**SD 134—84;**
《泵站设计规范》**GB/T 50265—97;**
《农用机井设计规范》**SD 188—86;**
《渠道防渗工程技术规范》**SL/T 18—91;**

《渠系工程抗冻胀设计规范》SL 23—91；
《水工建筑物抗冰冻设计规范》SL 211—98；
《低压管道输水灌溉工程技术规范》(井灌区部分)SL/T
153—95；
《农田排水技术规程》(南方农田暗管排水部分)SL 15—90；
《灌溉试验规范》SL 13—90；
《农田排水试验规范》SL 109—95；
《水闸设计规范》SD 133—84；
《水闸工程管理设计规范》SL 170—96；
《水利水电工程钢闸门设计规范》SL 74—94；
《喷灌工程技术规范》GBJ 85—85；
《微灌工程技术规范》SL 103—95；
《节水灌溉技术规范》SL 207—98 等。

2 工程等级划分

本规范本应对灌区规模划分作出规定,但由于目前国家计划、设计部门与国家统计、管理部门所采用的划分指标不尽相同,故暂不作规定。

2.0.1 总蓄水容积是直接反映蓄水枢纽工程规模的指标值。因此,蓄水枢纽工程应根据总蓄水容积的大小进行分等。本条文表 2.0.1 所列蓄水枢纽工程分等指标值与《水利水电枢纽工程等级划分及设计标准》以及《防洪标准》中按水库总库容分等指标值是一致的,只是将 v 等工程分等指标“ $0.01 \times 10^8 \sim 0.001 \times 10^8 \text{m}^3$ ”改为“ $\leq 0.01 \times 10^8 \text{m}^3$ ”。因为对于灌区而言,蓄水总容积小于 $10 \times 10^4 \text{m}^3$ 的塘坝蓄水工程为数众多,不能认为这些塘坝蓄水工程是等外工程。

2.0.2 引水枢纽工程可分为有坝引水和无坝引水两种形式。但无论是 有坝引水还是无坝引水,其引水流量是直接反映引水枢纽工程规模的指标值。因此,引水枢纽工程应根据引水流量 的大小进行分等。本条文表 2.0.2 所列引水枢纽工程分等指标值是根据河北、山西、内蒙古、辽宁、黑龙江、山东、安徽、新疆、四川等 9 省(区)提供的 93 座已建引水枢纽工程设计资料经统计概化出来的。按本条文表 2.0.2 所列引水枢纽工程分等指标和本规范表 2.0.4 规定的级别划分方法,重新划定 93 座已建引水枢纽工程的等级,并与原设计采用的等级相比较,符合率达 60.2%。同时本条文表 2.0.2 所列引水枢纽工程分等指标值与本规范表 2.0.3 中按单站装机流量规定的提水枢纽分等指标值是一致的,即当引水枢纽工程的引水流量与提水枢纽工程的单站装机流量相同时,前者与后者的工程等别是相同的。

2.0.3 提水枢纽工程主要是指用于灌溉与排水的泵站工程,如灌溉泵站、排涝泵站、灌排结合泵站等。泵站装机流量或装机功率是直接反映工程规模的两项主要指标,因此,提水枢纽工程应根据泵站的装机流量和装机功率的大小进行分等。低扬程提水枢纽工程一般按泵站装机流量的大小分等,高扬程提水枢纽工程一般按泵站装机功率的大小分等。由于泵站设计取用的防洪或挡潮标准、挡水部位顶部安全超高值和各种安全系数允许值,一般只与单个泵站的设计级别和运用条件有关,故作为提水枢纽工程分等指标的装机流量或装机功率应为单站装机流量或单站装机功率。本条文表 2.0.3 所列提水枢纽工程分等指标值与现行国家标准《泵站设计规范》GB/T 50265 中泵站工程分等指标值是一致的。该规范中的泵站工程分等指标值是根据山西、辽宁、黑龙江、陕西、甘肃、宁夏、新疆、江苏、安徽、福建、湖南、广东、云南、贵州等 14 省(区)提供的 141 座已建泵站工程设计资料经统计概化出来的。按本条文表 2.0.3 所列提水枢纽工程分等指标和本规范表 2.0.4 规定的级别划分方法,重新划定 141 座已建泵站工程等级,并与原设计采用的等级相比较,符合率达 62.4%。

2.0.5 灌溉或排水流量是直接反映灌排渠沟工程规模的指标值。因此,灌溉渠道和排水沟工程应分别按灌溉流量或排水流量的大小进行分级。由于灌排渠沟工程的重要性较低于渠首引水枢纽工程,且灌排渠沟多属土石方工程,遭受损坏后又较易修复,因此,本条文表 2.0.5 所列灌排渠沟工程分级指标值比相应等别的引水枢纽工程分等指标值高,即当灌排渠沟工程的灌溉或排水流量与引水枢纽工程的引水流量相同时,灌排渠沟工程的级别比引水枢纽工程的等别低,或至多与后者的工程等别相当。

2.0.6 灌排建筑物主要有水闸、渡槽、倒虹吸、涵洞、隧洞、跌水与陡坡等,其过水流量是直接反映灌排建筑物工程规模的指标值。因此,灌排建筑物应根据过水流量的大小进行分级。由于灌排建筑物分布在灌区内部,其重要性一般均低于渠首引水枢纽工程,但

与灌溉渠道工程的重要性是相同的,因此,本条文表 2.0.6 所列灌排建筑物分级指标值亦比相应等别的引水枢纽工程分等指标值高,但与同级别的灌溉渠道工程分级指标值相同。

2.0.9 “高填方”一般是指堤坡高度在 15m 以上的填方,“大跨度”一般是指 40m 以上的跨度,“高排架”一般是指高度在 30m 以上的排架,“高水头”一般是指 15m 以上的水头,“大落差”一般是指 10m 以上的落差。

3 设计标准

3.1 灌溉标准

3.1.1 长期以来,我国灌溉工程均采用灌溉设计保证率进行设计,积累了一定的经验,故本规范仍推荐使用。抗旱天数一般指灌溉工程所提供的水量能够抗御干旱的天数,反映了灌溉工程的抗旱能力。以往南方水稻区小型工程多以抗旱天数作为设计标准,比选用灌溉设计保证率方法简便,故本规范亦推荐使用。

3.1.2 本条文表 3.1.2 所列灌溉设计保证率,是根据我国灌溉工程实践经验,参照我国已颁布的有关设计规范、手册,如国家现行标准《水利水电工程水利动能设计规范》DL/T 5015、《喷灌工程技术规范》GBJ 85、《灌溉排水渠系设计规范》SDJ 217—84、《机电排灌设计手册》(水利电力出版社,1977 年 1 月)等拟定的。

3.1.3 灌溉设计保证率采用经验频率法计算,其主要目的是为了选定作为灌区设计依据的典型年。采用经验频率法计算灌溉设计保证率,目前有多种计算公式。在计算系列年数为 30a 左右的条件下,采用本条文公式(3.1.3)是比较合理的。

我国于 80 年代中期颁布的《灌溉排水渠系设计规范》SDJ 217—84,规定计算系列年数一般不应少于 15a。但目前我国多数地区一般已积累有 30a 以上的气象、水文资料,故将计算系列年数增加,可提高设计成果的准确性,因此,本规范规定计算系列年数不宜少于 30a。

3.1.4 本规范规定的抗旱天数标准系参照国家现行标准《水利水电工程水利动能设计规范》DL/T 5015 和湖南、湖北、江西等内地省与广东、江苏、上海等沿海省、市和经济发达地区采用的抗旱天数

标准提出的。

3.1.5 万亩以上灌区采用时历年法确定作物灌溉制度后,再从符合设计保证率的 2~3 个年份中选择灌水分配过程不利的一年为典型年,目的是避免按典型年所设计的灌溉工程保证率低于设计保证率。

我国绝大多数省(自治区、直辖市)已刊布主要作物需水量等值线图,成果比较可靠,可供灌溉工程设计采用。计算作物需水量的彭曼(Penman)法是国际上应用最广泛的方法之一,也是 1984 年以来全国需水量协作研究中经考核精度最高的方法。

3.1.7 本条文表 3.1.7 列出的作物灌水延续时间,比《灌溉排水渠系设计规范》SDJ 217—84、《水工设计手册》、《中国水利百科全书》和《中国农业百科全书》中的推荐值小。主要原因:一是由于我国绝大多数地区一年种两季作物,泡田或播前灌水延续时间不允许太长,否则将影响前季作物收割或本季作物插秧或播种,故根据实际经验取用了较小数值;二是由于农业科技水平和产量的不断提高,至 90 年代,对生育期灌水及时性的要求,大大超过了五六十年代水平,故灌水延续时间也要相应缩短。

3.1.11 渠系水利用系数是反映灌区各级渠道的运行状况和管理水平的综合性指标。根据以往调查结果,30 万亩以下自流灌区未衬砌渠道的渠系水利用系数一般在 0.55 左右,而衬砌渠道的渠系水利用系数大于此值;30 万亩以上自流灌区的渠系水利用系数一般都在 0.65 以上,提水灌区的渠系水利用系数一般在 0.68~0.88 之间。本条文表 3.1.11 所规定的渠系水利用系数反映了全国各类灌区的平均水平,比国家现行标准《水利水电工程水利动能设计规范》DL/T 5015 和《灌溉排水渠系设计规范》SDJ 217—84 相应规定的数值有所提高。随着国家经济实力的增长、灌区渠道衬砌和灌水技术、管理水平的提高,渠系水利用系数值还将逐步提高,故本条文表 3.1.11 规定的数值为设计采用的下限值。

3.2 排水标准

3.2.1~3.2.3 设计排涝标准一般有三种表达方式：

1 以排水区发生一定重现期的暴雨,农作物不受涝作为设计排涝标准。这种表达方式除明确指出一定重现期的暴雨外,还规定在这种暴雨发生时不允许农作物受涝。即当实际发生的暴雨不超过设计暴雨时,农田的淹水深度和淹水历时不应超过农作物正常生长所允许的耐淹水深和耐淹历时。这种表达方式在概念上能较全面地反映出排水区设计排涝标准的有关因素。

2 以排水区农作物不受涝的保证率作为设计排涝标准。农作物不受涝的保证率亦称经验保证率,是指排涝工程实施后农作物能正常生长的年数与全系列总年数之比。实际应用时,先假定不同的排水工程规模,分别进行全系列的排涝演算,求出相应条件下农作物能正常生长的经验保证率,然后选择经验保证率与排涝设计保证率相一致的排涝工程规模,作为设计采用值。这种表达方式能综合反映出雨量、水位及其它有关因素在时间、地点和数量上的组合情况,比较符合实际。但要求具有相当长系列的降雨、水位等资料,且计算比较复杂,除重要的排水区外,一般较少采用。

3 以某一定量暴雨或涝灾严重的典型年作为排涝设计标准。这种表达方式能反映出涝灾的实际情况,概念比较清楚,且不因资料的加长而改变其结果。与第二种表达方式一样,具有能反映出各有关因素之间有机联系的优点,但定量暴雨或典型年仍有一定重现期的概念,在选择定量暴雨或典型年时仍需进行频率分析。

我国目前对设计排涝标准没有统一规定,本规范采用目前我国使用最普遍的第一种表达方式,即以排水区发生一定重现期的暴雨,农作物不受涝作为设计排涝标准。

设计排涝标准中的暴雨重现期,应根据排水区的自然条件、涝成灾的灾害轻重程度及其影响大小等因素,经技术经济论证确定,当暴雨超过设计规定标准时,排水历时将比预计的时间要长一

些,其增加的受灾损失与超过标准的那部分暴雨有关,因此,在设计中应考虑采取一些适当的减灾措施。根据湖北省荆州地区的调查资料,江汉平原、四湖地区的排涝工程,按重现期为 10a 的暴雨设计,当发生重现期为 20a 的暴雨时,将有 30~40mm 雨水不能在 3d 内排除,所造成的水稻损失最大不超过 10%;但如将设计排涝标准从重现期为 10a 提高到 20a,排涝设计流量则增大 43%。因此,设计排涝标准定得过高,则工程规模过大,投资增多,工程设施利用率降低,造成经济上的浪费,而且经济效益未必明显增加;反之,设计排涝标准定得过低,则工程规模过小,投资减少,又未必能取得应有的经济效益。根据各地区的排涝经验,本规范规定设计暴雨重现期可采用 5~10a 是符合我国大部分地区的自然经济条件 and 生产发展水平的。目前我国各地区采用的设计暴雨重现期见表 1。从表 1 中可知,上海郊县(区)、江苏水网圩区设计暴雨重现期已达 10a 以上,而河南安阳、信阳地区设计暴雨重现期只有 3~10a。因此,本规范作了“经济条件较好或有特殊要求的地区,可适当提高标准;经济条件目前尚差的地区,可分期达到标准”的规定。

设计排涝标准除应规定一定重现期的设计暴雨外,还应规定暴雨历时和排除时间。设计暴雨历时的取用,应根据排涝面积、地面坡度、植被条件、暴雨特性及暴雨量等情况决定。在小流域,起决定作用的是形成洪峰的短历时暴雨。根据华北平原地区实测资料分析,排水面积为 100~500km² 的排水区,洪峰流量主要由 1d 暴雨形成;而排水面积为 500~5000km² 的排水区,洪峰流量一般由 3d 暴雨形成。又据黑龙江省三江平原地区实测资料,在近 1000km² 的耕地上,以暴雨历时与农作物减产率的相关性进行分析,年最大 3d 暴雨关系最密切,最大 1d 暴雨次之。因此,本规范规定设计暴雨历时一般采用 1~3d 是适宜的。我国各地区目前采用的设计暴雨历时见表 1。

涝水排除时间应根据农作物的种类及耐淹能力,即耐淹水深和耐淹历时确定。涝水排除时间不应超过农作物的耐淹能力,否

则农作物受涝减产,通常应对排水区进行农作物耐淹能力的调查,以不减产为原则,确定涝水排除时间。由于我国各地区现有排水工程基础条件不同,雨情与灾情不同,农业发展水平及对排涝要求也不尽相同,因此,涝水排除时间应因地制宜,经综合分析后慎重确定。我国各地区目前采用的涝水排除时间见表1。根据已有实验资料的分析结果,本规范规定旱作区涝水排除时间一般可采用从作物受淹起1~3d排至田面无积水,水稻区涝水排除时间一般可采用3~5d排至耐淹水深是适宜的。

表1 各地区设计排涝标准

地 区	设计暴雨重现期(a)	设计暴雨历时和排除时间
上海郊区(区)	10~20	1d暴雨(200mm),1~2d排出(蔬菜,当日暴雨当日排出)
江苏水网圩区	10以上	1d暴雨(200~250mm),雨后2d排出
天津郊区(区)	10	1d暴雨(130~160mm),2d排出
浙江杭嘉湖地区	10	1d暴雨,2d排出;3d暴雨(276mm),4d排至作物耐淹深度
湖北平原地区	10	1d暴雨(190~210mm),3d排至作物耐淹深度
湖南洞庭湖地区	10	3d暴雨(200~280mm),3d排至作物耐淹深度
广东珠江三角洲	10	1d暴雨,4d排至作物耐淹深度
广西平原区	10	1d暴雨,3d排至作物耐淹深度
陕西方红抽水灌区	10	1d暴雨,1d排出
辽宁中部平原区	5~10	3d暴雨(150~220mm),3d排至作物耐淹深度
吉林丰满以下第二松花江流域	5~10	1d暴雨(118mm),1~2d排出
黑龙江三江平原	5~10	1d暴雨,2d排出
安徽巢湖、芜湖、安庆地区	5~10	3d暴雨(190~260mm),3d排至作物耐淹深度

续表 1

地 区	设计暴雨重现期(a)	设计暴雨历时和排除时间
福建闽江、九龙江下游地区	5~10	3d 暴雨, 3d 排至作物耐淹深度
江西鄱阳湖地区	5~10	3d 暴雨, 3~5d 排至作物耐淹深度
河北白洋淀地区	5	1d 暴雨(114mm), 3d 排出
河南安阳、信阳地区	3~10	3d 暴雨(140~175mm), 旱作区雨后 1~2d 排出

农作物的耐淹水深和耐淹历时因农作物种类、生育阶段、土壤性质、气候条件等不同而变化,是一个动态指数。鉴于我国目前还没有系统的农作物耐淹试验资料可供应用,因此各种农作物的耐淹水深和耐淹历时应根据各地实际调查和科学试验资料分析确定。不同农作物的耐淹能力是不同的,如小麦、棉花的耐淹能力较差,通常在地面积水 10cm 的情况下,受淹 1d 就会减产,受淹 5~7d 以上就会死亡;而玉米、春谷、高粱的耐淹能力则相对较强。同一种农作物的不同生育阶段,其耐淹能力也是不同的,在一般情况下,幼苗期的耐淹能力总是比成熟期差。此外,生长在粘性土壤中和在气温较高时,耐淹历时较短;生长在砂性土壤中和在气温较低时,耐淹历时较长。本规范表 3.2.3 所列几种主要农作物的耐淹水深和耐淹历时,仅供无试验或调查资料时选用。

3.2.4 设计排涝模数主要与设计暴雨历时、强度和频率,排水区形状,排涝面积,地面坡度,植被条件,农作物组成,土壤性质,地下水埋深,河网和湖泊的调蓄能力,排水沟网分布情况以及排水沟底比降等因素有关。因此,设计排涝模数应根据当地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、生产发展水平,分别选用附录 C 所列公式或其它经过论证的公式计算。

目前计算设计排涝模数的常用方法有两种:

1 经济公式法。这种计算方法适用于集水面积较大的排水沟和河道排涝设计,一般多根据集水面积大于 50km^2 的河道水文测站实测暴雨径流资料,经统计分析求出平原区排涝模数经验公式 $q=KR^mA^n$ 中的待定参数 K 、 m 、 n 。目前平原区多采用这一计算方法,以确定较大集水面积且无调蓄容积条件下的设计排涝流量。这一计算方法的关键在于合理分析确定参数 K 、 m 、 n 。根据海河流域平原区资料,由于水文资料系列的延长、河道的综合治理、地下水位的普遍下降以及田间配套工程的不断完善等因素的影响,参数 K 、 m 、 n 也随之不断发生变化。 K 、 m 、 n 值应根据各地区具体情况,经实地测验分析确定。我国部分地区根据实测暴雨径流资料经统计分析求出的 K 、 m 、 n 值列于表 2,可供无实测资料时选用。

表 2 我国部分地区参数 K 、 m 、 n 值

地 区		适用范围 (km^2)	K	m	n	设计暴雨 历时(d)	
辽宁省中部平原区		>50	0.0127	0.93	-0.176	3	
河北省	平原区	30~1000	0.0400	0.92	-0.330	3	
	黑龙港地区	200~1500	0.0320	0.92	-0.250	3	
		>1500	0.0580	0.92	-0.330	3	
山西省太原地区		—	0.0310	0.82	-0.250	—	
山东省	鲁北地区	—	0.0340	1.00	-0.250	—	
	沂沭泗 地区	邳苍地区	100~500	0.0310	1.00	-0.250	1
		湖西地区	2000~7000	0.0310	1.00	-0.250	3
河南省豫东、沙颍河平原区		—	0.0300	1.00	-0.250	1	

续表 2

地 区	适用范围 (km^2)	K	m	n	设计暴雨 历时(d)
安徽省淮北平原区	500~5000	0.0260	1.00	-0.250	3
江苏省苏北平原区	10~100	0.0256	1.00	-0.180	3
	100~600	0.0335	1.00	-0.240	3
	600~6000	0.0490	1.00	-0.300	3
河北省平原湖区	≤ 500	0.0135	1.00	-0.200	3
	> 500	0.0170	1.00	-0.238	3

2 平均排除法。这种计算方法只适用于集水面积较小的排水沟排涝设计,而对于集水面积较大的河道排涝设计是不宜采用的。

1)平原区:集水面积在 10km^2 以下的田间排水沟,其设计排涝模数的推求与集水面积较大的骨干排水河道不同,不考虑地面径流汇流后所形成的洪峰大小和洪水流量过程线的形状,而且允许地面径流在短时间内漫出沟槽,因此不必采用设计暴雨情况下产生的最大流量计算,而是按照排涝面积上的径流深,在规定的排涝历时内采用平均排除加以确定。如旱地排涝模数计算公式和水田排涝模数计算公式分别见本规范附录 C 公式 (C-2) 和 (C-3)。旱地和水田的排涝历时 T 一般可分别取旱作物和水稻的耐淹历时。水田滞蓄水深 h_1 与设计暴雨发生时间、水稻类别、品种、生长期以及耐淹历时有关,可根据当地试验或调查资料确定;无资料时也可按 $h_1 = h_m - h_0$ 推求, h_m 和 h_0 分别为水稻的耐淹水深和适宜水深。江苏省苏北、苏南地区和安徽省巢湖地区水稻适宜水深和耐淹水深分别见表 3 和表 4,可供参考。水田日蒸发量 ET' 一般可取 $3\sim 5\text{mm/d}$,日渗漏量 F 一般可取 $2\sim 8\text{mm/d}$,粘性土取较小值,砂性土取较大值。

表 3 江苏省苏北、苏南地区水稻适宜水深及耐淹水深

地区	生育阶段	返青、分蘖 (初期)	分蘖 (盛期)	拔节	孕穗	抽穗	乳熟、黄熟	
苏北	早熟中稻生长期 (日期)	5.31~6.15	6.16~ 7.5	7.9~ 7.25	7.26~ 8.5	8.6~ 8.10	8.11~ 9.6	
	迟熟中稻生长期 (日期)	5.28~ 6.19	6.20~ 7.10	7.14~ 7.31	8.1~ 8.12	8.13~ 8.19	8.20~ 10.4	
	早熟、迟熟中稻 适宜水深(mm)	30~40	30~50	30~50	30~50	30~50	干干湿湿	
	早熟、迟熟中稻 不同淹水天数 时耐淹水深 (mm)	1d	70~80	190~ 200	320	350	350	—
2d		60~70	160~ 190	300	320	320	—	
3d		40~60	140~ 160	250	270	270	—	
苏南	单季晚稻生长期 (日期)	6.24~ 7.19	7.20~ 7.30	8.3~ 8.25	8.26~ 9.6	9.7~ 9.13	9.14~ 10.2	
	双季晚稻生长期 (日期)	7.27~ 8.20	8.21~ 8.27	8.31~ 9.6	9.7~ 9.18	9.19~ 9.23	9.24~ 11.10	
	单季、双季晚稻适 宜水深(mm)	20~40	20~45	20~45	30~50	30~50	干干湿湿	
	单季双季晚 稻不同淹水 天数时耐淹 水深(mm)	1d	70~80	180~ 200	250	260	260	—
		2d	60~70	160~ 180	220	230	230	—
		3d	40~60	140~ 160	190	200	200	—
	双季早稻生长期 (日期)	4.25~ 5.12	5.13~ 5.31	6.4~ 6.15	6.16~ 6.25	6.26~ 7.1	7.2~ 7.25	
	双季早稻适宜 水深(mm)	20~30	20~45	20~45	30~50	30~50	干干湿湿	
双季早稻不 同淹水天数 时耐淹水深 (mm)	1d	60~70	150~ 180	250	260	260	—	
	2d	50~60	140~ 150	220	230	230	—	
	3d	40~50	120~ 140	190	200	200	—	

注：分蘖期与拔节期之间放水烤田。

表 4 安徽省巢湖地区水稻适宜水深及耐淹水深

生育阶段	返青、分蘖 (初期)	分蘖 (盛期)	拔节	孕穗	抽穗	乳熟	成熟	
单季晚稻生长期 (日期)	6.11~ 7.7	7.11~ 7.28	8.1~ 8.15	8.16~ 8.31	9.1~ 9.15	9.16~10.31		
双季晚稻生长期 (日期)	7.21~ 8.10	8.14~ 8.28	9.1~ 9.15	9.16~ 9.25	9.26~ 10.5	10.6~10.31		
单季晚稻适宜 水深(mm)	20~50	20~80	20~80	20~80	20~80	20~80	—	
双季晚稻适宜 水深(mm)	20~50	20~60	20~60	20~80	20~80	20~80	—	
单季晚稻、双 季晚稻不同淹 水天数时耐淹 水深(mm)	3d	70~80	160~175	190	210	260	—	—
	5d	60~70	140~160	175	190	230	—	—
	7d	50~60	120~140	160	170	200	—	—
双季早稻生长期 (日期)	5.1~ 5.20	5.24~ 6.7	6.11~ 6.17	6.18~ 6.24	6.25~ 7.1	7.2~ 7.9	7.10~ 7.20	
双季早稻适宜 水深(mm)	20~50	20~80	20~80	20~80	20~80	20~60	落干	
双季早稻不 同淹水天数 时耐淹水深 (mm)	3d	50~60	140~155	170	190	240	—	—
	5d	40~50	120~140	155	170	210	—	—
	7d	30~40	100~120	140	150	180	—	—

注：分蘖初期与分蘖盛期之间、分蘖盛期与拔节期之间两次放水烤田。

2) 圩区：一般集水面积较小(特别是小圩区)，可采用平均排除法计算确定设计排涝模数。由于圩区排水情况比较复杂，特别是圩区内的河网、沟塘均具有一定的调蓄能力，有的还与湖泊、洼地相连接，更可作为排水承泄区；加之既有内河与外河之分，又有自排与提排之别，因此必须根据圩区的具体情况，分别计算确定设计排涝模数。如圩区内无较大承泄区，其设计排涝模数计算公式见本规范

附录 C 公式(C-5),圩区内有较大承泄区时的设计排涝模数计算公式分别见本规范附录 C 公式(C-6)和(C-7)。

3.2.5~3.2.7 农作物设计排渍深度是指控制农作物不受渍害的农田地下水排降深度,通常是将排水区地下水位在降雨后一定时间内排降到农作物耐渍深度以下,以消除由于水分过多或水稻田土壤通气不良所产生的渍害。农作物的耐渍深度是指农作物在不同生育阶段要求保持一定的地下水适宜埋藏深度,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)的地下水深度。当地下水位经常维持在农作物的耐渍深度时,则农作物不受渍害。

由于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,因此各种农作物的耐渍深度和耐渍时间应根据当地或邻近地区作物种植经验的实地调查或试验资料,并考虑到一些动态因素的影响分析确定。鉴于我国目前还没有系统的农作物耐渍试验资料,表 5 列出的几种主要农作物排渍标准,可供无试验或调查资料时参考选用。

表 5 几种主要农作物的排渍标准

农作物	生育阶段	设计排渍深度 (m)	耐渍深度 (m)	耐渍时间 (d)
棉花	开花、结铃	1.0~1.3	0.4~0.5	3~4
玉米	抽穗、灌浆	1.0~1.2	0.4~0.5	3~4
甘薯		0.9~1.1	0.5~0.6	7~8
小麦	生长前期、后期	0.8~1.1	0.5~0.6	3~4
大豆	开花	0.8~1.0	0.3~0.4	10~12
高粱	开花	0.8~1.0	0.3~0.4	12~15
水稻	晒田	0.4~0.6	—	—

在确定排渍标准时,旱作区一般以主要农作物关键生长期的排渍要求为依据。国外有以动态指标为基础确定排渍标准的,即当农作物关键生长期,由于遭遇多次或连续降雨致使地下水水位

持续居高不下时,根据地下水埋深超过某一高度及其持续时间的累积值与农作物产量的关系作为确定农作物排渍标准的依据。例如农作物在持续受渍条件下的耐渍指标 SEW_{30} 是指在一定受渍时期内地下水埋深过 30cm 深度与持续日数的总和,以 $cm \cdot d$ 表示。我国湖北等省(区)曾进行过 SEW_{30} 的分析,但还缺乏系统的试验研究。

水稻是好水植物,可在淹水条件下生长,但水稻田长期淹水会使土壤通气不良,有害物质积累在土壤中,从而恶化水稻的生长环境,造成减产。因此,要求通过采取地下排水措施,降低地下水位,进行晒田和增大水稻田日渗漏量,以增加新鲜水分和氧气,改善土壤通气状况,及时排除土壤中的有害物质,促进水稻正常生长。我国目前各地区对水稻田作了一些适宜日渗漏量的试验研究,但成果差别很大,尚需进一步探求符合节水、高产原则的适宜标准。本规范规定的水稻田适宜日渗漏量取值范围,仅供排水工程设计时参考选用。

为了便于农业机械在田间适时、高效地进行作业,应根据各地区农业机械耕作的具体要求,以保持适宜的地下水埋深,作为确定设计排渍深度的依据。根据河北省芦台农场的种植经验,机耕、机收时要求地下水最小埋深一般为 0.7~0.8m;黑龙江省查哈阳农场采用重型拖拉机带动联合收割机下田时,要求地下水最小埋深一般为 0.9~1.0m;辽宁省盘锦地区采用机耕时,要求地下水最小埋深一般为 0.7~1.0m;江苏省农田采用机耕时,要求地下水最小埋深一般为 0.6~1.0m。又据国外有关资料,为满足履带式拖拉机下田要求的地下水最小埋深一般为 0.4~0.5m,为满足轮式拖拉机机耕要求的地下水最小埋深一般为 0.5~0.6m。因此,根据我国当前农业机械实际使用的情况,本规范规定适于使用农业机械作业的设计排渍深度一般可采用 0.6~0.8m。

3.2.8 确定设计排渍模数所涉及的因素很多,主要有气象(降雨、蒸发)、土壤性质、水文地质、排水工程状况以及农作物耐渍能力

等,因此设计排渍模数应根据当地或邻近地区的实测资料确定。从降雨(或灌溉)开始至地下水降至设计要求的排渍深度期间,地下水的排除有一个变化过程和流量高峰,但设计排渍模数均采用雨后(或灌水后)地下水从高水位降至设计排渍深度的平均排渍模数。本条文所列公式(3.2.8)是在无实测资料的情况下用以计算平均排渍模数的公式。

3.2.9 改良盐碱土和防治土壤次生盐碱化的地区,应采取水利、农业、化学、生物等方面的综合性措施。水利方面的措施主要是建立良好的排水系统,要求在返盐季节前将地下水位控制在临界深度以下,以排除人工或降水淋洗出的盐分,从而达到改良盐碱土和防治土壤次生盐碱化的目的。地下水位临界深度是指为了保证不致引起耕作层土壤盐碱化所要求保持的地下水最小埋藏深度。控制地下水位的临界深度主要与当地土壤性质、地下水矿化度等因素有关。因此,控制地下水位的临界深度值应根据各地区试验或调查资料确定。本条文表 3.2.9 所列地下水临界深度,可供无试验或调查资料时参考选用。

3.3 防洪标准

防洪标准是灌区防洪工程设计的依据,直接关系到灌区工程安全和投资。合理选定灌区工程的防洪标准,不仅是一个安全技术问题,而且是一个社会经济问题,政策性很强。

3.3.1 本条文表 3.3.1 与现行国家标准《防洪标准》GB 50201 中表 6.2.1 是安全一致的。后者是根据国家现行标准《水利水电枢纽工程等级划分及设计标准》(山区、丘陵区部分补充规定)SDJ 12 和《水利水电枢纽工程等级划分及设计标准》(平原、滨海部分)SDJ 217 制定的。

关于山区、丘陵区与平原、滨海区水利水电枢纽工程划分的界限,按照国家现行标准《水利水电枢纽工程等级划分及设计标准》(平原、滨海部分)SDJ 217 第 1.0.2 条的规定,应为挡水高度 15m,

上、下游水头差 10m。

3.3.2 本条文表 3.3.2 所列防洪标准是参照现行国家标准《防洪标准》GB 50201 中表 6.3.1—1 和表 6.3.1—2 制定的,与现行国家标准《泵站设计规范》GB/T 50265 中表 3.1.1 是基本一致的。

3.3.3 本条文表 3.3.3 所列防洪标准是参照现行国家标准《防洪标准》GB 50201 中表 6.3.1-1 制定的。该表适用于灌排建筑物和灌溉渠道工程。因为灌排建筑物是永久性建筑物,比渠道工程自然更重要,而且遭受损坏后又较难修复,因此灌排建筑物的设计防洪标准宜取表列上限值。

3.3.4 本条文表 3.3.4 所列防洪标准是参照现行国家标准《防洪标准》GB 50201 中表 6.4.3 制定的。潮汐河口灌排(兼挡潮)建筑物的安全主要是防潮水,用潮位重现期表示。为统一起见,现行国家标准《防洪标准》GB 50201 将防潮水标准,统称防洪标准。

3.3.5 排洪沟(撇洪沟)是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 5~10a 确定。

3.4 灌排水质标准

3.4.2 灌溉水温是反映灌溉水质的一个重要方面。灌溉水温对农作物(特别是水稻)的正常生长有很大影响,故本条对此作了专门的规定。一些试验资料证明,当灌溉水温高于农田地温 10℃ 以上时,一些农作物因骤然受热影响生育而减产;当灌溉水温低于农田地温 10℃ 以下时,一些农作物因猛然受冷而减产。水稻的正常生长不仅要求灌溉水温与稻田地温的差值不能超过 10℃,而且还要求灌溉水温在 15~35℃,最高不应超过 38℃,最低不应低于 12℃。

4 总体设计

4.1 一般规定

灌区总体设计涉及各方面的问题很多,只有认真贯彻统筹兼顾,综合开发,因地制宜,分期实施,保证实效等原则,才能保证总体设计质量,以充分发挥灌区工程的综合效益。

4.1.1 本条规定了灌区总体设计的主要内容,不同设计阶段的设计深度应有所不同。

可行性研究阶段的灌区总体设计,要求分析论证灌溉水源不同水平年的可供水量,进行水土资源平衡,初选灌区开发方式,确定灌区范围,选定灌排方式;调查灌区土地利用现状,进行灌区土地利用规划,初定灌溉面积和农、林、牧业生产结构,作物组成,轮作制度,复种指数以及计划产量等;分析灌区可能产生旱、涝、渍、碱的原因,初拟灌排分区;拟定设计水平年,选定灌溉设计保证率,分析不同水文年作物耗水量和灌溉需水量,拟定不同年的灌溉制度;初选灌溉水利用系数,进行灌区水量供需平衡分析,拟定灌溉年用水量和年内分配;提出灌区排水工程的初步规划;基本选定灌区整体规划和总体布置方案,拟定水源工程,灌排渠系和灌排建筑物的规模和主要设计参数;制定典型区田间灌排渠系布置规划;提出工程实施意见和管理办法;作出灌区环境影响评价报告;提出国民经济合理性评价结论及工程项目财务可行性评价结论。

初步设计阶段的灌区总体设计,要求论述灌区供水水源条件,核定不同水文年的径流过程及年内分配情况,对多泥沙河流论述河流泥沙冲淤条件及其对灌溉水源的影响;论证土地分类评价和水土资源条件,确定灌区土地利用规划,农、林、牧业生产结构,作

物组成,轮作制度和复种指数等;复核灌区范围及灌溉面积,确定水源工程及灌区开发方式;确定灌排分区,提出综合治理措施;确定灌溉设计水平年和灌溉设计保证率,制定灌溉制度;核定灌溉水利用系数,确定灌溉总用水量及不同保证率典型年的年内分配;确定灌区排涝标准、排渍标准、改良和预防盐碱化的排水标准和承泄区水位标准,分析确定排水模数;确定灌区总体布置;对灌区内水源工程、灌排渠系及灌排建筑物进行单项工程方案比较,确定建筑物规模及主要设计参数;选定典型区田间灌排渠系及平整土地的布置设计;提出改进灌水技术、科学用水、节水节能和防止土壤盐碱化的技术经济措施;优选灌溉综合利用规划;确定工程施工总布置、总进度和工程管理运用规程;落实环境保护措施,提出环境保护设计;复核国民经济合理性评价结论及工程项目财务可行性评价结论。

4.2 水土资源平衡分析

4.2.1 水资源评价成果、土地利用结构、作物种植结构、灌溉制度、灌溉用水量和灌区内城乡及工矿企业用水量等是灌区水土资源平衡分析的主要依据。

在进行水土资源平衡分析时,首先应通过水文分析计算,确定不同水平年灌溉水源(包括地下水和灌溉回归水)的可供水量;通过作物种植结构设计,灌溉制度的拟定,确定不同水平年的灌溉定额、灌溉用水量和灌溉用水过程;通过土地利用结构设计,确定灌区范围内的灌溉面积和非灌溉面积的用地比例,并确定灌溉面积上农、林、牧业的用地比例,然后区分不同的情况,合理确定灌区范围和灌溉面积。

对单一水源的灌区,用可供水量除以不同水平年作物的灌溉定额,求得不同的灌溉面积,并进行技术经济论证,以确定灌溉面积。

对多水源的灌区,可以不同水源地的可供水量为基础,按不同

自然条件,根据作物布局及不同水平年的灌溉定额,初步确定各分灌区的灌溉范围和面积,并根据主水源情况,在确定主水源灌区范围面积后,对多余水量补充各分灌区水源,使主灌区和分灌区设计标准一致。当水量不足时,需考虑几个方案进行技术经济论证,以确定各分灌区灌溉范围和面积。

在灌区最终规模选择后,若因工程量和投资较大,近期难以实施时,可根据当地社会经济发展计划,分期建设。近期工程的安排应以符合投资少、见效快、易于实施,并与远期工程相结合为原则。

4.2.2、4.2.3 土地利用结构设计和作物种植结构设计是灌区水土资源平衡分析的重要依据,是合理利用土地资源、发挥工程综合效益的两项重要工作。

灌区控制范围内的土地包括灌溉面积和非灌溉面积。灌溉面积是指净灌溉面积(设计灌水的作物和林木种植面积)与灌溉面积范围内的各级灌排渠系、建筑物、道路、林带的占地面积之和;非灌溉面积是指不宜灌溉的土地、山丘、河流、沟溪、湖泊、洼淀、水塘、沼泽、居民点、工矿企业占地等。

分区确定各种作物的种植面积和复种指数,既要从当地气候、土壤等具体条件出发,又要符合发展高产、高效、优质农业的原则,适应市场经济发展的需要,满足国家宏观调控的要求。

4.3 总体布置

4.3.2 灌区防洪工程是灌区总体布置的重要组成部分。灌区建设必须在确保防洪安全的前提下进行。否则,就不能达到能灌、能蓄、能排和农业高产、稳产的目的。

4.3.4、4.3.5 灌区划分不同类型区和进行土壤改良分区,目的主要是为了适应分区制定合理的灌溉制度,分区确定灌溉用水量,分区进行灌排渠系布置的需要,以保证灌区能够适时灌溉与排水,同时又能符合经济合理和便于管理的要求。

4.3.6 按照总功率最小的原则进行提水灌区的分级,即合理确定

各级泵站的设计扬程,使提水总功率最小。一般来说,分级越多,各级提水设备的功率越小,耗用电费(或燃料费)也就越少;但泵站座数及管理人员增多,工程投资和管理费用增加,同时也增加上、下级泵站用水协调的复杂性。因此,要合理确定泵站的级数,并选定合适的站址,必须进行技术经济论证。

4.3.7 适宜的灌溉方式不仅可以保证田间灌水均匀,而且可以节约用水,有利于保持土壤结构和肥力。实践证明,灌水量过大不仅造成用水浪费,而且可能形成深层渗漏,引起地下水位升高,致使土壤盐碱化;灌水量不足,土壤湿润不均匀,会影响作物正常生长。因此,正确选用灌溉方式是进行合理灌溉和保证作物高产的重要环节。但是,各种灌溉方式都有一定的适用范围,应区分不同的情况,考虑作物组成、地形、土壤、水源和经济等条件,合理选定。

4.3.8 正确的排水方式可使排水通畅,及时排除涝(渍)水,有效控制地下水,防止土壤盐碱化、沼泽化,有利于农作物的正常生长,节省工程投资。排水设计应认真分析可能产生涝、渍、碱的成因,并在此基础上区分不同情况,考虑不同排水方式的适用条件,经技术经济比较论证后,合理选用不同的排水方式。

4.3.9 我国的山区、丘陵区分布范围很广,面积约占全国总土地面积的 80%左右,其耕地面积约占全国总耕地面积的 50%左右。因此,发展山区、丘陵区的农田灌溉非常重要。

山区、丘陵区的自然地理条件差异很大,一方面,地形起伏,地面高差大,坡度陡,峰谷交错,或沟壑纵横,河流山溪发育,源短流急,洪、枯水位变化大,而且山高水低,农业用水困难,加之这些地区土层较薄,有机质含量少,水土流失较为严重,这是不利的因素;另一方面,地形起伏,峡谷众多,有利于筑坝建库,蓄水滞洪、灌溉、发电,这又是有利的因素。自 1958 年以来,在我国山区、丘陵区修建了一大批蓄、引、提相结合的“长藤结瓜”式灌溉系统。这种灌溉系统比较充分地利用了山区、丘陵区可能利用的水资源,盘山开渠,引水上山,扩大了耕地和灌溉面积,为旱地改水田提供了有利

条件;同时,由于在渠系内部联结了许多水库、塘堰等蓄水设施,并充分利用这些水库、塘堰的容积,把非灌溉季节的水存蓄起来,供灌溉季节用,从而提高了水库、塘堰的抗旱能力和渠系的引水灌溉能力;此外,由于有些渠系常年通水,流量均匀,还为山区、丘陵区发展航运创造了条件。实践证明,“长藤结瓜”式灌溉系统是山区、丘陵区一种较为合理的灌溉系统。

4.3.10 平原灌区可分为山前平原灌区和冲积平原灌区,具有易旱、易涝、易碱的特点。但由于所处的自然地理位置不同,地形、地貌、水文地质条件及水源分布差异,各地存在的主要问题不尽相同,应区分不同情况,分区治理。

采用灌排分开的灌溉系统和排水系统,不仅可以及时排除涝水和有效地控制地下水,起到排涝、防渍、防止土壤盐碱化和次生盐碱化的作用,而且可以通过灌溉系统引用河水进行灌溉或洗盐,并利用深沟排水达到改良土壤和淡化地下水的目的。

对于受盐碱化威胁严重的平原灌区,田间灌排渠沟可以合一。为防止土壤积盐,必须使排水沟水位经常保持在地面以下一定深度,提水进行灌溉,但必须严格控制渠沟蓄水位和蓄水时间。

4.3.11 沿江、滨湖的圩垸灌区均属江湖冲积平原,地形平坦,土壤肥沃,水网密布,水源较丰沛,但因地面高程较低,大部分地面高程均在江河、湖泊洪、枯水位之间,洪、涝、渍、旱灾威胁较严重,因此要采取联圩并垸、整治河道、修筑堤防涵闸等一系列工程措施,有效地控制内河水位和地下水位,达到能蓄、能灌、能降、能排的要求。

为滞蓄涝水,减小排水闸、排涝泵站工程规模,并加快田间排水,进行综合利用,一般圩区需要有一定的蓄涝区。蓄涝区的大小可根据圩垸灌区的具体情况确定。根据江苏、湖南、湖北、江西等省的排涝经验,当有蓄涝区的圩垸灌区,其蓄涝水面率为 10% 时,仅为无蓄涝区的圩垸灌区排涝装机功率的 1/4。如圩区内部无天然湖泊,需开挖新河网进行滞涝时,则河网的滞涝水面面积以占

圩坑灌区总面积的5%~10%为宜。考虑到全国各地的实际情况,本规范规定蓄涝区一般为灌区排水面积的5%~10%。同时,根据一些圩坑灌区的实践,本规范还规定设计蓄涝水位一般控制在排水地面以下0.2~0.3m,起蓄水位一般可低于地面1~2m。

4.3.12 滨海感潮灌区的土壤含盐量一般较高,部分咸田由于缺乏淡水水源冲洗,每年都要遭受不同程度的咸害。对这些地区,一方面需采取防止咸潮入侵的措施,另一方面需引蓄淡水,做到拒咸蓄淡,适时灌排。

4.3.13 排水干沟与承泄河道的连接布置,应保证有良好的出流条件,而不应因排水造成壅水、淹没或出现泥沙淤积的情况,为此,排水干沟与承泄河道岸边宜呈锐角相交,根据一些工程实践经验,此交角宜为30°~60°。

4.3.14 本条规定灌区田间工程应选择若干典型区,分别制定典型设计,这是从灌区总体设计的角度提出的,与本规范第8.1节规定的田间工程典型设计是一致的。典型区的数量及设计工作深度,既要满足灌区总体布置的要求,又要能指导灌区田间工程的配套,以便能较准确地估算田间工程量及其投资。

4.4 环境影响评价和经济评价

4.4.1 兴建灌区工程对环境的影响,既有有利的方面,也有不利的方面。因此,对环境影响进行综合评价,并对不利的影响提出相应的对策及环境保护措施,是灌区工程设计的一个重要组成部分。根据《建设项目环境保护管理办法》中的有关规定,结合灌区工程的特点,本条提出了灌区工程环境影响评价和环境保护设计的基本要求,作为开展灌区工程环境影响评价工作所应遵循的基本原则。

同其它工程设计一样,灌区工程不同的设计阶段,对环境影响评价工作的要求是不同的。在灌区工程可行性研究报告阶段,需编制环境影响评价工作大纲和环境影响报告书或环境影响报告

表;在灌区工程初步设计阶段,则应根据可行性研究报告所提出的环境评价结论,相应的对策和环境保护措施,以及上级主管部门的审批意见,具体落实环境保护措施,提出环境保护设计文件。

环境影响评价工作大纲和环境影响报告书(表)的具体编写,应符合国家现行标准《水利水电工程环境影响评价规范》SD 302 的规定。

4.4.2 灌区工程的国民经济评价应采用影子价格,估算灌区工程全部投资费用和年运行费,以及灌区工程的总经济效益和分年度效益,概述工程的社会效益,并测算整个灌区工程对国民经济的净效益,提出国民经济合理性评价结论。

灌区工程的财务评价应采用财务价格,估算灌区工程全部财务投资和年费用,以及灌区工程的财务效益和分年度效益,并测算财务盈利能力和清偿能力,提出财务可行性评价结论。

5 蓄水、引水和提水工程

5.1 蓄水工程

5.1.3 水库调节计算方法,在具有较长水文系列资料时,可采用时历年法或长系列法;缺乏水文资料时,可采用典型年法。根据灌溉工程实践经验,大、中型水库的调节计算,一般采用时历年法,因为灌区农作物用水过程逐年不同,时历年法概念直观,方法简单,便于调整用水量的变化,可逐年、逐月、逐旬求得灌溉需水量,可供水量、损失水量、弃水量、库水位等各种参数,特别是采用电子计算机计算时,更为方便;但时历年法的计算精度与采用的时历系列长短有密切关系,时历系列越长,计算精度越高。鉴于我国各地目前都积累了较长的水文系列资料,因此,本规范规定采用的时历系列不宜少于 30a。小型水库一般多采用典型年法,可逐月、逐旬进行水量调节平衡计算;关键是要选取与相当于灌区灌溉设计保证率的年来水量所对应的年份作为典型年。但由于年内水量分配上的差异,影响到所选典型年的代表性,一般至少应选取接近灌区灌溉设计保证率的三个代表年进行计算,经分析比较后选用其中较大库容的代表年为典型年。

5.1.6 “长藤结瓜”式灌溉系统一般都有多项蓄水工程(库、塘、堰),并由其中骨干水库利用非灌溉期和丰水年的来水量充蓄灌区内的库、塘、堰,作为灌溉期与骨干水库同时向灌区供水的水源。由输水渠道将库、塘、堰相连通的“长藤结瓜”式灌溉系统工程,在我国南、北方各有特点,本规范仅从共性方面对其水量调节计算作出规定,各地执行时还可结合本地区的具体情况进行适当的调整和补充。

5.1.7 以灌溉水稻为主的水库采用分层取水的方式,主要是为了

防止水稻因受到“冷害”而减产。由于水库不同深度的水温不同，因此分层取水可满足水稻对灌溉水温的要求。我国以往大、中型水库设计多采用深层取水方式。这对水稻的正常生产和产量都有一定的影响；日本和美国的水库设计采用分层取水的方式较多，显然比深层取水方式好得多。近些年来，我国在大、中型水库设计中逐步推广了分层取水的方式，收到了较显著的效果。如辽宁大伙房水库、吉林朝阳水库、广西花山水库采用塔式分层取水，四川声钟水库和江西泡桐水库分别采用圆筒式伸缩闸门和浮式管型表层取水等都可作为水库工程设计的借鉴。

5.2 引水工程

5.2.4 在本条文公式(5.2.4)中，系数 K 值主要与分沙比 ε 值有关，如图 1 所示。由图 1 可见，当 $K=0.6\sim 1.0$ 时， $\varepsilon < 10\%$ ；当 $K=0.8$ 时， ε 值最小。因此，本规范规定系数 K 值一般取 0.8。

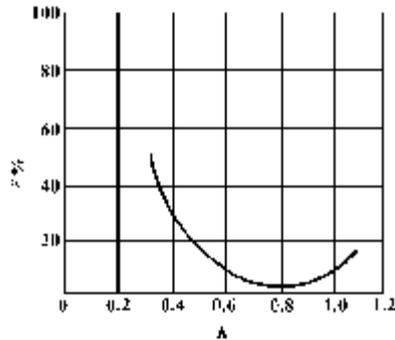


图 1 $K-\varepsilon$ 关系曲线图

5.2.5 无坝引水的引水比确切地说应为引水流量比，又称引水率或分流比，即引水渠首工程多年平均引水总量与多年平均河道来水总量的比值。为了与《中国水利百科全书》用词保持一致，本规范采用“引水比”一词。如果采用的引水比过大，将会引起引水口

下游的河道流量减小,特别是对于多泥沙河流,由于下游河道挟沙量的加大和输沙能力的降低将导致泥沙的严重淤积。据统计,当清水河流上无坝引水的引水比超过 50%,多泥沙河流上无坝引水的引水比超过 30%时,引水口下游的河道就将存在泥沙淤积的问题。同时,大量泥沙入渠,对渠道的正常运用也是不利的。《水工设计手册》一书提出,枯水期无坝引水的引水比为 20%~30%;为防止大量泥沙入渠,不要超过 50%。《泥沙手册》一书提出,自流引水流量为河道流量的 20%~30%;在条件有利的河流弯道段可达到 40%~50%。从陕西交口抽渭灌溉工程模型试验结果及多年实际运用情况来看,引水比一般为 50%~60%,而当河道流量小于设计流量时,甚至可将河道来水全部引进,即引水比为 100%。这就说明对不同地区,不同河流的特性和来水、来沙条件等应作具体分析。为了防止泥沙被大量带入输水渠道和防止泥沙严重淤积在引水口下游河道,本规范规定无坝引水的引水比宜小于 50%,多泥沙河流无坝引水比宜小于 30%。如经模型试验或其它专门论证,引水比可适当提高。

5.2.6 引水口进水方向与河道水流方向的夹角称为引水角。对无坝引水的引水角所作的限制,主要是为了使入渠水流平顺,增大引水量,并防止过多泥沙被带入渠内。引水角愈小,引水口前沿宽度愈长,进口流速分布则愈不均匀;但引水角过大,引水口前沿宽度小了,又将影响进口引水量。根据多数引水工程的实践经验,本规范规定无坝引水角宜取 30°~60°。

5.2.7 导流堤在河道中应顺河道方向布置,使其与河道岸边之间形成引水通道。根据工程实践经验,导流堤与水流成 10°~20°的夹角时,引水效果最好。我国古代的“迎水湃”实际上就是导流堤。宁夏的汉渠和唐徕渠都有很长的导流堤,名为“十里长湃”。四川都江堰工程是利用导流堤和弯道环流原理进行无坝引水的典型实例,其中鱼嘴和金刚堤就起了导流堤的作用。

5.2.8 《水工设计手册》一书规定,无坝引水进水闸的闸前水位的

确定有两种方法：一是对历年各灌溉季节的河道平均水位进行频率分析，选取相当于灌溉设计保证率的水位作为进水闸闸前水位；另一是选用历年灌溉期平均枯水位作为闸前水位。《渠首工程》一书规定，无坝引水进水闸的闸前水位的确定，是对历年灌溉临界期的河道平均水位进行频率分析，选取相当于灌溉设计保证率的水位作为进水闸闸前水位；另一是选用历年灌溉期平均枯水位作为闸前水位。以上两书规定的主要不同点是进行频率分析的河道平均水位取用时期，一是取用历年灌溉期，另一是取用灌溉临界期，这两者是有所不同的。灌溉期是指整个灌溉季节，历时较长；灌溉临界期是指年内河流来水较少或水位较低，而用水量较大的时期，或者是指河流来水量较多，但用水量也特别大，即来水和用水之间矛盾非常突出的时段。显然灌溉临界期历时远比灌溉期历时短。鉴于在长系列年中，各年灌溉期是相同的，而灌溉临界期可能有所不同，且难于掌握，因此本规范采纳《水工设计手册》的规定，即对历年灌溉期的河道平均水位进行频率分析。所谓“平均水位”，一般是指月平均水位，但在水量平衡计算时可逐旬计算，其精度当然比逐月计算精度高，故本规范规定取历年灌溉期的月平均水位或旬平均水位进行频率分析。再者，本规范还规定取多年灌溉期枯水位的平均值，显然是偏于安全的。

5.2.10、5.2.11 侧面引水、正面排沙的有坝（闸）引水渠首布置，是一种传统的布置形式，即所谓“印度式渠首”，其进水闸前缘线与拦河溢流坝坝轴线的夹角为 90° （即进水闸的引水角为 90° ），这种布置如用于多泥沙河流，可将大量泥沙引入渠道。本条所述侧面引水、正面排沙的有坝（闸）引水渠首，是指经改进的印度式有坝（闸）引水渠首，其布置参见图 2。印度北方邦灌溉研究所的模型实验结果表明，当进水闸前缘线与拦河溢流坝坝轴延长线夹角为 $70^\circ\sim 75^\circ$ 时，较夹角为 90° 时的防沙效果提高近 6 倍。我国三盛公、横排头、渔子溪等大型引水渠首工程都采用了这种布置形式。

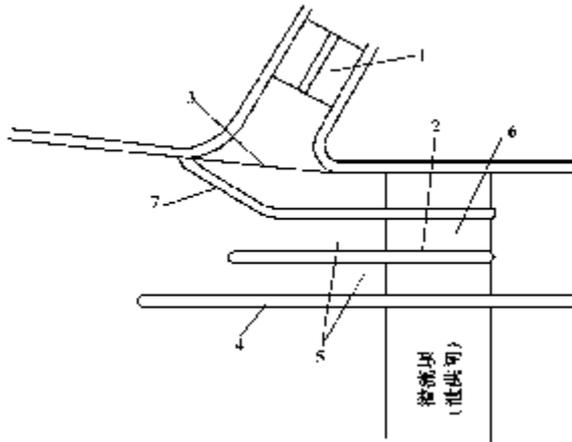


图2 有坝(闸)引水渠首布置图

1—进水闸 2—冲沙闸 3—拦沙坎

4—导流墙 5—沉沙槽 6—冲沙槽 7—导沙坎

5.2.12 冲沙廊道有底部冲沙廊道和侧向冲沙廊道两种,后者在我国采用较少。底部冲沙廊道可布置在沉沙槽内,占槽宽的一部分或全部,其顶部与进水闸底槛齐平,末端由冲沙槽控制。印度大型渠首多采用这种布置形式,如印度东柯西渠首,廊道净高1.55m,宽2.9m,上层水 flowing 经进水闸入渠,含有底沙的水通过冲沙廊道和冲沙闸排到河道下游。

5.2.13 隧洞引水方式在我国陕西采用较多,如宝鸡峡引渭渠首工程,在引水隧洞后面紧接着布置沉沙槽,水流经沉沙槽通过进水闸正向引入渠道,定期打开侧向布置的冲沙闸,将沉沙槽内沉积的泥沙排入渭河,使用效果很好。

5.2.14 人工弯道引水方式是利用河势和有利地形人为地做成的弯道式引水渠道,在充分利用横向环流作用的基础上,做到凹岸引水,凸岸排沙。这种引水方式在我国新疆、甘肃等省区采用较多,如新疆玛纳斯河渠首引水流量 $100\sim 140\text{m}^3/\text{s}$,灌溉面积250万亩;叶尔羌河渠首引水流量 $120\sim 230\text{m}^3/\text{s}$,灌溉面积161万亩,引水排

沙效果良好。

5.2.15 利用设有溢流堰堰顶的底栏栅引水的方式,称为底栏栅式引水,又称跌落式引水,这是山区河流上的一种特有的引水方式,只适用于大粒径推移质较多、水面比降较陡的山区河流上的引水渠首工程。引水廊道设在堰内,廊道顶部铺设栏栅,水流经过栅孔跌落到廊道内,再经进水闸流入渠道。细颗粒泥沙随水流引入渠道,再由设在渠道上的冲沙闸排到河道下游;而大粒径推移质(砂石、卵石)则由栅顶直接排到河道下游;设计栏栅时一定要防止栅条产生弯曲变形或栅条间发生“卡石”现象,并要求方便栏栅的清理和检修。堰顶设有底栏栅的溢流堰轴线应与水流正交,以使水流均匀地跌入廊道。在一般情况下,堰顶底栏栅可高出枯水期河床平均高程 $1.0\sim 1.5\text{m}$ 。但由栏栅顶部直接排入下游河道的推移质日渐堆积起来,必须定期进行清理。这种底面引水方式在我国新疆采用较多。

5.3 沉沙池

5.3.2 入渠水流的允许含沙量和允许进入输水渠道的泥沙粒径主要与灌区的灌溉要求和渠道输沙能力有关。据泾惠渠的灌溉实践经验,使用含沙量为 $15\%\sim 28\%$ 的浑水灌溉比使用清水灌溉可使农作物增产,但当含沙量超过 30% 时则农作物呈现减产趋势。《水工设计手册》一书中规定过泵水流挟沙量最好控制在 $5\%\sim 7\%$,尽量不要超过 10% 。在综合考虑上述资料的基础上,本规范规定自流引水渠道的入渠水流允许含沙量宜小于 $50\text{kg}/\text{m}^3$ 。至于允许进入渠道的泥沙粒径,据《水工设计手册》一书介绍:粒径为 $0.001\sim 0.005\text{mm}$ 的泥沙能改善土壤养分状况,可适量输入田间;粒径为 $0.005\sim 0.1\text{mm}$ 的泥沙能改良土壤结构,可少量输入田间;但粒径为 $0.1\sim 0.15\text{mm}$ 的泥沙则对农田有害,且易于淤积渠道,一般不允许入渠。该手册提出,允许进入灌溉渠道的泥沙粒径通常不宜大于 0.05mm 。据《渠首工程》一书介绍:黄河下游地区使用的灌

溉水,经泥沙池沉淀后允许进入下游渠道的泥沙粒径一般小于0.03mm。该书提出,引水灌溉时应沉淀粒径大于0.03~0.05mm的泥沙。根据上述资料,本规范规定允许进入渠道的泥沙粒径不宜大于0.05mm。

5.3.8 本条文公式(5.3.8)是按准静水沉降法提出的经验公式,可供参考使用。

5.3.10 本条文公式(5.3.10-1)和(5.3.10-2),是黄委水利科学研究院按超饱和不平衡输沙法提出的经验公式,可供参考使用。

5.4 泵 站

5.4.1 现行国家标准《泵站设计规范》GB/T 50265 适用范围为新建、扩建或改建的大、中型灌溉、排水及工业、城镇供水泵站的设计,而大、中型泵站的等别规定为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ等,故本条文规定,凡Ⅲ等及Ⅲ等以上的提水枢纽工程中泵站的设计,尚应遵守现行国家标准《泵站设计规范》GB/T 50265 的规定。本节以后各条规定,是按设备选择、站址选择、泵房布置、进出水建筑物设计以及特种泵站顺序依次展开的。

5.4.3 主泵台数包括工作泵和备用泵。主泵台数可按泵站流量进行选择,且规定了主泵适宜台数为3~9台,这一规定参照了国外相应规范。前苏联建筑法规《土壤改良系统和建筑物》(СНип2.06.03-85)规定:当泵站流量 $Q < 1\text{m}^3/\text{s}$ 时,可选2~4台; $Q = 1 \sim 5\text{m}^3/\text{s}$,可选3~5台; $Q = 5 \sim 30\text{m}^3/\text{s}$,可选4~6台; $Q > 30\text{m}^3/\text{s}$,可选5~9台。我们将台数上限亦取为9台,但下限考虑到开启台数对进水池内水流影响,定为3台。

5.4.5 动力机动率备用系数为所选动力机额定功率与水泵运行范围内最大轴功率的比值,水泵轴功率越大,动力机功率备用系数越小。具体选择可参照《机电排灌设计手册》。

5.4.29 本条规定是根据河南省郑县恒压喷灌泵站建设与管理经验制定的,可供自动调压喷灌泵站主泵选择时参考。

5.5 机 井

我国北方地区凿井汲取地下水灌溉农田有着悠久的历史。新中国成立后,机井提水灌溉事业得到迅速发展。据统计,1992年北方17省(市、自治区)已拥有配套机井286万眼,井灌面积达1.82亿亩,约占全国灌溉面积的1/4,每年开采地下水量约 $500 \times 10^8 \sim 600 \times 10^8 \text{m}^3$,配套电动机与柴油机总动力约 $2.692 \times 10^4 \text{MW}$ 。因此,本规范对机井设计也作了规定。

5.5.1 关于地下水资源的分类,我国60年代以前是沿用前苏联的普氏四大储量分类法;70年代以来,随着我国供水水文地质工作经验的积累及水文地质理论的发展,于1988年提出按补给量、储存量和消耗量的分类方法,并已列入现行国家标准《供水水文地质勘察规范》GBJ 27。在补给量方面可分为天然补给量和开采补给量;在储存量方面可分为容积储存量和弹性储存量;在消耗量方面可分为人工开采量和天然消耗量。天然补给量又可分为降水入渗补给量,河道渗漏补给量,水库、湖泊、闸坝蓄水渗漏补给量,渠系渗漏补给量,渠灌田间入渗补给量,井灌回归补给量等;天然消耗量又分为潜水蒸发量、植物蒸腾量、泉水溢出量等。

5.5.3 干扰抽水的水量消减系数,是反映由于井间干扰而减少出水量的指标,可通过一组或数组机井进行单井和群井抽水试验确定,每组包括不同井距的机井5~6眼。

综合平均灌水定额,是指井灌区内各种作物灌水定额的综合指标。在机井出水量一定的条件下,综合平均灌水定额大,单井控制灌溉面积小,则整个井区内打井数量多,投资大,经济效益低;反之,打井数量少,投资可缩减,但灌溉保证率可能有所降低。因此,根据当地情况确定一个最优的综合平均灌水定额,是涉及整个井灌区的经济效益高低的关键问题,应根据当地的种植计划、作物品种、各种作物的灌溉定额、灌溉方法、灌水次数等计算确定。

5.5.5 确定井数的方法有单井控制面积法和允许开采模数法两

种,本条文公式(5.5.5-1)和(5.5.5-2)就是反映这两种方法的计算公式,前者适用于需水量小于或等于允许开采量的情况,后者适用于需水量大于允许开采量,即需要按允许开采模数进行地下水开采的情况。允许开采模数是通过现有机井普查取得的有关机井布局、地下水开发现状、地下水位动态等资料而获得的计算参数,虽较为粗略,但接近实际情况。

5.5.6 本条对井群布置作了一些原则性的规定,具体井位还应根据布井区的水文地质条件、地形条件和地理位置,结合灌排渠沟(管道)系统、道路、林带、输电线路等进行布置。

5.5.8 我国常用的 **IB** 型(包括逐步被代替的 **B** 型、**BA** 型)和 **S** 型(包括逐步被代替的 **sh** 型)离心泵最大吸程不超过 10m,因此,当机井动水位埋深大于 10m 时,宜选用深井潜水电泵或长轴深井泵。但须注意:当井筒倾斜度大于 1°时,不宜选用长轴深井泵;当井筒倾斜度大于 2°时,不宜选用深井潜水电泵。为保证水泵的正常运行,防止井壁坍塌和井底淤积,所选水泵的流量不得大于井的最大涌水量。

5.5.9 机泵配套是根据“以泵配机”的原则,为泵选配适宜的动力机。长轴深井泵和深井潜水电泵一般是机泵成套和整体供应,不需另行选配动力机。对其它泵型,都要选配相应的动力机。在供电条件较好的地区宜选用电动机,因为电动机启动容易,操作简单,运用可靠,运行成本较低。而在无电或供电较困难的地区可选择柴油机,柴油机具有机动灵活,适应性强的优点。

动力机的功率备用系数,可根据水泵的轴功率大小,参照表 6 所列数值选用。

表 6 功率备用系数表

水泵轴功率(kW)	<5	5~10	>10~50	>50~100	>100
电动机功率备用系数	1.3	1.3~1.15	1.15~1.1	1.1~1.05	1.05
柴油机功率备用系数	1.4	1.4~1.3	1.3~1.2	1.2~1.15	1.15

5.5.10 根据调查与试验资料,在井灌区决定机井装置效率的主要因素是管路效率,其概化表达式为:

$$\eta_x \approx 0.7 \eta_g \quad (1)$$

式中 η_x ——机井装置效率(%);
 η_g ——管路效率(%)。

据大量测试资料,许多机井装置效率仅为 35%,这就意味着管路效率只有 50%,显然太低了。技术改造经验表明,只要适当放大泵管直径,合理安装低阻力系数的闸阀、附件,管路效率提高到 60%~65%是不难的,因而机井装置效率达到 40%~45%也是完全可能的。据各地经验介绍,如实测能源单耗在 5~6 kW·h/kt·m 范围内,表明机泵配套比较合理,装置效率常可达 45%以上。能源单耗是反映机井效率、机泵配套及装置效率的综合性指标,其定义是从机井中提水 1kt·m 所消耗的能源数量,单位以 kW·h/kt·m 表示(柴油机配套以 kg/kt·m 表示)。

6 灌溉输配水系统

6.1 灌溉渠道系统

6.1.3 “长藤结瓜”式灌溉渠道系统是我国山区、丘陵区在合理开发利用灌区水资源并保证供需平衡的基础上,将灌区范围内多项蓄水工程连接成水资源相互调剂、统一调配的灌溉系统。灌区群众通常形象地把渠道比喻为“藤”,把灌区内众多的库、塘、堰比喻为“瓜”。通过对“藤”(渠)和“瓜”(库、塘、堰)的合理调度运用,就可使整个灌区做到忙时灌田,闲时蓄水,以蓄补灌,以丰补缺。

6.1.4 轮灌渠道的主要特点是水量集中、输水时间短,所需渠道断面较大,土方和建筑物工程量以及建设费用较大,因此干、支渠一般不应按轮灌方式设计。支渠只有当水面比降小、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溉周期时,才可按轮灌方式设计,但必须经技术经济方案比较论证确定。

6.1.5 按续灌方式设计的干、支渠,采用按设计流量、加大流量和最小流量进行水力计算,即以设计流量计算确定各级渠道在正常工作条件下的水力要素;以加大流量计算确定渠道的岸顶超高和高度,并验算渠道的不冲条件;以最小流量确定渠道的最低控制水位,并验算渠道的不淤条件。这是我国自 50 年代以来采用的设计方法,并在 1984 年纳入部颁标准《灌溉排水渠系设计规范》SDJ 217—84。实践证明,这是一个技术经济合理、行之有效的设计方法,因此本规范继续采用。

6.1.6 关于支渠长度折算系数 α ,在以往灌区工程设计中多采用 0.75。部标《灌溉排水渠系设计规范》采用了陕西省水利电力勘测设计院对支渠长度折算系数的分析计算成果,即支渠灌溉面积重心分别在上游、中游或下游时,支渠长度折算系数分别为 0.60、

0.80、0.85。所谓灌溉面积重心在上游或下游，系指灌溉区形状基本上为三角形或梯形；灌溉面积重心在中游，系指灌溉区形状基本上接近为方形或长方形。本规范继续采用这一计算分析成果。

6.1.8 续灌渠道加大流量的加大百分数，在部标《灌溉排水渠系设计规范》SDJ 217—84 中已作了规定。根据近年来的灌溉工程实际情况，本规范对此作了适当的调整和延伸。

6.1.9 部标《灌溉排水渠系设计规范》SDJ 217—84 规定对续灌渠道最小流量可根据最小灌水率和渠系水利用系数计算确定。按此规定计算结果，有的续灌渠道的最小流量往往与设计流量相差过大，不能保证对下一级渠道正常供水和水位控制。为此，根据一些灌区实际情况的调查，本规范认为规定采用的最小流量不低于设计流量的 40%，最小水深不低于设计水深的 70% 是较为适宜的。

6.1.11 土质渠道设计平均流速控制不小于 0.3m/s，目的是为了以防滋生杂草。寒冷地区冬、春季灌溉用的渠道，设计平均流速控制不小于 1.5m/s，目的是为了以防水面结冰。

6.1.12 渠道允许不冲流速系指渠床土粒将要移动而尚未移动时的临界流速，是渠道允许过流的上限值。计算允许不冲流速值的经验公式很多，如适用于沙质土、砾石土、砂卵石渠床的列维公式，适用于黄土渠床的沙玉清公式和西北水利科学研究所公式，以及适用于缺乏有关水力要素时的吉尔什坎公式等。这些公式都有一定的适用条件，不可盲目使用。为此，本规范对重要的干、支渠道允许不冲流速值的计算确定作了原则性的规定，而一般渠道允许不冲流速值可不进行计算，直接由本规范附录 F 查得。

6.1.13 渠道水流在某一特定条件下能够挟运某种粒径泥沙不致使渠道发生淤积的最大数量，称为渠道水流挟沙能力，或称渠道水流饱和含沙量。渠道水流的挟沙能力与水流流速、水力半径、泥沙粒径及沉降速度有关。由于水流中泥沙运动规律的复杂性，目前还没有完善的理论计算公式，而用于计算渠道水流挟沙能力的经验公式虽然比较多，但都有一定的局限性。本规范附录 G 中推荐

采用的三个经验公式,是目前使用较多的计算公式。沙玉清公式适用于黄河中游地区渠道泥沙中值粒径在 0.02mm 左右及水流弗劳德数 $Fr \leq 0.8$ 的情况;当 $Fr > 0.8$ 时,这一公式不能使用。黄委水利科学研究院公式适用于黄河中、下游地区,但因适用范围覆盖的面积很大,条件很复杂,因此按这一公式计算的结果,误差会大一些。山东省水利科学研究院公式仅适用于黄河下游地区的衬砌渠道,适用范围相对更窄一些。

6.1.15 本条文公式(6.1.15)是由水利部西北水利科学研究所提出的经验公式,适用于从多沙泥河流引水的浑水渠道。根据陕西省洛惠渠的实践经验,在渠底比降较大的条件下,可以引用泥沙含量超过 40% 的浑水进行淤灌。

6.1.17 在渠底比降和渠床糙率已定的条件下,通过某一规定流量所需的最小渠道横断面,称为水力最佳断面。在灌区工程设计中,为了节省输水渠道土石方以及衬砌工程量,尽量少占地,一般均采用窄深式断面;而配水渠道为使水流较为稳定,不易产生冲刷和淤积,多采用宽浅式断面。本规范推荐采用梯形渠道实用经济断面计算方法。在通过相同流量的条件下,采用实用经济断面时的流速与采用水力最佳断面时的流速相比较,前者比后者增加 2% 至减少 4%,即实用经济断面的过水面积较水力最佳断面的过水面积减少 2% 至增大 4%,故仍可认为基本符合水力最佳条件,但实用经济断面的水深变化范围为水力最佳断面水深的 68%~160%,其相应的渠底宽度变化范围为水力最佳断面渠底宽度的 290%~40%。

6.1.18 陕西省水利电力勘测设计院根据西北水利科学研究所对陕西省 9 个灌区的实测资料及其分析成果,即本条文所列的公式(6.1.18-1),结合宝鸡峡、大佛寺两个灌区的设计资料,绘制了关系曲线(见图 3)。该曲线界于按吉尔什坎公式和西北水利科学研究所公式所绘制的两曲线之间,并以 $Q = 1.5\text{m}^3/\text{s}$ 分界,概括为两个经验公式,即本条文所列公式(6.1.18-2)和(6.1.18-3)。上述分

析成果作为计算从多泥沙河流引水渠道水深和宽深比的公式,已纳入部标《灌溉排水渠系设计规范》SDJ 217—84,本规范认为分析结果正确,计算结果合理,故继续采用。

6.1.20 深挖方渠道一般是指挖土深度大于 15m 的渠道。

6.1.21 黄土地区渠岸以上的边坡可分为低边坡和高边坡,其界限一般以边坡高度 15m 分界。

6.1.22 部标《灌溉排水渠系设计规范》SDJ 217—84 规定以渠道水深作为确定挖方渠道最小边坡系数的因素之一,以渠道流量作为确定填方渠道最小边坡系数的因素之一,在使用中不少设计人员感到不便,认为两者应协调一致。

6.1.23 根据桥梁和跌水、陡坡等灌排建筑物引起的壅水,闸门调节时引起的暂时渠内水位上升,渠道运用期间渠床糙率变化引起的渠内水位变化,以及强烈毛细管作用对渠堤的影响等因素,经综合分析后提出的计算土渠顶部超高的公式,见本条文公式(6.1.23-1),是一个简单实用的经验公式,已于 1984 年纳入部标《灌溉排水渠系设计规范》SDJ 217—84,不少设计单位对此反映良好。现在将国内部分渠道实际采用的超高值,以及美国有关计算公式和曲线图的验算值与该式计算结果进行比较见表 7。由表 7 可知,大多数干渠、总干渠的实际采用值与该式计算结果最为接近,因此本规范继续采用。

表 7 国内部分渠道采用超高值及验算值比较

渠道名称	Q (m^3/s)	h (m)	F_b (m)	按 $F_b = \frac{h_b}{4} + 0.2$ 计算值(m)	按 $F_b = 0.552 \sqrt{ch_b}$ 验算值 (m)	按曲线图 查得 F_b 值 (m)
三盛公灌区总干渠	620	4.17		1.24	1.79	2.00
溧史杭灌区总干渠	300	5.00	1.50~ 2.00	1.45	1.95	1.76

续表 7

渠道名称	Q (m^3/s)	h (m)	F_b (m)	按 $F_b = \frac{h_b}{4} + 0.2$ 计算值(m)	按 $F_b = 0.552 \sqrt{ch_b}$ 验算值 (m)	按曲线图 查得 F_b 值 (m)
长征渠总干渠	275	7.25	2.00	2.01	2.34	1.75
东雷抽黄灌区总干渠	120	3.60	1.20	1.10	1.63	1.44
打渔张灌区总干渠	120	2.40	0.60	0.80	1.35	1.44
人民胜利渠总干渠	100	2.60	0.50	0.85	1.41	1.42
京密引水干渠	70	3.08	1.00~ 1.50	0.97	1.47	1.32
宝鸡峡灌区引渭总干渠	60	3.17	1.03	0.97	1.46	1.26
冯家山水库灌区总干渠	47	3.75	0.85	1.14	1.53	1.21
韶山灌区总干渠	40	3.50	1.00	1.08	1.44	1.16
泾惠渠总干渠	27	2.50	1.50	0.83	1.17	1.07
渭惠渠北干渠	17	1.98	1.02	0.70	1.01	0.96
洛惠渠总干渠	15	2.00	1.00	0.70	1.00	0.93

注:1 表中公式 $F_b = 0.552 \sqrt{ch_b}$ 为美国垦务局提出的计算公式, 见该局所编《渠道及其有关建筑物》一书原文第 10 页。当流量 $Q = 0.57m^3/s$ 时, 式中系数 $c = 1.5$; 当 $Q = 85m^3/s$ 时, $c = 2.5$ 。按上述公式计算 F_b , 当 $Q \leq 85m^3/s$ 时, c 值采用内插法求得; 当 $Q > 85m^3/s$ 时, c 值仍采用 2.5。

2 表中所述曲线图见美国土木工程师协会编《在争用资源年代里的灌溉与排水》一书原文第 330 页图 103—D—341。

6.2 渠道防渗衬砌

6.2.2 渠道防渗衬砌结构适用条件表是参照国家现行标准《渠道防渗工程技术规范》SL/T 18 中附表 2.1 制定的, 表中所列允许最

大渗漏量指标是根据国内外不同防渗衬砌渠道的实际防渗效果，经分析研究后拟定的。

6.2.5 本条文表 6.2.5 是参照国家现行标准《渠道防渗工程技术规范》SL/T 18 的规定，结合近年来一些渠道防渗衬砌实践经验制定的。由于影响渠道防渗衬砌结构厚度的因素是多方面的，如渠道断面形状、流量的大小等，特别是矩形断面渠道，在休灌时，防渗衬砌结构受到基土的侧向压力作用，其厚度就要相应加大些。此外，当渠道水面波动时，防渗衬砌结构在时干时湿的条件下，表层易产生剥落现象，要求将厚度相应加大些。显然，防渗衬砌结构厚度太薄不能满足渠道防渗要求，太厚又不经济，应通过试验确定。本条文表 6.2.5 给出防渗衬砌结构的适宜厚度，对一般条件下的防渗衬砌结构设计是适用的。

6.2.6 关于伸缩缝填料，我国各地多年来采用较多的有沥青油毡、沥青砂浆、焦油塑料胶泥、聚氯乙烯胶泥等，也有使用锯末水泥、木条等材料的。据西北水利科学研究所的试验，采用 1:1:4 沥青水泥(粉煤灰)砂浆，虽造价较低，软化点为 70℃ 时与混凝土的粘结力为 0.4MPa，但延伸度小，在负温情况下极易与混凝土拉开。焦油塑料胶泥性能有了较大改进，其耐热温度可达 90℃，0℃ 时与混凝土的粘结力大于 1.0MPa，-12.5~17℃ 时，延伸变形率大于 190.8%，20℃ 时的延伸变形可达 99mm，而且耐老化，造价也不高。以上试验资料可供设计选择伸缩缝填料时参考。

6.3 灌溉管道系统

6.3.1 环状封闭式管网主要适用于多水源、地形平坦、用户要求供水保证率高的场合。树枝状管网既可用于单一水源，也可用于多水源，不受地形条件限制，目前应用最广。

在不同压力区内采用不同压力等级的管材和不同灌水方式，其目的是充分利用水头、扩大灌溉面积及降低管道造价。不同的灌水方式所需的工作压力是：喷灌 200~500kPa，微灌 50~200kPa，

低压管道输水 50kPa 以下；管材工作压力等级有：小于或等于 200, 400,500,600,800,1000 和大于 1000kPa 等。

在管道的纵向拐弯处,从管轴线算起留 2~3m 水头的余压,是为了避免管道内出现真空产生负压。

灌溉固定管道埋在冻土层以下,是为了避免在冬季冻坏管道。在冻土层较薄或无冻土地区,为确保安全与稳定,管道埋深不应小于 60cm。

设节制阀的作用,一是确保各分水口在任何情况下都可以按需要进水;二是当分水口较多时,一旦输配水管道发生破坏,可以关闭破坏处的节制阀进行维修,不致影响管道系统其它部分的正常运行。在管道最低处设排水阀是为了非灌水季节放空管道和排走淤泥。

安装进、排气阀和水锤防护装置是为了保护管道系统的安全运行,但安装位置必须正确,否则起不到保护作用。

6.3.2 经济流速是根据管道系统的造价和运行费用之和最小而确定的,故管道流速一般不应超出此范围。

管道的强度是指管道的抗拉强度和抗压强度,在进行强度计算时,应考虑最不利的情况进行荷载组合。在进行抗拉强度计算时,仅考虑管内压力而不计管外压力,荷载组合是管道中水的工作压力加上水锤压力升高值。在进行抗压强度计算时,仅考虑管外压力而不计管内压力,荷载组合是填土压力加上运输工具可能产生的最大压力。

7 排水系统

7.1 明沟排水系统

7.1.1 农沟是最末级的固定排水沟,农沟以下可根据需要设置毛沟、腰沟、墒沟等临时性排水沟。干、支、斗沟三级组成沟网,其作用主要是及时排除暴雨径流,同时可适量滞蓄涝水,在有的地区还可用来发展航运和水产事业等。农沟及其以下的临时性排水沟组成田间集水沟网,其作用主要是汇集田面径流,控制和降低地下水位,将涝水和渍水排入承泄区。我国一些除涝、治渍排水区采用的排水沟一般规格见表 8,可供布置明沟排水系统时参考。

表 8 排水沟道一般规格(m)

排水沟道名称	深度	间距
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

明沟排水系统工程简易,投资较少,维修管理也比较方便;但最大缺点是占用土地多,需建桥涵多,不利于机耕机收,易淤积,易生杂草,影响排水效果。在轻质土地区及淤泥、流沙地段,边坡易于坍塌,是一个较难解决的问题。

7.1.2 各级排水沟应尽量布置在低洼地带,使之能快速通畅地自流排水,同时也为合理布置田间排水工程和选取良好的排水出路创造条件。排水面积较大的排水区,利用天然河道及原有沟道作为骨干排水沟,可使工程量大大减少。

1~3级排水沟之间及其与承泄河道之间最好相互垂直,而在连接处则要求呈 30°~60°交角,以利排水和避免出现冲淤情况。

1~3级排水沟线路,应尽量避免穿过淤泥、流沙及其它地质条件不良地段。难于避免时,必须采取相应的工程措施。日本通常的做法是沿排水沟两侧各打一排钢板桩,顶端用横梁支撑,然后在两排钢板桩之间挖成排水沟。我国现阶段不能完全照搬日本这种做法,但有些地区有条件时可考虑采用其它材料代用。

排水沟出口排水方式有畅排和托排两种。畅排即多数情况下排水出口均可自排,这是最经济的排水方式。托排即排水出口受下一级排水沟或承泄区水位顶托,如果短期内不能自排时,可修建排水涵闸利用排水出口水位高于下一级排水沟或承泄区水位的短暂时期抢排涝水;如果下一级排水沟道或承泄区水位长期高于排水出口水位,而上一级排水沟道蓄涝容积又不能满足调蓄要求时,则必须修建排水泵站进行抽排。当然也可在排水出口两侧修建回水堤,使回水范围以外的涝水能够自排,回水范围以内的涝水通过排水涵闸或排水泵站抽排,但是这种做法只适用于回水长度不大的情况。

布置排洪沟应按实际情况尽量增建一些塘库工程,以减少排洪沟的工程量,对于截流沟的布置,在地形条件允许的情况下,也可采用适当分散的布置方案,但在选择时应以截流效益大、占地面积少、工程量小为原则。截流沟应尽量沿地形等高线布置,弯道应有足够的曲率半径,沟底比降可适当放缓,同时也应尽量避免高填方、深挖方。排洪沟(截流沟)是重要的排水工程,其排水标准可略大于排水区的排涝标准。广东省环山排洪沟或截流沟的排水标准见表9,可供参考。

表9 广东省环山排洪沟或截流沟的排水标准

排洪(截流)面积(km ²)	防护对象	设计暴雨重现期(a)
>150	重要城镇或工矿企业	≥20
150~50	一般城镇或工矿企业	20~10
50~5	村镇	10
<5	村庄	10~5

7.1.3 末级固定排水沟的深度和间距有一定的优化组合关系。为了满足排涝、排渍或防治土壤次生盐碱化的需要,在一定的时

内要求排除一定量的地面涝水,以及控制地下水在一定深度以下。排水沟的间距愈大,则所需开挖的排水沟深度也愈大,排水沟的开挖土方量可能愈小;反之间距愈小,深度愈小,开挖土方量则可能愈大。因此,对于末级固定排水沟是采用深沟大间距,还是采用浅沟小间距,需经技术经济比较确定。

单纯排涝的末级固定排水沟(多数是在地下水位较低的地区,没有降低地下水位的要求),应根据当地农业机耕或其它要求先确定沟的间距,然后再按排涝要求计算确定沟的断面。排涝、排渍两用的末级固定排水沟(在地下水位较高的地区,且有降低地下水位的要求),则应根据农作物对地下水位的控制要求先初定沟的深度,然后再按排涝、排渍要求计算确定沟的断面和沟的间距。但应指出,排涝、排渍两用沟道的深度一般不宜定的太深,否则多数会造成严重的边坡坍塌。根据广东省佛山地区的经验,在控制地下水位 0.3~0.6m 时,水稻区排涝、排渍两用沟的深度和间距见表 10,江苏省一些地区排涝、排渍两用沟道的深度和间距见表 11。

表 10 广东省佛山地区排涝、排渍两用沟的深度和间距(m)

土 质	深 度	间 距
粘土	0.8~1.2	50~60
壤土	0.8~1.2	60~70
沙土	0.8~1.2	70~80

表 11 江苏省一些地区排涝、排渍两用沟道的深度和间距(m)

地 区	土壤与农作物	深 度	间 距
徐淮平原及滨海垦区	沙土、旱作物	1.0~1.5	200
	粘土、棉花	1.5~2.0	100
苏南地区	重壤土、水旱轮作	1.0~1.5	80~100

排渍和防治土壤次生盐碱化的末级固定排水沟深度和间距,因为对地下水位的控制要求高,而且影响因素复杂,故宜通过试验确定,也可参照计算成果综合分析确定。无试验资料时,可参照邻

近地区的经验数据确定,也可按本条文表 7.1.3 确定。

本条文表 7.1.3 系根据我国多数地区排水工程实践的成功经验,并考虑防止沟道边坡坍塌的因素提出的。本规范附录 K 所列末级固定排水沟间距计算公式都是比较实用的理论公式或半经验公式。

7.1.7 排水沟沟底比降可取与沟道设计水位线相同的比降,且尽可能与沟道沿线地面坡度相接近,以节省沟道的开挖工程量。当然,取用的沟底比降还应满足沟道不冲、不淤的要求。对于连通内湖与排水闸的排水沟道,其沟底比降还应考虑内湖与外河水位的状况;对于连通排水站的排水沟道,其沟底比降应考虑水泵安装高程的要求。平原地区排水沟沟底比降一般可在下列范围内选取:干沟为 $1/10000\sim 1/30000$,支沟为 $1/5000\sim 1/10000$,斗沟为 $1/2000\sim 1/5000$,农沟为 $1/1000\sim 1/2000$ 。

7.1.8 排水沟内一般常年有水,边坡潮湿,易长杂草,影响行水,故在实用中应选用较大的糙率。

7.1.9 梯形断面广泛适用于各级土质排水沟,施工方便;当土质排水沟开挖深度大于 5m 时,为满足边坡稳定的需要,常采用复式断面。矩形断面仅适用于石质或人工护砌的排水沟,可节省开挖工作量。

7.1.10、7.1.11 土质排水沟边坡系数主要与沟道开挖深度、沟槽土质及地下水情况有关。排水沟道开挖深度愈大,沟槽土质愈松软,或地下水位愈高,取用的边坡系数应愈大;反之,则取用的边坡系数应愈小。由于沟坡经常受到地下水渗出时的渗透压力作用和地面径流的冲刷作用,加之沟内滞涝时还受到波浪的冲刷作用等,沟道边坡容易坍塌,故排水沟道的边坡系数一般比灌溉渠道的边坡系数大。本规范表 7.1.10 所列的土质排水沟最小边坡系数系根据我国南方和北方平原地区土质排水沟常用的经验值综合而成,可供土质排水沟设计时选用。排水沟开挖深度大于 5.0m 时,为满足边坡稳定的需要,应从沟底以上每隔 3~5m 设宽度不小于

0.8m的戽道。位于设计水位以上的边坡,其最小边坡系数可略小于本规范表 7.1.10 所列数值。位于淤泥、流沙地段的排水沟道,其边坡系数可能需加大至 6~10,必要时还应采取防护措施。

7.1.14 为防止因流速过大造成排水沟道冲刷,或因流速过小使沟底产生泥沙淤积,因此要求排水沟的设计平均流速应小于允许的不冲流速,同时应大于不淤流速。本条文规定的排水沟和排洪沟最小流速不宜小于 0.3m/s,这是为了防止沟槽过水时易长杂草而引起阻水的缘故。符合这一规定,一般也能满足排水沟道不淤的要求。

7.1.15 轻质土地区及淤泥、流沙地段的排水沟边坡极易坍塌,是一个多年来较难解决的问题。如果采取能够彻底解决这一问题的工程措施,往往投资太大,经费难以解决。因此,目前只能因地制宜地采取一些符合经济有效、简单易行原则的措施,例如稳固坡脚或生物护坡等措施,以防边坡坍塌。

7.1.16、7.1.17 天然条件下的承泄区有时难以全部满足本规范所列选定承泄区的三项要求,此时可采取的工程措施主要有:

1 在条件允许情况下,可在承泄区上游修建水库,以消减排入承泄区的洪峰流量,降低承泄区水位,为干沟排水创造良好的条件。

2 扩大原有承泄河道或开挖新河,以增加承泄河道的承泄能力或滞涝容积。

3 疏浚承泄河道的河槽和岸边浅滩,清除河槽和浅滩上的阻水障碍;对过于弯曲的河段,应予裁弯取直,以利通畅排水。

4 对不稳定的堤防险段必须进行加固,防止溃决造成意外的损失。

当排水区设计暴雨与承泄区(承泄河道)洪水位同时遭遇的可能性较大时,承泄区(承泄河道)的设计水位可采用与排水区设计暴雨重现期相应的洪水位,但应考虑排水时引起的水位壅高;当排水区设计暴雨与承泄区(承泄河道)洪水位同时遭遇的可能性不大

时,承泄区(承泄河道)的设计水位应根据各地区的具体情况确定,可采用与设计排水历时相应的多年平均高水位。如从偏于安全出发,也可采用与排水区设计暴雨重现期相应的洪水位。承泄区为外湖时的设计水位一般需经调节计算决定。有时还需根据湖区地形条件和防洪安全要求等分析确定。承泄区为感潮河段时,其设计潮位的确定原则上与一般承泄河道设计水位确定的方法相同,但应考虑潮汐的影响,即一般可取排涝设计标准为 5~10a 重现期、排水历时为 3~5d 的平均高潮位作为承泄河道的设计水位。

7.2 暗管排水系统

7.2.1 暗管排水系统一般由吸水管、集水管(或明沟)及附属建筑物组成。吸水管一般指埋设在田间的最末一级暗管,其作用是直接排除土壤中因降雨或灌溉入渗而产生的多余水量或由侧向地下径流和下部含水层补给的多余水量,以调控农作物根系活动层内的地下水位,防止农田受渍。集水管作用是及时汇集并排泄吸水管来水,相当于田间末级固定排水沟(农沟)。吸水管与排水明沟(末级固定排水沟)直通时称单级暗管排水工程,吸水管与集水管连接时称双级或多级暗管排水工程。用于排水控制和管路检修的附属建筑物主要有检查井和控制口门,有的暗管排水系统还设有节制井、通风井等。

暗管埋深可比明沟深度大,且密度不受限制,因此在降低地下水位方面可比明沟降得低,特别是不占地,不妨碍机耕机收,不存在明沟那样的边坡坍塌问题,是暗管排水系统的突出优点;但暗管只能排除地下水,不能直接排除地表涝水,同时工程投资大,维修管理比较麻烦,目前我国主要只在人多地少、生产发展水平较高的地区采用。

7.2.2 为有利于吸水管能充分吸聚地下水和集水管集、排通畅,根据排水工程实践经验,吸水管管线与地下水的流动方向的夹角不宜小于 40°,集水管与吸水管管线之间的夹角不应小于 30°。为减少暗管开沟铺设的工程量,要求在吸水管作用下的渗流方向

与修整后的地面坡向一致,集水管亦宜顺地面坡向布置。

为不影响灌溉渠道的控制运用,要求各级排水暗管的首端与灌溉渠道的距离不宜小于 **3.0m**。

检查井是为管路清淤、检修而设置的附属建筑物,一般为砖砌结构。修建在道路或渠、沟两侧的检查井,是为了便于检查和维修穿越道路或渠、沟段的管路而设置的。修建在集水管的纵坡变化处或集水管与吸水管连接处的检查井,在有的排水区被称为集水井或排水井,是为了便于检查和维修纵坡变化段或连接段管路而设置的。为了保持通畅排水,检查井的上一级管底应高于下一级管顶 **10cm**,同时井内应预留 **30~50cm** 的沉沙深度,以利沉沙。

为便于田间水管理,当稻田区一块田内只有一条吸水管时,宜逐条设置排水控制口门;当有两条或两条以上吸水管时,可按田块多条集中设置。

在透水性较差的粘性土地地区,为及时排除田间雨涝积水或犁底层的上层水,在埋设暗管的基础上,可在田间增设浅密明沟、鼠道,构成复合式排水网络,以加速排除涝渍水量,提高除涝治渍效果。但应注意,鼠道不能与吸水管直接连通,以防止鼠道排水时挟带泥沙流入吸水管,造成吸水管淤堵。

7.2.3 不少资料提出,吸水管的埋深应按农作物生育阶段适宜地下水位埋深与剩余水头之和确定,显然这是排渍的最高指标,但不一定是整个排水系统的最优经济指标。考虑到我国南方和北方目前地区性排水工程的实际条件,本规范规定吸水管的埋深应采用农作物在允许排水历时内要求达到的地下水位埋深与剩余水头之和。

确定吸水管间距的三种方法虽均可采用,但各有其实用意义。田间试验法最符合当地实际情况,因而试验成果最为合理;但需一定的试验费和试验时间,不可能对各类渍害田和盐碱化土地都同时开展试验。公式计算法(见附录 **K**)是在对自然条件进行概化后,利用渗流理论计算确定吸水管间距的方法,使用方便;但因有关参数不易测准,因而影响计算成果的准确性,特别是每一个计算

公式都有其特定的初始条件和边界条件,如果盲目选用,计算成果可能出现很大的差异。经验数值法是一种经验性的方法,本条文表 7.2.3 是我国排水工程实践经验的概括,可供无田间试验资料时选用;但表中没有明显反映出与排水设计标准的相关关系,同时给出的经验数值取值范围较大,缺少实践经验者也难于选用。

7.2.4 本条文表 7.2.4 所列的排水流量折减系数系根据美国垦务局《排水手册》中有关数据作适当合并、调整而成。我国目前暗管排水的最大控制面积还未超过 200hm^2 ,因此,本条文表 7.2.4 只列出排水控制面积 200hm^2 以下的排水流量折减系数。

7.2.5 本条文表 7.2.5-2 所列的与管内水充盈度 α 有关的系数 α 和 β 值,均由日本暗管排水规程中的有关公式计算求得, α 和 β 取值至小数点后第三位,已能满足工程上的精度要求。

7.2.7 为使排水暗管内不出现淤积的情况,要求管内最小流速不应小于 0.3m/s 。为防止由于吸水管两端埋深差异过大,造成田块内土壤水分不均匀而影响农作物的正常生长,本规范规定地形平坦地区,吸水管首末端高差不宜大于 0.4m 。

7.2.8 如果吸水管和集水管内径过小,由于泥沙沉淀、根系伸入等原因,管内极易淤堵,所需疏通费用很大,且将缩短管的使用年限,因此本规范规定吸水管实际选用的内径不得小于 50mm ,集水管实际选用的内径不得小于 80mm 。在集水管的汇流面积较大,长度较长的情况下,可分段采用不同的内径,以节省工程投资。

7.2.9 为防止由于管道淤积造成过水能力的降低,排水暗管实际采用的断面积应大于计算断面积。因吸水管直径比集水管直径小,在相同淤积量的情况下,吸水管过水能力所受的影响比集水管大,因此吸水管的加大倍数应比集水管大。按设计排水流量的 $60\%\sim 70\%$ 求得吸水管的加大倍数为 $1.43\sim 1.67$,取其平均值约为 1.5 倍;按设计排水流量为 $75\%\sim 80\%$ 求得集水管的加大倍数为 $1.25\sim 1.33$,取其平均值约为 1.3 倍。

7.2.10 在吸水管周围设置外包滤料,主要是为了防止土粒随水

流进入吸水管引起淤堵,并改善吸水管周围的水流条件,增大进水量,以保证良好的排水效果。吸水管周围设置的外包滤料有天然有机材料、无机材料和人工合成材料三类。天然有机材料如秫秸、芦苇、棕皮等,多用于土壤淤积倾向较轻的地区,其中有的滤料虽取材容易,施工方便,但较易腐烂;无机材料如沙砾、石屑、炉渣等,是较好的滤料,目前使用广泛;人工合成材料如透水泡沫塑料、土工织物、玻璃纤维等,也是较好的滤料,但玻璃纤维在铁、锰含量较高的土壤中不宜使用。

本条文表 7.2.10 所列土壤有效粒径与外包滤料粒径级配关系数据系美国垦务局按滤层选用准则通过试验确定的。

外包滤料的厚度目前多数是根据当地实践经验选取的,一般为 10~20cm。本规范规定的散铺外包滤料压实厚度,系根据国内外有关资料综合确定的。必须指出,由于暗管排水作用水头比闸坝作用水头小得多,因此其外包滤料厚度不要求按反滤层进行设计,只需采用一种混合滤料即可。

根据国外有关资料介绍,对于土壤淤积倾向的判断方法除本规范采用的粘粒含量与粉粒加细沙粒含量比值法外,尚有粒径均匀系数法和塑料指数法等。本规范采用的粘粒含量与粉粒加细沙粒含量的比值 R_g 判断指标,系由湖北省嘉鱼县暗管排水试验区开挖检查和取样分析总结得出的。

随着化纤材料的发展,使用薄层化纤织物作为排水暗管外包滤料日益增多,但因目前积累的经验还不多,因此选用化纤织物作为排水暗管外包滤料应通过试验确定。近年来,土工织物在暗管排水工程中日益得到广泛的应用。本条文公式(7.2.10)是初步选择土工织物的依据。作为排水暗管外包滤料的土工织物,按其使用功能应能满足稳定性和透水性两方面的要求。在稳定性方面,要求 $O_{90}/d_{85} < 2\sim 4$; 在透水性方面,要求 $O_{90}/d_{85} > 4$ 。由于暗管排水的作用水头一般都不大,因此选择土工织物作为排水暗管外包滤料时,可以不发生涌沙为条件,只需满足透水性要求标准的下限,而略超过满足稳定

性要求标准的上限即可,故定为 $O_{90}/d_{85}\approx 4$ 。

7.2.11 鼠道是在地面以下 **40~60cm** 处用绳索牵引或悬挂直托鼠道犁打出像鼠洞一样的水平排水通道,又称无材管道,其断面为圆形或椭圆形,孔径 **5~10cm**,目前在江苏、浙江、安徽、湖北、四川等省部分地区使用较广泛,具有用材少、投资省等优点,但易坍塌、使用年限短。根据有关资料介绍,鼠道排水最适用于粘粒含量大于 **45%**和沙粒含量小于 **20%**的粘性土地区,一般可使用 **3~5a**;而轻质土地区的鼠道极易坍塌,必须使用时应采取固壁措施。我国一些地区鼠道的使用年限与土质关系见表 12。

表 12 鼠道使用年限与土质的关系

地 区	土 质	粘粒含量 (%)	洞深 (cm)	洞体稳定性	使用年限 (a)
江苏常熟	重粘土(黄泥土)	62.9	55~70	稳固	≥ 5
	重壤土(乌栅土)	52.0	55~65	稳固	≈ 10
	重壤土(黄泥土)	49.3	55~70	欠稳固	1~3
	中壤土(小粉土)	31.6	60~80	不稳固	遇水即坍
浙江嘉兴	重粘土(青紫泥土)	51.1	40~70	稳固	≥ 12
安徽霍丘	重壤土(千层淤土)	76.0	50~105	较稳固	2~3
	重壤土(马肝土)	54.4	54~82	欠稳定	1~2
	轻壤土(沙土)	29.5	62~90	不稳固	遇水即坍
湖北武汉	中壤土(粉质粘土)	31.0	50~60	欠稳固	≈ 1
四川大邑	重粘土(黄泥土)	45.0	50~60	稳固	≥ 10
	轻壤土(沙壤土)	30.0	50~60	欠稳固	≈ 2

本规范表 7.2.12 所列鼠道深度和间距,是根据《农田排水技术规程(南方农田暗管排水部分)》表 3.2.5 作局部修改补充而成的。鼠道与暗管相互垂直布置,有利于排水;鼠道与暗管连接处应设滤层,可防止吸水管被淤堵,因此绝对不允许鼠道与暗管直接连通。

7.2.12 “地表以下有犁底层时,应将鼠道置于犁底层以下”,这是针对水稻田而言的。因为水稻田犁底层具有阻水作用,当鼠道位于犁底层以下,犁刀板将犁底层划穿,有助于排除犁底层以上土层内滞水。

8 田间工程

8.1 典型设计

8.1.1 田间工程的典型设计是灌排工程设计的组成部分,对充分发挥灌排效益至关重要。典型设计应根据灌排分区进行,且应有一定的面积,才能充分揭示田间工程配套中可能遇到的问题并加以解决,以使灌排工程设计更能反映实际情况。

8.2 灌水沟畦与格田

8.2.1 灌水沟畦的理论计算,可根据灌溉水流运动的流体力学模型或零惯性量模型,以及水向土中入渗模型,算出不同畦长、单宽流量和改水成数条件下的进、退水曲线及入渗水量沿畦长的分布曲线,据此计算出不同条件下的灌水质量指标田间水利用系数 η_t 、灌水供需比 E_s 和灌水均匀系数 C_u ,用正交分析法综合分析所得指标,即可求得兼顾各个指标最优值的最佳灌水技术参数组合,作为畦田设计的依据。具体计算方法可参考刘钰和惠士博在《水利学报》1986年第1期发表的《畦田最优灌水技术参数组合的确定》一文。

8.2.2、8.2.3 本规范表 8.2.2 和表 8.2.3 是根据国内灌溉实践并参考国外资料汇总分析而得。

8.2.4 长畦分段灌溉法可以实现 30m^3 /亩左右的低定额灌溉, η_t 、 E_s 、 C_u 均大于 $80\%\sim 85\%$,且灌溉效率可提高一倍左右,投资小,技术操作简单,目前在陕西省关中地区西部和山东、山西等省得到普遍应用。间歇灌溉法是 1978 年由美国犹他州州立大学首先提出适合于旱作灌溉的一种灌水新技术,我国已引进这一技术,在陕西省宝鸡峡灌区、河南省商丘地区和人民胜利渠灌区试验表明,节

水效果在 30% 左右,灌溉效率提高 20%~45%, C_u 提高 10%~15%,很有推广价值。水平畦灌是美国、澳大利亚、新西兰等国最近研究推广的一种地面灌水方法,它的特点是畦田面积大(可达 50 亩),入畦流量大,水流推进速度快,深层渗水少,灌水均匀度高,水的利用系数可达 85% 以上,我国甘肃省西部、内蒙河套灌区多采用这一方法,但畦田面积较小。

采用以上三种灌水方法时,其畦田或灌水沟的规格可参考以下资料确定。

1. 王智,长畦分段灌溉法灌水技术的研究,《灌溉排水》,1986 年第 5 卷第 4 期;

2. 王文焰等著,波涌灌溉试验研究与应用,西北工业大学出版社,1994 年;

3. Clemmens, A. J., T. Strelkoff, and A. R. Dedrick, Development of solutions for level-basin design, J. Irrig. Drain. Div., ASCE 107 (IR3), 1981.

4. Clemmens, A. J., A. R. Dedrick, Limits for practical level-basin design, J. Irrig. Drain. Div., ASCE 108 (IR2), 1982.

8.2.5 η_f 、 E_s 和 C_u 三项指标综合评价地面灌水质量的方法,国内、外均有采用。其含意是当灌水量不足时,虽 η_f 可达到 1,但 E_s 较低,不能满足作物生长所需要的水分,达不到高产的目的;灌水量虽然适当,如 C_u 不高,则可能导致某些地区出现深层渗漏,某些地区又有灌水量不足的现象,作物长势不均匀,产量也不会高;如果超量灌水, E_s 、 C_u 都可能达到 1,但 η_f 却较低,达不到节水的目的,还可能引起生态方面的负效应。所以必须同时用三项指标才能综合反映出灌水质量的优劣。从我国北方地面灌水技术现状分析,三项指标达到 0.85 以上,经过努力是可以做到的。

本条文公式(8.2.5-1~8.2.5-3)中的 W_s 、 W_n 及 \overline{AZ} 可按下列公式计算:

$$W_s = A\gamma H(\omega - \omega_0) \quad (2)$$

$$W_n = A\gamma H(\omega_{\max} - \omega_0) \quad (3)$$

$$\overline{\Delta Z} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |Z_i - \bar{Z}| \quad (4)$$

式中 W_s ——灌后储存在土壤计划湿润层中的水量(m^3);
 W_n ——灌前土壤计划湿润层所需要的水量(m^3);
 A ——试区面积(m^2);
 γ ——土壤容重(t/m^3);
 H ——计划湿润层深度(m);
 ω ——试区灌水后平均土壤含水率(占干土重%);
 ω_0 ——试区灌水前平均土壤含水率(占干土重%);
 ω_{\max} ——试区 H 深度内土壤田间持水率(占干土重%);
 Z_i ——灌后第 i 点土壤中的实际储水深度(mm);
 \bar{Z} ——灌后试区各点土壤中的平均储水深度(mm);
 n ——试区内土壤储水深度测点总数目。

8.3 田间渠道与排水沟

8.3.2 田间末级固定渠道的布置有两种基本形式:一种是平行相邻布置,即灌溉渠道与排水沟相邻平行布置,这种布置形式适用于地形有单一坡向、灌排方向一致的地区;另一种是平行相间布置,即渠道向两侧灌水,排水沟承泄两侧排水,这种布置形式适用于地形平坦或有一定波浪状但起伏不大的地区,渠道布置在高处,排水沟布置在低处。这两种布置形式都有利于控制地下水位,不仅对北方干旱、半干旱地区十分必要,对南方地区也很有必要。因为稻田地下水位过高,土温降低,土壤冷浸,通气和养分状况变坏,对水稻生长也十分不利。同时,灌溉渠道与排水沟分开布置,按各自需要分别进行控制,两者没有矛盾,有利于及时灌排。

8.3.4 水稻区的格田尺寸和布置,应能适应机耕,便利灌排,方便生产,有利于作物生长。根据我国南方各省经验,丘陵地区格田面积一般为 1~3 亩,宽 20~30m,长 60~80m;平原地区格田面积一

一般为 3~5 亩,宽 25~30m,长约 100m 左右。上、下格田的高差不宜过大,否则,不利于农机下田操作。为适应地形条件,格田长边往往沿等高线布置,以利于灌排;同时,每块格田设单独的进排水口,以防串灌串排。

8.4 田间道路与林带

8.4.1 田间道路是农田基本建设的重要组成部分,它关系到农业生产、交通运输、农民生活和实现农业机械化等各方面的需要。路、渠、沟的结合形式,应有利于灌排、机耕、运输和田间管理,且不影响田间作物光照条件,并能节约土地,减少平整土地和修建田间灌排建筑物的工程量。常见的结合形式有“沟—渠—路”、“路—沟—渠”和“沟—路—渠”三种。“沟—渠—路”是将道路布置在田块上端,位于灌溉渠道的一侧,这对农机下田耕作有利,且有扩宽余地,可兼作管理道路,但道路跨过下级渠道需修建桥梁,路面起伏较大。“路—沟—渠”是道路布置在田块下端,位于排水沟一侧,路面较平坦,便于农机下田和运输,但与下级排水沟相交需修建桥梁等交叉建筑物,如孔径不足,影响排水,且雨季田块和道路易积水或受淹。“沟—路—渠”是将道路布置在灌水田块下端,介于渠道和排水沟之间,便于渠沟维修管理,但农机下田必须跨越渠沟,需修建较多的桥梁,且今后扩宽道路也有困难。以上三种结合形式,究竟采用哪一种为好,应根据各地区具体情况进行分析确定。

8.4.3 根据灌区调查资料,多数灌区通常在斗渠、农渠及田间生产道路两侧或一侧植树 1~2 行。在田间生产道路两侧植树时,应对每个田块留 8~10m 缺口,以便农机下田。若在道路一侧植树,当林带为南北向时,应在西侧植树;当林带为东西向时,应在南侧植树,这样可减少作物生长的影响。

9 灌排建筑物

灌排建筑物种类很多,设计内容十分广泛。本规范仅对灌排系统主要建筑物布置、结构类型及水力计算等设计内容作一些原则性的规定。具体设计这些建筑物,应符合国家现行标准《水闸设计规范》SD 133、《水工隧洞设计规范》SD 134 等标准的规定。

9.1 一般规定

9.1.4 4、5级灌排建筑物采用符合标准化、系列化要求的装配式结构,可以在确保质量的前提下,加快施工进度,降低工程造价。

9.1.6 作用于各种灌排建筑物的荷载及荷载组合是不完全相同的,设计时应根据各种灌排建筑物的结构受力特点、运行条件和施工阶段的实际情况等区别对待。

9.2 水 闸

9.2.2 节制闸闸孔数较少,一般少于10孔。孔数较少的节制闸宜选用奇数孔,主要是为了保证节制闸开闸运行时闸下有较好的流态。

9.2.4 跌塘侧向下游渠道的连接段护砌长度不应少于下游水深的3倍,是根据国内一些工程实践经验提出的,目的是为了保证下游渠道的安全,免遭冲刷破坏。

9.3 渡 槽

9.3.1 渡槽和倒虹吸都是灌区广泛采用的跨越建筑物,两者结构型式虽然不同,但其功能是相近的,在不同条件下各有利弊,因此应按选用渡槽和倒虹吸进行技术经济比较。当选用倒虹吸不适宜时,可选用渡槽。

9.3.3 渡槽进、出口渐变段长度分别取渠道与渡槽水面宽度差值的 1.5~2 倍和 2.5~3 倍,主要是为了满足进、出口水面衔接和水流流态的需要。

9.3.5 梁式渡槽槽内水深与水面宽度的比值:矩形断面可取用 0.6~0.8,U 形断面可取用 0.7~0.9,这是在总结以往渡槽设计经验的基础上提出的。由于梁式渡槽槽身兼作主梁,从改善槽身纵向受力条件考虑,采用上述断面是适宜的。而拱式渡槽为了满足其侧向稳定的要求,槽身宽度不宜过小,因此槽内水深与水面宽度的比值可按梁式渡槽适当减小些,即可采用较宽浅的槽身断面。

9.3.7 矩形断面渡槽槽身顶部超高可取槽内水深的 1/12 加 5cm, U 形断面可取槽身直径的 1/10,这是根据以往渡槽设计的经验提出的。按此规定取用的顶部超高值,一般可满足渡槽安全运行的需要。

9.3.8 对渡槽而言,采用什么样的止水型式十分重要。根据渡槽工程的实践经验,以选用埋入式、压板式或套环式的止水效果最好。止水片(带)可选用铜片、橡胶带或聚氯乙烯塑料带等。

9.3.9 拱式支承结构的主拱圈跨度宜选用 30~40m。当工程有特殊要求或地形、地质条件不适宜时,可根据实际情况选定。拱的矢跨比是设计拱式结构时选用的一个重要指标。在同样荷载作用下,矢跨比愈大,拱形愈陡,拱圈厚度愈大,但拱脚水平推力愈小,对拱脚基础要求愈低;反之,矢跨比愈小,拱形愈坦,拱圈厚度愈小,但拱脚水平推力愈大,对拱脚基础要求愈高。选用多大的矢跨比为好,应通过技术经济比较确定。在一般情况下,主拱圈矢跨比宜选用 1/3~1/8,而宽跨比不宜小于 1/20,主要是为了满足槽身侧向稳定的需要。

9.4 倒虹吸

9.4.4 1~3 级倒虹吸进口设封闭式渐变段,目的是减少倒虹吸进口段的水头损失,提高其过水能力。这是根据我国各地的工程实

践经验,并参考国外有关规范的规定而提出的工程改善措施。至于4、5级倒虹吸,因工程规模不大,故可降低要求,一般可不设封闭式渐变段。1~3级倒虹吸出口设闸门控制,目的是便于调节进口水位,使之在不同流量下均能保持进口始终处于淹没状态。

9.4.5 1~3级倒虹吸进口应尽量采用和溢流、泄水设施联合布置,以保证倒虹吸运行安全,同时也便于统一管理。

9.4.9 本条规定了倒虹吸断面平均流速的控制范围,当上、下游允许水头损失大、水流含沙量高、颗粒粗时,宜取较高值;反之,宜取较低值。

9.4.12 混凝土和砌石刚性管座的包角要求取 $90^{\circ}\sim 135^{\circ}$,主要是为了满足管座应力扩散的需要。包角小于 90° 时,应力扩散不充分;包角大于 135° 时,既不经济,也无必要这么做。

9.4.13 倒虹吸进口设拦污、拦沙设施,目的是防止进口被堵塞;闸门后设通气孔(管),目的是防止汽蚀破坏。当倒虹吸纵向有起伏时,在折点处设通气阀,以便在产生负压时向管内补气,避免汽蚀和气爆。

9.5 涵 洞

9.5.8 为防止洞顶填土面以上作用荷载对涵洞结构造成不利的影 响,洞顶填土厚度不应过薄。本条规定的填土厚度是一般情况下的最小值。从涵洞结构受力的情况来看,填土厚度应尽可能取大一些,但填土厚度定得过大,要求洞身埋入地下(或渠底以下)过深,显然是不经济的。

9.5.11 为防止外水倒灌,排水涵洞应在出口侧设置闸门。闸门顶部高程应根据涵洞级别和相应的防洪标准确定。

9.6 隧 洞

9.6.1 由于隧洞工程施工比一般明渠艰巨,单位长度造价高,当傍山(塬边)渠道长度不超过渠道直穿山岭(塬)的长度5倍时,选

用隧洞输水可能是不经济的。

9.6.2 隧洞选线与地形、地质条件有密切关系,特别是地质条件,有时甚至是决定隧洞能否打成的关键,因此隧洞选线对沿线地质有严格的要求。

9.6.4 由于灌溉隧洞进口水深和过洞落差一般都不大,故多数采用低流速无压隧洞的布置型式。所谓低流速,一般是指小于1.5m/s的流速。为保证洞身输水安全,无压隧洞洞内应避免产生水跃。

9.6.10 在保证灌溉隧洞输水安全的前提下,应尽可能减少衬砌工程量,降低工程造价。在地质条件允许的情况下,应尽可能减少衬砌、不衬砌或采用锚喷衬护的型式;但不衬砌或锚喷衬护的隧洞,均应采用光面爆破的施工方法,以减少石方开挖,保持围岩的完整性和稳定性;需要衬砌的隧洞,也应尽量采用光面爆破的施工方法,以减少衬砌的工程量。

9.7 跌水与陡坡

9.7.3 本条对跌口与上游渠道之间的连接段长度以及底部边线与渠道中心的夹角所作的规定,目的是防止因设置跌水对上游渠道造成过大的水面降落,影响上游渠道水流的水深和流速。

9.7.7 为满足变底宽式或菱形陡槽内水流条件的要求,防止出现水流脱壁现象,本条对其底部扩散角或收缩角作了规定。

9.7.9 梯形断面陡槽边坡应陡于1:1,主要是从节约工程量角度作出的规定,但应保证陡槽边坡的稳定性。

9.7.11 高速水流条件下掺气对水深的影响是一个很复杂的问题,难以进行精确的计算,一般可通过减蚀模型试验确定。本条公式(9.7.11)是一个经验公式,仅供初步估算掺气水深之用。

9.8 量水设施

9.8.1~9.8.3 灌区量水是实行计划用水、节约用水的一项必要措

施,具体地说,它的作用主要有三个方面:一是较准确地控制各级渠道的放水流量,避免配水不足或过多现象;二是利用量水记录,分析计算各级渠道的输水能力和输水损失,统计计算各个乡、村用水量和各种作物的灌溉定额,为计划用水提供必要的数据,同时也为新建、扩建或改建灌区提供基本资料;三是为按水量征收水费提供较可靠的依据。灌区量水方法主要有以下三类:一是用流速仪或浮标测定渠道流速并计算确定流量,流速仪测流精度较高(可达95%以上),但需一定的仪器设备和操作技术;浮标测流误差较大(精度约85%左右),但不需专门仪器,方法简便,二是利用渠道水位—流量关系曲线确定流量,方法简便,但实测水位渠段需顺直、稳定,断面规划,不受下游节制、壅水建筑物回水的影响,通常可利用直线渠段上的建筑物进行水位观测。三是用特设量水设备量水,如各种水堰、量水槽和量水喷嘴等,量水堰量水精度很高,(可达97%~98%),设备简单,观测方便,但缺点是会导致渠道较大的壅水和堰前的泥沙淤积;量水槽量水精度也很高,观测也简便,同时槽前壅水较低,泥沙淤积少;量水喷嘴除具有量水槽相同优点外,水头损失小是其突出的优点。目前灌区采用最多的是量水堰,因可就地施工,也可预制成装配式构件,安装方便。为适应灌区量水现代化管理的需要,在有条件的地方,提倡采用技术先进、量测精度高、设备稳定可靠的新型量水设施。

10 喷灌和微灌系统

10.1 一般规定

10.1.2 喷灌系统适用于作物集中连片的种植条件。为最大限度地发挥其综合效益,应尽量与农业适度规模经营相结合。

10.2 喷灌系统

10.2.2 配水点既是用户的水源点,又是输配水管网的出水点和两个层次管网的交接点,它的设置应有利于用户管网的布置,且应使输配水管网系统最经济。

配水点一般采用给水栓进行配水。一个给水栓可有1~4个取水口,每个取水口上有计量调压装置。取水口可通过安装在它上面的标准出流套管,使其供水流量标准化、系列化。供水流量的等级,由用户管网控制面积确定。给水栓尚应有防冻等功能,保证在任何气候条件下正常供水。

在地形高差较大、基本上无法实现机耕的条件下,喷灌支管可垂直等高线布置。这时支管上各喷头处由于地形高差造成压力不等,多余压力可通过在喷头座处加设消能装置(如孔板)予以消除。

10.2.3 输配水系统投资较大,其投资额与通过流量(管径)和管道总长度有关。在流量已定情况下,管道总长度对投资的影响很大,采用图论方法,调整管道布置,使输配水管道总长度最短。

管网设计流量系各节点设计流量之和,设计时,首先假定管网设计流量保证率 P ,从标准正态分布函数表本条文表(10.2.3)中查得自变量 U 值,再用随机流量公式本条文公式(10.2.3-1)求出该节点的设计流量。式中取水口等级是以流量划分的。

10.3 微灌系统

10.3.1 微灌主要包括微喷灌和滴灌,是本世纪 60 年代开始发展起来的一种新的灌溉方法。由于微灌可以对作物根部实行局部灌溉或创造作物生长所需要的空气湿度环境,具有比喷灌更高的灌溉水利用率,在美国、以色列等国家的干旱缺水地区有较快发展。但因必须把密集的微灌管道固定铺设在地下或地面,且灌溉水必须充分过滤清除杂质,虽广泛使用了塑料制品,又因设备寿命一般只有几年或十几年,灌溉年费用较高,故目前主要用于灌溉经济作物。我国从 70 年代开始引进滴灌技术,并在干旱缺水的河南省偃师县邙岭试用半固定管道式滴灌灌溉了 1000 亩地,取得了一定的成效,但因地面移管技术和滴头堵塞问题未能完全解决,尚未能在大面积上推广应用。

10.3.2 在水资源严重缺乏且干旱少雨的陇东等地区,近年来发展了一种集雨滴灌系统,即在黄土丘陵修建水窖集蓄雨水,利用滴灌系统抗旱。这种用滴灌技术开发利用细小水源,分散灌溉小面积农田的做法,即使一户农民只有几亩农田也可采用,因此是一种值得推广应用的新技术。

11 环境监测与保护

11.1 环境监测

灌区工程是一个复杂的系统工程。由于地理位置、水文气象、土壤作物等条件的不同,各灌区工程对环境的影响不尽相同。对环境影响较大的灌区工程,需编制环境监测报告;对环境影响较小的灌区工程,可不编制环境监测报告,或只针对个别较突出的影响项目,编制环境监测报告。本节规定了环境监测网布置、设置监测项目的要求。环境监测是灌区工程中一项十分重要的工作,通过环境监测,可及时了解 and 预测因兴建灌区工程所引起的环境动态变化,以便及早采取措施,防范不利的环境问题。

11.2 灌溉水源保护

11.2.1 灌区用水,可使江河流流量、水位、含沙量、输沙能力等发生很大的变化。用水过量,会使下游流量明显减少,水位明显降落等,从而影响下游生态环境和社会经济发展。一般来说,干旱地区这种变化的影响更为明显,严重的甚至可使下游河道干涸,无水灌溉;而在水资源丰富地区,下游流量和水位的变化,会导致河床冲淤变化,影响工农业、渔业和航运用水。因此,本条规定灌区用水应保持江、河的合理流量和湖、库的适宜水位,防止因上游过量用水而对下游地区造成不利影响。

水体的自然净化能力是指水体受到污染后,因本身具有的理化、化和生物作用,可使水体在一定条件下和在一定时间内,逐渐恢复到原有状态的能力,是大自然维持自身生态平衡的一个重要方面。水体的自然净化能力包括稀释扩散、沉淀堆积、氧化还原,以及水中微生物对有机物的分解等。

11.2.2 兴建灌区工程,可以促进整个灌区农业发展和经济繁荣。但有时对原有水域的水质会带来不利的影响。例如引用了超标污水,致使灌区原有水域的水质污染,并污染地下水水质;开垦荒地,扩大农田灌溉面积,增加化肥、农药的施用量,使残留物质进入灌区原有水域;发展工业和乡镇企业,排放超标污水会影响灌区原有水域的水质等。因此,应根据灌溉、土壤改良和其它各用水部门对水质的要求,采取工程和非工程保护措施,以改善整个灌区的水环境。

11.2.3 库、塘、渠、沟等水域岸边,保持天然植被,种植有经济价值的乔木、灌木,搞好绿化,是一种既对水源有良好保护效果,又能增加经济收入的行之有效的办法,应该大力提倡。

11.2.4 生活饮用水对水质要求很高,一旦被污染对人群健康十分有害。因此,生活饮用水与灌溉用水同用一个水源时,水源区不得有污染源存在。

11.2.5 灌区取水口附近不应有污染源存在。当不可避免时,灌区取水工程应建在污染源上游,以防污水直接进入取水口;同时应控制取水量。否则,会使污水倒灌进入取水口。取水量的大小应根据具体情况分析论证确定,

11.2.8 自 60~70 年代以来,随着凿井机具和动力提水设备的迅速发展,我国井灌区利用地下水灌溉也得到迅速发展。截至 1995 年底,我国井灌区灌溉面积已占全国农田灌溉面积 1/4 左右。但是,在一些地区,由于长期过量开采地下水,使得地下水位大幅度下降,单位出水量大大减少,有些地区还出现大范围的地下水下降漏斗区。例如,以河北省沧州为中心的深层地下水下降漏斗区,仅—40m 等水位线所包含的面积就达 1700km²,1990 年漏斗中心的地下水埋深高达 82.08m,而且还在继续增大。由于地下水的过量开采,还使土体承载力降低,出现地面沉降;一些沿海地区,因过量开采地下水,导致海水入浸,增大了地下水的含盐度,造成土壤次生盐碱化。因此,应遵循采补平衡的原则,控制地下水的开采,必要

时进行回补,以维持地下水的动态平衡。已达到采补平衡的地区,没有水量增补,不得增加地下水的开采量。

11.2.10 本条列举了几种通过渗水途径对地下水进行回补的工程措施。回补时宜控制地下水埋深不小于 2m,是因为地下水埋深过小对农作物的正常生长有害。

11.3 工程环境保护

11.3.1 兴建灌区工程可能带来诸多的负效应,例如产生滑坡、地面沉降、地下水位上升、土壤次生盐碱化等,因此必须采取积极的防护措施,以防止产生这些负效应。

12 附属工程设施

12.0.1 重建设轻管理造成了工程不配套,管理不健全,达不到设计的灌溉排水面积,工程失修老化,效益衰减的局面。形成这种后果的原因之一,是设计阶段没有考虑附属工程设施或考虑不周。因此,必须吸取历史教训,从科学管理、优化调度、充分发挥效益出发,本规范对附属工程设施的设置,并与主体工程同步设计作出规定,以便工程建成后实现正常调度运行,为发展高产、优质、高效农业服务。

12.0.2 本条规定是总结我国多年来许多灌区管理单位的实际情况提出来的,中心思想是既要确保工程安全运行,也要方便职工生活。过去有些灌区运行调度指挥中心距离城镇很远,交通既不方便,通信手段又落后,这对灌区工程的安全管理是十分不利的。因此,灌区运行调度指挥中心应该选择在本灌区管辖范围内位置适中、靠近城镇、通信迅速、交通便利的地方。万亩以上灌区的管理单位,有条件时也可在附近城镇修建家属宿舍,但现场值班人员必须坚守岗位。

12.0.4 通信设施可分为两类,一类为有线通信,一类为无线通信。有线通信又可分为实线通信、载波通信和光纤通信;无线通信又可分为短波通信、微波中继通信、卫星通信等。

我国灌区通信技术,自 80 年代以来有了较快的发展,不少万亩以上灌区在用水调度、供水预报、水量量测方面已采用有线载波通信,有些 30 万亩以上灌区建立了无线短波通信调度系统,少数先进灌区已开始采用微波中继通信、光纤通信以及利用计算机网络通信。随着科学技术的发展及灌区现代化管理的需要,改善通信方式,提高通信系统的有效性、可靠性、适应性和快速性,将日益成为灌区现代化建设的一个十分重要的环节。