

中华人民共和国水利行业标准

SL 334—2016

替代 SL 334—2005

SL 343—2006

SL 519—2013

SL 540—2011

SL 674—2013

牧区草地灌溉与排水技术规范

Technical specifications for irrigation and drainage
of grassland in pasture area

2016-08-15 发布

2016-11-15 实施



中华人民共和国水利部 发布

中华人民共和国水利部

关于批准发布水利行业标准的公告
(牧区草地灌溉与排水技术规范)

2016 年第 29 号

中华人民共和国水利部批准《牧区草地灌溉与排水技术规范》
(SL 334—2016)为水利行业标准，现予以公布。

序号	标准名称	标准编号	替代标准号	发布日期	实施日期
1	牧区草地灌溉 与排水技术规范	SL 334—2016	SL 334—2005 SL 343—2006 SL 519—2013 SL 540—2011 SL 674—2013	2016. 8. 15	2016. 11. 15

水利部

2016 年 8 月 15 日

前 言

根据水利技术标准制修订计划安排,按照 SL 1—2014《水利技术标准编写规定》的要求,对 SL 334—2005《牧区草地灌溉与排水技术规范》进行修订。将 SL 343—2006《风力提水工程技术规程》、SL 519—2013《牧区草地灌溉工程项目初步设计编制规程》、SL 540—2011《光伏提水工程技术规范》、SL 674—2013《节水灌溉太阳能无线智能控制系统技术规范》的工程设计、施工验收等内容整合到 SL 334 中。

本标准共 7 章和 2 个附录,主要技术内容有:

- 标准编制目的、适用范围、常用术语的规定;
- 牧区草地灌溉与排水工程规划、设计方法、技术参数的规定;
- 牧区草地灌溉工程施工方法、设备安装、验收要求、工程运行管理与灌溉用水管理的规定;
- 牧区草地灌溉与排水工程效益分析的规定。

本次修订的主要内容有:

- 将原标准框架、结构进行了调整;
- 将牧区草地灌溉工程设计与排水工程设计内容进行合并;对水源工程设计、输配水工程设计、田间灌溉工程设计、排水工程设计、配套及附属工程设计等内容进行完善;增加风力提水工程设计、光伏提水工程设计、灌溉自动化控制设计等内容;
- 删除投资概(估)算内容;增加效益分析章节,补充完善生态效益、社会效益分析内容;
- 删除原附录;新增风力提水工程主要参数确定、光伏提水工程主要参数确定的附录。

本标准为全文推荐。

本标准所替代标准的历次版本为：

——SL 334—2005

——SL 343—2006

——SL 519—2013

——SL 540—2011

——SL 674—2013

本标准批准部门：中华人民共和国水利部

本标准主持机构：水利部农村水利司

本标准解释单位：水利部农村水利司

本标准主编单位：水利部牧区水利科学研究所

本标准参编单位：中国灌溉排水发展中心

珠江水利委员会珠江水利科学研究院

本标准出版、发行单位：中国水利水电出版社

本标准主要起草人：郭克贞 姚 彬 徐 冰 杜秀文

李和平 龙海游 吴永忠 赵淑银

苏佩凤 王 琳 田德龙 李 亮

本标准审查会议技术负责人：高占义

本标准体例格式审查人：胡 孟

本标准在执行过程中，请各单位注意总结经验，积累资料，随时将有关意见和建议反馈给水利部国际合作与科技司（通信地址：北京市西城区白广路二条2号；邮政编码：100053；电话：010-63204533；电子邮箱：bzh@mwr.gov.cn），以供今后修订时参考。

目 次

1	总则	1
2	术语	3
3	工程规划	5
3.1	一般规定	5
3.2	基本资料	5
3.3	水资源分析与评价	6
3.4	水草畜平衡与发展规模	7
3.5	总体布局	10
3.6	典型设计	11
3.7	规划成果	11
4	工程设计	13
4.1	一般规定	13
4.2	基本资料	13
4.3	设计标准与工程等级	14
4.4	灌溉制度设计	14
4.5	供用水量平衡分析	15
4.6	工程总体布置	15
4.7	水源工程设计	16
4.8	输配水工程设计	16
4.9	田间灌溉工程设计	16
4.10	排水工程设计	18
4.11	风力提水工程设计	18
4.12	光伏提水工程设计	20
4.13	灌溉自动化控制设计	21
4.14	配套及附属工程设计	21
4.15	水环境与草原生态环境监测	22

4.16	设计成果	22
5	工程施工与验收	24
5.1	一般规定	24
5.2	水源工程施工	24
5.3	渠道与管道工程施工	24
5.4	建筑物及其他工程施工	24
5.5	设备安装	24
5.6	工程验收	25
6	工程管理	26
6.1	一般规定	26
6.2	工程运行管理	26
6.3	灌溉用水管理	26
7	效益分析	28
7.1	一般规定	28
7.2	经济效益分析	28
7.3	生态效益分析	29
7.4	社会效益分析	29
附录 A	风力提水工程主要参数确定	31
A.1	风资源计算	31
A.2	需水量与提水量计算	32
附录 B	光伏提水工程主要参数确定	34
B.1	光伏泵站参数确定	34
B.2	光伏阵列容量的确定	35
标准用词说明		37
标准历次版本编写者信息		38
条文说明		41

1 总 则

1.0.1 为规范牧区草地灌溉与排水工程技术要求，提高工程建设质量和管理水平，充分发挥工程效益，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于牧区与半农半牧区草地灌溉与排水工程建设规划、设计、施工、验收、工程管理、效益分析。

1.0.3 牧区草地灌溉与排水工程建设应坚持以水定草、以草定畜、节水优先、科学发展的原则，充分发挥工程经济效益，兼顾生态效益和社会效益。

1.0.4 牧区草地灌溉与排水工程建设应执行最严格水资源管理制度，因地制宜采用节水、节能、省工的高效用水技术。条件适宜地区应采用风能、太阳能等清洁能源。

1.0.5 本标准主要引用下列标准：

GB 3838 地表水环境质量标准

GB 5084 农田灌溉水质标准

GB/T 14848 地下水环境质量标准

GB/T 20203 管道输水灌溉工程技术规范

GB/T 30600 高标准农田建设通则

GB/T 50085 喷灌工程技术规范

GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范

GB 50231 机械设备安装工程施工及验收通用规范

GB 50254 电气装置安装工程施工及验收规范

GB 50265 泵站设计规范

GB 50288 灌溉与排水工程设计规范

GB/T 50363 节水灌溉工程技术规范

GB/T 50485 微灌工程技术规范

GB/T 50600 渠道防渗工程技术规范

GB/T 50625 机井技术规范

GB/T 50662 水工建筑物抗冰冻设计规范

SL 4 农田排水工程技术规范

SL 72 水利建设项目经济评价规范

SL 223 水利水电建设工程验收规程

SL 236 喷灌与微灌工程技术管理规程

SL/T 238 水资源评价导则

SL/T 246 灌溉与排水工程技术管理规程

SL 398 水利水电工程施工通用安全技术规程

SL 399 水利水电工程土建施工安全技术规程

SL 400 水利水电工程金属结构与机电设备安装安全技术规程

SL 703 灌溉与排水工程施工质量评定规程

HJ/T 91 地表水和污水监测技术规范

HJ/T 164 地下水环境监测技术规范

NY/T 1233 草原资源与生态监测技术规程

NY/T 1237 草原围栏建设技术规程

DL/T 499 农村低压电力技术规程

1.0.6 牧区草地灌溉与排水工程技术要求、工程建设质量和管理水平除应符合本标准规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 灌溉草地 grassland with irrigation facilities

配备灌溉设施的人工草地和天然草地的总称。

2.0.2 灌溉人工草地 artificial grassland with irrigation facilities

配备灌溉设施的人工草地。

2.0.3 灌溉天然草地 natural grassland with irrigation facilities

配备灌溉设施的自然草地。

2.0.4 人工牧草 forage crop

由人工种植可供牲畜食用的一年生或多年生饲草。

2.0.5 草地引洪淤灌 flooding irrigation for grassland

洪水季节将富含有机质的洪水资源引入天然草地，在补充土壤水分不足的同时，实现落淤肥地或改良盐碱草地的灌溉方式。

2.0.6 风力提水灌溉 wind-millpumping irrigation

利用风力机将风的动能转化为机械能来直接驱动水泵或通过驱动发电机用电力驱动水泵进行提水作业的灌溉方式。

2.0.7 光伏提水灌溉 photovoltaic pumping irrigation

利用光伏系统将太阳能转化为机械能来直接驱动水泵或通过驱动发电机用电力驱动水泵进行提水作业的灌溉方式。

2.0.8 草地排水 grassland drainage

将草地中过多的地面水、土壤水、地下水排除，防止渍害和盐碱化的工程技术措施。

2.0.9 水草畜平衡 balance among water, pasture and livestock

保持草原生态系统良性循环，在区域水资源承载力范围内，一定时间和空间内通过灌溉草地和其他途径提供的饲草饲料量与饲养牲畜所需的饲草饲料量保持动态平衡。

2.0.10 风能密度 wind energy density

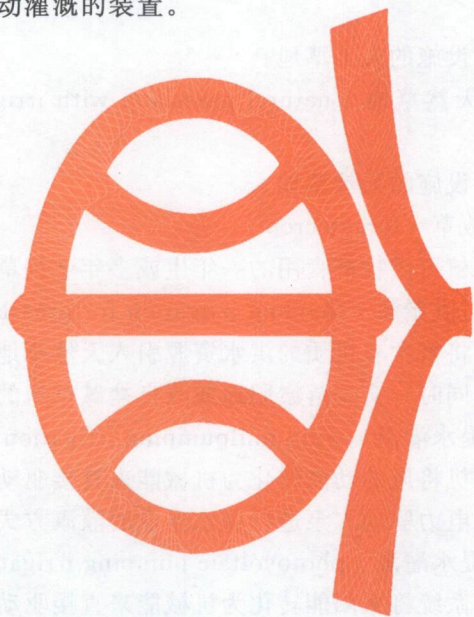
气流在单位时间内垂直通过单位面积的风能。

2.0.11 光伏方阵 solar-powered supply unit

由若干个太阳能组件或太阳能电池板连同支撑结构组合在一起的部件。

2.0.12 灌溉控制器 irrigation controller

持续接收灌溉监控中心站的控制指令，发送到灌溉监控现地站，进行自动灌溉的装置。



3 工程规划

3.1 一般规定

3.1.1 牧区草地灌溉与排水工程规划应按照经济社会发展需求、牧区畜牧业生产和草原生态保护要求，在用水总量控制指标约束下，根据可供水量确定目标任务。

3.1.2 牧区草地灌溉与排水工程规划应与国民经济发展规划、行业及地区相关规划相衔接。

3.1.3 应根据牧区草地类型、水草资源条件及利用现状、畜牧业生产情况、建设目标与任务，进行水资源评价和水草畜平衡分析，确定规划范围、建设规模、总体布局、工程类型、工程投资等。

3.2 基本资料

3.2.1 应调查收集规划区气象、地形、地貌、地质、土壤、水文、水资源、天然草地、灌溉草地、畜牧业、水利工程、灾害、社会经济等资料，应包括以下内容：

- 1 气象资料，包括降水、蒸发、气温、日照时数、风速等。
- 2 地形、地貌、地质资料，包括区域地形、地貌、工程地质和水文地质等。
- 3 土壤资料，包括土壤类型、质地、分布、水土流失情况等。
- 4 水文资料，包括河流水系、湖泊、径流、水位、泥沙、水质等。
- 5 水资源资料，包括水资源总量及可利用量、地表水资源量及可利用量、地下水资源量及可开采量等。
- 6 天然草地资料，包括天然草地面积、类型、草地沙化退化程度、植被盖度、产草量、适宜载畜量等。

7 灌溉草地资料,包括灌溉天然草地面积、灌溉制度、产量等,灌溉人工草地面积、种植结构、灌溉制度、产量等。

8 畜牧业资料,包括牧业年度大、小牲畜头(只)数,年末牲畜存栏数、出栏率,畜产品市场价格等。

9 水利工程资料,包括现状工程数量、类型、完好程度、工程运行情况、工程供水能力、用水效率等。

10 灾害资料,包括灾害发生频率及危害程度等。

11 社会经济资料,包括人口、行政区划、民族、劳动力、牧民人均收入,交通、电力及国民经济和社会发展规划指标等。

3.2.2 应对收集的资料进行系统整理,其中作为规划依据的基础资料应进行合理性和可靠性分析。

3.3 水资源分析与评价

3.3.1 水资源分析与评价应遵循地表水与地下水、水量与水质统一评价,经济社会发展与生态保护相协调的原则。

3.3.2 水资源分析与评价应符合 SL/T 238 的规定,包括下列内容:

1 水资源数量评价,主要包括降水、蒸发、地表水资源总量及可利用量、地下水资源总量及可开采量、水资源总量及可利用量、水资源时空分布等。

2 水资源质量评价,主要包括河流泥沙、天然水化学特征、水资源污染状况等。

3 水资源利用评价,主要包括水利工程情况、开发利用现状、供用水效率、存在问题等。

3.3.3 应根据降雨、水文地质、来水情况、工程建设情况等资料分析预测不同水文年的水资源可利用量。

3.3.4 水资源分析与评价应以调查、整理已有资料为主,辅以必要的勘测和试验,分析中应注意水资源数量评价、质量评价、利用评价的衔接。

3.3.5 灌溉水质应按 GB 5084 的规定执行。

3.4 水草畜平衡与发展规模

3.4.1 水草畜平衡分析, 应按下列程序进行:

1 依据畜牧业发展指标、草地承载力与生态保护要求, 估算牲畜的饲草需要量。

2 依据草畜平衡估算饲草亏缺量, 拟定灌溉草地发展规模。

3 根据可供水量、灌溉需水量, 进行水资源供需平衡分析, 以水定草、以草定畜, 核定灌溉草地发展规模。

3.4.2 草畜平衡计算应符合下列要求:

1 应根据不同畜牧业生产经营方式进行草畜平衡计算。畜牧业生产方式宜分冷季舍饲与暖季放牧和全年放牧与冷季补饲两种。

2 饲料应折算为干草产量进行计算, 半农半牧区还应计算农副产品利用量。

3 根据现状天然草地可食干草产量、现状灌溉草地可利用干草产量、其他途径提供的可利用干草量和牲畜需草量确定饲草亏缺量。

4 草畜平衡应按公式 (3.4.2-1) ~ 公式 (3.4.2-4) 计算:

$$Y = Y_1 - Y_2 - Y_3 - Y_4 \quad (3.4.2-1)$$

$$Y_1 = DTN \quad (3.4.2-2)$$

$$Y_2 = \sum_{i=1}^n C_i S_i d_i \quad (3.4.2-3)$$

$$Y_3 = \sum_{j=1}^n C_j S_j d_j \quad (3.4.2-4)$$

式中 Y ——年饲草亏缺量, kg;

Y_1 ——年饲草需求量, kg;

Y_2 ——现状天然草地年可食干草产量, kg;

Y_3 ——现状灌溉草地年可利用干草产量, kg;

Y_4 ——其他途径提供的年可利用干草量, kg;

D ——标准羊单位日食草量，可按日食标准干草 1.8～2.0kg 计算；

T ——牲畜食草时间，d；

N ——规划饲养的标准羊单位数，各类牲畜可参照表 3.4.2-1 折算为标准羊单位数；

C_i ——现状各类天然草地单位面积干草产量，kg；按草原部门近 3 年实测资料取值，无实测资料时可参照表 3.4.2-2 将鲜草产量折算为干草产量；

C_j ——现状各类灌溉草地单位面积干草产量，kg；按草原部门近 3 年实测资料取值，无实测资料时可参照表 3.4.2-2 将鲜草产量折算为干草产量；

S_i ——现状各类天然草地面积， hm^2 ；

S_j ——现状各类灌溉草地面积， hm^2 ；

d_i ——天然牧草利用系数，经实测确定；无实测资料时，荒漠草原可按 0.3～0.4 取值，典型草原可按 0.4～0.5 取值，草甸草原可按 0.5～0.6 取值；

d_j ——人工牧草利用系数，经实测确定；无实测资料时，可按 0.85～1.0 取值。

表 3.4.2-1 不同牲畜折算标准羊单位系数

牲畜种类	山羊	绵羊	牛	马	驴	骆驼	牦牛
折算系数	0.9	1.0	5.0	6.0	3.0	8.0	4.0

表 3.4.2-2 人工牧草和天然牧草干鲜比

饲 草 类 型		干鲜比
人工牧草	一年生及多年生牧草	0.35～0.40
	青贮饲草	0.28～0.30
天然牧草	荒漠及荒漠草原	>0.45
	典型草原及高寒草原	0.40～0.45
	草甸草原、热性和暖性草原	0.35～0.40

3.4.3 灌溉草地发展规模预测应按公式 (3.4.3-1) ~ 公式 (3.4.3-3) 计算:

$$Y = Af + Bg \quad (3.4.3-1)$$

$$A = \sum_{i=1}^n A_i \quad (3.4.3-2)$$

$$B = \sum_{i=1}^n B_i \quad (3.4.3-3)$$

式中 A ——新规划灌溉天然草地发展规模, hm^2 ;
 f ——单位面积灌溉天然草地可食干草平均增产量, kg ,
 根据灌溉天然草地单产、原有天然草地单产、天然
 牧草利用系数确定;
 B ——新规划灌溉人工草地发展规模, hm^2 ;
 g ——单位面积灌溉人工草地可利用干草平均增产量,
 kg , 根据灌溉人工草地单产、原有天然草地单产、
 天然牧草及人工牧草利用系数确定;
 i ——不同灌溉工程形式的草地序号, $i=1, 2, 3, \dots, n$;
 A_i ——新规划不同灌溉工程型式天然草地发展规模, hm^2 ;
 B_i ——新规划不同灌溉工程型式人工草地发展规模, hm^2 。

3.4.4 灌溉草地需水量应按公式 (3.4.4-1) ~ 公式 (3.4.4-3) 计算:

$$W = AM_a + BM_b \quad (3.4.4-1)$$

$$M_a = \frac{\sum_{i=1}^n A_i m_i}{A} \quad (3.4.4-2)$$

$$M_b = \frac{\sum_{i=1}^n B_i m_i}{B} \quad (3.4.4-3)$$

式中 W ——灌溉草地需水量, m^3 ;
 M_a ——灌溉天然草地综合毛灌溉定额, m^3/hm^2 ;

M_b ——灌溉人工草地综合毛灌溉定额, m^3/hm^2 ;

m_i ——某种灌溉工程型式下典型天然牧草或人工牧草毛灌溉定额, m^3/hm^2 , 根据当地或临近地区统计或试验资料确定。

3.4.5 水草畜平衡应满足下列条件:

- 1 规划区灌溉草地需水量应小于等于灌溉工程可供水量。
- 2 规划区灌溉草地饲草增产量宜大于等于饲草亏缺量。
- 3 规划区灌溉草地饲草增产量小于饲草亏缺量时, 应提出调整牲畜饲养规模等措施, 实现区域草畜平衡。

3.5 总体布局

3.5.1 工程总体布局应符合下列规定:

1 按水草资源统一规划、合理利用的原则, 兼顾畜舍、饮水点、定居点, 对水源工程、灌(排)渠(管、沟)系、渠(管、沟)系建筑物、电力、道路、林带、围栏等进行统一布局。

2 灌溉与排水工程的布置应相互协调。应根据地形、水文、地质、土壤、水源、施工、交通、运行管理等条件, 经技术经济比较确定工程位置和类型。

3 应按照确保渠道正常运行的原则, 结合地形、地质、土壤、施工、交通、运行管理、美观等条件, 经技术经济比较确定渠系建筑物位置和类型。

3.5.2 应根据气候、土壤、水文水资源、草地资源、畜牧业生产、水利工程、行政区划等进行规划分区, 同一分区应符合下列要求:

- 1 气候、地形、地貌、土壤和水资源开发利用条件相同或相似。
- 2 草地类型和畜牧业生产结构相同或相似。
- 3 牧区水利发展方向和工程类型相同或相似。
- 4 排水条件、排水类型相同或相似。

5 行政区域完整,水利设施管理统一。

3.5.3 灌溉工程布置应符合下列要求:

1 地表水灌溉工程应根据地形、地貌确定渠道走向,充分利用地形地势条件扩大自流灌溉面积。

2 提水灌溉及井灌工程应按照总功率最小和便于运行管理的原则进行布置。地形、地貌、土壤、水源、能源等条件有明显差异时,应进行分区、分级布置。

3 山丘区灌溉工程应遵循高水高用、低水低用原则进行分区、分级布置。

4 牲畜转场地区的灌溉沟渠应设置牲畜专用通道。

3.5.4 排水工程布置应符合下列要求:

1 盐碱化草地宜采用以井代排或井渠结合灌溉型式。

2 地形平缓、地下水埋深浅、排泄不畅的盐碱化、季节性沼泽化草地,矿化度为 $2\sim 4\text{g/L}$ 时,宜排灌结合;矿化度大于 4g/L 时,应以排水为主。

3 山丘区排水工程宜利用天然河道与沟溪布置排水系统。

3.6 典型设计

3.6.1 应根据不同分区经济、社会、水文水资源、土壤、草地资源、人工牧草种植结构等选择代表性工程进行典型设计,设计深度应达到初步设计阶段要求。

3.6.2 典型工程宜为独立灌溉排水单元,典型设计应包括水源工程、输配水工程、田间灌溉工程、排水工程、配套及附属工程等。

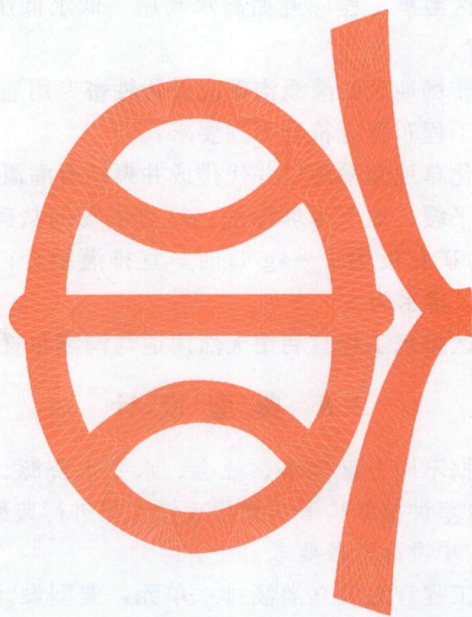
3.6.3 编制万亩以下的草地灌溉与排水工程建设规划时,各类典型工程总面积不宜小于规划总面积的3%;万亩及以上的工程规划建设规划各类典型工程总面积不宜小于规划总面积的1%。

3.7 规划成果

3.7.1 规划成果应包括工程规划报告、附图、附表等。

3.7.2 工程规划附图应包括下列内容：

- 工程现状图；
- 规划平面布置图；
- 主要建筑物平面、剖面图；
- 典型工程平面布置图。



4 工 程 设 计

4.1 一 般 规 定

4.1.1 牧区草地灌溉与排水工程设计应以批准的可行性研究报告或工程规划为依据。直接编制工程实施方案时应达到初步设计阶段深度。

4.1.2 应全面收集、复核、分析工程设计所需资料，进行必要的调查、勘测、观测和试验。

4.1.3 应根据项目区自然经济、水草资源条件和水利工程现状，分析论证水源工程可供水量及保证率，进行供用水量平衡分析，确定总体布置方案、工程范围、工程分区、建设规模，选定水源类型、灌溉方式，拟定主要设计参数，提出工程设计与施工方案，进行工程概算。

4.2 基 本 资 料

4.2.1 灌溉工程设计应在可行性研究或规划阶段资料收集的基础上，补充完善下列资料：

1 气象资料，包括风向、无霜期、冻土层深度等。降水资料系列年限宜在 30 年以上。

2 水文水资源资料，包括地表水源的枯水期水位、汛期水位，地下水水源的水位，单井出水量及其可靠性分析资料，水质报告等。地表水水文资料系列年限宜在 30 年以上。

3 土壤资料，包括土壤容重、田间持水量、适宜土壤含水量上下限等。

4 灌溉草地资料，包括灌溉天然草地群落结构、植被盖度、人工牧草品种、生育期、适宜耕作层深度等。

5 工程现状资料，包括管理主体、运行方式等。

6 地形图资料，包括行政边界、灌溉草地分布、河流、沟

渠、水源、供电设施、林带、道路、居民点、畜舍、围栏等，宜专门测绘。

4.2.2 排水工程设计应在可行性研究或规划阶段资料收集的基础上，补充5年或10年一遇1~3d最大降水、承泄区控制水位、地下水位埋深或等水位线图及当地涝渍、盐碱治理经验等资料。

4.2.3 风能提水工程设计应在可行性研究或规划阶段资料收集的基础上，补充完善年和月风速频率分布、风压、连续年有效风速小时数、风能密度等资料。

4.2.4 光伏提水工程设计应在可行性研究或规划阶段资料收集的基础上，补充完善年太阳辐射总量、最大连续无日照小时数等建设地太阳能相关资料。

4.3 设计标准与工程等级

4.3.1 工程设计标准应按GB 50288的规定执行，风能、光伏提水灌溉工程设计保证率宜按50%取值。降水量小于250mm的干旱区和严重缺水地区，常规动力的喷、微灌工程灌溉设计保证率宜按75%取值。

4.3.2 蓄水、引水和提水等水源工程、灌排渠（沟）道及渠系建筑物等级的划分应按GB 50288的规定执行。

4.4 灌溉制度设计

4.4.1 灌溉制度设计应按GB 50288的规定执行。当气象、土壤、水资源、水文地质条件差异较大时，应分区确定。

4.4.2 天然牧草和人工牧草灌溉制度确定宜采用水量平衡法。人工牧草的关键灌水期可参照表4.4.2确定。

表 4.4.2 人工牧草关键灌水期

人工牧草种类		关键灌水期
一年生	禾本科牧草	拔节期、抽穗期、开花期
多年生	豆科牧草	返青期、分枝期、孕蕾期
	禾本科牧草	返青期、拔节、抽穗期、开花期

4.4.3 盐碱化草地灌溉制度设计时应计算盐分淋洗定额。

4.5 供用水量平衡分析

4.5.1 应分析工程区来水、用水条件,根据水源工程类型、数量、规模等确定灌溉工程可供水量。

4.5.2 设计灌溉用水量应按公式(4.5.2)计算:

$$W_{\mu} = \sum_{i=1}^n A_i M_i \quad (4.5.2)$$

式中 W_{μ} ——设计灌溉用水量, m^3 ;

A_i ——某类灌溉草地的面积, hm^2 ;

M_i ——一定工程型式下某种灌溉草地的毛灌溉定额, m^3/hm^2 ;

i ——灌溉草地种类, $i=1, 2, \dots, n$ 。

4.5.3 应根据工程可供水量、设计灌溉用水量进行供需平衡分析。当工程可供水量不能满足灌溉设计用水要求时,可在用水指标内增加供水能力或采取调整工程型式、种植结构等措施。

4.6 工程总体布置

4.6.1 应在现状地形图上对水源工程、骨干渠(管或沟)系、渠系建筑物、田间工程、输电线路、林带、道路、围栏、光伏和风能设施、管理及监测设施等进行布置,绘制工程总体布置图。

4.6.2 地势低洼、地下水位高、盐碱化的草地应布置排水系统,宜与灌溉系统分开设置;灌排渠沟结合使用的应经论证确定,且应严格控制渠沟蓄水位和蓄水时间。

4.6.3 田间工程应根据自然条件、地块形状和大小、灌溉与排水方式等因素进行分类,选择若干典型工程,分别进行设计。典型工程设计应符合下列要求:

1 万亩及以上草地灌溉与排水工程应以具有独立输配水系统的灌溉单元为典型工程进行设计。

2 小型分散草地灌溉与排水工程应以具有独立水源的灌溉

单元进行典型设计。

3 典型工程总面积不宜小于设计灌溉草地总面积的 5%。

4.6.4 林带、道路、围栏、桥涵等附属设施布置应与人工草地灌排系统及田间工程的布置相协调。

4.6.5 应在征求电力部门意见的基础上,进行输电线路选线布置。

4.6.6 风能、光伏提水工程布置宜靠近水源,周围无挡风、遮阳障碍物。

4.7 水源工程设计

4.7.1 水库、塘、堰等水源工程设计应按 GB 50288 的规定执行。

4.7.2 泵站工程设计应按 GB 50265 的规定执行。

4.7.3 机井设计应按 GB/T 50625 的规定执行。

4.8 输配水工程设计

4.8.1 渠道工程设计应按 GB 50288 的规定执行。输水时间长、渗漏损失大的骨干渠道、提水灌区与井灌区固定渠道应采取防渗措施。渠道防渗设计应按 GB/T 50600 的规定执行。工程抗冻胀设计应按 GB/T 50662 的规定执行。

4.8.2 管道系统设计应按 GB 50288、GB/T 20203、GB/T 50085、GB/T 50485 的规定执行。埋在冻土层内的固定管道应进行防冻胀与排水设计。

4.8.3 渠系建筑物设计应按 GB 50288 的规定执行。建筑物抗冻胀设计应按 GB/T 50662 的规定执行。

4.9 田间灌溉工程设计

4.9.1 人工草地应根据不同牧草生长特点、水土资源条件等,因地制宜地选择沟畦灌、低压管道输水灌溉、喷灌和微灌等灌溉技术。

4.9.2 天然草地宜采用引洪淤灌等低能耗灌溉技术。

4.9.3 沟畦灌工程设计应按 GB 50288 的规定执行。

4.9.4 低压管道输水灌溉工程设计应按 GB/T 20203 的规定执行，并应符合下列要求：

1 井灌区宜采用单井管道系统。当采用多井汇流灌溉时应进行专门的技术经济论证。

2 干、支两级固定管道长度宜在 $90\text{m}/\text{hm}^2$ 以上，支管间距宜为 $50\sim 150\text{m}$ （单向灌水取小值，双向灌水取较大值）。

3 给水栓（或出水口）应均匀分布，间距宜为 $50\sim 100\text{m}$ ，单口灌溉面积宜控制在 $0.25\sim 0.6\text{hm}^2$ （单向灌水取小值，双向灌水取较大值）。田间配套地面移动管道时，单口灌溉面积可扩大至 1.0hm^2 。

4.9.5 喷灌工程设计应按 GB/T 50085 的规定执行。应根据地形、水源、草地类型、牧草种类，选取固定式、半固定管道式喷灌系统或绞盘式、中心支轴式、平移式喷灌机以及小型移动式喷灌机组等。宜按下列条件选取：

1 地形复杂、变化大或有自压条件的地区宜选择固定管道式喷灌系统。

2 地形复杂、地块面积小、不规则、劳动力充足的地区，宜选择小型移动式喷灌机组或半固定式喷灌系统。

3 地形起伏较小、运行范围内无障碍物的地区，宜选择卷盘式喷灌机。

4 地块集中连片、地面坡度不大于 15° 、运行范围内无障碍物的地区，宜选择中心支轴式或平移式喷灌机。

4.9.6 微灌工程设计应按 GB/T 50485 的规定执行。应根据气候、牧草种类，选取滴灌、地埋滴灌和微喷灌等。宜按下列条件选取：

1 工程区热量资源有限、一年生人工牧草宜采用地面滴灌。

2 工程区地面蒸发强烈、严重干旱、多年生人工牧草宜采用地下滴灌。

4.9.7 引洪淤灌工程设计应符合下列要求:

1 引洪淤灌应分区筑埂, 分区规模宜为 $3.33 \sim 13.33 \text{hm}^2$ 。筑埂高宜为 $0.50 \sim 0.60 \text{m}$, 顶宽宜为 $0.5 \sim 1.0 \text{m}$, 底宽宜为 $2 \sim 3 \text{m}$ 。

2 沼泽化、盐碱化草地引洪淤灌, 应采用围堤淹灌方法, 淤灌后应及时排除积水。

3 每年宜引洪淤灌 $1 \sim 2$ 次, 淤积土层厚度宜小于 20cm 。

4.10 排水工程设计

4.10.1 草地排水工程设计应按 GB 50288、SL 4 的规定执行。

4.10.2 排水标准分为排涝、治渍、防治盐碱化三类, 应根据治理区排水任务选择设计排水标准。经济条件具备或有特定要求时, 可提高排水标准。

4.10.3 草地排水工程设计应考虑草原生态保护、草地水土保持、湿地治理等需要。

4.11 风力提水工程设计

4.11.1 风力提水工程宜由风力机、风力机基础、控制系统、专用水泵、蓄水池、安全防护设施等组成。

4.11.2 风力提水工程设计包括建设地点选择、风能资源分析、水源匹配性分析、机组选型、泵站技术参数确定、蓄水池设计等。

4.11.3 工程建设地点应为风能资源稳定可靠、水源条件适宜、施工运输和维护管理方便的小型灌溉人工草地。风能资源应符合下列要求:

1 年平均风速不小于 2.5m/s , 年平均有效风能密度不小于 300W/m^2 , 年有效风速小时数大于 3000h , 30 年一遇最大风速小于 40m/s 。

2 盛行风向风频大于 40% , 次盛行风向的风频大于 25% 。

4.11.4 应采用附近气象站资料、有限度现场测风资料及与附近

气象资料建立相关关系、现场风能资源观测等方式整理工程建设地点风能资源资料。

4.11.5 风能资源分析应在风能数据订正基础上,计算平均风速、年均有效风功率密度和年均有效风能密度。风资源计算应符合附录 A.1 的要求。

4.11.6 风力提水工程设计应符合下列要求:

1 风力机周围 500m 内没有阻风障碍物或其高度在风力机高度的 $1/3$ 以下;连续 3d 无效风速出现时泵站仍能正常供水;取水处应预留放置其他取水器所需的空間。

2 容量超过 5kW 的风力发电提水泵站应设有控制室;卸荷系统与主控系统应分室放置;应有欠压、过载、卸荷、制动等自动保护功能,应设有通风设施和消防器材。

3 风力机和控制室应靠近水源,不宜超出 30m。

4 当由多台风力机串并联作动力时,风力机应以水源为中心,垂直主风向一字排开,前后两排错位,取行距为 5~9 倍风轮直径,列距为 3~5 倍风轮直径。

4.11.7 风力机组选型应考虑工程用途、风资源条件、提水流量及扬程、布置便利与否等。提水机组选型应考虑下列因素:

1 年平均风速小于 4m/s 时的区域,宜选用多叶片风力提水机组。

2 装机容量大于 5kW 时,宜选用电力传动式风力提水机组。

3 高扬程、小流量的工程宜选用往复式活塞泵提水机组。

4 高扬程灌溉工程宜选用电力传动式提水机组;低扬程灌溉工程宜选用机械旋转式提水机组。

5 布置困难时,宜选用电力传动式或气力传动式提水机组。

6 水中含沙量大时,宜选用离心泵风力提水机组。

4.11.8 需水量、日均提水量计算应符合附录 A.2、B.1 的要求。

4.11.9 风力提水灌溉工程蓄水池设计应符合下列要求:

1 数量、容积应满足灌溉设计保证率要求。

- 2 高度应满足最不利点的水头要求。
- 3 容积应按灌溉面积和人工牧草需水量进行核算。

4.12 光伏提水工程设计

4.12.1 光伏提水工程宜由光电池板、支架、基础、蓄电池组、控制系统、专用水泵、蓄水池、安全防护设施等组成。

4.12.2 光伏提水工程设计包括建设地点选择、太阳能资源分析、水源匹配性分析、机组选型、泵站技术参数确定、光伏阵列容量确定、光伏阵列设计、蓄水工程设计、安全防护设施设计等。

4.12.3 工程建设地点应为光伏资源稳定可靠、水源条件适宜、维护管理方便的小型灌溉人工草地。光伏资源应符合下列要求：

- 1 全年日照时数大于 2200h。
- 2 全年太阳总辐射量大于 $1000\text{kW} \cdot \text{h}/\text{m}^2$ 。

4.12.4 太阳能资源分析应评估全年太阳总辐射量、太阳总辐射量的年变化和作物生育期日变化量以及各月日变化量；并计算全年最大日辐射量和最小日辐射量。

4.12.5 水源匹配性分析应论证水量水位和水质的可靠性。水量应满足工程需水要求。

4.12.6 光伏提水工程设计应符合下列要求：

- 1 光伏转换系统周围不应有遮阳障碍物，在光伏阵列、水源口、蓄水池处应设有安全防护设施或警示标志。

- 2 在光伏组件安装区域内，地基应有相应的承载力，避开沼泽、滩涂、流沙。光伏阵列和控制室宜靠近水源，距离不宜超过 20m。

- 3 大于 2kW 的光伏提水泵站的控制器应有欠压、过载等电子自动保护功能。

- 4 灌溉系统设计日工作时间宜取 6~9h。

4.12.7 应考虑工程用途、太阳能资源条件、提水流量、布置便利与否等因素对机组进行选型。光伏泵站参数、光伏阵列容量的

确定应符合附录 B 的要求。

4.12.8 需水量、日均提水量计算应符合附录 A.2、B.1 的要求。

4.12.9 光伏提水灌溉工程蓄水池工程设计应符合 4.11.9 条的要求。

4.12.10 光伏提水系统在空旷野外或安装在建筑物周边且超出建筑物高度时应做防雷设计，防雷等级应为 GB 50057 中第三类防雷建筑物；小于 10kW 的小型泵站及低压输电线路应只考虑雷电感应和雷电波侵入。

4.13 灌溉自动化控制设计

4.13.1 灌溉自动化控制系统宜包括数据采集、信息传输、灌溉控制器与终端执行单元、灌溉控制软件等。

4.13.2 数据采集单元应包括流量、压力、土壤墒情和气象等传感器。传感器的响应速度、数据传输效率、自我保护功能、适应环境能力、信号输出标准、测量精度和测量周期等性能应满足监测需要。

4.13.3 终端执行单元应包括电磁阀、过滤器和施肥（药）装置等设备。安全性、适用性和可靠性应满足灌溉控制需要。

4.13.4 灌溉控制器应包括定时控制器和可编程控制器。可编程控制器应具备数据采集处理和通信联网能力，可连接计算机、现地灌溉控制器、数据采集和终端执行单元等。

4.13.5 灌溉控制器、数据采集和终端执行单元之间可采用有线传输、无线传输及其混合方式。数据通信应采用具有校验功能的通信协议，并确保性能可靠。

4.13.6 灌溉控制软件应包括灌溉程序设定、自动控制、信息处理与决策等模块。准确性和稳定性应满足灌溉自动化需要。

4.14 配套及附属工程设计

4.14.1 电力、道路、林带、围栏、管理用房等配套工程设施，应与主体工程同步设计。

4.14.2 应根据能源供给情况提出动力配套方案。电力工程设计应按 DL/T 499 的规定执行。

4.14.3 应根据田间道路通行需要,确定田间道路纵横断面尺寸等。道路设计宜按 GB/T 30600 的规定执行。

4.14.4 应根据防风要求,确定树种、种植密度和布置形式等。林带设计应按 GB/T 30600 的规定执行。

4.14.5 应根据分区管理要求,确定栏网和桩柱材料种类、高度、桩距及布置形式等。围栏设计应按 NY/T 1237 的规定执行。

4.14.6 管理用房应设在管辖范围内位置适中、通信可靠、交通便利的地点。管理用房设计应按 GB/T 50625 的规定执行。

4.15 水环境与草原生态环境监测

4.15.1 应对地表水过度利用区、地下水集中开采区进行动态监测。地表水监测应按 HJ/T 91 的规定执行。地下水监测应按 HJ/T 164 的规定执行。

4.15.2 地表水环境质量应符合 GB 3838 的规定。地下水环境质量应符合 GB/T 14848 的规定。

4.15.3 草原生态监测应按 NY/T 1233 的规定执行,应提出建设区草原生态监测范围、监测内容、监测方法。

4.16 设计成果

4.16.1 设计成果应包括工程设计报告、概算书、附图、附表等。

4.16.2 设计附图应包括下列内容:

- 工程总平面布置图;
- 主要建筑物工程布置图;
- 主要建筑物结构设计图;
- 渠(管)道纵、横断面图;
- 排水沟(管)纵、横断面图;
- 典型区设计平面布置图;

——低压管道输水灌溉工程设计图；

——喷（微）灌工程设计图。

4.16.3 设计附表应包括下列内容：

——工程量和材料量汇总表；

——田间典型区工程量分析计算表；

——田间工程量汇总表。

5 工程施工与验收

5.1 一般规定

5.1.1 工程施工应按照已批复的设计文件进行，万亩及以上工程应编制施工设计文件。

5.1.2 施工质量应符合 SL 703 的要求。

5.2 水源工程施工

5.2.1 塘、堰等小型水源工程、水闸、泵站施工应按 SL 398、SL 399 的规定执行。

5.2.2 机井施工应按 GB/T 50625 的规定执行。

5.3 渠道与管道工程施工

5.3.1 渠道防渗工程施工应按 GB/T 50600 的规定执行。

5.3.2 管道工程施工应按 GB/T 20203、GB/T 50085、GB/T 50485 的规定执行。

5.3.3 管道安装后，应进行水压试验，当满足压力管道安装的有关标准要求时，方可回填夯实管槽，回填高度应符合设计要求。

5.4 建筑物及其他工程施工

5.4.1 土方工程、混凝土工程施工应按 SL 398、SL 399、GB 50204 的规定执行。

5.4.2 排水建筑物施工应按 SL 4 的规定执行。

5.4.3 田间道路和林带施工应按 GB/T 30600 的规定执行。

5.4.4 围栏工程施工应按 NY/T 1237 的规定执行。

5.5 设备安装

5.5.1 灌溉设备安装应按 GB/T 20203、GB/T 50085、GB/T 50485

的规定执行。

5.5.2 机电设备安装应按 GB 50231、GB 50254、SL 400 的规定执行。

5.5.3 风力提水系统安装应按下列规定执行：

1 应选择 3s 瞬时风速小于 6m/s 时段进行吊装，如天气出现不利变化，应立刻停止吊装工作。

2 吊装可采用吊车、单独桅杆纤绳、撑杆吊链等方法。

3 安装风轮直径超过 5m 的机组，应有不少于 4 组的辅助纤绳。

5.5.4 光伏提水系统安装应按下列规定执行：

1 光伏方阵安装距地面高度不应小于 50cm。

2 控制器安装时应先连接蓄电池（组），再连接太阳能组件的输入，最后连接负载或逆变器。

3 光伏系统的所有接线应由就近的电气接线盒转接。

5.5.5 灌溉自动化控制设备安装应按下列规定执行：

1 设备及电缆布线应整齐，宜有防护措施。

2 降水量较大地区，控制设备宜具有遇雨延时灌水功能。

5.6 工程验收

5.6.1 工程验收应按 SL 223、SL 703 的规定执行。

5.6.2 风力及光伏提水工程验收应满足下列条件：

1 土建工程和规定单独验收的单项工程验收完毕。

2 工程已按设计规定的内容全部建成并运转正常。

3 系统整体性能检测已完成。

5.6.3 灌溉自动化控制工程验收应满足下列条件：

1 满足灌溉工程运行、控制精度要求。

2 满足防雷、防潮、防锈蚀、防磁干扰要求。

3 试运行 300h 以上且发现的问题已处理完毕。

6 工程 管理

6.1 一 般 规 定

- 6.1.1 工程管理应按 SL 236、SL/T 246 等的规定执行。
- 6.1.2 应建立健全工程管理体制、制定管理办法和规章制度。万亩及以上灌溉与排水工程宜设立专门的管理机构。万亩以下灌溉与排水工程应明晰工程产权、明确管理主体。
- 6.1.3 管理人员应进行培训,专管机构管理人员宜持证上岗。

6.2 工 程 运 行 管 理

- 6.2.1 应制定工程的运行、维护、检修、安全生产等规程和规章制度,并设置观测等附属设施。
- 6.2.2 灌排渠(沟)道过流时应注意控制水位、流速和流量,防止流冰或其他漂浮物损坏渠(沟)坡。通水期间应对渠(沟)道进行巡查,发现异常情况应及时处置。
- 6.2.3 输水管道应保持通畅,无杂物杂质和泥沙淤淀。
- 6.2.4 各类闸门、闸阀及安全保护装置应启闭灵活,无渗水、漏水现象。给水栓、出水口以及暴露在地面的连接管道应保持完整。量测仪表或装置指示灵敏、盘面清晰、方便测读。
- 6.2.5 应按照相关标准要求及使用说明书等规定操作使用设备,做好日常维修养护和定期大修及检查,并应建立设备档案。
- 6.2.6 设备维修保养宜在非灌溉季节进行。灌溉季节开始前,应对设备进行检修调试。

6.3 灌 溉 用 水 管 理

- 6.3.1 灌溉用水管理应符合下列要求:
 - 1 应根据灌溉用水指标、供水能力、作物需水、灌溉用水定额等情况编制用水计划,结合气象情况进行动态管理。

2 地下水灌区应根据地下水位变化情况、用水情况、气象条件、管理水平等确定取水量，进行动态管理。应加强水位监测，防止地下水超采。

6.3.2 应加强用水许可管理，科学选用计量设施、设备，实行计量收费。

6.3.3 应加强田间节水管理，积极推广水肥一体化、蓄水保墒耕作、土壤改良与保水剂施用等技术及节水耐旱作物品种。

6.3.4 应依据节约用水、降低农牧民水费支出、促进工程良性运行的原则合理测算供水成本，完善水价形成机制。

6.3.5 应组建农牧民用水管理合作组织，推进农牧民参与用水管理和水权制度改革。

7 效益分析

7.1 一般规定

7.1.1 应从水资源、土壤、植被、草原生态、灌溉用水、人工牧草生产等方面对工程实施效果进行监测。

7.1.2 应分别对工程的经济效益、生态效益、社会效益进行分析。

7.1.3 应说明效益分析的依据和主要参数。

7.2 经济效益分析

7.2.1 经济效益分析应按 GB/T 50363 的规定执行。经济效益分析指标宜包括总效益、单位面积效益、单方水效益、节水效益、水分生产率等。

7.2.2 经济效益计算应符合下列要求：

1 宜按有无工程对比法，分别计算新增效益。

1) 续建配套和节水改造灌溉工程的经济效益应为配套改造后饲草的增产量和增收值。

2) 新建灌溉工程的经济效益应为工程建设后饲草的增产量和增收值。

2 排水工程效益应按工程建设前后经济损失量变化计算。

3 灌溉草地效益计算时，天然牧草和人工牧草产量应按可利用干草产量计算。

4 人工牧草的价格宜按当地市场价格计算。

5 应采用分摊系数法进行灌溉效益计算。水利分摊系数可参照表 7.2.2 取值。

7.2.3 费用计算应符合下列要求：

1 固定资产形成率宜按静态总投资的 85% 计算。

2 年运行费用应包括燃料动力费、维修费和管理费。规划

表 7.2.2 灌溉效益水利分摊系数

灌溉人工草地		灌溉天然草地	
地区类型	分摊系数	地区类型	分摊系数
半湿润	0.3~0.4	半湿润	0.5~0.6
半干旱	0.4~0.6	半干旱	0.6~0.7
干旱	0.6~0.7	干旱	0.7~0.8

阶段年运行费应按固定资产的 7% 计算。设计阶段年费用应按下列要求单项计算：

- 1) 燃料动力费和管理费应根据建设规模和实际需要确定。
- 2) 维修费应包括日常养护和定期大修费用，可根据工程实际使用情况分析确定。缺乏资料时，可按投资的 2%~3% 取值。
- 3) 折旧费宜按直线折旧法计算，不计残值。经济寿命期应按 SL 72 的规定取值。

7.3 生态效益分析

7.3.1 应从保护水资源、缓解天然草原超载过牧、增加草原休牧轮牧能力、防止草地退化沙化、减少水土流失、增加抗御自然灾害能力等方面进行生态效益分析。

7.3.2 生态效益分析指标宜包括天然草地植被盖度提高率，天然草地单产增加值，禁牧、休牧、轮牧及修复的天然草地面积等。

7.3.3 应按照牲畜补饲数量和时间，计算工程建设后可能的禁牧、休牧、轮牧和修复的天然草地面积。

7.4 社会效益分析

7.4.1 应从增加牧民收入，提高节水意识与科技素质、转变畜牧业生产方式、增加抗灾保畜能力、保障牧民定居和区域经

济社会发展，促进民族团结和边疆稳定等方面对社会效益进行分析。

7.4.2 社会效益分析指标宜包括受益牧民人口、人均收入、舍饲牲畜数量与时间、节水率等。

7.4.3 分析宜以问卷调查法、资料分析法为主。

附录 A 风力提水工程主要参数确定

A.1 风资源计算

A.1.1 空气密度应采用下列方法计算：

1 可利用参证气象站气压、温度、湿度，按公式 (A.1.1-1) 计算：

$$\rho = \frac{1.276}{1 + 0.00366t} \left(\frac{P - 0.378e}{1000} \right) \quad (\text{A.1.1-1})$$

式中 ρ ——空气密度， kg/m^3 ；
 P ——多年平均气压， kPa ；
 t ——多年平均温度， $^{\circ}\text{C}$ ；
 e ——水蒸气的分压率， kPa 。

2 可利用建设地实测气压、温度，按公式 (A.1.1-2) 计算：

$$\rho = \frac{P}{RT} \quad (\text{A.1.1-2})$$

式中 T ——年平均空气开氏绝对温度， K ；
 R ——气体常数， $287\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ 。

3 当参证气象站与建设地的海拔高度、气候环境相近时，首先选择由参证气象站资料计算出的空气密度值，否则选建设地实测资料计算出的空气密度值。

A.1.2 风切变幂律应按公式 (A.1.2-1) 计算：

$$V_2 = V_1 \left(\frac{z_2}{z_1} \right)^a \quad (\text{A.1.2-1})$$

式中 a ——风切变指数；
 V_1 ——高度 z_1 的风速， m/s ；
 V_2 ——高度 z_2 的风速， m/s 。

风切变指数 a 应按公式 (A.1.2-2) 计算。没有测风数据时，不同地形的 a 值按表 A.1.2 的规定取值。

$$a = \frac{\lg(V_2/V_1)}{\lg(z_2/z_1)} \quad (\text{A. 1. 2} - 2)$$

表 A. 1. 2 不同地形时的 a 值

地 形	a
光滑 (海洋、沙、雪)	0.10~0.13
一般粗糙 (矮草、庄稼、农业地区)	0.13 ~0.20
粗糙 (树林、城市郊区)	0.20~0.27
很粗糙 (城市地区、高建筑)	0.27~ 0.40

A. 1. 3 各站点的海拔相近, 气候环境一致, 站点间没有能改变风向的山脉、河谷等, 可进行风速水平修正。风力提水机的计算风速可按公式 (A. 1. 3) 计算:

$$V_i = \frac{V_a - V_b}{S_{ab}} \times S_{ib} + V_b \quad (\text{A. 1. 3})$$

式中 V_i ——风力机处的风速, m/s;

V_a ——风力提水泵站前一处测风塔的风速, m/s;

V_b ——风力提水泵站后一处测风塔的风速, m/s;

S_{ib} ——后一处测风塔至风力提水泵站的水平距离, m;

S_{ab} ——前一处测风塔到后一处测风塔的距离, m。

A. 2 需水量与提水量计算

A. 2. 1 灌溉日需水量应按公式 (A. 2. 1) 计算:

$$Q_g = \frac{A_f}{T} \times m \quad (\text{A. 2. 1})$$

式中 Q_g ——灌溉日需水量, m^3/d ;

A_f ——灌溉面积, hm^2 ;

T ——灌水周期, d;

m ——灌溉定额, m^3/hm^2 。

A. 2. 2 日总需水量应按公式 (A. 2. 2) 计算:

$$Q_x = Q_g + q_s \quad (\text{A. 2. 2})$$

式中 Q_x ——日总需水量, m^3/d ;

Q_g ——灌溉日需水量, m^3/d ;

q_s ——损失流量, m^3/d , 一般为日总需水量的 5%~10%。

A. 2. 3 日均可提水量应按公式 (A. 2. 3) 计算, 即按全年有效风速范围内, 不同风速对应流量与该风速全年累积小时数的乘积后, 全年平均。

$$Q_t = \sum_{V_1}^{V_2} Q_i h_i / 365 \quad (\text{A. 2. 3})$$

式中 Q_t ——日均可提水量, m^3/d ;

V_1 ——切入风速, m/s ;

V_2 ——停机风速, m/s ;

Q_i ——某一风速对应风力机的提水流量, m^3/h ;

h_i ——某一风速全年的累计小时数, h 。

A. 2. 4 日总需水量与日均可提水量的匹配关系按公式 (A. 2. 4 - 1) 计算:

$$Q_t = k Q_x \quad (\text{A. 2. 4 - 1})$$

其中

$$k = \frac{2 \bar{V}}{(V_6 + V_7)} \quad (\text{A. 2. 4 - 2})$$

式中 k ——资源流量修正系数, k 值的选取按 (A. 2. 4 - 2) 计算;

$\bar{V}$ ——建设地年平均风速, m/s ;

V_6 ——建设地 6 月平均风速, m/s ;

V_7 ——建设地 7 月平均风速, m/s 。

附录 B 光伏提水工程主要参数确定

B.1 光伏泵站参数确定

B.1.1 泵站总扬程应按公式 (B.1.1) 计算:

$$H = H_1 + H_2 + H_3 + \Delta H_1 + \Delta H_2 \quad (\text{B.1.1})$$

式中 H ——水泵的总扬程, m;

H_1 ——水池 (或井) 最低运行水位, m;

H_2 ——最不利用水终端地形高差, m;

H_3 ——最不利用水终端的最小服务水头, m;

ΔH_1 ——沿程水头损失, m;

ΔH_2 ——局部水头损失, m。

B.1.2 日均可提水量应按公式 (B.1.2) 计算:

$$Q_t = \sum_{t_q}^{t_z} Q_i \quad (\text{B.1.2})$$

式中 Q_t ——日提水量, 系统在全日内各个时间段的提水量之和, m^3/d ;

Q_i ——选定系统在确定的扬程下某时段太阳能资源对应的系统流量, m^3/h ;

t_q ——一天内系统提水起始时间, h;

t_z ——一天内系统提水终止时间, h。

B.1.3 光伏提水系统应分别进行全年最大需水日供水保证率、太阳能资源最弱日供水保证率和年供水保证率计算, 或根据用户的实际需求确定供水保证率, 并应符合下列规定:

1 全年最大需水日供水保证率应按公式 (B.1.3-1) 计算:

$$\eta_{p\max} = \frac{Q_{h\max}}{Q_{r\max}} \times 100\% \quad (\text{B.1.3-1})$$

式中 $\eta_{p\max}$ ——光伏提水系统全年最大需水日供水保证率, %;

$Q_{h\max}$ ——全年最大日需水量对应的光伏提水系统的日提水量, m^3 ;

$Q_{r\max}$ ——全年最大日需水量, m^3 。

2 太阳能资源最弱日(冬至)供水保证率应按公式(B.1.3-2)计算:

$$\eta_{p\min} = \frac{Q_{h\min}}{Q_r} \times 100\% \quad (\text{B.1.3-2})$$

式中 $\eta_{p\min}$ ——冬至日供水保证率, %;

$Q_{h\min}$ ——冬至日光伏系统的日提水量, m^3 ;

Q_r ——冬至日需水量, m^3 。

3 年供水保证率应按公式(B.1.3-3)计算:

$$\eta_p = \frac{Q_{h\text{总}}}{Q_{r\text{总}}} \times 100\% \quad (\text{B.1.3-3})$$

式中 η_p ——光伏提水系统年供水保证率, %;

$Q_{h\text{总}}$ ——年总供水量, m^3 ;

$Q_{r\text{总}}$ ——年总需水量, m^3 。

B.2 光伏阵列容量的确定

B.2.1 光伏阵列最大峰值水功率应按公式(B.2.1)计算:

$$N_{sf} = \frac{1}{3600} \rho g Q_{\max} H \quad (\text{B.2.1})$$

式中 N_{sf} ——峰值水功率, W;

$Q_{\max}$ ——水泵峰值流量, m^3/h ;

H ——系统总扬程, m;

g ——重力加速度, m/s^2 ;

ρ ——水密度, kg/m^3 。

B.2.2 光伏提水系统水泵峰值功率应按公式(B.2.2)计算:

$$N_{pf} = \frac{N_{sf}}{k_1 k_2 k_3} \quad (\text{B.2.2})$$

式中 N_{pf} ——提水系统峰值水功率, W;

k_1 ——流量修正系数，可按表 B. 2. 2 选取；

k_2 ——提水机具形式修正系数，流量大于等于 $5\text{m}^3/\text{h}$ 的容积泵取 $0.75\sim 0.85$ ，流量小于 $5\text{m}^3/\text{h}$ 的容积泵取 $0.65\sim 0.75$ ，流量大于等于 $5\text{m}^3/\text{h}$ 的离心泵取 $0.85\sim 0.95$ ，流量小于 $5\text{m}^3/\text{h}$ 的离心泵取 $0.70\sim 0.85$ ；

k_3 ——电力传动形式修正系数，直传动系统取 $0.80\sim 0.90$ ，交流传动系统取 $0.70\sim 0.80$ 。

表 B. 2. 2 流量修正系数 k_1

修正系数	流量/(m^3/h)			
	≤ 2	2~5	5~10	> 10
k_1	0.70	0.75	0.80	0.85

B. 2. 3 光伏阵列的容量应按公式 (B. 2. 3) 计算：

$$N = N_{\text{pt}} k_4 k_5 \quad (\text{B. 2. 3})$$

式中 N ——光伏阵列的容量，W；

k_4 ——太阳能资源修正系数，可按表 B. 2. 3-1 取值；

k_5 ——光伏阵列跟踪太阳方式修正系数，可按表 B. 2. 3-2 的取值。

表 B. 2. 3-1 太阳能资源修正系数 k_4

修正系数	太阳能资源			
	≥ 1740 $\text{kW} \cdot \text{h}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$	1400~1740 $\text{kW} \cdot \text{h}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$	1160~1400 $\text{kW} \cdot \text{h}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$	< 1160 $\text{kW} \cdot \text{h}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$
k_4	0.9	0.8	0.7	0.6

表 B. 2. 3-2 光伏阵列跟踪太阳方式修正系数 k_5

修正系数	跟踪方式		
	固定式	单轴跟踪式	双轴跟踪式
k_5	1	1.1~1.15	1.17~1.22

标准用词说明

标准用词	严格程度
必须	很严格，非这样做不可
严禁	
应	严格，在正常情况下均应这样做
不应、不得	
宜	允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做
不宜	
可	有选择，在一定条件下可以这样做

标准历次版本编写者信息

SL 334—2005

本标准主编单位：水利部牧区水利科学研究所

本标准参编单位：中国灌溉排水发展中心

内蒙古自治区水利厅

新疆维吾尔自治区水利厅

青海省水利厅

四川省水利厅

甘肃省水利厅

本标准主要起草人：郭克贞 康 跃 赵淑银 余国英

苏佩凤 荣生邦 潘云生 张玉欣

王宝林 崔嘉进 闫有勇 孙杰忠

孙文樵 马德平 周川淇

SL 343—2006

本标准主编单位：中国灌溉排水发展中心

本标准参编单位：水利部牧区水利科学研究所

本标准主要起草人：吴永忠 王晓玲 程荣香 阳 放

贾 斌 宋 实 刘 伟 汝 楠

刘惠敏 查 咏 李 红 刘文兵

SL 519—2013

本标准主编单位：中国灌溉排水发展中心

本标准参编单位：水利部农村水利司

水利部牧区水利科学研究所

内蒙古自治区水利厅

四川省水利厅

本标准主要起草人：姚 彬 王晓玲 吴玉芹 潘云生
郭克贞 吴涤非 魏永富 杨培岭
苏佩凤 龙海游 陈德亮 楼豫红
赵淑银 徐 冰 顾 涛 杨新成
陈 茹 张竞文 张建萍

SL 540—2011

本标准主编单位：水利部牧区水利科学研究所
本标准主要起草人：吴永忠 程荣香 王世峰 查 咏
朱俊峰 刘文兵 刘惠敏 廉成志
李 红 冯宾春 贾 斌 李振刚

SL 674—2013

本标准主编单位：珠江水利委员会珠江水利科学研究院
本标准参编单位：北京中科精良机电技术有限公司
本标准主要起草人：王 琳 刘文华 吴创福 邢方亮
何启莲 刘 焘 何亚军 李崇辉
刘春玲 吴 娟 王 源

中华人民共和国水利行业标准

牧区草地灌溉与排水技术规范

SL 334—2016

条 文 说 明

目 次

1	总则.....	43
2	术语.....	44
3	工程规划.....	45
4	工程设计.....	48
5	工程施工与验收.....	50
6	工程管理.....	51
7	效益分析.....	52

1 总 则

1.0.1 本标准主要针对牧区草地灌溉与排水工程技术要求进行规定，据此对其适用范围进行了修订和调整。

1.0.2 区域发展规划涉及牧民增收、草原开发与保护、畜牧业生产方式转变、产业结构调整等诸多复杂问题。本标准主要对工程建设需遵守的技术要求进行规定，因此本标准中的规划特指牧区与半农半牧区草地灌溉与排水工程建设规划。

1.0.4 牧区多处于干旱半干旱地区，水资源、电力和劳动力短缺，采用节水、节能、省工的高效用水技术才能保证草地灌溉排水工程发挥最大效益。

牧区风能、太阳能资源丰富，在条件适宜地区发展风能和光伏提水灌溉，可有效解决能源问题，降低运行成本。

2 术 语

草原、草地、牧区、半农半牧区、羊单位、牧草盖度等涉及牧区、草原、畜牧业的专业术语在 NY/T 635《天然草地合理载畜量的计算》等规范中已有定义，本标准不再重新定义。根据本标准的适用范围，重点对灌溉草地、人工牧草、草地排水工程、光伏提水灌溉、风力提水灌溉、灌溉自动化控制等直接涉及牧区草地灌溉排水工程的术语进行了定义。



3 工程规划

3.4 水草畜平衡与发展规模

3.4.2 考虑到牧区经济社会发展和饲草供给的市场化,在公式(3.4.2-1)中增加了异地购买、政府调拨等其他途径提供的可利用干草量(Y_4)指标。

3.4.3 工程规划阶段仅涉及灌溉工程型式,不涉及种植结构问题,因此对灌溉草地发展规模预测公式进行了简化。

3.4.4 本标准仅涉及灌溉需水量计算,因此对其他需水量及总需水量计算不进行规定。

3.4.5 因规划区水、草资源的限制无法实现区域饲草供给自足时,其他增加饲草供给或减少饲草需求的措施建议包括异地购买饲草、减少饲养规模、调整种植结构及畜牧业养殖结构、提高集约化养殖水平等。

为理解和使用方便,现提出水草畜平衡分析与灌溉草地建设规模确定的算例供参考。

(1) 牧区某草地灌溉工程规划区基本情况如下:

- a) 水资源:灌溉工程可供水量 1.0 亿 m^3 。
- b) 草地资源:为温性典型草原区,总面积 100 万 hm^2 。
- c) 牧业生产:生产方式为全年放牧冷季补饲,年牲畜饲养数量 100 万个羊单位。

(2) 现状年干草产量如下:

- a) 天然草地年可食干草产量 4.45 亿 kg。
- b) 现状灌溉草地年可利用干草产量:规划区现有灌溉人工草地 10000 hm^2 ,可利用干草产量为 1.50 亿 kg。
- c) 其他途径年提供的可利用干草量:国家年调拨抗灾保畜的可利用干草量 0.10 亿 kg。

(3) 年饲草需求量:规划区牲畜年需干草量为 7.30 亿 kg。

(4) 饲草年亏缺量：规划区年亏缺干草量为 1.25 亿 kg。

(5) 灌溉草地类型及主要计算参数的确定：

a) 规划区草畜不平衡，应新建灌溉草地增加饲草供给。方式为喷灌紫花苜蓿。

b) 单位面积灌溉人工草地可利用干草平均增产量：紫花苜蓿干草单产 1.50 万 kg/hm²；原有天然草地可食干草单产 445kg/hm²；灌溉人工草地可利用干草平均增产量为 1.45 万 kg/hm²。

c) 灌溉定额：紫花苜蓿喷灌毛灌溉定额为 4200m³/hm²。

(6) 灌溉草地发展规模的拟定。根据规划区饲草亏缺量和单位面积灌溉人工草地可利用干草平均增产量，初步拟定灌溉草地发展规模为 8621hm²。

(7) 水草畜平衡分析与灌溉草地发展规模确定。

a) 年灌溉可供水量：规划区水源工程可供灌溉水量为 1.0 亿 m³。

b) 年灌溉需水量：规划区年灌溉需水量为 7820 万 m³。

c) 年增加的可利用饲草量：规划的灌溉草地可利用干草总增产量为 1.25 亿 kg。

d) 分析结果。规划区水资源供需平衡。工程建成后年可利用干草满足牲畜需求，规划区可实现草畜平衡。

3.5 总体布局

3.5.2 我国牧区共分为东北牧区、内蒙古高原牧区、蒙甘宁牧区、新疆牧区和青藏高原牧区，不同分区范围及基本情况如下：

(1) 东北牧区。位于东北额尔古纳河、松花江、嫩江、辽河流域，包括黑龙江省、吉林省、辽宁省以及内蒙古自治区东部共计 53 个牧区半牧区县（旗、市），面积 44.0 万 km²。土壤类型主要为森林草原土壤（含黑钙土、黑土、灰钙土）类型，草原类型属草甸和典型草原类。

(2) 内蒙古高原牧区。位于黄河、海河、滦河以及内蒙古内陆河流域，包括内蒙古自治区中部的锡林郭勒盟、乌兰察布市、

包头市、鄂尔多斯市、巴彦淖尔市以及周边的河北省、山西省部分地区共计 33 个牧区半牧区县（旗、市），面积 43.4 万 km^2 。土壤类型主要为干草原土壤（含栗钙土、棕钙土、灰钙土）类型，草原类型以典型草原为主，少部分属荒漠草原。

（3）蒙甘宁牧区。位于黄河、西北内陆河流域，包括内蒙古自治区阿拉善盟、甘肃河西陇东地区以及宁夏回族自治区共计 20 个牧区半牧区县（旗、市），面积 49.8 万 km^2 。土壤类型主要为干草原土壤（含栗钙土、棕钙土、灰钙土）类型，草原类型以荒漠草原和荒漠为主。

（4）新疆牧区。位于新疆维吾尔自治区境内的伊犁河、额尔齐斯河、额敏河等外流河及新疆内陆河流域，包括新疆维吾尔自治区的 37 个牧区半牧区县（市）以及新疆生产建设兵团的 69 个牧区半牧区团场，面积 93.2 万 km^2 。土壤类型主要为荒漠草原土壤（含灰漠土、灰棕土等）类型，草原类型以草甸草原、典型草原和荒漠草原为主。

（5）青藏高原牧区。位于雅鲁藏布江、长江、黄河、澜沧江以及西南诸河流域，包括西藏自治区、青海省、四川省西北部以及甘肃省南部、云南省西北部共计 125 个牧区半牧区县（市），面积 202.4 万 km^2 。土壤类型主要为荒漠草原土壤（含灰漠土、灰棕土、棕漠土）类型，草原类型以草甸草原、典型草原、荒漠为主。

3.6 典型设计

3.6.3 牧区草地灌溉与排水工程多分散或相对集中，灌溉规模多在千亩到万亩之间，根据 GB/T 50363《节水灌溉工程技术规范》的规定，设计灌溉面积小于 1.0 万亩的为小型灌区。因此本标准以万亩为界限对不同典型工程的选取条件分别进行规定。

4 工程设计

4.1 一般规定

4.1.1 根据国家发展和改革委员会、水利部联合下发的《关于改进中央补助地方小型水利项目投资管理方式的通知》(发改农经发〔2009〕1981号),牧区水利建设项目前期工作分为规划和项目实施方案两个阶段。项目实施方案由可行性研究和初步设计合并而成,达到初步设计深度。

4.3 设计标准与工程等级

4.3.1 牧区风能、太阳能资源丰富,但稳定性较差,故将风能提水、光伏提水灌溉工程设计保证率降低为50%。牧区多处于干旱缺水地区,且人工牧草抗旱性较强,故将常规动力的喷、微灌工程灌溉设计保证率降低为75%。

4.4 灌溉制度设计

4.4.2 本标准中人工牧草关键灌水期主要是总结内蒙古自治区阿拉善盟、鄂尔多斯市、巴彦淖尔市、乌兰察布市、赤峰市、通辽市、呼伦贝尔市,甘肃省夏河县、玛曲县、天祝县;黑龙江省大庆市,吉林省白城市,青海省西宁市,新疆维吾尔自治区阿勒泰地区,西藏自治区拉萨市、当雄县等地的试验研究成果而得出的。

4.7 水源工程设计

牧区草地灌溉的水源多来自塘、堰、小型泵站、机井等小型工程,因此本标准对其设计依据及内容进行了说明。大、中型水源工程相对较少,设计时按GB 50288《灌溉与排水工程设计规范》及其他相关规范的规定执行即可。

4.10 排水工程设计

GB 50288 和 SL 4《农田排水工程技术规范》中均已对各类排水工程设计标准、设计参数及方法进行了规定，本标准对相关内容进行了简化。

4.11 风力提水工程设计

4.11.4 使用附近气象站资料的方式适用于离气象站比较近且地形较为平坦，地貌没有太大差异，粗糙度比较均匀的地区。该方法也适用于微型和小型风力机的选址。进行有限度的现场测风并与附近的气象记录确立相关关系的方式适用于风向风速比较稳定、季节变化不大的地区及一些中小型风力机的选址。现场风能资源资料观测方式是一种较为精确的方法，适用于所有地区。

4.12 光伏提水工程设计

4.12.2 按电能传递路线光伏提水机组分为光伏阵列直接驱动的提水机组和蓄电池（组）储能的提水机组；按水泵驱动电机的电流形式分为由直流电动机驱动光伏水泵的提水机组和由交流电动机驱动光伏水泵的提水机组；按水泵工作原理分为离心泵提水机组和容积泵提水机组（包括活塞泵、螺杆泵和其他泵等）。

5 工程施工与验收

5.2 水源工程施工

GB/T 50625—2010《机井技术规范》对机井施工和验收进行了规定，故本标准不再对此进行专门规定。

5.3 渠道与管道工程施工

5.3.2 节水灌溉是今后草地灌溉的发展方向，喷灌、滴灌是草地灌溉的主要节水技术措施，且均为有压管道输水。考虑到目前牧区水利施工技术和管理水平，为保证管道工程施工质量，本标准对管道工程施工需遵守的要求进行了规定。

5.5 设备安装

近年来，随着高效节水灌溉技术的应用，草地灌溉工程建设面临诸多喷灌机、首部枢纽、水泵、风力提水、光伏提水、智能控制系统等设备安装问题。为保证设备正常运行，本标准对灌溉设备、机电设备安装的技术要求进行了规定。

6 工 程 管 理

6.1 一 般 规 定

6.1.2 万亩及以上大中型集中工程成立的管理机构一般有管理站、管理处等。万亩以下小型分散工程管理主体一般有牧（农）户、种植（养殖）大户、用水合作组织、农（牧）业专业合作组织、供水物业管理公司等，其管理方式主要有分散管理、公司+农户、合作社+农户、公司化管理等。

6.3 灌 溉 用 水 管 理

6.3.4 供水成本不包括为购置和建造固定资产、无形资产和其他资产的支出；对外投资支出；被没收的财物；支付的滞纳金、罚款、违约金、赔偿金；水管单位赞助、捐赠支出；国家规定不得列入成本、费用的其他支出。

7 效益分析

7.1 一般规定

7.1.1 牧区生态脆弱，水资源短缺，水草资源不合理的开发利用会加剧草原生态退化。通过对灌溉草地及其周边土壤理化性质、水资源、灌溉水利用率、水土流失、植被等变化的监测，可获知工程实施后的效果，以保障工程发挥最大效益。

7.1.2 牧区草地灌溉与排水工程多为公益性项目，在增加饲草饲料供给和牧民收入的同时，对改善区域草原生态环境、转变草原畜牧业发展方式、促进边境稳定、民族团结方面也具有重大意义。从经济、生态、社会各个方面对工程效益进行分析，才能反映出草地灌溉与排水工程的综合效益。

7.3 生态效益分析

7.3.1 作为促进草原生态保护和修复的重要环节，牧区草地灌溉排水工程具有重要的生态功能。只计算经济效益，忽视生态效益无法全面反映工程建设的作用。通过对工程实施后可能造成的草原承载力、水土环境影响的分析及抵御自然灾害的能力，可对其生态效益进行定量分析和定性评价。

7.3.2 为弥补传统定性评价方法无法量化的不足，对生态效益计算宜采用的量化指标进行说明。

7.4 社会效益分析

7.4.1 作为转变草原畜牧业生产方式和区域经济社会发展重要环节，牧区草地灌溉排水工程具有重要的社会功能。通过对工程实施后牧民节水意识、科技素质、畜牧业生产方式、抗灾保畜能力等社会影响变化的分析，可对其社会效益进行定量分析和定性评价。

7.4.2 为弥补传统定性评价方法无法量化的不足,对经济效益计算宜采用的量化指标进行了说明。

7.4.3 问卷调查法是以书面提出问题的方式搜集资料的分析方法。调查者将对调查对象家庭、草场、牲畜等基本情况,灌溉排水工程建设的满意度,存在问题及建议等编制成问题表格,以邮寄方式、当面作答或者追踪访问方式填答,然后回收整理分析,从而得出结论。资料分析法指对草地灌溉与排水工程涉及的文字类、表格类、图形类、综合类基本资料和建设管理档案资料进行阅读、理解、分析、计算的方法。

