

【设计与施工】

村级农田水利格田平整及灌排系统规划设计分析

武朝阳

(辽宁省朝阳市北票市基层水利管理总站, 辽宁 北票 122100)

[摘要] 文章选取辽宁北票市上园村 33.3 hm^2 耕地作为村级农田水利规划设计分析对象, 通过对其改造升级, 即设计格田最适合尺寸, 比较不同的输水灌溉形式, 确定采用 UPVC 低压管道输水。同时, 对排水沟的排涝流量、断面形式进行设计分析, 以期做到规划合理。

[关键词] 农田水利; 格田; 规划; 灌排工程

中图分类号: TV93

文章标识码: B

文章编号: 1009-0088(2022)5-0033-02

1 项目区概况

北票市总面积 $4\,469 \text{ km}^2$, 辖区内分布有大凌河、小凌河等水系, 水资源较为丰富。文章选取了上园村的 33.3 hm^2 条田耕地作为本次村级农田水利规划设计试点, 规划的主要内容包括格田整平与规划、农田灌溉和排水系统。

2 格田平整及规划设计分析

2.1 格田总体布置

格田是农田最基础的单位, 规划首要就是将格田平整, 利用土壤剥离和改良等手段, 提高农田质量并规划道路和各级沟渠, 见图 1。设计道路宽度为 $3.0 \sim 6.0 \text{ m}$, 需满足一般农业机械通过。

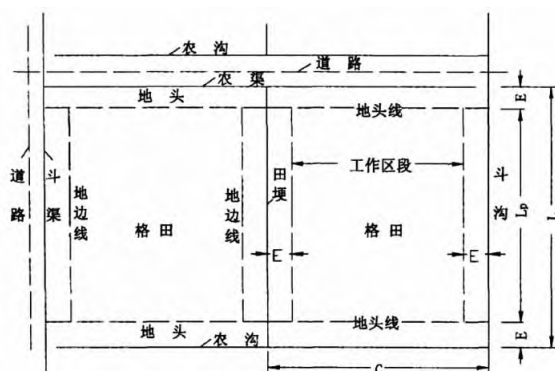


图 1 格田耕作区布置

2.2 格田最适合尺寸

根据当地种植作物的特征, 以一年一熟制(小麦和玉米)种植方式和所使用的机械类型来确定格田的最适合尺寸。

随着格田边长的增加, 耕作效率呈现“先升高、后降低”的趋势, 其中, 耕作效率最大值出现在格田边长为 100 m 处, 此时耕作效率可达 96% 。根据此结果, 本研究将最终设计格田边

长定为 100 m 。若部分地段尺寸欠缺, 则尽量取最大值, 见图 2。

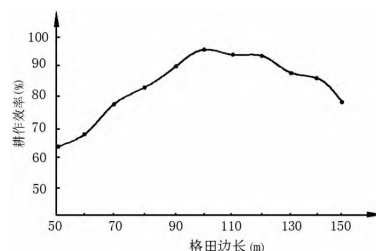


图 2 耕作效率与格田边长关系曲线

2.3 格田方向 形状 高程确定

(1) 格田地垄方向的确定主要取决于农作物采光通风。便于机械化作业等因素。辽宁北票地区以南北走向最为常见。

(2) 确定条田形状主要是为了方便机械化作业和田间管理, 另外, 要利于排水沟排水、水渠通水、道路运载等规划。除了自然边界无法改造外, 本研究中条田均采用长方形, 长 $700 \sim 1\,000 \text{ m}$, 宽 $300 \sim 400 \text{ m}$, 之后再将其分为多个 $100 \text{ m} \times 100 \text{ m}$ 格田。

(3) 格田高程直接影响了灌排渠沟的布局。对于地形平坦、土层较厚的地块, 在设计田块高程时, 应尽量考虑减小挖方量, 对地势较低的地块, 应充分考虑排涝因素。

3 农田灌溉系统设计

3.1 灌溉输水管道确定

村级格田工程由于受到耕地面积的限制, 故适合使用小型机电灌区的灌溉形式, 配套有灌溉管道和衬砌渠道。

研究选取整个 33.3 hm^2 耕地进行分析, 对比衬砌渠道和 UPVC 管道的输水形式。经过分析, UPVC 管道在投资额、附属设施、水利用系数等方面有着明显优势, 而且随着耕地面积扩大, UPVC 管道的经济优势还会更加显著。因此, 本研究选取 UPVC 低压管道输水, 具体结果, 见表 1。

表1 不同输水灌溉形式比较

项目	衬砌渠道	UPVC 管道
农渠(支管)	U50 混凝土,长 1 000 m	φ140PN3,长 1 000 m
斗渠(干管)	U90 混凝土,长 350 m	φ140PN3,长 350 m
穿路涵洞	φ500×6 m,4 座	——
下田便桥	1.5 m×2.0 m,6 座	——
放水口	φ150 农渠放水口 10 个	φ63 放水闸阀 80 个
水泵出水池	2 m×1.5 m×1.5 m	——
单位面积投资(含泵站)	12 900 元/hm ²	11 700 元/hm ²
渠系水利用系数	0.91	0.95

3.2 UPVC 低压管道规划布置

在 UPVC 低压管道,工作压力一般不超过 0.005 MPa,山丘等不平坦地区也不超过 0.2 MPa。该系统主要由取水装置、各级管道、出水口 3 部分组成。低压管道系统主要有以下 2 种布置形式:

(1)“梳子式”布置,该形式下干管沿着沟或河岸边分布,支管垂直于干管,一根干管分配给一侧多个支管,见图 3。

(2)“鱼骨式”布置,该形式下干管垂直于沟或河岸布置,支管垂直于干管,分布在两侧,见图 3。

具体选择哪种布置方案,由水源、田块位置等因素决定,遵循的原则是“力求管道距离最短,尽量保证压力均衡”。

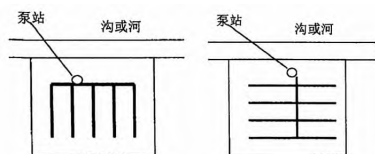


图3 低压管道系统 2 种布置形式
(左:梳子式;右:鱼骨式)

3.3 低压管道管径计算

在设计低压管道管径时,采用“年运行费最小”为优化目标。以村级农田水利中最常用的树状管网为例,进行设计分析,计算公式见(1)。经过计算得出, $D_{\min}=30\text{ mm}$, $D_{\max}=250\text{ mm}$,这只是个理论值,具体数值需结合现场试验确定。本研究 UPVC 管径最终取直径 200 mm 干管和 40 mm 支管。

$$\min M_c = A_1 \times \sum_{j=1}^M a_j \cdot D_j^{b_j} \cdot L_j + A_2 + A_3 \cdot \sum_{j=1}^M \frac{L_j}{D_j^{4.871}} \left(\frac{q_j}{C_j} \right)^{1.852} \quad (1)$$

式中 M_c —管道系统年运行费用;

A_1, A_2, A_3 —相关系数;

b_j —回归参数;

D_j —第 j 段管道经济管径,mm;

L_j —第 j 段管道长度,m;

C_j —相应管道沿程摩阻系数;

q_j —管道流量,m³/h。

4 排水沟设计

4.1 排涝流量设计

排水沟的排涝流量直接决定了水沟断面和配套设施规模,结合本项目区地形等实际情况,采用平均排除法计算该值 Q ,

计算公式见(2)。经计算,本研究 33.3 hm² 试验格田(中壤土) Q 约为 11.5 m³/s。

$$Q = q \cdot F \quad (2)$$

式中 q —设计排涝模数,m³/s·km²;

F —排水孔控制排水面积,km²。

表2 不同土质排水模数 m³/s·km²

土质	设计排水模数
轻沙壤土	15~22
中壤土	25~36
重壤、粘土	32~46

4.2 排水沟断面设计

地形平坦区排水沟比降范围在 1/6 000~1/10 000,边坡系数与土质和沟深直接相关,结合其他工程经验,本研究设计不同土质排水沟边坡系数,见表 3。

表3 不同土质排水沟边坡系数

土质	边坡系数			
	挖深<1.5 m	挖深 1.5~3.0 m	挖深 3.0~4.0 m	挖深 4.0~5.0 m
砂土	2.5	3.0~3.5	4.0~5.0	≥5.0
沙壤土	2.0	2.5~3.0	3.0~4.0	≥4.0
壤土	1.5	2.0~2.5	2.5~3.0	≥3.0
粘土	1.0	1.5	2.0	≥2.0

5 结语

通过其平整及规划布置,确定了格田方向、形状和高程。通过灌溉系统优化,实现了自动化农业灌溉,大大提高了灌溉系统效率及水资源利用率。很多地区存在因设计不合理造成新建水利系统荒废的问题,或是因为缺乏必要的监管措施造成系统管路损坏,这种现象在北票地区也存在。因此,要想使该系统最大程度地发挥作用,必须建立起以村干部为主体的基层管理与维护保养队伍。同时,水费收取和管理手段也必须实现标准化、规范化,为后续开展的工程提供借鉴。

参考文献

- [1] 张云峰, 闵军, 李中华. 关于如何做好农田水利规划设计的思考[J]. 水利发展研究, 2017, 17(8): 45-47
- [2] 郑斯尹, 陈莉莎, 丁鸣鸣. 《南京市农田水利条例》立法后评估[J]. 水利技术监督, 2019, 000(4): 15-20
- [3] 杨骥, 张冉冉, 李佳. 新时期小型农田水利工程建设存在的问题与对策——以无锡市锡山区为例[J]. 安徽农学通报, 2020, (02): 22-25

(编校: 秦健云)

收稿日期: 2022-04-15

作者简介: 武朝阳(1980—),男,高级工程师,主要从事农业水利工作。