

# 农田土地平整设计中几个问题的探讨

朱成立<sup>1</sup>, 张展羽<sup>1</sup>, 莫建兵<sup>2</sup>

(1. 河海大学水利水电工程学院, 江苏 南京 210098; 2. 镇江市工程勘测设计研究院, 江苏 镇江 212003)

**摘要:**针对大区域农田土地平整设计问题, 对田面坡度、平整单元的确定以及土方量的计算方法进行分析, 并根据土方平衡原理, 用散点法推导出有无土方进出两种情况下土方量的计算公式. 散点法应用于大区域土方平衡条件下的土地平整设计, 可直接在现有的大比例尺地形图上进行.

**关键词:**土地平整; 设计坡度; 平整单元; 土方量

**中图分类号:** S281

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1006-7647(2003)06-0054-03

土地平整对合理灌排、节约用水、改良土壤、保水、保土、保肥、提高劳动生产率和机械作业效率等起着重要作用. 尤其在农用地开发整理后实施地面灌溉的地区, 为了保证灌溉质量, 必须因地制宜地进行土地平整. 土地平整设计应以当地实际条件为基础, 充分考虑气候、土壤质地、地形状况、土地用途、规划种植作物种类和灌溉方法等各种因素, 使平地结果符合当地条件, 从而达到有利于耕作、提高农作物产量及防止水土流失等目的<sup>[1]</sup>. 本文着重对设计田面坡度、平整单元的确定及挖填土方量的计算问题进行了详细的分析研究.

## 1 合理确定田面坡度

在采用沟渠灌溉的旱作地区, 为了满足沟畦灌水要求, 保证灌溉水流均匀推进, 通常设计田面顺水流方向(纵向)有一定的坡度, 应根据原有地形、土壤条件情况、结合沟渠的比降来确定纵向坡度<sup>[2]</sup>; 横向一般以水平为宜, 也可以根据需要进行设计较小的坡度, 但其坡度不应大于纵向坡度.

对于稻作区或年降雨量较大、易发生涝灾的灌区, 土地平整设计通常需要满足灌溉和排水两方面的要求, 应结合排灌沟渠的布置进行田面设计. 如果原地形坡向单一, 灌排方向一致, 末级灌溉渠道和排水沟道(通常为农渠、农沟, 以下均以农渠、农沟为例)应采用相邻布置<sup>[3]</sup>(见图 1), 则渠道只能向一侧灌水, 排水沟也只能接纳一边的径流, 此时, 可以将田面顺水流方向设计成一定的坡度, 有利于灌溉水流的推进, 同时还可以减少上级渠道(一般为斗渠)的挖填工程量; 如果地形起伏变化较大、坡向不明

显, 农渠、农沟应采用相间布置<sup>[3]</sup>(见图 2), 则沟、渠均两侧控制水流, 此时若田面有坡降, 就会出现逆坡排灌, 因此为防止逆排、逆灌, 应以每条农渠控制的两块条田为一个平整单元, 并设计成水平状态. 但是如果为了减少上级渠道挖填工程量, 要求平整区域整体有一定的坡度, 则可以将相邻两条农渠控制的平整单元之间设计成一定的高差, 而每个平整单元保持水平状态, 使田面整体呈阶梯状. 两块田块之间的高差大小可以根据农渠或农沟的间距和设计田面平均坡降求得. 计算公式为

$$\delta = li \quad (1)$$

式中:  $\delta$  为相邻两条农渠控制的田块间的平均高差;  $l$  为农渠或农沟的间距;  $i$  为设计田面平均坡降.

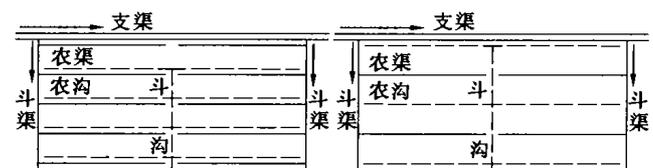


图 1 农沟、渠相邻布置

图 2 农沟、渠相间布置

## 2 土地平整单元确定

确定合理的平整单元是实现土方合理分配, 就近挖、填平衡, 减小土地平整工程量, 发挥平地机械效率, 提高劳动生产率的前提.

平整土地应根据地形条件分片, 结合田间工程和田块的规划, 确定平整单元. 平整单元的大小应考虑能充分发挥平地机械的效率, 使运输线路没有交叉和对流; 同时还要考虑土地平整后的种植作物的种类、格田和畦田大小等因素. 对于大范围土地开发

作者简介: 朱成立(1967—), 男, 江苏宝应人, 讲师, 硕士, 从事农业水土资源规划与节水灌溉技术研究.

整理的土地粗平,且平整区域总体上要求有一定坡度的灌区,为施工方便,一般将相邻两条农沟之间的田块作为一个平整单元,可以将每个平整单元平整为水平状态,而相邻平整单元之间保持一定的高差,即当农渠、农沟相邻布置时,以一块条田为平整单元,当农渠、农沟相间布置时,可以农渠控制的两块条田为平整单元。

### 3 平整土方量计算

土方量的计算是土地平整设计中的一项重要内容,它直接关系到工程项目的投资。在计算土方量时,必须确定田面设计高程,通常采用的方法有方格网法和散点法<sup>[2]</sup>,后者又称为算术平均法。方格网法是将要平整的土地划分成边长为 10~50m 的方格,形成方格网,分别测出各方格四个顶点或中心点的高程,根据测出的高程点和方格总数计算地面平均高程、挖填深度及土方量。这种方法适用于比较复杂的地形,但是测量时比较繁琐,而散点法测量受限制较少,可以根据地形情况布置测点,但是考虑到计算的精确程度,应在田面四角四边、田块的最高点、最低点、次高点、次低点以及一切能代表不同高程的各个位置上均匀布置测点。将测点高程求算术平均值即为设计的地面平均高程。这种方法适用于变化比较均匀、不太复杂的地形。本文仅就散点法进行探讨。

#### 3.1 大区域田面为水平状态的土方量计算

##### 3.1.1 田面平均高程的计算

田面平均高程可以根据实测的各点高程求得,计算公式为

$$H_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n H_i \quad (2)$$

式中:  $H_0$  为田面平均高程;  $H_i$  为实测的各点高程;  $n$  为测点总数。

##### 3.1.2 平均挖填深度计算

将各实测点高程与平均高程相比较,大于平均高程的为挖方,小于平均高程的为填方,等于平均高程的表示不挖不填。算出各点高程与平均高程的差值,将其中的正值求平均,可算出平均挖深,负值求平均即为平均填高。计算公式如下:

平均挖深

$$h_c = \frac{\sum_{j=1}^{m_1} (H_{c_j} - H_0)}{m_1} \quad (3)$$

平均填高

$$h_f = \frac{\sum_{k=1}^{m_2} (H_0 - H_{f_k})}{m_2} \quad (4)$$

式中:  $h_c$  为挖方区平均挖深;  $H_{c_j}$  为大于设计高程的各实测点高程;  $m_1$  为大于设计高程的测点数;  $h_f$  为填方区平均填高;  $H_{f_k}$  为小于设计高程的各实测点高程;  $m_2$  为小于设计高程的测点数。

##### 3.1.3 挖填方面积及土方量计算

a. 无土方进出情况下土方量的计算。在平整单元无土方进出(一般指各平整单元之间无土方调剂)的条件下,根据挖填平衡,由方程组(5)可分别求得挖填方面积及相应的挖填方量。

$$\begin{cases} A_c h_c = V_c = V_f = A_f h_f \\ A_0 = A_c + A_f + A_0 \end{cases} \quad (5)$$

挖方面积

$$A_c = \frac{(A_0 - A_0) h_f}{h_f + h_c} \quad (6)$$

填方面积

$$A_f = \frac{(A_0 - A_0) h_c}{h_f + h_c} \quad (7)$$

挖填方量

$$V_c = V_f = \frac{(A_0 - A_0) h_f h_c}{h_f + h_c} \quad (8)$$

式中:  $A_c$  为挖方面积;  $A_f$  为填方面积;  $A_0$  为不填不挖面积;  $V_c$  为挖方量;  $V_f$  为填方量;  $A_0$  为土地平整总面积。

b. 有土方进出情况下土方量的计算。在地形起伏较多,存在局部高低或坑塘的情况下,平整单元的设计高程就会高于或低于实测平均高程,有土方进出,此时只要对公式(3),(4)进行修正,将其中的  $H_0$  改成  $H_{设}$  就可计算平均挖填深度,而土方平衡方程则相应改为

$$V_c = V_f - V_{调} \quad (9)$$

式中:  $V_{调}$  为调剂土方量,运进为正,运出为负。

由此可推出挖填方面积分别为

挖方面积

$$A_c = \frac{(A_0 - A_0) h_f - V_{调}}{h_f + h_c} \quad (10)$$

填方面积

$$A_f = \frac{(A_0 - A_0) h_c + V_{调}}{h_f + h_c} \quad (11)$$

则挖填方量分别为

挖方量

$$V_c = A_c h_c = \frac{((A_0 - A_0) h_f - V_{调}) h_c}{h_f + h_c} \quad (12)$$

填方量

$$V_f = A_f h_f = \frac{((A_0 - A_0) h_c + V_{调}) h_f}{h_f + h_c} \quad (13)$$

#### 3.2 大区域田面有设计坡度 $i$ 时土方量的计算

根据土方平衡原理,在把土地平整为水平状态

时,挖方总量总是等于填方总量,因此,只要将对称图形中心的设计高程确定为平均高程,则无论将地块整成向哪个方向倾斜的平面,它的挖方总量与填方总量仍然相等.如果大区域田面有设计坡度  $i$  时,直接计算比较繁琐,较为简便的方法是对上述方法进行修正.

设原地面平均坡降为  $i_0$ ,设计田面平均坡降为  $i$ (见图3),大区域田面平整为水平状态时的土方量  $V_0$ ,则在设计田面平均坡降为  $i$  时的土方量  $V$  与  $V_0$  有下列关系:

$$\frac{V_0 - V}{V_0} = \frac{BL^2 i/2}{BL^2 i_0/2} = \frac{i}{i_0} \quad (14)$$

式中:  $B$  为平整地面的横向宽度;  $L$  为平整地面纵向长度的一半,如图3所示.

设计田面平均坡降为  $i$  时的土方量为

$$V = \left(1 - \frac{i}{i_0}\right) V_0 \quad (15)$$

对于田面整体有一定设计坡度,但是每个平整单元内为水平状态,即大区域田面整体呈阶梯状的情况(见图3),仍可以采用3.1中的方法计算挖方量和填方量.

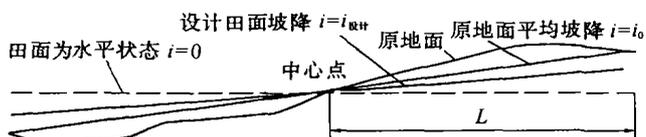


图3 大区域田面设计坡降为  $i$  时土方量计算纵断面图

#### 4 工程示例

江苏省某垦区滩涂开发项目,土地开发总面积为  $545 \text{ hm}^2$ ,地形东南高、西北低.规划设计耕作区农渠、农沟相间布置,根据排盐降渍要求,计算得农沟间距为  $90 \text{ m}$ .结合斗渠、斗沟的布置,设计田面纵向平均坡度为  $1/2000$ ,横向为水平.综合考虑农沟渠的布置、格田大小、施工条件等因素,确定将两块条田作为一个平整单元,共  $12$  个,每个平整单元内为水平状态.

项目区滩面实测高程点  $432$  个,根据公式(2)可算得滩面平均高程为  $3.54 \text{ m}$ .根据设计田面纵向坡降,可推算出各平整单元的设计高程.根据各平整单元内的实测高程点和设计高程,由公式(3),(4)可算得各平整单元的平均挖深和平均填高.由实测平均高程和设计高程计算调剂土方量,再由公式(10)~(13)算得各单元的挖填面积和挖填方量,将各单元挖填土方分别累加算得挖填方量均为  $96 \text{ 万 m}^3$ .

#### 5 结语

散点法原理简单,计算方便,尤其适用于虽有起伏但变化比较均匀、不太复杂的地形,该方法的特点是测量不受限制,可以根据地形情况布置测点.本文将散点法应用于大区域土方平衡条件下的土地平整设计,可直接在现有的大比例尺地形图上进行,使设计过程大大简化,对计算精度要求不太高的情况,可以达到预期的目的.

#### 参考文献:

- [1] 李福祥,许迪,李益农.农田土地平整设计与激光控制土地平整技术适用性研究[J].中国农村水利水电,2002(4):27~29.
- [2] 许雯谟,陈章琛.土地利用工程[M].北京:农业出版社,1984.190.
- [3] 郭元裕.农田水利学[M].第三版.北京:中国水利水电出版社,1997.90.

(收稿日期:2003-05-20 编辑:张志琴)

(上接第23页)

#### 5 结语

本文提出的分段试算法与传统的数学规划方法相比具有以下优点:①计算速度快.以解析最优解作为初始解,逐步引入约束条件,对于不满足的约束条件利用目标函数最优解的特征分段调整放水策略,采用分段试算调整方法逐步逼近最优解,有效地克服了动态规划等数学规划方法的“维数灾”问题.经比较研究,实例中的优化问题用动态规划法求解,计算机耗时超过  $1 \text{ min}$ ,超出分段试算法  $60$  倍以上.②计算结果可操作性强.迭代解法每一步调整都在一定时域内保持均匀出库为原则,因此,能一次性输出可操作性较好的最优解,由图3可见,除起涨段由于出库流量允许变幅要求逐步开启闸门外,只需调整  $2$  次闸门.③分段试算法不仅可用于单库优化调度计算,而且在库群优化调度中作为子系统的优化算法,将极大地提高大系统分解协调算法的效率.

#### 参考文献:

- [1] 叶秉如.水资源系统优化规划和调度[M].北京:水利水电出版社,2001.
- [2] 钟平安.水库防洪目标函数分析[J].水利经济,1995,13(1):38~44.

(收稿日期:2003-04-30 编辑:张志琴)