



内河航道绝对高程与相对高程 数据转换方法与程序设计

罗 梁

(长江重庆航运工程勘察设计院, 重庆 400011)

摘要: 分析了内河航道现有绝对高程与相对高程计算与相互转换的人工分带计算和转换方法, 提出了微型计算机自动计算与转换方法, 并进行了Windows平台上的计算与转换程序设计, 进行了不同计算方法转换前后的数据比较, 比较结果表明本自动计算方法和程序是准确可靠的, 可以在内河航道绝对高程与相对高程数据计算与相互转换中推广应用。

关键词: 内河航道; 绝对高程; 相对高程; 数据转换

中图分类号: TP 311.1

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2013)01-0135-03

Data conversion method and program design of inland waterway's absolute altitude and relative elevation

LUO Liang

(Changjiang Chongqing Harbor and Waterway Engineering Investigation and Design Institute, Chongqing 400011, China)

Abstract: This paper analyzes the present manual zonation calculation and conversion methods between the absolute elevation and relative elevation of the inland waterway, proposes the automatic calculation and conversion methods with microcomputer, designs the computing and converting programs on the Windows platform, and compares the data before and after the conversion with different calculation methods, the result of which proves that the method and program presented are accurate and reliable, and are worth popularizing.

Key words: inland waterway; absolute elevation; relative elevation; data conversion

绝对高程指地面点沿垂线方向至大地水准面的距离, 相对高程指地面点到假定水准面的铅垂距离。沿海港口和河口潮流区深度基准面采用理论最低潮面, 内河航道深度基准面采用航行基准面。内河航行基准面一般沿水流方向具有纵比降, 工作实践中常采用按测深读数精度0.1 m对水位差进行人工分带的方法对测量地形数据进行绝对高程与相对高程的计算和转换。本文依据内河航行基准面, 采用常用微型计算机, 按纵比降内插方法进行程序设计, 自动进行航道地形绝对高程与相对高程计算与相互转换, 具有自动计算、速度较快和工作量较小的特点。

1 人工分带计算和转换方法

两水位站间的分带数可按下式计算:

$$K_n = \frac{\Delta h}{\delta_x} \quad (1)$$

式中: K_n 为A、B两站间的分带数(图1); Δh 为两站间的最大瞬时水位差(m); δ_x 为测深读数精度, 取0.1 m^[1]。

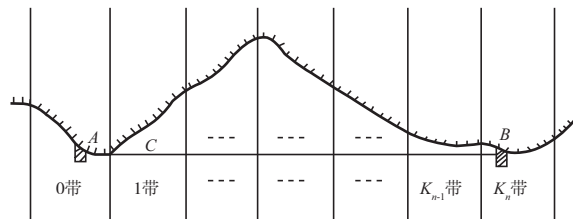


图1 双站分带

收稿日期: 2012-05-29

作者简介: 罗梁(1971—), 男, 工程师, 从事港口与航道工程设计与研究。

每带控制距离可按式计算:

$$d = \frac{s}{K_n} \quad (2)$$

式中: d 为每带控制距离 (km); s 为 A 、 B 两站间的距离 (km)。

在基本水位站、基本水尺和临时水尺航行基准面基础上, 通过上述分带计算的方法得到每个分带内的航行基面, 在每个分带内采用相同的航行基面值进行航道地形绝对高程与相对高程的计算与相互转换。

2 自动计算和转换程序设计

2.1 自动计算并分带

首先读入计算河段基本水位站、基本水尺和临时水尺航行基准面数据, 然后读入计算河段待转换地形数据, 依据每个地形点与各航行基面水尺位置关系进行分区, 依据地形点 P 平面坐标计算出航行基面水尺 AB 线上投影点 P' 平面坐标, 依据 P 点 Z 向待转换坐标、投影点 P' 平面坐标、航行基面水尺 AB 点三维坐标内插计算得到 P 点相对或绝对 Z 向坐标 Z_P , 从而实现 P 点相对高程或绝对高程的计算与相互转换, 见图2。

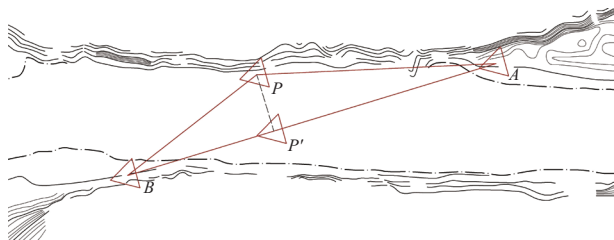


图2 相对或绝对高程内插计算

距离计算公式为:

$$D_{PA} = \sqrt{(X_P - X_A)^2 + (Y_P - Y_A)^2} \quad (3)$$

$$D_{PB} = \sqrt{(X_P - X_B)^2 + (Y_P - Y_B)^2} \quad (4)$$

坐标转换公式分3种情况:

1) 平面坐标轴平移 (图3)。

$$x' = x - a \quad (5)$$

$$y' = y - b \quad (6)$$

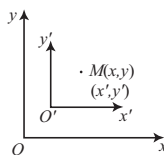


图3 平面坐标轴平移

2) 平面坐标轴旋转 (图4)。

$$x' = x \cos \varphi + y \sin \varphi \quad (7)$$

$$y' = -x \sin \varphi + y \cos \varphi \quad (8)$$

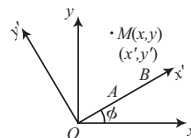


图4 平面坐标轴旋转

3) 平面坐标轴平移及旋转。

$$x' = (x - a) \cos \varphi + (y - b) \sin \varphi \quad (9)$$

$$y' = -(x - a) \sin \varphi + (y - b) \cos \varphi \quad (10)$$

$$x - a = X_P - X_A \quad (11)$$

$$y - b = Y_P - Y_A \quad (12)$$

$$\cos \varphi = (X_B - X_A) / D_{AB} \quad (13)$$

$$\sin \varphi = (Y_B - Y_A) / D_{AB} \quad (14)$$

$$X'_P = (X_P - X_A)(X_B - X_A) / D_{AB} + (Y_P - Y_A)(Y_B - Y_A) / D_{AB} \quad (15)$$

$$Y'_P = (X_P - X_A)(Y_B - Y_A) / D_{AB} + (Y_P - Y_A)(X_B - X_A) / D_{AB} \quad (16)$$

高程内插公式为:

绝对转相对:

$$Z'_P = Z_P - [Z_A + (Z_B - Z_A)X'_P / D_{AB}] \quad (17)$$

相对转绝对:

$$Z'_P = Z_P + [Z_A + (Z_B - Z_A)X'_P / D_{AB}] \quad (18)$$

2.2 程序与算法设计

本程序采用了内河航道工程中最常用的微型计算机Windows平台进行编程。主要用到了面向对象编程、图形编程、数据库编程、基本数据结构和排序算法等编程技术。

2.2.1 程序设计框架

程序设计框架见图5。

2.2.2 算法设计

为解决同一个问题而设计的各种算法在效率上会有很大差异, 对程序运算时间有显著影响。通常情况下内河航道高程转换中待转换地形数据均较多, 采用不合适的算法会显著增加高程转换时间、降低转换程序效率。本程序中使用得最多的就是对每个地形点与基准水尺点的距离进行排序计算。因此本程序在众多排序算法当中选用了最适合对大量不重复数据进行排序计算的快速排序算法 (图6)。

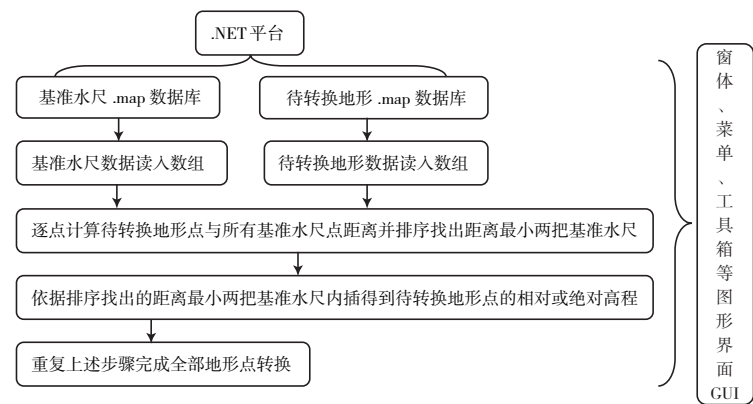


图5 程序设计框架

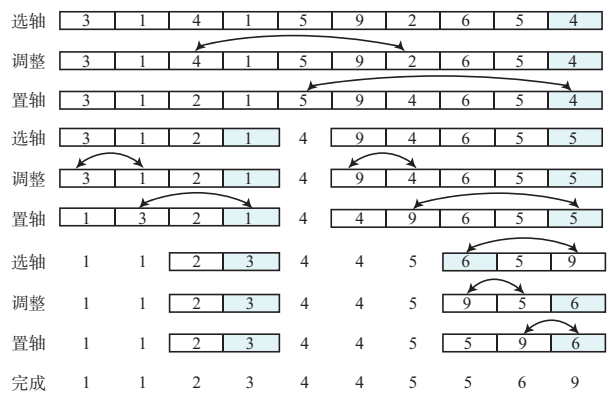


图6 快速排序算法

3 转换程序高程计算数据比较

本程序在长江上游的部分河段进行了相对或

绝对高程计算与相互转换，转换结果表明本程序完全可以在类似条件下进行内河航道地形相对和绝对高程计算与相互转换。限于篇幅关系，本文仅列出了10个点的不同计算方法转换前后数据及其比较差值。表1所列数据表明本程序计算的相对与绝对高程值转换前后数据差别极小，即使与人工分带计算高程值相差最大也不过2.3 cm，完全满足规范要求和工程实践需要。本文采用的航行基面是一系列连续折面，理论上更为接近航行基面的理论定义；人工分带计算囿于计算方法的限制所采用的0.1 m台阶式近似基面与航行基面的理论定义误差应当更大。

表1 长江上游某河段相对高程与绝对高程计算和相互转换比较

点号	原始地形相对高程值/m	程序计算绝对高程值/m	程序反算相对高程值/m	人工分带计算绝对高程值/m	程序反算相对高程值-原始地形相对高程值/m	程序计算绝对高程值-人工分带计算绝对高程值/m
1	4.900	238.720	4.900	238.697	0.000	0.023
2	8.100	241.900	8.100	241.897	0.000	0.003
3	7.400	241.300	7.400	241.297	0.000	0.003
4	7.400	241.300	7.400	241.297	0.000	0.003
5	8.000	241.900	8.000	241.897	0.000	0.003
6	5.100	239.000	5.100	238.997	0.000	0.003
7	7.500	241.400	7.500	241.397	0.000	0.003
8	7.700	241.600	7.700	241.597	0.000	0.003
9	4.900	238.800	4.900	238.797	0.000	0.003
10	8.200	242.100	8.200	242.097	0.000	0.003

注：+号为基准面以上，-负号为基准面以下。

利用本程序进行内河航道绝对高程与相对高程的计算与相互转换所耗费时间，因所使用微型计算机软硬件配置不同有所区别。本文上例计算河段共有374 km，193 993个高程点，计算使用常

见普通微型计算机，几次计算耗时均为2 min50 s ~ 3 min22 s。而采用常规人工分带计算和转换办法，如此大的工作量一般将会耗费4 ~ 5人，通过数十天乃至数月繁重的枯燥工作方能得以完成。

（下转第148页）