

# 工程建设中坐标转换方法的运用

王书军, 王彬彬

(华东地质勘查局 807 队, 江苏 南京 210041)

**摘要** 工程建设中常因为遇到不同的坐标系统, 增加了施工的难度。本文主要就坐标换算的方法、运用和编程做介绍, 以供施工人员在工程建设中参考运用坐标换算方法, 以达到系统统一、简化施工的目的。

**关键词** 坐标系 坐标换算 运用 编程

**中图分类号**: P226<sup>+</sup>.3

**文献标识码**: B

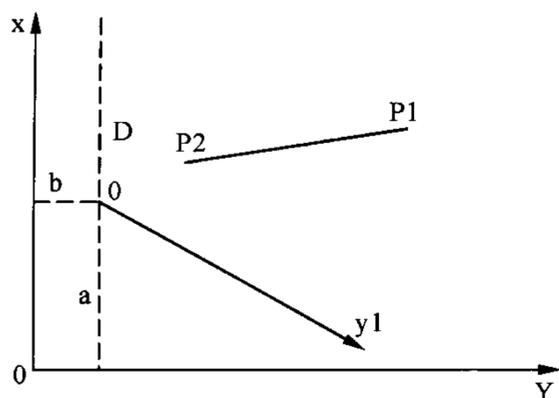
**文章编号**: 1672-4097(2007)01-0029-03

## 1 前言

工程施工坐标系是为总平面设计而确定的独立坐标系统, 坐标轴的方向与设计建筑物的方向平行, 坐标原点虚设在总平面图西南角而使建筑物的坐标为正值。大地测量坐标系是进行国家大地测量或城市勘测设计所采用的平面直角坐标系统。在工程放样过程中因测量条件、设计要求、工程特点, 为了利用两个不同坐标的测量成果, 往往需要进行施工独立坐标系统与大地测量系统的相互换算。

## 2 计算原理

如图 1 所示



设两坐标系统  $XOY$  和  $x'o'y'$ ,  $\alpha$  为第二系 ( $x'o'y'$ ) 纵轴在第一系 ( $XOY$ ) 的方位角,  $a, b$  第二系坐标原点  $o'$  在第一系内的坐标值, 则任意一点  $P$  的第一系坐标为:

$$\begin{aligned} X &= a + x' \cos \alpha - y' \sin \alpha \\ Y &= b + x' \sin \alpha + y' \cos \alpha \end{aligned} \quad (1)$$

$P$  点的第二系坐标为:

$$\begin{aligned} x' &= (X - a) \cos \alpha + (Y - b) \sin \alpha \\ y' &= -(X - a) \sin \alpha + (Y - b) \cos \alpha \end{aligned} \quad (2)$$

为了进行两个坐标系统的互相换算, 必须知道上述中的  $\alpha, a, b$  的值, 设已知  $P_1, P_2$  两点分别在两个系统内的坐标值为:

$XOY$  坐标系统  $P_1(X_1, Y_1)$       $P_2(X_2, Y_2)$

$x'o'y'$  坐标系统  $P_1(x'_1, y'_1)$       $P_2(x'_2, y'_2)$

根据已知  $P_1, P_2$  两点在两坐标系统中的坐标求  $\alpha, a, b$  时, 已知数据应符合:

$$(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2 = (x'_2 - x'_1)^2 + (y'_2 - y'_1)^2 \quad (3)$$

则可按下列公式计算出  $\alpha, a$  及  $b$  的值:

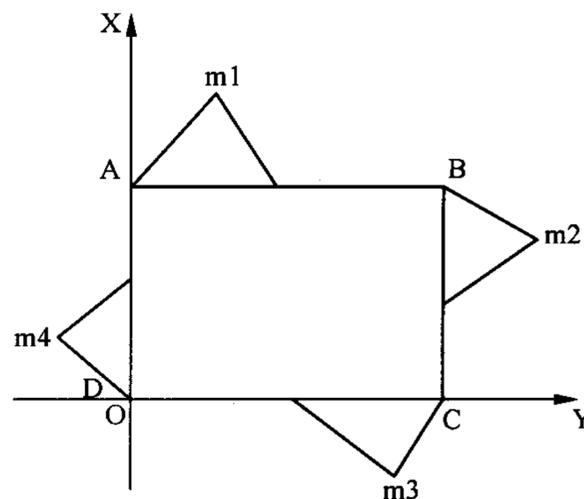
$$\begin{aligned} \alpha &= \text{tg}^{-1}((Y_2 - Y_1)/(X_2 - X_1)) - \text{tg}^{-1}((y'_2 - y'_1)/(x'_2 - x'_1)) \\ a &= X_2 - x'_2 \cos \alpha + y'_2 \sin \alpha \\ b &= Y_2 - x'_2 \sin \alpha - y'_2 \cos \alpha \end{aligned} \quad (4)$$

下列公式可作为检核之用:

$$\begin{aligned} a &= X_1 - x'_1 \cos \alpha + y'_1 \sin \alpha \\ b &= Y_1 - x'_1 \sin \alpha - y'_1 \cos \alpha \end{aligned}$$

## 3 实例运用

实例一: 如图 2



某建筑已知西北角  $A$  和东南角  $C$  的大地坐标, 根据施工图纸可以得出  $A, B, C, D, m_1, m_2, m_3, m_4$  的设计尺寸相对关系, 但在放样工作中只根据上述条件, 实际操作有一定的困难性。为满足设计的要求就必须将  $m_1, m_2, m_3, m_4$  四点的直角坐标转换成大地坐标, 简化放样过程。

假设  $D$  点为原点  $(0, 0)$ , 以  $DA$  方向设为  $X$  轴、

DC方向设为Y轴建立平面直角坐标系,由此可以 得出  $m_1, m_2, m_3, m_4, A, C$  点的直角坐标(如下表)

已知数据	直角坐标		换算过程	大地坐标		
	X	Y		$x'$	$y'$	
A						
C	26	0		138 712. 546	136 838. 456	已知
$m_1$	0	48. 36		138 724. 012	136 892. 152	已知
$m_2$	38	12. 3		138 718. 3699	136 944. 233 6	换算后得出的坐标数据
$m_3$	21. 5	52		138 705. 263 7	136 903. 287 6	
$m_4$	-12	41. 5		138 737. 600 2	136 889. 618 2	
	9	-11. 5		138 755. 880 7	136 943. 616 6	

将已知公共点 A、C 的平面直角坐标和大地坐标分别代入公式(4)计算得出： $\alpha = 220^\circ 19' 04''$   
 $a = 17\ 200. 144\ 3$      $b = 194\ 182. 251\ 5$

再将  $\alpha, a, b$  的值代入公式(2)中(注意在分别代入两个公式时符号要一致)

求出  $m_1, m_2, m_3, m_4$  的大地坐标(见上表)

实例二:(如图3)本例讲述用坐标换算方法计算道路放样中曲线上任一点的坐标。

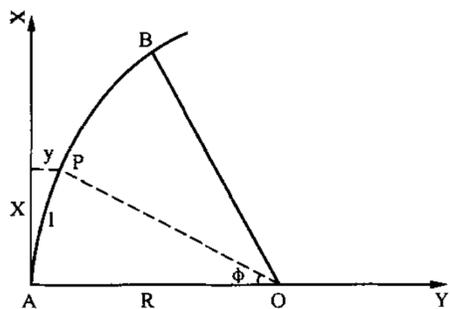
某段道路放样设计弧线,设曲线半径为  $R$ ,  $l$  为 A 点至 P 点的弧长,  $\phi$  为弧长  $l$  所对的圆心角,已知 A、B 的大地坐标值  $A(X_1, Y_1), B(X_2, Y_2)$ ;

以 A 点为原心(0, 0), AO 作为 Y 轴,过 A 点的弦切线作为 X 轴建立平面直角坐标系,根据数学关系可以得到:

$$x = R \times \sin \phi \quad y = R \times (1 - \cos \phi)$$

$$\phi = l/R \times 180^\circ/\pi$$

同理运用公式(1)或(2)、(3)、(4)便可以求出该段曲线上任一点的大地坐标值(数据举例省略)



#### 4 计算器编程

实际运用中如果一个点一个点的计算不仅计算量大,而且用时较长、复杂容易出错。可以选用 CASIO fx-4800P 有针对性的进行编程,达到事半功倍的效果。

下面介绍编程计算的方法:

##### 4.1 设定编程符号

公式中的  $\alpha, a, b$  编程时分别对应  $R, J, K$ 。

##### 4.2 编程公式准备

所取系统公共点	$P_1$	$P_2$
系统 1 对应坐标	$X_1, Y_1$	$X_2, Y_2$
对应编程符号	A, B	C, D
系统 2 对应坐标	$x'_1, y'_1$	$x'_2, y'_2$
对应编程符号	E, F	M, N

$$(1) \alpha = \text{tg}^{-1}((Y_2 - Y_1)/(X_2 - X_1)) - \text{tg}^{-1}((y'_2 - y'_1)/(x'_2 - x'_1))$$

编程为  $R = \text{tg}^{-1}((D - B)/(C - A)) - \text{tg}^{-1}((N - F)/(M - E));$

$$(2) a = X_2 - x'_2 \cos \alpha + y'_2 \sin \alpha$$

编程为  $J = C - M \cos R + N \sin R;$

$$(3) b = Y_2 - x'_2 \sin \alpha - y'_2 \cos \alpha$$

编程为  $K = D - M \sin R - N \cos R;$

$$(4) \text{求取坐标 } x = (X - a) \cos \alpha + (Y - b) \sin \alpha$$

编程为  $x = (X - J) \cos R + (Y - K) \sin R;$

$$(5) \text{求取坐标 } y = -(X - a) \sin \alpha + (Y - b) \cos \alpha$$

编程为  $y = -(X - J) \sin R + (Y - K) \cos R;$

( $x, y$  为待换系统的坐标,  $X, Y$  为替换系统的坐标)

4.3 编写结束按【EXIT】【EXIT】【MODE】【1. COMP】转入到计算状态。

4.4 运用计算器时只需依次一次性输入 A、B、C、D、E、F、M、N 的值,每次只需代换  $x, y$  的值,则可以方便的得出换算的坐标值。

举例说明:两个三角网  $m$  和 A 有 4 个公共点  $m_1, m_2, m_3, m_4$  (见下表 1),现要求:

(1) 将  $m$  网系统中的  $m_5$  的坐标  $X = 69\ 750. 00, Y = 57\ 960. 00$  换算成 A 网坐标系坐标;

(2) 已知 A 网系统中的  $A_1$  的坐标为  $X = 700, Y = 400$ , 换算成  $m$  网坐标系统的坐标。

(表格 1)

公共点	m 网系统坐标		A 网系统坐标	
	y	X	Y	x
$m_1$	70 270.42 (A)	58 523.38 (B)	7 331.89 (E)	3 399.98 (F)
$m_2$	70 552.35 (C)	58 199.05 (D)	7 526.99 (M)	3 017.08 (N)
$m_3$	70 543.60 (E)	58 700.79 (F)	7 639.87 (A)	3 506.03 (B)
$m_4$	70 809.46 (M)	58 372.47 (N)	7 818.41 (C)	3 123.15 (D)

解:(1) 将  $m_1$ 、 $m_2$  分别在 m 和 A 网中的坐标输入计算器,再代入  $m_5$  的坐标即得  $m_5$  在 A 网中的系统坐标为  $x = 6\ 690.642$   $y = 2\ 979.224$ ;

(2) 将  $m_3$ 、 $m_4$  分别在 A 和 m 网中的坐标输入计算器,再代入  $A_1$  的坐标即得  $A_1$  在 m 网中的系统坐标为  $X = 69\ 803.241$   $Y = 59\ 025.298$

## 5 计算机编程处理数据

计算机编程可以选用 Excel 电子表格中的函数语言编辑公式命令进行坐标换算。现将上述实例 1 利用计算机编程进行坐标换算的方法阐述如下(见表格 2):

### 5.1 函数准备

① ATAN(number)表示:计算出参数的反正切值,返回的角度值将以弧度表示;

② IF(number)表示:执行真假值判断,根据逻辑测试的真假值返回不同的结果;本例用于判断返回的弧度值是否大于零,小于零则必须加上 360 度;

③ DEGREES(angle)表示:将以弧度表示的数据值转换为以度表示的数据值;

④ INT(number)表示:将实数取整处理,得出一个整数;

⑤ COS(number)表示:计算出给定角度的余弦值;

⑥ SIN(number)表示:计算出给定角度的正弦值;

### 5.2 编辑公式

① 弧度制表示的  $\alpha$  的值:

$ATAN((C4 - C3)/(B4 - B3)) - ATAN((F4 - F3)/(E4 - E3));$

② 度数制表示的  $\alpha$  的值:

$IF(DEGREES(A7) < 0, (DEGREES(A7) + 360, DEGREES(A7));$

③ 取整(直观地表示度数):

$INT(A9)$ :得出以整数表示的度数;

$INT((A9 - B8) * 60)$ :得出以整数表示的分数;

$((A9 - B8) * 60 - C8) * 60$ :得出以小数形式表示的秒数;

④ 公式中的  $a$ 、 $b$  值:

$a$  表示为:  $B4 - E4 * COS(A7) + F4 * SIN(A7);$

$b$  表示为:  $C4 - E4 * SIN(A7) - F4 * COS(A7);$

⑤ 坐标换算  $x'$ 、 $y'$  数据:

$x'$  表示为:  $(B13 - E8) * COS(A7) + (C13 - F8) * SIN(A7);$

$y'$  表示为:  $-(B13 - E8) * SIN(A7) + (C13 - F8) * COS(A7);$

以下同理类推。

## 6 结 论

在工程建设中适时的选用坐标换算的方法可以减少施工难度,同时合理的运用 CASIO fx-4800P 计算器或计算机进行编程处理数据换算,可以起到系统统一、简化施工目的,达到事半功倍的效果。

### 参考文献

- 1 王秉纲主编.《测量学》,人民交通出版社,1997年9月
- 2 利培文主编.《公路施工测量技术》人民交通出版社,2000年3月

## Applications of Coordinate Transformation Method in Project

Wang Shujun, Wang Binbin

(No. 807 team, South-east geology surveying bureau, Nanjing 210041)

**Abstract** the different coordinate systems is often encountered in the project, that increases the difficulty of the construction. This paper focused on the introductory of conversion of coordinates, the use of it and the programming. Construction staff could reference the method of coordinate transformation in order to achieve the reunification of systems and simplify the construction.

**Key words** Coordinate system; Coordinate transformation; Use; Programming