

13

96-9P

数字经纬仪测量误差的校正*

文贤任
(机电工程学院)

P 207

摘要 分析了数字经纬仪测量误差的产生原因,给出了一种校正误差的方法及一个实用的能自动校正误差的电路。

关键词 数字经纬仪, 测量误差, 自动校正

中图法分类号 P207

数字经纬仪是一种数字化的测角仪。与普通经纬仪相比,它是一种能自动显示测量数据,并由小型计算机控制作打印记录的自动化测角仪。其测试速度快,且避免了人眼读数和手记带来的粗大误差,提高了准确性。

数字经纬仪的组成包括:普通光学经纬仪、光电转换器、放大及计数器、显示器、带打印的小型计算机、误差校正电路等。本文专就其中测量误差及自动校正的问题进行分析研究。

1 误差的产生

普通经纬仪的测度和测分秒两个旋动调节部分是联动的,由于机械结构的配合限制,使两部分的调节配合往往难以达到完全同步,因而产生示数误差。这种误差发生在满度进位附近。

例如,某一测角本应是 $15^{\circ}59'50''$,而这时度刻度的指示可能已达 16° 了,即由于联动不同步而造成度指示超前。其示数为 $16^{\circ}59'50''$,比实际多了一度。

又如另一测角应是 $20^{\circ}0'10''$,但由于不同步使角度的指示可能还停在 19° 上,即度指示产生滞后。读数为 $19^{\circ}0'10''$,比实际少了一度。这两种可能出现的错误在进行人工读数时,可以凭经验加以纠正。但在数字经纬仪中必须自动判断并作出相应的校正。下面就如何判定误差及给以正确校正两个问题加以阐述。

2 关于测量误差的判定

普通经纬仪的测角值由机械刻度直接显示,调节旋钮的正、反转使角度测量可正可负。数字经纬仪也必须解决角度值的计数及旋角方向的判定问题。

假定在测角中会得到如图1示的波形。A、B波周期相同,相位差 $\pi/2$ 。从右向左看(设为

* 收稿日期:1994-12-08

文贤任,男,1940年生,副教授,重庆建筑大学机电工程学院(630045)

正转)A 超前于 B; 从左向右看(设为反转)B 超前于 A。利用这种不同, 就可以判别测角时的正反方向, 然后指挥角度计数器作加计数(正角度)或减计数(负角度)。此部分详细分析从略。

在光电转换盘(与测角调节旋动同步转动)上, 刻成如图 1 中 A、B 波形那样的槽。每周刻 180 个, 则 A、B 的一个周期就代表 2° 角。在测角中, 通过光电转换就可获得 A、B 一样的电信号。经过微分电路, 由 A、B 波一个周期内可得四个脉冲(如 a_1, a_2, b_1, b_2)。我们可以任选 a 或 b 来计数。例如选用 a 波, 这时 a 波中, 每出现一个脉冲(包括 a_1 和 a_2) 就表示转过

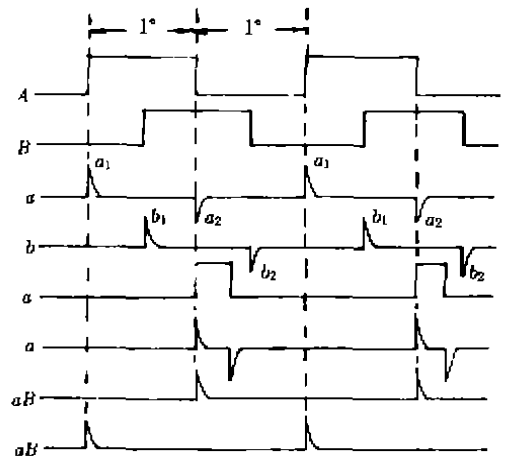


图 1

1°。但 a_2 是负脉冲, 加给门电路将不起作用。为此, 可先将 a_2 进行倒相处理, 可将 a 波加给一个单稳电路(它由 a 中的 a_2 触发)可得到波形如 \bar{a}' , 再将 \bar{a}' 经过微分就获得波形 \bar{a} 。然后把 \bar{a} 和 B 波相与, 得到 $\bar{a}B$ 波。另外用 a 和 \bar{B} 相与得到 $a\bar{B}$ 波。这样我们选取 $\bar{a}B$ 和 $a\bar{B}$ 两列波作计数, 由图 1 可知, 在这两列波中每出现一个脉冲就代表转动 1°, 从而实现了角的度的计数。同样可将分秒值的转换按此方法实现。

现在, 讨论如何进行测量误差的判定问题。观察一下 A、B 两个波形, 可知在每 1° 的前半度(0 ~ 29'), 二者是反相的, 而在后半度(30' ~ 59') 则是同相的, 假定在 A、B 同相时给出低电平(0), 反相时给出高电平(1)。同时, 将分的测试(1° 分为 60') 亦分成两部, 即 0 ~ 29' 和 30' ~ 59'。并且也给出相应的信号(1 或 0)。为此, 可得到如下的测试误差判定方法:

1) 如测度信号的 A、B 波形处于相异时(代表前半度), 若这时得到的分的信号又正好是 0' ~ 29' 范围内, 说明度和分同步, 则不给出校正信号。反之, 若这时分测处于后半部(30' ~ 59') 内, 说明度超前, 这时应对度计数作减 1 校正。

2) 如测度信号 A、B 波形处于同相状态, 即后半度, 此时若测分信号又恰好处在 30' ~ 59' 之内, 表示分度同步, 不必给出校正。否则, 若分测处在 0' ~ 29' 时, 说明度滞后, 就应当给度计数作加 1 校正。

另外, 角度测量常常是连续进行的。如图 2 示, 设第一次测得角度 $\varphi_1 = 30^\circ 0' 10''$ 。

如果这时度、分测试显示不同步, 度测为后半度, 而分测却在 0' 10''(0' ~ 29' 之内), 表明应作度加 1 校正, 于是得到正确值 $\varphi_1 = 31^\circ 0' 10''$ 。(并作打印记录)。接着进行 φ_2 角的测量。显然它是在 φ_1 的基础上进行的。由于原先度信号已处在后半度且接近进位的位置上, 因此第二次刚一转动度调节, 就立即给出一个度进位信号, 使度计数器又加 1, 这表示在测 φ_2 时其初值 φ_1 变成了 $\varphi_1' = 32^\circ 0' 10''$ 了, 显然多了 1 度。因此, 在 φ_2 调节好后, 作打印记录前, 应当减去 1 度。这就必须将前一次的校正信号加以保存, 以便在

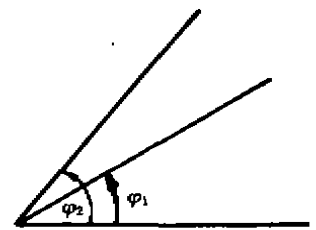


图 2

进行连续测角时作为下次测试时的反校正用。

3 实现测角误差校正的逻辑电路

据以上的分析与要求,设计出数字经纬仪中使用的测角误差校正电路如图 3。该电路能根据测度和测分信号的情况自动判定误差的有无及给出相应的校正信号。图中, A 、 B 是测度信号, C 是测分信号, $C = 1$ (高电平) 代表分处于 $0' \sim 29'$, $C = 0$ (低电平) 表示分测在 $30' \sim 59'$ 范围内, $TG_1 \sim TG_5$ 是传输门, $F_1 \sim F_3$ 是锁存器, 集成块 187 是顺序脉冲发生器。下面我们以前水平测角为例来说明其工作过程(垂直测角情况相似)。

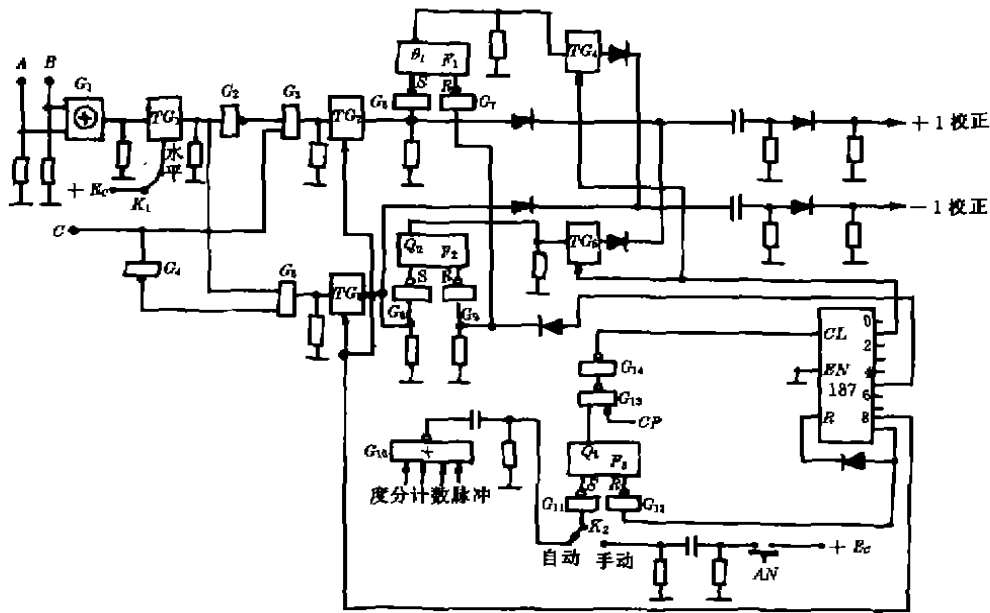


图 3

首先将 K_1 置于“水平”位置, 门 TG_1 打开。然后进行测角, 旋动度和分秒调节并调整完毕。有两种可能情况存在:

1) 度指示处于前半度, 此时 A 、 B 信号相异。由图 3 知, G_1 、 TG_1 输出为高电平, G_2 输出为低电平, 它封住 G_3 , 使其送不出信号。这种情况下, 测分信号又有两种可能。

(1) 分处于 $0' \sim 29'$ 之内, 即 $C = 1$, 它使 G_4 输出低电平, 封住了 G_5 , 也不会送出信号。当 TG_2 、 TG_3 打开后, 均无任何信号去作校正。这是正确的, 因为这种情况是度和分都是在前半度, 二者同步, 无需纠错。

(2) 分处于 $30' \sim 59'$ 之内, 则 $C = 0$, G_4 输出高电平, 这使 G_5 的两个输入均为高电位, 故使 TG_3 输入为高电位, 它为进行减 1 校正做好准备。如这时校正选择置于 K_2 为“自动”位置, 则其校正过程如下:

当一次测角调整完成后, 则由光电转换而来的度、分指示的计数脉冲消失。门 G_{10} 的输入全为 0, 输出上跳经过微分与 G_{11} 反相后使 F_3 置位, $Q_3 = 1$ 。打开了 G_{13} , 将时钟脉冲 CP 送到 187 的 CL 端, 使之启动, 开始产生序列脉冲, 其第 1 脉冲将 TG_4 、 TG_5 打开。如果上次测量中在

F_1 (或 F_2)里存放了+1(或-1)校正信号,则此时通过 TG_4, TG_5 就会送出一个-1(或+1)的反校正信号。否则, TG_4, TG_5 通时亦无信号送出。之后187的第5端的一个序列脉冲又将 F_1, F_2 清0,为下次存入作好准备。当第8个序列脉冲将 TG_2, TG_3 打开时,由前可知,存放在 TG_3 门前的高电位通过微分后,由减1端向度计数器的减数端送去一个脉冲作减1校正。由于现在分处于 $30' \sim 59'$ 内,而度却处于前半度,表示度超前,应当做减1校正。与此同时, TG_3 输出的高电平经过 G_3 后又使 F_2 置位, $Q_2 = 1$ 。保存下此次作了减1的信息,以作为下次连续测量时的反校正用。当187的第9个脉冲出现时,使 F_3 和187自身复位,使一次校正过程完成。如将 K_2 置于“手动”校正位置,校正时,按 AN 键一次,仍使 $Q_3 = 1$,则整个校正过程与“自动”校正时一样进行。

2) 测度信号 A, B 处在同相情况。此时 G_1, TG_1 输出低电平,封住 G_5 门,而 G_2 输出高电平送至 G_3 输入端。此时,有无信号送出将取决于测分信号的情况。

(1) 若测分信号也指示为后半度范围($30' \sim 59'$),表明与度测同步,不需进行校正。因 $C = 0$,将 G_3 也封住,因此 TG_2, TG_3 的输入都是低位,不会送出校正信号。与要求相符。

(2) 测分处在 $0' \sim 29'$ 之内。表示与度测不同步,按理应当作加1校正。此时因 $C = 1$,使 G_3 两个人端均处在高电位,则使 TG_2 输入亦为高电位。这就为进行加1校正作好准备。当校正序列脉冲打开 TG_2 时,就送出加1校正脉冲使度计数器加1。同时此信号亦被锁存到 F_1 中。整个过程与前面分析的减1校正一样进行,不再重复。

此电路用于所研制的数字经纬仪中,经反复试验,证明能正确地对测角误差进行判定和校正。

(编辑:刘家凯)

CORRECTING ERRORS MEASURED BY A DIGITAL THEODOLITE

Wen Xianren

(Faculty of Mechanical and Electrical Engineering)

ABSTRACT This paper analyses errors measured by a digital theodolite and gives a method of correcting errors and a practical autocontrol circuit of correcting errors.

KEY WORDS digital theodolite, measuring errors, autocontrol correct errors