

智能铁塔放样机的研制

宣 明 王淑琴 田兴志

摘要: 本文介绍了一种以实际应用的将计算机计算技术与控制技术融为一体设计方法及控制系统抗干扰问题的解决途径。

一、前 言

随着工农业生产的迅猛发展,给电力部门提出了更高的要求,在输电线路的架设中,输电铁塔的生产制造是一个相当关键的问题,在我国铁塔作业中,还存在着许多落后和繁重的体力劳动。这些落后的工艺与当代科学技术存在着一个很大的差距,必须要尽快的进行解决,铁塔放样机就是针对这样的情况进行研制的。

在铁塔生产制造中的一个重要的工艺环节是校核铁塔设计图纸中各个杆件及联板的尺寸。目前,我国绝大多数从事铁塔生产的厂家都是采用人工实体放样的方法来进行尺寸校对的,具体方法是由几名工人按照设计图纸所给的一些基本数据,如上口宽,下口宽,垂直高等在地板上进行1:1的实体放样。这种方法要占用较大的厂房(如长春铁塔厂用了近300m²)费时,费力并且放样精度不高,效率低。

目前,国外的铁塔生产厂家已采用了计算机设计和制图,没有人工放样这一环节,国内的一些研究所和厂家也在这方面作了一些工作。如东北电力设计院,西南电力设计院,成都铁塔厂等,但是他们的工作都有一定的局限性并且都没有与机械部份相配套。

针对这种情况,我们在1987年4月开始了铁塔放样机的研制工作,铁塔放样机的产生,改变了原来铁塔生产的重要环节——铁塔人工实体放样,它既节省人力物力又提高了铁塔的制造精度和放样速度。

铁塔放样机于1988年1月在长春铁塔厂正式投入使用经半年的时间,机械及控制部份运行正常,计算机放样软件也几经修改趋于完善,整套仪器的性能达到了设计指标。

二、概 述

铁塔放样机大体可以分为三个部份:

1. 计算机放样软件。
2. 计算机控制部份接口硬件及软件。
3. 机械部份。

这三个部份是一个有联系的整体,首先由模拟放样计算软件根据铁塔设计图纸中的基本尺寸计算出各个杆件、联板的尺寸及联板各个孔的 x 、 y 坐标,正确尺寸计算完成后将信息存入软磁盘,然后,控制计算机由软磁盘提取所储存信息,控制机械部份自动在联板上定出各个孔的位置。

计算软件适于在苹果II微型计算机上运行。如有必要可稍加改动即可在IBM微型计算机上运行，为了使操作简单易行，程序采用了汉字提示性操作，这样给操作人员带来了极大的方便。该机可加工联板的面积为 $1.2\text{m} \times 1\text{m}$ ，孔的定位精度 0.2mm 。

三、铁塔放样机的设计

根据铁塔生产行业的规定，联板孔位误差为不大于 $\pm 0.5\text{mm}$ ，这里所说的联板孔位误差是相关两孔的误差，在进行联板孔位的加工中是属于增量式定位，即后一孔的定位是以前一孔为基准的，这样的加工方法，相邻两孔的定位误差就等于机器的定位误差，若两相关孔不是相邻孔，即中间又加工了几个其他孔，例如图中所示的1、2、3孔的加工顺序是先加工1孔，然后加工2孔，再加工3孔，这样若1、3孔是相关孔，那么它们在加工顺序上就不是相接的，这样的两个相关孔的定位误差就有一个累加，不等于机器的定位误差。

1. 机械部份的设计

机械部份的功能是在计算机的控制下完成对铁塔联板孔位的定位工作，根据这个要求，确定机械部份的运动有 x 、 y 、 z 方向的运动。具体来说 x 、 y 方向运动是根据孔的 x 、 y 座标达到孔的位置， z 方向的运动是定位中心孔钻的升降。 x 、 y 、 z 方向的运动由步进电机和丝杆来实现。



图 1

(a) 孔的加工顺序的确定

孔的加工顺序的确定原则；应有利于定位精度和效率。分析 x 向工作台质量大，跨距大，运动速度比较慢，又因跨距大，所以若在加工中频繁地“往复”运动会产生倾斜，影响定位精度，而 y 向工作台质量小，速度高，丝杆作用在工作台中心线位置，所以无跨距问题。

根据以上分析，确定在加工顺序上以 x 方向为基准，即加工第一块板时，按各个孔 x 座标值的大小从小到大排队，然后，开始加工；加工第二块板时，按各个孔 x 座标值的大小从大到小排队。加工奇数板时，按各个孔 x 座标值的大小，从小到大排队。加工偶数板时，反之。这样做省去了中心孔钻回座标原点的空行程时间，既保证了精度，又提高了效率。以上所说的孔的排队工作由计算机自动完成，无需人工干预。

(b) 精度分析

该机械系统由光栅尺，步进电机和计算机构成了一闭环反馈系统，光栅尺为每毫米50条线，即灵敏度为 0.02mm 。

根据光栅尺、步进电机、丝杆的功能，加工精度和价格等确定 x 、 y 方向的定位精度为 0.06mm ，下面忽略导轨的加工误差，分析该精度是否满足联板孔位精度要求。

根据前面的分析，如两相关孔为相邻孔，那么它的加工精度为：

$$\delta = \pm \sqrt{0.06^2 + 0.06^2} = \pm 0.084\text{mm}$$

若两相关孔不是相邻孔，根据实际考察，它们之间最多会插进1个孔。现按插进1个孔计算其最大累计误差，即每个加工孔的误差都为正或都为负，那么这样的两个相关孔的误差为：

$$\delta = \pm 2\sqrt{0.06^2 + 0.06^2} = \pm 0.168\text{mm}$$

所以机器的定位误差标定为0.2mm满足联板孔的定位误差精度。

(c) 丝杆螺距和步进电机的选择

在保证功率的前提下，步进电机和丝杆的配合应能满足精度，即步进电机每走一步，通过丝杆所变成的直线距离都应小于定位精度0.06，在某种意义上，小的越多越好。

根据上述条件，确定x轴丝杆的螺距为10mm，步进电机为110BF0.03，步距角0.75°，y轴丝杆螺距5mm，步进电机为90BF0.03，步距角1.5°（步进电机为常州产）所以，x方向的步距当量为：

$$\frac{10}{360/0.75} = 0.0208\text{mm}$$

y方向的步距当量为：

$$\frac{5}{360/1.5} = 0.0208\text{mm}$$

2. 计算机控制部份的设计

计算机控制部份的功能是：

(1) 从软磁盘上读取所贮存的联板信息，根据孔的x坐标值进行加工顺序的排队。

(2) 读取光栅尺的信号，控制步进电机的正、反转和到位停止，即形成一闭环控制系统。它允许有3个光栅信号的误差，所以说x、y方向的定位精度为0.06mm。

(3) 到达孔位后，驱动z方向步进电机，使中心孔钻升、降。

(4) 当中心孔钻头接近联板时，启动中心钻，并在钻入一定深度后将其停止。

为了达到上述功能，选用了苹果II型微型计算机作为控制计算机，该闭环反馈系统的工作原理如下：

首先，计算机将已排好队的x、y坐标值转换成光栅尺脉冲信号数，此数即为预定数，然后，控制x、y步进电机正向运动并同时启动8253计数器记录光栅尺的脉冲信号数。由于工作台在运动过程中一定会产生一些“抖动”，即有微小的后退，所以必须要设置一套电路来区分光栅尺的前进和后退脉冲，并分别加以记录。这两个数的差值，才为工作台真实的位置。计算机每发一个步进电机的驱动脉冲后，就读取计数器中的两个值，并将其差值与预定值相比较。若小于预定值，即为未到位，继续驱动步进电机正向运动；若大于预定数，则已过位，则驱动步进电机反向运动。

从步进电机的矩频特性曲线可以看出如图2步进电机的力矩是随着运行频率而下降的，为了在起动时获得较大的力矩，我们设计计算机控制步进电机慢速起动，达到一定速度后，再匀速运动。

为实现功能(4)，必须设置一开关来启动和停止中心孔钻电机(交流电机)，易与计算机接口的开关有许多种，但经过试验，认为可控硅

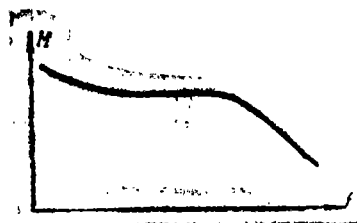


图 2

最为理想。它的开关速度快，允许通过的电流大，并且无触点，对计算机不会产生任何干扰。为了提高抗干扰性，控制电路采用了多级稳压、光电耦合的方法。实践证明，这是行之有效的。计算机接口硬件电路框图如图3，控制程序采用了高级语言与汇编语言相结合的方法。程序框图如图4、5。

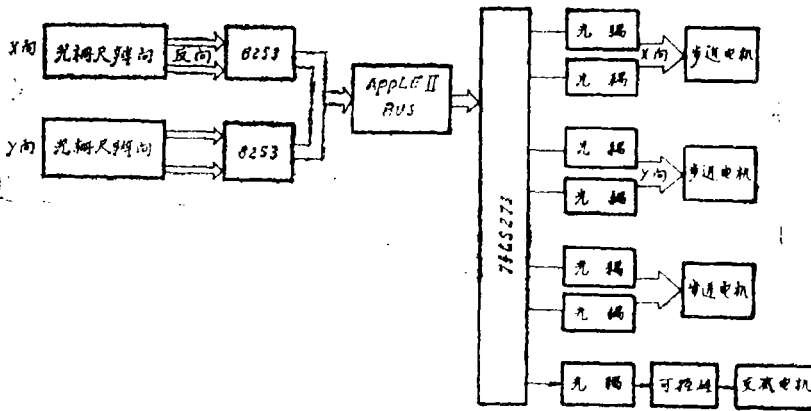


图3

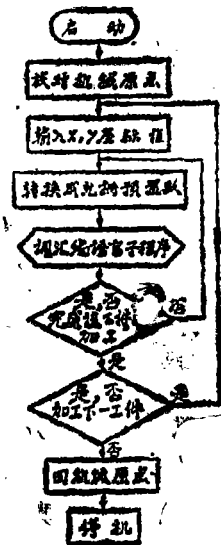


图4

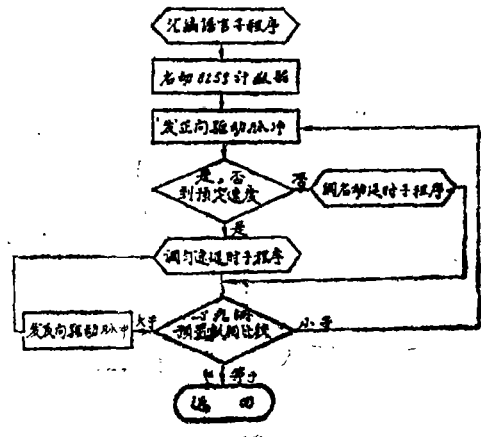


图5

3. 模拟放样软件

该软件的最终目的是使一基塔能毫无问题的组装起来，要实现该目的，有许多复杂繁锁的问题需要解决，为了方便操作人员，该软件采用了汉字提示操作，考虑到运行速度，内存容量和经济性，选择了苹果II型微型计算机，如在IBM-PC机上运行，只需对软件稍加一些改动既可。

因苹果II计算机内存容量小，所以整套软件是模块式结构，可由操作人员根据需要进行选择。

该软件可对铁塔进行整基塔计算，也可以分段计算（一基塔由若干段组成），增加了灵活

性。

该软件有以下11个功能:

1. 校正各段上、下口。2. 校正主材。3. 校正斜材。4. 计算辅助材。5. 校正平面碰角及切支。6. 校正空间碰角。7. 校正联板。8. 计算火曲。9. 计算开、合角。10. 完成一段塔的计算, 将数据完善保存。11. 打印数据。

参 考 文 献

荣树熙、张开敬编, 6502微处理机及其应用, 北京师范大学出版社, 1984年

Development and Fabrication of the Intelligent Iron Tower Enlargement Machine

Xuan Ming Wang Shuqin Tian Xingzhi

Abstract

This paper introduces a practical method of combining computing with controlling and describes a way how to resolve the outside interference with the control circuit.