

接触网安装曲线及张力差曲线绘制的新方法

梅志红 邓文华

(电气工程系)

摘 要

采用 TURBO C2.0 作为工具软件,编写了一个通用曲线的绘图程序.用户只需在菜单提示下,输入欲绘制的曲线的必要参数,即悬挂类型,悬挂参数,气象条件,程序就可以自动绘出相应的安装曲线或张力差曲线.该软件较好的解决了过去安装曲线及张力差曲线的计算中数据多,计算量大,易出错,繁琐等问题,提高了计算精度,并使安装曲线及张力差曲线的绘制方法趋于简单化和系统化.

关键词:安装曲线;张力差曲线;悬挂类型;气象条件

0 前 言

我国电气化铁路已达 8840km 以上,而且正在以每年 800—1200km 的速度建设着.接触网的设计是一项庞大的工程,是电气化铁路的重要组成部分.在接触网设计中,安装曲线及张力差曲线的计算尤为复杂.而安装曲线及张力差曲线是电气化施工设计之一,是现场施工的直接依据.其数据的准确与否直接影响日后接触网的运营质量,行车安全.

如何用计算机准确的,高效的,图文并茂地绘制出曲线,从而提高设计质量,并使设计人员从大量繁重的,琐碎的计算任务中解放出来,这是每个接触网设计者所面临的必须解决的问题.

1 数学模型

接触网的各种悬挂中,接触线的张力与弛度是随气象条件的变化而变化的.且这种变化具有一定的规律,可用状态方程来描述.

半补偿链形悬挂的状态方程

$$\frac{W_x^2 l^2}{24 Z_x^2} - \frac{W_1^2 l^2}{24 Z_1^2} = \frac{Z_x - Z_1}{ES} + \alpha(t_x - t_1),$$

本文于 1994 年 4 月 5 日收到

$$\text{弛度方程} \quad F_x = \frac{W_x l^2}{8Z_x},$$

简单悬挂状态方程

$$\frac{q_x^2 l^2}{24 T_x^2} - \frac{q_1^2 l^2}{24 T_1^2} = \frac{T_x - T_1}{ES} + \alpha(t_x - t_1),$$

$$\text{弛度方程} \quad F_x = \frac{q_1 l^2}{8 T_x},$$

全补偿链形悬挂坠砣串底部至基础面的高度方程

$$b_x = b_{\min} + n\theta L + nL\alpha(t_{\max} - t_x),$$

其中 t_x : 任意状态时大气温度;
 F_x : 任意状态时的承力索弛度;
 Z_x : 任意状态时承力索的换算张力.

欲使架设后的接触网中接触线的弛度, 张力符合要求, 必须预先绘制安装曲线. 在安装时, 根据这种关系, 由当时、当地的温度, 查找安装曲线上的对应的接触线张力和弛度值, 进行施工.

锚段划分在接触网的设计中有着重要的地位. 锚段的划分及锚段长度的确定要根据悬挂类型, 及导线在中心锚结和补偿器之间的允许张力差来决定. 对于半补偿链形悬挂, 设计中规定, 接触线的中心锚结与补偿器之间的张力差, 在极限温度条件下, 不应大于其额定张力的 $\pm 15\%$. 对于全补偿链形悬挂, 接触线不应大于其额定张力的 $\pm 15\%$, 承力索不应大于其额定张力的 $\pm 10\%$.

接触线因吊弦和定位器作用, 所产生总的张力增量为

$$\Delta T_x = \frac{\Delta T_{jd} + \Delta T_{rw}}{1 - \frac{2}{3} \cdot \frac{(\Delta T_{jd} + \Delta T_{rw})}{ES(\alpha\Delta t - \epsilon)}}$$

ΔT_{jd} : 只考虑温度变化地, 吊弦所引起的张力增量 (kN);

ΔT_{rw} : 仅考虑温度变化时, 定位器作用所引起的张力增量 (kN)

2 程序设计及功能特点

2.1 程序设计及功能

首先根据初始值和步长计算出各点的函数值, 然后将各点圆滑连起.

功能框图如图 1.

其中

$T_{1x} = f(t_x)$: 简单悬挂时, 张力相对于温度的变化曲线;

$F_{1x} = f(t_x)$: 简单悬挂时, 弛度相对于温度的变化曲线;

$T_{Cx} = f(t_x)$: 半补偿链形悬挂时, 承力索张力相对于温度变化曲线;

$F_{2x} = f(t_x)$: 半补偿链形悬挂时, 承力索弛度相对于温度的变化曲线;

$T_{Cw_x} = f(t_x)$: 半补偿链形悬挂时, 无载承力索的张力曲线;

$F_{Cw_x} = f(t_x)$: 半补偿链形悬挂时, 无载承力索的弛度曲线;

$f_x = f(t_x)$: 半补偿链形悬挂时, 接触线弛度相对于温度的变化曲线;

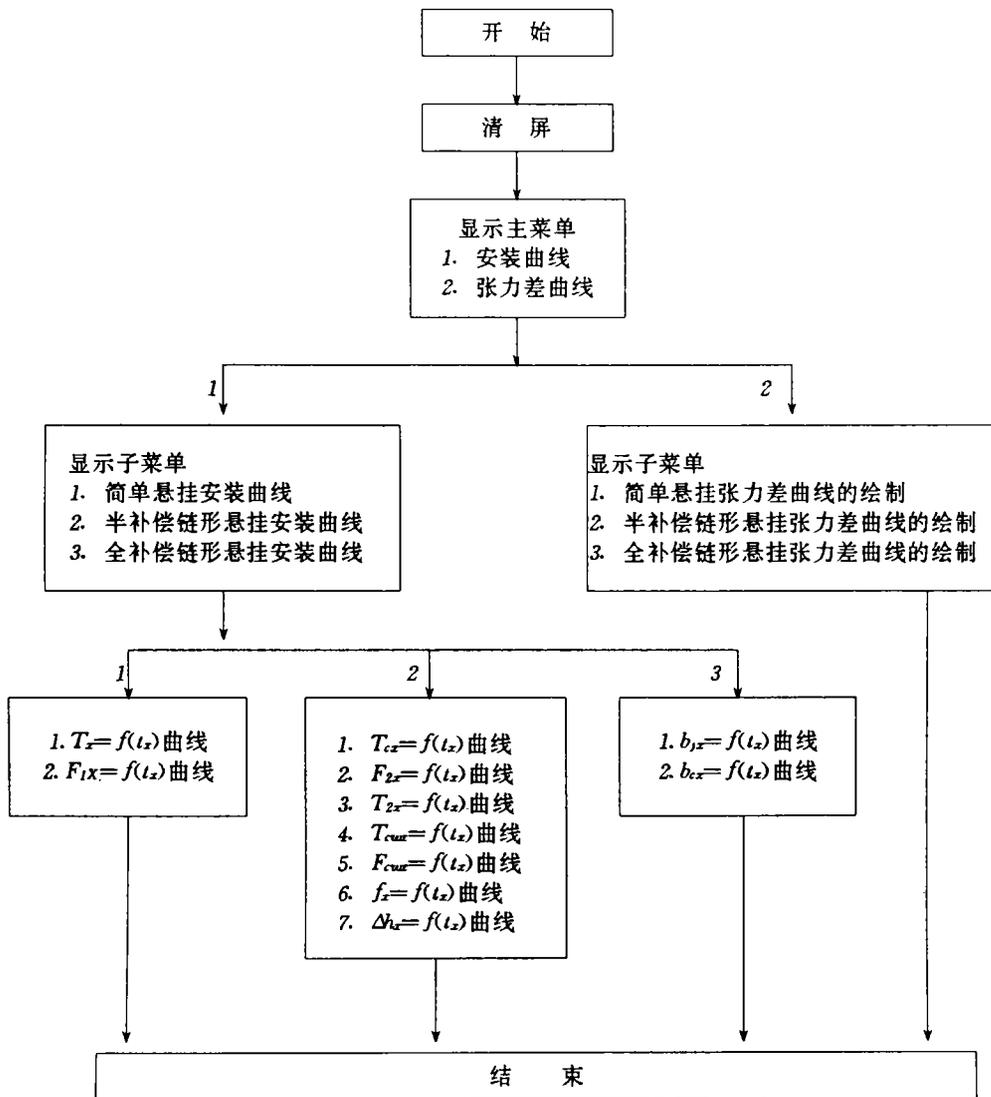


图1

$\Delta h_x = f(t_x)$:半补偿链形悬挂时,距悬挂点最近吊弦处接触线高度变化曲线;

$b_{jx} = f(t_x)$:全补偿链形悬挂时,接触线坠砣串底部至基础面的高度相对于温度的变化曲线;

$b_{cx} = f(t_x)$:全补偿链形悬挂时,承力索坠砣串底部至基础面的高度相对于温度的变化曲线.

菜单在程序的编写中占据相当一部分内容.设计一个高质量的菜单,不仅能使系统美观,更主要的是能够使操作者使用方便,并避免一些误操作带来的严重后果.本软件采用了西文下拉式菜单的设计方法.

下拉式菜单是自上而下向屏幕弹出的一个个窗口菜单,供操作者选择或输入内容.下拉

式菜单一般有一个主菜单,其中包括几个选择项.主菜单的每一项又可以产生下一级菜单,这样逐级下分,用一个个窗口的形式弹出在屏幕上,一旦操作完毕,又可以从屏幕消失,并恢复原来的屏幕状态.下拉式菜单整体感强,使操作者一目了然,使用方便.

设计下拉式菜单的关键是在下一级菜单弹出之前,将要被该窗口占用的屏幕区域保存起来,然后产生这一级菜单窗口,并可使用光标来选择菜单中各项,回车键来确认.如果选择项还有下级菜单,则按同样的方法产生再下一级菜单窗口.另外在选择或输入结束后,还能用ESC键向上逐级退回主菜单,也就是将保存的原始屏幕又向上逐级释放出来.函数 `gettext()`, 用来存放屏幕规定区域的内容,当需要时用 `puttext()` 函数释放出来,再加上关于键盘操作管理的函数 `bioskey()`, 可完成下拉式菜单的设计.

2.2 程序实现中的几个问题及对策

2.2.1 坐标轴,坐标刻度的确定及原点位置的确定

绘图时,必须首先确定原点的位置,以及绘出坐标轴和标出刻度.在图形方式下,是按象元来定义坐标的,对VGA视配器,最高分辨率为 640×350 ,其中640为整个屏幕从左到右所有象元的个数,350为整个屏幕从上到下所有象元的个数.屏幕左上角坐标为 $(0, 0)$,右下角坐标为 $(640, 350)$.

在安装曲线的绘制中,原点坐标选为 $OX=320, OY=350$.用`Line()`等绘图函数绘出坐标轴,及坐标箭头,并定义刻度.用`outtext()`函数可以标出刻度值.

2.2.2 函数计算点与屏幕显示点间的坐标转换

根据自变量 X 算出 Y ,对应点为 (X, Y) ,而 (X, Y) 不能直接显示在屏幕上,需要进行必要转换.

下面以VGA $640 * 350$ 图形方式为例,说明其转换方法.

H : 横坐标(X 轴),总刻度为20;

V : 纵坐标(Y 轴),总刻度为10.

则转换公式

$$X_s = \text{floor}(OX + X * bX),$$

$$Y_s = \text{floor}(OY + Y * bY),$$

其中 (OX, OY) 为屏幕所建坐标的原点,为 $(320, 350)$. bX, bY 为坐标转换系数,

$$bX = 640/H = 640/20 = 32,$$

$$bY = -350/V = -350/10 = -35.$$

对每个计算点经上述转换后,即可显示于屏幕上.

2.2.3 三次方程的求解

在安装曲线的计算中,状态方程为三次方程,即 T_x 的求解必须通过解一个三次方程.三次方程的求解用牛顿迭代法.

在牛顿迭代法中,要解决的首要问题是初值问题及迭代精度控制问题.用数学推导可以证明,牛顿迭代法解三次方程时,当初始值为 $T_0 = T_{cmax}$ 时,迭代收敛.当迭代到 $|T_x - T_0| < 10E-6$ 时,认为精度满足要求. T_x 即为所求张力, t_x 为所求温度.状态方程的求解算法如图2.

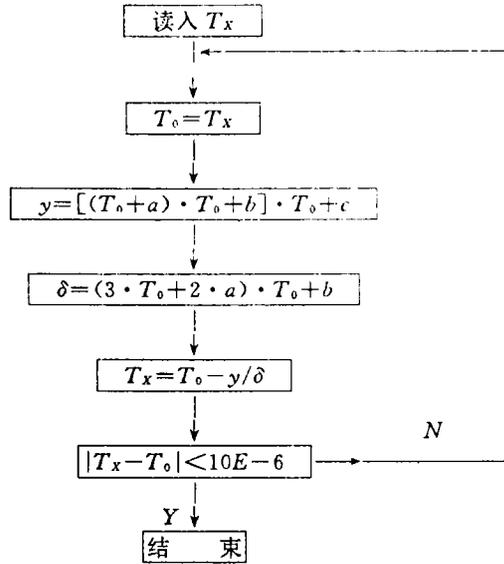


图 2

3 本软件特点

本程序适用于各种气象条件下,各种悬挂类型,各种跨距下的安装曲线及张力差曲线的绘制.使用时,用户只需在菜单提示下,输入绘图所需的必要参数,计算机就可自动绘制曲线.

该软件较好地解决了目前电算软件中所存在的问题.用户界面设置合理,菜单颜色不重复,背景颜色与窗口文本颜色搭配合理,使操作人员在屏幕上视感好,文本窗口边界设计,采取了单线框和双线框,窗口大小设计合理,各菜单是在欢快的音乐伴奏下弹出.程序还简化并规范了输入输出,最后能将计算数据和对应曲线,图文并茂地显示在屏幕上.

菜单设计中开发了三种选择功能项的方法.第一,在键盘上敲出菜单中各项功能前面标志的数字;第二,在键盘上敲出菜单功能书写字符串的第一个单词的第一个字母;第三,采用颜色棒,按上、下键等在菜单中移动颜色棒进行选择.这三种选择功能项的方法,使菜单使用起来特别方便,适用于各种习惯的操作人员使用.

软件所需的软硬件环境简单.程序在 IBM PC/XT 式 AT 微型机上运行,用 EPSON 打印机便可打印出图形.节省了大量的人力,物力和财力.

图3为半补偿链形悬挂,以GJ70-GLCB $\frac{80}{173}$ 为例,当气象条件为 $t_{\max}=40^{\circ}\text{C}$, $V_{\max}=27\text{m/s}$, $t_{\min}=-25^{\circ}\text{C}$, $b=10\text{mm}$, $t_b=-5^{\circ}\text{C}$, $t_v=20^{\circ}\text{C}$,时的一组安装曲线.

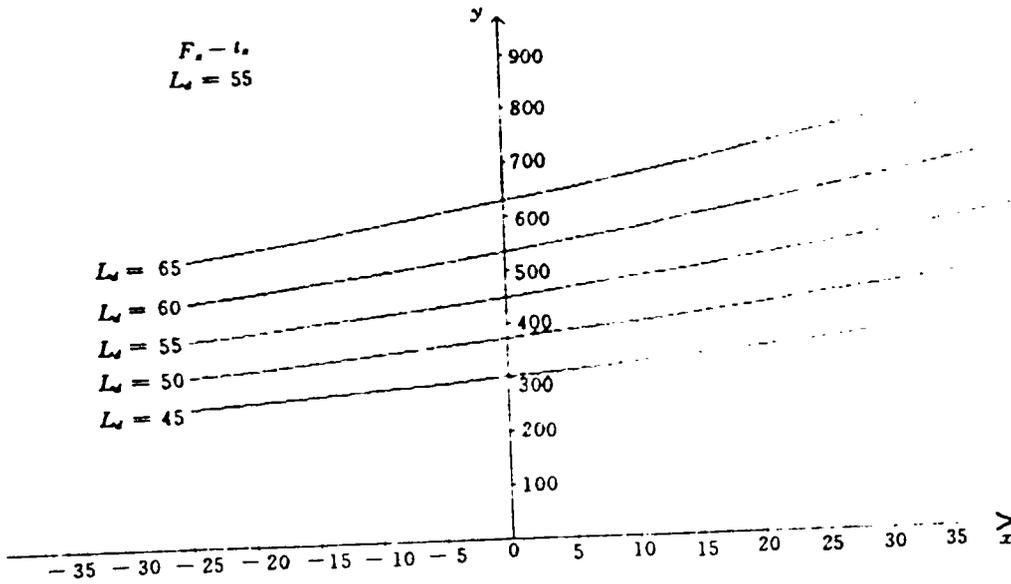


图3

4 结 论

上述计算机模拟的结果,说明了该软件的运行结果是正确的. 由于计算中所必需的数据,是在菜单提示下输入,故用户使用起来极为方便. 程序具有通用性能好,可移植性能好,运行速度快等特点. 可以预言,该软件的诞生将对接触网的施工设计具有重要的指导意义.

参 考 文 献

- [1] 于万聚. 接触网设计及检测原理. 北京: 中国铁道出版社, 1991
- [2] 电气化工程局电气化勘测设计院. 接触网电气化铁道设计手册. 北京: 中国铁道出版社, 1983
- [3] 王鹰翔, 张键. TURBO C 高级程序设计. 北京: 宇航出版社, 1992

The New Method of Draw the Installing Curve and Tension Difference Curve in Catenary Design

Mei Zhihong Deng Wenhua

ABSTRACT

In this paper, we develop a new method to draw the installing curve and intension difference curve. It is the general installing curve program which is developed by Turbo C 2. 0 Language. Users can only input some essential parameters of the curve that they want to draw, such as suspension type, weather condition and line parameters, and the program would draw its curve automatically. The program solves many difficult problems in the calculation of installing curve, such as mass data, heavy calculation, easy to make errors and etc.. It raises the precision of calculation, and make it more convenient to draw the installing curve and intension difference curve.

Key words: Installing curve; Intension difference curve; Suspension type; Weather condition