# 基于 VB 语言的架空输电线路工程塔基断面图自动成图软件

宋朝峰

（安徽华电工程咨询设计有限公司，安徽 合肥 230051）

**摘　要**　在输电线路建设中，塔基断面图是一项十分重要的测绘成果，也是输变电线路结构专业设计不可或缺的基础依据。本文围绕采用 VB 开发的塔基断面自动成图软件，系统地探讨了其外业作业方式、测点编号规则、数据规范、测量手段以及利用 VB 完成塔基断面绘制等内容；同时，构建了输变电线路测量从野外数据采集到室内数据处理的完整技术方案，并自主完成了该软件的研制，以期为推动该软件在输变电线路工程中的广泛应用提供借鉴。

**关键词**　输变电线路工程；塔基断面图；VB 语言

**中图分类号**：TM753　　**文献标志码**：A　　**DOI**：10.3969/j.issn.2097-3365.2026.28.011

## 0　引言

塔基断面是指以塔位中心为原点，沿指定方向（四/八/十二断面）采集的地形平距、高程及塔腿坐标数据，用于塔型选择、基础设计、土方计算和造价评估，是输电线路勘测核心基础资料。当前，塔基断面图的数据处理仍缺少通用化、标准化的软件支撑。该图件所表达的核心信息是各塔腿方位相对中心桩的距离差与高程差。由于野外采集普遍依赖 GPS，所得成果通常为坐标形式，所以内业阶段必须把每个测点逐一换算为平距、高差及方位角，再手工逐点输入并编辑成图。这种作业方式不仅进度慢、步骤杂，而且人为失误概率较高。为改变这一状况，可在外业环节引入观测要素名称编码，建立统一的编码规则，使现场采集、数据记录与草图绘制同步规范开展；内业则依据既定编码自动生成塔基断面图，从而显著提升整体作业效率。基于此，本文把 VB 程序引入架空送电线路塔基断面绘制，构建一种新型、高效的测绘流程：明确各塔腿外业采集编码标准，统一现场观测要求，并自主开发以 VB 为编程工具的塔基断面自动成图系统。该系统能够实现一键出图，避免手工录入带来的问题，旨在明显提高工作效率。

## 1　基于 VB 语言的架空输电线路工程塔基断面图自动成图软件编制方法及实现过程

### 1.1　塔基断面图简介

塔基断面图一般分直线塔和转角塔。常规塔型均为正方形塔，直线塔以塔位中心为原点，以小号侧线路为起始线，沿顺时针方向转 45 度为 A 腿方向，继续顺时针旋转以 90° 递加，分别为 B、C、D 腿；转角塔以塔位中心为原点，以小号侧线路为起始线，旋转 45° +a/2 为 A 腿（其中 a 为转角度数，左转为负，右转为正，数据计算时自动判断），继续顺时针旋转以 90 度递加，分别为 B、C、D 腿（见图 1）。

常规塔基断面测量，分别按 A、B、C、D 四个方向延伸测量约 20 m～50 m 不等，纵横比例尺均为 1:200。

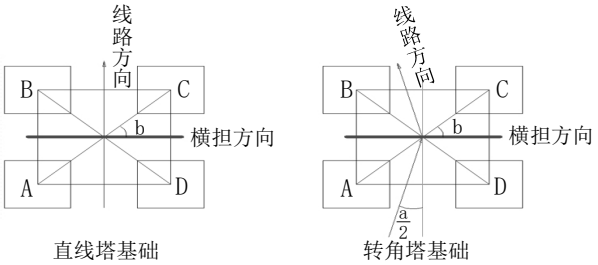



图 1　塔基断面平面示意图

### 1.2　塔基断面图编码

结合手持 GPS 终端录入点号的实际操作特征，并考虑外业测量的惯常做法，为本程序编制了相应的外业测量编码规则。该软件主要编码如下：

1. 转角桩。J(1～99)。

2. 直线桩。直线桩 Z(1～99)。

3. 转角桩塔基断面 A 腿，J(1～99)-100a……999a；B 腿 J(1～99)-100b……999b；C 腿 J(1～99)-100c……999c；D 腿 J(1～99)-100d……999d。

作者简介：宋朝峰（1982-），男，本科，高级工程师，研究方向：测绘工程。

4. 直线桩塔基断面A腿，Z(1～99)-100a……999a；B腿Z(1～99)-100b……999b；C腿Z(1～99)-100c……999c；D腿Z(1～99)-100d……999d。

在实际测量过程中，只要确认好各条塔腿的命名规则，内业数据处理时，对数据加以归类即可。

### 1.3 观测数据采集及文件格式

目前，塔基断面数据采集模式主要分全站仪采集和GPS-RTK采集。全站仪采集：通过全站仪逐点观测并记录斜距、垂直角、平距、高差等数据。GPS-RTK采集：现代常用方法，利用RTK技术直接获取测点的三维坐标（X，Y，H）。其优势是精度高、效率快，且数据可直接导入软件处理。在线路工程测量中，目前主要以GPS-RTK为主要采集手段，直线桩、转角桩等均为独立观测。

坐标数据文件可由全站仪或全球卫星定位差分流动站设备导出，其中每行记录表示一个测量数据，每行记录有四个字段，分别为测点名称、测点北坐标、测点东坐标、测点高程，中间以空格分开，测点点名采用该软件规定的格式命名，数据可现场随机采集，观测数据格式[1]示例如表1所示。

表1 塔基断面图测点编码示例

| 测点名称 | 测点北坐标 | 测点东坐标 | 测点高程 |
|---|---|---|---|
| J8 | 3 324 909.899 | 598 183.54 | 826.275 |
| Z17 | 3 324 900.12 | 597 494.84 | 725.928 |
| J9 | 3 324 883.86 | 596 352.096 | 559.374 |
| Z17-637a | 3 324 897.67 | 597 497.134 | 728.046 |
| Z17-638a | 3 324 895.399 | 597 499.641 | 729.358 |
| Z17-639a | 3 324 893.199 | 597 501.964 | 730.492 |
| Z17-640a | 3 324 891.853 | 597 503.131 | 731.316 |
| Z17-641a | 3 324 889.723 | 597 505.588 | 732.018 |
| Z17-647b | 3 324 897.49 | 597 492.709 | 727.533 |
| Z17-648b | 3 324 896.469 | 597 490.941 | 727.829 |
| Z17-649b | 3 324 895.299 | 597 489.884 | 727.807 |
| Z17-650b | 3 324 892.336 | 597 487.468 | 728.127 |
| Z17-651b | 3 324 889.309 | 597 484.388 | 727.836 |
| Z17-657c | 3 324 901.967 | 597 492.996 | 724.556 |
| Z17-658c | 3 324 903.923 | 597 490.812 | 722.499 |
| Z17-659c | 3 324 904.769 | 597 490.098 | 722.06 |
| Z17-660c | 3 324 906.932 | 597 486.758 | 719.906 |
| Z17-661c | 3 324 908.485 | 597 485.849 | 719.052 |
| Z17-662c | 3 324 910.646 | 597 483.928 | 716.645 |
| Z17-667d | 3 324 902.166 | 597 496.846 | 724.862 |

续表1

| 测点名称 | 测点北坐标 | 测点东坐标 | 测点高程 |
|---|---|---|---|
| Z17-668d | 3 324 903.954 | 597 498.346 | 723.592 |
| Z17-669d | 3 324 904.897 | 597 499.541 | 722.883 |
| Z17-670d | 3 324 907.206 | 597 501.948 | 720.691 |
| Z17-671d | 3 324 908.237 | 597 502.931 | 719.639 |
| Z17-672d | 3 324 910.828 | 597 505.110 | 716.612 |

## 2 基于VB语言的架空输电线路工程塔基断面图自动成图软件编制原理

本软件采用Visual Basic实现，主要用于按编码规则驱动输电线路铁塔基础断面图的自动绘制。其核心流程如下：外业阶段先依据预设编码模板对量测对象作标记[2]，同时采集杆塔四腿断面信息，并记录塔位中心点与各腿在水平投影及剖切方向上的关联；之后把上述资料交由程序解析，生成AutoCAD可打开的DWG图。具体处理时，第一步以转角点作为参照，将空间坐标转为极坐标表达，并从中抽取出断面记录所含的编码字段与矢量联系；第二步对编码进行映射转译，使其符合DWG所需数据形式，进而完成基础断面图形的全自动绘制。整体结构包含四个单元：数据接入、坐标变换、编码解析和AUTO CAD导出，具体见图2。

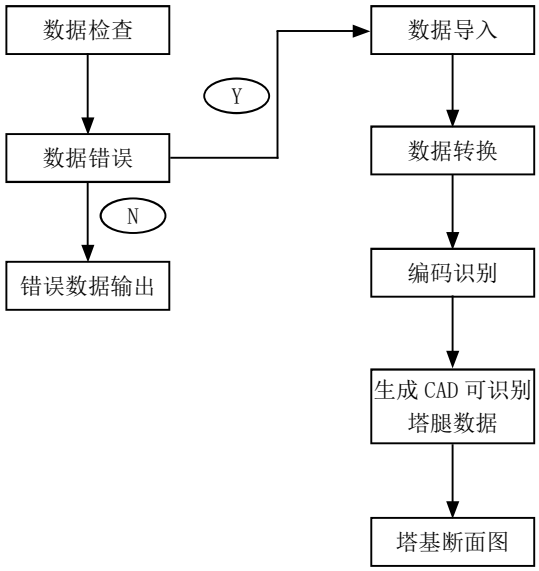



图2 软件结构图

## 3 基于VB语言的架空输电线路工程塔基断面图自动成图软件的实现

### 3.1 数据导入

在成批读入坐标点文件之后，先对其字段结构、特殊标记以及各塔腿测点是否归属于预先设定的塔腿

方位进行校验，并给出相应提示；随后依据塔腿类型建立彼此独立的数组分别保存，从而为后续数据提取和调用提供便利[3]。

数据导入后，软件将自动判断，塔腿数据是否在对应的塔腿方向线上，同时判断塔腿数据距离塔腿方向线的直线距离。

### 3.2 数据转换

软件首先提取塔位中心、前塔位中心、后塔位中心三个塔位坐标。

计算塔位前后方向线方位角：

$$\theta=|arc\ \tan(y2-y1)/(x2-x1)|$$[4]

x2-x1>0,y2-y1>0，则方位角 $\alpha_{12}=\theta$；x2-x1<0,y2-y1>0，则方位角 $\alpha_{12}=180°-\theta$，x2-x1<0,y2-y1<0，则方位角 $\alpha_{12}=180°+\theta$，x2-x1>0,y2-y1<0，则方位角 $\alpha_{12}=360°-\theta$，式中（x1,y1）为后塔位中心坐标；（x2,y2）为当前塔位中心坐标。

计算塔位转角度数：转角度数 $a=\alpha_2-\alpha_1$，则 A 腿方向线方位角为，$\alpha_A=\alpha_{21}+(\alpha_{23}-\alpha_{12})/2+45°$；B 腿方向线方位角为，$\alpha_B=\alpha_{21}+(\alpha_{23}-\alpha_{12})/2+135°$；C 腿方向线方位角为，$\alpha_C=\alpha_{21}+(\alpha_{23}-\alpha_{12})/2+225°$；D 腿方向线方位角为，$\alpha_D=\alpha_{21}+(\alpha_{23}-\alpha_{12})/2+315°$。

偏塔腿方向线距离计算：利用点到直线的距离判断测量塔腿方向点距离塔腿方向线的距离，距离超过 10 cm，软件自动判定点位错误，并将判定错误点位以 TXT 文本的格式导出，且提示点位错误的具体原因，例如测量点偏线距离超过 10 cm，则将测量点点名、偏线距离一一标出。

计算点到直线的距离，目前已知塔位中心坐标，塔基断面点坐标，及塔腿线方位角。

若直线经过点塔位中心 $(x_1,y_1)$，塔腿 A 方向方位角为 $\alpha_A$（通过上式计算），待求点为塔基断面点 $(x_0,y_0)$，则塔基断面点到过点塔位中心 $(x_1,y_1)$ 且方位角为 $\alpha_A$ 的直线的距离为 $d=|(x_0-x_1)\cos\alpha_A-(y_0-y_1)\sin\alpha_A|$。

### 3.3 编码识别

提取塔腿编码的点号后，按同一点号后缀名为同一塔腿的原则建立平面拓扑关系，以软件赋予的点代码建立塔腿连续关系，将同一塔腿方向线上的坐标、高程按由近及远的顺序，转换成极坐标距离、高差，再将高程、平面距离结合[5]绘制成塔基断面图。

### 3.4 成果输出

将塔基断面图按塔腿命名 ABCD 四条腿的顺序逐一绘制，并以塔位中心名称命名单元图幅，然后将数据保存为 AUTO CAD 可识别的 DXF 文件格式，再将文件统一导出至指定文件夹中，该文件可先使用 AUTO CAD 软件批量打开，先逐一核对，再将文件批量保存生成塔基断面图。

### 3.5 软件试运行

理论上采集塔腿数据点时，只能无限接近塔腿方向线的中心线，为兼顾外业测量效率和塔基断面图的精度，该软件默认塔腿方向线的偏线距离为左右 10 cm。同时，为方便设计人员识别各塔腿数据，软件自动将四条腿设置成不同的颜色，并在塔基断面线终线附近标注塔腿名称，塔腿名称颜色与塔基断面线颜色保持一致。

## 4 结束语

在基于 VB 语言的架空输电线路工程塔基断面图自动成图软件研发过程中，系统制定了统一的编码规则、数据格式和外业观测方法，参考了道亨 SVCAD 数据的塔基断面图[6]处理模式，明确了从外业数据采集、记录、编码到内业处理的完整技术流程；以 Visual Basic 为开发工具，构建了编码数据与 AutoCAD 图形文件间的自动化映射和转换机制，消除了野外采集与室内制图之间的数据隔阂，形成了一套面向电力杆塔基础断面绘制的高效作业方案。软件投用后，架空输电线路测量工作得以在质量、效率及内外业协同方面实现整体提升：人工二次录入和格式切换大幅减少，人为失误概率下降，成果的标准化程度与统一性明显增强。与此同时，对塔基断面各测点之间的空间逻辑进行深入解析，使断面轮廓得以高精度拟合。该成果使塔基断面外业测量效率提升 40% 以上，内业成图效率提升 95% 以上，显著压缩了测量专业工期。目前，该软件已在多家行业单位落地应用，在真实工程中展现出可靠的稳定性、良好的兼容性与较强的推广意义，可满足不同电压等级和多种地形背景下的塔基断面测量要求，未来在行业内具备较大的应用空间。

## 参考文献：

[1] 张吉春.VB6.0 在测绘资料整理中的应用 [J]. 工程建设与设计 ,2024(13):176-179.
[2] 张帅帅 , 王鸣翠 , 公明 , 等 . 基于 VB 的地上附着物清点测绘数据汇总程序设计 [J]. 城市勘测 ,2024(06):128-131.
[3] 梅挺 , 罗玉军 .Visual Basic 程序设计 [M]. 北京 : 科学出版社 ,2018.
[4] 何荣 , 李长春 . 数字测图原理与方法 ( 第 2 版 )[M]. 北京 : 煤炭工业出版社 ,2020.
[5] 董武钟 . 程森 .GPS 高程拟合在输电线路控制测量中的应用研究 [J]. 工程技术研究 ,2020(21):91-92.
[6] 田正杰 , 黄文华 . 基于道亨 SVCAD 数据的塔基断面图自动生成方法研究 [J]. 无线互联科技 ,2023(15):115-118.