

# 海拉瓦系统在送电工程中的应用

何桂明 房祥玉 林清海 徐亮  
山东电力工程咨询院, 山东 济南 250013

**摘要:**海拉瓦全数字化测量系统,是目前世界上一种先进的地理测量技术。海拉瓦系统可以对最新的航空摄影、卫星图片进行全数字化信息处理,形成完整的电子地图沙盘。设计人员在电子沙盘上,精确地测出线路路径走向、选定铁塔位置。运用这一技术,能够提高测绘工作效率,优化路径,使电力线路布局更加科学合理。

**关键词:**海拉瓦系统;工程;应用

**中图分类号:** TM723 **文献标识码:** B **文章编号:** 1007-9904(2004)01-0051-03

## 1 概述

近年来,一项世界领先的高新技术——海拉瓦全数字化测量系统,正被广泛应用于我国超高压输电线路工程中,并取得了显著的经济效益、社会效益和环保效益。海拉瓦技术是目前世界上一种先进的地理测量技术,它通过高精度的扫描仪和计算机信息处理系统,将各种影像资料生成正射影像图、数字地面模型和具有立体图效果的三维景观图,输出结果可编译、旋转,并能迅速准确地自动生成数字化文件,以标准格式输出图像和数字信息。

海拉瓦系统可以对最新的航空摄影、卫星图片进行全数字化信息处理,形成立体影像模型,正射影像地图,数字地面模型。它们具有航空摄影和地形图的全部优点,线路设计需要了解的地形、资源等信息随时可以放大观察,并且可以实时地进行三维坐标和其它数据的提取。卫星图片具有丰富的自然地理信息,可以辨别出地质构造,山脉走向、河流水系、公路铁路交通线的现状,以及农田、林场等自然地貌状况。应用海拉瓦技术,勘测设计人员可以根据城镇规划,水文气象,邮电通信,地矿林业等多种影响因素,对送电线路进行多方案路径优化选择。勘测设计人员在一起可以进行图上比选,只需少量野外工作,就可以提交线路大方案路径和杆塔定位结果。应用海拉瓦技术具有降低工程造价,缩短工程设计工期,保护环境等优点。

在500kV潍坊~莱阳送电工程中,我院首次采用海拉瓦系统,路径优化选择和杆塔排位结果一次性完成,直接进行现场终勘定位。本文以此为例,介绍了海拉瓦系统工作的一般过程,并进行简单的技术经济比较。

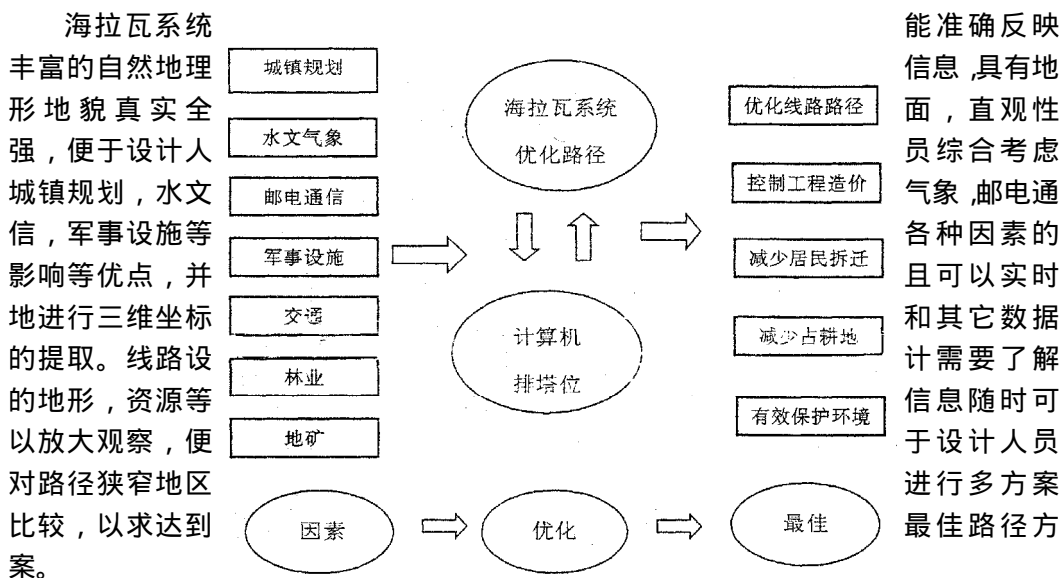
## 2 工程概况

500kV潍坊~莱阳送电工程线路全长151.486km,平地约78.5%,丘陵21.5%,导线采用4×LGJ-400/35型钢芯铝绞线。其中J16—莱阳变(约90km)采用海拉瓦系统进行终勘定位,相应气象条件为:山东IV级气象区:最大风速 $V=30\text{m/s}$ ,覆冰厚度 $C=10\text{mm}$ (相应风速为 $10\text{m/s}$ ),最高气温 $T=40^\circ\text{C}$ 。

## 3 海拉瓦系统优化路径

送电线路的路径选择是线路设计重要内容之一,其是否合理直接关系到线路的经济技术指标,影响到工程建设投资,与工程的施工方便、工程质量、运行安全等密切相关,应放在工程设计的首要位置。本工程所用海拉瓦系统由北京洛斯达公司提供技术支持,其具体工作流程见图1。

图1 海拉瓦系统工作关联图



本工程在大沽河跨河点（J23~J24段内）南、北各5km左右范围内，河道弯曲，村庄、果园、蔬菜大棚密集，线路连续跨越在建同三高速公路及大沽河，在东周格庄村及西赵格庄村南，公路以北，有成片高标准的蔬菜大棚区，公路南面是食品加工厂，地形条件十分复杂。应用海拉瓦系统，设计人员可以根据需要，随时提取跨河点的距离，任意方向的平面、剖面图，优化跨河位置，合理选择跨河塔位。通过进行综合经济技术比较，选定了最佳跨河方案。

工程中的危险场地如滑坡、险滩、爆炸区、洪水区、变形物等使用常规测绘方法难以到达的地方，采用海拉瓦系统，可以通过航空摄影、卫星图片获得摄影信息，进行测量与研究。特别是在复杂的山区地段，应用海拉瓦系统进行线路初选后，可利用其配合软件直接生成简易平断面图，进行杆塔优化排位，杆塔系列选择等设计全过程优化工作；杆塔的校验数据（垂直档距，水平档距，摇摆角等）也可按实时情况显示，便于随时校验；还可以根据需要计算出特定区域的土石方量，进行简单的工程量统计。如本工程J33~J35段内全部为丘陵、山区，高差起伏大、地形地貌复杂。通过海拉瓦系统优化后，杆塔排位一次通过，也未出现特殊塔型，各项指标均得到优化。

500kV 潍坊~莱阳输电线路采用海拉瓦进行路径优化和计算机优化排位后，缩短路径3.5km，减少35kV线路改造6km，10kV线路改造14km，节省工程投资700万元，带来了显著的经济效益和社会效益。

#### 4 与杆塔定位软件数据接口

我院现在使用的杆塔定位软件为东北院编制的《送电线路杆塔定位优化软件包(1.0版)》。软件的平断面数据文件的接口处理程序(MEINT),可将测量专业提交的平断面数据文件处理成优化排位软件可接受的数据格式。平断面数据文件采用中南院格式。

应用海拉瓦系统,使输电线路的设计方案建立在数字化、科学化的基础上。在路径选择结束后,海拉瓦系统可直接输出中南院格式的线路全数字化文件,进行杆塔排位优化。但应注意海拉瓦系统生成的数据文件中,线点,边线点,危险点等数据点的采集较一般常规测量方法密集,生成的数据文件也远大于常规测量方法生成的数据文件。因此某些长耐张段在运行接口处理程序(MEINT)时,会因数据量过大发生溢出错误。针对此采取了两种解决方法:(1)手动修改数字文件,删除不必要的线点,减少数据文件容量。(2)由海拉瓦系统直接生成地面模型数据文件(DXD.DAT)。DXD文件不受耐张段长度、数据容量大小的限制。但要手工修改沿线杆塔分组组号文件(TOW.GRP),使其与DXD文件相匹配。数据接口处理完毕后,可按一般程序进行计算机优化排位。

施工图设计完成后,线路长度151.486km,共用铁塔372基,平均档距407m。与初步设计相比见下表:

	初设	施工图
线路长度(km)	155	151.486
铁塔数量(基)	385	372
平均档距(m)	403	407
每km塔材(t/km)	31.27	30.12

#### 5 现场定位

本次线路全长151.5km,采用海拉瓦系统段约90km,若采用常规测量方法工期约为2个月。本工程现场定位采用定线、定塔位、地质钻探等一次性完成,实际工期为27天,保证了工程的顺利进行。

由于本工程首次采用海拉瓦系统直接进行现场定位,外业终勘定位工作的程序和方法与传统方法相比有较大不同。本次工程队分为3组,I组为测量专业人员负责补齐平断面图,校核电力线高度,测量危险点高程等工作;II组为测量、电气、结构人员,负责现场定塔位;III组为地质专业人员负责塔位点的地质勘探。其他如水文、通保等专业人员根据现场情况,灵活掌握,及时赴现场工作。

通过现场情况反馈,在J33~J35丘陵、山区等高差起伏大、地形地貌复杂,测量困难的地区,由海拉瓦系统生成的平断面图形文件(\*.DWG)具有高程变化小,地形地貌标识准确,连续性强,山区边线连续准确等优点。

本工程利用海拉瓦系统自动获取各个转角的三维坐标,结合GPS-RTK全球定位系统技术,现场放样路径,不受通视条件的限制,使勘测外业工期缩短30天,节约勘测工程成本约10万元。

#### 6 问题与对策

在现场定位过程中发现海拉瓦系统存在某些问题,但可通过采取相应对策予以解决:

(1)海拉瓦系统采集架空送电线路工程的断面数据(高程),其断面数据精度有的还达不到《500kV架空线路送电勘测技术规定》的要求。要使其接近或达到规程要求,必须对匹配点和等视差曲线仔细观察,看其编辑后的结果是否能很好地表示当前地形,如不真实则需重新编辑。特别是电力线线高,需外业平断面组补测。

(2)在海拉瓦系统中,确定了转角位置后,测量专业技术人员还应与电气和结构专业技术人员到现场踏勘。如转角不适合,则现场确定变更方案,应用 GPS-SKI 技术定出新转角的位置,得出三维坐标,展在正射影像图上,选出一条更加合理的线路路径。

(3)定位过程中发现电力线、通信线调绘不够准确,导致某些耐张段改动较大,甚至增加铁塔数量。建议今后由测量,电气、通保等专业人员协同对最佳方案沿线两侧 1000m 内的地形、地物、地貌进行了详细地调查。重点调查对象为交叉跨越的类别、高度,地表植被的类别、高度,经济作物的种类和高度。

(4)海拉瓦系统生成线路平断面图时,只有电力线的位置及高度(估算值)。若线路与电力线的交叉角较小,需考虑电力线边线的影响。现场定位时,应由测量专业及时补测边线,并在线路平断面图上补齐电力线的边线,及时反馈线路电气专业。由线路电气专业考虑塔位、塔型的调整,以满足对电力线安全距离的要求。

## 7 结束语

海拉瓦系统能在正射影图下多方案地进行路径优化设计,它具有丰富的自然地理信息,可以辨别出地质构造,山脉走向、河流水系、公路铁路交通线的现状,以及农田、林场等自然地地貌状况。应用海拉瓦技术,勘测设计人员可以根据城镇规划,水文气象,邮电通信,地矿林业等多种影响因素,对送电线路进行多方案路径优化选择。并输出各种数字文件如:转角的坐标(像控点的坐标系)、转角角度、累距、沿路径的断面数据、符合规程标准的架空送电线路工程专用的平断面图。

通过海拉瓦系统的应用,对送电线路的路径、塔位及塔型进行优化选择,同时,通过减少房屋的拆迁量、树林的砍伐及经济作物的损坏,取得了较好的环境效益;少出转角,减少占用耕地,降低工程造价,节约投资成本,取得了较好的社会效益;提高勘测设计水平,减少外业劳动强度,应用该系统并配合 GPS-RTK 系统,不仅保证了工程的顺利开展,也保证了工期的按时完成,取得了较好的经济效益。

---

注:本文发表在《山东电力技术》2004 年第 1 期