

# The Application of RTK and PPK Technology in Power Engineering

Lei Tian

Shenzhen Power Supply Planning Design Institute Co., Ltd., Shenzhen  
Email: [363848977@qq.com](mailto:363848977@qq.com)

Received: Aug. 20<sup>th</sup>, 2014; revised: Sep. 16<sup>th</sup>, 2014; accepted: Sep. 24<sup>th</sup>, 2014

Copyright © 2014 by author and Hans Publishers Inc.  
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).  
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

---

## Abstract

According to characteristics of 500 kV Shangzhai-Boluo power transmission line project, combined with the basic principles of Real Time Kinematic (RTK) & the Post Processing Kinematic (PPK) and their advantages & disadvantages, full-coverage measurement for photo control point in area covered by radio signal was implemented in the process of aerophotography. At the same time, the accuracy and efficiency of measurement were ensured; working capacity and resources were saved.

## Keywords

RTK, PPK, Photo Control Point

---

# RTK与PPK技术在电力工程中的应用

田 磊

深圳供电规划设计院有限公司, 深圳  
Email: [363848977@qq.com](mailto:363848977@qq.com)

收稿日期: 2014年8月20日; 修回日期: 2014年9月16日; 录用日期: 2014年9月24日

---

## 摘 要

结合500 kV上寨至博罗架空输电线路工程的特点, 依据RTK(Real Time Kinematic)与PPK(Post

Processing Kinematic)的基本原理及优缺点,将两者有效的结合,实现了对航空摄影测量中电台信号遮蔽区域的像控点的全覆盖测量。同时保证了测量精度,提高了测量效率,节省了人力物力。

## 关键词

RTK, PPK, 像控点

## 1. 引言

像控点测量是指根据像片上室内布点方案,在实地结合划定的影像确定像控点的位置,联测求解该点三维坐标的过程。传统的测量方法是导线测量,由于航摄面积广、地形复杂等因素,这种作业工作量大,周期长[1]。随着GPS(全球定位系统, Global Positioning System)技术的不断发展,目前的像控点测量方法已经由原来的常规导线测量模式改为GPS RTK(实时动态测量, Real-time kinematic)模式进行。但RTK模式受基准站电台信号因素的制约,作业范围受限,在架空输电线路经常跨越的高山大川等区域,采用RTK作业效率极低。而PPK(后处理动态测量, Post Processing Kinematic)技术则在该方面起到了很好的弥补作用。

## 2. PPK 和 RTK 的原理及其特点[1]

PPK 技术是利用基准站和流动站同步采集至少两个历元的观测时间,通过内业解算基线向量,确定接收机之间的相对位置,由基准站的已知坐标获得流动站坐标的定位方法。该作业方法不需要电台,携带方便,适合在电台信号遮蔽的区域观测。缺点是初始化速度相比较慢,效率低。观测的数据需要后处理,不能实时的提供待测点的坐标。

RTK 是基准站实时地将测量的载波相位观测值、基准站坐标等信息用无线电传送给流动站,流动站通过无线电接收基准站所发射的信息,将载波相位观测值实时进行改正,得到流动站的实时坐标的方法。同 PPK 相比,RTK 测量定位速度快,能够提供实时的定位结果,但需要电台的支持,基准站所携带的设备较多,受电台覆盖半径大小限制。

## 3. RTK 与 PPK 结合测量像控点实例

下面就以 500 kV 上寨至博罗架空输电线路工程为例,对两种技术的结合使用进行探讨。

### 3.1. 工程概况

500 kV 上寨至博罗输电线路路径跨越广东省惠州、河源两市。线路全长 101.5 km,工程总投资 4.79 亿元。该工程的建设,即可以满足河源地区以及惠州北部地区负荷发展,又可以加强河源本地的 220 kV 电网,提高电能质量。

### 3.2. 作业流程

500 kV 上寨至博罗线路工程作业流程如图 1 所示。

### 3.3. 工程控制网和像控点的布设原则

根据已有控制点资料情况和本工程的精度要求,确定工程控制网按 E 级点的精度观测。控制点基本布设在交通便利、便于保存、地势较高且净空良好的地方。在线路两侧 5~10 km 间距布设控制点 32 个,联测国家 D 级 GPS 点 6 个。

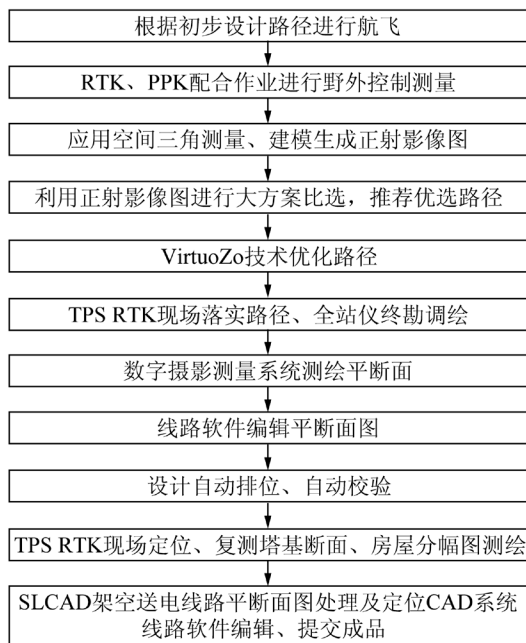


Figure 1. Work flow of 500 kV Shangzhai-Boluo power transmission line project

图 1. 500 kV 上寨至博罗线路工程作业流程

像控点的布设原则：每条航线至少布设 6 个像控点、并且距像片边缘 1.5 cm 以上，距像主点连线的距离应大于 4.5 cm；单航线两端及中部应布设一对平高点；像控点的选点目标，影像应清晰，首选线形地物的交点或地物的拐点上，交叉角  $60^{\circ}\sim 90^{\circ}$ ，也可以选择在线性地物的端点上，当选点目标与位置不能兼顾时，应以目标为主。

### 3.4. 数据处理

本次基线解算的质量控制如图 2 所示,需要说明的是,RMS 通常数值越小越好,比率的数值越大越好,参考方差是基线处理器将期望误差估计到了何种程度的量值[2]。

根据本工程精度的要求,置信度设置为 99%,如图 3 所示。

根据现有规范,本次 PPK 测量采用的平面精度评定标准取值:

$$\delta = \sqrt{a^2 + (bd)^2}$$

式中： $\delta$ ——标准差(mm)， $a$ ——固定误差(mm)； $b$ ——比例误差系数(mm/km)； $d$ 为相邻点间的距离(km)。

高程取平面精度的 1 倍执行[3]。

图 4 为数据处理的流程。

### 3.5. 数据统计分析

本次共采集像控点 115 个。对其中的 20 个进行了 PPK 与 RTK 数据联测，PPK 数据观测时间间隔为 1 s，接收机采用三角架固定架设，整平，天线高取测前、中、后 3 次的平均值。观测数据如表 1 所示，其中平面坐标较差的最大值为 3.2 cm，高程较差的最大值为 4.1 cm，差异值有大有小，有正有负，无规律性，说明在精度上两者基本相当。RTK 的作业效率高是众所周知的，作业精度也得到普遍认可，其主要受电台

验收标准

	单频		双频	
	标记	失败	标记	失败
<input checked="" type="checkbox"/> 如果 RMS >	0.03	0.04	0.02	0.03
<input checked="" type="checkbox"/> 如果比率 (A) <	3	1.5	3	1.5
<input checked="" type="checkbox"/> 如果参考因子 (F) >	10	20	5	10

编辑乘法器 (E): 3.5

Figure 2. The quality control for calculating the baseline

图 2. 基线解算的质量控制

残差限值

到最后迭代 (E): 0.000010m

最终收敛限值 (F): 0.005000m

最大迭代次数 (G): 10

Sigmas 纯量

单变量 (U): 2.575

双变量 (E): 3.035

Figure 3. Confidence parameter control

图 3. 置信度参数控制

Table 1. The data statistical analysis

表 1. 数据统计分析

点号	RTK 测量值			PPK 测量值			较差		
	X	Y	h	X	Y	h	$\Delta X$	$\Delta Y$	$\Delta h$
F0101	518,125.897	2,571,631.869	24.994	518,125.904	2,571,631.844	25.027	0.007	-0.025	0.033
F0104	520,715.743	2,573,402.262	21.872	520,715.755	2,573,402.251	21.894	0.012	-0.011	0.022
F0108	520,825.367	2,571,861.259	39.915	520,825.352	2,571,861.267	39.903	-0.015	0.008	-0.012
F0203	524,304.677	2,572,360.923	50.719	524,304.68	2,572,360.911	50.708	0.003	-0.012	-0.011
F0209	529,040.708	2,576,348.173	141.603	529,040.696	2,576,348.182	141.595	-0.012	0.009	-0.008
F0212	532,751.964	2,579,625.118	157.471	532,751.986	2,579,625.113	157.480	0.022	-0.005	0.009
F0217	535,024.917	2,584,248.392	65.560	535,024.902	2,584,248.386	65.550	-0.015	-0.006	-0.01
F0302	534,193.405	2,584,062.666	67.554	534,193.417	2,584,062.690	67.540	0.012	0.024	-0.014
F0304	536,744.983	2,585,087.036	47.675	536,744.962	2,585,087.045	47.700	-0.021	0.009	0.025
F0306	539,323.306	2,586,572.703	44.116	539,323.312	2,586,572.692	44.105	0.006	-0.011	-0.011
F0403	544,297.293	2,585,838.818	43.947	544,297.265	2,585,838.826	43.982	-0.028	0.008	0.035
F0406	545,967.956	2,588,232.430	31.258	545,967.972	2,588,232.441	31.230	0.016	0.011	-0.028
F0507	552,565.579	2,590,755.569	23.204	552,565.557	2,590,755.576	23.232	-0.022	0.007	0.028
F0514	556,580.169	2,596,092.284	32.445	556,580.151	2,596,092.305	32.420	-0.018	0.021	-0.025
F0519	562,942.998	2,599,081.648	38.704	562,943.03	2,599,081.655	38.722	0.032	0.007	0.018
F0605	569,538.108	2,607,031.497	52.262	569,538.119	2,607,031.483	52.284	0.011	-0.014	0.022
F0705	574,371.392	2,613,599.446	210.996	574,371.380	2,613,599.438	210.981	-0.012	-0.008	-0.015
F1003	589,269.589	2,629,992.046	146.738	589,269.610	2,629,992.058	146.760	0.021	0.012	0.022
F0807	579,603.048	2,620,759.706	52.839	579,603.056	2,620,759.693	52.798	0.008	-0.013	-0.041
F0906	586,553.885	2,625,718.753	240.956	586,553.874	2,625,718.762	240.978	-0.011	0.009	0.022

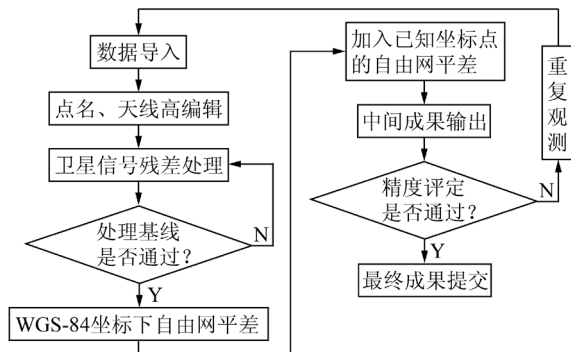


Figure 4. The data processing

图 4. 数据处理的流程

的作业半径的局限。而 PPK 技术的使用由于受到作业效率的影响没有被充分的利用。如果我们能充分发挥两种技术的优势，联合作业，作业效率将更高。尤其是在一些自然条件不太好的地区，这种联合作业的方式将更具优势。经过本工程数据测试，在基准站与流动站间的距离保持在 12 km 以内时 [4]，测量精度可以达到厘米级精度，可以满足航测的精度要求。

#### 4. 结论

根据本次作业所观测的数据，可以得出以下结论：

1) 通过 RTK 与 PPK 相结合的方式，可以有效解决 RTK 测量模式中基准站信号遮挡的问题，极大地提高工作效率。

2) PPK 作业同 RTK 一样，精度可靠，可以用来对航测像控点实施测量，高程精度同样达到小比例尺地形图所要求的测图精度。

#### 参考文献 (References)

- [1] 朱吉涛 (2007) RTK 与 PPK 相配合在航测作业控制测量中的应用. *物探装备*, 4, 288-290, 301.
- [2] 魏二虎, 黄劲松 (2004) GPS 测量操作与数据处理. 武汉大学出版社, 武汉.
- [3] 徐绍铨, 张华海, 杨志 (1998) GPS 测量原理及应用. 武汉大学出版社, 武汉.
- [4] 倪卫明, 王志伟, 王永平 (2006) GPS RTK 技术和 PPK 技术联合作业探讨. *物探装备*, 4, 303-304.