

新技术应用

GPS 在矿区滑坡治理工程中的应用

10-12

雷方贵 张培宏(煤炭部煤田航测遥感局)

姚应生(西安矿业学院)

P 642.22

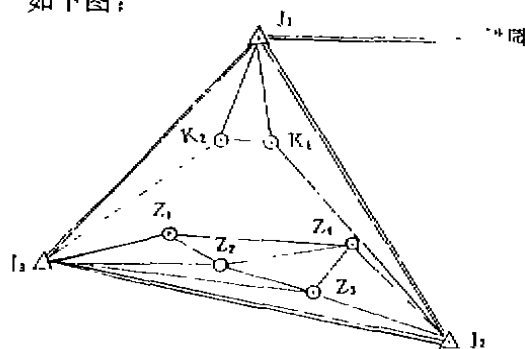
摘要 GPS 是利用人造卫星提供信息进行定位的最新定位系统。它具有速度快、精度高、全天候观测等优点,应用范围日益拓宽。如能应用于边长短、精度要求达毫米的矿区滑坡或岩层与地表移动监测,这将是一个突破。作者在铜川矿区川口滑坡治理工程中应用了 GPS 进行监测,在这方面做了一次尝试。

关键词 GPS 矿区 滑坡治理工程

系 22 号

1 川口滑坡区的概况与 GPS 监测网的布设

川口滑坡区位于铜川市南,王家河与漆河交会处西部,南北长 800m,东西宽 600m,是在原黄土坡滑体上因自然和人为因素影响局部复活而产生的新滑坡,曾使地貌产生裂缝、建筑物变形、崩塌,造成居民伤亡重大事故。为此国家已投资数百万元进行治理,现在部分地区已埋设抗滑桩。治理是否有效,未治理部分是否尚有滑动,急须进行检测。西安矿业学院、煤炭部煤田航测遥感局、铜川矿务局三家联合进行该项技术工作。川口滑坡区 GPS 监测网布设如下图:



GPS 川口滑坡监测网布设图

图中 J_1 、 J_2 、 J_3 是监测网的基准点,设立在不动区的稳定地带。采用不动区设立的基准点监测滑动区的滑动点与抗滑点。 Z_1 、 Z_2 、 Z_3 、 Z_4 四点是在尚未治理地区的滑动点。 K_1 、 K_2 点是设置在已经治理过的地区的抗滑监测点,在 K_1 与 K_2 点周围已埋设抗滑桩。 Z_1 与 K_1 之间点距约 100~500m。 J_1 与桃园三角点为已知点。

在点位选择上,即考虑了 GPS 接收机要求条件又考虑了常规方法测量的要求。

不同时间重复测定边长的符合精度是衡量滑坡测监的一个重要指标,为此布网时尽量考虑到抗滑点与滑动点与基准点间有较多的联系,以便反映抗滑治理的效果和滑动的真实情况。

2 GPS 的外业观测

本次观测采用美国 ASHTECH LX II 型 GPS 测量仪,该仪器具有“全功能”和“全跟踪”的特点,有 12 个独立的接收通道,能同时跟踪天空 12 颗卫星,适合于精密测地用。

在观测中,精确对中整平,对中误差小于 $\pm 2\text{mm}$ 。精确测定天线高,每次测量时,从对称的两边测量孔测量两次取平均值。测前和测后各测量一次,取其平均值作为最终天线高,量测精度均优于 $\pm 1\text{mm}$ 。

同步观测的卫星数不少于 4 颗。观测网中,最长边仅有 1.2km,最短边 69m,平均边长为 527m。故观测时间均用 1~2h。并且,选择较优的观测时间段。尽量观测较多的卫星,并使观测的卫星能均匀分布在四个象限,本次共观测三角形 7 个,基线 21 条。

3 数据处理

3.1 数据预处理及精度分析

数据预处理采用 ASHTECH 专用的 GPS 预处理软件。基线处理时先固定一点的坐标,该固定点坐标在 WGS-84 系统中的精度将会影响基线解算结果的精度。据美国 FGCC 规定,为达到 1ppm 的相对精度,要求起点坐标的精度达 $\pm 25\text{m}$ 。为此,我们在基准点 J_1 上设站 3 次,每次观测 2h 以上,然后取三次定位的平均值作为全网解算的起点,递推其它各点近似坐标,经统计 J_1 点的伪距定位精度优于 $\pm 10\text{m}$ 。

本次在野外观测三天,三天恰巧全是阴天,对流层、大气层非常稳定,观测条件极好,加上固定测站精度较高,预处理结果非常令人满意。21 条基线中,最小的固定 ratio 系统为 90,平均为 628。

边长(固定双差)中误差 RMS 最大值 8mm,平均值 4mm。

固定双差解与浮动双差解几乎接近,其差均在厘米以下。现将各同步环、复测边、异步环的闭合差统计如表 1。

由表中看出,同步环中坐标增量闭合差($\Sigma\Delta X$ 、 $\Sigma\Delta Y$ 、 $\Sigma\Delta Z$)的最大值为 2mm;相对闭合差最大值为 2.9,达到 1:350000,高于 I 等三边网的精度。可以认为,本次

GPS 定位的数据采集与基线解算精度相当高(特别是边长相当短的情况下)。

表 1 同步环闭合差统计

环号	环名	坐标增量闭合差(mm)			全长相对闭合差(PPm)
		$\Sigma\Delta X$	$\Sigma\Delta Y$	$\Sigma\Delta Z$	
1	$J_1J_2K_2$	0.0	0.0	0.0	0.0
2	$J_1K_1K_2$	0.0	0.0	0.0	0.0
3	$J_1J_2K_1$	0.0	0.0	0.0	0.0
4	$J_2Z_1Z_1$	0.0	-1.0	-2.0	1.3
5	$Z_2Z_3Z_4$	-1.0	-1.0	-1.0	2.9
6	$J_2Z_1Z_2$	-2.0	0.0	-1.0	1.9
7	$J_3Z_2Z_3$	0.0	0.0	0.0	0.0

不同时间两次重复测定的边长符合程度是衡量相对定精度的一个重要标志。由表 2 看出本次采用 ASHTECH 接收机进行测边的符号精度相当高,三条复测边边长互差均为 1mm。在最短的边 J_3-Z_2 上,相对误差达 1:480000,复合差 2.12ppm。

表 2 复测边较差统计

边长	第一次观测值	第二次观测值	相对较差(ppm)
J_1-K_1	750.274	750.273	1.33
J_1-K_2	800.656	800.657	1.25
J_3-Z_2	472.881	472.880	2.12

表 3 异步环闭合差统计

编号	基线数	环长(km)	W_X (mm)	W_Y (mm)	W_Z (mm)	相对闭合差(ppm)
1	6	3.5	-10	-11	+42	12.8
2	4	3.3	-8	-12	+14	6.1
3	4	2.8	0	+1	-6	2.3
4	5	3.5	0	+2	-2	0.7
5	5	2.1	-8	-13	+16	10.7

由表 3 看出,各分量闭合差大部分比较小,个别达 42mm。15 个分量闭合差的绝对值平均值还不到 10mm。表明,铜川矿区川口滑坡监测网的观测精度获得了理想的成果。

90 年代自动定位遥感地理信息系统 及其在矿山的应用

12-15

郭达志 韩国建 盛业华(中国矿业大学)

TD676

摘要 本文简要论述由遥感信息、全球定位系统和空间地理信息系统构成的自动定位遥感地理信息系统的基本概念,该系统各部分之间的关系和相互影响以及在矿区资源环境探测与开发管理中的应用前景。

关键词 遥感信息 全球定位系统 地理信息系统 矿山开发

1 遥感技术的进展与矿区应用

遥感是一门应用物理、数学和生物地学规律研究地球环境与资源的综合性技术系统。它伴随着航空、航天和计算机技术的发展不断扩大和完善,并以获取和处理地

球大气圈、水圈、生物圈、冰雪圈和岩石圈的各种状况、特征和变化的丰富信息,服务于人类。已在地理、地质、测绘、气象、海洋、矿业、地震、水利、交通、军事等许多领域广泛应用,效益显著。

今后十年,资源卫星将出现群星灿烂、

3.2 网平差及精度分析

本网在 WGS-84 坐标系内进行无约束三维平差。以 J_1 点的三次单点定位结果作为起算数据。平差结果: ΔX 矢量中误差为 $2 \sim 4\text{mm}$; ΔY 矢量中误差为 $4 \sim 5\text{mm}$; ΔZ 矢量中误差为 $4 \sim 5\text{mm}$ 。平差后 8 个 GPS 点相对于起算点 J_1 的点位精度已达毫米要求,最大的点位误差为 $\pm 8.1\text{mm}$,平均为 $\pm 6.6\text{mm}$,详见表 4。

4 结 语

①通过对川口滑坡监测证明, GPS 可以用于滑坡移动监测。

②在滑坡监测中要达到厘米以下的精度,监测点必须设在对卫星信号的接收无干扰地点;高度角大于 15° 以上;精确对中

与量天线高;观测最好在阴天;选择最佳观测时间段,观测时间在 2h 左右,卫星分布在四个象限;固定点的伪距定位精度优于 $\pm 10\text{m}$ 。

表 4 点位中误差统计

点名	m_x (mm)	m_y (mm)	m_z (mm)	M (mm)	备注
J_1	0	0	0	0	起算点
J_2	± 3	± 4	± 4	± 6.4	
J_3	2	4	4	6.0	
Z_1	3	4	4	6.4	
Z_2	3	4	4	6.4	
Z_3	4	5	5	8.1	点旁有树
Z_4	3	4	4	6.4	
K_1	3	4	4	6.4	
K_2	3	4	4	6.4	

表中: M 为点位中误差

$$M = \pm \sqrt{m_x^2 + m_y^2 + m_z^2}$$