

# GPS在铜川矿区滑坡治理工程中的应用

贾建华 姚应生

(西安矿业学院测量系 西安 710054)

P642.22, TD325

**摘要** 应用GPS技术对铜川矿区川口滑坡进行监测,为滑坡治理提供了新成果,也为这项技术的应用提供了新经验。

**关键词** 卫星定位系统, 滑坡, 中误差, 矿山, 应用

## 1 监测滑坡区的概况

监测滑坡为川口滑坡区,位于铜川市南,王家河与漆水河交汇处,南北长800m,东西宽600m,面积0.48km<sup>2</sup>。滑坡区内有矿务局中心医院,陕西煤炭建设公司、小学等单位。建筑密集,人口集中。

川口滑坡区是在原古黄土滑坡体上,因自然和人为因素影响局部复活所产生的新滑坡,曾使地貌产生裂缝、崩塌,由此引起建筑变形而造成重大事故。国家投资570余万元进行治理,治理方法是在滑坡区设置钢筋混凝土抗滑桩。为了监测治理的抗滑效果,选用先进的GPS卫星定位测量方法。

## 2 GPS监测网的布设

川口滑坡监测网布设如下图所示。

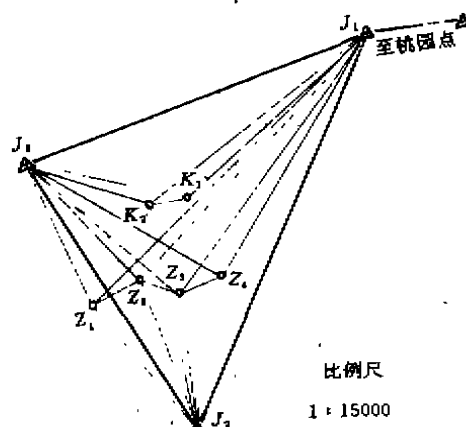
图中

$J_1, J_2, J_3$ ——为设立在不动区稳定地带的基准点。其中 $J_1$ 与桃园三角点为已知点;

$Z_1 \sim Z_4$ ——为设置在尚未治理区的监测点;

$K_1, K_2$ ——为设置在抗滑治理区的监测点。

滑坡监测网以 $J_1$ 点坐标为位置基准;以 $J_1(03) \rightarrow$ 桃园三角点方位角为方向基准。另选 $J_2, J_3$ 两基准点构成三角形,使基准点不少于三个点。各点均互相通视。



## 3 GPS外业观测

外业观测采用ASHTECH M-X I型GPS接收机,它具有“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,适用于精密测量。本次布设的监测网边长最短为66m,最长为1280m。外业观测方法及精度如下:

1) 采用三台GPS接收机作业,选择较优的观测时间段,同步观测的卫星不少于4颗。

2) 每点观测时间一小时左右。

3) 观测卫星均匀分布在 4 个象限, 高度角大于  $15^\circ$ 。

4) 精密安置天线平台, 天线对中误差与高度量测误差均小于 1mm。

5) 图形强度因子  $PDOP < 6$ 。

#### 4 GPS 测量数据预处理

数据预处理的精度要求

1) 固定解与浮动解之差不大于  $0.8\text{cm} + 1\text{PPm}$

2) 固定解中误差  $< 0.3\text{cm}$

3) 固定 ratio 系数  $> 5$

4) 模糊度解  $0.2 < N < 0.8$

5) 坐标分量计算的最大闭合差为  $1.25\text{PPm}$

数据预处理采用 ASHTECH M—X I 型 GPS 测量仪专用的预处理软件。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。根据美国 FGCC 规定, 为达到  $1\text{PPm}$  的相对精度, 要求起点坐标的精度达  $\pm 25\text{m}$ 。为此, 在基准点  $J_1$  上设站 3 次, 每次观测 2 小时以上, 然后取三次定位的平均值作为全网解算点的起点, 递推其它各点的近似坐标。经统计,  $J_1$  点的伪距定位误差小于  $\pm 10\text{m}$ 。

野外观测选择在阴天, 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: 21 条基线中, 最小的固定 ratio 系数为 90, 平均为 628。边长(固定双差)中误差 Rms 最大值 8mm, 平均值 4mm。

整周模糊度在区间

$(0.9 < N < 0.1)$  占 98%

$(0.8 < N < 0.2)$  占 2%

固定双差解与浮动双差解非常接近, 其差值均在 mm 以下。

各同步环、复测边、异步环的闭合差统计列于表 1、表 2、表 3。

不同时间两次重复测定的边长符合精度

是衡量相对定位精度的一个重要标志。由表 2 看出, 测边的符合精度相当高, 三条复测边长互差值最大为 5mm。相对误差  $1:9$  万, 复合差  $10.0\text{PPm}$ 。

表 1 同步环最大闭合差统计表

观测 时间	环 名	坐标增量闭合差(mm)			全长相对闭 合差(PPm)
		$\sum \Delta X$	$\sum \Delta Y$	$\sum \Delta Z$	
93.3	$Z_2 Z_3 Z_4$	-1.0	-1.0	-1.0	2.9
94.3	$J_1 J_2 J_4$	-3.0	0.0	4.0	2.1
94.10	$J_3 K_1 K_2 J_1$	-1.0	-4.0	-2.0	1.76

从表 1 可以看出, 同步环中坐标增量闭合差的最大值为 4mm; 相对闭合差最大值为 2.9, 达到  $1:35$  万, 高于 I 等三边网的精度。

表 2 复测边较差统计

观测 时间	边长	第一次 观测值	第二次 观测值	相对较差 (PPm)
93.3	$J_1 K_1$	472.881	472.882	2.12
94.3	$J_2 Z_1$	495.849	495.844	10.00
94.10	$J_1 K_2$	402.614	402.612	4.96

表 3 异步环最大闭合差统计

编 号	基线 数	环长 (km)	$W_x$ (mm)	$W_y$ (mm)	$W_z$ (mm)	相对闭合 差(PPm)
93.3	6	3.5	-10	-11	42	12.8
94.3	5	1.9	-1.0	8	-17	9.0
94.10	5	1.5	2	14	11	12.1

由以上各表看出, 各分量闭合差大部分比较小, 个别达 42mm。各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。

#### 5 网平差及精度分析

本网在 WGS—84 坐标系统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:  $\Delta x$  矢量中误差为  $2 \sim 4\text{mm}$ 。  $\Delta y$  矢量中误差为  $4 \sim 5\text{mm}$ ;  $\Delta z$  矢量中误差为  $4 \sim 5\text{mm}$ 。平差后 8 个 GPS 点相对于起点  $J_1$  的点位精度达 mm 级, 最大为 8.1mm, 平均为 6.6mm。点位中误差统计见表 4。点位中误差  $M$  计算公式:

$$M = \sqrt{M_x^2 + M_y^2 + M_z^2}$$

⑤  
23-25

# 汽轮发电机组振动原因 及消除方法

肖 强

TM311.014

(蒲白矿务局矸石电厂 蒲城 715517)

A

**摘要** 通过转速试验和负荷试验,分析汽轮发电机组的振动原因,并以现场找动平衡的方法加以消除。

**关键词** 转子质量 振动值 动平衡三点法

汽轮发电机, 振动

蒲白矿务局矸石电厂 2" 汽轮发电机组自首次冲转发电以来,一直存在振动值偏高现象。空负荷时双振幅达到 0.057mm,带负荷时振动减小到 0.047mm(按厂家规定不允许超过 0.05mm),但时有高次谐波出现。该机经过半年的运行,发生了励磁机转子线圈被甩出,润滑油膜被破坏,导致烧瓦事故,该事故与振动不无关系。引起机组振动的原因很多,而且比较复杂。我们根据转速、负荷试

验及安装资料进行分析判断,并用三点法消除振动。

## 1 振动原因

该机组出厂前曾上过平衡机,符合出厂标准。该机型配有电动盘车装置,按期盘车,一般情况不存在转子弯曲现象。

### 1.1 转速试验

目的在于判断振动和转子质量不平衡之

表 4 点位中误差统计

点 名	M <sub>x</sub> (mm)	M <sub>y</sub> (mm)	M <sub>z</sub> (mm)	M (mm)	备 注
J <sub>1</sub>	0	0	0	0	起算点
J <sub>2</sub>	±3	±4	±4	±8.4	
J <sub>3</sub>	2	4	4	6.0	
Z <sub>1</sub>	3	4	4	6.4	
Z <sub>2</sub>	3	4	4	6.4	点旁有树
Z <sub>3</sub>	4	5	5	8.1	
Z <sub>4</sub>	3	4	4	6.4	
K <sub>1</sub>	3	4	4	6.4	
K <sub>2</sub>	3	4	4	6.4	

监测。经过对大量数据的分析和研究,为矿区提供了可靠的监测成果:GPS 定位精度达到 ±5mm,高程精度达到 ±6mm;从川口滑坡监测的经验说明:采用 GPS 进行矿区地表移动监测,精度可靠,施测速度快,费用低,有非常广阔的应用前景。

## 主要参考文献

- 1 刘基余等. 全球定位系统原理及其应用. 北京,测绘出版社.
- 2 Stephenr Deloach. 用 GPS 进行连续变形监测(林贤泽译). 陕西省测绘学会, GPS 测绘应用论文译文选辑. 1990. 11.

(收稿日期:1995—03—15)

## 6 结束语

两年来对铜川矿区川口滑坡进行了三期