

# 应急测绘技术应用——以某应急事件为例

李兰恒

上海同济检测技术有限公司

DOI: 10.12238/ems.v6i2.7023

**[摘要]** 应急事件发生后, 进行抢险救援及事故原因分析时, 需要大量数据支撑, 为救援人员提供准确信息, 也为决策部门提供科学依据。所以, 测绘技术在应急事件中发挥着重要作用, 为救援工作提供重要的技术支持和安全保障。下面以某国家级大型工厂设备坍塌事故为例, 对应急测绘技术进行具体论述。

**[关键词]** 点位布设; 测量方法; 测量结果; 测绘评价

## Application of Emergency Surveying and Mapping Technology —— Taking a Certain Emergency Event as an Example

Li Lanheng

Shanghai Tongji Testing Technology Co., Ltd

**[Abstract]** After an emergency occurs, a large amount of data support is required for rescue operations and accident cause analysis, providing accurate information for rescue personnel and scientific basis for decision-making departments. Therefore, surveying and mapping technology plays an important role in emergency situations, providing important technical support and safety guarantees for rescue work. Taking the equipment collapse accident of a national large-scale factory as an example, the emergency surveying and mapping technology will be discussed in detail below.

**[Key words]** point layout; Measurement method; Measurement results; Surveying and mapping evaluation

### 一、引言

应急测绘情况概述, 坍塌事故发生后, 应委托方要求, 及时对事故发生区域, 进行应急测绘。一方面为查找分析事故原因提供数据理论依据, 一方面为检测其他机组设备的安全性, 获取观测部位外部的显现状态, 防止类似事故再次发生。

应急测绘内容有:

- (1) 高程控制测量与平面控制测量;
- (2) 机组设施周边建筑物原有测点沉降观测;
- (3) 机组设施立柱倾斜观测;
- (4) 机组设施基础平整度(不均匀沉降)观测;
- (5) 机组设施附近道路平整度(道路中线不均匀沉降)

观测。

其中, 机组设施立柱倾斜, 比较能直接反映出机组设施的安全性。机组设施立柱倾斜观测, 为本次应急测绘的重点内容。

### 二、点位布设

#### 2.1 水准工作基点设置

工作基点采用厂区原有已布设完成的沉降观测基准网, 利用该区域附近的原有工作基点点位, 经验证后选择其中的合适点位作为该区域沉降观测基准网的起算依据。

工作基点采用标石或“十”字钢(铜)钉埋设固定, 以保持基点点位的稳定性, 减少外界因素对工作基点稳定性的影响。

已知工作基点间的复检验证, 以及工作区域内工作基点的联测均采用二等精密水准进行测量, 获取了高程数据的工作区域内的工作基点将作为变形点观测的起算基准。

#### 2.2 平面工作基点设置

由于观测区域之间无法有效通视, 只能逐个区域建立独立的平面观测基准, 在每个观测区域设立至少与其他一点通视的3-4个平面控制点, 点位的选取按现场实际情况设定。

#### 2.3 沉降观测点的布设

周边建筑物上变形点沿用前期测点, 观测前确认观测点良好、可用。

#### 2.4 倾斜观测点的布设

此次应急测绘,对机组设施 20 个立柱,全部进行倾斜观测。倾斜观测点点号由各机组设施纵横轴线号组成,具体表示方法见立柱倾斜观测成果表。

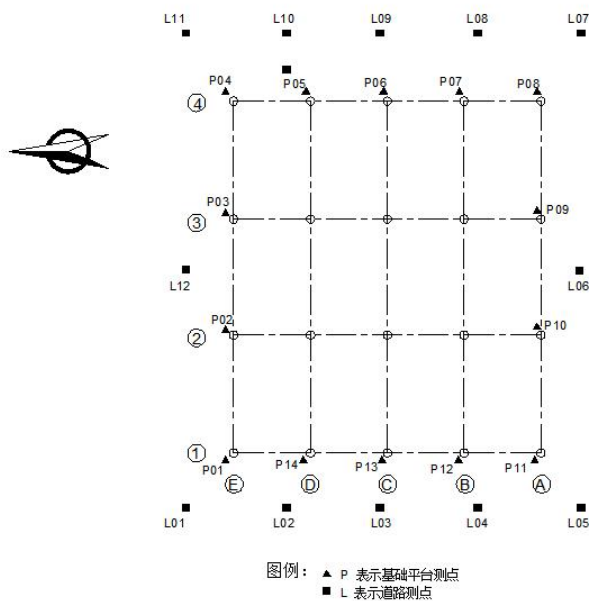
### 2.5 设施基础平整度(不均匀沉降)观测点的布设

对设施基础进行平整度(不均匀沉降)观测,机组基础平台 14 个测量点。采用二等水准测量方法测量各测点标高,比较相邻测点标高差值。

### 2.6 机组设施附近道路平整度(不均匀沉降)观测点的布设

机组设施附近道路需进行平整度(不均匀沉降)观测,机组设施附近道路布设 12 个测量点采用二等水准测量方法测量各测量点标高,比较相邻测点标高差值。

应急测绘测点位置见下图。



立柱编号为轴线交叉组合编号;  $\Delta N$  为平行轴线近似北方向,数据为正表示顶部相对于底部向北偏,数据为负表示顶部相对于底部向南偏;  $\Delta E$  为近似东方向,与  $\Delta N$  方向垂直;数据为正表示顶部相对于底部向东偏,数据为负表示顶部相对于底部向西偏。

## 三、测量方法

### 3.1 观测基准网施测

水准测量的基本原理是:利用水准仪提供一条水平视线,对竖立在两地面点的水准尺上分别进行瞄准和读数,以测定两点间高差;再根据已知点的高程,推算待定点的高程。<sup>[1]</sup>

高程观测基准网采用国家二等水准网的观测精度施测,水准网按照距离定权的方式进行平差,沉降观测点采用二等变形观测等级观测,按照测站定权的方式进行数据平差。

利用观测区域周边的现有的稳定性水准点,对在测区范围附近其他水准工作基点进行水准联测验证,并联测稳定性较好的烟囱沉降点进行校核,确认现有水准工作基点的稳定性,利用已知高程的原厂区深埋水准点作为高程联测的起算点。

仪器采用精密电子水准仪与钢瓦钢尺相配套,采用专用

脚架。水准观测等级按照二等水准精度,水准网布设成闭合或附合水准路线,水准观测作业按下列要求进行:

(1)在标尺分划线成像清晰并稳定时进行水准观测。避免在日出后或日落前约半小时、太阳中天前后、风力大于四级、气温突变时以及其他会造成标尺分划线的成像跳动而难以照准的条件下进行观测。阴天可全天观测;

(2)观测前半小时,应将仪器放置于露天阴影下,使水准仪与外界气温趋于一致。设站时,应用测伞遮蔽,避免阳光直射。数字水准仪使用前,进行预热。

(3)使用数字水准仪,避免水准仪望远镜直接对着太阳,并避免视线被其他物体遮挡。仪器在规定的温度范围内进行测量工作。振动源造成的振动影响消失后,启动测量键。附近地面振动较大时,要增加重复测量次数。

(4)在同一测站上水准观测时,不得进行两次调焦。转动仪器的倾斜螺旋和测微鼓时,其最后旋转方向,均为旋进方向。

观测基准网设立固定路线,路线中设立固定点(工作基点),便于进行等精度观测。

观测基准网路线中设站保持偶数,以消除仪器和水准尺的系统误差。

观测过程严格按照规程规范规定按照以下程序施测:

往测:奇数站一后前前后,偶数站一前后后前;

返测:奇数站一前后后前,偶数站一后前前后。

### 3.2 沉降观测及标高施测

工作基点用作沉降观测点及标高的水准起算点,按照二等观测等级逐点进行观测。进行变形观测点位观测过程中布设成为闭合水准或支水准路线。

闭合水准是以独立单体或相关多幢单体建构物为中心,经过该建筑物上所有沉降观测点,路线终点是工作基点,适用于便于闭合成网区域。

支水准路线进行则是利用固定测站的方法单独观测某一沉降观测点,路线终点是沉降观测点,适用于测区中无法环网闭合区域,但支水准路线中的观测点不再作为后视点使用。

### 3.3 倾斜观测点施测

因基础设施立柱均为圆柱形,圆柱倾斜观测采用圆心拟合法进行测量,具体测量方法如下:在圆柱形立柱的上部(尽量靠近顶端)和下部(尽量靠近底端)各选一个水平切面,测量该切面位置圆柱形立柱表面上几个采样点的三维坐标,分别拟合这两个高度的切面上采样点的所在的水平面二维平面圆的圆心,上下两个切面圆心的坐标差,即为该圆柱形立柱的倾斜偏移量,倾斜偏移量与上下两个水平切面的高差的比值,即为该立柱的倾斜率。需要注意的是,测量上部或下部水平切面圆柱表面测点时,尽量使测点处在同一高程水平面。

## 四、测量结果

### 4.1 机组设施周边建筑物沉降观测结果

通过与原有建筑沉降观测点高程比对,在时间间隔 1 年

内, 机组设施周边建筑物沉降变化最大为-4.7mm。

#### 4.2 机组设施相关立柱倾斜观测结果

倾斜测量成果表

立柱编号	倾斜方向	观测高度 (m)	倾斜量 (mm)	倾斜率 (‰)	备注
A1	ΔN	6.3	2.7	0.4	
	ΔE	6.3	0.4	0.1	
A2	ΔN	6.3	-13.2	-2.1	
	ΔE	6.3	5.2	0.8	
A3	ΔN	6.3	0.8	0.1	
	ΔE	6.3	4.2	0.7	
A4	ΔN	6.3	-10.6	-1.7	
	ΔE	6.3	-11.9	-1.9	
B1	ΔN	6.3	-6.2	-1.0	
	ΔE	6.3	8.1	1.3	
B2	ΔN	6.3	-6.0	-1.0	
	ΔE	6.3	3.3	0.5	
B3	ΔN	6.3	-8.1	-1.3	
	ΔE	6.3	7.9	1.3	
B4	ΔN	6.3	-7.9	-1.3	
	ΔE	6.3	3.3	0.5	
C1	ΔN	6.3	-14.3	-2.3	
	ΔE	6.3	0.3	0.1	
C2	ΔN	/	/	/	顶部凹陷
	ΔE	/	/	/	
C3	ΔN	6.3	2.5	0.4	
	ΔE	6.3	18.8	3.0	
C4	ΔN	6.3	-19.1	-3.0	
	ΔE	6.3	-11.0	-1.7	
D1	ΔN	6.3	-2.7	-0.4	
	ΔE	6.3	5.9	0.9	
D2	ΔN	6.3	-4.8	-0.8	
	ΔE	6.3	-1.3	-0.2	
D3	ΔN	6.3	-8.1	-1.3	
	ΔE	6.3	3.4	0.5	
D4	ΔN	6.3	-7.9	-1.3	
	ΔE	6.3	16.3	2.6	
E1	ΔN	6.3	-24.1	-3.8	
	ΔE	6.3	4.1	0.7	
E2	ΔN	6.3	-11.2	-1.8	
	ΔE	6.3	0.2	0.0	
E3	ΔN	6.3	-16.9	-2.7	
	ΔE	6.3	3.4	0.5	
E4	ΔN	6.3	-10.8	-1.7	
	ΔE	6.3	-0.3	-0.1	

本次倾斜测量结果, 采用倾斜量和倾斜率表示。

立柱 C2 顶部出现凹陷。除该立柱外, 倾斜率最大为立柱 E1, 倾斜率为-3.8‰, 倾斜方向 ΔN。

#### 4.3 机组设施基础平台平整度观测结果

机组设施基础平台平整度结果, 采用相邻测点差异沉降量表示。假设基础平台各测点初始高程均相等, 本次测量相邻测点高差即为差异沉降量。

机组设施基础平台差异沉降最大在测点 P06 与 P07 之间, 差异沉降量为 12.2mm。

#### 4.4 机组设施基础附近道路平整度观测结果

机组设施基础附近道路平整度结果, 采用相邻测点差异沉降量表示。假设机组设施基础附近道路各测点初始高程均相等, 本次测量相邻测点高差即为差异沉降量。

道路差异沉降量最大在测点 L10 与 L11 之间, 差异沉降量为-170.1mm。

### 五、应急测绘评价

1. 事故发生区域周边建筑近一年沉降量最大为 4.7mm, 沉降速率约 0.01mm/d, 沉降速率较小。

2. 立柱倾斜观测, 倾斜率最大为立柱 E1, 倾斜率为-3.8‰, 倾斜方向 ΔN。其中, 立柱 C2 倾斜率测量时, 顶部断面拟合圆心计算结果偏差明显, 多次复测并检核相关数据后, 随即对该立柱进行全面安全性检查。检查后发现该立柱顶端出现凹陷, 导致拟合结果偏差明显。

3. 机组设施基础平台平整度观测, 差异沉降最大在测点 P06 与 P07 之间, 差异沉降量为 12.2mm。

4. 机组设施基础附近道路平整度观测, 差异沉降量最大在测点 L10 与 L11 之间, 差异沉降量为-170.1mm。

### 六、结束语

本篇应急测绘案例, 主要使用传统测绘技术方向进行研究, 随着云计算、大数据等技术的发展, 应急测绘的数据处理能力也将得到进一步提升, 更加全面、快速、有效地提供准确事实信息。应急测绘未来将在应对突发事件和灾害中发挥更加重要的作用。同时, 也需要加强技术研发和应用创新, 不断提高应急测绘的准确性和效率, 为社会的安全和稳定做出更大的贡献。

### [参考文献]

[1] 侯雷. 三维测绘技术与工程测量技术的应用与发展研究[J]. 科技资讯, 2023, 21 (08): 83-86.

[2] 任连生. 解析现代工程测量技术的发展与应用[J]. 中国住宅设施, 2022, 233 (10): 79-81.

[3] 曹泽强. 智能工程测量机器人研究[D]. 江苏海洋大学, 2022.

[4] 胡炳中. 数字化测量技术在工程测量中的应用[J]. 自动化应用, 2022 (06): 129-131.