

某大型厂房地面垂直形变监测

张永海, 杜子涛

(长安大学 地质工程与测绘工程学院 陕西 西安 710054)

[摘要] 结合西北地区黄土塬上某大型厂房地面垂直形变的监测工作, 提出和应用选定在具有代表性的监测区域布点、改进标尺进行观测等一系列行之有效的方法和措施, 取得了满意的结果。通过监测数据分析, 指出型架的不稳定主要是因为温度变化而导致地面不均匀垂直形变引起的, 为厂房地面不均匀垂直形变的治理提供了依据。

[关键词] 大型厂房; 地面垂直形变; 型架稳定; 监测

[中图分类号] P224.1 [文献标识码] A [文章编号] 1672-6561(2006)02-0104-03

Ground Vertical Deformation Monitoring of Large Scale Factory Building

ZHANG Yong hai, DU Zi tao

(School of Geological Engineering and Surveying Engineering, Chang'an University, Xi'an 710054, Shaanxi, China)

Abstract Monitoring the ground vertical deformation of the large factory in a high precision is an important problem in precise engineering survey. By the work of monitoring the ground vertical deformation of a large factory in the northwest loess tableland, this paper puts forward and applies some effective methods and measures for example choosing the typical monitoring area to set up monitoring points, improving on staff gauge and so on. At last satisfactory results are gotten. By analyzing the monitoring data, it points out that the leading reason of jig instability is the ground vertical deformation which is caused by temperature changing. This provides grounds for the harnessing of this factory. These methods and measures are of great reference value for design staff, builders and managers.

Key words: large scale factory; ground vertical deformation; jig stability; monitoring

0 引言

某大型厂房长 216 m, 宽 114 m, 建于西北黄土塬上。厂房为金属网架结构, 基础为素土回填, 600 mm 厚 3 : 7 灰土垫层, 面层 250 mm 厚 C20 普通混凝土, 纵向伸缝为企口缝, 间距 6 m, 横向缩缝为假缝, 间距 9 m, 厂房内设 5 t 吊车多台。2004 年 9 月竣工后, 搬入部分型架投入使用。

该厂房为国际合作项目, 承担飞机构件的生产与组装。2005 年 3 月 15 日后, 发现装配型架不稳定, 即型架调平后又出现不平, 需不断调平, 影响正

常生产。经对型架稳定性进行测量, 发现型架垂直形变有 70~80 道的变化, 不能满足正常生产要求, 即变化不能超过 10 道(0.1 mm)。为此, 厂方提出停产, 立即对该厂房地面实施垂直形变监测, 监测精度为 0.1 mm, 以确定型架的不稳定是型架本身的问题还是由地面不均匀沉降引起的, 为厂房的治理提供依据。

1 监测点布设

216 m×114 m 的大型厂房内, 要布设多少监测标志才能全面反映地面垂直形变? 显然全面布设

[收稿日期] 2005 09 23

[作者简介] 张永海(1956-), 男, 陕西延川人, 工程师, 从事测绘工程实验教学研究。

是不可能的, 为此, 与甲方一起踏勘, 在厂房地面已安有型架的位置选定 A、B、C、D 4 个监测区域, 其中 C 区为独立基础(图 1)。

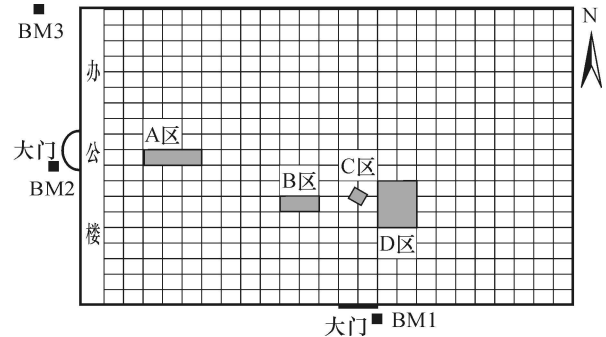


图 1 厂房监测区域和基准点布设

Fig. 1 The Design of Factory Monitoring Area and Datum Marks

在型架和柱子周围以及地面伸缩缝处布设监测点, 其中 A 区布设监测点 39 个, B 区 33 个, C 区 9 个, D 区 74 个, 共计 155 个。在布设时, 根据车间混凝土地面平整度好、强度高的特点, 用油漆在地面上画出直径为 20 mm 的圆圈作为监测点, 这样不但节省时间, 而且不破坏地面, 很好地解决了监测点布设的问题。为了保证因瓦水准尺底面与监测点的接触精度, 在水准尺底面焊接一个直径为 10 mm 的钢珠, 每次立尺使钢珠位于圆心。为了消除水准尺零点误差, 使用同一根水准尺。由于水准尺底部焊接钢珠, 无法准确地立在基准点和检核点标志顶端, 所以, 用水准尺底面立于基准点和检核点标志上, 这样在推算监测点的高程时有一个钢球直径的差值, 使用和检核时应注意。

实践证明, 以上措施不但可行, 而且实测精度很高。

2 基准点布设

为了监测区块是否沉降, 二期监测在厂房地面沉降影响区域之外埋设 3 个基准点 BM1、BM2、BM3(图 1), 并选取了 J3、J4、J5、J6 4 个检核点, 每次监测联测基准点、检核点和监测点 A1、B2、B8、C7、D45 组成闭合环(图 2), 以检测厂房地面有无沉降。

3 仪器选择和监测工作

为了满足 0.1 mm 的精度要求, 选用蔡司 Ni002 自动安平精密水准仪和配套因瓦水准尺进行监测。

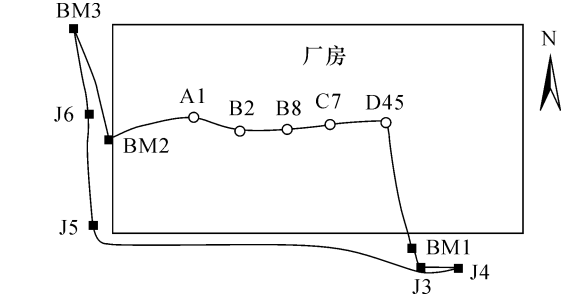


图 2 基准点检核点和监测点联测线路

Fig. 2 Translocation Route of Datum Marks Check Points and Monitoring Points

该水准仪最小读数为 0.05 mm, 估读至 0.005 mm^[1]。监测工作分两期, 第一期于 2005 年 3 月 23~26 日, 每天 2 次, 共监测 7 次。从 4 月 4~21 日, 又进行二期(3 周)监测, 每周 2 次, 共 6 次。对这 13 次监测数据, 进行了统一计算和分析。

按照《国家一二等水准测量规范》^[2] 进行施测, 作业前对仪器及标尺进行全面检校, 施测时采用固定仪器、固定人员、固定路线的方法^[3]。每次监测 A、B、C 区域内各监测点相对于 1 号点, D 区域内各监测点相对于 45 号点的高差变化, 监测时记录了时间和温度。二期联测闭合环时, 每次观测路线相同, 使前后视距相等, 两点之间为偶数站, 以保证观测精度^[3]。

4 实测精度评定

(1) 取 C 区 9 个点, 用南、北两仪器位置在同一时段内, 取得两组高差数据(表 1)。

由两组高差校差求取相邻点高差中误差

$$m = \pm \sqrt{\frac{vv}{2n}} = \pm 0.05 \text{ mm} \tag{1}$$

表 1 实测精度评定计算

Tab. 1 Assessment and Calculation of Measured Precision

后视点	前视点	h_1/mm	h_2/mm	v/mm	vv
1	2	3.175	3.025	-0.150	0.022 500
1	6	7.000	6.950	-0.050	0.002 500
1	9	4.875	4.850	-0.025	0.000 625
1	8	-2.175	-2.200	-0.025	0.000 625
1	7	9.175	9.200	0.025	0.000 625
1	4	2.475	2.525	0.050	0.002 500
1	3	1.525	1.450	-0.075	0.005 625
1	5	10.375	10.450	0.075	0.005 625
1	1	0.000	-0.050	-0.050	0.002 500

(2) 取基准点、检核点和监测点 A1、B2、B8、C7、D45 环线闭合差(表 2), 求其观测中误差

$$m = \pm \sqrt{\frac{1}{N} \left[\frac{ww}{n} \right]} = \pm 0.06 \text{ mm} \quad (2)$$

式中: w 是环线闭合差; n 是测站数; N 是环线数。
式(1)式(2)表明, 其实测精度完全可以满足厂方提出的 0.1 mm 精度要求。

表 2 基准点检核点和监测点 A1、B2、B8、C7、D45 联测数据

Tab.2 Translocation Data of Datum Marks Check Points and Monitoring Points A1, B2, B8, C7, D45					
观测日期	n	w/mm	观测日期	n	w/mm
20050404	14	0.125	20050407	15	0.375
20050411	17	0.175	20050414	17	0.350
20050418	19	-0.075	20080421	20	0.200
20050421	14	-0.075			

5 监测数据分析

5.1 基准点稳定性分析^[4]

用 4 个检核点 J3~J6 来检核基准点 BM1~BM3 的稳定性。每两次观测高差用 $2m_h \sqrt{n}$ (m_h 为高差中误差, n 为测站数) 来确定稳定与否。由观测数据分析, BM1、BM3、J3~J6 相对稳定, BM2 在后期因草地浇水影响有微小变动, 所以用 BM1 作为起算点, 并求得其他基准点、检核点的高程和监测点 A1、B2、B8、C7、D45 的高程(减去钢珠直径)。

5.2 监测点稳定性分析

按技术要求, 相邻点的高差精度为 0.1 mm, 即高差中误差为 $\pm 0.1 \text{ mm}$ 。用高差之差来判别稳定性, 根据误差传播定律, 高差之差的中误差为 $0.1 \times \sqrt{2} = \pm 0.14 \text{ mm}$, 取两倍中误差为极限误差, 则极限误差为 $\pm 0.28 \text{ mm}$ 。所以高差变化小于 $\pm 0.28 \text{ mm}$, 则认为这两点之间不存在不均匀垂直形变, 视为稳定, 否则应视为有不均匀垂直形变, 不稳定。两期监测数据统计见表 3。

(1) 表 3 统计数据表明: C 区稳定, B 区不够稳定, A 区、D 区不稳定。

(2) 从高差变化统计数据看, 高差变化同温度有关, 大部分监测点的高差变化趋势相似, 一般峰值和谷底在最高温度和最低温度, 温度相同时, 高差较为接近。例如监测点 D2 相对于 D45 的高差变化图中, 谷底是 3 月 24 日, 温度为 19°C , 峰值是

4 月 21 日, 温度为 26°C (图 3)。

表 3 两期监测数据统计

Tab.3 Statistics of Two Phases Monitoring Data

变化量/mm	区 号			
	A	B	C	D
0~0.10	0	0	1	0
0.10~0.20	3	3	6	5
0.20~0.28	3	6	0	4
大于 0.28	32	23	1	64
最大变化量	0.72	0.88	0.38	1.42

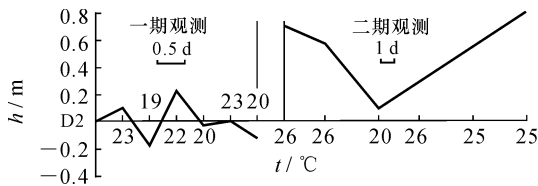


图 3 监测点 D2 相对于 D45 的高差变化

Fig.3 Height Difference Transformation of Monitoring Point D2 Relative to D45

(3) 通过近一个月的监测, 监测点 A1、B2、B8、C7、D45 的高程受温度影响略有变化, 形变呈波动形, 短时间内无明显下沉。

(4) 吊车走动时, 观测者能感觉到视线颤抖, 但不影响观测, 所以吊车对高差变化的影响也不明显。

从两期数据看, 型架的不稳定主要是因为温度变化而导致地面不均匀垂直形变引起的。

6 结语

大型厂房地面垂直形变监测精度高、任务急, 课题组深入研究探索, 解决了如何布点、如何监测的难题, 并提出了一些措施和方法, 很好地完成了任务, 积累了经验, 这些对从事同类工程的设计, 施工和管理的人员具有一定的参考价值。

论文撰写的过程中, 得到金其坤教授的帮助和指导, 在此表示感谢。

[参 考 文 献]

[1] 王仙珍. 天然气球罐基础沉降监测方法探讨[J]. 西安工程学院学报, 2002, 20(1): 65-67.
[2] GB12897 1991. 国家一、二等水准测量规范[S].
[3] 陈龙飞, 金其坤. 工程测量[M]. 上海: 同济大学出版社, 1996.
[4] 黄声享, 尹 晖, 蒋 征. 变形监测数据处理[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2003.