建筑物沉降监测设计与实践

符海鸥[1]，李　奎[2]，付业平[2]
（1. 四川省核工业地质调查院，四川 成都 610000；2. 成都西南冶金测量工程公司，四川 成都 610051）

摘　要：阐述了建筑物沉降监测的方案设计过程，以成都市将军碑建筑模板有限公司研发楼为例，进行了水准基点稳定性分析，结合成果表对观测数据做了详细统计分析，并得出相应结论。

关键词：沉降监测；基准点；稳定性
中图分类号：P258　　**文献标志码**：B　　**文章编号**：1672-4623（2011）06-0133-03

目前，主要的工程建筑物得变形监测在设计阶段就开始考虑了，设计单位在进行工程设计的同时，对工业与民用建筑物做出相应的变形监测设计，然后在建筑物的施工及运营期间进行定期观测，以保证建筑物安全[6]。

1　变形观测方案设计

1.1　建筑物变形观测基本流程

1）筹备阶段。设计单位要编写一个实施观测工作的技术任务书，其中包括水准标石和沉降标志的布设方案，确定沉降的相对精度指标及观测周期和观测期限。承担观测工作的测量单位要根据技术任务书编写测量工作计划，计划必须包括：水准标石的布设略图及其类型、沉降标志的结构及其固定方法、水准测量线路略图、精度估算和观测方法以及平差计算方法[1]。

2）外业布点、观测及成果处理。工作计划确定后，就要埋设高程控制标志和沉降标志。在测区建立高程控制之后，开始建筑物的沉降观测，在一期外业观测结束之后，要编绘标有水准标石和沉降标志之间的高差和距离的水准路线略图，计算闭合环的闭合差[7]。如果闭合差在限差之内，则可以对线路进行平差，评定外业观测精度，并计算沉降速度。

3）建筑物沉降和地基相对变形的确定。最后的工作是编制每期沉降量、荷载、时间（S-P-T）关系曲线图分析表，形成最终沉降量统计表，编写沉降技术报告书等。

1.2　观测网点的布设方案

1）对于建筑物较少的测区，宜将控制点连同观测点按单一层次布设；对建筑物较多且分散的测区，宜按 2 个层次布网，即由控制点组成的控制网、观测点与所联测的控制点组成的扩展网。

2）应该有至少 3 个水准基点，可选择稳定性较好的水准基点作为常用点和检核点。

3）水准点间距一般 15 m-20 m，沿建筑物四角，纵横墙的交接处和伸缩缝两侧布置，且和建筑物轴线平行（或垂直）。

4）一般情况下，基准点应与附近的国家水准点联测，只有当水准点较远时，才可以采用独立的假定高程系统，所有的水准基点起算数据要统一平差，组成统一的变形监测网。

5）单独建筑物至少布设 3 个水准点，以便相互检核。

6）应避开交通干道、地下管线、松软填土、振动区等易遭受腐蚀和破坏的地点[2]。

1.3　变形观测成果的精度评定

1981 年国际测量联合会提出，如果观测目的是为使变形值不超过某一允许数值而确保建筑物安全，则其观测中误差应该小于容许变形值的 1/10-1/20；如果目的是研究其变形过程，那么中误差应该比这个（1/10-1/20）小的多[3]。

1.4　需要遵循的原则

一般沉降观测都首先要遵循"五定"原则：沉降观测的基准点、工作基点和被观测物上的沉降监测点要稳定；所用仪器、设备要固定；观测人员要固定；观测时的环境条件基本一致；观测路线、镜位、程序和方法要固定[4]。

2　工程应用

2.1　工程概况

成都市将军碑建筑模板有限公司研发楼位于成都市龙潭寺龙港钢材市场旁，为 5 层 U 型办公楼，监测工作中共设 3 个水准基点，16 个观测点，观测历时 8 个月。

收稿日期：2011-04-06
项目来源：科技部国家科技攻关基金资助项目（2005BA901A03）。

2.2 水准基点的设立及检测

水准基点是整个观测工作的基准，为保证观测值的高可靠性[5]，在施工区附近（变形区外）共设了供沉降观测使用的 3 个水准基点（BM1 ～ BM3）。

表 1 水准基点可靠性比较分析表

测 段	首期高差/m (2008-12-20)	二期高差/m (2009-4-16)	与首期高差差值/mm	较差限差/mm	测量站数
BM1-BM2	0.152 64	0.152 02	-0.62	± 1.4	4
BM2-BM3	0.127 59	-0.127 63	-0.04	± 1.4	4
BM3-BM1	0.024 36	0.024 26	-0.10	± 1.4	4

高程系统为独立高程系，由以上 3 个水准基点构成水准闭合环，于 2008 年 12 月 20 日进行了初始值观测后，于 2009 年 4 月 16 日对水准基点进行了 1 次检测工作，其检测及稳定分析结果见表 1，每次水准基点稳定性检测工作完成后，及时对非稳定的水准基点的高程值进行修改处理，为观测数据的准确性提供了可靠依据，由表 1 可见各水准基准点稳定可靠。

2.3 基准点与观测点的布设

根据该建筑物的结构、地基及荷载特点并结合有关规范要求，在施工区附近（变形区外）共设了供沉降观测使用的 3 个水准基点（BM1 ～ BM3），变形区内设置 16 个沉降观测点，观测点具体位置见图 1。

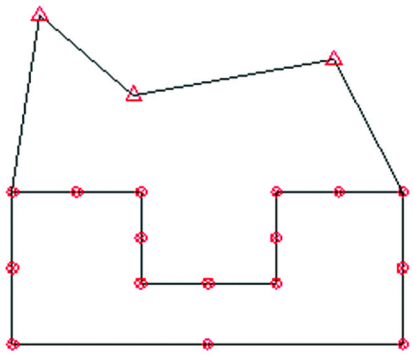

图 1 点位布置示意图

2.4 沉降数据统计分析

从表 2 可以看出：

1）2008 年 12 月 20 日～ 2009 年 10 月 19 日观测期间，最大累计沉降量为 4.54 mm（5#观测点），最小累计沉降量为 2.85 mm（1#观测点），最大沉降差为 1.69 mm（1#观测点～ 5#观测点），平均累计沉降量为 3.39 mm。

2）在最近 3 个观测周期之间，即 2009 年 6 月 17 日～ 2009 年 10 月 13 日，时间间隔分别为 118 d，其平均沉降量为 0.36 mm，平均沉降速度分别 0.003 mm/d。

表 2 观测成果表

测点	第 1 周期（08.12.20）		第 2 周期（09.1.15）		第 3 周期（09.3.17）		第 4 周期（09.5.21）	
	高程/m	累计沉降量/mm	高程/m	累计沉降量/mm	高程/m	累计沉降量/mm	高程/m	累计沉降量/mm
1#	500.312 21	0.000	500.311 44	-0.770	500.311 11	-1.100	500.310 34	-1.870
2#	500.274 13	0.000	500.273 50	-0.630	500.272 60	-1.530	500.271 83	-2.300
3#	500.277 22	0.000	500.276 56	-0.660	500.275 71	-1.510	500.275 06	-2.160
4#	500.242 57	0.000	500.241 88	-0.690	500.241 13	-1.440	500.239 82	-2.750
5#	500.311 53	0.000	500.310 97	-0.560	500.310 20	-1.330	500.308 57	-2.960
6#	500.270 24	0.000	500.269 49	-0.750	500.269 32	-0.920	500.268 10	-2.140
7#	500.300 21	0.000	500.299 63	-0.580	500.298 76	-1.450	500.297 83	-2.380
8#	500.329 33	0.000	500.328 62	-0.710	500.327 55	-1.780	500.326 67	-2.660
9#	500.266 53	0.000	500.266 04	-0.490	500.265 42	-1.110	500.264 62	-1.910
10#	500.315 84	0.000	500.315 20	-0.640	500.314 34	-1.500	500.313 43	-2.410
11#	500.400 22	0.000	500.399 81	-0.410	500.399 03	-1.190	500.398 23	-1.990
12#	500.305 71	0.000	500.305 10	-0.610	500.303 83	-1.880	500.303 24	-2.470
13#	500.340 32	0.000	500.339 79	-0.530	500.339 21	-1.110	500.338 39	-1.930
14#	500.321 44	0.000	500.320 74	-0.700	500.319 52	-1.920	500.318 75	-2.690
15#	500.359 74	0.000	500.359 33	-0.410	500.358 36	-1.380	500.357 66	-2.080
16#	500.301 15	0.000	500.300 49	-0.660	500.299 57	-1.580	500.298 80	-2.350

测点	第 5 周期(09.6.17)		第 6 周期(09.7.24)		第 7 周期(09.8.14)		第 8 周期(09.10.13)	
	高程/m	累计沉降量/mm	高程/m	累计沉降量/mm	高程/m	累计沉降量/mm	高程/m	累计沉降量/mm
1#	500.309 78	-2.430	500.309 55	-2.660	500.309 37	-2.842	500.309 36	-2.850
2#	500.271 31	-2.820	500.271 22	-2.910	500.271 05	-3.078	500.270 99	-3.143
3#	500.274 36	-2.860	500.274 19	-3.030	500.273 87	-3.350	500.273 64	-3.580
4#	500.239 05	-3.520	500.238 81	-3.760	500.238 71	-3.858	500.238 57	-4.005
5#	500.307 45	-4.080	500.307 32	-4.210	500.307 08	-4.449	500.306 99	-4.540
6#	500.267 53	-2.710	500.267 43	-2.810	500.267 28	-2.960	500.306 99	-4.540
7#	500.296 75	-3.460	500.296 57	-3.640	500.296 51	-3.703	500.267 20	-3.044
8#	500.325 68	-3.650	500.325 62	-3.710	500.325 55	-3.780	500.296 44	-3.767
9#	500.263 87	-2.660	500.263 68	-2.850	500.263 59	-2.939	500.263 52	-3.007
10#	500.312 42	-3.420	500.312 27	-3.570	500.312 22	-3.617	500.312 03	-3.810
11#	500.397 05	-3.170	500.396 91	-3.310	500.396 79	-3.434	500.396 64	-3.580
12#	500.302 13	-3.580	500.302 00	-3.710	500.301 89	-3.819	500.301 84	-3.870
13#	500.337 47	-2.850	500.337 36	-2.960	500.337 32	-2.999	500.337 29	-3.035
14#	500.317 52	-3.920	500.317 27	-4.170	500.317 09	-4.354	500.316 98	-4.460
15#	500.356 36	-3.380	500.356 25	-3.490	500.356 01	-3.730	500.355 98	-3.760
16#	500.298 03	-3.120	500.297 93	-3.220	500.297 86	-3.289	500.297 79	-3.360

3）沉降量、荷载、时间（S-P-T）关系曲线图（见图 2）分析，从沉降曲线的分布情况来看，所有沉降曲线较集中，表明在观测期间本栋建筑物的基础不均匀沉降现象不显著。

从沉降曲线的沉降趋势来看，2009 年 4 月以后所有沉降曲线开始逐渐趋缓，表明建筑物体物在 2009 年 6 月上旬以后开始逐步进入稳定沉降阶段。

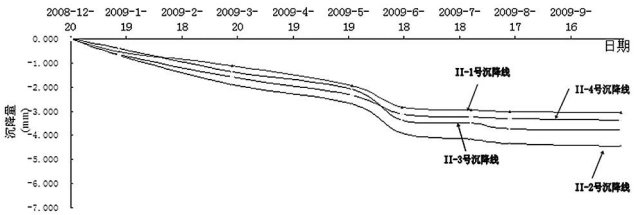

图 2　1-4 号点沉降量曲线图

3　结　语

1）根据对成都市将军碑建筑模板有限公司研发楼 16 个沉降点 8 个观测周期结果来看，随着季节而引起的地下水交替变化，各点都在发生着变化，但这些变化趋势基本一致，说明是均匀变化。

2）根据建筑各个方向沉降来看，建筑对地基的压力比较平衡，各沉降点的差异沉降很小，由此看来大楼的整体受力比较均匀。

3）成都市将军碑建筑模板有限公司研发楼最后 100 d 的平均沉降速率为 0.003 mm/d，各沉降观测点位的沉降速率均较小，说明基础比较稳固、平衡。

4）建筑物未发现裂缝等异常。

5）成都市将军碑建筑模板有限公司研发楼平均沉降速率为 0.003 mm/d，达到《建筑变形测量规程》JGJ/8-2007 规范规定：“沉降速率小于 0.01-0.04 mm/d，可认为已进入稳定阶段。”

参考文献

[1] 独知行,靳奉祥,冯遵德.高层建筑物整体变形监测及分析方案[J].工程勘察,2000,2(2):55
[2] 伊小东.变形监测技术及应用[M].郑州:黄河水利出版社,2009
[3] 吴子安.工程建筑物变形观测数据处理[M].北京:测绘出版社,1989
[4] 林勋. 建筑物变形监测的综合研究 [J]. 长春工程学院学报,2005,6(2):45-46
[5] 程军.建筑物变形监测设计与实施[J].海洋测绘,2005,25(3):42-43
[6] 李青岳,陈永奇.工程测量学[M].北京:测绘出版社.1995
[7] 赵钻茂.加强建筑工程的变形监测[J].山西建筑,2004(4):128-129

第一作者简介：符海鸥，助理工程师，主要从事测量及其相关工作。