

建筑特种工程新技术系列丛书

3

建筑物纠倾工程 设计与施工

李启民 何新东
王 桢 王存贵 等编著

中国建筑工业出版社

建筑特种工程新技术系列丛书³

建筑物纠倾工程设计与施工

李启民 何新东 王 桢 王存贵 等编著

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑物纠倾工程设计与施工/李启民等编著. —北京:
中国建筑工业出版社, 2011. 9
(建筑特种工程新技术系列丛书 3)
ISBN 978-7-112-13583-7

I. ①建… II. ①李… III. ①建筑物-加固-工程
施工 IV. ①TU746.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 192099 号

本书为“建筑特种工程新技术系列丛书”之一。主要包括: 综述; 建筑物倾斜原因调查分析; 建筑物纠倾工程检测与鉴定; 建筑物地基变形分析与计算; 建筑物纠倾工程设计; 建筑物纠倾工程施工; 古建筑加固纠倾工程设计与施工; 建筑物纠倾工程监测与质量控制; 纠倾工程技术机理探索; 建筑物纠倾工程实例分析。

本书供建筑结构设计和施工人员使用, 并可供大中专院校师生参考。

* * *

责任编辑: 王 跃 郭 栋

责任设计: 张 虹

责任校对: 陈晶晶 刘 钰

建筑特种工程新技术系列丛书 3

建筑物纠倾工程设计与施工

李启民 何新东 王 桢 王存贵 等编著

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

世界知识印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 28½ 插页: 4 字数: 720 千字

2012 年 2 月第一版 2012 年 2 月第一次印刷

定价: 66.00 元

ISBN 978-7-112-13583-7

(21385)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

目 录

第1章 综述	1
1.1 建筑物纠倾工程现状与进展	1
1.1.1 国外纠倾工程技术现状	1
1.1.2 国内纠倾工程技术现状与发展	2
1.2 建筑物纠倾工程特点	3
1.3 建筑物纠倾方法分类	4
1.4 建筑物纠倾量的相关规定	5
1.4.1 《建筑地基基础设计规范》关于倾斜的规定	5
1.4.2 《建筑桩基技术规范》关于倾斜的规定	6
1.4.3 《危险房屋鉴定标准》关于倾斜的规定	7
1.4.4 《铁路房屋增层和纠倾技术规范》关于纠倾标准的规定	7
1.4.5 《建筑物移位纠倾增层改造技术规范》关于纠倾标准的规定	7
1.4.6 《建(构)筑物纠倾技术规程》关于纠倾标准的规定	9
第2章 建筑物倾斜原因调查分析	11
2.1 建设规划中的问题	12
2.2 场地勘察中的问题	12
2.3 建筑设计中的问题	14
2.4 建筑施工中的问题	19
2.5 建设管理中的问题	21
2.6 建筑物使用过程中的问题	23
2.7 人为干扰和自然灾害的影响	23
2.8 其他原因	27
第3章 建筑物纠倾工程检测与鉴定	29
3.1 建筑物纠倾工程检测	29
3.1.1 建筑物纠倾工程检测标准	29
3.1.2 建筑物纠倾工程检测项目	29
3.1.3 建筑物纠倾工程地基检测	30
3.1.4 建筑物纠倾工程基础检测	30
3.1.5 建筑物纠倾工程上部结构检测	30
3.2 建筑物纠倾工程鉴定	31
3.2.1 倾斜建筑物可靠度鉴定特点	31
3.2.2 建筑物纠倾工程鉴定标准	32
3.2.3 结构承载力验算	32
3.2.4 地基承载力与变形验算	32
3.2.5 鉴定报告	32

第4章 建筑物地基变形分析与计算	33
4.1 地基自重应力	33
4.1.1 竖向自重应力	33
4.1.2 水平向自重应力	34
4.2 基础底面压力	34
4.2.1 中心荷载作用下的基底压力	34
4.2.2 偏心荷载作用下的基底压力	34
4.2.3 基底附加压力	35
4.3 地基沉降计算的分层总和法	35
4.3.1 基本假设	36
4.3.2 单一压缩土层的沉降计算	36
4.3.3 单向压缩分层总和法	36
4.4 地基沉降计算的规范法	38
4.4.1 规范法计算原则	38
4.4.2 规范法计算步骤	39
4.5 桩基础沉降计算	40
4.5.1 桩中心距不大于6倍桩径的桩基沉降计算(一)	40
4.5.2 桩中心距不大于6倍桩径的桩基沉降计算(二)	41
4.5.3 桩中心距大于6倍桩径的桩基沉降计算	43
4.5.4 单桩、单排桩、疏桩基础的沉降计算	43
4.6 软土地基减沉复合疏桩基础沉降计算	45
4.7 箱形基础和筏形基础沉降计算	46
4.8 复合地基沉降计算	48
4.8.1 水泥土搅拌桩复合地基沉降计算	48
4.8.2 水泥粉煤灰碎石桩复合地基沉降计算	48
4.9 桩筏基础和桩箱基础的沉降计算	49
第5章 建筑物纠倾工程设计	50
5.1 纠倾工程设计原则与步骤	50
5.1.1 准备工作	50
5.1.2 纠倾工程设计原则	50
5.1.3 纠倾工程设计步骤	52
5.2 纠倾工程设计与计算	53
5.2.1 纠倾工程设计文件	53
5.2.2 纠倾工程设计计算内容	53
5.2.3 纠倾迫降量或抬升量计算	53
5.2.4 纠倾工程地基承载力验算	54
5.2.5 迫降纠倾法设计要点	56
5.2.6 抬升纠倾法设计要点	56
5.3 浅层掏土纠倾法设计	57
5.3.1 设计沉降量与掏土孔数的关系	58
5.3.2 地基变形控制与掏土孔数的关系	60
5.3.3 附加应力控制法与附加沉降变形控制法设计	60
5.3.4 塑性变形控制法设计	60

5.3.5 经验法设计	61
5.4 地基应力解除纠倾法设计	61
5.4.1 应力解除法工作原理	61
5.4.2 应力解除法纠倾特点	62
5.4.3 应力解除法纠倾设计	63
5.5 辐射井射水纠倾法设计	63
5.5.1 辐射井纠倾设计的一般规定	64
5.5.2 辐射井纠倾法取土量计算	65
5.6 浸水纠倾法设计	66
5.6.1 浸水纠倾法设计的一般规定	66
5.6.2 注水量设计	67
5.6.3 湿陷量估算	67
5.6.4 注水时间估算	67
5.7 降水纠倾法设计	68
5.7.1 降水纠倾法机理分析	68
5.7.2 浅基础降水纠倾法设计	68
5.8 桩顶卸载纠倾法设计	70
5.8.1 直接截桩法设计	70
5.8.2 调整桩头荷载法设计	71
5.9 负摩擦力纠倾法设计	73
5.9.1 负摩擦力纠倾计算	73
5.9.2 大口井降水设计	74
5.10 锚杆静压桩纠倾法设计	75
5.10.1 锚杆静压桩纠倾加固技术特点	76
5.10.2 锚杆静压桩纠倾设计	76
5.11 顶升纠倾法设计	78
5.11.1 顶升纠倾法设计的一般规定	79
5.11.2 顶升纠倾法设计计算	79
5.11.3 上部结构托梁顶升法设计	80
5.11.4 静压桩顶升纠倾法设计	81
5.12 辅助纠倾方法	82
5.12.1 加压纠倾法	82
5.12.2 振捣纠倾法	84
5.13 综合纠倾法设计	85
5.13.1 综合纠倾法设计的一般规定	85
5.13.2 常用的综合纠倾法	85
5.14 防复倾加固设计	86
5.14.1 防复倾加固设计的一般规定	86
5.14.2 基础加固法设计	86
5.14.3 抗拔锚桩设计	87
第6章 建筑物纠倾工程施工	88
6.1 纠倾工程施工组织与程序	88
6.1.1 纠倾工程施工特殊性	88

6.1.2	纠倾工程施工组织设计编制	89
6.1.3	纠倾工程施工工序	90
6.1.4	纠倾工程现场监测系统	90
6.2	浅层掏土纠倾法施工	91
6.2.1	开槽掏土法施工	92
6.2.2	穿孔掏土法施工	92
6.2.3	分层掏土法施工	93
6.2.4	截角掏土法施工	93
6.2.5	基底冲水掏土法施工	93
6.2.6	掏土纠倾施工中可能出现的情况	94
6.2.7	掏土纠倾施工中应注意的问题	94
6.3	地基应力解除纠倾法施工	94
6.3.1	应力解除孔施工	94
6.3.2	应力解除法掏土	95
6.3.3	应力解除法纠倾施工注意事项	95
6.4	辐射井射水纠倾法施工	95
6.4.1	纠倾施工准备工作	96
6.4.2	辐射井施工	96
6.4.3	操作练兵	98
6.4.4	射水取土纠倾	98
6.4.5	沉降速率控制	99
6.4.6	信息化施工	99
6.4.7	应急措施	99
6.4.8	恢复	99
6.5	浸水纠倾法施工	99
6.5.1	浸水纠倾法施工步骤	99
6.5.2	注水的四个阶段	100
6.5.3	施工注意事项	100
6.6	降水纠倾法施工	101
6.6.1	浅基础降水纠倾法施工的一般规定	101
6.6.2	降水纠倾法施工注意事项	101
6.7	桩顶卸载纠倾法施工	101
6.7.1	桩顶卸载法施工的一般要求	101
6.7.2	直接截桩法施工	102
6.7.3	调整桩头荷载法施工	103
6.8	负摩擦力纠倾法施工	107
6.8.1	负摩擦力纠倾法施工的一般规定	107
6.8.2	大口井降水施工	107
6.8.3	负摩擦力纠倾法施工注意事项	108
6.9	锚杆静压桩纠倾法施工	108
6.9.1	锚杆静压桩施工前的准备工作	108
6.9.2	压桩施工流程	108
6.9.3	压桩纠倾	108

6.9.4 锚杆静压桩纠倾施工注意事项	109
6.10 顶升纠倾法施工	110
6.10.1 顶升纠倾法施工准备工作	110
6.10.2 顶升纠倾法施工要求	110
6.10.3 上部结构托梁顶升法施工要求	110
6.10.4 坑式静压桩顶升法施工要求	111
6.11 综合纠倾法施工	112
6.11.1 迫降法组合纠倾施工	112
6.11.2 迫降法与抬升法组合纠倾施工	112
6.11.3 迫降法与锚杆静压桩法组合纠倾施工	112
6.11.4 上部结构抬升法和锚杆静压桩法组合纠倾施工	112
6.12 防复倾加固施工	113
6.12.1 增大基础底面积法施工	113
6.12.2 基础托换法施工	113
6.12.3 地基加固法施工	113
第7章 古建筑加固纠倾工程设计与施工	115
7.1 古建筑加固纠倾工程勘察工作要点	115
7.1.1 地基基础调查	116
7.1.2 上部结构调查测绘	116
7.1.3 场地环境条件调查	117
7.1.4 古建筑倾斜原因分析判断	117
7.1.5 古建筑常见破坏因素	117
7.1.6 古建筑常见破坏类型	118
7.1.7 古建筑稳定性评价	120
7.1.8 纠倾加固方案可行性论证	120
7.2 古建筑加固纠倾设计	121
7.2.1 设计原则	121
7.2.2 加固工程设计	121
7.2.3 纠倾工程设计	121
7.2.4 监测系统设计	122
7.2.5 安全防护系统设计	122
7.3 古建筑加固纠倾施工	122
7.3.1 古建筑纠倾施工	123
7.3.2 纠倾前的技术准备工作	123
7.3.3 掏土	123
7.3.4 纠倾	124
7.3.5 古建筑纠倾量与纠倾合格标准	125
7.3.6 复旧处理	126
第8章 建筑物纠倾工程监测与质量控制	127
8.1 建筑物纠倾工程监测系统	127
8.1.1 纠倾工程监测的必要性和意义	127
8.1.2 纠倾工程监测系统概况	128
8.1.3 监测新技术及发展趋势	129

8.2 纠倾工程监测方案设计	133
8.2.1 监测方案的设计依据和设计原则	134
8.2.2 监测方案的设计步骤	134
8.2.3 监测内容	135
8.3 沉降监测与质量控制	137
8.3.1 沉降监测方法	137
8.3.2 沉降监测布置	137
8.3.3 沉降监测频率	139
8.3.4 沉降监测精度	139
8.3.5 沉降监测数据采集	140
8.3.6 沉降监测成果整理	140
8.4 倾斜监测与质量控制	142
8.4.1 倾斜监测方法	142
8.4.2 倾斜监测布置	144
8.4.3 倾斜监测频率	144
8.4.4 倾斜监测精度	146
8.4.5 倾斜监测成果整理	146
8.5 裂缝监测与质量控制	146
8.5.1 裂缝监测方法	147
8.5.2 裂缝监测布置	147
8.5.3 裂缝监测频率	147
8.5.4 裂缝监测数据采集	147
8.5.5 裂缝监测成果整理	147
8.6 水平位移监测与质量控制	148
8.6.1 水平位移监测方法	148
8.6.2 水平位移监测布置	148
8.6.3 水平位移监测频率	148
8.6.4 水平位移监测精度	148
8.6.5 水平位移监测成果整理	148
8.7 应力-应变监测与质量控制	148
8.7.1 应力-应变监测内容	148
8.7.2 应力-应变监测布置	148
8.7.3 应力-应变监测设备	149
8.8 地下水位监测与质量控制	149
8.8.1 测点布置	149
8.8.2 测试方法和数据整理	149
8.9 自动实时监测	150
8.9.1 监测方案设计原则	150
8.9.2 监测方案设计	150
8.10 监测资料与监测报告	152
8.10.1 监测资料整理	152
8.10.2 监测资料分析与处理	152
8.10.3 监测资料提交	152

8. 10. 4 监测报告	153
第9章 纠倾工程技术机理探索	154
9. 1 纠倾技术要素探讨	154
9. 1. 1 水平掏土纠倾	154
9. 1. 2 竖直掏土纠倾	155
9. 1. 3 纠倾过程中基底应力分析	156
9. 1. 4 回倾条件和纠倾条件分析	156
9. 1. 5 掏土量计算	159
9. 2 纠倾过程中受力机理分析	161
9. 2. 1 掏土孔弹塑性理论分析	161
9. 2. 2 水平成孔理论分析	166
9. 2. 3 竖向成孔理论分析	168
9. 3 纠倾数值模拟分析	170
9. 3. 1 数值分析的基本理论	170
9. 3. 2 地基中水平成孔后的附加应力	174
9. 3. 3 地基中水平成孔后的附加沉降	183
9. 4 纠倾数值模拟工程实例	194
9. 4. 1 影响地基附加沉降因素的数值计算	194
9. 4. 2 数值计算分析工程实例	203
第10章 建筑物纠倾工程实例分析	222
10. 1 建筑物纠倾工程典型实例	222
10. 1. 1 基底成孔掏土法纠倾工程实例	222
10. 1. 2 基底掏垫层法纠倾工程实例	224
10. 1. 3 基础抽砖石法纠倾工程实例	226
10. 1. 4 地基应力解除法纠倾工程实例	240
10. 1. 5 斜孔掏土法纠倾工程实例	244
10. 1. 6 辐射井射水法纠倾工程实例 (一)	248
10. 1. 7 辐射井射水法纠倾工程实例 (二)	252
10. 1. 8 辐射井射水法纠倾工程实例 (三)	259
10. 1. 9 辐射井射水法纠倾工程实例 (四)	260
10. 1. 10 辐射井射水法纠倾工程实例 (五)	263
10. 1. 11 辐射井射水法纠倾工程实例 (六)	267
10. 1. 12 注水法纠倾工程实例	272
10. 1. 13 降水法纠倾工程实例 (一)	276
10. 1. 14 降水法纠倾工程实例 (二)	282
10. 1. 15 降水法纠倾工程实例 (三)	286
10. 1. 16 桩顶卸载法纠倾工程实例 (一)	289
10. 1. 17 桩顶卸载法纠倾工程实例 (二)	294
10. 1. 18 桩身卸载法纠倾工程实例	297
10. 1. 19 负摩擦力法纠倾工程实例	302
10. 1. 20 锚杆静压桩法纠倾工程实例 (一)	307
10. 1. 21 锚杆静压桩法纠倾工程实例 (二)	310
10. 1. 22 顶升法纠倾工程实例 (一)	313

10. 1. 23	顶升法纠倾工程实例（二）	322
10. 1. 24	顶升法纠倾工程实例（三）	326
10. 1. 25	顶升法纠倾工程实例（四）	331
10. 1. 26	顶升法纠倾工程实例（五）	334
10. 1. 27	预留压桩孔法纠倾工程实例	340
10. 1. 28	顶推法纠倾工程实例	343
10. 1. 29	综合法纠倾工程实例（一）	347
10. 1. 30	综合法纠倾工程实例（二）	351
10. 1. 31	综合法纠倾工程实例（三）	356
10. 1. 32	综合法纠倾工程实例（四）	367
10. 1. 33	综合法纠倾工程实例（五）	373
10. 1. 34	综合法纠倾工程实例（六）	383
10. 1. 35	综合法纠倾工程实例（七）	385
10. 1. 36	某中学大门纠倾与加固工程实例	391
10. 1. 37	危岩体加固工程实例	396
10. 2	纠倾加固工程实例分析简表（180 例）	402
参考文献		436

第 1 章 综 述

人类在生产和生活中，建设了大量的建筑物和构筑物。一些建（构）筑物在建设或使用过程中发生了不均匀沉降，导致倾斜病害。建（构）筑物倾斜后，轻者影响正常使用，严重时丧失使用功能，甚至破坏。建（构）筑物纠倾加固技术是伴随着建（构）筑物倾斜病害的出现而逐渐发展的一门专业技术，具有重要的工程意义。

随着人类生活观念的进步和建筑技术的发展，建筑物与构筑物之间的界限逐渐变得模糊，在许多场合没有必要加以区分。所以，本书一般将建筑物与构筑物统称为建筑物，只有在特别情况下才明确区别。

1.1 建筑物纠倾工程现状与进展

1.1.1 国外纠倾工程技术现状

建筑物纠倾加固专业技术最早出现在国外，较早的典型实例要算加拿大的特朗斯康谷仓（Transcona Grain Elevator）纠倾工程。该构筑物建于 1913 年，长 59m，宽 23m，高 31m，由 65 个圆柱形筒仓组成，采用筏形基础，地基为 16m 厚的软黏土。谷仓在装谷物的过程中，发生整体滑移失稳，西侧陷入地基土层深达 8.8m，东侧抬高了 1.5m，仓身倾斜约 27° 。详见图 1-1。事故发生后，通过采用 388 个 50t 的千斤顶进行顶升，成功纠倾，但整体标高降低了 4m。

意大利的比萨斜塔（The Leaning Tower of Pisa）也是建筑物纠倾加固历史上一个引人注目的实例。比萨斜塔的建设前后经历了近 200 年，塔高 54m，于 1370 年竣工。在漫长的建设阶段里，比萨斜塔发生了不均匀沉降，塔顶最大水平偏移量曾达到 5.27m，详见图 1-2。

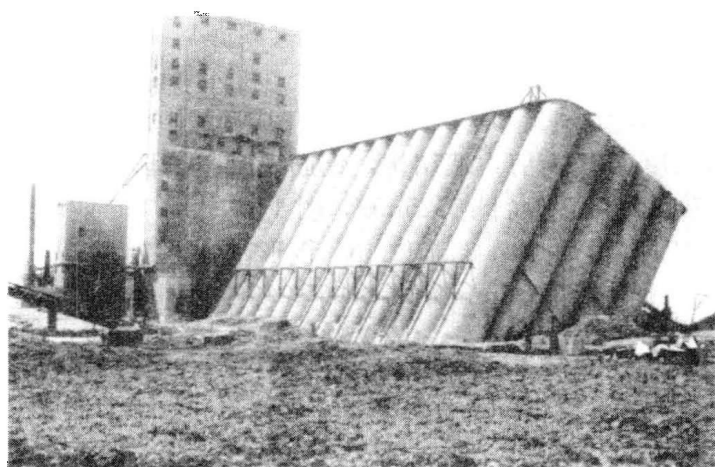


图 1-1 特朗斯康谷仓倾斜照



图 1-2 比萨斜塔倾斜照

经过长时间的论证,意大利专家采用斜孔掏土法,于2001年成功地使比萨斜塔回倾了442mm。

1.1.2 国内纠倾工程技术现状与发展

古代,我国民间有“白胡仙”拯救斜塔的神话传说,有百姓向地基中灌水矫正斜房的偶然成功,也有工匠利用生石灰抬平单层房屋的工程实践。但是,建筑物纠倾扶正作为一门专业技术,是在国家改革开放、大规模经济建设中逐渐发展的。

20世纪90年代前,我国的建筑物纠倾扶正技术处于探索阶段,一些建筑施工公司进行了小规模建筑物纠倾加固工程实践,一些学者和工程技术人员也进行了一些理论与探讨。这个时期的建筑物纠倾加固工程中,成功者有之,失败者也为数不少。

20世纪90年代,我国各地相继成立了一些建筑物改造与病害整治机构和专业性学术团体。中国老教授协会房屋增层改造技术研究委员会于1991年成立,积极开展学术研究和工程实践,推动了我国建筑物纠倾与加固技术的发展。武汉水利电力学院、浙江省建筑工程局、北京铁路勘测设计院等一批高等院校和工程公司也广泛地进行研究与实践。在此期间,建筑物纠倾与加固的工程实践集中于多层建筑物与一般构筑物上,其基础形式多为浅基础,信息化施工也仅限于一般的监测技术(如水准仪、经纬仪、吊线观测等)。在总结工程经验和科研成果的基础上,唐业清教授率先主持编写了我国第一部建筑物纠倾技术行业规范,即1997年颁布的《铁路房屋增层和纠倾技术规范》(TB 10114—97)。2000年我国又颁布了行业标准《既有建筑地基基础加固技术规范》(JGJ 123—2000)。

在相关规范的指导下,我国的建筑物纠倾与加固工作进入了一个新的阶段,涌现出一批专业的特种公司(如:黑龙江省四维岩土工程有限责任公司、大连久鼎特种建筑工程有限公司、中铁西北科学研究院有限公司、广州市胜特建筑科技开发有限公司、上海天演建筑物移位工程有限公司、山东建筑大学工程鉴定加固研究所、江苏东南特种技术工程有限公司、浙江省岩土基础公司、上海华铸地基技术有限公司、广州市鲁班建筑防水补强有限公司等),技术水平与施工组织也都上了一个新台阶。建筑物纠倾与加固的工程实践向高层建筑物和高耸构筑物进军,除浅基础外,桩基础和其他深基础倾斜建(构)筑物也得到了成功的纠倾扶正,并将计算机技术引入信息化施工之中。例如,1993年成功纠倾加固



图1-3 齐鲁大厦纠倾扶正后照片

山西化肥厂烟囱(高100m,独立基础,强夯地基,向北倾斜量达1530mm);1995年成功纠倾海口某综合大楼(框架结构,钢筋混凝土群桩基础,布桩116根,建筑高度23.6m,倾斜量283mm);1997年成功纠倾加固哈尔滨齐鲁大厦(框架-剪力墙结构,钢筋混凝土箱形基础,建筑高度96.6m,倾斜量525mm,图1-3);2004年成功纠倾加固某热电厂烟囱(高120m,筏形基础,粉喷桩复合地基,倾斜量538.5mm);2009年成功纠倾加固青海师范大学3号住宅楼(框架-剪力墙结构,建筑高度97m,朝北倾斜率达2.66‰)等。在此期间,一些专家学者对建筑物纠倾与加固理论也进行了总结与探讨,使建筑物纠倾与加固工程这门学科逐步由实践上升到理论,再由理论指导实践。例如:采用数值分析方法模拟了多排水平孔洞条

件下地基土附加应力场规律,探讨基底水平成孔迫降纠倾条件下的地基土附加沉降变形规律;总结顶升法纠倾规律,探讨顶升点数量计算与顶升梁设计;将地基土塑性变形理论(Tresca 准则或 Mohr-Coulomb 准则)应用到建筑物掏土法纠倾中,设计计算掏土孔间距;对生石灰桩抬升纠倾法进行试验研究与理论探讨,计算膨胀材料用量等。

进一步总结经验,我国又于 2008 年颁布了中国工程建设标准化协会标准《建筑物移位纠倾增层改造技术规范》(CECS 225:2007)。另外,国家住房和城乡建设部组织编写的《建(构)筑物纠倾技术规程》(JGJ)也正在报批之中。

我国建筑物纠倾扶正技术经过 20 多年的实践与发展,具有一定特色和创新,涌现出许多新工艺、新方法和新技术,在全国各地进行了大量的建筑物纠倾加固工程实践,挽救了大批危险建筑物,避免了严重的经济损失。

但是,由于专业特点、经济问题以及一些其他方面的原因,建筑物纠倾与加固工程这门学科的理论研究一直落后于工程实践。所以,加强理论研究、科学试验以及计算机数值分析等方面的工作,完善建筑物纠倾与加固的设计理论和计算方法,是十分必要和现实的。

1.2 建筑物纠倾工程特点

建筑物纠倾工程是一项系统工程,为纠倾与加固的统一工程,其特点可概括为以下几个方面:

(1) 事故原因复杂

引起建筑物倾斜的原因通常是多方面的,有主导原因,也有诱导原因,其中有的原因还可能是十分隐蔽的。但是,如果找不到建筑物倾斜的真正原因或原因分析得不够全面,都会导致建筑物纠倾工程失败,甚至弄巧成拙。

(2) 地域性和个性较强

工程地质条件和水文地质条件决定了建筑物纠倾工程具有较强的地域性。倾斜建筑物的周围环境条件,决定了建筑物纠倾工程的强烈个性。

(3) 时空效应显著

查明建筑物的倾斜原因后,必须因地制宜地对其采用有效的纠倾加固措施,对症下药。如果措施不力,将导致倾斜建筑物纠而不动、或越纠越偏、或矫枉过正。相反,如果因地制宜地进行纠倾与加固,则会收到事半功倍的效果。

(4) 技术难度高

建筑物纠倾加固工程,不仅要求相关的工程技术人员对各种纠倾与加固方法了如指掌,还必须善于灵活运用。最为重要的是:善于对各种监测数据进行综合分析,准确判断倾斜建筑物的受力情况、回倾状态,并正确地决策下一步的纠倾加固措施。所以,对建筑物进行纠倾加固,应具备比较深厚的力学知识、较强的综合能力。同时,还要有丰富的纠倾与加固经验,能独当千变万化的局面。建筑物纠倾加固工程,难就难在如何使其按照设计者的意愿,缓慢地起步,有规律地回倾,平稳地停留在竖直的位置上,从此不再变化,真正做到人为可控。

(5) 安全储备低,风险大

建筑物的纠倾加固是一项风险较大的工作,一旦纠倾的措施失控或加固措施不当,很难阻止其继续倾斜,并且倾斜是加速度进行的,后果不堪设想。如果纠倾的措施控制不

当, 建筑物受力不均, 上部结构开裂, 甚至破坏, 使纠倾工作失去意义。建筑物纠倾工程风险之大的另一方面是: 原建筑物在建设过程中隐藏的质量问题, 大部分会在纠倾过程中显现出来, 成为纠倾工程的绊脚石。

(6) 综合性强

建筑物纠倾与加固工程涉及强度、变形、稳定、渗流多方面问题, 需要岩土工程、结构工程以及建筑工程等多个领域的知识, 是一项综合性工程。

所以, 建筑物纠倾设计与施工应考虑工程地质与水文地质条件、基础和上部结构类型、使用状态、环境条件、气象条件等综合因素, 做到因地制宜, 精心设计、精心施工、精心监控。

1.3 建筑物纠倾方法分类

目前, 建筑物纠倾方法共有 40 种左右, 根据其处理方式可归纳为迫降法、抬升法、预留法、横向加载法和综合法五大类, 详细分类如图 1-4 所示。

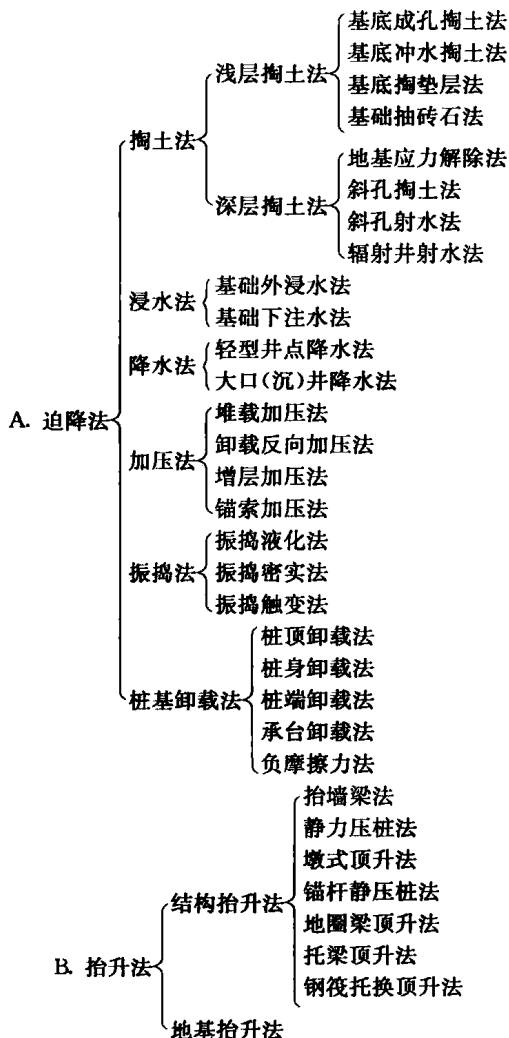


图 1-4 建筑物纠倾方法分类(一)

- C. 预留法 { 预倾法
预垫砂层抽砂法
预留顶升孔法
预留压桩孔法
- D. 横向加载法 { 牵引法
顶推法
- E. 综合法:以上方法中的两种或多种方法相结合。

图 1-4 建筑物纠倾方法分类(二)

1.4 建筑物纠倾量的相关规定

目前,我国常用规范中涉及建筑物倾斜标准的有《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2002)、《建筑桩基技术规范》(JGJ 94—2008)、《危险房屋鉴定标准》(JGJ 125—99)以及各种结构(如木结构、砌体、钢结构、混凝土结构)工程施工质量验收规范等,涉及纠倾合格标准的有《铁路房屋增层和纠倾技术规范》(TB 10114—97)、《建筑物移位纠倾增层改造技术规范》(CECS 225:2007),以及正在报批的《建(构)筑物纠倾技术规程》(JGJ)。这些规范与标准通过不同层面,对限制建筑物倾斜提出了相关要求,有助于对建筑物纠倾进行全面把握。

1.4.1 《建筑地基基础设计规范》关于倾斜的规定

中华人民共和国国家标准《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2002)规定,建筑物的地基变形允许值,按表 1-1 规定采用。对表中未包括的建筑物,其地基变形允许值应根据上部结构对地基变形的适应能力和使用上的要求确定。

建筑物地基变形允许值

表 1-1

变 形 特 征	地基土类别	
	中、低压缩性土	高压缩性土
砌体承重结构基础的局部倾斜	0.002	0.003
工业与民用建筑相邻柱基的沉降差		
(1)框架结构	0.002L	0.003L
(2)砌体墙填充的边排柱	0.0007L	0.001L
(3)当基础不均匀沉降时不产生附加应力的结构	0.005L	0.005L
单层排架结构(柱距为 6m)柱基的沉降量(mm)	(120)	200
桥式吊车轨面的倾斜(按不调整轨道考虑)		
纵向	0.004	
横向	0.003	
多层和高层建筑的整体倾斜		
$H_g \leq 24$	0.004	
$24 < H_g \leq 60$	0.003	
$60 < H_g \leq 100$	0.0025	
$H_g > 100$	0.002	
体形简单的高层建筑基础的平均沉降量(mm)	200	

续表

变 形 特 征	地基土类别	
	中、低压缩性土	高压缩性土
高耸结构基础的倾斜		
$H_g \leq 20$		0.008
$20 < H_g \leq 50$		0.006
$50 < H_g \leq 100$		0.005
$100 < H_g \leq 150$		0.004
$150 < H_g \leq 200$		0.003
$200 < H_g \leq 250$		0.002
高耸结构基础的沉降量(mm)		
$H_g \leq 100$		400
$100 < H_g \leq 200$		300
$200 < H_g \leq 250$		200

注：1 本表数值为建筑物地基实际最终变形允许值；

2 有括号者仅适用于中压缩性土；

3 L 为相邻柱基的中心距离 (mm)； H_g 为自室外地面起算的建筑物高度 (m)；

4 倾斜指基础倾斜方向两端点的沉降差与其距离的比值；

5 局部倾斜指砌体承重结构沿纵向 6~10m 内基础两点的沉降差与其距离的比值。

1.4.2 《建筑桩基技术规范》关于倾斜的规定

中华人民共和国行业标准《建筑桩基技术规范》(JGJ 94—2008) 给出了建筑桩基沉降变形的允许值，详见表 1-2。

建筑桩基沉降变形允许值

表 1-2

变 形 特 征		允 许 值
砌体承重结构基础的局部倾斜		0.002
各类建筑相邻柱(墙)基的沉降差		
(1) 框架、框架-剪力墙、框架-核心筒结构		$0.002L_0$
(2) 砌体墙填充的边排柱		$0.007L_0$
(3) 当基础不均匀沉降时不产生附加应力的结构		$0.005L_0$
单层排架结构(柱距为 6m)桩基的沉降量(mm)		120
桥式吊车轨面的倾斜(按不调整轨道考虑)		
纵向		0.004
横向		0.003
多层和高层建筑的整体倾斜	$H_g \leq 24$	0.004
	$24 < H_g \leq 60$	0.003
	$60 < H_g \leq 100$	0.0025
	$H_g > 100$	0.002
高耸结构桩基的整体倾斜	$H_g \leq 20$	0.008
	$20 < H_g \leq 50$	0.006
	$50 < H_g \leq 100$	0.005
	$100 < H_g \leq 150$	0.004
	$150 < H_g \leq 200$	0.003
	$200 < H_g \leq 250$	0.002
高耸结构基础的沉降量(mm)	$H_g \leq 100$	350
	$100 < H_g \leq 200$	250
	$200 < H_g \leq 250$	150
体形简单的剪力墙结构高层建筑桩基最大沉降量(mm)		200

注： L_0 为相邻柱(墙)两测点间距离， H_g 为自室外地面算起的建筑物高度 (m)。