

# 深圳市高大支模自动化实时监测技术导则 (试行)

**Technical guideline for automatic real-time monitoring of  
higher frame formwork in Shenzhen(trial implementation)**

2019-04-17 发布

2019-05-01 实施

---

深圳市住房和建设局 发布

# 深圳市高大支模自动化实时监测技术导则 (试行)

**Technical guideline for automatic real-time monitoring of  
higher frame formwork in Shenzhen(trial implementation)**

主编单位：深圳市建设工程质量检测中心

批准部门：深圳市住房和城乡建设局

施行日期：2019年5月1日

# 前 言

近年来，深圳市建筑规模越来越大，高层、超高层、大跨度、大空间、大悬挑等建筑日益增多，高大支模应用越来越多。为有效预防高大支模坍塌事故，建立深圳市高大支模自动化实时监测技术标准，在深圳市住房和建设局的组织指导下，深圳市建设工程质量检测中心会同有关单位编制本导则。

本导则在编制过程中，调查了高大支模的常见类型、破坏模式、事故原因等问题，在借鉴国家、行业已发布的相关技术标准的基础上，多次讨论后编制了本导则。本导则在广泛征求有关建设、设计、施工、监测等单位意见，经修改充实后，由深圳市住房和建设局审查定稿。

本导则共有 10 章和 5 个附录。内容包括：总则、术语、编制依据、基本规定、监测内容、监测点布置、监测技术要求、监测频率、监测报警、数据整理与分析及有关附录。

本导则由深圳市建设工程质量检测中心负责解释。各单位和个人在使用本导则时，如发现疑难问题或意见，请随时联系：深圳市建设工程质量检测中心（地址：深圳市南山区铁二路南山建工村工程质量大厦；邮编：518052）。

本导则主编单位：深圳市建设工程质量检测中心

本导则参编单位：广州市建设工程质量安全检测中心

深圳市建筑工程质量安全监督总站

深圳市市政工程质量安全监督总站

中国铁道科学研究院深圳研究设计院

华南理工大学

深圳前海公共安全科学研究院有限公司

深圳市南山区施工安全监督站

中铁二局集团有限公司

中建三局第二建设工程有限责任公司

中国水利水电第四工程局有限公司

北京联睿科科技有限公司

本导则主要起草人员：张道修 李衍航 何 钦 刘绪普 范少峰 江辉煌

潘 泓 陈庆军 张 原 梁伟桥 李浩军 李伟雄

邱礼聪 高明显 梁月英 周才文 张记峰 高祥祥

阮园园 伍 佳 张世贤 郑岳雄 卢金赞 张 涛

华洪勋 刘 强 吴 勇 汪 俊 吴晓斌 李建锋

本导则主要审查人员：焦 柯 广东省建筑设计研究院

李彰明 广东工业大学

王 罡 中国京冶工程技术有限公司深圳分公司

付文光 深圳市工勘岩土集团有限公司

丁桂荣 深圳市西部城建工程有限公司

本导则业务归口单位指导人员：高 泉、郑晓生、肖 华、宣婷婷

# 目 次

1	总 则.....	1
2	术 语.....	2
3	编制依据.....	3
4	基本规定.....	4
5	监测内容.....	6
5.1	一般规定.....	6
5.2	监测项目.....	6
6	监测点布置.....	7
6.1	一般规定.....	7
6.2	模板支架.....	7
6.3	支架基础.....	7
7	监测技术要求.....	8
7.1	一般规定.....	8
7.2	模板支架水平位移监测.....	9
7.3	模板支架倾斜监测.....	9
7.4	模板支架立杆轴力监测.....	9
7.5	模板支架竖向位移监测.....	10
7.6	支架基础沉降监测.....	10
8	监测频率.....	11
9	监测报警.....	12
10	数据整理与分析.....	13
	附录 A 模板支架水平位移监测表.....	14
	附录 B 模板支架倾斜监测表.....	15

附录 C 模板支架立杆轴力监测表.....	16
附录 D 模板支架竖向位移监测表.....	17
附录 E 支架基础沉降监测表.....	18
本导则用词说明.....	19

# 1 总 则

**1.0.1** 为规范高大支模自动化实时监测技术及分析预警，做到技术先进、数据可靠、经济合理，制定本导则。

**1.0.2** 本导则适用于深圳市建筑工程、市政工程和轨道交通工程的高大支模自动化实时监测。

**1.0.3** 采用本导则时，尚应符合国家、省、市的现行有关技术标准、规范的规定。

## 2 术 语

### 2.0.1 实时监测 **real-time monitoring**

应用现代电子、信息、通信及计算机技术，实现数据在线采集、传输、分析、管理的监测技术。

### 2.0.2 均布荷载 **uniformly distributed load**

均匀分布于一定长度或面积上的荷载。

### 2.0.3 线荷载 **line load**

条形荷载面的宽度趋于零的荷载。

### 2.0.4 集中荷载 **concentrated load**

作用在一个点上的荷载或力的作用面积与受力体面积之比很小时，此时荷载可简化为集中荷载，又称点荷载。

### 2.0.5 模板支架 **formwork support**

为建筑施工搭建的支撑模板的脚手架架体。

### 2.0.6 支架基础 **support foundation**

用来支撑立杆，间接承载、分布混凝土及模板支架荷载的地基基础。

### 2.0.7 监测工作站 **monitoring station**

设置集线箱或数据采集装置的场所。

### 2.0.8 监测报警值 **alarming value on monitoring**

为保证高大支模及周边环境安全，对监测对象可能出现异常、危险所设定的警戒值。



### 3 编制依据

**3.0.1** 本导则主要依据以下国家和广东省现行标准和规定编写,当现行标准和规定有修订和废止时,应执行新的标准和规定。

**3.0.2** 本导则主要编制依据:

- 1 《钢管脚手架扣件》 GB 15831
- 2 《碗扣式钢管脚手架构件》 GB 24911
- 3 《建筑施工安全技术统一规范》 GB 50870
- 4 《建筑施工脚手架安全技术统一标准》 GB 51210
- 5 《输送流体用无缝钢管》 GB/T 8163
- 6 《工程测量基本术语标准》 GB/T 50228
- 7 《建筑变形测量规范》 JGJ 8
- 8 《建筑施工门式钢管脚手架安全技术规范》 JGJ 128
- 9 《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》 JGJ 130
- 10 《建筑施工碗扣式钢管脚手架安全技术规范》 JGJ 166
- 11 《建筑施工承插型盘扣式钢管支架安全技术规范》 JGJ 231
- 12 《建筑施工临时支撑结构技术规范》 JGJ 300
- 13 《钢管满堂支架预压技术规程》 JGJ/T 194
- 14 《建设工程高大模板支撑系统施工安全监督管理导则》（建质〔2009〕254号）
- 15 《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》（中华人民共和国住房和城乡建设部令第37号）
- 16 《住房城乡建设部办公厅关于实施危险性较大的分部分项工程安全管理规定有关问题的通知》（建办质〔2018〕31号）

## 4 基本规定

**4.0.1** 本导则中高大支模是指为支撑混凝土结构或钢结构而临时搭设、承受荷载的模板支架及支架基础，应满足下列条件之一：模板支架高度8m及以上，或模板支架高度5m及以上且支架可靠水平支撑的距离18m及以上，或门洞支架过梁跨度6m及以上，或施工均布荷载设计值 $15\text{kN/m}^2$ 及以上，或线荷载设计值 $20\text{kN/m}$ 及以上，或集中荷载设计值 $7\text{kN}$ 及以上。

**4.0.2** 从事高大支模自动化实时监测的第三方监测单位应具备相应资质；监测人员应当具有相应的上岗证书。

**4.0.3** 现场量测人员应对监测数据的真实性负责，监测分析人员应对监测报告的可靠性负责，监测单位应对整个项目监测质量负责。

**4.0.4** 监测单位应结合高大支模的专项施工方案、基础条件、周边环境等情况编制监测方案，并由建设单位等认可。

**4.0.5** 监测工作宜按下列步骤进行：

- 1 接受委托；
- 2 现场踏勘，收集分析相关资料；
- 3 编制和审核监测方案；
- 4 安装、调试与保护监测点及监测仪器设备；
- 5 现场监测，采集、分析与反馈监测数据；
- 6 监测工作结束后，提交监测报告。

**4.0.6** 监测方案应包括下列内容：

- 1 工程概况；
- 2 监测目的和依据；
- 3 监测内容和项目；
- 4 监测方法和精度；
- 5 监测频率和报警值；
- 6 监测数据处理与反馈；
- 7 监测人员的配备；

8 监测仪器设备；

9 安全措施。

**4.0.7** 监测单位应按监测方案实施。当高大支模专项施工方案有变更时，建设单位和施工单位应及时通知监测单位调整监测方案。

**4.0.8** 监测单位应及时处理、分析监测数据，并将监测结果及时向建设单位及相关单位反馈。当监测数据达到报警值时，监测单位必须立即通知施工现场负责人及相关单位负责人。

**4.0.9** 监测期间，建设单位和施工单位应协助监测单位保护监测设施。

## 5 监测内容

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 高大支模监测项目的选取应根据高大支模设计、基础形式、周边环境及监测方法的适用性综合确定，现场监测应采用自动化仪器进行实时监测。

**5.1.2** 高大支模监测的对象应包括：

- 1 模板支架；
- 2 支架基础；
- 3 其他应监测的对象。

**5.1.3** 高大支模监测应针对监测对象的关键部位，做到重点观测、项目配套，形成完整的、有效的监测系统。

### 5.2 监测项目

**5.2.1** 高大支模监测应包括表5.2.1的项目。

表5.2.1 高大支模监测项目表

序号	监测对象	监测项目
1	模板支架	水平位移
2		倾斜
3		立杆轴力
4		竖向位移
5	支架基础	沉降

注：1 对于模板支架与稳定的既有结构可靠连接时，模板支架相应部位的水平位移可少测或不测。

- 2 对于门洞支架过梁跨度大于6米时，应监测过梁挠度。
- 3 对于岩石或筏板等可靠的基础，支架基础沉降可少测或不测。
- 4 对于楼板结构（包括多层连支情况）作支架基础时，应进行沉降监测。

## 6 监测点布置

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 高大支模监测点应布设在能反映模板支撑体系的状态、变化特征和趋势的位置，如模板支撑体系的关键部位、薄弱部位、荷载较大和变形较大的部位，可参考高大支模专项施工方案确定。

**6.1.2** 监测点布设应分布合理、稳固、标识明显，便于观测和维护。

### 6.2 模板支架

**6.2.1** 模板支架水平位移、立杆轴力、竖向位移监测点宜布设在受轴力较大的立杆及支架自由边中部的立杆顶部；倾斜监测点宜布设在受轴力较大的立杆及支架自由边中部的立杆上，且应沿同一杆件上下布置多个传感器，竖向距离不宜大于 4m，最底端传感器安装位置宜距离立杆底部 1.5m。

**6.2.2** 模板支架水平位移、倾斜、立杆轴力、竖向位移监测点布设水平间距不宜大于 15m。对于荷载较大、变形较大和内力变化显著或最不利受力等部位，应增加监测点。

**6.2.3** 模板支架水平位移监测点和倾斜监测点宜布设在同一杆件上。

### 6.3 支架基础

**6.3.1** 支架基础沉降监测点宜布设在荷载较大、地基承载力较低和沉降较大的部位。对于支架基础变化区域及地基条件较差区域，应增加监测点。

**6.3.2** 支架基础沉降监测点布设水平间距不宜大于 15m。

**6.3.3** 支架基础沉降监测点和模板支架竖向位移监测点宜布设在同一杆件上。

## 7 监测技术要求

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 监测期应从混凝土浇筑前开始，直至混凝土初凝且数据趋于稳定为止。

**7.1.2** 高大支模自动化监测应设置基准点和位移传感器工作基点，且布设应符合下列要求：

- 1 基准点应设置在施工影响范围外的稳定区域，且数量不少于 3 个；
- 2 位移传感器工作基点应选在相对稳定、易于保护和检查的位置。

**7.1.3** 当监测数据出现异常时，应检查基准点、位移传感器工作基点的稳定性。

**7.1.4** 高大支模监测应构建自动化监测系统，进行连续、实时监测，并根据施工现场情况建立监测工作站。

**7.1.5** 高大支模自动化监测系统应符合下列要求：

- 1 应满足观测精度、量程和线性度的要求，具有良好的可靠性和可替换性；
- 2 测量传感器应经过校准或检定，并在检定有效期内使用；
- 3 应能接收、处理、显示各项监测数据，采样频率满足本导则的要求，并具备数据存储、传输及报警功能。

**7.1.6** 高大支模监测工作站应符合下列要求：

- 1 应就近设站，能向施工现场及时报警；
- 2 应能防雨、防雷、防高空坠物；
- 3 应具备通风、通电、通讯条件。

**7.1.7** 监测初始值应在混凝土浇筑前稳定的状态下采集，并取至少连续 3 次稳定值的平均值作为监测初始值。

**7.1.8** 除本导则规定的监测方法外，可采用能达到本导则要求精度的其他方法。

## 7.2 模板支架水平位移监测

**7.2.1** 模板支架水平位移宜采用位移传感器进行自动化量测,应监测支架结构纵横两个方向。

**7.2.2** 位移传感器量程不宜小于模板支架水平位移变形控制值的 3 倍,观测精度不低于 1mm。

**7.2.3** 变形监测网、工作基点的设置及稳定性分析应符合《建筑变形测量规范》JGJ 8 的规定。

## 7.3 模板支架倾斜监测

**7.3.1** 模板支架倾斜宜采用倾斜传感器进行自动化量测,应监测支架结构纵横两个方向。

**7.3.2** 倾斜传感器的量程不宜小于模板支架倾斜变形控制值的 3 倍,观测精度不宜低于 0.01°。

## 7.4 模板支架立杆轴力监测

**7.4.1** 模板支架立杆轴力宜采用荷载传感器或应力应变类传感器进行自动化量测。

**7.4.2** 荷载传感器量程不宜小于构件承载力标准值的 1.5 倍,且不大于 3 倍,其精度不宜低于 0.5% F·S,分辨率不宜低于 0.2% F·S。

**7.4.3** 荷载传感器应紧贴密实安装在可调托撑与主龙骨之间,传感器中心应与立杆中心重合。

## 7.5 模板支架竖向位移监测

**7.5.1** 模板支架竖向位移监测宜采用位移传感器进行自动化量测。

**7.5.2** 位移传感器量程不宜小于模板支架竖向位移变形控制值的 3 倍, 观测精度不低于 1mm。

## 7.6 支架基础沉降监测

**7.6.1** 支架基础沉降宜采用位移传感器进行自动化量测。

**7.6.2** 位移传感器量程不宜小于支架基础沉降变形控制值的 3 倍, 观测精度不低于 1mm。



## 8 监测频率

**8.0.1** 监测频率应满足能连续反映监测对象所测项目变化过程的要求。

**8.0.2** 监测频率应综合高大支模的工程设计、混凝土浇筑情况、周边环境、自然条件等因素确定，不应低于 2 次/min。

注：若部分监测项目受现场条件限制无法实施自动化量测时，可采用满足精度要求的其他仪器设备进行辅助测量，但监测频率不应低于 1 次/10min。

**8.0.3** 当出现下列情况之一时，应提高监测频率：

- 1 监测数据达到报警值；
- 2 模板支架高宽比大于 3；
- 3 门洞支架或悬挑模板支架；
- 4 地基存在不良地层；
- 5 存在可能影响支架基础安全的沟槽开挖等施工情况；
- 6 周边环境复杂，人流较多、交通繁忙、存在重要保护建（构）筑物等情况；
- 7 出现其他影响高大支模及周边环境安全的异常情况。

## 9 监测报警

**9.0.1** 高大支模监测应确定报警值，报警值宜由高大支模设计单位确定。

**9.0.2** 监测报警值应综合考虑高大支模的工程设计、混凝土浇筑情况、支架基础形式、周边环境、自然条件等因素，可参考表 9.0.2 确定。

表 9.0.2 高大支模监测报警值

序号	监测项目	控制值	报警值	
1	模板支架	水平位移	Min (H/500, 25mm)	0.8倍控制值
2		倾斜	≤5‰	0.8倍控制值
3		立杆轴力	后加荷载轴力设计值	0.9倍控制值
4		竖向位移	Min (H/1000, 20mm)	0.8倍控制值
5	支架基础	沉降量	≤15mm	0.8倍控制值
6		沉降差	Max (L/1000, 10mm)	0.8倍控制值

注：1 “H”为支模高度；“L”为相邻测点距离。

2 对于门洞支架的过梁挠度报警值取跨度的 1/300。

3 后加荷载是指安装仪器并初始化后增加的荷载，一般包括混凝土、施工人员、机械设备、振捣及冲击等产生的荷载及风荷载。

4 模板支架竖向位移是指扣除支架基础沉降后的位移。

5 支架基础沉降量报警值仅适用于天然地基。对于楼板作为基础时取楼板的允许挠度值，该挠度值宜由设计单位提供。

**9.0.3** 当监测数据达到报警值或出现异常情况，应立即报警。

## 10 数据整理与分析

**10.0.1** 监测单位应及时整理监测数据，并分析和评述监测数据的变化及发展情况；当监测数据出现异常时，应及时分析原因。

**10.0.2** 监测单位完成监测工作后，应及时出具监测报告。监测报告应真实、准确、完整，宜用文字阐述与绘制变化曲线或图形相结合的形式表达。

**10.0.3** 监测报告应包括下列内容：

- 1 项目概况；
- 2 监测依据、监测项目、监测点布置、监测周期、监测设备、监测频率、报警值等；
- 3 各项监测数据的整理、统计及监测成果的过程曲线，且数据间隔不应大于30分钟；
- 4 监测数据表宜采用本导则附录 A～附录 E；
- 5 各监测项报警情况；
- 6 监测总结及建议。

**10.0.4** 监测报告和原始数据等技术成果应归档。

## 附录 A 模板支架水平位移监测表

工程名称: \_\_\_\_\_ 监测项目: \_\_\_\_\_

工程地点: \_\_\_\_\_ 监测仪器: \_\_\_\_\_

依据规范: \_\_\_\_\_ 监测部位: \_\_\_\_\_

时间 测点	初始位移 (mm)		第 次				第 次			
			$\Delta Y$ (mm)	$\Delta X$ (mm)	$\Sigma \Delta Y$ (mm)	$\Sigma \Delta X$ (mm)	$\Delta Y$ (mm)	$\Delta X$ (mm)	$\Sigma \Delta Y$ (mm)	$\Sigma \Delta X$ (mm)
	$\Sigma \Delta Y$ (mm)	$\Sigma \Delta X$ (mm)	$\Delta Y$ (mm)	$\Delta X$ (mm)	$\Sigma \Delta Y$ (mm)	$\Sigma \Delta X$ (mm)	$\Delta Y$ (mm)	$\Delta X$ (mm)	$\Sigma \Delta Y$ (mm)	$\Sigma \Delta X$ (mm)
备注	1. $\Delta X$ 、 $\Delta Y$ 表示模板支架两个垂直方向单次水平位移量； 2. $\Sigma \Delta X$ 、 $\Sigma \Delta Y$ 表示模板支架两个垂直方向累计水平位移量。									

## 附录 B 模板支架倾斜监测表

工程名称: \_\_\_\_\_ 监测项目: \_\_\_\_\_

工程地点: \_\_\_\_\_ 监测仪器: \_\_\_\_\_

依据规范: \_\_\_\_\_ 监测部位: \_\_\_\_\_

时间 测点	初始倾斜 (%)	第 次	第 次	第 次	第 次	第 次	第 次	第 次	第 次	
		倾斜率 (%)	倾斜率 (%)	倾斜率 (%)	倾斜率 (%)	倾斜率 (%)	倾斜率 (%)	倾斜率 (%)	倾斜率 (%)	倾斜率 (%)
备注										

## 附录 C 模板支架立杆轴力监测表

工程名称: \_\_\_\_\_ 监测项目: \_\_\_\_\_

工程地点: \_\_\_\_\_ 监测仪器: \_\_\_\_\_

依据规范: \_\_\_\_\_ 监测部位: \_\_\_\_\_

时间 测点	初始轴力 (kN)	第 次		第 次		第 次		第 次	
		单次 变化 (kN)	本次 轴力 (kN)	单次 变化 (kN)	本次 轴力 (kN)	单次 变化 (kN)	本次 轴力 (kN)	单次 变化 (kN)	本次 轴力 (kN)
备注									

## 附录 D 模板支架竖向位移监测表

工程名称: \_\_\_\_\_ 监测项目: \_\_\_\_\_

工程地点: \_\_\_\_\_ 监测仪器: \_\_\_\_\_

依据规范: \_\_\_\_\_ 监测部位: \_\_\_\_\_

时间 测点	初始位移 (mm)	第 次		第 次		第 次		第 次	
		$\Delta Z$ (mm)	$\Sigma \Delta Z$ (mm)	$\Delta Z$ (mm)	$\Sigma \Delta Z$ (mm)	$\Delta Z$ (mm)	$\Sigma \Delta Z$ (mm)	$\Delta Z$ (mm)	$\Sigma \Delta Z$ (mm)
备注	1. $\Delta Z$ 表示模板支架单次竖向位移量; 2. $\Sigma \Delta Z$ 表示模板支架累计竖向位移量; 3. “+”表示测点上升, “-”表示测点下降。								

## 附录 E 支架基础沉降监测表

工程名称: \_\_\_\_\_ 监测项目: \_\_\_\_\_

工程地点: \_\_\_\_\_ 监测仪器: \_\_\_\_\_

依据规范: \_\_\_\_\_ 监测部位: \_\_\_\_\_

时间 测点	相对高程 (mm)	第 次		第 次		第 次		第 次	
		本次 (mm)	累计 (mm)	本次 (mm)	累计 (mm)	本次 (mm)	累计 (mm)	本次 (mm)	累计 (mm)
备注	“+”表示测点上升，“-”表示测点下降。								



## 本导则用词说明

1 为便于在执行本导则条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 条文中指明按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。