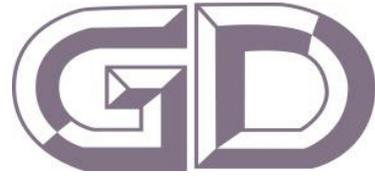


广东省标准



DBJ/T 15-197-2020  
备案号 J 15367-2020

---

# 高大模板支撑系统实时安全监测技术规范

Technical code for real-time safety monitoring of  
higher formwork support system

2020-09-28发布

2020-12-01实施

---

广东省住房和城乡建设厅 发布

广东省标准

# 高大模板支撑系统实时安全监测技术规范

Technical code for real-time safety monitoring of higher formwork support system

**DBJ/T 15-197-2020**

住房和城乡建设部备案号：J 15367-2020

批准部门：广东省住房和城乡建设厅

实施日期：2020年12月01日

# 广东省住房和城乡建设厅关于发布广东省标准《高大模板支撑系统实时安全监测技术规范》的公告

粤建公告〔2020〕63号

经组织专家委员会审查，现批准《高大模板支撑系统实时安全监测技术规范》为广东省地方标准，编号为 DBJ/T 15-197-2020。本标准自 2020 年 12 月 1 日起实施。

本标准由广东省住房和城乡建设厅负责管理，由广州市建设工程质量安全检测中心负责具体技术内容的解释，并在广东省住房和城乡建设厅门户网站 (<http://zfcxjst.gd.gov.cn>) 公开。

广东省住房和城乡建设厅

2020年9月28日

## 前 言

根据《广东省住房和城乡建设厅关于发布〈2015年广东省工程建设标准制订和修订计划〉的通知》（粤建科函〔2015〕2367号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结近年来广东省高大模板支撑系统安全监测实施经验，仔细分析有关国家标准和行业标准在广东省的适应性，参考国内、外其他有关先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定了本规范。

本规范共9章、2个附录，主要技术内容包含总则、术语、基本规定、监测项目、监测点布置、监测方法及精度要求、监测频率、监测报警、数据处理与信息反馈等。

本规范未涉及专利。

本规范由广东省住房和城乡建设厅负责管理，由主编单位负责具体技术内容解释。本规范执行过程中如有意见和建议，请将意见和建议寄送广州市建设工程质量安全检测中心《高大模板支撑系统实时安全监测技术规范》编制组（地址：广州市越秀区寺右新马路北一街三巷5号，邮编：510600；传真：020-83598107；邮箱：gzsjsx@126.com），以便修订时参考。

主编单位：广州市建设工程质量安全检测中心

参编单位：广东省建设工程质量安全检测总站有限公司

广东省重工建筑设计院有限公司

广东有色工程勘察设计院

广州市建设工程安全监督站

华南理工大学

北京联睿科科技有限公司

广州一建建设集团有限公司

中国建筑第四工程局有限公司

广州增城正源建设工程质量检测中心

广州市稳建工程检测有限公司

广州南方测绘科技股份有限公司

北京智博联科技股份有限公司

主要起草人员：毛吉化 何 钦 曹书兵 张记峰  
潘 泓 林 健 令狐延 邵 泉  
文选跃 赖仁纯 卢凌燕 叶建新  
黄跃生 黄贵勇 李华丰 卢金赟  
张星伟 苏瑞明 贺异欣 朱茂栋  
余永新 陈 斌

主要审查人员：李泽谦 廖建三 鲁传恒 赵 骅  
方大勇 张富森 李宏山

# 目 次

1 总则.....	1
2 术语.....	2
3 基本规定.....	4
4 监测项目.....	6
4.1 一般规定.....	6
4.2 仪器监测.....	6
4.3 巡视检查.....	7
5 监测点布置.....	8
5.1 一般规定.....	8
5.2 支撑结构.....	8
5.3 立杆基础.....	8
6 监测方法及精度要求.....	10
6.1 一般规定.....	10
6.2 立杆轴力监测.....	11
6.3 水平位移监测.....	11
6.4 倾斜监测.....	11
6.5 沉降监测.....	12
6.6 现场监测.....	12
7 监测频率.....	14
8 监测报警.....	15
9 数据处理与信息反馈.....	17
附录 A 巡视检查记录表.....	18
附录 B 测点安装布设示意图.....	19
本规范用词说明.....	21
引用标准名录.....	22
条文说明.....	23

# Contents

1 General provisions.....	1
2 Terms.....	2
3 Basic regulations.....	4
4 Monitoring items.....	6
4.1 General requirements.....	6
4.2 Instrument monitoring.....	6
4.3 Inspection and examination.....	7
5 Arrangement of monitoring point.....	8
5.1 General regulations.....	8
5.2 Temporary supporting structure.....	8
5.3 Vertical pole foundation.....	8
6 Monitoring methods and precision requirements.....	10
6.1 General regulations.....	10
6.2 Pole axial force monitoring in temporary supporting structure.....	11
6.3 Monitoring of horizontal displacement for temporary supporting structure...	11
6.4 Incline monitoring in temporary supporting structure.....	11
6.5 Monitoring of vertical displacement temporary supporting structure.....	12
6.6 Monitoring requirements.....	12
7 Frequency of monitoring.....	14
8 Alarming on monitoring.....	15
9 Data processing and information feedback.....	17
Appendix A Form of inspection record.....	18
Appendix B Schematic diagram of installation and layout of measuring points.....	19
Explanation of wording in this code.....	21
List of quoted standards.....	22
Addition: explanation of provisions.....	23

# 1 总则

**1.0.1** 为规范高大模板支撑系统实时安全监测，保证监测结果的可靠性，为信息化施工和设计优化提供依据，做到技术领先、数据可靠、经济适用，特制定本规范。

注：本规范条文中的“高大模板支撑系统”采用“高大支模”表示。

**1.0.2** 本规范适用于房屋建筑与市政基础设施施工过程中高大支模的实时安全监测。

**1.0.3** 高大支模工程实时安全监测应综合考虑工程规模、搭设形式、基础形式及周边环境等因素，制定合理的监测方案，精心组织实施。

**1.0.4** 高大支模实时安全监测除应符合本规范外，尚应满足国家、行业现行有关标准的规定。

## 2 术语

### 2.0.1 临时支撑结构 temporary supporting structure

为建筑施工临时搭设的由立杆、水平杆及斜杆等构配件组成的支撑结构，简称支撑结构或支架。

### 2.0.2 监测点 monitoring point

直接或间接设置在监测对象上并能反映其变化特征的观测点。

### 2.0.3 位移监测 displacement monitoring

对监测对象受荷载作用而产生的形状或位置变化进行观测，并对观测结果进行处理、表达和分析的工作。

### 2.0.4 倾斜监测 incline monitoring

用测量仪器测定物体中心线或某点与底部对应点产生的偏离量。

### 2.0.5 立杆轴力监测 pole axial force monitoring

用测量仪器测定与立杆轴线相重合的轴力。

### 2.0.6 监测频率 frequency of monitoring

单位时间内的监测次数。

### 2.0.7 监测报警值 alarming value of monitoring

为保证建筑高大支模及周边环境安全，对监测对象可能出现异常、危险所设定的限值。

### 2.0.8 监测站 monitoring station

监测人员设置集线箱或数据采集装置并对测量数据进行监控的位置或场所。

### 2.0.9 数据采集装置 data acquisition unit

按某种数据采集方式进行数据自动采集的装置。

### 2.0.10 监测自动化系统 automated monitoring system

对高大支模各监测点数据进行自动采集、传输，并对采集的数据进行实时处理分析，实现支撑结构安全状态实时监测的软硬件系统。

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

应用现代电子、信息、通信等技术，实现数据在线采集、传输、分析、管理的监测技术。

### **2.0.12 立杆基础 vertical pole foundation**

对整个临时支撑结构起到承载作用的基础，又称支架基础。

### **2.0.13 参考点 reference point**

位移监测传感器安装过程中，根据安装环境事先选定的相对稳定的点，一般为既有的梁、板、柱等建筑构件。

### 3 基本规定

**3.0.1** 本规范所称高大支模是指房屋建筑与市政基础设施等施工现场搭设高度8m及以上，或搭设跨度18m及以上，或施工总荷载（设计值） $15\text{kN/m}^2$ 及以上，或集中线荷载（设计值） $20\text{kN/m}$ 及以上的混凝土模板支撑工程。

**3.0.2** 高大支模工程施工前，应由建设单位委托第三方监测单位对高大支模工程进行实时安全监测。第三方监测单位应依据专项施工方案编制或进一步细化实时安全监测方案。

**3.0.3** 在监测仪器安装、使用及拆除阶段的安全防护措施，应符合施工现场安全管理相关规定。

**3.0.4** 监测工作宜按下列步骤进行：

- 1 接受委托；
- 2 现场踏勘，收集高大支模专项施工方案等相关资料；
- 3 编制或细化监测方案；
- 4 监测仪器的安装、调试；
- 5 数据实时采集、分析及预警；
- 6 现场监测工作结束后，提交完整的监测资料。

**3.0.5** 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 监测内容及项目；
- 4 监测方法及精度；
- 5 监测周期和监测频率；
- 6 监测报警及应急预案；
- 7 监测数据处理与信息反馈；
- 8 监测人员和仪器；
- 9 作业安全及其他管理制度。

**3.0.6** 第三方监测单位编写或细化的高大支模实时安全监测方案应进行专家评审，保证监测方案的可行性和有效性。

**3.0.7** 现场监测应严格按监测方案实施，当出现以下情况时，第三方监测单位应与委托方及相关单位研讨并调整监测方案：

- 1 现场高大支模搭设与专项施工方案不符；
- 2 浇筑部位不在监测方案范围内；
- 3 专项施工方案有重大变更。

**3.0.8** 第三方监测单位应实时处理、分析监测数据，并将监测结果和评价等信息及时向委托方及相关单位反馈。当监测数据达到监测报警值时必须立即通知现场负责人及相关单位负责人。

**3.0.9** 监测过程中应加强监测点的保护，监测点宜设置保护设施。

**3.0.10** 监测完成后，第三方监测单位应向委托方提供以下资料，并按档案管理规定进行组卷归档。

- 1 高大支模工程实时安全监测方案；
- 2 监测报告；
- 3 其他需要留存资料。

**3.0.11** 当高大支模工程对周边环境安全产生影响时，应与有关管理部门或相关单位协商，明确安全保护措施及范围。

## 4 监测项目

### 4.1 一般规定

4.1.1 监测项目应根据高大支模的工程规模、搭设形式、基础形式、周边环境及监测方法的适用性综合确定，现场监测应采用仪器监测与巡视检查相结合的方法。

4.1.2 高大支模工程现场监测的对象包括：

- 1 支撑结构；
- 2 立杆基础；
- 3 其他应监测的对象。

4.1.3 监测项目应与专项施工方案及施工进度相匹配，针对监测对象的关键部位能做到重点监测、项目配套，形成有效的、完整的监测系统。

### 4.2 仪器监测

高大支模监测项目应根据表4.2进行选择。

表4.2 高大支模监测项目表

监测对象	监测项目
支撑结构	立杆轴力
	水平位移
	沉降
	倾斜
立杆基础	沉降

注：1 基础沉降包含绝对沉降及相邻测点差异沉降；

2 当施工荷载较大或基础会产生较大变形时，应进行基础沉降监测；

3 当采用贝雷架、外支型钢等可能产生水平位移的结构作为基础时，除应进行沉降观测外，还应进行水平位移监测；

4 对于门洞支架，应根据支架搭设形式、周边环境选择合适的方法，加强监测。

## 4.3 巡视检查

**4.3.1** 首次巡视检查宜在仪器安装调试前，监测过程中应定期进行巡视检查，记录高大支模施工工况、监测设施工作状态等情况。

**4.3.2** 巡视检查以目测检查为主，可辅助摄像、摄影设备或其它工具等进行。

**4.3.3** 巡视检查如发现异常或危险情况，应及时通知现场负责人和有关单位负责人。

**4.3.4** 巡视检查宜按附录 A 记录。

## 5 监测点布置

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 高大支模工程监测点的布置应能反映高大支模的受力状态、变形特征和变化趋势，监测点应布设在支架薄弱、荷载较大等关键部位。

**5.1.2** 高大支模工程监测点平面位置宜按网格形式布设，水平间距宜为 10~15 米。同部位各监测项目宜布设于同一构件或邻近构件，以便数据分析、相互验证。

**5.1.3** 监测点布置应分布合理、标识明显且安装稳固。

**5.1.4** 监测点的布置应不妨碍高大支模工程的正常施工，尽量减少对施工作业的影响，且利于监测点的保护和仪器调试。

**5.1.5** 监测点安装完成后，应记录测点实际位置，绘制测点布置图。

### 5.2 支撑结构

**5.2.1** 监测点宜布设在荷载较大、自由边中部或其他具有代表性的部位，对于长宽比较大、荷载较大、计算变形较大和内力变化显著的部位，应增加监测点。当有连墙件与稳定的既有结构做可靠连接时，可适当减少监测点。

**5.2.2** 立杆轴力监测点宜布置在立杆可调托撑与主楞之间，轴力计与立杆、面板或楞梁间应保持紧密接触，接触面应平整以保证接触均匀。

**5.2.3** 水平位移及倾斜监测点应在高大支模的不同高度设置监测点，监测点竖向间距宜根据水平剪刀撑高度布设，但不宜大于 6 米；水平位移及倾斜监测宜量测水平面上两个相互垂直方向的位移变化。

**5.2.4** 沉降监测点的布设位置应与水平位移、倾斜监测点的平面位置相对应。

### 5.3 立杆基础

**5.3.1** 立杆基础沉降监测点宜布设在支架的四角、设计荷载较大、基础承载力较低的部位及其他具有代表性的部位，监测点的水平间距宜为 10~15m，且每边不少于 2 个。在基础条件变化处及支架搭设形式变化处，宜增加监测点；当基础稳定可靠时，可适当减少测点。

**5.3.2** 立杆基础沉降监测点宜结合支架沉降监测点和立杆轴力监测点的位置布设，并能反映基础的整体沉降和不均匀沉降，便于监测数据的综合分析。

**5.3.3** 测点安装布设可参考附录 B。

## 6 监测方法及精度要求

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 监测方法的选取应根据专项施工方案、场地条件和方法的适用性等因素综合确定，监测方法应合理易行。

**6.1.2** 高大支模实时安全监测应采用仪器监测与人工巡视检查相结合的方法，监测数据应连续、实时。

**6.1.3** 参考点、基准点、工作基点布设及稳定性检核应符合下列要求：

1 使用全站仪监测时，变形监测网的基准点应设置在施工影响范围外，结合场地条件应埋设稳固，且基准点数量不少于 3 个。

2 使用位移传感器时，参考点应稳定可靠，可设置在混凝土柱、梁、板、剪力墙等稳定的既有结构上或其他稳固的结构上。

3 监测过程中宜检查变形监测网和参考点的稳定性。

**6.1.4** 监测仪器、传感器和软件应符合下列规定：

1 满足观测精度、量程和线性度的要求，且具有良好的稳定性、可靠性和可替换性。

2 监测仪器宜配备后备电源，监测传感器应具备身份识别功能。

3 监测软件应能接收、处理、显示现场各项监测数据，应具备超限预警功能及数据存储、传输功能。

4 监测仪器应在校准或检定有效期内。

5 监测过程中宜适时进行监测仪器、传感器和软件的检查和维护。

**6.1.5** 监测项目初始值采集前，应进行监测仪器、传感器、通讯硬件和数据系统的稳定性和可靠性检查，满足要求后方可实施监测。

**6.1.6** 监测项目初始值应在混凝土浇筑前测定，并在现场工况稳定情况下获取监测初始值。

**6.1.7** 监测点安装完成后，宜采取必要的保护措施并设置明显的测点标识；监测站及监测人员活动区域应安全、通视，方便巡查、撤离。

**6.1.8** 除使用本规范的监测方法以外，亦可采用满足监测要求的其他监测方法。

## 6.2 立杆轴力监测

6.2.1 立杆轴力监测宜采用荷载传感器进行自动化监测,在满足监测要求的前提下可采用不改变高大支模原受力状态的其它监测方法。

6.2.2 荷载传感器量程应大于荷载设计计算值的 2~3 倍,其精度不宜低于 0.5%F·S,分辨率不宜低于 0.2%F·S。

6.2.3 荷载传感器的设置应符合以下规定:

- 1 立杆受压的轴心力与传感器受力重合,确保受力面与压力方向垂直并紧贴被监测对象;
- 2 传感器安装完成后应处于受压状态。

## 6.3 水平位移监测

6.3.1 水平位移监测宜采用位移传感器进行自动化观测;当无固定既有稳定结构作为参考点时,在满足监测要求的前提下可采用其他方法进行观测。

6.3.2 水平位移传感器量程宜为控制值的 3~6 倍,监测精度不低于 1.0mm。

6.3.3 水平位移传感器的参考点宜选取既有稳定的混凝土梁、柱、剪力墙或桥墩等稳定结构构件。

6.3.4 水平位移传感器的设置应符合以下规定:

- 1 水平位移传感器宜稳定安装在能反映支架整体变形的部位;
- 2 水平位移宜监测支架水平杆两个相互垂直两个方向的变形;
- 3 水平位移传感器初始安装位移值应根据支架水平位移的变形控制值及位移方向综合确定,量程余量应满足监测要求。

6.3.5 变形监测网、工作基点的设置及检核应符合现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8 的有关规定。

## 6.4 倾斜监测

6.4.1 倾斜监测宜采用倾斜传感器进行自动化观测,在满足监测要求的前提下可采用其他方法进行观测。

6.4.2 倾斜传感器的量程不宜小于变形控制值的 3~6 倍,观测精度不低于 0.01

度。

**6.4.3** 倾斜传感器的设置应符合以下规定：

- 1 倾斜传感器应稳定安装在立杆上；
- 2 倾斜监测应监测支架立杆同一平面上两个垂直方向的变形；
- 3 倾斜传感器应安装在同一立杆上且上下对应；
- 4 倾斜传感器倾斜测量方向宜与水平杆设置方向一致；
- 5 倾斜传感器初始安装位移值应根据支架倾斜控制值及位移方向综合确定，量程余量应满足监测要求。

## 6.5 沉降监测

**6.5.1** 沉降监测宜采用位移传感器或静力水准仪进行自动化观测，在满足监测要求的前提下可采用其他方法进行观测。

**6.5.2** 沉降传感器量程宜为控制值的 3~6 倍，监测精度不低于 1.0mm。

**6.5.3** 沉降计传感器的设置应符合以下规定：

- 1 沉降传感器的安装应稳定可靠；
- 2 沉降传感器应安装在能够反映高大支模整体沉降的部位，宜安装于顶层水平杆、立杆等构件上；
- 3 沉降传感器初始安装位移值应根据沉降的控制值及位移方向综合确定，量程余量应满足监测要求。

**6.5.4** 静力水准传感器的安装应符合下列规定：

- 1 传感器应安装稳固，安装位置应能够体现被测对象的变形；
- 2 应符合《建筑变形测量规范》JGJ 8 的相关规定。

## 6.6 现场监测

**6.6.1** 高大支模工程应进行连续、实时监测，并根据工程现场工况建立监测站，构建监测自动化系统，可配置网络平台实施同步远程监测。

**6.6.2** 现场监测实施前应进行作业安全交底，高空作业人员应具备丰富从业经历或具备高空作业资格证。

**6.6.3** 监测站应满足以下要求：

1 监测站应能满足现场监测及作业人员安全的要求，具备连续、实时监测的条件。

2 应具备防雨、防雷以及防高空坠物等安全防护功能，具有通讯、通电、通风的作业条件，且不应妨碍现场施工。

**6.6.4** 根据工程规模和设备特点，监测自动化系统可由一个或多个基本采集系统组成。

**6.6.5** 监测自动化系统应具有以下功能：

- 1 监测系统的采样频率满足连续、实时的监测要求；
- 2 具有数据采集、传输、处理及显示监测结果的功能；
- 3 具有仪器、通讯设备的状态判别及监测预警、报警功能；
- 4 具有数据查询、数据分析及项目管理一体化功能；
- 5 具有电源管理保护、网络及防雷安全保护功能。

**6.6.6** 监测系统应按规定的方法或流程进行参数设置和调试，并符合下列规定：

- 1 监测正式实施前，应进行系统调试，确保传感器、通讯设备、显示器等设备正常工作；
- 2 监测前，宜对传感器进行初始状态设置或零平衡（率定）处理；
- 3 应对干扰数据进行来源检查及可靠性鉴别，并应采取有效数据处理措施。

**6.6.7** 监测期间，监测结果应与现场施工工况适时对比分析，当监测数据异常时，应及时对监测系统进行核查，且进行针对性的现场巡查，当监测值超过报警值时应立即启动应急预案。

## 7 监测频率

**7.0.1** 高大支模工程监测频率应满足能连续反映监测对象所测项目的变化过程的要求。

**7.0.2** 高大支模实时安全监测应贯穿混凝土浇筑施工全过程。监测周期应从混凝土浇筑施工前进行初始值采集，至混凝土施工完成后，施工机械、人员清场，且监测数据无持续增大趋势为止。

**7.0.3** 监测项目的监测频率应综合高大支模工程的规模、周边环境、自然条件、施工阶段等因素确定；在无数据异常和事故征兆的情况下，混凝土浇筑期间监测频率不宜低于 2 次/min。

注：若部分监测项目受现场条件限制无法实施时，可采用满足监测精度的相关仪器进行辅助监测及对比测量，但监测频率不宜低于 1 次/10min，同时应加密其他监测项目的测点布设。

**7.0.4** 当出现下列情况之一时，应提高监测频率：

- 1 基础条件差异较大，采用门洞、型钢悬挑支架等作为基础时；
- 2 采用跨空或悬挑支撑结构时，或支架的高度大于横向宽度的 3 倍时；
- 3 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；
- 4 监测数据达到报警值或监测数据变化较大；
- 5 存在可能影响基础安全的沟槽开挖等施工情况时；
- 6 出现其他影响监测对象及周边环境安全的异常情况。

## 8 监测报警

**8.0.1** 高大支模实时安全监测报警值应满足专项施工方案要求，监测报警值宜由高大支模工程设计方确定。

**8.0.2** 支撑结构及基础变形控制应符合下列要求：

- 1 不得导致支架失稳；
- 2 不得影响浇筑构件的位置、尺寸；
- 3 满足特殊环境的技术要求。

**8.0.3** 高大支模工程报警值由监测项目的累计变化量控制。

**8.0.4** 监测报警值应根据高大支模工程设计要求与专项施工方案确定，并可参考表 8.0.4。

表 8.0.4 高大支模工程监测报警值

监测对象	监测项目	报警值
支撑结构	立杆轴力	后加荷载设计值
	水平位移	12mm
	沉降	8mm
	倾斜	4‰
立杆基础	差异沉降	L/1000

注：1 “后加荷载设计值”为轴力传感器安装调试完成并初始化后增加的荷载，一般包括混凝土、施工人员、振捣机械、冲击荷载及风荷载等；

2 “H”为支撑结构高度，“L”为相邻测点距离；

3 根据项目具体情况，支撑结构变形监测项目（水平位移、沉降、倾斜）报警值可适当调整，调节系数为 0.7~1.5；

4 对于门洞支架、悬挑支架等特殊支撑结构，需与设计方沟通确定报警指标；

5 当使用既有梁板为立杆基础时，需综合考虑梁板的挠度变形；

6 当监测项目的累计变化量达到表中规定值的 80%，应预警。

**8.0.5** 当出现下列情况之一时，必须立即进行危险报警，并启动应急措施：

- 1 监测数据达到报警值；
- 2 巡检发现高大支模出现明显变形、结构松动、有异常响声等情况时；
- 3 高大支模的杆件出现过大大变形、倾斜、断裂或弯曲等明显破坏迹象；

- 4 模板断裂，混凝土泄漏；
- 5 基础开裂或下陷；
- 6 根据当地工程经验判断，出现其他必须进行危险报警的情况。

## 9 数据处理与信息反馈

**9.0.1** 高大支模监测人员应具有工程测量、结构工程的综合知识和工程实践经验，具有较强的综合分析能力，能及时提供可靠的综合分析建议。

**9.0.2** 现场监测人员应对监测数据的真实性负责，报告编写人员应对监测报告的可靠性负责，第三方监测单位应对整个项目监测质量负责。监测记录和监测报告均应有责任人签字，监测报告应加盖报告专用章或公章。

**9.0.3** 现场的监测数据反馈应符合下列要求：

- 1 使用系统实时显示的电子数据及图表；
- 2 系统实时自动报警提示。

**9.0.4** 监测数据或巡查发现异常时，应加密监测、综合分析、及时反馈。

**9.0.5** 监测结果应综合各监测项目的监测数据、专项施工方案、施工工况及相关经验等情况综合分析。

**9.0.6** 监测报告提供的内容应真实、准确、完整，并宜用文字阐述与绘制变化曲线，或文图相结合的形式表达。

**9.0.7** 监测数据的处理与信息反馈宜通过监测自动化系统实现数据采集、传输、处理、分析、查询、管理以及监测成果可视化等一体化功能。

**9.0.8** 高大支模工程监测的巡查记录、监测项目原始数据和监测报告应进行组卷、归档。

**9.0.9** 监测报告应包括以下内容：

- 1 项目概况；
- 2 监测依据；
- 3 监测项目；
- 4 监测点布置；
- 5 监测仪器及监测方法；
- 6 监测周期及频率；
- 7 监测报警值；
- 8 监测结论；
- 9 监测点变化与时间关系曲线图。

## 附录 A 巡视检查记录表

### 巡视检查记录表

工程名称：

施工区域：

天气：

日期：

分类	巡视检查内容	巡视检查记录	巡查时间
支结构撑	整体外观是否有倾斜		
	是否松扣、扭曲现象		
	形式、规格是否符合专项施工方案要求		
	其他		
立杆基础	有无裂缝、下陷情况		
	有无积水		
	其他		
施工工况	浇筑方量		
	浇筑部位		
	堆载情况		
	其他		
监测设施	基准点、参考点是否完好		
	传感器是否完好		
	保护标志是否完好		
	远程信号干扰情况		
	其他		

巡查人：

## 附录 B 测点安装布设示意图

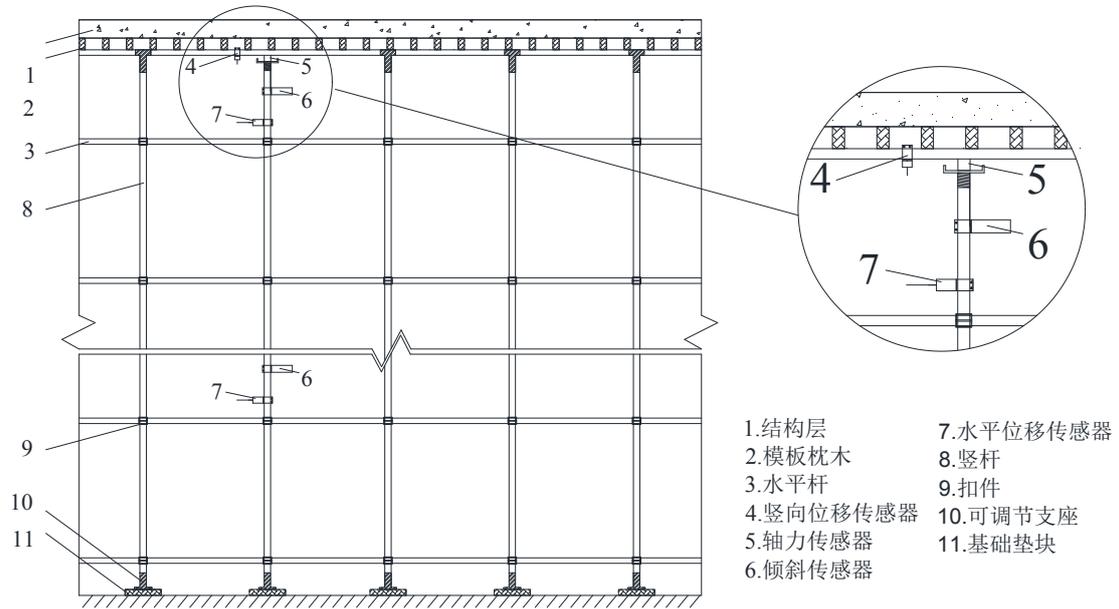


图 B.0.1 监测点布设示意图

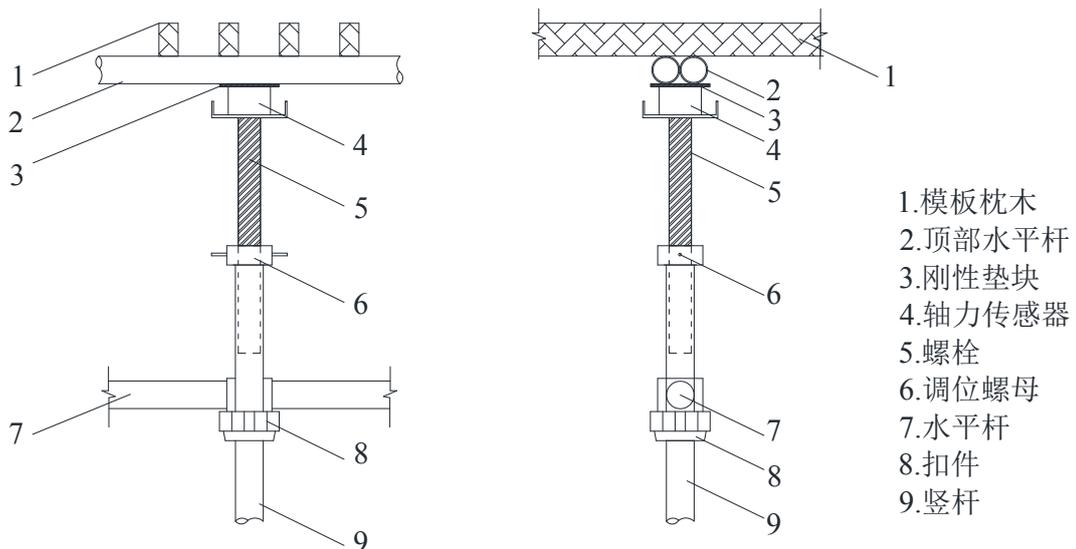


图 B.0.2 轴力监测布设示意图

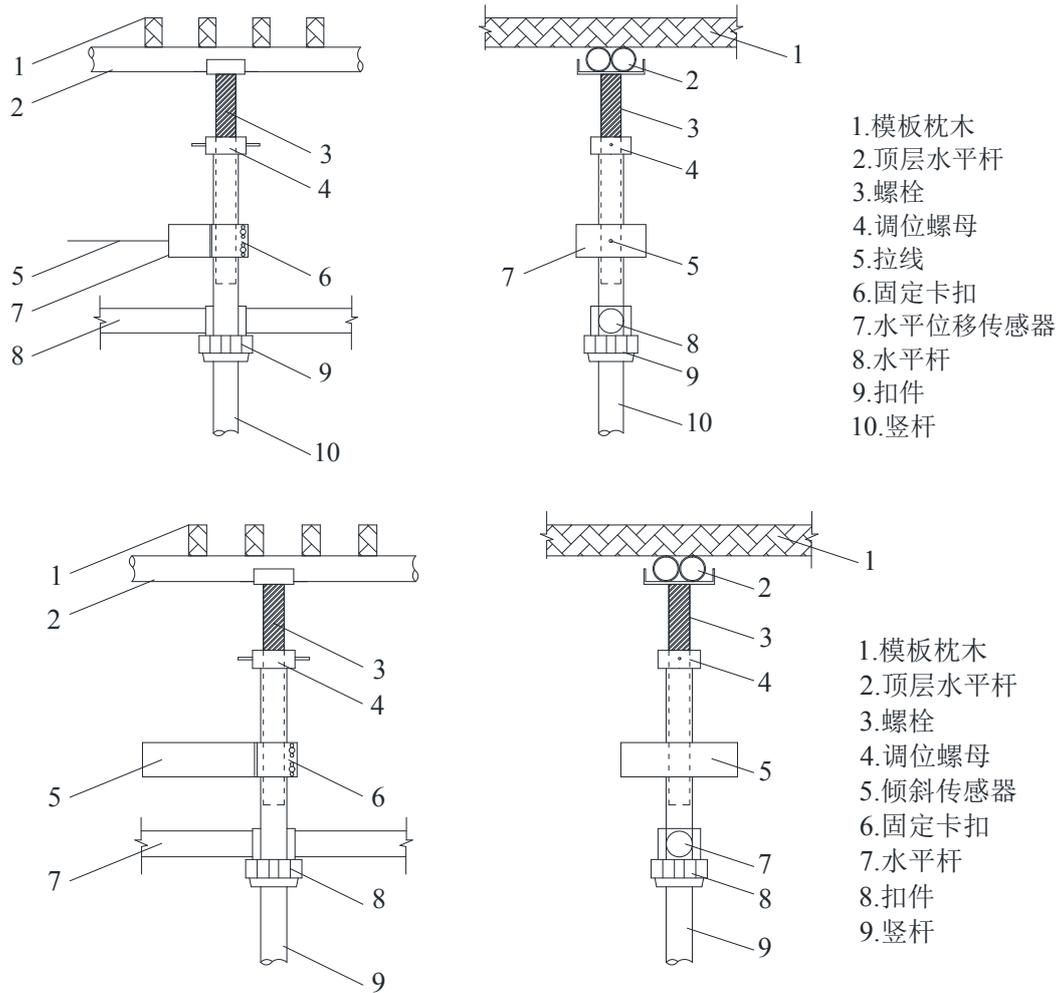


图 B.0.3 水平位移、倾斜监测布设示意图

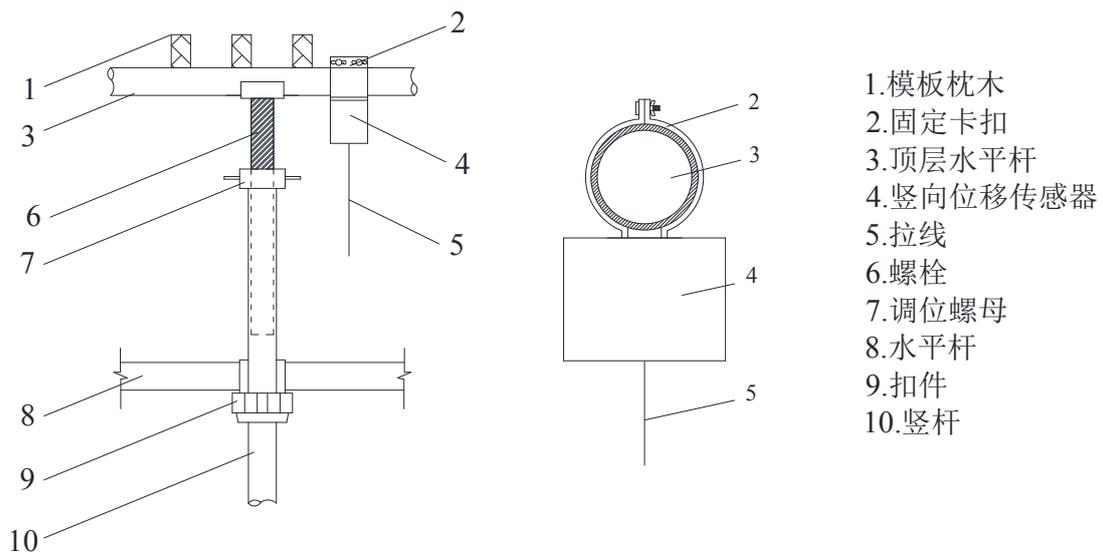


图 B.0.4 竖向位移监测布设示意图

## 本规范用词说明

为便于在执行本规范条文时区别对待，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：

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：

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：

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，采用“可”。

本规范中指明应按其他有关标准、规范执行的写法为“应符合……要求或规定”或“应按……执行”。

## 引用标准名录

- 《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
- 《危险性较大的分部分项工程安全管理办法》（住房和城乡建设部令第37号）
- 《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）
- 《广东省住房和城乡建设厅关于印发房屋市政工程危险性较大的分部分项工程安全管理实施细则的通知》（粤建规范〔2019〕2号）
- 《关于加强建筑施工模板支撑系统安全管理工作的通知》穗建质〔2014〕233号
- 《关于进一步加强危险性较大的混凝土模板支撑工程和承重支撑结构安全监测工作的通知》穗建质〔2014〕168号
- 《建筑施工门式钢管脚手架安全技术规范》JGJ 128
- 《建筑施工模板安全技术规范》JGJ 162
- 《钢管满堂支架预压技术规程》JGJ/T 194
- 《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》JGJ 130
- 《建筑施工临时支撑结构技术规范》JGJ 300
- 《混凝土结构工程施工规范》GB 50666
- 《建筑变形测量规范》JGJ 8

# 广东省标准

## 高大模板支撑系统实时安全监测技术规范

DBJ/T 15-197-2020

### 条文说明

## 编制说明

《高大模板支撑系统实时安全监测技术规范》DBJ/T 15-197-2020，经广东省住房和城乡建设厅 2020 年 9 月 28 日以粤建公告〔2020〕63 号批准、发布。

本规范编制过程中，编制组对我省高大模板支撑系统实时安全监测现状进行了广泛的调查研究，总结了我省高大模板支撑系统实时安全监测的实践经验，同时参考了国内外的先进技术、方法标准，通过调研，征求意见，对编制内容进行反复讨论、分析、论证，开展专题研究和工程实例验证等工作，为本规范制订提供了依据。

为便于广大监测、设计、施工、监理、科研、学校等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定，《高大模板支撑系统实时安全监测技术规范》编制组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

# 目 次

1 总则.....	26
3 基本规定.....	28
4 监测项目.....	32
4.1 一般规定.....	32
4.2 仪器监测.....	39
4.3 巡视检查.....	40
5 监测点布置.....	42
5.1 一般规定.....	42
5.2 支撑结构.....	42
5.3 立杆基础.....	43
6 监测方法及精度要求.....	44
6.1 一般规定.....	44
6.2 立杆轴力监测.....	45
6.3 水平位移监测.....	46
6.4 倾斜监测.....	46
6.5 沉降监测.....	46
6.6 现场监测.....	47
7 监测频率.....	48
8 监测报警.....	51
9 数据处理与信息反馈.....	59

# 1 总则

**1.0.1** 随着社会经济的迅速发展，城市化进程的不断加快，现代建筑的规模越来越大，高净空、大跨度的现浇混凝土结构也越来越多，高大模板支撑结构具有通用性强、施工方便、整体刚度较好、承载能力较大等优点，广泛应用于各种高净空、大跨度的现浇钢筋混凝土结构的施工过程中。

由于高大模板支撑系统具有搭设高度高、杆件受力复杂、荷载大及影响因素多等特点，容易发生失稳倒塌事故，给施工现场带来巨大的安全威胁。根据我国住房和城乡建设部办公厅公布的房屋市政工程安全事故情况通报，近几年模板事故发生的较大及以上事故起数和死亡人数如表 1：

表 1.1 近几年建筑市政工程发生的较大及以上模板事故发生情况统计表

年份	模板较大及以上事故起数/较大及以上安全事故起数	占比	模板较大及以上事故死亡人数/较大及以上安全事故死亡人数	占比
2012	10/29	34.48%	35/121	28.93%
2013	13/28	46.43%	56/113	49.56%
2014	5/29	17.24%	22/105	20.95%
2015	6/22	27.27%	32/85	37.65%
2016	8/27	26.93%	30/94	31.91%
2017	2/23	8.70%	6/90	6.67%

从历年数据可以看出，模板坍塌事故已成为较大及以上建筑市场安全事故之首，房屋市政工程重大危险源。2018 年，住房和城乡建设部发布《危险性较大的分部分项工程安全管理办法》（第 37 号），明确将混凝土模板支撑工程纳入危险性较大分部分项工程，因此，现场工程监测十分必要。

基于上述情况，随着传感、通讯技术的进步以及工程经验的累计，对高大支模工程的浇筑施工过程采用连续实时的监测，能达到减少工程事故发生，降低生命财产损失的目的，但监测工作仍需做到以下几点：

**1 技术领先。**本规范所要求或推荐的方法能达到高大支模施工过程中监测数据的真实、实时和连续性要求，能够达到为信息化施工提供依据的目的。

**2 数据可靠。**通过监测仪器、设备的数据采集，能正确反映高大支模支撑结构、立杆基础等的真实变形和受力情况，为监测预警提供可靠基础数据。

**3 经济适用。**本规范所要求或推荐的监测工作，对建设单位或施工单位不增加较大的成本支出，在经济性上尽量做到与传统监测措施等同或略高于其成本，在有效性方面大大优于传统监测措施。

**1.0.2** 本条是对本标准适用范围的界定。本规范适用于房屋建筑与市政基础设施相关工程中的高大支模工程的实时安全监测，对于其他范围内类似工程应根据其具体条件酌情参考本规范相关内容。

**1.0.3** 高大支模工程为超过一定规模的危险性较大的分部分项工程，监测方案为现场监测实施的依据，必须根据项目的规模、支架搭设形式以及作业环境、施工场地周边环境等因素综合制定，在实施过程中按各方审核完成的方案严格执行。

**1.0.4** 高大支模工程需要遵守的标准有很多，本规范只是其中之一；另外，有关国家现行标准中对高大支模工程监测也有一些相关规定，因此本条规定除本规范外，尚应符合国家现行有关标准规定。与本规范有关的国家现行规范、规程主要有：

- 1 《建筑施工门式钢管脚手架安全技术规范》 JGJ 128
- 2 《建筑施工模板安全技术规范》 JGJ 162
- 3 《钢管满堂支架预压技术规程》 JGJ/T 194
- 4 《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》 JGJ 130
- 5 《建筑施工临时支撑结构技术规范》 JGJ 300
- 6 《混凝土结构工程施工规范》 GB 50666
- 7 《建筑变形测量规范》 JGJ 8

### 3 基本规定

**3.0.1** 本条是对本规范应用对象的界定。本规范中的高大支模工程与住房和城乡建设部《危险性较大的分部分项工程安全管理办法》（第37号）中附件2第二条中第二款对应，具体为：搭设高度8m及以上，或搭设跨度18m及以上，或施工总荷载（设计值） $15\text{kN/m}^2$ 及以上，或集中线荷载（设计值） $20\text{kN/m}$ 及以上的混凝土模板支撑工程。对于《危险性较大的分部分项工程安全管理办法》（第37号）中附件1第二条中第二款对应的混凝土模板支撑工程，若施工过程中采用进行实时安全监测可参考本规范相关要求执行。

**3.0.2** 高大支模工程浇筑过程中虽然施工单位配备相应的监测措施，但根据现行调研情况，目前，施工单位主要采用全站仪、水准仪、经纬仪、吊锤等人工作业方式对支架、基础的变形进行观测，观测时间间隔一般为30min。这种监测方式主要存在以下问题：

1 观测条件不具备。非自动照准型全站仪、水准仪、经纬仪等光学观测设备需具备通视、可视条件，而高大支模工程浇筑施工大部分在夜间施工，且施工时支架外挂安全防护网，观测条件极难达到要求。

2 观测内容不完整。目前大部分的施工自测主要采用光学设备进行支架的整体变形观测，主要为支架四角、中部的垂直度观测，而支架内部变形则无法观测，支架应力一般不设观测项。

3 观测人员不安全。现场观测人员在保证数据精度前提下，为实现通视的视野，需抵近支架下方进行观测，观测作业往往在支架1倍高度范围内甚至支架内部进行，一旦出现支架倒塌情况，作业人员将无法及时安全撤离。

4 观测数据不连续。为达到对支架整体变形进行观测的目的，作业人员需建立多个工作基站进行观测，观测中需经常对设备进行迁移、安置、调平、校准等操作，导致相邻两次监测时间间隔较长。

高大支模工程实时安全监测项目中的综合传感器应用技术、通讯组网技术、监测数据处理技术及监测工作的实施对监测人员的技术知识水平要求较高。为保证监测质量，国内外加强了对监测人员的培养，使得监测管理逐渐走向专业化。多年的工程实践证明专业化可以有力地促进监测工作和监测技术的健康发展；此外，实施第三方监测有利于保证监测的客观性和公正性。因此，本条规定高大支

模实时监测应由第三方监测单位实施。但第三方监测并不能取代施工单位自己开展有必要的施工监测及巡视检查。

高大支模工程专项施工方案需召开专家论证会进行论证，第三方监测单位应根据论证通过的专项施工方案中的相关内容并结合实时安全监测的要求进行第三方监测方案的编制。

**3.0.4** 本条提供了第三方监测单位开展监测工作宜遵循的一般工作程序。

**3.0.5** 监测方案是第三方监测单位实施监测的重要技术依据和文件。为保证监测方案切实可行、质量达标，本条概括出了监测方案需包含的9个主要方面。第三方监测单位现场监测实施方案主要包含的资料有：主体结构设计图、论证通过的专项施工方案以及施工周边环境信息等。

本条第一款要求监测单位收集工程概况，主要包含项目概况、支架概况及施工顺序等信息。其中，项目概况方面的资料收集过程需要明确以下信息：工程所处地址，具体建筑类别（住宅、写字楼、医院、跨线桥及隧道等），建筑物梁板尺寸、跨度、荷载等信息以及重点关注项目中各施工部位的高危大特征。支架概况方面主要包括：支架类别、搭设高度、纵横杆间距、步距、剪刀撑设置、支架基础形式及局部差异设置等信息，其中支架基础需要明确具体的基体形式（既有梁板、处理过的土地基、贝雷架或悬挑型钢等）。施工顺序需要做以下方面信息收集：明确墙、柱、梁、板等的施工顺序；明确墙、柱是否先行施工；明确隧道底板、中柱、侧墙、顶板等的先后施工顺序；明确桥梁腹板、顶板、翼板等的施工流程。

本条第九款规定了监测作业的安全措施及要求。高大支模监测测点安装、拆卸属于高空作业，甚至部分同时为密闭、有限空间作业，具有较大的安全风险隐患。监测作业中，需同时遵守施工现场防火、放电、防高空坠物等其他现场管理制度。

**3.0.6** 高大支模工程专项施工方案应包含施工监测相关内容。根据住建部《危险性较大的分部分项工程安全管理办法》（第37号）第三章第十条：危大工程实行分包的，专项施工方案可以由相关专业分包单位组织编制。根据本规范3.0.2条相关规定，高大支模工程需委托有能力的机构进行第三方监测，因此，第三方监测实施方案须由第三方监测机构编制。高大支模实时监测方案在整个监测过程中起

到重要作用，本条款要求在监测方案经监理审核通过的前提下，邀请相关专家对方案进行专项方案评审，评审的主要目的为：

**1** 保证监测方案的可行性。高大支模工程实时安全监测以自动化监测为主，监测方案中设备配置应与测点数量适应，测量精度与传感器精度匹配，测量周期与设备续航能力适配；同时，监测设备的安装、拆除需与监测站、监测自动化系统协调，并同时考虑作业安全、传输信号屏蔽等多种影响因素，通过专项方案评审，保证监测方案的可行性。

**2** 保证监测方案的有效性。高大支模工程实时安全监测涉及结构、测量、通讯、岩土、等专业知识，现场测点布设应能反应支架结构、支架基础薄弱环节的变形情况，监测周期应能覆盖施工过程中最危险阶段，监测频率应能保证数据的连续性，监测报警值应根据工况的差异达到有效预警的目的，因此，须通过专项方案评审对方案相关内容进行有效性评价，以保证方案的有效性。

**3.0.7** 第三方监测单位应严格按照审定后的监测方案对高大支模进行监测，不得任意调整监测项目、测点数量及监测频率等监测参数。在实施过程中，存在下列情况需调整监测方案后再予以实施：

**1** 现场高大支模搭设与专项施工方案不符。高大支模工程应按照评审通过的专项施工方案施工，但现场模架施工往往与专项施工方案不符，如基础形式不符、纵横杆间距和步距不符、施工构造不符等，当出现诸如以上和专项施工方案不符合情况时，需同步变更监测方案或现场整改完成后才能实施监测。

**2** 浇筑部位不在监测方案范围内。现场浇筑部位不包含于监测方案范围内的，如局部超限梁、飘板、屋面等，在该遗漏部分监测前，需调整原监测方案或增补该遗漏部位监测方案，然后方可实施。

**3** 专项施工方案有重大变更。当因结构设计变更或者采用新的支架搭设方式而导致原专项施工方案发生重大变更时，专项施工方案需从新编制并组织专家评审，相应的监测方案也需要从新编制并组织评审。

因客观原因需对监测方案作调整时，应按照方案变更的程序和要求进行完善后方可组织实施。

**3.0.8** 第三方监测单位应严格依据监测方案进行监测，为高大支模工程实施动态化管理和信息化施工提供可靠依据。实施动态化管理和信息化施工的关键是监测

成果的准确与及时反馈，第三方监测单位应建立有效的信息化处理和信息反馈机制，将监测成果准确、及时地反馈到建设、监理、施工等有关单位。当监测数据达到监测报警值时，第三方监测单位必须立即通报建设方及相关单位，并对现场作业人员发出区域警示，以便建设单位和有关各方及时分析原因、采取措施。参建单位应认真对待第三方监测单位的报警，以避免事故发生。

**3.0.9** 本条为本规范对监测设备、传感器的保护要求。高大支模施工过程中，支架内部在施工情况下一般不允许测量人员进行测点维保，但施工过程中往往存在水泥浆，混凝土渗漏及施工振动等因素使测量传感器出现松动、损坏等情况，导致测量数据不连续、不完整甚至失误报警等情况。因此，在测量传感器安装过程中，应拧紧传感器连接扣件，宜对传感器、天线、连接线等用保鲜膜、塑料袋等防水材料进行包裹，同时悬挂颜色明显的反光标识牌，便于测点查找和提醒其他施工单位作业人员协助维保。

**3.0.10** 第三方监测单位在监测结束后，应向建设方提供监测竣工资料，其中：

1 监测方案应是各方审核批准后的最终实施方案，包括方案正文、专家评审表、修改意见以及监测方案现场各方审核流程表；

2 监测报告可以根据合同的要求按照施工进度编写。监测报告应包含各施工部位的阶段性简报及项目完工后的整体报告，监测报告应与监测方案要求内容对应。实时安全监测中各监测项目监测频率可达1Hz，数据量庞大，可在平稳阶段增长原始数据表列间隔，但两次表列数据最长间隔不宜超过30min。

建设方应按照有关档案管理规定，将监测竣工资料组卷归档。另外，监测过程的原始记录 and 数据处理资料是唯一能反映当时真实状况的可追溯性文件，第三方监测单位也应归档留存。

## 4 监测项目

### 4.1 一般规定

规范编制过程中，编制组收集了 80 个高大支模工程坍塌事故案例，具体案例详见表 4.1。

表 4.1 国内近年建筑市政工程施工模板支撑系统失稳坍塌事故统计表

序号	时间	工程名称	坍塌部位	事故原因
1	1992/10	湖南某水泥厂	熟料棚	无专项施工方案.木支撑架三维尺寸过大
2	1993/3	德化县水泥厂	成品库屋面	模板支撑失稳倒塌
3	1993/4	某工程学院	军体棚屋面	屋面燕形梁模板支撑系统失稳，楹梁倒塌。
4	1993/5	株州桥梁厂	屋面	已浇 342m <sup>3</sup> 混凝土随同模板一起倒塌
5	1993/5	金门物流公司	屋面	刚浇筑完 560 m <sup>2</sup> 屋面混凝土
6	1995/11	翁源南门坪桥	桥梁施工	支架失稳倒塌
7	1996/12	韶关白桥坑特大型桥	桥梁施工	支架失稳倒塌
8	1997/1	苏州分行干将路综合业务楼	模板支架	模板支架整体倒塌
9	1998/9	某冷却塔	模板支架	模板支架失稳全部倒塌
10	2000/8	郴州住宅区	顶板	未设置剪刀撑、立杆接长不符合要求，基础不牢。
11	2000/9	景德镇办公楼	大门横梁雨篷	支撑木杆立于软地面、立杆接头在同一断面
12	2000/10	南京电视台演播厅	演播厅屋盖	支撑尺寸大.立杆不垂直且顶部搭接剪刀撑少.架体与四周结构拉撑点太少.主次梁交叉区域单杆受荷过大。
13	2000/11	上海提桥纺染公司厂房	锅炉房屋面	立杆水平间距大、无剪刀撑、水平拉结杆少
14	2000/12	深圳盐坝高速	桥面模板支架	立杆垂直高度误差偏大.部分扣件未拧紧.水平连接杆未用搭接方式.坍塌的支架设计中未设横向剪刀撑.纵向设置数
15	2001/11	沈阳东陵区某办公楼	中庭屋盖	无方案、木立杆直径过细、间距大、底部无垫板、水平撑和剪刀撑缺少、四周与现有结构未拉结或支撑。

序号	时间	工程名称	坍塌部位	事故原因
16	2001/2	金华市婺江大桥	拆建贝雷架	搭设模板支架钢管、扣件存在质量问题。
17	2001/9	京福高速三明连接线匝道桥	梅列互通 A 匝道	柱基不坚实；贝雷支架缺少斜向支撑，侧向约束薄弱。
18	2002/2	自贡某大桥	桥梁	立杆间距设置未计算复核，立杆步距不合理，立杆基础不牢，钢管材料不合格，扣件拧紧扭力矩不足，荷载试验未
19	2002/2	某电厂	运转站屋面	擅拆屋面模板支撑架杆件
20	2002/5	永州江永城南加油站	雨棚屋盖	木支撑架立杆间距大，在浇筑反梁时整体坍塌。
21	2002/7	某大学新校区歌剧院	屋面	立杆间距过大、立杆步距不均，没有足够的剪刀撑，钢管及扣件质量不合格。
22	2003/2	杭州 UT 斯达康生产中	厂房屋顶	无方案，搭设完成未验收。
23	2003/8	厦门群鑫机械工业公司	厂房屋顶	浇筑 7 天后就拆除其下模板支架.移支上层.在仅完成屋面混凝土浇筑 20%时.模板支撑系统失稳。
24	2004/1	井冈山师院学生会堂	礼堂屋顶	浇筑混凝土时模板支撑系统失稳坍塌
25	2004/1	南京双桥门立交桥体系	桥梁	体系无剪刀撑、无扫地杆，浇注工序不当。
26	2004/2	某办公楼	大门檐顶	浇筑时模板支撑系统失稳坍塌
27	2004/5	宁波市北仑区某车间工	模板支架	1、扣件使用前未经过检测；2、水平杆大量缺失；3、几乎无扫地杆；4、无剪刀撑；5、立杆搭接在水平杆上。
28	2004/8	某图书馆附楼报告厅	模板支架	1、水平和竖向剪刀撑严重不足；2、扣件抗滑移和抗破坏性能不合格；3、钢管壁厚普遍偏薄。
29	2004/9	南京干部学院现代教育中心	连廊屋盖	无方案、未交底、架子工无上岗证、立杆间距太大、水平拉结杆未双向设置、无剪刀撑与扫地杆、架体与周边结构拉结点太少、搭设后未验收、擅自浇注。
30	2005/3	南京奥体中央花园地下车库	一层顶板	立杆间距太大、水平拉结杆未双向设置、无剪刀撑与扫地杆、5 条泵管架在模板上同时浇注。
31	2005/7	合川电厂汽轮机机座	框架纵梁	1、扣件抗滑移性能不符合要求；2、钢管壁厚不足。
32	2005/9	西西工程 4 号地项目	中庭屋盖	方案未审批、无交底.无剪刀撑、板底立杆搭接、立杆步距 1.4~1.7m、立杆顶部悬臂长度 1.8m、扣件预紧力矩不足、钢管与扣件质量不合格。
33	2005/12	石家庄桥东污水处理厂	污水消化池	模板支撑系统坍塌
34	2006/1	绍兴华美三立汽车零部件	厂房屋盖	支模架未按方案搭设、立杆间距太大

序号	时间	工程名称	坍塌部位	事故原因
35	2006/2	南安市客运联检大楼	候车厅屋顶	模板支撑系统的强度、刚度和稳定性差。
36	2006/5	沈阳音乐学院大连校区教学楼	中庭屋盖	无方案、钢管厚度薄、在第一次浇灌混凝土未达强度就开始二次浇灌。
37	2006/8	溧阳江苏扬子水泥原料磨房	厂房3层结构	无方案、未设置纵向和水平剪刀撑.未设置纵向和横向扫地杆.存在支撑系统相邻两根立杆都有接头且在同一水平面上的现象,搭设用材不符合国家和行业标准。
38	2006/8	厦门同安湾大桥 B 标段	桥梁箱梁体	方案未考虑天气对地基的影响.立杆接头未交错布置.扫地杆、剪刀撑、斜撑不足或间距大.部分钢管壁厚不足、垫板尺寸小、扣件预紧力矩小.整架搭成后未预压。
39	2006/9	中海地产金沙湾会所	售楼部顶层屋面	模板支撑系统立杆承载力不足导致失稳破坏。
40	2006/9	淄博付山碳酸钙场厂房	厂房屋顶	模板支撑系统的刚度和稳定性不合格.部分立杆间距过大;同一高度立杆接头过于集中;立杆底部底座或垫板不符合规范要求;立杆纵横向拉接不符合规范要求;未按规定要求设置纵向和水平剪刀撑;整个支撑结构与 7.6 m 以下部分的立柱、梁没有连接。支撑系统使用的管材、扣件存在质量缺陷.外观尺寸和强度不合要求。
41	2006/10	南京江宁翠屏山庄	地下室顶板	水平拉杆未每步双向设置、无扫地杆、架体顶部横杆未设置双扣件、剪刀撑少。
42	2006/11	武汉塔子湖体育中心	三区三层楼面	立杆底部无垫板、支撑杆间距大、未设置双向剪刀撑、无扫地杆、立杆接头在同一高度、钢管壁厚不均、立杆上部多处采用搭接。
43	2007/2	厦门福隆体育公园	乒乓球馆屋面	方案未论证,支撑架未按方案搭设,地杆、水平拉杆、剪刀撑及主梁顶托等漏设严重。
44	2007/2	广西医科大学图书馆二期	演讲厅舞台屋面	未设置水平剪刀撑和横向剪刀撑.纵向剪刀撑数量不足.连墙件数量少、设置方式错误。
45	2007/6	广州珠江黄埔天桥	东二环六标段	钢管支架在预压时发生坍塌
46	2007/9	淄博职业学院综合楼	附楼礼堂	无方案、无交底、地基不均匀沉降、杆件间距过大、混凝土浇注顺序错误。
47	2007/9	郑州富田太阳城家居广场	中庭屋盖	梁下立杆水平间距过大、步距过大,无剪刀撑和扫地杆,浇注工艺程序有问题。
48	2007/11	侯马西客站候车大厅	候车厅屋盖	支撑架搭设不规范,立杆、横杆间距均偏大。
49	2007/12	株洲湖南凯风科技物流基地	A 栋 2 区层面	未按方案施工,支撑架钢管、扣件不合格。

序号	时间	工程名称	坍塌部位	事故原因
50	2007/12	荆州市某综合楼工程	预制板断裂	立柱底部未设置木垫板, 直接作用在阳台预制板上。施工时立柱作用到预制板上产生的弯矩是省标预制板允许的3.3倍, 致使预制板发生断裂, 引起作业面垮塌。
51	2008/3	广州长和汽车销售公司	四层电梯井屋顶	梁底木方断裂、木支撑杆间距太大
52	2008/3	宝鸡扶风法门寺一期	大厅堂楼盖	未按照专项施工方案进行搭设, 整个架体均未设置剪刀撑。
53	2008/4	长沙上河国际商业广场	东裙楼中庭	天井顶盖模板支撑系统搭设材料不符合要求, 搭设不符合要求, 横杆步距较大, 未设置剪刀撑。
54	2008/5	天津市某通信公司新建厂房	梁板柱	架件搭设间距不统一, 水平杆步距随意加大; 未按规定设置纵、横向扫地杆; 未按规定搭设剪刀撑、水平支撑和横向水平杆, 致使整个支撑系统承载能力降低。
55	2008/6	西安--世家星城三期K车库	顶层	未验算支撑架、未编制方案、未交底; 支撑无垫板、扫地杆、剪刀撑水平纵横杆间距过大, 部分立杆错位搭接部分立杆对接位置处于同一水平面; 固定扣件数量不足且多数扭矩过低; 未验收即浇筑顶层混凝土。
56	2008/6	常州虹北消费品综合市场	屋顶	东北角支模架在浇注中坍塌
57	2008/12	秀山县某水泥公司改造项目	模板支架	钢管立杆间距、大横杆步距和剪刀撑的设置不符合安全技术规范的要求。
58	2009/10	合肥市庐阳工业园某工地		模板支撑结构搭设不合理, 产生倾覆破坏; 脚手架外架连墙件过少, 防护高度不够。
59	2010/1	昆明新机场配套银翘工程	模板支架	钢管扣件问题, 采用从箱梁高处向低处浇筑混凝土的方式违反规范规定。
60	2011/1	张家界武陵源区福苑酒店	楼板	地下室大跨度模板支架支撑方案不合理, 承载力不满足规范要求, 支架水平杆局部安装不到位。
61	2011/9	西安市凯旋大厦项目	脚手架坠落	作业人员违规、违章作业; 项目管理不到位缺乏安全教育、技术交底。
62	2011/10	大连旅顺口区蓝湾三期工程	顶板	随意拆除支撑结构中的部分杆件, 且没有停止混凝土浇筑作业, 导致支撑结构承受不住上部荷载而失稳。
63	2012/6	恒大威尼斯水城运动中心	脚手架	架体变形坍塌

序号	时间	工程名称	坍塌部位	事故原因
64	2012/12	上海 12 号线 金桥停车场 房建	浇筑平台	模板结构存在施工搭设缺陷,在混凝土自重和荷载作用下,模板结构发生局部失稳,最终导致整体坍塌。
65	2013/2	德兴市在建 的文化会展 中心	顶棚	浇筑顶棚混凝土浇筑时支架突然倒塌
66	2013/3	安庆桐城市 盛源财富广 场	屋面	支撑结构失稳破坏
67	2013/5	济阳县海棠 湾温泉度假 村	楼房顶板	模板支架坍塌
68	2013/5	牡丹江市江 南新区一工 地	夜间混凝土 浇筑	模板支架坍塌
69	2013/6	福清市松益 公司在建厂 房	车间厂房	擅自屋面环梁;模板支撑结构未经计算复核;横向立柱未采取与结构拉结措施;未设置剪刀撑且立杆自由端高度远超规范要求。
70	2013/9	龙泉瓯江青 瓷公司在建 厂房	厂房屋顶	高大支模架整体承载力及刚度不足,在混凝土顶部浇筑施工时,导致支模架整体坍塌。
71	2013/11	宁波智慧城 (南区)一期 项目	屋顶	超高模板支架的承载能力未达到专项施工方案的设计要求;构造措施未按方案要求搭设。
72	2013/11	襄阳新都汇 酒店及附属 用房	顶板	未编制专项施工方案;搭设承载力小于实际施工荷载;擅自更改建筑设计专项施工方案。
73	2014/12	清华附中体 育馆及宿舍 楼	楼板	违规减少钢筋直径、增大马凳布置间距、未在马凳之间设置有效支撑;违规在底板钢筋上集中堆载。
74	2015/2	文山州职教 团学生活动 中心	层梁板施工	支架架体搭设不规范;强度、稳定性等未经验证;安装违规未经验收;钢管、托撑存在质量问题.浇筑顺序、方式存在错误,导致支撑局部荷载过大、受力偏心。
75	2016/5	长株潭城际 铁路板塘站 项目	楼梯高支模	搭设不符合设计要求,在浇注过程中立杆超载,产生变形,附加弯矩增大,高支模架整体失稳。
76	2016/8	黔西南州博 融国际养生 城	屋面板	满堂支撑架搭设不满足规范规定的基本构造要求、支撑结构承载力不足,支撑结构压曲失稳。
77	2017/3	麻城市水上 乐园综合楼 工程	屋面梁	搭设不符合规范要求,承载力不足以承载施工荷载;所用钢管和扣件等材料质量不合格;浇筑工序不当。

序号	时间	工程名称	坍塌部位	事故原因
78	2018/4	深圳石场路一搅拌站	铁皮棚	铁皮棚的檩条与横梁的连接方式大部分为点焊，未焊满、未焊透；约3吨的铁皮压在钢结构架子上，严重超载，使得横梁变形。
79	2018/6	奉贤海湾镇碧桂园项目	南侧挑空部位	梁底立杆设置不合理，构件搭设不满足规范要求；水平杆、剪刀撑局部缺失、扫地杆全部未设。
80	2018/9	赣州市经开区创业路1标	墩柱钢模板	主线高架墩柱未考虑模板稳定性验算、对连续浇筑的混凝土未提出针对性控制措施；混凝土浇筑方式不当，混凝土凝结强度不够；现场桥墩钢模支撑失稳，未按要求设置缆风绳，钢模底部也未采取相应固定措施；受外部混凝土泵送车水平撞击，造成钢模支撑及外脚手架整体失稳坍塌。

归纳得高支模坍塌事故中存在的主要问题如下：

**1 高大支模专项施工方案编制不完整，且未经专家论证。**施工现场仍存在大量不按专项施工方案施工和无设计、无专项施工方案施工的行为，高支模设计方案生搬硬套，专项施工方案与现场实际情况不符，缺乏针对性，不注重细节，出现了施工图纸和技术规范规程不符的情况，或者凭经验盲目施工的现象。脚手架模板坍塌较大事故中均存在不按专项施工方案搭设，立杆间距大、无扫地杆及剪刀撑，钢管管壁厚度与设计壁厚不一致等问题。

**2 现场安全管理不到位，忽略安全交底。**高支模专项施工方案和技术要点无书面技术质量安全交底记录，导致安全生产事故的发生。专项施工方案技术交底没有针对项目技术人员、质检员、安全人员及高支模作业人员，没有明确高支模施工的技术要点及安全注意点。交底时对专项方案的具体内容、要求及注意点等向被交底人员没有进行详细讲解，对被交底人员所提出的具体操作问题没有得到合理的解决等。

**3 专项方案所选取的材料规格与现场实际选用材料不一致。**计算书中所选取的材料与现场实际使用材料不相符情况的较多。主要表现在所使用的钢管、扣件、顶托等构配件的规格和质量与设计要求不符。具体如下：钢管壁厚与计算书中不一致、钢管材质达不到 Q235 标准、钢管锈蚀严重，有效壁厚变小、钢管初始弯曲和变形较大、扣件和顶托质量不符合标准等。

**4 不按高支模专项施工方案施工，施工过程把关不严。**立杆底部基础承载能力与垫木方案设计要求不符，立管未全部落地搭设；立杆间距、横杆步距偏大，出现偏心荷载；水平拉杆与扫地杆未按要求设置；竖向剪刀撑和水平剪刀撑未按方案合理设置；高支模架体未与建筑物有可靠连接；扣件的紧固度不符合要求；

顶托自由端长度偏长；安全网和安全防护设施未按要求设置。

**5** 混凝土浇筑不科学。有柱的时候未先浇筑柱砼，导致支撑结构的稳定性差；梁高超过 700mm 的未分层浇筑；梁、板或梁板柱同时浇筑；砼浇筑过程中浇筑方式没有采用由中部向两边扩展的浇筑方法导致模板支架不均衡受载；在模板上堆放集中荷载使得实际施工荷载超过方案设计荷载；发现支架下沉、弯曲、松动等变形情况时，未及时停止砼浇筑并采取应急措施进行人员撤离和相应加固措施。

**6** 后期拆模过早或拆模顺序不当。拆模时砼未达到拆模强度就进行拆模，或者没有严格按照从上到下的顺序进行拆模，而是出现了两层同时拆除或后搭先拆的违法施工行为。

通过文献调研和工程实例分析发现高大支模工程坍塌表现形式分为两种：整体坍塌倾覆；局部坍塌、倾覆。工程事故中往往也存在两种混合破坏形式。原因大致可以分为四类：

**1** 支撑结构立杆失稳造成的整体(局部)坍塌破坏。立杆的失稳破坏是由于立杆的抗侧刚度以及支撑结构的整体稳定性较差造成的，包括立杆顶部失稳、立杆底部失稳和立杆轴向失稳三种类型。通常情况下这种坍塌破坏形式的发生比较突然，在整体或局部坍塌破坏前没有征兆，破坏性很大。

**2** 支撑结构支架破坏造成的整体（局部）坍塌破坏。支撑结构的架体破坏主要是由钢管的连接处发生破坏造成的，局部的破坏会导致局部承载能力不足，从而引发为支撑结构大范围局部坍塌或者整体坍塌。

**3** 支撑结构地基沉降变形造成的整体(局部)坍塌破坏。由于地基的承载力不足，发生不均匀沉降或者局部沉降过大，导致支撑结构失稳而发生坍塌。

**4** 支撑结构侧移过大造成的整体(局部)倾覆垮塌破坏。支撑结构发生侧移通常是在风荷载、施工活荷载等水平荷载作用下产生的。在侧向约束体系设置不够的情况下，支撑结构的抗侧刚度不足，引发坍塌破坏。

综上所述，将高大支模工程监测分为仪器监测和巡视检查。

**4.1.1** 现场监测应采用仪器与巡视检查相结合的方法，多种观测方法互为补充、相互验证。仪器监测可以取得定量的数据，进行定量分析；以目测为主的巡视检查更加及时，可以起到定性、补充作用，从而避免片面地分析和处理问题。出于经济考虑，测点不能完全覆盖整个高大支模区域，通过巡视检查，可以对监测相对薄弱区域，进行补充。

**4.1.2** 本条将高大支模工程现场监测的对象主要分为二类：支撑结构（支架）、立杆基础，特殊情况下其他应监测对象，其中：

**1** 支撑结构。一般也称为支架结构，也就是高大支模工程中的立杆、横杆、纵横杆、剪刀撑等共同搭设的临时承载结构。支撑结构将模板、钢筋、混凝土等固定荷载及施工荷载传递至基础。

**2** 立杆基础。立杆基础是高大支模工程中总荷载的承载体系，一般有加固地基、既有梁板、钢结构（贝雷架）等。

**3** 其它监测对象一般指与支撑结构或立杆基础变形相关的其他对象，如跨线桥施工中作为支架固定连接的桥墩、抱柱施工中的既有柱、与既有构件连接的连接件或多层连支浇筑情况下的下层支架等。

**4.1.3** 高大支模工程监测是一个系统，系统内的各项目监测有着必然的内在联系。在高大支模加载的过程中，其力学效应是从各个侧面同时展现出来的，如倾斜、沉降、轴力之间存在着必然的相互联系，它们共存于同一个集合体。限于测试手段及现场条件，某一单项的监测结果往往不能揭示和反映高大支模的整体情况，必须形成一个有效的、完整的、与施工工况相适应的监测系统并持续跟踪监测，才能提供完整、系统的测试数据和资料，才能通过监测项目之间的内在联系作出准确地分析、判断，为信息化施工提供可靠的依据。在保证高大支模工程安全的前提下，通过周密的考虑，抓住关键部位，优化监测方案，做到重点观测、项目配套。

## 4.2 仪器监测

高大支模工程监测项目的选取是本规范的重难点之一。表4.2列出了高大支模工程仪器监测的项目，监测对象为支撑结构及立杆基础。支撑结构监测项目包括：

**1** 立杆轴力。该项目对浇筑施工过程中立杆轴向受力进行监控，预防因混凝土浇筑路径不符合要求、局部骨料过量堆积或者其他因素引起的立杆轴向受力过大导致的立杆失稳进而发生局部坍塌事故。

**2** 水平位移。该项目监测混凝土浇筑过程中支架的局部或者整体水平向变形，预防支架因局部或整体变形过大导致的结构失稳。

**3 倾斜。**该项目监测混凝土浇筑过程中支架的局部或者整体水平向变形，同水平位移互为验证、补充，特殊情况下可相互换算。

**4 沉降。**该项目监测混凝土浇筑过程中支架的局部或者整体竖向变形，预防因局部竖向位移过大导致的支架失稳。

立杆基础监测项目为：

沉降。该项目包含绝对沉降和差异沉降，监测在混凝土浇筑过程中立杆基础产生的竖向变形，预防因差异沉降过大导致支架的局部或整体失稳；差异沉降由相邻沉降测点沉降差和距离计算得到。

监测项目的合理选取体现了监测的科学性和经济性，高大支模工程支架形式、基础形式多样，在监测项目选取时，应根据项目特点具体分析，合理选取监测项目。

## 4.3 巡视检查

**4.3.1** 在高大支模工程监测实施过程中，应由有经验的监测人员对高大支模工程进行监测巡查，本规范建议根据巡查重点不同分为首次巡查和定期巡查，其中：

**1 首次巡查。**通过在测点安装时，巡视检查支撑结构的搭设是否存在明显缺陷或不足，及时反馈支撑结构的实际情况。首次巡查宜重点关注以下内容：

- 1) 顶托自由端长度；
- 2) 立杆间距、水平杆间距、扫地杆；
- 3) 基础形式及立杆垫块；
- 4) 剪刀撑、斜撑的设置。

**2 定期巡查。**在监测过程中，监测人员以监测设施及施工工况为主要巡查内容，其中宜包括：

1) 施工工况。混凝土浇筑进度及路径；骨料堆积情况；立杆基础情况；模板支撑结构整体情况。

2) 监测设施情况。监测设备、预警设备运行状况；基准点、参考点、监测点完好状况；测点保护措施、标识完好情况；是否有影响监测工作的障碍。

**4.3.2** 巡视检查当发现有异常情况，宜采用摄像、摄影等方式及时记录，有必要时，可通过图片、影像的方式向参建各方反馈异常信息。

**4.3.3** 巡视检查的任何异常情况都可能是事故的预兆，必须引起足够重视，发现问题要及时汇报给建设方及相关单位，以便尽早作出判断和进行处理，避免引起严重后果。

## 5 监测点布置

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 本条是规范对测点布置的原则性规定，测点的位置应尽可能地反映监测对象的实际受力、变形状态，以保证对监测对象的状况作出准确的判断。测点布设于关键位置包含两层含义：支撑结构、立杆基础构造薄弱或复杂位置；施工荷载较大或施工流程复杂部位，其中：

**1** 支撑结构。支撑结构薄弱点一般为支架四角；超限梁 1/4、1/2 及 3/4 跨部位；双向板板中；主、次梁相交部位；梁悬挑、边梁中部；支架基础、顶部标高差异大，如斜坡屋面等；无稳定固定连接件部位；支架顶部、中部位置。

**2** 立杆基础。基础薄弱点一般为处理土地基、基础承载力差异变化过渡段、悬挑型钢、悬挑贝雷架、多层连支浇筑施工下层既有结构梁板。

**5.1.2** 本条为高大支模工程测点布置指导性规定，适用于非特殊形式或荷载变化的高大支模工程。对于支架高度较高、梁板荷载超限较多、基础较弱等特殊情况在相应部位应予以增加布置。另外，测点水平间距 10~15 米为范围值，对于浇筑施工构件荷载整体较大，如混凝土板厚度较大，或者基础承载力较弱，如处理土地基等，建议采用水平间距小值。

本规范为便于监测数据分析，建议相同监测部位的各监测项目按组布置：布设于同一构件或邻近构件；同一部位测点安装做到平面集中、上下对应。

**5.1.5** 因现场情况复杂多变，方案内约定测点布置位置并非与现场测点完全对应，但仍需按本规范 5.1.1 及 5.1.2 相关要求布置。现场测点布置位置可适当调整，因此，在测点安装完成后需及时绘制现场测点布置图，便于在监测出现异常时可及时查找异常部位并分析判断高大支模安全状态。

### 5.2 支撑结构

**5.2.2** 本条为立杆轴力传感器安装要求。轴力计上下承力面若接触不均匀，会导致轴力计偏心受压、设备失稳，进而导致轴力测量值失真或者轴力计掉落的情况发生。因此，现场测量中需注意以下问题：

1 托撑与轴力计接触面一般较为平整，不存在问题；但轴力计顶部楞梁往往为双拼钢管或其他型钢，导致轴力计与楞梁接触面不平整，受力不均匀。根据工程经验，可在轴力计顶部增加垫块，垫块可为预制钢板或现场木模板切割的方板。

2 轴力计安装前，需将托撑拧松下调，轴力计、垫板放置完成后，再将托撑上调至垫板与楞梁紧密接触为止。该过程应注意托撑不应过分调高，否则会导致周边立杆与楞梁接触面松动甚至脱离，该轴力计安装立杆会过度分担其周边立杆的荷载，导致轴力检测值异常。

**5.2.3** 水平位移、倾斜监测主要量测支撑结构水平方向变形，鉴于支架高度较大，为准确反应支架变形，规范要求支架竖向线性布置测点，且竖向各测点间距不宜大于 6 米（常规支架水平杆步距为 1.5 米，在支架竖向一般 3~5 个步距）。高大支模工程在浇筑过程中平面上具有两个方向（X、Y）变形，因此本规范建议对支架的平面变形采用双向变形测量。目前，高大支模自动化测量设备中倾斜测量传感器倾角仪具备双轴测量功能，可同时实现双向测量。

## 5.3 立杆基础

**5.3.1** 立杆基础沉降测点间距宜为 10~15m，从而与支撑结构上下对应，便于支架变形整体分析。当以岩石地基、地下室底板或稳固的既有梁板为立杆基础时，可适当减少测点，但为便于分析基础不均匀沉降，建议沉降点布设以 2 点为一组进行布设，且 2 点间距不大于 10~15m。

## 6 监测方法及精度要求

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 本条给出的监测方法是实际生产活动中较为普遍使用的方法。本条对这些监测方法中使用设备的精度指标、作业要点和限差等作出了相应规定。同时，本条还建议根据实际生产，结合高大支模的规模、作业环境、设计要求等，应因地制宜，选择适合现场的监测方法，在特殊情况下，与可选择不同监测方法相互验证。

**6.1.2** 《住房和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）将高大支模列入危险性较大的分部分项工程范围并要求实施观测，《广东省住房和城乡建设厅关于印发房屋市政工程危险性较大的分部分项工程安全管理实施细则的通知》（粤建规范〔2019〕2号）要求对危险性较大的分部分项工程同时进行监测及人工现场巡视检查。为提高监测有效性，监测数据的获取方式应连续、实时，以保证其时效性，达到防灾减灾之目的。

#### **6.1.3 参考点、基准点、工作基点布设及稳定性检核**

**1** 采用全站仪进行位移观测时，基准点是进行高大支模工程监测工作的基础和参照，基准点的最基本要求就是在监测全过程中应保持稳定可靠，因此应尽量选择远离监测对象的稳定点。同时，基准点数量应满足稳定性观测的最低要求。工作基点是为了便于实施监测而在监测对象邻近位置埋设的相对固定点。基准点及工作基点的布设，应便于保护积淀，同时要兼顾测量作业的安全问题。

**2** 采用传感器方式进行位移监测时，传感器宜设置于建（构）筑物本身的既有混凝土柱、剪力墙等固定结构或稳定设施的基准桩上。对于高大支模体系邻近有承载力特征值满足设计要求的岩石山体、钢筋混凝土建（构）筑物，可作为位移传感器的参考点使用。

**3** 全站仪进行观测时变形监测网中基准点、工作基点的稳定性观测，一般通过重复观测并使用统计检验的方法进行分析。由于高大支模工程监测工作周期短，本条建议变形监测网的稳定性观测周期与监测点观测周期一致，对其保持动态评估。

#### 6.1.4 监测仪器、传感器和软件应符合下列规定

1 精度与量程存在线性关系，应结合高大支模工程的各监测参数容许值来确定其量程，再结合其线性关系来确定传感器的精度选型。良好的稳定性、可靠性是选择仪器的基础条件。

2 后备电源是为提升监测仪器续航能力的保障措施，避免在施工过程中出现设备因断电而无法进行数据采集的情况，从而保障监测数据实时、连续。传感器的自动识别功能便于作业人员通过设备编号查找设备现场安装位置，利于监测数据分析。

3 监测软件的应用利于实现数据实时采集和及时处理，免去过多的人工干扰，及时预警。

4 监测中投入使用的设备应保证其处于正常状态。须定期核查和报送具有资质的计量单位检定。核查记录、计量单位出具的有效检定或校准证书应妥善保管备查。

5 仪器需指定专门人员进行管理并建立设备台账，定期定时维护、清洁保养。

6.1.5 监测初始值的采集是全过程中的最基础工作，直接关系到监测项目累计值的可靠性，也关系到项目预警值的合理性。因此，初始值采集工作应得到足够重视。而监测仪器、传感器、通讯硬件和数据系统的稳定性及可靠性是监测初始值采集质量的决定性因素。因此，监测硬件应通过疲劳检验、耐久检验等稳定性测试，监测软件应当通过一定时间的试运行以测试其可靠性。

#### 6.1.6 初始值采集需满足两个条件：

1 现场工况稳定。现场支架、模板、钢筋、预压及其他工作已经完成，在无其他荷载明显增加且支架变形相对稳定情况下，可进行初始值采集。

2 初始值需多次采集。初始值应在稳定工况下进行多次数据采集，该数据不仅仅是后继监测数据的计算基准，也是工况稳定的判断依据。

## 6.2 立杆轴力监测

6.2.1 本条文对监测仪器选型给出指导性建议，一般情况下应优先选择荷载传感器。

**6.2.2** 本条对监测仪器的监测参数提出具体要求,同时也对其量程提出强制性要求,旨在满足任何条件下仪器的分辨率和精度指标,以保证传感器能在极端情况下测得有效数据。

**6.2.3** 对监测仪器的安装位置提出具体要求,以保证监测结果的可靠性。

## 6.3 水平位移监测

**6.3.1** 本条对水平位移监测的监测仪器给出指导性意见,在现场条件允许时,优先采用位移传感器进行自动化观测。若现场无既有固定结构或稳定点作为位移传感器参考点时,在满足监测精度、频率等要求的前提下可采用其他方法进行观测。目前,带自动照准功能的测量机器人以及激光测距仪等也都可采用。根据现场应用环境选择合适的测量设备,有利于高大支模工程变形的监测,也有利于多种测量方法进行互鉴、互补。

**6.3.2** 本条对位移传感器的量程、精度等作出指导性规定。

**6.3.3** 本条对位移传感器的参考点的选择给出指导性建议。

**6.3.4** 本条对位移传感器的安装位置、安装方向、安装初始值等提出了具体要求。测点安装时,安装初始值应考虑支架正负变形的情况,正负方向量程余量均应满足支架变形控制值的要求,因此,位移传感器量程宜为控制值的3~6倍。

**6.3.5** 当采用全站仪方式监测位移时,应符合行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8的有关规定。

## 6.4 倾斜监测

高大支模工程倾斜监测是所有监测项目中现场实施受限最少的项目,也是最为直接的监测参数,与水平位移监测互补、互鉴。通过平面、立面的网格布设,对高大支模支架进行立体的变形监测,结合单点和整体的数据分析,能及时发现浇筑施工过程中支架局部和整体变形。

## 6.5 沉降监测

**6.5.1** 本条建议在条件允许情况下,优先采用位移传感器或静力水准进行自动化观测,在满足精度、频率等要求的前提下,新的测量技术可应用于沉降监测。

**6.5.2** 一般来说,高大支模工程临时支撑结构基础沉降监测控制值为 10~15mm,因此,传感器量程应在 30mm~60mm。目前,传感器多为满量程精度,量程与精度之间存在线性关系为:  $n\% \times F \cdot S$ , 其中: n 为常数。

**6.5.3** 本条 1~3 款主要对位移传感器的安装过程中的关键点提出了具体要求,实际生产活动中需严格遵守其作业流程,以保证其安装科学合理,从基本上确保监测数据的有效性。

**6.5.4** 本条文 1~2 主要对静力水准传感器的安装过程中的关键点提出具体要求。

## 6.6 现场监测

**6.6.1** 高大支模工程事故发生的时间延展性大大低于其他诸如基坑类项目,本规范内所有监测参数的设置均围绕保证监测时效性这一目的。为保障监测时效性,监测信息化必不可少。通过建立监测站及自动化系统,可实现连续、实时的测量数据采集,同时,为迅速进行数据反馈及协作联动,可配置网络平台实施同步远程监测。

**6.6.2** 高大支模工程实时安全监测的作业流程涉及高空作业,如测点安装、拆除、工况巡查等,因次,现场作业人员必须进行安全交底,且监测单位应对各高空作业人员的高空作业能力予以确认,各高空作业人员尽量具有高空作业资格证。

**6.6.3** 本条对监测站的建设提出具体要求。一是满足现场人员作业安全要求,二是满足现场监测作业条件要求,三是不能阻碍现场施工,根据以上三个要求提出具体措施。

**6.6.4** 本条为保证监测系统安全而采用系统冗余做法。

**6.6.5** 本条对监测系统功能提出具体要求,需要指出的是该 1~5 条款所明确的内容均是基础性功能,在任何条件下均应满足。

**6.6.6** 本 1~3 条文规定了监测系统正式投入使用之前必须完成的程序,确保监测数据的真实性。

**6.6.7** 本条提出现场工况与监测结果建立联系,并对监测数据异常时的工作程序提出了程序性要求,以保证监测数据的有效性。

## 7 监测频率

高大支模工程施工工期短，荷载加载快，支撑结构复杂，在浇筑过程中，监测数据需保证监测数据实时、连续，并覆盖整个浇筑施工高危过程。历年来的高大支模坍塌工程事故表明，坍塌发生历时时间短。同时目前监测数据分析表明坍塌过程中支架变形、荷载增大明显呈阶梯状变化，如图 7.0.1、图 7.0.2 及图 7.0.3，各阶梯变化阶段为荷载、变形急剧变化阶段，历时 5~10min 不等。为了能连续、及时监测到支架坍塌阶段各参数变化，目前各传感器数据采集频率普遍最高达到 1Hz。同时，考虑到高大支模工程荷载加载非瞬间完成，支架在荷载作用下变形需稳定时间及设备续航能力等因素，本规范根据施工进度及特殊工况对监测频率进行了差异性设置。

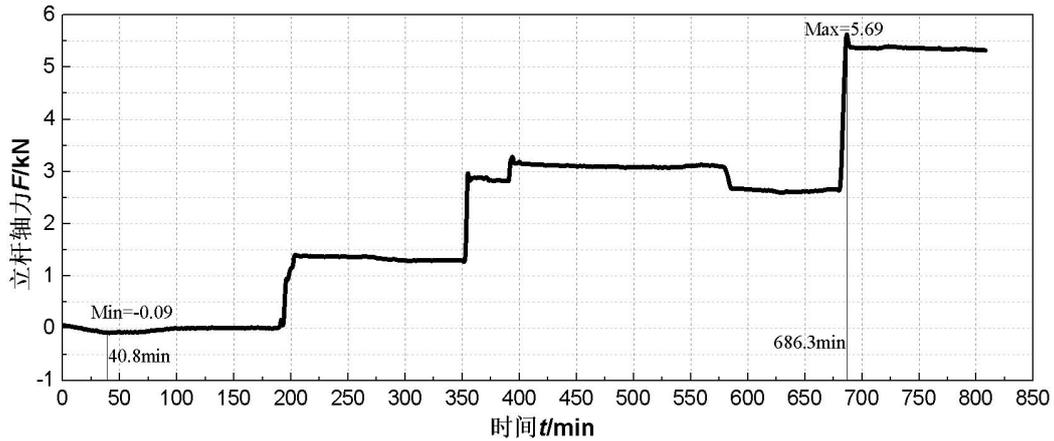


图 7.0.1 立杆轴力时程变化曲线图

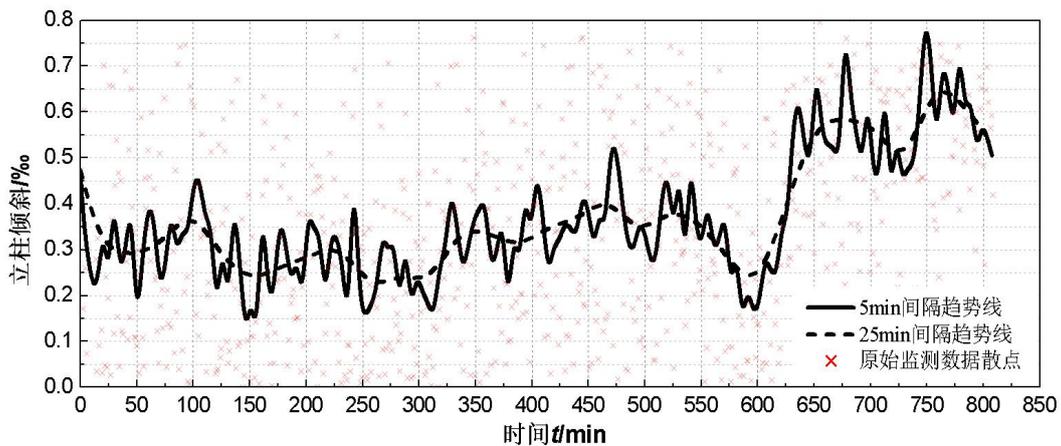


图 7.0.2 立柱倾斜时程变化曲线图

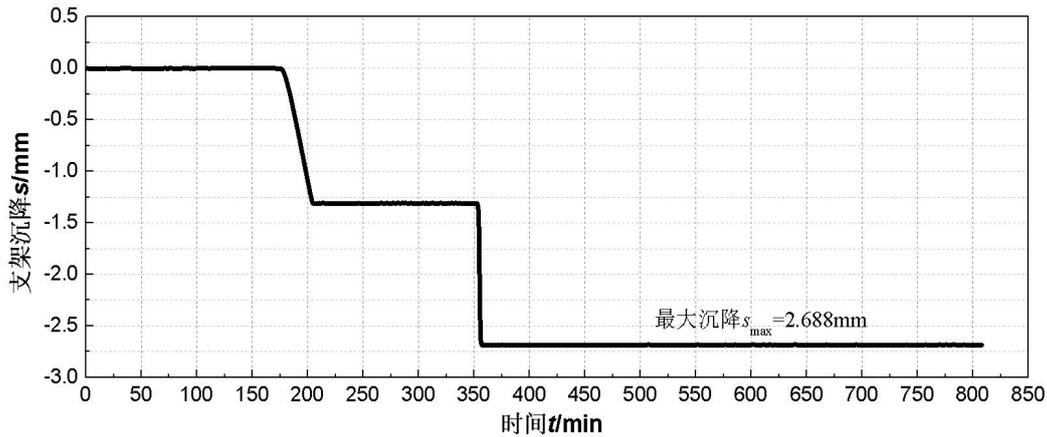


图 7.0.3 支架沉降时程变化曲线图

**7.0.1** 对高大支模的监测频率提出具体要求，可参考本规范 7.0.3 条予以实施，并结合工程实际，以能够满足安全需要为前提，确定适合本工程的监测频率。

**7.0.2** 本条对高大支模的监测周期提出具体要求，明确开始监测与结束监测节点，明确高大支模工程现场监测结束时间节点需同时符合两种工况：

1 混凝土浇筑施工完成，无新增荷载且作业面施工人员清场。混凝土浇筑完成后，支架固定荷载施加完成，支架顶部荷载达到最大，但混凝土结构尚未具备强度，支架变形接近峰值，整个高大支模系统处于危险阶段。施工人员清场一方面是避免人员作业对支模系统增加其他可能引起支架突变的因素，另一方面是避免即使在支架坍塌过程中的人员伤亡。

2 监测数据无持续增大趋势。支架变形、立杆基础沉降及立杆轴力在浇筑施工完成后变化曲线一般趋向于平缓，本条要求监测数据需无持续增大趋势或趋向于稳定时，才能结束现场监测工作，避免因其他因素如降雨、大风等导致的支架坍塌事故。

**7.0.3** 本条对高大支模监测频率确定方法提出具体意见，应在实际工作中切实遵守，并对监测数据未出现异常情况下的各施工节点的监测频率给出参考值。目前普遍采用自动化测量传感器进行各参数数据采集，为达到监测数据连续的目的，本规范建议自动化测量设备监测频率不低于 2 次/min；同时，对于因场地受限导致部分自动化设备无法使用的，采用智能型全站仪等设备进行补充量测的，该项目测量频率建议不低于 1 次/10min，该项目测量只是特殊条件下的增补措施，不能完全替代其他监测项目采用自动化测量。

**7.0.4** 本章节对高大支模施工环境中出现 1~7 的假设性条件时，应在常规监测

频率的前提下加密观测，至于加密倍数，应视假设性条件的严重程度而定。

## 8 监测报警

高大模板支撑工程的相关监测规范及监测数据极少。通过调研,行业标准《房屋市政与基础设施工程检测分类标准》(JGJ/T 181-2009) 34.6 条表 34.6.1 规定高支模监测参数为: 支架沉降、支架位移和基础沉降三个监测项目; 行业标准《建筑施工临时支撑结构技术规范》(JGJ 300-2013) 第 8 章 8.0.9 条规定监测报警值如下表 8.0.1。

表 8.0.1 监测报警值

监测指标	限值
内力	设计计算值
	近 3 次读数平均值的 1.5 倍
位移	水平位移量: $H/300$
	近 3 次读数平均值的 1.5 倍

注: H 为支撑结构高度。

其他无现行规范有类似的规定。编制组在调研的前提下,应用有限元软件对 10 余个工程案例进行理论计算,建立了高大支模工程的有限元模型,计算分析支撑结构的模态振型、轴力、应力及位移。然后针对支架立杆缺陷、钢管扣件连接强度、支撑结构沉降变形、支撑结构侧移等四种因素进行分析,研究这些因素对支撑结构整体稳定承载力的影响。理论计算得到一些初步成果,具体为:

**1 支架沉降。**当基础出现不均匀沉降时,支架竖向变形范围是 8.2~8.7mm;当基础无出现不均匀沉降时,竖向变形范围是 1.9~3.7mm,可以近乎认为支架变形(除弹性变形及安装间隙意外)基本由基础不均匀沉降引起。

**2 水平位移角及倾斜。**案例计算得到的高大支模的水平变形范围是 5.7~13.3mm,立杆倾斜(节点相对水平位移与节点相对高度之比)范围是 1/226~1/254。

**3 立杆应力比。**当立杆应力比超过 1.0 时,说明立杆的承载力不满足设计要求。因此,建议立杆应力比一级预警按 1.0 控制,二级预警按 0.9 控制,三级预警按 0.8 控制。

编制组在编制过程中,通过收集广东省内 100 个高大支模实时监测案例,具

体项目及数据如表 8.0.2、表 8.0.3 及表 8.0.4。

表 8.0.2 高大支模实时安全监测案例（支架高度<8m）

序号	工程名称	支架高度 (m)	支架形式	支架水平位移实测最大值 (mm)	支架沉降实测最大值 (mm)	支架倾斜实测最大值 (%)	立杆轴力 (kN)
1	跨风神大道桥	5.71	扣件式	5.18	5.18	1.22	9.8
2	万博商务区某地下空间	6.4	扣件式	7.21	8.85	6.46	29.16
3	广州白云国际机场	5.55	扣件式	5.94	28.5	4.89	5.2
4	萝岗社区经济联合社某地下室	5.2	轮扣式	18.32	5.58	7.33	18.37
5	某地下室	5.35	轮扣式	15.81	4.93	13.27	13.62
6	荔湾区某安置房工程	3.6	扣件式	5.75	2.34	4.71	12.22
7	星河湾总部大楼	6.95	扣件式	10.58	7.82	5.41	9.3
8	广东外语外贸大学某项目	5.2	轮扣式	/	5.65	4.36	8.12
9	广州国际创新新城某工程（此工程共 3 个高大支模监测点）	4.6	扣件式	/	4.39	6.46	4.51
10		4.6	扣件式	/	4.73	1.92	7.08
11		4.6	扣件式	/	5.86	1.05	5.68
12	广州白云国际机场某扩建工程（此工程共 4 个高大支模监测点）	5.85	扣件式	/	4.39	0.87	5.6
13		6.1	扣件式	/	1.55	1.22	5.54
14		6.1	扣件式	/	2.21	1.40	7.01
15		6.25	扣件式	/	3.01	0.87	7.07
16	增城区某配套工程（此工程共 14 个高大支模监测点）	6.04（箱梁底） 8.04（翼缘板）	扣件式	2.25	/	1.75	4.5
17		6.04（箱梁底） 8.04（翼缘板）	扣件式	2.7	/	5.06	9.22
18		6.04（箱梁底） 8.04（翼缘板）	扣件式	2.5	/	9.08	5.5
19		6.04（箱梁底） 8.04（翼缘板）	扣件式	2.11	/	8.38	7.43
20		6.04（箱梁底） 8.04（翼缘板）	扣件式	2.3	/	4.36	8.7
21		6.04（箱梁底） 8.04（翼缘板）	扣件式	2.39	/	4.54	7.51
22		6.04（箱梁底） 8.04（翼缘板）	扣件式	4.52	/	5.76	9.32
23		6.04（箱梁底） 8.04（翼缘板）	扣件式	1.65	/	1.92	10.2

序号	工程名称	支架高度 (m)	支架形式	支架水平位移实测最大值 (mm)	支架沉降实测最大值 (mm)	支架倾斜实测最大值(‰)	立杆轴力 (kN)
24	增城区某配套工程 (此工程共 14 个高大支模监测点)	6.04 (箱梁底) 8.04 (翼缘板)	扣件式	2.21	/	8.38	7.67
25		6.04 (箱梁底) 8.04 (翼缘板)	扣件式	1.58	/	3.49	6.68
26		6.04 (箱梁底) 8.04 (翼缘板)	扣件式	2.83	/	7.51	10.17
27		6.04 (箱梁底) 8.04 (翼缘板)	扣件式	2.48	/	5.06	12.03
28		6.04 (箱梁底) 8.04 (翼缘板)	碗扣式	2.09	/	5.24	10.89
29		6.04 (箱梁底) 8.04 (翼缘板)	碗扣式	2.63	/	2.44	5.62
30	机场北进场路工程	7	碗扣式	2.9	4.01	1.05	6.61
31	广州市中心城区某地下综合管廊	4.3	碗扣式	3.85	4.99	1.92	5.64

表 8.0.3 高大支模实时安全监测案例 ( $8\text{m} \leq \text{支架高度} < 12\text{m}$ )

序号	工程名称	支架高度 (m)	支架形式	支架水平位移实测最大值 (mm)	支架沉降实测最大值 (mm)	支架倾斜实测最大值(‰)	立杆轴力 (kN)
1	南沙某青少年宫项目 (此工程共 8 个高大支模监测点)	9.6	扣件式	5.06	7.52	1.22	5.6
2		9.6	扣件式	3.57	6.04	0.89	4.57
3		9.6	扣件式	2.02	2.48	0.89	5.1
4		9.6	扣件式	2.89	3.24	0.72	5.31
5		10.5	扣件式	2.96	2	0.37	2.31
6		9.6	扣件式	1.32	2.81	0.17	2.13
7		9	扣件式	1.59	3.2	0.28	2.52
8		8.5	扣件式	2.93	3.18	0.37	1.63
9	广州国际创新新城某安置房工程 (此工程共 3 个高大支模监测点)	8.85	扣件式	7.16	7.16	0.35	0.98
10		9.25	扣件式	1.38	1.38	0.77	5.28
11		8.85	扣件式	3.37	3.37	1.22	2
12	东门桥重建工程 (此工程共 12 个高大支模监测点)	9.15	扣件式	2.88	2.88	1.75	6.05
13		9.15	扣件式	0.54	0.54	2.97	5.68

序号	工程名称	支架高度 (m)	支架形式	支架水平位移实测最大值 (mm)	支架沉降实测最大值 (mm)	支架倾斜实测最大值(‰)	立杆轴力 (kN)	
14	东门桥重建工程 (此工程共12个高大支模监测点)	9.15	扣件式	4.03	4.03	3.14	4.02	
15		9.15	扣件式	2.16	2.16	1.75	9.04	
16		9.15	扣件式	0.63	0.63	1.57	3.37	
17		9.15	扣件式	5.48	5.48	1.92	8.59	
18		9.15	扣件式	5.28	5.28	4.89	16.39	
19		9.15	扣件式	3.3	3.3	3.67	1.57	
20		9.15	扣件式	1.52	1.52	3.67	3.78	
21	广州外国语学校附属小学项目	9.15	扣件式	7.16	7.16	3.84	6.56	
22		9.15	扣件式	0.67	0.67	1.92	8.57	
23		9.15	扣件式	3.48	3.48	4.19	10.71	
24		11.8	扣件式	0.63	4.05	0.70	2.82	
25		番禺区某小学建设工程	10.2	扣件式	12.38	3.33	10.30	6.65
26		新造职业技术学校扩建工程	9	扣件式	7.85	9.06	6.63	16.87
27	保利罗兰国际项目	9	扣件式	8.26	1.47	2.79	2.46	
28	白云区棠景街三元里项目 (此工程共2个高大支模监测点)	10.55	扣件式	/	1.87	4.19	6	
29		8.35	扣件式	/	6.43	12.88	4.99	
30	五羊邨工业大厦	9	扣件式	/	5.51	3.47	8.92	
31	番禺区钟村第二小学	9	扣件式	/	3.334	1.45	6.14	
32	番禺区屏山小学	8.45	扣件式	/	3.87	5.93	5.48	
33	广州国际创新新城曾边村某工程 (此工程共3个高大支模监测点)	9.25	扣件式	/	4.2	0.44	4.02	
34		9.25	扣件式	/	3.66	1.22	5.91	
35		9.25	扣件式	/	2.68	1.92	5.23	
36	广州白云国际机场	8.92	扣件式	/	4.17	0.35	7.12	

序号	工程名称	支架高度 (m)	支架形式	支架水平位移实测最大值 (mm)	支架沉降实测最大值 (mm)	支架倾斜实测最大值(‰)	立杆轴力 (kN)
37	增城区某市政配套工程 (此工程共 7 个高大支模监测点)	8.04	扣件式	5.16	/	9.43	11.67
38		8.04	扣件式	4.47	/	6.28	8.76
39		8.04	扣件式	4.97	/	9.60	6.38
40		8.04	扣件式	8.89	/	9.25	8.84
41		8.04	扣件式	6.32	/	3.84	5.08
42		8.04	扣件式	1.89	/	7.16	4.29
43		8.04	扣件式	1.13	/	8.03	5.6
44	日立电梯 (中国) 有限公司	11.3	碗扣式	1.98	1.63	5.59	2.86
45	广州市中心城区某地下综合管廊	9.4	碗扣式	3.92	8.03	2.62	2.98
46	正果中学体育馆 (此工程共 2 个高大支模监测点)	10.7	碗扣式	0.26	4.73	2.62	4.8
47		10.7	碗扣式	0.26	4.73	2.62	4.8
48	某医院高支模监测	8.2	碗扣式	3.39	3.94	6.11	3.96
49	番禺区某小学	9.05	碗扣式	4.97	4.7	4.71	13.62
50	某学校高支模监测 (此工程共 2 个高大支模监测点)	10.75	碗扣式	2.32	3.43	5.76	3.86
51		11.25	碗扣式	0.54	0.21	7.16	5.5
52	广州白云机场某项目 (此工程共 2 个高大支模监测点)	9.05	碗扣式	6.36	5.77	6.28	11.74
53		8.8	碗扣式	4.54	4.48	6.11	6.26
54	粤科科技金融大厦 (此工程共 2 个高大支模监测点)	8.05	碗扣式	1.74	2.57	2.09	1.13
55		11.25	碗扣式	5.02	4.96	7.85	4.05

表 8.0.4 高大支模实时安全监测案例 (支架高度 $\geq 8\text{m}$ )

序号	工程名称	支架高度 (m)	支架形式	支架水平位移实测最大值 (mm)	支架沉降实测最大值 (mm)	支架倾斜实测最大值(‰)	立杆轴力 (kN)
1	南沙青少年宫某项目	15	扣件式	2.22	3.1	0.28	1.97

序号	工程名称	支架高度 (m)	支架形式	支架水平位移实测最大值 (mm)	支架沉降实测最大值 (mm)	支架倾斜实测最大值(‰)	立杆轴力 (kN)
2	中共广州市增城区委党校	27.3	扣件式	11.11	11.11	4.19	2.78
3	海珠区宝岗大道某项目	14	扣件式	16.63	8.39	14.14	6.27
4	增城区中新镇某项目	13.3	扣件式	5.88	22.27	4.89	6.4
5	保利增城某工程 (此工程共 2 个高大支模监测点)	20.6	扣件式	/	1.69	2.15	5.6
6		20.6	扣件式	/	3.69	2.22	6.84
7	万博商务区某工程 (此工程共 5 个高大支模监测点)	12.17	扣件式	4.04	/	1.75	1.67
8		12.17	扣件式	8.81	/	1.57	6.97
9		12.17	扣件式	3.86	/	2.97	12.37
10		12.17	扣件式	5.86	/	3.32	8.91
11		12.17	扣件式	6.03	/	2.79	11.09
12	荔城街某市政配套工程	12.17	扣件式	3.42	/	6.81	11
13	某科研办公楼 (此工程共 2 个高大支模监测点)	23.95	碗扣式	6.48	6.55	0.87	10.98
14		23.85	碗扣式	3.09	5.14	6.46	9.6

将以上 100 个工程案例中支架水平位移、支架沉降及支架倾斜最大变形值进行数据统计，根据监测值数据大小进行百分比占比统计，如图 8.0.1、图 8.0.2 和图 8.0.3。

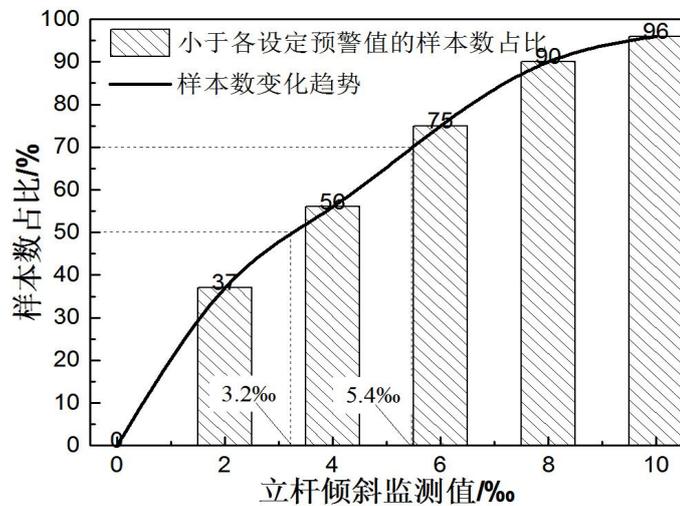


图 8.0.1 立杆倾斜监测数据统计柱状图

由图 8.0.1 分析可知，在收集的监测案例中，占比 96% 的项目立杆倾斜最大监测值小于 10‰；占比 90% 的项目立杆倾斜最大监测值小于 8‰；占比 75% 的项目立杆倾斜最大监测值小于 6‰；占比 50% 的项目立杆倾斜最大监测值小于 4‰。为避免过度报警或无法预警，以占比 50% 案例数量对应倾斜监测值 4‰ 作为参考报警值。同时，鉴于行业标准《建筑施工临时支撑结构技术规范》（JGJ 300-2013）倾斜预警值为 1/300，以及编制组典型案例理论计算倾斜范围为 1/226~1/254，将倾斜报警值定为 4‰；根据具体项目情况可在 70%~150% 区间内对其进行调整，对于支架固定连接较少的项目，取高值。

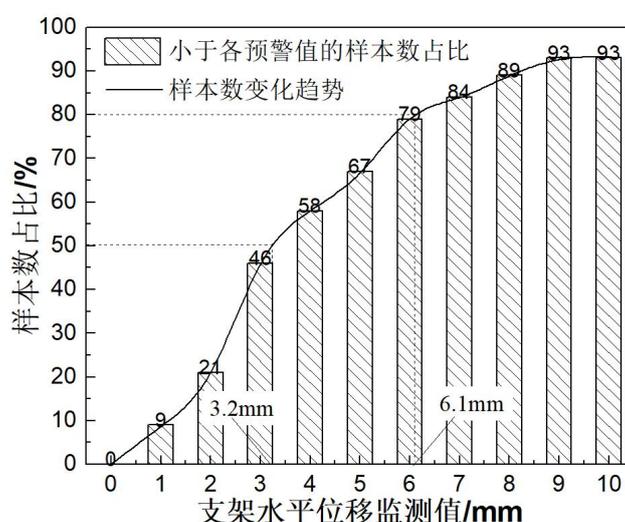


图 8.0.2 支架水平位移监测数据统计柱状图

由图 8.0.2 分析可知，在收集的监测案例中，占比 93% 的项目支架水平位移最大监测值小于 10mm；占比 79% 的项目支架水平位移最大监测值小于 6mm；占比 46% 的项目支架水平位移最大监测值小于 3mm。行业标准《建筑施工临时支撑结构技术规范》（JGJ 300-2013）倾斜预警值为 H/300；编制组典型案例理论计算支架水平位移值范围为 5.7~13.3mm。

综合以上分析，案例监测值普遍偏小，具体原因可能为水平位移测点安装需以既有柱、墙为参考点，而支架在搭设过程中采用抱柱施工或与墙设置连接件，导致，柱、墙边支架变形偏小。考虑到规范的适用性，并结合其他规范、计算，拟定水平位移报警值为 12mm，根据具体项目情况可在 70%~150% 区间内对其进行调整，对于支架固定连接较少的项目，取高值。

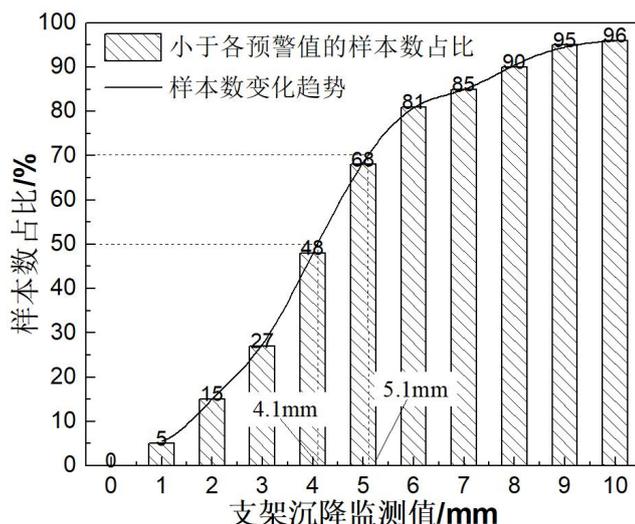


图 8.0.3 支架沉降监测数据统计柱状图

由图 8.0.3 分析可知，在收集的监测案例中，占比 96% 的项目支架沉降最大监测值小于 10mm；占比 81% 的项目支架沉降最大监测值小于 6mm；占比 48% 的项目支架沉降最大监测值小于 4mm。编制组典型案例理论计算支架水平位移值范围为 8.2~8.7mm。考虑到规范的适用性，并结合其他规范、计算，拟定支架沉降报警值为 8mm，根据具体项目情况可在 70%~150% 区间内对其进行调整，对于支架高度较大的项目取高值。

**8.0.1** 监测报警是高大支模监测系统的核心功能，而报警值又是触发监测报警必不可少的条件。因此监测报警值必须设置且应为具体的数值，不应是一个数值区间或者模糊的表述。设计方对于高大支模工程的设计思路、构件承载及变形等均为最熟悉单位，因此，本规范要求支架各监测报警值由设计确定。

**8.0.2** 高大支模工程实时监测的目的是对设计参数的验证，是其生命周期内的在线式“体检”，但必须是在不影响其本身功能和安全的前提下进行。本条对监测实施过程提出具体要求，以保证浇筑结构本身不受监测实施过程影响。

**8.0.3** 对于高大支模本身结构来说，其位移、沉降、轴力等参数都有变形或受力的阈值。设计方经过验算得出具体数值，按照一定比例折算后给出监测报警值。监测的累计变化量指标是实际变化量接近报警值的最直观反映，是数据分析展示环节的核心指标。

**8.0.5** 本条提出的 1~5 预设性情况，实际工程总中，当在其中任何一个或者几个情况在实际中出现时，应触发危险报警，启动应急避险措施。

## 9 数据处理与信息反馈

**9.0.1** 本条对高大支模监测从业技术人员提出具体要求,以保证监测数据得到及时有效分析。

**9.0.2** 对高大支模监测工作的现场测量人员、数据分析人员岗位职责、第三方监测单位职责、技术成果的出具等提出具体要求,以保证监测成果的严谨性。明确监测报告的盖章要求。

**9.0.3** 对监测数据的获取方式提出具体要求,以保证监测数据的时效性及合理性。

**9.0.4** 对监测过程中出现异常情况时的处理措施提出具体要求,以保证高大支模工程和周边环境安全。

**9.0.5** 对监测数据的分析环节提出具体要求,以保证监测数据分析的科学合理性,使其真正具备指导施工,保证工程安全的作用。

**9.0.6** 对监测成果表格式给出可行性建议,一般情况下应具备格式中提到的基本内容。

**9.0.9** 对监测报告的内容提出具体要求,维持独立性和完整性,以保证其存档价值。