

# 团 体 标 准

T/CHINA XXX-202X

## 核工程爆破振动监测技术规程

Technical regulations for blasting vibration monitoring in nuclear  
engineering (征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国核工业勘察设计协会发布

# 目 次

核工程爆破振动监测技术规程 .....	1
前 言 .....	3
核工程爆破振动监测技术规程 .....	4
1 范围 .....	4
2 规范性引用文件 .....	4
3 术语符号 .....	4
4 基本规定 .....	5
5 监测仪器 .....	5
6 爆破振动安全允许标准 .....	6
7 监测设计 .....	7
8 质保措施 .....	9
9 数据处理与分析 .....	10
10 监测报告 .....	11
附录 A（资料性）爆破振动监测日报表 .....	13
附录 B（资料性）仪器维护记录表 .....	14
附录 C（资料性）爆破振动监测记录表 .....	15
本规范用词说明 .....	16
条文说明 .....	17

## 前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020 的规定起草。

本文件共分 10 个章节 3 个附录，主要内容有：范围，规范性引用文件，术语、符号，基本规定，监测仪器，爆破振动安全允许标准，数据处理与分析等。

本文件由中国核工业勘察设计协会提出。

本文件由中国核工业勘察设计协会团体标准办公室归口。

本文件起草单位：中核勘察设计研究有限公司、中国核电工程有限公司、中核二十五建设有限公司、中国核工业第二二建设有限公司、中国核工业华兴建设有限公司、中核工程咨询有限公司、中国科学院武汉岩土力学研究所

本文件主要起草人：邓小宁、梁朝书、高建杨、周志、李天历、陈博涛、李俊强、冷凝、张阔、王瑞、赵超、王旭宏、马东华、张永兵、陈军太、陈海峰、刘建木、李萌、周益、李海波、刘亚群、李付安、金刚、张宇龙

# 核工程爆破振动监测技术规程

## 1 范围

本标准规定了核工程爆破振动监测范围、监测内容、监测方法、数据分析及成果报告的编制等要求。

本标准适用于核工程爆破振动监测工作，包括核电厂、核供热厂、实验堆、研究堆、乏燃料后处理厂等涉核工程。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 6722 爆破安全规程

NB/T 20547 核电工程爆破安全监测技术规程

## 3 术语符号

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1 爆破作业 **blasting**

利用炸药的爆炸能量对介质做功，以达到预定工程目标的作业。

### 3.2 爆破振动 **blast vibration**

爆破引起传播介质质点沿其平衡位置作直线或曲线往复运动的过程。

### 3.3 爆破振动监测 **blast vibration monitoring**

采用仪器设备对爆破施工引起的振动进行监测，判断爆破振动是否对保护对象产生不良影响。

### 3.4 监测点 **monitoring points**

根据工程要求，监测仪器所布设的位置，简称监测点。

### 3.5 质点振动速度 **particle vibration velocity**

介质质点往复运动的速度。

### 3.6 质点振动加速度 **particle acceleration of blasting vibration**

质点往复运动速度单位时间内的变化量。

### 3.7 主振频率 main vibration frequency

实测振动波最大幅值所对应的频率。

### 3.8 振动频率 vibration frequency

介质质点每秒的振动次数。

## 4 基本规定

4.1 爆破振动监测单位应通过资质认定（国家级或省级），所使用的监测仪器应满足国家计量法规相关要求。

4.2 承担爆破振动监测的单位应在项目实施前应编制监测方案，并经相关单位审批，需要进行论证的监测项目应进行论证后实施。

4.3 爆破振动监测应根据工程性质、爆破规模、周边环境、保护对象重要性、技术规格书要求等设置监测项目及监测点。

4.4 监测仪器和设备应满足精度要求，应采用自动化监测，满足抗高(低)温、防潮及防水等测试环境要求，爆破振动监测数据作为司法鉴定依据时，测振仪器应具有现场显示和实时远程传输实测物理量数据的功能。

4.5 监测仪器和设备应按规定定期进行校准，并在有效期内使用。

4.6 重复性爆破工程的振动监测，应在每次爆破后及时提交监测日报。

4.7 爆破振动监测的作业安全及重要保护对象的爆破振动安全允许标准应符合 GB 6722 的规定。

4.8 涉核工程的爆破振动监测安全判据以质点峰值振动速度和主振频率为主，当建（构）筑物存在受地震惯性力控制的精密仪器、仪表和设备时，应采用质点峰值振动加速度和主振频率作为安全判据。

4.9 质点峰值振动加速度的安全允许标准由设计单位根据建（构）筑物和仪器设备抗震设计要求进行明确。当爆破振动影响范围内有多个保护对象时，应同时满足各个保护对象的爆破振动速度（加速度）安全允许标准。

## 5 监测仪器

### 5.1 仪器性能

5.1.1 测振仪器应具有名称、型号、编号、CMC 或 CPA 标志、制造厂商、合格证书、出厂日期等。

5.1.2 测振仪器防尘、防潮应满足 IP52 防护等级，抗高低温应满足-20℃~50℃的监测环境要求。

5.1.3 传感器频带线性范围应符合工程测振要求，应按表 5.1.3 对被测物理量的频率范围进行预估。

**表 5.1.3 被测物理量的频率范围**

监测项目	爆破类型		
	露天爆破	地下爆破	拆除爆破及其他
质点振动速度	2~300Hz	20~300Hz	2~300Hz
质点振动加速度	1~500Hz	1~1000Hz	1~800Hz

5.1.4 记录设备的采样频率应大于 12 倍被测物理量的上限主振频率。

5.1.5 传感器和记录设备的测量幅值范围应满足被测物理量的预估幅值要求。

5.1.6 记录设备具有现场显示、输入、保存实测波形信号、监测参数的功能，有与计算机进行数据通信的功能，并配有监测数据分析处理软件。

5.1.7 测振仪器和设备应满足精度要求，实现自动化监测，加速度传感器或速度传感器的灵敏度非线性度不大于±5%；

## 5.2 仪器校准

5.2.1 振动监测仪器应由具有相应资质的单位按有关规定进行校准，校准周期不超过 1 年。

5.2.2 振动监测仪器校准条件应符合 JJG 676 的规定。

5.2.3 振动监测系统校准时应将传感器和记录仪组成的监测系统一同校准，给定系统误差。

5.2.4 振动监测仪器运输途中应注意防振、防潮、防尘，若发现振动监测仪器有明显的变形或伤痕，应经校准后方可使用。

## 5.3 仪器日常维护

5.3.1 根据监测仪器使用场所的特点和要求，制定相应的维护保养措施，使仪器设备的维护保养做到经常化、制度化。

5.3.2 要定期对监测仪器进行性能检测，了解其技术性能，保证监测仪器处于良好的工作状态。

5.3.3 非常用监测仪器要定期清洁、除尘，定期通电，防止元器件受潮损坏。

5.3.4 监测仪器使用后应放入仪器箱内，置于阴凉、干燥、无腐蚀的地方。

## 6 爆破振动安全允许标准

6.1 新浇大体积混凝土及各类永久或临时建（构）筑物、道路、边坡、隧道、有振动特殊要求的场地、设施的速度或加速度安全允许标准当无设计要求时可按表 6-1 执行。

6.2 当无法确定保护对象的安全允许标准时，应综合考虑保护对象的重要性、抗震能力及周边环境等影响因素，必要时经专家论证后确定。

表 6-1 爆破振动安全允许标准

序号	保护对象类别	安全允许质点振动速度 V (cm/s)			安全允许质点振动加速度 a (g)
		f ≤ 10Hz	10Hz < f ≤ 50Hz	f > 50Hz	
1	土窑洞、土坯房、毛石房屋	0.15~0.45	0.45~0.9	0.9~1.5	—

2	一般民用建筑物	1.5~2.0	2.0~2.5	2.5~3.0	---
3	工业和商业建筑物	2.5~3.5	3.5~4.5	4.2~5.0	---
4	一般古建筑与古迹	0.1~0.2	0.2~0.3	0.3~0.5	---
5	运行中的水电站及发电厂中心控制室设备	0.5~0.6	0.6~0.7	0.7~0.9	0.03g
6	水工隧洞	7~8	8~10	10~15	---
7	交通隧道	10~12	12~15	15~20	---
8	矿山巷道	15~18	18~25	20~30	---
9	永久性岩石高边坡	5~9	8~12	10~15	---
10	新浇大体积混凝土 (C20) : 龄期: 初凝~3d 龄期: 4d~7d 龄期: 8d~28d	1.5~2.0 3.0~4.0 7.0~8.0	2.0~2.5 4.0~5.0 8.0~10.0	2.5~3.0 5.0~7.0 10.0~12.0	---
11	距爆源 30m 基岩	5.0			
12	运行核电厂	核安全相关的建(构)筑物和设备仪表	---		0.03g
13		常规岛厂房	2.0		0.03g
14		变电站和开关站	0.2		0.03g

爆破振动监测应同时测定质点振动相互垂直的三个分量。

注 1: 表中质点振动速度、加速度为三个分量中的最大值, 振动频率为主振频率;

注 2: 频率范围根据现场实测波形确定或按如下数据选取: 硐室爆破  $f$  小于 20Hz, 露天深孔爆破在 10Hz~60Hz 之间, 露天浅孔爆破在 40Hz~100Hz 之间; 地下深孔爆破在 30Hz~100Hz 之间, 地下浅孔爆破在 60Hz~300Hz 之间;

注 3: 常规岛厂房、变电站和开关站的安全允许标准可选择质点振动速度或质点振动加速度;

注 4:  $g$  为重力加速度, 取  $9.8\text{m/s}^2$ 。

## 7 监测设计

### 7.1 一般规定

#### 7.1.1 爆破振动监测设计前期工作要求:

- 1) 收集爆破施工技术规格书或爆破振动监测技术规格书、爆破施工方案、爆破区域工程地质情况、周边环境、被保护建(构)筑物等;
- 2) 对爆破区域进行踏勘, 了解周边环境情况;
- 3) 根据设计要求确定监测点的布置情况, 设计无明确时, 对爆破振动影响范围内建(构)筑物按表 6-1 确定的允许标准进行监测。
- 4) 对拟采用的设备进行校准、调试, 确保仪器设备状态良好、工作正常, 对于固定监测点的仪器, 可采用太阳能电池进行供电, 提升仪器续航能力。

#### 7.1.2 爆破振动监测方案应包含但不仅限于以下内容: 工程概况、监测项目、监测范围、监测目的、监测工作要求、监测点布置、振动安全允许标准、监测仪器数量及性能、监测预

警、监测实施过程、监测成果类型等。

**7.1.3** 监测预警值不宜高于安全允许值的 80%。

**7.1.4** 正式爆破作业之前应通过试验爆破振动监测获取爆破振动传播规律，振动监测时测点至爆源距离应按近密远疏的规律布置，测点数目不应少于 5 个。

**7.1.5** 临近新浇大体积混凝土进行爆破作业时，应在距爆破区域最近的新浇大体积混凝土上布置质点振动速度监测点。

**7.1.6** 临近在建核工程建(构)筑物进行爆破作业时，应根据需要在保护对象距爆破区域最近的基础或勒角部位上布置振动监测点。

**7.1.7** 临近运行核工程建(构)筑物进行爆破作业时，应在保护对象距爆破区域最近的自由场上布置监测点。

**7.1.8** 处于复杂环境的爆破工程应对以下保护对象进行爆破振动监测：

- 1) 爆区 1000m 范围内的国家一、二级文物或特别重要的建(构)筑物、设施；
- 2) 爆区 500m 范围内的国家三级文物、风景名胜区、重要的建(构)筑物、设施；
- 3) 爆区 300m 范围内的省级文物、医院、学校、居民楼、办公楼等重要保护对象。

**7.1.9** 监测项目和监测频率应根据爆破工程类型和保护对象类别等确定。

## **7.2 场地平整爆破**

**7.2.1** 场地平整爆破作业时，应在邻近爆破区域的永久性岩石高边坡马道内侧坡角处布置质点振动速度监测点。

**7.2.2** 场地平整爆破对附近建(构)筑物可能产生安全影响时，应按 7.1 的规定进行爆破振动监测。

## **7.3 基坑负挖爆破**

**7.3.1** 基岩的爆破振动安全允许标准应按基坑负挖设计文件的规定选取。

**7.3.2** 基坑负挖爆破之前，应通过爆破影响深度检测、爆破振动衰减规律监测及必要的数值模拟分析，综合确定基坑分层爆破开挖时基岩的安全允许质点振动速度。

**7.3.3** 基坑负挖爆破作业时，应在距爆源 30m~50m 基岩上布置质点振动速度监测点。

**7.3.4** 基坑负挖爆破对附近建(构)筑物可能产生安全影响时，应按 7.1 的规定进行爆破振动监测。

## **7.4 隧洞爆破**

**7.4.1** 隧洞爆破作业时，应在邻近爆破区域的边墙侧布置质点振动速度监测点。

**7.4.2** 在隧洞间距小于 1.5 倍平均洞径的相邻隧洞爆破时，应在不爆破的邻洞布置质点振动速度监测点。

**7.4.3** 隧洞爆破对附近建(构)筑物可能产生安全影响时，应按 7.1 的规定进行爆破振动监测。

## **7.5 水下爆破**

**7.5.1** 水下爆破对附近岸坡可能产生安全影响时，可在水工或港工建(构)筑物距爆破区



域最近一侧布置质点振动速度监测点。

7.5.2 水下爆破对附近建（构）筑物可能产生安全影响时，应按 7.1 的规定进行爆破振动监测。

## 7.6 其它爆破

7.6.1 拆除爆破作业时，监测点应布置在距爆区最近一侧的被保护对象基础或勒角上。

7.6.2 特种爆破与其他爆破工程应根据需要按 7.1 的规定进行爆破振动监测。

## 8 质保措施

### 8.1 监测方案的审查

爆破监测前应提交爆破振动监测方案，监测方案须经相关方审批后方可实施，必要时，应通过专家评审后实施，整个爆破振动监测的全过程均应按质量保证体系的要求进行。

### 8.2 监测过程控制

8.2.1 按爆破振动监测方案要求布置监测点，统一编号并绘制监测点布置图。

8.2.2 每一监测点均应布置垂直向、水平径向和水平切向的传感器，同时监测三个方向的质点振动值。

8.2.3 保证监测仪器的数量满足监测工作要求，监测仪器校准证书合格有效。

8.2.4 传感器安装时，应确保振动传感器与介质紧密接触，不得出现松动与滑动现象。应符合下列规定：

1) 传感器安装在岩石表面时，应清理干净岩石表面，用石膏或高分子树脂将传感器与被测目标形成紧密（刚性）连接；

2) 传感器安装在混凝土或建（构）筑物等介质表面时，应清理干净安装部位的介质表面，用石膏或高分子树脂将传感器与被测目标形成紧密（刚性）连接；

3) 传感器安装在土层地表时，应清除表面浮土，并使传感器安装于密实土层中。

8.2.5 传感器安装过程中，应严格控制每一测点不同方向的传感器安装角度，误差不大于  $5^{\circ}$ 。

8.2.6 传感器安装时应设置警示标志并做好保护措施。对于需要长期监测的监测点，还应制作标牌，注明其用途、归口单位和联系方式等信息，并定期对仪器进行巡查、维护。

8.2.7 应准确量测爆源与保护对象的距离和位置关系。

8.2.8 合理选择监测仪器触发值，设置的量程、采样时长及采样频率等应满足工程测振的要求。

8.2.9 应在监测点布设完成后调试监测系统，并应在确认正常后启动采集系统。

8.2.10 现场监测宜填写爆破振动监测记录表，记录表格式可参考附录表 C。

### 8.3 成果评审

试爆报告、日报、月报、总结报告应按监测单位的管理制度进行审核、批准后发出。

## 9 数据处理与分析

### 9.1 异常监测数据的处置

根据原始波形的特征,分析判定实测信号中的异常数据,通过对仪器、周边环境、距离、爆破设计、最大单响药量、施工中实际装药量等因素进行综合分析判断,必要时进行专家论证判定出现异常值的原因,经充分论证后对数据进行剔除或修正,并保留过程记录。

### 9.2 试爆数据分析

将相同地形、地质及爆破条件下测得的振动速度峰值、监测点距离、振动速度峰值时刻对应的单段爆破药量,按以下公式采用最小二乘法回归计算,求得  $K$ 、 $\alpha$  值:

$$V = K \left( \frac{R}{\sqrt[3]{Q}} \right)^{-\alpha}$$

式中:  $V$ ——监测点的质点振动速度,  $\text{cm/s}$ ;

$Q$ ——爆破药量,齐发爆破时为总药量,延时爆破时为对应于  $V$  值时刻起爆的单段药量,  $\text{kg}$ ;

$R$ ——监测点至爆源的距离,  $\text{m}$ ;

$K$ 、 $\alpha$ ——与爆源至监测点间的地形、地质条件有关的系数和衰减指数,应通过现场试验确定。

——应对回归计算结果进行相关性检验。

——实测数据不能满足爆破振动衰减规律计算条件时,不应进行统计分析。

### 9.3 爆破衰减系数与指数的回归分析

1) 试爆结束后,爆破施工单位依据试爆结果,对爆破总药量和最大单响药量进行调整,爆破监测单位应收集每一次的振动监测数据进行回归分析,不断优化爆破衰减系数  $K$  与指数  $\alpha$ 。

2) 根据 9.1 款对异常值进行原因分析,确定是否将异常值剔除。

3) 将实测速度峰值以及对应于实测速度峰值时刻起爆的单段药量、距离按图 9.3-1 绘制成图。

4) 拟采用的  $K$ 、 $\alpha$  值反算出的振动速度大于实测速度的样本点数不应低于总样本点数的 90%,对于国家重点工程,此值应为 100%。

5) 加速度的回归分析可参照速度进行。

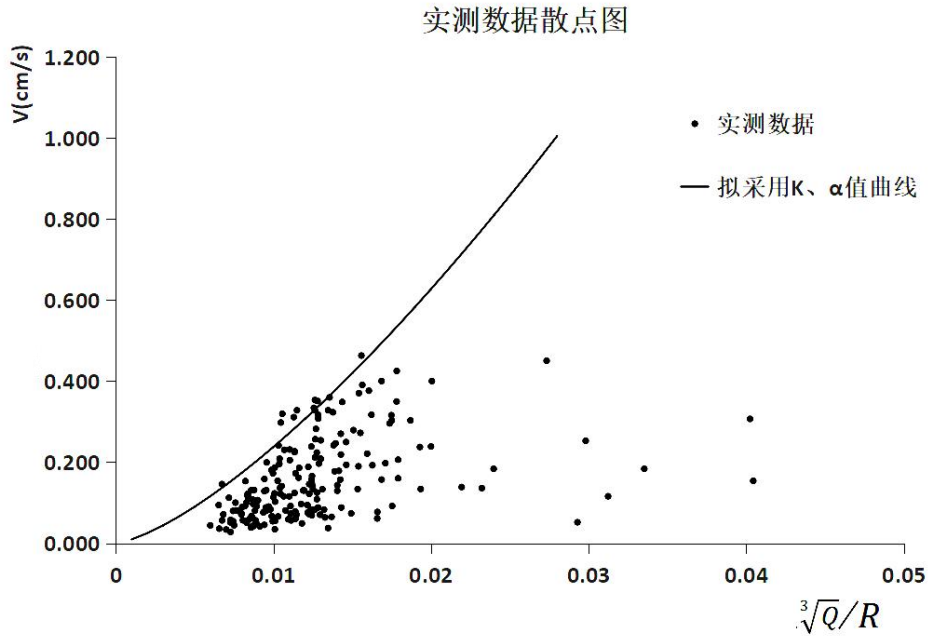


图 9.3-1 实测数据

## 10 监测报告

### 10.1 试爆报告

试验爆破振动监测工作完成后应及时提交试验爆破振动监测报告，报告应包括但不限于下列内容：

- 1) 工程概况、地质条件；
- 2) 监测目的和内容；
- 3) 爆破类型、爆破参数；
- 4) 各监测点的布置情况；
- 5) 分析爆破振动衰减规律；
- 6) 提出适宜的  $K$ 、 $\alpha$  值。

### 10.2 日报告

当日现场监测工作完成后应及时提交监测结果日报告，报告格式可参考附录表 A，报告应包括但不限于下列内容：

- 1) 监测内容、监测时间、地点、人员；
- 2) 爆破类型、爆破参数；
- 3) 监测点布设位置、距爆源距离；
- 4) 监测点的监测结果及安全允许标准；
- 5) 仪器采集和记录的原始或分析波形图。

### 10.3 月报告

每月末提交监测结果月报告，报告应包括下列内容：

- 1) 当月爆破炮次与爆破参数统计；
- 2) 当月监测点布置情况统计；
- 3) 当月仪器采集和记录的原始或分析波形图汇总；
- 4) 当月监测结果及分布范围统计；
- 5) 当月爆破施工对保护对象的安全影响评价；
- 6) 对后续爆破设计和施工的优化反馈。

### 10.4 总结报告

所有现场监测工作完成后应及时提交监测总结报告，报告应包括但不限于下列内容：

- 1) 工程概况、地质条件；
- 2) 监测目的和内容、各监测点的安全允许标准；
- 3) 监测点布置、测试系统及其性能指标；
- 4) 实测波形图及其处理方法；
- 5) 爆破参数统计、监测结果及分析；
- 6) 爆破施工对保护对象的安全影响评价。

附录 A (资料性) 爆破振动监测日报表

爆破振动监测日报表

XXXXX 工程/项目爆破振动监测日报							
编号:		监测时间:			天气:		
爆破施工设计表编号:				爆破类型:			
中心坐标		X:			Y:		
装药孔数:		孔径:			平均孔深:		
总药量 (kg)		最大单孔药量 (kg)		最大段起爆药量 (kg)		炸药单耗 (kg/m <sup>3</sup> )	
爆破振动监测结果							
点号	监测点位置	距离 (m)	方向	峰值	频率	安全允许标准	是否超过安全允标准
1			水平径向				
			水平切向				
			垂直向				
2			水平径向				
			水平切向				
			垂直向				
3			水平径向				
			水平切向				
			垂直向				
4			水平径向				
			水平切向				
			垂直向				
监测结果: <div style="text-align: right; margin-top: 100px;">                         监测单位名称                          年 月 日                     </div>							

附录 B（资料性）仪器维护记录表

仪器维护记录表

项目名称:		检查日期:		检查人员:	
仪器名称	仪器编号	检查结果	存在问题	整改措施	备注
		正常 <input type="checkbox"/> 异常 <input type="checkbox"/>			
		正常 <input type="checkbox"/> 异常 <input type="checkbox"/>			
		正常 <input type="checkbox"/> 异常 <input type="checkbox"/>			
		正常 <input type="checkbox"/> 异常 <input type="checkbox"/>			
		正常 <input type="checkbox"/> 异常 <input type="checkbox"/>			
		正常 <input type="checkbox"/> 异常 <input type="checkbox"/>			
		正常 <input type="checkbox"/> 异常 <input type="checkbox"/>			
		正常 <input type="checkbox"/> 异常 <input type="checkbox"/>			
		正常 <input type="checkbox"/> 异常 <input type="checkbox"/>			
		正常 <input type="checkbox"/> 异常 <input type="checkbox"/>			
		正常 <input type="checkbox"/> 异常 <input type="checkbox"/>			
		正常 <input type="checkbox"/> 异常 <input type="checkbox"/>			
		正常 <input type="checkbox"/> 异常 <input type="checkbox"/>			
		正常 <input type="checkbox"/> 异常 <input type="checkbox"/>			
		正常 <input type="checkbox"/> 异常 <input type="checkbox"/>			
		正常 <input type="checkbox"/> 异常 <input type="checkbox"/>			
		正常 <input type="checkbox"/> 异常 <input type="checkbox"/>			
		正常 <input type="checkbox"/> 异常 <input type="checkbox"/>			
		正常 <input type="checkbox"/> 异常 <input type="checkbox"/>			
		正常 <input type="checkbox"/> 异常 <input type="checkbox"/>			
		正常 <input type="checkbox"/> 异常 <input type="checkbox"/>			
		正常 <input type="checkbox"/> 异常 <input type="checkbox"/>			
		正常 <input type="checkbox"/> 异常 <input type="checkbox"/>			
		正常 <input type="checkbox"/> 异常 <input type="checkbox"/>			
		正常 <input type="checkbox"/> 异常 <input type="checkbox"/>			

附录 c (资料性) 爆破振动监测记录表

爆破振动监测记录表

项目名称:

序号	监测点号	监测日期	仪器是否正常	备注
1				
2				
3				
4				
5				

## 本规范用词说明

- 1 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”。



## 条文说明

**7.1.6** 在运行核设施可能因机械振动而导致主体结构自身存在较大振动，这种振动幅值有可能超过控制阈值而导致测振仪无法监测到爆破振动影响，故监测传感器可布置在距离震源最近一侧自由场上。当监测点布置在自由场上时，应充分考察监测点周边环境是否存在干扰源，监测点下方是否存在空洞、管沟、电缆等，必要时可采用相应的探测方法对下方的地质情况进行判断，保证监测到的振动数据真实可靠。

### 9.3 爆破衰减系数与指数的回归分析

本条主要针对正式爆破施工时进行的回归分析。因场地地形、地质条件变化比较大，衰减系数  $K$  与指数  $\alpha$  并非定值。同一次爆破的不同方向， $K$  与  $\alpha$  也不尽相同。当使用拟采用的  $K$ 、 $\alpha$  值计算出的最大段药量进行爆破时，为了避免实测的振动速度或加速度峰值超过安全允许标准，故规定拟采用的  $K$ 、 $\alpha$  值计算出的振动速度大于实测速度的样本点数不应小于总样本点数的 **90%**，此值可根据项目本身的重要程度进行调整，但不宜低于 **90%**。当某一方向的地形、地质条件相对单一时，可单独对这一方向进行回归分析，或者按相似地形、地质条件进行回归分析。