

# 《爆破振动监测技术规范》(T/CSEB 0008-2019)解读文件

中国爆破行业协会标准化技术委员会

2020年4月9日

为促进我国爆破行业技术进步和安全、健康可持续发展，中国爆破行业协会发布了《爆破振动监测技术规范》(T/CSEB 0008-2019)，该标准已于2019年12月30日正式实施。该标准的发布实施，必将对加强爆破振动危害效应监测、规范爆破振动测试行为、促进爆破行业技术进步，保证爆破本质安全与公共安全起到积极作用。

## 一、编制目的与意义

为加强爆破作业安全监管，规范爆破振动效应监测，降低爆破振动危害影响，提高爆破本质安全和社会公共安全，促进爆破技术进步与科学发展，编制了本标准。

编制的目的和意义：

- (1) 实现与相关法律、法规和标准的统一；
- (2) 实现与国家强制性标准《爆破安全规程》(GB 6722)的相关规定(条款)的紧密衔接；
- (3) 为爆破振动监测单位提供详细、可操作的技术标准，促进行业健康可持续发展。

## 二、编制依据与原则

### 1.编制依据

(1) 《民用爆炸物品安全管理条例》(国务院令第466号)、《爆破安全规程》(GB 6722-2014)和《爆破作业项目管理要求》(GA 991-2012)等有关规定。

(2) 水电、铁路和地方省市等有关爆破振动测试方面的标准，国外相关标准，以及国内外有关爆破振动测试和评价的研究成果。

(3) 现行国家和行业的相关法律、法规和规章制度。

## 2.编制原则

(1) **先进性原则**。瞄准爆破行业发展的前沿，促进爆破测振工作向规范化、数字化和信息化方向发展，建设“远程测振系统”和配套的测振数据库，实现爆破测振数据规范化管理。

(2) **共享性原则**。引进数据共享概念和原则，引导全行业测振技术人员为爆破行业的理论研究和科技发展采集数据、保管数据、使用数据，逐步消灭当前测振行业普遍存在的“信息孤岛”现象。

(3) **诚信性原则**。在全社会开展“讲诚信”的形势下，本标准要引导爆破测振人员在采集数据、储存数据、使用数据中遵守诚实守信原则。本标准提出测振单位向业主、监理、监管部门提供的数据要能够被追溯，不能被人为篡改，培养测振单位和人员的诚实守信的工作作风。

(4) **实用性原则**。本标准坚持实用原则，无论是“爆破振动监测设计”、“测振仪器安装”、“数据处理分析”、“监测报告编写”都尽量简单实用、易于掌握。

(5) **连贯性原则**。本标准的编制坚持承上启下原则。本标准与现有的国家标准、行业标准、地方标准自然衔接，本标准不能与其他相关标准产生对立或者断崖式的脱节，保持技术的一致性、连贯性。

## 三、标准内容与解释

为便于了解与掌握编制情况，本标准按内容分为基本原则、监测设计、现场监测、数据处理与分析、报告编制、仪器要求、仪器的标定与校准等

内容。

标准在前言部分介绍了标准的起草规则、提出单位、归口部门、主要起草单位和起草人等。

本标准按照 GB/T1.1-2009 给出的规则起草，本标准在编制过程中多次公开征求意见，经过反复论证和修改，最终发布了现行版本。

## **四、标准条文说明**

### **1 范围**

本标准规定了爆破振动监测的基本原则、监测设计、现场监测、数据处理与分析、报告编制、仪器要求、仪器的标定与校准等内容。

本标准适用于各种民用爆破工程第三方振动监测工作，其他振动监测工作可参照执行。

### **3 术语与定义**

本标准中的术语和定义共 11 条，对在实际中已规范使用的定义和术语原则上直接适用，其中根据本标准需要使用，为推进爆破振动监测新技术的发展，标准中提出了两个新的术语与定义：

#### **3.9 远程测振系统 remote measurement system of blasting vibration**

将现场实测的爆破振动数据及时远程上传，并对数据进行分析处理的爆破振动测试系统。

该系统的数据库可作为爆破专业测振数据库；

#### **3.11 远程数据处理 remote data processing**

通过网络对测振仪器采集的数据进行分析和处理。

## **4 基本原则**

4.1 爆破振动监测应由有资质的第三方实施，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。

第三方是指与爆破施工方和爆破项目发包方无关联的单位,若保护对象在 GB 6722 或行业、地方标准中都没提出安全允许标准,可由业主方、专家会议或安全评估方提出爆破振动安全允许值。

4.2 D 级及以上爆破工程应根据安全评估结论确定是否进行爆破振动监测,监测数据宜输入爆破专业测振数据库,满足可追溯要求。

监测频次和要求都可在安全评估报告中提出。为方便爆破测振相关单位使用远程测振系统中的数据,有关单位研发了“爆破测振云服务平台”,既满足全国爆破测振单位上传测振数据,也满足爆破施工单位、监理单位、建设单位和其他相关单位上平台查询与自己有关的爆破项目振动监测数据(可以通过手机 APP 查询);此外,公安机关、行业管理部门可按照属地管理的原则查询本辖区爆破振动监测数据,可将爆破振动监测数据发送到相关主管人员的手机上,平台能够对超过标准要求的测振数据进行示警,也可以把超标数据推送到相关人员手机 APP 上。为满足全国研究、教学单位专家学者查询相关爆破测振数据,凡是开放的数据或者资料,可以借助平台向数据上传单位索取。

4.3 爆破振动监测项目应根据工程性质、爆破规模、地形地质条件、环境及保护对象重要性等因素,设置必要的监测项目,进行跟踪监测。

监测项目包括振动速度、加速度,测点数和测点位置等,还要确定是进行一次性监测还是每炮都需跟踪监测。

4.4 测振仪器的选择与安装应满足工程要求,测振仪器应根据地质、地形条件合理安放,监测点应合理布置。

爆破振动监测方案中需要论证:所选择的测振仪器型号和数量应满足监测目的和要求;根据地质、地形条件和被保护对象的实际情况,科学、合理地布置监测点,绘制测点布置图,并合理安放测振仪。

4.5 实施爆破振动监测之前，监测单位应编制爆破振动监测设计方案。

监测方案应有编制人、审核人和批准人签字，单位盖章。

4.6 承担爆破振动监测任务的单位和人员应符合下列条件：

——持有《计量认证证书》，监测范围应包括爆破振动监测相关项目；

——监测项目技术负责人员应持有《爆破作业人员许可证》和《爆破振动测试人员资格证》，监测员应持有《爆破振动测试人员资格证》；

——所使用的测试系统应满足国家计量法规的要求。

有些单位虽有《计量认证证书》，但在监测范围中没有爆破振动监测项目，这就不符合要求。监测项目技术负责人员要持有双证书，避免不懂爆破的人员负责爆破振动监测工作，因为爆破振动分析评价必须由爆破专业人员完成。所使用的测试系统有标定/校准证书。

4.7 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。

现场显示的数据需要当场记录，实时远程传输数据，便于可追溯。

4.8 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简报。

监测简报的格式见附录 D，监测项目结束后还应提交完整的监测报告。

4.9 对于重大爆破工程，应进行爆破振动监测并提供爆破振动监测报告，在监测前应对周边环境等进行专项宏观调查。宏观调查记录表格式见附录 A 表 A.1。

宏观调查的目的是为了能够对被保护目标爆破前后状态进行对比，以便更准确地判定爆破振动对保护物的影响情况。

## **5 爆破振动监测设计**

### **5.1 一般规定**

5.1.1 监测设计前期工作要求：

——收集爆破设计和现场施工技术资料、爆区和监测对象所在地的地形地质及其他监测资料等；

——依据爆破工程施工具体情况，确定监测目的及监测项目；

——进行必要的实地勘察。

开展现场爆破监测前，应进行爆破监测设计。爆破监测设计需针对具体的爆破设计方案和施工总体安排及布置，爆区周围环境及需保护的對象。因此，需收集上述资料，分析爆破可能产生的危害及影响范围，来确定监测目的和监测项目。一般情况，可移动的物体和人员、动物、植物可不作为保护对象，但养殖场无法搬迁时，其中的动物需作为保护对象。

5.1.2 爆破振动监测设计应包含以下内容：监测项目、监测目的、监测断面及监测点布置、测振仪器数量及性能、监测实施进度、预期成果等。

监测项目包括在什么部位进行质点振动速度、加速度等监测；监测目的是科学判断爆破振动是否会对保护对象造成危害；监测断面及测点布置：分析哪些部位需布置监测断面，是否需要设置重点监测断面，根据保护对象设置监测点，当监测对象较多时，可进行归类选择有代表性的保护对象设置监测点，必要时设置几个随机测点；测振仪器数量根据测点布置选择，一般可为需同时监测点数的 110%；设备的性能应满足监测量的要求，主要是传感器的频响要符合要求，如地震台用于地震测量的传感器其频响为 0.5~20Hz 时，不能用于深孔爆破振动监测，具体可参考正文 9.3 条表 1 被测物理量的频率范围选择相应的传感器；监测实施进度参考爆破施工进度确定，以及监测简报、监测报告提交时间等；预期成果为监测报告。

5.1.3 保护对象以加速度或位移为安全允许控制指标时，应监测爆破振动加速度或位移。

监测项目一般为质点振动速度，但核电站设备有时以加速度作为安全允许控制指标，需设置加速度测点；高楼、大跨度桥梁有时以位移作为安全允许控制标准，需布置位移测点。

5.1.4 在新浇混凝土等特殊保护对象附近进行爆破作业时，应在保护对象距爆区最近点布置监测点。

一般情况下距离爆区越近，实测爆破振动值越大，新浇混凝土或居民楼等保护对象占地面积较大，所以在保护对象距爆区最近点实测到的振动值也最大，该点实测值小于爆破振动允许值就能确保保护对象安全。

5.1.5 当需要了解和掌握爆破振动传播衰减规律时，监测点应布置在具有代表性的重点监测断面上，同次监测点不应少于 5 个。

同一次爆破沿不同方向的爆破振动传播规律是不同的，如前冲向、后冲向或侧向，统计出的  $k$  各向不同，如果各传播方向的地形地质条件差别也很大时，衰减指数  $\alpha$  也有一定差异，因此，需针对保护对象所处方向布置测点。针对一次性监测时，为满足统计分析的可靠性要求，同次监测布置的测点应不少于 5 个。如果同一类试验可以做多次监测时，周围环境又不宜布置多个测点，也可适当减少，但总的统计数据组数应大于 5。

5.1.6 拆除及城镇爆破时，监测点布置在被测对象距离爆区最近一侧的地基表面上或特定的部位，其他爆破振动监测应根据工程要求、地质条件、爆破类型及委托单位要求确定监测点。

布置原因与 5.1.4 中大体积新浇混凝土相同，特定部位是指地基圈梁上。对高楼监测时，一般在一楼、顶楼及中部楼层同一水平坐标部位布置测点。

5.1.7 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：

- 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；
- 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；
- 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。

拆除及城镇爆破周围环境复杂，监测设计前应进行环境调查，一般要求周围水、电、气、交通等部门提出需保护的對象，依据爆破安全评估报

告提出监测方案，多方协商一致后确认监测点。本条款参考《爆破安全规程》（GB 6722）有关爆破分级管理规定，确定监测对象应依据监测对象的等级（如国家一、二级、三级或省级文物，建筑物的重要性等）以及距离爆区的范围。5.1.6 条明确规定的测点是必须布置的测点，监测人员也可依据爆破规模以及需保护对象的特点增加监测点，如向家坝水电站开挖爆破安全监测时，由于特殊的地质条件导致爆破振动衰减慢，且在远区振动频率低，长期持续爆破，对人们的生活影响大，监测单位在距离爆区 800m 以外的居民生活区以及医院均布置了测点进行了持续数年的在线监测。

5.1.8 监测频次应符合以下规定：

——一次性爆破监测，各监测断面应同时监测；

——长期爆破监测，重点监测断面应每月监测 1 次以上，至少 1 个代表性监测点每次爆破必测；

——按 5.1.7 条规定进行的爆破振动监测，其监测点数和监测频次应符合爆破安全评估报告要求。

条款规定的是最少监测次数，对于民房等敏感对象的爆破振动宜每次爆破都监测振动；对于爆破振动对边坡影响之类的监测，除满足本条规定外，当爆破部位或爆破规模发生变化时应增加监测频次。

## 5.2 露天爆破振动监测

5.2.1 露天爆破除按 5.1.7 规定进行质点振动监测外，还应对高边坡和建（构）筑物深基坑开挖进行爆破振动监测。

存在高边坡或深基坑时，应在边坡马道或深基坑边墙上布置测点进行振动监测。

5.2.2 高边坡和建（构）筑物深基坑开挖爆破振动监测断面及监测点布置，应遵循以下原则：

——根据工程具体情况设置重点监测断面和随机监测断面；

——重点监测断面应布置表面监测点，必要时还应布置内部监测点；



——随机监测断面应布置表面质点振动速度监测点。

本条给出了监测布置的原则，重点监测断面是固定的，一般布置在静态监测断面附近，便于综合分析。表面测点一般布置在边坡的马道上，内部测点需钻孔预埋，预埋时应注意孔内填塞材料的声阻抗宜与岩体的声阻抗一致。

5.2.4 高边坡和建（构）筑物基坑开挖爆破，每个监测断面不少于 3 个监测点，应布置在不同高程上。当有马道或平台时，监测点可布置在内侧坡角处。

爆破振动监测测点大多是布置在地表，如高边坡在开挖初期，未形成马道或马道数量少于 3 个时，测点只能在爆区以上山坡布置，无条件时布置 2 个也可。高边坡开挖爆破一般以紧邻爆区上一层马道处或距离爆区 10m 处的实测值是否超限来进行边坡安全性评价，因此，有条件时应在紧邻爆区的上一层马道内侧布置测点（一般马道内侧值小于外侧值，且稳定性较好）。在不同高程布置 3 个测点，累积实测数据，进行回归分析，可对爆破振动衰减情况进行预报，指导下次爆破设计，此外，当边坡达到一定高度时，可能存在放大效应，宜在不同高程布置多个测点进行同步监测。

### 5.3 地下爆破振动监测

5.3.1 地下大型洞室开挖和隧道掘进，应进行爆破振动监测设计，可能危及附近建（构）筑物安全时还应按 5.1.7 的规定进行质点振动速度监测。

一般认为地下工程开挖爆破对洞外影响不大，实际上地下开挖爆破相当于内部药包爆破，同样药量条件下，其爆破振动峰值大、衰减慢，特别是城市地铁隧洞开挖，一般为浅埋隧洞，应对爆破开挖全线按 5.1.7 条规定布置测点。

5.3.2 地下大型洞室开挖爆破应设置 1~2 个监测断面，且每一监测断面不少于 3 个监测点。监测点布置在边墙或顶板上，最近监测点布置在距爆区边沿 10m 范围内。

地下大型洞室一般指水电站地下厂房，交通地下车站，石油地下洞库，

开挖规模较大，存在高边墙，且是分层开挖，如水电站地下厂房开挖至少分 7 层，下层开挖时需监测对上层边墙及顶拱的影响。监测断面上至少应在顶拱设置一个预埋测点，只要开挖到监测断面附近时，就进行监测。地下开挖时规定爆破振动控制标准为距离爆区 10m 处，因此，规定最近监测点布置在距离爆区边沿 10m 范围。每一断面布置 3 个以上测点时，可在距离爆区不同位置布置测点，便于回归分析，为爆破设计振动控制提供参考。

5.3.3 隧道或井巷掘进时，应在施工初期测试 2~3 次。当地质条件有较大变化时，增加测试次数，每次测试不少于 3 个监测点。

一般整条隧道和井巷开挖断面变化不大，在施工初期进行 2~3 次监测，进行统计分析，即可获得爆破振动衰减规律，指导爆破设计时的爆破振动控制。当地质条件有较大变化、或开挖方式发生较大变化、或开挖断面发生变化、或埋深发生较大变化时，应及时监测 2~3 次，重新统计分析爆破振动衰减规律。

5.3.4 浅埋隧道掘进除按 5.1.7 的规定进行爆破振动监测外，还应在地表一定范围内布置不少于 5 个监测点，以确定爆破振动传播衰减规律。

测试地下开挖在地表的爆破振动传播规律，一般第 1 个测点布置在爆区的正上方附近，随后沿测线按指数规律，近密远疏布置，测线方向为重点保护对象方向；当开挖沿线四周均有大量保护对象时，至少布置 2 条测线，一条沿洞轴线方向，一条垂直于洞轴线方向。在监测过程中，应定期补充监测数据，对爆破振动衰减规律进行修正。当实测到沿洞轴线方向和垂直于洞轴线方向的爆破振动衰减规律相差较大时，宜利于监测数据统计分析不同方向的爆破振动传播规律，如与洞轴成 45° 夹角方向等。

5.3.5 洞室或隧道间距小于 1.5 倍平均洞径的相邻洞爆破时，应在邻洞布置 2~3 个监测断面，每个监测断面不少于 3 个监测点。当地质条件有较大变化时应增加监测

断面，每个监测断面应监测不少于 3 次。

如石油洞库和水电站引水隧道均存在相邻洞开挖问题，相邻洞一般是平行的，一般在刚进洞（1~2 倍洞径）时布置一个监测断面，开挖到洞长一半时再布置一个监测断面，必要时在出口附近或地质条件变化较大的部位再布置一个监测断面。监测断面上的 3 个测点一般布置在邻洞洞壁上，具体为洞脚、洞壁上且距底板 1/3 洞高处以及洞拱肩。一般固定监测断面及测点，在邻洞开挖至监测断面前 1 个循环进尺时开始监测，连续测 3 次。

#### **5.4 水下爆破振动监测**

5.4.1 水下爆破对附近建（构）筑物可能产生安全影响时，应按 5.1.7 的规定进行爆破振动监测。

按 5.1.7 的要求查找爆区附近是否有需保护物，值得提醒的是同样药量条件下，水下爆破较陆地爆破产生的振动要大数倍，虽然，水下爆破一次药量不大，但其爆破振动影响不能忽视。

5.4.2 水下爆破对附近岸坡可能产生安全影响时，应对水工或港工建（构）筑物进行爆破振动监测。

《中华人民共和国水法》明确规定“在水工程保护范围内，禁止从事影响水工程运行和危害水工程安全的爆破、打井、采石、取土等活动。”因此，在水工程保护范围内进行爆破时应报相关部门批准，并按管理方要求布置测点。同样，在港口附近进行爆破时，也得获得港口管理方的批准，并对管理方提出的保护对象进行振动监测。

5.4.3 岩塞爆破和围堰拆除爆破时，应根据需要对被保护物的重要部位进行爆破振动监测。

岩塞爆破和围堰拆除爆破规模一般较大，需进行专门的爆破有害效应监测，振动监测仅仅是其中的一部分，可参照相关的行业标准进行测点布置。一般测点布置在临近的水工建筑物、边坡或洞室上，此外还得按 5.1.7

的要求对附近文物、民房等重点保护对象进行监测。

## **5.5 拆除及城镇浅孔爆破振动监测**

5.5.2 监测点应布置在距爆区最近一侧的被监测对象的地基表面上及振动响应灵敏的部位。

拆除及城镇爆破时，监测点布置在被测对象距离爆区最近一侧的地基表面上的原因与 5.1.4 中大体积新浇混凝土相同，振动响应灵敏的部位一般为建筑物短轴方向，或高楼的顶部。

## **5.6 其他爆破振动监测**

特种爆破与其他爆破工程应根据需要按 5.1.7 的规定进行质点振动速度监测。

依据《爆破安全规程》（GB 6722），特种爆破是指爆炸加工、石油勘探等。爆炸加工一般是在固定的厂区进行爆破，由于一次爆破规模大且大多为裸露药包爆破，爆破影响也较大，如四川某爆炸加工企业进行爆炸加工时，距离爆区数百米外的水库管理单位提出异议，后经过爆破振动监测，给出最大单段起爆药量，使得生产顺利进行。石油勘探属内部药包爆破，其爆破振动衰减较露天爆破慢，特别是在居民区附近进行勘探时，需对爆破振动进行监测，确定合理的起爆药量及爆点。

# **6 爆破振动现场监测**

## **6.1 现场监测原则**

6.1.1 按爆破振动监测设计要求布置监测点，统一编号并绘制监测点布置图。

监测的基本要求，除统一编号和绘制监测点布置图外，还宜对监测点进行拍照。

6.1.2 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。

现在监测传感器均为三向传感器，只有同时监测三个方向的振动，才能知道测点的真实速度。

6.1.3 测振仪器应安放在建（构）筑物的基础表面上。在地质条件发生突跃变化的地方（如断层等），应在突跃变化的两边分别布置测振仪器。监测点具体位置：

——被测对象为建（构）筑物时，监测点宜布置在建（构）筑物距爆区最近侧的地基表面上；

——被测对象为边坡时，最近监测点宜布置在距爆区最近的马道内侧坡脚；

——被测对象为相邻洞时，最近监测点宜布置在邻洞距爆区最近的洞壁上且距底板 1/3 洞高处；

——被测对象为本洞时，最近监测点宜布置在本洞距爆区 2 倍洞径的洞壁上且距底板 1/3 洞高处。

本条规定了测点的具体位置，同样的测点位置，才有可比性。在断层处监测时，一般在断层两侧分别布置测点，监测两侧质点振动值的差异，如果差异较大时，应通知相关部门。

6.1.4 当需分析爆破振动传播规律时，应先选择代表性监测断面，并使每一监测点至爆源的距离按近密远疏的对数规律布置，每一次监测取得的有效数据应不少于 5 个。监测点布置范围应大于最近一个监测点到爆心距离的 1 个数量级。

测试爆破振动传播规律时的测点布置要求，进行回归分析有效数据至少要 5 组，如果可以进行多次爆破监测时，可将多次测试数据统一分析。如果只能测试一次时，建议测点数至少 6 个。测点布置距离范围应有一个数量级的差异，例如第一个测点距离爆区为 10m 时，则最远测点至少大于 100m。

## 6.2 测振仪器安装

6.2.1 安装前，应对监测点及传感器进行统一编号，确定传感器的 X 方向为水平径向，Y 方向为水平切向，Z 方向为垂直向。

对应于 6.1.1 的统一编号，现场不能随意更改。实际现场布置时，水平向难以满足该条件，但必须记录好实际的传感器布置方向，如监测对象为房屋时，记录 X 方向为房屋的长轴方向还是短轴方向等，但 Z 方向不

能变，且偏差应在允许范围内。

6.2.2 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。

——传感器安放在岩石表面时，应清理干净岩石表面，并使之与传感器形成紧密（刚性）连接；

——传感器安放在岩体内部时，应采用与被测介质波阻抗一致的材料充填密实传感器周围的空间；

——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。

传感器的安装要求，如果传感器发生松动或滑动，则测试不到真实的振动值。在岩体、混凝土等固体介质表面布置传感器时，一般采用石膏进行粘结。要注意观察不能将传感器安装在孤石表面。孔内预埋传感器时，一般采用与被测介质波阻抗一致的材料充填密实，以前采用金刚砂加水泥。在土层或砂基上布置传感器时，可能传感器自带螺杆，插入地基中，保证传感器与基础紧密连接。

6.2.3 在测振仪器安装过程中，应严格控制每一监测点不同方向的测振仪器安装角度，水平径向和水平切向应使用地质罗盘测定，误差 $\pm 3^\circ$ 以内。

按设计要求布置传感器，在监测具体的保护对象时，可将被测对象作为参考物记录测点布置方向，如 X 向为房屋短轴方向、洞轴向等。当测试爆破振动传播规律时，应按 X 方向为水平径向，Y 方向为水平切向，Z 方向为垂直向布置传感器，并且要记录各方向的角度。

6.2.4 布置在爆破警戒区内的测振仪器应进行必要的安全防护。

为保证仪器的安全，由于爆破警戒区的传感器有被飞石击中的可能，需对传感器和测振仪进行专门的覆盖防护。

### 6.3 现场监测规定

6.3.1 应收集地形地质资料、保护对象资料，爆破规模、爆破方式、孔网参数、单段起爆药量、起爆顺序及起爆网路等爆破参数。

本条要求收集的资料可以从爆破设计中获得,但实际工程中受条件的限制,可能实际钻孔的孔网参数、前排抵抗线等设计有所不同,同样装药及堵塞也有可能与设计有差异,有条件时可安排专人到现场收集,或从爆破监理部门获得。

#### 6.3.2 应测量确定各测点的三维坐标。

测量测点的三维坐标,可以获得测点距爆心的距离,为爆破振动传播规律回归分析提供真实有效数据。

6.3.3 合理选择自触发设定值,设置的量程、记录时间及采样频率等,应满足工程测振要求。

爆破测振仪可以预置自动触发值,即大于预置值时,设备开始自动记录,如果预置值高于实测值峰值时,则不能记录到爆破时的振动波形,如果预置值设置得太低时,测点周围人员、机械活动、甚至场地脉动都可能导致记录仪自动记录,无用波形记录太多,占用了设备内存,甚至可能导致不能记录到需要记录的爆破波形。随着设备内存的不断增大,有的设备甚至可以实现数天在线监测,此时,自动触发值越低越好,但需记录好爆破时间,便于后期波形分析。

6.3.4 应依据记录设备电源的待机时间,合理选择开机时间;有远程控制的测振仪器可根据爆破程序设置开机指令。

此条与 6.3.3 相同,早期设备内存小,如果开机早,误触发测试数据已占满内存,使得该测的振动数据无法记录,最关键还是记录设备电源待机时间有限,所以,尽量将开机时间设置在起爆前的几十分钟、甚至几分钟。一般,在确保不发生误触发条件下,预置的待机时间大于电池可使用时间的 1/2。现在随着记录设备的内存、电池容量不断增大,一般来说,开机时间只要早于起爆时间即可,但实际工作中有部分设备随着使用时间

增长或天气寒冷，其电源的待机时间缩短，应定期检查或更换。

6.3.5 监测爆破振动波传播速度时，应采用同步触发装置，使多个监测点的测振仪器同步记录。

监测爆破振动波传播速度，可以获得爆破地震波在固体介质中的传播速度。由于地震波传播速度达数千米/秒，而测点距离仅几十米最多数百米，即使采用同一计算机设置记录设备的时间，毫秒级的时间误差，可使实测值误差达 10% 以上，因此，需采用同步触发装置使多个监测点的测振仪同步记录。

6.3.7 监测原始记录应完整，并应包括与监测项目相关的内容。

监测原始记录包括 6.3.1 条规定的内容以及实测原始波形。

## 7 数据处理与分析

7.1 监测数据上传测振数据库的格式应统一，数据上传格式（数据接口文件）满足测振数据库的要求。

今后所有爆破振动测试仪都必须有监测数据自动上传至云数据库的功能，为此测振数据库的格式应统一。

7.3 应根据原始波形的特征，分析判定记录波形中可能出现的异常数据并找出原因，给予必要的处理。

由于在进行测试量峰值判读过程中，受信号干扰或仪器安放等多种因素影响，可能出现数据异常情况。要根据原始波形的特征和实际的爆破参数综合查找原因。

7.4 应采用统计回归分析法给出振动速度的衰减规律，并随监测资料的累积适时修正。

在进行爆破振动速度衰减规律的回归分析过程中，需注意以下几点：

① 近距离的分段延时爆破，振动波形可读出多个振动峰值及对应的时间，根据振动峰值的时间可判别不同段别的爆破药量对应振动峰值，据此能判



读更多爆破振动数据信息；②对回归计算结果应进行相关性检验，若相关性差不符合统计规律，大部分原因是统计的药量和距离误差过大，或统计的数据点地质条件有较大变化，应随时统计分析，发现问题及时寻找原因，不能随意将所有监测数据合并进行统计分析；③隧道开挖爆破的掏槽孔、底板孔、周边孔、扩槽孔爆破振动衰减参数会有较大差别，一般情况下掏槽孔爆破振动最大，周边孔爆破振动最小，掏槽孔和周边孔爆破的振动衰减参数宜分别进行单独计算。

7.6 应根据测得的数据，对爆破振动衰减规律进行如下分析。

统计回归分析的距离数据点宜尽量符合：最大距离与最小距离的比值大于 10。另外要注意：露天钻孔爆破采用逐孔毫秒延时起爆网路时，某些炮孔起爆间隔时差很短，产生的爆破振动可能会发生叠加，计算爆破振动值需要确定单段爆破最大药量，鉴于估算值应偏于安全和保守，则建议当炮孔间的延时时差小于 15ms 时，按同段位炮孔计算单段爆破药量和评价爆破振动安全性。

## 8 监测报告编写

(1) 爆破振动监测报告按统一格式编写有利于规范化管理，同时才能保证记录内容齐全，达到可追溯的效果。

(2) 爆破振动监测报告封面应加盖 CMA 编号章才具有法律效力。

(3) 有些项目不仅需要知道爆破振动强度和衰减情况，还要评估爆破振动对环境产生的安全影响程度，则需要进一步提供“爆破振动安全评估报告”，“爆破振动安全评估报告”的内容应在监测报告的基础上，增加波形(数据)的处理、安全判定标准和分析结果、判定结论与建议等内容。

## 9 测振仪器要求

9.1 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。

**CMC** 标志的意义：计量器具制造企业具备生产计量器具的能力，所生产的计量器具准确度和可靠性等指标符合法制要求。**CPA** 标志是计量器具型式批准证书的专用标志，也是对计量器具新产品的型式是否符合法制要求的一种认可。

9.2 测振仪器防尘防潮应满足 IP65 防护等级，抗高低温应满足 $-30^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ 的监测环境要求。

此防护等级表示产品可以完全防止粉尘进入及可用水冲洗无任何伤害。当仪器处在测试环境温度异常条件下（如低于  $0^{\circ}\text{C}$  或高于  $40^{\circ}\text{C}$ ），应考虑温度漂移的影响。

9.4 测振仪器应具有电子身份标识，该标识应与标定或校准数据一起输入测振数据库，满足测振数据溯源的要求。

为了满足测振数据溯源的要求，规定测振仪器应具有电子身份标识，该标识应与标定或校准数据一起输入爆破专业测振数据库。

## 10 测振仪器的标定与校准

10.1 测振仪器应由具有仪器标定或校准资质的单位按有关规定进行标定/校准。标定周期不超过 1 年。特别重要工程的测试应在用前校准，用后复检。

标定或校准测振仪器的单位应取得计量检定机构的授权证书，并具有标定振动速度或加速度的参数项。测振仪器正常使用情况下，每年标定/校准一次。如果仪器受过强烈冲击、受过损伤或进行过维修等情况，需要重新标定/校准后才能使用。特殊要求的爆破振动监测需事先对监测设备进行统一校准。未经标定/校准或者超出标定/校准有效期的测振仪器不得在第三方测振活动中使用。

10.2 测振仪器在有效标定期内应不少于 1 次期间核查。期间核查应在有效标定

周期 1/2 时间段内或在大型重要工程爆破项目监测前进行。

在标定周期 1/2 时间段应进行一次期间核查或在大型重要爆破振动监测项目前进行一次期间核查。期间核查可采用仪器间比对方法完成，在某一测点同时安放 2~3 台测振仪，对比它们测得的振动波形，分别判读其振动峰值，如果相对各仪器测得平均值的最大误差不超过 10%，认为期间核查合格，否则需要对偏差较大的仪器进行维修或重新标定。

10.4 测振系统标定/校准时应将传感器和记录仪组成的监测系统一同标定/校准，给定系统误差；若单独标定/校准传感器和记录仪，需计算系统误差。

本标准推荐直接标定/校准传感器和记录仪组成的系统误差。

10.5 爆破振动速度传感器标定/校准结果应包含以下内容：

——频响范围：根据工程类型、仪器型号、爆破规模、单段药量、监测点距离综合确定幅值与频率的检定的范围。常规情况下，固定 1cm/s 的幅值，在 5Hz、10Hz、20Hz、40Hz、80Hz、160Hz、315Hz 频率点进行检定，被检传感器输出幅值误差应小于  $\pm 5\%$ ；

考虑到大多数情况下的爆破振动主频在 5~300Hz 范围内，所以标定/校准的频率点选在 5Hz、10Hz、20Hz、40Hz、80Hz、160Hz、315Hz，如果特殊项目的监测频率超出此范围，应专门标定/校准。特别指出，天然地震的监测仪器其频响范围是低频段（一般在 20Hz 以下），所以不适合监测爆破振动。

## 11 标定/校准报告编制

爆破振动测试仪器的标定/校准报告应内容齐全。封面应加盖 CNAS 编号章才具有法律效力。

该标准如在宣贯及执行过程中，发现有需修改、补充和完善之处，请与中国爆破行业协会标准化技术委员会联系。

中国爆破行业协会标准化技术委员会