

中华人民共和国电子行业标准

SJ/T XXXXX—XXXX

芯片生产厂房微振动控制工程技术规范

Technical specification for microvibration control in microchip production plant

(征求意见稿)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

单击或点击此处输入文字。

前 言

本规范根据《工业和信息化部办公厅关于印发 2022 年第一批行业标准制修订和外文版项目计划的通知》（工信厅科函〔2022〕94 号）的要求，由中国电子工程设计院股份有限公司会同有关单位共同编制。

在规范编制过程中，标准编制组经广泛调查研究，充分借鉴实施经验，参考有关国家标准和国外先进标准相关内容，并在广泛征求意见的基础上，编制了本规范。

本规范共分 8 章，主要技术内容包括：总则、术语和符号、基本规定、厂区选址与规划、微振动控制标准、微振动测试与评估、微振动控制设计、微振动控制工程施工质量验收、附录等。

本规范由工业和信息化部负责管理，由工业和信息化部电子工业标准化研究院电子工程标准定额站负责归口管理，由中国电子工程设计院股份有限公司负责具体技术内容的解释。本规范在执行过程中请各单位注意总结经验、积累资料，如发现需要修改和补充之处，请将有关意见建议和相关资料寄送中国电子工程设计院股份有限公司（地址：北京市海淀区西四环北路 160 号玲珑天地；邮编：100142），以供今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人：

主编单位：中国电子工程设计院股份有限公司

参编单位：暂略

主要起草人员：暂略

主要审查人员：

目 录

1 总则..... 1

2 术语和符号..... 2

 2.1 术语.....2

 2.2 符号.....2

3 基本规定..... 4

4 厂区选址与规划..... 5

 4.1 厂区选址.....5

 4.2 厂区规划.....6

5 微振动控制标准..... 7

6 微振动测试与评估..... 10

 6.1 一般规定.....10

 6.2 场地测试与评估.....11

 6.3 竣工测试与评估.....12

 6.4 空态测试与评估.....13

 6.5 动态测试与评估.....13

7 微振动控制设计..... 14

 7.1 一般规定.....14

 7.2 建筑结构.....14

 7.3 动力设备和管道隔振.....16

 7.4 防微振基台.....23

8 微振动控制工程施工质量验收..... 24

附录 A 通用振动标准..... 26

1 总则

1.0.1 为规范芯片生产厂房的微振动控制工程设计、微振动测试及施工质量验收，确保芯片生产的微振动环境要求，并做到技术先进、经济适用、运行可靠，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于新建、改建和扩建的芯片生产厂房微振动控制工程设计、微振动测试及施工质量验收。

1.0.3 芯片生产厂房的微振动控制工程设计、微振动测试及施工质量验收除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 微振动控制 microvibration control

针对影响精密设备正常运行的环境振动采取的控制措施。

2.1.2 常时微动 usual environmental microvibration

除偶发振动外能表征建筑物或场地微振动水平的环境振动。

2.1.3 隔振系统 vibration isolation system

为隔绝外部环境振动和（或）自身振动由隔振对象、隔振台座、隔振装置等组成的体系。

2.1.4 分辨力 resolution

仪器能检出被测信号的最小变化量。

2.1.5 动刚度 dynamic stiffness

产生单位振幅需要的动荷载。

2.1.6 防微振基台 anti-microvibration base

为满足精密设备微振动控制要求，在精密设备安装位置设置的基座平台。

2.1.7 分辨率 resolution ratio

仪器分辨力与满量程的比值。

2.2 符号

2.2.1 计算参数

ζ ——动力设备隔振系统或管道隔振支吊架隔振系统的阻尼比；

ω_0 ——动力设备或管道的运行圆周频率（rad/s）；

ω ——动力设备隔振系统或管道隔振支吊架的固有圆周频率（rad/s）。

2.2.2 其他

T ——传递率；

η ——隔振率；

V ——某个方向多个振源对特征点的振动响应；

$[V]$ ——某个方向特征点的容许振动值。

3 基本规定

3.0.1 生产厂房微振动控制应包括微振动测试和评估、微振动控制设计、施工质量验收等。

【条文说明】芯片生产厂房的微振动控制是一个系统工程，涉及多个专业和多学科交叉。微振动测试包括选址和设计前的场地测试、主体结构竣工后工艺区结构测试、动力设备运行后防微振基台测试、厂房试运行或正式运行后防微振基台测试和监测等；微振动控制设计包括建筑结构微振动控制设计、动力设备和管道隔振设计、精密设备微振动控制设计等；施工质量验收包括动力设备和管道的隔振工程、防微振基台工程验收等。

3.0.2 生产厂房的微振动控制设计应包括以下内容：

- 1 厂区选址与规划；
- 2 建筑结构微振动控制；
- 3 动力设备及管道隔振；
- 4 防微振基台。

3.0.3 生产厂房的微振动测试和评估应包括以下内容：

- 1 场地测试与评估；
- 2 竣工测试与评估；
- 3 空态测试与评估；
- 4 动态测试与评估。

3.0.4 在洁净区内，隔振器、防微振基台的外表面材料性能应满足相应的洁净要求。

3.0.5 对于新建和扩建厂房，应对场地测试和评估后进行微振动控制设计。

3.0.6 对于改建厂房，应对既有厂房结构振动特性、精密设备安装位置进行测试和评估后进行微振动控制设计。

4 厂区选址与规划

4.1 厂区选址

4.1.1 厂区选址应符合国家及地方的总体规划、技术经济指标、环境保护等要求。

【条文说明】厂区选址除应符合国际和地方的总体规划，满足技术经济指标外，还应该注意废水、废气、固体废弃物等处理和排放，避免对周边人群居住或活动环境造成污染与危害。

4.1.2 厂区选址宜符合下列规定：

1 宜选择在地基土较坚硬或基岩埋藏较浅的地区，不宜选择软土、填土或含有软弱夹层等不良地质条件的地区；

2 宜避开强振源、强噪声区域；

3 宜避开已建和已规划的轨道交通、高速公路等邻近区域。

【条文说明】厂区选址时，优先选择地质条件好的地区，例如中硬土、基岩埋深浅的地区，建议避开面积较大厚度较深的软土、淤泥质土、软弱夹层等地区，建议避开振动大、噪声大的区域，远离地铁、高铁、轻轨、高速公路、交通繁忙的公路等，以减小振源通过土体传播的振动影响。

4.1.3 厂区选址时应对场地周围的振源进行充分的调查，并应对拟建厂房进行场地测试和评估。

【条文说明】厂区选址时，根据厂房内精密设备的微振动控制需求，对场地进行踏勘，充分调查周围天然振源、已有振源和规划人工振源情况，例如周围河流湖泊潮汐等天然振源，周围工业厂房是否有较大振动或高幅值低频振动，周边的市政道路、地上和地下轨道交通以及近期和远期的交通规划等等。必要时应该对拟建厂区已有环境微振动进行测试分析，评估环境微振动水平，当近期和远期的交通规划可能影响厂区生产时，应结合现有振源分布情况对

厂区周边规划交通线路等振源进行模拟测试，评估规划交通对厂区的综合影响。

4.2 厂区规划

4.2.1 生产厂房位置应根据工艺要求和场地测试评估结果确定。

【条文说明】厂区一般包括办公、生产、动力、仓储等功能区域，生产厂房的位置需要满足工艺要求，与其他功能区域相协调。考虑到生产厂房工艺区的微振动控制需求，需要通过场地测试评估结果确定产生振动的区域（动力、周边振源等）与生产厂房的距离。

4.2.2 综合动力站房与生产厂房宜分开建设。

【条文说明】综合动力站房中的柴油发电机、空压机、水泵等动力设备运行时振动和噪声较大，宜远离芯片生产区域，以避免影响正常生产，一般应将综合动力站和生产厂房分开建设，并保持一定距离。

4.2.3 厂区内距离生产厂房较近的道路设置宜符合下列规定：

- 1 宜采用沥青等柔性路面；
- 2 车速不宜大于 10km/h；
- 3 道路上不宜设置影响车辆平稳行驶的检修井盖、减速带等。

【条文说明】为保证厂区物流，厂区内道路距离芯片生产厂房较近，一般在 10m 左右，在重载车行驶时，容易影响芯片生产，根据大量工程经验，道路需要选用沥青等柔性路面，并采取限制车辆车速（一般可限制车速不大于 10km/h）等措施。道路上设置检修井盖、减速带时，车辆行驶时会产生较大的振动，因此在距离芯片生产厂房较近的园区道路上，一般不设置检修井盖、减速带等影响车辆平稳行驶的路障。

5 微振动控制标准

5.0.1 生产厂房工艺区应满足光刻、量测、离子注入、刻蚀、化学气相沉积、物理气相沉积等精密设备的微振动控制标准，并应满足增加生产线或者生产线改造升级的需求。

【条文说明】芯片生产厂房的工艺包括清洗、扩散、光刻、刻蚀、离子注入、化学气相沉积、物理气相沉积、化学机械研磨等。其中，光刻机、离子注入设备、刻蚀设备、化学气相沉积设备、物理气相沉积设备以及各工艺涉及的量测精密设备一般有微振动控制标准。

由于芯片产品更新换代快，在厂房设计时除满足规划要求外，尚应考虑工艺布局和工艺区扩展的灵活性，以便根据产品和市场发展满足增加生产线或者生产线改造升级的需求。

5.0.2 工艺区结构微振动控制标准应符合下列规定：

1 结构水平向微振动控制标准应根据本楼层精密设备中最严微振动控制要求确定；

2 结构竖向微振动控制标准应分区域确定，每个区域的竖向微振动控制标准应根据该区域精密设备中最严微振动控制要求确定。

【条文说明】工艺生产楼层一般放置几十台甚至上百台精密设备，同一类的设备集中布置，每一类设备的微振动控制要求不一样。对于水平方向，由于楼板的刚度可以近似认为是无穷大，水平方向振动相差不大，因此水平方向微振动控制标准应按所有设备中最严格的微振动控制要求确定。对于竖向微振动控制标准，由于不同位置结构布置可能不同，因此可以按各设备竖向微振动控制要求确定。

5.0.3 精密设备的微振动控制标准宜由设备制造厂商提供。当设备制造厂商不能提供时，可根据建设单位提供的技术协议、试验或附录 A 确定。

【条文说明】精密设备微振动控制标准一般由设备厂商提供。有的精密设备可能丢失设备说明书或者无法确认微振动控制标准，可以与建设单位协商提供相关的技术协议、通过试验或者根据附录 A 确定精密设备的微振动控制标准。

目前芯片生产厂房内精密设备的微振动控制标准多采用附录 A 的通用振动标准（也称为 VC 标准），即 1-80Hz 范围内三分之一倍频程中心频率对应的振动速度均方根值。当不具备精密设备微振动控制标准的相关资料时，可参照附录 A 确定精密设备的微振动控制标准。

5.0.4 在可行性研究、方案设计时，生产厂房可按表 5.0.4 确定各工艺区的微振动控制要求。

表 5.0.4 各工艺区微振动控制要求

序号	工艺区	容许振动值
1	光刻区	VC-B~VC-E
2	量测区	VC-B~VC-D
3	离子注入区	VC-B~VC-D
4	刻蚀区	VC-B~VC-C
5	化学气相沉积区	VC-A~VC-C
6	物理气相沉积区	VC-A~VC-C

【条文说明】生产厂房工艺区的微振动控制要求与精密设备有关，而精密设备的微振动控制要求与工艺、加工线宽、产品、设备制造厂家等因素有关。在可行性研究、方案设计阶段，如果尚未确定芯片生产的种类、工艺设备类型，可参考本条初步确定微振动控制方案。

5.0.5 光刻机的支承部位应满足设备制造厂商提出的动刚度要求。

【条文说明】近年来，因线宽越来越小，扫描光刻机等新型光刻机通过台架和光罩飞快的极限运行以提升光刻的处理量和解像能力。但是由于要求曝光

间的运动必须非常平稳，在不同频率下控制系统会产生动态的定位力，这种动态的定位力需由支承光刻机设备的结构来抵抗。因此，光刻机厂商除提出环境的微振动控制要求外，还提出了结构动刚度的要求。

6 微振动测试与评估

6.1 一般规定

6.1.1 生产厂房的微振动测试宜包含以下内容：

- 1 场地、生产厂房结构、防微振基台的振动响应；
- 2 生产厂房结构、防微振基台的动力特性。

6.1.2 生产厂房微振动测试系统宜包括振动传感器、信号调理器、信号采集存储器、数据分析处理器等，测试系统最小分辨力宜优于 $1 \times 10^{-7}g$ 。测试设备应符合下列规定：

- 1 应在国家认定的计量单位进行校准，且测试日期应在校准有效期范围内；
- 2 振动传感器最低频响不宜大于 0.5Hz，最高频响不宜小于 100Hz；
- 3 信号采集存储器应具有模/数转换功能，转换精度不宜小于 24 位，动态范围不宜小于 120dB，幅值畸变应小于 1dB。

6.1.3 数据采集应符合下列规定：

- 1 采样频率应大于数据分析截止频率的 2.56 倍；
- 2 交通振源采样次数不应少于 5 次；
- 3 空态时采样时间不应少于 5min；
- 4 动态时采样时间不应少于 5min。

6.1.4 数据分析方法应根据精密设备微振动控制标准确定。当微振动控制标准采用附录 A 时，振动数据分析应符合下列要求：

- 1 应根据振动波形特性选取窗函数；
- 2 每组 FFT 分析点数不应少于 256 个；
- 3 应根据微振动控制标准设定截止分析频率，不宜小于 100Hz；
- 4 频率分析对样本信号的平均次数应根据数据采样长度及重叠系数确定，重叠系数不宜小于 0.75；

5 对于交通振源，宜采用影响时段内线性平均进行分析。

【条文说明】微振动测试后对数据进行分析时，需要根据精密设备的微振动控制标准确定物理量、分析频率、分析时段、分析时长、平均方式等要素。对于交通振源，尚需要结合振源类型和振动持续时间确定影响时段。

6.1.5 当生产过程中有施工等偶发振动时，应对偶发振动对工艺区的影响进行监测评估。

【条文说明】由于芯片生产对环境振动比较敏感，当厂房附近有较大的施工等偶发振动时，需要监测工艺区的振动响应以评估其影响。当振动响应满足工艺区精密设备的微振动控制要求时，生产可以正常进行。当振动响应不满足工艺区精密设备的微振动控制要求时，应采取减隔振措施。

6.2 场地测试与评估

6.2.1 场地测试工况应根据周边振源情况确定，测试工况宜包括常时微动、外部振源。

【条文说明】场地测试前需要充分调查周边环境振动情况，包括已有和规划振源。通常情况下，场地测试工况包括常时微动测试以及交通、周边工业生产、施工等外部振源测试。

6.2.2 场地测试应符合下列规定：

1 测点宜设置测坑或测试工装；

2 常时微动测试时，测点位置和数量应根据厂房位置、尺寸、周围振源情况和微振动控制标准确定，测点间距不宜大于 100m，测点数量不宜少于 5 个；

3 外部振源振动衰减测试时，应根据振源类型和场地特性确定测点间距，测点间距不宜大于 30m，各测点应同时采样；

4 对于规划交通，应选择类似地质条件和类似交通振源进行模拟测试。

【条文说明】1 场地测试一般在原状土上进行测试，为保证测试结果准确性，

一般要做测坑，去除表面覆土，浇筑 10-20mm 的水泥垫层，将振动传感器安装在水泥垫层上。也可以采用测试工装，保证工装与土体、振动传感器有效固定。

2 芯片工厂一般占地较大，进行场地常时微动测试时，需要根据周围振源情况、生产厂房不同位置的微振动控制要求确定布置测点的数量和位置。

3 外部振源振动衰减测试时，需要根据振源位置确定各测点，为确保分析有效性，测点间距要合理，振源强度大时，间距可适当增大，但一般不超过 30m。为保证数据准确性，便于数据分析，各测点应该同时采样，一般采用 GPS 时间校准。当无信号时，可采用同一台终端操作设备进行授时校准。

4 对于规划交通，例如规划市政道路，可以在附近或者类似地质条件和类似道路进行测试，也可以模拟道路交通进行测试；例如规划地铁，可以找深度、列车类型、轨道类型等类似的地铁进行测试。

6.2.3 场地测试完成后应提供场地微振动水平。

【条文说明】场地测试的结果可以为微振动控制设计提供输入条件，通过测试确定的场地微振动水平可为厂区选址和生产厂房微振动控制设计提供可靠依据。

6.3 竣工测试与评估

6.3.1 生产厂房主体结构竣工后应进行常时微动测试与评估。

【条文说明】在生产厂房主体结构竣工后，需要进行常时微动测试与评估，一方面验证微振动控制设计结果，另一方面可以通过测试，确认工艺区精密设备安装处背景振动水平，为精密设备防微振基台设计提供依据。

6.3.2 竣工后宜对生产厂房工艺区结构进行振动响应和动刚度测试。

6.3.3 工艺区结构测点布置应符合下列规定：

1 测点应布置在主梁跨中、次梁跨中、楼板跨中以及精密设备安装处等位置；

2 测点数量应根据工艺区楼盖结构形式确定，每种形式不宜少于3个。

【条文说明】工艺区结构测点布置需要根据结构形式、精密设备布置位置等因素确定，一般来说，芯片生产厂房工艺区楼盖结构形式多样，对于同一种楼盖结构形式，测点可以选择主梁跨中、次梁跨中、楼板跨中等不利位置以及精密设备安装处。为表征每种楼盖结构的振动特性，测点一般不少于3个。

6.3.4 竣工后测试应提供工艺区结构微振动水平测试及评估报告。

6.4 空态测试与评估

6.4.1 空态时应进行工艺区结构和防微振基台的常时微动测试。对于光刻机的防微振基台，应进行动刚度测试。

6.4.2 测点布置应符合下列规定：

1 工艺区结构的测点应根据工艺区微振动控制标准和结构形式确定，宜布置在主梁跨中、次梁跨中、楼板跨中等位置；

2 光刻机防微振基台的测点宜布置在光刻机脚位位置，其他防微振基台的测点宜布置在基台表面中心位置。

6.4.3 空态测试完成后应提供下列内容：

- 1 防微振基台的微振动水平、光刻机防微振基台动刚度；
- 2 工艺区结构的微振动水平。

6.5 动态测试与评估

6.5.1 动态时宜对防微振基台进行常时微动测试或监测。

6.5.2 测点应布置在防微振基台表面，宜贴近精密设备脚位处。

6.5.3 动态测试完成后应提供防微振基台的微振动水平。

6.5.4 动态监测应实时显示防微振基台的振动响应，并应根据精密设备微振动控制标准进行相应的数据分析。

7 微振动控制设计

7.1 一般规定

7.1.1 生产厂房应进行微振动控制设计，并应具备下列资料：

- 1 微振动控制标准；
- 2 岩土工程勘察报告（含土体波速）；
- 3 场地测试评估报告；
- 4 生产厂房相关设计资料。

7.1.2 动力设备隔振设计时，应根据设备的扰力、转速、质心等参数以及微振动控制标准进行隔振设计，设计时宜具备以下资料：

- 1 动力设备的型号、规格、轮廓尺寸、重量、质心及转速等；
- 2 管道及附属设备的相关资料；
- 3 结构楼板的设计资料；
- 4 动力设备的环境温度及腐蚀性介质影响等资料。

7.1.3 生产厂房微振动控制设计除应满足本规范外，还应符合现行国家标准《电子工业防微振工程技术标准》GB 51076 的相关规定。

7.1.4 动力设备和管道的隔振设计除应满足本规范外，还应符合现行国家标准《工程隔振设计标准》GB 50463 的相关规定。

7.2 建筑结构

7.2.1 微振动控制设计时振动荷载应包括厂房外部和内部振动荷载。

【条文说明】进行厂房结构微振动控制设计前，要充分调研芯片生产厂房的周边振动环境，设计时要考虑周边振动荷载的影响。外部振动一般包括道路交通、轨道交通、周边工业生产振动、施工等，内部振动一般包括工艺生产

设备振动、动力设备振动、管道振动等。在进行厂房结构微振动控制设计时，要考虑这些振动荷载的影响。

7.2.2 微振动控制计算应符合下列规定：

- 1 宜建立土体-结构耦合模型，土体平面尺寸和厚度应根据场地土类别、基础深度、振源类型和振动影响范围等综合确定；
- 2 土体模型应根据场地测试结果进行校核；
- 3 土体的阻尼比宜取 0.02~0.10，钢筋混凝土结构、和钢-混凝土组合结构的阻尼比宜取 0.02；
- 4 楼面活荷载的组合值系数可采用 0.5；
- 5 应以场地测试最不利的振动记录作为外部振动计算的输入荷载，时长不宜小于 60s；
- 6 内部振动荷载宜根据已建同类工程确定。

【条文说明】5 当采用实测振动进行时程分析时，可采用大质量法、大刚度法等方式，在生产厂房柱底或墙底输入实测振动时程。

7.2.3 在三个方向上外部和内部振动荷载作用下工艺区特征点的振动响应应进行叠加，叠加后的振动响应应满足下式要求：

$$V \leq [V] \quad (7.2.3)$$

式中：V——某个方向多个振源对特征点的振动响应；

[V]——某个方向特征点的容许振动值。

7.2.4 生产厂房位于软土地区或存在大区域回填土或淤泥土层时，宜进行地基处理。

7.2.5 生产厂房基础底板宜符合下列规定：

- 1 当采用天然地基时，地基土压实系数不宜小于 0.95，底板结构厚度不宜小于 500mm；
- 2 当采用桩筏基础时，基础底板厚度不宜小于 400mm；

3 基础底板不宜设置伸缩缝。

7.2.6 生产厂房工艺区结构宜符合下列规定：

1 柱距宜为 1.2m 的模数；

2 柱距不大于 4.8m 时，楼盖结构可采用奇式板、格构梁等形式；柱距大于 4.8m 时，楼盖结构可采用华夫板、格构梁等形式；

3 板厚不宜大于 800mm。

【条文说明】为满足生产厂房工艺区的洁净要求，工艺区楼盖结构一般采用华夫板（又称为 Waffle 板）、奇式板（又称为 Cheese 板）、格构梁等形式（见图 1 所示）。在工程实践中，柱距较小时，多采用奇式板、格构梁等形式，当柱距较大时，楼盖结构多采用华夫板、格构梁等形式。当板厚超过 800mm 时，不利于精密设备二次配管安装。

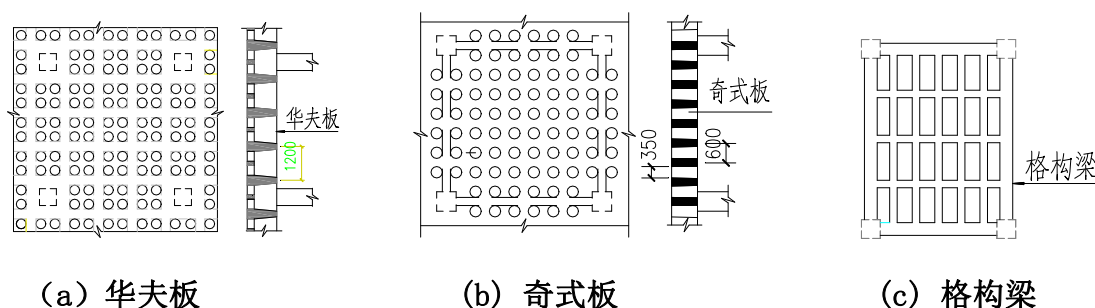


图 1 洁净工艺区的楼盖示意图

7.3 动力设备和管道隔振

7.3.1 综合动力站和生产厂房内的动力设备应进行隔振。

7.3.2 生产厂房内以下管道可不进行隔振：

- 1 消防排烟、消防水管以及喷淋等消防专业管道；
- 2 真空、压缩空气、天然气、蒸汽等气体管道；
- 3 悬挂在工艺层楼盖的直径小于 100mm 液体管道、直径小于 600mm 的风管；
- 4 支撑在工艺层柱牛腿或者相邻下夹层柱牛腿上直径小于 200mm 的液体

管道、直径小于 1200mm 的风管；

5 支撑、悬挂在相邻下夹层楼盖上和钢屋架上直径小于 300mm 的液体管道、直径小于 1500mm 的风管；

6 支撑在一层下夹层地面上直径小于 400mm 的液体管道、直径小于 2100mm 的风管。

【条文说明】根据工程实践和实测结果，本条给出了芯片生产厂房内不需要隔振的管道，包括管道用途、位置、直径等，可供设计人员参考。

7.3.3 给水、排水、废水等液体管道隔振应符合下列规定：

1 直径 100mm~200mm 的液体管道悬挂在工艺层楼盖时应进行隔振，钢弹簧变形不应小于 25mm，直径大于 200mm 的液体管道不宜悬挂在工艺层楼盖；

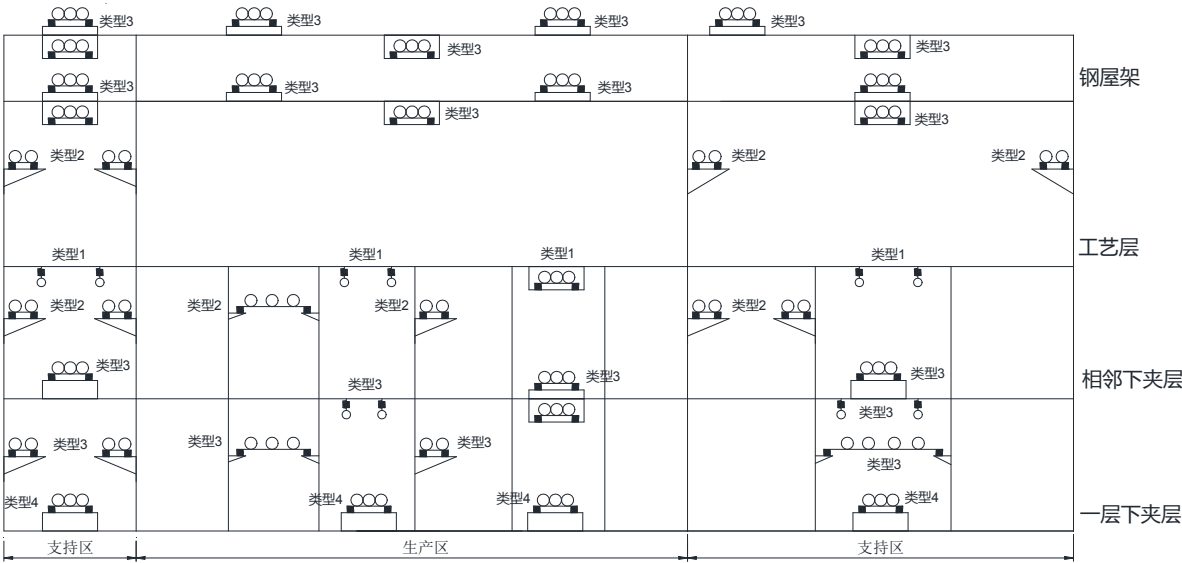
2 直径 200mm~300mm 的液体管道支撑在工艺层柱牛腿上或者相邻下夹层柱牛腿上时应进行隔振，钢弹簧变形不应小于 25mm，直径大于 300mm 的液体管道不宜支撑在工艺层柱上或者相邻下夹层柱上；

3 直径 300mm~450mm 的液体管道支撑、悬挂在相邻下夹层楼盖上和钢屋架上时应进行隔振，钢弹簧变形不应小于 25mm，直径大于 450mm 的液体管道不宜支撑、悬挂在相邻下夹层楼盖上和钢屋架上；

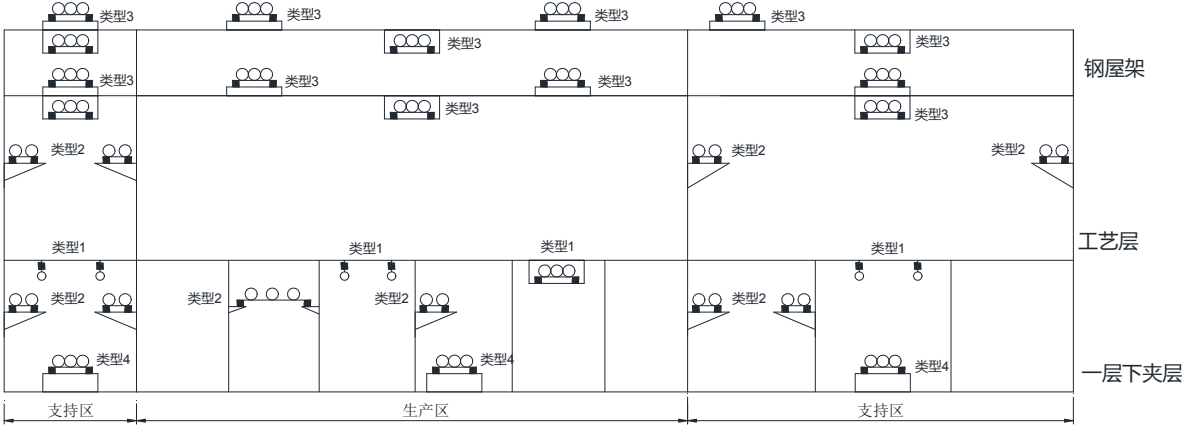
4 直径 400mm~500mm 的液体管道支撑在一层下夹层地面上时应进行隔振，钢弹簧变形不应小于 25mm，直径大于 500mm 的液体管道不宜支撑在一层下夹层地面上。

【条文说明】芯片生产厂房从底部往上一般分为：局部地下一层，一层下夹层、工艺层和钢屋架层。有的厂房会根据工艺需要设置两个下夹层。根据多年来国内外研究和工程经验，芯片生产厂房内液体管道隔振可按位置、隔振方式、管径大小等分为不同类型。一般来说，工艺层楼盖的微振动控制标准最高，对其影响最大的是与悬挂在楼盖下面的管道（类型 1），对其影响较小的是支撑在柱牛腿上的管道（类型 2），其次是支撑和悬挂在钢屋架和相邻下夹层（设置两个下夹层的厂房）的管道（类型 3）；影响最小的是支撑在一层

的管道（类型 4）。这四种类型见图 2 所示。



(a) 设置两个下夹层



(b) 设置一个下夹层

图 2 生产厂房内液体管道类型图示

当确实需要将直径大于 200mm 的液体管道悬挂在工艺层楼盖、直径大于 300mm 的液体管道支撑在工艺层柱上或者相邻下夹层柱上、直径大于 450mm 的液体管道支撑或悬挂在相邻下夹层楼盖上或钢屋架上、直径大于 500mm 的液体管道支撑在一层下夹层地面上时，应进行隔振设计，并采取相应措施，例如钢弹簧变形取不小于 50mm 或者更大值，以保证减隔振效果。

7.3.4 生产厂房内风管隔振应符合下列规定：

- 1 直径 600mm~1200mm 的风管悬挂在工艺层楼盖时应进行隔振，钢弹簧

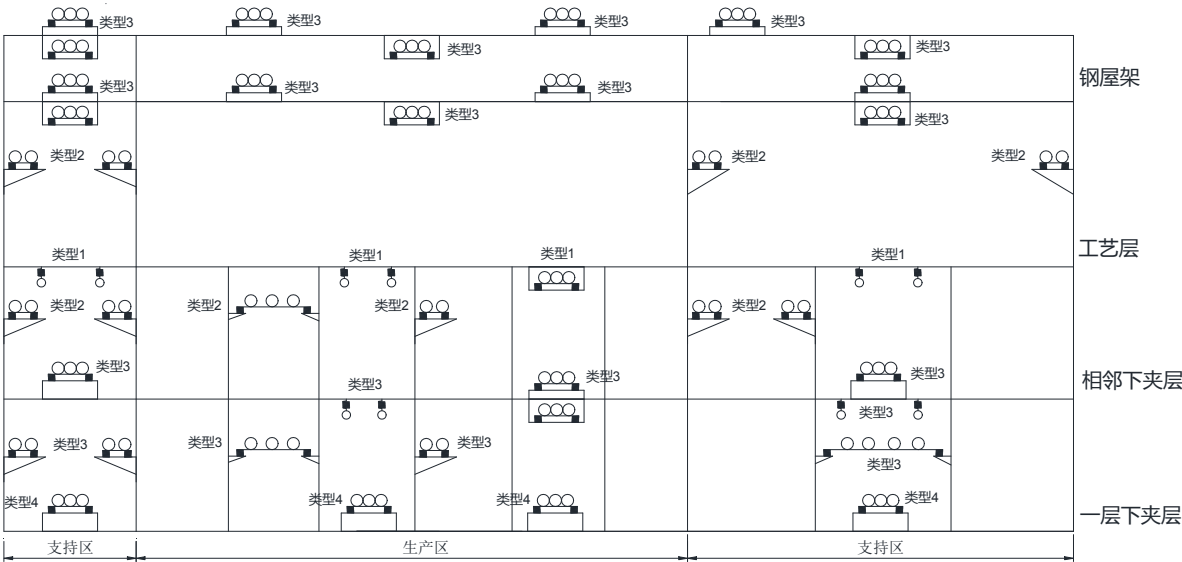
变形不应小于 25mm，直径大于 1200mm 的风管不宜悬挂在工艺层楼盖；

2 直径 1200mm~2400mm 的风管支撑在工艺层柱牛腿上或者相邻下夹层柱牛腿上时应进行隔振，钢弹簧变形不应小于 25mm，直径大于 2400mm 的风管不宜支撑在工艺层柱上或者相邻下夹层柱上；

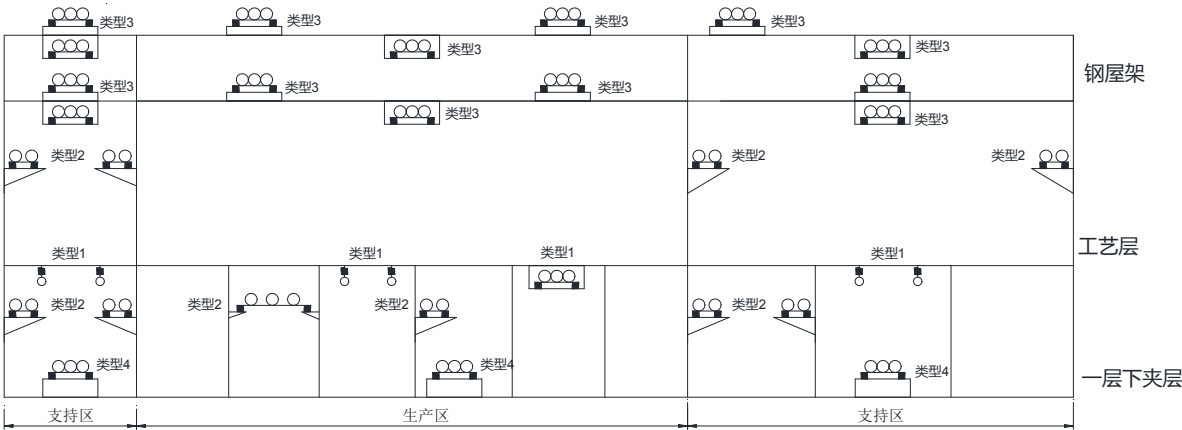
3 直径 1500mm~2700mm 的风管支撑、悬挂在相邻下夹层楼盖上和钢屋架上时应进行隔振，钢弹簧变形不应小于 25mm，直径大于 2700mm 的风管不宜支撑、悬挂在相邻下夹层楼盖上和钢屋架上；

4 直径 2100mm~3000mm 的风管支撑一层下夹层地面上时应进行隔振，钢弹簧变形不应小于 25mm，直径大于 3000mm 的风管不宜支撑在一层下夹层地面上。

【条文说明】芯片生产厂房从底部往上一般分为：局部地下一层，一层下夹层、工艺层和钢屋架层。有的厂房会根据工艺需要设置两个下夹层。根据多年来国内外研究和工程经验，芯片生产厂房内风管隔振可按位置、隔振方式、管径大小等分为不同类型。一般来说，工艺层楼盖的微振动控制标准最高，对其影响最大的是与悬挂在楼盖下面的风管（类型 1），对其影响较小的是支撑在柱牛腿上的风管（类型 2），其次是支撑和悬挂在钢屋架和相邻下夹层（设置两个下夹层的厂房）的风管（类型 3）；影响最小的是支撑在一层的风管（类型 4）。这四种类型见图 3 所示。



(a) 设置两个下夹层



(b) 设置一个下夹层

图 3 生产厂房内风管类型图示

当风管为矩形管时，可按面积等效的方法换算直径后执行本条的相关要求。

当确实需要将直径大于 1200mm 的风管悬挂在工艺层楼盖、直径大于 2400mm 的风管支撑在工艺层柱上或者相邻下夹层柱上、直径大于 2700mm 的风管支撑或悬挂在相邻下夹层楼盖上或钢屋架上、直径大于 3000mm 的风管支撑在一层下夹层地面上时，应进行隔振设计，并采取相应措施，例如钢弹簧变形取不小于 50mm 或者更大值，以保证减隔振效果。

7.3.5 动力设备隔振系统和管道隔振支吊架的隔振率应按下列公式计算：、

$$\eta = (1 - T) \times 100\% \quad (7.3.5 - 1)$$

$$T = \frac{1 + \left(2\zeta \frac{\omega_0}{\omega}\right)^2}{\sqrt{\left(1 - \left(\frac{\omega_0}{\omega}\right)^2\right)^2 + \left(2\zeta \frac{\omega_0}{\omega}\right)^2}} \quad (7.3.5 - 2)$$

式中： η ——隔振率；

T ——传递率；

ζ ——动力设备隔振系统或管道隔振支吊架的阻尼比；

ω_0 ——动力设备或管道的运行圆周频率（rad/s）；

ω ——动力设备隔振系统或管道隔振支吊架的固有圆周频率（rad/s）。

7.3.6 液体管道应按运行时管道重量进行隔振计算。

7.3.7 生产厂房内支撑或悬挂在工艺层楼盖的气体管道最大流速不宜大于 12.7m/s，液体管道最大流速不宜大于 2.75m/s。

7.3.8 动力设备的隔振率不宜小于 0.95。

7.3.9 空调机组、水冷机组等动力设备应选用运行平稳、噪声低的产品，工艺层的风机和空调机组应采用电机直联驱动方式。

7.3.10 动力设备隔振应符合下列规定：

1 水泵应设置混凝土隔振台座，混凝土隔振台座重量应大于 1.5 倍动力设备重量；钢弹簧隔振器在使用荷载下的变形量不应小于 25mm；放在混凝土隔振台座外侧的水泵出水口和入水口管道宜设置隔振器；钢弹簧隔振器在使用荷载下的变形量不应小于 25mm；

2 风机应设置混凝土隔振台座或钢框架隔振台座；钢弹簧隔振器在使用荷载下的变形量不应小于 25mm；

3 空调机组、冷却水塔、冰机等动力设备宜设置钢框架隔振台座；钢弹簧隔振器在使用荷载下的变形量不应小于 25mm；

4 水冷机组宜采用橡胶垫；

- 5 两台或多台动力设备可放在一个隔振台座上；
 - 6 动力设备与隔振台座应可靠连接。
- 7.3.11 自带隔振装置的动力设备应提供隔振装置质检报告。
- 7.3.12 隔振时，水平管道宜采用悬挂式或支撑式隔振，竖向管道应采用支撑式隔振。
- 7.3.13 隔振和非隔振管道宜采用相对独立的支撑或吊挂系统。当非隔振管道紧邻隔振管道时，应对非隔振管道采取隔振措施。
- 7.3.14 当隔振和非隔振管道采用共用隔振管架时，非隔振管道的主管与支管宜采用柔性连接或者支管采取隔振措施，且应保持水平标高一致。
- 7.3.15 隔振支吊架与结构连接的锚栓、支撑等受力构件应满足承载力和变形要求。
- 7.3.16 生产厂房内管道水平穿墙宜采用弹性套管包裹，两端孔隙宜采用密封胶密封。
- 7.3.17 隔振器应经计算后确定，其布置应符合下列规定：
- 1 隔振器组成的刚心与隔振系统的质心宜在同一铅垂线上；
 - 2 隔振器宜布置在同一水平面内；
 - 3 隔振器布置时，应预留安装、维修和更换空间；
 - 4 隔振器应避免与水、油、烟气接触；
 - 5 当橡胶隔振器用于室外时，应采取措施避免阳光直射。
- 7.3.18 隔振器的选用应符合以下规定：
- 1 隔振器应具有产品合格证书及检验检测证书；
 - 2 支撑式钢弹簧隔振器应有调平螺栓；
 - 3 钢弹簧在使用荷载下的变形不应小于 25mm，钢弹簧最大有效变形不应小于 50mm；
 - 4 钢弹簧最大有效荷载应大于使用荷载的 1.5 倍；
 - 5 支撑式隔振器的钢弹簧应预压，且不宜小于钢弹簧最大有效变形的

40%;

6 支撑式钢弹簧隔振器应有竖向限位装置。

7.3.19 洁净区内钢弹簧外表面应进行热浸镀锌处理、涂敷环氧树脂或喷塑涂层，垫片、螺母、螺栓等零件宜涂敷镉涂层或镀锌。

【条文说明】芯片生产厂房工艺区有洁净要求，洁净区内采用钢弹簧隔振器时，外表面材料应满足洁净要求，目前通常做法是在钢弹簧外表面进行热浸镀锌处理或者涂敷环氧树脂或喷塑涂层，垫片、螺母、螺栓等零件可涂敷镉涂层或镀锌。

7.4 防微振基台

7.4.1 生产厂房内有微振动控制要求的精密设备宜采用防微振基台。

7.4.2 防微振基台应满足精密设备的微振动控制标准。当光刻机等精密设备有动刚度要求时，防微振基台设计时应计算动刚度。

7.4.3 预制防微振基台应满足运输和吊装的要求。

【条文说明】目前芯片生产厂房中，有微振动控制要求的精密设备采用的防微振基台一般是预制的，因此防微振基台设计时需要考虑预制构件的运输和安装要求。

7.4.4 防微振基台形式应根据精密设备微振动控制标准和安装位置处微振动水平确定，并宜符合下列规定：

1 当精密设备微振动控制标准不低于安装位置处微振动水平时，宜采用钢筋混凝土、型钢混凝土防微振基台；

2 当精密设备微振动控制标准低于安装位置处微振动水平时，宜采用钢板+钢框架、混凝土板+钢框架防微振基台。

7.4.5 防微振基台内钢构件和钢筋应避开工艺设备的脚位固定螺栓。

8 微振动控制工程施工质量验收

8.0.1 微振动控制工程施工质量验收宜包括动力设备和管道隔振工程、防微振基台等。

8.0.2 动力设备和管道的隔振器安装应满足以下要求：

- 1 隔振器安装方式宜便于检测更换；
- 2 隔振器安装位置不应影响检修；
- 3 管道的隔振吊架不宜与楼板直接连接。

【条文说明】隔振器寿命一般不超过 30 年，在安装时需考虑检测、更换的便利性。另外，应注意隔振器安装位置不影响设备、管道的检修。一般来说，吊架位置要根据管道现场情况确定，吊架与结构连接时，尽量避免直接与楼板连接，防止管道振动直接传递到楼板上，从而影响楼板上精密设备的使用。

8.0.3 动力设备隔振工程施工质量验收应符合表 8.0.3 的规定。

表 8.0.3 动力设备隔振工程的施工质量检验标准

检验项目		容许偏差或容许值	检验方法
橡胶隔振器	平面定位	$\pm 5\text{mm}$	用钢尺检测
	相邻隔振器高差	$\pm 1\text{mm}$	用水准仪、高精度塔尺检测
钢弹簧隔振器	平面定位	$\pm 5\text{mm}$	用钢尺检测
	相邻隔振器高差	$\pm 2\text{mm}$	用水准仪、高精度塔尺检测
隔振台座	表面平整度	$\pm 3\text{mm}$	用 2m 靠尺和楔形塞尺检查
	平面定位	$\pm 5\text{mm}$	用钢尺检测

8.0.4 管道隔振工程施工质量检验标准应符合表 8.0.4 的规定。

表 8.0.4 管道隔振工程的施工质量检验标准

检验项目	容许偏差或容许值		检验方法
隔振支吊架	变形量	按设计要求	用钢尺检测

	平面定位	$\pm 20\text{mm}$	用钢尺检测
--	------	-------------------	-------

8.0.5 防微振基台安装应符合下列要求：

- 1 防微振基台与厂房生产区防静电地板应沿四边设置隔振缝，隔振缝宽度宜为 $5\text{mm}\sim 10\text{mm}$ ；
- 2 防微振基台顶面标高应根据现场实测标高确定；
- 3 防微振基台与厂房结构之间应填充结构胶、环氧树脂等材料。

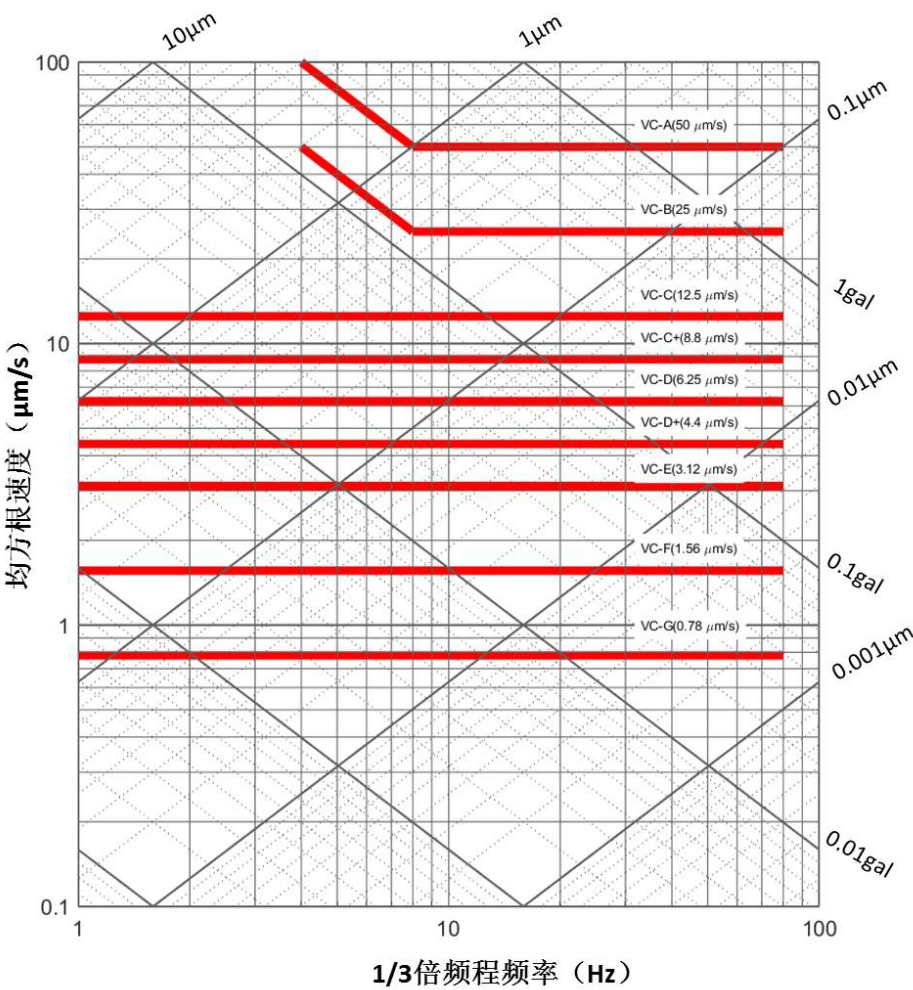
8.0.6 除应满足精密设备安装精度要求外，防微振基台工程质量检验标准应满足表 8.0.6 的规定。

表 8.0.6 防微振基台工程的施工质量检验标准

检验项目	容许偏差或容许值	检验方法
顶面振动值、动刚度	按设计要求	按本规范第 6 章方法
顶面平整度	1/1000	用水平尺检测
顶面标高	$\pm 2\text{mm}$	用水准仪、高精度塔尺检测
平面定位	$\pm 5\text{mm}$	用水平尺检测
外观检查	无明显缺陷	观察

附录 A 通用振动标准

A. 0. 1 当无相关资料时，生产厂房内精密设备的微振动控制标准可按通用振动标准（图 A. 0. 1）确定。



图A. 0. 1 通用振动标准

A. 0. 2 通用振动标准的数值和精密设备类型可按表 A. 0. 2 确定。

表A. 0. 2 通用振动标准曲线的数值和适用的精密设备

标准	振幅 RMS 值	线宽 (μm)	精密设备名称
VC-A	4Hz ~ 8Hz： 0.25gal； 8Hz~80Hz： 50μm/s	8	400 倍的光学显微镜、晶圆缺陷检测器、厚度测量系统等
VC-B	4 Hz ~8Hz: 0.125gal; 8Hz~80Hz : 25μm/s	3	晶圆缺陷检测器、图案化晶圆几何尺寸测量系统、厚度测量系统等
VC-C	1Hz~80Hz: 12.50μm/s	1~3	1000 倍的光学显微镜, 离子注入设备、

标准	振幅 RMS 值	线宽 (μm)	精密设备名称
			薄膜量测仪/套刻量测系统/晶圆几何和纳米形貌计量系统、电子束量测、无图形晶圆缺陷检测设备、关键尺寸形状测量系统、质量计量系统、薄膜和光学关键尺寸测量系统、X 射线薄膜量测设备、明场的缺陷检测、灰场的缺陷检测、电子束缺陷复检设备、高分辨率光学显微镜、掩模版检测设备、晶圆无损检测设备、晶圆自动正面/边缘/背面检测设备、晶圆缺陷检测设备、厚度测量系统、封装光刻机等
VC-C+	1Hz~80Hz: 8.80 $\mu\text{m/s}$	1~3	光刻机等
VC-D	1Hz~80Hz: 6.25 $\mu\text{m/s}$	0.1~0.3	原子探针层扫描、原子力显微镜、CMP 剖面 and ETCH 深度计量系统、无图案晶圆缺陷检测系统、质量计量系统、薄膜测量系统、三维形貌量测设备、叠对测量系统、E-Beam 电子束系统等
VC-D+	1Hz~80Hz: 4.50 $\mu\text{m/s}$	0.1~0.3	扫描电子显微镜、叠对测量系统等
VC-E	1Hz~80Hz: 3.12 $\mu\text{m/s}$	< 0.1	扫描电子显微镜、聚焦离子束电子显微镜、透射电子显微镜、电子束光刻机等
VC-F	1Hz~80Hz: 1.56 $\mu\text{m/s}$	—	单电子束检测设备、透射电子显微镜等、聚焦离子束电子显微镜等
VC-G	1Hz~80Hz: 0.78 $\mu\text{m/s}$	—	聚焦离子束电子显微镜等

【条文说明】芯片生产厂房内有微振动控制要求的精密设备主要用于光刻、量测、离子注入、刻蚀、化学气相沉积、物理气相沉积等工艺。其中量测设备主要分为两种：用于尺寸 (MI) 量测和质量 (YE) 量测，量测内容包括膜厚、方块电阻、膜应力、折射率、掺杂浓度、无图形表面缺陷、有图形表面缺陷、关键尺寸 (CD)、台阶覆盖、套刻标记等。

本规范用词说明

1 为了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，正常情况下均这样做的用词：

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，采用“可”。

2 条文中指定应按其他有关标准、规范执行时，写法为“应符合.....的规定”或“应按.....执行”。

引用标准名录

《工程隔振设计标准》 GB50463

《电子工业防微振工程技术标准》 GB51076