

电子行业标准《芯片生产厂房微振动控制工程技术规范》

（征求意见稿）编制说明

一、工作简况

（一）任务来源

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）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开展行业标准《芯片生产厂房微振动控制工程技术规范》（计划号：2022-0114T-SJ）的编制工作。

（二）主要工作过程

本规范由中国电子工程设计院股份有限公司、中国电子技术标准化研究院电子工程标准定额站、信息产业电子第十一设计院科技工程股份有限公司、世源科技工程有限公司、上海电子工程设计研究院有限公司、中国建筑科学研究院有限公司、广州大学、北京交通大学、同济大学、北京工业大学、工业和信息化部电子第五研究所、长江存储科技有限责任公司、中芯北方集成电路制造（北京）有限公司、北京世源希达工程技术有限公司、中电投工程研究检测评定中心、关音实业（上海）有限公司、苏州环新减振科技有限公司、阿特美科技（天津）有限公司等共同起草。

2023 年 3 月 30 日，主编单位中国电子工程设计院股份有限公司在北京组织召开了本规范编制工作组成立暨第一次工作会议。会议确定了规范的编制大纲，对章节结构和内容进行了分解，制定了编制计划和进度表。随后多次召开工作组会议，通过文献查询、会议座谈、项目调研等多种方式开展调查和研究，结合芯片生产厂房微振动控制技术特点梳理了编制思路。基于前期研究的结果，形成了初稿。2024 年 4 月 3 日和 2024 年 7 月 29 日召开了两次标准讨论会，对初稿进行了修改。2024 年 8 月 13 日，规范编制组形成了征求意见稿。

二、标准编制原则和确定主要内容的论据及解决的主要问题

（一）编制背景和意义

随着社会的不断发展和进步，芯片在当今经济社会发展中具有战略性、基础性和

先导性地位，但我国芯片产业整体发展水平落后于发达国家，根据国务院相关数据显示：中国芯片自给率要在 2025 年达到 70%。因此最近和未来几年，将是芯片生产厂房建设和投入使用的爆发期。微振动控制是芯片厂房内精密设备正常使用、加工精度、产品质量的重要环境保障。

目前我国芯片生产厂房微振动控制设计参考的相关标准包括《硅集成电路芯片工厂设计规范》GB50809-2012、《电子工业防微振工程技术规范》GB51076-2015 等。前者对芯片生产厂房的微振动控制提出了原则要求和构造措施，后者对电子工业防微振工程提出了构造措施、简化计算方法、通用的微振动测试方法等。本规范针对芯片生产工艺特点，对微振动控制技术在芯片生产厂房中的工程应用进行细化和补充：提出芯片生产厂房微振动控制标准，补充基础底板、上部结构的微振动控制设计仿真分析方法，增加动力设备和管道的隔振设计方法和措施，根据工艺设备特点提出防微振基台设计方法和措施等等。本规范拟针对芯片生产厂房制定微振动控制工程技术标准，为我国芯片生产厂房微振动控制标准的确定、微振动测试和评估、微振动控制设计、微振动工程质量验收等提供依据，规范、指导芯片生产厂房微振动控制工程建设，助力芯片产业产能和良率的提升。

（二）标准编制的原则和依据

本规范编制遵循规范化、先进性、适用性、协调性、广泛性等原则。

1、规范化原则

编制过程按照《工业通信业行业标准制定管理办法》（部令 55 号）、《工业领域工程建设行业标准制定实施细则》（工信厅规[2014]231 号）要求完成各阶段编制工作，确保本规范编制的规范化。

2、先进性原则

美国环境科学和技术协会《洁净室设计要素》（IEST-RP-CC012.2）、《微电子设施内振动的测量与报告》（IEST-RP-CC024.1）以及 ISO《具有敏感设备建筑物的振动与冲击》（ISO /TS 10811-1）等国际相关标准提出了洁净室振动控制的原则性要求、微振动测量的通用方法。本规范针对不同类型芯片生产的工艺特点，充分调研国内外微振动控制技术，将先进技术综合考虑到规范的技术要求中，为国内首次制订。通过本规范的制定，统一芯片生产厂房的微振动控制工程设计方法、规范微振动测试及评估方法，推动电子工业领域的微振动控制技术的系统性发展。

3、适用性原则

本规范针对芯片生产工艺特点，结合生产和检测用精密设备的微振动控制要求，对厂房的场地评估、规划布局提出技术要求；结合国内外最新研究成果和工程实践，提出厂房微振动测试方法、微振动控制工程的设计方法和施工质量验收要求等。规范编制时，充分考虑芯片生产工艺更新换代快的行业特点，在技术要求方面兼顾可实施性与前瞻性。

4、协调性原则

本规范所提出的技术要求，与《工程振动控制通用规范》（在编）、《硅集成电路芯片工厂设计规范》（GB50809-2012）、《电子工业防微振工程技术规范》（GB51076-2015）等相关的国家、行业的法规、标准、规范、规程相协调，避免重复、矛盾。

5、广泛性原则

在规范编制过程中，对生产芯片的代表性企业和项目开展了广泛调研，与芯片生产企业、设备制造商、集成商、设计单位、施工单位等企业深度合作，在总结实践经验的基础开展规范编制工作。

（三）标准主要内容

本标准主要包括：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、通用振动标准等 8 章和 1 个附录。具体情况如下：

1、总则

该部分主要明确规范编制目的、适用范围以及与其他标准的关系。

2、术语和符号

该部分主要是重要术语和符号的定义和解释。

3、基本规定

该部分主要是微振动控制设计、微振动测试和评估、施工质量验收的内容。

4、厂区选址与规划

该部分基于芯片生产厂房工艺特点和微振动控制需求提出厂区选址和规划要求。

5、微振动控制标准

该部分提出微振动控制涉及的工艺、微振动控制标准等。

6、微振动测试与评估

该部分提出针对芯片生产厂房设计和建设各阶段，提出微振动测试方法和评估内容，为选址、设计、建设提供依据。

7、微振动控制设计

该部分提出建筑结构微振动控制设计方法和措施、动力设备和管道隔振方法和措施、防微振基台设计方法和措施等。

8、微振动控制工程施工质量验收

该部分提出动力设备和管道、防微振基台的施工质量验收要求等。

9、附录 A 通用振动标准

该部分针对芯片生产厂房工艺设备，结合通用振动标准，提出了工艺设备的微振动控制标准。

三、主要试验或验证的分析、综述报告、技术经济论证，预期的经济效果

本规范编制重点关注以下方面：

1、芯片生产厂房微振动控制标准研究

目前国内发布实施的与微振动控制相关的标准共 9 部，在规范编制过程中，对相关标准进行梳理，针对芯片生产厂房的工艺特点，确定了芯片生产厂房微振动控制标准：优先根据工艺设备的微振动控制要求确定微振动控制标准，其次可以根据建设单位的技术协议确定微振动控制标准，当以上资料不具备时，可以通过试验确定精密设备的微振动控制标准，也可以参考通用振动标准（VC 标准）确定精密设备的微振动控制标准。

芯片生产厂房可按加工线宽、晶圆尺寸、材料等进行类型划分。从加工线宽来看，从 $0.5\ \mu\text{m}$ 减小到目前 2nm ；从晶圆尺寸来看，从 6"（150mm）发展到目前常见的 12"（300mm）；从材料看，从锗（Ge）、硅（Si）发展到砷化镓 GaAs、磷化铟 InP、碳化硅 SiC、氮化镓 GaN。在规范编制过程中，通过广泛调研，整理了十几个芯片生产厂房的精密设备名称和微振动控制要求，按清洗、扩散、光刻、刻蚀、离子注入、化学气相沉积、物理气相沉积、化学机械研磨等工艺进行梳理，最终按精密设备和工艺区域确定微振动控制标准。

2、建筑结构微振动控制设计方法研究

目前芯片生产厂房结构微振动控制设计方法尚不统一，难点包括振动荷载、计算模型参数选取、振动响应组合等。经过大量项目调研和试设计研究，振动荷载采用实测+反演的方式确定，计算模型提出采用土体-结构耦合模型的方式，既可以考虑外部荷载通过土体传递到基础底部和上部结构，又可以考虑内部荷载作用下，上部结构与基础底板和土体的相互影响，更符合实际情况；振动响应组合应根据微振动控制要求

确定。当采用 VC 标准时，可对不同荷载工况采用频域线性叠加方式确定频域的振动响应，然后进行 1/3 倍频程分析，最后与 VC 标准进行对比。

3、主动隔振和被动隔振研究

芯片生产厂房中，有大量的动力设备和管道，对于这些振源，需要采用主动隔振。在标准编制过程中，调研了十几个芯片生产厂房项目，研究了动力设备和管道隔振方法，针对不同动力设备种类、不同管道种类、不同管径等提出了隔振措施，为工艺区微振动控制提供可靠保障。

工艺设备的被动隔振是芯片厂房微振动控制的重要内容。规范编制时，对于光刻机、离子注入设备、量测设备等进行了广泛调研和研究，对目前常用的各种防微振基台进行了归纳总结，提出了合理可行的被动隔振措施。

本规范的制订，将为我国芯片生产厂房微振动控制标准的确定、微振动测试和评估、微振动控制设计、微振动工程质量验收等提供依据，规范、指导芯片生产厂房微振动控制工程建设，助力芯片产业产能和良率的提升。

四、知识产权情况说明

无。

五、采用国际标准和国外先进标准情况，与国际、国外同类标准水平的对比情况

无。

六、与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性

本规范与在编强制性标准《工程振动控制通用规范》、国家标准《电子工业防微振工程技术规范》GB51076-2015、《硅集成电路芯片工厂设计规范》GB50809-2012、《电子工业洁净厂房设计规范》GB50472-2008 等协调一致，与现行相关法律、法规、规章协调一致。

七、重大分歧意见的处理经过和依据

本规范制定过程中无重大分歧意见。

八、标准性质的建议说明

行业推荐性标准。

九、贯彻标准的要求和措施建议

建议本规范在发布后即开始实施。

十、替代或废止现行相关标准的建议

无。

十一、其他应予说明的事项

无。

《芯片生产厂房微振动控制工程技术规范》编制工作组

2024 年 8 月 13 日