

# 细节决定成败：半导体和 NDT X 射线照相检测

关于需要超精细分辨率来保证质量的半导体检测  
细节

# 执行摘要

半导体在世界各地推动着我们的日常生活。在智能手机、电脑、汽车、飞机等领域，全世界在促进连通和创新方面对半导体和小型电子元件的依赖度正在急剧攀升。这种依赖度日益攀升的局面也给半导体制造商带来了越来越大的挑战，即：为微型半导体和小型电子元件提供一流的质量保证。只有这样，我们才能在日常使用手机、开车和坐飞机时，维护我们的集体福祉。

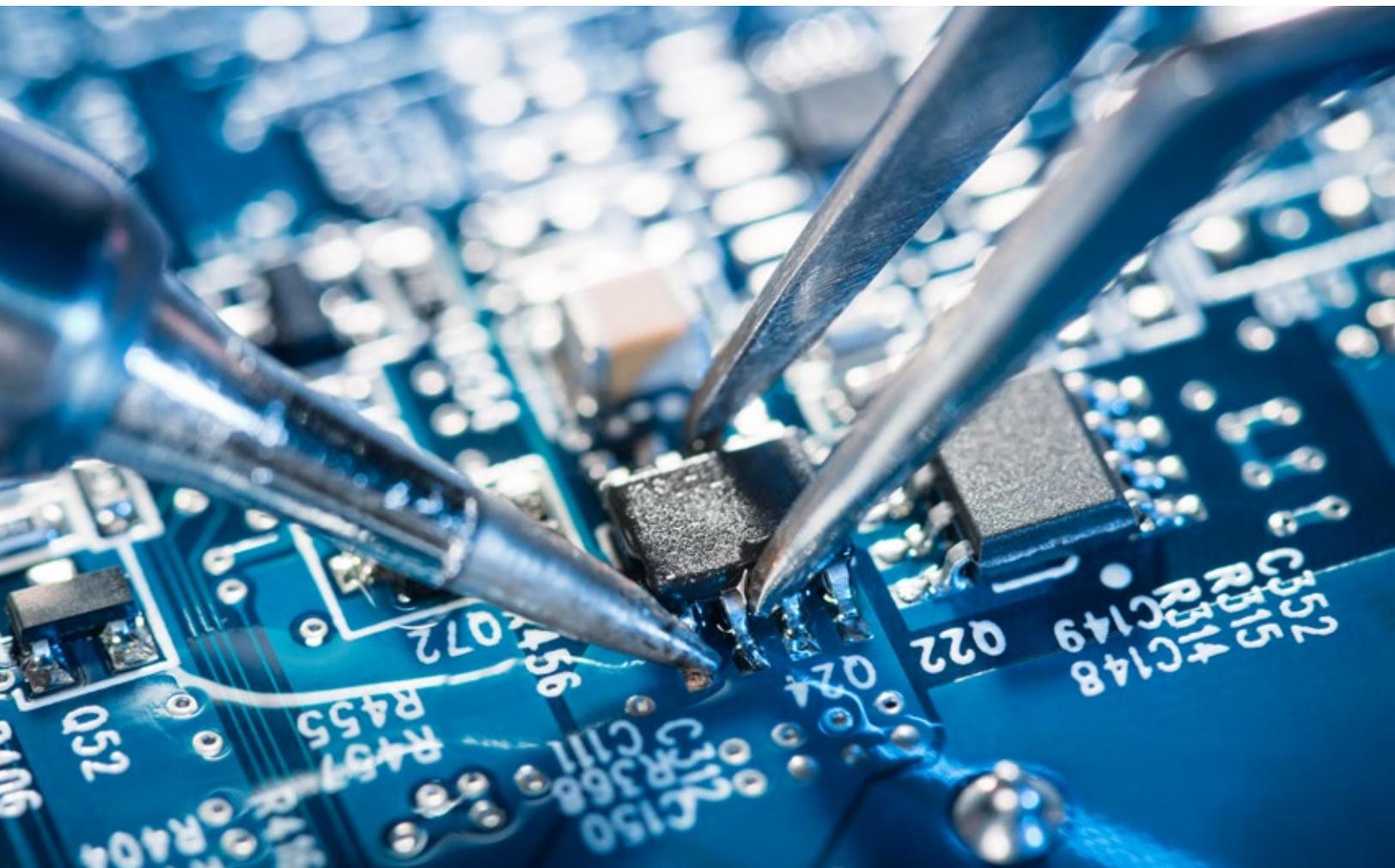
然而，随着半导体和小型电子元件的使用日益广泛，其复杂性不断提高，同时其尺寸也不断缩小。这一趋势提高了在详细质量保证方面的监管和技术要求。

为了达到质量保证标准，半导体制造商利用无损检测 (NDT) X 射线照相检测技术，以超高分辨率对所有可见和亚表层区域进行检测。

然而，随着质量要求的提高，检测技术的不断发展和进步亦变得至关重要。如今，为全面确保半导体质量，就需要采用专为超精细分辨率半导体检测而设计的新一代射线照相技术。

用于半导体和小型电子解决方案的新型检测技术包括一流的硬件、软件和服务，具有无与伦比的分辨率/图像质量、检测精度、可靠性和服务能力，并且与工业 4.0 功能相连。对于新一代的一流半导体 NDT，半导体制造商需要在高分辨率射线照相技术方面具有深厚专业知识且了解半导体检测细节的合作伙伴。

微观层面的细节每天都会影响我们的集体福祉。对于半导体制造商来说，在超精细层面实现一致的质量保证是一项艰巨的任务。细节至关重要。非常清晰地看到这些细节可以对我们每天所依赖的智能手机、汽车和飞机等的安全操作产生巨大影响。



## 1. 对于半导体质量保证的新要求

想知道是什么让世界运转吗？当然是半导体。我们每天对半导体和 LED 芯片及二极管等其他小型电子元件产品的依赖是惊人的。

由于半导体是在“幕后”为我们每天使用的众多设备和应用提供普遍支持，所以其重要性可能并不明显。从手机到电脑、互联网、汽车、飞机、数码相机、洗衣机、电视机、银行自动柜员机以及火车等领域，半导体和其他小型电子设备都在帮助推动我们的世界，为我们带来便利和轻松。事实上，正是由于太过容易，以至于我们中的许多人不考虑可靠性和安全性——我们认为是这样。始终如一地确保质量、可靠性和安全性在很大程度上是半导体制造商的责任，他们必须从超精细的细节层面关注元件质量。

### 半导体推动全新应用领域的创新

当今的应用只是刚刚开始触及半导体应用及其潜在用途的皮毛。例如，在新型个人设备、自动驾驶车辆、人工智能和机器学习等领域的新兴用途提升了半导体在我们日常生活中的地位。可以考虑一下以下示例：



可穿戴设备不再局限于智能手表和健身设备，它们已扩展到心电图和血压监测仪，甚至是可根据您的 DNA 档案帮助您优化购物选择的 DNA Nudge 等新型设备应用领域。



电动出租飞机，例如 Lillium、Volocopter



半导体从业务运营、企业和整个供应链的角度推动智能制造的发展。

事实上，半导体是新兴创新的核心，没有半导体，我们的数字化转型（包括迈向工业 4.0 及更高阶段的进程）就不可能实现。

**没有半导体，数字化转型就不可能实现。**

## 现有应用中的半导体使用量增加

不仅是使用广度扩大，半导体和小型电子设备的应用深度也在日益增加。汽车就是最好的例子。如今，汽车可使用多达 **5,000 个半导体** 来推动实现新的功能和进步，包括自动驾驶汽车领域。

半导体的使用广度和深度都在扩大，与此同时对质量水平的要求也在不断提高。半导体或小型电子设备中的小缺陷的潜在影响是深远的、显著的。公共安全现在越来越多地依赖半导体的质量来保证手机、电脑、汽车、飞机及其他许多设备的安全可靠运行。

制造业的生产力和盈利能力也越来越多地依赖半导体的质量。各行各业都在努力实现零缺陷，这是一个崇高但值得实现的目标。例如，在汽车行业，一家汽车制造商可能每天生产 25,000 辆汽车，每辆汽车含有 5,000 个半导体。由于半导体的故障率为百万分之几，这将导致每天 125 辆汽车因半导体的质量而出现操作问题。

## 公共安全越来越多地依赖半导体的质量

除了上述汽车行业示例外，其他大量采用半导体的应用也贯穿在我们每天、每时每刻的活动中。例如，在对手机的依赖性方面，**一项研究**表明，手机的平均每天查看次数达到 96 次。电脑、家用电器、飞机和自动柜员机的使用频率也非常高。由于半导体是世界各地人们诸多日常活动的核心，公共安全对其质量和可靠性的依赖日益增加。这让半导体制造商承担了很多责任。

## 2. 半导体质量保证方面的挑战

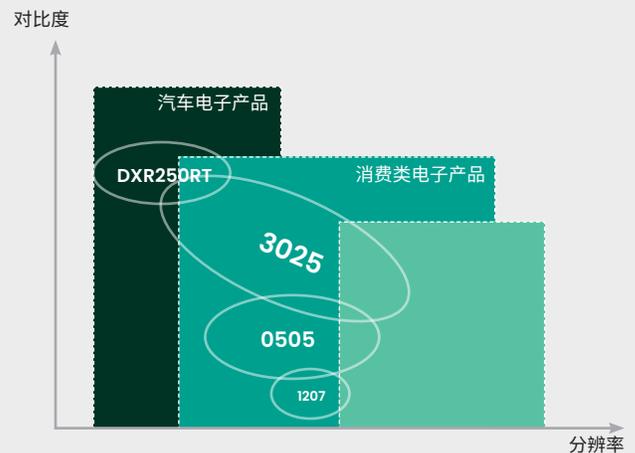
半导体和小型电子元件的全面质量检测虽然至关重要，但却具有挑战性。从本质上来讲，半导体和元件采用兼具高复杂性和功能性的小尺寸设计。持续的趋势是在越来越小的设计中容纳越来越多的复杂功能，这进一步扩大了质量检测方面的挑战。此外，半导体和小型电子元件中的许多连接点、接头和结合都处于亚表层，这导致无法通过表面或视觉检测技术对其进行检测。

经验表明，半导体和小型电子元件的检测技术必须具备两种基本能力：

1. 在高对比度下提供超高细节检测/分辨率
2. 支持对可见区域和次表层区域进行检测

没有这些特性，就不可能对半导体和小型电子元件进行全面检测。唯一符合这些要求的检测技术是通过 X 射线/射线照相技术实现的无损检测技术 (NDT)。

### 为什么细节在半导体检测中非常重要



这就是细节在半导体质量保证方面非常重要的原因。事实上，半导体的细节可以决定更大型终端设备的功能，例如手机、电脑、汽车和飞机。因此，半导体制造商必须采取适当的质量检测方法。

### 3. 必不可少的 NDT 检测技术进步

随着半导体和小型元件设计的不断发展和使用量激增，射线照相和 NDT 检测必须进行相应调整，以确保达到质量标准。新一代 NDT 射线照相技术的特性正在不断提高这一标准，并为检测能力树立了新的规范，从而带来了一系列新的能力和优势。

能力	优势
 以微级分辨率提高图像质量和对比度	 为半导体检测提供高分辨率、高细节图像
 支持对可见区域和次表层区域进行精确检测	 支持包括所有表面的全面检测
 为半导体制造工艺提供易用性	 专为实现半导体和小型电子产品的最佳处理而设计
 高度可靠，具有始终如一的一致性	 提供样品一样品检测一致性
 利用剂量控制来保护所有类型的元件	 防止 X 射线提前损坏敏感设备

## 硬件、软件、服务和工业 4.0 (4IR)

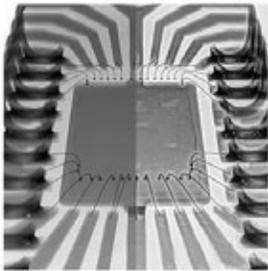
实现这些新的能力不仅需要 NDT 射线照相技术的进步，而且要对三个解决方案要素进行不断创新：硬件、软件和服务。实现创新的一个关键因素是对射线照相术细节的深刻理解和成熟的专业知识。

**硬件。**工业 X 射线照相硬件包含若干设计用于界定其性能参数的元件。主要元件及其主要作用如下：

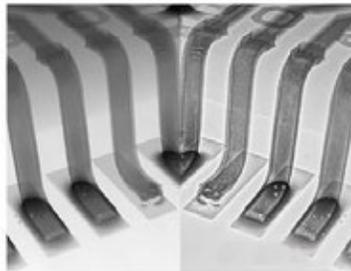
X 射线管：	X 射线管用于产生 X 射线
发生器：	高压发生器为 X 射线源供电
探测器：	探测器记录穿过样品的 X 射线并生成图像
操控器：	操控器帮助移动和/或旋转样品至正确位置进行检测
控件：	控制面板是一个集中式面板，用于设置和控制整个检测过程

**软件。**射线照相软件常常被忽视，但却是一流工业 X 射线解决方案的关键因素，尤其是在半导体和小型电子元件的高风险检测中。智能软件为检测提供支持，可实现图像增强和优化、自动化、测量功能和编程功能。

### 软件为 X 射线细节带来改观



常规软件



增强型软件

**服务。**工业 X 射线技术领域的专业知识有助于优化解决方案、实现联合解决问题，并可针对各种挑战和/或独特样本提供测试扫描和持续支持。

解决方案的每个组成部分都必须采用一流技术来正确检测半导体和小型电子元件，而工业 4.0 (4IR) 的前景则提出了新的要求。具体而言，4IR 功能还要求与 MES (管理执行系统) 连接。

对于半导体制造领域的工业 X 射线检测而言，风险较高，而且细节非常重要。因此，制造商需要的不仅仅是一种产品，而且需要一个合作伙伴，来帮助实现优化操作所需的质量检测，并确保最终用途应用的总体安全。

## 监管合规

除了供应商的强制要求外，IPC (国际电子工业联接协会) 等管理机构也会帮助制定标准，为半导体和小型电子元件的质量水平提供指导。IPC 分类为 1 级、2 级、3 级和 3A 级，主要根据最终用途应用类型进行选择。这些全球公认的标准有助于确保质量、可靠性和要求方面的一致性。

## 5. 总结

对于在我们日常生活中处于前沿和核心地位的半导体应用，需要全球的努力来确保其质量和安全。我们每天会查看我们的智能手机 96 次，并且每天都需要开车，甚至坐飞机。正是半导体和小型电子设备内部的微观细节为我们的设备、家用电器和车辆提供了支持，从而最终决定我们的大范围、总体安全。在半导体制造业，采用专为满足半导体质量检测领域的独特需求而设计的新一代 NDT X 射线解决方案是确保质量的关键。而质量则体现在超精细的细节上。当我们享受智能手机、电脑、汽车和飞机带来的便利时，清楚地了解这些细节将有助于为我们的日常生活提供保障。



