mekitec
FOR SAFE FOOD

使用X射线检查食品安全吗?

深入研究X射线检测食品的安全性以及其方法

Mekitec 集团
电子书

摘要

随着越来越严格的食品安全标准和消费者对质量的更高期望，X射线系统已成为食品制造商的重要检查工具。

无论是来自配料还是在生产过程中，复杂的供应过程增加了异物污染的风险。异物可以是不同的材料，而不仅仅是金属，简单的金属探测器已不足以应付复杂的异物污染风险。

然而，许多公司仍然担心在食品生产过程中使用X射线。最基本的问题包括：对操作者来说安全吗？X射线会影响食物吗？需要遵守哪些规定？

本电子书旨在回答所有这些问题，并解释为什么食品X射线检查对生产人员和被检查食品都是安全的，与合适的伙伴合作可以帮助食品生产商最大限度地提高其X射线系统的性能和安全性，同时符合当地法规。

目录

1. 射线检测在食品生产中的重要性

在本章中，我们将把X射线系统放在食品生产的背景下，看看它们是如何工作的，以及为什么它们在防止产品召回方面如此重要。

1.1 异物的产生

与沙门氏菌等食源性病原体相比，因异物污染导致的产品召回频率相对较低，但这并不能降低它们对食品生产商的损害。

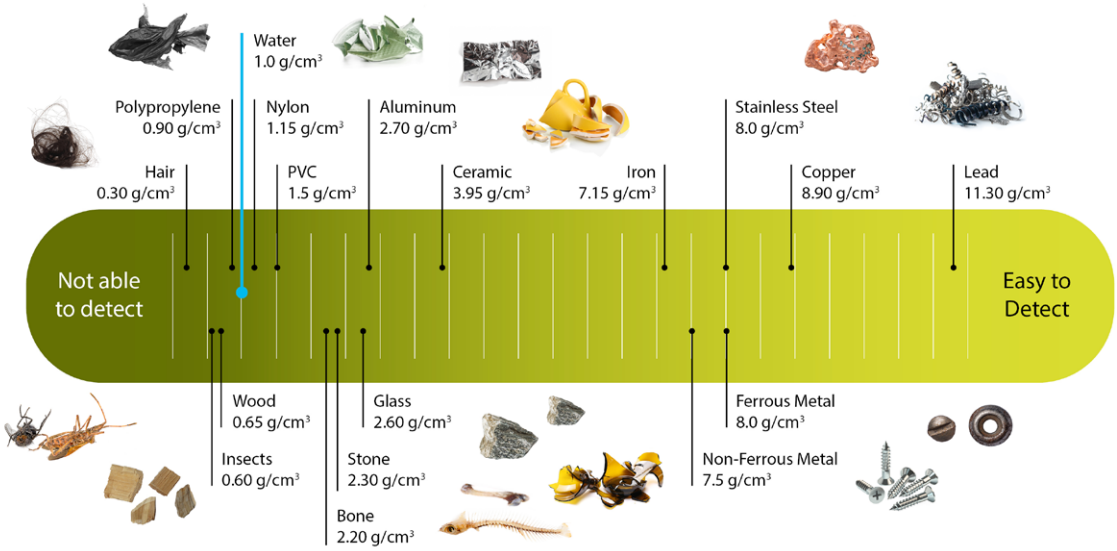
造成这些污染的一个原因是各种各样的外来物质最终会进入食品中。根据欧盟的RASFF网站[1]（食品和饲料快速警报系统），2020年，有137份与异物污染相关的通知。其中96%被归类为严重，70%是由玻璃、金属或塑料引起的，尽管列表中还包括橡胶、石头和昆虫。

另一个原因是，与病原体不同，异物没有杀死步骤。然而，X射线系统可以作为关键控制点，有效地从生产流程中去除受污染的食品，并降低产品召回的风险。

1.2 X射线系统的工作原理

用于食品检验的X射线系统由X射线发生器和检测器组成。当发生器打开时，它产生电磁辐射，该电磁辐射通过一个折叠式过滤器过滤，仅允许受控和有限的X射线束到达位于其对面的检测器。

X射线系统起着关键控制点的作用，可以消除食品生产流中的异物。



X射线检对异物的检出率取决于其特性，如密度等。

每当食物通过X射线束时，它就会吸收部分X射线能量，即穿透食物的X射线数量与密度成反比。然后，探测器捕获密度差异，并通过特定软件将其转换为灰度图像。如果食品被异物污染，系统将检测其不同密度，并通过自动剔除收系统将产品从生产流程中移除。

关于食品X射线系统，有一个常见的误解与发生器有关，有时称为“源”。这就产生了这样一种想法，即即使出现故障或未使用，它也会一直发射X射线（像放射性物质一样）。但事实上，发生器是由电力驱动的，关闭时不会发出任何X射线。

1.3 在食品检测中仅使用金属探测器是不够的

金属探测器可以很容易地检出铁金属(Fe)和非铁金属(NFe)，但对于食品生产环境中常用的不锈钢(SS)有局限性。另外，金属探测器不能检测非金属污染物，对生产环境和产品效应的变化也更为敏感，如高水分、含盐量和金属化包装材料等，都会影响检测效果。由于以上这些原因，金属探测器对于食品和饮料应用来说是一种不完整的检测方法。

相比之下，X射线系统不仅可以检测金属异物，还可以检测其他类型的材料，如玻璃碎片或与农产品混合的石头，或是传送带上的橡胶块，因为它们比食物密度更大。另外，X射线系统不受产品水分或盐分水平的影响，也可以检测金属化包装的食品（如铝箔包装)。这就是为什么X射线系统是补充甚至取代食品金属探测器的好选择。

2. X射线和辐射

为了理解X射线系统可以安全使用，我们要对什么是辐射以及什么时候会有危险有一个基本的认识。在本章中，我们还将解释我们所接触到的大多数辐射是如何来自自然而不是人造设备的。

2.1 理解辐射

从本质上讲，辐射是以波或亚原子粒子的形式传输的能量。根据能量的大小，它可以是电离的或非电离的。

电离辐射的频率高，波长短，有足够的能量打破与之接触的原子和分子的化学键。因此，电离辐射对生物体有潜在的危害。

相比之下，非电离辐射没有足够的能量干扰化学键，被认为是更安全的，尽管在某些情况下，它仍然会对分子产生热效应。非电离辐射的例子有各种紫外线(UVA)、可见光、以及来自手机和微波炉的微波等。

X射线是一种电离辐射，当然，这也是安全问题的原因。然而，正如毒理学的一个基本原理所说，是剂量产生了毒素。换言之，电离辐射可能是有害的，但实际上只有在一定的剂量限制以上。

事实上，我们每天都受到来自不同来源的不同类型的电离辐射，例如：

- 太阳和其他恒星：尽管地球大气层阻挡了大部分有害的宇宙辐射，但仍有一部分会穿透进来。
- 氡：一种从地面散发的放射性气体，是最大的天然辐射源。
- 医疗和工业用人造设备。
- 水、空气和食物，特别是富含钾的食物，如香蕉。

根据欧洲的一项研究[2]，自然辐射是我们所接受的全球平均总辐射剂量的主要贡献者，其中近43%来自氡，不到15%是人造辐射。而人造辐射中

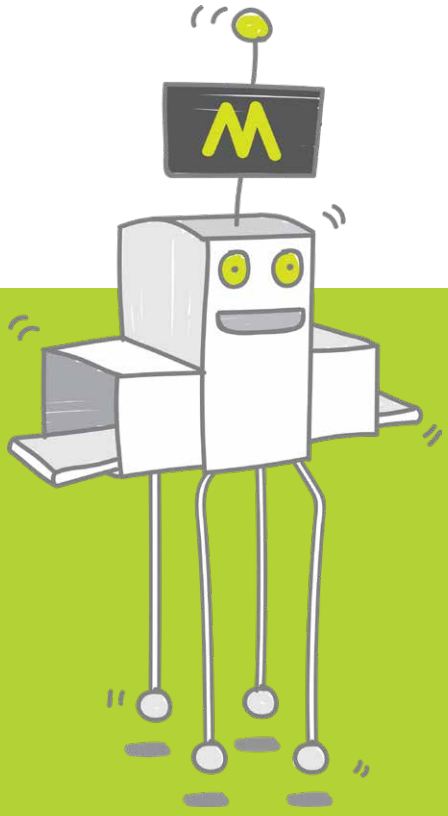
98%来自医疗用途，如诊断和治疗。因此，工业用X射线只占整个背景照射的很小一部分。

2.2 辐射测量

考虑到其潜在的有害影响，公共卫生当局和研究人员经常对普通人群暴露于其中的辐射量进行检测。

电离辐射有不同的测量单位。X射线系统，最常用的是sievert(Sv)，它测量辐射剂量对人体和健康的影响。而在美国，最常见的单位是雷姆(rem)。

对于极低水平的辐射，通常使用以下单位：毫西 弗(mSv)， 为 千分之一西弗；微西弗(μSv)，为千分之一毫西弗。在美国，相应的单位是毫雷姆(mrem)。



你知道吗？

1 Sv = 1 000 mSv = 100 rem
1 mSv = 1 000 μSv = 100 mrem
1 μSv = 0.001 mSv = 0.1 mrem

为了将X射线置于正确的环境中并更好地了解其安全性，这些单位非常重要。

3. X射线检测系统对产品和操作人员是安全的

X射线检测系统在食品检验中是安全的，一个最重要的原因是它发出的辐射量非常低，远低于自然背景辐射水平。在本章中，我们将从不同的角度来说明这一点。

3.1 食品X射线检测系统的设计考虑到了安全性

X射线检测系统具有不同的层次来保证其安全性。第一个来自极高的制造标准和严格的测试法规。

由于各国的限制和标准可能略有不同，Mekitec作为全球制造商将使用最严格的限制和标准作，以便生产出可在所有市场的任何法规下使用的产品。

这些法规确保X射线检测系统配备齐全，将风险降至最低。相对医疗行业的X射线操作员，食品行业的X射线操作员有一个显著区别是，食品行业的X射线操作员在操作系统或站在其附近时不需要任何额外的保护。这是

食品X射线检测系统的辐射泄漏量远低于自然背景辐射水平。

因为辐射被系统完全控制住了。系统机柜包括系统内部由不锈钢制成，入口和出口处的安装有几套铅帘。铅和钢是非常致密的材料，能够吸收X射线并阻止泄漏。

例如，在Mekitec X射线检测系统中，系统内部光束旁边的辐射在1000到3000μSv/h之间，经过系统机柜和铅帘的保护，系统外部的总辐射低于1μSv/h，通常约为0.1μSv/h。

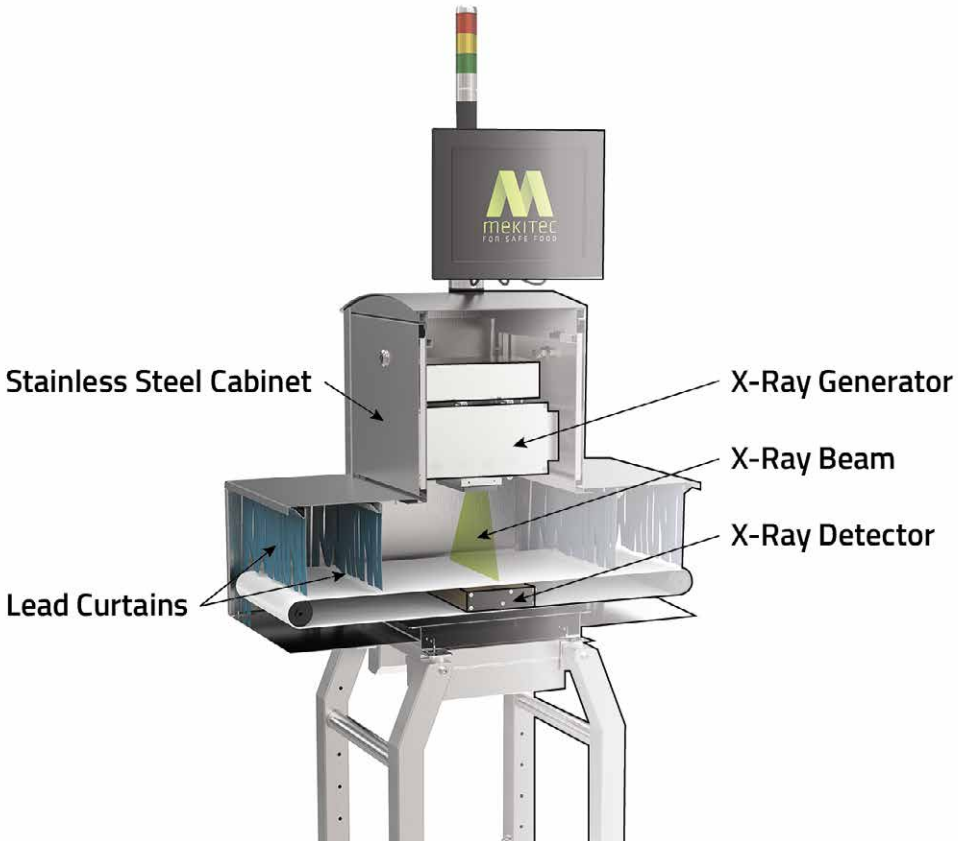
这一数值明显低于人们在日常活动中接触到的数值。以下是几个日常活动中辐射量的例子。

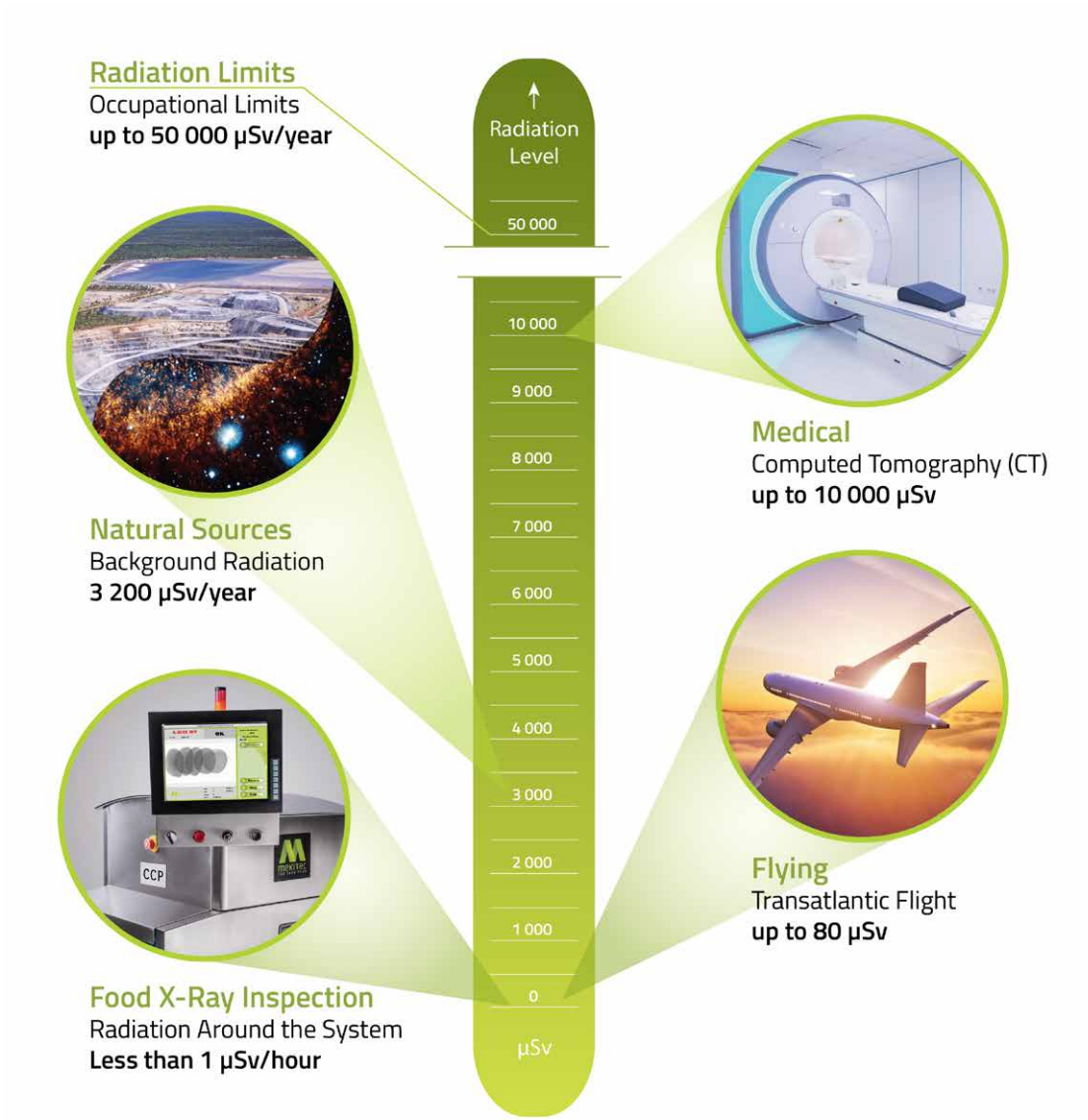
自然界辐射。 例如，在欧洲，自然界辐射的平均量为每年3200μSv[3]。这远远超过了食品生产商在X射线检测系统附近工作时每年的总摄入量。

飞行。 在3小时的飞机飞行中，摄入量为10μSv[4]，而在较长的跨大西洋飞行中，摄入量为80μSv[5]。

医疗。 牙科X射线的平均照射量为5μSv，而胸部X射线的平均照射量为14μSv[6]。 计算机断层扫描(CT)，照射量往往更高。例如，对于腹部和骨盆的CT，平均辐射剂量为10000μSv[7]，大大超过任何食品X射线检测系统的辐射水平。

在MEKI X射线检测系统中，辐射通过不锈钢机柜和铅帘控制在系统内。





与其他电离辐射源相比，食品X射线检查在图表中排名较低。

3.2 食品X射线检测对操作人员安全吗？

食品X射线检测对操作人员和其他生产人员是安全的。一般而言，在系统任何表面上测得的辐射量约为每小时0.1µSv，这样的辐射量，意味着与我们每天接收的自然界辐射没有差异。

当没有产品经过系统时，同样适用于系统的入口和出口，即使产品经过系统，差异也很小。

当比较操作员全年接触的理论剂量时，假设他们身体的一部分正好位于食品X射线系统的入口或出口点，该剂

量仍远低于卫生部门规定的职业限值：即美国每年50000μSv [8]，欧盟每年20000μSv [9]。

但实际上，由于不锈钢机柜和铅帘屏蔽非常有效地阻挡了X射线，操作员并不是站在开口处，而是站在控制面板上，那里没有辐射暴露。此外，由于现代食品X射线检测系统的高度自动化，操作员实际上根本不需要一直站在系统旁边或附近。

为了进一步保护操作人员，现代X射线检测系统配备了安全传感器和自动开关。无论何时打开机柜或机箱门，或在操作过程中身体部份置于系统中，或发生故障时，都会关闭光源发生器。

3.3 X射线照射过的食物安全吗？

X射线检测系统产生的辐射量太低，不会影响食品，无论是新鲜有机食品、加工食品和即食食品，还是高价值的营养食品。

例如，在机场安检时，用X射线扫描行李中的食物，它不会受到任何影响。食品X射线检测系统更是如此，它比机场扫描仪的辐射剂量少得多。

当X射线穿透食物时，它会与其分子发生相互作用并迅速消散。这有两种情况：一种是光电效应，X射线管发射的X射线光子在食物中衰减，只有部分光子通过食物。

为了进一步提高食品X射线检查的安全性，系统可以配备安全传感器。

另一种形式的相互作用称为康普顿散射。当X射线与食物分子相互作用时，它们改变方向并四处“反弹”（即散射），最终失去能量并完全消失。

最后，当食物从系统隧道中出来时，能量已经消散，不会残留在食物中。

3.4 让X射线更安全

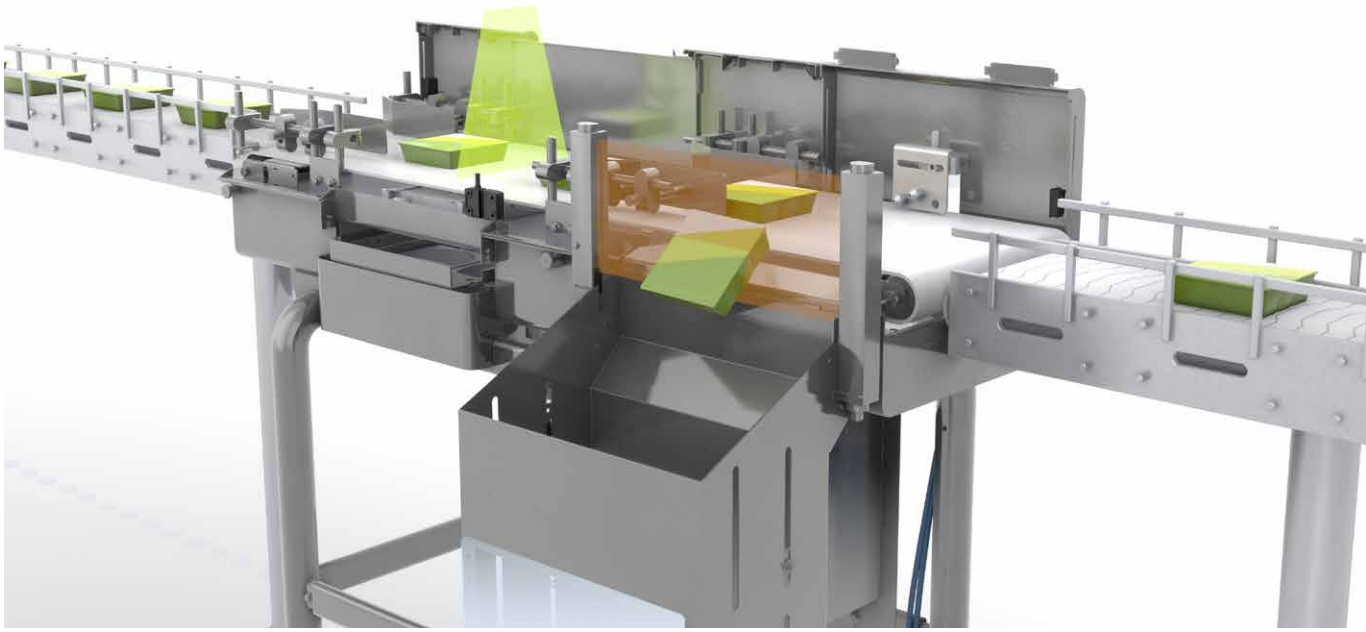
除了这些安全措施外，通过遵循一些有效的实践与经验，X射线可以变得更加安全。

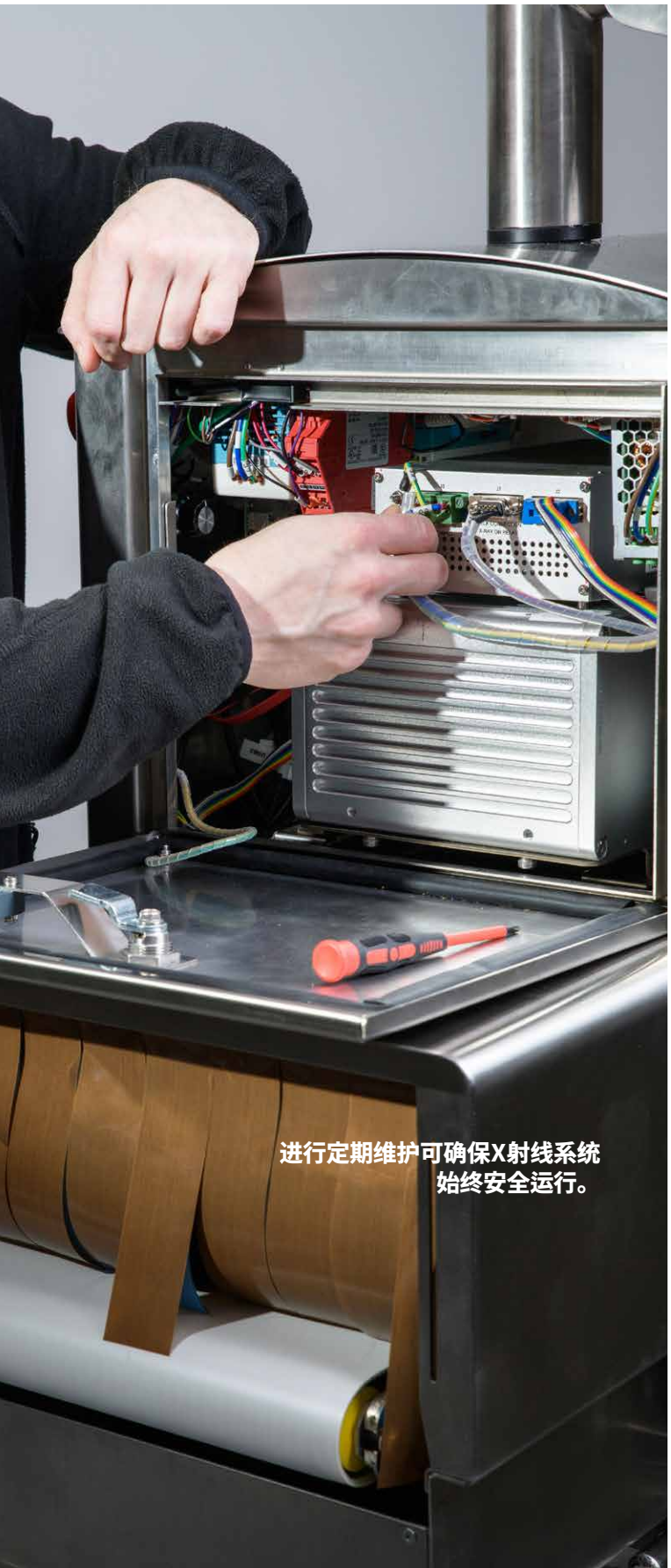
法规。有关X射线系统的法规制定了严格的工人保护标准，但食品生产商可能难以详细了解（并遵守）。法律往往针对每个地区或国家。因此，在投资X射线系统时，与当地经销商网络运营的制造商合作非常重要，他们可以帮助食品生产商获得所有必要的授权和员工培训。

正确使用。遵循设备制造商关于如何正确操作系统的说明，进行定期维护，并确保只有授权人员才能拆卸任何部件，这一点很重要。

辐射安全专员。在一些国家，公司需要指定一名辐射安全专员（RSO），该人员可以是公司内部或外部人员。RSO负责确保所有X射线操作员接受适当的培训，必要的文书工作到位，并定期进行维护。即使在没有法律要求的情况下，指定RSO也是一种良好的做法。

Mekitec的X射线检查系统符合最严格的辐射安全标准。





进行定期维护可确保X射线系统始终安全运行。

4. 结论

X射线检测系统是确保产品安全和防止产品召回的无价工具，它对操作人员和食品都是完全安全的。

此外，X射线检测系统的制造商正在努力减少手动干预的需要，使用各种传感器监测系统的正确运行，并降低达到相同效率所需的辐射量，从而使X射线系统更加安全。

来源

[1] https://webgate.ec.europa.eu/rasff-window/portal/?event=SearchForm&cleanSearch=1

[2] https://remon.jrc.ec.europa.eu/media/f3c8935a-2a73-45fa-ae06-70397609cdc8/0Oewhg/Atlas/References/EUR_RADON_2005_final.pdf

[3] https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/european-atlas-natural-radiation-0 Section 9.3

[4] https://www.energy.gov/sites/prod/files/2016/09/f33/Radiation_in_Perspective.pdf

[5] https://www.gov.uk/government/publications/ionising-radiation-dose-comparisons/ionising-radiation-dose-comparisons

[6] https://www.gov.uk/government/publications/ionising-radiation-dose-comparisons/ionising-radiation-dose-comparisons

[7] https://www.radiologyinfo.org/en/info.cfm?pg=safety-xray

[8] https://www.energy.gov/sites/prod/files/2016/09/f33/Radiation_in_Perspective.pdf

[9] https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2014:013:0001:0073:EN:PDF

笔记

Mekitec 集团

Mekitec是一家基于创新的X射线技术的食品行业质量控制系统的全球制造商。我们致力于通过提供业界最具价值的检测系统，确保食品安全。

我们的MEKI™ X射线系统是食品生产线的一部分，通过使用最新的X射线成像和处理技术检测和去除含有不需要的异物或其他缺陷的食品，从而保证质量，实现100%的食品质量控制。

有关更多信息，请访问我们的网站：
www.mekitec.com