

编者按：中华医学会医学工程学分会及 ECRI 研究院均不保证本文信息包括译文的准确性，仅供对医疗行业有兴趣者参考阅读。读者对本文信息的应用包括信赖本文的准确性、可靠性及时效性所产生的风险和后果应自行承担，中华医学会医学工程学分会及 ECRI 研究院将不负任何责任。同时感谢 ECRI 研究院总部对本译文的修改，感谢 ECRI 研究院亚太地区负责人卢统仁先生的努力与帮助。

暗盒尺寸数字 X 射线成像探测器（以下简称 DR 探测器）

主要译者：张茜 潘昌霖 张静 陈广飞 周丹

暗盒尺寸的无线 DR 探测器能结合两大优势：一是 DR 的图像质量和医生工作流程的优势，二是计算机 X 射线成像（以下简称 CR）的病人定位优势。这种探测器能被应用于几乎所有的 X 射线设备。本文中我们将对三种型号探测器的特点进行比较。

暗盒尺寸 DR 探测器是 DR 领域的最新产品。这种探测器的规格和传统的胶片以及 CR 暗盒相同，因此可以用来代替那些传统的暗盒，而不需要追加费用更换或者改造已有的 X 射线设备。

在这种探测器推出前，任何机构想要使用 DR 技术就必须购买专门为 DR 设计的尖端（而且昂贵）X 射线系统，或者，对已有的、非 DR 的 X 射线系统进行昂贵的改造。另外，即便采用了专为 DR 设计的系统，在某些透视中设定病人的定位也很困难，因为这些系统的 DR 探测器通常固定在诊断床或立式胸片架上。（因此，我

们把这些系统称作内置 DR 系统或固定 DR 系统。）为了解决这个问题，这些系统往往需要 CR 辅助，因为 CR 允许更灵活的定位——但它的图像质量较差，工作流程的效率也较低。

暗盒尺寸 DR 探测器具备 DR 技术的所有优势，包括快速获取图像的能力，以及比胶片或传统 CR 技术更好的图像质量。这种探测器也能替代辅助内置 DR 系统的 CR 探测器。通过添加这种暗盒尺寸 DR 探测器，一些机构能完全使用 DR 并逐步淘汰 CR。因此，就诊人数和图像质量都得到显著提高。

另一个优势是，当一间放射室更新后，这种探测器能重新用于新的系统。例如：医院可以将暗盒尺寸 DR 探测器用于需要在 2~5 年后更换的设备，设备淘汰后仍可重新利用 DR 探测器，而不会浪费在 DR 探测器上的投资。

对于当前使用胶片或 CR 的放射室来说，与安装新的内置 DR 系统相比，暗盒尺寸 DR 探测器提供了一个较便宜的替代方案。（备注：无论如何，内置 DR 系统可能具备工作流程上的其它优点，而加装了 DR 探测器的非 DR 系统上并不具备这些优点。例如：基本透视能更快速完成，因为系统上的探测器在使用前不需要处理。）对于一家机构而言，最重要的是考虑需要哪些功能，这样能保证所有预期的工作都可以顺利进行。具有高级功能的探测器比较昂贵，虽然功能性很好，但实际工作中却不需要，因此，购买它们并不明智。

此次测评中，我们考察三种暗盒尺寸的无线 DR 探测器系统（每个探测器都附带软件和一个用户控制台）。它们都经过专门设计，能够与现有的多种 X 射线成像设备兼容（包括便携式探测器），并且几乎能即时显示图像。

▷ Canon CXDI-70C

▷ Carestream DRX-1

▷ Carestream DRX-1C

以下暗盒尺寸 DR 探测器在我们进行测评时还无法获得，我们计划以后再对它们进行评估：富士（Fujifilm）公司的 FDR D-EVO（支持有线和无线两种配置），以及柯尼卡（Konica）公司的 Aero DR。

评级：

我们对每个系统的评级，主要反映它们是否符合预期的临床需求和工作流程需求。

★★★★☆

CANON CXDI-70C

CXDI-70C 系统能满足所有的应用需求。它的图像质量很优秀，足以媲美以前只能在高级的内置 DR 系统中获得的图像质量。这主要归功于它使用的碘化铯(aSi + CsI)探测技术；佳能（Canon）只提供碘化铯这一种闪烁体（参见第 4 页有关探测器材料的描述）。那些目前使用 CR 辅助内置 DR 系统的医疗机构，如果想在所有放射成像工作中使用相同的辐射剂量，并得到同等的图像质量，那么使用这个系统尤其有利。由于它的辐射剂量小，那些需要给很多儿科病人成像的医疗机构也将从这个系统中受益。（由于探测器的成像质量高，产生相同图像所需的辐射量就少。）

关键内容

▷ 暗盒尺寸无线 DR 探测器，对于想要转向 DR 技术领域的机构来说，是最好的解决方案。它结合了 DR 的图像质量及工作流程优势和 CR 的病人定位灵活性优势，并且允许一些医疗机构逐步地淘汰 CR 或避免购置非常昂贵的内置 DR 系统。

▷ 同时，对这种技术也存在一些潜在的顾虑。例如：尽管这种探测器比一套新的内置 DR 系统

便宜，但它们仍然很贵，很多机构将无法合理化这项投资成本。由于这还是一项新技术，我们无法确定探测器的耐用性，以及它们的无线设计会不会出现问题。

▷ 在我们评测的三种型号中，Canon CXDI-70C 和 Carestream DRX-1C 的评价最高，获得了四颗星（最高五颗星）。二者的成像质量都很优秀。另外，CXDI-70C 能和大多数第三方的 X 射线系统高度集成，而 DRX-1C 的附加保险合同范围比其他设备略好。虽然 DRX-1C 也能和大多数现有的设备集成，但却只能和部分系统高度集成。锐珂（Carestream）公司的 DRX-1 系统，因其略逊一筹的图像质量而获得三颗星的评价。除了图像质量（以及价格）的差别，DRX-1 和 DRX-1C 是完全一样的。

至于探测器和第三方 X 射线系统的集成，医院可以选择基本集成或者高度集成。基本集成只需要一个简单的电子连接，将探测器与 X 射线发生器及曝光开关（曝光开关可以使探测器和 X 射线发生器同步）相连即可；因此只有在探测器准备好时才能曝光。我们暂时无法提供更多有关基本集成的信息。

另一种选择则是和大多数现有的 X 射线系统（无论什么厂商）高度集成，这是一个显著的优势。高度集成附带一个可选的数字接口，称为 GenCom，这个接口能够使 X 射线发生器和探测器之间，无论是在曝光前、曝光中还是曝光后都能双向传递 X 射线参数。有了这个特征，也就相当于具备了许多内置 DR 系统的优点。例如：技师只要一个控制台就能相互配合（而非在基本集成时需要的两个独立控制台，分别控制 X 射线系统和探测器），这样就能避免混淆的情况。而且，使用这种探测器还能获取复杂的曝光图像，比如需要图像拼接的长骨成像和传统的断层扫描。（无论如何，使用这类探测器进行这些工作并不像内置 DR 系统那么容易，因为在内置 DR 系统中，X 射线探测器的移动和 X 射线管

的移动是通过机电链接的。）

佳能（Canon）公司表示，经过测试，这个型号的系统能承受一米（三英尺）的跌落而不会损坏。然而，佳能公司并没有提供客观手段来测量跌落后仪器的受损程度（例如：用于确定探测器跌落的高度是否高于一米的内部传感器），只是说明探测器的受损情况必须由该公司主观评估。如果公司发现有任何损坏的迹象（内部或外部的），损坏将被认为是一次意外，并且不在保修范围内。使用单位可以选择购买附加的保险，承保仪器的正常损耗，包括由跌落或其他轻微事故造成的意外损坏。但有些损坏仍然不在保险范围内，例如：由流体渗透或误操作引起的损坏。



CARESTREAM DRX-1C

DRX-1C 系统能满足所有的应用需求。它的图像质量很优秀，足以媲美以前只能在高级的内置 DR 系统中获得的图像质量。这主要归功于它使用的碘化铯(aSi + CsI)探测技术。那些目前使用 CR 辅助内置 DR 系统的医疗机构，如果想在所有的放射成像工作中使用相同的剂量，并得到同等的图像质量，那么使用这个系统尤其有利。

由于它的辐射剂量小，那些需要给很多儿科病人成像的医疗机构也将从这个系统中受益。（由于探测器的成像质量高，产生相同图像所需的辐射量就少。）

这个系统和现有 X 射线设备的集成很简单，控制面板提供了所有必需的功能。它与大多数第三方系统的集成水平取决于一个基本的电子连接，这个电子连接在曝光开始时能够通过 X 射线控制开关同时激活探测器和 X 射线发生器。它还能防止图像在探测器准备好之前曝光。这种水平的集成必须使用两个控制台。这个系统可以和锐珂（Carestream）公司或昆腾医学影像（Quantum Medical Imaging）公司提供的 X 射线系统高度集成。

复杂的曝光成像（例如：需要图像拼接的长骨成像和传统的断层扫描）所用的单元组件目前仅适用于不在美国销售的设备；该系统的一个软件升级版预期将在 2011 年后期发布，到时候这种单元组件将适用于在美国出售的设备。（备注：虽然它们具有这种复杂的曝光能力，但是使用这种探测器进行这些工作并不像内置 DR 系统那么容易，因为在内置 DR 系统中，X 射线探测器的移动和 X 射线管的移动是通过机电链接的。）

锐珂公司表示，根据他们的测试，这个探测器能承受一米高的跌落而没有损坏。但是，如果探测器的跌落高度超过一米，内部的校准就会失效，探测器也就无法继续正常工作，而且这种损坏不在标准

保修范围内。内部的传感器用于记录跌落事件（例如：帮助确定跌落的高度），而且其设计能让用户看到它的读数。提供客观的手段来测量和记录跌落高度是这个系统的一大优势。此外，另一个主要的附加好处是，服务合同中可以添加一项意外保险，以减少在意外损坏事故中更换探测器的费用（包括因跌落而造成的损坏）。



CARESTREAM DRX-1

这个探测器和 Carestream DRX-1C 非常相似，也正如该探测器一样，能满足所有的应用需求。这两个型号唯一的区别是，它们的价格和所用的闪烁体（因此，它们的图像质量也不同）。DRX-1C 用的是碘化铯，而 DRX-1 用的是较便宜的硫氧化钆(aSi + GOS)。DRX-1 能提供优质的图像质量，尽管它不如 DRX-1C（以及其他用碘化铯的探测器）优秀。

附加的组件：

以上评测的每台仪器都提供了高效的工作流程，因为它们都能在 3 秒内显示图像，这是评测工作流程效率的典型时间参数；另外，所有正规的自动曝光控制附件、反散射附件以及定位附件都可以使用。

三个探测器都有类似的病人体重限制，而且都足够牢固以便容纳大多数的病人，而不必附加额外的病人定位设备。另外，所有的探测器都能加装到便携式 X 射线装置上，以便它们能在医疗照护点（包括手术室）使用。

三个系统的电池寿命以及和 DICOM (医学数字影像传输标准) 的符合度也很相近。三者都在控制台和无线探测器之间采取专用的 802.11n 无线标准进行连接。

(802.11n 通信标准具备一些有用的特征, 例如: 高带宽、长射程、抗其他无线设备的干扰, 以及加密保障。)

所有仪器都只需要极少的日常维护, 但是和所有 DR 探测器一样, 它们有时需要校准。

探测器的耐用性是医疗保健机构必须考虑的主要因素, 但它还是一个未知数, 很难给出一个明确的答案。(不同于内置探测器, 暗盒尺寸的探测器需要人工处理和放置, 因此更容易受损。) 我们已经注意到, 两个厂家都报告过耐用性试验, 且探测器在使用中都能承受正常的敲击; 这些探测器也都经过测试, 能承受一米高的跌落。但是, 只有时间能告诉我们, 在繁忙的 X 射线成像工作环境中, 这些设计是否真的足够坚固耐用。谨慎操作和对液体的防范总是必需的。两个厂家的报告都指出, 由液体引起的损害比误操作造成的损害更大。

另一个次要的注意事项是, 技师在曝光前必须选择正确的无线探测器, 即已设置的、适用于这项工作的探测器。(如果有多个探测器可用, 那么在控制台屏幕的探测器列表里, 有可能会选错探测器, 如此一来就需要重新曝光。) 这一点可能需要对用户强调, 因为在固定 DR 探测器和 CR

暗盒上, 选错探测器通常不会引起问题。

CR 和 DR: 从过去到现在

CR? DR? 两者并存?

通常的 X 射线成像技术, 已经逐渐并不可阻挡地从胶片 (模拟) 转向数字技术。数字技术具备了很多优点, 例如: 一致的图像质量, 以及可以通过 PACS (图像存储和传输系统) 更轻松地获取图像。

目前普遍使用的是两种类型的数字系统: CR (计算机 X 射线成像) 系统和 DR (数字 X 射线成像) 系统。CR 探测器使用成像板代替胶片, 成像板放置在标准大小的便携式暗盒中。曝光后, 暗盒被送至成像板阅读器, 正如胶片暗盒被送到胶片处理机一样。30~60 秒之后, 读出的图像显示在计算机的屏幕上。DR 则用电子探测器取代成像板。曝光后, 探测器通过有线或无线的连接把图像传输给计算机, 即可迅速地显示图像。

除了能提供近乎瞬时的图像显示外 (这可以显著提高工作流程的效率), DR 的图像质量也比 CR 好。然而, DR 的价格比 CR 更高。一些更高端的 CR 系统也能提供非常好的图像质量。因此, 基于价格因素, DR 系统的性能虽然比这些系统更好, 但未必足以合理化其投资成本。

使用内置 DR 系统的另一个缺点是, 在一些 X 射线透视中很难、甚至不可能对病人进行定位。医院解决这个问题的传统方法是, 用 CR 来完成这些透视, 因为用 CR 定位病人就跟用胶片一样容易。然而,

用这种以 CR 辅助 DR 的方式，从工作流程和图像质量上来看，并不是最佳的选择。因此，一些 DR 探测器技术被开发出来，目的在于让医院都能规范使用 DR。这些将在下面进一步描述。

DR 探测器的演变

有线 DR 探测器已经被广泛使用了大约 10 年的时间。佳能 (Canon)、富士 (Fujifilm) 和通用电气 (GE) 公司都生产这种探测器。把它们添加到固定 DR 系统中，就能在不影响图像质量的同时，解决病人定位的问题。

一些型号的有线探测器能被加装到任何品牌的 X 射线设备上，但部分探测器只能和特定的系统配合使用。另外，在一些有线探测器上，电缆是可拆分的，这意味着单个探测器可以根据需要轻松地在两个地方交替使用和共享。这种探测器的其中一个顾虑与电缆相关的风险有关，例如：人被电缆绊倒和/或摔落探测器；如前所述，提到摔落，人们有一个担忧，即探测器是否足够耐用以承受意外的跌落。对大多数有线探测器而言，一个更严重的缺点是，它们的尺寸不统一，并且和标准暗盒不同。这意味着，必须改造已有的 X 射线成像设备才能容纳这种探测器。这些改造显然增加了使用 DR 的成本。对于许多医院来说，这样的费用是高昂的。

最近，飞利浦 (Philips) 和西门子 (Siemens) 公司推出了无线探测器，并把这种探测器应用到他们生产的每个固定

DR 系统中 (添加到新的系统，或者加装到已有的系统)。因此，这些型号的系统不再需要 CR 辅助装置。无线功能意味着解除了有线探测器的困扰。无线探测器的另一个优点是，如果这种探测器与便携式 X 射线成像系统配合，那么它们可以轻松地在手术室 (OR) 里使用，因为它们可以放置在无菌袋里，而不必担心像有线探测器那样无法进入无菌区。这类探测器的主要缺点是，它们不是标准的暗盒尺寸，只能和同一厂家的 X 射线系统配合使用，而不能加装到第三方系统上。

竞赛的改变者：暗盒尺寸的无线探测器

最近的创新成果是：与标准的 X 射线胶片暗盒尺寸相同的 DR 探测器。这种探测器无需高昂的改装费便能装在任何一种标准的 X 射线诊断床或者立式胸片架上。更重要的是，技师能以同样的方式，像使用胶片暗盒那样，在成像工作中使用这种探测器 (他们已经使用胶片暗盒数十年了)。例如：可以使用现有的定位辅助装置，以及在病人背后轻松地滑动探测器。(如果用其它类型的探测器，这些功能根本不可能实现，或者需要专门的附件才可实现。) 唯一潜在的技术难题 (根据厂家的产品资料，难题已经被克服了) 是无线 DR 系统必须和 X 射线发生器及控制台相连，以便探测器和 X 射线设备同步。

自问世以来，这种探测器已经对市场产生了显著的影响。例如：13 页的图表显示了 ECRI 研究会成员对 CR 和 DR 的关注

主要是根据 2006 年-2010 年的市场调查请求数量所得出的结论。直到 2009 年中期, CR 一直占据主导地位优势, 且每年调查的数量保持稳定(大约每年 300 份)。在 2009 年下半年, 出现第一个暗盒尺寸 DR 探测器(Carestream's DRX-1)后, 第二年的市场显著偏向 DR。进一步的分析表明, 在暗盒尺寸 DR 探测器出现后的第二年, 它们在 DR 系统调查市场中占据了 25% 的份额。另外, 多个 CR 成像系统以及大而设备齐全的集成 DR 放射室(两者均被暗盒尺寸的探测器取代) 利润都显著下降。

尽管存在这种趋势, 但暗盒尺寸 DR 探测器还是新事物, 且存在许多不确定因素, 例如: 它们的耐用性如何, 以及它们的无线设计能多大程度解决现有问题(这些因素将在 13 页“使用暗盒尺寸探测器时需特别注意的事项”中探讨)。此外, 相对于购买一套内置 DR 系统来说, 虽然暗盒尺寸探测器是较便宜的选择, 但它们仍然很贵, 而且很多医院无法合理化这项投资成本。因此, 在可预见的未来, CR 可能还会在一些医院中继续使用。

评估一览表: 暗盒尺寸的无线 DR 探测器

	佳能 CXDI-70C(带 GenCom 接口)	锐珂 DRX-1 和 DRX-1C*
总体分级	★★★★☆	★★★★☆DRX-1★★★★☆DRX-1C
总体评价	空间分辨率好, 图像质量优。能与大多数第三方 X 射线系统高度集成的能力是其显著优点。可追加意外损坏保险, 但保险覆盖范围不如锐珂公司广泛。	DRX-1 的图像质量好, DRX-1C 的图像质量优。两者都只能和有限的 X 射线系统高度集成。针对意外损坏的附加保险是一个主要优点。
图像质量	优 和大多数内置 DR 系统一样好	好(DRX-1); 优 (DRX-1C) DRX-1: 次于 DRX-1C, 但优于大多数 CR 系统 DRX-1C: 和大多数内置 DR 系统一样好
日常工作流程	优	优
X 射线成像技术	优 适用于所有的标准成像工作和一些高级成像工作(断层扫描、图像拼接)。	好(美国以外的地区: 优) 适用于所有的标准成像工作和一些高级成像工作(实现断层扫描和图像拼接的组件目前只在美国以外销售, 但美国预计在 2011 年以后会销售这种组件)
图像显示	好	好
探测器操作和共享能力	优 容易实现高达四个探测器的共享, 且每个探测器都能被赋予容易识别的标签。	优 容易实现高达三个探测器的共享, 且每个探测器都能被赋予容易识别的标签。

电池	好 附带两个电池。电量不足时不能成像。在正常条件下,电量能持续 4 至 5 个小时和 140 次曝光。电池充电完成 2 秒后,即可使用探测器。	好 附带两个电池。电量不足时不能成像。在正常条件下,电量能持续 4 至 5 个小时和 190 次曝光。电池充电完成 50~90 秒后即可使用探测器。
无线和数据安全	好 使用加密的、2.4GHz 带宽的 802.11n 无线连接,因其被广泛使用而可能导致网络冲突(这种冲突不会影响图像质量)。	优 使用加密的、5GHz 带宽的 802.11n 无线连接,因其尚未被广泛使用,不太可能与其他设备有所冲突。
质量保证	优 厂家内部测试,技术人员执行校准。	优 厂家内部测试,用户执行校准。仪器内部校准失效时探测器不能使用。
安装/维护	好	优
探测器耐用性	好 探测器经测试能承受一米高的跌落。然而,没有客观手段可以评估损坏程度(例如:确定跌落的高度)。损坏由佳能公司评定。	优 探测器经测试能承受一米高的跌落;系统自带坠落传感器,因此能确定跌落的高度。
与现有设备的兼容性	优 能和大多数第三方 X 射线系统高度集成,允许 X 射线参数的双向通信。	好 能和大多数第三方 X 射线设备进行基本集成;但只能和锐珂公司以及昆腾医学影像公司提供的 X 射线系统高度集成。
和信息系统 (PACS 及 RIS) 的集成水平	优 集成后,能使一些 X 射线发生器根据布置好的工作自动设置 X 射线参数,也允许 X 射线参数嵌入到图像中。	好 探测器能和使用场所的 RIS 和 PACS 系统集成。
厂家提供的问题解决方案	好 厂家内部技术培训,不需要年费。厂家提供的远程监控意味着使用单位遇到问题时不需要电话预约。	好 厂家内部技术培训,不需要年费。厂家提供的远程监控意味着使用单位遇到问题时不需要电话预约。
维护需要	好	好
保修条件	好 补充保险只针对某些意外损坏(例如:不包括液体损害);损坏原因由佳能公司根据工厂的评估决定。	优 提供针对意外损坏的补充保险,限制条件范围极小。

DR 探测器所用的材料

DR 探测器的图像质量取决于所用的材料。DR 中最通用的——也是目前暗盒尺寸的无线探测器所采用的——是非晶硅 (aSi)。因为非晶硅只能探测到光线，所以需要有一个闪烁体把 X 射线转换成光线。普遍使用的闪烁体有两种类型：硫氧化钆 (GOS) 和碘化铯 (CsI)。硫氧化钆已经作为胶片暗盒的闪烁体使用了很长时间，而且相对便宜。碘化铯的性能比硫氧化钆好；但它是一种晶体，所以价格更高，而且不耐用。

另外还有非晶硒 (aSE) 和电荷耦合设备 (charged-couple device) 的探测器，它们并不普遍，目前只用于内置 DR 系统。前者经常被称为直接 X 射线成像探测器，因为非晶硒不需要闪烁体；这有助于提高输出的图像质量，尤其是在兼顾到空间分辨率的情况下。然而，这种技术的制造成本很高。另一方面，电荷耦合设备是最廉价的 DR 探测器，这要归因于它们在消费类电子产品中的广泛运用。电子耦合设备很小 (几立方毫米)，所以，探测器需要一个厚重的镜头作为闪烁体的补充装置，以便把光线聚焦到很小的电荷耦合设备上。因此，这种探测器很笨重。

第 9 页的图表列出了 DR 和 CR 中相关探测技术的优缺点。

数字 X 射线成像系统 (DR) 和计算机 X 射线成像系统 (CR) 探测器技术的优缺点

探测器技术	优点	缺点
DR 系统 aSi+GOS	<p>可提供多种型号的暗盒尺寸探测器，能直接在大多数的 X 射线成像设备中，也可用在经过改装的便携式 X 射线成像设备中。(也备有有线或无线的非暗盒尺寸型号。)</p> <p>与其它利用 aSi 技术的 DR 探测器相比，其价格较低。</p> <p>由于图像可以立即获得，并且无需人工操作，所以工作效率比较高。</p> <p>使用暗盒尺寸探测器时，任何 X 射线透视系统的参数设置都比较简单。</p> <p>GOS 十分耐用。</p>	<p>与运用 CSI 技术的 DR 探测器相比，其图像质量较差。</p> <p>探测器的损坏或故障可能导致整个 X 射线成像系统无法正常运作 (尤其是在单探测器系统中)。</p> <p>如果特殊探测器损坏 (因操作不当引起的)，通常无法维修，而且更换费用较昂贵 (大约 10 万美元)。</p>
DR 系统 aSi+CsI	<p>可提供多种型号的暗盒尺寸探测器，能直接在大多数的 X 射线成像设备中，也可用在经过改装的便携式 X 射线成像设备中。(也备有有线或无线的非暗盒尺寸型号。)</p> <p>高品质的图像质量。</p> <p>使用暗盒尺寸探测器时，任何 X 射线透视系统的参数设置都比较简单。</p> <p>由于图像可以立即获得，并且无需人工操作，所以工作效率比较高。</p>	<p>探测器的价格昂贵。</p> <p>探测器的损坏或故障可能导致系统无法正常运作 (尤其是在单探测器系统中)。</p> <p>如果特殊探测器损坏 (因操作不当引起的)，其通常不能维修，而且更换费用昂贵 (大约 12 万美元)。</p> <p>由于 CSI 是晶体结构，因此极易损坏。</p>

<p>DR 系统</p> <p>aSe(只用于内置的 DR 系统)</p>	<p>高品质的图像输出。</p> <p>由于图像可以立即获得，并且无需人工操作，所以工作效率比较高。</p>	<p>探测器的价格昂贵。</p> <p>探测器的体积较大，并且内置于拱门中，所以，使用此探测器时，病人的定位比较复杂，进行一些工作也比较困难（目前没有有线和无线的配置）。</p> <p>探测器的损坏或故障可以导致整个系统无法正常运作（尤其是在单探测器系统中）。</p>
<p>DR 系统</p> <p>CCD(只用于内置的 DR 系统)</p>	<p>价格明显低于其它 DR 探测器。</p> <p>CCD 通常不易损坏（但探测器的其它部分可能易损坏）。</p> <p>探测器组件（CCD、闪烁体、光学器件）是可以维修的，与采用其他技术的 DR 相比（这些 DR 通常是不能维修的），组件的维修费用较低。</p> <p>由于图像可以立即获得，并且无需人工操作，所以工作效率比较高。</p>	<p>与采用其它技术的 DR 相比，其图像质量较低。</p> <p>探测器的体积较大，而且必须置于一个拱门中，所以，使用此探测器时，病人的定位比较复杂，进行一些工作也比较困难（目前没有有线和无线的配置）。</p> <p>探测器的损坏或故障可以导致整个 X 射线成像系统都无法正常运作。</p>
<p>CR 系统</p>	<p>标准尺寸的暗盒，无需改造就可以用在包括便携式在内的任何 X 射线成像设备中。</p> <p>各种各样的成像板阅读器可以满足医院对图像吞吐量和阅读器尺寸的要求。</p> <p>价格低于 DR 系统。</p> <p>暗盒相对便宜，因此暗盒的损坏不是一个严重的问题。此外，系统拥有多个暗盒，因此工作流程不会因一个暗盒的损坏而中断。</p> <p>任何 X 射线透视系统的参数设置都比较简单。</p> <p>由于多个成像板阅读器可以联网工作，所以，若其中一个损坏，仍可共享资源继续工作流程。</p>	<p>图像质量低于 DR（虽然某些先进的 CR 成像板的图像质量优于大多数的 CR 系统）。因此，要获得高质量的图像，辐射剂量也要增加。</p> <p>工作流程的效率比较低：</p> <ul style="list-style-type: none"> ——暗盒必须放入成像板阅读器中 ——图像不能在曝光之后立即使用。 <p>这导致总体成像时间变长。</p> <p>成像板阅读器易出现机械故障，并且需要定期清理。</p>

DR 和 CR 的典型配置

DR 和 CR 都有多种配置可供使用。各种配置反映了成本、图像质量、工作效率之间的折中方案。对于 DR，最重要的考虑因素是成像操作的类型和病患人群的特征，例如：不合作的病人很难对其定位。

另一方面，CR 系统处理图像的速度较慢，这使吞吐能力成为主要的考虑因素。在一个就诊人数少的小诊所，一台廉价的平板 CR 成像板阅读器就已足够。在放射科，要保持足够的吞吐量就需要高效的工作流程、多个分散的阅读器（单槽阅读器或吞吐量中等的多槽阅读器），这些阅读器必须可以联网工作。另外，一个或两个集中的、高吞吐量的多槽阅读器就可以满足一个工作量大的放射科需求。成像板可以放在阅读器的一个缓冲区中，这使图像处理的速度更快，阅读器有时也会采取并行阅读图像板的机制。

类型	探测器	价格*	使用范围
DR 系统 便携式 DR	有线/无线 aSi + GOS 或 aSi + CsI 探测器	\$200,000 (包括 X 射线机; 改装已有的系统)	医院的所有护理区域
DR 系统 诊断床+有线/无线 DR 探测器	任何尺寸的有线/无线 aSi + GOS 或 aSi + CsI 探测器	\$200,000 (包括改装已有的诊断床; 不包括 X 射线系统)	主要的放射室
DR 系统 安装在立式胸片架上的单个 DR 探测器 (例如: 用于胸部研究) (适用于大多数透视, 但是病人的定位比较困难)	任何 DR 探测器	\$200,000+	主要的放射室, 就诊人数多的门诊科室; 非卧床病人。
DR 系统 安装在 U 型臂上的单 DR 探测器和 X 射线管, 可用于多项透视 (最适用于非卧床病人)。	任何 DR 探测器; 探测器通常置于拱门中	\$230,000+	主要的放射室, 急诊室, 门诊放射科。
DR 系统 拥有多个探测器的 DR 室 (探测器分别安装在立式胸片架或诊断床上, 系统也应该包含一个无线或有线探测器以保证 DR 室的最大效率)	用于内置探测器的 aSi 或 aSe, 再加上无线/有线 aSi + GOS 或 aSi + CsI 探测器 (任何尺寸)	\$250,000~\$400,000	就诊人数多的主要放射室
CR 系统 台式 CR (吞吐量低的单槽阅读器)	CR	\$30,000 (不包括 X 射线系统)	就诊人数少的独立诊所、手术室
CR 系统 分散式 CR (中等吞吐量的单槽阅读器)	CR	\$50,000 (不包括 X 射线系统)	就诊人数中等的独立诊所、急诊室或加护病房。另外, 多个系统可联网为主要的放射部门提供服务。
CR 系统 集中式 CR (高吞吐量的多槽 CR 设备【带有暗盒缓冲区】)	CR	\$100,000+ (不包括 X 射线系统)	主要的放射部门; 可与其它成像板阅读器联网工作。

CR 系统 便携式 CR (单槽 CR 设备和计算机一起安装到便携式 X 射线系统中)	CR	\$130,000 (包括 X 射线系统; 改装已有的系统)	医院的所有护理区域
---	-----------	--	-----------

*注: 成本包括整个数字成像系统。基本的 CR 系统包括成像板阅读器和成像板。DR 系统包括 X 射线系统或改装已有的系统。价格是根据 ECRI 研究所的“SELECTplus”提供的报价制定。价格是估计值, 仅供参考。

X 射线系统的集成水平

使用暗盒尺寸的探测器时, 需要与 X 射线系统进行一定程度的连接。集成水平取决于探测器和 X 射线系统。最基本的集成仅需确保探测器和 X 射线系统是同步的即可, 因此图像只有在 X 射线管和探测器都准备好的前提下才能曝光。这种集成水平是无线 DR 的使用条件, 并且几乎可以在任何 X 射线系统和已评测的无线探测器之间实现。然而, 这种方法意味着要使用两个控制台, 控制台必须单独设置, 并且必须在 X 射线系统间进行手动复制某些参数。

更高水平的集成也是可以实现的, 这种情况下, 系统之间的数据是共享的。当达到这种水平的集成时, 用户可以在一个控制台上工作, 而且不需要输入两次信息。当 DR 系统与放射信息系统(或称 RIS)连接时(通常是在高水平集成的情况下), 已布置好的成像操作步骤将从 RIS 导入 DR, X 射线装置的初始状态也可以自动设置。同时, 在工作结束时, 所有的曝光参数和它的 DICOM (医学数字影像传输标准) 数据一起保存在图像文件中, 并与图像文件一起传送到 PACS (图像存储和传输系统) 中。用此方式集成的系统在培训、病人安

全、工作效率方面都有优势。

值得注意的是, 高水平的集成不一定都能达成, 必须视 X 射线系统和无线 DR 探测器的性能而定。在已有的 X 射线系统上安装暗盒尺寸无线 DR 探测器, 虽然在降低成本方面有一定的优势, 但是给增配一套精密的内置 DR 系统可以获得其它方案所没有的优势, 最显著的优势是: 通过 X 射线管自动跟踪探测器, 这可以使病人的诊断更高效、更准确。

高级图像采集

影响暗盒尺寸 DR 探测器进行高级图像采集的难易程度有很多因素。例如: 研究长骨时需要骨骼的图像, 但是因骨骼太长而不能仅用一个探测器, 这时需要将两张图像用连续、数字的方式拼接在一起。某些精密的内置 DR 系统具有可以简化整个工作流程并提高效率的自动化特征, 但是, 经过改装的系统没有这项特点。相反地, 拼接图像必须在一个工作区中进行, 这就需要另外安装软件。但是, 并非所有的系统都能应用这个软件, 只有经过测试的系统才能应用。具体而言, 经过测试的系统有佳能 CXDI-70C 和在美国以外出售的锐珂 DRX-1 和 DRX-1C。(锐珂公司表示, 他们将为美国的用户提供新版的软件

修订版，预计将在 2011 年发布。)

这项功能可以改变整个生产线的生产效率。因此，不能因为一个生产商的内置 DR 系统提供拼接软件，就认为它的无线 DR 系统也会提供这个软件。

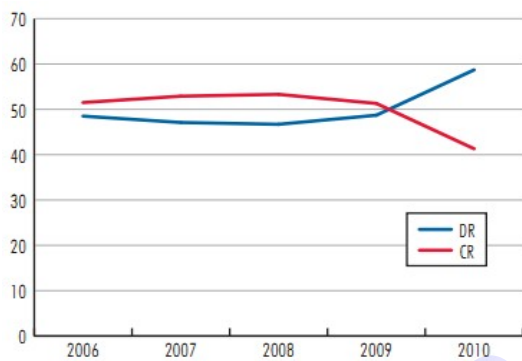
使用暗盒尺寸探测器需要特别注意事项

一般注意事项

提出下列问题的部分原因是因为暗盒尺寸 DR 探测器是一项新技术。

- ▷ 探测器如何承受日常磨损以及意外跌落？（在复杂的透视工作中，尽管它们比固定探测器更容易定位，更适用于不配合的病人，但是暗盒尺寸探测器需要手动处理，所以它们也更容易损坏。）
- ▷ 与其它 DR 探测器相比，其图像质量如何？

市场百分比



暗盒尺寸 DR 探测器对 CR 和 DR 市场份额的影响。备注：在 2009 年中旬推出暗盒尺寸探测器后，ECRI 研究所成员对 DR 的关注有增加的趋势。（数据取自 ECRI 研究所的“SELECTplus”数据库）

- ▷ 技师使用新的探测器时，需要调整他们的技术（防散射滤线栅、病人定位、X 射

线参数的选择、自动曝光设置）吗？

- ▷ 与胶片和 CR 暗盒相比，探测器增加的重量（至少 6 英镑，相比于 1 或 2 英镑）是否会引起新的操作问题？
- ▷ 使用探测器时，探测器是否存在限制性或潜在的复杂难题，可能影响系统的易用性，进而导致技术人员出现操作错误？
- ▷ 在探测器没有准备好曝光的情况下，系统会不会允许曝光（对病人进行反复曝光会导致病人遭受过多的辐射量）？
- ▷ 这种探测器是否需要进行其它 DR 探测器不需要的质量认证测试？
- ▷ 探测器与其它医疗设备一起使用时，是否存在干扰或其它安全问题？
- ▷ 探测器的预期使用寿命有多久？
- ▷ 如果把探测器安装在现有的 X 射线成像系统中，会影响系统的保修和售后服务合同吗？

在对三个评估系统进行评测的过程中，我们研究了以上的问题。由于系统的技术太先进，其中一部分问题无法作出明确的结论，但是，我们对可能回答的部分提出了最好的判断。

使用无线探测器的注意事项

此外，在探测器的无线设计过程中必须要考虑很多因素；其中大部分因素涉及设备的电池和无线连接。另外，产品越新也意味着有些问题的答案仍未明确。

- ▷ 该探测器内包含一个易于更换的电池。但是，是否需要细心管理这些电池以确保其运作的可靠性以及合理的使用期限？另

外，电池的更换费用是多少？

▷ 如果电池的电量在项目进行的过程中耗尽，将会出现什么情况——数据丢失还是病人的图像需要再次曝光？

▷ 在相邻区域运作的探测器会不会因为

无线网络的使用而相互影响，进而混淆不同病人的图像？

▷ 无线数据传输是否存在病人安全和隐私的隐患？

暗盒尺寸探测器如何改善冗余度？

不同于 X 射线胶片和 CR，DR 技术在确保足够的冗余度方面历来都存在难题，冗余度——即组件发生故障时继续保持系统正常运转的能力。暗盒尺寸 DR 探测器的推出解决了这一难题。

过去，传统胶片是 X 射线成像的主体，工作量最大的放射科拥有多个胶片盒和胶片处理机，因为这些配件价格相对比较便宜。如果一个暗盒损坏或者胶片处理机卡住、出现故障（常见的情况）时，一般情况下，它们是可以更换的，所以这并不是严重的问题。虽然工作流程可能会变缓，但是不会停止 X 射线成像运作。

至于 CR，同一水平的冗余度可以通过 X 射线胶片实现。由于 CR 的暗盒价格相对便宜，一个部门内通常有多个暗盒可以备用，因此，当一个暗盒损坏时，可以很简单快速地替换它。虽然 CR 成像板阅读器（类似于胶片处理机）易受机械故障的影响，但是对于大多数部门来说，一个阅读器的损坏并不会引起重大的问题，因为一般都有几个阅读器可以使用。（大多数部门都拥有组成网络的多个成像板阅读器。一些规模大的多槽阅读器实际上采用多槽并行处理机制，因此，如果一个卡槽出现故障，其余的仍能继续运作。）

当成像板阅读器损坏时，小诊所是唯一深受影响的机构，因为小诊所只有一个阅读器。但是，当这些机构只有一个胶片处理机时，冗余度和只使用胶片的情况是一样的。

随着固定探测器 DR 系统的引进，确保足够的冗余度已经成为一项挑战。一般来说，每个医院仅需少量这样的系统即可，因为，在正常运作时，系统可以处理的工作量很大。然而，当其中一个组件停止运作时，整个系统都无法运转，这将会严重地影响部门的工作流程。（在这些系统中，通常是组件（例如：伺服电机或位置传感器）而不是探测器出现故障，探测器通常是内置到系统中，所以它比较可靠并且不易出现意外损坏。）

暗盒尺寸 DR 探测器能解决冗余度的问题。虽然机械故障和 X 射线系统的问题会影响固定探测器系统，并且有可能影响暗盒尺寸 DR 探测器，但是，假设一个控制台已经整合到第二个 X 射线系统中，如果出现问题，一个暗盒尺寸探测器就可以移动到另一个不经常使用的 X 射线系统中（例如：一个放射透视系统）。因此，工作流程没有受到明显的影响——相对于固定探测器而言，这是一个显著的优势。

另一方面，如果探测器发生故障或损坏，还可以使用另一个。当然，用于更换的探测器数量受到相关医疗机构资金的限制。

暗盒尺寸 DR 会不会影响你的保险合同？十分难以预测

有些人认为，将一个第三方的暗盒尺寸 DR 探测器放入现有的 X 射线成像设备中，会影响设备的保修和服务合同。事实上，X 射线成像系统生产商在知道你考虑购买其他供应商的暗盒尺寸探测器后，其行为可能会变得过分激烈，甚至威胁取消服务或保修合同。但是，我们认为保修或服务合同不会因为这些负面影响而终止。

首先，值得注意的是，关于保单的忧虑不适用于现在的大多数 X 射线成像系统，这些系统购买时

间大都超过一年了，因此不再享有最初的保修服务。（大多数的放射成像系统只有一年的保修期）当然，一些医疗机构的设备购买时间可能还不到一年，仍在保修期内。无论如何，医疗机构在购买 X 射线系统时，会权衡购买无线 DR 探测器方面的利弊。如果他们当时否定了购买无线 DR 探测器的想法，那么，他们现在也不会考虑购买。

当设备还在保修期内，医疗机构决定增加第三方的暗盒尺寸 DR 探测器，X 射线成像设备的生产商可能会阻止你，或者甚至威胁要终止保修服务。但是，我们认为生产商是不可能采取这种行为的，因为，这种做法是非常差劣的客户服务，并且会为某些领域（如，新产品的销售）带来长期负面的业务影响。

至于服务合同，对于多数生产商来说，这是一个重要的、连续的收入来源。所以，生产商不会因为医疗机构的设备增加了第三方的暗盒尺寸探测器而拒绝服务合同所带来的收益。

即使是由 X 射线成像系统制造商有提供暗盒 DR 探测器，你也可以选择是否接受，并且应该考虑所有的选项。使用同一生产商的探测器有其优势，例如：能更好的集成，但是，这只是其中一项考量因素。

需要多少探测器？哪些地方需要？

医疗机构通过安装无线暗盒尺寸 DR 探测器来更新他们的放射成像设备时，成本始终是一个重大问题，因此，重要的是要购买数量适当的探测器。由于这些探测器都会受到意外损坏，这可能会严重影响工作流程，所以，最好至少拥有两个探测器或者一个替代品（例如：CR）。事实上，无线探测器可以在房间之间共享，所以成本是可以控制的。通过足够的探测器数量来确保冗余度（详文见 14 页）也是同样重要的。以下是探测器使用时如何分配至不同部门的例子：

▷ 可以将现有的三间 X 射线成像室缩减至两间，每间 X 射线成像室拥有两个无线探测器以确保高效的工作效率。

▷ 可以将现有的三间 X 射线成像室缩减至两间，每间都有一个固定探测器和一个可以在房间之间共享的无线探测器。

▷ 两个相邻的 X 射线室总共配备三个无

线探测器即可。其中一个探测器可在需要时用于便携式成像工作。

▷ 单个 X 射线室可配备两个探测器。其中一个探测器可在需要时与 X 射线成像室和透视室共享。

最终的选择将取决于部门和工作流程。

以下图表说明了在一些常见方案中使用无线暗盒尺寸 DR 探测器时可预期的优势。

使用暗盒尺寸 DR 探测器时可预期的优势

应用暗盒尺寸探测器的场合	你可以预期的优势
便携式 X 射线	可以完整的保留 X 射线系统的功能，并且提高图像质量（从而降低辐射剂量）。请注意，将暗盒尺寸探测器应用到这个系统必须做一些硬件修改：便携式设备必须加装一个控制台。此外，一些 DR 探测器使用的是 X 射线系统的电池，所以这些电池可能会过早的耗尽，因此需要一个独立的电源给探测器的控制台供电。
现有的 CR 或 X 射线室	可以完整的保留 X 射线系统的功能，并且提高图像质量（从而降低辐射剂量）。一个最显著的优点是：因为图像可以即时获得，因此工作效率将得到提高。如果 X 射线系统和探测器可以高水平集成，同样也能提高工作效率。
现有的 DR X 射线室	作为对现有的固定 DR 探测器的补充，无线 DR 探测器很可能会取代 CR 探测器，因此不管是用哪一种探测器，所有的图像质量都将达到 DR 的水平。CR 的淘汰意味着图像可以快速地获取，工作站也可能会减少，这些都会提高系统的工作效率。

标准和测试方法：

图像质量

放弃 CR 技术而选择 DR 技术的主要原因是提高图像质量（并因此降低了辐射剂量）。

客观的图像质量

▷ 图像质量的客观测量应当与一个类似的、配置为非暗盒尺寸的探测器相匹配。

采用 IEC6220-1 中定义的方法和 IEC RQA5 光束质量的定义来衡量 DQE（一种评估图像质量的标准方法）。将 DQE 与已经发表的数值或由类似（但不是非暗盒尺寸）的探测器获得的结果进行比较。

常规的工作流程

仅能提供优质图像质量的探测器是不够的，该探测器还必须适用于繁忙的放射科工作流程。放弃 CR 和胶片而选择 DR 技术的一个主要原因是其即时的图像显

示，这大大提高了工作流程。然而，快速的图像显示只是工作流程的一个方面。除此之外，该设备必须使用简单以及可靠，因为它会由不同经验水平的技术人员应用于有广泛需求的患者身上。要实现这一点，探测器必须满足多种需求，才不会导致使患者的护理大打折扣。

放射影像技术

▷ 与使用胶片的 X 射线成像相比，它必须能够执行没有任何技术变化的所有影像学。例如：患者定位、准直器、定位辅助使用、反散射措施都应和胶片 X 射线成像相同。

▷ 它必须能够承担体重达 91 公斤（200 磅）的患者进行影像研究。若能承担更高的体重限制则更好。

▷ 必须清楚地显示探测器的状态（不管是否准备好曝光）。最好，能具备防止在探测

器还没有准备好时曝光的功能。

- ▷ 必须能够使用自动曝光控制,最好能与已有的 X 射线系统完全集成。
- ▷ 具备先进的图像采集和处理技术,例如:可进行图像拼接(长骨研究)和断层扫描。

图像显示

- ▷ 曝光和图像显示之间的时间差值必须少于 5 秒。
- ▷ 显示器必须有足够的质量以保证技师确定曝光的可接受性(在病人定位,运动器以及曝光水平方面)。
- ▷ 技师必须能用标准的放射标记和自由文字说明进行图像的电子标注。在部分影像研究中,若拥有自动标注的功能则更好。

检测处理和共享

- ▷ 探测器必须符合 ISO4090:2001 标准中的尺寸要求,这个标准指定了医用 X 射线影像设备的大小和尺寸(也就是说,它必须适合一个标准尺寸的托架盘)。
- ▷ 探测器(包括电池)的重量必须小于 4.5 公斤(10 磅),同时必须与产品标签相符。
- ▷ 为了帮助提供最高的吞吐效率,最好使用单一 X 射线成像系统同时连接多个探测器,并从中选择。
- ▷ 为了确保 X 射线室之间的探测器共享程序简单化,一旦配置好的探测器连接到控制台,所有的日常必需步骤就会自动进行。

电池问题

- ▷ 电池状态必须在控制台清楚地显示。
- ▷ 更换电池方法必须简单,探测器在更换电池后必须能立即运作。
- ▷ 控制台必须清楚地显示电池是否有足够的电力以获取和传输图像。我们希望当电池剩余电量不足时,它不能启动曝光。
- ▷ 系统最好已经内置防范措施,以确保电池耗尽时不会丢失数据。

无线问题和数据安全

- ▷ 首次建立控制台和无线探测器之间的连接时必须快速,只需几个手动操作步骤,并且具备简化的屏幕说明。
- ▷ 无线探测的范围必须保证探测器能在 X 射线成像室(6x6 米[20x20 英尺])内的任何地方使用。
- ▷ 如果探测器的信号强度过低,控制台必须显示警告。
- ▷ 它绝不能将病人信息和图像混淆。无线探测器获取的图像也绝不能显示在错误控制台上。
- ▷ 无线技术必须有预防措施,以防止第三方侵入无线网络和检索受保护的病人信息。使用数据加密是首选。
- ▷ 无线连接不得干扰其他无线设备。
- ▷ 无线探测器必须不容易受到来自其他无线系统或射频信号源(例如:高频电刀设备)的干扰。

质量保证

- ▷ 制造商必须明确指示建议的常规质量保证和校准要求。

▷ 每一次曝光后,都必须显示其曝光质量的测定。最好是根据 IEC62494-1 (“医用电气设备曝光指数的数字 X 射线成像系统第 1 部分:一般 X 射线成像的定义和要求”)或美国物理学家协会在 AAPM116 医学报告中的建议 (“数字 X 射线成像曝光指示器”, 浏览网址 www.aapm.org/pubs/reports/rpt_116.pdf) 进行测量, 显示其曝光值。

▷ 该系统必须使用质量度量指标 (例如: 重复分析) 进行审核和分析。

▷ 制造商必须指定一个可衡量的最小图像质量阈值, 并提供的工具和程序, 让用户能够评估探测器的图像质量性能。最好不要使用一个未能达到最低图像质量的探测器。

我们评估工作流程标准的方法包括: 参加产品演示、模拟最坏情况、标准化的产品测试认证、报告 (例如: 符合 IEC60601 相关下降、静电放电和电磁干扰标准), 以及访问用户。采取无损性的测试。制造商必须证明下降指标的准确性和有效性。

安装和维护

能够安装暗盒尺寸 DR 系统而无需对已有的 X 射线影像设备做任何修改, 与非暗盒尺寸 DR 探测器相比, 它提供了一个巨大的成本优势。我们关注已安装暗盒尺寸 DR 系统的医疗机构, 对于整合安装以及其与现有设备和 IT 网络设施集成方面的设备要求和经验。此外, 我们也检视了维护要求, 并在许可的情况下, 询问用户有

关他们在系统可靠性和维修方面的经验。

探测器的耐久性

▷ 该探测器必须能够承受轻微跌落 (最多达一米 [三英尺]) 和正常磨损, 保险合同应明确规定此类事件不会导致保险合同无效或影响探测器的保修。

▷ 探测器最好包括评估跌落严重程度的方法, 从而能够客观地评估意外损坏的保险或保修覆盖面。

▷ 制造商必须指定探测器预计的使用期限, 考虑到随着时间进展的任何正常功能退化, 使用期限最好应超过五年。

▷ 制造商必须证明该探测器不会因静电放电而损坏。

现有的设备要求

▷ 它必须可以安装于任何现有的固定 X 射线成像系统探测器。

▷ 最好能够和便携式 X 射线设备兼容。

▷ DR 系统最好将 RIS 导入 X 射线系统, 并允许 X 射线发生器自动设置初始参数。

与信息系统集成 (PACS 和 RIS)

▷ 它必须能够以 PACS 或 RIS 的信息为基础, 自动组成 DICOM 工作列表。

▷ 完成的影像报告必须能自动发送到 PACS。DR 系统最好能够将图像从正在进行的影像报告传送至 PACS 以便进行即时审查。

▷ DR 系统必须符合 DICOM3.0 标准, 包括: DX SOP, 模态执行步骤, 模态工作表。

内部问题整改

▷ 制造商必须提供培训, 以使用户可以纠

正软件相关的问题(例如:无线连接问题)。

▷ 该系统最好包括用户可使用的故障排除工具,以避免不必要的服务电话。

维护要求

▷ 制造商必须明确列出日常维护要求,包括清洁。

保修合同条款

▷ 必须明确指定该探测器的保修。最好包括任何探测器在使用的第一年都可进行更换(而非按比例分摊)。

我们直接从制造商和 DICOM 的一致性声明和保修文件中获得安装和维护的要求。我们也调查了用户的相关经验。