



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1913646 B

(45) 授权公告日 2013.01.02

(21) 申请号 200610110886.0

US 6694047 B1, 2004.02.17, 全文.

(22) 申请日 2006.07.06

审查员 刘园园

(30) 优先权数据

05106112.5 2005.07.06 EP

(73) 专利权人 爱克发医疗保健公司

地址 比利时莫策尔

(72) 发明人 M·克雷森斯

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

72001

代理人 刘春元 张志醒

(51) Int. Cl.

H04N 9/64 (2006.01)

(56) 对比文件

JP 2004-223138 A, 2004.08.12, 摘要, 说明书第【0010】段—【0051】段.

EP 1484015 A, 2004.12.08, 全文.

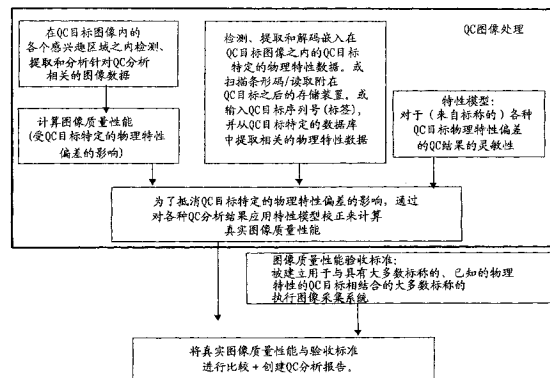
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 3 页

(54) 发明名称

消除物理特性可变性对图像质量性能的影响的方法

(57) 摘要

一种用于稳定数字锁相环的传递函数的方法,所述传递函数依赖于由于干扰而随时间改变的锁相环的锁相环增益,所述方法具有以下方法步骤:将具有预定方差的随机数字信号传回锁相环;对锁相环的信号和传回的随机信号进行互相关,用于提供互相关函数;借助于提供的互相关函数和传回的随机信号的预定方差,对传回的随机信号和锁相环的信号之间的脉冲响应进行估算;以及依赖于估算的脉冲响应来设置锁相环的传递函数。



1. 消除质量控制 (QC) 目标部件的物理特性的可变性对数字成像系统的图像质量性能的影响的方法,该方法包括以下步骤:

- 在所述数字成像系统中,制造具有特定序列号的质量控制目标,通过将每个所制造的质量控制目标与被存储在所述质量控制目标之内或之外的一组可存取和非易失性的质量控制目标唯一物理特性数据链接来获得质量控制目标的图像,以生成用于质量控制分析的图像数据,

- 分析所述图像数据,以获得所述数字成像系统的原始图像质量性能数据,其特征在于,

- 借助专用的质量控制图像处理算法搜索质量控制目标的在制造期间所链接的物理特性数据,

- 根据表示质量控制结果对所述质量控制目标的在制造期间所链接的物理特性数据与标称质量控制目标的各种偏离的灵敏性的特性模型来计算所述质量控制目标的在制造期间所链接的物理特性数据的校正,以及

- 将所计算的校正应用于所述原始图像质量性能数据。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,包括将校正过的图像质量性能数据与质量性能验收标准进行比较的步骤,其中所述图像质量性能验收标准被建立用于与参考质量控制目标相结合的标称图像采集系统。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法,其中,通过对在计算机照相 (CR) 或直接射线照相系统 (DR) 中的质量控制目标进行 X 射线曝光来获得用于质量控制分析的所述图像数据。

4. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,在质量控制目标图像内可得到的相关图像数据上利用图像质量分析算法来计算所述图像质量性能数据。

5. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述物理特性数据作为所述质量控制目标图像本身之内的图案可得到,所述质量控制目标图像可由专用的算法来检测、提取和解码。

6. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述物理特性数据作为硬件和 / 或软件可扫描和 / 或可解码的图案可得到,该图案在被粘附到所述质量控制目标的序列号标签上。

7. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述质量控制目标特定的物理特性数据作为硬件和 / 或软件可读的和可解码的数据可得到,该数据被存储在附到所述质量控制目标之内或之外的非易失性存储装置中。

8. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,被链接到所述质量控制目标序列号的所述质量控制目标专用物理特性数据作为在外部的、持续的储存库中所存储且可存取的数据可得到。

9. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述特性模型由数学等式或执行多个类型相同的质量控制目标所得出的统计学上被处理的最终测量结果组成,所述质量控制目标包括具有准确测量的物理特性的材料。

10. 根据权利要求 1 所述的方法,进一步包括创建质量控制分析报告的步骤。

消除物理特性可变性对图像质量 性能的影响的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及数字射线照相系统的图像质量性能测量。更特别地,本发明涉及消除所使用的质量控制目标的物理特性的可变性对在射线照相系统中的质量控制测试期间所获得的图像质量性能结果的影响。

背景技术

[0002] 针对数字计算机照相系统(计算机照相 CR 或直接射线照相 DR)的图像质量性能评估(QA)和性能控制(QC)在医学诊断成像的环境内是极其重要的。在最近的十年,对于数字X射线投影图像采集系统的结果的QA/QC测试和报告已经在全球范围内由道德义务状态向着由区域健康护理规则所强加的强制性要求不断发展。

[0003] 质量控制可以在数字射线照相系统的生命周期期间的多个实例处执行。数字计算机照相设备的制造商可以将图像质量性能测试集成为在交付用户安装之前所执行的其最后的QC测试过程的部分。医院也可以执行验收测试。这个验收测试依赖于在初始交付、移动、重新配置或修理图像采集系统或其重要部件之后所执行的图像质量性能测试的结果。此外,周期性的质量控制测试(也被称为稳定性(constancy)测试)可以是质量保证程序的部分,该质量保证程序通过报告他们为考察与图像质量要求相关的系统性能状态以及为聚集用于预防性维护调度的输入而定期(每日、每周、每月、……)收集的时间连续的QC结果来追踪计算机照相系统的图像质量性能。

[0004] 如图1中所示,计算机照相的图像采集系统由各种所链接的子部件组成,例如由控制台、发生器、X射线源、剂量监控器(可选)和检测器/数字转换器组成。

[0005] X射线源由发生器驱动,从控制台接收指令、设置和同步。发生器设置、被安置在X射线管附近的射束路径中的X射线管组件(assembly)和外部滤波器确定所产生的被用于投影成像的光子的能谱。在射束路径之内的可选的剂量监控器可以提供准确的曝光信息。曝光期间存在于光路中的对象(质量控制目标、患者)的吸收阴影被投影到X射线敏感的检测表面上,该表面(针对CR基于存储荧光体介质地)位于数字转换器的外部或(针对DR基于固态传感器地)被集成在数字转换器之内。该数字转换器将由检测器所捕获和存储的对象的碰撞(imping)X射线阴影转换成数字图像。关于所捕获的图像的、可能与所产生的图像的路由、处理和存储相关的附加信息(诸如:时间、位置、系统配置、系统设置、成像方式、曝光条件、光谱、剂量、……)可以附在图像数据文件之后。所获得的原始图像(如果被用于医学目的)须经专用的诊断图像处理,以使这些图像最优地适于放射科医师的软-或硬拷贝检查,或适合于计算机辅助检测的目的。处理过的图像可以在例如PACS系统上可视化、存档、通信、打印等。

[0006] 所述图像采集系统的图像质量性能测试并不需要人类或动物的X射线曝光,该图像质量性能测试在投影射线照相成像链的前端在验收测试或稳定性测试期间被执行。

[0007] 图像质量性能测试包括通过投影成像一个或多个被安置在X射线源和检测表面之间的射束路径中的专用质量控制目标(也被称为人体模型对象(phantom object))来根

据预定的、意义明确的程序和 X 射线曝光条件（顺序、定时、几何形状、光谱、剂量、……）对数字图像进行采集和处理。这些 QC- 目标可以由以图案方式 (pattern-wise) 布置和在空间上分布在目标之内的各种对象和材料组成，以致所述目标最佳地适合作为在曝光条件下产生图像的测试对象，这些曝光条件代表该设备的医疗用途。

[0008] 在所述 QC 目标图像之内所包含的、所获得的图像数据和相关信息可以由专用的 QC 分析软件根据特定算法来处理。这些算法被设计来区别和度量表示测试下的系统的成像能力的各种特有的图像质量性能参数，并将所计算的性能状态与被提议或强制用于医疗用途的所需的图像质量标准联系起来。该 QC 测试结果和比较发现可以自动地被报告，并且这些报告可以在 PACS 系统中或在专用的 QC 文档数据库（储存库）中存档。

[0009] 由于用于计算机照相的图像采集系统由各种所链接的子部件组成，所以整个系统的最终产生的图像质量性能将由各种子部件（即投影成像链的部分）的单独的图像质量性能贡献来确定。图像清晰度（例如典型的经常被分析的重要图像质量性能参数）不仅仅取决于数字转换器的调节传递函数，而且也受所选的 X 射线管焦点尺寸和检测器平面中的空间模糊效应影响。这个空间模糊效应可以由于检测器之内的 X 射线散射根据检测器组成和光子光谱或在底片读出 (plate-readout) 期间 (CR) 由杂散的激励光而引发。

[0010] 因为这个原因，整个图像质量性能测试经常分为多个、单独的 QC 测试，以评价各种系统部件的适当操作，每个测试均根据预定的和意义明确的测试程序在控制良好的几何形状以及曝光条件下执行。

[0011] 由于 QC 目标（创建 QC 目标图像的先决条件）在 QC 测试期间是图像采集系统的组成部分，所以该 QC 目标将如为成像链的部分的其它系统部件那样对所投影的目标阴影的特性产生影响，产生该 QC 目标的 QC 目标图像并通过计算导出该 QC 目标的图像质量性能参数。

[0012] 图像质量性能验收标准通过对 QC 目标图像的 QC 分析来建立，该 QC 目标图像在控制良好的曝光条件下从每个典型的、代表性的系统配置的标称参考 (nominal reference) QC 目标中捕获到。在这些建立针对给定的图像采集系统的参考验收标准的测试期间，只有显示标称性能的系统部件应该是成像链的部分。这些所发现的图像质量性能验收标准可以被用来在制造链的末端和远离该区域 (out in the field) 评价医学诊断图像采集系统的性能状态。

[0013] 不象其它的系统部件，所述 QC 目标在数字射线照相设备正常工作期间从来都不是成像链的部分。因此，QC 目标物理特性可变性不应该对 QC 测试结果有任何影响，因为这些 QC 测试结果应该仅仅反映代表了在正常的、临床的使用模式下的系统性能的真实图像质量。

[0014] 为了确保这些恰好在给定点处的给定系统的真实的 QC 测试结果独立于具有所使用的特定序列号的 QC 目标，每个所制造的 QC 目标都应该是被用来确定图像质量性能验收标准的标称参考 QC 目标的完美副本。然而，由于在 QC 目标装配期间所使用的部件的允许误差和物理特性可变性，所以，如果 QC 目标图像是数字射线照相系统的图像质量性能评估的基础，则关于所获得的 QC 测试结果将总是会必然有大量的不确定性。

[0015] 为了克服上述的问题，需要显著地减少 QC 目标相关的允许误差和物理特性可变性对在数字射线照相设备的 QA/QC 测试期间所获得的性能结果的影响。

[0016] 下面的文献是公知的：

[0017] “QC phantom and radiograph reading system(QC 人体模型和射线照相读取系统)”，日本专利摘要，2003 卷，第 12 期和 JP 2004 223138；

[0018] “Quality control phantom(质量控制人体模型)”，EP 1 484 015；

[0019] “Method and apparatus for automatic image quality evaluation of x-raysystems using any of multiple phantoms(用于使用任何多个人体模型的 X 射线系统的自动图像质量评价的方法和设备)”，US 6,694,047。

发明内容

[0020] 如上所述的方面由具有权利要求 1 中所提出的特定特征的方法来实现。针对本发明的优选实施例的特定特征在从属权利要求中被提出。

[0021] 本发明的进一步的优点和实施例从下面的描述和附图中将会变得显而易见。

附图说明

[0022] 图 1 示出了投影射线照相 CR/DR 成像链，

[0023] 图 2 示出了用于创建唯一的质量控制目标的制造流程，

[0024] 图 3 示出了用于获得数字射线照相系统的图像质量性能结果的质量控制图像处理流程。

具体实施方式

[0025] 根据本发明的方法，QC 目标允许误差和物理特性可变性对在数字射线照相设备的 QA/QC 测试期间所获得的性能结果的影响被显著地减少。根据这个方法所获得的性能结果更可靠和更好地反映所测试的射线照相系统的真实图像质量性能。由于这个较高的可靠性，可以使用更窄的图像质量性能界限和更严格的验收标准，这导致改进的图像质量性能一致性。同样，可以使用包括具有较宽松的允许误差和物理特性可变性要求的 X 射线吸收材料的 QC 目标。这放宽了适于 QC 目标实施方式的可用的吸收器材料的选择，并可以减少 QC 目标硬件的花费。此外，具有特定的感兴趣的特性但也较不稳定或是具有分批方式(batch-wise)波动的物理特性的专门材料为此也可以在该 QC 目标中实施。

[0026] 根据如图 2 中所示的本发明，唯一的 QC 目标被制成具有特定序列号，并具有已编码的子目标专用的(specific)物理特性数据。每个单独的、以系列方式制造的 QC 目标在物理上可以或多或少并以各种方式不同于被用来确定参考图像质量验收标准的参考 QC 目标(标称 QC 目标)。QC 目标可以包括各种不同的嵌入式对象，该嵌入式对象可以图案方式(pattern-wise)布置和分布在 QC 目标上。这些嵌入式对象的形状和几何结构可能对于 QC 分析是重要的，但是厚度、化学成分和吸收特性也可以显著地影响所投影的 X 射线阴影的特性，从其可以推导出 QC 目标图像用于 QC 分析。

[0027] 在 QC 目标中所使用的嵌入式对象中的某些物理差异可能有对测试结果的可忽略的影响，而其他差异可能对单个或对多个正被分析的图像质量性能参数有更强的影响。将这些以系列方式制造的 QC 目标同样地用于 QC 测试将会造成关于所获得的分析结果的代表性的给定级别(level)的必然不确定性。减少由于每个所制造的 QC 目标以未知的方式是

不同的这一事实引起的结果不确定性的级别是本发明的目标。

[0028] 如图 2 中所示,每个所制造的 QC 目标接收唯一的、QC 目标特定的序列号。各种单独的将会在制造期间被合并到 QC 目标中的子目标的物理特性被合并到数据集中,这些物理特性在前面是已知的或可被测量。这组 QC 目标特定的物理特性数据可以由精确测量的厚度、长度或形状数据组成。同样可以增加单独地或以分批方式分析的纯度或化学成分数据。事实上,每个子目标相关的、可被监控的或在前面是已知的物理特性方面都可能有助于在向下进行 QC 分析过程中进一步减少 QC 结果的不确定性。这组重要的、子目标特定的物理特性数据被链接到唯一的、作为牢不可破的信息实体的 QC 目标特定的序列号。这个信息实体可被增加到 QC 目标之内或之外,或者可以作为持续的、可存取的信息存在于 QC 目标特定的数据库或其他类型的数据存储库之内。可以使用若干技术来给 QC 目标配备其唯一的、QC 目标特定的数据:

[0029] 一硬编码 (Hardcoding) QC 目标之内或之外的 QC 目标特定的数据,以致该信息在投影成像期间调节 X 射线阴影。这样,该数据将总是密切地被耦合到所述 QC 目标图像。物理编码所述 QC 目标中的这个信息实体的可能技术是:

[0030] •通过计算机数字控制加工、钻探、激光切割和剥离(例如在 X 射线吸收层中钻孔)来除去 QC 目标材料。

[0031] •通过粘附点或条或者通过用 X 射线吸收墨水写或打印图案来增加 QC 目标材料。

[0032] •任何其他当前或将来的、能修改所述 QC 目标的局部吸收特性的技术。

[0033] 一将所述 QC 目标特定的数据和所述序列号一起写或打印机编码 (printer-encoding) 到被粘附到所述 QC 目标的标签上。

[0034] 一将所述 QC 目标特定的数据存储在被合并到所述 QC 目标之内或被粘附到所述 QC 目标的非易失性存储装置中。任何当前或将来的接口技术(电镀的、光耦合的、电磁的、磁的……)可以被用来与所述集成的存储装置通信。

[0035] 最后,获得唯一的 QC 目标,该 QC 目标与被存储在所述 QC 目标之内或之外的一组可存取和非易失性的 QC 目标唯一物理特性数据链接。

[0036] 所获得的连续编号的 QC 目标则可被用于如图 3 中所示的数字投影射线照相系统的 QC-分析。为此,首先获得 QC 目标的辐射图像。随后,所述 QC 分析软件在 QC 目标图像内的各种测试特定的感兴趣区域的内部检测、提取和分析可得到的图像数据,用于 QC 分析计算。基于这些图像数据和使用各种专用的图像质量分析算法,用于测试下的图像采集系统的各种原始的图像质量性能参数被计算出来。这些 QC 结果通过分析从特定的、连续编号的 QC 目标中得到的 QC 目标图像来实现,该 QC 目标不是标称的、唯一的参考 QC 目标。因此,这些原始性能结果受到唯一的参考 QC 目标和所使用的实际连续编号的 QC 目标之间的物理特性可变性的影响。下一步,专用的 QC 图像处理算法搜索在制造期间所合并的并且现在作为重要的信息实体可得到的 QC 目标特定的物理特性数据。

[0037] 取决于所给出的实施方式,这个信息可作为以下信息得到:

[0038] 一 QC 目标图像本身之内的可检测的图案。专用算法可以检测、提取和解码被嵌入到 QC 目标图像中的信息。

[0039] 一被粘附到 QC 目标的序列号标签上的可检测图案。标签上存在的信息可由专用的硬件和 / 或软件来扫描和解码,并被移交给所述 QC 分析软件。

[0040] 一被存储在附在 QC 目标之内或之外的非易失性存储装置中的数据。该存储装置中所存储的上述信息可以由专用的硬件和 / 或软件来读取和解码, 并被移交给 QC 分析软件。

[0041] 一在外部的、持续的储存库 (存储器或数据库) 中所存储的并可存取的数据。QC 目标序列号可以被扫描或读取和输入。可以与外部储存库建立数据链路, 以输入相关的物理特性数据。

[0042] 在产品研发期间, 针对 (与 QC 目标之内所使用的材料和子目标相关的) 物理特性可变性的各种来源, 用于分析的图像质量性能参数的特性已经被模型化。这组特性模型可以由与物理定律相联系的数学等式组成, 或者如果相关性是复杂的, 则可以依赖于通过执行几个类型相同的 QC 目标所得出的统计学上被处理的最终测量结果, 该 QC 目标包括具有准确测量的物理特性的材料。该特性模型反映 QC 结果对于与参考值相关的连续编号的 QC 目标物理特性的各种偏差的灵敏性。

[0043] 在下面的步骤中, 基于三个输入 :

[0044] 一所计算出的原始图像质量性能结果,

[0045] 一被嵌入到所使用的 QC 目标中的材料的物理特性偏差 (与这些标称的、参考 QC 目标相关) 和,

[0046] 一特性模型。

[0047] 为了更准确地评估测试下的系统的真实图像质量性能, QC- 目标特定的可变性对所计算出的 QC 结果的影响可以通过计算结果校正来抵消。这可通过把特性模型校正应用到各种 QC 分析原始结果来完成。所获得的、所校正的、接近真实图像质量反映出系统的性能, 就好象是利用标称的 QC 目标进行 QC 分析, 而不是利用可得到的、连续编号的 QC 目标进行 QC 分析。

[0048] 此外, 对于在数字射线照相系统上的 QA/QC 测试, 图像质量性能验收标准也已经被建立。使用结合参考 QC 目标的大多数标称执行图像采集系统, 这些验收标准已经被建立起来, QC 目标具有大多数标称的、已知的、准确测量的物理特性。

[0049] 在下一步, QC 分析软件将被抵消的、接近真实的测试下的系统的图像质量性能的物理特性与被建立用于结合参考 QC 目标的标称图像采集系统的图像质量性能验收标准相联系。所评估的和参考性能之间的这个比较的结果代表所测试的设备的性能状态, 而且并不取决于在可得到的连续编号的 QC 目标之内所使用的材料的物理特性偏差。表示系统的图像质量性能状态的 QC 分析报告可以自动地产生和存档。

投影射线照相CR/DR成像链

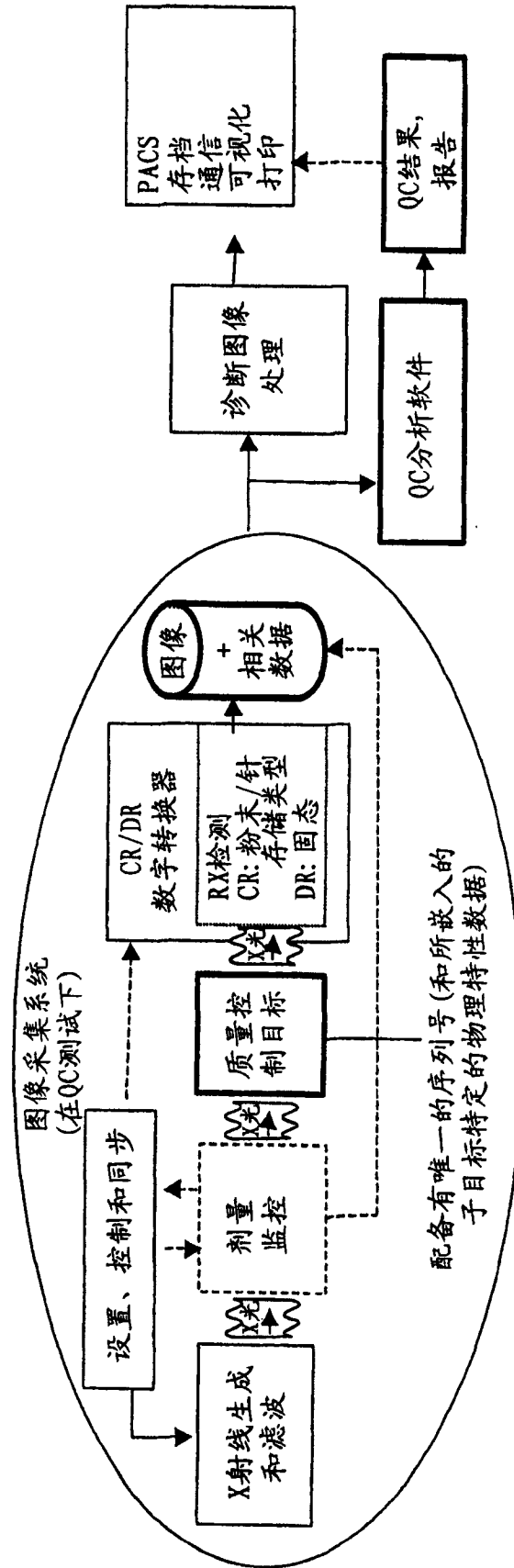


图 1

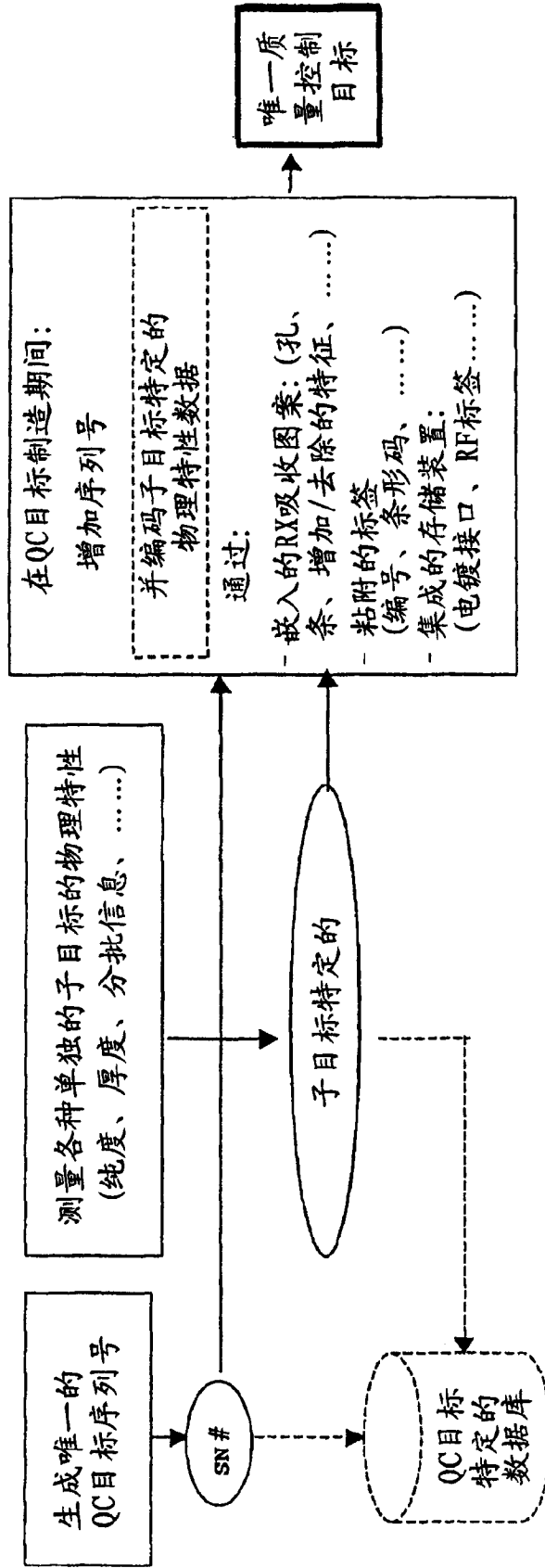


图 2

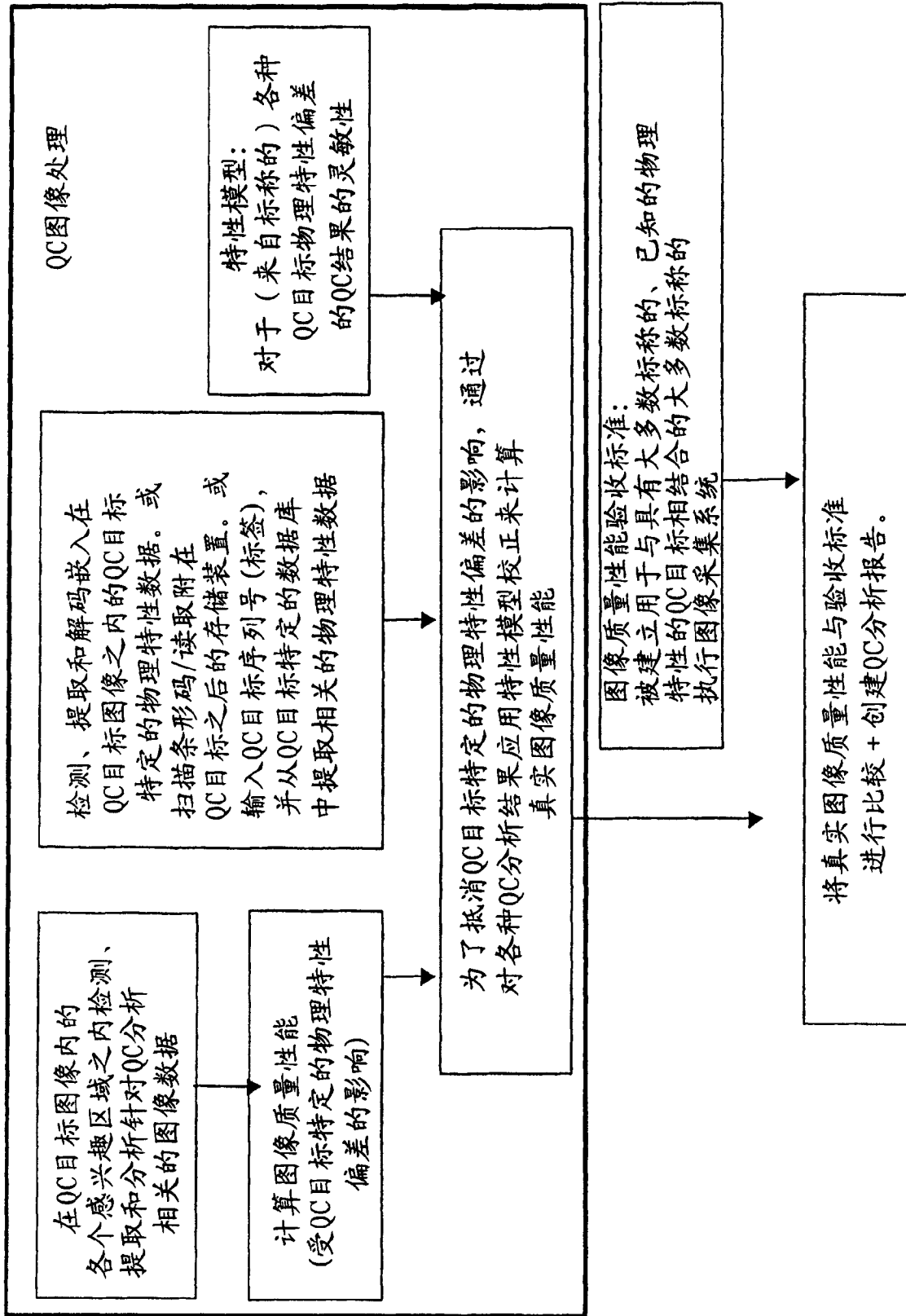


图 3