RadCalc的高效数据流：解析三维剂量计算的动态过程

本技术文档深入阐述了RadCalc各组件在三维剂量计算过程中的通信协议。它区分了本地通信和外部通信，并详细说明了在安全环境和分布式环境中的处理流程。该文档涵盖了RadCalc, RadCalcAIR(自动导入和报告)，Queue（队列）和剂量计算引擎应用程序，强调了准确通信对于实现无缝运行的重要性。

该文档适用于信息服务人员/管理员阅读，不过普通用户也能根据文档内容分析IT基础架构和安全性，同时也能了解RadCalc如何在RadCalcAIR、队列和剂量计算引擎安装程序之间如何进行通信。技术参考文档（TR）-11（ RadCalcAIR 配置）和TR-18（三维剂量计算引擎配置）将提供有关安装和配置的更详细信息。此外，TR-20（高级三维计算引擎用户指南）和TR-21（队列作为服务运行）包含了涉及多个计算环境的复杂参数设置。

本文档描述了 RadCalc 各组件在三维剂量计算过程中之间的通信。在本文档的“本地”部分，讨论了所有组件位于安全环境中（例如单个数据中心或通过专用通信线路连接）时的通信方式。在“外部”部分，讨论了分布式环境中的额外通信方式和设置，即当物理三维计算引擎不在安全环境内时的通信方式。在“匿名化与加密”部分，讨论了传输至计算引擎（无论是本地还是远程）的数据如何进行匿名化和加密处理。

如果您有任何本参考资料未涵盖的问题，或需要帮助，请致电或发送电子邮件至 Lifeline Software 技术支持团队。美国国内免费热线：866.592.1343（按2号键）、国际电话：+1.903.207.4298（按2号键）、或发送电子邮件至：radcalc.support@lap-laser.com

Simply
Precise

目录

1 RadCalc应用程序之间的本地通信 3

1.1 RadCalc 3

1.2 RadCalcAIR（自动导入和报告） 3

1.3 队列（用于负载共享和计算优先级） 4

1.4 剂量计算引擎应用（蒙特卡罗引擎和卷积叠加引擎） 4

2 RadCalc应用程序之间的外部通信 4

2.1 远程队列转发 4

2.1.1 接受转发的请求 5

2.1.2 配置本地RadCalc机构 6

3 匿名化和加密 6

3.1 队列之间发送的数据的匿名化 6

3.2 卷积叠加计算（CSEngine）的匿名化 6

3.3 蒙特卡罗计算（MCEngine）的匿名化 7

3.4 剂量计算引擎和队列通信的数据加密 7

Simply
Precise

1 RadCalc应用程序之间的本地通信

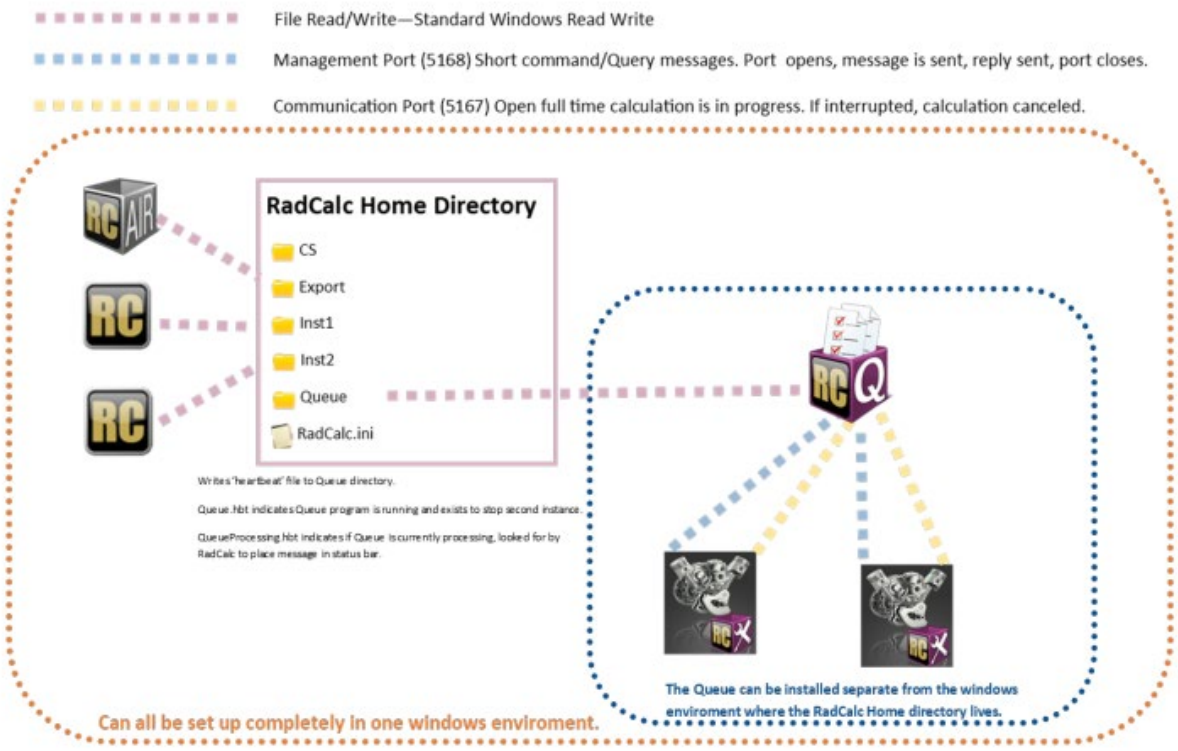

图1来自三维计算视图的通信

1.1 RadCalc

RadCalc可以根据需要在多台计算机上运行。它是一个交互式程序，需要设备配置文件。 RadCalc通过标准Windows文件在RadCalc主目录进行信息的读写。

RadCalc程序与本地三维计算引擎的唯一通信是通过“计算引擎”对话框上的“测试”按钮（见图 1 中浅蓝色的曲线）。对于三维剂量计算，测试按钮不是每次都要操作，仅在最初设置剂量计算电脑时才使用。如果设置了远程队列转发，则RadCalc应用程序将与外部队列进行类似的通信，以测试通信是否正确设置。从RadCalc应用程序到外部队列的测试功能也不是每次都要操作，通常仅在初始配置期间使用。有关更多信息，请参见下文。

1.2 RadCalcAIR（自动导入和报告）

RadCalcAIR将为RadCalc.ini文件中列出的所有机构提供自动导入和报告导出服务。RadCalcAIR应用程序位于RadCalc主目录中，并且可以从任何连接的工作站启动。但是最好在RadCalc主目录的安装工作站启动运行。在轮询间隔开始时，系统会检查机构、用户和电子邮件配置文件是否有更改，因此如果RadCalc 可执行文件所做的更改会影响 RadCalcAIR 的运行，将立即反映在 RadCalcAIR 中。

RadCalcAIR需要记录显示数据流，因此可以添加一个计划任务，这样当计算机启动时RadCalcAIR会自动启动，或者通过 Windows 启动文件夹中的快捷方式启动。RadCalcAIR 可以设置为以常规窗口或最小化窗口运行。通常情况下，用户不需要与 RadCalcAIR 应用程序进行交互。

Simply Precise

RadCalcAIR仅通过标准Windows文件读取和写入信息到RadCalc Home目录，它不会直接与队列应用程序或三维计算引擎进行通信。

1.3 队列程序（用于计算任务共享和计算优先级设定）

队列程序为RadCalc主目录中配置的所有机构提供剂量计算引擎的连接。队列将同时与所有配置的计算引擎进行连接，并确保只要计算队列中有任务，所有计算引擎都保持运算。队列应用程序位于RadCalc主目录中，可以从任何连接的工作站启动。不过，对于单剂量引擎设置而言，理想情况下最好从剂量引擎工作站运行队列。关于理想的队列启动位置，在TR-18和TR-20中有更多讨论。队列会监控RadCalc的各个组件，并在参数发生变化时自动进行自我更新。启动后，队列应用程序会立即开始处理队列中的计算任务。用户无需与队列进行交互。

可以将队列设置为一个定时任务，当计算机启动时，用户会自动登录，队列程序也自动启动，或者通过Windows启动文件夹中的快捷方式启动。程序也可以设置为常规窗口运行或最小化运行。此外，队列还可以作为服务运行，更多信息请参见TR-21。队列设计无需用户交互运行，它的界面仅用于提供支持。RadCalc主程序为用户提供了一个界面，用于与队列中的计算任务进行交互。

1.4 剂量计算引擎应用（蒙特卡罗引擎和卷积叠加引擎）

RadCalc 三维剂量计算引擎管理服务（RadCalc_CEMS）应用程序作为服务运行。该软件可以安装在满足最低配置要求的多个剂量引擎系统上。RadCalc_CEMS可以设置为计算机启动时自动启动，也可以通过其他方式手动启动。RadCalc_CEMS必须运行，才能使队列与计算引擎应用程序进行连接。

队列通过两个TCP端口与计算引擎进行通信，用户可以配置这些端口。队列读取在“计算引擎”对话框中设置的端口配置，该对话框可以通过队列或RadCalc主程序访问。RadCalc_CEMS的配置和在“计算引擎”对话框中输入的信息必须一致，否则队列将无法与计算引擎交互。队列与剂量计算引擎之间传输的所有数据都经过匿名化和加密处理，更多信息请见下文。

每个三维剂量计算引擎应用程序在添加到软件时都会分配一个唯一标识符。计算引擎的唯一标识符适用于一个计算硬件实例。用户还可以配置一个自定义的显示名称。

队列需要能够可靠地与计算引擎进行通信。建议为计算引擎计算机分配静态IP地址。如果提供的是计算机名称而不是固定的数字地址，软件将通过域名系统(DNS)解析。

2 RadCalc应用程序之间的外部通信

RadCalc机构可以配置为将三维剂量计算转发到第二个队列实例进行计算，这被称为远程队列转发。所有传输到第二个队列的数据在传输之前会由第一个队列进行匿名化处理，并且通信是加密的。更多信息请参见下文。

2.1 远程队列转发

远程队列转发这项功能允许本地RadCalc在没有任何本地物理计算引擎的情况下，借用配置了剂量计算引擎的外部RadCalc系统。

远程队列转发的配置过程分为两部分：

Simply Precise

1. 首先，必须将外部（第二个）队列应用程序设置为可以接受本地RadCalc每个机构的转发队列请求。更多相关内容将在下一部分介绍。
2. 其次，本地RadCalc机构应设置为将计算结果转发到外部队列应用程序。外部队列的配置应在本地RadCalc配置之前进行。

2.1.1 接受转发的请求

此配置在外部RadCalc剂量计算引擎的队列应用程序中进行。当配置完成后，“远程机构服务（“Remote Institutions To Service）”对话框（见图2）允许添加和删除机构名字，以便接收来自“远程队列监听端口（Remote Queue Listening Port）”的“远程队列监听地址（Remote Queue Listening Address）”（一个IP地址或可通过DNS解析的名称）上的计算任务 。

转发机构需要通过机构名称来定义，并生成一个唯一的队列检查值，该值将提供给转发机构的本地队列。

定义了一个“保留期（Retention Period）”，用于保留已完成的计算结果，直到原始提交计算的机构取回为止，否则会被丢弃。可以为转发机构分配一个相对起始优先级，用于处理来自该机构的所有计算任务。

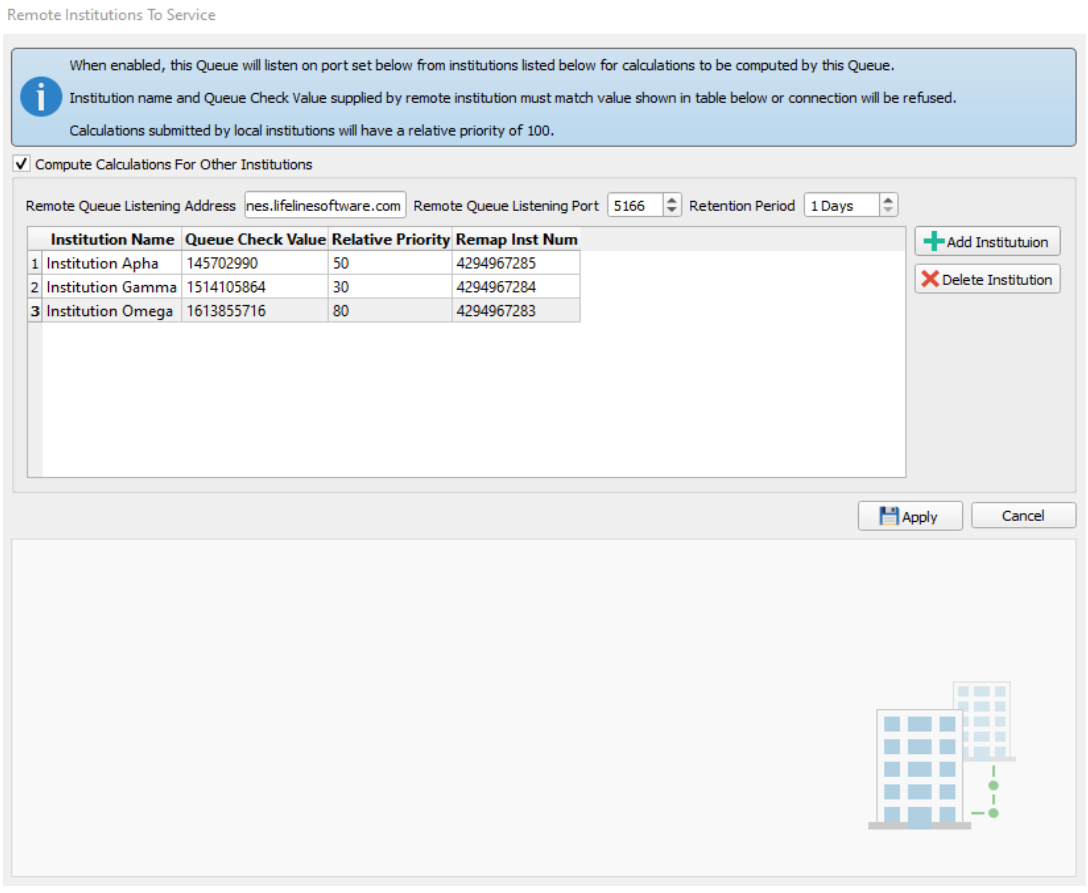

图2 接受转发的三维计算请求

转发的请求将反映在 RadCalc 主应用程序状态栏中显示的“队列中的计算（Calculations in Q）”数字中。没有任何身份识别信息会传递到外部 RadCalc 剂量计算引擎或外部队列。

转发机构将患者姓名、患者 MRN#和计算名称替换为固定文本。机构名称是唯一的身份识别信息。更多信息见下文。

Simply Precise

2.1.2 配置本地RadCalc机构

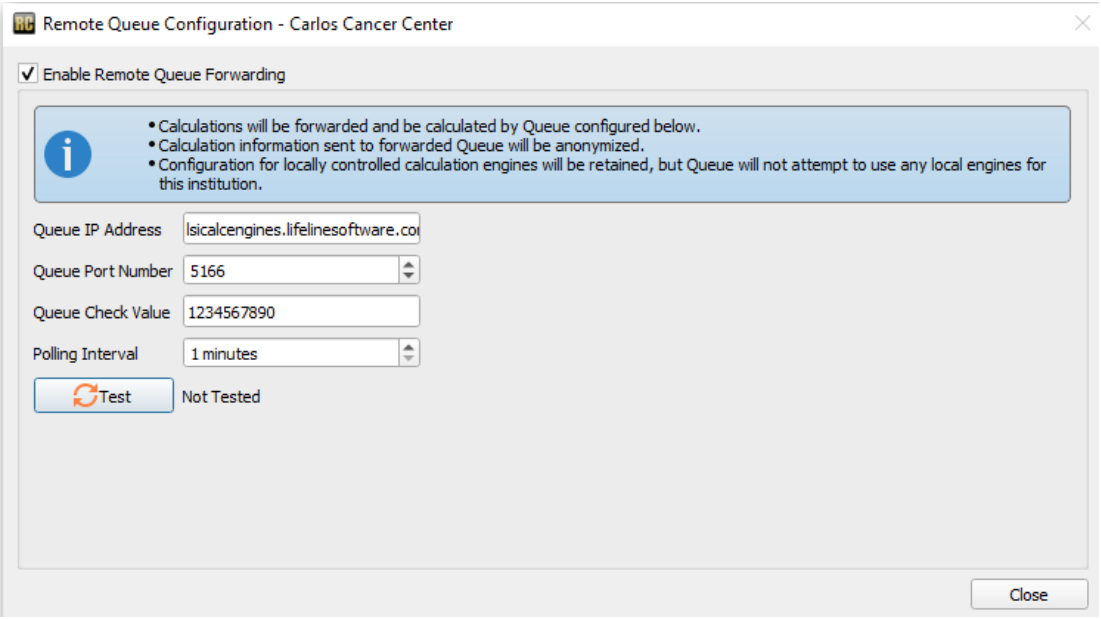

图3 为远程队列转发配置本地机构

外部队列中已配置的机构还必须在本地配置为转发它们的队列请求。图 3 显示了该对话框。队列检查值是由外部队列生成的，本质上就像一个密码，用于允许该机构连接。

3 匿名化和加密

RadCalc 三维剂量计算中有两个层次的匿名化，分别是队列之间的匿名化和队列与剂量计算引擎之间的匿名化。

3.1 队列之间发送的数据的匿名化

当使用远程队列转发功能且本地队列已经将计算发送到远程队列时，本地队列将移除所有患者信息，并用以下静态字符串替换这些信息：

1. 患者姓名替换为“Name Removed”
2. 医疗记录号码替换为“MRN Removed”
3. 计算名称替换为“Calc on Remote Queue”

这样做的效果是，任何访问转发队列请求的人都无法访问任何患者的身份识别信息，无论是通过队列应用程序访问，还是直接访问底层数据。计算数据中唯一保留的识别信息是发起该计算的机构名称以及为该计算生成的GUID编号。

3.2 筒串卷积叠加计算（CSEngine）的匿名化

对于筒串卷积叠加计算，DICOM计划和CT数据集通过交互式RadCalc会话或RadCalcAIR导出到RadCalc剂量计算引擎。在导出过程中，所有DICOM文件都会进行匿名化处理，所有身份识别标签都会被固定文本替换。

Simply
Precise

当本地队列应用程序检索到已完成的计算时，它将重新关联到发起请求的患者身上。导出的DICOM匿名文件会被RadCalc剂量计算引擎销毁，因为这些文件后续不再需要。

3.3 蒙特卡罗计算（MCEngine）的匿名化

对于蒙特卡罗计算，所有导出的数据均为BeamNRC格式。其中不存在任何患者身份识别信息。在队列应用程序取回已完成的计算结果后，这些文件会被 RadCalc 剂量计算引擎销毁。

3.4 剂量计算引擎和队列通信的数据加密

队列应用程序之间或队列应用程序与剂量计算引擎之间的所有网络通信都已加密。加密是通过实施Internet Research Task Force RFC 8439协议实现的。该协议的实施过程如下：将数据分成50000字节的数据包，这些数据包通过一种专有的同步通信协议进行传输，该协议要求每个包都必须进行身份验证。如果验证失败，最多会重试10次。

队列应用程序之间的连接通过要求连接的队列传递队列检查值来确保安全。

有关这些过程的更多信息和临床实施示例，请参阅《高级用户指南》，技术参考文献-11（RadCalcAIR配置），技术参考文献-18（三维剂量计算引擎配置），技术参考文献-20（高级三维计算引擎用户指南）和技术参考文献-21（将队列作为服务运行）。

备注：并非所有产品或功能在所有市场有售。

Simply
Precise