



可靠性 - 集中化  
系统周期规划

## 更好地进行预防性 维护的四个步骤



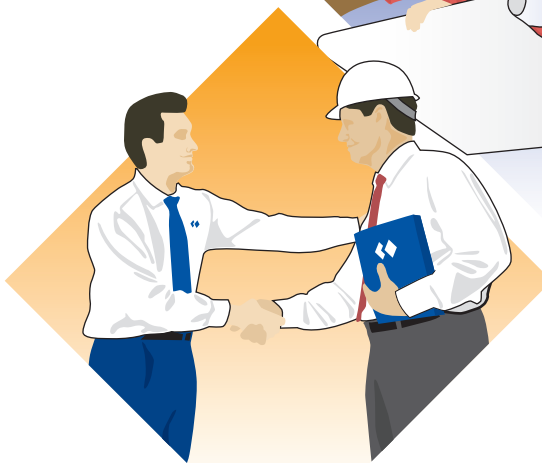
1. 调查



2. 记录



3. 分析



4. 报告



以可靠性为中心  
**系统寿命规划**  
服务说明

◆◆ NovaTech®

系统寿命规划

本页留空。

**联系方式:**

NovaTech Process Solutions, LLC  
11500 Cronridge Dr., Suite 110  
Owings Mills, MD 21117

T: 410.753.8300  
免费电话: 800.253.3842  
[www.novatechweb.com](http://www.novatechweb.com)



### 什么是系统寿命规划？

以可靠性为中心的系统寿命规划 (RC-SLP) 是以可靠性为中心的维护 (RCM) 策略的重要组成部分。RCM 通过综合反应式、预防性以及积极主动的维护方法和策略以最小的成本实现设备寿命最大化。

RCM 分析将数十年过程经验与严格的统计分析相结合，仔细考虑控制系统的既定行为、可能发生的功能故障、这些故障产生的后果以及可以在故障发生之前采取的预防措施。

RC-SLP 通过详细检查和分析客户的过程控制系统解决硬件性能降低、软件改善和系统折旧的问题来协助 RCM 程序。

作为附加好处，RC-SLP 还可以通过识别与安装相关的控制系统异常（可能会导致危险状况）来改善设备安全性。这些可能包括固有安全性问题、电源和接地问题、软件病毒、间谍软件和所需的（但尚未实施）软件修补程序和服务软件包。

一旦作为 RCM 程序的一部分加以实施，RC-SLP 程序便可以在整个设备或公司内为系统的维护和可靠性提供清晰统一的标准。

要实施 RCM，维护主管/管理人员和维护技术人员必须根据功能考虑其设备。这意味着根据系统、子系统、部件和子部件考虑设备。

RC-SLP 程序包含以下组件：面谈、记录、分析和报告。



### 第 1 步，面谈

RC-SLP 过程中的第一步是与过程工程师和操作员面谈以获得对控制系统可靠性风险的总体了解。任何与部件年限、应用环境、网络流量或故障率相关的具体问题都将作为分析过程的出发点。

我们将询问的部分问题有：

- 是否存在反复发生的系统报警？
- 系统是否运行过慢？
- 是否有任意系统设备反复崩溃？
- I/O 板的故障率是否高于预期？
- 最近是否注意到不明异常？
- 上一次对系统进行预防性维护 (PM) 是什么时候？PM 期间执行了什么操作？
- 对于如何运行您的系统是否有问题？
- 您的系统、网络和布线文档是否为最新？
- 您的标准操作和备份步骤是什么？

对这些问题以及其他问题的回答可以为处理其余过程提供出发点。

### 联系方式：

NovaTech Process Solutions, LLC  
11500 Cronridge Dr., Suite 110  
Owings Mills, MD 21117

T: 410.753.8300  
免费电话: 800.253.3842  
[www.novatechweb.com](http://www.novatechweb.com)



## 第 2 步，记录

### 事无巨细

RC-SLP 包括所有过程系统组件和相关系统的详细的记录。

### 硬件

即使工艺水平最好的硬件组件最终也会出现故障。风扇、电容、电涌抑制器、继电器（固态和机电式）、电压调节器和其他组件可能会在总体上影响电源、微处理器、通信接口、I/O 设备和过程控制系统运行。

已检查的组件：

- CDCM 和 OCM
- 所有 I/O 板
- 连接的系统组件，例如第三方 I/O 和 PLC 的
- 系统的安装条件：电源、接地、温度、湿度、震动、电噪声、RFI/EMI、布线、本质安全
- 数据网络
- 备用零件
- 基于 CDCM、DCM、OCM、VXT 终端的 DEC 设备
- 基于 CDCM、DCM、OCM、服务器的 Wintel 设备（NT 控制台等）
- RAID 驱动器
- 键盘
- 指示设备
- CRT 和 LCD 监视器
- 网络工具（DEC、CISCO、ATI、D-Link、Linksys、3COM、HP 等路由器、网桥、交换机、多端口中继器、媒体转换器、收发器、接插板）
- 过程控制模块
- 复用器和关联板
- I/O 终端板
- 电源
- Quantum 远程 I/O
- Simatic 505 远程 I/O
- 连接至 D/3<sup>®</sup> 的任何其他制造商的远程 I/O
- 连接至 D/3<sup>®</sup> 的 PLC
- 与过程关联但未连接至 D/3<sup>®</sup> 的 PLC



所有过程硬件、软件、网络和实践的记录

针对每个组件的现场记录：

- 硬件说明（模拟输入、模拟输出、CPU、电源等）
- 制造商（DEC、NovaTech、PCT、Quantum、Mitsubishi、Seiko、HP 等）
- 型号包含破折号
- 序列号
- 日期代码
- 投入使用日期
- 板或设备状况（清洁、维护良好、从未维护等）
- 对于 I/O 板，这些板是否用于连接至本质安全栅 (I.S.)?
- 组件的物理位置（工厂、建筑物、房间、CDCM、DCM、OCM、PCM、复用器、底座、机柜等）
- 任何其他相关注释（网络类型、UPS、存在故障的设备、用作书架等）
- 极脏、外壳破裂、键盘磨损或其他物理缺陷。
- 可能会导致早期故障的不良维护操作
- 电源和数据电缆状况
- 任何来自设备的异常噪声
- 设备的观测温度（多数设备应略高于环境温度运行）。如果该设备刚好高于环境温度运行，则需要其他温度测量方式。

### 联系方式：



硬件说明	制造商	其他位置信息	型号	序列号	日期代码	SVC 日期	续	I.S.	注释
AI 板	NOVATECH	PCM3 MUX 2 SLOT 3	A165150-1	1234568	N/A	1/12/96	良好	是	板脏
VAX DCM	DEC	桌面 - DCM 3	4000M	9876543210	N/A	1/12/96	良好	N/A	E0 为 AUI; E1 为细缆
MUX PS	TODD	PCM 3 TOP MPU LEFT	S42-8	64836485465	N/A	1/12/96	脱机	N/A	缺陷
通信板	ALLEN- BRADLEY	A-B 机架 4	S5	734643947	9/2/89	10/23/91	尚可	N/A	

示例硬件记录

### 软件

用于修补旧软件程序中异常的软件补丁程序可能无法在现有的过程控制系统中执行。需要安装这些修补程序以确保最佳控制系统功能。可能还可以使用具有附加功能的新软件。软件记录包括：

- CPU 使用
- 系统报警
- 过程报警
- 补丁程序级别
- D/3® 日志文件
- 服务软件包级别
- D/3® 许可证
- 硬盘利用
- 在三十分分钟内评估所有相关接点上的 CPU 使用
- 审查以下对象：
  - 系统报警
  - 报警历史文件
  - 过程报警文件
  - 已归档 D/3® 日志
  - Dr. Watson 日志
  - Microsoft Windows® 服务软件包和补丁程序级别和热修复
  - 适用的病毒防护
  - 硬盘利用/碎片
  - D/3® 许可证
  - 其他 D/3® 补丁程序级别

### 板状况

可能要从服务中卸下组件以便记录相关数据。在某些情况下，可以在工厂运行空闲期执行该操作（板可热插拔时或者所需信息在该组件正在运行时可见）。在其他情况下，必须在卸下组件、数据已记录和重新插入和重新连接组件时使设备断电。客户必须指定板和其他组件是否可以卸下和检查。

从服务中卸下板并进行检查时，将记录该板的状况。将记录以下内容：

- 板上指示组件过热的暗标
- 焊接不良，指示可能的故障点
- 极脏
- 系统轨道或组件引线上的腐蚀迹象
- 覆盖玻璃材质的板材料
- 任何其他轨道或衬垫异常。

### 联系方式：

NovaTech Process Solutions, LLC  
11500 Cronridge Dr., Suite 110  
Owings Mills, MD 21117

T: 410.753.8300  
免费电话: 800.253.3842  
[www.novatechweb.com](http://www.novatechweb.com)



## 文档和步骤

还将记录影响设备寿命的步骤，包括：

- 预防性维护步骤
- 系统、网络和布线文档
- 备份步骤
- 操作步骤

## 备用零件记录

包括以下内容：

- 基于 CDCM、DCM、OCM、VXT 的 DEC 设备终端
- 基于 CDCM、DCM、OCM、服务器的 Wintel 设备（NT 控制台等）
- RAID 驱动器
- 键盘
- 指示设备
- CRT 和 LCD 监视器
- 网络工具（DEC、CISCO、ATI、D-Link、Linksys、3COM、HP 等路由器、网桥、交换机、多端口中继器、媒体转换器、收发器、接插板）
- 过程控制模块
- 复用器和关联板
- I/O 终端板
- 电源
- Quantum 远程 I/O
- Simatic 505 远程 I/O
- 连接至 D/3® 的任何其他制造商的远程 I/O
- 连接至 D/3® 的 PLC
- 与过程关联但未连接至 D/3® 的 PLC

将记录每个备用零件的以下特性：

- 硬件说明（模拟输入、模拟输出、CPU、电源等）  
包括以下字段：
- 制造商（DEC、NovaTech、PCT、Quantum、Mitsubishi、Seiko、HP 等）
- 型号包含破折号
- 序列号
- 修订级别
- 日期代码
- 从 EMC/Rexnord/TI/GSES/NovaTech 购买的日期
- 板或设备状况（清洁、维护良好、从未维护等）

- 组件的物理位置（工厂、建筑物、房间、CDCM、DCM、OCM、PCM、复用器、底座、机柜等）。存储区环境状况（温度、湿度、腐蚀等）
- 板上指示组件过热的暗标
- 焊接不良
- 极脏
- 系统轨道或组件引线上的腐蚀迹象
- 覆盖玻璃材质的板材料
- 任何其他轨道或衬垫异常
- 维修标签
- 存储技术不良（板在没有物理保护的情况下堆叠在其他板上、无静态标签、静态标签错误等）

## 网络记录

D/3® 系统支持许多类型的网络和通信。需要处理所有类型的网络状况。

常见网络有：

- D/3® 令牌环（传统系统）
- 以太网（coax、UTP、光纤、切换式、平面）
- Modicon 远程 I/O (S908)
- Modbus 和 Modbus Plus
- Profibus
- GPX I/O (RS232)
- TIWay
- Data Highway Plus
- Control Net
- 其他工业网络

网络记录字段：

- 完整的系统图（包括所有组件和组件位置）
- 路由器
- 防火墙
- 交换机
- 中继器
- 光纤转换器
- 网桥/复用器
- 调制解调器
- 补丁程序面板
- 网络接口卡
- 网络分流器

## 联系方式：

NovaTech Process Solutions, LLC T: 410.753.8300  
11500 Cronridge Dr., Suite 110 免费电话: 800.253.3842  
Owings Mills, MD 21117 [www.novatechweb.com](http://www.novatechweb.com)



### 网络记录字段 (续)

- 打印机服务器和适配器
- 网络上的任何其他设备
- 完整的系统图 (包括所有布线)
- 布线类型 (以太网同轴电缆、以太网双绞线、以太网光纤、Profibus 紫色铜缆、S908 同轴电缆、S908 光纤、TIWay Blue Hose 铜缆等)
- 布线长度 (使用时间域反射方法估计或测量)
- 布线时的电噪声
- 布线路线 (电缆槽、护线管、小导管、90 度硬弯管、开关设备、地下等)
- 设备电源需要 AC 或 DC 电源

已识别的网络问题:

- 重试率
- 出错率
- 冲突
- 节点地址重复
- 广播风暴
- 响应时间过长
- 节点已连接 (预期和意外)
- 交换机、集线器、路由器、中继器、网桥、复用器设置

可能会针对以下内容分析系统中的所有非 PCM 接点:

- 内存可用性和利用
- CPU 性能和利用
- 磁盘驱动器利用
- 正确的 IP 地址和 NIC 卡设置
- 任何错误事件
- 任何 Doctor Watson 文件
- 任何病毒、间谍软件、广告软件等的迹象
- 应安装的补丁程序的级别
- 服务软件包级别
- 安装的许可证
- 不恰当的软件或系统使用 (例如游戏、Internet 协议、电子邮件等)
- PCM 的 CPU 和内存利用
- 可能分析设备备份程序以确保根据需要执行备份, 并且存储备份介质以符合行业惯例
- 应针对网络适用度分析系统文档和布线文档以及维护步骤
- 补丁程序日志
- 备份步骤
- 设备维修和替换日志
- 主要零件和备用零件记录
- 根据上述执行的分析, 确定对于系统的客户软件和硬件升级是否存在节约成本的需求

### 最先进的系统监视工具

- 以太网网络分析器
- NCP 和 LANCP 中的 DEC LAN 分析工具
- D/3® 状态监视器
- 每个交换机和路由器端口上的 SNMP (简单网络管理协议) 数据
- MIB (管理信息库) 产品中的 SNMP 数据
- RMON (远程网络监视) 协议
- 报警文件
- Microsoft® 网络监视器工具
- 与客户讨论意识到的网络异常

### 联系方式:

NovaTech Process Solutions, LLC  
11500 Cronridge Dr., Suite 110  
Owings Mills, MD 21117

T: 410.753.8300  
免费电话: 800.253.3842  
[www.novatechweb.com](http://www.novatechweb.com)



### 第3步，分析

#### 直觉和统计的综合

开发有效的 RCM 程序的关键在与有效地结合直觉和统计方法，每种方法都有其优点和弱点。

如果没有应用严格的反馈和审查，直觉将导致随意、“仓卒”的解决方案。

严格的统计方法也有其限制。

首先是成本：开发和/或分析足够的数据量以统计使用是非常昂贵的任务。其可能会陷入“分析瘫痪”的陷阱；对问题探究地越深入，解决该问题所需的数据就越多。

统计方法的另一个限制是适用性。统计经常无法生成明确的趋势，因为本来就没有这种趋势。

RC-SLP 提供了将统计预测方法和控制系统知识相结合的理想方式以形成经济有效的 RCM 程序。分析领域包括：

#### 硬件

审查所有组件的以下内容：

- 板状况
- 根据安装情况和 MTBF 更换硬件
- 备用零件级别
- 网络更改
- 布线更改
- 环境更改
- 硬件修订级别

#### 软件

审查以下内容：

- 建议的服务软件包级别
- 建议的补丁程序级别
- 系统错误日志分析
- CPU 利用和硬盘利用分析
- 网络利用
- 安全问题
- 建议的升级



#### 文档和步骤

- 预防性维护步骤建议
- 系统文档建议
- 备份步骤建议
- 问题记录建议
- 记录维护
- 数据库
- 顺序程序
- 图形
- 操作文档
- 系统路径、硬件和网络升级
- 数据网络（以太网、远程 I/O、Modbus Plus、Data Highway Plus、Profibus 等）的分析和文档
- 故障点分析和系统改善以移植这些故障点

#### 单个故障点

审查系统时，任何被视为单个故障点的元素都将被标为红色以引起特别注意。

例如：

- 如果有一个电源且处于脱机状态，则它将使 DCS 一起脱机
- 非冗余 MRIOC 或 MRCC。如果此板脱机，则与其连接的所有 I/O 也将脱机（使用冗余链接时除外）
- 非冗余微处理器
- 非冗余电源

#### 联系方式：

NovaTech Process Solutions, LLC T: 410.753.8300  
11500 Cronridge Dr., Suite 110 免费电话: 800.253.3842  
Owings Mills, MD 21117 [www.novatechweb.com](http://www.novatechweb.com)



### 单个故障点（续）

- 一个 100 安培的 24 VDC 电源，没有独立熔断 300 DCS 供电输入或输出点。如果此电源由于现场短路点出现故障，则所有点将出现故障并且工厂将停工。
- 简单定义的软件互锁。例如，如果由于任何原因与某个接点的通信被标记为“脱机”，则互锁将使压缩机停机，反过来将导致工厂停工（可能存在几毫秒的异常，从而导致软件错误地报告脱机状态）。
- 从交换机到 PCM 运行的精确光纤数。如果光纤损坏，而没有使用新电缆后备，则意味着 PCM 可能在很长一段时间内因通信问题处于脱机状态。
- 任何人都可以访问在未锁定区域中的重要组件（例如 PCM）。任何人都可以进入，拉动电源开关关闭该设备，然后离开而不会被发现。这明显是一个安全问题。

### 系统运行环境

D/3° DCS 系统和相关的组件专用于在特定环境参数（如 D/3° 站点准备指南中定义）中运行。当强制 D/3° 在这些参数之外运行时，可能会永久损坏系统组件。

使用环境条件评估表（如下所示），记录为不同系统组件指示的参数。

如果任何 DCS 组件符合异常的电磁干扰/无线电射频干扰项目，我们均将进行说明。例如：

- 无线电话基站位于 CDCM 附近并插入相同的电源，可作为 CDCM 接受。
- Modicon 或 505 基站位于发动机控制中心柜内部，在变频驱动器附近。
- 模拟 I/O 电路或以太网铜缆与 480 伏电源馈线位于同一电缆槽中。
- Joe 技术在运行 PCM 微处理器设备的同时使用无线电话。
- 任何系统组件均位于无线遥测传感器附近。
- 任何系统组件均位于可产生电弧的无屏蔽高能电子设备附近（焊接机、熔炉、电弧熔炉等）。

### 系统电源

所有 AC 电压电位均使用数字电压表进行测量。热档和空档之间的测量称为横模测量。这些测量称为 RMS（均方根）测量。

示例环境状况评估表格

区域说明	温度	湿度	震动	脏	腐蚀	注释
建筑物 3 计算机室	72SDgr F	45% RH	无	干净	无	无
建筑物 3 1ST FL MCC	79SDgr F	65% RH	无	中度脏	无	来自 AC 设备的湿度
建筑物 2 机柜间	82SDgr F	42% RH	轻微 - 勉强可察觉	中度脏	无	无
建筑物 4 设备室	71SDgr F	67% RH	要测量的某些震动需求	肮脏；在地板上使用了化学吸收剂	存在于大气中；溶解热凝塑料	需要使房间清洁和密封以隔离周围环境

### 联系方式：

NovaTech Process Solutions, LLC  
11500 Cronridge Dr., Suite 110  
Owings Mills, MD 21117

T: 410.753.8300  
免费电话: 800.253.3842  
[www.novatechweb.com](http://www.novatechweb.com)



## 系统电源 (续)

AC 电压电位应降至 110 到 125 V AC 或 220 到 245 V AC 之间, 60 Hz±1 Hz 或 50 Hz±1 Hz。D/3<sup>o</sup> 在这些限制之外运行时, 继续在这些限制之外运行 D/3 可能会导致系统组件加速降级。

应使用隔离示波器观察所有 AC 和 DC 电压。这些测量称为 P-P (峰间)。AC 横模波形应为正弦并且没有主要谐波和噪声尖峰信号 (可能具有某些三次、五次和七次谐波并且呈现部分高频噪声)。DC 系统应具有电源规范内的电子噪声级别。注: UPS 输出通常将显示某些波形中的步进。这是 UPS 系统在将内部 DC 转换为 AC 时的工作方式。除非是严重的步进, 否则无需担心; 这表示 UPS 中存在输入过濾故障。

共模测量应小于 2.5 v 峰间值注: D/3<sup>o</sup> 组件可在高达 6.5 V 的 P-P 共模下运行, 但是测量到该较高的值则表示接地系统中存在问题, 需要解决以确保正确的 DCS 操作。

所有 DC 电压电位均使用数字电压表进行测量。加档和减档之间的测量称为横模测量。这些测量作为 DC 电位测量。DC 电压电位应:

- 对于 5 V 系统, 介于 4.9 和 5.1 V 之间
- 对于 12 V 系统, 介于 11.95 和 12.05 V 之间
- 对于 -12 V 系统, 介于 -11.95 和 -12.05 V 之间
- 对于 24 V 系统, 介于 23.9 和 24.2 V 之间
- 对于 48 V 系统 (Elgar), 介于 47.6 和 48.6 V 之间
- 对于 EMC 48 VDC UPM 系统, 介于 55 和 58 V 之间

空档和接地之间的测量称为共模测量。共模测量应小于 1 V RMS。

## 系统接地

D/3<sup>o</sup> 系统的所有接地链接均将可视验证。将记录链接点、电线尺寸等。如有必要, 计算机接地三元组或其他接地链接可能需要根据 IEEE 81 标准进行测量。该信息将与根据“系统电源”测量的噪声级别相结合以确定系统接地是否充分。

注: 对于本质安全系统, 可能要应用特殊考虑。

## I/O 噪声测量

I/O 系统上的高电子噪声将导致系统组件的提前老化, 尤其是在多路复用模拟输入系统中。

评估 I/O 点上的电子噪声的第一步是询问客户有关 I/O 板故障、噪声或不稳定的 I/O 点。与稳定的 I/O 已配合使用约五年的板, 如果没有故障, 则通常不会出现问题 (虽然根据平均故障时间 [MTBF] 数据, 板可能达到了使用期限)。无需对这些板进行检查。但是, 如果在两年内反复更换的板, 或者存在不稳定的点, 则应检查其噪声级别。

最小 60 兆赫兹的电池供电 (与 AC 电路隔离) 模拟示波器或电池供电 (与 AC 电路隔离) 数字磷光屏存储器示波器 (最小 300 兆赫兹, 2.5 gigasample/s) 用于这些测量。Fluke ScopeMeter 可能无法在此应用中起作用, NovaTech 建议您不要使用它。NovaTech 建议使用 Tektronix DPS3032 数字磷光屏存储器示波器。

示波器采用以下方式测量 I/O 点上的横模和共模噪声:

- 记录终端面板或 I/O 板上的峰间测量和每个点观察到的任何噪声。
- 将示波器探头的接地引线连接至机箱接地并记录结果。
- 寻找一种模式。例如, 除一种之外的所有共模测量的峰间值均为 750 毫伏。例外的一种峰间值为 2 V。这便是问题所在。需要确定异常点为何指示如此高的测量值并修正该问题。

## 机柜风扇

机柜和各个设备风扇需要在记录期间进行检查。存在故障或转速较慢的风扇会导致设备过热。系统中的每个风扇都必须进行检查以确保空气流通。将记录运行不正常的风扇。还将检查机柜空气过滤器。

## 联系方式:

NovaTech Process Solutions, LLC T: 410.753.8300  
11500 Cronridge Dr., Suite 110 免费电话: 800.253.3842  
Owings Mills, MD 21117 [www.novatechweb.com](http://www.novatechweb.com)



#### 第 4 步，报告

最终的提交文件是包含硬件、软件和网络的完整记录和建议的详细报表。通过分析风险和未来升级的途径使实施 RCM 更轻松。

RC-SLP 程序是一项远大的事业。它可能不会在所需时间、预算和过程自动化系统操作约束中实现此概述中提及的所有项目。NovaTech 借助与客户协同工作的机会来调整 RC-SLP 程序，从而满足客户的具体要求。

该报表提供了系统当前状态的详细研究，分析了相关的风险并提出了以下建议：

- 改善现有系统
- 最小化系统停机时间
- 未来扩展/升级
- 进一步测试或其他评估
- 预防性维护程序
- 保存硬件和软件记录（维修、补丁程序、修订级别、扩展等）。
- 软件补丁程序
- 维护协议
- 软件备份步骤
- 网络配置
- 升级路线图 – 硬件和软件
- 应用程序软件缺陷（数据库、顺序程序、图形、FAT 和 SAT 执行、版本控制、操作文档）的修正
- 硬件维修/更换
- 硬件和软件升级
- 正确实施 I/O 硬件。
- 板修订级别（工作零件和备用零件）
- 充分的电源接地。
- 备用零件级别
- 当板超过其 MTBF 时定期更换板
- 本质安全
- 网络实施（以太网、Modicon 远程 I/O、Modbus、Profibus、Fieldbus、Data Highway Plus 等）
- 环境条件（温度、震动、环境污染等）



#### 联系方式：