

# Fisher™ FIELDVUE™ DLC3100 SIS 数字液位变送器 安全手册

本文档适用于：

仪表等级	SIS
设备类型	130D
设备版本号	1
硬件版本号	1
固件版本号	1.0.9

## 1. 目的

本安全手册介绍了使用 Fisher DLC3100 SIS 数字液位变送器设计、安装、验证和维护 SIF（安全仪表功能）所需的信息。本安全手册还描述了 DLC3100 SIS 在安全应用中的使用条件。作为安全生命周期的一部分，必须彻底审查并执行本文档。该信息对于满足 IEC 61508 和 IEC 61511 功能安全标准是非常必要的。

### **警告**

此指导手册增补文档不能作为独立文档使用。必须与以下文档配合使用：

Fisher DLC3100 快速使用指南 ([D104214X0CN](#))

Fisher DLC3100 指导手册 ([D104213X012](#))

此指导手册增补文档若不配合上述参考文档使用，则可能会造成人身伤害或财产损失。如果对这些说明有任何疑问或在获取这些文档时需要任何帮助，请联系 [艾默生销售办事处](#)。

其他相关文件包括：

- Fisher 249 型外罩浮筒传感器指导手册 ([D200099X012](#))
- Fisher 249 型内浮筒传感器指导手册 ([D200100X012](#))
- Fisher 249VS 内浮筒传感器指导手册 ([D103288X012](#))
- Fisher 249W 内浮筒对夹式液位传感器指导手册 ([D102803X012](#))

## 2. 设备描述

Fisher DLC3100 SIS 是一款基于微处理器的数字液位变送器，用于测量和传输液位的变化或两种液体之间界面的变化。悬浮在容器中的浮筒的浮力的变化会改变扭矩管组件（249 型传感器）上的负载。具有扭矩管组件和连杆组件的浮筒构成了主要机械传感器。扭矩管的角度旋转偏转由在霍尔效应传感器上移动的磁体系统组成的仪表转换器测量。在液位测量模式中，扭矩管的角度旋转偏转是浮筒被液体覆盖的部分产生的浮力。

### DLC3100 SIS 默认设置

应用	液位界面	液位
报警开关	下限报警 上限报警	上限报警
安全恢复	自动 手动	手动
触发报警电流设置	设备故障	启用
	参考电压故障	启用
	PV 模拟输出回读限定失败	启用
	仪器温度传感器报警	启用
	霍尔传感器报警	启用
	RTD 传感器报警	启用
	霍尔诊断报警	启用
	RTD 诊断报警	启用
	程序存储器故障	启用
	NVM 错误	启用
	RAM 测试错误报警	启用
	执行看门狗重置	启用
	PV 临近上限过高报警	禁用
PV 临近下限过低报警	禁用	

### 3. 术语、缩写和缩略语

249	Fisher 外或内浮筒液位传感器。
设备响应时间	数字液位变送器执行其一部分安全功能所需的时间包括感测输入（连杆组件）的变化和传输相应的输出信号所花费的时间。
诊断测试间隔	检测内部故障所需的时间。
DLC3100 SIS	数字液位变送器，是一种安全仪表系统应用的产品型号。
故障反应时间	检测到故障后做出响应的的时间。
FIT	故障次数（每小时 $1 \times 10^{-9}$ 次故障）
FMEDA	故障模式、效果和诊断分析
HART	可寻址远程传感器高速通道，是一种用于在直流电上叠加的数字通信的开放协议。
HFT	硬件容错
$\lambda$	失效率。 $\lambda_{DD}$ : 检测到危险； $\lambda_{DU}$ : 未检测到危险； $\lambda_{SD}$ : 检测到安全； $\lambda_{SU}$ : 未检测到安全。
低需求模式	安全仪表功能的操作模式，其中激活 SIF 模式的需求间隔大于两次验证测试间隔。
$PFD_{AVG}$	需求时失效概率的平均值
过程安全时间安全	系统发生故障（可能引发危险事件）与未执行安全功能时发生危险事件之间的时间间隔免于不可接受的伤害的风险。
安全功能	用于安全仪表系统的设备或设备组合的功能，旨在将特定危险事件发生的可能性降低到可接受的水平。
SFF	安全故障分数
SIF	安全仪表功能
SIL	安全完整性等级
SIS	安全仪表系统
B 型元件	“复杂”元件（使用复杂组件，如微控制器或可编程逻辑的元件）。如需了解详细信息，请参阅 IEC 61508-2 的 7.4.4.1.3。

## 4. 安全要求

### 需求时失效概率的平均值 (PFD<sub>AVG</sub>)

表 1 描述了低需求操作模式下可实现的安全完整性等级 (SIL)，该等级具体取决于平均故障概率。

表 1. 低需求模式下可实现的安全完整性等级 (SIL)

安全完整性等级 (SIL)	低需求模式的 PFD <sub>AVG</sub>
4	$\geq 10^{-5}$ 至 $< 10^{-4}$
3	$\geq 10^{-4}$ 至 $< 10^{-3}$
2	$\geq 10^{-3}$ 至 $< 10^{-2}$
1	$\geq 10^{-2}$ 至 $< 10^{-1}$

### 硬件的安全完整性

表 2 描述了可实现的安全完整性等级 (SIL)，其取决于安全相关的 B 型子系统的安全故障分数 (SFF) 和硬件容错 (HFT)。

表 2. 取决于安全故障分数和硬件容错的可实现的安全完整性等级

安全故障分数	硬件容错 (HFT)		
	N 次硬件容错意味着 N+1 次故障可能导致安全功能丧失		
	0	1	2
< 60%	不允许	SIL 1	SIL 2
60% - < 90%	SIL 1	SIL 2	SIL 3
90% - < 99%	SIL 2	SIL 3	SIL 4
$\geq 99\%$	SIL 3	SIL 4	SIL 4

## 5. 安全特性

规定的特性在 FMEDA 做出的以下假设条件下适用。

- 设备发生故障后恢复的平均时间为 24 小时。
- DLC3100 SIS 数字液位变送器的结构约束类型为低需求模式。
- 设备的硬件容错级别为 0 (HFT=0)。
- 为避免不必要或未经授权的修改，必须保护设置的参数。
- 验证测试间隔：一年内。
- 安全精确度：完整量程的 2%。
- 只有单个部件故障才会使整个 DLC3100 SIS 数字液位变送器失效。
- 故障率不变，不包括磨损机制。
- 失败的传播不相关。

- 不包括所有不属于安全功能一部分但不影响安全功能（不受反馈干扰）的部件。
- 应力水平是工业环境的平均值，可以与 Exida 配置 2 进行比较，温度限制在制造商的等级范围内（见下表 3 和 4）假设其他环境特征在制造商的等级范围内。
- 实际故障注入测试可以证明 FMEDA 期间假设的故障影响的正确性以及自动诊断功能提供的诊断覆盖范围。
- HART® 协议仅用于设置、校准和诊断，而不用于安全关键型操作。
- 逻辑解算器中的应用程序以这样的方式构造，即无论安全功能在安全或危险状态，都检测到高位失效和低位失效故障。
- 材料与过程条件兼容。
- 根据制造商的说明安装、校准和维护设备。
- 不包括外部电源故障率。
- DLC3100 MTBF = 155 年
- 诊断测试间隔：范围从 500 毫秒到 7 分钟

表 3. Exida 配置，电子产品

Exida 电子数据库				
配置	根据 IEC60654-1	环境温度 (°C)		温度循环 (°C/365 天)
		平均值 (外部)	平均值 (盒内)	
1	B2	30	60	5
2	C3	25	30	25
3	C3	25	45	25
配置 1:	由于功率消耗，机柜安装设备通常具有显著的温升，但仅受到最小的每日温度波动的影响。			
配置 2:	低功率电气（双线）现场产品具有最小的自加热水平并且经受日常温度波动的影响。			
配置 3:	一般（四线）现场产品可能具有适度的自加热水平并且经受每日温度波动的影响。			

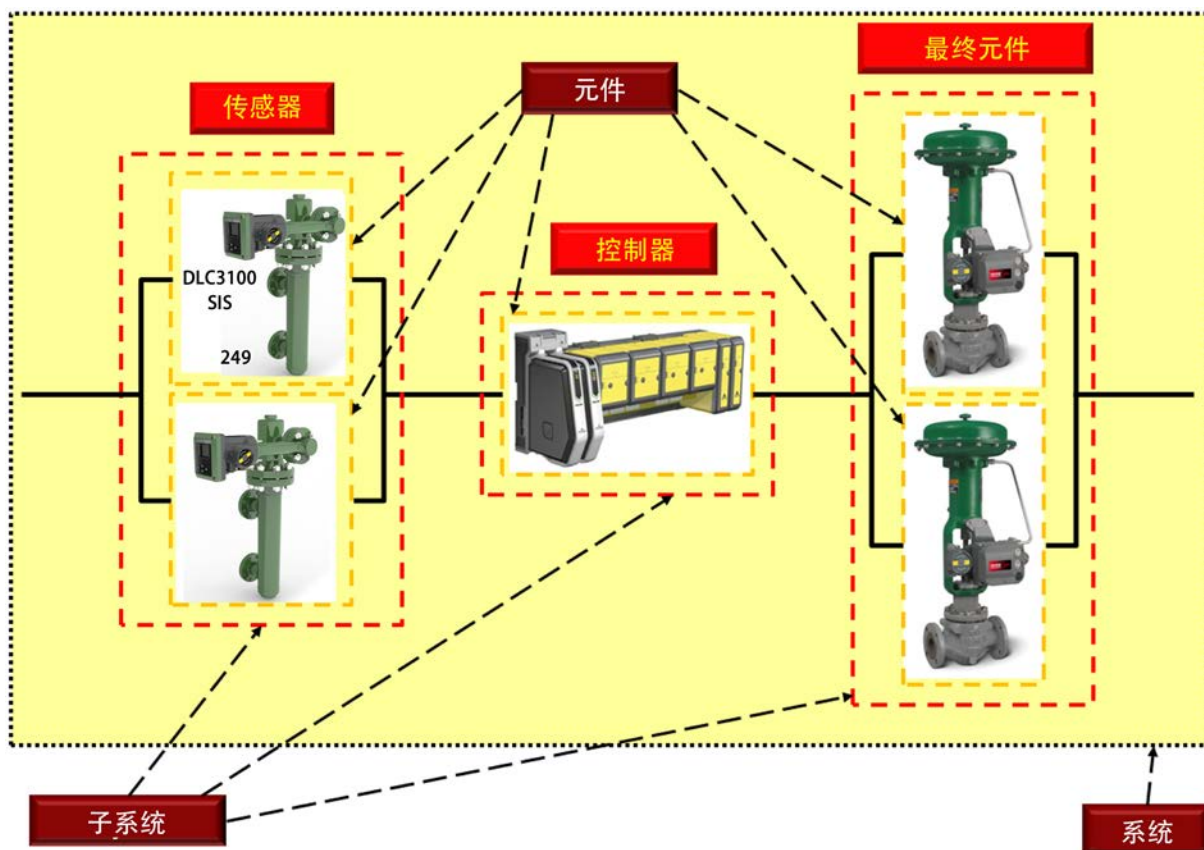
表 4. Exida 配置，机械产品

Exida 机械数据库				
配置	根据 IEC60654-1	环境温度 (°C)		温度循环 (°C/365 天)
		平均值 (外部)	平均值 (盒内)	
1	B2	30	60	5
2	C3	25	30	25
3	C3	25	45	25
4	D1	25	30	35
配置 1:	由于功率消耗，机柜安装设备通常具有显著的温升，但仅受到最小的每日温度波动的影响。			
配置 2:	机械现场产品具有最小的自加热水平并且经受日常温度波动的影响。			
配置 3:	机械现场产品可能具有适度的自加热水平并且经受日常温度波动的影响。			
配置 4:	不受保护的机械现场产品，具有最小的自加热水平，并且经受日常温度波动、雨淋和凝露的影响。			

## 6. 安全仪表系统设计

安全仪表系统 (SIS) 是一个或多个安全仪表功能的实现形式。SIS 由传感器、逻辑解算器和终端元件组成，如图 1 所示。

图 1. 安全仪表系统部件示例



在安全仪表系统中使用 DLC3100 SIS 时，您必须检查并考虑以下项目：

- SIL 能力
- 安全功能
- 故障率
- 应用限制
- 环境限制

## SIL 能力

- 系统完整性

SIL 2 能力 - DLC3100 SIS 数字液位变送器符合 IEC61508 安全完整性等级 2 中对制造商设计过程的要求。

- 随机完整性

DLC3100 SIS 数字液位变送器根据 IEC61508 归类为 B 类设备。您需要评估完整的元件子系统以确定 SFF。如果子系统的 SFF 为 > 90% 且  $PFD_{avg} < 10^{-2}$ ，设计可以满足 SIL2 @ HFT = 0。如果子系统的 SFF 在 60% 和 90% 之间，且  $PFD_{avg} < 10^{-1}$ ，设计可以满足 SIL1 @ HFT = 0。

## 安全功能

DLC3100 SIS 数字液位变送器的安全功能是测量流体的液位或界面，并在安全精度范围内传输 4-20 mA 的模拟信号（测量精度 ± 2%）。它包括从浮筒到扭矩管和电路板到主要模拟输出信号的整个硬件和软件测量链。

表 5. FIELDVUE DLC3100 SIS 数字液位变送器的正常和报警状态

输出功能	正常状态	安全精确度	报警状态 <sup>(1)</sup>
4-20 mA 液位变送器	实际流体液位	± 2%	>21.0 mA 或 <3.6 mA
1. 高位或低位报警可配置。值是根据 NAMUR NE43 确定的。			

## 故障率

表 6 和 7 中列出的故障率数据是按 DLC3100 SIS 数字液位变送器的 15 年使用寿命计算得出的。其使用寿命高度依赖于子系统本身及其操作条件。在此使用寿命之后，故障率将增加。基于 FMEDA 报告中列出的超出使用寿命的任务时间的数据计算的可靠性可能会产生过于乐观的结果。

表 6. FIELDVUE DLC3100 SIS 数字液位变送器的故障率

失败类别	故障率 (FIT)
检测到失效安全; $\lambda_{SD}$	0
未检测到失效安全; $\lambda_{SU}$	0
检测到失效危险; $\lambda_{DD}$	463
检测到失败 (通过内部诊断检测到)	230
高位失效 (由逻辑解算器检测到)	83
低位失效 (由逻辑解算器检测到)	150
未检测到失效危险; $\lambda_{DU}$	39
无影响	186
检测到通知	33
未检测到通知	14
SFF	92.2%

表 7. 配备 DLC3100 数字液位变送器的 Fisher 249 型浮筒传感器的失效率

失败类别	高触发点 故障率 (FIT)	低触发点 故障率 (FIT)
检测到失效安全; $\lambda_{SD}$	38	39
未检测到失效安全; $\lambda_{SU}$	10	8
检测到失效危险; $\lambda_{DD}$	570	568
检测到失败 (通过内部诊断检测到)	342	340
高位失效 (由逻辑解算器检测到)	77	77
低位失效 (由逻辑解算器检测到)	151	151
未检测到失效危险; $\lambda_{DU}$	61	63
无影响	205	205
检测到通知	34	34
SFF	91.0%	90.7%

## 应用限制

- 您必须对安全仪表功能中使用的整套设备 (包括 DLC3100 SIS 数字液位变送器) 安全仪表进行功能设计验证。SIS 必须满足安全完整性等级的要求, 尤其是平均失效率 (PFDavg) 的限制。
- DLC3100 SIS 数字液位变送器只能用于液面或接口应用场景。
- 系统响应时间取决于整个最终元件子系统。用户必须验证系统响应时间是否小于每个最终元件的过程安全时间。DLC3100 SIS 数字液位变送器的故障响应时间为 <1 秒的故障检测时间加上平均修复时间。
- 逻辑解算器使用的测量信号必须是与流体液位成比例的 4-20 mA 模拟信号。
- 逻辑解算器必须识别高/低位报警。如果逻辑解算器环路使用 I.S. 安全栅, 则必须小心操作确保环路在低报警条件下继续正常运行。
- 安全故障的状态下, 电流被驱动超出 4-20 mA 的范围 (<3.6 mA 或 > 21 mA)。
- 设备响应时间: 小于 1 秒。
- 当 DLC3100 SIS 配置为冗余模式时, 设施的所有者 - 操作员都应参加常见故障处理的培训并了解更具体的维护过程。

## 环境限制

- 工作环境温度: -40°C 至 80°C (-40°F 至 176°F)
- 湿度: 经测试符合 IEC61298-3 第六部分
- 电磁兼容性: 经测试符合 IEC61326-3-2 标准
- 振动: 经测试符合 ISA 75.13 和 FTEP 3B1 标准。



## 7. 安装和调试指南

1. 验证 DLC3100 SIS 适用于安全仪表功能。
2. 验证铭牌标记是否适合危险场所（如果需要）。
3. 参考逻辑解算器的指令和安全手册，验证与逻辑解算器的适当连接。
4. 为了使数字液位变送器最大化其可用性和优势，必须正确配置和校准设备，将仪器模式设置为“已投用”，并启用保护。在保护模式下，您无法更改校准和其他受保护的参数，包括仪器模式。
5. 在安装后，必须测试 DLC3100 SIS 的传感器安全功能以及 SIS 安全功能，以确保其满足安全要求和适用的过程安全时间的要求。

## 8. 一般要求

如需了解如何安装到 249 型传感器上、启动、配置和校准 DLC3100 SIS 的信息，请参阅 Fisher DLC3100 快速入门指南和说明手册。

应安装 DLC3100 SIS 数字液位变送器，以便于维护、配置和监控。请勿将设备暴露在腐蚀性环境中并避免过度振动、冲击或物理损坏。

## 9. 定期操作、检查、测试与维修

定期测试，包括验证测试，是减少 DLC3100 SIS 仪器以及相连的 249 型传感器的 PFDavg 的有效方法。DLC3100 SIS 的 SIL 基于最终用户每年至少进行一次这些测试和检查的假设。您必须进行系统检查，以证明其安全功能符合 IEC 规范，并满足整个安全系统的所需响应。您定期记录和审查定期检查和测试的结果。

### 维护

- 恢复 DLC3100 SIS 的实际消耗时间约为 24 小时。恢复过程包括拆卸、修理、重新组装和重新校准。
- 数字液位变送器的预防性维护至少包括更换所有关键的弹性密封件和目视检查运动部件，以验证是否设备保持良好的状态。SIS 预防性维护套件包括所有弹性密封件，您可通过当地的 [艾默生销售办事处](#) 获取。维护后，必须根据校准菜单校准数字液位变送器。校准后，必须验证数字液位变送器的功能安全性。
- 在估算安全仪表系统中的数字液位变送器的服务间隔时，采取了一种保守方法。对于 SIS 应用，必须在发货之日起每八到十年对数字液位变送器进行预防性维护。如果仪器暴露在环境限制的上限或下限范围外，则可能需要缩短预防性维护的时间间隔。

### 保护

启用保护后，您无法通过本地用户界面或远程 HART 通信设置和校准 DLC3100 SIS。您只可以读取数据。LCD 显示屏上将显示一个锁定图标 (🔒)，表示 DLC3100 SIS 当前已设置保护。

## 退服指南

DLC3100 SIS 仪器的退服必须遵循正确的流程。退服步骤如下：

1. 避免因过程压力突然释放或部件爆裂而造成人身伤害和财产损失。执行退服操作之前请了解以下注意事项：
  - 始终穿戴防护服、防护手套和护目镜，以避免人身伤害和财产损失。
  - 当容器仍处于加压状态时，不能拆卸流程中的传感器。
2. 采用旁路传感器子系统的方式或采取适当措施以避免误触发。
3. 采用旁路液位测量模式中安全功能的方式或采取适当措施以避免误触发。
4. 断开与 DLC3100 SIS 仪器之间的电气接线。
5. 拆下 DLC3100 SIS 仪器，在传感器组件上安装部件。

## 应用

DLC3100 SIS 数字液位变送器可应用于大多数过程或存储容器、旁路腔室和最高可达单位压力和温度额定值的界面。带有 249 型传感器的 DLC3100 SIS 可用于液体、清洁或脏污、轻质烃类及重酸环境并满足 IEC61508 的安全系统要求。

## 优点

DLC3100 SIS 具有以下优点：

- 符合 IEC61508/61511-1 标准，由 exida.com 独立评估（完全评估），适用于 SIL 2（安全失效分数= 92.2%）的环境。
- 执行  $> 21 \text{ mA}$  或  $< 3.6 \text{ mA}$  的连续自检中的故障指示完全符合 NAMUR NE-43。
- 本质安全型、防爆认证。
- 用于液位和界面测量的双线环路供电的变送器。

## 证明测试

根据 IEC61508-2 标准的 7.4.5.2f 部分，必须定期进行证明测试，以发现诊断试验未检测到的危险故障。证明测试覆盖率是指证明测试中发现未检测到的危险故障的量。它是对安全系统部件的测试，用于检测自动在线诊断中未检测到的任何故障，然后将这些故障修复为等效的新状态。证明测试是手动启动的测试。证明测试是降低 DLC3100 SIS 仪器 PFDavg 的有效方法。作为测试的一部分，必须验证 SIF 能否达到定义的安全状态。必须验证安全功能。必须基于函数中所有因素的故障率和风险降低要求来建立验证测试的间隔。这是确定 SIS 设计的一个关键部分。证明测试使用 Fisher 249 式浮筒传感器检测 DLC3100 SIS 数字液位变送器中 95% 未检测到的可能的危险故障。证明测试是安全生命周期的重要组成部分，对于确保系统在整个安全生命周期内达到所需的安全完整性水平是至关重要的。

---

**注：**

请务必采取适当措施，以确保任何时候需要禁用 SIF（例如执行证明测试或采取纠正措施）时的过程安全。

---

**注：**

为确保纠正措施、持续改进并准确预测可靠性，用户还必须与当地的艾默生自动化解决方案服务代表合作，以保证所有故障均有进行报告。

---

## Fisher DLC3100 SIS 的测试步骤

以下是检测未检测到危险 (DU) 故障的步骤。这个过程使用 Fisher 249 式浮筒传感器检测 DLC3100 SIS 数字式液位控制器中大概 95% 未检测到的可能的危险故障。

### 证明测试间隔：

1. 旁路安全功能并采取适当措施以避免误触发和任何危险环境的安全作用。
2. 检查仪器部件是否脏污或堵塞、布线是否正确、端部连接是否正确以及其他物理损坏。
3. 观察螺母和螺柱的紧固扭矩。
4. 使用 HART 通信检索高位/低位报警设置和任何诊断报警并采取适当的操作。应根据特定应用的工厂安全要求检查高位/低位报警设置。如果设置为高位，执行步骤 5。如果设置为低位，执行步骤 6。
5. 检索 PV 临近上限过高报警设置。向变送器发送 HART 命令（启用触发报警电流并设置 PV 临近上限过高报警阈值以激活 PV 临近上限过高报警）以转至强告警电流输出并验证模拟电流是否达到该值。这将测试电压合规问题，例如低回路电源电压或增加的接线电阻。继续执行第 7 步。
6. 检索 PV 临近下限过低报警设置。向变送器发送 HART 命令（启用触发报警电流并设置 PV 临近下限过低报警阈值以激活 PV 临近下限过低报警）以转至弱告警电流输出并验证模拟电流是否达到该值。这将测试可能的静态电流相关故障。
7. 使用过程流体在整个工作范围内执行浮筒和数字液位变送器的两点校准。如果通过除浮筒上的流体以外的任何其他方式执行校准，则必须在将其重新投入实际过程流体时进行零位调整校准。
8. 执行五点校准检查。如果校准检查正确，则证明测试完成。执行第 10 步。如果校准检查不正确，请从过程中取出浮筒和数字液位变送器。检查是否有损坏、积聚或堵塞。必要时清洁设备。检查扭矩管和浮筒是否有腐蚀或泄漏（必要时更换）。观察螺母和螺柱的紧固扭矩。使用过程流体在整个工作范围内执行浮筒和数字液位变送器的两点校准。
9. 如果校准检查禁用超过 2%，请联系工厂寻求帮助。如果校准检查正确，则证明测试完成。
10. 如果先前已卸下组件，请重新安装浮筒和数字液位变送器。确保报警设置正确并恢复 PPV 临近上限过高/PV 临近下限过低报警设置。
11. 通过写保护锁定设置。
12. 卸下旁路，否则恢复正常操作。

艾默生、艾默生自动化解决方案及其任何相关实体均不承担产品的选型、使用或维修责任。产品的选型、使用和维修责任由购买者和最终用户承担。

Fisher 是艾默生电气公司的分公司艾默生自动化解决方案有限公司属下其中一家公司拥有的标记。艾默生自动化解决方案、艾默生和艾默生标识均为艾默生电气公司的商标和服务标记。HART 是 FieldComm Group 的注册商标。所有其他标记均为其各自所有者的财产。

本出版物的内容仅供参考使用。尽管已尽力确保内容的准确性，但其介绍的产品与服务或其使用或适用性，不得视为明示或暗示的证明或担保。所有销售活动均受本公司的条款和条件（如有需要，予以提供）制约。本公司保留随时修改或完善该产品的设计与规格的权利，如有更改，恕不另行通知。

#### 艾默生自动化解决方案

详情请联系艾默生自动化解决方案阀门分部：

北京市朝阳区雅宝路 10 号凯威大厦 7 层

邮编：100020

电话：010 8572 6666

传真：010 8572 6888

[www.Fisher.com](http://www.Fisher.com)

