ENGINEERING
TOMORROW

安全指南

LLS 4000/4000U

目录

产品介绍

文档范围

本文提供了有关本设备的功能性安全数据。 此数据符合 IEC 61508 标准。

一般提示

本液位检测仪是一个功能性安全液位检测仪。 该仪器可部署在需要安全功能（有关更多信息，请参阅第 7 页上的“安全功能规定”）的安全完整性级别为 2 级的安全关键系统中。

如果检测到潜在危险故障，该系统将做出安全反应，将设备带入输出继电器上安全位置表明的安全状态。 根据故障级别的不同，该设备将在故障原因消失后立即恢复检测模式（应用相关故障），或保持在故障模式（内部系统故障）。 在后一种情况下，需要操作人员的干预才能重启检测模式。

为了实现安全运行，操作人员/集成人员必须满足某些条件。 这些条件称为安全应用条件 (SAC)。有关更多信息，请参考第 7 页上的“安全应用条件 (SAC)”。

重要信息！

本补充文档中的数据仅包含适用于 *SIL* 认证的数据。 数据表（文档 ***[N1]***）中标准版的技术参数应有效，条件是未由于本补充文档而失效或未被本补充文档替代。 如有必要，此处将引用文档 *[N1]* 的某些部分。

重要信息！

安装、调试和维护只能由专业人员进行。

设备说明

检测通过 1 个输出选项提供：

- 一个开关输出 - 继电器

检测还可通过应用在带有蓝牙连接的智能设备上显示。 开关输出 - 继电器指的就是安全功能。

当设备检测到测量错误时，它会将输出继电器切换到“安全”位置。 该“安全”位置为 OPEN（开路）状态。

另请参阅数据表（文档 **[N1]**）中的“设备说明”。

设备型号

该液位检测仪及其选件的型号名称通过设备铭牌上的 VF 型号代码标识。

该设备的 SIL 型号在设备铭牌上显示一个 SIL2 徽标。 如果设备铭牌上显示此徽标，则表示该设备是针对安全性应用提供的。如果设备铭牌上未显示此徽标，该设备则不应用于安全应用。

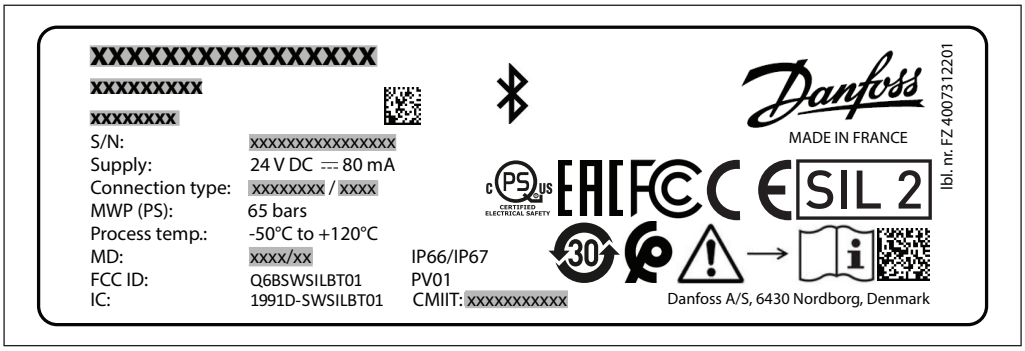


图 *1-1*： 设备铭牌上 *SIL* 徽标位于右侧中间位置

相关文档

[N1] LLS 4000 数据表 **AI323832972563**

[N2] IEC 61508-1 - 7：2010 电气/电子/可编程电子安全相关系统的功能性安全

[N3] 液位开关安装指南/快速启动 **AN317523977313**

术语和定义

DC_D	危险失效诊断覆盖率
固件	设备内嵌入的软件
FIT	故障率单位（每小时 1×10^{-9} 个故障）
FMEDA	失效模式影响与诊断分析
FRT	故障响应时间（诊断测试间隔 + 故障反应时间）
HFT	硬件故障裕度
高要求或连续操作模式	在安全相关系统上运行的需求频率大于每年一次
λ_{DD}	显性危险故障
λ_{DU}	隐性危险故障
λ_{SD}	显性安全故障
λ_{SU}	隐性安全故障
低要求操作模式	在安全相关系统上运行的需求频率不大于每年一次
MTBF	平均失效间隔时间
MTTF	平均失效时间
MTTR	平均故障修复时间
PFD_{AVG}	需求时的失效概率
PFH	危险失效频率
过程安全时间	潜在危险故障和电流输出发出错误值之间的时间间隔
安全应用条件	使用安全相关系统或子系统时需求要满足的条件
SFF	安全失效比率
SIL	安全完整性等级
SIS	安全仪表系统
系统能力	当根据说明应用元件后，该元件的系统安全完整性在规定的元件安全功能方面，满足规定 SIL 的要求的评定指标（以 SC 1 至 SC 3 表示）
A 型系统	“非复杂”系统（所有故障模式均确切定义）。 有关更多信息，请参考 IEC 61508-2 的第 7.4.3.1.2 小节
B 型系统	“复杂”系统（所有故障模式均未确切定义）。 有关更多信息，请参考 IEC 61508-2 的第 7.4.3.1.2 小节
T[Proof]	验证测试间隔
T[Repair]	维修时间
T[Test]	内部诊断测试间隔
2oo2	2/2 通道体系结构

安全功能规定

基本要求

该设备必须在设备数据表（文档 **[N1]**）规定的工艺和环境条件范围内运行。
下面一章规定了安全应用必须符合的附加条件。

安全功能定义

一般说明

该设备包含了符合国际标准 IEC 61508（文档 **[N2]**）的安全功能。
如果设备在前方检测到液体，此安全功能则会运行。

安全功能定义

如果箱体内指定液体的液位达到感应接口 ±5 mm 回差范围内，该设备将在最长 10 秒的故障反应时间内，将其输出继电器设置为其基础状态（开路）。
本安全功能的安全完整性水平为 SIL2。

故障反应时间

故障反应时间指的是安全功能发生错误情况时，设备切换到安全状态所需的时间。
最长为 10 秒，这是设备运行所有内部诊断所需的时间。

安全功能特性
安全功能仅使用数字二进制输出信号来表明是否存在产品，并提供设备状态。

警告！
该设备必须具有适用于应用的选项和设定。 环境和工艺条件必须符合数据表（文档 [N1]）和本文档（安全指南）中给出的技术参数。 必须遵守数据表（文档 [N1]）中给出的安装说明。

功能输入	无
功能输出	开关输出 - 继电器

如果设备发现故障：

输出继电器，安全状态	开路 **（备注：** 即使输出在闭合和开路之间振荡，继电器也视为开路）

如果使用逻辑解析程序，必须使用输出继电器安全状态将其自身设置为故障安全状态。

安全应用条件 (SAC)
安装（参阅安装指南 — AN317523977313）
- 安装该设备时，必须保证感应零件前面与任何物体（如 TDR 探针）之间的最小距离。 该最小距离为 25 mm。
- 安装该设备时，必须确保与水平面的最大相对角度，这样才能避开液体储罐。 最大角度为 10°。
- 设备必须安装妥当，避免因主介质顶部出现一层较厚的外来液体（就像制冷剂上面的油一样）而导致溢流。 外来液体可能不会被检测到，从而引发溢流。
- 该设备的机械零件不得与设备电子零件断开连接。 电子零件不能进行任何改动，否则将导致准确性大幅降低，设备将无法正确感应到产品。

运行
- 该设备不得用于粘度超过 5000 cps 的介质
- 该设备不得用于含有固体杂质的介质。 固体杂质可能导致设备无法正确检测介质
- 该设备在安装之后必须进行测试，以确保正确功能。 参见第 5.3 章了解验证测试定义
- 该设备无法检测气体或存在气泡的液体介质。 该设备的参数设置为仅检测介质的液相
- 当设备因检测到错误而重置时，继电器至少会在安全位置保持 100 毫秒。

功能性安全配置

- 该设备必须根据容器内的实际介质进行相应配置。 此设定位于参数“Product Type”（产品类型）中。 默认情况下，此参数设定为 Ammonia（氨）
- 只能将该安全功能用于：
  - 安全状态继电器设定为“OPEN” （开路）。 常开继电器设定无法保证设备的安全功能
  - 设备防止发生产品过量充注。 该设备无法足够安全地保护容器空的状态
- 如果在连续运行模式或高要求运行模式下使用该设备，过程安全时间则必须大于 10 秒。 此最短时间符合国际标准 IEC 61508 第 2 部分（文档 **[N2]**），第 7.4.4.1.4 节
- 如果在高要求模式位置下使用该设备，需求的最大频率为每 17 分钟 1 次需求。 此频率符合国际标准 IEC 61508 第 2 部分（文档 **[N2]**），第 7.4.4.1.4 节

蓝牙通信的功能安全使用

与该设备之间的通信已获得使用蓝牙通信授权，专门应用具有以下限制。

- 设备的默认 PIN 码为 0000。 此代码必须在启动时进行更改。 更改此代码操作，请参照安装指南（文档 **[N3]**）
- 专门应用允许更改该设备的设定参数。 出于安全原因，仅允许在设备启动后的前 15 分钟内更改参数“Product Type” （产品类型）
  更改参数后，设备将继续进行热重置，并使用新参数重启。 继电器将其状态设为安全状态，保持 2 秒。
  如果设备连接到逻辑控制器，逻辑控制器将在发生此情况时进行诊断
- 专门应用可用于测试整个安全环路（验证测试）的特定模式。
  对于此测试，继电器必须设定为 OPEN（开路）或 CLOSE（闭合）。
  这就表示，在验证测试的此部分，无法保证该设备的安全信息。
- 蓝牙通信仅用于设置、校准和诊断用途。 在安全运行模式下不能使用。

运行

使用条件

警告!

只有专业人员能够更改设备设定。 须对设备设定参数的更改进行记录存档。 这些报告必须包括日期、菜单项、旧参数和新参数。

配置通过密码进行保护。 有关密码保护和设备配置的更多数据，请参考安装指南（文档 **[N3]**）中的“配置”章节。

故障状态

开关输出 - 继电器

输出继电器状态	说明
CLOSED（闭合）	安全测量的信息，设备未检测到产品
OPEN（开路）	设备检测到产品时，或内部诊断检测到安全或危险已检测故障时，安全功能将值更改为“安全状态”。

错误情况

设备可以感应到下表中的错误情况。 当设备检测到测量错误时，它会在输出继电器上提供“安全”位置。

错误情况	原因
设备无法立即启动	如果需要 5 秒以上才能启动该设备，则发生此错误。
硬件错误	设备内部存储器故障
	设备内部电压故障
	无产品检测信号
	微型控制器故障内部错误
	天线谐振不正确
环境温度过高	环境温度高于 80 °C (176 °F)
环境温度过低	环境温度低于 -40 °C (-40 °F)
检测信号不正确	设备无法正确感应介质

用户参数

重要信息！
如果在下面的一个或多个菜单项中更改参数，则对于安全功能会产生影响。

参数更改限制
警告！
如果更改“用户参数”部分给出的一个或多个参数的值，则会对安全功能产生不希望发生的影响。更改参数之后，请执行安全功能检查。

法律声明！
如果这些参数已被具有管理访问权限的客户更改，制造商则不承担保证安全功能正确运行的任何责任。

参数名称	功能描述	选项列表	默认值和注释
介质类型	设备测量的介质类型选项。	Ammonia（氨）， Freon（氟里昂）	Ammonia（氨）
开关状态	设备检测不到介质时， 继电器的状态	常闭 常开	常闭 SIL 设备的此值不能更改

服务

定期维护

必须遵守数据表（文档 **[N1]**）中给出的维护说明。

运行模式和验证测试

连续和高要求模式

如果在规定环境限制范围内以连续或高要求模式运行该液位传感器，则要计算在其使用寿命期间必需执行验证测试的频率（有关更多信息，请参考第 15 页上的“设备安全功能特性”。） 遵守与使用寿命和恒定故障率相关的安全应用条件 (SAC)。

低要求操作模式

该液位传感器包括了一套完整的在线诊断测试，这些测试会频繁快速地执行，因此平均停机时间非常低。 该设备还采用合理的低维护和恢复时间，满足符合 SIL2 的 PFD 值。

验证测试

必需执行验证测试来确保安全功能适用于产品检测。

- 设备设定必须正确。 如果某个参数不正确，该设备则无法正确检测。
- 电子零部件不得有缺陷
- 软件程序（固件等）必须正确运行
- 设备的机械安装不得对感应零件产生影响

我们建议在以下情况下执行验证测试：

- 安装和启动设备后立即进行
- 更改设备参数后立即进行

警告!

SIS 工程师必须计算验证测试的间隔。 此间隔必须符合规定的 PFD_{AVG}。 验证测试之间的最短时间必须短于 5 年，但验证测试之间的间隔还必须符合现场使用的安全体系。

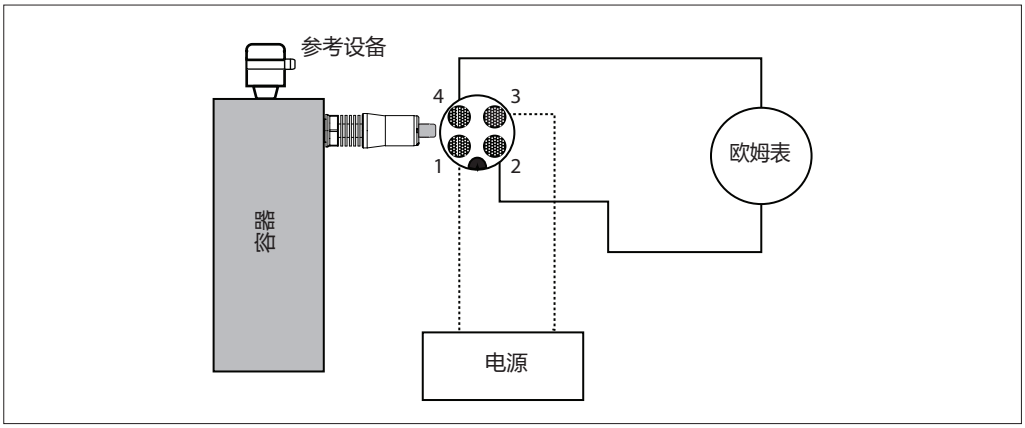
对设备进行验证测试准备。

警告!

- 客户执行的验证测试必须与本节提供的测试难度相同或更高
- 保留每次验证测试的报告。 这些报告必须包括日期、测试结果（安全功能的性能或发现的故障）、执行测试的合格人员名单和报告版本号。 这些报告必须进行储存，并且可轻松取用。 第 *18* 页提供了一个验证测试报告表单（供复印）
- 如果由于设备设定不正确而导致验证测试结果不正确，或无法检测产品，则以口头或书面形式告知制造商。
- 设备的安装位置和在容器上的安装方式可能对性能有所影响。 确保遵守**安装指南**（文档 ***[N3]***）中给出的安装说明
- 执行验证测试时断开设备与安全系统 *PLC* 的连接，因为此系统配置可能会打开断路器

所须仪器设备

- 安装在工艺中的设备
- 连接设备的智能手机应用
- 欧姆表
- 参考设备： 经过认证的液位计或指示仪



如何确保设备安装正确

对设备位置进行目视检查

- 检查容器上安装的设备是否可防止过量充注

对设备进行目视检查

- 检查设备铭牌，看是否具有下面的 SIL 徽标

SIL 2

检查产品类型

- 对设备通电
- 对智能手机通电，启动应用
- 将设备连接智能手机应用
- 进入 CONFIGURATION（配置）部分
- 根据容器内的介质检查 Product Type（参数）设定是否正确
- 如果 Product Type（参数）设定不正确，则测试失败

检查 Relay State（继电器状态）配置

- 将设备连接智能手机应用
- 进入 CONFIGURATION（配置）部分
- 检查“Switch State”（开关状态）参数是否设定为“Normally Closed”（常闭）。如果该参数未设为 “Normally Closed”（常闭），则测试失败

如何确保继电器输出能力

检查输出继电器“安全”位置

- 对设备通电
- 对智能手机通电，启动应用
- 将设备连接智能手机应用
- 进入 Additional info（其他信息）部分
- 单击按钮“OPEN RELAY”（打开继电器）
- 对输出继电器进行 10 秒多钟的检查：
  - 如果欧姆表值在 10 秒之内大于 50 欧姆，输出继电器则视为开路。 测试成功
  - 如果欧姆表值在 10 秒之内小于或等于 50 欧姆，输出继电器则视为闭合。 测试失败

点击“EXIT TEST”（退出测试），结束对继电器打开状态的检查。

警告：如果不点击“EXIT TEST”（退出测试），不论产品是否处于检测状态，继电器都将保持打开状态。

检查输出继电器正常位置

- 对设备通电
- 对智能手机通电，启动应用
- 将设备连接智能手机应用
- 在设定中，输入设备服务登录信息
- 进入 Additional info（其他信息）部分
- 单击按钮“CLOSE RELAY”（闭合继电器）
- 检查输出继电器是否闭合： 如果欧姆表值小于 50 欧姆，设备继电器则为闭合。

点击“EXIT TEST”（退出测试），结束对继电器关闭状态的检查。

警告：如果不点击“EXIT TEST”（退出测试），不论产品是否处于检测状态， 继电器都将保持关闭状态，可能会隐藏潜在危险。

如何确保设备的正确行为

对设备进行功能检查

- 对设备通电
- 使用参考液位指示仪将液位设定到设备位置以下
- 检查输出继电器是否闭合： 如果欧姆表值小于 50 欧姆，设备继电器则为闭合。
- 使用参考液位指示仪充注容器，直到液位高于设备位置。
- 检查输出继电器是否打开： 如果欧姆表值大于 50 欧姆，设备继电器则视为开路。
- 使用参考液位指示仪排空箱体，直到液位低于设备位置。
- 检查输出继电器是否闭合： 如果欧姆表值小于 50 欧姆，设备继电器则为闭合。
- 如果在前面检查中设备继电器设定不正确，则测试失败。

警告!
对外壳、密封件和电线进行目视检查，确保可维修。
如果执行此部分中的测试，则可以获取此验证测试范围：

设备信息	验证测试范围 (PTC)
输出继电器	95%

故障排除

重要信息!
不允许对该设备进行改造。
只有专业人员能够维修该设备。

如果发现问题，请联系当地销售代表。 如果设备必须返回到制造商处，也请联系当地销售代表。
如果存在功能性安全相关故障，请向制造商发送一份报告。 如果发现问题，请联系当地销售代表。

技术参数

设备安全功能的特性

版本	LLS 4000
产品版本	PV01
设备类型	B 型系统
系统能力	2
安全完整性等级	
双通道	SIL2
体系结构	2oo2
HFT	1
PFH	7.37×10^{-9}
SFF	98%
λ_{SD}	5.1×10^{-9}
λ_{SU}	160×10^{-9}
λ_{DD}	165×10^{-9}
λ_{DU}	5.65×10^{-9}
PFD_{AVG} (T[Proof] = 1 年)	2.48×10^{-5}
PFD_{AVG} (T[Proof] = 3 年)	7.43×10^{-5}
PFD_{AVG} (T[Proof] = 5 年)	1.24×10^{-4}
验证测试范围	95%
诊断测试间隔	10 s
故障反应时间	< 1 s
MTBF	304 年

假设
FMEDA 适用于以下情况：
- 设备使用符合其设计和性能特性。 其中包括环境和工艺条件
- 设备安装必须符合说明要求和应用要求
- 我们可以忽略机械零件的磨损。 故障率是恒定的
- 连续发生的故障与故障根本原因归为一组
- 蓝牙协议仅用于设置、校准和诊断用途。 在安全运行模式下不能使用。
- 不包括不属于安全功能或无法影响安全功能（反馈免疫）的所有零部件
- 输出继电器用于安全应用
- 安全故障之后的平均恢复时间为 72 小时 (MTTR = 72 h)
- 不包括外部电源故障率

重要信息！
设备的 *FMEDA* 是使用 *exida* 工具 *FMEDA v7.1.17* 以及下面的配置计算的：
数据库 *SN 29500*
环境温度为 *40 °C*
T[Proof] 为 *1* 至 *10* 年（*87600* 小时）
T[Repair] 为 *72* 小时
T[Test] 为 *10* 秒（在此时段内所有内部测试功能均至少进行一次）

SIL 认证设备支持
如果制造商进行了影响设备安全功能的修改，制造商会立即告知您修改情况。

附录

验证测试报告表单（供复印）

警告！

执行验证测试时，填写下面的报告表单。

有关更多信息，请参考第 11 页上的“验证测试”。

记录人：	**日期：**
设备唯一 ID（如序列号）：	

参数值检查				
	验证测试结果			
	记录值	**正确值**	**合格**	
设备安装位置		设备提供过量充注防护。	[是]	[否]
SIL 徽标的目视检查		铭牌上有徽标 **SIL 2**	[是]	[否]
产品类型参数值		值与容器内的介质相符	[是]	[否]
继电器启动状态参数值		值设定为 0（零）	[是]	[否]

功能检查				
	验证测试结果			
	记录值	**正确值**	**合格**	
检查输出继电器的“安全”位置		输出继电器为开路状态 （欧姆表发出错误或大于 50 欧姆）	[是]	[否]
检查输出继电器的正常位置		输出继电器闭合 （欧姆表发出错误或小于 50 欧姆）	[是]	[否]
液位低于设备位置， 输出继电器处于正常位置		输出继电器闭合 （欧姆表发出错误或小于 50 欧姆）	[是]	[否]
液位升高到设备位置以上， 输出继电器处于“安全”位置		输出继电器为开路状态 （欧姆表发出错误或大于 50 欧姆）	[是]	[否]
液位降至设备位置以下， 输出继电器处于正常位置		输出继电器闭合 （欧姆表发出错误或小于 50 欧姆）	[是]	[否]

结语		
设备在安全相关系统内的运行是否满意?	[是]	[否]
签名：		