

# 安全手册

## 阀门、定位器

MAN 1000675584 ZH Version: - Status: RL (released | freigegeben) printed: 03.07.2026

valvesgo.com

版本一

valvesgo.com

我们保留技术变更的权利, 恕不另行通知。

© Bürkert Werke GmbH & Co. KG, 2021  
操作手册 2503/00\_ZHcn\_00815378/Original EN

1 简介.....4

1.1 术语和缩写 .....4

1.2 缩略词 .....5

1.3 产品支持 .....6

1.4 相关资料.....6

1.5 参考标准.....6

1.6 假设 7

1.7 空气质量失效.....7

2 设备说明.....8

3 使用 BÜRKERT WERKE GMBH & CO. KG 阀门设计 SIF .....9

3.1 安全功能 .....9

3.2 环境限制.....9

3.3 应用限制.....9

3.4 设计验证.....9

3.5 SIL 能力.....10

3.5.1 系统整体性 .....10

3.5.2 随机完整性 .....10

3.5.3 安全参数 .....10

3.6 阀门与 SIS 逻辑解算器的连接 .....10

3.7 一般要求.....10

4 安装与调试 .....11

4.1 安装 11

4.2 物理位置和布局 .....11

5 运行和维护 .....12

5.1 无自动测试的验证测试.....12

5.1.1 部分阀行程测试 (PVST) .....12

5.1.2 全阀行程测试 (FVST) .....12

5.2 维修和更换 .....13

5.3 Bürkert Werke GmbH & Co. KG。通知 .....13

6 包含的 BÜRKERT 阀门/定位器.....14

7 文档状态.....15

7.1 发布 15

MAN 1000675584 ZH Version: - Status: RL (released | freigegeben) printed: 03.07.2026

# 1 简介

本安全手册提供使用阀门时设计、安装、验证和维护安全仪表功能（SIF）所需的信息。本手册提供符合 IEC 61508 或 IEC 61511 功能安全标准的必要要求。

❗ 您可以在以下网址找到本手册：[country.burkert.com](http://country.burkert.com)

## 1.1 术语和缩写

|          |                                                                        |
|----------|------------------------------------------------------------------------|
| 过程阀      | 任何用于控制过程中所用介质的流量的阀门。就本文档而言，这通常是二通阀门，其运动由执行机构和先导阀控制。                    |
| 先导阀      | 三通或四通阀门用于将加压介质输送到执行机构或从执行机构排出，以打开和关闭过程阀。                               |
| 直接作用     | 指电磁阀的主阀口，当线圈通电和断电时，主阀口的开启和关闭是电磁阀电磁运动的直接结果。                             |
| 间接作用     | 指电磁阀的主阀口，其开启和关闭是三通电磁先导阀引导流体流动的直接结果。                                    |
| 安全       | 免遭不能接受的伤害风险                                                            |
| 功能安全     | 系统执行必要操作，以实现或保持受系统控制的设备/机械/装置/仪器的规定安全状态的能力                             |
| 基本安全     | 设备的设计和制造必须能够防止触电对人员造成伤害的风险及其他危险，并防止由此产生的火灾和爆炸。保护必须在所有额定运行条件下和单个故障条件下有效 |
| 安全评估     | 通过基于证据的调查来判断安全相关系统所达到的安全性                                              |
| 失效-安全状态  | 电磁阀断电且弹簧伸展的状态。                                                         |
| 失效安全     | 导致阀门在没有过程要求时进入定义的失效安全状态的失效。                                            |
| 失效危险     | 不响应过程要求的失效（即无法进入定义的失效安全状态）。                                            |
| 失效危险未检测到 | 危险且未被自动行程测试诊断出来的失效。                                                    |
| 危险失效检测到  | 危险但被自动行程测试诊断出的失效。                                                      |
| 失效报警未检测到 | 不会导致误脱扣或阻止安全功能，但会导致自动诊断丢失且未被其他诊断检测到的失效。                                |
| 失效报警检测到  | 不会导致误脱扣或阻止安全功能，但会导致自动诊断丢失或误诊断指示的失效。                                    |
| 失效无影响    | 属于安全功能的一部分但对安全功能没有影响的部件的失效。                                            |
| 低需求模式    | 在此模式下，对安全相关系统提出的操作要求频率不超过验证测试频率的两倍。                                    |

表1： 术语和缩写

## 1.2 缩略词

|          |                                                                                                                  |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| FMEDA    | 失效模式、影响和诊断分析                                                                                                     |
| HFT      | 硬件故障裕度                                                                                                           |
| MOC      | 变更管理。这些是在执行任何符合政府监管机构的工作活动时经常执行的特定程序。                                                                            |
| PFDavg   | 要求时平均失效概率                                                                                                        |
| SFF      | 安全失效分数，导致安全故障或被诊断为不安全故障的设备总体失效率的比例。                                                                              |
| SIF      | 安全仪表功能，一套旨在降低由特定危险（安全回路）引起的风险的设备。                                                                                |
| SIL      | 安全完整性等级，是一种离散等级（可能的四个等级中的一个），用于指定分配给 E/E/PE 安全相关系统的安全功能的安全完整性要求，其中安全完整性等级 4 具有最高的安全完整性等级，安全完整性等级 1 具有最低的安全完整性等级。 |
| SIS      | 安全仪表系统——执行一个或多个安全仪表功能。SIS 由传感器、逻辑解算器和最终元件的任意组合组成。                                                                |
| 全行程      | 阀门处于关闭状态。                                                                                                        |
| 紧密关闭     | 阀门处于关闭和密封状态，泄漏量不大于规定的泄漏率。应根据应用规定紧密关闭要求。如果关闭要求允许流量分别大于 ANSI class V 和 ANSI class IV，则可以使用全行程数。                    |
| 在行程中打开   | 阀门处于打开状态。                                                                                                        |
| 部分阀门行程测试 | 假设部分行程测试（在执行时）的执行频率至少比验证测试高一个数量级，因此可以假设该测试为自动诊断。由于自动诊断假设，部分行程测试也对安全失效分数有影响。                                      |
| A 型元件    | “非复杂”元件（所有失效模式均已明确定义）；详细信息参见 IEC 的 7.4.4.1.2                                                                     |

表2: 缩略词

## 1.3 产品支持

产品支持可从以下渠道获得：

### 中国

宝帝流体控制系统（上海）有限公司  
上海市闵行区新骏环路88号浦江高科技园12A楼四层  
邮编：201114  
手机号 +86 21 64865110  
传真：+86 21 64874815  
电子邮件：info.chn@burkert.com

### 国际版

联系地址可以在印刷版快速入门的最后几页找到。  
也可以参见网址 [country.burkert.com](http://country.burkert.com)

## 1.4 相关资料

硬件文档：

- 阀门安装、运行和维护说明

指南/参考：

- 安全完整性等级选择——包括保护层分析的系统方法，ISBN 1-55617-777-1, ISA
- 控制系统安全评估和可靠性，第 2 版，ISBN 1-55617-638-8, ISA
- 安全仪表系统验证，实际概率计算，ISBN 1-55617-909-9, ISA

## 1.5 参考标准

功能安全：

- IEC 61508: 2010 电气/电子/可编程电子安全相关系统的功能安全
- ANSI/ISA 84.00.01-2004 (IEC 61511 Mod.) 功能安全——过程工业部门的安全仪表系统

## 1.6 假设

- 失效率是恒定的，不包括磨损机械装置。
- 失效传播不相关。
- 按照制造商的说明安装设备。
- 在装运前进行充分的测试，以验证不存在供应商和/或制造缺陷，这些缺陷会妨碍特定功能按照产品规格正常运行或导致运行与所分析的设计不同。
- 材料与过程条件和过程流体相容。
- 安全失效后的平均恢复时间 (MTTR) 为 24 小时。
- 只有所描述的版本用于安全应用。
- 排除所有不属于安全功能且不会影响安全功能（反馈不受影响）的组件。
- 根据 ISO 8573-1:2010 7.4.4 仪表空气质量标准，使用清洁干燥的工作空气。
- 所有设备均在低需求运行模式下运行。
- 全阀门行程测试以至少比预期需求速率频繁十倍的速率进行。
- 对于 SIL x 安全功能，部分阀门行程测试至少符合 SIL (x-1)。例如，如果安全性需要满足 SIL 3，则部分阀行程测试应至少符合 SIL 2。
- 安装阀门时，应确保受控物质按照阀体上流向箭头指示的方向流过阀门。
- 由维护能力引起的失效因场地而异，因此不能包括在内。
- FVST 和验证测试包括阀门标记。

## 1.7 空气质量失效

本节中显示的产品失效率是反映在搭配清洁过滤空气使用设备的情况下的失效率。此外，控制空气质量差造成的污染可能会影响功能或设备中的气流。对于这些假设不适用的应用，用户必须估计由于污染空气导致的失效率，并将此失效率添加到产品失效率中。

## 2 设备说明



您可以通过以下网址找到这些 失效模式、影响和诊断分析报告

[country.burkert.com](http://country.burkert.com)

请参阅相应的安装手册，获取设备说明和

Buerkert 12/10-097-C R001 号报告，以了解对电磁阀 6013-\*\_\*\_\*\_\*、6014-\*\_\*\_\*\_\*、6518-\*\_\*\_\*\_\*、6519-\*\_\*\_\*\_\*、5470-\*\_\*\_\*\_\*、0290-\*\_\*\_\*\_\*、5404-\*\_\*\_\*\_\* 和 6027-\*\_\*\_\*\_\* 进行的硬件评估结果。

请参阅相应的安装手册，获取设备说明和

Buerkert 12/10-97-C R003 号报告，以了解对直动式电磁阀二位二通或二位三通 330-\*\_\*\_\*\_\*、331-\*\_\*\_\*\_\* 和 6144-\*\_\*\_\*\_\* 以及伺服辅助电磁阀二位二通 5282-\*\_\*\_\*\_\* 带 331-\*\_\*\_\*\_\* 型先导控制元件、二位三通 6524-\*\_\*\_\*\_\* 带 6144-\*\_\*\_\*\_\* 型先导控制元件、二位五通 6525-\*\_\*\_\*\_\* 带 6144-\*\_\*\_\*\_\* 型先导控制元件、二位三通 6526-\*\_\*\_\*\_\* 和二位五通 6527-\*\_\*\_\*\_\* 带 6106 型先导控制元件、二位三通 6534-C-\*\_\*\_\*\_\*。

请参阅相应的安装手册，获取设备说明和

Buerkert 18/11-116 R004 号报告，以了解对 8690–8697 型气动控制器/定位器进行的硬件和机械评估的结果。

请参阅相应的安装手册，获取设备说明和

Buerkert 19/02-177 R005 号报告，了解对 2000、2012、AP2000、AP2012、2100、2101、AP07 和 AP08 型座阀进行的硬件评估结果。

请参阅相应的安装手册，获取设备说明和

Buerkert 19/02-177 R006 号报告，了解对 2030、2031、2032、2033、AP2030、2103、2104、2105 和 AP09 型隔膜阀进行的硬件评估结果。

## 3 使用 BÜRKERT WERKE GMBH & CO. KG 阀门设计 SIF

### 3.1 安全功能

当断电时，执行机构将阀门移动到失效-安全位置。根据指定的失效关闭或失效打开版本，阀门将移动阀塞，以关闭通过阀体的流路或打开通过阀体的流路。

根据 IEC 61508 的规定，阀门预期作为终端元件子系统的一部分，设计的功能达到的 SIL 等级必须由设计人员验证。

### 3.2 环境限制

每种 Bürkert 产品的环境限制在产品各自的目录和安装与维护说明中有详细说明。SIF 的设计人员必须检查产品是否被视为在预期的环境限制内使用。有关环境限值的信息，请参见 Bürkert Werke GmbH & Co. KG 的数据表。

### 3.3 应用限制

每种 Bürkert 产品的应用限制在产品各自的目录和安装与维护说明中有详细说明。阀门的构造材料在 Bürkert Werke GmbH 数据表中有详细说明。设计人员应考虑现场化学污染物和空气供应条件，检查材料的相容性，这一点尤其重要。如果阀门在使用时超出应用限制的范围或与不相容的材料一起使用，则提供的可靠数据将变成无效数据。

### 3.4 设计验证

详细的失效模式、影响和诊断分析 (FMEDA) 报告可从 Bürkert Werke GmbH & Co. KG 获得。此报告详细说明所有失效率 and 失效模式以及预期使用寿命。

请参阅 Buerkert 12/10-097-C R001 号报告，以了解对电磁阀 6013-\*-\*-\*、6014-\*-\*-\*、6518-\*-\*-\*、6519-\*-\*-\*、5470-\*-\*-\*、0290-\*-\*-\*、5404-\*-\*-\* 和 6027-\*-\*-\* 进行的硬件评估结果。

请参阅 Buerkert 12/10-97-C R003 号报告，以了解对电磁阀二位二通或二位三通 330-\*-\*-\*、331-\*-\*-\* 和 6144-\*-\*-\* 以及伺服辅助电磁阀二位二通 5282-\*-\*-\* 带 331-\*-\*-\* 型先导控制元件、二位三通 6524-\*-\*-\* 带 6144-\*-\*-\* 型先导控制元件、二位五通 6525-\*-\*-\* 带 6144-\*-\*-\* 型先导控制元件、二位三通 6526-\*-\*-\* 和二位五通 6527-\*-\*-\* 带 6106 型先导控制元件、二位三通 6534-C-\*-\*。

请参阅 Buerkert 18/11-116 R004 号报告，以了解对 8690-8697 型气动控制器/定位器进行的硬件和机械评估结果。

请参阅 Buerkert 19/02-177 R005 号报告，以了解对 2000、2012、AP2000、AP2012、2100、2101、AP07 和 AP08 型座阀进行的硬件评估结果。

请参阅 Buerkert 19/02-177 R006 号报告，以了解对 2030、2031、2032、2033、AP2030、2103、2104、2105 和 AP09 型隔膜阀进行的硬件评估结果。

整个安全仪表功能 (SIF) 设计达到的安全完整性等级 (SIL) 必须由设计人员通过计算 PFDavg 进行验证，同时需考虑结构、验证测试间隔、验证测试有效性、任何自动诊断、平均维修时间和 SIF 中包含的所有产品的特定失效率。必须检查每个子系统，以确保符合最低硬件故障裕度 (HFT) 要求。

当在冗余配置中使用 Bürkert 阀门/定位器时，安全完整性计算中应包括至少 5% 的共同原因因素。

FMEDA 报告中列出的失效率数据仅在 Bürkert 阀门/定位器的使用寿命内有效。在此时间段后，失效率将增加。根据 FMEDA 报告中列出的数据，对超出使用寿命的运行时间进行可靠性计算，可能会得出过于乐观的结果，即无法达到计算出的安全完整性等级。

## 3.5 SIL 能力

### 3.5.1 系统整体性

本产品符合安全完整性等级 (SIL) 3 的制造商设计过程要求。这些要求旨在实现足够的完整性，以防止制造商的设计出现系统性错误。在没有最终用户的“事先使用”正当理由或在设计中采用各种技术冗余的情况下，与本产品一起设计的安全仪表功能 (SIF) 不得在高于声明的 SIL 等级下使用。

### 3.5.2 随机完整性

阀门/定位器为 A 型设备。因此，当用作最终元件子组件中的唯一元件时，设计可以满足 SIL 3 @ HFT=1 和 SIL2 @ HFT=0。当最终元件组件由许多部件（阀门、执行机构、电磁阀、快速排气阀等）组成时，必须使用所有部件的失效率为整个组件验证 SIL。这种分析必须考虑任何硬件故障裕度和架构约束。

### 3.5.3 安全参数

详细的失效率信息，请参阅阀门的失效模式、影响和诊断分析报告。

请参阅 Buerkert 12/10-097-C R001 号报告，以了解对电磁阀 6013-\*-\*-\*、6014-\*-\*-\*、6518-\*-\*-\*、6519-\*-\*-\*、5470-\*-\*-\*、0290-\*-\*-\*、5404-\*-\*-\* 和 6027-\*-\*-\* 进行的硬件评估结果。

请参阅 Buerkert 12/10-97-C R003 号报告，以了解对电磁阀二位二通或二位三通 330-\*-\*-\*、331-\*-\*-\* 和 6144-\*-\*-\* 以及伺服辅助电磁阀二位二通 5282-\*-\*-\* 带 331-\*-\*-\* 型先导控制元件、二位三通 6524-\*-\*-\* 带 6144-\*-\*-\* 型先导控制元件、二位五通 6525-\*-\*-\* 带 6144-\*-\*-\* 型先导控制元件、二位三通 6526-\*-\*-\* 和二位五通 6527-\*-\*-\* 带 6106 型先导控制元件、二位三通 6534-C-\*-\*。

请参阅 Buerkert 18/11-116 R004 号报告，以了解对 8690–8697 型气动控制器/定位器进行的硬件和机械评估结果。

请参阅 Buerkert 19/02-177 R005 号报告，以了解对 2000、2012、AP2000、AP2012、2100、2101、AP07 和 AP08 型座阀进行的硬件评估结果。

请参阅 Buerkert 19/02-177 R006 号报告，以了解对 2030、2031、2032、2033、AP2030、2103、2104、2105 和 AP09 型隔膜阀进行的硬件评估结果。

## 3.6 阀门与 SIS 逻辑解算器的连接

阀门连接到主动执行安全功能的安全级逻辑解算器以及设计用于诊断阀门内潜在危险失效的自动诊断（即，部分阀门行程测试）。

### 3.7 一般要求

系统的响应时间应小于过程安全时间。在规定条件下，阀门/定位器将在不到 3 S 的时间内移动到安全状态。

所有 SIS 部件（包括阀门/定位器）必须在过程启动前运行。

用户应通过确认阀门/定位器铭牌的正确标记，验证阀门是否适用于安全应用。

对阀门进行保养和测试的人员应具备相应的能力。

验证测试的结果应予以记录并定期审查。

在阀门/定位器的失效模式、影响和诊断分析报告中讨论了阀门的使用寿命。

## 4 安装与调试

### 4.1 安装

- Bürkert 阀门/定位器阀门必须按照安装手册中概述的标准安装实践进行安装。
- 必须检查环境，以验证环境条件不超过额定值。
- Bürkert 阀门/定位器必须可接近，以进行物理检查。
- 仪表空气过滤：这些线圈适用于过滤至 50 微米或更小的清洁空气、干燥空气或惰性气体。为防止冻结，介质的露点应比清洁空气或气体系统的任何部分可能暴露的最低温度低至少 10 °C (18 °F)。符合 ISO 8573-1:2010 7.4.4 的仪表空气超过上述要求，因此是这些阀门/定位器的可接受的介质。
- 运营者有责任仅在安全的情况下使用例如插销之类的设计选项。
- 建议阀门的入口和出口气动连接管道采用 1/2 英寸不锈钢或 PVC 管。阀门和控制设备（如电磁阀）之间的管路长度应尽可能短且无扭结。
- 过程空气压力应满足安装手册中规定的要求。
- 过程空气容量应足以在要求的时间内移动阀门。

### 4.2 物理位置和布局

阀门/定位器应具有足够的气动连接空间，并允许进行手动验证测试。

连接阀门/定位器的气动管道应尽可能短且直，以尽量减少气流限制和潜在堵塞。气动管道过长或扭结也可能增加阀门/定位器关闭时间。

阀门/定位器应安装在低振动环境中。如果预计会出现过度振动，则应采取特殊预防措施，以确保气动连接器的完整性，或者应使用适当的阻尼支座来降低振动。

## 5 运行和维护

### 5.1 无自动测试的验证测试

验证测试的目的是检测 Bürkert Werke GmbH & Co. KG 阀门/定位器中未被系统自动诊断检测到的失效。主要关注未检测到的失效，这些失效阻止安全仪表功能执行其预期功能。

验证测试的频率或验证测试间隔将在 Bürkert Werke GmbH & Co. KG 阀门/定位器适用的安全仪表功能的可靠性计算中确定。验证测试的执行频率必须高于或等于计算中指定的频率，以保持安全仪表功能所需的安全完整性。

建议进行以下验证测试：

#### 5.1.1 部分阀行程测试 (PVST)

PVST 是执行机构/阀门在其总行程范围内的部分行程运行。这种短行程运行检查执行机构/阀门是否卡在运行位置。执行机构/阀门的有限行程设置得足够短，以便不干扰系统的运行流。PVST 的目的是提供 SIF 功能的诊断检查。部分阀门行程测试以至少比预期需求速率频繁十倍的速率进行。对于 SIL 2 安全功能，部分阀门行程测试至少符合 SIL 1 标准。

#### 5.1.2 全阀行程测试 (FVST)

全阀冲击测试 (FVST) 在概念上与 PVST 相似，不同之处在于在测试期间执行机构/阀门在其全运行行程中移动。这提供了更大的诊断覆盖范围，但通常不能在过程运行时执行。这是一种非常有效的测试，可以在批量处理过程和定期关闭的设备上自动执行。

应记录验证测试的结果，并将检测到的任何失效以及危及功能安全的失效报告给 Bürkert Werke GmbH & Co. KG。

验证测试的详细信息请参阅阀门/定位器的失效模式、影响和诊断分析报告。

请参阅 Buerkert 12/10-097-C R001 号报告，了解电磁阀 6013-\*-\*-\*、6014-\*-\*-\*、6518-\*-\*-\*、6519-\*-\*-\*、5470-\*-\*-\*、0290-\*-\*-\*、5404-\*-\*-\* 和 6027-\*-\*-\* 的验证测试的详细信息。

请参阅 Buerkert 12/10-97-C R003 号报告，以了解直动式电磁阀二位二通或二位三通 330-\*-\*-\*、331-\*-\*-\* 和 6144-\*-\*-\* 以及伺服辅助电磁阀二位二通 5282-\*-\*-\* 带 331-\*-\*-\* 型先导控制元件、二位三通 6524-\*-\*-\* 带 6144-\*-\*-\* 型先导控制元件、二位五通 6525-\*-\*-\* 带 6144-\*-\*-\* 型先导控制元件、二位三通 6526-\*-\*-\* 和二位五通 6527-\*-\*-\* 带 6106 型先导控制元件、二位三通 6534-C-\*\*\*。

请参阅 Buerkert 18/11-116 R004 号报告，以了解 8690-8697 型气动控制器/定位器的验证测试的详细信息。

请参阅 Buerkert 19/02-177 R005 号报告，以了解 2000、2012、AP2000、AP2012、2100、2101、AP07 和 AP08 型座阀的验证测试的详细信息。

请参阅 Buerkert 19/02-177 R006 号报告，以了解 2030、2031、2032、2033、AP2030、2103、2104、2105 和 AP09 型隔膜阀的验证测试的详细信息。

执行阀门验证测试的人员应接受 SIS 操作培训，包括旁通程序、阀门维护和公司变更管理程序。无需特殊工具。

## 5.2 维修和更换

根据 IEC 61508-2 第 7.4.9.5 节，应依据经验假设使用寿命。依据一般现场知识，大多数阀门/定位器的使用寿命为 3 至 10 年，但可能会更长，具体取决于系列和其他因素。

最终用户有责任建立预防性维护流程，以便在使用寿命终结前更换所有设备。

## 5.3 Bürkert Werke GmbH & Co. KG。通知

将检测到的任何失效以及危及功能安全的失效报告给  
Bürkert Werke GmbH & Co. KG。请联系 Bürkert 客户服务部门。

## 6 包含的 BÜRKERT 阀门/定位器

以下系列中的精选 Bürkert 设备已依据 IEC 61508 第 1 部分和第 2 部分进行评估，并包含在下列文档中：

电磁阀 6013、6014、6518、6519、5470、0290、5404 和 6027、直动式电磁阀 330、331 和 6144 以及  
伺服辅助电磁阀 5282 带 331 型先导控制元件、6524 带 6144 型先导控制元件、6525 带 6144 型先导控制  
元件、6526 和 6527 带 6106 型先导控制元件、6534。

8690–8697 型气动控制器/定位器。

2000、2012、AP2000、AP2012、2100、2101、AP07 和 AP08 型座阀。

2030、2031、2032、2033、AP2030、2103、2104、2105 和 AP09 型隔膜阀

# 7 文档状态

## 7.1 发布

版本历史: —  
作者: Kim Biewer  
文档 ID: 1000469533  
发布状态: 已发布

valvesgo.com

valvesgo.com