
98C系列

紧凑型拨叉式气动执行机构

SIL 安全手册

SIL 安全手册



Bray®

BRAY.COM

THE HIGH PERFORMANCE COMPANY

目录

1.0 简介 3

2.0 98C系列执行机构设备描述 6

3.0 用98C系列执行机构设计SIF 6

4.0 安装与调试 9

5.0 操作与维护 10

1.0 简介

本安全手册旨在提供设计、安装、验证和维护使用博雷98C系列拨叉式气动执行机构的安全仪表功能 (SIF) 的必要信息。其中包含满足IEC 61508或IEC 61511功能安全标准的必要要求。

1.1 术语与缩略词

安全:免受不可接受的伤害风险。

功能安全:系统在受控设备/机械/工厂/装置范围内，执行必要动作以实现或维持定义的安全状态的能力。

基本安全:设备的设计和制造必须能保护人身免受电击和其他危险的伤害，以及由此引起的火灾和爆炸。在标称运行的所有条件下以及在单故障条件下，保护措施必须有效。

安全评估:基于证据，通过调查对安全相关系统是否能达到安全性做出判断的过程。

故障安全状态:

- > **弹簧复位** – 保持位置的气源释放且弹簧为伸展状态。
- > **双作用** – 此状态下释放限位气压，将气压供应到执行机构的行程侧。

故障安全:在无过程需求时，导致设备进入定义的失效安全状态的故障。

危险失效:导致执行机构无法提供足够扭矩使阀门进入故障安全状态的故障。

未检测到的危险失效:无法通过自动诊断（如部分阀门行程测试）检测到的危险故障。

检测到的危险失效:可通过自动诊断（如部分阀门行程测试）检测到的危险故障。

无影响:安全功能的组件之一发生故障，但不影响安全功能。

低需求模式:对安全相关系统提出的操作需求频率不超过验证测试频率的两倍的模式。

1.2 缩略词

FMEDA:失效模式、影响和诊断分析

HFT:硬件故障容差

变更管理(MOC):在执行符合政府监管机构要求的操作活动时采取的特定程序

PFDAVG:要求时的平均失效概率

安全失效比例(SFF):设备安全失效率和被诊断为危险失效率占总失效率的百分比。

安全仪表功能(SIF):一套用于降低特定危害所带来风险的设备（一套安全回路）。

安全完整性等级(SIL):一种离散的等级（四个可能等级之一），对应安全完整性量值的范围，用来规定分配给E/E/PE安全相关系统安全功能的安全完整性要求。其中SIL4为最高安全完整性等级，SIL1为最低安全完整性等级。

安全仪表系统(SIS):一个或多个安全仪表功能(SIF)的实现。SIS由传感器，逻辑解算器和最终元件的任意组合而成。

1.3 产品支持

请参考封底获取博雷办事处的联系信息。

1.4 相关文献

硬件文档:

- > 《98C系列执行机构安装、操作和维护手册》
- > 《98C系列技术销售手册》

指南/参考书目:

- > 《安全完整性等级选择：含保护层分析的系统方法》，ISBN 1-55617-777-1，ISA
- > 《控制系统的安全评估与可靠性》（第2版），ISBN 1-55617-638-8，ISA
- > 《安全仪表系统验证：实用概率计算》，ISBN 1-55617-909-9，ISA

1.5 参考标准

功能安全:

- > IEC 61508: 2000《电气/电子/可编程电子安全相关系统的功能安全》
- > IEC 61511 – ANSI/ISA 840001-2004《功能安全：过程工业部门的安全仪表系统》
- > ISO 5211:2023(E)《工业阀门部分回转执行机构附件》
- > IIEC 60529《由外壳提供的防护等级（IP代码）
- > BS EN 15714-3:2022《工业阀门用气动部分回转执行机构基本要求》

1.6 其它产品信息（如应用数据，工程规格，执行机构选型等）可咨询当地博雷公司的分销商、销售代表或登录BRAY.COM在线获取。

1.7 有关最新产品认证的完整详情，请访问BRAY.COM/Certifications。

2.0 98C系列执行机构设备描述

98C系列执行机构是一款紧凑型拨叉式部分回转执行机构，可用于驱动多种类型的阀门（比如球阀、旋塞阀和蝶阀）或其它最终元件（比如阻尼器）。拨叉式执行机构可根据这些阀门类型的要求提供合适的扭矩输出，其中操作扭矩在执行机构行程内并非恒定。通过将气缸的线性运动转换为拨叉的旋转运动，扭矩输出在行程两端较高，而在行程中间达到最低。

该执行机构适用气源压力范围为40至150psi（2.75至10.3bar），且故障方向可现场反转。执行机构有两种基本配置：双作用型和弹簧复位型。其采用对称设计的外壳，只需翻转执行机构即可轻松改变安全失效方向。手动超控功能和丰富的配件选项使其能够满足不同应用需求。

3.0 用98C系列执行机构设计SIF

3.1 安全功能

执行机构在掉电时会移动到安全失效位置。根据最终元件的配置，执行机构将旋转阀芯以关闭或打开贯通阀体的流道。将双作用执行机构用作SIF的一部分时，必须在可靠性分析中考虑气源的可用性。

根据IEC 61508的定义，98C系列执行机构是最终元件子系统的一部分，所设计功能可达到的SIL等级须由设计者自行验证。

3.2 环境限制

SIF的设计者须检查产品应用是否满足预期的环境限制。有关环境限制的详细信息，请参阅《98C系列技术手册》。

3.3 应用限制

关于执行机构的结构材料的详细信息，请参考《98C系列执行机构销售数据表》和《技术手册》。务必谨记，设计者须根据现场的化学污染物和气源条件检查材料的兼容性。若超出执行机构的应用限制，或所用材料不兼容，将导致所提供的可靠性数据失效。

3.4 设计验证

《失效模式、影响和诊断分析 (FMEDA) 报告》中详细列出了所有失效率、失效模式，以及预期使用寿命。

整个安全仪表功能 (SIF) 设计所达到的安全完整性等级 (SIL) 必须由设计人员进行验证，且验证时需计算PFD_{AVG}（要求时的平均失效概率），并综合考虑结构、验证测试间隔、测试有效性、所有自动诊断、平均修复时间以及SIF中所包含的所有产品的具体失效率。另外，还须检查所有子系统以确保符合最低硬件故障容差 (HFT) 的要求。建议使用exida exSILentia®工具来执行此项工作，因为该工具中包含针对执行机构及其失效率的准确模型。

若将98C系列执行机构备用配置，应在安全完整性计算中加入10%的共因系数 (CCF)，除非现场条件证明可使用更低的值。

《失效模式、影响和诊断分析 (FMEDA) 报告》中列出的失效率数据仅适用于执行机构的有效使用寿命内。一旦超过其使用寿命，失效率将会增加。基于FMEDA报告中所列数据来计算执行机构使用寿命之外的可靠性，可能会产生过于乐观的结果，即实际应用时无法达到计算出的安全完整性等级。

3.5 SIL能力

系统完整性



该产品满足制造商设计过程所要求的安全完整性等级 (SIL) 3，旨在确保有足够的完整性来应对制造商设计时出现的系统性错误。在未经最终用户“先试用”证明或未设计不同技术备用的支持下，则不得使用高于声明 SIL 等级的安全仪表功能 (SIF)。

随机完整性

98C系列执行机构属于A型设备，仅作为最终元件的一个组成部分。计算 PFD_{AVG}（要求时的平均失效概率）和 SFF（安全失效比例）时必须基于整个最终元件子系统。分析时需考虑所有硬件故障容差及结构限制。

安全参数

关于失效率的详细信息，请参阅《98C系列执行机构的失效模式、影响和诊断分析报告》。

3.6 将98C系列执行机构连接到SIS逻辑解算器

98C系列执行机构通过控制装置（如电磁阀或阀门定位器）连接到具备相应安全等级的逻辑解算器。

3.7 一般要求

系统的响应时间应小于安全仪表功能 (SIF) 安全要求规范中定义的过程安全时间。由于98C系列执行机构的响应时间取决于管径、管路、管线压力、节流装置（比如流量控制阀）的节流系数、控制元件（比如电磁阀）的流量系数（Cv值）及其响应时间、调压阀、快速排气阀、液压超控（适用于DA型号）、夹层减速箱手动超控等诸多因素，因此确认响应时间时须基于每个最终元件组件。过程启动前，包括98C系列执行机构在内的所有SIS组件都必须处于运行状态。

用户应仔细检查执行机构铭牌上的标识，确认98C系列执行机构是否适合安全应用。

负责98C系列执行机构维护和测试的人员应具备相应的资质。

验证测试的结果应定期记录并审核。执行机构的有效使用寿命详见《98C系列执行机构的失效模式、影响和诊断分析报告》。

4.0 安装与调试

4.1 安装

98C系列执行机构的安装应严格遵循《安装手册》中规定的标准。

需检查应用工况，确保其未超出执行机构的额定范围。

执行机构应安装在便于进行物理检查的地方。

4.2 物理位置和存放

98C系列执行机构应置于易接近的位置，并留有足够空间以便进行气动连接及手动验证测试。

连接阀门的气动管道应尽可能短且直，以减少气流限制及潜在堵塞。气动管路过长或弯折可能会增加阀门关闭时间。

执行机构应安装在低振动环境中。若应用工况中的振动较强，应采取针对性措施来确保气动连接器的完整性，或者部署适当的阻尼支架来缓解振动。

4.3 气动连接

建议气动连接的管道尺寸与不锈钢管或PVC管的标称口径保持一致。连接98C系列执行机构与控制装置（如电磁阀）的管道应尽量短且避免弯折。

所有仪表空气需保持干燥且用过滤孔 ≤ 40 微米的滤网过滤。过程气体压力应满足《安装手册》中规定的要求。

过程气体容量应足以在规定时间内驱动阀门/最终元件完成动作。

5.0 操作与维护

5.1 无自动测试的验证测试

验证测试的目的是检测执行机构中未被系统自动诊断检测到的故障。重点关注可能导致安全仪表功能无法按预期执行的未检测到的故障。

验证测试的频率或验证测试间隔应根据采用98C系列执行机构的安全仪表功能的可靠性计算来确定。验证测试的执行频率应不低于计算中规定的频率，以维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。妥善记录好测试结果，并将任何被检测到的可能影响功能安全的故障告知博雷公司。推荐的验证测试包括对连接到98C系列执行机构的阀门进行全行程测试。

5.2 带自动部分阀门行程测试的验证测试

自动部分阀门行程测试方案，通过98C系列执行机构对隔离阀进行部分全行程操作测试，测量阀门运动情况和响应时间，以此来检测许多潜在的危险故障模式。建议根据工厂条件定期执行物理检查（表1中的步骤3）。建议的最长检查间隔为五年。

5.3 维修和更换

维修时，请严格遵守《98C系列执行机构安装、操作和维护手册》中规定的程序。

5.4 使用寿命

气源质量是影响执行机构使用寿命的主要因素。

一般现场故障数据显示，98C系列执行机构的预计使用寿命约为15年。

对于高需求模式应用，使用寿命受循环次数限制。预计使用寿命为>10,000次满行程循环或8到10年，以先到时间为准。

若现场经验表明使用寿命短于本附录所述，应根据现场经验调整使用寿命估计。

5.5 博雷通知

所有被检测到的、可能影响功能安全的故障都应及时告知博雷公司。出现故障时，请参阅封底的联系方式咨询您所在区域的博雷客服部门。

5.6 产品登记

若将产品用于安全应用且希望接收相关产品通知，请联系博雷公司客服登记该产品。

表1：建议的验证测试

动作

- 1 通过安全功能并采取适当行动以避免误触发。
- 2 中断或更改执行机构的气源，强制让执行机构和阀门进入安全失效状态，并确认其是否在规定时间内到达安全状态。
- 3 恢复执行机构的气源，检查其是否存在泄漏、可见损坏或污染，并确认已恢复至正常操作状态。

自1986年以来，博雷一直为全球各行各业提供流体控制解决方案。

访问**BRAY.COM**，了解博雷产品和您附近业务分部的更多信息。

总部

博雷国际有限公司
13333 Westland East Blvd.
Houston, Texas 77041
电话: +1.281.894.5454

本公告中的所有声明、技术信息和建议仅供一般使用。有关您需要应用的具体要求和材料选择，请咨询博雷代表或工厂。我们保留更改或修改产品设计或产品的权利，恕不另行通知。专利的颁布和申请均针对全球范围。Bray®是博雷国际有限公司的注册商标。

© 2025 博雷国际有限公司。保留所有权利。BRAY.COM

EN_SM_S98C_20250108



THE HIGH PERFORMANCE COMPANY

BRAY.COM