# 操作说明

ZH

翻译

# OKTA 500 ATEX

罗茨真空泵

PFEIFFER VACUUM

## 亲爱的顾客：

感谢您选择普发真空产品。您的全新罗茨真空泵会在您的个性化应用中为您提供全面的性能和无故障支持。普发真空品牌代表了高品质的真空技术，丰富且全面的顶级产品和一流的服务。我们从这种广泛的实践经验中获得了大量信息，这有助于实现高效部署以及您的个人安全。

由于知道我们的产品必须避免消耗输出量，我们相信我们的产品可以为您提供一个解决方案，帮助您有效并无故障地实施您的独特应用。

首次投入使用前，请阅读这些操作说明。如果您有任何问题或建议，请随时联系我们，网址：info@pfeiffer-vacuum.de。

如需获取普发真空的更多操作说明，详见本公司网站下载中心。

## 免责声明

这些操作说明介绍了所有型号的产品。请注意，您的产品可能未配备本文件所述的所有功能。普发真空会不断将产品更新到最新技术水平，恕不另行通知。请注意，在线操作说明可能与产品随附的硬拷贝操作说明有所不同。

此外，对因未正确使用产品或明确定义为可预见的误用而造成的损坏，普发真空不承担任何责任或义务。

## 版权

本文档属于普发真空的知识产权，本文档的所有内容均受版权保护。未经普发真空事先书面许可，不得拷贝、更改、复制或出版本文档的任何内容。

我们保留更改本文档中技术数据和信息的权利。

# 目录


**1 关于本手册 7**
1.1 有效性 7
1.1.1 适用文件 7
1.1.2 规格 7
1.2 阅读人群 7
1.3 惯例 7
1.3.1 文字说明 7
1.3.2 图标 8
1.3.3 产品上的标贴 8
1.3.4 缩写 9
1.4 商标证明 9

**2 安全 10**
2.1 一般安全信息 10
2.2 安全注意事项 10
2.3 安全措施 14
2.4 ATEX 分类和安全措施 14
2.4.1 真空泵的标签 14
2.4.2 潜在危险 15
2.4.3 安全措施 15
2.5 产品使用限制 16
2.6 正确使用 16
2.7 可预见的使用不当 17

**3 产品介绍 18**
3.1 功能说明 18
3.1.1 带溢流阀的设计 18
3.1.2 配有堵塞溢流阀的设计 19
3.2 产品标识 19
3.3 供应范围 19

**4 运输和存储 21**
4.1 真空泵的运输 21
4.2 真空泵的存放 22

**5 安装 23**
5.1 准备工作 23
5.2 真空泵设置 23
5.3 填充润滑剂 24
5.4 连接真空侧 25
5.5 连接前级真空侧 26
5.6 温度监控的设定与检查 26
5.6.1 检查温度计的安装尺寸参数 27
5.6.2 应对温度计的信号进行分析 27
5.7 连接到主电源 28
5.7.1 采用 6 针接线端子板连接三相电机 28
5.7.2 检查旋转方向 29
5.7.3 连接 PTC 热敏电阻跳闸装置 29
5.8 观察电机扭矩 30

**6 操作 31**
6.1 将真空泵投入运行 31
6.2 带变频器型号的运行 31
6.2.1 必须遵守电压转换率 31
6.2.2 务必遵守机械共振极限范围 31
6.3 接通真空泵 32

6.4 调整密封气体量 32
6.5 检查电源输入 33
6.6 振动监测 33
6.6.1 监测运行状态 34
6.6.2 监测轴承的状况 35
6.6.3 监控电动机的运行状况 35
6.7 关闭并排空真空泵 36

**7 维护 37**
7.1 保养信息 37
7.2 检查和维护清单 37
7.3 更换润滑剂 39
7.4 清洁吸入室 41
7.5 清洁溢流阀 41

**8 停用 43**
8.1 较长时间停用 43
8.2 重新试运行 43

**9 回收和处置 44**
9.1 一般处置信息 44
9.2 Okta 罗茨泵的处置 44

**10 故障 45**

**11 普发真空服务解决方案 46**

**12 备件 48**
12.1 备件包的订购流程 48

**13 附件 49**
13.1 附件信息 49
13.2 附件订购 49

**14 技术数据和尺寸 50**
14.1 概述 50
14.2 技术参数 50
14.3 尺寸 51

**一致性声明 52**

**一致性声明 53**

# 表目录


| | | |
|---|---|---|
| 表格 1: | 规格 | 7 |
| 表格 2: | 产品上的标贴 | 8 |
| 表格 3: | 使用的缩写 | 9 |
| 表格 4: | ATEX 指定 | 15 |
| 表格 5: | 潜在危险 | 15 |
| 表格 6: | 措施和安全设备 | 16 |
| 表格 7: | 允许的环境条件 | 16 |
| 表格 8: | 进气法兰上的最大允许力和扭矩 | 26 |
| 表格 9: | 温度计类型 | 26 |
| 表格 10: | EPL（设备保护级别） | 27 |
| 表格 11: | 评估的频率范围 | 35 |
| 表格 12: | 罗茨真空泵的特征轴承损坏频率 | 35 |
| 表格 13: | 罗茨真空泵的特征频率 | 35 |
| 表格 14: | 电机的相关频率范围 | 35 |
| 表格 15: | 维护周期 | 38 |
| 表格 16: | 溢流阀的维护周期 | 38 |
| 表格 17: | 故障排查 | 45 |
| 表格 18: | 附件 | 49 |
| 表格 19: | 耗材 | 49 |
| 表格 20: | 转换表：压力单位 | 50 |
| 表格 21: | 转换表：气通量计量装置 | 50 |
| 表格 22: | 采用润滑剂 P3 和 H1 的 Okta 500 ATEX 技术参数 | 51 |

# 插图目录


| | | |
|---|---|---|
| 图片 1: | 产品标贴的贴放位置 | 9 |
| 图片 2: | Okta 500 ATEX 设计 | 18 |
| 图片 3: | Okta ATEX \| 溢流阀已启用 | 19 |
| 图片 4: | Okta ATEX \| 溢流阀堵塞 | 19 |
| 图片 5: | 使用皮带运输真空泵 | 22 |
| 图片 6: | 拆下配件以排空真空泵 | 23 |
| 图片 7: | 填充润滑剂 | 24 |
| 图片 8: | 连接法兰的承载能力 | 25 |
| 图片 9: | 检查温度监测功能 | 27 |
| 图片 10: | 低电压三角形连接 | 29 |
| 图片 11: | 高压星形电路 | 29 |
| 图片 12: | 检查旋转方向 | 29 |
| 图片 13: | PTC 热敏电阻跳闸装置连接示例 | 30 |
| 图片 14: | 振动传感器的位置 | 34 |
| 图片 15: | 排空润滑剂 | 40 |
| 图片 16: | 填充润滑剂 | 40 |
| 图片 17: | 溢流阀 | 42 |
| 图片 18: | Okta 500 ATEX | 51 |

# 1 关于本手册

**重要提示**
使用前务必仔细阅读。
务请保存手册以备将来查阅。

## 1.1 有效性

上述操作指南适用于普发真空的客户。其中包括指定产品的功能介绍和有关产品安全使用的最重要信息。上述指南符合适用的指令。上述操作指南中所提供的所有信息资料都是指该产品当前最新的资料。在客户不以任何方式改动产品的情况下，本文件一直有效。

### 1.1.1 适用文件

| 文件 | 编号 |
|---|---|
| “设备类别 2G”的一致性声明 | 本文件的组成部分 |
| “设备类别 3G”的一致性声明 | 本文件的组成部分 |
| 温度计技术参数 | 供应商文件 |
| 电机的操作说明 | 供应商文件 |
| 耦合器的操作说明 | 供应商文件 |

您可以在普发真空下载中心找到这些文件。

### 1.1.2 规格

这些说明适用于不同的罗茨真空泵设计：

| 允许的温度范围 | 润滑剂类型 |
|---|---|
| +5°C ≤ Ta ≤ +40°C | P3 |
| -20°C ≤ Ta ≤ +40°C | H1 |

**表格 1: 规格**

## 1.2 阅读人群

本操作指南适用于对产品执行下列操作的所有人员：

- 运输
- 设置（安装）
- 使用和操作
- 停止运转
- 维护和清洁
- 贮存或废弃

只允许由具备相应技术资格（专业人员）或完成了普发真空相关培训的人员执行本文件中描述的工作。

## 1.3 惯例

### 1.3.1 文字说明

本文件中的使用说明采用完整的通用结构。所需操作程序通过单个或多个操作步骤来表示。

**单个操作步骤**

水平实心三角形表示操作中仅有一个步骤。

► 即单个操作步骤。

**多个操作步骤序列**

数字列表指示带有多个必要步骤的操作程序。

1. 第 1 步
2. 第 2 步
3. ...

## 1.3.2 图标

本文件中使用的象形文字旨在表达实用信息。

注

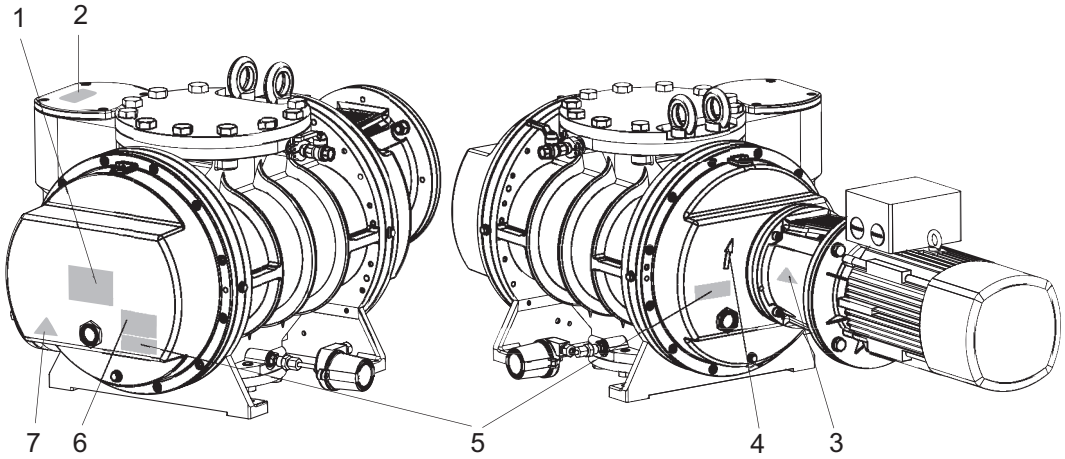
提示

## 1.3.3 产品上的标贴

本节介绍了产品上的所有标贴及其含义。

| | |
|---|---|
| PFEIFFER VACUUM<br>D-35641 Asslar<br>Mod.: Okta 4000 ATEX<br>Mod.-No.: PP W73 ...<br>Ser. -No.: 1234567895<br>n: max. 3600 1/min Oil: P3 7,0 l<br>S(N): max. 5190 $m^3/h$ Weight: 700 kg<br>Ex II 3/3G Ex h IIB T3 Gc X + 5°C ≦ Ta ≦ + 40°C<br>Made in Germany 06/2019 CE | **铭牌**（示例）<br>铭牌位于观察窗上方的前侧<br>**电机铭牌(未显示)** |
| Vor Inbetriebnahme Pumpe mit Öl füllen<br>Fill the pump with oil before putting into operation<br>Remplir la pompe d'huile avant la mise en route | **标贴(红色)**<br>调试前为罗茨泵加注润滑剂 |
| Achtung!<br>nur mit H1 befüllen<br>Attention!<br>only H1 to be used | **标贴 - 仅限 H1 润滑剂**:<br>● 警告:仅注入 **H1** |
| PFEIFFER VACUUM<br>D-35641 Asslar<br>ATEX - Überströmventil<br>ATEX Overflow valve | **标贴 - 溢流阀**<br>注意:配备溢流阀的泵设计。 |
| | **高温表面警告**<br>该标贴旨在提醒操作人员，在操作过程中必须有防护措施才能触摸高温表面，否则可能引起烫伤。 |
| | **磁场警告**<br>该标贴旨在警告会对植有心脏起搏器的人员造成伤害。 |

**表格 2: 产品上的标贴**




**图片 1： 产品标贴的贴放位置**

1 铭牌
2 注意:ATEX 溢流阀
3 磁场警告标志
4 旋转方向箭头(在泵壳中铸造)
5 注意:填充润滑剂
6 注意:仅填充 H1(可选)
7 高温表面警告标贴

### 1.3.4 缩写

| 缩写 | 说明 |
|---|---|
| **$A_S$** | 工作气体流量下的密封气体含量 |
| **OI** | 操作手册 |
| **DIN** | 德国标准化研究所 (Deutsches Institut für Normung) |
| **EPL** | 设备保护级别 |
| **ISO** | 国际标准化组织 |
| **n** | 转速 [Hz] |
| **p** | 进气压力 [hPa] |
| **PE** | 保护接地(接地导体) |
| **$p_0$** | 环境压力 [hPa] |
| **$p_V$** | 前级真空压力 [hPa] |
| **PN** | 公称压力级(压力公称) |
| **PWM** | 脉冲宽度调制 |
| **$\Delta p$** | 最大压差 [hPa] |
| **$Q_S$** | 气体吹扫流量 |
| **SI** | 使用说明 |
| **SIL** | 安全完整性等级符合 DIN EN 61508 安全标准 |
| **SR** | 电压转换率 |
| **$S_{th}$** | 罗茨真空泵公称抽气速率，理论值 |
| **$S_V$** | 前级泵抽气速率 |
| **WAF** | 板手开口尺寸 |
| **Ta** | 允许的环境温度 |

**表格 3: 使用的缩写**

## 1.4 商标证明

- Loctite®是 HENKEL IP&HOLDING GMBH 的商标。

# 2 安全

## 2.1 一般安全信息

本文档考虑了以下 4 个风险级别和 1 个信息级别。

**⚠ 危险**

**直接的迫近危险**

指出一种直接的迫近危险，如不注意，则会导致死亡或严重伤害。

► 有关避免险情的指示

**⚠ 警告**

**潜在的迫近危险**

指出一种迫近的危险，如不注意，则会导致死亡或严重伤害。

► 有关避免险情的指示

**⚠ 小心**

**潜在的迫近危险**

指出一种迫近的危险，如不注意，则会导致轻伤。

► 有关避免险情的指示

***注意***

**财产损失的危险**

用于强调与人身伤害无关的动作。

► 有关避免财产损失的指示

**i** 注意事项、提示或示例用于表示有关产品或本文件的重要信息。

## 2.2 安全注意事项

本文件中的所有安全注意事项都基于机械指令 2006/42 / EC 附录一和 EN ISO 12100 第 5 节相关内容而制定的。同时适用于产品的寿命周期的各个阶段。

**运输过程中可能发生的危险**

**⚠ 危险**

**运输过程中的静电充电存在爆炸危险**

在潜在爆炸区域中运输装材料（箔纸）和塑料容器时，可能会产生死亡危险。点火可导致极为严重的伤害甚至死亡。

► 只可在潜在爆炸危险的区域外打开真空泵的包装。

**⚠ 危险**

**在潜在爆炸危险区域进行安装和维护作业时的爆炸危险**

如在潜在爆炸危险的环境中使用不合适的工具，则存在爆炸的危险。着火会导致非常严重的伤害。

► 不得在有潜在爆炸危险的环境中进行运输、安装和维护工作。

► 在进行任何作业之前，务必关闭真空泵。

**⚠ 警告**

**摇摆、倾倒或坠落的物体可能引起严重受伤**

在运输过程中，存在挤压并碰撞摇摆、倾倒或坠落物体的风险。存在人员肢体受伤的风险，甚至可能导致骨折和头部受伤。

- ▶ 必要时对危险区域隔离上锁。
- ▶ 在运输过程中，请密切注意货物的重心。
- ▶ 确保动作平稳，速度适中。
- ▶ 注意运输设备的安全操作。
- ▶ 避免倾斜的辅助装置。
- ▶ 切勿堆放产品。
- ▶ 穿戴防护装备，如安全鞋。

**安装过程中可能发生的危险**

**⚠ 危险**

**电击事故可导致生命危险**

接触裸露、带电压元件可导致触电。电源连接不正确会导致可触碰带电壳体部件的风险。存在致命危险。

- ▶ 安装前，应先检查连接导线不带电。
- ▶ 确保仅由合格的电工执行电气安装。
- ▶ 为设备提供足够的接地。
- ▶ 完成连接操作后，应检查接地导体。

**⚠ 警告**

**轴承损坏会导致受伤危险**

如果超过允许的润滑剂有效温度范围，则润滑不足会导致轴承损坏。由于存在点燃的危险，因此具有发生爆炸的风险以及导致重伤的风险。

- ▶ 仅在规定温度范围内使用允许的润滑剂。
- ▶ 在加注、填充或更换润滑剂时，始终使用泵铭牌中规定的润滑剂类型。

**⚠ 警告**

**由于安装错误导致电击可能引起致命伤害**

本设备的电源使用会危及生命的电压。不安全或不正确的安装可能会因使用设备或在设备上遭受电击而导致危及生命的情况。

- ▶ 确保安全集成于紧急关闭安全电路。
- ▶ 切勿在设备上擅自进行转换或修改。

**⚠ 警告**

**旋转部件破碎的风险**

在连接法兰内旋转活塞时可能会使手指和手被夹住。这会导致严重的伤害。

- ▶ 请让肢体远离罗茨真空泵。

**⚠ 警告**

**当达到泵送介质的点火温度时存在爆炸的危险**

如果没有规定的温度监测，当吸入室中达到点火温度时就会导致点火。

- ▶ 始终监测前级真空法兰中的气体温度，以安全地遵循温度等级 T3。
- ▶ 当气体温度达到 180°C 时，关停罗茨真空泵（零电位）。

**⚠ 小心**

**排气管路有高压，存在爆裂伤害的危险**

排气管故障或不足会导致危险情况，如排气压力增加。存在爆裂危险。不能排除飞散碎片、高压渗漏以及单元受损时导致人身伤害的可能性。

- ► 铺设未配备截流阀装置的排气管路。
- ► 遵照产品的允许压力和压差范围。
- ► 定期检查排气管路的功能。

**⚠ 小心**

**移动部件会导致人员受伤**

过热引起电源故障或停止运转后，电动机会自动重新启动。切勿让手指和手进入旋转部件的工作范围，否则存在受伤风险。

- ► 用安全方式切断电动机电源。
- ► 必须锁定电动机，以防重新启动。
- ► 拆卸真空泵进行检查时，必要时可远离系统。

**操作过程中存在的危险**

**⚠ 危险**

**过热后轴承爆裂导致的受伤风险**

在长时间运行有缺陷的轴承时，如果存在潜在的爆炸性环境，则存在由于表面灼热而发生爆炸的风险。

- ► 监控罗茨真空泵的电机电流，以便在发生独立于过程的电机电流增加大于 10% 的情况下，罗茨真空泵关闭。
- ► 作为替代方法，在规定的时间间隔内，在指定的测量点进行振动测量。

**⚠ 警告**

**当进入敞开的法兰时，存在被旋转部件压伤的风险**

在关闭电动机后，活塞继续在真空中运行，并且可能在其触及范围内夹住手指和手。

- ► 必须等待一段时间，直到真空泵完全停止运转。
- ► 确保真空泵不会重启。

**⚠ 警告**

**有毒过程介质从排气管中逸出而导致的中毒危险**

如果未配备排气管路，则通过真空泵可使废气和蒸汽直接排到空气中。在使用有毒过程介质的过程中，中毒可能会造成伤害和死亡。

- ► 务请遵守过程介质处理的相关规定。
- ► 通过排气管路安全地清除有毒工艺介质。
- ► 使用合适的过滤装置分离过程介质。

**⚠ 警告**

**反应性，爆炸性或其他有害气体/空气混合物造成的伤害危险**

非受控空气或含氧气体的入气口具有可能导致真空系统中形成异常爆炸性气体/空气混合物的理想环境。这会导致严重的伤害。

- ► 仅用惰性气体提供密封气体供应，以避免潜在的点燃。

**⚠ 小心**

**表面高温，当心烫伤！**

真空泵的表面温度可能上升到 70 °C 以上，这取决于运行条件和环境条件。

- ► 配备足够的防触摸保护装置。

**保养、停用以及故障期间发生的风险**

**⚠ 危险**

**在潜在爆炸危险区域进行安装和维护作业时的爆炸危险**

如在潜在爆炸危险的环境中使用不合适的工具，则存在爆炸的危险。着火会导致非常严重的伤害。

- ▶ 不得在有潜在爆炸危险的环境中进行运输、安装和维护工作。
- ▶ 在进行任何作业之前，务必关闭真空泵。

**⚠ 危险**

**运输过程中的静电充电存在爆炸危险**

在潜在爆炸区域中运输装材料（箔纸）和塑料容器时，可能会产生死亡危险。点火可导致极为严重的伤害甚至死亡。

- ▶ 只可在潜在爆炸危险的区域外打开真空泵的包装。

**⚠ 警告**

**被有毒物质污染过的组件或设备会危害人员健康，甚至造成中毒**

有毒的工艺介质会导致装置或其中的部件受到污染。如果维修过程中接触上述有毒物质，则可危害健康。非法的有毒物质废弃可造成环境破坏。

- ▶ 采取适当的安全防范措施，防止有毒的工艺介质危害健康或污染环境。
- ▶ 在执行保养作业前对涉及零件进行去污。
- ▶ 穿戴防护装备。

**⚠ 警告**

**发生故障时可能造成电击并危及生命**

发生故障时，与电源相连接的器件可能带电。接触带电组件引起的触电会造成生命危险。

- ▶ 请始终保持电源接口畅通，以便能随时切断连接。

**⚠ 警告**

**轴承损坏会导致受伤危险**

如果超过允许的润滑剂有效温度范围，则润滑不足会导致轴承损坏。由于存在点燃的危险，因此具有发生爆炸的风险以及导致重伤的风险。

- ▶ 仅在规定温度范围内使用允许的润滑剂。
- ▶ 在加注、填充或更换润滑剂时，始终使用泵铭牌中规定的润滑剂类型。

**⚠ 警告**

**旋转部件破碎的风险**

在连接法兰内旋转活塞时可能会使手指和手被夹住。这会导致严重的伤害。

- ▶ 请让肢体远离罗茨真空泵。

**⚠ 警告**

**强磁场可引起受伤**

可能导致植有心脏起搏器和医疗植入装置的人员受伤。

- ▶ 确保上述人员不会进入磁场的作用范围内（≤2 米）。
- ▶ 用符号标明配备了可自由靠近的磁耦合装置的房间：“**禁止植有心脏起搏器的人员进入**”。
- ▶ 始终保持拆卸后的耦合装置远离计算机、数据载体以及其他电子元器件。

**⚠ 警告**

**受毒性污染的润滑剂可危害健康并破坏环境**

有毒的工艺介质可导致润滑剂受到污染。更换润滑剂时，如果接触到有毒物质，则可能危害健康。非法的有毒物质废弃可造成环境破坏。

- ▶ 处理上述介质时，应穿戴合适的个人防护装备。
- ▶ 废弃润滑剂时必须遵守当地适用的法律法规。

**⚠ 小心**

**高温润滑剂引起的烫伤**

排放润滑剂时，如果润滑剂与皮肤接触，则可能导致烫伤。

- ▶ 穿戴防护装备。
- ▶ 使用适当的收集容器。

## 2.3 安全措施

**提供潜在危险相关信息的责任**

该产品的持有者或用户必须使所有操作人员意识到产品所具有的危险性。

参与产品安装、操作或维护的人员必须阅读、理解并遵守本文件中安全相关部分规定。

**由于产品改动而违反一致性规定**

如果使用单位改动了原厂产品或安装了额外的设备，则制造商一致性声明不再有效。

- 在将产品安装到系统中后，使用单位必须在系统调试前按照欧盟相关指令来检查并重新评估整套系统的合规性。

**一般安全预防措施**

- ▶ 切勿让任何肢体部分进入真空范围。
- ▶ 遵守安全和事故预防规定，必要时穿戴个人防护装备。
- ▶ 定期检查各项安全措施。
- ▶ 必须始终确保接地导体（PE）连接到安全连接，防护等级一。
- ▶ 在操作过程中，确保插头和插座的连接牢固。
- ▶ 切勿在真空法兰打开状况下操作真空泵。
- ▶ 切勿对真空泵进行自主转变或改装。
- ▶ 发回真空泵之前，请遵循“维修”一章中的说明。

## 2.4 ATEX 分类和安全措施

ATEX 系列真空泵经过特殊设计和制造，符合指令 2014/34/EU 关于在有潜在爆炸危险的区域正确使用设备和保护系统的要求。真空泵配有经 ATEX 认证的电机，其配置如下：

**标准温度范围**

- **Εx II 2/2G Ex h IIB T3 Gb X +5 °C ≤ Ta ≤ +40 °C**

**扩展温度范围（使用润滑剂 H1）**

- **Εx II 2/2G Ex h IIB T3 Gb X -20 °C ≤ Ta ≤ +40 °C**

### 2.4.1 真空泵的标签

| 分类 | 描述 |
|---|---|
| 设备组 | 可用于潜在爆炸性环境中应用的设备可分为两组：<br>**设备组一**：易受沼气影响的矿山设备（此处不再详细讨论）<br>**设备组二**：用于所有其他潜在爆炸区域的设备，但矿井中的地下作业及其易受危险的沼气和/或可燃粉尘影响的地面设施除外。 |
| 设备类别 | 设备组二分为三个类别，它们各自的安全度各不相同。<br>**设备类别 1** 的设备旨在确保极高的安全度。即使设备上很少发生故障，它们也必须保证必要的安全度。<br>**设备类别 2** 的设备旨在确保高度的安全度。即使经常发生故障或故障状态，它们也必须保证必要的安全度。<br>**设备类别 3** 的设备旨在确保正常的安全度。它们可保证正常操作所需的安全度。 |
| 可燃材料 | **G**: 气体或蒸气<br>**D**: 灰尘（此处不再详细讨论）<br>**注意：该设备仅可用于易受气体或蒸汽爆炸影响的环境。不允许在充满灰尘的潜在爆炸性环境中运行。** |

| 分类 | 描述 |
|---|---|
| 保护类型 | 针对非电气设备的 DIN EN ISO 80079-36 标准中指定的识别代码“Ex h”。不使用为电气设备建立的保护类型。 |
| 爆炸组 | 根据其特定的点火能力，气体和蒸汽可分为三个爆炸组（IIA、IIB 和 IIC）。在这方面，点火功率从爆炸组 IIA 下降到 IIC。（较高的爆炸组，例如 IIC 分别包含较低的 IIB 和 IIA）。 |
| 温度等级 | 根据设备的最高表面温度，按照以下分配对设备进行分类：<br>温度等级 --> 最高表面温度/气体温度：<br>● T1 --> +450 °C<br>● T2 --> +300 °C<br>● T3 --> +200 °C<br>● T4 --> +135 °C<br>● T5 --> +100 °C<br>● T6 --> +85 °C<br>根据 DIN EN IS 80079-36 的规定，单位温度等级与实际最高表面温度包括潜在爆炸性环境的最低点火温度的安全裕度。 |
| 符合 DIN EN 60079 的 EPL | 设备保护级别<br>**EPL Ga**: 具有“极高”保护等级的设备，用于潜在的爆炸性气体环境，在正常运行期间不存在引燃危险，具有可预见或偶发的错误/故障。<br>**EPL Gb**: 具有“高”保护等级的设备，用于潜在的爆炸性气体环境，在正常运行期间不存在着火危险，具有可预见的错误/故障。<br>**EPL Gc**: 具有“扩展”保护等级的设备，用于潜在的爆炸性气体环境，在正常运行期间不存在着火危险。 |
| X | 必须遵守特殊的操作条件！操作手册中的特殊条件和注意事项适用于此。 |
| Ta | 铭牌上规定的针对真空泵运行的允许环境温度。 |

**表格 4: ATEX 指定**

## 2.4.2 潜在危险

根据 ISO 80079-36（爆炸性环境用非电气设备 - 基本方法和要求）统一标准，对 ATEX 系列的罗茨真空泵执行了点火危险评估。该评估包括以下危险识别，如果系统按照相应的安全措施正运行，这些危险将不会发生。

| 潜在危险 | 发生原因 | 安全措施 |
|---|---|---|
| 高温表面 | 由于压缩工作和摩擦使组件升温 | 当按预期使用时，所有表面温度都低于排气通道中测量的气体温度。 |
| | 在磁耦合器滑过时引起涡流 | ● 请注意操作手册中的信息以避免这种情况发生。 |
| 高温气体 | 压缩所需气体 | ● 使用所提供的温度计测量排气通道中的气体温度，并对温度进行评估。<br>● 请注意温度计操作手册中的信息。 |
| 机械火花 | 吸气室内的活塞接触器 | 针对最高气体温度的气隙设计考虑了安全系数。 |
| 电火花 | 电动机 | 规定使用防爆型电动机。<br>● 遵循电机铭牌上的标注。 |
| 静电 | 真空泵未接地 | ● 将真空泵集成在安装位置的等电位连接中。 |
| 化学反应 | 在工艺气体和润滑剂之间，或在工艺气体和作壳体的部件之间 | ● 评估工艺并避免危险的工艺条件。 |
| 区域夹带 | 由于真空泵泄漏 | 真空泵在生产控制框架内进行了氦泄漏试验的最终检验（泄漏率 < 1 × $10^{-6}$ Pa $m^3$/s）。 |

**表格 5: 潜在危险**

## 2.4.3 安全措施

► 必须根据相应的设备类别来采取并实施以下安全措施，以确保罗茨泵的安全运行：

| 场所 | 措施/安全设备 | 第 2 类 | | 第 3 类 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 规范 | 我们推荐 | 规范 | 我们推荐 |
| 磁耦合器 | 当前级泵可以接受所需的气体量时，则首先启动罗茨泵 | x | | x | |
| | 务必注意罗茨真空泵和前级泵之间的体积流量小于 ≤10:1 | x | | x | |
| | 仅使用普发真空指定的电机。 | x | | x | |
| | 限制电动机扭矩的方式：<br>● 将扭矩限制在允许范围内的变频器<br>或者<br>● 软启动器和功耗的连续监控程 | | x | | x |
| 活塞轴承 | 检查电机的电源输入，以防止罗茨真空泵的轴承损坏（参见章节 “检查电源输入”，第 33 页）<br>或者：<br>在规定的测量点和所需的时间间隔内定期进行振动测量 | x | | | x |
| 法兰与电机轴对中的同轴度 | 根据 EN 50347 标准检查法兰与轴对中的同轴度：2001，降至 50% 的表值有效<br>或者：<br>在规定的测量点和所需的时间间隔内定期进行振动测量 | x | | x | |
| 出气口温度 | 用提供的温度计监测出气口温度（参见章节 “温度监控的设定与检查”，第 26 页）。 | x | | x | |

**表格 6: 措施和安全设备**

## 2.5 产品使用限制

| | |
|---|---|
| 安装位置 | ● 在室内，可防止：<br>– 尘积<br>– 物体坠落<br>– 消防用水<br>● 在室外，可防止：<br>– 物体坠落<br>– 直接的天气影响，如下雨、溅水、强烈的气流和阳光<br>– 消防用水<br>– 雷击 |
| 安装高度 | 根据所使用的电机。遵守电机制造商操作手册中的规定 |
| 环境温度，根据泵设计 | +5°C 至 +40°C（适用于 P3） |
| | -20°C 至 +40°C（适用于 H1） |
| 相对空气湿度 | 最高 85%（取决于电机型号） |
| 方向 | 水平 |
| 泵吸介质进入温度，最大值。 | 特定工艺 |
| 循环模式下的永久进气压力 | < 1300 hPa（绝对值） |
| 循环模式下的最高转速 | 3600 rpm |
| 真空模式下的永久进气压力 | 取决于最大压差 |
| 最高气体温度，高压侧 | 180 °C |

**表格 7: 允许的环境条件**

## 2.6 正确使用

- ► 只能使用真空泵与合适的前级泵连接产生真空。
- ► 如果泵送高沸点或腐蚀性介质（例如溶剂），请使用密封气体以保护润滑剂。
- ► 遵照安装、调试、操作和维护指南操作。
- ► 仅使用普发真空推荐的配件。
- ► 根据标签用真空泵输送有潜在爆炸危险的气体。

- ► 遵守相应的安全措施(参见章节 “安全措施”, 第 15 页)。
- ► 在产品使用范围内, (参见章节 “产品使用限制”, 第 16 页)按照技术参数操作真空泵。
  - – 在使用变频器操作真空泵时, 请确保真空泵不超过允许的最高转速, 即使在变频器发生故障的情况下也是如此。这就避免了过度的轴承磨损。
  - – 当以小于 1500 $min^{-1}$ 的转速操作真空泵时(如在“风车”运行中), 您必须确保连续的振动监测(参见章节 “振动监测”, 第 33 页)。因此, 任何由润滑不足引起的轴承损坏都可以提前检测出来。

    如果无法确保这一点, 则必须通过旁路绕过真空泵, 直到其能够以最低转速运行为止。

## 2.7 可预见的使用不当

产品使用不当会导致所有保修和追责权力无效。任何与产品拟定用途相悖的应用(不区分有意还是无意)都会被视为不当使用, 特别是:

- 可腐蚀或无法被真空泵材料承受的泵送介质

  吸入室中包含的组件是铸铁、钢和不锈钢。密封件为 FPM 材质(可根据要求提供替代密封件)
- 可将着火源带入吸气室的泵送介质
- 泵送的介质可在吸气室内部形成粘性沉积物, 并可导致活塞接触或堵塞
- 抽吸加压介质(>大气压)
- 泵送流体 - 允许使用流体进行清洁
- 泵送放射性介质
- 易于发生自发、特定放热反应的泵送介质
- 使用真空泵进行大气压以及高于大气压的循环抽空程序(负载锁定)
- 在偶发负载和振动或周期性力作用于设备的系统中使用真空泵
- 在强电场、磁场或电磁场中使用真空泵
- 使用真空泵, 而不堵塞配有堵塞型号泵的溢流阀
- 与真空和/或通向大气的前级真空法兰一起使用真空泵
- 使用管道提起真空泵
- 使用上述操作指南中未列出的配件或备件
- 使用真空泵作为攀爬辅助工具
- 根据 DIN EN ISO 80079-36 的规定, 在真空泵上涂覆一层超过允许厚度的涂层
- 使用普发真空规定以外的其他工作润滑剂
- 在铭牌上规定的温度范围之外使用真空泵
- 使用 P3 等氧气浓度高于 21% 的矿物质润滑剂

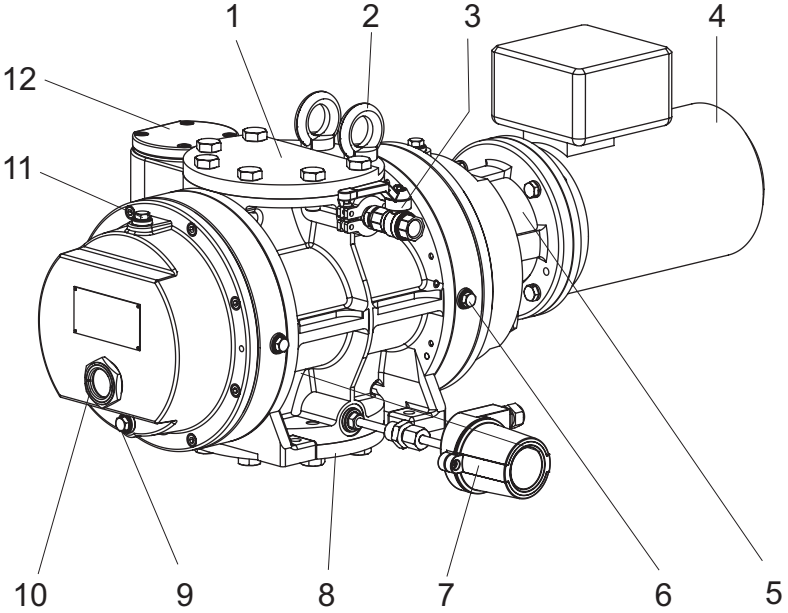
  矿物质润滑剂在高温下与纯氧接触时易燃并着火。这些润滑剂会严重氧化, 从而丧失其润滑能力。

# 3 产品介绍

## 3.1 功能说明

罗茨真空泵的工作原理是基于 2 个同步活塞，其在壳体内旋转而不会发生接触。2 个呈八字形的滚动活塞进行反向旋转，从而产生了泵送作用。当滚动活塞和壳体之间形成吸入室时，滚动活塞会连续地形成相互密封，而不会彼此接触或与壳体接触。一对位于延伸轴端的齿轮会使罗茨活塞进行相对的同步运行。润滑仅限于两个轴承和齿轮室，它们与吸入室分开布置。通过连接上游的前级泵进行操作，可以对大气压力进行压缩。

ATEX 系列的罗茨泵配有磁耦合器和温度计。



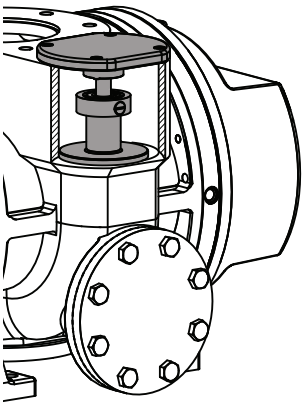

**图片 2： Okta 500 ATEX 设计**

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | 盲板法兰（安装在真空法兰上） | 7 | 温度计 |
| 2 | 有眼螺栓 | 8 | 前级真空法兰 |
| 3 | 用于惰性气体填充的阀门（安装在测量连接上） | 9 | 排放螺塞 |
| 4 | 电机（ATEX 设计） | 10 | 观察窗 |
| 5 | 磁耦合器（内置于套筒内） | 11 | 注液器螺塞 |
| 6 | 密封气体接口 (4 件) | 12 | 溢流阀 |

### 3.1.1 带溢流阀的设计

在带溢流阀的设计中，当超过最大压差时，载重的阀板会在溢流阀中打开，而根据气体积聚，它允许或多或少的大部分进气从压力侧回流到进气侧。这可以保护罗茨真空泵不会过载，并允许它在开始排气时的高压范围内启动。在抽空过程中，如果压差低于阀板的自重，溢流阀就会再次关闭。

您可以启动直接位于前级真空泵之后的罗茨真空泵。

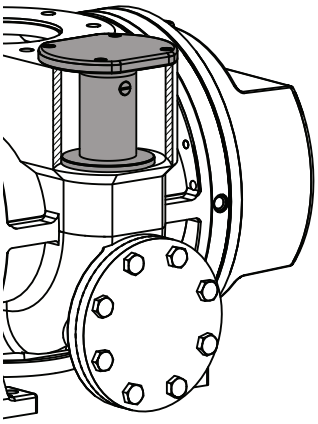


**图片 3： Okta ATEX | 溢流阀已启用**

### 3.1.2 配有堵塞溢流阀的设计

**溢流阀堵塞过载保护注意事项**

- 作业时使用一台变频器。
- 或：在达到前级泵可以处理输送的气体量的前级真空压力之前，不要打开配有堵塞溢流阀的罗茨真空泵。
- 在任何情况下都不得拆除堵塞的溢流阀。
- 作为一种替代方案，使用符合 ATEX 标准的可选溢流阀。



**图片 4： Okta ATEX | 溢流阀堵塞**

## 3.2 产品标识

为确保在和普发真空沟通过程中产品的型号信息明确可靠，务必始终备好铭牌上的所有信息。

铭牌上显示下列信息：

- 泵型
- 型号
- 润滑剂的种类和数量
- 最大允许的泵的转速
- 制造日期
- 输入电压范围（电机铭牌）

## 3.3 供应范围

- 配备电机/客户提供的电机的罗茨真空泵
- 按照 PN 16 生产的连接法兰
- 用于连接法兰的密封件

- 用于连接法兰的保护罩
- 用于连接法兰的固定螺丝
- 用于提起罗茨真空泵的 2 个有眼螺栓
- 润滑剂
- 温度计
- 球阀
- 锁紧螺钉
- 罗茨真空泵的操作说明
- 电机的操作说明
- 温度计的附加文件
- 联轴器的附加文件，包括一致性声明

# 4 运输和存储

## 4.1 真空泵的运输

**⚠ 危险**

**运输过程中的静电充电存在爆炸危险**

在潜在爆炸区域中运输装材料(箔纸)和塑料容器时，可能会产生死亡危险。点火可导致极为严重的伤害甚至死亡。

- ► 只可在潜在爆炸危险的区域外打开真空泵的包装。

**⚠ 危险**

**在潜在爆炸危险区域进行安装和维护作业时的爆炸危险**

如在潜在爆炸危险的环境中使用不合适的工具，则存在爆炸的危险。着火会导致非常严重的伤害。

- ► 不得在有潜在爆炸危险的环境中进行运输、安装和维护工作。
- ► 在进行任何作业之前，务必关闭真空泵。

**⚠ 警告**

**摇摆、倾倒或坠落的物体可能引起严重受伤**

在运输过程中，存在挤压并碰撞摇摆、倾倒或坠落物体的风险。存在人员肢体受伤的风险，甚至可能导致骨折和头部受伤。

- ► 必要时对危险区域隔离上锁。
- ► 在运输过程中，请密切注意货物的重心。
- ► 确保动作平稳，速度适中。
- ► 注意运输设备的安全操作。
- ► 避免倾斜的辅助装置。
- ► 切勿堆放产品。
- ► 穿戴防护装备，如安全鞋。

**产品运输安全须知**

- 只有在安装好管道后，才能拆卸连接法兰的保护盖。
- 只有在达到最终安装位置后，才能向齿轮和轴承室内注入润滑剂。

**运输准备工作**

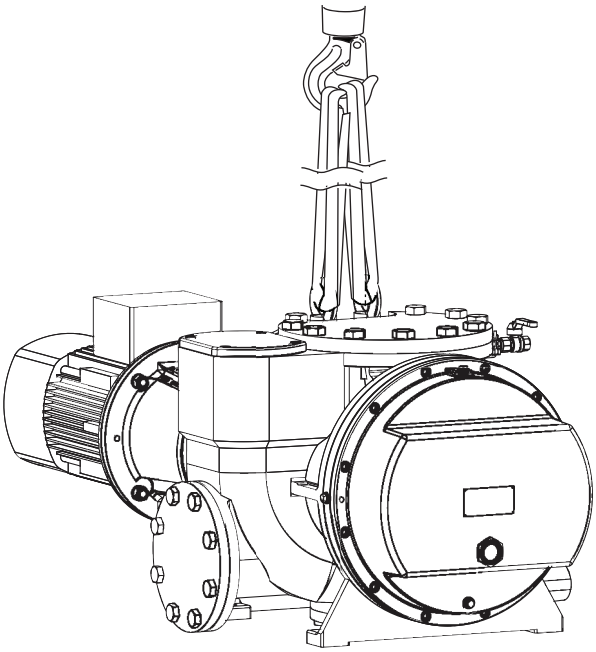
普发真空建议保管好运输包装和原厂保护罩。

**有关安全运输的一般资料**

1. 遵循观察铭牌上指定的重量。
2. 如有可能，始终以其出厂包装运输罗茨真空泵。
3. 仅在马上安装前取下保护盖。

**包装时的运输说明**

1. 使用托盘车运输包装中的真空泵。
2. 请注意货物的重心。
3. 注意手动操作运输设备时的安全操作。
4. 确保动作协调，速度适中。
5. 确保基座平坦。
6. 穿戴防护装备，如安全鞋。



**图片 5：　使用皮带运输真空泵**

**关于无包装真空泵运输的信息**

货物中包括 2 个有眼螺栓，其牢牢地栓接在出厂真空泵上。

1. 拆开真空泵的包装。
2. 将合适的起重工具安装在两个有眼螺栓上。
3. 注意起重设备的正确使用和紧固。
4. 从包装箱中垂直地提出真空泵。
5. 如有必要，在运输和安装后拧下有眼螺栓。
   – 妥善保管有眼螺栓，以备日后使用。

## 4.2 真空泵的存放

罗茨泵内部的吸入室和活塞均不具备 **防腐蚀保护**。

**仓储**

普发真空建议将产品存放在原厂运输包装中。

**操作程序**

1. 对两个连接法兰进行真空密封。
2. 在指定的环境条件下，只可将罗茨真空泵存放在干燥、无尘的房间内。
3. 抽空，然后用氮气填充吸入室，以实现罗茨泵的最佳防腐蚀保护。
4. 在潮湿或腐蚀性环境的房间内，将真空泵与干燥剂一起装在塑料袋中，并将其密封好以保证气密性。
5. 在储存超过 2 年后更换润滑剂。
6. 如果您打算将罗茨真空泵存放更长时间，我们建议您采用与普发真空商定的特殊防腐措施。

# 5 安装

## 5.1 准备工作

**⚠ 警告**

**旋转部件破碎的风险**

在连接法兰内旋转活塞时可能会使手指和手被夹住。这会导致严重的伤害。

► 请让肢体远离罗茨真空泵。

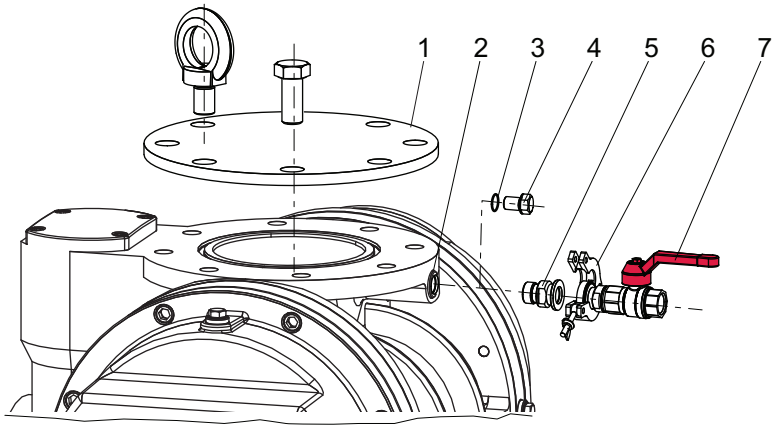
**填充氮气**

**真空泵充有氮气以防止腐蚀，因此吸入室在输送时有轻微的过压现象 (200 hPa)**

- 在安装前，必须拆除氮气填充所需的配件。

**所需的工具**

- **SW 19** 六角扳手
- **SW 22** 六角扳手
- 已校准的扭力扳手（紧固系数≤ 2.5）




**图片 6： 拆下配件以排空真空泵**

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | 保护罩 | 5 | 小法兰 |
| 2 | 测量仪表的连接 | 6 | 卡箍 |
| 3 | 密封件 | 7 | 球阀 |
| 4 | 锁紧螺钉 | | |

**排出氮气**

1. 打开球阀并设置压力补偿。
2. 松开卡箍，同时取下球阀。
3. 拧下测量连接上的小法兰。
4. 使用锁紧螺钉锁定测量连接。
   – 拧紧扭矩：**32 Nm**
5. 从进气法兰和排气法兰上拆下保护罩。

## 5.2 真空泵设置

**⚠ 小心**

**失去稳定性会导致受伤的风险**

在安装过程中，如果真空泵未固定在直立表面上，则存在因倾倒而受伤的风险。

► 使用合适的起重工具固定真空泵。
► 穿戴个人防护装备。

**真空组件安装的一般注意事项**

- ► 选择一个允许随时接近产品和供应管路的安装位置。
- ► 注意使用范围的环境条件。
- ► 在装配过程中提供尽可能高的清洁度。
- ► 确保法兰组件在安装过程中无油脂、无尘且干燥。

**操作程序**

1. 检查安装位置的地面承载能力。
2. 将真空泵置于平坦的水平和固定表面，以免润滑剂加注时出现意外。
   – 参考面是真空法兰。
3. 将真空泵的 4 个支脚均匀地拧到底座上，不要使泵的外壳变形。
4. 使用普发真空罗茨泵配件系列的调节元件水平安装支脚。
5. 在全封闭外壳中安装泵时，确保充分通风。
6. 保持两个观察窗都可让人员自由接近，以进行检查和保养。
7. 保持加注/排放孔可自由接近。
8. 确保人员始终可以接近电机铭牌，以便清晰地查看电压和频率规格。
9. 保持与周边表面的最小距离，以确保足够的空气流通。
10. 首次试运行前应加注润滑剂。

## 5.3 填充润滑剂

罗茨真空泵的规定工作流体类型以及相应的灌装量已在铭牌上标明。仅允许在初始安装时使用的润滑剂。只有在与普发真空协商后才能进行后续的更改。

**⚠ 警告**

**轴承损坏会导致受伤危险**

如果超过允许的润滑剂有效温度范围，则润滑不足会导致轴承损坏。由于存在点燃的危险，因此具有发生爆炸的风险以及导致重伤的风险。

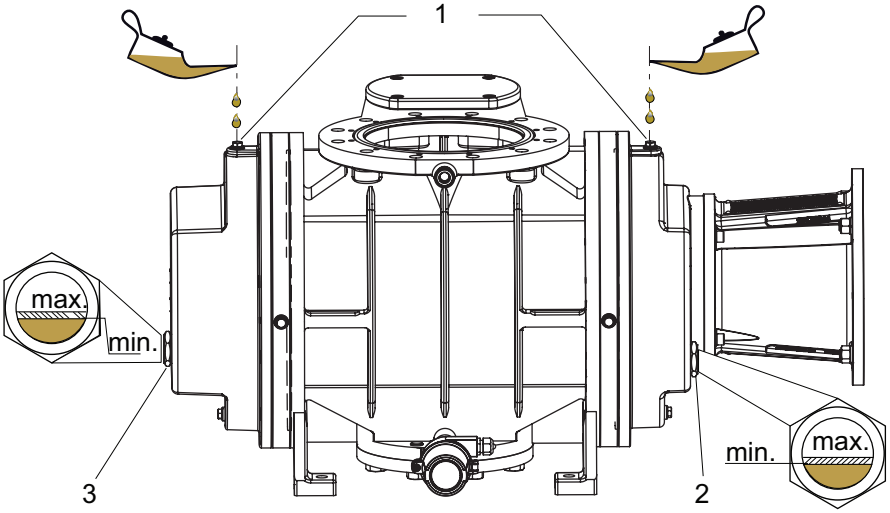
- ► 仅在规定温度范围内使用允许的润滑剂。
- ► 在加注、填充或更换润滑剂时，始终使用泵铭牌中规定的润滑剂类型。

**所需的工具**

- 开口扳手，**WAF 17**
- 已校准的扭力扳手（紧固系数≤ 2.5）

**允许的润滑剂**

- P3 (+5 °C ≤ Ta ≤ +40 °C)
- H1 (-20 °C ≤ Ta ≤ +40 °C)




**图片 7： 填充润滑剂**

1 注液器螺塞
2 轴承室观察窗
3 齿轮箱观察窗

**操作程序**

1. 拧开填料螺丝。
2. 根据视镜的指示在两侧填充润滑剂。
   – 第一次填充时的填充液位：约在观察窗中间上方 5mm 处。
3. 密封注液器螺塞。
   – 拧紧扭矩：**32 Nm**
4. 在最终真空的运行过程中检查填充液位。
5. 如有必要，仅在罗茨真空泵关闭并排气后才加满润滑剂。

## 5.4 连接真空侧

**⚠ 警告**

**旋转部件破碎的风险**

在连接法兰内旋转活塞时可能会使手指和手被夹住。这会导致严重的伤害。

► 请让肢体远离罗茨真空泵。

***注意***

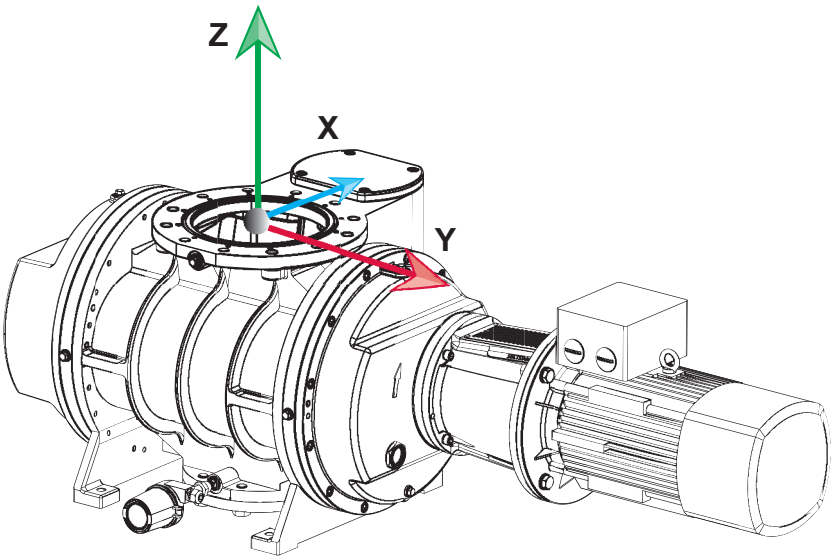
**吸入固体颗粒造成的财产损失**

在调试过程中，系统或管道中的污垢存在损坏吸入室的风险。

► 在进气法兰中使用合适的保护过滤器（“启动过滤器”）。
► 确保只有在排除固体颗粒进入真空泵的风险后，才可以移除此过滤器。
  – 观察任何抽气速率的降低。

**连接真空侧**

1. 对连接法兰进行脱脂。
2. 在安装之前应清除焊接管道中的任何易燃物、松散部件或类似物件。
3. 将真空泵与真空室之间的管道铺设得尽可能短，至少为泵法兰的公称通径。
   – 为长度大于 5 米的管线使用更大的公称通径。
4. 支撑或悬挂真空泵的管道，使管道系统不会对真空泵形成作用力。
5. 始终使用**所有**规定的螺钉来紧固法兰。




**图片 8： 连接法兰的承载能力**

运营公司负责将上部结构部件安装到连接法兰上。承载能力取决于所用的罗茨真空泵。上部结构部件的总重量不得超过规定的最大值。

| 最大允许力 | [N] | 最大允许扭矩 | [Nm] |
|---|---|---|---|
| $F_X$ | 810 | $M_X$ | 325 |
| $F_Y$ | 1080 | $M_Y$ | 325 |
| $F_Z$ | -3250 | $M_Z$ | 325 |

**表格 8:　进气法兰上的最大允许力和扭矩**

## 5.5 连接前级真空侧

**⚠ 警告**

**旋转部件破碎的风险**

在连接法兰内旋转活塞时可能会使手指和手被夹住。这会导致严重的伤害。

► 请让肢体远离罗茨真空泵。

**⚠ 小心**

**排气管路有高压，存在爆裂伤害的危险**

排气管故障或不足会导致危险情况，如排气压力增加。存在爆裂危险。不能排除飞散碎片、高压渗漏以及单元受损时导致人身伤害的可能性。

► 铺设未配备截流阀装置的排气管路。
► 遵照产品的允许压力和压差范围。
► 定期检查排气管路的功能。

**操作程序**

1. 选择与压力法兰标称直径相等的最小管道横截面。
2. 在安装之前应清除焊接管道中的任何易燃物、松散部件或类似物件。
3. 铺设管道，使机械张力不会作用于罗茨真空泵或前级泵。
4. 如有必要，在管道中安装风箱。
5. 确保配对法兰处于平行位置。
6. 从罗茨真空泵向下安装管道，使冷凝液不会回流到罗茨真空泵中。
7. 如有必要，请安装冷凝液分离器。
8. 如果系统中产生了气阱，则在最低处安装冷凝水排放设施。

## 5.6 温度监控的设定与检查

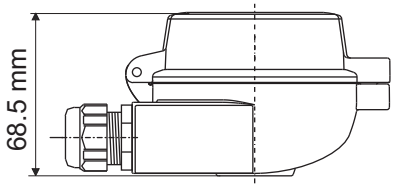
**⚠ 警告**

**当达到泵送介质的点火温度时存在爆炸的危险**

如果没有规定的温度监测，当吸入室中达到点火温度时就会导致点火。

► 始终监测前级真空法兰中的气体温度，以安全地遵循温度等级 T3。
► 当气体温度达到 180°C 时，关停罗茨真空泵（零电位）。

压缩作用会让罗茨泵的排气通道中产生最高温度。为了避免由于普遍气体温度引起的有效点火源，罗茨泵配备了温度计，用来测量排气通道中的气体温度。

| 温度计 | 特性 |
|---|---|
| 配有扁平 **TA30A** 连接头的温度计<br>  <br> | ● 保护管中设有 2 个热电偶<br>● 1 个 TMT82 型圆形变送器，位于温度计的连接头上<br>● 头部变送器设有两个用于双热电偶的输入通道<br>● 该设备以模拟输出信号发送信号。必须遵守规定的 SIL。 |

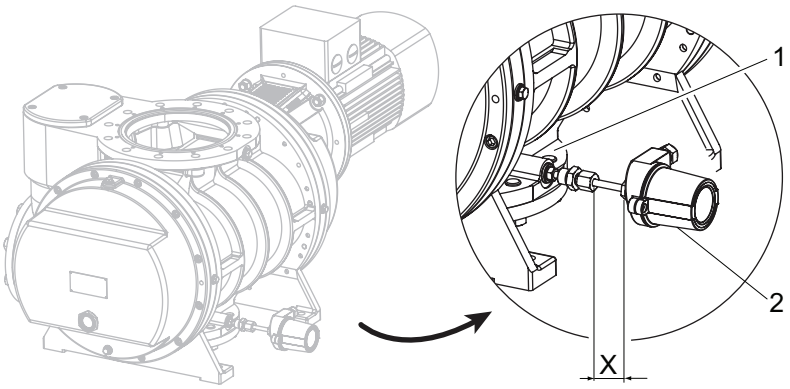
**表格 9:　温度计类型**

## 5.6.1 检查温度计的安装尺寸参数

**温度测量错误**
由于安装偏差导致温度测量出错。温度计无法检测出最大值。

**所需工具**

- **SW 17** 开口扳手




**图片 9： 检查温度监测功能**

1 前级真空法兰
2 温度计
X 安装尺寸

**检查温度计的安装**

► 检查安装尺寸“X”并根据需要拧紧夹紧螺钉。
– X = **127 mm**

## 5.6.2 应对温度计的信号进行分析

在未重置点火系统的互锁功能的情况下，切勿重启“零电位”。

| 设备类别 | EPL | 现有设备的点火危险评估结果 | 必须使用 Ex “b” 点火保护系统 | 点火系统 |
|---|---|---|---|---|
| 3 | Gc | 在正常工作中不会有预期的有效点火源 | 必须在不使用点火保护系统的情况下评估信号 | |
| 2 | Gb | 在正常工作中不会有预期的有效点火源 | 一个单独的系统，以避免可能出现预期故障的点火源 | b1 |
| 根据 DIN EN ISO 80079-37，b1 点火保护系统符合安全要求级别 SIL1 和 IEC 61508 的系列标准，符合 ISO 13849 系列标准的“性能等级”PL c | | | | |

**表格 10: EPL（设备保护级别）**

**操作程序**

► 根据设备类别或 EPL 的要求在操作员侧设置点火保护系统。
► 务必遵循必要的点火保护系统类型要求

**定期检查**

► 定期检查温度计。
– 与其他工艺温度比较。
► 您可以直接从 Endress + Hauser 获取有关校准的信息。

## 5.7 连接到主电源

**⚠ 危险**

**电击事故可导致生命危险**

接触裸露、带电压元件可导致触电。电源连接不正确会导致可触碰带电壳体部件的风险。存在致命危险。

- ► 安装前，应先检查连接导线不带电。
- ► 确保仅由合格的电工执行电气安装。
- ► 为设备提供足够的接地。
- ► 完成连接操作后，应检查接地导体。

**⚠ 警告**

**由于安装错误导致电击可能引起致命伤害**

本设备的电源使用会危及生命的电压。不安全或不正确的安装可能会因使用设备或在设备上遭受电击而导致危及生命的情况。

- ► 确保安全集成于紧急关闭安全电路。
- ► 切勿在设备上擅自进行转换或修改。

**⚠ 小心**

**移动部件会导致人员受伤**

过热引起电源故障或停止运转后，电动机会自动重新启动。切勿让手指和手进入旋转部件的工作范围，否则存在受伤风险。

- ► 用安全方式切断电动机电源。
- ► 必须锁定电动机，以防重新启动。
- ► 拆卸真空泵进行检查时，必要时可远离系统。

***注意***

**电压过高可导致损坏**

电源电压不正确或过高是可导致电动机损毁。

- ► 务请始终遵守电动机铭牌上的规格参数。
- ► 按照当地适用的规定铺设电源连接线缆。
- ► 始终配备适当的电源保险丝，以便出现故障时保护电动机和电源电缆。
  - – 普发真空推荐具有慢跳闸特性的“K”型主断路器。

***注意***

**过热导致的电机损坏**

电机风扇冷却能力有限，其低转速会导致电机过热。

- ► 在使用变频器时，应遵守技术参数中规定的转速范围。

真空泵配备了可用于不同电压和频率的三相电机。适用的电机类型参见电机铭牌。

**标准版本**

- 三相电动机，未配备开关和电源电缆

### 5.7.1 采用 6 针接线端子板连接三相电机

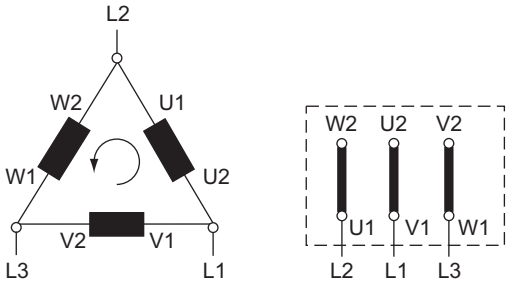
***注意***

**起动转矩过高造成的财产损失**

由于真空泵具有特定的负载特性，因此要求在电动机最大功率下直接在线启动电动机。如果使用不同的启动电路，则会导致发动机损坏。

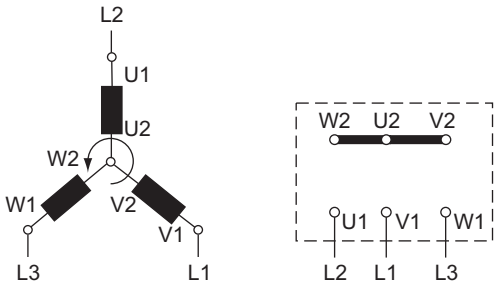
- ► 始终直接启动电动机。
- ► **切勿**使用星形三角形启动电路。

查看电动机风扇时，端口 U1 – L2、V1 – L1 和 W1 – L3 使电动机的轴按顺时针方向转动。




**图片 10： 低电压三角形连接**

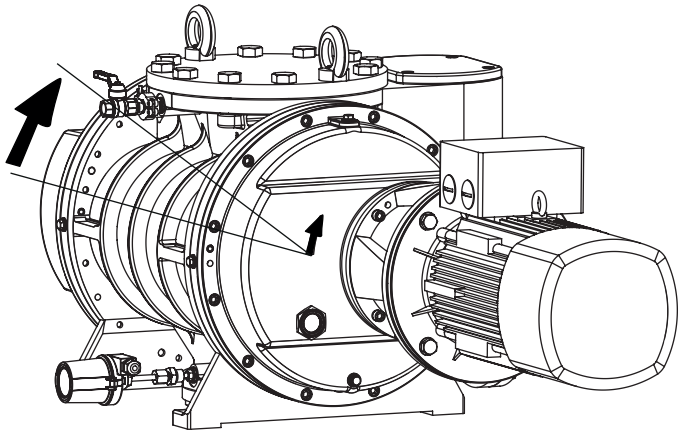
3 个相位串联连接，且接点连接到电源。每相的电压等于电源电压，而电源电流是相电流的 √3 倍。三角形连接标有 Δ 符号。电源输入线路之间的电压称为电源电压。电源电流是流入电源输入线路的电流。




**图片 11： 高压星形电路**

3 个相位的末端都连接于星形节点。端电压是相电压的 √3 倍，电源电流等于相电流。星形电路标有“Y”符号 。

## 5.7.2 检查旋转方向



**图片 12： 检查旋转方向**

**操作程序**

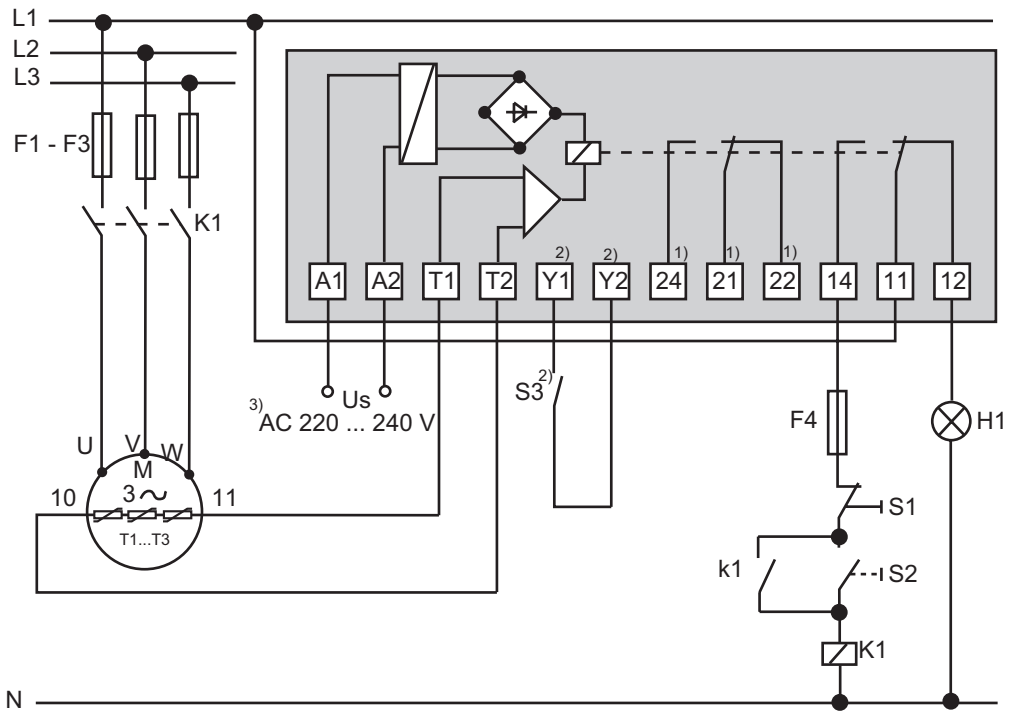
在第一次接通时，检查罗茨真空泵的旋转方向。

1. 短暂开启真空泵（2 至 3 秒）。
   – 电机和联轴器必须按顺时针方向旋转（参见外壳盖上的方向箭头）。
2. 如果旋转方向不正确，则将接线盒中连接电缆的两根电线对换。

## 5.7.3 连接 PTC 热敏电阻跳闸装置

**脱扣装置置入停机装置**

普发真空建议将定子绕组中带有 PTC 的电机连接到 PTC 电阻跳闸装置，以防止过载。




**图片 13： PTC 热敏电阻跳闸装置连接示例**

| | | | |
|---|---|---|---|
| $U_S$ | 控制电压 | T1 – T3 | PTC 电阻式传感器 |
| $S_1$ | OFF 按钮 | H1 | 跳闸指示器 |
| $S_2$ | ON 按钮 | M | 三相电动机 |
| $S_3$ | RESET 按钮 | 1) | 适用于仅有两个继电器输出的装置 |
| K1 | 接触器 | 2) | 仅适用于 MSR 式（型） |
| F1 – F4 | 保险丝 | 3) | 仅适用于订单编号：P 4768 052 FQ 和 P 4768 052 FE |

**操作程序**

► 关机后，通过已安装的重置 (RESET) 按钮或外部重置 (RESET S3) 手动重新启动脱扣器。
– 接通检测时被视为“自动重置”的电源。

## 5.8 观察电机扭矩

当磁耦合器过载时，内外耦合之间会失去同步。由此产生的涡流会导致磁耦合器过热。当按规定使用真空泵时，磁耦合器不太可能会变得过载。

**如果未按规定使用，则会导致过载**

- 前级泵无法处理 Okta ATEX 所需的气体量（罗茨真空泵和前级泵之间的压力增加）。您必须注意罗茨泵和前级泵之间的体积流量比小于 10:1。
- 前级泵故障。在这种情况下，您必须立即关停罗茨泵。
- 启动扭矩增加，例如由未经普发真空指定的电机引起。
- 活塞因沉积物而发生堵塞。
- 已在前级泵之前启动了罗茨真空泵。

**Okta 500 ATEX 扭矩极限值**

软起动机（例如西门子 3RW30、Eaton DS7）或变频器可以对扭矩进行限制。

- 电动机最大允许扭矩：**28 Nm**

# 6 操作

## 6.1 将真空泵投入运行

**接通前**

1. 在两个观察窗上检查润滑剂液位。
2. 将可用的电源电压和频率与电机铭牌上的规格进行比较。
3. 确保吸入室没有任何异物。
4. 检查真空泵是否有明显损坏，并仅在正确的状态下运行真空泵。
5. 用适当的防护措施（如除尘滤芯）保护真空泵，以防吸入污物。
6. 在启动泵之前，确保高压侧的切断单元打开。

## 6.2 带变频器型号的运行

### 6.2.1 必须遵守电压转换率

**注意**

**带变频器运行时对电动机组件的损坏**

连接变频器时，如果让具有标准绝缘电阻的电动机，则输出电压 > 480 V，从而可能导致电动机绝缘部分损坏。

- ► 使用合适的滤波器（例如，正弦滤波器）使变频器的输出切换时产生的电压峰值变得平稳。
- ► 务必遵守电压转换率的允许范围。
  - – SR max (Δu/Δt) = **1.5 kV/µs**
- ► 务必遵守电动机接线端子上允许的电压脉冲范围。
  - – V max = **1.35 kV**

变频器会产生经过脉冲宽度调制（PWM）的电机电压，该电压包括具有相对陡峭的升降速度的电压区间。电压区间侧面的斜率定义了电压转换率（SR =Δu/Δt）。影响电压转换率的因素为线路长度、导线横截面和屏蔽层。电动机制造商根据 IEC60034 和 IEC61800-2 的相关要求提供信息资料。

**变频器的配置方法**

- ► 必须遵守制造商有关安装和操作的说明。
- ► 必须遵守电动机的最大允许扭矩。
- ► 根据电动机的额定电流设定电流极限值。
- ► 必须遵守真空泵的允许速度范围。

### 6.2.2 务必遵守机械共振极限范围

**注意**

**带变频器运行时的机械共振所造成的损坏**

变频器的使用让真空泵可在可变速度范围内运行。真空泵以潜在的临界速度运行会导致频率和振动增加。真空泵不得始终在临界速度范围内运行，否则会有损真空泵的性能。此外，还会损坏外壳、齿轮、轴承、密封件和电动机等部件。

- ► 通过泵支脚上的防振缓冲器可实现真空泵的机械分离。
- ► 将补偿器安装在进气口和排气口法兰上。
- ► 安装真空泵时，务必始终使用具有特定结构共振频率的新振动装置。

## 6.3 接通真空泵

**⚠ 警告**

**有毒过程介质从排气管中逸出而导致的中毒危险**

如果未配备排气管路，则通过真空泵可使废气和蒸汽直接排到空气中。在使用有毒过程介质的过程中，中毒可能会造成伤害和死亡。

- ► 务请遵守过程介质处理的相关规定。
- ► 通过排气管路安全地清除有毒工艺介质。
- ► 使用合适的过滤装置分离过程介质。

**⚠ 小心**

**表面高温，当心烫伤！**

真空泵的表面温度可能上升到 70 °C 以上，这取决于运行条件和环境条件。

- ► 配备足够的防触摸保护装置。

**带溢流阀的罗茨真空泵程序**

- ► 与前级泵同时接通罗茨真空泵。
  - – 溢流阀在高压范围内开始排气时打开。这可以防止罗茨真空泵过载。
  - – 一旦吸入侧和高压侧之间的压差降至 20hPa 以下，溢流阀就会关闭。

**配有堵塞溢流阀的罗茨真空泵程序**

- ► 在达到前级泵可以处理输送的气体量的前级真空压力之前，不要打开配有堵塞溢流阀的罗茨真空泵。
  - – 根据前级泵的抽气速率 ($S_V$)，罗茨真空泵的前级真空压力按 ($p_V$) = 70 hPa/(1 – $S_V/S_{th}$) 计算。

**示例：**

- Okta ATEX，频率为 50 Hz 时的公称抽气速率为 $S_{th}$ = 2155 $m^3/h$
- 前级泵，频率为 50 Hz 时的抽气速率为 $S_V$ = 250 $m^3/h$
- 接通压力 $p_V$ = 70 hPa/(1 – 250 [$m^3/h$]/2155 [$m^3/h$]) = **79.2 hPa**

**i**

**不允许的持续运行**

不允许以此压差持续运转罗茨真空泵，因为这会超过排气通道中的最高气体温度。

**启动**

1. 开启真空泵。
2. 运行开始前，应先让真空泵在真空法兰闭合的情况下预热约 30 分钟。
3. 在真空泵运行时并达到工作温度后，检查润滑剂液位。
   - – 在运行过程中，液位范围必须在观察窗上的刻度以内。
4. 在连续运行期间，每天及每次启动真空泵时都应检查液位。

## 6.4 调整密封气体量

**⚠ 警告**

**反应性，爆炸性或其他有害气体/空气混合物造成的伤害危险**

非受控空气或含氧气体的入气口具有可能导致真空系统中形成异常爆炸性气体/空气混合物的理想环境。这会导致严重的伤害。

- ► 仅用惰性气体提供密封气体供应，以避免潜在的点燃。

***注意***

**未经允许的高密封气体压力造成的财产损失**

在开启真空泵后，过高的密封气体压力会导致密封件损坏。

- ► 确保泵内的密封气体压力不超过 1200 hPa。
- ► 在切断真空泵电源后立即停止供应密封气体。

**操作程序**

密封气体的设定量会对有效的抽速和可达到的极限压力产生影响。根据工作压力的不同，密封气体供应量的经验值介于有效抽吸能力的 1%（高工作压力）和 8%（较低工作压力）之间。

惰性气体，主要是氮气 ($N_2$)，被用作密封气体。

1. 打开气瓶上的密封气体供给。
2. 在减压器上设置 2500 hPa 的最高压力。
3. 在流量计的分料阀上设置所需的密封气体量。

**计算密封气体流量的公式：**

$Q_S = (S_{th} \times p \times A_S)/p_0$

- $Q_S$ = 标准条件下的密封气体流量 [$Nm^3/h$]
- p = 进气压力 [hPa]
- $p_0$ = 标准条件下的环境压力 [hPa]
- $\Delta p$ = 最大压差 [hPa]
- $p_V$ = 前级真空压力 [hPa]
- $A_S$ = 工作气体流量下的密封气体含量 ($0.01 \leq A_S \leq 0.08$)
- $S_{th}$ = 罗茨真空泵的额定体积流量 [$m^3/h$]

**Okta 500 ATEX 的示例，例如 50 hPa 进气压力和 8% 密封气体含量**

$Q_S = (490 \times 50 \times 0.08)/1013$

$Q_S = 1.93\ Nm^3/h$

**排出压力大于 100 mbar 时：**

$Q_S = (S_{th} \times (p_V - \Delta p) \times A_S)/p_0$

## 6.5 检查电源输入

**⚠ 危险**

**过热后轴承爆裂导致的受伤风险**

在长时间运行有缺陷的轴承时，如果存在潜在的爆炸性环境，则存在由于表面灼热而发生爆炸的风险。

- ► 监控罗茨真空泵的电机电流，以便在发生独立于过程的电机电流增加大于 10% 的情况下，罗茨真空泵关闭。
- ► 作为替代方法，在规定的时间间隔内，在指定的测量点进行振动测量。

监控泵送作业有两种可能的程序：

- 检查电源输入
- 振动监测：

  通过振动监测（参见章节 “振动监测”，第 33 页），可以对罗茨泵和轴承的状况进行监控。

**操作程序**

由于功率的输入取决于过程、电机以及其他参数（例如转速和压差），因此无法指定一个精确的关闭阈值。

- ► 普发真空建议您在首个运营年度确定最大允许电源输入的比较值。
- ► 在运行期间，每天至少对电机的电源输入进行 **1 次**测量。

## 6.6 振动监测

**⚠ 警告**

**过热后轴承爆裂导致的受伤风险**

在长时间运行有缺陷的轴承时，如果存在潜在的爆炸性环境，则存在由于表面灼热而发生爆炸的风险。

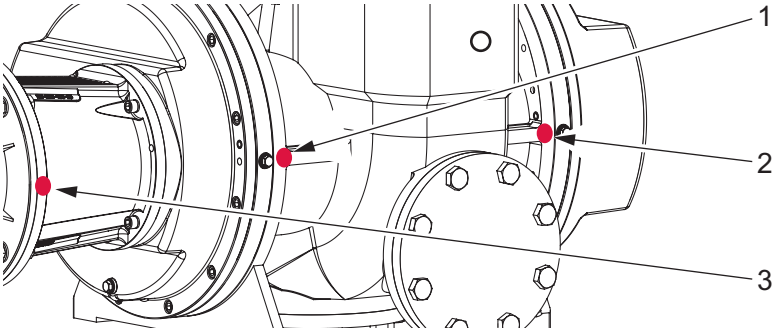
- ► 在规定的时间间隔内，在指定的测量点上进行振动测量。
- ► 如果发生与工艺无关的特征变量趋势变化，则请关停罗茨真空泵。

**振动测量的边界条件**

振动测量的边界条件(包括操作条件、测量参数等)和振动测量设备(包括振动传感器)必须符合以下指令和标准的要求。

- **VDI 3836**: 螺杆压缩机和罗茨鼓风机的机械振动的测量与评估
- **VDI 3832**: 测量机器和设备中滚动元件轴承的结构声音，以进行状态评估
- **DIN ISO 10816-1**: 机械振动 - 通过非旋转部件的测量评估机器振动 - 第 1 部分
- **DIN ISO 10816-3**: 机械振动 - 通过非旋转部件的测量评估机器振动 - 第 3 部分

利用特征变量的变化趋势，与启动阶段确定的参考值进行比较，来评估泵、电机和轴承在罗茨泵使用寿命内的状态。由于不同的设置和工艺条件，普发真空不会指定任何具有约束性的普适极限值。不得将指南和标准中具体指定的振荡变量警报、警告和关闭限值用作评估标准。




**图片 14： 振动传感器的位置**

1 位置 1(固定轴承侧的泵壳)
2 位置 2(浮动轴承侧的泵壳)
3 位置 3(电机连接法兰)

**安装振动传感器**

使用指定的 M8 螺纹在指定的位置安装振动传感器。

- 位置 1 和 2:真空泵和泵轴承的状态监测
- 位置 3:电机的状态监测

1. 在指定的位置拧入传感器。
2. 使用具有不同螺纹的合适传感器的适配器。
3. 作为一种替代方案，用磁铁将传感器固定到预期位置(凹陷区域)。

**振动测量的评估**

定期振动测量可确保对泵、电机和轴承的状况进行可靠的评估。

1. 在调试后，每 2 周进行一次振动测量并评估结果。
   – 保持此间隔至少 3 个月，直到真空泵已“磨合”。
2. 如果趋势中存在异常现象，将间隔缩短到每周和每天进行测量。
3. 将振动测量间隔延长至适用标准中规定的周期，或定义反映操作条件的合适间隔。

**进行轴承更换**

1. 如果在真空泵或泵轴承的状态监测期间发生符合 VDI 3836 或 VDI 3832 指南的显著趋势变化(显著上升或下降)，则进行轴承更换(根据维护等级 3)。
2. 使用您自己的状态监测经验来定义极限值，以便在趋势发生变化时发起真空泵的维护等级 3。

**执行电机更换**

1. 如果在电机状态监控期间发生符合 DIN ISO 10816-1 标准或 DIN ISO 10816-3 标准的显著振动趋势变化(显著上升或下降)，则进行电机更换。
2. 根据您自己的状态监测经验来定义极限值，以便在趋势发生变化时促发电机的更换。

## 6.6.1 监测运行状态

您必须根据宽频带方法评估两个相关频率范围内的振动:

- 频率范围 A 结合了罗茨真空泵的显著机械和空气动力振动激励。
- 频率范围 B 考虑了由于旋转部件不平衡所引起的振动激励。

**操作程序**

► 在评估相应频率范围时生成并评估声速($v_{eff}$)的宽频带根均方值。

| 频率 | 频率限制(转速) | 描述 |
|---|---|---|
| 频率范围 A | 10 Hz – 1000 Hz | 由于允许的转速，只有 10 到 1000 Hz 之间的范围是相关的 |
| 频率范围 B | 10 Hz – (2 × n) Hz | 不同于 VDI 3836，上限由旋转频率的两倍得出。 |

**表格 11: 评估的频率范围**

## 6.6.2 监测轴承的状况

基于频率选择方法(“窄带”法)对泵轴承振荡进行评估。

- 通过性能光谱或包络曲线谱可得出抗摩擦轴承的特定或特征性频率(翻转频率、轴承损坏频率)。
- 将评估的幅度作为特征值。
- 将特征频率的多条线路集中到窄带范围内。
- 评估振动加速度的均方根值和/或带内的振动加速度的最大值/量。

**评估振动光谱**

由于对轴承损伤的早期诊断更加明确，普发真空建议使用包络曲线谱。

| 轴承 | 轴承损坏频率 | Okta 500 ATEX |
|---|---|---|
| 固定轴承 | 笼式旋转频率 | (0.41 × n[1]) Hz |
| | 外圈上的不规则翻转频率 | (5.36 × n) Hz |
| | 内圈上的不规则翻滚频率 | (7.64 × n) Hz |
| | 滚动元件旋转频率 | (2.66 × n) Hz |
| | 两个滚动轨道上的不规则翻滚频率 | (5.32 × n) Hz |
| 轴承松动 | 笼式旋转频率 | (0.42 × n) Hz |
| | 外圈上的不规则翻转频率 | (4.99 × n) Hz |
| | 内圈上的不规则翻滚频率 | (7.01 × n) Hz |
| | 滚动元件旋转频率 | (2.88 × n) Hz |
| | 两个滚动轨道上的不规则翻滚频率 | (5.75 × n) Hz |
| 因此，这些频率的谐函数(整数倍)也可能与诊断相关。 | | |

**表格 12: 罗茨真空泵的特征轴承损坏频率**

| 频率 | Okta 500 ATEX |
|---|---|
| 旋转频率 | (n) Hz |
| 输出频率 | (4 × n) Hz |
| 齿部啮合频率 | (43 × n) Hz |
| 这些频率的谐函数(整数倍)可能与诊断相关 | |

**表格 13: 罗茨真空泵的特征频率**

**罗茨泵整机的可选方法**

▶ 另可使用频率选择方法(窄带方法)评估罗茨泵的特征频率。
  – 此项评估与“点火保护”概念无关。

## 6.6.3 监控电动机的运行状况

待评估的频率范围包含了电机的显著机械振动激励。

| | |
|---|---|
| 电动机的频率范围 | 10 Hz – 1000 Hz |

**表格 14: 电机的相关频率范围**

1. 使用“宽带”法评估相关频率范围内的振动。
2. 确定并评估相关频率范围内的振动速度($v_{eff}$)的宽频带根均方值。

1) n: 转速 [Hz]

## 6.7 关闭并排空真空泵

**⚠ 警告**

**当进入敞开的法兰时，存在被旋转部件压伤的风险**

在关闭电动机后，活塞继续在真空中运行，并且可能在其触及范围内夹住手指和手。

- ► 必须等待一段时间，直到真空泵完全停止运转。
- ► 确保真空泵不会重启。

**注意**

**未经允许的高密封气体压力造成的财产损失**

在开启真空泵后，过高的密封气体压力会导致密封件损坏。

- ► 确保泵内的密封气体压力不超过 1200 hPa。
- ► 在切断真空泵电源后立即停止供应密封气体。

**清洁流程的程序**

在过程结束后，您可以直接在大气压力和极限压力之间的每个压力范围内关闭真空泵。

1. 关闭真空管路上的截止阀，断开真空泵与工艺的连接。
2. 关掉真空泵。
3. 通过进气侧对真空泵进行排气。
4. 确保不要通过真空泵对真空室进行排气。
5. 关闭他工艺和泵专用的介质供应（例如气体吹扫供应）。

**使用污染介质的程序**

对于严重污染吸入室的介质，在工艺结束时用空气、氮气或任何其他适合的冲洗介质冲洗吸入室。

1. 关闭真空管路上的截止阀，断开真空泵与工艺的连接。
2. 在工艺结束时，继续操作真空泵，另在真空法兰处供应冲洗气体大约 20 到 40 分钟。
3. 然后，停止冲洗气体的供应。
4. 关掉真空泵。
5. 通过进气侧对真空泵进行排气。
6. 确保不要通过真空泵对真空室进行排气。
7. 关闭他工艺和泵专用的介质供应（例如气体吹扫供应）。

# 7 维护

## 7.1 保养信息

**⚠ 危险**

**在潜在爆炸危险区域进行安装和维护作业时的爆炸危险**

如在潜在爆炸危险的环境中使用不合适的工具，则存在爆炸的危险。着火会导致非常严重的伤害。

- ► 不得在有潜在爆炸危险的环境中进行运输、安装和维护工作。
- ► 在进行任何作业之前，务必关闭真空泵。

**⚠ 警告**

**被有毒物质污染过的组件或设备会危害人员健康，甚至造成中毒**

有毒的工艺介质会导致装置或其中的部件受到污染。如果维修过程中接触上述有毒物质，则可危害健康。非法的有毒物质废弃可造成环境破坏。

- ► 采取适当的安全防范措施，防止有毒的工艺介质危害健康或污染环境。
- ► 在执行保养作业前对涉及零件进行去污。
- ► 穿戴防护装备。

**⚠ 警告**

**旋转部件破碎的风险**

在连接法兰内旋转活塞时可能会使手指和手被夹住。这会导致严重的伤害。

- ► 请让肢体远离罗茨真空泵。

**⚠ 警告**

**强磁场可引起受伤**

可能导致植有心脏起搏器和医疗植入装置的人员受伤。

- ► 确保上述人员不会进入磁场的作用范围内（≤2 米）。
- ► 用符号标明配备了可自由靠近的磁耦合装置的房间：“**禁止植有心脏起搏器的人员进入**”。
- ► 始终保持拆卸后的耦合装置远离计算机、数据载体以及其他电子元器件。

***注意***

**维护工作不当造成的损坏**

不专业的真空泵操作可能导致设备损坏，普发真空对此不承担任何责任。

- ► 确保仅授权下列人员执行维修任务：
  - – 具备相应资质的普发真空员工。
  - – 接受过普发真空的培训，并在随后每隔不超过两年参加进修课程的人员。
  - – 根据《工业安全及健康条例》第 14(6) 条获发正式证书的人员。
- ► 建议充分使用本公司提供的维修培训内容。

**维护指南**

1. 停止真空泵运行，并视需要让其冷却。
2. 通过进气侧将真空泵内压力降低至大气压力。
3. 用安全方式切断驱动电机电源。
4. 确保电机不会重新接通。
5. 必要时从系统拆下真空泵。
6. 每次将用过的润滑剂废弃时，都应遵照适用的法律法规进行。
7. 执行维护作业时，仅需按所需的程度来拆解真空泵。
8. 仅用酒精或类似介质清洁泵零件。
9. 避免清洗剂残留在真空泵内。

## 7.2 检查和维护清单

您可以自行进行**维护等级 1** 的维护工作。

我们建议让普发真空服务 (PV) 执行**维护等级 3** 的维护工作（检查）。

如果您使用振动监测，则可以延长**维护级别 3**（大修）的间隔。遵守“振动监控”部分中的规格要求。在这种情况下，普发真空建议采用每四年一次的间隔。

如果超出以下规定的维护周期，或者维护工作开展不当，则普发真空方面概不接受保修或责任索赔。这也适用于不使用原厂备件的情况。

| 操作 | 检测 | 维护等级 1 | 维护等级 2 | 维护等级 3 | 必要材料 |
|---|---|---|---|---|---|
| **已在文件中说明** | **OI** | **OI** | **不相关** | **SI** | |
| **时间间隔** | **每天** | **≤ 1 年** | | **≤ 2 年** | |
| **检测** | | | | | |
| 目视和听诊泵检查<br>● 检查润滑剂的液位和颜色 | ■ | | | | |
| ● 检查真空泵是否发生泄漏<br>● 检查真空泵是否发出运行噪音 | ■ | | | | |
| **维护等级 1** | | | | | |
| 清洁真空泵<br>● 从外面清洁泵壳<br>● 用适合该工艺的合适清洗剂冲洗吸入室 | | ■<br>必要时 | | | 润滑剂 |
| ● 更换润滑剂并检查 O 形圈是否损坏；在必要时更换 | | ■ | | | |
| **维护等级 3** | | | | | |
| 拆卸并清洁真空泵<br>● 更换密封件及所有磨损件<br>● 更换 4 个活塞轴承（滚珠轴承/滚子轴承） | | | | ■ | 大修工具箱<br>润滑剂<br>**选项**<br>● 磁耦合器套件<br>● 齿轮套件 |
| 检查关键的组件，必要时进行更换：<br>● 磁耦合器（检查磁体是否有损坏）<br>● 温度计（用参考温度校准传感器）<br>● 齿轮（检查齿牙是否断裂）<br>● 检查电机轴的跳动（符合 DIN EN 50347:2001） | | | | ■ | |
| ● 更换润滑剂 | | | | ■ | |

**OI:** 操作手册，**SI:** 使用说明

所需维护间隔可能会短于表中规定的参考值，这取决于流程。如有需要，请咨询普发真空。

**表格 15: 维护周期**

| 操作 | 检测 | 维护等级 1 | 维护等级 2 | 维护等级 3 | 必要材料 |
|---|---|---|---|---|---|
| **已在文件中说明** | **OI** | **OI** | **OI** | **OI** | |
| **时间间隔** | **每天** | **≤ 1 年** | **5000 次循环后，或 ≤ 2 年** | **10000 次循环后，或 ≤ 4 年** | |
| **溢流阀的检查** | | | | | |
| ● 检查溢流阀是否存在脉动噪音 | ■ | | | | |
| ● 清洁溢流阀 | | | ■ | | |
| ● 更换溢流阀的易损件 | | | ■ | | 溢流阀（全部修订版） |
| ● 完全更换溢流阀 | | | | ■ | 阀体（全部型号） |

**OI:** 操作手册

所需维护间隔可能会短于表中规定的参考值，这取决于流程。如有需要，请咨询普发真空。

**表格 16: 溢流阀的维护周期**

## 7.3 更换润滑剂

**⚠ 警告**

**轴承损坏会导致受伤危险**

如果超过允许的润滑剂有效温度范围，则润滑不足会导致轴承损坏。由于存在点燃的危险，因此具有发生爆炸的风险以及导致重伤的风险。

- ► 仅在规定温度范围内使用允许的润滑剂。
- ► 在加注、填充或更换润滑剂时，始终使用泵铭牌中规定的润滑剂类型。

**⚠ 警告**

**受毒性污染的润滑剂可危害健康并破坏环境**

有毒的工艺介质可导致润滑剂受到污染。更换润滑剂时，如果接触到有毒物质，则可能危害健康。非法的有毒物质废弃可造成环境破坏。

- ► 处理上述介质时，应穿戴合适的个人防护装备。
- ► 废弃润滑剂时必须遵守当地适用的法律法规。

**⚠ 小心**

**高温润滑剂引起的烫伤**

排放润滑剂时，如果润滑剂与皮肤接触，则可能导致烫伤。

- ► 穿戴防护装备。
- ► 使用适当的收集容器。

**普发真空建议在第一个运行年度确定润滑剂的精确使用寿命。**

取决于热负荷和化学负荷，或由于渗入齿轮和轴承室的工艺气体，使用寿命可能会与参考值存在偏差。

**安全规格一览表**

您可以从普发真空索取润滑剂安全规格数据表，或从普发真空下载中心下载。

**先决条件**

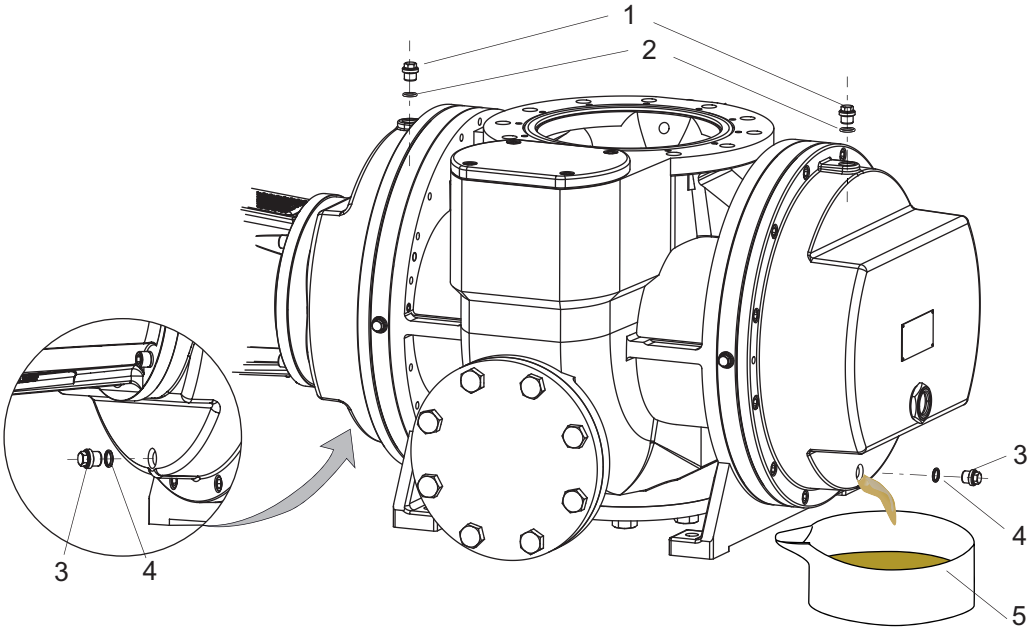
- 已关闭并冷却真空泵
- 已排空真空泵

**所需耗用品**

- 润滑剂

**所需的工具**

- 环形扳手，**WAF 17**
- 已校准的扭力扳手（紧固系数≤ 2.5）



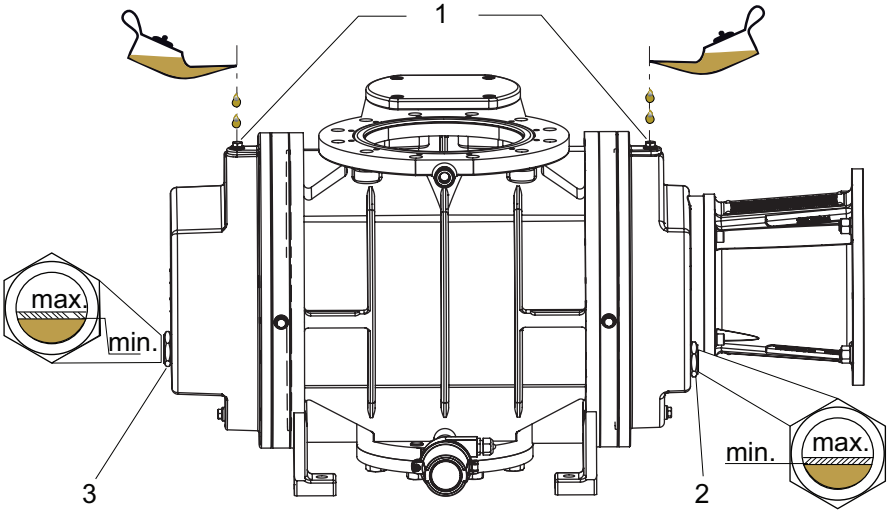

**图片 15： 排空润滑剂**

1 注液器螺塞
2 O 形圈
3 排放螺塞
4 O 形圈
5 收集容器

**排空润滑剂**

润滑剂的更换周期取决于真空泵的使用情况，并且高度依赖于其操作条件。

1. 在下面摆放一个收集容器。
2. 拧开填料螺丝。
3. 拧开两个泄油螺丝。
4. 完全排出润滑剂。
5. 拧回泄油螺丝。
   – 拧紧力矩：**最大 32 Nm**




**图片 16： 填充润滑剂**

1 注液器螺塞
2 轴承室观察窗
3 齿轮箱观察窗

**操作程序**

1. 拧开填料螺丝。
2. 根据视镜的指示在两侧填充润滑剂。
   – 第一次填充时的填充液位：约在观察窗中间上方 5mm 处。

3. 密封注液器螺塞。
   – 拧紧扭矩:**32 Nm**
4. 在最终真空的运行过程中检查填充液位。

仅在罗茨真空泵关闭并通风后重新加注润滑剂。

## 7.4 清洁吸入室

**⚠ 警告**

**旋转部件破碎的风险**

在连接法兰内旋转活塞时可能会使手指和手被夹住。这会导致严重的伤害。

▶ 请让肢体远离罗茨真空泵。

***注意***

**清洁程序不正确造成的财产损失**

进入轴承和油室的冲洗液和工艺介质会粘住。

▶ 在清洁过程中，始终使用密封气体保护所有轴承，以防止润滑剂和轴承室受到污染。

活塞和外壳之间的间隙在十分之一厘米范围内。持续积累的污染会产生以下影响:

- 罗茨真空泵内的摩擦热增加
- 罗茨真空泵的功耗增加
- 活塞堵塞

**所需辅助设备**

- 刷子和清洁剂
- 用于收集清洁液的合适容器
- 用于吸收清洁液的吸收材料

**操作程序**

1. 从真空和前级真空连接处拆除管道。
2. 使用合适的刷子和清洗剂清洁吸入室和溢流通道。
3. 在清洁后，使用吸附材料完全去除剩余的液体，并干燥吸入室。
4. 在清洁后，安装所有管道。
5. 拧入泄油螺丝。

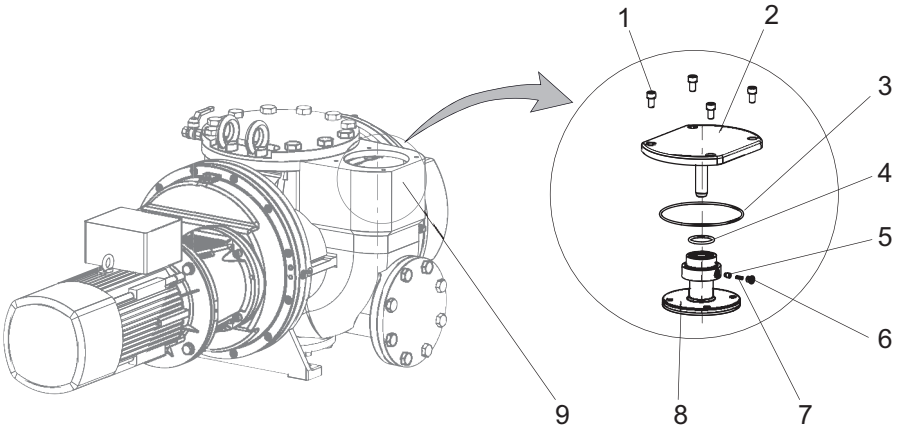
## 7.5 清洁溢流阀

**只能在配有溢流阀的机型上进行清洁**

配有“堵塞溢流阀”的机型无需进行清洁。

**所需的工具**

- 内六角扳手，**WAF 10**
- 已校准的扭力扳手（紧固系数≤ 2.5）




**图片 17： 溢流阀**

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | 六角螺钉 | 6 | 压力螺钉 |
| 2 | 阀盖 | 7 | 压缩弹簧 |
| 3 | O 形圈 | 8 | 阀板 |
| 4 | O 形圈 | 9 | 壳体 |
| 5 | 摩擦销 | | |

**拆下溢流阀**

1. 拧松螺钉并拆下阀盖。
2. 小心操作 O 形圈。
3. 从溢流通道拆下阀板，同时密切注意 O 形圈。
4. 拧松并拆下压力螺钉，同时拆下压缩弹簧和摩擦销。
5. 清洁并干燥阀盖上的导针。
6. 用砂布（粒度 180）轻轻地擦拭表面。
   – 切勿给导针加油，这会对阻尼造成不利影响。
   – 如果有明显的磨损痕迹，请在必要时进行彻底更换。
7. 清洁其他部件。
8. 检查所有部件是否存在磨损，必要时进行更换。

**安装溢流阀**

1. 用乐泰 243 锁定压力螺钉上的螺纹。
2. 安装摩擦销、压缩弹簧和压力螺钉。
3. 将阀板放入溢流通道中。
4. 将两个 O 形圈安装在相应的凹槽中。
5. 将阀盖放在外壳上。
6. 以交叉方式拧紧螺钉。
   – 拧紧扭矩：**25 Nm**

# 8 停用

## 8.1 较长时间停用

在关掉真空泵以前，应遵守以下指示以充分防止真空泵（吸入室）内部发生腐蚀：

**真空泵较长停机时间的保养程序（> 1 年）**

1. 让真空泵冷下来。
2. 清洁吸入室。
3. 更换润滑剂。
4. 用螺旋盖密封真空法兰和前级真空法兰以及任何其他开口。
5. 通过真空侧的测量连接排空泵的内部，使其达到 p < 1 hPa。
6. 使用干燥空气或氮气通过测量仪表的连接为真空泵的吸入室通风。
7. 将真空泵存放在符合规定环境条件的干燥无尘的室内。
8. 存放在潮湿或空气腐蚀性强的房间时：将真空泵与干燥剂一起存放于抽干空气的气密塑料袋内。
9. 如果仓储时间超过 2 年，我们建议您在重新调试前进行保养并更换润滑剂。
10. 请注意，真空泵不能存放在机器、交通路线等附近，因为强烈的振动可能会损坏轴承。

## 8.2 重新试运行

**⚠ 危险**

**运输过程中的静电充电存在爆炸危险**

在潜在爆炸区域中运输装材料（箔纸）和塑料容器时，可能会产生死亡危险。点火可导致极为严重的伤害甚至死亡。

► 只可在潜在爆炸危险的区域外打开真空泵的包装。

***注意***

**润滑剂老化导致的罗茨真空泵损坏**

润滑剂的使用寿命有限（最长 2 年）。在重新调试之前，请在 **2 年或更长时间**不活跃后执行下列操作：

► 遵照维护指南操作 - 必要时咨询普发真空。
► 更换润滑剂。
► 检查轴承并更换任何老化的弹性体部件。

**重新调试前的控制工作**

1. 检查罗茨真空泵是否有明显损坏，并仅在适当的工作状态下运行罗茨真空泵。
2. 检查泵内部是否有污垢。
3. 从吸入室中取出任何干涸的珍珠。
4. 如果外壳部件出现生锈的迹象，请勿操作真空泵并通知普发真空服务部门。
5. 在根据要求重新调试真空泵之前进行泄漏测试。

# 9 回收和处置

**⚠ 警告**

**被有毒物质污染过的组件或设备会危害人员健康，甚至造成中毒**

有毒的工艺介质会导致装置或其中的部件受到污染。如果维修过程中接触上述有毒物质，则可危害健康。非法的有毒物质废弃可造成环境破坏。

- ► 采取适当的安全防范措施，防止有毒的工艺介质危害健康或污染环境。
- ► 在执行保养作业前对涉及零件进行去污。
- ► 穿戴防护装备。

**环保**

您**必须**按照所有适用的法规处置产品及其组件，以保护人员、环境和自然。

- 帮助减少自然资源的浪费。
- 防止污染。

**环境保护**

产品及其组件**的废弃应符合现行环保及人身健康的相关法规**，以减少对自然资源的浪费并防止污染。

## 9.1 一般处置信息

普发真空的产品包含必须回收的材料。

- ► 请按照以下类别对我们的产品进行处置：
  - 铁
  - 铝
  - 铜
  - 合成物
  - 电子元器件
  - 无溶剂的油和油脂
- ► 务请在处置时遵守特别的预防措施：
  - 氟橡胶（FKM）
  - 与介质接触，可能受到污染的组件

## 9.2 Okta 罗茨泵的处置

普发真空的 Okta 系列罗茨泵包含必须回收的材料。

1. 完全排出润滑剂。
2. 拆下电机。
3. 对与工艺气体接触的组件进行除污。
4. 将组件分为可回收材料。
5. 回收未污染的组件。
6. 按照当地适用的法规，以安全的方式处置这些产品或组件。

# 10 故障

**⚠ 警告**

**发生故障时可能造成电击并危及生命**

发生故障时，与电源相连接的器件可能带电。接触带电组件引起的触电会造成生命危险。

► 请始终保持电源接口畅通，以便能随时切断连接。

**⚠ 小心**

**表面高温，当心烫伤！**

发生故障时，真空泵的表面温度可上升到 105 °C 以上。

► 在进行任何工作前，必须让其先冷却。
► 必要时佩戴个人防护装备。

***注意***

**维护工作不当造成的损坏**

不专业的真空泵操作可能导致设备损坏，普发真空对此不承担任何责任。

► 确保仅授权下列人员执行维修任务：
  – 具备相应资质的普发真空员工。
  – 接受过普发真空的培训，并在随后每隔不超过两年参加进修课程的人员。
  – 根据《工业安全及健康条例》第 14(6) 条获发正式证书的人员。
► 建议充分使用本公司提供的维修培训内容。

| 不良现象 | 可能的原因 | 应对措施 |
|---|---|---|
| 罗茨真空泵无法启动 | ● 电源电压缺失或工作电压不正确 | ● 检查电源电压<br>● 检查电源保险丝防护<br>● 检查电机开关 |
| | ● 已触发热保护开关 | ● 检测故障的根源并将其修复；必要时让罗茨真空泵冷却 |
| | ● 吸入室受到污染 | ● 清洁吸入室；必要时联系普发真空服务部门 |
| | ● 传动装置（齿轮）损坏 | ● 立即关停罗茨真空泵；联系普发真空服务部门 |
| | ● 存在轴承损坏 | ● 更换电动机；必要时联系普发真空服务部门 |
| | ● 电机故障 | ● 更换电机 |
| 罗茨真空泵在启动一段时间后关闭 | ● 电动机的热保护开关已触发 | ● 检测过热的根源并将其修复；必要时让电机冷却 |
| 罗茨真空泵/泵站没有达到极限压力 | ● 吸入室有污垢 | ● 清洁吸入室 |
| | ● 润滑剂变脏 | ● 更换润滑剂 |
| | ● 前级泵运行不正确 | ● 检查前级泵 |
| | ● 系统泄漏 | ● 检查系统是否发生泄漏；必要时进行泄漏测试<br>● 修复泄漏 |
| | 对于带有溢流阀的泵：<br>● 溢流阀不会完全关闭 | ● 检查溢流阀，必要时进行更换 |
| 运行时有异响 | ● 吸入室有污垢 | ● 立即关闭罗茨真空泵并清洁吸入室 |
| | ● 轴承或齿轮损坏 | ● 立即关停罗茨真空泵；联系普发真空服务部门 |
| | ● 电机轴承损坏 | ● 必须正确关停罗茨泵。<br>● 更换电机；联系普发真空服务部门 |

**表格 17: 故障排查**

# 11 普发真空服务解决方案

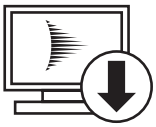
**我们致力于提供一流的服务**
真空组件具有很高的使用寿命，而且停机时间很短，这是您对我们提出的明确期望。我们将以性能卓越的产品和优质的服务来满足您的需求。

我们总是努力使我们的核心竞争力、在真空组件方面的服务达到完美。我们的服务远不会在购买了普发真空产品后结束。它常常在此时才真正开始。当然是以久经考验的普发真空质量提供服务。

我们的专业销售和服务人员遍布全球，随时为您提供帮助。普发真空将提供一个从原厂备件到服务合约的全方位服务包。

**欢迎您随时联系普发真空服务部门**
无论是由我们现场服务部门提供的预防性现场检修服务，还是采用新型替换产品进行快速更换或者在您附近的服务中心进行维修 - 您将有各种机会来确保您设备的可用性。详细信息以及地址见我们主页上普发真空服务一栏。

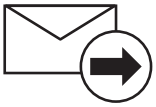
**您将从您的普发真空联系人那里获得针对价廉质优的快速解决方案的指导。**
**为了迅速流畅地处理服务流程，我们推荐您采用下列步骤：**



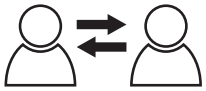
1. 请下载最新的表单模板。
   - 服务需求流程
   - 服务申请和产品返回
   - 污染声明

a) 拆下所有附件（所有不属于原厂备件的零件）。
b) 必要时将工作流体/润滑剂排放出来。
c) 必要时将冷却液排放出来。

2. 填写服务要求和污染声明。

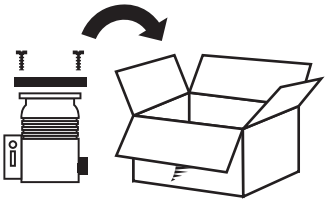


3. 请通过电子邮件、传真或邮件将表单发送至您当地的服务中心。

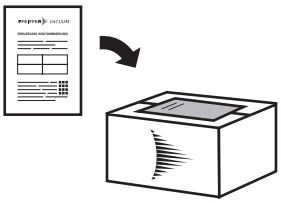


4. 您将收到一份来自普发真空的回复。

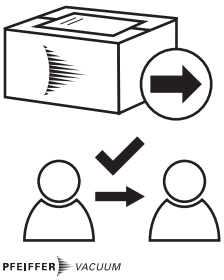
**寄出被污染的产品**
对于受到生物污染、爆炸性污染或放射性污染的产品，原则上不接受。如果产品受到了污染，或者缺乏污染声明，那么，普发真空将进行一次去污操作，**费用将由用户承担**。



5. 请按照污染声明规定来准备产品的运输。
a) 采用氮气或干燥空气对泵进行中和。
b) 对所有开口进行气密性封闭。
c) 采用合适的保护薄膜封闭产品。
d) 请仅采用合适的、稳固的运输箱包装产品。
e) 请遵守有效的运输条件。



6. 请将污染声明张贴在包装**外部**。




7. 现在，请将您的产品发送至您当地的服务中心。

8. 您将收到一份来自普发真空的回复。

我们的销售及供货条款以及真空设备和组件的维修和保养条款适用于所有服务订单。

# 12 备件

## 12.1 备件包的订购流程

订购备件时请遵守以下指示：

- ► 订购备件时，填写好泵的零件编号以及铭牌上的其他详细信息。
- ► 仅安装原装备件。

# 13 附件

请在我们的网站上查看罗茨真空泵的附件范围。

## 13.1 附件信息

**密封气体设备**
在轴承点使用密封气体保护润滑剂，防止其受到进入轴承和油室中的工艺介质和冲洗流体的污染。

## 13.2 附件订购

| 描述 | 订货号 |
|---|---|
| 密封气体套件，用于 Okta 500 ATEX，G 3/8“（4 件） | PP 042 753 -T |
| 用于 Okta 300/M \| Okta 500/M/ATEX \| Okta 600/M \| Okta 800/M，DN PN16 的成套螺栓，镀锌钢 | PP 042 663 -T |
| 用于 Okta 300/M \| Okta 500/M/ATEX \| Okta 600/M \| Okta 800/M，DN PN16 的盲板法兰组件（不锈钢） | PP 042 666 -T |
| 用于 Okta 300/M \| Okta 500/M/ATEX \| Okta 600/M \| Okta 800/M，DN PN16 的密封套件（氟橡胶） | PP 042 667 -T |

**表格 18: 附件**

| 描述 | 订货号 |
|---|---|
| P3，矿物油，1 升 | PK 001 106 -T |
| P3，矿物油，5 升 | PK 001 107 -T |
| P3，矿物油，20 升 | PK 001 108 -T |
| H1，1 l | PK 001 210 -T |
| H1，5 l | PK 001 211 -T |
| H1，20 l | PK 001 212 -T |
| H1，208 l | PK 001 213 -T |

**表格 19: 耗材**

# 14 技术数据和尺寸

## 14.1 概述

普发真空罗茨真空泵技术参数的依据:

- 按照 PNEUROP 委员会 PN5 的规定制定的规格参数
- ISO 21360-1: 2016“真空技术 - 测定真空泵性能的标准方法 - 概述”
- 根据 EN 1779 查明整体泄漏率的泄漏测试:100% 氦浓度下的 1999 技术 A1, 测量持续时间为 10 秒
- 声压级:距离真空泵 1 米远处

| | mbar | bar | Pa | hPa | kPa | Torr \| mm Hg |
|---|---|---|---|---|---|---|
| mbar | 1 | $1 \cdot 10^{-3}$ | 100 | 1 | 0.1 | 0.75 |
| bar | 1000 | 1 | $1 \cdot 10^{5}$ | 1000 | 100 | 750 |
| Pa | 0.01 | $1 \cdot 10^{-5}$ | 1 | 0.01 | $1 \cdot 10^{-3}$ | $7.5 \cdot 10^{-3}$ |
| hPa | 1 | $1 \cdot 10^{-3}$ | 100 | 1 | 0.1 | 0.75 |
| kPa | 10 | 0.01 | 1000 | 10 | 1 | 7.5 |
| Torr \| mm Hg | 1.33 | $1.33 \cdot 10^{-3}$ | 133.32 | 1.33 | 0.133 | 1 |
| 1 Pa = 1 N/m$^2$ | | | | | | |

**表格 20: 转换表:压力单位**

| | mbar l/s | Pa m$^3$/s | sccm | Torr l/s | atm cm$^3$/s |
|---|---|---|---|---|---|
| mbar l/s | 1 | 0.1 | 59.2 | 0.75 | 0.987 |
| Pa m$^3$/s | 10 | 1 | 592 | 7.5 | 9.87 |
| sccm | $1.69 \cdot 10^{-2}$ | $1.69 \cdot 10^{-3}$ | 1 | $1.27 \cdot 10^{-2}$ | $1.67 \cdot 10^{-2}$ |
| Torr l/s | 1.33 | 0.133 | 78.9 | 1 | 1.32 |
| atm cm$^3$/s | 1.01 | 0.101 | 59.8 | 0.76 | 1 |

**表格 21: 转换表:气通量计量装置**

**特别型号**

真空泵的技术数据和尺寸涉及指定的标准版本。

- 对于特别版本中的偏差, 请参考铭牌或随附的信息。

## 14.2 技术参数

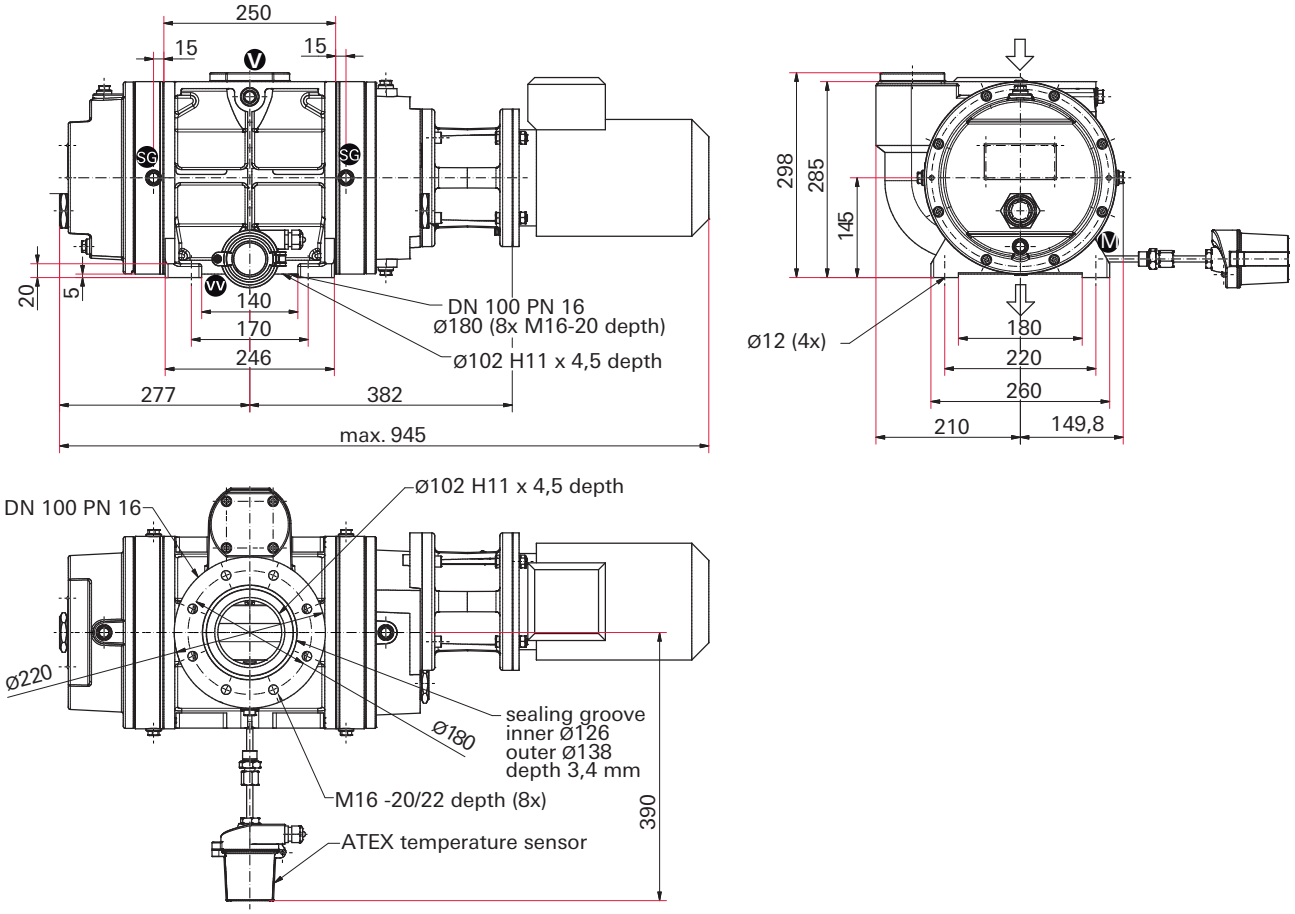
| 型号名称 | Okta 500 ATEX | Okta 500 ATEX |
|---|---|---|
| 连接法兰(入口) | DN 100 PN 16 | DN 100 PN 16 |
| 连接法兰(出口) | DN 100 PN 16 | DN 100 PN 16 |
| 标称抽速 | 280 – 670 m³/h | 280 – 670 m³/h |
| 额定泵速(50 Hz) | 560 m³/h | 560 m³/h |
| 额定泵速(60 Hz) | 670 m³/h | 670 m³/h |
| 最小名义抽速 | 280 m³/h | 280 m³/h |
| 最大名义抽速 | 670 m³/h | 670 m³/h |
| 输入电压 50 Hz | 230 / 400 伏特 | 230 / 400 伏特 |
| 输入电压 60 Hz | 265 / 460 伏特 | 265 / 460 伏特 |
| 输入电压:公差 | ±5 % | ±5 % |
| 额定功率(50 Hz) | 1.5 千瓦 | 1.5 千瓦 |
| 额定功率(60 Hz) | 1.8 千瓦 | 1.8 千瓦 |
| 额定转速(50 Hz) | 3000 rpm | 3000 rpm |

| 型号名称 | Okta 500 ATEX | Okta 500 ATEX |
|---|---|---|
| 额定转速(60 Hz) | 3600 rpm | 3600 rpm |
| 转速 | 1 500 – 3 600 rpm | 1 500 – 3 600 rpm |
| 整体泄漏率 | < 1 · $10^{-6}$ Pa m³/s | 1 · $10^{-6}$ Pa m³/s |
| 进气压力 1 hPa 时的排放声压级 (EN ISO 2151) | 70 分贝 (A) | 70 分贝 (A) |
| 进气压力 10 hPa 时的排放声压级 (EN ISO 2151) | 75 分贝 (A) | 75 分贝 (A) |
| 防护等级 | IP55 | IP55 |
| 冷却类型 | 空气 | 空气 |
| 电机保护 | 3TF | 3TF |
| 环境温度 | 5 – 40 摄氏度 | -20 – 40 摄氏度 |
| 运输和储存温度 | -10 – 40 摄氏度 | -10 – 40 摄氏度 |
| 工作流体 | P3 | H1 |
| 工作液量 | 1.5 升 | 1.5 升 |
| 重量:带电机 | 170 千克 | 170 千克 |

**表格 22: 采用润滑剂 P3 和 H1 的 Okta 500 ATEX 技术参数**

## 14.3 尺寸

尺寸单位:mm




**图片 18: Okta 500 ATEX**

# 一致性声明

该类型产品声明:

**罗茨真空泵**
Okta 500 ATEX
Ⓔx II 3/3G Ex h IIB T3 Gc X +5 °C ≤ Ta ≤ +40 °C
Ⓔx II 3/3G Ex h IIB T3 Gc X -20 °C ≤ Ta ≤ +40 °C
PP W33 3XX
PP W33 9XX

特此声明，所列产品符合下述**欧盟指令**的所有相关规定。

- **机械指令 2006/42/EC (附录 II, no. 1 A)**
- **电磁兼容指令 2014/30/EU**
- **根据第 13 (1) c) 条的防爆 2014/34/EU**
- **2011/65/EU 某些有害物质的使用限制**
- **2015/863/EU 某些有害物质的使用限制, 委托指令**

**协调标准和适用的国家标准和规范:**

DIN EN ISO 12100: 2011
DIN EN 1012-2: 2011-12
DIN EN ISO 2151: 2009
DIN EN 1127-1: 2019
DIN EN ISO 80079-36: 2016–12
DIN EN ISO 80079-37: 2016–12
DIN ISO 21360-1: 2016
ISO 21360-2: 2012
DIN EN ISO 13732-1: 2008
DIN EN ISO 13857 : 2008
DIN EN 61000-6-2 : 2006
DIN EN 61000-6-4 : 2011
DIN EN IEC 63000: 2019

编制技术文件的授权代表是 Dr. Adrian Wirth 博士，Pfeiffer Vacuum GmbH, Berliner Straße 43, 35614 Asslar, Germany（普发真空股份有限公司，德国埃泰尔市 35614 号 Berliner 大街 43 号）。

签名

Pfeiffer Vacuum GmbH
（普发真空有限公司）
Berliner Straße 43
35614 Asslar
Germany

(Daniel Sälzer)
总经理

Asslar, 2021-01-04

PFEIFFER VACUUM

# 一致性声明

该类型产品声明:

**罗茨真空泵**
Okta 500 ATEX
Ⓔx II 2/2G Ex h IIB T3 Gb X +5 °C ≤ Ta ≤ +40 °C
PP W33 4XX
PP W33 8XX

特此声明，所列产品符合下述**欧盟指令**的所有相关规定。

- **机械指令 2006/42/EC (附录 II, no. 1 A)**
- **电磁兼容指令 2014/30/EU**
- **根据第 13（1）条 b）的防爆 2014/34 / EU**
- **2011/65/EU 某些有害物质的使用限制**
- **2015/863/EU 某些有害物质的使用限制, 委托指令**

**协调标准和适用的国家标准和规范:**

DIN EN ISO 12100: 2011
DIN EN 1012-2: 2011-12
DIN EN ISO 2151: 2009
DIN EN 1127-1: 2019
DIN EN ISO 80079-36: 2016–12
DIN EN ISO 80079-37: 2016–12
DIN ISO 21360-1: 2016
ISO 21360-2: 2012
DIN EN ISO 13732-1: 2008
DIN EN ISO 13857 : 2008
DIN EN 61000-6-2 : 2006
DIN EN 61000-6-4 : 2011
DIN EN IEC 63000: 2019

编制技术文件的授权代表是 Dr. Adrian Wirth 博士，Pfeiffer Vacuum GmbH, Berliner Straße 43, 35614 Asslar, Germany（普发真空股份有限公司，德国埃泰尔市 35614 号 Berliner 大街 43 号）。

签名

Pfeiffer Vacuum GmbH
（普发真空有限公司）
Berliner Straße 43
35614 Asslar
Germany

(Daniel Sälzer)
总经理

Aßlar, 2019-08-05

PFEIFFER VACUUM

**Notizen / Notes:**

## VACUUM SOLUTIONS FROM A SINGLE SOURCE

**Pfeiffer Vacuum stands for innovative and custom vacuum solutions worldwide, technological perfection, competent advice and reliable service.**

## COMPLETE RANGE OF PRODUCTS

**From a single component to complex systems:**
**We are the only supplier of vacuum technology that provides a complete product portfolio.**

## COMPETENCE IN THEORY AND PRACTICE

**Benefit from our know-how and our portfolio of training opportunities!**
**We support you with your plant layout and provide first-class on-site service worldwide.**

F - Date 2202 - P/N:PW0150BZH

**Are you looking for a perfect vacuum solution? Please contact us**

**Pfeiffer Vacuum GmbH**
Headquarters • Germany
T +49 6441 802-0
info@pfeiffer-vacuum.de

**www.pfeiffer-vacuum.com**

PFEIFFER VACUUM