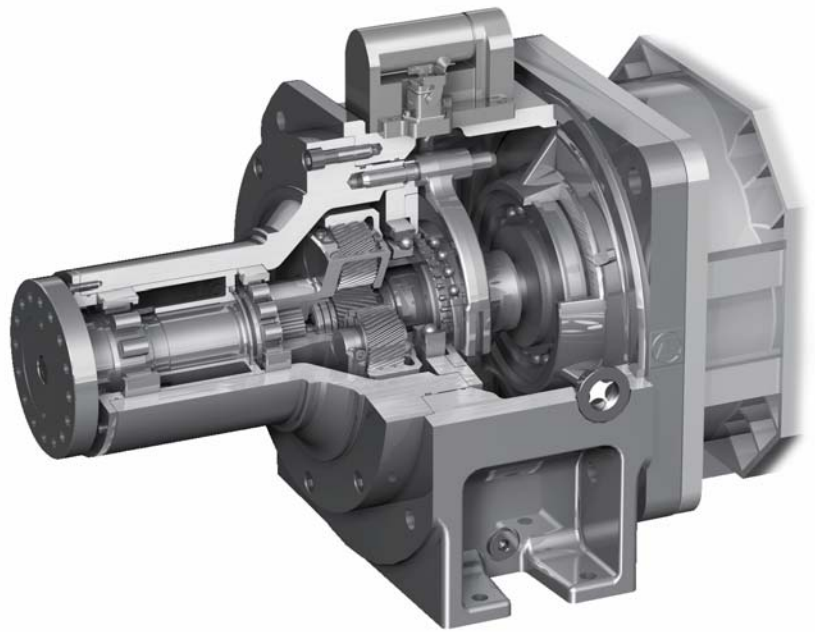


操作手册

**ZF-DUOPLAN<sup>®</sup>**

双速齿轮箱  
2K450 / 2K600



11.2011 版

4161 758 926a\_zh

服从设计上的变更

ZF版权所有

翻印文中的部分或全部内容，须经过ZF的书面授权许可。

德国编印

版本: 11.2011

4161 758 926a

<b>1</b>	<b>前言 .....</b>	<b>5</b>
1.1	安全规范 .....	5
1.2	ZF规范.....	5
1.3	消耗品 .....	6
<b>2</b>	<b>应用与设计.....</b>	<b>7</b>
2.1	应用.....	7
2.2	特性.....	7
2.3	设计.....	8
2.4	技术资料 .....	9
2.5	安装位置 .....	10
<b>3</b>	<b>初次安装 .....</b>	<b>11</b>
3.1	驱动电机径向跳动、轴向跳动和长度公差 .....	11
3.2	动平衡 .....	12
3.2.1	半键动平衡 .....	12
3.2.2	全键动平衡 .....	12
3.3	电机与齿轮箱的配合.....	13
3.3.1	开放式设计.....	13
3.3.2	封闭式设计附轮毂附轴承与轴封 .....	14
3.3.3	封闭式设计(附轴封) .....	15
3.3.4	开放式设计附中间端板.....	16
3.3.5	皮带轮驱动设计.....	17
3.4	齿轮箱安装 .....	18
3.5	输出.....	19
3.5.1	皮带式输出 .....	19
3.5.2	轴式输出 .....	19
3.6	电气接线与换档 .....	19
3.6.1	换档机构.....	19
3.6.2	换档逻辑 .....	22
3.7	润滑 .....	23
3.7.1	飞溅式润滑 .....	23
3.7.2	循环式润滑 .....	23
3.7.3	润滑油口的连接 .....	25
3.7.4	齿轮箱油泵.....	27
3.7.5	热交换器.....	29
<b>4</b>	<b>运转 .....</b>	<b>31</b>
4.1	初次检查 .....	31
4.2	太阳轮安装位置检查 .....	31

---

<b>5</b>	<b>保养 .....</b>	<b>31</b>
5.1	换油 .....	31
<b>6</b>	<b>维修 .....</b>	<b>32</b>
6.1	齿轮箱故障检查表 .....	32
6.2	齿轮箱的分解 .....	33
6.3	轮毂.....	33
<b>7</b>	<b>常见问题与解决 .....</b>	<b>34</b>

---

## 1 前言

本手册专为有修理和维护经验的专业人士提供。

本手册所述ZF产品是根据发行日期的设计而编写。

以下所列安全指导，在本操作手册中适用。


### 注意

应用于需按照专业的顺序、方法与提示信息等处。

### 警示


应用于使用不当和使用错误会导致产品损坏等处。

---

 **危险!**  
应用于使用时需注意，否则可能性导致人员受伤或产品损坏等处。

---

---

 **环境污染问题!**  
润滑油与清洗剂绝对不可以倒在地面或者倒入下水道中。

- 相关产品按照当地环保法规的标准执行。
- 使用后的油必须盛于适当的容器中。
- 废油的处理、堵塞的过滤器、润滑油与清洁剂等应当根据当地的环保法规的标准执行。
- 所有有关润滑油与清洁剂的处理还应当根据制造商的规范要求来处理。

---

## 1.1 安全规范

- 所有维修ZF产品的人员，应当自行负责本人的工作安全。
- 任何保养与维修都必须根据安全规范与标准来执行，以避免工作人员受伤或产品损坏。
- 维修人员在工作之前，应当自行了解当地或工厂内部的各种法规。
- 维修与调校的人员，本人须经过ZF公司的适当训练并认可。
- 维修人员必须确认本身有经过ZF公司的专业训练才可执行操作。
- 在开始任何的测试或维修以前，请仔细阅读本操作手册。

### 警示

文中所有的照片、图纸与文件只供范例与工作流程的解释使用。

文中的范例、流程图与零件图未采取一定的比例绘制，没有标出应有的尺寸与重量(包括单独的范例与图形)。

所有的工作必须依据文中所述来执行。

维修和测试工作完成后，专业人员必须确保产品运行正常。

## 1.2 ZF规范

- 拆除所有旧的O型圈或纸垫片，请使用油石去除毛刺等，确保将各接合面清理干净。
- 为了避免异物进入齿轮箱内部，请将打开的齿轮箱用物体遮蔽。

1.3 消耗品

产品	名称/规格	数量 (近似值) [dm <sup>3</sup> ]	用途	备注
黄油	Shell Avania WR2 Fuchs Renolit CXEP2 Esso Beacon EP2		一般使用	
齿轮箱油	HLP 68 符合 ISO VG 68 HLP 46 符合 ISO VG 46	<b>2K450</b> B5: 5.1  <b>2K600</b> B5: 5.4	齿轮箱油用于泼 溅式润滑	也可以用于循环式润 滑和带热交换器循环 式润滑
齿轮箱油	HLP 46 符合 ISO VG 46		用于循环式润滑	也可以用于带热交换 器循环式润滑
齿轮箱油	HLP 32 符合 ISO VG 32		用于带热交换器 循环式润滑	
齿轮箱油	HLP 22 符合 ISO VG 22		用于带热交换器 或整体润滑系统 的循环式润滑	
胶水 (液态)	Loctite 574		轮毂端盖密封	
端板	40 DIN 470	1	轮毂油封	在拆卸轮毂后更换

## 2 应用与设计

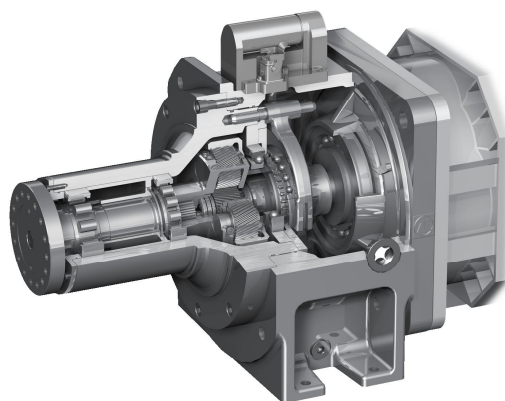
### 2.1 应用

ZF 双速行星轮齿箱主要应用于机床的驱动元件。

例如：根据安装位置不同可以应用在车床上(卧式 B5)或使用于立式加工中心上(立式 V1)。

此齿轮箱也适用低转速高扭矩的系统。

此齿轮箱有同轴输出的功能，可适用于需要高速运转的机床上。



### 2.2 特点

- 双速行星齿轮箱适用于由交/直流电机驱动
- 主轴的机床上
- 行星齿轮的结构设计，更显紧凑
- 所有交/直流和标准电机均选用法兰式联接
- 内部齿轮采用斜齿轮设计，使运转更平稳且噪音低
- 低扭转背隙
- 安装容易
- 输出端容许高的径向力
- 挠性输出轴承设计，可承担径向和轴向力
- 传动效率高
- 电动式换档

## 2.3 设计

齿轮箱主要零件如下：

### 连接组件

- 驱动轮毂(1)
- 中间端板(2)带轴封(3)与轮毂轴承(4)，(根据需要)

### 壳体

- 齿轮箱壳体(5)

### 输入端

- 太阳轮(6)
- 环轮(7)
- 环轮轴承(8)

### 输出端

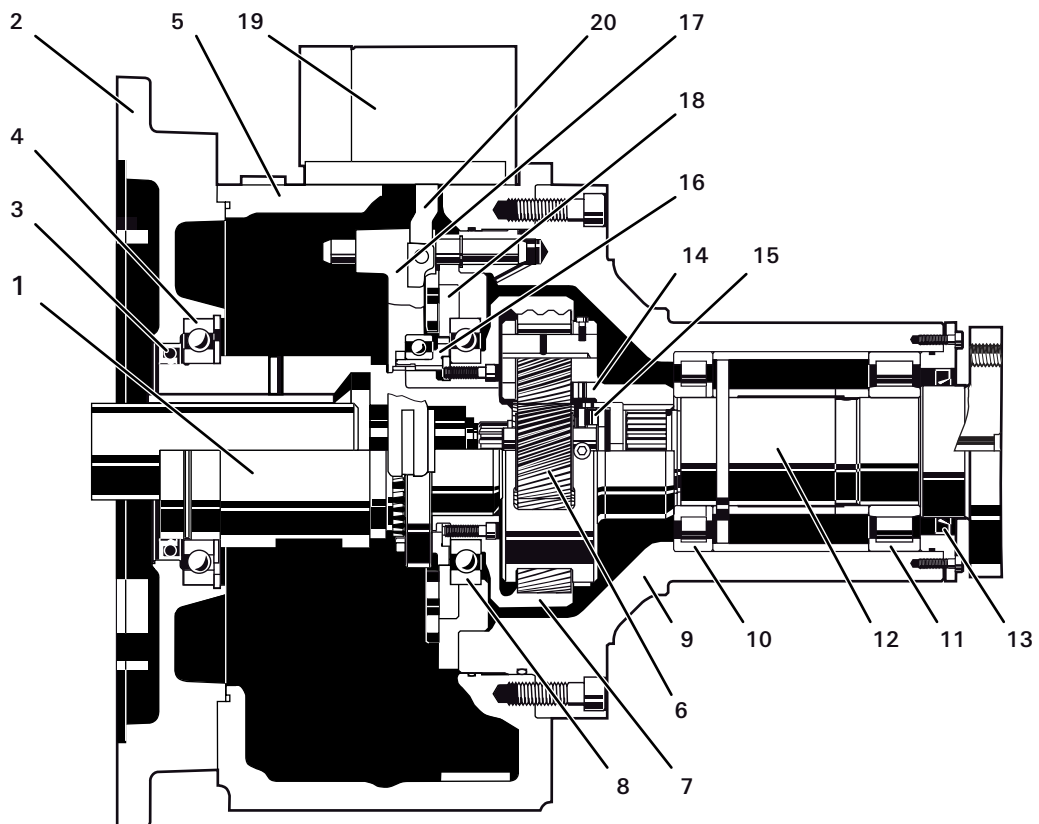
- 轴承壳体(9)
- 输出轴承(10,11)
- 输出轴(12)
- 径向轴封(13)
- 行星齿轮架(14)
- 太阳轮轴承和碟形弹簧(15)

### 换挡机构

- 滑套(16)
- 换挡拨叉(17)
- 制动盘(18)

### 换挡机构

- 换挡电机(19)
- 拨杆(20)





2.4 技术参数

	2K450	2K600
额定功率	max. 47 kW	max. 63 kW
额定转速	1000 rpm	1000 rpm
最大转速 速比 $i \neq 1$ 直接驱动 $i=1$	5000 rpm 8000 rpm	5000 rpm 5000 rpm

注意


当使用刹车或反向电流使主轴停止时，(如紧急停机时) 要确保转动惯量不超过其允许的输出扭力。刹车时间必须与之配合

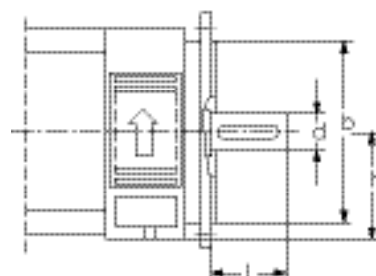
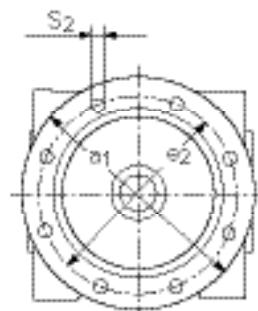
标准安装尺寸 (in mm)  
符合 EN 50347: 2001

双速齿轮箱	2K450 FF300	2K600 FF350
电机尺寸	<b>160/180</b>	<b>180</b>
h	160/180	180
d	55/60	60/65
l	110-0.2/ 140-0.2	140-0.2
b	250	300
e <sub>2</sub>	350	400
s <sub>2</sub>	18	18

	2K450	2K600
额定输入 扭矩(S1)	450 Nm	600 Nm
最大输出 扭矩(S1)		
$i = 1.00$	450 Nm	600 Nm
$i = 4.00$	1800 Nm	2400 Nm
$i = 5.00$	2250 Nm	3000 Nm
重量	大约 155 kg	大约 165 kg

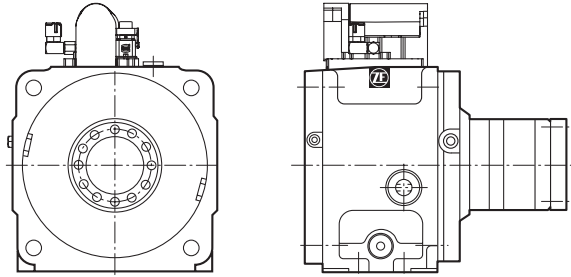
铭牌 (贴在齿轮箱外壳上)

		ZF FRIEDRICHSHAFEN AG MADE IN GERMANY	
TYPE _____	PARTS LIST _____		
RATIO $i$ _____	SERIAL-NO. _____		
BACKLASH MAX. _____ MIN.	INPUT TURN _____ RPM POWER MAX. AT _____ RPM _____ KW		
INPUT TORQUE _____ NM	OIL GRADE _____		
SHITING _____ V	OIL QUANTITY _____		
UNIT _____ W			



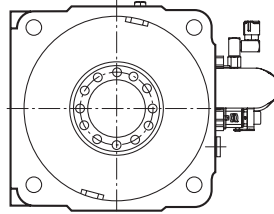
## 2.5 安装位置

卧式B5

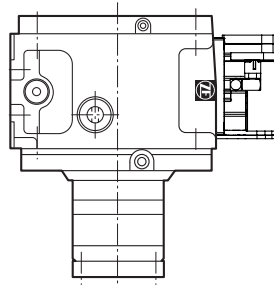


卧式B5

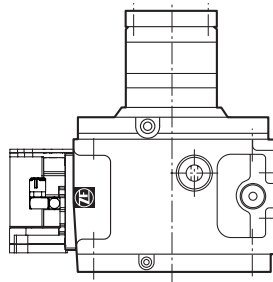
换档机构在右侧，齿轮箱绕纵向轴旋转(面对齿轮箱的输出端)



立式V1



倒立V3



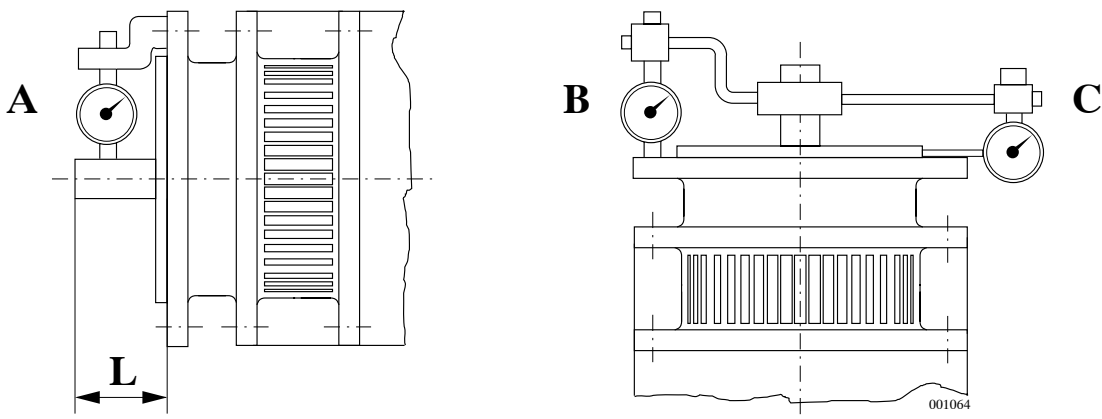
## 警示

无论任何一种安装位置，通气孔必须始终朝上。

### 3 初次安装

#### 3.1 驱动电机径向跳动、轴向跳动和长度公差

为了确保操作正确，电机尺寸绝对不能超过规定公差。



轴的径向跳动、轴向跳动和长度公差  
- 电机法兰连接面：

齿轮箱型号	公差			
	A	B	C	L
2K450 / 2K600	0.025	0.063	0.063	- 0.200

公差A,B,C 是根据 *DIN 42955R* 的标准确定，另请注意电机轴的长度“L”的公差值也是根据 *DIN* 的标准来限定。

#### 警示

为了确保齿轮箱的正确操作，“L”值必须按照指定的公差来限定，如果尺寸过小，则在齿轮箱与电机组合时，在轮毂中放入垫隙片，以保证尺寸正确。如尺寸过大，则加工电机轴至正确尺寸方可组装。

对于电机轴向力的容许载荷计算，请参见ZF双速齿轮箱目录(4161 750 102)，“性能数据”部分。

在电机的B端(与输出轴相对)因装有固定的轴承，因此当电机发热时，必须考虑电机轴的延伸度。

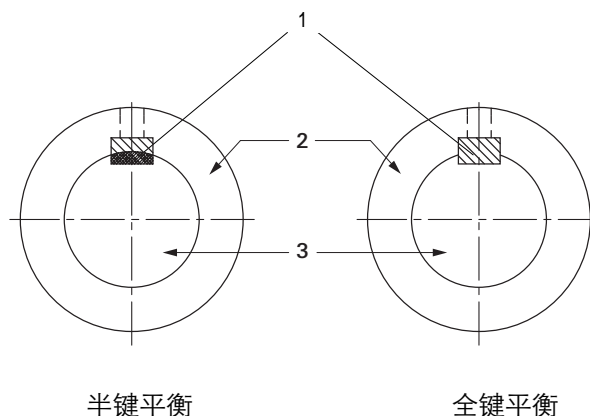
## 3.2 动平衡

轮毂 (2) 带一键槽(1) 此为标准配备, 用来传递电机轴(3)上的动力。

电机和齿轮箱有两种动平衡形式, 分别称作半键和全键式动平衡。具体细节请参考DIN ISO 8821.

电机和轮毂的动平衡必须确保为同种形式。

这就是为何在订购齿轮箱时, 提供电机数据尺寸和动平衡形式的重要原因。



电机输出轴附标准键如如下表:  
与 EN 50347: 2001一致

轴径	配合键	配合键长度
55 mm	A16x10	90 mm
60 mm	A18x11	125 mm
65 mm	A18x11	125 mm

### 注意

在电机轴带开口键槽的情况下, 将平行键粘合到键槽中为了避免平行键或轮毂的轴向移动。

### 3.2.1 半键动平衡

在半键动平衡中, 键槽必须完全填满作为动平衡补偿, 类似于半个键, 形状像B。它基于原装的键, 形状, 长度和位置都由电机制造商确定, 它的作用类似于一个平衡块。半键动平衡和半键动平衡的接缝处经过一个公用的组件, 这意味着公差可能在安装以后引起不平衡。

所以, 建议连接部件在装配后重新做一次动平衡。

### 3.2.2 全键动平衡

在全键动平衡中, 电机轴带全键动平衡, 而轮毂不带。键的形状, 长度和位置并不重要。

### 3.3 电机与齿轮箱的配合

电机必须通过安装法兰面与齿轮箱连接。

齿轮箱壳体依靠由轴承壳体定位的端板安装在电机上的，这是标准配置。

2K450与2K600的齿轮箱壳体上也附有脚架。

根据电机的型式不同，齿轮箱有不同的应用，齿轮箱的连接也相应会有所不同。

轮毂安装位置基准尺寸：

齿轮箱型号	D值(mm)
2K450	175.5-0.2
2K600	175.5-0.2

#### 警示

如果电机B端有固定轴承，不允许配合带轮毂轴承的形式，而且必须测量并保证 $D=175.5-0.2$ 。

齿轮箱交货时，提供了垫块及数片厚度不同的调隙片。这样就可以参考D值来平衡电机轴长度公差。

#### 3.3.1 开放式设计

所谓开放式设计是齿轮箱没有连接板，但在电机输出轴(2)上有油封，以免齿轮箱油进入电机内部。

交货时，驱动轮毂(1)与齿轮箱没有固定，先将电机(3)和轮毂的装配面清洗干净，按照3.1节所述，检查电机轴的同轴度、轴向跳动和长度。尺寸不够用调隙片来补偿，尺寸过长缩短电机轴。同样可以在电机轴上抹少许黄油。

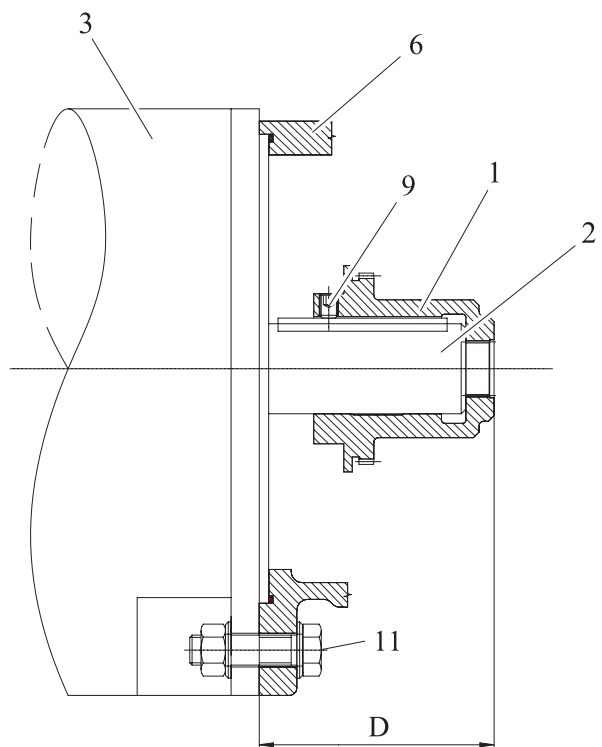
装配面清洁后，从驱动轮毂开口处将其加热到 $120^{\circ}\text{C}$ 左右，并装入电机轴，直到接触到轮毂底端为止。

检查上述尺寸"D"值，如不足请在轮毂内加入适当的调隙片，如过长请缩短电机轴。

#### 警示

如果轮毂的预热不足，则可能导致电机轴损坏。

将螺纹销(9)锁紧，并确保其能防止旋转，请参考3.4节。



### 3.3.2 封闭式设计附轮毂轴承与轴封

安装在轮毂(1)上起支持作用的不同类型的滚珠轴承(4)是为了避免轮毂有轴向位移。

组装时，将驱动轮毂(1)与中间端板(5)从齿轮箱壳体(6)上分离，将电机(3)和轮毂装配面清理干净。参照3.1节检查电机轴(2)的径向、轴向跳动值。同样可以在电机输出轴上抹少许黄油。

装配面清洁后，从驱动轮毂开口处将其加热到120°C左右，并装到电机轴上，直到接触到电机法兰面为止。

"D"值在出厂前已经设定好。

#### 警示

如果轮毂的预热不足，会导致电机轴损坏。

#### 注意：

在组装过程中，轮毂必须很容易的用手即可推到底端，直到中间端板与电机的法兰面接触。

#### 警示

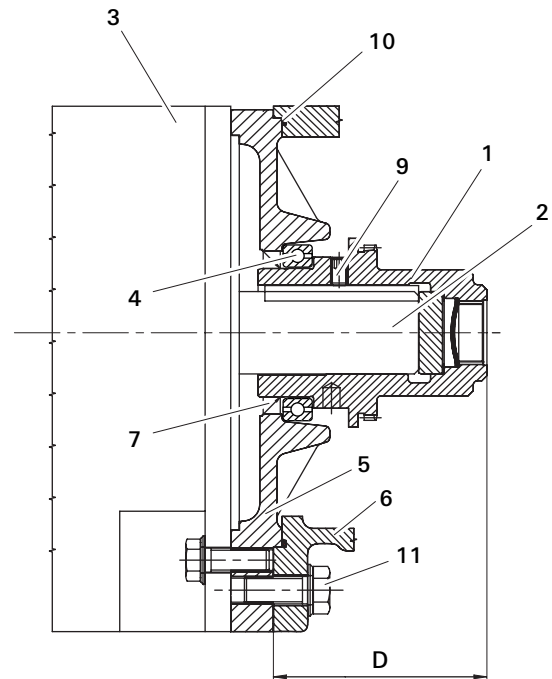
绝对禁止利用中间端板以任何敲击的方式来达到组装的目的。

组装完成后，必须确认中间端板是否能自由旋转，这是为了避免轮毂上的轴承有任何预负载存在。

将螺纹销(9)锁紧，并确保其能防止产生旋转，请参照3.4节。

#### 注意

当选用封闭式设计时，电机输出端上径向轴封必须拆除。



### 3.3.3 封闭式设计(附轴封)

其主要的不同点在于中间端板(5)附有一个轴封(7)，这样齿轮箱形成紧凑、封闭的单元。

交货时，中间端板与驱动轮毂(1)是分开的，将电机(3)与轮毂装配面清理干净。按照3.1节所述，检查电机轴(2)的径向、轴向跳动值。同样可以在电机轴上抹少许黄油。

装配面清洁后，将带轴封的中间端板安装到电机壳体上，从驱动轮毂开口处将其加热到120°C左右，并装到电机轴上，直到接触到垫块(12)和调隙片(13)后为止。

检查"D"值，如果需要请改变调隙片(13)厚度。

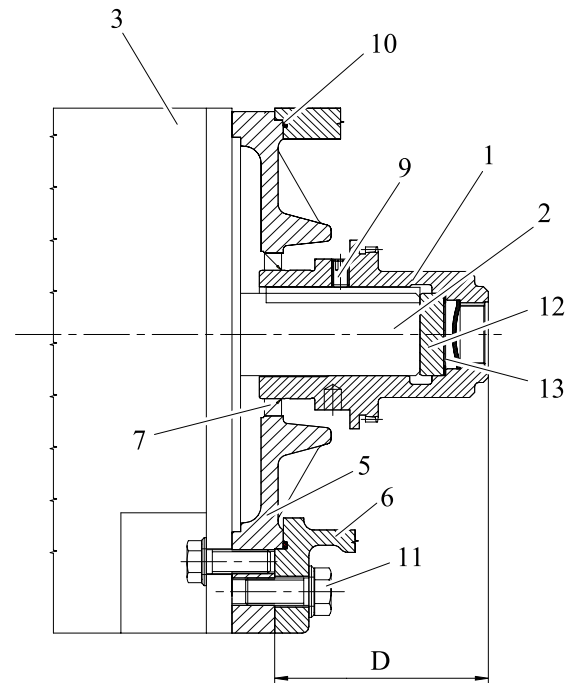
#### 警示

如果轮毂预热不足，将会导致电机轴损坏。

将螺纹销(9)锁紧，并确保其能防止产生旋转，请参见3.4节。

#### 警示

在安装前，径向轴封与轮毂必须都抹上黄油，安装时必须确认轴封口与径向轴封的位置是正确的。



### 3.3.4 开放式设计附接合环

接合环可以配合不同的连接尺寸，但电机输出轴必须附有轴封。

交货时，接合环(5)、驱动轮毂(1)与齿轮箱没有固定，先将电机(3)与轮毂装配面清理干净，按照3.1节所述，检查电机轴(2)的径向、轴向跳动值。同样可以在电机轴上抹少许黄油。

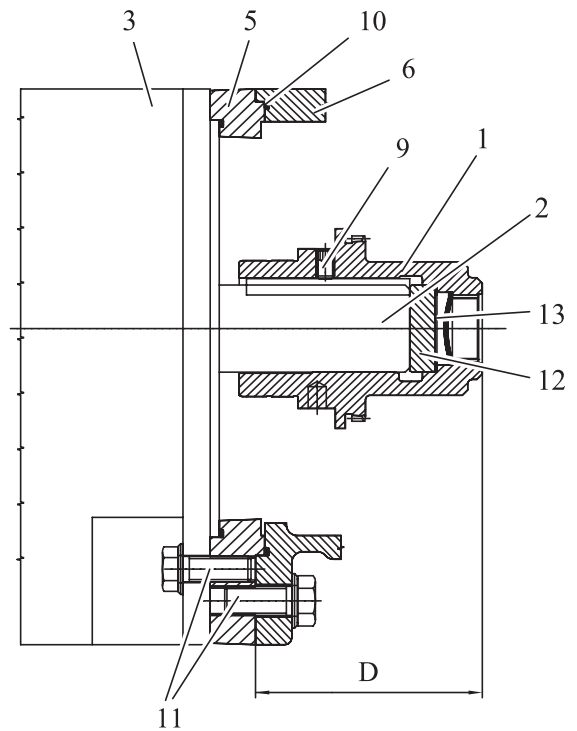
装配面清洁后，从驱动轮毂的开口处将其加热到120 °C左右，并装入电机轴(2)，直到接触垫入的垫块(12)和调隙片(13)为止。

检查安装的参考尺寸"D"值，如果需要请改变轮毂内部的调隙片的厚度。

#### 警示

如果轮毂预热不足，则会导致电机轴损坏。

将螺纹销(9)锁紧，并确保其能防止产生旋转，请参照3.4节。





### 3.3.5 皮带轮驱动设计

皮带轮是定位在驱动法兰的外径上(公差 K6), 产生锁紧摩擦力并使用螺栓固定, 由此必须考虑螺栓允许扭矩。

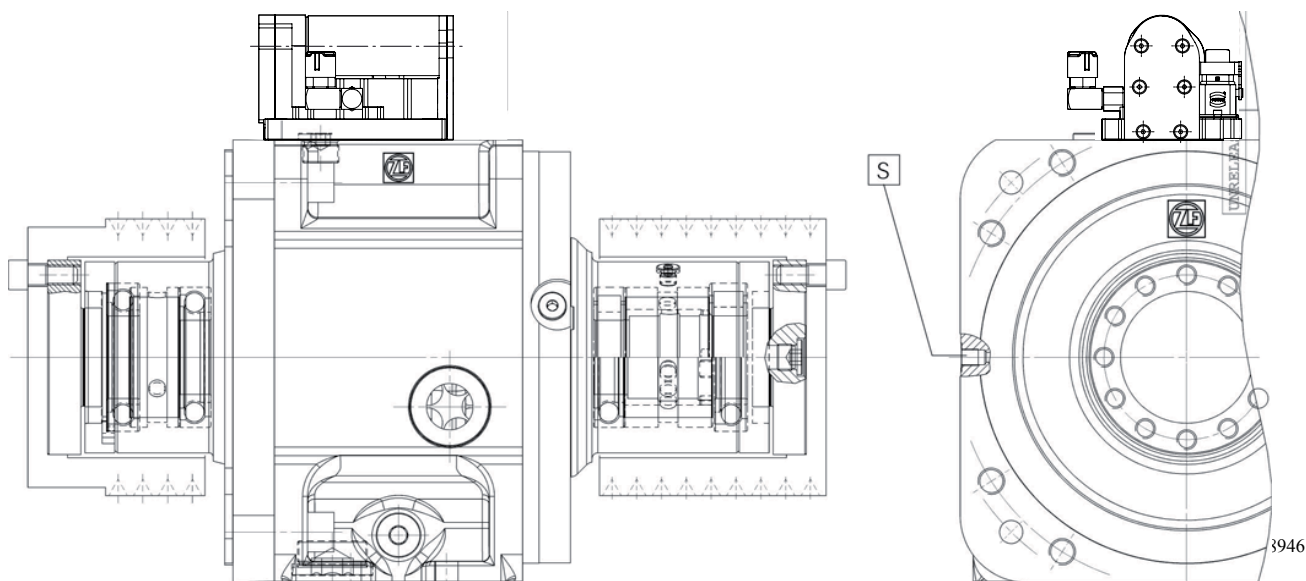
为了确保在低振动下运转, 皮带轮必须有6.3平衡等级, 符合VDI规定2060。

给安装在皮带轮驱动上的轴承润滑是必须的, 其流量为0.5 – 1.0 l/min, 是通过驱动壳体上‘S’油口。

#### 谨防!

为了防止轴承过载, 在拉紧皮带时保证没有超过最大张力。

皮带的平均力必须分布在轴承中间, 安装时皮带轮必须刚好接触到驱动法兰; 必要时加热皮带轮。



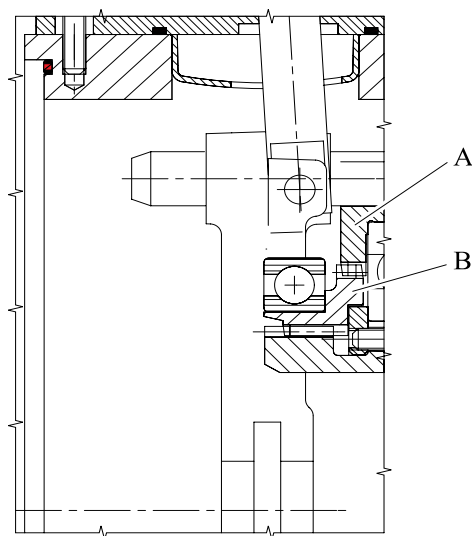
### 3.4 齿轮箱的安装

将螺纹销(9)必须以18Nm的力旋入并锁紧到配合键上，安装前必须在螺纹销上涂螺丝固定剂。

安装过程中，必须确认O型圈(10)的位置是否正确。交货时，O型圈与齿轮箱是分开的，在将O型圈装入壳体上密封槽(6)前涂上适量黄油。

检查换挡机构的位置设定是否正确，滑套位置必须设定在一档(减速档)。

将齿轮箱吊起安装到电机法兰面上。完成上述动作时，注意太阳轮与轮毂的连接。



#### 注意

太阳轮上的外花键齿必须导入到轮毂内花键中。

通过左、右旋转齿轮箱输出轴，即可容易完成上述安装。

利用4/8个六角头螺栓(11)将齿轮箱壳体、中间端板与电机的法兰面连接起来。

加入齿轮箱油，将润滑油循环系统与电源接上。不论任何一种安装位置，通气孔必须始终朝上。必要时最大旋转一圈拧紧通气孔。通气孔通常锁定在B5安装位置。

此刻齿轮箱已作好使用准备。

#### 注意

齿轮箱操作的保护等级与交、直流电机一样。

当安装完成后，确认电机的冷却空气能无任何阻碍流入。

一档位置：

A 制动盘  
B 滑套

#### 注意

电机与齿轮箱组合完成后，在运转前要检查齿轮箱输出轴是否可以用手盘动。

如果驱动部分固定在齿轮箱的法兰或壳体上，电机可以在B侧被支撑，因此就不会产生振动。

### 3.5 输出

#### 3.5.1 皮带式输出

皮带轮必须固定在输出法兰外径(公差K6)上, 用螺栓锁紧, 确保是由摩擦力啮合并使其固定。根据指定的锁紧扭矩来固定。

为了保证在低振动下运转, 皮带轮必须有6.3平衡等级, 符合VDI 规定2060。

#### 警示

为了避免齿轮箱输出轴承过负载, 在拉紧皮带时注意最大规定张力。皮带平均力必须位于轴承之间。当装配时, 皮带轮必须尽可能容易地滑入输出轴。必要时, 将皮带轮加热。

#### 3.5.2 轴式输出

在轴式输出的情况下(轴头), 同样要注意输出的平衡类型(请参见3.2节)。交货时, 齿轮箱是做全键式动平衡。

参考安装图的配合键尺寸, 总是使用一个螺纹销来固定配合键。

### 3.6 电气接线与换档

齿轮箱是利用8孔的插销 (HAN 8U) 来实现电气连接的, 即插即用的连接头是固定在换档机构上的。

#### 3.6.1 换档机构

技术资料:

功率	120 W
电压	24 V DC $\pm$ 10%
电流	5 A
电源线截面	1.5 mm <sup>2</sup> .

必须确保换档机构的接线处电压为24VDC 电流为5A

必须考虑电线长度和移转电阻可能造成的能量损失。

供应范围:

插座外壳、连接螺丝、插销与8孔的插座型号为

Hating AWG 16。 (ZF order no. 4161 298 004)

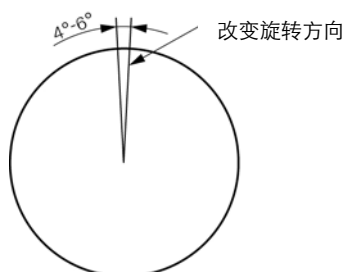
换档机构只能供应总成。

齿轮箱换档机构:

当24V直流电源输入到2、3脚时，实现换档。输入电压的极性规定了不同档位的齿轮啮合。

不在输入电压时，不管其极性，电磁线圈L3始终通电。在换档完成之前，其功能是松开档位的闭锁装置。

在换档过程中，主轴电机必须做每秒1-5次左右的偏摆动作，每次偏摆角度为 $\pm 5^\circ$ 左右，当收到开关S1（接4脚）或S2（接6脚）信号后，关闭电磁线圈电源。



一般情况下，这意味着： $n_{Mot} = 5^\circ/s = 5^\circ \cdot 60/min = 300^\circ/min = 300/360 \text{ rpm} = 0.83 \text{ rpm}$ 。

转换

摆动速度 ↔ 摆动旋转速度

速度 [rpm]	角度 [°/min]	时间 [sec]	角度 [°/sec]
0.25	90	3.33	5
0.50	180	1.67	5
1.00	360	0.83	5
2.00	720	0.42	5
3.00	1080	0.28	5
4.00	1440	0.21	5
5.00	1800	0.17	5

不同的质量和与主轴相连产生的阻力矩，决定机床最佳的基础换档测试。

限位开关从S1（接触4）和S2（接触6）提供信号，一旦换档全部完成，将切断电磁线圈信号。

警示

当限位开关收到信号后，电磁线圈必须继续保持通电最多0.5秒，在运转期间，必须持续侦测限位开关的信号。

限位开关只能接入控制电流（约0.1-0.5A），而不是换档电流（5A）。

如果阻抗比较小，也可以使用较低的控制电流。

末端位置监测的控制电流，要根据长度，电路、过渡电阻和节点的数量来设定。使用一段时间后，必须考虑由于腐蚀导致的电阻增加。通过并联一个二极管来实现控制电流的电感负载转换。

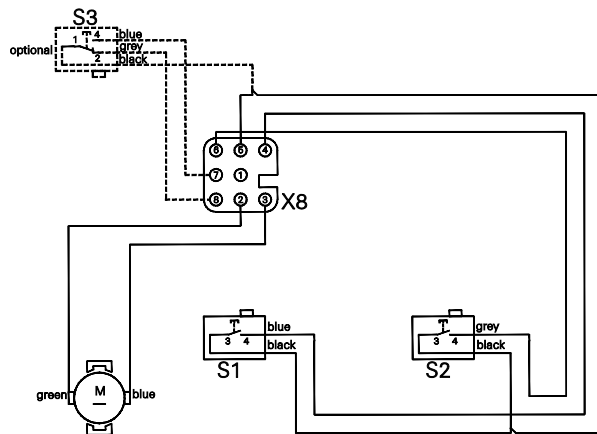
如果限位开关侦测到档位不再可靠的切换，诸如紧急关闭等步骤必须通过控制系统来执行。

注意

电磁场能改变限位开关检测电流。这个可以通过绕道或屏蔽来预防。

下图为齿轮箱分为两个档位（标准）或三个档位（带空档）的电气配线图：

- 1档==> 例如：4:1
- 2档==> 1:1
- 3档==> 空档，待机  
(选配)



齿轮箱的换档机构的电动式换档是由带24VDC电机来驱动的，齿轮箱换档元件通过锁紧，轴向移动拨杆作用到滑套上的。

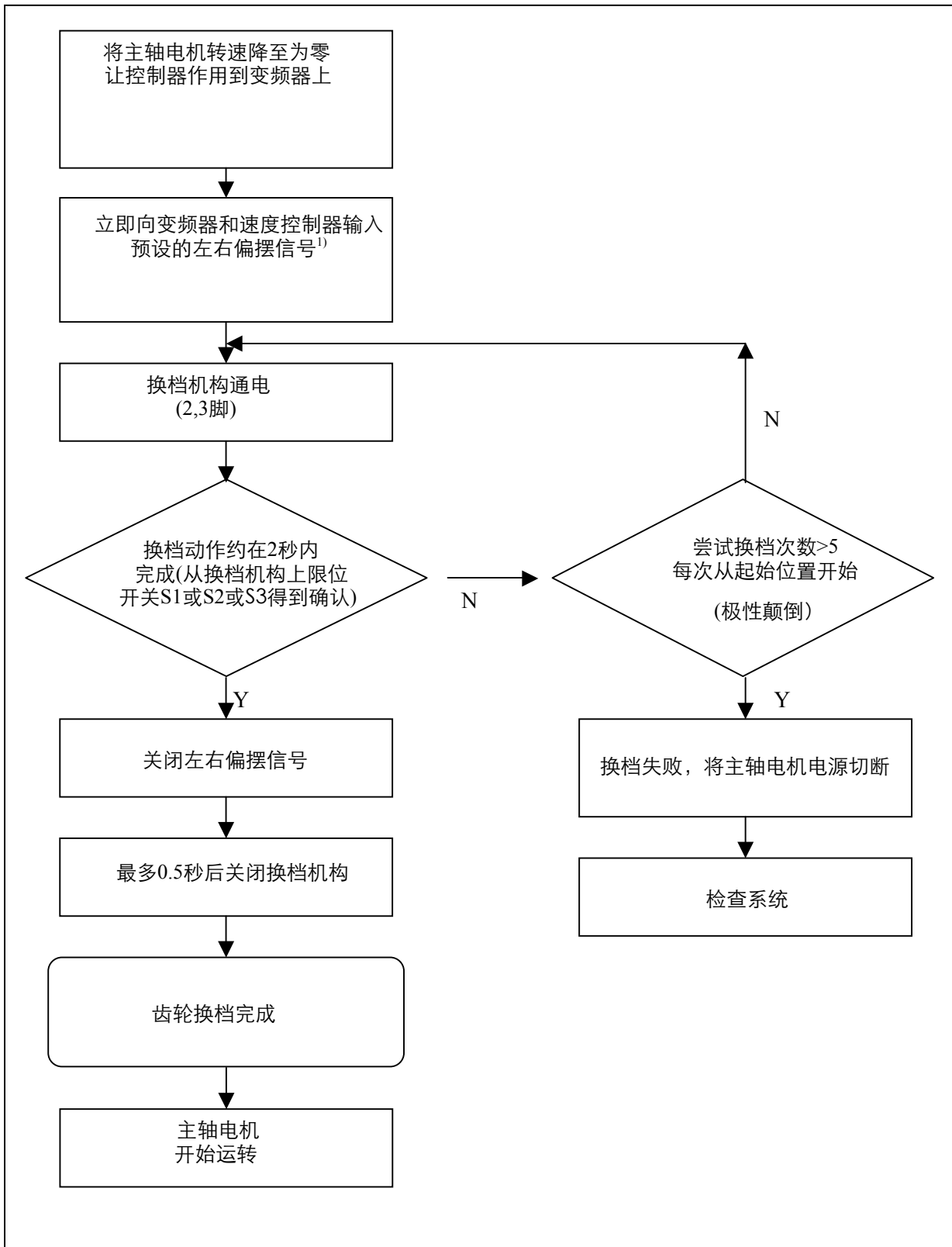
极限位置是通过换档机构上的限位开关来监控的，控制单元监控时序。

注意：

空档位置只能从1档位置切换。

限位开关S3收到信号的同时，立即关闭L1和L2的电源。有必要可以当作短路来控制。

3.6.2 换档逻辑



1) 可供选择，第一次换档测试可以在没有偏摆情况下进行，但这要求主轴电机断电或电机只有较小输出惯量。

### 3.7 润滑

#### 3.7.1 泼溅式润滑

标准的B5安装形式即是泼溅式润滑的一种。

##### 警示

泼溅式润滑适用于间歇性的操作，例如：经常性的换档、不同速度的操作与待机(如换刀)等，这种润滑方式均适用。

这种应用其油位必须保持在视窗的一半位置。

正确的油位是非常重要的，在齿轮箱的铭牌上标有油的用量，这只是个大约值。

##### 注意

如果齿轮箱被安装在特殊的角度，导致视窗无法使用的情况下，必须安装一个特殊的带刻度的油管，来起到代替视窗油位的作用。

齿轮箱的油位必须与卧式安装时相同。  
(参照安装图)

#### 3.7.2 循环式润滑

##### 警示

对于连续性操作，或在同一档位长时间运转或高速且待机时间短的间歇性操作都必须使用此种润滑方式。当然安装形式也要考虑。

对于2K450/2K600来说，立式V1与倒立V3都必须使用循环润滑，而循环润滑的形式也根据其操作温度的要求会有所不同。

在直联式的应用中，连续高速旋转的离心力可能导致润滑不足。

间歇换档后，启动电机( $n_{Mot}=1000rpm$ )供油到传动装置中并防止其一侧、特殊位置啮合负载。

有些应用需要一个非常低的操作温度，可以连接一个合适的带冷却系统齿轮箱供油系统。不同型号的齿轮箱其应用相应有所变化。

为了使齿轮箱的冷却达到最佳，且不影响润滑，根据不同的安装位置和操作形式，齿轮箱的循环润滑系统使用不同的油口和连接方式。

齿轮箱的进出油口的选择可参照25页的简表，更精确的细节请根据相关的安装图。

对于初次的安装调试必须根据操作手册的要求，将润滑油的最高位置调整至视窗的一半。

##### 警示

泵油箱与热交换器等元件，其安装位置必须低于齿轮箱的油位，回油管的连接如3.7.3.2节所述，必须保证其在回转时的弯曲特性，即保证回油顺畅。

##### 注意

以下所发生的情况属正常现象：

- 在齿轮箱操作期间，因齿轮箱内润滑油产生泡沫而导致副油箱的油位降低。
- 当齿轮箱内的油流回副油箱时，有乳胶状液体时，这是由于油气混合的原因。

### 3.7.2.1 V1/B5 循环润滑操作

有关进出油口的选择请根据3.7.2节所述。

润滑油的供应主要使用连接口T M12x1.5, 如果带轮毂轴承使用连接口M M10x1, 总进油量为2.0-2.5dm<sup>3</sup>/min.

关于回油, 拆下一个油窗, 连接一根出油管 (M42x1.5) 来代替。

齿轮箱的安装位置是V3, 润滑油主要通过输出轴的连接口p供应。

必须特别注意其出油管的直径, 以避免造成出油不畅, 甚至导致齿轮箱内积油。(建议其管径内径至少20 mm).

### 3.7.2.2 循环润滑附热交换器

#### 安装范例 B5

热交换器安装在循环润滑系统, 以确保附加温度的降低

### 3.7.2.3 循环润滑附副油箱

为了确保润滑油冷却效果, 副油箱的容量至少应当为10倍的循环润滑油量。

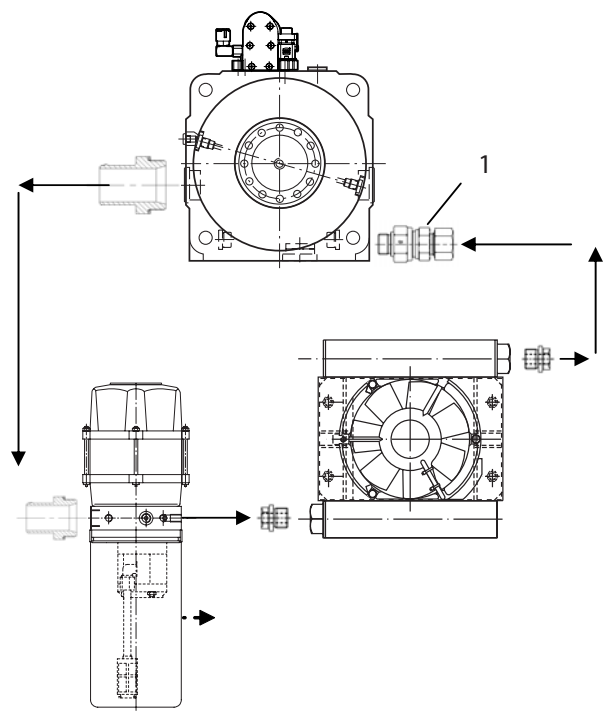
#### 注意

为了避免因缺油而造成齿轮箱损坏, 建议客户在副油箱上安装油位感应器。

在齿轮箱进油口处, 安装一60 μm 过滤器和一安全单向阀。

对于飞溅润式润滑来说, 这样布置可以确保连续连续运行。请参考3.7.1节

回油管路必须安装在齿轮箱出油口的下方, 以确保齿轮箱的油位不会上升。

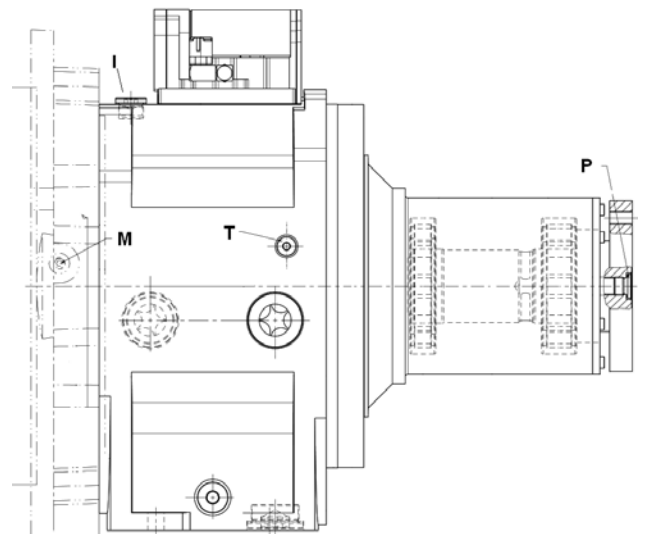
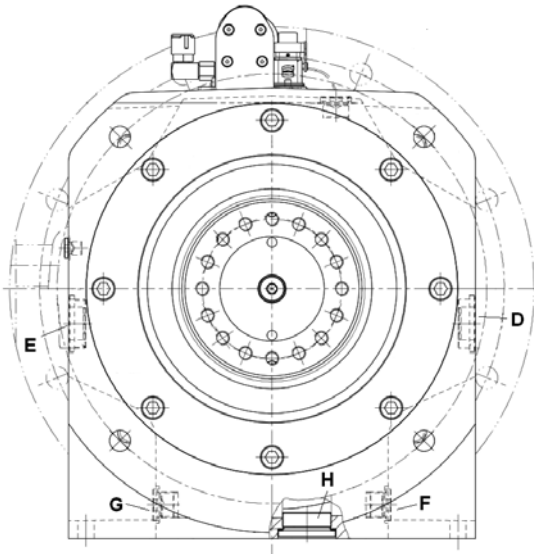




3.7.3 润滑油的进油口和连接

3.7.3.1 初次注油/换油的进油口和连接

安装位置	注油口	排油口
B5	I	F, G, H
B5 旋转		D
V1		P (法兰式输出)
V3		D



## 3.7.3.2 标准应用中的循环润滑连接

安装位置	进油口	最大压力	回油口
B5 (开放式)	<b>G</b> (2.0 dm <sup>3</sup> /min) 主要旋转方向 逆时针 <b>F</b> (2.0 dm <sup>3</sup> /min) 主要旋转方向 顺时针* or <b>T</b> (2.0 dm <sup>3</sup> /min)	1.5 bar  1.5 bar  0.5 bar	<b>D</b> 主要旋转方向 逆时针   <b>E</b> 主要旋转方向 顺时针
B5 (封闭式)	<b>M</b> (1.0 dm <sup>3</sup> /min) and <b>T</b> (1.5 dm <sup>3</sup> /min)	0.5 bar  0.5 bar	
B5 gedreht (开放式 )	<b>T</b> (2.0 dm <sup>3</sup> /min) or <b>I</b> (2.0 dm <sup>3</sup> /min) or <b>F</b> (2.0 dm <sup>3</sup> /min) or <b>G</b> (2.0 dm <sup>3</sup> /min)	0.5 bar  1.5 bar  1.5 bar  1.5 bar	<b>H</b>
V1 (封闭式 )	<b>M</b> (1.0 dm <sup>3</sup> /min) and <b>T</b> (1.5 dm <sup>3</sup> /min)	0.5 bar  0.5 bar	<b>E</b>
V1 (开放式)	<b>T</b> (2.0 dm <sup>3</sup> /min)	0.5 bar	<b>E</b>
V3 (封闭式)	<b>M</b> (1.0 dm <sup>3</sup> /min) and <b>T</b> (1.5 dm <sup>3</sup> /min)	0.5 bar  0.5 bar	<b>D</b>
V3 (开放式)	<b>T</b> (2.0 dm <sup>3</sup> /min)	0.5 bar	<b>D</b>

\* 面对齿轮箱的输出端。

注意: 在决定润滑油供给量时要以回油的流量为主, 如果是皮带传动, 必须考虑到附加润滑油口T(可以参考3.3.5章节)

### 3.7.4 齿轮箱油泵

#### 3.7.4.1 技术资料

技术资料:

额定电压: 200-240 V AC 50/60 Hz  
100-120 V AC 50/60 Hz

额定功率: 100 W

操作模式: S1 = 100% ED

防护等级: IP 44

额定转速: 3000 / 3600 rpm

温度等级: F

绕阻防护

防热接触1x: 160 °C 连接与安装

线缆长度: 大约1000 mm (9极)

运行电容器:  $C_B = 25 \mu\text{F}$   
(不在供应范围内)

油压压力资料:

输出率:  $0.61 \text{ cm}^3/\text{rev}$

额定压力:  $>2 \text{ bar}$

进口油管进油器: 精度  $100 \mu\text{m}$

选项:

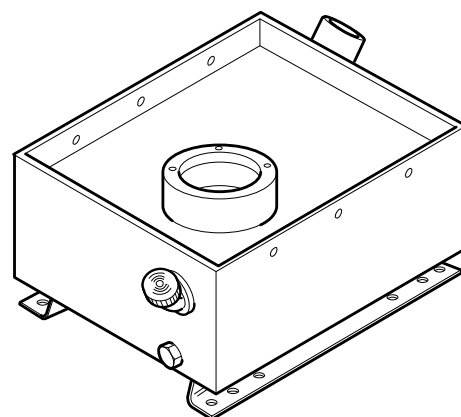
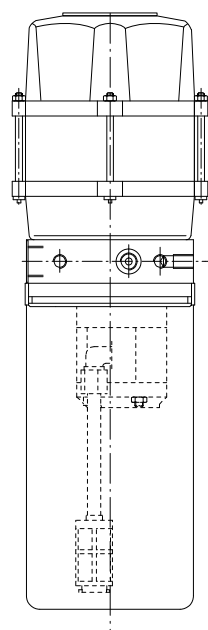
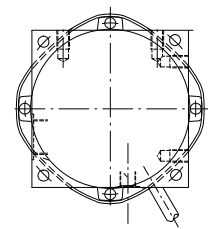
大容量油箱 (19升)

当使用此油箱时, 泵上的塑料容器必须拆下。  
将泵装入合适的开口处, 使用提供的O行圈,  
并用M8\*35的螺丝固定。

如果您需要更多的产品和技术说明, 可参看操作手册。

4161 758 005 (德语)

4161 758 105 (英语)



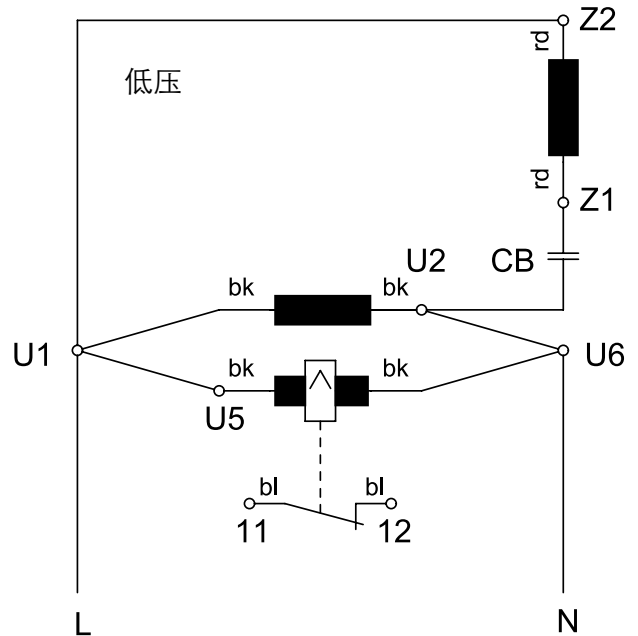
### 3.7.4.2 线路配置图100-120 V AC

端子配线图100-120 V AC:

端子	L	N	PE	跳线	电容 C <sub>B</sub>
U1	•			●	
U2				●	•
U5				●	
U6		•		●	
Z1					•
Z2				●	
11				温度监测	
12					
PE			•	保护接线	

连接11和12为了监测泵电机的温度。

电路图 100-120 V AC:



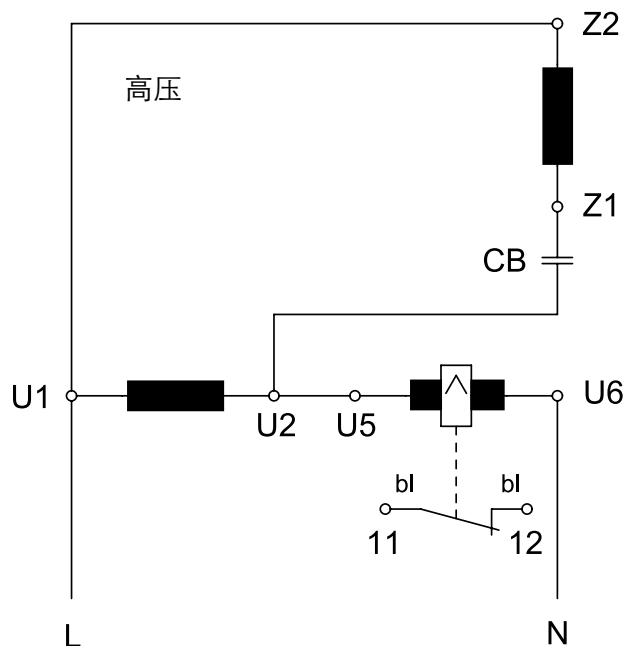
### 3.7.4.3 线路配置图200-240 V AC

端子配线图200-240 V AC:

端子	L	N	PE	跳线	电容 C <sub>B</sub>
U1	•			●	
U2				●	•
U5				●	
U6		•		●	
Z1					•
Z2				●	
11				温度监测	
12					
PE			•	保护接线	

连接11和12为了监测泵电机的温度。

电路图200-240 V AC:



### 3.7.5 热交换器

热交换器的冷却风扇是由24V直流电源驱动。

冷却风扇的旋转方向必须依照外壳上的指示方向(注意吸入方向)。

提供了两种额定等级的气-油热交换器, 分别为TL1 和TL4。

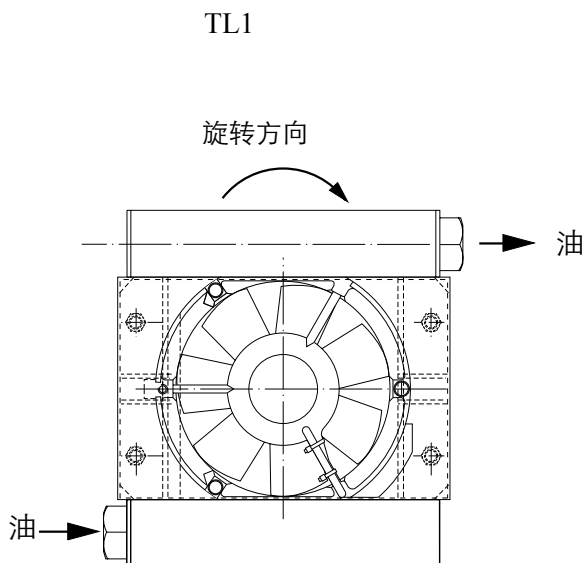
技术数据:

额定电压: 24 V DC

功率消耗: TL 1 41 W

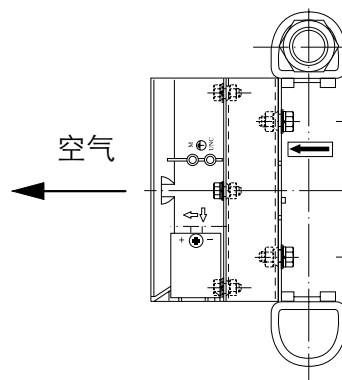
TL 4 113 W

无刷风机

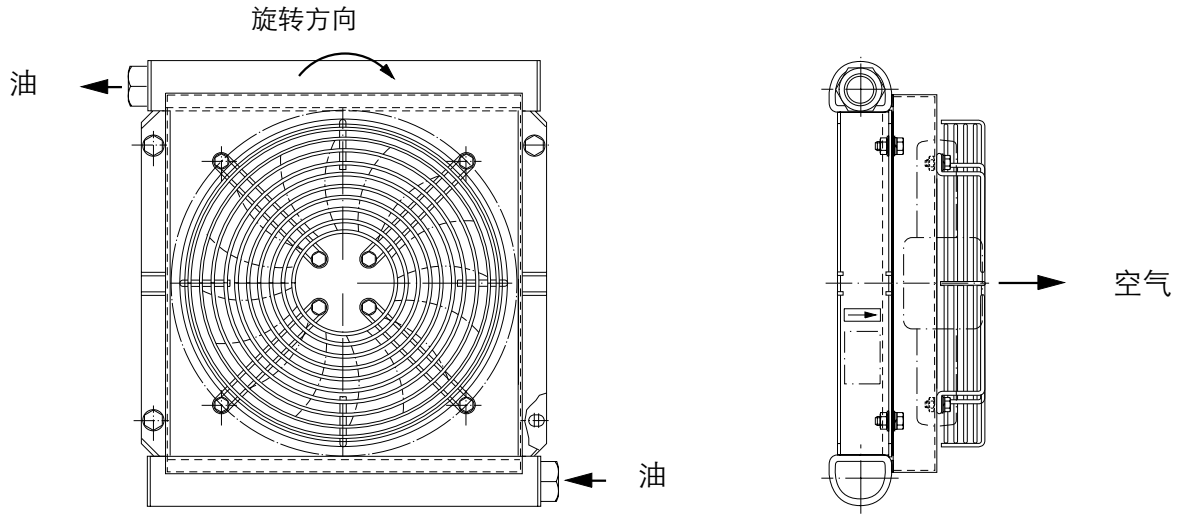


注意:

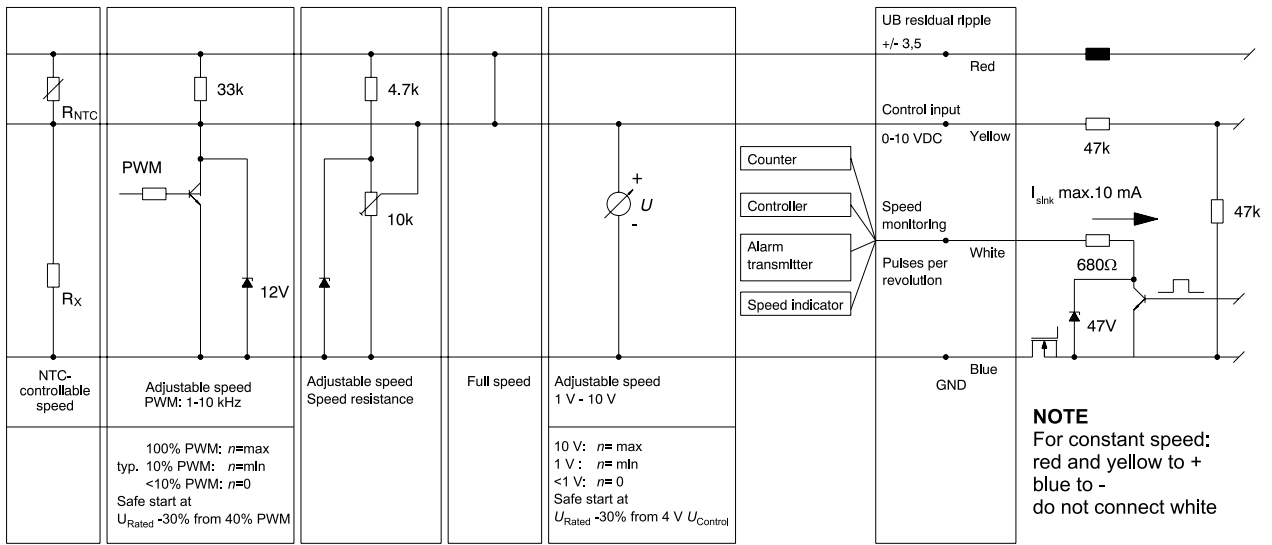
润滑油的出油口必须在进油口的上面, 油的流动方向必须按照图示要求。



TL4



电路图:



用户侧

风机侧

## 4 运转

### 4.1 运转前检查

在运转前检查齿轮箱的安装是否正确。

- 机械部分是否锁紧
- 电机法兰连接面的安装
- 齿轮箱润滑油路
- 确定供油系统正常/或是有油
- 线路的连接
- 齿轮箱是否可以用手轻易的转动
- 通气孔是否朝上

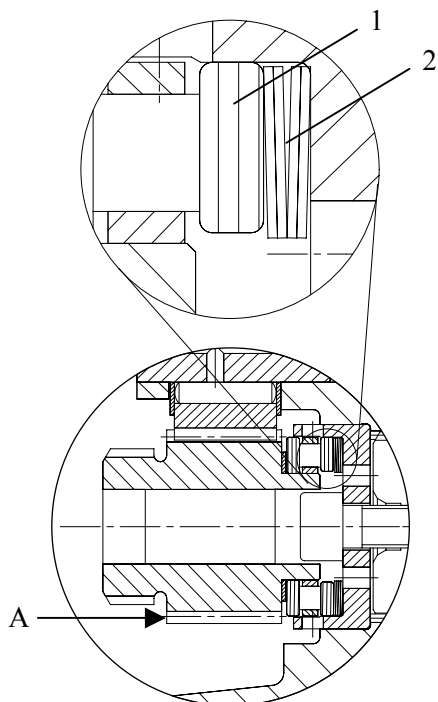
### 4.2 太阳轮安装位置检查

参考尺寸"A"值: 175.7 mm, 公差+0.2 mm, 测量齿轮箱壳体的连接面与太阳轮输出端面的尺寸。

测量时, 必须先将太阳轮朝齿轮箱的输出端方向压至停止为止。

出厂时, 太阳轮已经设定安装在正确的尺寸上。

检查此"A"值时, 通常是在齿轮箱在实施拆装后, 为了确保太阳轮轴承组(1)弹簧垫圈(2)能正确且完整的安装(见下述详图)。



## 5 保养

### 5.1 换油

每运行5000个小时须换一次油。

**⚠ 有关环保的问题(危险)!**

润滑油与清洁剂切不可倒在地面、下水道及污水处理系统。

- 请根据当地的环保法规来采取必要的措施。
- 使用后的润滑油, 务必装入一待处理的大容器内。
- 废油堵塞的过滤器以及润滑油的清洁剂的处理, 也请根据当地的环保法规。
- 润滑油以及过滤器的处理, 也必须根据制造商的安全规范。

在换油时, 若齿轮箱的油在操作温度时, 须将油放在一个适当的容器中。

换油时排油口的位置, 根据齿轮箱安装位置与型式不同而不同。(请参见3.7.3.1)

新的齿轮箱油由I口添加。

齿轮箱未运转时, 加油到视窗的一半, 即是正确的油位。

齿轮箱的油位是很重要的, 铭牌上所标示的油量只是一个参考值, 必须以视窗的高度作为依据。

如果可能, 请在新油添加完成后让泵做一下运转, 如果需要, 必须把空气和多余的油抽掉。

## 6 维修

当齿轮箱有问题时，请先检查与齿轮箱连接的线与组件。

请根据6.1节所述的故障情况详述，以协助ZF公司工作人员立即诊断。

齿轮箱的维修，只能由ZF德国总厂或由ZF德国原厂授权的维修人员来做。

### 6.1 齿轮箱故障检查表

当您认为齿轮箱有问题时，请先根据第7节的故障排除来做。

如果你仍不能解决，请将下述齿轮箱信息提供给ZF德国或由ZF德国授权的服务点，以便做出快速判断。

齿轮箱铭牌上的信息：

型式: ...  
(Type)

齿轮箱总成号: 4161 ... ..  
(Parts list no.)

生产流水号: ... ..  
(Serial no.)

电机铭牌上的信息：

制造厂商: ...

型式/尺寸: ...

故障分析问题表：

- 视窗内所看到的齿轮箱油是否变黑或颜色不对？
- 在通气孔部位是否闻到有烧毁的油味？
- 齿轮箱的运转噪音是发生在速比1:1或1:4，是单一的旋转方向或正反转均有噪音？
- 运转噪音发生前，机床是否长时间在一个档位(1:1)运转？
- 运转噪音是否发生在机床更换配件前，或在机床更换配件后？
- 在运转噪音发生前是否做过任何的保养与维修，如果有，都做了些什么？
- 如果有换档问题，是否是不能换档或档位丢失？
- 换档逻辑是否符合ZF公司的要求，请参见第22页。
- 换档过程中，电磁线圈电压是多少？

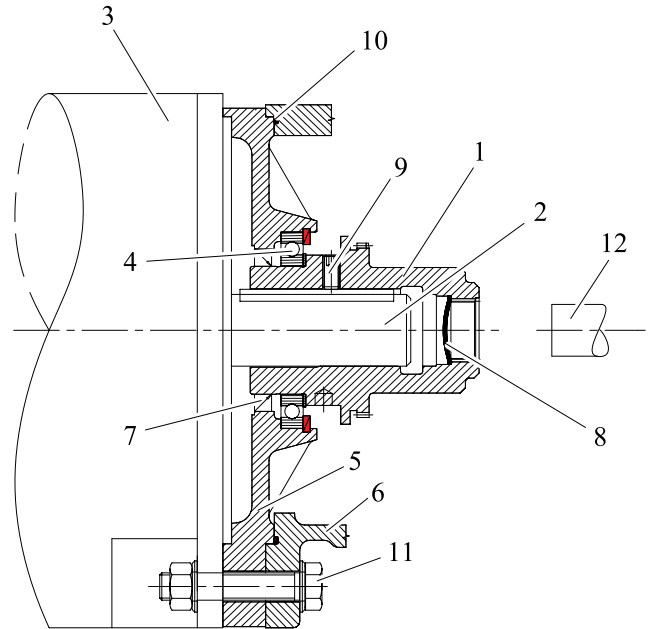


## 6.2 齿轮箱的分离

(以附端板、轴封与轮毂附轴承齿轮箱为例)

如果是其它型式，则按别的方式处理。

- 关掉机床
- 切断机床电源
- 将连接电线拆下
- 将齿轮箱连接油路拆下，将齿轮箱内的油放掉
- 拆下连接螺丝(11)
- 将齿轮箱体(6)连接端板(5)和驱动轮毂(1)分离



## 6.3 轮毂

- 松开螺纹销(9)
- 使用拆除工具，如三爪拉拔器，不预热的情况下，从电机轴相反的方向拔出：

利用辅助垫块(12)压在轮毂密封端盖(8)上，直到端盖顶到调整垫块或电机轴上，然后用拆除工具拔出。

### 警示

在分离电机轴与轮毂时，请一定要保证轮毂密封端盖(8)在中心位置，否则在拆除轮毂时，端盖可能堵住。

- 1 驱动轮毂
- 2 电机轴
- 3 电机
- 4 轮毂轴承
- 5 连接端板
- 6 齿轮箱壳体
- 7 轴封
- 8 轮毂密封端盖
- 9 螺纹销
- 10 O型圈
- 11 连接螺丝
- 12 拆除工具  
(气缸25x100mm)

在安装前更换一个新的轮毂密封端盖40 DIN 470  
重新组装前将各连接面清洁，检查各轴封及O型圈，如需要，更换！

## 7 常见问题与解决

故障	可能原因	解决办法
齿轮箱噪音大，有撞击声	<ul style="list-style-type: none"> <li>接触电机的速度传感器松动，导致电机不停运转</li> </ul>	检查速度传感器，以及连接线如有需要，清洁传感器
	<ul style="list-style-type: none"> <li>速度传感器脏了，没有清晰的信号传出</li> </ul>	检查控制系统，调整其速度控制参数(软件设置)
齿轮箱异音，运转噪音	长时间在高速1:1切削，档位切换到1:4时	齿轮箱不会损坏 试着多做几次换档，齿轮箱的运转噪音应当可以改善
	轴向轴承安装不正确	检查安装
	太阳轮上的轴承和碟形弹簧安装不正确	检查参考尺寸"A"
齿轮箱异音，在有速比时运转噪音	电机轴太长，或轴向轴承损坏	检查参考尺寸"A"是否正确，如果需要安装一个新的轴承
齿轮箱输入/输出端有漏油现象	轴封有问题	更换轴封时，如果有需要将齿轮箱送回ZF检验
齿轮箱在通气孔处漏油	<ul style="list-style-type: none"> <li>油已裂化</li> <li>齿轮箱内部油太多而溢出</li> </ul>	换油 <ul style="list-style-type: none"> <li>如有需要,检查齿轮箱油位，并更正至正确位置</li> </ul>
机床控制系统不能从换档机构收到换档信号	<ul style="list-style-type: none"> <li>齿轮箱换档机构连接线松脱</li> <li>换档机构坏掉</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>检查换档机构连接线，并清理插头，确保连接器用夹子夹紧</li> <li>将齿轮箱送回ZF公司或指定维修站检修</li> </ul>
齿轮无法啮合	<ul style="list-style-type: none"> <li>限位开关故障</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>将齿轮箱送回ZF公司或指定维修站检修</li> </ul>

**ZF Friedrichshafen A**  
Special Driveline Technology  
88038 Friedrichshafen  
Germany  
Phone +49 7541/77-3694  
Fax +49 7541/77-2379  
E-mail: [industrial-drives@zf.com](mailto:industrial-drives@zf.com)  
[www.zf.com/industrial-drives](http://www.zf.com/industrial-drives)