

操作手册

ZF-DUOPLAN

双速齿轮箱

2K800 / 2K801 / 2K802

2K1000 / 2K1001 / 2K1002

工业传动系统



ZF 股份公司版权所有 ©

本文件受版权保护。

未经 ZF 股份公司许可不得对本文件的全部或摘要内容进行违法复制和传播。
违法行为将受到民事和刑事处罚。

1	前言	5
1.1	适用性和应用范围	5
1.2	消耗品	5
2	安全规范	6
2.1	提示语与缩写符号	6
2.2	一般安全提示	6
2.3	与产品相关的安全提示	8
3	应用与设计	9
3.1	应用	9
3.2	特点	9
3.3	设计	10
3.4	技术资料	11
3.5	安装位置	13
4	初次安装	14
4.1	驱动电机径向跳动、轴向跳动和 长度公差	14
4.2	动平衡	15
4.2.1	半键动平衡	15
4.2.2	全键动平衡	15
4.3	电机与齿轮箱的配合	16
4.3.1	开放式设计	16
4.3.2	封闭式设计(附轴封)	17
4.3.3	开放式设计附接合环, 适用于2K800、2K801、2K1000 和 2K1001	18
4.3.4	开放式设计附接合环, 适用于 2K802 和 2K1002	19
4.3.5	皮带驱动形式	20
4.4	齿轮箱的安装	20
4.5	输出	21
4.5.1	皮带式输出	21
4.5.2	轴式输出	21
4.5.3	不带输出	21
4.6	变速器换挡机构的电气连接	22
4.6.1	换挡机构	22
4.6.2	换挡逻辑	24
4.7	润滑	25
4.7.1	循环式润滑	25
4.7.2	V1/B5 的循环润滑操作	25
4.7.3	循环润滑附热交换器	25

目录

4.7.4	循环润滑副油箱	26
4.7.5	循环润滑的连接口	27
4.7.6	直连式主轴头循环润滑的联接	28
5	运转	29
5.1	运转前检查	29
6	保养	29
6.1	换油	29
7	维修	30
7.1	齿轮箱故障检查表	30
7.2	齿轮箱的分离	31
7.3	轮毂	31
8	常见问题与解决	32

1 前言

除 ZF 文件外，还需同时遵守车身制造商的规定。

1.1 适用性和应用范围

本文件适用于以下 ZF 产品：

- 2K800, 2K801, 2K802
- 2K1000, 2K1001, 2K1002

1.2 消耗品

产品	名称/规格	数量 (近似值) [dm ³]	应用	备注
黄油	Shell Avania WR2 Fuchs Renolit CXEP2 Esso Beacon EP2		一般使用	
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	
胶水 (液态)	Loctite 574		密封	密封垫片/间隔垫圈

2 安全规范

2.1 提示语与缩写符号

本文件包含特别强调的安全提示，按照其危险等级以下列提示语之一作为标识：


! 危险
危险
提示语“危险”所表示的危险情况在未能避免时
将造成严重伤害或死亡。
⇒ 如何避免危险的信息。


! 警告
警示
提示语“警示”所表示的危险情况在未能避免时
可能造成严重伤害或死亡。
⇒ 如何避免危险的信息。

! 注意
注意
提示语“注意”所表示的危险情况在未能避免时
可能造成轻度至中度伤害。
⇒ 如何避免危险的信息。

公告
提示语“公告”所表示的危险情况在未能避免时
可能造成财物损失。
⇒ 如何避免财物损失的信息。

下列缩写符号补充使用：

 此缩写符号表示与安全相关的附加信息。

 此缩写符号表示与特殊工作流程、方法、辅助工具应用等相关的信息。

2.2 一般安全提示

请通读所有安全提示和说明。如未遵守，则可能造成财物损失、严重伤害甚至死亡。

预期用途

ZF 产品仅可用于合同中规定的并且在交付时生效的使用目的。其他使用或超限使用均被认为不符合规定。预期用途还包括遵守本文件和相关适用文件的说明，以避免故障和损伤。

ZF 产品根据现有技术水平设计和制造。ZF 产品在交货状态下运行安全。如果由未经授权、未经培训以及未经指导的人员采取了不正确或不符合规定的操作时，ZF 产品可能会造成危险。

图示非等比例绘制，可能与 ZF 产品略有偏差。无法由此推导尺寸和重量。

安装、运转、保养与维修

仅可按照本文件和相关适用文件的要求进行安装作业、运转、维护保养作业和维修作业。

请注意以下事项：

- 任用经过授权、培训和指导的人员。
- 遵守技术规定。
- 仅使用 ZF 原装备件。
- 仅使用 ZF 原装附件。
- 仅使用 ZF 原装专用工具。
- 未经授权的修改和改装将导致运行许可证、三包或保修失效。

申请保修时，请联系 ZF 并提供以下产品数据：

- 型号
- 零件明细表编号
- 序列号
- 运行功率
- 损伤情况说明

遵守安全提示、现行安全规定和法律要求，以避免故障和损伤。

此外，遵守国家特有的安全规定、事故预防条例和环保法规。

在进行所有作业时均需穿着防护工作服。根据作业性质的不同，还需穿戴其它个人防护装备。

作业结束后，检查功能正确性和运行安全性。

ZF 产品使用

未经授权的修改和改装可能影响运行安全性。

仅可在获得 ZF 股份公司书面许可的情况下进行修改、改装和应用。

在 ZF 产品上作业时请注意：

- 对工作区域进行安全防护。
- 仅可在设备不带电的情况下进行作业。
- 采取措施防止设备意外开启。在清晰可见的位置上放置指示牌。
- 在电机关闭状态下进行作业。
- 采取措施防止电机意外启动。在清晰可见的位置上放置指示牌。
- 禁止在悬挂的货物下停留。
- 禁止在悬挂的货物上作业。
- 仅可使用经过批准且具备足够承载能力的运输工具和起重装置。
- 封闭开放的管路和软管，避免其受到损坏。
- 注意拧紧力矩。
- 保护线缆使其免受机械性损伤。

噪音

噪音可能导致永久性听力受损。

对声音信号、警报或危险性异响的接收都可能受到噪音的影响。

在 ZF 产品上作业时请注意：

- 避免发出噪音。
- 佩戴听力保护装置。

运行材料和辅助材料

运行材料和辅助材料有可能造成永久性健康损害和环境破坏。

在选择运行材料和辅助材料时请注意：

- 健康风险
- 环境相容性
- 安全数据表

在处理运行材料和辅助材料时请注意：

- 使用配有正确标识的适当容器储存运行材料和辅助材料。
- 因冷、热或具有腐蚀性的运行材料或辅助材料造成伤害时，需寻求医疗救助。

为保护环境，请注意：

- 将流出的运行材料和辅助材料收集到容量足够的容器内。
- 遵守废弃物处理规定。
- 遵守安全数据表。

2.3 与产品相关的安全提示

- 清除所有密封面上的密封剂残留物。使用油石仔细清理毛刺和类似凸凹处。
- 对打开的齿轮箱进行严密遮盖，防止异物进入。

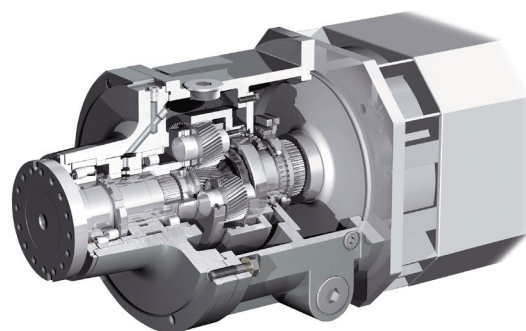
3 应用与设计

3.1 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。



3.2 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

3.3 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

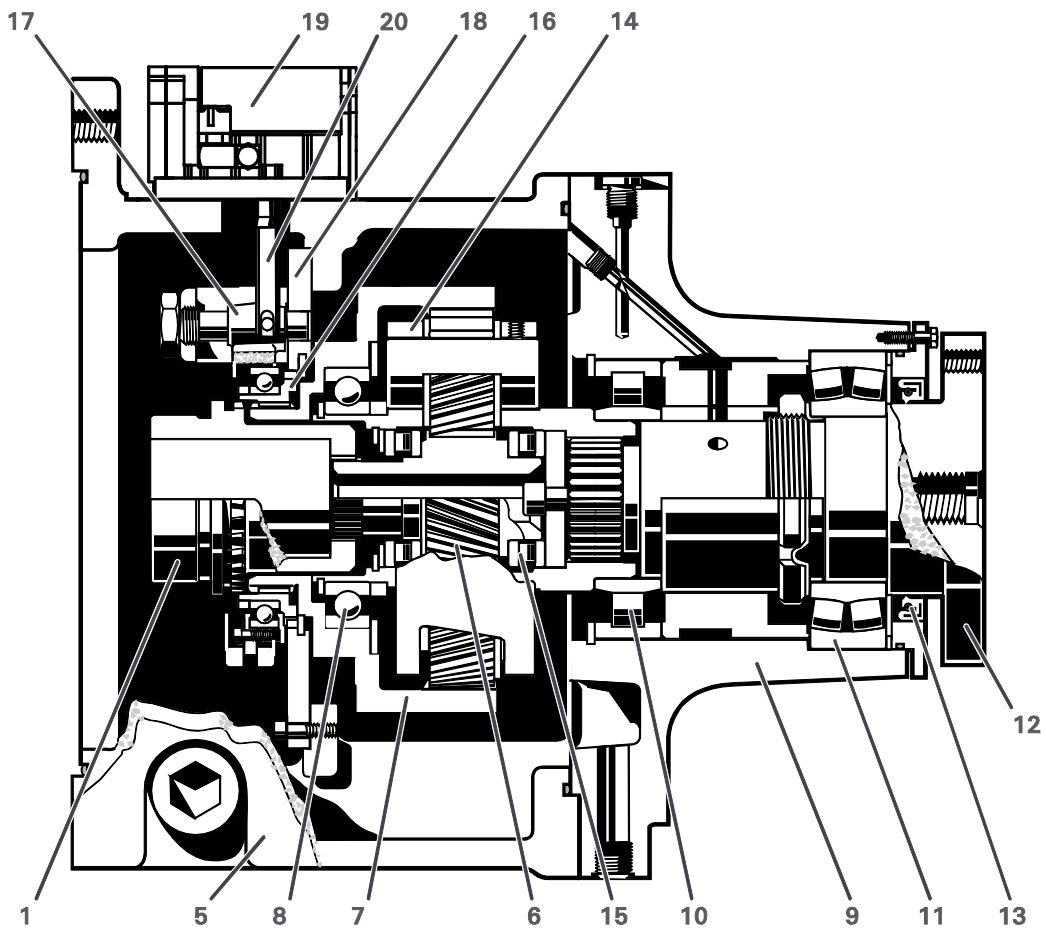
- 轴承壳体 (9)
- 输出轴承 (10, 11)
- 输出轴 (12)
- 径向轴封 (13)
- 行星齿轮架 (14)
- 轴向轴承 (15)

换档机构

- 滑套 (16)
- 换档拨叉 (17)
- 制动盘 (18)

换档机构

- 换档机构 (19)
- 拨杆 (20)



3.4 技术资料

型号	2K800 2K801/802 标准型	2K800 2K801/802 带 STW (i = 1.236)
额定功率	最大 84 kW	最大 84 kW
额定转速	1000 rpm	1000 rpm
最大转速 直接驱动 i = 1	5000 rpm	5000 rpm

型号	2K1000 2K1001/1002 标准型
额定功率	最大100 kW
额定转速	1000 rpm
最大转速 直接驱动 i = 1	5000 rpm

注意

当在主轴上使用制动器或反向电流刹车时(如紧急停机)，必须确保其瞬间的扭矩不要超出齿轮箱所容许的最大输出扭矩。必须设定适合的刹车时间。

型号	2K800 2K801/802 标准型	2K800 2K801/802 带 STW (i = 1.236)
额定输入扭矩 (S1)	最大800 Nm	最大 800 Nm
最大输出扭矩 (S1)		
i = 1.00	800 Nm	989 Nm
i = 3.19	2552 Nm	3154 Nm
i = 4.00	3200 Nm	3955 Nm
重量	约 175 kg	约 325 kg


型号	2K1000 2K1001/1002 标准型
额定输入扭矩 (S1)	最大960 Nm
最大输出扭矩 (S1)	
i = 1.00	960 Nm
i = 3.19	-
i = 4.00	3840 Nm
重量	约180 kg

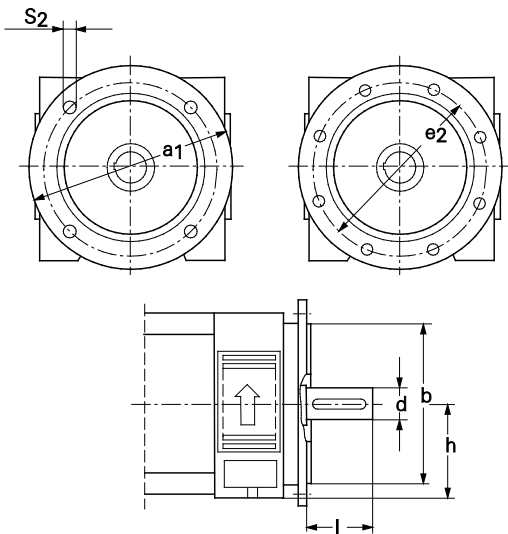
应用与设计

标准安装尺寸(单位: mm)
符合 EN 50347: 2001

双速 齿轮箱	2K800 2K1000 FF350	2K801 2K1001 FF400	2K802 2K1002 FF500
电机型号	180	200	225
h	180	200	225
d	60	65	75
l	140± 0.2	140± 0.2	140± 0.2
b	300	350	450
e ₂	350	400	500
a ₁	400	450	550
s ₂	4x18.5	8x18.5	8x18.5

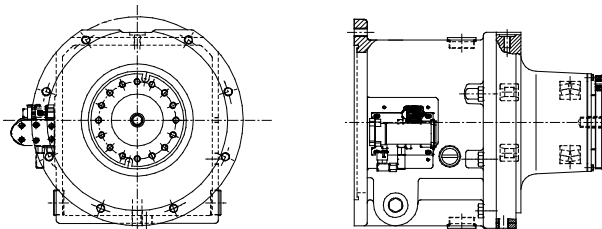
铭牌(标准)
(粘贴在齿轮箱壳体上)

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

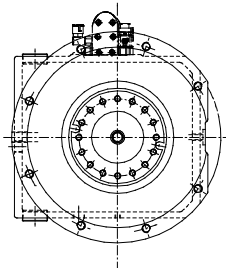


3.5 安装位置

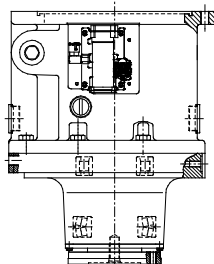
卧式 B5



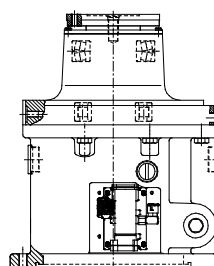
卧式 B5
(旋转换档机构)



立式 V1



立式 V3



公告

漏油可能导致变速器损坏。

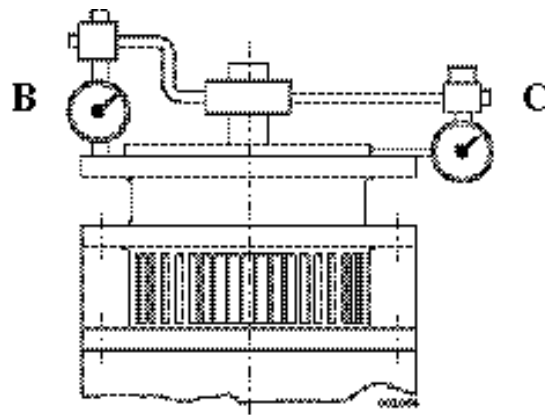
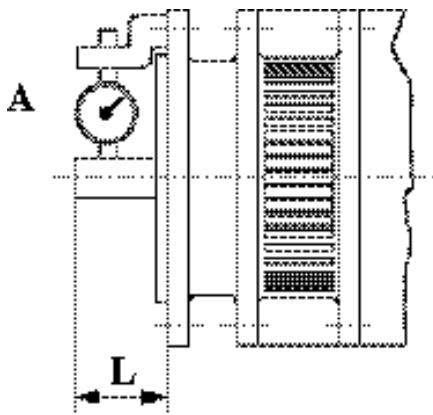
⇒ 不论任何一种安装位置，通气孔必须始终朝上。

4 初次安装

4.1 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。

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。



轴的径向跳动、轴向跳动和长度公差
—电机法兰连接面：

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。

齿轮箱 型号	公差			
	A	B	C	L=140
2K800/ 2K801 2K1000/ 2K1001	0.030	0.063	0.063	± 0.200
	A	B	C	L=140
2K802 2K1002	0.030	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。

公告

公差错误可导致齿轮箱功能故障。

⇒ 请遵守轴长“L”的公差。

4.2 动平衡

 电机与键配合使用，因此需注意动平衡的类型。

轮毂 (2) 上附有一个标准的键槽 (1) 传递电机轴 (3) 上的动力。


电机与齿轮箱有两种平衡方式可供选择，分别称为半键与全键式动平衡。具体细节请参考 DIN ISO 8821。

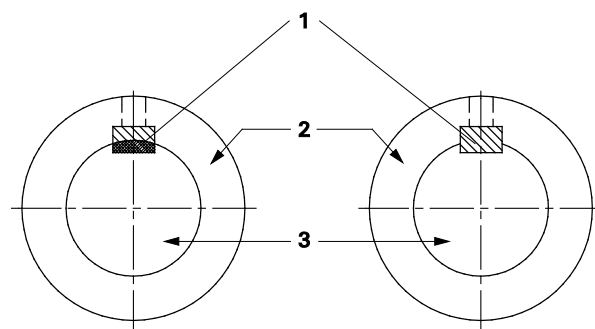
电机轴与轮毂的动平衡方式必须确认为相同。

这也是为何在订购齿轮箱时，提供电机资料、尺寸与动平衡形式很重要的原因。

电机输出轴所附标准配合键尺寸：
符合 EN 50347: 2001

齿轮箱型号	电机轴直径	配合键	配合键长度
2K800/2K1000	60 mm	A18x11	125 mm
2K801/2K1001	65 mm	A18x11	125 mm
2K802/2K1002	75 mm	A20x12	125 mm
	80 mm	A22x14	140 mm

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



半键平衡

全键平衡

4.2.1 半键动平衡

在半键动平衡中，键槽必须被近似于半键、B 形状的补偿块填满来做动平衡。它基于原装的键，长度、外形和位置都由电机制造商确定，它的作用类似于一个平衡块。相对于全键平衡，在半键平衡接缝处经过一个公用的组件，这就意味公差因素会在组装后造成不平衡。

由于这个原因，这里推荐在连接件装配后，重新做动平衡。

4.2.2 全键动平衡

在全键动平衡中，电机轴是附键做动平衡的，而轮毂不带，所以键的种类、形状、长度和位置就不是那么重要。

4.3 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。

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	输出轴长度	C 值 (mm)
2K800/2K1000	140	82.3 -0.2
2K801/2K1001	140	148.3 -0.2
2K802/2K1002		
	170	182.3 -0.2

对于 B 侧装有固定轴承的电机，尺寸C减小 0.5 mm。

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

4.3.1 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。

供货时，驱动轮毂 (1) 与变速器是分开的。电机 (3) 的配合面和驱动轮毂必须要清洁。必须根据 4.1 章节检查电机轴的径跳和端跳。另外，必须在电机轴上稍微涂抹润滑脂。

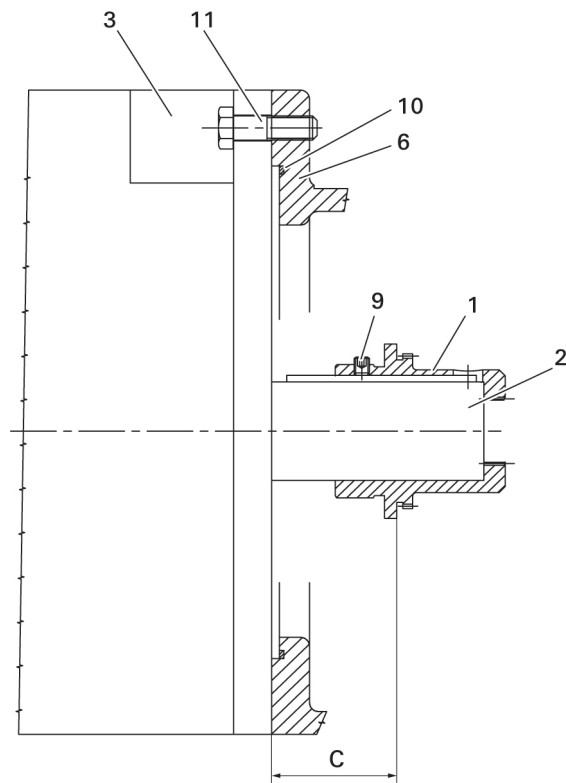
⚠ 注意
 接触热表面导致烫伤危险。
 可造成轻度至中度伤害。
 ⇨ 佩戴防护手套。

在清洁配合面之后，必须将驱动轮毂从开口处加热至大约 120 °C，并推到电机轴的挡块上。

然后检查基准尺寸“C”值。如果尺寸不足使用调节垫圈进行补偿。如果尺寸过大，缩短电机轴。

公告
 如果轮毂的预热不足，则可能导致电机轴损坏。
 ⇨ 将驱动轮毂加热至 120 °C 左右。

将螺栓 (9) 锁紧，并确保其能防止旋转，请参考 4.4 节。



4.3.2 封闭式设计(附轴封)

其主要的不同点在于中间端板 (5) 附一油封 (7)，这样齿轮箱形成紧凑、封闭的单元。

交货时，轮毂 (1) 和中间端板 (5) 是分开的，将电机 (3) 与轮毂连接面清理干净。请参照 4.1 节检查电机轴 (2) 的径向、轴向跳动值。同样在电机轴 (2) 上抹上少许黄油。

⚠ 注意

接触热表面导致烫伤危险。

可造成轻度至中度伤害。

⇒ 佩戴防护手套。

连接面清洁后，将端板及油封 (7) 安装于电机壳体上。从驱动轮毂开口处将其加热至 120 °C 左右，并装入电机轴上，直到接触到轮毂底端为止。

检查安装后的“C”值，如需要，更换调隙片。

公告

如果轮毂的预热不足，则可能导致电机轴损坏。

⇒ 将驱动轮毂加热至 120 °C 左右。

将螺纹销 (9) 锁紧，并确保其能防止产生旋转，请参见 4.4 节。

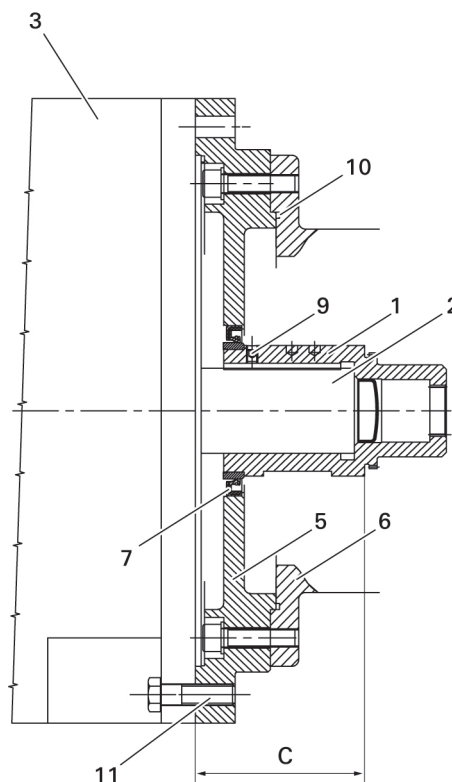


在安装前，径向轴封与轮毂必须都抹上黄油，安装时必须确认轴封口与径向轴封的位置是正确的。

公告

使用封闭式设计时，需取下驱动电机 A 侧上的径向轴密封环。

如果电机调节和提供的密封/垫圈松散，后者必须在组) 装之前用密封剂粘合 (如 Loctite 574)。



4.3.3 开放式设计附接合环，适用于 2K800、2K801、2K1000 和 2K1001

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 (1) 装配面清理干净，按照 4.1 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 (2) 上抹少许黄油。

⚠ 注意

接触热表面导致烫伤危险。

可能造成轻度至中度伤害。

⇒ 佩戴防护手套。

在清洁配合面之后，须将转接环安在电机壳体上。然后，必须将驱动轮毂从开口处加热至大约 120 °C，并推到电机轴 (2) 的挡块上。

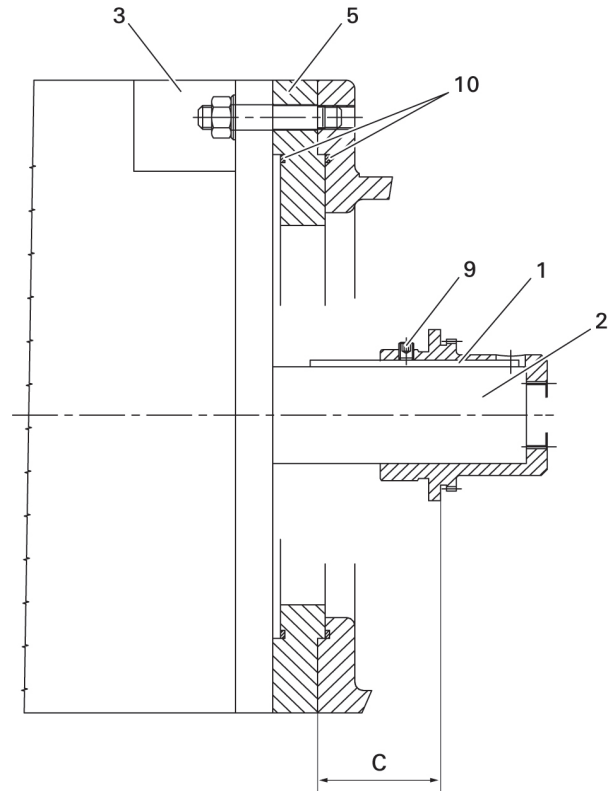
检查安装的参考尺寸“C”值，如果需要请改变轮毂内部的调隙片的厚度。

公告

如果轮毂的预热不足，则可能导致电机轴损坏。

⇒ 将驱动轮毂加热至 120 °C 左右。

将螺纹销 (9) 锁紧，并确保其能防止产生旋转，请参照 4.4 节。



4.3.4 开放式设计附接合环，适用于 2K802 和 2K1002

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 (1) 装配面清理干净，按照 4.1 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。

⚠ 注意

接触热表面导致烫伤危险。

可能造成轻度至中度伤害。

⇒ 佩戴防护手套。

在清洁配合面之后，须将转接环安在电机壳体上。然后，必须将驱动轮毂从开口处加热至大约 120 °C，并推到电机轴 (2) 的挡块上。

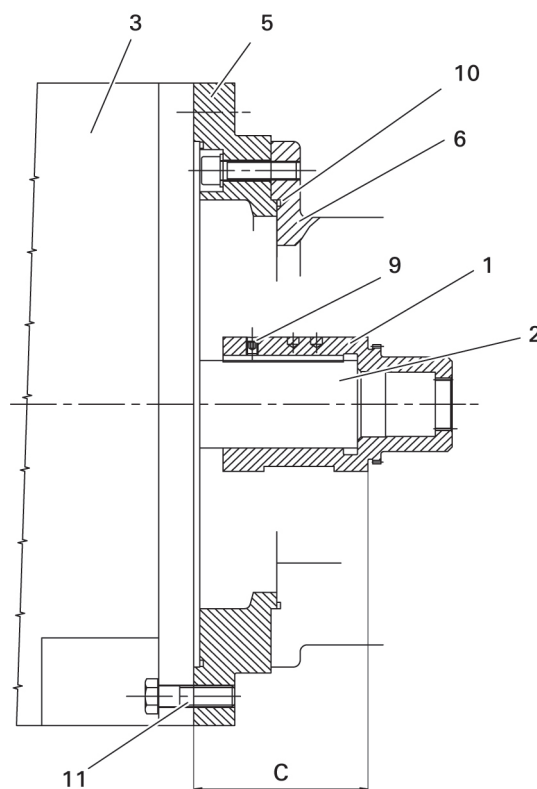
检查安装的参考尺寸“C”值，如果需要请改变轮毂内部的调隙片的厚度。

公告

如果轮毂的预热不足，则可能导致电机轴损坏。

⇒ 将驱动轮毂加热至 120 °C 左右。

将螺纹销 (9) 锁紧，并确保其能防止产生旋转，请参照 4.4 节。

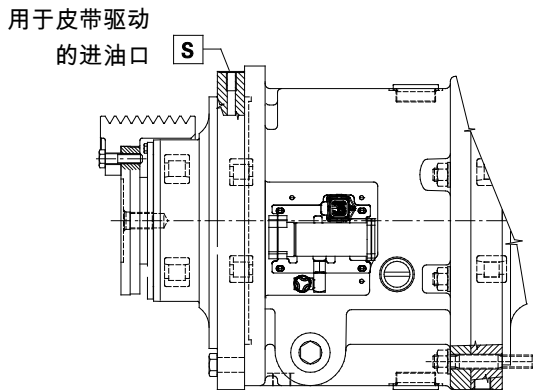


4.3.5 皮带驱动形式

皮带轮必须定位在驱动法兰的外径（K6 公差）上，在适当位置由摩擦力锁紧并用螺丝固定，必须根据指定的锁紧扭矩来拧紧。

按照 VDI 规定 2060，皮带轮必须有 6.3 等级的动平衡以保证低振动运转。

皮带轮驱动处的支撑轴承必须被润滑，可通过壳体的S油口进油，注量为 0.5 – 1.0 l/min。



4.4 齿轮箱的安装

在安装驱动轮毂 (1) 时，必须用 40 Nm 旋入螺销 M12 (9) 贴合至滑键并拧紧。在安装前，螺销必须配备有液体密封胶。

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。

检查换档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。

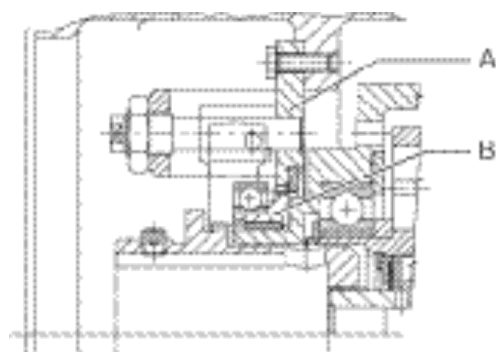
i 太阳轮上的外花键齿必须导入到轮毂内花键中。

通过左、右旋转齿轮箱输出轴，即可容易完成上述安装。

利用 4/6/8 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。

将润滑油加到齿轮箱内，连接循环润滑系统并供电。无论何种安装形式，通气孔必须是在始终朝上，必要时最大旋转一圈拧紧通气孔。

此刻齿轮箱已作好使用准备。



一档位置：

- A 制动盘
- B 滑套

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。

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。

假使驱动件被固定在齿轮箱法兰上，电机可以在 B 侧被支撑，因此就不会产生振动。

4.5 输出

4.5.1 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。

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法兰。必要时，将皮带轮加热。

4.5.2 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 4.2 节)。交货时，齿轮箱是做全键式动平衡。

请参考安装图的固定键尺寸，总是使用螺纹销来固定配合键。

4.5.3 不带输出

输出轴 ZF 不提供，由客户自行生产输出轴，关于安装请参考安装图纸，应符合德国 DIN 5480 文件标准。使用适配的螺栓紧固胶(如：Loctite 第 275 号或者第 243 号胶水)涂到 M12 的螺帽上进行锁紧，扭矩加载至 115 Nm。

4.6 变速器换挡机构的电气连接

仅允许由资质合格的专业电工进行电气连接。

公告

错误连接可能导致换挡单元损坏。

⇒ 按照章节 4.6.1 和 4.6.2 所述连接换挡单元。

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

4.6.1 换挡机构

技术资料:

功率消耗	84 W
电压	24 V DC ± 10 %
最大起动电流	5 A
额定电流	3.5 A
防护等级	IP64

供电线缆的横截面必须为 1.5 mm²。

必须确保换挡机构的接线处电压为 24 VDC 电流为 5 A。

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 Harting AWG16。换挡机构只能供应总成。

齿轮箱换挡机构:

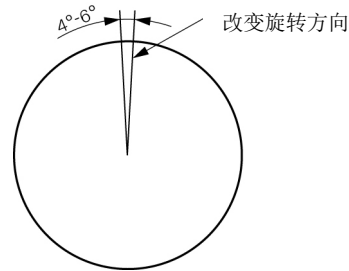


在齿轮箱档位切换期间，电机轴和齿轮箱输出轴无负载（未制动）。

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

在第 1 档 ⇒ Pin 2: + / Pin 3: -
 在 2 档和 3 档 ⇒ Pin 2: - / Pin 3: +

在换挡过程中，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 ±5° 左右。大幅度偏摆可能导致啮合齿轮损坏。换挡齿大多在第一次旋转方向变化时就已经互相啮合，因此换挡时间大约为 300 至 400 毫秒。



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

由于主轴的质量以及与之相关联的制动扭矩各有不同，因此必须通过换挡试验找出机床的最优值。

S1 (1 档, 脚 4) 和 S2 (2 档, 脚 6) 的限位开关信号用于在换挡完成后切断换挡单元。

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。

限位开关仅允许加载控制电流 (0.1 至 0.5 A) 而非换挡电流 (5 A)。

换挡电流的延时不得超过 2 秒。

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。

公告

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。

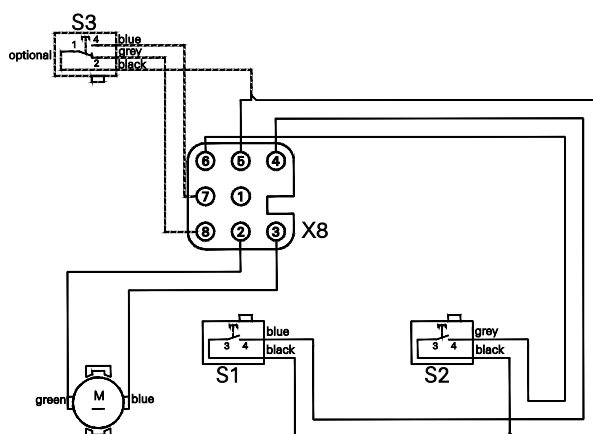
换挡程序必须被侦测。如果需要, 应该使用一个计时器, 在未接收档位信号 (S1/S2), 大约 2 秒后删除这个换挡程序。主轴电机在未接收到档位信号时, 切勿运转。

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 ==> S3 空档, 待机 (选配)



齿轮箱的换挡机构的电动式换挡是由带 24 VDC 电机来驱动的, 齿轮箱换挡元件通过锁紧, 轴向移动拨杆作用到滑套上的。极限位置是通过换挡机构上的限位开关来监控的, 控制单元监控时序。从 1 档切换至 2 档或者反向切换时, 电机必须通电。并且通过颠倒极性来变换旋转方向。

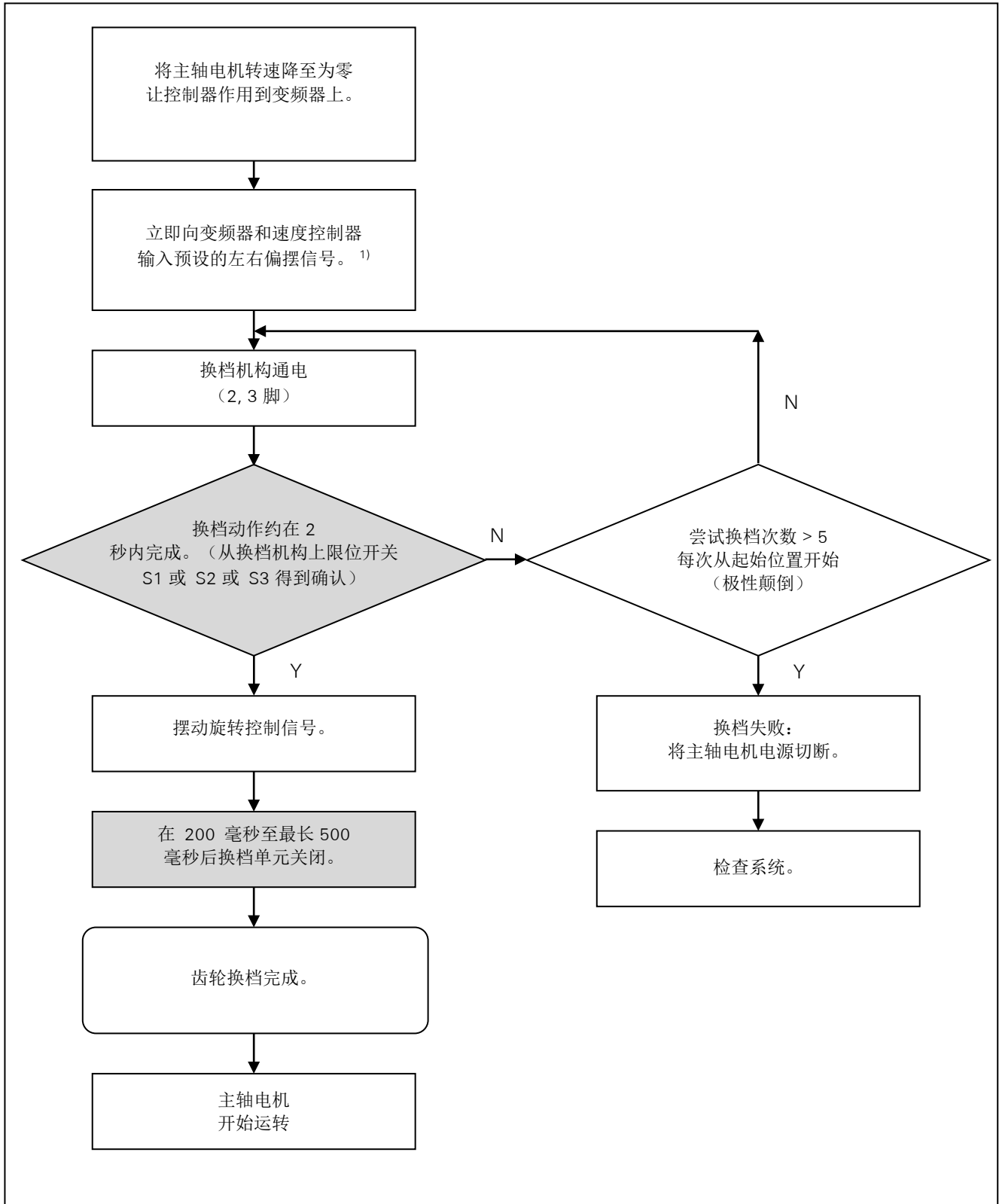
变速器处于空挡位置

空挡位置仅可从 1 挡挂入。

当限位开关 S3 接收到信号时, 原则上必须立即通过电机再生制动 (Quickstop) 的方式关闭直流电动机。

在某些运行条件下 (例如 V3 安装位置、更高的线路电阻), 控制系统中可能需要一个可变定时模块 → 请咨询采埃孚。

4.6.2 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。

4.7 润滑

4.7.1 循环式润滑

在一般情况下，变速器 2K800、2K801、2K802、2K1000、2K1001 和 2K1002 必须以循环润滑的方式运行。此时无法在油位镜中观察到油位。

公告

变速器供油不足可能导致变速器损坏。

⇒ 在初始运行之前须启动变速器供油系统。

在初始运行之前，须确保先将变速器供油系统投入运行。此时需观察储油箱中的油位，必要时补充加油，使油位不得低于储油箱内的最低液面标记。

泵、油箱与换热器等零部件的位置必须低于变速器的油位。需监测变速器供油的体积流量。

停止运转后检查循环油箱内部的油位不会超过最高标线。

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。

间歇换挡后，启动电机 ($n_{Mot}=1000$ rpm) 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 27 页的简表，更精确的细节请根据相关的安装图。

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。

4.7.2 V1/B5 的循环润滑操作

有关进出油口的选择请根据 4.7.5 节所述。

进油量：

进口 1: 2.5 l/min.

进口 2: 0.5 l/min.

如果齿轮箱的安装位置是 V3，则润滑油可在径向和中间供给。

必须特别注意其出油管的直径，以避免造成出(回)油不顺畅，甚至导致齿轮箱内部积油(建议其管内径至少 20 mm)。

4.7.3 循环润滑附热交换器

在循环油路上安装热交换器是为了确保降低润滑油的温度。

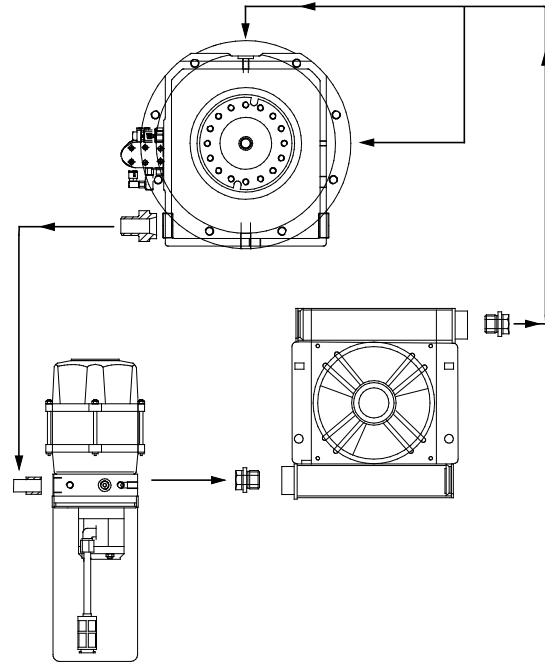
4.7.4 循环润滑附副油箱

为了确保润滑油的冷却效果，副油箱的容量至少应当为 10 倍的循环润滑油量。

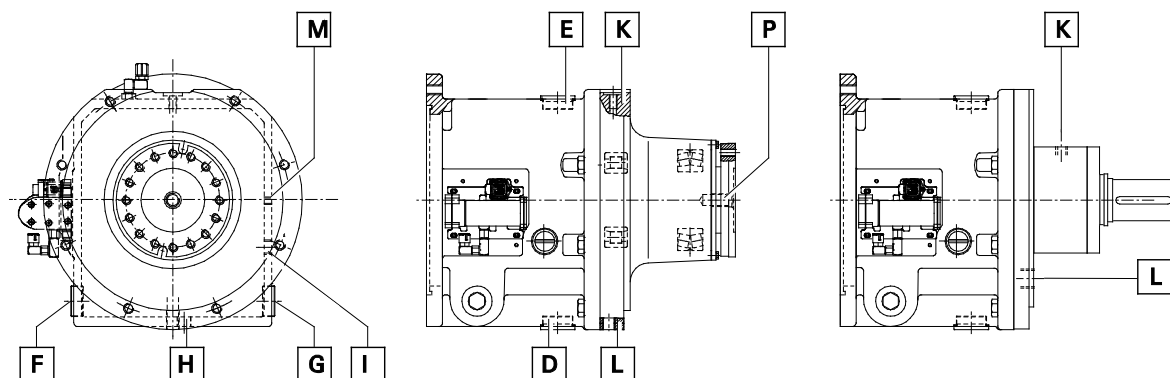
为了避免因缺油而造成的齿轮箱损坏，ZF 建议客户使用时在副油箱上安装油位感应器。

在齿轮箱进油口处，必须安装一个 $60\ \mu\text{m}$ 的过滤器。

B5 的安装实例



4.7.5 循环润滑的连接口



安装位置	进油口	最大压力	出油口
B5	M 0.5 l/min	3 bar	G 或 F
	K 2.5 l/min	5 bar	或 D
V1	M 0.5 l/min	3 bar	D 或 E
	K 2.5 l/min	5 bar	或 L (吸出)
V3	M 0.5 l/min	3 bar	H 和 I (吸出)
	K 2.5 l/min	5 bar	
	或		或
	M 0.5 l/min	3 bar	G 或 F
P 2.5 l/min	5 bar		

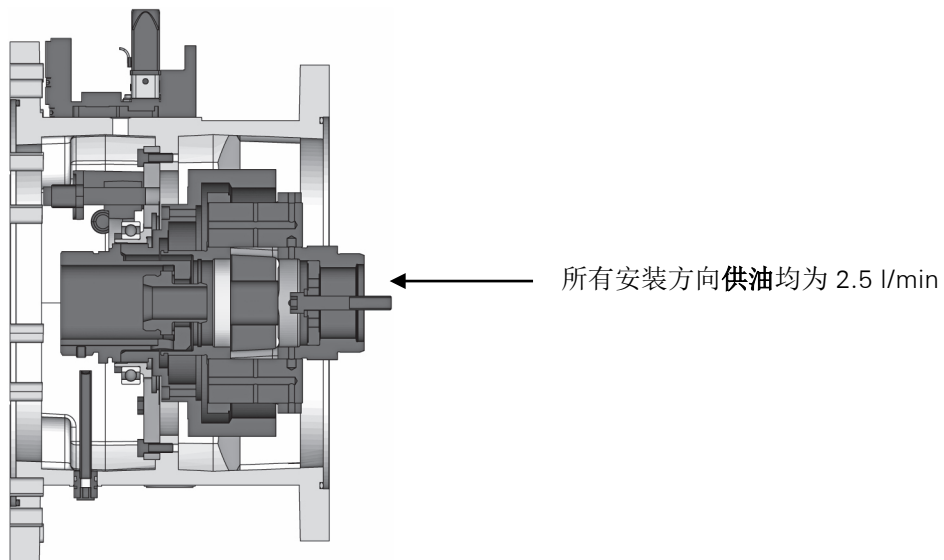
所列的油量值为最小。最大值比最小值高 50 %。



进油量始终取决于回油口的流出量。对于采用皮带轮传动的变速器，请注意附加润滑油孔“S”（参见章节：4.3.5）。

4.7.6 直连式主轴头循环润滑的联接

参照 4.7.5 章节 M 供油连接，回油量根据安装方向而定。



5 运转

5.1 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

6 保养

6.1 换油

每运行 5000 个小时须换一次油。

注意

接触热油有烫伤危险。
可造成轻度至中度伤害。

- ⇒ 佩戴防护眼镜。
- ⇒ 佩戴防护手套。

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的不同而不同（请参见 4.7.5）。

新的齿轮箱油由 E 口添加。

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。

7 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 7.1 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。

7.1 齿轮箱故障检查表

当您认为齿轮箱有问题时，请先根据第 8 节的故障排除来做。

若未成功，则采埃孚股份公司或采埃孚授权服务站需要以下重要信息进行诊断：

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 4:1，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 24 页。
- 换档过程中，电磁线圈电压是多少？

7.2 齿轮箱的分离

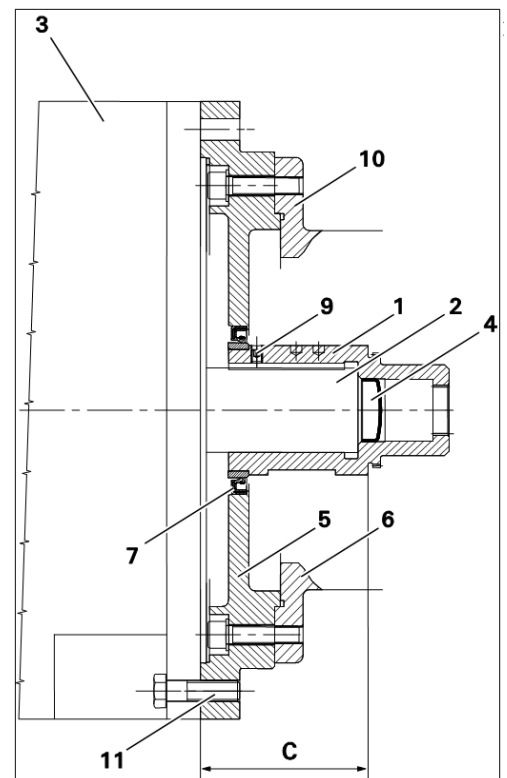
（例如：附端板，轴封与轮毂附轴承）

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

7.3 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



- | | |
|----|-------|
| 1 | 驱动轮毂 |
| 2 | 电机轴 |
| 3 | 电机 |
| 4 | 端盖 |
| 5 | 连接端板 |
| 6 | 齿轮箱壳体 |
| 7 | 轴封 |
| 9 | 螺纹销 |
| 10 | O 型圈 |
| 11 | 连接螺丝 |

8 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"> • 接触电机的速度传感器松动，导致电机不停运转 • 速度传感器脏了，没有清晰的信号传出 	检查速度传感器，以及连接线如有需要，清洁传感器 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 4:1 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
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	检查轴承，必要时更换新轴承。
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"> • 油已裂化 • 齿轮箱内部油太多而溢出 	<ul style="list-style-type: none"> • 换油 • 如有需要, 检查齿轮箱油位, 并更正至正确位置
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"> • 齿轮箱换档机构连接线松脱 • 换档机构坏掉 	<ul style="list-style-type: none"> • 检查换档机构连接线，并清理插头，确保连接器用夹子夹紧 • 将齿轮箱送回 ZF 公司或指定维修站检修
齿轮无法啮合	<ul style="list-style-type: none"> • 限位开关故障 	<ul style="list-style-type: none"> • 将齿轮箱送回 ZF 公司或指定维修站检修

ZF Friedrichshafen AG
88038 Friedrichshafen
Deutschland · Germany
Telefon/Phone +49 7541 77-0
Telefax/Fax +49 7541 77-
908000Fehler! Linkreferenz ungül-
tig.