



# 力矩电机

RIB

目录



# 目录

前言 .....	5
1 技术原理 .....	6
1.1 解释 .....	6
1.2 力矩电机的优势 .....	6
1.2.1 性能 .....	6
1.2.2 运行费用 .....	7
1.2.3 设计 .....	7
1.3 力矩电机的特性 .....	8
1.4 一般电机特性值 .....	8
1.4.1 效率标准 .....	8
1.4.2 绕组设计和依赖性 .....	9
1.4.3 扭矩/转速特征曲线 .....	9
1.4.4 扭矩/电流特征曲线 .....	10
1.5 热电机保护 .....	11
1.5.1 监测电路 I 和 II .....	11
1.5.2 监测电路 I .....	12
1.5.3 监测电路 II .....	13
1.6 电气连接技术 .....	14
1.6.1 标准电缆连接 .....	14
1.6.2 电机的正旋转方向 .....	15
1.6.3 换向 .....	15
1.6.4 隔离强度和过压现象 .....	15
1.7 冷却和冷却回路 .....	16
1.7.1 功率损耗和热量损耗 .....	16
1.7.2 额定数据对供应温度和冷却介质的影响 .....	17
1.8 电机的布置 .....	18
1.8.1 在一根轴上并联操作多个电机 .....	18
1.8.2 电机的布置 .....	18
1.9 在一根轴上并联操作多个电机 .....	20
1.9.1 电缆插座的位移 .....	20
1.9.2 设置相位重合 .....	20
1.9.3 温度传感器的评估 .....	21
1.9.4 生成电机数据 .....	21
1.10 用于旋转应用的直接驱动选择 .....	22
1.10.1 循环应用 .....	22
1.10.2 循环应用示例 .....	25
1.10.3 数控回转工作台应用 .....	26
1.10.4 数控回转工作台应用示例 .....	27
2 力矩电机 .....	29
2.1 型号 .....	30
2.2 产品尺寸表 .....	31
2.2.1 解释 .....	31
2.2.2 RIB11-3P-89xH 几何数据 .....	32
2.2.3 RIB11-3P-89xH 性能数据 .....	34
2.2.4 RIB11-3P-120xH 几何数据 .....	36
2.2.5 RIB11-3P-120xH 性能数据 .....	38
2.2.6 RIB17-3P-168xH 几何数据 .....	40
2.2.7 RIB17-3P-168xH 性能数据 .....	42

---

2.2.8	RIB11-3P-230xH 几何数据.....	44
2.2.9	RIB11-3P-230xH 性能数据.....	46
2.2.10	RIB13-3P-298xH 几何数据.....	48
2.2.11	RIB13-3P-298xH 性能数据.....	50
2.2.12	RIB11-3P-384xH 几何数据.....	52
2.2.13	RIB11-3P-384xH 性能数据.....	54
2.2.14	RIB19-3P-460xH 几何数据.....	56
2.2.15	RIB19-3P-460xH 性能数据.....	58
2.2.16	RIB13-3P-690xH 几何数据.....	60
2.2.17	RIB13-3P-690xH 性能数据.....	62
2.3	咨询清单 .....	64
	术语表 .....	66

## 前言

Schaeffler 公司位于德国图林根州苏尔市，拥有约 160 名员工，致力于开发高精密的工业用旋转和直线直接驱动系统。

多年来，我们开发出了不同系列的力矩电机，持续优化产品的物理性能和经济性。除了对电机和滚动轴承布置进行复杂的机械和热仿真外，我们进一步开发的优化工具还扩展到磁场、冷却回路的设计以及磁铁仿真。我们的每一个力矩电机系列都具有特定的出色性能组合，例如高扭矩密度、极高的转速、出色的同步运行和低功率损耗的优化设计，使我们几乎能够覆盖所有的直接驱动应用。

不过，如果在我们广泛的产品中找不到合适的电机，我们也会开发高端定位和驱动系统，以满足客户的特定需求。与市场上的任何其他公司不同，Schaeffler 能够根据您的规格确定最佳电机拓扑结构，并开发出符合极高标准的驱动系统。由于力矩电机和相关轴承布置之间的密切关系，您将从我们在滚动轴承布置方面的专业知识中受益匪浅。尤其出于此原因，我们还为我们的力矩电机提供滚动轴承布置，以适应不同的机器类型。

本“力矩电机”目录详细介绍了我们的旋转式直接驱动产品系列、其特性以及可能的应用。特别是在机床、医疗设备、自动化、机器人、食品机械、包装机械、印刷机械、纺织机械、生产和测量设备领域，Schaeffler 的直接驱动系统深受客户信赖。

# 1 技术原理

## 1.1 解释

I	A	电机电流
I	kg · m <sup>2</sup>	转动惯量
I <sub>c eff</sub>	A	有效额定电流，未冷却
I <sub>c red</sub>	A	降低的额定电流
I <sub>cw eff</sub>	A	有效额定电流，已冷却
I <sub>p eff</sub>	A	有效峰值电流
I <sub>pl eff</sub>	A	有效峰值电流，线性范围
I <sub>u eff</sub>	A	有效极限电流
k <sub>m</sub>	Nm/√W	电机常数
k <sub>T</sub>	Nm/A	力矩常数
n	min <sup>-1</sup>	转速
n <sub>Ic</sub>	min <sup>-1</sup>	I <sub>c eff</sub> 和 U <sub>DCL</sub> 下的极限转速
n <sub>Ip</sub>	min <sup>-1</sup>	I <sub>p eff</sub> 和 U <sub>DCL</sub> 下的极限转速
n <sub>Iw</sub>	min <sup>-1</sup>	拐点转速
n <sub>IwS1</sub>	min <sup>-1</sup>	额定转速 (S1)，已冷却
n <sub>max</sub>	min <sup>-1</sup>	最大转速
P <sub>I</sub>	W	功率损耗
R	Ω	欧姆电阻
t	s	时间
T	Nm	扭矩
t <sub>b</sub>	s	暂停时间
T <sub>c</sub>	Nm	额定扭矩，未冷却
T <sub>cw</sub>	Nm	额定扭矩，已冷却
T <sub>eff</sub>	Nm	有效扭矩
T <sub>F</sub>	Nm	轴承摩擦力矩
t <sub>m</sub>	s	移动时间
T <sub>max</sub>	Nm	最大扭矩
T <sub>p</sub>	Nm	峰值扭矩
T <sub>pl</sub>	Nm	峰值扭矩，线性范围
T <sub>sw</sub>	Nm	保持扭矩，已冷却
T <sub>u</sub>	Nm	极限扭矩
T <sub>w</sub>	Nm	加工扭矩
T <sub>Z</sub>	Nm	重力（附加扭矩）
U <sub>DCL</sub>	V	直流母线电压
α	rad/s <sup>2</sup>	角加速度
α <sub>max</sub>	rad/s <sup>2</sup>	最大角加速度
α <sub>S1</sub>	rad/s <sup>2</sup>	S1 操作中的角加速度
θ	°C	温度
θ <sub>f</sub>	°C	当前供应温度
θ <sub>max</sub>	°C	最大允许绕组温度
θ <sub>n</sub>	°C	额定响应温度
θ <sub>nf</sub>	°C	额定温度
φ	°	移动角度
ω	rad/s	角速度
ω <sub>max</sub>	rad/s	最大角速度

## 1.2 力矩电机的优势

### 1.2.1 性能

#### 运动轮廓无变形

传动系中不存在因变速箱或联轴器元件而产生的弹性、游隙、摩擦或滞后。

### 多极电机

多极设计可产生极高的扭矩。可以使用扭矩的转速范围为 0 至额定转速。

### 薄壁环形次级部件

薄壁环形次级部件，具有较大的中空内径，可降低电机惯性并产生较高的加速率。

### 直接位置测量

直接位置测量和刚性机械结构可实现高精度动态定位操作。

### 控制器兼容性

来自 Schaeffler Industrial Drives 的力矩电机可与所有标准控制器配合使用。

## 1.2.2 运行费用

### 无附加活动部件

降低了驱动总成的装配、调整和维护要求。

### 传动系磨损最小

即使在非常高的交替负载下，传动系也极其耐用。减少机器停机时间。

### 可用性高

除了延长使用寿命和减少磨损外，力矩电机的鲁棒性设计还提高了整个机器的可用性。

### 能效

最大限度降低热量，在转换器和热交换器中实现节能。

## 1.2.3 设计

### 空心轴

大直径空心轴可容纳其他组件，如轴、旋转分配器和介质线路。轴承水平度、力的产生以及有效的工作区域都可能彼此紧密相关。

### 初级部件（定子）的安装

由于空间要求较小，定子环可以轻松集成到机器结构中。

### 截面高度低

拥有较大的自由内径，从而可以实现高扭矩的高紧凑型轴向短结构。

### 组件数量少

高度工程化的设计使电机组件更容易整合到机器总成中。零件数量少，设计坚固，这降低了故障率，增加了平均故障间隔时间。

### 1.3 力矩电机的特性

力矩电机由一个初级部件（定子）和一个次级部件（转子）组成。定子包含一个有源线圈系统。转子包含一个永磁铁系统。在同心布置中，转子可以是内环（内部转子电机）或外环（外部转子电机）。如果定子通电，电磁力会在转子上产生扭矩。

为了操作电机，需要一个合适的轴承部件来维持定子和转子之间的气隙，此外还需要一个角度测量系统来检测转子的位置。电机系列是根据要求设计的，在定子和转子的设计方面因物理和结构布置而有所不同。

力矩电机分为有槽、无槽和无铁心设计。它们还可进一步区分，例如，根据转子在内部和外部运行电机中的位置和结构，或者根据磁铁系统，比如表面磁铁和埋置磁铁（磁铁位于薄板金属袋中）。电机可在较宽的速度范围内产生一致的高扭矩。扭矩由定子和转子之间的主动气隙面和结构决定。设计师必须根据性能要求选择电机总成。与传统电动机不同，力矩电机是根据所需扭矩而非根据性能进行分类的。

图1 力矩电机的特性

电机系列	特性	设计
RIB ►29 2	具有高扭矩密度的内部运行电机 <ul style="list-style-type: none"><li>• Ø 高达 1030 mm</li><li>• T<sub>p</sub> 高达 40000 Nm</li><li>• 圆周速度高达 10 m/s</li><li>• 齿槽转矩低</li></ul>	

### 1.4 一般电机特性值

#### 1.4.1 效率标准

力矩电机的功率损耗是根据绕组和尺寸输入在性能数据中的 ►31|2.2。虽然力矩电机在静止时会产生高扭矩，但它们不会输送任何机械动力。因此，没有理由说明效率。

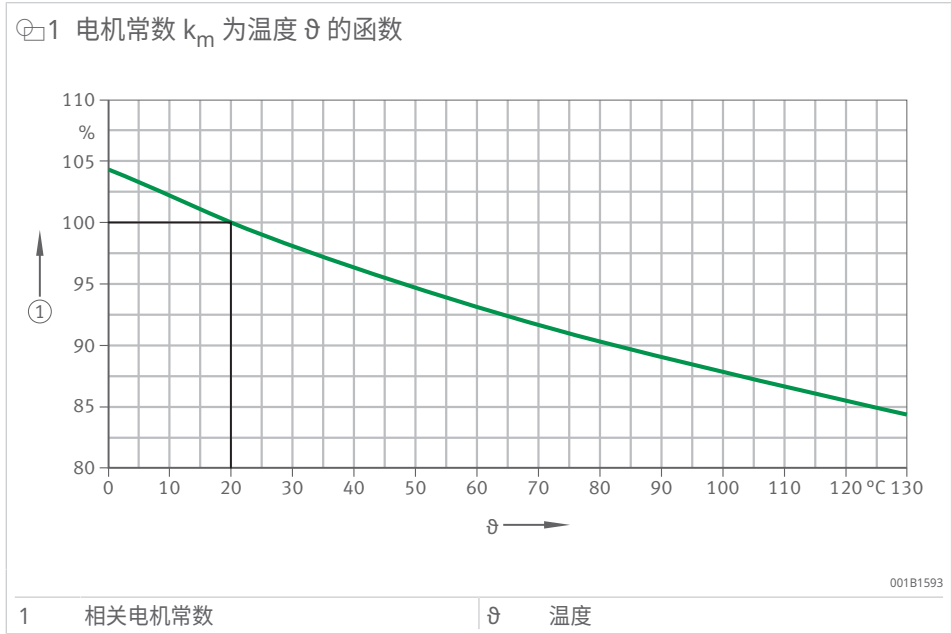
但是，电机常数  $k_m$  可用于效率比较。电机常数  $k_m$  定义了扭矩与产生的功率损耗或温度升高之间的关系。此外，电机常数  $k_m$  在静止状态、低速和室温下对于线性动态范围非常精确。

当电机温度升高时，其效率会因绕组阻值的增加而降低。随着速度的增加，以频率相关的磁芯损耗和涡流损耗形式出现的铁损会加到铜损中。虽然这些损耗不包括在电机常数  $k_m$  中，但它们在极限速度范围内是相关的，因此应该遵守。电机常数  $k_m$  仅与扭矩/电流特征曲线的线性范围相关 ►10|1.4.4。

图1 功率损耗		
$P_I = \left( \frac{T}{k_m} \right)^2$		
P <sub>I</sub>	W	功率损耗
T	Nm	扭矩
k <sub>m</sub>	Nm/√W	电机常数

电机常数  $k_m$  取决于欧姆电阻，因此取决于电机绕组温度。性能数据中说明了 +20 °C 的电机常数  $k_m$ 。特征曲线将电机常数显示为温度的函数。





热行为

温度升高会增加绕组电阻，从而降低电机常数  $k_m$ 。在 +130 °C 时，电机常数  $k_m$  降至正常值的 0.85 倍。在恒定电流或扭矩下，与冷电机相比，温度已升高的电机会产生更高的功率损耗。这种功率损耗会导致电机温度更高。

1.4.2 绕组设计和依赖性

每款力矩电机可实现的转速主要取决于直流母线电压和绕组设计，以及系列和尺寸。随着速度的增加，电机内的压降会增加电压需求。在 RIB 性能数据中指定的拐点转速处，电压需求与带磁场定向控制的伺服转换器的直流母线电压相对应，此后速度会迅速下降。直流母线电压越高，与绕组  $k_U$  相关联的电压常数越小，可达到的极限速度就越高。由于电压常数和扭矩常数之间存在相关性，因此电机的功率需求会增加，而且在相同扭矩下转速需求更高。在 RIB 电机性能数据  $U_{DCL}$  中，对于每个电机尺寸，在固定直流母线电压  $U_{DCL}$  下针对不同的极限转速和动态要求预定义了一个或多个标准绕组 ▶31 | 2.2。在较低的直流母线电压下，极限转速以几乎成比例的速率降低。不同工作点处的扭矩由扭矩/电流特征曲线导出。扭矩/转速特征曲线显示了不同工作点处扭矩和转速之间的关系。特征曲线可从 Schaeffler Industrial Drives 的应用工程师和商业职能部门处以数据表的形式获得。

如需更多信息，请联系：sales-sid@schaeffler.com

1.4.3 扭矩/转速特征曲线

扭矩/转速特征曲线显示了在弱磁控制的情况下、在恒定直流母线电压下，绕组特定的转速限值与扭矩的函数关系。特征曲线不用于说明电机的占空比和相关联的热行为。特征曲线仅代表电机在绕组温度为 +20 °C 时可以接近的范围。

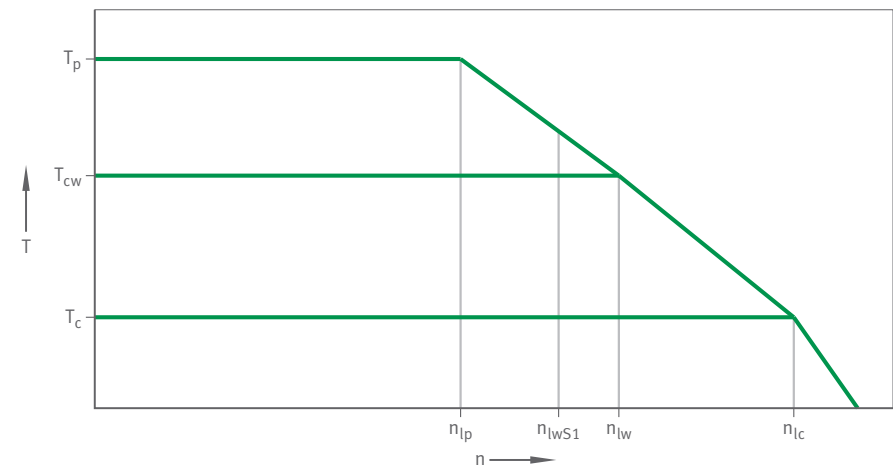
扭矩超过  $T_{cw}$  时的工作点会受到时间的限制，以免定子过热。使用  $T_u$  时，如果转子的启动温度过高，可能会发生退磁。

使用  $T_u$  时，如果转子的启动温度过高，可能会发生退磁。

$I_{ceff}$  和  $T_c$  处的极限转速  $n_{lc}$  对于了解特征曲线非常重要，但由于其相关性较小，在性能数据中并未予以说明。

有关相应转速限值和相应扭矩工作条件的更多信息，请参见 ▶66 |。

图2 在无弱磁控制的情况下、在恒定直流母线电压下，扭矩与转速的函数关系



001A47BA

n	转速	T	扭矩
$T_p$	峰值扭矩	$T_{cw}$	额定扭矩，已冷却
$T_c$	额定扭矩，未冷却	$n_{lp}$	$I_{p\ eff}$ 和 $U_{DCL}$ 下的极限转速
$n_{IWS1}$	额定转速 (S1)，已冷却	$n_{Iw}$	拐点转速
$n_{Ic}$	$I_n$ 和 $U_{DCL}$ 下的极限转速		

绕组特定的转速限值与直流母线电压大致成比例。  
 $n_{IWS1}$  也可以对应于  $n_{Iw}$  的值，具体取决于电机尺寸和绕组设计。

1.4.4 扭矩/电流特征曲线

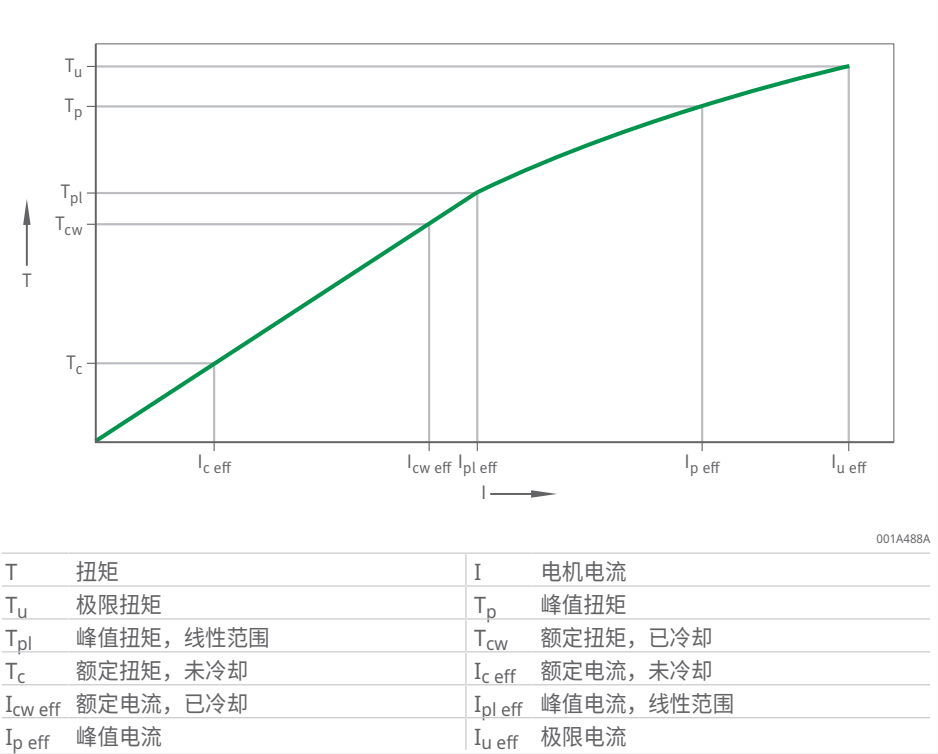
在 0 A 和线性极限电流  $I_{pl\ eff}$  之间，力矩电机在电机电流和产生的扭矩之间表现出线性关系。线性极限扭矩  $T_{pl}$  是  $I_{pl\ eff}$  的相关扭矩限值。在此范围内，电机常数  $k_m$  可用于计算功率损耗。力矩常数  $k_T$  表示特征曲线的斜率。在此范围内，力矩常数  $k_T$  可用于根据电流计算扭矩，反之亦然。

线性极限电流  $I_{pl\ eff}$  的大小与热无关，可高于或低于冷却额定电流  $I_{cw\ eff}$ ，具体取决于系列和绕组。  
线性极限电流  $I_{pl\ eff}$  和相关的线性极限扭矩  $T_{pl}$  对于了解特征曲线非常重要，但由于其相关性较小，因此在性能数据中并未予以说明。

大电流的扭矩/电流特征曲线的非线性是由电机磁路饱和引起的。在性能数据和下图所示的特征曲线中，扭矩/电流点 ( $T_p, I_{p\ eff}$ ) 和 ( $T_u, I_{u\ eff}$ ) 描述了曲线特征范围。该特征范围具有可变的、比电机常数  $k_T$  低得多的斜率。

电机可短暂运行（仅几秒钟），直到到达操作点 ( $T_p, I_{eff}$ )。这是加速过程的最大操作点。由于永磁铁有退磁的危险，因此不得超过极限点 ( $T_u, I_{u\ eff}$ )。

图 3 扭矩与电机电流的函数关系



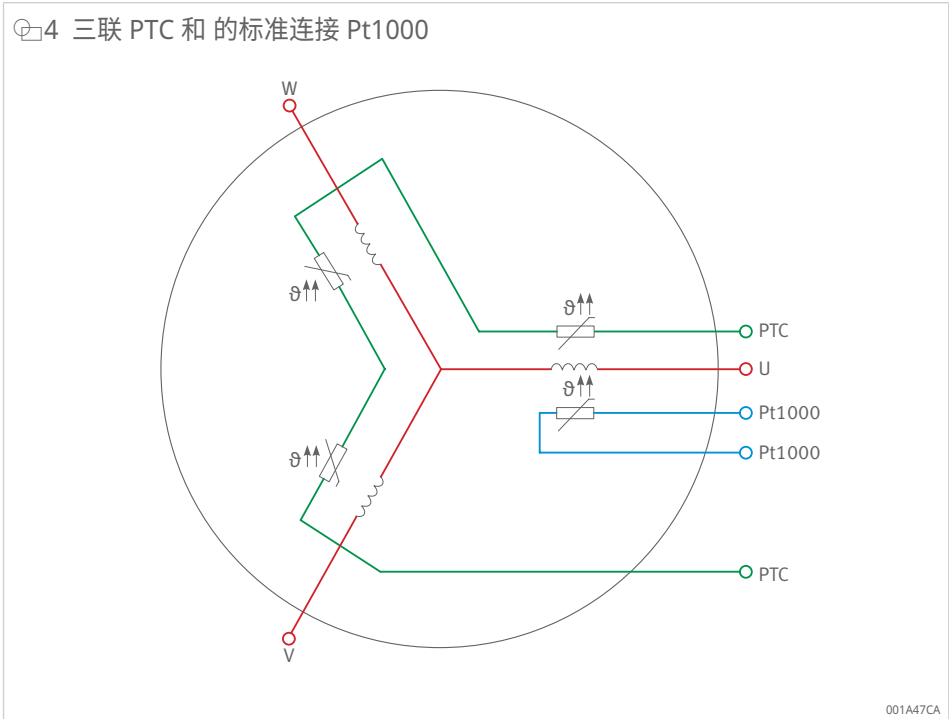
1.5 热电机保护

1.5.1 监测电路 I 和 II

直接驱动系统经常在其热性能限值下运行。此外，在运行过程中可能会发生不可预见的过载，导致产生超过允许额定电流的额外电流负载。为了应对临时过电流情况，电力电子设备应配备过载保护功能或  $I^2t$  电机保护型号，以控制电机电流。电机电流的均方根值  $I^2t$  不得超过此处允许的电机额定电流。这种间接温度监测方法非常快速可靠。调试电机时，用户必须确保  $I^2t$  监测功能始终打开。

来自 Schaeffler Industrial Drives 的电机必须通过电机温度监测来进行保护。标准版本的监测电路 I 包含 3 个 PTC 传感器，这些传感器串联在 3 相绕组上。监测电路 II 还在电机中的一个相上包括 Pt1000 传感器。此传感器启用预警阈值。

图4 三联 PTC 和 的标准连接 Pt1000



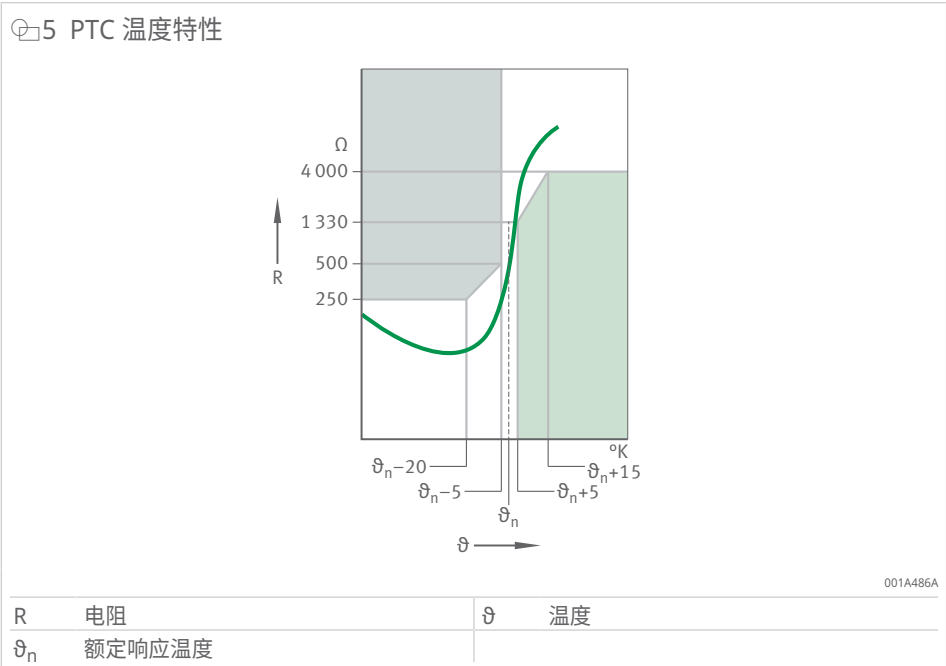
PTC 和 Pt1000 传感器与电机基本隔离。PTC 传感器不适合直接连接至符合 DIN EN 50178 标准的 PELV 电路或 SELV 电路。

1.5.2 监测电路 I

PTC 是一个热敏电阻。安装时，PTC 的热时间常数小于 5 s。与 Pt1000 相反，当超过额定响应温度  $\vartheta_n$  时，PTC 的电阻会急剧上升，从而使电阻增加至冷值的倍数。使用三联 PTC（3 个串联 PTC 传感器）时，如果只有一个传感器超过响应温度  $\vartheta_n$ ，电阻的增加也会导致总电阻的显著变化。使用 3 个 PTC 传感器可确保即使在非对称相位负载（例如静止状态）下，仍可通过标准电机保护跳闸装置安全地关闭电机。电机保护跳闸装置通常在 1.5 k $\Omega$  和 3.5 k $\Omega$  之间触发，使控制器停止运行。

PTC 传感器可检测到每个绕组的温度过高情形，偏差可达几度。如果 PTC 电路中的电阻过低，跳闸装置也会做出反应，这可能表明监测电路中存在缺陷。跳闸装置还可确保控制器与电机中 PTC 传感器之间的安全电流隔离。电机保护跳闸装置不包括在供货范围内。PTC 传感器不适用于温度测量。监测电路 II 应用于此目的。

图5 PTC 温度特性

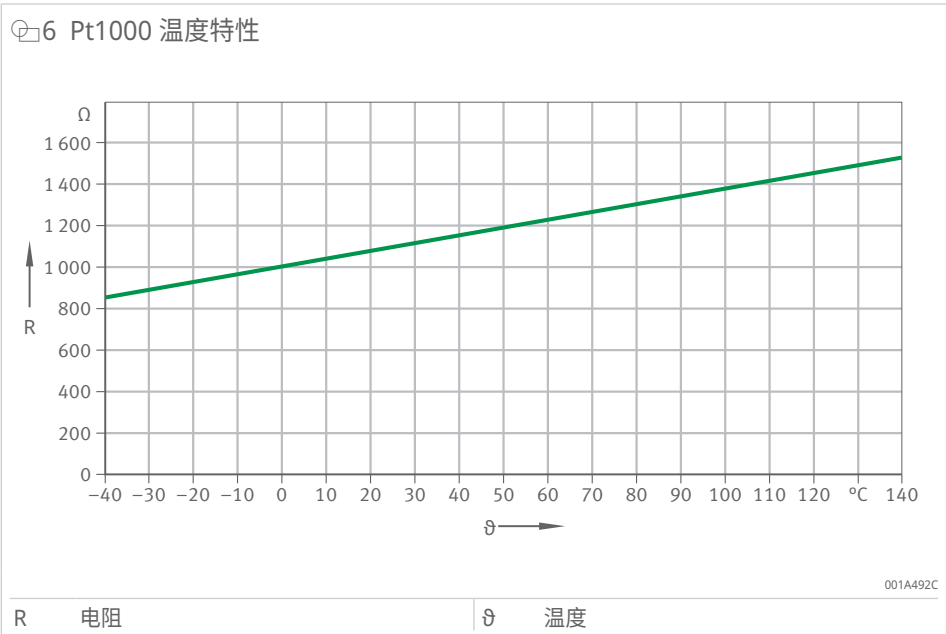


必须使用连接到伺服转换器的切断装置分析用于保护电机免受过高温度的 PTC 传感器。

1.5.3 监测电路 II

Pt1000 铂测量电阻器是一种温度传感器，利用温度对铂电阻的影响进行测量。传感器特性在 EN 60751 中已标准化，并且涵盖 -200 °C 至 +850 °C 的温度范围。电机中使用的传感器类型适用于 -55 °C 至 +190 °C 的范围。这使得温度传感器在电机允许的工作温度范围内始终能够执行可靠和精确的测量。允许的工作温度范围为 +10 °C 至 +110 °C（常见值）。该温度传感器根据电机类型可进行延迟测量。

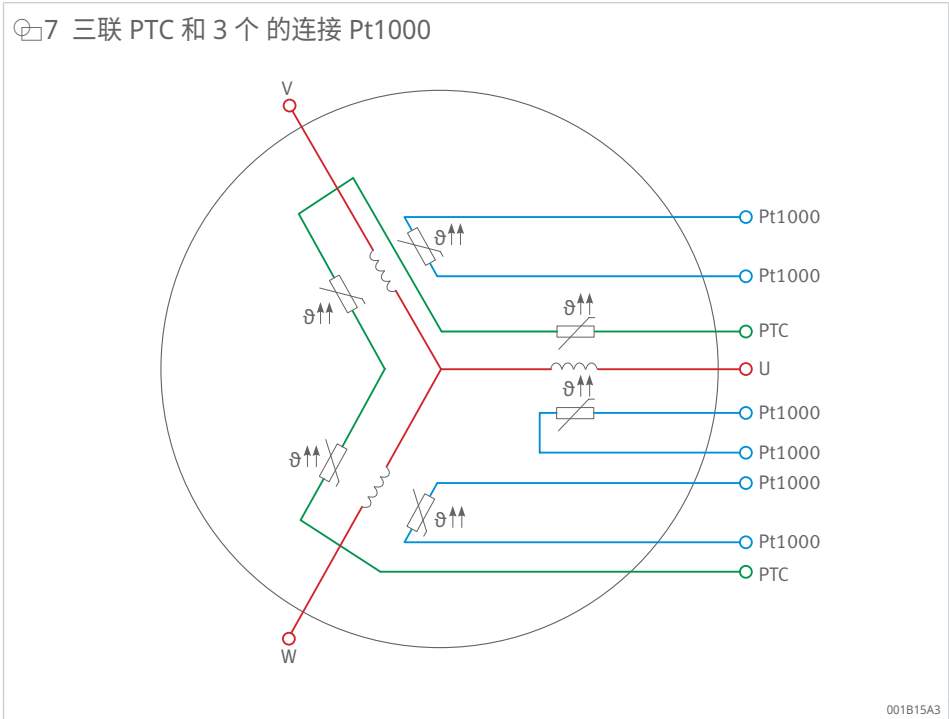
图6 Pt1000 温度特性



控制器中设置了预警阈值和关闭限值，以防止电机过热。预警阈值的作用是防止电机保护跳闸装置立即关闭电机。

当电机静止时，恒定电流会流经绕组。恒定电流的大小由相应的极位置决定。由于相应的极位置对恒定电流有影响，电机未均匀加热，这可能导致未受监测的绕组过热。Pt1000 传感器只能监测一个相位。因此，对于在静止状态下经常接近负载限值的应，建议使用和分析 3 个 Pt1000 传感器，以确保监测所有相位。

图7 三联 PTC 和 3 个的连接 Pt1000



## 1.6 电气连接技术

### 1.6.1 标准电缆连接

来自 Schaeffler Industrial Drives 的电机上的标准电缆连接配有轴向螺纹连接。在性能数据的图纸中指定了至冷却连接的相关位置 ▶31 | 2.2。电机输出的电缆长度为 1 m，或根据客户需求进行量身定制。电源连接电缆的横截面取决于电机的额定电流，并且可以在下表中找到。作为标准配置，尺寸基于  $P_{Iw}$ （冷却）下的额定电流  $I_{cw\ eff}$ 。

图2 标准电缆连接

横截面	连续电流	直径	最小弯曲半径，固定	最小弯曲半径，挠性	质量
	A	mm	mm	mm	g/m
传感器 4×0.14	–	4.8	24	36	40
传感器 7×0.14	–	5.7	29	43	67
4G0.75	10.4	8	40	80	95
4G1.5	16.1	9	45	90	140
4G2.5	22	10.5	52.5	105	210
4G4	30	12.5	62.5	125	296
4G6	37	14.5	72.5	145	416
4G10	52	17	85	170	644
4G16	70	20.5	102.5	205	997

提供横截面从 4G0.75 mm<sup>2</sup> 起的电机电缆。传感器电缆可通过 PTC 和 Pt1000 传感器进行温度监测。标准型号的电缆末端为开放式且带套圈。可以使用轴向、径向和切向电缆插座 ▶29 | 2。订购时应明确指定每种情况下所需的电缆插座。对于 70 A 以上的电机电流，电缆插座应与具体应用相匹配。

电缆属性：

- 屏蔽
- 得益于聚氨酯外表面，具有耐油和耐冷却液性能
- 阻燃
- 适用于拖链使用

3 电机针脚连接

电机	
1/U	相位 U
2/V	相位 V
3/W	相位 W
GNYE	PE

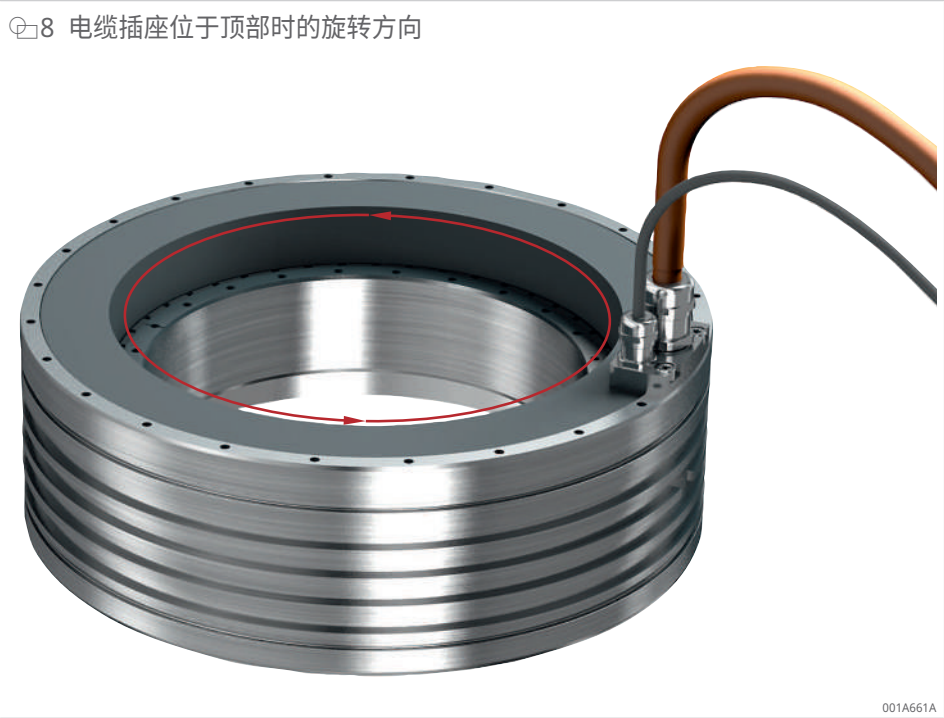
4 传感器针脚连接

传感器	
WH	PTC
BN	PTC
GN	Pt1000
YE	Pt1000

1.6.2 电机的正旋转方向

在所有三相电机中，电气上的正旋转方向与顺时针旋转磁场相对应，即以 U、V、W 的序列感应相电压。当转子移动时，来自 Schaeffler Industrial Drives 的电机具有此正旋转方向：

- 从上方查看电缆插座的侧面时为逆时针
- 从电缆插座下方查看背离的侧面时为顺时针。



1.6.3 换向

同步电机在可能的情况下应可以换向操作。来自 Schaeffler Industrial Drives 的电机未标配霍尔传感器。Schaeffler 建议采用基于测量系统的换向，因为现代伺服转换器和控制器支持这种技术。

1.6.4 隔离强度和过压现象

来自 Schaeffler Industrial Drives 的电机是根据低电压指令 2014/35/EU（在特定电压限值内使用的电气操作设备）的要求开发、设计和制造的。它们还符合指令 2014/30/EU（电磁兼容性），并且在 PDS（电力驱动系统）中应按照 DIN EN 61800-5-1 的要求进行授权操作。

所有电机在派送前都应检查隔离系统的介电强度。电机的隔离系统设计符合过压类别 III 要求，并经过优化以最大限度延长使用寿命。现代测试方法，比如测量局部放电初始电压，可在很长一段时间内确保电机的使用寿命和性能。

安装后，电机将成为 PDS（电力驱动系统）的一部分，该系统由电机、电机电缆和转换器组件（如供电模块、再生模块、驱动控制器、滤波器）组成。系统内可能会发生不良和不可预见的效应。控制器制造商通常会提供建议和项目规划信息，用户应遵守这些信息。否则可能会导致电机或转换器中的隔离系统过早发生故障。

无论转换器是什么，用户都可以采取以下初步措施来确保安全操作：

- 较短的电缆长度和大面积的电缆屏蔽覆盖范围

这有助于避免电机电缆上的高频反射导致电压过度升高。如果在电机和转换器之间使用长度约为 10 m 或更长的连接电缆，则发生这种效应的可能性会增加。Schaeffler Industrial Drives 建议在调试机器时使用合适的高压技术测量电机连接端子处的电压。

- 选择合适的电机

力矩电机的选择应基于转换器的直流母线电压。在大多数情况下，直流母线电压为 600 V。较低的直流母线电压可降低动态响应和最大速度。直流母线电压为 720 V 及以上时，需要使用增强隔离系统。如有此类情况，请联系我们。电感大于 50 mH（相间测量）的电机只能在经过转换器制造商和 Schaeffler Industrial Drives 单独检查之后使用，否则电压峰值可能会导致 PDS（电力驱动系统）中发生共振并损坏隔离系统。

用户必须遵守制造商为转换器提供的说明。在下列情况下需要特别注意：

- 在电机到转换器的再生反馈过程中发生过压保护，例如在磁场削弱操作中发生干扰时。在这里，可使用反电动势常数计算产生的电压，随后将其与最大允许电压进行比较，然后可根据需要安装过压保护或限压模块（VPM，电压保护模块）。
- 过去曾遇到隔离损坏增加的问题或已采取应对措施的应用。

如果有上述情况，请在咨询时说明或在调试过程中现场测量瞬态过冲。在直流母线电压为 600 V 至 720 V 时，瞬态过冲不应超过 1370 V。

## 1.7 冷却和冷却回路

### 1.7.1 功率损耗和热量损耗

电机常数  $k_m$  描述了功率损耗。除了功率损耗外，在换极频率为 100 Hz 及以上时，在转子和定子中会出现铁损，并且在转子中会出现磁损。铁损和磁损会导致电机温度升高。铁损不会随换极频率呈线性增长，而是取决于磁场削弱角度和电流密度。

在较低的换极频率下，电机常数  $k_m$  较高的电机比电机常数  $k_m$  较低的电机产生更少的功率损耗。

电机总成将电机操作过程中产生的功率损耗传输到机器。整个系统的设计可系统性地影响和控制这种热量分布。使用液体冷却时，电机的额定扭矩比非冷却运行时高，可达 300 %。机器结构中电机的配置由安装空间、精度要求和冷却要求确定。

生产机器具有高容量或极高的动态特性，因此会承受相当大的轴承负载，冷却是这些机器中的首选解决方案。如果电机和机器完全热耦合，Schaeffler Industrial Drives 还建议对相邻结构进行回火处理。除了其他方面外，这有助于防止在精密机器中出现机器构造热变形。实际冷却过程被称为主冷却或电力冷却。

电机使用的液体冷却方法是套管冷却系统，用户可将其连接到冷却装置的冷却回路。Schaeffler Industrial Drives 提供冷却套管作为电机的可选部件。客户还可以将冷却套管集成到其机器中。

冷却介质经散热片中的开口，在不同的层次从入口流向出口。入口和出口可按任意次序分配给两个连接。流量区域通过 O 形圈对外部进行密封。

水作为冷却液需要使用添加剂，以防止冷却回路中出现腐蚀和生物沉积物。



1.7.2 额定数据对供应温度和冷却介质的影响

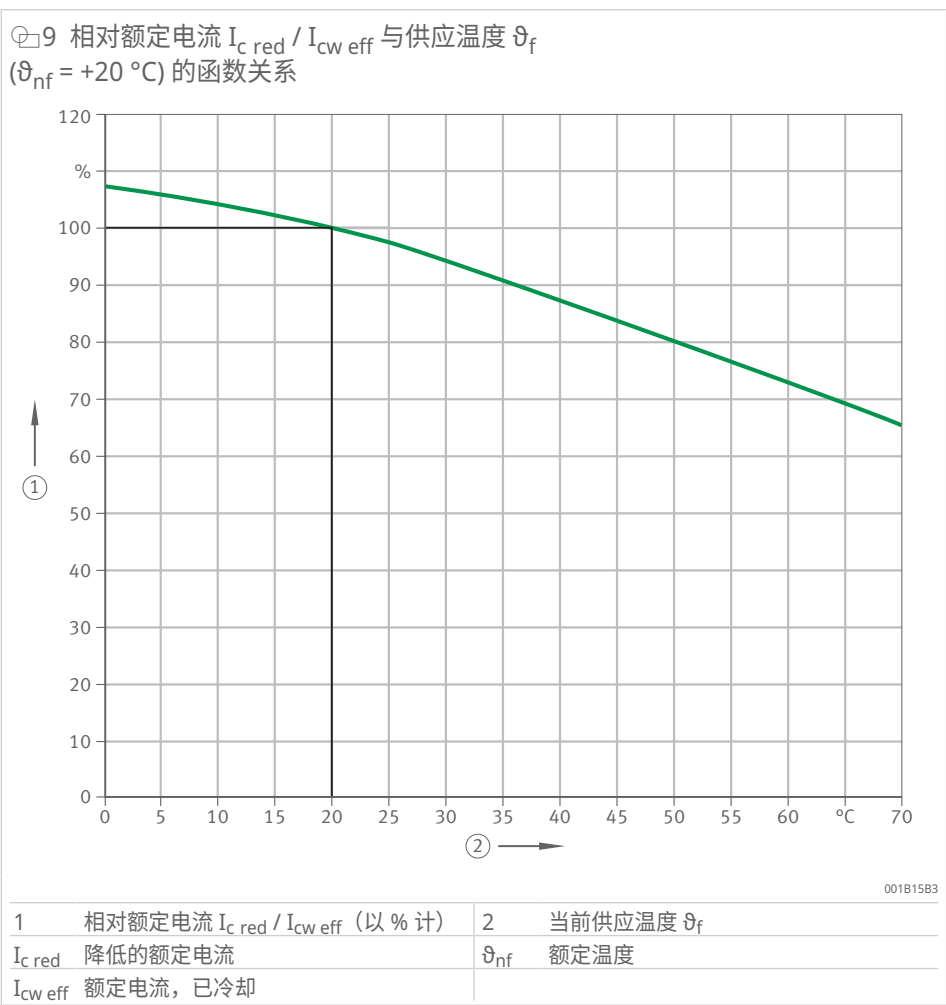
为冷却操作指定的额定电流  $I_{\text{c w eff}}$  涉及到冷却水的额定温度  $\vartheta_{\text{nf}}$ ，并且已显示在性能数据中 ▶31 | 2.2。较高的供应温度  $\vartheta_{\text{f}}$  会导致冷却能力降低，从而也会降低额定电流。降低的额定电流  $I_{\text{c red}}$  由以下二次关系计算得出：

f)2 降低的额定电流

$$\frac{I_{\text{c red}}}{I_{\text{c w eff}}} = \sqrt{\frac{\vartheta_{\text{max}} - \vartheta_{\text{f}}}{\vartheta_{\text{max}} - \vartheta_{\text{nf}}}}$$

$I_{\text{c red}}$	A	降低的额定电流
$I_{\text{c w eff}}$	A	有效额定电流，已冷却
$\vartheta_{\text{max}}$	°C	最大允许绕组温度
$\vartheta_{\text{nf}}$	°C	额定温度
$\vartheta_{\text{f}}$	°C	当前供应温度

使用客户特定的冷却介质会导致以热量的形式损耗的耗散功率发生变化，从而导致可以持续获得的冷却额定扭矩发生变化。Schaeffler Industrial Drives 工程师将根据要求和材料特性规格确定所使用的冷却介质的影响。



## 1.8 电机的布置

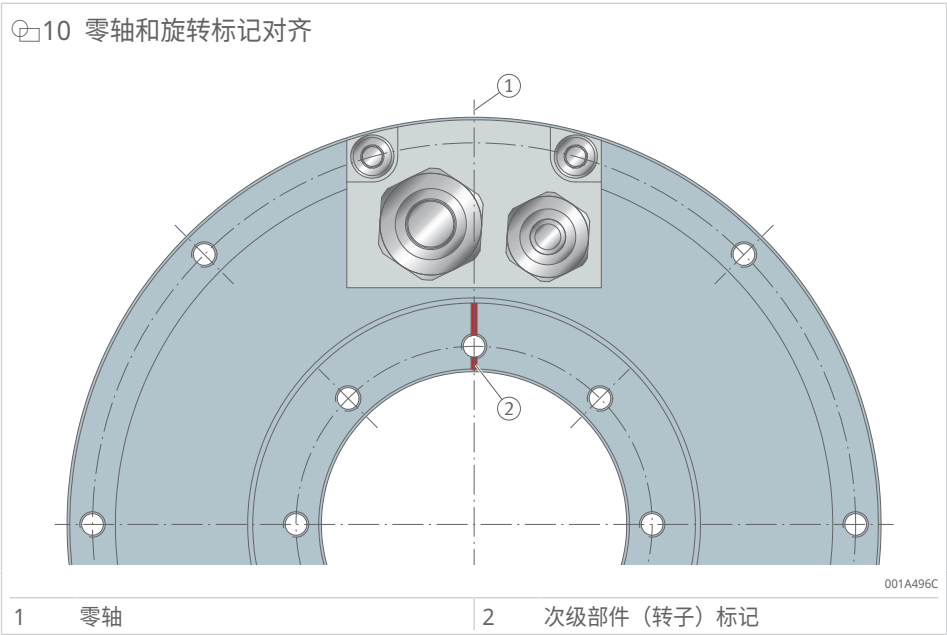
### 1.8.1 在一根轴上并联操作多个电机

在某些应用中，建议同时使用两个或多个同步电机驱动轴。此类应用包括五轴加工中心的枢轴系统、叉式铣头或滚齿机的机床主轴。相同设计的电机可以并联连接，并在公共转换器上运行。

### 1.8.2 电机的布置

对定子的并联串联布置和反并联布置（即镜像双面布置）进行了区分。

#### 转子对齐



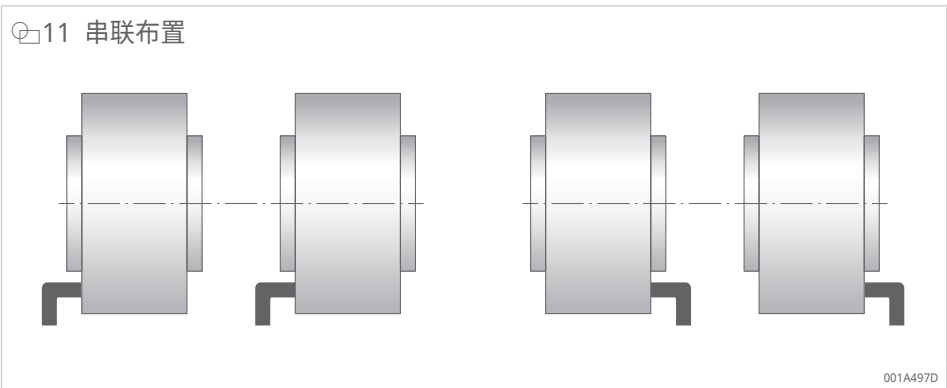
在并联操作中，转子必须在相同的角度位置对齐，无论布置如何。相应的转子标记用于此目的。

#### 定子对齐

目的是在相同的角度位置对齐每个相位的线圈。使用零轴对齐定子。零轴通常位于电缆夹中的孔之间。

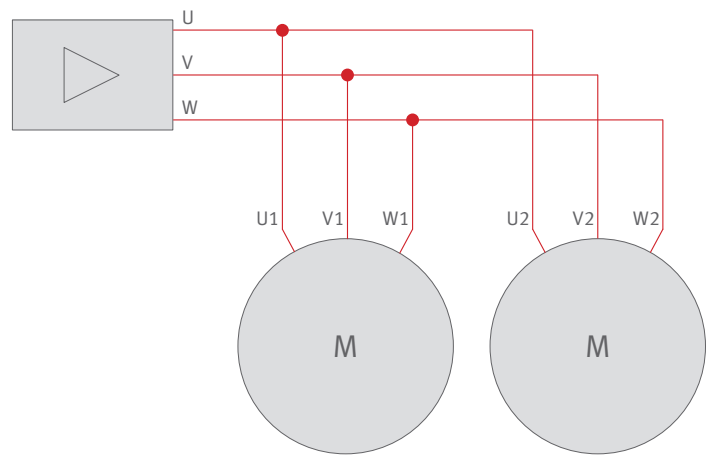
尊敬的客户，请在计划并联操作前联系我们的工程师。

#### 串联布置



电缆插座指向同一纵向方向。

12 串联布置

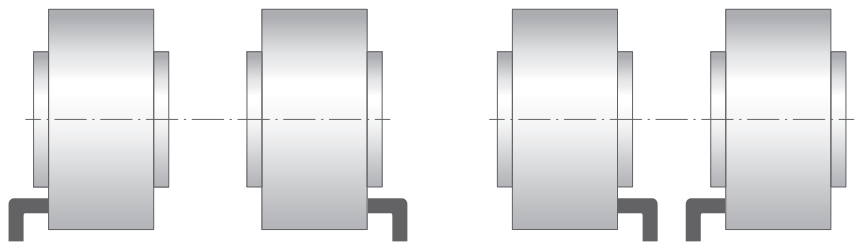


001A497F

定子的零轴也与电缆插座对齐。如果是同轴对齐电缆插座，螺栓圆应匹配，相位连接应使用相同的名称组合在一起。

### 双面布置

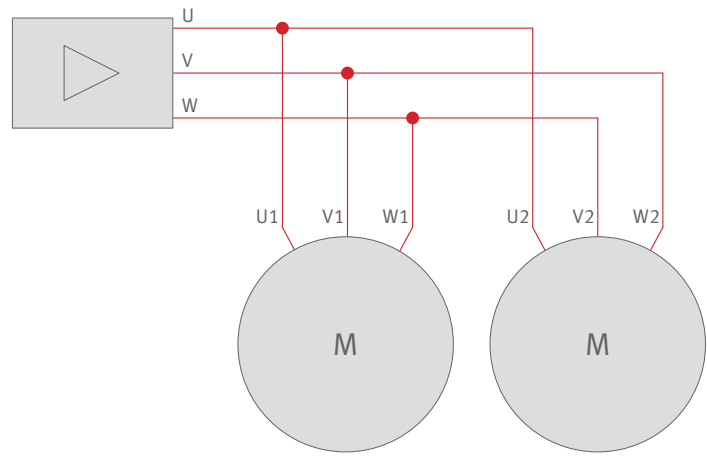
13 双面布置



001A4981

电缆插座指向相反的纵向方向。

14 双面布置



001A4983

在镜像双面布置中，零轴也必须匹配。根据零轴的位置，可能需要偏移螺栓圆。镜像布置中的电机必须以相反的旋转方向工作。这涉及在两个电机中的一个上调换相位 V 和相位 W。因此，相位 U1 和 U2、V1 和 W2 以及 W1 和 V2 在转换器上相互接触 ►19|🔗14。

1.9 在一根轴上并联操作多个电机

1.9.1 电缆插座的位移

在所有布置中，定子和电缆插座都可以在特定网格内相对扭转。特别是在带有内部电缆插座的双面布置中，可以通过扭转定子来设计较短的整体轴。网格对应于一个极对，必须乘以整数因子。

扭转角的计算公式如下：

📄3 扭转角

$$\text{Verdrehwinkel} = \frac{360^\circ}{\text{Polpaarzahl}} \cdot n$$

x	-	任何整数因子
---	---	--------

在某些系列中，螺栓圆中也可实现有利的扭转角，例如 RIB11-3P-230xH：

📄4 螺栓圆中的扭转角

$$\text{Verdrehwinkel} = \frac{360^\circ}{22} \cdot 11 = 180^\circ$$

1.9.2 设置相位重合

在所有情况下，应检查并联电机的相位是否对齐。如果相位不对应，则由于感应短路电流原因，扭矩常数和效率会因速度而降低。

为了对齐相位，在同时旋转连接的转子的同时，使用双通道示波器测量电机的反电压。两条曲线的相位偏移不得超过 ±5°，以确保互连电机的静态功能良好。电机之间的任何电气相位偏移都可以通过机械调整转子或定子来消除。

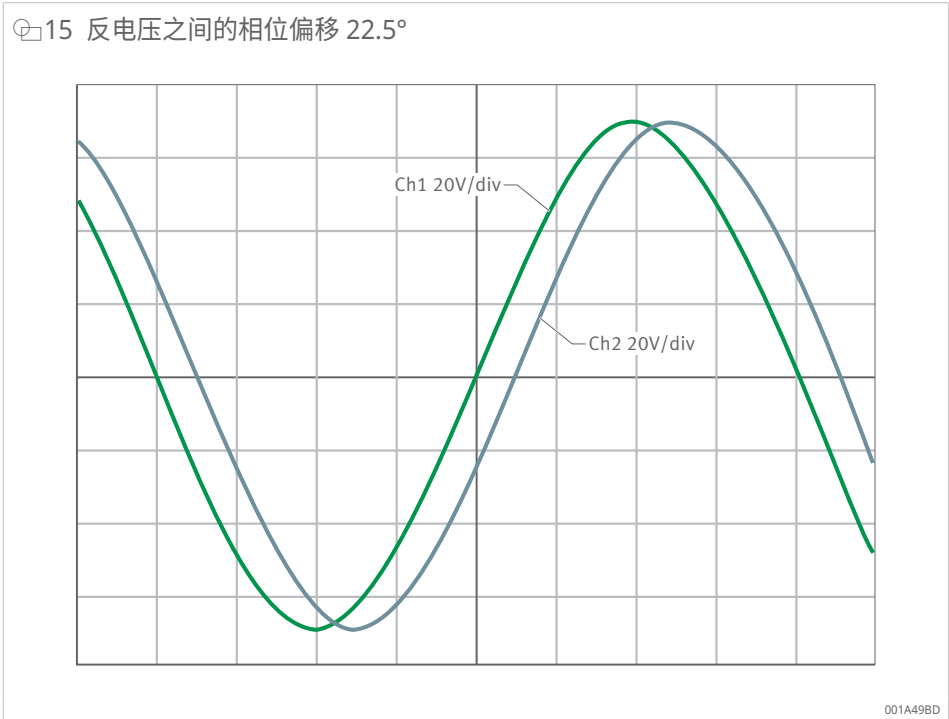
以下情况适用：

📄5 机械角度定理

$$\text{Mechanischer Winkel} = \frac{\text{Elektrischer Winkel}}{\text{Polpaarzahl}}$$

正确安装后，符合中等公差等级 EN 20273 要求的螺栓圆螺纹连接的间隙通常足以进行精确调整。如果并联连接了两个以上的电机，则其中一个电机被定义为主电机，因此也被定义为对齐所有剩余电机的参考点。

图 15 反电压之间的相位偏移 22.5°

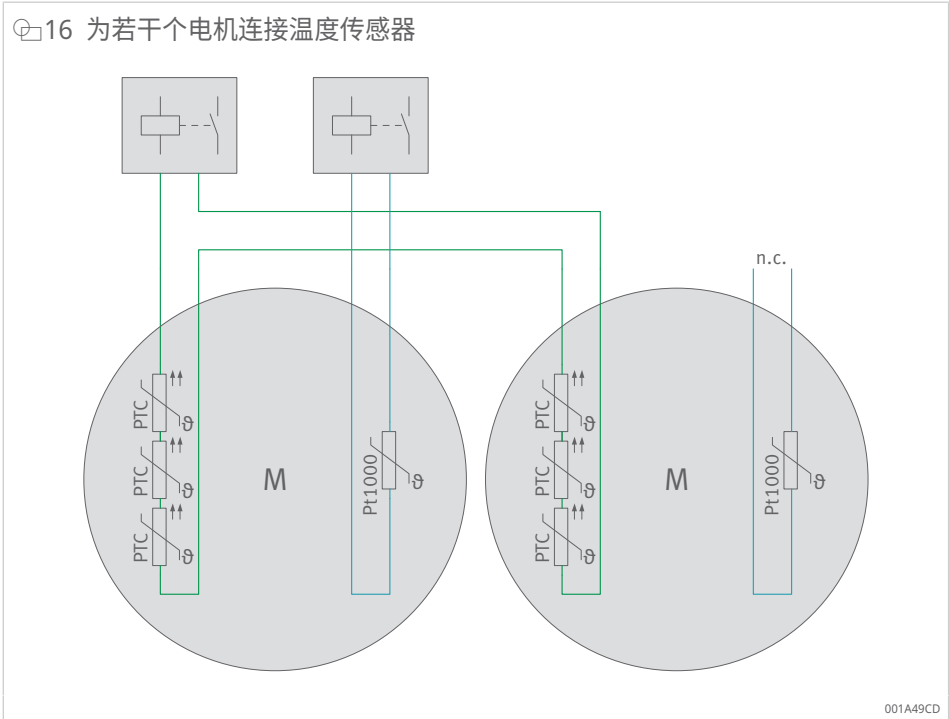


1.9.3 温度传感器的评估

电机对齐出现故障或不正确可能导致电机热过载。集成 PTC 传感器用于保护电机。布置中每个电机的 PTC 传感器串联连接，并由电机保护跳闸装置进行评估。

为防止电机保护系统过早跳闸，Schaeffler Industrial Drives 建议在有三个或更多个 PTC 监测电路的情况下使用若干个或多通道电机保护跳闸装置。

图 16 为若干个电机连接温度传感器



1.9.4 生成电机数据

并联连接结构相同的单个电机会导致为当前更换电机上的转换器生成新的电气数据。可以根据单个电机数据轻松确定以下内容：

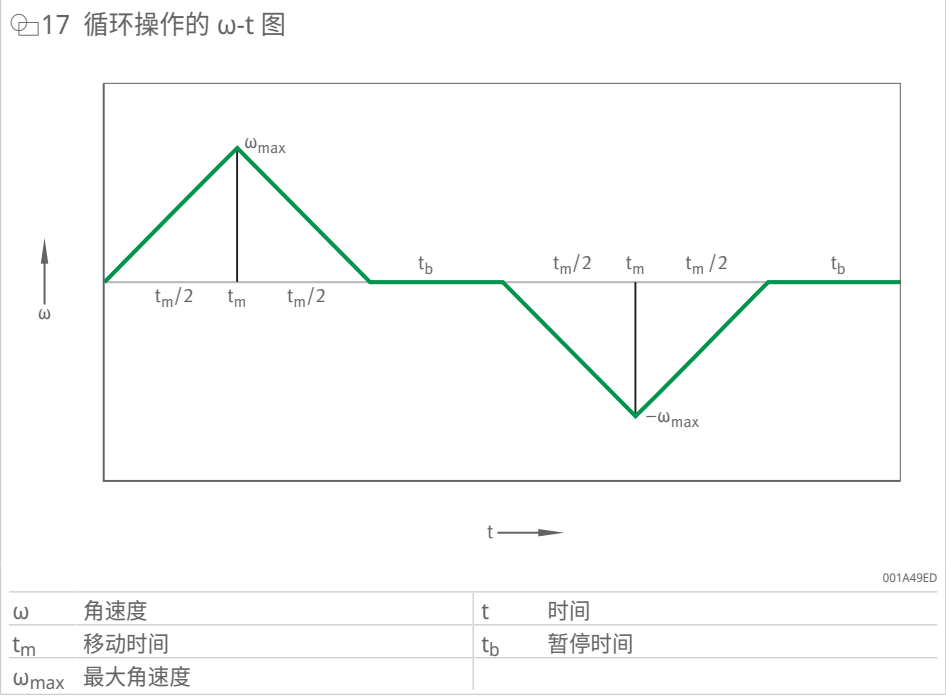
- 极对的数目、扭矩常数、电压常数、时间常数和转速保持不变。
- 电流、扭矩和阻尼常数乘以单个电机的数目。
- 电阻和电感除以单个电机的数目。

1.10 用于旋转应用的直接驱动选择

1.10.1 循环应用

循环操作包括连续定位移动以及两次移动之间的暂停。一个简单的定位动作是正向加速移动和随后的制动。如果负加速度的值相同，则加速时间和制动时间相同。加速阶段结束时达到最大角速度  $\omega_{\max}$ 。

时钟周期在  $\omega$ - $t$  图中有介绍。循环操作的  $\omega$ - $t$  图显示了带暂停的前进/后退转动。



循环操作的  $\alpha$ - $t$  图和移动所需的扭矩曲线是根据带暂停的前进/后退转动获得的：

f16 扭矩

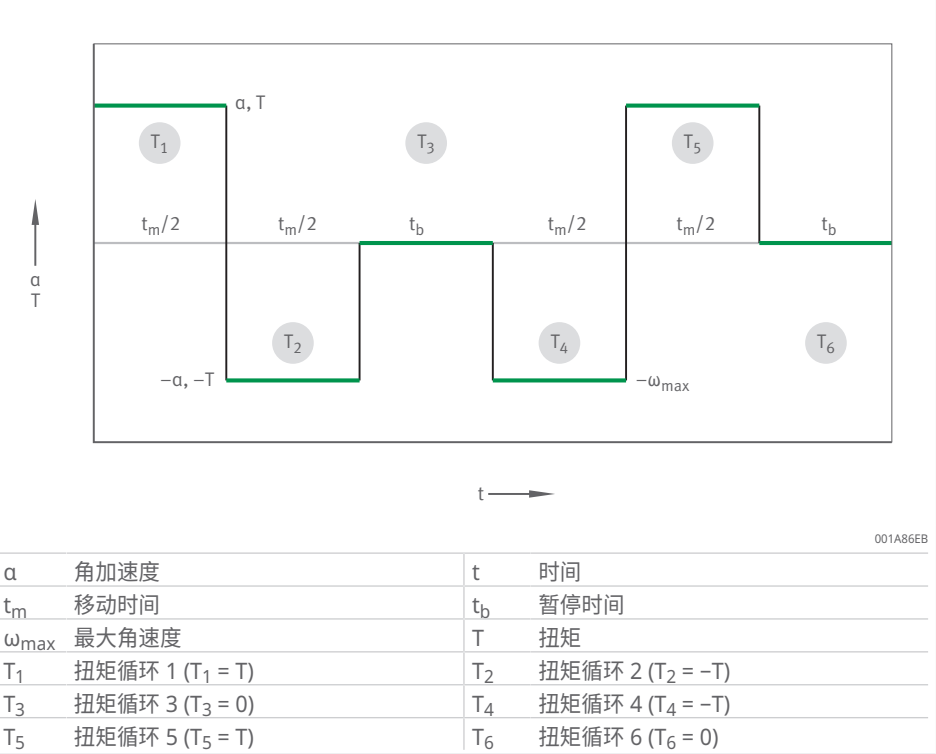
$T = J \cdot \alpha$

$T$	Nm	扭矩
$I$	$\text{kg} \cdot \text{m}^2$	转动惯量
$\alpha$	$\text{rad/s}^2$	角加速度

根据所需时钟周期的扭矩曲线，基于三个标准选择电机：

- 根据性能数据，循环中的最大扭矩  $\leq T_p$  ➤31 | 2.2
- 根据性能数据，循环中的有效扭矩  $\leq T_c$ （电机未冷却）或  $T_{cw}$ （水冷式） ➤31 | 2.2
- 根据性能数据，循环中的最大转速  $\leq n_{ip}$  ➤31 | 2.2

18 循环操作的 α-t 图



有效扭矩等于时钟周期中扭矩曲线（六个扭矩循环）的均方根。

17 有效扭矩

$$T_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{T_1^2 \cdot t_1 + T_2^2 \cdot t_2 + \dots + T_6^2 \cdot t_6}{t_1 + t_2 + \dots + t_6}}$$

T <sub>eff</sub>	Nm	有效扭矩
T <sub>1</sub>	Nm	扭矩循环 1 (T <sub>1</sub> = T)
t <sub>1</sub>	s	移动时间 1 (t <sub>1</sub> = t <sub>m</sub> /2)
T <sub>2</sub>	Nm	扭矩循环 2 (T <sub>2</sub> = -T)
t <sub>2</sub>	s	移动时间 2 (t <sub>2</sub> = t <sub>m</sub> /2)
T <sub>6</sub>	Nm	扭矩循环 6 (T <sub>6</sub> = 0)
t <sub>6</sub>	s	移动时间 6 (t <sub>6</sub> = t <sub>b</sub> )

我们建议扭矩的安全系数为 1.4。安全系数考虑了电机在扭矩/电流特征曲线的非线性范围内的运行情况等条件，对于这些条件，T<sub>eff</sub> 的计算公式仅粗略适用。

使用以下扭矩计算有效扭矩：

- T<sub>1</sub> = T
- T<sub>2</sub> = -T
- T<sub>3</sub> = 0
- T<sub>4</sub> = -T
- T<sub>5</sub> = T
- T<sub>6</sub> = 0

使用以下时间计算有效扭矩：

- $t_1 = t_m/2$
- $t_2 = t_m/2$
- $t_3 = t_b$
- $t_4 = t_m/2$
- $t_5 = t_m/2$
- $t_6 = t_b$

f18 有效扭矩

$$T_{\text{eff}} = T \cdot \sqrt{\frac{t_m}{t_m + t_b}}$$

$T_{\text{eff}}$	Nm	有效扭矩
$T$	Nm	扭矩
$t_m$	s	移动时间
$t_b$	s	暂停时间

f19 有效扭矩

$$T_{\text{eff}} = J \cdot \alpha \cdot \sqrt{\frac{t_m}{t_m + t_b}}$$

$T_{\text{eff}}$	Nm	有效扭矩
$I$	$\text{kg} \cdot \text{m}^2$	转动惯量
$\alpha$	$\text{rad/s}^2$	角加速度
$t_m$	s	移动时间
$t_b$	s	暂停时间

如果在时钟周期中只有相同幅度的扭矩生效，则此等式适用于有效扭矩 ▶24| f19。转动惯量和角加速度是恒定的。移动时间除以移动时间与暂停时间之和，再求方根。周期时间包含在分母中。

定位运动的角加速度、最大角速度和最大转速使用以下公式进行计算：

f110 角加速度

$$\alpha = \frac{4 \cdot \varphi}{t_m^2}$$

$\alpha$	$\text{rad/s}^2$	角加速度
$\varphi$	°	移动角度
$t_m$	s	移动时间

f111 最大角速度

$$\omega_{\text{max}} = \frac{2 \cdot \varphi}{t_m}$$

$t_m$	s	移动时间
-------	---	------

f112 最大转速

$$n_{\text{max}} = \frac{30}{\pi} \cdot \omega_{\text{max}}$$

此处显示的计算方法是理想化的和简化的。例如，角加速度的增加是无限高的。在实践中，角加速度受到电机电感或其他部件的限制。为了在设计中考虑这些影响，使用了安全系数，或者在尤为动态的移动情况下，假定每个定位操作的额外时间为 15 ms 至 20 ms。



1.10.2 循环应用示例

5 指定值

指定值	单位	值
移动角度 $\phi$	°	180
移动时间 $t_m$	s	0.5
循环时间 $t_m + t_b$	s	1.35
转动惯量 $J$	kg · m <sup>2</sup>	2.5
摩擦力矩 $T_F$	Nm	8
安全系数 $SF$	-	1.4

计算

移动角度换算：

*f*13 移动角度换算

$$\varphi = \frac{\pi}{180} \cdot 180 \text{ rad} = 3.142 \text{ rad}$$

$\phi$	°	移动角度
--------	---	------

最大角速度：

*f*14 最大角速度

$$\omega_{\max} = \frac{2 \cdot \varphi}{t_m} = \frac{2 \cdot 3.142}{0.5} \text{ rad/s} = 12.57 \text{ rad/s}$$

$\omega_{\max}$	rad/s	最大角速度
$\phi$	°	移动角度
$t_m$	s	移动时间

最大转速：

*f*15 最大转速

$$n_{\max} = \frac{30}{\pi} \cdot \omega_{\max} = \frac{30}{\pi} \cdot 12.57 \text{ 1/s} = 120 \text{ min}^{-1}$$

$n_{\max}$	min <sup>-1</sup>	最大转速
$\omega_{\max}$	rad/s	最大角速度

角加速度：

*f*16 角加速度

$$\alpha = \frac{4 \cdot \varphi}{t_m^2} = \frac{4 \cdot 3.142}{0.5^2} \text{ rad/s}^2 = 50.27 \text{ rad/s}^2$$

$\alpha$	rad/s <sup>2</sup>	角加速度
$\phi$	°	移动角度
$t_m$	s	移动时间

考虑到轴承摩擦力矩  $T_F$ ，可得到最大扭矩：

### f17 最大扭矩

$$T_{\max} = (J \cdot \alpha) + T_F = (2.5 \cdot 50.27) + 8 = 133.68 \text{ Nm}$$

$T_{\max}$	Nm	最大扭矩
$I$	$\text{kg} \cdot \text{m}^2$	转动惯量
$\alpha$	$\text{rad/s}^2$	角加速度
$T_F$	Nm	轴承摩擦力矩

有效扭矩，考虑了轴承摩擦力矩  $T_F$ ：

### f18 有效扭矩，考虑了轴承摩擦扭矩

$$T_{\text{eff}} = \left( J \cdot \alpha \cdot \sqrt{\frac{t_m}{t_m + t_b}} \right) + T_F = \left( 2.5 \cdot 50.27 \cdot \sqrt{\frac{0.5}{1.35}} \right) + 8 = 84.48 \text{ Nm}$$

$T_{\text{eff}}$	Nm	有效扭矩
$I$	$\text{kg} \cdot \text{m}^2$	转动惯量
$\alpha$	$\text{rad/s}^2$	角加速度
$t_m$	s	移动时间
$t_b$	s	暂停时间
$T_F$	Nm	轴承摩擦力矩

适当根据安全系数 SF，使用以下要求选择电机。

$$1.4 \times T_{\max} \leq T_p$$

$$1.4 \times T_{\text{eff}} \leq T_{\text{cw}}$$

$$n_{\max} \leq n_{\text{lp}}$$

当使用计算工作点  $T_{\max}$  和  $n_{\max}$  选择电机时，应在不考虑安全系数的转速下执行工作，否则从机械性能的角度来看，驱动系统在实际应用中会明显尺寸过大。尺寸过大：安全转速  $1.4 \times$  安全扭矩  $1.4 =$  整体安全性  $1.96$ 。或者，也可以使用扭矩/转速图解释操作点。尊敬的客户，有关其他信息，请联系我们的专家。

计算得出以下电机要求：

无安全系数：

- $T_p = 133.68 \text{ Nm}$
- $T_{\text{cw}} = 84.48 \text{ Nm}$

带安全系数：

- $T_p = 187.15 \text{ Nm}$
- $T_{\text{cw}} = 118.27 \text{ Nm}$

$T_p = 233 \text{ Nm}$ 、 $T_{\text{cw}} = 123 \text{ Nm}$  和  $n_{\text{lp}} = 150 \text{ min}^{-1}$  的电机 RIB17-3P-168x50-Z0.7 完全满足样品计算的要求。

## 1.10.3 数控回转工作台应用

对于水冷式回转工作台应用，通常已知转速  $n$ 、惯性矩  $J$ 、加工扭矩  $T_W$ （运动中）、保持扭矩  $T_{\text{sw}}$  和 S1 操作中的角度加速度  $\alpha$  以及 S6 操作中的  $\alpha_{\max}$ 。虽然扭矩的有效时间会频繁变化，但仍有必要尽可能精确地确定有效扭矩（作为连续扭矩）和最大扭矩，以选择最佳电机并防止超过允许的最高绕组温度。电机运行过程中产生的所有负载扭矩都包含在扭矩计算中。

1.10.4 数控回转工作台应用示例

6 指定值

指定值	单位	值
转速 n	min <sup>-1</sup>	60
转动惯量 J	kg · m <sup>2</sup>	4
加工扭矩 T <sub>W</sub>	Nm	300
摩擦力矩 T <sub>F</sub>	Nm	50
重力（附加扭矩） T <sub>Z</sub>	Nm	0
S1 操作中的角加速度 α <sub>S1</sub>	°/s <sup>2</sup>	9000
3 s 内 S6 操作中的最大角加速度 α <sub>max</sub>	°/s <sup>2</sup>	20000
安全系数 SF	-	1.4

计算

将角加速度换算为 rad/s<sup>2</sup>:

f19 角加速度		
$\alpha_{S1} = \frac{\pi}{180} \cdot \alpha_{S1} \left[ \frac{^\circ}{s^2} \right] = \frac{\pi}{180} \cdot 9000 = 157 \text{ rad/s}^2$		
α <sub>S1</sub>	rad/s <sup>2</sup>	S1 操作中的角加速度

f20 最大角加速度		
$\alpha_{\max} = \frac{\pi}{180} \cdot \alpha_{\max} \left[ \frac{^\circ}{s^2} \right] = \frac{\pi}{180} \cdot 20000 = 349 \text{ rad/s}^2$		
α <sub>max</sub>	rad/s <sup>2</sup>	最大角加速度

电机选择基于冷却保持扭矩 T<sub>sw</sub> 和运动扭矩（S1 操作时的 T<sub>cw</sub>）和（S6 操作时的 T<sub>p</sub>）。安全系数 SF 为 1.4，可确保可靠地保持位置，并确保控制系统对偏差做出可靠响应。

f21 冷却保持扭矩，带水冷功能		
$T_{sw} = (T_W + T_F + T_Z) \cdot 1.4 = 490 \text{ Nm}$		
T <sub>sw</sub>	Nm	保持扭矩，已冷却
T <sub>W</sub>	Nm	加工扭矩
T <sub>F</sub>	Nm	轴承摩擦力矩
T <sub>Z</sub>	Nm	重力（附加扭矩）

f22 冷却额定扭矩，带水冷功能		
$T_{cw} = (J \cdot \alpha_{S1} + T_W + T_F + T_Z) \cdot 1.4 = 1369 \text{ Nm}$		
T <sub>cw</sub>	Nm	额定扭矩，已冷却
I	kg · m <sup>2</sup>	转动惯量
α <sub>S1</sub>	rad/s <sup>2</sup>	S1 操作中的角加速度
T <sub>W</sub>	Nm	加工扭矩
T <sub>F</sub>	Nm	轴承摩擦力矩
T <sub>Z</sub>	Nm	重力（附加扭矩）

f123 峰值扭矩

$$T_p = (J \cdot \alpha_{max} + T_W + T_F + T_Z) \cdot 1.4 = 2444 \text{ Nm}$$

T <sub>p</sub>	Nm	峰值扭矩
I	kg · m <sup>2</sup>	转动惯量
α <sub>max</sub>	rad/s <sup>2</sup>	最大角加速度
T <sub>W</sub>	Nm	加工扭矩
T <sub>F</sub>	Nm	轴承摩擦力矩
T <sub>Z</sub>	Nm	重力（附加扭矩）

计算得出以下电机要求：

$$T_p = 2444 \text{ Nm}$$

$$T_{cw} = 1369 \text{ Nm}$$

T<sub>p</sub> = 3627 Nm、T<sub>cw</sub> = 2166 Nm 且 n<sub>lp</sub> = 61 min<sup>-1</sup> 的电机 RIB13-3P-690×50-Z4.2 完全满足样品计算的要求。

在上述示例中，数控回转工作台应先运行至定义的转速（转速控制）。然后由数控回转工作台在此转速下进行加工。

如果需要额外的定位操作，例如如果在位置控制中使用了编码器，则必须以 10 % 至 20 % 的确定度应用 T<sub>p</sub> 处的所需转速。然后，电机的极限转速 n<sub>lp</sub> 必须大于计算得出的转速（包括附加值）。

## 2 力矩电机

RIB 力矩电机是永久励磁同步电机，旨在作为内部运行电机运行。

初级部件是带外部液体冷却的全铸造定子。转子包括一个内径较大的连接环和数个固定在外侧的永久磁铁。

此电机系列经过优化，可实现最高效率，在额定转速下具有高扭矩和低功率损耗。可在非常大的范围内提供有用的扭矩。RIB 力矩电机的圆周转速高达 10 m/s。低扭矩波动使电机可用于精密应用。

- RIB 力矩电机具有以下功能：
- 以 25-mm 为增量提供扭矩有效定子高度
  - 针对不同转速提供各种标准绕组
  - 可按标准尺寸提供

图7 电缆插座

标准	选项	选项
轴向电缆插座	切向电缆插座	径向电缆插座
		

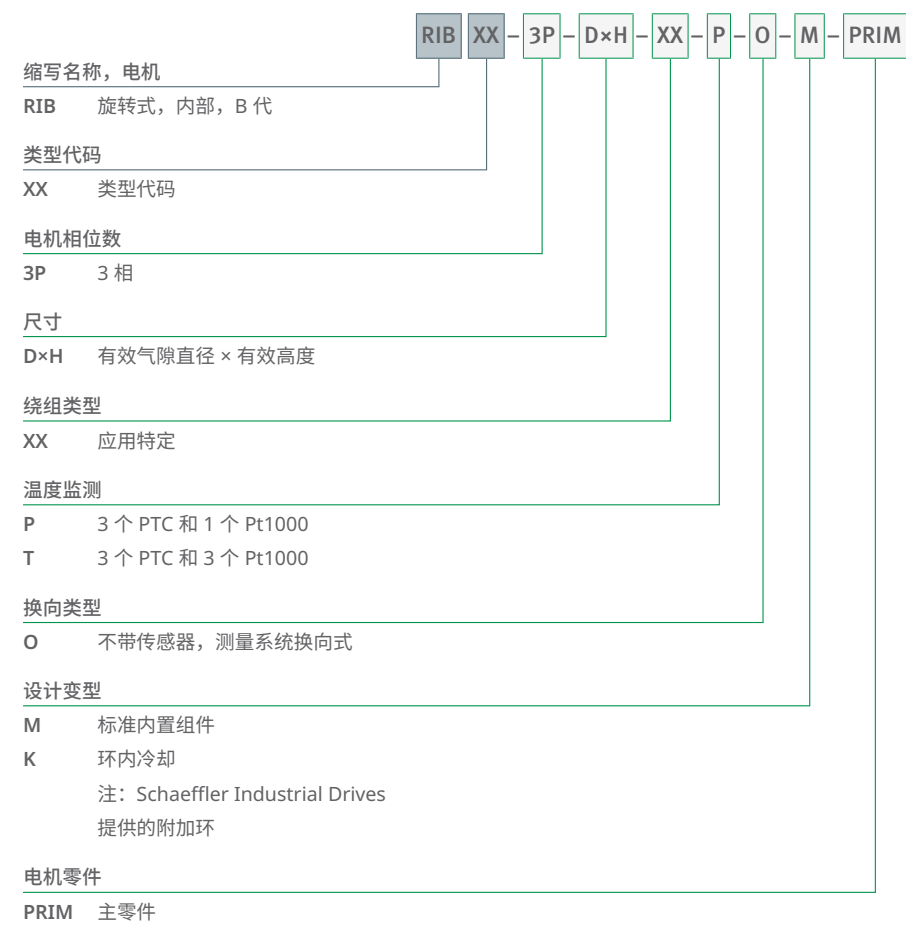
- 优点：
- 经过优化，可实现较低的功耗
  - 高动态响应性和刚度
  - 设计紧凑
  - 免维护
  - 良好的同步特性
  - 基于转换器和应用的绕组设计降低了能耗
  - 通过缩小尺寸可节省成本
  - 由于电机热量减少，提高了机器精度

- 应用：
- 机床
  - 数控回转工作台
  - 分度工作台
  - 径向精密跟踪装置
  - 自动化技术
  - 印刷机械
  - 包装机械
  - 伺服压力机

2.1 型号

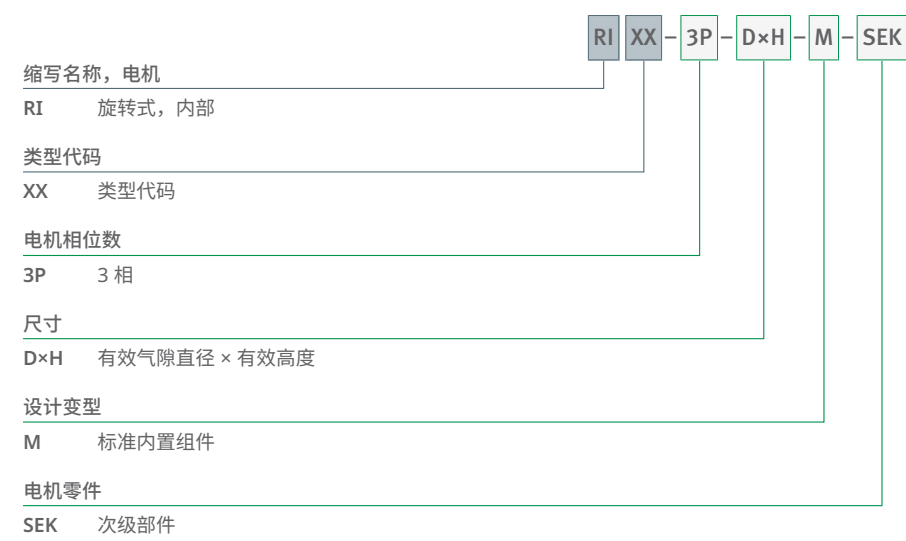
2

图19 RIB 系列，初级部件（定子）



001B5924

图20 RIB 系列，次级部件（转子）



001B5934

## 2.2 产品尺寸表

### 2.2.1 解释

$\Delta\vartheta$	K	冷却水温差
$dV/dt$	l/min	冷却水流量
$F_a$	kN	轴向吸引力
$F_r$	kN/mm	径向吸引力
$H_p$	mm	定子高度
$H_s$	mm	转子高度
$I_{c\ eff}$	A	有效额定电流, 未冷却
$I_{cw\ eff}$	A	有效额定电流, 已冷却
$I_{p\ eff}$	A	有效峰值电流
$I_{sw\ eff}$	A	有效保持电流, 已冷却
$I_{u\ eff}$	A	有效极限电流
$J$	$kg \cdot m^2$	转子转动惯量
$k_m$	Nm/ $\sqrt{W}$	电机常数
$k_T$	Nm/A	力矩常数
$k_{\dot{U}}$	V/(rad/s)	反电动势常数, 相间
$L$	mH	电感, 相间
$m_p$	kg	定子质量
$m_s$	kg	转子质量
$n_{Ip}$	$min^{-1}$	$I_{p\ eff}$ 和 $U_{DCL}$ 下的极限转速
$n_{lw}$	$min^{-1}$	拐点转速
$n_{lwS1}$	$min^{-1}$	额定转速 (S1), 已冷却
$n_p$	–	定子螺纹数目
$n_{pC}$	–	定子螺纹数目, 电缆侧
$n_s$	–	转子螺纹数目
$P$	–	极对数目
$P_{Ic}$	W	$T_c$ 处的功率损耗
$P_{Ip}$	W	$T_p$ 处的功率损耗
$P_{lw}$	W	$T_{cw}$ 处的功率损耗
$R_{20}$	$\Omega$	电阻, 相间
$T_c$	Nm	额定扭矩, 未冷却
$T_{cog}$	Nm	齿槽转矩
$T_{cw}$	Nm	额定扭矩, 已冷却
$TD_p$	mm	定子螺纹深度
$TD_{pC}$	mm	定子螺纹深度, 电缆侧
$TD_s$	mm	转子螺纹深度
$T_p$	Nm	峰值扭矩
$TP_p$	°	定子螺纹螺距
$TP_{pC}$	°	定子螺纹螺距, 电缆侧
$TP_s$	°	转子螺纹螺距
$TS_p$	–	定子螺纹尺寸
$TS_{pC}$	–	定子螺纹尺寸, 电缆侧
$TS_s$	–	转子螺纹尺寸
$T_{sw}$	Nm	保持扭矩, 已冷却
$T_u$	Nm	极限扭矩
$U_{DCL}$	V	直流母线电压
$\vartheta_{nf}$	°C	额定温度
$\vartheta_{PTC}$	°C	电机温度关闭阈值

值的公差范围:  $\pm 10\%$ 。

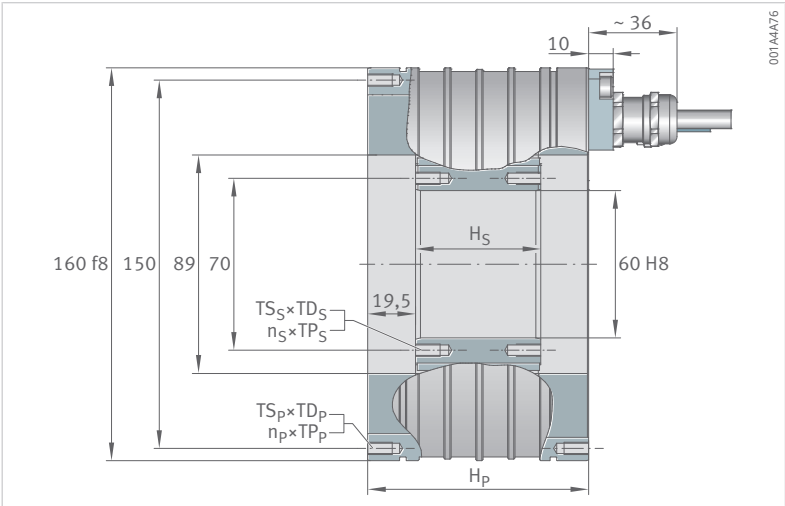
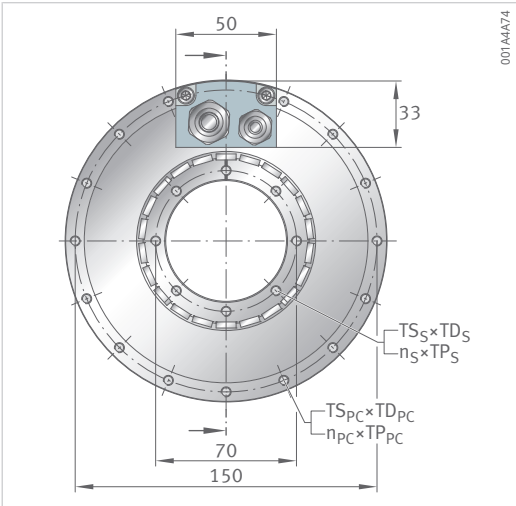
具有约束力的数据和图纸将按协议提供。我们建议在电机设计阶段获得工程师的支持。

2.2.2 RIB11-3P-89xH 几何数据

2

尺寸			89×25
转子质量	$m_S$	kg	0.5
定子质量	$m_P$	kg	5.1
转子高度	$H_S$	mm	26
定子高度	$H_P$	mm	70
转子螺纹	$TS_S \times TD_S$	–	M5×10
转子螺纹，数目 × 螺距	$n_S \times TP_S$	°	8×45
定子螺纹，电缆侧	$TS_{PC} \times TD_{PC}$	–	M5×10
定子螺纹，电缆侧，数目 × 螺距	$n_{PC} \times TP_{PC}$	°	15×22.5
定子螺纹	$TS_P \times TD_P$	–	M5×10
定子螺纹，数目 × 螺距	$n_P \times TP_P$	°	16×22.5



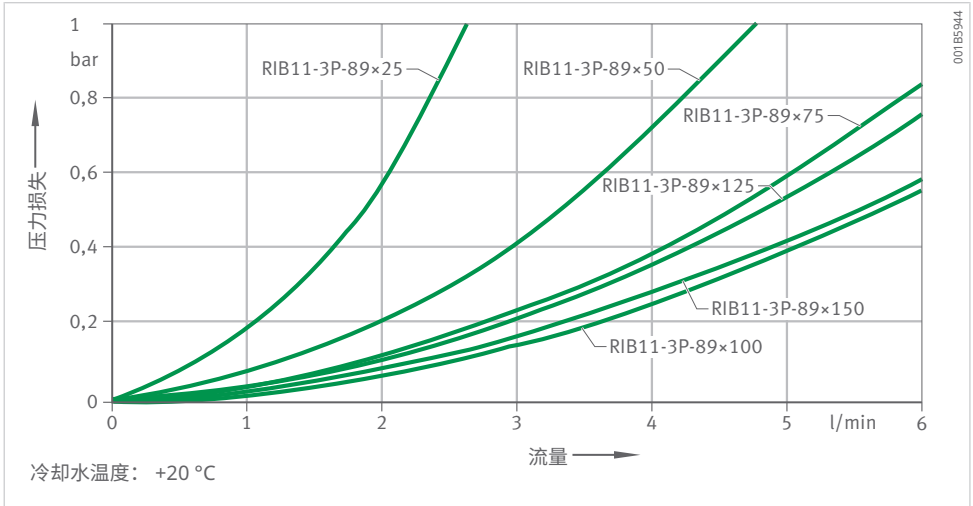


89×50	89×75	89×100	89×125	89×150
1.1	1.6	2.2	2.7	3.2
7.2	9.3	11.8	14.1	16.3
51	76	101	126	151
90	110	140	165	190
M5×10	M5×10	M5×10	M5×10	M5×10
8×45	8×45	16×22.5	16×22.5	16×22.5
M5×10	M5×10	M5×10	M5×10	M5×10
15×22.5	15×22.5	15×22.5	15×22.5	15×22.5
M5×10	M5×10	M5×10	M5×10	M5×10
16×22.5	16×22.5	16×22.5	16×22.5	16×22.5

## 2.2.3 RIB11-3P-89xH 性能数据

2

尺寸				89×25	89×25	89×50
绕组类型				Z0.9	Z1.7	Z0.9
扭矩	极限扭矩	$T_u$	Nm	33	33	72
	峰值扭矩	$T_p$	Nm	30	30	67
	额定扭矩, 已冷却	$T_{cw}$	Nm	19	19	42
	额定扭矩, 未冷却	$T_c$	Nm	7	7	15
	保持扭矩, 已冷却	$T_{sw}$	Nm	14	14	32
	齿槽转矩	$T_{cog}$	Nm	0.1	0.1	0.21
转速	$I_{p\text{ eff}}$ 和 $U_{DCL}$ 下的极限转速	$n_{Ip}$	$\text{min}^{-1}$	880	1829	438
	拐点转速	$n_{lw}$	$\text{min}^{-1}$	1668	3419	790
	额定转速 (S1), 已冷却	$n_{lwS1}$	$\text{min}^{-1}$	682	682	682
电流	有效极限电流	$I_{u\text{ eff}}$	A	21.1	42.2	21.1
	有效峰值电流	$I_{p\text{ eff}}$	A	16.9	33.8	16.9
	有效额定电流, 已冷却	$I_{cw\text{ eff}}$	A	7.7	15.4	8.4
	有效额定电流, 未冷却	$I_{c\text{ eff}}$	A	2.5	5.1	2.9
	有效保持电流, 已冷却	$I_{sw\text{ eff}}$	A	5.6	11.1	6.1
功率损耗	$T_p$ 处的功率损耗	$P_{Ip}$	W	1971	1971	2957
	$T_{cw}$ 处的功率损耗	$P_{lw}$	W	556	556	995
	$T_c$ 处的功率损耗	$P_{lc}$	W	44	44	89
电气特性值	直流母线电压	$U_{DCL}$	V	600	600	600
	电阻, 相间	$R_{20}$	$\Omega$	4.6	1.2	6.9
	电感, 相间	L	mH	25	6.3	47.5
	反电动势常数, 相间	$k_u$	V/(rad/s)	2.1	1.1	4.2
一般特性值	极对数目	P	-	11	11	11
	电机常数	$k_m$	$\text{Nm}/\sqrt{\text{W}}$	0.99	0.99	1.61
	力矩常数	$k_T$	$\text{Nm}/\text{A}$	2.6	1.3	5.2
	电机温度关闭阈值	$\vartheta_{PTC}$	$^{\circ}\text{C}$	110	110	110
	轴向吸引力	$F_a$	kN	0.1	0.1	0.1
	径向吸引力	$F_r$	kN/mm	0.5	0.5	1
	转动惯量, 转子	J	$\text{kg} \cdot \text{m}^2$	0.00075	0.00075	0.0015
冷却条件	冷却水流量	$dV/dt$	l/min	1.6	1.6	2.9
	额定温度	$\vartheta_{nf}$	$^{\circ}\text{C}$	20	20	20
	冷却水温差	$\Delta\vartheta$	K	5	5	5

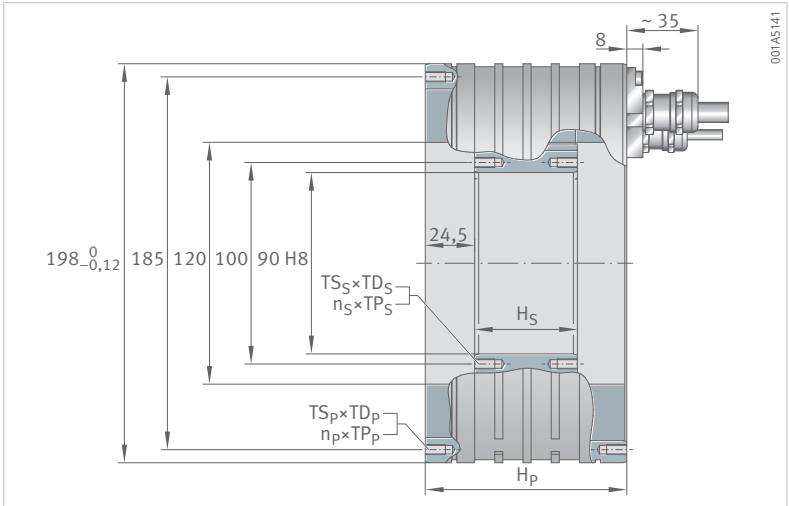
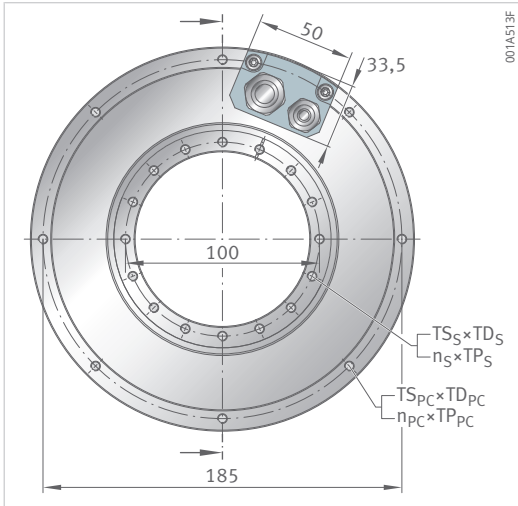


89×50	89×75	89×75	89×100	89×100	89×125	89×125	89×150	89×150
Z1.7	Z0.9	Z1.7	Z1.4	Z2.7	Z1.4	Z2.7	Z1.4	Z2.7
72	110	110	147	147	184	184	221	221
67	102	102	134	134	167	167	200	200
42	62	62	79	79	100	100	121	121
15	23	23	31	31	40	40	49	49
32	46	46	60	60	76	76	91	91
0.21	0.32	0.32	0.43	0.43	0.53	0.53	0.64	0.64
937	269	607	359	780	276	616	222	507
1647	512	1091	682	1430	532	1127	434	928
682	512	682	682	682	532	682	434	682
42.2	21.1	42.2	35.5	70.9	35.5	70.9	35.5	70.9
33.8	16.9	33.8	28.4	56.7	28.4	56.7	28.4	56.7
16.9	8.3	16.5	13.4	26.8	13.5	27.1	13.6	27.3
5.8	3	5.9	5	10	5.1	10.3	5.3	10.5
12.1	5.9	11.9	9.6	19.3	9.8	19.5	9.8	19.7
2957	4337	4337	5723	5723	6783	6783	7737	7737
995	1401	1401	1725	1725	2090	2090	2419	2419
89	133	133	177	177	221	221	266	266
600	600	600	600	600	600	600	600	600
1.7	10.1	2.5	4.7	1.2	5.6	1.4	6.4	1.6
11.9	71.3	17.8	33.7	8.4	42.1	10.5	50.5	12.6
2.1	6.4	3.2	5.1	2.5	6.3	3.2	7.6	3.8
11	11	11	11	11	11	11	11	11
1.61	2	2	2.32	2.32	2.67	2.67	3	3
2.6	7.8	3.9	6.2	3.1	7.7	3.9	9.3	4.6
110	110	110	110	110	110	110	110	110
0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
1	1.5	1.5	2	2	2.4	2.4	2.9	2.9
0.0015	0.00225	0.00225	0.003	0.003	0.00375	0.00375	0.0045	0.0045
2.9	4	4	4.9	4.9	6	6	6.9	6.9
20	20	20	20	20	20	20	20	20
5	5	5	5	5	5	5	5	5

2.2.4 RIB11-3P-120xH 几何数据

2

尺寸			120×25
转子质量	$m_S$	kg	0.9
定子质量	$m_P$	kg	7.9
转子高度	$H_S$	mm	26
定子高度	$H_P$	mm	80
转子螺纹	$TS_S \times TD_S$	–	M5×10
转子螺纹，数目 × 螺距	$n_S \times TP_S$	°	16×22.5
定子螺纹，电缆侧	$TS_{PC} \times TD_{PC}$	–	M5×10
定子螺纹，电缆侧，数目 × 螺距	$n_{PC} \times TP_{PC}$	°	8×45
定子螺纹	$TS_P \times TD_P$	–	M5×10
定子螺纹，数目 × 螺距	$n_P \times TP_P$	°	8×45

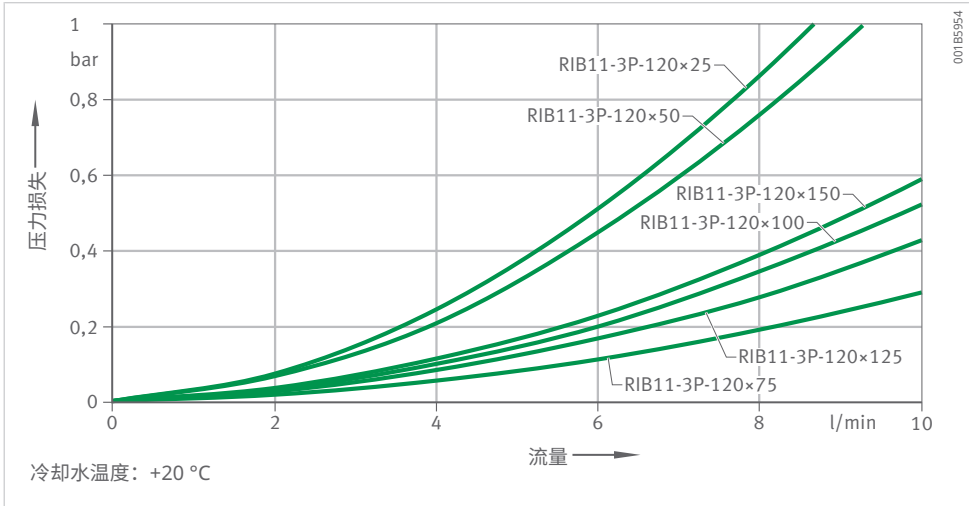


120×50	120×75	120×100	120×125	120×150
1.7	2.6	3.4	4.3	5.1
10.8	13.7	17.2	20.4	23.6
51	76	101	126	151
100	120	150	175	200
M5×10	M5×10	M6×10	M6×10	M6×10
16×22.5	16×22.5	16×22.5	16×22.5	16×22.5
M5×10	M5×10	M5×10	M5×10	M5×10
8×45	8×45	15×22.5	15×22.5	15×22.5
M5×10	M5×10	M5×10	M5×10	M5×10
8×45	8×45	16×22.5	16×22.5	16×22.5

## 2.2.5 RIB11-3P-120xH 性能数据

2

尺寸				120×25	120×25	120×50
绕组类型				Z0.7	Z1.5	Z1.5
扭矩	极限扭矩	$T_u$	Nm	68	68	157
	峰值扭矩	$T_p$	Nm	62	62	139
	额定扭矩, 已冷却	$T_{cw}$	Nm	32	32	77
	额定扭矩, 未冷却	$T_c$	Nm	10	10	26
	保持扭矩, 已冷却	$T_{sw}$	Nm	25	25	59
	齿槽转矩	$T_{cog}$	Nm	0.21	0.21	0.42
转速	$I_{p\ eff}$ 和 $U_{DCL}$ 下的极限转速	$n_{lp}$	$\text{min}^{-1}$	468	1002	509
	拐点转速	$n_{lw}$	$\text{min}^{-1}$	886	1843	849
	额定转速 (S1), 已冷却	$n_{lws1}$	$\text{min}^{-1}$	682	682	682
电流	有效极限电流	$I_{u\ eff}$	A	18	36.1	36.1
	有效峰值电流	$I_{p\ eff}$	A	14.4	28.8	28.8
	有效额定电流, 已冷却	$I_{cw\ eff}$	A	6.4	12.7	14.1
	有效额定电流, 未冷却	$I_{c\ eff}$	A	1.9	3.7	4.7
	有效保持电流, 已冷却	$I_{sw\ eff}$	A	4.8	9.6	10.6
功率损耗	$T_p$ 处的功率损耗	$P_{lp}$	W	2472	2472	3794
	$T_{cw}$ 处的功率损耗	$P_{lw}$	W	651	651	1222
	$T_c$ 处的功率损耗	$P_{lc}$	W	41	41	102
电气特性值	直流母线电压	$U_{DCL}$	V	600	600	600
	电阻, 相间	$R_{20}$	$\Omega$	7.9	2	3
	电感, 相间	$L$	mH	51.4	12.8	23.5
	反电动势常数, 相间	$k_{\hat{u}}$	V/(rad/s)	4.2	2.1	4.6
一般特性值	极对数目	$P$	-	11	11	11
	电机常数	$k_m$	Nm/ $\sqrt{W}$	1.51	1.51	2.62
	力矩常数	$k_T$	Nm/A	5.2	2.6	5.6
	电机温度关闭阈值	$\vartheta_{PTC}$	°C	110	110	110
	轴向吸引力	$F_a$	kN	0.16	0.16	0.16
	径向吸引力	$F_r$	kN/mm	0.5	0.5	0.9
	转动惯量, 转子	$J$	$\text{kg} \cdot \text{m}^2$	0.0023	0.0023	0.0046
冷却条件	冷却水流量	$dV/dt$	l/min	1.9	1.9	3.5
	额定温度	$\vartheta_{nf}$	°C	20	20	20
	冷却水温差	$\Delta\vartheta$	K	5	5	5



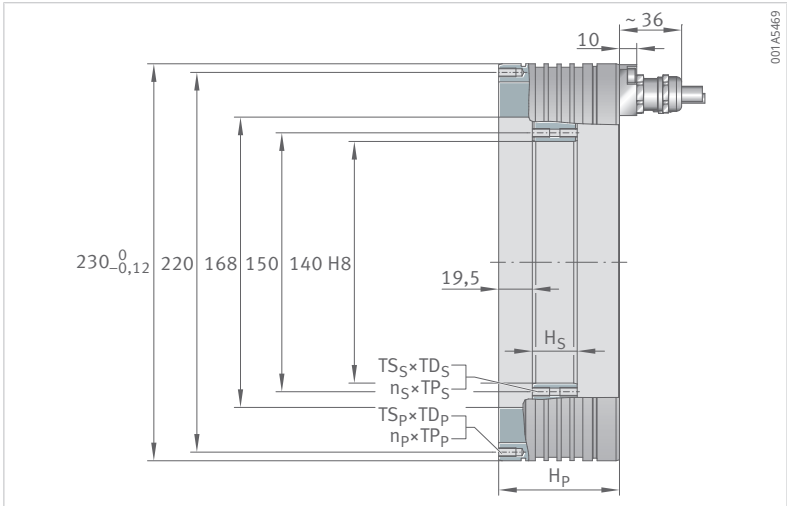
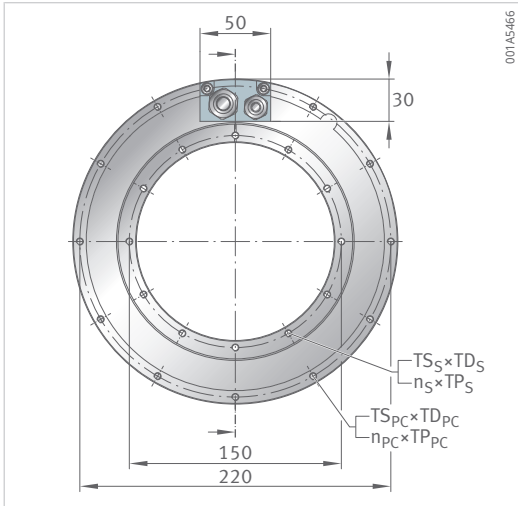
120×75	120×75	120×100	120×100	120×125	120×125	120×150	120×150
Z1.4	Z2.9	Z1.4	Z2.9	Z1.4	Z2.9	Z1.5	Z2.9
236	236	314	314	393	393	471	471
208	208	277	277	346	346	416	416
126	126	171	171	219	219	250	264
45	45	62	62	80	80	92	98
97	97	131	131	167	167	191	202
0.63	0.63	0.84	0.84	1.05	1.05	1.26	1.26
298	645	222	494	172	395	154	328
479	1005	356	758	276	598	260	495
479	682	356	682	276	598	260	495
32.2	64.5	32.2	64.5	32.2	64.5	36.1	64.5
25.8	51.6	25.8	51.6	25.8	51.6	28.8	51.6
13.7	27.5	13.9	27.9	14.3	28.6	15.2	28.8
4.8	9.6	5	10	5.1	10.2	5.5	10.4
10.3	20.6	10.5	20.9	10.7	21.4	11.4	21.6
4425	4425	5454	5454	6483	6483	8393	7512
1697	1697	2153	2153	2688	2688	3158	3158
153	153	205	205	256	256	307	307
600	600	600	600	600	600	600	600
4.4	1.1	5.5	1.4	6.5	1.6	6.7	1.9
42.8	10.7	54.1	13.5	66.2	16.5	62.1	19.4
7.7	3.8	10.2	5.1	12.8	6.4	13.7	7.7
11	11	11	11	11	11	11	11
3.63	3.63	4.36	4.36	5	5	5.28	5.58
9.4	4.7	12.5	6.2	15.6	7.8	16.8	9.4
110	110	110	110	110	110	110	110
0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
1.4	1.4	1.8	1.8	2.2	2.2	2.7	2.7
0.0069	0.0069	0.0091	0.0091	0.0114	0.0114	0.0136	0.0136
4.9	4.9	6.2	6.2	7.7	7.7	9	9
20	20	20	20	20	20	20	20
5	5	5	5	5	5	5	5

2.2.6 RIB17-3P-168xH 几何数据

2

尺寸			168×25
转子质量	$m_S$	kg	1.2
定子质量	$m_P$	kg	7.2
转子高度	$H_S$	mm	26
定子高度	$H_P$	mm	70
转子螺纹	$TS_S \times TD_S$	–	M5×10
转子螺纹，数目 × 螺距	$n_S \times TP_S$	°	12×30
定子螺纹，电缆侧	$TS_{PC} \times TD_{PC}$	–	M5×10
定子螺纹，电缆侧，数目 × 螺距	$n_{PC} \times TP_{PC}$	°	11×30
定子螺纹	$TS_P \times TD_P$	–	M5×10
定子螺纹，数目 × 螺距	$n_P \times TP_P$	°	12×30



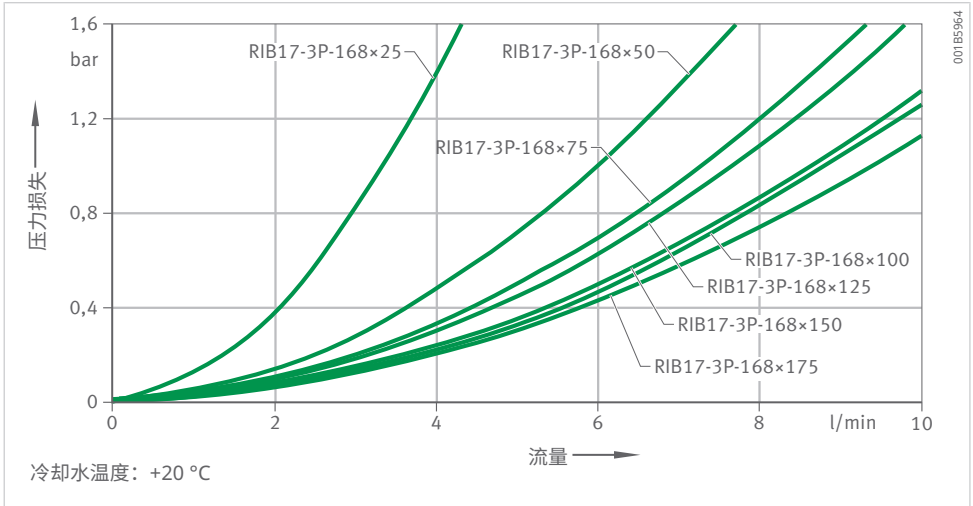


168×50	168×75	168×100	168×125	168×150	168×175
2.4	3.6	4.8	6	7.2	8.4
10.1	13.3	16.5	19.8	23	26.2
51	76	101	126	151	176
90	115	140	165	190	215
M5×10	M5×10	M5×10	M5×10	M6×10	M6×10
12×30	24×15	24×15	24×15	24×15	24×15
M5×10	M5×10	M5×10	M5×10	M5×10	M5×10
11×30	21×15	21×15	21×15	21×15	21×15
M5×10	M5×10	M5×10	M5×10	M5×10	M5×10
12×30	24×15	24×15	24×15	24×15	24×15

## 2.2.7 RIB17-3P-168xH 性能数据

2

尺寸				168×25	168×25	168×50	168×50
绕组类型				Z0.7	Z1.4	Z0.7	Z1.4
扭矩	极限扭矩	$T_u$	Nm	130	130	272	272
	峰值扭矩	$T_p$	Nm	112	112	233	233
	额定扭矩, 已冷却	$T_{cw}$	Nm	58	58	123	123
	额定扭矩, 未冷却	$T_c$	Nm	16	16	37	37
	保持扭矩, 已冷却	$T_{sw}$	Nm	43	43	90	90
	齿槽转矩	$T_{cog}$	Nm	0.59	0.59	1.16	1.16
转速	$I_{p\text{ eff}}$ 和 $U_{DCL}$ 下的极限转速	$n_{lp}$	$\text{min}^{-1}$	337	757	150	376
	拐点转速	$n_{lw}$	$\text{min}^{-1}$	585	1242	272	602
	额定转速 (S1), 已冷却	$n_{lws1}$	$\text{min}^{-1}$	441	441	272	441
电流	有效极限电流	$I_{u\text{ eff}}$	A	19.3	38.7	19.3	38.7
	有效峰值电流	$I_{p\text{ eff}}$	A	15.5	30.9	15.5	30.9
	有效额定电流, 已冷却	$I_{cw\text{ eff}}$	A	6.9	13.8	7.2	14.5
	有效额定电流, 未冷却	$I_{c\text{ eff}}$	A	1.9	3.7	2.2	4.3
	有效保持电流, 已冷却	$I_{sw\text{ eff}}$	A	5	10	5.3	10.5
功率损耗	$T_p$ 处的功率损耗	$P_{lp}$	W	3402	3402	5053	5053
	$T_{cw}$ 处的功率损耗	$P_{lw}$	W	912	912	1487	1487
	$T_c$ 处的功率损耗	$P_{lc}$	W	50	50	99	99
电气特性值	直流母线电压	$U_{DCL}$	V	600	600	600	600
	电阻, 相间	$R_{20}$	$\Omega$	9.5	2.4	14.1	3.5
	电感, 相间	$L$	mH	37.3	9.3	69.3	17.3
	反电动势常数, 相间	$k_{\hat{u}}$	V/(rad/s)	6.9	3.5	14	7
一般特性值	极对数目	$P$	-	17	17	17	17
	电机常数	$k_m$	Nm/√W	2.25	2.25	3.73	3.73
	力矩常数	$k_T$	Nm/A	8.5	4.2	17.1	8.6
	电机温度关闭阈值	$\vartheta_{PTC}$	°C	110	110	110	110
	轴向吸引力	$F_a$	kN	0.28	0.28	0.28	0.28
	径向吸引力	$F_r$	kN/mm	1	1	2	2
	转动惯量, 转子	$J$	$\text{kg} \cdot \text{m}^2$	0.0071	0.0071	0.0141	0.0141
冷却条件	冷却水流量	$dV/dt$	l/min	2.6	2.6	4.3	4.3
	额定温度	$\vartheta_{nf}$	°C	20	20	20	20
	冷却水温差	$\Delta\vartheta$	K	5	5	5	5

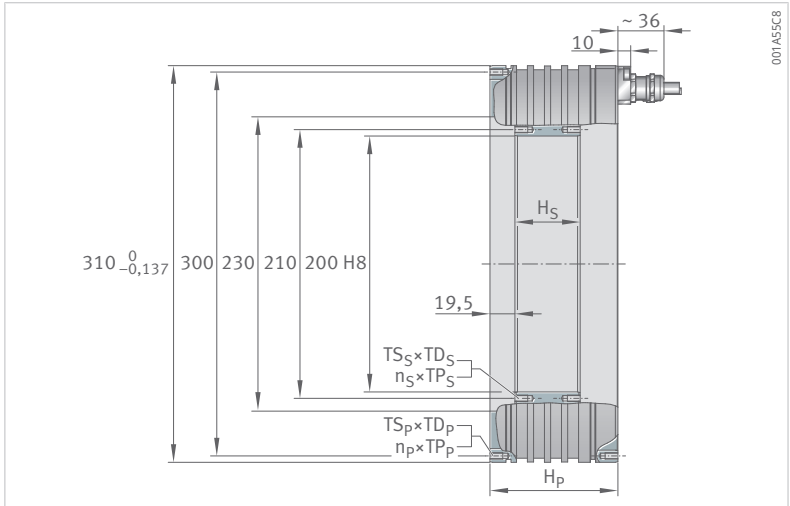
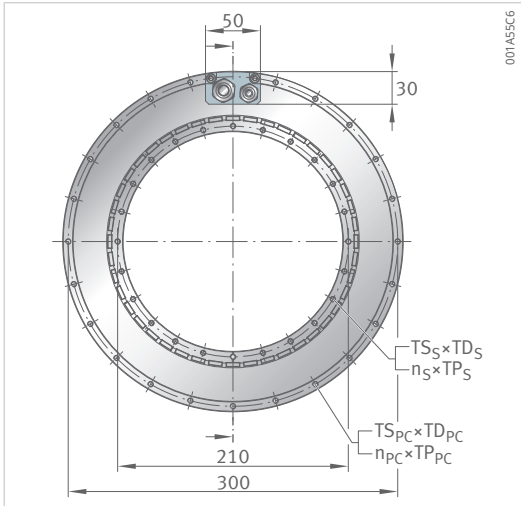


168×75	168×75	168×100	168×100	168×125	168×125	168×150	168×150	168×175	168×175
Z1.8	Z3.4	Z1.8	Z3.4	Z1.8	Z3.4	Z1.8	Z3.4	Z1.8	Z3.4
408	408	544	544	690	690	816	816	951	951
350	350	467	467	591	591	700	700	817	817
185	185	249	249	305	305	372	372	429	429
58	58	80	80	100	100	126	126	144	144
137	137	184	184	221	221	273	273	314	314
1.69	1.69	2.25	2.25	2.81	2.81	3.57	3.57	3.94	3.94
314	688	227	516	162	381	131	322	100	265
504	1061	370	790	282	611	231	509	191	430
441	441	370	441	282	441	231	441	191	430
48.6	97.3	48.6	97.3	48.6	97.3	48.6	97.3	48.6	97.3
38.9	77.8	38.9	77.8	38.9	77.8	38.9	77.8	38.9	77.8
18.4	36.8	18.6	37.3	18.3	36.5	18.4	36.7	18.2	36.3
5.7	11.4	5.9	11.8	6	11.9	6.2	12.3	6	12.1
13.4	26.7	13.5	27	13.3	26.5	13.3	26.7	13.2	26.4
6975	6975	8643	8643	10579	10579	11914	11914	14450	14450
2098	2098	2662	2662	3131	3131	3564	3564	4226	4226
149	149	199	199	249	249	298	298	348	348
600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
3.1	0.8	3.8	1	4.7	1.2	5.2	1.3	6.4	1.6
16.1	4	20.8	5.2	28.6	7.1	32.3	8.1	37.8	9.5
8.3	4.2	11.1	5.6	13.6	6.8	16.7	8.4	19.5	9.7
17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
4.76	4.76	5.71	5.71	6.32	6.32	7.29	7.29	7.72	7.72
10.2	5.1	13.6	6.8	16.7	8.4	20.5	10.2	23.9	11.9
110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
3	3	3.9	3.9	4.9	4.9	5.9	5.9	6.8	6.8
0.0211	0.0211	0.0282	0.0282	0.0353	0.0353	0.0424	0.0424	0.0494	0.0494
6	6	7.8	7.8	9	9	10.3	10.3	12.5	12.5
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

2.2.8 RIB11-3P-230xH 几何数据

2

尺寸			230×25
转子质量	$m_S$	kg	1.8
定子质量	$m_P$	kg	13.2
转子高度	$H_S$	mm	26
定子高度	$H_P$	mm	80
转子螺纹	$TS_S \times TD_S$	–	M5×10
转子螺纹，数目 × 螺距	$n_S \times TP_S$	°	24×15
定子螺纹，电缆侧	$TS_{PC} \times TD_{PC}$	–	M5×10
定子螺纹，电缆侧，数目 × 螺距	$n_{PC} \times TP_{PC}$	°	23×15
定子螺纹	$TS_P \times TD_P$	–	M5×10
定子螺纹，数目 × 螺距	$n_P \times TP_P$	°	24×15

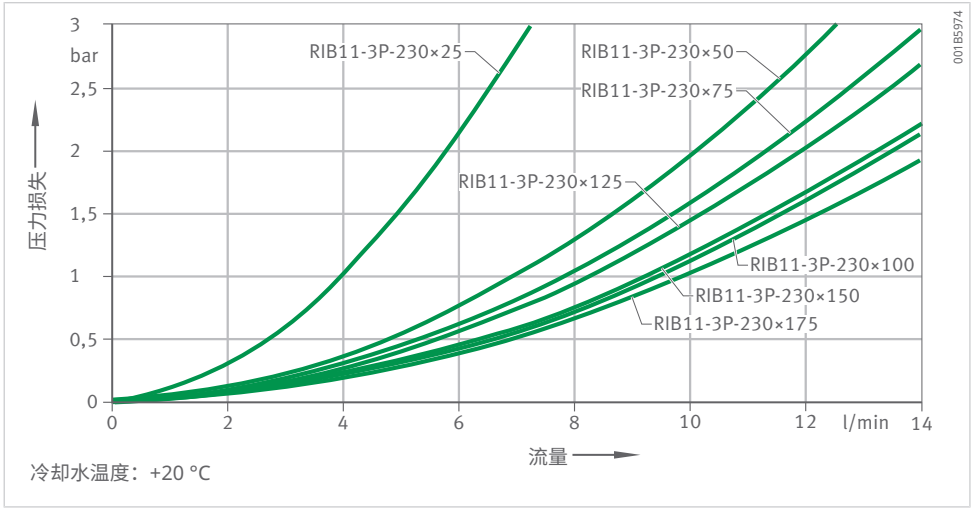


230×50	230×75	230×100	230×125	230×150	230×175
3.5	5.3	7	8.8	10.5	12.3
17.9	22.7	28.4	33.7	39	44.4
51	76	101	126	151	176
100	120	150	175	200	225
M5×10	M5×10	M5×10	M5×10	M5×10	M5×10
24×15	24×15	48×7.5	48×7.5	48×7.5	48×7.5
M5×10	M5×10	M5×10	M5×10	M5×10	M5×10
23×15	23×15	45×7.5	45×7.5	45×7.5	45×7.5
M5×10	M5×10	M5×10	M5×10	M5×10	M5×10
24×15	24×15	48×7.5	48×7.5	48×7.5	48×7.5

## 2.2.9 RIB11-3P-230xH 性能数据

2

尺寸				230×25	230×25	230×50	230×50
绕组类型				Z1.8	Z3.3	Z1.8	Z3.3
扭矩	极限扭矩	$T_u$	Nm	239	239	501	501
	峰值扭矩	$T_p$	Nm	219	219	457	457
	额定扭矩, 已冷却	$T_{cw}$	Nm	130	130	277	277
	额定扭矩, 未冷却	$T_c$	Nm	39	39	92	92
	保持扭矩, 已冷却	$T_{sw}$	Nm	106	106	225	225
	齿槽转矩	$T_{cog}$	Nm	0.42	0.42	0.83	0.83
转速	$I_{p\text{ eff}}$ 和 $U_{DCL}$ 下的极限转速	$n_{lp}$	$\text{min}^{-1}$	312	655	141	306
	拐点转速	$n_{lw}$	$\text{min}^{-1}$	555	1143	255	534
	额定转速 (S1), 已冷却	$n_{lws1}$	$\text{min}^{-1}$	341	341	255	341
电流	有效极限电流	$I_{u\text{ eff}}$	A	42.7	85.4	42.7	85.4
	有效峰值电流	$I_{p\text{ eff}}$	A	34.2	68.3	34.2	68.3
	有效额定电流, 已冷却	$I_{cw\text{ eff}}$	A	16.3	32.6	16.8	33.6
	有效额定电流, 未冷却	$I_{c\text{ eff}}$	A	4.3	8.7	5	10.1
	有效保持电流, 已冷却	$I_{sw\text{ eff}}$	A	12.4	24.8	12.8	25.5
功率损耗	$T_p$ 处的功率损耗	$P_{lp}$	W	4252	4252	6336	6336
	$T_{cw}$ 处的功率损耗	$P_{lw}$	W	1337	1337	2114	2114
	$T_c$ 处的功率损耗	$P_{lc}$	W	69	69	137	137
电气特性值	直流母线电压	$U_{DCL}$	V	600	600	600	600
	电阻, 相间	$R_{20}$	$\Omega$	2.4	0.6	3.6	0.9
	电感, 相间	$L$	mH	16.5	4.1	34.6	8.7
	反电动势常数, 相间	$k_{\hat{u}}$	V/(rad/s)	7.3	3.6	15	7.5
一般特性值	极对数目	$P$	-	22	22	22	22
	电机常数	$k_m$	Nm/√W	4.66	4.66	7.87	7.87
	力矩常数	$k_T$	Nm/A	8.9	4.4	18.3	9.2
	电机温度关闭阈值	$\vartheta_{PTC}$	°C	120	120	120	120
	轴向吸引力	$F_a$	kN	0.35	0.35	0.35	0.35
	径向吸引力	$F_r$	kN/mm	1	1	2	2
	转动惯量, 转子	$J$	$\text{kg} \cdot \text{m}^2$	0.0192	0.0192	0.0384	0.0384
冷却条件	冷却水流量	$dV/dt$	l/min	3.9	3.9	6.1	6.1
	额定温度	$\vartheta_{nf}$	°C	20	20	20	20
	冷却水温差	$\Delta\vartheta$	K	5	5	5	5



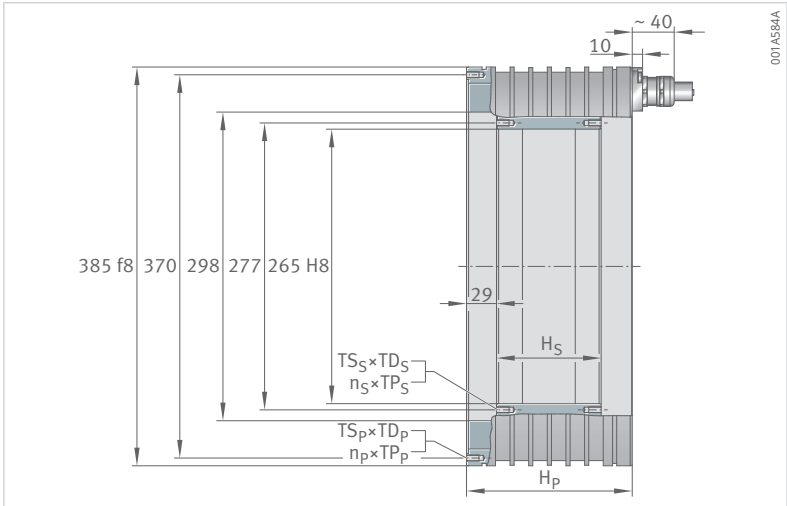
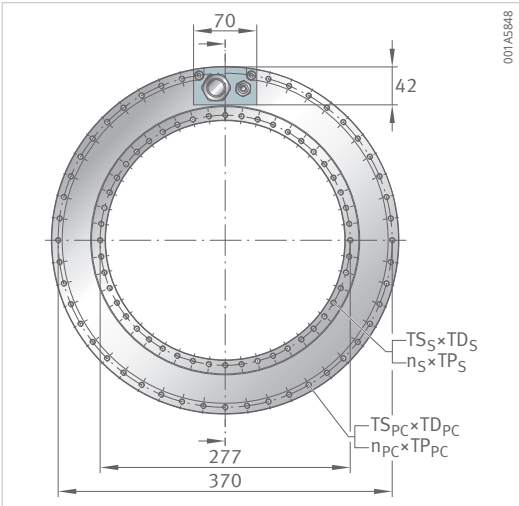
230×75	230×75	230×100	230×100	230×125	230×125	230×150	230×150	230×175	230×175
Z1.8	Z3.3	Z1.8	Z3.3	Z3.0	Z4.5	Z3.0	Z4.5	Z3.0	Z4.5
774	774	1032	1032	1289	1289	1550	1550	1809	1809
703	703	938	938	1172	1172	1409	1409	1644	1644
422	422	567	567	702	702	852	852	997	997
147	147	202	202	254	254	312	312	368	368
342	342	460	460	569	569	691	691	808	808
1.25	1.25	1.67	1.67	2.08	2.08	2.5	2.5	2.92	2.92
91	205	65	155	103	230	82	188	67	159
166	355	122	266	182	386	148	317	124	269
166	341	122	266	182	341	148	317	124	269
42.7	85.4	42.7	85.4	74.7	149.4	74.7	149.4	74.7	149.4
34.2	68.3	34.2	68.3	59.8	119.6	59.8	119.6	59.8	119.6
17.1	34.2	17.2	34.4	29.8	59.6	30.1	60.2	30.2	60.4
5.4	10.7	5.5	11.1	9.7	19.5	9.9	19.9	10	20.1
13	26	13.1	26.2	22.7	45.3	22.9	45.8	23	45.9
8379	8379	10463	10463	12941	12941	14916	14916	17017	17017
2891	2891	3668	3668	4445	4445	5222	5222	5999	5999
206	206	274	274	343	343	411	411	480	480
600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
4.8	1.2	6	1.5	2.4	0.6	2.8	0.7	3.2	0.8
49.9	12.5	63.4	15.8	25.3	6.3	30.5	7.6	35.6	8.9
22.4	11.2	29.9	14.9	21.3	10.7	25.7	12.8	29.9	15
22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
10.25	10.25	12.22	12.22	13.74	13.74	15.39	15.39	16.81	16.81
27.5	13.7	36.6	18.3	26.1	13.1	31.4	15.7	36.7	18.3
120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
3	3	4	4	5	5	6	6	7	7
0.0576	0.0576	0.0768	0.0768	0.096	0.096	0.1152	0.1152	0.1344	0.1344
8.3	8.3	10.5	10.5	12.7	12.7	15	15	17.2	17.2
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

2.2.10 RIB13-3P-298xH 几何数据

2

尺寸			298×25	298×50
转子质量	m <sub>S</sub>	kg	2.6	5.1
定子质量	m <sub>P</sub>	kg	20.9	28.2
转子高度	H <sub>S</sub>	mm	26	51
定子高度	H <sub>P</sub>	mm	90	110
转子螺纹	TS <sub>S</sub> ×TD <sub>S</sub>	–	M6×12	M6×12
转子螺纹，数目 × 螺距	n <sub>S</sub> ×TP <sub>S</sub>	°	24×15	24×15
定子螺纹，电缆侧	TS <sub>PC</sub> ×TD <sub>PC</sub>	–	M6×12	M6×12
定子螺纹，电缆侧，数目 × 螺距	n <sub>PC</sub> ×TP <sub>PC</sub>	°	23×15	23×15
定子螺纹	TS <sub>P</sub> ×TD <sub>P</sub>	–	M6×12	M6×12
定子螺纹，数目 × 螺距	n <sub>P</sub> ×TP <sub>P</sub>	°	24×15	24×15



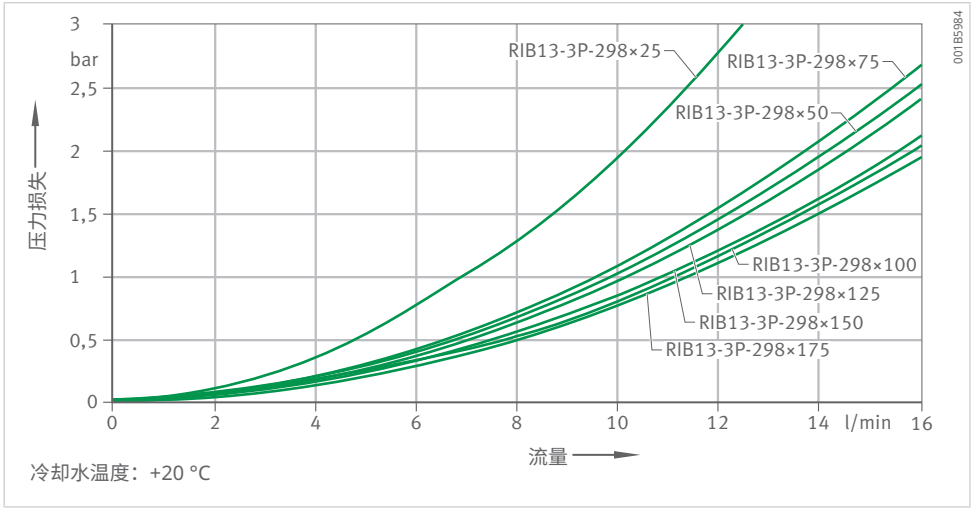


298×75	298×100	298×125	298×150	298×175
7.7	10.2	12.8	15.3	17.9
35.2	44.2	51.9	59.7	67.6
76	101	126	151	176
130	160	185	210	235
M6×12	M6×12	M6×12	M6×12	M6×12
24×15	48×7.5	48×7.5	48×7.5	48×7.5
M6×12	M6×12	M6×12	M6×12	M6×12
23×15	45×7.5	45×7.5	45×7.5	45×7.5
M6×12	M6×12	M6×12	M6×12	M6×12
24×15	48×7.5	48×7.5	48×7.5	48×7.5

2.2.11 RIB13-3P-298xH 性能数据

2

尺寸				298×25	298×25	298×25	298×50	298×50
绕组类型				Z1.7	Z2.9	Z3.8	Z1.7	Z2.9
扭矩	极限扭矩	T <sub>u</sub>	Nm	353	353	353	754	754
	峰值扭矩	T <sub>p</sub>	Nm	312	312	312	664	664
	额定扭矩, 已冷却	T <sub>cw</sub>	Nm	177	183	180	421	434
	额定扭矩, 未冷却	T <sub>c</sub>	Nm	60	62	61	144	148
	保持扭矩, 已冷却	T <sub>sw</sub>	Nm	140	144	142	332	343
	齿槽转矩	T <sub>cog</sub>	Nm	0.42	0.42	0.42	0.83	0.83
转速	I <sub>p eff</sub> 和 U <sub>DCL</sub> 下的极限转速	n <sub>lp</sub>	min <sup>-1</sup>	242	408	695	121	208
	拐点转速	n <sub>lw</sub>	min <sup>-1</sup>	393	644	1097	181	300
	额定转速 (S1), 已冷却	n <sub>lwS1</sub>	min <sup>-1</sup>	288	288	288	189	288
电流	有效极限电流	I <sub>u eff</sub>	A	37.1	60	100	37.1	60
	有效峰值电流	I <sub>p eff</sub>	A	29.7	48	80	29.7	48
	有效额定电流, 已冷却	I <sub>cw eff</sub>	A	15.3	25.5	41.8	17.2	28.7
	有效额定电流, 未冷却	I <sub>c eff</sub>	A	5	8.3	13.6	5.6	9.3
	有效保持电流, 已冷却	I <sub>sw eff</sub>	A	11.5	19.1	31.4	12.9	21.5
功率损耗	T <sub>p</sub> 处的功率损耗	P <sub>lp</sub>	W	3770	3542	3654	4795	4506
	T <sub>cw</sub> 处的功率损耗	P <sub>lw</sub>	W	1350	1350	1350	2178	2178
	T <sub>c</sub> 处的功率损耗	P <sub>lc</sub>	W	105	105	105	170	170
电气特性值	直流母线电压	U <sub>DCL</sub>	V	600	600	600	600	600
	电阻, 相间	R <sub>20</sub>	Ω	2.8	1	0.4	3.6	1.3
	电感, 相间	L	mH	20.2	7.7	2.8	37.6	14.4
	反电动势常数, 相间	k <sub>û</sub>	V/(rad/s)	10	6.2	3.7	21	13
一般特性值	极对数目	P	-	26	26	26	26	26
	电机常数	k <sub>m</sub>	Nm/√W	5.9	6.09	6	11.03	11.38
	力矩常数	k <sub>T</sub>	Nm/A	12.2	7.5	4.5	25.7	15.9
	电机温度关闭阈值	∂ <sub>PTC</sub>	°C	110	110	110	110	110
	轴向吸引力	F <sub>a</sub>	kN	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48
	径向吸引力	F <sub>r</sub>	kN/mm	1.3	1.3	1.3	2.6	2.6
	转动惯量, 转子	J	kg · m <sup>2</sup>	0.05	0.05	0.05	0.1	0.1
冷却条件	冷却水流量	dV/dt	l/min	3.9	3.9	3.9	6.4	6.4
	额定温度	∂ <sub>nf</sub>	°C	20	20	20	20	20
	冷却水温差	Δ∂	K	5	5	5	5	5

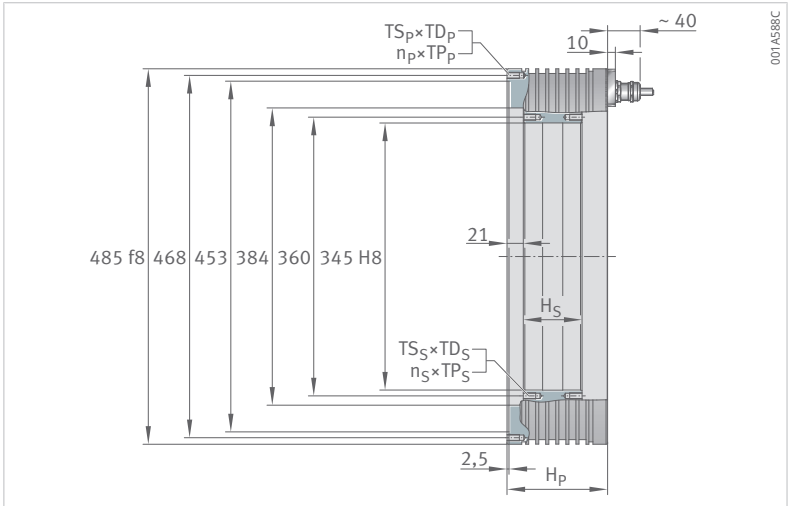
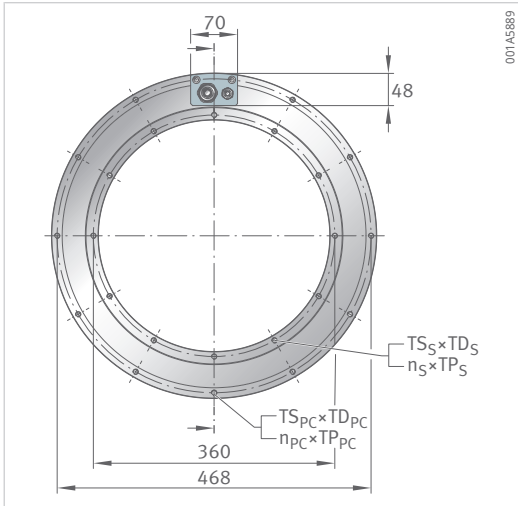


298x50	298x75	298x75	298x75	298x100	298x100	298x100	298x125	298x125	298x150	298x150	298x175	298x175
Z3.8	Z1.7	Z2.9	Z3.8	Z1.7	Z2.9	Z3.8	Z2.9	Z3.8	Z2.9	Z3.8	Z2.9	Z3.8
754	1130	1130	1130	1507	1507	1507	1884	1884	2261	2261	2637	2637
664	996	996	996	1328	1328	1328	1660	1660	1992	1992	2324	2324
427	631	651	641	852	879	865	1101	1084	1317	1296	1552	1528
146	247	254	250	343	354	349	455	448	557	549	659	649
337	488	503	496	659	680	669	852	839	1019	1003	1200	1182
0.83	1.25	1.25	1.25	1.67	1.67	1.67	2.08	2.08	2.5	2.5	2.92	2.92
357	80	144	252	56	105	186	82	148	66	122	55	103
516	121	205	356	86	150	262	118	209	97	173	81	146
288	121	205	288	86	150	262	118	209	97	173	81	146
100	37.1	60	100	37.1	60	100	60	100	60	100	60	100
80	29.7	48	80	29.7	48	80	48	80	48	80	48	80
47.1	17.2	28.7	47.1	17.5	29.1	47.7	29.2	47.9	29.1	47.7	29.4	48.2
15.3	6.4	10.7	17.5	6.7	11.1	18.3	11.5	18.8	11.7	19.2	11.9	19.5
35.3	12.9	21.5	35.4	13.1	21.8	35.8	21.9	35.9	21.8	35.8	22	36.1
4647	6785	6376	6577	8293	7793	8038	9210	9500	10627	10961	12044	12422
2178	3085	3085	3085	3867	3867	3867	4593	4593	5262	5262	6085	6085
170	315	315	315	420	420	420	525	525	629	629	734	734
600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
0.5	5.1	1.8	0.7	6.3	2.3	0.8	2.7	1	3.1	1.1	3.5	1.3
5.2	50.4	19.3	7	67.2	25.8	9.3	31.5	11.4	37.5	13.5	43.3	15.6
7.8	31.4	19.5	11.7	41.9	26	15.6	32.4	19.5	38.9	23.4	45.4	27.3
26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
11.2	13.9	14.33	14.11	16.76	17.29	17.02	19.88	19.57	22.21	21.87	24.34	23.96
9.5	38.5	23.8	14.3	51.4	31.8	19.1	39.7	23.8	47.7	28.6	55.6	33.4
110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48
2.6	3.8	3.8	3.8	5.1	5.1	5.1	6.4	6.4	7.6	7.6	8.9	8.9
0.1	0.15	0.15	0.15	0.2	0.2	0.2	0.25	0.25	0.3	0.3	0.35	0.35
6.4	8.8	8.8	8.8	11.1	11.1	11.1	13.2	13.2	15.1	15.1	17.4	17.4
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

2.2.12 RIB11-3P-384xH 几何数据

2

尺寸			384×25
转子质量	$m_S$	kg	4
定子质量	$m_P$	kg	30.3
转子高度	$H_S$	mm	26
定子高度	$H_P$	mm	90
转子螺纹	$TS_S \times TD_S$	–	M8×16
转子螺纹，数目 × 螺距	$n_S \times TP_S$	°	12×30
定子螺纹，电缆侧	$TS_{PC} \times TD_{PC}$	–	M8×16
定子螺纹，电缆侧，数目 × 螺距	$n_{PC} \times TP_{PC}$	°	11×30
定子螺纹	$TS_P \times TD_P$	–	M8×16
定子螺纹，数目 × 螺距	$n_P \times TP_P$	°	12×30

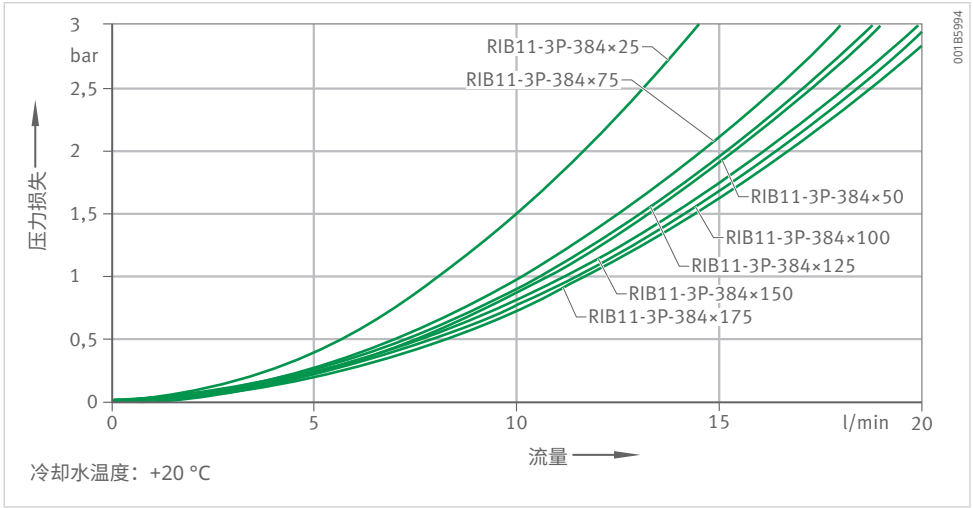


384×50	384×75	384×100	384×125	384×150	384×175
8	12	16	20	24	28
41	52	65.7	78.6	91.4	104.1
51	76	101	126	151	176
110	130	160	185	210	235
M8×16	M8×16	M8×16	M8×16	M8×16	M8×16
12×30	12×30	24×15	24×15	24×15	48×7.5
M8×16	M8×16	M8×16	M8×16	M8×16	M8×16
11×30	11×30	23×15	23×15	23×15	45×7.5
M8×16	M8×16	M8×16	M8×16	M8×16	M8×16
12×30	12×30	24×15	24×15	24×15	48×7.5

## 2.2.13 RIB11-3P-384xH 性能数据

2

尺寸				384×25	384×25	384×25	384×50	384×50
绕组类型				Z1.7	Z2.5	Z3.7	Z1.7	Z2.5
扭矩	极限扭矩	$T_u$	Nm	573	573	573	1182	1182
	峰值扭矩	$T_p$	Nm	512	512	512	1057	1057
	额定扭矩, 已冷却	$T_{cw}$	Nm	307	307	302	655	655
	额定扭矩, 未冷却	$T_c$	Nm	97	97	95	233	233
	保持扭矩, 已冷却	$T_{sw}$	Nm	233	233	230	498	498
	齿槽转矩	$T_{cog}$	Nm	1.54	1.54	1.54	3.07	3.07
转速	$I_{p\text{ eff}}$ 和 $U_{DCL}$ 下的极限转速	$n_{Ip}$	$\text{min}^{-1}$	117	183	335	62	101
	拐点转速	$n_{lw}$	$\text{min}^{-1}$	213	328	599	108	169
	额定转速 (S1), 已冷却	$n_{lws1}$	$\text{min}^{-1}$	213	227	227	108	169
电流	有效极限电流	$I_{u\text{ eff}}$	A	40.7	61.1	108.4	40.7	61.1
	有效峰值电流	$I_{p\text{ eff}}$	A	32.6	48.9	86.7	32.6	48.9
	有效额定电流, 已冷却	$I_{cw\text{ eff}}$	A	16.3	24.5	42.7	16.9	25.3
	有效额定电流, 未冷却	$I_{c\text{ eff}}$	A	4.7	7	12.3	5.5	8.2
	有效保持电流, 已冷却	$I_{sw\text{ eff}}$	A	11.8	17.6	30.8	12.2	18.2
功率损耗	$T_p$ 处的功率损耗	$P_{Ip}$	W	5163	5163	5327	7599	7599
	$T_{cw}$ 处的功率损耗	$P_{lw}$	W	1737	1737	1737	2735	2735
	$T_c$ 处的功率损耗	$P_{lc}$	W	107	107	107	213	213
电气特性值	直流母线电压	$U_{DCL}$	V	600	600	600	600	600
	电阻, 相间	$R_{20}$	$\Omega$	3.2	1.4	0.5	4.8	2.1
	电感, 相间	$L$	mH	30.8	13.7	4.3	50.4	22.4
	反电动势常数, 相间	$k_{\hat{u}}$	$\text{V}/(\text{rad/s})$	16.9	11.3	6.3	34.8	23.2
一般特性值	极对数目	$P$	-	33	33	33	33	33
	电机常数	$k_m$	$\text{Nm}/\sqrt{\text{W}}$	9.38	9.38	9.23	15.95	15.95
	力矩常数	$k_T$	$\text{Nm/A}$	20.7	13.8	7.8	42.7	28.4
	电机温度关闭阈值	$\vartheta_{PTC}$	$^{\circ}\text{C}$	110	110	110	110	110
	轴向吸引力	$F_a$	kN	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67
	径向吸引力	$F_r$	kN/mm	1.8	1.8	1.8	3.6	3.6
	转动惯量, 转子	$J$	$\text{kg} \cdot \text{m}^2$	0.13	0.13	0.13	0.26	0.26
冷却条件	冷却水流量	$dV/dt$	l/min	5	5	5	7.8	7.8
	额定温度	$\vartheta_{nf}$	$^{\circ}\text{C}$	20	20	20	20	20
	冷却水温差	$\Delta\vartheta$	K	5	5	5	5	5



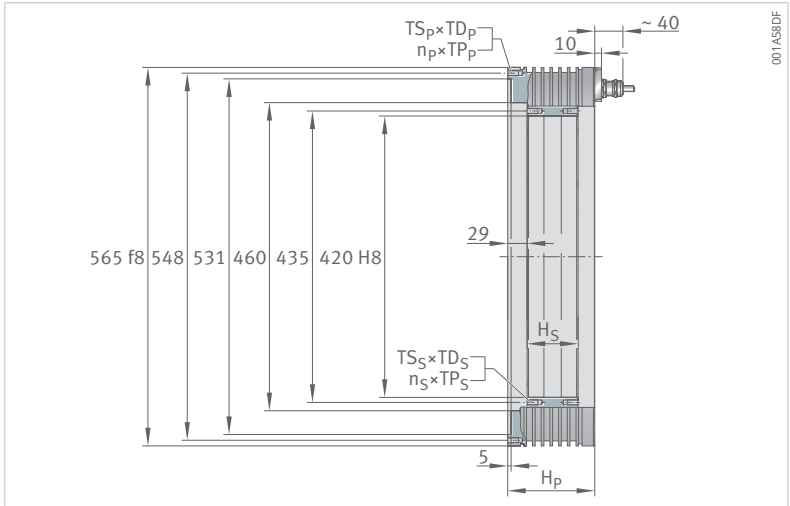
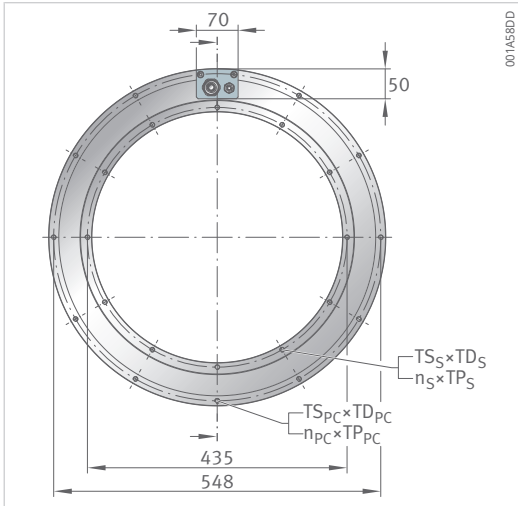
384×50	384×75	384×75	384×75	384×100	384×100	384×125	384×125	384×150	384×150	384×175	384×175
Z3.7	Z1.7	Z2.5	Z3.7	Z2.5	Z3.7	Z2.5	Z3.7	Z2.5	Z4.0	Z2.5	Z4.0
1182	1828	1828	1828	2462	2462	3077	3077	3692	3692	4308	4308
1057	1634	1634	1634	2201	2201	2751	2751	3301	3301	3852	3852
645	1022	1022	1006	1372	1351	1738	1711	2106	2106	2473	2473
229	384	384	378	536	527	685	674	835	835	985	985
490	776	776	764	1042	1026	1320	1300	1599	1599	1879	1879
3.07	4.61	4.61	4.61	6.14	6.14	7.68	7.68	9.21	9.21	10.75	10.75
190	39	67	129	48	97	36	76	28	72	22	61
313	69	111	207	81	154	63	122	51	114	42	96
227	69	111	207	81	154	63	122	51	114	42	96
108.4	40.7	61.1	108.4	61.1	108.4	61.1	108.4	61.1	122.2	61.1	122.2
86.7	32.6	48.9	86.7	48.9	86.7	48.9	86.7	48.9	97.8	48.9	97.8
44.2	17	25.5	44.6	25.5	44.5	25.8	45.1	26	52.1	26.2	52.4
14.3	5.8	8.7	15.2	9	15.8	9.3	16.2	9.4	18.8	9.5	19
31.8	12.3	18.4	32.1	18.3	32	18.6	32.4	18.7	37.5	18.9	37.8
7840	10034	10034	10353	12469	12865	14905	15378	17340	17340	19776	19776
2735	3671	3671	3671	4539	4539	5570	5570	6602	6602	7633	7633
213	320	320	320	427	427	534	534	640	640	747	747
600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
0.7	6.3	2.8	0.9	3.5	1.1	4.2	1.4	4.8	1.2	5.5	1.4
7.1	70.1	31.2	9.9	39.9	12.7	48.7	15.5	57.4	14.3	66.1	16.5
13.1	53.9	35.9	20.2	48.4	27.3	60.5	34.1	72.5	36.3	84.6	42.3
33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
15.71	21.47	21.47	21.14	25.93	25.53	29.65	29.19	32.99	32.99	36.04	36.04
16	66	44	24.8	59.2	33.4	74	41.7	88.8	44.4	103.7	51.8
110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67
3.6	5.3	5.3	5.3	7.1	7.1	8.8	8.8	10.6	10.6	12.4	12.4
0.26	0.39	0.39	0.39	0.52	0.52	0.65	0.65	0.78	0.78	0.91	0.91
7.8	10.5	10.5	10.5	13	13	16	16	18.9	18.9	14.6	14.6
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	7.5	7.5

2.2.14 RIB19-3P-460xH 几何数据

2

尺寸			460×25
转子质量	$m_S$	kg	4.9
定子质量	$m_P$	kg	37.6
转子高度	$H_S$	mm	26
定子高度	$H_P$	mm	90
转子螺纹	$TS_S \times TD_S$	–	M8×16
转子螺纹，数目 × 螺距	$n_S \times TP_S$	°	12×30
定子螺纹，电缆侧	$TS_{PC} \times TD_{PC}$	–	M8×16
定子螺纹，电缆侧，数目 × 螺距	$n_{PC} \times TP_{PC}$	°	11×30
定子螺纹	$TS_P \times TD_P$	–	M8×16
定子螺纹，数目 × 螺距	$n_P \times TP_P$	°	12×30



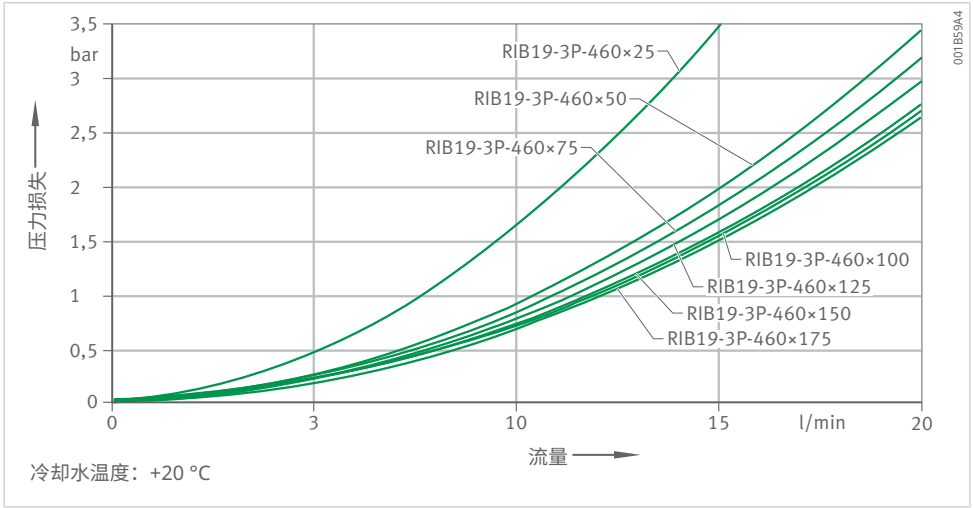


460×50	460×75	460×100	460×125	460×150	460×175
9.8	14.6	19.5	24.4	29.3	34.2
50.4	63.4	79.1	93.5	107.8	122.1
51	76	101	126	151	176
110	130	160	185	210	235
M8×16	M8×16	M8×16	M8×16	M8×16	M8×16
12×30	24×15	24×15	24×15	48×7.5	48×7.5
M8×16	M8×16	M8×16	M8×16	M8×16	M8×16
11×30	23×15	23×15	23×15	45×7.5	45×7.5
M8×16	M8×16	M8×16	M8×16	M8×16	M8×16
12×30	24×15	24×15	24×15	48×7.5	48×7.5

## 2.2.15 RIB19-3P-460xH 性能数据

2

尺寸				460×25	460×25	460×25	460×50	460×50
绕组类型				Z1.7	Z2.5	Z3.8	Z1.7	Z2.5
扭矩	极限扭矩	$T_u$	Nm	888	888	888	1813	1813
	峰值扭矩	$T_p$	Nm	755	755	755	1541	1541
	额定扭矩, 已冷却	$T_{cw}$	Nm	447	436	434	977	953
	额定扭矩, 未冷却	$T_c$	Nm	137	134	134	335	327
	保持扭矩, 已冷却	$T_{sw}$	Nm	334	326	325	731	713
	齿槽转矩	$T_{cog}$	Nm	1.97	1.97	1.97	3.95	3.95
转速	$I_{p\text{ eff}}$ 和 $U_{DCL}$ 下的极限转速	$n_{Ip}$	$\text{min}^{-1}$	83	131	247	42	69
	拐点转速	$n_{lw}$	$\text{min}^{-1}$	143	226	419	70	112
	额定转速 (S1), 已冷却	$n_{lws1}$	$\text{min}^{-1}$	143	197	197	70	112
电流	有效极限电流	$I_{u\text{ eff}}$	A	41.2	62.3	112.4	41.2	62.3
	有效峰值电流	$I_{p\text{ eff}}$	A	30.4	46	83	30.4	46
	有效额定电流, 已冷却	$I_{cw\text{ eff}}$	A	15.7	23.2	41.8	16.9	24.9
	有效额定电流, 未冷却	$I_{c\text{ eff}}$	A	4.6	6.9	12.3	5.5	8.2
	有效保持电流, 已冷却	$I_{sw\text{ eff}}$	A	11.4	16.9	30.3	12.2	18.1
功率损耗	$T_p$ 处的功率损耗	$P_{Ip}$	W	5349	5623	5658	7508	7892
	$T_{cw}$ 处的功率损耗	$P_{lw}$	W	1927	1927	1927	3103	3103
	$T_c$ 处的功率损耗	$P_{lc}$	W	125	125	125	250	250
电气特性值	直流母线电压	$U_{DCL}$	V	600	600	600	600	600
	电阻, 相间	$R_{20}$	$\Omega$	3.9	1.8	0.5	5.4	2.5
	电感, 相间	L	mH	39.5	17.3	5.3	68.9	30.1
	反电动势常数, 相间	$k_{\hat{u}}$	V/(rad/s)	24.1	15.9	8.8	49.3	32.6
一般特性值	极对数目	P	-	38	38	38	38	38
	电机常数	$k_m$	Nm/ $\sqrt{W}$	12.28	11.98	11.94	21.17	20.65
	力矩常数	$k_T$	Nm/A	29.6	19.5	10.8	60.3	39.9
	电机温度关闭阈值	$\vartheta_{PTC}$	°C	110	110	110	110	110
	轴向吸引力	$F_a$	kN	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74
	径向吸引力	$F_r$	kN/mm	1.9	1.9	1.9	3.8	3.8
	转动惯量, 转子	J	$\text{kg} \cdot \text{m}^2$	0.24	0.24	0.24	0.47	0.47
冷却条件	冷却水流量	$dV/dt$	l/min	5.5	5.5	5.5	8.9	8.9
	额定温度	$\vartheta_{nf}$	°C	20	20	20	20	20
	冷却水温差	$\Delta\vartheta$	K	5	5	5	5	5

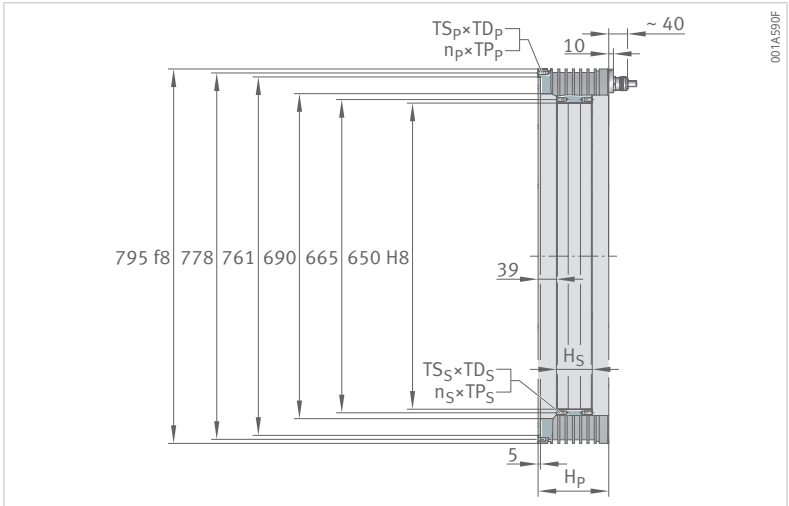
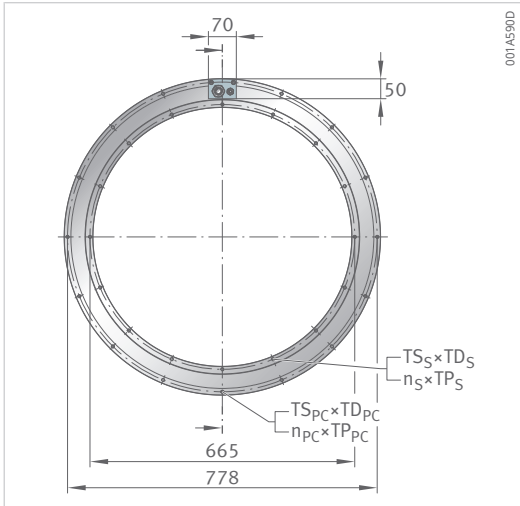


460×50	460×75	460×75	460×100	460×100	460×125	460×125	460×125	460×150	460×150	460×175	460×175
Z3.8	Z2.5	Z3.8	Z2.5	Z3.8	Z2.5	Z3.8	Z4.9	Z3.8	Z4.9	Z3.8	Z4.9
1813	2775	2775	3751	3751	4689	4689	4689	5739	5739	6695	6695
1541	2330	2330	3144	3144	3930	3930	3930	4811	4811	5612	5612
950	1417	1413	1961	1955	2494	2486	2557	3081	3169	3628	3731
326	522	520	726	723	931	929	955	1158	1191	1369	1408
711	1061	1057	1467	1462	1866	1860	1913	2305	2371	2714	2791
3.95	5.92	5.92	7.89	7.89	9.87	9.87	9.87	11.84	11.84	13.82	13.82
134	45	92	33	69	24	53	84	44	70	36	59
211	75	144	54	106	41	83	125	67	103	56	86
197	75	144	54	106	41	83	125	67	103	56	86
112.4	62.3	112.4	62.3	112.4	62.3	112.4	164.6	112.4	164.6	112.4	164.6
83	46	83	46	83	46	83	121.6	83	121.6	83	121.6
44.8	24.4	44	25.1	45.2	25.5	46	69.2	46.5	70.1	47	70.7
14.7	8.6	15.4	8.9	16	9.2	16.5	24.8	16.8	25.3	17	25.6
32.5	17.7	31.9	18.2	32.8	18.5	33.3	50.2	33.8	50.8	34.1	51.3
7941	10851	10919	13318	13401	15784	15882	15016	18364	17362	20846	19708
3103	4112	4112	5322	5322	6531	6531	6531	7740	7740	8950	8950
250	375	375	500	500	626	626	626	751	751	876	876
600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
0.8	3.4	1.1	4.2	1.3	5	1.5	0.7	1.8	0.8	2	0.9
9.2	41.4	12.7	52.3	16.1	65.4	20.1	9.4	23.1	10.8	27	12.6
18	49.8	27.6	66.4	36.8	83	46	31.4	56.3	38.5	65.7	44.9
38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
20.58	26.95	26.87	32.44	32.33	37.24	37.13	38.18	42.26	43.46	46.28	47.59
22.1	61	33.8	81.4	45.1	101.7	56.3	38.5	69	47.1	80.5	55
110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74
3.8	5.7	5.7	7.5	7.5	9.4	9.4	9.4	11.3	11.3	13.2	13.2
0.47	0.71	0.71	0.94	0.94	1.18	1.18	1.18	1.41	1.41	1.65	1.65
8.9	11.8	11.8	15.2	15.2	18.7	18.7	18.7	14.8	14.8	17.1	17.1
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
5	5	5	5	5	5	5	5	7.5	7.5	7.5	7.5

2.2.16 RIB13-3P-690xH 几何数据

2

尺寸			690×25
转子质量	$m_S$	kg	7.6
定子质量	$m_P$	kg	62.9
转子高度	$H_S$	mm	26
定子高度	$H_P$	mm	110
转子螺纹	$TS_S \times TD_S$	–	M8×16
转子螺纹，数目 × 螺距	$n_S \times TP_S$	°	16×22.5
定子螺纹，电缆侧	$TS_{PC} \times TD_{PC}$	–	M8×16
定子螺纹，电缆侧，数目 × 螺距	$n_{PC} \times TP_{PC}$	°	15×22.5
定子螺纹	$TS_P \times TD_P$	–	M8×16
定子螺纹，数目 × 螺距	$n_P \times TP_P$	°	16×22.5

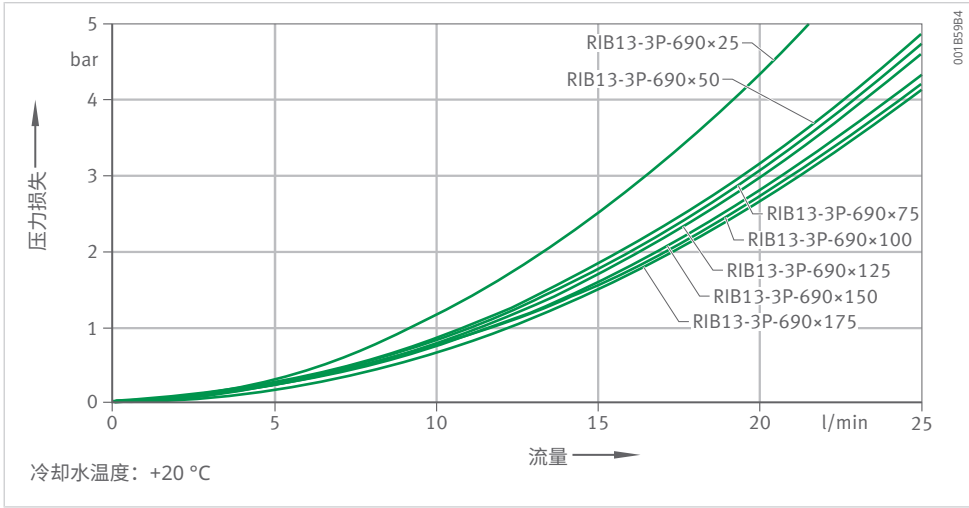


690×50	690×75	690×100	690×125	690×150	690×175
15.2	22.8	30.4	38	45.6	53.2
81.6	99.8	122.9	143.2	163.7	184.1
51	76	101	126	151	176
130	150	180	205	230	255
M8×16	M8×16	M8×16	M8×16	M8×16	M8×16
16×22.5	32×11.25	32×11.25	64×5.625	64×5.625	64×5.625
M8×16	M8×16	M8×16	M8×16	M8×16	M8×16
15×22.5	31×11.25	31×11.25	61×5.625	61×5.625	61×5.625
M8×16	M8×16	M8×16	M8×16	M8×16	M8×16
16×22.5	32×11.25	32×11.25	64×5.625	64×5.625	64×5.625

## 2.2.17 RIB13-3P-690xH 性能数据

2

尺寸				690×25	690×25	690×25	690×50	690×50	690×75
绕组类型				Z2.2	Z3.3	Z4.2	Z3.3	Z4.2	Z3.3
扭矩	极限扭矩	$T_u$	Nm	1978	1978	1978	4059	4059	6244
	峰值扭矩	$T_p$	Nm	1768	1768	1768	3627	3627	5579
	额定扭矩, 已冷却	$T_{cw}$	Nm	989	956	989	2094	2166	3288
	额定扭矩, 未冷却	$T_c$	Nm	356	344	356	829	857	1363
	保持扭矩, 已冷却	$T_{sw}$	Nm	769	743	769	1628	1684	2557
	齿槽转矩	$T_{cog}$	Nm	1.47	1.47	1.47	2.94	2.94	4.41
转速	$I_{p\text{ eff}}$ 和 $U_{DCL}$ 下的极限转速	$n_{lp}$	$\text{min}^{-1}$	37	65	101	38	61	26
	拐点转速	$n_{lw}$	$\text{min}^{-1}$	70	123	184	66	101	44
	额定转速 (S1), 已冷却	$n_{lws1}$	$\text{min}^{-1}$	70	115	115	66	101	44
电流	有效极限电流	$I_{u\text{ eff}}$	A	49.1	81.5	122.7	81.5	122.7	81.5
	有效峰值电流	$I_{p\text{ eff}}$	A	39.3	65.2	98.2	65.2	98.2	65.2
	有效额定电流, 已冷却	$I_{cw\text{ eff}}$	A	19.3	30.9	48.2	33	51.5	33.7
	有效额定电流, 未冷却	$I_{c\text{ eff}}$	A	6.8	10.9	17	12.8	20	13.7
	有效保持电流, 已冷却	$I_{sw\text{ eff}}$	A	14.7	23.6	36.7	25.2	39.2	25.7
功率损耗	$T_p$ 处的功率损耗	$P_{lp}$	W	7758	8303	7758	12076	11284	15850
	$T_{cw}$ 处的功率损耗	$P_{lw}$	W	2510	2510	2510	4160	4160	5690
	$T_c$ 处的功率损耗	$P_{lc}$	W	233	233	233	466	466	699
电气特性值	直流母线电压	$U_{DCL}$	V	600	600	600	600	600	600
	电阻, 相间	$R_{20}$	$\Omega$	3.4	1.3	0.5	1.9	0.8	2.5
	电感, 相间	L	mH	41.4	15	6.6	23.1	10.2	31
	反电动势常数, 相间	$k_{\hat{u}}$	V/(rad/s)	42.7	25.7	17.1	52.8	35.1	81.3
一般特性值	极对数	P	-	65	65	65	65	65	65
	电机常数	$k_m$	Nm/ $\sqrt{W}$	23.34	22.56	23.34	38.38	39.7	51.53
	力矩常数	$k_T$	Nm/A	52.3	31.5	20.9	64.7	42.9	99.5
	电机温度关闭阈值	$\vartheta_{PTC}$	$^{\circ}\text{C}$	110	110	110	110	110	110
	轴向吸引力	$F_a$	kN	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11
	径向吸引力	$F_r$	kN/mm	3.3	3.3	3.3	6.6	6.6	9.9
	转动惯量, 转子	J	$\text{kg} \cdot \text{m}^2$	0.85	0.85	0.85	1.7	1.7	2.55
冷却条件	冷却水流量	$dV/dt$	l/min	7.4	7.4	7.4	12.3	12.3	16.9
	额定温度	$\vartheta_{nf}$	$^{\circ}\text{C}$	20	20	20	20	20	20
	冷却水温差	$\Delta\vartheta$	K	5	5	5	5	5	5



690×75	690×100	690×100	690×100	690×125	690×125	690×125	690×150	690×150	690×150	690×175	690×175
Z4.2	Z3.3	Z4.2	Z5.9	Z3.3	Z4.2	Z5.9	Z3.3	Z4.2	Z5.9	Z4.2	Z5.9
6244	8366	8366	8366	10457	10457	10457	12549	12549	12549	14640	14640
5579	7475	7475	7475	9343	9343	9343	11212	11212	11212	13081	13081
3401	4504	4659	4504	5712	5909	5712	6924	7163	6924	8421	8140
1410	1895	1960	1895	2425	2508	2425	2958	3060	2958	3613	3493
2645	3502	3623	3502	4441	4595	4441	5384	5570	5384	6548	6329
4.41	2.94	2.94	2.94	7.35	7.35	7.35	4.41	4.41	4.41	10.3	10.3
43	19	33	58	14	26	46	10	20	38	17	29
68	32	51	90	25	40	71	19	32	58	27	47
68	32	51	90	25	40	71	19	32	58	27	47
122.7	81.5	122.7	203.7	81.5	122.7	203.7	81.5	122.7	203.7	122.7	203.7
98.2	65.2	98.2	163	65.2	98.2	163	65.2	98.2	163	98.2	163
52.5	34.5	53.7	86.2	35	54.5	87.4	35.3	55.1	88.3	55.5	89
21.3	14.2	22.1	35.5	14.5	22.7	36.4	14.8	23	37	23.3	37.4
40	26.3	40.9	65.7	26.6	41.5	66.6	26.9	42	67.3	42.3	67.8
14811	19624	18337	19624	23398	21864	23398	27172	25390	27172	28916	30946
5690	7364	7364	7364	9037	9037	9037	10711	10711	10711	12384	12384
699	932	932	932	1165	1165	1165	1399	1399	1399	1632	1632
600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
1	3.1	1.3	0.5	3.7	1.5	0.6	4.3	1.8	0.7	2	0.8
13.7	37.6	16.6	6	46.1	20.3	7.4	55.3	24.4	8.8	28.4	11.5
53.9	108.9	72.3	43.5	136.1	90.3	54.4	163.3	108.4	65.3	126.5	76.2
65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65
53.3	62.05	64.19	62.05	71.03	73.48	71.03	79.09	81.82	79.09	89.45	86.47
66.1	133.3	88.5	53.3	166.7	110.6	66.7	200	132.8	80	154.9	93.3
110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11
9.9	13.1	13.1	13.1	16.4	16.4	16.4	19.7	19.7	19.7	23	23
2.55	3.4	3.4	3.4	4.25	4.25	4.25	5.1	5.1	5.1	5.95	5.95
16.9	14.6	14.6	14.6	17.9	17.9	17.9	15.9	15.9	15.9	18.4	18.4
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	10	10	10	10	10

2.3 咨询清单

扭矩电机

请填写以下检查清单，以便我们能够尽快准确地回答您的咨询。如有任何疑问，请立即联系 Schaeffler 销售团队。

公司	联系人姓名	部门 · 项目名称
电话	电子邮件	
应用		
主要工作模式	<input type="checkbox"/> 连续运行 (S1, 例如在数控轴中)	<input type="checkbox"/> 间歇性操作 (S6, 例如在循环应用中)
并联操作若干个电机	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 双联布置 <input type="checkbox"/> 双面布置	<input type="checkbox"/> 否
电机类型 (如果已知)		
任何所需的安装兼容性	制造商	类型
安装空间	最小内径/最大外径/最大高度 [mm] / /	
所需操作点	操作点 1 扭矩 转速 <input type="checkbox"/> 连续运行 (S1) <input type="checkbox"/> 间歇性运行 (S6) <input type="checkbox"/> 静止状态	
	操作点 2 扭矩 转速 <input type="checkbox"/> 连续运行 (S1) <input type="checkbox"/> 间歇性运行 (S6) <input type="checkbox"/> 静止状态	
变频器	制造商 直流母线电压 [VDC] 峰值电流	类型 连续工作电流 (S1)



冷却

☐ 水 (标准)

☐ 其他




☐ 自然对流/未冷却

电缆插座

☐ 轴向 (标准)

☐ 切向

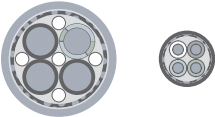
☐ 径向



电缆类型 · 电缆长度

☐ 将电机和传感器电缆分开

☐ 1 米标准, 开放式末端



其他类型和长度可协议供货。

O 型圈

水冷式电机是否需要 O 型圈

☐ 是

☐ 否

温度监测

☐ PTC 和 Pt1000

技术文档

☐ 纸质

☐ CD

☐ PDF

语言\_\_\_\_\_

要求 · 数量

☐ 一次性需

☐ 求原型机

☐ 系列

联系方  
式

Schaeffler Industrial Drives AG & Co. KG

电话 : +49 3681 7574-0 · sales-sid@schaeffler.com

## 术语表

### $dV/dt$ ，冷却水流量

在功率损耗为  $P_{lc}$  的情况下达到指定的冷却水温差  $\Delta\theta$  所需的流速。

### $F_a$ ，轴向吸引力

将转子吸入定子的轴向力。

### $f_p(n)$ ，换极频率

换极频率根据电机的转速和极对数目计算得出： $f_p(n) [Hz] = n [min^{-1}] / 60 \cdot P$ 。

### $F_r$ ，径向吸引力

转子和定子之间的径向磁力，其变化取决于转子相对于定子的偏心率。

### $I_{c\text{eff}}$ ，额定电流，未冷却

有效电流，相关联的功率损耗导致电机发热相对较低，无需强制冷却，具体取决于安装底座的尺寸。

### $I_{cw\text{eff}}$ ，额定电流，已冷却

有效额定电流，为在水冷却情况下以高于 0.1 Hz 的换极频率连续工作时的允许值。

### $I_{p\text{eff}}$ ，峰值电流

饱和区范围内的有效峰值电流，应用作尺寸变量，另请参见  $T_p$ 。当转子仅中等温热（磁铁温度最高 +60 °C）并且使用了脉冲模式（最多 1 s 至 3 s）时， $I_{p\text{eff}}$  可以增加至极限值  $I_{u\text{eff}}$ 。

### $I_{pl\text{eff}}$ ，峰值电流，线性范围

有效峰值电流，截至该峰值电流，会出现大致成比例的扭矩曲线。

### $I_{sw\text{eff}}$ ，保持电流，已冷却

当电机处于静止状态且换极频率高达约 0.1 Hz 时的有效连续保持电流。由于电机相位中的电力分布各不相同，必须将电机电流降至此值，以防止局部过热。这是基于从热角度看最不利的转子位置。

### $I_{u\text{eff}}$ ，极限电流

有效极限电流，在该电流下磁路具有高饱和度。它由绕组中的最大电流密度或磁铁温度为 +80 °C 时发生退磁的初始风险决定。

### $k_m$ ，电机常数

电机常数，表示扭矩与功率损耗之间的关系，即效率。

电机常数具体取决于温度，仅在静态操作期间以及在电机的线性动态范围内（例如在低转速和低扭矩的定位过程中）才完全准确。

如果绕组温度为 +130 °C，电机常数将降至正常值的 0.85 倍。

### $k_T$ ，扭矩常数

扭矩常数，当乘以线性动态范围内的电流时，表示正在产生的电机扭矩： $T = I \cdot k_T$ 。

**$k_{\hat{U}}$ ，反电动势常数**

电压常数，在发电机运行情况下，当乘以转速时，可在电机端子处产生电枢反电压（峰值）： $U_{EMF} = k_{\hat{U}} \cdot n_0$

**L，电感，相间**

两个电机相位之间的电感，适用于扭矩和电流之间的线性范围。

 **$n_{Ic}$ ，极限转速**

在不考虑动态热耗情况下的绕组相关转速限值（在无磁场削弱的情況下，在  $I_{c\ eff}$  下运行时）。此后，电机扭矩会显著下降。

 **$n_{Ip}$ ，极限转速**

在不考虑动态热耗情况下的绕组相关转速限值（在无磁场削弱的情況下，在  $I_{p\ eff}$  下运行时）。此后，电机扭矩会显著下降。

 **$n_{Iw}$ ，拐点转速**

在不考虑动态热耗情况下的绕组相关转速限值（在无磁场削弱的情況下，在  $I_{cw\ eff}$  下运行时）。此后，电机扭矩会显著下降。

 **$n_{IwS1}$ ，额定转速 (S1)，已冷却**

电机在  $I_{cw\ eff}$  下可连续运转的转速限值。

**P，极对数目**

转子上磁极对的数目。

 **$P_l$ ，功率损耗**

电机绕组中发生的热输出，这会导致温度随时间而上升，具体取决于工作模式（电流）和环境条件（冷却）。

在较高的动态范围（ $T_p$  处）内，由于对电流具有平方依赖性， $P_l$  特别高，而额定电流范围内的温热效应则相对较低。

对于具有所需扭矩  $T$  的运动部分，借助电机常数  $k_m$ ，可使用简化的方式计算  $P_l$ ： $P_l = (T/k_m)^2$ 。

 **$P_{Ic}$ ，功率损耗**

$I_{c\ eff}$  下的功率损耗。

 **$P_{Ip}$ ，功率损耗**

$I_{p\ eff}$  下的峰值功率损耗。

 **$P_{Iw}$ ，功率损耗**

$I_{cw\ eff}$  下的功率损耗。

 **$R_{20}$ ，电阻**

+20 °C 时 2 个电机相位之间的绕组电阻。+130 °C 时，绕组电阻增加到其正常值的约 1.4 倍。

**$T_c$ ，额定扭矩，未冷却**

额定电流  $I_n$  下的电机扭矩，电机在该电流下可以在不冷却的情况下以热稳定的方式运转，但在该过程中会受到温度升高的影响。

 **$T_{cog}$ ，齿槽转矩**

扭矩，也称为齿槽转矩，根据转子位置以脉动方式工作。规定值为断电状态下的峰值。

 **$T_{cw}$ ，额定扭矩，已冷却**

额定电流  $I_{cw\ eff}$  下的电机扭矩，在带水冷却的额定操作（根据所使用的 PTC 传感器，在绕组和冷却液之间建立了大约 90 K 至 100 K 的最大温度梯度）中，该扭矩可作为连续扭矩提供。

 **$T_p$ ，峰值扭矩**

$I_{p\ eff}$  下的短持续时间（1 s 至 3 s）扭矩，可在饱和范围内和所有工作温度下可靠地获得。当磁铁温度高达 +60 °C 且处于脉冲模式时， $T_p$  可以增加至值  $T_u$ 。

 **$T_{pl}$ ，峰值扭矩，线性范围**

短时（几秒钟）产生的电机扭矩，可在线性动态范围  $I_{pl\ eff} \cdot k_T$  结束时获得。

 **$T_{sw}$ ，保持扭矩，已冷却**

保持扭矩，当电机处于静止状态且换极频率高达约 0.1 Hz 时可能产生。

 **$T_u$ ，极限扭矩**

极限电流产生的磁路中高度饱和时的扭矩。仅当定子处于冷态（约 +60 °C）且磁铁温度低于 +60 °C 时才能短时 (<1 s) 接近。在较高的温度下，有在极短时间内转子退磁和定子热破坏的风险。极限扭矩不应用作尺寸变量，但在发生短路制动时必须遵守。

 **$u_{DCL}$ ，直流母线电压**

电动执行器的直流母线电压或电源电压。转速及随其升高的反电压越高，以及取决于频率的损耗越大，电压必须越高。

 **$\vartheta_{PTC}$ ，电机温度关闭阈值**

在  $I_{cw\ eff}$ （水冷式，保持冷却条件）下连续运转时，电机仅在温度开关限值下保持热稳定。如果超过此温度（由 PTC 传感器测量），跳闸装置必须关闭伺服控制器，以对电机进行热保护。

 **$\Delta\vartheta$ ，冷却水温差**

冷却液进口和出口之间的最大温差。

 **$\vartheta_{nf}$ ，额定温度**

在保持剩余冷却条件的同时，在  $I_{cw\ eff}$  或  $I_{sw\ eff}$  下连续运行所需的冷却水进口温度。此处，传感器温度刚好低于  $\vartheta_{PTC}$ 。



舍弗勒贸易（上海）有限公司  
上海市嘉定区安亭镇安拓路 1 号  
邮编 201804  
中国  
[www.schaeffler.cn](http://www.schaeffler.cn)  
[info\\_china@schaeffler.com](mailto:info_china@schaeffler.com)  
电话：+86 21 3957 6666

我们已对所有信息进行了仔细的汇编和检查，但我们无法保证完全准确。我们保留进行更改的权利。因此，请始终检查是否有更新或修订的信息。本出版物在旧出版物的基础上进行了更新。只有在我们许可的情况下，才允许打印本出版物（包括摘录）。  
© Schaeffler Technologies AG & Co. KG  
RE 1 / 02 / zh-CN / CN / 2024-10