

4

减速电机选型

减速电机选型	37
驱动配置	38
驱动器设计一般	38
驱动器配置所需数据	38
电机功率的确定	39
扭矩的确定	39
齿轮箱减速比的确定	39
惯性因子的确定	39
驱动配置	40
冲击载荷的确定	40
最小服务系数 f_{Gmin} 的确定	40
制动器规格	40
电机扭矩-转速特性	41
电机的设计	42
动态功率	42
静态功率	42
总功率 P_G	42
电机选择	43
IE2	43
IE1	43
空载起停频率 Z_0	44
负载系数 K_L	44
输出轴的径向力和轴向力	45
输出轴径向力和轴向力	45
受力点X 处最大允许轴向力	45
轴承承载限制	45
轴强度	46
BG 系列同轴减速电机	46
BF 系列平行轴减速电机	47
BK 系列伞齿轮减速电机	48
BS 系列蜗轮蜗杆减速电机	48
传动部件	49
传动元件类型的系数 f_z	49
轴向力	49
基于效率的计算	50
基于效率的驱动配置	50
电动机节能: η_{motor}	50
部分负载下的效率计算	50
齿轮箱效率 η_{gear}	51
系统效率 η_{system}	51
机械冲击载荷	52



Bauer Gear Motor GmbH
 奥创动力传动（深圳）有限公司上海分公司
 地址：上海市愚园路168号环球世界大厦A703室
 电话：86 21 5169 9255 info.china@bauergears.com.cn

信息
 公司： _____
 联络人： _____
 电话： _____
 电子邮件： _____

减速电机选型调查表

齿轮箱类型



BG
同轴齿轮箱



BF
平行轴齿轮箱



BK
伞齿轮齿轮箱



BS
蜗轮蜗杆齿轮箱



Hiflex (外壳材料)
 标准型
 不锈钢材质

需求数量： _____
 运营国家： _____

技术数据

输出速度n2: _____ rpm
 电压: _____ V
 扭矩M2: _____ Nm
 连接方式: Y Δ
 电机功率: _____ kW
 温度等级: B F H
 效率等级: _____
 频率: 50 Hz 60 Hz
 带变极: _____
 变频器运行
 频率范围: _____ Hz

运行

需要的服务系数：最小 _____ 最大 _____
 或 负载类型（输送机、混合机、破碎机、离心机等）： _____
 每小时的制动次数： _____

每天的操作时间：
 8小时 16 小时 24 小时
 轻度冲击载荷 中度冲击负荷 重度冲击载荷
 运行工作制：
 S1 S2 _____ min 其他S _____ 运行时= _____ %

输出轴设计

实心轴V/H/VH侧输出 _____ 键槽式实心轴 其他（附草图）
 带键槽的空心轴 锁紧盘式空心轴 符合DIN 5480标准的花键轴
 锁紧盘
 实心轴（DxL）： _____ x _____ mm 带键的第二电机尾轴（ZW）
 第二电机尾轴（DxL）： _____ x _____ mm 方形第二电机尾轴（ZV）

安装位置

光孔地脚 A型法兰盘 后侧 底部
 螺纹孔地脚 带螺纹孔的C型法兰 前侧 顶部
 带橡胶缓冲器的扭矩臂 地脚盘 左侧 右侧
 装配（根据第2页 - H1, H2, V1, V2等）： _____
 接线盒位置（根据第3页）： I II III IV
 其他： _____
 喷涂
 标准RAL 7031
 其他RAL _____

环境

根据EN60034的IP保护类型：
 IP54 IP65 IP66 IP67 IP68 IP69K
 室内安装 户外安装 腐蚀性的环境： _____
 环境温度范围： 从 - _____ °C 至 + _____ °C 相对湿度： _____ %

电机附件

制动器，电压： _____ V 所需的制动扭矩： _____ Nm 制动器手动释放
 逆止器： 左侧 右侧 制动器磨损/功能监测 制动器加热带
 热敏电阻式电机保护 温控开关式电机保护 防凝结电机加热带
 温度传感器KTY 温度传感器PT100
 编码器类型 _____ 脉冲数： _____ 供给电压 HTL \ TTL
 防雨盖 强制风冷

其他要求可以书面形式规定。

驱动器设计一般

在生产工厂和设备在制造商品和产品时，必定会用到运动。减速电机就是用于在固定的生产设备中产生运动。驱动配置的目的是对于每种类型的运动，获得最优性能的电机。

机器和设备的运动存在多种形式。有经验的工程师将运动归纳为一些标准类型：

- 连续直线运动
- 往复直线运动
- 水平直线运动
- 垂直或倾斜直线运动（用于提升或减轻载荷）
- 连续旋转或往复旋转运动

所有的运动均可以分为以下阶段：

- 加速阶段
- 匀速阶段
- 制动（减速）阶段

当选择驱动时，必须单独检测每个运动阶段，目的就是得到该运动阶段的最大负载。在得到最大负载后才能够选择驱动系统。

参考手册《Design Guide》，其中有多应用案例。

驱动器配置所需数据

除（减速电机的规格）上的数据外，下表中的数据在选择驱动时也是必要的。

名称	描述	单位
Z	开关频率	[1/h]
t_d	每日运行时间	[h]
t_a	减速时间	[s]
n_2	输出速度	[rpm]
n	转轴额定转速	[rpm]
J	转动惯量	[kgm ²]
J_{ext}	外部瞬间惯量	[kgm ²]
J_{ext}	与转子相关的外部瞬间惯量	[kgm ²]
J_{rot}	电机转子转动惯量	[kgm ²]
F	力	[N]
m	质量	[kg]
v	速率	[m/s]
a	加速度	[m/s ²]
g	地心引力常数	[m/s ²]
P_{dyn}	动态功率	[kW]
P_s	静态功率	[kW]
P	功率	[kW]
M_2	输出扭矩	[Nm]
M_{2erf}	所需的驱动扭矩	[Nm]
M_N	转子的额定扭矩	[Nm]
M_a	减速扭矩	[Nm]
M_L	制动或负载扭矩	[Nm]
M_{gr}	在减速比i 的极限扭矩	[Nm]
M_{Br}	额定制动扭矩	[Nm]
i	减速比	
FI	惯性因子	

驱动配置过程

电动机配置

电机功率的确定

电动机所需要的功率通常能够按照下式来计算

$$P = \frac{F \times v}{\eta}$$

正如之前所述，所有的运动能够分为加速阶段（动态功率），匀速阶段（静态功率），制动（减速）阶段。电动机所产生的力F 需要克服所有反作用力，包括滚动摩擦、滑动摩擦、重力、加速度以及在驱动链上的力。

根据运动类型的不同，力F 对于所需功率的选择有很大的影响，必须对于每个应用实例进行明确的判断。

关于如何正确选择电动机功率参见第15 部分。

扭矩的确定

在电机功率选定以后，所需的齿轮箱输出扭矩就能够用下式算出：

$$M_2 = \frac{P \times 9550}{n_2}$$

齿轮箱减速比的确定

齿轮减速比是电动机的额定转速和减速后的输出转速之比（参见第15 部分）。

$$i = \frac{n}{n_2}$$

惯性因子的确定

齿轮箱尺寸选择

惯性因子是电动机驱动的所有质量的惯性矩与转子的惯性矩之比，前者包括等效于转轴的惯性矩和转子的惯性矩。

$$FI = \frac{J_{\text{ext}} + J_{\text{rot}}}{J_{\text{rot}}} \quad \text{哪儿} \quad J_{\text{ext}} = \frac{J_{\text{ext}}}{i^2} \quad \text{是.}$$

冲击载荷的确定

冲击载荷取决于惯性因素、传动构件的类型和相关的加速阶段（参见6、7、8、9 部分）。

最小服务系数 f_{Bmin} 的确定

根据每天的运行时间、起停频率和确定的冲击载荷，服务系数 f_{Bmin} 能够从 6、7、8、9 部分中的表格中查取。

根据最小服务系数 f_{Bmin} ，从表格中选择一个大于此服务系数的减速机，同时具有所需的输出速度、输出扭矩和电机功率。

注意： 服务系数仅仅与静态运行所需要的扭矩有关，此扭矩必须在所选减速电机的输出扭矩范围之内。
此处并没有考虑动态部分。

与减速电动机静态运行所需扭矩相关的实际的服务系数，能够通过下式来计算

$$f_B = \frac{M_{gr}}{M_{2erf}}$$

最后一步就是确定减速电机的附件。

制动器规格

获得制动器所消耗的摩擦能量是非常有必要的，无论是对于保持制动器还是工作制动器。

关于两种制动器的定义参见第16 部分。

只要知道所有需要的数据和需求，所需的制动扭矩就能够通过下式来计算：

$$M_{br} = M_a \pm M_L$$

$$M_a = \frac{J \times n}{9,55 \times t_a}$$

如果具体的数据不知道，对于水平的驱动设备，建议选择的制动扭矩为电机的额定扭矩的1-1.5 倍。

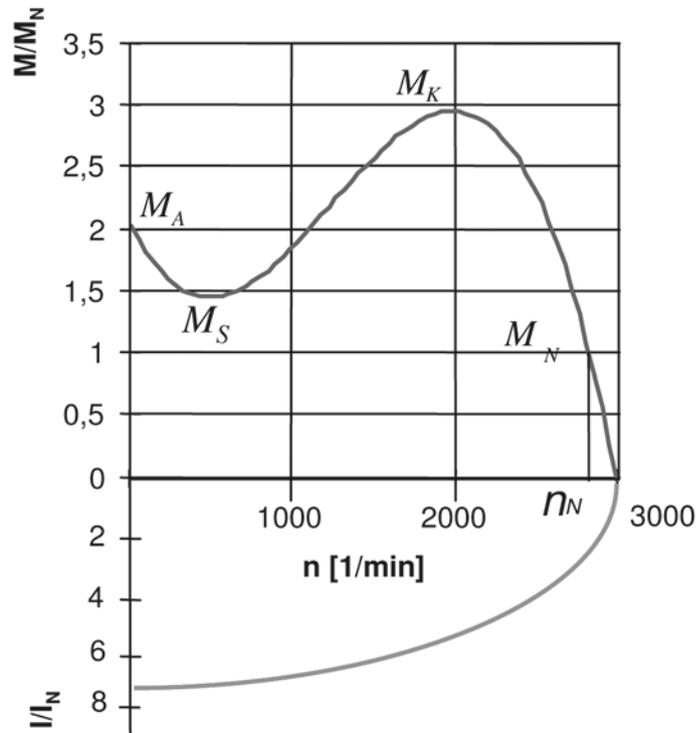
如果在应用中有非常大的驱动设备惯性矩和很高的操作频率，那么制动器就需要考虑所允许的制动产生的热量。关于制动器配置的细节信息请参见16 部分。

在提升设备中，考虑到安全因素，建议选择的制动扭矩为电机的额定扭矩的2 倍。

电机扭矩-转速特性

扭矩-转速曲线显示了异步电机的运行特点。图中的注释点是在电动机选择中十分重要的标准。

扭矩-转速曲线



起动扭矩 M_A 是在转子不动时的扭矩，也成为锁定转子扭矩，决定了设备或系统的加速度。如果电机直接由电源供电，那么请注意起始扭矩 M_A 是个固定值并且不可改变，它通常可以在电动机数据表格的 M_A/M_N 查取。这就意味着当电动机直接由电源驱动时，所设计的加速度只能是差不多大小。如果是由变频器驱动则另外考虑。

拉起扭矩 M_S 是电动机升速过程中产生的最低扭矩。当处于拉起扭矩时，它必须总是大于实际的载荷扭矩。否则就不能加速驱动。

堵转扭矩 M_k 是电动机所能够产生的最大扭矩。如果载荷增加超过额定扭矩 M_N ，转差率增加，速度降低，电动机输出更大的扭矩，最大能够达到 M_k 。超过此点后，电动机就会停止，也就是说电动机在临界转差时会突然停止。如果超过堵转扭矩，必须立即卸掉载荷或者是关掉电动机。否则电动机会因为过热而损坏掉。

额定扭矩 M_N 是在额定功率 P_N 和额定转速 n_N 下连续运行时的允许扭矩。

动态功率

动态功率是用于加速整个系统的功率，包括载荷、传动构件、齿轮减速箱和电机

$$P_{\text{dyn}} = \frac{m \times a \times v}{\eta}$$

P_{dyn}	动态功率 [W]
m	质量 [kg]
a	加速度 [m/s ²]
v	速度 [m/s]
η	效率

4

静态功率

静态功率包括在零加速情况下所有的反作用力消耗的功率。包括滚动摩擦、滑动摩擦、提升力（如果是提升设备）、风力及其它。

$$P_s = \frac{F_f \times v}{\eta}$$

P_s	静态功率 [W]
F_f	运行阻力 [N]

总功率 P_G

$$P_G = P_{\text{dyn}} + P_s$$

$$P_G = \frac{m \times a \times v}{\eta} + \frac{F_f \times v}{\eta}$$

水平运动，旋转运动，垂直上升运动	
启动时间 [s]	$t_A = \frac{\left[J_M + \frac{J_{\text{ext}}}{\eta} \right] \times n_M}{9,55 \times \left[M_A - \frac{M_L}{\eta} \right]}$
起停频率 [c/h]	$Z = Z_0 \times \frac{1 - \left[\frac{M_L}{M_A \times \eta} \right]}{\left[\frac{J_s + \frac{J_{\text{ext}}}{\eta} + J_M}{J_M} \right]} \times K_L$
垂直下降运动	
启动时间 [s]	$t_A = \frac{\left[J_M + \frac{J_{\text{ext}}}{\eta} \right] \times n_M}{9,55 \times \left[M_A - (M_L \times \eta) \right]}$
起停频率 [c/h]	$Z = Z_0 \times \frac{1 - \left[\frac{M_L \times \eta}{M_A} \right]}{\left[\frac{J_s + J_M + (J_{\text{ext}} \times \eta)}{J_M} \right]} \times K_L$

电机选择

示例:

电机所需的动态扭矩 (加速): 126 Nm

电机所需的静态扭矩: 70.0 Nm

电机总扭矩: 196 Nm

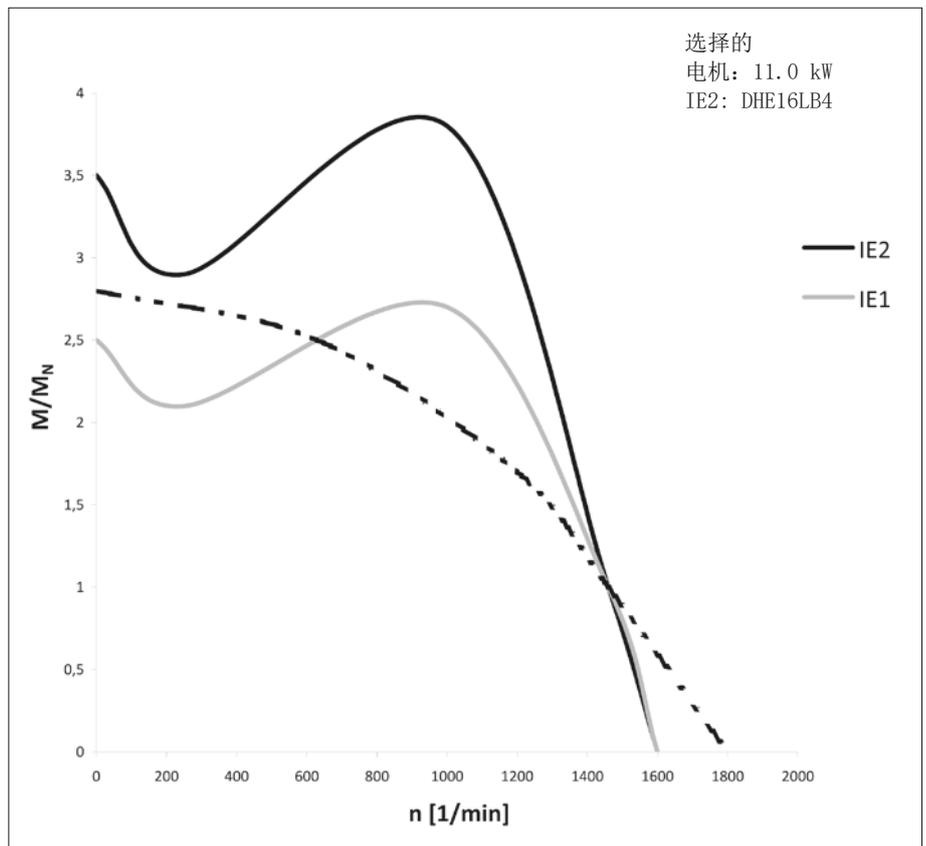
IE2

P _N [kW]	类型	n _N [rpm]	M _N [Nm]	I _N 400 V [A]	cos φ	η (100% 负载) [%]	η (75% 负载) [%]	η (50% 负载) [%]	I _A /I _N	M _A /M _N	M _S /M _N	M _K /M _N	J _{red} [kgm ²]
7.5	DHE13LA4	1460	49	15.1	0.81	88.9	89.2	87.9	7.0	3.3	3.0	3.5	0.0345
9.5	DHE16MB4	1470	62	19.7	0.78	89.4	89.4	86.5	6.8	2.9	2.5	3.2	0.057
11	DHE16LB4	1470	71	22.5	0.78	90.3	90.0	88.3	7.9	3.5	2.9	3.8	0.076
15	DHE16XB4	1470	97	31	0.77	90.6	90.8	88.8	7.2	3.2	2.8	3.5	0.087
18.5	DHE18LB4	1470	120	35	0.83	91.5	91.7	90.0	7.9	3.6	3.0	3.3	0.160

IE1

P _N [kW]	类型	n _N [rpm]	M _N [Nm]	I _N 400 V [A]	cos φ	η (100% 负载) [%]	η (75% 负载) [%]	η (50% 负载) [%]	I _A /I _N	M _A /M _N	M _S /M _N	M _K /M _N	J _{red} [kgm ²]
7.5	DSE13MA4	1440	50	15.3	0.81	87.5	87.8	87.1	6.2	2.8	2.5	3.2	0.02900
9.5	DSE13LA4	1440	63	19.2	0.82	87.1	87.5	87.5	6.0	2.9	2.6	3.0	0.03450
11	DSE16MB4	1460	72	22.6	0.81	87.7	88.0	87.3	6.0	2.5	2.1	2.7	0.05700
15	DSE16LB4	1460	98	29.5	0.83	88.9	89.2	88.9	6.1	2.5	2.1	2.8	0.07600
18.5	DSE16XB4	1460	121	37.5	0.81	89.3	89.9	88.5	6.1	2.6	2.2	2.8	0.08700

在这个案例中, 由于IE2电机的启动扭矩 (M_A) (M_A/M_N 3.5) 明显高于IE1电机 (M_A/M_N 2.5), 所以选择11kW的IE2 (DHE16LB4) 电动机。否则就应该选用15 kW的IE1电动机。



空载起停频率 Z_0

如果起停频率高于正常水平（典型值为每小时60次），在电动机选型上必须根据电力传输类型考虑额外的热负荷和额外的机械负荷。

空载起停频率 Z_0 。是电动机空载运行（无外部惯性矩）情况下，每小时的启动次数。此时，F级绝缘材料的绕组温度在允许范围内。

空载起停频率 Z_0 ：

PN [kW]	类型	Z0 [c/h]
0.12	DPE05LA4	65000
0.12	DPE06LA4	65000
0.18	DPE07LA4	47000
0.25	DPE08MA4	36000
0.37	DPE08LA4	27000
0.55	DPE08XA4	19000
0.75	DPE09LA4	15000
1.1	DPE09XA4	11000
1.5	DPE09XA4C	8700
2.2	DPE11MA4	6400
3	DPE11LA4	5000
4	DPE11LA4C	4000
5.5	DPE13LA4	3100
7.5	DPE13XA4	2400
9.5	DPE16LB4	2000
11	DPE16LB4	1800
15	DPE16XB4	1400
18.5	DPE18LB4	1200
22	DPE18XB4	1000

由于外部载荷作用，空载起停频率降低为允许的
运行起停频率。负载的影响取决于惯性因子FI和
载荷系数 K_L 。

负载系数 K_L

载荷系数反映了相对负载 P/P_N 电动机运行时的占空比。

相对负载对于允许的起停频率有二次方大的影响。而占空比的影响取决于工作条件。在空载或负载很小的情况下，电动机会由于相对较长的冷却时间，应力降低。但在额定载荷或超载的情况下，电动机会因为负载损失而应力增加。

四极电动机的载荷系数 K_L 可以通过下式来计算：

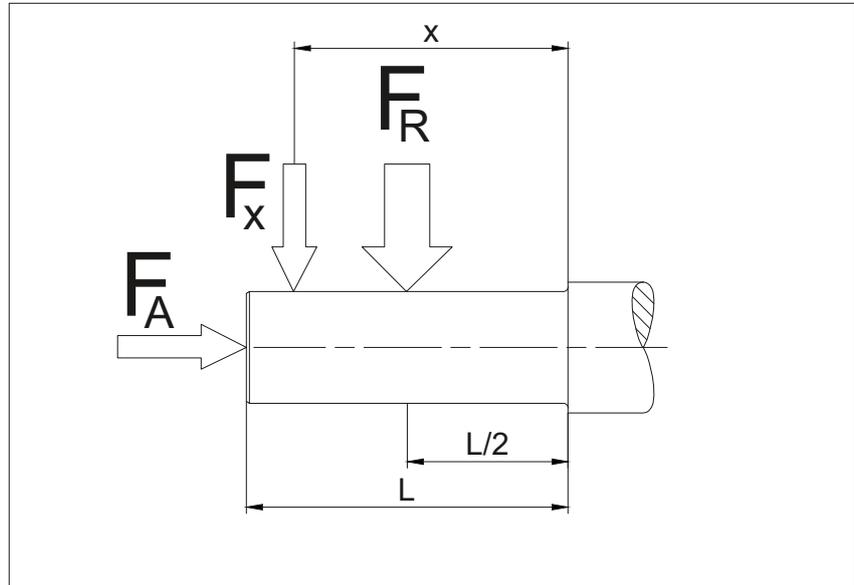
$$K_{L100} = 1 - \left(\frac{P}{P_n} \right)^{1.5}$$

$$K_L = 0,35 + (K_{L100} - 0,25) \times ED$$

输出轴径向力和轴向力

对于每个带有实心轴的减速电机，所允许的位于输出轴中间 ($X=L/2$) 的径向力 $F_{R(N,V)}$ 列在电动机选型表格中。表格中的数据对于地脚固定和法兰固定均适用。如果力的作用点 F_X 不在中间处，则所允许的径向力要考虑到轴承寿命和轴的强度来重新计算。

受力点X 处最大允许轴向力



4

$F_{R(N,V)}$ 选型表格中允许的径向力 ($x = l/2$) [N]
 X 受力点离轴连接端面距离 [mm]
 F_A 轴向力 [N]

为了衡量受力点X 处的径向力，必须获得在X 点允许的径向力。这就要考虑到轴承的载荷限制和轴的强度。

如果计算出受力点X 处的允许径向力大于实际所受的径向力，就能够用该减速箱。
 如果计算出的受力值不足以承力或者受力点X 超出轴的长度，请联系我们。

轴承承载限制

$$F_{XL1} = F_q \times \frac{0,5 + b}{\left[\frac{X}{l} + b \right]}$$

$$F_{XL2} = F_q \times \frac{0,5 + a}{\left[\frac{X}{l} + a \right]}$$

轴强度

$$F_{XW1} = F_{qmax} \times \frac{0,5}{\left(\frac{X}{l}\right)}$$

$$F_{XW2} = F_{qmax} \times \frac{0,5 + c}{\left(\frac{X}{l} + c\right)}$$

在减速电机选型表格中，对于选定的齿轮减速比和轴承类型（普通或加强型）， F_q 是允许的正交力 F_{RN} or F_{RV} 。

在减速电动机选型表格中，对于选定的齿轮箱， F_{qmax} 是允许的最大正交力。（包括常规和加强型轴承）。

对于各个类型减速箱，参数 a, b, c 列在下表中。

BG 系列同轴减速电机

尺寸型号	轴承	输出轴代码	l	a	b	c
BG04	普通	-.1	24	0.5625	1.5000	-
BG05	普通	-.1	28	0.5893	1.3929	-
BG06	普通	-.1	30	0.6667	1.4167	-
BG10	普通	-.1	40	0.7125	1.6750	-
		-.7		1.1000	2.0625	-
BG20	普通	-.1	50	0.6100	2.2500	-
		-.7		0.9400	2.5800	-
BG30	普通	-.1	60	0.5917	2.1750	-
		-.7		0.9417	2.5250	-
BG40	普通	-.1	60	0.6917	2.3667	-
		-.7		1.0083	2.6833	-
BG50	普通	-.1	80	0.5625	2.0000	-
		-.7		0.8563	2.2938	-
BG60	普通	-.1	100	0.5300	2.0200	-
		-.7		0.7650	2.2550	-
BG70	普通	-.1	120	0.4750	1.7292	-
		-.7		0.7292	1.9833	-
BG80	普通	-.1	140	0.4286	1.7000	-
		-.7		0.6000	1.8714	-
BG90	普通	-.1	200	0.3675	1.5300	-
		-.7		0.5825	1.7450	-
BG100	普通	-.1	220	0.3477	1.4341	-
		-.7		0.5386	1.6250	-

BF 系列平行轴减速电机

尺寸型号	轴承	输出轴代码	l	a	b	c
BF06	普通	-.1	50	0.4500	1.4100	-
BF10	普通	-.1	60	0.5083	1.4833	-
		-.2		0.6500	1.6250	-
BF20	普通	-.1	70	0.4286	1.3571	-
		-.2		0.5571	1.4857	-
BF30	普通	-.1	80	0.3875	1.2563	-
		-.2		0.5688	1.4375	-
BF40	普通	-.1	100	0.4050	1.2250	-
		-.2		0.5250	1.3450	-
BF50	普通	-.1	120	0.3125	1.0625	-
		-.2		0.3959	1.1458	-
BF60	普通	-.1	140	0.3286	1.0821	-
		-.2		0.4036	1.1571	-
	加强	-.1		-	-	0.2750
		-.2		-	-	0.3643
BF70	普通	-.1	180	0.2722	1.0566	-
		-.2		0.3056	1.0889	-
	加强	-.1		-	-	0.2194
		-.2		-	-	0.2639
BF80	普通	-.1	220	0.2878	1.3536	-
		-.2		0.2873	1.3518	-
	加强	-.1		-	-	0.2364
		-.2		-	-	0.2268
BF90	普通	-.1	260	0.2500	1.4231	-
		-.2		0.2500	1.4231	-
	加强	-.1		-	-	0.2027
		-.2		-	-	0.1950

Getriebemotoren Auswahl

输出轴的径向力和轴向力

BK 系列伞齿轮减速电机

尺寸型号	轴承	输出轴代码	l	a	b	c
BK06	普通	-1	50	0.4375	1.9875	-
		-2		0.4375	1.9875	-
		-7		0.9125	2.4625	-
		-8		0.9125	2.4625	-
BK10	普通	-1	60	0.5917	2.2417	-
		-2		0.5917	2.2417	-
BK20	普通	-1	70	0.5071	2.2357	-
		-2		0.5071	2.2357	-
	加强	-1		-	-	0.3929
		-2		-	-	0.3929
BK30	普通	-1	80	0.5250	2.2750	-
		-2		0.5250	2.2750	-
	加强	-1		-	-	0.4125
		-2		-	-	0.4125
BK40	普通	-1	100	0.4300	2.1700	-
		-2		0.4300	2.1700	-
	加强	-1		-	-	0.3400
		-2		-	-	0.3400
BK50	普通	-1	120	0.4083	1.9417	-
		-2		0.4083	1.417	-
	加强	-1		-	-	0.3250
		-2		-	-	0.3250
BK60	普通	-1	140	0.3536	1.8036	-
		-2		0.3536	1.0836	-
	加强	-1		-	-	0.3121
		-2		-	-	0.2979
BK70	普通	-1	180	0.2861	1.6694	-
		-2		0.2861	1.6694	-
	加强	-1		-	-	0.2428
		-2		-	-	0.2317
BK80	普通	-1	220	0.2818	1.5545	-
		-2		0.2818	1.5545	-
	加强	-1		-	-	0.2305
		-2		-	-	0.2214
BK90	普通	-1	260	0.2519	1.6096	-
		-2		0.2519	1.6096	-
	加强	-1		-	-	0.1989
		-2		-	-	0.1912

BS 系列蜗轮蜗杆减速电机

尺寸型号	轴承	输出轴代码	l	a	b	c
BS02	普通	-1	30	0.6000	2.1000	-
		-2		-	-	-
		-7		1.3333	2.8333	-
		-8		-	-	-
BS03	普通	-1	40	0.4375	1.9875	-
		-2		-	-	-
		-7		0.9125	2.4625	-
		-8		-	-	-
BS04	普通	-1	40	0.5375	1.7875	-
		-2		-	-	-
BS06	普通	-1	50	0.4800	1.9400	-
		-2		-	-	-
BS10	普通	-1	60	0.5917	2.3083	-
		-2		-	-	-
BS20	普通	-1	70	0.5500	2.4357	-
		-2		-	-	-
BS30	普通	-1	80	0.5312	2.4313	-
		-2		-	-	-
BS40	普通	-1	120	0.4292	1.7042	-
		-2		-	-	-

传动部件

如果使用传动部件（齿轮、链轮、V型带等），所产生的径向力可以通过下式来计算：

$$F_R = \frac{2000 \times M}{D_T} \times f_z \leq F_{R(N,V)}$$

F_R 径向力 [N]
 M 扭矩 [Nm]
 D_T 传动构件的节圆半径 [mm]
 f_z 安全系数

當確定發生的徑向力 F_R 時，必須根據安裝在輸出軸上的傳動元件類型，考慮一個附加因子 f_z 。

传动元件类型的系数 f_z

传动元件	附加费系数 f_z	备注
齿轮	1	= > 17 齿
齿轮	1, 15	< 17 齿
链轮	1	= > 17 齿
链轮	1, 25	< 17 齿
齿条	1, 15	< 17 齿 (小齿轮)
V带	2...2, 5	借力打力
平皮带	2... 3	靠预紧力
摩擦轮	3... 4	

轴向力

工作轴上的允许轴向力 F_A （拉伸或压缩）适用于以下情况。
 宝峨减速机适用于地脚、法兰或空心轴设计。

$$F_A = 0,5 \times F_{R(N,V)}$$

如需更大的轴向力，请咨询我们。

基于效率的驱动配置

根据 IEC 60034-30-1 标准和 ErP 2009/125/EC EU，在工业生产中利用潜在的节能技术已经是十分紧迫并且具有法律强制性。

在工业应用领域，电动机消耗大部分电力能源（接近70%）。电机在大部分领域里均有广泛的应用。比如风力、泵、磨床、轧钢厂、提升设备、运输和输送设备、家用电器、办公设备。

电力驱动系统由于具有广泛的应用，所以它是节约能耗的主要目标。由于电机消耗了大量的电力能源，甚至提高很小的效率都能够节约很多的能量。

在很多应用案例中，尤其是运输和输送设备，三相鼠笼式电动机有必要进行减速来使用。这可以使用外部的牵引齿轮箱或使用外部或集成的减速齿轮箱。考虑到节约能源，齿轮箱单元和传动构件的效率就不能够被忽略。

系统的总效率可以通过下式计算：

$$\eta_{\text{安装}} = \eta_{\text{马达}} \times \eta_{\text{减速器}} \times \eta_{\text{机器}}$$

电动机节能： η_{motor}

根据电动机规范16640/2009/EC，具有法律约束的EU ErP 2009/125/EC 规定IE3（高效率）作为新电动机在连续工作时的最低效率，(S1) $\geq 0,75$ kW，并于2017年1月生效

根据IE3系列的新电动机规范，应该考虑环境 and 经济因素选择合适的电动机基座号和电动机类型。

新法规（EU）2019/1781扩大了性能和产品谱系中受影响电动机的范围，并设定了新的约束性实施日期，即2021年7月1日和2023年7月1日。

部分负载下的效率计算

电动机的说明手册根据电动机规范(EU) 2019/1781 列出了效率表格，包括不同负载情况（50%，75%，100%）。

在任意负载时的效率可以近似根据75% 和100% 负载来计算。那么热平衡就能够依次来评估。

$$R_{VL} = \frac{\left[\frac{100}{\eta_{100}} - 1 \right] - 0,75 \times \left[\frac{100}{\eta_{75}} - 1 \right]}{0,4375}$$

$$R_{VO} = \left[\frac{100}{\eta_{100}} - 1 \right] - R_{VL}$$

$$\eta_p = \frac{100}{\left[1 + \frac{R_{VO}}{p} \right] + R_{VL} \times p}$$

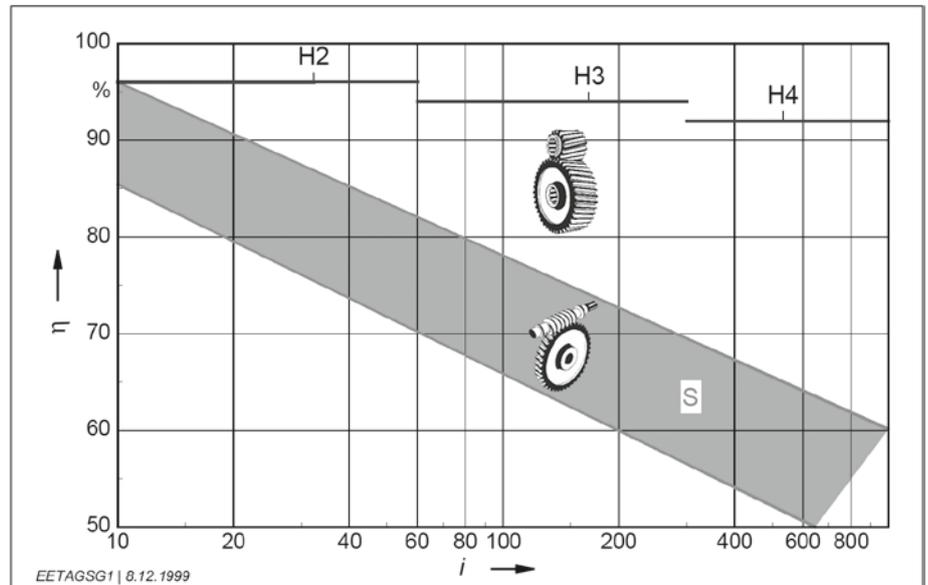
和

η_{100}	100%负载效率
η_{75}	75%负载效率
R_{VL}, R_{VO}	中间结果
p	部分载荷（值的范围：0-1或者超载）
η_p	部分载荷 p 端点的效率

齿轮箱效率 η_{gear}

对比在连续工作制（S1）下的齿轮箱和电动机的节能潜力，发现齿轮箱的节能潜力比电动机大很多。齿轮箱的效率主要依赖于轴承和密封件的齿形和摩擦值。对于高速输入或者是垂直结构设计中一级齿轮完全浸在润滑油中，就不能忽略飞溅的损失。通常情况下，应当避免垂直结构设计。

蜗轮的驱动效率很大程度依赖于速度（参见图示）。对于BS04 或者更大的基座号，Bauer蜗轮组能够有两级传动。这样就能够获得很大的减速比，且同单个蜗轮相比，有更高的效率。可以假定对于二级蜗轮组，每级蜗轮单元损失2%的效率。



典型效率 (η) 减速比 (i) 对比图。H 为同轴减速电机，H2, H3, H4 为 2 级、3 级和 4 级减速。S 为 2 级蜗轮减速，相对于齿轮组的额定功率

系统效率 η_{system}

在整体效率分析中，传动系统有最高的节能潜力。设计者和工厂工程师总在努力优化传动系统。

传动构件	工况	效率
钢索	每整圈（径向轴承或滚柱轴承）	0.91 - 0.95
带	每整圈（正常皮带张力）	0.88 - 0.93
合成皮带	带有滚柱轴承的每圈或转（正常皮带张力）	0.81 - 0.85
橡皮皮带	带有滚柱轴承的每圈或转（正常皮带张力）	0.81 - 0.85
齿形带	带有滚柱轴承的每圈或转（正常皮带张力）	0.90 - 0.96
链	带有滚柱轴承的每圈或链轮（正常皮带张力）	0.90 - 0.96
主轴	梯形螺纹主轴 滚珠丝杠主轴	0.30 - 0.70 0.70 - 0.95
齿轮箱	对于直齿轮或锥齿轮：每级损失2%； 对于蜗轮或其它齿形，参考说明手册	0.94 - 0.98

各种类型的机械装置的冲击载荷在标准、手册、特定行业文件以及在制造商手册中都可以查到。例如，在一般情况下，压碎机和印刷机在表中的冲击载荷为III级。另一方面，在一般情况下，皮带运输机的冲击载荷为I级，但是在频繁起停操作、高速或超速运行，会因为松链迅速达到III级。

所以，下表中的等级不要盲目使用，它们只是提供一个粗略的参考。最终的冲击载荷等级要根据要考虑Bauer规定的因素，特别是惯性因数、起停频率和传动构件。

驱动类型	冲击载荷		
建筑机械			
建筑提升机		II	
混凝土搅拌机		II	
筑路机械		II	
化学工业			
冷却筒		II	
混炼机		II	
搅拌器（稀介质）	I		
搅拌器（粘性介质）		II	
干燥滚筒		II	
离心分离机（轻）	I		
离心分离机（重）		II	
运输和输送系统			
搬运绞盘		II	
运输机			III
裙式输送机		II	
带式输送机（散装）	I		
带式输送机（件）		II	
斗式带轮输送机		II	
链式输送机		II	
圆管带式输送机		II	
货物电梯		II	
斗式面粉输送机	I		
客梯		II	
平型传送带		II	
螺旋输送机		II	
斗式砂砾输送机		II	
倾斜升降机			III
钢带输送机		II	
链式输送机		II	
鼓风机和风扇			
鲁特鼓风机		II	
鼓风机（轴向和径向）	I		
冷却塔风机		II	
抽风机		II	

驱动类型	冲击载荷		
橡胶			
挤压机			III
砾光机		II	
揉面机			III
混炼机		II	
轧机			III
木材加			
剥皮滚桶			III
刨机I		II	
木工机械	I		
锯			III
起重设备			
摆动机械	I		
横移式机械			III
起重机	I		
回转机械		II	
吊臂		II	
塑料			
挤出机		II	
砾光机		II	
混炼机		II	
研磨和粉碎机		II	
金属加			
弯曲机		II	
矫直机			III
锤子			III
刨床			III
压力机			III
剪切机		II	
锻压机			III
冲压机			III
主动轴和从动轴	I		
机床（主）		II	
机床（附）	I		

驱动类型	冲击载荷		
食品加工			
灌装机	I		
捏炼机		II	
捣碎机		II	
包装机	I		
切蔗机		II	
压蔗机			III
切甜菜机		II	
甜菜清洗机		II	
造纸			
伏辊			III
平滑辊			III
打浆机		II	
研磨机			III
轧光机		II	
磨浆机			III
碎纸机			III
真空吸压			III
吸力辊			III
干燥辊			III
岩石和土壤			
压碎机			III
回转炉			III
锤式粉碎机			III
管磨机			III
敲打粉碎机			III
瓷砖压力机			III
纺织品			
络纱机		II	
印染机		II	
制革机		II	
破碎机		II	
织布机		II	

驱动类型	冲击载荷		
轧钢			
剪板机			III
卷板机		II	
轧胚机			III
钢坯和板坯切割			III
坯料搬运机			III
拔丝机		II	
清板机			III
金属板轧机			III
轧板机			III
络筒机（带或丝）		II	
冷轧机			III
链式移送机		II	
钢坯剪断机			III
冷床		II	
横移机		II	
辊床（轻）		II	
辊床（重）			III
辊式矫直机		II	
管焊机			III
切边机		II	
剪料头机			III
连铸机			III
辊调整装置		II	
操纵器			III
清洗			
干燥机		II	
洗衣机		II	
水处理			
离心风机		II	
螺旋升水泵		II	

