

# 新编 机械设计师 手册

徐灏

主编

上册



机械工业出版社

# 第 11 篇 电气传动控制系统

## 第 1 章 常用电动机选择

### 1 电气传动用交流电动机

交流电动机中最通用的是三相异步电动机和同步电动机。

异步电动机结构简单,维护方便,重量较轻,成本较低,工作效率较高,负载特性较硬,能满足大多数工业生产机械的电气传动需要。

同步电动机电源频率固定时,其转子转速也固定不变,因此同步电动机广泛适用于拖动不要求调速和功率较大的生产机械,如空压机、球磨机以及各种泵类和变流机组的原动机等。

#### 1.1 异步电动机的类型及用途

异步电动机按转子绕组型式分为笼型和绕线型;按电机尺寸分为大型电机(电机中心高  $H > 630\text{mm}$ )、中型电机( $H = 350 \sim 630\text{mm}$ )和小型电机( $H = 80 \sim 315\text{mm}$ );按防护型式有开启式(IP11)、防护式(IP22、IP23)和封闭式(IP44),这里“IP××”中

第一位数字表征防止进入电机的固体异物大小,第二位数字表征水量、压力和与水与电动机接触的方式;按通风冷却方式,国家规定了在额定运行条件下温升限度及需要采用的冷却方式和通风系统;按安装结构分为卧式、立式、带底脚、带凸缘等类型;按绝缘等级,电机绝缘材料按其耐热性能分为 A、E、B、F、H 五种等级;按工作定额分为长时恒定负载运行的连续定额,经常起动、制动的正反转运行(重复短时运行)的断续定额以及短时工作的间歇定额三类。

异步电动机广泛应用于国民经济的各个部门,特别是工业部门各种生产机械,例如各种机床、水泵、鼓风机、胶带运输机械、吊车、起重运输机械,冶金、轧钢、轻工和农副加工业等设备及其他通用的机械动力等。它是各类电动机中应用最广、需要最多的一类电动机。

#### 1.2 异步电动机基本系列产品及其用途

表11·1-1为常用基本系列异步电动机的特点

表 11·1-1 常用异步电动机基本系列产品及其用途

类别	系列名称	结构特点	用途及使用范围	主要性能及特点	使用条件及工作方式	安装型式及其他	型号中符号含义
通用异步电动机	Y (IP44) 封闭式三相笼型异步电动机	一般用途封闭式自扇冷式。能防止灰尘、铁屑或其它杂物侵入电机内部	除同 Y (IP23) 用途外,还适用于灰尘多、土扬水溅的场合,如:农业机械、矿山机械、搅拌机、碾米机、磨粉机等	效率高、耗电少,性能好,噪声低,振动小、体积小,重量轻、运行可靠,维护方便。Y 系列绝缘为 B 级	1. 海拔不超过 1000m 2. 环境温度不超过 +40℃ 3. 额定电压为 380V, 额定频率为 50 Hz 4. 3kW 及以下为 Y 接法, 4kW 及以上为 Δ 接法 5. 工作方式为连续使用 (S1)	B3: 机座带底脚, 端盖上无凸缘 B5: 机座不带底脚, 端盖上带大于机座的凸缘 B35: 机座带底脚, 端盖上带大于机座的凸缘	Y—异步电动机 IP—防护等级表征字母 S—短机座 M—中机座 L—长机座 工作方式: S1—连续工作制 S2—短时工作制 S3—断续周期工作制
	Y (IP23) 三相防护式笼型异步电动机	一般用途防滴式。防止直径大于 12mm 的小固体异物进入并防止沿垂直线成 60°角或小于 60°角的淋水对电机的影响	适用于驱动无特殊要求的各种机械设备,如:金属切削机床、鼓风机、水泵、运输机等				

(续)

类别	系列名称	结构特点	用途及使用范围	主要性能及特点	使用条件及工作方式	安装型式及其他	型号中符号含义
通用异步电动机	YX 系列高效率三相异步电动机	V 系列 (IP44) 派生的新型节能产品	广泛用于化工、冶金、煤炭、纺织、机械、电力等部门各种机械。最适于长期连续运行, 载率高, 消耗电能相对较多的场合	损耗低、效率高, 运行温度低, 运行可靠, 寿命长		同 Y 系列 (IP44)	S4—包括制动的断续周期工作制 S5—包括电制动的断续周期工作制
	YR (IP23) 系列绕线转子三相异步电动机	Y (IP23) 派生系列为防滴式	可获得起动电流小、起动转矩大的优点, 用途同 YX 系列	具有起动转矩高、起动电流小		B3	R—绕线转子型
	YR (IP44) 系列绕线转子三相异步电动机	Y (IP44) 派生系列为封闭式	可用于尘土飞扬水上飞溅的环境, 而在比较潮湿及有轻微腐蚀性气体的环境中也较防护型为佳	同 YR 系列		B3 B35 V1	
	YH 系列高转差率异步电动机	Y (IP44) 派生系列	适用于传动飞轮力矩大和冲击负载以及反转次数较多的金属加工机床, 如: 镗床、剪床、冲压机、锻压机等	转差率高、起动转矩较大、起动电流小、机械特性软、能承受冲击载荷	S3	B3 B5 B35	H—高转差率
	YEJ 系列电磁制动三相异步电动机	Y (IP44) 派生封闭式自扇冷式	用于要求快速停止、准确定位的转动机构或装置上, 如: 橡胶化工、木工、玻璃包装、食品、皮革机械等	制动快、定位准确可靠, 并具有较高的起动转矩和最大转矩	S1	B3, B5 B6, B7 B8, B35	
通用单相异步电动机	AO2 系列微型三相异步电动机	全封闭式结构, 能防止灰砂及其它飞扬杂物侵入电机内部, 电机冷却方式分夹道通风、带散热肋扇冷及自冷三种, 笼型转子	广泛应用在机械传动设备上, 如小型机床、冶金、纺织、化工、医疗器械及家用电器	体积小, 重量轻、材料省, 结构简单, 运行可靠, 维修方便, 绝缘为 E 级	1. 海拔不超过 1000m 2. 环境温度不超过 +40°C 3. 额定电压: AO2—380V, BO2、CO2、DO2—单相 220V 4. 额定频率 50Hz 5. 工作方式, 连续使用。 转向: 可逆	安装结构型式见后面具体内容	
	BO2 系列微型单相分相起动异步电动机		适用于不需较高的起动转矩而起动电流允许较大的一般机械传动设备, 如小型机床、鼓风机、医疗器械、工业缝纫机、排风扇等	除同 AO2 系列外, 起动转矩小, 起动电流较大, 单相分相起动, 绝缘为 E 级		安装结构型式见后面具体内容 B3 B44 B14 B5	BO, CO, DO 系列代号 2-第 2 次改型设计
	CO2 系列微型单相电容起动异步电动机		适用于满载起动、起动电流不易过大的机械传动设备, 如空压机、泵、冰箱、医疗器械等	除同 AO2 系列外, 起动转矩小, 起动电流小, 绝缘为 E 级			
	DO2 系列微型单相电容运转异步电动机		适用于要求运转平稳及起动转矩小的机械传动设备上, 如录音机、风扇、记录仪以及各种空载起动的机械	除同 AO2 系列外, 起动转矩小, 起动电流小, 绝缘为 E 级			

及其用途。表中介绍通用的 Y 系列笼型异步电动机, YR 系列绕线转子异步电动机, 通用的高效、高转差率的 YX、YH 系列异步电动机、还有家用电器等方面的通用单相微型 AO, BO, CO, DO 系列的异步电动机。

基本系列异步电动机广泛用于一般通用的机械上, 详细参见表 11·1-1。

### 1·3 异步电动机派生系列产品及其用途

适应各行各业不同环境, 不同负载性质的需求, 在通用基本系列异步电动机的基础上, 略作一些改

动, 使异步电动机具有某种不同特点: 如变极对数或高转差率的电动机; 防化学耐腐蚀型的异步电动机; 适应某些特殊电源条件的非标准电源电压、频率的异步电动机等, 这些类型的异步电动机称为派生系列产品。派生产品的大部分零部件与基本系列产品通用。此外, 还有一类特殊的异步电动机, 须经专门设计, 例如石油井下用潜油电机或水下用的潜水电机, 这称为专用异步电动机产品。

三相异步电动机的主要派生和专用系列产品及其应用范围, 参见表 11·1-2 所示。

表 11·1-2 主要派生和专用异步电动机的特点和适用范围

序号	产品名称	性能和结构特点	适用范围
1	YA 系列 隔爆安全型异步电动机	在正常运行时不产生火花、电弧或危险温度, 在这种电机中采取适当措施, 如降低各部分的温升限度、增强绝缘, 提高导体连接可靠性, 以及提高对固体异物与水的防护等级等, 以提高防爆安全性	适用于 1 区和 2 区有爆炸性危险的场所
2	YB 系列 隔爆型异步电动机	封闭自扇冷式。增加外壳的机械强度, 并保证组成外壳的零部件之间的各接合面上具有一定的间隙参数, 一旦电机内部爆炸, 亦不致引起周围环境的爆炸物混合性爆炸	适用于石油、化工、煤矿井下有爆炸危险的场所
3	YF 系列 防爆通风充气型异步电动机	电机与通风装置组合为一个整体, 在包括电机在内的整个系统内, 连续通以不含有爆炸性混合物的新鲜空气或充以惰性(不燃性)气体, 内部保持有一定的正压, 以阻止爆炸性混合物从外部进入电机	
4	YZ 系列 起重及冶金用笼型异步电动机	断续定额, 封闭自扇冷式。采用高电阻铝合金浇铸的笼型转子。起动转矩大, 能频繁起动, 过载能力大, 转差率较高	适用于冶金和一般起重设备
5	YZR 系列 起重冶金用绕线转子异步电动机	转子为绕线型, 其余和 YZ 电机相同	
6	YG 系列 辊通异步电动机	外表面有环型散热肋, 自然冷却, 定子绕组为 H 级, 耐高温, 采用高电阻铝合金转子导条, 起动转矩大	适用于传动轧钢辊道
7	YLB 系列 立式深井泵用异步电动机	立式, 自扇冷, 空心轴、泵轴穿过电机的空心轴在顶端以键相联, 带防逆转装置, 不允许逆转	专用于与长轴深井泵配套, 组成深井电泵, 供工农业灌溉提水用

(续)

序号	产品名称	性能和结构特点	适用范围
8	YQS系列 井用潜水异步 电动机	电机外径因受井径限制,其外形细长,内腔充满清水、密封,下部有压力调节装置,轴伸端有防砂密封装置	专用于与潜水泵配套、组成潜水电泵,潜入井下供灌溉提水之用
9	YQSY系列 井用潜水异步 电动机(充油)	电机结构基本上与潜水电机(充水)相同,但内腔充以绝缘油,另有保护装置,以调节、平衡电机内腔与外部压力,并作为贫油保护之用	
10	QY系列 河流泵用异步 电动机	电机密封,内腔充油	与河流泵配套组成一体,潜入0.5~3米浅水中提水,广泛应用于农田、城建等
11	YQY系列 井用潜油异步 电动机	电机特别细长,内腔充油密封,定子、转子、铁芯分为若干块,定子各段之间用非导磁材料作轴承支承座;绕组绝缘整体密封,机座为无缝钢管、电机与泵间有独立保护装置	专用于深井油泵配套组成潜油电泵,潜入石油井中直接提油
12	YTZ系列 钻井用异步电 动机	按用途不同分为外通水、内通水、引流管等结构型式,电机通过减速器、防振器与钻头相接,电机的外形、定子和转子铁心、轴承及绝缘结构与潜油电机相似,内部亦充油保压,电机过载能力大	作为钻井动力直接驱动钻头克取岩芯,适用于陆海各种地层勘探
13	YP系列 屏蔽异步电 动机	电机较细长,定子转子分别用屏蔽套保护,机座与接线盒间相互密封隔开,轴承为滑动轴承,一般用石墨制成,并以被输液的一部分作为冷却和润滑用。电机与泵组合成为一密封整体,能在一定的压力和温度下保证无泄漏地输送液体	适用于核能、化工、石油等部门,传送不含有颗粒的剧毒、易燃、放射性、腐蚀性液体
14	YH系列 高转差率异 步电动机	结构和外型尺寸与基本系列相同,转子采用高阻铝合金浇铸	适用于惯性矩较大且具有冲击性负荷机械的传动,如剪床、压力机,锻压机等
15	YQ系列 高起动转矩异 步电动机	结构和外型尺寸与基本系列相同,转子采用双笼或深槽,起动力矩大	适用于静止负荷或惯性矩较大的机械,如压缩机、柱塞式水泵、粉碎机
16	YLJ系列 力矩异步电 动机	机械特性很软、能在堵转到接近同步转速的范围内稳定运行,转子导条采用高电阻黄铜条,一般装有独立的鼓风机	适用于恒张力恒线速(卷筒)传动和恒转矩(导辊)传动
17	YCT系列 电磁调速异 步电动机	由异步电动机和电磁转差离合器组合而成。通过控制器控制离合器的励磁电流来调节转速	适用于恒转矩和风机类型设备的无级调速
18	YT系列 变极多速异 步电动机	改变定子绕组的接线方法以改变极对数,得到多种转速。结构和外型尺寸与基本系列同	适用于机床、EP染机

(续)

序号	产品名称	性能和结构特点	适用范围
19	YHT系列 换向器变速异步电动机	相当于反装的绕线型异步电动机。转子上有换向器、调节绕组和放电绕组,并有特殊的移刷机构。装有独立的鼓风机	可作恒转矩无级调速,调速范围较广,适用于印刷机,印染机以及试验设备
20	YCJ系列 齿轮减速异步电动机	由通用的异步电动机与两级圆柱齿轮减速箱合成一整体	适用于矿山、轧钢、造纸、化工等部门需要低速、大转矩的各种机械设备,电机可用联轴器或直齿轮与传动机构联接
21	YXJ系列 摆线针轮减速异步电动机	由通用的异步电动机和摆线针轮减速器直接合成一体,结构紧凑、体积小,重量转速比大,一级减速比有9种范围为11~87	同YCJ系列
22	YEP系列 傍磁制动异步电动机	带有断电的机构,通电时转子端部的分磁块吸合导磁环压缩弹簧,打开制动装置	用于单梁吊车,或机床进给系统
23	YEC系列 杠杆制动异步电动机	带有断电制动的机构,通电时,定子吸合其内圆处的衔铁,通过杠杆压缩弹簧,打开制动装置	同YEP系列
24	YEZ系列 锥形转子制动异步电动机	带有断电制动的机构;定子内圆、转子外圆都呈锥形,有单速单机式和双速双机组合式。通电时,定子、转子间的轴向吸力压缩弹簧,打开制动装置	同YEP系列
25	YJ系列 精密机床异步电动机	振动小对转动部分要求精密平衡;采用低噪声轴承,提高轴承定位精度,用噪声较低的槽配合,以降低噪声	适用于精密机床
26	YM'系列 木工异步电动机	电动机较细长,转动惯量较小;机座用钢板或铝壳制成。轴伸有多种形状和尺寸以适应配套需要 电机的过载能力大	与各种木工机械配套使用
27	YDF系列 电动阀门异步电动机	短时工作制;机座无散热筋,无外风扇及端面出线结构,转子较细长,具有高起动转矩、低转动惯量。电机与阀门组合为一个整体	适用于电站、石油、化工等部门,作为自动开闭输油输气管线上阀门用,调节管内介质流量
28	YUD系列 振荡器异步电动机	封闭式结构,无轴伸,转子两端加偏心块,机壳较厚,结构坚固	混凝土震捣用
29	YTD系列 电梯异步电动机	短时工作制,开启式、双转速(一般为6/24极)笼型转子导条采用高电阻合金、起动电流较低、起动转矩较高,转差率高。为了降低噪声,采用滑动轴承、合适的槽配合及较大气隙、无外风扇	用于电梯作为升降动力

## 1.3.1 防爆异步电动机

防爆型电动机适用于石油、化工、煤矿等有爆炸危险的场所。一般分为防爆安全型(A), 隔爆型(B)和防爆通风充气型(F)。

具有爆炸气体或蒸汽与空气混合物的危险场合, 按其危险程度的不同分为0区, 1区和2区三级。各级的定义和所能适用的防爆电机类型见表11-1-3。

表 11-1-3 具有气体或蒸汽爆炸性混合物的危险场所级别表

级 别	定 义	防爆安全型	隔 爆 型	防爆通风充气型
0 区	正常情况下即能形成爆炸性混合物的场所	不适用	适用	适用
1 区	仅在不正常情况下才能形成爆炸性混合物的场所	适用	适用	适用
2 区	即使在不正常情况下, 形成爆炸性混合物的可能性也较小的场所	适用	适用	适用

表 11-1-4 爆炸性混合物按自然温度 T 的分组 (各类防爆电机)

组 别	T1	T2	T3	T4	T5	T6
自 燃 温 度 (°C)	$450 \leq T$	$300 < T \leq 450$	$200 < T \leq 300$	$135 < T \leq 200$	$100 < T \leq 135$	$85 < T \leq 100$

表 11-1-5 爆炸性混合物按试验最大不传爆间隙  $\delta$  的分级 (隔爆型电机)

级 别	1	2	3	4
试验最大不传爆间隙 $\delta$ (mm)	$1.0 < \delta$	$0.6 < \delta \leq 1.0$	$0.4 < \delta \leq 0.6$	$\delta \leq 0.4$

凡按低自然温度组别设计制造的电机均可用于较高自然温度组别的环境中。同样, 按传爆能力强(如4级)设计的电机均可用于传爆能力弱(如1级)的气体环境中。

防爆安全型电机一般按T3组设计制造, 可用于T1、T2和T3任一组爆炸性混合物环境中。考虑到制造上的经济性, 对T4组和T5组环境所需的电机, 不采用防爆安全型而选用其他防爆类型。

对隔爆型电机, 除小型电机有4级隔爆型电机外一般只作到3级。4级爆炸性混合物环境所需的大、中型电机可选用通风充气型。对小型电机一般不制造防爆通风充气型。

爆炸性混合物按其自燃温度高低分为T1~T6六组, 见表11-1-4; 按其试验最大不传爆间隙的大小(即传爆能力的强弱)分为1, 2, 3, 4四级, 参见表11-1-5。各类型防爆电机均按其所适用场所(见表11-1-4)中所存在爆炸性混合物的级别与组别进行设计和制造, 并于产品上标明。例如标记为B2d的电机, 即指石油、化工用的隔爆型电机, 适用于最大不传爆间隙为2级、自燃温度为T4组的气体环境。

## 1.3.2 起重及冶金用异步电动机

起重及冶金用异步电动机用于驱动一般起重机械和冶金轧钢辅助机械。它的特点是能承受频繁的启动、制动、过载、逆转、超速、冲击和振动条件的工作, 并能高温及金属粉尘环境下工作。

起重机械及冶金轧机的工作环境温度分别为40°C和60°C。为了简化生产和配套方便, 两种电机的设计除绝缘等级外, 其余都相同。一般起重机用电动机为E、B或F级绝缘, 冶金用电动机为H级绝缘。

冶金及起重用电动机大多数采用绕线型转子。对于30kW以下的电动机在启动不很频繁而电网容

量又许可全电压起动的场所,也可采用笼型转子。绕线型和笼型电机的定子通用,对单轴伸的电机,二者的安装尺寸也相同。

电动机的工作方式分为S2(短时)、S3(断续)、S4(带起动的断续)和S5(带电制动的断续)四种,常用的为S3工作方式。

S3工作方式是起重电动机的基准工作方式,即其载荷持续率为25%,且处于断续状态工作。而S3冶金电动机其基准工作方式为S3-40%,即其载荷持续率为40%。

### 1.3.3 辊道异步电动机

三相辊道异步电动机适用于轧钢机前后工作辊道和传送辊道,其工作环境温度较高,金属粉尘较多。它能承受频繁起、制动,经常正反转和反接制动以及较大的振动和冲击。为了适应这种工作条件和工作环境,辊道电机的结构采用自然冷却方式,其防护等级为IP44。机座和端盖均用铸铁制成,机座呈八角形并铸有与转轴垂直的若干平行环状散热筋。散热筋同时也起加强机座机械强度的作用。端盖外表面上也有散热筋,内表面上还有辐向加强筋。

为适应环境和工作条件的需要,绕组为H级绝缘,轴承以二硫化钼润滑脂润滑。

常用辊道电动机为YG2系列,其功率范围为0.65~11kW,共18个功率等级,27个规格。安装型式有卧式(分带底脚和不带底脚)和端盖上有凸缘两种。

辊道电机拖动工作辊道时其工作是经常起动、反接制动、反转的重复短时工作制,属断续定额工作,而拖动传送辊道时,电机长时间单方向运转,属连续定额工作,作为连续定额使用时,可按额定功率选用,而作为断续定额使用时,则应根据负载持续率(如15%,25%,40%和60%四种)和起动转矩,系统转动惯量采用每小时允许接通次数方法来选择辊道电动机。

### 1.3.4 深井泵用异步电动机

这种电机主要用于城市、企业工厂用水以及农田灌溉之用。深井泵置于100m左右的深水井中,通过机械传动轴与地面电机联结进行提水。常用的YLB2深水泵电机系列有5.5~22kW(2极)、17~100kW(4极)共14个规格。深井泵电动机为立式空心轴,水泵传动轴通过电机空心轴可伸到电机顶

端,然后用键联结,用调整螺母加以固定。

### 1.3.5 潜水异步电动机

这种电机与潜水泵组成一体,潜入水下工作的立式专用三相笼型异步电动机。潜水异步电动机具有体积小、重量轻、结构简单、安装使用方便、不受吸程限制、不用另设泵房以及可节约投资等优点。它广泛应用于排灌和高原山区汲水等。

潜水电动机一般有干式、包括气垫密封式、半干式、充水式(贯流式、充水密封加压式)和充油式等几种。干式潜水电机的轴伸端装有机密封装置,防止水和砂粒进入电机内腔。气垫密封式潜水电动机的内腔下端部有一气室,它在外界水的压力下形成气垫,从而阻止外界水浸入电机内腔,半干式潜水电动机的定子绕组用非磁性的屏蔽薄套密封。常用的潜水电动机结构为充水密封式和充油式。

### 1.3.6 井用潜油异步电动机

井用潜油异步电动机用于石油油田斜井采油,一般分为立式、三相、两极笼型电动机。它与多级离心泵组成潜油电泵,可潜入几百米至3000m深的油井中,连续可靠地抽取井下原油或井液。井液温度约为45~90℃,其压力在井的底层可高达1000~2000N/cm<sup>2</sup>。井液中除原油外,还含有大量的水、天然气、硫、蜡、并含有一定数量的腐蚀性物质,如碳酸氢钠、氯化钠等。与其他型式的机械采油装置相比,潜油电泵具有排油量大、效率高等优点。

常用的YQY潜油电动机系列有17kW和40kW两种规格,适用于 $\phi$ 140mm油井中。电机非常细长,这是制造大容量潜油电机的困难所在。

### 1.3.7 屏蔽异步电动机

在核能、化工、石油、轻工等部门,常采用屏蔽异步电动机与泵组成泵合一的密封整体,输送不含有颗粒的带有某种危险性(有剧毒、放射性、腐蚀性或易燃易爆等)或昂贵液体。这种电机在一定范围的压力、温度下运行时,具有高度的密封性,保证被输送液体不外泄。

常用的屏蔽电机功率范围为0.75~132kW(2极)和0.75~37kW(4极)共计34个规格。

### 1.3.8 高转差率异步电动机

高转差率三相异步电动机是基本系列的一种派



生产品。它的零、部件除铸铝转子外均与基本系列通用。其外形及安装尺寸完全与基本系列一致。该类电机具有较高的转差率,约8%~12%;此外还具有较大的起动转矩,约为额定转矩的2.2~2.5倍;较低的起动电流,一般为额定电流的4~6倍;还有的特点是它的机械特性较软。这种电机在拖动冲击负载时,电机的转速下降较大,使飞轮所储的动能容易释放。这种电机适合于压力机械、锻压机械以及类似的机械,也适于频繁起动和反转的生产机械。

高转差率异步电动机一般用于断续工作制。在额定负载下负载持续率有25%,40%和60%三种,但也可以在15%或连续定额的长时工作制下工作。电机在非额定持续率工作时,其允许输出功率应当相应改变。

常用YH02系列高转差异步电动机的功率范围为0.6~100kW,共有18个功率等级。

### 1.3.9 三相力矩异步电动机

力矩电机的机械特性如图11.1-1所示。由于特性软,稍增大负载其转速就有较大的变化,如果增加其所串的转子电阻,则其特性将更软。

由于转子电阻高,损耗大,所产生的热量也大,特别在低速运行或堵转运行更为严重。因此对输出转矩较大的电机均装有独立的鼓风机,作为强迫通风用。

力矩电机广泛应用于造纸、电线电缆、纺织等部

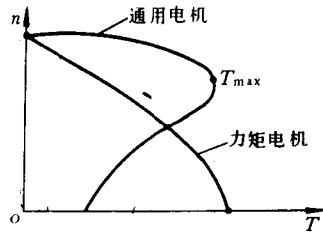


图11.1-1 力矩电机与一般电机的机械特性

门作为卷绕、堵转、调速等设备的动力。按其用途和相应的机械特性分为两类,一为近似卷绕特性(恒功率)和近似导辊特性(恒转矩)两类,这两种类型的机械特性,如图11.1-2所示。图a为卷绕特性类的力矩电机,图b为导辊类力矩电机。

在金属加工、造纸、化工和电线、电缆工业中,常需要将产品卷绕在辊筒上。当卷筒直径随着卷绕物加厚而逐步增大时,要求被卷绕物的张力和线速度保持恒定,这时卷筒的转速必须适应卷筒直径加大而降低,来保证张力恒定。

当卷绕的产品规格改变时,可通过改变电动机端电压来满足不同的张力要求。

在某些生产过程中,需要用力矩电机来传送产品而不作卷绕,这称为导辊传动。这种装置要求张力 $F$ 恒定,由于导辊直径 $D$ 始终不变,所以转矩 $T = F \cdot D$ 为一常数,即导辊特性为一垂直线,见图11.1-2b。

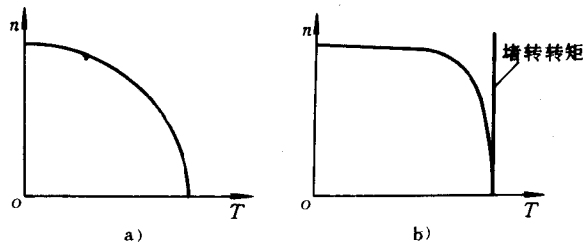


图11.1-2 力矩电机的两种机械特性

### 1.3.10 电磁调速异步电动机

这种电机也称电磁转差离合器电机,它由通用笼型异步机和电磁转差离合器(以下简称离合器)组成,为一种交流无级调速电机。它通过负载负反馈自动调节励磁电流的控制器可进行较广范围的平滑调速(调速比10:1)这种电机结构简单、运行

可靠、维修方便,适用于纺织、化工、造纸、水泥和制糖等部门的恒转矩负载,也适于风机、水泵类载荷。

电磁离合器本身的机械特性很软,转速随载荷有明显的变化,励磁电流越小,其机械特性愈软,其自然机械特性如图11.1-3所示。随励磁电流 $I_f$ 减小,特性变软。但为了提高特性硬度,采取载荷负反

馈自动调节励磁的方法,可以改善离合器的机械特性,其人工机械特性如图 11·1-4 所示。

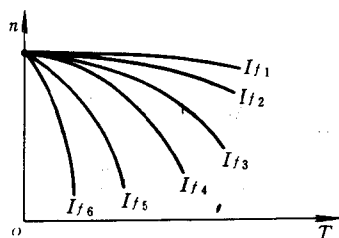


图 11·1-3 离合器自然机械特性

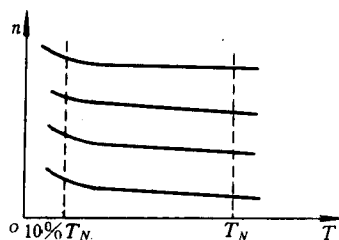


图 11·1-4 离合器人工机械特性

一般常用的控制方式是闭环反馈调节励磁电流,可以获得较满意的调速效果。这种电机的调速范围和调速精度是设计人员选择此种电机时主要须考虑的条件。此外,在多粉尘环境中使用时,应有必要措施防止电枢表面积尘导致电枢与磁极间的间隙堵塞而影响调速。还有,由于离合器存在摩擦转矩和剩磁,当负载小于 10% 额定转矩时,控制特性将变坏,甚至会发生失控。离合器的效率近似地等于  $1-S$ , 因此,这类电机在低速运行时,效率是较低的。

### 1·3·11 变极多速异步电动机

这种电机是利用改变电机绕组的极对数而获得两种或两种以上转速的。变更绕组极对数的方法有:

(1) 改变定子绕组的接法来实现变更极对数,这种方法多用于倍极比 (2:1), 非倍极而速比较近的双速电机或三速电机;

(2) 在定子槽内嵌有两个不同极对数的独立绕组,这种方法一般只用于非倍极而速比较远的双速电机;

(3) 在定子槽内嵌有两个不同极对数的独立绕组,而且每个绕组又可以有不同的联接,取得不同的

极对数。这种方法用于三速或四速电机。

在这三种方法中以第一种比较经济,其应用也较多。这种多速电动机大都为笼型电动机,其结构与基本系列异步电动机基本相似。

变极对数电机常用在机床主轴箱、印染机、印刷机等需要多级变速的生产机械。

### 1·3·12 机械减速异步电动机

这种电机是由笼型电动机和机械减速装置所组成,能输出低速大转矩。可用作需要低速传动的生产机械。常用的机械减速器为齿轮减速器和摆线针轮减速器。

**齿轮减速异步电动机** 它由齿轮减速器与封闭自扇冷式异步电动机组成。常用的 YCJ-A 系列齿轮减速异步电动机的减速器有二对齿轮,为二级减速,有 15 种减速比,配 4 极电动机,其输出转速分别为 48, 53, 59, 67, 75, 88, 97, 102, 114, 129, 150, 171, 184, 219r/min。如果需要更低转速时,可用 6 极电动机与减速器配合得到。

**摆线针轮减速电动机** 摆线针轮行星传动是由中心轮、转臂和摆线轮等基本构件组成。具有减速比大,一级减速比范围为 11~87,共分 9 种。多级组合时,其减速比为各级减速乘积,效率高,一级减速时平均效率为 90% 左右;体积小,重量轻,与圆柱减速器相比体积小 1/2,重量轻 2/3;性能好,运转平稳,噪声小,能承受过载冲击等优点。

这类机械减速异步电动机多用在矿山、冶金、轧钢、造纸、化工等部门需要低转速,大转矩的各种生产机械设备。

### 1·3·13 自制动异步电动机

自制动异步电动机是一种自身带制动机构的电动机,这种电动机广泛用作单梁吊车及行走机构的拖动电机,亦适用于其他要求快速,准确停车的机械,如橡胶化工机械、木工机械以及机床的进给系统等。

常用的自制动异步电动机结构形式有旁磁式、杠杆式和锥形转子式三种。

这种用机械齿轮产生制动的异步电动机,使用方便,操作简单。除此也可以采用电制动的办法同样可获得停车的功能,如能耗制动,当断电时电机转速迅速降至零,然后把闸定位,不仅结构简单,使用时还可以减少磨损。

1.4 异步电动机产品及其技术数据

1.4.1 Y系列(IP44)封闭式三相异步电动机技术数据

11.1-6. Y系列电机的安装型式及其机座号尺寸见1.4.2节表11.1-7.

Y系列(IP44)三相异步电动机技术数据见表

表 11.1-6 Y系列(IP44)三相异步电动机技术数据

型 号	额 定 功 率 (kW)	满 载 时				堵转电流 额定电流	堵转转矩 额定转矩	最大转矩 额定转矩	GD <sup>2</sup> (N·m <sup>2</sup> )	重 量 (kg)
		转 速 (r/min)	电 流 (A)	效 率 (%)	功率因数 cosφ					
Y801-2	0.75	2830	1.81	75	0.84	7.0	2.2	2.2	0.0075	16
Y802-2	1.1		2.52	77	0.86				0.0090	17
Y90S-2	1.5	2840	3.44	78	0.85				0.012	22
Y90L-2	2.2		4.74	82	0.86				0.014	25
Y100L-2	3.0	2870	6.39		0.87				0.029	33
Y112M-2	4.0	2890	8.17	85.5					0.055	45
Y132S1-2	5.5	2900	11.1		86.4		0.88		0.109	64
Y132S2-2	7.5		15.0	0.126					70	
Y160M1-2	11	2930	21.8	87.2	0.89		0.377		117	
Y160M2-2	15		29.4	88.2			0.449		125	
Y160L-2	18.5		35.5	89			0.550		147	
Y180M-2	22	2940	42.2				2.0		0.75	180
Y200L1-2	30	2950	56.9	90		1.24		240		
Y200L2-2	37		69.8	90.5		1.39		255		
Y220M-2	45	2970	83.9	91.5		2.33		309		
Y250M-2	55		103			3.12		403		
Y280S-2	75		140			5.97		544		
Y280M-2	90		167			92	6.75	620		
Y310S-2	110	2980	203	92.5		0.89	11.8	980		
Y315M1-2	132		242	93			18.2	1080		
Y315M2-2	160		292	93.5	20.8		1160			
Y801-4	0.55	1390	1.51	73	0.76	6.5	2.2	0.018	17	
Y802-4	0.75		2.01	74.5				0.021	18	
Y90S-4	1.1	1400	2.75	78	0.78			0.021	22	
Y90L-4	1.5		3.65	79	0.79			0.027	27	
Y100L1-4	2.2	1430	5.03	81	0.82			0.054	34	
Y100L2-4	3.0		6.82	82.5	0.81			0.067	38	
Y112M-4	4.0	1440	8.77	84.5	0.82	0.095	43			
Y132S-4	5.5		11.6	85.5	0.84	0.214	68			
Y132M-4	7.5		15.4	87	0.85	0.296	81			

(续)

型 号	额 定 功 率 (kW)	满 载 时				堵转电流 额定电流	堵转转矩 额定转矩	最大转矩 额定转矩	$GD^2$ (N·m <sup>2</sup> )	重 量 (kg)
		转 速 (r/min)	电 流 (A)	效 率 (%)	功率因数 $\cos\phi$					
Y160M-4	11	1460	12.6	88	0.84	7.0	2.2	2.2	0.747	123
Y160L-4	15		30.3	88.5	0.85				2.0	0.918
Y180M-4	18.5	1470	35.9	91	0.86		2.0			1.39
Y180L-4	22		42.5	91.5					0.87	1.58
Y200L-4	30		56.8	92.2	0.88		1.9			2.62
Y220S-4	37		69.8	91.8					0.88	2.0
Y220M-4	45	1480	84.2	92.3	0.89		1.9			
Y220M-4	55		103	92.6					1.8	6.6
Y280S-4	75		140	92.7	0.89		1.8			11.2
Y280M-4	90		164	93.5					0.89	1.8
Y315S-4	110		1490	201	93.5	0.89	1.8	31.1		
Y315M1-4	132			240	94			0.89	1.8	36.2
Y315M2-4	160	289		94.5	0.89	1.8	41.3			1160
Y90S-6	0.75	910	2.25	72.5			0.70	6.0	2.0	0.029
Y90L-6	1.1		3.15	73.5	0.72	0.035	25			
Y100L-6	1.5	940	3.97	77.5	0.74	2.0	0.069			33
Y112M-6	2.2		5.61	80.5			0.138			45
Y132S-6	3.0	960	7.23	83	0.76	6.5	2.0	0.286	63	
Y132M1-6	4.0		9.40	84	0.77			0.357	73	
Y132M2-6	5.5		12.6	85.3	0.78			0.449	84	
Y160M-6	7.5	970	17.0	86		0.78	2.0	0.881	119	
Y160L-6	11		24.6	87	0.81			1.8	1.16	147
Y180L-6	15		31.4	89.5		0.83	1.8		2.07	195
Y200L1-6	18.5		37.7	89.8	0.85			1.7	3.15	220
Y200L2-6	22		44.6	90.2		0.85	1.7		3.60	250
Y225M-6	30		59.5	90.2	0.85			1.7	5.47	292
Y250M-6	37	980	72	90.8		0.87	1.8		8.34	408
Y280S-6	45		85.4	92	1.8			13.9	536	
Y280M-6	55		104			0.87	1.6	16.5	595	
Y315S-6	75		141	92.8	0.87			1.6	41.1	990
Y315M1-6	90	169	93.2	0.87		1.6	47.8		1080	
Y315M2-6	110	206	93.5		0.87		1.6	54.5	1150	
Y315M3-6	132	246	93.8	0.87		1.6		61.2	1210	
Y132S-8	2.2	710	5.81		81		0.71	5.5	2.0	2.0
Y132M-8	3.0		7.72	82	0.72	0.395	79			

(续)

型 号	额 定 功 率 (kW)	满 载 时				堵转电流 额定电流	堵转转矩 额定转矩	最大转矩 额定转矩	GD <sup>2</sup> (N·m <sup>2</sup> )	重 量 (kg)	
		转 速 (r/min)	电 流 (A)	效 率 (%)	功率因数 cosφ						
Y160M1-8	4.0	720	9.91	84	0.73	6.0	2.0	2.0	0.753	118	
Y160M2-8	5.5		13.3	85	0.74				5.5	1.7	0.931
Y100L-8	7.5		17.7	86	0.75	1.8	1.26				145
Y180L-8	11	730	25.1	86.5	0.77	1.7	2.03				184
Y200L-8	15		34.1	88	0.76		1.8		3.39	250	
Y225S-8	18.5		41.3	89.5		6.0			1.8	4.91	266
Y225M-8	22	740	47.6	90	0.78		1.6			5.47	292
Y250M-8	30		63.0	90.5	0.80					1.4	8.34
Y280S-8	37		78.2	91	0.79	6.5	1.6		13.9		520
Y280M-8	45	93.2	91.7	0.80	1.4				16.5	592	
Y315S-8	55	114	92	0.80				6.5	1.6	47.9	1000
Y315M1-8	75	152	92.5	0.81	1.4	55.8	1100				
Y315M2-8	90	179	93	0.82		1.4	63.7			1160	
Y315M3-8	110	218	93.3		0.74		1.4	72.3	1230		
Y315S-10	45	590	101	91.5		1.4		47.9	990		
Y315M2-10	55		123	92				1.4	63.7	1150	
Y315M3-10	75		164	92.5	0.75	71.5	1220				

注：表中数据系大连电机厂提供。













1.4.2 Y 系列 (IP44) 封闭式三相异步电动机安装型式

Y 系列 (IP44) 三相异步电动机安装型式有三种基本结构型式：B3：机座带底脚、端盖上无凸缘的结构型式。B5：机座不带底脚、端盖上带大于机座

的凸缘的结构型式。B35：机座带底脚，端盖上带大于机座的凸缘的结构型式。

Y 系列电机常用的安装结构型式，以及适用的机座号见表 11.1-7。

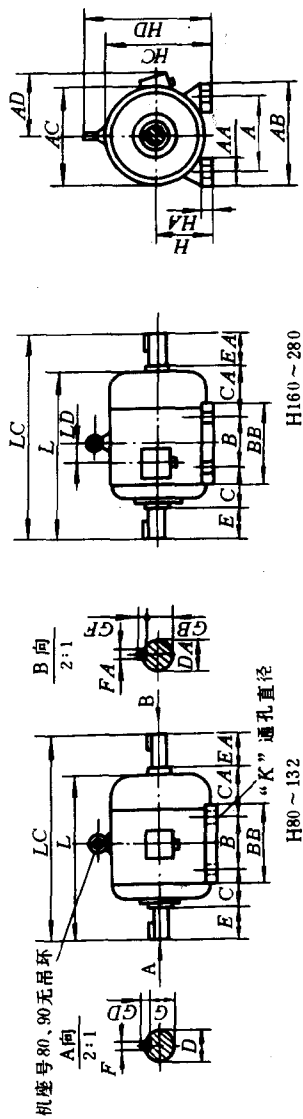
表 11.1-7 安装型式

机 座 号	基本安装结构			派 生 的 安 装 型 式								
	B3	B5	B35	采用 B5 型			采用 B3 型			采用 B35 型		
				V1	V3	V5	V6	B8	B6	B7	V15	V36
												
80~160	✓	✓	✓	✓	✓	✓	—	✓	✓	✓	✓	✓
180~225	✓	✓	✓	✓	—	—	—	—	—	—	—	—
250~280	✓	—	✓	✓	—	—	—	—	—	—	—	—
315	✓	—	✓	✓	—	—	—	—	—	—	—	—

B3 的尺寸见表 11.1-8；B5 的尺寸见表 11.1-9；B35 的尺寸见表 11.1-10；B5 型 V1 的尺寸见表

11.1-11；B3、B35 轴伸尺寸与第二轴伸尺寸见表 11.1-12；B5 轴伸尺寸与第二轴伸尺寸见表 11.1-13。

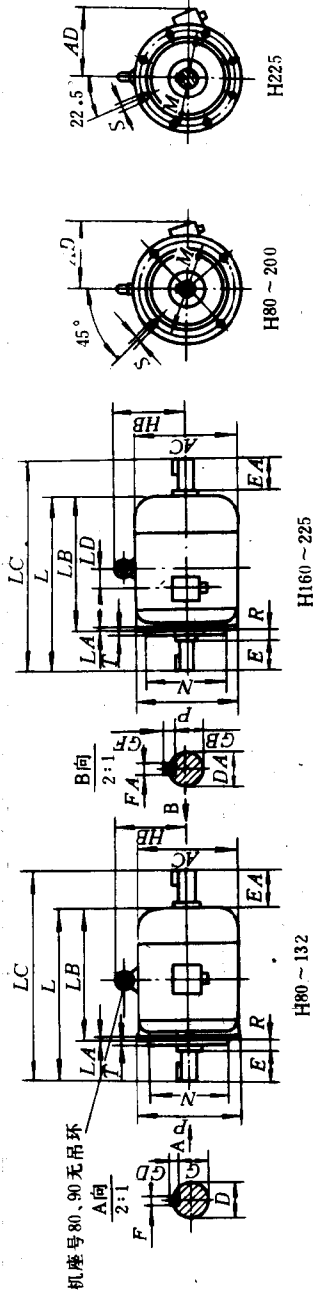
表 11-1-8 B3的尺寸



机座号	国际标准机座号		A	AA	AB	AC	AD	B	BB	C	CA	H	HA	HC	HD	K	L		LD
	2极	4、6、8、10极															2极	4、6、8、10极	
80	80-19		125		165	165	150	100	135	50	100	80-8.5	13	170		10	285	332	
90S	90S24		140	37	180	175	155	56	160	56	110	90-8.5	190				310	368	
90L	90L24							125	160								335	393	
100L	100L28		160	42	205	205	180	180	66	120	120	100-8.5	15	245			380	445	
112M	112M28		190	52	245	230	190	140	185	70	131	112-8.5	17	265			400	463	
132S	132S38		216	63	280	270	210	205	243	89	168	132-8.5	20	315			475	559	
132M	132M38							178	243								515	597	
160M	160M42		254		330	325	255	210	275	106	177	160-8.5	22	385			600	717	55
160L	160L42							254	320								645	761	
180M	180M48		279	73	355	360	285	241	315	121	199	180-8.5	24	430			670	783	86
180L	180L48							279	353								710	821	105
200L	220L55		318		395	400	310	305	378	133	221	200-8.5	27	475			775	881	102
225S	225S60		356	83	435	450	345	286	282	149	247	225-8.5	33	530			820	934	103
225M	225M60							311	407								815	929	116
250M	250M60	250M65	406	88	490	495	385	340	458	166	267	250-8.5	38	575			930	1036	131
280S	280S65	280S75	457	93	550	555	410	368	530	149	307	280-9.0	45	640			1030	1117	166
280M	280M65	280M75						419	586								1050	1168	194
315S	315S65	315S280	508	120	744	645	576	406	610	216	398	315-9.0	45	865			1190	1220	213
315M	315M65	315M80						457	660		402						1240	1270	238

注：第二轴伸肩到风罩距离约8mm，表中L、LC等外形尺寸为最大值。

表 11-1-9 BS 的尺寸



机座号	国际标准机座号		AC	AD	HB	L		LA	LB	LC		M	N	P	R	S	T	LD
	2 极	4、6、8 极				2 极	4、6、8 极			2 极	4、6、8 极							
80	19F165		165	150	—	285	—	—	245	332	—	165	130j6	200	—	4-φ12	3.5	—
90S	24F165		175	155	—	310	15	15	260	368	—	215	180j6	250	—	4-φ15	4	—
90L					—	335			285	395		265	230j6	300	0			
100L			205	180	145	380	15	15	320	445	—	300	250j6	350	—			
112M			230	190	160	400			340	463	—	350	300j6	400	—			
132S			270	120	178	475	16	16	395	559	—	350	350j6	400	—			
132M						515			435	597	—	400	350j6	450	—			
160M			325	255	215	600	18	18	490	717	—	350	250j6	350	—			55
160L						645			535	761	—	350	250j6	350	—			86
180M			360	285	250	670	20	20	560	783	—	350	250j6	350	—			105
180L						710			600	821	—	350	250j6	350	—			102
200L			400	310	280	775	22	22	665	881	—	400	350j6	400	—			103
225S			450	345	298	820			680	934	—	400	350j6	450	—			116
225M	F0	60F400				815	845	845	705	929	959	400	350j6	450	—			116

注：第二轴伸肩到风罩距离约 8mm，表中 L、LC 等外形尺寸为最大值。

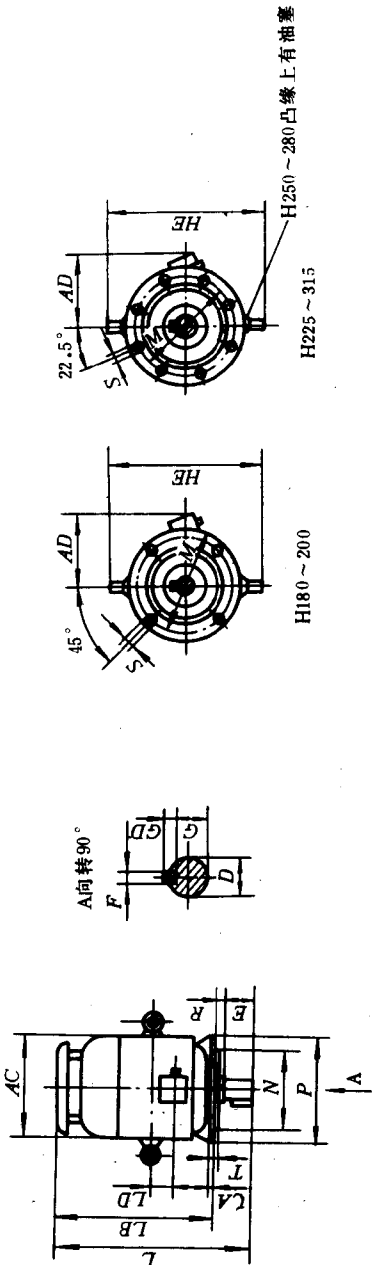
表 11-1-10 B35 的尺寸

机座号	国际标准机座号		mm																						
	A	AA	AB	AC	AD	B	BB	CI	CA	H	HA	HC	HD	K	L	LC	LA	LB	M	N	P	R	S	T	LD
80	125	165	165	150	100	135	50	100	80-8.5	170	10	285	332	245	245	130	165	130	165	130	165	200	4-φ12	3.5	
90S	140	180	175	155	125	160	56	110	90-8.5	190		310	368	260	310	368	260	310	368	260	310	200	4-φ12	3.5	
90L	160	205	205	180	180	63	120	100-8.5	15	245		380	445	320	380	445	320	380	445	320	380	250	4-φ15	4	
100L	190	245	230	190	140	185	70	131	112-8.5	265	12	400	463	340	400	463	340	400	463	340	400	300	4-φ15	4	
112M	216	280	270	210	178	243	89	168	132-8.5	315		475	559	395	475	559	395	475	559	395	475	300	4-φ15	4	
132S	254	330	325	255	210	275	108	177	160-8.5	385		600	717	490	600	717	490	600	717	490	600	350	4-φ19		55
132M	279	355	360	285	241	315	121	199	180-8.5	430		670	783	560	670	783	560	670	783	560	670	0	4-φ19		86
160M	318	395	400	310	305	378	133	221	200-8.5	475		775	881	600	775	881	600	775	881	600	775	0	4-φ19		105
160L	356	435	450	345	286	382	149	247	225-8.5	530		815	929	640	815	929	640	815	929	640	815	0	4-φ19		102
180M	406	480	495	385	349	458	168	267	250-8.5	575		930	1036	790	930	1036	790	930	1036	790	930	0	4-φ19		103
180L	457	550	555	410	368	535	190	307	280-8.5	640		1000	1117	860	1000	1117	860	1000	1117	860	1000	0	4-φ19		116
200L	506	620	640	500	419	566	216	402	315-8.5	865		1190	1362	1080	1190	1362	1080	1190	1362	1080	1190	0	4-φ19		131
225S	506	620	640	500	419	566	216	402	315-8.5	865		1240	1417	1080	1240	1417	1080	1240	1417	1080	1240	0	4-φ19		168
225M	506	620	640	500	419	566	216	402	315-8.5	865		1240	1417	1080	1240	1417	1080	1240	1417	1080	1240	0	4-φ19		194
250M	506	620	640	500	419	566	216	402	315-8.5	865		1240	1417	1080	1240	1417	1080	1240	1417	1080	1240	0	4-φ19		213
280S	457	550	555	410	368	535	190	307	280-8.5	640		930	1036	790	930	1036	790	930	1036	790	930	0	4-φ19		23
280M	457	550	555	410	368	535	190	307	280-8.5	640		930	1036	790	930	1036	790	930	1036	790	930	0	4-φ19		23
315S	506	620	640	500	419	566	216	402	315-8.5	865		1190	1362	1080	1190	1362	1080	1190	1362	1080	1190	0	4-φ19		23
315M	506	620	640	500	419	566	216	402	315-8.5	865		1240	1417	1080	1240	1417	1080	1240	1417	1080	1240	0	4-φ19		23

注：第二轴伸肩到风罩距离约8mm，表中L、LC等外形尺寸为最大值。



表 11-1-11 BS 型 V1 的尺寸



机座号	国际标准机座号		AC	AD	L		LA	LB	D		E		F		G		GD		HE	M	N	P	R	S	T	LD
	2极	4、6、8、10极			2极	4、6、8、10极			2极	4、6、8、10极	2极	4、6、8、10极	2极	4、6、8、10极	2极	4、6、8、10极	2极	4、6、8、10极								
180M		48F300	360	285	730		20	620	48k6	110	14	42.5	9	500	300	250j6	350							86		
180L					770			660															105			
200L		55F350	400	310	850			740	55m6		16	49	10	550	350	300js6	400							102		
225S						910	22	770		140														103		
225M		60F400	450	345	905	935		795	55m6	11	16	49	10	610	400	350js6	450							116		
250M		60F500	495	385	1035			895	60m6		18	53	11	650								0		131		
280S		65F500	555	410	1120	24		980		140	20	67.5	12	720	500	450js6	550							168		
280M					1170			1030	65m6		18	58	11											194		
315S		80F600	645	576	1310	1340			80m6	140	22	71	14	900	600	550js6	600							213		
315M					1360	1390				170														238		