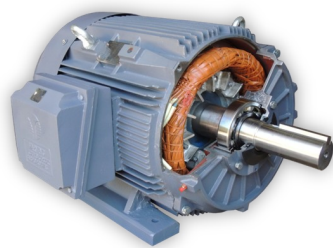


上海特波电机有限公司

科普专刊

小电机制造业的三大发展方向



本期内容:

小电机制造业的三大发展方向	1
关于泵效率的问题	2
电机知识问答	4

我国电机产业经过40多年的发展，特别是改革开放20多年以来的快速发展，小电机制造行业开始向规模化、标准化和自动化方向发展。

电机作为一个把电能转化为机械的一种设备，其广泛应用于冶金、电力、石化、煤炭、矿山、建材、造纸、市政、水利、造船、港口、食品加工机械等各个领域。电机的通用性逐渐向专用性方向发展，打破了过去同样的电机分别用于不同负载类型、不同使用场合的局面。

我国电机产业经过40多年的发展，特别是改革开放20多年以来的快速发展，小电机制造行业开始向规模化、标准化和自动化方向发展，而大中型电机制造行业却向单机容量不断增大、要求特殊化、多样化、定制化的方向发展。取得了长足进步。据前瞻产业研究院发布的《2014-2018年中国电机制造行业市场 需求与投资规划分析报告》显示：新能源的快速发展带动了步进电机产业的迅速增长，我国电机行业发展前景广阔。高效节能也是整个电机行业的发展趋势，小电机制造业的将会沿三大走向发展。

一、专业化、特殊化、个性化

随着电机行业的不断发展，电机产品的外延和内涵也不断拓展，电机产品广泛应用于冶金、电力、石化、煤炭、矿

山、建材、造纸、市政、水利、造船、港口装卸等各个领域。电机的通用性逐渐向专用性方向发展，打破了过去同样的电机分别用于不同负载类型、不同使用场合的局面。电机正向专用性、特殊性、个性化方向发展。国内很多企业也在向专业化企业转型，如煤矿电机厂、防爆电机厂、微特电机厂等，而企业是否具有非标准化定制的适应能力，是衡量一个企业未来发展潜力的重要方面。

二、产品单机容量不断增大

随着现代化工业生产规模的逐步增大，与之相配套的生产设备也向着集成化、大型化、规模化方向发展，拖动大型机械设备的电动机功率也随之越来越大，高电压等级、大容量、高性能电机成为最重要的方向。对于各种轧机、电站辅机、高炉风机、铁道牵引、轨道交通、舰船动力、排灌用泵等传动用的大型交、直流电动机，单机容量不断扩大，品种也不断增多。这也促使电机生产企业纷纷向高压大中型电机

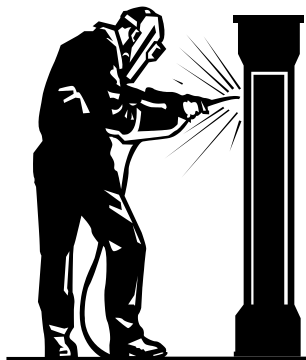
行业靠拢，以提高自身竞争力。

三、资源向优势企业集中

技术水平决定利润水平和竞争者数量从整个步进电机行业来讲，平均利润水平呈U形分布，竞争者数量呈倒U家用电器相关研究报告形的分布。目前，电机行业市场化程度高，电机企业数量众多，整个行业处于整合、优化的变革过程当中。微型电机、大型电机（包括部分特种电机）由于技术难度高、前期投入较大、技术门槛较高，处于整个U型曲线的最高端，平均利润水平较高、竞争者数量较少；小功率电机、中小型电机处于整个U型曲线的中间，竞争者数量较多，平均利润水平较低。



关于泵效率的问题



泵是一种能量转换的机器，能量的转换过程必然伴随能量的损失，而效率就是这种转换的量度，怎样提高泵的效率，减少能量的损失呢？就必须弄清楚泵内能量的损失。

★ 泵内的能量损失主要包括以下三方面：

1. 机械损失

主要是液体和叶轮前后盖板外表面及泵腔的摩擦损失（也叫圆盘损失）。

圆盘损失所占比例较大，甚至达到占有效功率的30%。试验表明圆盘损失和转速的三次方成正比，和叶轮外径的五次方成正比。因此，叶轮外径越大，圆盘损失也越大。虽然圆盘损失和转速的三次方成正比，但在给定的扬程下，随之转速的提高，叶轮外径相应地减少（可以认为泵转速提高一倍，叶轮外径减少一半），圆盘损失成五次方比例下降，所以，随着转速的提高，圆盘损失并不增加，反而下降，这是发展高速泵的原因之一。

2. 容积损失

叶轮的一部分液体经叶轮密封环间隙泄露回到叶轮进口而得不到有效利用，形成损失。因此，密封环的间隙应是越小越好，但由于加工和装配等原因，过小的间隙可能形成偏磨或卡死，国家标准对各种类型的泵的间隙做了专门的规定。

3. 水力损失

泵过流部分（从进口到出口）液体的流体必然有速度大小和方向改变引起的损失，这两部分就是水力损失。要减少这部分损失，除了提高过流部件的光洁度外，尽量选用优秀的水力模型。

★ 提高泵效率的一般方法

改进管路系统，减少阻力。管线长度应尽可能缩短和保持直线，降低流速以减少沿程水头损失；减少闸阀、底阀、弯头、孔板等部件的数量，以减少局部水头损失。降低水泵出水压力的富裕量，恰如其分地满足管路系统对出水压力的要求。

1. 提高泵本身的效率

1) 叶片向吸入口延伸并减薄，使液体提早受到叶片作用，可减小叶轮外径，也可以增加叶道内流线的长度，减少相对扩散；但延伸要适当，过于前伸会使入口面积过小，使叶片入口与叶片盖板相交的壁角变小，反而加大水力摩擦损失，挤缩进口流道，对汽蚀和效率均不利。

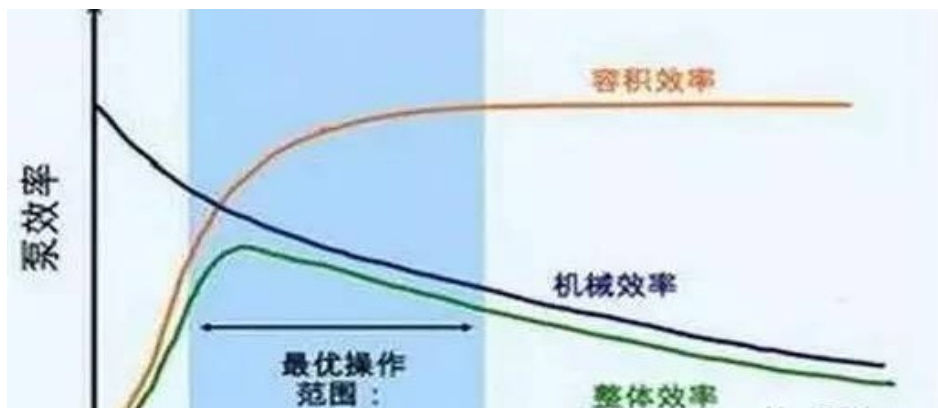
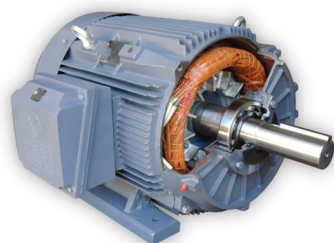
2) 使相邻叶片间流道出口和进口面积之比控制在1.0~1.3范围内，以减小扩散损失。若该比值大于1.3，流道扩散严重，效率下降。

3) 流道的水力半径越大越好，尽可能使叶片进口截面接近正方形，以减少摩擦损失，由水力学知道，过水断面面积和湿周的比值叫做水力半径，即水力半径=过水断面面积/湿周。湿周大，实际上就是液体与壁面的接触面积大，当把流道截面从近似正方形变为狭长矩形时，实质上就是让液体在狭长截面的间隙内流过，所以阻力必然大。

4) 由于弯曲扩散管水力损失较大，现在多数采用略带弯曲接近直线的扩散段。对反导叶来说，它的进口角和在圆周方向的位置，应结合液流在扩散段流出的情况而定，原则是形成连续的流道，避免反导叶流道入口截面过窄，否则在反导叶进口处会引起涡流和撞击损失。

5) 对多级泵，叶轮进口加预旋（反导叶出口角小于90度），减小叶轮进口相对速度，同时减小相对速度扩散，当反导叶出口角选择小于90度，水流进入叶轮之前就产生了预旋，即可。

6) 由于反导叶出口角所造成的预旋对下一级叶轮的特性有较大影响，在设计时为了使理论扬程公式 $H_t = U_2 V_{u2} - \int V_{u1} dU_1$ 中的“ $\int V_{u1} dU_1$ ”项为零，反导叶的出口角似应选定90度，这对于末级导叶来说可消除旋转分量。但实验证明，这对效率和获得稳定的性能曲线都不利，尤其对于一些低比转速泵，为了获得下



降的特性曲线，反导叶的出口角应选取小于90度，通常在60~80度叶片的两端要薄一些，以免产生撞击和涡流损失。

7) 增加叶轮出口宽度，减小叶轮出口绝对速度，从而减小压水室中的水力损失。

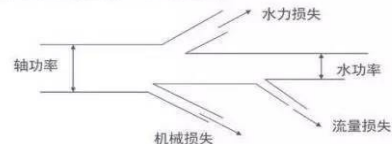
8) 斜切叶轮出口、减小前后流线的长度差或不同流线选取不同的叶片出口角，以便减小前后盖板流线压力差，从而减小出口的二次回流。

9) 增加压水室喉部面积，当原设计面积小时，可使流动不受阻塞。

泵效率 η ：泵的输出功率（水功率）与输入功率（轴功率）之比。

$$\eta = \frac{QH}{102Pa} \times 100\%$$

泵的输出功率永远小于输入功率，即 $\eta < 1$ ，因为泵内水力损失、机械损失、流量损失，如下图所示：



泵的效率的高低与泵的类型和流量大小有关，离心泵效率国家已指定标准GB/T13007-2011。

2.减少机械和摩擦损失

1) 轴承、填料引起的机械摩擦损失一般很小，对效率影响不大。填料密封的机械摩擦损失比机械密封大，若能采用机械密封贝4更好。

2) 提高叶轮、导叶流道表面的光洁度。若可能，最好用手持砂轮等工具对流道表面进行打磨，这样，水力摩擦损失会明显减少。

3) 叶轮的前后盖板表面与液体产生的圆盘摩擦损失，与叶轮外径的5次方成正比。选取较大的叶片出口角可减小叶轮外径，从而减小圆盘摩擦损失。圆盘摩擦损失与表面粗糙度大有关系，叶轮盖板外壁应尽量光滑。适当减小叶轮盖板与导叶之间的间隙也可以降低圆盘摩擦损失。

3.减少泄漏

适当缩小各部分间隙或加长密封间隙以及采用迷宫密封等，增加泄漏阻力，以减少容积损失。

泵内的泄漏部位发生在叶轮与密封环处、多级泵级间、轴向力平衡装置等。

三、效率下降可能的原因

1.由于水流的冲刷，水泵流道内壁和叶轮过水面变得粗糙不平，水泵内流道的摩阻系数增大，再加上水在泵内的流速很大，水头损失增

加。水力效率降低。

2.由于在泵前投加药物或水质等原因，使泵壳内严重积垢或腐蚀。泵壳内积垢严重的可以使泵壳壁厚增加2ram左右，而且水泵内壁形成垢瘤，使泵体容积缩小、抽水量减少、并且流道粗糙，水头损失增加。容积效率和水力效率都降低。

3.由于水泵加工工艺造成的铸造缺陷、汽蚀、磨蚀、腐蚀和化学浸蚀等原因造成泵流道内产生空洞或裂缝，水流动时产生旋涡而造成能量损失。水力效率降低。

4.叶轮表面的汽蚀。由于叶片背面运行时产生负压，当压力 $P_k < P_{va}$ 时，产生汽穴和蜂窝表面后，在电化学腐蚀作用下，使泵叶汽蚀。

5.容积损失和机械损失。由于泵使用时间长，机械磨损产生漏失和阻力增大，使容积效率和机械效率降低。

四、其他影响泵效率的几个因素

1.泵本身效率是最根本的影响。同样工作条件下的泵，效率可能相差15%以上。

2.离心泵的运行工况低于泵的额定工况，泵效低，耗能高。

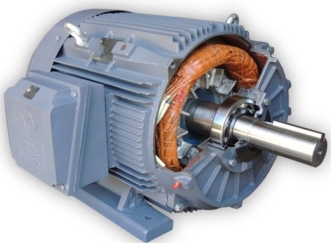
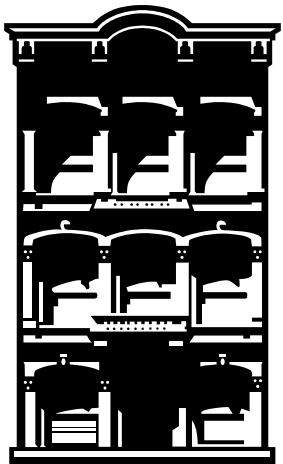
3.电机效率在运用中基本保持不变。因此选择一台高效率电机至关重要。

4.机械效率的影响主要与设计及制造质量有关。泵选定后，后期管理影响较小。

5.水力损失包括水力摩擦和局部阻力损失。泵运行一定时间后，不可避免地造成叶轮及导叶等部件表面磨损，水力损失增大，水力效率降低。

6.泵的容积损失又称泄漏损失，包括叶轮密封环、级间、轴向力平衡机构三种泄漏损失。容积效率的高低不仅与设计制造有关，更与后期管理有关。泵连续运行一定时间后，由于各部件之间摩擦，间隙增大，容积效率降低。

7.泵启动前，员工不注重离心泵启动前的准备工作，暖泵、盘泵、灌注泵等基本操作规程执行不彻底，经常造成泵的气蚀现象，引起泵噪声大、振动大、泵效低。





电机知识问答

★什么是换相器？

答：有刷电动机里面，具有相互绝缘的条状金属表面，随电动机转子转动时，条状金属交替接触电刷的正负极，实现电动机线圈电流方向的正负交替变化，完成有刷电动机线圈的换相。

★什么是相序？

答：无刷电动机线圈的排列顺序。

★什么是磁钢？

答：一般用于称呼高磁场强度的磁性材料，电动车电动机都采用钕铁硼稀土磁钢。

★什么叫电动势？

答：由电动机的转子切割磁力线而产生，其方向与外加电源相反，故称为反电动势。

★什么是有刷电动机？

答：电动机工作时，线圈和换向器旋转，磁钢和碳刷不转，线圈电流方向的交替变化是靠随电动机转动的换向器和电刷来完成的。在电动车行业有刷电动机分为高速有刷电动机和低速有刷电动机。有刷电动机和无刷电动机有很多区别，从字上可以看出有刷电动机有碳刷，无刷电动机没有碳刷。

★什么是低速有刷电动机？有何特点？

答：在电动车行业中，低速有刷电动机是指轮毂式低速大转矩无齿轮传动有刷直流电动机，电动机定转子相对转速就是车轮的转速。定子上的磁钢为 5~7 对，转子电枢的槽数为 39~57 个(欢迎关注:泵管家)。由于电枢绕组固定在轮子外壳内，借助转动的外壳，热量容易散发。转动的外壳又编织着 36 根辐条，更有利热的传导。

★有刷有齿电动机的特点？

答：有刷电动机中因为有电刷，其主要隐患就是“电刷磨损”，用户应该注意到有刷电动机又分为有齿和无齿两种。目前许多厂家选用有刷有齿电动机，它是一种高速电动机，所谓“有齿”就是通过齿轮减速机构，将电动机转速调低（因国标规定电动车时速不得超过 20 公里，故电动机转速应在 170 转/分钟左右）。由于是高速电动机通过齿轮减速，其特点是启动时骑行者感觉动力强劲，而且爬坡能力较强。但是电动轮毂是封闭的，只是在出厂前加注了润滑剂，用户很难进行日常保养，而且齿轮本身也有机械磨损，一年左右因润滑不足导致齿轮磨损加剧，噪音增大，使用时电流也增大，影响电动机和电池寿命。

编译：特波科普专刊编辑部

