

ABB 传动

调速传动指导

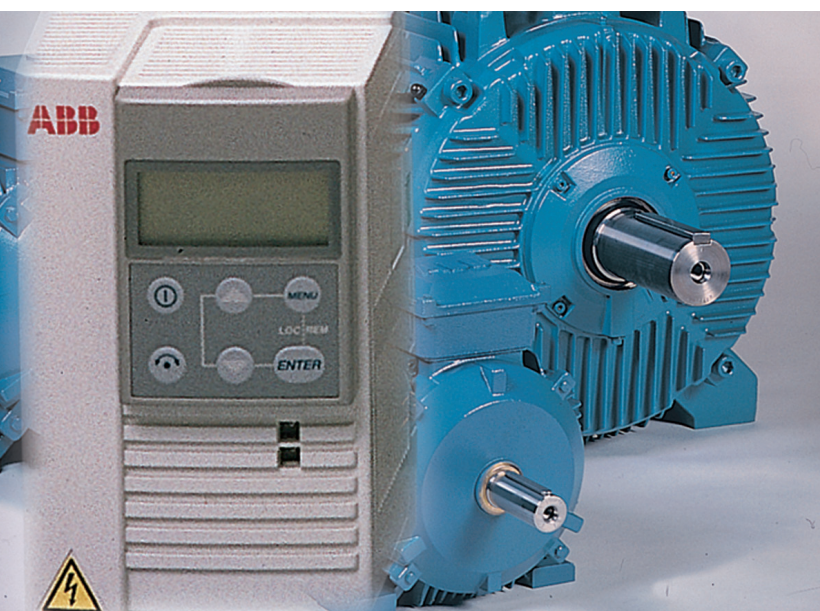


ABB 传动
调速传动指导

技术指导 4

3ABD61389211版本 A 中文
基于：3AFE61389211版本 C 英文
生效日期：2010-10-01

第一章 - 简介.....	7
概述.....	7
第二章 - 工艺过程和要求.....	8
为什么要使用调速控制.....	8
需要调速传动的工业过程.....	9
系统过程的变化.....	10
用机械改变材料特性.....	11
明确的定型.....	11
不定型.....	11
材料传输.....	12
固体材料.....	12
液体材料.....	12
气体材料.....	12
第三章 - 工业主要设备-电动机.....	13
电机驱动大多数机械.....	13
电机将电能转换为机械能.....	14
变频器控制的电磁感应.....	15
传动系统的效率.....	16
旋转方向或转矩的反向.....	17
负载、摩擦和惯性阻碍旋转.....	18
电机克服负荷转矩.....	19
额定转速时传动转矩和阻转矩的平衡.....	20
第四章 - 控制数量决定控制形式.....	21
材料的流速变化和输入输出要求.....	21
简单的控制方法.....	22
变速传动是最好的控制方法.....	23
机械的，液压的和电气的变速传动.....	24
液力耦合.....	24
直流传动.....	24
交流传动.....	24
占市场优势的电气变速传动.....	25
维护费用.....	25
生产效率.....	25
能源节约.....	25
更高品质.....	25
交流传动市场快速增长.....	26

第五章 - 交流传动是领先的控制方法.....	27
交流传动的基本功能.....	27
交流传动电机的负载曲线.....	28
交流传动的特征更适应过程控制.....	29
反转.....	30
转矩控制.....	30
消除机械振动.....	30
低电压穿越.....	31
堵转功能.....	31
滑差补偿.....	32
快速/飞车启动.....	32
环境特征.....	33
EMC电磁环境兼容性.....	33
第六章 - 交流驱动器的成本效益.....	34
交流传动与其他系统的技术差异.....	35
不需要机械部件.....	36
影响成本的因素.....	37
投资成本：机械和电子部件.....	38
电机.....	38
交流传动.....	38
安装费用：节流应用和交流传动比较.....	39
营运成本：维护和运行的能耗.....	40
总的成本比较.....	41
第七章 - 索引.....	42

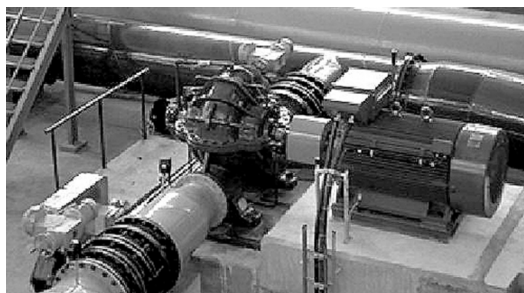
第一章 - 简介

概述

本指导是ABB的技术指导系列丛书的一部分，其中主要介绍了各种不同的调速传动(VSD)和它们在工业过程中的应用。文中主要介绍调速电气传动，特别是交流变频器。

本指导尽可能接近实用。虽然不要求特殊的调速传动(VSD)知识，但基本的专业知识还是需要的，以便于完全理解所使用的术语和描述。

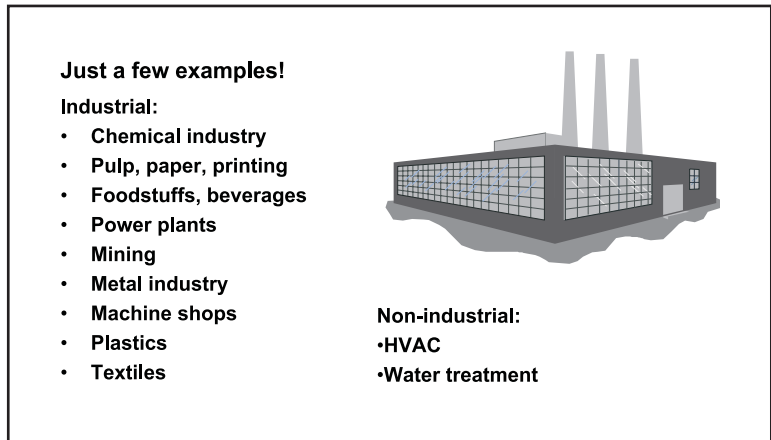
第二章 - 工艺过程和要求



为什么要使用调速控制？

要理解为什么需要调速控制，我们先要理解不同的工艺过程的要求。这些过程被分为主要的两大类；材料处理和材料传输。当然这两大基本类还有许多不同的子分类。

通常对于这两大基本工艺需要调整过程，这些需要调速传动才能实现。本章描述了使用调速传动的主要工业的和非工业的过程。为了理解为什么要使用调速控制，我们首先需要理解不同的工艺过程和要求。

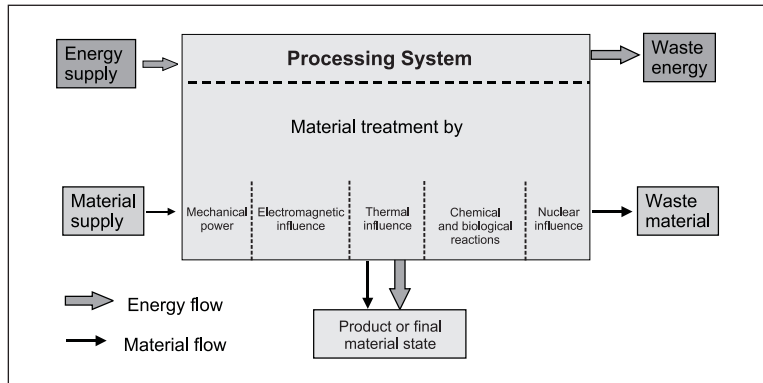


需要调速传动的工业过程

需要调速传动的工业过程有许多，上图只提到其中的一部分。它们的共同点是都要求调速传动。

例如：空调应用（HVAC暖通空调部分），根据房间湿度和温度要求改变风量或换气量，通过调整供风和回风风机实现。最好以调速传动方式来调整。

风机也用于发电和化工行业。在这两类应用中，风机需要根据主要工艺过程调整。在发电站，由于用电需求在一年，一周或一天的不同时间有不同的要求，所以主要工艺工程也是变化的，因此，速度变化需要根据工艺过程调整。



系统过程的变化

上图给出了影响过程控制的各种因素。

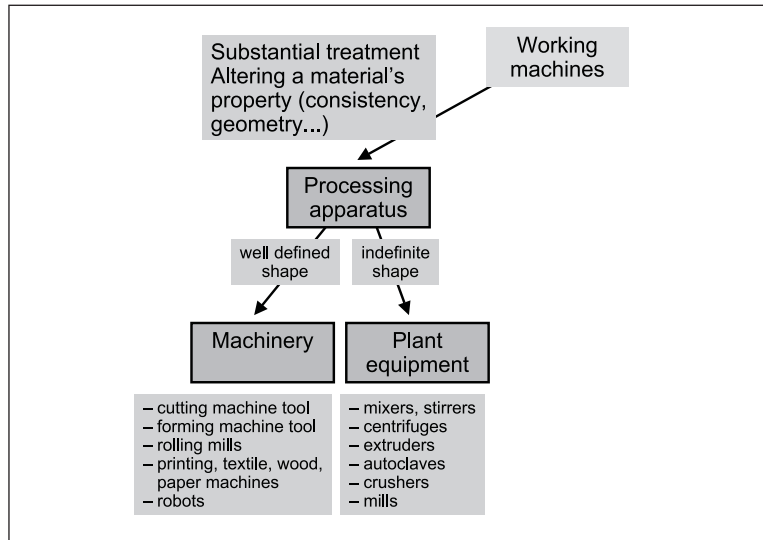
这些因素可分为能量和材料的变化。

就过程控制自身而言，能量或材料通过机械力、电磁效应、热效应、化学和生物反应或核能加工，每一个过程都需要能量和材料的供应来实现过程要求。

产品或最后形成的材料是过程的产出，但在每一个过程中都有能量或材料的浪费，这也算是一种产出。

在这些系统过程中，调速传动用于控制不同过程中机械的机械动能。

材料处理也要通过调速传动来控制。烘干窑就是一个好的例子，它需要加热空气的温度必须恒定，该过程通过调速传动控制加热风机的速度来实现。



用机械改变材料特性

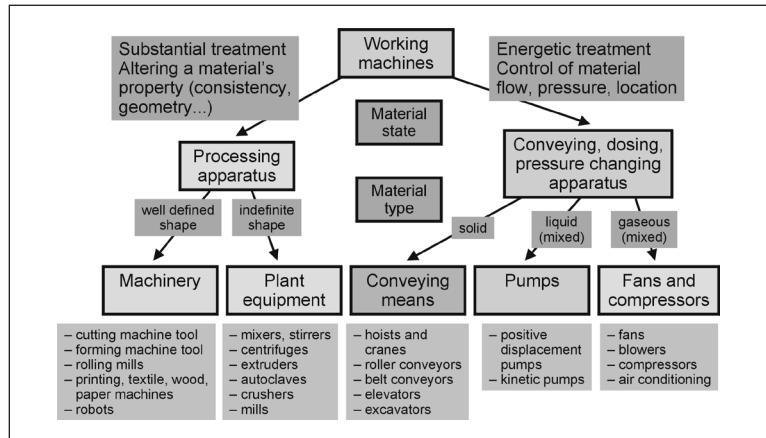
如本手册前面所述，机械工作过程可分为两类。第一类是材料处理，通过各种不同形式的过程处理设备，把材料改变成另一种形式。

明确定型

加工设备根据材料的形状的结果分为两大类。形状分为明确定型和不定型。用于纸张、金属和木材等材料的机械加工为明确定型的处理。

不定型

材料未定型的如各种食品、塑料等，加工产品需固定设备。如人造奶油搅拌器、离心机、挤压机等设备。



材料传输

第二类是那些把材料输送到指定位置的机械。包括运输、配料、压力变换等装置。这些机械可按材料是否为固态、液态或气态，被分为三种不同的子类。

固体材料

固体材料如集装箱、金属制品、木材制品、矿石，甚至也包括人，通过运输装置传送。这些设备包括起重机、传送带、电梯。

液体材料

液体材料如水、油或化学液体等都泵传输。

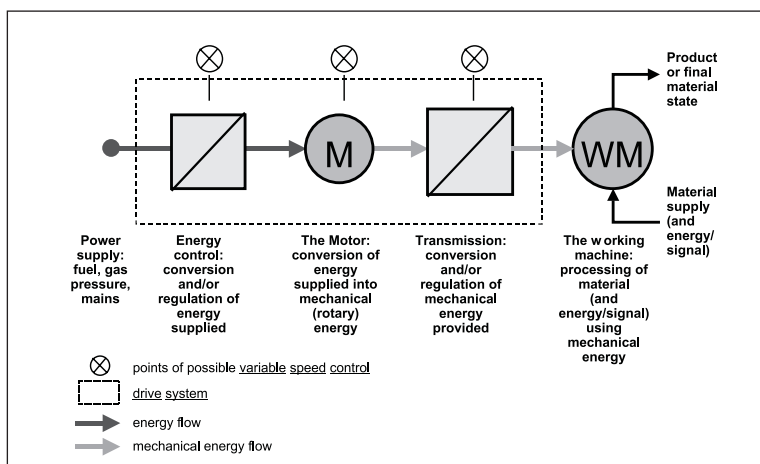
气体材料

气体材料如空气通过电扇、压缩机或吹风机等传输。空调是这类机械的一个特殊应用。

从上图可知，现在有五种不同的类型机械。它们或是形状加工类或是传输类的不同机械。但是它们都可使用调速装置。

第三章 - 工业主要设备—电动机

本手册前面提到的所有设备通常在工业环境中用电机驱动。因此可以说电机是工业生产过程中的主要设备。在本章，我们将详细描述电机，特别是鼠笼式交流电机，它是一种工业生产中最常用的电动机。



4

电机驱动大多数机械

每一种机械包括四个不同的部件，如上图所示，主要包括能量控制、电机、能量转移、被驱动设备。前三部分合在一起，成为“传动系统”。

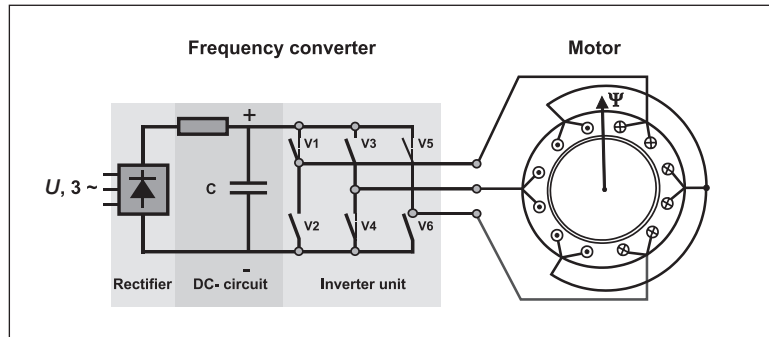
这种传动系统能转换特定的某种能量，通常将电能转换为机械能，机械能又被用来带动机械工作。能量供应由传动系统的电源提供。

在传动系统三个组成部分的每一个部分，可能要求调速控制。

使用变频器，双速电机或者齿轮变速箱可以实现调速控制。

如前所述，大多数机械被电机驱动。

电机又分为交流和直流两种电机。交流电机中特别是鼠笼式电机在工业生产过程最为常用。



电机将电能转换为机械能

交流电机根据电磁感应原理能将电能转换为机械能。定子线圈的电压形成定子绕组的电流和磁通。该磁通的方向通过定子电流使用右手定则就能确定。

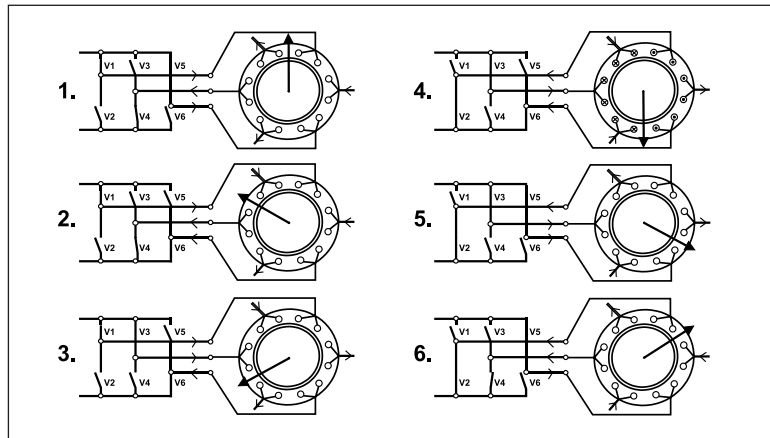
通过改变定子电压的方向，磁通的方向就可以改变。

按照正确的相序改变三相电机定子绕组的电压方向，电机定子磁通开始旋转。电机转子将随定子磁通按一定滑差跟随旋转。这是控制交流电动机的基本原理。这种控制可使用变频器来实现。

顾名思义，变频器可改变交流电的电压和频率。

变频器由三部分组成，正常的50赫兹3相交流电流供给整流部分，将其转换为直流电流。直流电压供给直流母线电路，这种电路能过滤脉动的直流电压。连到每个电机每一相的逆变器以某种顺序连到直流母线或正或负的电路。

如上图所示，要获取该磁通矢量方向，开关 $V1$ ， $V4$ 和 $V5$ 应该关闭。为了使磁通逆时针方向旋转，开关 $V6$ 必须关闭，但 $V5$ 必须打开。如果开关 $V5$ 不打开，电路将短路。磁通逆时针转 60 度。



变频器控制的电磁感应

逆变桥有八种不同的开关位置。

其中两种位置，即当三相全都连接到相同的直流母线，同时是正极或负极的，此时电压都为零。

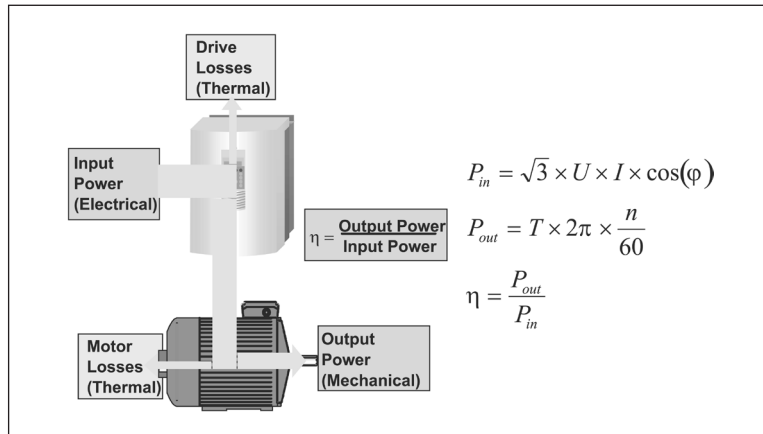
因此，在余下的六种不同的开关位置电机绕组的电压不为零，这时电压产生磁通。

上图显示了这六种开关位置和绕组电压在每种情况下产生的磁通的方向，而绕组电压也产生绕组电流，其方向在每相上用箭头标注。

在实际中，控制不是像这里说的那么简单。

磁通在转子中产生转子电流。这些转子电流使磁场更复杂化。外部的干扰，如温度或负载的变化，可能使控制变困难。

然而，今天的技术和专业知识可以有效地应对干扰。电气调速传动还提供了许多额外的优点，比如节能，因为电机有时候并不需要使用这么多的电能。此外，调速传动控制方法超过传统方法，因为电气的调速传动还提供了可能的连续控制。



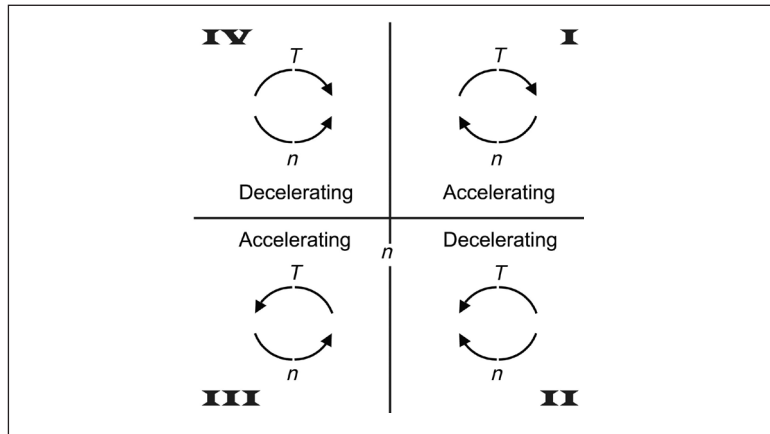
传动系统的效率

传动系统的总效率取决于电机的损耗和系统的控制。传动系统和电机的损失是热量损耗。所以表现为热量。传动系统的输入功率是电能的形式，而输出功率为机械能。这就是为什么计算效率系数(η)需要电气和机械工程方面的知识。

电机的输入功率 P_{in} 依赖于电压(U)，电流(I)和功率因数($\cos\varphi$)。功率因数告诉我们多少比例的总电能是有功的，有多少是所谓的无功功率。为了生产所需的机械动力，有功功率是必需的。无功功率需要在电机中产生磁场。

机械输出功率 P_{out} 取决于所需的转矩(T)和转速(n)。越高的速度或转矩要求，需要更大的功率。这对传动系统从电网吸收多少的电能有直接的影响。如前所述，变频器调节电压供给电机，这样直接控制电机消耗的电能，就和生产过程的控制一样。

电气开关晶体管是非常高效的，所以变频器的效率也是很高的，从0.97至0.99。电机效率通常在0.82和0.97之间，取决于电机大小和额定转速。所以说，由变频器控制的传动系统的总效率始终高于0.8。



旋转方向或转矩的反向

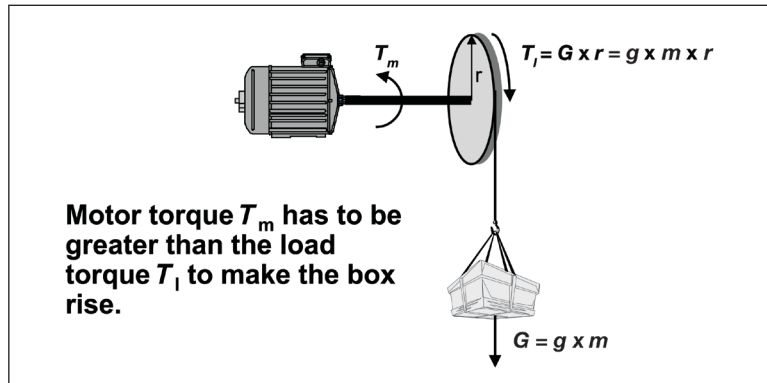
在某些情况下，电机需要反向旋转。此外，转矩方向也可能改变。这些因素结合起来形成所谓的“四象限驱动器”。这个名字是来自在上图所示的(一至四)四个不同的象限。

1象限：第一象限，电机是顺时针方向旋转。由于转矩与速度在同一个方向，驱动器正在加速。

2象限：在第二象限，电机仍然是顺时针方向旋转，而转矩与速度在相反的方向，因此驱动器减速。

3象限和4象限：在第三和第四象限，电机逆时针旋转和驱动器或是加速或是减速，这取决于转矩方向。

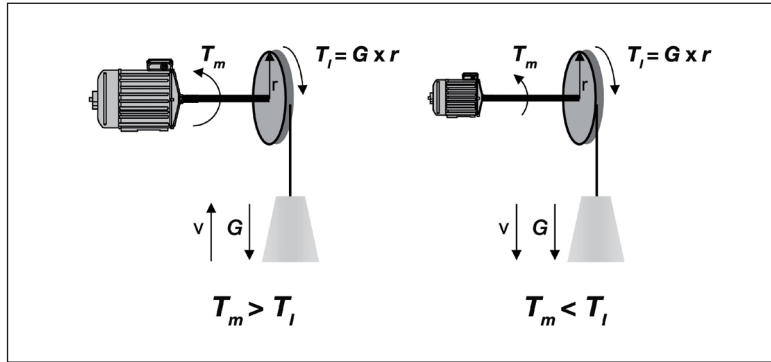
随着变频器调速的使用，转矩方向的变化不再依赖于旋转方向的变化也可以实现。高效率的四象限变频器产品用于一些需要制动装置的场合。这种控制转矩对于某些场合的使用，尤其在提升应用场合，不管旋转方向是否发生变化，但转矩方向需保持不变。



负载、摩擦和惯性阻碍旋转

电机所产生的转矩必须超过负载所要求的转矩。负载转矩包括摩擦力、运动部分的惯性和负载本身，这都与应用有关。在上图的例子中，电机转矩必须要大于负载转矩，如果该箱子需要上升，具体的数值取决于箱子的质量。根据应用的不同负载系数是不同的。

例如，在粉碎机应用时，负载转矩不仅取决于摩擦和惯性，而且还和被粉碎材料的硬度有关。在风扇和鼓风机应用时，空气压力的变化影响负载转矩等等。



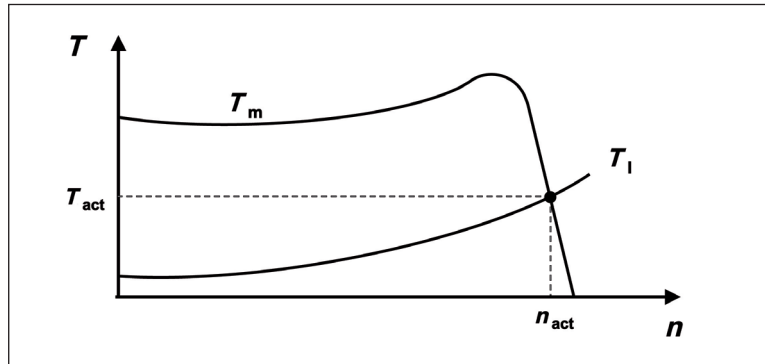
电机克服负荷转矩

在任何情况下，选择电机前必须根据应用类型明确负载转矩的大小。所需速度的大小也要清楚。只有这样，才能为该应用选出合适的电机。

如果电机太小，要求不能得到满足，这可能会引发严重的问题。例如，在提升应用中，电机过小可能无法足够快速的提起所需的负载到所需高度。甚至负载可能坠落，如上图所示。对于那些工作在港口或在现场必须使用提升机械工作的人，这可能是灾难性的。

为了计算电机的额定转矩，可用下面的公式：

$$T[\text{Nm}] = 9550 \times \frac{P[\text{kW}]}{n[\text{1/min}]}$$



额定转速时电动力矩和阻力矩的平衡

每个电机的转矩/速度曲线都是唯一的独特曲线，必须分别计算每个电机的曲线。从上图中，可以看出一个典型的转矩/速度曲线 T_m 。最大负载转矩的速度略低于额定速度。

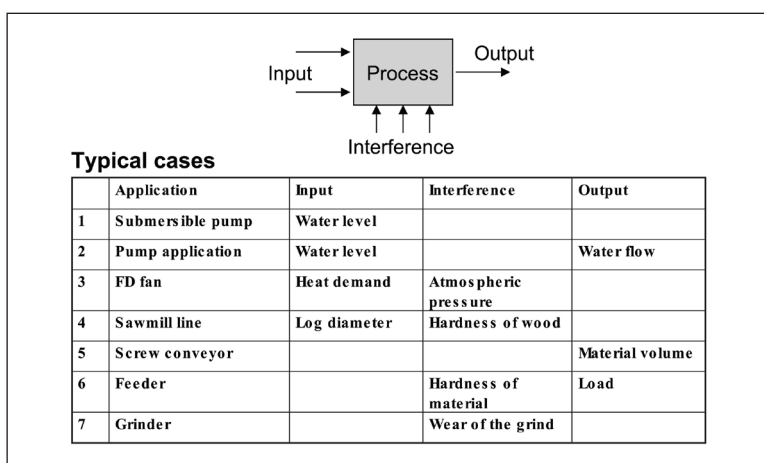
通常负载转矩 T_l 随速度的增加而增加，这取决于线性负载或平方转矩负载的应用。电机将自动加速直至负载转矩和电机转矩相等。这个点就是上图显示的 T_m 和 T_l 的交汇点。实际转矩(T_{act})会显示在y轴和实际速度(n_{act})会显示在X轴。

这些是普通的鼠笼式电机的基本工作原则。随着变频器的使用，优化的控制性能可从电机和整个传动系统得到。本手册将稍后加以解释。

第四章 - 变量数量决定控制形式

在大多数生产过程中至少有一个变量。这个变量是生产过程需要调整产生的。因此变化的生产过程和大量的材料需要某种形式的控制要求。

在本章我们将讨论生产过程及其变量。我们还将研究各种不同的控制方法。

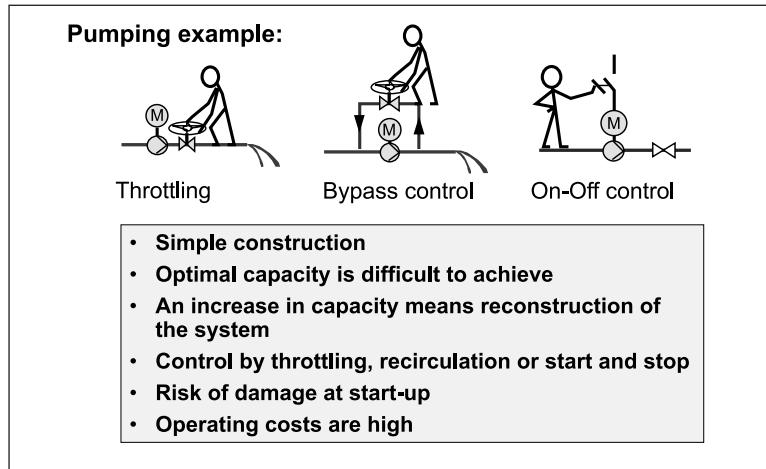


变化的材料流程和输入/输出要求

一个生产过程涉及许多不同的参数，最常见的是输入，输出和干扰。这些参数可能需要恒定不变，也可能需要按预设模式改变。如前所述，在一个生产过程中总是存在有输入和输出，几乎在所有情况下干扰都同样存在。

在一些生产过程中，没有干扰并且输入也是恒定的。这种生产过程中没有任何调速控制过程。然而，如果输出参数需要改变，输入是变化的或当前存在干扰，则调速控制可解决过程的实现。

上表列出了一些生产过程是要求调速控制的。它也显示了控制的原因：输入、输出或干扰。

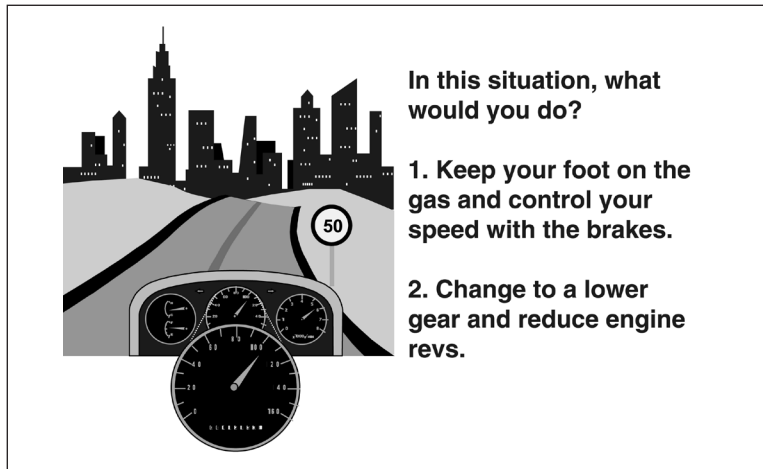


简单的控制方法

有很多简单的控制方法，如节流或旁路控制。这种装备结构通常很简单，投资成效立马可见。然而也有许多缺点。例如最佳进程处理的能力——要使该生产过程达到高品质，想通过简单的控制是很难实现的。扩大生产能力通常要求重建整个过程，每一个工频直起的启动都可能会产生电气的或机械的危害。

简单的控制方法意味着大量的能量损耗，因此总的运行成本费用比调速传动高，对环境的影响也大，如同电厂的二氧化碳排放量也将增加。

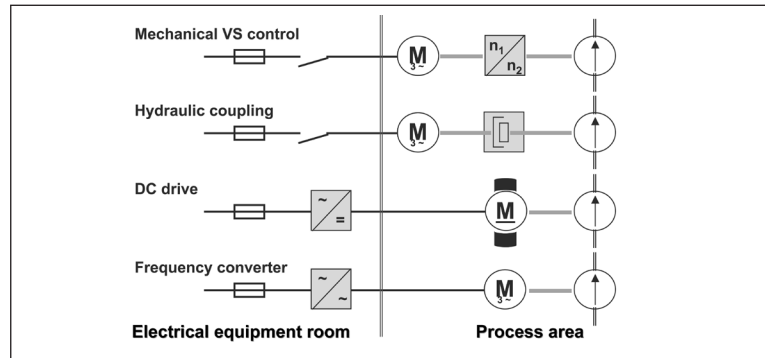
因此，在总的生命周期内，用简单的控制方法的投资运营成本远远高于变速传动的投资运营成本。



调速传动是最好的控制方法

对大多数系统来说，最好的控制方法是调速传动。例如，设想你正在驾驶汽车。如你正驾车在公路上并进入一个居民区，你需要降低速度，这样对你自己和其他人的生活就不会带来过高风险。

实现汽车减速的最好的方式是抬起踩油门踏板的脚，如需要也可换低速档。在相同档速时，另一种可能方法是，保持脚踩油门踏板同时脚踩刹车踏板减速。这样不仅会使发动机和制动器磨损，而且还浪费大量的燃油，降低车辆整体控制性能。此外，原来减速不危及自己和他人生活的目标也可能不会实现。



机械的，液压的和电气的调速传动

以上是工业应用中最常见的四种调速传动类型。机械调速传动通常采用皮带传动，并通过手动或使用定位电机控制锥形带轮。

液力耦合

在使用液力耦合时，利用涡轮液压原理。通过改变在液力耦合器中的油的体积，使传动和传动轴的速度产生不同变化。油量由泵和阀来控制。

直流传动

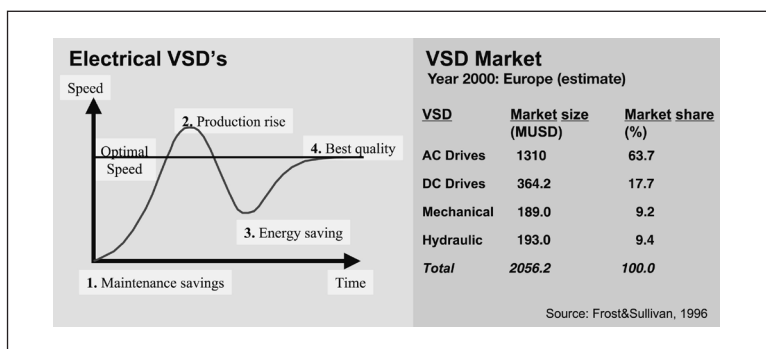
在使用直流传动时，直流整流器将电源电压转换成直流电供给直流电机。在直流电机内部有一机械换向器，变直流电流为交流电流。

交流传动

在使用变频器或交流传动时，需要一个标准的鼠笼式交流电机，其不需要机械换向器。电机的速度由变频器调节电机电压的频率实现，如本指南前面所提，变频器本身由电信号控制。

该页上图，显示了各种调速传动的控制设备位置。在机械和液压调速传动中，控制设备位于电机和工作机械之间，使维护非常困难。在电气调速传动，所有控制系统都处于电控设备室，只有驱动电机在生产过程区。这仅是电气调速传动的优点之一。

其他优点如下所述。



在市场占优势的电气调速传动

上图介绍了估计的2000年欧洲调速传动的市场份额，四种调速驱动中电气调速传动是最主要的。使用电气调速传动的四个主要优点在图中的速度曲线的转折点上标出。

维修费用

直接即时的启动对电机和电气设备有冲击压力。用电气变速传动设备顺利平稳的启动电机是可能的，这对维护成本产生直接影响。

生产率

生产设备通常设计时应该考虑到未来产量的增加。如改变已有的定速设备来提高产量，需要花费许多金钱和时间。使用交流传动，速度增长5%到20%不是问题，而产量增长的实现无需任何额外投资。

节能

在许多生产中，生产过程是量的变化。通过机械方式更改生产流程通常是非常低效的。使用电气变速传动设备，通过更改电机速度来改变生产过程。这样可以节省大量的能源特别是在泵和风机应用中，因为轴功率与流速的三次方是成正比的。

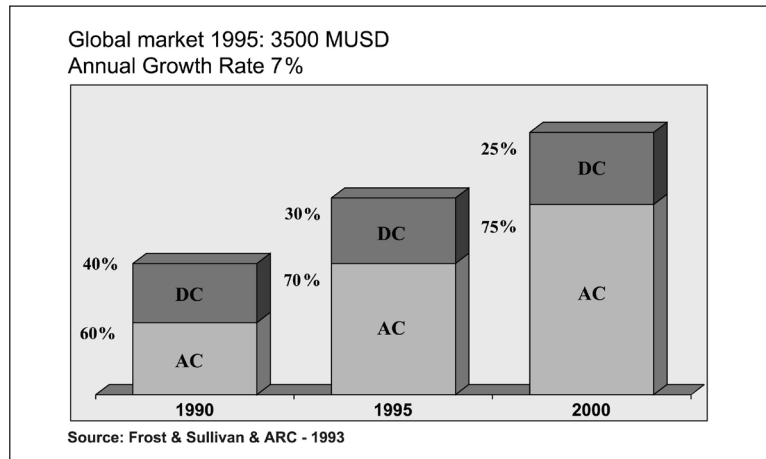
更高的质量

用电气变速传动设备可获得准确的速度控制并使工艺过程优化。优化的工艺过程控制使产品质量达到更好的品质，这意味着客户的利润更高。

由于这些优点，交直流电气变速传动占据市场主导。从上表可以看出，欧洲市场在2000年，交直流电气传动共同占变速传动的75%以上，仅仅交流电气传动也超过50%。

交流电气传动市场增长迅速

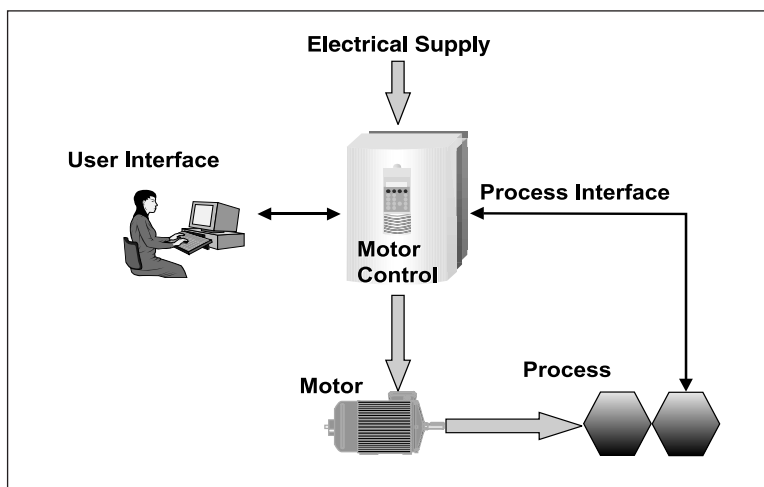
该页图显示预期到2000年时交流电气传动的市场发展。可以看出，交流电气传动的市场发展正在以每年接近10%的速度增长，其说明电气和变速驱动市场整体都在增长，直流传动的市场份额正在减少，总的直流市场规模几乎仍保持不变。这一进步是由于交流传动技术的发展。



如本指南前述，交流传动比其它过程控制方法有很多优点。交流电机和直流电机的区别是直流电机有利用碳刷换向的机械换向器。这些碳刷需要定期保养，换向器本身使电机结构复杂化，同时浪费能源。交流传动同直流传动相比，其市场份额正在增长，这些就是主要的原因。

第五章 - 交流传动是领先的控制方法

现在我们可确信地说，交流传动是领先的控制方法。在下面的章节，我们将仔细研究不同交流传动的特点和交流传动可提供的性能水平。

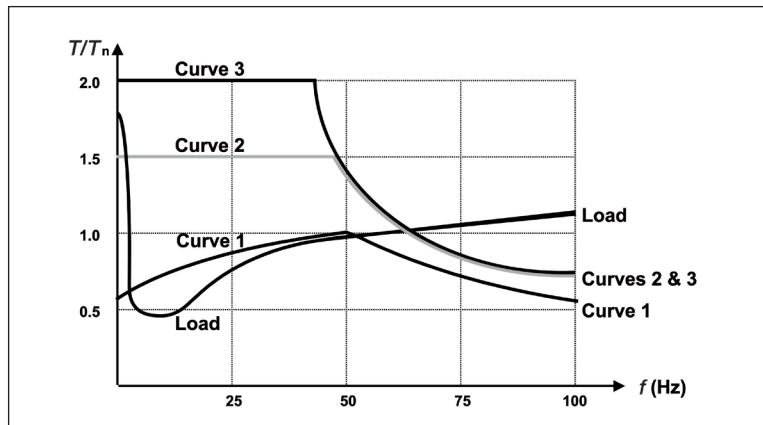


交流传动的基本功能

在上图中，给出了当前交流传动的基本功能。交流电气传动有四个不同的控制部分。它们是用用户界面部分，电机部分，供电部分和生产过程接口部分。

供电部分供给交流传动所需要的电能。交流传动用电的选择标准是电源电压和频率。交流传动将电源的频率和电压转换后再供给电机。这个转换过程是受控的，控制信号来自生产过程或者用户通过生产过程接口部分和用户界面部分生成所需的信号。

通过交流传动，在用户界面部分能够观察交流传动状态，并能获得不同的生产过程信息。这使得交流传动易于和其他过程控制设备和重要的过程控制系统等集成在一起。



电机的负载曲线与交流传动

如果电机没有用变频器驱动，其负载曲线不能修改。这样电机将在一定的速度产生一个特定的转矩，不可能超出电机最大转矩。

当使用变频器驱动时，有不同的负载曲线可选择。上图中的曲线1（Curve 1）为标准曲线，使用时可沿其连续运行。其他曲线只能用于时间上的某些时段，因为没有为这类重载应用设计电机的冷却系统。

在启动期间，可能需要较高的带载能力。例如在某些应用的启动时，需要高达两倍的转矩值。使用变频器产生高达两倍的启动转矩是可以的，其意义是电机可以按正常使用选型（不用考虑高启动转矩）。这将减少投资成本。对前述情况，电机将使用其它的重要的负载曲线。

交流变频器和电机要匹配兼容。否则，电机或变频器会因过热损坏。

重要特点:

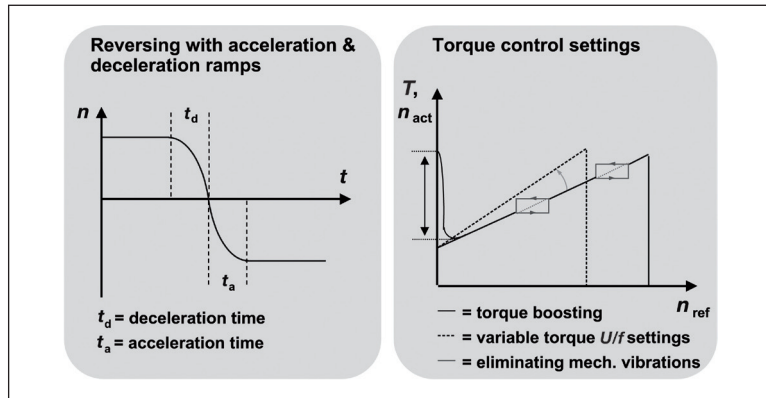
- 输入和输出
- 反转功能
- 加速/减速的斜坡时间
- 可变扭矩，电压频率比值的设置
- 扭矩提高
- 消除机械振动
- 负载限制，以防止产生故障
- 功率损耗低电压穿越
- 堵转功能
- 滑差补偿
- 快速/跟踪启动

交流传动的特征更适应过程控制

为了更好的实现过程控制，交流传动常需要其他的内部特性和功能。如上图所列的功能特征，例如输入和输出。对于各种不同的过程信息，可使用其相应地去控制和驱动电机。

另外，它可以限制负荷，以防止产生故障并可保护机器的工作和整个驱动系统。

以下几节的将更详细的介绍列出的特点。



反转

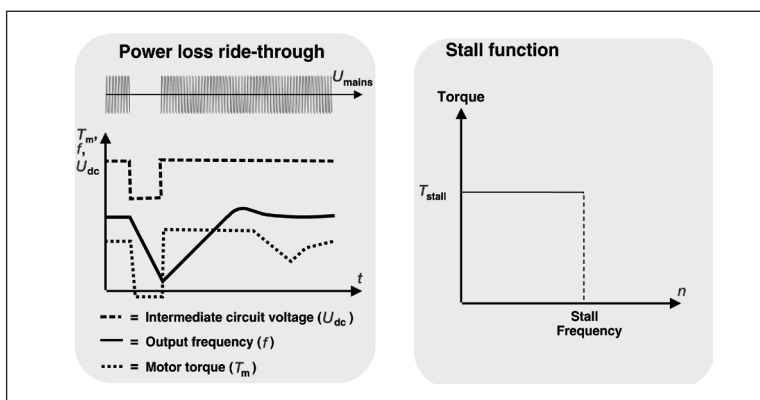
使用交流传动可简单的实现电机转向的反转。当使用ABB的变频器时，可简单的按下一个按钮就能实现。此外，可设置不同的加速和减速斜坡时间。斜坡形式也可根据用户的意愿修改。上面的左图中，目前已设置S型斜坡。另外也可以是线性斜坡。

转矩控制

在交流传动中，转矩控制是比较简单的方式。前面提到的转矩提高，如果需要一个非常高的起动转矩，转矩提高是必需的。可通过变转矩U/f的设置实现，这意味着在比正常速度低时可达到最大转矩。

消除机械振动

机械振动可通过跳过危险速度被消除。这意味着，当电机加速到接近临界危险速度时，传动将不允许电机的实际速度跟随给定的速度值。当临界点已跳过，该电机将快速返回到正常曲线并跳过临界危险转速。



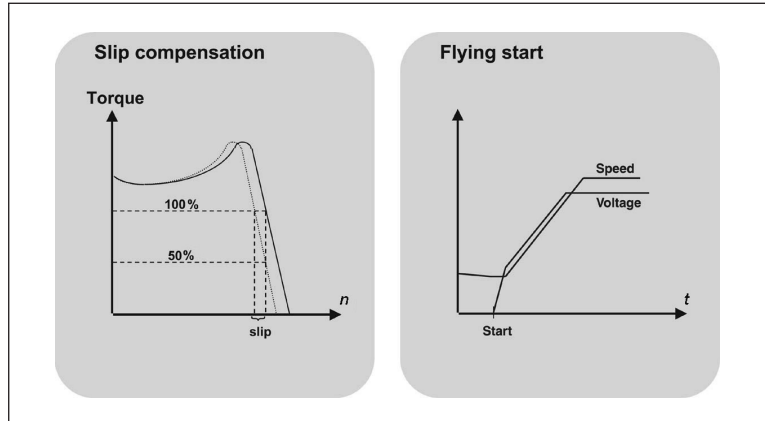
低电压穿越

低电压穿越功能使用于输入电源电压被切断。这时交流传动利用旋转电机的动能将继续运行。交流传动运行的时间长短，取决于旋转电机的动能和其发电量。

堵转功能

采用交流传动，电动机在堵转状态能够得到堵转功能的保护。可以调整监视限制值范围并选择电机堵转时的动作。如果下面三个条件同时满足，保护被激活。

1. 传动的频率低于预设的堵转频率。
2. 电机转矩已上升到某一限定值，该限定值由传动内部软件计算得出。
3. 最后一条是，电机堵转限制时间已超过用户设置的时间限值。

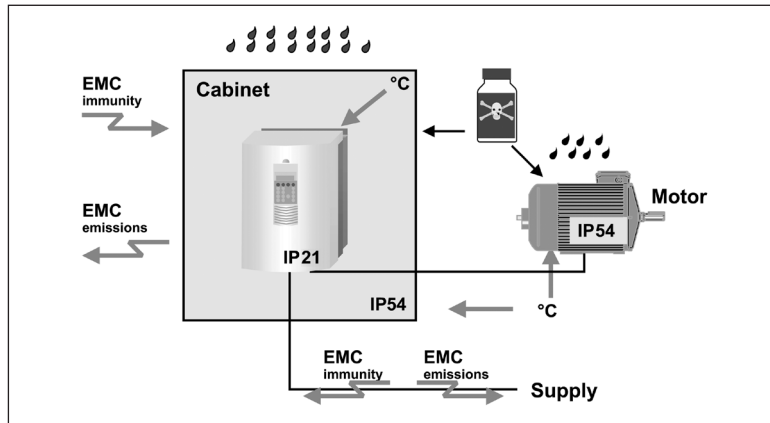


滑差补偿

如果电机负载转矩增加，电机的速度会减少，如在上图中的左图所示。为了补偿这个偏差，变频器的转矩/速度曲线可以修改，以便转矩的增加达到与先前相同的速度。

快速/跟踪启动

当电机连接到飞轮或高惯性负载时可使用跟踪启动功能。即使没有速度反馈也可使用跟踪启动。在电机旋转运动的情况下，变频器启动时首先降低电压，然后同步到旋转的转子。同步后，电机的电压和速度将增加到相应的水平。



环境特征

任何驱动系统都处于不同的环境压力下，如湿气水分或电气干扰。鼠笼电机是非常紧凑的，可在非常恶劣的情况下使用。具有IP54的防护等级的设备可在尘土飞扬的环境工作，并能承受从任何方向喷洒水分。

变频器通常为IP21的防护等级。这意味着无法接触到它的带电部分，而且垂直滴水不会对其造成任何伤害。如果要求较高的防护等级，是可以实现的。例如，通过将变频器安装在柜内，柜子有较高的防护等级。在这种情况下，必须确保柜内的温度不会超过允许的限值。

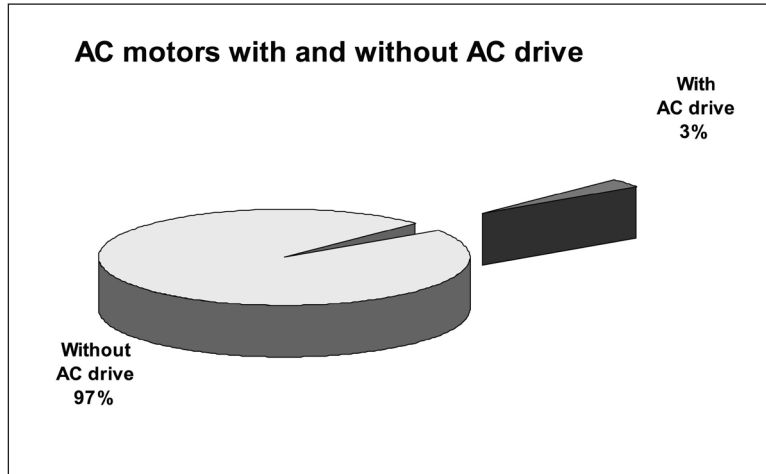
EMC

另一个重要的环境特点是电磁环境兼容性(EMC)。这是非常重要的，传动系统满足欧洲联盟的EMC要求。这意味着传动系统可以承受传导和辐射干扰，而它不向供电电网或周边环境发送任何传导或辐射干扰。

如果您需要更多有关EMC的指示信息和对传动的影响，请参阅ABB公司的技术指南第3号，EMC适应性兼容的安装和配置功率/电气传动系统。

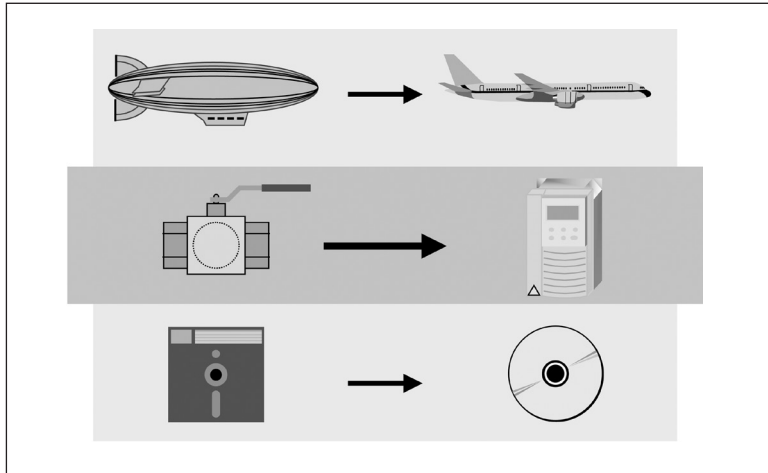
第六章 - 交流驱动器的成本效益

除了技术优势，交流传动还提供了许多成本效益。在这一章中，回顾这些优点，成本分为投资成本，安装成本和运行成本。



目前仍然有大量的电机没有使用交流变频传动。上图显示有多少低于2.2千瓦出售的电机，以及多少无变频器一起出售的电机。在此功率范围内只有3%的电机随变频器一起出售，每年销售97%的交流电机没有变频器。

本指南我们已看到这里，里面有许多惊人的思考，非常值得我们深思。更要加强对交流传动和常规控制方法的费用成本比较研究。但首先让我们回顾一下交流传动技术与其他控制方法的比较。



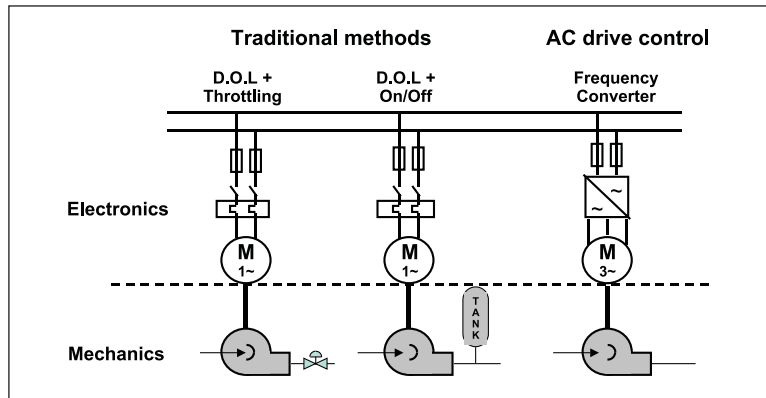
交流传动与其他系统的技术差异

交流传动技术与其它简单控制方法完全不同。比较它们就如同比较齐柏林飞艇(齐柏林飞艇：一种由内部气囊支持着长圆筒机身的、机动的、具有硬式机架的、可驾驶的硬式飞艇)和现代的飞机之间的不同。

我们还可以这样比较交流传动技术的发展，如同从软驱磁盘到CD-ROM的发展。这两种创新的好处一般是众所周知的。虽然只是简单的信息存储问题，软盘只能处理CD-ROM上的一小部分的信息。

同样的，交流传动技术是基于一种与早先的控制方法完全不同的技术。在本指南中，我们指出交流传动比简单控制方法好的优点。

不需要机械控制部分



要进行适当的成本比较，我们需要研究不同控制方法的配置。

在这里我们以泵为例。

在传统的方法中，总有机电部分和电气部分。为了调节流量，在电气部分你需要保险丝，接触器和电抗器控制，对机械方面需要调节阀。如果使用开/关控制时，电气部分同样需要电器元件，在机械方面需要压力罐。交流传动提供新的解决方案。不需要机械控制部分，因为所有的控制都在电气方面。

当考虑到成本时，使用交流传动的另一个好处是，我们可以使用普通的3相电机，它比其他控制方法使用的单相电机便宜得多。当功率低于2.2千瓦，我们仍然可以使用220伏单相供电。

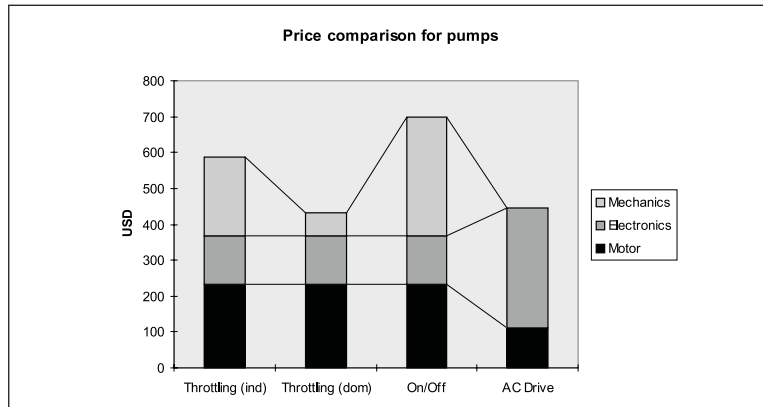
传统方法:	交流传动:
- 电气和机械部件	- 一体化
- 许多电气部件	- 只有一个电气元件
- 需要定期维护的机械部件	- 无机械部件, 无磨损
- 机械控制为能量损耗	- 节能

影响成本的因素

此列表比较了传统的控制方法与交流传动的特点, 以及他们对成本的影响。传统的方法是由电气和机械两部分组成, 而通常需要单独购买。这些多次购买的总费用常高于单次购全的方式。

此外, 机械部件磨损很快。这直接影响维护成本, 从长远来看, 维护是一个很重要的成本项目。在普通的方法中也有很多电子零件。当有几种不同类型的组件而不是只有一种时, 最后的安装成本至少涨一倍。

但最后很重要的是, 机械的控制很耗费能源, 而交流传动实际上节省能源。这不仅有助于降低成本, 而且还有助于减低对环境的影响减少发电厂排放的废气。



机械和电子部件的投资成本

在上图中，给出目前的几种水泵控制方法的投资结构以及费用总价。只有泵本身的成本未添加，因为它的价格是一样的，跟它是否与交流传动或阀门配合使用无关。在节流应用方面，取决于泵是用于工业或民用两种不同的情况。如在工业环境中，对阀门有更严格的要求，这会引来成本增加。

电机

可以看出，传统控制方法和交流传动相比，在电机的费用上更多。这是由于交流传动使用3相电机，而其他控制方法使用单相电机。

交流传动

交流传动不需要任何机械部件，从而显著减少了成本的增加。虽然机械部分本身总是比变频调速的成本更低，但是电气部分的费用也要算到总的投资成本中。

在考虑总成本时，相对于不同的控制方法来说，交流传动似乎总是最经济的投资。只有民用的节流应用，不同的控制方法和交流传动的费用一样低。然而这些都不是总成本，除了投资成本，我们需要看看安装费用和运营成本等费用。

	节流	交流传动
安装材料	20 USD	10 USD
安装工作	5h x 65 USD = 325 USD	1h x 65 USD = 65 USD
调试工作	1h x 65 USD = 65 USD	1h x 65 USD = 65 USD
总费用	410 USD	140 USD
安装节省: 270 USD!		

安装费用：节流应用与交流传动比较

由于节流应用是相比交流传动为第二种低的投资应用，我们将对比其与交流传动在安装和运营成本方面的差异。如前所述，节流应用有电气的和机械的两部分。这意味着材料安装需要两次。

节流应用相比交流传动，安装工作至少两次。将机械阀安装到管道上不太容易，需要增加安装时间。机械节流阀从准备安装到投入使用，通常需要5小时，而交流传动的安装只需1小时。安装所用时间乘以熟练安装工的平均工时费用为总的安装费用。

调试基于节流应用的系统，通常不需要太多时间，不会比交流传动系统的调试时间多。在这两种情况下，通常都只需一小时。所以我们可以算出总的安装费用。如你所见，每个交流传动的安装节省高达270美元。虽然节流应用的机械部分投资成本低于单相电动机的费用(约合200美元)，但是交流传动在投资前预算时就已节省了许多。

	节流	交流传动 节能 50%
功率要求	0.75 kW	0.37 kW
每年需要的能源 4000 小时/年	3000 kWh	1500 kWh
每年的能源费用 0.1 USD/kWh	300 USD	150 USD
维护/年	40 USD	5 USD
总费用/年	340 USD	155 USD
一年节约: 185 USD!		

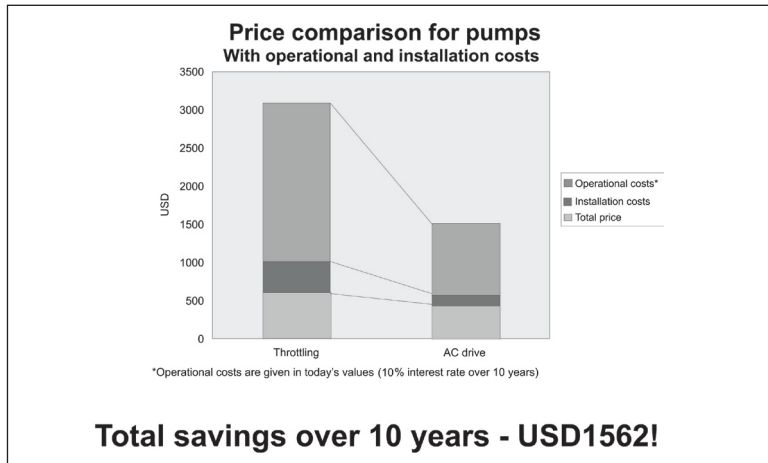
营运成本：维护和运行的能耗

许多调查和实验已证明了这一点，使用交流传动很容易实现50%的节能。这意味着，在节流应用的功率需求将是**0.75千瓦**，如采用交流传动则需要**0.37千瓦**。如一个泵每年使用**4000小时**，节流应用中节流阀每年的能源需要**3000千瓦时**，而相应的交流传动需要**1500千瓦时**。

为了计算节约的成本，需要用能源消耗量乘以能源价格，而能源价格取决于不同的地域。这里按每千瓦时**0.1美元**计算。

如前所述，机械部分的磨损很多，这就是为什么它们需要定期维护。据估计，节流阀应用每年的维护服务为**40美元**；而相应的交流传动的维护费用为**5美元**。然而在许多情况下，变频器是不需要维修的。

因此，经营成本将共计节余**185美元**，这大约是相应功率范围的变频器价格的一半。这意味着该变频器的回报期是两年。因此，每年旧的节流阀系统的服务费，用交流传动控制系统完全的替代改造是有利的，是更值得考虑的。改造现有的节流应用系统的回报期为两年。



总成本比较

在上图中，所有的费用已经汇总。通常对这类投资的营运成本计算时间为10年。在这里，运营成本的规定用现值利润10%的利润率计算。

从长远来看，传统的方法比变频器的贵过两倍。交流传动的节能大部分来自运营成本，特别是来自能源节约。在安装时，能实现最高的单独的节约。随着交流传动的安装尽快实现节能。

考虑到总成本，非常难理解，为什么只有3%的电机与变频器一起配合使用。在本手册中，我们试图解释交流传动的优点，我们认为，对于目前而言，过程控制的最好方法就是交流传动。



北京ABB电气传动系统有限公司
中国，北京，100015
北京市朝阳区酒仙桥北路甲10号D区1号
电话：010-58217788
传真：010-58217518/58217618
24小时服务热线：(+86) 400 810 8885
网址：<http://www.abb.com/drives>

3ABD61389211版本 A 中文
基于：3AFE61389211版本 C 英文
生效日期:2010-10-01