

通用变频器的功能由最初的模拟控制,发展到以 CPU 为核心的全数字控制。微处理器运算速度的提高和位数的增加,使通用变频器的功能和性能得到了不断的完善和提高。变频器的功能大多数是根据组成变频器的传动系统的需要而设计的,如 U/f 控制、加/减速时间、回避频率、过载保护等功能。

3.1 系统功能

3.1.1 全速度范围转矩补偿

1. 转矩补偿功能

由于电动机转子绕组中阻抗的作用,当采用 U/f 控制方式时,在电动机的低速区域将出现转矩不足的情况,因此,为了在电动机进行低速运行时对其输出转矩进行补偿,在变频器中采用了在低频区域提高 U/f 值的方法。这种方法称为变频器的转矩补偿功能或转矩增强功能。全速度范围自动转矩补偿功能指的是变频器在电动机的加速、减速和稳定恒速运行的所有区域中,可以根据负载情况自动调节 U/f 值,对电动机的输出转矩进行必要的补偿。

2. 常用转矩补偿方法

1) 在额定电压和基本频率下线性补偿

线性补偿曲线如图 3-1 所示。为了补偿较低速时的转矩不足,可将起动电压从 0 提升到最大值的 20%,设置时以 0.1% 步进。为了防止提升过量使电动机过热,要边确认边进行调节。

2) 在额定电压和基本频率下分段补偿

分段补偿曲线如图 3-2 所示。将整个补偿区进行分段补偿,图 3-2(a)所示为正补偿,补偿曲线在标准 U/f 曲线的上方,适用于高转矩运行的场合;图 3-2(b)所示为负补偿,补偿曲线在标准 U/f 曲线下方,适应于低转矩运行场合。有的变频器内存储多条补偿曲线,使用时间可通过预置进行调用。

3) 平方补偿

平方补偿曲线如图 3-3 所示,补偿曲线是二次曲线。这种补偿曲线多应用于风机和泵类负载的补偿,因为这类负载的转矩和转速的平方成正比,在低速时将补偿曲线设在基本 U/f 曲线以下,可达到节能的效果。此补偿曲线也可以通过步进的方法设置为适当的值。

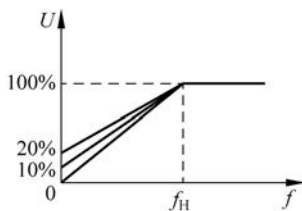


图 3-1 线性补偿曲线

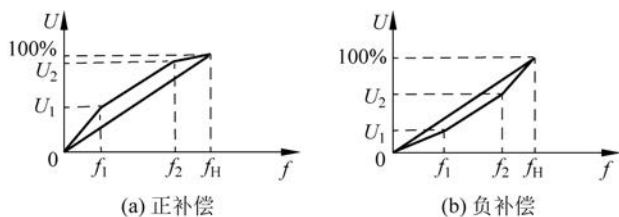


图 3-2 分段补偿曲线

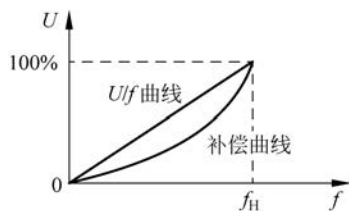


图 3-3 平方补偿曲线

3.1.2 防失速功能

变频器防失速功能包括加速过程中防失速功能、恒速运行过程防失速功能和减速过程中的防失速功能 3 种。

1. 加速防失速

变频器在加速过程中,当电动机由于加速过快出现过电流现象时,变频器会自动减缓加速,限制过电流,不会产生跳闸、失速现象。

2. 恒速防失速

变频器在恒速时负载突然增大,会出现过流跳闸现象,此时变频器将自动降低输出频率,以避免因电动机过电流而出现保护电路动作和停止工作的情况。

3. 减速防失速

对于电压型变频器来说,在电动机减速过程中,回馈能量将使变频器直流中间电路的电压上升,并有可能出现因保护电路动作带来的变频器停止工作的情况。因此,在减速过程中为防止失速,在电压保护电路未动作之前暂时停止降低变频器的输出频率或减小输出频率来降低速率。

对于具有上述防失速功能的变频器来说,即使变频器的加速或减速时间设置过短,也不会出现过电流、失速或变频器跳闸现象,所以可以保证变频器驱动能力的发挥。

3.1.3 过载限定运行

过载限定运行是对水泵、鼓风机、搅拌机等作用的机械设备进行保护,并保证运行的连续性。一般可根据电动机电压、电流计算负载转矩,并设定转矩限定值。当电动机的输出转矩达到或超过限定值时,变频器会停止工作,同时给出报警信号。

对允许短时间减速的机械,利用挖土机特性使其自动恢复;对不允许短时间减速的机械,通过触点信号使变频器停机,实现对机械的保护。

3.1.4 无速度传感器简易速度控制功能

无速度传感器简易速度控制功能可提高通用变频器的速度控制精度。当选用该功能时,变频器将通过检测电动机电流而得到负载转矩,并根据负载转矩进行必要的转差补偿,从而提高速度控制精度。在利用该功能时,用对负载转矩进行适时计算的方法检测转矩,正确地根据负载转矩补偿转差。为了能进行转差补偿,必须将电动机的空载电流和额定转差等参数事先输入变频器,并对每台电动机分别进行设定。

3.1.5 带励磁释放型制动器电动机的变频运行

带励磁释放型制动器电动机的变频运行功能是为了使变频器能对带励磁释放型制动器的

电动机进行可靠驱动和调速控制。对于起重机、提升机、自动仓库及电梯来说,为了防止滑落和进行稳定可靠的停止,需要使用带励磁释放型制动器的电动机。控制这种电动机时,变频器中采取了在低频区提高输出电压的同时,设定一个防止电动机长时间流过饱和电流区域的措施,以保证在使用这种电动机时制动器能可靠释放,如图 3-4 所示。

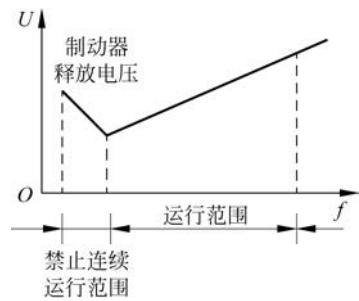


图 3-4 带励磁释放制动器电动机的变频运行

3.1.6 减少机械振动、降低冲击功能

减少机械振动、降低冲击的功能主要用于机床、传送带和起重机等,其目的是减少机械振动、减低冲击、保护机械设备和提高产品质量。通用变频器减轻冲击和机械振动的方法见表 3-1。

表 3-1 通用变频器减轻冲击和机械振动的方法

问 题	作 用	方 法
冲击	减小产生的转矩	调整、切换 U/f 模式
	增加产生的转矩	调节转矩提升增益
	减小加速冲击	选择 S 形特性,调整加速时间
	减小减速冲击	选择 S 形特性,调整减速时间
振动	调整载波频率	调节速度上下限和增益
	调整速度控制增益	改变电动机参数设定值
	避免产生共振	合理设置跳跃频率

3.1.7 运行状态的检测信号功能

该功能主要用于检测变频器的工作状态,根据工作状态设定机械运行的互锁,对机械进行保护并使操作者及时了解变频器的工作状态。表 3-2 列出了运行状态可检测的信号。

表 3-2 运行状态可检测的信号

名 称	内 容
运行中信号	在电动机运行时为“闭合”状态,可作为与停止状态进行互锁的信号
零速信号	当输出变频器在最低频率以下,可为“闭合”状态
速度一致信号	当频率指令和输出频率一致时,可为“闭合”状态
任意速度一致信号	仅在和任意速度一致时,成为“闭合”状态
输出频率检测 1	输出频率高于设定频率时,成为“闭合”状态
输出频率检测 2	输出频率低于设定频率时,成为“闭合”状态
过转矩信号	当电动机转矩超过预定的过转矩检出水准时,成为“闭合”状态; 当检测机床刀具损坏和过负载出现时,用于保护信号
低电压信号	当变频器检测出电压过低并切断输出时,成为“闭合”状态; 当外部采用了停电对策时,可作为停电检测继电器使用

续表

名 称	内 容
基极遮断信号	当变频器的输出被切断时,该触点总是“闭”状态,用于操作互锁
频率指令急变检测	当检测出频率指令发生设定值 10% 以上的急变时,成为“闭”状态

3.2 频率设定功能

3.2.1 极限频率设定功能

1) 最高频率 $f_{\max}$

变频器工作时允许输出的最高频率,是根据电动机的额定频率设定的。

2) 基本频率 f_b

变频器基本频率就是输出的额定频率,这时的输出电压达到最高值。 f_b 和 $f_{\max}$ 与输出电压的关系如图 3-5 所示。

3) 上限频率 f_H 和下限频率 f_L

变频器输出的频率设上限和下限,可防止由于操作失误使电动机转速超出应用范围,造成事故和损失。图 3-6 描述了操作信号 X 与输出频率 f 的关系,从图中可看出,当上下限频率给定,操作信号低于 X_L 或高于 X_H ,频率以 f_L 或 f_H 恒定输出,使电动机转速不会超出运行范围。

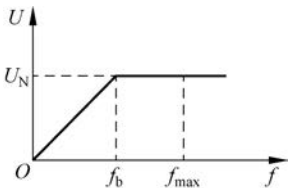


图 3-5 频率、电压关系

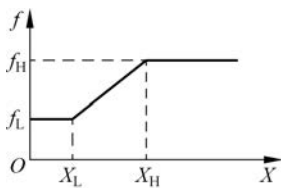


图 3-6 上限和下限频率

3.2.2 加速、减速时间设定功能

1. 加速时间设置

变频器起动时,为了使起动电流不超过允许的最大电流,频率是从 0 开始,经过一定时间上升到工作频率。电动机在恒转矩作用下,转速也从 0 跟随变频器的输出频率逐渐上升到额定转速。变频器从 0 上升到工作频率所用的时间,称为加速时间。

变频器加速时间的设定与电动机的转子及拖动的负载惯性有关系。对大惯性负载,如果变频器的频率上升速度很快,在短时间内达到设定频率,电动机拖动系统由于惯性转速跟不上频率的变化,将使起动电流增加而超过额定电流使变频器过载,因此加速时间要根据负载的大小进行合理设置。

设置加速时间可采用实验方法,先设置较长的加速时间,然后逐渐减小,最后确定最佳时间。有的变频器具有自动最佳加速时间功能,当通过预置选定这一功能时,变频器可以自动地以最佳加速时间运行。

2. 减速时间设置

变频器从正常工作频率下降到 0 所用的时间,称为减速时间。

减速时间的设置也与电动机的拖动负载有关。对于大惯性负载,当变频器减速时间设置得较短,会产生大的再生电流,如果制动单元来不及将这部分能量释放掉,则有可能损坏逆变电路,因此这类负载要设置较长的减速时间。

在设置加速、减速时间时,要根据具体情况而定,设置时间太长会造成时间浪费,设置时间太短又会产生很多不利因素。有些变频器为了适应负载需要,可设置几种不同的加速、减速时间,(如第一加速时间、第二加速时间、……;第一减速时间、第二减速时间、……)多种加速、减速时间常在多段速控制中应用。

3.2.3 加速、减速曲线设定功能

变频器除了预置加速、减速时间之外,还可预置加速、减速曲线。

1. 加速曲线

加速曲线共有 3 种上升方式。

(1) 线性上升方式,如图 3-7(a)所示,上升频率与时间呈线性关系。线性上升方式适用一般要求的场合。

(2) S 形上升方式,如图 3-7(b)所示,S 形上升方式开始时上升速度较慢,然后加快,上升到快结束时又减慢,上升过程是 S 形曲线。这种上升方式多应用在传送带、电梯等对起动有特殊要求的场合。

(3) 半 S 形上升方式,如图 3-7(c)所示,半 S 形曲线又分为正半 S 形(见图 3-7(c)曲线①)和反半 S 形(见图 3-7(c)曲线②)两种。正半 S 形适合于大转动惯性的负载,因为惯性大,在起动开始时速度上升较慢,当转动起来后,再进入线性升速方式。反半 S 形上升方式适合泵类和风机类负载,因为这类负载起动开始时阻力很小,可增加起动速度,随着转速的增加,阻力加大,这时上升速度减慢。

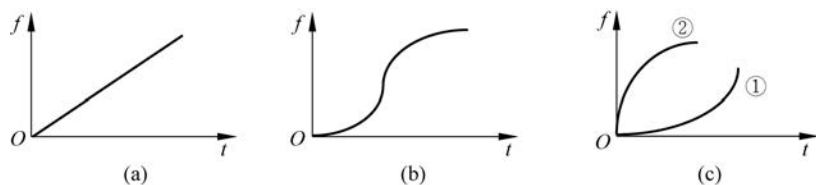


图 3-7 速度上升曲线

2. 减速曲线

减速曲线也有 3 种方式,如图 3-8 所示,其应用场合与加速曲线相同。

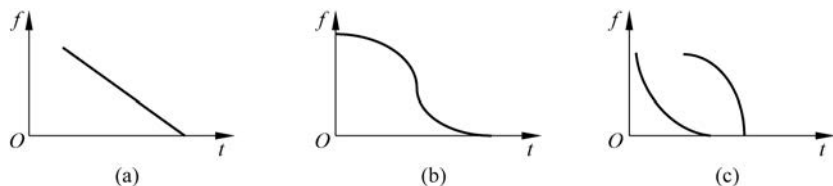


图 3-8 减速曲线

3. 加速和减速曲线的组合

加速和减速曲线在预置时可以进行不同的组合,根据不同机型大致可以分为 3 种情况。

(1) 只能预置升、降速的方式,S 形和半 S 形曲线的形状由变频器内定,用户不能自由设定。

(2) 变频器可为用户提供若干种 S 区,供用户自由选用,如图 3-9 所示。

(3) 用户可以在一定的非线性区内设置时间长短。

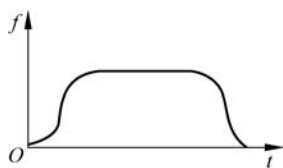


图 3-9 S 区曲线

3.2.4 跳跃频率功能

在进行调速控制过程中,机械设备在某些频率上可能与系统的固有频率形成共振而造成较大振动。应跳过这些共振频率,防止机械系统发生共振。能发生共振的频率被称为跳跃频率(或回避频率)。具有跳跃频率的工作状态如图 3-10 所示。

设定跳跃频率的方法有以下几种。

(1) 设定跳跃频率的上端和下端频率。

当变频器工作时,需要跳跃某一频率,可设定该频率的上端频率和下端频率。例如,要跳跃的频率为 35Hz,可设定上端频率为 36Hz,下端频率为 34Hz,这样变频器工作时不会输出 35Hz 频率。

(2) 设定跳跃频率和跳跃频率范围。

先设定跳跃频率值,再设定一个范围。例如,设定跳跃频率值为 35Hz,范围设定为 3Hz,则变频器工作时将跳过 34~36Hz 的频率。

(3) 只设置跳跃频率。

变频器只设置需要跳跃的频率,跳跃的范围由变频器内部出厂时设定好。

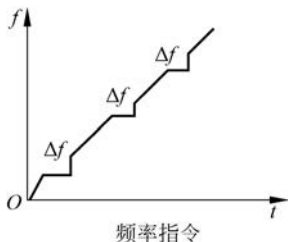


图 3-10 具有跳跃频率的工作状态

3.2.5 指令丢失时的自动运行功能

变频器可在指令丢失时自动运行,即当模拟频率指令由于系统故障等原因急剧减少时,使变频器按照设定频率的 80%继续运行,以保证整个系统正常工作。

3.2.6 段速频率设置功能

变频器运行时,可进行多段速控制。如音乐喷泉,变频器配合音乐节奏输出不同频率段,形成不同高度的水柱给人视觉上的享受。一般变频器输出频率可设置 4~16 段。设置多段速的方法有以下两种。

1. 编程控制

先把要输出的各个段速的频率、每段速频率执行的时间以及各段速上升或下降时间与运转方向,按照顺序编写程序,并输入变频器中。然后设置变频器按程序运行,当程序运行指令到达时,变频器就按段速运行。

例如,某广场由 130 个喷嘴组成一动态喷泉,喷泉水柱高度由变频器的输出频率进行控制。选择富士 FRN5.5G11S 型变频器同时驱动两台型号为 QY65-7-2.2 的潜水泵,潜水泵所配电机为两极。变频器采用程序运行,要求其运行过程如图 3-11 所示。根据运行要求设置变频器的运行程序。基本参数及程序分别见表 3-3 和表 3-4。

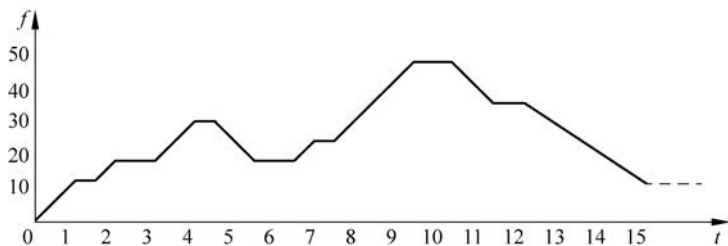


图 3-11 变频器控制喷泉水柱的输出频率

表 3-3 基本功能参数

参 数	功 能	设 定 值
F01	频率设定 1	10
F02	运行操作	1
F07	第一加速时间	1
F08	第一减速时间	1
E10	第二加速时间	0.5
E12	第三加速时间	2
F15	频率限制	50
F40	转矩限制	150%
C21	程序运行	1
P01	电动机极数	1
C30	频率设定 2	10

表 3-4 变频器控制喷泉的输出频率程序

功能设定值	运行频率设定值
C22=2F1	C05=10
C23=2F2	C06=15
C24=1.5F1	C07=25
C25=2F1	C08=15
C26=1F1	C09=20
C27=3F3	C10=45
C28=2F1	C11=35

2. 由端子控制

变频器在设置时,先设置多段速由外接端子控制及设置具体的控制端子,然后根据需要设置段速频率,执行时通过外部设定的功能端子对段速进行控制,各段速的运行时间由控制端子确定,一般可用旋转开关或用 PLC 控制,第 4 章将详细介绍由 PLC 控制多段速的方法。

3.2.7 频率增益与频率偏置功能

变频器的输出频率可以由模拟控制端子进行控制,模拟控制端子电压变化范围一般为 0~5V 或 0~10V,模拟控制电流变化范围为 4~20mA。当模拟量从低向高变化时,变频器的输出频率也从低到高变化。频率增益和频率偏置与模拟输入量有关。

1. 频率增益

输出频率与外控模拟信号的比率称为频率增益,如图 3-12 所示。调整频率增益,就是调整图中的曲线的斜率,利用变频器的这一功能,可以用同一控制信号进行多台变频器的比例运行控制。例如,需要两台电动机的转速之比 $n_1/n_2=2$,则变频器 1 频率增益按图 3-12 中曲线①设置,变频器 2 频率增益按图 3-12 中曲线②设置。当控制信号在 0~10V(或 4~20mA)变化时,两台变频器的输出频率之比 $f_1/f_2=2$,则两台电动机的转速之比 $n_1/n_2=2$ 。

2. 频率偏置

频率偏置如图 3-13 所示,分为正向偏置和反向偏置。频率偏置的用途可以配合频率增益调整多台变频器联动的比例精度,也可以作为防止噪声的措施。图中模拟电压为 0 时对应的频率为负则定义为反向偏置,当模拟电压为 1V 时才有输出频率,即不使用小于 1V 的小信号。

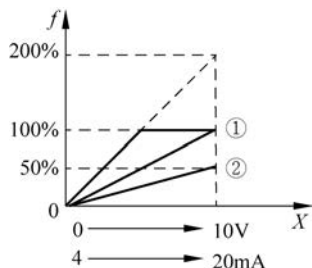


图 3-12 频率增益

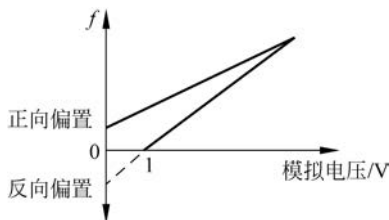


图 3-13 频率偏置

3.3 变频器保护功能

在变频器调速系统中,现场的各种干扰都会影响系统的正常运行,甚至发生故障。为保证系统的正常运行,对系统必须设计保护功能。在变频器保护功能中,有些功能是通过变频器内部的软件和硬件直接完成的,有些功能则需要根据系统要求具体设定。

1. 过电流保护功能

一种过电流是当变频器输出端由于对电动机进行直接起动、相间短路或对地短路等出现过大的电流峰值时,该值有可能超过主电路换流器件的容许值,变频器件关断主电路换流器件并停止输出;另外当变频器输出电路对地出现短路,并且该短路电流超过变频器输出的 50% 时,保护功能将起作用,停止变频器的输出。对地短路的检测是通过检测变频器输出电流的不平衡成分,并经 CPU 的计算而完成的。

2. 过电压保护功能

当主电路的直流中间电路的直流电压超过电压规定值时,保护功能起作用,停止变频器输出,防止主电路的换流器件烧毁。

3. 欠电压保护功能

当主电路的直流中间电路的直流电源出现超过规定时间以上低电压现象时,保护功能将停止变频器工作。长时间在欠电压状态工作,会使变频器误动作。

4. 瞬时停电再起动保护功能

当电源瞬时停电或电源电路中有大的负载起动造成线路电压降落时,变频器的保护功能将停止变频器输出。如果停电时间很短,电源降落又很快恢复正常,这时变频器会自己重新起动,这种情况称为瞬时停电再起动。但再起动的输出频率,要根据不同负载进行预置。对于大惯性负载,由于停电时间很短,电动机的转速下降很少,可将再起频率预置为停电时的输出频率;对于小惯性负载,在停电期间电动机的转速已下降很多,需将再起频率设置为较低,这要根据具体的负载情况和停电时间情况而定。

变频器瞬时停电再起动功能有多个参数可供选择,如瞬时停电后不起动、瞬时停电后以原速重新起动、瞬时停电后速度从 0 重新起动等,在使用时要注意选择,选择不当将会出现瞬时停电后停机,影响产品质量或造成停产事故。

5. 过载保护功能

当变频器的过电流值为 150% 的额定电流并持续 1min 时,变频器处在过载状态,变频器过载保护功能动作,对变频器主电路的换流器件进行保护。

3.4 本章小结

变频器的类型不同,所具有的功能不同,但所有变频器的基本功能大体一致。掌握变频器的基本功能是使用变频器的基础,如何设置这些功能要与实际工作相结合。

本章主要介绍了系统功能、频率设定功能和保护功能三大基本功能。

思考题与习题

1. 对电动机的输出转矩进行补偿的常用方法有哪些?
2. 变频器防失速功能有哪些?
3. 变频器为什么设置上限和下限频率?
4. 变频器为什么设置加速、减速时间? 变频器的加速、减速时间和加速、减速曲线分别描述什么?
5. 如果启动时设置加速时间为 0 会如何?
6. 变频器为什么要设置跳跃频率? 什么情况下设置跳跃频率? 如何设置跳跃频率?
7. 频率增益功能有什么作用?
8. 变频器基本的保护功能有哪些?