

原创文章，转载请注明出处。

更多实用资料请登录方正智芯官网：[www.founderchip.com](http://www.founderchip.com)

作者：北岛李工

在使用交流变频器的电机拖动系统中，有的变频器外面连接了制动电阻，有的变频器则貌似没有连接。那么问题来了，制动电阻是用来干什么的？为什么要连接制动电阻呢？今天这篇文章，我们就来谈谈变频器的制动电阻的那些事。



李工谈工控

## - 制动电阻



方正智芯

要讲清楚制动电阻是怎么工作的，还得先从电动机的工作原理说起。

我们知道，三相异步电动机的转速公式为： $n=60f/p(1-s)$ 。其中“n”代表电机的转速；“f”表示交流电源的频率；“p”表示电机的极对数；“s”表示转差率（同步磁场的转速 $n_0$ 与异步电机的转速 $n$ 的差值与同步磁场的转速 $n_0$ 之比）。

对于一个成品电机而言，极对数 $p$ 是不变的，因此我们只能通过改变交流电源的频率来改变异步电机的转速，这也是交流变频器的调速理论依据。

三相异步电动机有两种运行状态——电动运行状态和发电运行状态。

### 1.电动运行状态：

当三相异步电动机接通电源后，会产生一个旋转磁场（该磁场与三相交流电的磁场同步，因此又称为同步磁场）。旋转磁场切割转子绕组而产生感应电动势，从而在转子绕组中产生电流。产生电流的转子绕组在旋转磁场中受到电磁力的作用而产生电磁转矩，于是三相异步电动机就转起来了。这种情况下，异步电动机的

转速 $n$ 总是小于旋转磁场的转速 $n_0$ ，此时是磁场带动电动机运行，电动机处于电动状态。电动状态下，电磁转矩的方向与电动机的运行方向相同。

## 2.发电运行状态：

在电动状态下，通过外力使电动机的转速 $n$ 继续增大。某一时刻当 $n$ 大于旋转磁场的转速 $n_0$ 时，转子绕组产生的电动势的方向将会反向，转子中的电流反向流动，于是产生了与电动机运行方向相反的电磁转矩。这种情况下，电磁转矩起到制动的作用，异步电动机处于**发电运行状态**。发电状态的典型场景是起重机快速下放重物、电动汽车急速下坡及快速停车等。

在交流变频调速中，变频器通过改变输出电源的频率来达到改变电机转速的目的（变频的同时要改变电压）。通过增大频率使电机加速，通过减小频率使电机减速。

在一个负载惯性较大的拖动系统中，变频器通过减小频率让电机减速并停机。在频率减小的瞬间，电机同步磁场的转速也随之下降。但是由于机械惯性，转子的转速并不会瞬间降低。此时，电机转速 $n$ 大于同步旋转磁场的转速，电动机处于发电运行状态。电磁转矩成为制动转矩促使电机转速下降，再生电能经过整流后回到直流母线中。在**没有能量回馈单元**的变频器中，再生电能无法回馈到电网中，只能通过变频器本身的电容来吸收。这会造成电容短时间内电压快速升高，称为“泵生电压”。泵生电压导致直流电压急剧上升，有可能会击穿元器件导致变频器损坏。

为了解决泵生电压的问题，在**没有能量回馈单元**的变频器中使用制动电阻来消耗再生电能。当直流母线的电压升到阈值时，制动单元将会打开制动电阻的通道，再生电能以热能的形式消耗在制动电阻中。制动电阻有不同的功率，要根据实际情况进行选择。很多变频器在其内部连接了一个小的制动电阻，但是如果再生电能较多，还需要外部连接制动电阻。

下面这张图是SEW变频器的制动电阻的外观：



解决泵生电压的另一个方法是在变频器中集成能量回馈单元。在**有能量回馈单元**的变频器中，再生电能通过能量回馈单元回馈到电网中，真正起到了节能的目的。不过，集成能量回馈单元的变频器通常比较贵，基于成本的考虑，使用这种变频器的设备还是比较少。

相信读到这里你应该很清楚为什么变频器要连接制动电阻了，那些外部看不到制动电阻的，其实内部集成有一个小的制动电阻。

好了，关于变频器的制动电阻就先介绍到这里。如果你喜欢这篇文章，可以去官网（[www.founderchip.com](http://www.founderchip.com)）下载本文PDF版本。

小程序【李工谈工控】提供方便的文章检索功能，欢迎体验：



扫码关注小程序