**绕线型异步电动机启动用频敏变阻器选型计算**

作者：赵淼

单位：中海油天津液化天然气有限责任公司，邮编：300452

**摘要：**

本文较为全面地讨论了绕线型异步电动机使用频敏变阻器启动的原理、不同工作制下启动用频敏变阻器的选型和计算方法、注意事项，然后针对不同工作制下启动用频敏变阻器选型计算提供了计算示例。

**关键词**：绕线型异步电动机；启动用频敏变阻器

**正文：**

绕线型异步电动机转子上具有接线抽头，方便串接电阻或者频敏变阻器。这样做的好处是，在启动时可以减小启动电流。在反接制动时，串接电阻或者频敏变阻器会极大的降低转子反接电流。这种优势也是鼠笼型异步电机所不具备的。本文将分别探讨启动用频敏变阻器在绕线型异步电动及上的使用条件、不同工作制下启动用频敏变阻器的选型和计算方法、注意事项，然后针对不同工作制下启动用频敏变阻器选型计算提供了计算示例。

**1 启动用频敏变阻器在绕线型异步电动机上的使用条件**

绕线型异步电动机在启动时，其转子上可以串接启动电阻，或者频敏变阻器。启动电阻属于有极切换，其启动曲线不够平滑。频敏变阻器的本质是一个电抗，在启动初始阶段可以很好的抑制启动电流。到了启动过程的尾声，电抗值减小，转子电流接近正常运行电流。由于其电抗值随转速变化，实现了电流的平滑变化。由于连接器件的减少，也减少了故障率和检修难度。所以在绕线型异步电动机的大部分启动场合，应选择频敏变阻器。但是在以下两种场合应选用启动电阻替代频敏变阻器。

**1.1 有低速要求的场合**

在启动过程中，由于转速的增加，频敏变阻器的电抗会随之减小，进而转子电流增大，转矩增加，使电机进一步加速。在要求长期维持在低转速的场合，频敏变阻器的这种特性便无法适应。采用串接电阻的方式，将转子电流限制在一个相对固定的范围，才是正确的选择。

**1.2 要求高启动转矩的场合**

在启动起始阶段，由于转差率大，使得频敏变阻器的电抗很大，将转子上的启动电流限制得很小，从而使得启动转矩减小较多。在要求高启动转矩的场合，频敏变阻器的高阻启动特性将不适用。此时，应选用固定电阻串接在转子上，既在一定程度上限制了启动电流，又保持了较高的启动转矩。

**2 不同工作制下启动用频敏变阻器的选型和计算方法**

连续工作制电动机对启动电流的限制要求不高，选用鼠笼型异步电机即可。在非连续工作制时，绕线型异步电动机由于其可以串联电阻的特点，可以限制启动电流，因此非常适用。非连续工作制又分为偶尔启动和断续周期两种情况。下面分别予以讨论。

**2.1 偶尔启动用频敏变阻器的选型计算**

偶尔启动用频敏变阻器的选型计算分以下5步：

**（1） 确定启动负荷类别**

偶尔启动用的生产机械，按照负荷类别为以下三种：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 启动负载类别 | 特征 | 设备举例 |
| 轻载 | 阻转矩,启动转矩 | 空压机、水泵 |
| 重轻载 | 阻转矩,启动转矩 | 真空泵 |
| 重载 | 阻转矩,启动转矩 | 皮带运输机 |

表1

**（2） 确定铁芯规格**

频敏变阻器是一个电抗，铁芯是其重要部件。铁芯分为2号、3号和7号。轻载用2号铁芯，重载用3号铁芯，重轻载用7号铁芯。

**（3） 计算铁芯总片数**

铁芯总片数：

（式1）

--电机额定功率,KW

---系数，取值见表2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 铁芯号 | 负载类别 | | |
|  | 轻载 | 重轻载 | 重载 |
| 2号铁芯 | 0.0897 | 0.177 | 0.177 |
| 3号铁芯 | 0.0287 | 0.0565 | 0.0567 |
| 7号铁芯 |  | 0.03356 |  |

表2

需要注意的是，从（式1）求出的铁芯片数，需要向标准规格的铁芯产品片数N取整。标准规格的铁芯产品片数N见表3：

|  |  |
| --- | --- |
| 铁芯号 | 标准片数N |
| 2号铁芯 | 4、5、6、8、10、12 |
| 3号铁芯 | 5、6、8、10、12、16 |
| 7号铁芯 | 2、3、4 |

表3

如果计算所得的N大于上表的标准片数N，则需要考虑标准铁芯的串并联。原则是先并后串，且并联数>数串联。例如：2号铁芯计算所得的=23.4，则取整为24片，但在标准的N值中没有24。可以考虑N=4的标准产品，并采用3并2串的结构，则总片数=4\*3\*2=24片。

**（4） 计算绕组匝数**

绕组匝数W公式如下：

（式2）

—转子额定电流，A

选择见表4：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 铁芯号 | 负载类别 | | |
| 轻载 | 重轻载 | 重载 |
| 2号铁芯 | 868.8 | 1057 | 877.1 |
| 3号铁芯 | 434.4 | 528.6 | 438.6 |
| 7号铁芯 |  | 356.6 |  |

表4

这里需要注意的是，N不是铁芯总片数，而是选型中是使用的标准规格铁芯所含有的片数。拿上文来举例说明，N不是计算出的铁芯数24，而是采用铁芯选型中所用的N=4。

C—频敏变阻器串联段数。

匝数W的选择按照表5取标准值：

|  |  |
| --- | --- |
| 铁芯号 | 匝数W |
| 2号铁芯 | 16,20,25,32,40,50,63,80,100,125,160 |
| 3号铁芯 | 16,20,25,32,40,50,63 |
| 7号铁芯 | 16,18,20,22,25,28,32,36,40,45,50,56,63,71,80,90,100,112 |

表5

**（5） 计算导线截面积**

导线截面积计算公式如下：

（式3）

—电流密度，A/mm2 ，选择见表6：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 负载类别 | | |
| 轻载 | 重轻载 | 重载 |
| 20 | 12 | 10 |

表6

b—铁芯并联数

所求得的截面积按照表7取标准值：

|  |  |
| --- | --- |
| 铁芯号 | 截面积S |
| 2号铁芯 | 32,25,20,16,12,10,8,6,5,4,3 |
| 3号铁芯 | 50,40,32,25,20,16,12 |
| 7号铁芯 | 50,40,32,25,20,16,12,10,8 |

表7

**计算示例：**

某真空泵，额定功率600KW，转子额定电流400A，求启动用频敏变阻器参数。

**（1） 确定负荷类别：**

真空泵属于重轻载负荷。

**（2） 确定铁芯规格：**

重轻载采用7号铁芯。

**（3） 计算铁芯总片数**

，取整为24片。依据上表，每台标准铁芯N=4，由于并联数大于串联数，所以b=3，c=2

**（4） 计算绕组匝数**

，取整为63匝

**（5） 计算导线截面积**

，取整为12mm2

**2.2 断续周期工作制频敏变阻器的选型计算**

断续周期工作制频敏变阻器的选型计算分以下5步：

**（1） 确定生产机械的操作频繁程度**

生产机械按照操作频繁程度分为5类

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 分类 | 第一类 | 第二类 | 第三类 | 第四类 |
| 操作频繁程度 | 不频繁 | 较频繁 | 很频繁 | 极频繁 |
| 每小时折算启动次数Z | <150 | [150-300） | [300-600] | >600 |
| 每小时折算启动时间tqz |  |  |  |  |
| 举例 | 拉钢机 | 检修吊车 | 生产吊车 | 拔钢机 |

表8

判断指标是每小时折算启动时间tqz

**（2） 确定铁芯**

根据上表，，选0号铁芯。，选5号铁芯。，选4号铁芯。

**（3） 计算铁芯总片数**

铁芯总片数计算公式：

（式4）

—电动机系数:

（式5）

—计算片数系数，见表9：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| tqz | 400 | 630 | 1000 | 1600 |
| 0 |  |  | 2.65 | 4.23 |
| 6 |  | 2.4 | 3.0 | 4.8 |
| 5 | 0.53 | 0.83 | 1.32 | 2.12 |
| 4 | 0.23 | 0.36 | 0.57 | 0.92 |

表9

需要注意的是，从（式4）求出的铁芯片数，需要向标准规格的铁芯产品片数N取整。标准规格的铁芯产品片数N见表10：

|  |  |
| --- | --- |
| 铁芯号 | 标准N值 |
| 0号铁芯 | 6、8、10、12 |
| 6号铁芯 | 4、8、12、16、20、24、28 |
| 5号铁芯 | 4、6、8、10、12 |
| 4号铁芯 | 6、8、10、12、16 |

表10

如果计算所得的N大于上表的标准片数N，则需要考虑标准铁芯的串并联。原则是先并后串，且并联数>数串联。例如：5号铁芯计算所得的=15.5，则取整为16片，但在标准的N值中没有16。可以考虑N=8的标准产品，并采用2并1串的结构，则总片数=8\*2\*1=16片。

**（4） 计算绕组匝数**

绕组匝数：

（式6）

—计算匝数系数，见表11：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 铁芯号 | 0 | 6 | 5 | 4 |
|  | 2.79 | 2.58 | 2.99 | 2.62 |

表11

C--串联数

n—铁芯台数

N--标准规格的铁芯产品片数

匝数W求出后向标准值取整，标准值如下：

W=125，112，100，90，80，71，63，56，50，45，40，36，32，28，25，22，20

**（5） 计算导线截面积**

导线截面积：

（式7）

b—并联数，上例中，b=2

—电流密度，A/mm2，取值见表12

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| tqz | 400 | 630 | 1000 | 1600 |
|  | 3.6 | 3.2 | 2.8 | 2.2 |

表12

计算出的S值按照下列值取整：

S=4，5，6，8，10，12，16，20，25，32，40，50

**计算示例：**

某生产吊车，Pe=60KW，Uze=350V，Ize=100A，Z=350次/h，确定启动用频敏变阻器类型。

1. **确定负载类型**

由于Z=350，所以属于第三类负载，tqz=1000

**（2） 选择铁芯**

，选4号铁芯

**（3） 计算铁芯总片数**

查表得，KN=0.57

铁芯总片数计算：，取整为36片。取标准铁芯数N=12，3并1串，b=3，c=1,台数n=b\*c=3。

**（4） 求绕组匝数**

Kw=2.62

绕组匝数，取W=56匝

**（5） 求导线截面积**

，取整S=12mm2

**结语：**本文分别探讨启动用频敏变阻器在绕线型异步电动机上的使用条件、不同工作制下启动用频敏变阻器的选型和计算方法，提供了计算示例。希望可以对读者在绕线型异步电动启动用频敏变阻器选型中有所帮助。

引用文献：

1. DL/T5222-2005《导体和电器选择技术规定》
2. 《钢铁企业电力设计手册》

作者简介：赵淼，1979年生，男，汉族，籍贯天津，大学本科，毕业于西安交通大学，职称：工程师，目前工作：电气工程师

邮寄地址：天津市经济技术开发区第四大街弘景苑5-1303，邮编300457

电话：18222968180

Email:zm9837@qq.com