

三相异步电动机星三角起动的估算

霍大勇¹ 刘良涛² 赵颖博²

1. 河南工业职业技术学院 (473009)
2. 河南新野县电业局 (473500)

Estimation on Star-triangle Starting of the Three-phase Asynchronous Motor

Huo Dayong Liu Liangtao Zhao Yingbo

Henan Polytechnic Institute
Henan Xinye Power Bureau

摘要:介绍了异步电动机星-三角起动技术数据估算的经验口诀,口诀包含起动条件的判别、起动电流和转矩的估算、起动时间和热保护元件整定。分析了口诀的物理意义。估算口诀提高了现场安装、运行和维护的效率。

关键词:口诀 估算 星-三角起动 异步电动机

中图分类号: TM343 文献标识码: A

DOI编码: 10.3969/j.issn.1006-2807.2010.05.013

Abstract: The pithy formula, which applied to estimate the electrical parameter of three-phase asynchronous motor during star-triangle starting, was introduced. It included the judgment of starting condition, starting current, starting torque, starting time and estimated setting current of the thermal protector. Physical meaning of the pithy formula was analyzed, being very helpful to increase the efficiency of field installation, operation and maintenance.

Keywords: Pithy formula Estimation Star-triangle starting Asynchronous motor

为抑制起动电流,降低笼型异步电动机起动时对供电线路的影响,同时避免起动转矩过大对电机转轴的可能的损害,三相笼型异步电动机起动时常采用降压起动。星-三角起动方法是在电机正常运行时,其三相绕组接为三角形、起动过程中接为星型的工作方式,这样可以减小电机起动时的起动电流和起动转矩。相对于其他减压起动措施的特点在于简单、经济。

1 起动电流和起动转矩

1.1 口诀

口诀1: 起动电流, 2倍加减0.3倍; 起动转矩, 三见一。

口诀1的含义是:以三相异步电动机的额定电流为基数,采用星-三角起动时,电机起动电流等于其额定电流的1.7~2.3倍;以全压起动时电动机的起动转矩为基数,三相异步电动机星-三角起动时的起动转矩为全压起动时起动转矩的1/3倍。用公式表示为:

$$I_{ST\ Y} = (1.3 \sim 2.7) I_N \quad (1)$$

$$T_{ST\ Y} = \frac{1}{3} T_{ST\ D} \quad (2)$$

其中: $I_{ST\ Y}$ —星-三角起动时的起动电流;

I_N —电机的额定电流;

$T_{ST\ Y}$ —星-三角起动时的起动转矩;

$T_{ST\ D}$ —电机全压起动(绕组三角形连接)时的起动转矩。

口诀2: 起动电流, 3到5倍。

口诀2的含义是:以三相异步电动机的额定功率为基数,采用星-三角起动时,电机的起动电流等于其额定功率的3~5倍。用公式表示为:

$$I_{ST\ Y} = (3 \sim 5) P \quad (3)$$

1.2 分析

在电机的进线端电压 U (即三相电源电压)不变的条件下,电机三相绕组星形连接时,加在每相绕组上的电压 U_Y 和电流 I_Y 分别为, $U_Y=\frac{1}{\sqrt{3}}U_1$,
 $I_Y=\frac{U_Y}{Z}=\frac{U}{\sqrt{3}Z}$;电机绕组三角形接法时,加在每相绕组上的电压为 U_D 和电流 I_D 分别为 $U_D=U$, $I_D=\frac{U_D}{Z}=\frac{U}{Z}$ 。所以有: $U_Y=\frac{1}{\sqrt{3}}U_D$, $I_Y=\frac{1}{\sqrt{3}}I_D$ 。

星形连接时,配电线路上的起动电流 $I_{ST\ Y}=I_Y$,三角形连接时 $I_{ST\ D}=\sqrt{3}I_D$,所以:

$$I_{ST\ Y}=I_{ST\ D} \quad (4)$$

又因为对于电机起动电流和额定电流关系 $I_{ST\ D}=5\sim 7I_N$,电机额定电流与其功率 P (kW)的关系 $I_N=2P$,有 $I_{ST\ Y}=(1.3\sim 2.7)I_N$, $I_{ST\ Y}=(3.3\sim 4.7)P$ 。

因为转矩 T 和电机绕组上所加电压的平方成正比, $U_Y=\frac{1}{\sqrt{3}}U_D$,所以星形连接时的起动转矩与 Δ 连接全压起动时的起动转矩关系为: $T_{ST\ Y}=\frac{1}{3}T_{ST\ D}$ 。

2 起动条件

口诀3: 常态运行为角接,起动转矩只有三分之二。

口诀3的含义是:三相异步电动机采用星-三角起动的条件是,电机在正常工作时三相绕组必须为三角形接法,起动转矩在额定转矩的 $\frac{1}{3}$ 以下。

3 起动时间和热元件整定电流

3.1 口诀

口诀4: 根 P 加上2,等于一半起动时间(秒)。

口诀4的含义是:三相异步电动机采用星-三角起动时的1/2起动时间的整定值为电机额定功率千瓦值的平方根乘以2,再加上2s。整个起动时间用公式表示为:

$$t_{ST}=4\sqrt{P}+4 \quad (5)$$

口诀5: 整定电流一倍二。

口诀5的含义是:以三相异步电动机的额定功率为基数,采用星-三角起动时,热元件的整定电流等于额定功率的1.2倍。(功率单位kW)。用公式表示如式(6)。

$$I_{RJ}=1.2P \quad (6)$$

其中: I_{RJ} —主回路中的热继电器热元件整定电流值。

3.2 分析

表1是在文献中摘录的用电动机星-三角起动的起动器的技术数据,比照起动时间和式(5)的关系可以看出,两者是相符的。

表1 星-三角起动器的起动时间和整定电流

起动器 型号	额定电流 A	可控电机功率 kW	热元件整定值 A	延时时间 s
QX4-14	26	13	15	11
QX4-14	33	17	19	13
QX4-30	42.5	22	25	15
QX4-30	58	30	34	17
QX4-55	77	40	45	20
QX4-55	105	55	61	24
QX4-75	142	75	85	30
QX4-125	260	125	100~160	14~60

热元件用于电机的过载保护,电机的起动时间较短,虽然其电流值较大,但在热元件尚未动作时,起动过程已经结束,进入正常运行状态。此时主回路中的电流小于等于线路的额定电流(线电流),热继电器的热元件串接在每相绕组中,电机绕组中的电流为线路电流的 $\frac{1}{\sqrt{3}}$,根据热继电器的选用原则,动作电流大于等于相电流即可。关系如下:

$$I_{RJ}\geq I_{ST}=\frac{1}{\sqrt{3}}I_N=\frac{2}{\sqrt{3}}P_N=1.16P_N, \text{ 取 } I_{ST}=1.2P \quad (6)$$

4 结语

星-三角起动是现场电机起动的一个常用措施。在现场流行的这些关于三相电动机星-三角起动的经验算法,可为设备运行、维护提供方便,提高现场作业的生产效率。

(收稿日期: 2009-10-09)