

三相异步电动机缺相的原因及处理方法

邱俊

(长沙民政职业技术学院 电子信息工程系, 湖南 长沙 410004)

摘要: 根据三相异步电动机因缺相运行导致烧坏的实例, 详细分析了缺相运行时的现象及产生原因。提出了合理的解决方法, 取得了良好的效果。

关键词: 三相异步电动机; 缺相; 缺相保护; 额定电流; 过载

中图分类号: TP343

文献标识码: B

文章编号: 1674-7720(2012)07-0079-03

The cause of and solution to lack-phase of the three-phase induction motor

Qiu Jun

(Department of Electronic and Information Engineering, Changsha Social Work College, Changsha 410004, China)

Abstract: Based on motor burned out caused by missing running led to instances, detailed analysis of the phenomenon of run-time phase and causes was given, proposed a reasonable solution, achieved good results.

Key words: three-phase induction motor; lack-phase; lack-phase protection; rated current; overload

三相异步电动机在运行过程中最常见的故障就是缺相运行, 例如断一根火线或断一相绕组。此时, 如果轴上负载没有改变, 则电动机处于严重过载状态, 定子电流将大大超过额定值, 时间稍长电动机就会烧毁。

1 电动机缺相运行时的现象及原因分析

1.1 缺相运行时的现象

对于三相异步电动机, 正常运行时必须采用三相供电, 而缺相是电动机正常运行的大忌。缺相时, 原来停止的电动机, 将无法启动, 且发出“嗡嗡”的声音, 此时, 若用手拨动电机转子轴, 也许能慢慢转动; 原来旋转的电动机缺相时, 转速下降且变慢, 电流明显增大, 电机温度上升, 外壳烫手, 并且发出异常声音, 若长时间缺相运行必然导致电机过热而烧毁。

1.2 造成缺相运行的原因

造成电动机缺相运行的原因, 通常分为外部原因和内部原因。

外部原因主要是外网供电质量问题, 其一是电源缺相, 由于供电线路故障, 电源在到达电动机保护线路前, 就已经少了一相或两相, 造成电动机无法启动或启动运转异常; 其二是配电变压器高端侧或低端侧一相断电造成电动机缺相运行, 在这种情况下, 由该变压器供电的所有电动机都会缺相运行。

内部原因主要有保护线路中的控制开关、接触器、继电器的触点氧化、烧伤、松动、接触不良等造成缺相。某相熔断器的熔体接触不良, 或熔丝拧得过紧而几乎压断, 或熔体电流选择过小, 造成通过的电流稍大就会熔断。尤其是在电动机启动电流的冲击下, 更容易发生熔体非故障性熔断。有时电动机负荷线路断线, 一般是安装不当引起的断线, 特别是单芯导线放线时产生的小圈扭结, 接头受损等都可能使导线在运行过程中发生断线。由于电动机长期使用, 使绕组的内部接头或引线松脱或局部过热将绕组烧断, 导致电动机出现缺相运行。

2 电动机缺相运行物理量分析^[1]

2.1 定子Y接法缺相运行过程分析

如图1所示, 正常Y接法运行的定子, 无论是一相绕组断线, 还是一相电源线断线, 都形成另两相绕组反串联接在电源单相线电压 U_L 下, 如图2所示。

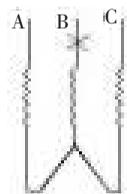


图1 Y接法一相绕组断线示意图

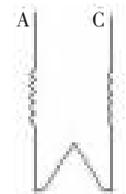


图2 Y接法缺相分析示意图

技术与方法 Technique and Method

图2中,每相绕组承担的电压为 $0.5U_L$ 。三相正常运行功率 $P=\sqrt{3}U_L I_N \cos\varphi$,式中 I_N 为电机的额定电流。

设 $\cos\varphi$ 为常数,若保证电流不超过额定值 I_N ,缺相运行电机允许功率 $P_1=2\times(0.5U_L I_N \cos\varphi)=U_L I_N \cos\varphi$,则 $\frac{P_1}{P}=\frac{1}{\sqrt{3}}=0.577$ 。

再假设忽略电动机所有损耗,电动机输出功率不变, I_1 为缺相运行时的电流,则 $P=P_1$,即 $\sqrt{3}U_L I_N \cos\varphi=U_L I_1 \cos\varphi$, $I_1=\sqrt{3}I_N$ 。

由上面分析可看出,在保证电流不超过额定值 I_N 的条件下,正常Y接法缺相运行时电机的功率只能达到三相运行时的57.7%。若保证电动机输出功率不变,则缺相运行电流将是额定电流的 $\sqrt{3}$ 倍左右。带有某一负载的电动机运行中突然缺相运行时,转速会稍微下降,轴负载功率由两相绕组承担,缺相运行电流增大,此时,电机往往工作于过负载状态,电流比一般的过负荷电流要大得多,足以导致定子绕组过热而烧毁。

2.2 定子△接法缺相运行

2.2.1 定子一相绕组断线

如图3所示,正常△接法运行的定子,当一相绕组断线时,电机定子形成一相相电流为0,另两相绕组有互差 120° 电角度的两相电流存在,如图4所示。

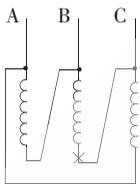


图3 △接法一相绕组断线示意图

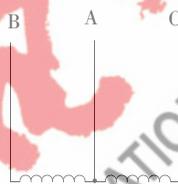


图4 △接法绕组断线分析示意图

若三相正常运行功率 $P=\sqrt{3}U_L I_N \cos\varphi$

设 $\cos\varphi$ 为常数,每相绕组允许流过的电流仍为额定电流 I_N 的 $\frac{1}{\sqrt{3}}$,则缺相运行电机允许输入功率 $P_2=$

$$\left(\frac{I_N}{\sqrt{3}}\right)U_L \cos\varphi + \left(\frac{I_N}{\sqrt{3}}\right)U_L \cos\varphi = \left(\frac{2}{\sqrt{3}}\right)U_L I_N \cos\varphi, \quad \frac{P_2}{P_N} = \left(\frac{2}{\sqrt{3}}\right) = \left(\frac{2}{3}\right) = 0.667。$$

再假设忽略电动机所有损耗, I_2 为缺相运行时的电流,电动机输出功率不变,则 $P=P_2$,即 $\sqrt{3}U_L I_N \cos\varphi = \left(\frac{2}{\sqrt{3}}\right)U_L I_2 \cos\varphi$, $I_2=1.5I_N$ 。

从上面分析可看出,在保证电流不超过额定值的条件下,正常△接法定子缺相运行时电机的功率只能达到三相运行时的66.7%。带有某一负载的电机运行中突然缺相运行时,转速会稍微下降,轴负载功率由两相绕组

承担,缺相运行电流增大到三相正常运行电流 I_N 的1.5倍^[3]。

2.2.2 定子一相电源线断线

如图5所示,正常△接法运行的定子,当一相电源线断线时,电机定子形成两相绕组顺串联和第三相绕组并联接在电源单相线电压下,如图6所示。只有一相绕组回路中的电流比三相运行时大大增加,因此该相绕组必然会首先烧毁。

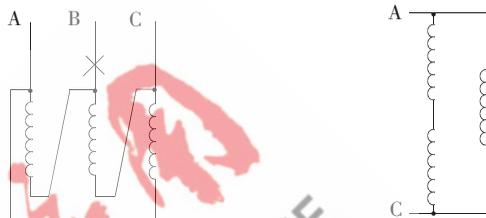


图5 △接法一相电源线断线示意图

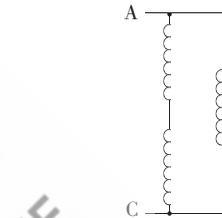


图6 △接法电源线断线分析示意图

3 缺相运行的解决方法

电动机处于缺相时无启动转矩,电机不能转动,容易被发现。而当电动机在运行中发生缺相时,常常不易被发现,以致产生过流,将电机烧坏。因而研制一种高可靠的电动机运行缺相保护装置非常必要。

图7所示为一种电动机启动运行缺相双重保护电路。保护电路工作的原理^[3]:

按下启动按钮SB1,中间继电器KA1通电,其常开触点接通中间继电器KA2的线圈,KA2常开触点接通接触器KM线圈,KM主触点闭合,电机正常运行,同时KM辅助常开接通中间继电器KA3的线圈,KA3常开闭合,使得启动按钮SB1在松开时,接触器KM能够自保。

当按下SB2时,KM线圈掉电。辅助常开断开KA3线圈,使得SB2恢复后KM也不会得电,电机停止运转。

当电机启动时发生缺相故障,假设L1或L2缺相,显然KA1不会得电,KA2和KM均不能通电,电机不会运行。如果缺L3相,KA1能够得电,但KA2不会通电,电机也不会运行。从而实现了电机的缺相保护。

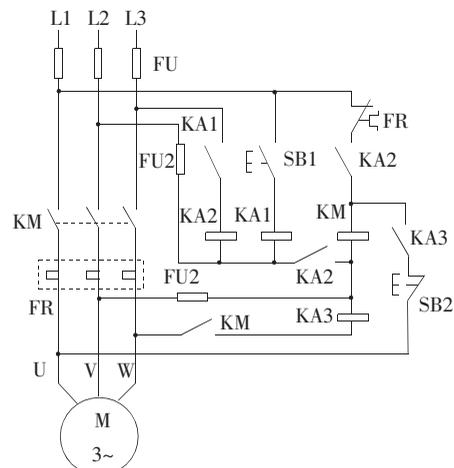


图7 永不缺相启动和运行的电动机控制线路图

技术与方法 Technique and Method

当电机在运行过程中,若主电路缺相,电动机将自动停机。因为,电路中所有中间继电器和接触器线圈额定工作电压为 380 V 才能吸合。图中 KM 线圈的电源是通过 SB2、KA3 触点取自 U 和 V 端子,而 KA3 线圈电源又是通过 KM 辅助触点取自 V 和 W 端子。所以,无论是缺哪一相,电动机都将自动停止运行,有效地保护了电动机,使得电机不致在缺相故障状态下运行而烧毁绕组。

另外,熔断器 FU2 短路也能使电动机自动停转,从而实现永不缺相运行。

缺相运行带来的直接危害是电机一相或两相绕组过热甚至烧坏。在各行业中,因缺相运行而烧毁的电动机所占比重也是最大的。无论电动机是在静态还是动态,由于动力电缆的过流运行加速了绝缘老化,特别是在静态时,缺相会在电机绕组中产生几倍于额定电流的堵转电流,其绕组烧坏的速度比运行中突然缺相更快、

更严重。因此,对电动机进行缺相保护是至关重要的。为了预防电动机出现缺相运行,除了正确选用和安装低压电器外,还应严格执行有关规范、增设保护电路、敷设馈电线路,同时加强定期检查和维护。

参考文献

- [1] 张晓宁.电动机缺相保护措施一例[J].电机技术,2004(4).
- [2] 黄荷英,金永琪.电动机缺相运行后果及预防措施[J].水电能源科学,2008(3).
- [3] 邱俊.工厂电气控制技术[M].北京:中国水利水电出版社,2009.

(收稿日期:2011-10-13)

作者简介:

邱俊,女,1963年生,高级工程师,高级考评员,副教授,主要研究方向:电工电子和工厂电气自动控制。