

· 专题综述 ·

浅谈异步电动机的安全运行

Discussion about safety operation of asynchronous motor

张湘禹

ZHANG Xiang-yu

(河南第一火电建设公司,河南 郑州 450012)

(Henan No. 1 Thermal Power Construction Company, Zhengzhou 450012, China)

摘要:详细介绍了异步电动机的选用、启动前的准备工作及保护装置。分析了异步电动机常见的机械故障和电气故障的产生原因,提出了电动机在运行中的运行参数和保养维护中需要注意的问题。

关键词:异步电动机;选用;启动;故障;保护

中图分类号:TM 343 **文献标志码:**A **文章编号:**1674 - 1951(2008)10 - 0001 - 04

Abstract: The selection of asynchronous motor, the preparation work before starting-up and the protection devices of asynchronous motor were introduced in detail. The reasons of common mechanical and electrical failures in asynchronous motor were analyzed. The operation parameters of asynchronous motor and the problems needing attention in its maintenance were put forward.

Key words: asynchronous motor; selection; starting-up; failure; protection

异步电动机是工农业生产中最常见的电气设备,其作用是把电能转换为机械能。企业中电动机消耗的电能占能耗量的60%以上,其中用得最多的是笼型异步电动机,其结构简单、容易制造、运行可靠、坚固耐用、便于维护和检修。为了保证异步电动机的安全运行,电气工作人员必须掌握有关异步电动机的安全运行的基本知识,了解对异步电动机的安全评估,做到尽可能及时发现和消除电动机的事后隐患。

1 异步电动机选用原则

为生产机械选择合适的电动机,包括确定电动机的额定电压、额定转速、结构形式和额定容量等,主要应考虑以下3方面的问题:

(1)符合电源电压条件。要求所选用的电动机的额定电压与电源电压相符合。

(2)在机械特性方面,所选用的电动机应满足被拖动生产机械的要求。电动机的结构形式应适应周围环境条件的要求。

(3)正确选择电动机的容量。电动机的容量必须与生产机械的负载大小相匹配,同时要考虑生产机械的工作性质应与其持续、间断的规律相适应,选小了,不能保证生产机械的正常工作,对电动机来说,会造成它的各部分过载、过热且使得温度上升超过允许的限度而过早损坏;选大了,则增加设备的投资费用,电动机容量不能充分利用且使得效率和功率因数降低。

2 异步电动机启动前的准备及检查

电动机在启动前必须先进行外观检查、轴承润滑油脂检查、绝缘检查和空气隙检查。经一般检查或电气试验后,当出现质量可疑或试运转有异常情况时,需进行抽心检查。

(1)新的或停用3个月以上的电动机,使用前应该检查电动机绕组间和绕组对地的绝缘电阻。

(2)检查铭牌所示电压与电路电压是否相等,接法是否正确。

(3)检查电动机的接地装置是否可靠。

(4)检查电动机内部有无杂物。

(5)对新安装的电动机需检查接触螺栓及底脚

和轴承螺母是否拧紧,机械方面是否牢固。检查电动机机座与电源线钢管接地情况。

(6)检查扳动电动机的转轴是否能自由旋转。对于滑动轴瓦,转子的轴向游动量每边约 2~3 mm。

(7)对不可逆转的电动机还需检查运转方向是否与该电动机运转指示箭头方向相同。

(8)绕线式电动机还应检查滑环上的电刷表面是否全部贴紧滑环,导线是否相碰,电刷提升机构是否灵活,电刷的压力是否正常(一般电动机工作面上的压力约为 15~25 kPa)。

(9)检查两端轴承润滑油是否正正常,是否符合电动机转速及工作环境要求,如有变色、变质及变硬现象,应先取出润滑油,再用煤油将轴承清洗干净,然后再用汽油清洗。同时检查轴承应无伤痕、锈迹,转动应灵活,滚动体与内、外圈接触良好,无松动,并记录轴承型号。待汽油挥发完后,涂上同一牌号或性能符合电动机工作条件的润滑油,润滑油应适量,一般约占轴承空间容积的 2/3。

(10)对可测量空气间隙的电动机,应用塞尺进行检查。其间隙的不均匀度应符合产品的技术条件规定,若无规定时,各点空气间隙与其平均间隙之差值和平均空气间隙的比值宜为 $\pm 5\%$ 。

3 异步电动机的常见故障及分析

电动机在运行中由于种种原因,会出现故障。最常见的故障现象有:电动机温升过高或冒烟、电动机振动、轴承过热、外壳接地、运转声音不正常、负载运行时转速低于额定值。故障分为机械故障与电气故障。

3.1 机械故障

机械故障包括扫膛、振动、轴承过热、损坏等。异步电动机定、转子之间气隙很小,容易导致定、转子之间相碰。一般是由于端盖轴室内孔磨损或端盖止口与机座止口磨损变形,使机座、端盖、转子三者不同轴引起扫膛。

应先区分振动是电动机本身引起的,还是传动装置不良所造成的,或者是机械负载端传递过来的,而后再针对具体情况进行排除。属于电动机本身引起的振动,多数是由于转子动平衡不好,以及轴承不良、转轴弯曲,或端盖、机座、转子不同轴,或者电动机安装地基不平,安装不到位,紧固件松动造成的。振动会产生噪声,还会产生额外负荷。

3.2 电气故障

电气故障包括各种类型的开关、按钮、熔断器、

电刷、定子绕组启动设备等。主要是定子绕组和转子绕组的故障。有定子绕组缺相运行,定子绕组首尾反接,三相电流不平衡,绕组短路和接地,绕组过热和转子断条、断路等。

(1)缺相运行是常见故障之一。三相电源中只要有一相断路就会造成电动机缺相运行。缺相运行可能是由于线路上熔断器熔体熔断,开关触点或导线接头接触不良等原因造成。

三相电动机缺一相电源后,如在停止状态,由于合成转矩为零而堵转(无法启动)。电动机的堵转电流比正常工作的电流大得多,因此,接通电源时间过长或多次频繁地接通电源启动将会导致电动机烧毁。运行中的电动机缺一相时,若负载转矩很小,仍可维持运转,仅转速略有下降并发出异常响声;负载重时,运行时间过长,将会使电动机绕组烧毁。

(2)三相绕组首尾错接时,接通电源后会出现三相电流严重不平衡、转速下降、温升剧增、振动加剧、声音急变等现象,如保护装置不动作,很容易烧坏电动机绕组。所以,必须辨清电动机出线端首、尾后,方可通电运转。

(3)三相电流不平衡的故障,常常是由于电动机外部电源电压不平衡所引起。其内部原因主要是绕组匝间短路或在电动机重绕修理时线圈匝数错误或接线错误。

(4)电动机绕组接地故障(通称“碰壳”)。电机绕组受潮、绝缘老化以及大修更换绕组时槽绝缘被损坏或绝缘未垫好,都会造成接地故障,接地故障可用兆欧表检查。短路会造成电流过大,短路故障可在降低定子绕组电源电压情况下通过测量电流来判断,也可以用测量其直流电阻来判断。

(5)电动机过热主要原因是拖动的负荷过重,电压过高或过低也会使电动机过热。严重过热会使电动机内部发出绝缘烧焦气味,如不及时处理或保护装置不动作,很容易烧毁电动机。

(6)笼型电动机转子铸铝导体断条或绕线式电动机转子绕组断路时,会造成定子电流不正常,出现时高时低周期性变化,还出现忽大忽小的噪声和振动。负载越重时,这种现象就越明显。

4 电动机的保护

为使电动机安全运行,必须配置保护。电动机的保护非常复杂,在实际使用中,应按照电动机的容量、形式、控制方式和配电设备等不同来选择适应的保护装置及启动设备。

4.1 电动机保护装置分类

从前面的分析中可知,电动机损坏主要是绕组过热或绝缘性能降低引起的,而绕组的过热往往是流经绕组的电流过大引起的。电动机的保护主要有电流、温度检测 2 种类型。下面结合产品情况进行介绍。

4.1.1 电流检测型保护装置

(1)热继电器工作原理是负载电流流过经校准的电阻元件,可使双金属热元件加热后产生弯曲,从而使继电器的触点在电动机绕组烧坏以前动作,其动作特性与电动机绕组的允许过载特性接近。热继电器虽然动作时间准确性一般,但对电动机而言可实现有效的过载保护。随着结构设计的不断完善和改进,除有温度补偿外,它还具有断相保护及负载不平衡保护功能等。如从 ABB 公司引进的 T 系列双金属片式热过载继电器;从西门子引进的 3UA5、3UA6 系列双金属片式热过载继电器;JR20 型、JR36 型热过载继电器,其中 JR36 型为二次开发产品,可取代淘汰产品 JR16 型。

(2)带有热-磁脱扣的电动机用断路器(热式)作过载保护,其结构及动作原理同热继电器,其双金属热元件弯曲后有的直接顶脱扣装置,有的使触点接通,最后导致断路器断开。电磁铁的整定值较高,仅在短路时动作,其结构简单、体积小、价格低、动作特性符合现行标准、保护可靠,目前仍被大量采用,特别是小容量断路器尤为显著。如国产 DW15 低压万能断路器(200~630 A)、S 系列塑壳断路器(100, 200, 400 A)等。

(3)电子式过电流继电器通过内部各相电流互感器检测故障电流信号,经电子电路处理后执行相应的动作。电子电路变化灵活,动作功能多样,能满足各种类型的电动机的保护。其特点如下:

1)多种保护功能。主要有过载保护、过载保护+断相保护、过载保护+断相保护+反相保护 3 种。

2)动作时间可选择(符合 GB 14048.4—93《控制电路电器和开关元件》标准)。标准型(10 级): $7.2 I_n$ (I_n 为电动机额定电流)时,4~10 s 动作,用于标准电动机过载保护;速动型(10A 级): $7.2 I_n$ 时,2~10 s 动作,用于潜水电动机或压缩电动机过载保护;慢动型(30 级): $7.2 I_n$ 时,9~30 s 动作,用于如鼓风机中的电动机等启动时间长的电动机过载保护。

3)电流整定范围广。其最大值与最小值之比一般可达 3~4 倍,甚至更大倍数(热继电器为 1.56

倍),特别适用于电动机容量经常变化的场合(如矿井等)。

4)有故障显示。由发光二极管显示故障类别,便于检修。

(4)固态继电器是一种从完成继电器功能的简单电子式装置发展到具有各种功能的微处理器装置。其成本和价格随功能而异,最复杂的继电器实际上只能用于较大型、较昂贵的电动机或重要场合。它监视、测量和保护的主要功能有:最大的启动冲击电流和时间、热记忆、大惯性负载的长时间加速、断相或不平衡相电流、相序、欠电压或过电压、过电流(过载)运行、堵转、失载(机轴断裂,传送带断开或泵空吸造成工作电流下跌)、电动机绕组温度和负载的轴承温度和超速或失速。

上述每一种信息均可编程输入微处理器,加上需要的时限,以确保在电动机启动或运转过程中产生损坏之前将电源切断。还可用发光二极管或数字显示故障类别和原因,也可以对外向计算机输出数据。

(5)带有电子式脱扣的电动机保护用断路器,其动作原理类同上述电子式过电流继电器或固态继电器。功能主要有:电路参量显示(电流、电压、功率、功率因数等),负载监控(按规定切除或投入负载),多种保护特性(指数曲线反时限、 I_2t 曲线反时限、定时限或其组合),故障报警,试验功能,自诊断功能,通信功能等。产品如施耐德电气公司生产的 M 系列低压断路器。

4.1.2 温度检测型保护装置

(1)双金属片温度继电器。直接埋入电动机绕组中,当电动机过载使绕组温度升高至接近极限值时,带有一触头的双金属片受热产生弯曲,使触点断开而切断电路。该类产品有 JW2 温度继电器等。

(2)热保护器是装在电动机本体上使用的热动式过载保护继电器。与温度继电器不同的是,它带 2 个触头的碗形双金属片作为触桥串在电动机回路,既有流过的过载电流使其发热,又有电动机温度使其升温,达到一定值时,双金属片瞬间反跳动作,触点断开,分断电动机电流。它可作小型三相电动机的温度、过载和断相保护。该类产品有 sPB 型、DRB 型热保护器等。

(3)检测线圈。测温电动机定子每相绕组中埋入 1~2 个检测线圈,由自动平衡式温度计来监视绕组温度。

(4)热敏电阻温度继电器。它直接埋入电动机

绕组中,一旦超过规定温度,其电阻值急剧增大10~1000倍。使用时,配以电子电路检测,然后使继电器动作。该类产品有 JW9 系列船用电子温度继电器等。

4.2 接地保护

接地保护用于保护电动机内部及引出线上的单相接地短路故障。

(1)中性点不接地系统。当系统的单相接地电流小于10A时,装设接地检测装置;电流在10A及以上时,应瞬时动作跳闸。选择 LT- \varnothing 75 型 CT 和 DL-11/0.2 型继电器。

(2)中性点直接接地系统。当相间短路保护能满足单相接地短路的灵敏系数时,可由相间保护兼作接地短路保护;当不能满足时,应另外装设接地保护。保护装置一般由一个接于零序电流互感器(LJ- \varnothing 75)上的电流继电器(DL-11/2)构成,瞬时动作于断路器跳闸。

(3)高电阻接地系统。对于3~10kV电动机来说,当单相接地电流小于10A时,装设接地故障检测装置;当单相接地电流在10A时,单相接地保护瞬时动作于跳闸。线路长度小于1km时,选择 ZDJ1-1L 或 ZDJ1-2L 型 CT 和 ZDJ1 型电流继电器(动作电流0.1A,返回电流0.8A);当线路长度大于1km时,选择 OLMJ-I 型或 OLMJ-II 型零序 CT 和 ZD-4D 型零序方向继电器(最大灵敏角为 90°)。

4.3 低电压保护

(1)在厂用电系统中,对于I类电动机来说,当电动机装有自动投入的备用机械时,或为保证人身和设备安全,在电源电压长时间消失后,必须从电力网中自动断开时,应装设9~10s时限的低电压保护装置,动作于断路器跳闸。该类产品有给水泵、凝结水泵等。

(2)在厂用电系统中,对不要求自启动的II,III类电动机和不能自启动的电动机宜装设0.5s时限的低电压保护装置,动作于断路器调闸,如灰渣泵、

灰浆泵、碎煤机等。

(3)对于压力侧无逆止阀门的循环水泵,为了避免水泵在倒转情况下自启动而烧坏电机,应装设电动机低压保护,时间应在实际运行中单独整定,其值应小于水泵的额定转速下降至零所需时间。

5 电动机在运行中的维护

电动机运行前,应检查电动机各部分装配情况,按电动机铭牌要求接线。测量绝缘电阻、绕组绝缘电阻应符合要求,人工转动电动机转动部分应灵活、无卡涩。

(1)运行参数。一般电动机允许电压波动为额定电压的 $\pm 10\%$,三相电压之差不得大于5%;各相电流不平衡值不得超过10%。

(2)保养和维护。电动机应保持主体完整,零附件齐全、无损坏,周围环境清洁。定期对电动机进行检修和保养,是确保电动机安全运行的重要工作。日常维修包括清除外部灰尘和油污、监听有无异常杂音及定期更换润滑油。换油周期一般滑动轴承为1000h,滚动轴承为5000h。在巡视检查中,要注意电动机的温升、气味及振动情况。正常运行的电动机,其声音应轻而均匀,无杂音和特殊的响声,无明显振动,转速达到额定转速,三相电流基本上平衡。

6 结束语

随着国民经济的发展,电动机在生产中的应用会越来越广泛。作为电气工作人员,不但要掌握一定的电动机故障及保护知识,更要有高度的责任心,作好巡视、检查工作,及时发现问题,及时解决问题。

(编辑:刘芳)

作者简介:

张湘禹(1973—),女,河南禹州人,河南第一火电建设公司工程师,从事电气专业质量管理方面的工作。