

电动机保护的现状及发展趋势

许昌继电器研究所 朱长安

电动机作为现代工业动力源的宠儿，机电一体化最完美的结合体，其保护问题长期困扰着继电保护专业人员及运行人员。据不完全统计，全国每年由于电动机过载，短路缺相、接地等故障引起严重损坏的恶性事故达数百起，直接经济损失上亿元。随着我国电力工业的发展，电动机将会更加广泛地应用于石油、化工、冶金、纺织等国民经济各主要部门，而对其保护问题的解决将更加迫切，因此机械电子工业部门已将电动机保护列为“八五”重点攻关项目，以求得电动机保护的重大突破。于是，全国在近几年出现了一个电动机保护热潮。相继研制并生产了各式各样的电动机保护装置，据不完全统计，目前保护的品种，至少有50多种，但由于性能、原理和价格等原因，致使目前市场混乱，鉴于此，本文想通过对目前较流行的保护模式的分析及电动机各种状态下的保护理论的描述，为电动机保护的模式化或规范化提出点看法，希望能为我国电动机保护的健康发展起到抛砖引玉的作用。

1 我国电动机保护的发展及现状分析

1.1 以热继电器为主的组合保护方式

建国以来我国电动机保护主要是沿用苏联模式，中小型电机采用熔断器、接触器和断路器及热继电器的组合，其配制方式大约分4种类型：（1）熔断器——交流接触器——热继电器；（2）断路器——交流接触器——热继电器；（3）熔断器——断路器；（4）熔断器——断路器——交流接触器——热继电器，采用熔断器及热继电器的电动机保护应该说是最廉价的。且是最容易掌握的一种方式，但当电动机发生故障或熔丝选择不当等原因使熔断器（或保险丝）一相熔断时就会使电动机缺相运行而使事故进一步扩大，造成电动机烧毁。据了解造成电动机缺相运行使电机烧毁的大部分原因，就是由于熔断器一相熔断所造成的。热继电器在保护电动机过载方面具有结构简单，安装方便等优点，但它有保护时滞和对轻微过载与堵转保护欠佳的缺点，因而容易导致长期轻微过载运行使电机绕组产生热累积，而使得绕组绝缘老化造成电机损坏。另外，由于原材料及工艺水平的落后等原因造成热继电器性能不稳定，动作曲线与电动机实际保护曲线不协调，使电动机有效功率下降等。

热继电器作为电动机保护也有其独特的优点，除了前面已提到的结构简单、价格便宜等优点外，还有自身的发热元件具有热记忆功能，因此近年来我国一些企业采用内引外联方式，先后从德国Siemens，法国TE公司等引进了几种系列热继电器，但制造工艺、原材料、热稳定性及对低倍过载保护的完善及与电动机保护特性的协调应是今后发展热继电器努力的方面。

1.2 电子式保护

热继电器作为传统的保护方式，由于以上诸多弊病，使其不能很好的保护电动机，而随着现代电子工业的发展，一批新型的电子模拟式多功能保护应运而生。它们的出现对当今低压电动机保护行业形成了一个冲击波，一时间全国各地纷纷上马，很多人认为，电动机保护市场很大(全国截止1989年底，低压电动机保护拥有量已达5亿千瓦)只要把产品推出去，及早占领市场，将会获得巨额利润。因为电子产品为高附加值产品成本低利润大。但他们忽视了产品性能及质量，致使一些很有前途的产品陷入了困境，我国电子式保护是由晶体管型发展至集成电路型的，其功能的设置基本满足低压电动机保护的要求，如过载保护，短路保护，断相保护和接地保护等，其原理大都是抽取三相电流经电流电压变换器取出电压信号，经整流滤波送至鉴幅电路。此种原理是实现一般保护最简单的方式，但由于其判别不清，动作特性与电动机热曲线不协调及选用材料不当等原因造成拒动或误动，给运行人员带来了很大麻烦。况且，严重的会烧坏电动机。因此有些运行人员干脆把保护放弃。这就是我国电动机保护的现状。那么未来我国的电动机保护究竟怎么搞，向何方向发展。这是值得我们认真研究和讨论的问题。

2 电动机保护理论

2.1 电动机故障判据的确定

在电动机发生断相、短路等故障时(除三相对称短路外)都将造成三相电流不平衡，根据电动机不对称运行矢量分析原理，不对称的三相电流其中可分为正序分量，负序分量和零序分量，根据故障类型分析各种相序分量所占的份量，对症下药。三相电流中的正序、负序及零序分量，作为故障判据将是今后我国电动机发展的方向。

电动机平衡过载产生正序分量，不平衡过载产生正序和负序分量。电动机断相是严重不平衡运行，将产生负序分量，电动机单相接地(或漏电)将产生零序分量。所以电动机保护的故障判据应设定为，过载保护采用正序加负序的综合，断相保护采用负序分量，接地(或漏电)采用零序分量。

2.2 电动机保护特性

2.2.1 过载保护

电动机的过载与输电线路或其它设备过载不同，因电机过载将导致电机过热，但其低倍过载，又允许一定时限，所以电机过载保护特性一定是良好反时限特性，并能与电动机允许的过载特性紧密配合，充分发挥电动机的潜力。另外电动机过载保护应具有模拟和记忆电动机热积累的功能，因为电动机的热态过载和冷态过载，时间有着较大的差别。为了充分利用电动机冷态过载时间较长的特点，电动机保护应能区分热态和冷态，电动机多次重复短时间过载，其每次过载时间均小于容许时间，则保护可能不动作，但电动机由于热积累而可能烧损，因此从原则上说，保护应具有模拟和记忆电动机热积累的功能，才能适用于电动机各种工作方式。

过载动作后，电机温升逐渐下降，当经过一定时限保护应自动复位，复位时间应根据电动机热积累自动调整。

2.2.2 短路保护

短路是电动机最严重的故障，通常发生热破坏，在严重短路情况下同时发生力破坏，两者形成恶性循环。鉴于短路故障的后果严重，所以仅仅采用热过载保护是不够的，必须设置速断保护，其定值一般可取8~10倍电动机额定电流，时限越短越好。但为了躲过起动瞬间的冲击电流，一般采用0.04秒延时。为了区分堵转故障和电机正常起动，通常将电机稳定起动电流（ $B = 4 \sim 7$ ）作为堵转保护的定值，时限通常为（8~16）秒。

2.2.3 断相（不对称）保护

电动机设置断相不对称保护是较为理想的。目前，不少装置只设断相保护，当然也能解决一些问题，但当电动机处于轻载不对称运行时，其过载及断相保护都无能为力了。所以断相保护应兼顾不对称保护，其动作特性应是负序反时限，这样在发生故障时，严重故障（断相）可迅速动作，一般在0.2秒左右，不平衡时可长时间动作，一般在1~10秒之间。

2.2.4 接地（或漏电）保护

设置漏电保护的原因是由于绕组绝缘下降，电机受潮或人体接触，引起电机漏电，电流增加。漏电事故一旦发生，其后果将是很严重的，它可能导致人身伤亡，对于中性点接地系统，以及系统有着较大分布电容的中性点不接地系统，都有可能使电机一相烧毁。

对于中性点接地系统，在不漏电的情况下，中线电流（即零序电流）近似为零，当出现漏电时，就会有足够大的中线电流，检测中线电流，不难对漏电进行保护。但一般中线不接入开关，因此在开关中可以用检测零序电流（即三相一起穿过零序电流互感器）来实现漏电保护，也可以采用余线接法，利用滤序器取出零序电流来实现，对于不接地电流系统，最小一次零序电流应不大于0.5A，动作时间不大于0.1秒。

2.2.5 温度保护（ZTC—PTC）

决定绕组绝缘寿命的基本因素是温度。因此任何规定的允许过负荷持续时间，应以绝缘发热为依据。

其实热保护（热继电器），电流保护（断相与综合保护）的本质，都是按照电动机定子电流的大小规定允许过负荷时间的长短。然而，往往有这样的情况，即电流尽管没有超过额定值，可是电动机的温度却达到危险的数值，需要把电机从电网断开。由此看来，直接反映电机温度的保护，具有一定的优越性。

温度保护是利用安装在电动机内部的温度传感器来实现的。当电机达到一定温度时，继电器动作，并断开电动机的控制电路。

由于温度保护是把传感器放在电机内部的，这就可以实现很多情况下的保护。例如：重复短时运行（频繁起动）电机的过负荷，机械损耗剧增（包括转子与定子相碰），通风不良，由于电压或频率增加。此外，把感温元件放在电动机的内部，可消除各种环境温度对传感器的影响。

利用温度传感器监测电动机绕组温升是当前最直接和最可靠的保护方案。

GDBT 6—BX型电机全套保护装置，就是采用上述原理并克服了在实际运行中的不足而研制成功的。

此种保护装置，可在制造电动机时，就把传感器直接放在电动机绕组里。日本和德国等国的电机制造厂，已经普遍应用这一保护方案。

（下转27页）

```
case 9: fp2 = fpad; break;
}
```

3.2 基本图元处理

基本图元包括各种宽度线段,各种直径不同,象限不同圆弧,各种直径,各种形状(方形、圆形、金手指、通孔)的焊盘,矩形填充区,组成元件图元的线段,圆弧,焊盘等。

线段包括有四种宽度,即15mil、30mil、50mil和100mil。在PCAD我们可以用数条直线画出这线段,然后,再加在线段两头各一段圆弧,圆弧直径等于线的宽度,这样即可解决线的转折连接问题。

Tango中圆焊盘,都是用八角形来代替但实际应用还是以圆焊盘较好,因此,我们特将八角形焊盘转为圆形焊盘。其余部分均可容易转换过来。

3.3 封装元件图描述

封装元件图的基本图元分别放在元件面和印制面,即焊盘均放在元件面,线段和圆弧放在印制面。但于实际应用上来说,并不需要单独的封装元件图,因而,我们就没有专门挑出来放在一个专门的文件中。

4 结语

当前的CAD市场百花齐放,百家争鸣,国内外的各种CAD软件都很多,因而,如何根据自己的应用情况采用合适的软件,使之产生效益是CAD应用人员要掌握的技术。我们将Tango转换到PCAD既保留了二者各自的特长和优点,又能紧密合作,使之更好地完成我们的计算机绘图工作。不足之处,请各位专家指教。

~~~~~  
(上接30页)

## 3 发展趋势

我国电动机的保护发展有喜有忧。所高兴的是目前全国各地致力于电机保护的专家,八仙过海,各出奇招,研制并推出了我国新一代电动机保护装置,特别是电动机保护已列入“八五”规划这将会最大限度地促进我国电动机保护的发展。所忧的是,目前电机保护市场混乱,保护方式各式各样,使用户很难从中挑选一种好的产品,这样必将会影响电动机保护的发展,也会从某种程度上挫伤新产品开发的积极性。鉴于此,笔者走访了许多用户,经整理得出以下结论,作为电动机保护今后发展的趋势:

(1) 电动机保护装置保护功能符合电动机保护的要求,充分利用现代电子技术,向多功能集成化发展。数字式微机型的多功能电动机保护将是今后努力的方向。

(2) 应具有较宽的连续可调整定范围、方便、准确。

(3) 应具备完善的保护特性,即反时限特性,时间常数应连续可调,并具有热记忆功能。

(4) 体积小、重量轻、价格便宜、安装和维护方便。

(5) 应具有高度的可靠性和稳定性。