

保护器功能简介

家用和大多轻商型制冷系统所用到的保护器，是压缩机不可缺少的保护元件。当压缩机负载过大或温度过高时，压缩机马达绕组的温度会迅速上升到破坏电机的程度，这时过载保护器会自动断开电源，压缩机停止工作。而在规定的时间内又能自动闭合。如下图 1

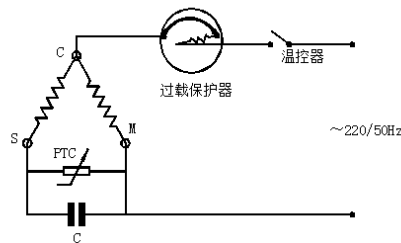
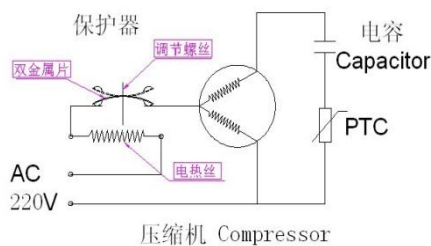


图 1 带启动电容和 PTC

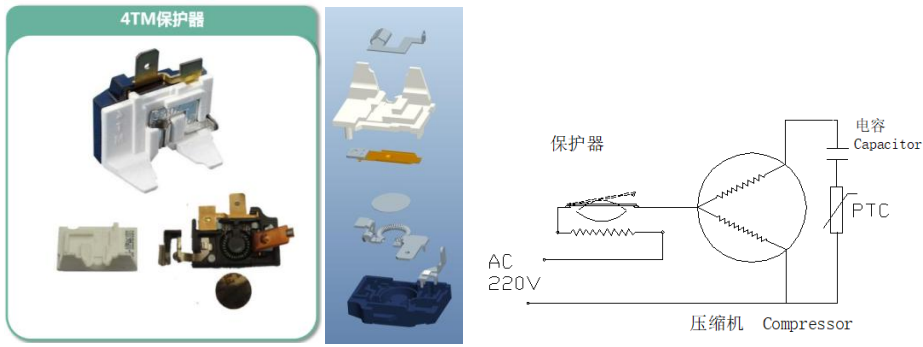
尼得科压缩机的保护器有两种形式：内置式（放置在压缩机内部）和外置式（固定在压缩机外壳上）。

1. 保护器的结构

a. 圆型保护器：带有一对触点的突跳型碟形双金属片，装在一个圆形耐热壳体内。碟形双金属片的下面装有加热器，用一对固定电极铆接在塑料壳体内并与碟形双金属片触点(即动触点)对应。

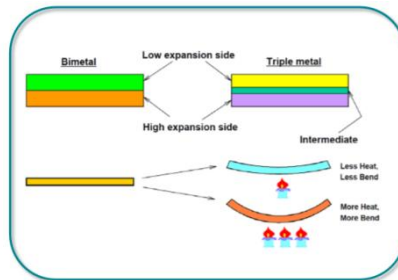


b. 扁型保护器：将碟形双金属片，装在一个内部为圆形耐热塑料壳体内。在双金属片的上方安装带有一个触点的簧片，簧片的一端固定在塑料壳体内并与发热丝连接。



2. 保护器的工作原理

保护器的核心元件是电热元件与双金属碟片。双金属碟片具有如图所视的温度-变形特性。当温度变化时，因为双金属高膨胀侧的膨胀系数远远高于低膨胀侧的膨胀系数，故产生弯曲，根据此特性来实现保护器闭合、断开的效果。



如图 2 所示 当电流流过发热元件时造成保护器温度升高， a-b 段 所示的复位状态和 c-d 段所示的反转状态是双金属 碟片形状的稳定状态；而 b-c 段是不稳定的过渡状 态。

碟片在复位状态时，当温度升高，弦高 h 略有减小， 当曲线 b 点时，其形状进入不稳定状态，并突 变到 曲线 d 点所示的反转形状；

在反转状态下，当温度下降时，反方向弦高 (-h) 略有减小，当到达曲线 c 点时，碟片形状产生突 变， 回复到复位状态 a 点。

图中曲线 b、c 点所对应温度为反转温度和复位温度。图 2 特性曲线显示，双金属碟片在反转温度或 复位 温度时，其弦高 h 产生较大幅度的突变，并使导电 触点迅速、可靠地断开。

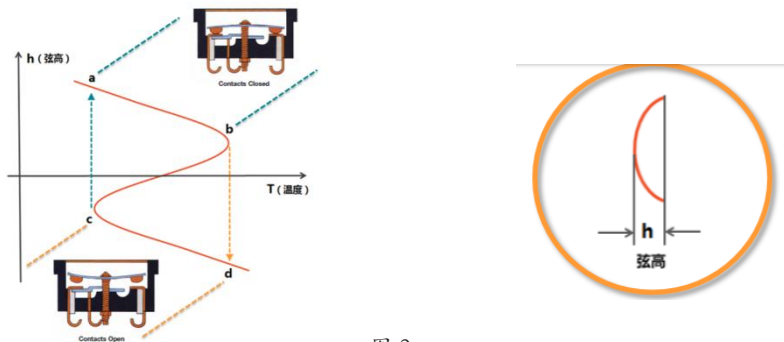


图 2

3. 保护器工作因素

$$Q = \underbrace{I^2 \times R \times t}_A + \underbrace{EPA}_B$$

- a. 双金属片和加热丝由电流流过产生的热量；（A）
- b. 环境温度增量；（B）
- c. 焦耳热和环境温度共同作用；（A+B）

即：

当电动机通过过大的电流时（譬如启动堵转），电热丝发热引起碟形双金属片弯曲翻转，并使接点断开，起到过载电流的保护作用。

当电动机-压缩机由于某种原因运转时间过长（譬如过负荷），致使压缩机壳温过高，使碟形双金属片受热弯曲翻转触点断开，起到过温升的保护作用。

4. 保护器重要特性

a. U.T.特性（Ultimate Trip Current）

最小动作电流：在规定的环境温度下，使保护器在规定的时间内动作而断开电路的最小电流。

当保护器所承载的电流小于此值时，双金属片升温所能达到的温度低于其反转温度，保护器将维持导通。

环境温度越高，对应的最小动作电流越小，一般用最小动作电流—环温曲线（即 UTC 曲线）图 3 表示。

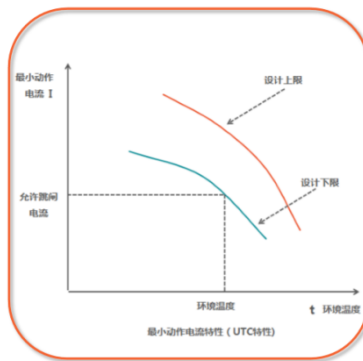
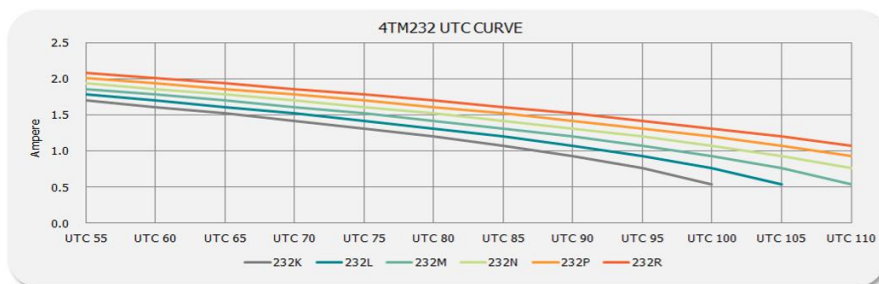


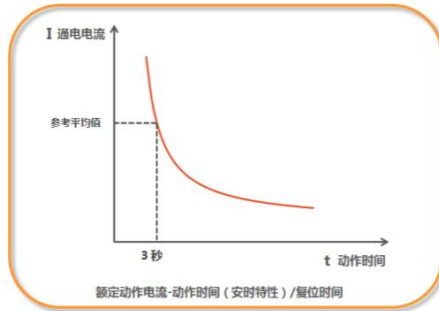
图 3

以保护器罩内温度与壳温的平均值作为效的保护器工作环温，以这个等效环温和录得的允许跳闸电流值为参照点，最小动作电流特性曲线的设计下限通过此点的保护器型号即是我们所要选择的型号。



a. S.T.特性 (Ultimate Trip Current)

初动作特性曲线(或叫安-时特性曲线)表示(另外还需说明在某一额定电流值下动作后的复位时间)。此曲线(图4)表示在标准环境温度下,保护器动作时间与通过电流值的关系。



额定动作电流: 保护器在特定温度时于规定时间内动作的电流值。
动作时间: 在特定温度时,自保护器第一次通以额定动作电流的瞬间起至保护器动作使电路断开的时间间隔。
复位时间: 在特定温度时,保护器自第一次断开电路至自动接通电路止的时间间隔

图 4

5. 保护器重要术语

a. 动作温度

保护器在不承受电流的情况下(允许有信号电流),使触点分离的温度。

b. 复位温度

保护器触点重新闭合的温度。

c. 最大过载电流

在规定环境温度下,允许通过保护器的最大过载电流值。

d. 动作时间

在规定环境温度下,自保护器第一次通以最大过载电流的瞬间起至保护器动作,电路断开的时间间隔。

e. 复位时间

在规定环境温度下,保护器自第一次断路至自动接通电路止的时间间隔。

f. 最小过载动作电流

在规定的环境温度下,使保护器在规定的时间内动作而断开电路的最小电流。

OLP 性能参数				
保护器 OLP	动作温度(°C) Trip Temp.	恢复温度(°C) Release Temp.	断开电流25°C-A Turn off Current	最大电流(A) Max. Current
B56-120	120±5°C	61±9°C	11±5s@5.6A	25.0A
T0865-G7	120±5°C	61±9°C	2.8~5.2s@40A	65.0A
MST304AMZ-3259	120±5°C	61±9°C	7.5~14.0s@7.7A	20.0A
BT73-105A61DX	105±5°C	61±9°C	10±5s@7.3A	15.5A
4TM232NFBYY-XX	120±5°C	61±9°C	10±5s@7.4A	15.6A

6 案例分析:

6.1 案例分析: 冰淇淋柜 SD-320

轻型商用箱体-320L 在热气化霜后在启动过程中出现保护器动作的现象。测试用压缩机为 Embraco NEK2160U, 性能参数以及工作范围分别见表 3 和图 5.

表 3 NEK2160U 压缩机性能数据

General Data		Electrical Data	
Refrigerant	R290	Motor Type	CSR
Evaporating Temp. Range	-40°C to -10°C	Starting Torque	HST
Expansion Device	Capillary or Expansion Valve	Maximum Motor Temperature	130 °C
Displacement	16.8 cm ³	Start Winding Resistance	11.7 Ω (± 10%) at 25°C
Horse power	3/4 hp	Run Winding Resistance	3.96 Ω (± 10%) at 25°C
		Locked Rotor Amperage (LRA)	18.00 A

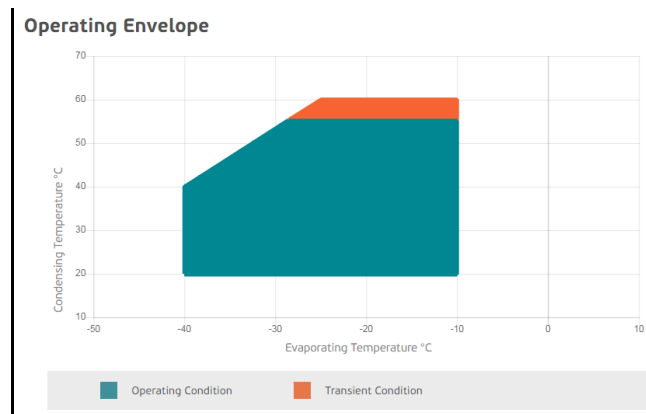


图 5 NEK2160U 压缩机工作范围

图 6 为该冰淇淋柜在 39°C 拉低温测试中所得到的压缩机保护器温度以及系统电流随时间变化曲线，热气化霜后，压缩机再启动时，保护器电流值大于该温度下的极限电流（见图 7-保护器 UTC 曲线），保护器动作，压缩机跳车。

因此，在热气化霜的小型制冷系统匹配压缩机时，也需要关注保护器是否满足热气化霜过程的需求。

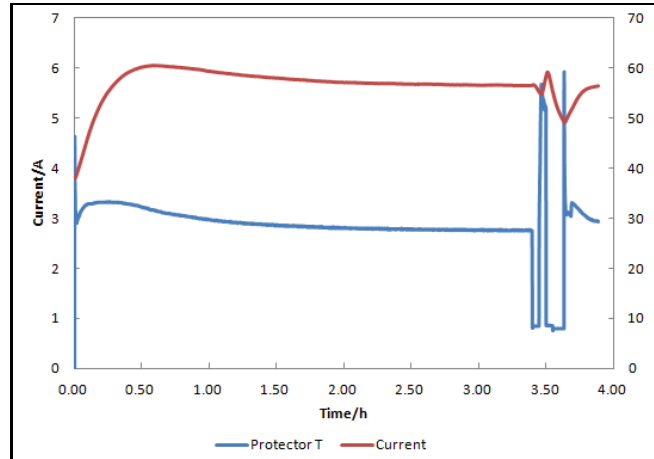


图 6 冰淇淋柜拉温实验@39℃-电流、保护器温度曲线

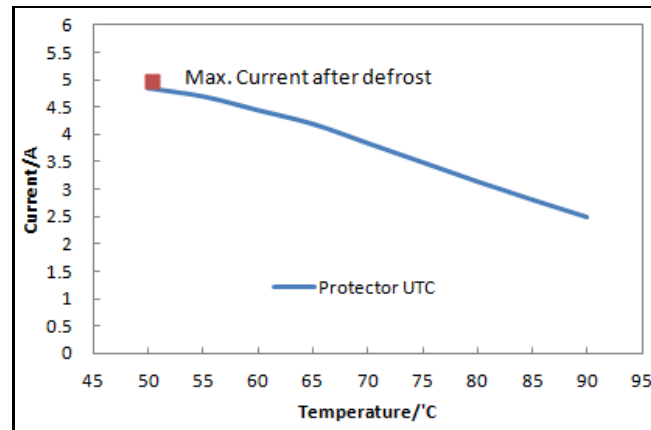


图 7 保护器 UTC 曲线

6.2 案例分析：QBO.4L2

箱体 QBO.4L2 在拉低温过程（Pull Down）中出现保护器动作的现象以及系统稳定运行过程中由于系统负载过高出现保护器动作的现象。测试用压缩机为 Embraco EMT2134U。

EMTE2134U 压缩机性能数据

General Data		Electrical Data	
Refrigerant	R290	Motor Type	CSIR
Evaporating Range	Temp. -40°C to -10°C	Starting Torque	HST
Expansion Device	Capillary or Expansion Valve	Maximum Motor Temperature	130 °C
Displacement	9.5 cm ³	Start Winding Resistance	22.33 Ω (± 10%) at 25°C
Horse power	1/3 hp	Run Winding Resistance	7.89 Ω (± 10%) at

	25°C
Locked Rotor Amperage (LRA)	14.9 A

- a. 图 8 为该箱体在 43°C 时，拉低温测试中所得到的压缩机保护器 MST304AMZ-3259 与时间变化曲线。压缩机在拉低温过程中，保护器电流在升高到一定温度时由于电流值大于该温度下的极限电流（见图 9-保护器 UTC 曲线），保护器动作，压缩机跳车；当温度回复到复位点温度时保护器闭合，由于此时箱体未达到标准温度点，则会持续进行拉低温，压缩机继续运行；直到 Pull Down 完成，而由于系统负荷减小，保护器电流值未超过极限电流，压缩机正常运行。

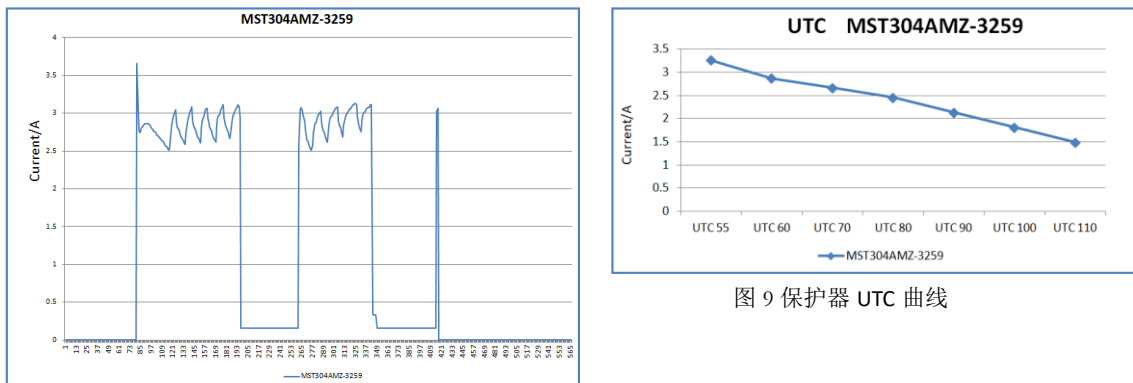


图 8

图 9 保护器 UTC 曲线

- b. 图 10 为该箱体在 43°C 时，通过关闭冷凝风扇来模拟系统负载压力增加所得到的系统温度变化曲线。

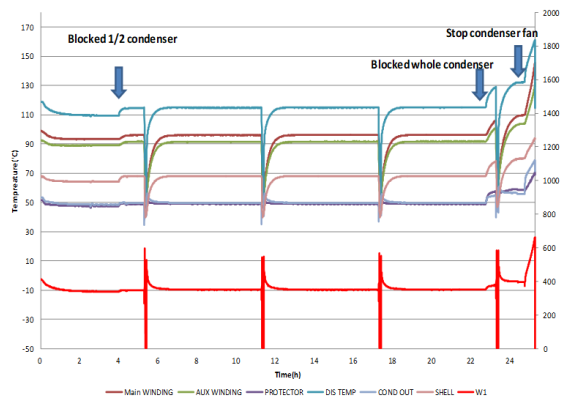


图 10

可以看出当冷凝风扇关闭时，保护器的温度随着系统负荷增加而上升，当保护器对应温度下的电流超过该温度点的极限电流值时，保护器会动作，压缩机停车。

另外在系统运行很长时间以后由于冷凝器表面堆积灰尘较多或者散热效果较差，也会出现这种压缩机停车现象。当系统吸排气压力不平衡或者压差相差较大时开启压缩机，此时由于在启动瞬间保护器通过的瞬时电流较大，直接超过极限电流值，也会造成保护器动作，压缩机停车。