

制冷自动控制的改进*

郑官杞

(农机系)

提 要

本文提出解决制冷压缩机中电动机起动频繁的一种方法。这方法是：在制冷压缩机低压侧安装一个自制电子管恒压控制仪，将原设计电动机起动所采用的单触点控制改进为双触点控制。经试验后效果表明，制冷压缩机中电动机起动频繁问题不仅获得解决，而且又能延长电触点压力表的使用寿命。

前 言

在温度、湿度、压强、液位等自动控制中，它们的控制方式一般有单触点控制与双触点控制。某些自动控制，例如电热加温的温度自动控制，单触点控制就能满足生产和科研上的要求。但有另一些自动控制，单触点控制则不能满足工作上的需要，例如有些制冷压缩机中的电动机，它是由低压侧的电触点压力表的触点来控制，如采用单触点控制，则电动机的停转与起动就会频繁，随之引起一系列的毛病。因此，它应采用双触点控制。有些文献^{〔1〕}、^{〔2〕}曾论述过晶体管双点控制装置，但解决的问题只是限于控制水位或液位。下面介绍我们在实践中如何将制冷压缩机中电动机的停转与起动从单触点控制改进为双触点控制，并且介绍电子管恒压控制仪。经过改进后的效果表明，制冷压缩机中电动机的起动频繁问题不仅获得解决，而且又能延长电触点压力表的使用寿命。

一、触点控制的改进

我园艺系冷藏库（由广州市设计院设计）建于1966年，该冷藏库在设计上分温度自动控制和制冷自动控制两部分。温度自动控制部分，由电触点温度计控制电磁阀调节制冷剂进入管道来进行工作；制冷自动控制部分，由电触点压力表控制制冷压缩机中的电动机来进行工作。该设计在这两个自控系统中均应用单触点控制。

*本文承园艺系罗汝南副教授提出宝贵意见，冷藏库吴振增、郭政波同志协助试验，均此致谢。

在制冷自控部分, 制冷压缩机在进行制冷时, 低压侧电触点压力表的压强变化, 会受到温度自控部分中电磁阀的打开与关闭所影响: 电磁阀打开时, 制冷剂进入库内管道蒸发制冷, 压强会升高; 电磁阀关闭时, 阻止制冷剂进入库内管道, 则压强会降低。这种现象在低压侧表现较为敏感, 因此一般多用低压侧的电触点压力表的触点来控制电动机进行制冷。

由于设计上采用单触点控制来进行自控(图1-a), 当低压侧电触点压力表的指针(它随压强变化而移动)与所要求控制的某一压强点相接触时, 电动机即停转, 当指针与该压强点分离时, 电动机即起动。这样, 电动机的停转与起动就会频繁。而且问题更严重的还在于: 当指针与所要求控制的某一压强点相接近时, 由于制冷压缩机在运转时振动比较剧烈, 它会使指针与压强点形成忽触忽离的情况, 因而造成电动机的停转与起动更为频繁, 往往会引起一系列毛病的出现, 以致影响该装置的使用寿命。因此建冷库以来, 制冷部分极少用自动控制, 而是用人工手动来控制。

为了解决上述制冷自动控制的存在问题, 我们将原设计的控制线路作一些修改, 在制冷压缩机低压侧多安装一个自制的电子管恒压控制仪(图1-b)。由于电子管恒压控制

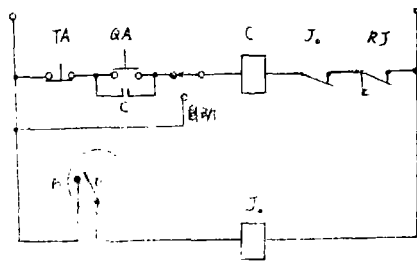


图1-a 原设计低压侧压强控制线路图

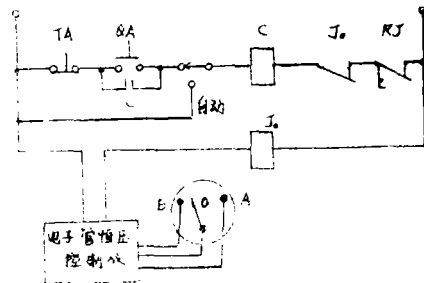


图1-b 改进后低压侧压强控制线路图

仪采用双触点控制, 当电触点压力表的指针与下限(低压侧压强的上限与下限在制冷前按实际需要调整好)触点接触时, 电动机即自行停转。当电触点压力表的指针与上限触点接触时, 电动机即自行起动。这样, 就使原设计的单触点控制改进为双触点控制。改进后整个制冷装置工作稳定, 制冷就能按我们的需要自动进行, 解决了长期存在的制冷部分自动控制问题。

二、电子管恒压控制仪

1. 设计要求

本仪器的设计要求是控制制冷压缩机低压侧的压强, 例如要求控制压强范围在1.89(上限)与0.96(下限)公斤/厘米²之间。当压强下降至下限时, 电动机要自行停止转动; 当压强到达上限时, 电动机要自行起动。

2. 线路图

图2是改进后制冷压缩机低压侧压强控制线路, 其中虚线矩形部分是电子管恒压控

制仪线路图。

T——变压器。初级线圈电压220伏，次级线圈电压250伏与6.3伏。

J₁J₂——JTX型继电器。直流电压110伏，直流电流10毫安。

6NI——双三极电子管。

C₁C₃——纸质电容器。交流电压400伏，100P。

C₂C₄——电解质电容器。直流电压150伏，20微法。

R₁R₃——炭膜电阻。½瓦，10KΩ。

R₂R₄——炭膜电阻。½瓦，100KΩ。

圆圈部分代表电触点压力表。A表示压强的上限触点，B表示压强的下限触点，这两个触点可根据实际需要调整在一定范围内。压力表的指针0是随压强改变而左右摆动，

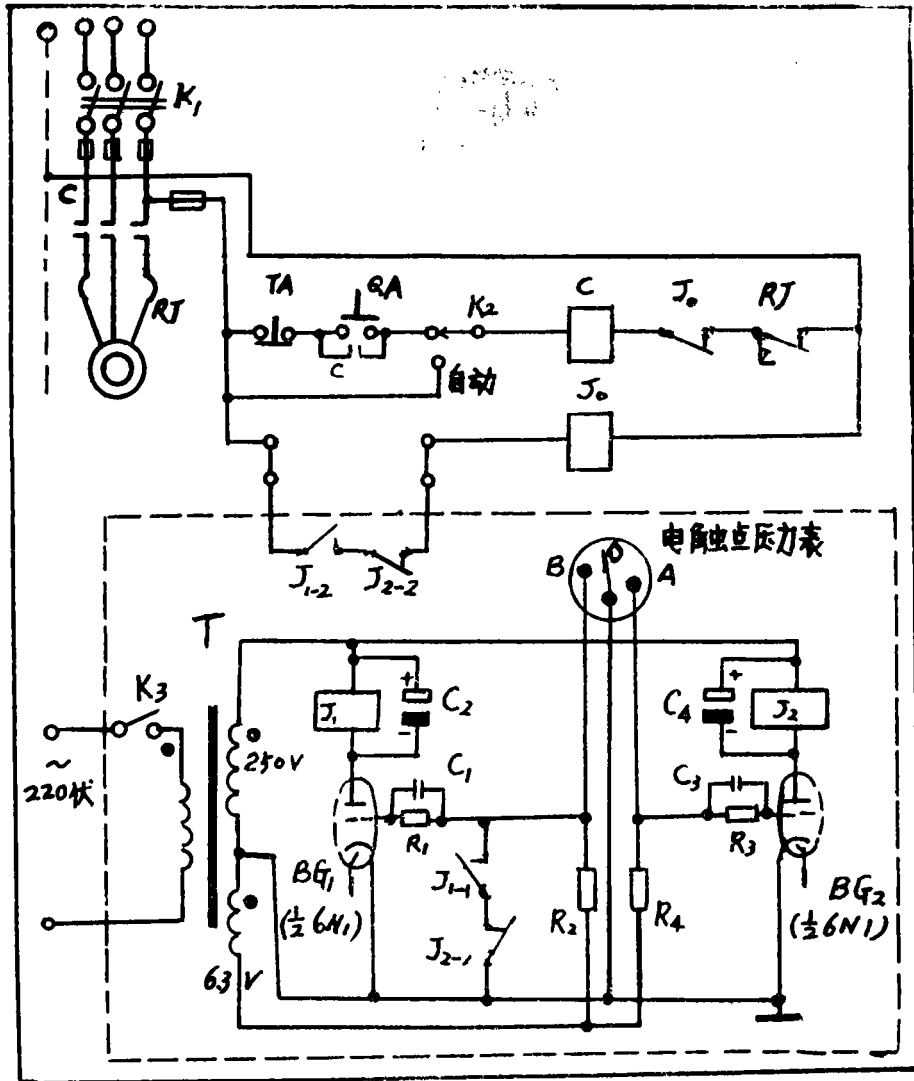


图2 制冷压缩机低压侧压强控制线路图

当压强降低时指针 0 向左摆动, 当压强升高时指针 0 向右摆动。因此, 压强降到下限的数值时, 指针 0 就和 B 点接触, 压强升到上限的数值时, 指针 0 就和 A 点接触。

3. 工作原理

为了阐明电子管恒压控制仪的工作原理, 我们先来讨论图 3 电路。

从图 3 可知, 当正弦交流电压接于变压器初级线圈时, 次级线圈会感应出正弦交流

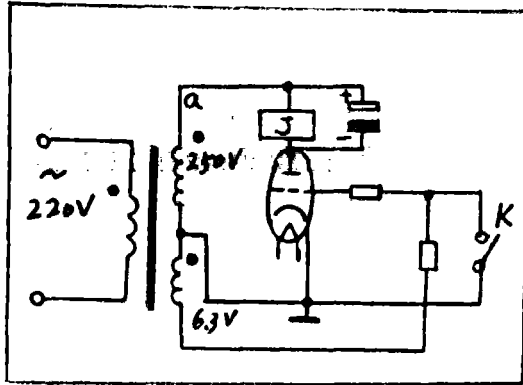


图 3

电动势。a 点在正半周时, 电子管阳极相对其阴极的电位为正。a 点在负半周时, 阳极相对阴极为负。根据电子管的单向导电性^[3]和 6N1 电子管特性曲线图知道, a 点在负半周时, 电子管的阳极电流为零。a 点在正半周时, 则提供产生阳极电流的可能性。但这时如果在栅极上加上相对阴极为负的电位, 而这负电位又足够大(例如 -6.3 伏), 致使电子管截止, 阳极电流也为零。因此, 在上述情况下, 当开关 K 打开时, 不论 a 点处在负半周或是正半周, 电子管都是截止的, 继电器 J 没有电流通过, 它不会动作。但当开关 K 闭合, 栅极获得零电位, a 点是正半周时, 则电子管就会有脉动的电流通过, 继电器就会动作。

脉动电流使继电器 J 动作, 其吸合是不够稳定的。为了使继电器 J 的吸合较为稳定, 可利用电容器的充放电作用, 在继电器线圈的两个端点并联一个适当的电解质电容器, 将会消除继电器 J 吸合的脉动性。

脉动电流使继电器 J 动作, 其吸合是不够稳定的。为了使继电器 J 的吸合较为稳定, 可利用电容器的充放电作用, 在继电器线圈的两个端点并联一个适当的电解质电容器, 将会消除继电器 J 吸合的脉动性。

电子管栅极负偏压是由变压器次级另一绕组(6.3 伏)来供给。变压器的两个次级绕组应这样联接: 当阳极电位为正时, 栅极的电位为负。于是, 按图 3 的联接就可以得到这样的结果: 当 K 打开时, 栅极电位为负, 电子管截止, 继电器不动作; 当 K 闭合时, 栅极电位为零, 电子管间歇导通, 继电器 J 吸合。

下面我们讨论“电子管恒压控制仪”的工作原理。

从图 2 中可以知道, 电子管恒压控制仪线路图主要是由两个图 3 电路所组成, 不同的是将电触点压力表的指针与下限触点(或上限触点)代替相应的开关 K, 并且在地与 R_1 之间接上有关的触点(J_{1-1} 和 J_{2-1})。

从图 2 中亦可知道, 将电动机电源开关 K_1 合上, 按下起动按钮 QA, 则电动机就能起动。待制冷压缩机运行正常, 即低压侧的压强在控制的压强范围时, 合上电子管恒压控制仪的电源开关 K_3 , 并将转换开关 K_2 拨至自动位置, 此时电动机仍继续转动, 但从此便开始进入压强自动控制状态。

电动机继续转动, 制冷压缩机低压侧的压强也继续下降, 电触点压力表的指针 0 随着向左摆动, 当指针 0 和下限触点 B 接触时, BG_1 的栅极电位变为零, BG_1 间歇导通, 继电器 J_1 有电流通过而吸合, 常开触头 J_{1-1} 和 J_{1-2} 闭合。 J_{1-2} 的闭合, 是使中间继电器 J_0 获得电流而动作, J_0 的常闭触头打开, 交流接触器 C 没有电流, C 的常开触头复位打

开, 电动机停转。随后, 低压侧的压强从下降转为上升。 J_{1-1} 的闭合, 是将 R_1 直接与地相接而使 BG_1 的栅极保持零电位。这时虽然由于低压侧的压强从下降转为上升, 指针0向左摆动转为向右摆动而使它与B点分离, 但继电器 J_1 仍有电流通过, J_{1-2} 仍闭合, 中间继电器 J_0 仍有电流通过, J_0 的常闭触头仍打开, 交流接触器C仍没有电流, 电动机仍停转, 压强继续上升。

当压强继续上升使指针0与上限触点A相接触时, BG_2 栅极获得零电位, BG_2 间歇导通, 继电器 J_2 有电流通过而吸合, J_2 的常闭触头 J_{2-1} 与 J_{2-2} 打开。 J_{2-2} 的打开, 使中间继电器 J_0 没有电流, J_0 的常闭触头复位闭合, 交流接触器C有电流, C的常开触头闭合, 电动机转动。 J_{2-1} 的打开, 是使 R_1 从与地相接又转为与地分离, 而 BG_1 栅极获得负电位, BG_1 截止, J_1 没有电流通过, J_{1-1} 与 J_{1-2} 复位打开。当电动机转动后, 低压侧的压强从上升又转为下降, 指针0与A点又分离, BG_2 栅极又获得负电位, BG_2 截止, 继电器 J_2 没有电流通过, J_{2-1} 与 J_{2-2} 复位闭合。这时, 整个电子管恒压控制仪恢复到原来的状态。

制冷压缩机低压侧的压强继续下降, 指针0继续向左摆动, 当指针0与B点又接触时, 第二个循环又开始……。这样就能将低压侧的压强自动地控制在人们所需要的AB范围内。

4. 仪器的使用情况及性能

(1) 电子管恒压控制仪经过冷藏库试用结果表明, 工作可靠, 达到设计要求。现已将它安装在冷库内使用。

(2) 建冷库以来, 因电动机起动频繁, 不能做到制冷自动控制, 但安上电子管恒压控制仪后, 从表2中看出, 电动机每天的起动次数为15—20次/天, 能够做到制冷自动控制。

(3) 表1是测试两个电子管恒压控制仪性能的数据。从表1中看出: 当电源电压为250伏时, 继电器吸合, 它的最大电流为9.5毫安, 在额定值范围以内。当电源电压降至195伏时, 继电器也能吸合。因此本仪器能在电源电压220伏 \pm 10%范围内正常工作。

(4) 原设计采用单触点控制低压侧压强时, 图1-a中继电器 J_0 的额定值是交流220伏, 10毫安。当0点与B点相接触时, 通过电触点压力表的触点电流是10毫安, 有火花出现。但安装了电子管恒压控制仪, 改进为双触点控制低压侧压强后, 从表1中看出电触点压力表的触点最大电流为5.6微安, 在10微安以下, 也即为原设计的千分之一, 并无火花出现。因此, 可延长电触点压力表的使用寿命。

表1 电子管恒压控制仪性能测试表

仪器编号	电子管 (1/2 6N1)	电源电压 (伏)	继电器吸合与否	继电器电流 (mA)		电触点压力表		
						触点电流 (μ A)	触点火花	
1	BG ₁	250	吸合	J ₁	8.8	B 触点	5.6	无
		220	吸合		7.2		4.3	无
		195	吸合		5.9		2.6	无
		190	不吸合		5.6		2.2	无
	BG ₂	250	吸合	J ₂	8.9	A 触点	5.0	无
		220	吸合		7.4		3.8	无
		180	吸合		5.3		1.0	无
		170	不吸合		4.8		0.8	无
2	BG ₁	250	吸合	J ₁	9.2	B 触点	2.4	无
		220	吸合		7.6		1.6	无
		170	吸合		4.8		0.2	无
		160	不吸合		4.1		0.1	无
	BG ₂	250	吸合	J ₂	9.5	A 触点	1.8	无
		220	吸合		7.7		1.0	无
		190	吸合		6.0		0.4	无
		180	不吸合		5.4		0.2	无

说明：测试BG₁时常闭触点J₂₋₁断开。

表2 电子管恒压控制仪使用情况表

冷库编号	冷库容积 (米 ³)	冷库控制温度 (°C)	低压侧压强控制范围 (公斤/厘米 ²)	电动机启动次数 (次/天)
1	17.1	1—3	1—1.8	15—20
2	17.1	7—9		
8	23.3	10—15		
4	9.9	15—20		
5	15.1	1—3		

说明：表中材料是园艺系冷藏库在1979年12月至1980年5月冷藏柑桔试验使用电子管恒压控制仪时的数据，由园艺系冷藏库提供。

参 考 文 献

- [1] 清华大学电子工程系及工业自动化系,《晶体管电路》,1975年3月版,第一册,7—10页。
 [2] 龚斌,液位控制中光电效应的运用。《无线电》,1978年第6期,1—2页。
 [3] A.B.叶罗非也夫,《热力过程中控制及调整的电子装置》,1960年8月版,113页,刘孟平译。

Improvement on the automatic control in refrigeration

Chang Koon-kee

(Department of Agricultural Machinery, SCAC)

Abstract

This paper presents a method to solve the problem of incessant starting of the motor in a refrigerant compressor. Added to the low-pressure side of the refrigerant compressor is a self-made vacuum tube constant pressure control unit. The original single contact control was altered to a two contact control. The results of the experiment showed that not only the problem of incessant starting of the motor can thus be solved properly, the duration of the electrical contact point pressure gauge can also be prolonged.