

带经济器的飞机蒸发循环制冷系统方案研究

王炬*, 高赞军, 李胜全, 王倩

中航工业南京机电液压工程研究中心, 江苏 南京 211106

摘要: 针对飞机蒸发循环制冷系统提高性能、可靠性和经济性的需求, 本文对带经济器的蒸发循环制冷系统进行了研究, 包括工作原理分析以及热力循环分析, 并对不同形式带经济器的蒸发循环制冷系统以及传统单级蒸气压缩制冷系统进行了模拟计算, 从系统性能和系统代偿损失两方面对几种系统方案进行了对比分析。结果表明, 闪发器前节流系统性能和代偿损失均为最优, 可有效提高系统在低蒸发温度下运行时的性能, 提高系统的工作可靠性和经济性。

关键词: 经济器; 飞机; 蒸发循环; 制冷; 闪发器; 代偿损失

中图分类号: V245.3 文献标志码: A 文章编号: 1007-5453 (2016) 10-0060-08

目前, 飞机环境控制系统中广泛应用的制冷系统主要有 2 种: 空气循环制冷系统和蒸发循环制冷系统。空气循环系统结构简单、维修性好, 其突出的优点是可以同时实现座舱的增压、制冷和通风, 缺点是采用发动机引气驱动, 效率低, 适用于小制冷量且需要增压的座舱环境。与空气循环制冷系统相比, 蒸发循环制冷系统具有性能系数高, 易实现大制冷量要求, 受飞机飞行高度、速度影响较小, 地面停机制冷能力大, 低空易除湿等优点, 适用于非增压舱制冷及大功率电子设备冷却。

随着飞机电子设备制冷量需求的不断提高, 以及面向厨房制冷、货舱制冷、再循环空气冷却等需求, 蒸发循环制冷系统广泛地应用于飞机环境控制系统中。国内外多型先进战机采用了“座舱采用空气循环制冷 + 电子设备采用蒸发循环制冷”的组合方式, 如 F-22 等; 国外多型先进客机中采用了“座舱采用空气循环制冷 + 辅助冷却采用蒸发循环制冷”的组合方式, 如 B-787、A-380 等; 国内外直升机采用蒸发循环制冷系统进行座舱及电子设备冷却也已成为主流趋势, 如 NH-90、AH-64D、S-92 等。

国内飞机蒸发循环制冷系统大都采用具有基本构型的单级蒸气压缩制冷循环, 其蒸发温度一般较高, 压缩比较小。当飞机需要系统运行在更低的蒸发温度工况时, 如食品冷

冻, 将出现压缩比增大、压缩机排气压力过高、能效比显著下降等一系列问题。而且, 随着机载产品尤其民用飞机产品对经济性的要求越来越高, 这就需要在方案设计阶段选择系统功重比更高的方案。综合以上两点, 并结合飞机对产品技术成熟且可靠性高的要求, 本文在进行飞机蒸发循环制冷系统优化方案选择时应遵循以下原则: (1) 系统构型简单, 技术复杂度低。(2) 在较低蒸发温度时具有较高的性能系数。(3) 系统对飞机性能代偿损失较低。

经研究发现, 工程可行的节能循环方式中, 带经济器的准二级压缩循环系统较为简单可靠, 不会对单级压缩循环系统结构造成很大改变; 技术复杂度低, 易于实施; 可有效提高循环的性能系数。在蒸发循环系统中, 经济器用来提高系统能效比, 从而提高系统运行的经济性, 常见的经济器有闪发器、过冷器等。通过对国外飞机蒸发循环制冷系统的调研, 已有带经济器的蒸发循环制冷系统应用于成熟飞机型号中。如 B-787 飞机的辅助制冷单元 (Supplemental Cooling Unit, SCU), 如图 1 所示。NH-90 直升机的空调系统也采用了这种构型的系统。

因此, 本文主要对带经济器的蒸发循环制冷系统进行循环分析, 并针对某型飞机蒸发循环制冷系统工况, 对不同

投稿日期: 2016-07-18; 退修日期: 2016-08-08; 录用日期: 2016-08-11

* 通讯作者. Tel.: 13770963877 E-mail: wangju9876@163.com

引用格式: WANG Ju, GAO Zanjun, LI Shengquan, et al. Research for the vapor cycle cooling system with economizer of airplane [J]. Aeronautical Science & Technology, 2016, 27 (10): 60-67. 王炬, 高赞军, 李胜全, 等. 带经济器的飞机蒸发循环制冷系统方案研究 [J]. 航空科学技术, 2016, 27 (10): 60-67.

形式经济器系统及单级压缩系统（下称“单级系统”）进行性能对比分析和代偿损失对比分析，为飞机蒸发循环制冷系统优化方案选择提供理论支持。

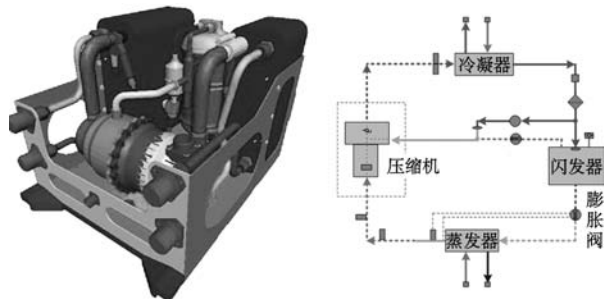


图1 B-787飞机辅助制冷单元(SCU)

Fig.1 SCU of B-787

1 带经济器的节能循环系统

典型的经济器循环包括过冷器循环和闪发器循环，其中，闪发器循环根据一次节流位置的不同又分为闪发器前节流循环和闪发器后节流循环^[1,2]。

1.1 闪发器前节流系统

闪发器前节流系统循环过程（见图2）如下：

(1) 冷凝过程：高温、高压的制冷剂气体经冷凝器将热量传递给高温防冻液回路中冷却液后，变为高温高压且具有一定过冷度的液体（4点）。

(2) 节流过程：从冷凝器出来的高压制冷剂液体经膨胀阀A节流到某一压力变为汽液混合物（4'点）后进入闪发器，在闪发器中，处于上部的制冷剂蒸气通过辅助进气口（6点）被压缩机吸入，该回路称为辅路（即补气路）；制冷剂蒸气的不断闪发致使闪发器下部的制冷剂液体过冷，过冷后的制冷剂液体（5点）再经膨胀阀B节流到蒸发压力（5'点）后进入蒸发器，该回路称为主路。

(3) 蒸发过程：在蒸发器内，主路的制冷剂吸收低温防

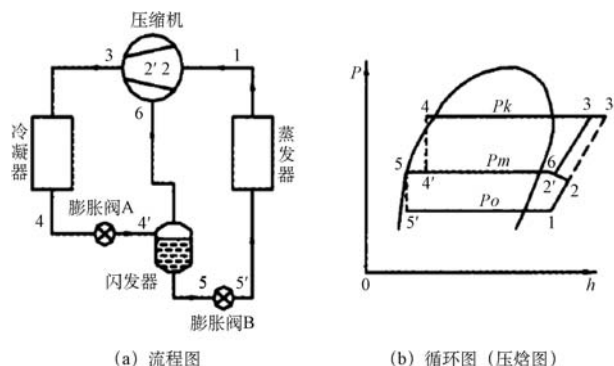


图2 闪发器前节流系统

Fig.2 The system with throttling before flash tank

冻液回路中的热量而变为低压气体通过吸气口（1点）被压缩机吸入。

(4) 压缩过程：从蒸发器吸入的制冷剂被压缩到一定压力后（2点）和辅路吸入的制冷剂（6点）在压缩机工作腔内混合（2'点），再进一步压缩后排出压缩机外（3点）。

1.2 闪发器后节流系统

闪发器后节流系统如图3所示，与闪发器前节流系统所不同的是：从冷凝器出来的高压制冷剂液体直接进入闪发器中，处于上部的闪发蒸气（4'点）经膨胀阀A节流到中间压力（6点）后通过辅助进气口被压缩机吸入，此路成为辅助回路。

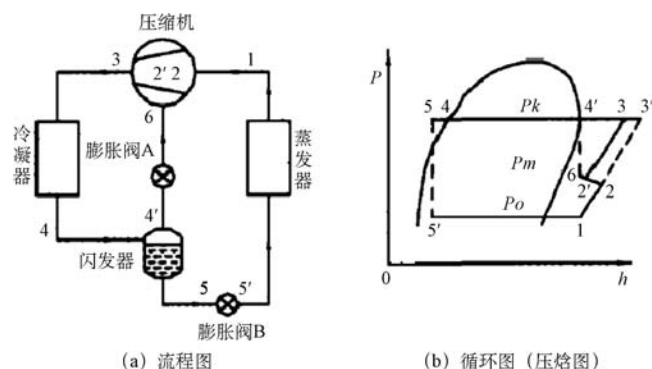


图3 闪发器后节流系统

Fig.3 The system with throttling after flash tank

1.3 过冷器系统

过冷器系统如图4所示。与闪发器系统不同的是，从冷凝器出来的制冷剂液体分为2部分：一部分直接进入过冷器，另一部分经膨胀阀B节流到中间压力进入过冷器。这两部分制冷剂在过冷器中产生热交换，后一部分汽化后被压缩机辅助进气口吸入，前一部分得到进一步过冷后，经膨胀阀A进入蒸发器。

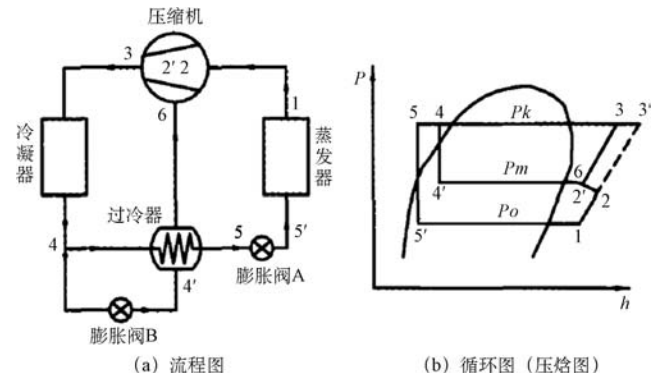


图4 过冷器系统

Fig.4 Subcooler system

从以上分析来看,闪发器系统是两级节流的经济器系统,它更接近于两级压缩循环。其中,闪发器前节流系统进入压缩机补气口的气体接近于饱和蒸气;闪发器后节流系统的膨胀阀 A 设置于压缩机补气路上,节流作用将导致压缩机补气口的气体存在更大的过热度。因此,闪发器前节流系统性能优于闪发器后节流系统,在后续分析中,本文选择闪发器前节流系统作为闪发器系统的代表形式。

2 热力循环分析

以闪发器前节流系统为例进行热力循环分析^[3,4],过冷器系统热力循环分析与其相似。

(1) 补气量

将压缩机的补气过程简化为绝热增压、等容混合的过程,忽略不计过程中压力损失,相对补气量可表示为:

$$\alpha = \frac{m_b}{m_e} = \frac{m_e - m_b}{m_e} = \frac{v_2}{RkT_6}(p_2 - p_2) \quad (1)$$

式中: m_b 为补气路制冷剂流量,单位为 kg/s; m_e 为蒸发器制冷剂流量,单位为 kg/s; m_c 为冷凝器制冷剂流量,单位为 kg/s; v_2 为点 2 处制冷剂比容,单位为 m^3/kg ; R 为制冷剂气体常数,单位为 $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$; k 为制冷剂等熵指数; T_6 为点 6 处制冷剂温度,单位为 K; p_2, p_2 为点 2, 点 2' 处制冷剂压力,单位为 kPa。

(2) 补气 - 压缩过程压缩功

根据质量守恒定律、能量守恒定律以及非稳态流热力系统的气体微分状态方程,积分得到补气 - 压缩过程的比压缩功,表示为:

$$w_{2-2'} = \frac{p_2 v_2 (1 + \alpha) - p_2 v_2}{k - 1} \times 100 - \frac{k R \alpha}{k - 1} \times T_6 \quad (2)$$

(3) 各状态点的焓

将过程 1-2 视为等熵压缩过程,则 2 点的焓为:

$$h_2 = h_1 + w_{1-2} \quad (3)$$

式中: w_{1-2} 为过程 1-2 的比压缩功,单位为 kJ/kg。

将补气过程视为绝热过程,则 2' 点的焓为:

$$h_{2'} = \frac{\alpha h_6 + h_2 + w_{2-2'}}{1 + \alpha} \quad (4)$$

式中: $w_{2-2'}$ 为过程 2-2' 的比压缩功,单位为 kJ/kg。将过程 2'-3 视为等熵压缩过程,则 3 点的焓为:

$$h_3 = h_{2'} + w_{2'-3} \quad (5)$$

式中: $w_{2'-3}$ 为过程 2'-3 的比压缩功,单位为 kJ/kg。

根据闪发器的能量平衡方程,则 5 点的焓为:

$$h_5 = (1 + \alpha)h_4 - \alpha h_6 \quad (6)$$

(4) 主要性能指标

$$\text{制冷量: } Q_e = m_e(h_1 - h_5) \quad (7)$$

压缩功:

$$W = m_e(h_3 - h_2) + m_e(h_2 - h_4) + m_e w_{2-2'} \quad (8)$$

$$\text{制冷: } \text{COP} = \frac{Q_e}{W} \quad (9)$$

3 系统性能对比分析

3.1 计算输入分析

这里对不同形式的蒸发循环制冷系统性能进行模拟计算和对比分析,各种形式系统的方案设计均针对某型民用飞机蒸发循环样机要求进行,该型样机制冷量需求为 8kW,工况涵盖各个冷凝温度下不同蒸发温度要求^[5],系统工况设置如表 1 所示。

表 1 系统工况设置
Table 1 System parameter setup

冷凝温度 / (°C)	35, 45, 55
蒸发温度 / (°C)	-25, -15, -10, -5, 0

方案 1 为闪发器前节流系统,方案 2 为过冷器系统,方案 3 为传统单级系统。在方案设计中,以方案 1 和方案 2 作为方案 3 的优化方案,方案设计过程中尽可能采用相同的设计输入,有如下考虑:

(1) 3 种方案中压缩机均为电驱动,且具有相同等熵效率、容积效率、机械效率和电机效率。

(2) 3 种方案选择相同的过热度 (5°C) 和过冷度 (5°C)。

(3) 方案 1 和方案 2 采用相同型号的带中间补气结构的涡旋压缩机。

性能参数对比包含以下 3 个方面:

(1) 性能系数 (Coefficient of Performance, COP)。性能系数是对系统性能优劣最为直观的参数,由于制冷量需求恒定,因此,压缩机电功耗与 COP 值成反比,本文不再单独对电功耗进行对比。

(2) 冷凝器热载荷。对于蒸发循环制冷系统来说,系统从低温环境吸收的热量以及系统自身产生的热量均会转移至冷凝器热边,并由飞机最终热沉 (燃油或外界空气) 吸收,因此,冷凝器热载荷对热沉需求有直接影响。

(3) 压缩机排气温度。压缩机作为系统核心部件,其可靠性对系统可靠性有至关重要的影响,而排气温度作为影响压缩机可靠性的重要参数应进行考核。

3.2 模拟计算结果

3.2.1 性能系数

COP 计算结果如图 5~ 图 7 所示。

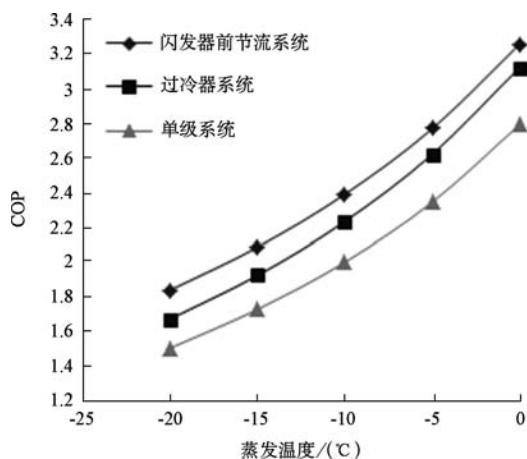


图5 冷凝温度 35°C 时,各系统 COP 计算结果

Fig.5 COP of each system when the condensation temperature is 35 °C

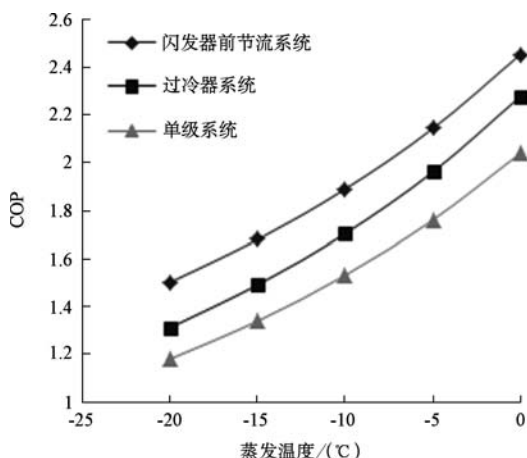


图6 冷凝温度 45°C 时,各系统 COP 计算结果

Fig.6 COP of each system when the condensation temperature is 45 °C

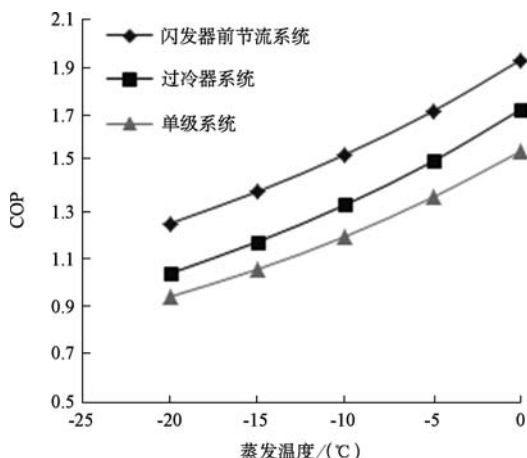


图7 冷凝温度 55°C 时,各系统 COP 计算结果

Fig.7 COP of each system when the condensation temperature is 55 °C

从 COP 计算结果可以得出:

(1) 闪发器前节流系统 COP 最高,其次为过冷器系统,单级系统 COP 最低。

(2) 在各冷凝温度下,闪发器前节流系统对单级系统 COP 的提高率均随蒸发温度降低而升高,如图 8 所示。冷凝温度 35°C 时,提高率为 5.0%~10.1%,冷凝温度 45°C 时,提高率为 8.2%~14.4%,冷凝温度 55°C 时,提高率为 12.2%~19.3%。

(3) 在各蒸发温度下,闪发器前节流系统对单级系统 COP 的提高均随冷凝温度升高而升高,如图 8 所示。

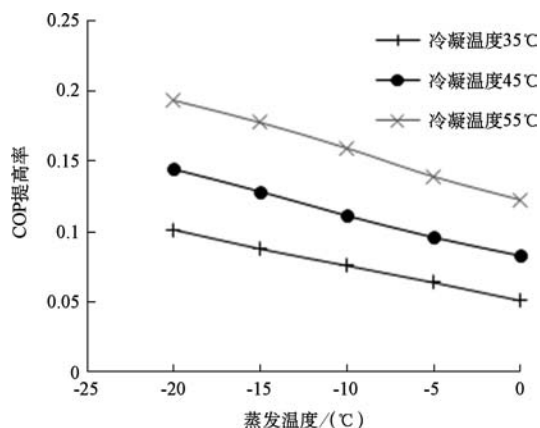


图8 闪发器前节流系统对单级系统 COP 的提高率

Fig.8 The COP improvement of single system via the throttle valve before the flash tank

3.2.2 冷凝器热载荷

冷凝器热载荷计算结果如图 9~图 12 所示。从冷凝器热载荷计算结果可以得出:

(1) 闪发器前节流系统冷凝器热载荷最低,其次为过冷器系统,单级系统冷凝器热载荷最高。

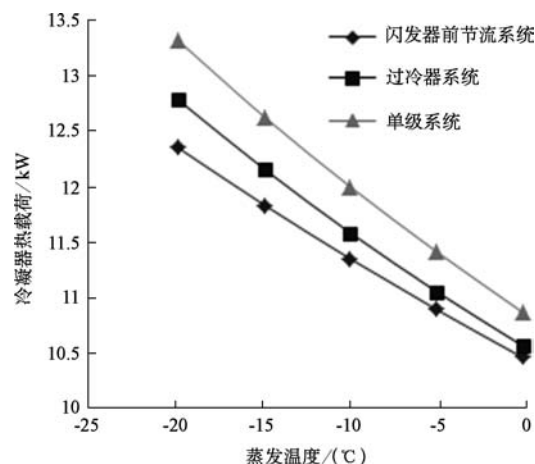


图9 冷凝温度 35°C 时,各系统冷凝器热载荷计算结果

Fig.9 The heat load of condenser in each system when the condensation temperature is 35 °C

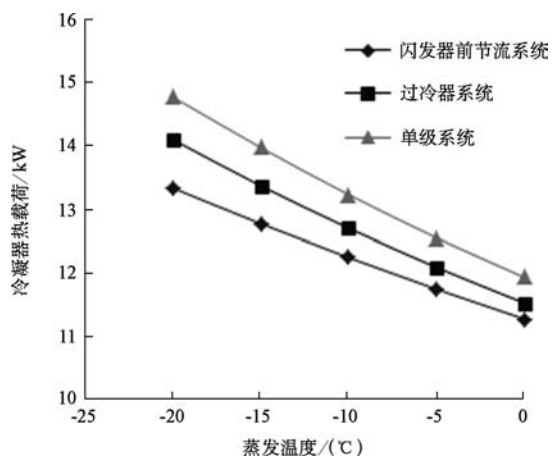


图 10 冷凝温度 45°C 时,各系统冷凝器热载荷计算结果
Fig.10 The heat load of condenser in each system when the condensation temperature is 45°C

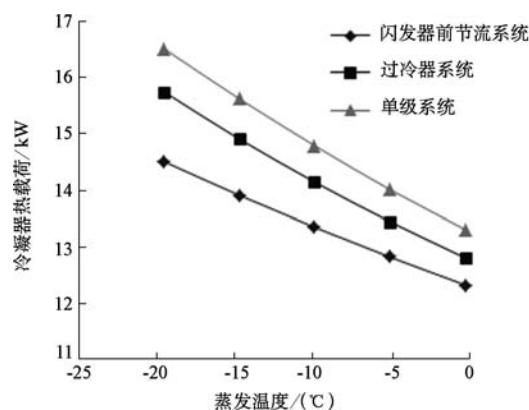


图 11 冷凝温度 55°C 时,各系统冷凝器热载荷计算结果
Fig.11 The heat load of condenser in each system when the condensation temperature is 55°C

(2) 在各冷凝温度下,闪发器前节流系统对单级系统冷凝器热载荷的降低率均随蒸发温度降低而升高,如图 12 所示。冷凝温度 35°C 时,降低率为 3.7%~7.3%,冷凝温度 45°C 时,降低率为 5.5%~9.8%,冷凝温度 55°C 时,降低率为 7.8%~12.7%。

(3) 在各蒸发温度下,闪发器前节流系统对单级系统冷凝器热载荷的降低率均随冷凝温度升高而升高,如图 12 所示。

3.2.3 压缩机排气温度

压缩机排气温度计算结果如图 13~图 15 所示。从压缩机排气温度计算结果可以得出:

(1) 闪发器前节流系统压缩机排气温度最低,其次为过冷器系统,单级系统压缩机排气温度最高。

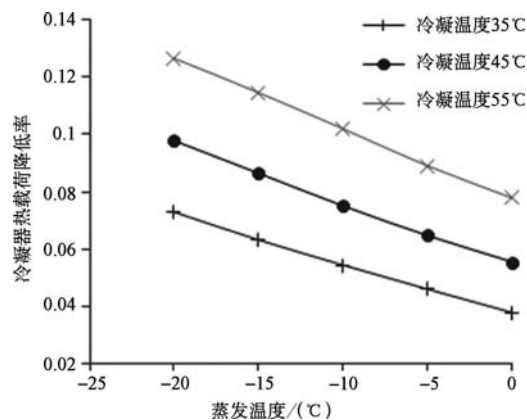


图 12 闪发器前节流系统对单级系统冷凝器热载荷的降低率
Fig.12 The heat load decline of condenser in single system via the throttle valve before the flash tank

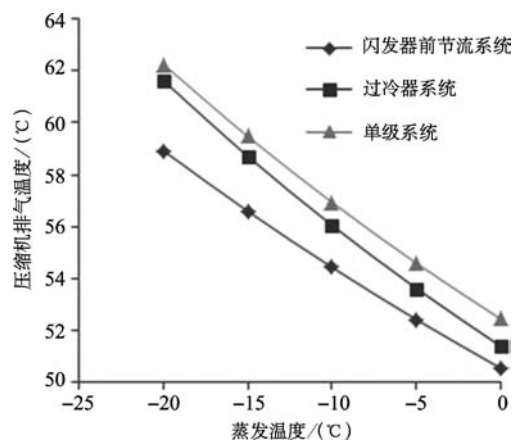


图 13 冷凝温度 35°C 时,各系统压缩机排气温度计算结果
Fig.13 The discharge temperature of compressor in each system when the condensation temperature is 35°C

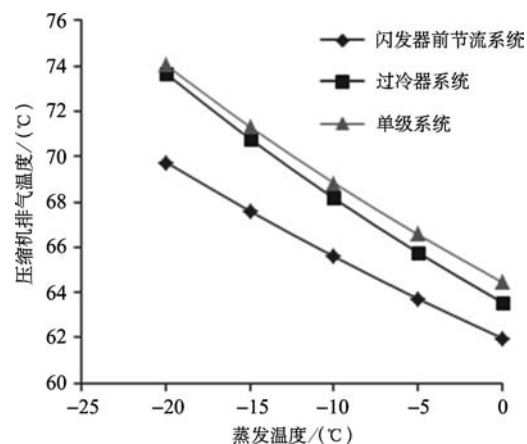


图 14 冷凝温度 45°C 时,各系统压缩机排气温度计算结果
Fig.14 The discharge temperature of compressor in each system when the condensation temperature is 45°C

(2) 在各冷凝温度下,闪发器前节流系统对单级系统压缩机排气温度的降低均随蒸发温度降低而升高,如图 16 所示。冷凝温度 35℃ 时,降低 1.9~3.3℃,冷凝温度 45℃ 时,降低 2.5~4.3℃,冷凝温度 55℃ 时,降低率为 3.2~5.4℃。

(3) 在各蒸发温度下,闪发器前节流系统对单级系统压缩机排气温度的降低均随冷凝温度升高而升高,如图 16 所示。

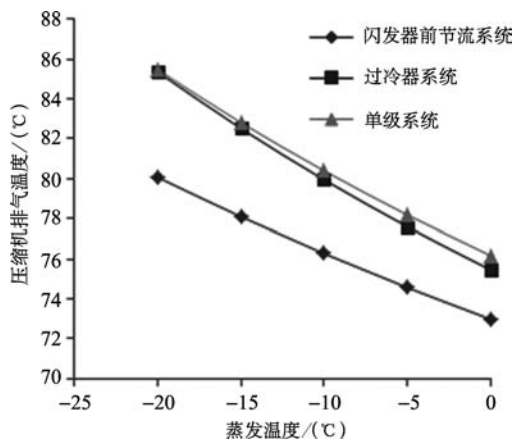


图 15 冷凝温度 55℃ 时,各系统压缩机排气温度计算结果
Fig.15 The discharge temperature of compressor in each system when the condensation temperature is 55℃

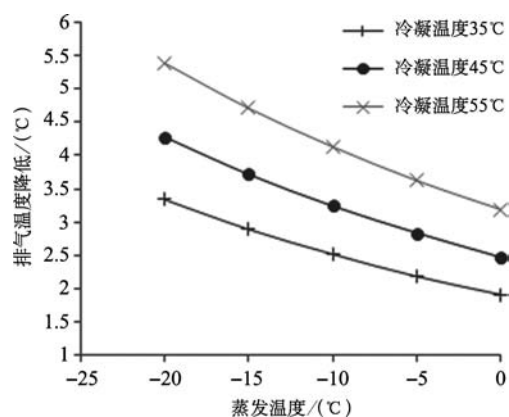


图 16 闪发器前节流系统对单级系统压缩机排气温度的降低
Fig.16 The discharge temperature of compressor in single system decline via the throttle valve before the flash tank

4 系统代偿损失对比分析

4.1 燃油代偿损失计算方法

为了综合评价不同形式经济器系统及单级系统方案,将对各系统方案代偿损失进行计算对比分析。计算方法采用常用的起飞总质量法^[6],进行燃油代偿损失计算。

根据系统方案,其燃油代偿损失包含以下 4 部分:

(1) 系统质量 m_E

(2) 运输系统质量所引起的燃油代偿损失

$$m_{f,E} = m_E \left[\exp \left(\frac{C_e \tau_0 g}{K} \right) - 1 \right] \quad (10)$$

式中: C_e 为燃油比耗,单位为 $\text{kg}/(\text{N} \cdot \text{h})$; τ_0 为飞行时间,单位为 h ; g 为重力加速度,单位为 m/s^2 ; K 为飞机升阻比。

(3) 从专用进气道引气所引起的燃油代偿损失

$$m_{f,D} = \frac{q_{m,int} v K}{g} \left[\exp \left(\frac{C_e \tau_0 g}{K} \right) - 1 \right] \quad (11)$$

式中: $q_{m,int}$ 为从专用引气道引气流量,单位为 kg/s ; v 为飞行速度,单位为 m/s 。

(4) 从发动机轴输出功率所引起的燃油代偿损失

$$m_{f,P} = \frac{q_{m,f,P} K}{C_e g} \left[\exp \left(\frac{C_e \tau_0 g}{K} \right) - 1 \right] \quad (12)$$

$$q_{m,f,P} = \frac{2.94 c_{p,g} T_3}{H_u \varepsilon_c T_1 (\pi_c^{0.286} - 1)} P \quad (13)$$

式中: $c_{p,g}$ 为在给定区间的燃气质量定压比热容,单位为 $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$; H_u 为燃油燃烧的单位热值,单位为 J/kg ; T_1 为压气机进口温度,单位为 K ; T_3 为涡轮进口温度,单位为 K ; ε_c 为在燃烧室内燃油燃烧完全系数; π_c 为压气机增压比; P 为输出轴功率,单位为 W 。

4.2 计算输入分析

根据燃油代偿损失计算方法,计算输入参数包括系统相关参数和飞机相关参数两部分。对比工况为系统额定工况(冷凝温度 45℃,蒸发温度 -15℃),飞机处于巡航状态。

4.2.1 系统参数

系统参数包括系统质量、专用进气道引气量(根据冷凝器热载荷计算)、发动机轴输出功率(根据系统电功耗计算)。后 2 个参数在第 3 节已进行了计算,本节对系统质量进行计算,方案质量设计有如下考虑:

(1) 作为方案 3 的优化方案,在满足系统性能的基础上,方案 1 和方案 2 尽量采用与方案 3 相同型号的部件,如蒸发器、冷凝器等。

(2) 方案 1 和方案 2 采用相同型号的带中间补气结构的涡旋压缩机。

(3) 3 种方案选择了相同的测点布置方式,并且选择了相同型号和数量的压力传感器和温度传感器。

3 种系统方案质量计算结果如表 2 所示。

表2 3种方案质量计算结果
Table 2 The weight of the three systems

	质量/kg		
	方案1	方案2	方案3
制冷压缩机	23	23	22.5
冷凝器	7	7	7
蒸发器	5.5	5.5	5.5
膨胀阀A	集成于闪发器	0.6	—
膨胀阀B		0.8	0.8
储液器	—	—	1.6
闪发器	2.5	—	—
过冷器	—	4	—
干燥过滤器	0.6	0.6	0.6
补气路阀门	0.4	0.4	—
控制器	10	10	10
传感器	0.8	0.8	0.8
电缆	2.5	2.5	2.5
管路及其他附件	6.5	6.5	6
合计	59.6	61.7	57.3

4.2.2 飞机相关参数

本文选择了国外某型号民用飞机作为3种方案统一的飞机平台,国外某型民用飞机性能参数如表3所示。

表3 国外某型民用飞机性能参数
Table 3 The performance parameters of some foreign civil airplane

参数	单位	数值
飞行速度 v	m/s	650
计算飞行时间 τ_0	h	3
飞机升阻比 K	—	6.5
燃油比耗 C_e	kg/(N·h)	0.1225
涡轮进口温度 T_3	K	1350
燃油单位燃烧值 H_u	J/kg	44×106
燃气质量定压比热容 $c_{p,g}$	J/(kg·K)	1130
燃油燃烧完全系数 ϵ_c	—	0.98

4.3 计算结果

3种系统方案燃油代偿损失计算结果如表4所示。

表4 三种方案燃油代偿损失计算结果
Table 4 The fuel penalty of the three systems

	方案1	方案2	方案3
系统质量/kg	59.6	61.7	57.3
运输系统质量所引起的燃油代偿损失/kg	44.12	45.68	42.42
从专用进气道引气所引起的燃油代偿损失/kg	383.01	401.2	419.27
从发动机轴输出功率所引起的燃油代偿损失/kg	8.29	9.33	10.39
燃油代偿损失/kg	495.02	517.93	529.38

从计算结果来看,闪发器前节流系统燃油代偿损失最低,比单级系统低6.5%;其次为过冷器系统,比单级系统低2.2%;单级系统燃油代偿损失最高。

5 结论

通过对带经济器的蒸发循环制冷系统进行工作原理及热力循环分析,并在此基础上,以某型民用飞机蒸发循环样机需求作为输入条件,对3种系统方案进行了模拟计算,从系统性能和系统代偿损失两方面对3种系统方案进行了对比分析,可以得出以下结论:

(1) 带经济器的系统,其COP、冷凝器热载荷、压缩机排气温度这3方面性能均优于单级系统;在带经济器的系统中,闪发器前节流系统优于过冷器系统。

(2) 在工况更加严酷(冷凝温度越高,蒸发温度越低)的情况下,闪发器前节流系统对单级系统各方面性能的提高更大,高于过冷器系统对单级系统性能的提高。

(3) 带经济器的系统,其燃油代偿损失优于单级系统;在带经济器的系统中,闪发器前节流系统优于过冷器系统。

(4) 飞机蒸发循环制冷系统优化方案中,闪发器前节流系统方案为更佳选择,其结构较为简单,可有效提高系统在低蒸发温度下运行时的性能,提高系统的工作可靠性和经济性。

AST

参考文献

[1] 陈光明, 陈国邦. 制冷与低温原理 [M]. 机械工业出版社, 2000.
CHEN Guangming, CHEN Guobang. The theory of refrigeration and cryogenics [M]. China Machine Press, 2000. (in Chinese)

[2] 李宪光. 经济器的选型及使用探讨 [J]. 制冷, 2011 (04): 24-29.
LI Xianguang. Discussion about the selection and application in economizers [J]. Refrigeration, 2011 (04): 24-29. (in Chinese)

[3] 赵会霞, 马国远. 涡旋压缩机闪发器系统性能的模拟分析 [J]. 流体机械, 2006 (09): 15-20.
ZHAO Huixia, MA Guoyuan. Performance simulation on economizer system coupled with scroll compressor [J]. Fluid Machinery, 2006 (09): 15-20. (in Chinese)

[4] 杨丽, 王文, 白云飞. 经济器对压缩制冷循环影响分析 [J]. 制冷学报, 2010 (04): 35-38.
YANG Li, WANG Wen, BAI Yunfei. Influence of economizer on compression refrigeration cycle [J]. Journal of Refrigeration,

- 2010 (04) : 35-38. (in Chinese)
- [5] 马国远, 彦启森. 涡旋压缩机经济器系统的试验研究 [J]. 制冷学报, 2002 (01) : 27-31.
- MA Guoyuan, YAN Qisen. Experimental research on scroll compressor with economizer for heat pump [J]. Journal of Refrigeration, 2002 (01) : 27-31. (in Chinese)
- [6] 寿荣中, 何慧珊. 飞行器环境控制 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2004.
- SHOU Rongzhong, HE Huishan. Aircraft environment control [M]. Beijing: Beihang University Press, 2004. (in Chinese)
- 作者简介**
王炬 (1983—) 男, 硕士, 工程师。主要研究方向: 飞行器环境控制系统。
Tel: 13770963877
E-mail: wangju9876@163.com

Research for the Vapor Cycle Cooling System with Economizer of Airplane

WANG Ju*, GAO Zanjun, LI Shengquan, WANG Qian

AVIC Nanjing Engineering Institute of Aircraft Systems, Nanjing 211106, China

Abstract: To meet the improvement requirement of performance, reliability and economics of the vapor cycle cooling system, studied the vapor cycle cooling system with economizer, including working principle analysis and heat cycle analysis. Performed simulated calculation of vapor cycle cooling system with economizer in different forms and traditional single vapor compressed cooling system, and contrasted systems from performance and penalty. The analysis results show, the performance and penalty of the system with throttling before flash tank are the best, which can improve performance effectively when the system is working at low vapor temperature, as well as working reliability and economics of the system.

Key Words: economizer; airplane; vapor cycle; cooling; flash tank; penalty

Received: 2016-07-18; Revised: 2016-08-08; Accepted: 2016-08-11

*Corresponding author. Tel. : 13770963877 E-mail: wangju9876@163.com