

# 涡轴发动机涡轮测温热电偶的冷端动态 补偿方法

Dynamic Compensation of the Thermocouple at the Turbine End of Turbo-Shaft Engine

东海第一救助飞行队 朱桐斌



2002年中国民航大学 飞行器动力工程  
专业 ●

2017年厦门大学 机械工程（在职）

现任东海第一救助飞行队副队长

东海第一救助飞行队CCAR-145部维修  
单位 **责任经理**

东海第一救助飞行队CCAR-147部培训  
机构 **责任经理**



# 目录

C O N T E N T S

1

**东一飞维修能力概况**

2

**涡轮轴发动机燃气温度的测量**

3

**热电偶冷端处理方法**

4

**在发动机上的应用**

5

**总结**

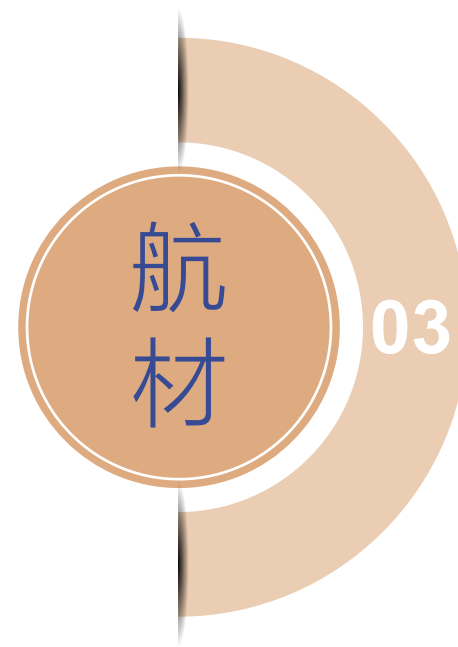
东海第一救助飞行队（交通运输部救助飞行队维修训练中心）救助直升机维修能力



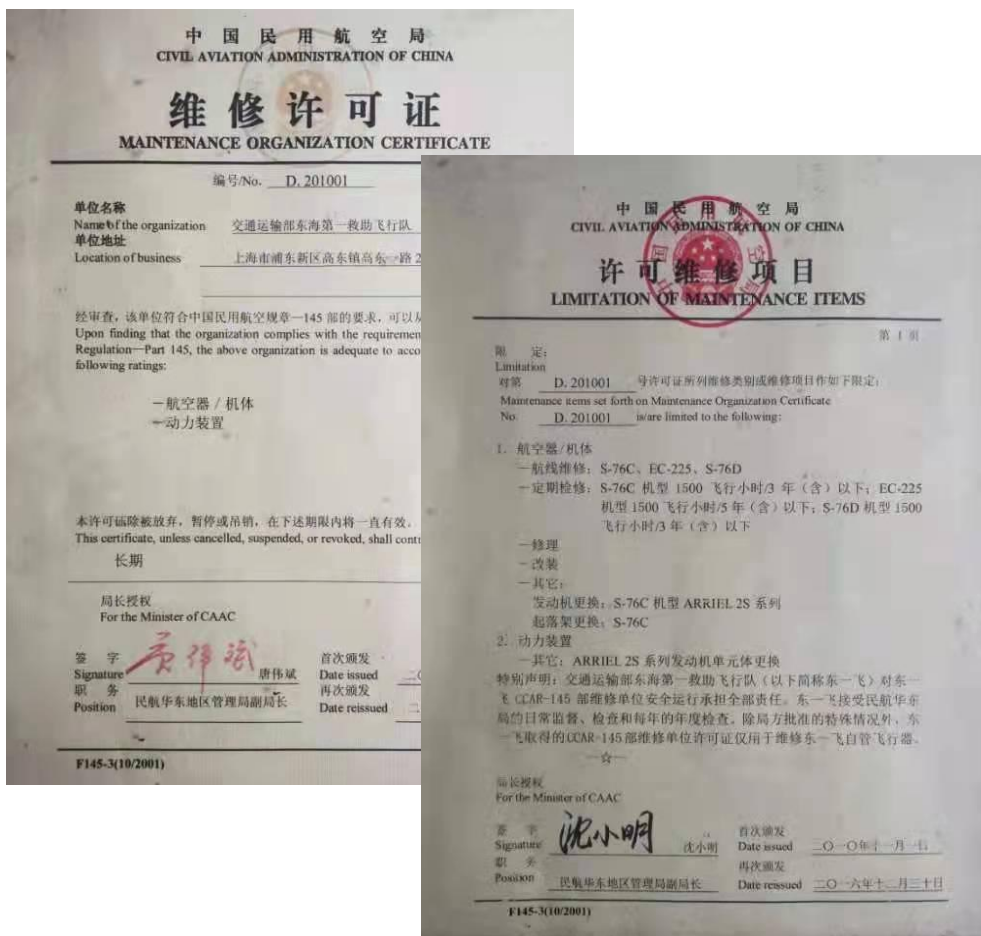
CCAR-145



CCAR-147



# 东海第一救助飞行队CCAR-145维修能力

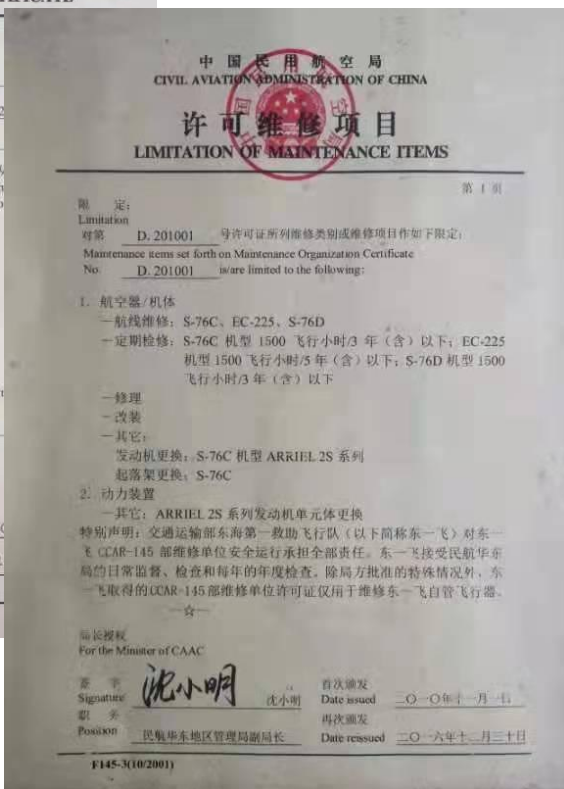
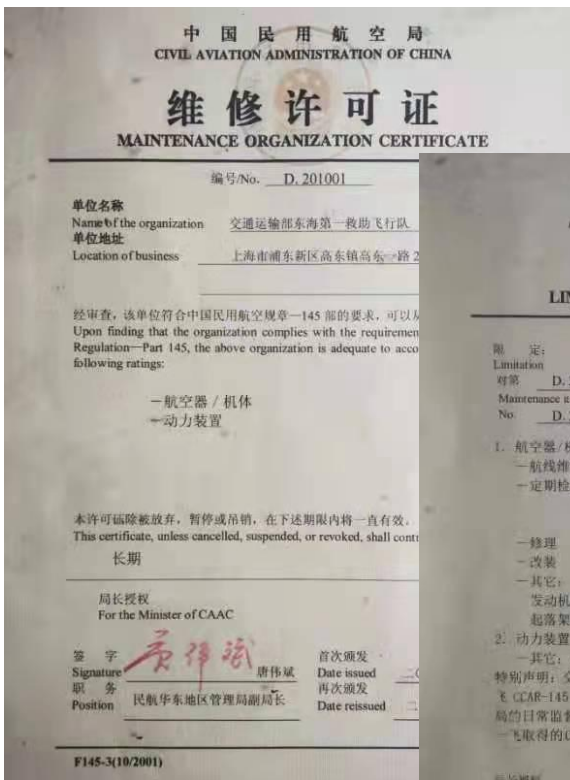


维修方面：维修具有民航认证的CCAR-145维修单位资质。维修能力涵盖S76C, S76D, EC225全寿命的整机定检能力，也具备制定维修方案进行整机深度修理的能力。部件方面，具备S76C直升机发动机单元体更换，起落架更换的能力。

# 东海第一救助飞行队CCAR-145维修能力



# 东海第一救助飞行队CCAR-147培训能力



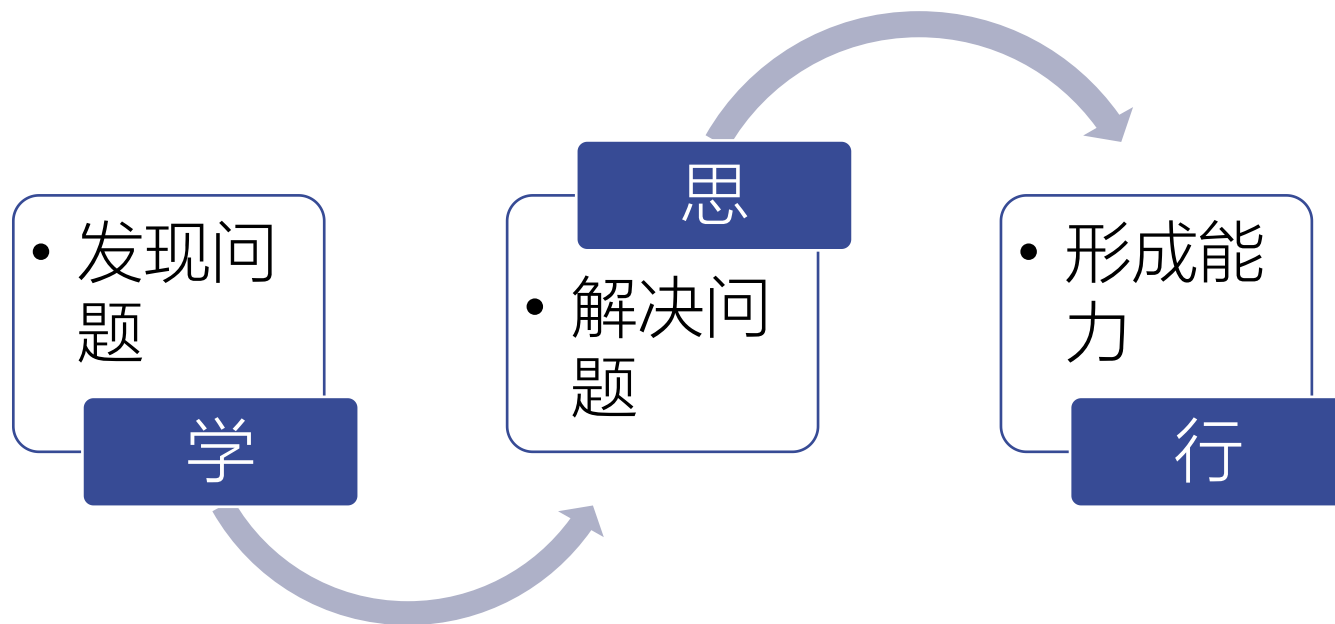
培训方面：培训具有民航认证的  
CCAR-147培训机构资质，培训  
能力涵盖交通运输部救助飞行队所  
有救助直升机机型的机械，电子II  
类整机培训能力，并具有依据飞行  
队能力拓展需求进行培训课程开发  
设计的能力。

# 东海第一救助飞行队CCAR-147培训能力





## 能力不断提升



# 涡轴发动机涡轮测温热电偶的冷端动态 补偿方法

Dynamic Compensation of the Thermocouple at the Turbine End of Turbo-Shaft Engine

# 为什么要测量燃气温度

## 1 EGT

EGT，即发动机燃气温度。在涡轴发动机中，一般为燃气涡轮和动力涡轮之间的燃气总温。

## 关键参数 2

EGT的是发动机功率最重要，最关键的参数之一。

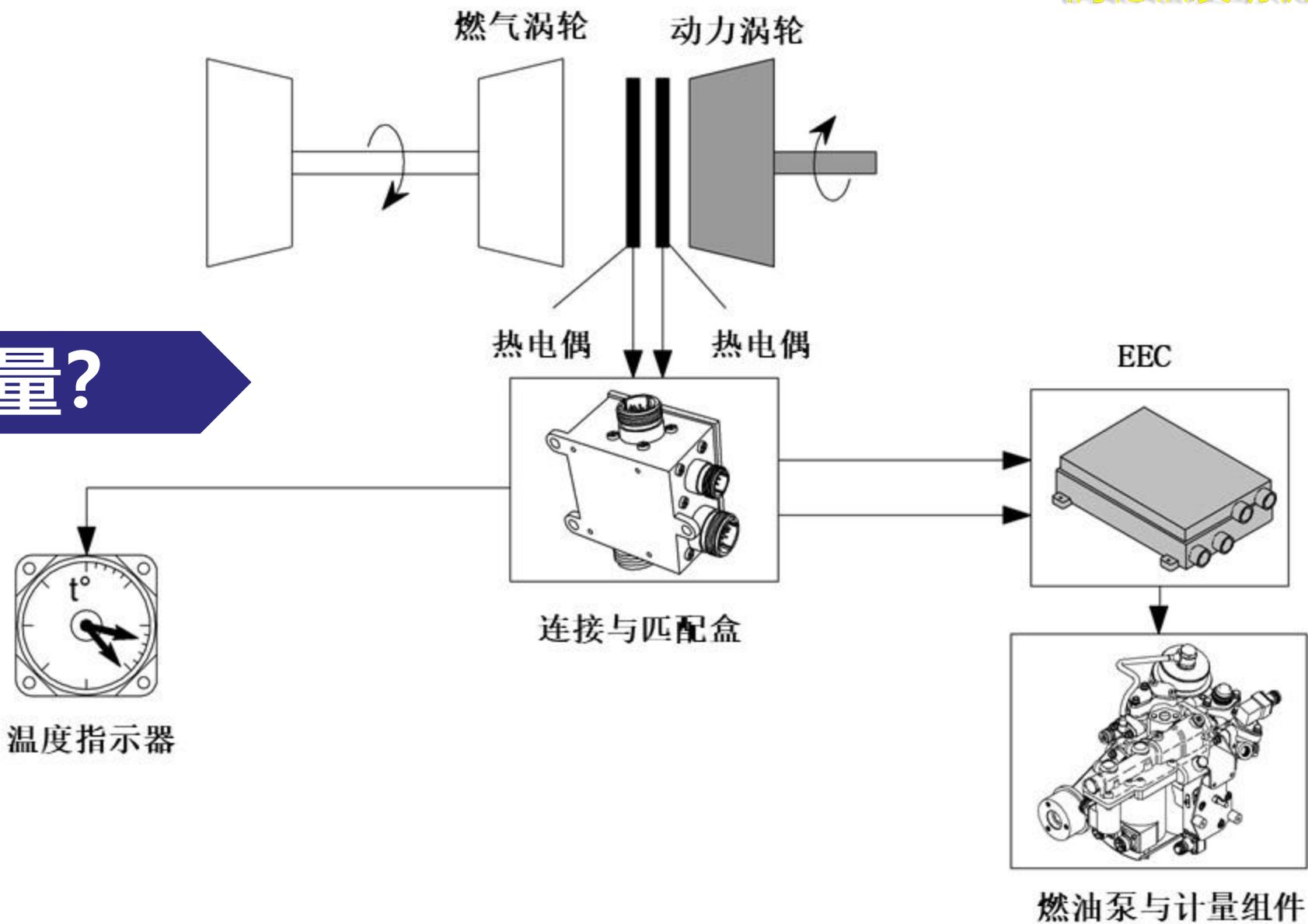
## 3 EGTM

EGT裕度：实际的排气温度与允许的极限值之间的差值。它的大小是发动机性能衰退的一个重要标志。

## 依据 4

当EGT裕度为零或负值时，在使用额定功率起飞时排气温度可能超过最大允许极限值，从而损坏发动机。

# 如何测量?



## ABOUT THE APPLICATION

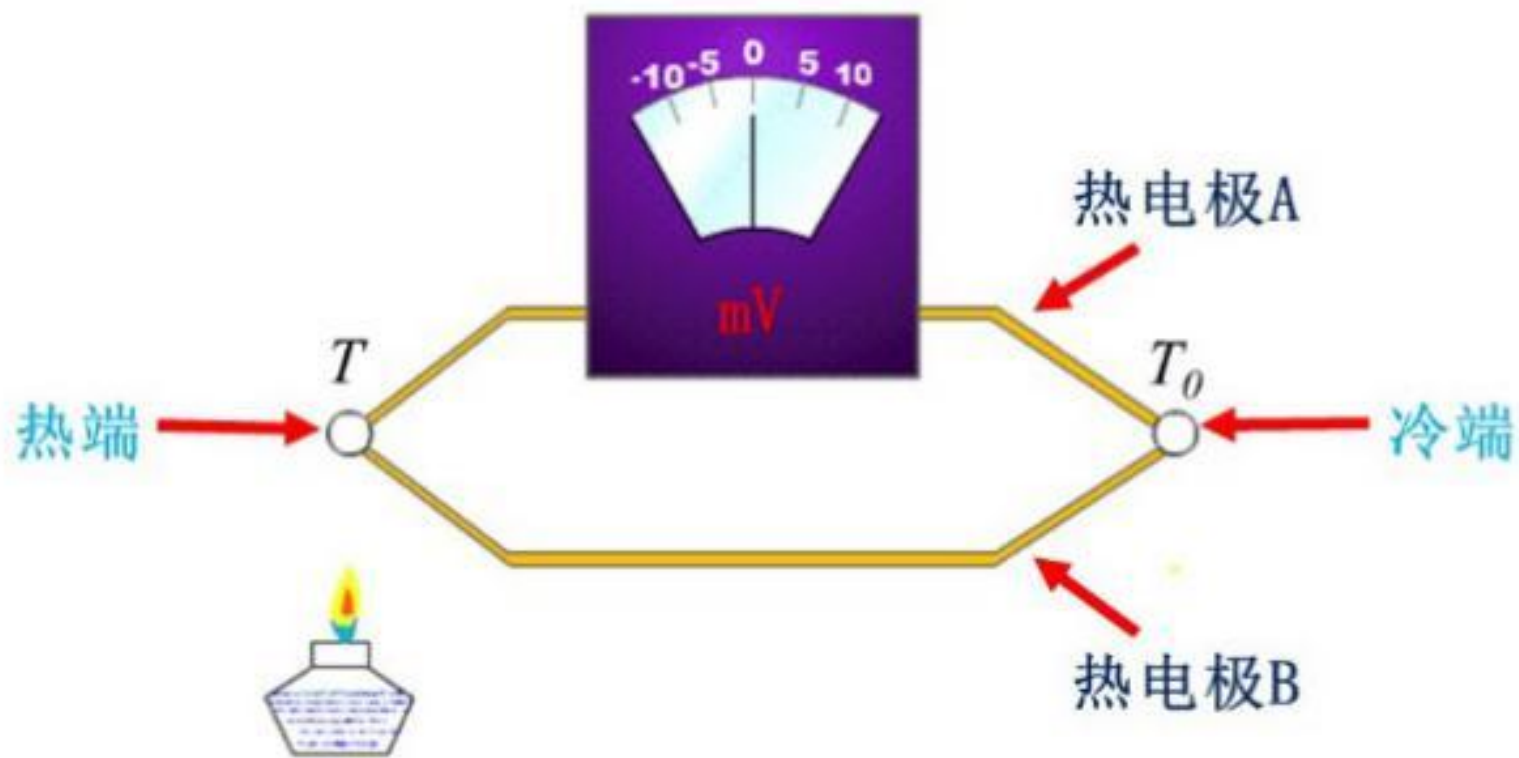
### 谁来测?

#### 航空热电偶

**航空热电偶：**利用材料的热电效应,将被测温度转换成相应的电势。飞机上常用的热电偶有铬-镍铝(硅)、镍铬-镍铜等。



## 实验



## 结论

当两个结点温度不相同，回路中将产生电动势。



## 为什么使用热电偶？



- ✓ 温度范围广
- ✓ 坚固耐用
- ✓ 响应快
- ✓ 无自发热



## 两个难点

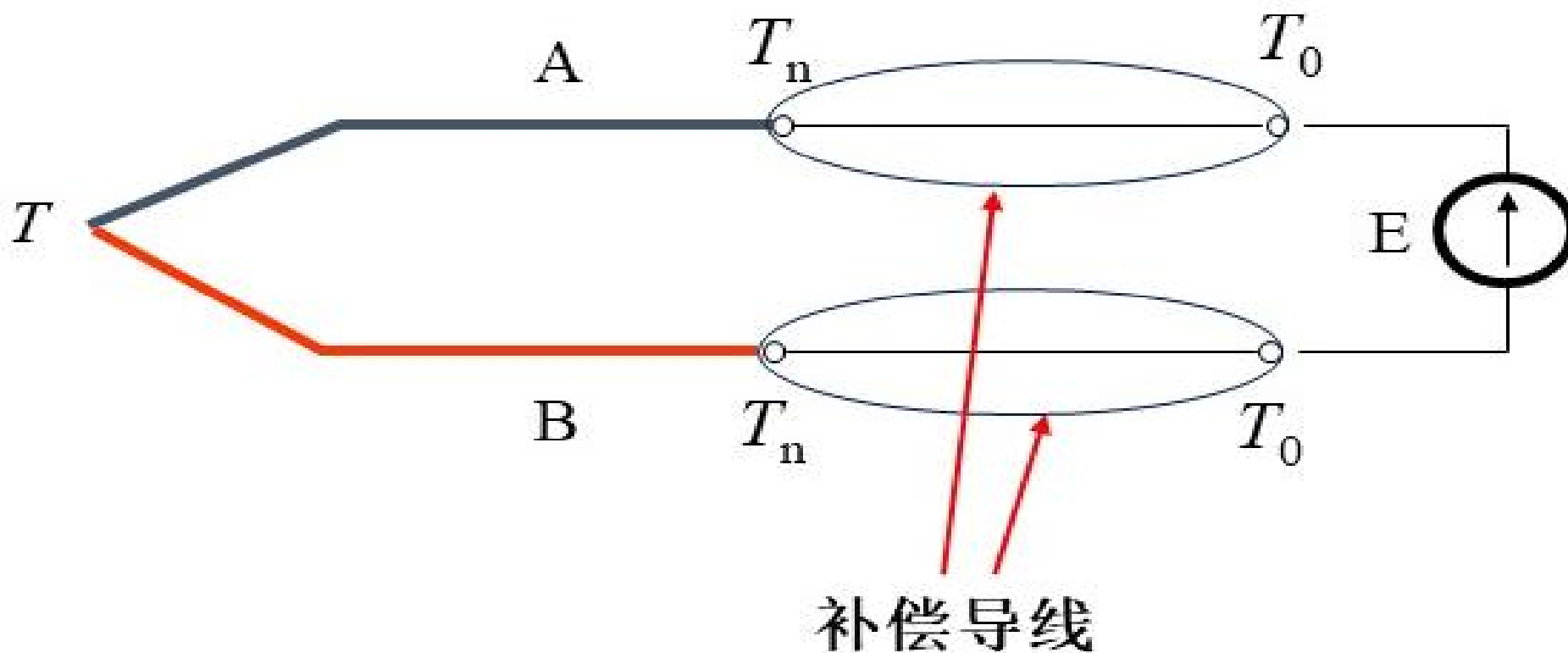
- I. 导线的问题
- II. 冷端温度场不稳定



## 针对问题一

## 补偿原理---中间温度定律

热电偶回路两接点（温度为 $T$ 、 $T_0$ ）间的热电势，等于热电偶在温度为 $T$ 、 $T_n$ 时的热电势与在温度为 $T_n$ 、 $T_0$ 时的热电势的代数和，其中 $T_n$ 称为中间温度。



## 针对问题一

# 解决导线问题

### 补偿导线

通过使用补偿导线可以在不浪费探头电极材料的情况下将热电偶冷端延伸到远离高温的地方，形成低温端。

## 针对问题二

# 冷端场温度不稳定

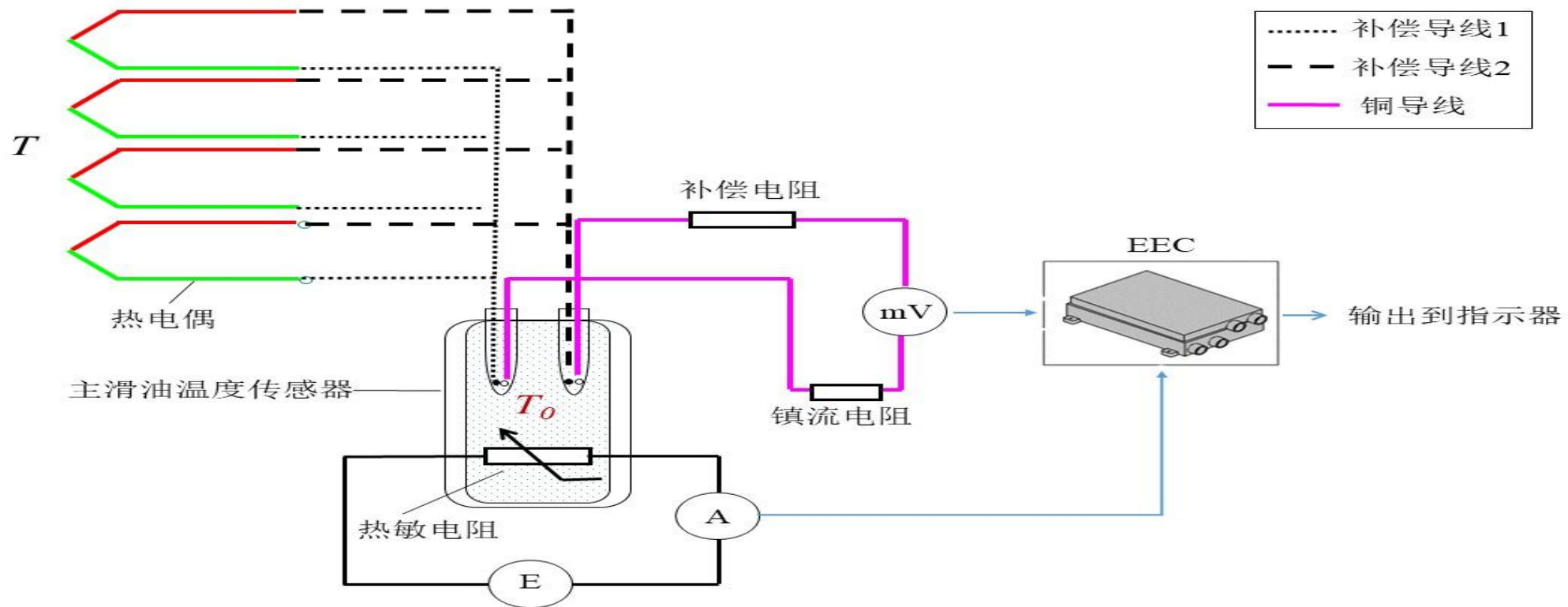
### 1.回路直接补偿

在热电偶回路直接补偿，即控制冷端环境温度使其保持为 $0^{\circ}\text{C}$ 。如果冷端处于恒温，热端感应燃气温度，电路中就会产生一个与两结点温差成正比的电动势。但是在实际应用时，整个飞机上都难以找到一个可供热电偶冷端“安身”的恒温点，热电偶冷端根本达不到恒温条件，测量误差较大。

### 2.自动温度补偿

在指示器（或控制组件）增加自动温度补偿装置，即在外部回路增加补偿装置。这一补偿装置可以利用外部温度传感器实时测量冷端温度并传给EGT处理器，在电脑计算时加入补偿计算，从而获得精确的冷端接合点补偿。此时冷端温度可以选择外界大气温度或是更为稳定发动机滑油温度作为冷端。

# 冷端处理在发动机上的使用



# 总结



提升维修安全性和  
可靠性



扩大自修和国  
内维修能力



打造具有  
“工匠”精  
神的团队



**感谢，聆听！！**