



M3.3.5 飞机气源系统

修订批准页:

版次	修订时间	编写/改版	修订说明	审核/日期	审批/日期
R0	2020.06.19	刘海斌	新编课件	谈海军 /2020.08.04	张玉 /2020.08.10
R1	2021.02.04	单展	修订课件	谈海军 /2021.02.26	张玉 /2021.02.26
R2	2021.06.08	刘海斌	修订课件	谈海军 /2021.06.16	张玉 /2021.06.16
R3	2021.07.25	刘海斌	修订课件	谈海军 /2021.07.27	张玉 /2021.07.27
R4	2021.08.27	刘海斌	修订课件	谈海军 /2021.09.28	张玉 /2021.11.12
R5	2022.05.22	刘海斌	修订课件	谈海军 /2022.05.23	张玉 /2022.05.23

目的与要求:

目的	通过本次课程的学习，掌握气源系统的构成和工作原理，为整个飞机系统的掌握打下基础。
要求	<ol style="list-style-type: none">1. 掌握气源系统的作用。2. 掌握气源的分类。3. 掌握气源的控制和监控。4. 了解气源系统的部件识别和维护注意事项。


课程安排:

序号	内容	课时	试题数量
1	气源系统的作用和分类	1H	1
2	气源系统的控制与监控	2H	2
3	典型飞机气源系统维护介绍	1H	1

目录

- 3.3.5.1 气源系统的作用和分类
- 3.3.5.2 气源系统的控制和监控
- 3.3.5.3 典型气源系统维护介绍



A faint, light-colored silhouette of a commercial airplane in flight, centered in the background of the slide.

3.3.5.1 气源系统的作用和分类

目录

1

气源系统的主要功用

2

气源系统的类别

3

气源系统的主要部件



1 气源系统的主要功用



增压空气作为动力源

调节压力、温度

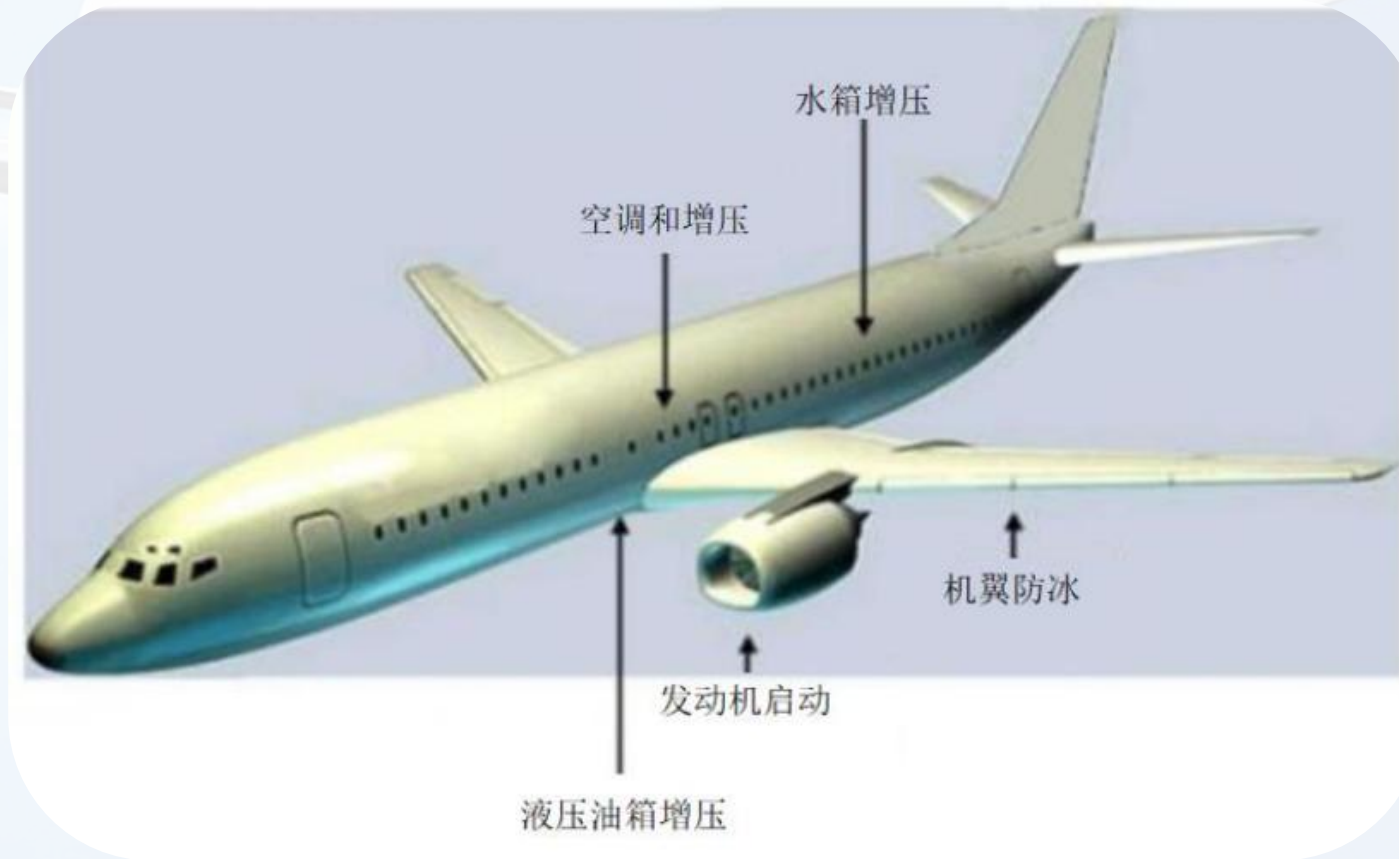
气源用户有哪些呢？



1 气源系统的主要功用

气源系统主要用户:

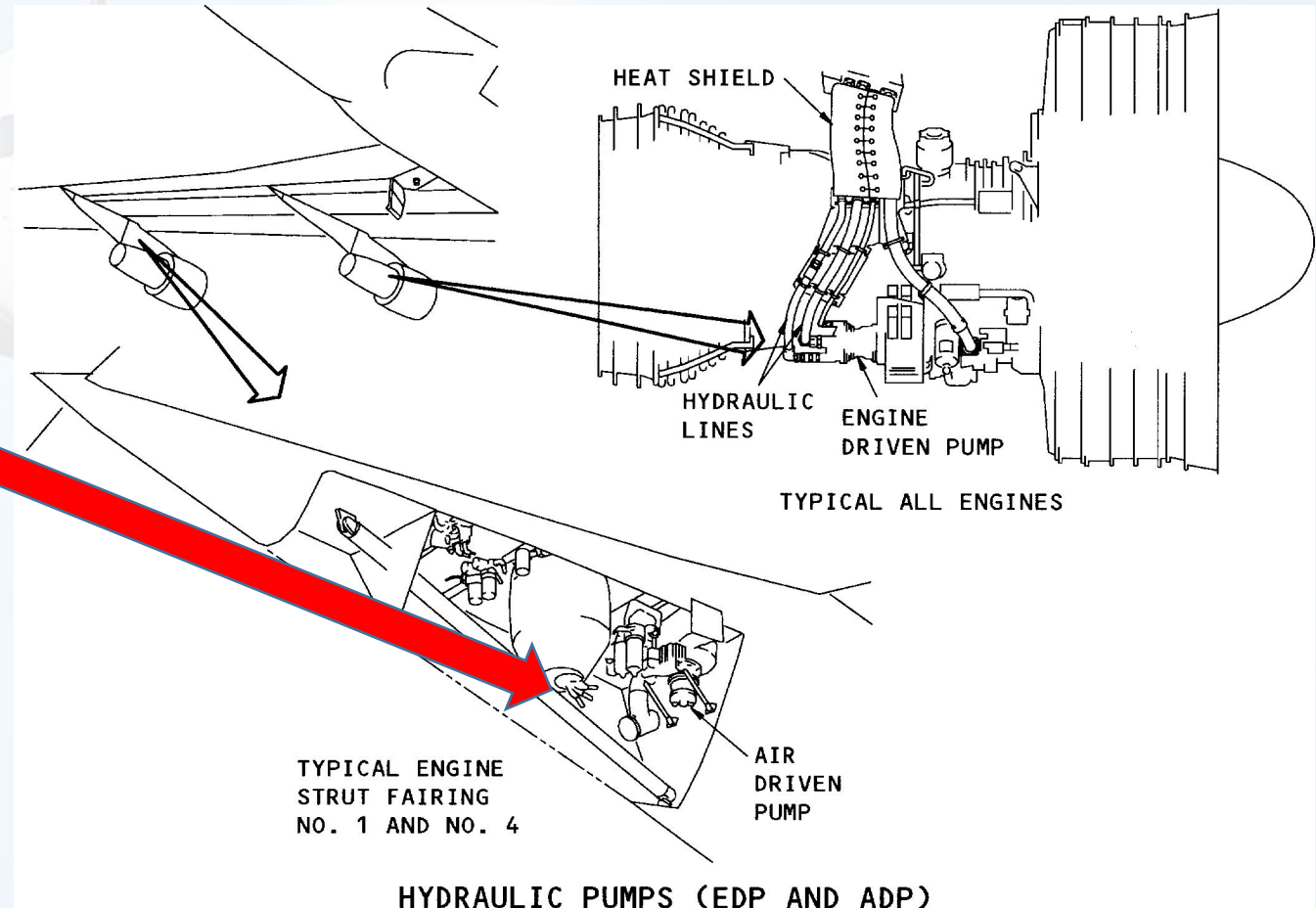
- 1) 发动机启动;
- 2) 空调和增压;
- 3) 机翼防冰;
- 4) 水箱增压;
- 5) 液压油箱增压。



1 气源系统的主要功用

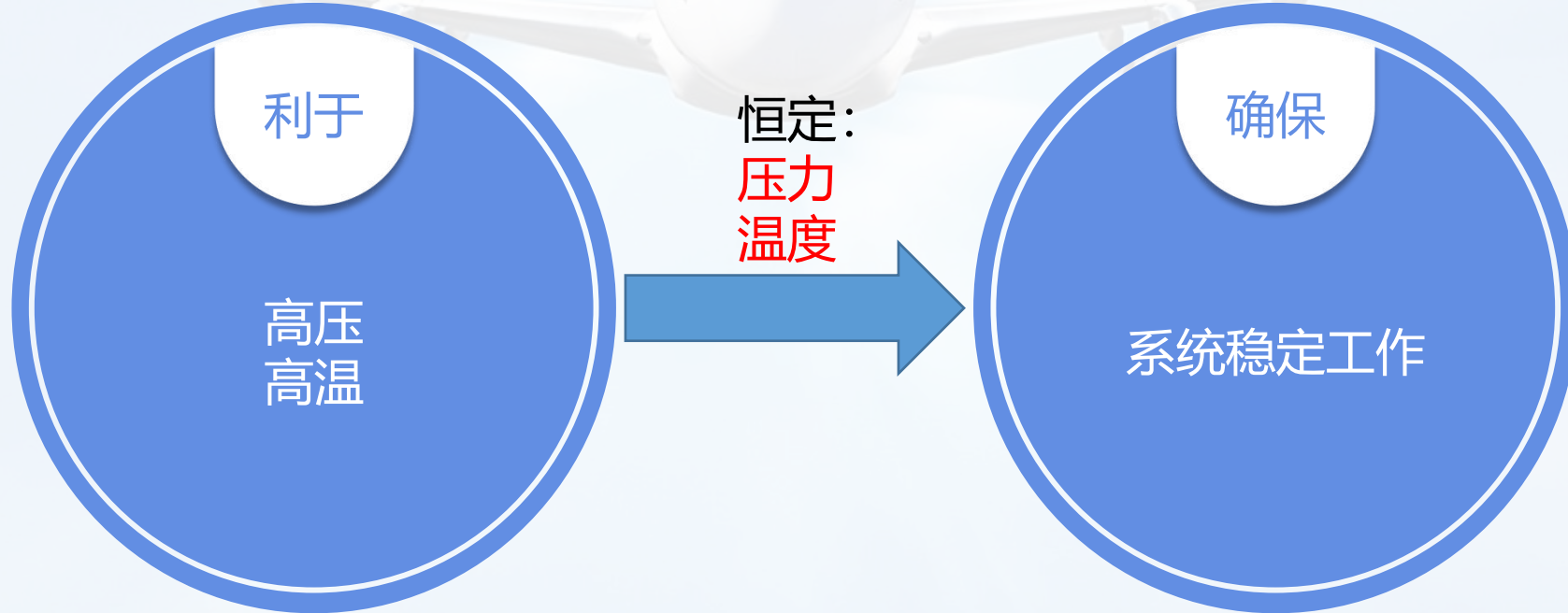
气源系统的更为广泛的用户：

- 液压系统中的气动液压泵
- 飞控系统中的缝翼气动马达



HYDRAULIC PUMPS (EDP AND ADP)
B747-400飞机ADP (AIR DRIVEN PUMP)

1 气源系统的主要功用



2 气源系统的类别



2 气源系统的类别

1) 发动机引气:

两级引气布局:

高发动机功率

引气
高压级

低发动机功率

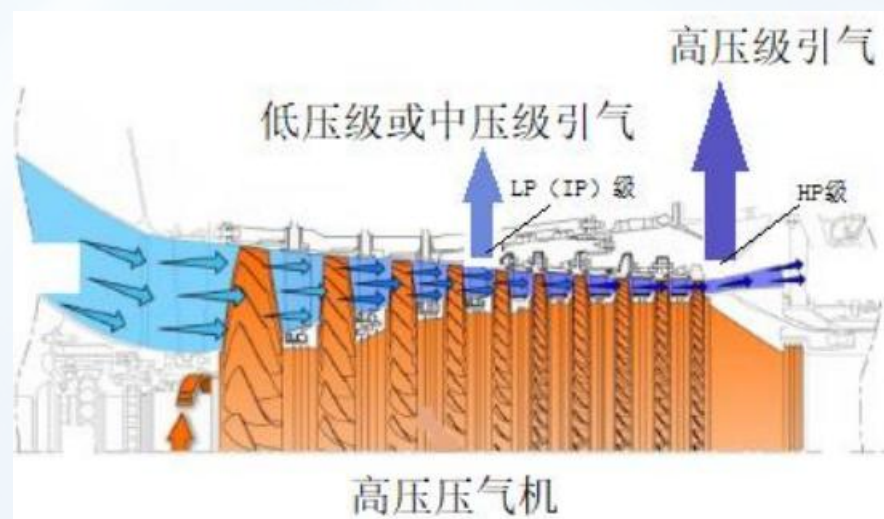
引气
低压级

2 气源系统的类别

1) 发动机引气:

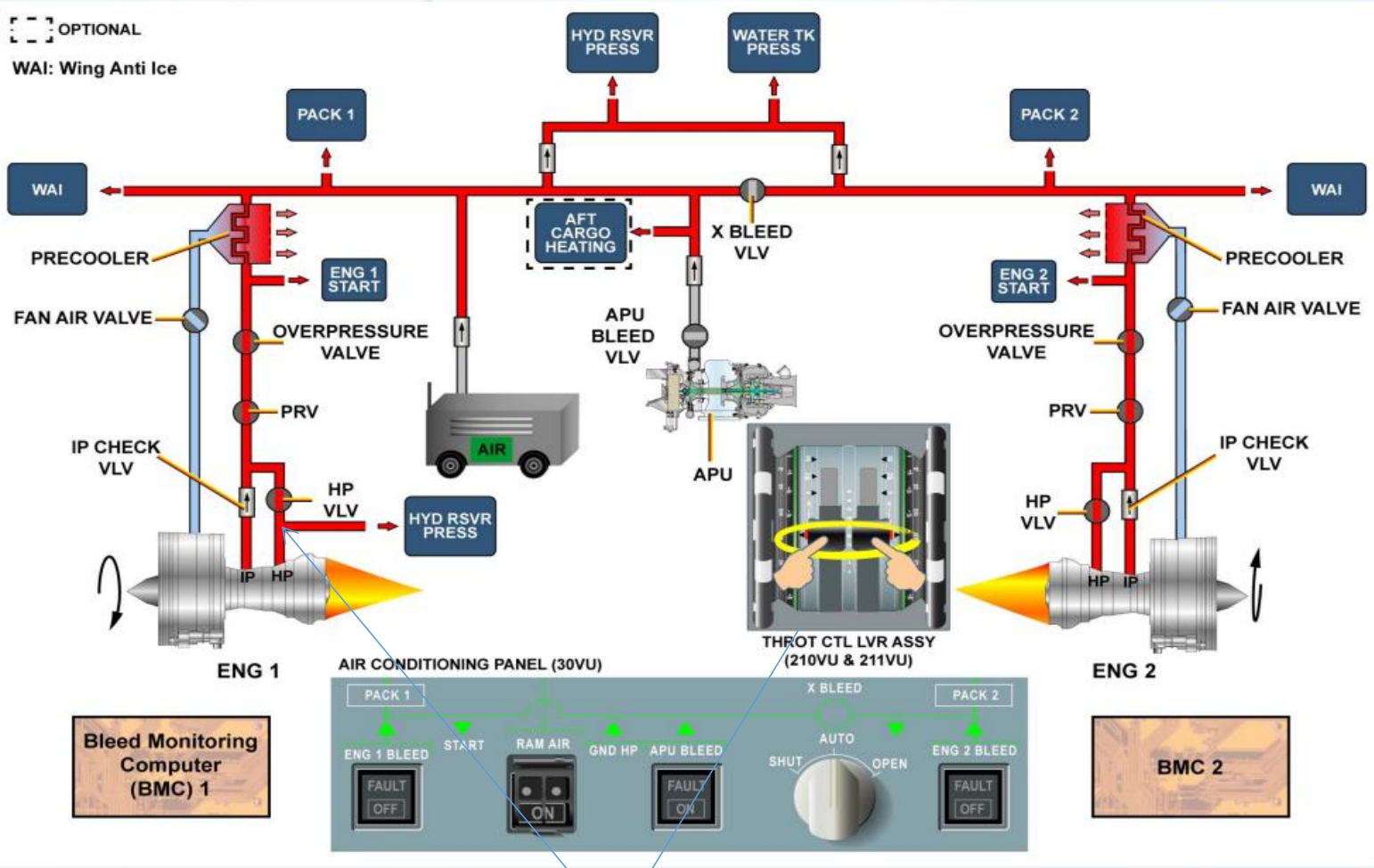
两级引气命名:

- ◆ 低压级(Low Pressure, LP)/中压级 (Intermediate Pressure, IP) ;
- ◆ 高压级 (High Pressure, HP)



2 气源系统的类别

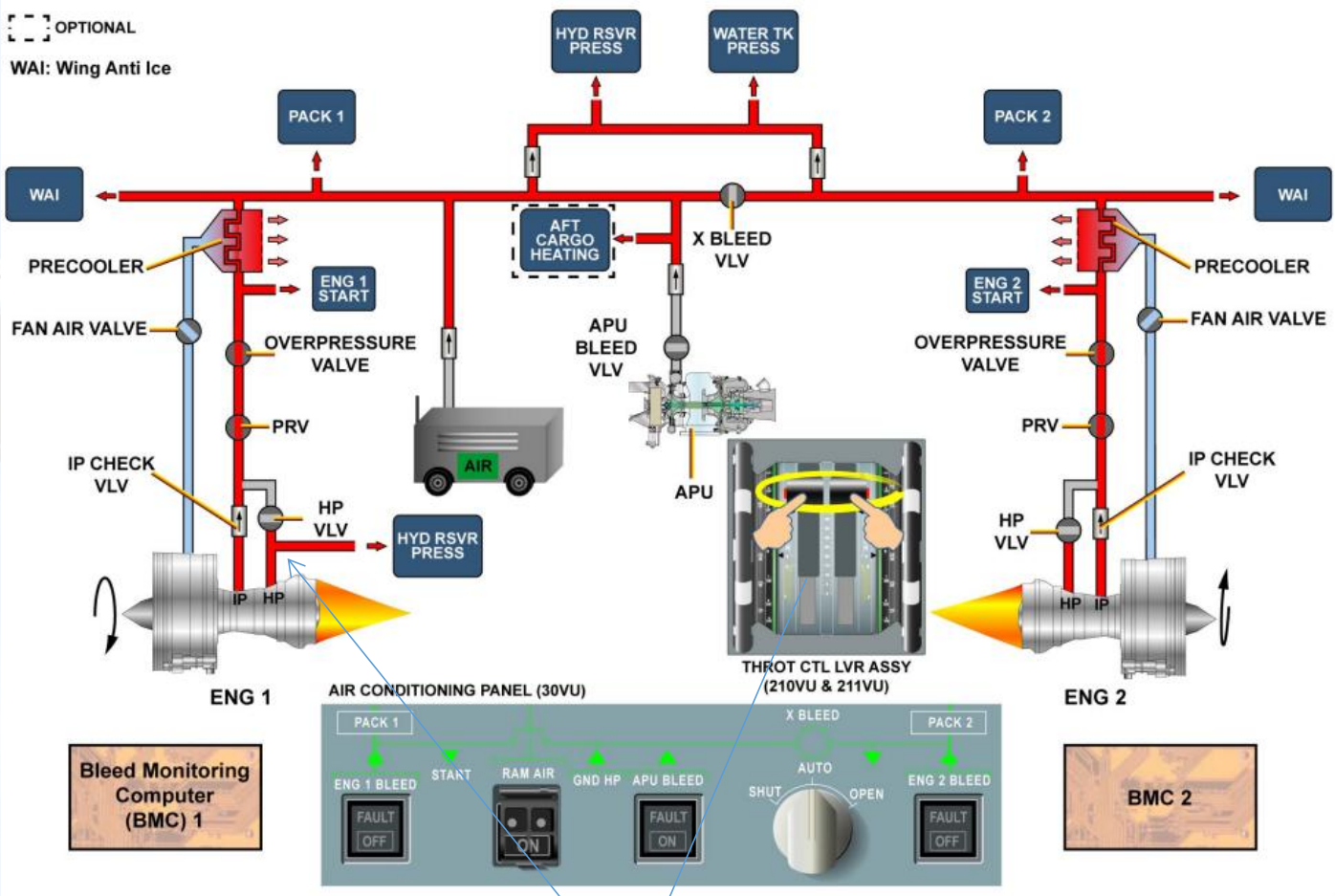
1) 发动机引气:



低发动机功率时

2 气源系统的类别

1) 发动机引气:



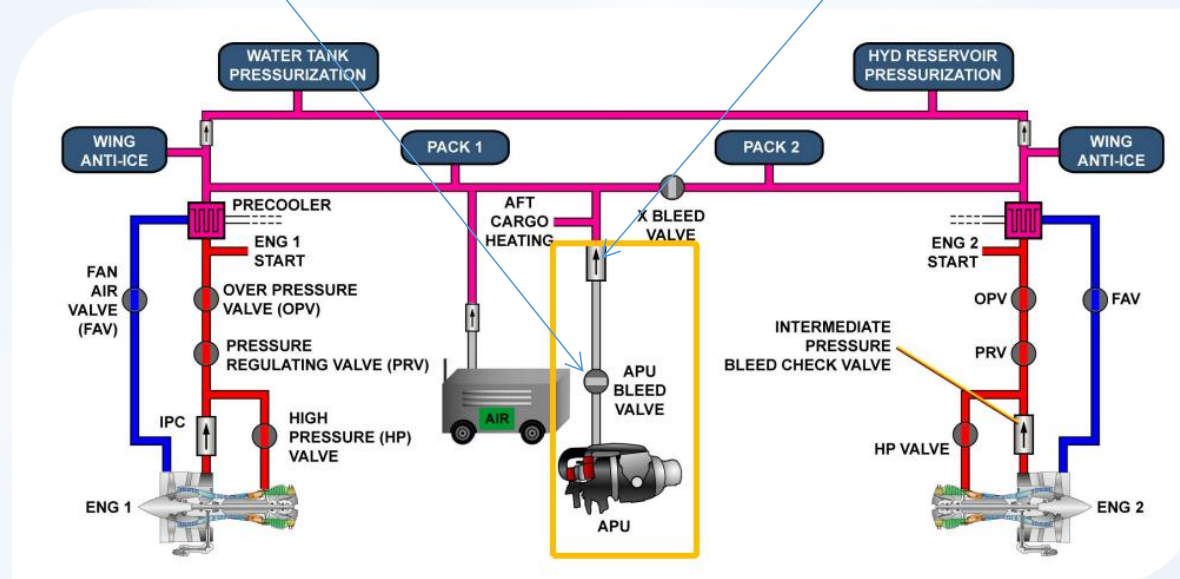
高发动机功率时

2 气源系统的类别

2) APU引气:

APU 引
气活门

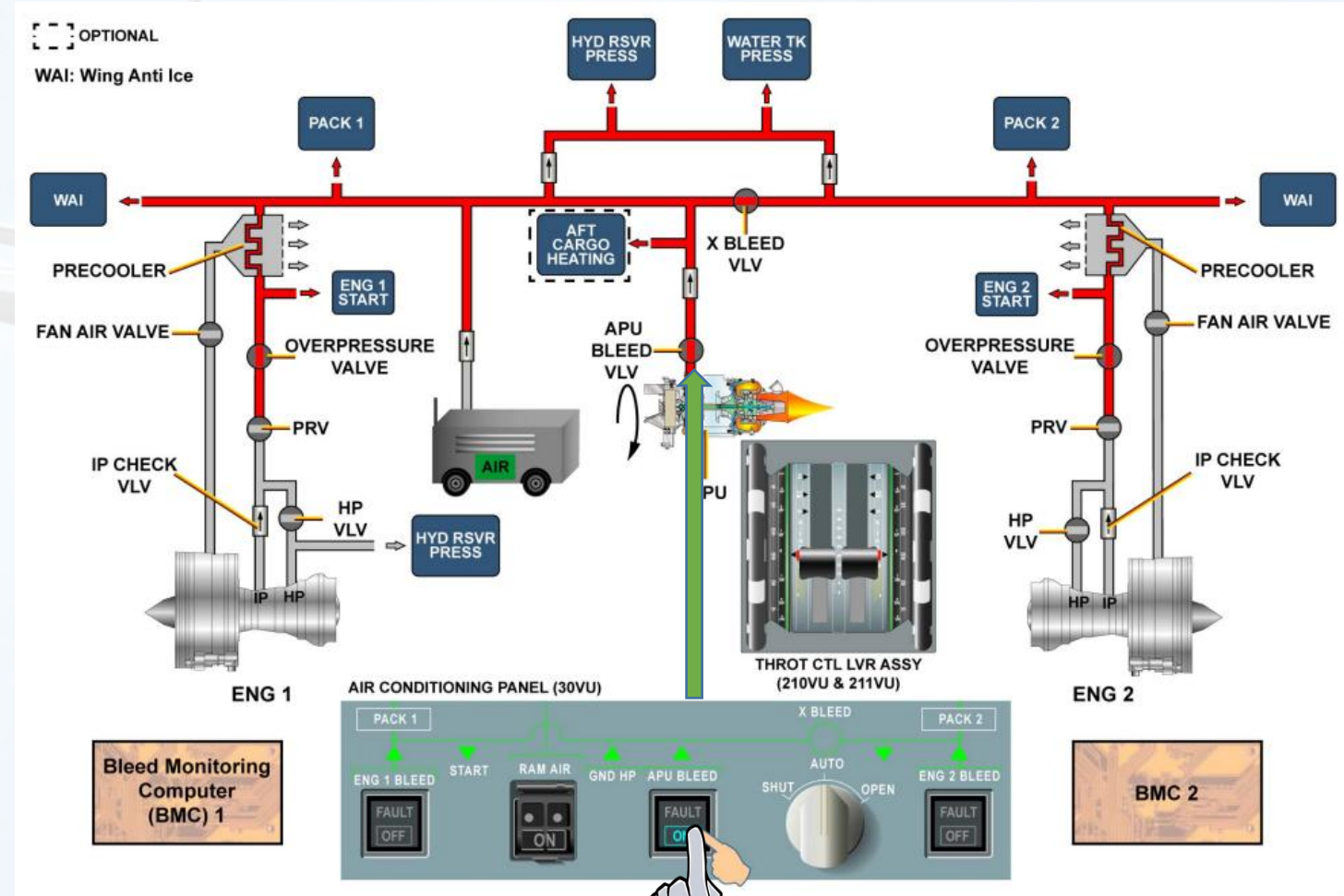
单向
活门



2 气源系统的类别

2) APU引气:

APU 引气活门 (APU 引气负载活门) :
由驾驶舱APU引气电门控制



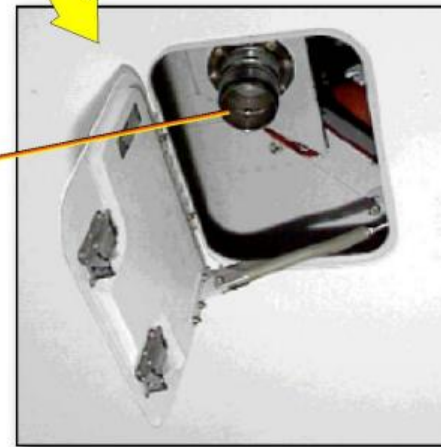
2 气源系统的类别

3) 高压地面气源:

- 当飞机自身气源不可用时，在地面可以连接地面气源车供气。
- 地面气源车通过 **3 英寸** 高压接头连接到飞机（3 英寸是地面气源接头的国际标准尺寸）。



HP GROUND AIR CONNECTOR



2 气源系统的类别

4) 电动离心增压供气



787飞机

传统引气系统



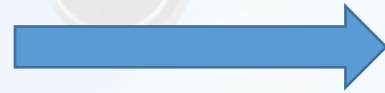
电动离心增压器



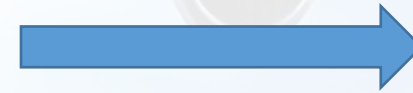
2 气源系统的类别

4) 电动离心增压供气

外界
空气



电动离心
增压器



压力稳定
升高

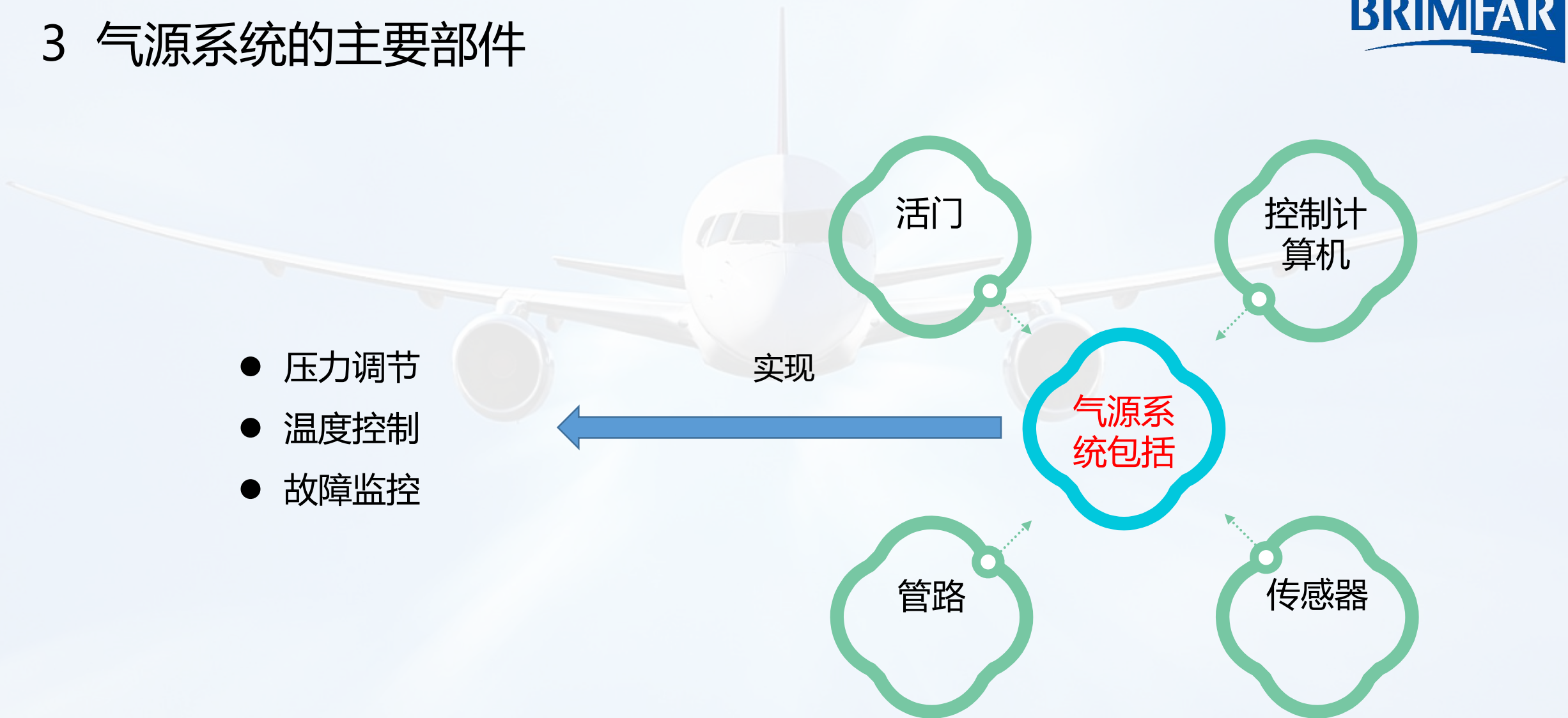
调节

空调
系统

3 气源系统的主要部件

- 压力调节
- 温度控制
- 故障监控

气源系统功能



气源系统组成

3 气源系统的主要部件

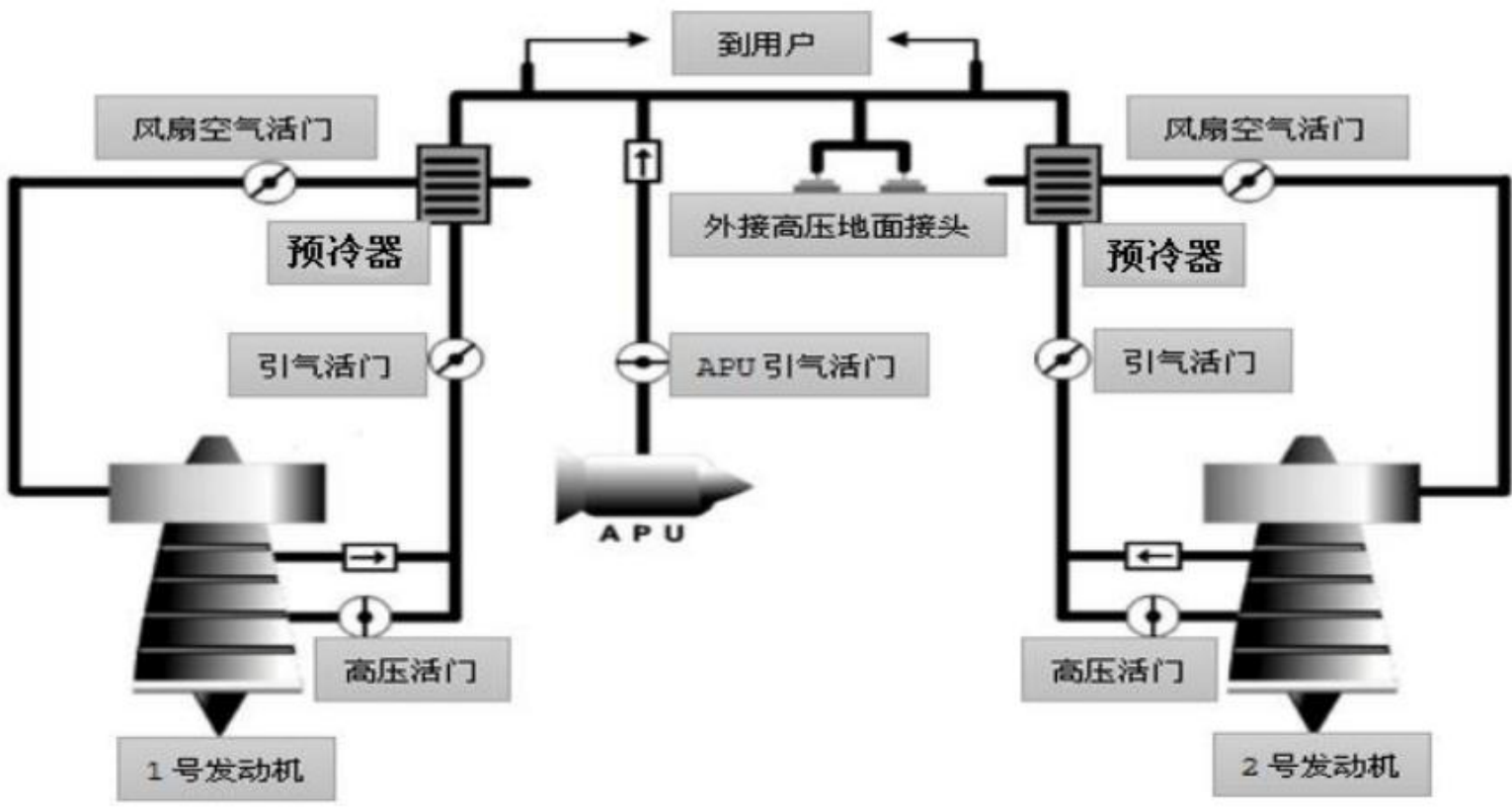
用户



管路



发动机、APU、高压地面接头



现代飞机的气源系统

3 气源系统的主要部件

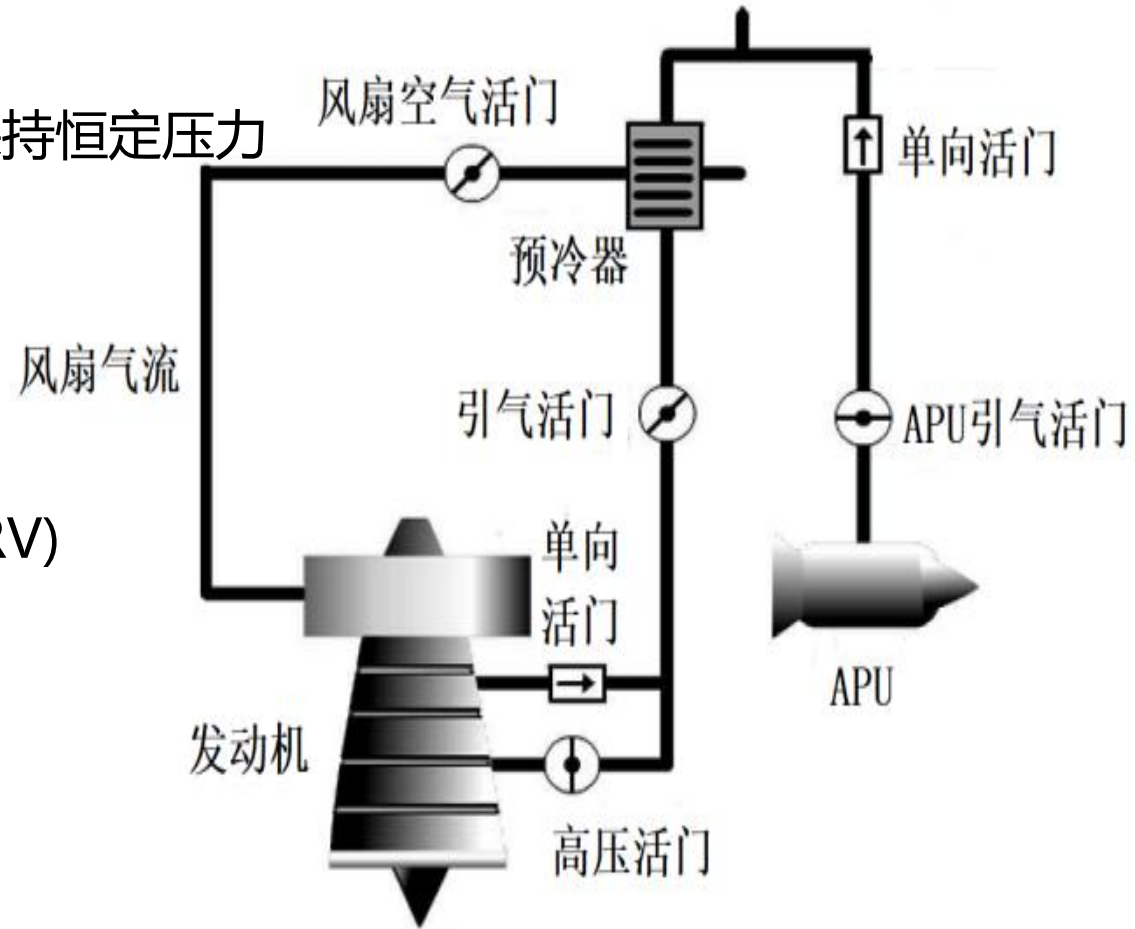
1) 引气压力调节部件

发动机引气压力调节

引气活门或者压力调节活门：压力调节装置来保持恒定压力

引气活门： BLEED valve

压力调节活门： Pressure Regulating Valve (PRV)



3 气源系统的主要部件

1) 引气压力调节部件

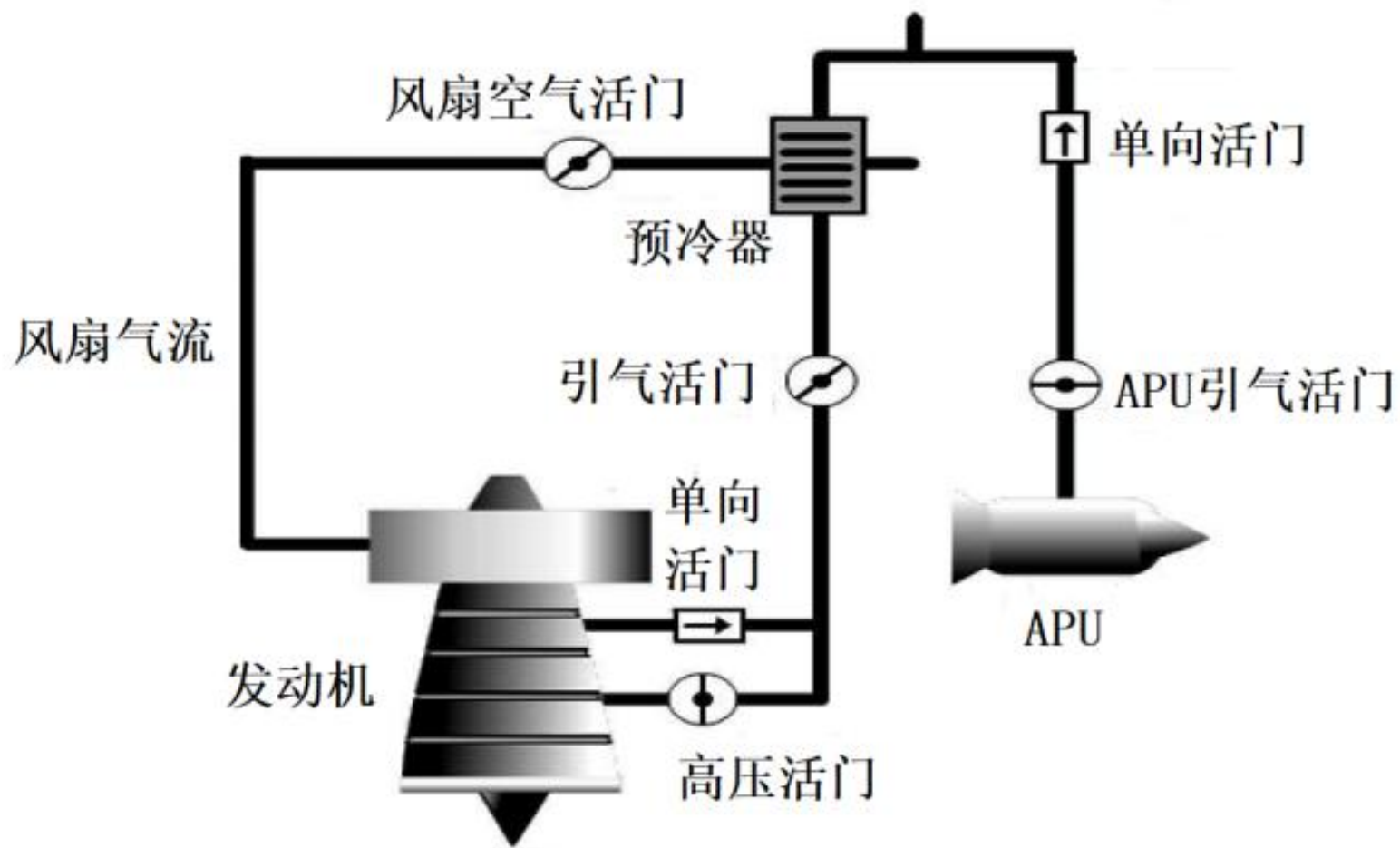
发动机引气压力调节

两级供气

高压级：
高压活门

低压级：
单向活门

高压活门：
High Pressure Valve (HPV)

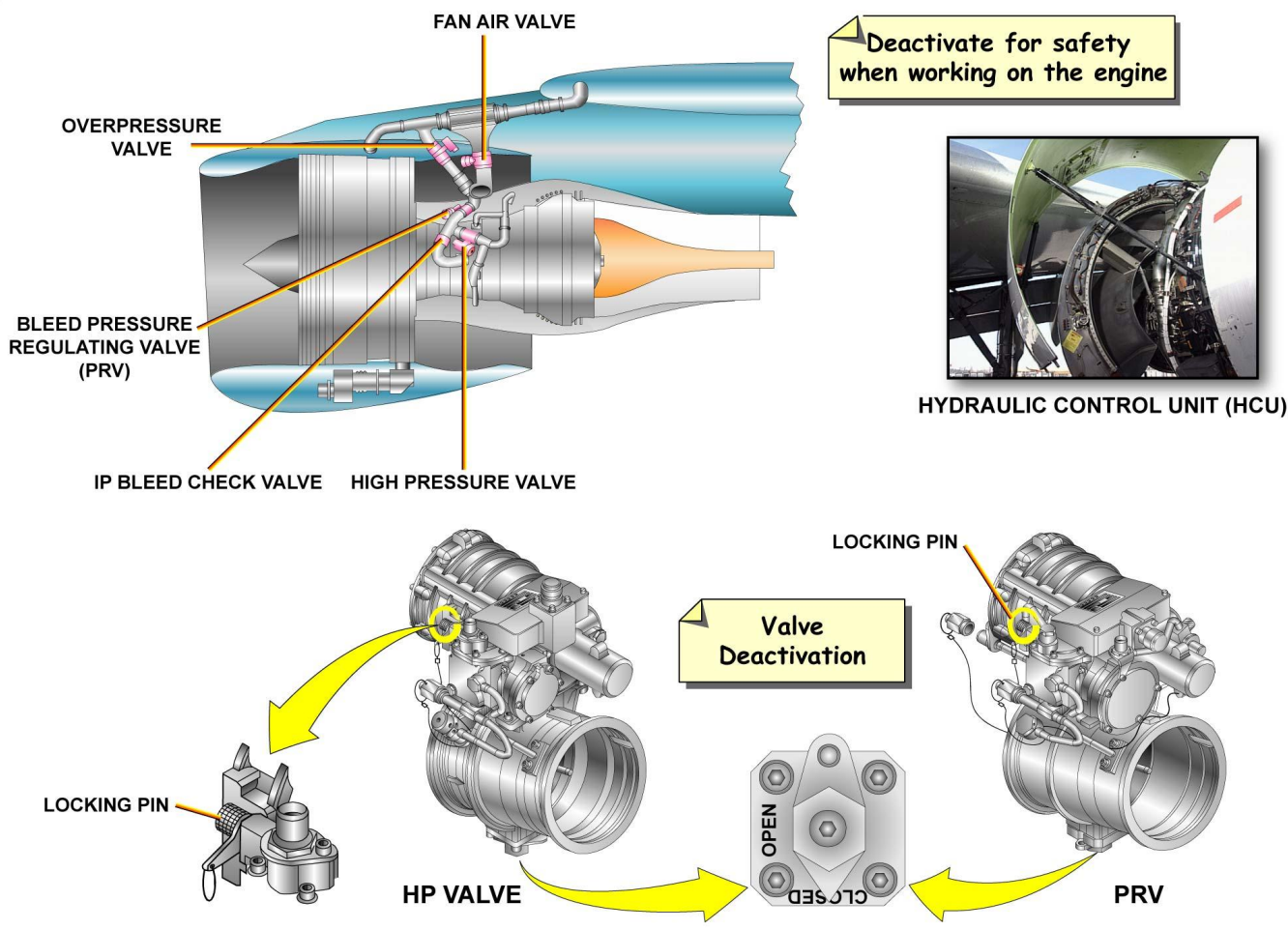
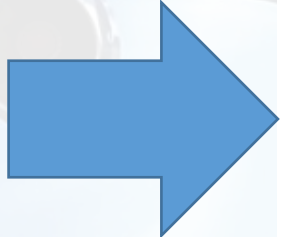


3 气源系统的主要部件

1) 引气压力调节部件

发动机引气压力调节

HPV 出现故障后，
可以人工锁定在关位
放行飞机



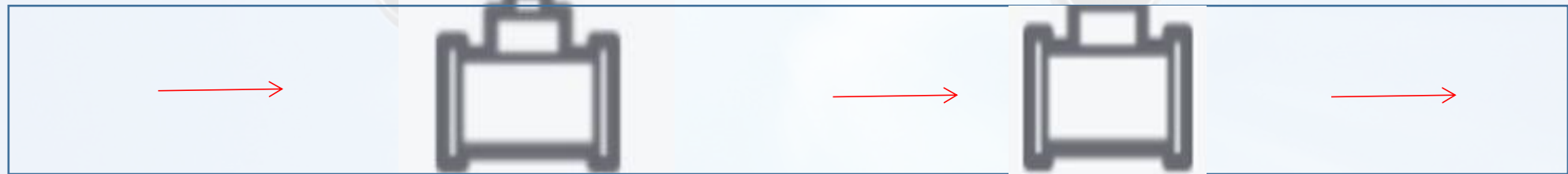
320飞机CFM56发动机HPV人工锁定

3 气源系统的主要部件

1) 引气压力调节部件

APU引气压力调节

APU引气压力调节：关断功能



关断活门（APU 引气活门）

打开或关闭 APU 引气

单向活门

阻止反流

3 气源系统的主要部件

1) 引气压力调节部件

发动机引气压力调节

APU引气压力调节：部分APU有调节引气量功能

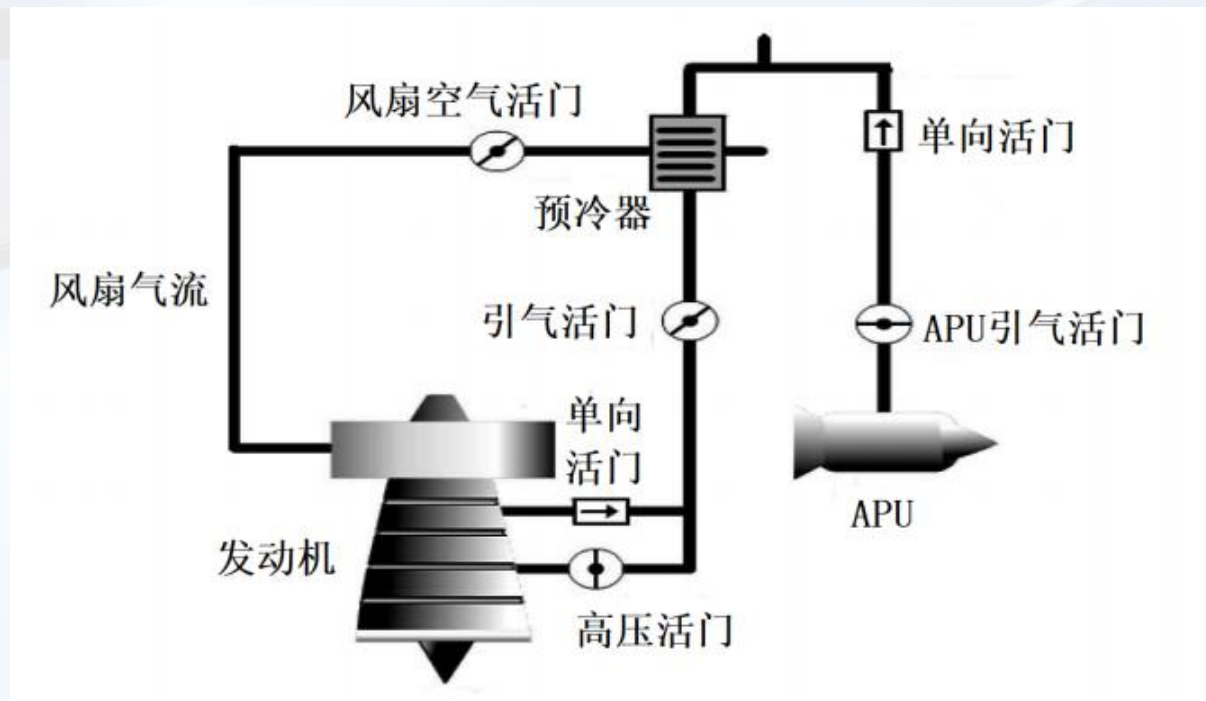


3 气源系统的主要部件

2) 温度调节

冷却效果取决于：

- 风扇冷却空气的流量
- 环境温度

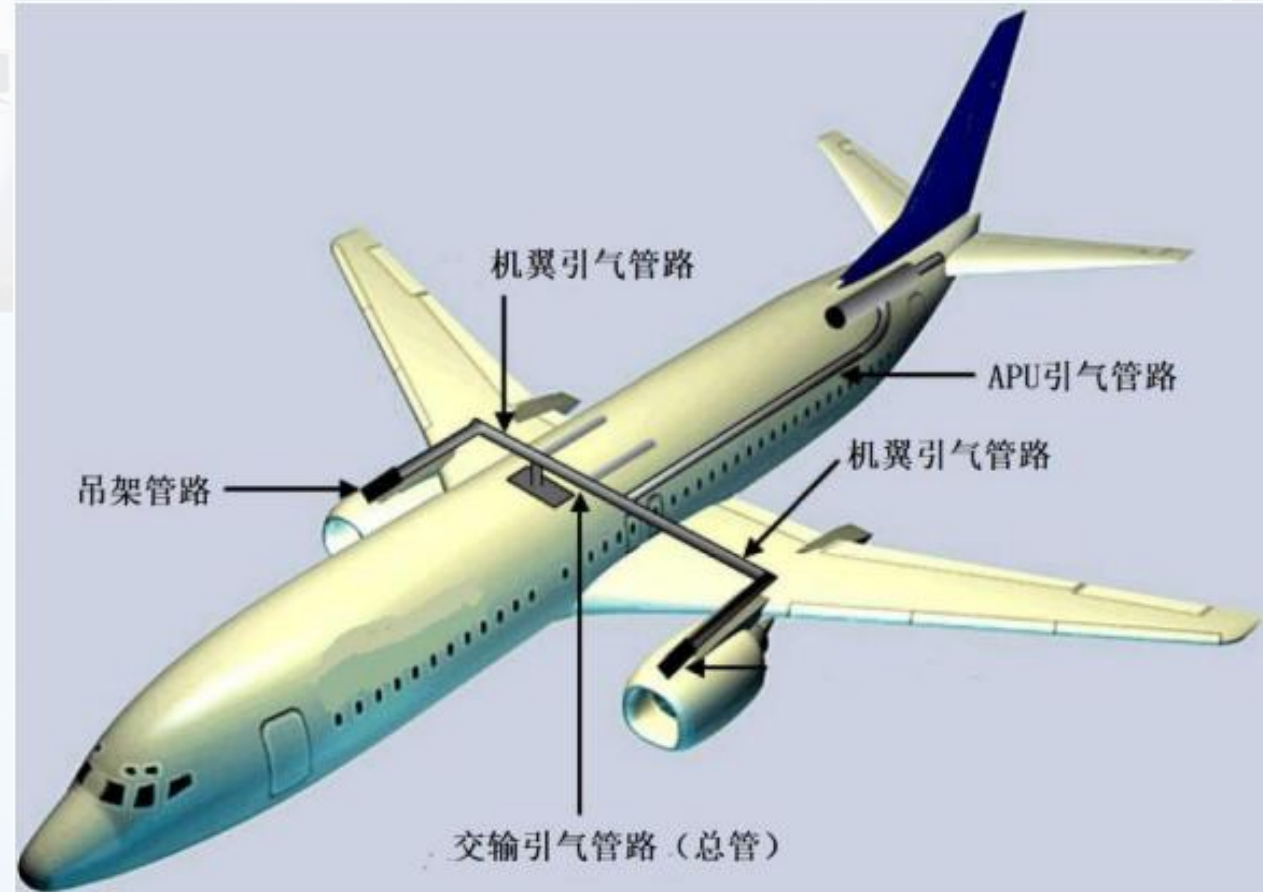


3 气源系统的主要部件

3) 分配：引气通过气源管路输送

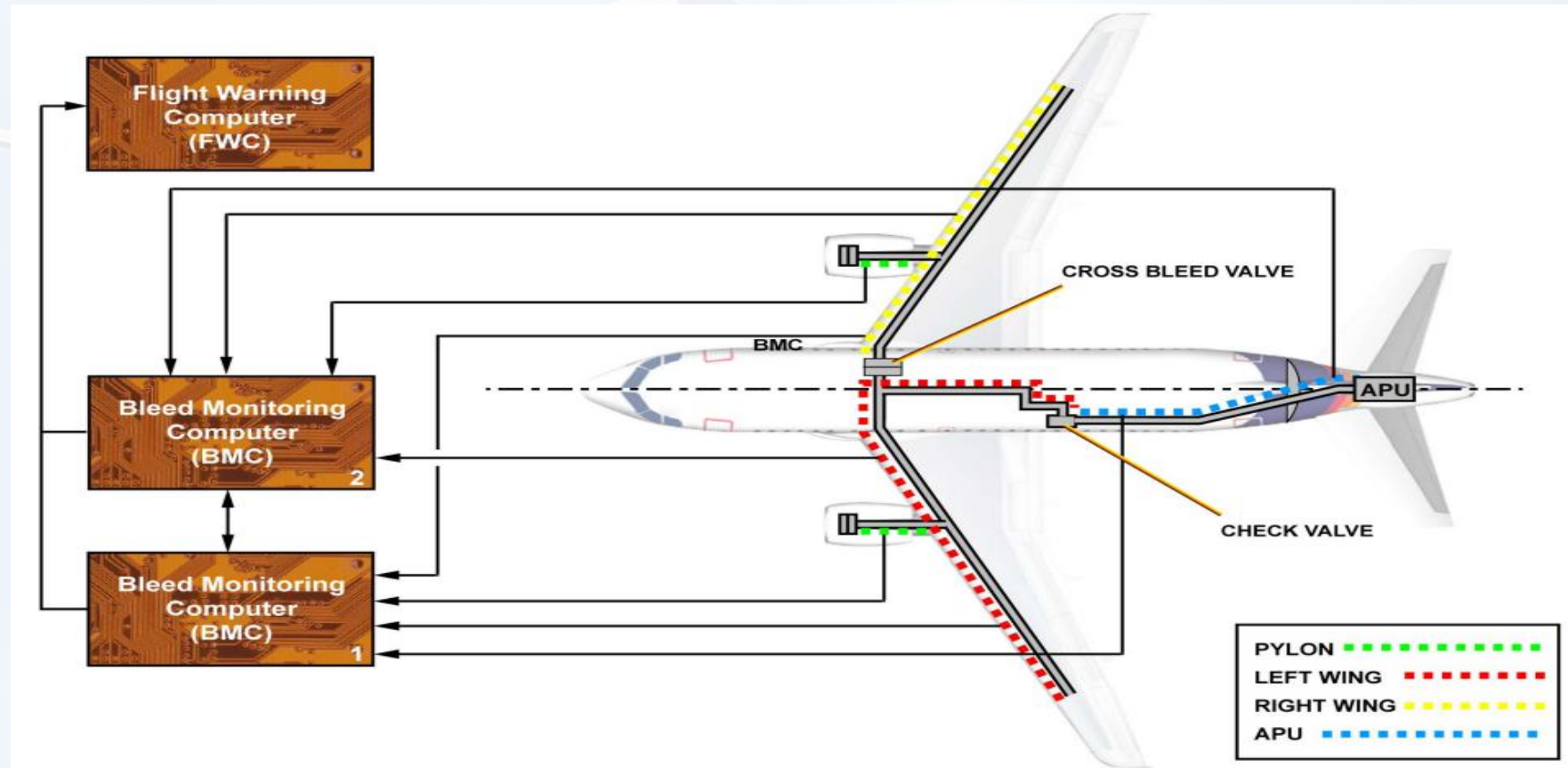
管路命名：

- 1) 吊架引气管路
- 2) 左右机翼引气管路
- 3) APU 引气管路
- 4) 交输引气管路或交输引气总管



3 气源系统的主要部件

3) 分配:

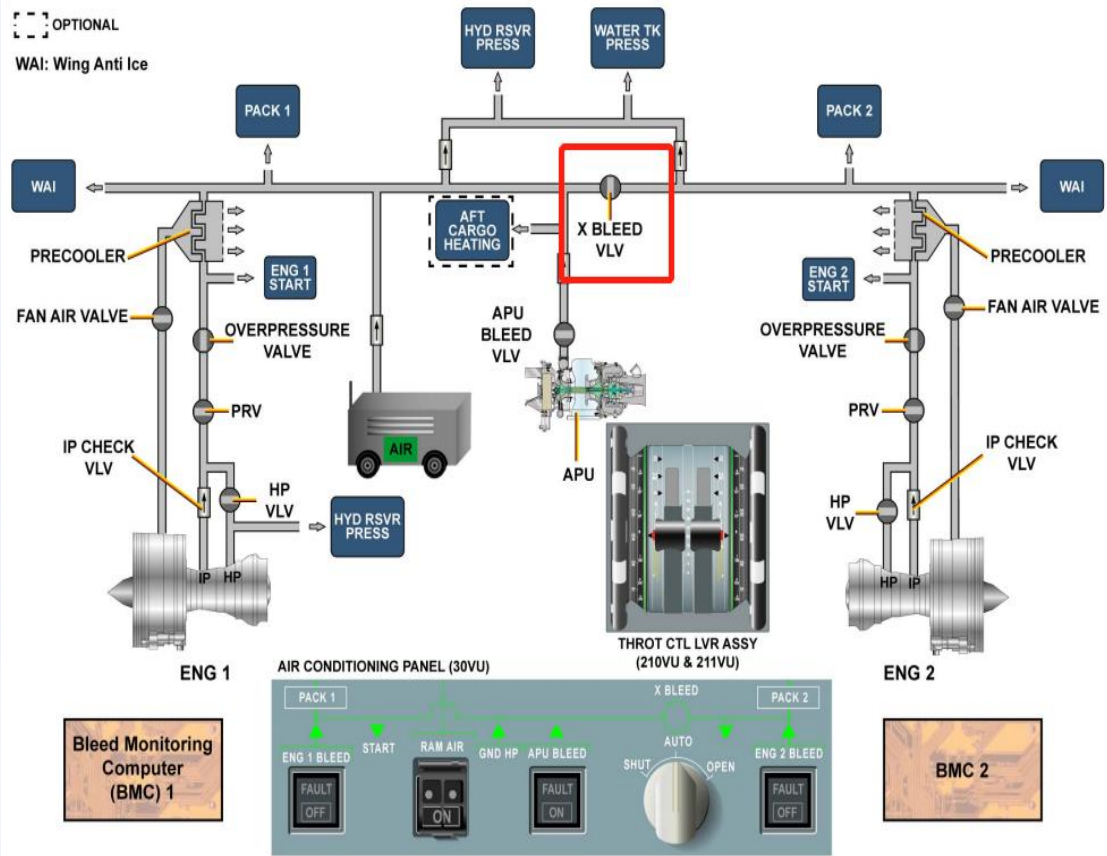


渗漏探测系统负责监控引气管路的渗漏情况

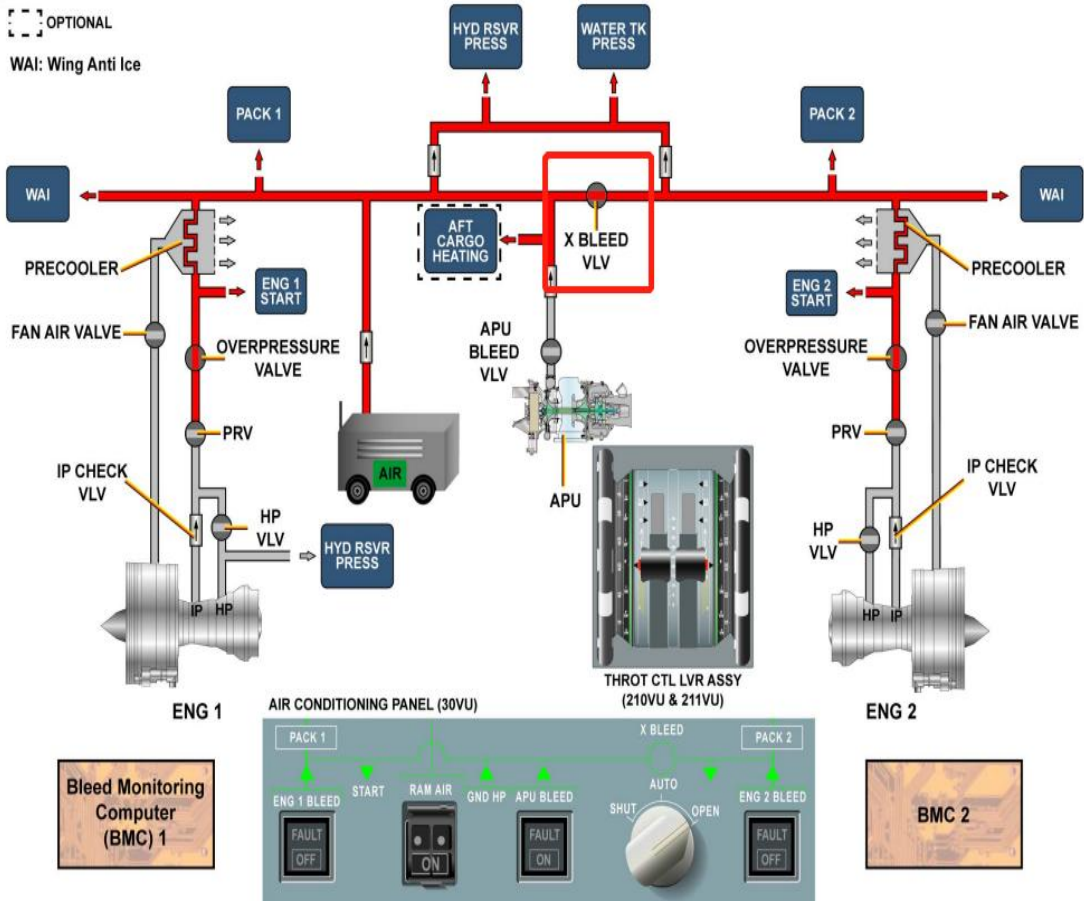
3 气源系统的主要部件

4) 交输引气系统

737: 隔离活门 (isolation valve)
320: 交输引气活门



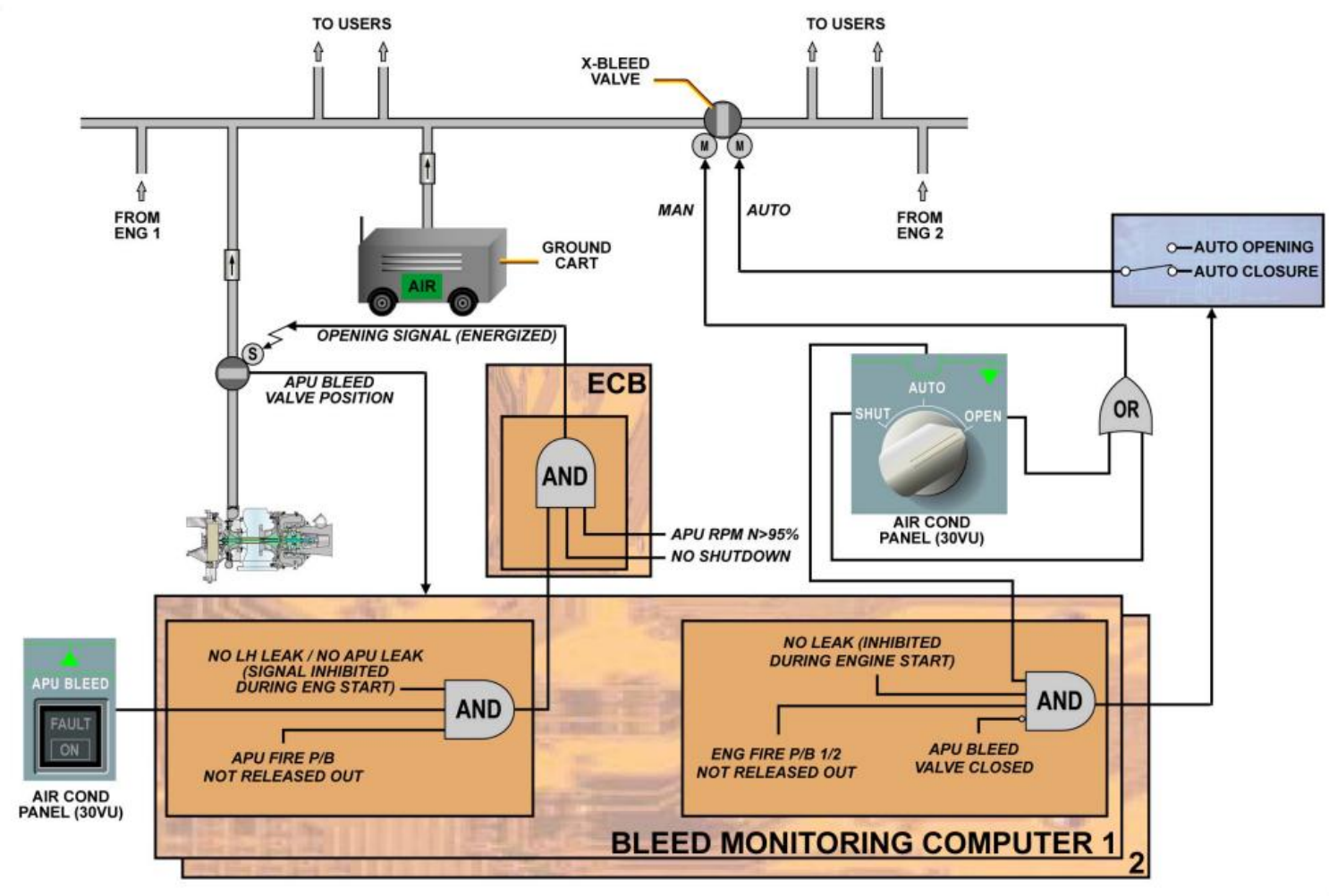
交输引气活门
打开



3 气源系统的主要部件

4) 交输引气系统

交输引气活门：电马达作动活门

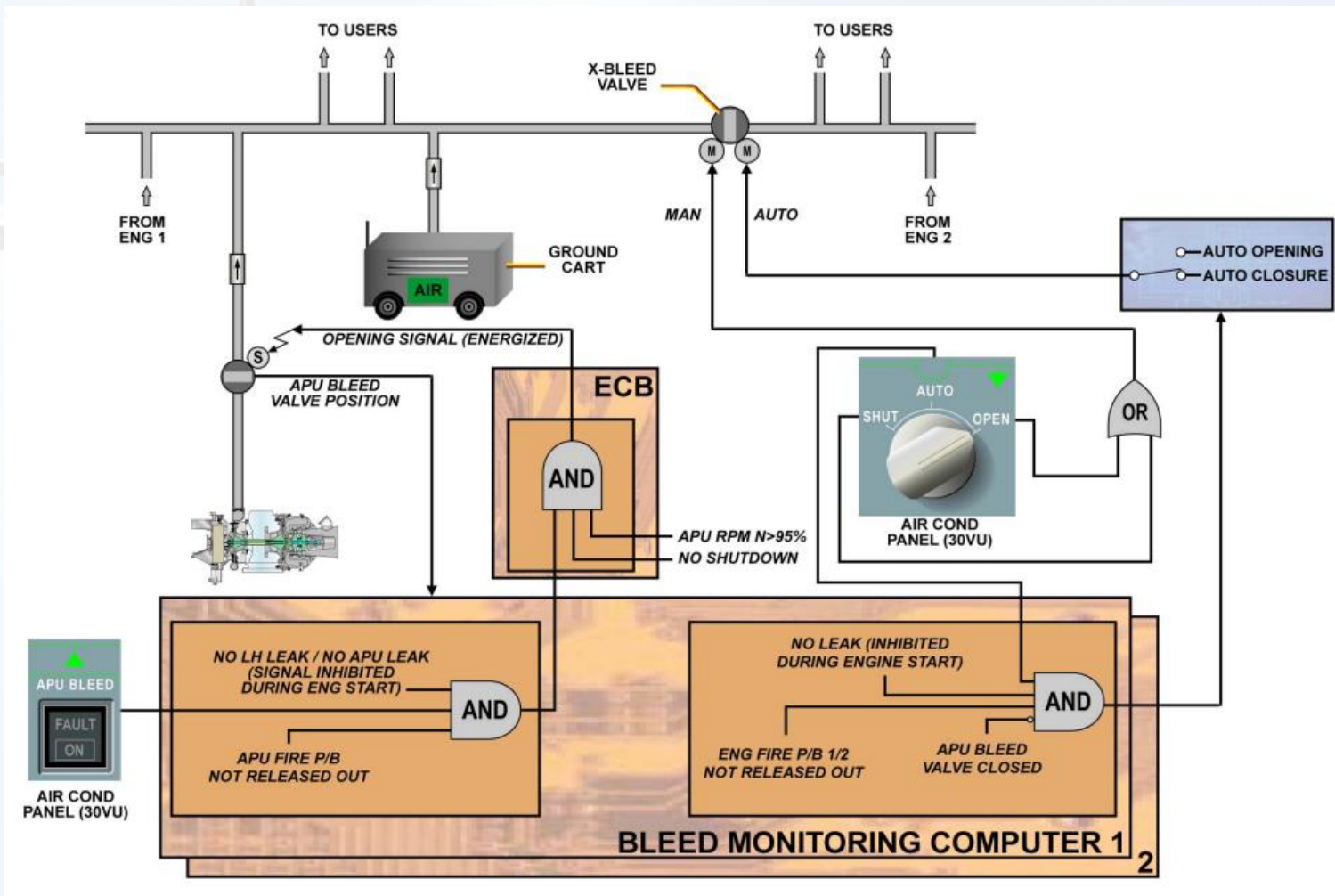


3 气源系统的主要部件

4) 交输引气系统

交输引气活门控制方式:

- 人工操作
- 自动操作

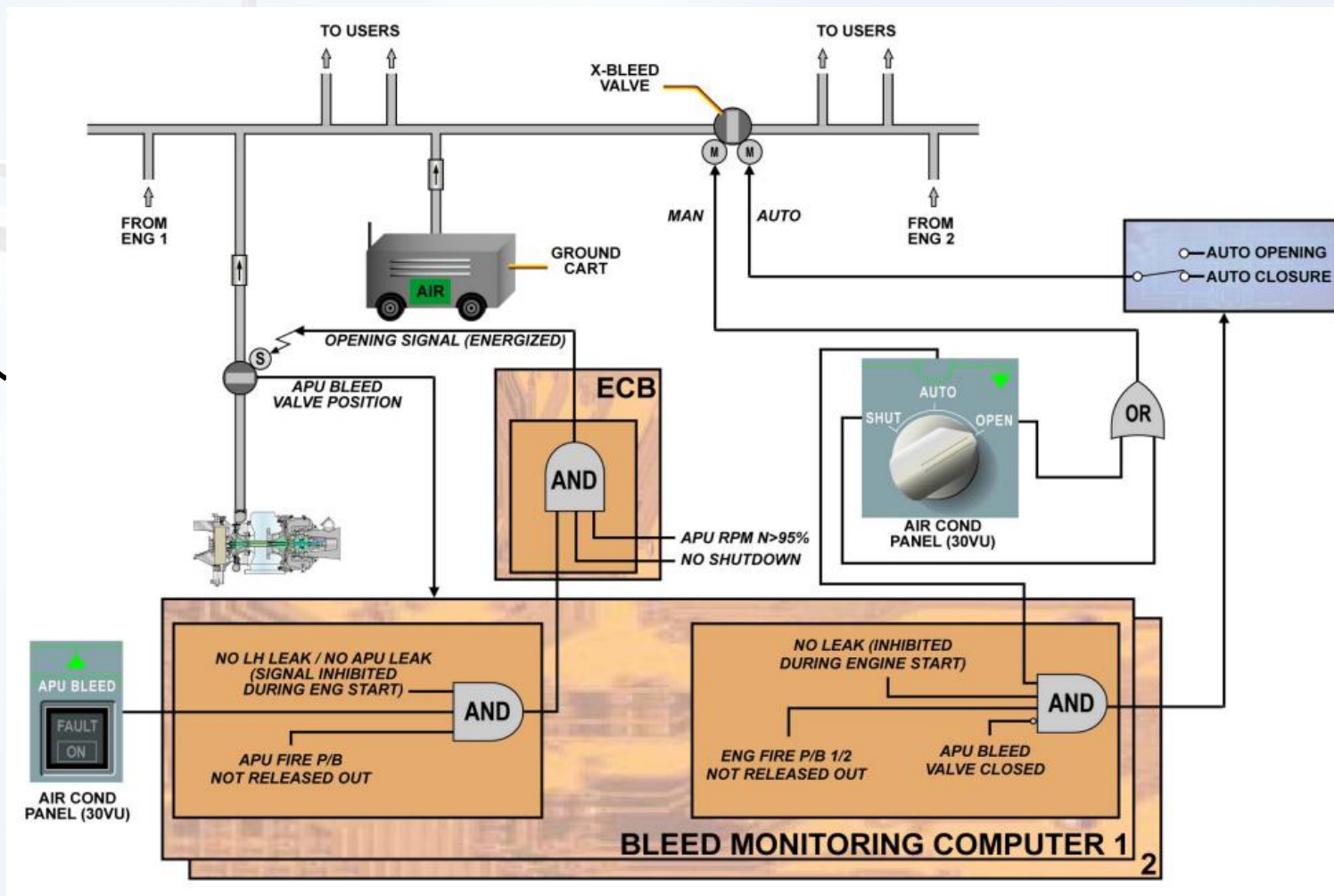


3 气源系统的主要部件

4) 交输引气系统

A320 飞机交输引气活门:

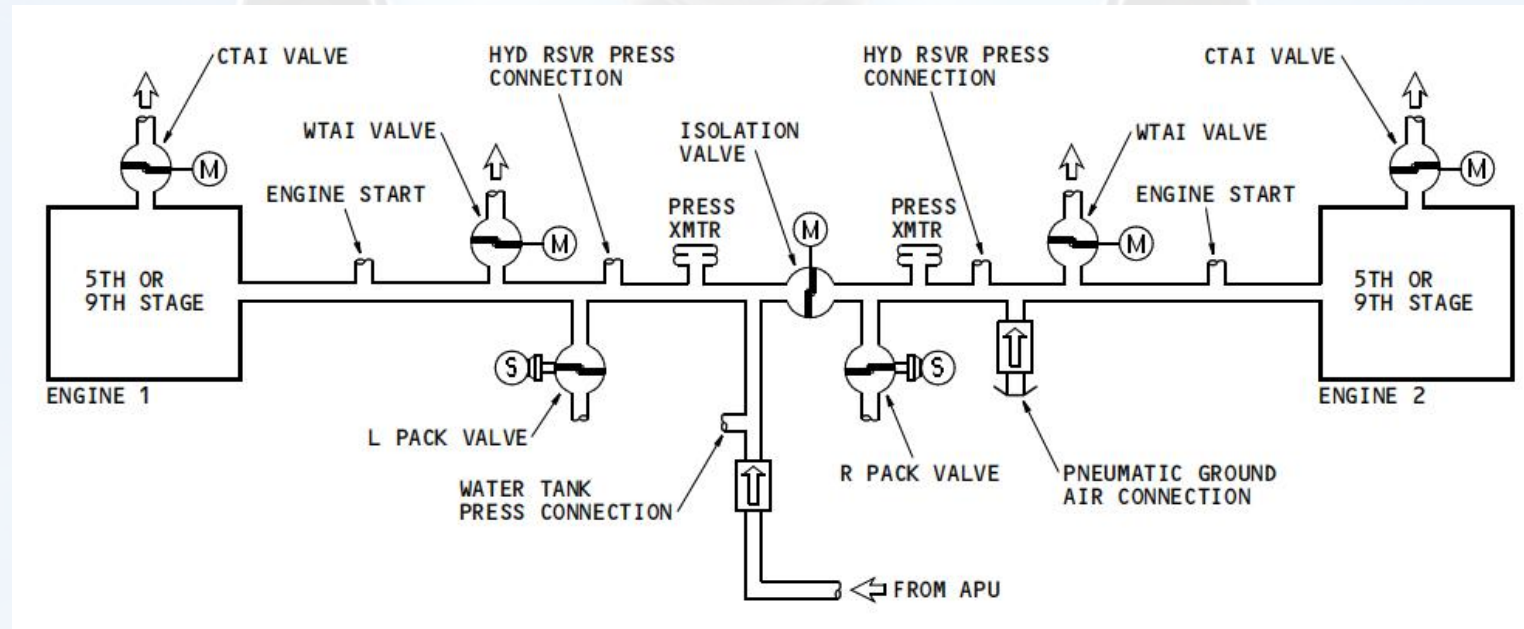
两个电马达, 分别用于自动控制和人工控制,



3 气源系统的主要部件


4) 交输引气系统

B737 隔离活门 (isolation valve) : 只有一个电马达通过电路方式实现自动控制与人工控制



小结

- 气源系统用户有哪些？
- 气源来源有哪些？
- 引气压力如何调节？
- 温度调节调节？



3.3.5.2 气源系统的控制与监控

目录

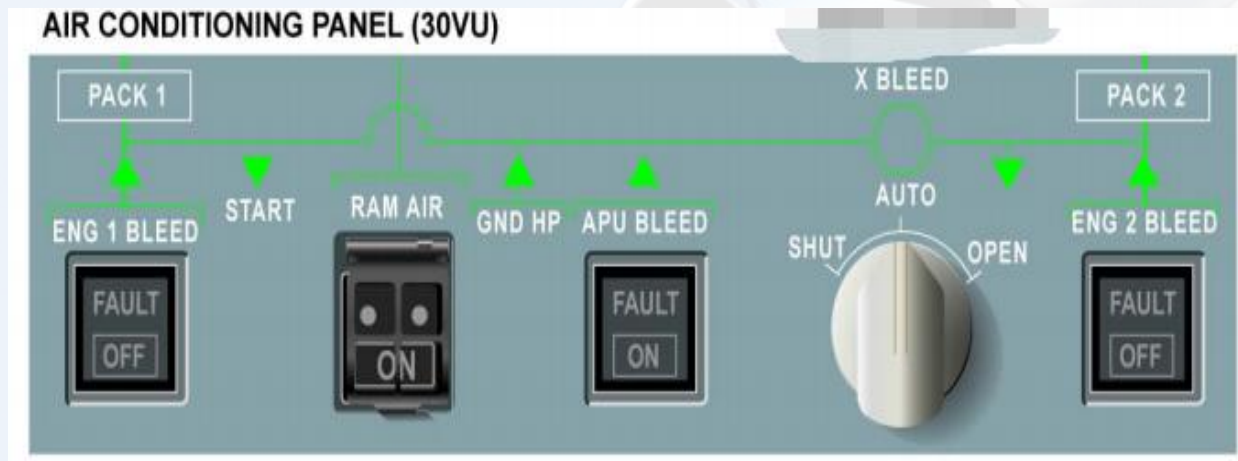
1

气源系统的控制与监控

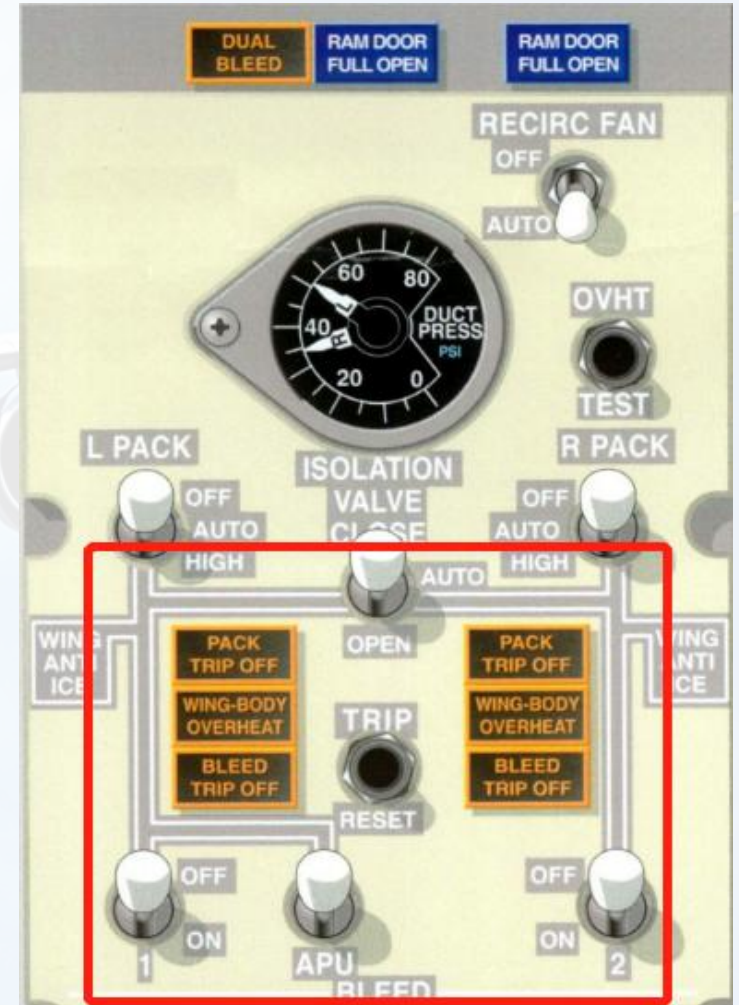


1 气源系统的控制与监控

- 人工控制：驾驶舱气源控制面板



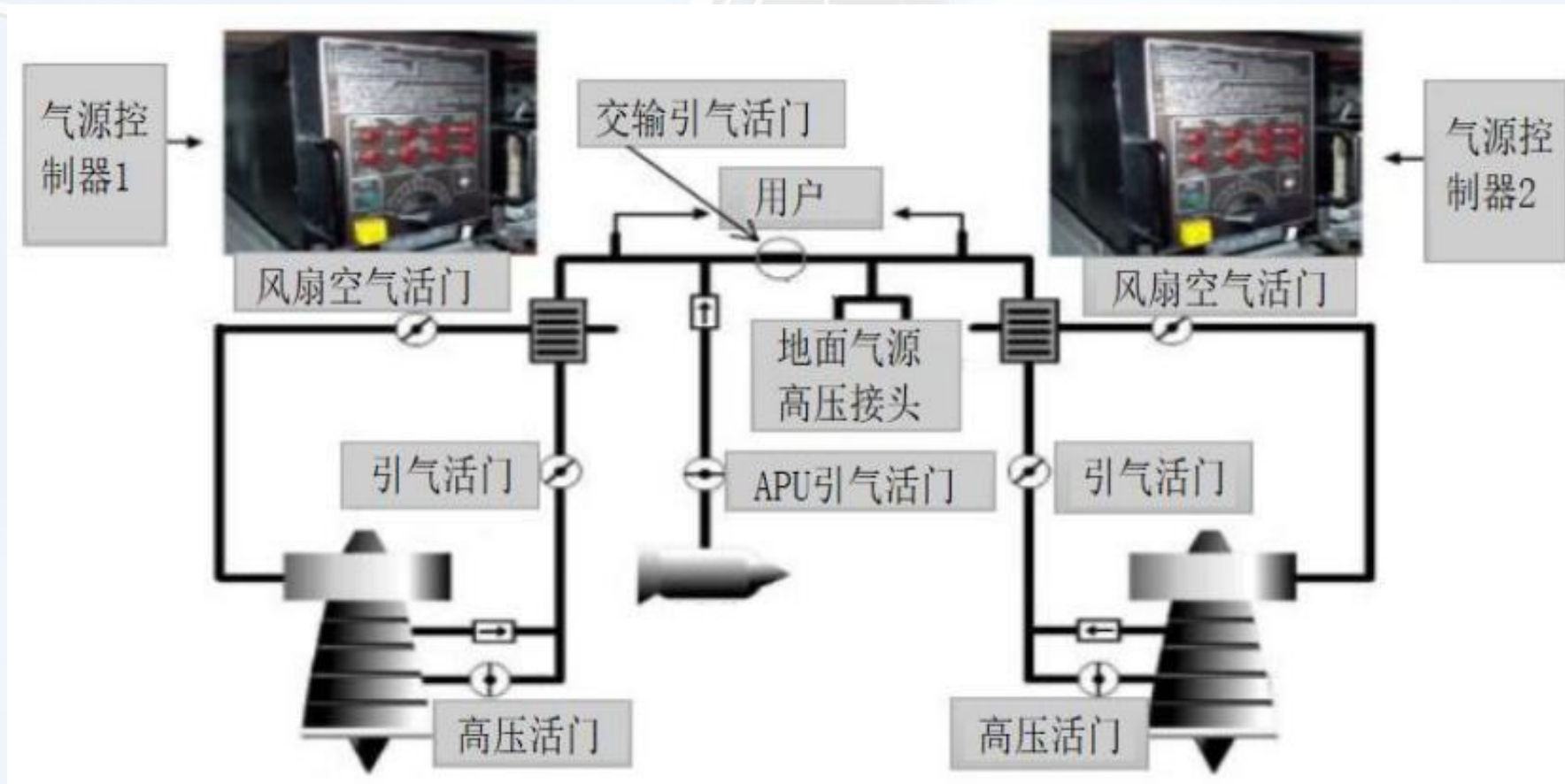
320气源控制面板



737气源控制面板

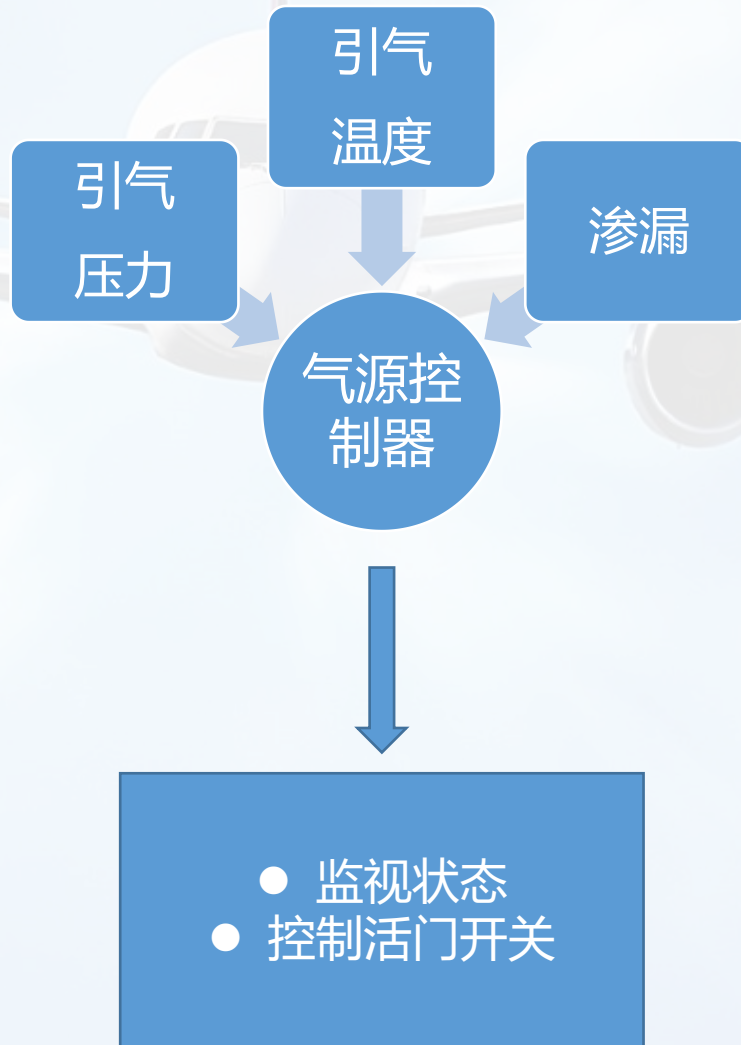
1 气源系统的控制与监控

- 自动控制：气源控制器

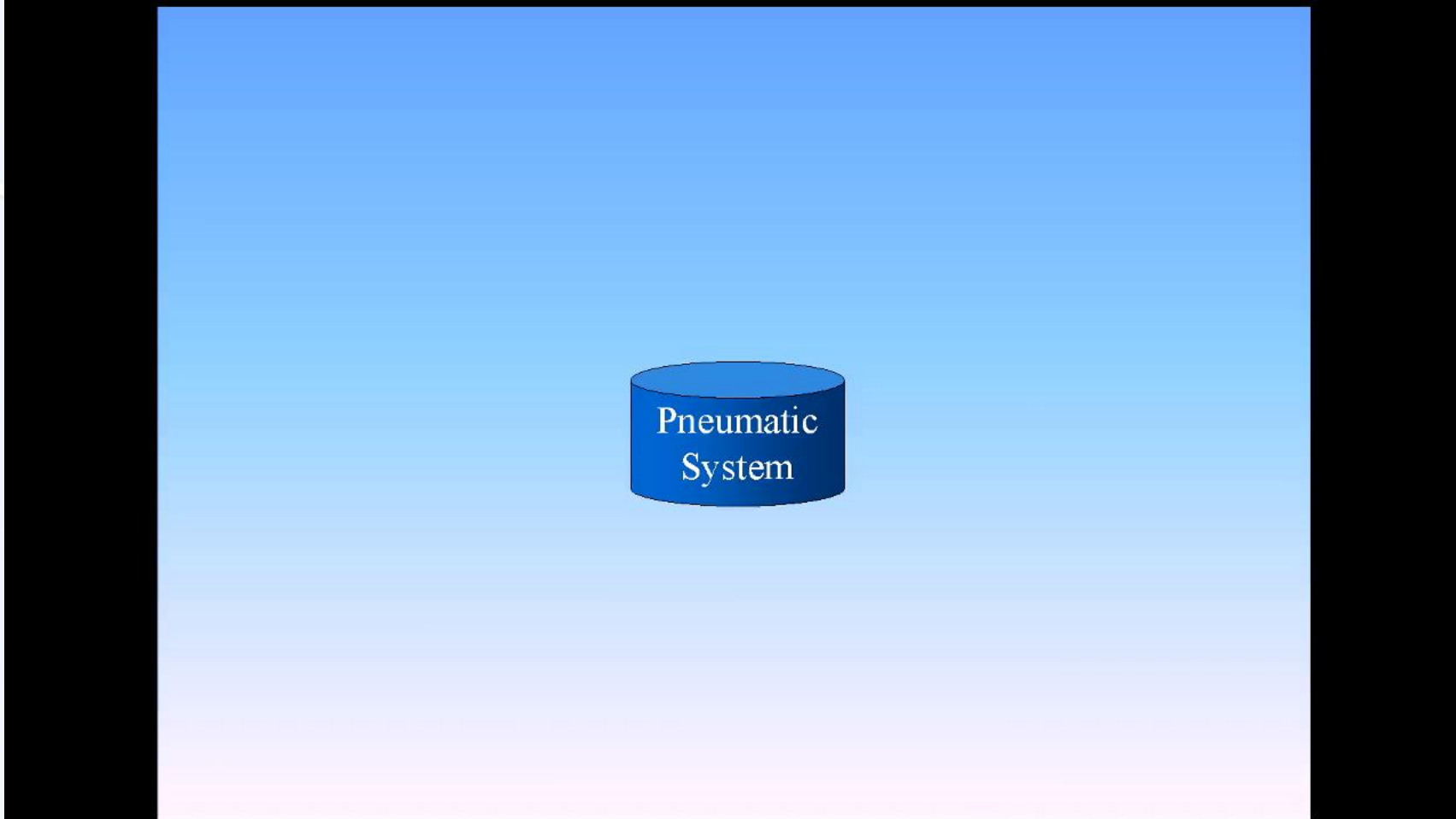


1 气源系统的控制与监控

- 自动控制：气源控制器



1 气源系统的控制与监控

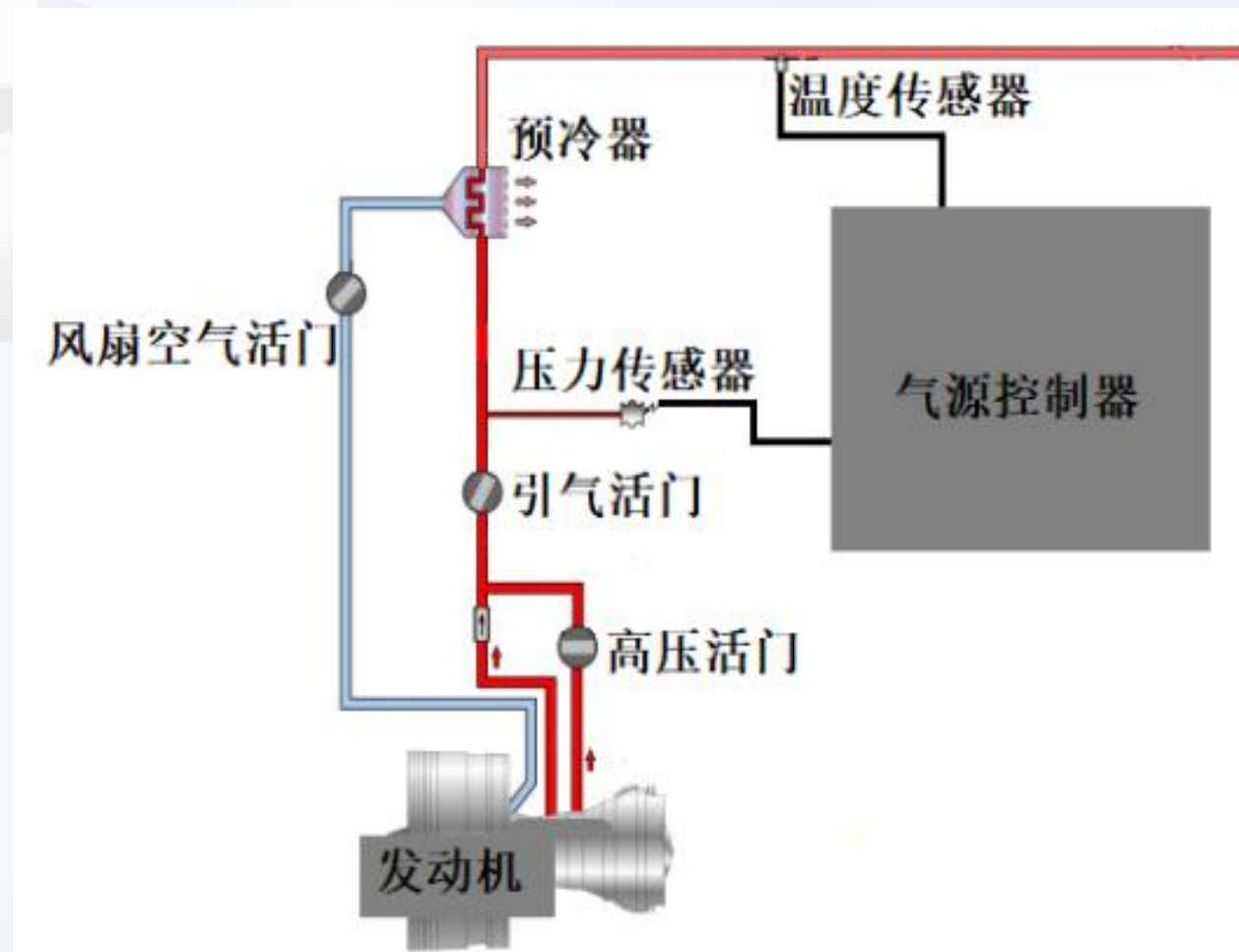


1 气源系统的控制与监控

1) 压力和温度控制

压力和温度传感器安装位置:

- 在引气活门下游安装压力传感器
- 在预冷器下游安装温度传感器

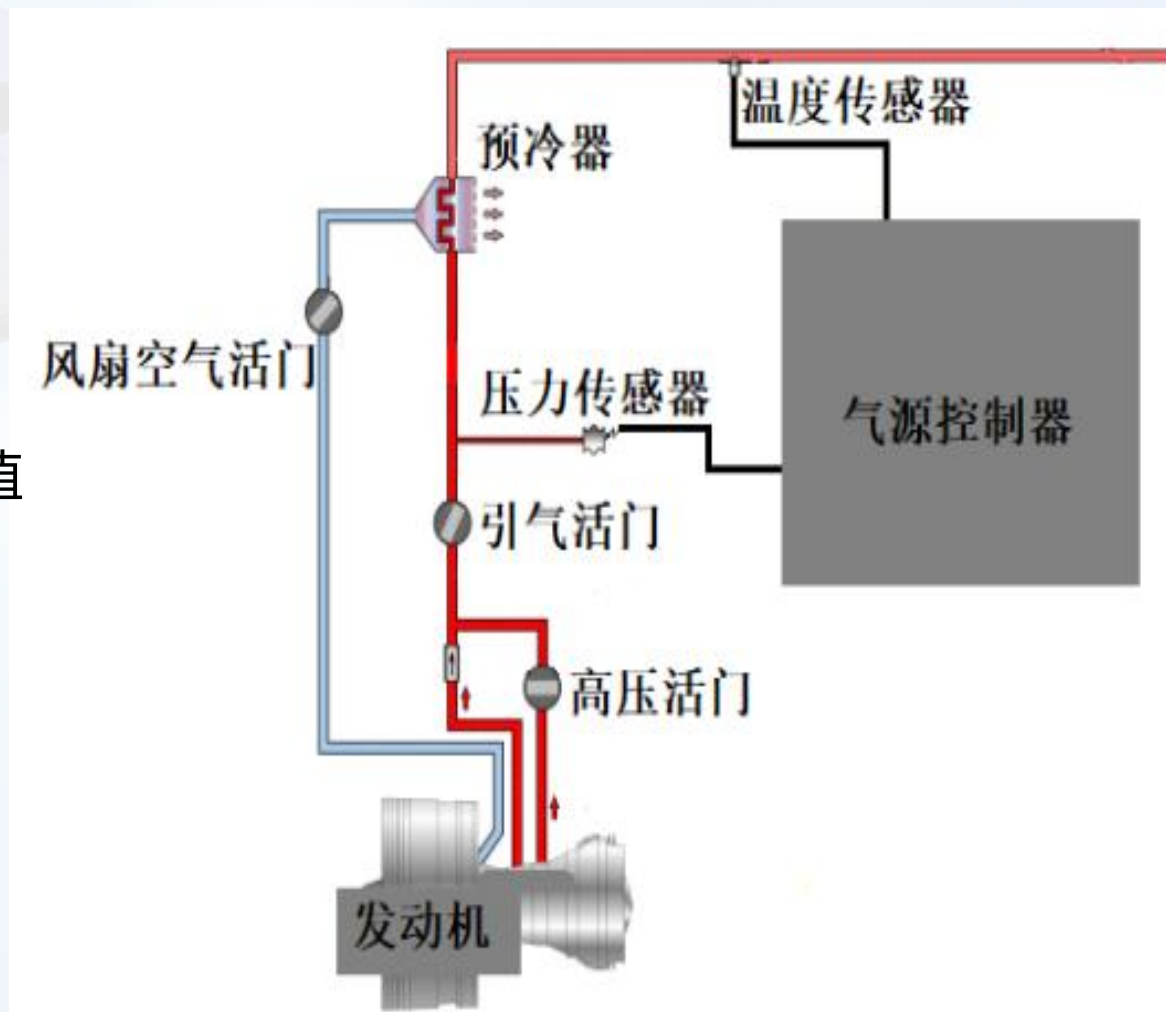


1 气源系统的控制与监控

1) 压力和温度控制

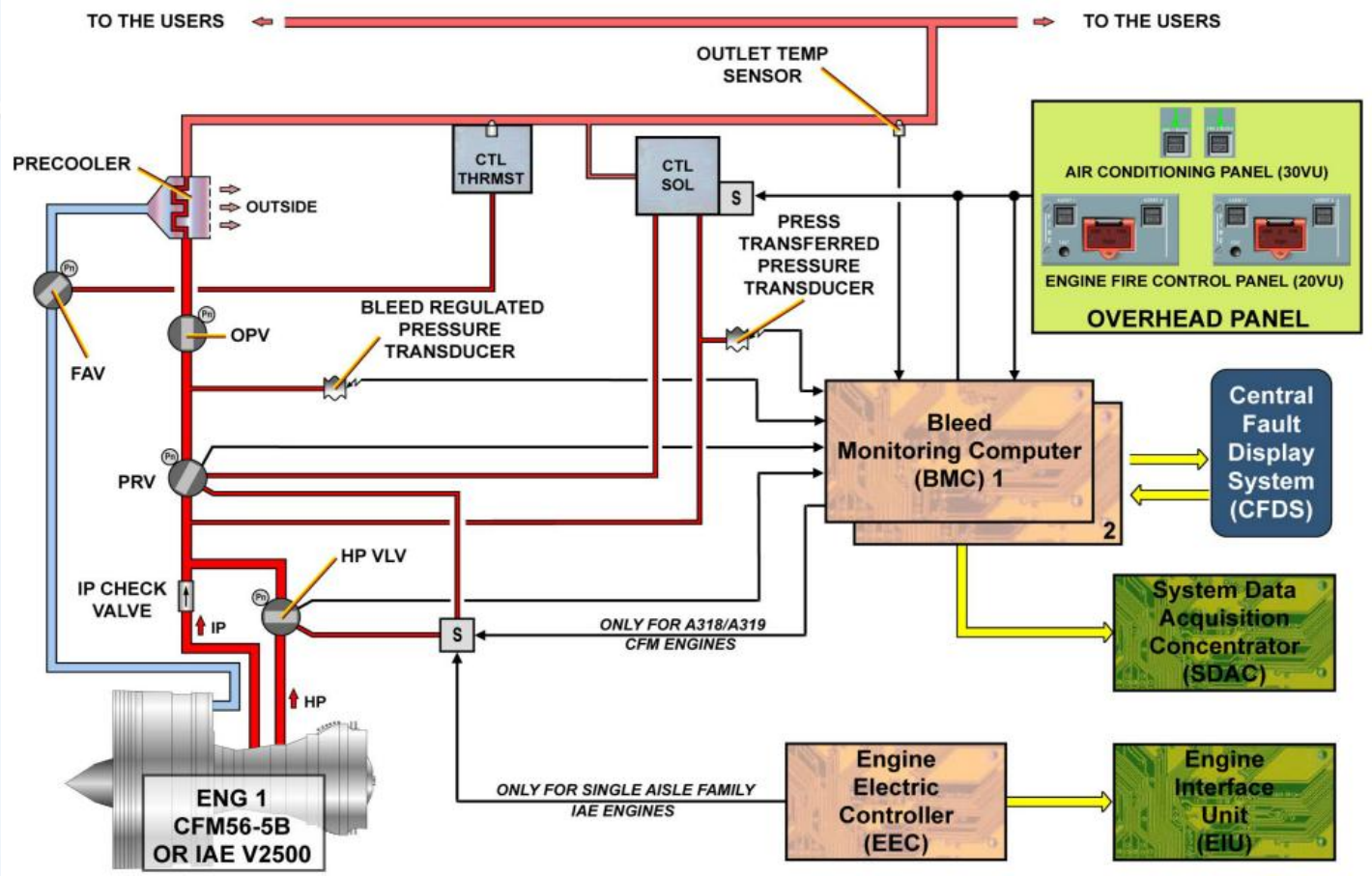
压力和温度传感器作用:

- 气源控制器可以据此控制活门开度, 给出超压或者超温保护
- 驾驶舱显示组件上读取实时的压力与温度值



1 气源系统的控制与监控

1) 压力和温度控制



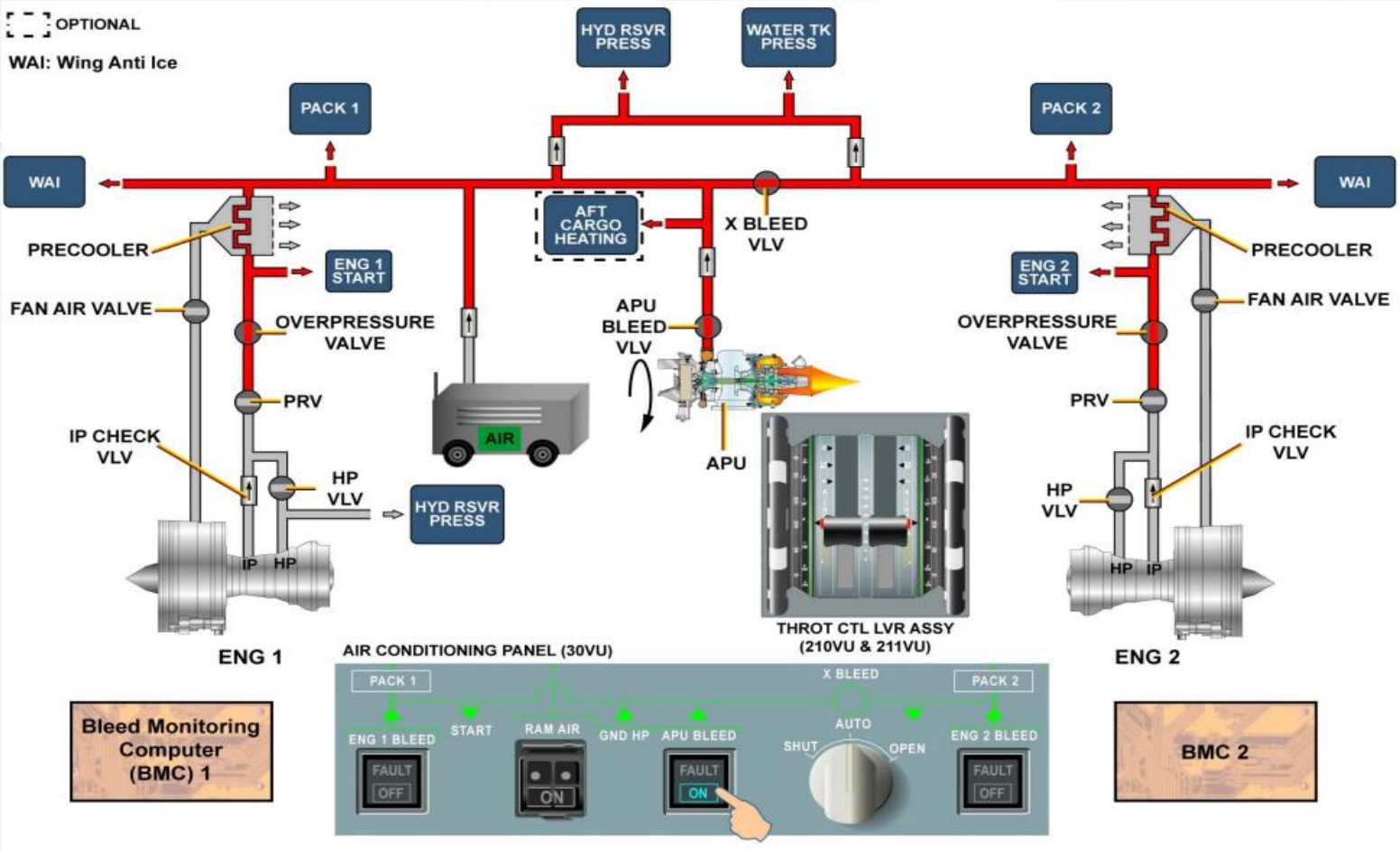
BMC:
Bleed Monitoring
Computer

320气源控制器BMC

1 气源系统的控制与监控

1) 压力和温度控制

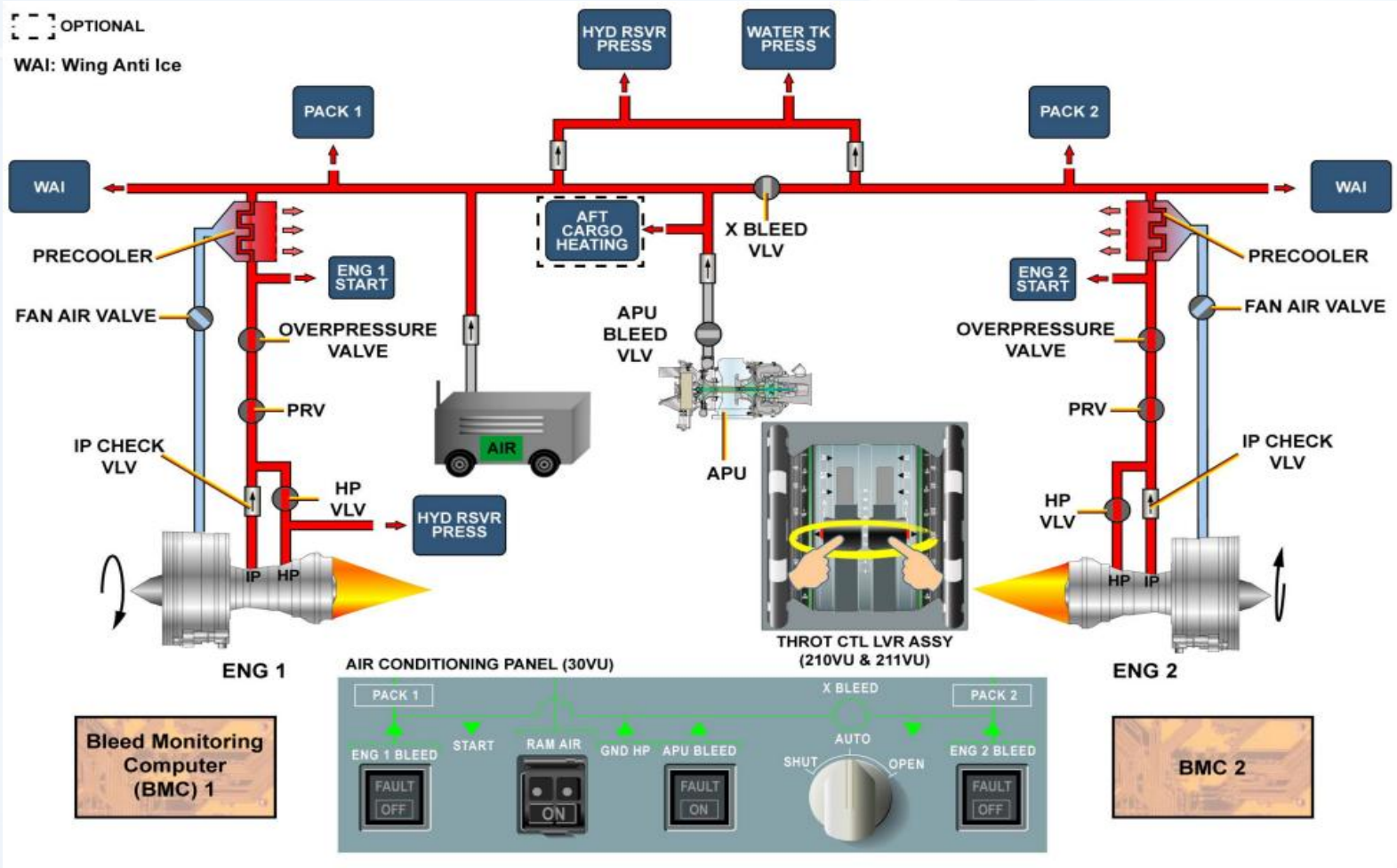
320
引气
系统
控制



使用APU引气

1 气源系统的控制与监控

1) 压力和温度控制

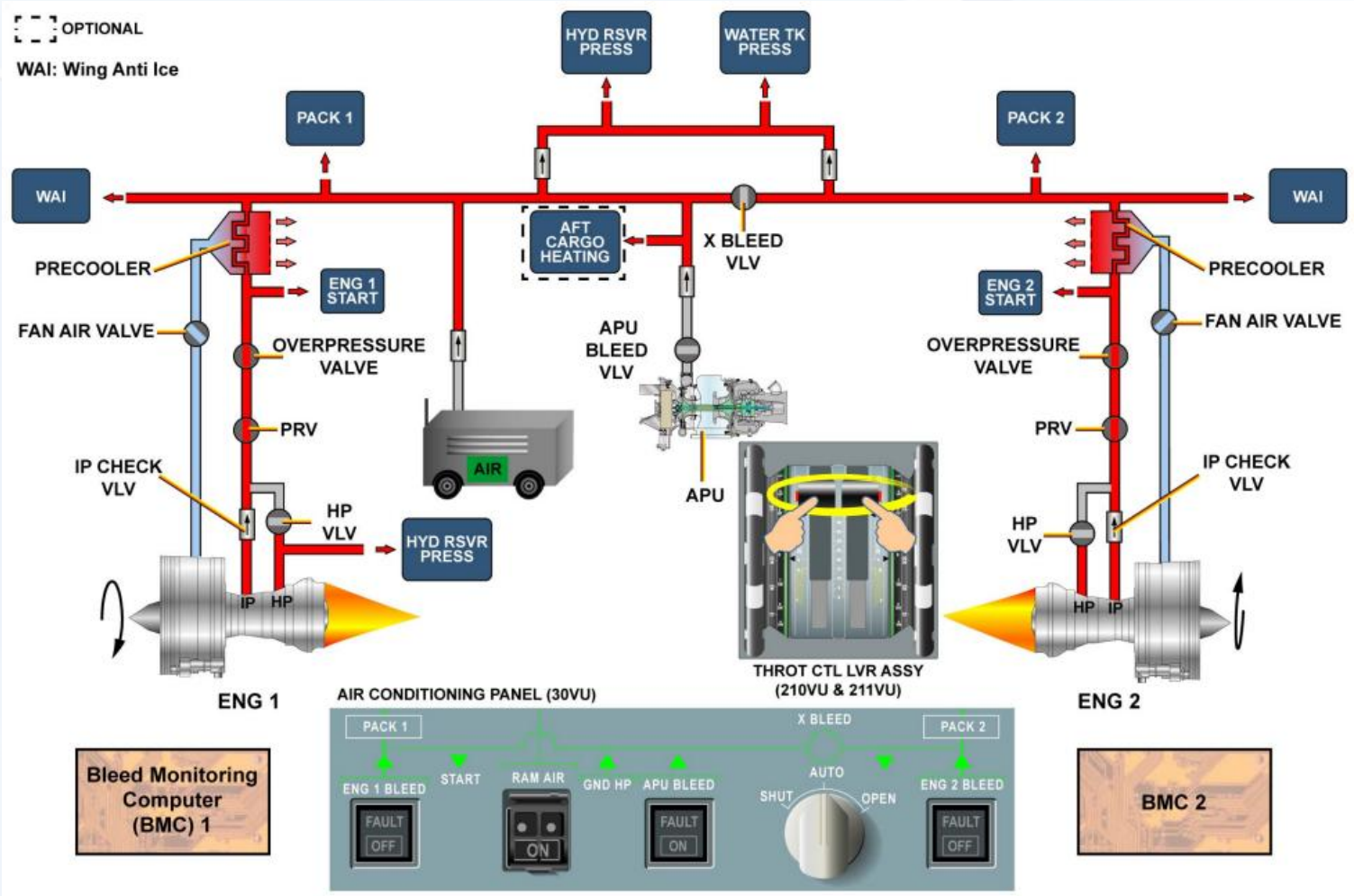


320引气系统控制:

- 双发启动油门杆慢车位
- 发动机引气接通
- 高压级活门打开

1 气源系统的控制与监控

1) 压力和温度控制



320引气系统控制:

双发高功率时，高压级活门和IP CHECK VALVE分别处于什么状态？

1 气源系统的控制与监控

1) 压力和温度控制

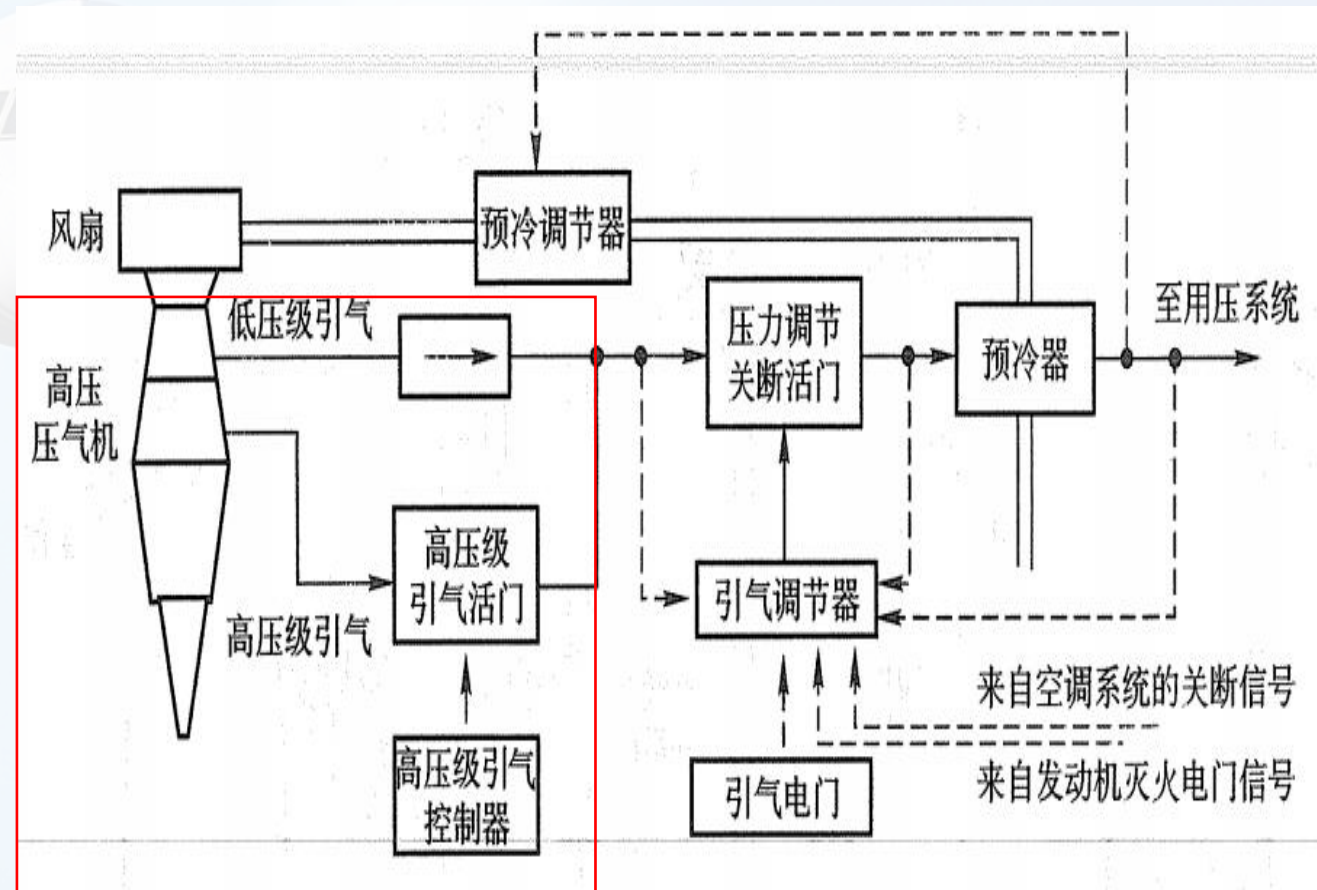
发动机开始工作:

- 从高压压气机的高压级引气口引气
- 低压引气管路上的单向活门防止引气倒流

发动机转速增加:

- 低压引气口压力达到调定值, 高压引气控制器将高压级引气活门关闭
- 气源系统从低压级引气

737飞机发动机引气系统控制:



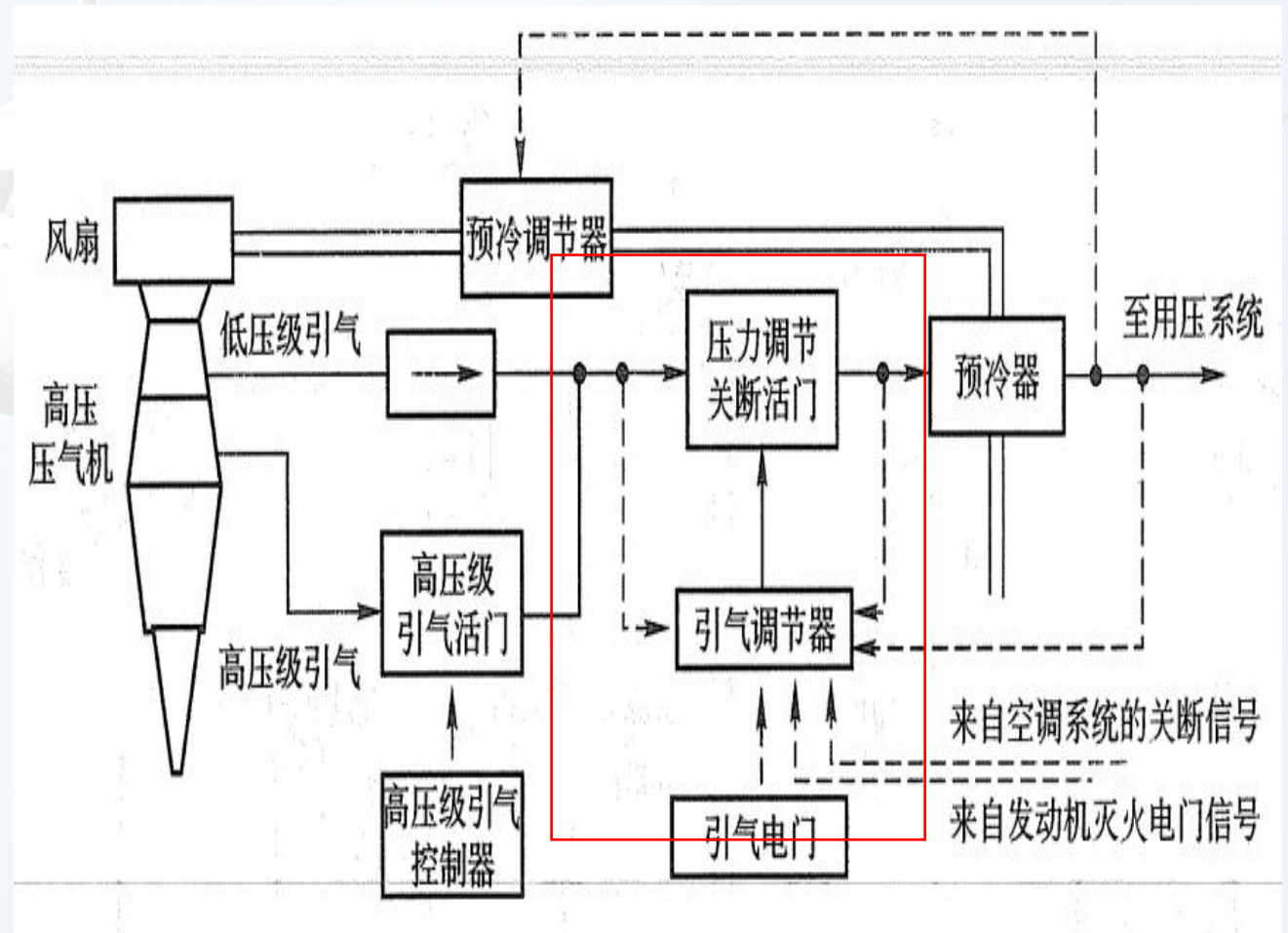
高低压级转换

1 气源系统的控制与监控

1) 压力和温度控制

737飞机发动机引气系统控制:

- 发动机压气机引气由压力调节和关断活门（简称"PRSOV"）控制
- 压力调节和关断活门（简称"PRSOV"）由引气调节器控制



引气控制

1 气源系统的控制与监控

1) 压力和温度控制

737飞机发动机引气系统控制:

引气调节器:

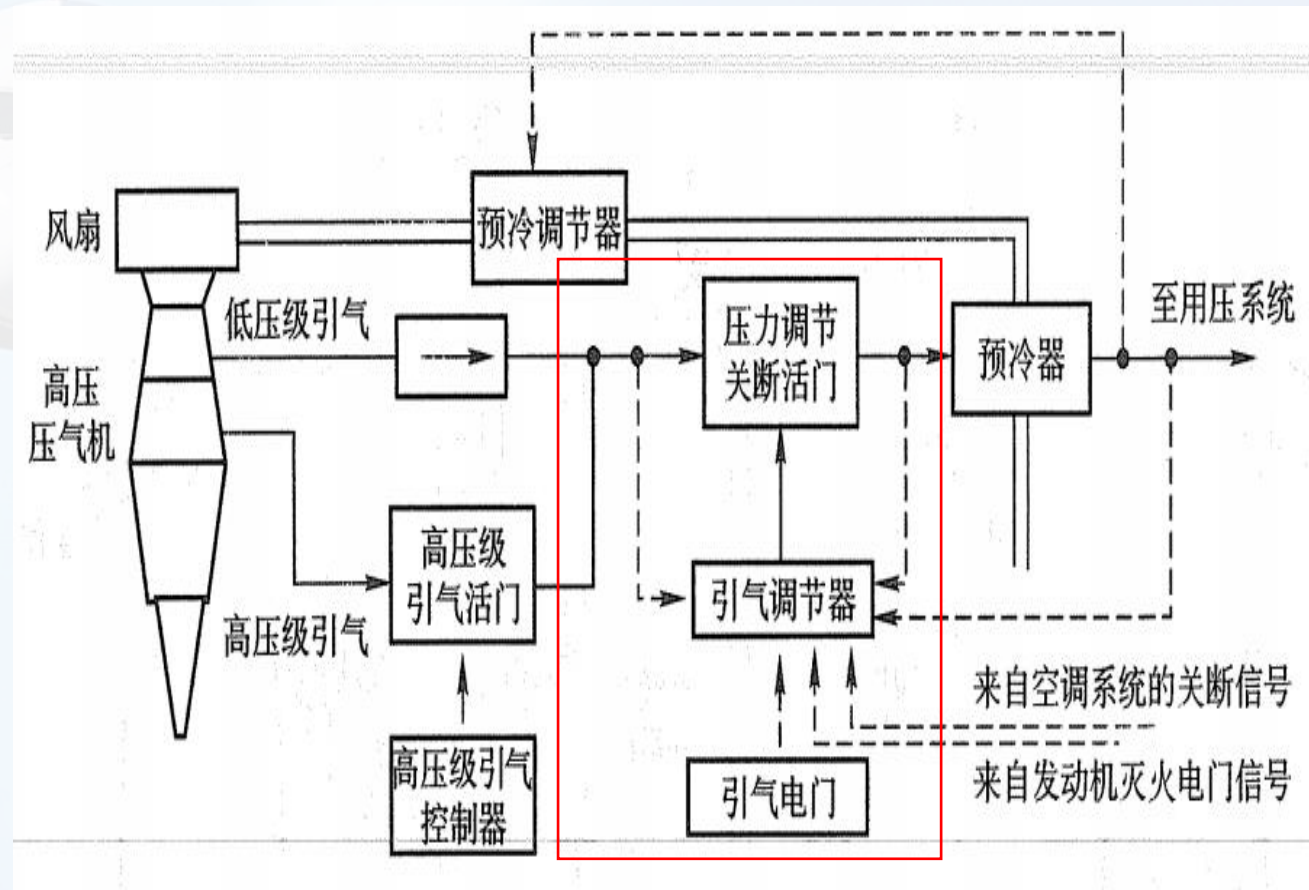
感受压力和温度信号



调节 PRSOV 活门的开度



控制活门下游压力和温度



压力和温度调节

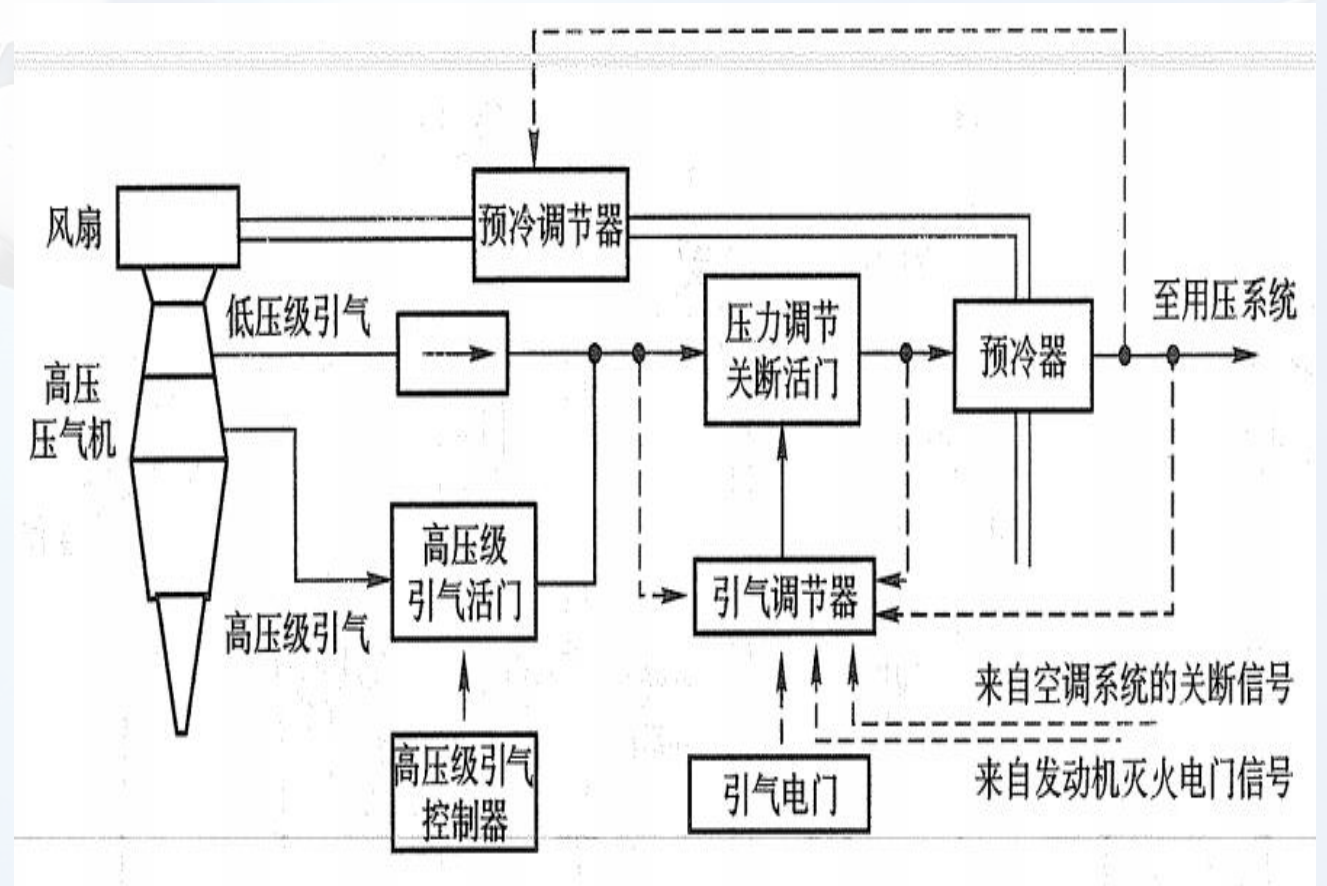
1 气源系统的控制与监控

1) 压力和温度控制

737飞机发动机引气系统控制：

引气温度控制：

发动机吊架上的390°F（199°C）预冷器控制活门传感器控制预冷器活门开度，将引气温度控制或限制其温度在一定范围之内。



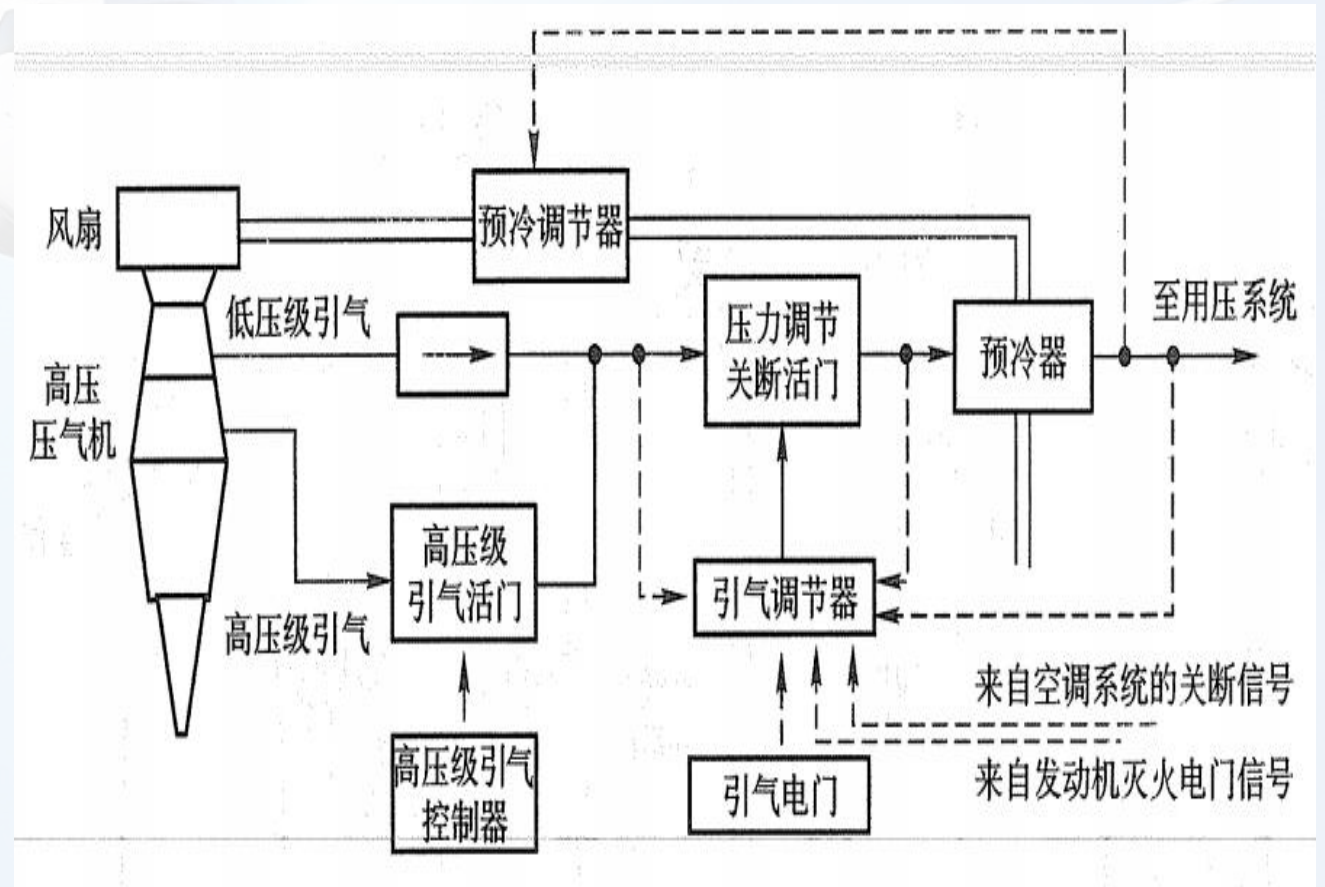
1 气源系统的控制与监控

1) 压力和温度控制

737飞机发动机引气系统控制:

引气的温度限制控制:

PRSOV接受下游发动机吊架上的
450°F (232°C) 引气管道恒温器和
490°F (254°C) 超温电门的控制。



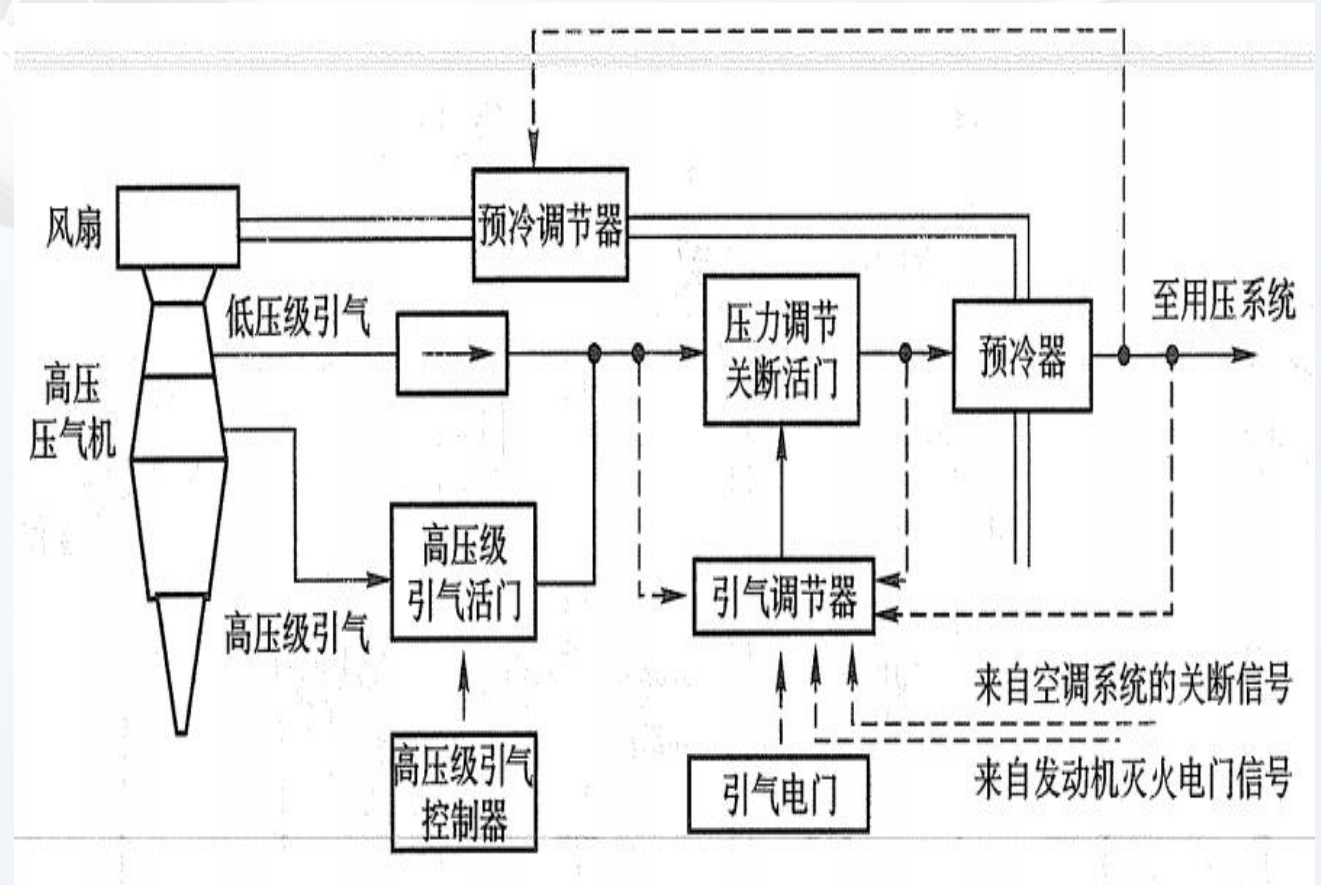
1 气源系统的控制与监控

1) 压力和温度控制

737飞机发动机引气系统控制:

450°F 恒温控制:

当预冷器出口的温度达到调定值时, 减小 PRSOV开度, 减小引气流量, 限制预冷器下游引气温度不超过调定值 (450 °F)。

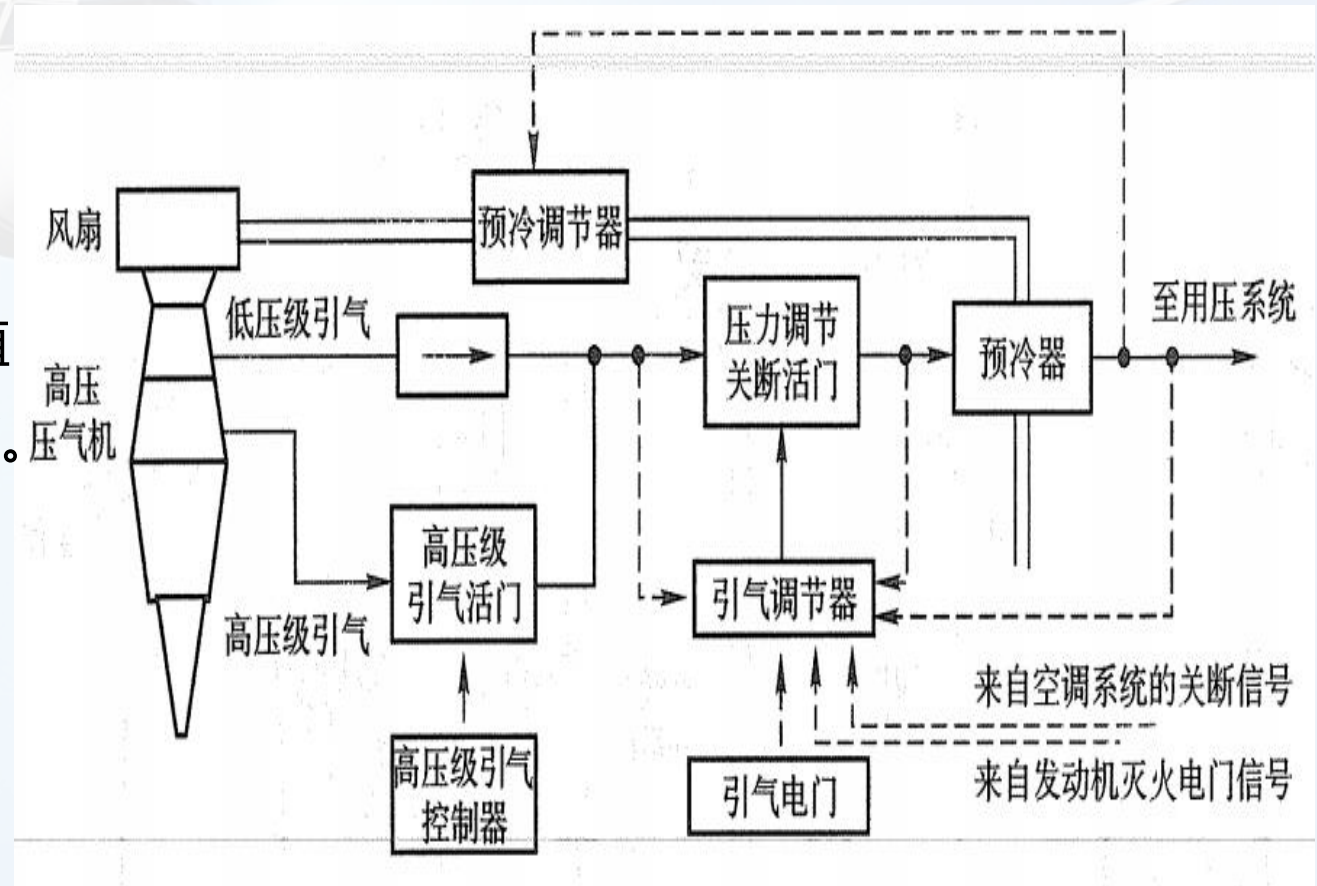


1 气源系统的控制与监控

1) 压力和温度控制

737飞机发动机引气系统控制:

490 °F超温关断（引气超温自动关断）：
当预冷器出口的气流温度达到最高设定值
(490 °F) 时，超温电门闭合，关断PRSOV。



1 气源系统的控制与监控

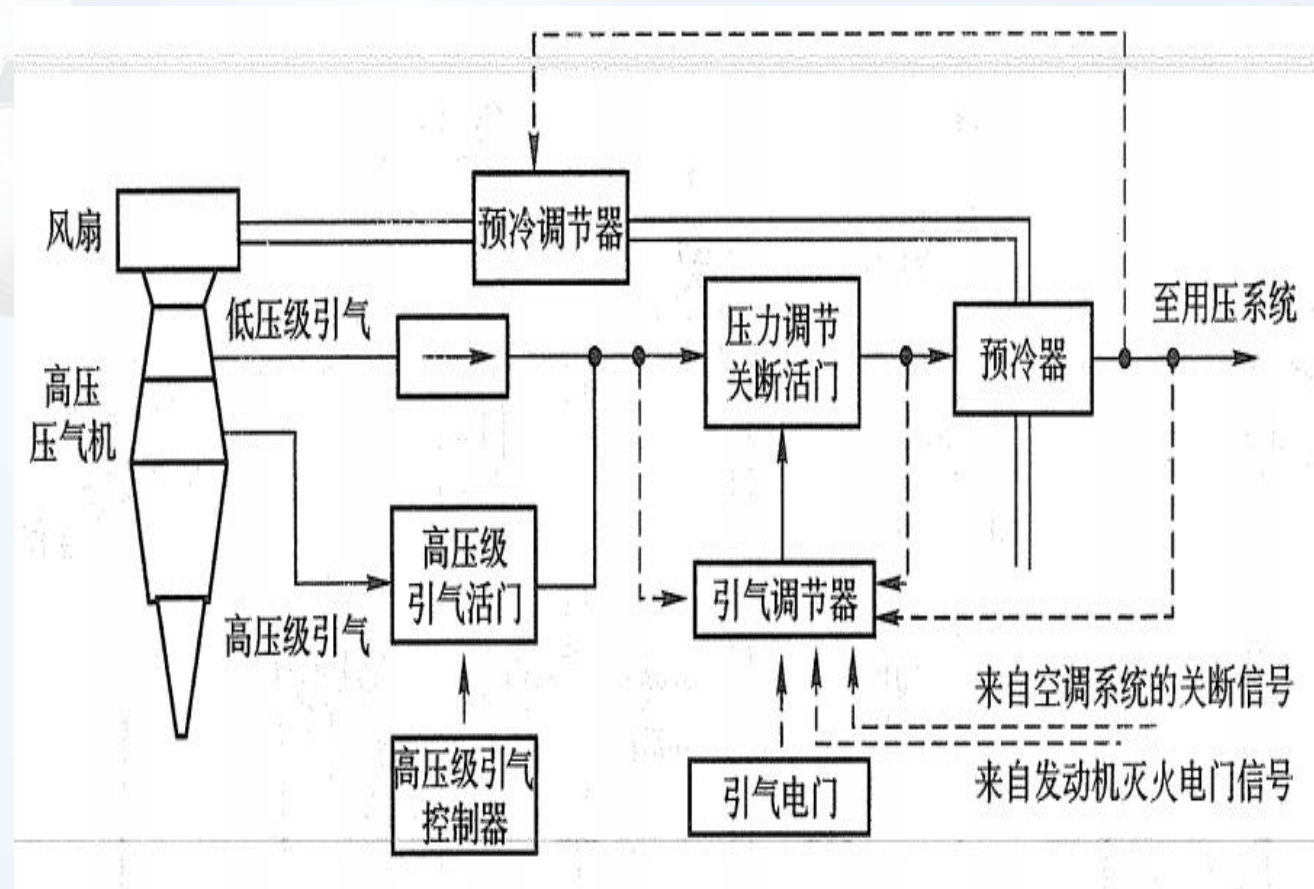
1) 压力和温度控制

737飞机发动机引气系统控制:

引气关断:

1.引气异常

- 超压、超温时
- 当 PRSOV 活门出口压力高于其进口压力 (即引气出现反压)



1 气源系统的控制与监控

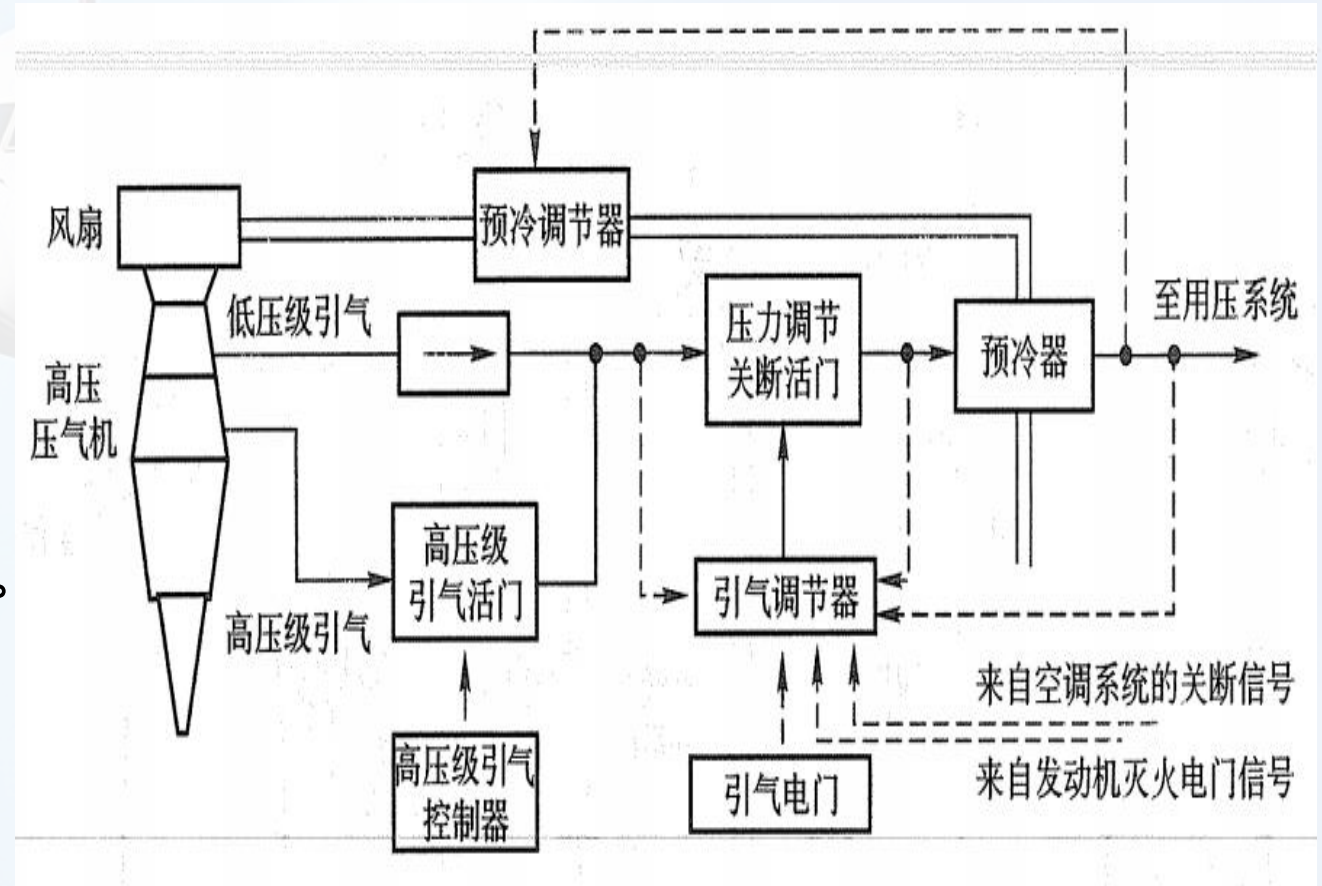
1) 压力和温度控制

737飞机发动机引气系统控制：

引气关断：

2. 发动机火警关断

当发动机出现火警，提起灭火手柄，灭火电门向引气调节器发送关断信号，将引气关断。



1 气源系统的控制与监控

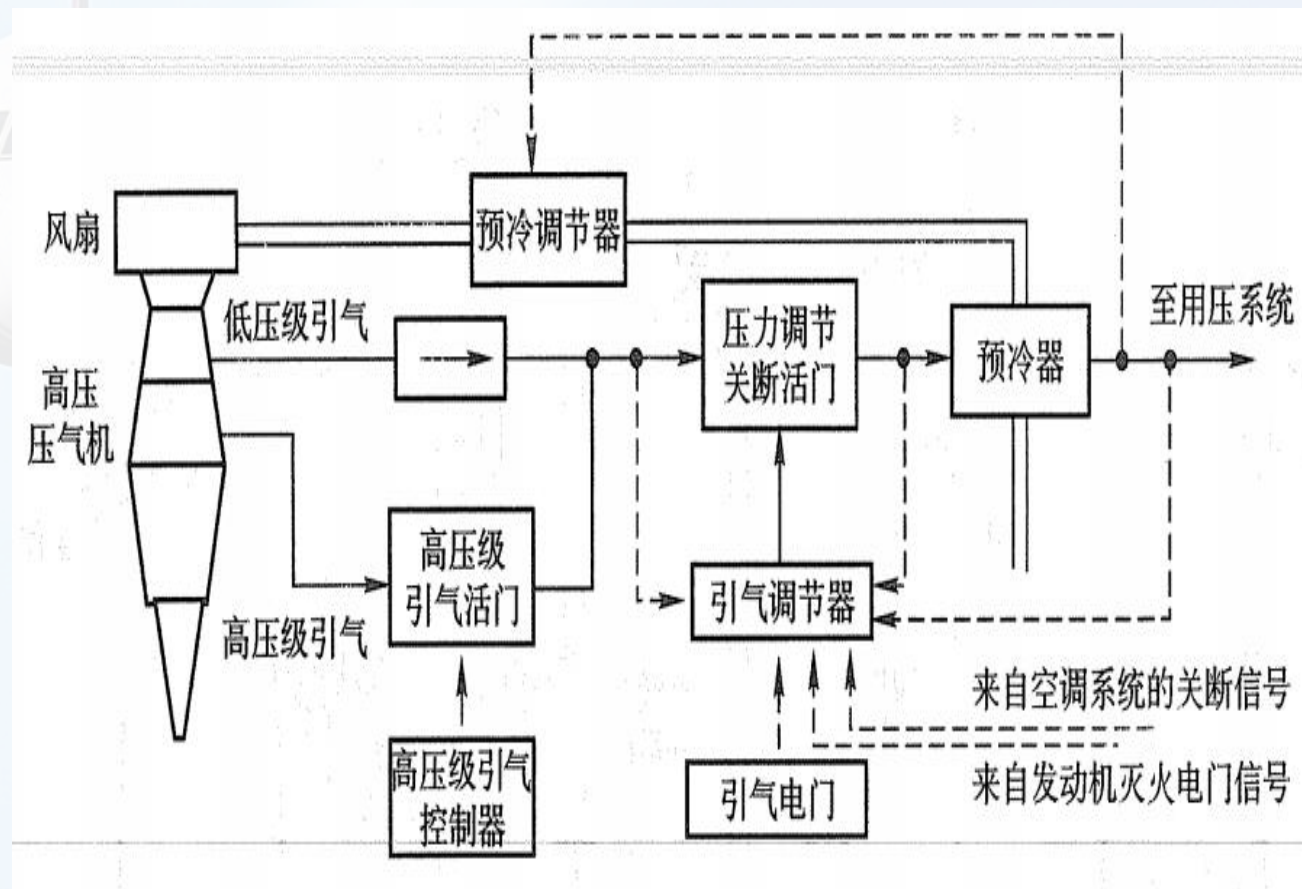
1) 压力和温度控制

737飞机发动机引气系统控制:

引气关断:

3人工关断

发动机引气电门扳到"OFF"位

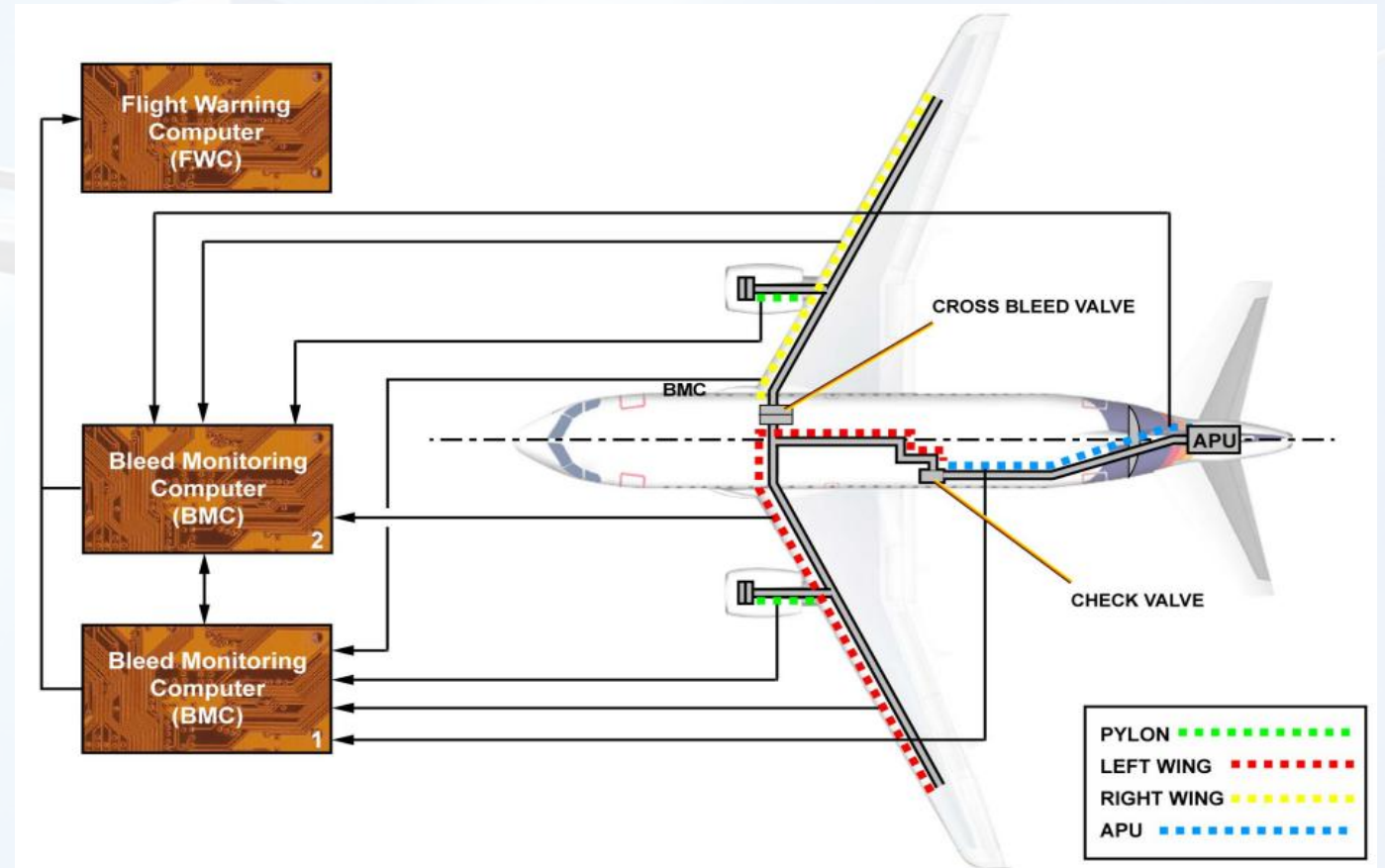


1 气源系统的控制与监控

2) 渗漏探测

渗漏监测区域:

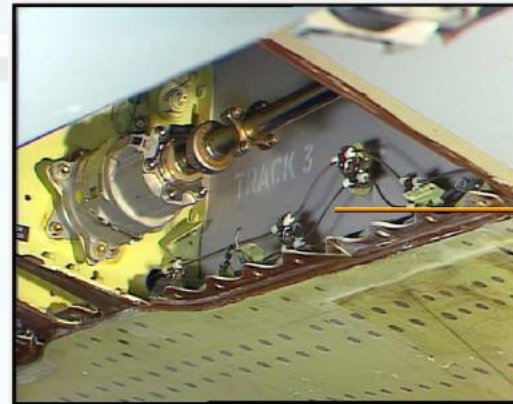
- ◆ 吊架;
- ◆ 机翼引气管路;
- ◆ 机身引气管路;
- ◆ APU 引气管路。



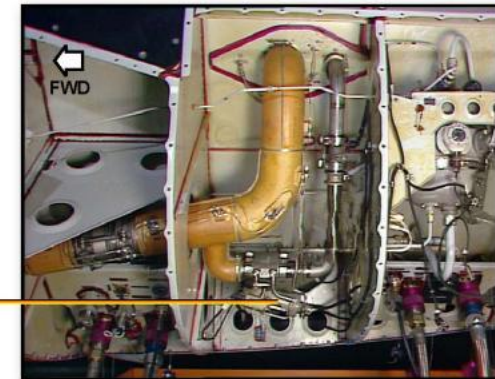
1 气源系统的控制与监控

2) 渗漏探测

引气过热探测传感器：监测引气管道的渗漏



WING LEADING EDGE



FUSELAGE LEFT SIDE (AFT OF WHEEL WELL)

The WING leak detection elements monitor more than the wings alone.
The protected areas are :

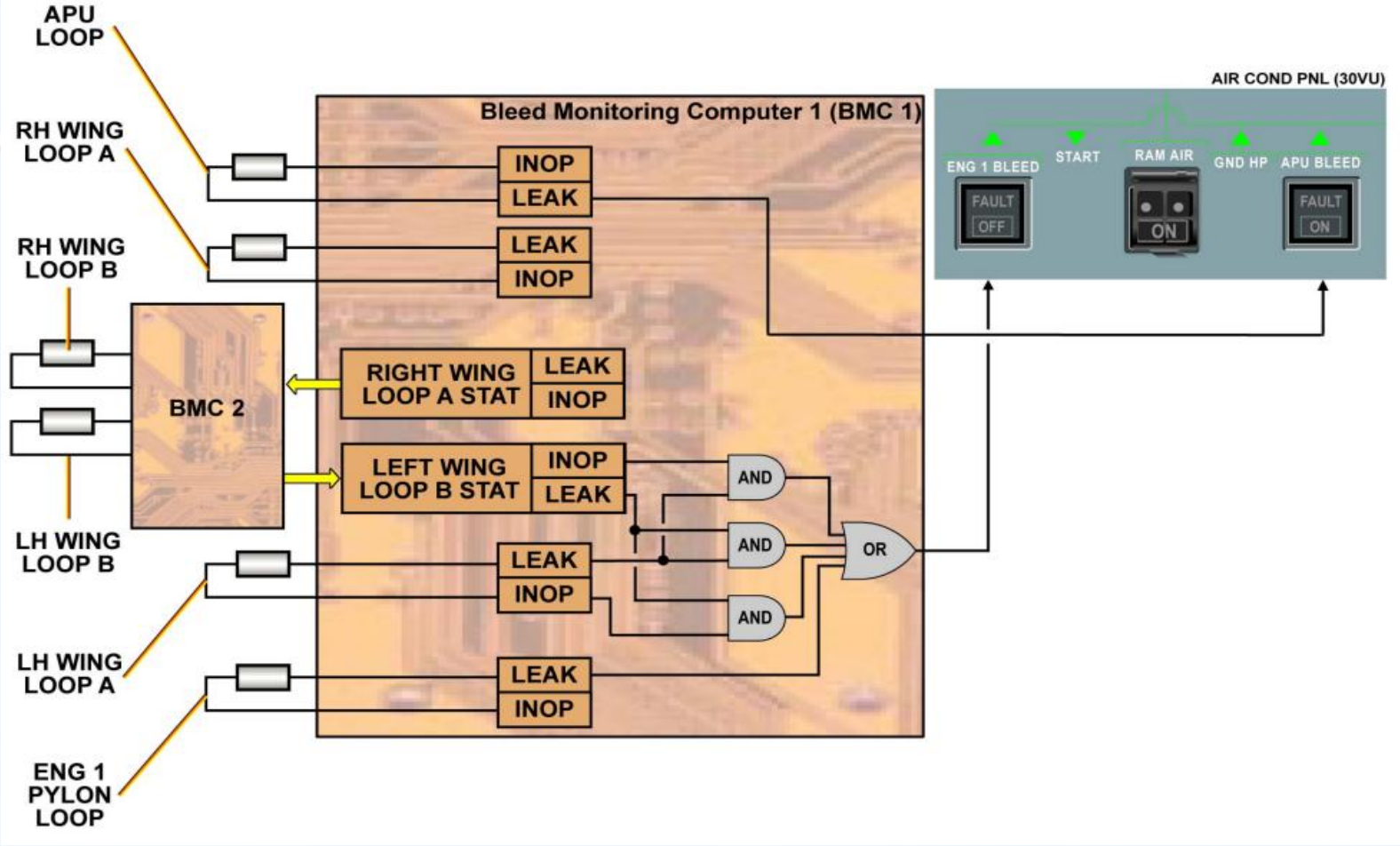
- Wing leading edge (wing anti-ice supply),
- Air conditioning compartment (pack supply, crossbleed manifold, APU supply, ground air supply)
- APU supply duct (from the APU check valve through the wheel well)



AIR CONDITIONING COMPARTMENT

1 气源系统的控制与监控

2) 渗漏探测



320飞机渗漏探测

1 气源系统的控制与监控

2) 渗漏探测



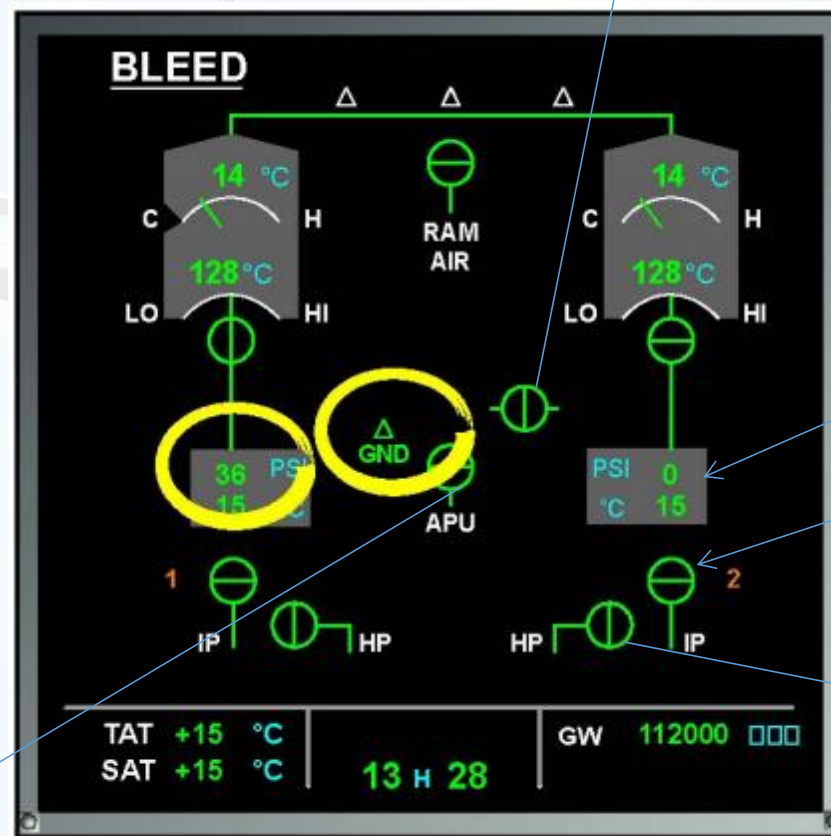
1 气源系统的控制与监控

3) 指示

- 空客 A320 的相应信息可以显示在 ECAM 上，所有气源系统性能参数都显示在 BLEED 页面（引气页面）。

电子中央飞机监控系统
(Electronic Centralized Aircraft Monitoring, ECAM)

APU引气活门



交输引气活门

预冷器进口压力;
预冷器出口温度

引气活门

高压级活门

ECAM BLEED PAGE

1 气源系统的控制与监控

3) 指示

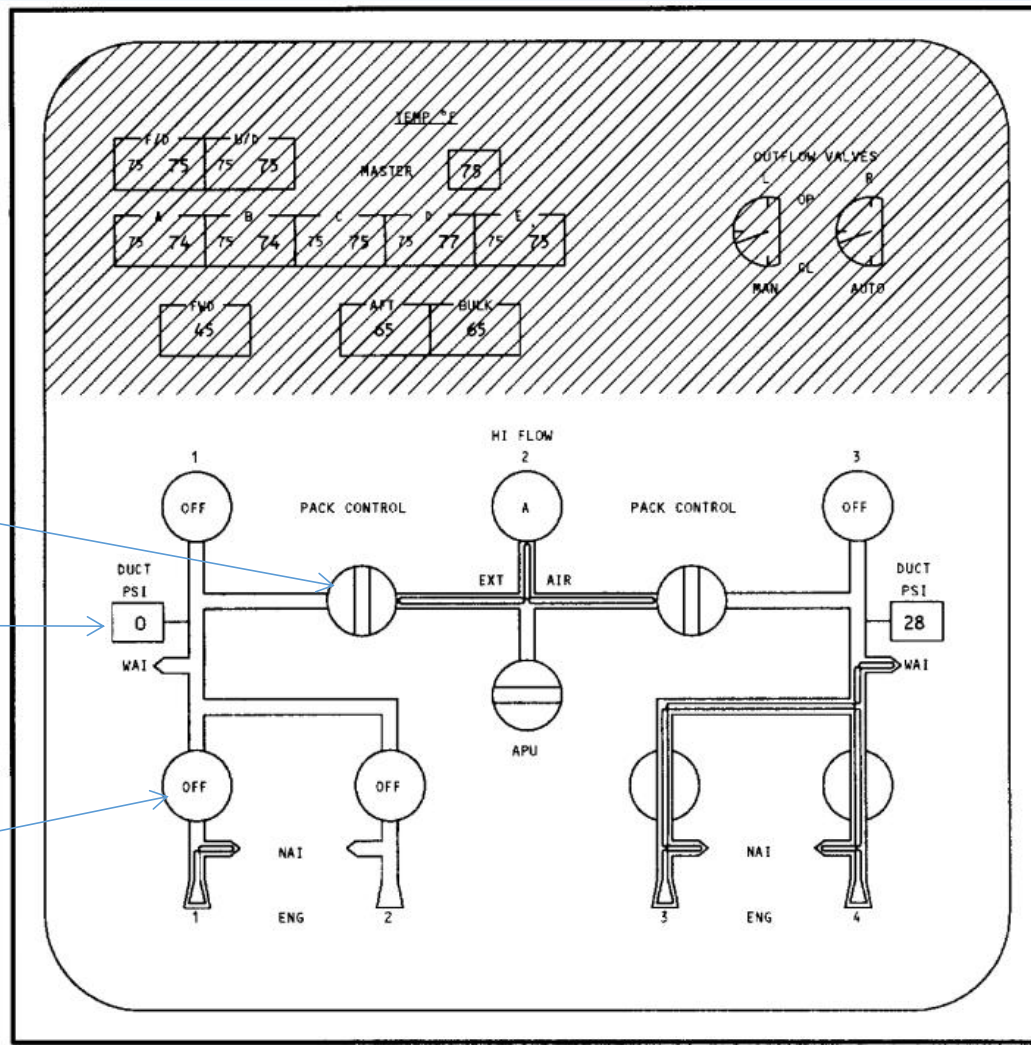
- 747-400飞机 ECS 页面 (环境控制系统页面)

隔离活门

管道压力

发动机引气活门

ECS: ENVIRONMENTAL CONTROL SYSTEM

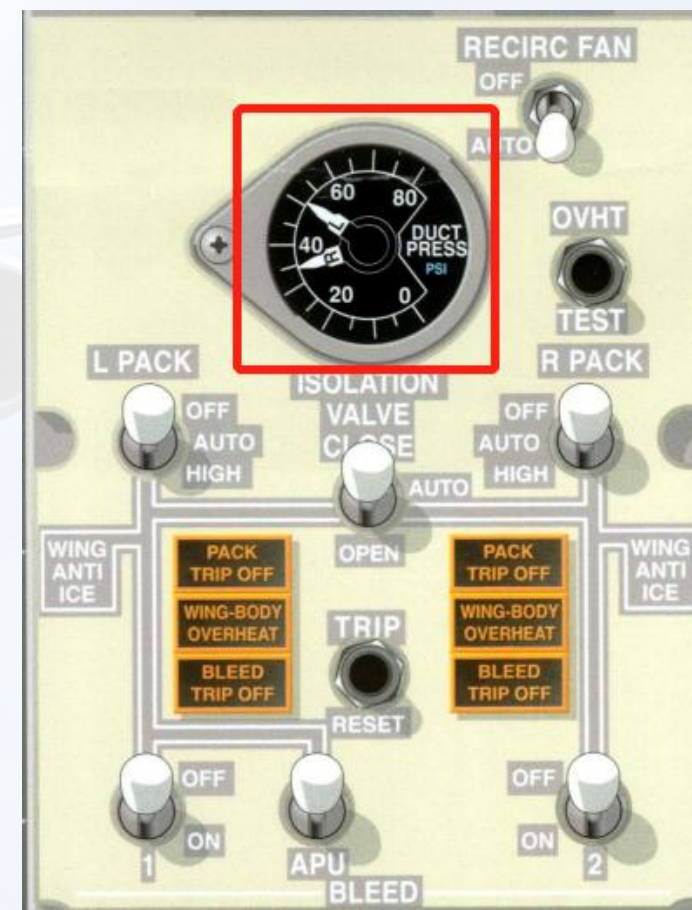
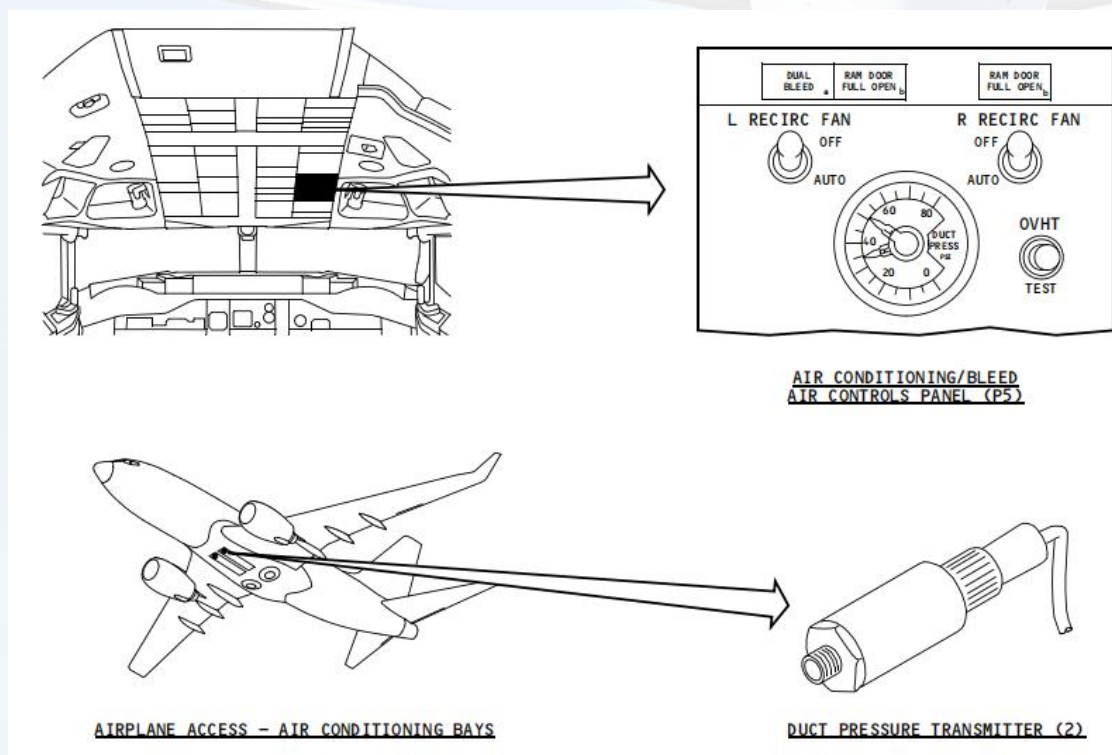


ECS SYNOPSIS PAGE

1 气源系统的控制与监控

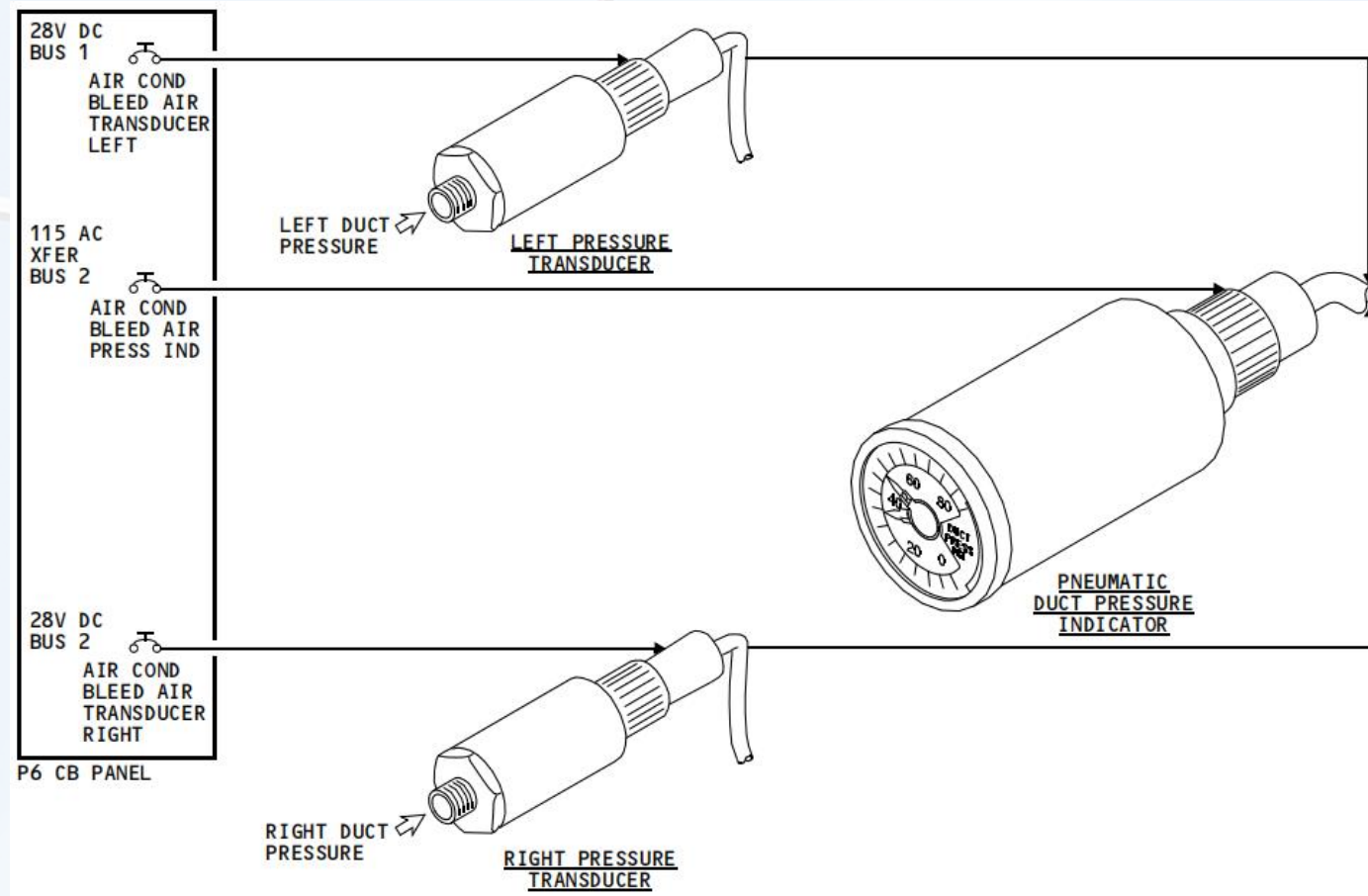
3) 指示

- 对于 B737，压力指示是显示在 P5 空调面板压力表上。



1 气源系统的控制与监控

3) 指示




737管道压力指示

小结

- 引气管路渗漏的过热探测传感器可以监控哪些位置？
- 压力和温度传感器安装位置在哪里？
- 737飞机引气关断方式由哪些？





3.3.5.3 典型飞机气源系统维护介绍

目录

1

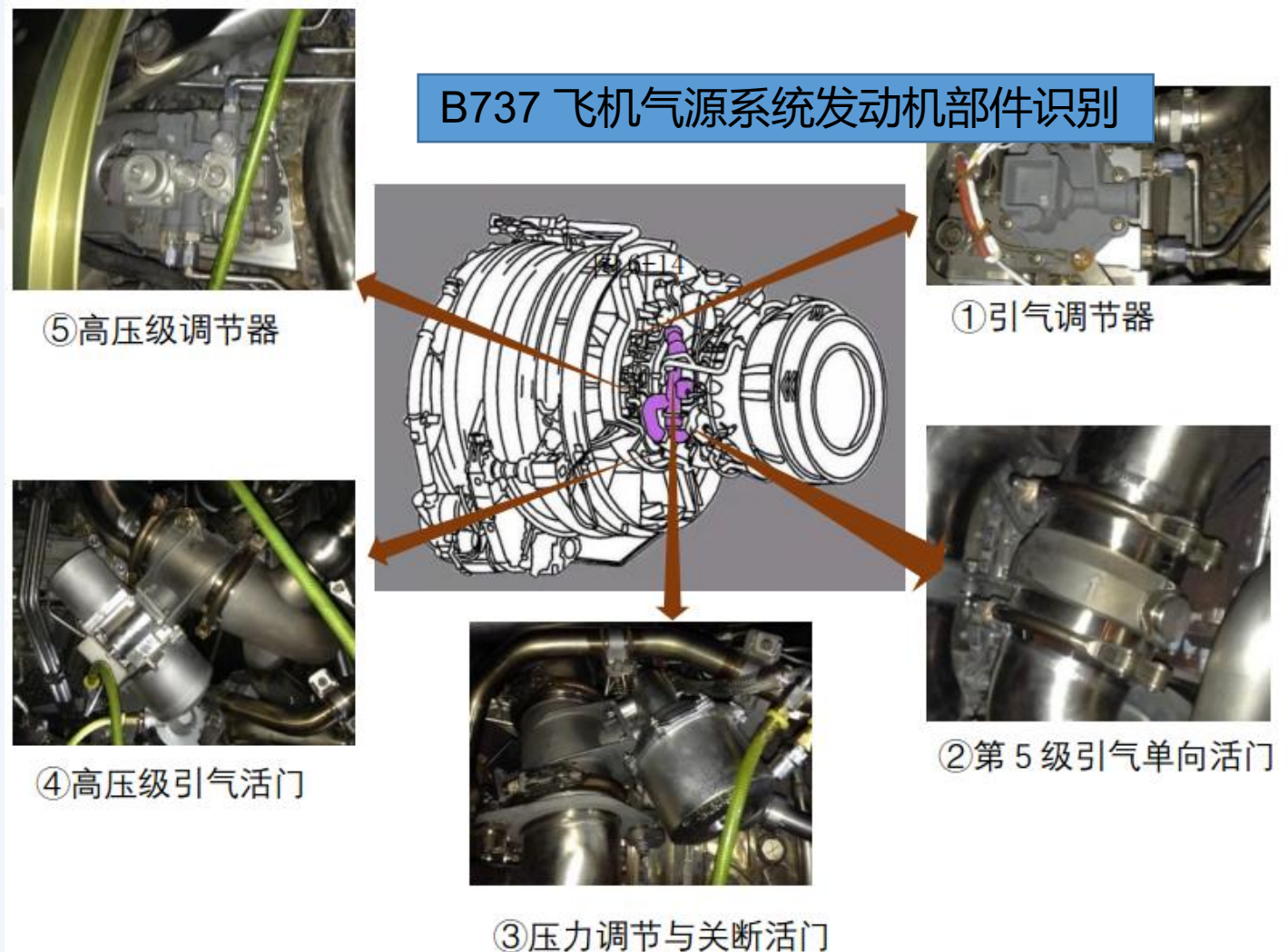
典型飞机气源系统部件识别

2

飞机气源系统常见维护及安全注
意事项



1 典型飞机气源系统部件识别



1 典型飞机气源系统部件识别

1) B737 飞机气源系统吊架部件识别:



⑤预冷器控制活门



④预冷器



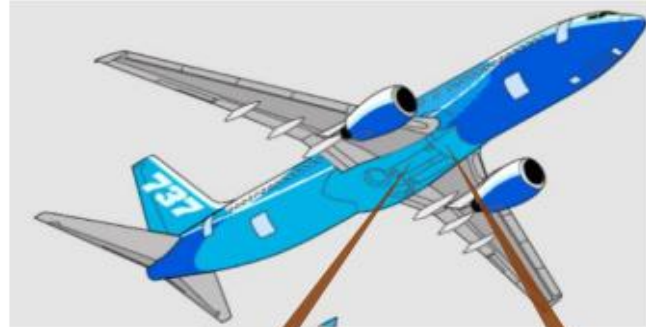
①450°F (232°C) 恒温器

②390°F (199°C) 预冷器控制活门传感器

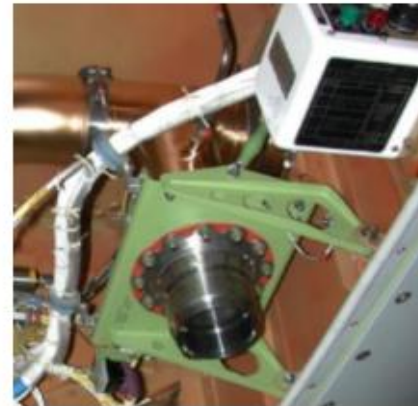
③490°F (254°C) 超温电门

1 典型飞机气源系统部件识别

2) B737 飞机气源系统机身部件识别：



①引气总管



②地面气源接头单向活门

1 典型飞机气源系统部件识别

3) B737 飞机气源系统驾驶舱部件识别:



2 飞机气源系统常见维护及安全注意事项

1) 飞机气源系统常见维护

(1) 飞机地面气源接通和断开操作程序：

【1】警告与告诫

- 不要向气源系统提供超过 **60 PSI** 的压力。如果提供的压力过高，会导致人员受伤和设备损坏。
- 当 2 号发动机的运转功率高于最小慢车功率时，不要断开飞机的地面气源。如果 2 号发动机的运转功率高于最小慢车功率，会导致人员受伤和设备损坏。

2 飞机气源系统常见维护及安全注意事项

1) 飞机气源系统常见维护

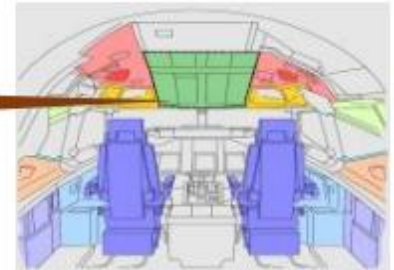
(1) 飞机地面气源接通和断开操作程序：

【2】操作前检查

——维修工作单卡——

①飞机由外接地面电源或 APU 供电。

②接近地面气源勤务接头。



2 飞机气源系统常见维护及安全注意事项

1) 飞机气源系统常见维护

(1) 飞机地面气源接通和断开操作程序：

【3】 操作步骤

——维修工作单卡——

◆ 地面气源接通

- ① 将地面气源勤务管道连接到地面气源勤务接头。
- ② 启动地面气源。
- ③ 将 P5-10 前头顶板上的隔离活门电门置于 OPEN 位。
- ④ 监控 P5-10 前头顶板上的双管道压力指示器。确保管道压力指针移动且压力指示不超过 60PSI。



2 飞机气源系统常见维护及安全注意事项

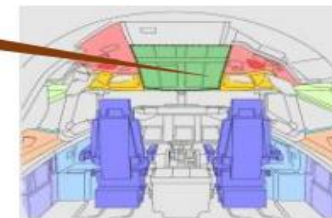
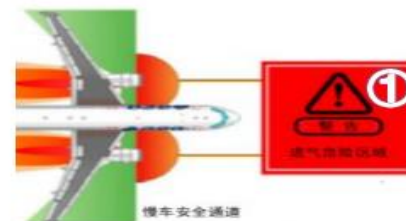
1) 飞机气源系统常见维护

(1) 飞机地面气源接通和断开操作程序：

维修工作单卡

◆ 地面气源断开

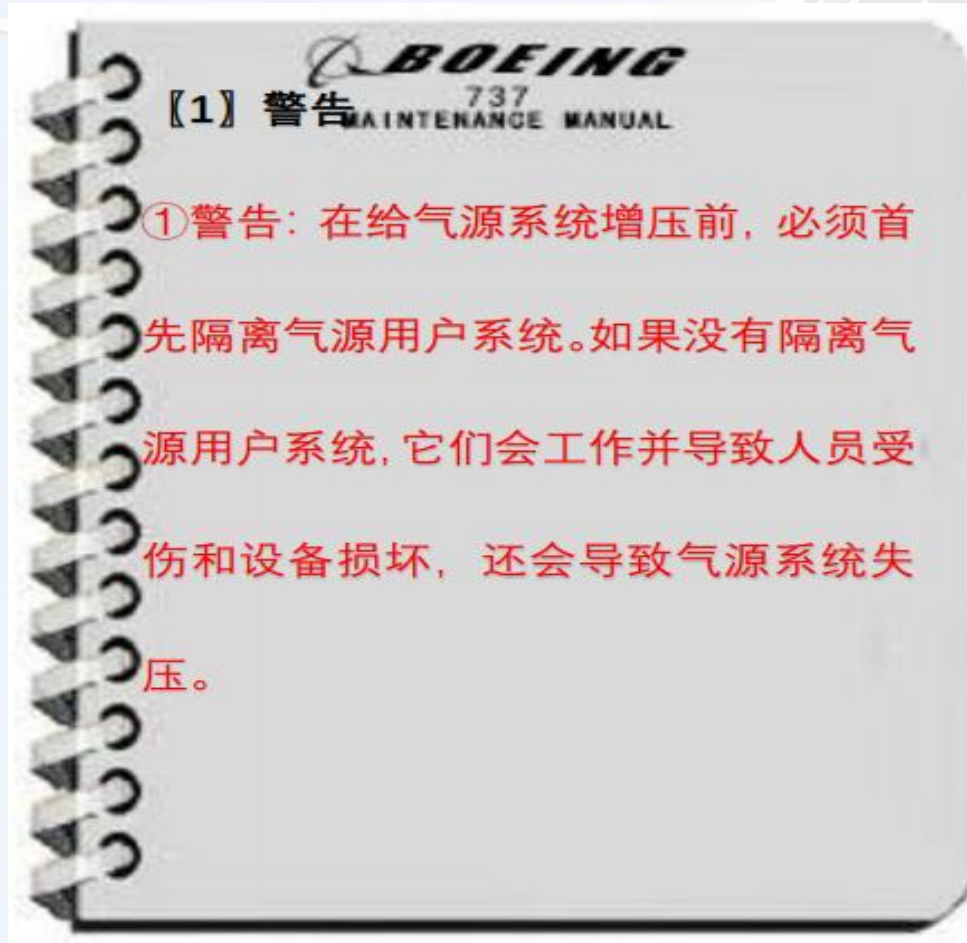
- ①如果一台或两台发动机都在运转，确保人员设备远离发动机危险区域。
- ②关闭地面气源。
- ③将地面气源勤务管道从地面气源勤务接头上脱开。
- ④将 P5-10 前头顶板上的隔离活门电门置于 AUTO 位。
- ⑤监控 P5-10 前头顶板上的双管道压力指示器。确保管道压力指针移动且压力指示为 0PSI。



2 飞机气源系统常见维护及安全注意事项

1) 飞机气源系统常见维护

(2) 飞机 APU 引气接通和断开操作程序:



2 飞机气源系统常见维护及安全注意事项

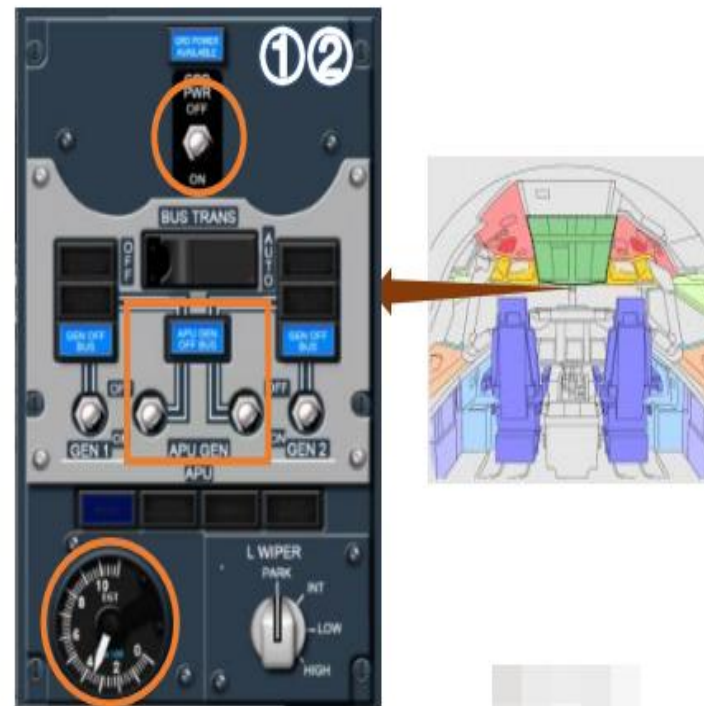
1) 飞机气源系统常见维护

(2) 飞机 APU 引气接通和断开操作程序:

【2】操作前检查

———维修工作单卡———

- ①飞机接通电源。
- ②启动 APU，确保 APU 稳定运转在工作转速。



2 飞机气源系统常见维护及安全注意事项

1) 飞机气源系统常见维护

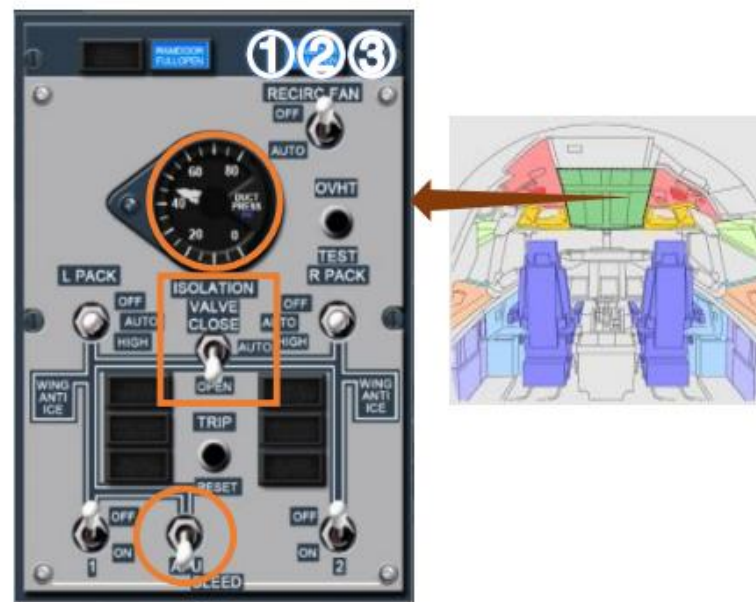
(2) 飞机 APU 引气接通和断开操作程序:

【3】操作步骤

——维修工作单卡——

◆ APU 引气接通

- ①将 P5-10 前头顶板上的 APU 引气电门置于 ON 位。
- ②将 P5-10 前头顶板上的隔离活门电门置于 OPEN 位。
- ③监视 P5-10 前头顶板上的双管道压力指示器。确保管道压力指针移动且压力指示正常。



2 飞机气源系统常见维护及安全注意事项

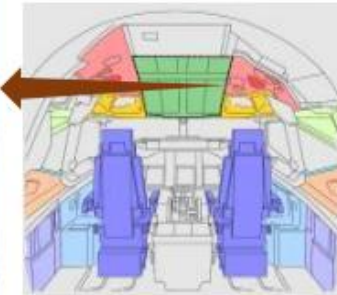
1) 飞机气源系统常见维护

(2) 飞机 APU 引气接通和断开操作程序:

——维修工作单卡——

◆ APU 引气断开

- ① 确认气源用户系统关闭。
- ② 将 P5-10 前头顶板上的 APU 引气电门置于 OFF 位。
- ③ 将 P5-10 前头顶板上的隔离活门电门置于 AUTO 位。
- ④ 监视 P5-10 前头顶板上的双管道压力指示器。确保管道压力指针移动且压力指示为 0PSI。



2 飞机气源系统常见维护及安全注意事项

2) 飞机气源系统常见维护安全注意事项

- ① 不要向气源系统提供超过 60 PSI 的压力
- ② 当 2 号发动机的运转功率高于最小慢车功率时，不要断开飞机的地面气源
- ③ 在给气源系统增压前，必须首先隔离气源用户系统
- ④ 不要拆卸管道内有气压的管道卡环

小结

- 引气系统维护注意事项有哪些？
- 737NG驾驶舱有哪些引气参数显示？
- 如何接通地面气源和APU引气？



小结:

序号	本节重点知识要点
1	气源系统的主要功用、气源系统的类别、气源系统的主要部件
2	气源系统的控制与监控
3	引气总管、压力调节器部件识别
4	引气接通和断开常见维护及安全注意事项



感谢聆听，欢迎指正