



# 航空器發動機失火調查與 模擬動畫製作

報告人：翟耀文

民國114年12月4日

# 簡報大綱

1. 前言-發動機失火危害
2. 航空發動機起火成因與種類
3. 發動機起火調查與分析
4. Uncontained Engine Failure
5. 調查案例與失效模擬動畫



# 1.前言-發動機失火危害

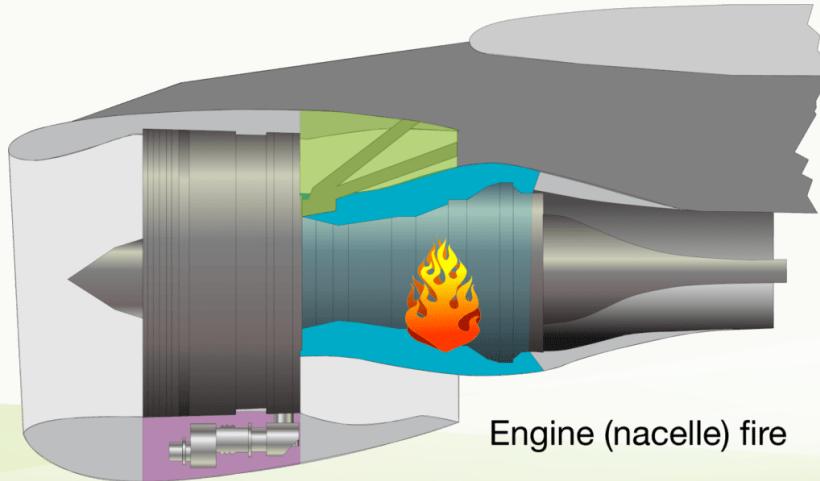
- 損害發動機本體
- 損害燃油與潤滑等周邊系統
- 引發非包容性 ( Uncontained ) 爆散
- 損害機翼和周邊結構
- 影響飛行操控與推力
- 客艙煙霧與旅客安全



## 2. 航空發動機起火成因與種類

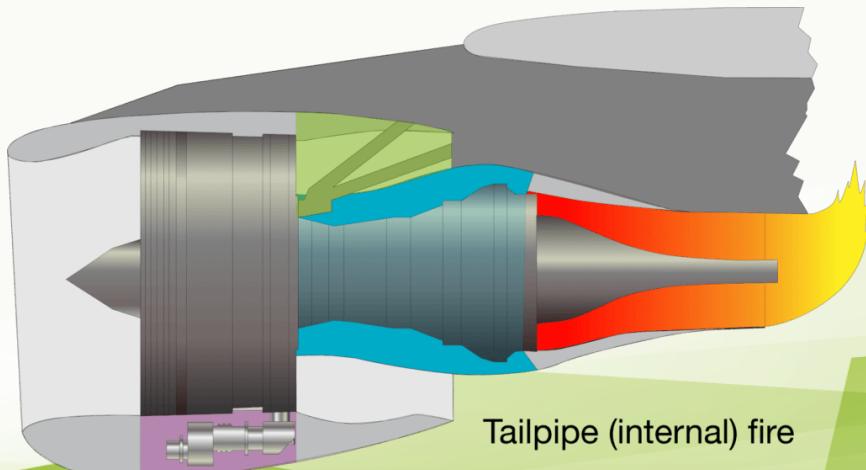
### External Fire

- Fuel system
- Lubrication/HYD system
- Electrical system



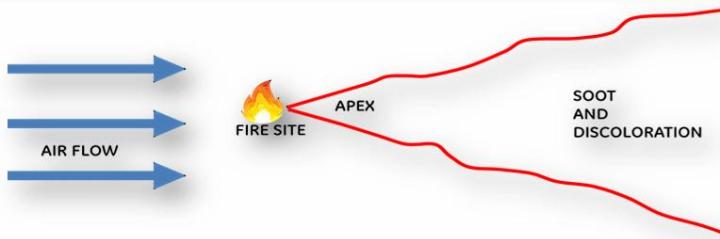
### Internal Fire

- Mechanical failure



# 3. 發動機失火調查與分析

- 起火點與分布
- 溫度層級
- 引燃物分析
- BSI與疲勞、腐蝕分析
- 破壞模擬與重建



## FLAME TEMPERATURES VS. FIRE DAMAGE

Flame Temperature	Fire Damage
> 3000°F (Torching Flame)	Melt/Burn: titanium, steel, nickel-based alloys, magnesium, aluminum, plastics, rubbers, composites, paints
2700°F - 3000°F (Torching Flame)	Melt/Burn: steel, nickel-based alloys, magnesium, aluminum, plastics, rubbers, composites, paints
2450°F - 2700°F (Torching Flame)	Melt/Burn: nickel-based alloys, magnesium, aluminum, plastics, rubbers, composites, paints
1100°F - 2450°F	Melt/Burn: magnesium, aluminum, plastics, rubbers, composites, paints
700°F - 1100°F	Melt/Burn: plastics, rubbers, composites, paints
< 700°F	Low intensity fire/Thermal decomposition/Distress: plastics, rubbers, composites, paints

# 4. Uncontained Engine Failure

## 機械性故障 ( Mechanical Failures )

### 轉子 ( Rotor ) 或葉片疲勞斷裂

最常見原因。fatigue crack growth  
導致葉片或輪盤 ( disk ) 破裂。破裂  
的零件未被機匣攔截，可能射出造成  
破壞。

### 材料瑕疵或製造缺陷

鑄造或鍛造缺陷或不當熱處理造成強  
度不足。

### 維修/裝配錯誤

扭力不正確、組裝方向錯誤或鎖固件  
鬆脫造成不平衡 ( imbalance ) 或局  
部應力集中。



## 熱或操作因素 ( Thermal / Operational Causes )

### 超溫 ( Overtemperature )

長時間EGT超限使材料強度下降。渦輪段葉片或輪盤產生蠕變 ( creep ) 破裂。

### 超速 ( Overspeed )

N1/N2/N3轉速超限，造成離心力過大。強度不足即可能爆裂。

### 異物吸入 ( FOD, Foreign Object Damage )

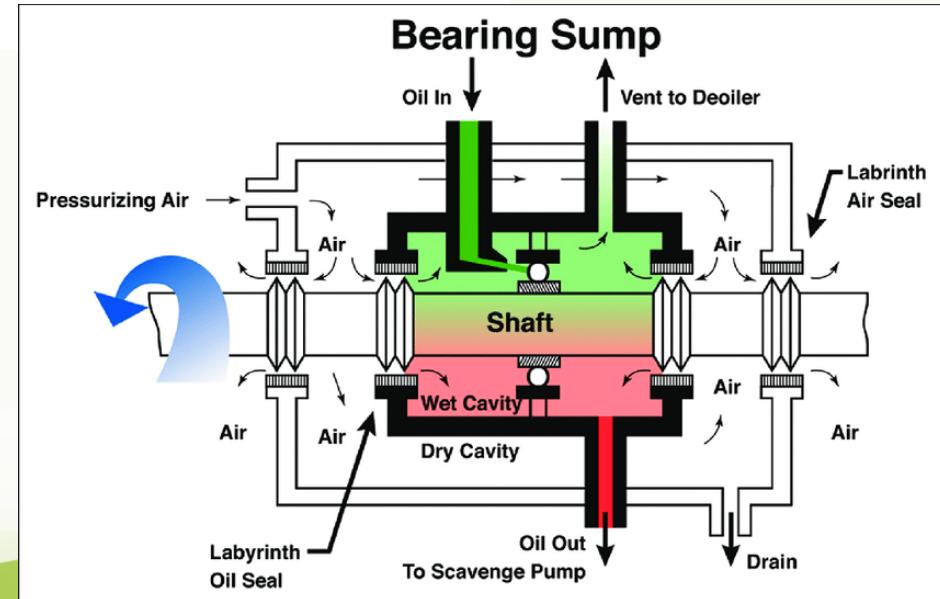
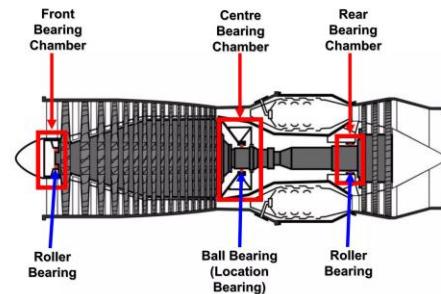
吸入鳥類、冰塊、跑道碎片等。

導致葉片斷裂、轉子不平衡，進而連鎖損壞。



# 5.調查案例與失效模擬動畫

2019年5月30日一架A330-302型客機，自香港國際機場起飛後，於爬升階段時，一號發動機發生異常震動，出現ENG1 OIL QTY LOW與ENG1 FIRE等警告訊息，依程序執行一號發動機空中關車，並擊發滅火瓶後返航，航機於09:31安降香港國際機場。



## 軸承室氣封組件失效模擬動畫

### 模擬動畫

- > 輔助證據展示工具
- > 說明事件發展的時間序
- > 瞭解機械互動過程
- > 破壞模式視覺化
- > 公眾更清楚理解



# 簡報結束

---

Thank You For Your Attention