

民用飞机设计参考机种之一

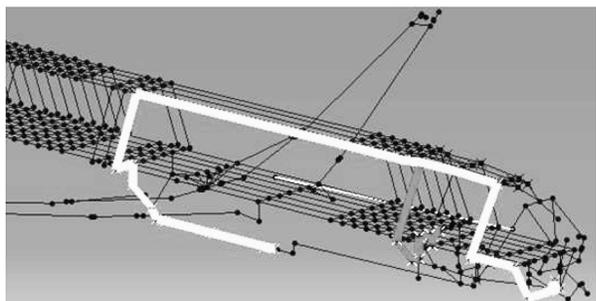
波音 747-8 四发涡扇洲际运输机

BOEING 747-8 Four Turbofans Intercontinental Transport

波音 747-8 是美国波音公司为对抗空客 A380 的挑战而推出的一款大型洲际运输机,有客运型(747-8I)和货运型(747-8F)两种型号。与 747-400 相比,747-8 分别在前后机身加入了适当的机身加长段,从而进一步提高了容量。有效载荷较 747-400 也有了大幅增加。采用三级座舱布局的客运型,座位数可增加 51 个,达到 467 座;对于货运型,主舱可多装 2 个 2.44m×3.17m 的货盘,下货舱允许多装 3 个货盘。飞机结构重量的 70% 都是新材料。747-8 的运营成本较节约,"座英里成本"比 747-400 低 13%,航段成本低 20%;与 A380 相比,"座英里成本"降低 6% 以上,航段成本降低 21%。

里程碑

| | |
|---------|----------------|
| 2005.11 | 正式启动研制 |
| 2011.2 | 原型机出厂 |
| 2011.3 | 第一架机(N6067E)首飞 |
| 2011.4 | 第二架机(N6067U)飞行 |
| 2011.5 | 投入运营 |



三面图

波音 747-8 共生产下列型别:

波音 747-8 基本型。

波音 747-8I 洲际客运型。机身较 747-400 加长 5.59m;重新设计了机翼;装通用电气公司 GENx2B67 涡扇发动机,单台推力为 296kN,燃油效率较 747-400 提高 16%;典型三级客舱布局为 467 座。

波音 747-8VIP 贵宾型。2006 年 10 月在美国奥兰多美国国家公务航空协会(NBAA)会展上发布,2011 年晚期交付使用。货物容积 198.6m³;使用空重 234 460kg;最大起飞重量 439 980kg;燃油容量与 747-8 相同;载客 8 人航程 17 594km;载客 100 人航程 17 149km。

波音 747-8 Freighter 货运型。是 747-8I 的改型。2005 年 11 月正式启动研制;2009 年 11 月原型机出厂;2010 年 2 月 N747EX,生产型机号 RC520(747-8R7F)首飞;第二架飞机 N50217/RC522 和第三架飞机 N5017Q/RC521 于 2010 年 3 月先后飞行;2011 年 8 月获 FAA 和 EASA 型号合格证;2011 年 9 月投入运营。

设计特点

与 747-400 相比,后机身加长段长 1.52m,前机身加长段长 4.06m;机翼除采用和 747-400 相同的后掠角(35°)外,借鉴了波音 787 的翼型经验,优化设计了先进的超临界翼型,采用斜削式翼梢小翼,翼展增加 4m,达到 68.4m,机翼面积增加到 554m²。

机翼 带有翼梢小翼的悬臂式后掠下单翼。上反角 7°,安装角 2°,1/4 弦线处后掠 37°30'。采用波音公司的专用翼型,翼根相对厚度为 13.44%,半展长处为 7.8%,外翼为 8%。翼梢小翼外倾 25°,前缘后掠 60°。每侧机翼后缘有两段副翼和两段三缝襟翼。双梁破损安全结构。抗扭翼盒大量采用先进铝合金制造。翼梢小翼由碳纤维复合材料制成,扰流板为钛合金蜂窝结构。

机身 常规的半硬壳式破损安全结构。由铝合金蒙皮、纵向加强件和圆形隔框组成。采用铆接、螺栓和胶接工艺。主舱地板由碳纤维复合材料制成。

尾翼 悬臂式铝合金双路传力破损安全结构。全动水平尾翼,无调整片。每侧升降舵沿展向分为两段,方向舵分为上、下两段,均由液压系统作动。

起落架 液压收放前三点起落架。双轮前起落架向前收起。主起落架为 4 个四轮小车式,2 个并列装在机身靠近机翼后缘处,向前收入机身;另 2 个装在机翼下向内收起。前轮规格 50×20.0R22,胎压 11.67×10⁵Pa;主轮规格 52×21.0R22,胎压 15.54×10⁵Pa。主轮均带有碳盘刹车和独立的数字式电子控制防滑装置。前轮可操纵转向 ±70°。

动力装置 4 台 GENx-2B67 涡扇发动机。它的原型是波音 787 飞机采用的 GENx-1 发动机。这两型发动机采用同样的核心机,并共享 80% 的可更换装置。GENx-2 的风扇直径为 2.67m,采用数字引气系统和一个新型的预冷系统。4 台发动机安装在新设计的挂架上,发动机短舱由碳纤维材料制造。

可用燃油容量:242.467L(洲际型);229.976L(货运型)。压力加油口设在发动机之间的每侧机翼前缘下。

座舱 2人制驾驶舱。另设2名观察员座椅。典型布局467名(26+89+352),旅客舱地板下有7个货盘和16个LD-1集装箱,外加散货。客舱安装有波音787的内饰和全新设计的将上层客舱和主舱相连接的弯状旋梯,该梯位于2号舱门,从而大大改善乘客的出入量。客舱内应用新的发光管技术,使环境更加明亮,为乘客提供满足登机、巡航、休闲、用餐、睡觉、着陆等不同阶段需求的照明,并使得从明到暗的过渡更加平滑。

系统 四套工作压力为 $207 \times 10^5 \text{ Pa}$ 的独立液压系统,压差 $0.607 \times 10^5 \text{ Pa}$ 。每套系统都由1台发动机驱动的液压泵供压,还有1台备用的交流电动泵。电源系统包括4台由发动机驱动的90kVA交流发电机,另有普惠8加拿大公司(PW-901A)辅助动力装置,带180kVA发电机,可提供28V直流电的变流机,还有24V30Ah镍镉蓄电池。

航电设备 与747-400基本相同的6屏电子飞行仪表系统

通讯:带有选择呼叫系统的复式甚高频和高频无线电收发机;复式应答机;空对地机内通话装置(也可与美国国内通信卫星连接);客舱娱乐与旅客广播和服务装置。

雷达:彩色气象雷达
仪表:电子飞行仪表系统(EFIS)

外部尺寸

| | |
|----------------|-------------|
| 翼展 | 68.40m |
| 机长 | 76.25m |
| 机高 | |
| 使用空重(OWE) | 19.15m |
| 最大起飞重量(MTOW) | 18.69m |
| 机身长度(不包括平尾和垂尾) | 74.22m |
| 平尾翼展 | 22.00m |
| 主轮距 | |
| 外轮轴架(包括减震器) | 11.00m |
| 外轮轴架,外轮缘 | 12.73m |
| 内轮轴架(包括减震器) | 3.84m |
| 前后轮距 | |
| 前主轮轴架 | 28.12m |
| 后主轮轴架 | 31.19m |
| 客舱门(前,右) | |
| 高×宽 | 1.93m×1.07m |
| 客舱门(中,右) | |
| 高×宽 | 1.93m×1.07m |
| 客舱门(后,右) | |
| 高×宽 | 1.93m×1.07m |

| | |
|----------|-------|
| 应急出口 | |
| 离地高度 | |
| 上层舱,OWE | 7.90m |
| 上层舱,MTOW | 7.57m |
| 货舱门 | |
| 离地高度 | |
| 前,OWE | 3.10m |
| 前,MTOW | 2.77m |
| 货舱门 | |
| 离地高度 | |
| 后,OWE | 3.18m |
| 后,MTOW | 2.90m |
| 货舱门 | |
| 离地高度 | |
| 散货舱 | 3.40m |

内部尺寸

| | |
|------|---------------------|
| 客舱 | |
| 长度 | 63.25m |
| 宽×高 | 6.12m×2.39m |
| 地板面积 | 444.6m ² |
| 容积 | 111.4m ³ |
| 行李舱 | |
| 容积 | |
| 地板下 | 161.5m ³ |
| 散货舱 | 18.1m ³ |
| 货舱 | |
| 容积 | |
| 行李 | 161.5m ³ |
| 散货装载 | 18.1m ³ |

重量与载荷

| | |
|--------|------------|
| 使用空重 | 211 690kg |
| 最大零油重量 | 288 030kg |
| 最大停机重量 | 443 610kg |
| 最大起飞重量 | 442 255kg |
| 最大着陆重量 | 306 175kg |
| 最大燃油重量 | 194 190kg |
| 最大商载 | 76 335kg |
| 最大推力载荷 | 372.2kg/kN |

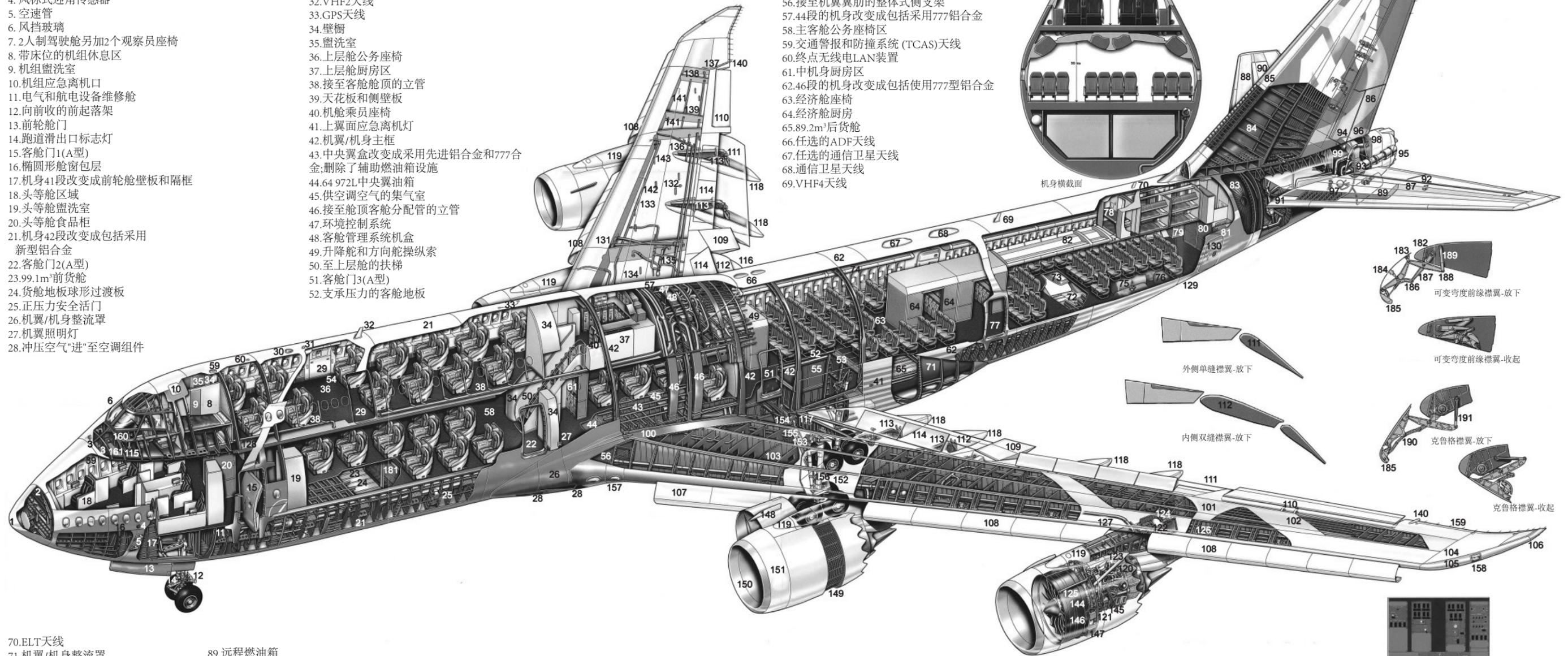
性能

| | |
|--------------|----------|
| 起飞场长,ISA+15℃ | 3 231m |
| 最大使用高度 | |
| FAA | 12 830m |
| EASA | 13 135m |
| 速度 | |
| 禁超速度,IAS | 676km/h |
| 巡航马赫数 | Ma0.85 |
| 航程 | 14 816km |
| 着陆场长 | 2 073m |
| (高培仁) | |

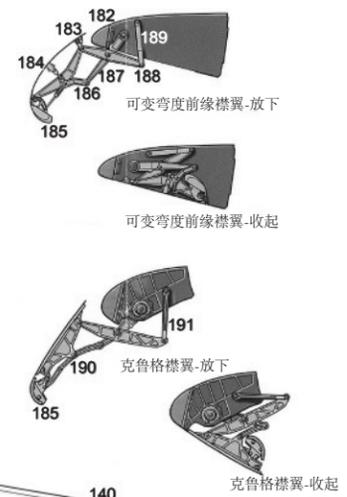
1. 雷达天线罩
2. 前承压框
3. 外部温度传感器
4. 风标式迎角传感器
5. 空速管
6. 风挡玻璃
7. 2人制驾驶舱另加2个观察员座椅
8. 带床位的机组休息区
9. 机组盥洗室
10. 机组应急离机口
11. 电气和航电设备维修舱
12. 向前收的前起落架
13. 前轮舱门
14. 跑道滑出口标志灯
15. 客舱门1(A型)
16. 椭圆形舱窗包层
17. 机身41段改变成前轮舱壁板和隔框
18. 头等舱区域
19. 头等舱盥洗室
20. 头等舱食品柜
21. 机身42段改变成包括采用新型铝合金
22. 客舱门2(A型)
23. 99.1m³前货舱
24. 货舱地板球形过渡板
25. 正压力安全活门
26. 机翼/机身整流罩
27. 机翼照明灯
28. 冲压空气“进”至空调组件

29. 上层舱门(A型)
30. 防撞灯
31. ATC天线
32. VHF2天线
33. GPS天线
34. 壁橱
35. 盥洗室
36. 上层舱公务座椅
37. 上层舱厨房区
38. 接至客舱舱顶的立管
39. 天花板和侧壁板
40. 机舱乘务员座椅
41. 上翼面应急离机灯
42. 机翼/机身主框
43. 中央翼盒改变成采用先进铝合金和777合金;删除了辅助燃油箱设施
44. 64 972L中央翼油箱
45. 供空调空气的集气室
46. 接至舱顶客舱分配管的立管
47. 环境控制系统
48. 客舱管理系统机盒
49. 升降舵和方向舵操纵索
50. 至上层舱的扶梯
51. 客舱门3(A型)
52. 支撑压力的客舱地板

53. 胶接到PVC芯地板的铝合金蒙皮
54. 客舱地板
55. 中央翼盒龙骨
56. 接至机翼翼肋的整体式侧支架
57. 44段的机身改变成包括采用777铝合金
58. 主客舱公务座椅区
59. 交通警报和防撞系统(TCAS)天线
60. 终点无线LAN装置
61. 中机身厨房区
62. 46段的机身改变成包括使用777型铝合金
63. 经济舱座椅
64. 经济舱厨房
65. 89.2m³后货舱
66. 任选的ADF天线
67. 任选的通信卫星天线
68. 通信卫星天线
69. VHF4天线



机身横截面



70. ELT天线
71. 机翼/机身整流罩
72. 14.5m³后部散货舱
73. 向内开的散货舱门
74. 舱顶外部垃圾箱
75. 废油箱
76. 不密封的水箱
77. 客舱门4(A型)
78. 机上服务员休息区(OFAR)
79. 扶梯向上至OFAR的登机门
80. 后部盥洗室
81. 后部壁橱
82. 舱顶中央垃圾箱
83. 后承压球面框
84. 双梁多翼肋/桁条垂尾抗扭翼盒
85. 可拆卸的轻合金前缘和玻璃纤维翼尖
86. 两段方向舵
87. 带有增强抗扭翼盒的连续双梁平尾
88. 多翼肋和桁条拼接蒙皮的平尾

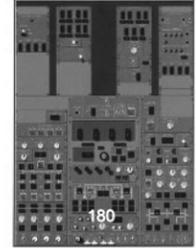
89. 远程燃油箱
90. 通气防波油箱
91. 液压操纵的平尾传动装置
92. 两段升降舵
93. PW901C辅助动力装置(APU)
94. APU进气口
95. APU排气口
96. 置于钛合金防火舱内的APU
97. 氟里昂燃气瓶灭火器
98. 用于辅助设备的冷空气进气道
99. APU供气管
100. 机翼抗扭翼盒
101. 四段机翼蒙皮
102. 挤压桁条
103. 整体式铝合金翼肋
104. 斜翼尖
105. 铝合金前缘
106. 可拆卸的玻璃纤维翼尖
107. 三段克鲁格襟翼
108. 可变弯度的前缘襟翼
109. 高速内副翼
110. 电传操纵的外侧低速下垂副翼

111. 外侧单缝襟翼
112. 内侧双缝襟翼
113. 襟翼导轨和滑轮架
114. 扰流板/减速板
115. 升降舵和方向舵操纵钢索线系
116. 主襟翼结构
117. 机翼主起落架支承梁
118. 玻璃纤维襟翼导轨罩
119. 发动机支承挂架
120. 对角撑杆和推力支柱
121. 发动机驱动的液压泵
122. 121L的系统油箱
123. 空气从发动机第8和15级排至空调组件
124. 预冷却器和排气口
125. 接至发动机进气口防冰的热空气管
126. 接至前缘除冰喷雾管的热空气供气管
127. 放气管
128. 向前至驾驶舱的管道
129. 客舱压力安全活门
130. 客舱门5(A型)
131. 标准的压力加油/放油接头

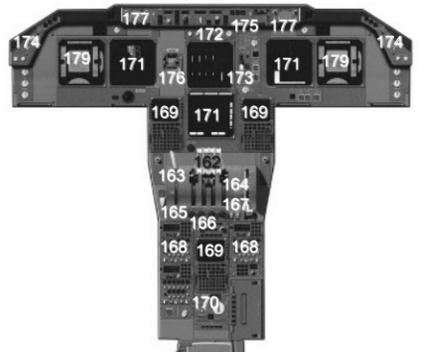
132. 上翼面加油口盖
133. 42 025L外翼油箱
134. 110 155L内主油箱
135. 2个交流驱动增压泵
136. 通气总管
137. 灭火器
138. 通气防波油箱
139. 应急放油/加油/放油总管
140. 应急放油短管
141. 12 378L备用油箱
142. 油箱油量传感器
143. 供油/交叉输油总管
144. Genx-2B67发动机
145. 每台发动机上的集成驱动发电机-400Hz、115/200AV
146. 发动机监控装置(EMU)机盒
147. 电子发动机控制(EEC)盒
148. 罩板
149. 主起落架
150. 收放作动筒
151. 可摺撑杆

155. 可摺撑杆作动筒
156. 油气悬挂系统
157. 着陆灯
158. 航行频闪灯
159. 玻璃纤维静电放电刷
160. 操纵杆
161. 可调方向舵脚蹬
162. 发动机功率和反推力操纵杆
163. 减速板和扰流板手柄
164. 后缘和前缘襟翼以及克鲁格襟翼操纵杆
165. 停放刹车手柄
166. 燃油状态开关
167. 稳定性调整片开关
168. 无线电和音频板
169. 多功能控制显示装置(MCDU)
170. 副翼和方向舵调整片
171. 多功能显示器
172. EICAS控制装置
173. 起落架操纵杆

174. 照明控制板
175. EICAS显示操纵板
176. 集成的备用飞行显示器(ISFD)
177. EFIS控制板
178. 主EICAS(警报系统)
179. 主飞行显示器(PFD)
180. 维护和断路器舱顶面板
181. LD3集装箱
182. 伸出挡块
183. 空气缝道
184. 弯曲壁板
185. 可折叠的头部
186. 弯度结构链节
187. 传动臂
188. 传动结构链节
189. 惰轮
190. 襟翼传动机构
191. 旋转作动筒和传动臂



舱顶面板



仪表板,中央操纵台