

分析报道

fen xi bao dao



APU 舱排液孔大小确定的初步方法

刘林 王栋

(上海飞机设计研究院飞控系统设计研究部,上海 200436)

The Design and Calculate For Same Movement Step of
Civil Aircraft Trailing Edge Flap

Liu Lin Wang Dong

(Flight Control Department of SADRI, Shanghai 200436, China)

摘要: APU 舱排液孔大小决定了 APU 舱排出可燃液体的能力。根据 AC NO. 25. 863-1 中关于 APU 舱排液的相关定量要求,给出了确定 APU 舱排液孔大小的初步方法,并用某型飞机相关数据进行验证,所得结果合理。

关键词: APU 舱;排液;排液孔大小

【Abstract】 The draining capability of flammable in the APU compartment is determined by the draining holes size in APU compartment. According to the quantitative requirement for APU compartment drainage in AC NO. 25. 863-1, the preliminary method for the APU compartment draining holes size is given. The method is validated by the corresponding data of certain aircraft, the result is reasonable.

【Key words】 APU Compartment; Draining; Draining Holes Size

0 引言

为防止可燃液体在 APU 舱中积聚,需要在 APU 舱门隔框上及 APU 舱最低处开孔以将可燃液体及时排出机外。

如何按照适航条款及相关 AC 的要求确定 APU 舱上排液孔的大小,目前还没有相关文献,只有一些参考值,如 APU 安装手册中要求的不小于 $3/8\text{in}^{[1]}$ 等。本文根据相关适航要求,提出计算 APU 舱最低处及 APU 舱门隔框上排液孔开孔大小的方法,并对某型飞机排液孔开孔大小进行验证,以期对大型客机排液孔开孔大小的计算起到一定的借鉴作用。

1 适航条款的要求及理解

APU 的适航审定基础是附录 K,但对于排液方面的适航要求附录 K 与 CCAR25 部相同。

1.1 适航条款要求

K25. 1187 火区的排液和通风中规定:

(a) 指定火区的每个部位必须能完全排放积存的油液,使容有可燃液体的任何组件失效或故障而引起的危险减至最小。排放措施应满足下列要求:

(1) 当需要排放时,在预期液体会存在的各种情况下,必须是有效的;

(2) 必须布置成使放出的液体不会增加着火危险。

1.2 AC 中的相关定量要求^[2]

APU 舱液体排放试验需进行地面试验和飞行试验。地面试验时排液试验的相关定量要求有:

(a) 每一潜在泄漏源的量为 $1 \sim 4\text{U. S. gallons}$ ($4 \sim 15\text{L}$);

(b) 每一单独的小坑中在排液试验后剩余的液体应小于 1.5OZ ;

(c) 90% 可燃液体应在 10min 内排出。

飞行试验中的相关定量要求:

(a) 从每一试验排液点喷出的试验液体为 1U. S. gallon ($4\text{L}/\text{min}$);

(b) 在每一飞行状态下液体喷射时间为 $30 \sim 120\text{s}$ 。

2 排液孔大小的确定

2.1 以瞬时排出一定量的液体为基准计算 APU 舱门隔框上的开孔大小

为满足条款 K25. 1187a 的要求,最有效的方法是所开的孔能在瞬间直接将可燃液体排出。

若在舱门隔框上开一圆孔,其计算模型如图 1 所示。

流出孔的液体速度与 v 高度 h 的关系根据伯努利方程 $V = \sqrt{2gh} = \sqrt{20h}$,则瞬时流出圆孔的最大流量为:

$$\begin{aligned} \dot{Q} &= \int_0^{2R} 2V\sqrt{R^2 - (R-h)^2} dh \\ &= \int_0^{2R} 2\sqrt{20h}\sqrt{2R-h} dh \end{aligned} \quad (1)$$
$$= \frac{2^{11}}{15} \sqrt{20} R^{\frac{5}{2}}$$

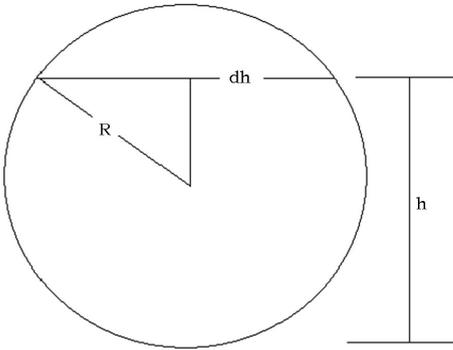


图1 圆孔计算模型

2.2 以一定时间内排出一定量的液体为基准计算隔框及舱底部开孔大小

在排液地面试验时,要求 90% 可燃液体应在 10min 内排出。在此以一定时间内排出一定量的液体为基准计算舱底部开孔大小,其计算模型如图 2 所示。

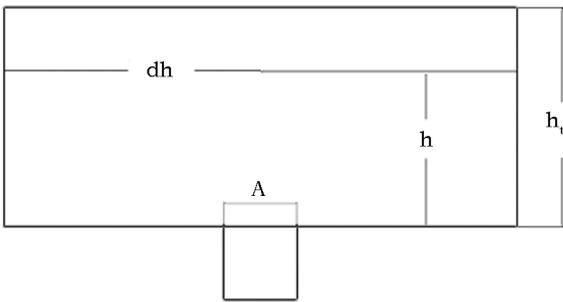


图2 舱底部开孔计算模型

由液面高度变化的流量等于从孔流出的流量得方程:

$$dhA_w\rho = \rho A_w V dt \quad (2)$$

积分得:

$$\int_0^{h_t} \frac{A_t}{A_w} \frac{1}{\sqrt{20h}} dh = \int_0^t dt, \quad (3)$$

$$A_w = 0.007453 \frac{\sqrt{A_t Q_t}}{t}$$

其中:

Q_t ——所需排出的液体体积 m^3 ;

h_t ——所需排出液体的液面高度 m ;

A_t ——隔框底部面积 m^2 ;

A_w ——所开孔的面积 m^2 ;

h ——液面高度 m ;

t ——排液时间 min 。

以一定时间内排出一定量的液体为基准计算舱门隔框开孔大小,其计算模型如图 3 所示。

所列方程及得到的计算式与计算舱底部开孔相同,只是在隔框底部需留出高度 Δh 以免出现应力

集中。 Δh 的确定可根据 1.2 中地面试验 b 的要求获得。

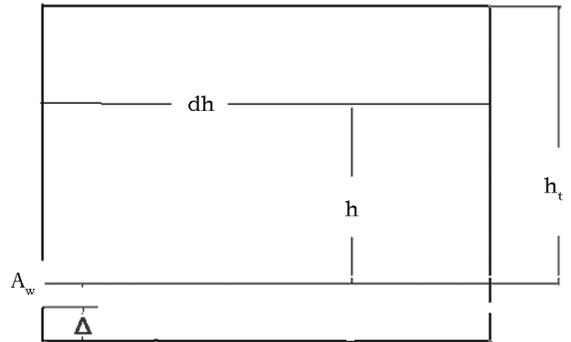


图3 舱隔框开孔计算模型

3 算例

典型舱门示意图如图 4 所示。

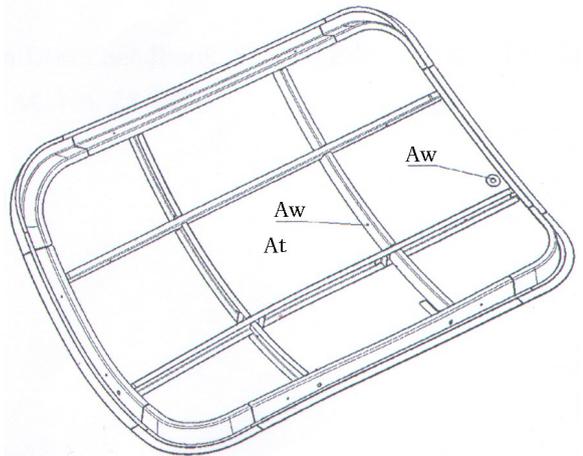


图4 典型舱门及开口示意图

3.1 以瞬时排出一定量的液体为基准计算 APU 舱门隔框上的开孔大小

在此按某型飞机 APU 供油量 $\dot{Q} = 5L/min$ 计算得 $R = 8mm$ 。显然这一数值较大。

3.2 以一定时间内排出一定量的液体为基准计算隔框及舱底部开孔大小

以某型飞机为例计算底部开孔大小。2.2 中计算公式取值为:喷射率为 $5L/min$, 飞行试验状态来去总时间为 $8min$, 所需排出的液体体积为 $Q_t = 40L$ 。舱门上每个小隔板之间的底部面积为 $0.147m^2$, 整个舱门面积为 $A_t = 1.32m^2$, 则开孔面积为 $A_w = 0.000171m^2$, 若开圆孔其直径为 $D_w = 14.7mm$ 。

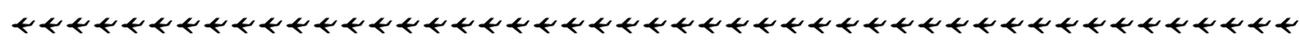
计算隔框上开孔大小可以分为两种情况:

(1) 若在 APU 舱门隔框内能全部容纳所需排出的总液体体积 $40L$, 即隔框高度 $h_s > 30.3mm$ 时,

2.2 中计算公式的取值为 $t = 10min$, $Q_i = 4.44L$, $A_i = 0.1467m^2$, 则开孔面积为 $A_w = 0.000171m^2$, 若开圆孔其直径为 $D_w = 5mm$ 。

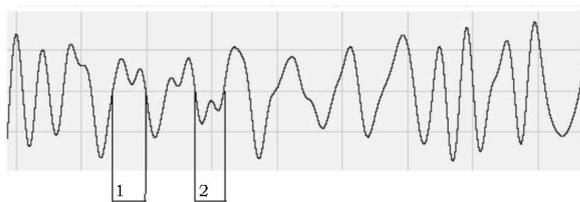
(2)若在 APU 舱门隔框内不能全部容纳所需排出的总液体体积 40L , 即隔框高度 $h_s < 30.3mm$ 时, 则先计算液体排到隔框高度时所需的时间 t_c , 2.2 中计算公式的时间取值 $t = 10min - t_c$, 其它与 1) 相同。

由上述方法计算的隔框上开口较小, 在实际开孔中需考虑所开孔能过冰或其他异物, 这需要所开孔 $D > \frac{3}{8}in \sim \frac{1}{2}in$ 。



(上接第 15 页)

相对不稳定的信号, 其波形不够平滑, 如图 8 所示。



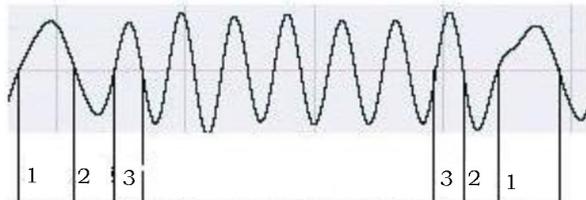
1 表示不平滑的波形 即一种双头峰形态 2 表示不平滑波形 即一种双底部形态

图 8 相对不平滑的波形

比照图 7 和图 8, 可清楚发现二者之间的差异。信号不稳定其图形表现为不够平滑, 经常出现双头峰和双底部现象。这样的差异给后续分析带来困难, 如何克服有待进一步的研究。

3.2 异化波形的处理

在目前的研究过程中, 发现信号有时不够标准, 给信号的分析带来了困难。即便是相对标准的波形, 也出现大量介于高频 1 200Hz 与 2 400Hz 之间的异化波形, 如图 9 所示。



1 代表 1200Hz 波形, 其直观感觉比较宽
2 代表异化的波形, 介于 1200Hz 与 2400Hz 之间
3 代表 2400Hz 波形, 直观感觉比较窄

图 9 异化波形的比较

异化波形介于 1 200Hz 和 2 400Hz 之间, 将其确定为 1 200Hz 或者 2 400Hz 将是信号分析的一个难点。这样异化的波形, 在信号波形分析过程中大

4 结论

根据上述计算方法得到的数据结果, 可在满足适航要求的情况下初步确定 APU 舱底部开孔大小及舱门隔框开孔大小, 可为大型客机的开孔大小的确定提供一定的借鉴。

参考文献:

[1] F. A. Tomkins. APU installation handbook. Second Edition 1983. The Garrett Corporation.
[2] Draft Advisory Circular AC No. 25.863-1.

量存在, 后续将尝试采用统计的方法, 将其准确的归类, 其可靠性有待进一步验证。

参考文献:

[1] 张学军, 马玉文. 甚高频空地数据链系统与 ARINC618 协议[J]. 航空工程与维修, 2002(205):41-43.
[2] 毕心安. 论两种空地数据链的差别和系统过渡[J]. 民航经济与技, 1999, 6:57-59.
[3] ARINC Specification 620-3[S]. Published: December 19, 1997.
[4] 黄俊祥. 航空器通讯寻址报告系统数据处理技术研究[J]. 中国民航大学学报, 2007, 2:1-3.
[5] 徐春生. 远程实时监控技术在飞机维修中的应用研究[J]. 中国民航学院学报, 2003, 21:6-9.
[6] 郭旭周, 黄圣国, 孙健. VHF 地空数据链系统调制解调器的设计与实现[J]. 江苏航空, 2007, 4:7-8.
[7] 郭静. 中国民航地空数据链的建设发展和应用[J]. 中国民用航空, 2006, 3:64-66.
[8] 周建星, 黄圣国, 卿立勇. VHF 便携式 ACARS 实验站的应用[J]. 江苏航空, 2006, 2:13-14.
[9] 杨成雷, 黄智刚, 张军. 新航行系统中的 ATN 及 VDL2 技术[J]. 电讯技术, 2003(3):87-91.
[10] 章卫民. VHF 数字链路通信技术分析[J]. 导航与雷达, 2003(2):10-14.
[11] Pereira M. S., Investigation of the three competing VHF digital data link communications technology for commercial aviation[C], Digital Avionics Systems Conference, 2002. Proceedings. The 21st, 2002, 1:3C7/1-3C7/8.
[12] 李楠, 陈颖, 夏毅强. VDL-4: 一种新型航空 VHF 数据链[J]. 电讯技术, 2003(6):90-94.
[13] ARINC Specification 618-5[S]. Published: August 31, 2000.