

展示样机客舱设计理念 与设计技术研究

Research of the Design Theory and Technology of Cabin Area of a Display Demo Airplane

马楠 王勤超 段林 刘镛 / Ma Nan Wang Qinchao Duan Lin Liu Yong

(上海飞机设计研究院,上海 201210)

(Shanghai Aircraft Design and Research Institute, Shanghai 201210, China)

摘要:

展示样机是型号客机在设计初期,为向客户展示所设计客机客舱及驾驶舱先进、合理的布局设计、独具创意的内设系统,展示客机舒适性和先进性的特色而设计,对客机的设计、销售来讲意义重大。阐述了客机展示样机客舱的设计理念及设计技术,以期对未来系列性飞机的发展提供技术支持。

关键词: 客机;展示样机;设计

中图分类号: V223+.2

文献标识码: A

[**Abstract**] Display demo airplane is a kind of demo airplane which is designed at the beginning of aircraft design stage. The function of it is to show costumers the advanced and reasonable layout design of cabin and cockpit, the innovative Internal system and the comfortable performance. The display demo airplane is significant to the design and sale of the aircraft. This article interprets the design theory and technology of cabin area of a display demo airplane to support the development of the future aircraft.

[**Key words**] passenger plane; display demo airplane; design

0 前言

展示样机是飞机的制造商在某型号客机初步设计阶段,为了向客户和社会展示某种型号客机的先进性和优越性,宣传型号客机的设计理念而建立的三维全尺寸客机的展示平台。

展示样机能让世界各国的客户和大众了解所设计的型号客机,可直接向客户展示所设计客机的先进性、安全性、舒适性、环保性,展示客机驾驶舱、客舱先进、人性化的设计理念和综合设计水平。展示样机还能推广和提升公司的企业形象,为后期人们选用此型号的客机奠定基础。

通过展示样机还可验证该型号客机设计方案的合理性和正确性,修改客机设计方案中不合理之处,为设计生产出性能卓越、布局合理、舒适度高的民用客机提供技术支持。因此,展示样机在客机设

计生产、宣传和销售过程中肩负着重要的使命。

1 展示样机的分类

目前世界各国通常把样机分为三级。

(1) I级样机

用以确定形状、安排空间,或者表示一种新的构思。要求按图纸确定形状、尺寸,但勿需精确。一般可用木质、塑料或金属代用品等廉价材料制造。

(2) II级样机

用作详细设计及技术协调。要求尺寸与图纸一致,并按图纸设计要求进行组装。关键部位应使用产品材料制造。

(3) III级样机

用于在实际生产前检查的证明飞机总体、结构、系统和设备、航电、电气、各种导管线系电缆的合理性和可行性。使用产品材料,按产品公差予以

制造。在不影响总体要求的情况下,必须也有可能进行“样机简化设计”。

2 展示样机设计定义

2.1 展示样机坐标体系

展示样机坐标体系一般采用所设计飞机的坐标系。

2.2 展示样机总体设计要求

主要以展示样机的比例、展示部段要求、登机人数和使用维护等作为展示样机各系统设计的要求。

1) 展示样机总体设计顶层文件

- (1) 驾驶舱详细设计要求;
- (2) 客舱详细设计要求。

2) 展示样机总体设计参数

展示样机总体设计参数主要考虑以下几个设计参数:

- (1) 展示样机尺寸与所设计飞机驾驶舱和客舱的尺寸应一致;
- (2) 展示样机规模应根据需求而定;
- (3) 展示样机外围设施依设计而定;
- (4) 展示样机登机人数应根据需要而定;
- (5) 参观人员登机、离机路线,例如某型飞机参观人员的参观路线布置如图 1 所示。

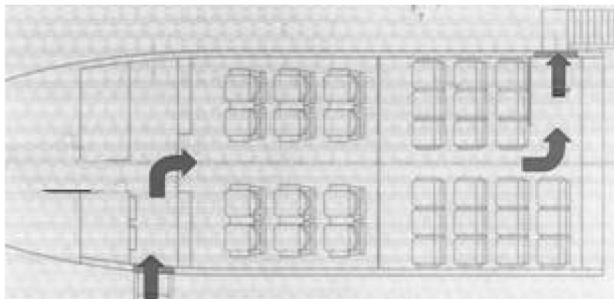


图 1 参观人员参观路线布置图

(6) 展示样机的外部喷漆图案依展示目的而定;

(7) 样机外部涂装应预留一定的位置,用于设置用户标置;

(8) 样机驾驶舱、客舱(包括经济舱和设备舱),舱内所有设备、装饰件设计必须有超前意识,除麦克风、对讲机、娱乐系统等要选择真件外,其余系统、设备、装饰件在没有真件的情况下可采用仿真件;

(9) 布置样机地面使用的应急防火设备,设两

个通用的手动式灭火瓶,分别安装在两个登机梯内,登机梯外部有防火标识。

3) 展示样机总体设计图纸

展示样机总体设计图纸包括以下几种:

(1) 样机的外廓尺寸、离地高度等见《XX 展示样机三面图》,以某型飞机展示样机为例,某型飞机展示样机三面图如图 2 所示;

(2) 展示样机理论外形控制参数、风挡节点等详见《XX 展示样机理论图》,以某型飞机展示样机为例,某型飞机展示样机理论图如图 3 所示;

(3) 展示样机的框距开口情况,详见《XX 展示样机框距开口图》;

(4) 展示样机的分舱情况详见《XX 展示样机分舱图》;

(5) 展示样机驾驶舱内各系统设备的布置情况见《XX 展示样机驾驶舱布置图》;

(6) 展示样机客舱内各系统设备的布置情况见《XX 展示样机客舱布置图》。

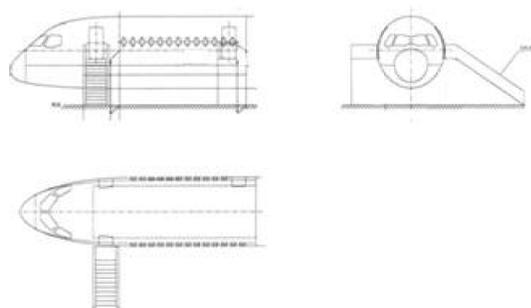


图 2 某型飞机展示样机三面图

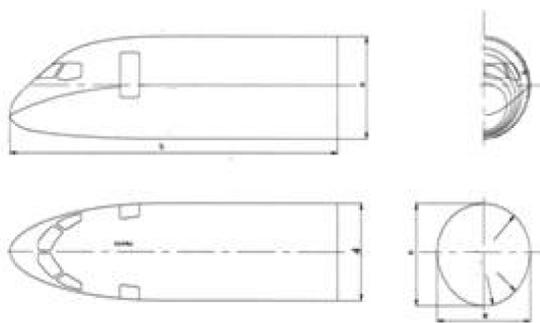


图 3 某型飞机展示样机理论图

3 展示样机客舱总体设计方案

展示样机一般包括有驾驶舱和客舱,现以某型飞机客舱为例进行设计方案的制定。

3.1 展示样机客舱总体设计方案

客舱是展示样机展出的重点,也是参观人员进

入最多的地方。客舱包括经济舱和公务舱,配备客舱服务设施、娱乐系统和情景式照明。客舱内饰设计必须流畅,给人赏心悦目的感觉。展示样机客舱总体设计配置如下:

- (1)全经济级客舱座椅布置,座椅排距应给乘客提供一个舒适的乘坐休息空间;
- (2)厨房装配要安装标准设备;
- (3)配置一个厕所;
- (4)布置外露应急设备;
- (5)旅客观察窗安装遮光板;
- (6)安装顶部行李箱;
- (7)在前服务区布置一个衣帽间。
- (8)客舱总体效果图经过评审后发放正式生产图纸;
- (9)加工、生产。

现以某型飞机展示样机客舱为例,其客舱布置如图4所示。

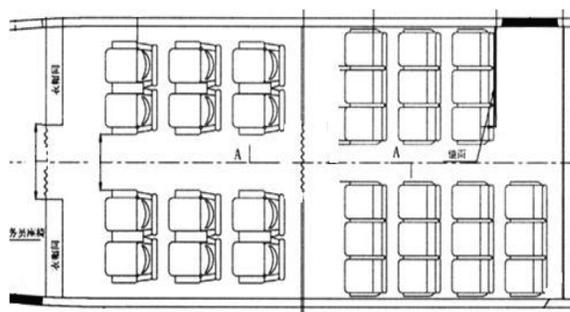


图4 样机客舱布置图

3.2 客舱结构设计方案

展示样机客舱结构设计是样机研制的重要组成部分,是体现客舱造型的必要条件,其设计应满足乘客参观的舒适感,结构外表面要光滑,同时要满足各系统及内饰安装、吊装、拆装和运输等的要求。

(1)展示样机制造材料采用原则:蒙皮选用铝合金材料;重要接头一般选用金属材料;整体窗框方案重要受力构件采用铝合金;其余材料在满足强度和刚度的要求下允许自行选择。

(2)样机不要求气密设计。

(3)展示样机框结构:只设计纵横一般型材满足强度刚度要求即可。

(4)样机壁板:蒙皮选用一定等厚度的铝合金材料(无需采用化铣工艺),尽可能按真实飞机方块,蒙皮允许采用搭接或对接结构形式。长桁布置

在对接段与前机身一致。

(5)样机客舱地板由前服务区地板和客舱地板组成。其结构基本采用地板、与框站位对应的横向加强梁、座椅滑轨、纵梁形式,地板设计应满足系统支架和座椅的安装要求。

(6)门框结构主要承力构件采用金属材料,开口周边光滑、平整、无毛刺。

(7)旅客观察窗框应满足内饰协调要求,满足真实透明件视界要求,窗框可根据需求选择金属窗框或复合材料两种方案。

(8)可根据展示样机的需求,在第N框后端用木板封住,在内表面安装金属板面,表面光滑,有镜子效果。

(9)前服务门仅设舱内门的形状与真实门一致,安装出口标记(中英文)。

设计登机门、离机门。

3.3 展示样机客舱内设和内饰方案

展示样机的客舱内设一般包括客舱装饰,行李箱、衣帽间和储藏室等贮藏设备,客舱内设应根据总体设计目标,结合客舱空间造型、色彩、旅客座椅、应急撤离系统、厨房、盥洗室、照明、环控、噪声、广播和娱乐系统等进行一体化设计,要既能体现各系统的设计特点,又能突出展示样机客舱的内部设计个性。

4 展示样机客舱装饰和储藏设备

4.1 客舱装饰

展示样机客舱装饰包括前服务区装饰和主客舱装饰。

(1)前服务区装饰

前服务区装饰包括顶部的可放下天花板、左侧壁板和右侧壁板。安装有锁机构保证天花板可以打开放下。

左侧壁板与登机门门框协调开口,开口边沿装饰条压边装饰。右侧壁板与服务门协调设计图案,模拟服务门的外形以及开启机构图案等。

地板上铺设防滑地毯。

(2)主客舱装饰和设备

主客舱天花板分左右天花板组件,在主客舱中央布置纵向构件,天花板上部插入纵向结构件的插槽内,下部延伸至行李箱上方,用专用的快卸锁固定在行李箱顶板上。

4.2 客舱侧壁板

选用民机设计时的标准侧壁板的长度和框距。侧壁板组件分为上部侧壁版和下部侧壁板两部分,上下侧壁板采用搭接形式,均有凹形下陷,形成空调出风口和侧壁灯照明灯的安装区域,下部侧壁板由带观察窗的侧壁板和踢脚板组成。侧壁板表面贴耐磨的带有纹理的 TEDLAR 装饰膜,以体现某型展示样机客舱的舒适性。造型和色彩设计符合客舱效果图。

(1) 踢脚板的装饰表面贴有耐磨,耐脏和易清洗的装饰材料。踢脚板下面为空调回风口,回风口上设有格栅。

(2) 分舱板和客舱隔板

在头等舱和经济舱之间、在离机门和最后一排座椅之间均布置分舱板组件。

分舱板组件包括左右分舱板,带导轨的顶部板及门帘组件。左右分舱板安装在行李箱下面,顶部板安装在行李箱上部的导轨上,门帘组件由滑轮组件,帘布和系带组成。门帘采用符合阻燃要求的具有一定下垂性的可打褶的装饰布制成。

4.3 样机观察窗

样机观察窗窗框组件采用成品组件,可在不拆卸侧壁板的情况下单独拆卸,方便对窗框组件的维修。普通观察窗的遮光板是可以上下灵活抽拉的薄板,并可在任意位置停住。

4.4 地板覆盖层

前服务区域的地板铺设耐磨、防滑、防腐蚀的覆盖层材料,符合适航的阻燃要求和有关的防静电要求;主客舱地板铺设符合适航阻燃要求和有关的防静电要求的地毯,在内装饰材料方案中有多种颜色纹样可供选择。外露的座椅导轨上面安装与地毯色彩相近的导轨盖板,在防滑地板覆盖层与客舱地毯之间应有压条压边。

4.5 报刊杂志架和杂物袋。

在储藏室后壁和前盥洗室后壁的上方各设一个报刊杂志架。在第一排旅客座位前的隔板下方位置应为每位第一排旅客各设置一个杂物袋。

4.6 顶部行李箱

行李箱容积按总体要求。行李箱组件由行李箱箱体组件、门组件以及行李箱下部的过渡圆弧板等组成,行李箱箱体组件采用纸蜂窝结构板,由顶板组件、底板组件、侧板组件组成,行李

箱门组件也采用纸蜂窝结构板,行李箱下部的过渡圆弧板采用带纹路和颜色的热塑性塑料吸附成形。

行李箱门锁选用双锁舌锁定机构来满足相关的适航条款,行李箱门开启机构采用铰链预紧力开启模式(不采用气弹簧开启模式),行李箱造型应与客舱造型协调统一。当行李箱门打开时,行李箱的开口高度应不小于标准尺寸。

4.7 旅客服务板

行李架底部安装有旅客服务装置(PSU),PSU 上包括旅客阅读灯、化学氧气发生器、氧气面罩、旅客提示信号、旅客广播喇叭。

左右两侧旅客服务装置留有安装收放式视频系统显示器的接口。

4.8 储藏室

在前服务区和主客舱之间各布置一个储藏室。储藏室结构均采用厚度为 XXmm 的纸蜂窝板做成,储藏室外部粘贴有装饰膜,内部喷漆,储藏室整体是可拆式储藏室。

4.9 旅客座椅

旅客座椅是体现客舱特色,风格和旅客舒适性的重要设备,公务舱安装 6 个双联头等舱座椅,经济舱可根据需要安装若干个经济级座椅。在头等舱座椅和经济级座椅背面上部留有安装背显空间。座椅面料和颜色符合客舱效果图。

在经济级布置的客舱内,第一排座椅除椅背餐桌外,还应设有扶手收藏的餐桌。扶手上安装客舱服务员呼叫开关、耳塞插空组件、音量调节器和调频按钮。

头等舱双联座椅均为扶手收藏的餐桌,双联座椅总宽和扶手宽度有明确的定义,对易损器件要注明标示,小心使用。

4.10 服务员座椅

客舱内安装两个单联客舱服务员座椅真件,左侧安装在前服务区厕所后部壁面上,右侧安装在厨房后壁面上。座椅能自行折叠,并有带惯性卷筒的一个腰带/肩带的安全带组件。在服务员座椅下部设有存放救生衣和手电筒的柜子。

4.11 厨房

某型展示样机厨房安装在右侧前服务门前,为整体组合件。该厨房的配置必须包括咖啡器、冰容器、食品车、烤箱、热杯等。对易损器件要注明标

示,小心使用。

4.12 盥洗室

以某型展示样机为例,某型展示样机客舱内布置了1个盥洗室,盥洗室安装在左侧登机门的前边,盥洗室为整体组合件,其基本配置包括:照明灯具、水龙头、肥皂分配器、纸巾分配器、废物箱、镜子、婴儿托架、烟灰缸、辅助手柄、衣帽钩、呼叫服务员按钮、烟雾探测器、氧气面罩、返回座位标记和防滑地板与盥洗室有关的标牌标记等。盥洗室的门为一扇向里开启的折叠门,满足不用特殊工具就可以从盥洗室外面打开的功能。对易损器件要注明标示,小心使用。

4.13 应急救生设备

按照适航条例和某型展示样机总体设计要求,以某型展示样机为例,某型展示样机客舱内配置下列应急救生设备:救生衣、救生绳、急救箱、应急医疗箱、应急斧、便携式应急定位发射仪和便携式手提扩音器和手电筒。如应急设备需布置在内部不可见的位置,则不安装救生设备。配有四个手电筒(真件),在驾驶舱内安装两个,在左、右服务员座位处各安装一个。便携式手提扩音器安装在右侧最后一个行李箱前壁面上。

4.14 标记和标牌

客舱内设置的标牌标记如下:

(1)行李箱限制载重标牌;(2)登机门、服务门、左右应急门的操作标记和警告标牌;(3)“系好安全带”和“禁止吸烟”的图案提示标牌;(4)应急设备的标牌标记;(5)座位标牌。

4.15 客舱照明技术设计方案

客舱照明是展示样机展出的重点,在展示样机中公务舱采用“情景式”照明技术,设置不同的模式,模式变化为连续渐变,以下为最基本的设计要求:

(1)展示样机公务舱如果在一期工期内能有可用的“情景式”照明技术可分步实施,情景光设置不同的模式,模式变化为连续渐变;

(2)展示样机经济舱采用普通荧光灯照明技术,照明设计指标符合照明设计规范;

(3)客舱中衣帽间,盥洗室,厨房等区域均设置相应照明灯具,灯具符合照明设计规范;

(4)展示样机中,PSU上需具备“禁止吸烟”,“系好安全带”,“请回座位”,“盥洗室有人”等

标志;

(5)客舱出口和登机门等相应区域设置“应急出口标志”和“应急出口位置标志”;

(6)客舱内设置地板荧光条;

(7)客舱内设置应急过道灯。

4.16 客舱娱乐系统设计方案

客舱娱乐系统是展示样机展出的亮点之一,也是展示样机人性化设计的重要体现,展示样机客舱娱乐系统基本的设计方案如下:

(1)在展示样机的公务舱和经济舱安装的音视频娱乐播放器,在展出时能够播放宣传资料,采用仿真件;

(2)在椅背上分别安装包括耳机/麦克风的个人娱乐显示器;

(3)耳机/麦克风采用仿真件;

(4)乘务员控制面板可以控制客舱内照明、娱乐等功能,采用模拟件;

(5)乘务员手持送受话器具有受话功能,可以通过旅客广播扬声器播报消息,采用仿真件;

(6)旅客广播扬声器在展示样机展出时具有播放功能;

(7)展示样机的娱乐系统,主机安放在样机设备舱。

4.17 环控系统方案

环控系统在展示样机的客舱中主要由氧气系统和空调系统组成。

1) 氧气系统

(1)旅客氧气系统只显示外部轮廓;

(2)便携氧气系统安装在旅客舱内,采用仿真件。

2) 空调系统

展示样机的空调系统分两部件,分别为机载空调和样机空调。

(1)机载空调采用模拟件;

(2)样机空调系统,对样机的驾驶舱及客舱进行温控调节;

(3)温度:驾驶舱和客舱温度可以分区域控制座舱温度可在 $15^{\circ}\text{C} \sim 30^{\circ}\text{C}$ 之间进行调节,驾驶舱默认设置为 21°C ,客舱默认设置为 24°C ;加温和冷却均满足相关的规定,温度均匀度为 $\pm 3^{\circ}\text{C}$;

(4)供风温差: $\leq 10^{\circ}\text{C}$;

(5)舱内流速: $0.3 \text{ m/s} \sim 0.4 \text{ m/s}$ 。

5 展示样机设计流程

纵观展示样机的设计思路,可得到展示样机客舱设计的流程图,如图5所示。

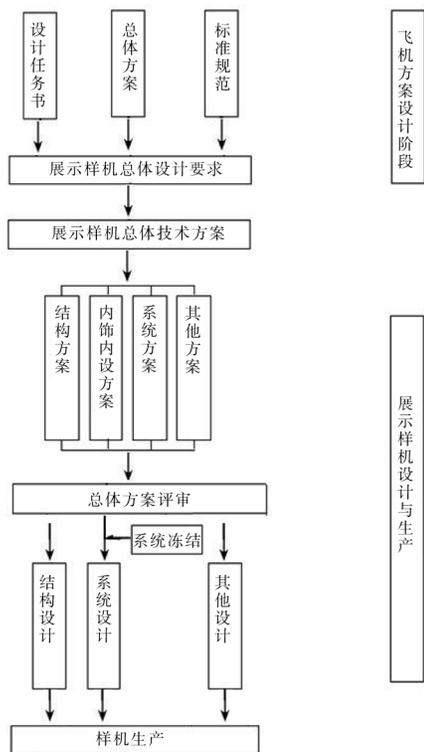


图5 客舱展示样机设计流程图

6 展示样机客舱涂漆设计技术

展示样机客舱的涂漆有一定的限定,下面是展示样机客舱涂漆的最基本技术要求。

6.1 图纸的标注

1) 为避免涂料的变更引起大量图纸的更改,可不注明具体牌号(有颜色要求者要注明)。当然也允许涂层更改以后应相应地更改图纸。

2) 在零件状态时涂底漆,装配成组合件、部件状态时涂面漆,应分别在零件图上(无图的零件在组合件图的附注内)注明涂底漆,组合件图注明涂面漆。注意图面内容协调,避免在已涂面漆部位,经过装配以后再涂面漆。

3) 除下列明显不要涂漆的部位在图纸上可不注明以外,其余不涂漆的部位在图纸上应明确注明,要求如下:

- (1) 图纸上明确注明有装饰性镀层表面;
- (2) 标注六级和六级精度以上的配合表面;
- (3) 标注7和7以上光洁度的表面;

(4) 标注各种观察窗的玻璃、灯罩和装饰、密封用非金属表面。

6.2 涂漆总的要求

(1) 展示样机材料铝合金材料表面及钢、玻璃钢等组件处理的涂漆应符合相关的技术条件;

(2) 为控制涂料品种,统一颜色,展示样机限用颜色:红、黄、蓝、白、黑、天蓝、乳白(奶油)、绿、浅绿、棕色、浅棕、铝(银灰)、钢灰(铁灰)、771号钢灰、黄绿色,颜色和光泽应符合相关规定的标准色泽;

(3) 凡是要求有更好的结合力的部分如座椅扶手、门把手等钢、铝零件在涂H06-2底漆以前可以加涂一层磷化底漆,由设计人员在图纸上注明;

(4) 各种开关手柄等需要用漆作标记的,图纸上可注出颜色而不必注明涂料牌号;

(5) 导管的表面处理和涂漆按图纸规定;

(6) 所有铆钉墩头(环槽、高抗剪、抽钉除外)喷或刷H06-2锌黄+5%铝粉底漆,图纸上不必注明;

(7) 上述规定未包括的涂漆要求,由设计人员在图纸中具体规定,生产按图纸进行;

(8) 协作方提供的成品、附件,可以在保证颜色和上述技术条件的前提下采用其他牌号的涂料,具体要求在各成品、附件技术协议或有关文件中协商确定。

7 展示样机客舱供电设计技术

7.1 要求适用范围

展示样机客舱对电源和用电设备电源有一定的设计要求。

7.2 展示环境设计

(1) 在厅内展示;

(2) 展示厅内应有220V、50HZ(或110V、60HZ)单相电源和115V、400HZ单相电源(如展示厅内无这种电源,则自带输入为220V、50/60HZ,输出为115V、400HZ的变电设备)。

7.3 供电设计的要求

1) 电源控制箱的输入电源既可用220V、50HZ和115V、400HZ两种单相电源,又可用110V、60HZ和115V、400HZ两种单相电源,电源控制箱输出电源为220V(50HZ或60HZ)和115V、400HZ两种单相电源。这电源容量足以供给展示样机内的用电设备(包括照明设备、环控设备等)。这路电源应用

按压开关进行“接通”和“断开”控制,在配电箱上应有该路电源接通指示灯。输入到展示样机的电源应有漏电保护。

2)展示样机环境灯光电源的控制和指示:

(1)电源控制箱应能提供 220V 的展示样机环境灯光电源,其电源容量、供电通道数需与地面设备设计部门协调;

(2)每供电通道都应有漏电保护和通断及接通指示灯指示;

(3)电源输出形式为接线柱或插座(与地面设备设计部门协调后确定)。

7.4 对用电设备的设计要求

展示样机内的所有用电设备只能使用下列种类电源:

(1)115V、400HZ 单相;28V、400HZ 单相;28V 直流;220V、50HZ(或 60HZ)单相电源。

(2)展示样机内的环控设备采用 220V(50/60HZ)单相电源,其用电量另行协调。

(上接第 89 页)

(4)逻辑图

逻辑图是一种对复杂系统进行系统性故障检测的逻辑试验图。它可以作为系统的功能检查程序,能直接测出故障部件和线路。这种方式的优点是在系统发生故障时,给出故障信号,系统仍可能继续工作,这样能及时发现和排除故障,缺点是可能要完成整个逻辑试验才能找出故障,相对比较费时。

(5)故障树

故障树是一种常用的故障隔离方法,是将故障发生的可能因素进行各种并联和串联组合,用以表示故障现象和故障因素直接或间接的逻辑关系。一般有经验的工程人员在了解故障现象后,在排除明显的故障因素后,会自然地将可能产生的故障原因形成框架,然后对于每种原因分解深化其各种因素,包容所有的可能性后就可以构成由顶事件和底事件及中间事件组成的故障树分解图。

故障树具有广泛的包容性和灵活性,它可以分析系统的各种失效状态,能形象地展示故障因果关系,是故障隔离和故障检测有效的借鉴方法。

(6)矩阵图

(3)旅客舱内所选用和安装的照明设备和用电设备应明确用电的电源种类,接线资料完整,并便于接线,如需接插件连接,则应提供整套接插件。

8 结论

通过型号客机展示样机,设计师能将先进的设计理念和设计技术向世界各国的人员展示,通过型号客机展示样机的设计生产,能够发现客机设计中存在的问题和微小细节上的不足,完善原有的设计方案,因此客机展示样机对其型号客机的全面成功意义重大。

参考文献:

- [1]苑朝.飞行设计手册[M].北京:航空工业出版社,2005.
- [2]陆峥.民用飞机展示样机造型和色彩设计[J].民用飞机设计与研究,2002,2:1-5.

矩阵图是将系统和故障分解成 a 行 b 列表的表。矩阵图可现实复杂系统多元关系。它可以帮助工程人员进行故障隔离和故障检测。

4 结论

综上所述,故障隔离、故障检测和故障排除是一个很复杂的决策过程。尤其是飞行故障,在绝大多数情况下不可能得到全部信息,有些故障地面又不能复现,这样就不可能排除所有不确定性因素;另外,在试飞计划紧迫的限度下,时间约束迫使工程人员必须做出一个最合适的决策,只有最有效、最经济、最快速的方式才是工程人员最需要的排放方式。

因此,工程设计人员应具备良好的专业知识和基础知识,从工作中不断累积直接经验和类似情况的相近经验,以提高分析和判断的能力,从而提高故障排查的效率。

参考文献:

- [1]中国航空工业总公司民机系统工程局编.运输类飞机适航标准技术咨询手册[M].北京:航空工业出版社,1995.