

民用飞机旅客氧气系统电路设计分析

李庆南, 孙鉴非

(上海飞机设计研究院, 上海 201210)

[摘要] 从适航符合性方面为出发点,对电气相关的适航条款进行了符合性分析,并通过不同的配电方案来分析不同的氧气面罩抛放控制电路,最后设计出一套基于4个独立电源供电的氧气面罩抛放控制电路。

关键词: 氧气系统; 氧气面罩; 适航

Circuit Design and Analysis for Passenger Oxygen System of Civil Aircraft

LI Qingnan, SUN Jianfei

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

[ABSTRACT] According to the airworthiness' conformance of passenger oxygen system, this article analyzes the items related to the electrical conformance, and constructs different power distribution ways to analyze the control circuit releasing the oxygen masks. Finally, one control circuit about releasing the oxygen masks is designed, which based on quad independent power sources.

Keywords: Oxygen system; Oxygen mask; Airworthiness

DOI:10.16080/j.issn1671-833x.2017.03.107

旅客氧气系统是民用飞机氧气系统^[1-4]的重要组成部分之一,其主要功能为:当客舱失压或必要时,为乘务人员和旅客提供满足呼吸要求的氧气。本文主要对旅客氧气系统的电气设计方法进行探讨分析。

1 适航符合性需求分析

本文以某型号飞机的运行参数为例,进行电气设计相关的适航符合性需求分析^[5-7],最后设计出符合条件的旅客氧气系统。该型号飞机的基本技术指标为:最大使用高度:11900m;最大座舱高度:4260m;盥洗室数量:4个;乘务员数量:4个;旅客数量:120人(20排座椅)。根据CCAR25部的规则要求,旅客氧气系统必须满足第CCAR25.1441条至CCAR25.1453等适航条款的要求^[8-10]。其中,与电气设计直接相关的条款为CCAR25.1447。CCAR25.1447(C)(1)的具体要求为如果申请运行高度超过7600m的合格审定,则必须有符合下列规定的分氧设备:必须有接在供氧接头上可供每个乘员就座时立即使用的分氧装置,并且在每个厕所至少要有两个接在供氧接头上的分氧装置。分氧装置和供氧口的总数必须比座位数至少多10%,多余的分氧装置必须尽可能均匀地分布在整个座舱内。如果申请运行高度超过9000m的合格审定,则提供所需氧流量的分

氧装置必须在座舱压力高度超过4500m之前自动送达乘员处,并且必须为机组设置手动装置,在自动系统失效时能使分氧装置立即可供使用。

根据CCAR25.1447(C)(1)可知,对于本文作为案例分析的飞机型号,当旅客数量为120人且同时满足盥洗室和乘务员(均含2个面罩)的供氧需求时,此时氧气面罩数量应不少于148个($120 \times 110\% + 4 \times 2 + 4 \times 2 = 148$)。此外,该机型最大使用高度超过9000m,出于系统安全性需求考虑,系统必须设置互不干扰的氧气面罩自动抛放和手动抛放电路。

2 民用飞机旅客氧气系统电气设计

目前,大部分民用飞机旅客氧气系统多采用化学氧气发生器作为氧气存贮装置。因此,下面基于化学氧气发生器的供氧方式,对本文作为案例分析的飞机型号进行旅客氧气系统电气分析设计。

2.1 旅客氧气系统电气架构分析设计

旅客氧气系统通常由氧气存储设备和氧气面罩抛放系统组成。若以电气设计角度考虑旅客氧气系统,氧气存储设备可以看作是氧气面罩抛放系统的负载,其通常安装在旅客座椅上方行李箱架上、乘务员座椅上方天花板和盥洗室内。氧气存储设备主要由化学氧气发生

器、获取 TSO-C64a 批准的氧气面罩(3个)和电触发式的锁闭等组成,乘务员和盥洗室的氧气存储设备的组成成分与旅客用氧一样。

氧气面罩抛系统一般由供电电源、自动抛放信号驱动、手动抛放开关、座舱高度输入、抛放控制电路和反馈抛放状态的电子元器件等组成。据此,本文所设计的旅客氧气系统的初步电气架构如图 1 所示。主要运行原理如下:根据当前飞机所处的座舱高度等其他参数,由控制系统自行做出判断,使自动抛放电路驱动氧气面罩工作并且反馈抛放状况;或者系统提醒机组成员触发手动抛放开关,完成氧气面罩的手动抛放。根据 CCAR25.1447(C)(1)中的要求,自动控制 and 手动控制两种方式必须能够完全独立运行,任何一路控制方式故障不能对另一路控制方式的正常运行造成影响。

2.2 旅客氧气系统配电方式分析设计

从系统可靠性和安全性的角度来分析,最理想的配电方式是给每个氧气面罩进行独立供电;而从经济性和维修性的角度来分析,则希望只需要单个电源供电。若采用单路电源供电,会存在单点故障的隐患,在这种供电模式下,当某个氧气面罩发生短路时,会导致整个旅客氧气系统失效,显然这是适航验证不允许的。因此,下文考虑对旅客氧气系统进行多路配电分析设计。

假设选择两个独立电源进行供电,那么可以对氧气面罩的配电进行如下分配,飞机左右两侧的氧气面罩分别独立,即左侧的盥洗室、旅客、乘务员上方的氧气面罩为一组进行集中供电;相应的,对右侧的盥洗室、旅客、乘务员上方的氧气面罩进行采用另一路电源进行集中供电。两路独立电源供电控制原理框图如图 2 所示。

对于本文举例的 120 座单通道机型,通过 PSSA、FHA 等其他安全性分析手段,可以得出上述双路电源供电的方式仍然不能满足适航安全性,需要对供电架构继续进行细分。因此,本文选择使用 4 路独立电源对旅客氧气系统进行配电。其具体系统构架如图 3 所示,把飞机上负载(氧气面罩)分成 4 组,即沿顺航向,左侧前盥洗室、前乘务员和前部旅客的氧气面罩为 1 组;左侧后盥洗室、后乘务员和后部旅客的氧气面罩为 1 组;右侧前盥洗室、前乘务员和前部旅客的氧气面罩为 1 组;右侧后盥洗室、后乘务员和后部旅客的氧气面罩为 1 组。采用 4 路独立电源对 4 组氧气面罩分别供电,单路氧气面罩故障不会对其他组氧气面罩工作造成影响,提升了系统冗余度,大幅增加了系统安全性与运行可靠性。

对于载客量更大、系统复杂度更高的多通道机型而言,当 4 个独立电源仍然不满足适航符合性要求时,可以根据飞机的分段结构,结合飞机配电设备实际的分布情况,对氧气系统配电进一步细分,直到其满足适航符

合性的要求为止。

2.3 氧气面罩抛放控制电路分析设计

氧气面罩抛放控制电路是整个旅客氧气系统的核心组件,结合前文所选择的基于 4 路独立电源的配电方式,具体抛放控制电路如图 4 所示。其核心硬件为两个具有 4 路独立输入输出功能的继电器,手动抛放继电器与自动抛放继电器的 4 路输入输出各自并联,分别通过 4 路独立电源(DC1-DC4),为 4 组氧气面罩提供驱动,

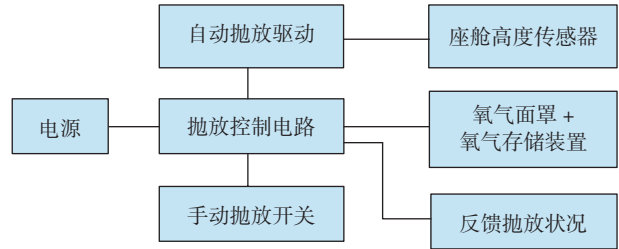


图1 旅客氧气系统初步电气架构

Fig.1 Preliminary electrical architecture for passenger oxygen system

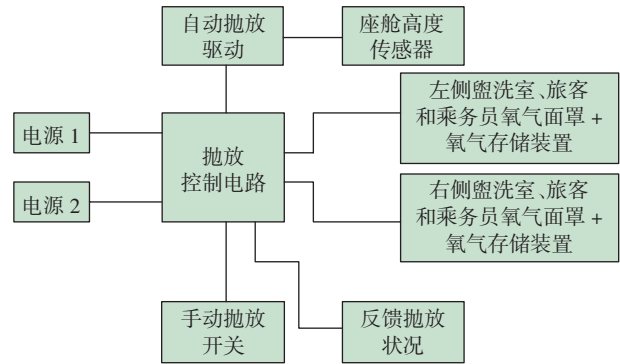


图2 基于双路独立电源的旅客氧气系统电气构架

Fig.2 Electrical architecture based on dual independent power supply for passenger oxygen system

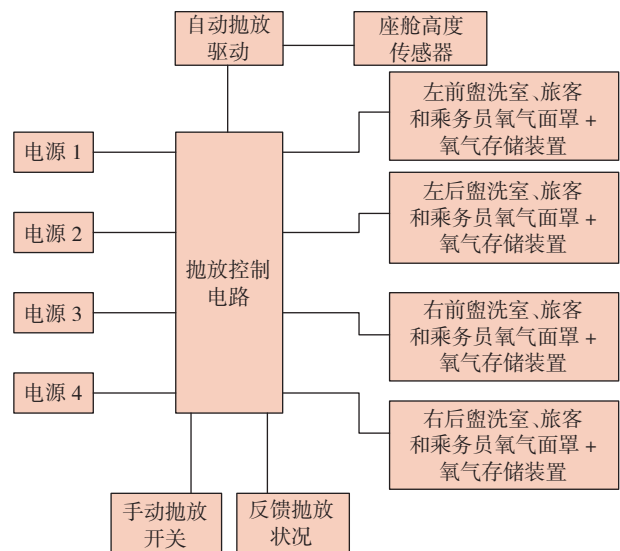


图3 基于4路独立电源的旅客氧气系统电气构架

Fig.3 Electrical architecture based on quad independent power supply for passenger oxygen system

DC5/DC6 分别为两个继电器的通断控制提供驱动信号。

控制电路的具体运行原理如下:当座舱高度传感器检查到大于 4267.19m 时,该传感器输出 1 个信号给数据处理器 1,数据处理器 1 根据接收到高度传感器的输出后立刻输出 1 个低电平来驱动自动抛放继电器,此时继电器闭合,并反馈继电器工作的状态给数据处理器 1,继电器闭合后,4 路独立的直流电源即可分别给左前、左后、右前和右后的盥洗室、旅客和乘务员氧气面罩进行供电,从而使所有氧气面罩抛放下来。若自动方式故障无法释放氧气面罩,此时还可以在驾驶舱按下手动抛放的开关,从而手动抛放继电器开始工作,并把该继电器的工作状态反馈给数据处理器 2,同时将 4 路独立的直流电源分别给左前、左后、右前和右后的盥洗室、旅客和乘务员氧气面罩进行供电,同样可使所有氧气面罩抛放下来。通过 4 路电源对氧气 148 个氧气面罩独立配电,且手动抛放、自动抛放继电器各自独立运行,本文所设计的旅客氧气系统可满足 CCAR25.1447 (C)(1) 条款的要求,可保证该机型旅客氧气系统安全、可靠的运行。

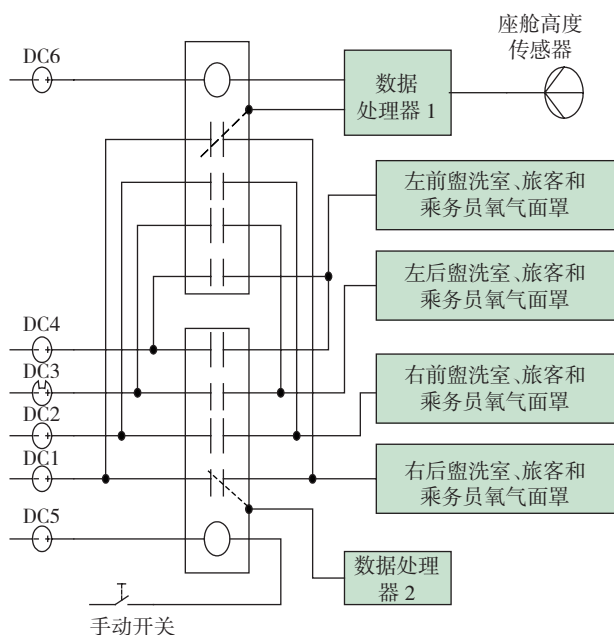


图4 基于4路配电的旅客氧气系统抛放控制电路

Fig.4 Deploy control circuit based on quad independent distribution for passenger oxygen system

3 结束语

在座舱失压或某种原因需要的情况下,旅客氧气系统为客舱内的旅客和乘务员提供舒适的呼吸用氧,在关键时刻为保护旅客和乘务员的人身安全提供重要保障。本文主要从适航符合性的角度,对旅客氧气系统氧气面罩数量、抛放控制电路及其配电方式进行详细分析,并设计出了一种基于 4 路电源独立供电的民用飞机旅客

氧气系统。电脉冲供氧系统是目前旅客供氧的一种全新的分布式供氧方案,脉冲式供氧系统结合独立式的配电方案,是未来旅客氧气系统的发展方向。

参考文献

- [1] 李勇,吴文材. A319 高原型飞机旅客氧气系统设计和适航性研究[J]. 中国民用航空, 2001, 131(11):52-53.
- LI Yong, WU Wencai. Research on the design and airworthiness of passenger oxygen system of A319 for use in plateau conditions[J]. China Civil Aviation, 2001,131(11):52-53.
- [2] 陈岷,王晓春. A320 飞机机组氧气系统[J]. 科技资讯, 2012(27):102-104.
- CHEN Huan, WANG Xiaochun. Crew oxygen system of A320 aircraft[J]. Science & Technology Information, 2012(27):102-104.
- [3] 辛慧秋. CRJ_200 氧气系统设计分析[J]. 民用飞机设计与研究, 2002(4):19-22.
- XIN Huiqiu. Oxygen system design and analysis of CRJ_200[J]. Civil Aircraft Design & Research, 2002(4):19-22.
- [4] 雷世豪. 旅客机防冰与氧气系统的设计[J]. 民用飞机设计与研究, 1996(4):10-14.
- LEI Shihao. Anti-ice and oxygen system design of passenger aircraft[J]. Civil Aircraft Design & Research, 1996(4):10-14.
- [5] 陈红英,王东,余江. MA600 飞机高原机场和航线适航性分析[J]. 中国民航飞行学院学报, 2012,23(6):25-30.
- CHEN Hongying, WANG Dong, YU Jiang. MA600 aircraft airworthiness at plateau airports and on air routes[J]. Journal of Civil Aviation Flight University of China, 2012,23(6):25-30.
- [6] 汤旭. 论民航氧气系统安全性设计和评估[J]. 科技信息, 2001(22):811-814.
- TANG Xu. Discuss safety design and assessment for oxygen system of civil aircraft[J]. Science & Technology Information, 2001(22):811-814.
- [7] 陈湘燕. 高原航线座舱释压旅客供氧问题浅析[J]. 中国民航飞行学院学报, 2007,18(1):11-15.
- CHEN Xiangyan. Discuss the issues of oxygen supply for passenger while cabin depress on plateau air routes[J]. Journal of Civil Aviation Flight University of China, 2007, 18(1):11-15.
- [8] 中国民用航空局. 中国民用航空规章·第 25 部民航局令第 209 号: CCAR-25-4[S]. 北京:中国民用航空局, 2011.
- Civil Aviation Administration of China. China civil airworthiness regulation, Part 25 airworthiness standards: transport category airplanes, civil aviation administration of china order: No.209: CCAR-25-4[S]. Beijing: Civil Aviation Administration of China, 2011.
- [9] 施兴灿,雷鸣俊. 民用飞机旅客氧气系统研究[J]. 科技信息, 2011(22):439-440.
- SHI Xingcan, LEI Mingjun. Passenger oxygen system research of civil aircraft[J]. Science & Technology Information, 2011(22):439-440.
- [10] 雷鸣俊,施兴灿. 民用飞机高原航线用氧需求分析[J]. 科技信息, 2011(22):835-837.
- LEI Mingjun, SHI Xingcan. Oxygen requirements analysis for plateau air routes of civil aircraft[J]. Science & Technology Information, 2011(22):835-837.

通讯作者: 李庆南,工程师,研究方向为民用飞机电子电气与机电综合, Email: liqingnan@comac.cc. (责编 古京)