

DOI: 10.19416/j.cnki.1674-9804.2020.02.021

一种客机空中救生体系

张 宇^{1*} 张恩群²

(1. 江西农业大学, 南昌 330000; 2. 山东矿业学院, 泰安 271000)

摘 要:

当今民航还无有效的客机空中救生, 空难死亡率居高不下, 乘客的安全保障无法满足民航发展的需要。通过对诸多空难的研究, 发现了“救生飞行时段”, 由此引出一项自动化救生系统新技术, 并以自动化救生系统、客机、机内人员构成一个客机空中救生体系。该体系的作用在于客机遇险时, 机内人员能快速地脱离客机安全着陆(水), 有效地降低或免除人员伤亡, 并改变客机空难救生的现状, 同时指出一个客机空中救生的新方向。

关键词: 客机; 空难救生; 救生飞行时段; 自动化救生系统; 客机空中救生体系

中图分类号: V244

文献标识码: A

OSID:



0 引言

目前, 客机空难救生只有一种先迫降后救生的被动的地面救生方式^[1], 但应急迫降极易失败且会导致严重的人员伤亡。据了解, 空难死亡率高达 70% 以上, 为改变这种局面, 民航界提出了空中救生设计和构想, 如“客舱分离式”^[2]、“弹射座椅式”^[3]、“轨道座椅式”^[4]等。但这些设计把大部分救生载荷浪费在“客舱”、“座椅”等部件上, 从而增大了无效救生载荷, 使有效救生载荷占比很少; 过多的无效载荷既增加了运营成本, 且对客机的结构性、稳定性、安全性造成不同程度的影响^[5], 无法用于实际。通过对越洋航空 236 号事件^[6]、大阪空难 123 号事件^[7]、尼日利亚航空 2120 号班机空难事件^[8]、2019-5-5 俄航空难事故^[9]、川航 3u8633 事件^[10]等诸多空难事例的研究, 发现客机遇险后除有少部分完全失控瞬间毁灭情况外, 大部分都有较长的缓冲时间^[11]。若在这段缓冲时间内进行空中救生, 那么该缓冲时间也自然形成了最佳的救生时机, 这段缓冲时间称之为“救生飞行时段”。本文在救生飞行时段的基础上将 2017 年提出的一项专利技术——《客机高空空难救生系统与方法》结合客机和机内

人员构建成一个客机空中救生体系, 并就此进行阐述。

1 客机空中救生体系

1.1 客机空中救生体系概述

客机空中救生体系由客机、自动化救生系统、机内人员构建而成。其中客机既是空中自动化救生系统和机内人员的载体, 也是救生飞行时段的提供者; 自动化救生系统是救生手段; 机内人员既是救生目标, 又是自救逃生的参与者。该体系的作用是在客机遇险时能让机内人员快速地脱离客机安全着陆(水), 从而有效降低或免除空难中的人员伤亡。

1.2 客机在救生中的作用

客机作为载体, 其承载的自动化救生系统在遇险时为机内人员的救生提供了可靠条件。客机作为提供者的作用在于提供的“救生飞行时段”越长, 救生时间越长, 救生效果就越好。因此客机的表现直接影响救生效果。

1.3 客机空中自动化救生系统设计

本文的客机空中自动化救生系统是引用自 2017 年 12 月授权专利号为: ZL2016101140179 的发明专利《客机高空空难救生系统与方法》^[12]。以下

* 通信作者: E-mail: 298629000@qq.com

引用格式: 张宇, 张恩群. 一种客机空中救生体系[J]. 民用飞机设计与研究, 2020(2):115-120. ZHANG Y, ZHANG E Q. A life saving system for civil aircraft[J]. Civil Aircraft Design and Research, 2020(2):115-120(in Chinese).

简称为“自动化救生系统”。

1.3.1 客机空中自动化救生系统结构及功能

自动化救生系统各结构部件包括救生球(单/多人)、救生球装载设备、救生球投放设备、自动化控制系统四个部分。

救生球如图 1 所示,它包括:(1)救生球外层;(2)救生球内层;(3)外层弹力拉索;(4)降落伞;(5)扣索接驳;(6)外层充气装置;(7)内层充气供氧装置;(8)软质扶手;(9)气压感应通气阀门;(10)救生球口 10;(11)卡扣。

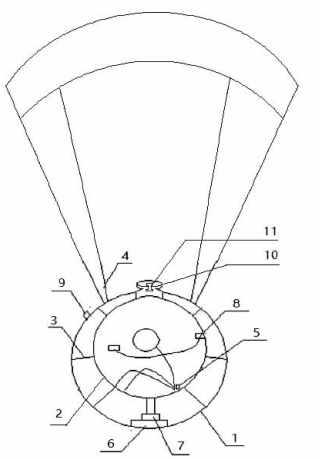


图 1 自动化救生系统结构

救生球装载设备和投放设备及客机自动化救生系统装配位置图如图 2、图 3 所示。

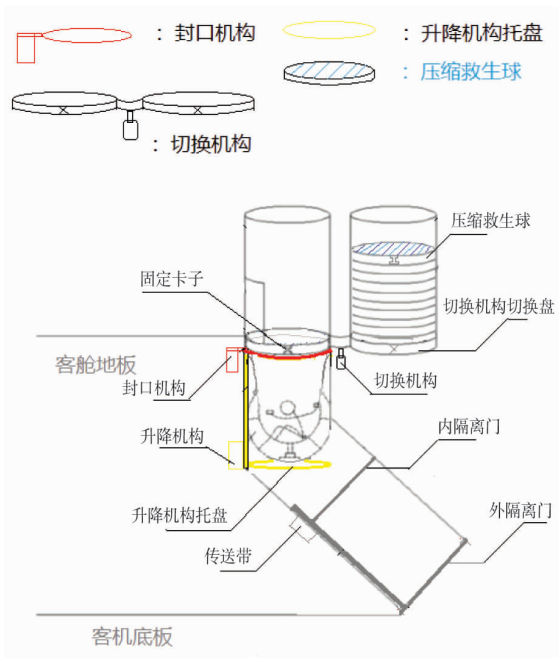


图 2 救生球装载示意图

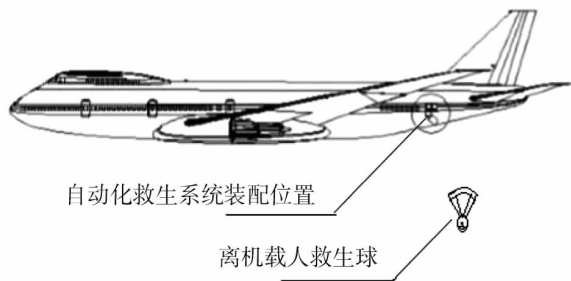


图 3 自动化救生系统装配位置及载人救生球示意图

自动化控制系统示意图如图 4 所示。

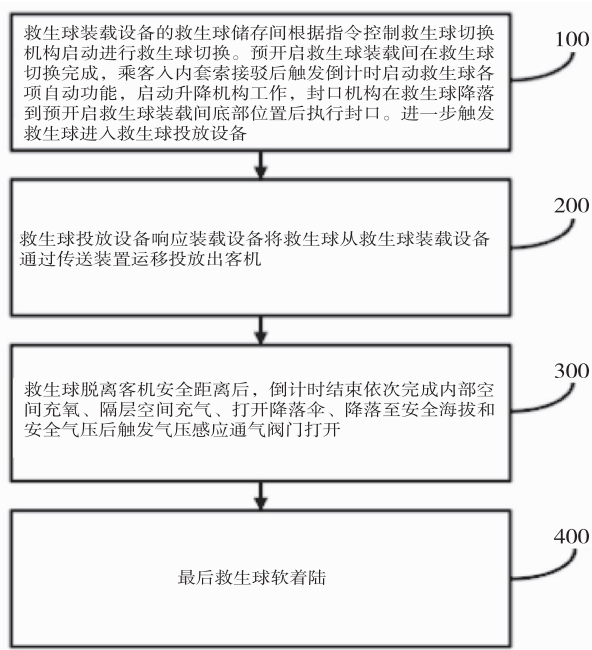


图 4 自动化控制系统示意图

自动化救生系统结构紧密、构造简单、体积小、重量轻、运行速度快、使用安全、操作便利(没有受过专业训练的普通乘客亦可轻松使用)。当载人救生球通过时,两扇隔离门可自动打开关闭隔离机外低温低压,从而维护机内环境稳定。载人救生球能保护人员不受高空低温低压和撞击、水淹等伤害。另外客机使用自动化救生系统,只需要在适当部位的客舱地板上开两个适当直径的洞口,在两个洞口上分别装配救生球装载间和储存间,然后在相应位置的底板上也开一个适当大小的洞口装配救生球投放设备并与救生球装载间的洞口连接,即可形成一个向外的救生通道(见图 2 位置)。自动化救生系统遵循了适度原则,客机装配这一系统所要做出的改造和让步几乎可以忽略不计,完全在可接受范围

之内。

从客机角度来看,安装自动化救生系统只需要在适当部位的客舱地板上开两个适当直径大小的洞口,在两个洞口上分别装配救生球装载间和储存间,然后在相应位置的底板上也开一个适当大小的洞口装配救生球投放设备并与救生球装载间的洞口连接形成一个向外的救生通道,客机安装这一系统所要做出的改造和让步可以忽略不计,对客机的结构性、稳定性、安全性也不会造成影响。同时几乎没有任何无效救生载荷,有效救生载荷占比极高,提供缓降缓冲的设备既不会过度增加客机的载重也不会提高运营的成本。还有自动化救生系统除有救生球的材料(其在强度、弹性、柔性、轻质、密封等方面要求极高,多人救生球更甚)或将是难点以外,现有的航空航天材料和精密制造、伞降、GPS 定位和自动化控制等技术完全能支持该系统研发、制造和应用。所以自动化救生系统具有结构紧密、构造简单、体积小、比重轻、行程短、运行速度快、有效救生载荷占比极高以及材料和技术的支持度高等特性。

1.3.2 客机空中自动化救生系统流程

当飞行出现险情时,通过一定风险评估后,客机在救生飞行时段内开始实施救生,如图 5 所示。乘

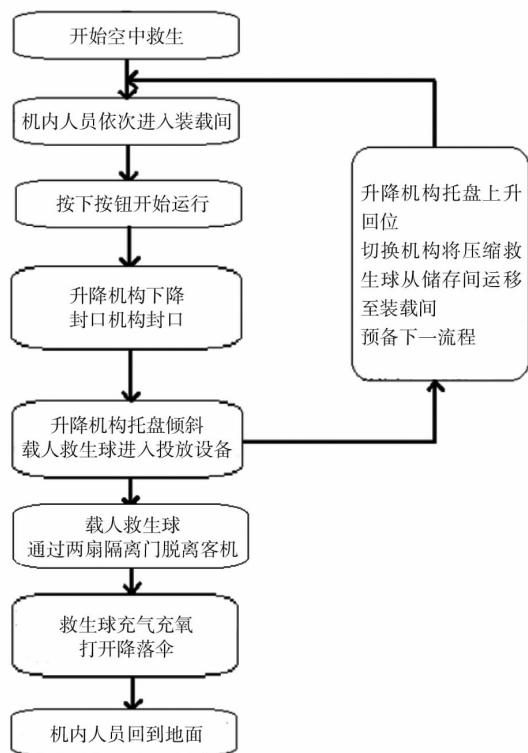


图 5 救生流程示意图

务员立刻组织安排乘客有序进入救生球装载间坐在压缩救生球上系好扣索,按下按钮启动自动化控制系统,自动化控制系统按照程序依次触发升降机构下降,封口机构对救生球封口,当升降机构下降到装载设备底部后倾斜将载人救生球转移到投放设备中,这时切换机构将压缩救生球从救生球储存间内运移至救生球装载间,升降机构上升回位,预备下一流程开始。载人救生球进入投放设备后,投放设备将载人救生球运移到内隔离门前,随即内隔离门打开,通过内隔离门后,内隔离门关闭外隔离门打开,载人救生球通过外隔离门脱离客机,随后外隔离门关闭。载人救生球脱离客机下降,下降至客机的安全距离后,救生球的外层充气装置和内层充气供氧装置分别充气供氧,然后打开降落伞,在降落至安全海拔和安全气压区间后气压感应通气阀门打开,最后载人救生球实现软着陆(水),就这样完成一次救生流程。上述流程如此往复即可实现机内人员全部自救逃生。

1.3.3 自动化救生系统在民航四性^[13]上的体现

民航四性是民机设计的基本要求^[13],而自动化救生系统本身就是综合了四性设计形成的一套救生系统,如:救生球有保护人免遭高空低温低压和落地碰撞、水淹等伤害的功能,体现其良好的安全性;在设计、论证、测试时均可依托现有技术使其可靠性达到应有标准;自动化救生系统结构紧密、构造简单、体积小等特征体现其良好的维修性;其重量轻和救生载荷率高的特点使客机的载荷消耗小,体现其良好的经济性。所以该系统充分满足了民航四性的要求。

1.4 机内人员在救生中的作用

在救生中,机内人员既是救生的目标,又是救生的参与者,因为角色不同其作用各异,对救生效果的作用也不相同。机内人员不同角色的作用分别为:(1)机长驾驶客机保持平稳从而赢得更长的救生飞行时段,创造更好的救生条件;(2)乘务人员安抚乘客情绪、维持秩序、操作救生系统组织救生;(3)乘客积极配合辅助乘务人员维持秩序,协同一致自救逃生。机内人员在救生过程中的主观能动性直接作用于救生效果^[14]。

1.5 客机空中救生体系中各项要素间的关系,以及客机和自动化救生系统的合理匹配

客机空中救生体系是由客机、自动化救生系统和机内人员构建而成,但在救生过程中对救生效果

产生影响的因素有以下 7 项,分别是:救生飞行时段 T 、救生时间 t 、救生人数 M 、自动化救生系统单位耗时 a 、人员操作耗时 b 、救生球载人数 c 和救生系统套数 d 。他们各自的关系如下:

$(a + c \cdot b)$ 为救生系统一次运行流程救生的总消耗时间,称为单次运行流程救生耗时;

$(a + c \cdot b) \div c$ 为救生系统一次运行流程救生的人均消耗时间,称为单位人均耗时;

$(a + c \cdot b) \div c \div d$ 为 d 套救生系统同时运行完成一次流程救生的人均消耗时间,称为总人均耗时;

$(a + c \cdot b) \div c \div d \times M = t$ 为总人均耗时乘以总人数 M 等于全员救生的总耗时 t 。

而 t 受 T 影响, T 的长短直接决定 t 的长短,直接影响整个救生效果的好坏, T 越长 t 就越长,救生效果越好,反之亦然。所以 T 是 t 的充分不必要条件,且 $t \leq T$ 。

综上影响救生效果的 7 项要素间的关系可用式(1)表达:

$$(a + c \cdot b) \div c \div d \times M = t \quad t \leq T \quad (1)$$

式(1)中,设 t 为已知, $t \div (a + c \cdot b)$ 可求解时长 t 内一套救生系统完成的救生流程次数,流程次数再乘以 c 和 d ,即可求解在已知的 t 内可救人数 M ,反应了救生系统的救生效率。也就是说当 T 不满足 t 即 $T < t$ 时, M = 实际所救人数,当 $T \geq t$ 时, M = 客机实载人数,即:

$$M = t \div (a + c \cdot b) \times c \times d \quad t \leq T \quad (2)$$

式(2)中,当 M = 客机最大载客数时, M 还可以作为设计客机配置自动化救生系统套数及自动化救生系统匹配单/多人救生球的主要依据。如果对越洋航空 236 号事件中客机燃油泄漏完全失去动力仍可滑翔 20 min 的情况进行分析,假设将这 20 min 作为救生飞行时段的参照时间 $T = 20$ min,客机载客为 200 人、系统单次运行耗时 $a = 8$ s、人均操作耗时 $b = 2$ s、配置一套自动化救生系统和匹配单人救生球,即 $d = 1$ 、 $c = 1$,全员救生最低耗时为:

$$(a + b \cdot c) \div c \div d \times M = (8 + 2 \cdot 1) \div 1 \times 200 = 2\,000 \text{ s} \approx 33.3 \text{ min} \quad (3)$$

从式(3)可知,其耗时远大于 20 min 的参照时间,说明在这救生飞行时段内无法完成全员救生。若匹配双人救生球,即 $d = 1$ 、 $c = 2$,全员救生最低耗时为:

$$(a + b \cdot c) \div c \div d \times M = (8 + 2 \cdot 2) \div 1 \times 200 = 1\,200 \text{ s} = 20 \text{ min} \quad (4)$$

从式(4)可知,其耗时等于参照时间,恰好可以完成全员救生。若匹配三人救生球,即 $d = 1$ 、 $c = 3$,全员救生最低耗时为:

$$(a + b \cdot c) \div c \div d \times M = (8 + 2 \cdot 3) \div 1 \times 200 \approx 933.3 \text{ s} \approx 15.6 \text{ min} \quad (5)$$

从式(5)可知,其耗时少于 20 min 的参照时间,可以实现全员救生,也就是说若客机无法维持 20 min 的参照时间,但只要 $T > t = 15.6$ min,同样也可以完成全员救生。这说明一套自动化救生系统匹配单/多人救生球的不同,产生的救生效果不同,依此类推。如果在此基础上客机多配置一套自动化救生系统,即 $d = 2$,那么整体耗时就减少一半,救生速率提高一倍,若配置套数更多,可以此类推。客机若合理的配置自动化救生系统套数和自动化救生系统匹配单/多人救生球就可以在有限的救生飞行时段内使救生效果最大化,同时又不浪费客机的有效载荷。另外当 T 远远大于 t 的情况下,还可以视地形地域选择救生,即不在远海、山地救生而选择在近海、湖泊、平原或市郊上空的地形地域进行救生,以便开展随后的搜救。

2 客机空中救生体系的适用场景

研究发现,诸多客机空难事例在救生飞行时段内所显现出的场景分为三种类型:

1) 客机险情出现后,客机飞行、机内人员和救生系统的状态都基本未发生变化(燃油泄漏、起落架故障等)。譬如越洋航空 236 号事件,中国东航 MU586 事故^[15]等。这些事例都充分说明在整个救生飞行时段内的情况都是客机空中救生体系适用的场景。

2) 客机出现突发险情时,客机的飞行和机内人员的状态发生急剧变化(剧烈颠簸、骤升骤降等),短时间内严重影响或妨碍人的行动,人不能使用自动化救生系统。但通过人的努力,又能较快地使这种影响或妨碍由强变弱、由大变小,使客机和机内人员基本恢复原有状态。譬如川航 3u8633 事件,2019-5-5 俄航空难事件,东航 MU583 事件^[16]等。这些事例都充分说明在整个救生飞行时段的情况内,除去突发险情严重影响客机和人的状态的情况外,都是客机空中救生体系适用的场景。

3) 客机出现险情后,短时间内不会造成严重影响,但随着险情发展这种影响会由弱变强、由小变大(机内起火等),直至严重影响客机的飞行、人的行动和人对自动化救生系统的使用。譬如尼日利亚航空 2120 号

班机空难事件,大阪空难123号事件等。这些事例都充分说明在整个救生飞行时段的情况内,渐强险情初、中期的情况就是客机空中救生体系适用的场景。

以上三类场景表明不管客机遭遇何种险情,只要险情出现后客机、人和自动化救生系统的关联未完全打破,即客机基本能维持飞行、人基本能行动和使用自动化救生系统的情况就都是客机空中救生体系适用的场景。

3 客机空中救生体系的可行性

客机空中救生体系构建后,依托现有技术(成熟的伞降、GPS定位、自动化控制应用、轻型材料和精密制造等)研发制造出有自动化救生系统的新型客机,在其适用的场景就可以完成客机空中救生,大大降低空难死亡率更好地保护人员的生命安全,所以客机空中救生体系极具可行性。

4 结论

1)救生飞行时段客观的大量存在、客机在救生中的作用、自动化救生系统的设计、机内人员在救生中的作用、影响客机空中救生体系救生效果的7项要素推演结果、客机合理配置自动化救生系统的套数和自动化救生系统对单/多人救生球的匹配、客机空中救生体系适用的场景、客机空中救生体系类比军用飞机空中救生体系论客机空中救生体系可行性和必要性等多个方面从理论上充分证明了客机空中救生体系完全能够构建起来。

2)客机空中救生体系一旦构建起来必然会进行研发实制,催生有自动化救生系统的更安全的新型客机,这种新型客机将是旅客和各大运营商的必然选择,迫使现有客机全面更新换代,这不仅能改变客机空难救生现状,指明一个客机空难救生发展的新方向,为“空地一体全方位客机空难救生体系”奠定基础,还将大大降低高达70%的空难死亡率,全面推动民航安全发展,掀起一场民航界空前的革命。

3)当今民航空难频发,死亡率居高不下,而空中救生仍旧一片空白,若中国抢抓先机,研发出拥有自主知识产权的装配有自动化救生系统的新型客机,并以多国专利的形式进行保护,那么中国民航将在今后相当长的时间里占据市场,独领风骚,获得巨大的发展,同时民航业的兴盛还必将对我国政治经

济的发展产生深远的影响,从而带来重大的应用价值。

参考文献:

- [1] 关焕文,朱永峰.大飞机防护救生设计技术研究:大型飞机关键技术高层论坛暨中国航空学会2007年学术年会论文集[C].[S.l.:s.n.],2007.
- [2] 赵军.可应急解决飞机空难的飞机及应急处理方法:CN201010160754.5[P].2010-08-25.
- [3] 罗泽明,郑丽,刘猛.飞机弹射救生技术研究[J].机械工程师,2016(11):74-77.
- [4] 吴振见.打造全球安全客机让少伤害专利走向国门[J].共产党员(河北),2016(36):20-21.
- [5] 柏言.客舱可分离飞机会更安全吗?[N].大飞机报,2016-3-23(4).
- [6] 刘世开.越洋航空236号班机事故[EB/OL].(2018-07-04)[2020-02-24].[https://baike.baidu.com/item/%E8%B6%8A%E6%B4%8B%E8%88%AA%E7%A9%BA236%E5%8F%B7%E7%8F%AD%E6%9C%BA%E4%BA%8B%E6%95%85/3106964#reference-\[1\]-3695720-wrap](https://baike.baidu.com/item/%E8%B6%8A%E6%B4%8B%E8%88%AA%E7%A9%BA236%E5%8F%B7%E7%8F%AD%E6%9C%BA%E4%BA%8B%E6%95%85/3106964#reference-[1]-3695720-wrap).
- [7] 杨冰.日本航空123号航班空难事件——维修不当致使金属疲劳[J].现代班组,2018(08):24.
- [8] 龙腾.尼日利亚航空2120号班机空难[EB/OL].(2019-12-03)[2020-02-24].<https://baike.baidu.com/item/%E5%B0%BC%E6%97%A5%E5%88%A9%E4%BA%9A%E8%88%AA%E7%A9%BA2120%E5%8F%B7%E7%8F%AD%E6%9C%BA%E7%A9%BA%E9%9A%BE/19439988?fr=aladdin>.
- [9] 申义亚.5·5俄罗斯客机火灾事故[EB/OL].(2019-05-18)[2020-02-24].<https://baike.baidu.com/item/5%C2%B75%E4%BF%84%E7%BD%97%E6%96%AF%E5%AE%A2%E6%9C%BA%E7%81%AB%E7%81%BE%E4%BA%8B%E6%95%85/23464701>.
- [10] 姚远,姚嵩.乱云飞渡仍从容——记2018年全国“最美退役军人”、川航3U8633航班“英雄机长”刘传健[J].雷锋,2018(12):6-15.
- [11] 王雨飞,赵伟,王晶横.对民航客机应急防护救生装备的探讨[J].科技资讯,2011(29):251.
- [12] 张宇,张恩群.客机高空空难救生系统及方法:CN201610114017.9[P].2017-12-19.
- [13] 华铭,鲁欣欣.民机航电系统的“四性”权衡研究:第八届中国航空学会青年科技论坛论文集[C].[S.l.:s.n.],2018.

- [14] 历彦军,宋玉霞,雷榕. 灾难中人们的心理反应特征及启示[J]. 科技展望, 2014(14):183.
- [15] 中国东方航空 586 号班机事故[EB/OL]. (2019-12-28)[2020-02-24]. <https://baike.baidu.com/item/%E4%B8%AD%E5%9B%BD%E4%B8%9C%E6%96%B9%E8%88%AA%E7%A9%BA586%E5%8F%B7%E7%8F%AD%E6%9C%BA%E4%BA%8B%E6%95%85/2981186>.
- [16] 回忆我亲历的 1993 年东航空难[EB/OL]. (2017-06-11)[2020-02-24]. https://www.sohu.com/a/148051303_810345.

作者简介

张 宇 男, 学士。E-mail: 298629000@qq.com

张恩群 男, 学士, 工程师。E-mail: 909064024@qq.com

A life saving system for civil aircraft

ZHANG Yu¹* ZHANG Enqun²

(1. Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330000, China;

2. The Shandong Institute of Mining and Technology, Tai'an 271000, China)

Abstract: Nowadays, civil aviation does not have effective life-saving ways in the air, the death rate for the air crash remains high and the security of personnel cannot meet the needs of civil aviation development. Through the study of many air accidents, the “life saving flight period” was found, which introduces a new technology of automatic life-saving structure. That’s a life saving system in the air consisting of automatic life-saving structure, the aircraft and people in the airliner. The function of this system is that when the passenger plane is in danger, people in the plane can leave the plane quickly and landing safely on land or on water, which can effectively reduce or avoid casualties and change the condition of life saving in plane crashes. At the same time, it points out a new direction of airliner life saving in the air.

Keywords: airliner; air crash rescue; life saving flight period; automatic life-saving structure; airliner life saving system

* Corresponding author. E-mail: 298629000@qq.com