

注册监理工程师
继续教育培训选修课教材

HANGTIANHANGKONG
GONGCHENG

航天航空工程

中国航空工业建设协会 组织编写

知识产权出版社

注册监理工程师继续教育培训必修课教材
注册监理工程师继续教育培训选修课教材

房屋建筑工程

市政公用工程

机电安装工程

电力工程

公路工程

铁道工程

港口与航道工程

矿山工程

冶炼工程工程

水利水电工程

▶ 航天航空工程

化工石油工程



ISBN 978-7-80247-685-1



9 787802 476851 >

责任编辑：陆彩云

封面设计：知识产权出版社

ISBN 978-7-80247-685-1/V·002
(2803) 定价：35.00元

注册监理工程师继续教育培训选修课教材

航天航空工程

中国航空工业建设协会 组织编写

知识产权出版社

内容提要

本书旨在通过对航空专业工程建设标准、航空特有技术等讲解,使建设监理从业人员对航空工程有一定了解,以便顺利开展工作。本书不但可以作为注册监理工程师继续教育的教材,还可以作为参与航空工程建设的工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

航天航空工程/中国航空工业建设协会编. —北京:
知识产权出版社, 2010.1

注册监理工程师继续教育培训选修课教材

ISBN 978-7-80247-685-1

I. 航… II. 中… III. ①航天工程-监督管理-工程
技术人员-终生教育-教材②航空工程-监督管理-工程技
术人员-终生教育-教材 IV. V4 V2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 001628 号

责任编辑: 陆彩云

责任校对: 董志英

装帧设计: 知识产权出版社

责任出版: 卢运霞

注册监理工程师继续教育培训选修课教材

航天航空工程

中国航空工业建设协会 组织编写

出版发行: 知识产权出版社

社 址: 北京市海淀区马甸南村 1 号

网 址: <http://www.ipph.cn>

发行电话: 010-82000860 转 8101/8102

责编电话: 010-82000860 转 8110

印 刷: 北京凯达印务有限公司

开 本: 787mm×1092mm 1/16

版 次: 2010 年 2 月第 1 版

字 数: 287 千字

印 数: 1~3000 册

ISBN 978-7-80247-685-1/V·002 (2803)

邮 编: 100088

邮 箱: bjb@cnipr.com

传 真: 010-82005070/82000893

责编邮箱: lcy@cnipr.com

经 销: 新华书店及相关销售网点

印 张: 11.75

印 次: 2010 年 2 月第 1 次印刷

定 价: 35 元

出版权专有 侵权必究

如有印装质量问题, 本社负责调换。

编 委 会

主 审：廉大为 沈顺高

副主审：陆国杰 沈金龙 罗京京

主 编：李中强

副主编：周春浩

编 委：（以姓氏笔画为序）

方京川	王戊寅	王世光	田 虹	邓寅东	刘怡立	许柏涛
孙志和	李松涛	张立峰	吴金琪	陈 刚	陈丹璐	杨 昆
赵文涛	赵燕平	梁云飞	高福山	彭吉兴		

参加编写单位：

中国航空规划建设发展有限公司（原中国航空规划设计研究院）

中国航空工业建设协会

北京艾佩克工程管理有限公司（原北京开普中盛工程管理有限公司）

陕西中航建设监理有限责任公司

编委会秘书组：王盛英 胡丽林 丁 宁 朱爱凤

前 言

根据建设部《注册监理工程师管理规定》(建设部令第147号)、建设部《注册监理工程师注册管理工作规程》(建市监函[2006]28号)、建设部《关于由中国建设监理协会开展注册监理工程师继续教育工作的通知》(建办市函[2006]259号)、建设部《关于印发〈注册监理工程师继续教育暂行办法〉的通知》(建市监函[2006]62号)文件要求,中国建设监理协会组织注册监理工程师继续教育教材的编制工作。中国航空工业建设协会建设监理委员会承担航空专业选修课教材的编制工作。

建设监理工作者除了必须具备工程建设法律法规、管理方面的理论知识和经验外,还必须对所涉及的专业有一定的了解,才能根据工程建设的特点有针对性、有预见性地开展工作。本书旨在通过对航空专业工程建设标准、航空特有技术等讲解,使从业人员对航空工程有一定了解,以便顺利开展工作。本书可作为注册监理工程师继续教育的教材,还可作为参与航空工程建设的工程技术人员的参考书。

本书共分三章。

第一章讲工程建设标准,介绍航空工程特有的几个建设标准。

第二章讲航空工业特有的技术和工艺,介绍这些特殊技术和工艺给工程建设带来的一些特殊性。

第三章讲航空工程建设监理实施案例。

本书第一章第一节由中国航空规划建设发展有限公司彭古兴编写,第一章第二节由中国航空规划建设发展有限公司高福山编写,第一章第三节和第二章第八节由中国航空规划建设发展有限公司田虹编写,第一章第四节和第二章第六节由中国航空规划建设发展有限公司王戊寅编写,第一章第五节和第二章第四节由中国航空规划建设发展有限公司吴金琪编写,第一章第六节和第二章第七节由中国航空规划建设发展有限公司孙志和编写,第二章第一节由中国航空规划建设发展有限公司张立峰编写,第二章第二节由中国航空规划建设发展有限公司王世光编写,第二章第三节由中国航空规划建设发展有限公司赵燕平编写,第二章第五节由中国航空规划建设发展有限公司陈刚编写,第三章由陕西中航建设监

理有限责任公司赵文涛编写。

在本书编写过程中，得到了中国建设监理协会的大力支持，解放军理工大学杨效中提出了宝贵意见，在此一并向他们表示衷心感谢！

由于编者水平有限，不妥之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编者

2009 年 10 月于北京

目 录

第一章 工程建设标准	1
第一节 介绍《飞机库设计防火规范》(GB 50284—2008)	1
第二节 介绍《航空发动机试车台设计规范》(GB 50454—2008)	16
附录:典型的试车台布置图(共8种)	22
第三节 介绍《喷漆机库设计规定》(HBJ 12- 95)	26
第四节 介绍《航空工业精密铸造车间设计规程》(HBJ 15—2005)	33
第五节 介绍《航空工业特种焊接车间设计规程》(HBJ 17—2006)	40
第六节 介绍《航空工业复合材料车间和金属胶接车间设计规程》 (HBJ 16—2006)	46
第二章 航空特有的技术、材料、工艺和设备	50
第一节 大跨度飞机库	50
第二节 航空发动机试车台及新技术的应用	56
第三节 火箭橇试验滑轨	62
第四节 特种焊接	63
第五节 大型屏蔽电波无反射试验室	76
第六节 精密铸造	86
第七节 航空复合材料	92
第八节 电镀及阳极化——表面处理车间	112
第三章 航空工程建设典型案例	124
案例一 某飞机整机喷漆厂房施工监理的质量控制	124
案例二 某飞机燃油试验厂房供油管道及消防设备安装监理的质量控制	152
案例三 某落震试验厂房施工监理的质量控制	161
案例四 某飞机整机喷漆厂房施工监理的进度控制	168
案例五 某落震试验厂房施工监理的安全管理	172

第一章

工程建设标准

第一节 介绍《飞机库设计防火规范》(GB 50284—2008)

一、概述

(一) 我国飞机库建设的必要性

随着我国改革开放的深入、经济建设的扩大和人民生活水平的提高,航空运输业也保持持续、快速的发展趋势。当前国内空中交通运输网络已基本形成,航线条数从1978年的150条增至2006年的约1000条,通航城市已达140多个。国际定期通航30多个国家约75个城市,航线条数达250多条,目前中国民航已拥有大、中型飞机约900架,预计2020年拥有各类飞机总数达6000架。为保证飞行安全,需要建设大量的航线维修机库,以便完成飞机的特检和定检工作。

(二) 飞机库的定义及特点

1. 飞机库的定义

飞机库是用于停放和维修飞机的建筑物。包括飞机停放和维修区及与其相连接的生产辅助用房。

2. 飞机库的特点

(1) 飞机库的面积、高度和跨度一般都比较,大型飞机库高达20~40m,面积为8000~50000m²,呈长方形或方形。

(2) 飞机库建筑多为混合悬挂式结构,房盖没有网顶,用轻质材料被覆,不用辅助支撑;为了采光,墙壁四周上半部及屋顶安装有玻璃窗。

(3) 机库正面安装电动或手动大门,供飞机出入;有的机库前后均设有电动大门;大多数飞机库在侧面还设有供人和车辆出入的边门。

(4) 飞机库内摆放着吊车、牵引车、铲车、升降平台车、电源车、器材工具车等电

器、机械设备,易产生火花。

(5) 库内工作人员一般是几十人到数百人,工作人员的服装、鞋帽、工具等均可能产生静电和机械撞击火花。

(6) 飞机库内部空间大,有些机库的建筑材料采用可燃物质,加上库内的其他可燃易燃物质,一旦起火,不仅引起飞机燃烧,而且燃烧产生的火焰和热辐射会使屋盖坍塌。

(7) 飞机库内的可燃物质或库内飞机发生火灾后,会产生大量的有毒烟雾和热量,聚积在机库内不易排出。

(8) 飞机库建筑物或库内飞机起火后,火势会相互蔓延,形成大面积立体燃烧。库内停放的飞机以及维修、保养飞机用的各种机械设备,会阻碍人员的疏散。

(三) 飞机库的主要火灾

1. 燃油火灾

飞机进库维修时,飞机油箱和系统内带有航空煤油,载油量从几吨到上百吨不等。例如,波音 747-400 载油量约 200m^3 ,波音 767 约 90m^3 ,波音 737 约 22m^3 。在维修过程中有可能发生燃油泄漏事故,出现易燃液体流散火灾,火灾面积和燃油泄漏量难以估计。美国工厂相互保险组织进行的相关实验说明,当流散火的面积为 $85\sim 120\text{m}^2$,泄漏量 $2\sim 3\text{m}^3$,平均油层厚度 $2\sim 3\text{cm}$ 时,将产生巨大的火舌卷流,上升气浪流速将达到 22m/s ,位于建筑物 18.5m 高处的屋顶温度在 3min 内达到 $425\sim 650^\circ\text{C}$ 以上,屋顶钢构件将发生变形。在易燃液体火灾的受热面,飞机机身蒙皮在 45s 以内发生破坏。另一种火灾危险是发生燃油箱爆炸,据国外报道,一架正在维修的 DC-8 型飞机与其他 8 架飞机同时停放在一座大型钢屋架飞机库里,机械师正在拆换一台燃油箱的燃油增压泵,机翼油箱中的部分燃油已被抽出,但油箱内仍留有约 11.3m^3 的燃油。当机械师接通电路时,跨过增压泵的电火花点燃了油箱中的易燃气体,引起爆炸,摧毁了这架 DC-8 飞机,并在屋顶上炸开一个约 100m^2 的洞,爆炸和大火破坏了另外两架 DC-8 飞机,燃烧持续 30 多分钟,损失巨大。

航空煤油的比重为 0.775 ,热值 $10000\text{kcal/kg}=41900\text{kJ/kg}$,目前国内使用的航空煤油 RP-1 和 RP-2 的闪点温度为 28°C ,RP-3 的闪点温度为 38°C 。因此,飞机库的火灾危险主要是燃油火灾。依据国标《建筑设计防火规范》(GB 50016—2006) 的规定,其生产火灾危险性应属乙类。

2. 氧气系统火灾

维修飞机氧气系统时发生火灾的案例:1968 年 9 月 7 日在里约热内卢国际机场飞机库内,当机械师为一架波音 707 飞机的氧气系统充氧时,误用液压油软管进行充氧操作引发大火,整架飞机报废,飞机库也受到破坏。

3. 清洗飞机座舱火灾

飞机机舱内部装修多采用塑料制品、化纤织物等易燃材料,经阻燃处理后可达到难燃材料的标准。但在清洗和维修机舱时,常使用溶剂、粘接剂和油漆等,增大了发生火灾的危险性。其案例有,1965 年 11 月 25 日在美国迈阿密国际机场飞机库内维修一架 DC-8 飞机,当清洗座舱时因使用可燃溶剂发生火灾,有一人死亡。飞机库装有雨淋灭火系统,火被控制在飞机内部,而飞机油箱内的 30t 燃油安然无恙,灭火历时 3h ,启用 168 个喷头,耗水 2293m^3 。

4. 电气系统火灾：飞机上的电气设备漏电酿成火灾

1996年3月12日在美国堪萨斯州的一个国际机场飞机库内，当一架波音707飞机大修时，由于厨房的电气插座渗水而引发火灾。

5. 人为的火灾

吸烟、违反维修安全规程等人为因素也可能引起火灾。

随着科学技术的快速发展和管理水平的不断提高，近年来，飞机库的火灾案例呈减少的趋势，国内还未发生过重大火灾事故。虽然如此，机库一旦发生火灾，其损失是巨大的，我们依然要重视机库的防火设计。

（四）飞机库的防火设计特点

1. 飞机库是高价值的建筑物

现代运输飞机是技术复杂、价值昂贵的空中交通工具，飞机库的建筑造价也很高，一座两机位波音747的飞机库及其配套设施的工程造价约4亿元人民币，而一座四机位波音747的飞机库及其配套设施的工程造价约6亿元人民币。

首都机场四机位维修机库可同时维修波音747四架、波音767两架、波音737四架，飞机总价值为75亿人民币。飞机库一旦发生火灾，就可能引发易燃液体火灾，如不采取有效快速的灭火措施，造成的损失将是巨大的。

2. 飞机库防火设计特点

飞机库的防火设计应该立足于自防自救，大型飞机库可同时停放和维修数架甚至十多架飞机，飞机之间的空间，大部为维修工作架、维修机坞和维修专用设备所占据，维修人员多数在工作架、机坞和飞机内部工作。飞机机翼和中央翼内存有大量燃油，维修人员相当于围绕一座小油库工作，航空煤油燃烧快、烟量大、易蔓延、易爆炸，工作人员在工作架上或机身内部工作，疏散困难，着火时扑救难度大，依靠外来消防队的援救不能及时灭火，因此应立足于自救。机场内的消防站配备了特种大型消防车，主要用来保证飞机起降失事时的救援，飞机库发生火灾时，机场消防站可及时出动消防车辆，但消防车灭火也仅能对着机身的侧面扑救，且受到飞机库内维修工作台架、维修机坞等专用设备的阻碍，影响施救工作的展开。城市消防站一般距飞机场较远，所以，飞机库的消防应以自救为主、外援为辅。

3. 规范适用的范围

适用于停放和维修飞机的飞机库。不适用于军用飞机库和飞机制造厂的总装厂房。当飞机尚未加注燃油时，其火灾危险性低，不属于本规范的适用范围。

二、建筑防火

（一）飞机库的分类及防火分区

飞机库的分类标准是按飞机停放和维修区每个防火分区建筑面积的大小区别对待的原则制定的。在确保飞机库消防安全的前提下，适当减少消防设施的投资。

理想的防火分区是飞机与飞机之间都有防火分隔，既简单又可靠地减少火灾损失，但事实上是不可能的。飞机库与汽车库不同，不适合以停放或维修飞机的架数分类。因为不同类型的飞机外形尺寸相差很大，一架中型飞机的翼展为30m左右，而一架大型飞机的翼展超过60m。一座跨度150m的大型飞机库，可停放两架波音747飞机，而当维修中型

飞机时,则可停放5~6架。因此,飞机库的防火分类,只能用维修场地面积的大小来衡量,也就是用防火分区的面积来确定飞机库的类别。飞机库是建在运输量大的航空港内的,进出航空港的飞机有大、中、小各种类型,随时都可能进库维修,飞机维修工作量有大有小,在飞机库内停留时间长短不一,飞机库具有适当规模的维修场地,有较大的机动性和灵活性。例如在两架大型飞机之间可以停放维修1~2架中小型飞机,场地使用率高。再者,飞机维修工艺需要飞机库配置悬挂多支点吊车、悬挂升降平台和悬挂机坞等专用设备,非常昂贵。飞机库内同时维修多架飞机,设备利用率高,必然有好的经济效益。所以当今世界各国包括发展中国家都建设能维修多架飞机的大型飞机库。

根据现行国家标准《建筑设计防火规范》(GB 50016—2006)和参考国外相关标准,针对飞机库维修工艺的特点和防火设计的需要,本规范将飞机库分为三类,凡在飞机停放和维修区内一个防火分区的建筑面积大于 5000m^2 的飞机库均列为Ⅰ类飞机库。国家标准《建筑设计防火规范》规定,乙类生产火灾危险性厂房,防火分区最大允许占地面积一级耐火等级为 5000m^2 ,二级耐火等级为 4000m^2 。在本规范编制过程中查阅了国外的有关标准,可供参考的有美国消防协会飞机库标准 NFPA409,相当于Ⅰ类飞机库的一个防火分区占地面积规定为 3716m^2 ,与我国现行规范接近。

国家标准《建筑设计防火规范》规定“装有自动灭火设备时,防火分区最大允许占地面积可增加一倍”。而美国飞机库标准对Ⅰ类飞机库防火分区最大允许占地面积不加限制,与我国国家标准相差较大。根据我国的设计经验和国内外现有飞机库实际状况,本规范对Ⅰ类飞机库一个防火分区允许最大建筑面积作出限制。

以当前世界上最大的商用飞机 A380 和波音 747 一个机位所需要的维修面积 8000m^2 左右为基础,两个机位的面积为 15000m^2 ,四个机位的面积为 30000m^2 ,国内上海东方航空公司飞机库和厦门太古飞机工程有限公司飞机库是按一个防火分区含两个机位面积设计的。北京飞机维修工程有限公司是按一个防火分区含有四个机位面积设计的。规范对Ⅰ类飞机库设置了完善的自动灭火系统,有可能扑灭初期火灾和保护飞机免受火灾损失。在此前提下,从飞机维修实际需要考虑,规定Ⅰ类飞机库一个防火分区允许最大建筑面积不应超过 50000m^2 。

规范限定Ⅱ类飞机库一个防火分区允许最大建筑面积等于或小于 5000m^2 ,此类飞机库仅能停放和维修1~2架中型飞机,火灾面积和火灾损失相对来说要小,根据国家标准《建筑设计防火规范》可以不设自动灭火系统。

Ⅲ类飞机库一个防火分区允许最大建筑面积等于或小于 3000m^2 ,只能停放和维修小型飞机,火灾面积和火灾损失相对更小,仅配置手持泡沫枪和消火栓。

(二) 飞机库的耐火等级及建筑构件的耐火极限

从建国至今所有设计和建设的飞机库的耐火等级均为一、二级,不存在三、四级。考虑飞机库的防火要求和建筑特点,规范不规定三、四级耐火等级。Ⅰ类飞机库造价很高,因而规定耐火等级为一级。Ⅱ、Ⅲ类飞机库的耐火等级可适当降低,但不应低于二级。

建筑构件的耐火极限是以现行国家标准《建筑设计防火规范》和《高层民用建筑设计防火规范》(GB 50045—95)为依据,结合了飞机库防火设计的特点确定的。飞机库是大空间、大跨度的建筑,屋顶承重构件多采用耐火极限低的钢结构,所以应采取保护措施。根据国内外建筑技术发展的情况,一是采取外包隔热板或喷涂防火涂料等隔热措施,二是

采取自动喷水灭火系统冷却保护措施。

三、总平面布局和平布置

(一) 总平面布局和平布置考虑的因素

一是总图布局上的要求，二是在防火分隔上采取区别对待、灵活多样的方法。飞机库小则几千平方米，大则几万平方米，它除方便飞机进出外，还要满足汽车、拖车进出。从航空港的总体规划来看，飞机库多建在拖机道或滑行道边。飞机库的高度从二十几米至三十几米不等，甚至更高，但高度会受到限制：一则净空需要，二则不能遮挡指挥塔台至整条跑道的视线。飞机库周围可能是一个飞机维修基地。有的机场也可能建有由若干个飞机库组成的飞机库群。此外，飞机库的消防水池容量较大，可以建在飞机库的地下室，也可以建在靠近飞机库的地面上，也可以单独另建或几个飞机库合用，需要统筹安排。飞机库之间，飞机库与其他建筑物（构筑物）之间应有一定的防火间距和消防车道等，均需合理布局。

为了满足飞机维修的要求，通常有辅助车间（车间楼）、办公室（办公楼）、变配电室、动力站、零件库、资料室等与飞机库大厅贴建，根据防火分区的要求，要用防火墙隔开。

贴邻的飞机库外墙不是承重墙时，要求采用耐火极限不低于 2.0h 的隔墙，且有直接通向室外的门或窗，便于人员疏散。当与飞机停放和维修区直接相通又无防火门等隔断设施时，此种贴建的单层建筑要视为飞机停放和维修区的一部分。

飞机库用防火墙分隔为两个或两个以上飞机停放和维修区的做法在我国还没有出现。但在国外各大航空公司是有的。德国慕尼黑新机场 2 号飞机库（150m×2 跨）就是这样做的，防火墙设在中间，将其一分为二。但为了实现共用一台吊车，在防火墙的上部开了一个吊车可通过的洞，用垂直位移的防火门隔开，这样做增加了不少费用。

两个维修区之间供运输车辆通行的门是比较大的门，需要采用防火门。美国设计的这种防火门耐火极限达 3h。德国采用的是推拉门，由火灾探测器控制门的开启和关闭，在大门旁还设了防火小门，便于人员疏散。采用防火卷帘代替防火门时，防火卷帘的耐火极限应严格按现行的国家标准《门和卷帘的耐火试验方法》（GB 7633—2008）中背火面升温的判定条件进行确定。

(二) 防火间距

依据《建筑设计防火规范》对厂房的防火间距的规定，在防火间距 10m 的基础上，根据生产过程火灾危险性大、飞机库比较高大的特点，也参考了国外对飞机库防火间距的规定，将防火间距增加为 13.0m。门库有时凸出飞机库的外墙，其体积小又无可燃物，故凸出的门库部分可不计入防火间距，但应留有消防车道所需要的间距。

根据实际需要飞机库与喷漆机库贴建时，应用防火墙与飞机停放和维修区隔开，防火墙上的门应为甲级防火门或耐火极限大于 3.0h 的防火卷帘门。

(三) 消防车道

根据《建筑设计防火规范》的规定，消防车道中心距不宜超过 160m，主要是因为室外消火栓的保护半径在 150m 左右。飞机库长边超过 220m 时，应在长边适当位置设

消防车出入口。飞机停放和维修区（含整机喷漆工位）的每个防火分区应有消防车出入口。

机场的消防车大多使用国外的消防车，目前引进的奥地利辛巴 14000 型消防车的宽度为 3.2m，高度为 3.87m，长度为 11.7m，重 38t。国家行业标准《民用航空运输机场安全保卫设施建设标准》（MH 7003—95）规定，门的宽度大小为车宽加 1.0m，高度不低于车高加 0.3m。故规定为保证消防车的出入飞机库门洞的净宽不应小于 4.5m，净高不应小于 4.5m。

四、建筑构造

建筑构造方面应满足一些飞机库的特殊要求，如防火墙的荷载落在承重构件上时，构件应有与防火墙相等的耐火极限。建筑和装修方面不允许使用燃烧材料。管线穿过防火墙时强调用防火堵料将空隙填塞密实。

管道保温层如采用燃烧材料，就会像导火索一样加速火灾的传播，阻燃型的泡沫塑料（聚酯类）也不准使用，最好用岩棉或玻璃棉。

飞机库大门的轨道需要采取特别措施，融冰和排水，因为冬季地面结冰易使轨道处阻塞，飞机库大门不能正常开启，影响消防人员对飞机库火灾的扑救。

当飞机库发生火灾时，飞机泄漏的燃油形成地面火，如地面采用沥青混凝土等可燃材料将会增加火灾的危害。相通房间地面高，流散火不易波及。室外地面低，有利于燃油流向室外，同时消防用水也应排向室外。

飞机库维修区的地面应设计有坡度，便于排除清洗飞机的废水和消防用水，当飞机维修工艺和地面坡度有矛盾时应合理解决，不可偏废。

五、采暖和通风

飞机库内一旦发生飞机燃油泄漏，易发生火灾。其蒸气达到一定浓度遇明火就会爆炸，故禁止在飞机库内有明火。

飞机停放和维修区为高大空间的建筑物，采用吊装式燃气辐射采暖是一种较为合适的方式，在美国、加拿大及欧洲的一些国家已有许多机库采用这种采暖系统。在我国近年也有近 10 座机库采用了这种采暖系统。中国航空工业规划设计研究院和清华大学合作在新疆乌鲁木齐地窝铺机库现场进行的实测及模拟仿真研究的结果表明，这种采暖方式用于机库效果良好，该机库自使用燃气辐射采暖后，运行费用节省了 30% 左右。

燃气辐射采暖设备的质量应有保证，产品必须具有防泄漏、监测、自动关闭等功能，以确保安全运行。当发生意外时，一旦辐射管断裂或连接点脱开，燃烧器及风机应立即关闭，同时产品应有故障自动报警功能，当设备运行遇到问题和故障时，应自动显示，如燃气压力不够、电路故障、设备损坏、管道温度过高等，能迅速判断，快速恢复。目前国内用于机库的燃气辐射采暖产品均为美国及欧洲国家的原装产品，并均具有相关质量及安全认证，同时燃烧器均经过国家燃气用具监督检验中心严格测试。当设备具有上述的安全认证或检测报告之一时方可采用。

由于燃气燃烧后的尾气为二氧化碳和水，当燃烧不完全时，还会产生少量一氧化碳，所以应将燃烧后的尾气直接排至室外。

在飞机存放与服务区内,加热器应安装在距机翼或机库可能存放的最高飞机发动机外壳的上表面至少 3m 的位置。在测量机翼或发动机外壳到加热器底部的距离时,应选择机翼或发动机外壳两者中距地板较高者进行测量。

我国已建成机库中所采用的燃气辐射采暖系统,均是低强度燃气红外线辐射采暖系统,其辐射加热器的表面温度在 300~500℃ 之间,经多年使用安全可靠。为保证辐射管周围钢结构的安全并减少无效散热量,对燃烧器及辐射管的外表面和辐射管上反射罩外表面温度作了限定。

飞机燃油的蒸气比空气重,主要分布在飞机库的下部,当采用空气再循环采暖系统时,回风口应尽量抬高布置。这样不易把易燃气体吸入回风管道内,当火灾发生时,可就地用手动按钮关闭风机,也可经消防控制室自动关闭风机。

飞机库内的动力系统(压缩空气、电气、给水、排水和通风管等)接口地坑有可能不够严密。当地面留有航空煤油或其他油品时,会流入综合地沟内。考虑到工作人员进入沟内进行检查维修时能有一个较好的环境,故设置机械送风换气装置,并排至飞机库外。当地沟内可燃气体探测器发生报警时,应进行事故排风。

六、电气

(一) 供配电

规范对电气有较严格的要求,电气火灾近几年有上升的趋势,针对火灾危险场所和飞机库的特点作出有关规定。

按飞机库分类规定了消防用电负荷分级的具体划分。I、II 类飞机库的消防电源负荷等级为一级,III 类飞机库为二级。消防用电设备包括机库大门传动机构、人员疏散照明、火灾报警和控制系统等,电动消防泵也属于消防用电设备。

消防用电的正常电源须接自低压电源总开关的电源侧,这一规定可在飞机库断开电源进行电气检修和在火灾发生后切断非消防用电时仍能保证由正常电源供给消防用电。

因为电源线路发生接大地故障或其他某些故障可导致中性线对地产生危险电位,当在飞机库内进行电气检修时,此电位可引起电击事故,也可因对地打火引起爆炸或火灾事故,所以规定电源总进线处和两个电源倒换处的开关电器应能同时断开相线和中性线,实施电气隔离,消除电气检修时的电击和爆炸火灾事故。

接地故障可引起人身电击事故,也可因电弧、电火花和高温引起电气火灾。由于其故障电流较小,熔断器、断路器等过流保护电器往往不能有效及时地将其切断,故需设二级漏电保护器,能可靠和及时地切断接地故障,插座回路上 30mA 瞬时剩余电流保护器用于防止人身被电击兼防电气火灾;电源进线上的带延时的漏电保护器主要用于防止电气火灾。

铝导体极易氧化,氧化层具有高电阻率,从使连接处电阻增大,通过电流时易发热。铜、铝接头处容易形成局部电池而使铝表面腐蚀,增大接触电阻。铝线连接如处理不当极易起火,为减少飞机库的电气火灾危险,电气线路应采用铜芯电线电缆。

航空煤油比重较空气大,易积聚在低处,而插座在接用电源时易产生火花,因此即便在爆炸危险区的 1 区和 2 区外的区域内,插座的安装高度也不宜小于 1m,以利安全。

由于我国现行标准《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》(GB 50058—92)内无飞机库类型的等级和爆炸危险区域的划分的典型示例,本规范采用《美国国家电气法规》(NFPA70)第513节飞机库中的规定进行划分。

(二) 电气照明及防雷接地

应急照明主要用于人员疏散。发生火灾时需将存放的飞机拽出飞机库,这时另有专用车辆在专用照明光源下将飞机拽出,不由飞机库内固定安装的照明光源来照明。安全照明,指手提照明灯具、在特定环境中进行检修工作的照明,如采用市电直接供电,应采用特低电压。

飞机库内爆炸火灾危险区域仅属局部区域,防雷设计应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》(GB 50057—94)的有关规定。防雷等级的确定,应根据机库的规模、当地雷暴气象条件计算数据来确定。

泄放飞机机身所带静电电荷的接地极接地电阻不大于 1000Ω 即可,规范规定就近接通地下基础钢筋和金属管道接地可满足要求。

TN-S系统的PE线不通过工作电流,不产生电位差;等电位联结能使电气装置内的电位差减少或消除,这对一般环境内的电气装置也是基本的电气安全要求,能在爆炸和火灾危险电气装置中有效地避免电火花的产生。对于低压供电的建筑,总等电位联结可消除电源线路中PEN线电压降在建筑内引起的电位差,PE线和N线必须在总配电箱内即开始分开。

关于飞机库应急发电机电源装置采用IT系统的规定,引用的是国际电工标准《保安电源》(TEC364-5-56)的有关规定,在短路故障中绝大多数为接地短路故障,而IT系统在发生第一次接地短路故障后仍能安全地继续供电,提高了消防应急电源持续供电的可靠性。由于我国一般工业与民用电气装置采用IT系统尚缺乏经验,因此规范条文采用了“宜”这一严格程度用词。

(三) 火灾自动报警系统

针对飞机带油进库维修和飞机价值极高的特点,规定Ⅰ、Ⅱ和Ⅲ类飞机库均应设置火灾自动报警系统。飞机库还应设火灾事故广播,考虑飞机库面积大,火灾发生时,要求立足自救,需要统一指挥,及时组织灭火和疏散人员。

层顶承重构件区设感温探测器的目的主要是保护钢屋架。飞机维修工作区设火焰探测器的作用是快速发现燃油火。为了减少误报,一般选用红外-紫外火焰探测器。但目前国内外生产的探测航空煤油火焰的探测器的探测距离均在20~40m范围内,由于飞机库内安装探测器的位置受到限制,所以飞机库内仅安装红外-紫外火焰探测器必然有相当大范围内存在“盲区”。故增设了红外光束线型感烟探测器。因为现有探测器在大空间建筑中的使用效果存在不少问题,故规范采用“宜”的严格程度。

(四) 灭火设备的控制

根据飞机库灭火系统的要求规定了电动消防泵要逐台启动,不能同时启动多台消防泵。同时启动多台电动消防泵,使供电设备超负荷,可能发生断电,反而影响灭火。如果需要多台泵同时启动时,可采用内燃机直接驱动的消防泵,此时与供电设备无关。

为保持灭火系统的水压采用了稳压泵,因为消防水量很大,用消防水箱和气压罐的技

术措施是不适当的,在工程操作上难以实现。此处对稳压泵的控制提出了具体措施。灭火系统达不到稳定的压力,说明系统发生漏水事故,报警是要求值班人员进行检查找出原因并及时维修,恢复灭火系统正常压力。

I类飞机库包括若干套泡沫雨淋系统,其保护区应和感温探测器的设置相对应,从而实现分区控制。

对飞机库的灭火设计要求是快速反应,快速灭火。美国消防协会 NFPA-409 规范要求 30s 内控制火灾,60s 内扑灭火灾。所以要求自动灭火。对遥控泡沫炮来说消防泵可以自动启动,但泡沫炮的转动,还要人去操纵。为了增加可靠性,必须有手动控制和手动启动按钮。

I、II类飞机库需要在消防控制室内手动操纵远控泡沫炮,观察窗的位置要使消防值班人员能看到整个飞机停放和维修区,尽量避免飞机遮挡视线使值班人员无法看到泡沫炮转动的情况。当条件所限不能观察到飞机停放和维修区的全貌时,宜在飞机库内设置电视监控系统,辅助观察飞机停放和维修区。

III类飞机库可不设消防控制室,但应有消防值班室。

七、消防给水和灭火系统

(一) 消防给水和排水

飞机库的消防水源要满足火灾延续时间内泡沫雨淋系统、翼下泡沫系统、遥控泡沫炮系统、泡沫枪系统、室内外消火栓系统同时供水的要求。由于用水量大,为保证安全,通常要设专用的消防水池。

飞机库消防所用的泡沫液为动植物蛋白与填充剂混合的有机物或氟碳表面活性剂,其生物耗氧量(BOD)和化学耗氧量(COD)均高,如果设计不合理,维修使用不适当泡沫液会回流入水源造成环境污染。防止污染的有效措施是设专用消防水池或取天然水源时在吸水井处设隔离装置等,另外泡沫系统的设计应做到防止回流。

氟蛋白泡沫液、水成膜和成膜氟蛋白泡沫液可使用淡水。某些型号也可使用海水或咸水。含有破乳剂、防腐剂和油类的水不得用于配制泡沫混合液。要对消防用水的水质进行调查、化验,同时要向泡沫液生产厂商咨询。

飞机维修需要清洗飞机和地面,通常情况下飞机库内设计有排水沟。消防排水与生产排水一并设计。排水沟的排水能力宜按最大消防用水量进行水力计算后确定。

当飞机库排水采用管道时,冲洗飞机及地面的水带油进入管道。故管道内积油及产生油蒸汽是难以避免的。在地面进水口和飞机库排水口处设高度 0.5m 以上水封和排水管采用不燃烧材料等措施有助于隔断地面与管道的燃烧路径,从而保证飞机库的安全。

北京民航维修基地曾多次发现场外窰井内冒烟,或有燃烧迹象,经消防人员检查属于管道内残油燃烧引起的。

设置油水分离器是为了减少油对环境的污染。在飞机库外的安全地点,油水分离器存储的油可避免发生意外燃烧,当发生事故时也不影响飞机库及其他建筑物的安全。由于油水分离器不能承受消防水量,故设跨越管。

(二) 灭火系统的选择

各个国家的飞机库内都设有固定灭火系统,美国用泡沫雨淋灭火系统,德国和欧洲一