

前不久,加拿大军队宣布将采购F-35作为下一代主力战机,预计今年年底前敲定军贸交易合同。

这意味着加拿大将成为世界上第15个拥有F-35战机的国家。截至目前,F-35已经列装英国、日本、以色列等国家,F-35的“飞行触角”逐渐延伸到世界各地。复杂气候环境,对F-35整体性能是极大考验。据报道,自服役以来,F-35频频出现涂层脱落、电池低温损坏等问题。战机出现这些

问题,一定程度上可归结为“水土不服”。

众所周知,战机在极端环境中完成任务能力是保证飞行安全的关键。因此,在设计研发环节,战机需要进入气候试验室,接受极限天气的考验,检验战机的全域作战能力。那么,气候试验室是如何模拟天气的?气候试验有哪些步骤?又有哪些技术难点?本文为您一一解答。

气候试验室:新战机的“铁面考官”

■姜子晗 陈韵宇 刘 峰

军工科普

告别“看天吃饭”,试验室模拟“一年四季”

1943年冬季的一天,喜马拉雅山脉上空风云突变,正在执行“驼峰”空运行动的“飞虎队”相继失联——16架战机遭遇机翼严重结冰而失事坠毁,机上人员全部罹难。这则新闻公布后震惊世界,人们开始关注极端天气对战机飞行安全的影响。

早期气候试验,是依靠自然环境验证战机的气候适应性。然而,自然环境是不可控的,科研人员只能“看天吃饭”——一旦错过特定季节,将严重影响试验进度。因此,打造人工环境试验室势在必行。

二战后,美国在佛罗里达州埃格林空军基地,建立一座麦金利气候试验室。该试验室综合运用制冷、加热、空调控制等技术,将高温和严寒等自然气候“搬”进试验室。随着温控技术发展,英国、瑞典、韩国等一些国家也相继建立气候试验室,尤其是大型工业制冷和制热系统的问世,使试验室可以实现“一年四季”自由切换。

短时间内实现气温的自由切换,对温控设备的要求极高。为了模拟炎炎夏日,科研人员通过锅炉向试验室输送高温蒸汽,使室内温度达到70℃,制造出“桑拿天”的酷热气候;为营造“冰天雪地”的严寒气候,试验室内又安装有多部制冷空调,可在24小时内将室温降至-53℃。

此外,要想实现气候的可控调节,试验室的保温与密封技术十分关键。门窗和通风系统的密封性与保温性,直接影响到试验室的能量消耗和环境模拟效果。

韩国一家气候试验室建造之初,曾发生过试验室拉门气体泄漏故障,直接影响到试验室的建造进程。为解决这一难题,科研人员在门墙之间的缝隙处,使用热追踪法进行充气式密封,并将传统双轨拉门设计为变轨运行,单轨排布,使得多扇大门关闭后形成同一平面,起到良好的密封保温效果。

新战机“铁面考官”,模拟复杂极端环境

一款新战机完成气候试验,需要耗时多久?

麦金利气候试验室给出答案:6个月。在这半年的试验过程中,战机将在高温高压、雨水浸泡、冻云结冰等多种



极端环境下接受性能测试。

作为新战机的“铁面考官”,气候试验室运用强大的数据模拟试验能力,还原战机飞行可能遇到的多种复杂极端环境。

目前,气候试验主要分为以下3种:一是冷试验。冷试验是战机形成初始作战能力的一个关键步骤。气候试验室的制冷系统将超冷空气引入试验舱,打开冻云结冰系统向战机吹出时速高达190公里的水蒸气,形成厚度不同的“冻云”,模拟高海拔云层效果。

穿过“冻云”的战机,会瞬间被冻成“冰棍”。通过观察战机结冰过程,可以找出战机哪些部位容易结冰、哪些部位可能受损,科研人员从而改进战机防冰系统,提升极寒环境下作战能力。2013年,欧洲新一代军用运输机A400M曾在瑞典飞机气候试验室进行了严苛的极寒气候试验,经过上百小时的“冰封”试验合格后,才能拿到执行北极飞行任务的“许可证”。

二是热试验。冰雪融化后,战机将进入热试验环节,试验室内100多盏高能太阳灯会根据时段变换日照状态。每盏太阳灯是单独可控的,根据战机传感器发来的信号,自行调节温度,确保战机受热均匀。

F-22战机研制过程中,为真实还原热带地区战机飞行情况,不仅战机要接受“烈日”考验,飞行员也要同步进入座舱,以检验战机发动机高温启动状态和座舱环境控制系统。

三是雨试验。在经历冷/热试验后,战机将迎来淋雨与风暴试验。科研

人员会为试验室加装巨型“花洒”,制造出每小时350毫米的人工降雨,随后科研人员会启动大型工业风扇,产生71公里/小时的饱和风,模拟暴风雨等极端气候。

此外,一些舰载机在试验后期还会被送到海洋试验室,置于10多米深海水中,接受海浪和盐雾腐蚀等多重考验。

高科技赋能,多种试验实现精准“瘦身”

五代机作战领域拓宽,气候试验耗费也随之水涨船高。国外相关数据显示,五代机进入气候试验室后,一天试验费用在20万美元左右。

如何缩减战机气候试验开支,科研人员进行了一系列有益探索,实现气候试验精准“瘦身”。

近年来,一些国家科研机构将计算机仿真、智能算法等技术引入气候试验室,推动气候试验不断迭代升级。以F-22战机为例,只需经过3个月的气候试验即可获得完备的环境测试数据,相比三代机动辄半年以上的气候试验,缩短了近一半时间。那么,五代机气候试验有哪些步骤呢?

第一步是仿真计算。科研人员发现,很多故障问题往往在气候试验后期暴露,导致试验效率不高。通过仿真技术模拟极端气候下战机发生故障,科研人员可以预知各部件的承受力上限,为合理规划战机气候试验提供参考。

上世纪90年代初,美国国防部有关

部门将仿真建模研究写入战机发展计划,研发出一整套仿真计算软件,可快速找到气候试验中战机的薄弱部件,大大提高了战机气候试验效率。

第二步是分解试验。如果整机气候试验失败,科研人员将重新设计战机,这可能会带来一系列全新难题。因此,在整机气候试验前,对所有元件、子系统进行分析试验非常重要。

目前,国际上普遍采用“积木式”验证方法对战机进行分解试验,俄、英等国在上世纪90年代制订了严格的操作规范,形成较为成熟的流程标准。科研人员将各小部件放置在试验箱内开展环境试验,以提升整机试验的成功率。

第三步是复合试验。自然界中气候环境复杂多变,而一座试验室往往只能模拟一到两种气候特征,消耗了大量的人力和时间。为提高气候试验效率,科研人员要对多个环境试验进行整合。

近年来,麦金利气候试验室斥资打造了水温、海上风浪等可自行调节的智能试验室。该试验室可以模拟多种复杂海上环境,加快战机的腐蚀速度,帮助科研人员快速找到战机设计缺陷。

室内项目完成后,战机还要移到室外接受真实环境测试。试飞员将驾驶战机飞往世界各地,在各种极端环境中完成全部飞行任务测试。当战机通过全部测试环节后,才能最终交付部队使用。

上图:麦金利气候试验室对F-22战机进行冷试验。

资料照片

『对事业保持永恒热爱』

■张 盈 张 威

全国五一劳动奖章获得者、航天科工集团二院设计师陈秋瑞

夜幕低垂,航天科工集团二院二部办公楼里一片静谧,大厅深处传来一阵阵敲击键盘的清脆声响。

在新冠肺炎疫情影响下,陈秋瑞坚守岗位。某仿真软件项目正处于临近验收的关键时期,陈秋瑞独自留守办公,带领线上同事们开启“云”上攻关。

某仿真软件涉及多门交叉学科。仿真引擎是这款软件的核心技术之一。接手任务初期,陈秋瑞和团队成员定下一个目标:“做一流的仿真引擎,让广大用户放心使用。”

提出目标容易,实现起来却难上加难。陈秋瑞带领团队开展多方调研,一面对标国际先进仿真软件,寻找差距与不足;一面以现有的核心软件项目为抓手,花大力气了解用户需求,提出一整套科学合理的仿真引擎升级计划。

那段时间,陈秋瑞像一台开足马力运行的机器,学习不觉累、工作不觉苦、加班不嫌烦。“人生最大的乐趣,莫过于干喜欢干的工作,对事业保持永恒热爱,这样才能源源不断输出能量。”他常对大家这样说。

这句话,深沉滚烫,催人奋进。一段时间技术攻关后,陈秋瑞团队取得阶段性成果。进入项目验收阶段,大家鼓足干劲,决心攻克最后一道难关。

没想到,今年北京新冠肺炎疫情形势严峻,团队部分成员需要居家办公,给项目推进工作蒙上阴影。陈秋瑞迅速调整项目攻关计划,对软件引擎的模型、数据库、接口设计和软件工程等方面进行合理分配,确保任务实施不受疫情影响。

“冲破难关,才能见证奇迹。”每天清晨,陈秋瑞从折叠床上爬起来,吃完早饭,便开始一天忙碌的工作——与团队沟通前一天的工作进展、当天的任务,解决团队成员遇到的棘手问题。随后,他便一头扎进实验室,打磨架构、优化算法,开展产品设计。

今年年初,仿真室从院校招聘了一批刚毕业的大学生。面对高难度的科研任务,新人一时间难以适应。看到他们处理完的工作,一些资历老的设计师连连摇头。

“谁不是从新手一路走过来的?这些95后设计师有激情、有活力,给任务、压担子、帮带好,明天他们就会成长为室里的技术骨干。”陈秋瑞决定锤炼新人,在任务实践中帮带他们成长。

根据仿真软件的技术图谱,陈秋瑞把需要在联调现场完成的核心攻关工作剥离出来,由他本人完成;新一代仿真引擎的部分核心技术难度很大,陈秋瑞亲自搭建项目架构,指导新人边开发、边试用、边提高。

在带新人方面,陈秋瑞有自己的心得——他不会手把手教大家如何开发实现某个具体功能,而是强调从整体架构上进行全方位思考,帮助新人形成产品开发设计的大局观。

杨华和肖威是入职不久的新人。分配任务时,陈秋瑞充分考虑二人的专业特长,安排了一些他们相对熟悉又具备一定挑战的工作,这样可以循序渐进提升他们的专业

能力。

杨华说:“刚接手任务时,我内心忐忑不已。后来,陈老师带着我站在整体架构的角度上研究和解决问题,进一步拓宽了我的视野,很快找到了破解难题的思路。”

“一只雁也许飞得快,一群雁才能飞得远。”在陈秋瑞带动下,一批专业技术骨干拔节成长,在不同岗位挑大梁、当主力。

谈及团队成长,陈秋瑞自豪地说:“二部拥有不少知名院士和杰出设计师,站在前辈的肩膀上,只要我们脚踏实地、一步一个脚印,一定能研发出国产仿真软件。”

铸剑·人物速写



1952年深秋的一天,时任庆华工具厂党委书记的李志坚,像往常一样走进办公室。办公桌上,摆放着一封来自丹东的信。

信中这样写道:“在一次战斗中,我们使用你们厂生产的冲锋枪,把敌人打得丢盔弃甲、溃不成军。你们制造这样好的武器,是中国工人阶级的光荣,也是我们的骄傲。我们虽然相隔千山万水,但革命的目标是一致的。我们在远离祖国的朝鲜战场,日夜想念你们,不知是谁制造的冲锋枪,也不知

你们叫什么名字。所以,请把造枪工人同志的照片寄来,让我们全体志愿军战士看看,是哪些工人同志制造冲锋枪……”

这封信的署名为:“志愿军某部全体战士”。

看完信,李志坚眼前浮现出志愿军将士手持冲锋枪奋勇杀敌的场景,激动不已。

庆华工具厂原为沈阳51兵工厂下辖的枪厂。抗美援朝战争爆发后,为了避免遭破坏,党中央决定将枪厂迁往北大荒腹地的边陲小镇北安,并命名为

“庆华工具厂”。

落户北大荒,对庆华厂的员工而言,是一段艰难创业的岁月。北安冬天,最低气温达-40℃,滴水成冰。厂房是皑皑白雪覆盖下破旧不堪的废旧兵营。

火车站距离营地数公里。在那个运输工具极度匮乏的年代,庆华厂的工人用绞盘拽、爬犁拉、人抬肩扛的“土方法”,硬生生地将上千台机器和堆积成山的钢材搬进营地,在冰冻的地面上打地基、建厂房、安装机床。

经过45天抢建,他们在东大营新建临时厂房3万多平方米,安装调试机器设备1400多台,建起了8个生产车间。至此,一条完整的枪械生产线初步建成。

“立刻生产50式7.62毫米冲锋枪,支援抗美援朝前线!”不久后,庆华工具厂接到上级命令。

当时,苏联援助志愿军的波波沙冲锋枪,具有结构简单、适应性强、火力凶

悍等特点。我志愿军50式冲锋枪仿制的正是苏联波波沙冲锋枪,并将其沉重的供弹鼓改为供弹匣,方便官兵们随身携带。

值得一提的是,毛泽东主席亲自为其命名为“50式冲锋枪”。这也是新中国武器生产史上,唯一由毛泽东主席命名的国产武器。

刚刚抢建起来的工厂,尽管面临困难,但全厂干部职工们凭着“宁愿我们多流汗,也要让前方战士少流血”的革命热情,克服了一个个难以想象的困难,用十足干劲加紧生产。

经过90天艰苦鏖战,工人们生产出了第一批2600多支50式冲锋枪,装上军列运往抗美援朝战场前线。朱德同志在视察庆华工具厂时满怀深情地说:“你们是抗美援朝的幕后英雄,你们生产出来的冲锋枪,在朝鲜战场上重创敌人,是名扬战场的好枪!”

“五零冲锋枪,我的好战友。打近

“五零冲锋枪,我的好战友”

庆华工具厂:抗美援朝的幕后英雄

■唐幼均 刘长泰 王瀚鹏

战、打夜战,杀敌是能手”“五零冲锋枪,真是本领强,连打三十发,赛过机关枪。祖国人民造,跟我上战场,冲锋陷阵把敌杀,一起保家乡;我爱祖国的山和水,更爱咱五零冲锋枪”……志愿军战士们自编的赞美50式冲锋枪的歌曲,在抗美援朝战场上广为流传。

对于志愿军将士们的来信,工厂领导非常重视,在生产动员大会上读给全体工人听,并在装配车间里给驻厂军代表和工人们照了合影。随后,他们将照片和一封回信寄给了志愿军将士们。

信件寄出后,厂里职工们的心情久久不能平静。车间橱窗里张贴着这封信,时刻鼓舞着每一名职工加紧生产。工厂适时开展生产动员,激发广大职工向战斗英雄学习的热情。

后期,工厂又转为制式化大生产,成功研制生产出54式、56式冲锋枪和54式手枪。从战场横跨赛场,李对

红、陈颖等奥运选手使用庆华工具厂生产的运动手枪在奥运会赛场上摘得金牌。

据统计,庆华工具厂自行研制了8个系列40多种枪械,为我军轻武器生产制造交上了一份闪亮的成绩单。

如今,庆华工具厂已退出历史舞台,但它从未消逝在历史的浩瀚烟尘里。走进庆华军工遗址博物馆,馆内泛黄的老照片、锈迹斑斑的生产工具和枪支弹药,仿佛诉说着那段艰苦卓绝的岁月,老一辈兵工人自强不息、艰苦创业的精神,值得我们永远铭记。

左上图:庆华军工遗址博物馆。

作者供图

军工红色地标