

新舟飞机机身蒙皮接缝处涂胶工艺缺陷分析与控制

刘军锋

中航西飞民用飞机有限责任公司 陕西 西安 710089

摘要: 本文围绕新舟飞机机身蒙皮接缝处涂胶工艺展开研究,详细阐述了涂胶工艺的作用、要求、流程、材料及设备情况。系统分析了涂胶工艺缺陷类型、表现及其对飞机性能的影响,深入探究缺陷产生原因,涵盖表面处理、涂胶操作、材料、设备等方面。针对各类缺陷,提出一系列控制措施,旨在提升新舟飞机机身蒙皮接缝涂胶工艺质量,保障飞机飞行安全与性能稳定,为飞机制造领域涂胶工艺的改进与完善提供参考依据。

关键词: 新舟飞机; 机身蒙皮; 接缝涂胶; 工艺缺陷; 质量控制

1 新舟飞机机身蒙皮接缝处涂胶工艺概述

1.1 涂胶工艺的作用与要求

在新舟飞机的制造过程中,机身蒙皮接缝处的涂胶工艺起着至关重要的作用。从功能层面来看,涂胶能够有效密封蒙皮接缝,防止外界水分、灰尘、腐蚀性气体等进入飞机机身内部,避免对飞机结构及内部设备造成损害。同时,涂胶还能增强蒙皮接缝处的结构强度,提高飞机整体结构的稳定性,在飞机飞行过程中,抵御气流冲击、振动等外部载荷,保障飞行安全。在实际应用中,涂胶工艺有着严格的要求。涂胶的厚度需要均匀一致,过厚或过薄都会影响涂胶效果。若涂胶过厚,不仅会增加飞机的重量,还可能导致胶层在固化过程中出现开裂、气泡等问题;涂胶过薄则无法达到良好的密封和增强效果。涂胶的连续性也至关重要,不允许出现断胶、漏胶等情况,以确保蒙皮接缝处形成完整的密封和连接结构。同时,涂胶的位置必须精准,严格按照设计要求进行涂覆,保证与蒙皮接缝完全贴合。

1.2 涂胶工艺流程

新舟飞机机身蒙皮接缝处涂胶工艺流程涵盖多个关键环节。首先是表面处理环节,在进行涂胶前,需要对蒙皮接缝处的表面进行彻底清洁和处理。采用打磨、脱脂等方式去除表面的油污、氧化层、灰尘等杂质,使蒙皮表面达到一定的粗糙度,以增强胶黏剂与蒙皮表面的附着力。打磨通常使用特定型号的砂纸,按照规定的方向和力度进行操作,确保表面处理效果的一致性。表面处理完成后进入涂胶环节,操作人员根据工艺要求,使用涂胶设备将胶黏剂均匀地涂覆在蒙皮接缝处。在涂胶过程中,需要严格控制涂胶的速度、压力和流量,以保证涂胶的厚度和连续性符合标准。对于不同部位、不同形状的蒙皮接缝,可能需要采用不同的涂胶方式,如手工涂胶、机械喷涂等^[1]。涂胶完成后是固化环节,胶黏剂

需要在特定的温度、湿度和时间条件下进行固化,以形成稳定的胶层结构。固化过程的控制对于涂胶质量至关重要,温度过高或过低、时间过长或过短都会影响胶层的性能。一般会采用专门的固化设备,如固化炉,对涂胶部位进行精确的温度和时间控制。

1.3 涂胶材料与设备

新舟飞机机身蒙皮接缝涂胶所使用的材料通常为高性能胶黏剂,这些胶黏剂具有良好的粘接性能、耐候性和耐腐蚀性。常见的胶黏剂类型有环氧树脂胶黏剂、聚氨酯胶黏剂等。环氧树脂胶黏剂具有高强度、高硬度和良好的耐化学腐蚀性,适用于承受较大载荷的蒙皮接缝部位;聚氨酯胶黏剂则具有较好的弹性和耐低温性能,能够在不同的环境条件下保持良好的密封和粘接效果,在选择胶黏剂时,需要综合考虑飞机的使用环境、工作条件以及蒙皮材料等因素。涂胶设备主要包括涂胶枪、涂胶泵、供胶系统以及固化设备等。涂胶枪是直接进行涂胶操作的工具,其性能直接影响涂胶的质量和效率。现代涂胶枪通常具备精确的流量控制和喷涂形状调节功能,能够满足不同涂胶工艺的需求。涂胶泵和供胶系统则负责将胶黏剂按照一定的压力和流量输送到涂胶枪,保证涂胶过程的连续性和稳定性。固化设备如固化炉,能够提供精确的温度和时间控制,确保胶黏剂在最佳条件下固化。

2 新舟飞机机身蒙皮接缝处涂胶工艺缺陷类型及表现

2.1 缺陷类型划分

新舟飞机机身蒙皮接缝处涂胶工艺缺陷可大致划分为外观缺陷、性能缺陷和结构缺陷。外观缺陷主要指从表面可以直观观察到的缺陷,如胶层表面不平整、有气泡、流挂等;性能缺陷则涉及胶层的粘接性能、密封性能等方面未达到设计要求,例如胶层与蒙皮之间的附着力不足,导致密封失效;结构缺陷主要是指胶层在固化

过程中出现开裂、分层等问题,影响飞机结构的完整性和稳定性。

2.2 各类缺陷的具体表现

外观缺陷中,胶层表面不平整表现为胶层表面存在凸起、凹陷或波浪形起伏,影响飞机表面的美观和空气动力学性能。气泡是较为常见的问题,胶层内部出现大小不一的气泡,这些气泡在飞机飞行过程中可能会因压力变化而破裂,导致胶层强度下降。流挂现象是指胶黏剂在涂覆后因重力作用向下流淌,形成不规则的胶条,不仅影响外观,还可能导致局部胶层过厚,影响固化效果。性能缺陷方面,胶层与蒙皮之间附着力不足时,在外部环境因素的影响下,胶层容易从蒙皮表面脱落,使蒙皮接缝失去密封和连接作用。密封性能不达标会导致外界水分、气体等进入机身内部,腐蚀飞机结构和设备,例如在潮湿环境下,水分进入机身可能会导致金属蒙皮生锈,降低结构强度。结构缺陷中,胶层开裂通常是由于固化过程中应力集中、胶黏剂性能不佳或涂胶工艺不当等原因引起。裂缝会随着飞机的使用逐渐扩展,严重威胁飞机结构安全^[2]。分层现象则是指胶层内部或胶层与蒙皮之间出现分离,破坏了胶层的整体结构,降低了涂胶工艺的效果。

2.3 缺陷对飞机性能的影响

涂胶工艺缺陷对飞机性能有着多方面的严重影响。在空气动力学性能方面,外观缺陷如胶层表面不平整、流挂等会改变飞机表面的光滑度,增加飞行阻力,导致燃油消耗增加,降低飞机的经济性。同时,这些缺陷还可能引起气流紊乱,影响飞机的操控性能,增加飞行风险。对于飞机的结构性能,性能缺陷和结构缺陷会削弱蒙皮接缝处的强度和稳定性。胶层附着力不足、开裂、分层等问题会使蒙皮接缝无法有效承受外部载荷,在飞行过程中可能导致蒙皮脱落、结构变形等严重事故,直接威胁乘客和机组人员的生命安全。另外,密封性能缺陷还会使飞机内部环境受到外界因素的影响,降低乘客的乘坐舒适性,同时增加飞机维护成本和维护难度。

3 新舟飞机机身蒙皮接缝处涂胶工艺缺陷原因分析

3.1 表面处理不当

表面处理不当是导致涂胶工艺缺陷的重要原因之一。在实际操作中,若蒙皮表面的油污、氧化层等杂质未彻底清除,胶黏剂无法与蒙皮表面充分接触,从而降低附着力。例如,在打磨过程中,如果砂纸型号选择不合适或打磨力度不均匀,会导致蒙皮表面粗糙度不一致,部分区域粗糙度不足,胶黏剂难以牢固附着。此外,表面处理完成后,如果没有及时进行涂胶,蒙皮表

面可能会再次受到污染,影响涂胶效果。

3.2 涂胶操作不规范

涂胶操作不规范也容易引发各种缺陷,操作人员在涂胶过程中,如果涂胶速度过快,会导致胶黏剂无法均匀涂覆,出现断胶、漏胶等情况;涂胶压力和流量控制不当,则会使胶层厚度不均匀。例如,在进行曲线或复杂形状蒙皮接缝涂胶时,若操作人员技术不熟练,难以保证涂胶的精度和质量。此外,涂胶操作环境的温湿度、洁净度等条件不符合要求,也会对胶黏剂的性能产生影响,如在湿度较大的环境下涂胶,胶层容易出现气泡。

3.3 涂胶材料问题

涂胶材料本身的质量问题也是导致缺陷的因素之一,胶黏剂的储存条件对其性能有着重要影响,如果储存温度过高或过低、储存时间过长,胶黏剂可能会发生变质,影响粘接性能和固化效果。此外,不同批次的胶黏剂可能存在性能差异,若未进行严格的质量检测和筛选,使用性能不稳定的胶黏剂进行涂胶,容易出现各种缺陷。同时,胶黏剂与蒙皮材料的相容性不佳,也会导致附着力不足等问题。

3.4 设备因素

涂胶设备的性能和状态直接影响涂胶工艺质量。涂胶枪、涂胶泵等设备如果出现磨损、堵塞等故障,会导致胶黏剂的流量和压力不稳定,无法实现均匀涂胶。例如,涂胶枪的喷嘴堵塞会使胶黏剂喷射不均匀,形成局部胶层过厚或过薄的情况。供胶系统如果存在泄漏问题,会导致胶黏剂供应不足,影响涂胶的连续性。此外,固化设备的温度、时间控制不准确,会使胶黏剂无法在最佳条件下固化,从而产生气泡、开裂等缺陷^[3]。

4 新舟飞机机身蒙皮接缝处涂胶工艺缺陷控制措施

4.1 优化表面处理工艺

表面处理作为涂胶工艺的基础环节,其质量直接影响着胶层与蒙皮之间的粘结效果。为解决表面处理不当的问题,优化表面处理工艺势在必行。首先,制定严格且细致的表面处理标准和操作规范是关键。明确蒙皮表面清洁和打磨的具体要求,例如,规定必须使用特定型号的砂纸进行打磨。不同型号的砂纸其颗粒大小和粗糙度不同,选择合适的砂纸能够确保打磨效果既不会过于粗糙损伤蒙皮,也不会过于光滑导致胶层粘结力不足。严格规范打磨方向和力度,打磨方向应保持一致,避免出现交叉打磨导致的表面不平整;力度要均匀适中,可通过培训让操作人员掌握合适的力度感觉,或者使用带有力度反馈的打磨工具进行辅助。在表面处理完成后,设置严格的质量检测环节至关重要。采用多种检测方法

相结合,如目视检查,操作人员需在充足的光线下仔细观察蒙皮表面,查看是否有油污、灰尘、划痕等杂质残留;使用表面粗糙度测量仪对蒙皮表面粗糙度进行精确测量,确保其符合工艺要求的范围。一旦发现表面处理不达标,需立即返工处理。要尽量缩短表面处理完成到涂胶之间的时间间隔,因为处理后的蒙皮表面在空气中暴露时间过长,容易再次吸附灰尘、水分等杂质,影响涂胶质量。可以合理安排生产流程,在表面处理完成后尽快安排涂胶工序,必要时可在表面处理完成后对蒙皮进行临时防护,如覆盖防尘膜等。

4.2 规范涂胶操作

对操作人员进行系统的培训是基础,培训内容不仅要涵盖涂胶工艺的操作要点和技巧,如涂胶速度、压力、流量的精确控制,还要针对不同形状蒙皮接缝的涂胶方法进行详细讲解和实操演练。例如,对于直线型接缝,要控制涂胶枪的移动速度均匀,保证胶层厚度一致;对于曲线型接缝,要根据曲线的弧度调整涂胶角度和速度,避免出现胶层堆积或缺失的情况。建立标准化的涂胶操作流程,并要求操作人员严格按照流程进行操作。从涂胶前的准备工作,如检查涂胶设备是否正常、胶黏剂是否充足等,到涂胶过程中的具体操作步骤,再到涂胶后的质量检查,都要有明确的规范。在涂胶过程中,实时监测涂胶质量是必不可少的。采用先进的在线检测设备,对胶层厚度、连续性等关键参数进行实时检测。一旦发现胶层厚度不均、出现断胶等问题,及时调整涂胶参数或进行补胶操作。要严格控制涂胶操作环境的温湿度、洁净度等条件。温度过高或过低、湿度过大或过小、空气中含有过多灰尘等杂质,都会影响胶黏剂的性能和涂胶质量。可以通过安装空调、除湿机、空气净化器等设备,对操作环境进行精确调控。

4.3 加强涂胶材料管理

加强涂胶材料管理能够有效减少因材料问题导致的缺陷,建立完善的胶黏剂采购、储存和使用管理制度。在采购环节,选择质量可靠、性能稳定的胶黏剂供应商,并对每批次胶黏剂进行严格的质量检测,确保其各项性能指标符合要求。在储存环节,按照胶黏剂的储存要求,控制储存温度、湿度等条件,定期对储存的胶黏

剂进行检查,防止变质。在使用环节,对不同批次的胶黏剂进行标识和区分,优先使用保质期内、性能稳定的胶黏剂,开展胶黏剂与蒙皮材料的相容性试验,选择相容性良好的胶黏剂。

4.4 强化设备维护与管理

制定详细的设备维护计划,定期对涂胶枪、涂胶泵、供胶系统以及固化设备等进行检查、清洁和保养。及时更换磨损、损坏的零部件,确保设备性能稳定。建立设备运行状态监测系统,实时监测设备的关键参数,如涂胶枪的压力、流量,固化设备的温度、时间等,一旦发现异常及时进行维修,对设备操作人员进行培训,使其掌握设备的基本操作和简单故障排除方法。

4.5 提高人员素质

加强对涂胶工艺相关人员的培训,包括操作人员、质量检测人员等。培训内容不仅涵盖涂胶工艺的理论知识和操作技能,还包括质量意识、安全意识等方面的教育。定期组织技术交流和技能竞赛活动,激发员工的学习积极性和创新意识,不断提高员工的业务水平。建立合理的绩效考核制度,将涂胶工艺质量与员工的绩效挂钩,激励员工认真履行职责,确保涂胶工艺质量。

结束语

新舟飞机机身蒙皮接缝处涂胶工艺质量直接关系到飞机的飞行安全和性能。通过对涂胶工艺概述、缺陷类型及表现、缺陷原因的深入分析,针对性地提出了一系列有效的缺陷控制措施。未来,随着航空制造技术的不断发展,还需持续关注涂胶工艺的创新与改进,引入新技术、新材料和新设备,进一步提升涂胶工艺水平,为我国航空事业的发展提供有力支持。

参考文献

- [1]雷沛,夏凤琴,孙海龙,等.面向飞机大部件的密封胶自动涂覆机器人系统研究[J].航空制造技术,2023,66(12):59-67.
- [2]张浩,李斌.自动涂胶技术在航空领域应用关键技术研究[J].科学与财富,2022(6):5-6.
- [3]赵东平,张辉,郭津呈.基于关键特性的飞机装配公差分析方法[J].西安航空学院学报,2020,38(01):3-8.