

航空发动机修理 职业技能等级标准

标准代码：460043

（2021年2.0版）

国营川西机器厂 制定

2021年12月 发布

目 次

前言.....	1
1 范围.....	2
2 规范性引用文件.....	2
3 术语和定义.....	2
4 适用院校专业.....	4
5 面向职业岗位（群）.....	4
6 职业技能要求.....	5
参考文献.....	11

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本标准起草单位：国营川西机器厂、成都航利航空工程职业教育有限公司、长沙航空职业技术学院。

本标准主要起草人：韩国忠、梅屹立、付芳红、魏震赢、黄宇生、曾铃刚。

声明：本标准的知识产权归属于国营川西机器厂，未经国营川西机器厂同意，不得印刷、销售。

1 范围

本标准规定了航空发动机修理职业技能等级对应的工作领域、工作任务及职业技能要求。

本标准适用于航空发动机修理职业技能培训、考核与评价，相关用人单位的人员聘用、培训与考核可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件对于本标准的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本标准。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

- GJB241A 航空涡轮喷气和涡轮风扇发动机通用规范
- GJB242A 航空涡轮螺桨和涡轮轴发动机通用规范
- GJB6538 航空涡轮喷气和涡轮风扇发动机翻修通用要求
- GJB4597A 航空发动机履历本编制要求
- GJB5364 航空发动机图解零部件目录编制要求
- GJB7268 航空发动机轴承试验定寿命程序和要求
- GJB3375 普通螺纹螺栓、螺钉通用规范
- GJB909A 关键件和重要件的质量控制
- GJB9001C 质量管理体系要求
- KJZB-322-1-2010 空军航空装备修理技术管理规定
- GJB1405A 装备质量管理术语
- GJB2103 航空燃气涡轮动力装置术语和符号
- CCAR-66R3 民用航空器维修人员职业管理规则
- AC-66R1-02 基本技能考试大纲
- CCAR-147 民用航空器维修培训机构合格审定规定
- AC-147-02 中的M7基本技能培培训大纲

3 术语和定义

GJB2103、GJB1405A、国家、行业标准界定的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1 涡轮喷气发动机 Turbojet Engine

将燃料燃烧的热能转变为喷管喷射燃气流动能的燃气涡轮发动机。

[GJB/2103A-1997, 定义 3.1.2.1.7]

3.2 涡轮风扇发动机 Turbofan Engine

风扇（低压压气机）出口气流分别进入内涵道和外涵道两个涵道的涡轮喷气发动机。

[GJB/2103A-1997, 定义3.1.2.1.10]

3.3 涡轮轴发动机 Turboshaft Engine

将燃料的部分热能转变为输出轴上的机械功的燃气涡轮发动机（不含涡轮螺旋桨发动机和桨扇发动机）。

[GJB/2103A-1997, 定义3.1.2.1.12]

3.4 燃气发生器 Gas Generator

燃气涡轮发动机的一部分，包括压气机、燃烧室和传动压气机的涡轮，产生一定压力与温度的热燃气流。

[GJB/2103A-1997, 定义3.1.2.2.1.1]

3.5 核心发动机 Core Engine

多转子燃气涡轮发动机的核心部分，包括高压压气机、燃烧室和传动高压压气机的高压氧涡轮。

[GJB/2103A-1997, 定义3.1.2.2.1.1]

3.6 转子 Rotor

燃气涡轮发动机的选装部分，由压气机转子和涡轮转子组成。

[GJB/2103A-1997, 定义3.1.2.2.2.1.1]

3.7 整体叶盘 Blisk

盘和叶片做成一个整体。

[GJB/2103A-1997, 定义3.1.2.2.2.1.5]

3.8 压气机（涡轮）静子 Compressor (Turbine) Stator

燃气涡轮发动机压气机（涡轮）的不旋转部件，由机匣和静子叶片组成。

[GJB/2103A-1997, 定义3.1.2.2.2.1.10]

3.9 压气机（涡轮）机匣 Compressor (Turbine) Housing

燃气涡轮发动机压气机（涡轮）的静子部件，用于安装和固定静子环和转子支承、并提供与相邻组合件的连接部分。

[GJB/2103A-1997, 定义3.1.2.2.2.1.11]

3.10 压气机（涡轮）叶片 blade, vane

在压气机（涡轮）主气流通道里的、沿圆周均匀排列的、具有一定翼型的用于转换气体能量的压气机（涡轮）零件。

[GJB/2103A-1997, 定义3.1.2.2.2.1.12]

3.11 压气机 Compressor

利用旋转机械给流过它的空气做功，以提高空气压力，供给燃烧室高能气流的叶轮机装置。

[GJB/2103A-1997, 定义3.1.2.2.2.2.1]

3.12 主燃烧室 Main Combustion Chamber

位于涡轮前的燃气涡轮发动机的燃烧室。

[GJB/2103A-1997, 定义3.1.2.2.3.1]

3.13 热件 Hot Component

承受高温燃气流的那些构件（如火焰筒、涡轮导向器和转子叶片等）。

[GJB/2103A-1997, 定义3.1.2.3.1.3]

3.14 冷件 Cold Component

未被定义为热件的所有构件。

[GJB/2103A-1997, 定义3.1.2.3.1.4]

3.15 喷口 Nozzle Outlet

喷管的出口。

[GJB/2103A-1997, 定义3.1.2.2.6.23]

3.16 质量 Quality

一组固有特性满足要求的程度。

[GJB/1405A-2006, 定义 2.5]

3.17 图样 Figure Example

按专门规定的线条、符号、比例等规则表示物体的结构、规格、尺寸、形状及技术要求的图纸。

[GJB/1405A-2006, 定义 2.39]

3.18 试验 Testing

按照程序确定一个或多个特性。

[GJB/1405A-2006, 定义 2.49]

3.19 故障 Failure

产品或产品的一部分不能或将不能完成预定功能的事件或状态。

[GJB/1405A-2006, 定义4.33]

3.20 预防措施 Preventive Measure

为消除潜在不合格或其他潜在不期望情况的原因所采取的措施。

[GJB/1405A-2006, 定义4.44]

4 适用院校专业

4.1 参照原版专业目录

中等职业学校：机械制造技术、机械加工技术、机电技术应用、数控技术应用、模具制造技术、焊接技术应用、机电产品检测技术应用、金属表面处理技术应用、工业自动化仪表及应用、光电仪器制造与维修、电气运行与控制、电气技术应用、电子电器应用与维修、电子材料与元器件制造、微电子技术及器件制造、增材制造技术应用、工业机器人技术应用、工业分析与检验。

高等职业学校：飞行器制造技术、飞行器维修技术、航空发动机制造技术、航空发动机装试技术、航空发动机维修技术、航空材料精密成型技术、航空发动机制造技术、航空电子电气技术、飞机机电设备维修、机械设计与制造、机械制造与自动化、机械制造工艺及设备、数控技术、精密机械技术、特种加工技术、材料成型与控制技术、金属材料与热处理技术、金属材料与热处理技术、焊接技术及自动化、机械质量管理与检测技术、理化测试及质检技术、数控设备应用与维护。

高等职业教育本科学校：机械设计制造及其自动化、智能制造工程、材料成型及控制工程、工业机器人技术。

应用型本科学校：飞行器制造工程、飞行器设计与工程、飞行器动力工程、飞行器质量与可靠性、航空航天工程。

4.2 参照新版职业教育专业目录

中等职业学校：机械制造技术、机械加工技术、机电技术应用、数控技术应用、模具制造技术、焊接技术应用、工业产品质量检测技术、金属表面处理技术应用、工业自动化仪表及应用、光电仪器制造与维修、电气设备运行与控制、电子电器应用与维修、电子材料与元器件制造、微电子技术及器件制造、增材制造技术应用、工业机器人技术应用、分析检验技术。

高等职业学校：飞行器数字化制造技术、飞行器维修技术、航空发动机制造技术、航空发动机装配调试技术、飞行器数字化装配技术、航空发动机制造技术、航空发动机维修技术、航空材料精密成型技术、飞机机载设备装配调试技术、飞机机电设备维修、机械设计与制造、机械制造与自动化、数控技术、特种加工技术、材料成型与控制技术、材料成型及控制技术、智能焊接技术、工业产品质量检测技术、理化测试与质检技术、智能制造装备技术。

高等职业教育本科学校：机械设计制造及其自动化、智能制造工程技术、数控技术、材料成型及控制工程、机器人技术、现代测控工程技术、航空智能制造技术、飞行器维修工程技术、航空动力装置维修技术。

应用型本科学校：飞行器制造工程、飞行器设计与工程、飞行器动力工程、飞行器质量与可靠性、航空航天工程。

5 面向职业岗位（群）

【航空发动机修理】（初级）：主要面向涡轮喷气发动机、涡轮风扇发动机、涡轮轴发动机、燃气轮机等发动机研发、制造及修理单位的生产、辅助岗位，主要从事识读产品机械图、查询和应用工艺规程、航空紧固件拆装与保险施工、航空发动机修理常规测量、零部件清洗、零部件外观质量检查及产品防护相关工作。能正确识别和使用装配修理所用设备、工具、工装及量具，能根据作业流程要求完成一般件（如紧固件、卡圈等）装配、产品一般防护、零部件包装存放、零部件的外观质量检查和零部件的常规测量等基本技术工作。能做产品修理和装配前的常规准备工作。

【航空发动机修理】（中级）：主要面向涡轮喷气发动机、涡轮风扇发动机、涡轮轴发动机、燃气轮机等发动机研发、制造及修理单位的生产、服务及辅助岗位，主要从事主体零部件附件常见故障的修理方法和修理工艺选择、主体零部件附件装配及常见装配修理问题处理等相关工作。能根据修理目标完成一般件螺纹损伤修理、一般件变形修理、配合间隙的计算及调整、零部件附件分解装配、主体部附件试验。能控制多余物，控制零部件密封，控制零部件的间隙、控制零部件转动灵活性，控制错、漏装，控制装配质量。能对常见装配问题进行正确处理。

【航空发动机修理】（高级）：主要面向涡轮喷气发动机、涡轮风扇发动机、涡轮轴发动机、燃气轮机等发动机研发、制造及修理单位的生产、服务、建设与管理岗位，主要从事发动机主体及部附件分解、修理、装配及调整环节工作，如轴承定向装配、故障部位焊接修复、变形部位校正、限动位零部件调整、装配质量检查、零件精密研磨，能识别并排除作业风险点、故障点，能改进及设计工装设备。

6 职业技能要求

6.1 职业技能等级划分

航空发动机修理职业技能等级分为三个等级：初级、中级、高级，三个级别依次递进，高级别涵盖低级别职业技能要求。

【航空发动机修理】（初级）：根据航空发动机分解、修理和装配的工艺规定，完成实训设备的平面型单丝保险、双丝保险、电连接器保险丝保险、螺母保险丝保险、紧固件拆装、线缆电气性能测量、电连接器焊接与压接、接线块/汇流排施工、软管/简单金属弯管的施工、发动机外部管路分装、机件清洗与防护等作业。

【航空发动机修理】（中级）：根据航空发动机分解、修理和装配技能的技能要求，完成实训设备的异面/曲面单联锁片保险、多联锁片保险、曲面螺母保险、清洁与润滑、盖板拆装、传动部件及钢索拆装、叶片探伤、管路密闭性测试及排故、电路板测量及排故、发动机外部简单部/附件分装、发动机外部传感器及电缆分装、复杂/混合信号检测等作业。

【航空发动机修理】（高级）：根据航空发动机分解、修理和装配技能的重点要求，完成发动机零部件保险、装配尺寸测量及记录、高压压气机转子分装、低压压气机转子分装、发动机零部件精密研磨、常见裂纹及缺陷判别、变形部位校型、导管故障检查及修理等作业，能够编制故障及工作情况报告，完成相应记录。

6.2 职业技能等级要求描述

表 1 航空发动机修理职业技能等级要求（初级）

工作领域	工作任务	职业技能要求
------	------	--------

工作领域	工作任务	职业技能要求
1. 机件分解	1.1 分解准备	<p>1.1.1 能正确检查分解前保险的完好性。</p> <p>1.1.2 能准备分解所需原辅材料（润滑脂、煤油等）。</p> <p>1.1.3 能准备分解所需通用工具等，并检查其完好性。</p> <p>1.1.4 能正确佩戴个人防护用品。</p>
	1.2 机件分解	<p>1.2.1 能正确使用保险钳、斜口钳、尖嘴钳、扳手、解刀等通用工具。</p> <p>1.2.2 能正确拆除平面型单丝、双丝保险。</p> <p>1.2.3 能正确拆除电连接器保险丝保险。</p> <p>1.2.4 能正确拆除管路各型管夹、多联金属管路的螺母保险丝保险。</p> <p>1.2.5 能正确拆除平面各型双螺母、垫圈、冲点、卡簧、开口销、自锁螺母、单联和多联锁片保险。</p>
	1.3 分解检查	<p>1.3.1 能正确对分解后产品进行外观检查。</p> <p>1.3.2 能正确清点拆卸下垫圈、螺母等小零件数量。</p> <p>1.3.3 能正确检查保险钳、斜口钳、尖嘴钳、扳手、解刀等通用工具使用后的完好性。</p> <p>1.3.4 能在分解作业完成后检查并清理现场。</p>
2. 机件修理	2.1 修理准备	<p>2.1.2 能确定涉及机件的修理方法。</p> <p>2.1.2 能准备修理所需工具、量具及辅材，并确认完好性。</p> <p>2.1.3 能确认修理前设备机械、电气、液压等状态正确。</p> <p>2.1.4 能正确佩戴个人防护用品。</p>
	2.2 机件修理	<p>2.2.1 能正确测量线缆的电气性能。</p> <p>2.2.2 能正确完成电连接器的焊接与压接作业。</p> <p>2.2.3 能正确完成接线片的压接与安装作业。</p> <p>2.2.4 能正确完成接线块/汇流排的施工作业。</p> <p>2.2.5 能正确完成软管、简单金属弯管的施工作业。</p>
	2.3 修理检查	<p>2.3.1 能正确检查各机件修理质量。</p> <p>2.3.2 能正确清洗修理后的机件。</p> <p>2.3.3 能正确检查工具、量具使用后的完好性。</p> <p>2.3.4 能在修理作业完成后检查并清理现场。</p>
3. 机件装配	3.1 装配准备	<p>3.1.1 能准备分解和装配所需工具、量具及辅材，并确认完好性。</p> <p>3.1.2 能正确检查锁片、螺母、管路等机件状态。</p> <p>3.1.3 能确定紧固件拧紧、保险件安装的流程及方法。</p> <p>3.1.4 能正确佩戴个人防护用品。</p>

工作领域	工作任务	职业技能要求
	3.2 机件装配	2.2.1 能正确使用保险钳、斜口钳、尖嘴钳、扳手、解刀、游标卡尺、万用表、欧姆表等通用工量具。 2.2.2 能正确完成平面型单丝、双丝保险作业。 2.2.3 能正确完成电连接器保险丝保险作业。 2.2.4 能正确完成管路各型管夹、多联金属管路的螺母保险丝保险作业。 2.2.5 能正确完成平面各型双螺母、垫圈、冲点、卡簧、开口销、自锁螺母、单联和多联锁片保险作业。 2.2.6 能正确识别并焊接基础元器件。
	3.3 装配检查	3.3.1 能正确检查垫圈、螺母等机件保险的正确性。 3.3.2 能正确检查工具及量具使用后的完好性。 3.3.3 能正确填写相关的技术质量文件。 3.3.4 能在装配作业完成后检查并清理现场。

表 2 航空发动机修理职业技能等级要求（中级）

工作领域	工作任务	职业技能要求
1. 机件分解	1.1 分解准备	1.1.1 能在分解前正确检查机件有无碰伤、划伤、压伤和毛刺等。 1.1.2 能在分解前正确检查机件清洁度，并确认是否存在有多余物。 1.1.3 能确定设备机械、电气、液压等状态正确。 1.1.4 能正确进行现场安全防护。
	1.2 机件分解	1.2.1 能正确拆除异面/曲面的单联和多联锁片保险。 1.2.2 能正确拆除曲面的双螺母、垫圈、冲点、卡簧、开口销、自锁螺母保险。 1.2.3 能正确使用双扳手拆卸盖板。 1.2.4 能正确拆卸传动部件及钢索。 1.2.5 能正确拆卸传动杆及相关紧固件。 1.2.6 能正确拆卸传感器及复杂零部件。
	1.3 分解检查	1.3.1 能检查拆卸的盖板、传动杆、传感器等机件有无损伤。 1.3.2 能对拆卸的机件进行简单清洗。 1.3.3 能识别简单机件拆卸防护要点。 1.3.4 能在分解作业完成后检查并清理现场。
2. 机件修理	2.1 修理准备	2.1.1 能准备修理所需工具、量具及辅材，并确认完好性。 2.1.2 能识别扳手、解刀等通用工具使用风险。 2.1.3 能根据故障类别选择正确的修理方法。 2.1.4 能正确做好个人安全防护。 2.1.5 能正确进行现场安全防护。

工作领域	工作任务	职业技能要求
	2.2 机件修理	2.2.1 能正确检测复杂/混合信号。 2.2.2 能正确完成电路板的测量、排故及维修。 2.2.3 能正确完成线缆的制作与维修。 2.2.4 能正确完成高频连接器和信号线缆的施工。 2.2.5 能正确使用无损检测设备对叶片进行探伤。 2.2.6 能正确完成复杂金属管路的施工。 2.2.7 能正确完成管路密闭性的测试和排故。 2.2.8 能正确完成机件的清洁与润滑。
	2.3 修理检查	2.3.1 能正确检查各机件修理质量。 2.3.2 能正确检查机件是否存在多余物。 2.3.3 能正确检查工具设备使用后的完好性,并进行保养维护。 2.3.4 能在修理作业完成后检查并清理现场。
3. 机件装配	3.1 装配准备	3.1.1 能准备所需工具、量具及辅材,并确认完好性。 3.1.2 能正确检查待装配机件外观质量。 3.1.3 能识别待装配机件的装配风险点。 3.1.4 能在装配前完成装配尺寸的测量及记录。
	3.2 机件装配	3.2.1 能正确完成紧固件、线缆、管路标记与标线。 3.2.2 能正确完成除异面/曲面的单联和多联锁片保险作业。 3.2.3 能正确完成曲面的双螺母、垫圈、冲点、卡簧、开口销、自锁螺母保险作业。 3.2.4 能正确安装盖板。 3.2.5 能正确完成钢索的固定与保险。 3.2.6 能正确完成钢索套的制作与调节。 3.2.7 能正确安装传动部件、传动杆及相关紧固件。 3.2.8 能正确安装传感器及复杂零部件。
	3.3 装配检查	3.3.1 能检查安装机件是否存在错装、漏装。 3.3.2 能对常用工具及量具进行正确的维护保养。 3.3.3 能分析并确定尺寸超差等一般故障的原因。 3.3.4 能在装配作业完成后检查并清理现场。

表 3 航空发动机修理职业技能等级要求（高级）

工作领域	工作任务	职业技能要求
1. 机件分解	1.1 分解准备	1.1.1 能按工艺要求准备分解所需各类工装设备及辅助器材。 1.1.2 能准备各零、部件所需专用车架、存放盒等。 1.1.3 能按工艺要求正确检查发动机主体零部件状态。

工作领域	工作任务	职业技能要求
		1.1.4 能正确检查工装、工具、测具的完好性。 1.1.5 能进行现场安全防护。
	1.2 机件分解	1.2.1 能按工艺要求正确拆除发动机零部件保险。 1.2.2 能按工艺要求对发动机外部管路进行分解。 1.2.3 能按工艺要求对发动机外部附件进行分解。 1.2.4 能按工艺要求对高压压气机转子进行分解。 1.2.5 能按工艺要求对低压压气机转子进行分解。
	1.3 分解检查	1.3.1 能正确检查发动机零部件分解后的状态。 1.3.2 能正确清点工装设备及量具。 1.3.3 能正确检查工装设备及量具的完好性。 1.3.4 能正确清理、防护及保存辅助器材。 1.3.5 能正确完成现场清理工作。
2. 机件修理	2.1 修理准备	2.1.1 能准备修理所需通用、专用工具、量具、工装及辅材，并确认完好性。 2.1.2 能检查零件外观质量、零件是否有裂纹、划碰伤、毛刺、变形及其它机械损伤故障。确状态。 2.1.3 能检查安装机件的正确性，并确认有无错、漏装。 2.1.4 能进行现场安全防护。 2.1.5 能正确做好操作前个人安全防护工作。
	2.2 机件修理	2.2.1 能正确判别发动机零部件常见裂纹及缺陷。 2.2.2 能正确对发动机导管进行故障检查。 2.2.3 能正确对发动机导管进行修理。 2.2.4 能正确对发动机零部件变形部位进行修理。 2.2.5 能正确对零部件进行精密研磨作业。
	2.3 修理检查	2.3.1 能正确检查修理后的发动机零部件状态。 2.3.2 能正确对修理结果进行验证。 2.3.3 能正确清点工装设备及量具，并检查其完好性。 2.3.4 能正确清理、防护及保存辅助器材。 2.3.5 能正确完成现场清理工作。
3. 机件装配	3.1 装配准备	3.1.1 能目视检查待装配零部件外观质量。 3.1.2 能准备零部件所需工装设备及辅助器材等。 3.1.3 能确定紧固件拧紧、保险件安装等流程及方法。 3.1.4 能识别待装配部附件的装配风险点。 3.1.5 能进行现场安全防护。

工作领域	工作任务	职业技能要求
	3.2 机件装配	3.2.1 能按工艺要求对发动机外部管路进行装配。 3.2.2 能按工艺要求对发动机外部附件进行装配。 3.2.3 能按工艺要求对高压压气机转子进行装配。 3.2.4 能按工艺要求对低压压气机转子进行装配。 3.2.5 能排除装配尺寸超差、错漏装等一般故障。 3.2.6 能识别发动机装配过程中常见故障。
	3.3 装配检查	3.3.1 能正确检测安装尺寸的正确性。 3.3.2 能正确检查叶片、盘轴类零部件等关键重要件安装质量。 3.3.3 能检查专用工装完好性及连接固定是否可靠。 3.3.4 能分析并确定尺寸超差等一般故障的原因。 3.4.5 能对部附件多余物、机械损伤等进行防护。

参考文献

- [1] GJB241A 航空涡轮喷气和涡轮风扇发动机通用规范
- [2] GJB242A 航空涡轮螺桨和涡轮轴发动机通用规范
- [3] GJB6538 航空涡轮喷气和涡轮风扇发动机翻修通用要求
- [4] GJB4597A 航空发动机履历本编制要求
- [5] GJB5364 航空发动机图解零部件目录编制要求
- [6] GJB7268 航空发动机轴承试验定寿命程序和要求
- [7] GJB3375 普通螺纹螺栓、螺钉通用规范
- [8] GJB909A 关键件和重要件的质量控制
- [9] GJB9001C 质量管理体系要求
- [10] KJZB-322-1-2010 空军航空装备修理技术管理规定
- [11] GJB1405A 装备质量管理术语
- [12] GJB2103 航空燃气涡轮动力装置术语和符号
- [13] 教育部关于印发《职业教育专业目录(2021年)》的通知(教职成(2021)2号)
- [14] 《教育部关于公布2019年度普通高等学校本科专业备案和审批结果的通知》(教高函〔2020〕2号)
- [15] 《教育部关于公布2020年度普通高等学校本科专业备案和审批结果的通知》(教高函〔2021〕1号)