第一项 维修计划产生全过程

1. 制定维修方案

**工程技术部门**根据飞机制造商的持续适航文件、民航局制定的适航性限制要求，结合本航司的运营要求，制定本公司维修方案。

**维修生产计划控制部门（Production Planning Control，简称PPC）**根据本司的飞机维修方案编排维修工作计划，安排实施维修工作。

1. 计划编排

计划编排分为定检计划的编排以及航线维修计划的编排：

定检维修计划的编排需协调航班计划、执行单位的人力、航材供应情况，目的是**降低维修成本，提高飞机可用率，尤其是旺季飞机可用率**；

航线维修计划编排将定检计划作为输入，结合即将执行的航班任务，决定每日各执行单位需完成的航后工作单，以**保障日常维护的正常运作**。

1. 执行计划

**维修基地**根据分配到的定检工作包按时开展定检工作，各**维修执行单位**展开每日的航线维修工作。

**可靠性管理/质量管理部门**对可能危及飞行安全的情况进行监控，并反馈到工程部门，及时对公司维修方案进行更新。

**航材供应部门**负责根据航材需求计划采购航材、即时供应到相应单位。

**培训管理部门**负责组织培训，确保各执行单位的维修人员执照有效。

第二项 维修工作分类

1. 航线维修
   1. 航前

航前维修是指飞机当日执行首次飞行前所进行的例行检查、勤务工作。

例如，绕机一周外观检查、排除损伤、航空器出港送机等。

* 1. 过站（短停）

短停维修是指飞机在执行两段不同计划飞行之间所需执行的维护任务。为了保障后续航班的正常运作，维护工作根据机组反映、机载系统提供的实际情况开展，需在过站时间内保证完成，否则会产生航班延误。

例如，对各区域/系统测试，航空器入港接机/出港送机等。

* 1. 航后

航后维修是指飞机在完成每日最后一次飞行（包括跨零点飞行）所进行的排除故障与缺陷工作。

航后检查包含了航前/过站的所有检查，也会根据飞机维修方案执行其他结合航后的工作，历时较长，需要**1.5h-6h**不等。

常见工作有：航空器入港接机、发动机滑油补充、起落架镜面清洁、对各区域/系统的检查与测试、航空器交接等。

* 1. 周检

日检/周检维修是维修方案中定义的需每周完成的计划性维修工作，通常结合航后维修任务完成，执行间隔为**7~10天**。

1. 定检

定检是依据适航性文件、飞机维修方案制定的周期性检查。定检通过**飞行小时、飞行循环（起落架次）、日历时时长**来确定两次定检之间的间隔。举个例子，某机型的A检要求间隔为500飞行小时，那么在这次A检执行以后，飞行小时到达500小时以前，必须要进行下一次A检。

* 1. A检

A检是在航线维护的基础上增加检查深度与广度的一种初步检查，按照飞行小时进行周期性编排。检查间隔时间与飞机机型有关，例如，波音737-300规定的A检间隔为200飞行小时，而对于空客A320-200的A检间隔为750飞行小时。A检一般在飞机过夜期间的**4~6h**执行。

* 1. B检

B检大约每**6-8个月**进行一次，通常需在机库中停场**1~3天**。由于检查项目与A检类似，在实际运营中，B检大多拆成多个A检或结合C检进行。

* 1. C检

C检是遍及整个飞机的更深层次检查，增加了更多的操作检查、功能检查以及润滑、防腐工作。两次C检间隔时间由飞行时间、起落架次、日历时时长“先到为准”原则确定。例如，波音737-700/800的C检为间隔为6000飞行小时、4000飞行循环或24个日历月，下一次C检需在任一个指标到达之前完成。C检需在机库中进行，停场时间需要**1到2周**，总工时可达到6000人工小时。

* 1. D检

D检是最高级别的全面维修，会将整架飞机拆解维修，机舱所有物品（座位、厨房等）移出，并拆除起落架，进行完整全面的检查。D检通常会返回专门的维修厂进行维修，停场时间需要**两个月**，总工时达到40000人工小时，但D检间隔时间较长，达到**5-6年**。平均而言，一架商业客机在进行2-3次D检以后就会退役。

在编排时，定检需要考虑的要素众多：首先，定检具有**周期性**，需要在每项检查到期之前进行；其次，定检的安排需要充分考虑航班计划，**保障机队的运力**，避免在旺季由于运力不足带来盈利损失；此外，C检以上的停场定检历时长、检修任务复杂，需要在机库里进行，这就要求**机库空间、维修人员、航材供应、工具供应都要有充足的保障**。任何一方面保障不足都会导致定检无法按时完成，影响该飞机的后续航班和后续其他飞机的定检安排。因此，对于维修基地生产能力的评估与安排、生产能力不足的应对策略，都是编排定检需要进行的决策。

1. 特种维修

除航线维修和定检之外，飞机在运行过程中可能会出现预想不到的情况，比如遭遇雷击、鸟击等，此时飞机的安全情况需要重新评估，并针对此特殊意外对飞机进行专项检测修复。

特种维修的时长通常由此意外的检测、修复难度决定，维修地点为具备修复能力的执行单位（通常需返回基地执行）。

第三项 维修机库

航线维修大多数只进行例行的检查与纠错，并且需要在较短时间内完成，因此航线维护多在登机口或机坪进行。若需要进行定检等深层次的检查，飞机需要送到专门的“手术室”——机库进行操作。不同的机库根据规模、配置不同，所承载的功能不尽相同，但总体上机库能够承载的功能如下：

* 航线维护(航后)
* 定检项目：如飞机改造；发动机维护或大修；
* 部件大修（燃料系统、起落架、制动器等）

同时，机库也承载了维修以外的职能，例如：

* 飞机喷漆涂漆
* 停放飞机

作为专门的“手术室”，维修机库需要充足的作业空间。例如，当飞机需要卸下一台发动机时，维修人员需要将发动机吊架安排到对应位置，再将发动机移动到运输托架上安全运走。那么，同一时段放置的飞机过多会减少可操作的空间，增加飞机碰撞的危险，造成安全隐患；进出的堵塞可能导致工期延长，造成不必要的损失。这要求计划部门在对机库维修计划进行编排时，需考虑每个时段服务的飞机不超出机库的物理容量限制，避免飞机的摆放产生碰撞风险。

第四项 航材管理

航材保障部门根据编排的飞机维修计划，预测各类航材的需求量，并制定航材需求计划与采购计划。航材根据使用特性可以分为：

1. 周转件

周转件价值高，寿命长。发生损坏时选择维修比更换更为经济，因此通常采取维修的方式使得零部件恢复到可用状态，循环使用于飞机服役的全周期。周转件具备唯一可追踪的序列号，具备厂家发布的技术文件与标准维修流程。

由于价值高，周转件采购周期长、不可缺货，缺货会导致故障飞机长时间停（AOG），产生巨大的损失。

如发动机、起落架、安定面配平作动器等都属于周转件。

1. 可修复件

可修复件定义与周转件类似，是可以通过修复恢复至可用状态的部件。区别在于，可修复件损坏率高于周转件，耗用高于周转件，因此具有比周转件更高的库存水平。此外，虽然可修复件技术上可修复，但不定义在厂家发布的技术文件中。

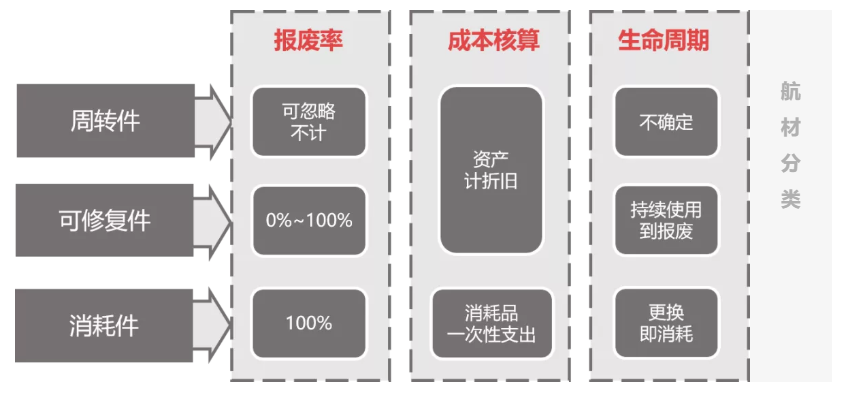
轮胎、阀门、开关、火灾探测器等属于可修复件。

1. 消耗件

消耗件定义为每次损坏即更换的部件，是一次性用品。消耗件使用量大，通常采用批量订购的模式。

如螺栓、垫片、过滤器等都属于消耗件。

三种航材在**报废率、成本核算、生命周期**方面有不同的特性：



其中，消耗件更换即报废，报废率最高；而周转件与可修复件故障后都可修复至可用状态。周转件与可修复件会视为企业的资产，成本分摊到其使用的整个生命周期里，如发动机，按照所在飞机的服役周期(如10年)进行成本分摊。而消耗件则是在采购时一次性计算成本。从报废率可得，消耗件更换即报废，生命周期短；周转件和可修复件都将持续使用至报废，而周转件报废率更低，生命周期则更长。

航材特性不同，库存管理和订货策略就不尽相同。如周转件多为为单件订货，而消耗件则是批量订货；周转件需求波动小，订货提前期长，而消耗件需求波动大，需要实时计划、及时采购。航材部门根据各单位的航材需求计划，决定不同航材的购买时间和购买批量，即航材采购计划。

第五项 维修人员管理

1. 维修执照

类似于飞行员，维修人员只有获得某个特定机型的维修执照，才能执行相应机型的维修放行任务。每次维修，维修单位需要安排具备相应机型维修执照的人员。

CCAR-66 R2规定，民用航空器维修人员执照基础部分为**航空机械专业（ME）和航空电子专业（AV）**，目前我国机务部门大部分仍然划分机械、电子两个专业，并且执照受机型的限制。

为优化维修人员执照类别、扩大执照应用，民航局于2020年7月实CCAR-66 R3，该法规不再区分电子专业与机械专业。维修人员执照仅分四个类别：涡轮式飞机（TA）；活塞式飞机（PA）；涡轮式旋翼机（TR）；活塞式旋翼机（PR）。CCAR-66 R3突出知识结构和技能的普适化，无需区分专业的需要，R3之前获取执照的技术人员可根据转换方案进行执照转换。

1. 做休法规

CCAR-145 R3对人员的工作强度及连续工作时间等进行要求：

（1）维修人员每天工作时间不应超过 8 小时，特殊情况下，每天最多不得延长超过 3 小时。

（2）维修人员每周工作时间累计最多不应超过 40 小时，特殊情况下，每月的加班时间累计不得超过 36 小时。

（3）每七个连续日历日维修单位应保证维修人员至少休息一天。

法规还对防止维修人员疲劳措施进行了规定，具体细节可参考《民用航空器维修单位合格审定规定》（CCAR－145 R3）。

飞机白天执行航班、夜间执行维护，维修工作几乎24小时连轴转。以航线维修为例，为满足运营要求，提高飞机利用率，基本上飞机在地面上就需要维修人员进行维护，飞机按照航班计划大多在早上6点到第二日凌晨2点进行飞行，这期间需要维修人员进行航前/过站维护保障，当日航班结束后，维修人员执行1.5h~6h的航后工作。为应对24小时的工作量，维修人员实行倒班工作制，轮换不同班次。

面对一天内具有高峰低谷期的航班量，维修单位根据航班测算维修工作量，并制定维修人员排班计划。维修人员排班计划需设计班次结构、轮班工作时长，同时保证每个航班匹配到相应技能的机务人员，并满足做休法规。

过少的人力会导致维修时间延长，增加延误的风险；过多的人力则会导致资源的浪费，增加不必要的维修支出。总之，维修人员的排班考量因素众多，而合理排班可以为航司带来运营成本的节约，提高服务水平。