

# 直升機 飛行試驗實踐

(法)G·加羅著

中國飛行試驗研究院

V217  
1006

V217  
1006-1

# 直升飞机 飞行试验实践

(法)G·加罗著

黄国衡 译

王新科 校



一九九八年三月七日



30777140

中国飞行试验研究院

777140

715V  
1-2007

## 译者的话

由G·加罗为法国“试验与验收飞行人员学校”(EPNER)编写的内部使用教材《直升机飞行力学》(已先出版)与《直升机飞行试验实践》,都是非正式出版物。这些教材分别系统地介绍了深入了解试飞报告所不可缺少的理论与实施直升机飞行试验的详细过程,是十分难得的理论与实践相结合的教课书。它既可供我国有关大专院校师生参考,也可供有关专家及科技工作者借鉴。翻译出版本书,对于培养直升机试飞人员也会有很大的裨益。

由于时间仓促,加之译者水平有限,译文虽经有关专家校对(除署名者外,还得到乔金堂副总师和申仲安高工的许多帮助,在此深表谢意),仍难免差错之处,衷心希望广大读者批评指正。

译者: D(去)

黄国英

王保华



中国科学院图书馆

011777

# 目 录

|      |                              |       |
|------|------------------------------|-------|
| 第1部分 | 飞行试验.....                    | (1)   |
| 1-1章 | 飞行试验的准备.....                 | (1)   |
| 1-2章 | 飞行试验的实施.....                 | (1)   |
| 1-3章 | 飞行试验的利用.....                 | (12)  |
| 1-4章 | 试验组.....                     | (22)  |
| 1-A  | 试验程序(飞行科目: 爬升与下降).....       | (26)  |
| 1-B  | 飞行报告(飞行科目: 爬升与下降).....       | (28)  |
| 第2部分 | 稳定性.....                     | (30)  |
| 2-A  | 试验程序(飞行科目: 稳定性).....         | (37)  |
| 第3部分 | 校准.....                      | (39)  |
| 3-1章 | 风速风压计的校准.....                | (39)  |
| 3-A  | 附件1.....                     | (49)  |
| 3-B  | 试验程序(飞行科目: 空速计校准).....       | (51)  |
| 3-2章 | 力的测量.....                    | (53)  |
| 3-C  | 试验程序(飞行科目: 测量力).....         | (66)  |
| 3-3章 | 风标式侧滑传感器的校准.....             | (69)  |
| 3-D  | 试验程序(飞行科目: 风标式侧滑传感器的校准)..... | (73)  |
| 第4部分 | 性能测定.....                    | (74)  |
| 4-1章 | 悬停飞行的性能测定.....               | (74)  |
| 4-A  | 试验程序(飞行科目: 地效内与地效外悬停飞行)..... | (85)  |
| 4-2章 | 水平飞行的性能测定.....               | (87)  |
| 4-B  | 试验程序(飞行科目: 平飞特性).....        | (95)  |
| 4-3章 | 爬升和下降性能测定.....               | (97)  |
| 4-C  | 试验程序(飞行科目: 爬升和下降).....       | (109) |
| 4-4章 | 升限.....                      | (111) |
| 第5部分 | 飞行品质测定.....                  | (115) |
| 5-1章 | 纵向静态特性.....                  | (115) |
| 5-A  | 试验程序(飞行科目: 纵向特性).....        | (125) |
| 5-2章 | 横向静态特性.....                  | (128) |
| 5-B  | 试验程序(飞行科目: 横向特性).....        | (136) |
| 5-3章 | 机动性.....                     | (139) |
| 5-4章 | 飞行操纵机构的初始作用.....             | (143) |
| 5-5章 | 操纵性.....                     | (147) |
| 5-6章 | 纵向动态稳定性.....                 | (158) |
| 5-7章 | 横向动态稳定性.....                 | (163) |



# 第1部分 飞行试验

## 1-1章 飞行试验的准备

### 1 概 论

不管试验的对象是什么(直升机、发动机、设备、军械等),飞行试验大都代表着飞行活动的一个重要方面,所以不得不按照要达到的研究目的制定计划。这项计划实际上就是飞行试验程序。以往,通过试验程序的实施,确定出含有若干试飞架次的试验阶段,每个阶段的试飞架次都是为达到一定研究目的获得数据所必需的。

在试飞员学校,在试验组的编制范围内,训练是按型号飞行任务的要求安排的,不必纳入已定的试验程序。这些训练飞行主要侧重于研究直升机的基本特性。

然而,特定的训练飞行(课题、评价),允许试验人员通过分析和综合,将它们与构建成立和执行某个试验程序的特点的一些难题进行对比。

### 2 准备阶段

在一项性质是始终如一的飞行试验中,不要求设立一些严格的界限,可是在把它划分成几个不同的阶段时,必须着手研究试飞的准备工作。

#### 2.1 测试程序

飞行试验必将包含各种不同的飞行动作,必须进行的有关测量和要求完成的记录工作。因此,为了确保最佳效率,必须考虑并安排相应的飞行。最好的办法在于建立含年代的文字档案资料,这就是测试程序。此外,该程序必须是参加试飞的所有试验组熟悉的,所以,有必要确保测试程序的适当普及。

#### 2.2 飞行准备

就这方面来讲,重要的是,确保飞行所需的所有设备都可供使用(飞机,试验设备,工作文件,等等)。

#### 2.3 试验组举行的预备会(飞行前的简要指示)

为了审查飞行的每一个方面(特别是安全方面),必须组织一次每一个参加者都能充分申述已见的飞行前预备会,不得采取任何临时凑合的作法。实际上,飞行的成败在一定程度上取决于这次会议的圆满成功。

### 3 测试程序的编写

测试程序是这样一种基本文件,它规定了飞行中必需完成的测量和测量的方式以及所涉及的测量点。

故名思义,这份文件,是飞行试验所遵循的一种程序,该程序提出直升机机动飞行的具体规定,实现这种规定的方法和难点,以防为主管工程师所遗忘。因此,由工程师编写这样的程序,最好事先和负责飞行安全的飞行员一起进行准备,试验组的其他成员也给以可能的

帮助。

在试飞员学校,由飞行员和工程师在测试程序下面签字,因为他们对测试程序负有责任,采用如下规则来编写测试程序(参见附件No.1)。

#### 开头部分

通常提供下述情况:

- 原有的服务部门(EPN——飞行员学校/试验组No X)。
- 受托人员。
- 重量/重心定位/燃料/可动配重。
- 试验设备(例如试验所必需的,直接阅读和记录参数的内部与外部设备)。
- 日期。
- 直升机(型号和序号)。
- 飞行科目(按照训练程序用语)。

#### 正文

应该出现的是下列段落:

- 试验目的。
- 试验条件。
- 飞行实施过程。
- 安全。

### 3.1 试验目的

首要的是,最多以两三行字概述一下一个或多个研究目的。例如,直升机爬升性能的研究。最大垂直速度  $v$  时的诱导速度  $V_i$  和最佳爬升速度( $V \cdot O \cdot M$ )的测定。

### 3.2 试验条件

这些条件应该容许立即理解为确保试验正确进行所必需的主要条件:

- 天气(紊流、能见度等)
- 空中交通(备用的迫降场、雷达导航、无线电频率等)

### 3.3 试验的展开

#### 3.3.1 地面检查

在这方面重要的是,对用于飞行试验的记录(内部或外部)或直接读数的各种设备确定检验和校准办法。例如,对于作为检查试验设备和识别直升机的飞行品质( $Q \cdot D \cdot V$ )飞行,我们可以记下:在启动之前,用高速记录器(HB GV),完成控制机构的运行。记下限动块的数值。

#### 3.3.2 飞行阶段

从发动机启动到返回停机坪,发动机关车,直升机的飞行可以按阶段分解为:启动、滑行、起飞、爬升、着陆、返回停机坪、发动机关车。其中的每一个阶段也许被看作:

— 一个正常的飞行阶段,即该阶段根据飞行手册属于直升机的正常使用,而不要求试验任何特殊的机动飞行。在这种情况下,对于那些提高安全性的数据,试验程序将仅承担简单的再调用。

例如,起飞,1.5m有地效稳定悬停,检查  $D_{80}$ ,  $N_R$ ,  $T_4$ ,  $C_1$ , 持续时间3秒,然后进入

试验区域。在5000英尺作 $Z_p/s$ 检查——高速记录前5秒。

— 一个飞行试验阶段：当时的重要问题是试验程序中具有进行各种机动飞行的详细说明并明确指出试验组每个成员的职责，起飞直到地效内悬停(ST DES)结束。

### 3.3.3 飞行试验阶段的说明

这些飞行试验彼此之间是如此地不同，以致要想为全部情况提供有价值的编写指南是不合适的，也是很现实的。因此，这种编写工作将要求工程师具有组织、判断和实现诸方面的能力，为帮助他什么都不遗忘，仅提供下列建议：

#### (a)确定初始条件

：直升机的气动力布局+动力装置(GMP)和各种机载系统的校准。

：初始稳定性(速度、高度、航向等)。

：雷达无线电探测+参与测量的(遥测、护航飞机、飞行目标的轨迹测定雷达等等)外部人员设立的目视观测。

：预防小组

(b)由飞行员根据初始条件确定要进行的机动飞行，例如：通常将桨距调到0.8，保持无侧滑的水平直线飞行

(c)确定每个参加试验者的职责，无论是机上的还是外部的，以保证：

— 各个不同记录系统(机上的及外部的)的正常运行。

— 基本参数和飞行员或某些试验的参与人员重要评论的记录。

— 空中安全(防对地面冲撞)。

(d)确定终止条件，这些条件既允许每个参试者知道试验阶段的结束，也允许他们对后一阶段进行准备。

编写试飞程序必须遵守四种规范：

①安全规范：要是扩展飞行包线必需冒一些风险，试验的指挥者应力求最大限度地限制这些风险的出现。为此，应该：

— 充分了解预计的直升机飞行限制(这意味着对直升机的真正了解)。

— 不同时冒两个风险。

— 每前进一步，只能经受一次有限的风险。

— 善于对付各种不测：如果要求小组每个成员熟悉掌握的驾驶技术(飞机的改出，撤离等)，则将有可能转危为安。

②性能规范：某些复杂试验的成功需要选择要完成的动作，需要在地面和空中的各种不同的参加者之间进行合理的分工。为此，试验程序的编写者必须清楚地了解(需要测量或观测的)参数个数，以便能够进行数据处理；必须明确有关的分工以实现机动飞行，观测和记录之间必不可少的精确同步。

③品质规范：品质规范是对直升机飞行要达到目标的充分体现，它为试验的利用规定了最低限度的要求和最高限度的经济效益，并规定出试验优先选用的方法。为使机动飞行变得尽可能简单，显然可以按照试验程序使用这项规范。例如，在载荷系数之内进行的机动飞行，应该是缓慢的( $\pm 0.2g$ )，在机动飞行期间，飞行高度将在 $\pm 1000$ 英尺之间变化。试验组的经验与其对技术规则的了解，对执行本规范起主要作用。

#### ④试验设备规范

关键在于选择设备,以及采用能够使所用的设备与数据处理精度相一致的程序。这样,就在直升机上安装了能够改善驾驶条件的装置(准直仪,操纵位置指示器)。

关于试验程序编制的最后一个建议是,必须做得简洁,明了,清楚。

### 3.4 安全

#### 3.4.1 正常限制

问题不在于取消这里由飞行员一直负责的直升机的所有限制,而只在于被观察的同一类型试验可能使其达到的限制。例如云雀Ⅲ直升机在1000米高度的稳定平飞性能:

— 人们将记得不可超越速度( $VNE$ ) = 210公里/小时,  $T_{4max}$ : 550℃。因为冒险调整到最大功率就可能使其超过这些数值。

— 但是取消最大总桨距  $D_{80} = 0.82$  将是无益的,因为这是一个关键性的试验参数,早已“在试实施过程”中谈到。

#### 3.4.2 特有的试验限制

必须要用图象表示人们可以使用的非常规的数值,即限制性参数的新数值(在整个试验中,试飞员学校,飞机的正驾驶员或监测工程师有权使用,通常研究室也有权使用)。

#### 3.4.3 安全守则

收回可能是必需的应急程序,例如试验中的涡轮再起动程序,包括急速减少燃油流量。

#### 3.4.4 特殊的飞行设备

除了必须穿戴的飞行服,飞行靴和飞行帽以外,依据飞行员学校的一般规则和飞行特性,提醒携带降落伞,氧气设备,救生衣,单人或集体的救生艇。

## 4 试验程序的普及

试验程序是参加试验的每一个人必需了解的,按照承担责任的紧迫性和重要性,它的普及可以具有各种不同的形式。

### 4.1 对飞行员的普及

虽然飞行员应该参加试验程序的制订工作,但是由于各种原因(紧迫性,随意使用性等),飞行员可能不会协助工程师编写程序,但是飞行员必需对制订程序的计划具有最基本的知识,必须从中领会有关的措辞和意图,即在上面进行承担责任的签字之前,对程序做出合乎要求的更改。

不管怎样,飞行员应该深入了解他已经选择的一系列将要执行的机动飞行,以便极好地观测他的飞行,尤其是为正确地选择飞行剖面图所进行的飞行。

### 4.2 对试验组成员的普及

试验组成员需要听取参加地面和空中试验的所有各种人员的意见。应该在适当的时间进行试验程序的普及,需观测的最低限度的时间,是每个人都能够掌握试验程序( $O \cdot E$ )并能随意操作使用设备所需的时间。

### 4.3 对空中交通调度员的普及

只有空中交通调度员事前知道飞行的性质,它按时间顺序的进程,要求及特有的风险,他们才能接收飞行试验。

飞行员负责以口头的形式传达调度员感兴趣的特有的部分：飞行剖面图，某些阶段的特定的要求，承担的风险。

#### 4.4 向保证外部试验设备(电影经纬仪、雷达)操作的服务部门传达

此事应由试验工作师负责。

### 5 飞行试验的物质准备

对于负责试验的工程师来讲，主要在于采取或让人采取必要的措施，以便在飞行前将令人满意地进行试验所必需的设备集中起来。

#### 5.1 直升机

必须保证直升机在预定的试验时间内可以随时使用。在这种情况下，参加试验的随机机械师的作用是极其重要的，但是，往往需要极大地超越传统的“地勤”组日常工作和随意使用的通常观念，并且需要解决可能影响试验结果的若干附加问题。按照这些观念的先后顺序，我们列举如下：

- ▲直升机精确载重量(希望的质量和重心位置，配重和飞行设备的载荷分布等)。

- ▲可以事先查明所有将被试验的机载系统(飞行操纵装置，GMP，电子设备等)良好运行状态的附加检验。

- ▲某些设备的特殊选配(最大的、平均的或最小的容差调整，机翼增升装置偏转度的限制，进气道的非标准调整，发电机的绝缘等)。

- ▲安装改善安全性或适应性的附加装置(如果进行唯一的机载推进器关闭试验，为减少因蒙上雾而产生的危险，将座舱盖玻璃变成防雾装置，氧气瓶是手提式的)。

#### 5.2 机载试验设备

这里涉及到属于试飞员专业的，有时是长时间且又复杂的工作。为了今后在合适的条件下能够对飞行测量参数进行数据处理，重要的是：

- 记录器必须能够记录由试飞工程师按照试验程序测量的所有参数，在飞行中应易于选择适合需要的各种记录速度。记录设备(摄影的，磁性的等)应该装有数量绰绰有余的空白记录带。在适当的时候，必须进行预先的功能试验。

- 所谓的“直接读出”设备向试验组显示按照试验程序明确提出的参数(迎角、侧滑角、驾驶杆的位置、操纵机构中的力、瞬时油耗等)。

- 必需的工作仪器安装在直升机上，它们的安装和使用能力是检验过的(准直仪，弹簧秤，便携式磁带录音机等)。

- 由于同样的直升机在同一个半天内被用于截然不同的试验，上述检验在试飞员学校是最基本的检验。

#### 5.3 外部的试验仪器

数据处理和记录的外部设备的使用将逐渐扩大。工程师仍是设备方面的负责人，在他的领导下，空中试验员应同时采取必要的措施，以便这些设备在适当的时候变成可以随意使用的设备。与负责上述设备的试验组以外的专业人员进行频繁的通讯联络是必要的。

编制下述设备的非限制性清单(好在这些设备不是始终同时使用的)：

- ：无线电听音室和它的呼叫计数器；

- : 电影经纬仪;
- : (飞行目标的)轨迹测定雷达;
- : 靶场和再现装置;
- : 遥测系统;
- : 数据处理装置(电子计算机);
- : 附加装置(陆上的、海上的、空中的)等。

#### 5.4 飞行试验资料

为正确、迅速地(因而是有效地)执行试验程序, 每一个参试者应该仔细地准备他自己所必需的飞行资料。这些资料分为两种:

①咨询性资料: (几乎是可以同时将概略读数变成具体可见结果的各种图表; 按手工顺序和按精确而快速的半自动顺序执行动作的清单; 典型轨迹图; 概略线路图等等)。

②记录性资料: (记录飞行和收听的清单。资料记录很精确, 即使是最少量的必不可少的资料都要记入; 很灵活, 意外情况也能够被清楚而迅速地记录; 允许配备带有正确刻度坐标系的原始数据曲线图, 以致测得的各种参数是相关的, 等等)。

对每个参试者来讲, 由于几枝铅笔、计算尺或计算器以及精确计时器不可能摆放在座舱底板上, 使用上述资料显然需要携带不影响安全的适用的工具, 小型木板, 卷绕式说明书, 轻薄的档案资料等。

试飞员学校还为试验的执行人强行规定测量的典型模式。典型模式的作用不是评定而是保证飞行技术的一致性和连贯性。由每个试验执行人装配他最中意的关键数据快速记录工具, 这样的记录数据应该是清楚、整洁的。

由试验组的其他成员完成的飞行测量, 应与典型的模式相一致, 应该是无论谁都是可以利用的。

### 6 试验组的预备会(飞行前的指导)

这次会议是准备工作中的最后一次关键性会议。飞行的成功取决于飞行质量, 因此, 即使是对完全熟悉的常规试验, 预备会也是必不可少的, 这就决定了参加会议人员的广泛性。

主持会议的是负责与试验技术有关的一切事务的工程师, 还有负责全部飞行安全事务的飞行员。

会议在没有任何人进入自己的工作岗位之前举行, 开会的主要目的是:

- 最后一次向全体人员明确预定的飞行时间顺序。
- 阐述试验程序的术语, 详细介绍试验过程, 明确各类人员在各个试验阶段的任务。
- 明确使用的通讯设备及确定依据瞬间条件选择的工作面。
- 预测承担的风险、误差等等。
- 提醒注意安全守则(火灾, 发动机故障, 直升机失控, 泄漏等)。

## 1-2章 飞行试验的实施

### 1 概述

进行飞行试验,必须尽可能严格地遵从试验程序和飞行前明确的详细规则。假如意外情况迫使主管工程师修改程序或预定的过程,他应该把他的新意图通知所有参试者。

试验组将始终保持监视直升机各种系统的功能,正确地履行导航和调度室规则的部分权力。

对试验组的工作来讲,在地面应该履行的(无线电收听、遥测系统的监视等)或在空中应该履行的职责,没有多少根本差别(要不然就是在工作上没有危险且又十分方便的情况下)。

### 2 重视试验条件

#### 2.1 气象条件

两类要求必需重视:安全要求和技术要求。

##### (a)安全要求

由于飞行试验确实比正常飞行更危险,因此很明显,无论如何,都必需重视与气象条件有关的通常规则(在起飞、飞行区域和返航时),但是更经常的是,飞行试验的特殊要求所强规定的更严格的气象条件。有关的几个事例如下:

— 具有全部发动机停车危险的飞行→由带动力飞行区域进入完全自转区域。

— 未配备防冰装置的试验机:→不在结冰的条件下飞行。

##### (b)技术要求

在容许的气象条件参数能够影响需要进行测量的结果时,就出现了技术要求问题。在某些区域或某些时候,这些测量有可能变坏,也可能是十分困难的。因此应当恰当选择空间和时间,以下为几个存在矛盾的事例:

— 按照高度进行的爬升规律和重要的风速梯度试验。

— 采用水平摄影和不用水平摄影进行试验。

— 在寒冷大气层和国际标准的静态温度以上进行发动机高空特性试验。

— 在有地面风和地面效应条件下进行直升机性能试验等。

人们发现,气象条件对飞行员(在安全方面)和对工程师(在飞行的经济效益方面)一样有利害关系。因此,他们在飞行准备和时间选择方面,都要更加注意气象的观测和预报。

### 结 论

— 一次满意的验收:对于许多条件需要协调一致的试验飞行,尽可能地预定该科目要求不高的替换程序(在试飞员学校方面不容易实现)。

— 一项职责:如果危及安全,宁可不飞。

#### 2.2 空中交通

尤其是在伊斯特尔分中心,将飞行试验置于试验/验收的空中交通管制的(CER)管理范围,始终不是一件容易的事。因此,负责飞行安全的飞行员必需:

- (a)熟悉试验/验收的空中交通规则,特别是要理解雷达监控的必要性。
- (b)熟悉试验/验收工作的范围(容许范围和使用的辅助设备)。
- (c)选定一个空域。
- (d)向地面指挥员提供必要的信息(起码要通过话筒作简要说明),如与试验有关的技术说明,飞行剖面图等。
- (e)向飞行指挥处汇报他自己的行动:
  - 试验的时间顺序,以便指挥员能够精确地跟踪当时的飞行;
  - 较之初始程序所出现的修改(飞行高度、飞行空域的变化、非程序化过程)。
- (f)在后来的飞行试验阶段要求特殊的测量时(可能导致一架单发直升机自动停车的机动飞行之前启用108A区域等),事先预告。
- (g)答复指挥员的每个指令、信息和询问,即使只作短暂的准备,那是因为当时慎重的试验正在进行。

### 3 记录设备的使用(飞行记录)

在飞行试验中,飞行参数的测量、传输、记录和飞行员鉴定的传输,记录设备是多路的。试飞员学校拥有模拟量光学记录器,模拟量和数字量的磁记录器,磁带录音机,机载的与地面(遥测系统)的直读式仪器。

这些设备被用于检测常见的飞行问题。另外,对它们的特性和操作已作了说明。

#### 3.1 鉴别

每个试验阶段应该是完全可以鉴别的:

- 根据声音鉴别;
- 通过一个合适的信号(HB)鉴别。

莫尔斯电码序列的使用是十分可取的。记录速度的变化,只有对这样的变化才是一个可以使用的信号。要是人们不滥用这种方式,一个未标识的阶段,对其本身来说就是一个信号。

#### 3.2 测量时间信号(TOP)

一个测量的开始,有时还有结尾,能够用一个简单的脉冲来标志。这样的“TOP”也可以用作标志记录中引人注目的特殊过程。

### 4 飞行试验的依次展开

在此将重建为所谓试验准备的各个不同的阶段,也就是整个飞行的各个不同的连续部分。通过试验,将使与它们相配合的某些传统的注意事项变得更加合理。

#### 4.1 直升机乘员的职责

每个人已确认其在直升机上的工作岗位和安全监察岗位(这两个岗位可以是分开的)。

工作岗位,即试验组每个成员在直升机上的位置。此位置可以使他最有效地完成他所承担的技术任务。

安全监察岗位,也是试验组成员在直升机上的位置,此位置可以使他以最大限度的安全投身于最难以处理的飞行阶段(起飞、着陆、事故等)。这些位置必须是装有安全带的座椅,

而且通常具有机载无线电通信设备(机内通话器, 无线电收音机等), 能够使用每个人穿的或支配的防护设备(单人用的降落伞、高空飞行时必备的氧气系统面罩, 海上飞行时必备的单人用的救生衣)。

## 4.2 初步检查

— 对飞机的检查(由机长负责, 采用通常的检查单)。

— 对将要使用的无线电通信设备的检查(机内通话器, 无线电收音机等)。这些设备可以和飞行试验的外部参加者(电影经纬仪、雷达、遥测系统、收听室、空中交通指挥员、护航飞机等)保持无线电联系。

— 检查带上飞机的必备工具(精确计时器, 计算尺等)。

## 4.3 发动机与机载系统的启动和性能试验

是按照正常的操作规程进行的, 由机长负责, 现场备有防火装置。

## 4.4 试验装置的地面检查

是按照试验程序的规定进行的, 由试验指挥工程师(在多座飞机上)或飞行员(在单座飞机上)负责。这些检查可以通过对各种记录速度的简单选择以及对它们的调节, 在完整地测量可直接判读的参数(环境压力和温度, 控制机构和补偿器的偏转度, 安装特设有初步试验等等)时进行。对某些型号的飞机, 为节约潜力或燃料, 在发动机启动之前完成地面检验是明智的。电源系统是必需经常使用的。

## 4.5 启动 — 接通(离合器) — 起飞前的极其重要的操作

按照对直升机检验表和通常采用的操作程序进行。

## 4.6 检查有地效悬停飞行

## 4.7 起 飞

直升机起飞时启动所有的自动记录器。在发生故障的情况下(在有地效悬停之后, 通常高速记录直到30秒), 记录器的运行速度有可能容许审查安全性参数。

## 4.8 爬升或准备开始爬升

出于避免对势能或燃料无效损耗的考虑, 这部分飞行也是按照试验程序的规定(爬升率)进行的。在空中交通的要求、气象条件、预定的飞行区域或固定的相遇点之间, 飞行员对合理的爬高起始航向的选择, 并不总是一个常规问题。

注意: 除了相反的指令以外, 直到机场空域内, 机载无线设备仍将按照了望室(塔台)控制的无线电频率调节; 在机场范围以外, 将选择工作用的无线电频率, 并与验收的空中交通监督员建立联系。要通知试验组的所有成员和外来的参试人员注意频率的这种变换。通常在直到返航的整个试验期间, 将保持这种频率。

## 4.9 试验的连续阶段

按照试验程序的规定及在飞行员和试验指挥员一致同意的飞行期间决定的修改, 试验的连续阶段相继完成(从未同时寻求两个目标)。典型阶段试验的详细执行情况参见本章的第五节。

## 4.10 返 航

试验组的成员将在与起飞爬升或准备开始飞行的相同的意图支配下对待这个飞行阶段。

记录器选用值班速度。实行频率和控制的变换, 并将这样的变换明确地预告大家。

#### 4.11 着 陆

着陆之前是将近15秒钟的有地效悬停飞行阶段，试验组的成员将在与起飞阶段相同意图的支配下对待着陆飞行阶段。机上的乘员处于安全保障岗位，记录器以合适的速度运行着，等等。

#### 4.12 地面检查

按照试验程序的规定执行。

#### 4.13 发动机关车，旋翼停转，然后打开舱门，结束飞行。

### 5 试验阶段的说明

试验工程师的任务之一是指挥试验。作为一个领导人，他必须通知每一个试验的参加者，试验在什么时候准时开始，在什么时候结束。

#### 5.1 检查所需无线电通讯设备的正常功能(在多座飞机上，机载的机内通话器是所必需的通讯设备之一)

#### 5.2 试验指挥员简短的重复呼叫：

- 将要进行的特殊试验的性质；
- 研究的最重要参数的特性；
- 最主要参加者的任务；
- 开始机动飞行前要实现的起始条件。

#### 5.3 起始条件的实现

高度Z、速度V、航向、地点、装置的校正等。

在这个范围内，一方面是飞行员起决定性作用，但另一方面，参试者往往也要承担任务(与雷达或电影经纬仪联系，使机载或地面专用设备作好准备，认真仔细地安排其它运载工具，遵守时间顺序等)。

为了进行预定的参数测量，承担任务的每个参加人员应该始终处于待命状态。

在飞行员已确定起始条件时，他就预报初始稳定(*prestab*)。从这时起，试验的指挥员开始处理试验中发生的事件。

#### 5.4 记录系统和协调系统(记录速度，同步)的操作维护

相应的指令通过试验指挥员传达给负责操纵这些系统的各个专家。例如高速记录器、电影经纬仪的摄影顺序开头是，注意同步：2、1、TOP。

通过试验员进行记录识别。除了特殊情况，不需将识别在直升机上传输。

#### 5.5 在实现起始条件期间对稳定的、有影响的参数的快速测量

#### 5.6 执行预定的机动飞行

这样的飞行必须在记录器操作维护之后的最佳时间执行。

飞行的执行还必须通过负责执行的人(往往是飞行员)，借助合适的传输设备发出“时间信号”(TOP)预告。例如，对俯冲严重载荷(应力)，应注意：2、1、TOP；或对导弹发射冲击，应注意：2、1、TOP；还有在发动机达最大功率时，处于加速到150节的平飞，应注意：2、1、TOP等等。

#### 5.7 原始数据的测定

这种测定不总是可能的，例如在没有任何一个参试者能直接得到这种数据时，就是这样。

在有可能时，由负责观测的参试者对这样的数据，从精确而简明的介绍(这种介绍可有多种形式，从参数的单一数值的介绍——如在动力装置(GMP)再起动时的短暂的最大流量达每分钟120公升，到在稳定期间保持不变的全部参数的介绍——如253节的速度、23550英尺的高度、载荷系数为2.3)，直到对飞机运动作复杂介绍(例如横滚+偏航的侧向振动，持续的振幅，接近 $\pm 10^\circ$ 的航向变化，倾斜直到 $30^\circ$ 的倾斜角的变化，估计周期为2秒等等)。

将结果作如实地说明始终对人们是有利的。如果这种说明对于高速记录器的容量、对于(直到那时仍处于工作状态或数据测量所必需的非永久状态的)其它一些系统的利用或工作很可能需要价格昂贵的时间，我们将通过在下节中事先考虑到的飞行动作提前作这样的说明。

### 5.8 特殊试验结束

由试验的指挥员(例如通过使用“结束”这个字)明确地通知所有参试人员，特殊试验结束。然后，指挥员将调整各种记录器及与观察条件有关的系统进行过渡，有时在这样的行动之前，在测量结束时需要新的同步。例如在平飞加速结束时，为了同步，必须注意：2、1、TOP，因为记录器是低速。

由于技术与安全的原因，在通知取消试验时，飞行员可自行终止试验。

### 5.9 有关飞行测量的记录

— 记录测验阶段展开的条件。

— 记录测得的原始数据。

— 进行的识别信号和同步信号的记录。

— 还有意外事件的记录。

5.10 对原始数据的编排，是按照事先准备好的图表。这样，人们将可以更明确地鉴定试验的有效性与数据的相容性，将在继续试验中评价实施管理。

## 1-3章 飞行试验的利用

### 1 目标与职责

数据处理的目的是,使试飞中采集到的各种不同的数据变为可进行推理的,这样就可以从中得出令人信服的结论。

在通常情况下,这些评价应该就几个范围中的若干等级发表意见:

- 首先,而且尤其是领导试验的工程师一级发表意见,因为他的职责范围就是执行他所承担的试验计划。他应该把飞行安全,测试效率以及获得的数据的有效性包括在职责范围内。

- 高一级的级别也发表意见(飞行试验部门的领导,技术指导,政府部门等),这一级的责任是为一种试验系统或一种飞机的发展计划指出方向。在这方面,工程师即试验领导者的职责是对获得的数据作恰如其分地阐述,其中包括向上级决策机构呈报的结论和建议。在这个范围内,也将加进他对飞行安全,测试效率和数据有效性的基本见解。

### 2 数据处理阶段

从完成试验的性质和采用的(内部和外部的)试验设备的种类来看,数据处理具有各种各样的形式,并采用各种技术手段,对于它们的研究大大地超过本文介绍的范围。下面的这些章节仅仅是描述通常进行的各种操作特性。将它们整理编辑,使之适合于试飞员学校的教学,在学校中使用的是最普通的,最熟悉的,因此是最基本的系统。

#### 2.1 数据采集装置

这种装置的运行主要集中试验所包括的各种数据。在试验期间以各种各样的形式采集的数据例如:

- |                  |                 |
|------------------|-----------------|
| — 机载记录           | } 装载设备、磁带、薄膜、照片 |
| — 外部记录           |                 |
| — 飞行测量,收听单、图表等等。 |                 |

#### 2.2 飞行报告的编写

必须保持两项基本规则:

- 为每次试飞整理飞行报告。

- 对每次的飞行报告,按最佳期限整理编辑(具有保真度的记录,久而久之就将变得模糊不清)。

飞行报告应该由谁编写?

- 在任何情况下,都由飞行员编写。

- 在某些情况下,由其他的参试者编写(例如,在地面或在直升机上负责设备试验的部分专业人员)。

在上述的范围内,只有飞行员拟订自己的报告是需要精心准备的。

用他们自己的话来说,该报告是一份书面文件,用它来向试验程序的制定人明确地指出