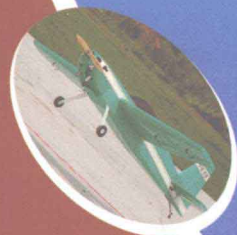


吕涛 编著

遥控模型飞机入门



昔日贵族的运动
今日最优雅的体育休闲
图文并茂 内容详实 系统实用
一本奉献给航模爱好者最实用的人门书籍



航空工业出版社



遥控模型飞机入门

吴 昊 著

遥控模型飞机入门

吕 涛 编著

航空工业出版社

北 京

内 容 提 要

本书在教学方法、教学内容和教学心理上都考虑到了业余爱好者的需要，以通俗的语言，从遥控模型飞机的简介、选购、组装、使用、飞行等几大方面向爱好者进行了比较详细的介绍。为使读者能够清楚地了解遥控模型飞机的安装过程，特别精心拍摄了大量第一手的照片，使本书成为一本简洁明了、图文并茂、快速实用的遥控模型飞机入门教材。

本书适合从未接触过遥控模型飞机的爱好者作为入门读物阅读和参考。

图书在版编目 (C I P) 数据

遥控模型飞机入门/吕涛编著. --北京:航空工业出版社, 2011. 1

ISBN 978 - 7 - 80243 - 661 - 9

I. ①遥… II. ①吕… III. ①遥控 - 模型飞机 (航空模型运动) IV. ①G875.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 239856 号

遥控模型飞机入门 Yaokong Moxing Feiji Rumen

航空工业出版社出版发行

(北京市安定门外小关东里 14 号 100029)

发行部电话: 010 - 64815615 010 - 64978486

北京天宇万达印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经售

2011 年 1 月第 1 版

2011 年 1 月第 1 次印刷

开本: 787 × 1092

1/16

印张: 5.75

字数: 121 千字

印数: 1—5000

定价: 25.00 元

写在前面的话

航空模型运动既是一项体育运动又是一项科技活动，同时，它还是成年人的一项有意义的休闲活动，因此航模运动在国外被誉为“最高尚的户外运动”，足以看出其在国际上受重视的程度。看似小小的模型飞机中包含的内容可不少，在里面既能找到物理、数学、美学、加工工艺等学科的知识，也可以使人掌握多种技能，对培养个人修养、综合素质都有非常好的作用。真飞机的飞行员只能体验驾驶的乐趣，而作为模型飞机的爱好者，却能体验到“设计、制作、操纵、竞技”的多种乐趣，可以说集设计师、工程师、飞行员、专业工人、后勤保障人员等多种角色于一身，这是其他行业或运动难以相比的！

初对模型飞机感兴趣的朋友经常会提一些对航模专业人士来说十分幼稚甚至是可笑的问题，但这些问题不仅很有意义，而且带有普遍性，很有必要在踏入航模大门之前了解清楚。下面是刚接触航模时大家很想知道的一些问题，现以问答形式呈现出来以供参考。

● 模型飞机属于玩具吗？可以到玩具店购买吗？

答：模型飞机和玩具飞机是有本质差别的。玩具只要按照产品说明书进行简单操作，任何人都可以，而模型只有在掌握了大量专业知识并进行技术学习和训练后才能正常驾驭，具有很强的专业性、技术性，模型飞机的基本结构和飞行原理与真飞机是一样的，因此模型飞机好比缩小的

“飞机”，而玩具飞机属于“高级的玩具”。对于初学者来说，刚开始很难从外观上进行区别，但随着认识的不断加深，这种印象会更加深刻，区别会更加明显。买模型最好到模型专卖店，因为大多数玩具店的经营者不具备模型的专业知识和操纵技术，很难做好售后服务的工作。

● 遥控模型飞机能飞多高、多快、多长时间？

答：遥控模型飞机的这几项性能是很令人震惊的，这恰恰证明了模型和玩具的差别。专业遥控模型飞机的世界纪录是：最大飞行高度 8208m，最大直线飞行距离 455.23km，最大留空时间 33h39min15s，最大飞行速度 343.92km/h，还有的模型飞机飞越了大西洋。这些飞行纪录都是在技术限定的情况下实现的，如果没有技术上的局限，飞行性能不知还会有怎样的提高。一般用于业余爱好者娱乐飞行用的遥控模型飞机可以在半径 1 ~ 2km 的半球面空间内飞行，飞行速度一般在 80 ~ 150km/h，飞行时间在 5 ~ 15min（飞行时间主要考虑操纵者的疲劳程度，5 ~ 15min 是比较适宜的，虽然可以但没有必要再延长飞行时间）。

● 遥控模型飞机使用汽油作为燃料吗？

答：大多数旁观者都认为模型飞机使用汽油作为燃料，其实大多数模型飞机使用甲醇燃料，这主要取决于发动机的种类，一般只有翼展超过 170cm 的大型遥控模型飞机

才会使用汽油发动机，还有不少遥控模型飞机以电动机作为动力源。

● 遥控模型飞机能用来载人吗？

答：从理论上讲遥控飞机载人不是不可能实现的，但这超出了遥控模型飞机的定义范畴，而且载人飞机在安全方面有众多的要求和措施；真飞机有模型飞机无法完成的性能，模型飞机也有真飞机无法胜任的工作，两者完全是两个不同的领域，不可相提并论。

● 为什么遥控模型飞机按照说明书飞不起来，是质量问题吗？

答：遥控模型飞机的操纵比较复杂，需要专业教练手把手进行辅导，按照说明书进行操纵技术的学习几乎是不可能的，这是“人”的问题，与产品质量无关。

● 为什么遥控模型飞机摔下来就坏了，是质量问题吗？

答：很多初学者都会遇到这样的问题，他们会考虑模型本身是不是不够坚固，质量是不是有问题。那么我想问“真飞机坠落时会不会坏，真汽车碰撞时坏不坏，难道它们也不够结实、质量也不达标吗？”因此这不是产品质量的问题，还是“人”的问题。

● 遥控模型飞机可以在马路上或小足球场上起飞吗？

答：只要有平坦的地面，模型飞机就可以起飞，但关键是飞行的场地是否足够大，因为模型飞机和真飞机的起飞是一样的，都需要有较长的滑跑距离，如果四周没有足够

空旷的空间，即使模型飞机能够滑跑，也会在刚离地升空后撞到障碍物。换个例子，足球场再大也容不下真飞机起飞降落吧？况且模型飞机有其危险性，因此严禁在市区人多的地方飞行。

● 电动模型飞机比油动模型飞机价格便宜吗？

答：不一定！电动模型飞机不同于电动玩具，一般电动玩具使用直流永磁电机和普通电池，其技术简单、成本低廉，而现今的电动模型飞机大多使用无刷电机和锂电池，它们都是电子技术方面的革命，其中很多硬件技术都远远超过了一般的工业电器，是十分先进的动力系统，因此成本价格反而会超过油动模型飞机。

● 最大和最小的遥控模型飞机什么样？

答：最大的遥控模型飞机是美国航模爱好者制作的B-29 像真遥控模型飞机，其翼展达到8.9m，飞行重量^①达到了210kg，采用四台160ml汽油发动机（图0-1）。在国外，经常可以看到翼展几米的模型飞机（图0-2）。最小的遥控模型飞机种类繁多，一般只有巴掌大小（图0-3、图0-4）。



图0-1

^① 本书所提“重量”均为“质量”概念，单位为kg。



图 0-2

● 遥控模型飞机一般是用什么材料制作的？

答：大多数的模型飞机是用木质材料制作的，其中主要以轻木、桐木为主，配以少量的松木、层板，也有采用玻璃钢或泡沫等复合材料制作的，但由于外表喷漆或蒙制热缩膜，会被人误认为是塑料或金属材质的。

● 模型飞机一定比真飞机简单吗？

答：先看看模型飞机的发动机吧！在汽车里 V6 发动机可能就算很了不起了吧，但是模型飞机里多缸发动机（图 0-5）很常见，最多的有九缸四行程发动机，另外模型中还出现过转子发动机（图 0-6），像真的模型飞机使用的涡轮喷气发动机（图 0-7）和真飞机的发动机比起来结构和原理几乎是一样的！由此可见，模型虽小，但其结构并不是我们想得那么简单！

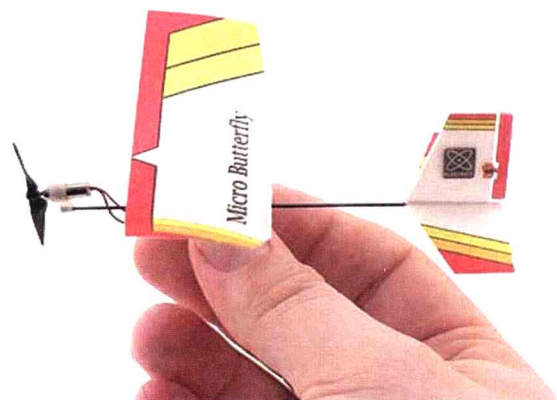


图 0-3

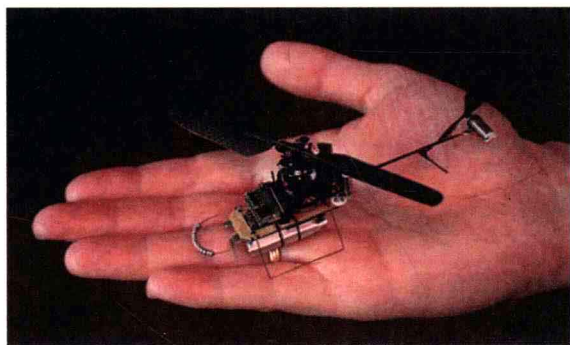


图 0-4



图 0-5

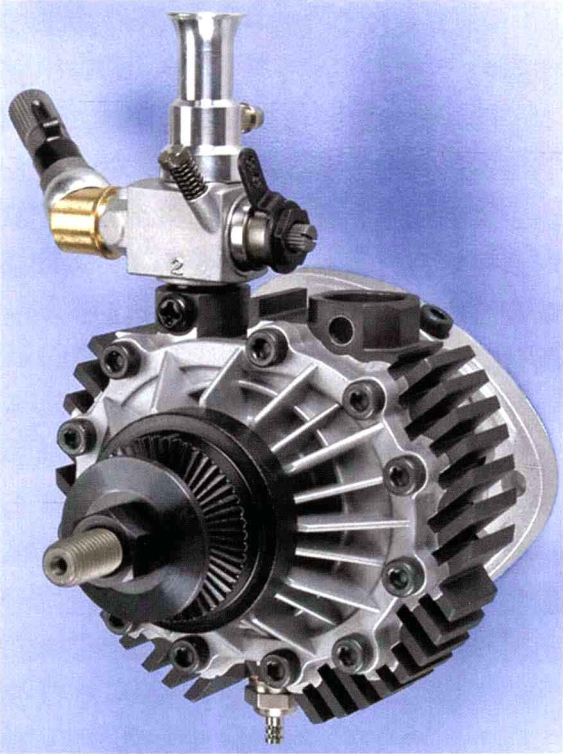


图 0-6

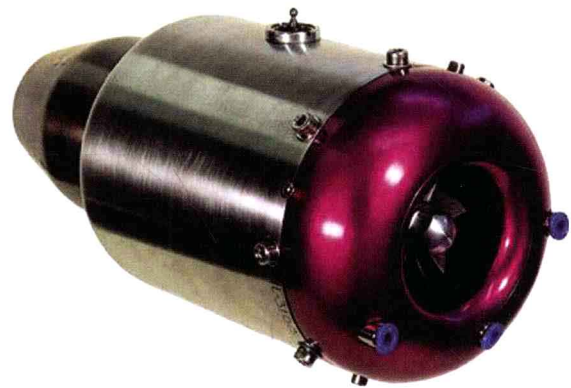


图 0-7

作者自述



吕 涛 1975 年出生，祖籍北京。少年时代起对模型飞机充满了浓厚的兴趣，当第一次看到模型飞机时，就用各种材料“自行设计”了大量的“模型飞机”，但这之后一直与航空模型无缘，这也是童年时期的一大遗憾吧。俗话说“逆境成就天才”，越是不能满足自己的愿望，越是在逆境当中顽强地学习。在高中毕业后终于有了自己的空间，可以弥补自己童年未了的遗憾了。但毕竟起步比起别人晚了很多，高中时对模型飞机的了解恐怕比小学生多不了多少，只能用高强度的“补课”来弥补自己的不足。当时，北京的各大模型运动管理机构、少年宫、科技馆都是我经常出没的场所，很多航模专家、辅导员都是我请教的对象，即使是比自己年龄小得多的爱好者也不放过。当时不知道自己怎么会有那么多稀奇古怪的问题，最让人受不了的是同样的问题要逐一问过不同的

人，甚至连表面看上去极为浅显的问题也要追着别人刨根问底，当时偶尔被人不屑地一视也就不足为奇了。我是个爱较真的人，一旦在知识上有疑惑便无法让它绕过自己，每天晚上入睡之前就成了自己“反思与冥想”的时空了，这时才是我真正的航模空间。由于问题太多，只好把它们记在笔记本上，所有的问题记录了满满三大本。有时问题多得担心自己记不住，冬天深夜一两点钟突然从床上跳起来找记录本的情况也时有发生。由于这样的事情持续了几年的时间，因此，在我获得了大量宝贵知识的同时也获得了“神经衰弱”的“奖赏”，到现在为止，入睡困难仍然困扰着我。但是，在这几年中收获还是不小的，从五年前对航模可以说一无所知到现在对国内外前后十几年的航模信息有了一定的了解。航模活动的一大内容是制作，由于是业余爱好，没有机会参加专业的活动，自己的卧室变成了自己的工作室，木料泡沫遍布桌面床面的场景都成了正常现象。在当时，闻着各种涂料与胶水“芬芳的气息”，奋战在工作室内，全然不知什么是“苯污染”、“甲醛污染”，到现在，也找不出几件没有被涂料、胶水“光顾”过的衣服来。虽然这样不算“优越”的环境没有成就我变为天才，但确实使我大长了见识，积累了大量经验。

业余时间我很喜欢把自己的一些心得体会写出来，一方面是让自己加强认识，另一方面也能让别人少走些弯路，即使是文中存在问题，也可以给爱好航模的朋友们提供一个批评、讨论、反思的平台。粗略地算了

一下,在国内的专业刊物如《航空模型》、《模型世界》等杂志上发表的文章有 70 余篇。

虽然我原本学的专业是美术,但出于对航模活动的热爱,还是努力为自己创造一个在航模活动方面工作的机会。从 1999 年起,终于能以航模教师的身份在自己喜欢的岗位上工作了。以前一直不满意以业余学习者的身份开始自己的航模生涯,现在发现,这样的学习经历对教学工作恰恰形成了优势。因为一般的航模运动员总是习惯从自己专业的角度审视模型问题,不了解航模业余爱好者尤其是初学者要了解的问题,而一般的航模业余爱好者也不容易以专业的标准掌控自己航模技术的规范性。由于自己出身于航模业余爱好者,在成长为专业航模工作者的道路上,最能体会两方面的感受。因此在航模活动的教学中,我依靠自己特有的优势,把复杂的问题结合自己的理解、选择合适的教学方法使其变得浅显易懂,使初学者能更轻松地学习航模专业知识。

国内出版的航模刊物、书籍不是很多,其中有的因时代原因已不能适应当前需要,有的创意很好但并不了解读者的需求,很多

年前我就酝酿编写一本对初学者有真正实用价值的入门书籍,但当自己真地从事这一工作时才发现有多么的辛苦。本书注意了以往书籍的一些不足,在内容上进行了认真筛选,把读者真正需要的内容留下来,书中字里行间都做到逐字逐句的反复推敲,以避免误导读者,不好理解的内容用最实用的图片展示出来,做到通俗易懂。为了给读者呈现出较好的图片,制作这些图片耗费了笔者大量精力,很多朋友给予了有力的支持,在这里要特别感谢负责插图设计的苏伟、冯佳佳、周君,还要感谢北京双叶电子有限公司、珠海星宇模型有限公司、深圳金华艺模型有限公司、北京丰模世界为本书的插图拍摄提供器材。

由于每个人看问题的角度不同,书中难免存在不足,欢迎读者朋友批评指正(可发邮件至 ltmodel75@163.com),希望通过大家的努力,呈现给初学者一本尽善尽美的好书。总之,希望本书的出版能推动我国航模运动的发展,吸收更多的航模爱好者并且对他们有所帮助,这也是本书所有工作者的愿望与职责。

目 录

第 1 章 模型飞机简介..... 1

- 一、模型飞机的分类 1
- 二、模型飞机常用术语 4
- 三、最基本的飞行原理 5

第 2 章 遥控模型飞机..... 8

- 一、遥控模型飞机的级别 8
- 二、如何购买商品模型飞机 8
- 三、如何组装一架商品遥控模型飞机 11

第 3 章 模型飞机的发动机 ... 41

- 一、单缸两冲程电热式甲醇发动机的结构与组成 41
- 二、如何选择与购买一台模型发动机 41
- 三、模型发动机的清洗与磨合 42
- 四、发动机的使用与调整 46
- 五、模型发动机的燃料 49
- 六、模型发动机的螺旋桨 50
- 七、模型发动机的电热塞 50

第 4 章 遥控模型飞机的遥控设备..... 51

- 一、遥控设备的种类与组成 51
- 二、如何选购一套遥控设备 53
- 三、遥控设备的使用 54
- 四、遥控设备的使用常识 56
- 五、高级编程遥控设备的使用 58
- 六、充电电池的使用 61

第 5 章 遥控模型飞机的附属工具..... 63

第 6 章 遥控模型飞机的操纵与飞行..... 68

- 一、飞行场地的选择 68
- 二、遥控模型飞机的控制原理 69
- 三、遥控模型飞机的基本飞行技术 70
- 四、操纵者的站姿与飞行空域 76
- 五、飞行程序 76
- 六、遥控模型飞机的调整 77
- 七、遥控模型飞机的基本特技飞行技术 78

第1章 模型飞机简介

一、模型飞机的分类

模型飞机是一个大家族，种类繁多，不同种类的模型飞机不仅外观各不相同，而且飞行性能、方式、用途也各不相同，现列出常见的几种国际比赛传统项目的模型飞机。

（一）自由飞类

这种类型的模型飞机顾名思义就是模型飞机在飞行中不能受人造的操纵与控制，但运动员可以提前调整好模型飞机的预计飞行状态，模型飞机在出手后按预计的调整姿态自由飞行，这类模型通常以滑翔机为主，优秀的模型可以在空中连续飞行几个小时，常见的有如下几个项目：

1. F1A 牵引模型滑翔机（图 1-1）



图 1-1

这种模型本身没有动力，在机身下装有牵引钩，起飞时，运动员用一根很长的牵引线牵引模型飞机，像放风筝一样，到达一定高度后，模型飞机脱离牵引线开始自由滑翔。

2. F1B 橡筋动力模型滑翔机（图 1-2）

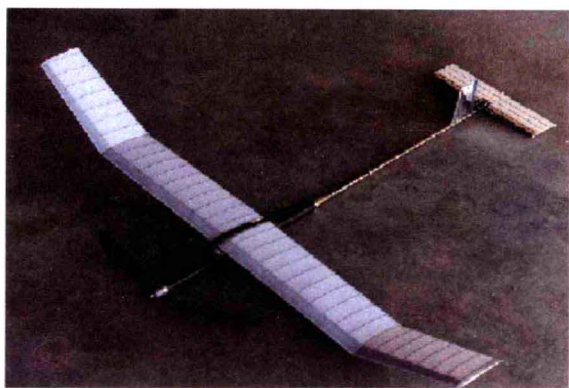


图 1-2

这种模型以橡筋带动螺旋桨做动力起飞，待橡筋动力释放完，转入自由的无动力滑翔状态。

3. F1C 发动机动力模型滑翔机（图 1-3）



图 1-3

这种模型和橡筋动力模型滑翔机十分相似，只是动力系统由橡筋动力改为了发动机动力。

4. F1D 室内模型飞机（图 1-4）

这种模型飞机的重量极轻，有些甚至只有几克重，它只能在气流相对平静的场合如



图 1-4

室内大厅或体育馆内飞行。

(二) 线操纵类

这种类型的模型飞机与自由飞类的模型飞机最大的区别是，线操纵模型飞机可以用细钢丝绳人为地对模型进行俯仰姿态的控制，但模型飞机只能在以操纵者为中心的半球面区域内进行圆周飞行，常见的有如下几个项目：

1. F2A 线操纵竞速模型飞机（图 1-5）



图 1-5

这种模型飞机的飞行速度很快，为了减小模型的飞行阻力，模型的外形通常做成不对称的结构。

2. F2B 线操纵特技模型飞机（图 1-6）



图 1-6

这种模型飞机在空中飞行时可以由操纵者控制模型完成各种特技动作，我国在此项目上一直占据国际领先地位。

3. F2C 线操纵小组竞速模型飞机（图 1-7）



图 1-7

小组竞速模型飞机是三架模型飞机同时在场上飞行，这类模型飞机不仅飞行速度很快，而且在飞行中要多次加油，每架模型都配有一名操纵手和机械师。

4. F2D 线操纵空战模型飞机（图 1-8）



图 1-8

这种模型飞机两架同时在空中飞行，每架模型的尾部都挂有一条彩色纸带，操纵者控制自己的模型，用螺旋桨去切断对方模型的彩带进行“空战”。

（三）遥控模型飞机

遥控模型飞机是通过无线电遥控设备来对模型飞机进行远距离的控制，由于它可以像真飞机一样完成三维空间的飞行动作，具有像真性、技术性、趣味性，因此遥控模型飞机是目前世界航模运动的主流项目。

1. F3A 遥控特技模型飞机（图 1-9）



图 1-9

这种模型飞机在空中飞行时要完成很多不同难度的特技动作，有些特技动作甚至连真飞机都难以完成，它是各种固定翼模型飞机项目中最具技术性的，也是世界最流行的项目之一。

2. F3B 遥控模型滑翔机（图 1-10）



图 1-10

这种模型飞机没有动力，必须依靠外力牵引起飞，操纵者可以控制模型飞机的滑翔姿态，它主要比赛模型的留空时间、飞行速度、定点降落。

3. F3C 遥控模型直升机（图 1-11）



图 1-11

遥控模型直升机的结构、飞行方式和真直升机大同小异，而且遥控模型直升机可以做出很多真直升机无法完成的动作，它也是国际上最流行的项目之一。

4. F4C 遥控像真模型飞机（图 1-12）



图 1-12

这种模型飞机按照真飞机的外观缩比制作，飞行状态、控制方式、基本结构几乎都和真飞机相似，是目前世界各国航模爱好者使用最多的一种模型飞机。

上述都是国际比赛中常见的一些项目，但实际的航模种类比这些要丰富得多。

二、模型飞机常用术语

以下介绍的术语仅针对常规布局的模型飞机（图 1-13）。

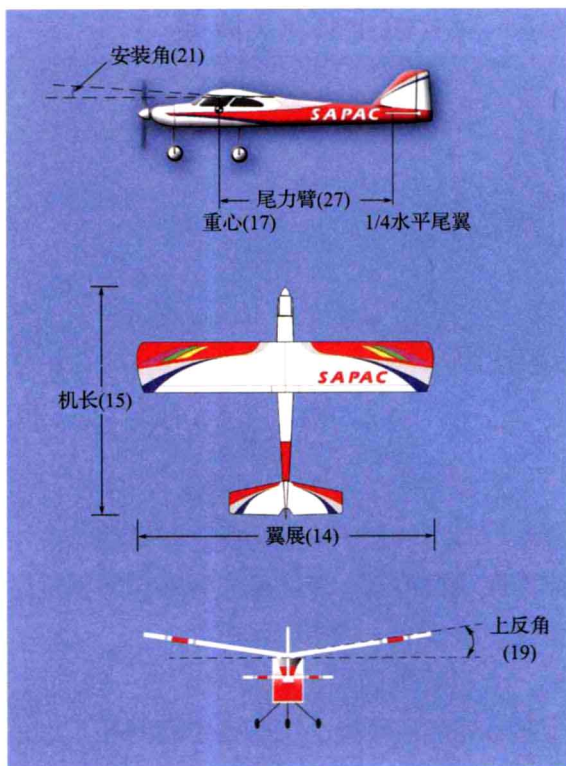


图 1-13

1. 机翼：产生升力的翼面。
2. 水平尾翼：水平安放在机身后部的翼面，起俯仰安定作用。
3. 垂直尾翼：垂直安放在机身后部的翼面，起方向稳定作用。
4. 机身：连接机翼与尾翼的结构。
5. 螺旋桨：将发动机动力转化为拉力的一种装置。
6. 发动机：动力系统。
7. 起落架：在起飞和降落阶段用来在地面滑行的机构。
8. 翼型：机翼的剖面形状。
9. 前缘：机翼前部的边缘。
10. 后缘：机翼后部的边缘。
11. 翼尖：机翼两端的边缘。
12. 翼根：机翼中央的部位。
13. 翼弦：机翼前缘到后缘之间的连线。
14. 翼展：两端翼尖之间的距离，即机翼的长度。
15. 机长：机身的总长度。
16. 升力：由机翼产生的向上提升的力，克服飞机在飞行中的自身重量。
17. 重心：飞机重量的集中点。
18. 压力中心：机翼升力的集中点。
19. 上反角：机翼上翘的角度。
20. 后掠角：机翼向后倾斜的角度。
21. 安装角：翼弦和机身轴线保持的夹角。
22. 迎角：飞行中翼弦和相对气流的夹角。
23. 副翼：机翼后缘的活动舵面，控制飞机的横侧动作。
24. 方向舵：垂直尾翼后缘的活动舵面，控制飞机的方向动作。
25. 升降舵：水平尾翼后缘的活动舵面，

控制飞机的俯仰动作。

26. 飞行重量:飞机起飞时的自身重量。

27. 尾力臂:重心到水平尾翼前 $1/4$ 翼弦的距离。

三、最基本的飞行原理

1. 升力

重于空气的飞机之所以能在空中飞行,主要取决于飞机机翼的剖面形状,机翼的剖面形状专业术语称之为翼型。大多数飞机的翼型都呈现为前缘圆滑后缘薄且平直并向上弯曲的形状(图1-14)。这种外形的机翼在空气中高速运动可以产生一股向上的“升力”(图1-15),速度越快、升力越大,当

升力大于飞机自重的时候,飞机就可以脱离重力的作用在空中飞行了。全世界最大的飞机安-225运输机重达600t,也是依靠升力的作用在空中飞行的(图1-16)。



图 1-16

2. 翼型

机翼的剖面形状叫做翼型。不同类型的模型飞机由于要求的飞行性能不同,翼型也不同,常见的有以下几种:

(1) 凹凸翼型(图1-17(a))

这种翼型的弯度很大,因此升力最大,但同时阻力也是最大的,常用于飞行速度较慢的自由飞滑翔机模型。

(2) 平凸翼型(图1-17(b))

这种翼型的下表面平坦,升力和阻力比前者小,主要用于飞行速度较慢的初级模型教练机。

(3) 双凸翼型(图1-17(c))



图 1-14

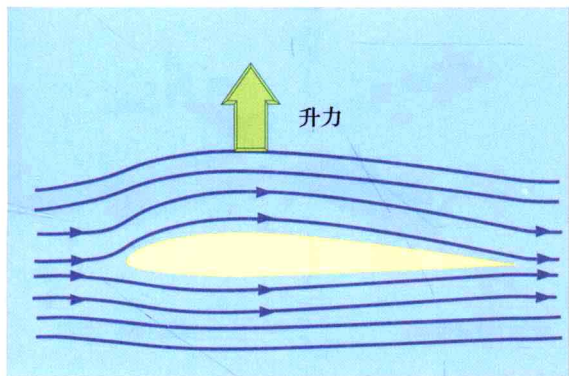


图 1-15

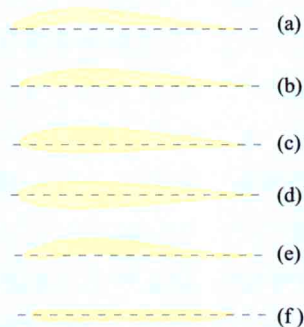


图 1-17

这种翼型和大部分真飞机的翼型相似，因此多用于像真机模型。

(4) 对称翼型 (图 1-17(d))

这种翼型的升力和阻力都很小，主要用于特技模型飞机。

(5) “S”翼型 (图 1-17(e))

这种翼型好像横放的“S”形，它的稳定性很好，主要用于没有尾翼的模型飞机(图 1-18)。

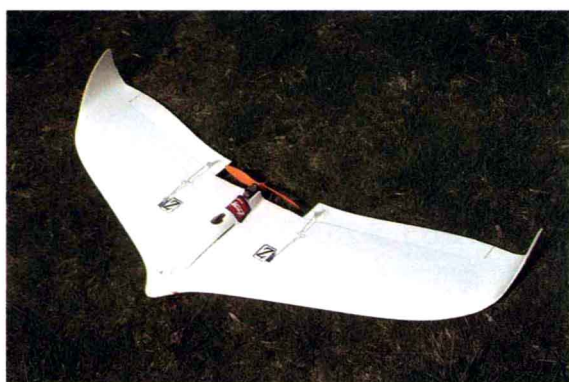


图 1-18

(6) 平板翼型 (图 1-17(f))

这是一种非常简单的翼型，性能类似于对称翼型，主要用于一些简单的模型飞机的尾翼。

3. 失速

失速是飞机在飞行中的一种特殊现象，模型飞机也不例外。模型飞机利用翼型来获得升力，通过增加飞行迎角来增加升力。但不是迎角越大升力越大，它和飞行速度有关。如一架模型飞机在起飞初期，飞行速度较慢，为了迅速获得更大的升力，可以操纵模型飞机以大迎角飞行，但如果迎角过大而速度没有迅速增加的话，起初模型飞机抬头角度不断加大，速度越来越慢，当到达某一抬头角度（临界点）时，机翼表面的升力开始丧失，

模型飞机表现为瞬间抬头停滞在空中然后低头下坠（图 1-19）。在失速过程中模型飞机无法控制，因此要掌握好模型飞机的飞行速度，不能使模型飞机的飞行速度过低，避免失速现象的发生。失速现象容易发生在起飞和降落阶段。

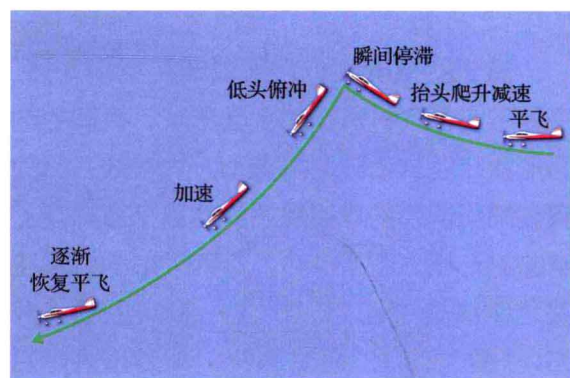


图 1-19

4. 模型飞机的平衡与稳定

(1) 模型飞机的三轴

模型飞机是以重心为轴心在三维空间进行运动的，我们按假想方式以重心为旋转轴心给模型飞机制定了三个方向的运动轴，即横轴、纵轴、竖轴（图 1-20）。围绕横轴运动叫做俯仰运动，围绕纵轴运动叫做横侧运动，围绕竖轴运动叫做方向运动。



图 1-20