

# 航空概論

三〇一教研室編

北京航空學院

1964.1

—— 使 用 說 明 ——

- 1 ) 本讲义仅作同学听课笔记梗概，不能作为自学教材。
- 2 ) 讲义中留有空白部位，供同学们听课或课后自行补充完善，以便初步培养一年级大学生对叙述性课程笔记的能力。
- 3 ) 同学们在听课时，最好另备一本笔记，以便随手记下讲课大意和讲义中未包括的补充材料。

目 录  
緒 論

- 第一章 总論
- 第二章 飞行的基本原理
- 第三章 航空材料及飞机构造
- 第四章 航空发动机
- 第五章 飞机设备
- 第六章 导彈及宇宙飞行

## 緒 論

### § 1 課程的目的性質及學問方法

#### 1. 目的

1 广泛介绍航空科学技术的基础知识，和各种飞行器，飞行基本原理，飞机各部分功用，基本工作原理及大致构造等。为今后专业学习打下基础。

2 了解航空事业的发展 and 未来，了解航空事业所负使命，从而热爱专业刻苦学习。

3 扩大知识领域，提高课外阅读的兴趣与能力，

#### 2 性质

本课程是为初学航空者设置，内容以广泛介绍较多，深入分析仅限于重点部分。使同学们能对航空科学先具有一个虽较粗浅但却正确的概念。

#### 3. 学习方法

学习本课程时注意全面了解，但要钻研重点搞清概念，一般叙述部分作为常识接受即可。注意记好笔记（可在本讲义的留空处随时补充把讲义和笔记综合为一。）

### § 2 我国古代航空的历史贡献及近年来的成就

#### 1. 我国古代航空的历史贡献

我国在古代很早就出现了飞行的理论和航空的试验。这是因为人类在生产生活中引起了这种需要，随着阶级社会的发展，阶级斗争对飞行提出更高的要求。

以下列举几个比较主要的方面：

##### 1 人类第一次飞行——王莽飞人。

汉王莽时代（公元1—22年）有一个勇敢的人，他身粘羽毛，学习飞鸟。据汉书记载，这位不知名的第一个飞行家，飞行了几百步远。

##### 2 气球的雏型

中国民间流传着这样的灯火玩具；用火在纸灯内燃烧，加热了灯内空气，利用热空气比重小而产生的浮力把纸灯升起来，称为孔明灯（也有称为云灯，云球等）。

这是利用空气静力原理制作轻于空气飞行器之一——气球的雏型。相传在元朝（1306年）已用它作喜庆的玩物。

### 3 直升机和螺旋桨原理

明朝（1400年）出现的竹蜻蜓是利用它在旋转时向下推开空气，则空气对它作用了一个向上的反作用力，在这个力的作用下竹蜻蜓虽然比空气重但也能上升。这就是五百年后直升飞机利用旋翼升空的原理，也是四百多年后飞机利用螺旋桨产生拉力的原因。

### 4 燃气涡轮的工作原理：

北宋时代（公元1023—1126年）我国人民利用被火烧热的空气，吹动纸轮转动，这种玩物称为走马灯。而这种原理在近代飞机的涡轮喷气发动机里被广泛应用，发动机的涡轮就是利用燃烧加热的气流作用而旋转的。

### 5 降落伞原理

公元2000多年前，舜利用斗笠从楼顶跃下，明朝时发展为跳伞表演，目前高速飞机或宇宙火箭有的就是利用伞阻力降落或回收的。

### 6 火箭原理及其应用

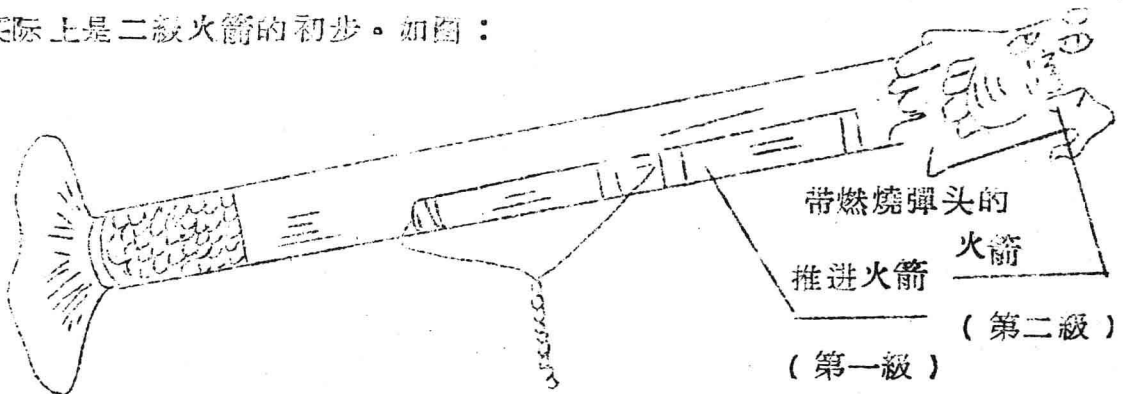
火药与火箭的起源在中国，并且在古代已出现过各种火箭武器，以下列举几件：

①唐（公元682年）炼丹家孙思邈炼成的火药。

②宋（公元1000年）应用于军事上，成为火箭。

③明朝（公元1450年）出现齐发火箭称为“一窝蜂”“百虎齐奔箭”等。

④明朝（公元1600年）出现“火龙出水”，装有推进火箭及杀伤火箭，实际上是二级火箭的初步。如图：



明朝时代还有：“飞空击贼震天雷炮”和“神火飞鸦”等火箭武器，它们都在明军抗击清兵时应用过，如图：

以上所述仅为主要部分，由此可見，我国古代对航空的贡献，年代早，内容广，但九千年中国的航空科学却没有发展为完整的学术，这是由來於历代封建統治，造成中国社会在經濟生活和社会生活上停滞不前，而社会生产不发展科学发展慢，於是航空科学也就被埋沒了。

## 2 近年来的成就

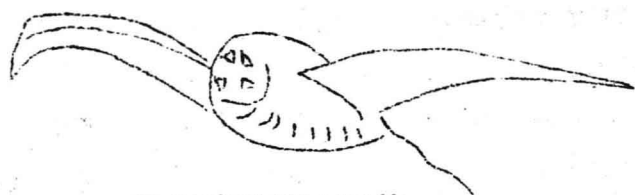
就解放前中国航空事业仅仅是推銷外国破旧飞机，沒有航空事业完善的体系，国民党的航空事业意味着对革命事业的血腥鎮压。

解放以来，它一旦为人民政府所掌握，便一日千里地发展起来。

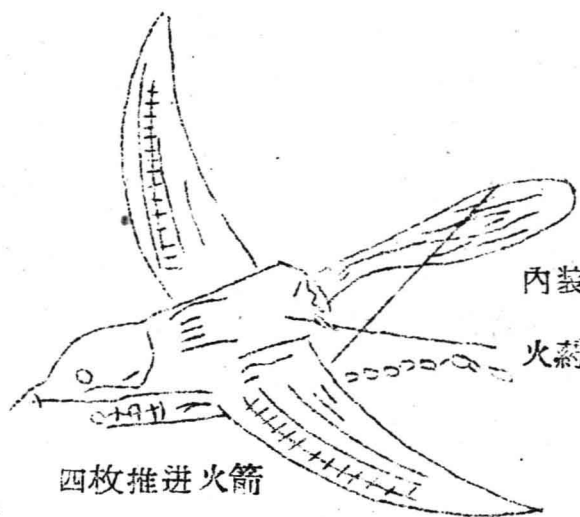
人民空軍成功之初，就經受了抗美援朝的偉大考驗，在战斗中成长起来跃居世界第三，民用航空方面也已經成了交通网，开辟成：“空中禁区”的北京—拉薩航綫”成立了各种航空专业队伍，如摄影，探矿、护林、播种、灭蝗等。

随着空軍与民航的发展，我国的独立的航空工业体系逐步建成並完善起来，我們不仅能自制飞机，而且有相應的发动机厂、仪器設备厂、材料厂58年起更开始了自行設計的新的阶段。

但美帝国主义仍在不断扩軍备战，侵略我国台湾，只要帝国主义还存在保卫国防的任务就刻不容緩。我国航空事业发展虽快，但还远不及世界先进水平，还需急起直追，发憤图强。



飞空击賊震天雷炮



內裝燃燒性

火葯

四枚推进火箭

神火飞鴉

### § 3 航空和国防的關係

从世界航空事业的发展史上，可以看出航空的发展主要是和軍事斗争密切相关。

航空和国防的关系，可以从下面三点来看：

1. 从历史上看，无论气球、气艇、火箭、飞机，首先都是在軍事上得到应用，然后才推广到民用上，在历史战争中，航空技术都得到跃进式的发展。从下表可见第一次世界大战飞机产量的增长：（飞机年产量）

	美国	英国	德国	法国	意大利	总计
1914年	49	245	1348	541		2183
1918年	14011	32106	14123	23669	12021	183877

2. 从战争需要上看，必须要有强大的航空工业基础和雄厚的科学技术力量，才能在军事斗争瞬息万变的形势下，不断改进自己部队的装备，在技术上压倒敌人。

3. 从当前国际形势上看，帝国主义正在积极准备新的世界大战，准备发动新的冒险，我们必须认真对付，同时还要看到，我们是无产阶级国际主义者，我国国防威力的增长，就能更有力地支援世界革命斗争。

# 第一章 总 論

在本章內我們將对航空方面的一些总的問題作一个介紹，着重介紹各类飞行器等及飞机（飞行器等之一）的发展及其特点。

## § 1.1 大气层

在地球周圍有一层随地球自轉而轉的空气称为大气层，由於他是飞行的介質，对航空有极为密切的关系，故要了解大气层的情况。

### 1. 大气层的組成：

大气层的高度據最新的高空火箭探測，<sup>認</sup>为几千公里高空处尚存在大气，确鑿的数据尚无定論。大气层愈高愈稀薄，气压愈低。

目前一般分为四层：見图：

#### 1) 对流层（变温层）

紧靠地面的一层，平均高度为11公里。两极处較低（7~8公里），赤道处較高（13~17公里）

其特点有三：

- ① 高度愈高，气温愈低。
- ② 空气有对流現象。
- ③ 有各种气候現象。

#### 2 平流层（同温层）

在对流层之上11~80公里  
处。

特点有四：

① 在11~32公里处温度几乎不变为 $-56.5^{\circ}\text{C}$ 。

② 32~60公里处，因臭氧存在吸热性强，故温度增高。

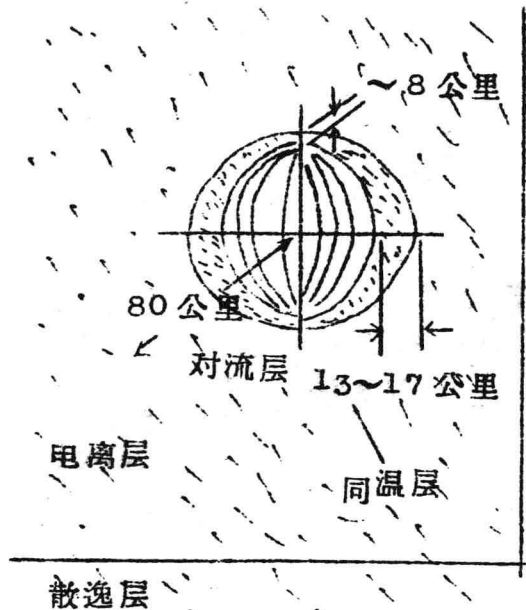
由60~80公里处，臭氧减少，温度又恢复低温。

③ 有很大的水平。

④ 无气候变化現象。

#### 3. 电离层。

在同温层之上，80~1300多公里处。



特点有四：

- ①存在大量带电离子。
- ②导电性强。
- ③空气极为稀薄。
- ④有臭氧故温度增高。

#### 4. 散逸层

1300 公里以上，上限未定，在该层内气体极稀薄速度极大，以致脱离地球引力，散逸至星际空间去了。

#### 2 国际标准大气

大气的物理性质（包括压力、密度、温度、比重）是随着高度、地区、季节、昼夜而異。而这些物理性质又密切影响飞机的性能，例如密度大则飞机阻力大，阻力大则发动机耗油就多，带一定的油量时飞机的航程就小了。性能就显得差了。为了便于比较和计算飞机的性能，故在国际上规定了统一的国际标准大气，它规定了以下几个内容：

①温度、压力，密度和比重在海平面处的标准值（不论地区、季节、昼夜）：

压力  $P_0 = 760 \text{ m}$ ，m 汞柱高。

密度  $P_0 = 0.125 \text{ 公斤} \cdot \text{秒}^2 / \text{米}^4$

温度  $T_0 = 15^\circ + 273^\circ = 288^\circ \text{ K}$

比重  $\rho_0 = 1.225 \text{ 公斤} / \text{米}^3$

②温度、压力、密度和比重随大气层高度的变化（不论地区、季节或昼夜）。

由此可见，这一标准是可适用于任何地区，任何季节，任何时间的大气条件，这样即使两架飞机在不同地区计算或飞行，它们的性能还是可以比较的。

#### § 1.2 飞行器的一般情况

人类试图飞行，是从学习飞鸟扑翼飞行开始，但因人能发出的功率有限，没有得到发展，以后又产生了利用浮力原理升空的想法，但这也还只能举起重于空气的物体，使用上有很多不便。为了要举起重于空气的飞行器（如飞机）因此在稠密大气层内飞行的飞行器就必须采用空气动力原理来飞行。



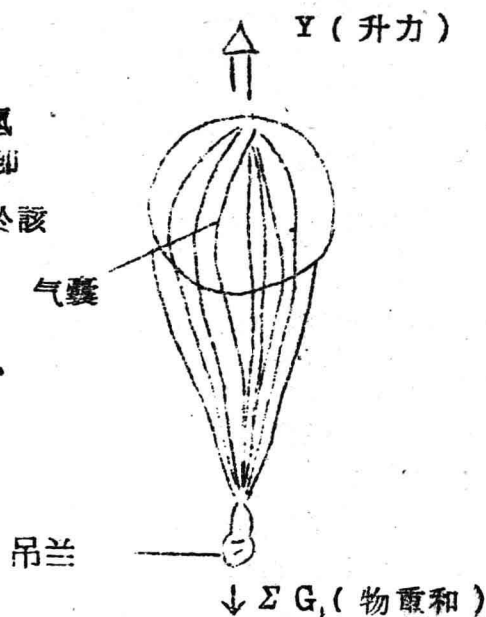
以下我們分述各種主要飛行器：

### 1. 氣球：

氣球是在球體內充以較輕的氣體（如氫氣）而製成，利用阿基米德的浮力原理——即“置於空氣中的任何物體得到的升力，等於該物體排開的同體積空氣重量”而升空。

由此可見氣球有以下特點：

1. 可作上下操縱，也可以懸停於空中。



② 水平方向隨風飄動。

型式：

① 自由氣球

② 繫留氣球

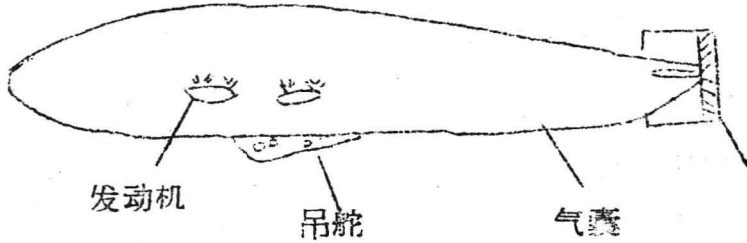
第一個氣球 源於 1731 年，由俄國良贊的庫拉庫特諾創造。目前應用於氣球象及軍事觀測，炮兵射擊校正等。

### 2 氣艇：

由於氣 不能在水平方向作有意圖的運動，因此不能成為交通工具，故以後有人在氣球上配以發動機，以產生推進力，這就是氣艇：

其特點有以下三點：

气艇发明於 1852 年的 德国，19 世紀的末期成为主要的交通工具。当

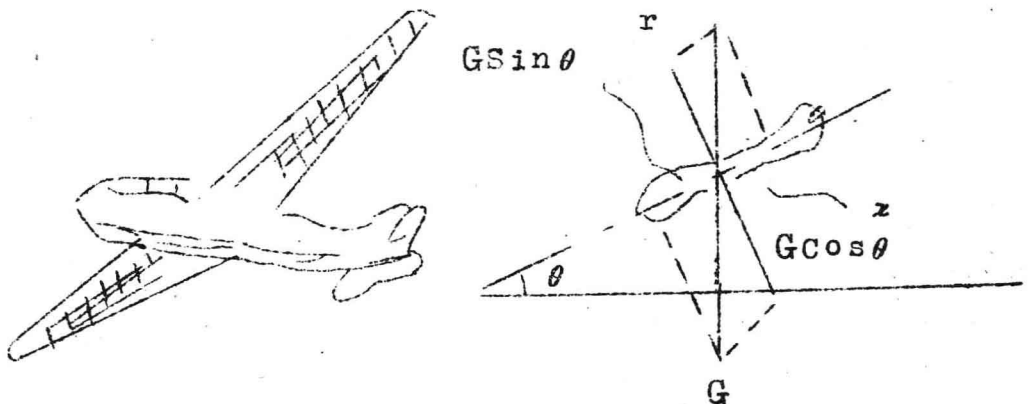


时的齐伯林号气艇可载重 90 吨，飞行 15000 公里。但由於气艇和气球一样是应用浮力原理而升 空，故体积龐大，速度小使用不便，易毀損，目前不再应用。也有人认为它还有前途。

### 3. 滑翔机

滑翔机是重於空气的一种飞行器，是学习了鳥类飞行的原理而制成的。滑翔机的外形与飞机相似，但没有发动机。它是藉重力作用而获得速度，由於运动速度就产生了机翼上的空气动力（举力和阻力）。所以它是依靠空气动力原理飞行的。

当机翼上的举力  $Y$  克服了重力在该方向的分力  $G \cos \theta$ ，同时阻力  $z$  又被重力在该方向的分力  $G \sin \theta$  所克服，此时即可等速直綫滑翔。



若滑翔机的阻力  $X$  愈小，举力  $Y$  愈大，则  $\theta$  角小，飞得平坦，也就可飞得远。如果飞行中遇有上升气流，则可保持水平飞行，若没有遇到，则只能越飞越低。

滑翔机因无动力，故起飞时必须藉助於外力，有人力牵引，机械牵引等。滑翔机发明於 19 世纪末，由德国李林达创造成功。目前广泛应用于国防体育，军事训练等。

#### 4 飞机

由於滑翔机没有动力在速度、高度，航行距离上均受限制，因此出现了飞机。它是具有动力的重于空气的飞行器。

第一架飞机由俄国军官莫扎伊斯基於 1882 年发明。该飞机已具有现代飞机的基本部分。只有发动机因当时水平限制，是用的蒸气机。目前飞机广泛应用于生产斗争（如：运输机、教练机、游览机等）与阶级斗争（如歼击机、轰炸机、侦察机等）中。

飞机是本课程的重点之一。故在以后各节各章要详细讲述，此处从略。

#### 5 直升机

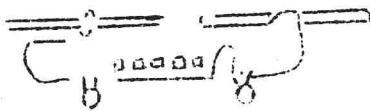
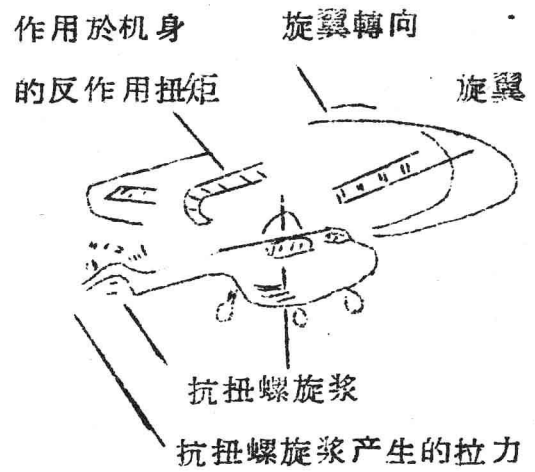
飞机发明后在速度、高度上有显著优点，但却还不能保留气艇的某些优点，如垂直上下和悬停空中等。因此就产生了利用发动机带动旋翼旋转产生举力的直升机，它不仅有气艇的优点，而且克服了缺点——它的重量可以重于空气。

其特点是：

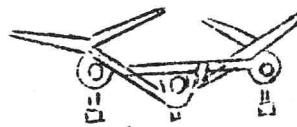
型式：

1. 单旋翼 式一耍抗扭螺旋浆。

2. 双旋翼 有三种，即直列式，横列式及共轴式。它们都不要抗扭螺旋浆。因为它们的两旋翼可以反向旋转。



直列式



横列式



共轴式

目前，由於直升机可作无机场的起飞降落，因此在軍用民用方面都很有用。可以在沒有机场和跑道的情况下作运输、救护、探测、起重等。但直升机的速度一般最高只能达到 250 ~ 300 公里/小时。

### 6. 旋翼飞机

直升机虽然保留了垂直上下及悬停空中的优点，但它在水平前进方向的速度却较小，为了克服这个缺陷，故目前又发展了一种旋翼飞机，它是在直升机上加上了一个前进方向的推进螺旋浆，用以提高前进速度。

旋翼飞行的旋翼和推进的螺旋浆均由发动机带动。在作垂直起落和悬停飞机时，发动机的功率全部用来带动旋翼，当水平飞行时，全部功率又转而带动推进螺旋浆，旋翼此时空转，但它产生的垂直拉力尚能担负一部分重量大部分由水平运动时的机翼的空气动力所负担。

下图是某架客机的简图，它就是一种旋翼飞机，既有旋翼又有推进螺旋浆。其旋翼是由发动机供给气体，由旋翼翼尖喷嘴喷出而转动的。其前进速

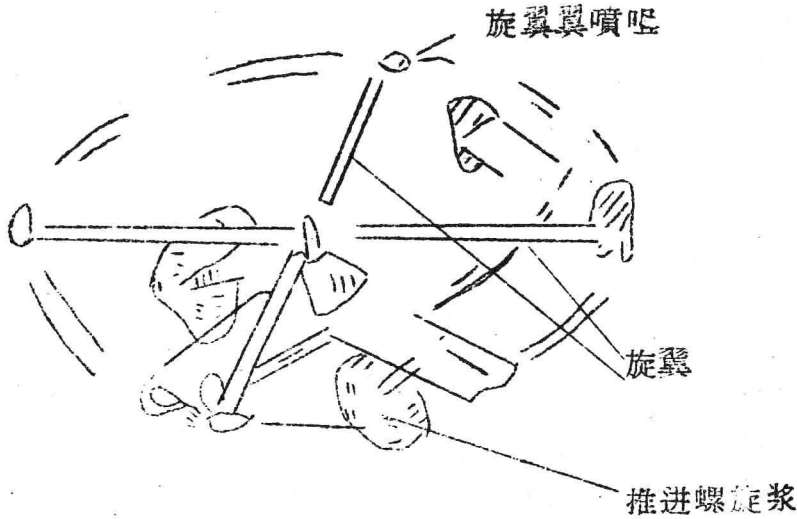
度較大，約500～600公里／小時。

### 7. 垂直起落飛行器：

旋翼機的速度雖然比直升機提高，但水平飛行時巨大的旋翼畢竟會產生較大的阻力，使速度難以進一步提高。因此目前廣泛發展了取消旋翼，而又保持垂直起落優點的飛行器。

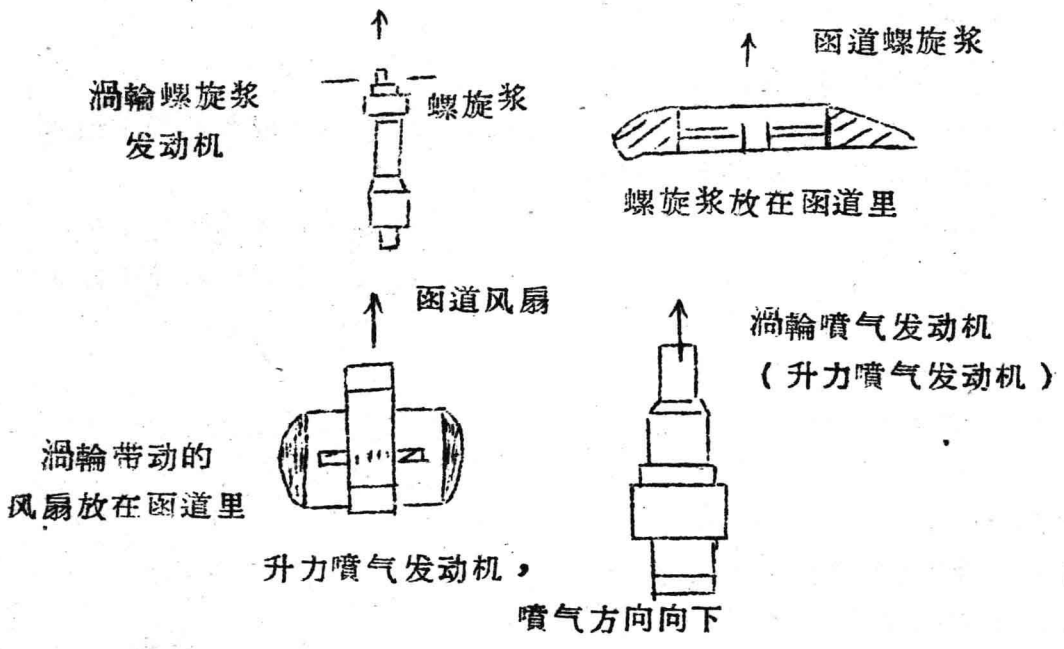
較高速的垂直起落飛行器，不僅在軍用上（當機場被破壞），而且在民用上都有廣泛的用途，因此各國目前都在大力從事此項研究工作。

當然，前面講過的直升機和旋翼機，都可以算作垂直起落飛行器，但它們速度限制在500—600公里／小時以下，現在在軍用上，特別在戰爭中有許多方面的任務，必須要求飛行的速度高，過這個範圍，甚至達到超音速，這是前述二種飛行器所完不成的。所以這一節就介紹速度比較高的垂直起落飛行器。



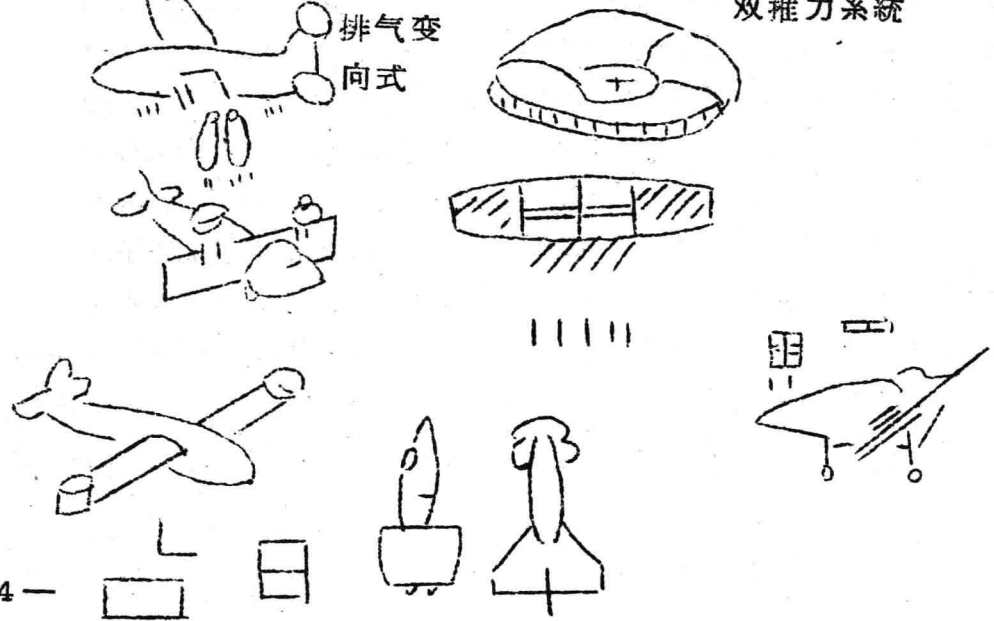
要取消旋翼，要求垂直起落，能做到嗎？可以，只要用別的动力裝置能產生大過飛行器本身重量的向下的拉力或向上的拉力就可以了。近幾年來，各國都發展了各種多樣的垂直起落方案，目前都處於試驗階段，但是總的看各種外形上的顯著差別是由兩方面構造不同造成的：①採用了不同的推力裝置；②採用了不同的推力換向（轉彎）的辦法，也就是利用不同的方法，從飛行器從垂直起飛轉到水平飛行，然後又從水平飛行轉到垂直降落。

目前用在垂直起落飛行器上的動力裝置有四種：（除了直升機和旋翼機的旋翼）。



目前各型垂直起落飞行器的推力换向方法原则有三种：

- 转动式
- 推力装置换向
  - 发动机(包括推力装置)换向
  - 发动机和机翼同时换向
  - 整个飞行器换向



8. 導彈、宇宙飛行器：一（在第六章詳細介紹）

9 其他：一

(1) 地面效應飛行器：一

這是一種離地很低（一般不超過幾十厘米）的無論汽車或氣墊船，由於它離開地面飛行，故亦稱其為一種飛行器。

它的原理是用噴氣的辦法使飛行器底部與地面之間建立一層氣墊，氣墊內的空氣壓力較大氣壓力高，因此能支持住飛行器不使其落碰到地面（或水面），建立氣墊的辦法很多。圖示的一種稱為氣幕式，環形的氣幕使底部中間保持較高的壓力。離地高度與底盤面積有關。



(2) 人力飛機：一

目前英國及其他一些國家，正在試驗不用機械動力的飛機，它的動力，完全由人的體力來提供。

人的功率有多大？一般地講，普通人經過訓練大約可以在較長時間發出

(0.3) 馬力左右的功率，優秀的自行車選

(0.5) 手可以在一分鐘內發出近一馬力的功率，可是時間一長人功率就急劇下降。因此

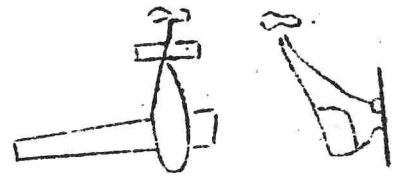
目前的人力飛機，都只能離地飛過幾百米，留空時間不過 2 - 3 分鐘。

目前人力飛機的方案有兩種，一種大體是滑翔機，不過多了一推進（或拉力式）螺旋槳；另一種大體是直升機。這兩種方案的螺旋槳或旋翼，都是由自行車式動來帶動的。前一種試驗的人多一些。

這種人力飛機在最近的將來有希望成為一種體育運動項目，但作為交通工具為時尚早。

滑翔式人力飛機，翼尾很長（10 米以上，比機身長 2 - 3 倍）用木頭和蒙布結構。採用旋翼式的直升人力飛機，最關鍵的問題是尚未找到一種高效率的旋翼。目前離地的人力飛機尚不能拐彎，只能在平地上滑過一段距離（靠人力起飛）。

(3) 扑翼機：一



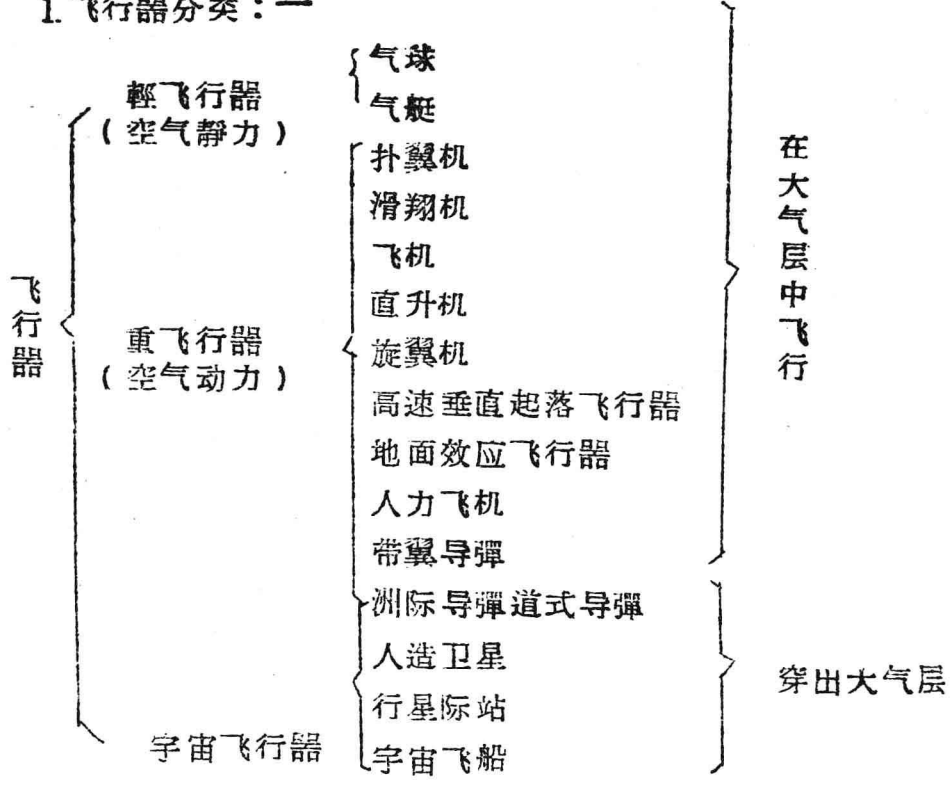


目前也有的国家正在研究 翼飞行。苏联支援陆海空军 协会，設有专门机翼研究扑翼飞行的秘密。據研究，扑翼在同样条件下所产生的升力将比普通机翼大3—4倍。而且據模型試驗，无论扑翼处在什么位置，都将会有升力产生。可見，扑翼飞行从原理上講，可能比今天广泛的定翼飞行更省功率，有較多的 优越性，鳥的飞行許多优越性能就是一个明显的例子。

今天对捕翼的研究，尚处在模仿鳥与昆虫飞行的阶段，有些研究机构已制出从模仿蒼蝇到飞鳥的各种扑翼机模型，进行頑强的試驗 扑翼飞行如果研究成功，将給人插翅騰空打开广闊的道路，利用发动机作动力振动捕翼的飞行器（扑翼机）是有很大成功希望的。人力扑翼飞行也具有前途的。关键問題在於从理論和实践上揭开扑翼飞行的空气动力学原理。

(本节总结)

1. 飞行器分类：一



2 人类飞行发展途径：一