高等职业教育“十三五”规划系列教材

Tech
VIIGA
韦加科技

无人机系统导论

（无人机专业系列教材）

主编 高朋举





航空工业出版社

高等职业教育“十三五”规划系列教材

无人机系统导论

（无人机专业系列教材）

主编 高朋举

航空工业出版社

北京

内 容 提 要

本书共9章 ，主要介绍无人机的定义、无人机的应用及学习目标；世界无人机的发展历程和我国无人机的发展历程；无人机的分类和应用；无人机飞行平台，无人机的任务载荷系统，无人机的地面站及其支持设备；无人机运行的自然环境，包括大气环境、气象要素两部分内容；国外无人机法规、国内外无人机法规的发展、相关的一些法规定义和要求；无人机的设计流程、固定翼无人机的设计过程、多轴无人机的设计过程；无人机复合材料、树脂基复合材料构件制造技术、加工技术、隐身结构制造技术、胶接结构制造技术、先进数控加工技术、化铣技术、钣金成形技术、焊接技术及无损检测技术；以及军用无人机的未来和民用无人机的未来。

本书的读者对象是具有大专以上文化水平的高校学生、无人机驾驶员、无人机机长和无人机教员 AOPA 取证训练的学员以及爱好无人机的其他人员。

图书在版编目（CIP）数据

无人机系统导论 / 高朋举主编 . -- 北京：航空工业出版社 .2017.4（2018.8 重印）

ISBN 978-7-5165-1200-5

Ⅰ . ①无… Ⅱ . ①高… Ⅲ . ①无人驾驶飞机—研究 Ⅳ . ① V279

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2017）第 062951 号

无人机系统导论

Wurenji Xitong Daolun

航空工业出版社出版发行

（北京市朝阳区北苑 2 号院 100012）

发行部电话：010-84936597 010-84936343

北京鲁汇荣彩印刷有限公司印刷 全国各地新华书店经售

2017 年 4 月第 1 版 2018 年 8 月第 2 次印刷

开本：787×1092 1/16 印张：9.25 字数：232 千字

印数：3001-5000 定价：58.00 元

无人机专业系列教材

编审委员会

（按照姓氏笔画排序）

主　任　于保宏

副主任　王汇明　杨　铭　胡宝军

委　员　于纪玉　田树涛　朱玉敏　朱跃峰　孙　毅
李科文　杨　金　宋建堂　陈小荣　桑金歌
崔世玉　符文文

编写委员会

（按照姓氏笔画排序）

主　任　王汇明

副主任　李科文

委　员　于保宏　马　超　方立涛　方红彬　牛国臣
王龙义　王　彪　王如松　王贺涛　毛兴中
石　磊　刘议中　刘宗波　李素静　宋建堂
汪林伟　张俊才　陈　灏　陈巧云　林梦圆
周　颖　姚志国　郑术宝　郑春禄　唐　刚
徐廷国　殷镜波　高朋举　崔振才　蔡　红
樊　凡　戴　雪

前 言

无人机，特别是民用消费级无人机已经越来越多地被大家所提及，很多高校也相继开设了无人机专业或者是选修课程，中国民航局已开始对民用无人机进行监管，并出台了一系列的法规政策，无人机的相关知识也越来越受到公众的关注。笔者受北京航空航天大学教授、北京航空航天大学无人机研究所高级工程师、中国飞行器拥有者和驾驶员协会无人机管理办公室无人机专家孙毅教授的推荐，在韦加科技有限公司的大力支持下编成此书。本书介绍了无人机的发展历程、解释了无人机的分类、分析了无人机的各个系统、说明了无人机的应用、阐述了无人机运行的自然环境和法规环境，简述了无人机设计过程和制造工艺，展望了无人机的未来。希望本书能够帮助广大公众了解无人机，学习相关的知识，认识相应的法规条文，更好、更合理合法地应用无人机来为生产生活服务。

本书既可以作为高校无人机教材，也可以作为科普读物面向有兴趣了解无人机的读者。北航的孙毅教授和 AOPA 的无人机教员唐刚老师在本书编写过程中给予了大力支持，百忙之中对本书的技术内容进行了详细的指导，亲力亲为，协助笔者完成了书中若干章节的编写。

本书的第 1 章、第 2 章、第 3 章、第 4 章和第 9 章由高朋举编写，第 5 章和第 6 章由唐刚、刘议中、崔世玉、戴雪编写，第 7 章和第 8 章由孙毅教授和高朋举编写，全书由周颖和刘议中老师整理校对。韦加科技的宋建堂审查了本书，并且在编写过程中倾注了很大的心血，提出了很多宝贵意见，以极大的耐心和热情为本书的出版奔忙，在此表示衷心感谢。

由于编者的水平有限，书中的缺点和错误在所难免，望读者批评指正。

编 者

2016 年 12 月

目 录

第 1 章 机器人时代的先锋——无人机概述 ---- 1
1.1 无人机的定义 ---- 1
1.2 无人机广义定义 ---- 3
1.3 无人机的应用 ---- 5
1.4 本书的目标 ---- 6

第 2 章 应运而生——无人机发展历程 ---- 7
2.1 世界无人机发展历程 ---- 7
2.2 中国无人机发展历程 ---- 17
2.2.1 新中国成立后的无人机发展史 ---- 17
2.2.2 国内民用无人机行业的崛起 ---- 42

第 3 章 百花齐放——无人机的分类及应用 ---- 44
3.1 无人机的分类 ---- 44
3.2 民用无人机的研发机构 ---- 46
3.3 无人机的用途 ---- 49
3.3.1 航拍航摄 ---- 49
3.3.2 目标诱饵 ---- 50
3.3.3 运输投送 ---- 50
3.3.4 工程应用 ---- 50
3.3.5 农林植保 ---- 50
3.3.6 通信中继 ---- 51
3.3.7 人工天气影响 ---- 51
3.3.8 科学实验 ---- 51
3.3.9 医疗卫生 ---- 51

第 4 章 麻雀虽小五脏俱全——无人机系统概述 ---- 52
4.1 无人机的飞行平台系统概述 ---- 52
4.1.1 固定翼的飞机构型的飞行平台系统 ---- 52
4.1.2 旋翼类的航空器构型的飞行平台系统 ---- 59
4.1.3 轻于空气的航空器构型的飞行平台系统 ---- 61
4.2 无人机的任务载荷系统概述 ---- 64
4.2.1 光电载荷 ---- 64
4.2.2 无线电载荷 ---- 65

4.2.3 机电载荷 ---- 66
4.3 无人机的地面站以及支持设备 ---- 66
4.3.1 无人机地面站的划分 ---- 67
4.3.2 地面站的典型功能 ---- 67
4.3.3 关键技术及典型解决方案 ---- 68
4.3.4 地面站对技术的需求 ---- 70
4.3.5 无人机地面站发展的趋势 ---- 70

第 5 章 靠天吃饭——无人机运行自然环境概述 ---- 72
5.1 大气成分 ---- 72
5.2 大气分布及特点 ---- 72
5.2.1 对流层 ---- 72
5.2.2 平流层 ---- 73
5.2.3 中间层 ---- 73
5.2.4 热层 ---- 74
5.2.5 散逸层 ---- 74
5.3 大气气象要素 ---- 74
5.3.1 气温 ---- 74
5.3.2 气压 ---- 75
5.3.3 空气湿度 ---- 77
5.3.4 风 ---- 77
5.4 大气特性 ---- 78
5.4.1 大气的状态参数和状态方程 ---- 78
5.4.2 大气的连续性 ---- 80
5.4.3 黏性 ---- 80
5.4.4 可压缩性 ---- 80
5.4.5 马赫数 ---- 81
5.5 影响飞行的因素 ---- 82
5.5.1 地面风 ---- 82
5.5.2 高空风 ---- 83
5.5.3 下击暴流 ---- 84
5.5.4 低空风切变 ---- 84
5.5.5 云对飞行的影响 ---- 85
5.5.6 雷暴对飞行的影响 ---- 85
5.5.7 飞机结冰 ---- 85
5.5.8 浓雾与低能见度对飞行的影响 ---- 86

第 6 章 遵章守纪——无人机运行法律环境概述 ---- 87
6.1 国外无人机的法规 ---- 87

6.1.1 美国的相关法规 87
6.1.2 英国无人机政策 87
6.1.3 欧盟的相关政策 88
6.2 国内无人机法规的发展 88
6.3 无人机相关的一些法规定义和要求 95
6.3.1 对于无人机及其相关系统的定义如下 95
6.3.2 对无人机相关的一些要求 97
6.3.3 无人机的适航标准和规定发展历程 102
6.3.4 无人机运行的适航标准和规定 103

第 7 章 从构思变成现实——无人机的设计概述 106
7.1 无人机的设计流程 106
7.2 实例分析固定翼无人机的设计过程 107
7.2.1 分析设计要求和目标 107
7.2.2 设计总体布局 107
7.2.3 机载设备的选择 108
7.2.4 重量的估算 108
7.2.5 总体参数的选择 109
7.2.6 机翼的设计 109
7.2.7 尾翼及舵面的设计 111
7.2.8 起落架的设计 111
7.2.9 稳定性和操纵性设计 111
7.2.10 设计过程中可以借鉴的新技术 111
7.2.11 控制率的设计 114
7.2.12 数字仿真和飞行试验 114
7.3 多轴无人机的设计过程 115

第 8 章 无人机的制造技术 118
8.1 无人机复合材料 118
8.2 树脂基复合材料构件制造技术 119
8.3 树脂基复合材料的加工技术 120
8.3.1 层压板真空袋—热压罐成形技术 120
8.3.2 真空袋成型 120
8.3.3 缝合/（RTM，RFI）技术 121
8.3.4 真空辅助渗透成形技术（VARI） 121
8.3.5 纤维缠绕-铺放技术 121
8.3.6 电子束固化技术 121
8.3.7 模压成型 121
8.4 隐身结构制造技术 122

8.5 胶接结构制造技术 ----123
8.5.1 全金属胶接结构制造技术 ----123
8.5.2 蜂窝夹层胶接结构技术 ----123
8.5.3 金属复合层板胶接技术 ----123
8.6 先进数控加工技术 ----123
8.7 化铣技术 ----125
8.8 精密钣金成形技术 ----125
8.9 超塑成形 / 扩散连接技术（SPF/DB） ----126
8.10 先进焊接技术 ----127
8.11 先进机械连接技术 ----127
8.11.1 自动连接技术 ----127
8.11.2 自动钻铆系统 ----128
8.11.3 自动钻铆机托架系统 ----128
8.11.4 借助机械手或机器人的柔性装配 ----128
8.11.5 电磁铆接装置 ----128
8.11.6 先进制孔技术 ----128
8.11.7 先进连接件技术 ----129
8.11.8 长寿命连接技术 ----129
8.11.9 无外形卡板型架装配技术 ----129
8.12 全新的无损检测技术 ----129
8.12.1 超声检测技术 ----129
8.12.2 射线检测 ----130
8.12.3 激光超声技术 ----130
8.13 数字化设计制造和管理技术 ----130

第 9 章 无人机的未来发展趋势 ----132
9.1 军用无人机的未来 ----132
9.2 民用无人机的未来 ----133

第 1 章　机器人时代的先锋——无人机概述

本章主要介绍无人机的概念、名词定义、发展历程以及应用等，可以让读者宏观地了解无人机的前世今生，为学习本书后面的章节起到提纲挈领的作用和打下知识基础。

现代社会，无人机越来越多地被人们提及，近几年，无人机的研制与应用引起了世界各国的高度重视，人们接触到越来越多的无人机产品及其在民用领域的广泛应用。无人机首先应用在军事领域（图 1-1），和普通百姓的生产生活相去甚远。现在，在抢险救灾，新闻报道，治安防控，交通巡逻，执法取证，庆典礼仪，观光拍摄，勘察测绘领域，我们可以看到在越来越多的无人机的身影（图 1-2），而且关于民用无人机的各种文章也广泛出现在报刊杂志以及其他传媒载体上，应该说无人机特别是民用无人机的出现和大量应用已经影响到了我们的生活，我们很有必要了解一下这一领域的知识。不论是科普宣传，还是实际应用，我们都应该具备更为专业的精神和态度，学习这一领域的知识让我们了解全新的学科，认识它的应用，创造它的未来，开拓它的疆土对我们的生活生产将大有裨益。



图 1-1　军用无人机



图 1-2　民用无人机

1.1　无人机的定义

首先，我们来认识一下什么是无人机？根据中国民用航空局飞行标准司在 2016 年 7 月 11 日颁布的咨询通告 AC-61-FS-2016-20R1《民用无人机驾驶员管理规定》中的定义和描述。

无人机（Unmanned Aircraft,UA），是由控制站管理（包括远程操纵或自主飞行）的航空器，也称远程驾驶航空器（ Remotely Piloted Aircraft,RPA）。

既然是无人机，顾名思义，仅仅是指在空中飞行的飞机上是没有人的，但是就无人机整个系统而言，人仍然是必不可少的管理者和监督者，仍然在全系统运行中起到非常关键的作用。

我们再来看看什么是无人机系统（Unmanned Aircraft System,UAS）。

无人机系统也称远程驾驶航空器系统（Remotely Piloted Aircraft Systems,RPAS），是指由无人机、相关的控制站、所需的指令与控制数据链路以及批准的型号设计规定的任何其他部件组成的系统。

无人机的正常使用离不开强大的地面设备或者其他平台设备的支持。在无人机的使用中，除在空中飞行的无人机本体外，更依赖地面的控制站、发电机、综合地面保障系统、备份的无人机、定向增程天线、卫星通信天线、双向通信指挥与控制链路，以及无人机的任务计划、起降、飞行、任务实施、监控管理和应急处理等管理程序，这些设备与管理程序统称为无人机系统（图 1-3）。

无人机系统的驾驶员，是指由运营人指派对无人机的运行负有必不可少职责并在飞行期间适时操纵无人机的人。

无人机系统的机长，则是指在系统运行时间内负责整个无人机系统运行和安全的驾驶员。

有读者可能会问无人机的驾驶员和机长有什么区别呢？这里我们要解释一下：

驾驶员是参与飞行计划的设计规划，无人机起降前后的检查与维护，无人机的起降操作以及执行应急操作的人；而机长则要全面负责飞行空域的申报，飞行计划的设计提交，检查驾驶员在起飞前的检查工作，监督或者执行无人机的起降操作，全面监督或者操作机载任务载荷执行情况，临时调整飞行计划节点，出现特殊情况发布操作指令或者对驾驶员进行超控，对整个飞行过程负有安全责任的人；简单说驾驶员更接近于执行者，而机长不仅是执行者还是设计者和监督者。



图 1-3　典型的无人机系统

有些读者可能还会问，无人机和无线电遥控的航空模型上面都是没有人的，我们都在地面上操作它们，那这两者又有什么区别呢？

首先，无人机和遥控航空模型最主要的区别是控制飞机“大脑”所在位置是不一样的，在无线电遥控航空模型中（图 1-4），航空模型的控制是接收无线电信号，并将信号过滤、解调，输出给操纵舵机，舵机控制舵面偏转，从而实现飞行控制。航空模型完全受地面飞行操纵人员的控制，所以它的“大脑”就是操纵者的大脑，它在天空中飞行所做出的动作或者运行轨迹几乎就是反映操纵者的意图或者杆量的移动（航空模型在飞行中受气象条件、无线电干扰等因素造成的非计划偏离我们不做过多考虑）。人们飞航模主要就是享受飞行控制这个过程的快乐，在无线电遥控模型运动中主要比拼的也是运动员的操纵技巧和制作调整技术。

我们再看看无人机，因为无人机都安装有自动驾驶仪，有飞行控制装置，所以，不再是操纵者主要关心的内容，而其所搭载的任务载荷所要执行的任务变成了操纵者主要考虑的内容。由于可以预先进行飞行线路和飞行高度的设定，所以在机载自动驾驶仪和机载飞控计算机的帮助下，无人机可以实现按照预定的飞行剖面和飞行计划实现主动的或者半主动的飞行控制。地面控制人员的主要精力在于这架无人机能否在任务空域顺利圆满地执行航拍、监视、勘察、探测等任务，对于无人机是否能飞花哨的特技动作不是很关心。另外，也因为无人机本身拥有自主飞行的能力，它所搭载的自动驾驶仪和飞控计算机就成了控制大脑的一部分，大大减轻了地面操作人员的工作负荷，使得地面操纵者能够专注于执行任务。因此，无人机的一部分“大脑”和无线电遥控航模一样，是地面操纵者的大脑，还有一部分则是安装在无人机本体上的飞行控制设备，这些机载设备可以让无人机按照预定程序沿着垂直飞行剖面和水平飞行轨迹自动飞行，甚至是自动起飞和自主降落。这是无人机（图 1-5）和无线电航模的最主要的区别，其实本书中说的无人机已经是空中飞行的机器人了，它隶属于更为广泛的机器人范畴。



图 1-4　无线电遥控航空模型



图 1-5　翔宇Ⅱ型无人机

1.2　无人机广义定义

通常情况下，很多书籍或者网络媒体都在引导我们把无人机理解为“无人驾驶的飞机”，但实际上，我们应当从更广义的角度上去理解无人机，它应该是“机器人”的一种，可以代替人们前往那些不适合人类前往的区域开展诸如调查、探索、救援等我们期望其能够完成的工作。按照运行空间的不同，我们可以把各种在太空、地外天体、地球大气层中、地（水）面、地（水）下、某一系统（内）外运行的，通过遥控方式或者原始设定的程序自行执行相应任务的各类无人载具定义为更广义的无人机，这里的机不再是仅指飞机，而是机器人。

让我们先看看机器人的定义：机器人（Robot）是自动完成工作的机器装置（图 1-6）。它既可以通过无线或者有线方式接受人类直接指挥控制来执行任务，还可以通过运行储存在自身内部预先编写的程序来执行任务，也可以根据以人工智能技术制定的原则纲领来自行决定任务的执行方式和顺序。机器人的核心任务就是协助或取代人类工作，例如，在制造业、建筑业，或是危险的区域工作。机器人是整合控制、机械、电子、计算机、材料和仿生学的高级产物。目前在工业、医学、农业甚至军事等领域中均有重要用途。

我们在当今的生产生活中已经可以看到很多种类的机器人了，它们有的在工厂里协助人类实现大规模自动化生产制造，亦或在遥远的太空对未知世界进行探测，它们还有些深入水下帮

助我们搜寻飞机（舰船）残骸或者科考勘察等（图 1-7，表 1），所以，我们不难看出，人类研发的各种深空探测器、地外天体着陆器、人造卫星、无人驾驶航空器、无人驾驶船舶、无人驾驶潜航器等都可以划到广义“无人机”的范畴里。所以，对于无人机的领域，其外延其实是很大的。但是就本书而言，我们仍然只研究在大气层飞行的无人驾驶航空器。

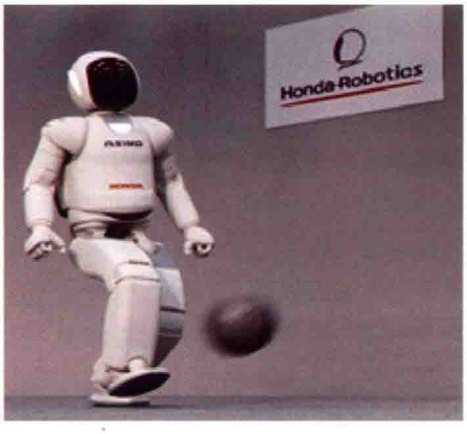


图 1-6　本田公司研发的 ASIMO 机器人，已经能实现相当多的仿生功能



图 1-7　自动航行器同样是无人机的代表

表 1　广义的无人机的划分

运行空间	类型	任务类型	举例
太空	深空探测器	对各个天体或者宇宙空间进行探测，探索宇宙未知领域	“旅行者”1 号深空探测器
	地外天体探测器	围绕各种天体运行勘测，甚至实现降落其表面的勘察探测	“好奇号”火星着陆器
大气层	无人驾驶航空器	将各种任务设备安装在空中飞行平台上开展相应工作	“全球鹰”无人机
陆地表面	无人驾驶的车辆	将各类任务设备安装在地面车辆平台上开展相应任务	美军 MULE 后勤机器人车辆（Multifunction Utility/Logistics Equipment Vehicle）
海洋表面	无人驾驶的船舶	将各种任务设备安装在船舶平台上执行相应工作	以色列“保护者”无人水面作战舰艇
水下	无人驾驶的潜水器	将各类设备安装在水下潜航平台上完成相应任务	美国“蓝鳍金枪鱼”自主水下航行器

1.3　无人机的应用

由于是不载人的飞行器，所以，无人机可以广泛应用于不适合人类进入的地方或者未知地域，代替人类开展先期探索或者执行任务，在军、民、科研等领域有着广泛的应用。

毋庸置疑，无人机从一诞生起首先就应用在军事领域。虽然战争对人类而言是非常极端的一种社会性暴力活动，必然伴随着生灵涂炭和秩序规范的破坏，但是从某种意义上讲，战争确实是推动科学技术发展的关键力量之一，现在影响我们日常生活的很多技术，例如，电子计算机、全球定位系统，个人移动手机等都是由战争的需求而发明、发展而来。在军事领域，无人机最早主要起到充当靶机（图 1-8）、靶弹为其他作战单位提供训练之用，后来就逐步发展到侦察监视、巡逻骚扰、通信中继、电子对抗、炮兵校射、目标指示和充当诱饵，随着通信技术的进一步发展，空天一体化，军用无人机现在已经可以携带各种任务载荷甚至是各类武器进行对空、对地的各种作战了，从原来的侦察为主逐步发展到现在察打一体的多用途飞行平台。



图 1-8　典型的靶机平台

其次是准军事用途，主要是在公安（图 1-9）、海关等国家执法机构的应用，例如边防巡逻、缉私缉毒、反恐特战、监视安保、抢险救灾、森林防火、情报收集、通信中继等。



图 1-9　警用无人机

最后也是最广泛地则是在民间各个领域的运用，这是无人机现在被民众所熟知的直接原因，由于微型机电技术和开源飞行控制代码的发展，不仅使得无人机在工、农、牧、渔等专业领域广泛应用，最近几年更是越来越广泛的应用在普通百姓的生活中，例如，航拍航摄、农林播撒（图 1-10）、测量测绘、地质勘探、气象观测、科学实验、管线巡查、工业服务、渔业监测、个人娱乐休闲等方面。



图 1-10　农林植保无人机

1.4　本书的目标

本书将重点介绍无人机的发展历程，无人机的系统组成、运行环境，以及设计制造方法，通过对上述内容的描述，使读者对无人机的历史、原理、构造和运用有一个宏观了解，也为后续的其他无人机专业书籍学习打好基础。本书可作为相关专业的学生使用的基础教材，也可作为科普书籍供无人机爱好者自学参考使用。

第 2 章　应运而生——无人机发展历程

本章主要介绍无人机的发展历史，通过对历史进程的剖析，可以让我们更清楚地了解无人机的来龙去脉，举一反三，对未来波澜壮阔的无人机应用做一个前瞻。

本书描述的无人机是利用在大气层内飞行的航空器作为平台来运行的，所以它的出现和更新一定是紧随航空器及其相关设备的发展历程而进行的。但是无人机不仅仅依赖飞行平台，它还所需要另外两项关键技术—自动驾驶仪和无线电遥控技术，这两项技术的历史却可以追溯得更久远，没有这两项技术，就没有现代的无人机。

2.1　世界无人机发展历程

在中国山西夏县的新石器时期遗址中就已经出现了石质的陀螺，而汉朝出现了孩子们的玩具陀螺。18 世纪，当中国的另一个玩具竹蜻蜓流传到西方后，西方将竹蜻蜓称为“中国陀螺”，可见陀螺流传到西方有着更为悠久的历史。但是在中国，相当长的一段时间仅仅把陀螺（图 2-1）和直升机的鼻祖—“竹蜻蜓”作为玩具看待。而在国外，高速旋转的陀螺具有空间定轴的特性逐渐被科学家发现，利用陀螺的定轴性可以测量物体的运动姿态，稳定物体的运动方向，测量方位角等，这也是自动增稳驾驶仪的理论和实践基础。



图 2-1　陀螺

1861-1865 年，著名的物理学家詹姆斯 • 克拉克 • 麦克斯韦（图 2-2）阐述了电磁波的传输理论，建立了较为完整的电磁波理论基础，他当之无愧地成为了电磁理论的奠基人。



图 2-2　著名的科学家詹姆斯 • 克拉克 • 麦克斯韦

1887 年德国科学家海因里希·鲁道夫·赫兹（图 2-3）证明了麦克斯韦提出的电磁波理论，并在实验室证实了电磁波的存在，使得无线电远距离传输成为了人们可以掌控的技术。

1898 年美籍塞尔维亚裔的科学家尼古拉·特斯拉（图 2-4）发明了世界上第一台无线电遥控装置—“控制移动车辆等载具的方法和相关机构”，成为了无线电遥控装置的鼻祖，为以后无人机的出现打下了远距离控制的基础。



图 2-3　著名科学家海因里希·鲁道夫·赫兹



图 2-4　著名科学家尼古拉·特斯拉

1912 年，埃尔默·斯佩里（图 2-5）和他的二儿子劳伦斯·斯佩里在美国为寇蒂斯水上飞机研发增加飞机稳定性的陀螺稳定器。1914 年 6 月 18 日，劳伦斯·斯佩里与助手登上经过改装的寇蒂斯水上飞机，从塞纳河上起飞，在接近人群时，劳伦斯从座舱里站起，高举双手表示他没有操纵飞机，飞机在陀螺稳定器的帮助下平稳飞行。随后，再次回到表演区时，助手离开座舱爬上了一侧机翼，而劳伦斯再一次从座舱站起，并将双手举过头顶，这下观众沸腾了，这架飞机完全处于无人驾驶的状态！当第三次通过观众面前时，劳伦斯依然站起并高举双手，而助手干脆爬到了机尾，使得飞机重心大大移动，飞机居然在不需要飞行员干预的情况下自动恢复平飞。这是空中导航的历史性时刻，也标志着飞机自动驾驶仪的诞生！陀螺增稳的自动驾驶仪的出现使得无人机的出现有了完善的技术基础。

在 1914 年，第一次世界大战刚刚爆发不久，英国的两位将军想研制一种无人驾驶的可以自行飞到目标上空消灭敌人的空中炸弹，于是他们向英国军事航空学会提出了建议：计划研制一种不用人驾驶，而用无线电操纵的小型飞机，使它能够飞到敌方某一目标区上空，将事先装在小飞机上的炸弹投下去，该计划被命名为“A·T 计划”。经过多次试验，研制小组首先研制出一台无线电遥控装置，随后在 1917 年 3 月，研制小组把这个无线电遥控装置安装到著名的飞机设计师杰佛里·德·哈维兰爵士设计的一架小型上单翼飞机上，毕竟是试验，所以没有安装炸弹。这架无人飞机在英国乌帕方皇家航空学校进行了第一次无线电遥控飞行试验，飞机刚起飞不久，发动机突然熄火，失去动力的飞机因失速而坠毁。过了不久，研制小组又制造出第二架无人机进行试验。这一次，飞机在无线电的操纵下平稳地飞行了一段时间，就在大家兴高采烈地庆祝试验成功的时候，这架小飞机的发动机又熄火了，失去动力的无人机一头栽入人群。两次试验的失败，使研制小组感到十分沮丧，“A·T 计划”也就此画上了句号，这是目前可以考证的最早的类似无人机的试验。