

理想 奋斗 成功

——凯门公司的创业之路

〔美〕查尔斯·H. 凯门 著



50 年历史的直升机界先锋

航空工业出版社

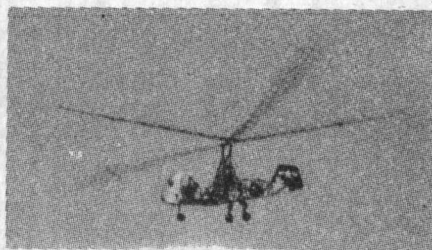
理想 奋斗 成功

——凯门公司的创业之路

〔美〕查尔斯·H. 凯门 著

方昌德 魏志祥 译

徐德康 校



航空工业出版社

1995

(京)新登字 161 号

内 容 提 要

50年前,年仅26岁的查尔斯·H. 凯门仅用2000美元创建了凯门飞机公司。不仅研制出至今独步世界的双轴横列旋翼直升机,并将其事业扩展到航空航天多种领域。目前,凯门先生是唯一还健在的美国直升机界的元老,并以他诸多的惊人之举和独特的产品使其一生充满传奇的色彩。该书是凯门对他和同事们不平凡的创业道路所作的生动而真实的回顾,从而向人们展示了一个充满理想的年轻人如何通过其一生执著地追求,不断地将其一个个“梦幻”变成实实在在的事业的奋斗之路。全书配有近百幅照片,使本书更为生动。

本书对从事、关心、热爱航空航天事业的各级干部、科技人员、工人以及军队指导员和大、中专学生以及广大航空爱好者均有阅读价值。

图书在版编目(CIP)数据

理想 奋斗 成功:凯门公司的创业之路/(美)凯门
(Kaman, C. H.) 著;方昌德等译. —北京:航空工业出版社,1995. 1
书名原文:KAMAN—Our Early Years
ISBN 7-80046-592-6

I. 理… I. ①凯…②方… II. 航空航天工业—工业企业
管理—经验—美国 IV. F471. 265

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (94) 第 13416 号

本书的中文版由作者授权航空工业出版社出版发行。
未经作者和出版者同意,不得翻印、转载。违者必究。

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)

北京地质印刷厂印刷 全国各地新华书店经售

1995 年 1 月第 1 版 1995 年 1 月第 1 次印刷

开本:850×1168 1/16 印张:10.25 字数:195千字

印数:1—4000 国内定价:9.80元 国外定价:9.80美元

本书献给为使本公司取得成功而
献出一切的无数人们。

封面说明（从上到下）：

K-225 是世界第一架燃气涡轮发动机直升机，于 1951 年 12 月 11 日首飞；H-43 至今仍被美国海军、海军陆战队和空军用于搜索与营救任务；SH-2G 至今仍被美国海军广泛使用于反潜和反舰作战；K-MAX，凯门公司最新推出的民用直升机——“空中起重机”，它是世界上第一种专门为民用各种吊挂作业设计、试验和取证的，可用于伐木、救火、空中造林和各种高空作业。

强者的歌

——中译本序

现年75岁的凯门先生是目前美国直升界唯一还健在的元老。50年前，还是二十几岁的他，仅用2000美元，怀着美好的理想，凭着满腔的热情创建了凯门飞机公司。但他怎么也不会想到他将走的是一条如此坎坷的道路。没有设备也没有资金、没有背景也没有靠山的凯门公司，比之那些财大气粗的大公司、大财团，毫无一点实力可言，因而凯门公司的创业史就是在难以预料的逆境中跨越一个个壁垒的奋斗史，尽管凯门公司和凯门本人经常被撞得头破血流，甚至多次濒临绝境。失败和挫折不会同情弱者，但能造就强者。凯门先生正是靠着信念、意志和智慧，驾驭着凯门公司闯过了一个个险境，创下了一个个业绩，成了真正的强者。

如今，岁月的沧桑和磨练已在他脸上留下了深深的印痕。行动多少已有些不便的他仍然坐在宽大的办公桌前，运筹着凯门航空航天公司下一步的发展前景。当他得知以他名字命名的K-MAX民用起重直升机刚一亮相就获得了一片喝彩声时，他的眼光再也无法掩饰他内心的激动。在当前直升机市场正处于萧条的时期，凯门先生却出人意外地推出了这种世界上第一种完全针对民用市场的“空中起重机”直升机，再次显示了他独有的胆略和气魄。凯门先生深知，这项计划也许是他生前最后一次重大的拼搏，为此他投入了自己大部分的私人资金。他坚信它一定会成功，从而在世界上给人们留下一点永久性的想念。

因为凯门公司长期以来的业务集中在北美及部分欧洲地区，中国对凯门先生来说还是一片陌生的土地，但他始终对中国人民怀着一种深厚的感情，希望能在不久的将来将凯门公司的业务开拓到中国。这就是他委托我们将他这本书译成中文的原因之一。这本书讲述的不仅仅是凯门公司的创业道路，通过它，我们实际上看到的是一代美国人的创业史，从而给我们许多启迪。

为了让读者对凯门公司有个完整的印象，我们特别请该公司的资深高级工程师魏阜旋先生撰写了凯门公司近十年来的发展情况作为附录刊出。魏先生还是我们翻译这本书的顾问，凯门公司的肯尼思·纳夏(Kenneth Nasshan)先生为推动这本书在中国的出版作了不少工作，这里一并表示感谢。

徐德康

1994. 10



查尔斯·H. 凯门

查尔斯·H. 凯门简历

查尔斯·H. 凯门是位于康涅狄格州的主要在多样化技术、工业批发和音乐等三种工业方面经营的凯门公司的奠基人和主席。

虽然他的最经常被提到的工作是在航空方面，但是凯门先生还是一位受人尊敬的未来主义者、一名第一流的生意人和一位人道主义者。他对美国现实的分析在工业界和政府界内有大量的追随者，而凯门公司的发展则更是他能成功地预测和驾驭变化的能力的最好的见证。

凯门先生的人道主义表现在他创建的非代尔柯盲人引路犬基金会。该基金会专为盲人提供引路犬。非代尔柯是新英格兰州的唯一一所盲人引路犬学校。在全美国也是独一无二的使用“单个社会训练”方法在盲人自己的家中和工作场所单独训练每一个盲人。这种非代尔柯德国牧羊犬的“近亲繁殖”已经成为一种独创，并且成为全世界的一种标准的方法。通过23年的科学繁殖，筛选出最适于引路工作的狗种。一些年来，凯门先生和他的妻子罗贝塔通过非代尔柯已经向男女盲人提供了几百只引路犬。

凯门先生最主要的一种娱乐是把他的音乐进行多重声音录音的创造。他长久以来是一个格调变化多端的吉他弹奏者，他的唱片集已是其他人的欢乐源泉。20年前和奥维尔·安德鲁斯（游骑兵安迪）一起灌制的《游骑兵安迪的故事》是为儿童们制作的配音伊索寓言的汇编。近来，和他的两个儿子比尔和史蒂夫一起制作的《到狗那里去》的唱片集销售了可观的数量，卖得的钱全部捐献给了非代尔柯盲人引路犬基金会。

在董事会、办公室和委员会中的任职

(1985 年 6 月份以后的资料没有包括在内)

现在

凯门公司主席兼总裁
菲代尔柯盲人引路犬基金会奠基人和主任
埃默哈特公司主任
美国领袖论坛奠基人
生活学院主任

过去

哈特福德大学奠基人
大哈特福德保健设施计划委员会发起人
美国直升机协会 1958 年总裁
航空航天工业协会美国直升机委员会颁奖委员会 1954 年主席
航空航天工业协会垂直升力飞机委员会 1964 年主席
康涅狄格州工商联合会董事
维特尔工业公司主任
康涅狄格州安全保险公司主任
康涅狄格州国家银行、哈特福德国家公司主任
美国天主教大学理事长
西部新英格兰学院理事
伦斯莱尔工学院—哈特福德研究生中心理事会顾问
世界事务中心咨询委员会理事
康涅狄格州大学工程学院顾问
大哈特福德 YMCA 工业委员会委员

荣誉

美国航空航天协会名誉会员
美国直升机协会名誉会员
全国 π 、 τ 、 σ (名誉机械工程师会友) 名誉会员
哈特福德青年商会 1948 年度杰出青年
康涅狄格州职业工程师协会 1961 年度杰出工程师
美国天主教大学 1961 年校友成就奖
海军直升机协会名誉会员
美国直升机协会 1981 年度亚历赛大·克里明博士奖
美国新来人协会, 1983 年 8 月
科罗拉多大学名誉科学博士, 1984 年 5 月
康涅狄格大学名誉法律博士, 1985 年 5 月

哈特福德大学名誉科学博士，1985 年 5 月

会员

国家工程院

美国直升机协会

美国航空航天协会

康涅狄格州职业工程师

卡特格特声学协会

国际交易分析协会

航空杰出人物，学社委员

康涅狄格州科学工程院

美国海军联合会

康涅狄格大学 β 、 γ 、 σ 学社委员（商业管理全国荣誉学会）

凯门和他的妻子与他们训练的盲人
引路狗



目 录

引言.....	(1)
第一章 六英寸高的飞行依然是一次飞行.....	(5)
第二章 凯门公司寻根	(12)
第三章 这里只能容纳一个发明家	(21)
第四章 凯门飞机公司开业	(29)
第五章 生存危机	(34)
第六章 得到海军和民用航空局的点头	(41)
第七章 实际业务的开始	(49)
第八章 军事订货	(54)
第九章 战争年代	(61)
第十章 燃气涡轮发动机——工业界的一次突破	(68)
第十一章 使用和新发展	(75)
第十二章 事故和品格的考验	(84)
第十三章 凯门核公司	(90)
第十四章 臭鼬工程队	(97)
第十五章 哈斯基.....	(105)
第十六章 公司“求婚者”	(112)
第十七章 罗托达因.....	(121)
第十八章 HU-2K 和一堂政治课	(128)
第十九章 变化的哲学.....	(137)
附录 凯门公司近十年的五大计划.....	(141)

引言

人们非常容易忘记为取得重大成就而付出的代价。取得成功的人必须常常牺牲许多生活乐趣，而把时间花在从事复杂而有挑战性的工作中。失败还往往是成功之母。在一件事情取得成功之前，很可能在其它方面有许多事情会失败，因而重要的是要认识到，有成就者经常可以利用别人的失败而得到教训，他们从错误中学习，或是由较为有限的早期成就所得出的有益结论中学习。有幸取得成功的佼佼者，会谦逊地发觉这一点，因而他们对现在和过去作出了很大的牺牲但没有或几乎没有取得任何功绩的人们感激不尽。

美国航空工业的建立是这种牺牲的一个最好例子。有许多杰出的英雄，如莱特兄弟、唐·道格拉斯、格伦·马丁、吉米·杜利特尔和查克·耶格尔。人们熟悉的还有一些先驱者，如格伦·柯蒂斯和伊戈尔·西科斯基。由于种种原因，他们有能力用飞行器创造奇迹并汲取公众集体的创造力。但在每一位知名英雄的背后，都有一些仅是奉献出毕生精力的无名英雄。许多人冒着生命危险，为证明飞行器的价值而走完了人生。

长久以来，这些人对工作的精神已经传遍全行业。丰富和美化这种精神的许多历史事件，在今日仅留下淡薄的回忆；对于未曾经历这些时期的几代年轻人来说，这些事件只不过是历史。

这也许是理所当然的，因为人们必须生活在现实中，并为未来作好准备。但，了解历史是一件非常有用的工具，因为它能帮助人们更好地把握现在。对于直升机公司，如果认真来讲，其中大多数只是在第二次世界大战之后才起步的，才创造了部分最惊人的航空史。

1945年12月12日，当凯门飞机公司初创时，我们对伟大变革时代的开始充满自信。当时没有喷气客机来往于诸大陆，收音机也由电子管和变压器驱动。晶体管还未曾出现，更不必说它的后继者——芯片了。也没有人造地球卫星；人造卫星和空间站实际上还是科学幻想。一提到计算机，使人想起充满了大量电子管放大器系统的一些房间，或者更常用的门罗式计算器，它的机械零件咯咯作响。工程师仍用计算尺来扩充工程数据，在当时直升机更鲜为人知。即使在用倾转主旋翼方法作水平运动，和用总距操纵作垂直升降的原理建立之后，那时的直升机还真是非常的原始。

到40年代中期，美国战胜了，同时也被战争拖得疲惫不堪。但是，欢庆胜利的意义不仅是指军事力量上占了优势。至少对于西方世界来说，美国拯救了世界，保住了自由。美国看来准备领导世界，向着现代思想和现代产品的未来大胆地进军。

在经历战时配给制后，消费品再度丰富。汽车又从底特律的装配线驶出。尤其是由于战时技术转用于民品生产，人们开始购买房屋、冰箱和节省劳动力的各种器具。“下一步他们想要什么？”这句话，成为当时流行的一句口头禅。确实，仅仅在几年之后，人们就买得起一部电视机，这大概是本世纪内对社会影响最大的技术发展。

美国人是善于接受“进步”的。由于他们习惯于看到奇迹一个接一个地被带到现实中来，他们很容易听信那些幻想家。这些幻想家声称，不久的将来，有一天，每人都有自己的直升机。这项设想，如果不是直升机将取代家庭面包车或班车，就是两者都取代。在人们想象中，史密斯一家在夏季飞到海岸，或在冬季飞到山区。或者，设想史密斯先生坐在直升机上在通往办公室的快车道的车流上空愉快地轻轻掠过，并在办公楼屋顶上降落。

想象确实是富有魅力的。事实上，在工业界中，在我们之间的许多人，也相信这一点。这可能是由于他们过于乐观造成的无知或对于技术过分激动，以至不能预料美国现代生活的现实和从总体上说尚未领悟到直升机的经济学。

在那些日子里，民用航空委员会关于飞进城市中心的条例是非常宽松的，甚至预计以后也不会作任何修改。关于建设市区和郊区直升机港的前景也令人信服，因为按照热心者的预测和描绘，这种新的机器提供一种具有非常吸引人魅力的便捷交通工具。西科斯基飞机公司在一些公关表演时吸引了公众的注意，尤其是安排了由火车、汽车、飞机和直升机参加的从纽约到哈特福德的比赛。结果，直升机赢了。

继伊戈尔·西科斯基之后，另有一些人也进入了这个前途光明的新的航空和业务领域。通常由一名航空工程师或具有相似背景的某个人领导的小直升机公司在全国如雨后春笋般涌现出来。一些发明家，如贝尔飞机公司的阿特·扬得到了一些大公司的资助。有些人公开地或私下卖股票。小规模私人研究工作的典型是弗兰克·皮亚塞茨基在费城的PV*研讨会，该会是现在波音·伏托尔公司的一部分。而斯坦利·希勒的在加利福尼亚州的帕洛阿尔托工厂则是公共研究工作的代表。

当时有数以百计的这类冒险企业，当然其中包括凯门飞机公司在内。在此新的业务领域内，公司的存在是要冒险的，总是面临生死存亡的问题。对大多数公司前途的预卜是完蛋了结，的确，几乎每家公司都失败了。事实上，到50年代和60年代，最初的直升机公司中，只有五到六家是以一种形式或另一种形式在此业务领域内继续存在。

技术确实是一个难以逾越的障碍。仅凭40年前关于这种飞行器的有关知识，旋翼机实在是很难制造，尤其是要让他圆满操作起来更难。从设计到材料，直升机给航空工程师带来的困难远比固定翼飞机多。驾驶直升机也比驾驶飞机难得多。由于财务造成的问题，或者说得更明

* PV：私人投资飞机企业——译者注。

白一点是缺钱，又使技术问题更难解决。

战争之后几乎都会遇到某种形式的经济困扰，即由巨额军费引起的萧条。第二次世界大战的战后也不例外，在国家跌跌撞撞进入40年代后期的腾飞时期和“神话般”的50年代之前，就碰上了商业萎缩。但是，当经济最终开始腾飞时，不是每个行业都立刻跟得上去的。

在几年里，随着一些难以解决的现实问题出现，早期鼓吹旋翼飞行的热心者几乎全消失了。成本和财务的障碍明摆在面前。那些年轻的航空工程师明白了他们的聪明构思在银行借贷官员或老练的投资人的冷眼中没有什么抵押价值。而且，技术是以它自己的步伐慢慢的发展，而不是以比别人早想几年的热心者的步伐飞快的发展。

当然，还有个安全问题。既然公众都明白汽车相撞是难以避免的，那么在城市和郊区之间日益拥塞的班机走廊中又会发生什么呢？在一个宽阔的直升机港中停几百架直升机是一回事，但是请想象一下10000架直升机向曼哈顿区集中飞去，就像一阵烟雾滚滚而来的情景。要不是当时因迅速发展的通用航空业要求制订更严格的政府条例，就可能提出解决这类直升机问题的一些办法。事实是在日益加深的对公众安全的担心面前，羽毛未丰的直升机工业只会被一扫而光。结果是作出了决定性的改变，即在直升机使用方向上，从乐观的大规模民众使用转向更为符合实际的军方使用的设想。

直升机工业和行业内的每家公司，常常会受到方向上的决定性改变的影响。例如，几年之后，在达到了被接纳为有数的军品供应商的顶峰之后，凯门公司被迫在60年代去面临最大的危险：在全然不生产直升机的情况下继续经营，因为防御计划和采购政策的改变和海军终止了由凯门公司承制的先进技术多用途救援直升机计划。

回想起来，对本公司来说，反而是一件大好事。要不然的话，公司就不会采取步骤进入更宽阔的业务舞台，并将难以获得的业务经营判断力付诸实践。因而，即使海军在80年代初重开其直升机生产线，凯门公司已经不再是一家纯“直升机公司”了。

现在，我们的生活节奏已经达到了人类历史上前所未有的水平。这对我们凯门公司来说既是挑战，又是机遇。正如40年前我们在旋翼机飞行方面掌握略超出基本原理的知识一样，今天，我们的科学家和工程师们同样正在掌握等离子、粒子束、激光、毫微弧度和微英寸方面的知识，这些知识将确保我国的国防安全。我们为技术成功而努力奋斗过，并且，正当我们还在这样做时，我们敏锐地发觉一项伟大得多的斗争：人类为控制、遏制或避免一场核浩劫的斗争。前进的步伐加快了几个数量级，我们所从事的工作的重要性同样也提高了几个数量级。

当我国的经济制度面临着可能会损害它爬升到空前的高度的威胁时，我们既不能躺在我们得来不易的经济实力上，也不能停在为争取公司生存而历尽艰辛赢得的胜利上。因为，就在制造业为寻求较低的劳动成本而迅速转移到发展中国家的时期，以及因国家进口愈来愈多

的产品而贸易赤字逐步上升的时期，对社会的威胁已经达到了前所未有的境地。同时，大社会（美国前总统约翰逊提出的社会福利计划——译者注）的幽灵和不断上升的国防费用却已经把我们带到几乎无法控制的财政赤字的境地，这种财政赤字非但无助于我们孩子们的未来，反而把他们的未来作了抵押。

数十年来得到健全发展的多种经营的凯门公司，必须以果断的决策去面对明天的商业发展趋势。无论是在战略防御倡议（星球大战）的概念中，设计出极其精确的武器，或是为公司实现更高水平的贸易往来时，外来的挑战显然是在不断的增强。对未来业务作决断的磨刀石必须更细，对技术和科学的洞察力必须更敏锐，而对成功的代价将是付出所有无法估量的劳动和牺牲。

现在，我们来谈谈写本书的原因。美国式的奇迹是，只需实施自由一家健全的实业企业就能够发展和繁荣。以我们的公司为例，开业时只有 2000 美元和一个制造一架较好的直升机的愿望。我确实非常有幸地参与创立我国伟大的国家工业之一——直升机工业，并分享其领导地位。面对多年来由凯门公司的直升机在无数次救援行动中拯救了数千条生命这一事实，是很容易令人高兴的，或者更自负地讲，使人们认识到凯门公司的存在和发展，对成千的家庭和我们的社会已经作出了重大贡献。

但是，在为过去成就自豪的同时，更应该注意到公司现在仍在无数的新领域、新技术和新业务方面向前迈进。对我来说，很快就亲身体会到，虽然公司的精神本身有时是难以理解的（尤其是对局外人，而且，这种精神有时或许被局内人视为当然），但我相信，对这种精神的追根求源，一定能受益匪浅。

因此，我们颂扬那些开拓者，他们敢于领导，敢于奉献出自己，并敢于成为一个新世界、新行业或新技术开端的一部分。诚然，这个故事与今天再次领导我们走向未来的开拓者是非常相同的。但凯门人始终表现出一个基本特性：他们就是成功者，就是有成就者。对他们许多人来说，对他们成就的承认就是最丰富和最有价值的享受。

我为我们的公司一如既往地感到非常自傲，我对我们的未来太感兴趣和太关心，而不想总是沉醉于过去。因此，本书旨在记录并纪念凯门公司的早期年代，以便对每日面对逆境的那么许多人作出的慷慨牺牲表示敬意，并想指出我们过去为新技术而作的奋斗和现在在技术的前沿而努力工作之间的相似性。我们的“公司文化”就在这里诞生，本公司非常丰富的个人价值也在这里产生。

我相信，当我们面临最大的挑战——明天之时，这种孜孜以求的精神实际上继续活在今日每一个凯门人的心中。

查尔斯·H. 凯门

于 1985 年凯门公司 40 周年之际

第一章 六英寸*高的飞行 依然是一次飞行

任何新事业的第一步都要顶得住那些常说“这办不到”的人的令人气馁的忠告。这并不是说像智者的劝导和有先见之明的警告也都毫无可听之处。但许多人却有一种贬低年轻人和热心家的主意的习惯。

“无条件”的鼓励也是要命的，因为这能促使没有经验的人陷入种种困境。最好的建议包括适当的警告，或叫做有益的忠告，然而仍应当承认创造力能产生出不可预见的潜力。

从凯门公司创业开始，我们就认识到每一项计划本身都存在的固有问題，并以一种现实的方式来解决它们。然而，我们从未让令人生畏的挑战本身来减慢或阻止我们的“努力”。或许，有些事情的确是“办不到的”。但在凯门公司是不会轻易地接受这种观点的。我们欣赏并尊重善意的劝导，即使它听起来不太舒服。但我们仍然相信，在竭尽我们的才能、能量和创造力以前，没有任何事情是不可能的。

在我告诉可控桨距螺旋桨的发明人、联合飞机公司研究部主任弗兰克·考德威尔，我将要离开联合飞机公司并描述了创立我自己的公司的计划之后，他深深地吸了一口烟，并用他那灰白无情的眼光盯住我。这个平时热情、厚道，有着平易的笑容、浓密的白眉和一堆乱蓬蓬的白发的人，一下却变得郁郁不乐。

沉默一会儿之后，考德威尔说：“查利，你大概认为你的成功可以依靠你作为一名工程师的能力和有一些绝妙的设想，那你就错了。事实并非如此。当然，如果你不是一名好的工程师，你就办不好事情，但你的成功还将取决于当你受到打击和挫折时，仍能继续思考和创造的能力。”

我很尊敬弗兰克·考德威尔和他的见解。在以后的40年里，我多次体味此朴素思想的真谛。但是，对于一个正在寻求一点精神支持的刚愎的年轻人来说，这并不是最令人鼓舞的谈话。

尽管有这些警告，凯门飞机公司还是于1945年12月12日诞生，当时所有的就是一些关于旋翼机的设想、价值5000美元的实验装置和器材，以及两个好朋友各投1000美元的开业资金。显然，仅是研制一种新直升机就需要多得多的资金，更不用说生产一种新直升机了。开办这个公司等于逼我们去穿越地雷区，我和我的伙计们随时都有被炸飞的危险。

* 1英寸=2.54厘米——译者注。

按照一位纽约的经纪人（我的牙科医生的朋友）的建议——应当设法寻求可能得到的一切帮助，我们设法使当地报纸对我们的新公司感兴趣。这位经纪人坚信我们的公司一定能吸引投资者的兴趣。我们公司的新闻特写被刊登出来了，其标题为《西哈特福德人开办直升机公司》。但事实与该经纪人的保证相反，要求买我们公司股票的电话寥寥无几。

股东的最初核心由慷慨的朋友、亲戚、雇员和老同学们所组成。事实上，在1946年春季，用于推销股票和寻找后台老板与投资者的精力与花在直升机工程研究上的几乎一样多。凯门飞机公司只有一小批低工资的雇员。为了使这项新生的事业继续运转，我们每周都要工作80至90小时。

大约在那个时候，我听说一个在波士顿的集团公司，叫做新企业集团。该集团的总裁是一个有钱人，叫做比尔·库利奇，他的执行副总裁是吉恩·霍奇基斯。他们一起组成了一个大约有25个新英格兰百万富翁的集团，其宗旨就是进行冒险资本投资。

与新企业集团在他们位于波士顿商业街旁的小办公室内进行的首次会谈颇有成效。此后不久，霍奇基斯和该集团的另一个负责人E. 莫拉·比尔斯驱车来到康涅狄格州尤尼维尔观看我们推出的第一个旋翼。我和凯门公司的第一名雇员比尔·默里在试验装置的底盘上套上黑色胶布带，并在上面放一杯水。我们小心地使旋翼旋转起来，并保

为新企业集团作表演时
所用的试验装置

