

(62) 出国參觀考察报告之10

关于航空設備方面的情况

航空小組赴英參觀考察报告之三

(內部資料·注意保存)

中华人民共和国科学技术委员会情报局編印

一九六二年四月

目 录

(一) 参观范恩堡航空展览会和有关航空设备工厂总論.....	(1)
一、概况.....	(1)
1. 英国航空设备工业簡况.....	(1)
2. 英国航空工业政策在航空设备技术方面的反映.....	(2)
二、英国航空设备技术方面的主要情况.....	(3)
1. 对航空设备的某些基本考虑.....	(3)
2. 控制用陀螺与元件.....	(5)
3. 制导系統.....	(9)
4. 模拟计算机.....	(11)
(二) SEP-2自动駕駛仪.....	(13)
一、一般介紹.....	(13)
1. 組成部分.....	(13)
2. 工作原理.....	(40)
二、SEP-2 自动 駕駛仪的方案特点.....	(45)
1. 采用以速率陀螺信号为主, 形成速率/速率 稳定系統.....	(47)
2. 通过轉动平台利用速率陀螺所反应的速率信号 操縱飞机.....	(47)
3. 在对跑道航向时, 利用机头相对于磁北的罗盘 方向和航向台方向的綜合信号, 以保証很好进 入航向台等信号区.....	(48)
4. 在选用元件上所反应的方案性特点.....	(48)
三、SEP-2 自动駕駛仪几个主要部件的特点.....	(48)
1. 随动机或馬达.....	(48)
2. 磁放大器及其綫路.....	(54)

四、SEP-2 自动駕駛仪在設計計算、試飞中的某些情况	况和对其估价	(58)
1. SEP-2 自动駕駛仪在設計計算中的考虑		(58)
2. 試飞		(59)
3. 估价		(59)
(三) 英国海蛇艦对空导弹及其制导系統		(60)
一、概述		(60)
二、海蛇艦对空导弹的一般介紹		(61)
1. 兵艦上的发射設備		(61)
2. 海蛇导弹的性能及其組成部分		(63)
三、海蛇艦对空导弹制导系統的工作情况		(70)
1. 助飞器推动的飞行段		(70)
2. 測滾稳定		(70)
3. 导引段		(71)
(四) 陀螺与自备式导航系統		(71)
一、方向陀螺架		(72)
1. 全姿态控制双陀螺		(72)
2. 轉环軸承陀螺		(76)
3. 两种改进型軸承的介紹		(77)
4. 佛兰梯公司对飞机用陀螺地平仪的几个技术措施		(78)
二、慣性平台		(79)
1. 佛兰梯公司 100 型慣性导航平台		(79)
2. 米尼阿波里斯、亨內威尔公司(系美国資本)的慣性平台		(84)
三、杜普洛导航系統		(88)
1. 馬可尼杜普洛导航系統		(88)
2. 德卡杜普洛导航系統		(93)
(五) 德卡导航系統		(94)

一、德卡导航系統概述.....	(95)
1. 主付台.....	(96)
2. 接收与指示部分	(106)
二、德卡导航系統的工作原理	(113)
1. MK-8 型德卡导航系統	(113)
2. MK-10 型德卡导航系統	(118)
3. 德卡导航系統的誤差分析及主付台距离位置的 安排	(133)
三 德卡导航系統的典型綫路介紹	(147)
1. 接收部分	(147)
2. 差拍振盪器部分	(153)
3. 振盪器通道	(162)
4. 校准信号部分	(166)
5. 参考基准部分	(178)
四、德卡导航系統与全向定向/測距系統的比較及其 特点	(188)
1. 几种主要近、远程导航系統的方案特点及主要性能	(188)
2. 德卡导航系統与全向定向/測距系統的誤差比 較	(195)
3. 在投資与經濟上的比較	(196)
4. 工作适应性的比較	(197)
5. 从与远程导航系統的配合来看德卡与全向定向/測 距近程导航系統的前途	(197)

关于航空设备方面的情况

文 傳 源

(一) 参观范恩堡航空展览会和有关 航空设备工厂总論

1961年9月，我們参观了英国范恩堡航空展览会和一些航空工厂、机场与学校。关于展览会的概况在“航空小组赴英参观报告之一”中已有介绍，这里只将参观的工厂和英国航空设备方面的情况进行扼要总结以供参考。至于SEP-2自动驾驶仪、海蛇导弹控制系统、陀螺与自备式导航系统及德卡导航系统，后面另有专题介绍。

一、概 况

1. 英国航空设备工业简况

据1961年统计，英国航空工业从业人员总数约30万人，其中属于飞机方面约13万人，发动机方面约9万人，航空设备方面约8万人（只包括某些公司专从事航空设备总装与特殊部件生产部门的人员，而不包括生产配套元件方面的人员）。英国生产航空设备的公司共约200家，其中较主要的公司有：生产航空仪表与自动驾驶仪的司密斯公司航空仪表部分；生产自动驾驶仪、陀螺或惯性平台及电气元件的英国航空电气公司（还生产雷鸟、蓝水导弹）、埃里奥特公司（还生产蓝钢导弹的惯性平台）、佛兰梯公司（90%系军用产品）、斯伯利公司（系美国资本，还承制海蛇蓝钢导弹控制系统）、米尼阿波里斯、亨内威尔公司（主要生产惯性平台、浮动陀螺）；生产无线电导航设备的有：德卡导航公司、马可尼公司（还承制雷鸟导弹控制设备）；生产电气元件和无线电设备的有：英国通

用电气公司（还生产海蛇艦空导弹的无线电设备）、英国通信与电子公司（还生产靶机控制系统）；生产电子设备与无线电设备的有：标准电话与电缆公司（系美国资本，还生产无线电小高度表）、馬拉台公司（主要生产电子管、晶体管等电子元件）、派公司（主要生产盲目着陆设备）、柯索公司（产品有印刷波导管）、沙德尔公司（产品有柔软波导管）、电气作业与特克洛格拉福（产品有印刷线路）；以及生产各种轴承的英国轴承公司等。

2. 英国航空工业政策在航空设备技术方面的反映

英国在1957年的国防白皮书中曾宣布放棄飞机而发展导弹。由于遭到英国国内各方面的反对和财力、技术力量的不足，后又强调机弹并重，并于1960年宣布停止蓝光导弹的发展计划。在战略武器上着重发展战略轟炸机带空地导弹（如蓝鋼）和低空高速飞机（如TSR-2）。战略轟炸机带空地导弹在战略上的价值，牵涉到搜索雷达与反雷达技术，飞机被袭击的概率、垂直起落飞机場地与发射地点虽經常变动仍有可能被对方发现与掌握規律的概率、制导技术的准确性，从活动发射架发射空地导弹对命中率的影响，空地导弹在重量、尺寸、航程、威力方面受到限制后的作用以及成本等因素。单纯从制导观点看，战略轟炸机带空地导弹，对导弹来说，不但可給予导弹以相当大的初始速度，而且可在适当地区和高度发射。不过如何定导弹发射时的起始条件（即飞机的定位与定向问题）及迅速調整导弹制导系統的起始参数与系統参数，对制导技术是一个严重问题。英美在这方面費了不少力气，这反应在英国陀螺、慣性导航与杜普洛导航技术关键与配合使用上。

英国搞战略轟炸机带空地导弹，不完全是因为財政困难，搞点空地导弹裝飾門面。美国1961年前生产与发展的导弹共47种，其中地地导弹15种，地空导弹11种，空地导弹11种，空空导弹10种；英国1961年前生产与发展的导弹9种，其中地地导弹1种，地空导弹4种，空地导弹1种，空空导弹3种。这样看来空地导弹在英美导弹

种类中占的比重都不小，因而有一定軍事意义。

二、英国航空设备技术方面的主要情况

1. 对航空设备的某些基本考虑

(1) 在设计与选用航空设备方面

综合利用同一设备以減輕机載重量。飞机上有的设备并不一定需要連續指示，一套设备完全可以作两套使用，有的复杂设备系作信号源以供几处的重示器观察用，因而可以大大减少体积和重量。如英国慧星4号飞机，仪表着陆航向装置和全向定向装置是用同一套天线和接收设备，气象和地形显示雷达也是用同一套设备，而司密斯飞行系统的地平仪和方向仪都接有几个重示器并可作操纵盒用。

但是对飞机设备来说，是在保证必要的安全基础上力求減輕重量和体积，而不是在減輕重量的基础上求安全，特别是旅客机，更应当如此。英国在选用飞机设备方面也考虑了这一原则，故在关键处，不惜增加套数与重量。一般旅客机都有两套超高频接收设备与天线，两套下滑台接收设备与天线，两套航向台与全向定向设备与天线。在大型运输机如三叉戟上甚至有三套各自独立的操纵系统，以保证飞机的安全。

由于目前有可能大量应用小型或超小型电气元件、印刷线路、晶体管、超小型电子管，因而复杂设备的各个元件有可能安装于同一壳体内，这样既可减小重量体积，还可减少接线，便于保温、安装与维护。如佛兰梯公司的惯性平台就是采取这一结构形式。

(2) 在试验方面

英国各公司均有专管检验的董事，负责检验材料、产品以及一般仪表的精密度。管检验的董事和管生产的董事并行工作。特殊仪器送国家研究机构校验。产品的初次检验要求比规定的性能高3%。校验仪器的精度一般比产品的精度要求高一级。

英国各大公司由于考虑到市场竞争，必须研究提高产品质量，增加新品种，所以他们对比较长远的、系统的和复杂的试验比较

重視。例如德哈維蘭飛機公司的飛機靜力與疲勞試驗達18個月之久；海蛇導彈從1948年開始研究，1957年試射，中經反復試驗積累數據達9年；德哈維蘭飛機公司的飛機全盤自動化問題據說已經作了一系列試飛試驗，但這一工作將進行到1970年。但另一方面他們還有保守和財力與技術力量不足之處。試驗方法有如下幾種：

A. 較普遍的应用磁頭磁帶作為測試設備，如測試各種相關系數，以至用於仿形機床。

B. 在作多點記錄時，可用水銀作為觸點之一的旋轉式繼電分配綫路或延時電子分配綫路。

C. 為了保證電位計的精確度，將導綫移動通過水銀，以測定漏電孔的數目，要求漏電孔數不超過10孔/46米。這是李惠林精密電阻小工廠的一種簡便的土辦法。

D. 利用電視觀察燃燒室與反應堆的工作情況。

E. 利用壓縮空氣通過加工件的間隙後，根據壓降不同以精確測定精密加工件的尺寸。

F. 為了試驗密封精密繼電器的气密性，將繼電器置於盛有乙二醇的瓶中，瓶則置於抽至100毫米左右水銀柱壓力的真空室內，如密封繼電器漏氣，則可見到气泡；瓶中之所以盛乙二醇不盛水，是因為在低壓下水將沸騰。

(3) 一般精密車間的要求

以司密斯公司航空部份的一般精密車間為例，它的自動駕駛儀總裝配車間有四個大厂房，每個約 30×10 米，均系平房，房頂及牆壁大部為玻璃，光綫很好，進入車間前有隔離走廊，以便防塵，有專供空氣處理的房間，裝有通風設備，可去除塵埃，保持一定溫度（ $19^{\circ}-21^{\circ}\text{C}$ ）與濕度（以人感到舒適為準）。速率陀螺螺裝配間要求較嚴，在一車間中央用玻璃隔出一小裝配間，專供速率陀螺螺裝配用，進入此裝配間以前須換上尼龍帽子與鞋套。

無綫電及一般電氣元件的裝配車間並無特別要求，有的有通風設備。更精密的車間沒有看到。

2. 控制用陀螺与元件

英国在陀螺仪器方面相当落后，英国航空电气公司所生产的GG49M1G 浮动陀螺以及佛兰梯公司试制的100型惯性平台的关键部件都是买美国专利试制的。

英国所生产的陀螺产品的性能，似与其发展战略轰炸机带空地导弹要求准确定向有关，还考虑到适应高机动性能飞机的要求。如在英国的美国资本奔底克斯公司的全姿态双陀螺架，其方向仪的漂移误差为 1° /小时；斯伯利公司的具有转环轴承陀螺架，其方向仪的漂移速度仅 $\frac{1}{4}^{\circ}$ /小时。对方向仪的准确度的提高都非常注意。由于准确度很高的方向信号可以和杜普洛导航系统配合以获得较准确的定位，还可在发射导弹时提供较准确的方向信号。

从航空展览会以及参观工厂所见到的电气元件来看，一般可以适应目前航空的要求，有一些也可以适应火箭技术方面的要求。个别电气元件还相当精密，印刷线路的多用途及广泛应用更为突出。今将几种典型继电器、控制用电机、小型电池与印刷线路的主要规格与性能或情况，扼要列举于下，以便对英国电气元件有一概括性的了解。

(1) 继电器

生产电气-机械元件的公司，主要是普勒斯(Plessy)、标准电话电缆(Standard Telephone and Cable)公司与德蒙特H(diamond H)公司。普勒斯公司展出的小型(CA型)继电器：额定电压为1.3—96伏；工作电流350毫安—6.5毫安；工作温度 -40 — $+100^{\circ}\text{C}$ ；重量不密封的为35.4克；密封的为63.8克；尺寸为 $42 \times 20 \times 22$ 毫米。特小型(CE型)：额定电压为直流28伏，工作电流250毫安，温度范围 -55° — $+100^{\circ}\text{C}$ ，尺寸为 $20 \times 18 \times 9$ 毫米。标准电话电缆公司(系美国资本)展出的特小型继电器是用于无线电设备的，其额定电压6—28伏；最小工作电流14毫安；工作温度 -65°C — $+125^{\circ}\text{C}$ ；尺寸为 $19.8 \times 14.3 \times 19.3$ 毫米；重12.5克；可承受加速度100g；振动10g，50—2500赫；动作时间5毫秒。德蒙特

H公司的BS型繼电器用于导弹与飞机，其綫圈与触点是分开密封的；工作电压为直流30伏，交流115伏60/400赫；工作电流5—10安；工作溫度 -65°C — $+200^{\circ}\text{C}$ （或 $+150^{\circ}\text{C}$ ， $+125^{\circ}\text{C}$ ， $+85^{\circ}\text{C}$ ）；尺寸26立方厘米；重113克；速度吸入小于10毫秒，释放小于3毫秒；抗冲击30—50g；抗振15g,1000赫；20g,500赫。

ML的晶体繼电器工作电压为直流6伏；工作电流600微安；尺寸 $79.4 \times 41.65 \times 22.35$ 毫米；重量114.7克；动作時間小于1毫秒；于直流48伏电流1安下，可工作 10^5 次。

在司密斯公司航空部份，还看到了一种正在作試驗的特小型繼电器，其直径为8毫米，长为15毫米；繼电器圓筒壳外鍍黄金，两端用填料密封，綫圈导綫为銀色系鉑絲繞成，直径为0.02—0.03毫米；工作頻率可达50赫；工作电流可达0.5安；工作溫度为 -65°C — $+180^{\circ}\text{C}$ ；接通次数可达 10^6 次。

舍佛菲尔德·司美尔梯（Sheffield Smelting）公司所制触点与彈簧片的双金屬片，可直接冲片，不須再將触点鉗在或鉗在彈簧片上。

（2）控制用电机

此处只举一两种微电机作为例子来看一下英国产品的情况。布朗（Brown）公司的15B型八極两相松鼠籠式微电机：供电电压为115伏400赫；起動轉矩为100克-厘米；无載轉速4800轉/分；輸入功率为6.1瓦/相；轉子慣性矩为3.4克-厘米²；尺寸长为61毫米，直径38毫米；重227克。普利（Pullin）公司的B8型微电机：其供电电压为直流24伏；額定轉速为3500轉/分；額定轉矩为275克-厘米；額定电流为1.1安；尺寸为 $50 \times 50 \times 76$ 毫米；工作溫度为 -65°C — -70°C 或 180°C 。

（3）小型电池

惠勒（Venner）公司的H60型銀鋅电池的大致性能为：容量60安培小时；溫度为 20°C 时，放电速度为30安，放电時間为126分鐘；每单元的电压为1.48伏；安培小时/公斤为94.6；瓦时/公斤为

114; 安培小时/立方厘米为0.142, 瓦时/立方厘米为0.215; 正常放电速度为6安培; 最大放电速度为100安培 (20°C); 最大放电电流为250安时, 其放电时间为4分钟。小尺寸银锌电池每月的容量消耗为30%, 大尺寸银锌电池每月容量损耗为5%。在 -30°C 或更低温度, 银锌电池仍能正常供电, 只是电压低一些, 温度增高只受电池外壳材料软化的限制, 一般可在 $+85^{\circ}\text{C}$ 下工作。

银镉电池的特点是寿命长, 其性能为: 瓦时/公斤为44; 瓦时/立方厘米为0.1—0.16; 正常电压 (10小时放电) 1.1伏; 有效工作温度为 -25°C — $+65^{\circ}\text{C}$; 週期寿命于一般温度下, 三年内週期寿命可达200次以上, 干贮存寿命在3—5年内, 电池不受影响。

(4) 印刷线路

近年来印刷线路规模发展很快。此处要介绍的是所见到的广泛应用和多种用途的情况。

数字计算机已全部应用印刷线路, 模拟计算机与惯性导航平台以及控制系统也绝大部分应用了印刷线路。而且它的应用范围还正在扩大, 如可用作电阻, 对5欧电阻来说, 误差在 $\pm 1\%$ 以内; 高于5欧以上的电阻误差在 $\pm 0.5\%$ 以内; 特殊情况误差在 $\pm 0.1\%$ 以内。大功率线路印刷电阻, 过载达1.5瓦/厘米²可工作2000小时也不至损坏, 而且用8千伏对印刷电阻作过破坏试验。还可利用镍合金箔印刷电阻作热防冰系统, 应变仪, 开关, 接线以及感应线圈, 印刷感应线圈可获15微亨, 误差在1—2%以内。同时还可利用印刷电路方式对叠片进行加工; 可大大提高效率并保证精度和节省材料。

(5) 电子元件

范堡堡航空展览会和伦敦市区计算机展览会, 展出了各种不同类型的电子元件, 如各种电子管, 晶体管, 钽电解电容, 薄膜元件等。其中薄膜元件英国现在研制的每立方厘米可包括28个元件左右。目前美国报导的材料为每立方厘米达280个元件左右。英国电子元件一般可跟上美国, 但某些新产品则尚差一段距离。现将柔软波导管、印刷波导管与微波反射器介绍于下:

(A). 柔軟波导管

沙德尔 (Sander) 公司在航空展覽会上展出了柔軟波导管。柔軟波导管系用两条經热处理过的U形鍍銅帶，于其中性軸用軟鋅或硬鋅鋸合而成；將此管与接头及組件接合鑄于柔軟人造橡胶套內，这样即可支承波导管的扭变或內部增压。完成的組合件須有銀敷的电表面。标准尺寸为5—122厘米，长者可达3.7—7.6米；內部可加压达4.2公斤/厘米²；溫度范围为 -55°C — $+125^{\circ}\text{C}$ 。

(B). 印刷波导管

柯索 (Cossor) 公司在1955年即已开始研究印刷波导管，它可用于雷达与通信设备。系用光学蝕刻出傳輸綫条带，將条带支承于两个接地板之間，即形成平衡条带傳輸綫，且类似于一般同軸綫。如將条带支承于单一的接地板上，則形成开口的傳輸綫，前者可隔离外界輻射的影响。傳輸阻抗与条带寬度有关，改变寬度和形状可获得不同形式（电容，电感）与数值，因而可用作濾波器。适当組合还可用作混頻器，邏輯綫路等。

(C). 微波反射器

费尔雷 (Fairey) 公司在航空展覽会上展出了微波反射器，由泡沫塑料作成，系圓球形，据說內部由不同成份不同层数构成，因而其介質系数对不同圓球部位來說是变的，故入射的微波能量可在圓球表面聚焦。圓球表面有金属包层，可經由圓球按投射方向反射微波能量。复盖角的大小与金属包层的大小和尺寸有关。所有反射器表面都具有一层薄的有机玻璃和树脂状沉淀物表面，以避免受外界气象条件的影响。这种反射器在大的观察角范围内，可提供一固定雷达反射面积，它的反射面积比具有同样半径的一般角反射器的反射面积大八倍。金底維克靶机在机尾和两翼装有三个半径为25.4厘米的微波反射器，可將7.82米翼展的飞机的相应雷达反射面积增至相当于翼展为19.8米的飞机的雷达反射面。

法恩堡航空展覽会展出了各种軟磁材料，微波材料，坡莫合金、微波吸收材料以及导綫等。其中坡莫合金带的厚度最薄的为0.0125

毫米时, $\mu_{\max}$ 达 $10^5 - 4 \times 10^5$ 。絕緣綫的最小直径达 0.005 毫米。微波吸收材如以普勒斯 (Plessy) 公司的 AFII 为例, 其性能規格为: 频率范围为 5000—50000 兆赫, 能量吸收百分率大于 99%, 材料厚度为 2.67 厘米, 比重为 0.16 克/立方厘米。

3. 制 导 系 統

在介紹英国制导方面的特点以前, 首先介紹一下作为制导对象的英国飞机与导弹的簡况。英国在民航机方面, 目前正在着手試制, 巨型渦輪噴气飞机 VC-10, 具有三套自动駕駛仪的三叉戟, 这两种飞机都正在研究如何全盘自动化問題。还有垂直起落飞机 SCI。至于高速飞机 T188, 低空高速飞机如 TSR-2 等, 在制导方面也会有相应的特殊要求。在战术导弹方面, 英国現有地地、地空 (包括艦空) 与空空导弹, 正如前面已介紹过的共 9 种, 一般射程都較近, 但在制导方案上也有其特点。在战略武器方面英国似着重发展战略轟炸机带空地导弹, 由于技术上的复杂性, 在制导技术方面反应了一系列新措施。今拟就英国飞机与导弹制导系統特点, 按导弹控制、导航系統, 自动駕駛仪及自动着陆, 簡要地說明如下: 其中海蛇导弹控制, 自备式导航系統, 德卡无綫电导航系統, SEP-2 自动駕駛仪另有专题报告, 因此在这儿就只简单地指明它們的一些特点。

英国在自动駕駛仪方面, 除了埃里奥特生产以位置誤差作为主要控制信号的自动駕駛仪, 还生产美国奔底克斯公司的全部采用晶体管的 PB-20 自动駕駛仪外; 一般均以速率陀螺信号为主的速率/速率自动駕駛仪, SEP-2 自动駕駛仪还具有全部采用电气元件的特点。

从海蛇导弹的制导系統看来, 英国在导弹制导系統方面, 对采用邏輯计算机进行控制, 利用弹体旋轉以消除助推器推力不平衡, 以及用燃气发生器作发电机和液压泵的共同能源。作了不少探討試驗, 值得我們注意。

在自备式导航系統方面, 为了保証远程轟炸机特别是带空地导弹的战略轟炸机的定位定向。英国对軍用飞机的慣性导航系統和杜

普洛导航系統的研究試制，看来給予了足够的重視。特別突出地注意了在这种情况下杜普洛导航系統測速的准确性和慣性平台的定向准确性，使其互相配合綜合利用以达到較准确的导航目的。

无綫电导航方面仍着重发展长波（70—120千赫）比相双曲綫定位的德卡近程导航系統、德卡特远程导航系統以及超长波（10—14千赫）超远程德尔拉克导航系統，以与美国的全向定向/測距近程导航系統及那伐火远程导航系統相抗衡。

关于自动着陆方面，由于英国人对无人操縱飞机研究的較早（1917年即已开始），并改装和制造过无人操縱靶机康培拉，金底維克及流星靶机，积累了一定經驗，公佈的材料也較多；由于目前飞机故障40%是在着陆时发生的，因此英国对飞机着陆的全盘自动化特別注意。例如正在試制的巨型运输机VC-10与三叉戟都着重地考虑了全盘自动化問題。

英国在自动着陆的基本方案上和美国有着显著不同之处。英国着重于利用机场航向台与下滑台的等信号区引导飞机下滑，然后利用高度方案使飞机接地。美国則着重于利用測定飞机空間位置的雷达信号，經由計算装置发出指令引导飞机着陆，看来他們在这方面的竞争也相当激烈。

今以三叉戟飞机为例，將其着陆全盘自动化的特点簡述如下：

三叉戟在离地高度46米以上，是利用航向台和下滑台的信号，而一般在进入等信号区以前它們是將磁航向与航向台信号按适当比例加入自动駕駛仪的，以便获得較好的过渡过程。从46—21（或15）米高度，这一段采用高度变化率为常值（ $H=3.55$ 米/秒）的高度控制方案。由21（或15）米至接地則采用高度变化的加速度为常值（ $H=C$ ），并允許有0.3米/秒的接地速度。航向台的信号系一直引用，并通过付翼进行控制。从以前发表的資料看来，他們曾采用过指数邏輯控制方案（ $TH+H=0$ ， $TH+H+\int (TH+H)dt=0$ ）等。采用高度变化率与高度变化加速度的高度着陆方案，如果信号来自无綫电小高度表的一次与二次微分信号，則显然要求无綫电小高度

不但非常准确与可靠，而且要求非常稳定。就是采用慣性加速度表也要求很准确和非常可靠。民航机在触地后，一般仍由駕駛員操縱，由滑行道至停机坪則由電纜引导。至于用電纜引导飞机着陆問題，派公司提到英国仍在研究，但德哈維兰公司未就三叉戟等飞机采用此方案作何介紹。

英国在改进飞机自动着陆系統的关键設備如航向台与下滑台方面，看来也作了不少工作。如航向台采用了自动校准系統与反射面，以減少干扰的影响。这样可將不規則等信号区由 0.3° 減至 0.1° 且正在設法減至 0.06° ；下滑台天綫采用了开槽天綫，可減小一般双極子天綫中的相互阻抗影响；因而可提高航向与下滑台的准确度。所有上述技术措施均值得我們参考。

另一方面由于应用反推力发动机与垂直起落发动机飞机的出現，我們虽沒有听到他們透露有关这类飞机的自动着陆問題。据一般情况看，由于不需滑跑或減少了滑跑距离，这种飞机的自动着陆可能要方便些。反推力发动机在产生反推力时，是朝前側方 135° 噴气，但过渡時間需3秒鐘，要是能够使其兩側推力不相等以減小側风的影响，对自动着陆又將增一有利的調节因素，不过時間常数大及溫度高將是一严重的問題，是否可能，值得研究。至于垂直起落飞机，如果用的是四个垂直起落发动机(SCI)，自动着陆的关键問題，一是在飞机沒有前进速度，操縱面失却作用，如何保持平飞；一是如何下沉減速，即在尽可能短的時間內以最小的下沉速度接地，根据一般控制規律，可利用地平仪信号通过控制四个发动机的推力差異，以保持飞机水平下沉；可利用高度变化率，或高度变化加速度方案使飞机按一定高度方案下沉并接地。对作战飞机來說，在保證所需的作战性能下解决垂直起落問題，无疑將具有很大价值，罗斯·罗伊斯发动机公司工程人員曾談称：在民航机方面他們也在考虑这一方案。

4. 模 拟 計 算 机

在計算机展覽会上展出的模拟計算机，有魯易斯、紐馬克公司

的3400型可解五阶常微分方程的模拟计算机，帕勒里特 (panellit) 公司 G-PAC MK-2型具有10个积分与求和运算器的模拟计算机，英国电气公司 (English Electric) 的累斯 (Lace) II型12阶模拟计算机，沙拉屈腊 (Solartron)公司的 SCD10型，10阶模拟计算机与电子联合公司 (Electronic Associates, Inc 简称 EAI 系美国资本) 的30阶 PACE231R 模拟计算机。在这几个模拟计算机中以 PACE231R 模拟计算机解决问题的面较广，准确度也较高。今将 PACE231R 模拟计算机的主要性能与特点介绍于下，以便对英国现有模拟计算机的一般水平有所了解。

(1) PACE231型的性能

部件名称	数量	准确度
积分放大器	30	} 0.005% 放大倍数 10^7
反号运算放大器	25	
加法运算放大器	45	
电位计 (自动或手调)	150	0.01%
电子脉冲乘法器	20	
电子平方乘法器	30	0.01% (100週/秒)
机电式乘法器	50	
二极管函数发生器	20	
座标转换器	5	0.07% (400週/秒)
噪音发生器	1	
高速数字电压表	1	0.01%
数字打印机	1	
自动数字输入输出系统	1	
二极管限幅部件	15	
时间比例选择器	1	
高速重复运算与显示组		

(2) PACE231型的特点:

A. 所有联线与插脚都采用同轴形式。对3450个触点，应用紫

銅网构成一个单独的隔离室，以保证在低电压下的最大准确度，而且每一触点都涂以24克拉黄金。每一精密计算网路都分别用金属室予以隔离。

B. 所有计算网路与积分电容都安装在一恒温室内。温度变化保持在 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 以内，塑胶积分电容系密封，固态计算元件可保证乘法与非线性运算可适应1000赫的信号。

C. 运算电子管耐压可达440伏，输出电压达 ± 140 伏。

D. 自动变换时间比例的因数为100，可使计算题循环操作率达每秒10週至50週，这对自动定所计算的系统的最优参数，边界条件或传导函数都提供了方便的条件。

(二) SEP-2自动駕駛仪

一、一般介紹

1. 組成部分：

整个飞行操縱系統可分三个部份：一为稳定自动駕駛仪部份（如图2—1上端所示）；一为操縱部份，如高度、空速、俯仰与轉弯操縱部份；一为无线电协调工作部份，如將全向定向或无线电航向台与下滑台信号通至自动駕駛仪以控制飞机，如图2—1下端所示。

(1) 稳定自动駕駛仪部份：

稳定自动駕駛包括俯仰、傾斜与偏航三个通道，每个通道主要由速率陀螺平台、放大器、随动机及調整片随动机組成。

A. 速率陀螺平台：

速率陀螺平台主要由外环、橫滾环及陀螺平台組成（參看图，2—1，2—2与2—3a.b.c），因此整个平台具有两个旋轉自由度，即平台可繞俯仰与橫滾軸由随动机帶动旋轉，轉动范围分別为 $\pm 15^{\circ}$ 与 $\pm 25^{\circ}$ 。在陀螺平台上裝有感受俯仰、橫滾与偏航速率的速率陀螺。