

(62) 出国参观考察报告之 4

参观英国计算机工厂、某些 高等学校与研究机构纪要

(内部资料·注意保存)

中华人民共和国科学技术委员会情报局编印

一九六二年 二月

說 明

一九六一年九月我國曾派遣計算機考察小組參加了英國第二屆電子計算機展覽會與數據處理報告會，並參觀了一些工廠、高等學校和研究機關。回國後，該小組成員閻沛霖、慈雲桂、吳凡康同志根據所見所聞以及帶回的一些資料，在白經天、柳克俊、周洁、周玉珂、陳厚雲等同志協助下，写出了有關英國電子數字計算機概況和英國電子計算機的外部設備與機械結構等四個報告。現印發各有關部門供參考。

目 录

- (一) 电气与音乐仪器公司 (E. M. I) (1)
- (二) 爱拍雪龍厂 (Epsylon Co. Ltd) (6)
- (三) 拍来西厂 (Plessey Co. Ltd) (9)
- (四) 国际计算机与造表机公司 (ICT) (11)
- (五) 伊利奥特兄弟公司 (Elliott Brothers Co Ltd) ... (13)
- (六) 法兰梯公司 (Ferranti) (14)
- (七) 勃拉克本电子公司 (Blackburn Electronics) (15)
- (八) 馬可尼仪器公司 (Marconi Co. Ltd) (16)
- (九) 英国氙气公司計算中心 (Computer Centr. of B.
O. C.) (17)
- (十) 倫敦大学計算中心 (Computer unit, London
Univ.) (18)
- (十一) 倫敦大学勃克拜克学院 (Birkback College Lon-
don Univ.) (19)
- (十二) 倫敦大学帝国学院 (Imperial College, London
Univ.) (20)
- (十三) 剑桥大学数学实验室 (The mathematical La-
boratory Cambridge Univ.) (23)
- (十四) 曼徹斯特大学电机系计算机实验室 (The Computi-
ng machine Lab. of E. E., Manchester
Univ.) (26)
- (十五) 国家物理实验室自动控制学部份 (Autonomics
Division of The National Physical Laboratory) (32)

参观英国计算机工厂、某些高等学校 与研究机构纪要

电气与音乐仪器公司.(E.M.I.)

总厂分六个部份, 计算机部份是其中之一, 生产Emidec 电子商业数据处理系统及Emi Data磁带机, 磁鼓存储, 读文字电子装置等。据说总人数约12000人, 其中百分之五十进行发展(Development)改进工作。

车间里看到 Emidec 1100及2400两种计算机正在装配调整, 约四十人, 分两班工作。2400型从安装到调整好, 需时约一年, 百分之七十时间化在调整分时控制问题上(Time Sharing)。机器正常工作后, 每天维护检查1—2小时, Emidec 1100 机的边缘试验电压范围 $\pm 20\%$ (对所有电压)。

元件容差是5%, 元件损坏平均每星期换去1—2个, 其中电容占百分之五十, 晶体管最不易坏。平均损坏率: 10^{-7} /元件小时。

车间有空调设备, 温度维持在 70°F 左右, 相对湿度 $60\pm 5\%$, 灰尘小于5微米。

磁心推动是用晶体管OC123, 磁鼓的开关电路用二极管OA5, 磁元件逻辑电路用二极管OA10, 插件上看到晶体管有OC31, OC35, OC42及OC83等, 电容——二极管存储器上用: $0.02\mu\text{F}$ 及OA—1。

磁鼓是立式型、开关选择电路装在鼓面上活动门盒里, 既紧凑, 又省电缆。

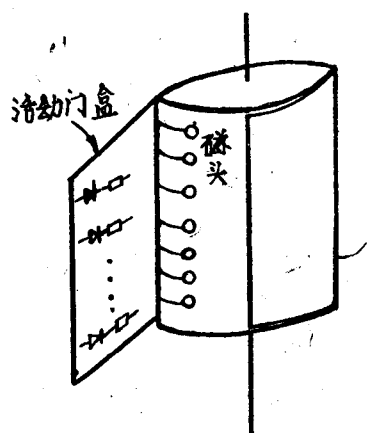


图 1

功率:	计算机部份	外部设备部份
Emidec 1100	2,5KW	20KW
Emidec 2400	15—20KW	60—70KW.

电源是集中供应，车间里1100型的电源系统：

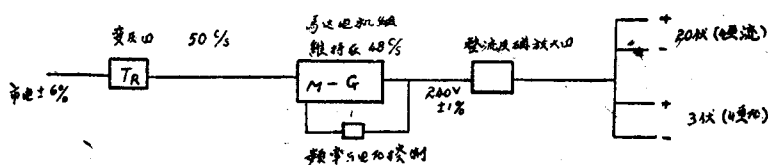


图 2

电源配电架上装有容量很大的电解质滤波电容，每个30000 μ F。但体积不大。机器不受市电主线上强电流开关影响，有时受到电磁波辐射干扰，底板上装有隔离金属薄板。

底板与机架上的活动连线，大都用插头与插销联接，要用工具装上与拆下（压力48kg），据说比热焊可靠。



图 3

底板上連線用人工焊接，未看到流水作业线。印刷电路插件是两次浸锡，第一次浸锡是使元件与印刷电路焊接，第二次把镀金的插脚用胶布包住后再浸锡，使插脚与电路焊牢。有传送带插件浸锡槽，未看到表演。

Emidec 1100的主脉冲为100KC，用电子管推动，全机约有一百多电子管。用磁心元件做逻辑电路，每个变压器最多可绕七个线圈，晶体管只作放大用。各外部设备有独立的，用磁心矩阵做的缓冲存储器，容量有24字，198字，396字等，根据各部不同速度而定。

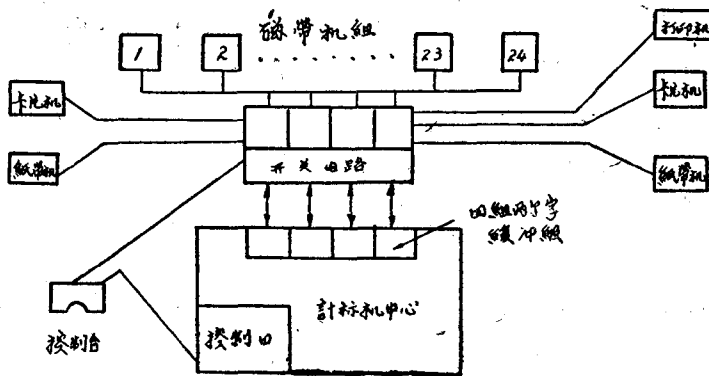


图 4

Emidec 2400是异步机，有一个用二极管做的开关电路及晶体管做的两字缓冲级，使外部设备间可脱机 (off-line) 传送，也可由计算机中心直接调度 (on-line)。

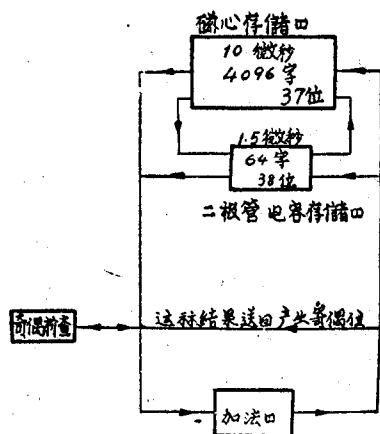


图 5

超高速存储器是用电容——二极管做的，64字，38位，可存数或指令，奇偶检查是树枝式并联进行，每次折半，检查36位只要0.6微秒，远算结果也送回检查一次，以产生奇偶位。据说运算器中进位链上，也有奇偶检查设备。

磁带机讯号的传送，当发生一位错误，可自行校正，1100机是用重复码及奇偶位：6（讯号）+ 1（奇偶位）+ 6 讯号 + 1（奇偶位）+ 2（同步）= 16道。2400型有24道：6（讯号）+ 4（奇偶位）+ 2（同步）= 12，共有两路。奇偶位四个，每个与某三个讯号位相对，组织奇偶检验。如123, 345, 561与246四种组合。实际上，最少十三位就可使一个错误自行校正，即 $6 + 1 + 6 = 13$ ，奇偶位与两重复码之间检查，再加上两重复码本身相比，即可选择出正确的一组讯号。同步码可省去，因为奇偶位与讯号码互成奇数。

存储器的可靠性决定于元件，电路关系不大。电路选择则根据速度与经济观点，电流重合法比较经济，快速要采用双磁心与双线。

在研究发展部份看到正在进行下列这些工作：①磁带机的改进，该厂买了两台美国磁带机作为样机在进行研究，Emidata 型

是采用空气主动输及磁头与磁带不接触原理，起停时间达4毫秒。另外把一台摆杆式磁带机，加上小型的真空缓冲盒（约4—5平方英尺），可提高速度，且成本便宜。②有两个机架，正在试装磁膜存储器，1024字，40位，上昇边为30—50毫微秒，主要受引线分佈电容所限制，估计存取週期可达0.3微秒。每平方英寸约有磁膜是80—100个，一片上有 5×16 点，每排有5—6片，两排一组，一个面板上约有6—8组，估计在3—5年后才能正式生产。③卡片电容式固定存储器：图上小方形铜箔约1平方毫米，两片间隔以透明介质，厚约 $1/100$ 毫米，形成电容偶合。有铜箔偶合成为“1”信号，没有则为“0”信号。一片为推动级，另一片成输出级。在 6×8 平方英寸上可做上36位25字的印刷电路，可用穿孔卡片控制生产，成本便宜，估计上昇边可达50毫微秒。④打印机的改进：正在进行提高速度，简化结构，缩小体积，电路半导体化以及提高可靠性等工作。



图 6

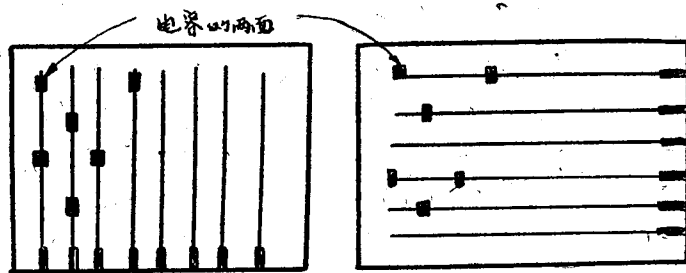


图 7

在应用上举了一个例子，用Emidec 2400管理一个60000人的军事仓库，可代替350个劳动力。

在展覽室內，陈列着卡片控制加工的設備，有磨軸承，制造机翼曲綫面，制鞋等項目。

(二) 爱拍雪龙厂(Epsilon Lo.Ltd)

Epsilon是一小厂，属于Stone Plat Group 紡織业集团，有250人，工程师50人，主要生产磁記錄机、各种磁記錄头、数据記錄器以及閉路电视机(Closed circuit Television)等。

1. 磁記錄机：該厂与ICT公司訂了合同，合作研制供计算机用的Epsilon牌磁带机，据該厂自己說，較 Ampex 好，价格只4000 鎊，而 Ampex要 8000 鎊，起动与停止時間均小于1.5ms。看到一架慢速摆杆式磁带机在試轉。摆杆角度变化 推动(rotary transformer)，成比例輸出50週的角度变訊号，作为伺服电动机的一相电源。記錄头，主动輪与压輪等，应严格准确安装在一块板上，要用显微鏡来調整，否則磁带不能互換使用。

磁头已标准化，大都由小厂制造，全用手工装配。每道价格約五鎊，一个十六道的磁头，价值一百鎊。每一磁道头由二十片0.2 mil μ -Metal叠成。两磁道間用两片銅皮作电隔离与一片 μ -Metal作磁隔离，以防磁道間的干扰。磁带上道距有两种标准，一种是美国IRIG标单(Inter Range Instrumentation Group. 1957)，另一种是英国SBAC标准(Society of British Aircraft Constructions. 1959)，下图是英国标准的例子：間隔式用两个讀头与两个写头，讀写头也可以合併成为双头(Dual head)，也可分开，磁头的空气間隙是填一定厚薄的磷銅薄片。磁头繞綫后，浸吸树脂防潮(Epoxy resin)，該厂也做鉄淦氧磁头，頻率較高但不耐磨，如用在磁鼓上，磁头与鼓面不接触。

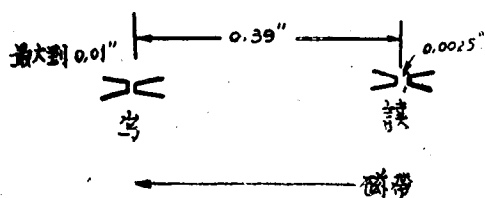


图 8

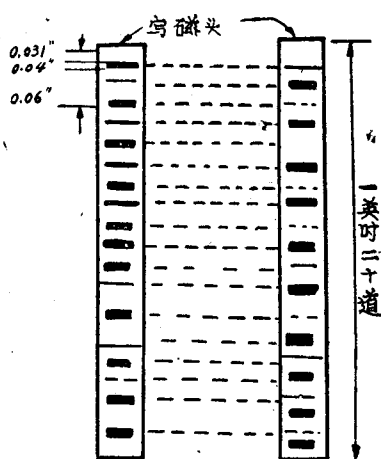


图 9

生产磁带工厂有名的有三家：1. M. M. M公司 (Minnesota Mining & Manufacturing Co.)，美国在英伦敦有經銷处 Wigmore Steet. London W. I., 2. 英国电子音乐仪器公司 (E. M. I.), 3. 法国Kodak公司。磁带寿命一般为2000小时, Mylar Sandwich tape寿命較长。

Epsilon磁带机采用油联合器，把磁带盘上的磁带送入緩冲盒，这样可以减少冲击力，滾珠軸承介紹用西德 Müller 厂出品的超精密滾軸承 (Super Precision Ball Bearing Grad 7. Type E12. Noise tested)。

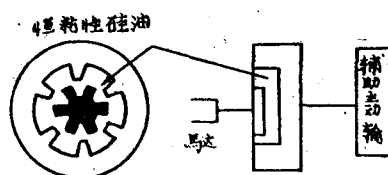


图 10

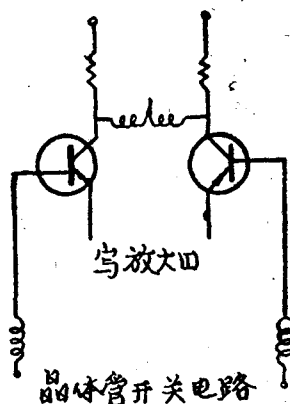


图 11

最后一级用晶体管OC72推动，中心抽头磁头阻抗 3Ω ， $\frac{1}{2}$ mH，在1KC时，电流50mA，电路用不归零原理，“1”信号为-3伏，“0”信号为+3伏，转换电路在快速部份用二极管做，慢速部份用密封继电器（西門子3000型），接触点多至八对，讀电路开关时要求噪音低，讀出訊号約20毫伏，最好用Clare公司的干管式，寿命长，达 10^8 次，噪音低，干管式（Dry reed relay）继电器是把图中玻璃管放在綫圈中，当通电流时，触点間磁能趋向最低而吸住。

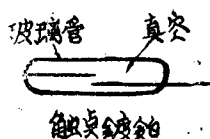


图 12

(三) 拍 来 西 公 司

(Plessey Co., Ltd)

Plessey 公司主要生产无綫电另件，計计算机用的磁心以及通信設備等，我們看了印刷电路与磁心制造厂。

印刷电路属于制造无綫电另件厂的一部份。該厂約有七百人。制造印刷电路方法有两种：

1. 印刷法：先做电路透明板，很象油印机上的透明亮紙，印油是防腐蝕的化合物，印到銅箔胶板上去，再放到腐蝕槽中，內有氯化鉄溶液溶解不需要部份的銅。最后放到溶解印油的槽中去掉印油，經洗濯与烘干而完成。如果銅上需鍍銀，可先將抗化学印油 (Chemical Resistance) 印到非电路部份后再鍍銀，再洗去印油，送入腐蝕槽中去銅。剩下是鍍銀电路。

2. 照相法：电路先画在大图画紙上，用照相机縮小，制成阴板。另一方面在銅箔胶板上涂感光材料，放在阴板下暴光 8—15 分鐘，定影后再象第一种方法，腐蝕掉不需要部份的銅。

第一种印刷法，經濟简单，第二种照相法准确，透明底板不会坏。車間里看到用传动帶把插件送入爐子中腐蝕，再送出洗淨及烘干。

銅箔胶板是把厚 1.5—3mil 的銅箔，在 150°C 下用每平方英

时两屯压床在絕緣板上，絕緣板有紙胶板，布胶板，玻璃纖維以及透明塑料等，根据耐溫，耐高压程度而选用。

磁心制造部份属于制造陶瓷換能器 (Ceramic Transducer) 厂，車間中有四、五台压磁心机。最小記憶磁心外径是0.032英吋，价格約每个一先令六便士，磁心愈小愈貴。英国的計算机存儲体已标准化与专业化，由Plessey与Mullard两家包办。据說質量差不多，用戶主要根据价格与供应期长短来选择。压磁心的冲針是用錫鋼做成，好的可以冲一百万次。磁心放在盒中，用传送带自动送入爐中，整个週期为18小时，予热与冷却各为五小时，在1300°C爐中約8小时。据說一般磁心，快速或慢速冷却影响不大。特別要求的磁心，是放在另外一箱中，用100英尺³/时的压縮空气冷却。每昼夜可生产一百万磁心。磁心車間約有30—40女工，成品率达80%。

磁心測試先分好坏两种，再从好的磁心堆里分出不同特性四种，測試挑选是自动化，（关于这面有专题介紹。）

磁心板上磁心穿綫：用塑料做成磁心位置模，在模下靠震动与真空吸力使磁心排列整齐，再用胶布粘起磁心而穿綫。这方法对模子利用率可提高很多，不然在模子上穿綫，非等穿完后再可穿第二块。

磁心板焊接是用人工。有一种漆包綫，漆里面含揮发化合物。当导綫浸錫时可使表面容易鍍錫，不必用刀刮漆。磁心板做好后，在汽油里用超声波振动洗淨，再装成磁心体。各磁心板間不隔銅皮。最后在实际工作頻率下測試，工作溫度0—60°C，可达80°C。

固定存儲器用的磁杆，据說就是650KC中週变压器的磁心，有粗細两种，細的用在Atlas計算机上。

(四) 国际计算机与造表机公司 (International Computer and Tabulator Co. Ltd)

总厂共250万平方英尺，有27个分厂，约二万三千人，研究实验室有三个，约1500人。1956年I. C. T. 与通用电气公司 (General Electric Co. Ltd.) 合作成立计算机厂，生产1201与1202电子管计算机，以及今年完成的1301晶体管计算机，外部设备由I. C. T. 供应，而电子部份全由G. E. C. 负责。

计算机装配厂约500人。车间一部份在调整1301机的磁鼓，用量气体的反压来调磁头与鼓面间的空隙。在静态时，调整到0.50mil (0.9—0.4)，鼓转动后最小空隙约为0.3mil。磁头材料是Ferroscube A5。烘热浸石蜡 (Paraffin) 以防潮。磁鼓可以工作到50°C。

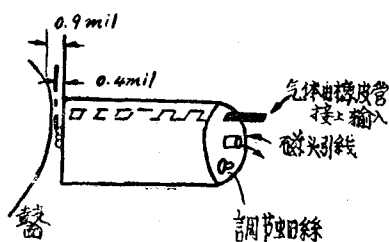


图 13

车间中正在装配ICT1202机，机架上后后面装两批插件，后面插座底板可转出换真空管。全机共有真空管1200个。边缘试验电压为±5%，电源稳定度1.5%。据说两年内才换一批管子。以上是工厂场所讲，不一定可靠。估计电子方面另有厂，这里只是机械装配部份。

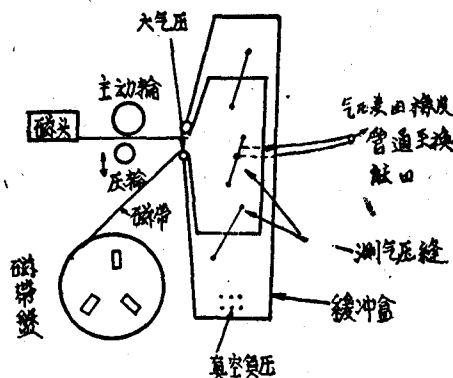


图 14

車間里看到在調 Ampex 磁带机。上图是磁带机的右半面空气缓冲盒。磁带如过多或太少，气压缝可测得不同气压差，由橡皮管通至换能器（Transducer），把气压差变成感应电压，再經磁放大器 and 閘流管推动伺服马达，控制着磁带盘倒轉或順轉，以維持缓冲盒里的磁带一定长度。起动時間为2毫秒，停止時間小于1.5毫秒，輸出訊号約为15毫伏。

造表机厂約350人。I. C. T. 公司生产造表机历史較久，世界市場也較有名，車間約 $6 \times 60 \text{ m}^2$ ，各种类型的卡片机經過这車間的週期約三个月，就装配与調整完毕。产品要經過試運轉几百小时，不出毛病，才装箱交貨。有尽量改用插銷連接的趨勢，用工具插紧



图 15

与拔出，（压力約100磅），据說經驗証明，它比焊接还可靠。

有乘法的造表机，价格約12,000英鎊。

車間里有一ICT1202计算机。每天工作八小时，主要工作是管理工厂生产，机架頂上有出风管道通至室外，我們問如在天气太热地区，这些通风设备恐不够，回答是这机器在印度也能很好工作。

(五) 伊利奥特兄弟公司

(Elliott Brothers Co. Ltd)

伊利奥特兄弟公司计算机部份約有两千人，工程师占一千二百人（英国的工程师，有些是高中毕业后訓練几年而提升的，程度相当于一般技术員）。我們看了該公司的計算中心与 National-Elliott 803机的装配車間。

計算中心据說有八台计算机，我們只看到四台：402，403，405与803机。占面积约 $6 \times 50\text{m}^2$ 。前三台是該公司历史过程中留下来的真空管小机器，現已不再生产。据說402机曾在英国大选时，做过統計选票工作，402与403机均用磁鼓作存儲器，容量很小，外形看起来，鼓寬只有很狹的一片。405机的老式磁带机，是用有导孔的电影胶片做磁带，該公司称为磁胶片机（Magnetic film）。虽然速度与存儲密度都不高，但胶片厚，鍍层耐磨，不怕灰尘，被認為是可靠工作的因素，加上該公司对磁胶片机有丰富的經驗与价錢便宜，目前生产的803与503机，仍用它作为外部設備的一种。帶上有十六道，可供应八台紙帶机同时輸出。

車間里有一台803机在調整，两台在装配。磁存儲的控制电路插件是橫放的，据說速度慢，通风問題不严重。机器用水銀电池稳压，水銀电池（Mercury battery）占体积不大，象磁心体一样，放在机架內。講解員認為，一般机器也可不用电池，但803机所以用电池是为了达到超級可靠。

伊利奥特集团成員之一，Panellit 公司，生产一种小型邏輯元件（Minilog），体积是 $5.1 \times 2.2 \times 1.6\text{Cm}^3$ ，把电阻、电容晶体管、二極管与变压器等另件，密封装瓷盒中。分两种类型与几十种邏輯电路单元，供設計者組成各种控制电路，如803，609机的外部

設備与主要在工业上用作控制設備等。工作頻率只有40KC。元件已标准化，可大量生产，价廉，应用方便与可靠。

据报道，803机半年不坏另件，且不要維護。美国已买了十几台，苏联与捷克以及西欧其他国也买它。803机是串行机，每秒作1000次操作，但通用，可靠与价廉，只29000英鎊。是一台值得研究的机器。

(六) 法 蘭 梯 公 司 (Ferranti Co. Ltd)

我們參觀了曼彻斯特的法兰梯公司阿特拉斯计算机的装配部份。

阿特拉斯的底板上，有很多用繞接 (Wrapped joint)，据解释这是很可靠的冷焊 (Cold Welding)。在工具100磅的使力下，把鍍金或鍍銀的两接片，用金属綫繞紧，鍍金面就密接起来，不会氧化。

固定存儲器的綫圈，象織布一样織成，再弯成几层，与磁焊 (直径約1.6毫米，长6毫米) 一起，每十六个成一組，裝在有孔的塑料块上 (象小牙刷)。“1”訊号处插磁焊，“0”訊号則插銅杆。换时要动40个，一般做好后不常换。推动电流約一安培 (48位分两級推)。主要靠磁杆有无偶合，而不是象磁心需要翻轉，所以取数週期很快，只0.3微秒。

晶体管的选择，是看上昇、下降波形而决定，允許范围为 $\pm 5\%$ 。发射極上压降容差为 ± 2.5 毫伏。

底板上不用銅皮，地綫用14号鍍銀綫。电源供应綫用长方形的鍍銀銅条。传送脈冲是用細電纜綫，直接焊到底座脚上去，電纜阻抗，50欧姆，外径約4—5毫米。