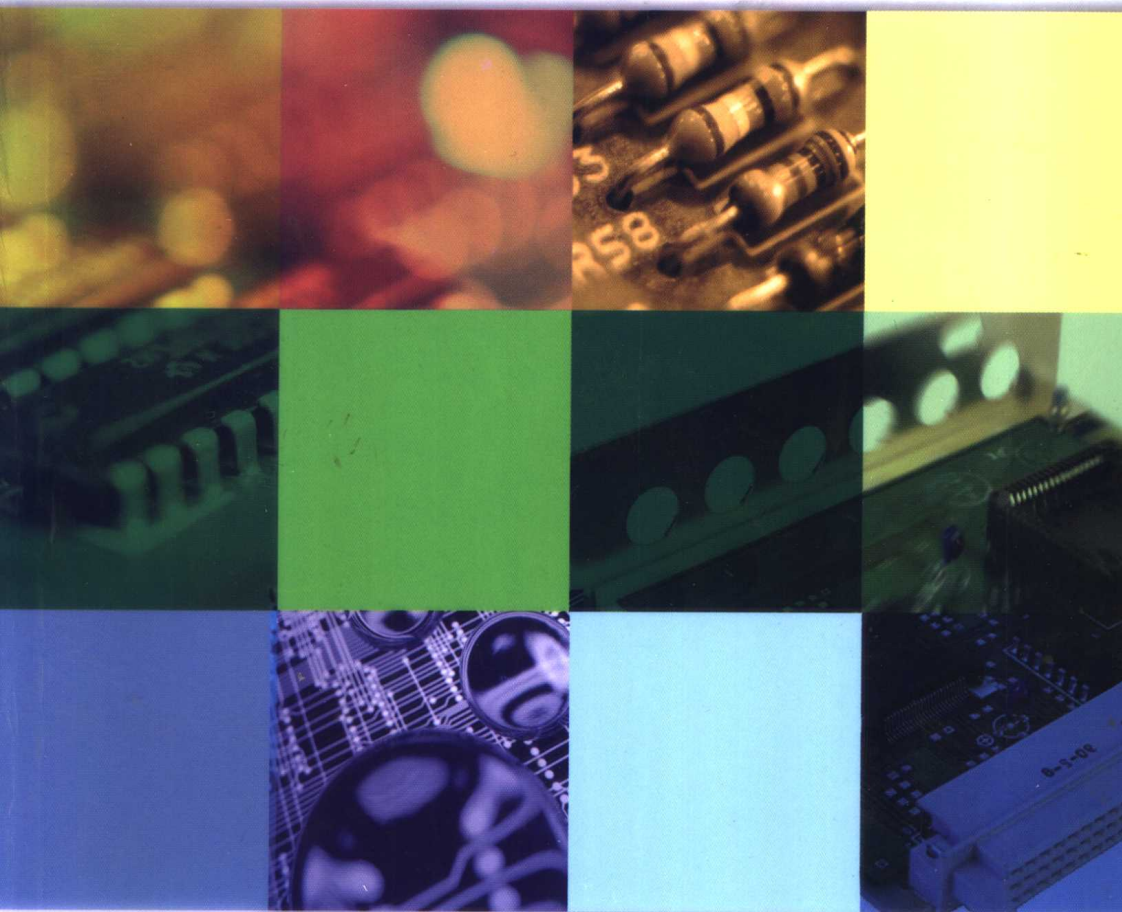


OHM图解

电工电子

〔日〕新电气编辑部 编
杨 凯 译
彭 凌 校

基础



科学出版社
www.sciencep.com

图解电工电子基础

〔日〕 新电气编辑部 编
杨 凯 译
彭 凌 校

科学出版社

北 京

图字：01-2003-3483 号

Original Japanese language edition

Etoki Denki-Denshi no Kiso Chishiki Hayawakari Kaitei 2-han

Edited by Shindenki Henshubu

Written by Hiroshi Iwamoto, Ryuichi Kawasaki and Shinji Asano

Copyright © 2001 by OHM Sha

Published by Ohmsha, Ltd.

This Chinese version published by Science Press, Beijing

Under license from Ohmsha, Ltd.

Copyright © 2003

All rights reserved

絵とき

電気・電子の基礎知識早わかり (改訂2版)

オーム社 2001

图书在版编目(CIP)数据

图解电工电子基础/(日)新电气编辑部编;杨凯译;彭凌校;—北京:科学出版社,2004

ISBN 7-03-011732-8

I. 图… II. ①新… ②杨… ③彭… III. ①电工技术-基本知识 ②电子技术-基本知识 IV. ①TM ②TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 059506 号

责任编辑 崔炳哲 责任制作 魏 谨

责任印制 刘士平 封面设计 李 祥

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

源海印刷有限责任公司印刷

北京东方科龙图文有限公司 制作

<http://www.okbook.com.cn>

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2004 年 1 月第 一 版 开本: A5(890×1240)

2004 年 1 月第一次印刷 印张: 11 1/8

印数: 1—5 000

字数: 330 000

定 价: 22.50 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈新欣〉)

前 言

电工技术及电子技术取得了惊人的发展,这些技术广泛应用于各种工业中。因此,对于工程技术人员来说,掌握电工技术及电子技术的基础知识显得尤为重要。本书以工程技术人员以及工科院校的学生为对象,简要介绍了电工电子基础知识。

首先,从作为电工技术及电子技术最基础的欧姆定律开始,详细介绍磁与静电、交流电路和电子电路。

在测量领域,作为显示用仪表,以图解的方式详细介绍了电流表、电压表和万用表的原理及使用方法;作为波形观测装置,对示波器进行了介绍。

在控制领域,介绍了顺序控制、反馈控制、计算机控制(PC的构成、执行机构、传感器和接口)等。另外,将PC的对象机型设为PC-98(XA、XL除外,VM也可以),介绍如何制作接口端口和I/O端口,并列举了基于BASIC及C语言的简单控制程序(LED的亮灭、蜂鸣器的鸣动、基于开关输入的控制)。

本书具有如下特点:

(1) 采用图文并茂的形式,易于读者理解。

(2) 对于能够用数学公式表达的现象,先介绍其思考方法,然后再进行定量的计算。

(3) 本书中的“电学发展史”部分介绍了欧姆、弗莱明等名人以及电学技术的发展,相信对读者有一定的启迪。

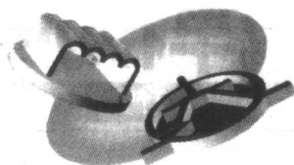
(4) 书中有大量的问题、例题及练习题,可以帮助读者消化所学知识并加深理解。

本书第1版于1996年1月在日本发行,随着新的JIS电气符号的制定以及技术的革新,本次再版对其符号、内容以及相关图表进行了修订。

与第1版一样,感谢各位同仁的支持。

日本全国工业高等学校校长协会顾问	岩本 洋
前东京都立小金井工业高等学校教师	河崎隆一
东京都立王子工业高等学校教师	浅野真次

目 录



图解电学发展史	1
大厦电气设备概览	23

第 1 章 直流电路	39
-------------------------	----

1.1 直流电压与电流	41
1.1.1 电子与电流	41
1.1.2 电 路	43
1.1.3 电位与水位,电压与水压	43
1.1.4 欧姆定律	45
1.1.5 电压降	46
1.1.6 电池的内阻	47
1.2 电 阻	48
1.2.1 电阻与水管的粗细及长短	48
1.2.2 电阻的单位与金属的电阻率	50
1.2.3 电导率和百分电导率	50
1.2.4 温度与电阻	50
1.2.5 导体、半导体、绝缘体的电阻	51
1.2.6 绝缘电阻	52
1.2.7 接地电阻与接触电阻	53
1.3 直流电路计算	54
1.3.1 串联电路	55

1.3.2 并联电路	56
1.3.3 串并联电路	58
练习题	59

第 2 章 磁与电 61

2.1 磁 学	63
2.1.1 磁场与磁通	63
2.1.2 电流产生磁场	71
2.1.3 电磁力	73
2.1.4 电磁感应	79
2.2 静电的作用	86
2.2.1 静电力与电场	87
2.2.2 静电感应与静电屏蔽	90
2.2.3 电 容	91
练习题	96

第 3 章 交流电路 99

3.1 交流电	101
3.1.1 交流电的产生	101
3.1.2 交流电的矢量表示	108
3.2 交流电压、电流、功率	112
3.2.1 交流的基本电路	112
3.2.2 交流电路	116
3.2.3 交流电路的功率	123
3.2.4 三相交流	126
3.3 变压器与交流电动机	131
3.3.1 变压器	131
3.3.2 三相感应电动机	135

练习题	139
-----------	-----

第 4 章 半导体与电子电路

4.1 电子电路元件	143
4.1.1 二极管(diode)	143
4.1.2 晶体管(transistor)	146
4.1.3 集成电路(IC)	152
4.2 放大电路	159
4.2.1 何谓放大	159
4.2.2 放大倍数与增益	161
4.2.3 偏压电路	164
4.2.4 各种各样的放大电路	168
4.2.5 其他放大电路	173
4.3 各种电子电路	176
4.3.1 振荡电路	176
4.3.2 调制电路	181
4.3.3 电源电路	183
4.3.4 中波无线电	186
4.3.5 电视技术	186
练习题	187

第 5 章 电子测量

5.1 电 表	191
5.1.1 何谓电表	191
5.1.2 指示用仪表	194
5.1.3 各种测量装置	196
5.2 基本量的测定	198
5.2.1 单 位	198

目 录

5.2.2 标准器	199
5.3 测量量的使用	201
5.3.1 误差与校正	201
5.3.2 精度与灵敏度	203
5.4 波形观测装置	204
5.4.1 示波器	204
5.4.2 波形记录仪	206
练习题	209

第 6 章 控 制

6.1 顺序控制	213
6.1.1 顺序控制	213
6.1.2 顺序控制中使用的装置	213
6.1.3 继电器动作时序与无触点顺序	215
6.1.4 半导体与开关	216
6.1.5 逻辑电路基础	218
6.1.6 实际中的顺序控制	224
6.1.7 布尔代数	227
6.2 反馈控制	229
6.2.1 反馈控制	229
6.2.2 反馈控制的种类	231
6.2.3 反馈控制系统的特性	232
6.2.4 频率响应的表示方法	233
练习题	237

第 7 章 个人计算机

7.1 个人计算机的组成及作用	241
7.2 计算机的工作原理	244

7.3 运算电路	247
练习题	253

第 8 章 传感器与执行机构 255

8.1 传感器	257
8.1.1 机器人中的控制结构	257
8.1.2 传感器	258
8.1.3 光传感器	259
8.1.4 温度传感器	260
8.1.5 声音传感器	261
8.1.6 压力传感器	262
8.1.7 磁传感器	262
8.2 执行机构	263
8.2.1 步进电动机	263
8.2.2 伺服电动机	266
8.2.3 螺线管	271
8.2.4 其他执行机构	272
练习题	275

第 9 章 接口电路 277

9.1 接 口	279
9.1.1 8255 PPI	280
9.1.2 8255 与计算机的连接	286
9.1.3 发光二极管(LED)的亮灭电路	289
9.1.4 压电蜂鸣器的安装	292
9.1.5 输入电路的安装	293
9.2 其他接口	295
练习题	298

第 10 章 程序——基于 BASIC 与 C 语言的程序 301

10.1 LED 的亮灯实验 303

10.1.1 LED 的亮灯程序(1) 303

10.1.2 LED 的亮灯程序(2) 305

10.1.3 LED 的亮灯程序(3) 307

10.1.4 LED 的亮灯程序(4) 308

10.1.5 LED 的亮灯程序(5) 310

10.1.6 LED 的亮灯程序(6)——信号灯的模拟实验 311

10.2 蜂鸣器的鸣动 314

10.2.1 蜂鸣器的 ON 与 OFF 314

10.2.2 利用蜂鸣器制作莫尔斯码 315

10.2.3 用蜂鸣器发送 SOS 317

10.3 基于输入电路开关的 LED 亮灭控制 319

练习题 321

附录 1 主要的 SI 单位制导出单位 325**附录 2 2 的次幂与十进制数** 327**练习题简答** 329**译后记** 345

A History of Electrical technology

图解 电学发展史

1 公元前的琥珀和磁石

公元前 600 年
发现静电
泰勒斯

希腊七贤中有一位名叫泰勒斯的哲学家。公元前 600 年前后,泰勒斯看到当时的希腊人用摩擦琥珀吸引羽毛、用磁铁矿石吸引铁片,曾对其原因进行过一番思考。据说他的解释是:“万物皆有灵。磁吸铁,故磁有灵。”这里所说的“磁”就是磁铁矿石。

希腊人把琥珀叫做“电”(elektron)。他们从波罗的海沿岸进口琥珀,用来制作手镯和首饰。当时的宝石商们也知道摩擦琥珀能吸引羽毛,不过他们认为那是神灵或者魔力的作用。

指南针的应用
中国

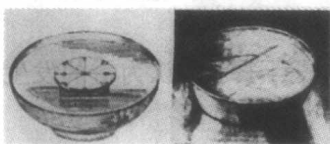
在东方,中国人早在公元前 2500 年前后就已经具有天然磁石的知识。据《吕氏春秋》一书记载,中国在公元前 1000 年前后就已经有了指南针,他们在古代就已经用磁针来辨别方向了。

2 磁、电和伏打电池

14 世纪
发明
航海罗盘

通常所说的摩擦起电,在公元前人们只知道它是一种现象。很长时间里,关于这一现象的认识并没有进展。

而罗盘则在 13 世纪初就已经在航海中得到了应用。那时的罗盘是把加工成针形的磁铁矿石放在秸秆里,使之能浮在水面上。到了 14 世纪初,又制成了用绳子把磁针吊起来的航海罗盘。



浮在水面上的磁针

这种罗盘在 1492 年哥伦布发现美洲新大陆以及 1519 年麦哲伦发现环绕地球一周的航线时发挥了重要作用。

(1) 磁、静电与吉尔伯特



吉尔伯特向伊丽莎白女王展示实验

1600 年
磁的研究
吉尔伯特

英国人吉尔伯特是伊丽莎白女王的御医,他在当医生的同时,也对磁进行了研究。他总结了多年来关于磁的实验成果,于 1600 年出了一本取名为《磁说》的书。书中指出地球本身就是一块大磁石,并且阐述了罗盘的磁倾角问题。

吉尔伯特还研究了摩擦琥珀吸引羽毛的现象,指出这种现象不仅存在于琥珀上,而且存在于

硫磺、树脂、玻璃、水晶、钻石等物质。现在,人们已经知道,毛皮、绒布、陶瓷、火漆、玻璃、纸、丝绸、琥珀、金属、橡胶、硫磺、赛璐珞等是个摩擦带电物质系列。把这个系列中的两种物质互相摩擦,系列中排在前面的物质将带正电,排在后面的物质将带负电。

为了做静电力实验,吉尔伯特还设计过一种叫做贝鲁索利姆旋转器的老式验电器。

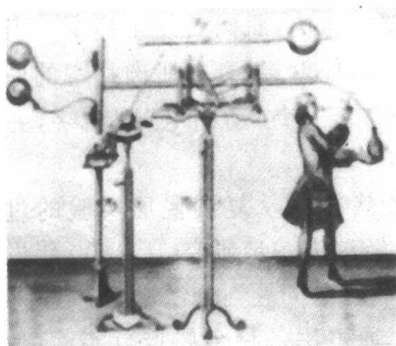
那时候,主要的研究方法就是靠思考,而真正的研究应该以实验为基础,在提出看法并予以实践这点上,可以说吉尔伯特是近代科学研究方法的开创者。

(2) 雷和静电

在公元前的中国,打雷被认为是神的行为。说是有五位司雷电的神仙,其长者称为雷祖,雷祖之下是雷公和电母。打雷就是雷公在天上敲大鼓,闪电就是电母用两面镜子把光射向下界。

到了亚里士多德时代就已经比较科学了。认为雷的发生

1748 年
发明避雷针
富兰克林



莱顿瓶实验

1746 年
发明莱顿瓶
缪仙布鲁克

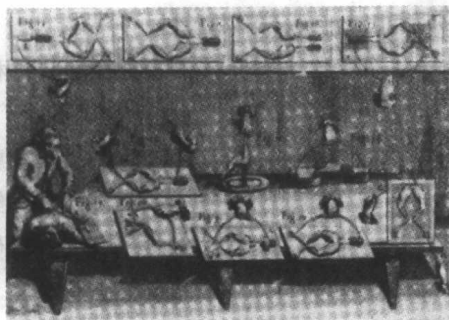
起来？这个问题很多科学家都考虑过。1746 年，莱顿大学教授缪仙布鲁克发明了一种蓄积静电的瓶子，这就是后来很有名的“莱顿瓶”。

缪仙布鲁克本想像往瓶子里装水那样把电装进瓶子里，他首先在瓶子里灌上水，然后用一根金属丝把摩擦玻璃棒通到水里。就在他手接触到瓶子和棒的一瞬间，他被重重地“电击”了一下。据说他曾这样说过：“就算是国王下命令，我也不想再做这种可怕的实验了。”

富兰克林联想到往莱顿瓶里蓄电的事，于 1752 年 6 月做了一个把风筝放到雷雨云里去的实验。其结果，发现了雷雨

云有时带正电有时带负电的现象。这个风筝实验很有名，许多科学家都很感兴趣，也跟着做。1753 年 7 月，俄国科学家利赫曼在实验中不幸遭电击而身亡。

电击曾被用于治疗疾病，1700 年以后，电击疗法一度很流行。意大利波洛尼亚大学教授伽伐尼在解剖青蛙时



伽伐尼的青蛙实验

是由于大地上的水蒸气形成雷雨云，雷雨云遇到冷空气凝缩而变成雷雨，同时伴随出现强光。

1708 年，英国人沃尔认为雷是因静电而产生的。1748 年，富兰克林基于同样的认识设计了避雷针。

前面曾提到摩擦带电有正电和负电两种，给出正电和负电这两个名字的正是富兰克林(1747 年)。

能不能用什么办法把这种静电收集

1800 年
发明电池
伏打



伏打在拿破仑面前做实验

发现,当手术刀一碰到青蛙腿的肌肉,肌肉就发生痉挛。当时正是电击疗法盛行的时代,于是他就想,青蛙肌肉痉挛的原因就是电吧?此后,他给这种电起了个“动物电”的名字,并于1791年以同一名称为题发表了论文。

意大利帕维亚大学教授伏打在重复伽伐尼实验的过程中,对“动物电”产生了疑问,经过进一步研究,于1800年发表了题为“论不同导电物质接触起电问题”的论文,阐明了两种不同金属接触带电的现象。通过用各种金属进行实验,他证明了锌、铅、锡、铁、铜、银、金、石墨是个金属电压系列,当这个

系列中的两种金属相互接触时,系列中排在前面的金属带正电,而后面的金属带负电。他把铜和锌作为两个电极置于稀硫酸中,从而发明了伏打电池。电压的单位“伏特”就是以他的名字命名的。

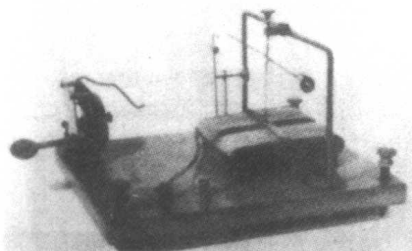
19世纪初,法国继法兰西革命后进入拿破仑时代。拿破仑从意大利归来,在1801年把伏打召到巴黎,让他做电学实验,伏打也因此而获得了拿破仑授予的金奖和莱吉诺-多诺尔勋章。

(3) 伏打电池的利用与电磁学的发展

伏打电池发明之后,各国利用这种电池进行了各种各样的实验和研究。德国进行了电解水的研究,英国进行了从氯化钾中提取钾、从氯化钠中提取钠的研究,英国化学家戴维把2000个伏打电池连在一起,进行了电弧放电实验。戴维的实验是在正负电极上安装上木炭,通过调整电极间距离使之产生放电而发出强光,这就是电用于照明的开始。

1820 年
发现电流
产生磁场
奥斯特

1820年,丹麦哥本哈根大学教授奥斯特在一篇论文中公布了他的一个发现:在连接着伏打电池的导线旁边放上一个



斯林格的单针电报机

1826 年
发现欧姆定律
欧姆

1831 年
发现电磁感
应现象
法拉第

磁针,磁针马上就发生偏转。

俄国的斯林格读了这篇论文,他把线圈和磁针组合在一起,发明了电报机(1831 年),这可说是电报的开始。

其后,法国的安培发现了关于电流周围磁场方向问题的安培定律(1820 年),法拉第

发现了划时代的电磁感应现象(1831 年),电磁学得到了飞速发展。

另一方面,关于电路的研究也在进行。欧姆发现了关于电阻性质的欧姆定律(1826 年),基尔霍夫发现了关于电路网络的定律(1849 年)等,从而确立了电工学。



法拉第

3 有线通信的历史

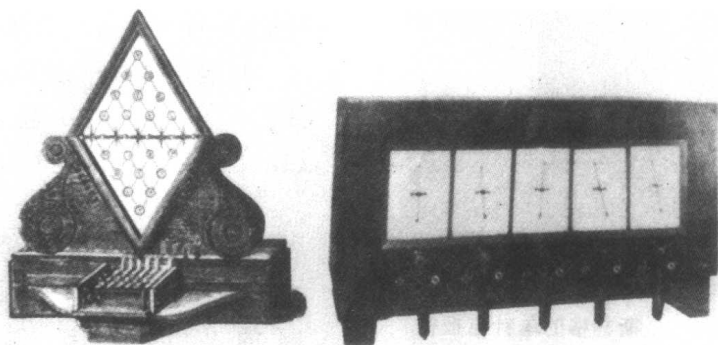
有人说科学技术是由于军事方面的需要而发展起来的,这种说法有一定的历史事实根据。

英国害怕拿破仑进攻,曾用桁架式通信机向主力部队通报法国军队的动向。瑞典、德意志、俄国等国家也以军事为目的,架设了由这类通信机组成的通信网,据说都曾投入了庞大的预算。

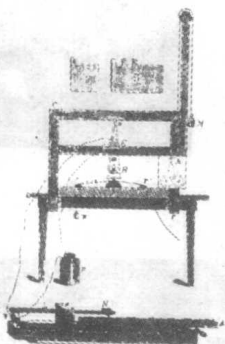
将这种通信机改造成电通信方式的构想大概就是有线通信的开始。

(1) 有线通信的原理

除了前面所讲到的斯林格所发明的电磁式电报机以外,还有德国的简梅林格发明的电化学式电报机、高斯和韦伯(德国)的电报机、库克和惠斯通(英国)的 5 针式电报机等。电报机的形式也是各种各样的,有音响式、印刷式、指针式、钟铃式等。



库克和惠斯通的 5 针式电报机



莫尔斯电报机

其中,库克和惠斯通的 5 针式电报机最为有名。1837 年,这种电报机曾通过架设在伦敦与西德雷顿之间长达 20 公里的 5 根电线而投入实际使用。

(2) 莫尔斯电报机

1837 年,莫尔斯电报机在美国研制成功,发明人就是以莫尔斯电码而闻名的莫尔斯。莫尔斯电码是一种以点、划来编码的信号。

莫尔斯本来想当一名画家,他为此在伦敦留学。1815 年,他在回美国的船上听了波士顿大学教授杰克逊关于电报的一席谈话,萌发了莫尔斯电

码和电报机的构想。为了铺设电报线,莫尔斯成立了电磁-电报公司,并于 1846 年在纽约—波士顿、费城—匹兹堡、多伦多—布法罗—纽约之间开通了电报业务。

莫尔斯的事业获得了极大成功,于是就在美国各地创办电报公司,电报业务逐渐扩大起来。

1846 年,莫尔斯电报机装上了音响收报机,使用也更为方便。

(3) 电话和交换机

1876 年 2 月 14 日,美国的两位发明家贝尔和格雷分别

1837 年
发明电报机
库克与惠斯通
1837 年
发明莫尔斯
电报机
莫尔斯
1876 年
发明电话
贝尔和格雷

1891 年
发明自动
交换机
史端乔

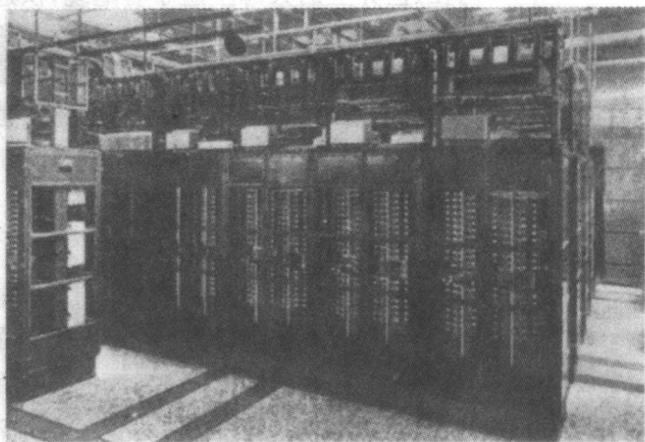
递交了电话机专利的申请,贝尔的申请书比格雷的申请书早 2 个小时到达,因而贝尔得到了专利权。

1878 年,贝尔成立了电话公司,制造电话机,全力发展电信事业。

从发展电话业务开始,交换机就担负着重要任务。1877 年前后的交换机称为传票式交换机,话务员收到通话请求得把传票交给另一个话务员。

其后,经过反复改进,开发出了块图式交换机,进而又开发出了能自动进行交换的方式(1879 年)。

1891 年,史端乔式自动交换机告成。至此,自动交换的愿望就算实现了。研究仍在继续,又经过了几个阶段才达到了现在的电子交换机。



史端乔式自动交换机

(4) 海底通信电缆

陆上通信网日渐完备,人们开始考虑在海底敷设通信电缆来实现跨海国家之间的通信。1840 年前后,惠斯通就已经考虑到了海底电缆的问题。

海底电缆有很多课题需要解决,电线的机械强度、绝缘、敷设方法等都与陆上电缆不同。

1845 年
敷设海底电缆
英国