

每年出二千篇论文
平均每天发明一项专利
明确的目标和高度的自由
研究同发展部门有机结合

貝尔实验室

BELL LABORATORIES

本刊资料室

前言

贝尔实验所成立于1925年。当时第一具电话已经发明了五十年，在美国电话电报公司（AT&T）的电话系统中已经有1500万具电话在使用了。美国电话电报公司所使用的大部份通讯器材都是由它的子公司——西方电器公司（Western Electric Co.）——所生产。在美国电话电报公司的总经理伐耳（N. Vail）和总工程师卡替（John J. Carty）的提议下，一个以西方电器公司的工程部门作骨干的实验室成立了。从此贝尔实验室就承担了这两个公司的主要研究和发展工作。其成品交给西方电器公司制造之后，就由美国电话电报公司装设到遍布全美国的通讯网中使用。这三个公司一起组成了贝尔系统（Bell System），而美国电话电报公司则是整个系统的母公司。

贝尔实验所在纽约市的哈德逊（Hudson）河畔成立之初只有3600人，如今除了设在纽泽西州麦雷山（Murray Hill, N.J.）的总部之外，还有十六个分所。每年发表两千多篇的学术论文和一千五百次以上的学术演讲。更重要的是从成立以来，贝尔实验所一共取得了将近19,000项专利（平均每天发明一项专利），其中包括了电晶体、激光、太阳电池、磁泡……等等重要发明。

经营和管理

目前贝尔实验所大概有两万员工，其中将近50%是科研和工程人员，20%是技术助理和各车间的工作人员，另外的30%是行政人员（其中包括法律和专利等方面的专门人员）。其中2500人得过博士学位，4000人得过硕士学位，还有三千多人得过学士学位。

为了招收新的科研和工程人员，贝尔实验所每年派出四百多位研究员到两百多个学校中去招收应届毕业生。一位新的科研人员加入贝尔实验所之后，还有机会参加所里面举办的各项课程，在有需要的时候，所里也会把他们送回到学校或者其他机构进修，另一方面也常有学校里面的教授们到所里担任客席研究员。透过这种种的渠道，贝尔实验所和各大学里的科研计划保持了紧密的连系，并且科研和工程人员也源源不断地得到新鲜血液的补充。

贝尔实验所的工作性质大致可以分成下列四大类：

1. 研究与通讯技术有关的应用数学、物理、材料……等等基础科学。
2. 探讨各种在通讯上可能有用的新技术和新工艺。
3. 发展和设计各种通讯上使用的器件、设备、信息和运筹系统。
4. 协助策划电话公司的通讯网，

以满足目前和未来的需要。

就经费而言，以1979年为例，全部的经费大致是十亿美元。各项经费的分配如下：

研究和专利	
（包括基础和应用研究）	12%
电子技术	16%
顾客服务	15%
软件和信息处理机的技术	7%
传输系统	13%
交换系统	14%
运筹系统和网路策划	20%
国防系统	3%

在组织上，它大致分成了：1. 研究和发展，2. 系统工程，3. 电子技术，4. 网路策划，5. 传输系统，6. 交换系统，7. 商业信息系统，8. 计算机技术、设计工程和信息系统，9. 军事系统，10. 技术后勤和法律，11. 人事、财务和一般性后勤等部门。

每个部门下面又分成了三级到四级管理。在研究和专利部门，最低层的行政单位是室（department），每个室大概有十位左右的研究员和一些技术员。研究和专利部门之外的部门在室之下又分成了几个小组，每个小组有四、五个到二十几个人不等。

各部门各级的主管直到所长，都是由科研和工程人员担任。贝尔实验所的第一任所长是在创所的时候，由美国电话电报公司的工程部门调到贝尔实验所担任所长的，此

后的四任所长都是由贝尔实验所里的研究人员升任。

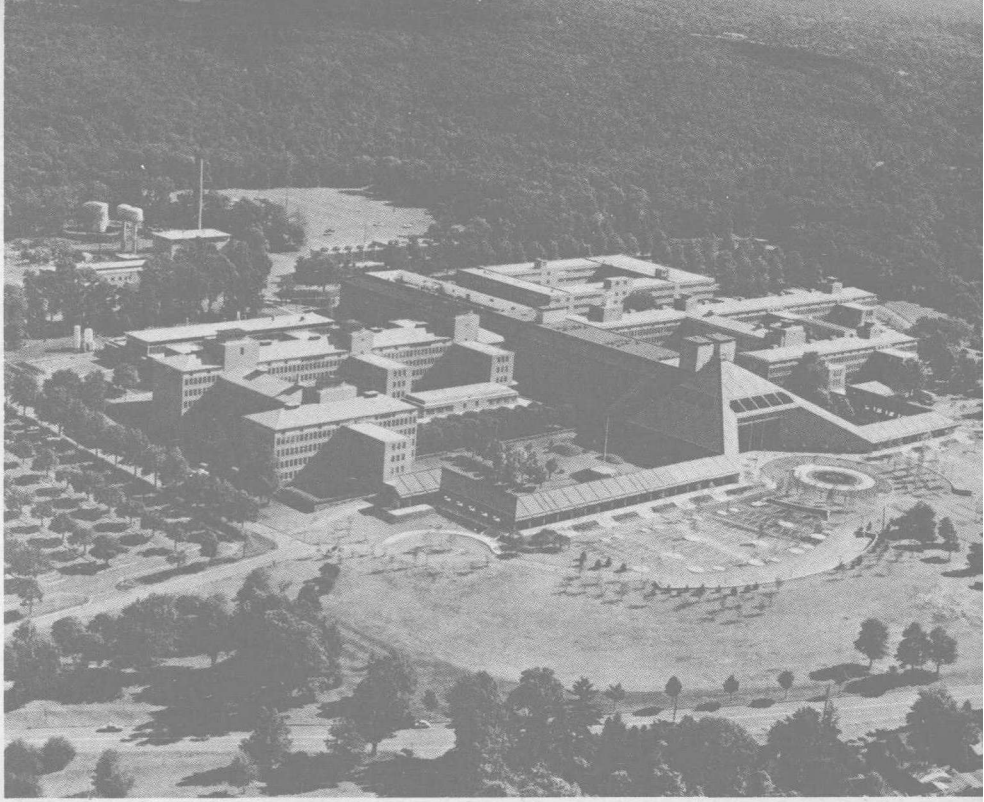
研究工作

所有的基础和应用研究大都集中在纽泽西州的麦雷山（Murray Hill）和霍姆特（Holmdel）两地的研究和专利部门。

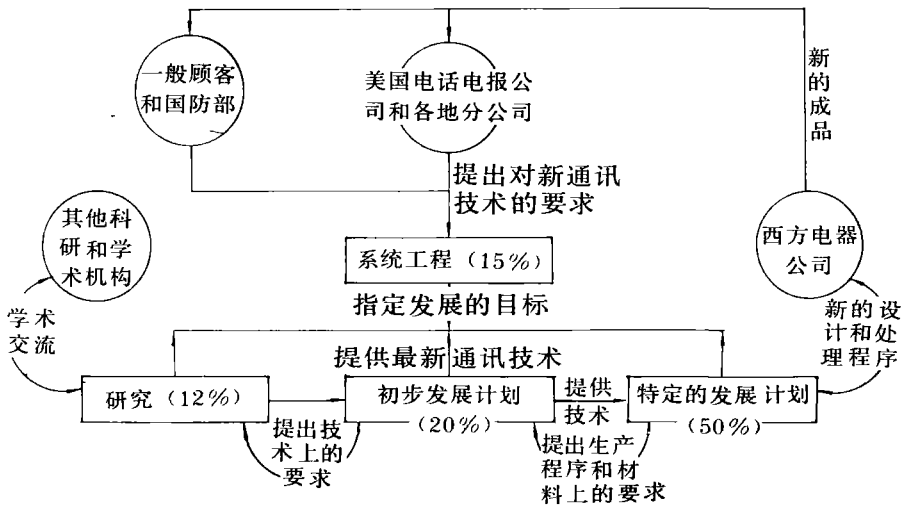
贝尔实验所的研究工作成功的主要原因之一，可以用20年前美国电话电报公司总经理卡普（Kappel）的话说明：“一方面你得给研究人员指出一个明确的目标，另一方面你又得给他们全部的自由。一般人可能认为这是互相冲突的两种作法，但是根据我们的经验，这是行得通的。”以一个在50年代加入贝尔实验所计算机研究小组的数学家为例：各级管理人员对他的主要指示只是“我们相信在未来的发展中，计算机将会占一个非常重要的地位，为了掌握这方面的发展，我们鼓励大家朝这方面努力”，而不是指定某人去从事某项特定的研究工作，指定另一个人去负责另一项特定的研究任务。

虽然在研究部门，如物理、应用数学、电子学……等等方面的研究工作中，大致有3/4都被归到基础科学研究的范畴。但是实际上，许多研究的项目都和无线电、波导、计算机、材料科学……等等有针对性的发展项目相关连。研究部门和发展部门的最大差别在于他们不像发展部门有固定的进度要完成，所以研究人员有时间去思考五年、十年、甚至十五年之后可能面临的问题，而不致于让生产线或者新工艺发展上的问题，占据了全部时间。但是话说回来，一个研究人员所必需牢记在心里的是：我们的需要是什么？我们的目标是什么？我们的问题在哪里？

一个大家所熟知的例子就是晶体管发明的经过。晶体管的发明绝对不是一个偶然的幸运，在二次大战刚刚结束的时候，开利（Kelly）是贝尔实验所的所长，作为一个真空管专家，他深切地认识到真空管有寿命太短、耗电太费、发热太剧、



设在纽泽西州多雷山的贝尔实验所，集中了该所的领导机构及大多数基础研究活动的场所。另一些主要的分所设在纽泽西州的威伯尼及霍姆特（Whippany and Holmdel, N.J.）和伊利诺斯州的奈玻维耳（Naperville, Ill.）。贝尔实验所共有17个分所设在九个州内。



体积太大……等缺点，不可能满足当时日益庞大的通信网的需要。

半导体在那时已经被用来检波。当时许多国家的科学家都在研究半导体的基本性能，一个重要的动机就是：既然半导体具有真空管的性能之一——检波，那么是不是也可以用它来放大微弱的电子讯号呢？

开利和许多贝尔实验所的研究人员讨论了这个问题，其中的一位便是萧克雷（Shockley），他当时也正在从事半导体方面的研究工作。

于是一个特别的研究小组在1946年的一月成立了，主要负责的研究人员除了萧克雷之外，还有布雷登（Brattain）和巴丁（Bardeen）两个人。萧克雷的场效应放大器的构想是早就有的了，当他正在进行场效应实验的同时，同小组的其他人员也有充分的机会和自由去进行一些个人的研究计划。萧克雷场效应实验的初步结果虽然是失败的，但巴丁从他的理论中提出了一个场效应初步实验失败原因的解釋，而



世界各国著名的科学家们访问了西方电气工程部——贝尔实验所的前身。图中是1923年诺贝尔奖金获得者、英国物理学家J. J. Thomson同后来成为贝尔所第一任所长的F. B. Jewett讨论新型的10千瓦水冷大功率真空管。这种真空管是该部W. G. Houskeeper发明铜—玻璃封接后取得的成果。大功率无线电广播及跨海电话通讯就因此而成为可能。

布雷登所进行的另一个实验的结果支持了巴丁的理论。1947年12月23日他们的小组第一次成功地演示了晶体管效应。

这样一个“明确的目标，和高度自由的研究环境”，导致了本世纪一个最重要的发明。

发展工作

但是研究和专利部门（包括了大部份的应用研究和全部的基础研究）在研究发展的经费中只占12%，而人数更少到8%。真正发挥了直接的推动作用的是庞大的发展部门。

晶体管效应发现了之后，整个的半导体革命能够如此迅速发展的一大原因是发展部门随即展开了广泛努力。从一个简单的晶体管效应到能够大规模推广使用的成品之间还有无数的困难，如果不是在短期之内发展出生长单晶硅、杂质扩散、氧化物掩模（oxide masking）、热压接线（thermal-compression

bending）……等等先进的工艺，美国的电子工业是不可能占有那么长期的一段领先地位的。唯有强大的发展研究，乃至生产部门作后盾，才能保证充分享受到新发明的利益。于是，如何加强研究和发展部门的联系就成了管理上的一个重要课题。

在这方面贝尔实验所处理的方法之一是成立所谓的“基本发展小组”（fundamental development group）。这个小组通常包含了研究和发展两方面的人员，在双方密切的合作下，把一项新的技术从基本构想落实到接近可以少量制造的地步，以便进一步估计这项技术的实际的和经济的价值。这种“基本发展小组”在40年晶体管效应发现之后乃至今天的光纤通讯等发展计划中，都是举足轻重的角色。

另一方法是所谓的“见习”制度，这是由发展部门派人到研究部门一起从事某一项研究计划。这样，

一方面发展部门得以直接地掌握研究部门在这项新技术上进展的情形，好更恰当地对这项技术的用途和价值做一个估计；另一方面，如果一旦决定要发展这项新技术的时候，研究部门研究的成果也就可以很快地转移到发展部门。当然，最直接而自然的方法是一部份研究人员直接转到发展部门去和他们一起开展发展的工作。

下一个问题就是如何把发展成熟的新技术进一步转移到西方电器公司投入生产。为了达到这个目的，除了发展和生产两部门间经常的联系外，贝尔实验所甚至把一些分所直接设置到西方电器公司的工厂里去，这就是所谓的“厂内研究所”（on plant laboratory）的做法。自从宾州阿灵顿（Allentown, Pa）的分所在1948年成立后，如今贝尔实验所把它15%的人员直接安排到同西方电器公司的工厂设在一起的7个分所里工作。下面的附图中把研究、发展、生产、使用间的关系表示得非常清楚，而经费的分配更明确地反映出了各部份之间的比重。

展 望

贝尔实验所的一位高级行政人员在最近的一次访问谈话中指出，今日的通讯系统势必大量地使用计算机，因此软件的发展已经成为贝尔实验所和西方电器公司的重要工作之一。有人把六十年代比做半导体的时代，而把七十年代比做存储程序（stored program）的时代。但是这两项技术的发展是无法划分的。如果不是在七十年代间硬件的成本能够降低到可以大量普及的程度，我们也没有能力去全力发展软件。反过来说，今天的大规模集成电路在一片半导体上要容纳包括几万个晶体管的复杂电路，要设计这样的电路不但成本昂贵，并且必须大量地依靠计算机的协助。除了光纤通讯等技术的使用会逐步普及之外，在八十年代的头五年里，软件技术和大规模集成电路的发展将仍是贝尔实验所努力的主要方向。