

# 一个卓有成效的研究单位

## —美国贝尔实验室—

陈明锐 万秀英

美国贝尔电话系统由美国电话电报公司（总公司）、西方电气公司（工业生产性子公司）、电话营业公司（商业服务性子公司）、贝尔实验室（直译为实验室、实验所，意译为研究所）等组成。贝尔实验室成立于1925年，五十多年来，共取得专利17,000多项，重大科研成果50多项，获得诺贝尔奖金三次，在世界科技界享有很高的声誉。

目前，贝尔实验室拥有16,057人，占贝尔系统总人数的1.7%，其中博士2,034人，硕士3,408人，学士2,214人，行政管理和服务人员约占30%，技术辅助人员约占20%，共分56个研究室，分布在美国15处地方，可称是世界最大的通仪科研单位，也是美国第一所校园式工业研究单位。

### 一、研究体制

贝尔实验室是一个综合性很强的研究单位，从原理探索到产品设计，从科学技术到经营管理方法，都属于它的工作范围。1977年的经费为7.8亿美元，从经费的分配上看，纯基础研究占10%，应用研究和系统工程研究占90%。在人力分配上，纯基础研究占15%，应用研究占70%，系统工程研究占15%。

#### （一）基础研究

基础研究是探索新知识、新规律、新原理、新材料、新方法。一旦获得对研究对象的基础知识，研究过程就称完成。基础研究人员的工作方式极其近似于学院式的研究，不受任何紧迫课题的影响。虽说是近乎学院式的研究，但也不是漫无边际的随心所欲。课题一般都有战略意义，服从某项长远的需要。

贝尔实验室的基础研究水平是比较高的。例如1927年提出了电子波动学说，获1937年诺贝尔奖；1947年发明了晶体管，获1956年诺贝尔奖；1958年提出“无序体系电子结构”，获1977年诺贝尔奖。

#### （二）应用研究

应用研究的任务是把基础研究获得的新知识变成新技术和新产品，并做出可供生产的设计。这一阶段仍可再细分为基础性应用研究和纯应用研究两步。第一步是对基础研究所获得

的新知识加以选择和利用，论证在技术上的可实现性，要求研究人员具有丰富的想像力和正确的判断力。第二步是对技术细节作出具体设计。

贝尔实验室对新设计的可靠性要求是严格的。例如在太平洋夸贾林岛野外试验场进行了十六年的研究和试验，完成了国防部委托的拦截弹道导弹系统的研制设计任务，汇总了一套完整详细的数据，供三军使用。

新产品设计出来，先通知西方电气公司和电话营业公司，估计成本和市场需要状况，新产品即使技术性能好，如果经济效果差是不会批准投产的。

与基础研究不同的一点，是在研制阶段有详细的人力安排与时间进度计划，以便与西方电气公司更好地互相协调，大大缩短研制——生产周期。

### （三）系统工程研究

随着业务的发展，单纯的研究工作已不能适应日益复杂的局面，于是在1955年正式成立系统工程部。系统工程部是贝尔实验室和美国电话电报公司总部及电话营业公司之间的技术桥梁。它负责了解各方面的需要、问题和经济状况，并把这些因素与科学技术的新进展结合在一起通盘考虑，全面权衡，提出解决方案。

系统工程研究人员一方面提出研究发展的建议，一方面也搞一些不属于某一专业的交叉性课题，如网络经营管理之类。他们利用运筹学、信息论、模拟技术、管理理论等作为手段，提出如何利用现有设备使系统更有效运转的建议，模拟出许多可能的解决办法，然后选出最合理最经济的方案。

对系统工程师，要求知识面更宽一些，以便能提出专业工程师想不出来的解决途径。其人员来自应用研究部和电话营业公司，一般有长期的研究和使用经验，有能力对新设想、新产品和新业务的优劣进行判断。

贝尔实验室建立这样的交叉性很强的系统工程部，可以避免出现只见树木不见森林的危险。

## 二、选题方式

贝尔实验室选题的方式灵活多样，因人因题而异。新研究员一般先搞一、二年时间紧迫的研究工作，连细节都有所指示；对能力强的研究员，指示就比较笼统，他们可以比较自由地做自己想做的工作。很多人除分配的主要工作以外，还同时从事另一项比较自由的研究课题。

选题的方式有自上而下的，有自下而上的，也有上下结合的，通过晶体管、区域提纯两项成果可以看到选题方式的多样化。

### 1. 晶体管

1945年当时的主任凯利是一位电子管专家。早在二次大战以前，他就意识到电子管的局限性。作为负责人，他必须考虑10—15年以后的问题。当他和肖克莱等人谈起这一问题时，肖克莱根据自己的经验给予极大的支持，他说“我认为半导体物理是应该探索的

领域。”一个管理人员和一个研究人员在必要性和可能性之间完成了一项极有意义的交流，他们当时并没想到晶体管放大器会有怎样的外形，但相仪有可能产生一种新型电子器件。凯利作出了加强半导体研究的决定，导致了1948年晶体管的发明。这是上下结合的例子。

## 2. 区域提纯

当肖克莱等人研究出生长半导体单晶材料的方法时，该实验室的一名冶金学家比尔·普法恩想出了区域提纯的好主意。他把想法告诉了肖克莱和付主任莫顿，结果得到的回答是：

“比尔，你还是去干些别的事吧，我们不需要你这个主意。”他们是想让比尔·普法恩去考虑更重要的问题，但比尔说：“去你的吧！这才是至关重要的事呢！”结果他一个人干了起来，而且获得成功，解决了获得高纯度半导体材料的关键工艺。事后，莫顿回忆说：“实践证明，比尔是正确的。我们没有看到区域提纯与发明晶体管之间的内在联系，而他作为一个冶金学家对两者相关性的判断要比我们好。”这也可以作为一个例子，说明在贝尔实验室的环境里，即使好主意一时被拒绝，只要自己坚信其价值并顽强努力，还是可以做出成果的。

## 三、科研环境

贝尔实验室的组织形式和管理活动都围绕着一中心，即如何充分发挥研究人员的全部能力。一个小组有几名研究员，小组并不是最基本的活动单位，而是以一个研究员和一名技术助手为基本研究单位，他们在研究方向和研究方法上都有相当强的独立性。两个人一间房间，每当聚精会神思考问题时就把房门关上，门上有“非请莫入”的字样，人人都很自觉，谁也不去打搅别人的工作。如果房门开着，别人可以随时进去交谈讨论。平时百分之八十的房门是开着的。

为了充分发挥研究员的作用，尽量不让研究员做其他人可以做的工作。研究员的全部工作时间都用于阅读论文，思考问题，制定实验计划、撰写论文等，一句话，用在动脑筋的事上。研究员因研究需要或出席学术会议而出差也是完全自由的，只是路程过远时，需经执行主任批准。

贝尔实验室非常重视研究工作的时间保证。大部分会议在一小时内结束，二小时的会议算长的。对讨论和决定问题不起实质作用的人根本不邀请出席，因此会议人数一般为几人至十几人，“开大会”几乎被认为是不必要的。对大多数研究人员来说，几乎从未参加过20人以上、超过二小时的会议。如果把几天前通知的正式会议称作会议的话，对研究人员而言，一年最多二、三次而已。

贝尔实验室的内部协作十分活跃，有些协作关系是工作需要而根据上级指示形成的，也有些是由友谊关系或个人交往自然而然发展起来的。他们之间有时就不受所履组织的拘束，可以相当自由地选题。食堂是产生新的研究设想和研究合作的地方，是交换情报的场所。每到吃饭时间，气氛十分活跃。几张纸片就代替了黑板。常常从食堂闲聊开始，极其自然地发展成协同研究。

## 四、评价考核与待迁

贝尔实验室虽然在研究活动上有较大的自由，但是评价与考核却相当严格。优秀而勤奋的人不论年龄大小，都能破格担负重任。长期做不出成绩的人，在最坏的情况下是劝退。每年一度，研究员要用15—20分钟时间向分部执行主任和研究室主任汇报全年的研究成果，这是评定研究员的独创性和工作能力的一个机会，并将影响下一年度的工资。分室主任的工作成绩一般由分部执行主任和研究室主任评价，近年来也试行过由研究员们来评价分室主任工作成绩的办法。每到年底，研究员集合在一起，由研究室主任总结全年工作并公布被评为优秀的研究成果。

研究员的薪金，不是按职位决定的，而是执行功绩制。每年提薪额视工作成绩而异，没有成绩也可能不提，如果工作不突出，十几年不增加工资的人也是有的。因此几年以后，同期研究员之间的薪金差额可达2~3倍。

## 五、人员培养

没有富于创新精神的人才，就谈不上科学研究上的重大成就。贝尔实验室人事部门的最职责之一是制订并管理多种多样的培训计划。传统的做法是在职教育，因此有人说，贝尔实验室里没有一个人是真正永远离开学校的。

1955年开始实行“训练大纲”，分三年制和二年制两种。大部份是三年制（半脱产）。第一年每周上课三天，实习一天；第二年每周上课两天，实习一天；第三年每周上课一天。学员可征得上级领导意见，选修某些课程，三年后授予硕士学位。大部份学员在贝尔实验室默里山总部的训练中心听课，聘转纽约大学研究生院的教授任教。最后一年的专业课由本单位有经验的研究员任教。学习期间除全部薪金照发外，学费、交通费、书费均由实验室开支。

二年制只适用于少数优秀的新来人员。第一年全脱产，在某大学研究生院上课，第二年每周上课一天半，实习一天。学习期间薪金酌减，但两年就授予硕士学位。

对于想考博士学位的研究人员来说，学习期间每周可以听课七个半小时（不扣薪金），开始写论文后即可得到一年时间不扣薪金的长假。这时他就成为某大学研究室的正式成员。

为防止技术落伍，从1969年开始，在实验室内举办每周两小时的在职教育，由高水平的研究员主讲，每年约有100种课程。仅1971年就有3,200名工程师和科学家坚持听课。

此外，还普遍举办“业余讲座”，每年分春秋两季。默里山总部就举办60种讲座，内容从“俄语初步”到“量子力学”，深浅都有。经上级批准就可参加，有试验，有课外作业，期末有考试。

为了不断吸收优秀的研究人员，有专门的小组到有名望的大学去摸底，了解高材生的情况，并组织这些学生参观贝尔实验室，这样的活动每年组织六次。

## 六、组织机构

贝尔实验室现有1名主任，3名执行付主任，9名付主任，下设8个研究部，16个研究

分部，56个研究室，数百个研究组，每个研究组均为4—6人。领导人员都是博士和专家，各级技术管理人员一般从研究人员中选拔。像以人造水晶著名的劳迪斯现为材料研究室付主任，发明区域提纯法的普法恩现任研究分部主任。管理人员的工作重点是技术管理，也可以附带搞一些自己的研究课题。

贝尔实验室的最高决策机构是室务委员会，由主任和全体付主任组成，每周开会一次。重大决策则听从总公司的指导，为此贝尔实验室的最高行政机构为理事会，由九人组成。其中三人是美国电话电报公司的总经理和付经理，三人是西方电气公司的总经理和付经理，三人是贝尔实验室的主任和付主任。（在西方电气公司和总公司的理事会里也有贝尔实验室的代表）。此外，设有不同级别的协调委员会，由实验室、西方电气公司和电话营业公司的人员组成，这种技术上的合作关系是保证新技术实现与应用的关键。

贝尔实验室有八座分室建立在西方电气公司的重要工厂附近。同时在七座工厂里建立了驻厂设计研究室。这种合作方式使贝尔实验室随时得到生产技术的最新情报，及时采用工厂的革新成果，对研究工作有极大促进作用。贝尔实验室还经常有一批“现场代表”，派驻在电话营业公司及其使用现场，及时反映有关设备设计和性能的问题，并起着技术顾问和质量检验工程师的作用。

对于某一项新设备来说，则与西方电气公司共同组成产品工程控制中心，负责从设计、制造、安装、验收等全部生产过程。

本文原载《国外电子技术》1978年第三期，本刊编者稍予删节，调整了文章结构与标题，转载于此，供有关同志参阅。

在向科学技术现代化进军中，组织管理工作是个重要问题。如何有屁则有分析地把工业发达国家的科学管理方法中合乎科学的东西吸收过来，是值得探索的。

—编者