

科学家的方法



居里夫人的科学道路

隋启仁 编著

内蒙古人民出版社

04
84-4

·科学家的方法·

居里夫人的科学道路

隋启仁 著

1983·呼和浩特

科学家的方法
居里夫人的科学道路
隋启仁 著

内蒙古人民出版社出版
(呼和浩特市新城西街82号)

内蒙古新华书店发行 通辽教育印刷厂印刷
开本: 787×1092 1/32 印张: 4.375 字数: 85千
1984年4月第一版 1984年7月第1次印刷

印数: 1—5,000册

统一书号: 13089·62 每册: 0.45元

内 容 提 要

在科学家所走过的道路上，留下了她那可贵的足迹。我们探索这些足迹，不仅是有趣的，而且是有益的。本书在探索居里夫人的科学道路时，首先突出了她那高尚的科学道德，并在此基础上，进一步从科学研究的选题、实验方法、逻辑方法三个方面论证了居里夫人的科学研究的方法和技巧。同时，也联系科学史上有关著名人物和事实，进行了较广泛的阐述。书末专写年谱一章，并附有参考书目，以便读者参阅。

书中，作者注意到了科学性、知识性、通俗性的有机结合。在文风上，也尽量体现生动活泼，深入浅出，适合于大、中学生和广大社会青年，以及科学技术工作者阅读。

序 言

在科学界的灿烂群星之中，有几颗星是分外夺目的，他（她）们的光辉如同日月一般，照耀着人类。他（她）们的丰功伟业和在科学征途上所踏下的足迹，一直鼓励和启迪着后来人。

这些科坛的佼佼者，成功的秘密在哪里？这是人们常常探求的问题。

古语说：“三百六十行，行行出状元。”这话的前半句，现在已经不那么确切了，人们所从事的行业何止“三百六十行”。据统计，现代大学中开设的专业已超过二千四百种，在每个专业之下，还有若干个分支（科）。更何况，还有许许多多行业是大学的课本中所没有讲到的。现代行业之多，足可以达千万种，这是毫不夸张的。的确，每一个行业，每一个领域中，都有着自己的“状元”，他（她）们创造了卓越的成就。在这些各行各业的杰出人才之中，国外有人做了个统计，这结果也颇有趣：凡属形象思维方面的领域，妇女人才占比例高些；凡属逻辑思维方面的领域，妇女人才占比例低些。从世界科学史上看，在哲学家

中，妇女占0%；在经济学家中，妇女占1%；在自然科学家中，妇女占3.4%；可是，在艺术家当中，妇女则高达50%（其中歌唱家、舞蹈家中的明星，妇女竟高达70%）。从中可以看出，在科学人才中，妇女人才真可谓凤毛麟角！数量虽然不多，但质量却未必低。何以见得？居里夫人便是一个雄辩的例证。一生之中，能获得两次诺贝尔科学奖金的须眉，天下能有几人？能把自己的孩子也培养成诺贝尔奖金获得者的母亲，天下能有几人？在自己所达到的科学高度和对子女培养方面，居里夫人的成就都是天下第一流的，丝毫不逊色于男子。

这里就有一个秘密。居里夫人是沿着什么样的途径，到达光辉的顶点的呢？

诚然，成功的因素是多方面的。但是，她的科学道德和科学研究方法，在导致成功的诸因素中起了主要的作用。

这本小册子，就是从“德”与“智”两个方面，尤其是从科学研究方法的角度，具体探讨居里夫人成功的经验。我们不可能也不应该把科学方法同“德”对立起来，孤立地单纯地讲所谓方法。爱因斯坦说得好：“卓越人物的道德品质对于青年一代和历史的整个进程来说，可能比单纯智力上的成就具有更大的意义。智力上的成就，在很大程度上依赖于性格的伟大，这一点往往超出人们通常的认识。”这两个方面在居里夫人身上体现得很完美。先行者前进的轨迹，往往可以成为后来人的向导。

人们做任何事情（包括科学研究），都有一个方法同效果的关系问题。在许多情况下，方法的好坏决定着事情的成功与失败。一切卓有成效的科学家，都非常强调科学方法的

重要性。杰出数学家拉普拉斯说：“认识一位天才的研究方法，对于科学进步……并不比发现本身更少好处。科学研究的方法经常是极富兴趣的部分。”聪明的人，不仅要知道科学家在做什么，而且，更重要的是还要知道他是怎样做的？“鸳鸯绣出凭君看，金针更须度予人。”只有真正学会了“针法”，才能“绣”出更美丽的“鸳鸯”。所以，这个“怎样做”的问题，才是无价之宝！著名的物理学家爱因斯坦也对科学方法的研究十分重视。他说：“根据原始论文来追踪理论的形成过程却始终具有一种特殊的魅力。”掌握了科学的方法，才能更有效地发挥研究者的聪明才智。法国著名的生理学家贝尔纳说过：“良好的方法使我们更好地发挥运用天赋的才能……”掌握了科学的方法，才能更好地揭示自然规律。物理学家玻恩说：“自然规律对于每个熟练地使用科学研究方法的人都是敞开无余的。”方法，好比是钥匙。只要对准了，一下子就能打开紧锁知识宝库大门的铁锁！有的问题，也许几年都解决不了；可是，一旦找到了科学的方法，便能迅速解决。方法，又是一种潜在的力量，通过它可以创造巨大的财富。如同1977年度的诺贝尔科学奖金获得者安德逊所说：“一个科学家在10秒钟里回答的问题，可以偿还20年中所得的工资。”这话并不夸张。

我们对科学研究的方法进行学习和研究，这本身也有一个方法问题。再好的方法，你如果把它凝固化，孤立起来，生搬硬套，也是不行的。还是爱因斯坦说得好：“在一切方法的背后，如果没有一种生气勃勃的精神，它们到头来只不过是笨拙的工具。”毛泽东同志在讲到如何提高军事指挥员的军事艺术的时候，曾说，对兵书上的原则和方法，要灵活

运用，即“运用之妙，存乎一心。”这就道出了人的主动性、灵活性、创造性对运用方法的重要。我们对于科学研究方法，也应当持这种态度。理解和运用方法，这本身也是一种创造。这个创造，是通过我们的头脑来实现的。正如英国著名病理学家贝弗里奇所说：“科学研究中最重要的工具必须始终是人的头脑。”我们的头脑是否具有创新精神和科学精神，是极为重要的。应当把方法当成行动的指南，而不是僵死的教条。事实上，一切高明的科学研究者，从来就不是机械地硬套某个方法。而是从实际情况（可能、需要、时机等）出发，加以灵活运用。在运用时，也不是死板地、孤立地只用其中某一个方法，而是融汇贯通，综合运用。等研究的项目成功了，也很难说出是单独用的哪一个方法。只不过有的方法作用大些、明显些；有的方法作用小些，不那么明显而已！作战的双方，交起战来，十八般武艺，那样合适用那样，有时是几种武器一起用。目的都是一个，夺取胜利。不论用什么方法，都得服从于夺取胜利这个根本目的。

所谓自然科学的研究方法，一般是指以下三个层次。一是具体学科中的方法。例如：数学中的统计方法、模型方法，物理学中的光谱分析方法，地质学中用古生物化石来鉴别年代的方法，生物学中的解剖方法等等。第二个层次的方法是自然科学中的一般研究方法，如观察方法，实验方法，逻辑方法（归纳法、演绎法、综合法、分析法、比较法等）。第三个层次的方法是哲学的方法，即从辩证唯物主义角度去认识事物。它既适用于自然科学，又适用于社会科学。这三个层次的方法是从“小”到“中”再到“大”的范围，逐步扩大和升级。第一个层次的方法是最基础的；第二个层次的方法是

从第一个层次的方法概括出来的，并且在三个层次的方法中起桥梁作用。第三个层次的方法，是在前两个层次方法的基础上升华出来的，带有更广的适应性和更高的哲理性。本书在研究居里夫人的科学研究方法时，是以第二个层次的方法，即自然科学的一般方法为主要目标的，有时也涉及到其它两个层次的方法。

在人类认识发展的历史上，科学研究的方法是科学发展到一定阶段上的产物。随着科学事业的发展，科学研究的方法也在发展着，更新着。居里夫人那个时代所用的许多科学研究方法，也被现代科学推进到了新的高度，注入了新的内容。那个时代所没有的一些方法，如系统论方法，控制论方法，信息论方法，现在也蓬勃发展起来，并被广泛而有效地应用着。可以预见，研究科学研究的方法，有着广阔而美好的前景。我们探讨前人的方法，不是为了发“思古之幽情”，而是为了继承和借鉴，为了应用和创造，为了站在前人的肩膀上，看得更远，攀登得更高！

作者

1982年10月于上海

目 录

序言

一、朴素的生活

1. 朴素成自然..... (1)
2. 艰苦使她更奋发..... (7)

二、坚强的学者

1. 困难压不倒..... (12)
2. 一定要把硕果摘到手..... (15)
3. 化悲痛为力量..... (18)
4. 以春蚕自喻..... (21)

三、在荣誉面前

1. 盛年赢得盛名在..... (24)
2. 清醒、冷漠对荣誉..... (27)

四、克服嫉妒的障碍

..... (32)

五、诲人不倦的导师

1. 教学是神圣的使命..... (41)

2. 诲人不倦..... (41)
3. 她对学生热情地鼓励着..... (43)
4. 她爱护学生胜过自己..... (44)

六、居里夫人与读书

1. 她非常热爱读书..... (47)
2. 她更善于读书..... (51)
3. 生活中充满着读书的气氛..... (53)

七、爱国的科学家

1. 赤子之心..... (57)
2. 为国出力..... (59)

八、教女有方的慈母

1. 让孩子有个健康的身体..... (66)
2. 让孩子从小就有好品德..... (68)

九、科学研究的选题方法

1. 选题的背景..... (75)
2. 选题的原则..... (76)

十、实验方法

1. 全面分析的方法..... (81)
2. 逐次逼近的方法..... (86)
3. 中间代替的方法..... (92)
4. 化整为零的方法..... (98)

十一、逻辑的方法

1. 归纳法.....(105)
2. 演绎法.....(110)
3. 科学假说.....(114)

十二、居里夫人年表

.....(120)

附：参考书目

.....(125)

一、朴素的生活

自从一九〇一年颁发诺贝尔^[1]科学奖金以来，全世界共有三百多位科学家荣获此奖。但是，其中绝大多数都是男性科学家；获得此奖的女性科学家只有五名，真是凤毛麟角！就在这五名科坛巾帼英雄之中，却有两人是母女，这就是玛丽·斯柯洛多夫斯卡·居里(Marie Skolodowska Curie 1867—1934年)和她的大女儿伊琳娜·约里奥·居里(Irene Joliot Curie 1897—1956年)。她们母女占去了全世界获此奖的女性科学家总数的五分之二。

在人们的心目中，居里夫人的形象是光芒四射的。但是，伟大与质朴，崇高与平凡，成就与艰苦，常常是联系在一起的。居里夫人在科学上是巨人；在生活上又是一个极其平凡的普通人。

1. 朴素成自然

不爱华丽，崇尚简朴，是居里夫人从青年时代起，就很自然地流露出来的性格特征之一。她

有着苗条而丰满的身材，饱含着智慧之光的深邃明澈的双目，白嫩细腻而焕发着青春光彩的面容，金栗色的浓密的头发……这一切，都是极其美丽动人的。她走到哪里，男学生们的目光就追逐到哪里。她在走廊里稍一停留，马上就挤满了争相与她接近的人群。在这重重包围之中，往往是一位好心的女友用伞柄把人们赶开，护卫着她，让她躲到冷僻的地方去。她最不愿意惹人注目，更厌恶那些殷勤递送的秋波。她为了表示自己对于冶艳的蔑视，为了使自己的容貌变得平常些，竟然下狠心，一剪刀把自己美丽的长发齐根剪去……

婚礼，这在一般青年男女的心目中，总是隆重的。可是，居里夫人的婚礼又是怎样的情景呢？

她的婚礼，是与众颇不相同的。可以称作“四无”婚礼：一无结婚礼服，二无金戒指，三无喜庆筵席，四无宗教仪式。这四项，在当时法国的风俗中，是很平常的，一般婚礼都具备。居里夫人唯一的一件结婚“奢侈品”是亲戚赠送的一件深灰色上衣，她只有这么一件新衣服。婚后，便成了她的工作服。此外，她还用亲戚的赠款，买了两辆自行车。她和丈夫彼埃尔·居里(Pierre Curie 1859—1906年)，就是骑着这两辆自行车，在法兰西岛区的公路上漫游，这就算是“旅游结婚”了。她与丈夫，各自骑着自行车，带着小罗盘，她身着旅行风衣，背着简单的食物。走累了，她便躺在草地上，嗅着花香，仰望蓝天，沉醉于遐想之中。有时，丈夫会捉来一只青蛙，悄悄放在她的手中，突然吓她一跳。对此，她会友善地发出“抗议声”，于是居里先生又把青蛙放回水中。这时，她才松了一口气，舒心地笑了。到了夜晚，她们便很随便地居住在乡村小旅店中，吃着很浓的廉价的热汤，破旧的窗

户纸已经发黄，夜风吹得它沙沙作响，烛光摇曳，远方犬吠，近处鸡鸣，还依稀听到猫的吼叫和鸟儿的歌唱。质朴的农村风光，别有一番滋味……

再看看居里夫妇的新居吧，也很有趣。这是居里先生的父亲送给他们的一所房子。一进房门，真是四壁肃然！只有一张没有油漆过的白木桌子，上面放着一些书籍，一束花，一盏煤油灯，桌的两头是两把木椅子。此外，还有一张双人木板床。居里先生的父亲，是位著名的医生，家境尚在小康之上。他曾主动提议：给这对新婚夫妇一些家具，但居里夫人坚持不要。她有着自己的特殊计算：添一件大沙发或弹簧椅，每天早晨就多一项负担——要把灰尘掸刷掉；每到大扫除的日子，就得多一件东西要清扫。她没有时间，也舍不得抽出时间这么做，她要学习，这比什么都重要。至于室中只有两把椅子，似乎太少，丈夫曾建议：是否再添一把椅子？以备客人来时小坐。居里夫人自有她特殊的逻辑：多放一把椅子，好是好；只不过客人一旦坐下来，就不容易走了。最后，两人达成协议，为了挤出更多的时间进行学习和研究，一把椅子也不添。这样一来，就算最熟悉、最大胆的客人进来，一看没有为自己准备座位，一定会快快告辞。

即使是到了后来，居里夫人成了世界名人，有了很高的社会地位，有了充裕的金钱之后，她在个人生活方面仍然很简朴。她的卧室内，一直没有添置沙发（只有小女儿艾芙的房间里沙发），仍然用着居里的父亲遗下来的一些不成套的旧家具。房间内虽然打扫得异常光亮，但地板却咯吱咯吱响着，没有铺地毯，没有挂窗帘，窗上只有薄薄一层纱丝帘子遮着。至于她的工作室，更没有一点华贵气象：一张橡木

办公桌，一个卷宗柜，几个书架，一架旧打字机，一把圈椅。桌上堆着小册子，放着几支削好的铅笔和自来水笔及墨水瓶，或者还有崇敬她的某个学生团体送的“艺术品”如镇纸，笔筒之类……墙壁上唯一的装饰乃是居里先生的一幅遗像。

居里夫人非常喜爱园艺生活，对于花草树木有着极深厚的感情。她在巴黎大学读书时，唯一的奢侈享受就是挤出星期日的一点时间，到郊外散步，并采摘一些丁香花之类的花束，回来后放在宿舍里。她有时也到花市上去转转，她在成行的花盆和成筐的肥土之间观看着，徘徊着。认真地挑选着花草树木。但她从不选购那些名贵的品种，既要中自己的意，又要少花钱，这是她的原则。她常常亲自动手，培育花木。一有闲暇，她便钻到花园中，欣赏她那喜爱的菩提树。她也常在山坡的花园中栽种桉树、含羞草、扁柏等。她常常盘桓于花丛之间，铲铲土，浇浇水，或者拿起大剪刀，剪剪花枝。她觉得，亲自动手培育花木，既是精神上的一种寄托和享受，又可以节省一笔请花匠的工钱，一举两得。她在晚年主持建筑的巴黎镭学研究院中的花园，更是她格外关心的：她亲自设计，亲自布置。为花园争取每一平方米的土地，对于那些“缩减花园面积的意见”，她一概不予采纳。在房屋建成之前，她提前两年为花园培育好花木。她象鉴赏家那样，一棵一棵地选来法国梧桐、菩提树、牵藤的蔷薇等，用双手在没有建成的墙脚下堆土、浇水……未曾当主人，先来做园丁了。她向同伴们倾吐着自己心中的愉快：“我种的树，提前了两年。等用实验室的时候，树木已经长大，这些丛林会满开着花。但是，不要说出去！”

她所得到的奖金，也是谨慎而无私地开支着。她对社

会，对别人，一向是慷慨的；对自己，对自己的孩子，却又总是“刻薄”的。就以第一次获得的诺贝尔奖金七万法郎和差不多同时获得的奥西利奖金^[2]的五万法郎为例：自费雇了一个助手（这是多年来急需而当局又迟迟不给解决的老大难问题），给姐夫卢德斯基二万奥币（虽是借款名义，实际上是赠送），帮助他开办疗养事业；还有一部分款赠给居里的哥哥和居里夫人的其他亲属；一部分款赠给几个科学团体；还有一部分款赠给居里夫人实验室的工人和她的学生以及波兰来法国求学的贫苦青年；再有一部分款是赠给居里夫人在中学读书时的一位教她法文的女教师，帮助这位年迈、贫穷的老人解决旅费问题，重游故国。至于用到居里夫家庭里的开支，只有两小笔：一是把一个小房间内的破旧帐幔换了新的，二是在住宅中安装了个浴室。至于她本人，连顶帽子也没有想到去买。扣除上述种种开销，余下的款项，又做了公平合理的处置：一半买了法国公债，一半买了波兰华沙的债券。两个祖国，同等对待。

在第一次世界大战中，居里夫人受了爱国心的支配，又对法兰西祖国进行了慷慨捐赠。她个人单独获得的第二次诺贝尔科学奖金，全部变成了公债和“国家捐款”。又把自己仅有的一点金子和金质奖章也捐给了国家。当负责收款的官员只接受了她的金钱，出于珍惜的心情拒绝收她的奖章时，她才不得不把奖章带回了实验室。整个战争期间，居里夫人的经济状况，又变得贫穷起来。仅仅靠了她那份一年一万二千法郎的工资，才勉强维持着她一家人的生活。

在穿衣方面，她有这样一个特点：平生喜欢穿便宜、实惠的衣服，旧而洁净的衣服。她觉得，这样更自然，更方