

奥斯特瓦尔德的成才秘诀和科学方法

The Secret of Wilhelm Ostwald's Scientific Way to Success

李醒民

(中国科学院研究生院, 研究员 北京 100039)

一、奥斯特瓦尔德其人

威廉·奥斯特瓦尔德 (Wilhelm Ostwald, 1853—1932 年) 是 19 世纪和 20 世纪之交的伟大的哲人科学家, 1909 年度诺贝尔化学奖获得者。他除了在物理化学、催化、氨制硝酸、能量学、颜色学等科学领域作出了开创性的贡献外, 还是一位名副其实的哲学家、科学史家、心理学家、艺术家、语言学家、作家, 也是一位颇受欢迎的教师和精力充沛的编辑, 一位影响巨大的宣传者、组织者、改革家和社会活动家。他就科学哲学、科学方法论、科学天才、科学组织、一般文化问题、能源、公共教育、人道主义、战争与和平、国际主义、世界语等问题, 提出了一系列诱人的见解和行动方案。他勤于笔耕, 论著甚丰, 一生共撰写了 45 本书, 500 篇科学论文, 5000 篇评论文章, 还编辑了六种杂志。奥斯特瓦尔德象文艺复兴时期多才多艺的伟大人物列奥纳多·达·芬奇一样, 是一位传奇式的天才。

然而, 这位被誉为“高级万能博士”和“天才综合体”的伟大人物并非书香门第出身, 而是出生在制桶工人和面包师女儿的家里, 家境十分贫寒。按理说, 成才的客观条件是很差的。但是, 他在孩童时期和青少年时代的经历不仅造就了他作为一个研究者和组织者的素质, 而且也形成了他日后进行科学创造的基础。这一切究竟是怎样发生的呢? 这位非凡的天才是怎样成才和成功的呢?

二、奥斯特瓦尔德成功的秘诀

奥斯特瓦尔德成才的秘诀值得注意的有两点: 其一是, 广泛的兴趣和好奇心, 使他的天性得到充分自由的发展; 其二是, 擅长于自学, 学到了扎实可靠的、活生生的知识。

奥斯特瓦尔德在《自传》中回忆道, 他在幼儿和

青少年时期作的种种游戏和活动, 虽然在父母和老师眼中看来是无用的, 结果却证明是有益的, 它们为后期许多有意义和有价值的成就打下了基础。年青时对于事物的观察和体验, 虽然留在记忆中没有起什么作用, 但是它们日后却成为作为一个研究者的思考材料和概念框架。在这里, 研究者不得不依赖于过去的经验所形成的记忆宝库。这样, 精神的建构必然由记忆给予, 这里没有什么神秘力量的支配。他甚至认为, 一个人的工作都是由自己在年青时所取得的经验和材料决定的。

在好奇心的驱使下, 奥斯特瓦尔德及其小伙伴对小河和周围地区进行探索, 这大概是他首次对事物进行有意识的观察和探讨, 是他步入科学研究生涯的最初预兆。制作焰火使他迷恋上了化学, 决定了未来的化学家的成长道路。制作照相机和冲洗照片的兴趣锻炼了他的动手能力, 使他后来成为一个技艺娴熟的出色实验家, 而他后来的科学研究成果, 基本上都是在实验室完成的。爱好文学和博览群书, 增强了他的写作能力, 使他文思如泉, 著作等身。爱好音乐, 陶冶了他的情操, 培养了他的艺术家的素质, 使他能够领悟突如其来的灵感。绘画实践, 为他晚年颜色学的研究奠定了基础, 使他在歌德和亥姆霍兹失败的地方取得了成功。中学毕业后作家庭教师以及后来在中学兼课使他知道怎样把知识讲明白, 写清楚。他撰写的各种教科书颇受欢迎, 显然与这一经历有一定的关系。和小朋友一起探索小河、制作焰火, 以及在大学作学生社团负责人的工作, 提高了他的组织能力和社会活动能力, 以致他后来成为许多领域、各种活动的参与者和组织者。

这种在好奇心的驱使下所从事的感兴趣的的活动, 使奥斯特瓦尔德的天性得到充分发展。这是一种自由行动和自我负责的教育, 它比起那种强迫灌输、仰赖权威和追求名利的教育来, 显然要优越得多。诚如爱因斯坦所说, 无论多么好的食物强迫吃下去, 总有一天会把胃口和肚子搞坏的, 纯真的好

奇心的火花会渐渐地熄灭。奥斯特瓦尔德的成长，应该引起那些“望子成龙，望女成凤”而揠苗助长的父母的深思。

奥斯特瓦尔德喜欢自学，善于自学，他的自学能力也在自学中逐步得以提高。在中学，他并不是一位循规蹈矩的好学生，可是他在没有开设化学课的情况下，通过游戏、实验和书本，自学了不少化学知识。他通过阅读《园亭》杂志和各种书籍，打开了眼界，坚定了献身科学的志向。在大学，他也缺课，他的数学知识是通过自学得来的，并通过自学斯涅耳的数学书接触到科学认识论和方法论问题，首次使他对哲学产生了兴趣。大学的前一半时间他舒舒服服地滑了过去，后一半时间他主要也是借助自学通过毕业考试的。

在擅长于自学这一点上，奥斯特瓦尔德与爱因斯坦十分相象。爱因斯坦小时候就自学了欧几里得几何学和微积分。他说他在大学的那一点零散的有关知识主要是靠自学得来的。他在《自述片断》中这样写道：“要做一个好学生，必须有能力很轻快地理解所学习的东西；要心甘情愿地把精力完全集中于人们所教给你的那些东西上；要遵守秩序，把课堂上讲的东西笔记下来，然后自觉地做好作业。遗憾的是，我发现，这一切特性正是我最为欠缺的。于是我逐渐学会抱着某种负疚的心情自由自在地生活，安排自己去学习那些适合于我的求知欲和兴趣的东西。我以极大的兴趣去听某些课。但是我‘刷掉了’很多课程，而以极大的热忱在家里向理论物理学的大师们学习。这样做是好的，并且显著地减轻了我的负疚心情，从而使我心境的平衡终于没有受到剧烈的扰乱。”每到考试前，同班同学格罗斯曼就把笔记本给他看，这是他救命的锚。在大学毕业后不久的“奥林比亚科学院时期”（1902～1905年），他又和挚友自学科学和哲学。1905年他一举作出了三项伟大的发现，这决不是偶然的，后两个自学时期的收获为他崭露头角打下了科学基础和思想基础。

奥斯特瓦尔德成才的经历告诉我们，家庭和学校的教育要注意爱护年青人的好奇心和他们的兴趣爱好，使他们走出校门后是一个全面发展的人，而不只是一个专门家。因此，教育要把发展人的独立思考、独立判断、独立行动的一般能力放在首位，而不能只看重于获得专业知识。很显然，如果一个人掌握了所学学科的基础理论和基本知识，并且善于独立自主地去思考、去工作，那他一定会找到适合于自身发展和自我实现的道路，而且比起那种仅以获得细节知识为满足和囿于狭小专业范围的人来说，他一定会更好地、更迅速地适应进步和变化。奥斯特瓦尔德的成长，就是一个绝好的例子。

三、奥斯特瓦尔德的科学研究方法

奥斯特瓦尔德的成功的另一个关键是他的行

之有效的科学研究方法。因为一切理论的探索归根结底都是方法的探索，因此在某种程度上也许可以说，科学方法与科学研究是互为因果的。诚如皮尔逊强调指出的，科学方法是知识的唯一源泉，是通向整个知识的唯一途径；想由迷信的狗洞进入真理之宫，或借形而上学的梯子登上真理之墙，都是痴心妄想。关于奥斯特瓦尔德的科学方法，使我们感兴趣的有以下几点。

第一，在研究工作中善于选择较好的角色。

在物理化学研究中，他通过改变研究手段和课题来选择自己的角色。他从热化学入手，又先后用体积度、光学和电学手段研究了体积化学、光化学和电化学，在化学亲和力这一课题上作出了举世公认的贡献。在莱比锡，他又转向催化问题的研究，这是他获得诺贝尔奖的重要成就之一。

从大的方面讲，在他的科学生涯中，他在关键性的时期甚至跨领域地选择较好的角色。当他在物理化学领域取得显著成就后，他转而涉足哲学和一般文化问题，这使他成为一位名副其实的哲学家和思想家。晚年，他又闯入颜色学领域，在前人失败了的地方取得了巨大的成功，建立了定量的颜色学理论体系和测量体制。

这种角色选择和变换甚至也体现在他的其他工作中乃至日常生活中。他时而是教师、时而又编辑和作家；他是科学家（物理化学、心理学、颜色学等）和哲学家，又是科学史家、语言学家；他在休息时经常以画家和音乐爱好者的身份出现，而在社会上又经常扮演着参与者、宣传者、组织者、改革家和社会活动家的角色。

他善于选择和变换自己的角色不用说与他的浪漫型的精神气质有关。但是，他在每一个角色活动的舞台上都演得有声有色，在每一个研究领域都不是浅薄地涉猎。这一切固然与他的德国民族的彻底性、教育的宽泛性，以及他自己的深厚功底和敏捷思维有关，然而作为一种科学方法，它也有其合理的根据和普遍的意义。

奥斯特瓦尔德在谈到他放弃纯粹科学研究以及向大学辞职的理由时说，当人们研究任何一种专业而到达其顶峰时，只有两种选择摆在他的面前：或者，他力求呆在顶峰，这就要冒跌落的危险和被较年轻的、有活力的后继者的急速脚步踩坏的危险；或者，当他还在顶峰时，他主动迅速地离开这样一个危险的地方，如果有人因为放弃他在一生最好的时光所获得的东西而感到悲哀的话，那么他完全可以在其他领域利用他的思想、精力和时间另起炉灶。在这里不需要担心找不到新的观念，只要他的智力源泉有足够的储备，他的思想便永远不会停顿和枯竭。

奥斯特瓦尔德正是由于善于变换角色或转移

阵地,才在众多领域取得了瞩目的业绩。他一旦看准了目标,就要设法把它拿到手;对于他认为不能取得胜利的事情,他也不轻易发起进攻。作为一位能量学家和唯能论者,他实践了自己的能量命令——他没有浪费自己的精力(能量)而是合理地、有效地利用了它们。像奥斯特瓦尔德这样的作法,在许多富有创造力的科学家身上都有所体现。例如彭加勒,他在科学的征服中一旦达到绝顶,便转移目标,而把进一步发掘细节、肯定容易取得效果的任务留给他人。爱因斯坦也专找木板厚的地方打洞。薛定谔等一质量子物理学家抓住有利时机,进入生物学研究领域,为分子生物学的建立开辟了大道。

第二,积极主动地向大自然提出疑问。

奥斯特瓦尔德认为,要在研究工作中有所发现,必须积极主动地向大自然提出疑问。如果大自然说是,我们就可以顺着同一路线继续前进。如果大自然说否,我们就必须尝试另一条路线。

疑问从何而来?疑问既来自他的实验工作,也来自理论分析;既来自科学的历史研究,也来自他早年的记忆库。他从各种方法所测得的亲和力系数的平行性中发觉,这里必定有某种奥秘;他从阿累尼乌斯的理论分析中看到它与亲和力有某种必然的联系……他把这些问题提交给大自然,与大自然平等地“对话”,从中选取自己的前进路线。

奥斯特瓦尔德的这种作法与当代科学哲学的“科学始于问题”的命题有某种相似之处。科学家能否捕捉问题,能否积极主动地向大自然提出疑问,这是能否作出科学发现的关键之所在,因为唯有如此才有可能开始进行系统的探索。在科学史上常有这样的事例,由于科学家不善于捕捉问题,不主动提出疑问,以致真理碰到鼻尖上却失之交臂。

要能积极主动地向大自然提出疑问,就要有一种科学的怀疑精神,这是有开拓性的科学家不可或缺的素质。这一点在奥斯特瓦尔德身上也有所体现。因为科学研究始于问题,而问题则由怀疑产生,因此,“大疑则大悟,小疑则小悟,不疑则不悟。”以科学的怀疑精神主动地向大自然提出疑问,并进而进行积极的探索,这正是科学家作出科学发现的顺理成章的途径。

第三,实验和概括是科学工作者的两项重要任务。

奥斯特瓦尔德曾经指出,摆在任何一门科学的工作者面前都有两项任务;其一是通过新事实的发现和实验的陈述丰富所选定的领域;另一项任务并非不重要,但它的价值乍看起来也许不那么明显,这就是按最好的次序排列已知的事实,并尽可能清楚地阐明它们之间的关系,即进行必要的概括。每当第一项任务急剧进展时,第二项任务就变得更为必要和重要,因为它为达到把握各种各样的

孤立的实验和把科学作为一个整体纳入方便而有用的形式提供了唯一可能的途径。

作为一位出色的实验家,奥斯特瓦尔德的主要成果都是通过实验完成的,例如在化学亲和力、催化、颜色研究中就是如此。但是,他并没有停留在这一点上,他认为整理和概括形成了现代科学知识有价值的、有成效的部分,它标志着—门科学达到了较为成熟的阶段。如果说他在物理化学中的某些具体课题上所作的工作稍逊于阿累尼乌斯和范霍夫的话,那么他在物理化学这门科学的总体建设上的贡献则是他的两位同行所不能比拟的,这就是系统的整理和深入的概括,从而使他成为这一新学科的集大成者。这显然与他具有足够的整理、概括和表达能力有关。要知道,第二项任务不仅仅使—门科学条理化和系统化,而且也为进一步的探索和研究提供了可靠的基础。奥斯特瓦尔德本人也是深知这—点的。

第四,注意倾听突如其来的灵感。

奥斯特瓦尔德通过自己的经历深知,坚韧的、持续的劳动能够创造奇迹,甚至在情况看来似乎毫无希望之时也是如此。但是,作为一位浪漫型的科学家和具有很高造诣的艺术家,他也十分注意倾听突如其来的灵感。

阅读汤姆森的热化学论文,使他茅塞顿开:除了热学方法之外,不是还可以用其他物理学方法来研究化学亲合力吗?从费希特和兰伯的著作中,他获得了对颜色学进行定量研究的灵感和启示。与其他大科学家(例如彭加勒)的体验一样,这种灵感产生的典型条件是:对问题已专心致志地进行了一段时间的研究,渴求找到解决的办法;暂时放下工作去干其他事情,常常是睡眠、休息、散步或其他轻松的事情;突然,一种想法闪现在脑海,眼前豁然开朗,人们为顿悟到久久追寻的想法而感到狂喜和惊奇。这种灵感的降临是突如其来的,经历过这种体验的人这样写道:“一个想法仿佛从天而降,来到脑中,其清晰明确犹如有一个声音在大声喊叫”;“像闪电一样,谜一下子解开了”。奥斯特瓦尔德在《自传》中用充满文学色彩的语言,生动地描述了他顿悟到能量是描述世界秩序的完整概念的情景。在一次彻夜长谈后,他早早就到动物园散步。他沐浴在初夏和煦的阳光里,眼看着飞蝶在花丛间漫舞,耳听着小鸟在枝头上鸣叫。这时,他精神洋溢,整个身心充满了生命的活力。就在这金色的一瞬间,一道“天才的闪光”掠过他的脑际,“圣灵确实下凡了”。

灵感是砍断哥尔提阿斯死结的利剑,伟大的科学家都十分注意倾听突如其来的灵感。

第五,历史作为方法和工具有其重要的价值。

奥斯特瓦尔德也是一位科学史家,他曾撰写和编辑了不少科学史著作。即使在他的专业著作中,

或者穿插有学科或概念发展的历史概述,或者干脆就采用历史—批判的形式撰写。对于奥斯特瓦尔德来说,历史方法不仅仅是一种叙述方法,更值得注意的是,它是一种研究方法。难怪他多次强调历史的意义:“我持续致力于清楚地阐述科学的几个领域历史的发展,因此我希望把我的作用贡献给复活科学家的历史感。”在奥斯特瓦尔德看来,历史作为一种方法和工具有其重要的价值。

历史方法之所以能够作为一种卓有成效的科学方法,其原因大致有以下几个方面。首先,研究和了解科学史可以避免把科学发展中所积存起来的原理和概念变成有偏见的法定体系,从而避免思想僵化和墨守成规。因为科学史告诉我们,一切科学理论都不是一成不变的绝对真理或终极真理。其次,科学史是从事科学研究的第一个向导。通过揭示历史上大量存在的传统性的和偶然性的东西,不但能使人们加深对现今科学的理解,而且也能使我们看到科学发展的新的可能性。就是历史上的探索者所放弃了短暂思想乃至显然错误的观念,也可能具有借鉴意义。从各种观点的比较和剖析中,我们便能以更自由的眼光来观察问题,从而找到尚未被认识的前进道路。因此,要了解科学的未来,最好的办法是研究它的历史和现状。科学史对于确定科研方向和选择科研课题显然是大有裨益的。再次,科学的启发只有一种方法——学习历史,科学史对启发洞察力特别重要。从科学观念的历史发展中,从科学家个人的研究经历中,从科学共同体解决某一课题的过程中,都能给人们以有益的启示,甚至能产生未曾料到的灵感。最后,科学史能使人们学会经济地、系统地解决难题的途径和方法。借鉴前人的经验教训,借助历史学习和认识难题,并从理论观点上冷静地思考难题,这样难题就易于解决。

科学中的新发现和新发明本质上都是革命性的,但它们又是根植于传统的。科学家的研究不过是以传统为基础的不断增长的知识整体的一部分,他必须在革新与传统之间保持必要的能力。只有扩展以前获得的知识,他才能建立新的知识。他不可能摆脱以往的科学传统,正如他不能摆脱他所讲的语言和他所处的文化背景那样。正是在这种意义上,奥古斯特·孔德说:“科学史就是科学本身。”

不仅奥斯特瓦尔德,凡名副其实的科学开拓者和科学发明家,尤其是科学思想家,诸如马赫、彭加勒、爱因斯坦等人,都十分注重科学的历史研究和历史分析,这也是他们能够作出划时代的科学发明并在人类思想史上占有一席之地奥秘所在。

第六,能较好地在对立的两极保持必要的张力。

奥斯特瓦尔德既重视实验和事实,又注意整理和概括,并认为立足于实验的清晰思维是取得成果

的最好途径。他持之以恒地坚持作连续性的实验和缜密的思考,又十分注意倾听突如其来的灵感。他本人富有创造性和进取精神,又乐于和善于吸收、整理和传播他人的新思想。他把历史工作和艺术爱好从属于他的科学工作,可是当把科学建立在历史和艺术的基础上时,他却取得了最大的成功。这种在对立的两极保持必要的张力和特点,尤其体现在他对现象论方法和假设的运用及看法上。

在热力学、物理化学和能量学的研究中,奥斯特瓦尔德主要运用的是现象论的科学方法。所谓现象论是指用直接可测量的诸量的函数关系来描述各种现象,并以此作为物理学的目标。而反现象论则认为,应该用“超越于现象”的假设来说明自然现象。作为一位现象论者,他指出科学的任务在于把作为实在的事物,即能够看到的事物、能够测量的事物的诸量相互联系起来。如果给出一者,那就要能够推导出他者。这种任务并不是把假设的图象作为范例而起作用的,而仅仅是作为可能测量的诸量的相互依存性的证明而起作用的。为了立足于这种观点说明研究方法,他主张自然内部像一个黑箱,如果使箱中两根棒中的一根移动,就能够观察到另一根的移动,那么在这种情况下,臆测在密闭箱内结合两根棒的无数可能结构是无用的。

像马赫一样,奥斯特瓦尔德反对那种无法用实验证明的、任意假定的假设,尤其是形而上学的本体论假设。但是,从方法论上讲,他并不排斥有启发意义的假设,即作为暂定假定的原始命题。事实上,他本人在研究工作中也很注意进行理论概括,这种概括本身就含有假设成分。一些人劝告他不要概括得太快了,他没有留意这个劝告。

现象论方法使奥斯特瓦尔德获得了许多重要成果,但这也是导致他反对原子假设的原因之一,因为按照现象论的观点,把不可观察的原子设想处于现象背后,是无用的、无益的。而且,现象论把科学的目的局限于现象及其关系的描述,也有很大的局限性。因此,过于偏重现象论,乃至把现象论作为唯一的方法论原则,肯定是有危害的。但是对于主要从事实验研究的奥斯特瓦尔德,并考虑到他所研究的课题的性质,他偏向于现象论一极也许是合理的,也许是一种幸事,否则他恐怕不可能取得那么多的成果。当然,对于理论科学家(例如理论物理学家或理论化学家)来说,偏爱现象论方法肯定是不行的。关于在对立的两极保持必要的张力的方法论意义,我在另一篇论文(见李醒民:《善于在对立的两极保持必要的张力——一种卓有成效的科学认识论和科学方法论准则》,《中国社会科学》1986年第4期)中已作了阐述,此处不拟赘述。

(责任编辑 孙立明)