

## 从古代文化到近代早期科学之间的峡谷现象

李才华 童鹰

### 一、“科学峡谷”的存在

从世界科学史上我们可以看到, 众多古代文明很难水到渠成地发展为近代科学, 他们或者湮灭, 或者徘徊于停滞状态, 或者在衰落后转移到其他文明。例如, 李约瑟认为中国古代科学技术十分发达, 但它在近代科学的门槛前却一直徘徊不前, 直到西方科学传入之前, 中国未能产生近代科学。古代埃及、巴比伦和印度以至美洲和非洲的古代文明都像中国一样发展了非常成熟的经验性技术, 但均未能由自身产生近代科学, 这些类似的现象中必有共同的原因。只有西欧经历了漫长的中世纪后, 由于特定的历史机遇, 近代科学才幸运地得以产生。可以看出由古代文明孵化出近代科学的成功概率是如此之低, 从古代文明(包括古代宗教神学、自然哲学、社会制度、成熟的经验性技术等)中产生近代早期实证科学的过程中, 各民族都不约而同地遇到巨大障碍, 这种障碍似乎是文明发展史自身所内在的, 是一种难以逾越的关节点, 我们不妨把各民族文明史的这种共有的断层现象称为“科学峡谷”。

值得说明的是古希腊也存在“科学峡谷”现象, 古希腊文化虽然曾经很繁荣, 出现了欧几里得、阿基米德和亚里士多德那样的科学开拓者, 但是古希腊最终未能出现实证科学, 反而一步一步地走向衰落。虽然古希腊文化在一定程度上转移到了西欧, 但是古希腊文化和西欧的近代科学之间不仅有地域的差别, 而且在时间上间隔了一千多年, 因此可以说古希腊像其他古代文明一样在其发展史上也出现了衰落现象, 并且也有共同的导致文明衰落的原因。虽然西欧吸收了古希腊文化的优秀成果, 但主要是西欧自己特定的历史条件导致了近代科学的产生。

那么在西欧科技史上是否存在“科学峡谷”现象呢? 答案是肯定的, 西欧曾经笼罩在中世纪的黑暗中, 科学徘徊在停滞或处于倒退状态, 这种长期停滞可以被认为是“科学峡谷”。不过当特定的历史条件具备的时候, 科学思想的发展就会越过科学峡谷, 从而形成近代早期的实证科学。

### 二 对“科学峡谷”现象的解释

如果想用科学的动力机制合理解释“科学峡谷”的成因, 那么就要分析早期实证科学产生的社会基础: (1)科学与生产力之间的关系; (2)古代生产与技术之间的关系; (3)科学与社会思想解释系统之间的关系。

原因之一: 近代早期科学难以应用于生产

与社会系统被划分为物质生产和精神意识两个方面相对应, 科学也具有两种基本功能, 其一是科学的认识功能, 科学理论是人们对自然现象的“是什么”和“为什么”等问题的回答, 对作为生存环境的自然界进行解释和认识的渴望是人的生存本能。其二是生产功能, 人们不断地创新生产技术, 以便更有效地改造自然, 提高生产力水平, 从而获得生存。

根据科学是否具有生产力功能可以将科学史大致上划分为两个阶段: 无生产力功能阶段和有生产力功能阶段。在无生产力功能阶段, 科学没有生产力功能却有认识功能, 科学和技术相互分立, 二者各有自己独立的发展史。这一阶段包括从自然哲学的思辨到务实证科学的早期形成, 在西方科学史上指大约17世纪以前的科学历程。近代早期实证科学属于这个阶段, 仅有认识功能而无生产力功能。汤浅光朝认为, “16世纪的技术仍然缺乏精密科学的基础, 必须了解到它们与今天的技术之间还有着深刻的差异, 那时的经济史和技术史与

当时的科学史上基本上没有什么很深的关联。” [1]

在科学的无生产力功能阶段，不仅阿基米德、亚里士多德等的自然学无法应用于日常操作，而且哥白尼、伽利略、牛顿的天文学、力学，拉瓦锡的化学理论，道尔顿的原子理论都无法应用于生活、生产之中。贝尔纳认为近代早期科学没有生产力功能，他说：“直到18世纪末，科学获益于工业，远多于它所能给予工业的，在化学和生物两方面，至少要再过一百年，然后科学家才能给出任何可以取代或改进传统的方法，而生物学方面甚至还要更长些。”“磨机的改良还要掌握在磨工的手里，炮的改良掌握在铸工的手里，为期都相当久。” [2]在当时看来，科学的用途莫过于解释自然现象，满足人们的认识需求，而不考虑生产的效用。

另一个阶段是科学的“有生产力功能”阶段，在西方是指17世纪以后近代科学得到成熟发展的阶段。这一阶段的科学既具有认识功能又具有生产功能，科学与技术由分立走向了融合，相互促进。当然，在某一阶段有无生产力功能是从总体相对而言，具体到某一学科理论对生产力的贡献，情况则有所不同。

在科学的有生产力功能阶段，某些科学理论与生产应用相结合，转化为生产技术。前者指导后者如何操作，这样科学才能转化为生产力。可以看出科学具有长远的、根本性的意义，是技术创新的源泉。 [3]例如，统一自然力的能量理论为制造机器所利用，电磁学则为人们提供了电动机和电话等电器，于是能量理论和电磁理论就成为一种生产力。

把科学史区分为有认识功能但无生产力功能的阶段和既有认识功能又有生产力功能的阶段，目的是想说明科学发展的动力机制。在前一阶段，科学发展只受认识需求的拉动，而处于某一社会文化中的人的认识极易受到复杂社会因素的影响，具有不确定性，如经院哲学的自然学根据宗教需要解释物理学。而后一阶段，科学发展不仅受到认识功能的拉动，而且生产力功能也稳定有力地拉动科学加速发展，工业革命以后的科学发展受到生产的推动就说明这一点。

原因之二：经验性技术与古代生产的互洽拒斥实证科学的形成

在科学只具有认识功能的阶段，技术一般来源于生活和生产，而不是从科学理论导出，因此那时的技术是经验性的。古代社会的生产主要是农业和手工业，人们凭力气和双手劳动。由于简单的工作本身不需要非常复杂的工具，不需要在经验的基础上推理得很远。从经验到技术几乎可以不经任何中介，人们仅需将经验经过各种形式的类比，就可获得非常实用的技术。例如，鲁班见到带齿的小草在挂破人的皮肤时非常厉害，于是就类比到铁制的锯子可以有效地锯断树木。中国古代的造纸术、印刷术都是经验性技术。为了实用的目的，古人仅凭直觉和灵感，经过多次尝试和试验，而不是进行理论研究，就发明了这些技术。至于火药的发明与古人炼制长生不老的仙丹有关，在炼丹实践中不断摸索，积累了丰富的有关化学药品反应的经验。不是依靠理论的演绎，而是对化学药品的爆炸性的注意导致了火药的发明。正像亚里士多德所说：“从经验所得到的许多要点使人产生对一类事物的普遍判断，而技术就由此兴起。”

经验性技术不仅来自于经验性实践，而且它还基本上满足了工业革命以前的生产需要。古代的生产都是手工劳动，经验性技术可以灵活适应各种各样的特殊环境，仅凭经验性技术就能完成全部劳动过程。一个人可以不懂科学理论，而只凭经验和模仿就能够成为一名好农民、好猎人或好木匠等。经验性技术是以学徒形式世世代代相传下去，在劳动中人们是以直觉和常识去判断类似的事情怎么做，而不是学习某种理论来指导。

在古代和近代早期经验性技术与生活、生产之间可以相互适应，紧密地结合在一起，而科学则被排除出这个联合体之外，几乎成为与生产、生活无关的东西。在古代社会，经验性技术与生产之间愈是相互适应、相互满足，科学就愈被漠视，科学与技术的分立状态就表现得愈明显。例如，中国的李时珍根据中草药的长期试用性医疗实践总结出系统的《本草纲目》，这种中草药知识自成一体，较好地满足了人们的医疗需要，人们认为不必再进行探求中草药的化学成分。在西方，人们没有中草药知识，然而疾病必须治疗，人们就开始寻找某种化学药品对人体治疗的有效性，因此西方人对中草药知识的欠缺反而成为他们研究医疗化学的动力。经验性技术和农业、手工业形成了具有稳定结构的生产系统，这种稳定性拒斥科学作为一种新要素的加入；另一方面，早期实证科学本身并没有生产力功能，新要素的加入并不能使生产系统的品质提高而促使系统演进，因此科学与“技术—生产”系统只能倾向于分离。

原因之三：思想解释系统的稳态拒斥实证科学的形成

每个民族都需要一个思想解释系统以对自然界和人的存在作一个自圆其说的假定性的说明。个人有自我意识，社会也必须进行自我意识。人类只有搞清楚自己所生存的世界，才能确立自己行动的目的和价值，才能知道如何进行有效的利用和改造自然。人们渴望得到关于世界的合理解释，从而形成一种自觉的生活模式。在目前人们看来，各种解释系统只是具有相对性的假设，但人们在当时看来却是符合日常经验的，是合理的。宗教神学、自然哲学和近代科学在不同的时代都被认为是正确的解释系统。每一个文明都有自己的解释系统，例如在古希腊社会中，自然哲学成为主要的解释系统，而在中国主要解释系统是伦理学、天道观。这些思想解释系统形成的原因是由那一区域的政治、经济、历史、地理等特定的因素来说明，但是那些解释系统已经成为民族文化传统的内核，形成了定势，并以一种惯性保持下去。宗教神学、自然哲学、伦理学或者科学思想等解释系统的稳定成为社会稳定的重要因素，否则就会出现思想空穴，并且这种空穴会迅速为其他理论所填充。如果思想空穴被影响力很大的具有反叛性的理论所填充，社会就会出现振荡，因此，社会统治阶层尽力控制思想解释系统以利于自己的统治。基督教神学把人定位于上帝的奴仆，中国封建社会把人定位于天命和伦理纲常。东方和西方都对自然进行了解释，形成了不同的自然哲学。这些思想解释系统扩张为文化传统的形式，使人们安于现状。

古人往往对先人为主要的思想解释系统感到满足，不会自觉地提出新的理论。古人相信，当时社会所认同的理论解释都已经相当清楚明白了（有时是神学的解释），似乎再没有什么可以探求的了。犹如几乎所有的哲学大家都相信自己的理论是最正确的，但后来都被证明它们不过是思想进程中的一个环节。格式塔心理学认为，不同的人对同一图像会有不同的知觉，知觉一旦形成则难以相互转变。这说明人们对某种解释感到满足时，很难转换到新的解释模式。

人们对自己民族的社会思想解释系统的满足会导致难以提出一种与原解释系统相矛盾的实证科学的解释，古代稳定的思想文化形态作为保守力量与近代科学思想作为革命力量基本上是相悖的。前者作为稳态系统愈是稳定，对后者的拒斥力愈大。人们对解释系统感到满足后，力求改进具有生产力功能的实用技术，而不会意识到进行科学研究可以用于经济的目的。这种满足会阻止近代科学的形成，于是出现了科学的惰性（长期保持科学的无意识状态）。丹皮尔说：“印度对医学以外的其他科学贡献贫乏，或许部分的是由于印度宗教的缘故。”[4]

没有科学基础的实用技术难以超出经验所能及的范围，古代社会的经验性技术在达到一定的丰富程度之后将会出现巅峰，巅峰则意味着停滞。如中国在战国时期就出现铁制农具，但直到明清仍无多大改进。中国的经验性技术在唐宋基本上达到了巅峰，以后一直徘徊不前。可以说科学理论的含量是技术进步的标尺，只有科学理论才使经验性技术突破了经验的范围。科技含量是生产力的标尺，而生产力则是文明的标尺。如果一个民族的科学发展长期处于停滞之中，则意味着这个民族的危机。一旦该民族遇到毁灭性灾难，就可能导致它的衰落、湮灭，古埃及和古巴比伦就是例证。无怪乎世界上的几个文明古国在近现代大都落后于欧美后起工业国家。

科学发展的进程不仅由科学本身所决定，而且更主要的由社会因素所决定。目前科学哲学的研究转向社会学便说明这一点。科学能够扮演什么样的角色和社会需要科学扮演什么样的角色决定了科学史的进展。古代和近代早期的科学缺失了最主要的动力——生产力功能，科学仅仅受到认识需求的驱使。某种社会思想解释系统有时得到社会的维护，有时遭到社会的反对。因此科学认识功能易受社会因素的左右，它对科学的动力作用也变得很不确定，于是“科学峡谷”的形成在情理之中。

### 三 西欧发生科学革命的独特条件

诸多古代文明或者处于停滞状态或者衰落了，西欧为何能够跨越“科学峡谷”呢？在近代科学形成的世纪里，西欧拥有独特的历史机遇以克服科学发展的障碍。

（一）近代科学之所以在西欧产生，重要原因是西欧借鉴和吸收了很多其他文明的文化精华。

西欧文明在时间上居于四大文明古国和古希腊、古罗马等许多文明之后，它可以继承这些民族的优秀文化遗

产。在地理条件上，它可以与亚非欧各民族便利地相互往来，进行科学文化交流。“历史上科学技术的高潮，往往与不同民族在文化上的大汇合、大交流分不开。”[5]“13世纪传入欧洲的科学思想体系作为一个完整的、大部分相互关联着的体系，它在力量和范围上都远远地超出了早期用西方拉丁文所知道的东西。事实上，直到7世纪，它的一般原理一直统治着欧洲科学。”[6]欧洲人用了一个世纪来消化吸收这些知识体系，又用了一个世纪，使在这一新基础上的科学达到了顶峰。西欧从古希腊那里继承了自然哲学中形成的理性传统，成为近代科学形成的重要前提条件。中古社会既没有科学建制也没有科学教育，科学往往只是有闲阶层的活动，以满足他们的好奇心。倘若不继承其他民族的文化成就，科学活动的星星之火难成燎原之势。

### （二）思想解释系统的稳态被打破。

资产阶级的兴起和封建宗教保守势力的抑制之间的尖锐矛盾，在思想上表现为实证科学对宗教神学的英勇突击。贝尔纳说：“直到封建秩序的束缚被资产阶级的兴起所突破，科学才能进展。”[7]自12世纪以后数百年里，工商业的发展为新文化的产生提供了温床，工商业资产阶级的兴起必然反对与之不相适应的旧思想，急需建立新文化。文艺复兴和宗教改革为科学的兴起准备了必要的文化条件，而观察和实验则是证伪经院哲学的自然学中的错误命题的最有效的工具，以观察和实验为基础的实证科学作为一种思想解释系统取代经院哲学具有非常重要的社会斗争意义。

### （三）资本主义工商业的发展打破了经验性技术与古代手工劳动互相适应的生产系统。

工业生产的劳动对象急剧扩大，新的工业部门陆续出现，工业生产是以开发新资源为特点。商业则开辟新市场和原料产地，随之航海业兴起，不同民族之间的交流日增。原有生产模式不能够满足人口的增长和新市场的开辟所带来的消费需求的增长，必须采取新的生产方式，如分工作业的工场手工业。一般而言，工商业区域比同时代的农业区域具有更发达的科学，说明工商业比农业更有利于科学的发展。工商业的发展拓展了人们活动的广阔天地，如纺织业、采矿业、远洋航海等，这为科学发展提供了必需的经验基础。罗素说：“新事实的洪流汹涌而来，人们起初只能让这洪流挟持着往前涌进。那些老思想体系显然错了，亚里士多德的物理学、托勒密的天文学以及盖伦的医学，再勉强扩展也不能包容已有的种种发现。”[8]新经验需要新理论来解释，而科学理论是力图统一所有经验事实的假说。

新事实、新生产方式需要以实证科学作为解释性的知识背景，工商业阶层主导的社会生活也需要重建新的思想解释系统。近代科学具有革命性的认识功能，它成为新兴资产阶级的新信仰和新价值观。虽然早期实证科学对实际生产并无多大益处，但是它具有与工商业生产相匹配的认识功能，另外它还能够满足个人的好奇心，因此那时人们尊重科学。贝尔纳在《历史中的科学》一书中写道，“所谓自然哲学（指近代科学）是受重视的，甚至是高贵的职业，而它的获奖者在维护之中，就正是为国争光。”[9]

总之，近代早期的实证科学在欧洲形成，由于其没有生产力功能，不能归因于实际的直接的经济需求，而应主要地归因于科学的社会认识功能——作为与资本主义工商业和新技术相匹配的知识背景，作为政治文化思想解释系统的革命工具。在欧洲，古希腊理性传统得以传承，古代社会思想解释系统的稳态得以打破，工商业的发展扩大了作为科学基础的经验范围等因素都使科学的认识功能得到了极好的发挥，推动着近代科学跨越科学峡谷。当近代科学发展到能够衍生应用技术时，生产力功能便开始发挥作用，推动科学加速发展。

### 【参考文献】

[1] 汤浅光朝.科学文化史年表[M].北京：科学普及出版社，1984.45.

[2][9] 贝尔纳.历史上的科学[M].北京：科学出版社，1959.281、283.

[3][6] Stokes.Donald E.Pasteur's Quadrant[M].Published by The Brookings Institution,1997.2、25.

[4] W.C.丹皮尔.科学史[M].北京：商务印书馆，1995.39.

[5] 萧子健主编.简明科学技术史[M].西安：西北电讯工程学院出版社，1987.71.

[7] 贝尔纳.历史上的科学（序）[M].北京：科学出版社，1959.VIII.

[8] 罗素.西方哲学史[M].马元德译.北京：商务印书馆，2001.33.