

doi: 10.15936/j.cnki.1008-3758.2015.05.001

技术解释研究

——兼评皮特对哈勃望远镜的分析

吴国林, 陈 福

(华南理工大学 科学技术研究中心, 广东 广州 510640)

摘 要: 皮特的实用主义分析技术哲学,从技术与社会的关系角度对技术进行思考,有其独特之处,但是,他对技术的定义和技术失效的技术解释过多地涉及技术之外的因素。以哈勃望远镜的失效为例,引入三值逻辑,从逻辑分析角度对其进行具体的技术解释。在技术解释中,对应原则存在不足。在从结构到功能的技术解释模式中,应当用原子结构—功能子来替代,这使得技术解释具有了演绎推理的形式,称之为赖欣巴哈的技术逻辑。皮特关于技术是“人性在运作”的定义过于宽泛,而实际上技术是理性的实践能力,技术人工物需要不断地检验。

关 键 词: 皮特; 实用主义; 哈勃望远镜; 技术解释; 技术逻辑; 原子结构—功能子

中图分类号: N 031

文献标志码: A

文章编号: 1008-3758(2015)05-0441-08

Study on Technical Interpretation

—— Together with a Review on Pitt's Analysis of HST

WU Guo-lin, CHEN Fu

(Center for Philosophy of Science and Technology, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

Abstract: Pitt's pragmatic analytical philosophy of technology uniquely studies technology from the relationship between technology and society. His definition of technology and technical interpretation of technological failure involve excessively the factors beyond technology. The technical reasons for Hubble Space Telescope (HST) failure, for instance, were explained specifically from the perspective of logical analysis by introducing three-valued logic. In technical interpretation there are deficiencies of corresponding principles, which should be replaced by atomic structure-functionon in the mode of technical interpretation from structure to function. Such a technical interpretation is of significance to deductive reasoning, which is named Reichenbach's technical logic. What's more, Pitt's definition that technology is "humanity at work" is too broad, whereas technology is the practice capacity of reasoning and technical artifacts call for continuous testing.

Key words: Pitt; pragmatism; Hubble Space Telescope (HST); technical interpretation; technical logic; atomic structure-functionon

技术解释是技术哲学的重要功能,而且是一个难题。哈勃望远镜是当代最为先进的技术人工物。皮特的实用主义的分析技术哲学不同于其他

技术哲学,对哈勃望远镜的故障解释颇有特点。本文将简要评价皮特对哈勃望远镜的技术解释,指出其不足;从分析哲学的角度对哈勃望远镜的

收稿日期: 2015-02-25

基金项目: 教育部哲学社会科学研究重大课题攻关资助项目(11JZD007)。

作者简介: 吴国林(1963-),男,四川营山人,华南理工大学教授,博士生导师,主要从事物理学哲学、技术哲学、现象学科技哲学研究; 陈 福(1990-),男,湖南娄底人,华南理工大学硕士研究生,主要从事技术哲学研究。

故障进行研究,进而在张华夏等的技术解释模式基础上,引入三值逻辑,改进技术解释模式,使得从结构到功能能够进行演绎推理。

一、哈勃望远镜及皮特的实用主义解释

皮特的技术解释特别表现在对哈勃望远镜(Hubble Space Telescope,简称为 HST)的分析。哈勃望远镜是以天文学家爱德温·哈勃为名、位于地球轨道上的望远镜。它是被送入地球轨道上

的口径最大的望远镜。它长 13.2 米,直径 4.3 米,总重 12 吨。其构造见图 1^①。用基地望远镜观测宇宙当中星体的光线时存在的一个主要问题是,光线必须穿过大气层,但地球大气层是一个复杂的系统,云层变化很大,从而使得星体图像可能模糊不清;而哈勃望远镜离地面将近 600 千米,因此获得了基地望远镜所没有的好处,影像可以不受大气湍流的干扰,视相度很好,没有大气散射造成的背景光,能观测被臭氧层吸收的紫外线,实现了地面任何望远镜也达不到的高灵敏度和高分辨能力。

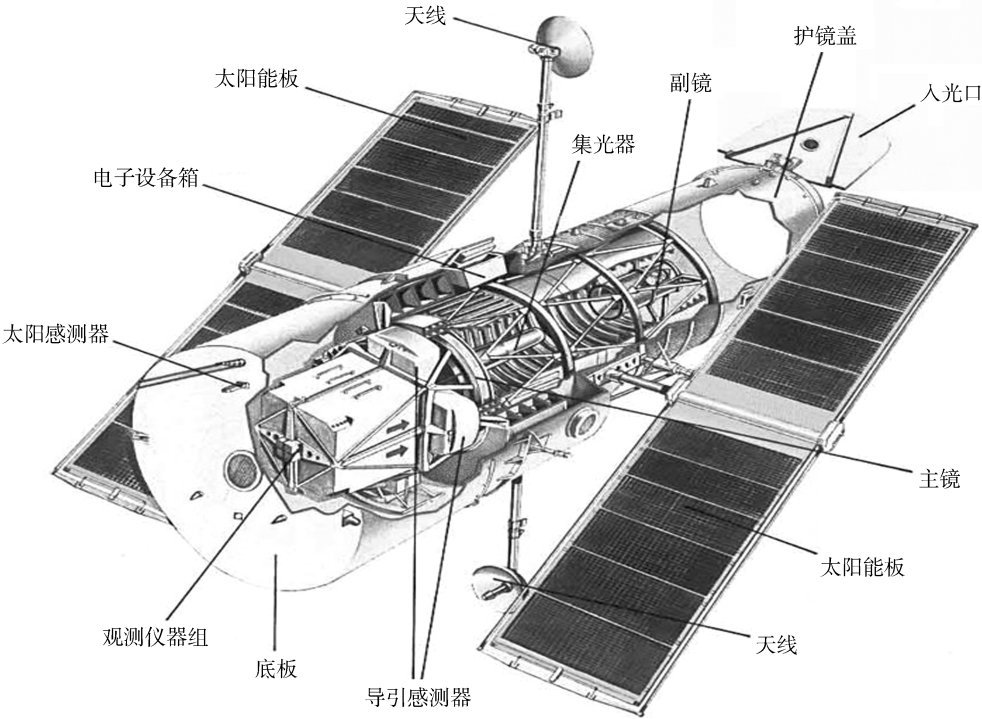


图 1 哈勃望远镜

哈勃望远镜能完成各种任务,它可以观测到宇宙中 140 亿年前发出的光,能够单个观测到星群中的任一颗星,能研究和确定宇宙的大小和起源,以及宇宙的年龄、距离和标度;还可以分析河外星系,确定行星部、星系间的距离,能对行星、黑洞、类星体和太阳系进行研究,并画出宇宙图和太阳系内各行星的气象图。

哈勃望远镜的组成部分主要包括:

① 光学系统(为后文分析方便,本文称之为 C₁):它是整个仪器的核心,采用卡塞格林式反射

系统组成,其中一个口径 2.4 米的主镜、另一个是口径 0.3 米的副镜,目的是在主镜的焦面上形成高质量的图像,以供其他科学仪器进行处理,处理之后的数据通过中继卫星传回地面。反射零位校正器(RNC)是光学设备里一个很重要的检测仪器,这是由制造商帕金—艾尔曼(Pekin-Elmer)公司制造的。它由一个双反射镜和一个透镜的集合组装而成,可以让一束激光从所有弯曲的镜子表面的各个部分弹射出来,光线然后汇焦,用于检测表面曲率的一致程度。反转零位校正器(INC)

① 参见谷歌图片“哈勃望远镜”。网址: <https://www.google.com.hk/search?newwindow=1&safe=strict&biw=1366&bih=635&tbnm=isch&sa=1&q=%E5%93%88%E5%8B%83%E6%9C%>。

是反射零位校正器的一部分,模拟主镜的反射功能,其作用是检查反射零位校正器的校准和稳定情况,检测其是否有重大缺陷及测量它的稳定性。

② 广域行星照相机(Wide Field/Planetary Camera,简称 WFPC,本文称之为 C_2)。它是一个独立的系统,由两架照相机——广域照相机和行星照相机组成,每架都包括四片德州仪器的 800×800 像素 CCD,形成了相互联接的光学视野。其中广域照相机视野广,但解像力有所损失,可以对光度微弱的天体进行全景观测;而行星照相机的解像力高,用于高分辨率的观测。广域照相机与行星照相机正好互补。

③ 戈达德高解析摄谱仪(称之为 C_3)。它是用于紫外线波段的摄谱仪,后被太空望远镜影像摄谱仪替代。

④ 高速光度计(称之为 C_4)。它能够快速地测量天体的光度变化和偏极性。因为主镜的光学问题,自升空以来一直未能成功使用,后来用于矫正其他仪器的光学问题。

⑤ 暗天体照相机(称之为 C_5)。用于某一波段的暗天体的观察,后被更先进的巡天照相机代替。

⑥ 暗天体摄谱仪(称之为 C_6)。用于观测另一波段的暗天体的摄谱仪,后被太空望远镜影像摄谱仪代替。

⑦ 其他仪器(称之为 C_7)。除此之外,哈勃望远镜还包括一些其他科学仪器,用于天体观测和信息处理。

这里将 C_2 、 C_3 、 C_4 、 C_5 、 C_6 、 C_7 统称为其他科学仪器 C_n ,并将哈勃望远镜的辅助部分忽略,并不影响对本文问题的研究。

光学系统是哈勃望远镜的核心结构,它采用的是组合望远镜设计。光学系统 C_1 包括主镜(C_{11})、副镜(C_{12})和矫正光学设备(C_{13})。光线从筒口进入望远镜,然后从主镜反射到副镜,副镜再把光线从主镜中心的一个小洞反射到主镜后面的焦点,形成清晰的图像。焦点处有一些更小的半反光半透明的镜子,将光线分散到各个科学仪器,供各种科学仪器进行精密处理,得出的数据通过中继卫星系统发回地面。望远镜的镜片由玻璃制成,表面镀上纯铝和镁氟化物,可以反射可见光、

红外线和紫外线。哈勃望远镜通过观测天体光线的不同波长或光谱,可以检测到该天体的特征。

由于镜片的抛光过程进展缓慢,这使得哈勃望远镜发射升空的时间比预定计划晚了很多。在镜片抛光上,出现了技术问题,抛光进度落后并且超过了预算。帕金—艾尔曼公司能否胜任后续工作受到了质疑,美国国家航空航天局(NASA)将哈勃望远镜发射的日期延期至1985年的4月,但是,帕金—艾尔曼公司的进度仍然在延迟。NASA被迫多次延后发射日期,先延至1986年3月,然后又延至1986年9月。这时整个计划的总花费已经高达11.75亿美元。其次,“挑战者”号的灾难使哈勃望远镜的发射又延迟了四年。1990年4月24日哈勃望远镜正式发射升空。

望远镜发射数星期后,传回来的图片表明没有达到最佳的聚焦状态。虽然第一张图像看起来比基地望远镜还明锐,但是,哈勃望远镜有更高的设计标准,其图像质量没有达到原有的设计期望。事实上,点源的影像被扩散成超过1弧秒半径的圆,而不是在设计准则中的标准:集中在直径0.1弧秒之内,有同心圆的点弥漫函数图像。在发现HST存在问题之后,由亚伦领导的委员会决定对HST进行维修,经过维修之后的HST,执行了大量的观测,成为天文学研究最重要的工具,在星系观测、改善宇宙年龄估计、发现宇宙膨胀、证明黑洞存在等一系列任务上发挥了重要的作用。

1990年6月21日哈勃管理局宣称哈勃拍摄照片失败,从广域行星照相机发回来的照片显示,照片失真,存在球状像差。造成这一问题的原因在于HST的光学系统有严重问题,即主镜、副镜或者二者都存在问题。为此,NASA成立了HST调查委员会。调查对象包括制造商和测试人员,重新查看了相关的文献记载,分析和检测了HST制造中用到的镜子。

皮特将技术定义为:人性在运作(humanity at work)^{[1]11},其技术解释的基本策略是实用主义的技术解释^①。他的技术解释包括技术规则、系统等概念。在他看来,如果科学规则是关于宇宙结构和宇宙内部各相关部分之间关系的规则,并且技术是“人性在运作”的定义是准确的话,技术

① 也有学者将技术的定义“humanity at work”翻译为“人类在工作”,这一译法范围太宽。通观皮特的著作,笔者认为将“humanity at work”翻译为“人性在运作”更好一些,“运作”较之于“工作”更深层一些。

规则应该是人与人之间相互关系的规则,同时由于技术规则是以这一关系为主导的,那么技术规则就应该是社会科学研究的成果^{[1]43}。“人性在运作”概念的使用使得用来达成我们目标的工具这一概念尽可能包含所有的人工物,使得政府、法律体系、官僚系统等社会机构都可以算做技术。技术解释中另一个重要概念是系统,技术解释中的一个重要部分是对人工物、结构、功能与组成这个系统相关的其他部分的关系进行解释。通过对人工物中具体问题来进行详细说明。例如:只有参考设计、功能或者结构在人工物里边的作用时,才能对其进行恰当的解释^{[2]111}。

皮特在技术解释之外,专门讨论了技能解释,即对技能细节进行解释,技能解释恰恰是从具体事件中寻求对某一特殊事件的理解。技能解释一般会对以下三种情形进行说明:①人工物没有实现最初预想的目标;②人工物是如何发挥作用以及如何产生不同的结果;③人工物带来的不可预测的结果^{[1]45}。技能解释通常会说明“为什么它起作用(不起作用)”等关于“为什么”诸如此类的问题,如果按照科学解释的法则去解释,就不会得到令人满意的答案。

就 HST 的成像不清来说,皮特引用了 NASA 总督察员向国会提交的报告,HST 关键部分即主镜出现了问题。具体表现在以下方面:①没有经过校对的反射零位校正器垫圈;②没有预料到反转零位校正器的结果;③折射零位测试与反射零位测试不一致;④总体错误测试没有进行^{[2]184}。

按照实用主义的分析策略,除了引用调查报告中说明的原因之外,皮特更加强调 HST 设计的决策相关的其他因素,包括道德、经济等其他因素:①牵涉的人和利益集团的范围很广,从政治家到制造商,从科学家到官僚主义者,都包括在里面;②科学的、技能的、政治的、金融的等因素也包括在内;③建造一个轨道观测台是非常复杂的,它要比建造一个望远镜涉及的问题多得多。

皮特结合他的技术行动认识论模型分析了政治、“挑战者”号航天飞机发射的延迟、资金等因素对哈勃望远镜的影响。在其技术解释模型中,认为主要应该关注的是参与项目工作的人,技术解释是一种“决策因果关系之上”的解释,在这里,决策扮演着至关重要的作用^{[1]51}。

二、初探技术解释模型

皮特的技术解释是有一定道理的,但是,他从实用主义出发,将技术定义为“人性在运作”,显然,这一个定义太宽泛,因为人性在运作的东西太多了。他并没有完全认清技术的本质,技术必然有自身的特质,而不能将技术失效的原因任意拓展到技术之外。反过来讲,即使那些参与 HST 的设计、制造和测试等的技术人员、管理人员、公司等等都具有良好的道德和经济水平,而且真正有心想把事办好,但是,技术水平不高,显然也是不可能成功制造出 HST。HST 成像不清从根本上讲是技术本身的问题,过多的政治、金融等方面的分析并不利于技术解释,政治与金融等因素并不直接影响技术人工物的制造,而必须直接寻找技术本身的原因。事实上,这些制造哈勃望远镜的公司本身具有相当高的信誉和很高的技术水平,因为它们都是高技术企业,HST 的制造任务也是国际上许多其他高技术企业无法完成的高难度制造工作。因此,应当从技术本身来展开分析,特别是需要运用分析哲学的方法对 HST 进行技术解释。

技术解释一直是一个难题,并没有演绎推理地解决。克罗斯(P. Kroes)提出了技术解释^[3]。在技术解释中,克罗斯通过分析纽可门蒸汽机案例,提出了技术解释的图式。然而,正如他所认为的,结构与功能之间的关系不是演绎解释,而是一种实用意义上的因果链,即在因果关系及基于因果关系的实用准则的基础上联结结构与功能^[3]。张华夏、张志林改进了技术客体的结构解释,通过结构来解释技术的功能。其模式是^{[4]72}:

解释者: 元素结构描述	C,S
元素结构规律语句集	L
环境描述	E
对应规则	B
.....	

被解释者:物理性状与功能描述 F

我们这里借鉴并改进这一模型对哈勃望远镜进行结构到功能的技术解释:

(1a) HST 的元素为 C_1 、 C_n ,并构成为稳定的关系,即结构 S。也就是说 HST 是由光学系统 C_1 与其他科学仪器 C_n 组成。HST 具有恰当的光学结构,即 HST 是按照光学原理由 C_1 、 C_n 组

成特定的光学结构,这里的光学结构受到光学成像规律 L 的支配。光学系统 C_1 包括主镜(C_{11})、副镜(C_{12})和矫正光学设备(C_{13})。

(1b) 元素满足技术规律或规则。这里光学成像规律转变为技术规律 L,如透镜成像的光学规律、光学镜面的打磨和镀膜技术的规律或规则等。技术规律或规则使元素构成为完成某种功能的结构。

(1c) HST 处于太空环境中。

(1e) 结论:HST 有清晰的成像功能 F。

上述各陈述(1a)、(1b)、(1c)是用结构语言表达的,陈述(1e)是用功能语言表达的,显然,缺乏一个从结构到功能的联结。张华夏、张志林教授认为,用对应原则来实现结构与功能之间的关系,然而,这对 HST 来说是有问题的。笔者认为,应当用原子结构—功能子来实现结构与功能之间的桥梁,于是补充陈述(1d):

(1d) HST 具有原子结构与功能统一体,即原子结构—功能子;光学规律能够使主镜、副镜等光学元件组成的最基础结构 S_0 产生相应的基础功能 F_0 。

可见,只要上述各光学仪器(元素)都是正常的,构成了正确的结构,并使结构与功能之间有正确的藕合,HST 将得到清晰的图像。但是,从 HST 传回来的图片表明,并没有得到清晰的图像,而是模糊的图像,这说明,前面的结构或要素是有问题的。上述从结构到功能的技术解释,用符号表示为:

解释者:(2a) 要素描述与结构描述。要素描述 C,要素构成的稳定关系,即结构描述 S,C 与 S 组成了要素—结构描述, $\langle C,S\rangle$ 。

(2b) 要素满足的技术规律或规则描述 L。

(2c) 环境描述 E。

(2d) 结构—功能子描述 $S_0\leftrightarrow F_0$ 。

被解释者:(2e) 技术人工物的功能描述 F。
写成逻辑表达式为:

C. S. L. E. ($S_0\leftrightarrow F_0$) $\cdots\rightarrow$ F (1)

或写为:

C. S. L. E. $SF_0\cdots\rightarrow$ F (2)

其中,“.”表示合取,“ $\cdots\rightarrow$ ”表示实践推理,即在工程技术实践中这一推理是合理的,具有工具合理

性或技术合理性。为行文方便,将结构—功能子记为 SF_0 ,这样的表达方式更符合工程技术人员的实践活动^①。

三值逻辑最早是由卢卡西维茨(J. Lukasiwicz)和波斯特(E. L. Post)独立提出来的^{[2]113},他们仅做了形式上的推演,但没有解决应用问题。关键是赖欣巴哈发现了三值逻辑与量子力学之间的联系。赖欣巴哈提出的量子力学三值逻辑^{[6]150-160},用真 T、不确定 I 和假 F 来表达真值。对技术的评价不是二值逻辑,而是三值逻辑,它们的有效、不确定和无效,为行文方便,笔者将有效、不确定和无效分别用三值逻辑的真 T、不确定 I 和假 F 来表示。经研究发现,赖欣巴哈三值逻辑中的直接否定(一)、标准蕴涵(\supset)适用于技术推理,符合工程技术的实践,利用这样的逻辑规则,从结构到功能的技术解释形式上具有演绎推理的意义。

事实上,赖欣巴哈关于量子力学的三值逻辑描述的是从微观到宏观的逻辑过程,这已经涉及到量子技术的逻辑问题与经典技术的逻辑问题。我们认为,采用赖欣巴哈关于直接否定与标准蕴涵的三值逻辑,也是卢卡西维茨的三值逻辑系统,能够较好地符合了工程技术的推理。直接否定与标准蕴涵构成的三值逻辑系统,我们称之为赖欣巴哈的技术逻辑,其相关的真值表见表 1、表 2。

表 1 直接否定的真值表

A	直接否定—A
T	F
I	I
F	T

表 2 析取、合取、标准蕴涵 $A\supset B$ 的真值表

A	B	析取 $A\vee B$	合取 $A\cdot B$	标准蕴涵 $A\supset B$
T	T	T	T	T
T	I	T	I	I
T	F	T	F	F
I	T	T	I	T
I	I	I	I	T
I	F	I	F	I
F	T	T	F	T
F	I	I	F	T
F	F	F	F	T

① 在逻辑表达中,按结合力规则省掉括号。根据结合力规则,结合力从最强到最弱依次为:—(非)、.(合取)、V(析取)、 $\cdots\rightarrow$ (实践推理)、(或 \supset) \leftrightarrow (等值)。

赖欣巴哈提出了蕴涵式的基本要求,即要使得推理成为可能,于是有这样的规则:

① 如果 A 为真,并且 $A \supset B$ 为真,则 B 为真。这一规则满足了实质蕴涵的“肯前必肯后”推理规则。

② 如果 A 为真,而 B 为假,则蕴涵式为假,这一条件也为标准蕴涵式所满足。

③ 当 B 为假,且 $A \supset B$ 为真,则必然推出 A 为假,这实质上符合实质蕴涵的“否后必否前”推理规则,即 $(A \supset B) \cdot \neg B \supset \neg A$ ^{[6]152-153}。

下面根据我们采纳的赖欣巴哈的直接否定与标准蕴涵逻辑来分析 HST。现将式(2)重新表达为:

$$C, S, L, E, SF_0 \supset F \quad (3)$$

当有合格的 C、合理的 S 和正确的结构与功能的基本联系 SF_0 ,就能产生正常功能 F。但是,对于 HST 来说,其成像不清楚,就是成像有毛病,表示为“ $\neg F$ ”,于是有如下技术推理:

$$\begin{aligned} & ((C, S, L, E, SF_0 \supset F) \cdot \neg F) \supset \\ & \neg (C, S, L, E, SF_0) \end{aligned}$$

然而赖欣巴哈的三值逻辑的“直接否定”满足德·摩根定律,于是有:

$$\begin{aligned} & \neg (C, S, L, E, SF_0) \leftrightarrow \\ & \neg C \vee \neg S \vee \neg L \vee \neg E \vee \neg SF_0 \end{aligned}$$

由于技术规律或规则 L 和结构 S、环境 E 与结构—功能子 SF_0 不存在问题,上式是析取关系,因此, $\neg C$,即要素 C 有问题。

而 C 由 C_1 、 C_n 组成,即 $C \leftrightarrow C_1 \cdot C_n$ 。技术人员和科学家发现, C_n 没有毛病,因此只有 C_1 出毛病了。 C_1 包括主镜(C_{11})、副镜(C_{12})和矫正光学设备(C_{13})。即 $C_1 \leftrightarrow C_{11} \cdot C_{12} \cdot C_{13}$

1990 年 6 月 14 日,美国航宇局为使哈勃空间望远镜的聚焦达到最佳状态,经分析得知, C_1 部分存在问题,即 C_{11} 、 C_{12} 、 C_{13} 部分或者全部存在问题,经调查发现正是 C_{11} 和 C_{13} (主镜和校正设备——反射零位校正器)存在问题:

① 存在的第一个问题是镜片的问题,镜片在加工磨制、抛光和实验测试时并不能精密成型。调查委员会对镜片的制造调查发现,镜片的制造并不规范,镜片的中心过于扁平,这个误差已经十倍大于可容忍的范围。主镜表面涂上了一层很薄的铝片,当镜子抛光后,一小部分材料消耗,镜片不同的部分选择不同的光束,镜片的形状被改变了。当所有的镜片表面经光束反射测试后,镜片

表面呈现出许多重复的光环,这是由于在这个项目里光学测试没有被很好地设定,这也是镜片没有抛光好的缘故。

② 反射零位校正器存在问题。反射零位校正器用来检测主镜的形状。只有当测量的光学元件和空间距离准确的时候,反射零位校正器才能被确保是准确的。事实上,主镜在抛光阶段就没有抛光准确,镜片的形状偏离了预定的标准。对反射零位校正器的物镜检测发现安置距离有问题,需要安装一个间隔器来增加两个物镜之间的距离,但是保护物镜的螺栓帽没有固定好,这里表明反射零位校正器存在问题,同时也说明缺乏技术监管。这些异常情况应该让材料审查委员会进行记录并且考虑问题的原因,但事实上调查委员会调查时并没有找到相关记录。

③ 反转零位校正器对反射零位校正器检测发现,出现了球状相差,当其测量主镜的时候,其显示的都是环形波状图,与预期的干涉模型相差很远,这里显示了很明显的错误。第二个零位校正器仅由透镜组成,当它测试主镜的球面直径时,它也很清晰地显示了主镜的错误。当这两个错误出现的时候并没有受到重视。帕金—艾尔曼公司的光学操作人员认为是反转零位校正器出了问题,事实上,反转零位校正器能够足够精确地发现错误。

④ 由折射零位校正器对顶点半径的检测发现存在球状相差,这个信息被忽略了。这是由于折射零位校正器的精确度比对反射零位校正器差,因而是不可靠的。事实上,折射零位校正器更容易准确地发现存在的球状相差。

⑤ 针对主镜的检测计划没有实施。科学家们很好地设计和测试了哈勃望远镜的仪器,然而,哈勃望远镜的制造商们忽视了对技术监管的检测和重视。从帕金—艾尔曼公司的科学家们、管理者、技术决策队伍,以及 NASA 的管理者和活动者们,都没有对制造程序相当关注,没有意识到有差异的数据的存在。尽管这些数据会让帕金—艾尔曼公司的部分光学操作人员担忧,依靠一个单独的测试方法对一个程序来说是很脆弱的,即使是一个很简单的错误的出现,这些简单的错误在其他望远镜项目中也曾出现,然而仍然没有独立的检测计划来避免发生大的错误。在哈勃望远镜的关键时期,当时更担心的是资金、发射计划的推迟,而忽视了单独的检测^[7]。

下面我们给出从结构推出功能的技术解释的一般模式：

设技术人工物 x 有 n 个要素，记为 x_1, \dots, x_n ，即 x_1, \dots, x_n 分别属于 C_1, \dots, C_n 。 $C_i(x_i)$ 表示 x_i 属于 C_i 类， C_i 为事物谓词。由这些要素形成稳定的结构 $S(x_1, x_2, \dots, x_n)$ ，其中 S 为结构谓词。

人工物的要素—结构描述的逻辑形式表示为：

$$C_1(x_1), C_2(x_2), \dots, C_n(x_n), S(x_1, \dots, x_n) \leftrightarrow C(x_1, \dots, x_n), S(x_1, \dots, x_n)$$

这里将 $C_1(x_1), \dots, C_n(x_n)$ 简记为 $C(x_1, \dots, x_n)$ ， C 为事物谓词。

结构—功能子可以表达为： $S_0(x_1, \dots, x_n) \leftrightarrow F_0(x_1, \dots, x_n)$ ，简记为 $SF_0(x_1, \dots, x_n)$

技术人工物的关系或结构的形成，既可以来自于科学规律、技术规律，还可能来自于技术规则、技术经验，或者不可言说的知识，用 $L(x_1, \dots, x_n)$ 表示，其意思是元素 x_1, \dots, x_n 满足规律 L ， L 就是规律谓词或规则谓词。一个技术人工物是否具有那样的功能 F ，也需要有相应的环境 $E(x_1, \dots, x_n)$ ，如果没有那样的环境，技术人工物的功能就无法实现。严格讲，这里所说的技术功能还是一种潜在的功能，只有当技术人工物作用于作用对象 O ，并正常运行时，现实的功能才能表现出来。于是，一般的技术解释用符号表示为：

$$\begin{aligned} &C(x_1, \dots, x_n), S(x_1, \dots, x_n), L(x_1, \dots, x_n), \\ &E(x_1, \dots, x_n), SF_0(x_1, \dots, x_n) \supset \\ &F(x_1, \dots, x_n) \end{aligned} \quad (4)$$

上式即式(4)是谓词语句表达式。在技术人工物的结构与功能的转变过程中，其中有一个原子结构—功能子 SF_0 。这个原子结构—功能子，可以是物理实体(如在纽可门蒸汽机中，有一个枢臂等器件来完成从活塞到泵水这一功能的实现)，也可以是人的意向使然(如一把菜刀有锋利的物理性质，当其作用于菜时，刀用来切菜；由于刀有一定的硬度和重量，人又可用它拍坚果，这里刀发挥的是锤子的功能)

上述关于 HST 与技术解释的分析方式，是分析哲学的分析方式，正是工程技术人员的思考方式，而不是皮特的实用主义的分析方式。一个好的技术解释在于能够预见技术的发展，或者是

对技术的问题进行透彻的分析，有利于改进或解决技术的问题，而不是将问题扩展到更大的范围。

三、几点讨论

下面就我们提出的技术解释模型展开几点讨论：

首先，张华夏、张志林提出了技术客体的结构解释模型，在该逻辑模型中包括了对应规则 B 。他们将对对应规则解释为：为了由元素与结构的规律推出客体的功能规律，就要有一种原理将元素结构的观念转化为整体功能的观念，这个转换，叫做对应规则^{[4]72}。

张华夏等提出用对应原则将人工物的结构转变为功能，以解决结构与功能之间的矛盾。然而，在笔者看来，对应原则“ $Cx \leftrightarrow Ax, Fx \leftrightarrow Px$ ”需要再认识。对于纽可门蒸汽机来说，对应原则的概括还是可用的，但是，对于 HST 来说，用对应原则来说明从结构到功能的转变，似乎难以解释。

在对人工物进行技术解释的过程中，不是一定需要有一个对应规则。我们认为，应通过一个结构—功能子(structure-functionon)来联结，这更加符合技术实践和工程实践。

将技术客体的功能 F 逐级分解，根据工程技术需要，可以分解到一个足够基础的功能，我们称之为原子功能 F_0 ，与这一最小功能相对应还有一个最小的结构，称之为原子结构 S_0 ，原子功能与原子结构是统一在一起的，它表达了人工客体 x 的两个重要特征，即： $S_0(x) \leftrightarrow F_0(x)$ ，它表示人工客体的原子功能与原子结构是等价的。在一些学者看来，技术设计应当仅考虑功能的分解，不应该考虑结构的分解，显然这一设计思路是片面的，其效率十分低下。判断是否属于原子功能，依赖于具有的工程技术科学和设计情境的要求^①。

HST 的核心是通过主镜和副镜形成清晰的图像，然后再供其他科学仪器进行处理。主镜与副镜是按光学成像要求组成的结构，与主镜后面的焦点形成清晰的图像是统一在一起的，这就是结构—功能子，清晰的图像是 HST 的基础功能，其他功能都是建立在这一基础之上。

技术规律或技术规则是否包括了结构—功能

① 我们将在另文与著作中对原子结构—功能子给予详细的论述。

子?反过来问,有了技术规律或规则,是否就能唯一形成技术人工物的结构与功能。显然,答案与否。有的技术规则是在人工物形成和使用之中逐渐形成的,同一个技术规律或规则会对应多个技术人工物。因此,每一类技术人工物都有其结构—功能子,它是技术人工物的最基础构件。比如,汽车有其共同的或家族类似的结构—功能子,它不同于枪的结构—功能子。

皮特认为,技术规则是人与人之间相互关系的规则。笔者认为,技术规则是人在工程技术实践过程中,必须遵守技术人工物正常运行的规则,而不是人与人之间相互关系的规则。技术规则从根本上讲,来自于科学规律、技术规律或技术经验。对于高技术产品来说,技术规则主要来自于科学规律转化,或来自于高技术产品的使用过程的经验形成。技术规则是保证技术人工物正常运行的规则。

其次,技术是什么?皮特对技术的讨论限定在人类技术上,于是,涉及到两个因素,一个是人类活动,另一个是对工具的有目的的应用。据此,他将技术定义为:技术是“人性在运作”。显然这是一个宽泛的定义。一般来说,人性就是人的本性。人性由理性和感性等因素构成。像 HST 这样的高科技产品,更加注重理性,而不是感性等因素,显然,“人性在运作”这一技术的定义无法阐明现代技术所包括的理性。同时,运作(work)这一词也很宽泛,没有将技术的改造、实践特征表达出来。笔者对技术的定义是:技术是理性的实践能力。这说明了技术具有实践特点,需要不断给予检验。技术也是一种理性的实现,HST 的聚焦功能有很高的科学要求,也是许多发达国家难以达

到的科学技术精度,这就是说,技术人工物本身是前沿的科学和技术的产物,即高科技,它本身就具有不确定性和风险性,有的检验也必须在实践和使用过程中,才能受到检验。通过对技术产品的使用来检验技术是否存在问题,越发显得具有重要性,如 HST 等这些高端技术产品,如果制造该产品的公司一开始就没有检查出技术问题,而在现实中通过对该产品的使用发现了问题,这说明了对于高技术人工物的检验还要在使用中进行,通过使用来发现问题和改进技术人工物,即是说,使用就是技术人工物的检验。技术解释中应当引入时间因素,因为技术解释不仅是解释有一个技术人工物,还应当解释它具有何种稳定和可靠的功能,而这些因素都必须在技术的使用中来检验。

参考文献:

- [1] Pitt J C. Thinking about Technology: Foundations of the Philosophy of Technology[M]. New York: Seven Bridges Press, 2000.
- [2] Pitt J C. Doing Philosophy of Technology[M]. New York: Springer Press, 2011.
- [3] Kroes P. Technological Explanations: The Relation Between Structure and Function of Technological Objects [J]. Society for Philosophy and Technology, 1998, 3 (3): 18-34.
- [4] 张华夏,张志林. 技术解释研究[M]. 北京:科学出版社, 2005.
- [5] 王雨田. 现代逻辑科学导引:上册[M]. 北京:中国人民大学出版社, 1987:593-607.
- [6] Reichenbach H. Philosophic Foundations of Quantum Mechanics [M]. Berkeley: University of California Press, 1944.
- [7] NASA. The Hubble Space Telescope Optical System Failure Report[R]. Washington D. C. : NASA, 1990:55.

(责任编辑:李新根)