

文章编号: 1005-0523(2005)03-0096-04

科学技术理论体系基本结构——“三桩柱”框架的认识

卢涌¹, 卢宝光²

(华东交通大学 1. 经济管理学院; 2. 电气电子学院 江西 南昌 330013)

摘要: 科学技术理论知识体系通常是按其形成和发展过程来描述. 当从其结构形状来认识, 我们提出科学技术理论“桩柱”的概念, 其体系基本结构呈现出“三桩柱”框架的形式. 这种形式结构, 既凸现科学技术理论的核心组成部分, 也界定了理论体系的完善性. 应用它, 在教学上, 能较快地把握知识更新的有效途径; 在科研上, 有助于寻找出待挖掘的新问题.

关键词: 科学技术理论体系; 基本结构; 桩柱; 三桩柱框架

中图分类号: NO

文献标识码: A

1 引言

科学技术是人类认识和利用、改造自然界的实践活动范畴. 人类为满足生存和发展的需求, 在与所处的自然界各种客观事物接触和相互作用的过程中, 认识逐步地积累, 渐能将客观事物分门归类, 形成不同特征的事物类. 随着人类历史发展, 需求进一步的提高, 推动了以不同特征事物类为对象的各个学科知识体系的产生和发展. 在 19 世纪末的前 300 年之近代, 以物理学、化学、生物学为龙头的自然科学, 从分门别类的研究进入到阐明自然界各个过程的联系; 从研究既成事物的特性进入到系统研究事物发展过程的新阶段. 建立起了宏观自然科学基础, 如牛顿力学、热力学、电磁学、无机化学、有机化学、生物进化论、细胞学、遗传学等. 相应的应用技术理论学科如理论力学、热工学、电工理论、分析化学、解剖学、生理学等也随社会的需求而产生.

进入 20 世纪, 自然科学向微观和宇观领域深化扩展以及紧密地应用, 科学技术理论取得了多次突破性进展: 物理学建立了量子力学和广义相对论; 生物学建立了基因理论; 数学建立了突变理论、模糊数学、统计学习理论; 激光技术实现了大容量光纤通讯; 微电子技术的超大规模集成芯片生产出高性能的计算机. 科学技术突破性进展, 促进了大量的分支学科和交叉学科的产生; 到 20 世纪 80 年代, 已有 4 000 多门学科, 其中有控制论、信息论、运筹学和自组织理论等交

叉横断学科; 80 年代后又出现信息科学、计算机科学、自动化科学、非线性科学、生命科学、环境科学等综合性学科. 这表明, 现代科学技术研究已进入由物实在向关系实在转移的发展时期, 新学科的出现犹如雨后春笋.

科学技术是社会生产的重要动力, 现代一个国家的经济发展取决于掌握高新科技知识的高素质人才队伍. 我国近 20 多年来, 培养了一大批新科技人才, 但高素质高水平的人员在数量上远远不能满足现实的需要. 在“知识爆炸”的现代, 如何在学制规定期间内培养出高水平的人才以及如何使广大的科技人员较快有效地实现知识更新, 是摆在教育界面前亟宜研究解决的问题.

我们涉猎一些科学技术学科理论, 分析比较发现: 各学科理论体系在基本结构上具有同一的“三桩柱”框架的形式. 人们把握它对有效的学习新科技知识是很有现实意义的.

2 科学技术学科理论体系中的“三桩柱”概况

俗话说“一扇篱笆有三根桩”. 现代的科学技术理论体系从某角度看都是由三样基本部分支撑构成的. 二者形式相似, 但篱笆的桩之间的联系是单一的, 而科技理论体系的基本部分之间的联系是多样的. 顾及其异同, 我们把科技理论体系的基本部分称之为“桩柱”, 因而说: 科学技术理论体系由“三桩柱”构成, 其形式为“三桩柱”框架. 不同科技学科理论体系的“桩柱”属性是不同的, 这在后面讨论. 这里先介绍

收稿日期: 2004-10-12

作者简介: 卢涌(1971-), 男, 江西南康人, 华东交通大学经管学院讲师.

一些科学技术及其分支学科理论体系的“三桩柱”概况。

现代科学技术体系结构从纵向看,其“三桩柱”是门类结构、学科结构和分支结构,从横向看,其“三桩柱”是边缘学科、横断学科和综合学科。

现代科学技术教学体系结构的“三桩柱”是基础理论学科、应用理论学科和应用技艺。

基础科学是研究自然界各种物质及其运动形式的科学,现代分为六大学科,其中:

数学是研究数量关系和空间形式的大学科,其“三桩柱”是研究空间形式的几何学、研究离散系数的代数学和数论、研究连续的函数分析和函数方程。

物理学是研究物质世界的物理现象及其运动规律的大学科,其“三桩柱”是研究力、热、电磁、光、声等宏观物理现象形成的宏观物理学、研究微观粒子的物理现象的微观物理学、研究宇观星系的物理现象的宇观物理学。

宏观、微观、宇观三门物理学各自包括多门分支学科,其中宏观物理学的分支学科:牛顿力学的“三桩柱”是牛顿三定律;热力学的“三桩柱”是热学三定律;电动力学的“三桩柱”是电荷守恒定律、麦克斯威方程组、洛伦兹力公式。而微观物理学分支学科之一的量子力学,是微观物理学的基础理论,它的“三桩柱”是微观粒子二象说、薛定谔方程、海森堡方程;宇观物理学的基础理论分支学科——广义相对论,它的“三桩柱”是等效原理、广义协变性原理、引力场方程。

化学是研究原子、分子层次上的物质组成、结构、性质及其变化规律的大学科,其“三桩柱”是无机与分析化学、有机化学、物理化学。

无机与分析化学是研究无机化合物及实验分析技术的化学,其“三桩柱”是元素周期律、化学变化宏观律、四大化学平衡及分析技术。有机化学是研究碳氢化合物的化学,其“三桩柱”是轨道理论、构象分析、有机化合物反应的酸碱平衡。物理化学是化学大学科的基础理论,其“三桩柱”是化学热力学、化学动力学、结构化学。

生物学是研究生命现象及其运动规律的大学科,或者是研究有机体的系统演化和个体发生的大学科,近代生物学的“三桩柱”是生物进化论、细胞学说、遗传学。

生物进化论是侧重研究物种起源的学科,其“三桩柱”为三条生物进化解释性规律:(1)生物是进化的,不是不变的,生物变异由生活条件改变造成的,故可以人工培育出新种;(2)生物不仅会变异,而且会遗传。而遗传既确保物种繁衍,又使有利的变异在逐代传递中积累,最终可产生新种;(3)自然界中,生物物种是通过自然选择、优胜劣汰而实现进化的。

细胞学说是从结构形态观察细胞结构与功能、生命现象与运动规律的学说,其“三桩柱”是(1)细胞是一切生物的基本单位,它由细胞膜、细胞质、细胞核等构成;(2)细胞是结构和功能动态结合的统一体;(3)细胞的遗传性决定生物生命的连续性,细胞的可变异性是物种演化的根源。

遗传学是研究物种稳定性及同一物种上、下两代性状表现的学说,其“三桩柱”是遗传因子的分离、连锁和交换三

定律。

现代生物学是从分子水平上研究生命现象及其运动规律的大学科,现代生物学的分支学科之一的分子生物学,是它的基础理论。生物分子学的“三桩柱”是(1)DNA双螺旋结构模型、遗传密码破译及遗传中心法则;(2)各种蛋白质构成与生命活动的对应关系,核酸对生物体之遗传特征的决定关系;(3)生物膜理论。

横断学科是研究各种对象中的某些共同性问题所形成的科学,现包括信息论、控制理论、运筹学、自组织理论、非线性理论、系统复杂性理论等学科,其中:

信息论是研究信息运动的规律以扩展人类智能为目标的学科,其“三桩柱”是数据处理定理、纠错码理论、数据压缩原理。

控制论是研究系统变化的控制规律,实现系统功能优化为目标的学科,其“三桩柱”是:系统稳定性理论、反馈控制的调节规律、优化设计算法。

运筹学是研究系统各要素变更的可行组合之运行功能,以达到尽可能好效益为目标的学科,其“三桩柱”是规划理论、对策论、决策分析。

自组织理论是研究非平衡的开放系统从无序态向有序态演变规律的学科,其“三桩柱”是耗散结构论、协同论、突变理论。

3 科学技术理论体系的“三桩柱”框架

1) “桩柱”的内涵

从结构形式来讨论科学技术理论体系问题,我们定义:桩柱是构建科技理论体系起支撑作用的基本组成部分之形体单位。现代科学技术理论体系都具有层次性,对于层次高的大学科理论体系,无论是基础学科还是横断学科,其桩柱是该学科的层次性理论或分支理论。例如:基础学科中的数学学科体系的“桩柱”是初等数学、或高等数学、或现代数学;物理学科体系的“桩柱”为宏观物理学、或微观物理学、或宇观物理学;化学学科体系的“桩柱”为无机化学、或有机化学、或物理化学,横断学科中的控制论学科体系的“桩柱”是古典控制论、或现代控制论、或大系统论;信息论学科体系的“桩柱”是狭义信息论、或广义信息论、或一般信息论;自组织理论学科体系的“桩柱”是耗散结构论、或协同论、或突变理论。对于层次较低的分支学科理论体系的桩柱则是该学科的基本原理,核心定律或定律组(方程组)或下级分支理论。这可由上节理论力学、电动力学、无机化学、有机化学等学科三桩柱得到证明。

细心的读者会发现:这里谈数学,控制论,信息论的“桩柱”与上节所述的不同。这是因为上节从学科理论体系的整体内容角度来讨论结构形式,而这里是从学科理论发展阶段来认识所致。这两种不同角度得出的结果各自有适用的场所。由此可知,从不同的角度来认识科技理论体系基本结构,同一学科理论体系的“桩柱”的内涵是会不同的。

需要指出:将理论体系看作系统,“桩柱”似乎对应“要素”,但事实上二者是不同的。按系统要素的定义,它是系统中按照一定规则(或规律)组成的有关联的各个部分,对应于理论体系即是体系中各个概念和各种关系,显然,“要素”不能与体系结构单位形体的“桩柱”对应相似,“桩柱”内涵是理论体系的基本原理,规律或层次性理论或分支理论或与其某方面推广成的可操作性的局部方法理论等,“桩柱”是体系的这些“基本组分”抽象概括出来的概念。

同样,将理论体系看作系统,形式上“桩柱”可与“子系统”对应。可是逻辑上不成立,因为系统不可能就只有三个子系统组成,而理论体系则为三桩柱构成。

2) “三桩柱”框架的普遍适用性

在上节以枚举法论证了科学技术理论体系的基本结构形式是“三桩柱”框架。但是,枚举法是属形式逻辑的归纳法,它具有可使人们“从个别认识一般”的重要性一面,又有其局限性的一面,其局限性是:而归纳法的前提和其结论之间的联系不存在必然性。归纳法的结论一旦超出前提的范围,其结论就具有或然性,即或者正确,或者不正确。为了阐明“三桩柱”框架对各学科理论体系的基本结构的普遍适应性,还须给予科学哲学的论证。

(1)科学理论体系形成过程的普遍性:任一学科都是以某一物质运动的特定形式为对象。首先,通过观察、试验发现和明了它的出现且存在条件,继而经过实验、分析,揭示出其本质和规律,再经过实践应用和检验,明确其适用范围,最后,将所述认识过程所得到的概念,与其相应的判断,以及用逻辑推理得到的结论组成完整的理论体系。这是科学技术理论体系形成的普遍性。显然,这种由对象的存在域、特性、范围等三方面基本内容构筑建成的理论体系的“三桩柱”框架的结构,也应该具有普遍性。

(2)理论体系发展过程的普遍性:

学科科学理论体系的发展是物质运动形式,由简单到复杂、低速到高速、宏观到微观的客观变化,而这变化表现为学科的分化与综合。如物理学分化为力学、声学、热学、电磁学、光学等。基础理论(或高层次)分化为较低层次或再分化更低层次学科;而低层次学科通过综合成为较高层次或更高层次学科。这是科学理论发展普遍情况。自然理论学科变化到上世纪50年代前主要是分化,其后低层次学科综合得到发展。无论是分化还是综合所产生的任一新学科,其理论体系形成必然如(1)所述,因而其结构仍是“三桩柱”框架。

3) “三桩柱”框架及其特性

前已指出,科学技术理论体系具有“三桩柱”,而“三桩柱”之间的内在联系使他们构成理论体系的基本结构,呈现为“三桩柱”框架。例如,牛顿力学的第一定律界定了对象运动于惯性参考系,第二定律为在单个力作用下对象运动规律,第三定律则指示出第二定律可用于力系。这“三桩柱”相应的三条定律,由于其内部联系使牛顿力学构成了完善的理论体系,基本结构就呈现为“三桩柱”框架。否之,缺任一条定律(相应为“桩柱”)就不能构成体系或不完善的体系,比

如:缺第一或第二定律,则不成体系;若缺第三定律则第一、二定律构成只是单力作用物体运动规律。所以,“三桩柱”框架是理论体系的基本结构,这种“三桩柱”框架具有如下特性:

同一性:科学技术的各学科研究对象,不论是物实在还是关系实在的,都是客观存在的实在,都具有固有的性质和运动规律。科学技术理论体系是人类通过实践检验认识对象内部各要素之间相互联系、相互作用、相互制约等关系的思维成果。此外在空间表现为结构,是科技理论客观真理性的反映。上节概况中所列举各个学科理论体系均为三桩柱构成,这就已予证明。

递进性:科技理论体系的“三桩柱”框架的同一性是各理论体系结构之外在表征。而“三桩柱”框架的递进性则表现于每一理论体系的桩柱内涵之间。从上面例举经典力学三定律之间的联系可以确认。同样,其它学科理论体系的三桩柱框架的递进性同样存在。

4) “三桩柱”框架的本源

科学技术理论体系不是科学技术系统的摄影,而是人类通过思维加工成的结构形态。随着科学技术的发展,人们会从各个不同视角或各个不同层面来关照其体系的基本结构形式,揭示科学技术理论的结构本相。“三桩柱”框架揭示出:任一自然科学的分支学科的完善理论反映对象运动规律的表述,一定有对象运动的存在域、特性、范围这三方面的内容。例如,热力学第一定律界定热能运动的有限时空,第二定律为热能运动的特性描述,第三定律只适于 $T>0$ 的范围。同样,对于应用理论学科的完善理论表述有类似三方面的内容。例如控制理论的系统稳定性判据界定了反馈控制可以实现的范围(相当于存在域),反馈控制的调节规律,即反馈控制的特性描述,优化设计算法指出控制达到最优的条件(类似于范围)。所以,三桩柱框架是学科理论体系的完善性的反映,是科学技术理论体系成熟性的标志。

4 结束语

我国的高等教学体系是按培养出高素质、掌握高科技知识的人才的目标建立。学校教学工作开展是围绕教学体系进行,而教学体系的具体体现是专业学科课程的计划安排。它的科学合理性是实现目标的关键,在科技高速发展的今天,与科技前沿相关的专业教学计划安排尤为突出。我们根据对“三桩柱”框架的认识,在规定的教学时数内,对课程设置、每门课程内容进行了调整,进行教学,结果在毕业设计中有几个学生,解决了我国引进研制出一种新系统的应用理论极限问题,使现场技术负责人惊讶、称许。同样,在现场工程技术人员培训也取得了可喜成绩,两名技术人员经培训后,不到一年的时间内,预防、消除了一次特大事故,保证了生产正常进行,得到单位全体职工大会的表扬和重奖。

在科研工作中,根据“三桩柱”框架界定科技理论体系的完善性,提出一个系统故障诊断的新方法,引起国内同行专

家的注意.

结束语:本文提出了科技理论体系基本结构形式是“三桩柱”框架的结论并已予证明.对“三桩柱”的内涵及本源只作了扼要阐述,更详细的讨论将与具体应用一起在另文介绍.

参考文献:

1. 栾玉广.自然辩证法(第二版)[M].中国科学技术大学出版社,2002.
2. 栾玉广.系统自然观[M].科学出版社,2003.6
3. 朱熙宣,周起钊,殷金生.理论力学[M].北京大学出版社,1982.
4. 王竹溪.热力学[M].高等教育出版社,1984.
5. 薛增泉.热力学与统计物理[M].北京大学出版社,1996.
6. 李承祖.电动力学教程(修订版)[M].国防科技大学出版社,1997.
7. 虞福春,郑春开.电动力学(修订版)[M].北京大学出版社,2003.
8. E.H.威切曼.复旦大学物理系译.量子物理学[M].科学出版社,1978.
9. 惠和兴.量子力学[M].北京理工大学出版社,1995.
10. 赵展岳.相对论导引[M].吉林人民出版社,1982.
11. 李永宁.广义相对论导论[M].广东科学技术出版社,1991.
12. 金万修.广义相对论基础[M].东北师范大学出版社,1987.
13. 杜 珂.现代数学引论[M].北京大学出版社,2003.
14. 陈虹锦.无机与分析化学[M].科学出版社,2002.
15. 徐伟亮.有机化学[M].科学出版社,2002.
16. 文帧中.自然科学概论[M].南京大学出版社,2002.
17. 刘曼西.生命科学导论[M].中国电力出版社,2002.
18. 上海人民出版社.当代新学科手册(续编)[M].上海人民出版社,1986.
19. 钱学森,宋 健.工程控制论(修订版)[M].科学出版社,1980.
20. 戴忠达.自动控制理论基础[M].清华大学出版社,1992.
21. 傅祖芸.信息论—基础理论与应用[M].电子工业出版社,2001.
22. 朱佳通.运筹学[M].上海人民出版社,2002.
23. 刘大椿.科学哲学通论[M].中国人民大学出版社,1998.
24. 李秀林,王 于,李淮春.辩证唯物主义和历史唯物主义原理[M].中国人民大学出版社,1997.
25. 姜井水.现代科学认识论与现代科学辩证法[M].学林出版社,2003.

Cognition for the “Three Stake ’s” Formwork

— the basic structure on theoretic system of science and technology (TSST)

LU Yong¹, LU Bao-guang²

(1. School of Economics and Management; 2. School of Electrical and Electronical Eng., East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract: The TSST is generally described according to its forming and developing process. We present the “stake” concept when TSST is observed from the structural form, then the basic structure of TSST appear “three stake ’s” formwork. This structural form of TSST is not only shown the key part of theory, but also determined the perfectibility of system. By applying it, we can hold the effective approach of knowledge renewal for teaching quickly and dredging the new question for research.

Key words: theoretic system of science technology; the basic structure; stake; “three stake ’s” formwork