

世纪之交话天文

一、天文世界

二、一张学科发展流程图

学科发展的螺旋阶梯

广义“工具”及其特点

第二类开发

——科学的一种短期社会功能

三、天文学史上的三个“前进三部曲”

行星层次——连结开普勒定律的三部曲

恒星层次——连结赫罗图的三部曲

星系层次——连结哈勃定律的三部曲

四、天文学“大统一”及 20 世纪 60 年代

四大天文发现和四大天文发明

五、天文大科学——“大题大做”和“大题小做”

关于国际合作与竞争

“斗智”不“斗财”“通用”与“专用”

尺之所短和寸之所长

鸡首与牛后 关于“全国一盘棋”

六、LAMOST 的故事



王蒙章

名家讲演录

世纪之交话天文

王绶琯 著

上海科技教育出版社



作者简介

王绶琯,男,1923年1月生。中国科学院院士,曾任中国科学院数学物理学部副主任、主任。1944年毕业于马尾海军学校,1945年赴英国进修造船,1950年改攻天文学,1953年回国。现为中国科学院北京天文台研究员、名誉台长,中国天文学会名誉理事长。主要贡献有:1955~1957年在上海徐家汇观象台负责完成提高我国授时精度的任务;1958年开始在北京创立我国的射电天文学研究,并主持北京天文台射电天文建设;90年代与苏定强等合作,研究、创立了“大天区面积多目标光纤光谱望远镜(LAMOST)”的方案,并被列为“九五”期间我国重大基础研究项目;在数学物理学部任职期间筹划、推动、协调我国天文学科建设;长期以来还为青少年科普事业倾注了大量心血。

目 录

一、天文世界	1
二、一张学科发展流程图	12
学科发展的螺旋阶梯	
广义“工具”及其特点	
第二类开发——科学的一种短期社会功能	
三、天文学史上的三个“前进三部曲”	19
行星层次——连结开普勒定律的三部曲	
恒星层次——连结赫罗图的三部曲	
星系层次——连结哈勃定律的三部曲	
四、天文学“大统一”及 20 世纪 60 年代	
四大天文发现和四大天文发明	37
五、天文大科学——“大题大做”和“大题小做”	46
关于国际合作与竞争	
“斗智”不“斗财” “通用”与“专用”	
尺之所短和寸之所长	
鸡首与牛后 关于“全国一盘棋”	
六、LAMOST 的故事	57

一、天文世界

首先让我们用一张图和一张表,简单地介绍我们今天认识到的天文世界(图1和表1中的“光年”,指光在真空中行进1年的距离,约为 9.46×10^{12} 千米)。

这是我们今天认识到的天文世界的形象、内容和尺度。但是,这些内容无一不在发展着,无一不在运动、演化着。

事实上,天文世界中的“宇宙”是一个有机的整体。星系层次的天体是大尺度宇宙中

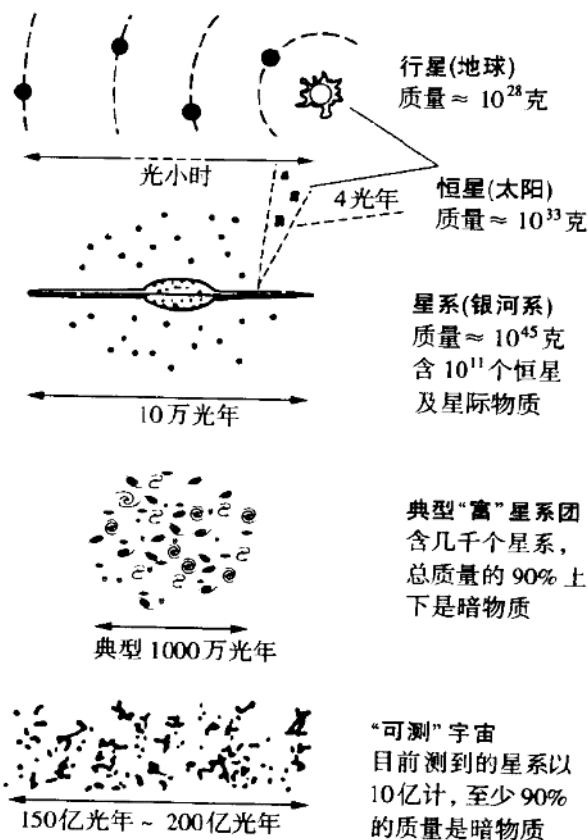


图 1 各个层次的典型天体

表1 各个层次的天体及其尺度

(1) 行星层次:地球、其他行星和太阳系小天体;太阳系和其他行星系统(含行星际物质)。

(2) 恒星层次:太阳、其他恒星和恒星系统(含星际物质)。

(3) 星系层次:银河系、各类星系和其他河外天体;星系群、星系团等系统(含星系际物质和星系团际物质)。

(4) “宇宙”整体。

各层次天体的大致尺度为:

地球直径	1.3×10^{-9}	光年
太阳直径	1.47×10^{-7}	光年
太阳系范围	$\sim 1.2 \times 12^{-3}$	光年
最近恒星距离	~ 4	光年
银河系范围	$\sim 10^5$	光年
近处星系距离	$\sim 10^6$	光年
“富”星系团大小	$\sim 10^7$	光年
“可测宇宙”范围	$\sim 1.5 \times 10^{10}$	光年

的“细胞”,而恒星层次的天体则既是星系中的“细胞”,又是行星层次中的母体。所有天体都在运动中保持它在群体中的相对平衡,

又在演化中不断改变它的内在结构和在群体中的作用。这些层次，一层包含另一层，依次是由小到大。对于地球上放眼天文世界的人，也就是“从近到远”。

最近的是行星层次。太阳系是迄今我们赖以认识行星系统的唯一样本，尽管我们相信，宇宙间与太阳系类似的行星系统可能多得不可胜计，而近年发现的一些事例已可视为探索之始。但是，除太阳外的所有恒星，离我们都那么遥远（最近的约4光年），行星则围着它们转。那些行星本身不发光，那么暗又那么“小”，要想探测到都很困难，更不可能像对地球或太阳系中另一些天体那样，或身历其境，或派遣机器人和探测器去实地勘察、布置实验、深入研究。

地球虽非唯一的行星样本，却是宇宙间我们唯一认识到的繁衍着高级生命的星球。

可以认为,对天文世界中行星层次的认识,迄今(也许直到很久以后)能深入探讨的,主要只有两个“孤本”:一是地球,二是太阳系。

恒星层次。太阳,虽然只是银河系千亿颗恒星中非常一般的一颗,却是离我们最近、可供仔细研究的一颗。太阳与我们相距“仅”约 1.5 亿千米,即约 0.000016 光年。从地球上看上去是一个角径 32 弧分的圆盘,可以测出盘上的活动细节:黑子,耀斑,米粒组织,磁结构,……及其表面上的光度和光谱分布等等。但如果把它放在相邻恒星的位置上,则它看起来将会是个不起眼的光点,角径也变成不到 0.001 弧秒,用今天最好的技术虽然可以分辨出圆盘,但测量它上面的细节则近乎不可能。因此,在恒星层次中,可供精细测量的只有太阳一个“孤本”。

对于远看近似于光点的恒星,我们只能

测出它的整体性质和行为。用现代威力较大的望远镜,可以测到百万光年开外像太阳这样的恒星。银河系的范围约为 10 万光年。所以,允许在其中选测大量所需的样本,以探讨恒星和恒星系统(包括星际物质)的性质和行为。在天文世界中,这样得到的大量恒星和恒星系统的知识,一方面成为恒星层次中的典型,另一方面,它又使银河系成为星系层次中受到精细测量的突出样本。

天文世界中的最高层次——“可测宇宙”,指的是按自然法则可以被测到的范围。但是历史上,宇宙的概念是随着认识的发展而发展的,所以与天文观测设备的能力息息相关。17 世纪之前,人们心目中的宇宙基本上以太阳系为中心。后来,直到 20 世纪初叶,作为恒星大家庭的银河系始终是大多数天文学家认可的宇宙。20 世纪 30 年代以来,

星系层次的探测日益精进,特别是哈勃定律的问世,使宇宙概念第一次结合到了物理实体,超越了单凭感觉或科学猜测。这种实体,我们习惯上称之为“科学模型”,在这里,更确切地,应称之为“物理模型”。

“模型”的说法是近乎实情的。对天文目标来说,这是一种以观测事实为材料,以物理理论为骨架,用数学方法黏合、连接、建构起来的科学模型。这种定义适用于对一切天文目标和现象的物理解释,如火星模型,黑洞模型,星系演化模型,宇宙模型等等。

“模型”的说法,体现了科学知识允许修正、允许挑战,或者说,追求修正、追求挑战、追求被突破的实质。当然,也允许为同一目标建造相互竞争的模型。科学模型的结构是用数学表现的。所以能够准确地作出推论以完善自身,作出预言以迎接挑战——新的实

测和理论的挑战。

前面描述的天文世界各个层次的总体形象,尽管还没有包含它们的“动的景象”(起源、活动、演化、归宿等),但已经可以看出这些模型的规模之大和用以建立模型的材料之少形成了鲜明的对照。以天文实测材料最丰富的恒星层次来说,允许“细致测量”以研究表面细节的样本只有太阳一个“孤本”,漫漫太空无数亿恒星中就没有第二个可供如是细测。各种不同品类的恒星,表面状况和物理结构完全可能与太阳相去甚远,但我们只能限于对其整体性质和行为进行测量。这姑且称之为“普测”。普测所及的范围姑且称之为“视限”,视限取决于目标光度,测量内容(光度,光谱,精确方位等)以及观测设备的能力。例如,用今天最得力的设备测量像太阳这样的恒星,光度的视限可以达几百万光年,光

谱、方位测量的视限则要短得多。现在,仅银河系就有千亿颗恒星,宇宙间百亿星系,合起来恒星的数量多得不可胜计,既不可能也不必要对它们全部测量。理想的办法应当是选取一大批典型的样本精心测量、精心研究,对其余的则以探测“异常”现象为主。但事实上,这种理想难以实现。因为受视限的限制,我们并没有选择典型的自由,而是只能在视限范围内就近测量尽可能多的目标。其中一种传统的、行之有效的办法,是根据不同内容,测量相应视限范围内的所有目标。天文学上把这种方法称为“巡天”,“巡”视限范围内之“天”。恒星层次上的这些局限,同样出现在星系和宇宙研究上,行星层次则更毋庸赘说。总的说来,天文学研究面临这些局限,使它只能从极有限的局部材料出发,来探讨目标的物理本质。于是,天文学家也许比其

他科学家更加殷切地注视着同时代物理学的发展,并不失时机地与之结合,以期能从有限的材料构造出各种可供选择的物理模型。

从极其有限的局部材料,获得的应当是适用于这个局部的物理模型。如恒星演化理论首先是解释了银河系中被取作观测对象的这一类恒星的演化。这种模型能否“放之整个宇宙而皆准”?物理学也许帮得上一点忙,但完整的答案恐怕还要求助于支配科学家的哲学观点。不同科学家可以有不同的哲学观点,因而可以达到不同的结论。对于天文研究,一些居支配地位的哲学观点被看成为建构天体及宇宙模型的先验原则。它们是:

(1) 宇宙间物质及其发展规律的统一性

这决定了可把发生在地上和发生在“天”上的自然现象互相印证,视为一个整体;决定了可用我们认识的自然科学规律来解释极遥

远的天文现象;决定了可用天文知识来探索自然科学的基本规律,如物理学规律等。

(2) 人类(及所寄居的地球、太阳系、银河系……)在宇宙中不具有特殊优越的地位

这是从中世纪的“日心论”被抛弃以来形成的观念,符合物理学上的“宇宙学原理”。这决定了任何天文现象,包括前面所说的精测“孤本”,不论在宇宙间什么地点,只要环境条件相似,演化时期相似,都会有同等的产生和发展的机会。这也正是认定“地外生命”应当存在的依据。

(3) 宇宙间物质的无限性

这意味着任何时候,在已被认识的天文现象之外,永远会存在着等待我们去发现或深入一步了解的现象。这决定了天文观测手段的研究和发展常常超前于学科发展,成为学科前进的主要推动力量。

二、一张学科发展流程图

图2据笔者的一篇方法论论文修改而成,文中强调广义的“工具”在人类文明发展中的杠杆作用。人类的文明有赖于社会共建和世代相传,故相应的“工具”与其指工具实体,不如定义为“实体工具及其运用的知识”,因为知识才是社会共建和世代相传的主体。

现在,我们来为这张图作几点说明。

学科发展的螺旋阶梯

图2本身就说明了这种阶梯。学科的前

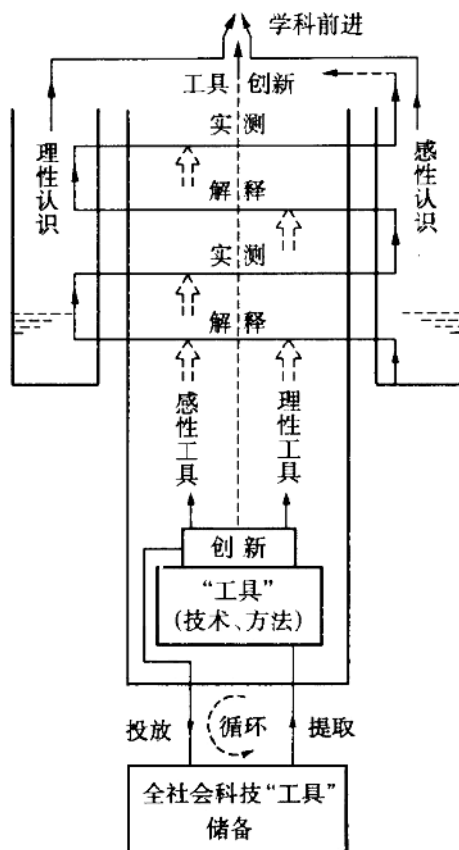


图2 学科发展的螺旋阶梯