

目 录

第1章 科学、技术与文明

1.1 复习笔记

1.2 课后习题详解

第2章 科技变革中的人文关怀

2.1 复习笔记

2.2 课后习题详解

第3章 科学发展与自然观的变革

3.1 复习笔记

3.2 课后习题详解

第4章 人与自然关系的反思与重构

4.1 复习笔记

4.2 课后习题详解

第5章 可持续发展观与可持续发展战略

5.1 复习笔记

5.2 课后习题详解

第6章 科学的实验基础与逻辑前提

6.1 复习笔记

6.2 课后习题详解

第7章 由问题而发现、从假说到理论

7.1 复习笔记

7.2 课后习题详解

第8章 科学理论的评价与演变

8.1 复习笔记

8.2 课后习题详解

第9章 技术的概念、方法和意义

9.1 复习笔记

9.2 课后习题详解

第10章 技术发展的动力与模式

10.1 复习笔记

10.2 课后习题详解

第11章 技术创新的理解及其实现

11.1 复习笔记

11.2 课后习题详解

第12章 科学技术的社会运行

12.1 复习笔记

12.2 课后习题详解

第13章 科学技术与社会的互动

13.1 复习笔记

13.2 课后习题详解

第14章 社会公共政策与科技发展

14.1 复习笔记

14.2 课后习题详解

第1章 科学、技术与文明

1.1 复习笔记

一、科学的旨趣

1科学的主要内涵

人们今天所讲的科学，是现当代意义上的大科学，其主要内涵包括三个方面：

（1）科学是一种以生产知识为目的的社会活动，它不再局限于个别科学家自发的认知过程，而表现为一种社会建制。

（2）科学作为特定的人类社会活动的成果，表现为一种动态的知识系统，而这种知识系统又是借助于相应的认识手段和方式生产出来的，构成当代观念和文化的方面。

（3）科学活动是整个社会活动的一部分，它与经济活动、社会活动、文化活动相互作用。

2科学知识体系

科学活动最直接的成果就是有关自然过程的知识体系，即科学知识。作为知识体系的科学知识是一种历史悠久、内涵丰富的学说传统，同时它又充满着创新机遇，在不断地增添新的内涵。

（1）科学的知识体系是一个动态的框架，随着科学不断发展，它已经是人们这个时代最为重要的知识体系。

①小而言之，科学知识已经渗透于人们的常识之中，例如，虽然人们中的大多数人从未见过细菌和病毒，但人们已经接受的科学知识告诉人们，它们是导致很多疾病的原因。

②大而言之，科学知识为人们勾勒出了世界的图景，对此图景的细节描绘就是科学的各个分支学科，它们从整体上构成了科学的知识体系。

（2）科学的知识体系十分庞杂，可大致分为数学与逻辑、物质科学和生命科学三大门类。

①数学与逻辑是科学研究的演算工具和抽象化的方法基础。

②物质科学和生命科学分别研究非生命物质和生命体。

③对于科学知识体系的确立最为关键的是物质科学。

（3）科学知识相对于其他知识而言更有条理、更精确和更可靠，因而可以成为大家公共的知识，而不仅仅是某些科学家个人的知识。

①科学知识是用逻辑组织起来的严密的知识体系。任何成熟的科学知识都是有条理的，即便是新提出的科学假说，逻辑上的自洽也是每一个科学命题的必要条件。

②科学知识较其他知识而言更为精确。其主要原因是科学十分注重定量分析，并通过尽可能精细严密的数学演算和推理使科学能够更精确地解释和预见自然过程。数学方法的应用，使科学知识具有了一种高度抽象的精确性。

③科学知识较其他知识而言更可靠。这是因为，科学知识建立在可重复的科学实验的基础上，而不仅仅是建立在“眼见为实”之类的直观感知之上。

3光和颜色的研究

在科学史上，有两个思想巨匠研究过光和颜色，一个是牛顿，一个是歌德。

（1）牛顿用三棱镜将太阳光分解成了单色光，然后又用一个倒置的三棱镜将单色光束还原为太阳光，这显然是一个人人皆可重复的实验。

（2）歌德则仅用肉眼的感觉描述颜色，并希图建立一门颜色学。但每个人的感受不同，即便相同，对感受的记载也会有很大的模糊性，难以接受重复检验。

（3）两相比较

①作为公共知识，前者无疑更可靠。

②歌德的颜色学并非全无意义，他对于训练艺术家的感悟力无疑是有益的，同时，也可能对人们感悟颜色之美裨益有加。

4科学的重要意义

近代以来，世界发生了天翻地覆的变化，其根本原因在于近代科学革命使人类拥有了全新的世界观和认识事物的新方法。

（1）科学革命使科学作为一种思想观念的功能得到了最好的发挥，科学革命的实质就是思想观念的革命。

（2）人们开始告别含混和无法检验的抽象概念，转而寻求明晰和可检验的科学概念，使理论思维走向科学化。

（3）科学使人们从根本上改变了对世界的直观性、常识性和静止性的看法。

（4）科学的认知旨趣使科学成为一种永无止境的求索，正是科学层出不穷的阶段性的成果，使动态性成为近代以来人类的世界观演变的基本特征。

5好奇取向

从事科学活动的人有一种不懈求索的精神，其根源是：在科学的认知旨趣背后，还有一种更深层次的目的取向，那就是好奇取向。

好奇取向，就是指很多人之所以从事科学活动，在很大程度上是因为他们有一种抑制不住的冲动——揭示自然的奥秘。好奇取向的根源在于科学的早期形态是哲学的一部分，而哲学源于人对世界和存在的惊诧和好奇。由于人们易于将科学等同于科学的应用，所以往往会忽视科学这一独特的目的取向。将认知旨趣与好奇取向综合起来，就是科学所独有的内在旨趣，人们可以简而称之为“好奇认知旨趣”。

二、技术的旨趣

技术的基本旨趣是控制自然过程和创造设计人工过程。

1技术的发展

从刀耕火种的时代开始，技术就成为人类生活的一部分。当人们欣赏古代文明所创造的奇迹的时候，总会 对古人所掌握的技术手段产生极大的兴趣。这些奇迹都是人通过技术实现的，技术使人的力量得到了几乎无限制的延伸。首先得到延伸和放大的是人的肢体。几千年来的技术变迁，使人类在生理力量有所退化的 情况下，逐渐成为自然界最有力量的生物；其次，人的感官和大脑的功能也开始得到延伸和放大。随着新 科技革命的发展，技术使人的力量得到了空前的拓展：便捷的通信使地球仿佛成为一个村落，电子计算机 和人工智能正在部分替代和拓展人脑的机能。

2技术的基本旨趣

技术的基本旨趣——控制自然过程和创造设计人工过程。这种旨趣体现了人对自然的能动关系，即人希望 以技术为中介使自然成为人可以掌握的对象；然而，意义更为重大的是，人们还试图用技术为自己编织一 个人工世界。因此，技术不仅仅是对自然的改造，而且更是一种创造。

（1）在控制 and 设计思想的指导下，人类将各种自然的力量从天然的状态中调动出来，使它们成为人类 控制和设计的对象。

（2）技术对自然过程的控制和对人工过程的设计，使世界在人的手中得到了重新安排，使人类生活的世界 愈益人工化。

（3）有形的人工世界在不断地发展，新的材料和能源层出不穷；人类所涉足的空间会越来越广阔，甚至有 一天，人们也许会移民火星或者其他星球，再创新的文明纪元。无形的人工世界正在发生一场革命性的变 化，那就是电脑网络空间的出现，一个虚拟的电子世界正在形成。

（4）现代技术的认知基础具有主体际建构性和技术活动的复杂性，表明技术从本质上来讲是一种伴随着风 险的不确定性的活动。

（5）技术的核心机制是“设计”和“创新”

从积极的意义上来讲，设计是人类最为重要的创造性活动之一。设计行为贯穿一切技术活动的始终，但由于设计是一种目的性的、有时间和资源限制的活动，完美的设计是不存在的。

①模型方法

a. 模型方法的主旨是通过简化，抽取相关的影响因子，以有效地实现设计目的。值得注意的是，简化的主要目的往往是保证制造的便利，而非遵循事实的规律，并且简化模型在很多情况下就实现技术指标而言是卓然有效的。

b. 基于模型方法与简化因子基础之上的技术指标，是技术的不确定性的一个重要根源之一。同时，在模型式设计中，社会价值伦理因素往往被视为无关宏旨的因子而被略去。

②设计和创新思路的局限性

在现代技术发展的很长一个阶段，占主导地位的指导思想是技术中性论和乐观主义的技术决定论。因此，技术设计和创新主体或者只关注技术的正面效应，或者仅将技术视为工具，只是等到技术的负面后果成为严峻事实的时候，才考虑对其加以伦理制约。许多具有政治、经济和军事目的的技术活动往往只顾及其利益和目标，绝少顾及其伦理价值。

③“两个坏的指导原则”

著名思想家弗洛姆曾对现代技术发展的两个坏的指导原则提出质疑。这两个原则是：a. “凡是技术上能够做的事情都应该做”。

b. “追求最大的效率与产出”。

第一个原则迫使人们在伦理价值上作无原则的退让，第二个原则可能使人沦为总体社会效率机器上的丧失个性的部件。为了技术造福人类及其生存环境这一最高的善，从根本上摆脱上述两个坏的原则，必须从技术的设计和创新阶段开始，将伦理因素作为一种直接的重要影响因子加以考量，进而使道德伦理制约成为技术的内在维度之一。

3科学与技术的联姻

科学与技术的一体化是近代以来科学与技术发展的主要特征之一，正是在此意义上，人们将两者统称为科技。

（1）早期的技术被称为技艺，主要是指某种世代相传的手艺或技术诀窍。古时候，技术并未受到重视。西方人更注重哲学和科学，东方人则更关注人际关系和政治统治，因此匠人的地位都不高，他们只被看作是社会生活所必需的“灵巧的手”。这其中的重要原因是古代的技艺大多为经验型的技巧，一般的人假以时日便能掌握，并不需要太高的智力要求。

（2）技术的这种命运直到培根之后才得到改变

①培根提出了一个非常有名的“知识就是力量”的口号。其含义是：科学知识不仅是人对自然的认识，而且是人的真正力量所在，人们可以利用科学知识所揭示的自然规律控制自然，创造和设计人工世界。

②培根认为，要命令自然，就必须服从自然。命令自然所体现的就是技术的旨趣，而服从自然的前提是不断地探求自然的规律，这即是科学的旨趣所在。

（3）科学与技术连成一体

科学对技术的研究方式及发展速度、价值取向等都产生了深刻的影响。在一体化科学技术中，以寻求客观本质规律为目的的基础科研，一般要以技术发展的未来范围为科研选题的主要依据，认识世界的活动明确地服务于改造世界的活动。应用研究与发展研究根据基础科研的最新成果，主动探索可导出的新技术原理和新技术应用，使得实用技术的发展基本上摆脱了已有经验的局限，而能够广泛灵活地运用各种新技术原理，在技术开发中实现最优的技术组合。科学家和工程师一起协作，互相启发，互相促进，对双方的研究发展工作都产生了积极的影响。

三、科学的力量

1科学革命

科学技术在近代以来的发展，导致了从科学革命、技术革命到产业革命再到文明转型的创新浪潮。

（1）大约从1600年起，科学开始与纯粹“爱智慧”的哲学相分裂，日益同技术结合起来。技术也不再仅仅是世代相传的技艺传统和“诀窍”，而开始了科学化的创新进程。

（2）在技术和经济领域，技术创新和制度创新已成为一种日常经济活动。经济学家熊彼特将创新归纳为五类：

①创造某种新产品或提供某种产品的新质量。

②采用某种新技术和新的生产方法。

③开辟新市场。

④控制原材料的新的供应来源。

⑤建立新的企业组织。

（3）三次产业革命：

从技术层面上来看，产业革命的一大特征是产业化技术创新群的涌现。

①18世纪70年代到19世纪50年代的工业革命。

②19世纪50年代到20世纪60年代的电气和石化产业革命。

③以及从20世纪60年代至今的以信息产业为主导的高科技产业革命。

2文明转型

科技革命和产业革命的直接后果就是文明的转型。近代以来的前两次产业革命，带来的是从农业文明向工业文明的转型；当代高科技产业革命正在酝酿着工业文明向信息文明和生态文明的转型。

（1）在从农业文明向工业文明的转型过程中，人类利用科学技术成果为自身建构了一个新的生存和发展环境——人工自然。

（2）随着工业文明的发展，它的弊端也日益暴露了出来。

①工业文明虽然提高了人类社会的生产力，却过度消耗了自然资源，造成了普遍的环境污染，破坏了自然界的生态平衡。

②工业文明模式使一些地方富裕繁荣，却给更多的地方带来相对贫困；

③工业文明虽然满足了人类局部的、近期的需要，却牺牲了全球长远的生存和发展的利益。

（3）当前，人类文明又处于一个新的十字路口。

科学理性所拥有的反思、批判和拓新精神，促使人们在观念、制度和技术三个层面上展开新一轮的创新。

①在观念层面上，以经济效益、社会效益和环境效益的协同增长为价值准则的环境经济和可持续发展的观念已经形成。

②在技术和制度层面上，信息产业化的浪潮使经济和社会生活进入信息时代，各国均致力于完善市场体系和实施有效的宏观调控；新材料、新能源以及生命科学等高科技创新技术正在为人类文明的生态化奠定基础；并行工程、敏捷制造、清洁生产、柔性生产等先进制造技术正以全新的生产和经营管理方式改写人、科技和自然三者之间的关系。

3科学是最高意义上的革命力量

科学的重要价值主要体现在三个方面：科学是“最高意义上的革命力量”、科学技术是“第一生产力”、科学技术是先进文化的基本内容。

（1）科学力量的主要来源

科学的力量主要来源于四个方面：科学知识、科学思想、科学方法和科学精神。

①科学知识是人类对于客观规律的认识和总结。科学知识不仅能够帮助人们形成智力、能力、生产力，同时也帮助人们形成新的思想道德和精神品格，促进人的全面发展。恰如培根所说，“知识就是力量”。正是不断积累的科学文化知识，揭示出自然过程的奥秘，使人类在一定程度上逐渐摆脱环境的制约，能够相对自主地决定自身的命运。

②科学思想是人类在科学活动中所运用的具有系统性的思想观念，它们是人类智力的集结、智慧的结晶，是认识和改造世界的锐利武器。只有集结为科学思想的科学知识，才成为条理化、系统化、理性化的知识，才可能体现出科学知识的力量。

③科学方法是人们揭示客观世界奥秘、获得新知识和探索真理的工具。科学方法一旦形成，就能指导人们更有成效地进行思维，更有成效地学习科学知识和运用科学知识、解决实际问题。由于科学方法建立在对客观世界及其发展规律正确认识的基础上，所以科学方法的确立为科学指明了方向，也为科学的应用找到了最佳途径。

④科学精神是科学的灵魂和光芒所在，是科学发展的动力源泉。科学精神不仅为科技界所推崇，而且也是现代文明的标志和现代社会所具有的一种基本精神。科学精神的核心是求真务实和开拓创新。求真务实就是相信真理、按客观规律办事；开拓创新则是现代社会发展的动力所在。

（2）科学知识的力量所在

①作为一种革命的力量，科学首先具有知识启蒙的意义，科学知识是开启民智、彰显理性的先锋。

②与科学新知相伴而至的是科学思想，新的科学思想往往是观念创新的动力和先导，科学革命常常会使人的思想观念发生革命性的变化。

③科学方法是人类方法库中最有力量的工具。

④作为科学灵魂的科学精神，是最具革命性的精神武器。这是因为以求实和创新为核心诉求的科学精神，是现实可能性和主观能动性的完美结合。

4“科学技术是第一生产力”

（1）科学知识原本是生产力中的一种要素，在此意义上，科学是以知识形态存在的一般生产力。

①在生产力要素层面，科学与技术的一体化进程使生产力要素得以重新整合，这一整合的结果就是科技成长为最重要的生产力要素。

②另一方面，在现代社会经济生活层面，科技与社会化大生产的互动互促，使科技与经济融为一体，科技已经成为经济发展的有机组成部分。

（2）科学技术之所以成为第一生产力，仅有科学知识是远远不够的，还取决于科学思想、科学方法和科学精神。科学思想是科学知识的先导，投有新的科学思想就不会有源源不断的知识创新。科学思想的每一次突破，都预示着科学和生产力的革命。

（3）科学技术的第一性最关键的就在于科学技术总能够在旧的创新的潜力发挥殆尽之前，引入新的创新，这就是由科学精神所生发出的不断创新、敢当风险的创业精神。

5科学技术是先进文化的基本内容

科学作为最高意义上的革命力量，不仅表现为先进生产力，而且还是先进文化的基本内容。

（1）科技文化在现代社会的拓展和渗透，主要有三个途径：

①科技对生产方式的变革，从器物层面传导到制度层面再影响到文化价值层面。

②科技在生活中的广泛应用，新的科技文化不断涌现。

③通过教育、宣传和普及，使科技文化直接进入社会文化价值领域。

（2）科技文化在中国是相对滞后的

正是科技文化意义上的科学精神的相对不足，导致近代科学技术未能在中国出现。近20多年来，我国的科技事业取得了巨大的成就，但仍未充分发挥出第一生产力的作用，其重要原因之一就是科技文化的落后面貌未得到充分的重视。

四、弘扬科学精神

1科学精神的几种诠释

科学精神是人类在长期科学活动中逐渐形成和不断发展的一种主观精神状态。由于科学首先是一种认知活动，最早的科学精神主要表现为一种理想化的认知态度。此后，科学成为一种建制化的社会活动，科学精神发展为一种理想化的社会关系规范。而科学的社会建制化又使得科学与社会的互动日益凸显，科学精神由此进入文化价值判断领域，成为科技时代一种重要的人类价值观。

（1）在认知层面，科学精神的核心内涵是理性精神，即相信自然界存在一种内在的法则，人们可以通过科学方法努力寻找反映自然法则的自然规律。

（2）在社会建制层面，科学精神是科学共同体的理想化社会关系准则，这就是科学社会学的创始人默顿所称的科学的“精神气质”。

（3）在文化价值层面，科学精神的展开，体现了作为先进文化的科学与社会的互动。

①在认知层面和社会建制层面的科学精神中所体现出来的独特内涵，被提升为具有更广泛意义的社会文化价值，成为值得在全社会倡导的价值观念。

②社会也从其实际需求的角度，通过社会价值评价，反过来对科学精神加以倡导。

2科学知识、科学思想、科学方法与科学精神

在科学知识、科学思想和科学方法三者之中，科学思想是最为重要的环节。

（1）如果说科学思想对于科学知识的作用是提供一种具有认识论意义的总体性的理论框架的话，科学思想对于科学方法的作用则在于提供具有方法论意义的理论大思路。从逻辑关系来讲，既可以先有思想后有方法，也可以在对方法的思考中将其提升为思想，而在更多的情况下，两者是相互促进的。

（2）科学精神是科学活动中所体现出的文化价值和精神，具体表现在科学知识、科学思想和科学方法的各个层面和环节中。

（3）科学知识是人类智慧宝库中的珍珠，必须用一根银针带着金线才能将它们穿起来，科学思想是穿珍珠的金线，科学方法好比银针，科学精神则是整串珍珠所发出的智慧之光。科学就是这样一串绚丽的项链。

3求真务实

求真是与不可知论和宿命论完全相反的对待问题的态度，是对人的主观能动性的自觉和自信；务实是与纸上谈兵和故弄玄虚根本不同的处理问题的作风。

（1）求真：对自然规律的执著追求

爱因斯坦讲过一句意味深长的话：“上帝是微妙的，但不故意捉弄人。”他所说的上帝指的是自然规律，这句话意指自然规律虽然深奥，但可以为人们所认识。在科学中，求真的态度的实质内涵就是对自然规律的执著追求。如果没有这种求真的态度，科学就只能仅仅停留在搜集和整理资料的博物学阶段。

（2）务实：通向真理的道路

对经验事实的科学观测和分析，与对世界的直观考察和常识性思考是根本不同的。其最大的差别在于，不论多么简陋的科学观测和分析，都是以某些自觉建立的科学概念和理论体系为描述工具和解释基础的，而常识性的思考是没有理论自觉的。也就是说，对经验事实的科学观测和分析，绝非镜像式的反映，而是一个有选择的再现的过程。对经验事实的科学观测和分析，是科学务实作风最具体的表现，也是通向真理的必由之路。

4开拓创新

（1）开拓新视野

科学开拓的新视野还在不断更新，随着科学的进步，人们所见到的世界将可能与现在大不相同。

（2）发掘新力量

科学开拓的新视野，使人类对自然和自身有了更广泛深入的了解，也使人类从中获得了更多的力量。层出不穷的新材料、新能源，使人类拥有了可与地质力量相媲美的强大力量。

（3）拓展新空间

科学技术发掘出的源源不断的新力量，不断地改变着世界的面貌，改变着人们的生活，不断为人们拓展出新的空间。

（4）引入新方法

科学是方法的最大需求者，也是方法的最大生产者。科学每时每刻都要面对新问题，因而需要不断地引入新方法。

（5）激活新思想

思想从惊心动魄的思想冒险中获得。科学所面对的智力挑战一天大过一天，由此科学思想始终处于活跃的状态，思想与思想的碰撞很可能撞出新思想的火花来。

（6）培植新精神

科学活动不仅结出了科学硕果，也开出了精神之花。科学是一种文化活动，科学之于人的精神面貌和精神状态有一种不可替代的培植和涵育功能。如果不理解科学的基本精神实质，是难以体会出求实创新的精神意涵的。

五、科学精神内涵的展开

科学精神的内涵极其丰富，可以展开为理性精神、实证精神、分析精神、开放精神、民主精神、批判精神等诸方面。

1理性精神

科学首先是一种理性精神。这种精神把人与周围的世界分离开来，把自然界视为人类认识和改造的对象，即哲学家们的“客体”。它坚信客观世界是可以认识的，人可以凭借智慧和知识把握自然对象，甚至控制自然过程。这种理性的旨趣，不仅是一种崇高唯美的个人精神享受，而且是凸显人的力量的动力源泉，这就是培根所说的“知识就是力量”。

2实证精神

翻开任何一本大学自然科学课程的教科书，人们都能够找到一些被测量得无比精确的数据，在这些常数的背后，凝结着科学家们无数的汗水和心血。科学家虽然是一群热爱智力冒险的人，但他们一遍又一遍地实验、演算，绝不仅仅是出于某种特殊的癖好，而是源于科学活动本身所固有的实证精神。从本质上讲，实证精神是一种渗透于科学活动全过程的方法论灵魂。在人类从中世纪转向近现代的过程中，实证精神起到了一种视角转换的根本性作用。

3分析精神

16、17世纪的中国之所以没有出现近代意义上的科学，客观地讲，一个主要的原因就是没有客观分析精神。中国古代的统治者主要只关心位子坐不坐得稳，他们喜欢把天和地搅和在一起，搞了许多以天证人、自欺欺人的玩意儿。人和地搅和在一起，就不能把人和认识对象分离开，人在想问题的时候，一会想的是日月星辰，一会儿是皇帝的气数，结果人和地都被认识得稀里糊涂的。而笛卡儿提倡的分析精神就是先在人和认识对象之间划条“楚河汉界”，然后一步一步地解剖自然。这种思想在今天已经司空见惯，但在当时，意义却是非常之大，毫不夸张地说，这种精神使人成为新人，人从此因为能够思考自然而明确感知到自己的存在，从而成其为立于天地之际的大写的人。分析精神的出现，其意义丝毫不亚于石器的使用。

4开放精神

开放与封闭是现代社会与传统社会完全不同的两种立场。在传统社会中，人们生活于静态的世界图景之中，历史与其说是进步还不如说是一种绵延或循环。普通人为了有所归依，政教合一的统治者为了树立权威，不约而同地选择了绝对化和封闭化。一种东西一旦被认定为真理或道，就不容许再改变。少数人，如

亚里士多德、孔子、耶稣，成了至高无上的真理代言人，另外少数人则成为薪火相传的解释者，如朱熹、王阳明、托马斯·阿奎那等，至于其他人就只有听从的义务了。

5民主精神

20世纪初的中国新文化运动，将民主与科学并列为中国转向现代社会的首要动力。民主与科学是并行不悖的两个方面，民主精神之中不能没有科学精神，科学精神之中亦不可或缺民主精神。民主，最核心的精神是平等和参与。科学活动是一种富含民主精神的活动，道理很简单，真理面前人人平等。科学也有权威机制，但这种权威是为探求真理服务的，而不是为了权威搞权威，换言之，科学中的权威是相对的，真正的权威是真理，由于对真理的探索永无止境，所以任何人都只可能通过努力暂时地占有部分真理，而不可能永远作为真理的化身。

6批判精神

科学决不是唯唯诺诺的好好先生，批判精神也是一种重要的科学精神。批判，其目的在于明辨是非，它不是“文化大革命”时搞的那种大批判，而是凡事都要问个为什么，凡事都要摆事实、讲道理。批判精神源于科学的精神气质中所蕴涵的有条理的怀疑主义。为什么要怀疑？最根本的原因在于科学承认人的理性是有限的，科学对实证的强调也是出于这个原因。正是因为对世界的认识不能毕其功于一役，所以科学就只能老老实实地、一点一滴地在实证的基础上发展，而在这一发展过程中，不仅需要对观测的精确度以及观测所依据的理论的可靠性等问题进行质疑，更为重要的是，从事实跨越到假说和理论往往没有直接的逻辑通路，而常常是一种理论冒险，需要对其前提、推演和结论作出批判性的反思。

1.2 课后习题详解

1什么是科学？何为科学的主要旨趣？

答：（1）科学的内涵

人们今天所讲的科学，是现当代意义上的大科学，其主要内涵包括三个方面：

- ①科学是一种以生产知识为目的的社会活动，它不再局限于个别科学家自发的认知过程，而表现为一种社会建制。
- ②科学作为特定的人类社会活动的成果，表现为一种动态的知识系统，而这种知识系统又是借助于相应的认识手段和方式生产出来的，构成当代观念和文化的重要方面。
- ③科学活动是整个社会活动的一部分，它与经济活动、社会活动、文化活动相互作用。

（2）科学的主要旨趣

从事科学活动的人有一种不懈求索的精神，其根源是：在科学的认知旨趣背后，还有一种更深层次的目的取向，那就是好奇取向：

好奇取向，就是指很多人之所以从事科学活动，在很大程度上是因为他们有一种抑制不住的冲动——揭示自然的奥秘。好奇取向的根源在于科学的早期形态是哲学的一部分，而哲学源于人对世界和存在的惊诧和好奇。由于人们易于将科学等同于科学的应用，所以往往会忽视科学这一独特的目的取向。将认知旨趣与好奇取向综合起来，就是科学所独有的内在旨趣，人们可以简而称之为“好奇认知旨趣”。

2什么是技术？何为技术的主要旨趣？

答：（1）技术的主要内涵

技术是指人们利用现有事物形成新事物，或是改变现有事物功能、性能的方法。技术应具备明确的使用范围和被其它人认知的形式和载体，如原材料（输入）、产成品（输出）、工艺、工具、设备、设施、标准、规范、指标、计量方法等。

（2）技术的主要旨趣

透过这些已经或正在发生的奇迹，我们可以看到技术的基本旨趣——控制自然过程和创造设计人工过程。这种旨趣体现了人对自然的能动关系，即人希望以技术为中介使自然成为人可以掌握的对象；意义更为重大的是，人们还试图用技术为自己编织一个人工世界。因此，技术不仅仅是对自然的改造，而且更是一种创造。

3为什么现在常常将科学与技术统称为科学技术或科技？

答：科学与技术的一体化是近代以来科学与技术发展的主要特征之一，正是在此意义上，人们将两者统称为科技。

（1）早期的技术被称为技艺，主要是指某种世代相传的手艺或技术诀窍。古时候，技术并未受到重视。西方人更注重哲学和科学，东方人则更关注人际关系和政治统治，因此匠人的地位都不高，他们只被看作是“社会生活所必需的灵巧的手”。这其中的重要原因是古代的技艺大多为经验型的技巧，一般的人假以时日便能掌握，并不需要太高的智力要求。

（2）技术的这种命运直到培根之后才得到改变

- ①培根提出“知识就是力量”的口号。其含义是：科学知识不仅是人对自然的认识，而且是人的真正力量所在，人们可以利用科学知识所揭示的自然规律控制自然，创造和设计人工世界。
- ②培根认为，要命令自然，就必须服从自然。命令自然所体现的就是技术的旨趣，而服从自然的前提是不断地探求自然的规律，这即是科学的旨趣所在。

（3）科学与技术连成一体

科学对技术的研究方式及发展速度、价值取向等都产生了深刻的影响。在一体化科学技术中，以寻求客观

本质规律为目的的基础科研，一般要以技术发展的未来范围为科研选题的主要依据，认识世界的活动明确地服务于改造世界的活动。应用研究与发展研究根据基础科研的最新成果，主动探索可导出的新技术原理和新技术应用，使得实用技术的发展基本上摆脱了已有经验的局限，而能够广泛灵活地运用各种新技术原理，在技术开发中实现最优的技术组合。科学家和工程师一起协作，互相启发，互相促进，对双方的研究发展工作都产生了积极的影响。

4试述科学技术的重要价值。

答：（1）科学技术在近代以来的发展，导致了从科学革命、技术革命到产业革命再到文明转型的创新浪潮。

（2）科技革命和产业革命的直接后果就是文明的转型。近代以来的前两次产业革命，带来的是从农业文明向工业文明的转型；当代高科技产业革命正在酝酿着工业文明向信息文明和生态文明的转型。

（3）科学的重要价值主要体现在三个方面：科学是“最高意义上的革命力量”、科学技术是“第一生产力”、科学技术是先进文化的基本内容。

（4）“科学技术是第一生产力”，科学知识原本是生产力中的一种要素，在此意义上，科学是以知识形态存在的一般生产力。

①在生产力要素层面，科学与技术的一体化进程使生产力要素得以重新整合，这一整合的结果就是科技成长为最重要的生产力要素。

②在现代社会经济生活层面，科技与社会化大生产的互动互促，使科技与经济融为一体，科技已经成为经济发展的有机组成部分。

（5）科学技术是先进文化的基本内容

科学作为最高意义上的革命力量，不仅表现为先进生产力，而且还是先进文化的基本内容。

5试述科学知识、科学思想、科学方法和科学精神之间的关系。

答：在科学知识、科学思想和科学方法三者之中，科学思想是最为重要的环节。

（1）如果说科学思想对于科学知识的作用是提供一种具有认识论意义的总体性的理论框架的话，科学思想对于科学方法的作用则在于提供具有方法论意义的理论大思路。从逻辑关系来讲，既可以先有思想后有方法，也可以在对方法的思考中将其提升为思想，而在更多的情况下，两者是相互促进的。

（2）科学精神是科学活动中所体现出的文化价值和精神，具体表现在科学知识、科学思想和科学方法的各个层面和环节中。

（3）科学知识是人类智慧宝库中的珍珠，必须用一根银针带着金线才能将它们穿起来，科学思想是穿珍珠的金线，科学方法好比银针，科学精神则是整串珍珠所发出的智慧之光。科学就是这样一串绚丽的项链。

6试述科学精神的核心意蕴。

答：科学精神是人类在长期科学活动中逐渐形成和不断发展的一种主观精神状态。由于科学首先是一种认知活动，最早的科学精神主要表现为一种理想化的认知态度。此后，科学成为一种建制化的社会活动，科学精神发展为一种理想化的社会关系规范。而科学的社会建制化又使得科学与社会的互动日益凸显，科学精神由此进入文化价值判断领域，成为科技时代一种重要的人类价值观。

（1）在认知层面，科学精神的核心内涵是理性精神，即相信自然界存在一种内在的法则，人们可以通过科学方法努力寻找反映自然法则的自然规律。

（2）在社会建制层面，科学精神是科学共同体的理想化社会关系准则，这就是科学社会学的创始人默顿所称的科学的精神气质。

（3）在文化价值层面，科学精神的展开，体现了作为先进文化的科学与社会的互动。

①在认知层面和社会建制层面的科学精神中所体现出来的独特内涵，被提升为具有更广泛意义的社会文化价值，成为值得在全社会倡导的价值观念。

②社会也从其实际需求的角度，通过社会价值评价，反过来对科学精神加以范导。

7试展开论述科学精神的内涵。

答: 科学精神的内涵极其丰富, 可以展开为理性精神、实证精神、分析精神、开放精神、民主精神、批判精神等诸方面。

(1) 理性精神

科学首先是一种理性精神。这种精神把人与周围的世界分离开来, 把自然界视为人类认识和改造的对象, 即哲学家们的“客体”。它坚信客观世界是可以认识的, 人可以凭借智慧和知识把握自然对象, 甚至控制自然过程。这种理性的旨趣, 不仅是一种崇高唯美的个人精神享受, 而且是凸显人的力量的动力源泉, 这就是培根所说的“知识就是力量”。

(2) 实证精神

翻开任何一本大学自然科学课程的教科书, 人们都能够找到一些被测量得无比精确的数据, 在这些常数的背后, 凝结着科学家们无数的汗水和心血。科学家虽然是一群热爱智力冒险的人, 但他们一遍又一遍地实验、演算, 绝不仅仅是出于某种特殊的癖好, 而是源于科学活动本身所固有的实证精神。从本质上讲, 实证精神是一种渗透于科学活动全过程的方法论灵魂。在人类从中世纪转向近现代的过程中, 实证精神起到了一种视角转换的根本性作用。

(3) 分析精神

16、17世纪的中国之所以没有出现近代意义上的科学, 客观地讲, 一个主要的原因就是没有客观分析精神。中国古代的统治者主要只关心位子坐不坐得稳, 他们喜欢把天和地搅和在一起, 搞了许多以天证人、自欺欺人的玩意儿。人和地搅和在一起, 就不能把人和认识对象分离开, 人在想问题的时候, 一会想的是日月星辰, 一会儿是皇帝的气数, 结果人和地都被认识得稀里糊涂的。而笛卡儿提倡的分析精神就是先在人和认识对象之间划条“楚河汉界”, 然后一步一步地解剖自然。这种思想在今天已经司空见惯, 但在当时, 意义却是非常之大, 毫不夸张地说, 这种精神使人成为新人, 人从此因为能够思考自然而明确感知到自己的存在, 从而成其为立于天地之际的大写的人。分析精神的出现, 其意义丝毫不亚于石器的使用。

(4) 开放精神

开放与封闭是现代社会与传统社会完全不同的两种立场。在传统社会中, 人们生活于静态的世界图景之中, 历史与其说是进步还不如说是一种绵延或循环。普通人为了有所归依, 政教合一的统治者为了树立权威, 不约而同地选择了绝对化和封闭化。一种东西一旦被认定为真理或道, 就不容许再改变。少数人, 如亚里士多德、孔子、耶稣, 成了至高无上的真理代言人, 另外少数人则成为薪火相传的解释者, 如朱熹、王阳明、托马斯·阿奎那等, 至于其他人就只有听从的义务了。

(5) 民主精神

20世纪初的中国新文化运动, 将民主与科学并列为中国转向现代社会的首要动力。民主与科学是并行不悖的两个方面, 民主精神之中不能没有科学精神, 科学精神之中亦不可或缺民主精神。民主, 最核心的精神是平等和参与。科学活动是一种富含民主精神的活动, 道理很简单, 真理面前人人平等。科学也有权威机制, 但这种权威是为探求真理服务的, 而不是为了权威搞权威, 换言之, 科学中的权威是相对的, 真正的权威是真理, 由于对真理的探索永无止境, 所以任何人都只可能通过努力暂时地占有部分真理, 而不可能永远作为真理的化身。

(6) 批判精神

科学决不是唯唯诺诺的好好先生, 批判精神也是一种重要的科学精神。批判, 其目的在于明辨是非, 它不是“文化大革命”时搞的那种大批判, 而是凡事都要问个为什么, 凡事都要摆事实、讲道理。批判精神源于科学的精神气质中所蕴涵的有条理的怀疑主义。为什么要怀疑? 最根本的原因在于科学承认人的理性是有限的, 科学对实证的强调也是出于这个原因。正是因为对世界的认识不能毕其功于一役, 所以科学就只能老老实实地、一点一滴地在实证的基础上发展, 而在这一发展过程中, 不仅需要对观测的精确度以及观测所依据的理论的可靠性等问题进行质疑, 更为重要的是, 从事实跨越到假说和理论往往没有直接的逻辑通路, 而常常是一种理论冒险, 需要对其前提、推演和结论作出批判性的反思。

第2章 科技变革中的人文关怀

2.1 复习笔记

一、科技发展与人类的精神危机

1 大众消费、个性消费和象征性消费

在科技革命和工业革命以前，消费只是少数王公贵族的特权，节俭是一般的有产者和无产者的共同美德，科技革命与工业革命打破了这一局面。

（1）大众消费的含义

现代工业化大生产使生产批量化，生产成本大幅度降低，产品价格急剧下降，再加上广告宣传的作用，消费很快就发展成为大众化的普遍行为，即大众消费。

（2）大众消费的影响

大众消费的生产和营销导致了相对的物质丰裕，进而导致了两种新的消费倾向：

- ①消费个性化。大众消费在功能上提供了齐一化的产品和服务，但它们所提供的生活环境难免缺乏个性，于是人们又提出了个性化的要求，信息技术的迅猛发展，特别是信息网络和智能化的柔性制造与服务系统等，使个性化的需求得以迅速甚至实时地反馈到生产和服务流程之中，为消费的个性化创造了条件。
- ②消费的象征性。大众消费不仅是物质商品化的深入发展，也是精神需求商品化的过程。在产品和服务功能相似的情况下，人们开始追求生活的品味，人们的消费越来越注重象征意义，消费在很大程度上已经成为人们获得社会认同的象征性行为。

（3）原因分析

不论是大众消费、个性消费还是象征性消费，都是公众消费心理与大型垄断性技术产业集团的有意诱导相互作用的结果，人们一旦放弃传统的节俭生活而选择现代消费，后者往往就会居于主导地位。从这个意义上来讲，技术与商业在很大程度上左右着公众的行为。

（4）负面影响

- ①人们一般都是依据传统经济学的思路，认为市场总能找到稀缺物的替代品，于是在不考虑自然资源和自然环境对污染的消化能力的前提下，想尽各种办法刺激消费。
- ②消费社会的弊端：资源的浪费和过度消耗，大量的废弃物使生态环境遭受空前破坏。
- ③越发达的国家就越能够尽可能多地享受消费社会的好处，而将资源和环境损失转嫁给不发达国家；不发达国家虽明明知道消费社会的负面作用，但为了发展，又不得不步发达国家的后尘。

2 传媒与大众文化

（1）传媒

传播媒介在信息技术的推动下不断发展，已经成为人们社会生活中须臾不可离的环境要素。传媒的重要功能是它们能够使信息得到广泛的传播，而这种功能也就决定了它们的生存之道：

- ①以广告或隐形广告的形式传播产品和服务信息。
- ②通过提供大众喜闻乐见的消息和节目以吸引广大受众，两者相辅相成。

（2）大众文化

大众文化常招来精英文化的批评，被视为与高雅文化相对立的通俗文化。

- ①大众文化既然能够为大众所接受并广为流行，必然有其合理性。
- ②尽管有商业化炒作的因素，但大众文化仍是公众文化旨趣的反映，是对精英文化的必要补充。

③大众文化的原创动力来自社会较低阶层的生活，它们较理性化的精英文化或高雅文化而言更凸显感性和直接的生命活力。

③大众文化具有巨大的内在活力，它往往不讳言身体的感受和本能的冲动，直面欲望所带来的狂喜和压抑。

④对于技术的发展来说，大众文化导致了文化娱乐需求的普遍化，而这种需求的持续膨胀极大地刺激了各种新奇的技术创新。换言之，大众文化的流行已经成为新技术应用的乐土，这一现象不禁引发了人们的思考：技术的最终目的是否是使人得以不断追逐新的快乐。

3信息技术发展所带来的重要变化

（1）信息技术的发展导致的革命性变化

交通与通信技术的发展使地理时空对人类交往的阻隔变得越来越小。

①远程的工作和学习成为可能，办公与教育方式变得更加灵活，在家工作和学习可能成为时尚。

②人的交往面大为拓展，信息网络一方面将使人的身份认同和交往方式虚拟化、复杂化，另一方面又使得现实生活中的交往更加深入。

③信息技术对地理时空的突破，使得具有经济和技术优势的区域的文化价值观念得以广泛传播，并将带来文化际的新冲突和新融合，这是势不可当的全球化进程的一部分，民族国家面临的困难是：如何在保持本土核心价值理念的同时融入世界潮流。

④竞争的全球化，信息的全球实时流通，正在使区域竞争强者这一概念消失，唯有全球领先者才能居于不败之地。

（2）社会生活对技术系统和技术化的社会运行体制的依赖的主要表现

①在传统社会中，人们依靠信仰（信念）或常识对日常事务作出决策。在科技社会中，理性判断的前提之一是尽可能地避免各种先人为主的成见，信仰（信念）与直观素朴的经验被排除在决策依据之外，受到“存封”。但是，在另一些情况下，对信仰（信念）和直观素朴经验的“存封”，反而导致了决策依据的争端。

②在科技社会中，个人对专家系统的依赖是无所不在的。个人与专家系统的关系可以用信任与承诺来概括。这种信任是由无知和缺乏信息导致的，因而难免成为实质上的盲目信任。而专家的承诺往往是难以监督的，故本应该受到质疑。

（3）科技活动可能引发的高风险后果

①科技时代人的生活所面临的最大的现实困境是科技活动可能引发的高风险后果，它使人的生活变得极端不确定。由于科技活动所依据的理论具有不确定性，加之利益价值因素的负载，使处于持续和加速创新势态的科技活动总是伴随有越来越大的风险，这种风险在经济与科技全球一体化的情势下，将可能导致广泛而深远的后果。

②科技的发展已经使风险成为人们生活的时代必须面对的因素。

（4）技术本质上是一种伴随着风险的不确定性的活动

①理论上的不确定性。现代技术的基础是科学理论，而科学理论从本质上讲都是有待检验的知识，技术绝不仅仅意味着是对绝对的科学真理的正确无误的应用。技术人员与其说是把握了知识的应用者，不如说是处在人类已有知识限度的边缘的抉择者。

②设计中的不确定性。任何设计都要受到目的、时间、资源和投资人的意图等多种因素的制约，完全周密的设计是不存在的。在设计中，设计者必然要对实际的技术过程加以模型简化，一些因素被认为是次要的而被忽略，一些风险则被认为可以接受，这些都难免会忽视潜在的重要因素和巨大风险。

③操作中的风险。再完美的操作规程也不能完全消除各种系统偏差和偶然偏差，人的操作失误，机器的失灵，加之各种环境意外的发生，使技术操作的风险与技术过程总相伴随。

（5）专业化蕴涵的风险

①科技革命加速了社会分工的步伐，各种专业分工的大量出现和门类的再细分是现代社会的景观，这

是现代社会逐渐理性化的结果。

②作为现代人的生存要素，专家系统本身是具有风险的。其中，最大的问题有两点：

a. 专家能否对公众负责任。这个问题又包括两个方面，一是专家有没有能力解决公众所求助的问题；二是如果专家有足够的力量，他会有多大的责任心。

b. 专家是否会谋取不当私利。这是一个极其敏感的问题，专家谋取某些私利的现象是无法避免的，问题是专家会不会利用公众的信赖一味地谋求私利，完全不顾公众利益。

（6）科技发展对人的影响

人生的最高境界是实现自我的价值。

①在前现代社会中，个体的价值追求大多被框定在宗教信仰与传统价值信念体系内，个人的行为权利往往被各种各样的禁忌划定了范围，人的行为模式和生活方式是规定性的程式，因而大多数人的自我实现是被动的。

②通过对自然过程的揭示和控制，科技活动以实证经验动摇了传统信念体系的事实基础，传统的禁忌一个个地被打破了。其中，最具深远影响的是，人们不再讳言对物质利益的追求，这可以说是任何一个传统社会向现代社会转型的重要标志。

③当人们将自我实现的主要目标从服从神的意志或践履伦常的义务转向对物欲的追求之时，科技的发展为人提供了越来越多的物质享受和便捷。于是，人对物质的追求与科技相互促进，使世界成为一个物质化的世界，同时，也使人生的价值与对意义的追求带上了浓重的物化色彩。

④社会以创造财富的能力作为衡量个人人生价值的主要标准，从而使人陷入自我实现与物化的两难困境。

a. 随着科技的发展，人的交往面呈现出加速拓展的趋势，人与人之间的关系模式也发生了重大变化。

b. 在人生意义问题上，一方面，生命科学的发展继冲破神创论之后，将其对生命物质的控制能力推向了基因层面，有关人生意义的超验解释受到了空前的挑战。另一方面，生活在物欲横流、充满变数的现代社会中的芸芸众生，比以往任何时代都更需要终极关怀。

4世界的“物质化”与“消费蛀虫”的孳生

（1）现代科技革命对人类精神生活最大的冲击之一，就是把一切精灵、魂魄、魔鬼和上帝都逐出了自然。

（2）自然科学同时也把“目的因”逐出了自然。它把自然视为纯粹的客体 and 对象，视为不具有自觉意识和情感的“空洞的物”，这就是世界的“物质化”或“世俗化”。

（3）整个世界都被物质化了，一切目的、价值、理想和偶然性都不再重要，一切自由、创造性、意志和人格都不复存在。宿命统治了宇宙，所有人类活动都变得毫无意义了。

（4）马克思对资本主义拜物教的本性早有精辟的洞见。他指出，资本主义社会从一开始就是这样一个社会，在其中，一切都把自己投射到金钱这个大法器上了。马克思寄希望于赤贫的无产阶级来打破资本主义的拜物教，寄希望于他们能够掌握辩证唯物主义——一种既坚持物质的第一性又强调意识的能动性和主体自由意志的革命哲学。

（5）无产阶级革命虽然未能在西方世界取得普遍成果，但其吹响的号角却惊动了资产阶级。为了维护自己的统治，战后资本主义国家一方面采取了一些带有社会主义色彩的福利措施，一方面大力培养了一个富裕、稳定和占人口大多数的中产阶级。在这一历史背景下，享乐主义和消费主义的价值观被大力宣扬，并达到了前所未有的喧嚣程度。现代科技革命的成果，继在战争中被滥用于屠杀人命后，又在和平时期被滥用于满足纯粹的物质享受。

（6）在资本主义制度的强大压力下，普通人自觉不自觉地也身陷其中，丧失了自我的人格乃至尊严而成为“消费蛀虫”，陷入繁荣的空白感和文化虚无主义。除了物质商品，他们再不知道还有什么可值得追求的，他们没有任何可以依靠的精神坐标，人性和生命的意义也都不再被珍视。

（7）消费主义

①消费主义的直接后果是对自然的奴役。既然自然已经被祛魅，既然消费是人的唯一目标，那么自然界除了可以满足人类的消费需要外，就不再有任何别的价值了，人们就可以漫不经心地对待自然的馈赠——自

然资源。

②消费主义也加剧了资本主义社会的扭曲和畸变，造成和加剧着这个社会中的紧张感和疏离感。于是出现了这样具有讽刺意味的现象：就在科技革命使人际间的空间距离缩短的同时，人际间的心理距离反而被拉大了。

5 终极追求的偏航

并不是所有人都沉沦于消费主义的陷阱。

（1）在现代社会中，仍然不乏坚持对人类精神奥秘作孜孜不倦思考的求道之士，亦不乏将自己的思想付诸实践的力行之人。他们对精神生活的渴望，对终极价值的追求，只要出于真诚，都是可敬佩的，其结论和方法也是可借鉴的。

（2）问题在于，他们当中的绝大多数都偏向了各种歧途。最突出的仍是来自知识界，尤其是人文知识界的终极追求。他们深刻地洞见了现代资本主义制度下个体的处境，却又在摆脱这种处境的过程中偏向了另外的歧途。

（3）由于知识界的逻辑分析迟迟得不出令人满意的结果，在精神生活方面，社会大众实际上已经对知识界的训导淡漠了，而追随那些直接来自于直觉、灵感感悟和一时机智的终极理想。知识分子被“边缘化”了。与此同时，摇滚乐、致幻剂和非主流宗教等种种非主流文化，作为精神生活的代用品而大行其道。这些非主流文化常常借助科技成果而使自己显得强大。

二、流行的反科技思潮及其悖谬

当代西方流行着一股不可忽视的反科技思潮。这种思潮的波及面甚宽：有哲学家反对科学技术的理论思辨，也有未来学家鼓吹“技术悲观论”的颇有影响力的研究报告，还有像绿党那样的政治组织和绿色和平组织的直接干预行动等。它们的共同特点是：更多地看到现代科技对人、自然和社会的负面影响，对现代科技持一种悲观主义的否定态度，并且在理论上或行动上反对或抵制现代科技。

1 后现代思潮的冲撞

（1）科学技术和人类精神生活的冲突，实质上是人类精神自身的内部矛盾，这种内部矛盾在资本主义制度下尤为突出甚至是畸形的。因此，一方面人们不满于科技革命的压力，另一方面又无法控制住自己不去进一步推进科技革命。在西方发达国家，这一点表现得至为明显。

（2）随着科技的进一步发展，其对人类精神生活的影响方式也发生了变化。

2 后现代思潮

（1）后现代思潮的最显著特点之一，就是对“大理论”“大哲学”“大思想”的怀疑。后现代思潮有其反科学的一面。

（2）后现代思潮之反科学，只是其整体立场的一个侧面，一个必然推论，而不是其基本出发点。在某种意义上，后现代思潮恰恰也从20世纪的科学哲学运动中吸收了营养。

（3）从本质上来说，后现代思潮中包含着对人类精神世界的终极目标、人类普遍命运的极大关注。

（4）后现代思潮分析较多的通常是“知识”背后隐藏的权力结构，这个分析过程也就是“解构”的过程，因为它将抹去围绕着“知识”的神圣光环。

（5）后现代思潮中体现着对于整个现代文明中那些最深层次矛盾的反思和批判。这些最深层次的矛盾之一，正是人们所一直讨论的科学世界观与人类价值观之间的深刻矛盾。

（6）后现代思潮正确地指出：不能用现有的方式讨论什么终极价值、人类精神之类的问题，否则人们将无法摆脱种种逻辑上的矛盾。

3 现代科技与人文精神的对立？

（1）现代许多思想家认为，科学技术通过对自然、社会 and 文化的控制，造成了同人的对立和同人文精神的对立。概括地讲，导致这种对立观点的根源有两个：

①将科学技术在资本主义条件下的异化直接归咎于科学技术本身，而不是归咎于其资本主义的应用。在资

本主义条件下，发生异化的不仅仅是科学技术，像艺术等其他文化形式也往往会不可避免地发生异化，因此，若将科学技术与人和人文精神对立起来，而将看做是“人们对解放形象的向往”，显然是没有道理的。

②对科学技术的理解没有超出狭隘的功利主义和实证主义的视野。问题在于这种理解是错误的，至少是极为片面的。如果超越狭隘的功利主义和实证主义的视野，人们就会看到科学技术及其精神与人的自身发展和人文精神的一致性。

（2）科技与人文不仅不必然对立，而且还具有内在的统一性。

①科学技术本身就是一种与人类的理想和自由密切相关的高层次文化。它集中体现了人类对知识和真理的追求。它是人类文明的重要组成部分，是任何其他文化所不能替代的。

②科学技术活动作为一种理性活动，对于推动人的理性思维和智力发展有巨大而深远的作用。

③科学技术与人自身的发展最深刻的一致性还在于科学技术是第一生产力。科学技术对于人的解放起着十分关键的作用。

（3）科技的两重性

马克思对机器及其背后的科学技术，有着远超出同时代经济学家、社会学家和哲学家的洞见。他抨击了机器的非人道使用，也肯定了资本主义的开化与进步，尤其是资本主义对发展社会生产力的巨大推动作用。马克思一向避免掉入两个陷阱：保守的浪漫主义和形而上学的机械论。机器，乃至科学技术的一切发现与发明，在原始资本主义条件下，被扭曲为非人性的力量。就其自身而言，乃是一种在历史上起革命作用的力量——在大工业体制中，科学已经并入生产并成为直接生产力。

4在人类精神对立的两极中平衡

在原始的思维中，人类精神已表现出对立的两面性：一方面孕育着秩序和理性；另一方面则意味着迷狂和本能。这就是阿波罗精神与狄奥尼索斯精神。

（1）阿波罗精神

奥林匹亚的太阳神阿波罗象征着光明与理性，理性意味着严格的因果性和决定论，是规律与秩序的代名词，人们正是在这个意义上使用诸如“自我理性”“绝对理性”等概念的，也正是在这个意义上，全知全能的上帝被神学家视为理性的化身。

（2）狄奥尼索斯精神

与理性精神或阿波罗精神相对立的是酒神精神或狄奥尼索斯精神，它的特征是神秘的迷狂状态和“天人合一”式的内心体验。在纵欲、酗酒舞蹈、服药和神秘的宗教仪式过程中，原始人的狄奥尼索斯精神被充分唤起。

（3）二者的影响

狄奥尼索斯精神泛滥会带来可怕的后果，绝对的阿波罗精神将把世界全盘留给客观、冷漠而又全知全能的上帝，从中逐除人的地位，至多留给人一份终生侍奉上帝的职业。它将取消自由意志。取消人生的价值，使人类历史堕落为由蛋白体构成的可怜虫在一个小小的星球上诞生、生长复又绝灭的过程。

三、科学与非科学的互补

1科学、非科学、反科学、伪科学

（1）科学的特征

科学，首先是自然科学，在认识论和方法论方面的主要特征是：

①具体性。科学将世界分门别类进行研究，它们的对象是具体的、特殊的物质运动，相对于无限世界的永恒问题而言，它们一般只提出和设法解决现实对象的有限问题。

②经验性。科学以经验为出发点和归宿。起于经验（由观察、实验而来）、迄于经验（用实验对所得到的科学认识进行检验），力求不背离经验。

③精确性。科学要求得到的结论是系统而明晰的，彼此联系、不矛盾，通常都能用公式、数据、图形来表

示，其误差限制在一定的范围之内。

④可检验性。科学的结论不是笼统的、有歧义的一般性陈述，而是个别确定的、具体的命题，它们在可控条件下可以重复接受实验的检验。可检验性至少包含三层意思：

- a. 它意味着科学实验是最基本的科学实践活动，实验方法是科学的标志，是最重要的科学方法。
- b. 它为科学假说提供了一个基本的方法论原理，不论提出假说还是鉴别假说都应当遵循这个原理。
- c. 它是科学发现获得社会承认的基本条件，在这里表现为实验结果必须可以再现的可重复性特点。

（2）伪科学

- ①它是一种特殊的非科学，实为非科学，却要伪装成科学，不承认自己的非科学身份。
- ②它也是一种反科学，违背科学精神，不遵循公认的科学规范，起着破坏科学的作用，伪装是它的特征。

（3）反科学

- ①反科学主要是对科学的否定性评价，它并不自称为科学，反而直截了当地批判科学，揭科学的短。
- ②反科学反对把科学方法视为万能准则和最高准则，反对排斥其他方法，反对只用科学方法来仲裁政治、道德、法律、艺术、情感等一切人类问题。
- ③反科学在原则上是有合理性的，是科技与文化整合中不可缺失的一个成分或方面。
- ④反科学的问题在于其片面性，正如把科学看做是万能的不符合事实一样，把一切灾难归之于科学更是荒谬的。

2科学与迷信

科学与迷信的斗争在现代是很复杂的，既要警惕打着科学旗号的迷信，又要防止对科学的迷信。

（1）现代迷信伪装成科学，以售其奸，这是当前思想斗争的一个重要特点。迷信是一种伪科学，它虽然打着科学的旗号，冒充科学，具有一定的欺骗性，但假的毕竟是假的，在关键的地方必定很不规范。

（2）伪科学的表现

- ①它们常常惊动有权势者，这些人或者糊涂，或者别有用心。
- ②它们也吵着要用科学实验来验明正身，有时会通过关系找一些权威的科学家和权威的科学机构作佐证，钻科学的空子为自己贴金。
- ③它们还善于通过非科学的手法来为自己扩大影响，其中文艺作品和新闻传媒出力最多，流风所及，假作真时真亦假。

（3）中国的伪科学大致有几种类型，危害各不相同，要作具体分析。

- ①江湖术士型。他们一般有点“功夫”，会几招拳脚和杂技，还能算命、星占、解梦、表演硬气功等，有的还具有特异功能。
- ②学术骗子型。他们或多或少有点科学知识、接受过一些科学训练，一般不安于现状，喜欢投机取巧，出人头地。但他们的功夫主要不是用在按照科学规范所进行的老老实实的运作上，而是在科学之外走路子、钻门子。
- ③政治骗子型。有些达官贵人为了某种政治目的，利用和支持那些学术骗子，其中一些学术骗子有了权之后更成为政治骗子。他们从事伪科学活动，宣传伪科学结论。
- ④商业骗子型。这在体制转型期间比较流行。由于科学在中国有极高的声誉，打着科学的旗号往往更容易博得大众的信任，因而它成为许多骗子的首选。

（4）打击伪科学，归根到底要在规范学术行为、政治行为和商业行为方面下工夫，建立反欺诈的法律体系和监控机制。另一方面，大众传媒对此也要负一定责任，如果传媒能够杜绝或减少为伪科学做宣传，就可以防患于未然，降低各种伪科学活动带来的经济损失乃至社会损失。提高大众媒介的科技水平，是一个至

关重要的问题。

（5）历史反复告诉人们，科学与迷信的斗争是不会停息的。在科学时代，要特别警惕那些打着科学旗号的迷信。不要一听到以科学名义叫卖的东西就相信，对那些自称是科学的东西，不能轻信，必须仔细分辨。

（6）科学的定位

①在现代社会这个复杂系统中，科学固然起着主导作用，但科学不是全体，更不是一切。有许多非科学的东西，它们自身本来就有存在的合理性，但并不需要硬说成是科学。诸如文化背景、宗教和民族传统、艺术风格、社会习俗等，它们对于社会发展是十分重要的，有时是非常关键的，但它们却不是科学。所以，不能一概否定非科学。

②应当注意一个对科学的迷信问题。现代迷信的一种重要形式是把真理绝对化，形而上学地看待科学。人们要矫正一种误解，即认为只要有科学就可以解决问题，或者只有科学才能解决问题，别的一切都是毫无意义的。

③科学的确是历史前进的伟大杠杆，但是科学并不能自己成为动力，它需要一定的体制和机制与之相配合，还要有特定的历史主体的人去把握。

④在发挥科学的作用时，还必须自觉地避免它的副作用。实际上，当代人口、资源、环境危机等全球问题的产生，是与科学技术的高度发展相关联的。环境污染造成生态危机，物种濒临灭绝使生物多样性丧失，利用高科技武器侵略他国谋求霸权等新问题提醒人们，需要认真控制科学，防止科学技术可能带来的负面影响。

3科学与“末日预言”

（1）用科学来寻找世界末日预言的“证据”，不过是一种对世界末日预言的解读而已，并且是一种拙劣的解读。

（2）不要认为科学可以消除“末日预言”，历史总是提醒人们不能继续陶醉于“人类主宰一切”这种自我膨胀的虚伪。

4新一轮科学化浪潮的检视

（1）改革开放以来的科学浪潮

①考察改革开放以来中国的科技文化，不难看到一个明显的、与“文化大革命”时期相比几乎是天翻地覆的变化：“科学技术”一下子从极不受重视的地位，成为出现频率最高的一个时髦词语。

②这一段时期社会上绝大多数人都同意的实际上是，“科学（技术）”乃至与之有关的概念、结论和行动，具有某种权威性。用后现代主义的术语讲就是，“科学（技术）”有助于构成“权威话语”。

③但是，一旦问及这种权威性的具体根源和更精确的形态，问及不同人对“科学（技术）”的理解方式，就会发现巨大的差异和各种各样的思想纲领，以至于很难用任何一种“主义”来统一地命名之。

④与其将改革开放以来对科学技术的推崇称之为“科学主义的第二次兴起”（第一次是指20世纪20年代初的“科学与人生观”大论战），不如称之为“新一轮的科学化浪潮”。

⑤大致地说，在20世纪70年代末80年代初推动这场科学化浪潮的，主要有三大动机：功利的动机、学术的动机和政治的动机。

（2）推崇科学技术的动机

①马克思主义的科学观。这主要归功于1978年开展的“真理标准大讨论”，那次讨论重申了“实践是检验真理的唯一标准”的马克思主义观点，把马克思主义从“左”的思潮污染中清洗出来，恢复了其本来面目。由此形成了以“尊重实践、尊重事实”“不唯上、不唯书”“实事求是”等为内涵的马克思主义对“科学”的理解。如果科学仅指狭义的、严格实证的科学，那么上述理解当然还有欠精确之处，但如果从广义的角度，从坚持科学精神的角度来理解科学，则上述对科学的理解是十分正确的。

②学习西方科学哲学而形成的科学观。早在20世纪70年代末对波普尔等西方科学哲学家就有较多研究，逻辑实证主义、历史学派等也已引起国内学者的注意，80年代以后学习引进西方科学哲学形成一个高潮，很多学者从中汲取营养并提出了自己的比较成熟的看法。

③科学决定论的科技观。这种观点对矫正“文化大革命”时期轻视科学技术的倾向是颇为积极有力的，但它又过分夸大了科学技术的作用，似乎科技是万能的，科学方法也应无限制地加以推广运用。实际上，企望每个普通公民都能迅速掌握并运用科学方法也是不现实的。

5克服科学主义与人文主义的虚假对立

（1）在当前中国，由于社会转型时期不可避免的脱序效应，非理性主义的倾向颇有市场。用迷信的或实用主义的态度崇拜科学者均有之，这使伪科学有了一定的土壤。宣称科学与人文精神的对立而非议甚至否定科学者，亦可成为时髦。

（2）当今在西方比较流行的“反科学”思潮，以“对科学的迷信”的批判者自居，是对科学与社会发展负面结果的一种畸形回应。

①现代科技成果的社会效用的确不易把握：原子能可以造福人类，也可以毁灭文明；克隆技术具有诱人的前景，也可能产生棘手的伦理难题；科学拥有巨大的力量，但它的作用方向并不是科学自己能完全决定的。面对这些矛盾，不能轻易断言：凡是科学工作，必将获得正面评价。

②当代科学理论的革命性进展，特别是相对论和量子力学的胜利、分子生物学的成功，使得要按照传统科学规范取得新的重大突破愈来愈困难，这种状况在科学家内部产生了“科学终结论”，并成为反科学思潮的一种新形式。

6反科学思潮的合理性与片面性

第二次世界大战以来，西方科学哲学的主流转向对科学主义的批判。这种批判虽然使许多问题得以深化，但也造成了相对主义的流行。应当既看到反科学思潮所具有的一定的合理性，又要清醒地认识到它们的片面性。它们的基本倾向是对科学的确定性提出质疑。

（1）对科学确定性的质疑，在一定条件下有助于克服科学主义把科学绝对化的偏颇，但更应当看到，这种反科学思潮常常走向极端，把科学认识的相对性夸大为相对主义，以至于最终抛弃了科学的合理性。

（2）从历史上看，科学主义与人文主义的对立是存在的。但是，科学精神与人文精神之间的对立，在很大程度上则是现代人制造的一个幻象。科学主义的偏颇并不在于坚持科学理性或科学方法本身，而在于视其为人类理性的全部，又视理性为人类精神的全部。同样，人文主义，即强调人性中情感、直觉的一面，或强调个人的自主存在的价值的一面，但不能自诩为包容了“人”的全部，并将自己等同于人文精神。科学主义与人文主义乃是两种哲学倾向之间的争执，不是“人的哲学”与“非人的哲学”的分野，更不是科学精神与人文精神的对峙。

（3）科学精神与人文精神在理论上不是对立的，在实践中更是相容的。科学精神与狭义的人文精神一样，都是人类精神中弥足珍贵的组成部分。必须清醒地看到：支撑科学活动的科学精神，与科学主义是两码事，它同时也是其他人类活动的必要支柱。

（4）当前我国的现实问题在于：

①它基本上尚处于前现代化阶段，必须走向“现代化”。

②世界还在前进，相对于中国的超前发展已然形成气候，还没有现代化的中国人毕竟不能回避后现代化的要求。

四、传统文化与科学文化

人们无法摆脱历史。在现代化进程中，在实现科技与文化的整合以促进科技生产力现实化的进程中，历史的重负是人们不得不首先面对的复杂难题。

1传统文化的困境和出路

（1）“李约瑟难题”

①著名英国科技史家李约瑟曾经提出过一个有关中国的问题：“从公元前1世纪到公元11世纪的漫长岁月中，中国人，在应用自然知识于满足人的需要方面，曾经胜过欧洲人，那么，为什么近代科学革命没有在中国发生呢？”这个问题被称为“李约瑟难题”。

②“李约瑟难题”的核心思想是：中国文化为什么没能孕育出近代科技？

（2）中华文明的独特性

应当看到，中国的文明（包括科学）本来就有自己独特的传统和独立的发展道路。如果不受外界有力的影响，按照它自身的发展逻辑，它是没有理由非走向近代文明、形成科学文化、建立类似西方的近代科学不可的。

（3）中华文化并没有阻碍中国科技的发展

“中国传统文化”这个概念的外延是如此的不清晰，缺乏稳定性和持续性，要从中找出某些支持或阻碍科技文化成长的因素，不是件什么难事。但要找出一个稳定、一致、恒久的“深层结构”，说明它妨碍或推动了科技文化，则恐怕是项没有前途的工作。

2“传统文化的困境”

“传统文化的困境”，不是传统文化自身是否合理的问题，而是其在外来文化冲击下面临危境以及如何摆脱这种危境的问题。进而言之，它是指中国传统文化与今天占优势的西方文化怎样竞争的问题。而在这竞争中，“科学技术”是个关键的因素。哪种文化能更好地发展科学技术，哪种文化就极可能占据有利的地位。

关于科学技术如何发展这个问题，有两个方面的因素值得多加注意：一是知识分子（主要指科技型知识分子，也并不排斥人文型知识分子）在社会中的角色问题；二是“道”和“器”的关系问题。

（1）知识分子在社会中的角色问题

①中国传统文化中的“士”具有强烈的社会责任感，同时也有较高的社会地位。在某种意义上，“士”与西方中世纪的神职人员的社会角色不无相似之处。

②“士”与“官僚”之间有密切的联系，他可以很容易地从一种角色进入另一种角色，常常还能兼有两种角色，这是西方神职人员所不能比拟的。

③知识分子或者以道德训诫者的面目出现，于是容易与世俗权力相对抗；或者又以与世俗权力相认同的方式出现，从而陷身于政治。

④对中国知识分子的这种微妙的、难以实现中立化的地位，不能简单地加以批评，关键在于要建立相应的社会运行机制，为知识分子的社会责任感和行动意识找到适当的表达渠道，避免其损害知识分子的学术事业，乃至损及他们自身。

（2）关于“道”和“器”的问题

①关于“道”和“器”的问题，即中国传统文化中重视形而上、忽视形而下的问题，折射在当今的科技文化中重理论轻实践、重解释轻运作的研究取向。

②从更广的范围来看，科学技术的功利性与其内蕴的终极价值之间难以取得平衡。中国传统文化是倾向于强调终极价值的，而近代中国之引进科学技术，却主要是从“经世致用”“救亡图存”的功利目标出发而进行的，尽管科学技术在西方文化中也与特定的终极价值联系在一起。

3西方化的主张及其反思

当面临传统文化与科技之间的冲突时，一个颇具鼓动力的主张就是：干脆彻底地放弃传统文化，在各个方向和层面上全盘吸收和借鉴西方文化。这一主张用一个简明的公式表示就是“现代化=西方化”，它提供了一个整合科技与方化的可能思路。

（1）保守派完全拒绝睁开眼睛看世界，而激进派主张开眼看世界。

①到了18世纪60年代以后，激进派的头衔便让给了主张“中体西用”、主张学习西方先进技术、兴办实业的洋务派人士。

②到18世纪90年代，更激进的维新派则要求不仅要学习西方的先进技术，也要学习其政治制度，而洋务派“中体西用”的主张此时已显得保守。

③20世纪之后，像梁启超这样在过去被视为激进的维新人士又被视为保守者，其君主立宪主张被更激进的革命和民主运动所取代。

④20世纪20年代更有提出“全盘西化论”的胡适，主张“不读中国书”的鲁迅，在“科学与人生观论战”中提

出“科学之权威是万能的”的陈独秀，以及要把“孔孟老墨”都“丢在茅坑里30年”的吴稚晖。

⑤总之，追溯历史，似乎可以得到这样的印象：在日本入侵并对中国的科技事业给以致命冲击之前，越来越激进的西方化主张逐渐占据着社会思潮的中心。

（2）对于“西方化”的主张的反思

①在西方，以“东方主义”观点为代表的后现代主义思潮，极力主张破除“现代化—西方化”的迷信。

②在中国国内学界，对近代历史上的西方化倾向也进行了激烈的批评。有些学者甚至认为，20世纪初，国内弥漫着的激进思潮，那种急于建立一个西方式民主国家的心态，已经超越了必要的限度。

③以上这些观点，当然是不能接受的。不过，它们反映了近代以来中国的确曾经有过一段在思想上越来越西方化的历史，而当时人们的自我感觉和后来者对这段历史的评价，往往都过于乐观，认为这是一段不断进步的思想史。近代中国的西方化运动，尽管具有不可磨灭的历史意义，但从根子上、从学理上看，它们并没有为自己建立起一个充分可靠的依据。

④反对“现代化—西方化”的考虑主要来自两个层次：

a. 从价值观的层次看，以追随西方的方式实现现代化，将丧失中国文化的独特传统。这对保持全球的文化多样性来说，无疑是一大损失。因此，除非人们能十分有把握地断言西方化道路一定能给中国带来现代化，而且舍此之外别无他途，否则人们应该尽量避免走这条道路。

b. 从实践运作的可行性来看，西方模式不可能被完全照搬到中国的现代化，特别是科技事业的发展中。与发达国家不同，发展中国家置身于已走向全球一体化的现代跨国经济体系的挤压中，只有有限的发展空间和技术上创新的可能性。如果追随西方模式，则本国的科技力量有在技术上沦为发达国家附庸的危险。

4在功利主义与终极价值之间保持必要的张力

（1）功利主义与终极价值之间的分裂和整合问题，并不仅限于理性领域，它在非理性领域也同样存在。由于科学技术自身表现出的这两种取向都十分强烈，并且由于在科学技术事业中，这两种取向不得不进行合作，从而对它们的整合问题就凸显为一个极为紧要的问题。

（2）科学技术中的两个方面，一开始是互相平行地发育起来的

①从一批试图理解宇宙奥秘、追求造化之美乃至证明上帝的至真至善至美特性的知识分子那里，诞生了近代科学。

②从一些讲究实际应用、追求增进社会福利的工匠和知识分子那里，则发轫出近代工艺和技术传统。

③它们在早期虽有交叉渗透，但未成气候。然而，工业革命之后，科学技术表现出无可抗拒的一体化倾向。科学借助技术而超越纯粹的知识形态，物化为强大的生产力，技术借助科学冲破单纯的实用藩篱而步入意识形态的殿堂。今天人们常常不加区分地把科学和技术统称为“科学技术”，但这并不能就此消弭其中隐含的功利主义与终极价值之间的裂痕。

2.2 课后习题详解

1科技革命如何改变人类的精神生活？

答：（1）人生的最高境界是实现自我的价值。

①在前现代社会中，个体的价值追求大多被框定在宗教信仰与传统价值信念体系内，个人的行为权利往往被各种各样的禁忌划定了范围，人的行为模式和生活方式是规定性的程式，因而大多数人的自我实现是被动的。

②通过对自然过程的揭示和控制，科技活动以实证经验动摇了传统信念体系的事实基础，传统的禁忌一个个地被打破了。其中，最具深远影响的是，人们不再讳言对物质利益的追求，这可以说是任何一个传统社会向现代社会转型的重要标志。

③当人们将自我实现的主要目标从服从神的意志或践履伦常的义务转向对物欲的追求之时，科技的发展为人提供了越来越多的物质享受和便捷。于是，人对物质的追求与科技相互促进，使世界成为一个物质化的世界，同时，也使人生的价值与对意义的追求带上了浓重的物化色彩。

④社会以创造财富的能力作为衡量个人人生价值的主要标准，从而使人陷入自我实现与物化的两难困境。

a. 随着科技的发展，人的交往面呈现出加速拓展的趋势，人与人之间的关系模式也发生了重大变化。传统社会生活中占主导地位的亲密关系已经让位于交易过程中的纯粹关系。在日益增多的交往行为中，交往的自由原则常常为利益原则所取代。

b. 在人生意义问题上，一方面，生命科学的发展继冲破神创论之后，将其对生命物质的控制能力推向了基因层面，有关人生意义的超验解释受到了空前的挑战。另一方面，生活在物欲横流、充满变数的现代社会中的芸芸众生，比以往任何时代都更需要终极关怀。

（2）并不是所有人都沉沦于这样的消费主义陷阱。

①在现代社会中，仍然不乏坚持对人类精神奥秘作孜孜不倦思考的求道之士，亦不乏将自己的思想付诸实践的力行之人。他们对精神生活的渴望，对终极价值的追求，只要出于真诚，都是可敬佩的，其结论和方法也是可借鉴的。

②问题在于，他们当中的绝大多数都偏向了各种歧途。最突出的仍是来自知识界，尤其是人文知识界的终极追求。他们深刻地洞见了现代资本主义制度下个体的处境，却又在摆脱这种处境的过程中偏向了另外的歧途。

③由于知识界的逻辑分析迟迟得不出令人满意的结果，在精神生活方面，社会大众实际上已经对知识界的训导淡漠了，而追随那些直接来自于直觉、灵感感悟和一时机智的终极理想。知识分子被“边缘化”了。与此同时，摇滚乐、致幻剂和非主流宗教等种种非主流文化，作为精神生活的代用品而大行其道。这些非主流文化常常借助科技成果而使自己显得强大。

2反科技思潮的特点是什么？试评述之。

答：当代西方流行着一股不可忽视的反科技思潮。这种思潮的波及面甚宽：有哲学家反对科学技术的理论思辨，也有未来学家鼓吹“技术悲观论”的颇有影响力的研究报告，还有像绿党那样的政治组织和绿色和平组织的直接干预行动等。它们的共同特点是：更多地看到现代科技对人、自然和社会的负面影响，于是，对现代科技持一种悲观主义的否定态度，并且在理论上或行动上反对或抵制现代科技。

（1）后现代思潮的冲撞

①科学技术和人类精神生活的冲突，实质上是人类精神自身的内部矛盾，这种内部矛盾在资本主义制度下尤为突出甚至是畸形的。因此，一方面人们不满于科技革命的压力，另一方面又无法控制住自己不去进一步推进科技革命。在西方发达国家，这一点表现得至为明显。

②随着科技的进一步发展，其对人类精神生活的影响方式也发生了变化。

（2）后现代思潮

①后现代思潮的最显著特点之一，就是对“大理论”“大哲学”“大思想”的怀疑。后现代思潮有其反科学的一面。

②后现代思潮之反科学，只是其整体立场的一个侧面，一个必然推论，而不是其基本出发点。在某种意义上，后现代思潮恰恰也从20世纪的科学哲学运动中吸收了营养。

③从本质上来说，后现代思潮中包含着对人类精神世界的终极目标、人类普遍命运的极大关注。

④后现代思潮分析较多的通常是“知识”背后隐藏的权力结构，这个分析过程也就是“解构”的过程，因为它将抹去围绕着“知识”的那圈神圣光环。

⑤后现代思潮中体现着对于整个现代文明中那些最深层次矛盾的反思和批判。这些最深层次的矛盾之一，正是人们所一直讨论的科学世界观与人类价值观之间的深刻矛盾。

⑥后现代思潮正确地指出：不能用现有的方式讨论什么终极价值、人类精神之类的问题，否则人们将无法摆脱种种逻辑上的矛盾。

3如何看待科学与伪科学？

答：（1）科学的特征

科学，首先是自然科学，在认识论和方法论方面的主要特征是：

①具体性。科学将世界分门别类进行研究，它们的对象是具体的、特殊的物质运动，相对于无限世界的永恒问题而言，它们一般只提出和设法解决现实对象的有限问题。

②经验性。科学以经验为出发点和归宿。起于经验（由观察、实验而来）、迄于经验（用实验对所得到的科学认识进行检验），力求不背离经验。

③精确性。科学要求得到的结论是系统而明晰的，彼此联系、不矛盾，通常都能用公式、数据、图形来表示，其误差限制在一定的范围之内。

④可检验性。科学的结论不是笼统的、有歧义的一般性陈述，而是个别确定的、具体的命题，它们在可控条件下可以重复接受实验的检验。可检验性至少包含三层意思：

a. 它意味着科学实验是最基本的科学实践活动，实验方法是科学的标志，是最重要的科学方法；

b. 它为科学假说提供了一个基本的方法论原理，不论提出假说还是鉴别假说都应当遵循这个原理；

c. 它是科学发现获得社会承认的基本条件，在这里表现为实验结果必须可以再现的可重复性特点。

（2）伪科学

①它是一种特殊的非科学，它实为非科学，却要伪装成科学，不承认自己的非科学身份。

②它也是一种反科学，它违背科学精神，不遵循公认的科学规范，起着破坏科学的作用，伪装是它的特征。

4现代迷信为什么往往打着科学的旗号？

答：科学与迷信的斗争在现代是很复杂的，既要警惕打着科学旗号的迷信，又要防止对科学的迷信。

（1）现代迷信伪装成科学，以售其奸，这是当前思想斗争的一个重要特点。迷信是一种伪科学，它虽然打着科学的旗号，冒充科学，具有一定的欺骗性，但假的毕竟是假的，在关键的地方必定很不规范。

（2）伪科学的表现

①它们常常惊动有权势者，这些人或者糊涂，或者别有用心。

②它们也吵着要用科学实验来验明正身，有时会通过关系找一些权威的科学家和权威的科学机构作佐证，钻科学的空子为自己贴金。

③它们还善于通过非科学的手法来为自己扩大影响，其中文艺作品和新闻传媒出力最多，流风所及，假作真时真亦假。

（3）中国的伪科学大致有几种类型，危害各不相同，要作具体分析。

①江湖术士型。他们一般有点“功夫”，会几招拳脚和杂技，还能算命、星占、解梦、表演硬气功等，有的还具有特异功能。

②学术骗子型。他们或多或少有点科学知识、接受过一些科学训练，一般不安于现状，喜欢投机取巧，出人头地。但他们的功夫主要不是用在按照科学规范所进行的老老实实的运作上，而是在科学之外走路子、钻门子。

③政治骗子型。有些达官贵人为了某种政治目的，利用和支持那些学术骗子，其中一些学术骗子有了权之后更成为政治骗子。他们从事伪科学活动，宣传伪科学结论。

④商业骗子型。这在体制转型期间比较流行。由于科学在中国有极高的声誉，打着科学的旗号往往更容易博得大众的信任，因而它成为许多骗子的首选。

（4）打击伪科学，归根到底要在规范学术行为、政治行为和商业行为方面下工夫，建立反欺诈的法律体系和监控机制；另一方面，大众传媒对此也要负一定责任，如果传媒能够杜绝或减少为伪科学做宣传，就可以防患于未然，降低各种伪科学活动带来的经济损失乃至社会损失。提高大众媒介的科技水平，是一个至关重要的问题。

（5）历史反复告诉人们，科学与迷信的斗争是不会停息的。在科学时代，要特别警惕那些打着科学旗号的迷信。不要一听到以科学名义叫卖的东西就相信，对那些自称是科学的东西，不能轻信，必须仔细分辨。

5试述科学与非科学的互补性。

答：（1）反科学

①反科学主要是对科学的否定性评价，它并不自称为科学，反而直截了当地批判科学，揭科学的短。

②反科学反对把科学方法视为万能准则和最高准则，反对排斥其他方法，反对只用科学方法来仲裁政治、道德、法律、艺术、情感等一切人类问题。

③反科学在原则上是有合理性的，是科技与文化整合中不可缺失的一个成分或方面。

④反科学的问题在于其片面性，正如把科学看做是万能的不符合事实一样，把一切灾难归之于科学更是荒谬的。

（2）伪科学

①伪科学是一种特殊的非科学，它实为非科学，却要伪装成科学，不承认自己的非科学身份

②伪科学也是一种反科学，它违背科学精神，不遵循公认的科学规范，起着破坏科学的作用，伪装是它的特征

（3）打击伪科学，归根到底要在规范学术行为、政治行为和商业行为方面下工夫，建立反欺诈的法律体系和监控机制。另一方面，大众传媒对此也要负一定责任，如果传媒能够杜绝或减少为伪科学做宣传，就可以防患于未然，降低各种伪科学活动带来的经济损失乃至社会损失。提高大众媒介的科技水平，是一个至关重要的问题。

（4）历史反复告诉人们，科学与迷信的斗争是不会停息的。在科学时代，要特别警惕那些打着科学旗号的迷信。不要一听到以科学名义叫卖的东西就相信，对那些自称是科学的东西，不能轻信，必须仔细分辨。

6如何整合科学技术与文化？

20220929

答：人们所讲的“传统文化的困境”，不是传统文化自身是否合理的问题，而是其在外来文化冲击下面临危境以及如何摆脱这种危境的问题。进而言之，它是指中国传统文化与今天占优势的西方文化怎样竞争的问题。而在这竞争中，“科学技术”是个关键的因素。哪种文化能更好地发展科学技术，哪种文化就极可能占据有利的地位。

关于科学技术如何发展这个问题，有两个方面的因素值得多加注意：一是知识分子在社会中的角色问题；二是“道”和“器”的关系问题。

（1）知识分子在社会中的角色问题

①中国传统文化中的“士”具有强烈的社会责任感，同时也有较高的社会地位。在某种意义上，“士”与西方

中世纪的神职人员的社会角色不无相似之处。

②“士”与“官僚”之间有密切的联系，他可以很容易地从一种角色进入另一种角色，常常还能兼有两种角色，这是西方神职人员所不能比拟的。

③知识分子或者以道德训诫者的面目出现，于是容易与世俗权力相对抗；或者又以与世俗权力相认同的方式出现，从而陷身于政治。

④对中国知识分子的这种微妙的、难以实现中立化的地位，不能简单地加以批评，关键在于要建立相应的社会运行机制，为知识分子的社会责任感和行动意识找到适当的表达渠道，避免其损害知识分子的学术事业，乃至损及他们自身。

（2）关于“道”和“器”的问题

①关于“道”和“器”的问题，即中国传统文化中重视形而上、忽视形而下的问题，折射在当今的科技文化中，就是重理论轻实践，重解释轻运作的研究取向。

②从更广的范围来看，科学技术的功利性与其内蕴的终极价值之间难以取得平衡。中国传统文化是倾向于强调终极价值的，而近代中国之引进科学技术，却主要是从“经世致用”“救亡图存”的功利目标出发而进行的，尽管科学技术在西方文化中也与特定的终极价值联系在一起。

7在当代科技变革中为什么要突出人文关怀？

答:人文主义和科学主义的对立从根本上来说是一种虚假的对立。

（1）在当前中国，由于社会转型时期不可避免的脱序效应，非理性主义的倾向颇有市场。用迷信的或实用主义的态度崇拜科学者均有之，这使伪科学有了一定的土壤。宣称科学与人文精神的对立而非议甚至否定科学者，亦可成为时髦。

（2）当今在西方比较流行的“反科学”思潮，以“对科学的迷信”的批判者自居，是对科学与社会发展负面结果的一种畸形回应。

①现代科技成果的社会效用的确不易把握：原子能可以造福人类，也可以毁灭文明；克隆技术具有诱人的前景，也可能产生棘手的伦理难题。科学拥有巨大的力量，但它的作用方向并不是科学自己能完全决定的。面对这些矛盾，不能轻易断言：凡是科学工作，必将获得正面评价。

②当代科学理论的革命性进展，特别是相对论和量子力学的胜利、分子生物学的成功，使得要按照传统科学规范取得新的重大突破愈来愈困难，这种状况在科学家内部产生了“科学终结论”，并成为反科学思潮的一种新形式。

20221001

第3章 科学发展与自然观的变革

3.1 复习笔记

一、古代自然观与中世纪自然观

1 史前神话自然观和古希腊自然观

（1）史前神话自然观

- ①史前人类已经能制造工具，进行狩猎等活动，但是，那时没有任何具有严格确定性特征的理论知识，没有文字，只有口头文化。
- ②这种状况使得他们只有通过想象来认识事物，把宇宙万物看成是自己生命生活的一部分。
- ③他们往往把人和生物的特性投射到那些在人们看来不但与人性无关而且与生命无关的物体或世界上去，认为自然是一个茫茫有生命的、自我运动的、有感觉和有意识的有机体，其中人类和其他生物被置于渗透一切的灵魂实体的中心。
- ④宇宙中所发生的事情是由那些看不见的力量，如神所控制的，对这种力量进行某种仪式操作，就能够控制自然和社会。
- ⑤在他们的自然观中，拟人化的神对自然以及人类的干涉具有无限性，因此对任何事情不可能得到可靠的预测，世界反复无常，自然现象被人格化和神化了，被看作是神意下的壮举。

（2）古希腊自然观

到了公元前6世纪，在神话宗教自然观盛行的同时，一种新的哲学思维模式——古希腊哲学诞生了。

- ①科学还处于萌芽状态，人们对自然的认识是以思辨和直观的方式进行的，自然哲学和自然科学没有区分开来，最古老的希腊哲学家同时也是自然科学家。
- ②他们探寻世界的成分、组成和它的运行等，开始仔细思考、推论和证明自然的法则，形成了对自然的独特的看法。
- ③早期希腊哲学（又称前苏格拉底哲学）开始于公元前6世纪之初的米利都。在这里产生了古希腊哲学的第一个哲学流派——米利都学派。该学派的泰勒斯（Thales，约公元前624～前547）提出了第一个真正意义上的哲学命题——“万物的本原是水”，即万物的开端、开始和起源是水；水是生命的本原，渗透在万事万物之中，使得宇宙成为有机体。根据他的这一命题，宇宙作为生长、生成、生活的生命整体的本质就揭示出来了。
- ④自然中的事物有其内在的固有本性，由本性或本原生长而来。万物皆为有机体，皆在生长，皆有灵魂。世界是一个有其自身生命、渗透着神性、处于生长过程中的有机体，世间万物都由其生长出来。这是希腊人“自然”观念的原型和要旨，是一种有机论的世界观。

2 古希腊本质论自然观的肇始

（1）泰勒斯的学生、富有科学探索精神的阿那克西曼德认为世界的本原不是水，而是“无规定者”。这是一个在总量上无限、在性质上没有特殊规定性的东西，它是能动的，从中可以分离出冷与热、干与湿，由此形成万物及其运动。这样一个东西在现实中是不存在的，这是哲人的超越经验思维的抽象，是一种真正意义上的理性思考。

（2）米利都学派的最后一位重要代表人物是阿那克西米尼。他在吸收了老师阿那克西曼德的“无规定者”的思想之后，将世界的本原归结为“无规定的气”。气蒸发就生成火，凝结时就变成风，然后形成云，再凝结就化成水，继而是土，最后变成石头，其他一切事物如太阳、月亮、星辰等都在此基础上生成，众神和神圣的东西也不例外。

（3）毕达哥拉斯创立了毕达哥拉斯学派。这个学派把数当作世界的本原，主张“万物皆数”，数是现实的基础，是决定一切事物的形式和实质的根据，是世界的法则和关系。不仅如此，这个学派把自然界和人类社会的奥秘更多地归结为数学奥秘。

（4）赫拉克利特认为，万物的本原是“火”，万物都按照对立的斗争和必然性生成，“一出于万物，万物出

于一”。

（5）巴门尼德提出了不同的哲学思想，他声称，只存在一样东西，那就是不可分的整体。它没有时间和变化。他反对感觉证据，认为感觉是人们产生变化和独立于唯一者的存在的幻象。他认为，自然虽然处在不断的生灭变化之中，但是支配这种表象的是一种根本的存在，即现象背后的本质。

（6）德谟克利特提出了“原子论”。其主要内容是：宇宙的本原是原子和虚空，原子不可再分，原子有两种属性：大小和形状。它们在数量上是无限的；原子按一定的形状、次序和位置结合与分离，形成万物；存在着静止的、绝对的虚空，原子在其中运动。

（7）柏拉图认为，存在着两个世界：一个是理念或相的世界，它包含着任何个别事物的完美的理念；另一个是经验的或物质的世界，这是理念或相的不完美的复制。现实中的经验世界完全是虚假的，充满着似是而非的假象，而只有理念世界才是真实的，是真正的世界，是通过运用概念思维所独立建构起来的一个理论世界。现实世界只是理念世界的具体体现，现实事物是因为“分有”了理念才存在的。柏拉图认为，自然界运动变化的原因寓于造物主模仿理念创造自然界的创造过程之中。

（8）亚里士多德是古希腊哲学的集大成者。

①亚里士多德对“存在”有深入的研究，认为存在的意义是多重的，应当对它加以区分。他认为，像“白”“大”“小”这样一些概念反映的是事物偶性的方面，而像“苏格拉底”“人”“动物”等这样一些概念反映的是事物实体方面的存在。偶性存在不能独立存在而必须依赖于实体存在。所以，实体是“作为存在的存在”。

②亚里士多德认为，相对于一般性的实体如“人”，个别性的实体如“苏格拉底”则更真实，应该是第一实体。

③对于这第一实体，他用“四因说”来说明它存在的原因，四因即质料因、动力因、目的因和形式因。质料因和形式因是最基本的，没有无形式的质料，任何质料都要以特定的形式存在，也没有无质料的形式，任何形式都以质料为物质基础，它们两者的结合就生成了具体的、个别的事物。宇宙万物的生灭过程就是由质料向形式不断生成、转化的过程。这种转化是有目的的。在这里，“所有的自然物都有某种本性，那就是它们的形式，形式使它们趋向于发展。这种自然发展就是目的”。

④亚里士多德认为，天上的物体与地上的物体有高低贵贱之分，地上的物体也有高低贵贱之分，它们各有自己的“自然位置”，并且自然地运动到这一位置上面。

⑤亚里士多德的世界不是一个偶然的世界，而是一个有序的、有组织的、有目的的世界，其中的所有事物都有内在的运动趋向，向着由它们的本性决定的目标运动发展。

3中世纪神学自然观

（1）公元4世纪，作为中世纪思想的先驱者，哲学和基督教教义的奠基人，西罗马主教奥古斯丁诅咒泰勒斯等人关于物质始基的观点，把柏拉图的理念变成了在造物之前就永恒存在的思想——上帝的原型，认为由于永恒思想的运动，才从虚无中产生了水、火、土、气、原子以至宇宙万物。上帝是终极的、全能的造物主。他认为，上帝创世之前没有时间和空间，时空是从上帝创世开始的，时空是有限的，上帝是永恒的并超越于时空之外。

（2）随着公元4世纪末基督教的胜利，“至公元500年，基督教会攫取了绝大多数有才华的人来为它服务，包括传教、组织管理事务、教义探讨及纯粹的思辨活动，荣耀不再来自客观和科学地理解自然现象，而是来自实现教会的目标”。从此，神学自然观占据了主导地位，自然哲学被改造成为神学和宗教的婢女，柏拉图和其他古人的宇宙论和物理学被用于阐明创世纪。对自然及其运动变化的本性、原理或形式的探讨的最终目的也是为了证明上帝的全能、至上和仁慈。

（3）到了11世纪末，十字军东征后，欧洲人开始把阿拉伯文的希腊、印度科学著作译本以及阿拉伯人自己的著作大量译成拉丁文，特别是1200年至1225年，亚里士多德全集被发现并翻译，他的自然哲学和科学被宗教神学所接受，成为了宗教神学的教条。

（4）意大利的托马斯·阿奎那研究并注释了亚里士多德的著作，并对之加以神学改造。他把亚里士多德的自然观用来作为表述神学自然观的根据，同时又把古罗马天文学家托勒密的地心学和天主教的教义结合起来，以形成他的自然观。在他看来，自然是一个由目的论制约的等级制的有序整体。在这个上帝——天使——人——动物——植物——山川江河从高级到低级的实体等级体系中，每一等级都以趋向上一等级作为自身完美的目的，而起始的原因和终极的目标就是上帝。自然界的一切运动和变化都合乎造物主的目的。世界上的万物都是上帝按照一定的目的创造出来的。

（5）至于事物运动的原因，宗教神学继承了亚里士多德的目的论。认为事物的本性是该事物具备它自身特征和行为方式的内在原因，正是本性引起了事物所有的、自然的变化。自然作为一个集合概念，包括了拥有这一本性的所有事物。物理学家就是考察这些事物及其自然变化的人。这是中世纪物理学与近代物理学共用“物理学”这一名称的原因，也是中世纪物理学家不能取得成功的一个重要原因。

（6）希腊时代以后，先是关注彼岸世界——理念世界的柏拉图主义在基督教世界中占据统治地位，后来亚里士多德主义逐渐代替了柏拉图主义。接受亚里士多德的思想本身没有过错，错的是将他的思想教条化、绝对化。可以说，亚里士多德哲学更注重研究实际的事物，鼓励对经验的研究。而且，不断增加的经验知识又越来越与依附于基督教的亚里士多德主义发生冲突，促使人们努力去摆脱它。

4文艺复兴运动时期的自然观

（1）文艺复兴时期在佛罗伦萨重新发现柏拉图是一个重要事件。

①柏拉图认为，学习数学能迫使灵魂达到抽象的数的理性，排斥可感知的对象。数学是进入哲学的阶梯，是认识理念世界的工具。数是理念，甚至是最基本的理念。它是一切事物的实在的原因，并离开可感觉的事物而独立存在。这样，数学思维就变成了纯粹的理性思维过程。

②柏拉图学派发展了对自然界进行定量研究的自然哲学传统，主张神在创造世界时已将数学规律放入其中，因而通过心智活动所认识到的数学规律能够成功地说明自然现象。自然哲学家的任务就是找出隐藏在自然现象后面的数学规律，并从中认识神的伟大。

③到了文艺复兴时期，柏拉图主义再次流行起来。但这时的柏拉图主义不再否定世俗世界和可感知世界，而是在肯定它们的基础上，追求事物背后的数理结构或数学规律。

④文艺复兴时期的科学家对观察的依赖不断增长，而且逐渐接近人们把实验理解成对理论的一种精心设计的并可重复的检验。

（2）考察文艺复兴时期的自然哲学，盛行的是自然主义泛灵论宇宙观（或赫尔墨斯传统）。

“文艺复兴时期的自然主义是人类灵魂映射在自然平面上的折光，而且整个自然界被描述成是灵魂之力的一个巨大的幻影。”这种观点认为：

①心灵和物质，精神和肉体被看作是不能分离的统一体。

②就每一物体而言，终极实在是其活的要素，这种活的要素至少在一定程度上带有心灵或精神的特征。

③所有的物质都是有生命的，宇宙中存在着各种隐秘力，自然界的各种难以理解的力可用灵魂术表达出来，它是物体运动的原因。

二、近代科学的兴起与机械论自然图景

1开普勒、伽利略和笛卡儿

（1）17世纪的科学革命的两个主题：

①通过机械论哲学得以实现，极力从自然哲学体系中剔除所有带有神秘色彩的内容。这种情况被现代人称为自然的祛魅。它与古代原子论紧密关联，没有哪个科学领域不受到它的影响。

②第二个主题以几何关系看待自然界，确信宇宙是按照数学秩序原理建构的。它的历史可追溯到毕达哥拉斯学派，之后柏拉图主义发挥了这一思想。

（2）开普勒

开普勒受惠于文艺复兴时期的新柏拉图主义，并且吸纳了“宇宙按和谐原理建构”的思想。他开始寻求揭示世界真实本质的数学结构和真实的物理原因，认为，天文学理论不仅仅是说明观察现象的一套数学方法，它也必须依赖于合理的物理学原理，从导致行星运动的原因推知行星的运动。开普勒提出了行星运动三定律，在天文学上摆脱了圆的限制。不仅如此，他确信自然的统一性，试图运用地上力学中的相同原理来说明天上的各种现象。他进一步探求行星运动的原因。一开始他认为灵魂是行星运动的原因，后来就正式抛弃了泛灵论的自然观，接受了宇宙是一部机器的观念。他的思想发展预示着17世纪科学的进程。

（3）伽利略

伽利略的思想和工作可能就更有意义了。在科学史上，伽利略可以看作是在科学实践中建立科学方法、打开科学大门的第一人。他不墨守成规，不盲目迷信，而是向自然学习，对自然进行直接的研究，努力打破亚里士多德学说以及经院哲学和圣经的教条。他拒绝“目的论”和亚里士多德的“四因说”，将研究重心转移到物质的外在物理特征上面，对事物进行机械论的因果解释。“在伽利略的分析下，色、声、热化为单纯的感觉，实在的世界只不过是运动中的物质微粒而已，表面上同真、善、美或其反面没有关系。”在他的眼中，宇宙不仅失去了目的，而且也失去了直接的趋向、价值、意义和变化。随着在第一性（形状、尺寸、重量）和第二性（味道、质地、气味等）之间的区分，自然被还原成为一个呆滞的存在：没有声音，没有感觉，没有颜色，仅仅是一个匆匆离去的、无穷尽的、毫无意义的物质。

（4）笛卡尔

在著名的笛卡尔的二元论哲学中，他用形而上学的理由反对文艺复兴时期的自然主义。他认为，人是由精神和肉体组成的，精神是不朽的和永存的，肉体是短暂的和易逝的。人类的精神——自由意识和自由意志可以摆脱自然的束缚，认识把握自然的奥秘。而自然不具有精神，是一部机器，自然中的具体事物仅由惰性的物质微粒构成，这些微粒的运动引起了所有的自然现象，这种现象均可由因果性的机制来解释；自然界中的事物按物理必然性运动变化；一切运动变化都可归结为物质的机械运动，与各种思维存在物无关。他宣称：“给我物质和运动，我就能造出整个世界。”

2 牛顿机械论纲领的确立

正确地提出力的概念，并由此对机械论哲学作了根本上的修改并赋予其以更深刻思想的是伟大的英国科学家牛顿。

（1）牛顿所提出的“力”并不是一个像文艺复兴时期自然主义中“爱”和“憎”一样含糊的、起定性作用的词，也不完全是那种解释碰撞作用的“一个物体对另一个物体的压力”，而是改变物体机械运动状态的、能够精确度量的力学上的一种物理量。

（2）牛顿不仅根据“自然的一致性（或简单性）原则”“同因同果的线性因果决定论原则”“物体属性的普遍性原则”和“归纳主义原则”，从现象中推出普遍的规律，而且明确提出了他的核心研究纲领。

（3）牛顿在他的著作中很好地贯彻了他的研究纲领。他在其经典名著《自然哲学的数学原理》中清楚地定义了涉及物质运动的“质量”“动量”“惯性”“时空”等基本概念，提出了运动三定律和万有引力定律，从而将天上的运动和地上的运动统一了起来，构建起严谨的经典力学体系。而且他开始把表面看来并非力学现象的“自然界的其余现象”也与力学原理联系起来，要从力学原理中导出它们。

3 机械论纲领的成长和影响

为了进一步“合理地”贯彻牛顿的机械论纲领，18、19世纪的许多杰出的科学家们力图构建隐藏在现象背后的某种假想实体，并赋予这种实体以纯机械的（力学的）性质，以便对复杂的自然现象作出统一的机械论解释。

（1）考察18世纪科学发展的历史，不难发现，科学中几乎每一个重大发现都是对牛顿自然哲学及他的科学纲领的支持，都在证实着机械自然观而不是相反，在科学家中没有出现重要的机械论的反对派。不过，就机械论的社会影响来说，在18世纪，它还只是少数科学家和先进学者的信念，在广大群众和知识阶层中流行的，仍然是中世纪的世界观。要使机械论成为时代的精神，还需要那一时期的哲学家将它发展成熟并加以宣传。

（2）与牛顿几乎同时，英国唯物主义哲学家霍布斯和洛克把科学中的机械论自然观上升为机械唯物论哲学，使机械观的概念范畴，如物质、运动、组成等得到进一步的概括和精练，并发展成为经典形态的成熟的机械观。

（3）牛顿的经典力学和英国的机械论哲学传到法国后，对18世纪法国思想界的启蒙运动起了决定性的影响。他们将公开的、战斗的无神论思想引入机械论，使经典的机械论进一步发展为极端化的机械唯物论。他们把物质看作是唯一的实体，是存在和认识的唯一根据，不依赖于思维和造物主而存在；把物质的运动归结为机械运动，具有机械的因果必然性；把人对物质世界的认识看作是刺激反应式的反映论，把人看作是机器，从而走向了机械论的一元论。

（4）到了19世纪，情况就有所不同了。不但那些从事科学研究的绝大多数自然科学家对于机械论深信不疑，而且机械论自然观也获得了广泛的社会影响，成为了人们普遍接受的世界观。正因为这样，19世纪的科学，特别是物理学和化学的那些最伟大的成就，也几乎都是在机械论自然观的指导下取得的。对于任何稍有科学教养的知识阶层来说，相信自然现象最终应当从力学角度上获得解释，被看成是一种常识。不但在光学、统计力学等领域建立起了机械论科学的楷模，而且整个物理科学也都已建立于力学原理的基础之

上，以至于已能合理地把力学科学看做是整个经典物理学的理论基础。

4统一物理学的基础

下列四方面的进展为建立统一的物理学奠定了可靠的基础：

（1）拉普拉斯及其追随者，建立了一种既适用于力学，又适用于热学和光学现象的关于粒子间的力的普遍的数学理论。

（2）1822年傅立叶关于热的数学理论的发表，把原先只适用于力学问题的数学分析方法，应用于热学的研究之中。这一工作对建立统一的物理学产生了深远和广泛的影响。19世纪40年代，汤姆孙在热学和电学、质点力学与流体力学及弹性力学之间所作的数学相似性和物理类似性的比较，加深了人们对物理现象统一性的认识。

（3）菲涅耳关于光的波动说，他假定光是依靠以太的振动进行传播的，因而光学又被纳入到力学自然观的范畴之中了。光以太的机械论又为力学解释提供了一个典型的普遍性事例。

（4）19世纪40年代的能量守恒定律的建立又加强了物理学的统一性，它使热、光、电、磁的现象都被归并到力学原理的框架之中。

519世纪科学的发展对机械论自然观的挑战

（1）这种挑战首先来自于光学偏振现象的发现，曾迫使托马斯·杨和菲涅耳作出了光是横波的假定，横波假说仍然是从机械论框架中提出来的，然而一旦引入这一假定，机械论框架就失去了内部的和谐，由此产生了它无法摆脱的“以太悖论”困境。这个“以太悖论”终于在这个僵硬的机械论框架（机械论自然观）内部爆发出来，并打开了它的第一个巨大的缺口。机械论在光学领域遇到了第一个沉重打击之后，在电磁领域它又遭到了接二连三的致命打击。

（2）机械论自然观面临危机的真正标志是出现了一种新的自然图景与之相对抗，这就是以法拉第和麦克斯韦为代表的科学家所提出的“场”的观念。虽然在这个“场”的观念的形成和发展过程中，机械论自然观曾经起过重大的，甚至是非常杰出的作用，但“场”的观念的形成和发展，最终却导致了机械论自身的衰落。

6场的观念

到了19世纪90年代前后，对物理“场”的概念有多种多样的解释：

（1）洛伦兹认为，能够给物理学提供概念基础的是电动力学，而不是力学。他明确指出，“场”完全摆脱了力学的所有性质并与普通物质完全分离了，“场”完全是一种独立的物理实在。这对20世纪的科学家产生了很大的影响。

（2）普朗克强调指出，从气体分子运动论导出的熵是很难解释和理解的。熵的概念是绝对合理的，但玻尔兹曼用统计概念来解释熵的观点是不对的。对这种用物质运动的力学原理来解释对熵的观点的否定，又构成了对力学解释的全部原则的威胁。

（3）“19世纪物理学概念含义——能量守恒、物理场的理论、电磁以太振荡的发光理论，熵的概念——都不可能再执意表示为‘牛顿的’了”。

（4）辩证自然观主要内容是：

①自然界中的各种事物是普遍联系的。

②自然界的物质和运动是不可分离的，物质和运动不仅有量的差别和变化，还有机械论者不愿意承认的质的差别和变化，是多样性的统一。

③高级运动形式由低级运动形式转化而来，它包含低级运动形式，但不能完全还原为低级运动形式。

④物质是发展演化和永恒循环的，在这个循环中，物质的任何有限的存在方式，不论是太阳或星云，个别的动物或动物种属，化学的化合或分解，都同样是暂时的，而且除永恒变化着、永恒运动着的物质以及这一物质运动变化所依据的规律外，再没有什么永恒的东西。

三、当代科学突破与自然观的新探索

1自然的简单性与复杂性

(1) 大多数古代的哲学家和科学家都认为自然的本质是简单的，而不是复杂的。这种简单性主要反映在两个方面：一是物质构成上的简单性；二是物质运动上的简单性。自然的简单性主要表现在以下几方面：

①自然的规律性。它表明自然具有机械性的确定性、固有的秩序、决定性、必然性和单一因果关联等。它在古代就被人们所持有，并且植根于一神教的思想和社会管理的实践中。

②自然的外在分离性。它包括两个方面：一是自然与人是完全分离和独立的，二者之间只存在外在关系，而没有内在关联；二是自然可以尽可能地还原成一组基本要素，其中一要素与另一要素之间仅有外在关系而无内在关联，它们不受周围环境中事物的内在影响。系统的性质等于各要素之和。

③自然的还原性。它包含两个方面：一是以无限可分的思想探求物质的基本构成。如分子可以分成原子，原子可以分成原子核和核外电子，原子核又可分为质子和中子……由此走向无穷；二是认为整体或高层次的性质可以还原为部分的或低层次的性质，认识了部分的或低层次的性质，也就可以认识整体的或高层次的性质。

④自然的祛魅。一般而言，自然的经验性与复杂性是紧密相关的，也是人们难以认识的。近代科学正是在一定程度上消除了自然的经验性的基础上产生和发展起来的。

⑤自然的简单性除了表现在上述几方面外，还表现在下列一些方面：绝对的时空观；时间的外在性、非生命性和对称性；自然的对称性、可逆性、相似性、最优性等。所有这些方面都表明自然在本体论意义上是简单的。

(2) 自然界存在结构的复杂性、边界的复杂性、运动的复杂性，具体体现在不稳定性、多连通性、非集中控制性、不可分解性、非加和性、涌现性、进化过程的多样性以及进化能力上。自然具有一些不同于简单性特征的复杂性：不可分离性、不可还原性、不可完全祛魅等。

(3) 爱因斯坦的相对论时空观和量子力学的建立为人们打破这种绝对的时空观创造了条件：

①同时性的相对性。绝对时间能独立存在而与任何特定的客观事件和物理过程无关。但是，爱因斯坦的相对论认为，时间并非处处相同，而是随运动情况的不同而不同。对于整个宇宙来说，不存在同一的时间。以有限速度传播的相互作用，使得在某一坐标系中同时发生的两个事件，在另一相对于此坐标系运动的坐标系中，将不同时，因此，是否“同时”与所选择的参照物有关，参照系变化时，不同时的事件可能变得同时，同时的事件也可能变得不同时。

②时间与空间不可分离。时间离不开空间，时间通过空间的变动来测量。如古代的观象授时就是这样。反过来，空间的测量也可以用来表示时间。在天文学家的观念里，天体之间的空间距离就是时间，即光年。在现实世界中，时空又是不可分割地联系在一起，人们说明一个物体在一个地点时，无不处于一定的时刻；说明某一物体在某一时刻时，无不位于一定的地点。因此，传统的三维空间结构存在着严重的缺陷，如果没有时间作为第四维的时空，那么，三维空间结构便是静止的、不动的、呆滞的，而这样的时空不能反映客观存在着的真实世界。在一个真实的、运动着的世界中，时空是统一的，两者之间不存在本质的差别。

③时间、空间与物质不可分离。爱因斯坦的狭义相对论所揭示的尺缩钟慢效应表明，时间、空间与物体的运动状态有关；而他的广义相对论所揭示的时空弯曲效应表明，时间、空间与物质有着内在的联系，物质密度越大的地方引力场的强度越大，黎曼空间的曲率越大，时间节奏的变化越快，时空弯曲得也就越厉害。时空随物质存在的不同而不同。

2时间测量观上的革命

时间、空间与物质的不可分离性带来了时间测量观上的革命，具体表现在以下三方面：

(1) 时间测量与时钟运动状态是相关的。狭义相对论表明，对某个观察来说，时钟相对于观察者静止时走得最快，相对于观察者运动时会变慢。运动越快，它的时针、分针、秒针就走得越慢。也就是说，时间膨胀了。

(2) 时间测量与时钟所处场所是有关的。广义相对论认为，时间的流逝与引力场有关，引力场越强，钟也就走得越慢。这样，离一个大质量天体如太阳（或地球）很近的钟，比起另一放置很远的钟来，要走得慢。

(3) 时间测量的精度会受到被测对象的限制。对一个处在某一特定量子态的原子，能量测得越准，时间将测得越不准；能量测得越不准，时间将测得越准，但不可能达到绝对精确的程度。这不是由于时钟的精度所限，而是由于客观对象（如基本粒子）的本性限制使然。

3自然的构成性与生成性

（1）构成论的基本思想

宇宙及其万物的运动、变化、发展都是宇宙中基本构成要素的分离和结合。可以说，古希腊自然观和机械论自然观都含有这种思想。它们否定宇宙万物真正意义上的“生成”思想，把宇宙看作是机械决定论的，否定了事物本身的随机性，否定了世界的历史性和创造性，由此在自然科学中表现为无时间性（无论是牛顿力学还是量子力学，方程两边的时间 t 都可消去）。

（2）事实是怎样的呢？康德的星云演化学说、达尔文的进化论冲击着这种自然观，相对论量子力学所揭示的客体的性质与在其环境的整体关系中的生成性，粒子物理和场论所揭示的大多数基本粒子的不稳定性和生灭转化性；非平衡态热力学所揭示的系统开放和远离平衡态条件下借以形成新的稳定的宏观有序结构的自组织性，尤其是宇宙大爆炸理论在对宇宙早期热历史的“考古”中所揭示的物质的种种形式（如粒子、辐射、真空等）和性质（不对称、时空等）的生成和演化，都回应着古希腊“自然”一词的本义，成为生成论转向的标志。

（3）现代科学对于实体论和还原论的拒斥，就是对于空间化思维和表态的结构分析、性质阐明的拒斥。现代科学转而去关注四维流形中随着时间而来的事件序列、动态的关系网络、生成的量子现象、演进的整体动力学机制等，也就是说，去关注更为具体的、本真的、具有某种主动性的自然。

4粒子生成的新观念

（1）19世纪末通过研究放射性，发现一个原子核发生 β 衰变，放出一个电子。当时的物理学家按照传统的构成论的观点，认为观察到的电子必定就是原来那个原子核的组成部分，或者说先前的原子核中必定含有那个电子。正是由于这种观念，在1932年发现中子之前的20年里，一些人认为原子核是由质子和电子构成的。

（2）1934年，费米发明了用量子场论方法处理 β 衰变的工作方法。这是场论里的产生算符和湮灭算符的第一次成功运用。费米说，在他的理论里，“电子可以创生也可以消灭”。此后，物理学家们就开始使用旧粒子吸收和新粒子产生的语言，配上适当的守恒定律，去描写各种微观过程。在新的理论中，不再认为现今看到的东​​西早先必定已经存在。这是关于新粒子生成的新观念。如在外场的影响下，一个 γ 光子可以转化为电子—正电子对：

$$\gamma \rightarrow e + e^+$$

这就是粒子对产生的过程。这一对电子并不是原先那个 γ 光子的构成成分，而是在这一过程中生成的。

（3）在哲学上，法国哲学家柏格森试图用崭新的时间观念表达一种全新的进化观念。

①柏格森分析批判了达尔文的进化论，认为达尔文的进化论过分强调了生物体对外界环境的依赖作用而彻底忽视了有机体的自主性力量。

②柏格森认为，达尔文的进化概念虽然是一个简单明晰的概念，但是，他将适应现象的产生完全归于外在的原因，即环境对不适者的淘汰，而没有考虑有机体内在的主动性；达尔文的物种变异则是建立在偶然性、随机性基础之上的，变异的发生与有机体的整体功能无关。

（4）由英国数学家、哲学家和教育理论家怀特海创立并由建设性的后现代主义者继承和发扬的过程哲学对上述思想做了进一步的发挥。它的基本要义是：

①“事件”这一术语表明现实的基本单位不是“永久不变”的事物或物质，而是瞬间事件。

②那些在现代哲学看来是“永久不变”的事物，诸如一个电子、一个原子、一个细胞或一种精神，实际上都是一种短暂性的社会，是由一系列瞬间事件所构成的。

③每一事件都接受了先前事件的影响。

5世界的决定性与非决定性

（1）机械论自然观是决定论的自然观。

①法国数学家和天文学家拉普拉斯看到牛顿力学不仅把天上和地上的物体的运动统一到力学原理之中，而且根据力学大量地数学地推导出其他自然现象，因此，他认为，可以“用相同的分析表达式去理解宇宙系统的过去状态和未来状态”。

②把同一方法应用于某些其他的知识对象。它可能将观察到的现象归结为一般规律，并且预见到在给定的条件下应当产生的结果”。在他看来，一切事物的运动变化都存在着确定的、必然的联系，都服从某种规律。

③这种机械论自然观随着科学的发展日益表现出它的局限性。19世纪发展起来的统计物理学表明，由大量微观客体组成的宏观客体所服从的是概率论规律，而不是牛顿力学定律。

④1850年，德国物理学家克劳修斯发现了热力学第二定律，并将此表述为“熵增原理”，它说明自然界中存在不可逆过程，而牛顿力学方程关于时间反演是对称的，即过程是可逆的。

⑤这样，拉普拉斯所断言的，知道系统目前状态，就可以推知它过去的状态以及未来的状态，就不再适用了。相对论表明，牛顿力学不适用于物体宏观高速运动的情况，这直接冲击了建立在牛顿力学基础上的拉普拉斯机械决定论自然观，说明它没有反映物体在高速运动情况下的时间空间新特性。

⑥量子理论在表明牛顿理论在宏观领域有效性的同时，也暴露了在新的亚原子的领域非决定论的普遍存在。在亚原子世界中，实在的最基本构成不可能像它们真正所是的那样被分离，被准确地鉴定、预言或者理解。在认识和分析亚原子粒子的过程中，测不准原理起着基本的作用。如此由经典物理学所倡导的准确的预言以及观测对象的中立性和客观世界的稳定性就不可能获得了。

（2）混沌学

①混沌运动具有内在随机性、对初值的敏感依赖性和奇异性。

a. 内在随机性是指，混沌的产生既不是因为系统中存在的随机力或受环境外噪声源的影响，也不是由于无穷多自由度的相互作用，更不是与量子力学不确定性有关，而是来自确定性系统内部的随机性。

b. 对初始值的敏感依赖性是指，当初始值出现微小偏差时，便引起轨道按指数速度分离，“蝴蝶效应”就是其生动体现。

c. 奇异性是指，从整体看，系统是稳定的，但从局部看，吸引子内部的运动又是不稳定的，即相邻运动轨线互相排斥，而且按指数速率分离；混沌吸引子具有无穷层次的自相似结构；它的空间图形具有分形的几何结构，其综合利用数一般是非整数维。

②混沌学表明，非线性确定论方程存在着内在随机性，或者说必然性中潜藏着偶然性；由于混沌运动具有对初始条件的敏感性，所以使得预测变得不可能。

这就从根本上动摇了机械决定论的理论基础。它表明拉普拉斯机械决定论只能适用于日常生活和线性科学。

3.2 课后习题详解

1 史前神话自然观的主要内涵是什么？

答：（1）史前人类已经能制造工具，进行狩猎等活动，但是，那时没有任何具有严格确定性特征的理论知识，没有文字，只有口头文化。

（2）这种状况使得他们只有通过想象来认识事物，把宇宙万物看成是自己生命生活的一部分。

（3）他们往往把人和生物的特性投射到那些在人们看来不但与人性无关而且与生命无关的物体或世界上去，认为自然是一个茫茫有生命的、自我运动的、有感觉和有意识的有机体，其中人类和其他生物被置于渗透一切的灵魂实体的中心。

（4）他们认为，宇宙中所发生的事情是由那些看不见的力量，如神所控制的，对这种力量进行某种仪式操作，就能够控制自然和社会。

（5）在他们的自然观中，拟人化的神对自然以及人类的干涉具有无限性，因此对任何事情不可能得到可靠的预测。

2 古希腊自然观的主要内涵是什么？

答：到了公元前6世纪，在神话宗教自然观盛行的同时，一种新的哲学思维模式——古希腊哲学诞生了。

（1）科学还处于萌芽状态，人们对自然的认识是以思辨和直观的方式进行的，自然哲学和自然科学没有区分开来，最古老的希腊哲学家同时也是自然科学家。

（2）他们探寻世界的成分、组成和它的运行等，开始仔细思考、推论和证明自然的法则，形成了对自然的独特的看法。

（3）早期希腊哲学开始于公元前6世纪之初的米利都。在这里产生了古希腊哲学的第一个哲学流派——米利都学派。该学派的泰勒斯提出了第一个真正意义上的哲学命题——“万物的本原是水”，即万物的开端、开始和起源是水；水是生命的本原，渗透在万事万物之中，使得宇宙成为有机体。根据他的这一命题，宇宙作为生长、生成、生活的生命整体的本质就揭示出来了。

（4）自然中的事物有其内在的固有本性，由本性或本原生长而来。万物皆为有机体，皆在生长，皆有灵魂。世界是一个有其自身生命、渗透着神性、处于生长过程中的有机体，世间万物都由其生长出来。这是希腊人“自然”观念的原型和要旨，是一种有机论的世界观。

3 中世纪神学自然观的主要内容是什么？

答：（1）公元4世纪，作为中世纪思想的先驱者，哲学和基督教教义的奠基人，西罗马主教奥古斯丁诅咒泰勒斯等人关于物质始基的观点，把柏拉图的理念变成了在造物之前就永恒存在的思想——上帝的原型，认为由于这个永恒思想的运动，才从虚无中产生了水、火、土、气、原子以至宇宙万物。上帝是终极的、全能的造物主。他认为，上帝创世之前没有时间和空间，时空是从上帝创世开始的，时空是有限的，上帝是永恒的并超越于时空之外。

（2）随着公元4世纪末基督教的胜利，“至公元500年，基督教会攫取了绝大多数有才华的人来为它服务，包括传教、组织管理事务、教义探讨及纯粹的思辨活动，荣耀不再来自客观和科学地理解自然现象，而是来自实现教会的目标”。从此，神学自然观占据了主导地位，自然哲学被改造成为神学和宗教的婢女，柏拉图和其他古人的宇宙论和物理学被用于阐明创世纪。对自然及其运动变化的本性、原理或形式的探讨的最终目的也是为了证明上帝的全能、至上和仁慈。

（3）到了11世纪末，十字军东征后，欧洲人开始把阿拉伯文的希腊、印度科学著作译本以及阿拉伯人自己的著作大量译成拉丁文，特别是1200年至1225年，亚里士多德全集被发现并翻译，他的自然哲学和科学被宗教神学所接受，成为了宗教神学的教条。

（4）意大利的托马斯·阿奎那研究并注释了亚里士多德的著作，并对之加以神学改造。他把亚里士多德的自然观用来作为表述神学自然观的根据，同时又把古罗马天文学家托勒密的地心学和天主教的教义结合起来，以形成他的自然观。在他看来，自然是一个由目的论制约的等级制的有序整体。在这个上帝——天使——人——动物——植物——山川江河从高级到低级的实体等级体系中，每一等级都以趋向上一等级作为自身完美的目的，而起始的原因和终极的目标就是上帝。自然界的一切运动和变化都合乎造物主的目的。世界上的万物都是上帝按照一定的目的创造出来的。

（5）至于事物运动的原因，宗教神学继承了亚里士多德的目的论。认为事物的本性是该事物具备它自身特征和行为方式的内在原因，正是本性引起了事物所有的、自然的变化。自然作为一个集合概念，包括了拥有这一本性的所有事物。物理学家就是考察这些事物及其自然变化的人。这是中世纪物理学与近代物理学共用“物理学”这一名称的原因，也是中世纪物理学家不能取得成功的一个重要原因。

（6）希腊时代以后，先是关注彼岸世界——理念世界的柏拉图主义在基督教世界中占据统治地位，后来亚里士多德主义逐渐代替了柏拉图主义。接受亚里士多德的思想本身没有过错，错的是将他的思想教条化、绝对化。可以说，亚里士多德哲学更注重研究实际的事物，鼓励了经验的研究。而且，不断增加的经验知识又越来越与依附于基督教的亚里士多德主义发生冲突，促使人们努力去摆脱它。

4古希腊自然观与近代科学的兴起有什么关联？

答：（1）早期希腊哲学开始于公元前6世纪之初的米利都。在这里产生了古希腊哲学的第一个哲学流派——米利都学派。泰勒斯“水是本原”，即万物的开端、开始和起源是水；水是生命的本原，渗透在万事万物之中，使得宇宙成为有机体。奠定了西方哲学追究本源的形上精神。阿拉克西米尼认为万物由气所构成，不同的物质乃由气的浓密稀疏所致，这开辟了把握世界的实体构成主义传统。毕达哥拉斯学派把数当作世界的本原，主张“万物皆数”，数是现实的基础，是决定一切事物的形式和实质的根据，是世界的法则和关系。赫拉克利特认为万物的本原是“火”，万物都按照对立的斗争和必然性生成，“一出于万物，万物出于一。”德谟克利特主张原子论。宇宙的本原是原子和虚空，原子不可再分，原子有两种属性：大小和形状。

（2）毕达哥拉斯学派与近代科学的关联：这个学派对科学发展的影响是重大的，它开创了从数学角度说明自然规律的先河，科学数学化的潮流正是从这里发源的。当然，以今天的观点来看，世界的本原并非数是数，科学也不能等同于数学，但是，科学的起源和发展离不开数学，数学是认识世界必不可少的工具。近代的科学家，如哥白尼、伽利略、开普勒等人，都曾承认受到毕达哥拉斯学派的启发。考察科学发展的历史可以发现，17世纪科学兴起的“微粒说”“原子论”与上述古希腊的原子论就有着紧密的关联，机械自然观的形成与古代原子论的复活是分不开的。原子论所代表的以基本的物质微粒的运动来解释宏观经验的思想路线，是近现代科学研究所遵循的主要路线；原子论试图通过少数基本假定来统一解释自然界的各种现象，以实现科学理论的统一性的方法论原则，同样被近代科学所继承和发展，成为它的研究纲领。原子论所内含的自然观与近代科学中的机械论自然观基本一致。

5机械论自然观的主要内涵是什么？

答：机械论自然观正确地提出力的概念，并由此对机械论哲学作了根本上的修改并赋予其以更深刻思想的是伟大的英国科学家牛顿。

（1）牛顿所提出的“力”并不是一个像文艺复兴时期自然主义中“爱”和“憎”一样含糊的、起定性作用的词，也不完全是那种解释碰撞作用的“一个物体对另一个物体的压力”，而是改变物体机械运动状态的、能够精确度量的力学上的一种物理量。

（2）牛顿不仅根据“自然的一致性（或简单性）原则”“同因同果的线性因果决定论原则”“物体属性的普遍性原则”和“归纳主义原则”，从现象中推出普遍的规律，而且明确提出了他的核心研究纲领。

（3）牛顿在他的著作中很好地贯彻了他的研究纲领。他在其经典名著《自然哲学的数学原理》中清楚地定义了涉及物质运动的“质量”“动量”“惯性”“时空”等基本概念，提出了运动三定律和万有引力定律，从而将天上的运动和地上的运动统一了起来，构建起严谨的经典力学体系。而且他开始把表面看来并非力学现象的“自然界的其余现象”也与力学原理联系起来，要从力学原理中导出它们。

6机械论自然观与近代科学革命的发生有什么关联？

答：机械论自然观已经不适合近代科学发展的需要了。因此，机械论的自然观面临着诸多挑战。

（1）这种挑战首先来自于光学偏振现象的发现，曾迫使托马斯·杨和菲涅耳作出了光是横波的假定，横波假说仍然是从机械论框架中提出来的，然而一旦引入这一假定，机械论框架就失去了内部的和谐，由此产生了它无法摆脱的“以太悖论”困境。这个“以太悖论”终于在这个僵硬的机械论框架（机械论自然观）内部爆发出来，并打开了它的第一个巨大的缺口。机械论在光学领域遇到了第一个沉重打击之后，在电磁领域它又遭到了接二连三的致命打击。

（2）机械论自然观面临危机的真正标志是出现了一种新的自然图景与之相对抗，这就是以法拉第和麦克斯韦为代表的科学家所提出的“场”的观念。虽然在这个“场”的观念的形成和发展过程中，机械论自然观曾经起过重大的，甚至是非常杰出的作用，但“场”的观念的形成和发展，最终却导致了机械论自身的衰落。

7 牛顿的自然哲学与18、19世纪科学的发展有何关联？

答：为了进一步“合理地”贯彻牛顿的机械论纲领，18、19世纪的许多杰出的科学家们力图构建隐藏在现象背后的某种假想实体，并赋予这种实体以纯机械的（力学的）性质，以便对复杂的自然现象作出统一的机械论解释。

（1）考察18世纪科学发展的历史，不难发现，科学中几乎每一个重大发现都是对牛顿自然哲学及他的科学纲领的支持，都在证实着机械自然观而不是相反，在科学家中没有出现重要的机械论的反对派。不过，就机械论的社会影响来说，在18世纪，它还只是少数科学家和先进学者的信念，在广大群众和知识阶层中流行的，仍然是中世纪的世界观。要使机械论成为时代的精神，还需要那一时期的哲学家将它发展成熟并加以宣传。

（2）与牛顿几乎同时，英国唯物主义哲学家霍布斯和洛克把科学中的机械论自然观上升为机械唯物论哲学，使机械观的概念范畴，如物质、运动、组成等得到进一步的概括和精练，并发展成为经典形态的成熟的机械观。

（3）牛顿的经典力学和英国的机械论哲学传到法国后，对18世纪法国思想界的启蒙运动起了决定性的影响。他们将公开的、战斗的无神论思想引入机械论，使经典的机械论进一步发展为极端化的机械唯物论。他们把物质看作是唯一的实体，是存在和认识的唯一根据，不依赖于思维和造物主而存在；把物质的运动归结为机械运动，具有机械的因果必然性；把人对物质世界的认识看作是刺激反应式的反映论，把人看作是机器，从而走向了机械论的一元论。

8 科学的进一步发展是如何一次次冲击机械论自然观的？

答：（1）这种挑战首先来自于光学偏振现象的发现，曾迫使托马斯·杨和菲涅耳作出了光是横波的假定，横波假说仍然是从机械论框架中提出来的，然而一旦引入这一假定，机械论框架就失去了内部的和谐，由此产生了它无法摆脱的“以太悖论”困境。这个“以太悖论”终于在这个僵硬的机械论框架（机械论自然观）内部爆发出来，并打开了它的第一个巨大的缺口。机械论在光学领域遇到了第一个沉重打击之后，在电磁领域它又遭到了接二连三的致命打击。

（2）机械论自然观面临危机的真正标志是出现了一种新的自然图景与之相对抗，这就是以法拉第和麦克斯韦为代表的科学家所提出的“场”的观念。虽然在这个“场”的观念的形成和发展过程中，机械论自然观曾经起过重大的，甚至是非常杰出的作用，但“场”的观念的形成和发展，最终却导致了机械论自身的衰落。

9 新自然观的主要内涵怎样？对此有何评价？

答：（1）新自然观的主要内涵

新自然观即辩证自然观的主要内容是：自然界中的各种事物是普遍联系的。自然界的物质和运动是不可分离的，物质和运动不仅有量的差别和变化，还有机械论者不愿意承认的质的差别和变化是多样性的统一。高级运动形式由低级运动形式转化而来，它包含低级运动形式，但不能完全还原为低级运动形式；物质是发展演化和永恒循环的，在这个循环中，物质的任何有限的存在方式，不论是太阳或星云，个别的动物或动物种属，化学的化合或分解，都同样是暂时的，而且除永恒变化着、永恒运动着的物质以及这一物质运动变化所依据的规律外，再没有什么永恒的东西。

（2）评价

辩证自然观的提出具有重要意义，是对古希腊有机论自然观和机械论自然观的扬弃。它消除了神秘主义、神创论、目的论、物种不变论的自然观，批判了自然（对人类这个唯一的主体而言）依赖于外部作用而运动的观点，指出了机械唯物论的某些不足之处。辩证自然观不是人类自然观的终结，也没有终结机械论自然观。

第4章 人与自然关系的反思与重构

4.1 复习笔记

一、人与自然关系的历史考察

1 远古时期人与自然的关系

（1）大约在三四百万年前，地球上出现了人类。人由动物界的古猿进化而来，仅就自然属性而言，人与其他高等动物并无本质的差别，人也依赖于自然而存在。但是，就社会属性而言，人与自然界中的其他存在物有着比较大的差别。

（2）在旧石器时代，人类在技术方面取得的进步非常微小，人类几乎是在完全顺应自然环境变化的情况下生存的。

（3）只是到了距今约4万年前的旧石器时代晚期，随着不断加速的技术革命，人类才进入到狩猎——采集者社会。

①在此社会中，人类以小规模的狩猎采集群体而存在，人类知识与狩猎采集实践混为一体，科学没有从生产中分离出来，而是以萌芽形式存在着。

②在“准劳动”的过程中，人们依靠自己制造的石器、木器等工具，在住地附近收集可食用的野生植物和猎取动物（包括水生动物）。这时的人类已经发明了人工取火的方法。

③人类主要依靠自己的肌肉力量来与环境抗争，应用简单的石器工具进行狩猎和采集活动，获得自然界现成的产品；生产基本上只有人的生产和环境生产，几乎没有物质生产。

（4）从大约1万年前开始的新石器时代早期，人类开始进入原始农业阶段。

①在这一阶段，制造工具已逐步占据了主导地位，制造工具的质量、功能、数目与旧石器时代相比，有了质的进步。

②真正意义上的劳动也就出现了，人从动物界中分化、独立出来，从事谷物生产和动物饲养。

③这一次革命的意义是重大的。它是人类对自然的认识有了一定提高之后的产物，是人类理性的体现。之后，手工业和商业开始繁荣起来，城市化过程开始了。

④青铜器的发明可看做是人类历史上的第一次材料技术革命，文字的产生可看做是人类历史上继语言产生之后的又一次信息革命，对人类历史的发展具有永久的意义。

（5）在农业文明阶段，农业、畜牧业的生产是利用动植物的特性，创造适当的条件，强化动植物的生长机制，生产人类所需要的产品。

①使用的物质资源主要是水、阳光、土地，使用的能源是可再生能源，如风力、水力、畜力等，所使用的工具是金属犁。由此决定了这种生产方式主要是“生物型”生产，对环境的影响不大，况且那时的环境包容力又强，所以在那一时期，人与自然的矛盾没有激化，人和自然的关系总的来说是和谐的。

②和谐之中也有不和谐之音。农牧业生产冲破了自然食物对人类自身发展的限制。人口数量的增长引起的一个直接后果就是增加了人类对自然资源的需求。不仅如此，冶金术的发明使人类对大自然提出更多的要求，通过勘探、采掘、冶炼和锻造，人类开始了对不可再生资源的开发和利用，同时也造成了环境污染。从历史发展的角度看，“冶金术的发明潜藏着人类可能到工业革命之后将大规模地使用机械化技术，产生对生物圈的毁灭性威胁的危险”。

2 早期玛雅文明的崩溃

（1）崩溃的过程

在古代，地处现在的洪都拉斯和危地马拉一带，出现了早期的玛雅社会，建起了库班城市。公元550年，在城市中心周围的玛雅人口大约是5000人。随着库班河谷的土地被开辟种植庄稼，周围高地上的本土硬木和松树被砍伐作为燃料和建材，人口数量增加了。到公元850年，库班人口增加到约2万。但是，随着森林砍伐的继续，亚热带降雨严重侵蚀了农业用地土壤，生产能力下降了。到公元1000年，人口下降了1/2，到公元1250年，整个定居点被废除了。

（2）崩溃的原因

考古学家发现，从玛雅社会巅峰期和崩溃期抽取的土壤内核里很少有树的花粉，这表明那一时期的森林砍伐非常彻底；而且考古学家还发现，居住地存在被侵蚀区域的泥石流覆盖的证据。这就是说，对森林的处理失当，直接加速了当地土壤的侵蚀。这正是早期玛雅文明崩溃的基本原因。

3工业文明时期人与自然的关系

“自然一词有两个主要含义：它或者是指事物及其所有属性的集合所构成的整个系统，或者是指未受到人类干预按其本来应是样子所是的事物”。前者指的是“自然事物的总和”，后者指的是“自然的本性”（天然的、自生的、自在的、符合本性的）。

（1）在机械论哲学和科学的作用下，自然的历史性和复杂性被简单取消，自然成了一个没有经验、没有情感、毫无灵性、呆板、单调的存在，不具有自我维护、完善自身的功能。

（2）人类成了一个神性的、无畏的存在。自然在人类面前不再神秘，人类在自然面前也不再毕恭毕敬。

（3）由于自然客体没有内在价值，只有使用价值和工具价值，所以它就没有资格获得道德关怀，而只是一个完全按照人们的目的被加以利用、改造、操纵、处理、统治的对象，成为人类达到目的的工具手段。这从实践和价值两方面造成了人与自然的对抗。

（4）与自然祛魅相对应，对于人类，由于文艺复兴运动的兴起，近代科学革命、技术革命、工业革命的发生，人类认识、改造自然和人类社会的能力的提高以及人类取得的成就的增大，人类的主体性被发扬光大了起来。

4由“我思故我在”开始对主体性的确立

（1）笛卡儿的“我思故我在”首先确立了精神性主体的存在。他认为，具有自我意识和自由意志的主体，可以摆脱机械决定论的支配，认识把握物质世界的本质。康德的“哥白尼革命”又把人的主体性提高到了为自然界立法的新高度。而黑格尔的“实体即主体”思想则把人的主体性推崇为推动世界自我展现、自我认识的“绝对精神”。

（2）人类理性具有了至高无上的权威，作为主体的人成为科学知识、政治价值和道德法则的最终依据。

（3）对人类主体性和理性的强调本身没有过错，这可以看做是人的解放和成熟的一个阶段。但是，不可否认它是有内在欠缺的。

（4）在人与人的关系上，主体性的载体“主体”可分为三类：个人主体、群体主体和人类主体。由此，主体性也可分为三类：个体主体性、群体主体性和人类主体性。他们都是在个人或个体主体的基础上，并且都是在相对于社会以及自然客体的情况下形成的。这三种主体性的张扬不利于环境保护。

（5）个体主义的张扬与个人主义、利己主义紧密关联。由此导致个人与个人、个人与社会、个人与自然之间关系的紧张性甚至对立。

二、人类中心主义

1古代人类中心主义

（1）自然目的论

自然目的论是一种最古老的人类中心主义。古希腊百科全书式的学者亚里士多德就明确提出，植物的存在是为了给动物提供食物，而动物的存在是为了给人类提供食物，由于大自然不可能毫无目的毫无用处地创造任何事物，因此，所有的动物肯定都是大自然为了人类而创造的。也就是说人“天生”就是其他存在物的目的。

（2）神学目的论

神学目的论是欧洲中世纪基督教世界观的一个主要组成部分。它认为人类不仅在空间方位的意义上位于宇宙中心，而且也在“目的”的意义上处于宇宙中心。人为神而存在，万物为人而存在。人是大自然的主人，而非其成员，它明显高于其他事物，可以对大自然进行绝对的、无条件的统治。

（3）灵魂与肉体二元论

提出灵魂与肉体二元论这种观点的代表人物是笛卡尔。在他看来，人是一种比动物和植物更高级的存在物，人不仅具有躯体，还拥有不朽的灵魂或心灵，而动植物只具有躯体而没有心灵，只具有物质的属性：广延、体积、重量、形状等，而没有精神的特征，充其量只是一架自动机，与无生命的客体并无区别。因此，那种认为人们应同情动物的观点是错误的，人们完全可以把动物（更不用说植物了）当作机器来对待。

（4）理性优越论

古代人类中心主义的最后一种形式是理性优越论。根据启蒙的传统，理性是人的本质，是人之为人的根据。正是理性使人高于其他存在物，将自己从万物中区别开来，凸现于自然界，形成类的意识，建立起独立性和自主性，以自己的行为认识并改造着自然，体现着创造性和对自由的追求，完善着自我。

2近代人类中心主义

近代人类中心主义认为，非人类存在物只具有工具价值，不具有内在价值，不是人们伦理体系的原初成员，道德只与理性存在物有关；用道德原则调节自己行为的能力是获得道德权利的基础，非人类存在物不具有理性和道德自律能力，它们没有道德权利；人类有权绝对支配、统治、处置自然，只要这样做不损害他人的利益。

（1）为所有人所具有的某种特殊属性并不存在，人类完全可以将人类作为非人类存在物的道德代理人，承担起维护它们的道德权利的义务，对它们施以道德关怀。

（2）“只有人才有权作为道德代理人和道德顾客”是人根据自己的属性和其他存在物的属性定义的。

（3）从人类历史的发展看，道德进步的过程同时也是道德关怀的对象不断扩大的过程。

（4）从人所具有的某种特殊属性，如理性等并不能必然地得出人类不应该给予非人类存在物以道德关怀的结论。

3现代人类中心主义的理由辨析

现代人类中心主义主张，自然没有内在价值，一切以人类的利益和价值为中心，以人为根本尺度去评价和安排整个世界。他们认为人类中心主义是不可拒斥的，现代人类中心主义对于人类保护环境来说是必要的。理由如下：

（1）环境问题的产生正是人类没有坚持以人类为中心，而是奉行个体中心主义和群体中心主义的结果。现代人类中心主义主张不同的利益主体要超越自身的特殊利益，以人类整体的、长远的、共同的利益为根本尺度，以人类为中心。

（2）人和地球上的动物都是以自我为中心的，人和动物都具有利己性，这是生物生存下去的理由和根据，也是其生命力的表现。人类的任何主张和行为是不可能反人类的，人类总是要维护自身的利益和生存。人类无论是在内在价值还是在基本利益上，都不可能与动物平等，而是要高于动物，人类中心主义是走不出的。

（3）人所提出的任何一种环境道德，都是人思考出来的，都是属人的道德。

（4）环境问题是人类造成的，也要由人类来解决。为此，就必须充分发挥人类的主观能动性、创造性，必须坚持人类中心主义。否则，人类认识和改造自然的就会失去意义，价值的指向无法展开，保护环境就丧失了内在动力。

（5）现代人类中心主义所关注的是全人类的整体利益、长远利益，而不是那种狭隘的、近视的、极端的功利主义，其最终落脚点是人，由此才能够解决环境问题。

4现代人类中心主义存在着比较严重的缺陷：

（1）现代人类中心主义将人类的利益作为处理人与自然关系的根本尺度，这仍然是一种人类中心主义的观点。

（2）现代人类中心主义从人类的利益和价值出发去对待自然，并不是将人与自然平等看待，这种人与自然之间的不平等关系必然加强人类之间的不平等关系。

（3）在实践层面上，现代人类中心主义从人类的利益和价值出发去保护自然环境，缩小了自然环境概念的外延，将自然环境限制在了人类的环境之内。

5“非资源物质”的权利

以土地的保护为例，真正在市场上售卖、做饲料以及食品或用于其他经济用途的生物种类比较少，可能还不到生物总数的5%，而其他土地群落的大多数成员就没有通常意义的市场经济价值。如果从人类利益和价值出发去保护土地，那么该土地群落上的大多数不具有市场经济价值的成员就不能得到有效保护。但是，这样一些缺乏经济价值的自然要素，如沼泽、沙丘及荒漠等是土地群落正常运行所不可缺少的，必须对它们加以保护。否则，将会影响生物群落的完整性而使之趋于不稳定。

三、非人类中心主义

根据上面论述可知：人类是应该超越现代人类中心主义的。可以说，这是一种话语的转换。西方环境伦理学正是沿着这一思维逻辑逐步扩大其道德关怀的对象并走向非人类中心主义的。这样的环境伦理学，称之为“非人类中心主义的环境伦理学”。

1动物解放权利论

（1）动物解放论标榜的是边沁的功利主义，其代表人物是英国伦理学家辛格。功利主义伦理学内含两个基本原则——平等原则与功利原则。

①平等原则指的是应该平等地关心每一个人的利益，原因在于每一个人都拥有感受苦乐的能力。边沁和辛格认为动物应与人类一样享有道德上的平等，人类必须平等地考虑动物的利益（因为平等原则所关心的正是利益）。

②这里的平等是一种道德观念，而不是有关事实的论断；是一种伦理规范，而不是一种事实上平等的要求。

③动物解放论者虽然主张要平等地关心所有动物的利益，但他们并不认为人们应给予所有动物以相同的待遇。相反，他们认为，人们应根据动物的感觉能力和心理能力的复杂程度，区别地对待它们。这样做的理由是基于功利原则：在任何一个特定的环境中，道德的正确行为都是那些能带来最大功利的行为，即选择那些能带来最大利益总和的行为。

④对于人和动物，当人的利益与动物的利益发生冲突时，在其余情况相同的条件下，那种为了人的利益而牺牲动物的类似利益的行为在道德上是允许的，但不能为了人的边缘利益而牺牲动物的基本利益。

（2）动物个体的权利可以被侵犯的条件

①对该个体的权利的侵犯将阻止（而且是唯一现实的阻止方式）对其他无辜个体的更大伤害。

②对该个体的权利的侵犯是一系列措施中的一个必要环节，这些措施将从总体上阻止（而且是惟一现实的阻止方式）对其他无辜个体的更大伤害。

③只有侵犯该个体的权利，人们才有希望阻止对其他无辜个体的更大的伤害。

④上述条件从质的方面规定了侵犯个体（人或动物）的权利的边界。但在现实的道德生活中，善善相伤、恶恶相权的情况也时有发生。为此，动物权利论者又提出了两个原则作为补充。

a. 伤害少数原理：如果人们必须要在践踏少数无辜者的权利和多数无辜者的权利之间进行选择，而且每一个相关的无辜者所遭受的都是大致相同的伤害，那么，人们应当选择践踏少数无辜者而非多数无辜者的权利。

b. 境况较差者优先原理：如果人们必须要在践踏多数无辜者的权利和践踏少数无辜者的权利之间进行选择，而且，这种践踏给少数无辜者所带来的伤害将使它们的处境比多数无辜者（也遭受类似的伤害）更糟，那么，人们就应选择践踏多数无辜者的权利。很显然，这一原理不同于功利主义的注重功利总量的原理，而有些类似于“惠顾少数不幸者的原理”。

2生物中心主义

（1）法国学者史怀泽第一个从伦理学高度提出了尊重生命的伦理学思想。他认为，以尊重生命为基础的伦理信念是所有生命与人享有平等权利主张的伦理学基础。一切生命都是神圣的，它们之间没有高低等级之分。那种认为人在自然界中处于最高地位的观念，只是人们对生命进行的主观的等级划分，没有任何依据。

（2）现代生物中心主义的代表人物保罗·泰勒在1986年完成的《尊重大自然》一书中，建立了一套完整的

生物中心论的伦理体系。

①如果人们能够不借助其他事物而说对一个事物产生或好或坏的影响是有意义的，那么这个事物就有其自身的好。

②凡能够被损害或能够获得利益的事物都有其自身的好。

③所有有生命的个体都是拥有自己的好的实体。

④如果一个实体有自身的好，那么它就具有固有价值；而说某物具有固有价值，就是说该物的好被实现了的状态比没被实现的状态好。这与人类对它的评价无关，也与该物实际上是否增进或减少了其他事物的好无关。

（3）泰勒关于尊重生命应该遵循的原则

①不伤害原则。

②不干涉原则。

③忠诚原则。

④补偿正义原则。泰勒列出了几种补偿的具体方法：

a. 在个体受到伤害但没有致死的情况下，补偿原则要求使个体恢复到以前没有被损害时的状态。

b. 如果致死了，则要求代理人对个体处于其中的种群或共同体作出某种形式的补偿；如果某个种群被损害了，则要求对种群剩下的个体作永久性的保护。

c. 如果一个生命共同体被整个地毁灭了，无法对其作出补偿，那么，可以通过保护另一个与其相类似的生态系统而作出补偿。

⑤当四条原则之间发生冲突时泰勒认为：不伤害原则是最高的，人们对自然的最基本的义务就是不要伤害野生生物。当冲突不可避免时，如果能够对生物产生很大的利益，并且干涉或破坏信任不会造成严重伤害时，忠诚和补偿的原则高于不干涉的原则，补偿的原则高于忠诚的原则。

⑥尊重其他生物有时会与维护人类的价值和权利发生冲突的五条优先原则：

a. 自我防御的原则。

b. 对称的原则。

c. 最小伤害原则。

d. 分配正义的原则。

e. 补偿正义原则。

3生态中心主义

（1）生态中心主义的含义

受生态学思想的启发，生态中心主义（包括大地伦理学与深层生态学）认为人类是生态系统、生物圈和生态过程中的有机组成部分，理应遵循生物共同体的行为规则，平等地对待其他成员。一种恰当的伦理学必须从道德上去关心无生命的生态系统、自然过程以及其他自然存在物。环境伦理学必须是整体主义的，即它不仅要承认存在于自然客体之间的关系，而且要把物种和生态系统这类生态“整体”视为拥有直接的道德地位的道德顾客。因此，与动物解放权利论和生物中心主义相比，生态中心主义更加关注生态共同体而非有机个体，它是一种整体主义的而非个体主义的伦理学。

（2）深层生态学与浅层生态学与深层生态学主要观点比较：

	浅层生态学	深层生态学
自然观	人与自然是分离的；人类能够也应该用自然规律来开发利用支配自然。	人是自然的一部分；人类必须服从自然规律，尊重保护自然，与自然和谐相处。
价值观	自然界的多样性作为一种资源对我们来说是有价值的；离开人类谈价值都是胡话；人类应该保护具有工具价值的资源；人天生具有侵略性和竞争性；人类社会天生就是等级社会；社会进步反映在物质财富和技术进步上；逻辑与理性比情感和直觉更有效、更可靠。	自然界的多样性具有自身的（内在）价值；自然的某些部分由于具有内在价值而应受到保护；人天生具有合作性；社会等级是反自然的、令人厌恶的和可避免的；生活中精神质量和爱的关系比物质财富更重要。情感和直觉与其他知识同等重要和有效。
经济观	资源是人类的资源；如果威胁到经济增长，那么污染应当减少；生产与服务的主要目的是生产更多的产品和服务；降低产品和服务成本以提高经济效益；经济增长是好的，永远如此；为了增长的最大化，你必须对物质循环和控制污染的程度加以限制；经济计划应该是短期的，不应超过10年；国家和地区通过贸易而发展进步；用中央控制和生产线技术大规模制造产品是更好更有效的方式。	“资源”是生物的资源；减少污染优先于经济增长；生产服务的目的是社会，而不是看它们能否得利；经济效益应当以提供多少充分的环境、良好的工作和用少的资源满足多少人适度的物质需要为标准；不加区别的经济增长是不好的；从长远看，所有生产应当是最小的物质消耗和循环利用；经济计划的跨度应该是几百年；国家和地区间的贸易应当减少；用小规模和局部控制的手工业生产制造产品是更好更有效的方式。
技术观	科技能够解决环境问题；技术自主决定论；大规模的高技术（如核动力）是进步的标志；通过分析——把问题分解成若干部分来解决它。	科技解决环境问题是有限的；我们能够按照我们的要求改变社会和经济，从而改变技术，使之对我们无害；中间的适宜的和技术，如可再生能源技术是进步的标志；通过综合系统地解决问题。
社会观	人们不能忍受生活标准的大幅度下降；消费主义文化价值观念；第三世界的人口增长威胁到生态平衡。	生活质量不应大幅下降，可以忍受发达国家高生活标准的大幅度下降；适度消费和再生利用；发达国家较少的人口消耗了太多的资源更具威胁。
政治观	民族国家是更重要的政治实体；能够通过社会改良解决环境问题；把环境决定权交给最适合的专家和接受科学家建议的政治家；通过议会民主决定行动方案。	区域共同体是最重要的，但它是全球共同体的一部分；解决环境问题的唯一方式是社会的全盘变革；把环境权交给自己；通过直接民主对话解决问题。

资料来源：Naess A. Identification as a Source of Deep Ecological Attitudes. In: Toabiad M., ed. *Deep Ecology*, San Diego: Auant Book, 1985. 256~270

Pepper D. *Modern Environmentalism: An Introduction*. New York: Routledge, 1996. 11~13

四、人与自然协调发展的可能性

1人的主体性不可消解性

（1）人的主体性在社会领域和自然领域的张扬，使得人成为宇宙的中心和世界的中心。人的自我被肢解了，完整意义上的自我被异化得支离破碎。这本身影响到了人类的生存，无情地报复了人类，产生了严重的反主体性效应。人类以及主客二元对立的思维模式，必将导致人类在认识和改造自然时造成人与自然关系的外在对立性，必然通过各种方式引导人们去达到对客体（包括自然与人）的控制和征服，从而造成了环境的破坏。而环境的破坏又必然导致对人的压迫，阻碍人类社会的发展，造成主体性的异化。主体自身的异化是在主客体关系中发生的，是主体的主体性的丧失，是主客体地位的倒置。在这里，出现了客体反主体化的现象。为此，需要反思人类的主体性，走出主体性的误区，以利于环境保护。

（2）对人主体性消解的流派

①结构主义是从语言人手消解人的主体性的。在他们看来，由于语言从其内在结构讲，是一个无“主体”的系统，因此，不能想当然地把主体视为第一性。人是语言的产物而非发明者，人仅仅是语言的一种结构功能，主体本身是由语言确立的。

②后现代的解释学则从文本出发消解主体。针对传统解释学对解释主体的主动性和决定性的强调，后现代解释学认为，并不存在在解释之先或不依赖解释而存在的“自我”。

③拉康、德勒兹等人从精神分析人手否定人的主体性，詹姆逊从历史主义的观点否定主体性等。

④总之，尽管后现代主义者否定人的主体性的理由不同，批判的强烈程度也不同，但他们在一定意义上都是在宣布“主体的死亡”。在他们看来，现代主义的主体不过是一个神话，这种主体从来就没有存在过。

（3）激进的后现代主义

①激进的后现代主义摧毁了作为中心的、理性的、绝对的、封闭的主体观念，消解了近代以来主客二分的对立，进而倡导一种多元的、即此即彼的思维方式。

②人们应该看到，后现代主义在把人边缘化的过程中，打倒了一个中心却又悄然树立了另外的中心。

③激进的后现代主义哲学否认主客二分以及主体的存在，取消人在对象性活动中的主体地位和主体性，否认主体性学说在认识论发展史上的理论意义以及积极作用，必然会走向消极主义的预成论和宿命论，回到古人主客不分的蒙昧状态。

2自然的内在价值

（1）自然中的某些事物或生态系统具有主体性从而具有内在价值。人类没有理由认为自己的主体性是全世界惟一的主体性。如果认为只有人类具有主体性，也就是承认人类已经成为自然进化的“终极”宇宙的中心。但是，从广阔无限的时空尺度看，自然进化完全可能产生出比人类更高级的生命形式。因此，各种形态的人类中心主义认为只有人类才具有主体性和内在价值的观念是错误的。

（2）将自然的一部分看作具有一定的主体性，为人类彻底克服人类主体与自然客体之间二元对立的思维模式创造了条件。它们是“自己的目的”，而不是用来实现人类主体的目的的手段。这是自然的内在价值概念。它是客观的，一定程度上不依赖于人类主体的存在，是由它的内在属性所决定的。

3重构主体性，协调人与自然的关系

（1）环境问题的造成不在于承认人类相对于自然的主体地位，而在于人类过分张扬了人的主体性，使之具有了不恰当的内涵。

（2）现代性的主体性是片面的、狭隘的、走向极端的或者未被充分发展的，忽视了作为主体自身的自发性、我为性和受动性，忽视了自然也有主体性的一方面。真正的主体性的发挥是在确证人的主体地位的前提下，充分发挥人的主体性，通过人的能动活动，使客体按照人的内在尺度和物的外在尺度发生改变，使自然界、社会、群体、人与人之间的关系以及人自身获得更全面而又和谐的发展。

（3）协调人与自然关系的原则

①要强调主客体之间的内在关联性。

②要承认主体性是自主性与依附性、能动性与受动性的统一。

③要承认交互性的主体性。

4.2 课后习题详解

1 远古时期以及农业文明时期人与自然之间的关系怎样？

答：（1）大约在三四百万年前，地球上出现了人类。人由动物界的古猿进化而来，仅就自然属性而言，人与其他高等动物并无本质的差别，人也依赖于自然而存在。但是，就社会属性而言，人与自然界中的其他存在物有着比较大的差别。

（2）在旧石器时代，人类在技术方面取得的进步非常微小，人类几乎是在完全顺应自然环境变化的情况下生存的。

（3）只是到了距今约4万年前的旧石器时代晚期，随着不断加速的技术革命，人类才进入到狩猎——采集者社会。

①在此社会中，人类以小规模的狩猎采集群体而存在，人类知识与狩猎采集实践混为一体，科学没有从生产中分离出来，而是以萌芽形式存在着。

②在“准劳动”的过程中，人们依靠自己制造的石器、木器等工具，在住地附近收集可食用的野生植物和猎取动物（包括水生动物）。这时的人类已经发明了人工取火的方法。

③人类主要依靠自己的肌肉力量来与环境抗争，应用简单的石器工具进行狩猎和采集活动，获得自然界现成的产品；生产基本上只有人的生产和环境生产，几乎没有物质生产。

（4）从大约1万年前开始的新石器时代早期，人类开始进入原始农业阶段。

①在这一阶段，制造工具已逐步占据了主导地位，制造工具的质量、功能、数目与旧石器时代相比，有了质的进步。

②真正意义上的劳动也就出现了，人从动物界中分化、独立出来，从事谷物生产和动物饲养。

③这一次革命的意义是重大的。它是人类对自然的认识有了一定提高之后的产物，是人类理性的体现。之后，手工业和商业开始繁荣起来，城市化过程开始了。

④青铜器的发明可看做是人类历史上的第一次材料技术革命，文字的产生可看做是人类历史上继语言产生之后的又一次信息革命，对人类历史的发展具有永久的意义。

（5）在农业文明阶段，农业、畜牧业的生产是利用动植物的特性，创造适当的条件，强化动植物的生长机制，生产人类所需要的产品。

①使用的物质资源主要是水、阳光、土地，使用的能源是可再生能源，如风力、水力、畜力等，所使用的工具是金属犁。由此决定了这种生产方式主要是“生物型”生产，对环境的影响不大，况且那时的环境包容力又强，所以在那一时期，人与自然的矛盾没有激化，人和自然的关系总的来说是和谐的。

②和谐之中也有不和谐之音。农牧业生产冲破了自然食物对人类自身发展的限制。人口数量的增长引起的一个直接后果就是增加了人类对自然资源的需求。不仅如此，冶金术的发明使人类对大自然提出更多的要求，通过勘探、采掘、冶炼和锻造，人类开始了对不可再生资源的开发和利用，同时也造成了环境污染。从历史发展的角度看，“冶金术的发明潜藏着人类可能到工业革命之后将大规模地使用机械化技术，产生对生物圈的毁灭性威胁的危险”。

2 工业文明时期主体性的张扬对于环境保护有什么样的影响？

答：（1）近代，在机械论哲学和科学的作用下，自然的历史性和复杂性被简单取消，自然成了一个没有经验、没有情感、毫无灵性、呆板、单调的存在，不具有自我维护、完善自身的功能。

（2）人类成了一个神性的、无畏的存在。自然在人类面前不再神秘，人类在自然面前也不再毕恭毕敬。

（3）由于自然客体没有内在价值，只有使用价值和工具价值，所以它就没有资格获得道德关怀，而只是一个完全按照人们的目的被加以利用、改造、操纵、处理、统治的对象，成为人类达到目的的工具手段。这从实践和价值两方面造成了人与自然的对抗。

（4）与自然祛魅相对应，对于人类，由于文艺复兴运动的兴起，近代科学革命、技术革命、工业革命的发生，人类认识、改造自然和人类社会的能力的提高以及人类取得的成就的增大，人类的主体性被发扬光大

了起来。

3你认为自然的价值有哪些？为什么会有这些价值？

答：（1）“自然价值”是反映、概括和表述人与自然的一种特定的“实践—认识”关系的哲学范畴，其主体必定是人，只能是人；依据人的需要，自然具有四种价值：资源价值、科学研究价值、审美价值和生态价值；人类作为自然价值的主体，不仅是自然资源的开发者和享受者，而且是自然生态进化的保护者和引导者。

（2）离开人类主体的需要去讨论自然价值，是对“自然价值”的曲解和误用，因此之所以自然有以上价值是因为“人”这一特殊主体的存在。但是，另一方面，自然中的某些事物或生态系统具有主体性从而具有内在价值。人类没有理由认为自己的主体性是全世界惟一的主体性。如果认为只有人类具有主体性，也就是承认人类已经成为自然进化的“终极”宇宙的中心。但是，从广阔无限的时空尺度看，自然进化完全可能产生出比人类更高级的生命形式。因此，各种形态的人类中心主义认为只有人类才具有主体性和内在价值的观念是错误的，自然是有价值的。

4古代人类中心主义的内涵是什么？其不合理性表现在哪里？

答：（1）自然目的论

自然目的论是一种最古老的人类中心主义。古希腊百科全书式的学者亚里士多德就明确提出，植物的存在是为了给动物提供食物，而动物的存在是为了给人类提供食物，由于大自然不可能毫无目的毫无用处地创造任何事物，因此，所有的动物肯定都是大自然为了人类而创造的。也就是说人“天生”就是其他存在物的目的。

（2）神学目的论

神学目的论是欧洲中世纪基督教世界观的一个主要组成部分。它认为人类不仅在空间方位的意义上位于宇宙中心，而且也在“目的”的意义上处于宇宙中心。人为神而存在，万物为人而存在。人是大自然的主人，而非其成员，它明显高于其他事物，可以对大自然进行绝对的、无条件的统治。

（3）灵魂与肉体二元论

提出灵魂与肉体二元论这种观点的代表人物是笛卡尔。在他看来，人是一种比动物和植物更高级的存在物，人不仅具有躯体，还拥有不朽的灵魂或心灵，而动植物只具有躯体而没有心灵，只具有物质的属性：广延、体积、重量、形状等，而没有精神的特征，充其量只是一架自动机，与无生命的客体并无区别。因此，那种认为人们应同情动物的观点是错误的，人们完全可以把动物（更不用说植物了）当作机器来对待。

（4）理性优越论

古代人类中心主义的最后一种形式是理性优越论。根据启蒙的传统，理性是人的本质，是人之为人的根据。正是理性使人高于其他存在物，将自己从万物中区别开来，凸现于自然界，形成类的意识，建立起独立性和自主性，以自己的行为认识并改造着自然，体现着创造性和对自由的追求，完善着自我。

5近代人类中心主义的内涵是什么？其不合理性表现在哪里？

答：近代人类中心主义认为，非人类存在物只具有工具价值，不具有内在价值，不是人们伦理体系的原初成员，道德只与理性存在物有关；用道德原则调节自己行为的能力是获得道德权利的基础，非人类存在物不具有理性和道德自律能力，它们没有道德权利；人类有权绝对支配、统治、处置自然，只要这样做不损害他人的利益。

（1）为所有人所具有的某种特殊属性并不存在，人类完全可以将人类作为非人类存在物的道德代理人，承担起维护它们的道德权利的义务，对它们施以道德关怀。

（2）“只有人才有权作为道德代理人和道德顾客”是人根据自己的属性和其他存在物的属性定义的。

（3）从人类历史的发展看，道德进步的过程同时也是道德关怀的对象不断扩大的过程。

（4）从人所具有的某种特殊属性，如理性等，并不能必然地得出人类不应该给予非人类存在物以道德关怀的结论。

6你是赞成还是反对现代人类中心主义？请说明理由。

答：因为现代人类中心主义存在着诸多缺陷所以从根本上来说我是反对这种人类中心主义的。原因如下：

（1）现代人类中心主义将人类的利益作为处理人与自然关系的根本尺度，这仍然是一种人类中心主义的观点。

（2）现代人类中心主义从人类的利益和价值出发去对待自然，并不是将人与自然平等看待，这种人与自然之间的不平等关系必然加强人类之间的不平等关系。

（3）在实践层面上，现代人类中心主义从人类的利益和价值出发去保护自然环境，缩小了自然环境概念的外延，将自然环境限制在了人类的环境之内。

7动物解放 / 权利论的主要内涵是什么？如何看待“20世纪动物解放运动”？

答：（1）动物解放论标榜的是边沁的功利主义，其代表人物是英国伦理学家辛格。功利主义伦理学内含两个基本原则——平等原则与功利原则。

①平等原则指的是应该平等地关心每一个人的利益，原因在于每一个人都拥有感受苦乐的能力。边沁和辛格认为动物应与人类一样享有道德上的平等，人类必须平等地考虑动物的利益（因为平等原则所关心的正是利益）。

②这里的平等是一种道德观念，而不是有关事实的论断；是一种伦理规范，而不是一种事实上平等的要求。

③动物解放论者虽然主张要平等地关心所有动物的利益，但他们并不认为人们应给予所有动物以相同的待遇。相反，他们认为，人们应根据动物的感觉能力和心理能力的复杂程度，区别地对待它们。这样做的理由是基于功利原则：在任何一个特定的环境中，道德的正确行为都是那些能带来最大功利的行为，即选择那些能带来最大利益总和的行为。

④对于人和动物，当人的利益与动物的利益发生冲突时，在其余情况相同的条件下，那种为了人的利益而牺牲动物的类似利益的行为在道德上是允许的，但不能为了人的边缘利益而牺牲动物的基本利益。

（2）“20实际动物解放运动”之我见

①“20世纪动物解放运动”的代表人物雷根认为动物和人一样，都是生命主体，是有思想，有欲求，有意识，有记忆，具有未来感，是能感知快乐和痛苦的生命，都应该享有被尊敬对待的基本权利。雷根的动物权利论为动物保护运动提供了有力的理论基础，对于动物保护有极其重要的意义。但是，这一理论在实践意义上还存在着一些缺陷。

②但是，动物没有使用语言的能力，因而其是否具有信念仍是问题。如果基于康德式义务论立场的批判，那么动物没有理性，不是道德主体，因此不能拥有道德地位，人们对其也不负有直接义务。如果从“生命质量”的概念角度来看，动物与人的固有价值平等是不成立的。

8生物中心主义的内涵是什么？如何做到尊重所有的生命？

答：（1）法国学者史怀泽第一个从伦理学高度提出了尊重生命的伦理学思想。他认为，以尊重生命为基础的伦理信念是所有生命与人享有平等权利主张的伦理学基础。一切生命都是神圣的，它们之间没有高低等级之分。那种认为人在自然界中处于最高地位的观念，只是人们对生命进行的主观的等级划分，没有任何依据。

（2）现代生物中心主义的代表人物保罗·泰勒在1986年完成的《尊重大自然》一书中，建立了一套完整的生物中心论的伦理体系。

①如果人们能够不借助其他事物而说对一个事物产生或好或坏的影响是有意义的，那么这个事物就有其自身的好。

②凡能够被损害或能够获得利益的事物都有其自身的好。

③所有有生命的个体都是拥有自己的好的实体。

④如果一个实体有自身的好，那么它就具有固有价值；而说某物具有固有价值，就是说该物的好被实现了的状态比没被实现的状态好。这与人类对它的评价无关，也与该物实际上是否增进或减少了其他事物的好无关。

（3）泰勒关于尊重生命应该遵循的原则

①不伤害原则。

②不干涉原则。

③忠诚原则。

④补偿正义原则。泰勒列出了几种补偿的具体方法：

a. 在个体受到伤害但没有致死的情况下，补偿原则要求使个体恢复到以前没有被损害时的状态。

b. 如果致死了，则要求代理人对个体处于其中的种群或共同体作出某种形式的补偿；如果某个种群被损害了，则要求对种群剩下的个体作永久性的保护。

c. 如果一个生命共同体被整个地毁灭了，无法对其作出补偿，那么，可以通过保护另一个与其相类似的生态系统而作出补偿。

⑤当四条原则之间发生冲突时泰勒认为：不伤害原则是最高的，人们对自然的最基本的义务就是不要伤害野生生物。当冲突不可避免时，如果能够对生物产生很大的利益，并且干涉或破坏信任不会造成严重伤害时，忠诚和补偿的原则高于不干涉的原则，补偿的原则高于忠诚的原则。

⑥尊重其他生物有时会与维护人类的价值和权利发生冲突的五条优先原则：

a. 自我防御的原则。

b. 对称的原则。

c. 最小伤害原则。

d. 分配正义的原则。

e. 补偿正义原则。

9你怎样看待大地伦理学和深层生态学？

答：（1）大地伦理学

①大地伦理学认为，人与大地是一个共同体。作为共同体的成员，人不仅对共同体中的其他成员，而且对共同体本身负有道德义务。

②人们在利用自然环境的时候，要尽最大的力量使生物共同体的多样性、完整性、稳定性和美丽得到保护；在改造河流和大地时应心怀敬意；应带着尊重的态度来对待那些被人们消费的动物和植物个体。

③大地伦理就是要把人类在共同体中以征服者的面目出现的角色，变成这个共同体中的平等的一员和公民。这意味着人不仅要尊重共同体的其他同伴，而且要尊重共同体本身。由于它是以自然科学作为立论基础的，所以易于被具有自然科学，尤其是具有生物科学类知识的人们所接受和应用。

（2）深层生态学

生态中心主义的第二个体现是深层生态学。深层生态学之所以是“深层的”，就在于它对浅层生态学不愿过问的根本性问题提出了质疑并不断地进行深层追问。

①深层生态学所持的是生态中心主义的立场，它对在人类中心主义框架下所作出的任何决定都保持警惕。

②深层生态学运动力图探明那些支撑着我们的经济行为的以价值观、哲学与宗教的方式表现出来的基本假设。如我们为什么认为经济增长与较高的消费水平是如此的重要？当代社会是否满足了诸如爱、安全、接近大自然这类基本的人类需要？什么样的社会、宗教和教育才是有益于地球上的所有生命的？为实现必要的文化变革，我们需要做些什么事情？

③深层生态学运动实质上包含了价值论、政治学、经济学、社会学、自然观等广泛内容的社会运动，其目标是要倡导一种与自然相协调的新生活方式。

10如何重构人类的主体性以便更好地保护环境？

答：（1）环境问题的造成不在于承认人类相对于自然的主体地位，而在于人类过分张扬了人的主体性，使之具有了不恰当的内涵。

（2）现代性的主体性是片面的、狭隘的、走向极端的或者未被充分发展的，忽视了作为主体自身的自发性、我为性和受动性，忽视了自然也有主体性的一方面。真正的主体性的发挥是在确证人的主体地位的前提下，充分发挥人的主体性，通过人的能动活动，使客体按照人的内在尺度和物的外在尺度发生改变，使自然界、社会、群体、人与人之间的关系以及人自身获得更全面而又和谐的发展。

（3）重构人类的主体性以便更好地保护环境，需要坚持协调人与自然关系的三点原则：

①要强调主客体之间的内在关联性。

②要承认主体性是自主性与依附性、能动性与受动性的统一。

③要承认交互性的主体性。

第5章 可持续发展观与可持续发展战略

5.1 复习笔记

一、环境危机与增长的极限

1全球环境危机与“增长的极限”

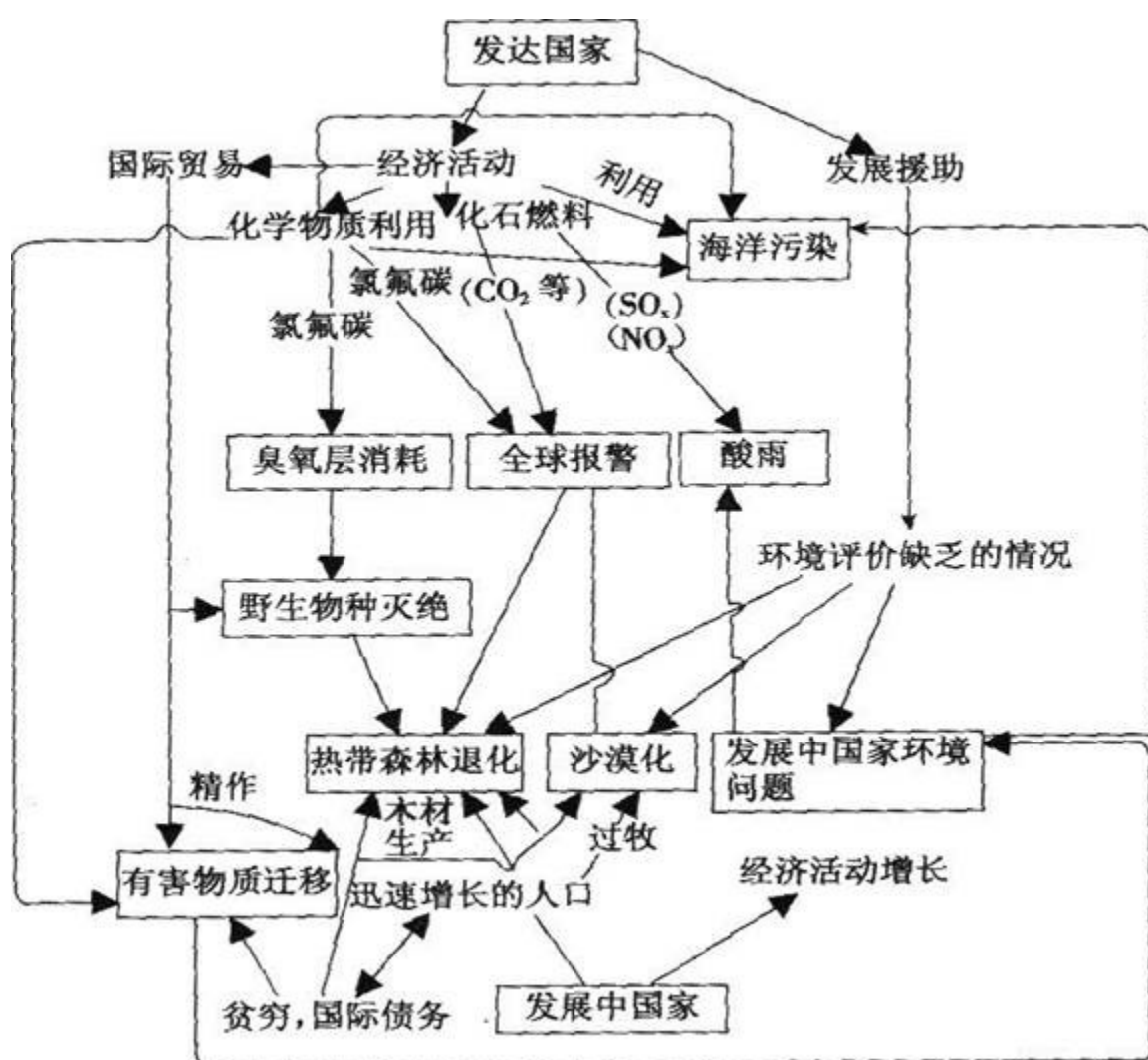
(1) 人口增长带来的问题

人类是生态系统的一员，既不可能违背生态系统规律，也不可能脱离生态系统而存在。人口的过度增长必将给自然生态环境带来压力。

①英国经济学家马尔萨斯在1798年出版的《人口论》一书中作了阐述。他认为，既然性欲是永恒的，人将以几何级数——指数速度增长，而土地、粮食和物质资源的供应却是以算术级数增长，如此一来，人口的增长速度将快于人类食物供给的增长速度，人口过剩和食物匮乏就成为必然，饥饿、瘟疫和为争夺资源而进行的战争也就不可避免。不是有限的自然资源和劳动力导致了对人口增长的限制，而是人口增长导致了资源的过度使用和劳动力市场价值的下降；不是资源和劳动力的缺乏产生了贫困和人类的灾难，而是人口增长导致了这一点。人口增长是人类苦难的最重要的原因。

②人类社会在使得人口和生产呈指数增长的同时，也使得资源消耗和环境破坏呈现剧烈的增长。透支了地球自然资源的存量，不仅减少了人类赖以生存的资源数量，造成了资源危机，而且破坏了生物赖以存在的生态环境基础，造成了地球所储存能量和物质的巨大消耗，引起地球生态呈现出化学失调的、简单的、不稳定的状态，引发了自然地理环境的恶化。

（2）复杂的世界环境问题



(3) 增长极限

①增长极限的提出

美国科学家米都斯在1972年出版的《增长的极限》一书中，提出了“增长的极限”的概念。他指出，地球是有限的，在地球上决定人类命运的有五个因素：人口、粮食生产、工业化、污染和不可再生的自然资源消耗，这五个因素每年都按指数在增长。当这许多不同的因素在一个系统里同时增长时，在一个较长的时期中，每一个因素的增长都将最终反馈影响到自身，形成恶性循环。在资源耗尽之时，越来越多的资本必须被用于获得资源，只剩下极少投资被用于未来的增长，最后投资跟不上折旧。工业基础就会崩溃。总之，人与自然在相互作用中最终将遭到灾难性的冲击。

②反对《增长的极限》的各种观点：

- a. 米都斯的研究报告中只用了一个简单的模型，而且变量太少，对五个变量之间的相互作用的研究非常不够，以此来表示未来世界的发展存在很大的局限性。而且，这种模型分析所假设的未来的人口、工业生产、粮食生产、环境污染和对不可再生的资源的消耗都呈指数增长也不具有必然性。
- b. 米都斯静态地使用资源的“已知储量”除以那时每年的消费量，得出尚能供应消费的年数是错误的，实际上，对于资源可以有一个“可以发现储量”的问题，这导致《增长的极限》中的一些预测是错误的。
- c. 人口增长不仅不是一件坏事，而且是一件好事。因为人口的增长，资源消耗的增加，将迫使人们推动技术进步，寻找更多的、更廉价的资源，借此消除人口增加所带来的资源压力，所以资源问题并不存在。这就是“没有极限的增长”。

③“增长的极限”真的存在

- a. 人类对许多重要资源的使用以及许多污染物的产生都已经超过了可持续的比率。不对物质和能量的使用作显著的削减，在接下去的几十年中人均粮食产出、能源使用和工业生产将会有不可控制的下降。
- b. 下降是不可避免的。要想防止下降，两个改变是必须的：第一便是修改使物质消费和人口持续增长的政策和惯例；第二是迅速地提高物质和能源的使用效率。
- c. 可持续发展的社会在技术和经济上都是可能的。
- d. 虽然《增长的极限》一书中的某些预测没有成为现实，但这并不意味着人类发展的未来不会出现资源短缺和环境危机。
- e. 人口的增加，并不必然刺激技术创新，从而超越增长的极限。相反，有充分的证据表明：“缓慢的人口增长对于世界上绝大多数发展中国家来说，将会有利于经济发展。”而且，科学家经过研究发现，很少有证据表明人口数量的减少将减缓技术创新的速度，降低经济效率和经济规模，从而导致较低的人均收入。如此就应该认真考虑新马尔萨斯理论。

2科技解决环境问题的限度

（1）科技进步虽然能够减少单位产品所消耗的资源，但是，未来社会的资源消耗总量并不一定会随科技的进步而减少。

（2）科学技术的应用不会“使有限的资源无限化”，因为，目前节约资源、保护环境的技术主要体现于信息领域。而信息领域需要冶金、采矿、化学等传统工业部门的产品。

（3）科技进步不能满足高消费对资源的消耗。虽然知识的进步可以延缓不可再生资源的使用年限，可以帮助寻找到替代资源，可以增加可再生资源的数量，但是就是不能改变人类对资源需求量的日益增长，不能改变人类对资源的日益强烈的需求渴望。

（4）从以往的历史看，科技应用产生了环境问题。从现在和未来的一段时间看，科技的应用肯定还会产生新的环境问题。科技的发展及其应用还不能做到为保护环境服务或为发展经济、保护环境服务，而主要是为所谓的经济增长服务，这肯定会产生新的问题。

（5）科技应用对环境的影响通常呈现延迟效应——事物的产生与其影响显露之间总会间隔一段时间。这表明了科技产生环境问题的复杂性和环境问题解决的长期性、艰巨性。

（6）环境科技应用的成本增加。

（7）科技的应用要受到其他因素的限制。

（8）不考虑引起环境问题的其他因素，单纯由科技来解决环境问题有时会比较艰难。

二、从经济增长观到可持续发展观

1传统的经济增长观及其缺陷

（1）传统经济观

在20世纪60年代之前，各国以发展经济为中心、以物质财富的增长为发展目标来构建经济发展理论，促进

经济的增长。当时，人们还没有把“发展”与“增长”两个概念区别开来，认为经济增长可以解决诸如贫困、收入分配不平等以及社会安定等一系列问题。社会发展成为一种经济行为，经济客体成为发展视界的惟一或主要选择，经济增长的具体标准成为衡量社会发展的尺度，社会发展仅仅被归结为国民生产总值的增加：国民生产总值增加了，社会也就进步了，社会发展的程度也就提高了。如此就将经济增长等同于社会发展。

（2）传统经济增长观的缺陷

发展是大多数人渴望的目标，通过经济发展获得社会发展是大多数人的希望。但是，传统的经济增长观注重近期和局部的利益，片面强调经济发展，忽视人口、资源、环境的协调发展，很可能会带来人口膨胀、过度城市化、分配不公、社会腐败、政治动荡、环境危机等问题，也就是带来“有增长无发展”“无发展的增长”或“恶的增长”的结果。

（3）增长不等于发展

英国学者杜德利·西尔斯在《发展的含义》一文中指出：经济增长和社会进步之间不能画等号。

①“增长”和“发展”是两个不同的范畴。增长仅仅只是物质的扩大，增长本身是不够的，事实上也许对社会有害；一个国家除非在经济增长的同时，不断减少社会的不平等、失业和贫困，否则就不可能享有发展。

②法国社会学家佩鲁认为，增长、发展、进步和社会进步是性质不同的概念。增长是指社会活动规模的扩大。发展是结构的辩证法，是指社会整体内部各种组成部分的联结、相互作用以及由此产生的活动能力的提高。假如增长不能改变整体内部诸要素之间的关系和能力，就被称为“无发展的增长”。

③经济增长和经济发展是不同的。增长意味着在一定时期所生产的产品和服务的总量（GNP）的量的增长，也意味着通过一定经济系统的物质和能量的流动速率（自然流量）的增长。发展则意味着“扩张或实现某种潜能，逐渐达到更规范、更令人满意或更好的状态”。

④经济增长的含义较窄，通常指纯粹意义上的生产增长。发展的含义较宽，除了指生产数量的增长外，还包括经济结构和某些制度的变化。它不仅要有量的增长，还要有质的提高。

2可持续发展的内涵

（1）可持续发展的提出

可持续发展作为一种概念，1980年首次在联合国制定的《世界自然保护大纲》中被提出；作为一种理论，于1987年形成于《我们共同的未来》中；作为一种发展战略普遍被各国接受，是在1992年世界环境与发展大会通过的《21世纪议程》中。

（2）可持续发展的定义

在《我们共同的未来》中提出的：“既满足当代人的需求，又不对后代人满足其自身需求的能力构成危害的发展”之后，不同学科的学者从本学科的角度出发，提出了一些有关可持续发展的定义。从这些定义看，可持续发展就是协调人与自然之间的关系和人与人之间的关系，以体现公平性原则、可持续原则、协调性原则，最终达到自然、经济、社会的可持续发展。

①自然的可持续发展是指维持健康的自然过程，保护自然环境的生产潜力和过程，使之能够满足经济和社会可持续发展的需要。

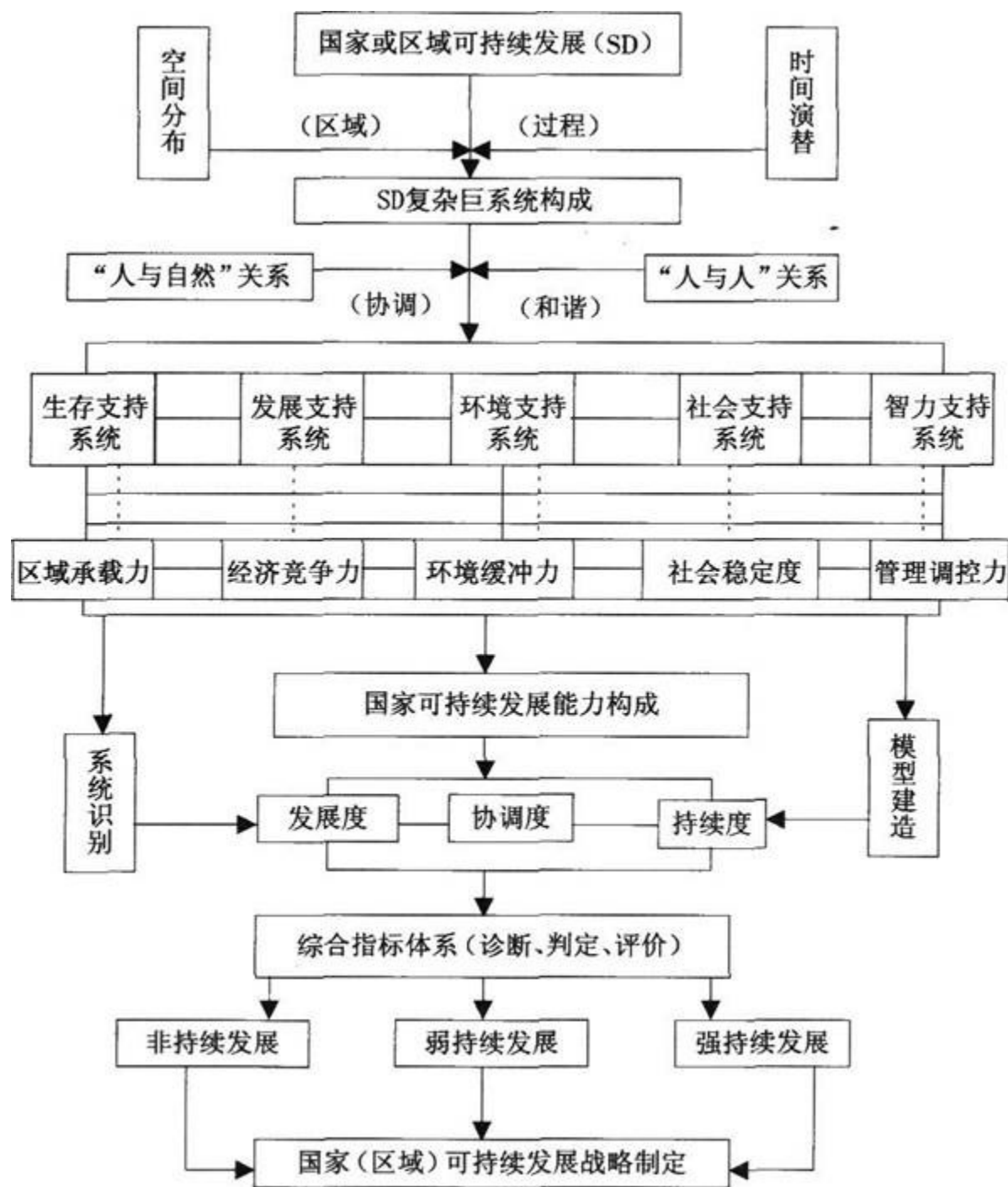
②经济的可持续发展是指在保护自然资源和环境的前提下，保持经济的稳定增长，最大限度地增加经济发展的利益，提高国家的收入，使环境与资源具有明显的经济内涵。这样看来，经济的可持续发展含义有二：

a. 在经济发展过程中保持自然的可持续发展。

b. 在自然的可持续发展基础上保持经济增长。

（3）可持续发展系统的基本构成图

中国科学院可持续发展战略研究组遵从系统学的理论和原则，对“可持续发展系统”的本质要素进行了每项遴选和研究，于2000年给出了可持续发展的系统结构体系。



(4) 社会的可持续发展

①一般是指满足社会的基本需要，保证同代人之间、不同代人之间在资源和收入上的公平分配。这一定义现已被人们普遍接受。它从时间的角度体现了可持续发展的特征。但是，它并没有充分阐述可持续的社会发展应是一个什么样的状态，即什么样的社会才能保证其可持续发展。社会的可持续发展是实施可持续发展战略的根本保证和最终目的。

②可持续发展社会的建立是一项系统工程，其中任何一个要素的可持续发展都离不开其他要素可持续发展的支撑，唯有保证了社会整体的可持续发展，才能保证各要素的可持续发展。而只有各要素的可持续发展，才能保证社会整体的可持续发展。各要素可持续发展的最终目的是实现社会的可持续发展。

3科学的科学发展观

(1) 科学发展观的提出

2003年10月14日，中共十六届三中全会通过了《中共中央关于完善社会主义市场经济体制若干问题的决定》，第一次明确提出了“坚持以人为本，树立全面、协调、可持续的发展观，促进经济社会和人的全面发展”。这是新的科学发展观，用于指导我国的现代化建设。它的基本内涵除了包括可持续发展外，还包括要

(2) 科学发展观的具体内涵

①“以人为本”，就是要坚持以经济建设为中心，坚持走科技含量高、经济效率好、资源消耗低、环境污染少、人力资源优势得到充分发挥的新型工业化道路。把人的发展作为经济社会发展的根本动力，把经济发展的目的放在满足人民群众不断增长的物质文化需要上。

②“全面发展”，就是要着眼于经济、社会、政治、文化、生态等各方面的发展，不是光考虑经济，还要考虑社会，考虑自然能不能支撑；不是光搞物质文明，还要建设政治文明和精神文明；不是只进行企业的结构调整，还要进行“政府、企业、公众”社会结构的调整。

③“协调发展”，就是各方面发展要相互衔接、相互促进、良性互动。它包括五个方面：“发展动力、发展质量、发展公平”的有机协调；“发展数量、发展效益、发展速度”的有机协调；“点状发展、轴状发展、面状发展”的有机协调；“人与自然、人与人、人与自身”的有机协调；“个体利益、团体利益、整体利益”的有机协调。

④要全面理解和认真落实科学的发展观，就要强调“统筹城乡发展、统筹区域发展、统筹经济社会发展、统筹人与自然的和谐发展、统筹国内发展和对外开放”。

三、从工业文明到生态文明

1 限制人口增长

（1）人口不能无限制地按指数增长

环境危机、资源危机、生存危机等也会对此加以限制。联合国秘书处国际经济社会事务部人口司在《世纪转换之际的世界人口》的报告中，根据当今世界人口生育水平、死亡水平变动的实际情况，运用平均预期寿命和总的生育率指标，划分和测定了人口转变的四个阶段。

①人口转变发生之前的阶段，即工业化以前的阶段。人口发展的模式为高出生率、高死亡率、人口低增长。

②人口转变的起步阶段，这大致上是工业化的起步阶段。人口发展模式为人口死亡率大幅下降，而出生率却维持原状，甚至略有增长，因而使人口增长速度大大加快。

③人口转变的关键阶段，发生在工业化的后期。人口发展模式为低出生率、低死亡率。

④人口转变的完成阶段，此阶段是第三阶段发展的最终结局，人口出生率和人口死亡率大致相当。

（2）“人口过渡期”

出生率下降和死亡率越来越低，这两种情况并存，就是人们所说的“人口过渡期”。富国进入“过渡期”的时间较早，穷国进入“过渡期”的时间较晚。现在人们预测世界人口的增长一般就不会根据以往的人口增长来进行，而认为人口数量在增加到一定程度后会稳定下来。这一点迫使所有的预测家们——包括联合国——调低了他们的预测。

（3）全球面临的人口问题的特点

“人口过渡期”的来临只是意味着人口问题已不像原先那样严重，但并不意味着人口问题不严重。更何况，在未来一段时间内，世界人口增长并非平均分布于地球。它呈现出这样的特点：发达国家出生率不足而发展中国家出生率偏高；世界人口的增长主要发生在发展中国家。

①对于发达国家，面临的主要问题是人口出生率不足。这对发达国家的影响是巨大的。有人认为这可能会导致人口老龄化问题，引起经济活动形式、社会结构和全球政治力量的对比发生变化。当然，人口减少还可能带来一系列其他随之而来的后果：到处都是废弃的城市，地产价格将下降；交通堵塞和到处都是火车的情况将很有可能成为历史；由于人口减少，污染将减少，环境因此会得到改善；军队可能要提高服役的最大年龄以保证有足够的兵源；学校需要改善以成为终生学习中心，或者被拆掉等。

②对于欠发达国家而言，人口过多，人口增长过快，但消费不足，人口压力不断增长是主要问题。为了生计和还债，在资金和技术资源不足、人均拥有的资源总量得不到发展的情况下，不得不加大开发环境的力度，通过消耗资源存量以图生存，从而引发了“发展不足”问题，对地球生态系统造成了巨大的压力，造成了资源危机和环境危机。

（4）人口与贫困之间的关系

至于人口与贫困之间的关系更是为许多学者所关注。他们提出了人口挤压理论。大意是人口的过度增长必将导致多种类型的贫困人口：生产性贫困人口、就业性贫困人口、消费性贫困人口、教育性贫困人口、资源性贫困人口。这些人口的增加又将抵消任何超过最低人均收入水平的增长，使最低人均收入水平难以提高，呈现出贫困状态。而贫困状态的存在又加剧了人们以增加劳动力来获得发展的心理动机，导致生育率增长，使现有资源总是处于匮乏状态，也使人口与发展之间呈恶性循环。

2 走向可持续发展的经济

（1）考察传统国民账户体系，建立绿色GDP

①GDP存在很多欠缺：

从社会角度看，GDP将质量好的和坏的产出一视同仁地算在国民财富之中；从经济角度看，它只记录那些看得见的、可以价格化的劳务，其他对社会非常有贡献的劳务却被摒弃在外；从环境角度看，它把自然看作是无限的，资源枯竭、人口过剩、污染加剧等问题都不存在，不去考虑资源的稀缺性和生态环境破坏所带来的损失。如此一来，GDP就不能反映整个社会的进步状况。

②绿色GDP的计算公式

绿色GDP=传统全部最终产出-资源环境损害 / 代价全部（包括传统产业部门造成的，环保部门造成的及最终使用造成的）+环保部门新创造价值全部=传统GDP-（生产过程资源耗竭全部+生产过程环境污染全部+资源恢复过程资源耗竭全部+资源恢复过程环境污染全部+污染治理过程资源耗竭全部+污染治理过程环境污染全部+最终使用资源耗竭全部+最终使用环境污染全部）+（资源恢复部门新创造价值全部+环境保护部门新创造价值全部）。

（2）建立稳态经济，追求经济发展

稳态经济的最主要特点是：打破经济不断增长的迷梦，追求经济发展。稳态经济是说经济系统作为生态系统的子系统将会停止增长，但不会停止发展。此时经济的发展应该通过人口控制，通过财富和收入的再分配，通过资源生产率的技术改进而实现。它要求在对世界的有限性以及复杂的生态系统和热力学定律等物质参数认识的基础上，结合技术、偏好、分配和生活方式等非物质参数而获得经济的发展。经济系统的增长不可能超越自然生态系统的限制，也不可能将之缩小到无，应该将经济系统看做生态系统的子系统，以达到它的最佳规模，使得经济的“流量”（throughput）——物质从原材料输入为开端，然后转化成为商品，最后形成废物输出的流程一限于生态系统再生与可吸收的容量范围内。这样，经济就能在没有增长的状态下得以发展。

（3）从物质经济走向非物质化经济

①非物质化经济发展动因

世界人口增长迅速，如果人们想在这样的条件下享有高水准的生活，又想把对环境的影响降低到最低限度，那么人们只有在同样多的甚至更少的物质基础上获得更多的服务与产品才有可能。这就是后工业社会中的非物质化思想。当然，对于非物质化要进行具体分析。它并不单纯指使用更少的原料生产产品，也非单纯指生产过程使用更少的物质，更非指消费的非物质化，而是要把非物质化放到整个生产、消费的背景中去思考，减少每单位服务的物质消耗，针对产品的整个生命周期，计算每单位服务或功能的物质消耗。

②非物质化经济的途径

非物质化有多种途径：第一种途径是封闭物质循环，尽量回收利用；第二种途径是用更少、更容易获得、更坚固耐用、更环保的材料代替原来的材料；第三种途径是提高资源的生产率，使得生产单位产品的物耗和能耗降低；第四种途径是在生产过程中不产生副产品，从而也就不产生废弃物，这种与清洁生产、循环经济以及绿色化学提出的生产理念相关的原子经济值得重视；第五种途径是大力发展作为文化的经济。

3构建可持续的消费文化

（1）消费社会中的消费文化与环境保护的关系

①在19世纪20年代之前，人类的生产能力有限，生产的目的只能满足人们的自然需要。对商品的消费是一种物质性的消费。消费的是商品的使用价值，满足的是人们的物质生活需要。

②随着科技的进步和市场化的推进，首先在美国，然后在其他国家，生产过剩和消费不足成为摆在资本主义生产面前的一个大问题。

③消费社会中消费的生产刺激、引导并培育着人们的社会态度和社会需求，控制着市场行为，刺激着人们的欲望，使人们的心理服从于它们的调节和控制；它们激发了人们对现状的不满以及对各种新产品的向往，培养了需，生产了消费者，兜售了消费主义，产生了消费社会。

④消费的生产使得物品不仅是商品，而且还是“象征物”和“符号物”；不仅具有使用价值、交换价值，而且还有象征价值、符号价值。

⑤消费的生产、商品的符号化以及商品消费的象征性使得消费社会中的消费价值与非消费社会中的消费价值具有完全不同的特征。

（2）消费主义文化的核心概念主要有三点：

①少消费就衰退；

②人类能够承担得起消费社会对资源的消耗和对环境的破坏；

③消费能够满足人们的需要，给人们带来幸福，消费越多就越幸福。

4发展科技解决环境问题

着眼于可持续发展，就需要建构科学发展的哲学基础，指明技术发展的方向，创造有利于环保科技发展的社会环境，以解决环境危机。

（1）本体论上，应该由自然的祛魅走向自然的返魅。

（2）认识论上，应该从天然自然走向大自然系统。

（3）方法论上，应该从简单走向复杂，扬弃传统科学所遵循的简单性原则和还原性原则，代之以复杂性原则和整体性原则。

5.2 课后习题详解

1你是如何看待“增长的极限”和“没有极限的增长”的？

答：（1）增长极限的提出

美国科学家米都斯提出了“增长的极限”的概念。在该书中他指出，地球是有限的，在地球上决定人类命运的有五个因素：人口、粮食生产、工业化、污染和不可再生的自然资源消耗，这五个因素每年都按指数在增长。当这许多不同的因素在一个系统里同时增长时，在一个较长的时期中，每一个因素的增长都将最终反馈影响到自身，形成恶性循环。在资源耗尽之时，越来越多的资本必须被用于获得资源，只剩下极少投资被用于未来的增长，最后投资跟不上折旧。工业基础就会崩溃。总之，人与自然在相互作用中最终将遭到灾难性的冲击。

（2）反对《增长的极限》的各种观点：

①米都斯的研究报告中只用了一个简单的模型，而且变量太少，对五个变量之间的相互作用的研究非常不够，以此来表示未来世界的发展存在很大的局限性。而且，这种模型分析所假设的未来的人口、工业生产、粮食生产、环境污染和对不可再生的资源的消耗都呈指数增长也不具有必然性。

②米都斯静态地使用资源的“已知储量”除以那时每年的消费量，得出尚能供应消费的年数是错误的，实际上，对于资源可以有一个“可以发现储量”的问题，这导致《增长的极限》中的一些预测是错误的。

③人口增长不仅不是一件坏事，而且是一件好事。因为人口的增长，资源消耗的增加，将迫使人们推动技术进步，寻找更多的、更廉价的资源，借此消除人口增加所带来的资源压力，所以资源问题并不存在，这就是“没有极限的增长”。

（3）“增长的极限”真的存在

①人类对许多重要资源的使用以及许多污染物的产生都已经超过了可持续的比率。不对物质和能量的使用作显著的削减，在接下去的几十年中人均粮食产出、能源使用和工业生产将会有不可控制的下降。

②下降是不可避免的。要想防止下降，两个改变是必须的：第一便是修改使物质消费和人口持续增长的政策和惯例；第二是迅速地提高物质和能源的使用效率。

③可持续发展的社会在技术和经济上都是可能的。

④虽然《增长的极限》一书中的某些预测没有成为现实，但这并不意味着人类发展的未来不会出现资源短缺和环境危机。

⑤人口的增加，并不必然刺激技术创新，从而超越增长的极限。相反，倒有充分的证据表明：“缓慢的人口增长对于世界上绝大多数发展中国家来说，将会有利于经济发展。”而且，科学家经过研究发现，很少有证据表明人口数量的减少将减缓技术创新的速度，降低经济效率和经济规模，从而导致较低的人均收入。如此就应该认真考虑新马尔萨斯理论。

2科技解决环境问题有什么样的限度？

答：（1）科技进步虽然能够减少单位产品所消耗的资源，但是，未来社会的资源消耗总量并不一定会随科技的进步而减少。

（2）科学技术的应用不会“使有限的资源无限化”，因为目前节约资源、保护环境的技术主要体现于信息领域。信息领域需要冶金、采矿、化学等传统工业部门的产品。

（3）科技进步不能满足高消费对资源的消耗。虽然知识的进步可以延缓不可再生资源的使用年限，可以帮助寻找到替代资源，可以增加可再生资源的数量，但是就是不能改变人类对资源需求量的日益增长，不能改变人类对资源的日益强烈的需求渴望。

（4）从以往的历史看，科技应用产生了环境问题。从现在和未来的一段时间看，科技的应用肯定还会产生新的环境问题。科技的发展及其应用还不能做到为保护环境服务或为发展经济、保护环境服务，而主要是为所谓的经济增长服务，这肯定会产生新的问题。

（5）科技应用对环境的影响通常呈现延迟效应——事物的产生与其影响显露之间总会间隔一段时间。这表明了科技产生环境问题的复杂性和环境问题解决的长期性、艰巨性。

(6) 环境科技应用的成本增加。

(7) 科技的应用要受到其他因素的限制。

(8) 不考虑引起环境问题的其他因素，单纯由科技来解决环境问题有时会比较艰难。

3经济增长观的主要内涵是什么？它可能会带来哪些问题？

答：（1）传统经济增长观

在20世纪60年代之前，各国以发展经济为中心、以物质财富的增长为发展目标来构建经济发展理论，促进经济的增长。当时，人们还没有把“发展”与“增长”两个概念区别开来，认为经济增长可以解决诸如贫困、收入分配不平等以及社会安定等一系列问题。社会发展成为一种经济行为，经济客体成为发展视界的惟一或主要选择，经济增长的具体标准成为衡量社会发展的尺度，社会发展仅仅被归结为国民生产总值的增加：国民生产总值增加了，社会也就进步了，社会发展的程度也就提高了。如此就将经济增长等同于社会发展。

（2）传统经济增长观的缺陷

发展是大多数人渴望的目标，通过经济发展获得社会发展是大多数人的希望。但是，传统的经济增长观注重近期和局部的利益，片面强调经济发展，忽视人口、资源、环境的协调发展，很可能会带来人口膨胀、过度城市化、分配不公、社会腐败、政治动荡、环境危机等问题，也就是带来“有增长无发展”“无发展的增长”或“恶的增长”的结果。

（3）增长不等于发展

英国学者杜德利·西尔斯指出：经济增长和社会进步之间不能画等号。

①“增长”和“发展”是两个不同的范畴。增长仅仅只是物质的扩大，增长本身是不够的，事实上也许对社会有害；一个国家除非在经济增长的同时，不断减少社会的不平等、失业和贫困，否则就不可能享有发展。

②法国社会学家佩鲁认为，增长、发展、进步和社会进步是性质不同的概念。增长是指社会活动规模的扩大。发展是结构的辩证法，是指社会整体内部各种组成部分的联结、相互作用以及由此产生的活动能力的提高。假如增长不能改变整体内部诸要素之间的关系和能力，就被称为“无发展的增长”。

③经济增长和经济发展是不同的。增长意味着在一定时期所生产的产品和服务的总量（GNP）的量的增长，也意味着通过一定经济系统的物质和能量的流动速率（自然流量）的增长。发展则意味着“扩张或实现某种潜能，逐渐达到更规范、更令人满意或更好的状态”。

④经济增长的含义较窄，通常指纯粹意义上的生产增长。发展的含义较宽，除了指生产数量的增长外，还包括经济结构和某些制度的变化。它不仅要有量的增长，还要有质的提高。

4改革开放后，中国社会的发展是“有增长无发展”吗？

答：改革开放后，中国社会的发展不是“有增长无发展”。

（1）关于增长和发展的辨析。增长意味着在一定时期所生产的产品和服务的总量（GNP）的量的增长，也意味着通过一定经济系统的物质和能量的流动速率（自然流量）的增长。发展则意味着“扩张或实现某种潜能，逐渐达到更规范、更令人满意或更好的状态”。经济增长的含义较窄，通常指纯粹意义上的生产增长。发展的含义较宽，除了指生产数量的增长外，还包括经济结构和某些制度的变化。它不仅要有量的增长，还要有质的提高。

（2）关于中国社会的增长与发展。发展是当代世界的主题，早期经济学家将发展等同于经济增长，但面对有些国家“有增长无发展”的事实，许多经济学家指出，增长不等于发展，发展是经济增长和社会改革的有机结合，此后社会发展得到了越来越多的关注。党的十六大报告首次论述了“和谐发展”问题，构建社会主义和谐社会成为当前中国社会发展的主调。

（3）社会发展与GDP增长既有区别，也有联系。GDP的增长只是社会经济方面的进步，并不包括经济以外社会其他方面的发展，它与社会发展不能等同；GDP的增长可为社会的进步与发展提供物质前提和经济支持，社会的发展离不开GDP的增长。只有正确理解和把握GDP的内涵，才能把GDP放在一个适当的位置，以科学的态度对待GDP，既不盲目崇拜，也不完全忽视其作用。

（4）经济增长与社会发展协调具有重要意义。其一，社会发展是经济增长的目的；其二，经济发展是社会

发展的基础；其三，经济和社会要协调发展，要实现最优的经济增长必然要求经济增长和社会发展相协调。近年来，中国社会经济总量不断攀升，社会各方面的到了较大转变和改观。仅仅从经济角度来考量中国社会就有局限性。所以中国社会的发展不是“有增长无发展”。

5可持续发展观的主要内涵是什么？你认为可持续发展的社会应该怎样？

答：（1）可持续发展的提出

可持续发展作为一种概念，1980年首次在联合国制定的《世界自然保护大纲》中被提出；作为一种理论，于1987年形成于《我们共同的未来》中；作为一种发展战略普遍被各国接受，是在1992年世界环境与发展大会通过的《21世纪议程》中。

（2）可持续发展的定义

在《我们共同的未来》中提出的：“既满足当代人的需求，又不对后代人满足其自身需求的能力构成危害的发展。”之后，不同学科的学者从本学科的角度出发，提出了一些有关可持续发展的定义。从这些定义看，可持续发展就是协调人与自然之间的关系和人与人之间的关系，以体现公平性原则、可持续原则、协调性原则，最终达到自然、经济、社会的可持续发展。

①自然的可持续发展是指维持健康的自然过程，保护自然环境的生产潜力和过程，使之能够满足经济和社会可持续发展的需要。

②经济的可持续发展是指在保护自然资源和环境的前提下，保持经济的稳定增长，最大限度地增加经济发展的利益，提高国家的收入，使环境与资源具有明显的经济内涵。这样看来，经济的可持续发展含义有二：

a. 在经济发展过程中保持自然的可持续发展。

b. 在自然的可持续发展基础上保持经济增长。

（3）可持续发展的社会

①一般是指满足社会的基本需要，保证同代人之间、不同代人之间在资源和收入上的公平分配。这一定义现已被人们普遍接受。它从时间的角度体现了可持续发展的特征。但是，它并没有充分阐述可持续的社会发展应是一个什么样的状态，即什么样的社会才能保证其可持续发展。社会的可持续发展是实施可持续发展战略的根本保证和最终目的。

②可持续发展社会的建立是一项系统工程，其中任何一个要素的可持续发展都离不开其他要素可持续发展的支撑，唯有保证了社会整体的可持续发展，才能保证各要素的可持续发展。而只有各要素的可持续发展，才能保证社会整体的可持续发展。各要素可持续发展的最终目的是实现社会的可持续发展。

6科学的发展观的主要内涵是什么？为什么在中国要坚持科学的发展观？

答：（1）科学发展观的内涵

①“以人为本”，就是要坚持以经济建设为中心，坚持走科技含量高、经济效率好、资源消耗低、环境污染少、人力资源优势得到充分发挥的新型工业化道路。把人的发展作为经济社会发展的根本动力，把经济发展的目的放在满足人民群众不断增长的物质文化需要上。

②“全面发展”，就是要着眼于经济、社会、政治、文化、生态等各方面的发展，不是光考虑经济，还要考虑社会，考虑自然能不能支撑；不是光搞物质文明，还要建设政治文明和精神文明；不是只进行企业的结构调整，还要进行“政府、企业、公众”社会结构的调整。

③“协调发展”，就是各方面发展要相互衔接、相互促进、良性互动。它包括五个方面：“发展动力、发展质量、发展公平”的有机协调；“发展数量、发展效益、发展速度”的有机协调；“点状发展、轴状发展、面状发展”的有机协调；“人与自然、人与人、人与自身”的有机协调；“个体利益、团体利益、整体利益”的有机协调。

④要全面理解和认真落实科学的发展观，就要强调“统筹城乡发展、统筹区域发展、统筹经济社会发展、统筹人与自然的和谐发展、统筹国内发展和对外开放”。

（2）实施科学发展观的原因

考虑到资源环境的承载能力，生产发展要进行人与自然之间正常的物质和能量交换。为了更好地利用国内和国外两种资源、两个市场，顺利实现中国经济的振兴。也是完善涉外经济体制的需要，为此要制定应对国际经济摩擦的战略和政策，提高出口商品的档次和质量，建立双边和区域自由贸易关系，克服加入WTO不利条款的负面影响，必须要实施“走出去”战略和提高国际援助，改善贸易环境。

7发达国家和发展中国家所面临的人口问题有什么不同？

答：（1）对于发达国家，它们面临的主要问题是人口出生率不足。这对发达国家的影响是巨大的。有人认为这可能会导致人口老龄化问题，引起经济活动形式、社会结构和全球政治力量的对比发生变化。当然，人口减少还可能带来一系列其他随之而来的后果：到处都是废弃的城市，地产价格将下降；交通堵塞和到处都是火车的情况将很有可能成为历史；由于人口减少，污染将减少，环境因此会得到改善；军队可能要提高服役的最大年龄以保证有足够的兵源；学校需要改善以成为终生学习中心，或者被拆掉等。

（2）对于欠发达国家而言，人口过多，人口增长过快，但消费不足，人口压力不断增长是主要问题。为了生计和还债，在资金和技术资源不足、人均拥有的资源总量得不到发展的情况下，不得不加大开发环境的力度，通过消耗资源存量以图生存，从而引发了“发展不足”问题，对地球生态系统造成了巨大的压力，造成了资源危机和环境危机。

8你对GDP和绿色GDP是如何理解的？

答：（1）GDP存在很多欠缺

从社会角度看，GDP将质量好的和坏的产出一视同仁地算在国民财富之中；从经济角度看，它只记录那些看得见的、可以价格化的劳务，其他对社会非常有贡献的劳务却被摒弃在外；从环境角度看，它把自然看作是无限的，资源枯竭、人口过剩、污染加剧等问题都不存在，不去考虑资源的稀缺性和生态环境破坏所带来的损失。如此一来，GDP就不能反映整个社会的进步状况。

（2）绿色GDP的计算公式

绿色GDP=传统全部最终产出-资源环境损害 / 代价全部（包括传统产业部门造成的，环保部门造成的及最终使用造成的）+环保部门新创造价值全部=传统GDP-（生产过程资源耗竭全部+生产过程环境污染全部+资源恢复过程资源耗竭全部+资源恢复过程环境污染全部+污染治理过程资源耗竭全部+污染治理过程环境污染全部+最终使用资源耗竭全部+最终使用环境污染全部）+（资源恢复部门新创造价值全部+环境保护部门新创造价值全部）。

9稳态经济的主要内涵是什么？

答：（1）稳态经济，是打破经济不断增长的迷梦，追求经济发展。稳态经济是说经济系统作为生态系统的子系统将会停止增长，但不会停止发展。此时经济的发展应该通过人口控制，通过财富和收入的再分配，通过资源生产率的技术改进而实现。

（2）它要求在对世界的有限性以及复杂的生态系统和热力学定律等物质参数认识的基础上，结合技术、偏好、分配和生活方式等非物质参数而获得经济的发展。

（3）经济系统的增长不可能超越自然生态系统的限制，也不可能将之缩小到无，应该将经济系统看做生态系统的子系统，以达到它的最佳规模，使得经济的“流量”——物质从原材料输入为开端，然后转化成为商品，最后形成废物输出的流程限于生态系统再生与可吸收的容量范围内。这样，经济就能在没有增长的状态下得以发展。

10从物质经济走向非物质化经济需要我们采取哪些措施？

答：（1）世界人口增长迅速，如果人们想在这样的条件下享有高水准的生活，又想把对环境的影响降低到最低限度，那么人们只有在同样多的甚至更少的物质基础上获得更多的服务与产品才有可能。这就是后工业社会中的非物质化思想。当然，对于非物质化要进行具体分析。它并不单纯指使用更少的原料生产产品，也非单纯指生产过程使用更少的物质，更非指消费的非物质化，而是要把非物质化放到整个生产、消费的背景中去思考，减少每单位服务的物质消耗，针对产品的整个生命周期，计算每单位服务或功能的物质消耗。

（2）非物质化有多种途径

①封闭物质循环，尽量回收利用。

②用更少、更容易获得、更坚固耐用、更环保的材料代替原来的材料。

③提高资源的生产率，使得生产单位产品的物耗和能耗降低。

④在生产过程中不产生副产品，从而也就不产生废弃物，这种与清洁生产、循环经济以及绿色化学提出的生产理念相关的原子经济值得重视。

⑤大力发展作为文化的经济。

11你认为消费主义文化对于环境保护意味着什么？

答：（1）消费社会中的消费文化与环境保护的关系

①在19世纪20年代之前，人类的生产能力有限，生产的目的只能满足人们的自然需要。对商品的消费是一种物质性的消费。消费的是商品的使用价值，满足的是人们的物质生活需要。

②随着科技的进步和市场化的推进，首先在美国，然后在其他国家，生产过剩和消费不足成为摆在资本主义生产面前的一个大问题。

③消费社会中消费的生产刺激、引导并培育着人们的社会态度和社会需求，控制着市场行为，刺激着人们的欲望，使人们的心理服从于它们的调节和控制；它们激发了人们对现状的不满以及对各种新产品的向往，培养了需，生产了消费者，兜售了消费主义，产生了消费社会。

④消费的生产使得物品不仅是商品，而且还是“象征物”和“符号物”；不仅具有使用价值、交换价值，而且还有象征价值、符号价值。

⑤消费的生产、商品的符号化以及商品消费的象征性使得消费社会中的消费价值与非消费社会中的消费价值具有完全不同的特征。

（2）消费主义文化的核心概念主要有三点：

①少消费就衰退。

②人类能够承担得起消费社会对资源的消耗和对环境的破坏。

③消费能够满足人们的需要，给人们带来幸福，消费越多就越幸福。

12从本体论、认识论、方法论的角度说明近现代科学为什么会造成环境问题？

答：着眼于可持续发展，就需要建构科学发展的哲学基础，指明技术发展的方向，创造有利于环保科技发展的社会环境，以解决环境危机。

（1）本体论上，应该由自然的祛魅走向自然的返魅

量子力学、生态学等的发展显示了自然的有机整体性；动物行为学、动物心理学的研究表明，将主体性赋予动物有一定的根据；复杂性科学的研究表明自然界的某些系统，如自组织系统具有目的性；玻姆的“隐秩序理论”以及人类起源学说等表明人与自然是不可分离的等。这种对自然的返魅有利于建立恰当的科学本体论基础，对于建立良好的人与自然之间的关系，具有重要的意义。不仅如此，复杂性科学还揭示了自然具有其他复杂性的方面，我们应该研究这些方面。

（2）认识论上，应该从天然自然走向大自然系统

①对天然自然的正确认识，并不必然带来对天然自然的正确改造。研究天然自然规律的科学所认识的是有关天然自然界的规律，没有对人类实践过程中所涉及的人类社会、人工自然、天然自然三者所组成的大自然系统进行认识。

②根据对天然自然的正确认识来对天然自然、人工自然、人类社会三者进行改造并不能保证改造的正确性。

③只有对大自然系统地正确认识，才能获得对自然的正确改造。这体现了人与自然的不可分离性以及自然事物之间的不可分离性。这也要求大力发展一系列以生态环境问题为中心，以研究人与自然之间的关系、自然规律和社会规律的相互作用为内容的交叉学科。这类学科呈现生态化、人文化的特征。

（3）方法论上，应该从简单走向复杂，扬弃传统科学所遵循的简单性原则和还原性原则，代之以复杂性原则和整体性原则

- ①不仅要研究自然的规律性的方面，还要研究自然的非规律性的方面——结果的展现。
- ②不仅要采取还原性原则，通过认识低层次的来认识高层次的，即研究向上的因果关系，还要采取整体性原则，通过认识高层次的来认识低层次的，即研究向下的因果关系。
- ③不仅要研究某些事物的外在表现，还要研究事物的经验性的方面，如动物的情感、智能等；
- ④不仅要研究因果决定论，还要针对具有目的性的存在，研究它的因果决定论。
- ⑤不仅要研究具有线性、整形等特征的对象，还要研究具有非线性、分形、混沌等特征的对象；
- ⑥不仅要研究自然的分门别类的规律，还要研究自然的系统性、整体性规律。
- ⑦不仅要研究天然自然，还要研究人工自然和人类社会以及由这三者组成的大自然系统。

第6章 科学的实验基础与逻辑前提

6.1 复习笔记

一、科学事实的获得与整理

1科学事实及其重要作用

对科学事实重要性的认识在当代科学家和科学哲学家那里也得到了积极的回应。

（1）科学事实的含义

事实是人们通过感觉经验所感知到的现象和过程，但日常生活中的感觉经验并不都是科学事实。

①科学事实是进入到科学家研究视野中的现象，科学家把什么样的感觉经验确立为自己的研究对象和理论依据是有选择的。

②科学事实要通过科学的概念来描述，如对于物体的运动，物理学就借助于“位移”“速度”等概念，而不是借助于“远近”“快慢”等概念来进行描述。

③把什么样的现象认定为科学事实，并不在于它是否在感觉经验中出现，而在于它能否经得起科学同行的重复性检验。

④现代科学讨论的科学事实并不全是由感觉器官预先发现的，其中有相当一部分科学事实是在科学理论预见后才经由感觉器官发现的，如海王星的发现。

概括起来说，科学事实是指通过观察和实验所获得的经验事实，是经过科学整理和鉴定的确定事实。

（2）科学事实与客观事实的区别

①客观事实是指物质对象的现象和过程，它不以人的意志为转移，是客观的、第一性的。

②科学事实则是人们通过观察和试验获得的关于对象的映像以及对它的描述。

③科学事实属于认识论的范畴，它体现的是客观事件在科学认识主体头脑中的记述和判断。没有客观事件发生，自然就不会有科学事实；没有主体所设置的认识条件，包括概念系统，也就无法记载出科学事实。

④科学事实的内容是客观的，形式则是主观的。对同一客观事件，可能因为认识条件设置得合理而被描述为精确的科学事实，也可能因为认识条件设置得不合理而被描述为粗糙的乃至歪曲的事实。客观事件不存在正确或错误的问题，而科学事实却存在可错性的问题。

（3）科学事实一般应满足的条件

①科学事实应该是关于个别存在的陈述。

②科学事实应该可复核、可重现。科学事实是经过实验验证的，或通过直接观察得到的，应该具有可复核、可重现性。

③科学事实应该比较精确、系统。科学事实只有做到精确、系统才可能为科学认识提供坚实可靠的基础，科学工作者应该全面准确地观察和确认有关的科学事实。

（4）科学事实的规定决定了它在科学认识过程中的重要作用

①科学事实是形成科学概念和科学原理、建立科学理论的基础。

②科学事实是确证或反驳科学假说和科学理论的基本手段，是推动科学进步的动力之一。

2科学事实的获得：观察和实验

科学观察和科学实验是获得科学事实的两种主要途径。

（1）科学观察一般是在自然发生的条件和状态下对研究对象所进行的观察。自然发生的条件，是指在观察时，观察者不对自然事物或现象进行干预，使其按照本来的状况运动和变化。这是观察的重要特点之一。

①观察可分为直接观察和间接观察

a. 直接观察是直接通过感官考察客体的方法，它生动、直观，但有局限性。

b. 间接观察是借助于一定的仪器观察客体的方法，它扩大了感官知觉的范围，能提供更准确的观察结果和科学事实。

②观察是直接获取科学事实的一种重要手段。许多科学理论的产生都来源于观察所提供的科学事实。

（2）科学实验是根据一定的科学研究目的，运用一定的物质手段，包括科学仪器和设备，在人为控制或模拟自然事物或现象的条件下获得科学事实的方法。和科学观察相比较，科学实验具有如下特性：

①可以简化和纯化研究对象。

②可以强化研究对象。

③可以使客体对象的属性及其变化过程重复出现。

④可以模拟研究对象的运动过程，从而认识对象的性质。

3科学事实的整理：归纳、演绎和类比

（1）归纳方法

归纳推理，是从个别或特殊的事物中概括出共同本质或一般原理的逻辑思维方法，其目的在于通过现象达到本质，通过特殊揭示一般。就其形成关于经验世界的概括的过程而言，归纳推理可以划分为三种类型：

①本能的归纳，对简单物体如桌子和椅子，对物质如水、盐和糖，对人如父母等的认识，都是本能的归纳的结果。这种能力是人与动物共有的，是一种获得简单概念的能力。许多本能的归纳需要根据更复杂的思维得到修正和补充。

②由对常识的思考所获得的归纳，如对空中火球般的太阳升落规律的认识，对春夏秋冬气候的变化的感知等都是通过常识获得的。通过常识所获得的归纳可能会被修正和推翻，如太阳绕着地球转等。

③通过批判性科学研究所获得的归纳，如对日亏月缺和飓风等自然现象的规律性认识，对化学元素和化合物性质的认识等。

（2）演绎方法

最早的从演绎方法层面对人类运用逻辑思维的经验进行的系统总结，是亚里士多德在其形式逻辑中所阐述的三段论。他巧妙地运用符号化的办法，把人类运用自然语言进行思维的经验提升到基本思维规律和基本思维方法的高度。

①三段论从前提到结论是从一般到特殊的演绎推理，只要前提为真，又遵从形式逻辑关于推理形式的规则要求，则真值是必然下传的，结论是恒真的。

②近代科学大师笛卡儿、伽利略、牛顿在科学研究中创造了数学—演绎方法。由于数学本身就是一个特殊的演绎系统，数学的推导规则都具有确保真值传递的性质，因此，可以利用数学规则来进行各种演绎推理以获得各种新知识，而不必拘泥于三段论的道路。

③数理逻辑的创立，彻底打破了数学和逻辑的界限，实现了逻辑数学化、推理演算化。它用数学精神改造传统的演绎逻辑，把符号化的命题视为数学中的公式，把逻辑推理规则视为数学变形规则，把命题间的推理视为演算和推导过程，并通过引入存在量词和可变函项，不但扩大了命题范围，也大大提高了推理的能力和效率，成为现代科学思维的强大手段和工具。由于逻辑推理的形式化、符号化，使得用智能机器代替人的部分思维的希望变成了现实。

④公理化方法是演绎方法的衍生物。公理化方法的最早倡导者也是亚里士多德，他认为完美的自然科学体系应该是建立在少数第一公理的基础上，经由演绎方法组织起来的概念命题体系。这就是公理化方法。它不但是整理已有科学知识并构造为公理化陈述系统的方法，而且可以作为构造新的知识系统的方法。公理化方法在欧几里得几何学和牛顿力学体系中得到了卓越的应用和体现，并已成为普遍推广的现代科学方法。

⑤组成公理化系统的一般程序

- a. 选择作为公设的概念为基本概念，选择一类自明的陈述作为公理，它们无须证明就被置入系统。
- b. 制定推理（推导）规则，用以指导本系统的所有演算。
- c. 依据规则从原初概念推导出新的概念，从公理演绎出新的陈述。
- d. 遵循同样的步骤，从导出的陈述和公理中进一步导出其陈述。只要需要，这一过程可以一直进行下去。

（3）类比方法

- ①类比方法是根据两类对象之间在某些方面的类似或同一，推断它们在其他方面也可能类似或同一的逻辑思维方法。
- ②类比方法在逻辑学中被称为类比逻辑推理，可表示为：

$$\begin{array}{l} A \text{ 有 } a、b、c、d \\ B \text{ 有 } a、b、c \\ \hline \text{则 } B \text{ 可能有 } d \end{array}$$

由A到B的推理可以是“特殊——特殊”，也可以是“一般——一般”。类比推理的客观基础是事物之间存在普遍联系的本性，但类比方法扬弃了未知的（或不甚清楚的）中间环节，从此一事物直接推出彼一事物的判断，其结论在逻辑上总是或然性的。

③类比推理的思维过程，其基本环节是联想和比较。首先是选取何种类别对象的联想和比较，其次是对所研究的对象在形态、属性、结构、功能方面，以及在理论原则、形式、方法、内容等方面的联想和比较，以便从对已知事物的判断过渡到对未知事物的判断。

④在类比推理的思维过程中存在着一些潜在的中介物，即假定有把类比对象统一起来的普遍规律，于是思维从已知的特殊上升为假定的“一般”，再由这个“一般”演绎出未知的特殊。如上述物质波的类比推理过程就是：

$$\begin{array}{l} \text{波的粒子性} \rightarrow [\text{任何物质均具有波粒二象性}] \rightarrow \text{粒子的波动性} \\ \text{特殊理论} \rightarrow [\text{一般理论}] \rightarrow \text{特殊理论} \end{array}$$

中介物在类比过程中一般不需要明白显示，也不必要先作证明，但其中却暗含着由特殊到一般的归纳推理以及由一般到特殊的演绎推理过程。类比方法本质上是归纳方法和演绎方法的辩证综合。

二、科学规律的合理性与可错性

现代科学认识活动同时在两个层面上进行，一是在可观察层面上进行的、与感官和经验直接相联系的认识活动；二是用抽象的或形式化的语言表述的、其对象与过程一般不可直接观察的认识活动。

1可观察性

对经验规律和理论规律的恰当说明必须以“可观察性”为前提。

- （1）“可观察性”意指日常经验中可以直接观察的任何现象的特点，经验规律就是关于可观察的现象的规律。
- （2）随着现代科学的发展，“可观察”的内容和方式已发生了很大的变化。虽然人们可以用惯常的方式直接以感官去察觉事物的状态，但在现代科学观察中，数学方法和仪器设备作为观察的辅助手段已经不可或缺。
- （3）“可观察”现象与“不可观察”现象之间的界限是模糊的。
- （4）经验规律的最大特征就在于它的实际可观察性，或者实际可确证性。一般把经验规律看做是一种经验的概括，它表示这些规律是通过对观察和测量结果的概括而获得的。

2理论规律的特点

和经验规律相比较，理论规律具有如下几个特点：

- （1）理论规律是运用概念表述的抽象规律。理论规律一般借助于科学家创造的抽象概念，如原子、质子、

基因等来加以抽象表述。

（2）理论规律的词语不涉及可观察的东西，它所表述的内容不能用简单的、直接的方法来测量。

（3）理论规律不是对观察现象的直接概括和总结。经验规律一般直接来源于经验概括，而理论规律却不是观察现象之后得出的具体结论，而是抽象概括和理论思维的产物。

3科学规律的合理性

（1）科学规律的合理性首先表现在经验规律和理论规律的逻辑关联中。

（2）要想使经验概括成为真正的科学定律或经验规律，仅有观察和经验基础还不够，还必须要有理论上的支持。

（3）理论规律和经验规律之间存在着相互支持的逻辑关系：由某种理论命题推导出的概括支持经验概括并赋之以科学定律或经验规律的地位，但同样的经验概括或经验规律（当然是从科学观察导出的），反过来又支持和确证理论规律。

（4）理论规律的合理性突出地表现在对某些已有的经验规律的矫正上。一旦经验规律和科学定律从常识的模糊框架中做出来并以定量关系的形式得以陈述，它们就要受更加严格的实验检验的支配。

（5）各种理论规律都能够矫正具有“可观察性”的经验规律和科学定律，而且有时能矫正非常基本的概念，这一事实便是将这类理论规律作为对表象后面的实在描述的证据。尽管某个理论可以是真实预言的源泉，但这并不能作为证明该理论本身为真的根据。人们姑且承认某个理论在这方面可能是有用的，不管其是否为真。

（6）更重要的是，科学规律的合理性可以通过科学实践的有效性来加以说明。

4科学规律的可错性

有关科学规律的可错性的争论主要围绕着归纳推理的或然性和有效性而展开。客观地评述这些争论有益于人们认识和理解科学规律的逻辑基础和理论本质。归纳结论永远只是可能真，而不是必然真。

（1）由于宇宙无论是从宏观或微观的角度看都是无限的，因此人类在任何确定的时刻都不能说他已经获得了关于这个宇宙的完全的充分的认识，甚至也不能有把握地说，他已经获得了关于宇宙的某个局部或片段的完全的充分的认识。

（2）人类在任何时候运用归纳方法所获得的任何具体认识中都含有可错性的成分，并在原则上都是可修正的。

（3）对于任何已有的理论，对于使人们获得这些理论的归纳逻辑和归纳方法本身，人们都应该保持一种健康的怀疑、诘难、批评的态度，对于任何未知的事物都应该保持一种理智的好奇，以免陷入独断论、教条主义、绝对主义。

（4）既然人们根据已有理论所进行的实践一再取得成功，那就说明人们根据归纳法所获得的理论中肯定有真理性成分，人们不能因为已有理论中含有可能被未来的经验证伪的可错性成分，就完全否认现有理论的真理性，否认归纳逻辑和归纳方法在一定程度上的合理性和可靠性。这就是说，人们应该对被实践一再证明为真的理论、对归纳法本身保持必要的信心，以免陷入相对主义、虚无主义和不可知论。

三、科学实验中的经验与理性

1“理论决定人们能够观察到的东西”

（1）观察获得的科学事实客观性的争论

①从标准的科学观来看，一个符合科学的观察应该是去除了偏见、学术成见和感情等因素影响的。

②但科学哲学的许多研究致力于提出关于科学观察的替代性的解释，在提出这种解释的过程中，科学哲学家们援引了实验心理学的一些基本结论：观察从来不会是被动的，人们从来不是简单地接受和记录来自外部世界的信息；相反，人们作用于这一世界，并形成一系列明确的、但总是变化的有关其特征的意向；正是在这一认知活动中，观察者根据他所获得的文化资源对这些意向作出解释。

③科学观察从根本上依赖于语言。

④在现实的科学观察活动中，观察是以复杂的符号（语词）为中介而进行的，这就使得受过训练的观察者与未受过训练的观察者不会看到相同的事物或现象。

（2）波普尔、汉森、库恩等人怀疑自培根以来的归纳主义者所倡导的独立于理论之外的纯粹的观察的可能性，他们否认有纯粹的中性观察存在，他们明确提出“观察渗透理论”的基本主张。他们的理由主要是：

①科学观察不仅是接受信息的过程，同时也是加工信息的过程。

②观察陈述是用科学语言表述出来的，通过语言，来自客体的信息被编码记载下来。

③理论在观察中既起着“定向”作用，引导观察者有选择地接受外界信息，又起着“加工改造”作用，帮助观察者理解观察到的究竟是什么。

（3）科学观察是一个复杂的认识过程，是观察者的认识和实践活动。要保证观察的客观性，需要解决以下几方面的问题：

①科学观察要求实验结果可以用某种标准的方法进行重演。这是科学研究中必须共同遵循的基本原则。实验中发生的情况或事件能够被多个观察者重复检验，一般来说，这就保证了科学实验结果的客观性。因为观察者的主观的偶然的失误都很容易在重复的实验过程中暴露出来，并加以消除。一个实验被复核重演的次数越多，也就越显示其客观性。相反，不可重复的观察和实验结果，其客观性就会受到怀疑。

②科学观察要求以正确反映客观事物本质的理论为指导。这类理论能提供正确的概念系统、推理规则和消除假象与误差的方法，从而使日常观察中模糊不清的现象变得清晰起来。

③科学观察要求使用先进的观测技术和仪器，这是保证科学观察客观性的物质基础。由于仪器精度的提高和可观测范围的扩大，就能更准确地记录客体运动的状态，提高观察的客观性。由于现代技术的应用和自动化测量系统与计算机相配合，实验观察者所观测到的已不是最原始的图像和数据，而是经过计算机处理过的数据。这样，既扩大了科学观察的视野，又可以避免某些主观的差错。

④科学观察要求科学家要具有严谨的、实事求是的学风，即要尊重客观实际，不急于求成，全面地、坚持不懈地进行长期观察，努力防止片面性，避免以主观愿望影响观察和数据整理。这既是保证观察客观性的前提，也是获得科学成果的重要条件。

2科学测量中的认识论问题

（1）测量问题是科学哲学中的一个非常重要的基本问题。在某种程度上可以说物理学就是关于测量的科学。因为只有通过测量，才有可能用精确、简洁和普遍的数学语言来描述复杂的世界现象，才有可能借助于数学逻辑系统从科学观察中推演定律并建构科学理论体系，才有可能在理论发展中逐步地揭示现象提供理论发现的依据和理论检验的证据。

（2）具体地说，通过测量就能获得有关事物各种性质的客观评价，就可以对同一物体或材料的不同性质进行比较，将不同性质的值联系起来。

（3）测量不仅仅是为了使事实更精确的一种手段，而且它是一种行之有效的实验程序，能够使科学家获得数值定律以及来自经验数学的简化原则。与此同时，测量可以通过扩大科学家的概念并澄清这些概念而使其理解得以扩大和加深。测量还可以促进并激励思辨，从而导致各种新的解释性理论的创立。

（4）科学测量是科学实验和科学理论的融合体。科学实验通常由三部分组成：实验者、实验对象和测量系统。测量系统指根据实验设计而选择的仪器、测量手段等组成的系统，它是实验主体的感觉能力的延伸，是主体与客体之间的中介。测量的实质是对认识对象的某些性质作定量的比较性研究。

（5）测量总是在主客体的相互作用中进行的。测量系统在与客体的相互作用中，对来自客体的信息进行“编码”，然后再将“编码”化的信息传递给实验者，这就产生了一个重要的认识论问题：测量是客观的吗？实验者从测量系统中获得的信息是否表征着客体的“真实”状况？围绕这些问题，形成了各种不同的有关测量的理论争论和基本主张。

（6）不同的测量理论

①经典的测量理论认为，测量是某种类型的量与其单位量间的数值关系（比率）的发现和确定。数学隐含在这样的比率中，在测量中，作为经验存在着的关系被发现，这是测量的基础。在经验的范围内，测量、数字、量与量之间的关系被赋予实在的意义，测量的进行、量和量之间关系的确定以及相应数字的发现不可分割，并由此给数字、量、测量陈述以客观的意义解释。把测量看作是对客观存在的量及其关系的测

定，在原则上是正确的。随着测量仪器的进步和理性认识的深化，测量值的有效数字的位数逐渐增加，这表明所测得的值越来越精确，可向一个客观存在的量——真值逼近。但是，如果将测量看成是一个自治系统，认为存在着某些直接的、可靠的、明显的数字作为全部知识的基础，并以此作为知识确定性的保证及其客观性的普遍准则，则有可能忽视人在测量中的主动作用。

②操作主义的测量理论强调测量的约定性、主观性和任意性。在操作主义者看来，特定操作以及由此产生的数据就是测量。测量本身只与完成了的操作有关而与独立于个人经验之外的客观实在无关，也和量的客观存在无关。对象的可测属性及量的大小不能独立于测量操作而存在，在被测对象与被测手段之间划不出明确的界限。测量纯粹以主观主义的方式被理解。人们通过测量操作所认识到的结果是约定的，可知的只是操作意义上曲实在，只是操作活动本身。但测量操作必须以存在着真实对象的量的假定为基础。可测量性不是测量过程的产物而是真实对象、现象和过程在定性和定量方面辩证统一的反映。可测的量本身是客观的，并不是由测量所构建的。按照一定规则测定对象或过程的某些数值，必须考虑到对象在定性和定量特征间客观存在着的区别。测量不可能改变被测对象属性的本体论地位，定量的结果既不能由以简单性要求为基础的任意约定或理论来单独构建，也不能由测量的形式理论所假定的各种数学模型自身所获取，只能由变革客观对象的测量实践来支持。

③关于测量问题的表征论回避“测量是否是对客观存在的量的测定”这一问题，认为测量只不过是数字与非数字的存在（物体或量）之间的关联，是将数字指派给独立的被测存在。因此，数字并不是由量的比率得到的，它独立于被测存在，不是在测量之内被发现的，而是测量的背景起作用的结果。这种理论观点把数字看成是独立于测量过程、被测对象或量的东西，数字表达的语言只是一种运用到现实中才能被“看穿”的框架。这样的测量过程实际是用数字的测定来表征对象的属性，是数字的关系系统应用到经验的关系系统（自然）的过程。这种理论的意义在于它要求测量按照某种规则为对象的特定性质给出数字，并且力求在经验关系结构和数字关系结构之间呈现“同构”性，即让测量对象之间的关系在所选择的数值系统中得以描述和保留，从而揭示了科学测量的前提及其合理性。

3科学实验中的机遇问题

（1）科学发现是人类出于认识世界和改造世界的需要而进行的探索性的创造活动。科学发现是一种突发性的事件，它或者来源于直觉的闪光、偶然的观察，或者来自于实验的结果。任何一个新事实的发现都是一种潜在的、重要的线索，并有可能用来进一步揭示自然界的新规律；一项小小的发现也可能引出重大的发现。

（2）偶然发现在不同的辞典中有不同的解释，如“完全依靠运气在意外的地方发现财宝的天赋”，“偶然作出幸运和意外的发现的能力”以及“一种虚构的能力，依靠这种能力可以发现有价值的、美好的东西，而这些东西并不是正在寻找的”。

（3）机遇往往与那些花费较多时间致力于实验室工作和野外工作的科学家有缘，因为他们总是置身于“幸运的偶然”发生的可能性较大的环境之中。那些不敢探索、怕担风险或者厌烦琐碎“事务”的人，是不会漫不经心地碰巧闯进新世界中去。

（4）用观察和实验方法对事实进行有效的观察的途径

①必须注意到某个事物或现象。

②科学家在观察实验时思想应该不受约束，以免由于先入之见只搜寻预期的特征而忽视了其他的情况。

③不要只注意主要之点而排除其他，而是也要留神意外的现象。

四、科学理论的逻辑结构与功能

1科学理论的逻辑结构

科学理论是由科学概念来表述的，科学概念是决定科学思想内容的基本成分。各门科学都有一系列专属的科学概念，如几何学中有点、线、面、相似、变换等；力学中有质点、速度、力、质量、加速度等；化学中有元素、原子、化合、分解等；生物学中有细胞、基因、遗传、变异等。每门科学中的原理、定理、定律都是用某些科学概念概括和总结出来的。

（1）科学理论的完整形态包括以下几个部分：

①科学事实：这是整个知识体系的基础。

②基本概念：由实验事实中抽象出来的科学概念，以及从诸多概念中提炼出或挑选出的基本概念。

③原理和定律：基本概念之间的关系，一般通过逻辑的或非逻辑的方法以假说的形式提出，它们将作为理论体系的逻辑基础。

④逻辑演绎系统：由逻辑基础出发，利用逻辑法则或数学运算推理。

⑤一系列具体结论：逻辑演绎的结果，可与实验事实直接比较。

（2）科学理论作为一个语言体系，其结构特征首先反映在由基本概念、基本原理或定律、科学推论所构成的逻辑体系结构之中。构成科学理论的那些概念和判断不是按照任意的、外在的次序排列的，而是按照一定的逻辑规则形成的一个逻辑上严整的、连贯的系统。科学理论的概念和论断之间存在着相互的逻辑联系，借助于逻辑的法则和规律可以从一些判断推演出另一些判断。科学理论的概念和判断之间的逻辑关系的总和组成了它的逻辑结构。

（3）就科学理论这一逻辑规定性而言，零散的知识或经验都不能称为科学，最多只能说包含着科学的因素。科学理论的逻辑结构带有演绎的性质，这一特点保证了科学理论的构造性特征。在科学理论体系中，借助演绎规则，人们可以保证从少量真实的前提或原始判断出发推断出大量新的、具有逻辑必然性的结论，避免总是要借助观测和实验来检验单个命题真实性的重复性活动，从而加快科学理论知识的发展，并使科学理论的运用在实践上变得更加有效和可靠。

（4）随着近代科学的发展，这些认识论的原则已经很好地体现在现代科学理论所构造的假说演绎结构之中。这一结构首先要求科学认识活动深入研究对象系统，通过科学观测和实验获取科学事实，并在此基础上通过创造性思维活动提出作为理论基本前提的假说（基本概念和基本判断），然后以假说为科学理论出发点，逻辑地演绎出各种推论，形成一个严整的科学理论体系。比如，受因斯坦的狭义相对论理论，就根据两条从科学事实中抽象形成的基本假定：相对性原理和光速不变性原理，推演出时间具有相对性（不存在与惯性系无关的绝对的时间，在一个惯性系中同时发生的两个时间，在另一个相对前一个惯性系运动的惯性系中可以不同时发生）、质速关系、质能关系以及“钟慢尺缩”等科学推论。

（5）需要指出的是，基本假说的真理性并不能由逻辑结构本身来保证，而必须在体系之外通过科学观测和实验来确立。基本假说凝结着比较直接的经验认识，是通过一系列科学抽象活动逐渐转化为科学理论的。从经验事实到基本假说，是从具体到抽象；从基本假说到科学理论，则是从抽象上升到具体。后者的具体是“思维中的具体”，它把所研究的对象系统当作一个精神上的具体完整地再现出来，进而深刻地展示了事物的本质和规律。

（6）科学理论作为语言系统的结构特征还反映到其构造的层次性上。层次性是指在科学理论的语言系统中，不同的语句在理论的产生、应用、检验、修改、调整的过程中并不处于完全同等的地位，有些语句处于理论的核心，是决定理论之所是的基本内容；有些语句处在理论的外围，是作为辅助条件起作用的；有些语句处在理论的表面，是基本语句和辅助条件的逻辑推论，这些科学推论执行着理论解释和预见的功能。

2科学理论的解释功能

（1）科学理论的逻辑结构决定了其解释功能

科学理论的逻辑结构决定了科学理论的解释功能。科学理论作为一个语言系统，其结构性特征还表现在其内部的语句分工上。只是一个逻辑一致的演绎体系并不能保证科学理论的真理性 and 科学性。科学理论并非事实的简单堆积，科学事实的获取和整理，提供了科学理论发展的经验基础，但科学理论并不满足于这些已有的经验基础。最主要的是，科学理论能够提供一系列的概念，并用这些概念解释现实经验中可能出现的各种具体情况。

（2）科学与常识的区别之所在

科学理论应具有解释经验规律的基本功能，这是“科学”与常识的根本区别。常识是知其然而不知其所以然，科学则不仅要弄清事实和真相，而且还要对事实和真相给予解释。以解释性原则进行的系统化和理论化工作是科学的特征之一。不仅如此，科学所使用的概念比常识更加精确化、条理化。常识只有在因素保持不变的情形下才可能真正有效，局限性很大，科学则致力于消除这些缺陷。

（3）“为什么如此”这类问题的启发

促使科学理论发展的重要动力在于对“为什么如此”这类问题的追寻，这样一种浸透着探索精神的解释性活动不仅将科学与“神话”区分开来，而且凸现出科学理论的基本功能特征。神话以“叙说”为手段，一般回避有关“为什么”之类的设问。在“为什么”问题提出之前，神话曾经是主要的知识要素。但近代科学的兴起，很快就打破了以“神话”为主导的知识体系，从而使科学成为居于支配地位的、主要的知识要素。

(4) 科学解释的条件是通过下列方式产生的

- ①推论条件：只有在推论正确时，解释才是可以被接受的，这就是说，推论必须建立在正确使用一个被大家承认的推论过程之上。
- ②定律条件：从解释结构来看，依据一个自然法则即普遍定律的推论必须直接、清楚。
- ③特征条件：所有的陈述与概念“原则上”都必须能够还原为“经验”，以便其带有经验特征。
- ④真理条件：原始条件陈述及定理陈述都必须真实。一般而言，当一个解释形成并且被承认时，解释句（导致这一解释的句子）便被假设或者被认为是真实的。

(5) 解释功能是科学理论活动的基本功能所在

科学解释意味着理论不仅仅能从其前提经过逻辑推理而导出定律，而且还包含着对经验事实的理解。如万有引力理论就能帮助人们理解石块下落这一经验事实的原因，气体运动理论也能有助于人们理解气体的膨胀。只有把理论作为描述那些能直接观察到的表象背后的事实时，这种理解才成为可能。

3科学理论的预见功能

科学理论的功能不仅表现为能够解释已知的自然现象，更重要的是表现为能够预见目前尚未观察到、但却能为日后科学实践所观察到的现象和事实。科学史表明，一个科学理论所解释的自然规律越深刻、越普遍，它的预见功能便越强；其所预见到的现象越多，其实践和理论意义也就越大。如 $E=mc^2$ 是爱因斯坦相对论的一个推论，物理学家在利用这一关系解释原子核的质量亏损现象时，发现了原子核内蕴藏着巨大的能量，进而预见了开发和利用原子能的可能性和重要性。

(1) 大体上可以将科学预见划分为两类：

- ①对尚未发现而早已存在的事物或现象的预见。
- ②对未来要发生的现象所作的预见。

(2) 科学预见的类型划分的标准

科学预见的类型类似于科学解释的各种类型，究竟属于哪种类型，取决于所采用的原始理论前提的本质和特点。

- ①当采用遵循严格决定论的科学理论时，科学预见的结论常常是足够精确的、单值的。
- ②而在采用统计或概率规律的情况下，预见的结论则常常是概率性的。这时，精确而可靠地预言的不是事件本身，如电子的行为，而是在给定时空间隔中事件存在或发生的概率。

(3) 科学预见的作用

科学理论的解释功能和预见功能的实现，使科学理论成为变革现实世界的锐利武器。科学预见提供了认识事物的发展进程、预见事物当前和未来发展的各种可能性，是人类认识世界和改造世界的思想基础。但科学预见既不同于占卜、算卦之类的神秘预测，也不同于普遍存在的各种经验预测。这些预测不论是基于某种神秘玄学还是日常经验和个人经验，其结论都具有很大的不确定性。科学预见则不同，它不仅建立在关于现象的本质性联系和规律的科学理论基础之上，还要求准确地表达被预见的现象发生的具体条件，运用逻辑的规律和规则，将数学计算运用于理论前提，并且要求对导出结果的现实可能性作出评估。

(4) 科学预见与科学理论的关系

科学预见是科学理论能动作用最鲜明、最显著的表现之一，也是科学理论相对独立性最有特色的表现之一。科学预见显示出科学理论能够明显地高于认识的经验层次。一个科学理论具有预言性，表明这个理论不仅能够说明已知的经验和事实，而且能够预言超越已有经验和事实的更多的经验和事实。一旦这些经验和事实能够在进一步的科学认知活动中得到证实，它们会反过来对科学理论的真理性和合理性的确立给予很大的支持。在现代科学中，几乎所有创造性的科学理论都是通过其科学预言的证实来为科学共同体所接受和认可的。量子力学和相对论的发展就充分地说明了这一点。

6.2 课后习题详解

1简述科学事实的基本规定性。

答: (1) 事实是人们通过感觉经验所感知到的现象和过程, 但日常生活中的感觉经验并不都是科学事实。科学事实是指通过观察和实验所获得的经验事实, 是经过科学整理和鉴定的确定事实。科学事实是形成科学概念、科学定律、科学假说, 建立科学理论的基础。科学事实是确证或反驳科学假说和科学理论的基本依据, 是推进科学进步的动力之一。

(2) 科学事实的基本规定性

科学事实作为科学对个别事物的认识, 其自身的规定性和特点是:

- ①科学事实具有可重复性。
- ②科学事实渗透理论。
- ③科学事实应该都是比较系统的。
- ④科学事实具有独立性。

2简述科学观察与科学实验方法的基本特点及其对科学认识活动的意义。

答: 科学观察和科学实验是获得科学事实的两种主要途径。

(1) 科学观察一般是在自然发生的条件和状态下对研究对象所进行的观察。自然发生的条件, 是指在观察时, 观察者不对自然事物或现象进行干预, 使其按照本来的状况运动和变化, 这是观察的重要特点之一。

①观察可分为直接观察和间接观察

a. 直接观察是直接通过感官考察客体的方法, 它生动、直观, 但有局限性。

b. 间接观察是借助于一定的仪器观察客体的方法, 它扩大了感官知觉的范围, 能提供更准确的观察结果和科学事实。

②观察是直接获取科学事实的一种重要手段。许多科学理论的产生都来源于观察所提供的科学事实。

(2) 科学实验是根据一定的科学研究目的, 运用一定的物质手段, 包括科学仪器和设备, 在人为控制或模拟自然事物或现象的条件下获得科学事实的方法。和科学观察相比较, 科学实验方法具有如下特性:

- ①可以简化和纯化研究对象。
- ②可以强化研究对象。
- ③可以使客体对象的属性及其变化过程重复出现。
- ④可以模拟研究对象的运动过程, 从而认识对象的性质。

3简述归纳方法和演绎方法的基本特点。

答: (1) 归纳方法

归纳推理, 是从个别或特殊的事物中概括出共同本质或一般原理的逻辑思维方法, 其目的在于通过现象达到本质, 通过特殊揭示一般。就其形成关于经验世界的概括的过程而言, 归纳推理可以划分为三种类型:

- ①本能的归纳, 这种能力是人与动物共有的, 是一种获得简单概念的能力。许多本能的归纳需要根据更复杂的思维得到修正和补充。
- ②由对常识的思考所获得的归纳, 通过常识所获得的归纳可能会被修正和推翻, 如太阳绕着地球转等。
- ③通过批判性科学研究所获得的归纳, 如对日亏月缺和飓风等自然现象的规律性认识, 对化学元素和化合物性质的认识等。

（2）演绎方法

最早的从演绎方法层面对人类运用逻辑思维的经验进行的系统总结，是亚里士多德在其形式逻辑中所阐述的三段论。他巧妙地运用符号化的办法，把人类运用自然语言进行思维的经验提升到基本思维规律和基本思维方法的高度。

①三段论从前提到结论是从一般到特殊的演绎推理，只要前提为真，又遵从形式逻辑关于推理形式的规则要求，则真值是必然下传的，结论是恒真的。

②近代数学—演绎方法。由于数学本身就是一个特殊的演绎系统，数学的推导规则都具有确保真值传递的性质，因此，可以利用数学规则来进行各种演绎推理以获得各种新知识，而不必拘泥于三段论的道路。

③数理逻辑的创立，彻底打破了数学和逻辑的界限，实现了逻辑数学化、推理演算化。由于逻辑推理的形式化、符号化，使得用智能机器代替人的部分思维的希望变成了现实。

④公理化方法是演绎方法的衍生物。它不但是整理已有科学知识并构造为公理化陈述系统的方法，而且可以作为构造新的知识系统的方法。

4试用具体科学发现的案例说明类比方法在科学认识活动中的重要作用。

答：（1）类比方法是根据两类对象之间在某些方面的类似或同一，推断它们在其他方面也可能类似或同一的逻辑思维方法。

（2）类比方法在逻辑学中被称为类比逻辑推理，可表示为：

A 有 a、b、c、d
B 有 a、b、c
———
则 B 可能有 d

由A到B的推理可以是“特殊——特殊”，也可以是“一般——一般”。类比推理的客观基础是事物之间存在普遍联系的本性，但类比方法扬弃了未知的（或不甚清楚的）中间环节，从此一事物直接推出彼一事物的判断，其结论在逻辑上总是或然性的。

（3）类比推理的思维过程，其基本环节是联想和比较。首先是选取何种类别对象的联想和比较，其次是对所研究的对象在形态、属性、结构、功能方面，以及在理论原则、形式、方法、内容等方面的联想和比较，以便从对已知事物的判断过渡到对未知事物的判断。

（4）在类比推理的思维过程中存在着一些潜在的中介物，即假定有把类比对象统一起来的普遍规律，于是思维从已知的特殊上升为假定的“一般”，再由这个“一般”演绎出未知的特殊。如上述物质波的类比推理过程就是：

波的粒子性→[任何物质均具有波粒二象性]→粒子的波动性
特殊理论→[一般理论]→特殊理论

中介物在类比过程中一般不需要明白显示，也不必要先作证明，但其中却暗含着由特殊到一般的归纳推理以及由一般到特殊的演绎推理过程。类比方法本质上是归纳方法和演绎方法的辩证综合。

5什么是科学理论的合理性？什么是科学理论的可错性？认识科学理论的合理性和可错性具有怎样的科学方法论意义？

答：（1）科学理论的合理性

①科学规律的合理性首先表现在经验规律和理论规律的逻辑关联中。要想使经验概括成为真正的科学定律或经验规律，仅有观察和经验基础还不够，还必须要有理论上的支持。

②理论规律和经验规律之间存在着相互支持的逻辑关系，理论规律的合理性突出地表现在对某些已有的经验规律的矫正上。

③各种理论规律都能够矫正具有“可观察性”的经验规律和科学定律，而且有时能矫正非常基本的概念，这一事实便是将这类理论规律作为对表象后面的实在描述的证据。

④更重要的是，科学规律的合理性可以通过科学实践的有效性来加以说明。

（2）科学理论的可错性

有关科学规律的可错性的争论主要围绕着归纳推理的或然性和有效性而展开。客观地评述这些争论有益于人们认识和理解科学规律的逻辑基础和理论本质。归纳结论永远只是可能真，而不是必然真。

①人类在任何确定的时刻都不能说他已经获得了关于这个宇宙的完全的充分的认识，甚至也不能有把握地说，他已经获得了关于宇宙的某个局部或片段的完全的充分的认识。

②人类在任何时候运用归纳方法所获得的任何具体认识中都含有可错性的成分，并在原则上都是可修正的。

③对于任何已有的理论，对于使人们获得这些理论的归纳逻辑和归纳方法本身，人们都应该保持一种健康的怀疑、诘难、批评的态度，对于任何未知的事物都应该保持一种理智的好奇，以免陷入独断论、教条主义、绝对主义。

（3）认识科学理论的合理性和可错性的科学方法论意义

①科学史是一部科学理论不断被充实、修正和更替，科学理论中的错误内容和错误外推不断被发现和纠正的历史。把科学理论等同于真理，就会把科学理论绝对化和教条化，束缚科学理论的发展。但承认科学理论可错性的同时，还须予以正确理解和对待，要看到科学领域中的错误理论在特定历史阶段上曾起过的积极作用。绝对主义的真理观遭到了来自三个方面的挑战，但相对主义真理观也存在着至少四个方面的错误。只要承认科学认识中存在着真理，科学认识是对真理的不断接近，就在逻辑上肯定了科学理论的逼真性，而在对逼真性的辩证理解中已经包含着逼真度的概念。

②既然人们根据已有理论所进行的实践一再取得成功，那就说明人们根据归纳法所获得的理论中肯定有真理性成分，人们不能因为已有理论中含有可能被未来的经验证伪的可错性成分，就完全否认现有理论的真理性，否认归纳逻辑和归纳方法在一定程度上的合理性和可靠性。这就是说，人们应该对被实践一再证明为真的理论、对归纳法本身保持必要的信心，以免陷入相对主义、虚无主义和不可知论。

6结合具体的科学发现过程，谈谈你对科学理论和科学观察的关系的认识。

答：（1）科学理论

科学理论是对某种经验现象或事实的科学解说和系统解释。它是由一系列特定的概念、原理（命题）以及对这些概念、原理（命题）的严密论证组成的知识体系。

建立科学理论体系有多种方法，其中从抽象上升到具体的方法、公理化方法、逻辑的和历史的相统一的方法是几种常用的方法。

（2）科学观察

科学观察是人们有目的、有计划地感知和描述客观事物的一种科学认识方法。它作为一种基本的认识活动，贯穿于整个科学研究过程中。科学观察是一个复杂的认识过程，是观察者的认识和实践活动。要保证观察的客观性，

（3）从具体的科学发展过程来看。波普尔、汉森、库恩等人怀疑自培根以来的归纳主义者所倡导的独立于理论之外的纯粹的观察的可能性，他们否认有纯粹的中性观察存在，他们明确提出“观察渗透理论”的基本主张。

（4）对科学理论和科学观察的关系的认识

①科学观察渗透科学理论

a. 理论决定了观察的目的和对象。

b. 理论决定了观察的结果。

c. 理论可以纠正一些错误观察。

d. 理论提供了观察语言。

②科学理论以科学观察为基础和源泉

- a. 科学理论和定律的发现来源于观察实验。
- b. 科学理论和假说的发展完善离不开观察实验。
- c. 科学理论的检验必须依靠观察实验。

7结合具体的科学发现案例，谈谈你对科学实验中的机遇问题的认识。

答: (1) 科学发现是人类出于认识世界和改造世界的需要而进行的探索性的创造活动。科学发现是一种突发性的事件，它或者来源于直觉的闪光、偶然的观察，或者来自于实验的结果。任何一个新事实的发现都是一种潜在的、重要的线索，并有可能用来进一步揭示自然界的新规律；一项小小的发现也可能引出重大的发现。

(2) 科学发现的案例：第二次世界大战之前，爱尔兰籍的核物理学家卢瑟福在剑桥大学发表了他对原子结构的发现。他把这一重大发现归因于他的学生所进行的一个小实验。这个实验的本意是为了证明一个已有的理论，但实验却得出一个反常的结果。这个“反常”的结果经过卢瑟福的解释，引发了核物理学领域中的一场革命。

(3) 对“偶然发现”的理解，“完全依靠运气在意外的地方发现财宝的天赋”、“偶然作出幸运和意外的发现的能力”以及“一种虚构的能力，依靠这种能力可以发现有价值的、美好的东西，而这些东西并不是正在寻找的”。关于“机遇”。机遇往往与那些花费较多时间致力于实验室工作和野外工作的科学家有缘，因为他们总是置身于“幸运的偶然”发生的可能性较大的环境之中。那些不敢探索、怕担风险或者厌烦琐碎“事务”的人，是不会漫不经心地碰巧闯进新世界中去。

(4) 用观察和实验方法对事实进行有效的观察的途径

- ①必须注意到某个事物或现象。
- ②科学家在观察实验时思想应该不受约束，以免由于先入之见只搜寻预期的特征而忽视了其他的情况。
- ③不要只注意主要之点而排除其他，而是也要留神意外的现象。

8简述科学理论的解释功能和逻辑功能，并结合具体的科学理论事例加以说明。

答: (1) 科学理论的逻辑结构决定了其解释功能

科学理论的逻辑结构决定了科学理论的解释功能。科学理论作为一个语言系统，其结构性特征还表现在其内部的语句分工上。只是一个逻辑一致的演绎体系并不能保证科学理论的真理性和科学性。科学理论并非事实的简单堆积，科学事实的获取和整理，提供了科学理论发展的经验基础，但科学理论并不满足于这些已有的经验基础。最主要的是，科学理论能够提供一系列的概念，并用这些概念解释现实经验中可能出现的各种具体情况。

(2) 科学解释的条件是通过下列方式产生的

- ①推论条件：只有在推论正确时，解释才是可以被接受的。这就是说，推论必须建立在正确使用一个被大家承认的推论过程之上。
- ②定律条件：从解释结构来看，依据一个自然法则即普遍定律的推论必须直接、清楚。
- ③特征条件：所有的陈述与概念“原则上”都必须能够还原为“经验”，以便其带有经验特征。
- ④真理条件：原始条件陈述及定理陈述都必须真实。一般而言，当一个解释形成并且被承认时，解释句（导致这一解释的句子）便被假设或者被认为是真实的。

(3) 解释功能是科学理论活动的基本功能

科学解释意味着理论不仅仅能从其前提经过逻辑推理而导出定律，而且还包含着对经验事实的理解。如万有引力理论就能帮助人们理解石块下落这一经验事实的原因，气体运动理论也能有助于人们理解气体的膨胀。只有把理论作为描述那些能直接观察到的表象背后的事实时，这种理解才成为可能。

第7章 由问题而发现、从假说到理论

7.1 复习笔记

一、提出问题和解决问题

1科学研究从问题开始

（1）科学问题的含义

科学问题是指一定时代的科学家在特定的知识背景下提出的关于科学认识和科学实践中需要解决而又尚未解决的问题。它包括一定的求解目标和应答域，但尚无确定的答案。科学问题是一定历史时代的产物。时代所提供的知识背景决定着科学问题的内涵深度和解答途径。同一问题，在不同的事实和经验背景下，其内涵深度是不同的。

（2）科学问题可以分解为以下三种主要类型：

- ①“是什么”的问题，这类问题要求对研究对象进行识别或判定，一般具有“X是什么？”的语句形式。
- ②“为什么”的问题，这类问题要求回答现象的原因或行为的目的，是一种寻求解释性的问题。
- ③“怎么样”的问题，这类问题要求描述所研究的对象或对象系统的状态或过程，是一种描述性的问题。

（3）问题指向

一般把问题所指向的研究对象称为“问题的指向”。第一类问题的指向是自然界的某种可观察的实体或现象，第二类问题的指向是现象的原因，第三类问题的指向是对象或对象系统的状态或过程。

（4）问题通常以疑问句的形式来表述

逻辑学家通过对疑问句进行研究发现，疑问句在逻辑特征上不同于一般的陈述句。

- ①任何疑问句都有一个或多个预设，即知识或经验背景。
- ②不同的疑问句的答案有不同的类型。对于“是什么”的问题，答案是一个存在语句，即存在什么或不存在什么。对于“怎么样”的问题，答案是一个或取语句，即一个事态或另一个事态。

（5）“求解应答域”

应答域指在问题的论述中所确定的域限，并假定所提出问题的解必定在这个领域中。尽管这种预设是一种猜测，是可错的，但在实际的科学探索过程中，它却能起到定向和指导作用。预设的应答域可以排除许多因素，能对解决问题提供明确的方向。若问题只有求解目标而没有一定的应答域，则其求解范围可能是一个无所限定的全域，这样的问题就不能构成科学的问题。必须看到的是，若一个问题的应答域是错误的，即问题的解不在所设定的应答域之内，这将会使科学家劳而无功。

（6）科学研究始于问题

- ①科学研究活动是创造性的探索活动，科学研究要从观察和搜集经验材料和科学事实开始，但科学家真正富有创造性的研究活动却是从提出问题开始的。
- ②严格地说，“科学研究活动始于问题”中的“问题”应该是“科学问题”，因为没有明确指向、没有确定应答域的问题无从立即下手进行研究，但这类问题对科学技术研究的开展并非毫无意义。

2科学问题的产生

（1）经验问题的分类：

- ①未解决的问题，即未被任何理论恰当解决的问题。
- ②已解决的问题，即被同一领域中所有理论都认为解决了的问题。
- ③反常问题，即未被某一理论解决，但被同一领域中其他理论解决了的问题。

（2）概念问题的分类

概念问题分内部概念问题和外部概念问题两种：

①内部概念问题是由理论内部的逻辑矛盾产生的问题。

②外部概念问题是指同一领域中不同理论的矛盾或由于理论与外部的哲学、文化观念等的不一致而产生的问题，如科学家关于“时空”“因果性”“实在”等概念的争论就属外部概念问题。

（3）背景知识

从逻辑上讲，任何真正的问题都是在一定的背景知识之下提出的。背景知识是科学家解释所观测到的现象和形成对未来的预期的依据。所有作为背景知识的科学理论都是假说，是试探性地对经验现象的解释和预言。当原有的理论不能解释新的现象和新的事实时，就产生了需要探讨的问题。

（4）科学活动的目标

寻求经验事实之间的联系并给出统一解释，既是科学活动的基本目标，也是科学问题产生的最基本的途径，又是建立科学理论或假说的最基本的出发点。科学理论或假说的最基本、最直接的目的就是要寻求一定范围内的经验事实的联系和统一的解释。

（5）逻辑悖论或佯谬

理论内部存在的逻辑悖论或佯谬可能引出重大的科学问题。任何一个科学知识体系在逻辑上都应当是无矛盾的，这是对科学知识的基本要求。

（6）不同学科的理论体系之间寻求逻辑统一性

不仅如此，根据科学知识体系的逻辑一致性的要求，科学家甚至要在不同学科的理论体系之间寻求逻辑统一性，并进而发现不同学科的理论体系之间存在的矛盾和冲突，提出更具有普遍性的科学问题。

（7）对无知的超越

一般而言，科学问题产生于对无知的超越。无知是精神的一种状态，是相对于背景知识而言的。对无知的认识也是一种知识。如果一个问题是目前科学根本无法解决的，它就属于无知问题。

3解决科学问题的基本途径

对科学问题的解决，可以总结出三条基本途径：

（1）通过进一步获取事实来回答问题。获取事实并不是要求人们漫无边际地搜罗材料，而是要求从背景知识出发，根据问题的指向和预期的应答域，利用已知的普遍原理、定律去设计合适的实验和观察，从而获得人们所需要的解答。

（2）通过引入新的假说来解答问题。

（3）通过引入新的概念解决问题。不管以何种形式提出来的反常问题，都是针对已有的理论和原则，特别是针对其中的基本概念的。因此，当反常问题久久得不到解决，并对原有的主导理论中的基本概念产生怀疑时，往往需要引入新的概念。

二、科学假说的创立与检验

1通向科学理论的必要环节

（1）假说

从科学活动的一般模式看，假说是通向科学理论的必要环节。科学研究和科学理论的主要任务是试探性地对已有的经验和事实作出解释，并对未来的经验和事实提出预测，而科学假说就是实现这种试探性解释和预测的基本的思维形式。

（2）科学假说通常由以下几个基本因素构成：

①事实基础。

②背景理论（包括推理规则）。

③对现象本质的猜测。

④由猜测推演出的预言和预见。

（3）科学假说的必要性

①科学假说是科学理论的可能方案。科学假说之所以必要，是因为从有限的、个别的事实中，很难直接发现许多规律性的联系。不管积累的事实有多少，本质和现象总是具有质的差别。虽然第谷积累了丰富的天文观测事实，但并不能直接从事实中看到后来被开普勒发现的行星运动定律，更不能直接导出万有引力定律。要超越经验，提出更具有普遍性的科学理论，必须借助科学假说的神奇力量。

②大胆地提出科学假说是做出重大科学发现的一个重要法宝。

②各门科学在其发展过程中都运用假说。提出并检验科学假说是科学活动的主旋律。

（4）科学假说的类型

科学假说常常是针对科学问题而提出的。相应于科学问题的不同类型，假说的内容和形式也不相同。

①对于常规科学问题，提出假说的主要目的在于修改、调整、扩展原初的背景知识体系。②而对于某些科学领域中反复出现的反常问题，科学家则可能提出突破背景知识体系的革命性的理论假说。

（5）科学假说的检验

①科学假说只是科学理论的可能方案，科学假说向科学理论的转化是一个复杂的认识过程。科学假说转化为理论的基本条件是其能否经受得住科学实践的检验。把科学假说运用于实践，如果有愈来愈多的事实和这个假说相符合，并且没有任何已知事实与之相矛盾，那就证明这个假说是客观规律的正确反映。这是科学假说转化为科学理论的首要标志。

②科学实践作为检验科学假说的标准，既能证实科学假说也能证伪科学假说。一般说来，经过科学观察、实验证实的科学假说即可转化为科学理论，而被科学观察、实验所证伪的科学假说就会被否决。必须认识到，科学假说的检验是一个复杂的过程。

a. 一个全称判断所演绎出的经验推论在数量上是无限的，其中部分结论与观测事实相符合只是为该科学假说提供了某些辩护和支持，还不能说完全证实了这一科学假说。

b. 以全称判断形式出现的科学假说只能通过证实后件（UP推论）为真从而证实前件（科学假说）为真的方法确证。但是，在逻辑上，这种方法是不能完全保真的。证实后件为真，前件可能为真，也可能为假。如果认为后件真前件必真，那就犯了肯定后件推理的逻辑错误。

c. 一个科学假说（H）所演绎出的可被直接检验的结论（c）若与观测事实不符（非c），则在整体上这个假说被证伪（非H）。这在逻辑上无疑是正确的。

d. 但是，一旦结论与观测事实不符就一定能否定相关的科学假说吗？有时候，当观测的经验事实与推论不相符合时，不一定是理论错了，其中的原因很可能是实验设计不合理或者精度不够或者科学推理中所采用的辅助性假说有误。

2判决性实验

（1）含义

判决性实验，就是在对立的两个假说之间，设计一个或一组观测或实验来证实哪一个具备预见性，或者更确切地说，证实哪一个不具备预见性。长期以来，科学家们相信，如果从一个假说作出的推断（预见）跟另一个假说作出的推断（预见）相抵触，实验结果支持其中的一个推断而否定另一个推断，就可以认为该实验在两个对立的假说中作出判决，其中一个便转化为理论。

（2）应用的原则

一般而言，判决性实验可以用来作为推翻某一种假说的手段，但不可能在推翻一个假说的同时完全证明与之相对立的另一个假说。

三、理性准则与假说—演绎方法

1科学的理性准则

在科学认识中，科学家们常常根据科学实践的规律和能动反映论的认识论原理，为提出假说和鉴别假说规定一些方法论原则，以便随时剔除那些不适当的假说而集中精力分析、验证真正有价值、有前途的假说。

（1）理性信念

①理性信念直接来源于世界观，只有承认世界是个有规律的整体，科学知识在本质上是与客观规律相统一的，才可能产生世界是合理性的这样的信念。这种信念是规律性认识的前提，否则，就不可能有科学认识。

②理性信念包括普遍的哲学原理与普遍的科学原理两个层面。就前者而言，它帮助科学家剔除非理性的假说，把那些必然通向迷信和唯心论的伪科学排斥在科学的殿堂之外。但必须特别指出的是，作为理性信念的普遍的哲学原理不是现成的教条，那种凭借权势在不同的科学假说或理论上乱贴标签的做法，与理性原则的运用毫无共同之处。

③任何历史的、具体的人都是复杂的，科学家也不例外，那些创造力旺盛的、走在时代前列的科学家，其世界观也常常表现出矛盾的特征，他们对世界的看法并不是单一的。很难说某个科学家具有标准的、完整的科学世界观。

④除了普遍的哲学原理和信念，科学中普遍的、基本的理论和规律，对于提出假说和鉴别假说也起着准则的作用，这是理性信念的另一个重要部分。例如，现代科学放弃任何永动机的方案，除非能证明能量守恒与转化定律不是普遍成立的。在这里，热力学第一定律就是理性信念。当然，这个条件也不应当被绝对化，否则科学的发展就无从谈起。

（2）可检验性原则

①科学理论在原则上应当是可检验的。如果一个理论不但无法在技术上接受观测实验或一般实验的检验，而且在原则上也不可能被检验，那它就不能被称为科学理论。

②原则上不可能被检验，是指它根本没有检验蕴涵——它本身不能被检验，由它演绎推导出的命题也不能被检验。概言之，它与任何经验现象都没有关联。既然找不到哪个经验能够与它相符合或相抵触，就只能认为它缺乏经验意义，是不可检验的。

③需要强调，理论的可检验性，同理论的演绎展开的可能性是紧密联系的。观测实验所检验的常常不是假说本身，而是它们的推论，即从该理论中逻辑地推导出来的描述个别现象或事件的判断。

④实证主义者企图把“可证实性”作为经验论的意义标准，断言凡是不可证实的语句，都是没有科学内容的形而上学命题，是没有意义的。这种立场，实质在于把直接经验的证明当作了命题真理性的根本原则。

（3）对应原则

①用对应原则来调整新的科学理论和原有的理论的关系，是一个很有效的理性原则。

②由于发现了前所未知的新事实，就必须补充或修正原有的理论，甚至建立全新的理论来取代原有的理论。

③把对应原则作为可接受性的一个标准来应用，意味着任何一个新理论或假说替代原理论或假说都应满足这样两个基本要求：

a. 新的理论或假说比原有理论具有更丰富的检验蕴涵。

b. 新的理论或假说在原理论得到充分确证的那个领域以渐近线的形式与之相一致。

④对应原则之所以能成为一个行之有效的方法论原则，原因就在于它体现了科学的继承性。

（4）简单性原则

科学是探求真理的事业。然而，在真和美之间，有着极其深刻的内在统一性。这种统一性反映在方法论原则上，就是科学在历史上形成的一系列美学准则，即臻美原则。它们在提出和选择科学假说的过程中，起着特殊的作用。在科学的美学准则中，最重要的一条是简单性原则，它最为科学家所重视，而且一直是认

识论和方法论的对象。其他一些美学准则，如和谐性、对称性、统一性等，大多数也可以归结为简单性，或者说是简单性原则的引申。

2基本的假说—演绎方法的构建

假说—演绎模型在近代科学史上的完善过程，是与牛顿创立力学体系的工作一道进行的。这一工作的实质是用一个与经验相联系的公理体系来组织科学知识，具体说，可分为下述几个方面：

（1）提出一个公理系统。公理系统是通过演绎（特别是数学关系）组织起来的公理、定义和定理体系。牛顿力学体系就是以三定律为公理的公理体系，其中用公设的形式规定了诸如“匀速直线运动”“运动变化”“外力”“作用”“反作用”等术语之间的恒常关系（数学公式）。这个公理体系本身是自洽的，全部定理都必须由公理逻辑地推导出来，而公理本身均为初始的基本假说。

（2）规定一个把公理体系的命题与观测结果相连接的程序。在《自然哲学的数学原理》中，牛顿区分了公理体系与它在经验中的应用，并强调抽象的体系在具体场合必须获得恰当的物理解释，这就要求将公理体系与物理世界中的事件联系起来。通过“对应规则”，他把绝对空间一时间间隔的陈述转换为受测空间一时间间隔的陈述。

（3）确证用经验解释的公理体系中的演绎结果。牛顿曾经以月球绕地球旋转的向心力等于月球和地球之间的万有引力这一理论预测在精密观测条件下得到确证为例，证明天体系统和地球上的物理系统都是与牛顿力学体系（公理体系）相联系的物理世界，它们可看做是牛顿力学体系的经验解释。事实上，牛顿力学正是由于与这些可观测的现象存在着密切的现实联系，才成为了经典科学。

3现代假说—演绎模型

（1）20世纪以来，假说演绎结构作为最重要的演绎模型，成为科学方法论研究的焦点之一。对它的机制和实质的认识也在不断深化。当前最为流行的演绎模型可图示如下：

$$P \cdots \cdots H \propto O_c \rightarrow H_c$$

（2）其意义是：某项研究从解决一个问题（P）开始，通过非逻辑的或者直觉的猜测——智力突变（.....），导出一个假说（H），由此推演出（ \propto ）必然的可观察的检验陈述（O_c），如果这些陈述被证明是正确的，就归纳出（ \rightarrow ）被确证的结论（H_c）。

（3）这一模式表明，研究始于问题，而不是始于观察和实验。科学研究必须从解释或解决出现的难题开始，否则就无法前进一步。研究者从有关问题和已有的知识背景出发，提出试探性的解释，当这些解释作为命题被阐述时，就形成了科学假说。

（4）波普尔的演绎模型甚至把一般演绎模型中最后的归纳确证过程去掉了，他的著名图式如下：

$$P_1 \rightarrow TT \rightarrow EE \rightarrow P_2$$

①这里P₁表示问题，TT表示试验性理论，EE表示消除错误。P₂表示新的问题。与前述演绎图式相比，波普尔的图示实质上是删去了最后一步：

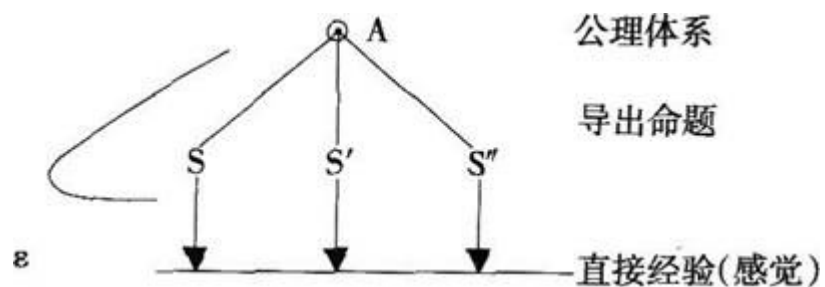
$$P \cdots \cdots H \propto O_c$$

②按照这个图式，整个程序由两种类型的尝试构成：一种尝试是猜测出假说 H；另一种尝试是演绎出观察命题O_c来试图对假说加以否定。前者是直觉的突变，后者是演绎出来的论据。

③这种演绎模型有两个特征：

- a. 反归纳主义的倾向，它强调科学发现不是来自对经验和事实的归纳。波普尔认为，科学认识决不是从零开始的，每次科学观察都有期望或假说居先，因为它能给出一个有意义的观察范围。人们有潜在的、先天的知识，它处于潜在的期望之中，在人们从事积极的科学探索时，通常由于人们反作用于它而使之活化。一切知识都是某些先天知识的变形，因而不存在重复性的归纳。
- b. 间断论的观点。发现的过程并非单一的逻辑过程，它可分为两个不连续的思考阶段。第一步是非逻辑的或直觉的，属于发现阶段；第二步是逻辑的或理论的重构，属于证明阶段。

（5）1952年，爱因斯坦在提出获得物理学理论的一般方法时，对假说—演绎模型作了一个完整的概括：



① ϵ （直接经验）是已知的。

②A是假说或公理。由它们推出一定的结论。从心理状态来说，A是以 ϵ 为基础的，但在A同 ϵ 之间不存在必然的逻辑联系，而只有一个直觉的（心理的）联系，它不是必然的，是可以改变的。

④S然后可以同S联系起来，并用实验验证。这一步实际上也是属于超逻辑的（直觉的），因为s中出现的概念同直接经验 ϵ 之间不存在必然的逻辑联系。

四、证明的逻辑与发现的逻辑

1证明的逻辑基础

逻辑实证主义的中心问题——知识的经验论证问题——就是为完成辩护的任务而设立的。经验证实是它的原则，为了贯彻这个原则，必须寻找一条从理论还原为经验的通道，于是便求助于对陈述的逻辑分析，利用数理逻辑的成果对所有的知识命题进行逻辑分析，以揭示这些命题的经验基础。命题的意义是通过逻辑分析得以澄清的。具体说来有下面三个主要观点：

（1）所有有意义的认识陈述或者是分析的（不然就是自相矛盾的）或者是经验的。逻辑和数学命题是分析的，而实证科学的命题大多数是经验的。前者实际上是以某种方式使用语言的规定，提供用以判断对或错的法则。后者才真正是有意义的，可以为人们提供有关经验世界的知识。

（2）所有有意义的经验陈述，原则上可以用经验来证实，也只能用经验来证实。换言之，经验命题不可能单独由某些分析前提演绎出来，必定要诉诸某种直接经验的手段。

（3）所有有意义的经验陈述都能归结为中立的直接观察语句。观察语句最重要的哲学用途就在于能够以它来证明经验陈述的真或伪，从而讨论知识基础的结构问题。

2发现的逻辑

从20世纪60年代开始，人们对科学发现的逻辑的兴趣开始缓慢稳步地增长，研究科学发现的问题的论著迅速增加。一些哲学家、心理学家、人工智能专家和神经生物学家从各自不同的研究领域出发着手对科学发现的问题进行有益的探索。

（1）1958年，美籍英国科学哲学家N. R. 汉森在《发现的模式》一书中着重对科学发现的逻辑进行了研究。他对假说——演绎法和归纳法同时提出了尖锐批评。

（2）汉森确信存在发现的逻辑，并寻找科学家构思和产生新思想时所遵从的逻辑方法。

（3）在此基础上，汉森对逻辑实证主义只限于考察科学研究的结果而不注意借以提出假说、定律和理论的推理方法提出了批评。他认为，科学哲学不应只限于研究科学认识业已取得的成果，它可以、也应当对认识过程的一切阶段，因而也包括对新的科学思想、科学假说和科学理论的产生阶段加以研究。

（4）汉森曾具体地提出溯因推理的形成：

一些意外的令人吃惊的现象 P_1, P_2, P_3, \dots 被遇到，找到一个假说H，它能对 P_1, P_2, P_3, \dots 的原因作出解释，因此有理由提出假说H。

（5）许多学者对汉森所阐明的发现逻辑——逆推做了发挥，并试图把具有某种明确目的的科学探索活动看做逆推过程，建立有关逆推程序的一般理论。

①以“复活发现逻辑”为己任的美国科学哲学家拉里·劳丹从概念分析入手，认为赖欣巴哈的“发现的前后关系”和“证明的前后关系”这一传统的两分法并不科学，因为它不仅无法从时序上恰当地表述出一个概念从产生到接受的真实过程，而且它也使发现的性质不明确以及证明包含的内容过宽。

②著名美国科学家、经济学家、哲学家H. 西蒙曾着眼于探索科学发现的逻辑机制问题，他在《科学发现有逻辑吗？》一文中具体阐述了“科学发现规范理论”。他指出，发现的逻辑是判断发现过程的一组规范标

准。使用“逻辑”这一术语，意指这些规范可从科学活动的目标中导出。

3科学发现过程中的逻辑与非逻辑问题

（1）科学发现的过程依然离不开逻辑方法

①在一切正规的科学训练中，如果不是明白地，也是含蓄地让学生相信，推理是科学进步的主要的甚至是唯一的手段。

②科学中一个严格的惯例是，科学成果必须以完整的理性化的形式才能发表，逻辑结构和尽可能清楚而有力的证据支持是必需的。否则，这一成果就很难被科学共同体接受。

（2）科学发现过程

①科学发现的正常进程都是基于并不完全的证据而提出新的假说，因为这时所掌握的证据并不都是确信无疑的，所以，怀疑的态度只会有利于观点的形成。

②从创造性角度来看，科学发现的过程是一个意识和潜意识、逻辑和非逻辑交互作用的过程。

③不仅如此，科学发现的过程还是渐进性和革命性相互统一的过程。

④科学发现常常表现为发散思维和收敛思维互补共济的过程。

7.2 课后习题详解

1什么是科学问题，简述科学问题的形式结构和基本类型。

答：（1）科学问题的含义

科学问题是指一定时代的科学家在特定的知识背景下提出的关于科学认识和科学实践中需要解决而又尚未解决的问题。它包括一定的求解目标和应答域，但尚无确定的答案。科学问题是一定历史时代的产物。时代所提供的知识背景决定着科学问题的内涵深度和解答途径。同一问题，在不同的事实和经验背景下，其内涵深度是不同的。

（2）科学问题可以分解为以下三种主要类型：

- ①“是什么”的问题，这类问题要求对研究对象进行识别或判定，一般具有“X是什么？”的语句形式。
- ②“为什么”的问题，这类问题要求回答现象的原因或行为的目的，是一种寻求解释性的问题。
- ③“怎么样”的问题，这类问题要求描述所研究的对象或对象系统的状态或过程，是一种描述性的问题。

（3）问题指向

一般把问题所指向的研究对象称为“问题的指向”。第一类问题的指向是自然界的某种可观察的实体或现象，第二类问题的指向是现象的原因，第三类问题的指向是对象或对象系统的状态或过程。

（4）问题通常以疑问句的形式来表述

逻辑学家通过对疑问句进行研究发现，疑问句在逻辑特征上不同于一般的陈述句。

- ①任何疑问句都有一个或多个预设，即知识或经验背景。
- ②不同的疑问句的答案有不同的类型。对于“是什么”的问题，答案是一个存在语句，即存在什么或不存在什么。对于“怎么样”的问题，答案是一个或取语句，即一个事态或另一个事态。

（5）“求解应答域”

应答域指在问题的论述中所确定的域限，并假定所提出问题的解必定在这个领域中。尽管这种预设是一种猜测，是可错的，但在实际的科学探索过程中，它却能起到定向和指导作用。预设的应答域可以排除许多因素，能对解决问题提供明确的方向。若问题只有求解目标而没有一定的应答域，则其求解范围可能是一个无所限定的全域，这样的问题就不能构成科学的问题。必须看到的是，若一个问题的应答域是错误的，即问题的解不在所设定的应答域之内，这将会使科学家劳而无功。

（6）科学研究始于问题

- ①科学研究活动是创造性的探索活动，科学研究要从观察和搜集经验材料和科学事实开始，但科学家真正富有创造性的研究活动却是从提出问题开始的。
- ②严格地说，“科学研究活动始于问题”中的“问题”应该是“科学问题”，因为没有明确指向、没有确定应答域的问题无从立即下手进行研究，但这类问题对科学技术研究的开展并非毫无意义。

2试根据科学史的具体案例总结科学问题产生的现实条件和解答途径。

答：（1）科学问题的产生

①背景知识

从逻辑上讲，任何真正的问题都是在一定的背景知识之下提出的。背景知识是科学家解释所观测到的现象和形成对未来的预期的依据。所有作为背景知识的科学理论都是假说，是试探性地对经验现象的解释和预言。当原有的理论不能解释新的现象和新的事实时，就产生了需要探讨的问题。

②科学活动的目标

寻求经验事实之间的联系并给出统一解释，既是科学活动的基本目标，也是科学问题产生的最基本的途径，又是建立科学理论或假说的最基本的出发点。科学理论或假说的最基本、最直接的目的就是要寻求一

定范围内的经验事实的联系和统一的解释。

③逻辑悖论或佯谬

理论内部存在的逻辑悖论或佯谬可能引出重大的科学问题。任何一个科学知识体系在逻辑上都应当是无矛盾的，这是对科学知识的基本要求。

④不同学科的理论体系之间寻求逻辑统一性

根据科学知识体系的逻辑一致性的要求，科学家甚至要在不同学科的理论体系之间寻求逻辑统一性，并进而发现不同学科的理论体系之间存在的矛盾和冲突，提出更具

⑤对无知的超越

一般而言，科学问题产生于对无知的超越。无知是精神的一种状态，是相对于背景知识而言的。对无知的认识也是一种知识。如果一个问题是目前科学根本无法解决的，它就属于无知问题。

（2）解决科学问题的基本途径

对科学问题的解决，可以总结出三条基本途径：

①通过进一步获取事实来回答问题。获取事实并不是要求人们漫无边际地搜罗材料，而是要求从背景知识出发，根据问题的指向和预期的应答域，利用已知的普遍原理、定律去设计合适的实验和观察，从而获得人们所需要的解答。

②通过引入新的假说来解答问题。

③通过引入新的概念解决问题。不管以何种形式提出来的反常问题，都是针对已有的理论和原则，特别是针对其中的基本概念的。因此，当反常问题久久得不到解决，并对原有的主导理论中的基本概念产生怀疑时，往往需要引入新的概念。

3什么是科学假说？试结合科学史的具体案例分析科学假说的提出过程和检验条件。

答：（1）假说与科学假说

从科学活动的一般模式看，假说是通向科学理论的必要环节。科学研究和科学理论的主要任务是试探性地对已有的经验和事实作出解释，并对未来的经验和事实提出预测，而科学假说就是实现这种试探性解释和预测的基本的思维形式。

（2）科学假说通常由以下几个基本因素构成：

①事实基础。

②背景理论（包括推理规则）。

③对现象本质的猜测。

④由猜测推演出的预言和预见。

（3）科学假说的必要性

①科学假说是科学理论的可能方案。科学假说之所以必要，是因为从有限的、个别的事实中，很难直接发现许多规律性的联系。不管积累的事实有多少，本质和现象总是具有质的差别。虽然第谷积累了丰富的天文观测事实，但并不能直接从事实中看到后来被开普勒发现的行星运动定律，更不能直接导出万有引力定律。要超越经验，提出更具有普遍性的科学理论，必须借助科学假说的神奇力量。

②大胆地提出科学假说是做出重大科学发现的一个重要法宝。

②各门科学在其发展过程中都运用假说。提出并检验科学假说是科学活动的主旋律。

（4）科学假说的检验

①科学假说只是科学理论的可能方案，科学假说向科学理论的转化是一个复杂的认识过程。科学假说转化为理论的基本条件是其能否经受得住科学实践的检验。把科学假说运用于实践，如果有愈来愈多的事实和

这个假说相符合，并且没有任何已知事实与之相矛盾，那就证明这个假说是客观规律的正确反映。这是科学假说转化为科学理论的首要标志。

②科学实践作为检验科学假说的标准，既能证实科学假说也能证伪科学假说。一般说来，经过科学观察、实验证实的科学假说即可转化为科学理论，而被科学观察、实验所证伪的科学假说就会被否决。必须认识到，科学假说的检验是一个复杂的过程。

a. 一个全称判断所演绎出的经验推论在数量上是无限的，其中部分结论与观测事实相符合只是为该科学假说提供了某些辩护和支持，还不能说完全证实了这一科学假说。

b. 以全称判断形式出现的科学假说只能通过证实后件（UP推论）为真从而证实前件（科学假说）为真的方法确证。但是，在逻辑上，这种方法是不能完全保真的。证实后件为真，前件可能为真，也可能为假。如果认为后件真前件必真，那就犯了肯定后件推理的逻辑错误。

c. 一个科学假说（H）所演绎出的可被直接检验的结论（c）若与观测事实不符（非c），则在整体上这个假说被证伪（非H）。这在逻辑上无疑是正确的。

d. 但是，一旦结论与观测事实不符就一定能否定相关的科学假说吗？有时候，当观测的经验事实与推论不相符合时，不一定是理论错了，其中的原因很可能是实验设计不合理或者精度不够或者科学推理中所采用的辅助性假说有误。

4谈谈你对判决性实验的理解。

答：（1）含义

判决性实验，就是在对立的两个假说之间，设计一个或一组观测或实验来证实哪一个具备预见性，或者更确切地说，证实哪一个不具备预见性。长期以来，科学家们相信，如果从一个假说作出的推断（预见）跟另一个假说作出的推断（预见）相抵触，实验结果支持其中的一个推断而否定另一个推断，就可以认为该实验在两个对立的假说中作出判决，其中一个便转化为理论。

（2）应用的原则

一般而言，判决性实验可以用来作为推翻某一种假说的手段，但不可能在推翻一个假说的同时完全证明与之相对立的另一个假说。

（3）具体案例

1906年，法国物理学家和科学哲学家迪昂明确指出，物理学中不存在判决性实验。20世纪50年代，美国科学哲学家蒯因进一步分析说，科学假说不是孤立的单个命题陈述，因为“整个科学是一个力场，它的边界条件就是经验，在场的周围同经验的冲突引起内部的再调整”，因此，“在任何情况下陈述都可以认为是真的……反之，由于同样的原因，没有任何陈述是免受修改的”。因此，一些科学哲学家强调在科学中不会有判决性实验，一旦碰到反例，人们总可以通过调整理论系统的某一部分而保留另一部分。

1960年，科学哲学家格伦鲍姆反对蒯因的观点说，不能一概否认判决性实验的存在。其他一些科学家和科学哲学家也常常以吴健雄实验对于宇称守恒和宇称不守恒两个对立假说所起的判决性作用来支持这一观点。

5试述科学的理性准则，并谈谈这些理性准则对科学理论发展的重要意义。

答：在科学认识中，科学家们常常根据科学实践的规律和能动反映论的认识论原理，为提出假说和鉴别假说规定一些方法论原则，以便随时剔除那些不适当的假说而集中精力分析、验证真正有价值、有前途的假说。

（1）可检验性原则

①科学理论在原则上应当是可检验的。如果一个理论不但无法在技术上接受观测实验或一般实验的检验，而且在原则上也不可能被检验，那它就不能被称为科学理论。

②原则上不可能被检验，是指它根本没有检验蕴涵——它本身不能被检验，由它演绎推导出的命题也不能被检验。概言之，它与任何经验现象都没有关联。既然找不到哪个经验能够与它相符合或相抵触，就只能认为它缺乏经验意义，是不可检验的。

③理论的可检验性，同理论的演绎展开的可能性是紧密联系的。观测实验所检验的常常不是假说本身，而

是它们的推论，即从该理论中逻辑地推导出来的描述个别现象或事件的判断。

④实证主义者企图把“可证实性”作为经验论的意义标准，断言凡是不可证实的语句，都是没有科学内容的形而上学命题，是没有意义的。这种立场，实质在于把直接经验的证明当作了命题真理性的根本原则。

（2）对应原则

①用对应原则来调整新的科学理论和原有的理论的关系，是一个很有效的理性原则。

②由于发现了前所未知的新事实，就必须补充或修正原有的理论，甚至建立全新的理论来取代原有的理论。

③把对应原则作为可接受性的一个标准来应用，意味着任何一个新理论或假说替代原理论或假说都应满足这样两个基本要求：

a. 新的理论或假说比原有理论具有更丰富的检验蕴涵。

b. 新的理论或假说在原理论得到充分确证的那个领域以渐近线的形式与之相一致。

④对应原则之所以能成为一个行之有效的方法论原则，原因就在于它体现了科学的继承性。

（3）简单性原则

科学是探求真理的事业。然而，在真和美之间，有着极其深刻的内在统一性。这种统一性反映在方法论原则上，就是科学在历史上形成的一系列美学准则，即臻美原则。它们在提出和选择科学假说的过程中，起着特殊的作用。在科学的美学准则中，最重要的一条是简单性原则，它最为科学家所重视，而且一直是认识论和方法论的对象。其他一些美学准则，如和谐性、对称性、统一性等，大多数也可以归结为简单性，或者说是简单性原则的引申。

6简述假说—演绎方法的基本过程。

答：假说—演绎模型在近代科学史上的完善过程，是与牛顿创立力学体系的工作一道进行的。这一工作的实质是用一个与经验相联系的公理体系来组织科学知识，具体说，可分为下述几个方面：

（1）提出一个公理系统。公理系统是通过演绎（特别是数学关系）组织起来的公理、定义和定理体系。牛顿力学体系就是以三定律为公理的公理体系，其中用公设的形式规定了诸如“匀速直线运动”“运动变化”“外力”“作用”“反作用”等术语之间的恒常关系（数学公式）。这个公理体系本身是自洽的，全部定理都必须由公理逻辑地推导出来，而公理本身均为初始的基本假说。

（2）规定一个把公理体系的命题与观测结果相连接的程序。在《自然哲学的数学原理》中，牛顿区分了公理体系与它在经验中的应用，并强调抽象的体系在具体场合必须获得恰当的物理解释，这就要求将公理体系与物理世界中的事件联系起来。通过“对应规则”，他把绝对空间一时间间隔的陈述转换为受测空间一时间间隔的陈述。

（3）确证用经验解释的公理体系中的演绎结果。牛顿曾经以月球绕地球旋转的向心力等于月球和地球之间的万有引力这一理论预测在精密观测条件下得到确证为例，证明天体系统和地球上的物理系统都是与牛顿力学体系（公理体系）相联系的物理世界，它们可看做是牛顿力学体系的经验解释。事实上，牛顿力学正是由于与这些可观测的现象存在着密切的现实联系，才成为了经典科学。

7什么是发现的逻辑？谈谈你对发现逻辑和证明逻辑的理解。

答：（1）发现的逻辑

从20世纪60年代开始，人们对科学发现的逻辑的兴趣开始缓慢稳步地增长，研究科学发现的问题的论著迅速增加。一些哲学家、心理学家、人工智能专家和神经生物学家从各自不同的研究领域出发着手对科学发现的问题进行有益的探索。

①1958年，美籍英国科学哲学家N. R. 汉森在《发现的模式》一书中着重对科学发现的逻辑进行了研究。他对假说——演绎法和归纳法同时提出了尖锐批评。

③在此基础上，汉森对逻辑实证主义只限于考察科学研究的结果而不注意借以提出假说、定律和理论的推理方法提出了批评。他认为，科学哲学不应只限于研究科学认识业已取得的成果，它可以、也应当对认识过程的一切阶段，因而也包括对新的科学思想、科学假说和科学理论的产生阶段加以研究。

④汉森曾具体地提出溯因推理的形成：

一些意外的令人吃惊的现象 P_1, P_2, P_3, \dots 被遇到，找到一个假说 H ，它能对 P_1, P_2, P_3, \dots 的原因作出解释，因此有理由提出假说 H 。

⑤许多学者对汉森所阐明的发现逻辑——逆推做了发挥，并试图把具有某种明确目的的科学探索活动看做逆推过程，建立有关逆推程序的一般理论。

a. 以“复活发现逻辑”为己任的美国科学哲学家拉里·劳丹从概念分析入手，认为赖欣巴哈的“发现的前后关系”和“证明的前后关系”这一传统的两分法并不科学，因为它不仅无法从时序上恰当地表述出一个概念从产生到接受的真实过程，而且它也使发现的性质不明确以及证明包含的内容过宽。

b. 著名美国科学家、经济学家、哲学家H. 西蒙曾着眼于探索科学发现的逻辑机制问题，他在《科学发现有逻辑吗？》一文中具体阐述了“科学发现规范理论”。他指出，发现的逻辑是判断发现过程的一组规范标准。使用“逻辑”这一术语，意指这些规范可从科学活动的目标中导出。

（2）证明的逻辑

逻辑实证主义的中心问题——知识的经验论证问题——就是为完成辩护的任务而设立的。经验证实是它的原则，为了贯彻这个原则，必须寻找一条从理论还原为经验的通道，于是便求助于对陈述的逻辑分析，利用数理逻辑的成果对所有的知识命题进行逻辑分析，以揭示这些命题的经验基础。命题的意义是通过逻辑分析得以澄清的。具体说来有下面三个主要观点：

①所有有意义的认识陈述或者是分析的（不然就是自相矛盾的）或者是经验的。逻辑和数学命题是分析的，而实证科学的命题大多数是经验的。前者实际上是以某种方式使用语言的规定，提供用以判断对或错的法则。后者才真正是有意义的，可以为人们提供有关经验世界的知识。

②所有有意义的经验陈述，原则上可以用经验来证实，也只能用经验来证实。换言之，经验命题不可能单独由某些分析前提演绎出来，必定要诉诸某种直接经验的手段。

③所有有意义的经验陈述都能归结为中立的直接观察语句。观察语句最重要的哲学用途就在于能够以它来证明经验陈述的真或伪，从而讨论知识基础的结构问题。

第8章 科学理论的评价与演变

8.1 复习笔记

一、科学理论的评价依据和社会确认

1科学理论评价中的经验论的主要观点

(1) 在近代科学初期，伽利略用实验事实和严密的逻辑论证否定了亚里士多德的“力学理论”，并用自制的望远镜观察天体，发现了环绕木星的四颗卫星等许多过去肉眼无法看到的天文现象，观察到了月球凹凸不平的表面、太阳黑子等，否证了教会关于天地不平等的谬论，为哥白尼的“日心说”提供了有力的证据。伴随着近代科学的迅速发展，强调通过经验事实的观察和逻辑分析来验证和评价科学理论的基本信念逐步得以确立。

(2) 逻辑实证主义的基本观点是：任何论断世界的某种东西的陈述和假设，都必定是可以描写人们能以直接观察所确立的某物的句子来加以直接或间接检验的。

(3) 批判理性主义哲学家波普尔针对逻辑实证主义的可证实性遭遇的各种现实困难分析说，作为科学理论的全称陈述的证实与证伪具有非对称性，要证实一个全称陈述需要证实无限多个单称陈述，而要证伪一个全称陈述则只需证明一个单称陈述为假。

(4) 20世纪60年代，哲学家拉卡托斯指出：问题不在于一个理论和事实证据之间是什么关系，而在于新旧两个理论和事实证据之间的关系怎样，评价科学理论进步性的基本标准应该是“能够预测新颖事实”。只有当一个科学理论把它的超过先行者（或竞争者）的多余经验内容加以确证，就是说，只有当它导致新事实的发现时，它才是“可接受的”或“进化的”。

总之，各家在科学理论的评价中关心的是经验证据与科学理论之间的关系，即从理论的基本原理中能否演绎出可被观察的经验事实，因此可将它们统称为科学理论评价中的经验论。经验的证实或经验的证伪不仅作为科学与非科学的划界标准，而且作为科学理论评价的基本准则。这种评价准则有一定的积极意义，但也面临着难以克服的困难，它可以解释科学史上的许多实例，但却不能解释在某些特定的历史时期，科学家对一个还缺乏证据支持甚至于还存在一些反例的科学理论的接受和承认等历史事实。

2科学理论评价中的整体论

(1) 卡尔纳普等人发展了一套用于评价理论可信性的归纳逻辑

①根据经验论的科学理论评价观，卡尔纳普等人发展了一套用于评价理论可信性的归纳逻辑。其公式是：

$$c(h, e_1, e_2, \dots, e_n) = r$$

②确认度 r 表示经验证据 (e_1, e_2, \dots, e_n) 对假说 h 支持的程度，同时也是科学家和科学哲学家评价一个科学理论的重要尺度。

(2) 为了能在复杂的假说或理论系统上贯彻归纳评价的观点，逻辑经验主义哲学家常常求助于概率论中的贝耶斯定理。该定理的最简单形式如下：

$$c(h, i \cdot e) = c(h, e) \cdot c(i, h \cdot e) / c(i \cdot e)$$

这里 h 是假说， e 指背景知识， i 为观察信息。贝耶斯定理意味着假说的概率并不能简单地归结为假说与证据的关系，还与人们对背景知识采取什么样的置信状态有关。因此，在计算假说的支持程度时，作为“输入”，需要有关于假说的先验概率，即科学家在考察观察证据之前给予假说的“主观上的相信程度”。这表明，形式化的科学方法依赖于不可形式化的东西，即科学家的主观信念和愿望等，完全形式化的归纳逻辑是不存在的。在此基础上，蒯因提出了整体主义的理论评价观。

(3) 蒯因认为，用经验检验单个理论命题的真假会遇到困难，观察和理论之间不存在泾渭分明的界限，因此观察证据无法作为理论评价的唯一标准。观察是充满理论的；观察语句就是一个语言共同体的成员在相同的刺激下都对它作出相同判断的句子。语言共同体的引入，使观察语句的有条件性、相对性和社会历史性质得以暴露。这意味着在观察证据与科学理论之间必然渗入科学活动的社会学、心理学以及历史因素，而不可能具有逻辑必然性。这样，作为经验论评价观基石的中性观察和证据与理论的纯逻辑关系也就被彻底摧毁了。否定了观察证据在理论评价中的决定作用之后，蒯因把建立评价标准的努力转向了理论内部。他主张科学理论的评价除了要有恰当的观察证据外，还要考虑到理论的保守性、温和性、简单性、普遍性、可反驳性以及精确性等因素。其中最主要的是保守性和简单性。保守性要求一个假说尽可能与科学界

已有的信念保持一致，简单性则要求修改了的理论体系尽可能地简单。

（4）历史主义哲学家库恩在《科学革命的结构》中分析说，在相互竞争的“候选范式”之间，科学理论是不可通约的，即没有一个评价科学理论的客观的尺度。因为相互对抗的范式之间的竞争是势不两立的，存在着科学理论选择的价值冲突。科学范式的更替类似于宗教上的皈依，是一种非理性的理论选择过程。因此，科学理论的评价和选择取决于科学共同体成员的价值判断和基本信念。他说：“在范式选择中就像在政治革命中一样，不存在超越相关共同体成员间的共识的标准，问题的解决依赖于大家意见的一致。”其次，还有科学家的直觉的美学感受。总之，科学理论的评价和选择并不完全是认识问题。

（5）1973年，库恩在弗曼大学所作的题为《客观性、价值判定和理论选择》的演讲中放弃了早期的极端主义立场，提出了一套科学理论评价的客观标准。这就是：

①科学理论应当精确，即在这一理论范围内从理论导出的结论应表明它同现有观察实验结果相符合，能更好地说明现象。

②科学理论应当一致，即它不仅要内部一致，而且要与现有的适合自然界一定方面的公认理论相一致。

③科学理论应当具有广泛性，即一种科学理论的结论应当远远超出它最初所要解释的特殊观察、定律或分支理论，能预言旧范式完全没有意料到的现象。

④科学理论应当简单，它能给复杂现象以秩序，否则现象就是各自孤立的和一团混乱的。

⑤科学理论应当有效，即它应当产生大量新的研究成果，应能解释新的现象或已知现象之间前所未有的关系，应当能解决使旧范式陷入危机的各种问题。

（6）科学哲学家劳丹则把科学解决问题的效力看成是科学进步的主要标志和理论评价的标准，他将科学目的和评价标准合而为一，把目的与价值等同，主张选择科学理论的评价标准应注重其解决问题的有效性和能力。这种整体论者事实上把科学理论视为应付环境的工具，似乎只要在应付环境中有用的理论就是好的理论。

3科学理论的评价依据

全面总结各家观点，可以提出以下基本依据：

（1）科学理论同经验事实的一致性，即从科学理论推出的可检验的结论应该与实验检验的结果相符合。

（2）科学理论内在逻辑的完备性，即科学理论内部必须在逻辑上自洽。科学理论是具有一定逻辑结构的理论体系，它不仅应保持内部逻辑上的一致性，而且应与公认的有关的科学理论具有一致性。

（3）科学理论的简单性，即科学理论体系所包含的彼此独立的基本概念和基本定律应该尽可能少。这是因为：

①科学理论的基本概念和基本定律越少，这个理论体系在逻辑上的完备性就越容易判定，理论体系内部的无矛盾性就越易于实现。

②反映自然界本质的规律表述得越简单，越容易通过观察实验进行检验。

③科学理论的基本概念和基本定律尽可能少，意味着每个概念中包含的经验内容尽可能多，这样的科学理论体系才具有应用的广泛性。

④科学理论的简单性与科学家追求物质世界的统一性，追求科学理论形式的简单、和谐、对称和美感有关。

（4）科学理论的预见性，即科学理论应当具有广阔视野，能预言那些未知的或在科学理论创立时未被解释的实验事实和现象，能超越其得以产生的经验事实基础并预言大量新的未知的经验事实。

（5）理论评价的标准不是孤立的，以上四条标准既表现出科学理论的真理性、内在的逻辑性和审美性，也表现出科学理论的价值，它们事实上也可以看做是科学理论的本质特征。

4科学理论的社会确认

（1）科学理论社会确认的含义：

①科学理论的社会确认是在科学共同体内部完成的。一般地，作为科学认识的个体成果的科学理论，特别是重要的包含着新思想的科学理论都要经历一个验证时期，在这个时期里，证据逐步积累起来，越来越多的科学家逐渐相信和接受它，最后，这个新理论或者新信息被纳入到普遍接受的知识范围之中，并被编入教科书中。

②科学理论的社会确认是一个复杂的社会历史过程，在特定的历史时期，社会因素常会影响甚至扭曲对科学理论的社会承认。

（2）同行评议的制度

①同行评议制度的含义

随着科学的发展和科学共同体运行规范的确立，科学共同体建立了同行评议的制度以保证对一个科学理论的社会确认的客观性。同行评议，是一种由科学共同体成员作出有关科学理论或实验成果评价的制度，它是科学理论获得社会确认的必要依据和前提。

②同行评议制度的优点

虽然科学共同体的成员生活在特定的社会中，同行评议也会夹杂着经济的、政治的、宗教的、意识的等各种社会因素，但是这一制度基本能够保持科学理论评价的相对独立性，能把科学共同体之外的其他因素变成科学评价的外部因素或间接因素。

③同行评议制度的基本做法

让科学同行去作科学评价，论文和著作让他们自己去审查，学位让他们自己去授予，院士让他们自己去选举。

④同行评议制度的缺点

像一切制度一样，同行评价的制度也有它的缺点，尤其是对首创权的关注，可能会带来一些损人利己的副产品，如自私自利、剽窃他人成果、虚荣心等。

（3）科学共同体的对科学理论的评价

尽管科学理论的社会评价或者同行评议充满着各种复杂性和曲折性，但科学共同体对科学理论成果的社会确认和评价依然是比较客观的。科学共同体由于科学事业的本质驱使，从总体上来说依然是偏见最少的群体之一。一项关于美国国家科学基金会同行评议制度的实施效果的研究报告指出，由于评议中所实行的回避制度，“老伙伴”假说，即学科专业负责人是依靠学术界的亲朋挚友来评议他们所收到的基金评议书的假说和“马太效应”并不能成立。尽管那些有公认的成就、发表科学著述多、著作被引证的次数多、有获得国家科学基金会基金的纪录，以及和有名望的院系有关的科学家获得基金的可能性比其他申请人要大，而且由于上述原因确实可能造成微小的累积优势，但提供基金的程序实际上依然是与科学界的等级制度毫无共同之处的，申请者的学术地位也不能给他带来明显的优势。同行评议远比科学界成员想象的更公平有效。

二、科学理论演变的动力

1理论与实验的矛盾

在科学理论内在的演变过程中，科学理论与科学实验是一对基本的起决定作用的矛盾，它贯穿于科学发展的全过程，构成了科学发展的最基本的内在动力。

（1）任何科学理论活动基本上都是在科学实验的不断证实或证伪中得以确立和完善起来的。伽利略用实验事实和严密的逻辑论证对亚里士多德“力学理论”的否定，标志着近代科学的出现。

（2）科学实验往往不顾旧有理论的“安排”或预期，引出种种意想不到的信息和结果，进而推动科学理论体系的演变。

（3）许多科学理论的创新，表面看来似乎是科学理论自身的发展，其实都立足于坚实的实验基础之上。

（4）必须指出的是，任何科学实验都不是盲目的、自发的观察活动，而总是在一定的科学理论指导下，有目的地、自觉地进行的。没有科学理论分析科学实验结果，就不能获得真理性的认识。

2科学与技术的相互驱动

（1）科学和技术在很大程度上仍然是脱节的主要表现在：科学的发展常常落后于技术和生产的发展，以致在科学理论上尚未搞清楚的东西，在技术和生产上却可以首先得以实现。如蒸汽机是18世纪发明并应用于生产的，但作为它的理论基础的热力学却直到19世纪中叶才建立起来。有时候科学理论虽已经出现，但却迟迟不能转化为技术并应用于物质生产。1831年电磁感应定律就已被发现，但直到19世纪70年代才开始出现电力技术革命。

（2）如果说19世纪以前，科学、技术之间的关系还不是很紧密的话，那么20世纪以来，科学、技术呈现一体化的趋势则越来越明显：一方面，科学的发展越来越需要各种技术的支持和保证，呈现了科学技术化的趋向；另一方面，新兴技术的产生与发展在更大程度上要依赖于现代科学理论的指导，表现出技术科学化的特征。科学和技术的相互驱动，事实上已成为科学理论演变的重要动力之一。

①许多重要的科学理论的建立和持续发展离不开技术上的突破。当代科学的许多突破性发现和重要科学的诞生，都依赖于高水平的实验技术与设备手段。

②许多技术上的难题为科学理论的形成提供了大量有待解决的问题。

③现代科学对技术和生产能够发挥主导性和超前性的作用。

3理论中的逻辑悖论

（1）理论中的逻辑悖论的表现

①任何一种科学理论都表现为一种新的逻辑体系，然而，对科学思想的深层次上的批判性、革命性的认识，往往会产生出一些与科学理论的规范不相容的概念、观念、结论和方法，从而将科学理论固有的逻辑悖论或内在矛盾揭露出来。

②一般说来，科学理论中存在的逻辑悖论总是相对于特定的科学理论而言的。从一定意义上讲，逻辑悖论是对特定科学理论有效性的一种挑战和质疑，但同时却可能成为新的科学理论创生的重要预告。科学发展的历史表明，科学理论中存在的逻辑悖论是孕育新科学思想和使科学理论得以发展的“湍流”，对科学理论的演变有着极大的推动作用。

（2）亚里士多德与伽利略的“落体定律”

①古希腊的哲学家亚里士多德曾提出“物体自由下落的速度和物体的重量成正比”的命题，即“物体越重，下落的速度就越快；越轻，物体下落的速度就越慢”。这似乎接近日常生活的事实：除非在真空中，羽毛较石头落下的速度缓慢。亚里士多德的理论在提出后的两千年里都没有人怀疑过它的真理性。

②近代科学家伽利略却发现了其中存在的逻辑悖论：如果把轻重不同的两个物体绑在一起，它应该下落得更快还是更慢呢？一方面，重量更大，应该落得更快；另一方面，快的物体可能被慢的物体拖住，没有单独时下落得快。这显然是合乎情理又相互矛盾的逻辑结论。

③伽利略据此推理对亚氏学说提出了挑战，他通过比萨斜塔的实验证明：一大一小重量不等的两个铁球同时落地。这不仅对亚里士多德的理论进行了有力的“证伪”和否定，而且提出了“物体的下落运动到底是如何进行的”这个重要问题；对这个问题的实验和理论探讨，使伽利略提出了著名的自由落体定律，并进而接触到了力与运动的真实关系，最终把力学研究引上了正确的方向，推动了近代物理学中第一个完整的理论体系——牛顿力学理论的创立，成为近代物理学的真正开端。

（3）逻辑悖论的排除对于科学理论的演变有两方面的意义：

①改进与完善原来的科学理论。对于刚刚诞生不久的新的科学理论产生的悖论，通常是以消除悖论的方式来加强科学理论的严谨性。

②提出并创立新的科学理论。对于科学理论发展到相当成熟的时期而出现的悖论，通常是以消除悖论的方式来创立新的科学理论。

4不同理论之间的相互竞争

科学理论演变的另一种重要的动力机制是：针对同样的经验事实或科学问题有多个科学理论相互竞争，进而形成某些科学理论的证伪或者某些科学理论之间的归并和融合以至包容和替代，进而促成科学理论的演变。

（1）科学理论竞争的案例

①科学哲学家波普尔关于科学理论的演变模式就包含着通过科学理论之间的竞争，即通过批判性讨论、鉴别和区分的方法，排除那些错误的猜测、假说和理论，保留那些暂时经受住检验的包含有更深刻问题的进步的科学学说和科学理论的重要演变机制。

②科学哲学家费耶阿本德对科学理论竞争的作用有比较深刻的理解，他把相互竞争的理论的出现看做是科学理论演化的重要机制。在其名著《反对方法》中，他基于对“多种解答的重要性”的认识提出了“多元比较和选择”的科学方法。他认为，反驳一种理论的证据常常是通过一种矛盾的选择来揭示的。

（2）不同的科学理论之间的竞争促进科学理论的进步

①两种或几种科学理论的相互竞争，不同学派之间的相互争鸣，最终导致一种科学理论对其他理论的替代。

②两种或几种不同的科学理论的相互竞争，不同理论学派的长期争鸣，产生了更高层次上统一的、综合性的、新的科学理论。

③两种或几种不同的科学理论的相互竞争，以及相关学派之间的相互争鸣，发生在一个低层次的虚拟的理论悖论之上，理论竞争和学派争鸣的结果形成了一种更高层次的、能够消解这种理论矛盾的科学理论。

5科学发展的不平衡性

（1）科学理论发展的不平衡性的体现

①科学发展的不平衡性首先在于学科发展的不平衡性。在不同的历史时期，由于科学自身的性质和社会经济需要的条件各异以及实验手段的完备性、理论和方法的成熟程度的不同，各门学科的发展总是不平衡的。在这些方面领先的学科，被称为该时代的带头学科。带头学科由于率先地、较好地对自然做出了解释，它的理论和方法就成了当时其他学科的解释性基础和方法论范例，因而能对其他学科起推动和改造作用。

②科学发展的不平衡性还表现在世界科学活动中心的不断转移。科学社会学家贝尔纳最先在《历史上的科学》中提出世界科学活动中心的概念，他认为，没有长盛不衰的科学中心，科学中心总是随着民族的经济文化的兴衰消长而转移的。综观科学技术发展的历史，科学技术的高峰先后出现在不同的国家和地区。

（2）科学发展不平衡性的影响

科学发展的不平衡性不论是由于学科发展的不平衡性引起的，还是因为区域发展的不平衡性引起的，都将对科学理论的演变产生积极的影响。带头学科和科学中心因其在整个科学共同体中所具有的优势地位可能会吸引更多的有才华的青年科学家或置身于特定的学科领域或投奔于特定的科学中心从事创造性的科学理论活动，这些优秀人才的相互激励很可能导致某些特定的研究领域的全面拓展或者众多科学理论体系的整体演变和不断进步。科学发展的不平衡性也是科学理论演变的重要动力之一，尽管这一动力不是来自于科学理论自身。

三、科学理论的演变模式

1经验积累的演变模式

（1）近代科学初期的弗兰西斯·培根，曾经把科学家的研究活动形象地比喻为蜜蜂采蜜，即从自然界采取原料，然后把它变成新产品。科学家应该系统地积累知识，即搜集资料、解释资料、进行实验，并通过有计划、有组织地观察其规律性来了解自然界的奥秘。

（2）19世纪的科学哲学家惠威尔通过对科学史的研究发现，科学是在从事实出发，用概念去综合事实，使事实上升为定律，再通过综合上升为理论这个历史过程中进步的。科学进步是在概念不断通过“归纳一致”把事实归并为定律和理论的过程中实现的。

（3）20世纪初期的逻辑实证主义者在经验主义和实证主义科学观的基础上认为，先后产生的两个理论T和T'之间的关系，逻辑地看，可以有T'与T等价和T'优于T两种，但历史地看，从T到T'便是知识的增长。因此他们强调说，科学进步或知识的增长在于通过归纳逻辑得到高概率经验验证的命题和理论的积累。

（4）从弗兰西斯·培根到逻辑实证主义者的科学理论发展观基本主张是：科学发展是一个渐进积累的直线发展过程，其中没有渐进的中断，没有革命；观察事实越多，越深入，通过归纳逻辑得出的科学定律或理论被经验证据所证实的频率越高，它就越普遍，解释力和预见力就越强，其中包含的非科学的错误成分也就越少。

2波普尔的科学理论演变模式的意义

- (1) 科学问题是科学理论演变的动力。
- (2) 科学理论本质上是一种猜想。
- (3) 科学只有在不断的证伪和批判中才能前进。
- (4) 科学理论的演变或进步表现为一个理论对另一个理论的替代，它不是积累式的，倒像是跳跃式的、不断革命的过程。

3范式嬗替的科学革命模式

(1) 模式的提出

1962年，美国科学哲学家库恩在《科学革命的结构》中提出了一种不同于传统科学发展的科学理论的演变或进步的模式：

前科学→常规科学→反常→危机→科学革命→新的常规科学

(2) 模式的核心概念

按照库恩的说法，范式有两种主要的用法：一是作为总体意义上的“专业母体”，包括科学共同体的一切共有的信念；二是抽出其中的一种特别重要的信念，构成一个子集，称之为范例。

(3) 模式的作用

- ①范式是划分科学与非科学的标准。“范式”的建立和更替标志着科学理论的革命性的演变和科学的真正进步。
- ②范式是科学家集团在某一专业或学科中所具有的共同信念。这些信念规定了他们共同的基本理论、基本观点、基本方法以及选择问题的标准，为他们提供了共同的理论模型和解决问题的框架，从而形成了该专业或该学科的一种共同传统，并为该专业或该学科的发展规定了方向。
- ③在科学发展的过程中，各阶段的更替是由范式的变化决定的。
- ④范式的形成，标志着从原始科学到成熟科学的重要转折。
- ⑤随着常规科学的发展，各类违反常规科学预期的新现象，即现有范式不能解释的“反常”现象不断出现，进而导致一系列重大的科学发现，要求对现有的范式进行调整和变革，直到发生新范式取代原有范式的重大变革。

4基于研究纲领进化的演变模式

(1) 科学研究纲领

拉卡托斯认为，科学纲领是一组具有严密的内在结构的科学理论系统。科学研究纲领由“硬核”“保护带”和“启发法”三者组成。

- ①“硬核”，就是这个科学研究纲领的核心部分或本质特征，它包含非常一般的、构成纲领未来发展基础的基本假设和基本原理。
- ②硬核的周围是保护带，它由各种辅助性假设、初始条件或背景知识组成，是研究纲领的可反驳的弹性地带。
- ③启发法包括反面启发法（反面助发现法）和正面启发法（正面助发现法）。

(2) 拉卡托斯提出的科学理论的演变模式：

科学研究纲领的进化阶段→科学研究纲领的退化阶段→新的研究纲领证伪并取代退化的研究纲领→新的研究纲领的进化阶段

(3) 拉卡托斯提出的科学理论的演变模式包含的重要思想：

①科学家应当通过不断修正保护带来实现研究纲领的进步。

②一个研究纲领要经过从进化到退化的很长的量变阶段才能被淘汰。

③科学理论演变的模式既不是波普尔的不断革命模式，也不是库恩的范式转换模式。

5多元化的演变模式

美籍哲学家费耶阿本德是历史主义学派的极端代表人物，他反对理性和经验，认为科学是无政府主义的事业，在倡言理论多元化和方法多元化的基础上，提出一种基于理论竞争而进步的科学理论演变模式。其基本要点是：

（1）科学不能排除非理性。

（2）科学理论始终是多元的，科学家从一开始就应该提出各种各样的理论，而且能够依靠“韧性原理”建立各自的理论。

（3）科学理论的演变或进步需要使用一切方法，包括理性主义者最瞧不起的方法，也需要保留一切观念，包括最可笑的神话。

8.2 课后习题详解

1试述科学评价的经验论和整体论的基本观点。

答：（1）经验论的基本观点

伴随着近代科学的迅速发展，强调通过经验事实的观察和逻辑分析来验证和评价科学理论的基本信念逐步得以确立。

①批判理性主义哲学家波普尔针对逻辑实证主义的可证实性遭遇的各种现实困难分析说，作为科学理论的全称陈述的证实与证伪具有非对称性，要证实一个全称陈述需要证实无限多个单称陈述，而要证伪一个全称陈述则只需证明一个单称陈述为假。

②20世纪60年代，哲学家拉卡托斯指出：问题不在于一个理论和事实证据之间是什么关系，而在于新旧两个理论和事实证据之间的关系怎样，评价科学理论进步性的基本标准应该是“能够预测新颖事实”。只有当一个科学理论把它的超过先行者（或竞争者）的多余经验内容加以确证，就是说，只有当它导致新事实的发现时，它才是“可接受的”或“进化的”。

总之，在科学理论的评价中关心的是经验证据与科学理论之间的关系，即从理论的基本原理中能否演绎出可被观察的经验事实，因此可将它们统称为科学理论评价中的经验论。按照这种科学理论评价观，理论的好坏、可信程度的高低仅仅取决于它们与经验事实的关系，与社会、心理、历史等因素无关。

（2）整体论的基本观点

①崩因认为，用经验检验单个理论命题的真假会遇到困难，观察和理论之间不存在泾渭分明的界限，因此观察证据无法作为理论评价的唯一标准。

②历史主义哲学家库恩在《科学革命的结构》中分析说，在相互竞争的“候选范式”之间，科学理论是不可通约的，即没有一个评价科学理论的客观的尺度。

③科学哲学家劳丹则把科学解决问题的效力看成是科学进步的主要标志和理论评价的标准，他将科学目的和评价标准合而为一，把目的与价值等同，主张选择科学理论的评价标准应注重其解决问题的有效性和能力。这种整体论者事实上把科学理论视为应付环境的工具，似乎只要在应付环境中有用的理论就是好的理论。

总之，整体论者讨论科学理论评价的立足点已经不限于科学理论的经验基础或者科学理论的真理性问题，而是从更广泛的视角，特别是从科学的社会价值去分析科学理论的评价活动。

2概述科学理论评价的基本依据。

答：全面总结各家观点，可以提出以下基本依据：

（1）科学理论同经验事实的一致性，即从科学理论推出的可检验的结论应该与实验检验的结果相符合。

（2）科学理论内在逻辑的完备性，即科学理论内部必须在逻辑上自洽。科学理论是具有一定逻辑结构的理论体系，它不仅应保持内部逻辑上的一致性，而且应与公认的有关的科学理论具有一致性。

（3）科学理论的简单性，即科学理论体系所包含的彼此独立的基本概念和基本定律应该尽可能少。这是因为：

①科学理论的基本概念和基本定律越少，这个理论体系在逻辑上的完备性就越容易判定，理论体系内部的无矛盾性就越易于实现。

②反映自然界本质的规律表述得越简单，越容易通过观察实验进行检验。

③科学理论的基本概念和基本定律尽可能少，意味着每个概念中包含的经验内容尽可能多，这样的科学理论体系才具有应用的广泛性。

④科学理论的简单性与科学家追求物质世界的统一性，追求科学理论形式的简单、和谐、对称和美感有关。

（4）科学理论的预见性，即科学理论应当具有广阔视野，能预言那些未知的或在科学理论创立时未被解

释的实验事实和现象，能超越其得以产生的经验事实基础并预言大量新的未知的经验事实。

总之，理论评价的标准不是孤立的，以上四条标准既表现出科学理论的真理性、内在的逻辑性和审美性，也表现出科学理论的价值，它们事实上也可以看做是科学理论的本质特征。

3通过科学史上的具体案例说明科学理论的社会确认过程。

答：（1）科学理论的社会确认的一般过程：

科学理论的社会确认是在科学共同体内部完成的。一般地，作为科学认识的个体成果的科学理论，特别是重要的包含着新思想科学理论都要经历一个验证时期，在这个时期里，证据逐步积累起来，越来越多的科学家逐渐相信和接受它，最后，这个新理论或者新信息被纳入到普遍接受的知识范围之内，并被编入教科书中。

（2）影响科学理论社会确认过程的社会因素：

科学理论的社会确认是一个复杂的社会历史过程，在特定的历史时期，社会因素常会影响甚至扭曲对科学理论的社会承认。哥白尼关于太阳系的学说，达尔文的进化论，都曾经被看做是错误的东西，它们的被确认都经历了艰苦的斗争。伽利略被宗教裁判庭视为异教徒；布鲁诺因其创造性工作被狂热的教徒活活烧死在罗马鲜花广场；孟德尔的遗传定律足足过了半个世纪才被科学共同体承认是最富有创造性的科学理论成果。科学史表明，确认一个科学理论有时要比探寻、发现这个理论花费更长的时间，耗费更多的精力；接受一个正确的理论竟比接受一个错误的理论要困难得多。为了判断正确的东西和错误的东西，常常需要有考验的时间。

4结合科学史上的具体案例分析科学理论演变的基本动力。

答：（1）科学理论与科学实验是一对基本的起决定作用的矛盾，它贯穿于科学发展的全过程，构成了科学发展的最基本的内在动力。

科学实验往往不顾旧有理论的“安排”或预期，引出种种意想不到的信息和结果，进而推动科学理论体系的演变。迈克尔逊—莫雷检验以太的实验，本来是要证明以太的存在，却出乎意料地带来否定以太的结果，更料想不到的是这一“失败”竟成了物理学革命的契机。

（2）科学和技术的相互促进。

①在很大程度上仍然是脱节的主要表现在：科学的发展常常落后于技术和生产的发展，以致在科学理论上尚未搞清楚的东西，在技术和生产上却可以首先得以实现。如蒸汽机是18世纪发明并应用于生产的，但作为它的理论基础的热力学却直到19世纪中叶才建立起来。有时候科学理论虽已经出现，但却迟迟不能转化为技术并应用于物质生产。1831年电磁感应定律就已被发现，但直到19世纪70年代才开始出现电力技术革命。

②如果说19世纪以前，科学、技术之间的关系还不是很紧密的话，那么20世纪以来，科学、技术呈现一体化的趋势则越来越明显：一方面，科学的发展越来越需要各种技术的支持和保证，呈现了科学技术化的趋向；另一方面，新兴技术的产生与发展在更大程度上要依赖于现代科学理论的指导，表现出技术科学化的特征。科学和技术的相互驱动，事实上已成为科学理论演变的重要动力之一。

③古希腊的哲学家亚里士多德曾提出“物体自由下落的速度和物体的重量成正比”的命题，即“物体越重，下落的速度就越快；越轻，物体下落的速度就越慢”。伽利略据此推理对亚氏学说提出了挑战，他通过比萨斜塔的实验证明：一大一小重量不等的两个铁球同时落地。这不仅对亚里士多德的理论进行了有力的“证伪”和否定，而且提出了“物体的下落运动到底是如何进行的”这个重要问题；对这个问题的实验和理论探讨，使伽利略提出了著名的自由落体定律，并进而接触到了力与运动的真实关系，最终把力学研究引上了正确的方向，推动了近代物理学中第一个完整的理论体系——牛顿力学理论的创立，成为近代物理学的真正开端。

（3）科学理论演变的另一种重要的动力机制是：针对同样的经验事实或科学问题有多个科学理论相互竞争，进而形成某些科学理论的证伪或者某些科学理论之间的归并和融合以至包容和替代，进而促成科学理论的演变。

（4）科学发展的不平衡性

科学发展的不平衡性首先在于学科发展的不平衡性。在不同的历史时期，由于科学自身的性质和社会经济需要的条件各异以及实验手段的完备性、理论和方法的成熟程度的不同，各门学科的发展总是不平衡的。

在这些方面领先的学科，被称为该时代的带头学科。带头学科由于率先地、较好地对自然作出了解释，它的理论和方法就成了当时其他学科的解释性基础和方法论范例，因而能对其他学科起推动和改造作用。

5试用科学史上的具体案例分析解释通过证伪而增长的科学演变模式的方法论意义。

答：（1）哲学家库恩曾用批判的眼光对归纳主义的科学理论发展观进行评价，他说：按照这种观点，“科学的发展成了一点一滴的进步，各种货色一件一件地或者一批一批地添加到那个不断加大的科学技术知识的货堆上”。

①逻辑实证主义的科学观勾画了一幅积累式的科学发展图景，这从一个侧面反映了科学不断进步的总趋势，但其根本缺陷是忽视了科学中的革命现象，因而不能解释那些在逻辑上与传统的科学理论不同的原创性的、革命性的新理论的产生过程。

②通过证伪而增长的演变模式波普尔从证伪主义的基本立场出发，否定了逻辑实证主义的逐渐积累的科学理论演变模式。波普尔认为科学只有在不断的证伪和批判中才能前进。科学理论并不存在确证度增加的过程，即使再多的经验与理论的推论相符合，也只能说明该理论直到现在还仍然没有被证伪，而不能说理论的确证度有任何增加。

③按照波普尔的观点，人们无法用经验和逻辑挑选出正确的理论，但人们能够用经验和逻辑挑选出错误的理论，科学理论的演变或进步的实质在于通过对理论的证伪把其中的错误和迷惘排除出去。

（2）波普尔的科学理论演变模式具有如下几方面的意义：

①科学问题是科学理论演变的动力。从问题P1开始，以新的问题P2结束，问题是认识的起点，也是认识的终点，由此推动着科学理论的演变或进步。

②科学理论本质上是一种猜想。

③科学只有在不断的证伪和批判中才能前进。

④科学理论的演变或进步表现为一个理论对另一个理论的替代，它不是积累式的，倒像是跳跃式的、不断革命的过程。

6什么是科学范式？结合范式嬗变的科学革命模式谈谈你对常规科学活动的理解。

答：（1）科学范式的含义

按照库恩的说法，范式有两种主要的用法：一是作为总体意义上的“专业母体”，包括科学共同体的一切共有的信念；二是抽出其中的一种特别重要的信念，构成一个子集，称之为范例。

（2）对常规科学活动的理解

①范式的形成，标志着从原始科学到成熟科学的重要转折。当某种观点成为占支配地位的范式时，科学活动便进入在这种范式指导下进行定向科学研究活动的常规科学阶段。在常规科学时期，范式决定着科学活动的各个方面，科学共同体在范式框架内从事高度定向的解难题活动，库恩把这类研究活动比喻为“解谜”。

②常规科学阶段的科学知识的增长是最快的，这时的科学研究由范式所规定，范式提出了可以得到解答的难题以及解题的基本规则，即选择什么问题及如何解答都是由范式预先规定好的。科学家根据范式已经能预测到难题的解，但得到这个解的途径却是多种多样的。正是这种解答科学难题的多样性吸引了许多伟大的科学家。

③常规科学的目的是阐明和发展已有的范式，深入分析范式所提供的现象和理论，它追求科学知识的稳定扩大和精确化，是一种高度积累性的事业。在常规科学研究中，科学家的事业从根本上受到范式的限制，科学变得越来越严格，越来越专门化，同时科学知识也呈现出高速度的增长。

④随着常规科学的发展，各类违反常规科学预期的新现象，即现有范式不能解释的“反常”现象不断出现，进而导致一系列重大的科学发现，要求对现有的范式进行调整和变革，直到发生新范式取代原有范式的重大变革。

7什么是科学研究纲领？简述基于研究纲领进化的演变模式的基本内容。

答：（1）科学研究纲领

科学纲领是一组具有严密的内在结构的科学理论系统。科学研究纲领由“硬核”“保护带”和“启发法”三者组成。

- ①“硬核”，就是这个科学研究纲领的核心部分或本质特征，它包含非常一般的、构成纲领未来发展基础的基本假设和基本原理。
- ②硬核的周围是保护带，它由各种辅助性假设、初始条件或背景知识组成，是研究纲领的可反驳的弹性地带。
- ③启发法包括反面启发法（反面助发现法）和正面启发法（正面助发现法）。

（2）基本内容

- ①科学家应当通过不断修正保护带来实现研究纲领的进步。
- ②一个研究纲领要经过从进化到退化的很长的量变阶段才能被淘汰。
- ③科学理论演变的模式既不是波普尔的不断革命模式，也不是库恩的范式转换模式。

8试析多元化的演变模式及其方法论意义。

答：（1）多元化的演变模式

美籍哲学家费耶阿本德是历史主义学派的极端代表人物，他反对理性和经验，认为科学是无政府主义的事业，在倡言理论多元化和方法多元化的基础上，提出一种基于理论竞争而进步的科学理论演变模式。其基本要点是：

- ①科学不能排除非理性。
- ②科学理论始终是多元的，科学家从一开始就应该提出各种各样的理论，而且能够依靠“韧性原理”建立各自的理论。
- ③科学理论的演变或进步需要使用一切方法，包括理性主义者最瞧不起的方法，也需要保留一切观念，包括最可笑的神话。

（2）方法论意义

费耶阿本德的非理性和多元化的科学理论演变模式，尽管有这样那样的不足，但其一个基本点却是值得肯定的：科学理论的演变或进步不可能在完全排除其理论和方法的丰富性的基础上实现。

第9章 技术的概念、方法和意义

9.1 复习笔记

一、技术的本质、功能和范式

1技术的来源

（1）动物的本能性活动

人是由灵长类动物进化而来的，高等动物的活动方式是理解人类活动的进化论基础。人们通常认为，动物的生存需要是通过其能性活动实现的。本能性活动被概括为动物活动的一般特点。

（2）人的目的性活动

目的是以意志形式体现的主体活动指向，是主体生存与发展需求的理性表达。从活动方式看，目的源于人们认识和实践活动中遇到的种种问题。目的与手段是人类自觉的对象性活动中前后相连的两个因素。

（3）技术成果

人的目的性活动就是围绕目的的实现而展开的手段建构与运作过程。这一手段的样式或运转序列都是人类活动的创造物，这就是技术成果。其实，技术与手段是处于同一层次的两个相关联的概念，其间存在着交叉关系。离开了目的，手段就失去了意义，不复存在。而技术形态一旦创立，就具有客观性和稳定性，可以相对于创建者、使用者及其目的而独立存在。

2技术的狭义与广义界定

（1）技术的狭义界定

①国内的狭义技术界定

技术是“人类为了满足社会需要而依靠自然规律和自然界的物质、能量和信息，来创造、控制、应用和改进人工自然系统的手段和方法。”这里讲的手段既可以指知识手段，也可以包括物质手段——尽管对此是有争论的”。

②狭义技术界定的优点

狭义技术视野所给出的技术边界比较明确，即把技术仅限于人与自然的关系领域，不超出人工自然界范围。狭义技术范式具有研究领域明确、对象或问题具体、研究环节相对简单等优点。

③狭义技术定义的缺点

a. 在于“自然界”概念的模糊性。

b. 狭义技术论者不仅只着眼于自然技术形态，而且常常也只关注物的技术形态。

c. 简单的“外延”框定，人为地割断了技术概念“内涵”的连续性、一贯性，导致了技术概念“内涵”与“外延”之间的非协调性。

（2）技术的广义界定

①人是具有目的性的自为的存在物。如何有效地实现目的是人类生存与发展面临的首要问题。技术可广义地理解为围绕“如何有效地实现目的”的现实课题，是主体后天不断创造和应用的的目的性活动序列或方式。

②人的目的并非总是当下就能立即实现的。由于受主客观因素的多重制约，人们往往一时难以建构起实现某些目的的活动序列或方式。这类目的常常以潜在形式被搁置起来，成为未来技术开发的目标。

③在广义技术视野中，生产活动只是技术活动的一种典型形态。人类目的性活动的一切形态都可以理解为技术活动，在技术维度上进行图解，进而还原或抽象出其内在的技术结构。

（3）狭义技术定义和广义技术定义之间的关系

技术哲学的这两类定义之间既相互区别，又密切相关。

①狭义技术定义作为具体的技术概念，在理解和分析由现代技术所导致的物理世界的大尺度变换方面，具有极大的启示作用。

②广义技术定义作为广泛的概念，则在处理各个历史时期不同技术类型和工具的产生和发展方面，具有更适当的解释力。

③这两种视角并不具有绝对对立的性质，它们相辅相成，并行不悖。而且，技术现象的广阔领域决不会由于任何术语的规定性而被消除，存在的仅是人们对它的不断深入的理解和分析。

3技术的功能、效果和效率

（1）技术的属性与功能属性是指事物本质的、必然的、不可分离的特点。

（2）技术效果效果泛指由某种力量、做法或因素产生的事物发展的结果。

（3）技术效率作为主体目的性活动的序列或方式，技术进步是提高人类活动效率的基本途径。

4范式：工程学传统与人文主义传统

在技术哲学的孕育和发展过程中，逐步形成了风格迥异的两大研究传统：米切姆把它们概括为工程学的技术哲学传统与人文主义的技术哲学传统，E. 舒尔曼则把它们概括为实证论传统与超越论传统等。这两种区分本质上是一致的，只是名称有所不同罢了。

（1）大相径庭的技术哲学观

①当“属于技术的”被认为是主语的所有格，表明技术是主体或作用者时，技术哲学就是技术专家或工程师精心创立一种技术的哲学的尝试。

②当“关于技术的”被看做是宾语的所有格，表示技术是被论及的客体时，技术哲学就是指人文科学家，特别是哲学家，认真地把技术当作是专门反思的主题的一种努力。

③工程学传统或实证论传统体现的是科学精神，人文主义传统或超越论传统所彰显的则是人文精神，两者在价值观念、基本信念上是根本对立的。

（2）技术概念界定上的分歧

技术哲学的这两种学术传统之间的差异是多方面的，其中技术概念界定上的分歧最为根本。如前所述，具有不同知识背景、价值观念和精神追求的主体，对技术现象的认识和概括往往出入较多，分歧较大。技术概念界定上的这一基本差异，进而形成了狭义技术视野与广义技术视野。

①一般而言，工程学传统或实证论者多持狭义技术定义，认为人外在于技术，可以创造、操纵和驾驭技术，而不受技术之约束。

②人文主义传统或超越论者多倾向于广义技术定义，认为人是技术系统难以分离的构成要素，总是被纳入种种技术系统之中，受外在的技术模式或节奏调制。

（3）研究重心上的差异

技术哲学的两种学术传统之间的分野，主要体现在研究重心上的差异。

①工程学传统或实证论传统，注重对技术哲学内部问题的研究和技术运行机理的探究。它“把人在人世间的技术活动方式看作是了解其他各种人类思想和行为的范式”，“在技术中看出了对人类力量的确认和对文化进步的保证”。

②人文主义传统或超越论传统，则侧重于对技术哲学外部问题的研究和技术价值的评判。它“用非技术的或超技术的观点解释技术的意义”，“觉察了人类与技术之间的冲突，他们确信技术危及人类自由”，认为“人的本质不是制造，而是发现或解释”。

（4）二者存在的不足

①抽象地说，工程学传统或实证论者对技术问题的研究虽然精细、具体，但视野过窄。他们对技术现象的概括是不全面的，往往无视社会领域、文化领域和思维领域的技术存在，无视智能技术形态或充当技术单元或子系统的人的作用；缺少对众多技术形态统一基础的深入探究，在理论上多是不完备、不彻底、不深

刻的。

②人文主义传统或超越论者，虽然长于对技术价值尤其是技术的负效应或奴役性的全面而深刻的评判，但短于对技术本质、技术体系结构以及技术效应发生机理等问题的精细分析和深入研究，在理论上多不够深入、扎实和细致。这些也是技术哲学理论发育不成熟的具体体现。

二、技术的分类、形态和体系结构

1技术活动要素的分类及其关联

从技术形态的历史变迁中可以看出，技术是人类为满足社会需要，利用客观规律建构和运用的目的性活动序列或方式。技术系统由实物形态、操作形态和知识形态三个相互关联的要素构成。在技术发展的不同历史阶段，这三个要素所占的比重及其表现形态也不尽相同，由此反映出人们变革客观世界的方式和方法的演进。

（1）在人类社会发展的早期，人们在采集、渔猎、制陶、植物栽培、动物养殖等生产实践活动中，形成了以经验为核心的多种原始技术形态。

①手工工具就是技术的实物形态要素，经验技能就是技术的操作形态要素，经验知识就是技术的知识形态要素。

②在技术发展的这一历史时期，技术中的知识含量较少，工匠们所形成的经验性技能或技巧是构成技术的主要因素。技术存在于工匠们对物品的加工、工具的制作等直接的生产劳动过程中。

③技术多是通过“师傅带徒弟”的方式传承的。徒弟对师傅动作技能成果的体察、模仿和熟练掌握，往往需要经历一个漫长的过程。因此，技术的发展呈现出缓慢的连续性特点。

（2）近代以来，社会生产的需要和自然科学的快速发展，引发了技术构成要素的根本性变革，形成了以机器装备为核心的技术形态。

①系统化的技术规范开始增多，技术的机器装备趋于复杂，技术的工艺开始形成。这里的技术规范就是技术的知识形态要素，机器装备就是技术的实物形态要素，工艺就是技术的操作形态要素。

②机器工具的出现不仅改变了人们的劳动方式，即从手握工具的操作转变为按一定规则对机器运转的控制，而且也使生产过程中的技能或技艺的作用相对减弱。

③机器工具在人们变革自然的活动中起着重要的作用，反映了人们变革自然的实际能力大大增强。同时，技术开发从生产过程中逐步分离出来，加快了技术职业化的进程。

（3）随着世界新科技革命的兴起，现代技术的构成要素又体现出新的特点，出现了以技术理论为基础的技术形态。

①工程设计是对未来目的性活动序列的事先构思、筹划、论证与安排，是技术的操作形态的体现。

②技术理论是对技术实践中经验知识与技术规范的进一步提炼，是科学研究向技术活动领域渗透的产物，是技术的知识形态要素的体现}机器体系是物化技术因素构成的实体系统，是技术的实物形态要素的体现。

③技术理论是现代技术活动的核心要素，以科学知识为基础是现代技术的基本特征。特别是在高新技术形态中，最先进的技术总是在深厚的科学理论突破的基础上创新的。现代技术以知识的形式扩散与传承，也加快了学习和掌握技术的速度。

2人工物技术形态、流程技术形态

目的性活动序列或方式在时间上展现为一个指向目的的过程，在空间上则表现为一个协调动作的实物体系。前者就是流程技术形态，后者就是人工物技术形态。人工物技术形态与流程技术形态是技术存在的两种基本形态，也是构成技术世界的基本细胞。

（1）人工物技术形态

从静态、分立的观点看，人类目的性活动序列或方式表现为人工物技术形态。

①人工物技术形态是技术世界之网上的“纽结”，是建构流程技术形态的“预制件”。人工物技术形态既是人类目的性活动的产物，又是为人类目的的实现服务的，在现实生活中发挥着多重功能。

②人工物以其内在品质或技术结构而具有满足人们不同需求的功能。这些人工物作为生活资料或生产资料，直接或间接地实现着个人或社会需要，维持着个人的生存或社会的正常运转。

③从普遍联系和动态发展的角度看，人工物不仅是流程技术形态的产物，而且也往往需要通过并入流程技术形态的途径，才能真正实现主体的目的。

④人工物技术形态具有与主体的可分离性，容易并入不同流程技术形态或从其中分离出来。人工物技术形态一旦被制作出来，就成为独立于制作者的客观存在物；在没有被使用之前，它又是独立于使用者而存在的。

⑤复杂的综合性的人工物技术形态，具有简约原初目的性活动序列或替代主体动作技能的潜力，因而是推动流程技术形态变革的基本动力。

（2）流程技术形态

从人类目的性活动过程来看，流程技术形态是以目的性活动所涉及的相关因素为骨肉，以活动程序为灵魂贯穿而成的现实体系。

①流程技术形态处于技术世界的核心地位，是人类技术体系之网的“网绳”，直接支持着主体目的的实现。在现实生活中，流程技术形态与主体目的性活动如影随形，凡有目的性活动的场合，就有流程技术形态存在和发挥作用。

②一般地说，围绕主体目的的实现，人们站在该时代的技术世界发展的基础上，尝试建构目的性活动序列或方式。这里的技术世界就是前人所创造的众多流程技术形态与人工物技术形态的累积，是后人进行技术创新的基础和立足点。

③如果人们提出的目的是新的，或是要以新的方式实现先前提出的旧目的，而技术世界又没有现成的技术形态可资借用，那么就必须建构新的流程技术形态。这就是技术创新问题。

④一般地说，人工物技术形态愈丰富、功能愈强大，流程技术形态的建构就愈容易，水平也就愈高。流程技术形态的创新往往是多层面突破的结果。

⑤流程技术形态与人工物技术形态是技术存在的两种基本方式，两者相互依存、相互转化，共同支持着主体目的的实现。

3技术单元与技术系统结构

目的性活动是孕育新技术的温床。在以解决现实问题为目标的目的性活动过程中，人们会创造出一系列新技术形态，推进技术的进步。

（1）技术单元

单元总是相对于系统整体而言的，简单地说，技术单元就是构成技术系统的基本要素。概而言之。

①技术单元主要有三个来源：

a. 自然物。在大自然漫长的进化发展历程中，形成了许多结构精巧、功能奇特的自然物。这些自然物可以作为技术单元，直接被纳入技术系统的建构之中。

b. 人工物。人工物是由自然物加工制作而来的。一般说来，简单人工物构造简单，成分与功能单一，多以材料、能源等形式参与技术系统的建构；复杂人工物本身往往就是一个技术系统，其功能源于内置于其中的人工机制，多以独立构件形式参与技术系统的建构。

c. 个体或团体的人。人既是技术系统的建构者，又是技术系统的操纵者或使用者，还是建构技术系统的材料。人是自然属性与社会文化属性的统一体，他以天赋本能与后天技能形态参与技术系统的建构。作为技术单元的人，以其肢体、器官等所拥有的体力和技巧，在技术系统中扮演着灵活多样的角色。人在技术系统中扮演角色的多样化程度，或体力与智力支出的程度，可以作为衡量技术发展水平的标尺。

②技术单元的相对独立性

技术系统以技术原理为灵魂，把众多技术单元组织起来，联为一体，统摄和约束着这些技术单元的运转。技术单元是建构技术系统的基础，直接决定着技术系统的功能。技术单元总是相对于技术系统而言的，在未纳入技术系统之前，技术单元独立自存；低层次技术系统参与高层次技术系统的建构，可以转化为高层

次技术系统中的技术单元。同样，高层次技术系统中的技术单元，也可能本身就是一个独立的低层次技术系统。随着高层次技术系统的解体，其中的技术单元可以从中分离出来，复归各自的原初形态。因此，与技术系统相比，技术单元的稳定性更强，自由度更大。

（2）技术系统的结构系统是技术存在的基本方式，若干技术单元按照技术原理或技术设计方案被组织和建构在一起，就形成了技术系统。

①层次结构是系统的基本特征，是技术系统建构的普遍原则。“系统论断言，无论是系统的形成和保持，还是系统的运行和演化，等级层次结构都是复杂系统最合理的或最优的组织方式。”在技术系统的建构过程中，技术单元或子系统之间存在着横向相干性，它们以功能“模块”的形式参与高级技术系统的建构。正是由于这种横向关系的存在，才导致了高级技术系统的建构与新功能的凸现，形成了技术系统纵向上的层次结构。

②沿着从低级到高级、由局部到整体的次序，技术系统的建构体现为以“复合”为特征的建构阶梯。

4技术族系结构、技术世界结构

从历史的角度看，随着人类的进化与社会的发展，技术经历了一个从简单到复杂、由低级到高级、由单一领域向众多领域的发展历程。伴随着科学的兴起与技术的发展，技术世界自下而上逐步分化出了基础技术、专业技术与工程技术的梯级结构。

（1）技术世界的基本结构从科学技术体系的逻辑结构看，科学主要执行着认识世界的职能，技术则肩负着改造世界的职能。科学研究实现的是从实践到认识的第一次飞跃，技术创新实现的则是从认识到实践的第二次飞跃。

①作为知识体系的科学，也随之分化为基础科学、技术科学和工程科学三个层次。科学的发展开始走到了技术发展的前面，对技术创新起着规范和指导作用。

②在科学发展的推动下，技术世界在原有工程技术、专业技术层次的基础上，进一步分化出了基础技术层次。

③技术世界的基础技术、专业技术与工程技术层次，与科学领域的基础科学、技术科学和工程科学层次彼此照应。

④技术世界的层次结构不仅仅限于这三个基本层次，不同技术形态之间的相干性还会耦合出许多技术世界的亚层次结构。

⑤低层次技术形态的定向发展，这就是下向因果链。沿着工程技术、专业技术与基础技术的阶梯下降方向，低层次技术多是从高层次技术系统的建构过程中分化出来的；低层次技术的发展往往会受到高层次技术发展需求的引导或调制，同时也离不开高层次技术发展的支持。

（2）技术的族系结构

①从逻辑演进的角度看，技术问题的提出与技术创新思路的演进，是沿着从目的到手段的顺序展开的；而技术系统的建构与主体目的的实现，则是沿着从手段到目的、由局部到整体的次序推进的。如此就形成了由目的到手段转化推演的多族链条。

②每一条基本技术途径，就是这一族系的主干，主干上的阶段性目的或手段，就是这一族系的分叉。族系上的分叉或节点多表现为单元性的人工物技术形态，链条多表现为体系化的流程技术形态。技术族系的分叉越多，链条越密、越长，该技术族系就越发达，反之亦然。

③正是这些单元性、分支性技术成果的不断创造与累积，为主体目的性活动序列或方式的建构奠定了基础，从而使得主体目的的实现越来越容易、越来越迅速。可见，技术族系是技术系统存在与建构的基本模式，形成了技术世界的微观结构。

④技术世界形成了一个以人类需求或目的为核心的立体辐射状网络结构。在技术世界的建构过程中，围绕着众多人类目的的实现，往往在纵向上形成了多族技术族系，如运输技术族系、建筑技术族系、通信技术族系、安全技术族系等。

⑤不同族系之间在横向上也彼此贯通、相互联系。而且愈靠近基础技术一端，技术族系之间的联系也就愈紧密，它们共同植根于人类理智创造与认识活动之中。处于动态发展之中的技术世界，在横向上形成了众多技术族系并立，在纵向上同根同源、错综交织、融为一体的立体网络结构。

⑥作为技术单元或“持存物”，人也被编织进这一巨型网络之中。人既是这一技术之网的设计者和编织者，同时又是这一网络的构成单元或编织材料。由于在现实生活中，人同时扮演各种社会角色，参与处理多种事务，因而往往以多条纽带形式被编入这一巨型网络之中。

（3）实用技术在技术世界的演化历程中，基础技术与专业技术层次是从生产实践活动中分化出来的，并为现实目的的实现服务。基础科学是基础技术发展的源泉，往往会开辟出全新的技术领域。

①基础技术就是对科学发现、原理、规律中所蕴涵的技术可能性进行探索的结果，是围绕技术原理的摸索与探究展开的，处于科学向技术转化的基础环节。原创性、原理性、原型性等是基础技术的基本特征。

②专业技术处于基础技术层次向工程技术层次转化的中间环节，是技术专业化、体系化发展的产物。随着技术形态的复杂化与技术创新模式的转换，技术应用过程中的许多基础性、共同性问题，开始从中分离出来，成为技术科学的研究对象。

③工程技术就是在社会实践活动中广泛应用的各种实用技术形态。它处于技术世界体系结构的顶端，与工程科学关系密切。工程科学以各类工程实践活动中的普遍性问题为研究对象，综合运用基础科学、技术科学、经济科学、管理科学等多种学科的理论与方法，直接服务于各种目的性活动。

④实用技术以解决现实问题为目标，以众多基础技术与专业技术为内在支撑，以多项人工物技术形态为建构单元，往往表现为多项单元性技术成果的综合与集成。成套性、实用性、综合性与横向拓展是工程技术的基本特征。由于工程实践问题的紧迫性，以及对技术形态可靠性、经济性的要求，实用技术形态中所综合或集成的技术单元，多是相关专业技术领域或工程技术领域的成熟技术。工程技术活动中某些环节一时难以解决的细节问题，会转移到专业技术领域，成为专业技术发展的重要方向。

三、技术发明与工程技术方法

1技术发明的过程与方法

（1）技术发明的过程

①含义

技术发明过程技术发明或创新是解决技术问题、孕育新技术形态的基本途径，也是推动技术世界演进的动力源泉。技术发明泛指创造新事物或新方法的活动。从本意上说，这里的“新事物”或“新方法”是就整个人类社会而言的。因此，只有世界“首创”或“领先”的重大技术成果才算得上是发明。

②技术创造的主要环节：

- a. 为了实现新的主体需求，技术开发者首先必须从科学技术发展现状出发，预测实现这一需求的技术可能性，探寻未来技术发展的突破口。
- b. 在技术发展预测的基础上，再把社会需求转化为具体的技术目标，形成技术开发课题。
- c. 技术目标设定后，应对该技术目标可能产生的效果进行全面、科学的评估。如果该技术目标被否定，就必须修正或重新设定技术目标；如果该技术目标得到确认，就转入技术原理的构思环节。
- d. 技术开发者总是综合运用现有科学技术成果，在观念中探寻和构思未来技术系统运行的技术原理。
- e. 技术原理确定后，就转入技术方案的具体设计环节。如果所构思的技术原理一时难以形成切实可行的技术方案，就必须重新探求新的技术原理。
- f. 对设计出来的技术方案还应作进一步的论证、评价，以实现技术方案的优化。如果论证中发现了该设计方案的缺陷，就应根据缺陷产生的根源进行修正或重新设计，或者重新构思新技术原理。
- g. 技术评价环节完成后，就依次转入新技术系统的研制、试验、鉴定等后续环节。通过技术鉴定的新技术形态随即转入实际应用阶段，技术创造过程即告结束。如果在技术鉴定过程中发现了问题，还应根据问题产生的根源，返回上述相应环节加以修正，再重新走完后续各环节。

（2）技术发明的方法

①含义

创造性思维方法是技术发明方法的主体，广泛适用于技术发明过程的各个环节。由于技术发明对象的新颖

性、创造突破的不确定性、应用的灵活性、应用主体或场合的个性特色等因素的影响，目前，技术实践活动中应用的上百种发明方法的经验性突出，适用场合不一，效果差异明显，难以纳入统一的方法论模式。

②创造性思维演进的一般程序

心理学家沃勒斯把创造性思维过程划分为四个阶段。他认为思维过程是有步骤地推进的，呈现出前后一贯性和明显有序的阶段性特征。

- a. 准备期。主要是围绕研究问题进行前期准备，如收集有关资料，了解前人的工作，积累必要的知识等。
- b. 酝酿期。主要是利用已有的知识和方法，探求解决问题的途径，苦思冥想，然而，苦思、久思不得其解。
- c. 豁然期。在酝酿成熟的基础上，在某个偶然因素的刺激下，突然灵感爆发、直觉闪现，创造性的新思想、新观念和新方法突然涌现。这一阶段在创造过程中具有关键性的意义。
- d. 验证期。对由灵感突发而来的新思想、新观念和新方法进行理性分析和逻辑判断，以及进行实验的证实、验证和修正。

③创造性思维的特点：

- a. 独特性：与众不同，前所未有。
- b. 多向发散性：即非单向也非单一的思维方式，创造性思考是多答案的，思路是立体型的。
- c. 非逻辑性：出人意料的独创性答案往往是非逻辑思维的产物，否则人人都能容易地按逻辑分析而想到了。
- d. 连动性：即由此及彼性。创造往往是在其他从表面上看毫不相干的事物的启发之下，思路豁然开朗而获得的。
- e. 综合性：创造是多种思维方式的综合，综合中有创新。

（3）方法论特点：

①创造性思维演进的一般程序。

②逻辑方法与非逻辑方法的综合应用。技术发明活动是逻辑思维与非逻辑思维交替推进、螺旋式递进的过程。

③发散性思维与收敛性思维的优化组合。发散性思维是指在解决问题时，思维从仅有的信息中尽可能扩展开去，朝着众多方向去探寻各种不同的方法、途径和答案。

2技术预测方法、技术方案构思方法

（1）技术预测方法

①含义

预测是以事物间的齐一性与普遍联系性为基础，根据事物的历史、现实及其所处的环境，寻求事物发展的规律性，并借此预先推测事物未来发展过程或状态的一种科学认识活动。从本质上说，预测是在把握事物历史与现实的基础上，以事物发展规律为依据，对事物未来发展的一种超前性思维模拟。技术预测，就是依据科学技术发展的一般规律，对技术未来发展的状态、趋势、动向、成果及其影响的预见和推测。

②社会预测的困难性

社会预测必定是十分困难的，不仅由于社会结构的复杂性，而且由于预测与被预测事件之间的相互联系而引起的某种特殊的复杂性。预测可影响被预测事件这种看法是十分古老的。

③技术预测的广泛性

技术预测涉及的领域和对象十分广泛，有对社会各个领域技术需求发展和变化趋势的预测；也有对各个专业领域技术开发活动的发展趋向、可能成果及其效益和影响的预测；还有对某一技术领域的发展趋势及其

可能出现的突破的预测；以及对总体技术发展趋势及其带头技术的预测等。

④技术预测的分类

- a. 根据技术预测的范围和领域的不同，可划分为世界性的技术预测、国家性的技术预测、地区性的技术预测，以及行业性和单位性的技术预测。
- b. 根据技术预测结果的性质，可划分为定性的技术预测和定量的技术预测。
- c. 根据构成技术系统的单元或层次，可划分为技术的基础理论发展预测、技术原理突破预测和技术产品更新预测。
- d. 根据所处技术发明过程的环节，又可划分为技术需求预测、技术设计预测、技术试验预测、技术应用预测等类型。

⑤预测三种基本类型

a. 类比性预测方法

如果在两个技术形态之间存在着许多相似性，那么就可以根据一个技术形态的发展历程，类比推演出另一个技术形态的发展趋势。这种从类比中推演出预测结论的方法，称为类比预测。其中，作为类比参照系的技术形态为已知，叫先导事件。在技术预测中，人们常以发达国家或地区的先进技术，或者历史上的相似技术形态为先导事件。

b. 归纳性预测方法

从关于同一技术发展的若干个个别性预测中，概括出比较全面的技术未来发展趋势。归纳推理是归纳性预测方法的逻辑原型，共性寓于个性之中的哲学原理是该方法的哲学基础。由于技术预测的不完全归纳性，以及作为归纳基础的个别预测判断的主观性等原因，归纳性预测结果也是或然的。

c. 演绎性预测方法

根据技术预测对象的历史和现状资料，建构一个恰当的数学模型，或绘制出它的发展趋势曲线，从中推演出该技术的未来发展特征。趋势外推法、计算机模拟方法等都是常用的演绎性预测方法。这类方法是依据一定的规则或原理而进行的演绎推理。事物之间的普遍联系以及发展惯性是它的理论依据。

技术预测的对象不同，其具体特点和要求也各不相同。各类技术预测方法又各有其优点和缺陷，也各有其一定的适用范围和预测效果。因而，在进行技术预测时，为了提高技术预测的准确性和可靠性，就应当根据不同的预测对象和具体要求，选用适宜的技术预测方法。同时，又要根据预测对象的复杂性程度和预测要求的多面性程度，综合地运用各种不同的技术预测方法，使之相互补充，以便得到更准确、更可靠的预测结果。

（2）技术方案构思方法

技术方案是关于实现技术目标的途径、方式和程序的总体构想。如果技术发明的起点是技术原理，终点是技术产品，那么连接两者之间的纽带就是技术方案。

①与技术原理相比，技术方案的鲜明特点是具体性和综合性。技术方案是围绕着特定而具体的目标展开的，是一个有机统一的整体系统，主要包括下列分支系统：

- a. 技术方案实现的“目标—功能”系统。
- b. 技术方案据以实现其目标和功能的技术原理系统。
- c. 技术方案据以实现其技术原理的动作系统。
- d. 技术方案据以实现其运动或动作的物质承担者的机构或构件系统。

②技术方案的构思是创造性思维的过程，是人们充分发挥创造性思维能力和作用的领域，具有突出的探索性和创新性。通过各种途径和方式获得设计思想，是进行技术再创造的重要环节。在此过程中，不运用逻辑思维无疑是不可想象的，但灵感、直觉和形象思维在其中也起着十分重要的作用。因此，技术方案的构思没有固定的模式和程序。然而，人们在技术发明实践中创造和积累起来的经验依然具有启发作用。

③技术方案的具体构思方法多种多样，有300种之多，大致可以归结为三大类：

- a. 塑造理想技术对象,技术研制总要构造理想对象，即性能最优的技术对象。这种对象在现实中尽管不一定能完全实现，但却能为方案设计提供新思路。
- b. 缺点列举法的要点是通过列举现有技术或现有技术方案的各种缺陷和不足，逐一进行分析，寻求克服或弥补它们的各种可能途径，以构思技术方案。这种方法通过“还有什么缺点需要改善？”的思考原则，使技术对象不断趋向理想化。
- c. 希望点列举法的要点是从人们的愿望出发，列举技术发明希望达到之点，即应该达到的技术状态、技术目标、技术水平等。然后再具体深入分析，寻求达到每一个希望点的可能途径，以构思技术方案。

3工程技术的设计方法、试验方法、评价方法

（1）工程设计方法

- ①工程技术设计就是应用设计理论和方法，把人们头脑中的技术方案构思规范化、定量化，并把它们以标准的技术图纸及其说明书的形式表示出来的技术活动。
- ②设计总是运用文字或图像符号、实物模型或观念形象等抽象形态，替代现实技术单元“出场”；并在技术工作原理的基础上进行观念运作，创造性地建构虚拟技术系统，并对其运行进行模拟、预测、修正和评估。作为一个创造性思维过程，设计技术形态的构思与设计，是一个技术性与艺术性统一、逻辑思维与非逻辑思维并行的过程。
- ③设计者总是围绕目的的实现，调动以往所积累起来的经验、知识、技巧等多种资源，出主意、想办法，探求实现目的的技术原理；进而在思维中把多种技术单元综合、组织到一个目的性活动序列之中，最终形成一个可以实际建构和运行的实施方案。
- ④工程技术设计在技术研究和开发中起着重要的作用。它决定了生产什么样的产品，以及如何进行生产。
- ⑤工程技术设计方法是在漫长的社会实践活动中孕育和发展起来的，最优化与可靠性是它的基本原则。
- ⑥“目的—手段分析法”是一种重要的设计方法。这种方法的基本特点是：从确认目标状态与现实状态的差别出发，以存储系统中的知识为启发线索寻找消除差别的手段；经过对这些手段是否可能或可行的评价，将搜索过程延伸下去，直到找出当前可用的手段后，再纳入技术方案。
- ⑦技术模型设计方法也是一种典型的现代设计方法。它是从技术需求出发，在技术的“目标—功能”的指导下，从确立定量的原理结构和动作结构，推进到确立定型与定量的总体构成结构、局部构成结构和零件构成结构的过程。该方法的核心就是在已经确定的技术的“目标—功能”结构下，运用工程技术的语言（绘图）定型与定量地表达技术方案，形成技术模型。

（2）试验方法技术试验是指在技术方案构思、设计和实施过程中，为了确认和提高技术成果的功能效用或技术经济水平，在人为干预或控制的条件下，对技术对象进行分析和考察的一种实践活动和研究方法。

- ①技术试验在技术发明过程中的地位，与科学实验在科学研究过程中的地位相当，存在着许多相似之处。
 - a. 与科学观察相比，技术试验具有科学实验的某些特点，两者都不是在自然发展的条件下，而是在人为控制和干预的条件下进行的。
 - b. 与科学实验相比，技术试验又具有自身的特点。科学实验的研究对象是自然客体，技术试验的研究对象只是人工创造物，包括人们拟定的规划、设计和研制出的机器设备等。科学实验主要表现为从客观到主观、从实践到理论的认识过程；技术试验则是从主观到客观，从理论向实践的转化过程。
 - c. 尽管技术试验同实际应用的关系比科学实验更密切，但也只是实际应用的预备阶段，为实际应用奠定试验与试制的基础。技术试验是试探性与验证性的统一，往往能为技术的推广应用开辟出新的途径。
- ②技术试验在技术活动中是必不可少的，在技术开发的各个阶段都需要试验。技术试验可以为技术构思、工程设计和样品试制提供事实根据，验证它们的科学性和可行性，发现设计制造中的缺陷，改善工艺和产品。
- ③工程技术试验过程大致可分为试验准备、试验操作和试验数据的分析处理三个基本阶段。
 - a. 试验的构思设计居于核心地位。试验的构思设计不仅要明确试验的目的、任务、内容和类型，选配相应

的测试仪器，而且还要确定恰当的试验步骤和试验方法，力求对所处理的因素进行合理的安排，从而用较少的试验次数、最低的人力、物力、财力消耗，实现预期的结果。

b. 在技术试验过程中，当确定了试验的题目、内容和要求以后，也就相应地限定了试验的方法和类型。不同的试验题目、内容和性质，要求不同的试验方法或类型。即使是同一个复杂的试验项目，试验步骤或阶段不同，也往往需要运用不同的试验方法。

因此，应根据试验项目的具体特点、步骤和阶段，选取不同类型的试验方法。技术试验方法的种类很多，可以按照不同的依据对其进行分类。

④性能试验与对比试验性能试验是为了定性和定量地认识某种部件、工艺或产品的功用而安排的试验。

⑤中间试验

a. 中间试验也叫试生产试验，处于从实验室技术到工业化技术的中间环节，是为了把实验室技术成果转化为实际应用而进行的。一般来说，实验室研究的规模小，条件控制严格，操作精细，结论的精确度高。而生产环境的规模大，要求不严格，可变因素多，过程复杂。实验室技术成果一旦投入生产或扩大规模，条件发生变化，就会出现种种问题和预料不到的情况。因此，不能把实验室技术成果简单照搬到工业生产环境中去。为了摸清在推广应用时可能出现的问题，就需要以更接近于生产规模的实际条件进行试验。

b. 中间试验是由研究性质的实验转向生产实践的过渡环节，具有研究和生产的双重属性。它一方面具有验证性，是对技术方案构思、工程技术设计和技术样品的再次检验和证明；另一方面又具有过渡性和一定的探索性，为从实验室技术向工业化技术的成长和过渡，探索有效的途径，扫清可能的障碍。

⑥模拟试验

a. 模拟试验又称模型试验。它以模型替代原型进行试验，然后再将模型试验结果适当地推演和应用到原型上。在这里，模型是发明创造原型的手段，原型则是进行模型试验的目的，是尚待形成的东西。

b. 模拟试验本质上属于间接性的试验，事物之间的相似性是它的客观基础。在选题时，为了明确研究方案的可行性；在设计和试制时，为了分析样机的性能和检验方案的正确性，都有必要进行模拟试验。模拟试验可以通过与原型有一定比例的实物模型进行，也可以采用数学模型的方式实施。现在有越来越多的复杂技术系统的分析和设计，都是建立在定量的数学模型基础之上，并在大型电子计算机上试验完成的。

（3）技术评价方法

①技术开发是一个在众多因素影响下的复杂过程，自始至终都贯穿着评价活动。在项目立项、目标拟定、原理构思、方案设计、研制、试验以及成果鉴定的各个环节，都需要从价值角度审视技术活动，都应考虑由于采用或者限制某项技术而引起的社会后果，以便从中选择适当的技术方案。随着技术发展速度的加快和技术系统功能的拓展，技术评价越来越受到社会各界的重视，成为决策科学或政策科学的重要内容。

②技术评价是对技术是否可能、可行的真理性评价，以及技术是否合意、正当的价值性评价。

③由于技术评价主体、评价角度与评价对象的不同，现实的技术评价种类繁多。一般地说，技术评价过程中体现出如下特点：

a. 全面性。在技术评价过程中，应把技术对象置于社会大系统之中，不仅要评价技术内部的关系，而且还要综合评价技术在经济、政治、心理、生态等方面的多重效应。既要重视技术所带来的利益，又要关注它所造成的消极影响。

b. 有序性。应沿着技术效应衍生链条延伸的方向，从技术的直接后果追踪到“后果的后果”等多级效应。

c. 跨学科性。技术评价涉及技术应用的广泛社会后果和政策选择等学科领域。因此，应有多学科领域的专家参加，对技术进行多角度、全方位的立体式评判。

d. 客观性。技术评价应努力摆脱有关利益集团的影响，做到以科学分析为依据，以总体利益为目标，以便得出客观公正的结论。

e. 质疑性。技术评价的实质在于对技术后果进行质疑和批判，充分预测可能产生的且不易预料的负效应，充分估计这些负效应能否消除以及为其所应付出的代价，以便在较为可靠的预测分析基础上进行选择，对全人类及其子孙后代负责。

④技术评价内容庞杂，评价方法众多。其中，既有定性的评价，也有定量的评价；既有直接的评价，也有

间接的评价；既有总体的评价，也有部分的评价；等等。在实际的评价活动中，技术评价的具体方法有上百种之多。从方法论角度看，运用这些方法的一般程序可分为四个阶段：

- a. 准备资料阶段全面细致地掌握关于评价对象的翔实的、可靠的资料，为整个评价工作的顺利进行打好基础，保证评价结论的可信度。评价的基础资料至少应该包括两个方面：一是评价对象自身的有关资料，如技术项目的目的、内容等；二是有关评价对象的背景资料，如可与该项技术进行对比的技术资料，与该项技术发展有关的背景技术资料，与该项技术应用有关的社会、经济、环境、资源方面的资料等。
- b. 分析影响阶段这是技术评价的关键环节。应全面搜寻该项技术可能带来的影响，包括积极影响和消极影响、直接影响和间接影响等。认真分析这些影响的性质、内容、程度、规模，把握它们同该项技术的因果联系及其相关程度，判断它们之间的相互关系等。从各种消极影响中找出非容忍性影响，并对其影响的条件、程度、范围、发生的概率或频率，以及与该项技术的相关程度，作出准确的判断。
- c. 制定对策阶段应积极酝酿和制定技术对策，以克服、避免或减轻非容忍性影响。如果非容忍性影响与该项技术的联系不是必然的、直接的，或相关程度较弱，就可对该项技术所设定的技术目标作出适当调整，并在技术原理的构思、技术方案的设计等环节上努力消除或减轻这种影响。如果非容忍性影响相当严重，与原来设定的技术目标相关程度又很强，即使对原定目标加以调整也难以消除，那就应当考虑重新设定技术目标。
- d. 综合评价阶段应对该项技术的全部影响作出系统分析，权衡利弊，并同其他技术形态进行充分对比，以给出关于该项技术开发的总体评价。不难看出，技术评价的重点已不再是技术本身，而是技术的社会效应或价值。在这里，价值观念、价值准则起着至关重要的作用。

四、技术是人与客观世界实践关系的中介

人一开始就是技术的人，社会一开始就是技术的社会。技术是人与客观世界实践关系的中介，在人类目的性活动过程中发挥着不可替代的作用。

1 技术在实践活动中的地位与建构

（1）人们选择或建构不同属性或功能的个别技术系统

作为主体目的性活动的序列或方式，技术的基本功能就在于支持主体目的的实现。在现实生活中，主体的具体目的丰富多彩，因而实现这些目的的具体技术形态的属性或功能之间千差万别。不存在属性与功能凝固不变而又能实现各种目的的“万能”技术系统。随着主体目的的发展变化，人们总会选择或建构起具有不同属性或功能的个别技术系统。

- ①当主体目的指向生产活动时，所建构起来的技术形态就表现出生产力属性或功能。
- ②当主体目的指向军事活动时，所建构起来的技术形态就表现出克敌制胜的属性或功能。
- ③当主体目的指向健康领域时，相应的技术形态就表现出治病救人、延年益寿的属性或功能。

（2）非经验领域的技术的意义和影响

①尽管马克思因其所生活的时代的特征而认识到生产领域中的技术的推动意义是值得赞美的，但他可能要对两点疏忽负有责任：首先，正如我所指出的那样，他没有认识非经济领域中的技术的重要意义；其次，他没有看到，正如经济技术可以成为某些渗入整个社会结构的社会变迁的核心一样，非经济领域的技术反过来也趋于散播具有同样深远作用的影响。任何军事技术、群体组织、管理或宣传上的新发明都有助于改变社会。

②人们能够指出马克思必定低估与经济系统相反的政治和军事系统的重要性以及把后者仅仅视为经济技术变化的副产品，而不是战争和武力技术变化的直接后果的原因就是，在工业革命中，经济技术是如此迅速地发展，以致它使所有其他事物的重要性都相形见绌。

③技术是实践活动展开的基础，处于主体与客观世界的中介地位，支持着实践目的的有效实现。

④技术系统与技术世界就是按照社会实践发展的需要建构起来的。技术不仅是按一种内在的技术逻辑发展的，而且也是由创造和使用它的社会条件所决定的；具体技术的发展路径并不是唯一的，在建构和使用新技术过程的各个环节，都涉及在不同技术可能性中进行的一系列选择。目的性活动是孕育和塑造新技术的温床。

2 仪器工具系统的形成

在社会实践发展的推动下，人们建构和积累了数量与种类庞大的技术形态，形成了技术世界的仪器工具系统。

（1）概念

仪器工具系统是指人们在认识和实践活动中，创造和使用的物质技术手段体系。仪器工具系统主要表现为物化技术形态，是主体的认识和实践目的展开的技术基础。无论当初的技术建构活动多么简单，也都是人类经验、智慧及其理论研究成果的凝聚与物化。仪器工具系统与客体对象之间的相互作用，逐步取代了主体与客体对象之间的直接相互作用，从而使人们对客观事物的认识和实践活动，由直接方式变为间接方式。人类目的的实现越来越依赖于人们所建构和拥有的仪器工具系统的数量和质量。

（2）原因

人类在认识和改造客观世界的过程中，可供利用的最直接、最基本的手段当然只能是自身的肢体、感觉器官和大脑。然而，作为自然界的一个普通物种，人类的生物机体或天赋本能却存在着许多局限性。单凭人体器官本身所具有的功能，远不能达到科学地认识和改造世界的目的。这就迫使人们不得不创造出各种物质技术形态，以提高认识和实践能力，推进主体需求的实现和发展。

（3）作用

①在认识活动中，感觉器官的自然缺陷妨碍了人们对客观事物的认识。

②在实践活动中，人类天赋本能的局限性限制了人类对客观世界的改造。

3技术是人与自然的桥梁和纽带

动物只能依靠躯体器官的天赋本能生存，而人类除了本能外还创造出了技术形态。技术是人们建构起来的目的性活动的序列或方式，表现为通达客观世界的桥梁，或人与客观世界相连的纽带。外在的物化技术体系的合目的性运行，是人赋予的并受人调控的。

（1）从哲学层面看，在人类改造客观世界的目的性活动过程中，并存着主体客体化与客体主体化的双向运动。

①主体把自己的本质力量对象化，按照自己的需求与意志塑造世界，消除了客体的片面客观性，这就是主体客体化。

②主体又把客体的属性、规律内化为自己的本质力量，充实和发展了自己的体力和智力，消除了主体的片面主观性，这就是客体主体化。主体客体化与客体主体化是技术世界建构的哲学基础。在这种双向互动的过程中，主体会不断创造出相对稳定的目的性活动序列，推动技术世界的建构。

（2）从技术的角度看，所有技术形态都是人类目的性活动的产物，都是围绕人类生存与发展的现实问题展开的，都直接或间接地与人类社会需求的实现过程相关联。

9.2 课后习题详解

1 简述技术哲学的工程学传统与人文主义传统的主要区别。

答：在技术哲学的孕育和发展过程中，逐步形成了风格迥异的两大研究传统：米切姆把它们概括为工程学的技术哲学传统与人文主义的技术哲学传统，E. 舒尔曼则把它们概括为实证论传统与超越论传统等。这两种区分本质上是一致的，只是名称有所不同罢了。

（1）大相径庭的技术哲学观

①当“属于技术的”被认为是主语的所有格，表明技术是主体或作用者时，技术哲学就是技术专家或工程师精心创立一种技术的哲学的尝试。

②当“关于技术的”被看做是宾语的所有格，表示技术是被论及的客体时，技术哲学就是指人文科学家，特别是哲学家，认真地把技术当作是专门反思的主题的一种努力。

③工程学传统或实证论传统体现的是科学精神，人文主义传统或超越论传统所彰显的则是人文精神，两者在价值观念、基本信念上是根本对立的。

（2）技术概念界定上的分歧

技术哲学的这两种学术传统之间的差异是多方面的，其中技术概念界定上的分歧最为根本。如前所述，具有不同知识背景、价值观念和精神追求的主体，对技术现象的认识和概括往往出入较多，分歧较大。技术概念界定上的这一基本差异，进而形成了狭义技术视野与广义技术视野。

①一般而言，工程学传统或实证论者多持狭义技术定义，认为人外在于技术，可以创造、操纵和驾驭技术，而不受技术之约束。

②人文主义传统或超越论者多倾向于广义技术定义，认为人是技术系统难以分离的构成要素，总是被纳入种种技术系统之中，受外在的技术模式或节奏调制。

（3）研究重心上的差异

技术哲学的两种学术传统之间的分野，主要体现在研究重心上的差异。

①工程学传统或实证论传统，注重对技术哲学内部问题的研究和技术运行机理的探究。它“把人在人世间的技术活动方式看作是了解其他各种人类思想和行为的范式”，“在技术中看出了对人类力量的确认和对文化进步的保证”。

②人文主义传统或超越论传统，则侧重于对技术哲学外部问题的研究和技术价值的评判。它“用非技术的或超技术的观点解释技术的意义”，“觉察了人类与技术之间的冲突，他们确信技术危及人类自由”，认为“人的本质不是制造，而是发现或解释”。

（4）二者存在的不足

①抽象地说，工程学传统或实证论者对技术问题的研究虽然精细、具体，但视野过窄。他们对技术现象的概括是不全面的，往往无视社会领域、文化领域和思维领域的技术存在，无视智能技术形态或充当技术单元或子系统的人的作用；缺少对众多技术形态统一基础的深入探究，在理论上多是不完备、不彻底、不深刻的。

②人文主义传统或超越论者，虽然长于对技术价值尤其是技术的负效应或奴役性的全面而深刻的评判，但短于对技术本质、技术体系结构以及技术效应发生机理等问题的精细分析和深入研究，在理论上多不够深入、扎实和细致。这些也是技术哲学理论发育不成熟的具体体现。

2 试分析技术定义在技术哲学研究中的基础地位。

答：（1）技术的定义

①技术的狭义界定

技术是“人类为了满足社会需要而依靠自然规律和自然界的物质、能量和信息，来创造、控制、应用和改进人工自然系统的手段和方法。”这里讲的手段既可以指知识手段，也可以包括物质手段——尽管对此是有争

论的。狭义技术视野所给出的技术边界比较明确，即把技术仅限于人与自然的关系领域，不超出人工自然界范围。狭义技术范式具有研究领域明确、对象或问题具体、研究环节相对简单等优点。

②技术的广义界定

人是具有目的性的自为的存在物。人的目的并非总是当下就能立即实现的。在广义技术视野中，生产活动只是技术活动的一种典型形态。人类目的性活动的一切形态都可以理解为技术活动，在技术维度上进行图解，进而还原或抽象出其内在的技术结构。

总之，技术哲学的这两类定义之间既相互区别，又密切相关。这两种视角并不具有绝对对立的性质，它们相辅相成，并行不悖。而且，技术现象的广阔领域决不会由于任何术语的规定性而被消除，存在的仅是人们对它的不断深入的理解和分析。

（2）技术定义在技术哲学研究中处于基础地位，原因如下：

①100多年来，虽然技术哲学研究已取得了许多重要成果，但却迟迟未能形成一个牢固确立和普遍承认的研究领域，尚未出现有持久生命力的学术纲领或有深远影响的学术流派。

②近年来，以技术为对象的技术哲学研究取得了许多重要进展，初步形成了技术哲学的理论体系。技术体系结构、技术发明与工程技术方法、技术在实践活动中的地位与建构等理论问题的深入应该首先从技术概念的界定出发。

③技术“技术是什么？”“它是如何建构起来的？”“它在现实生活中发挥着什么样的作用？”“人们在探讨技术本质的过程中，又形成了哪些研究范式？”等一系列理论问题都是技术哲学研究必须回答的基本问题。

3试分析科学实验与技术试验在科学研究与技术开发过程中的地位与作用方面的异同。

答：（1）二者的区别

科学实验，是人们为实现预定目的，在人工控制条件下，通过干预和控制科研对象而观察和探索科研对象有关规律和机制的一种研究方法。它是人类获得知识、检验知识的一种实践形式。技术试验处于从技术方案到现实技术形态的中介或桥梁地位，是检验、修正和完善技术构思与设计的重要手段。它关系到技术系统的质量、功能和水平，是技术发明方法论的重要内容之一。

（2）技术试验在技术发明过程中的地位，与科学实验在科学研究过程中的地位相当，存在着许多相似之处。

①与科学观察相比，技术试验具有科学实验的某些特点，两者都不是在自然发展的条件下，而是在人为控制和干预的条件下进行的。

②与科学实验相比，技术试验又具有自身的特点。科学实验的研究对象是自然客体，技术试验的研究对象只是人工创造物，包括人们拟定的规划、设计和研制出的机器设备等。科学实验主要表现为从客观到主观、从实践到理论的认识过程；技术试验则是从主观到客观，从理论向实践的转化过程。科学实验是为了揭示自然事物、现象和过程的本质与规律，创立相应的科学理论；技术试验是为了探索科学理论实际应用的条件、途径和形式，以取得新的技术发明。

③尽管技术试验同实际应用的关系比科学实验更密切，但也只是实际应用的预备阶段，为实际应用奠定试验与试制的基础。技术试验是试探性与验证性的统一，往往能为技术的推广应用开辟出新的途径。

4为什么说中间试验具有技术研制与工业生产的双重作用？

答：（1）中间试验也叫试生产试验，处于从实验室技术到工业化技术的中间环节，是为了把实验室技术成果转化为实际应用而进行的。一般来说，实验室研究的规模小，条件控制严格，操作精细，结论的精确度高。而生产环境的规模大，要求不严格，可变因素多，过程复杂。实验室技术成果一旦投入生产或扩大规模，条件发生变化，就会出现种种问题和预料不到的情况。因此，不能把实验室技术成果简单照搬到工业生产环境中去。为了摸清在推广应用时可能出现的问题，就需要以更接近于生产规模的实际条件进行试验。

（2）中间试验是由研究性质的实验转向生产实践的过渡环节，具有研究和生产的双重属性。它一方面具有验证性，是对技术方案构思、工程技术设计和技术样品的再次检验和证明；另一方面又具有过渡性和一定的探索性，为从实验室技术向工业化技术的成长和过渡，探索有效的途径，扫清可能的障碍。

5简述技术发明过程及其方法论特点。

答：（1）心理学家沃勒斯把创造性思维过程划分为四个阶段。他认为思维过程是有步骤地推进的，呈现出前后一贯性和明显有序的阶段性特征。

①准备期。主要是围绕研究问题进行前期准备，如收集有关资料，了解前人的工作，积累必要的知识等。

②酝酿期。主要是利用已有的知识和方法，探求解决问题的途径，苦思冥想，然而，苦思、久思不得其解。

③豁然期。在酝酿成熟的基础上，在某个偶然因素的刺激下，突然灵感爆发、直觉闪现，创造性的新思想、新观念和新方法突然涌现。这一阶段在创造过程中具有关键性的意义。

④验证期。对由灵感突发而来的新思想、新观念和新方法进行理性分析和逻辑判断，以及进行实验的证实、验证和修正。

（2）方法论特点：

①创造性思维演进的一般程序。

②逻辑方法与非逻辑方法的综合应用。技术发明活动是逻辑思维与非逻辑思维交替推进、螺旋式递进的过程。

③发散性思维与收敛性思维的优化组合。发散性思维是指在解决问题时，思维从仅有的信息中尽可能扩展开去，朝着众多方向去探寻各种不同的方法、途径和答案。

6如何理解技术在人类目的性活动中的地位？

答：（1）作为主体目的性活动的序列或方式，技术的基本功能就在于支持主体目的的实现。在现实生活中，主体的具体目的丰富多彩，因而实现这些目的的具体技术形态的属性或功能之间千差万别。不存在属性与功能凝固不变而又能实现各种目的的“万能”技术系统。随着主体目的的发展变化，人们总会选择或建构起具有不同属性或功能的个别技术系统。

①当主体目的指向生产活动时，所建构起来的技术形态就表现出生产力属性或功能。

②当主体目的指向军事活动时，所建构起来的技术形态就表现出克敌制胜的属性或功能。

③当主体目的指向健康领域时，相应的技术形态就表现出治病救人、延年益寿的属性或功能；

（2）技术是人与自然的桥梁和纽带

动物只能依靠躯体器官的天赋本能生存，而人类除了本能外还创造出了技术形态。技术是人们建构起来的目的性活动的序列或方式，表现为通达客观世界的桥梁，或人与客观世界相连的纽带。外在的物化技术体系的合目的性运行，是人赋予的并受人调控的。

①从哲学层面看，在人类改造客观世界的目的性活动过程中，并存着主体客体化与客体主体化的双向运动。

②从技术的角度看，所有技术形态都是人类目的性活动的产物，都是围绕人类生存与发展的现实问题展开的，都直接或间接地与人类社会需求的实现过程相关联。

第10章 技术发展的动力与模式

10.1 复习笔记

一、技术的建构及其发展的动力机制

1 技术的社会塑造理论

(1) 含义

“技术的社会塑造理论”十分强调技术是由社会因素塑造的，将科学和技术看作是社会活动的领域，它们受社会力量的作用，并经受社会的分析。技术的发展根植于特定的社会环境，社会不同群体的利益、文化选择、价值取向和权力格局等都决定着技术的轨迹和状况。

(2) 三种理论方法

①社会建构主义方法。它认为某一种设计或人工制造物的成功很难说是一个简单的技术问题，而是成型或形成于特定的选择环境。技术和技术实践是在社会建构和谈判中被建造起来的，这经常被看作是由各种参与者的社会利益驱动的过程，因此特别关心冲突的利益群体是如何达到问题的解决的。

②系统论方法。该方法很大程度上源于技术史学家托马斯·休斯用“系统”术语描述大型技术系统生长过程的努力。休斯在研究电力发展过程中认识到两种情况：

a. 公用事业公司、研究实验室、投资银行等多种社会要素相互作用构成复合系统，这种系统应该成为分析的真正焦点。

b. 系统建造者并不承认技术与科学以及技术、政治和社会之间的传统区分，认为这种区分会妨碍对技术变化过程的理解。这种方法注重对不同的因素之间的相互作用进行分析，这些因素包括物质的人工制品、制度和它们的环境，然后提供技术的、社会的、经济的和政治方面的整合性，并使宏观的和微观的分析联系起来。

③操作子网络理论方法。迈克尔·卡隆用一个高度抽象的词“操作子”定义科学技术和其操作子世界，即各种要素在结合为网络的同时也塑造了网络。这意味着他不同意有技术的因素和社会的、经济的背景之区分，或者说要打破人的操作子与自然现象的区别，把它们都看作是操作子网络要素，因此力图要建造一个活跃的语义学词汇来平行地谈论人和机器，不应该将有生命的同无生命的、个人的同组织的区分开来。卡隆相信，根本就没有什么外部的和内部的二元区分。该方法强调：

a. 牵涉解决技术问题的因素是多种多样的。

b. 这些因素是相互关联和相互作用的，其作用的方式是复杂的。

c. 解决技术问题的方式是在冲突中形成的。

④方法的共同点：

要深入看看一直被视为“黑箱”的技术的“内幕”，都认为技术不仅仅是由自然因素确定的，都主张技术只有同广泛的社会因素建立了联系才能消除人们对它的质疑，并使之能够被稳定地把握；几种方法都注重案例研究，这种案例研究反映出对于技术要受社会的影响，并不是学者们“学术研究”的结果，而是客观存在的事实。

2 社会对于技术的三大作用

(1) 社会选择作用

同自然环境变迁对物种进化的选择作用相似，社会发展对技术进步也存在着选择作用。也就是说，只有具备满足社会需求、功能较强、效率较高、操作更简便等特点的技术形态，才能得到开发和推广应用；反之，就不会为社会所开发和应用，或者将被逐步淘汰。社会选择作用是立体的、全方位的，体现在技术发生、发展和消亡过程的各个环节中。从这个意义上说，一部技术史就是一部人类技术发明与社会选择的历史。

①从技术发生的角度看，无论是作为有目的、有计划的技术开发活动的产物，还是作为机遇或非理性思维的创造物，技术在萌发之初就受到了社会选择的作用。

②从技术开发或推广应用的角度看，技术形态总是在社会场景中开发和应用的，社会对技术开发的支持以及对技术形态的应用过程，就是社会对技术的选择过程。技术功能、技术效率、技术价格或运行成本等都是影响社会选择的重要因素。

③从技术消亡的角度看，技术世界的发展过程就是新技术的不断涌现与旧技术的不断消亡。在技术进步的推动下，先进的新技术形态不断涌现，落后的旧技术形态逐步被淘汰，这一过程也是社会选择的结果。

（2）社会调节作用

社会调节是指社会对技术发展的方向、速度、规模等方面的塑造作用。社会对技术发展的调节作用，就在于保证社会的结构与社会的需求结构相适应。这种宏观调节和控制，包括通过一系列具体的导向和选择机制而完成的自发过程，也包括采取某些自觉的手段对技术发展施加的干预和影响。就整个社会而言，这种干预和影响通常是由国家和政府来进行的：

①在对技术发展方向上的调节方面。技术的发展本质上是对于社会需求的响应。

②社会调节作用还表现在对技术发展速度的调节方面。社会是在内外多重因素的作用下发展的，不同时刻、不同场合下的社会形势与社会需求各具特点，对技术发展的轻重缓急等要求也不尽相同。

③社会调节作用还表现在对技术发晨规模的调节方面。与对技术发晨方向、速度的调节相关联，技术的发展规模也应当与社会需求的规模及其发展变化相适应。在社会现实生活中，社会需求不仅形成了一个种类结构，而且还表现为一个数量结构。

（3）社会支持作用

作为主体目的性活动的序列或方式，技术从属于社会主体的目的和意志，并按社会需求的变化而发展。今天的技术开发已经从生产实践活动中分离出来，形成了一个相对独立的社会部门。作为社会大系统中的一个子系统，其外围就是它的社会支持系统。社会对技术发展的支持作用主要体现在以下几个方面：

①经济支持系统：现代技术开发项目普遍具有高投入、高风险的时代特征，这就要求必须有大量的资金投入。除了技术开发者自有资金的先期投入外，还需要来自政府财政、社会基金、银行、风险投资公司等渠道的资金支持。

②信息支持系统：技术开发总是在继承前人、借鉴他人研究成果的基础上展开的。这些成果主要来源于前人留下的图书资料、专利文献、实物资料，以及当今技术开发者之间的情报信息交流。因此，文献情报部门也是技术开发的重要支撑条件，社会应当建立相对独立的综合性技术文献情报机构。

③试验技术装备支持系统：随着技术开发难度的提高，试验技术装备将越来越复杂，试验分工也将越来越细密。造价昂贵的试验技术设备，如果只为某一专门机构或个别课题服务，就会造成巨大的资源浪费。这就迫切要求试验技术设备及其专业技术人员应该面向社会，逐步从技术开发机构中分化出来，发展成为相对独立的试验中心、测试中心、计算中心等组织机构，为全社会的技术开发提供试验技术装备支持。

④教育支持系统：技术开发活动需要大量的高素质技术人才的参与，这有赖于教育系统提供的人才支持。教育不仅为技术开发培养后备力量，而且通过提高国民的科学文化素质途径来提高全社会的科学技术能力，推进技术成果的传播、消化、吸收和应用。

3新目标与旧技术形态功能之间的矛盾

（1）技术内部的基本矛盾

任何时代的技术都处于发展变化之中，引起技术变革的直接动力又来源于技术内部的基本矛盾，即技术目标与旧技术形态功能之间的矛盾。社会需要是推动技术发展的原动力。社会日益增长的物质文化需求，只有通过新技术目标设定的途径，才能转化为推动技术发展的现实力量。技术目标是社会需求的技术表达形式，是对技术发展方向与所创建技术系统功能所作的设定。一般地说，技术目标表现为由技术的性能指标、经济与社会效益指标、环境影响指标等一系列具体指标构成的一个指标体系。

（2）技术前进的动力

①由于任何已有的技术形态在经济性、安全性、可靠性、适用性以及功能与效率等方面都有各自的极限，所以不可能一劳永逸地满足不断发展的社会物质文化需求。

②矛盾是事物发展的根本动力，新目标与旧技术形态之间的矛盾是推动技术发展的根本动力。

4社会竞争与科学研究的推动作用

(1) 社会竞争是在法律、道德的规范下，在广阔的社会领域中展开的对生存和发展资源的争夺，是社会生活的本质特征，是社会发展的内在动力。“两极分化，优胜劣汰”是竞争的残酷现实。在关系到生死存亡和切身利益的竞争压力下，人们往往会通过各种方式增强竞争实力。引进或开发新技术愈来愈成为增强竞争实力的主要途径。

(2) 中间技术

“所谓中间技术是介乎先进技术与传统技术之间的技术。按每个工作岗位投资来说，如果先进技术为1000英镑，传统技术为10英镑，那么中间技术可以说是100英镑技术。”这种中间技术能够适应比较简单的环境，设备与生产方法简单，容易掌握，对原材料的依赖性很小，对市场的适应性很强，人员容易训练，组织管理比较简单。在舒马赫看来，贫穷地区的经济只有立足于“中间技术”才能得到发展。

(3) 由于技术对增强社会竞争力的基础性作用，技术尤其是自然技术开发领域内的竞争，开始成为社会竞争的核心或焦点。谁拥有先进技术，谁就掌握了所属竞争领域的主动权，谁就能赢得竞争的最后胜利。因此，社会竞争向技术领域的转移与集中，必然会加大技术开发的投入力度，加快技术创新的速度。这也是现代技术发展的重要社会特征。当然，竞争是相对于合作而言的，没有合作也就无所谓竞争。强调竞争对技术进步的推动作用，并不否认合作对于技术进步的重要意义。事实上，许多重大技术开发项目都是通过合作机制完成的，甚至大型技术系统的运行也必须以广泛的社会合作为前提。

5作为驱动力的技术世界的相干性

对技术发展动力的剖析可以从多角度、多层面切入。从技术世界的角度出发，技术世界内部的相干性也是技术发展的驱动力。技术世界是一个分层次的、开放的巨型立体网络体系，其中的各技术形态之间存在着相互依存、相互转化的复杂作用机制。技术世界的相干性体现在技术开发活动的多个层面上：

①表现在技术试验与技术规范之间的矛盾运动中。

②技术世界的相干性还表现在不同领域或专业技术形态之间的矛盾上。

③技术世界的相干性、渗透性还体现在具体技术形态的建构过程之中。

④只有技术的内部矛盾因素与外部环境因素的有机结合与辩证统一，才能真正构成技术不断发展的现实推动力量。

二、技术演变方向与技术进步模式

在“外推内驱”动力机制的推动下，技术总是处于进化发展之中。从动态角度剖析技术演变方向与技术进步模式，也是技术哲学研究的重要内容。

1向着技术形态丰富和效率提高的方向演变

在主体价值观念的引导下，技术总是朝着技术形态丰富和效率提高的方向演变。

(1) 技术形态的不断丰富作为主体目的性活动的序列或方式，技术服务于人类目的性活动，并随着目的的发展而演进。

(2) 技术效率的不断提高，是以最小代价获取最大收益的效率原则，是人类目的性活动的基本原则。作为主体目的性活动的序列或方式，技术形态的运行效率是衡量目的性活动的重要经济指标。在效率原则的规范下，追求技术效率已演变为技术发展的又一重要方向。

2技术进步的标准

技术进步本身是通过采用越来越有效的方式，生产越来越多样化的、具有越来越多有趣特性的对象而表现出来的。技术进步的一个特点是，除了生产新产品以外，它还为生产“更好”的同类产品提供手段。“更好”可以包括许多特性，如更耐久，更可靠，更灵敏，运行速度更快，以上各点的结合。除了上述标准以外，通过缩短产品生产时间和降低生产成本也能取得技术进步。

3技术进步的六条基本途径：

(1) 在维持F不变的条件下，设法提高Z。

(2) 在保持Z不变的条件下，设法减小F。

(3) 在提高Z的同时减小F。

(4) 在Z、F同步增大的过程中（技术巨型化发展），设法使Z—F的值提高，或者Z提高的幅度大于F增加的幅度。

(5) 在Z、F同步减小的过程中（技术微型化发展），设法使Z—F的值提高，或者F减小的幅度大于z降低的幅度。

(6) 设法达到特定的Z，而暂时不计F。这六条基本途径就是技术进步的可能方向。

4技术开发、技术吸纳与转移

技术形态效率由低到高，功能由少到多、由弱到强，一直是技术进步的基本方向。技术进步是通过技术创造途径实现的，是一个在内外多重因素作用下展开的多环节过程。

(1) 技术开发

技术开发是以纵向深化为特征的技术发展过程，包含着极为丰富的内容。

①包括从生产实践经验到相应的技能、技巧的形成，再到技能、技巧的规范化运作过程。

②包括从自然科学的基础理论到探求该理论实际应用的条件、途径和技术原理，再从技术原理到技术方案的构思、设计以及技术形态的试制过程。

(2) 依据技术原理是否变更或技术形态发展变化的程度，技术开发通常被分为一次（基础）创新与二次创新两大类：

①与技术的发明创造过程相对应，一次创新是指在新技术原理基础上，通过广泛吸纳技术科学领域的新技术成果而构建的全新技术系统。一次创新是技术进步的突变形态或非经常性行为。它多是在基础研究领域重大突破和应用研究领域重大发明的基础上展开的，体现了基础科学、技术科学和工程科学之间的内在逻辑联系。

②与技术的改进过程相对应，二次创新是在不改变原有技术原理的前提下，针对制约技术系统效率提高的约束技术要素的解除而展开的技术创新活动。二次创新是技术进步的渐变形式或经常性行为。它对约束技术要素的更新，以及对相关技术要素所进行的实质性调整与结构优化过程，主要依赖于相关专业技术成果的支持。同时，新技术单元的引入，也会引发原有技术系统结构的“连锁反应”与一系列适应性调整。二次创新是在一次创新的基础上进行的技术再创造过程，表现为多轮小幅度的技术改进，直至接近原有技术原理所容许的效率极限。此后的技术创新活动将转入在新技术原理基础上的一次创新。

(3) 从技术基本形态的角度看，技术开发表现为人工物技术形态与流程技术形态的创造：

①人工物技术形态的开发是指人工物技术功能的创建与技术效率的提高过程，可区分为全新人工物、换代人工物、改进人工物等类型。全新人工物技术开发的宗旨是获取新的人工物技术功能，往往表现为效果原则优先，多不惜高昂的经济投入，不大计较产品的负效应或运行成本。

②流程技术形态也是围绕人工物建构过程展开的，从这个意义上说，流程技术开发源于人工物技术开发的拉动。从创新程度看，它包括全新流程技术形态创新与原有流程技术形态改进两大类型。全新流程技术开发的核心是力求达到特定的技术效果，效果原则多处于优先地位。进入流程技术改进阶段后，技术开发的重心就转移到进一步完善原有流程技术形态的功能，提高流程技术效率方面。在这一阶段，效率原则逐步占据主导地位，开始注重减轻劳动强度，提高技术活动效率。

(4) 技术扩散

①技术扩散是以技术知识、信息、单元性技术的广泛渗透性为基础的一种运动形式，主要是通过报刊、电视等大众媒体，以及专业性技术市场、经验交流会、展览会、出版物等途径实现的，费用多由技术输出方承担。扩散内容往往只涉及技术原理、特点、性能指标等技术形态概况，除基础产业、公共事务等领域的普及性技术外，扩散过程中多不涉及技术结构细节、技术诀窍等实质性内容。

②尽管技术扩散具有速度快、辐射面宽、信息量大、成本低、有助于推进技术受体的创造活动等优点，但由于它对技术受体的专业素质与实践经验要求较高，因而在促进技术进步的过程中往往具有较低的效率。

（5）技术转移

①技术转移是基于成套性技术对现行技术形态的替代性而展开的一种技术运动形式，是技术扩散的延伸，属技术横向运动的高级形态。技术转移主要是通过专业性技术市场、同行专家或中介组织的推荐、同行业先进单位的示范等途径完成的，费用多由技术输入方承担。技术转移的内容比技术扩散更深入、更具体，多以技术受体理解和掌握为原则。

②与技术扩散相比，技术转移具有针对性强、技术进步幅度大、速度快、对技术受体的专业素质或实践经验要求较低等优点。但由于技术转移的专业性强、辐射面窄、费用较高等原因，因而在推进技术进步过程中的作用也是有限的。

（6）技术吸纳

①技术扩散与转移为技术吸纳提供了前提条件。技术吸纳是把外界的先进技术成果纳入自身技术系统的复杂的组织建构过程。

②就吸纳者技术体系的进化而言，属于技术的纵向发展；就扩散与转移者的技术体系而言，又是技术的横向运动，因而表现为技术横向运动与纵向运动的复合形态。

③技术吸纳是新技术发育的基础条件，本质上属技术纵向运动的起始环节。按照吸纳过程与吸纳技术对象的属性，可把技术吸纳区分为开发性吸纳与应用性吸纳两大类。

④技术开发者或应用者对外界先进技术的吸纳是全方位、多层次、多渠道展开的。

5淘汰与进化、递进与跨越

（1）技术的进化技术世界的进化源于具体技术形态的创新、发展，泛指技术世界在纵向上的深化与横向上的拓展，以及落后技术形态的不断淘汰等发展态势。认识和实践活动中不断提出的新目标，是推动技术创造的根本动力。新技术形态所具有的明显的技术效果与技术效率优势，是人们竞相开发和采用新技术的根本原因。为了趋利避害和实现利益最大化，人们总是设法创造或采用高效率的先进技术形态，而不甘固守落后的低效率技术形态，更不愿意退回到落后的原始技术形态。这就是技术世界进化的内在依据，也是社会进步对技术发展的选择或调制作用的体现。

（2）技术形态的寿命技术形态的寿命是技术运行过程中体现出来的时间特征，是反映技术形态的重要指标。由于事物演化发展的不可逆性，任何具体技术形态或技术系统自建构之日起，就面临着消亡的命运。

（3）技术进步的基本模式技术的进化发展就是不断扩展技术功能、提高技术效率的历史过程。技术开发者或应用者是技术进步的主体，他们所建构的技术形态的发展，多是沿着效率由低到高的逻辑顺序依次推进的，这就是技术递进。

（4）技术进步的种类很多，依据的划分标准不同，往往会得出不同的分类结果。

①依据技术来源，可以把技术进步分为技术开发与技术引进两种形态。

②依据技术效率的提升幅度或发展路径，又可以把它划分为技术递进与技术跨越两大类。

③把这两种分类加以组合，就可推演出递进式引进、递进式开发、跨越式引进、跨越式开发四种技术进步的基本模式。

三、技术科学化与技术科学

尽管技术活动是以“如何做”为核心的实践活动，但是，这种活动又是以对客观事物、人工物以及技术活动本身的认识为基础的，经历了由经验认识到理性认识的发展历程。对技术认识活动与技术知识体系的阐释，也是技术哲学的重要内容。

1硬技术与软技术、技术知识的作用

在任何现实的技术形态中，人们总可以按照构成要素的存在方式，把它们区分为硬技术和软技术两大部分。

（1）硬技术的含义

硬技术，是指以实物形态存在的物化技术要素，它们往往具有固定的物质形态与结构；而软技术主要是指

驾驭物化技术体系的操作技能、技巧、方法、经验、程序、规程等智能技术要素。由于硬技术与软技术在存在方式上有这一差异，所以前者容易被人们理解和把握，而后者常常被人们所忽视。狭义技术论者往往只看到技术系统中的实物形态的因素，而把以人为基础的智能因素从中剔除出去，这就割裂了技术系统中的硬技术与软技术的内在联系。因而，他们对技术形态的认识是不充分、不完备的。

（2）软技术的含义

软技术是在技术实践活动中形成和发展起来的，是一种基于技术知识的智能技术或动作技能形态；同时，软技术也容易以技术知识形态迅速传播。认识和实践是密切相关的人类活动的两种基本形式，认识对实践具有规范和指导作用。在技术实践活动展开的同时，人们也在认识技术系统的结构、建构过程、运行条件与程序等技术对象，这些以技术活动及其成果为对象的认识成果就是技术知识。不论是零散的经验性知识，还是系统的理论性知识，都具有方法论指向，都可能向智能技术形态与物化技术形态转化，全方位地支持着技术活动的发展。

（3）技术知识的作用

技术知识在技术系统的建构、运行与维护的各个层面，都发挥着不可替代的积极作用。

①技术知识支持着技术开发活动。现代技术是以科学研究为基础，以技术科学与工程科学知识为依托的新型技术形态。现代技术开发已摆脱了传统的经验摸索方式，代之而来的是在科学理论的规范和指导下的定向技术创造模式。新技术形态的建构越来越依赖于科学研究的深化与技术知识的增长。

②现代技术知识也是形成以操作技能为核心的软技术的重要基础。在现代技术的发展进程中，技术知识的作用愈来愈突出。

2技术知识的经验形式与理论形式

技术知识是技术认识活动的产物，而技术认识又是以技术应用和开发研究为对象的复杂过程，有经验形式与理论形式之别。

（1）尽管现代的技术研究有科学理论的指导，但是，技术创造活动仍然要从感性认识开始，把生产与技术实践经验提高到理性认识层次。

①技术创造离不开试验，只有在不断的试验中，才能认识到各种技术要素之间的相互关系，提出技术方案，并根据所构思的方案加以设计。在试制的过程中，方案和设计也要不断地被修正而日趋完善。

②从感性认识到理性认识，再从理性认识到实践的过程，是一个技术认识的完整过程。技术认识与科学认识的运动相反。科学认识是从个别到一般的运动，技术认识则是从一般到个别的运动。两种认识的结合，构成了从个别到一般和从一般到个别的完整过程。

③技术问题的提出、分析和解决，是贯穿技术认识过程始终的中心线索。技术问题不仅包含已知与未知的矛盾，同时也包含已行和未行的矛盾。

④同科学认识的发展过程一样，技术认识的发展也经历了由感性认识到理性认识，再从理性认识到实践的飞跃。

⑤技术的感性认识与理性认识既相互区别，又相互依存、相互转化，本质上是辩证统一的，这种统一的基础就是技术实践。

（2）从技术认识发展的历史进程来看，技术的感性认识及其知识的经验形式的出现在先，而技术的理性认识及其知识的理论形式的形成在后。

①在技术认识活动的初期，技术的经验形式或经验知识占据主导地位，对技术实践活动的规范和指导作用较弱。技术开发活动主要依赖于长期的经验摸索，技术应用活动则依赖于直接经验积累与间接经验传授。

②随着技术认识的发展，技术的经验知识形态逐步过渡为技术规范知识形态。该形态处于技术知识的经验形式与理论形式的过渡阶段，虽具有理论形式的外壳，但内部各知识单元之间往往离散分立，缺少内在联系。随着技术认识的进一步深化，技术的理论形式逐步占据主导地位，对技术实践活动的规范和指导作用趋于增强，也更为根本，技术开发与应用活动的效率也随之提高。

3技术科学化与科学技术化

科学与技术是性质不同的两类人类活动方式，在活动目的、活动过程、活动结果、评价标准等方面都存在

着差别；但两者又相互依存、相互转化，形成了统一的科学技术体系。19世纪中叶以来，科学与技术开始由原来的分立发展状态逐步融合。出现了科学与技术的一体化趋势。

（1）技术科学化的两重含义

①指传统技术活动日益转移到以新科学理论为基础上来。从传统技术活动中逐步分化派生出了技术科学与工程科学，并在相关基础科学理论的指导下，形成了系统的技术知识体系。技术理论形态的形成和发展就是技术科学化的直接产物。反过来，技术科学与工程科学的完善，又推动着传统技术的进化与发展，尤其是对现代高新技术成果的吸纳。

②指现代技术发明创造活动越来越依赖于科学研究的发展，技术进步以科学进步为先导。

（2）科学研究是技术创新的重要源泉

①许多技术系统、技术装置和技术方法都是以科学实验过程为原型或模型的，是科学实验的放大化、定型化、规范化和实用化。

②现代科学揭示了自然过程的规律性，为技术原理的形成和技术可能性的探索奠定了基础，孕育着技术上的重大突破。

（3）科学技术化的两重含义

①科学研究工作愈来愈带有技术活动的特点。在总体的科学研究活动中，包含着大量的技术科学研究、技术发展研究和技术应用研究的内容。这些辅助性的技术活动，并非用于科学研究成果向相应技术领域的转化，而是直接服务于科学研究活动本身的需要。

②重大科学研究活动离不开各类技术人员的合作，离不开先进、精密、昂贵的实验技术设备的支持。随着科学研究过程的复杂化与规模的扩大，科学实验技术已经发展成为一个专业化的技术领域。其中许多复杂的精密仪器设备都需要专门研制，需要专业技术人员操作。科学已经演变为“以技术为基础的科学”，这是现代科学发展的重要特点，也是现代科学的生命力所在。

（4）科学技术的一体化技术科学化与科学技术化的发展，加快了科学与技术的综合化、一体化进程。

①科学日益技术化。现代科学的发展在越来越大的程度上，依赖于现代技术为它提供的研究手段，科学研究活动中的技术操作成分和难度日益加大。在科学体系中，技术科学、工程科学的门类日益分化，内容不断充实，向技术一端延伸。

②技术日益科学化。现代技术的发展越来越依赖于现代科学研究，技术开发活动中的科学探索成分和难度日益加大。

（5）科学技术的一体化进程表明：

①科学与技术已经从近代的规模和影响不大，人力、物力、财力耗费不多，且有较大自由度和独立性的“小科学”“小技术”时代，逐步演变为当代的规模和影响巨大，人力、物力、财力耗费甚多，且有较强约束性和协同性的“大科学”“大技术”时代。

②科学技术的一体化还表现在某些领域，科学与技术已联结为从基础研究经应用研究和发展研究环节，再到实用技术的连续整体，其间各类研究互相交叉、互相渗透、协同并进。

10.2 课后习题详解

1如何理解社会因素对技术发展的选择作用。

答：同自然环境变迁对物种进化的选择作用相似，社会发展对技术进步也存在着选择作用。只有具备满足社会需求、功能较强、效率较高、操作更简便等特点的技术形态，才能得到开发和推广应用；反之，就不会为社会所开发和应用，或者将被逐步淘汰。社会选择作用是立体的、全方位的，体现在技术发生、发展和消亡过程的各个环节中。从这个意义上说，一部技术史就是一部人类技术发明与社会选择的历史。

（1）从技术发生的角度看，无论是作为有目的、有计划的技术开发活动的产物，还是作为机遇或非理性思维的创造物，技术在萌发之初就受到了社会选择的作用。

（2）从技术开发或推广应用的角度看，技术形态总是在社会场景中开发和应用的，社会对技术开发的支持以及对技术形态的应用过程，就是社会对技术的选择过程。技术功能、技术效率、技术价格或运行成本等都是影响社会选择的重要因素。

（3）从技术消亡的角度看，技术世界的发展过程就是新技术的不断涌现与旧技术的不断消亡。在技术进步的推动下，先进的新技术形态不断涌现，落后的旧技术形态逐步被淘汰，这一过程也是社会选择的结果。

2为什么说“外推内驱”是技术发展动力的基本模式？

答：（1）任何时代的技术都处于发展变化之中，引起技术变革的直接动力又来源于技术内部的基本矛盾，即技术目标与旧技术形态功能之间的矛盾。

（2）社会需要是推动技术发展的原动力。社会日益增长的物质文化需求，只有通过新技术目标设定的途径，才能转化为推动技术发展的现实力量。技术目标是社会需求的技术表达形式，是对技术发展方向与所创建技术系统功能所作的设定。

（3）技术目标表现为由技术的性能指标、经济与社会效益指标、环境影响指标等一系列具体指标构成的一个指标体系。

（4）由于任何已有的技术形态在经济性、安全性、可靠性、适用性以及功能与效率等方面都有各自的极限，所以不可能一劳永逸地满足不断发展的社会物质文化需求。

（5）矛盾是事物发展的根本动力，新目标与旧技术形态之间的矛盾是推动技术发展的根本动力。

3简述技术活动的基本原则，并指出现代技术发展的基本方向。

答：（1）技术活动的基本原则

技术活动，特别是技术效率的不断提高，是以最小代价获取最大收益的效率原则，是人类目的性活动的基本原则。作为主体目的性活动的序列或方式，技术形态的运行效率是衡量目的性活动的重要经济指标。在效率原则的规范下，追求技术效率已演变为技术发展的又一重要方向。

（2）现代技术发展的基本方向

①科学技术加速发展和急剧变革

a.当代科学技术的发展呈指数增长趋势，科学知识更新速度加快。

b.面临新的科学技术革命和产业革命的转折点，以软件开发和大规模产业化为标志，人类进入了信息革命的新纪元。

②科学技术发展是综合体。现代的技术发明越来越依靠科学，科学与技术的关系已密不可分。

③科学技术与人文社会科学相结合。

④科学技术成为第一生产力以及当代科学技术国际化也是现代科学技术发展的重要特点。

4试分析技术认识活动的特点，并指出它与科学认识活动的联系和区别。

答：（1）从感性认识到理性认识，再从理性认识到实践的过程，是一个技术认识的完整过程。

(2) 技术认识与科学认识的运动相反。科学认识是从个别到一般的运动，技术认识则是从一般到个别的运动。两种认识的结合，构成了从个别到一般和从一般到个别的完整过程。

(3) 技术问题的提出、分析和解决，是贯穿技术认识过程始终的中心线索。技术问题不仅包含已知与未知的矛盾，同时也包含已行和未行的矛盾。

(4) 同科学认识的发展过程一样，技术认识的发展也经历了由感性认识到理性认识，再从理性认识到实践的飞跃。技术的感性认识与理性认识既相互区别，又相互依存、相互转化，本质上是辩证统一的，这种统一的基础就是技术实践。

(5) 从技术认识发展的历史进程来看，技术的感性认识及其知识的经验形式的出现在先，而技术的理性认识及其知识的理论形式的形成在后。

(6) 在技术认识活动的初期，技术的经验形式或经验知识占据主导地位，对技术实践活动的规范和指导作用较弱。技术开发活动主要依赖于长期的经验摸索，技术应用活动则依赖于直接经验积累与间接经验传授。

(7) 随着技术认识的发展，技术的经验知识形态逐步过渡为技术规范知识形态。该形态处于技术知识的经验形式与理论形式的过渡阶段，虽具有理论形式的外壳，但内部各知识单元之间往往离散分立，缺少内在联系。随着技术认识的进一步深化，技术的理论形式逐步占据主导地位，对技术实践活动的规范和指导作用趋于增强，也更为根本，技术开发与应用活动的效率也随之提高。

5怎样理解科学技术的一体化趋势？试述技术科学化的基本内容。

答：(1) 科学与技术是性质不同的两类人类活动方式，在活动目的、活动过程、活动结果、评价标准等方面都存在着差别；但两者又相互依存、相互转化，形成了统一的科学技术体系。19世纪中叶以来，科学与技术开始由原来的分立发展状态逐步融合。出现了科学与技术的一体化趋势。

(2) 科学技术的一体化的两重含义

①传统技术活动日益转移到以新科学理论为基础上来。从传统技术活动中逐步分化派生出了技术科学与工程科学，并在相关基础科学理论的指导下，形成了系统的技术知识体系。技术理论形态的形成和发展就是技术科学化的直接产物。反过来，技术科学与工程科学的完善，又推动着传统技术的进化与发展，尤其是对现代高新技术成果的吸纳。

②现代技术发明创造活动越来越依赖于科学研究的发展，技术进步以科学进步为先导。

(3) 科学研究是技术创新的重要源泉。

①许多技术系统、技术装置和技术方法都是以科学实验过程为原型或模型的，是科学实验的放大化、定型化、规范化和实用化。

②现代科学揭示了自然过程的规律性，为技术原理的形成和技术可能性的探索奠定了基础，孕育着技术上的重大突破。

第11章 技术创新的理解及其实现

11.1 复习笔记

一、市场经济架构下的技术创新

技术创新不同于技术发明，它主要是指技术成果在商业上的首次成功应用。技术创新包含技术成果的商业化和产业化，它是技术进步的基本形式。原始创新和集成创新是当前我国科技界和产业界关注的焦点所在，国家创新系统是市场经济架构下企业从事技术创新活动的环境。

1创新与技术创新

（1）创新

①含义

在技术创新论和经济学中，创新特指一种赋予资源以新的创造财富能力的活动。任何使现有资源的财富创造能力发生改变的行为和活动都可以称为创新。创新并非一个主意，只有创新的主意或构想寻找到新的商业用途之后才是真正的创新。创新可能改变资源的产出水平和利用效率，增加消费者对其所获资源的价值和满足程度，因而它是企业家或者创业家改变社会经济的有力杠杆。

②约瑟夫·熊彼特的观点

在《经济发展理论》中，首次将创新视为现代经济增长的核心，并将其定义为“生产函数的变动。1928年，他在《资本主义的非稳定性》中首次提出创新是一个过程的概念，并全面地提出了创新的概念和理论。创新是生产要素和生产条件的新组合，是人们“用他们的智慧去改进生产方法和商业方法，也就是说……改进生产技术，占领新的市场，投入新的产品等等”。创新，就是建立一种新的生产函数，把一种从来没有过的关于生产要素和生产条件的“新组合”引入生产体系。这种新组合包括以下内容：

- a. 采用一种新的产品或者一种产品的新特性。
- b. 采用一种新的生产方法。
- c. 开辟一个新的市场。
- d. 控制原材料或制成品的一个新的供应来源。
- e. 实现任何一种工业的新的组织。

总之，在生产体系中能够做到推陈出新就是一种创新。在熊彼特看来，创新概念不仅包括产品、工艺的创新，也包括市场、供应和组织的创新。

（2）技术的发明和技术创新的区别

①技术发明指的是完成一种设计构想、一种技术方案或一种新的改进了的装置、产品、工艺或系统的模型，必须包含着新的构想或者新的技术设计方案。

②技术发明仅仅只是一个构想或设计，它并不一定在商业上应用。它可以是一种创新，但不一定申请专利，也未必能带来适合市场的产品和服务。

③技术创新是一个新想法或新的技术方案在商业上的实现，只有当新构想、新装置、新产品、新工艺或新系统第一次出现在商业交易中时，才算是一项技术创新。

④技术发明仅仅是一种技术活动，只考察技术的变动性，强调的是以技术解决问题；而技术创新则不仅包含技术活动，而且更关注技术方案的商业价值，强调的是以技术推动经济发展。

2关于技术创新的界定

（1）1962年，伊诺思在《石油工业中的发明与创新》一文中明确地提出：“技术创新是几种行为综合的结果。这些行为包括发明的选择、资本投入保证、组织建立、制定计划、招用工人和开辟市场等。”

（2）在同一时期，林恩则首次从创新时序过程角度来定义技术创新，认为技术创新是“始于对技术商业潜

力的认识而终于将其完全转化为商业化产品的整个行为过程”。

（3）曼斯费尔特的研究主要侧重于产品创新，他认为，产品创新是从企业对新产品的构思开始，以新产品的销售和交货为终结的探索性活动。这些界定都是在技术发明成果及其商业化的全过程意义上来讨论技术创新的。

（4）1969年，美国国家科学基金会在其研究报告《成功的工业创新》中指出：技术创新是一个复杂的活动过程，从新思想和新概念开始，通过不断地解决各种问题，最终使一个有经济价值和社会价值的新项目得到实际的或成功的应用。

（5）同一时期，美国工业调查协会把创新看做是“实际应用新的材料、设备和工艺，或是某种已经存在的事物以新的方式在实践中的有效使用。创新是一个承认新的需要，确定新的解决方式，发展一个在经济上可行的工艺、产品和服务并最后在市场上获得成功的完整过程”。

（6）加拿大科技咨询委员会把创新简单地定义为“将新产品和服务推向市场的过程”。

（7）1973年，英国经济学家弗里曼在发表的《工业创新中的成功与失败研究》中认为，“技术创新是一技术的、工艺的和商业化的全过程，其导致新产品的市场实现、核心技术工艺与装备的商业化应用”。1974年，他将创新定义为“在经济意义上，只有包括新产品、新工艺、新系统或者新装置在内的技术成果第一次商业性应用时才能说完成了一项创新”。创新“包括与新产品（或改良产品）的销售或新工艺（或改良工艺）或设备的第一次商业性应用有关的技术、设计、制造、管理以及商业活动”。

（8）20世纪80年代中期，经济学家缪尔塞对相关的技术创新研究作了较系统的整理分析。在此基础上，他指出，技术创新是以其构思新颖性和成功实现为特征的有意义的非连续事件。这一定义突出了技术创新的如下特征：技术创新活动的非常规性，包括新颖性和非连续性；技术创新活动必须获得最终的成功实现。

3原始创新与集成创新

原始创新和集成创新是当前我国科技界和产业界追求的主要创新目标，二者都是技术创新活动的具体表现形式。原始创新和集成创新对现代社会经济活动产生了深远的影响，具有十分重要的意义。

（1）原始创新

①就技术创新过程中技术变化的强度而言，原始创新是相对于改进创新而言的。一般而言，改进创新又称渐进性创新，是指对现有技术进行局部性的改进而引起的渐进的、连续的创新。在现实的经济技术活动中，大量的创新是渐进性的。原始创新也称根本性创新，是指技术有重大突破的技术创新，它常常伴随着一系列渐进性的产品创新和工艺创新，并在一段时间内可能引起产业结构的变化。

②就企业技术创新战略而言，原始创新是相对于模仿创新而言的。原始创新在企业技术创新战略中具体表现为领先战略，它主要依赖于技术上的突破和优势，技术突破的内生性是领先战略的最基本的特征。与之相对应，模仿战略或者跟随战略的技术来源以模仿、引进为主。长期以来，我国相当一部分产业技术和高技术领域的发展，主要立足于跟踪和引进国际上的先进技术，但面对加入世贸组织后国际技术和经济竞争的巨大挑战，人们必须改变以跟踪和模仿为主体的技术创新思路，重视和支持各类原始创新活动。

（2）集成创新

①集成创新是就技术基础的复杂程度而言的，其核心在于“集成”。“集成”的本意是指“将独立的若干部分加在一起，或者结合在一起成为一个整体”，从管理学的角度看，集成是指一种创造性的融合过程，即在各要素的结合过程中注入创造性思维。

②技术活动的真谛就在于组合和集成。一项技术发明就是把以前未结合的各类有效的构想和发明资源，用新的方式整合或拼凑起来；而且一项技术发明中包含的技术因子越多，技术因子的结合方式越出人意料，这项技术的创造性或原创性就越高。如集成电路和核导弹的发明。从某种程度上说，计算机至少是由三种技术组成的：视频播放，数据处理、记忆和存储，键盘和鼠标。此外，还需要软件来支持计算机的运行，需要一些外围设备，如打印机、扫描仪和复印机等，使计算机能更好地满足用户的需要。

4技术集成：美国与日本公司的对比

（1）成功的新产品和过程不再是建立在单一技术基础之上，而是需要将各种技术集成于工作系统之中，机械和计算机技术的联合领域“机械电子技术”的发展，以及计算机和视频技术的联合领域“光电子技术”的发展，就是集成趋势的很好例证。

（2）一些研究者指出，日本企业在这些混合领域比美国竞争对手更擅长。美国高技术企业倾向于对特定技术做专业化研发。这些公司技术创新的突破在于特定技术领域里的专业知识的进展，因此，为了获得与特定技术相关的资源控制权，它们重视垂直集成战略。而日本企业对技术创新的关注范围则要广泛得多，为了获得更广泛的应用，它们更加重视水平集成。

5国家创新系统及其意义

（1）随着高技术产业创新在国家竞争力中地位的增强，促进技术创新、加速科技成果产业化和商业化的竞争，也开始在国家层面上展开。在一定意义上，国家创新系统是针对市场经济架构下的市场失灵而提出的一种调集整个国家资源来推进技术创新的新体制、新思路。

（2）在现代社会中，虽然企业是创新的主要参与者，但由于创新所需要的要素日益增多和复杂化，许多创新并非仅靠企业自身就可以完成的，同时还涉及政府、研发机构、中介组织、金融机构以及有助于创新的政策体系和制度框架等。国家创新系统是“公共和私人部门中的机构网络，其活动和相互作用激发、引入、改变和扩散着新技术”。

（3）国家创新体系是由政府和社会各部门组成的一个组织和制度网络，它们的活动目的旨在推动技术创新。企业、科研机构、高校以及致力于技术和知识转移的中介机构是创新体系的主要因素，其中企业是创新体系的核心。国家创新体系的概念具有以下几个层面的意义：

①单个企业深深根植于其所在国家的创新系统之中，国家创新系统制约着单个企业应对机会和挑战的技术选择范围，对单个企业的创新方向和创新活力具有深远的影响。

②国家创新体系的效率取决于以下两个方面：创新体系内各要素的构成在创新中的功能定位是否恰当，以及创新体系内各要素之间的联系是否广泛与密切。

③政府在企业技术创新活动中具有举足轻重的重要作用。

二、技术创新的主体

企业是技术创新的主体，企业家是名副其实的创新者。企业技术创新活动是不同的创新参与者共同作用的结果，这些不同创新参与者分别担当创新活动中的不同角色，对整个创新活动的实现发挥着不同的作用。有效的技术创新激励机制是企业技术创新活动持续实现的重要因素。

1企业是技术创新的主体

技术创新涉及新思想和新发明的产生以及产品设计、试制、生产、营销和市场化等一系列活动，涉及多个部门和组织，如企业、大学、科研机构、中介组织和政府部门等都是组成创新系统的重要部门。但在市场经济的条件下，企业却是真正的技术创新的主体。

（1）技术创新的本质在于实现技术构想的商业价值。

（2）根据新古典学派的创新理论，技术创新是生产要素的重新组合。这种组合只有企业和企业家通过市场才能实现，这一作用是其他组织和个人无法替代的。创新者未必是发明家或科学家，但必定是一个企业家。创新者能够赏识一个技术方案的商业潜力，并创造出一个有效的资源整合计划和市场营销方案，并将这些方案转变成受消费者欢迎的产品和服务。这与仅仅提出一个技术方案或发明设计的科学家和发明家所从事的工作是完全不同的。

（3）技术创新需要很多与产业有关的特定知识，它们是产业技术创新的基础。唯有企业家才能够将各种不确定的市场因素和技术因素进行有效整合，并予以现实化。因此，企业家是真正的创新主体。

（4）就现有的各种社会组织而言，只有企业具备实现技术创新活动所必需的组织体制。

2创新者和发明家

创新者和发明家是两个不同的概念。蒸汽机的发明者是萨弗里、纽可门、瓦特等，但创新者却是波尔顿。发明家瓦特虽然对纽可门蒸汽机进行了技术上的改进，但仍缺乏商业上的可靠性。为克服纽可门蒸汽机的缺陷，他发明了一种利用蒸汽膨胀能力的新方法，并对机器进行了其他重要的改进。但这些改进并没有立即导致蒸汽机取代水磨。作为实业家，波尔顿发现了瓦特蒸汽机的商业潜能，并与瓦特联手将该项发明成果投入商业化运作。为了促使潜在的使用者采用一台与水磨截然不同的机器，并向顾客证明使用蒸汽机在经济方面的优越性，波尔顿表现出了独有的企业家精神：他将蒸汽机免费安置在客户处，这样客户可以随时中断与波尔顿工厂的合同，客户没有任何不能回收的投资费用，波尔顿工厂单独承担金融风险和技术风

险。波尔顿工厂的代表定期前往顾客处进行蒸汽机的保养和维修，且负责收款。客户则要通过一种特别的形式向工厂付款：每位客户只需将使用瓦特的机器以后节省的费用的1 / 3用来付款。起初客户觉得这种方式对他们很有利，因为他们不承担任何固定的费用或安装费用，而且还有收益。但时间长了以后，他们认识到这种付款方式甚为昂贵，波尔顿为保证定期收益而按机器的使用期收回的是客户所得利益的主要部分。

3参与技术创新活动的主要角色

企业是技术创新的主体，但是在企业中，每个创新活动的参与者却承担着不同的任务，扮演着不同的角色。在企业的技术创新过程中，有一些角色起着关键性的作用，他们是创新组织高效运作所必不可少的。他们主要是：

（1）信息守门人

他们往往是科学家、工程师，也可能是具有技术背景、关注相关市场信息并能有效地与从事技术工作的同事进行沟通的营销人员或企业家。

（2）创新倡导者

他们通常是比较有经验的、长期的项目领导者或企业家，具有创新精神，兴趣和活动范围广泛，善于将创新构思向他人宣传并使之接受。

（3）创新构思者

他们通常是创造力旺盛的科学家或工程师，具有创新精神，并受过良好的技术教育，喜欢解决前沿技术问题，并能够在综合分析有关市场、技术生产等方丽信息的基础上，提出解决挑战性技术难题的新方法或新产品构思。

（4）技术难题解决者

技术创新活动的有效实施，还需要能够解决大量设计和生产中的技术难题的核心技术骨干。技术难题解决者不一定具有很高的创造力，但必须拥有较高的专业修养和技术能力，能够在技术上实现别人提出的一些创新构思，将这些创新构思变成富有“亮点”的技术原型、现实产品或服务。

（5）项目管理者

项目管理者的职能是对企业组织内部创新活动进行计划和协调，他们应具有较高的技术水平和管理能力，对创新项目有深刻的了解，能够全面把握创新项目的整体运行状况，随时掌握市场需求变化和技术发展的新情况，对创新项目的费用和进度进行有效控制，并有能力在关键技术环节上作出正确决策。项目管理者还要善于与创新者进行沟通，善于对创新者进行激励，并解决创新过程中的各种矛盾和冲突。

3企业技术创新的激励机制

企业技术创新的高风险和高回报并存的特点使得对创新的激励成为必要。对技术创新活动的激励可分为两个层次：即国家对企业技术创新活动的宏观激励和企业内部对技术创新活动的微观激励。这些激励主要包括产权激励、市场激励、企业激励和政府激励四个方面。

（1）产权激励

①它主要通过确立创新者与创新成果的所有权关系来推动技术创新活动的持续进行。产权，是指一个社会所强制实施的选择一种经济品的权利。由于产权规定了创新者与创新成果的所有关系，这就使产权成为激励创新的一个重要制度保障。可以这样说，技术创新的层出不穷，在很大程度上归之于产权激励机制的不断完善。

②产权包括有形资产产权与无形资产产权两种。有形资产产权是指对实物形态的物品的使用权，无形资产产权则是指对非实物形态的信息、技术和知识等的处置权和拥有权。随着专利制度等知识产权制度的不断完善，企业通过技术创新获得收益的行为得到了强有力的激励。

③专利制度是一种从产权角度对发明创新进行激励的制度，它以有效和充分保护专利权等知识产权为核心，使知识产权的激励机制得以充分发挥。美国总统林肯说，专利制度“为天才之火添加利益的燃料”。专利制度明文规定，发明者对其发明产品有一定年限的垄断权，这就排除了模仿者对创新者权益的侵犯。

④技术创新活动主要体现为一种无形的知识，或者一种生产某种创新产品或服务的方法或构想。它们通过

创新产品或服务这些具体载体得以呈现，并为其他厂家通过正常或非正常的渠道或方式加以掌握。由于复制或者模仿这些技术、知识和方法要比创造这些技术、知识和方法容易得多，模仿者可以用较少的研制经费来与创新者分享创新的收益，这就使技术创新的收益具有非独占性，并使不少企业滋生“搭便车”的机会主义想法，从而不利于技术创新活动的持续进行。

⑤任何制度设计有利也有弊。知识产权制度也不例外。日本学者富田彻男告诫过，初看起来知识产权是一种先进制度，然而实际却是一种既能促进也能延滞国家产业的制度。

（2）市场激励

①市场激励的含义

市场激励主要通过市场竞争机制来实现对创新者的激励。许多研究者指出，市场和产权一样，也是一种实施费用低、效率高的激励制度。许多重大的技术创新活动首先发生在市场经济发达的资本主义国家，这并不是历史的偶然现象。美国的经济学家纳尔逊认为，是市场机制决定了资本主义国家技术进步的速度。

②市场激励作用的主要表现

- a. 市场机制将公平地决定技术创新者的利益回报，其前提是必须具有一个良好的知识产权体系。这一体系的有效作用是能使企业从创新中获得垄断优势。
- b. 市场机制可以消除由于技术创新的不确定性而产生的消极因素。它强制性地要求所有的企业直接面对消费者的现实需求，创造性地整合各种必要的生产要素和技术资源，为社会提供各类具有“卖点”的创新产品和服务。

（3）政府激励

①政府激励的含义

由于技术创新成果的公共产品特性和较强的“外部效应”或“外溢性”特点，市场机制引致的技术创新不一定是社会发展最优化的技术创新。经济学家阿罗曾在1962年分析说，无论是完全竞争还是垄断结构下的创新，其创新水平都将低于社会最优水平。这就提出一个“市场失灵”或非市场激励的现实问题。就目前各国创新激励的实际运作来看，非市场激励主要表现为政府激励。

②政府激励具体表现

- a. 政府给技术创新者以某种津贴。这是当今许多国家都在采用的创新经济手段，它包括税收优惠、关税优惠、创业信贷优惠等。我国为高科技产业化及高技术创新活动制定了各种各样的税收减免政策，并设立了各种各样的创业基金，其目的就在于激励各类技术创新的持续进行和蓬勃发展。
- b. 政府进行技术创新平台等基础设施建设。这包括促进基础研究活动的实验室建设，促进技术成果转化的中间试验基地建设，以及各类共性技术的研发技术条件平台的建设，创新资源共享平台和数据的建设，各类教育培训机构的建设等。这些基础设施具有规模经济和公共产品的特点，市场机制无法提供这些各类技术创新活动所必需的基本条件。现实要求国家应从社会整体利益出发，加强这些技术设施的建设，以降低企业和企业家从事技术创新活动的风险和基础“门槛”。
- c. 政府对事关国家安全和经济社会长远发展利益的重大技术项目转化和关键产业进行引导性投资，以激活这些领域中的企业技术创新活动。
- d. 政府通过采购强化技术创新成果的市场激励效应，持续稳定地推动产业和技术创新活动的进行。美国的微电子技术和电子计算机产业的技术创新，韩国产业领域的技术创新以及这些产业的发展都曾受益于政府的采购政策。
- e. 设立风险投资基金和各类创新转化基金，鼓励企业和企业家大胆地进行各种技术创新活动。美国硅谷的技术创新活动层出不穷，高效运作的风险投资机制功不可没。我国政府目前正在通过设立政府主。

（4）企业内激励

企业内激励主要表现在两个方面：

①企业对作出技术创新成果的创新者给予股权等各种形式的物质激励和精神激励，将这些富有创新精神的科学家、发明家和企业家视为企业的人力资本，在各种利益分配上区别对待。

②企业为适应技术创新活动开展的需要，大胆进行各种组织结构调整，通过充分授权、弹性管理等方式激励企业员工的技术创新活动。

三、从技术变革到产业革命

一般而言，技术—产业的生命周期包括五个阶段：孵化、技术成长与分化、市场成长与细分、成熟、衰退。

1孵化阶段

当一项根本性的新技术或一个具有代表性的新产品种类出现时，行业内的技术创新活动就充满了不确定性。这时候新技术的应用前景还不明确，性能、可靠性差，且成本较高，新产品的出现及其能否孕育出一个新产业的可能性难以预料。新技术的发展和新产业的培育主要由几个热心者推动。新技术或者新产品的目标消费者，常常是那些对技术产品功能有特殊要求的人或组织，而他们对这些要求的迫切性足以抵偿新技术或新产品的可靠性和高成本缺陷。任何技术创新的实际效果和产业发育状况，更多地取决于消费者和市场对这些技术和产品的接受程度。很多创新者，包括信息技术、生物技术、网络技术产业的原始创新者，多数遭遇失败的事实就说明了这一点。规避市场的不确定性和孵育产业市场，是创新者在技术——产业孵化阶段面对的主要挑战。

2技术成长与分化阶段

在产业市场孵化的基础上，创新技术开始吸引更多的创新者加入正在发育的产业领域。新产品不断地涌现，技术进步的速度加快，产品的性能开始显著提高，产品的生命周期也相应地缩短。在这一阶段后期，一些基本的产业市场开始成型，主导型的技术产品和相应的技术标准，通过激烈的市场竞争和社会选择逐渐浮出水面。这一阶段，市场基本需求的各种特征初露端倪，各类技术创新不断推动产业和市场成长，但创新产品寿命短，那些率先把具有显著高性能的产品带入市场，从而赢得产业技术标准设计的创新者可能获得竞争优势。寻找与选择更好的技术方法和设计，是创新者在这一阶段获得竞争优势的关键。许多创新者之所以在此阶段出现创新危机，主要是由于创新意识不强，对新技术的持续研发和对创新竞争者的技术变化动态的关注和吸收不够。后期出现的主导性技术产品和行业技术标准，多数表现出综合性创新的特点，是某一创新者综合各家之长和市场需求特性而完成的技术创新成果。

3市场成长与细分阶段

基本市场特性的明确和主导性产品设计、技术标准的出现，预示着产业进入市场快速成长期。这一时期，技术变化率开始减缓，单纯地以产品技术性能的创新为基础的产品差异化战略难以奏效。但为某一特定顾客群或细分市场设计合适产品的企业则可能获得竞争优势。市场营销的技术开始对产业拓展和市场成长发挥很大的作用。技术创新的重点是工艺创新和围绕明确的细分市场所进行的渐进性创新。在产业成长的这一阶段，企业家和市场营销高手开始替代技术专家，对企业技术创新和产业变革发挥重要作用。

4成熟阶段

随着产业的成熟，产品性能的技术创新开始接近极限，许多产品创新只能做些修饰性的工作。产品的同质性和兼容性开始出现，价格成了影响消费者购买决策的重要因素。创新竞争的焦点主要集中在工艺创新和削减成本之上，规模经营也成为许多企业创新经营的首选策略。当然，质量、对市场变化的快速反应、技术支持和售后服务等因素的重要性也开始增大。总之，这一时期，产业市场趋于饱和，需求主要来自产品的自然更替，市场创新是企业能否创新成功的关键。

5衰退阶段

产业成熟阶段一般会持续一段时间，但如果出现竞争性的产业技术，则可能导致特定的产业或技术的生命周期的终结。如美国杜邦公司开发的尼龙材料技术对先前的人造丝技术的替代，赛乐尼斯公司开发的聚酯技术在汽车帘子布生产领域中对尼龙材料的替代等。在这一时期，现有产业领域的市场领先者常常很难成为新技术、新产业的创新者，相反，倒是一些名不见经传的“入侵者”，往往能为产业领域的技术变革或行业格局的变化作出重大贡献。当然，新技术是否完全取代旧技术，是否对处于衰退阶段的产业产生“毁灭性”冲击，还受到技术性质、技术使用者偏好、经济及社会条件等多重因素的影响，但新技术并不一定立刻就对现有的产品技术和产业产生影响。

6产业革命实现的重要机制

从技术变革到产业革命，并不是通过孤立的技术创新个案实现的，而是通过一系列特殊的自组织机制实现的。这些重要的机制主要有：

（1）原始创新的引擎效应

如果仅仅考虑技术创新出现的时序，可以将技术创新划分为原始创新和模仿创新。原始创新是产业革命发生的重要基础，它对产业革命和经济增长具有“引擎”作用。

原始创新的市场整合过程就是率先创新拉动或者推动产业成长和经济增长、发挥“引擎”作用的过程。原始创新得以实现的过程是市场整合的过程，也是产业技术变革的过程。原始创新的市场整合是在两个层面上进行的：一是创新者对于原始创新可能获得的超额利润的理性预期；二是市场对于原始创新的接纳，市场接纳原始创新的前提是创新符合现实的市场需求，或者原始创新创造了新的市场需求。一项率先创新的市场整合周期就是其原始创新周期，它取决于特定创新的技术难度、创新中获得技术的方式、使用外部技术的比重、过程组织的有效程度、企业本身的规模特性以及创新中资源配置的费用——时间替代弹性等。

原始创新对产业革命的“引擎”效应取决于四种因素：

- ①以R&D为基础的创新比重。
- ②创新的质量，或者说实质性创新的比重。
- ③个案创新产生的直接增长效应。
- ④个案创新诱导和强制创新集群生成的能力。

（2）模仿创新的扩张效应

原始创新能否引发产业领域中的技术革命，主要取决于原始创新在产业领域中形成的“涨落”能否通过某种特定的正反馈机制迅速扩张放大，变成产生领域内的“巨涨落”，进而对整个产业领域产生革命性的影响。众多的经济学研究发现，就创新对产业拓展和经济总量增长的直接贡献而言，任何个案原始创新的作用都是微乎其微的。众多企业对于原始创新的模仿行为对于原始创新植入产业革命的过程功不可没，具有强大的扩张效应。

（3）技术创新的继起机制

任何创新的模仿扩张一旦接近饱和规模，则其对于产业变革和经济增长的乘数效应、增值效应和优化效应就会衰减乃至消失。此时经济中就需要新的原始创新来为持续的经济增长和产业变革提供新的引擎。在市场经济中，技术创新的持续进化和不断替代，是产业变革和经济持续增长的必要前提。

技术创新持续涌现主要有三种可能的方式：

- ①强制替代，即无论现存的技术是否已达到其市场生命周期的末端，新的创新技术都会强制地从经济活动中挤出现存技术。
- ②边际替代，即当围绕现存技术的模仿扩张接近饱和规模，模仿竞争使边际超额利润趋于零时，一些企业就会推出新的创新技术以替代现存技术。
- ③差别技术，即面对现存技术，一些企业往往会推出与其功能相似或相近的创新技术，在特定的市场域中替代现存技术。

（4）产业结构的优化机制

技术创新植入产业变革的过程还表现在产业结构的合理化过程中。产业结构状态对于经济增长的决定作用，在很大程度上是通过技术创新与产业结构变化的互动机制实现的。这一互动机制可以描述为：产业结构的某些特征诱发技术创新，技术创新促使产业结构的优化，产业结构的优化产生集成效应，进一步提高创新效益并诱发新一轮创新。从技术变革到产业革命正是通过这一互动机制实现的。产业结构的某些特征会诱发技术创新。产业结构中存在的瓶颈既会诱发根本性创新，也会诱发改进性创新。

7 产业革命实现的社会条件

（1）在近代文明发展史上，虽然已经多次出现过像蒸汽机革命、电力技术革命、信息技术革命以及正在进行的生物技术革命之类的伟大的技术革命，但是，在经济学家眼中，真正算得上产业革命的却只有“18世纪末开始于英国，19世纪扩展至西欧、美国及日本的工场手工业的普及现象”，即蒸汽机革命。从技术革命的现实影响来看，电力技术革命可以被视为蒸汽机革命引发的那场产业革命的继续，但信息技术革命无疑应该算是一场全新的产业革命。技术革命只是在具备了一定的经济和社会条件时，才会促进产业革命的发生，并非任何技术革命都能导致产业革命。

（2）一些研究者指出，产业革命首先在英国发生并不是偶然的

①17世纪后期，英国比较彻底地完成了资产阶级革命，确立了君主立宪政体。

②长期执政的自由党人通过了一系列有利于工商业发展的法律。

③农业的资本主义化已基本完成，圈地运动使大批农民成为城市无产者，为工业发展提供了人力资源。

④早期商业资本家在殖民和海外贸易过程中积累了大量的原始资本，他们中的大多数向工业资本家转化。

⑤英国的天然资源十分丰富，煤和铁矿储量尤其充足，广大的殖民地保障了广阔的商品市场。

这些优越的条件使英国率先掀起了产业革命。

11.2 课后习题详解

1什么是技术创新？

答：技术创新是以技术成果的商业化为目的、与研究和开发活动密切相关、向市场推出新产品和新服务的活动或过程。技术创新本质上是技术资源和产业资源整合配置的过程和结果。技术创新的发展历程主要有：

（1）伊诺思“技术创新是几种行为综合的结果。这些行为包括发明的选择、资本投入保证、组织建立、制定计划、招用工人和开辟市场等。”同时期的林恩则首次从创新时序过程角度来定义技术创新，认为技术创新是“始于对技术商业潜力的认识而终于将其完全转化为商业化产品的整个行为过程”。

（2）1969年，美国国家科学基金会指出：技术创新是一个复杂的活动过程，从新思想和新概念开始，通过不断地解决各种问题，最终使一个有经济价值和社会价值的新项目得到实际的或成功的应用。同一时期，美国工业调查协会把创新看做是“实际应用新的材料、设备和工艺，或是某种已经存在的事物以新的方式在实践中的有效使用。创新是一个承认新的需要，确定新的解决方式，发展一个在经济上可行的工艺、产品和服务并最后在市场上获得成功的完整过程”。

（3）1973年，英国经济学家弗里曼认为，“技术创新是一技术的、工艺的和商业化的全过程，其导致新产品的市场实现、核心技术工艺与装备的商业化应用”。

（4）20世纪80年代中期，经济学家缪尔塞对相关的技术创新研究作了较系统的整理分析。在此基础上，他指出，技术创新是以其构思新颖性和成功实现为特征的有意义的非连续事件。这一定义突出了技术创新的如下特征：技术创新活动的非常规性，包括新颖性和非连续性；技术创新活动必须获得最终的成功实现。

2简述科学家、发明家和企业家在技术创新中的重要作用。

答：（1）科学家及其作用

①从技术创新发展的历史来看，在多数情况下，创新者和发明家是两个不同的概念。科学家是对真实自然及未知生命、环境、现象及其相关现象统一性的数字化重现与认识、探索、实践、定义的专业类别贡献者。科学家群体已经把人类社会这个大群体带离了自然动物时代。这个世界上的多数人已经可以不必为最基本的生存资料而担忧。

②科学家们总是要寻找全世界最好的科研人员加入自己的团队，从而更好地研发自己的项目，以利于技术创新的不断深入。各国科研界各领域的发展状况有很大的不同，需要让科研人员在灵活的机制下更紧密地合作，正是这种需求促使欧盟在其分担责任的领域推动欧洲国家共同进行研究。

（2）发明家及其作用

①发明家指创造、拥有新装置、新设计或新方法者能更好地提高和影响人类生活水平、对人类社会未来发展有着巨大帮助，在人类发明史上作出伟大奉献或在发明界有一定影响力的人物。

②发明是技术创新的基础，所以发明家在技术创新中地位突出。发明是新颖的技术成果，不是单纯仿制已有的器物或重复前人已提出的方案和措施。它不仅要提供前所未有的东西，而且要提供比以往技术更为先进的东西，即在原理、结构特别是功能效益上优于现有技术。它必须是有应用价值的创新，有明确的目的性，有新颖的和先进的实用性。

（3）企业与企业家

①企业是创新的主体。技术创新涉及新思想和新发明的产生以及产品设计、试制、生产、营销和市场化等一系列活动，涉及多个部门和组织。但在市场经济的条件下，企业却是真正的技术创新的主体，企业家是名副其实的创新者。企业技术创新活动是不同的创新参与者共同作用的结果，这些不同创新参与者分别担当创新活动中的不同角色，对整个创新活动的实现发挥着不同的作用。有效的技术创新激励机制是企业技术创新活动持续实现的重要因素。

②根据新古典学派的创新理论，技术创新是生产要素的重新组合。创新者未必是发明家或科学家，但必定是一个企业家。创新者能够赏识一个技术方案的商业潜力，并创造出一个有效的资源整合计划和市场营销方案，并将这些方案转变成受消费者欢迎的产品和服务。这与仅仅提出一个技术方案或发明设计的科学家和发明家所从事的工作是完全不同的。

3如何形成企业创新的激励机制？

答：企业技术创新的高风险和高回报并存的特点使得对创新的激励成为必要。对技术创新活动的激励可分为两个层次：即国家对企业技术创新活动的宏观激励和企业内部对技术创新活动的微观激励。这些激励主要包括产权激励、市场激励、企业激励和政府激励四个方面。

（1）产权激励，它主要通过确立创新者与创新成果的所有权关系来推动技术创新活动的持续进行。产权，是指一个社会所强制实施的选择一种经济品的权利。由于产权规定了创新者与创新成果的所有关系，这就使产权成为激励创新的一个重要制度保障。可以这样说，技术创新的层出不穷，在很大程度上归之于产权激励机制的不断完善。

（2）市场激励，它主要通过市场竞争机制来实现对创新者的激励。许多研究者指出，市场和产权一样，也是一种实施费用低、效率高的激励制度。许多重大的技术创新活动首先发生在市场经济发达的资本主义国家，这并不是一种历史的偶然现象。美国的经济学家纳尔逊认为，是市场机制决定了资本主义国家技术进步的速度。

（3）政府激励，由于技术创新成果的公共产品特性和较强的“外部效应”或“外溢性”特点，市场机制引致的技术创新不一定就是社会发展最优化的技术创新。就目前各国创新激励的实际运作来看，非市场激励主要表现为政府激励。

（4）企业内激励，企业内激励主要表现在两个方面：

①企业对作出技术创新成果的创新者给予股权等各种形式的物质激励和精神激励，将这些富有创新精神的科学家、发明家和企业家视为企业的人力资本，在各种利益分配上区别对待。

②企业为适应技术创新活动开展的需要，大胆进行各种组织结构调整，通过充分授权、弹性管理等方式激励企业员工的技术创新活动。

4分析产业革命实现的重要机制。

答：从技术变革到产业革命，并不是通过孤立的技术创新个案实现的，而是通过一系列特殊的自组织机制实现的。这些重要的机制主要有：

（1）原始创新的引擎效应

如果仅仅考虑技术创新出现的时序，可以将技术创新划分为原始创新和模仿创新。原始创新是产业革命发生的重要基础，它对产业革命和经济增长具有“引擎”作用。原始创新的市场整合过程就是率先创新拉动或者推动产业成长和经济增长、发挥“引擎”作用的过程。原始创新得以实现的过程是市场整合的过程，也是产业技术变革的过程。原始创新对产业革命的“引擎”效应取决于四种因素：

①以R&D为基础的创新比重。

②创新的质量，或者说实质性创新的比重。

③个案创新产生的直接增长效应。

④个案创新诱导和强制创新集群生成的能力。

（2）模仿创新的扩张效应

原始创新能否引发产业领域中的技术革命，主要取决于原始创新在产业领域中形成的“涨落”能否通过某种特定的正反馈机制迅速扩张放大，变成产生领域内的“巨涨落”，进而对整个产业领域产生革命性的影响。众多的经济学研究发现，就创新对产业拓展和经济总量增长的直接贡献而言，任何个案原始创新的作用都是微乎其微的。众多企业对于原始创新的模仿行为对于原始创新植入产业革命的过程功不可没，具有强大的扩张效应。

（3）技术创新的继起机制

任何创新的模仿扩张一旦接近饱和规模，则其对于产业变革和经济增长的乘数效应、增值效应和优化效应就会衰减乃至消失。此时经济中就需要新的原始创新来为持续的经济增长和产业变革提供新的引擎。在市场经济中，技术创新的持续进化和不断替代，是产业变革和经济持续增长的必要前提。技术创新持续涌现主要有三种可能的方式：

①强制替代，即无论现存的技术是否已达到其市场生命周期的末端，新的创新技术都会强制地从经济活动中挤出现存技术。

②边际替代，即当围绕现存技术的模仿扩张接近饱和规模，模仿竞争使边际超额利润趋于零时，一些企业就会推出新的创新技术以替代现存技术。

③差别技术，即面对现存技术，一些企业往往会推出与其功能相似或相近的创新技术，在特定的市场域中替代现存技术。

（4）产业结构的优化机制

技术创新植入产业变革的过程还表现在产业结构的合理化过程中。产业结构状态对于经济增长的决定作用，在很大程度上是通过技术创新与产业结构变化的互动机制实现的。产业结构的某些特征诱发技术创新，技术创新促使产业结构的优化，产业结构的优化产生集成效应，进一步提高创新效益并诱发新一轮创新。从技术变革到产业革命正是通过这一互动机制实现的。产业结构的某些特征会诱发技术创新。产业结构中存在的瓶颈既会诱发根本性创新，也会诱发改进性创新。

5简述产业革命实现的社会条件。

答：（1）技术革命的定义

技术革命是指正在成长中的新技术系统，包括技术的理论基础、技术结构、技术活动的方式及方法、技术的规范及标准、技术应用的形式及规模等取代旧技术传统的活动或过程。这种技术传统的变换意味着人类实践手段或方法的飞跃。技术革命首先是技术变化，但技术革命是在技术上带有根本性的、有广泛影响的大变化。

（2）技术革命社会条件的重要性

①技术变革注定会对特定的产业领域及其相应的社会关系产生重大影响，但产业革命能否实现并不仅仅取决于特定的技术条件，社会条件也是考察产业革命发生的重要因素。技术革命只是在具备了一定的经济和社会条件时，才会促进产业革命的发生，并非任何技术革命都能导致产业革命。

②技术革命是产业革命形成的必要条件和现实基础，但不是充分条件。从技术革命走向产业革命还有赖于众多的其他社会因素的相互推动和补充。如果一个社会允许特定技术发挥作用的社会空间很小，或者将特定技术的应用引向歧途，那么再卓越的技术变革或技术发明也不会对这个社会的产业变革产生多大影响。

（3）产业革命实现的社会条件

①制定系列有利于工商业发展的制度

英国比较彻底地完成了资产阶级革命，确立了君主立宪政体。长期执政的自由党人通过了一系列有利于工商业发展的法律；农业的资本主义化已基本完成，圈地运动使大批农民成为城市无产者，为工业发展提供了人力资源。

②建立社会财富增长机制，拓宽经济实力

西方之所以超越中国，是因为西欧在中世纪中后期建立了一种有利于不断创新的社会财富增长体制。产业革命之所以发生，正是以这种财富增长体制的存在为基础的。这种财富增长体制是在中世纪中后期的商业革命中逐渐形成起来的。

③资本的原始积累和自然资源的丰富

早期商业资本家在殖民和海外贸易过程中积累了大量的原始资本，他们中的大多数向工业资本家转化；英国的天然资源十分丰富，煤和铁矿储量尤其充足，广大的殖民地保障了广阔的商品市场。这些优越的条件使英国率先掀起了产业革命。

第12章 科学技术的社会运行

12.1 复习笔记

一、科学共同体及其社会规范

1 社会中的科学共同体

（1）科学共同体的含义

①像其他社会活动一样，科学活动必然涉及主体、客体及工具三种要素。应该首先关注科学活动的主体——由科学家组成的科学共同体。

②科学共同体是英国科学家和科学哲学家M. 波兰尼于1942年首先提出的概念，用以指科学家群体。科学共同体更多地是指一种关系共同体（有时也用于指地域的科学家群体）。在科学社会学中，科学共同体的概念首先突破了地域的限制，而强调科学家群体所具有的共同信念、共同价值、共同规范，以区别于一般社会群体和社会组织。

③科学共同体含有两层意义

a. 整个的科学界，用于考察其外在关系。

b. 部分科学家组成的各种集团，用于考察科学界的内部结构。

④现实中科学共同体的形式多种多样，学者们对此进行了大量研究

a. R. 怀特莱认为，科学本质上是一种职业组织；科学共同体首先是荣誉组织，又是雇佣组织。学派是科学共同体的一种重要形式，它是科学活动中合作研究的独特共同体。

b. 1980年康斯坦还首先提出了技术共同体和技术范式的概念，并被意大利技术经济学家多西进行了发展，科学共同体扩展成更广泛的科技共同体。

c. 普赖斯及社会学家克兰还发现了“无形学院”这种非正式的科学共同体，它们是科学家通过直接交谈、通信等个人联系方式进行非正式交流而形成的。

（2）构成科学精神气质的社会规范

①社会规范的含义

拓展确证无误的知识，是科学共同体进行科学活动的基本社会目标。实现这个目标，科学共同体必须服从特定的行为规范。这些规范分为认识规范和社会规范两类：科学认识规范多指一般方法论约定，科学社会规范则是科学共同体活动的社会行为准则，支配着所有从事科学活动的人。

②四类制度性必须的规范

1942年，默顿发表了一篇后被定名为“科学界的规范结构”的论文，提出四类制度性必须的规范——普遍主义、公有主义、无私利性、有条理的怀疑主义——构成了现代科学的精神气质。

a. 普遍主义

普遍主义强调科学的标准到处都一样。科学没有阶级性。对科学活动结果的接受或排斥，不依赖科学家的个人属性或社会属性，与科学家的种族、国籍、宗教、阶级及个人品质毫不相干。科学结果必须服从普适性标准，即与现实及已证实的知识相一致，而排斥其他一切非科学标准的强加。普遍主义也意味着科学大门为一切人敞开着，人们可以自由进入科学事业的殿堂。但是，社会力量和其他规范常破坏、压迫科学普遍主义，希特勒时代的科学便因此受到摧残。民主、自由、国际主义精神有利于科学普遍主义的实现。

b. 公有主义

公有主义要求研究者不独占或垄断科学成果。科学家的研究是建立在前人知识积累的基础上，科学发现都是社会交流与协作的产物，应归属于全体社会成员。科学家的知识“产权”仅限于其某种发现对知识的贡献而通过评价、承认获得的优先权，但不享受占有权。因此他必须尽快完全地公开他的发现，来获取同行的承认以争取优先权，否则就会延缓科学的发展。技术用专利权保护优先权，但应反对资本主义技术垄断。

c. 无私利性

无私利性要求从事科学活动而创造知识的人不应以科学牟取私利。科学的根本目的在于追求知识和真理，“为科学而科学”。求知的热情、好奇心、对人类利益的无私关怀等品质为科学家所具有，而欺骗、诡辩、滥竽充数、滥用专家权威等不诚实的谋私利行为与此不容。这不是单纯利己或利他的道德问题，而是科学体制的要求。根本的一点在于，科学家应将其认识牢固置于可检验性基础之上，避免片面性，并经受同行的严格审查。

d. 有条理的怀疑主义

怀疑主义强调科学的永恒批判精神。所有的科学知识都要时刻经受检验，科学不是永恒的真理，科学家对于自己和别人的工作，无论是何人何时的，都应采取怀疑的态度，这有助于批判创新。当这种有条理的怀疑主义表现为科学日益渗入其他社会领域的努力时，意味着科学对整个社会系统各方面的批判态度。这常使科学和社会规范产生激烈冲突，如哥白尼“日心说”、基因遗传学说等，直到二者最后协调。

2历史上科学优先权的争让

（1）科学评价中的优先权争夺的案例

①牛顿与他的同胞也同是皇家学会成员的胡克为光学和天体力学的优先权发生过几次论战，牛顿把胡克描绘为“对什么都提出要求的人”。牛顿还与德国哲学家、数学家莱布尼茨就微积分的发明权进行了长期痛苦的论战。

②英国化学家戴维是法拉第的老师 and 提携者，后来却为了优先权的问题与法拉第完全闹翻，以至于他利用自己皇家学会会长的地位顽固地反对法拉第的会员资格。

③科学史上也不乏君子之举，在优先权上相互谦让和宽宏大量。例如，两个伟大的英国生物学家达尔文和华莱士都想把进化论的首创权让给对方，在这件事发生后50年，华莱士仍然坚持这一点。

（2）默顿提出科学精神气质的社会规范的影响

①默顿提出科学精神气质的社会规范后，遭到一些学者的批评，他们认为科学家常会不遵守这些规范。

②大多数科学家的行为符合并认同这些规范。当规范被少数人破坏时，就会激起科学家们的道德义愤；当科学受到较大社会制度压制而不能按科学精神气质行事时，科学界捍卫规范的集体力量便显示出来，形成一种科学抗争运动。

③默顿提出的科学精神气质，应当看做是科学社会规范中的一种理想类型。它特别切合专致求知的纯科学活动。对于今天的大量应用开发研究，默顿规范应当拓展。

3科学交流与同行评议

（1）科学交流

①科学交流的重要性

科学研究成果必须成为公有的，这是科学活动中的一条基本社会规范。无论科学家们私下里想什么或说什么，直到他们的发现报告于世并载入永久的记录，才能看作是属于科学知识。所以英国著名学者齐曼说，科学的基本社会体制是它的交流系统。

②科学交流的内容

在美国科学社会学家哈格斯特龙看来，科学行为是为了要得到承认而进行的信息交换；信息（或者说知识）是科学家赠予其他科学家的礼物，以换取希望得到的承认作为酬报。即科学交流就是通过一定方式把科学家获得的知识信息传播出去，以获得同行和社会承认的过程。

③科学交流的方式

通常，正式的科学交流方式是在正规的科学刊物上发表有关新知识的论文或专著，向科学共同体公布某种科学成果。科学知识的最初形式应当在科学的原始文献中找到。后来人们设计的检索系统，对大量论文形成的目录提要、文摘杂志、数据汇编、评论文章等定期出版物，构成第二手文献（现已计算机数据化），只是便于他人了解和查找，对原始科学知识没有直接贡献。

④科学交流的途径

对原始科学文献的引证，是科学共同体各成员间研究工作的正式交流联系的途径。科学是累积和进步的，每一项新贡献必须充分参考它称之为根据的事实和理论。科学论文将先前论文作为事实及理论的可信来源而正式引证。这就实现了一个作者和另一个作者之间的交流。一篇现代科学论文常常引用几十篇其他论文，这些论文遍布于以往十年甚至更远的过去。引证过程也会体现批判精神，因为别人的发现也并不都是正确的。

⑤无形学院

科学交流还有一种非正式形式，这被普赖斯首次发现，并在《小科学，大科学》中将其交流群体称为“无形学院”。无形学院在英国皇家学会成立前已出现，现在依然存在；其成员通过互送未定稿、通信、直接交谈等进行迅捷的非正式交流与合作。克兰根据其实证研究，明确地把科学交流系统分为正式的与非正式的两类。在科学前沿，往往是由“无形学院”通过少数人的非正式交流系统创造出新知识，然后由大范围的正式交流系统来评价、承认、推广和传播。

⑥科学论文的发表

由于科学论文的质量有很大差异，编辑们只会尽量发表新颖的、有说服力的、与杂志服务的专业有关的论文，于是很多稿件被退回或被要求修改。退稿的比例对于不同的杂志和学科有很大差别，但都很少低于20%；《自然》或《科学》等有声望的杂志，可能高达80%。

（2）同行评议的含义

科学论文发表前后，都要经过同行的评议、选择和鉴定。一般学术杂志的编辑，都具有一定的职业技能去评价和选择所投的论文，有的还要征求同行专家的意见。这些专家被称为鉴定人或评论者，他们是与被评价论文的作者工作在相同领域的其他科学家。一篇论文在被同行评议后发表，其内容一般还没有被完全确认，只有在经受其他科学家所作的足够长期的批判性评价而被科学共同体鉴定后，才会得到职业承认同行评议是个复杂的社会过程，它要求集中体现科学社会规范，但由于其中渗透着社会的和心理的因素，所以常会表现出违规的现象。一是评议过程中出现牟取私利、剽窃他人成果、弄虚作假等行为；二是常出现科学同行抵制科学发现的情况。由于同行评议中的“普朗克原理”和“权威决定原理”的存在，观念、门户之见及权威作用，此时也会阻碍科学发现的承认。

4科学权威作用的两重性

（1）科学权威的负面影响案例

①挪威青年数学家阿贝尔，1842年完成了“五次方程代数解法不可能存在”的数学证明，解决了几百年悬而未决的大问题。但在他的祖国，没有一个重要的数学家重视他的成果。阿贝尔把论文寄给外国数学家，其中包括“数学之王”德国的高斯，仍然不被理睬。高斯只是把他的论文归入没有读过的论文堆里，直到高斯死后，人们才在论文堆中找出这篇原封未动的论文。

②法国青年数学家伽罗华提出了群论的基本思想，并利用“群”的概念来研究代数方程的根式求解问题。这一崭新的思想两次提交法兰西科学院，均被遗失；第三次送交的论文因数学权威泊松说“完全不能理解”，也未被发表。伽罗华21岁因决斗去世，在他死后14年，由于数学家刘维尔的努力，他的手稿才得以发表，他的卓越功绩才得到肯定。

③物理学家欧姆的名字，今天人们已不陌生。但当时他在电学实验方面的工作长期被忽视，因为他不过是德国科隆耶稣教会大学预科的一个不引人注目的数学教师。

④卢瑟福是首先实现人工核裂变的科学家，可以说，人工利用原子能的大门就是他打开的。但是，1932年，当报纸上载文预言有朝一日可能利用原子能时，卢瑟福立即加以反对。1933年，他在英国协会年会上发言说：“就释放能量来说，用原子核来做实验可以说纯属浪费。所有那些谈论在工业上利用核能的人们都是在作荒唐的空谈。”直到1937年逝世，卢瑟福都坚持人类在任何时候都不可能利用蕴藏在原子中的能量。可惜他没有看到，1938年人类就发现了铀的链式反应。

（2）对待科学权威的正确态度

科学权威在科学活动中，在发现的承认过程中具有两重性。他们是学术带头人，有作为学术核心推动科学前进的一面；但权威只是过去的结晶，如果他们停滞不前，就又有可能会造成学术迷信而压制科学创造性的一面。当人们在科学发现的确认问题上十分重视科学权威的意见时，不要忘记，即使是第一流的科学家也难免有判断失误的时候，而那些学术地位很低的无名小辈，倒有可能拥有科学的真理。

5科学界的社会分层

科学界由于社会承认及声望等方面的差异，科学共同体内的科学家呈现出明显的分层排布，形成典型的金字塔结构。

（1）科学分层的代表观点

①普赖斯首先在《小科学，大科学》中按论文生产率划分科学家：占总数75%的称为“低分者”的作者，发表的论文量仅占论文总数的1/4，位于金字塔底部；10位高产者（每人10篇以上）发表的论文占论文总数的1/2以上的人则发表全部论文的1/4，位于金字塔的尖顶。

②美国女社会学家朱克曼更明确地分析了科学界分层的金字塔现象，她是从分析美国诺贝尔奖金获得者的有关情况进行的。她在《科学界的精英》一书中指出：“与在美国的每个诺贝尔奖金获得者相对而言，有大约6800位自封的科学工作者；4300位载入《全国科技人员登记册》的科学家；2600位有足够资格列入《美国男女科学家》一书中的科学家；还有2400位获有博士学位的科学家；而更上层的话，有大约13位全国科学院院士。”

③J. 科尔与S. 科尔两兄弟在《科学界的社会分层》一书中，根据美国物理学界的情况，广泛地讨论了科学界的社会分层问题。科尔兄弟指出，对科学界的分层现象可以从不同方面进行研究。例如，个人科学声望、科学产出率、学科专业的声望都有差异，甚至还有非学术等级制度。他们还认为，科学是一个高度分层的体制，在科学界内部，社会承认与权力有着明显的不平等，科学由相对少数的精英支配，威望、权力、资源、设备集中在很少的“富有者”手中，但“富有者”与“穷人”之间并没有明显的社会冲突。

④朱克曼书中资料表明，诺贝尔奖获得者67人中，作出获奖项目时的年龄分布的百分比是：20岁～29岁占16%，30岁～34岁占25%，35岁～39岁占22%，40岁～44岁占21%，45岁～49岁占7%，50岁～54岁占7%，全部获奖人创获奖项目时的平均年龄是37.6岁。这个年龄是科学创造的最佳年龄，当然不排除个别人大器晚成的。

⑤科学文献按其学术水平和使用价值也呈现分层现象，存在一种核心期刊效应。联合国教科文组织1967年的一项研究显示，物理学和化学领域中重要文摘杂志编摘的75%的论文，仅来自10%的被摘录期刊，少数期刊位于金字塔尖端。

（2）关于社会分层的两个理论

最重要的两个关于社会分层的理论是功能理论和冲突理论。

①戴维斯和摩尔的功能主义，把分层现象看成是精英所承担工作的重要性，以及他们在承担这种工作中特有能力的一种结果。功能理论认为重要岗位上稀缺的人获得更高地位会激励科学才能的发展；但它因不能具体说明怎样确定功能重要性而受到批评，它也不能说明从事科学的内驱力。

②达伦多夫等人的冲突理论认为，科学分层中奖励的不平等分配是权力不平等分配的一种结果。冲突理论认为，科学界的分层现象是不符合普遍主义的表现，甚至是先在的权力作用和科学界内剥削行为的结果，但它却不能说明许多科学家的声望更多地与学术思想状况而非社会因素直接相关。

6科学奖励的特征

处于科学分层体系中不同层次的科学家，获得的奖励是不同的。

（1）李克特的三种奖励理论

美国社会学家李克特指出，一位科学家因其工作可能会寻求或接受三种奖励中的任何一种：

①科学活动中固有的奖励，例如对科学作出贡献的满足感。

②并非科学活动中所固有的，但是在科学共同体内部并由科学共同体分配的奖励，例如其他科学家所给予的职业上的承认。

③主要是从科学以外的来源获得奖励，例如金钱和公众的承认。

（2）科学奖励系统的意义

科学奖励系统体现了科学家扮演其科学角色的好坏与相应报酬之间的关系。科学奖励系统并不像经济奖励系统那样运行，后者以薪水衡量成绩的大小，尽管科学奖励状况也可按收入来考察，大多数著名科学家的

薪水无疑比那些不著名的要多。但薪水还会受不同任职组织机构等因素的影响。科学奖励系统中，金钱并不是根本的，重要的是科学共同体对科学家在增进科学知识方面所作出的贡献给予的承认和荣誉。所以，默顿说，科学王国的基本通货是承认，奖金只是加重影响的一种象征。

（3）科学奖励的标准

科学奖励运行的机制，是依照科学家所取得的成就大小赋予奖励的，成就大小要由科学共同体予以评价确认。优先权的确立意味着科学家实现了推进知识的目标，从而履行了作为一名科学家的职责；优先权之争间接地反映了科学家对科学社会规范的遵守和角色期望的满足。默顿在《科学发现的优先权》一文中讲到：“科学只要经常地在功能上强调独创性并据此来分配较多的奖励，就可以使对优先权的承认成为至高无上的东西。”

（4）科学奖励的根本方式

科学奖励的根本方式是承认和荣誉，其具体形式又是多样的。默顿提到的科学奖励系列有：命名、奖金、会员资格、学者资格、科学组织名誉成员和委员会工作、编辑、名誉学位、教授身份、主席身份、演讲人身份、顾问身份、被科学史家提名、出版、在他人的工作中被承认以及被同行评价。默顿学派其他成员也作了深入研究。哈格斯特龙把科学奖励划分为初步承认与建制承认两类：前者是同行在非正式交流中赢得的尊重与赞扬，后者是在正式交流中获得的各種社会承认。科尔兄弟则把科学奖励分为荣誉承认和职业岗位承认，荣誉承认包括荣誉奖励和知名度，职业岗位承认体现职位声望的高低。

（5）影响科学奖励系统的运行的机制

①马太效应来自“马太福音”：凡有的，还要加给他，叫他多余；没有的，连他所有的也要夺过来。这意味着“有名望的科学家的贡献被给予过多的赞扬，而相对不知名的科学家虽作了程度相近的科学贡献，却只能得到低得多的承认”。

②马太效应直接延伸出波敦克效应：声望低机构里的科学家获不利的奖励。

③有些反效应，如努道普效应：低声望机构里的科学家获得多于他们显然应该得到的承认；韦泰姆效应：高声望机构里的科学家没有获得属于自己“份额”的起码承认。

④马太效应的影响

在科学活动中表现出各种“增强效应”，对科学发展有利有弊。马太效应是在科学建制化过程中自然形成的，有其合理性，同时也有其制约机制。它在人才选育、资源配置、信息交流、科学分层等方面都有积极作用；但是，它会漠视某些新人才、新成果，评价中也会有权威滥用等。必须建立更完善的奖励机制，合理控制马太效应等作用。

二、科技运行的社会保障

1 科研经费的投入

（1）科技活动必须有充分的社会条件的保障，这些社会条件涉及人力、财力、信息等资源乃至整个社会政治环境。

（2）科研经费投入是科技活动中社会投入的财金支持，它是科研活动的基本条件之一。现代科技活动规模巨大、程度复杂，涉及仪器设备和劳动的费用空前高昂，需要社会巨大的资金投入。

（3）现代科技经费投入是一种事业性投入，更是一种生产性投入。

（4）科技经费数量是反映一个社会科学技术事业的规模和发展程度的一项重要指标。

（5）增加科技投入的保障是必须要有充足的科技经费来源。

（6）科技经费的投入使用与其投入来源有所不同。同时，科技经费在基础、应用、开发三大研究领域的投入使用量也有很大差别。

（7）科技经费投入方式一般采取科技基金制形式。企业科技基金从企业内部各项经费中提取，国家和政府各部门的科研基金由财政预算拨款。此外，也可以通过私人赞助、科技贷款、风险投资等方式投入科技经费。

2 科技人才的培养

（1）科技人才的重要性

①科技活动中最根本的要素是科技人员。他们是科技活动的主体，进行着能动性的科学创造和技术发明活动。所以，科技人员特别是高素质的科学家及工程师等科技人才，是开展科技活动最宝贵的资源。良好的科技人才培养体系，是科技运行极其重要的社会保障。

②科学成为一种社会建制的主要标志，就是有相当数量的科学家以科学为职业而从事科学活动。科技人员数量和质量的增長是科技发展的重要指标之一。

（2）培养造就科技人才，应当遵循人才成长的内在规律。人才学揭示了人才成长的多重规律，突出的有下列几方面：

①人才发展的阶段性。对于个体而言，科技人才的孕育发展大体上都要经过以下几个阶段：智力萌发阶段、知识继承与能力发展阶段、创造阶段、能力衰退阶段。

②人才发展群体结构的互补性。对于特定社会的科技活动系统，科技人才的培育是以群体形式发展的。人才群体具有一定比例的多种结构，如专业结构、职类结构、智能结构、年龄结构等。各种结构只要保持恰当比例，人才群体发展就会具有相互感应的互补功能。

③人才发展中数量与质量的统一性。在科技人才的培育过程中，要注意数量的发展，更要注重质量的提高。没有科技人才数量的充分发展，就没有科技活动的广泛开展；没有高素质高水平的科技人才，就没有尖端、前沿的高科技水平和深度。

（3）人才培养的途径

主要包括基础教育、高等教育、继续教育及一些专项人才培育计划。

①基础教育一般包括小学和中学教育，主要是在促进学生身心健康和智力发育的基础上，进行科技人才的兴趣、爱好、气质的培养，并使学生掌握某些基础的科技知识。

②高等教育则要培养科技人才的创造能力，并要实现教学、科研和实践的结合；其中，研究生教育在科技人才培养中占据显著地位，发达国家中70%的优秀科技人才源自研究生教育。

③继续教育包括各种在职进修、岗位培训、博士后研究，甚至包括工作中的“边干边学”，它们为社会拓宽了科技人才培育的终身渠道。

④目前世界上许多国家都在实施不同形式的“人才强国”战略，设立各种人才培养专项计划。例如，20世纪80年代美国政府批准了国家科学基金会的“总统青年研究员资助计划”和海军的“青年研究员计划”，旨在加强对青年科技人才的培养。

3信息资源与科技传播

（1）信息资源

①含义

信息资源，这里是指科技活动中所运用的信息文献或情报资料。科技信息是源于科技活动、反映科技活动状态、实现科技创造的一类信息。科技传播是科技信息有序运动的一种形式，其目的是实现科技信息的交流与共享。

②重要性

a. 作为一种重要的社会活动建制，科技活动成为一般社会劳动的一部分，信息资源成为与物质、能量并列的三大自然资源之一。

b. 科技信息资源及其传播问题早已引起了科学学家的重视。贝尔纳在20世纪上半叶就指出：信息资源利用对现代科技活动非常重要。现代科技情报信息量增长急剧。

（2）科学情报源分类

苏联著名情报学家米哈依洛夫在其《科学交流与情报学》一书中，引述并讨论了原美国物理研究所所长H. W. 考契关于物理学方面的一种情报源分类：

物理学方面的科学情报源

情报源类型	已发表的	准发表的	未发表的
第一手的	杂志 专著	总结 预印本 专利说明书	会议 讨论会 信件 座谈
第二手的	文摘杂志 信号杂志 书目 简介	内部的信号通报服务 机读记录的情报	信件 座谈
第三手的	综述 编纂物 手册性参考书	总结 情报分析中心的材料	演说 学术会议 专业会议

(3) 科技信息资源的特点

科技信息资源具有一般信息资源所没有的特点。

- ①从内容上看，科技信息资源具有科学性、专业性、价值可转移性（失去时效后转为知识）、价值增值性（信息升为知识或转化为产品）。
- ②从外在资源功能上看，科技信息资源具有再生性、共享性、社会性。这表明科技信息资源在科技、经济和社会发展中具有重要功能。

(4) 科技传播

科技传播是知识信息的扩散流动。贝尔纳按所说的信息资源或受众不同把科技传播分为两大类：“这个问题可以划分为提供专门资料 and 提供一般资料两个部分，第一部分涉及科学出版物本身的职能和科学家之间个人联系的其他手段，第二部分涉及科学教育和科普工作”。考虑到向生产流动的技术，科技传播常划分为专业交流、科技教育、科技普及、技术传播。显然，贝尔纳所讲的第一类科技传播，就是通常所说的科学交流。这种交流就是科学共同体内的信息传播。如前所述，它常包含正式交流和非正式交流两种途径。

4科技活动的社会政治环境

科技活动要得以正常运行，除了需要财物投入、信息资源开发及人才培育等社会条件外，还需要社会政治环境的保障。

(1) 社会政治因素对科技发展的作用

- ①科技活动的方向、速度和规模所受的影响。
- ②科技知识的内容所受的影响。关于科技知识内容所受的影响有两派对立的典型观点：
 - a. 较传统的科学知识社会学，它认为科学知识的内容不受社会政治的影响。这一点通常靠经验证据便可确认，科学知识是由客观自然规律支配和决定的，这类知识的内容与社会政治环境没有关系。基于此，科学社会规范，如无私利和普遍主义等，要求科学家以一种政治中立的方式行事，科学共同体内的活动应尽力回避政治；要采取一种无私利的、政治上中立的态度对待客观事实资料；积极参与政治被认为是背离科学家的要求，并对科学研究事业有极大损害。
 - b. 社会建构论，它认为科学知识本身也是社会政治环境作用的产物，甚至是由社会文化和政治等因素所决定的。科学社会建构论者迈克尔·马尔凯，“我们发现，人们喜欢把科学知识看做是一个因情形而定的文化产物，它不能与其产生的社会环境相分开”。著名的“卡尤加湖争论”研究，被用来说明科学知识是根据政治目标而进行解释的。显然，社会建构论揭示了社会政治环境因素对知识产生的影响，但它极端地否定了知识内容客观性的一面，这是令人难以接受的。

(2) 科技政策的作用

社会政治环境对科技运行的作用，集中体现在科技政策中。事实证明，正是科技政策控制着一个国家科技活动的规模、速度和方向。科技政策的作用常通过价值导向、相关政策渗透或直接的政策指向实现。科技政策的内容，常根据国家不同时期所面临的经济社会目标、政治状况及科技本身的特点来决定，其效果也

随历史而变化。

（3）经济和法律制度的作用

恰当的经济和法律等制度，也是科技发展得以顺利进行的重要社会环境，由于科技活动与经济社会的密切关系，在经济层面上一般采取契约式，实行科研合同制、科学基金制、技术市场等机制，这就需要恰当的科技经济运行机制及其规则体系。与此相适应，科技活动还进一步需要调整其社会关系的法律规范。对这种法律规范的需求，已从古代的技术规范发展到近现代的知识产权，再到当代的宏观科技法治。

（4）社会文化价值氛围的作用

适宜的社会文化价值氛围也是科技活动得以顺利进行的重要条件。科学共同体提供的文化资源，主要是科学的种种精神气质。社会大环境提供的文化资源，主要是大的社会文化氛围。科学家及科学社会学家一致认为，科学与民主由于寻求共同的价值和它们对科学自主性所要求的共同认识，所以它们是完全相容的。

三、科技竞争力与综合国力

1现代科技成为第一生产力

现代科学技术在社会运行过程中，不仅吸纳大量的社会资源，也展现出巨大的社会价值。在一定意义上，科学技术成为经济社会竞争力的焦点及综合国力的决定因素，其根本原因在于：科技成为第一生产力。

（1）关于生产力第一要素的争论

①“生产力中人的因素第一”与“科学技术是第一生产力”，这两个命题是从不同角度和意义上讲的，二者存在深刻的内在统一性。

②生产力中人的因素第一，这是就生产力中人与物的关系而言的。生产力的外在实体要素包括劳动者、劳动工具和劳动对象，其中劳动者是生产力的主体，是唯一具有能动性的因素，因而是处于首位的或第一位的决定因素。

③科学技术是第一生产力，这是就生产力中内在因素与外在因素的关系而言的。生产力的内在因素是智力因素，如劳动者本身的智能和劳动资源的质量；生产力的外在因素是物力因素，如劳动者的体力和劳动资源的数量。即以科技为内含的智力因素已占主导地位，位居第一。

总之，这两个命题其实是一致的。它们共同表明：当代生产力发展主要依靠劳动者科技素质的提高，掌握了科学技术的劳动者是现代生产力的主体。

（2）科学技术成为第一生产力，必须具备两方面的条件：

①科技成为直接生产力的基本条件，这要求科技成果具有实用性、匹配性和效益性。

②科技成为第一生产力的标志条件，即科技成为生产力中最关键、最活跃和最强有力的因素。

③现代科学技术具备成为直接生产力的基本条件：

a. 实用性。现代科技成果不再只是停留在科学家或发明家手中，而是被工程师、技术员和技术工人所掌握和驾驭，并能提供实用物质产品。

b. 匹配性。一项科技成果既要使自身各方面具备成熟性，又要与其他相关科技成果相匹配，还要与生产条件相匹配。

c. 效益性。技术的先进性与其效益性不是简单的线性关系。技术能否转化成生产力，最终还要看其能否创造效益。现代科技整体上表明其自身能创造效益。

（3）科技进入生产过程并且成为第一生产力

①现代科技成为经济系统的内生变量而并入了生产过程，成为生产和经济的第一要素。

②现代科技变革生产过程中的劳动、资源和资本品，成为决定其价值的第一因素。

③现代科技在一定意义上能主导客观经济运行中的供给与需求。科学技术先作用于供给，直接创造产品与服务，通过供给的改变来激发相应的需求。信息科技的进步还使实现需求的手段发生变革。

④现代“社会经济技术系统”的诞生标志着科技已成功并入生产和经济过程，并承担着第一生产力的功能。社会经济技术系统是一种现代技术形式，它把自身嵌入整体社会经济运行、使技术成为社会经济内生变量的同时，也把社会经济运行的需要作为自己运行方式的内生变量。

2 知识经济时代的企业竞争力

现代科技通过全面并入经济生产过程，实现了潜在生产力到直接生产力再到第一生产力的转变。科学技术作为第一生产力，在社会经济中这主要体现在它成为知识经济时代企业竞争力的核心。

（1）知识经济

经济合作与发展组织（OECD）的定义是：知识经济是建立在知识和信息的生产、分配和使用之上的经济。即在知识经济中，推动经济发展的主要因素已不是土地、劳力及资本，而是知识。

（2）知识

OECD把知识分为：关于事实知识、原理知识、方法知识、人事知识四类。显然，科技知识在知识经济中的“知识”中占据核心地位。

（2）知识经济的影响

知识经济的出现，使“科学技术是第一生产力”的论断得以充分体现。前面讲到，对于物质生产来说，科学技术成为第一生产力，主要是通过科技——生产——经济的一体化实现的。而科学在未并入生产过程之前，还只是一种潜在的知识形态的生产力。在知识经济形态中，科学本身就是直接的知识生产过程，于是科学也就成为直接生产力了。因此，知识经济的实质，便是体现科学技术是第一生产力的经济。

（3）企业的国际竞争力

在知识经济时代，企业竞争力的核心是科技竞争力。企业竞争力现在一般指企业的国际竞争力。较权威的瑞士洛桑国际管理发展学院（IMD）的定义是：“国际竞争力是指一国或一家公司在世界范围市场上均衡地生产出比其竞争对手更多财富的能力。”首次将其评估指标分为研究开发等八大类。1990年，美国哈佛大学商学院的M. 波特（M. Porter）教授提出了著名的国际竞争力理论。波特认为，如果一个国家能在那些劳动生产率增长快、技术发明多且快的产业部门中领先，这样的国家就是具有竞争优势的国家。

3 综合国力竞争的焦点

（1）时代背景

冷战结束后，伴随着新科技革命的发展和知识经济的兴起，世界政治多极化和经济全球化的趋势显著增强，国家间的竞争更趋激烈，进入了新的阶段。新的竞争方式，不再是明显的军事对抗，而是国家综合国力的较量。新的竞争特点是：以经济为核心，以科技为基础，以全球为竞争场。为了赢得竞争，从发达国家到发展中国家，都在重新审视自己的国家发展战略，调整国策，加速发展科技教育，加紧人才争夺，抢占科技制高点，呈现出纷繁复杂、愈演愈烈的综合国力竞争局面。

（2）竞争的焦点

高新科技及其人才成为综合国力竞争的焦点。为了在国际分工和国际竞争中获取更大的利益，世界各国特别是发达国家，都在根据国际和国内的市场导向，不断调整产业结构。西方发达国家将大量资源投向高新科技，积极发展知识经济，而将劳动密集型和资本密集型产业转向发展中国家。

4 科学与国家利益

美国前总统克林顿和前副总统戈尔在《科学与国家利益》政策文件中认为，国家利益中有五个长期的核心要素：健康、繁荣、安全、环境责任、生活质量；每一核心要素都要求对科研和教育给予强有力的保证。

（1）健康需要认识、预防和治疗疾病，并保证供应合适、安全和有营养的食品；这些日益依赖于分子水平的生物学研究。

（2）繁荣需要技术创新，而基础科学和工程学研究对其是根本性的。

（3）国家安全长期建立在技术优势之上，这种优势是以科学和工程的创新及对其战略性支持为基础的。

（4）对环境的责任要求更好地理解生物圈中各组分之间、人类活动与其周围世界之间复杂的相互关系；必

须进行基础研究，发展相应的技术，以检测和纠正环境问题，管理自然资源并保护环境。

（5）改进公民的生活质量涉及所有这些以及更多的要素。

5科教兴国战略的确立

在科学技术成为第一生产力、知识经济蓬勃兴起的历史条件下，中国确立了科教兴国战略。科教兴国既是一种目标，又是一种手段。科教兴国作为一种战略，其目标是要全面提高综合国力。科教兴国也是要以发展科技教育为手段，实现振兴国家的伟大目标。

（1）时代背景

近代以来，许多国家实际上通过主动发展科技和教育，走上了强国之路。日本在明治维新时期就明确提出了“教育立国”。20世纪80年代初，日本又重新提出“科技立国”的方针。韩国等新兴工业化国家，在振兴过程中也提出过类似的科技立国的策略。中国自近代以来，由于闭关锁国政策、昏庸腐败的封建统治、遏制人才的科学制度等原因，科技发展受到严重阻碍。科技落后造成军事经济的落后，综合国力的衰落，酿成了近代史上中华民族屡遭外国列强欺辱的悲剧。许多志士仁人怀着“科学救国”“教育救国的理想。

（2）正式提出

1995年，中共中央国务院发布了《关于加速科学技术进步的决定》，并召开了全国科技大会。江泽民同志代表中共中央在大会上正式提出要实施科教兴国发展战略。他指出，科教兴国是指全面落实科学技术是第一生产力的思想，坚持教育为本，把科技和教育摆在经济、社会发展的重要位置，增强国家的科技实力及实现生产力转化的能力，提高全民族的科技文化素质，把经济建设转移到依靠科技进步和提高劳动者素质上来，加速实现国家的繁荣富强。

（3）重要特点

科教兴国战略有一个重要特点，这就是把科技人才的培养和全体国民素质的提高作为科技发展的手段和目标，把科技发展和教育、科普统一起来。它特别突出了科技和教育的相互依存关系，把科技与教育作为服务于“兴国”目的的一个整体来看待。这样一来，落实科学技术成为第一生产力，促进知识经济发展以至提高综合国力，就有了较深刻的基础。

（4）配套的体制

实施科教兴国战略，是一个综合性的社会系统工程，需要合理的经济政治体制与之相配套。一方面，经济政治制度要保证促进教育科技的发展；另一方面，教育与科技发展也要促进经济和政治的发展。在知识经济时代实施科教兴国战略，无论从近期还是长期效果来看，都要始终坚持把发展教育和科技放在首位，加大投入、加大改革力度。要建立全面的信息服务系统，提高高等教育网络化程度，促进我国的信息化进程。还要积极利用各种渠道和方式，推动科技与生产的结合，改变人才培养模式，促进创造型人才的产生。

（5）进一步深化

最近，中共中央又提出了人才强国战略，并作了相应的部署，这是对科教兴国战略的进一步强化和深化。人才强国战略把科技与教育更紧密地结合在一起，要全方位造就各种层次特别是高层次人才，不拘一切形式，促使各类人才大量涌现。这将大大地提高全社会的自主创新能力，体现出以人为根本资源和根本目的的“以人为本”的发展观。可以相信，人才强国战略的实施，能够大大增强中国社会的竞争力，提高中国的综合国力，从而使实现中华民族伟大复兴的愿望具有了更加切实的保障。

12.2 课后习题详解

1 如何理解科学社会规范？

答：（1）社会规范的含义

拓展确证无误的知识，是科学共同体进行科学活动的基本社会目标。实现这个目标，科学共同体必须服从特定的行为规范。这些规范分为认识规范和社会规范两类。科学认识规范多指一般方法论约定，科学社会规范则是科学共同体活动的社会行为准则，支配着所有从事科学活动的人。

（2）四类制度性必须的规范

1942年，默顿发表了一篇后被定名为“科学界的规范结构”的论文，提出四类制度性必须的规范——普遍主义、公有主义、无私利性、有条理的怀疑主义——构成了现代科学的精神气质。

①普遍主义

普遍主义强调科学的标准到处都一样。科学没有阶级性。对科学活动结果的接受或排斥，不依赖科学家的个人属性或社会属性，与科学家的种族、国籍、宗教、阶级及个人品质毫不相干。科学结果必须服从普适性标准，即与现实及已证实的知识相一致，而排斥其他一切非科学标准的强加。普遍主义也意味着科学大门为一切人敞开着，人们可以自由进入科学事业的殿堂。但是，社会力量和其他规范常破坏、压迫科学普遍主义，希特勒时代的科学便因此受到摧残。民主、自由、国际主义精神有利于科学普遍主义的实现。

②公有主义

公有主义要求研究者不独占或垄断科学成果。科学家的研究是建立在前人知识积累的基础上，科学发现都是社会交流与协作的产物，应归属于全体社会成员。科学家的知识“产权”仅限于其某种发现对知识的贡献而通过评价、承认获得的优先权，但不享受占有权。因此他必须尽快完全地公开他的发现，来获取同行的承认以争取优先权，否则就会延缓科学的发展。技术用专利权保护优先权，但应反对资本主义技术垄断。

③无私利性

无私利性要求从事科学活动而创造知识的人不应以科学牟取私利。科学的根本目的在于追求知识和真理，“为科学而科学”。求知的热情、好奇心、对人类利益的无私关怀等品质为科学家所具有，而欺骗、诡辩、滥竽充数、滥用专家权威等不诚实的谋私利行为与此不容。这不是单纯利己或利他的道德问题，而是科学体制的要求。根本的一点在于，科学家应将其认识牢固置于可检验性基础之上，避免片面性，并经受同行的严格审查。

④有条理的怀疑主义

怀疑主义强调科学的永恒批判精神。所有的科学知识都要时刻经受检验，科学不是永恒的真理，科学家对于自己和别人的工作，无论是何人何时的，都应采取怀疑的态度，这有助于批判创新。当这种有条理的怀疑主义表现为科学日益渗入其他社会领域的努力时，意味着科学对整个社会系统各方面的批判态度。这常使科学和社会规范产生激烈冲突，如哥白尼“日心说”、基因遗传学说等，直到二者最后协调。

2 怎样认识科学运行的社会保障？

答：（1）科研经费的投入

①科技活动必须有充分的社会条件的保障，这些社会条件涉及人力、财力、信息等资源乃至整个社会政治环境。

②科研经费投入是科技活动中社会投入的财金支持，它是科研活动的基本条件之一。现代科技活动规模巨大、程度复杂，涉及仪器设备和劳动的费用空前高昂，需要社会巨大的资金投入。

③现代科技经费投入是一种事业性投入，更是一种生产性投入；科技经费数量是反映一个社会科学技术事业的规模和发展程度的一项重要指标。增加科技投入的保障是必须要有充足的科技经费来源。

（2）科技人才的培养

①科技活动中最根本的要素是科技人员。他们是科技活动的主体，进行着能动性的科学创造和技术发明活动。所以，科技人员特别是高素质的科学家及工程师等科技人才，是开展科技活动最宝贵的资源。良好的

科技人才培养体系，是科技运行极其重要的社会保障。

②培养造就科技人才，应当遵循人才成长的内在规律。人才学揭示了人才成长的多重规律，突出的有下列几方面：人才发展的阶段性、人才发展群体结构的互补性、人才发展中数量与质量的统一性。

③人才培养的途径主要包括基础教育、高等教育、继续教育及一些专项人才培育计划。

3科学技术是怎样成为第一生产力的？

答：（1）关于生产力第一要素的争论

①“生产力中人的因素第一”与“科学技术是第一生产力”，这两个命题是从不同角度和意义上讲的，二者存在深刻的内在统一性。

②生产力中人的因素第一，这是就生产力中人与物的关系而言的。生产力的外在实体要素包括劳动者、劳动工具和劳动对象，其中劳动者是生产力的主体，是唯一具有能动性的因素，因而是处于首位的或第一位的决定因素。

③科学技术是第一生产力，这是就生产力中内在因素与外在因素的关系而言的。生产力的内在因素是智力因素，如劳动者本身的智能和劳动资源的质量；生产力的外在因素是物力因素，如劳动者的体力和劳动资源的数量。即以科技为内含的智力因素已占主导地位，位居第一。

总之，这两个命题其实是一致的。它们共同表明：当代生产力发展主要依靠劳动者科技素质的提高，掌握了科学技术的劳动者是现代生产力的主体。

（2）科学技术成为第一生产力，必须具备两方面的条件：

①科技成为直接生产力的基本条件，这要求科技成果具有实用性、匹配性和效益性。

②科技成为第一生产力的标志条件，即科技成为生产力中最关键、最活跃和最强有力的因素。

③现代科学技术具备成为直接生产力的基本条件：

a. 实用性。现代科技成果不再只是停留在科学家或发明家手中，而是被工程师、技术员和技术工人所掌握和驾驭，并能提供实用物质产品。

b. 匹配性。一项科技成果既要使自身各方面具备成熟性，又要与其他相关科技成果相匹配，还要与生产条件相匹配。

c. 效益性。技术的先进性与其效益性不是简单的线性关系。技术能否转化成生产力，最终还要看其能否创造效益。现代科技整体上表明其自身能创造效益。

（3）科技进入生产过程并且成为第一生产力

①现代科技成为经济系统的内生变量而并入了生产过程，成为生产和经济的第一要素。

②现代科技变革生产过程中的劳动、资源和资本品，成为决定其价值的第一因素。

③现代科技在一定意义上能主导客观经济运行中的供给与需求。科学技术先作用于供给，直接创造产品与服务，通过供给的改变来激发相应的需求。信息科技的进步还使实现需求的手段发生变革。

④现代“社会经济技术系统”的诞生标志着科技已成功并入生产和经济过程，并承担着第一生产力的功能。社会经济技术系统是一种现代技术形式，它把自身嵌入整体社会经济运行、使技术成为社会经济内生变量的同时，也把社会经济运行的需要作为自己运行方式的内生变量。

4你认为应当如何回应知识经济的挑战？

答：（1）知识经济，即“以知识为基础的经济”。从内涵来看，知识经济是经济增长直接依赖于知识和信息的生产、传播和使用，它以高技术产业为第一产业支柱，以智力资源为首要依托，是可持续发展的经济。知识经济与传统的工业经济相比，具有八大特征：资源利用智力化；资产投入无形化；知识利用产业化；高科技产业支柱化；经济发展可持续化；世界经济全球化；企业发展虚拟化；人均收入差距扩大化。

（2）个人认为针对知识经济的挑战，应该从国家和企业两方面来考虑。具体而言：

①国家层面：实施科教兴国战略和人才强国战略。

- a. 科教兴国战略的重要特点，就是把科技人才的培养和全体国民素质的提高作为科技发展的手段和目标，把科技发展和教育、科普统一起來。它特别突出了科技和教育的相互依存关系，把科技与教育作为服务于“兴国”目的的一个整体来看待。这样一来，落实科学技术成为第一生产力，促进知识经济发展以至提高综合国力，就有了较深刻的基础。
- b. 人才强国战略把科技与教育更紧密地结合在一起，要全方位造就各种层次特别是高层次人才，不拘一切形式，促使各类人才大量涌现。这将大大地提高全社会的自主创新能力，体现出以人为根本资源和根本目的的“以人为本”的发展观。
- c. 科教兴国既是一种目标，又是一种手段。科教兴国作为一种战略，其目标是要全面提高综合国力。科教兴国也是要以发展科技教育为手段，实现振兴国家的伟大目标。
- d. 实施科教兴国战略，是一个综合性的社会系统工程，需要合理的经济政治体制与之相配套。在知识经济时代实施科教兴国战略，无论从近期还是长期效果来看，都要始终坚持把发展教育和科技放在首位，加大投入、加大改革力度。要建立全面的信息服务系统，提高高等教育网络化程度，促进我国的信息化进程。还要积极利用各种渠道和方式，推动科技与生产的结合，改变人才培养模式，促进创造型人才的产生。

②企业层面：注重技术创新开发研究，充分认识知识的价值，坚持面向市场并占领市场，以回应知识经济的挑战。

- a. 企业要注重技术创新开发研究。知识经济时代主要以知识作为战略资源，而知识资源的传播与使用不受时空限制，在运用过程中又能创造出新的知识来。企业必须提高获取和应用知识的能力，企业的管理者要有战略眼光，瞄准国内国际网络创造出来的信息市场，把企业自身具有的知识资源转化为生产力，在此过程中又生产出新的知识资源，促进技术开发研究。
- b. 实现企业现代化管理，充分认识知识的价值。知识的价值是由包含在产品和服务中的知识的含量决定的。
- c. 始终坚持面向市场并占领市场。要全面转变市场营销观念，变开发与导向型为市场导向型是中国企业适应新知识经济形式的必然渠道。

第13章 科学技术与社会的互动

13.1 复习笔记

一、科技与社会各子系统的互动机制

1科技与社会各子系统联动的具体情形

(1) 科技与社会的互动最显著地表现在经济上。一方面，科技融入生产力诸要素，并融入经济过程各环节，制约或决定着经济的发展。另一方面，经济因素对科技也具有强大的反向作用，成为科技发展的重要动力及物质条件，决定着科技发展进程。

(2) 科技与政治具有强烈的互动作用。政治是社会力量的集中体现，它以强制手段规范着社会活动的行为，对当代科技发展具有突出的制约作用；同时，现代科技也高度影响着政治活动与政治发展。

(3) 科技与法制具有互动性。法制是国家行为规范的集中体现，也是组织和管理科技活动的重要手段，成为科技运行社会环境的重要部分；反过来，当代法制建设也深受科技影响，科技发展对法制的变化具有刺激作用。

(4) 现代科技与军事的交互作用。现代科技的发展直接掀起了军事技术领域的巨大变革，也促成了新型作战思维的形成与作战方法的产生。同时，军事战争、武器的研制也强烈地刺激科技发展。

(5) 现代科技与教育紧密联系和交互作用在一起。教育是科技可持续发展的必要条件，它通过为社会培养大量的各类科技人才来推动科技进步；科技进步使教育目标和内容发生深刻变化，并在整体上推进教育发展。现代科技与教育相互渗透、相互促进。

(6) 科技与宗教文化长期交织、扭结和互相作用。科技与宗教相互孕育、相互冲突、相互促进。科技与宗教既具有相异和排斥的一面，也有相互促进的一面。这种交织作用会随着历史发展起伏不断。

总体而言，由于现代科技广泛深入地渗透社会生活之中，科技与社会各个子系统、各种要素之间都发生着复杂的联系和互动，而且其互动的方式是多层面的，互动的机制是相互关联的、多样性的。

2双向四面（正负）的作用方式

科技作为一个相对独立的社会活动系统，与社会其他子系统的具体作用方式和机制是各不相同的。其基本的作用方式可归结为双向四面的活动。科技系统对社会各子系统发生作用，社会各子系统也对科技系统发生作用。而且科技系统对社会各子系统既有正面的、积极的作用，也有负面的、消极的作用。同时，社会各子系统对科技系统也是既有正面的作用，又有负面的作用。

(1) 科技与社会各个子系统的作用是双向的

①科技对于政治这个方向的作用，对于科技与政治的互动而言，科技的进步对政治发展具有推动作用。科技进步会带来生产力及整个经济基础的改变，进而会带来社会文化以及整个社会制度的变革。而且，科技还能够有效地巩固社会的政治基础。先进制度战胜落后制度，从根本上讲，是依靠科学技术创造了更多的社会生产力和劳动生产率。国家的政治职能和管理职能的实现都离不开科学技术发展。在维护社会秩序、抵抗外来侵略、保卫国家利益的过程中，军队、警察、监狱等国家机构，都要依靠科技作用才能更好地实现其目标。

②政治对科技系统的作用，一般来说，落后、专制的政治制度会阻碍科技发展，而先进、民主的政治制度会促进科技发展。

(2) 把握科技与社会各子系统的互动方式的四个基本方面

①宗教对科学的积极、正面作用。这种作用现在仍被许多人忽视甚至否定。宗教对科学发展的积极作用主要有三点：

a. 宗教孕育了科学。科学的萌芽脱胎于原始的神话、宗教。《圣经》中就记载了古犹太人的许多科技成就。

b. 近代科学的产生与发展也借助了宗教力量。近代科学革命时期，宗教既为科学先驱们提供了理论预设，即因果、理性、秩序；同时又成为科学探索的动力和导向。默顿在其博士论文中已揭示了清教的这种作用。

c. 宗教对现代科学及其价值仍具有辩护作用。科学不可能达到绝对真理，也不能回答许多“价值”问题，从而为宗教留下了作用空间。

②宗教对科学的消极、负面作用。科学与宗教分离后，其认识的对象、方法、功能有显著的差别和分歧。尽人皆知，宗教曾强烈地压制科学的产生与发展。例如，坚持“日心说”的科学家曾受到极度迫害。

③科学对宗教的积极、正面作用。近代科学家常用科学知识证明上帝的存在和作用。当代神学家也利用某些科学理论来阐发宗教教义，同时还利用现代科技作为开展宗教活动的先进手段。

④科学对宗教的消极、负面作用。科学常常动摇着宗教信仰，冲击着宗教体系。近代科学的天体演化论直接对抗基督教的上帝创世说。从此，科学在每一领域的重大成就，都意味着对自然界进行宗教解释的否定。同时，科学对宗教的这种否定，也出现了极端的负面效果，如科学主义的流行。

（3）要历史地、具体地研究科技与社会政治、经济、文化间的互动关系和机制

①从互动的内容来看，科技与社会在不同领域的互动方式有不同特色。科技与经济的互动主要表现在与物质经济运行的关系上。

②从互动的源泉来看，科技与社会在不同状态的互动机制表现不同。科技决定论、社会建构论等都是从不同角度揭示不同状况下科技与社会互动的动力源。

③科技决定论认为，科技的发展状况决定社会的性质和面貌，而不是社会因素决定科技的发展。科技的发展推动社会各因素的发展。科技不仅自我运动，也支配着社会各子系统的运动，社会各因素虽然在一定程度上影响和制约科技活动，但在根本上却受科技活动的支配；科技最终会取代各种社会力量。科技决定论从情绪上有悲观论与乐观论之分，形式上表现为科技自主论、技术决定论、科技治国论、技术统治论等各种形态。

④社会建构论又称为科技的社会决定论或价值决定论、背景论。它强调社会因素对科技实践的至上性，认为科学发现和技术发明根源于特定的社会背景，由文化选择和政治、经济权力的分布决定，而不是由特定的科技问题自身的客观性来决定。

3张力的保持与协调

（1）张力的含义

科技与社会大系统及其各子系统相互作用的机制，体现了一种张力关系。张力，实质上是矛盾的对立统一，这里指系统各要素间既相互联结和制约，又相互分离和排斥的倾向和趋势。

（2）张力的重要性

科技与社会各子系统之间存在着内在有机联系，其中必须保持协调的、适度的张力。如果科技与社会各子系统之间丧失必要的张力，科技与其他社会系统变成没有足够差别的同一，那么，各子系统就会丧失独立性，社会组成就会失衡，结构就会缺乏活力。如果科技与社会各子系统间的张力不协调或者过大，相互之间就会冲突，甚至相互联系就会断裂，难以实现良性互动。科技与经济、政治、宗教文化之间的互动，就充分反映了这种关系。

（3）科技对于经济的独立性

尽管现代科技能够而且很大程度上并入了经济过程，进而体现了科技是第一生产力的功能，但是在一定意义和程度上，科技还要相对于经济保持一定的独立性。这是因为科技与经济在价值目标、活动方式等方面都有一些本质的差别。经济活动的基本目的主要是给人们带来物质财富和经济效益等功利性的价值。科技活动的目的除了具有功利性的价值以外，还要具有知识、真理和精神的價值，科技活动具有一定的探索性，失败是比较正常的现象。经济活动则具有效率性，要体现出效益。因此，科技活动要保持与经济的充分联系，讲究一定的经济效益；同时，科技也要保持充分的独立性，实现追求知识和真理的价值目标。现实社会活动中，两方面的教训都很深刻。一是割裂了科技与经济的有机联系，造成了科技与经济双方发展的滞后；二是极端的经济功利目标压制了科技对知识真理的探索，阻碍了科技的全面发展，最终也使经济发展缺乏可持续性。

（4）政治权力过度干预导致的危害

政治权力对科技活动的过度控制和干预，必然危害科技的相对独立性及科学特有的自由。这会给科技发展带来多方面的严重后果：

①损害科研中的求实精神。

②科学活动效益低下。

③对科技主体的身心带来伤害。

（5）科技与宗教文化也要保持张力

科技与宗教文化也要保持应有的张力。科学与宗教有着密切而复杂的联系。它们长期扭结在一起，时而相互孕育，时而相互冲突。今天，科学虽然在很大程度上削弱了宗教，但它并不能完全消除宗教，宗教在许多方面仍具有存在的价值。同样地，宗教也应当保持自己合适的角色，不要谋求诋毁科学或者装扮成伪科学或堕落为迷信。对宗教而言，为社会道德建设服务或许是一种较好的归宿。

（6）科技与社会之间的张力

科技与社会之间必要张力的保持，是二者分别保持活力的根本条件。它们之间张力的协调，是其走向良性互动的必要条件。

二、两种文化的分离与交融

1两种文化论的提出与论争

科学技术除了具有生产力和经济功能外，还具有精神文化功能。在与人类社会广泛的联系和渗透互动的过程中，科技活动形成了鲜明的科学文化特征。与科学文化相对应的其他现代社会文化，关注的主要是人而不是自然，则被称为人文文化。科技与社会的互动也强烈地反应在文化层面上。

（1）两种文化的提出

①两种文化（即科学文化与人文文化）问题，是由英国学者C. P. 斯诺第一次明确提出来的。斯诺是一个集物理学家和文学家于一身的跨越两种文化的学者。1959年5月7日，斯诺在剑桥大学的里德演讲《两种文化与科学革命》中指出，科学文化与人文文化这“两种文化”存在分歧与冲突；并且，两种文化的分裂不仅在英国是十分普遍的现象，它存在于整个西方社会。

②斯诺在现实中观察到各种分离与冲突。他发现，从事科学文化的人（科学家）与从事人文文化的人（如文学家）之间，在知识、心理状况及道德方面很少有共同性，他们几十年来几乎完全没有交往。整个西方社会的精神生活日益分裂为两个极端：一极是文学知识分子，一极是科学家。由于两者在教育背景、学科训练、研究对象和方法等诸多方面存在差异，所以他们关于文化的基本理念和价值判断经常处于相互对立的位置；而两个阵营中的人又都彼此鄙视，不愿去理解对方。

③对于两种文化分裂的原因，斯诺认为很大程度上是由于教育过于专门化而造成的。因此，必须改变现行的教育制度和教育方法，开展足够的文理交叉教育，让科学家了解人文文化，使人文学者懂得科学文化。只有这样才能架起彼此理解和沟通的文化桥梁。否则，斯诺预言，两种文化的分离与对立会日益加剧。

（2）两种文化的分离

①莱斯利·史蒂文森在《多面孔的科学》中，将典型的科学家与传统的文学家、艺术家、浪漫型人之间的特质进行了有趣的对比，构成14个方面的两两对照，这就是：理性——感觉（左端为典型的科学家的特质，右端为文学家、艺术家等的典型特质，下同），抽象——具体，概括——特殊，有意抑制——自然而然，决定性——自由，逻辑——直觉，简化——杂多，分析——综合，原子主义——整体主义，实在性——表面化，乐观主义——悲观主义，男性化——女性化，阳刚——阴柔，左脑——右脑。

②科学文化与人文文化的差异和对立的确是客观存在着的。科学与人文无疑是有区别的。偏重科学和偏重人文的人在思维、情感、性格、气质等方面，也会有显著差异。典型的科学知识分子与典型的人文知识分子的性情确有不同。前者偏重理性、抽象、实在性等，后者则偏重感觉、具体、形象等。

2科技偏离人文的发展

科学文化与人文文化的分离与对立，自然有着深层的社会历史原因。历史上，两种文化曾是有机结合在一起的，它们共同构成了人类文化。科学发展壮大后才逐步偏离了人文文化。这种偏离是从认识与实践两方面展开的。

（1）古代文化中并没有近代意义的科学，也没有明确意义的人文。它们作为相对独立的文化现象只是近代以后的事。但在古代文化中已存在两种文化分化的萌芽，主要表现在古代哲学认识从“专注自然”到“专注人

事”的中心转移。

（2）古希腊哲学中，前苏格拉底哲学关注的焦点是“世界的本源”问题。到了苏格拉底，他把先前智者派哲学家普罗泰戈拉提出的“人是万物的尺度”的认识论确立为普遍原则，把关怀、研究和认识人类自己作为哲学的中心议题。这就形成了文化意义的两个传统。柏拉图作为苏格拉底的继承人，把人的哲学提到中心地位，建立了“拟人”的理论，改变了认识对象的客观性，影响了千余年来人类文化的发展。

（3）西方文艺复兴时期，结合着科学精神萌芽的人文文化，开始从神学文化中独立出来；科学与人文实现了“黄金般的联姻”，共同对抗中世纪以来一直占统治地位的神学文化。文艺复兴涉及思想文化的各方面，主要由人文主义运动、宗教改革和新科学运动组成。它们共同渗透着理性主义的时代精神。

（4）中世纪神学抬高神而轻视人；人文主义和新科学运动则推崇人，进而颂扬人的尊严、价值和本质特征上的理性。人文与科学都要拨开神性的迷雾，唤醒人的本性；新科学也高举为人类服务的大旗。文艺复兴为科学与人文的发展开辟了道路，造就了两种文化交融于一身的大师。达·芬奇是其中的杰出代表，他既是杰出的艺术家，又是杰出的科学家。

3西方人看待世界的三种模式

（1）看待世界的三种模式

英国学者阿伦·布洛克把西方人看待世界的模式分为三种：

- ①超越自然的，即超越宇宙的模式，集焦点于上帝，把人看成是神的创造的一部分。
- ②自然的，即科学的模式，集焦点于自然，把人看成是自然秩序的一部分，像其他有机体一样。
- ③人文主义的模式，集焦点于人，以人的经验作为人对自己，对上帝，对自然了解的出发点。

这三种模式的第一种在中世纪占支配地位，当时的西方思想同神学有着一种特殊的关系。人文主义的模式同文学和艺术、史学和社会思想有着同样密切的关系。虽然这种模式可以从古代世界吸收哲学传统，但是它的现代形态只有在文艺复兴时期才能形成。而科学的模式还要晚一些，到了17世纪才形成。

（2）科学知识的重要性的提升

①近代科学诞生后，科学文化逐步发展凸显出来。科学之父培根强调人的力量和科学知识在其中的作用，突出了科学对于人文的独立性。涵盖着科学的广义“人文”早先把科学与人文结合成一个整体，以与“神文”相区别，这时分化成与科学相区别的狭义的“人文”。科学从广义文化中分离出来，成为科学长足发展的重要条件，同时也造就了科学与人文分离发展和对立的前提。

②从培根开始，科学家就对科学文化表现出极大偏重，认为只有以感性经验为基础的自然科学才是真正的科学，并相信科学方法可以应用到哲学中去。培根就主张“知识就是力量”。到了笛卡尔，从推崇理性的“理智主义”角度发展了“科学崇拜”思想，他认为，只有数学和物理学等自然科学才是唯一的科学，才能带来真正确定有效的知识。

（3）科学知识的双刃剑效应

科学在认识上偏离人文的发展尽管已显露出其缺陷，但在知识形式上却更多地显示出其进步的特征。而科技在实践中偏离人文的发展却带来了深刻的人类危机。科学技术发展到今天，其双刃剑效应极为显明，它一方面丰富了人类的物质生活和精神生活；另一方面也带来了威胁人类前途的全球性问题，背离了人类的根本利益与价值目标。由于科技的迅猛发展及其在生产生活中的短视性功利应用，带来了世界人口爆炸、资源枯竭、粮食危机、环境污染、生态恶化等一系列困境，尽管科技不是唯一的或根本的原因。同时，现代科技及其产品的应用，给人的活动方式及社会生活造成单一性和格式化。这些都成为当代人文主义者对科技进行批判的客观基础。

4两种文化的交融

科技与人文的融合不仅具有必要性，而且还具有充分的可能性：

（1）科技与人文在源头上是统一的。科技与人文的共同源头是客观自然界。在萌芽阶段，科学用来解释自然，人文用来歌颂自然。前者是理性的，体现了阿波罗（太阳神）精神；后者是情感的，体现了狄奥尼索斯（酒神）精神。它们是互补的。古希腊观念中，科学与艺术是相通的，在文艺复兴时期也是融合在一起的。

（2）科技与人文有着共同的追求目标。科技与人文都力图在精神上探求到统一和谐的世界体系，达到美的境界。例如，物理学家和音乐家都试图用秩序井然的世界代替经验世界，都是对美的追求。哈伯还讲道，科学上的创造力与艺术上的创造力是同一东西。

（3）科技与人文的统一的生理基础是人脑功能定位的互补统一。大脑两半球分别主管理性与情感，又相互联结协调。两半球只有均衡发展、综合使用，大脑总效率才能成倍增长。音乐就具有调节两半球的功能，开普勒、牛顿、普朗克、爱因斯坦等科学大师都是音乐爱好者。

（4）科技与人文的融合是人及其社会全面发展的趋向。人在走向理想境界的过程中，要求追求完整的人生体验，要求体会科学精神与人文精神。社会谋求持续协调发展，需要科技作动力，人文作导向。这会从根本上促进科学文化与人文文化的交融。

5科学文化与人文文化交融的途径

（1）观念上的相互借鉴启发。科学的观念与人文的观念可以通过相互借鉴、启发、融会来促进两种文化的相互渗透。这包括概念的移植、规则的移用、信念的一致等多层面的互动。如达尔文受马尔萨斯人口论“生存竞争”的启发、爱因斯坦对统一和谐美的信念等。

（2）研究方法 with 理论的相互渗透。自然科学技术与人文社会科学两大领域的方法、理论的交叉研究已取得了重大进展，不仅产生了“科幻文学”“行为科学”等众多交融性研究领域，更有横跨两大文化的系统科学等重大成果。

（3）组织联合研究活动。在战略发展研究乃至某些具体科学、工程、社会问题上确立项目、联合攻关。组织经常性的学术交流与研讨会，以加强两种文化的联系与沟通。

（4）从根本上推动两种文化教育的统一。社会教育体系中两种文化教育的脱节是其分离的重要原因之一。应该在幼儿园——小学——中学——大学——硕士——博士各教育阶段，注重科学文化与人文文化及其统一教育的适当安排，为两种文化的交融、统一打下人才基础。

三、科技活动中的社会契约

1科技活动的市场作用

从经济层面考察科技与社会的互动关系，科技活动也是一种投入产出过程，只是其产品不同于一般物质产品，而是通过研究活动产生的科技成果。

（1）科技活动及其资源配置运行方式有两种典型的模式：

①权力集中的计划经济机制，在某些特定历史时期或特殊的科技活动领域较为有效，如科技及经济基础相当薄弱条件下的科技活动或某些军事科技等特殊使命项目。

②权力分散的市场经济机制，在和平年代科技经济繁荣发展时期较为有效。

（2）市场机制对于科技经济活动资源配置作用

在和平与发展成为时代主题的历史大背景下，尤其是新科技革命的兴起发展和冷战的结束，市场机制对科技经济活动中资源配置的意义显得越来越突出。

①军事需要是科技发展重要的但已不是主要的动力，民用市场需求转而成为科技进步的主要动力。

②经济优先、民用为主、再运用于军事成为科技进步的主导模式。

③政府趋向于用经济手段协调，以民间企业为主体，呈现官、军、产、学联合开发的高新科技态势。

④高科技具有通用性特征而模糊了军用技术与民用技术的界限，更多科技活动的资源配置和流动都能够通过市场机制进行。

⑤科技成为第一生产力，科技转化为生产的速度加快。

⑥和平年代有利于市场机制的运行和功能的发挥。

（3）市场资源配置的优点

事实表明，从总体上看现代经济活动中的资源配置，市场机制优于集中计划的机制，科技资源配置宜采用市场机制。苏联及改革开放前的中国等社会主义国家都曾长期实行计划经济体制，初始一段时期都取得过很好的成效，但随后就陆续出现了生产率提高缓慢、经济效益低下、资源浪费严重、劳动者积极性不高等问题，科技进步的整体水平和效益也不高。许多人士指出，苏联后期科技经济发展的困境在于其僵化的行政命令体制。

2“社会与科学的契约”

由于政治主体是当代社会利益和资源分配的主要代理者，政治与科技的物质经济关系实质上代表着社会与科学的物质经济关系。由于政治与科技在人类社会的大系统中分别担当着不同的角色职能，对于科学研究项目它们又分别充任委托者或资助者与代理者的角色，形成一种委托——代理关系。在市场经济条件下，这种委托——代理关系表现为一种契约关系，这就是“社会与科学的契约”。

（1）“社会与科学的契约”理念的形成

①科技政策意义上的“社会与科学的契约”理念，被公认为是由万·布什等人确立的。1996年，美国密歇根大学前校长、物理学家达德斯泰德教授明确讲道：“这项著名的社会契约订立在万尼瓦·布什的报告《科学：无尽的前沿》中。”

②相应地，战后美国关于科研的联邦资助关系的立法，被戈斯顿比做英国的大宪章，即“社会与科学的契约”；现在，哪怕仅阅读一点科学政策文本或进入科学政策界，都可以处处显示“社会与科学的契约”。

③众议员乔治·布朗（长期担任白宫科学委员会成员）就是持这种看法的来自政治家的一个代表。西方科学家也普遍性地赞同和应用“社会与科学的契约”的说法。

④动物学家珍·鲁伯亨科在其1998年就任美国科学进步学会主席的就职典礼上甚至呼吁，要确立“社会与科学的新契约”，这种新契约能使“所有科学家将他们的精力和才干致力于解决当今最紧迫的问题，并依赖他们重要性的大小获取公众的资助”。

（2）“社会与科学的契约”的理论来源

“社会与科学的契约”的理论来源是社会契约论。社会契约论是一种理论设计，这种设计用于探讨政治与公民关系的原则，它涉及某种“原初状态”。由这种“原初状态”和几条基本原理就能推演出各种契约理论。当代西方政治哲学家罗尔斯指出，契约论坚持认为某种原则应被接受于被很好定义的初始状态中。17世纪的经典政治理论家洛克曾把这种原初状态定义为某种带有个性特征的自然状态。洛克主张用自然法和理性的力量来阐释这种自然状态，并将此作为一项基本原理用以接受他所讲的原则。对于“社会与科学的契约”而言，契约的双方，即社会或政治与科学，必须处于相对独立的状态才能体现契约的本质。这是“社会与科学的契约”关系的一个基点。所以，“社会与科学的契约”主体被称为相互分离的组织。

（3）“社会与科学的契约”的定义

①1990年，布鲁克斯精练了“社会与科学的契约”的定义：“科学将在很大程度上通过给予个人研究机构特许和契约而获支持，而将‘内部政策、人员、方法和研究领域的控制极大地留给机构自己’。总体而言，这意味着存在一种社会契约，这种契约发生在科学共同体与联邦政府（包括国会）所代表的美国人民之间。这种社会契约承诺广泛散布利益给社会和经济，并作为一种回报，要求一种非常程度的知识分子自主性以及对所获联邦资助的内部自理。”

②“社会与科学的契约”就是公众及作为其代表的政治主体与科学共同体的一种契约关系。前者为后者提供资助并保持科学自由，后者要为社会经济带来利益。分析家们和政策制定者通常讲，作为“社会与科学的契约”中科学的承诺而言，科学要交付物品给社会，以回报其无附带条件的资助。同时，“社会与科学的契约”也要承诺向科学提供金钱、训练有素的人才、复杂的仪器设备，以期获取对未来投资的回报。因此，社会与科学双方至今都维护及遵从这个契约。

（4）委托者——代理者的角色

D.H. 戈斯顿是美国新泽西州立大学的公共政策方面的助理教授。他同时也是哈佛大学肯尼迪政府学院科学与国际事务拜尔佛中心的成员。2000年，戈斯顿在其著作《在政治与科学之间》中，首先详尽地阐述了科学与社会政治之间委托者——代理者角色的定位问题。

①在委托者——代理者理论模型中，首要的是指明模型中的某一部分与现实中的哪一部分相对应。这就是说，人们首先要弄清楚现实生活中哪一部分充当委托者的角色，哪一部分充当代理者的角色。

- ②戈斯顿紧接着通过现实社会生活中多种委托——代理关系，进一步说明了委托者与代理者角色的定位。
- ③戈斯顿认为，只要存在委托与代理的契约或代表的关系，就能够运用委托者——代理者理论的观点进行透析。
- ④戈斯顿将几种典型的委托者——代理者的关系归纳在下表中：

典型的委托者—代理者的对应关系

委 托 者	代 理 者
资助人	执行者
顾客	蔬菜水果商
病人	医生
胖子	山姆·斯贝德
选民	政治家
政治家	研究者
国会	国家卫生研究院（NIH）
国会	研究者

⑤委托者——代理者理论应用于科技政策分析，就意味着政府是委托人，它要求科技代理人执行某种任务，因为委托人不能直接执行它。代理人执行被委托的任务，并非直接出自自己的利益，而是随着增加委托人的利益而最终获取某种利益。

3求实和效益问题与“边界组织”

（1）科技与政治之间的张力

- ①在委托者与代理者这两种角色之间，由于存在信息不对称问题和目标冲突，便产生了两个常见的委托——代理问题：“不利选择”与“道德风险”，从而导致研究活动的委托者与代理者之间凸显求实与效益的保证问题，产生科技与政治间的契约张力。
- ②在委托者——代理者理论中，社会政治系统与科技共同体通常分别扮演着委托者和代理者的角色，通过一定的社会契约发生联系和互动作用。
- ③像一般委托者与代理者的关系一样，社会及政治委托者与科学代理者之间也存在种种矛盾和冲突，形成委托者与代理者间的契约张力。戈斯顿认为，政治与科学间的这种契约张力集中体现在求实与效益两个问题上。
- ④政治委托者作为资助人要求科学代理者提供诚实可靠的知识并尽可能多地带来生产及经济效益。科学代理者作为研究的执行者能否很好地履行契约，就要看其研究结果在多大程度上体现这种求实性和效益性。

（2）研究活动的效益的两个含义：

- ①至少要推进知识的前沿。
- ②通常也要带来高等教育、军事安全、公共健康、经济优势及其他社会绩效。

（3）委托人所要求的求实性的两个含义：

- ①求实问题关联并影响着效益目标：研究成果是大量的科学应用的基础，作伪的研究一般会损害其应用的真确性并威胁科学政策目标；而且，作伪行为也浪费其他研究者的时间。
- ②求实是一种象征或观念上的要求：科学与民主是在启蒙运动中双生的，科学界是自由合作地追求共同目标的典范，也应是人类社会及其工具行动和价值观的有效性的典范，这也是代议制政府建立的基础；科学就是求实的象征。

（4）求实与效益问题形成的内在根据

戈斯顿借用保险理论中的“不利选择”和“道德风险”的概念，分析了研究活动中求实与效益问题形成的内在根据。

- ①从“不利选择”的观点来看，委托者具有选择恰当代理人的困难，因为它本来缺乏足够的有关专业知识和

信息，此即“信息不对称”。同时，委托者要找到完全共有其目标的潜在代理人也是困难和花费代价的。

②从“道德风险”的角度来看，在委托者给予代理人委托权限后，委托者要想知道代理人是否继续追求其要求的目标也是困难的。相关的经典例子有消防公司背理地提供了纵火行为的激励因素，或者内科医生实行不必要的医疗程序以便获取更多酬报，这只需他们假装进行了完全的诊断。同样地，科学代理人也可能不再追求其政治委托人要求的目标，而可能选择从事任何自己感兴趣的知识研究或使个人赚钱，并不再考虑其技术发展。

因此，必须探索具有某些特定步骤和环节的机制，以便确保科技代理人进行公共资助的研究时体现出求实与效益的要求。这些步骤和环节其实就是实现政治与科学间有机作用的“边界组织”。

（5）科技活动中求实与效益的实现

①科技活动中求实与效益的实现程度，是考量科技系统与社会政治的边界互动是否和谐、稳定的主要因素，它实质上也反映着二者之间契约张力的大小。科学研究中求实与效益实现的程度高，其契约张力就适度；反之，二者之间契约张力过大或过小，社会政治与科技系统的边界就不和谐、不稳定。

②科技活动中求实与效益的实现，依赖于某种“边界行为”。进入20世纪80年代以后，在社会政治系统与科技系统的边界逐步形成了一些机构来承担这些边界行为。这些机构居间调停社会政治与科学技术的契约张力，力图确保科技活动中求实和效益的实现，从而给社会政治与科技的互动增加有机协调性及边界行为的稳定有序性，避免社会政治与科学的冲突和混乱。

（6）边界组织理论的产生

①边界组织理论的产生有多种条件。它是戈斯顿借鉴科学社会建构论的思想，对先前委托者代理者理论中的“两道街”观点进行扬弃，并吸收他人关于社会政治与科学间边界行为的研究成果而建立的。对于“边界行为”概念，以前的学者似乎直觉到科技与社会政治等建构性问题，并在某些方面使之具体化。他们发现了某些立足点而并不强化这种边界。

②戈斯顿正式引入一种“边界组织”的概念作为实现这种稳定性的途径。

四、科技革命与社会转型

1空前的科技革命浪潮

（1）自文艺复兴以来，科学革命、技术革命交互推动，逐步加速，不断推动了产业革命和社会革命的发展。第二次世界大战后又发生了一场深刻、广泛、持续的新科技革命，形成了阵阵空前的浪潮，驱动着社会不断地进行深刻变革。

（2）20世纪伊始即发生了一场深刻的现代科学革命，它奠定了目前新科技革命的基础。这场科学革命是狂飙式、全方位的。它以物理学革命为先导，在化学、生物学、数学、天文学、地学等各大学科领域，都发生了革命性变革。

（3）第二次世界大战的结束就揭开了新科技革命的序幕。第二次世界大战给人类带来了深重的灾难，但与军事直接相关的科学领域却得到异常地发展和应用。

（4）20世纪70年代以后，科学技术各领域都异常活跃。很快，以信息科技为龙头，在生物科技、材料科技、能源科技、空间科技、海洋科技、环境科技各领域兴起了一场世界性、全方位的科技革命浪潮。

2社会转型的驱动力

当代科技革命使生产力有了飞速发展，同时也带来了社会生产方式和生活方式的重大变革。由此，人类社会的面貌发生了深刻变化。这种变化以工业化、都市化、世俗化、理性化、契约化、能力本位和普遍参与等为特征，标志着传统社会正向现代社会转型。这种社会转型以科技革命为根本驱动力。

（1）科技革命和工业化

科技革命带来的社会化大生产，使整个人类社会踏上了工业化的快车，社会生产方式发生了根本性变革。工业化的实质是：人们从利用自然物质和自然力量转向利用人工产品和人工力量，尽管后者最终来自前者，但却是从科技原理出发主动变换的结果。经济上表现在：技术推力与市场拉力交互促进；生产组织方式依科技特点进行；出现商品大众消费型社会。

（2）科技革命和城市化

科技革命与城市化相互促进。一方面，科技革命带来的工业化大生产，导致了人口集中流向生产和流通中心地带的趋势，使原有城市规模膨胀，还产生了许多新的城市；另一方面，城市的发展也促进了科技革命。能源、交通、通信等新技术，无一不是以适应城市的需要而发展的。

（3）科技革命和世俗化

科技革命导致世俗化，使传统价值观只有在理解与沟通从而达成共识的基础上，才能重新为公众所认可。而在传统社会中，权威的合法性来自神圣的宗教教义和先哲圣人的学说，任何人不得质疑。自近代科学革命到当代科技革命，分别从思想和实践两个层面打破了这一神圣的传统，使权利的合法性从教条转向世俗的实证性理由，同时也使伦理从道义论转向效果论，从注重信念转向重视责任。

（4）科技革命和专业化

科技革命促进了专业化。在传统社会中，社会分工是粗线条的，分工门类少且长期不变。科学技术在深度和广度上不断发展，各种新的分工层出不穷。这些新的分工在现代工业体系 and 市场体制中展开，在效率和利益最大化驱使下，社会分工的变革深入到社会的所有层面，现代社会由此转向专业化社会。不同专业的人相互服务，成为社会整合的前提。

（5）科技革命和人们对公共事务的参与

科技革命带来了人们对公共事务的普遍参与。普遍参与是专业化分工协作不断拓展的必然结果。科学革命不仅加速和深化了社会的专业化分工，还使广泛协作成为现代社会的主要特征。这增加了人们之间地位的平等性，同时也使更多的人有机会参与公共事务。知识的普及和信息传播技术的推广，也促进了普遍参与。知识的普及使人们能更好地理解政治过程，更有效地参与政治决策；信息技术的发展则为社会民主化提供了技术平台。

（6）科技革命与个人声望

在科技时代，个人的声望很大程度上取决于他的能力和社会成就。在传统社会中，人的社会地位多取决于家族势力、经验能力及权力关系网等，论资排辈的现象十分普遍。工业化和技术化使许多工作无法单凭经验和直觉完成，需要相当专门的知识和技术。这些成为决定一个人社会地位的主要因素。

3当代社会制度嬗变的反思

（1）科技发展与社会制度嬗变

现代科技与社会的强烈互动通过生产力的发展，驱动社会发生转型。这种作用最后集中体现在上层建筑层面。当代科技革命导致社会制度的嬗变，就是这种互动的生动体现。当代社会制度最醒目的变化莫过于社会主义制度的发展与经历的挫折。一种社会制度能否稳定存在，关键在于它与其他制度相比较的优越性，特别是在促进生产力和经济基础的发展上。

（2）科技进步与计划经济体制

单从技术角度看，由一个计划中心迅速收集、传送、处理、再发送至全国所有的经济信息，使国民经济有计划按比例协调发展的目标注定不可能实现，人民群众的切身需要也被严重忽视。同时，名义上公有的生产资料实际上产权不清，也难以激励创造活力。相反，市场经济体制在资源配置上则显示了更多优越性。这样，在以信息技术革命为主导的新科技革命中，伴随着知识经济及其全球化的浪潮，除中国及少数进行恰当改革的社会主义国家外，那些僵化的社会主义制度自然被历史抛弃了。

（3）科技进步与资本主义制度

当代新科技革命使资本主义制度也发生了巨变。与过去相比，虽然当代资本主义矛盾依然存在，本性未改，但矛盾存在的形式及解决办法有了新特色。资本主义国家利用新科技革命创造的巨大生产力，采取把蛋糕做大的方式，极大地创造了社会财富，缓解了国内矛盾。它们借鉴社会主义的一些有效手段，适时地采用了凯恩斯的适度干预理论，实行了“新政”，实现了政府调节经济、社会福利政策和相互制衡的权力结构。对外也不再采取以政治军事征服为主的世界大战方式解决矛盾，而是利用高科技优势以温和的方式掠夺资源、获取利润。这使得资本主义制度获得了较有利的嬗变和创新。

4科技革命与社会主义的结合

（1）科技革命和资本主义制度结合弊端暴露

①当代科技革命带来资本主义生产力大发展的同时，却造成了资源枯竭、生态环境恶化及贫富加剧等“全球

问题”。

②资本主义主导的生产方式不可能从根本上解决这些全球问题，对地球资源的掠夺性使用，正是由资本追求利润最大化的本性所导致的。由于资本主义制度受追求利润最大化动因的驱使，使得新技术总不是用来以较有效的方法满足全社会的合理需要，而是被用来制造更新奇的产品，挑起人们更多的消费需求。资本的贪婪本性是导致全球危机的根本原因。

③有些西方学者把科技革命带来的全球性问题归于科技本身，认为科技本质上就是要最大限度地利用自然资源。实际上，科技追求的是利用资源效率的最高化，而不是利用资源总量的最大化。

（2）科技革命和社会主义制度结合

①全球性问题的解决需要用更先进、更合理的制度取代资本主义制度。社会主义制度原则上正是这样一种制度，它否定资本主义制度下科技应用的异化，它从全球的高度谋求人类的健康发展。当然，它也要克服过去那种科技与生产力不能有机结合发展的体制障碍。

②真正的社会主义至今还没有充分实现。社会主义本质上无疑是要求把科技与生产力的发展放在根本位置的。正是马克思把科学首先看成是历史的有力的杠杆，看成是最高意义上的革命的力量。

③按照马克思主义理论，社会主义与科技革命相结合是历史的必然逻辑，但在实践中因未找到恰当的机制而发生偏差。改革开放前的中国及许多国家就遇到这种情况。由于传统社会主义模式排斥市场机制，而科技转化又必须借助市场机制，科技革命未能与制度创新结合起来，所以就形成了社会主义与科技革命相结合的“梗塞”。要化解这种“梗塞”，就必须建立灵活有效的市场机制。

13.2 课后习题详解

1科技与社会的互动机制怎样？

答：（1）科技与社会的互动最显著地表现在经济上。一方面，科技融入生产力诸要素，并融入经济过程各环节，制约或决定着经济的发展；另一方面，经济因素对科技也具有强大的反向作用，成为科技发展的重要动力及物质条件，决定着科技发展进程。

（2）科技与政治具有强烈的互动作用。政治是社会力量的集中体现，它以强制手段规范着社会活动的行为，对当代科技发展具有突出的制约作用；同时，现代科技也高度影响着政治活动与政治发展。

（3）科技与法制具有互动性。法制是国家行为规范的集中体现，也是组织和管理科技活动的重要手段，成为科技运行社会环境的重要部分；反过来，当代法制建设也深受科技影响，科技发展对法制的变化具有刺激作用。

（4）现代科技与军事的交互作用。现代科技的发展直接掀起了军事技术领域的巨大变革，也促成了新型作战思维的形成与作战方法的产生；同时，军事战争、武器的研制也强烈地刺激科技发展。

（5）现代科技与教育紧密联系和交互作用在一起。教育是科技可持续发展的必要条件，它通过为社会培养大量的各类科技人才来推动科技进步；科技进步使教育目标和内容发生深刻变化，并在整体上推进教育发展。现代科技与教育相互渗透、相互促进。

（6）科技与宗教文化长期交织、扭结和互相作用。科技与宗教相互孕育、相互冲突、相互促进。科技与宗教既具有相异和排斥的一面，也有相互促进的一面。这种交织作用会随着历史发展起伏不断。

总体而言，由于现代科技广泛深入地渗透社会生活之中，科技与社会各个子系统、各种要素之间都发生着复杂的联系和互动，而且其互动的方式是多层面的，互动的机制是相互关联的、多样性的。

2如何理解“社会与科学的契约”？

答：由于政治主体是当代社会利益和资源分配的主要代理者，政治与科技的物质经济关系实质上代表着社会与科学的物质经济关系。由于政治与科技在人类社会的大系统中分别担当着不同的角色职能，对于科学研究项目它们又分别充任委托者或资助者与代理者的角色，形成一种委托——代理关系。在市场经济条件下，这种委托——代理关系表现为一种契约关系，这就是“社会与科学的契约”。

（1）“社会与科学的契约”理念的形成

①科技政策意义上的“社会与科学的契约”理念，被公认为是由万·布什等人确立的。1996年，美国密歇根大学前校长、物理学家达德斯泰德教授明确讲道：“这项著名的社会契约订立在万尼瓦·布什的报告《科学：无尽的前沿》中。”

②战后美国关于科研的联邦资助关系的立法，被戈斯顿比做英国的大宪章，即“社会与科学的契约”；现在，哪怕仅阅读一点科学政策文本或进入科学政策界，都可以处处显示“社会与科学的契约”。

③众议员乔治·布朗（长期担任白宫科学委员会成员）就是持这种看法的来自政治家的一个代表。西方科学家也普遍性地赞同和应用“社会与科学的契约”的说法。

④动物学家珍·鲁伯亨科在其1998年就任美国科学进步学会主席的就职典礼上甚至呼吁，要确立“社会与科学的新契约”，这种新契约能使“所有科学家将他们的精力和才干致力于解决当今最紧迫的问题，并依赖他们重要性的大小获取公众的资助”。

（2）“社会与科学的契约”的理论来源

“社会与科学的契约”的理论来源是社会契约论。社会契约论是一种理论设计，这种设计用于探讨政治与公民关系的原则，它涉及某种“原初状态”。由这种“原初状态”和几条基本原理就能推演出各种契约理论。当代西方政治哲学家罗尔斯指出，契约论坚持认为某种原则应被接受于被很好定义的初始状态中。17世纪的经典政治理论家洛克曾把这种原初状态定义为某种带有个性特征的自然状态。洛克主张用自然法和理性的力量来阐释这种自然状态，并将此作为一项基本原理用以接受他所讲的原则。对于“社会与科学的契约”而言，契约的双方，即社会或政治与科学，必须处于相对独立的状态才能体现契约的本质。这是“社会与科学的契约”关系的一个基点。所以，“社会与科学的契约”主体被称为相互分离的组织。

（3）“社会与科学的契约”的定义

①1990年，布鲁克斯精练了“社会与科学的契约”的定义：“科学将在很大程度上通过给予个人研究机构特许和契约而获支持，而将‘内部政策、人员、方法和研究领域的控制极大地留给机构自己’。总体而言，这意味着存在一种社会契约，这种契约发生在科学共同体与联邦政府（包括国会）所代表的美国人民之间。这种社会契约承诺广泛散布利益给社会和经济，并作为一种圆报，要求一种非常程度的知识分子自主性以及对所获联邦资助的内部自理。”

②“社会与科学的契约”就是公众及作为其代表的政治主体与科学共同体的一种契约关系。前者为后者提供资助并保持科学自由，后者要为社会经济带来利益。分析家们和政策制定者通常讲，作为“社会与科学的契约”中科学的承诺而言，科学要交付物品给社会，以回报其无附带条件的资助。同时，“社会与科学的契约”也要承诺向科学提供金钱、训练有素的人才、复杂的仪器设备，以期获取对未来投资的回报。因此，社会与科学双方至今都维护及遵从这个契约。

（4）委托者——代理者的角色

D.H. 戈斯顿是美国新泽西州立大学的公共政策方面的助理教授。他同时也是哈佛大学肯尼迪政府学院科学与国际事务拜尔佛中心的成员。2000年，戈斯顿在其著作《在政治与科学之间》中，首先详尽地阐述了科学与社会政治之间委托者——代理者角色的定位问题。

①在委托者——代理者理论模型中，首要的是指明模型中的某一部分与现实中的哪一部分相对应。这就是说，人们首先要弄清楚现实生活中哪一部分充当委托者的角色，哪一部分充当代理者的角色。

②戈斯顿紧接着通过现实社会生活中多种委托——代理关系，进一步说明了委托者与代理者角色的定位。

③戈斯顿认为，只要存在委托与代理的契约或代表的关系，就能够运用委托者——代理者理论的观点进行透析。

④戈斯顿将几种典型的委托者——代理者的关系归纳在下表中：

典型的委托者——代理者的对应关系

委 托 者	代 理 者
资助人	执行者
顾客	蔬菜水果商
病人	医生
胖子	山姆·斯贝德
选民	政治家
政治家	研究者
国会	国家卫生研究院（NIH）
国会	研究者

⑤委托者——代理者理论应用于科技政策分析，就意味着政府是委托人，它要求科技代理人执行某种任务，因为委托人不能直接执行它。代理人执行被委托的任务，并非直接出自自己的利益，而是随着增加委托人的利益而最终获取某种利益。

3科技与社会的委托者代理者模型中的张力是什么？如何调节？

答：（1）在委托者与代理者这两种角色之间，由于存在信息不对称问题和目标冲突，便产生了两个常见的委托——代理问题：“不利选择”与“道德风险”，从而导致研究活动的委托者与代理者之间凸显求实与效益的保证问题，产生科技与政治间的契约张力。

①在委托者——代理者理论中，社会政治系统与科技共同体通常分别扮演着委托者和代理者的角色，通过一定的社会契约发生联系和互动作用。

②像一般委托者与代理者的关系一样，社会及政治委托者与科学代理者之间也存在种种矛盾和冲突，形成委托者与代理者间的契约张力。戈斯顿认为，政治与科学间的这种契约张力集中体现在求实与效益两个问题上。

（2）调节方式

科技活动中求实与效益的实现，依赖于某种“边界行为”。

①进入20世纪80年代以后，在社会政治系统与科技系统的边界逐步形成了一些机构来承担这些边界行为。

这些机构居间调停社会政治与科学技术的契约张力，力图确保科技活动中求实和效益的实现，从而给社会政治与科技的互动增加有机协调性及边界行为的稳定有序性，避免社会政治与科学的冲突和混乱。

②边界组织理论的产生有多种条件。它是戈斯顿借鉴科学社会建构论的思想，对先前委托者代理者理论中的“两道街”观点进行扬弃，并吸收他人关于社会政治与科学间边界行为的研究成果而建立的。对于“边界行为”概念，以前的学者似乎直觉到科技与社会政治等建构性问题，并在某些方面使之具体化。他们发现了某些立足点而并不强化这种边界。

③戈斯顿正式引入一种“边界组织”的概念作为实现这种稳定性的途径。

4试析反科学思潮的文化与社会根源。

答：（1）科学知识的不普及以及宗教势力的强大

宗教与科学并行是一个悖论。宗教对部分的有限的科学知识的承认可能会改善科学与宗教的对立关系。但根本的改变却是不切实际的。美国不仅科学技术高度发达，同时宗教势力也特别强大。每年个人捐赠给宗教机构的财政支持现在已超过50亿美元等等。这些因素都为公众产生反科学情绪的造成了环境的影响。

（2）对现代科学技术带来的负面影响估计不足

20世纪成长起来的西方知识分子亲眼目睹了现代科技革命及其带来的翻天覆地的变化，他们的思想必然要同过去的思想传统分道扬镳。过去的知识分子倾向于对科学技术的能力抱有浪漫主义的幻想，而对科学技术的负面影响天真地估计不足。人们对这些技术产生了疑虑。

（3）来自哲学内部对科学的攻击

①从库恩到费耶阿本德，许多科学家论证说，科学方法是不存在的。科学的功能与从中诞生的社会背景有关系，在科学中我们无法做出绝对的断言，然而却存在可信赖的、检验科学的标准，存在着一些关于客观性的准则，它们是超越了特定的社会文化背景。

②来自后现代的攻击。科学同神话和小说没什么本质区别，甚至有些激进的女性主义和后现代主义认为现代科学是男性中心主义或两方面中心主义，甚至主张取消现代科学，代之以女性主义的或东方神秘主义的类科学、边缘科学，并希望看到“科学的终结”。

（4）人文主义者认为现代科学强调理性、客观性、非人格性，使人失去了魅力科学技术不仅给人们带来了巨大的物质力量，更重要的是重塑了当代社会的关系和结构。科学技术不是外在于人的成果，而是由活生生的人正在从事着的人类实践活动，把科技视为工具或奴役者是对人类责任的放弃和逃避。同时，人们在征服自然过程中所形成的这种统治欲、占有欲，决不仅限于用来对付自然，它同样被用来对付人，亦即人们在征服自然中所学到的东西，同样用来控制人。人对自然的统治是以人对人的统治为代价的。

5科学精神与人文精神的关系怎样？

答：（1）科学精神与人文精神相互分裂

两种文化（即科学文化与人文文化）问题，是由英国学者C. P. 斯诺第一次明确提出来的。斯诺是一个集物理学家和文学家于一身的跨越两种文化的学者。1959年5月7日，斯诺在剑桥大学的里德演讲《两种文化与科学革命》中指出，科学文化与人文文化这“两种文化”存在分歧与冲突；两种文化的分裂不仅在英国是十分普遍的现象，它存在于整个西方社会。

（2）科学精神和人文精神相互交融

①科技与人文在源头上是统一的。科技与人文的共同源头是客观自然界。在萌芽阶段，科学用来解释自然，人文用来歌颂自然。前者是理性的，体现了阿波罗（太阳神）精神；后者是情感的，体现了狄奥尼索斯（酒神）精神。它们是互补的。古希腊观念中，科学与艺术是相通的，在文艺复兴时期也是融合在一起的。

②科技与人文有着共同的追求目标。科技与人文都力图在精神上探求到统一和谐的世界体系，达到美的境界。例如，物理学家和音乐家都试图用秩序井然的世界代替经验世界，都是对美的追求。哈伯还讲道，科学上的创造力与艺术上的创造力是同一东西。

③科技与人文的统一的生理基础是人脑功能定位的互补统一。大脑两半球分别主管理性与情感，又相互联结协调。两半球只有均衡发展、综合使用，大脑总效率才能成倍增长。音乐就具有调节两半球的功能，开普勒、牛顿、普朗克、爱因斯坦等科学大师都是音乐爱好者。

④科技与人文的融合是人及其社会全面发展的趋向。人在走向理想境界的过程中，要求追求完整的人生体验，要求体会科学精神与人文精神。社会谋求持续协调发展，需要科技作动力，人文作导向。这会从根本上促进科学文化与人文文化的交融。

6科技革命与社会主义相结合的意义是什么？

答：（1）科技革命和资本主义制度结合弊端暴露

①当代科技革命带来资本主义生产力大发展的同时，却造成了资源枯竭、生态环境恶化及贫富加剧等“全球问题”。

②资本主义主导的生产方式不可能从根本上解决这些全球问题，对地球资源的掠夺性使用，正是由资本追求利润最大化的本性所导致的。由于资本主义制度受追求利润最大化动因的驱使，使得新技术总不是用来以较有效的方法满足全社会的合理需要，而是被用来制造更新奇的产品，挑起人们更多的消费需求。资本的贪婪本性是导致全球危机的根本原因。

③有些西方学者把科技革命带来的全球性问题归于科技本身，认为科技本质上就是要最大限度地利用自然资源。实际上，科技追求的是利用资源效率的最高化，而不是利用资源总量的最大化。

（2）科技革命和社会主义制度结合的意义

①全球性问题的解决需要用更先进、更合理的制度取代资本主义制度。社会主义制度原则上正是这样一种制度，它否定资本主义制度下科技应用的异化，它从全球的高度谋求人类的健康发展。当然，它也要克服过去那种科技与生产力不能有机结合发展的体制障碍。

②真正的社会主义至今还没有充分实现。社会主义本质上无疑是要求把科技与生产力的发展放在根本位置的。正是马克思把科学首先看成是历史的有力的杠杆，看成是最高意义上的革命的力量。

③按照马克思主义理论，社会主义与科技革命相结合是历史的必然逻辑，但在实践中因未找到恰当的机制而发生偏差。改革开放前的中国及许多国家就遇到这种情况。由于传统社会主义模式排斥市场机制，而科技转化又必须借助市场机制，科技革命未能与制度创新结合起来，所以就形成了社会主义与科技革命相结合的“梗塞”。要化解这种“梗塞”，就必须建立灵活有效的市场机制。

第14章 社会公共政策与科技发展

14.1 复习笔记

一、学术自由与社会干涉

1关于科学自由与社会干涉的论争

科技与社会之间干涉与自由的论争是伴随着科学与国家的关系演化而展开的。这种争论早在19世纪时就已经出现，经历了20世纪的三场著名的争论，目前又蕴涵在关于克隆人研究的争执之中。

（1）第一次争辩是1830年由查尔士·巴贝治等人发起的。当时，国家对科学研究的资助和对科学教育的促进，开始在英国变成高度的政治性问题。1830年，作为早熟的计算机发明家的巴贝治发表了一篇引起激烈争辩的文章，即“对英国科学衰落的反思”。这篇文章在谴责英国科学衰落的同时，主张政府对科学进行财政支持。其他一些科学家却不赞成他的主张，他们希望不管怎样科学都要脱离国家保持独立。

（2）第二次争辩始于1870年英国的“科学改革运动”。“科学改革运动”包括三部分：国家与科学的关系运动、资助科学运动和科技教育运动。

（3）在20世纪，关于科技与社会政治间干涉与自由的著名论争有三场，它们先后发生在波兰尼与贝尔纳、万·布什与基洛古、美国NSF与国会之间。

①20世纪30年代末的英国，化学家和哲学家波兰尼与化学家和科学学奠基人贝尔纳就科学的干预与自由问题展开了一场激烈争论。

②第二次世界大战后，围绕着如何保持和利用战时动员的科技资源为国家服务的问题，出现了不同观点的论争。

③1992年美国科学基金会与国会间发生了关于资助政策的争论。

（4）随着英国诞生克隆羊多利的消息在1997年初被报道，关于克隆人研究的争议空前激烈。科技与社会政治间干涉与自由的争论呈现出新局面和新特点：

①范围广，争论涉及国际社会和广大公众。

②程度高，国会及政府官员甚至政府首脑直接干预。

③干预性质有新变化，不仅涉及研究资金、组织计划问题，还涉及科研的权力、伦理及法律问题。

2自由研究的学术意义

（1）科技发展的驱动力主要来自两个方面：

①学科发展自身的驱动力，就科技主体而言主要是好奇心的驱动。

②社会环境的驱动，也称之为社会需求或国家利益的驱动。

（2）好奇心的重要性

①古希腊的亚里士多德曾作过深刻说明，他认为好奇心是人的本性，是人对万物的惊奇。好奇心驱使人去求知，为了求知而从事学术，并无任何实用的目的，即不为任何其他利益而寻找智慧，这是求知的最高境界。

②在科学史上，由好奇心驱动所获得的重大科学发现比比皆是。在当代科技活动中，由好奇心驱动所取得的重要发现也屡见不鲜。

③在科技的功利性导向日益强烈的今天，各国为了保护科学探索的动力源头、维持科技事业持续发展的战略基础，国家政治主体日益有意识地支持这种科学研究的好奇心。

（3）学术自由的价值

为了保护科学研究的好奇心，众多的科学家和学者，无论是过去还是现在，都高度重视和强调学术自由的价值。抗战时期，贺麟先生专门撰文指出，独立自由是学术的根本，保持学术的独立自由也是保持政治民

主的尺度。学术的充分自由与自主始终对科技活动和科技发展具有根本性的意义，但是这种自由和自主是相对的。在现实的社会生活中，科学的自由研究必然受到社会条件的制约，存在一定的限度。大科学时代，自由研究的限度实际上越来越分明，越来越严格。

①从早期个人自由探索到现代众人合作的研究，科技活动的自由所受到的限制日益增大。

②随着现代科技深刻地渗透到社会生活各领域、各层面，科技人员的社会责任也日益增大，科技活动必然受到社会规范的制约。

③科技活动自由的限度不仅体现在社会规范上，还深刻体现在科技活动对于国家研究资金的依赖上。

④科研成果能否被社会接纳，能否转化为社会价值，这也被认为是科技活动是否自由的一个限度。

由于上述原因，现代科技活动的自由只能是相对的，整体上必然受政治等社会因素的制约。当然，现代科技研究活动分化为基础研究、应用研究和开发研究三大领域，它们的目标性质不同，受到政治和社会的制约及干预程度是不相同的，其研究的自由度也不相同。

3社会干涉的作用与程度

（1）国家干预的必要性

①现代的科学研究活动需要国家政治发挥作用，才能有效地协调，增强效率。因为科学建制化形成之初而在国家政治干预之前，科技活动最突出的问题是缺乏组织协调，效率低下。

②大科学时代，只有政治主体有计划地干预，才能有效地促进科学与社会的共同发展。如今的科学研究活动，工程巨大、组织复杂、社会意义显要，没有强有力的社会政治推动，根本难以开展。各国政府都需要有明确的科技政策和特定的科技管理模式。

③科技发展带来的巨大社会问题和负面作用，迫切要求政治力量加以干涉、控制和规范。对于日益严重的科研越轨行为，仅靠科技共同体内部的自我控制机制已难以奏效，必然需要非正式以至正式的外部社会控制，即政治机构的有效介入。

（2）科技政策和规划

①恰当的科技政策和规划是政治干涉科技活动的基本手段，是当今科技发展必不可少的重要条件。然而，聪明的政治家往往能意识到科技与政治之间干涉与自由的权力张力，认可政治干涉之外科技活动的自由空间。

②国家和政府需要为科技活动提供资金和良好环境，并进行一定的计划组织，但如果越过了积极干预的应有空间，就会阻碍科技的发展。科技共同体内外规范的对接在整个人类社会活动系统中，科技活动系统是其中一个相对独立的子系统。

③为了探讨科技共同体与其外部社会规范的对接，学术界的惯例是把科学技术与社会的连续体划分为内外两部分来考察，形成科学的内部社会学与外部社会学。

a. 在科学的外部社会学中，通常假设科学是一个“黑箱”，它的内部机制可忽略不计，关注焦点集中于知识的技术作用上，这些知识由纯科学渗透过半渗透性的膜，然后用于解决实际问题。于是，科学服务于政治、军事和商业的工具性能力被看做是最重要的，于是科技活动便被外部社会组织起来。

b. 小摩里斯·N·李克特则提出了科学活动的两种交换系统的概念。他认为，科学共同体的功能就是维护科学的完整，它维持一种自身的交换系统来实现这一功能，这种系统使科学家们彼此联系起来。这种类型的交换就是科学的内部社会的交换系统，它相当于前面讲到的科学共同体内的科学交流。还有另一类交换系统存在，这就是科学共同体与外界之间的交换系统，科学共同体用发现或发明以换取外部社会组织的资助。只有科学共同体的成员同时遵循这两类交流系统的规则，科技共同体内运行规范与其外在社会规范才能较好地统一。

4科学共同体的两类交换系统

（1）美国学者李克特对科学共同体内外规范的关系有着精辟的论述。他说：“那么，一位科学家很可能涉及两类交换系统：一类使他同雇主和赞助人相联系，另一类使他同科学共同体相联系。当然，在这个方面在不同的调查情境之间存在着相当大的变化。一个极端是一些科学家只与雇主相联系，这些人是否具有‘科学家’的身份，是令人怀疑的。在另一个极端，一些科学家只涉及使之与科学上的同行联系起来的交换系统，而对雇主或赞助人则没有特殊的、独立的责任。在那些如这里所描述的确实参与这两类分离的交换系

统的人之中，某些人会发现他们这样做发生的冲突可能相对很少，而其他人则明显地暴露在冲突的预期之中”。

（2）科学共同体保持独立自主的原则

齐曼对这一原则有明确阐述，他提出一个关键原则：“所有私人或公众的赞助都要通过公共筛选的引导。捐款通常交由学术委员会来处理分配细节。国家学术机构和研究组织受到由科学名人组成的委员会的管理。拨款的发放、研究项目的实施以及研究人员的委任，都以同行评议为基础。”

二、科技政策的形成机制和功能

1科技的社会评价和政治选择

确立科技政策和发展战略的前提，就是要对科技进行明确的社会评价和政治选择。

（1）科技的社会评价的含义

对科技的社会评价，即对科技的价值衡量和判断，它既反映了科技的实际社会效应，又包含了社会传统、文化的积淀。它成为在科技与社会的双向影响中形成的人们对待科技的一个重要态度，也是科技向着什么样的目标发展或人们对想要科技朝什么样的方向发展的一种向往。

（2）科技的社会评价的特点

①一般来说，对于科技积极的社会评价可以唤起更多的人支持和参与科技的发展，而消极的评价则会导致对科技的拒斥和反对。一项科技活动若遭到公众的普遍拒斥，其发展必然要经受额外的阻力。

②对科技的社会评价通常有物性、人性和社会政治性等基本向度。

（3）科技的政治选择的含义

对科技的政治选择就是国家等政治主体对科技发展方式的选用、支持、实施和判决性的肯定，它集中体现了社会对某种科技活动“要或不要”的社会抉择和判别。这种选择以对科技的评价为基础，又成为确立科技政策和战略的基础和依据。社会政治对基础科学研究选择的标准通常较有弹性。当代政治主体对大多数科学探索活动都给以积极评价，在对科学进行选择时，则由科技与社会发展的状况、政治主体的价值取向、政府财力等综合因素所决定。

（4）科学选择的标准

阿尔文·温伯格在1963年提出的科学选择标准划分为两组。

①对外部标准来说应试图回答以下问题：

- a. 这项科研在潜在应用方面具有巨大的社会价值吗？
- b. 此项科研对现存的或提议的技术能带来相当明显的改进吗？
- c. 这一领域的发展对科学的其他领域有重要的后果吗？

②内部标准由以下问题所建议：

- a. 此特定课题已经成熟到足以进行开发了吗？
- b. 在那个领域有有益的事情要做吗？
- c. 这个课题并不陈腐且未超负荷吗？
- d. 存在此项科学研究可以利用的优秀人才吗？

（5）社会政治选择的影响

科技活动的政治选择决定着社会科技资源的配置。政治主体对科技活动领域程度不同的优先选择，使最有社会价值的科技领域成为对科技资源最有吸引力的领域，一个社会最优秀的人才通常有最大的概率流向这些领域。目前，信息科技、生物科技、新材料科技及航空航天科技领域集中了最大量的优秀科技人才就是明证。

2科技政策活动中的公众参与

（1）公众的政治参与的含义

①公众的政治参与是指公民“参与制订、通过或贯彻公共政策的行动”。近代的卢梭、穆勒及当代的帕特曼和巴伯等政治思想家都主张，要最大限度地扩大公民的政治参与，这是实现民主政治的基本途径。

②科技政策及科技决策活动中广泛的公众参与是民主政治的体现，也是将科技活动置于人类利益基础上的根本保障。在科技决策与政策活动中，实行包括政治主体、科技主体和普通公民在内的公众参与，是保障科技与社会政治之间价值张力、权力张力、契约张力等适度调节与协调的根本途径。

（2）政策模型

科技政策制定的原理来自一般的政策模型。当代科技政策的制订主体已由精英主体向共同体主体目前又正向公众主体模式转变，相应的政策模型是由精英模型向激进主义模型目前又向公共选择模型转变。

①对于公共选择模型，诺贝尔经济学奖获得者J. M. 布坎南提出“一致同意”作为政策选择的基本概念，通过契约来保证对政策的评判。他强调公众参与的根本意义。只是“一致同意”在操作上还有困难。

②英国科学与社会学学会主席拉维兹等人提出了一种“争端演化模式”，阐明了科技决策中民众参与的意义与途径。他们认为当今的水库建设就是一个典型例子。为把差错成本降至最低点，水库工程决策必须是专家、政治家、公众等共同参与的事业。

拉维兹的“争端演化图式”大致包括三个阶段：

- a. 问题公布于众，这是对贵族政治私下交易的根本杜绝。
- b. 专家提出方案，专家们从各自的领域相对独立地提出解决问题的方案。
- c. 公众各抒己见，对方案的可行性、合理性及其风险进行全面评估。这三个阶段要多次循环反复，各方意见必须充分交锋和争鸣。

3科技政治主体的政策商定

（1）具体含义

公众参与科技政策活动，是实现科技政策制定过程中各种社会主体间张力协调与良性互动的根本途径。但在现实中，公众参与的程度总是有限的，更易操作的是科技主体与政治主体之间的协调。特别是在不会引起社会公众重大争议的范围内，对常规性科技活动的决策、协调与政策管理在更多的情况下要采取科技与政治主体间协商的途径，以便实现科技与社会政治之间各种矛盾的调节与良性互动。

（2）科学史上的案例

①德国技术物理学家H. M. 莱布尼茨1982年在著名的斯宾塞报告中讲道，如果科学家与政治家没有一定程度的相互理解，二者之间就不会建立成功的关系。科学家需要政治家更多地理解他们，了解他们工作的特点。同时，科学家也应理解他们所处的社会政治环境。

②美国政治家与科学家之间具有密切协商沟通的传统。从政治主体来看，许多美国总统、议会成员、政府高官都是科技事业的热心支持者。从科技主体来看，许多著名科学家主动参与政治、充当科学家与政治家之间的联系桥梁。不少人既是科学家又是政治家。科学致治“顾问”的楷模——拉比。

③中国的科技政治之间在主体沟通方面也有出色的表现。当年在“两弹一星”的研究过程中，科学家与政治家间的协商与合作总体上也是非常充分而有效的。改革开放后，科技专家与政治领导间的协商交流也相当频繁。近年来，国家有关部门多次委托两院院士就国民经济和社会发展的重大事项以及重大工程的科技问题，如青藏铁路建设、三峡工程、“十五”高技术产业发展规划、重大科学工程项目、高技术产业发展重大专项问题等提出咨询意见，其意见并受到了高度重视和采纳。

（3）科技政策具有两方面的基本功能：

①作为政治主体对科技活动进行社会管理的依据和工具。科技政策既能体现政治主体的活动意图和价值取向，实现政治主体的社会目标，同时，它也兼具规范科技活动和政治活动的功能。它是政治主体统一行动的理念和依据，也是可操作性的管理工具；它是对科技活动进行权力和权利规范约束以及进行资源配置的

工具。

②对科技活动主体而言，科技政策是科技人员争取和维护开展科技活动的权利，是获取科技资源的主要工具，它直接制约着当代科技活动能否有效展开。科技政策这两方面的功能集中体现在它对科技活动的引导、协调和控制上。

（4）科技政策的三个问题

齐曼在谈到科学政策时讲道，科学政策是政策，不是科学，它拒绝遵循普遍原理。然而科技活动中的某些问题在所有国家中都会遇到，这些问题必须用某种社会政治手段进行处理。一般说来，科学政策包括选择、资助和控制等功能性问题。这些问题表现在三个方面：

- ①资源分配：即什么人为哪种科研取得了多少资金。
- ②行政分配：那一部门或机构负责哪种研究与开发活动。
- ③技术课题，即从哪一计划和建议中得到什么费用和利益。

三、科技战略政策与科技资源

1科技政策和战略的意义

（1）科技政策的含义

科技政策是当代科技与社会互动的焦点和落脚点。科技政策是指一个国家或地区、一个部门或机构等对科技活动及其中的人与物、人与人之间的权益关系而制定的指导原则和策略。科技战略是关于国家长远科技发展的总体目标、方针、路线的决策和部署。狭义或微观的科技政策又是科技战略的一种具体实施手段，常以“规定”、“文件”或“条例”等形式体现出来。

（2）科技发展规划

当代主要国家的科技政策和战略常通过科技发展规划更具体、更集中地体现出来。科技发展规划是国家在一定时期内对国民经济和社会发展上具有全局性战略意义的未来科技活动所作的综合性的总体设计策划和重点安排。

- ①其中10年～15年以上者称为中、长期规划，5年左右的又称为计划。
- ②按规划目标又分为科技战略规划（战略方向、目标、重点）和大科学工程项目规划（特定时间完成的有具体目标的重点规划）。

（3）大科学规划

- ①德国著名科学社会学家G.贝希曼在第10届世界社会学大会的报告中指出，大科学规划又称为“在国家所属的研究系统中进行的，是由政府通过计划、经费等控制和管理的规划科学”。
- ②“规划科学包括了基础研究、应用研究和技术开发的各个环节，政府采用财政、组织等手段，通过规划对它们作通盘考虑，并使它们有机地联系起来，构成一个综合的系统。依据对经济、政治、军事、科学等各方面要求的协调做出决策，政府统筹兼顾到各个环节的轻重缓急，有组织有计划地分配经费，确定发展的规模和进度，规定任务和提出期限要求，从而使系统的各个有机组成部分、各类研究工作及有关的研究机构，尽可能地高效运转。其根本目的并不在于能更多地创造出知识，或者使知识进一步深入和系统化，而是为了更有效地应用科学、满足社会发展的需要。”
- ③贝希曼的上述论述，正是对苏联、中国和美国等国家级的大科学规划的筹划、组织、实施过程和结果的理论概括。在计划经济体制下，科学规划是由国家制定的。在市场经济体制下，科学规划则以国家为主体，政府应用经济杠杆，调动全国乃至全世界的科技力量为实现其规划目标而服务。

2重大科技战略规划的确立

（1）重大科技战略规划的确立

①面对新科技革命的深入发展和高科技时代的到来，世界各国为实现自己的科技政策和科技、经济社会战略，纷纷确立各具特色的重大科技战略规划或计划。这些重大科技战略计划包含一系列国家科技计划和其中较具体的国家重大科技项目。

②许多科技战略具有动态特点，即根据国内外的科技发展状况和市场信息调节战略计划内容；同时战略计划本身又具有很大弹性，既能比较平缓地加以调适，也能够对变化作出强烈的反应。

（2）中国的国家计划的三个层次

中国的国家科技计划按照全方位、多层次、多功能、有重点、协调发展和整体布局的模式，体现了科教兴国和可持续发展战略，已初步形成了较为完整的体系。其三个层次的特征相当突出。

①应用开发型。包括国家科技攻关计划、国家重点工业性试验计划、星火计划、国家新产品（试制鉴定）计划、全国科技成果推广计划、产学研联合开发工程计划、丰收计划、燎原计划、技术创新工程、科技型中小企业创新基金、科技兴贸行动计划等。

②高技术研究发展型。主要有国家高技术研究发展计划（“863”计划）和火炬计划。“863”计划由王大衍等四位院士向中央提出，由邓小平等批准实施，属国家指令性计划（中央专款100亿）。

③基础研究型。主要有基础性研究重大重点项目计划（攀登计划）、国家自然科学基金计划、国家重点基础研究发展规划项目（“973”计划）、国家重点实验室计划、大科学工程计划等。

（3）中国国家科技计划的制定过程具有三个特点：

①由政府科技主管部门（科技部、国家计委等）负责组织并提出原则性意见，然后研究专家经过调研后提出研究报告。

②研究报告得到批准后开始申报项目；专家组协助科技管理部门组织项目评审立项。科技计划带有计划经济和行政双重色彩。

③计划体系以项目尤其是应用开发项目的申报为中心。

3国家科技资源的配置

（1）含义

国家科技政策和战略规划及计划项目，最终都通过配置一定的科技资源来具体运行。科技资源包括科技人才、科技资金、科研实验（试验）装备、科技信息等要素，各种资源要素组合统一于科技活动单位，联合发挥作用。科技资源配置，就是社会科技资源在全部科技活动的不同活动主体、学科领域、科技计划、行业部门、时空分布的分配与组合。科技资源的宏观配置（国家调控管理职能部门）主要是科技资源的分配，科技资源的微观配置（基层主体）主要是科技资源的组合。

（2）国家科技资源的配置涉及四个方面

①配置主体分为执行主体（大学、科研机构、企业）和调控管理主体（政府科技职能部门、中介科技服务机构）。

②科技资源配置的规模是其配置的总量和强度，如R&D经费总额、R&D / GNP等。

③配置结构是科技资源要素在科技活动主体、过程、时空中的分配和组合比例及要素的结构；

④科技资源配置的运行方式是科技资源要素由分配到达组合的运行模式（如市场机制、指令性配置、指导性配置）。

（3）社会科技资源的优化配置具有重要意义

①对社会而言，当代科技成为第一生产力和国家战略的核心组成部分，科技资源成为社会战略性资源和第一资源，其配置就是战略性配置；

②对科技活动的内部运行而言，科技资源的优化配置状况决定科技活动的效果；

③对科技、经济条件较落后的中国而言，优化科技人才、资金、设备等资源，对促进科技生产力发展，实现科教兴国战略意义更为突出。

（4）中国科技人力资源配置存在的问题

①科技人力资源规模不足。

②结构性失调。

③人才短缺。

④我国科技资金投入总量在逐年提高，但研发经费占国民或国内生产总值的比重仍很低。

⑤科技资金的来源结构、执行结构、运行结构需要宏观调控。

4科技项目基金资助的获取

（1）获取研究项目的资助通常有两种主要的途径：

①直接以契约的方式与企业等委托部门签订科研合同，根据创新成果给予资助补偿；

②申请国家计划项目和基金的资助。

（2）中国的国家科技计划项目开展具体环节

项目的立项包括申请、审批、签约三个基本程序。其大体的内容如下：

①发布指南。科技部的各专项计划项目指南或优先领域，其招标部分依据《科技项目招标投标暂行管理办法》中的规定执行。

②项目申请。申请的项目要符合国家科技发展规划和计划的总体部署，申请者要符合规定的基本条件。申请渠道可按行政隶属关系逐级汇总、审核，最终由科技部专项计划部门受理。申请项目应提供三部分材料：项目申请表、项目建议书、项目建议书附件。

③可行性论证或评估。项目建议书需经科技部专项计划部门组织审查，符合条件者进行可行性论证或评估。评估依据《科技评估管理暂行办法》执行。可行性报告内容一般包括项目背景和意义；国内外研究开发现状和发展趋势（包括知识产权状况，如专利查新）；拟承担单位的技术条件和优势；项目目标、研究内容和关键技术；技术路线方案、课题分解；经费预算；年度进度和目标责任制；预期成果；项目负责人的技术水平和组织管理能力简介；有关上级意见等。

④项目审批。通过可行性论证审核的项目，科技部以部发文的形式给予列入计划批复并公告。

⑤项目签署。项目承担者依据批准的项目可行性研究报告填写合同或计划任务书。经签约各方共同审核后，履行签订手续。合同或计划任务书由科技部专项计划部门核准后方能生效。

（3）项目的结题验收

①项目的结题验收由科技部专项计划部门委托项目实施管理机构组织进行。对于跨行业（部门）、跨省市的重大项目验收，由科技部专项计划部门负责。

②内容包括：

a. 验收时间：合同完成后半年内进行。

b. 验收程序：项目承担者按规定向实施管理机构提出验收申请，并提交有关验收资源及数据。

c. 验收小组，由不少于11人的技术、经济、管理等方面的专家组成，成员由项目管理机构提出，经科技部专项计划部门批准后聘任。

d. 验收结论。项目实施管理机构根据验收小组的意见，提出“通过验收”或“需要复议”或“不通过验收”的结论建议，报科技部专项计划部门审定。再次验收未通过者，项目承担者3年内不得再承担国家科技计划项目。

14.2 课后习题详解

1科学共同体的内外规范有何区别和联系，如何对接？

答：（1）科学共同体的内规范：科学共同体的功能就是维护科学的完整，它维持一种自身的交换系统来实现这一功能，这种系统使科学家们彼此联系起来。这种类型的交换就是科学的内部社会的交换系统，它相当于前面讲到的科学共同体内的科学交流。科学共同体的外规范：另一类交换系统存在，这就是科学共同体与外界之间的交换系统，科学共同体用发现或发明以换取外部社会组织的资助。

（2）科学共同体的内外规范的对接方式

①只有科学共同体的成员同时遵循这两类交流系统的规则，科技共同体内运行规范与其外在社会规范才能较好地统一。科学家很可能涉及两类交换系统：一类使他同雇主和赞助人相联系，另一类使他同科学共同体相联系。在这个方面在不同的调查情境之间存在着相当大的变化。一个极端是一些科学家只与雇主相联系，这些人是否具有‘科学家’的身份，是令人怀疑的。在另一个极端，一些科学家只涉及使之与科学上的同行联系起来的交换系统，而对雇主或赞助人则没有特殊的、独立的责任。在那些如这里所描述的确实参与这两类分离的交换系统的人之中，某些人会发现他们这样做发生的冲突可能相对很少，而其他人则明显地暴露在冲突的预期之中。

②科学共同体应保持独立自主的原则，以实现科学共同体的内外规范对接。所有私人或公众的赞助都要通过公共筛选的引导。捐款通常交由学术委员会来处理分配细节。国家学术机构和研究组织受到由科学名人组成的委员会的管理。拨款的发放、研究项目的实施以及研究人员的委任，都以同行评议为基础。

2科技政策是如何形成的，它有什么功能？

答：（1）科技政策的形成过程

科技政策制定的原理来自一般的政策模型。当代科技政策的制订主体已由精英主体向共同体主体目前又正向公众主体模式转变，相应的政策模型是由精英模型向激进主义模型目前又向公共选择模型转变。

①对于公共选择模型，诺贝尔经济学奖获得者J. M. 布坎南提出“一致同意”作为政策选择的基本概念，通过契约来保证对政策的评判。他强调公众参与的根本意义。只是“一致同意”在操作上还有困难。

②英国科学与社会学学会主席拉维兹等人提出了一种“争端演化模式”，阐明了科技决策中民众参与的意义与途径。他们认为当今的水库建设就是一个典型例子。为把差错成本降至最低点，水库工程决策必须是专家、政治家、公众等共同参与的事业。

（2）科技政策的功能

齐曼在谈到科学政策时讲道，科学政策是政策，不是科学，它拒绝遵循普遍原理。然而科技活动中的某些问题在所有国家中都会遇到，这些问题必须用某种社会政治手段进行处理。一般说来，科学政策包括选择、资助和控制等功能性问题。这些问题表现在三个方面：

①资源分配：即什么人为什么种科研取得了多少资金。

②行政分配：那一部门或机构负责哪种研究与开发活动。

③技术课题，即从哪一计划和建议中得到什么费用和利益。

3公众参与科技政策活动有什么意义？

答：（1）科技政策的公众参与的两层含义

①公众接受科技政策的决策者的解释，从而理解支持某项科技政策的过程。

②指公众直接参与到科技政策的议程设定、决策的整个过程，以普通公民所具有的知识、价值判断和民主意识有效影响科技政策的形成。

（2）公众参与科技政策活动的重要意义

①科技政策的公众参与是促进现代科学技术又快又好发展的现实需要

通过公众参与，使公众接受新科技、理解支持科技政策，促进新科技更快发展的重要性不言而喻。科技政策的公众参与对促进现代科学技术更好发展意义深远：人们从生态学、政治学、经济学、伦理学等多角度分析探索，能够突破通常由政府、相关机构根据少数专家意见制定科技政策时，由于视野狭窄或短视而对科技发展的负面效应视而不见的思维定势。扩展视野、汇集集体智慧有利于提高决策的品质。

②科技政策的公众参与是促进现代社会民主进步的现实需要

一些科技政策的公众参与形式，有利于解决现代社会民众对科技政策的信任危机和实践科技民主化理念。西方国家的科技政策的公众参与既是现代民主政治的成果，又是推动力量。科技政策的公益性质决定了它是公共政策的一个组成部分。从民主政治的理念出发，受决策影响的公民应当具有平等参与决策的权力。

总之，公众参与是科技政策的内源性动力，科技决策中不同利益诉求与视角基点越来越成为社会关心的问题，使得科技决策的公众参与成为促进科技更好更快发展、社会民主进步的现实要求。

4科技人才应具备怎样的素质？如何培养？

答：（1）科技人才应具备两个基本素质

①迅速掌握新知识的能力，比掌握较多已有的知识更为重要。

②更重要的是能否运用已掌握的知识去进行创新。我们不能用过去的标准，以掌握知识量的多少或者以专业经验多少来评价人才。“创新人才”，应该是不仅掌握知识较多，而且善于学习新知识，并善于运用所掌握的知识去创新的人才。

（2）知识经济时代，培养科技人才有如下方式

①确立创新人才全面人才观。创新人才需要接受系统的教育，但接受过系统教育的人并不一定就是创新人才；反过来讲，一些学历不高但经过自学而具备了很高的创新能力，也能成为知识经济时代创新典范。创新人才既包括高级人才，也包括一般人才，他们具有知识经济时代创新人才的共同特征，也在知识结构、能力结构上显现出不同的规格特点。

②要多方位的培训。课堂授课方式是一般最常用的方法，但绝不是惟一的方法。行之有效的方法，应该是在实际工作中，抓住要点，进行针对性强的教育和培训，甚至可以将现实工作中的难题放到培训活动中来，让被培训人员进行现场解决，从中发现创新方法和人才。

③将培训工作做到实处。要树立起对培训重要性的认识，不要总是流于形式，应该转变意识观念，认认真真地开展培训工作，同时要做好培训的效果评估工作，而不是“虎头蛇尾”，并且要做到培训与规划的有机结合。然后建立和发展完善的培训教学体系不断提高培训的质量和针对性，使培训内容与受训者要求获得的知识、能力和技巧协调一致。

④为创新型人才搭建施展的舞台。随着科学技术的发展和社会的进步，“事”对人的要求越来越高、越来越新，人与事的结合处在动态的矛盾之中。

5科技战略的意义是什么？如何配置和利用社会科技资源？

答：（1）科技战略的意义

现代科技显示了其强大的社会功能。人们越是深刻地认识到这种功能，就越迫切地要求从各方面来干预、利用和控制科技，使其更好地为人类社会的经济、政治、军事和文化的目标服务。国家政治系统就会主动地根据一定时期内经济社会发展的战略需要，有选择、有重点地对科技进行人力、物力、财力上的再分配，这就是一定时期国家的科技政策和战略。这些科技政策和战略确定一定时期内的研究重点并进行规划，再进一步详细确定一个个科研课题，并通过科学奖励机制的运行，引导科技人员在这些方向上开展研究，以实现国家所关切的问题的解决。

（2）配置和利用社会科技资源的方式

①科技资源配置的具体内涵

国家科技政策和战略规划及计划项目，最终都通过配置一定的科技资源来具体运行。科技资源包括科技人才、科技资金、科研实验（试验）装备、科技信息等要素，各种资源要素组合统一于科技活动单位，联合发挥作用。科技资源配置，就是社会科技资源在全部科技活动的不同活动主体、学科领域、科技计划、行业部门、时空分布的分配与组合。科技资源的宏观配置（国家调控管理职能部门）主要是科技资源的分配，科技资源的微观配置（基层主体）主要是科技资源的组合。

②国家科技资源的配置涉及四个方面：

- a. 配置主体分为执行主体（大学、科研机构、企业）和调控管理主体（政府科技职能部门、中介科技服务机构）。
- b. 科技资源配置的规模是其配置的总量和强度，如R&D经费总额、R&D / GNP等。
- c. 配置结构是科技资源要素在科技活动主体、过程、时空中的分配和组合比例及要素的结构。
- d. 科技资源配置的运行方式是科技资源要素由分配到达组合的运行模式（如市场机制、指令性配置、指导性配置）。