

1 绪论

1.1 缘由

1.1.1 客观需要

水文学是探讨地球上水的起源、存在、分布、循环、运动等变化规律的一门科学。它与气象学、海洋学、地质学、土壤学、水力学、物理学等学科联系密切。由于水文现象的影响因素十分复杂，致使许多水文过程难以用严格的演绎推理来处理。同时，人们在长期实践中，积累的大量的规律性的认识，大都不能用数学物理方程表示出来，因而只能看做是局部经验。所以，长期以来，人们对水文学的科学性，在认识和评价上都不高，例如认为：

水文学是一门“系数科学”^[1]；

水文很玄，学生很烦；

严格说，水文学不能算一门科学，只能算一门技术或艺术；

成熟的科学一般都有不少定理、定律，有的还有假说，而水文学却没有自己的定理、定律和假说，故很难说是成熟的科学。

这就是说，客观上要求水文学有自己的定理、定律和假说。那么，在现实条件下有可能总结出一些定理、定律和假说呢？作者认为是有的。

1.1.2 现实经验较多

水文学作为一门课程进入学校，大约已有近百年的历史。目前，国外在这方面已积累了不少经验。近 50 多年来，中国水文工作者为适应水利水电工程建设和国民经济发展的需要，在水文领域做了大量的工作，并结合中国实际积累了丰富的经验，特别是在工程水文学方面的经验更多，并且已有很多专著问世。

因此，作者认为，目前已有条件把现有的某些较为成熟的经验，通过总结、归纳、提炼上升为定理、定律和假说，以便推动水文科学的发展，促进生产技术水平的提高。

因为，如果没有人去总结提高，现有的经验也得不到应有的重视。例如，在一条河道顺直且河床稳定的河流，一个断面的一场洪水的水位流量关系曲线，呈逆时针的绳套形，这似乎是常识。但是前几年，作者在参加审查西南地区某河某断面的水位流量关系时，却发现该站历次大洪水的水位流量关系，均定为单一的曲线，而从图上的点据来看，在曲线的两旁都有点子，并且在高水部分，分布还比较规律。按照这些点子，在高水部分，以按小绳套定线比较合理。但测站工作人员解释说，他们以往整编资料，一般都是看见“驼背”（即有绳套趋势的关系线）就整直（定成单一线）。因为他们那里河道断面变化很小，“驼

背”也不严重。作者认为，这种看法，在概念上是不对的。如果我们能把水位流量关系是绳套形这一认识上升为一条定理，那么学生在学校学了以后，到生产岗位上就会自觉地用这条定理来处理问题，而不致于出现把“驼背”整直的事情。

1.1.3 经验上升为定理定律和假说的可能性

水文和气象方面的经验，具有很强的地区性。因此，许多经验都不能随意搬用。但是，其中带有共性，属于基本规律的一些经验，则是可以移用的。

大家知道，水文学的任务，简言之，主要是研究水的运动、分布和存储。按照系统学的观点从全球角度看，共有3个系统决定了水的这些特性：①大气系统；②陆地系统；③海洋系统（图 1.1.3.1）。水文领域关注陆地系统，但也涉及大气和海洋系统直接影响陆地系统水分运动的环节。水文气象学就是一个例子。

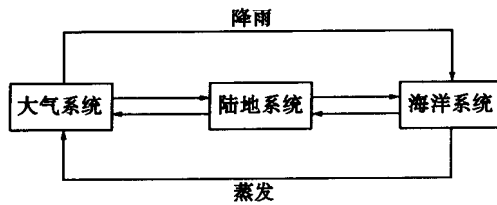


图 1.1.3.1 全球水分运动 [2]

显然，降水、径流和蒸发，是将水分从一个系统带到另一个系统的主要环节。从整个地球的角度看，水循环是个闭合系统，但对区域而言，则是个开放系统。研究陆地系统的水分时，可划分出3个系统：①地表系统；②地下系统；③含水层系统（图 1.1.3.2）。常年河流中的径流，源自这3个系统。其中，含水层系统通过水的渗透相联系。

图 1.1.3.3 表明，在地表系统中，降水、地表径流、下渗、蒸散发是产流和水分损失的决定性环节。地表系统本身可分为3个子系统（图 1.1.3.4）：植被子系统；②构造建筑等子系统；③土壤子系统。这些子系统，相应于截留、填洼和滞蓄等损失，这些损失补充大气系统或地下系统。水文学致力于定量模拟控制陆地系统水分的过程或环节。

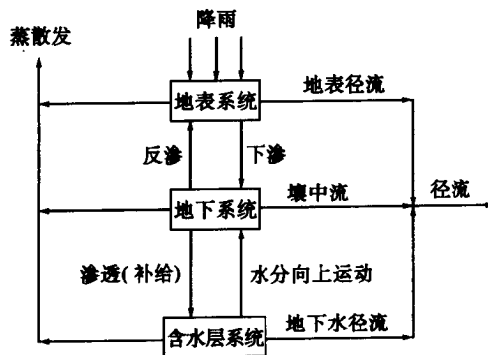


图 1.1.3.2 陆地系统水分运动 [2]

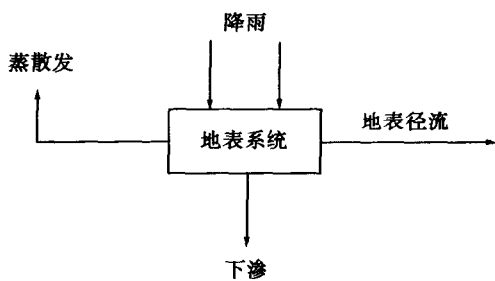


图 1.1.3.3 地表系统水分运动 [2]

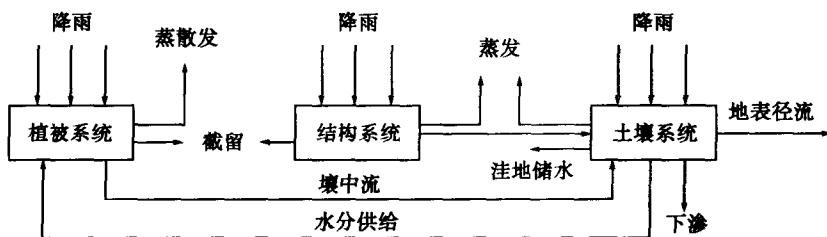


图 1.1.3.4 陆地系统水分运动细化 [2]

以上 4 张图所示的这些系统，从其涉及的内容来看，全世界都是一样的。

一个流域一场暴雨洪水的形成过程，可以概括为

大气过程 \rightarrow 降雨过程 \rightarrow 洪水过程

这个物理过程在全世界也是一样的。

按照系统学的第三定律：由于系统间的相似性，从某个系统总结出来的规律，可以推广和还原到和它相似的系统中去 [3]。

因此，从系统学的观点来看，根据一个流域或地区，所总结出来的水文基本规律，是可以运用到世界相似流域或地区的。

1.1.4 提升定理定律和假说的方法

首先对其他自然科学（主要是数学、物理学、化学、生物学、经济学等）中的常用定理、定律和假说进行总结、归纳，找出其产生类型，表述模式，共性与个性等，从中得到启发，然后再结合水文实际，总结、概括、提炼出一些水文定理、定律和假说。

1.2 定理

1.2.1 定理的定义

定理的定义有多种说法，如：

《辞海》[4]：定理是通过一定的论据而证明的真实的结论。如“在任何一个三角形中，如果两角相等，则其对应边也相等”，就是几何学中的一个定理。

《四角号码新词典》^[5]：定理是已证明具有正确性，可以作为原则或规律的命题或公式。

《中学数理化公式定理手册》^[6]：用推理的方法判断为正确的命题叫做定理。

我们认为，一般能根据现有理论知识（包括公理、定理、定律等）作出严格证明的命题，称为定理。

1.2.2 定理的类型

根据有关文献归纳，现有定理大致可分为数学推证型、定律演绎型、定理直导型、方程演化型和实验总结型 5 种。

1.2.2.1 数学推证型

指能够用数学领域的方法加以证明的定理。初等数学和高等数学中的一些定理，均属于此种类型。

例如平面三角中的正弦定理、余弦定理、勾股定理；平面几何中的平行四边形、矩形、菱形性质定理；代数学中的二项式定理；概率论中的独立事件概率的乘法定理、互斥事件概率的加法定理；微分方程中解的存在与惟一性定理等，都能够用数学方法加以证明。

1.2.2.2 定律演绎型

这就是根据有关物理定律推导演绎而成的定理。例如：

(1)物理学中的角动量定理：

$$\int_{t_0}^t M_e dt = I\omega - I\omega_0$$

即“一段时间内作用于刚体的合外力矩的冲量矩等于刚体角动量的增量”，它是根据转动定律推导出来的^[7]。

(2)物理学中的质点动能定理：

$$A = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

即“在一段有限路程上，合力对质点所做的功，在数量上等于质点动能的增量”，它是根据牛顿第二定律 $F = ma$ 推导出来的^[7]。

(3)动量定理：

$$F \cdot \Delta t = mv_2 - mv_1$$

即“物体所受合外力的冲量等于物体动量的变化”，也是从牛顿第二定律推导出来的^[6]。

1.2.2.3 定理直导型

指根据某一定理直接推演而得的定理。

例如，物理学中的刚体绕定轴转动的动能定理：

$$\int_{\theta_0}^{\theta} M_e d\theta = \frac{1}{2}I\omega^2 - \frac{1}{2}I\omega_0^2$$

即“作用于刚体的合外力矩的功，在数量上等于刚体转动动能的增量”，它是由质点系的动能定理（一切外力和内力做功的代数和，在数量上等于质点系动能的增量）推导出来的^[7]。

1.2.2.4 方程演化型

指采用某一经典的数学物理方程作为基础，经过适当变换演化而得的定理。

例如，非平衡热力学和统计物理学中的 H 定理^[8]：即由于分子的碰撞作用，函数

$$H = \int f(r, v, t) \ln f(r, v, t) dv$$

将随时间单调地减小，即

$$\frac{dH}{dt} \leq 0$$

这条定理就是根据著名的玻耳兹曼 (Boltzmann) 方程

$$\frac{\partial f}{\partial t} + v \cdot \nabla_r f + \frac{F}{m} \cdot \nabla_v f = ff(f'f'_1 - ff_1) u\sigma(\Omega) d\Omega dv_1$$

推导出来的 (以上各式的符号意义，参见文献 [8]) 。此方程在稀薄气体系统和固体物理、等离子体物理，以及天体物理等方面被广泛地应用。

1.2.2.5 实验总结型

即根据大量实验资料总结出来的定理。

例如热力学中的能斯特定理。

1906 年，能斯特 W. H. Nernst, 1864 ~ 1941) 在研究低温下各种化学反应的性质时，总结大量实验资料得出了一个普遍规则，即凝聚系统的熵在等温过程中的改变，随着绝对温度趋近于零而趋于零，可表示为：

$$\lim_{T \rightarrow 0K} (\Delta S)_T = 0$$

此式称为能斯特定理，一般情况下可作为热力学第三定律的一种表述^[8]。

1.3 定律

1.3.1 定律的定义

定律的定义也有多种提法，如：

《辞海》^[4]：定律是对客观规律的一种表达形式，通过大量具体事实归纳而成的结论。

例如“牛顿运动定律”、“热力学定律”、“倍比定律”等。

《新华词典》^[9]：定律在科学上指为实践所证明、反映客观事物在一定条件下发展变化规律的论断。有时用公式表示。

《四角号码新词典》^[5] 定律是在实践中证明了的反映事物发展变化规律的论断或公式。

日本田中富教授认为：从两种以上的实践经验中，找出共同的规律，然后把它运用于未经实践的事情上来，预测它的结果。如果试验结果同找出的共同规律一样，那么，就可以称为“定律”了^[10]。

我们认为，经过大量实践检验成立，而且不能或者能根据现有理论知识作出证明的命题，均可称为定律。

1.3.2 定律的类型

根据有关文献归纳，现有定律大致可分为实验总结型、观测归纳型、定律推出型、定理推出型、触景恍悟型、假说成真型、经验升华型和相似类比型等 8 种。

1.3.2.1 实验总结型

这种类型的定律最多。

例如，力学中的牛顿运动定律，弹性力学中的虎克定律，分子物理学和热学中的气体的三个实验定律（玻义耳—马略特定律、盖·吕萨克定律、查理定律），遗传学中的孟德尔（G.Mendel 第一定律（分离律）和第二定律（自由组合律）^[11]等，都是根据大量实验资料总结出来的。

1.3.2.2 观测归纳型

即根据对某种自然现象进行大量观测的结果，而归纳出来的定律。

例如，天文学中的行星运动三大定律，就是德国人开普勒（Kepler, 1571 ~ 1630）根据丹麦天文学家第谷（B.Tycho, 1546 ~ 1601）用了 30 年的工夫，对行星位置所作的精密观测结果，用数学知识进行归纳推导出来的^[12]。

开普勒行星运动三定律如下：

(1) 行星沿椭圆轨道绕太阳运行，太阳位于椭圆的一个焦点上。

(2) 对任一个行星而言，它的矢径（太阳到行星的连线）在相等的时间内扫过相等的面积（图 1.3.2.1）^[13]。

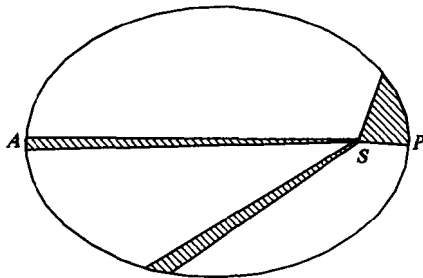


图 1.3.2.1 行星矢径在相等时间内扫过的面积

(3) 行星绕太阳公转周期 T （以年为单位）的平方，等于它与太阳距离 D （以日地距离为单位）的立方^[12] 即

$$T^2 = D^3$$

开普勒是如何发现第三定律的呢？他所得到的直接观察资料只是表 1.3.2.1 中的头两横行，上面记着对水星而言距离 D 是 0.387 个单位，公转周期 T 为 0.24 年。对其他行星可类似读表。这两行数字看起来杂乱无章，没有规律可言，但是，开普勒坚信自然界必有规律可循，何况他又迷恋着数学，所以他认为一定可以从中找出规律来。他不知经过多少次失败，最后终于发现了第三定律 $T^2 = D^3$ 。

表 1.3.2.1

九大行星活动周期观测数据

行星名称	水星	金星	地球	火星	木星	土星	天王星	海王星	冥王星
D	0.387	0.723	1.000	1.52	5.20	9.54	19.2	30.1	39.5
T	0.24	0.615	1.000	1.88	11.9	29.5	84	165	248
D^3	0.057	0.377	1.000	3.512	140.6	868.3	7 078	27 271	61 630
T^2	0.057	0.378	1.000	3.534	141.6	870.2	7 056	27 225	61 504
$\lg D$	-0.41	-0.41	0	0.18	0.72	0.98	1.28	1.48	1.60
$\lg T$	-0.62	-0.21	0	0.27	1.07	1.47	1.92	2.22	2.39

我们从表中的第三、四行可以看到，上下两个数是非常接近的，这个哑谜，道破了极其简单但在未揭谜底以前确实令人想断肝肠，怎么会想到 T^2 与 D^3 呢？这个 2 与 3 是如何想出来的呢？开普勒一定做了许多次尝试，搞了多次逐步逼近，才最后找到它们。今天，我们如果利用对数，事情就明朗得多，请看第五、六行的比例近似于 2:3 即

$$2:3 \approx -0.41:-0.62 = -0.14:-0.21 = \dots$$

但当时对数还刚发明，开普勒可能不知道它是什么^[12]。

因为利用对数来研究时，可以假设

$$T^m = D^n$$

两边取对数得

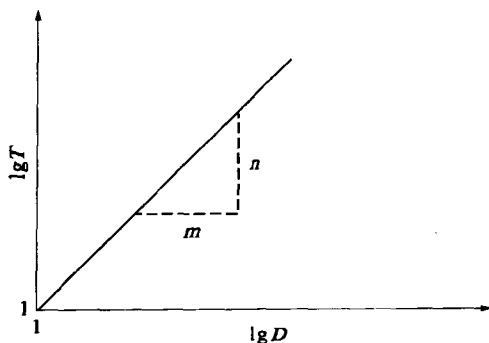
$$m \lg T = n \lg D$$

$$\lg T = \frac{n}{m} \lg D$$

此式在双对数坐标纸上呈一直线（图 1.3.2.2）其坡度即为

$$\frac{n}{m} = \frac{3}{2}$$

则 $m = 2, n = 3$ 。

图 1.3.2.2 $\lg T$ 与 $\lg D$ 的关系

1.3.2.3 定律推出型

即根据相关定律经过推导而得出的定律。

例如角动量守恒定律（作用于物体的合外力矩等于零时，物体的角动量保持不变），是根据转动定律（转动刚体的角加速度 a 与作用于其上的合外力矩 M_e 成正比，与刚体的转动惯量 I 成反比，即 $M_e = Ia$ ）推导出来的^[7]。

热力学第一定律（在任一过程中，系统所吸收的热量在数量上等于该过程中系统内能的增量及对外界做功的总和），是根据能量守恒定律（能量既不能消灭，也不能创生，只能从一个物体传给其他物体，或者从一种形式转化为另一种形式）推导出来的^[7]。

1.3.2.4 定理推出型

即根据相关的定理，经过推导而得出的定律。例如：

(1) 动量矩守恒定律（当刚体不受外力矩作用时，其动量矩保持不变），是由动量矩定理（刚体动量矩的改变等于作用于刚体上的冲量矩）推导而得出的^[7]。

(2) 均匀物质统计热力学中的杜隆-珀蒂(Dulong - Petit)定律（所有简单固体都有相同的热容 $C_v = 3Nk$ ），虽然是在大量实验数据的基础上总结出来的，实际上它可以由能量均分定理（对于处在温度为 T 的平衡态的经典系统，粒子能量中每一个平方项的平均值等于 $kT/2$ ）推得^[8]。

(3) 机械能守恒定律（一个物体系统，如果只有系统内部的重力和弹力做功，其他内力和外力都不做功，那么物体系统的动能和势能——重力势能和弹性势能可以互相转化，而总的机械能保持不变），可以从动能定理（外力对物体所做的总功，等于物体动能的增加）推出来^[6]。

1.3.2.5 触景恍悟型

即受到某种事物表现出来的某一现象的启发，恍然大悟而提出的定律。例如：

(1) 古希腊科学家阿基米德发现浮力定律（物体在水中受到的浮力，等于它所排开的同体积水的重量），就是受到人进入装满水的澡盆以后，会挤出与人体体积相等的水来的启发而提出的。

传说^[14~16]，两千多年以前，在阿基米德所居住的叙拉古国（一个城市国家，位于现在意大利南部的西西里岛上），有一个名叫亥尼洛的国王让一名金匠用纯金做一顶王冠。

过了不久，金匠把王冠送来了。这顶王冠做得漂亮极了，上面雕满了精致的花纹，金光灿烂。国王十分欢喜。可是，有人传说，这顶王冠好像不是用纯金做的，因为用手托起王冠总觉得不够那个分量，怀疑只有表面是金子，而里面是用银做的。国王知道以后，大发雷霆。传令把金匠找来追问。金匠说，王冠的重量与国王交给他的金子的重量完全一样，没有假。国王当场称重，果然王冠重量与金子重量相等。这样，要证明王冠里面是否是银子，那就要把王冠掰开来看，可是国王又舍不得。于是，有人建议把当时有名的科学家阿基米德请来，商量这样一个问题：“能不能在不损坏王冠的条件下，而确定它究竟是纯金做的 还是掺了银的？”

阿基米德当时没有立即想出好主意。据传说，他边想着这个问题，边走到公共澡堂去了。

那时，在澡堂里，热水满满地装满了澡盆。阿基米德脱了衣服跨进澡盆，许多水从澡盆里溢了出来，同时觉得自己的身子忽然轻了许多。而且他觉得入水愈深，身体愈轻，但排出盆外的水量也愈多。于是，他恍然大悟，立刻跳出澡盆，光着身子往家里跑，并边跑边

喊：“我知道了！我知道了！”

阿基米德就这样发现了浮力定律。

(2) 英国科学家牛顿发现万有引力定律（任何两个物体都是相互吸引的，引力的大小跟它们的质量的乘积成正比，跟它们的距离的平方成反比），是受到苹果落地的启发而提出来的。

据牛顿的朋友史特克莱在一篇回忆录里介绍，1666年的一天午饭后，他和牛顿走进花园，在苹果树旁坐下喝茶。这时，牛顿跟他谈起了关于引力的概念，谈着谈着，一只苹果从枝头落到地上。这时牛顿就想：为什么苹果总是垂直落下来呢？既然地球周围都是“天”，为什么它不向旁边落去，也不往上飞去，而总是朝着地心呢？那原因一定是地球在吸引它。因为地球引力的总和在地球中心，所以苹果才垂直下落，朝着地心落。如果物体与物体相吸引，那么一定与物体的质量成比例，这种引力存在于整个宇宙之中。史特克莱认为，牛顿就是这样从苹果落地想开去，结合他已经掌握的知识联想到地球与整个天体运动而揭开宇宙的秘密的^[17]。

1.3.2.6 假说成真型

即原为受到某些现象启发，而提出的一种假说，后为大量实验或事实证明假说为真实的定律。例如：

(1) 化学中的阿佛加德罗定律，就是意大利人阿佛加德罗于1811年提出的假说（在同温同压之下，同体积的气体含有同数之分子），经后人大量实验而证明为真实后，便上升成了定律^[18]。

(2) 生物学中的疟疾定律（疟疾系由蚊子传播），也是先有假说而后成真的。19世纪，疟疾病猖獗，人们根据疟疾病的分布情况得出结论：低洼多水、气温较高的地带是烟瘴之区，易发生疟疾。为了消除此病，于是人们清除污水，结果疟疾少了，与此同时蚊子也少了。把这两个事实联系起来，人们设想，疟疾是不是靠蚊子来传播的呢？以后人们进一步发现：①住在低洼沼泽地，并在室外露天睡觉的人易患疟疾；②不用蚊帐比用蚊帐的人易患疟疾；③夜间在薰烟的火旁睡眠的人很少患疟疾。这三个事实使蚊子传播疟疾成为一有力的假说。后来，经过法国医生拉弗朗（Laveran）和英国军医罗斯（Ross）的实验研究终于得出结论：疟疾的病原是一种细长如丝的微生物，即疟原虫。疟原虫是通过蚊子吸血而传播的。这样就使假说成了定律^[11]。

顺便介绍，拉弗朗于1880年11月5日确定疟疾是由一种产生在患者红血球中名叫原虫的单细胞生物引起的。他找到了病根，但没有发现疟疾的起因和传播途径。罗斯于1897年8月20日在一种名为“按蚊”的胃里找到了拉弗朗报告的那种疟原虫，从而搞清了疟疾的起因及传播途径。为此，罗斯于1902年获得了诺贝尔生理学与医学奖，5年以后拉弗朗也获得此奖^[19]。

1.3.2.7 经验升华型

即根据生产实践和社会实践所取得的经验而上升为理论的定律。

例如，生物学的最低量定律：“各种生物的生长速度受它所需要的环境因素中最低量因素的限制”。对于谷物，其产量往往不是受水和CO₂含量的限制，而是受一些需要量很少的因素如硼、锰等所限制^[11]。这条定律就是根据大量农业生产实践经验总结出来的。

根据社会实践经验总结而提出的定律也不少。

例如，经济学中的奥肯定律^[20]：“实际国民生产总值每超过潜在国民生产总值（充分就业水平下的国民生产总值）二点五个百分点，失业率就可以降低一个百分点。”它是由美国经济学家奥肯根据美国的大量统计资料进行分析而得出的。它表示实际国民生产总值增长率与失业率之间关系的经验规律。

1.3.2.8 相似类比型

即用已经熟悉的事物的规律类比，而提出的定律。

例如，在静电学中的库仑定律：“两个点电荷的相互作用力与两个电荷电量的乘积成正比，与距离的平方成反比”，就是与牛顿的万有引力定律类比后提出来的^[21]。

1.4 假说

1.4.1 假说的定义

假说的定义亦有多种提法，如：

《新华词典》^[9]：假说即假设，它是科学研究上指用来解决某种有待证明的论题的说明。假说被充分证明后，就是理论。

《现代汉语词典》^[22]：假说是科学研究上对客观事物的假定的说明，假说要根据事实提出，经过实践证明是正确的就成为理论。

我们认为，假说是以现有但尚不够充分的客观事物（事实、现象、数据、材料等）为依据，运用已有科学知识，对该事物本身内在的秘密所作的推测性的论断。

1.4.2 假说的类型

根据作者收集到的有关文献归纳，现有假说大致可以分为经验总结型、观测归纳型、相似类比型、他科移植型、分类归纳型、实验目标型和理想推断型 7 种。

1.4.2.1 经验总结型

即根据经验资料、事实，总结出来的假说。

例如 1.3.2.6 节中所说的，蚊子传播疟疾这一假说（现已成为定律），就是根据人们的生活经验总结出来的。这个假说，可以表述为：带有疟原虫的蚊子，如果叮人，则被叮者会患疟疾。

1.4.2.2 观测归纳型

即根据观测资料归纳出来的假说。

例如，天文学家开普勒在运用第谷的观测资料研究天体运动的规律时，他虽然接受了哥白尼 *Nicolas Copernicus*, 1473 ~ 1543 提出的“太阳中心说”但是他在一个很长的时期内，为毕达哥拉斯 *Pythagoras* 约公元前 582 ~ 前 500 提出的“天体运动必须是均匀的圆周运动”的假设而苦恼。因为他发现这种观念，不论在哥白尼体系里，还是在托勒密 (*Claudius Ptolemy* 公元 85 ~ 165) 地球中心说体系里，或者在第谷体系里，都不能以同样的准确程度预测第谷所测算到的结果。因此，他毅然地放弃了毕达哥拉斯的传统观念，提出

了天体运动的椭圆轨道的假说：“每一个行星的运动都是沿着一个椭圆轨道环绕太阳运行，而太阳则处在椭圆的一个焦点上”^[21]。后来证明，椭圆轨道给出的预测值与实际观测准确相符，从而得到了开普勒行星运动定律中的第一条定律。

1.4.2.3 相似类比型

即用相邻事物的规律作类比而得出的假说。

例如，1924年法国物理学家德布罗意（De Broglie, 1892 ~ 1987）提出的物质波的假说，就是根据相似类比提出来的。他认为，光和实物在外表上虽有着千差万别，但是，在它们的背后，却都隐藏着波动性和粒子性。他根据这种相似性，于是类比于光子的特性，大胆地提出了物质波的假说^[8,21,23]：实物（静质量 $m \neq 0$ ）粒子也可能具有波动性，即和光一样，也具有波动——粒子两重性；与一定能量 E 和动量 P 的物质粒子相联系的波的频率和波长分别为

$$\nu = E/h$$

$$\lambda = h/P$$

（式中 h 为普朗常数）波的传播方向是粒子的动量方向。

这一假说，为波动力学的建立奠定了基础。因此，德布罗意荣获了 1927 年的诺贝尔物理学奖^[24]。

美国物理学家戴维逊（Davisson, C. J., 1881 ~ 1958）于 1927 年利用电子衍射实验，验证了德布罗意的物质波假说，因此也荣获 1937 年的诺贝尔物理学奖^[24]。

1.4.2.4 他科移植型

即把其他科学的概念借用过来。

例如，奥地利物理学家玻耳兹曼（Ludwig Boltzmann, 1844 ~ 1906）在研究空腔辐射时，借用了热力学中的压力和温度的概念，提出了空腔辐射对腔壁所施加的压力等于每单位体积的辐射能的三分之一的假说，因而，使他能够从简单地应用通常的热力学的基本概念，推导出黑体辐射能与绝对温度的四次方成正比的定律，甚至有人把它誉为理论物理学的一颗明珠^[21]。

1.4.2.5 分类归纳型

即把调查研究中搜集到的资料，加以分门别类，进行分析整理，并从中找出某些规律，或者做出对未来事件的预言，提出相应的假说。

例如在 19 世纪 60 年代，人们已经掌握了 60 余种天然元素的原子量以及其他性质，并且已有不少人先后提出，寻找各种元素的性质与其原子量之间的关系。俄国化学家门捷列夫（Менделеев, 1834 ~ 1907）和德国科学家洛特·迈耶尔（Lothar Meyer, 1830 ~ 1895），分别把这些资料进行了分类归纳研究，并于 1869 年以元素周期表的形式，发表了他们的分类，确定了元素的性质，随着它们的原子量以周期性的方式变化着。尤其是门捷列夫强调指出，周期表应当有些空白位置，留给尚未发现的元素。他高度准确地预言了那些当时还没有发现的元素的性质（属假说）。后来它们全部都被发现了^[21]。

1.4.2.6 实验目标型

形成假说，是科研工作者重要的脑力劳动。在科研活动中，假说的主要作用在于提出新的实验或新的观察任务。绝大多数的实验研究和观测活动的明确目的，都是要验证一

个假说是否正确。

例如，伽利略 (Galileo, 1564 ~ 1642) 在研究引力时，提出了一个简单的假说：接近地球表面的物体具有一个垂直向下的恒定的加速度。他为了验证这个假说，不仅做了自由落体实验，而且还以单摆周期与单摆物体性质无关这一事实来确认这一假说^[21]。

1.4.2.7 理想推断型

即根据观察和实践经验，结合科学知识联想，产生的一种理想的论断。

例如阿佛加德罗假说 (现已上升为定律)：“在相同的温度和压强下 相同体积的任何气体，都会有相同数目的分子”，在提出时就是一种理想的推断。

1.5 定理、定律和假说的共性与个性

1.5.1 共性

1.5.1.1 表述模式相同

定理、定律和假说的表述模式均可概括为

假设条件 \Rightarrow 推理判断

例如 平面几何学中的“在任何一个三角形中 如果两角相等 则其对应边也相等”这一定理 其假设条件是“一个三角形中”“两角相等”其推理判断是“其对应边也相等”。

平面几何中的勾股定理：“直角三角形两直角边 a 、 b 的平方和等于斜边 c 的平方”。其假设条件是直角三角形，推理判断是 $a^2 + b^2 = c^2$ 。

化学中的阿佛加德罗定律 原为假说 的假设条件是：“同温、同压之下 同体积的气体”推理判断是“含有同数之分子”。

有些定律的假设条件多达五六个，例如遗传学中的哈迪 (C. H. Hardy) 温伯格 (W. Wein. berg) 定律^[11]：在一个有性生殖的自然种群中，在符合 5 个条件的情况下，各等位基因的频率和等位基因的基因型频率，在一代一代的遗传中是稳定不变的，或者说，是保持着基因平衡的。这 5 个条件是：①种群大；②种群中个体间的交配是随机的；③没有突变发生；④没有新基因加入；⑤没有自然选择。这条定律，除了指明的 5 个条件之外，还有一个前提即“自然种群”也就是说 实际上是 6 个假设条件。其推理判断是“基因平衡”。

1.5.1.2 有的能用公式表达，有的不能用公式表达

1.5.1.2.1 能用公式表达者

(1) 在定理方面。能用公式表达的定理很多。例如：

平面三角中的正弦定理^[6] 在一个三角形中 各边和它所对角的正弦的比值相等 即

$$\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C} = 2R$$

梯形面积定理^[6] 梯形面积 S 等于它的两底边 a 、 b 之和与高 h 的乘积的一半 即

$$S = \frac{1}{2}(a + b)h$$

(2) 在定律方面。能用公式表达的也很多，例如：

牛顿第二运动定律：物体的加速度 a 跟所受的外力的合力 F 成正比，跟物体的质量 m 成反比 即

$$F = ma$$

胡克定律：在弹性限度内，弹性体的弹力和其形变量 x 成正比 即

$$F = kx$$

欧姆定律：导体中的电流 I 跟这段导体两端的电压 U 成正比，跟这段导体的电阻 R 成反比 即

$$I = \frac{U}{R}$$

(3)在假说方面。能用公式表达的也有许多（但这些后来都上升为定律了），例如：
德布罗意的物质波假说：物质波的频率为

$$\nu = E/h$$

物质波的波长为

$$\lambda = h/P$$

1.5.1.2.2 不能用公式表达者

(1)在定理方面。定理不能用公式表达者也很多。特别是在几何学中更多，例如：

三角形中位线定理：三角形的中位线平行于第三边，并且等于它的一半。

平行四边形性质定理：平行四边形的对角线互相平分。

圆的存在惟一性定理：经过不在同一直线上的三个点可以作一个且只可作一个圆。

两平面平行的性质定理：经过平面外一点只有一个平面和已知平面平行。

在哲学中的量子跳跃 * 思维定理：如果你总是照老一套方式思维，总是做老一套的事情，其结局只会同以前一模一样^[25]。

(2)在定律方面。定律不能用公式表达，只能作定性的描述者也很多。例如：

化学中的固定组成定律：任何纯净的化合物都有固定的组成^[6]。

电磁学中的楞次定律：感应电流的磁场总是要阻碍引起感应电流的磁通量的变化^[6]。

系统学的第三定律：由于系统间的相似性，从某个系统总结出来的规律，可以推广和还原到和它相似的系统中去^[3]。

热力学第二定律：①开尔文的表述为，不可能从单一热源取热，使之完全变为有用的功而不产生其他影响 ②克劳修斯的表述为，不可能把热从低温物体传到高温物体而不产生其他影响^[7]。

生物学中的最低量定律：各种生物的生长速度受它所需要的环境因素中最低量因素的限制^[11]。

生物气候定律：北美洲温带地区，在其他因素相同的条件下，植物的阶段发育开始时间 每向北移动纬度 1° 向东移动经度 5° 或上升 400 英尺(约 130m)，春季和初夏将各推迟 4 天；在夏季后半期和秋季则要提早 4 天。此定律亦称“霍普金斯生物气候定律”系由美国森林昆虫学家霍普金斯 (A.D.Hopkins) 从 19 世纪末起，通过 20 多年的物候研究，及

* 量子跳跃即发展过程中突然的变化或者增加。

大量的植物物候资料分析(1918年、1938年)而得。具体是根据植物的阶段发育的迟早与所在地区的纬度、经度和高度等关系综合、归纳得出的^[26]。

天文学中的哈勃定律：“红移”*最快的星系就是离我们最远的星系^[27]。

在社会科学中不能用公式表达的定律更多，例如经济学中的萨伊定律和凯恩斯定律^[20]等就是如此。

(3)在假说方面。不能用公式表达的很多，例如：

化学中的阿佛加德罗假说：在同温、同压之下，同体积的气体含有同数之分子。

物理学中的伽利略假说：接近地球表面的物体，具有一个垂直向下的恒定加速度。

1.5.1.3 适用范围有一定的限制

1.5.1.3.1 定理

定理一般适用范围较宽，但也有适用范围较窄的。

例如，热力学中的能斯特定理，不能应用于那些不处于统计平衡态的物质。例如某些无定形的材料或无序合金，它们在低温下能以很长的弛豫时间**作为‘冻结’的亚稳态存在，这时能斯特定理并不成立^[8]。

1.5.1.3.2 定律

定律的适用范围，一般都有一定的限制。例如：

牛顿第二定律($F = ma$)只适用于宏观、低速的物体，对微观、高速的物体则不适用。

欧姆定律($I = U/R$)只适用于金属导体和电解液导电，对气体导电则不适用^[6]。

能量转化和守恒定律是宇宙间的普遍规律，它揭示了宏观世界和微观世界中的物质运动的规律。但是，只有在和外界没有能量交换的孤立的物质系统中，能量才是守恒的^[28]。

阿基米德定律(物体在水中受到的浮力，等于它所排开的水的重量)，在失重状态下是不适用的。

1.5.1.3.3 假说

假说的适用范围，也都有一定的限制，例如：

开普勒的天体运动轨道为椭圆形的假说(现已成定律)，只适用于大行星运动，不适用于小行星运动。因为小行星运动轨道花样繁多^[29]。

世界著名水文专家爱尔兰的杜格(J.C.I Dooge)教授为1985年10月于中国南京召开的《中美双边水文极值学术讨论会》提交的论文《探索水文规律》一文^①中说：“即使最坚强的物理定律也不是在一切条件下都成立，……，例如，在超高压条件下，密度概念和水静力学定律无效；在高温条件下，原子价的基本化学概念和化合定律失效等等”。

杜格在上文中引述复杂系统的Weinberg“定律”时指出，即使科学的普遍定律也不是一成不变的，纵观科学发展的历史，能量守恒定律就曾几经变革，但是每次变革只是改变能量的定义，而未改变这条定律的形式。Weinberg以此作为他的“定律守恒律”的例证。

* “红移”指光谱线向波长较长的红端的位移。光源(发光的天体)背离观测者运动，会发生红移。

** 弛豫时间是指系统由初始状态达到平衡态所经历的时间。

① 河海大学科技情报，1986年第1期增刊

他定义“定律守恒律”为：“当事实与定律冲突时，拒绝这些事实或改变定义，但决不放弃已有定律”。一个定律可以因此而永不消失，但随着定义的逐步完善，它的适用范围逐渐从可以作广泛预测的一般定律，降为某种特定的特性描述，以致变得十分贫乏无用。

Weinberg还强调指出，建立定律时不应迷失方向，以致使定律过于一般化，而无任何实用价值，但又必须注意缺乏普遍性的危险。定律必须在“满足的特殊性定律”和“不满足的特殊性定律”之间进行协调。所谓“满足的特殊性定律”是指：“任何一般的定律都必须至少有两个特定的应用”。所谓“不满足的特殊性定律”是指：“任何一般的定律必定至少有两个例外”。这后一条定律也就是众所周知的哲理：“只有不说话，才能不说错话”。

所以，我国著名数学家王梓坤教授指出：“一条定律或一种学说，只适用于一定的范围，只在一定的条件下正确。如果条件变了，或者范围大了，就必须修改甚至推倒重来”^[12]。

1.5.2 个性

1.5.2.1 定理、定律大部分精确，小部分近似

1.5.2.1.1 定理

定理绝大部分是精确的，但是也有少量是近似的。

例如，均匀物质统计热力学中的布洛赫 (F. Bloch) 定理就是近似的。因为它的基础是能带论。而能带论是一个单电子近似的理论，它把固体中每个电子的运动看成是独立的在一个等效的势场中的运动^[8]。

1.5.2.1.2 定律

定律大部分是精确的，但有相当一部分是近似的。这又分以下 4 种情况：

(1) 定律超出其适用范围以后，就是近似的。

例如万有引力定律 ($F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$) 只是近似正确，越靠近太阳，准确性就越低^[12]。

(2) 根据实验资料总结，含有经验参数的定律，一般都是近似的。因为经验参数的确定，带有一定的误差。

例如胡克定律 $F = kx$ 中的弹性模量 k 就是近似值。

(3) 导出定律的实验本身，就是按理想的情况进行的。

例如，达西定律 $v = kJ$ ，是按稳定流，在均质砂土的条件下实验而得的^[30]。在天然流域，不可能完全符合这些条件，因而公式也是近似的。

(4) 定律本身就是近似的。

例如原子物理中莫塞莱 (H. G. Moseley) 定律^[23]就是这样。

自从 1895 年伦琴 W. C. Rontgen 发现 x 射线后，原子 x 射线谱的研究迅速发展。原子发射具有元素特征的线状谱，称作原子的 x 射线标识谱。不同元素的标识谱结构相似都由 K, L, M, \dots 等线系组成。莫塞莱发现，在与不同元素相对应的特征 x 射线谱线频率 (ν) 之间，存在着简单的规律。例如，对于 K_α 线，有关系

$$\nu \approx 2.48 \times 10^{15} (Z - 1)^2 H.$$

式中的 Z 是原子序数， H 为频率单位 (赫兹)。这个关系就称为莫塞莱定律。此定律提供了一个测定元素的原子序数的方法。

经济学中的恩格尔定律，也是一种定性描述。该定律为：一般，恩格尔系数（即人们的食物支出金额在消费总支出金额中的比例数）越大，表示人们生活的贫困程度越高；反之，则表示人们生活的富裕程度越高。

此外，在政治经济学中的有些定律，是在一定的时期、一定的社会条件下近似正确。

例如 19 世纪末 20 世纪初法国经济学家萨伊提出的萨伊定律^[20]：在完全竞争的市场经济条件下，供给能够自行创造需求。因此，经济根本不会发生购买力严重不足，从而市场通过自动调节能够达到充分就业。

而在 20 世纪 30 年代，英国经济学家凯恩斯提出了凯恩斯定律：需求能够创造出自己的供给，因此政府应采取措施刺激需求以实现充分就业和经济增长^[20]。

以上两条定律，最初都只是一种学术观点或一种主义，是后来被其追随者奉为定律的。显然，这两条定律的观点是截然相反的。前者认为，资本主义社会能够借助市场的力量，使经济自动调节，并将达到充分的均衡。而后者则认为，仅靠自由机制是无法保证经济自由增长，达到充分就业的，因为决定社会就业量的是有效需求，为此，政府必须运用宏观政策和货币政策来刺激需求。

萨伊定律否认了资本主义制度下发生生产力过剩危机和失业的可能性。所以随着凯恩斯主义的流行，萨伊定律在西方经济学中日渐消声匿迹。但随着资本主义经济的发展，到 20 世纪 70 年代初，西方国家经济出现大量失业和物价高涨并存的“滞涨”局面，凯恩斯主义也无能为力，日渐失去往日的光彩^[20]。

1.5.2.2 假说具有猜测性

即其真实性尚待证实。

但是，假说是发现新事物，形成新理论的桥梁。在科学研究中，有很多定律和理论，都是先有假说，而后最终形成的。

恩格斯对于假说在科学研究中的地位和作用，做了精辟的概括，他说：“只要自然科学在思维着，它的发展形式就是假说。一个新的事实被观察到了，它使得过去用来说明和同类的事实的方式不中用了。从这一瞬间起，就需要新的说明方式了——它最初仅仅以有限数量的事实和观察为基础。进一步的观察材料会使这些假说纯化，取消一些，修正一些，直到最后纯粹地构成定律。如果要等待构成定律的材料纯粹化起来，那么这就是在此以前要把运用思维的研究停下来，而定律也就永远不会出现”^[31]。

因此，英国物理学家牛顿 Isaac Newton, 1642 ~ 1727 说：“没有大胆的猜测，就作不出伟大的发现^[21]”

德国数学家、物理学家和天文学家高斯 (Gauss, C. F., 1777 ~ 1855) 说：“若无某种大胆放肆的猜测，一般是不能有知识的进展的^[12]”。

物理学家爱因斯坦 (Einstein, A., 1819 ~ 1955) 说^[16]：“提出一个问题往往比解决一个问题更重要，因为解决问题也许仅仅是一个数学上或实验上的技能而已。而提出新的问题，新的可能性，从新的角度去看旧的问题，却需要创造性的想像力，而且标志着科学的真正进步”。

参 考 文 献

- 1 [美]董·姜斯敦(Don Johnstone) 威廉 P·克乐斯(William P. Cross) 应用水文学原理. 吴瑞宏, 李昌华译. 北京: 水利出版社, 1958
- 2 [美]Vijay P. Singh. 水文系统流域模拟, 赵卫民 戴东 牛玉国等译, 郑州: 黄河水利出版社 2000
- 3 周美立. 相似系统论北京: 科学文献出版社, 1994
- 4 辞海编辑委员会. 辞海上海: 上海辞书出版社, 1982
- 5 商务印书馆编辑部. 四角号码新词典. 北京: 商务印书馆, 1998
- 6 万中义. 中学数理化公式定理手册. 成都: 四川辞书出版社, 2000
- 7 李西伯. 物理学. 北京: 高等教育出版社, 2001
- 8 陆果基础物理学教程(下卷)北京: 高等教育出版社, 2000
- 9 商务印书馆辞书研究中心修订新华词典. 北京: 商务印书馆, 2001
- 10 [日]田中富科学之谜, 黄梦平 杨国光等译. 北京: 科学普及出版社, 1980
- 11 陈阅增. 普通生物学. 北京: 高等教育出版社 2001
- 12 王梓坤. 科学发现纵横谈. 上海: 上海人民出版社, 1978
- 13 北京大学物理系普通物理教研室普通物理学(力学部分). 北京: 人民教育出版社, 1979
- 14 [日]板仓圣宣科学并不神秘——围绕伽利略落体运动法则的对话. 何益汉译. 北京: 科学出版社, 1978
- 15 梁恒心. 浮力的故事. 北京: 中国少年儿童出版社, 1978
- 16 赵文彦等. 科学研究与管理. 北京: 时事出版社, 1986
- 17 王通讯科学家成功的奥秘. 石家庄: 河北人民出版社, 1979
- 18 贺双桂等. 高中数理化公式定理大全. 南宁: 广西师范大学出版社, 2001
- 19 欧阳军. 蚊子与诺贝尔奖. 知识窗 2002(3)
- 20 市场经济百科全书(上卷). 成都: 四川人民出版社, 1995
- 21 陈衡. 科学研究的方法论. 北京: 科学出版社, 1982
- 22 中国社会科学院语言研究所词典编辑室. 现代汉语词典. 北京: 商务印书馆, 1983
- 23 郑乐民. 原子物理. 北京: 北京大学出版社 2000
- 24 陈浩元. 科学家轶事. 北京: 北京师范大学出版社, 1983
- 25 [美]詹姆斯·梅普斯著. 魔术思维——生活创新的 18 种策略. 王修芹, 崔琳琳译. 北京: 新华出版社 2002
- 26 朱炳海等. 气象学词典. 上海: 上海辞书出版社, 1985
- 27 张孟军不受诺贝尔奖“青睐”的发现. 科技日报, 2001年 10月 18日
- 28 褚君浩. 能量. 上海: 上海人民出版社, 1976
- 29 刘步林. 数学在天文学中的运用. 北京: 北京科学出版社, 1979
- 30 清华大学水利工程系水力学教研组. 水力学(中册). 北京: 人民教育出版社, 1962
- 31 恩格斯. 自然辩证法. 见: 马克思恩格斯选集(第三卷). 北京: 人民出版社 1972