

构建学习单开发的输入—加工—输出 (IPO) 理论模型

钱 岩 常 娟

(中国科学技术馆, 北京 100012)

[摘 要] 近年来, 随着科普场馆数量的增加, 如何发挥场馆功能的问题跟随而至。我们常常可以看到, 学校团体观众进入展厅后, 更多地是随意走马看花, 使校外参观教学变成旅游活动, 一些场馆安排太多的抄写或聆听活动, 消磨了孩子们在科技馆中主动探索的好奇与兴趣。从学校教育角度看, 2001 年启动的新一轮课程改革对科技馆等校外教育资源提出需求, 强调要发挥科技馆在展项、场地、队伍、器材设施等方面的优势。在这一背景下, 开发基于科技馆资源的学习单等教学资料, 将科技馆作为一种教学资源与学校科学课程进行有机的结合, 将会使科技馆这个重要的社会资源为学校科学课程所服务, 充分实现科技馆的教育价值。本文在对国内外已有科技馆教学的文献研究基础上, 梳理了学习单的概念与功能, 并试图构建学习单开发的输入—加工—输出 (IPO) 理论模型, 期望对相关方面提供借鉴。

[关键词] 科技馆 学习单 输入—加工—输出 (IPO) 理论模型

[中图分类号] G26 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-8357(2012)S2-0057-07

Worksheet Development Based on Input-process-output(IPO) Theory

Qian Yan Chang Juan

(China Science and Technology Museum, Beijing 100012)

Abstract: In recent years, along with the increasing number of science venues, their educational function has been paid much more attention. From the view of the school education, a new round of curriculum reform of education started in 2001. This reform stressed using the equipment and facilities in science and technology museums. This paper discussed the concept and function of worksheet, and tried to create a input-process-output (IPO) theory model, expecting to provide a reference for the related aspects.

Keywords: science and technology museum; worksheet; input-process-output (IPO) theory model

CLC Numbers: G26 **Document Code:** A **Article ID:** 1673-8357(2012)S2-0057-07

1 学习单的概念与功能

1.1 学习单的概念及分类

学习单一词源自于学校教育, 也称“学

案”, 是指由教师设计、学生使用的学习资料。其基本结构包括课程名称、学习目标、活动方案、自我检测 4 个部分的内容。使用学习单组

收稿日期: 2011-12-22

作者简介: 钱 岩, 中国科学技术馆高级工程师, 研究方向为科技馆教育, Email: qianyan@cast.org.cn;
常 娟, 中国科学技术馆讲师, 研究方向为科技馆教育, Email: cjsyc1021@tom.com。

织学生学习是一种有效的个别化教学方式，旨在推动学生的自主学习活动，帮助学生成为乐于学习、善于学习的主动学习者。

根据所支持的学习活动的性质不同，学习单可以分为探索性学习单、活动性学习单和评量性学习单三种类型。

(1) 探索性学习单通过相关问题或探索路径的呈现，让学生在获取问题答案的探索中，逐步完成某一学习活动，如“圆的周长”学习单。

“探索圆的周长”学习单

1. 请用圆规在硬纸板上画出大小不同的三个圆，然后用剪刀沿着它们的边把每个圆剪下来。

2. 你认为圆的周长与它的什么有关系？联系你画的过程，你有没有得到什么启发？可以与你的同组伙伴商量商量。

3. 要想知道你画的三个圆形纸片的周长，你想到了什么办法？你的同组伙伴还有哪些不同的办法？

4. 用你们想到的办法，分别测量出三个圆形纸片的周长和相关的量（比如直径、半径的长度），并把你测量的结果填到下面表格中。

5. 小组内相互交流一下你们的发现。除了刚才想到的测量办法，你们还有没有新的办法？（比如计算的办法）把你们的办法写下来。

编号	周长	半径	直径	我的发现
1 号圆形纸片				
2 号圆形纸片				
3 号圆形纸片				

(2) 活动性学习单通过对学习单中操作内容或实施程序的说明，引导学生进行某一项学习活动，如“做长方体纸盒”的活动学习单。

“做长方体纸盒”学习单

材料：A4 纸大小的硬纸板，各种剪好的长方形、正方形、平行四边形、三角形纸片。

工具：剪刀、小刀、透明胶带、双面胶、直尺、三角板。

1. 选择材料：小组内相互商量一下，你们会选择哪些材料和工具来制作长方体纸盒。

2. 做好分工：小组长给组员分工，明确

每个成员在合作活动中分别担负的职责。

3. 通力合“做”：按照分工，一起完成制作长方体纸盒的任务，遇到问题时，注意相互沟通。

4. 记录经验：组内成员一起回顾做的过程，共同分享收获并交流遇到的困惑，写出你们组的主要发现。

(3) 评量性学习单的功能在于诊断学生的学习、评定学生的学习成效，除了有知识记忆的评量外，更重视高层次学习能力的评定，如“20 以内的加、减法”学习单。

“20 以内的加、减法”学习单

1. 算一算，评一评。

- ① $13-4=()$ ② $15-7=()$ ③ $()+6=12$
 ④ $()-7=5$ ⑤ $9+()=14$ ⑥ $11-()=6$
 ⑦ $15-0=()$ ⑧ $4+7=()$ ⑨ $8+8=()$

你的成绩	对了几道	错了几道	你满意吗？

2. 连一连，评一评。

- $8+4=$ $9+4=$
 $14-8=$ $14-7=$
 $6+7=$ $7+5=$
 $16-9=$ $11-5=$

你的成绩	对了几道	错了几道	你满意吗？

1.2 学习单的功能

对于学校而言，学习单开创了多元的学习空间，是一项重要的教学技术，也是以学生为中心的教学辅助工具。它强调直观形象教学，强调经历和感受教学，利用自然与生活环境，培养学生自我学习的能力，进而达到教学目的。

在科技馆（博物馆）领域，学习单的名称不统一，如导航、参观单、活动单、工作纸等，从功能上看，可以将学习单定义为使学生更好地参观和理解科技馆的展品而设计的辅助性教育资料。归纳起来，科技馆学习单主要

包括以下几方面的作用。

(1) 节省人力资源。科技馆不论是基本陈列,还是临时展览,都有大量的展品展出,随着观众对导览需求的与日俱增,在有限的人力下,学习单能给观众提供展览与展品的重点提示,可以起到讲解的作用。

(2) 强化实物学习。学习单在设计时以强化实物学习为出发点,强调通过观察实物进行分析、探索和想象。

(3) 引导展示路线。学习单为观众提出建议的参观路线,指导观众在有限的时间内,在哪个展厅参观,重点内容是什么,以达到设定的学习效果。

(4) 是展览的延伸和补充。展览有时会受到展示空间、展览内容等因素的限制,使展示并不充分。学习单可以使展览适当延伸,增加展览没有充分展出的与展品相关的背景知识,丰富展览内容。

2 学习单开发的输入—加工—输出 (IPO) 相关理论梳理

与学校学习主要基于书面语言和口头语言不同,科技馆(博物馆)学习主要是以具体实物为基础的。不过,这两种场合下的学习之间的差异也并不是绝对的。一方面,在学校学习中,也需要借助于教具、学具、模型等实物帮助学生理解语言材料所表达的内容;另一方面,在科技馆(博物馆)学习中,也需要借助于说明牌的文字和讲解员的解说来帮助参观者更好地理解展品中所蕴含的科学知识。

尤其重要的是,不论是学校学习,还是科技馆(博物馆)学习,学生都需要通过聆听(对应于口头语言)、阅读(对应于书面语言)、操作和观察(对应于实物及现象)获得有价值的信息,并对信息进行记忆、联想、推理、决策等认知加工,而加工的结果也需要通过说、写、画、做等形式表现出来。也就是说,各种学习方式都需要经历“输入(input)—加工(process)—输出(output)”3个环节,各个环节诸要素的多样组合,形成形式多样的学习方式。

长期以来,教育家们从不同观点和角度出发,对于学习的输入、加工和输出3个环节的要素及其组合方式进行了细致分析,提出了多种有价值的学习理论。

我国思想家和教育家孔子从立志、思考、巩固、实践等角度,对人的学习过程进行了阐述,如“吾十有五而志于学”(《论语·为政》)、“学而不思则罔,思而不学则殆”、“学而时习之,不亦说乎”(《论语·学而》)、“弗学,何以行”(《治学篇》)。著名的儒家经典《中庸》一书引用孔子的话说:“博学之,审问之,慎思之,明辨之,笃行之”,明确提出学习的5个阶段:学、问、思、辨、行。

近代教育科学的创始人赫尔巴特(J.F. Herbart)把学习划分为连续进行的4个步骤:(1)明了,向学生明确地讲述新的教材;(2)联想,通过教师和学生谈话,使学生把新旧观念联合起来;(3)系统,学生在新旧观念联系的基础上,去寻找结论、定义和规律;(4)方法,将已学得的知识应用于实际,培养学生有逻辑的、创造性思维的技能。后来,这4个步骤被他的学生齐勒(T. Ziller)等人修改为预备(preparation)、呈现(presentation)、比较和抽象(comparison and abstraction)、概括(generalization)、应用(application)5个阶段,称为“五段教学法”。这一教学法在19世纪末和20世纪初盛行于欧美各国,清末传入中国,并对当时的学校教学产生了广泛的影响。

流行于20世纪上半叶的行为主义学习理论以根据动物实验所得学习原理为基础,将学习解释为在刺激与反应之间形成联结的过程。这一理论不关心学习者内部的心理加工过程,只将人的所有行为看成是对外部刺激做出的适应性反应,并通过各种条件反射的方法来强化这种反应。应用在学校教育中,就是要求教师为学生创设适当的环境,掌握塑造和矫正学生行为的方法,在最大程度上强化学生的合适行为、消除不合适行为。

兴起于20世纪50、60年代的认知心理学从信息加工的角度,将人的认知看成由信息的

获得、编码、贮存、提取和使用等一系列连续
的认知操作阶段组成的信息加工系统。根据认
知的信息加工模型,美国教育心理学家加涅
(R.M.Gagné) 将学习过程描述为 9 个相互连接
的环节,并划分为准备、操作和迁移 3 个阶
段。其中,“准备”阶段包括注意 (attending)、
预期目标 (expectancy)、提取知识 (retrieval to
working memory) 3 个环节;“操作”阶段包括
选择性知觉 (selective perception)、语义编码
(semantic encoding)、反应 (responding)、强化
(reinforcement) 4 个环节;“迁移”阶段包括提
取线索 (retrieval clues) 和概括 (generalize) 两
个环节^[1]。加涅以学习过程的 9 个环节为基础,
提出了“九大教学事件”和教学系统设计的方法,
极大地促进了教学心理学在学校教学中的应用。

20 世纪 80 年代中期以来,一批学者在吸收皮亚杰、布鲁纳、维果斯基等多方面观点的基础上,提出了建构主义学习理论^[2]。根据建构主义学习理论,学习既不是行为主义理论所描述的在刺激和反应之间建立联结,也不是信息加工理论所描述的被动地对外界信息进行接收、编码、贮存、提取和使用;而是学习者根据自己原有的经验、心理结构和信念,

对外部信息进行主动的选择、加工和处理,构建自己的理解体系。在这一过程中,原有的知识经验因为新信息的进入而发生调整 and 改变。

为了对各种理论关于学习过程的分析有一个总体的认识, 可以从“输入—加工—输出”(IPO) 3个环节出发, 对各种理论的学习阶段划分和核心观点进行简要的梳理(参见表1)。

从表1可以看出,从学习过程来看,除行为主义理论忽视内部的加工以外,各种理论对学习过程的阶段划分都可以纳入到“输入—加工—输出”3个环节;从核心观点来看,各种学习理论从不同的角度解释学习的本质,并存在一些共识和联系。概括地说,可以从以下几个方面加以说明。

(1) 孔子认为学习主要靠学生自主的钻研和实践，而赫尔巴特则强调教材、课程和教学方法的标准化，但他们都认为学习（教育）是建设心灵和培养品德（即修身）的过程。

(2) 行为主义理论进一步发展了赫尔巴特强调外部控制的观点，将联想、系统化、比较和抽象、概括等内部心理加工完全抛开，只关心刺激和反应之间的联结。

(3) 信息加工理论推翻了行为主义理论忽视内部心理加工的主张和做法,但保留了它的

表1 从“输入—加工—输出”3个环节出发对各种学习理论的分析

理论		学习阶段		核心观点
	输入	加工	输出	
孔子	学	问、思、辨	行	温故知新，学以致用
赫尔巴特学派	明了（预备、呈现）	联想（比较和抽象），系统（概括）	方法（应用）	教育是建设心灵或培养品德的过程，而建设心灵的原料是教材与课程
行为主义理论	刺激		反应	学习就是通过强化建立刺激与反应之间的联结
信息加工理论	接收（注意、预期、提取知识）	编码（选择性知觉、语义编码），贮存（反应、强化）	提取、使用	学习就是使外界客观事物（知识）内化为其内部认知结构的过程
建构主义理论	选择	加工、处理	交流、应用	知识不可能以实体的形式存在于个体之外，只能靠个体的主观建构

客观主义传统，仍然承认外部世界及其知识的客观性。

（4）建构主义理论对行为主义理论和信息加工理论共同持有的客观主义思想进行了批判，强调知识不是对现实的纯粹客观的反映，只是人们对客观世界的一种解释、假设或假说，需要随着人们认识程度的深入而不断地变化。在学习过程中，学生不仅理解新知识，而且对新知识进行分析、检验和批判。

当前，虽然建构主义学习理论已经成为影响学校教育的主要流派，但其他各种学习理论也没有失去它们的影响。并且，不同国家有着不同的历史文化背景和现实社会条件，对于各种理论的接受和应用程度也有所不同。通常的做法是：综合各种学习理论的共识，根据时代的共同特点和各国的具体情况提出有实效性的解决方案。

3 学习单开发的输入—加工—输出（IPO）理论模型应用

基于上述分析，我们可以根据各种学习理论在学习过程阶段划分上的共识，提出学习过程的“输入—加工—输出”模型，简称为IPO模型。在输入环节，学习者要通过听讲、阅读、操作和观察等活动获取有关信息；在加工环节，学习者要通过识别、记忆、对比、分类、类比、归纳、组合、计算、证明、解释、概念形成、发现规律等心理加工，对获得的信息进行梳理和分析，建构自己对信息的理解；在输出环节，学习者要通过选择、陈述、填空、书写、绘画、制作、表演等多种形式，将自己的理解表述出来。

从科技馆学习单开发的角度来看，不管叫什么名称（导航、参观单、活动单、工作纸等），都可以将学习单定义为使学生更好地参观和理解科技馆的展品而设计的辅助性教育资料。根据学习的IPO模型，学习单中的每个任务都应包括输入、加工、输出3个环节。下面，以台湾科学教育馆的系列学习单——“奇妙的化学世界”为例，说明如何利用IPO

表2 “奇妙的化学世界”系列学习单的任务分析举例

学习单	内 容	任务分析		
		输入	加工	输出
大泡泡 1~2 年级	1. 操作大泡泡时，应该要注意哪些安全事项？ ☐ 站在中央 ☐ 操作的时候不要随意进出泡泡的范围 ☐ 操作时要洽（咨询）服务人员 ☐ 可以中途跑出来	看展品、读操作	识别、分类	选择
	2. 操作大泡泡时，下列哪一个人的位置是对的？	看、做	识别、评价	选择
	3. 试试看，拉起铁环后，你看到什么？ ☐ 泡泡 ☐ 肥皂水 ☐ 没有看到东西	看、做（观察）	识别	选择
	4. 玩泡泡时，你可以在泡泡上看到几种颜色？（可复选） ☐ 红 ☐ 橙 ☐ 黄 ☐ 绿 ☐ 蓝 ☐ 紫 ☐ 其他	看、做（观察）	识别	选择
	5. 拉出来的大泡泡里面有什么东西呢？ ☐ 水 ☐ 空气 ☐ 火	看、做（观察）	推理	选择
	6. 你曾经用过哪些材料来制作泡泡水？（可复选） ☐ 红墨水 ☐ 肥皂水 ☐ 沐浴乳 ☐ 洗发精 ☐ 洗碗精 ☐ 牙膏 ☐ 酱油	做	识别、分类	选择
	7. 你认为用力拉出来的泡泡会比较大吗？ ☐ 会 ☐ 不会 ☐ 不一定	看、做	识别、分类	选择
大泡泡 3~4 年级	1. 下面哪一种溶液，最适合拉出大泡泡呢？ ☐ 糖水 ☐ 盐水 ☐ 肥皂水	看、做	识别、分类	选择

续表

大泡泡 3~4 年级	2. 如果你用三角形的铁丝来拉会拉出什么形状的泡泡? ☐ 圆 形 (○) ☐ 三 角 形 (△) ☐ 正 方 形 (□)	看、做	识别、分类	选择
	3. 下列哪些材料可以用来制作泡泡水? (可复选) ☐ 红墨水 ☐ 肥皂水 ☐ 沐浴乳 ☐ 洗发精 ☐ 洗碗精 ☐ 牙膏 ☐ 酱油	看、做	识别、评价	选择
	4. 在泡泡水中加入什么东西可以让泡泡不容易破? ☐ 糖 ☐ 盐 ☐ 面粉	看、做 (观察)	识别	选择
	5. 仔细观察你看到大泡泡的表面有哪些颜色? ☐ 红 ☐ 橙 ☐ 黄 ☐ 绿 ☐ 蓝 ☐ 靛 ☐ 紫	看、做	识别	选择
	6. 哪种情况下触碰泡泡, 最容易使泡泡破裂? ☐ 干燥的手 ☐ 沾肥皂水的手	看、做	识别、分类	选择
	7. 你将铁环拉到身体的哪个部位时, 泡泡就破掉? ☐ 脚 ☐ 腹 ☐ 胸 ☐ 头 ☐ 高过头部泡泡仍没破	看、做	识别	选择

模型分析学习单中的具体任务。

由上面的分析可以看出, 学习单中的每个任务都可以按 IPO 的模型进行分析; 3 个环节的要素不同, 任务的类型和特征也就不同。

在开发学习单时, 需要从学习时间和活动方式两个维度加以考虑。其中, 学习时间包括参观前、参观中、参观后; 活动方式则根据 IPO 模型进行分析, 包括感官的探索、讨

论与分析、记忆、比较与分析 5 个方面。综合来看, 参观前着重于先备知识的统整、兴趣的激发; 参观中可强调对展品的探索、比较、记忆; 参观后则可安排回忆、比较、统整、推论、想象等活动。两个维度的结合参见表 3。

表 3 两个维度的结合

	输入	加工	输出
参观前	-	-	-
参观中	-	-	-
参观后	-	-	-

学习单的设计主要可以归纳为 7 个步骤, 具体如下。

(1) 确定学习对象。必须首先确定学习对象, 是中学生、小学生, 还是其他学习者; 是高中学生, 还是初中学生; 是小学高年级学生, 还是低年级学生。以便根据他们的年龄、知识结构等情况, 确定学习目标和内容。

(2) 分析展品。对选择的展品, 从设计思路、展示目标、操作要点、预期效果等方面进行分析。在分析过程中, 不仅要查阅与展示内容相关的书籍、研究论述、类似展品等资料, 而且要对学习对象对展品的兴趣和理解程度进行调查, 为确定学习单的主题和目标提供依据。

(3) 确定主题与目标。根据教育部门义务教育课程标准和教材内容, 确定适当的主题, 明确教学目标, 作为学习单内容设计的依据。比如, 中学《生物学》的课程标准有“青春期”、“生物的进化”等内容, 这些内容可以成为学习单开发的主题, 围绕这一主题, 就可以确定学习单的教学目标。

(4) 编制学习单。要配合教学目标, 明确重点观察的展品展出位置和参观线路, 规划详细的学习活动, 并以学习单的形式呈现出来。在内容方面, 可以根据 IPO 模型, 对学习活动的输入、加工和输出 3 个环节进行分析和规划; 在形式方面, 应做到文字简洁、图

文并茂。

(5) 编制教师指南。教师指南是教师利用学习单组织学生开展教育活动的重要工具。根据国内外学习单开发和应用的经验,教师指南不仅应包括参观前、参观中、参观后 3 个环节的活动建议,而且还要对学习单中的学习活动提供参考答案,并向学生推荐相关资料。

(6) 咨询与修订。就所开发的学习单及教师指南向相关学科教师进行咨询,请他们提出修改建议,并根据咨询情况,修订学习单内容。

(7) 试用与完善。将经过修订的学习单及教师指南交给学科教师,引导他们利用学习单开展教育活动,并对活动的效果进行评价。根据评价结果,可以进一步完善学习单。

参考文献

- [1] Gagne R M. Instructional Programs[M]/M H Marx, M E Bunch. Fundamentals and Applications of Learning. New York: Macmillan, 1977.
- [2] Duffy T M, Jonassen D H. Constructivism: New Implications for Instructional Technology. [M]/T M Duffy, D H Jonassen. Constructivism and the Technology of Instruction: A Conversation. Hillsdale. NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1992: 1-16.
- [3] 孟庆金.学习单:博物馆与学校教育合作的有效工具[J].中国博物馆, 2004(3): 15-19.
- [4] 左曼熹.博物馆参观教学与展示参观活动单——以国立自然科学博物馆经验为例[J].博物馆学季刊, 2008, 17(2).
- [5] 孙雪冬.博物馆教育和学校教育互动的思考[J].博物馆学, 2006(2).
- [6] 刘文利.学校科学教育需要科技馆积极支持[J].中国教育导刊, 2008(3): 45-48.

2010 年度促进科技类博物馆能力提升课题简介

为贯彻落实《全民科学素质行动计划纲要(2006—2010—2020 年)》,实施《科普基础设施发展规划(2008—2010—2015 年)》,推动科技类博物馆的发展,为国家制定相关政策奠定理论基础,2010 年,中国科协科普部设立了“促进科技类博物馆能力提升”课题,由中国科普研究所组织相关力量开展相关课题研究。

按照《促进科技类博物馆能力提升课题研究项目管理办法》的要求,各地、各单位积极组织推荐申报,共收到课题申报书 77 份。经初审、专家审议、复审,共有 15 个课题入选,分别从科技类博物馆公益性与经营性研究、科技馆发展状况研究、提升科技馆科学教育功能研究、科技类博物馆相关标准和管理规范研究 4 个方面以不同的视角对促进科技类博物馆能力提升课题进行分析和研究。

各课题组联合多方力量,深入开展调查研究,对现有政策、资源和文献进行梳理,经过近一年的研究,在结题论证会后提交了正式的结题报告和学术论文,分别从不同角度对促进科技类博物馆展教功能提升对策,科技类博物馆与学校科技教育结合机制,科技类博物馆科学教育活动的设计、开展等方面进行了研究和探讨。

本期《科普研究》刊登了各课题组提交的研究成果论文共计 15 篇,希望能充分展现 2010 年度促进科技类博物馆能力提升课题的研究成果。由于时间和经验有限,所涉及的问题尚不够全面,提出的观点和建议可能有些不够准确,恳请读者批评指正。中国科协科普部今后将继续设立相关研究课题的资助项目,支持此领域的推进发展。