



教师教育精品教材·教学设计系列

Instructional Design for Physics

陈刚◎著

物理教学设计



华东师范大学出版社

华东师范大学“985 工程”二期哲学社会科学“教师教育理论与实践”
创新基地建设成果

全国教育科学“十一五”规划课题“基于新技术的课程优化新范式研究”成果

物理教学设计

陈 刚 著

华东师范大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

物理教学设计 / 陈刚著. —上海: 华东师范大学出版社,
2009

ISBN 978 - 7 - 5617 - 6893 - 8

I. 物… II. 陈… III. 物理课—课程设计—中学 IV.
G633.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 078390 号

教师教育精品教材·教学设计系列

物理教学设计

著 者 陈 刚

责任编辑 朱建宝

审读编辑 金 莉

封面设计 黄惠敏

出版发行 华东师范大学出版社

社 址 上海市中山北路 3663 号 邮编 200062

电话总机 021 - 62450163 转各部门 行政传真 021 - 62572105

客服电话 021 - 62865537(兼传真)

门市(邮购)电话 021 - 62869887

门市地址 上海市中山北路 3663 号华东师范大学校内先锋路口

网 址 www.ecnupress.com.cn

印 刷 者 上海商务联西印刷有限公司

开 本 787×1092 16 开

印 张 18

字 数 338 千字

版 次 2009 年 9 月第 1 版

印 次 2009 年 9 月第 1 次

印 数 3100

书 号 ISBN 978 - 7 - 5617 - 6893 - 8 / G · 4011

定 价 32.00 元

出 版 人 朱杰人

(如发现本版图书有印订质量问题,请寄回本社客服中心调换或电话 021 - 62865537 联系)

前 言

教学设计是一门以学习心理学、教学理论和教学技术的研究成果为基础,寻求解决教学问题、优化教学效果的应用性学科。本书主要面向课堂教学,阐述物理课堂教学设计的理论和相应的操作程序。

现代学习理论认为,学习具有不同的类型,不同类型的学习具有不同的内部过程,需要不同的内部条件,学习后内部的表征不同,外显行为也不同。建立在现代学习理论基础上的教学设计强调,依据学习者的学习规律来安排教学活动、选择教学方法和媒体、对教学目标实现与否进行测量,学习的规律清楚了,与之对应的、有效的教学就明确了。本书尝试将物理教学设计建立在学习心理学的研究基础之上,依据学习心理学理论揭示物理学科中“知识与技能”、“过程与方法”以及“情感态度价值观”等不同类型学习的内部学习过程、条件和外显行为,并据此来设计教学活动方案和测量项目。希望本书的努力可以在一定程度上克服了传统教学论缺乏可操作性的不足,从而为物理新课程有效的教学实施提供支撑。

本书分为三编,第一编为总论。第一章重点阐述物理学科的学习分类及依据;该分类将物理学习内容、学习时内部的过程和条件、学习后内部表征及外显行为联系起来,有助于教师全面地认识不同类型学习的机制,形成依据学习的规律规划教学活动的意识。第二章介绍教学任务分析方法。教学任务分析的目的是揭示从学生起点能力到教学目标实现过程中的使能目标结构和学习需要的内部条件,为合理选择教学策略奠定基础。任务分析主要起沟通学习理论和教师教学行为之间桥梁的作用。第二编为分论(第三到七章),阐述不同学习类型的学习规律及相应的教学设计。该部分将依据学习理论的研究,分别阐述物理学科中具体目标对应的学生的学习结果为何、其学习的规律和条件为何以及有效教学实现的教学设计等问题,为三维课程目标的实现提供合理的教学方案。第三编为基本教学问题讨论(第八到十一章),依据信息在师生间传递的方式探讨教学方法及选择、依据信息呈现和识别的特点阐述教学媒体的选择、依据学习者外显行为论述教学目标的测量等问题。其中,第十章论述教学首尾环节的设计、教

学目标的陈述技术,并比较完整地梳理了物理教学设计的主要工作。

本书的顺利出版得到华东师范大学“985”教师教育平台项目出版经费的支持,在此表示感谢。

中央教科所杨宝山教授诚邀作者参与全国教育科学“十一五”规划课题“基于新技术的课程优化新范式研究”,并担当子课题“教学设计新范式研究”的负责人,本书也是该课题阶段性成果之一。

感谢华东师范大学出版社曹利群副编审和朱建宝编辑在选题策划、结构优化方面所做的细致有效工作,感谢编辑金莉在内容文字润色方面付出的辛勤劳动。

漳州师范学院付丽萍老师仔细审校了书稿清样,提出了许多中肯有价值的修改建议;书中采用了裘玮、李瑞明、邱基斌、陈显盈等老师的资料,作者对诸位老师的支持表示诚挚谢意!

本书依据学习心理学理论阐述物理教学设计的规律,无论是理论基础还是实践应用都相对薄弱,错漏和不足肯定不少,敬请读者给予批评指正!

陈 刚

2009年6月

于华东师范大学

目 录

第一编 总 论

第一章 物理学科学学习的分类	3
第一节 教学设计概述	3
第二节 学习分类理论概述	16
第三节 物理学科学学习的分类	30
第二章 物理教学任务分析	40
第一节 任务分析概述	40
第二节 课堂教学设计中的任务分析方法	47

第二编 各类物理学习结果的教学设计

第三章 物理概念和规律的学习与教学设计	59
第一节 物理概念与规律的学习	59
第二节 物理概念和规律意义的习得方式	64
第三节 物理概念和规律意义习得的教学设计	75
第四节 物理概念和规律“运用”的教学设计	85
第四章 物理学科方法的学习与教学设计	93
第一节 方法及科学方法概述	93
第二节 物理学科“方法”目标的教学设计	101
第五章 物理系统化知识的学习与教学设计	112

第一节 物理系统化知识的学习	112
第二节 物理系统化知识的教学设计	122
第六章 物理问题解决的学习与教学设计	134
第一节 问题解决研究概述	134
第二节 物理复杂习题解决的教学设计	142
第七章 科学态度的学习与培养	152
第一节 态度的性质和科学精神	152
第二节 科学态度的学习与培养	158

第三编 物理基市教学问题讨论

第八章 物理课堂教学的方法	171
第一节 物理课堂启发式教学的设计	171
第二节 物理课堂探究式教学的设计	180
第三节 物理课堂教学中的合作学习	189
第四节 基于多媒体网络环境下的物理课堂教学	195
第九章 物理教学手段和技术	202
第一节 物理教学实例的选择和呈现	202
第二节 物理教学媒体及选择	209
第三节 传感器技术及运用	217
第十章 物理课堂教学设计	228
第一节 物理课堂教学首尾环节的设计	228
第二节 物理教学目标的陈述	240
第三节 物理课堂教学设计	249
第十一章 物理教学目标的测量与学习困难诊断	263
第一节 物理教学目标的测量	263
第二节 物理学习困难的诊断	274
主要参考文献	281



第一编

总 论

第一章 物理学科学学习的分类

教学设计是一门以学习理论、教学理论和教学技术的研究成果为依据,寻求解决教学问题、优化教学总体成效的应用学科。教学设计既涉及课程建设,更关注课堂教学,本书将面向课堂,阐述物理课堂教学设计的理论和程序,目的是将物理教学建立在学习心理学基础上。现代教学设计理论认为,学习存在不同的类型,不同类型的学习需要不同的内部过程和条件,教学应匹配相应的学习过程,才能取得良好的效果。本章首先阐述教学设计的基本思想,然后在介绍主要学习分类理论及其教学思想的基础上,提出物理学科学的学习分类。

第一节 教学设计概述

一、教学设计的界定

教学是一项有明确目的培养人的社会实践活动。在这个社会实践活动中,使学习者学习和掌握基础知识和基本技能,发展学习者的智力,培养学习者的能力,使学习者形成一定的态度品德,促进学习者身心健康地发展。为达到这样的教学总目标,教师必须依据一定的教学思想和理念,结合自己对教学过程的理解和认识,对师生双边活动进行周密的思考和精心的设计。

建立教学设计学的构想最初来源于美国哲学家、教育家杜威(John Dewey),他提出应建立一门所谓的“桥梁科学”,以便将学习理论与教学实践紧密联系起来,目的是建立一套系统的、与教学活动有关的理论知识体系,以便实现教学的优化设计。

关于教学设计,有如下一些主要的界定:

当代著名教学设计理论家西尔斯(Seels. B)在1998年出版的《教学设计决策》一书中这样认为:教学设计是通过系统化分析学习的各项条件来解决教学

问题的过程。

在《教学设计原理》(2005年第五版)中,当代教学设计大师加涅(Gagne R. M)将教学设计界定为“教学设计是一种有目的的活动,也就是说它是达到终点的一种方式,这些终点通常被描述为教学的目的或目标”。

当代著名教学设计理论家赖格卢特(Charles M. Reigeluth)在1983年主编的《教学设计的理论与模式》一书中指出:教学设计是一门涉及理解与改进教学过程的学科。任何设计活动的宗旨都是提出达到预期目的的最优途径。因此,教学设计主要是提出关于最优教学方法的处方的一门学科,这些最优的教学方法能使学生的知识和技能发生预期的变化。

当代著名教学设计理论家史密斯和拉甘在2005年出版的《教学设计》中这样写道:“教学设计”一词意味着系统地同时也深思熟虑地将学与教的原理转换成教学材料、教学活动、信息资源和教学评价的计划的過程。

国内有学者认为:“教学设计是以获得优化的教学效果为目的,以学习理论、教学理论和传播理论为理论基础,运用系统方法分析教学问题、确定教学目标、建立解决教学问题的策略方案、试行解决方案、评价试行结果和修改方案的过程”^①。也有学者认为“所谓教学设计,就是为了达到一定的教学目的,对教什么(课程、内容等)和怎么教(组织、方法、传媒的使用等)进行设计”^②。

以上这些定义从不同的方面指出了教学设计的重要特征,强调了教学设计所包括的范围、特点以及性质。从以上界定,不难看出教学设计的基本特征:

其一,教学设计是以优化教学效果为宗旨的教学理论。

教学理论是以研究教学规律为对象的学科。它的研究对象包括:教学在整个教育活动中的地位 and 作用、教学的目的和任务、教学原则、教学内容、教学手段和方法、教学组织形式以及教学效果评价等。教学设计是以实现特定教学目标的教学活动为研究对象,目的是总结概括出最优化教学的一般规律。教师学习后,可以改善自己的教学行为,提高课堂教学的效率。

教学是通过信息的传播从而促进学生达到预期的特定学习目标的活动。实现同一教学目标的不同教学活动,在目标的实现、实现的效益(包括时间、经济等)等方面存在很大的不同。教学设计理论研究的目的是帮助教师有依据地解决教学问题、开发出能够有效地实现教学目标的方案。

其二,教学设计是提供最优教学方案的处方的学科。

① 孙可平著:《现代教学设计纲要》,陕西人民教育出版社1998年版,第1页

② 李伯黍等主编:《教育心理学》,华东师范大学出版社1993年版,第297页

医学处方实质上就是一种解决方案,但只对特定疾病的治疗有效。面对各式各样病情的病人,医生之所以能够提供有效治疗的处方,主要是因为能够根据病情特征有效地进行病理的归类,而医学理论的发展确定了应对不同疾病的有效治疗方案。要想为教学提供处方式的解决方案,首要条件是必须将教师面临的教学问题进行合理的分类,并能够对不同类型的教学问题提出有效的解决方案。现代教学设计理论坚持对教学问题依据其对应的学习规律进行分类,然后依据不同类型学习所需的条件和过程规划相应的教学方案。

其三,教学设计强调运用系统方法。

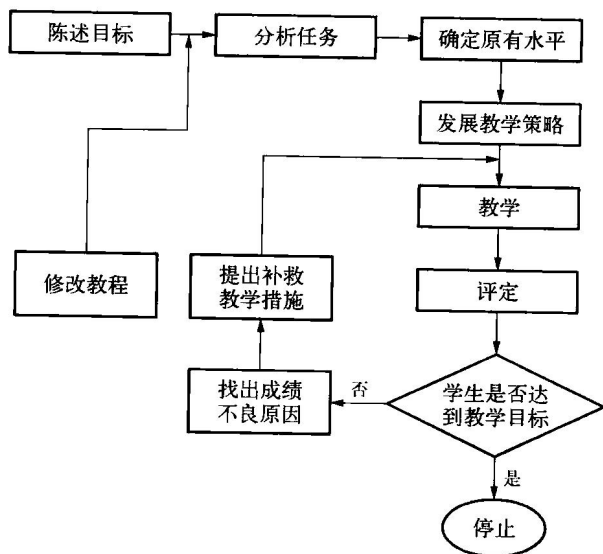


图 1-1 广义的教学过程模型

教学设计把教学过程视为一个由诸多要素构成的系统,因此需要用系统的思想和方法对参与教学过程的各个要素及其相互关系作出分析、判断和操作。这里的系统方法是指教学设计从“教什么”入手,对学习需要、学习内容、学习者进行分析;然后从“怎么教”入手,确定具体的教学目标,制定行之有效的教学策略,选用恰当、经济实用的媒体,具体直观地表达教学过程各要素之间的关系,对教学绩效作出评价,根据反馈信息调控教学设计各个环节,以确保教学和学习获得成功。

其四,教学设计的理论基础主要是学习理论。

教学设计依赖系统方法,系统可保证过程设计的完整性、程序性,但设计对象的科学性是系统无法解决的,例如教学目标是否切合学生的学习能力、教学活动的安排是否符合学生内在学习规律、教学目标达到与否的标准为何等等,而这

些内容只能由基于学习心理学研究成果之上的教学理论才能回答。只有对学生内在的学习规律和过程清楚了解,才能够有依据地设计出符合学生学习要求的教学方案和系统。

其五,教学设计具有主动性和确定性的特征。

教学设计要求教师应主动运用特定学习理论、教学理论的研究成果来明确教学目标、规划教学活动方案、预设测量项目,从而对实现教学目标的过程以及教学目标实现与否的判断提供明确的依据。过去的备课主要是凭个人的经验,备课的质量往往取决于经验的多少,备课的决策往往取决于个人的主观意愿,缺少科学的学习理论和教学理论的指导,缺少明确的分析研究方法和科学的操作步骤及程序。一般编写教案时,如果教师对教学事件的安排,无法陈述出理论依据,这种行为只能是一种经验性行为,不能归属于现代意义下的教学设计。

二、基于科学心理学基础之上的教学理论

从研究的立论基础来看,教学理论存在两种不同的取向:我们把主要依据哲学思辨和经验总结而形成的教学论称为哲学与经验取向的教学理论;把依据科学心理学,尤其是学习心理学并通过实证研究建立起来的教学论称为科学心理学与实证研究取向的教学理论。

(一) 哲学取向教学理论

教育涉及有目的和有计划地改变人性。而人性的改变问题是教育的主题,也是哲学家讨论的主题,所以历史上的教育家往往也是哲学家或思想家。他们用自己的哲学思想总结教育经验,提出种种教育论主张。

随着近代资本主义发展,班级授课制出现,此时的教学不是一个教师面对一个学生,而是一个教师面对由许多相同年龄的儿童组成的教学班。夸美纽斯反映了时代发展的需要,提出了系统的教学论主张,其中包括一系列教学原则,如直观性原则、循序渐进原则、量力性原则、自觉性原则,而最重要的是“教育适应自然秩序原则”。他的《大教学论》一书的出版标志着作为一门哲学和经验取向的教学论学科正式诞生。

1. 哲学取向的教学论的应用价值

第一,能对教学实践提供一般指导。教学是人类的重要实践之一。人类的许多实践往往走在理论的前面。在科学发展之前,人们总是依据哲学来指导实践。医生治病就是一个典型的例子,人们凭经验治病在先,对病理的科学研究在后。所以在医学科学产生之前,许多民族的药学都是哲学与经验取向的。在药

学科学诞生之后,遇到许多疑难杂症时,科学暂时无能为力,仍然需要依赖哲学和经验。教学与医生治病相似,其蕴涵的规律尚未完整揭示,而教学实践不能停步,故依赖哲学与经验是必然的。

第二,许多哲学和经验取向的教学论观点反映了教学规律。许多哲学家和教育家能高瞻远瞩,提出符合学习和教学规律的观点。例如,在 20 世纪初,心理学家桑代克通过观察猫打开迷笼的行为,认为人和动物解决问题的过程是尝试与错误并最后获得成功的过程;格式塔心理学家反对尝试错误说,通过观察黑猩猩将两根棒子接起来够着远处的食物的行为,认为解决问题的过程是顿悟的过程;与此同时,杜威通过经验总结和思辨,提出人类解决问题经过暗示、理智化、假设、推理和用行动检验假设五个阶段。就指导教学实践而言,杜威的问题解决过程的描述远比当时格式塔心理学家和行为主义心理学家以动物为被试得出的研究结论更有用。

2. 哲学取向的教学论的局限性

哲学和经验取向的教学论有其应用价值,而且在很长的时期内,仍将处于优势地位。但是我们也应清楚地认识到,哲学和经验取向的教学论存在明显的局限性。

第一,许多概念未经严格定义,由这些概念构成的原理含糊不清。例如,哲学与经验取向的教学论中有一条著名的教学原则是:“传授知识与发展能力相统一的原则”。根据这一原则,教学中要传授知识,更重要的是发展能力。但对于什么是知识,什么是可以教会的能力,什么是不能教会的或很难教会的能力的问题,哲学取向教学论无法作进一步具体的回答。实际教学工作者自然很难在实践中切实解决知识与能力辩证统一的问题。类似的例子举不胜举。

第二,缺乏可操作性,难以指导教学实践。由于哲学与经验取向的教学论所论述的教学目标、过程、原则和方法等高度概括,而且许多概念未经严格定义,含糊不清,很难转化为具体操作的规则。在这种教学论指导下,教师的成长很慢。

(二) 科学取向教学理论

持科学观的教育心理学家始终致力于创建以科学心理学,尤其是以学习心理学为基础的教学论。行为主义心理学家率先在这方面开展了工作。20 世纪 50 年代著名的行为主义心理学家斯金纳把学习原理应用于教学实践,创建了程序教学。程序教学是把教学建立在科学心理学基础上的一次系统尝试。程序教学强调知识技能学习的目标应具体和明确,教学内容被分成许多相互联系的小步子,并形成系列。学生必须在掌握先前的知识技能成分以后,才能学习新的知识技能成分。学生每前进一小步都能知道自己学习的结果,并能得到反馈和强化。根据学习理论编写的程序教材不仅可以由教师来教,也可以通过教学机器

呈现,让学生自学。用机器呈现教材的教学被称为机器教学。

但是斯金纳用科学的方法解决教学问题的努力并未获得成功。经过严格的实证研究表明,采用程序教学的实验班的教学效果并不比采用传统教学方法的对照班的教学效果好,所以程序教学曾风行一时,不久人们对它的热情便减退了。

斯金纳坚持用科学和实证研究的方法解决教学问题,其方向是对的。他们的努力之所以未取得成功,是因为他们低估了人类学习的复杂性。他们主要是研究动物和人的低级学习(如条件反应和通过强化改变幼儿的行为)。当遇到儿童和青少年的高级学习问题(如阅读理解、解决复杂物理或几何问题)时,他们的理论显得无能为力。实际教育工作者只得求助于哲学与经验取向的教学论。

但 20 世纪 60 年代后,学习和教学研究的情况发生了革命性的变化。心理学家提出了许多学习理论和相应的教学模式。如布鲁纳的认知——发展说和发现教学模式、奥苏贝尔的有意义言语学习论、维特罗克的生成学习理论与生成技术、班杜拉的社会认知论,尤其是加涅的学习条件理论和教学设计理论的提出和完善,标志着科学心理学与学校教育的结合进入一个崭新的阶段。由于现代心理学能够适当地解释课堂内发生的大部分学习现象,包括学生学习的结果、学习的过程和有效学习的内部和外部条件,从此教学设计便开始扎根在现代科学心理学的土壤之中了。

下面以加涅提出的学习模型及该模型的教学应用为例来展示科学取向教学理论的特点。

美国心理学家罗伯特·加涅(Robert M. Gagné)在前人和与他同时代的心理学家所做的大量的学习心理学研究的基础上,建立一个兼容多种观点的系统的学习理论——学习条件理论。在学习条件理论基础上,加涅又提出了任务分析教学论,其代表作有《学习的条件和教学论》和《教学设计原理》,是当代心理学与学校教育结合的典范。

1. 信息加工心理学的研究

信息加工心理学重点关注人们如何注意环境中的事件,对要学习的信息如何编码,如何对信息进行加工、存储,以及如何提取信息等等。信息加工心理学的基本观点是“人类是信息加工者;心理是一个信息加工系统;认知是一系列心理加工过程;学习就是获得心理表征”,无论是有生命的(人)还是人工的(计算机)信息加工系统都是操纵符号的,符号是模式,如语言、标记、记号等。在信息加工系统中,符号既可代表外部世界的事物,也可以标志内部信息加工的操作。60 年代以来,信息加工心理学通过实验对人类信息加工机制提出一些观点:

(1) 斯柏林(G. Sperling)于 1960 年在其博士论文中提出,视觉的瞬时记忆延续约 $1/4$ 秒;克劳德(R. Crowder)发现听觉的瞬时记忆约为 400 毫秒。

(2) 米勒(G. Miller)于1956年提出,人的短时记忆容量为 7 ± 2 个组块。实验发现,如果呈现的刺激是无意义的音节(或单词),人们可以记住大约7个无意义音节(或单词),在熟悉的情况下,人们可以记住的音节(或单词)数就可以大大超过7个。为了解释这一现象,米勒提出“组块”(chunk)的概念,认为组块就是人们熟悉的单元,而不管这个单元的物理单位是什么。比如,“认知心理学”对不懂心理学的人来说就是5个组块(五个孤立的汉字);对于稍懂心理学的人来说,可能就是2个组块(认知、心理学);而对于心理学专业人员来说,则就是一个组块。也就是说,组块是对个体有意义的信息单元,一个组块就是一个对个体有意义的项目;西蒙(H. A. Simon)认为心理学常用数字或字母作记忆广度实验,而这些材料是人们非常熟悉的,通过实验发现,当用不熟悉材料做实验时,测量出来的容量显著减少,大约是4~5个信息单位。

(3) 1968年阿特金森和希夫林(Atkinson & Shiffrin)提出记忆的多存储器模型^①,该模型的基本假设是:存在三种不同类型的记忆存储器。

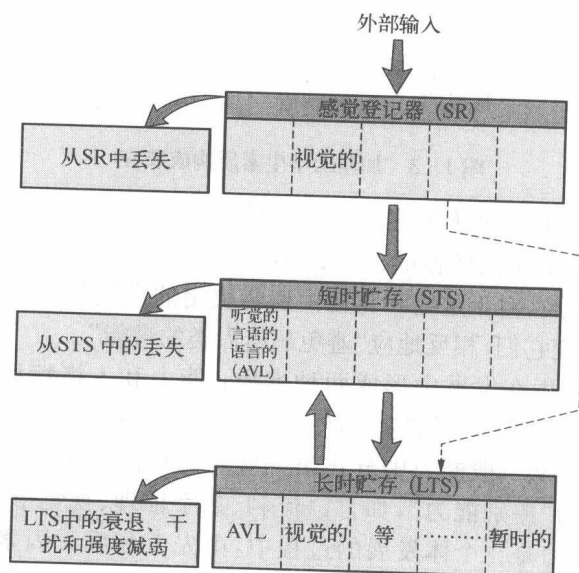


图 1-2 记忆系统的结构

感觉存储器: 每一个感觉信道(如视觉信道、听觉信道等)都有独立的存储器,每个存储器保存的信息都极其短暂。

短时记忆: 这种存储器容量非常有限,经过复述的信息可保存20秒左右。

长时记忆: 这一存储器容量很大,信息能够长时间保存,甚至终生。

① John B. Best 著:《认知心理学》,黄希庭主译,中国轻工业出版社2000年版,第79页

2. 加涅的学习与教学理论

(1) 加涅的学习观

第一,加涅提出了素质结构观。

加涅对学生素质进行了分析,强调学生作为学习者,他们身上形成的素质应有利于继续学习和未来的发展,从这样的角度考虑,加涅把学生的素质分为三类:先天的、习得的和自然发展形成的,如图 1-3 所示^①。

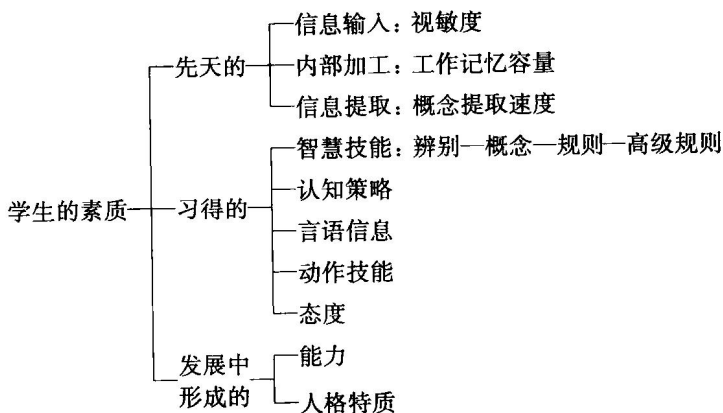


图 1-3 加涅的学生素质构成成分

学生先天的素质依赖人的先天遗传基础,主要指神经解剖学的基础。例如人的视敏度、人的工作记忆容量、婴儿早期的深度知觉、音乐节奏感等都被认为有先天决定的成分。对于这些和其他由遗传决定的学生的品质,教学的目的不是通过学习去改变它们,相反地应“避免超越人类的潜能”。

加涅认为,学生在发展中形成两种素质:能力和人格特质。学生的行为除了受特殊学习情景和经验的影响外,还受更具一般意义的“能力”影响。心理学家经过研究,从一般能力中分化出一些与怎样出色解决新问题有关的因素,并将之命名为“差别能力”,如言语流利、数字推理、视觉形象的记忆、空间定位等。上述能力是在个体发展的过程中,由先天和后天因素相互作用而形成的长期稳定、不易改变的特征,通常通过运用心理测量获得 IQ,实际测量的就是一般能力。

人格特质像能力一样,也是被心理测验揭示出的个体的一般倾向,也同样是长期稳定的。特质包括焦虑、成就动机、性格内向、谨慎、冲动、自我满足等。对学习影响较大的是学习动机与焦虑。作为人类的品质,能力和特质具有长期稳定的特征,不易被旨在改变它们的教学所影响。

^① 皮连生主编:《学与教的心理学 第三版》,华东师范大学出版社 2003 年版,第 34 页