

迁移研究的发展与趋势

杨卫星

张梅玲

聊城师范学院(聊城 252059)

中国科学院心理研究所(北京 100101)

摘要 该文通过对早期的迁移学说、实验研究及理论模型的历史回顾和评价,结合当前认知心理学对问题解决的研究中发现并进而重视迁移的作用,及本世纪以来出现的第二次迁移研究热的特点,阐述了迁移研究的历史走向与发展趋势。

关键词 迁移, 意识, 迁移学说, 问题解决, 内隐学习

分类号 B849:G44

在教育心理学中,迁移即学习的迁移(transfer of learning),其基本含义是:先前学习的知识和技能对新知识和技能的学习与获得的影响^[1];或者说从一种学习中习得的经验对其他学习的影响^[2];也有学者把迁移定义为先前学习对后继学习所产生的某种影响^[3]。

教育的性质决定了学习迁移的重要性。迁移就是学生在未来的生活和事业中能够有效地应用学习结果,即对知识、技能、概念、方法或原理原则和态度等的变化地运用。可见,迁移规律是影响心理发展的最主要的学习规律之一。可以说迁移是学习的继续和巩固;学习又因迁移而提高和深化,所以学习与迁移是不可分割的学习心理现象。二者的区别仅在于学习是在同一任务中,而迁移却是在不同任务间。严格地说,没有两个绝对相同的任务,每一次重复都是在其特定的时间和情境中发生的。实际上,同一任务在不同时间的重复操作,有时可以称为“自身迁移”(self-transfer)^[4]。

1 早期的研究方法 with 实验

英国的 John Locke(1632-1704)第一次采用了“迁移”这个概念。他认为要使一个人有良好的推理能力,一定要让他及早习惯于推理方法,藉以训练他的心智。因此,有时间有机会的人都应当学习数学,并不是要所有的人都该成为大数学家,却是要他们了解推理的方法,以后一旦有机会,他们也可以把推理的方法“迁移”到其他的知识上去。而关于迁移的思想可追溯到古希腊的柏拉图、亚里士多德时代,柏拉图的学园(Academy)重视几何的学习并非因为几何的实用价值,而是因为几何学可以训练学生的思考力,这是形式训练说的雏形^[5]。古希腊人特别重视音乐、数学和演讲;古罗马教育及后来欧洲人对拉丁语和古典文学的提倡,都隐含并反映了训练迁移的思想。

1.1 研究方法

W.James 1890年在哈佛大学做了世界上第一个关于迁移研究的实验。他以自己做被试

本文初稿于 1999-06-09 收到,修改稿于 1999-07-15 收到。

研究训练记忆的迁移,激发了后人对迁移的实验研究。James 所用的这一最早的实验方法被后人称为个别法或单独法^[5]。后人在单独法的基础上又发展出了单组法。单组法是只对一组被试进行实验,方法是:先给被试某种任务或训练,当这一任务达到一定的程度时,再给予第二种任务或训练。第二项任务后经过一定的时间,再对第一项任务进行测验。假如第一项任务的成绩有所改善,则被认为是由第二项任务或训练影响的结果。也就是说第二项任务对第一项任务产生了迁移的效果。由于单组法的缺点是无法确认第一任务的改善是由于第二任务的迁移,还是由于对于第一任务重复测验的练习效应而产生的结果,所以有人又设计了等组法。这种方法是选择年龄、智力、性别、教育程度及其它有关因素非常类似的两组被试,给予相同的任务或训练,训练后再给其中一组被试另外一种训练。然后再用第一种任务或训练同时测验两组学生,并计算两组学生成绩的差异。假如受过第二种训练的一组学生成绩较好,那么第二种训练对第一种训练产生了积极的影响,也就是产生了迁移^[6]。三组法是在实验时采用三个组,分别为控制组、练习组和训练组。实验开始时三个组同时接受同样的任务或训练,然后用第二种任务对训练组进行边指导边练习边训练;对于练习组,只练习不指导;对于控制组则不给予第二种任务。最后再用第一种任务对三个组同时进行测验,从中找出各种不同的训练对于第一种任务的影响。

1.2 早期的实验

James 和他的 4 个学生记忆某些作家著作中的一些段落,然后又用一个多月的时间记忆另一作家著作中的一些段落。结果发现有三个学生在进行记忆练习之后的成绩好一些,但 James 本人和另外一个学生却没有得到改善。因此 James 得出结论,记忆保持能力不受训练的影响,记忆的改善不在于保持能力的改善,而在于记忆方法的改善^[5]。后来的一些研究也证实了 James 早期结论的正确性。

Thorndike 以大学生为被试,预测了他们判断面积的一般能力后对每一个被试进行充分训练,最后对被试进行两种测验。结果表明,通过平行四边形训练,被试对矩形面积的判断成绩提高了,但对三角形、圆和不规则图形的判断成绩没有提高。Thorndike 还用类似的方法做过长度和重量方面的实验,在记忆和注意方面也做过类似的实验^[6]。

Judd 的实验要求学生练习用镖枪投射水下的靶子,给一组学生充分解释水的折射原理,不给另一组学生解释。在开始一系列投掷练习时,靶子置于水下 12 英寸处,结果教过和未教过折射原理的学生,其成绩相同。然后改变条件,把水下 12 英寸处的靶子移到水下 4 英寸处,这时两组的成绩出现显著的差异。Judd 解释说,学生在原理的背景上,理解了实际情况后,就能利用概括了的经验,去迅速地解决需要按实际情况作分析和调整的新问题^[7]。

20 世纪早期,除上述几个著名的迁移实验外,心理学者还做过用无意义音节对无意义音节字母表等为材料的迁移实验。

2 前人对迁移研究的总结

Orata (1941) 曾研究过 1940 年以前的 211 个学习迁移实验并做了严格的区分,发现其中有 91 个属于实验室实验,120 个属于课堂内的实验。他还发现,由于这些实验设计不

精确,所以对结果的解释也有错误。Orata 先后做过三次关于已有迁移实验的研究报告,第一次报告分析了从1890年到1927年的100个实验情况;第二个报告分析了从1927年到1935年的68个实验研究;第三个报告分析了从1935年到1940年间的43个实验研究。从实验研究的内容来看,包括知觉、判断、记忆、推理以及注意力等方面;从实验材料来看,包括数学、几何、语法、自然科学、拉丁语和美术等^[8]。

Orata 从研究中得出下述结论:(1)从广泛的研究中发现,几乎80%的研究承认学习迁移现象是相当明显的事实;(2)学习迁移并不是水到渠成、自然发生的,要提高迁移效果还需要其它条件的作用;(3)学习迁移的多少与高低受许多因素的影响,如年龄、智力、学习与迁移之间的间隔、学习过程、学习者的态度、对过去经验的适当运用、学习方法与步骤及学习者的情绪状态等等。

文献表明,60年代以前的研究大都是证实迁移现象的存在,这已得到了基本的解决。后来的研究大都是致力于在什么条件下更能促进迁移的发生和提高迁移的效果。多数以前的研究都只是描述迁移发生的过程和地点,没有解释迁移发生的原因。这一问题至今没有得到很好的解决,对于如何促进迁移、提高迁移的效果,没有见到比较系统的阐述,也没有发现对于迁移现象的原因进行较系统较完善的解释。可见,对迁移的这一根本问题仍在探索之中。

3 迁移学说与理论模型

3.1 经典迁移学说

关于迁移最早的学说是18世纪德国的官能心理学时期提出的形式训练说,官能心理学认为,人的意志、记忆、思维和推理等官能可以象肌肉一样,通过训练才能得到发展。迁移就是心理官能得到训练而发展的结果。感觉、记忆、想象、推理等官能得到训练后都能在新的学习中产生迁移。19世纪末开始,心理学家着手用实验来检验形式训练说。James 做了第一个实验之后,许多心理学家都作了更为严密的实验,从不同的角度向形式训练说提出挑战。Thorndike 通过实验,否定了形式训练说,提出了迁移的相同要素说。该学说认为,只有当两个情境中有相同要素时,才能产生迁移。Thorndike 认为学习即形成一种情境与反应的联结,学习的迁移就是相同联结的转移。相同要素说的提出,在迁移领域引起了更多的研究,在教育领域把相同要素作为保证迁移的唯一手段,是一种比较明确的观念。

20世纪初期所做的大量迁移实验认为大多数情境中,自动产生的迁移为数甚少,这种情况使人们对迁移产生了悲观。许多学者对学习迁移大加诛伐,迁移曾一度遭到否定。Judd 于1915年出版了“中学科目心理学”一书为迁移辩护,而且通过“水下击靶”实验,在批判相同要素说的基础上提出了迁移的概括化理论。该理论认为,在先期学习A中所获得的东西之所以能迁移到后期的学习B中,是因为在学习A时获得了一般原理,这种一般原理可以部分或全部运用于A、B之中。根据这一理论,两个学习活动之间存在的共同成分,只是产生迁移的必要前提,而产生迁移的关键是,学习者在两种活动中概括出它们之间的共同原理。

格式塔心理学派也探讨过迁移问题,进而提出了迁移的关系转换理论。这个理论认为,迁移的关键不在于掌握原理和经验的概括化,而在于对情境中各种关系的顿悟,特别是对手段—目的之间关系的觉察,所以顿悟情境中的一切关系是获得迁移的根本。迁移是由于学习者突然发现两个学习经验之间存在的关系的结果,人所迁移的是顿悟——两个情境突然被联系起来意识。

形式训练说的不合理性在于过分夸大了训练的作用。因为特殊的训练不能改进个别的心理官能。Thorndike 揭露了形式训练说的不合理性,而且通过对迁移与学习者主观智力方面关系的研究,把迁移寄托在学习的客观材料上,提出了迁移的相同要素说。Judd 的概括化理论比相同要素说更发展了一步。相同要素说注意到了学习材料具有共同成分,才能够产生迁移,而这种共同成分主要是指两种学习中具体的或表面的相同内容。概括化理论强调把两种学习中的经验进行类化和概括,可以说被概括和类化的也是共同成分,只不过是一种抽象的成分——一般的原理。格式塔学派的关系理论强调学习者对两种情境之间关系的顿悟决定迁移,其实质也是指在两种学习情境中存在某种相似或联系的关系,如果两种学习情境客观上不存在某种联系,那学习者也就不会顿悟出这种关系,迁移也就不会产生。

从上述分析中可以看出,几种早期的迁移学说都有其合理性,都具有重要的理论价值,一概批判或者否定是不慎重的。因为学习和迁移包括学习者、最初的学习任务和要迁移的任务三者之间的复杂的相互作用。几个早期的迁移理论正是从迁移过程的不同方面揭示迁移的规律。从近期的文献中我们可以看到,绝大部分研究都没有超越早期三个学说的理论框架,即凡要研究迁移必先给予一定的训练;凡用来研究迁移的材料,必有一定的相似性;凡要实现迁移必要在学习或训练过程中对材料进行某种抽象或概括。其它一些影响迁移的条件,则都是围绕这三个方面起作用。可以认为,形式训练说、相同要素说和概括化理论是关于迁移的三个经典学说,关系转换理论和其它一些观点则可以说是对三个学说的补充。

3.2 迁移的理论模型

在影响迁移的外部因素中,学习材料的刺激类化与反应类化是最主要的因素之一。Osgood 总结了前人的研究成果,特别是配对联想学习中的大量实验资料,提出了迁移的三维模式,即“迁移与倒摄曲面”^[9]。Osgood 的模型是一个预测迁移效果的模式图,从中可以预期迁移效果的正负及迁移量的大小。

对于源任务(训练任务)的学习程度是影响迁移的另一个主要因素。心理学者在这方面已做了广泛的研究,结果一致认为,两个任务之间如果有结构性的不同,即需要不同的反应时,则发生负迁移的可能性增加。Mandler 总结了大量的关于动物学习和人类言语学习迁移的研究,发现了一个规律:随着源任务(初始的学习或训练任务)的学习程度的提高,迁移在开始时是负的,而且渐渐增强。然而随着练习的进一步增加,迁移的方向开始改变,在源任务的学习达到一定程度的水平时,正迁移开始发生,而且也是逐渐增强。因此得出了一个学习程度与迁移量之间关系的模型^[10]。

4 迁移研究的历史走向

4.1 从发现到证实

文献表明,对于学习迁移的实验研究已经历了一百多年的历史,积累了极为丰富的经验、成果和资料。在20世纪初期,关于迁移的研究在实验心理学中占统治地位^[4]。从对文献的研究中可以发现,迁移研究的发展历程可从宏观与微观两个方面来看。宏观上它经历了从希望获得一般的普遍性迁移(不同领域间的迁移)的初衷,到研究某一特殊领域内的迁移,再到不同领域之间的迁移。微观上,从发现迁移现象到证实迁移的存在、从寻找促进迁移的条件,到探索迁移发生的原因。James和Thorndike及20世纪初期的许多心理学者的实验,主要是为了证实迁移现象是的确存在的。这已得到了基本肯定,以后的研究应该是致力于在什么条件下更能促进迁移的发生和提高迁移的效果,Bruner认为,如果方法得当,学习迁移确实是不可否认的^[11]。

4.2 从条件到原因

文献表明,对于影响迁移条件的研究非常广泛,有的还形成了理论。研究者在寻求影响迁移条件的过程中,也在探索迁移产生的原因。20世纪初期是迁移研究的第一个高潮。这一期间的实验研究基本一致地认为影响迁移的条件主要有三个:学习者的智力、教师的教学方法和学习者的态度。Mandler发现,在训练任务与迁移任务存在相似性的情况下,可以出现三种迁移效果,线索重复,学会学习和预热效应。有人研究了三种条件下的迁移,(1)保持相关信息,变换无关信息;(2)形成定势;(3)训练获得知识的言语化,结果表明,有无关信息参与的训练,形成对要学习材料的定势和知识应用前的言语化,都有促进迁移的作用^[4]。Cooper和Sweller^[12]的研究认为,图式获得与运算规则运用自动化是影响解题迁移的因素。但令人感到失望的是,已有的研究并未给迁移的原因一个较完满的解释。

4.3 从领域内到领域间

文献表明,对迁移现象感兴趣的心理学者,最初是对迁移抱有极大的希望和热情的。他们希望通过训练会获得一般的普遍迁移。如20世纪初期,一些心理学家一致主张,某些优良的习惯,如全神贯注、恒久不懈、克服困难及做事认真等等,不仅会直接或间接地影响当时的学习,而且有助于将来的学习。但是科学地对迁移现象进行实验研究,却并非是一件容易的事情。由于严格控制的实验受很多因素的制约,所以大量的学习迁移的实验还都是利用比较简单的材料,如无意义音节,配对字母表等等。因此大多数的迁移研究都属于领域内的研究。官能心理学派曾声称,记忆、知觉、推理等都可以靠训练而改善,这种假设被许多实验研究所否定,结果导致了相反的观点,即迁移只有在非常相似及特殊任务中才能实现。因此,长期以来,心理学者主要在同一领域中对问题的相似性或刺激材料与反应的相似性等方面对迁移进行研究。由此带来的结果是许多认知心理学者很长一段时期不涉足迁移问题,而把它看作是行为主义学派研究的内容。八十年代以来,由于认知心理学的发展与繁荣,许多认知心理学家开始研究迁移问题,而且把迁移的研究从领域内扩大到领域间。如Catrambone和Holyoak^[13]研究克服情境限制的问题解决迁移,Bassok^[14]研究

被试从物理和金融领域学习到的解题程序向类似的代数应用题方面的迁移等。

所以迁移研究的历史走向是由最初的希望获得一般的普遍迁移,到具体地研究各领域内的学习迁移,再到研究不同领域之间的学习迁移。

5 迁移研究的趋势

5.1 迁移与问题解决

近年来,认知心理学者在各种领域对问题解决都进行了广泛的研究,问题解决就是导致某个问题获得解决的思维活动^[15]。比如在数学学习领域,有许多研究都认为,学生解答应用题的困难主要来自对原题的理解,而不是计算过程。这就是说解答应用题绝非仅仅是数学计算能力即技能、技巧的训练问题。因此,这个问题引起了许多认知学习理论研究者们的注意,使得数学问题解决成为认知心理学所热心关注的领域^[16]。

在数学问题解决中,我国关于迁移研究的实质性进展,见于冯忠良^[17]“结构化与定向化教学心理学原理”理论框架下的代数解题迁移的实验研究。该研究的目的在于探索迁移发生的机制,结果认为:经验的整合过程是迁移的宏观机制,而经验的整合是通过同化、顺化和结构重组三条途径来实现的;不同学习中的经验构成成分的分析与抽象、不同学习中的共同经验成分的综合与概括是学习迁移的微观机制。

人们在解决某一特殊领域的问题时,获得了解题经验,在这些经验中,不仅包括解题技能,还包括解题记忆。解题记忆是一种情节记忆,它包括对前一个问题解决经验的各种特征,如问题的陈述、解答的步骤、所用的算法和犯过的错误等。解题记忆对解决后继问题起着重要的作用,对迁移有显著的影响^[18]。在问题解决过程中形成图式既有利于问题的解决,也有利于迁移。Kotovsky, Hayes 和 Simon(1985)从减轻工作记忆负荷的角度研究问题解决及解题算子或规则运用的自动化对迁移的影响^[19]。

特别是近年来,人们在什么条件下能够识别和探索出问题之间的类似或共性,在问题解决领域已成为广泛研究的焦点。有些研究已经表明(如在统计学、计算机编程和文字加工等领域),解题新手常常利用示例问题之间的类似与共性为导向来解决新问题。

由于有许多研究是关于寻求和利用问题的类似性来解决问题的,所以在近期有关问题解决的研究文献中,象 analogy、analogous、analogic、analogical 这类的词汇出现的频率很高。因此有人提出了类推迁移(analogical transfer)的概念,并以类推迁移作为研究对象^[20]。许多对问题解决的研究都发现,迁移在问题解决中起着重要作用,因此把迁移与问题解决的研究相结合,是当前认知心理学研究的一个热点。

5.2 迁移与内隐学习

通常,人们在无意识的情况下,可以从某种复杂的刺激环境中获得一种抽象的知识,进而能够运用这种知识应付新的环境。这种被习得的知识就是制约着刺激环境形式的深层的抽象规则,而人们在面对这些刺激环境时,并没有意识到这种抽象规则的存在,只是在应付刺激环境的同时,无意识地获得了这种知识。人们把以这种方式获得知识的过程称为内隐学习(implicit learning)^[21]。关于内隐学习的研究主要源于 Reber^[22]的人工语法范例。

所谓人工语法,就是人为地编制的一套指令或制约刺激元素顺序的规则。

支持内隐学习的主要研究观点认为,无意识地获得的知识,具有广泛的迁移效果,可以迁移到不同的情境中去,有人认为这种观点提供了一种令人兴奋的可能性:人们可以在无意识的情况下学会一种复杂领域知识的抽象结构,而这种习得的抽象结构能够自动地去控制将来新情境下的行为,甚至人们可能没有意识到新刺激与先前的学习之间的关系^[21]。

某领域的先前经验能够影响一个人将来的表现或行为,而且是在没有意识到这种影响的情况下,即在不知不觉中,这好象是显而易见的。但是 Reber 指出,关于内隐学习迁移广度的实验少得惊人^[21]。

Levett 和 Andersson 以平面几何为材料进行解题迁移的研究结果认为,解题记忆的迁移可能是内隐的。他们断言,目前正在广泛开展的对内隐记忆、内隐学习方面的研究,将进一步揭示解题迁移的新特征,从而帮助我们更好地理解迁移的内部过程。我们认为,对于迁移的研究也有助于对内隐学习的理解,将二者相结合可能会有更广阔的前景。

5.3 迁移与直觉思维

直觉思维与逻辑思维和形象思维一样,是思维的一种形式。直觉是人脑对客观事物的一种迅速而直接的洞察和领悟;而直觉思维表示一种思维方式,指不经过分析和推理的过程而迅速得出结论的那种状态。凡是需要对事物迅速作出综合判断时,总要运用知觉思维。当人们通过长期沉思之后突然产生新的设想,思维过程如同闪电,这样的直觉被称为灵感。灵感是直觉的一种特殊状态,是指百思不得其解时由顿悟而产生的奇效。人们常说创造是富于灵感的劳动,亦即直觉是创造思维的主要成分。然而长期以来,直觉思维一直是心理学研究的禁区。

灵感的产生需要经验的积累,需要有创造的势态,其心理活动是联想和类比及潜意识的作用。灵感产生的一个关键诱因是原型启发,而从原型到灵感产生的过程正是原型与待解决的问题之间存在的共性或相似性迁移的结果。因此,对迁移的研究将有助于对灵感的认识和理解,从而有助于对直觉和创造思维的研究。

参考文献

- [1] Gick M L, Holyoak K J. The cognitive basis of knowledge transfer. In: Cormier S M, Hagman J D ed. *Transfer of Learning: Contemporary Research and Applications*. Academic Press, Inc. 1987 9-42.
- [2] 冯忠良. 结构一定向教学的理论与实践—改革教学体制的探索 北京:北京师范大学出版社,1992.152.
- [3] 周谦. 学习心理学 北京:科学出版社,1992.428-439.
- [4] Cormier S M, Hagman J D. *Transfer of Learning: Contemporary Research and Applications*. Academic Press Inc, 1987.1-42.
- [5] J M 索里, C W 特尔福德著 高觉敷等译. 教育心理学学习. 北京:人民教育出版社,1982.370-392.
- [6] 邵瑞珍, 皮连生. 教育心理学. 上海:上海教育出版社,1988.239-274.
- [7] Ellis H C. *The transfer of learning*. New York: Macmillan,1965.3-24.
- [8] Orata P T. Recent studies on training with implications for the curriculum, guidance and personnel work. *Journal of Educational Research*. 1941, 35: 81-83.
- [9] Osgood C E. The similarity paradox in human learning. A resolution. *Psychological Review*, 1949,56:132-143
- [10] Mandler G. From association to structure. *Psychological Review*, 1962, 69:415-427.
- [11] Bruner J S. *The process of education* Cambridge: Harvard University Press,1961,6.
- [12] Cooper G, Sweller J. Effects of schema acquisition and rule automation on mathematical Problem-solving transfer. *Journal of*

Educational Psychology, 1987,79(4):347-362.

- [13] Catrambone R, Holyoak K J. Categorization and representation on problem-solving transfer. *Journal of experimental psychology: Learning, Memory and Cognition*. 1989,15(6):1147-1156.
- [14] Bassok M. Transfer of domain-specific problem-solving procedures. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*. 1990,16(3):522-533.
- [15] 陈永明等. 现代认知心理学—人的信息加工. 北京:中科院心理所心理学函大教材,1996.240.
- [16] Hegarty M, Mayer R E, Monk C A. Comprehension of arithmetic word problems: a comparison of successful and unsuccessful problem solvers. *Journal of Educational Psychology*, 1995,87(1):18-32.
- [17] 冯忠良. 结构化与定向化教学心理学原理. 北京:北京师范大学出版社,1992.391-450.
- [18] Lovett M C, Anderson J R. Effects of solving related proofs on memory and transfer in geometry problem solving. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 1994,20(2):366-378.
- [19] Kotovsky K, Hayes J R, Simon H A. Why are some problems hard? Evidence from tower of hanoi. *Cognitive Psychology*, 1985,17:248-294.
- [20] Sander E, Richard J F. Analogical transfer as guided by an abstraction process: the case of learning by doing in text editing. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 1997,23(6):1459-1483.
- [21] Whittlesea B W A, Wright R L. Implicit (and Explicit) Learning: Acting Adaptively Without Knowing the Consequences. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 1997,23(1):181-200
- [22] Reber A S. Implicit learning of artificial grammars. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 1967,5:855-863.

(上接第 68 页)

- [9] Stemmler G. The autonomic differentiation of emotions revisited: Convergent and discriminant validation. *Psychophysiology*, 1989,26(6): 617-631.
- [10] Ewart C K, Kolodner K B. Negative affect, gender, and expressive style predict elevated ambulatory blood pressure in adolescents. *Journal of Personality and Social Psychology*, 1994,66(3): 596-605.
- [11] Bunney W E, Davis J M, Bethesda et al. Biochemical changes in psychotic depression. *Arch Gen Psychiat* 1967,16: 449-461.
- [12] McClelland D C, Patel V, Stuter D. et al. The relation of affiliative arousal to dopamine release. *Motivation and Emotion*, 1987,11(1): 51-66.
- [13] Davidson R J, Schaffer C E, Saron C. Effects of lateralized presentations of faces on self-reports of emotion and EEG asymmetry in depressed and non-depressed subjects. *Psychophysiology*, 1985,22(3): 353-363.
- [14] Davidson R J, Fox N A. Asymmetrical brain activity discriminates between positive and negative affective stimuli in human infants. *Science*, 1981, 38: 169-174.
- [15] Meyers M B, Smith B D. Cerebral processing of nonverbal affective stimuli: Differential effects of cognitive and affective sets on hemispheric asymmetry. *Biological Psychology*, 1987,24:67-84.
- [16] Wexler B E, Warrenburg S, Schwartz G E, Janer L D. EEG and EMG responses to emotion-evoking stimuli processed without conscious awareness. *Neuropsychological*, 1992, 30(12): 1065-1079.
- [17] Kleinke C L, Peterson T R, Rutledge T R. Effects of self-generated facial expressions on mood. *Journal of Personality and Social Psychology*, 1998, 74(1): 272-279.
- [18] Boiten F. Autonomic response patterns during voluntary facial action. *Psychophysiology*, 1996,33:123-132.
- [19] Hodapp V, Heiligtag U, Stormer S W. Cardiovascular reactivity, anxiety and anger during perceived controllability. *Biological Psychology*, 1990,30:161-170.
- [20] MacDowell K A, Mandler G. Constructions of emotion: discrepancy, arousal, and mood. *Motivation and Emotion*, 1989,13(2): 105-124
- [21] Waters W F, Bernard B A, Bucu S M. The autonomic nervous system response inventory (ansri): prediction of psychophysiological response. *Journal of Psychosomatic Research*, 1989,33(3): 347-361.
- [22] Bloom B L. *Health Psychology: A Psychosocial Perspective*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall, 1988.
- [23] Diener E, Smith H, Fujita F. The personality structure of affect. *Journal of Personality And Social Psychology*, 1995, 69(1): 130-141.