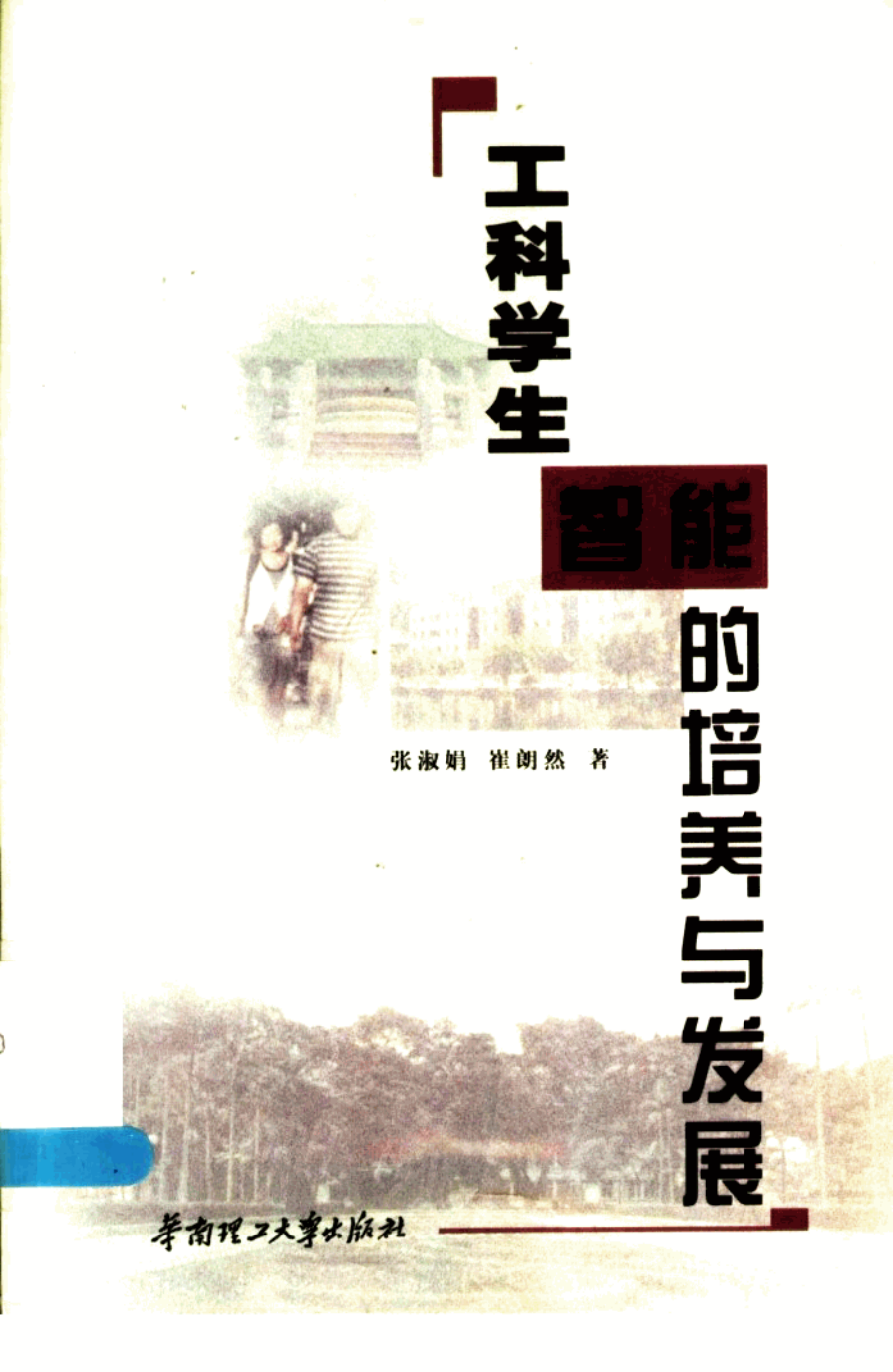


The background of the cover is a collage of three faded, sepia-toned photographs. The top photo shows a traditional Chinese building with a tiled roof. The middle photo shows two people walking outdoors. The bottom photo shows a large, modern university building with many windows.

工科学生

智能
的培养与发展

张淑娟 崔朗然 著

华南理工大学出版社

内容提要

作者卅余年从事工科院校基础课和专业课的教学。本书是作者近十余年来从事“工科学生智能培养与发展”课题研究的小结，是历年在有关学术会议和杂志上发表的教学研究论文的汇集。此次结集对文字和内容又做了整理和加工，并按课题研讨的思路进行了系统的阐释。本书主要阐明三个问题：（1）什么是智能，对工科学生而言，要培养哪些智能？（2）如何培养？（3）怎样考评？

本书从智能概念的界定和智能结构的建立出发，侧重阐述了如何进行学生智能的培养：论及智能的形成与发展；在教学中如何进行智能培养，即如何明确提出教学基本要求，如何正确选择教学内容，如何合理安排教学过程，如何适当运用教学方法，如何完善科学考评；并分别论述了基础课和专业课在培养智能中的作用；最后对智能考评提出了自己的见解。本书可供工科院校的广大师生阅读，也可供高等教育教学研究工作参考。

序

在教学过程中，如何既传授知识，又发展学生的智力，培养学生的能力，是人们所不断探索的问题。这个问题的重要性，随着高新科技的发展，知识经济时代的来临，培养大学生的创新精神与实践能力和成为高等学校教学改革的核心而更为高等教育研究者所关心。但高等教育理论工作者只能就一般教学过程中知识与智能的关系、智力与能力的关系进行一般性的论述，而对于不同的学科、具体的课程，怎样培养和发展大学生的智能，只能依靠掌握学科知识、富有实践经验的教师，在研究性教学中探索方法、积累经验、总结规律。张淑娟、崔朗然两位老师这本《工科学生智能的培养和发展》，就是他们长期进行研究性教学的成果。

大约是1985年，一个偶然的的机会，我读到张淑娟的早期论文《工科学生智能结构及其培养》一文，觉得这篇文章虽非成熟之作，但很实在，对于理工科基础课程教师，有参考价值。商得她的同意，在我当时主编的《福建高教研究》上发表，得到读者好评。以后断断续续读过她几篇文章，知道她一直致力于工科物理课程的教学研究工作，而且文章所体现的理论水平越来越高、

越深,研究视野、实践经验越来越宽、越丰富。到了1998年,又高兴地知道她和崔老师在专题研究的基础上,撰写了这本专著。

这本专著的主要部分由三章组成。第一章,论述智能概念与智能结构,是一般的理论基础;第二、第三章,分别研究工科大学生智能的培养和考评。表面上看来,是一般论著的通例,由抽象的理论到具体的运用;但其研究的实际过程则是由具体到抽象。光有具体的基础课程、专业课程的教学内容、教学方法、教学组织、教学效果考评的实证性研究是不够的,在具体研究过程中,发现解决实际问题,必须弄清楚抽象的概念与理论。正如作者在“结语”中所说:“我们关心这些基本、抽象的问题,是多年教学实践的驱使,是培养工科学生的经验与教训的促动,它决非思辩式的空谈,所持看法和观点多是跟踪研究的考证。”这种在实证性研究基础上的抽象化理论探讨,既不同于脱离实际的空谈或学究式的研究,也不同于就事论事的经验总结。第一章的抽象理论来自丰富的实践经验,第二、第三章的“如何培养智能”与“怎样进行考评”,具有一定的理论内涵。书末所附20篇论文,也反映了这一由具体到抽象的历程。正因如此,这本书既有理论指导的意义,又有实践的可操作性。同时,这本书的出版,还体现了作者30余年教学、10多年研究执著的追求和对学生成才的热诚期望。我完全同意熊钰庆教授在评审中所表述的意

见：从全面推进素质教育的高度，论述工科学生智能培养和发展，对“大学物理”教学有直接的指导意义，对一般教学工作也有参考价值。

潘懋元

2002.3.12

前 言

本书以“工科学生智能的培养与发展”为线索展开对智能问题的阐述，是作者在高等工科院校从事三十多年教学工作经验的总结和近十多年来从事教学研究的体会。

人才在人类历史的长河中总是与社会、经济系统有着密切的关系，它们之间互为影响、相辅相成。一方面，社会和经济的发展，对人才的发展起着促进和制约的作用。这主要表现在：

1. 人才发挥作用，离不开社会和经济条件。社会制度、经济体制以及国家制定的一系列路线、方针和政策，它们都会对人才的发展速度产生直接的影响。

2. 社会和经济的发展决定了对人才数量和质量的要求。人才的需求和供给同社会上各项事业的发展密切相关。一般来讲，社会和经济发展的速度越快，对人才的需求量越大，对人才的素质要求越高，人才的发展速度也就越快。

3. 社会经济的发展水平和经济结构决定了人才结构和教育结构。人才结构和教育结构的发展，有其自身的规律，但是，归根到底要受社会和经济发展水平的制

约。历史已经表明，由于社会、经济的发展和科技水平的不断提高，对专门人才的要求也就越来越高，科研成果转化为生产力的时间就会缩短，人才结构和教育结构也相应发生变化。

另一方面，人才对社会和经济的发展，有着巨大的推动作用，这主要表现在：

1. 一个国家要实现现代化，关键是科学技术现代化，如果没有足够的专门人才，那么，科学技术和经济建设就难以得到发展。

2. 要把先进的科学技术和应用方法应用到国民经济各个领域，也必须有一支能够掌握和应用现代科学技术知识、规模宏大、素质优良的人才队伍。如果没有这样一支队伍，即使有了先进的生产工具和生产方法，也难以发挥作用。

3. 经济发展的重要因素之一，就是要有一批掌握现代管理方法的专门人才。如果没有这样一批专门人才，就会造成生产过程中人力、物力、财力的浪费，使生产不能取得应有的经济效益。

4. 社会和经济的发展，需要不断地把足够数量、质量合格的各类专门人才输送到建设队伍中去，而要培养这些适合社会、经济需要的专门人才，还必须有一批高水平的学校，有一支高水平的教师队伍。没有这样一支教师队伍，就会使人才培养过程受到阻碍，就会延缓社会和经济发展的步伐。

从人才与社会经济发展的关系中可以意识到培养人

才的教育事业的神圣。也就容易理解人们常说的世界经济竞争，实质上是科技竞争、人才竞争、教育竞争。教育是面向未来的事业，它关系到现代化，牵连到世界，它是现代文明三大支柱（科技、教育、管理）之一。

现时工科的各种专业人才一般有四个学历层次：研究生、本科生、专科生、中专生，统称为“工科学生”。学生作为教育对象，未来人才的毛坯，各类学校培养的目标不同，然而教育方针——“必须培养德、智、体全面发展的社会主义事业的建设者和接班人”是共同的。现代的智能应该是怎样的新内涵？如何培养与发展？这正是该书试图探讨的问题。

为了系统阐述我们的观点和想法，现将已经发表过的论文和研究的阶段成果按多年探讨的思路编辑成册公布于众。由于我们水平有限，书中不当之处，请不吝赐教。

在我们研究初期曾得到过原华南师范学院阮镜清教授、北京中央教科所伍棠棣先生、李蔚先生的指导，在研究过程中多次得到厦门大学潘懋元教授的教诲和鼓励，得到过校内外从事教研工作同志们的支持和帮助。完稿后由华南师范大学熊钰庆教授进行评审，我校高教研究所李伟刚所长做了认真修改，提出了许多宝贵意见，在校领导的关怀和教务处、出版社的大力协助下才得以出版问世，在此一并表示由衷的感谢。

编者

目 录

引言	(1)
1 智能概念和智能结构	(3)
1.1 智能概念的理解	(3)
1.2 智能结构的建立	(5)
1.3 智能概念界定和建立智能结构的意义	(7)
2 如何培养智能	(9)
2.1 能力的形成与发展	(9)
2.2 如何在教学中培养和发展智能	(11)
2.3 基础课在培养智能中的作用	(20)
2.4 专业课在培养智能中的作用	(29)
3 怎样进行考评	(39)
3.1 学习成绩的检查与评定	(39)
3.2 检查学生学业成绩的方式方法——坚持全面考核	(41)
3.3 学生学业成绩的评定必须“综合评分”	(44)
3.4 考试成绩的质量分析	(49)
结语	(76)
附：论文选	(78)
工科学生智能结构及其培养	(78)
论“能力培养”的针对性和可操作性	(83)
工科学生智能结论的层次性和相关性在大学物理教材中的体现	(88)
试论怎样培养智能	(92)

如何在教学中培养和发展智能	(98)
谈“关于能力培养”——对《大学物理课程教学 基本要求(送审稿)》的建议	(107)
再谈大学物理课程“关于能力培养”——对《大 学物理课程教学基本要求》中“关于能力培养” 部分的实施意见	(113)
谈教学指导性文件中有关“能力培养的要求”	(119)
工科“大学物理”课应如何培养智能	(124)
试论教材建设应以智能培养为主线	(128)
谈工科物理的教学内容选择——论《大学物理》 在培养工科学生智能中的作用	(134)
《大学物理》教材如何以智能培养为主线进行 建设	(140)
“物理阶段小结”是有效的实践性教学环节	(146)
工科教材的工程特点	(154)
工科基础课教材如何反映工程特点	(160)
工科《大学物理》教材如何反映工程特点	(166)
工科院校专业课程应用电视教学的尝试 ——学生形象思维能力的培养初探	(173)
强化实践性教学 优化学生思维过程	(180)
坚持“全面考核”——学业成绩考评方法再述	(190)
必须“综合评分”	(194)

引 言

学校强调培养和发展学生智能是转变教育思想的需要，是教学思想优化的体现。《中共中央关于教育体制改革的决定》（1985年）中明确指出：“教育必须为社会主义建设服务，社会主义建设必须依靠教育。”中共中央国务院1993年2月印发的《中国教育改革和发展纲要》关于全面贯彻教育方针，全面提高教育质量中也再次强调：“教育必须为社会主义现代化建设服务，必须与生产劳动相结合，培养德、智、体全面发展的建设者和接班人。”从20世纪50年代后期提出的“两个必须”的教育思想，变为今天的“两个必须”，这就是教育思想的根本变化。也就是说，在新时期，其全面发展的理论有了新的内涵。仅就智育而言，受教育者（未来社会主义的建设者和接班人）都应该是不断追求新知，并且具有一定智能水平的人才，是既有文化，又聪明能干的开拓者。因而，在教学计划中应有相应合理的知识结构和智能结构的要求。现代教学论的观点告诫我们：在教学思想上要由过去只重视传授知识转变为在传授知识、训练技能的同时，着重培养学生的革新创造才能。这就是我们开题立论的依据。

我们认为：培养和发展学生智能问题是教育研究中的“边缘课题”。它既与教育的外部关系相关，也与教育的内部关系密切。它的研究必将触及教育思想，完善教学思想，进而对教学内容、教学方法、教学过程组织等方面均会带来好处。培养和发展学生智能是智育改革的关键所在，它是促进人才个性全面发展的突破口。智育的社会价值依赖于德育，智育靠体育来保证，智育的活力和未来要靠美育，从而，也必将导致全面发展理论的深入和提

高，这也正是从事该课题研究的意义所在。

该课题的研讨是长期、持久的，从某种意义上讲也是教研的永恒课题。它的探讨分三个阶段：首先是智能概念和智能结构，即什么是智能，智能的组成因素的研讨。第二阶段是研讨如何培养的问题，这是更为重要和必须认真考虑的问题。它牵涉的内容很多，包括：①智能形成与发展的因果制约性（遗传与环境的分析）；②在教学中如何培养智能（明确提出教学基本要求，正确选择教学内容，合理组织教学过程，适当运用教学方法，科学完善教学考评等）；③基础课在培养智能中的作用（教学基本要求中关于“能力培养”的提法，教材中如何反映工科特点，“阶段小结”是有效的教学环节，多媒体优化组合的尝试等）；④专业课在培养智能中的作用（计算、制图、科学实验、技术操作和设计能力的培养，文字与音像教材的结合，强化实践性教学，优化学生思维过程等）。第三阶段是怎样考评，智能的考核与评分将为教育测量提出许多新问题。

1 智能概念和智能结构

1.1 智能概念的理解

“开发智力”和“培养能力”的社会呼声很高，这是由于当今的知识量大且变化快所致。在教育界便提出“教什么”和“怎样教”的新问题，因而出现诸多现代教学论的观点，但它们有共同的一点，即认为：现代教学不能仅传授知识，更应注重培养智能。这里的智能不是西方认为的 intelligence（智力大概念）和原苏联所主张的 способность（能力大概念）。我们认为对于年轻学生而言，他们既有“智力开发”问题，也有“能力培养”问题，还是沿用中国的传统提法：“培养和发展智能”为妥。这里的智能是智力与能力的综合含义。译成英文和俄文应该是这样的组合名词“intelligence-ability”和“Умственность-способность”。

1.1.1 智力与能力的区别与联系

智力指人的观察力、记忆力、思维力、想像力的总和，是大脑四个主要功能（感受、储存、判断和想象）的具体表现。能力是智力诸因素完善结合而形成的能够顺利完成学习或其他活动的个性心理特征，即个体身上表现出来的经常的、稳定的心理特点。也可以说能力是人的智力在认识世界和改造世界中的表现，它们均为个性心理特征，并且每个人的智力总是通过各种能力表现出来的。也就是说人的智力与其能力往往是统一的。要承认它们的区别，但更要注意它们的联系，从培养人才的角度看，在教

育界还是一并提智能为好。

如果顺从社会上习惯的“能力”泛称，则智力可视为一般能力、基础能力或认知能力；而能力则是专门能力，如绘画能力、工程能力等。

1.1.2 智能与知识、技能的关系

知识指人们头脑中的经验系统；技能是指顺利完成某种任务的_{活动方式}。知识是以思想内容的形式为人们所掌握；技能则是以行动方式的形式为人们所掌握。知识可以传授而技能必须通过训练，即“一艺之学，知行两尽”，知识+训练（实践）→技能。

技能是从掌握知识到形成智能之间的中间环节。知识只有转化为相应的技能才有用。技能可分为心智技能和动作技能。心智技能是心智活动按照一定的、合理的、完善的方式进行。动作技能是指所用到的实际动作以完善合理的方式组织起来且能顺利进行。智能则是在掌握各种心智技能、动作技能过程中形成和发展起来的更为概括的某种认识能力或专门能力。技能是指那些在每个具体人身上固定下来的行动方式，而能力不是这些行动方式本身，它是调节这些行动方式的心理活动的概括化，如弹钢琴是照着谱子弹出曲子来，这仅是技能，若弹出“味道”来才能说具有这方面的能力。能力的真正形成还要有坚强的意志和浓厚的兴趣，即“一能之学，志趣兼备”，技能+（意志+兴趣）→能力。

知识和技能是智能提高的基础和前提，智能是进一步获得知识和技能_{的有利条件}，智能的提高将促进知识技能掌握的效果。

综上所述，我们对智育的理解应该是在传授知识和训练技能的同时注重学生智能的培养和发展，不能走“形式教育”的老路，也不能重犯“实质教育”的片面性，而应坚持理论与实践相结合，脑力劳动与体力劳动相结合。

1.2 智能结构的建立

从生理、心理和教育的角度来看,人的聪明才智具有极大的潜能。为了提高人才的质量,深入理解智能的本质,科学拟定智能培养的原则,合理设计智能测量手段,因而必须了解智能结构,并对智能的结构因素进行分析,也就是要明确,对于不同的专门人才究竟要培养哪些智能,它们之间又有怎样的关系,它们各自所处的地位等。

1.2.1 智能结构因素

20 世纪初,西方曾有二因素、群因素结构说,80 年代还有“智慧结构”学说等。我国古代早就有五行说,它应视为最早的结构论,它启示我们:智能的培养也要强调其针对性和可操作性。对于工科学生而言,它的智能结构应是思维能力、自学能力、研究能力、实际操作能力和革新创造能力,它们与五个主要教学环节——讲课、习作、实验、实习、设计有着密切关系,可在教学活动中实施。如果按一般能力和专门能力的概念展开,要培养的智力因素是观察、记忆、思维、想象,而能力因素是自学、研究、设计、计算制图、科学实验、技术操作、组织管理以及革新创造等,故含智力与能力的智能结构因素共有 12 个。

1.2.2 各因素之间的关系

在工科学生智能结构中,基础性智能因素属于智力(一般能力)范畴,而“专业基础”与“专业性”的智能因素属于专门能力。二者有区别也有联系。智力属于认识活动范畴,能力属于实际活动范畴,智力解决知不知、懂不懂的问题;能力解决会不会、能不能的问题。智力是人的大脑功能的表现,其组成因素

(观察、记忆、思维、想象)与大脑的感受、储存、判断和想象功能相关,而能力则指人有多少种实际活动领域就应该有多少种能力。以上是智力与能力概念的区别。另外,要看到它们之间的联系:人的一切心理都是先天与后天的结合。认识总是在一定活动中进行,活动又必须有认识参加,二者相互渗透,相互制约,相互促进,互为条件。所以,对大学生进行“能力培养”的同时也要“发展智能”。20岁左右的青年大学生,既有能力培养问题,也有智力的继续发展问题,所以对大学生要“培养和发展智能”。

一般能力(智力)的培养是基础,对任何专门人才来说,其能力培养都是必须具备的。自学、研究、设计能力也有共性的特点,它们虽属专门能力范畴,但均侧重于动脑,可笼统称其为分析问题的能力;而计算制图、科学实验、技术操作、组织管理、革新创造能力则侧重于动手,可称其为解决问题的能力。

过去在教学计划中提到的要培养学生分析问题和解决问题的能力在有了智能结构以后,可以更具体地将其分为三个层次:①观察、②记忆、③思维、④想象视为基础性因素;⑤自学、⑥研究、⑦设计视为专业基础性因素;而⑧计算制图、⑨科学实验、⑩技术操作和⑪组织管理乃至⑫革新创造视为专业性因素。在工科学生智能培养中,⑧、⑨、⑩等因素本身亦含专业基础性部分,而⑤、⑥、⑦也含专业性的内容,它们彼此是相互关联的。

在基础性因素中又以培养思维能力为核心内容。正如钱学森先生所说:“教育的最终机理在于人脑的思维过程。”只有加强了思维能力才能逐步具备自学、研究和实际操作能力,从而进一步促进革新创造能力的形成和发展,革新创造能力被视为培养开拓型人才的目标性因素。

1.2.3 知—能结构的相匹配

从教育的角度来看,在学校中培养学生智能是通过教学活动来进行的。目前的主要教学环节(讲课、习作、实验、实习、设计)在不同课程的不同章节,教学过程组织中不尽相同,但每个专业的教学计划以4年(或5年)为整体,各门课程教学内容的总和构成该专业学生的知识结构,并成为教学活动的依据。而各门课程教学的基本要求(教学大纲)便成为各门课程从事教学的准则。如果说在小学是教一点、学一点、练一点,属完全依靠的教学方式,在中学则是问答、阅读、演示、讲解相结合,即所谓基本依靠的方式,到大学便是从先预习到根据提出和存在的问题进行教学(相对独立),再到在老师的指导下自学(基本独立),最后完全由学生自学(完全独立)的教学方式。在传统的传授知识过程中积累了丰富的经验,如工科院校的课程设置中有基础课、专业基础课和专业课三个层次的划分,这种知识结构的层次性与智能结构一样具有它们的纵向因果逻辑关系,而知—能结构的相匹配要求我们还要横向了解它们的相互联系。

知识与智能结构之间的关系,犹如知识与能力的关系,彼此相互促进和相互制约。在当今的智育中二者必须结合,统一考虑。

1.3 智能概念界定和建立智能结构的意义

从教育立场、教学的角度去界定“智能”,以求明确培养智能的含义,深刻理解“教育的最终机理在于人脑的思维过程”。通过智能结构的建立弄清对于不同的专门人才,应该培养哪些智能,进而明确培养思维能力是核心内容,掌握自学的方法是为了独立获取已知的知识;研究能力是使人自觉探索未知知识;实际