

高庆狮 高小宇 著

知识与智能

青少年智力开发

KNOWLEDGE AND INTELLIGENCE
TEENAGE EDUCATION



科学出版社

知识与智能

——青少年智力开发

高庆狮 高小宇 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书既是讨论智能与知识的专业书,又是如何使青少年更聪明的科普书。祖国最大的资源是智力资源。如何开发智力,尤其是青少年的智力,十分重要。

本书是根据作者小学、中学和北京大学数学系学习数学的经验,尤其是“一页纸”的经验写成的。人类智能的核心是如何把学习到的知识变成为“自动、有效地解决问题”的能力。本书从人类智能的核心问题的角度,讨论“一页纸”与知识结构,人类知识结构的优化,以及信息、组块之间的关系。进一步讨论人类智能的方方面面,人类智能活动模式及方法学知识。

本书适合研究智能开发的专业人员阅读,也适合广大的青少年、中小学生及其家长,以及各行各业关注智能开发的人士阅读。

图书在版编目(CIP)数据

知识与智能:青少年智力开发/高庆狮,高小宇著. —北京:科学出版社, 2010

ISBN 978-7-03-029799-0

I. ①知… II. ①高…②高… III. ①青少年-智力开发 IV. ①G421

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 250383 号

责任编辑:王淑兰/责任校对:柏连海
责任印制:吕春珉/封面设计:王浩

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新蕾印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011年4月第 一 版 开本:850×1168 (1/32)
2011年4月第一次印刷 印张:6 1/8
印数:1—3 000 字数:160 000

定价:18.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈新蕾〉)

销售部电话 010-62134988 编辑部电话 62130750

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

望你更聪明

在智力游戏中提高智力

献给祖国的未来——青少年们

献给我的启蒙老师们：

母校北京大学数学力学系——

传授美丽简洁的仿射空间的江泽涵老师
在万变中寻找不动点和不变性质的吴光磊老师

用抽象难题严训学生的冷生明老师
严格、精确、绝妙的教学方法的丁石荪老师

感人的热诚和严谨的陈杰老师

讲授神奇宇宙的戴文赛老师

才华横溢的段学复和程民德代课老师

讲授让万物循规法则的钱敏老师

揭示宏观和微观世界奥秘的钱尚武老师

燃烧自己、照亮别人的张世龙老师

百年母校漳州一中——

覃景芬代数老师、陈“妈妈”常玉几何老师、钱学正化学老师、魏德亨音乐老师等老师们

漳州钟芬小学我的数学老师杨校长

永远感谢你们，永远怀念你们，我的启蒙老师们！

献给我有幸能够得到较长时间直接教诲的 共和国泰斗们：

中国“巨型机”指路人，把物理概念融化在数学方程中的“两弹一星”功勋科学家钱学森老师

平时和声细语，战时慷慨激昂怒斥台上“四人帮”的“两弹一星”功勋科学家钱三强老师

充满父辈关爱的“两弹一星”功勋科学家王淦昌老师和“两弹一星”功勋科学家杨嘉墀老师

生活十分简朴，平易近人，深受日本物理界敬重的周培源老师

思维敏捷，精力充沛，永远在思考的华罗庚老师

平易近人，风雨无阻骑车从中关村到端王府上班的“两弹一星”功勋科学家陈芳永老师

八十多岁高龄时仍然热情豪放，热爱专业，身材魁梧，声音宏亮的汪德昭老师

年迈时仍然不知疲倦，白天开全国“人大”会，晚上工作到深夜，日日夜夜抢时间的黄炳维老师

永远感谢你们，永远怀念你们，我的共和国泰斗的老师们！

学生 高庆狮

2010年1月18日

序 言

受有百年历史的母校福建省立龙溪中学（漳州一中）老师们模范行为影响，虽然我热爱自然科学，也以数学 100 分、物理 98 分考入北京大学数学系，但是我的职业志愿是当一名中学老师，不是科学家，也不是工程师。所以，当时第二志愿是北京师范大学数学系。或许我会进行数学研究，但是只是作为业余爱好。写这一本书是一种还愿：还当一名中学数学老师的愿。

上个世纪 80 年代初，我在中国科学院计算技术研究所工作的时候，曾经与我的研究生们及研究室的助手们举办长达半年，每周一次的“机器学习”讨论班，讨论了当时出版的 4 本外国人写的“机器学习”的论文集。发现其中大约 90% 是知识发现，10% 是知识转移。而有关学习的核心问题“把学习到的知识变成可以自动利用去解决问题的知识”占 0%，完全空白。这就是当时决定开始研究并且重点研究这个问题的原因。

本书核心内容是有关“知识学习”的核心：如何实现“自动学习知识和自动有效地利用学习到的知识去解决问题”（即，智能）的三个关键问题（知识发现、知识转移和把学习到的知识变成可以自动利用去解决问题的知识）中的第三个问题的核心问题：“知识结构”、人类智能基本活动模式“宏变换”和人类智能的重要组成部分“方法性知识”。

祖国最大的资源是智力资源。中国未来的希望主要在于青少年智力的开发。小学教育需要改革，以知识教育为主改成为以协助健康和自然地发育成长和智力开发为主。为此，必须因材施教，必修和选修相结合，同一的课程也需要分级，以适应不同学

生的需要。汉字必须系统地改革，以便大幅度地降低小学生在知识教育中的不必要的沉重负担。

人们解决问题要靠“智力+知识”。事业成功的三要素：智力、知识、有效的工作及学习时间。当然，也可以说是五要素：智力、知识、平常心、健康和努力，因为有效的工作及学习时间取决于平常心、健康和对工作与学习的努力程度。即，平常心、健康和努力分别客观地和主观地决定了有效的工作与学习的时间。还可以说是两要素：智力和有效的工作及学习时间。因为知识的质量和数量取决于智力和有效的学习时间。

对青少年而言，博士论文、教授的论文比起青少年读物显得很深奥，高不可及。从知识的含量的角度看，区别较大，因为博士论文、教授的论文需要深厚的知识。但是，从创造所需的智能角度看，区别不大。这就是本书第六章引用了部分国内外重要学报论文作为例子的原因，我希望它能有助于提高青少年的自信心。

同一的题目，可以是博士论文的主题，也可以是科普的主题。例如，智能、如何帮助青少年提高智力，这些可以是博士论文、教授的论文的主题，也可以成为科普的主题。第一章及其他各章，可以看作科研论文；经过通俗写法之后，就成了科普书。这就是本书的特点：把专著和科普统一起来。

现代的各行各业，不仅是理工领域，而且包括农、林、畜、牧、渔，都需要科技。其劳动不是纯体力劳动，都需要智力、知识、健康和努力。但愿本书不仅对中小学生有益处，而且，对学生的家长、兄姐及亲戚也有益。无论他们是否是大学生，无论他们是哪种行业人员，包括管理人员，都能引起他们的兴趣。

本书涉及的知识，部分小学高年级学生已经具备；部分初中学生已经具备。个别超出范围的知识，我们会单独给予介绍和讨论。

对中学生，尤其是高一以上的读者，本书适于自学。对于高年级的小学生可以根据实际情况，本人自学部分内容或由家长、老师、或者姐姐进行辅导；或者家长了解之后，对子女进行游戏式地辅导，或许这有利于家长与子女的沟通。

母校北京大学的“北大精神”的关键是：独立思考，不人云亦云。独立判断是非曲直，独立判断经济效益、社会效益和理论价值。冷对众说纷纭。或许以下三句话有参考价值：

“任何正常人都的优点和特长，检查检查你的优点和特长在哪里。人类的需要是阳光，你的优点和特长是水和土壤。有了阳光、水和土壤，你的兴趣就会带你事业上飞翔。没有阳光，或者没有水和土壤，兴趣只能给你幻想。”

“要特别注意那种经济效益和社会效益很大，人们认为做不到，难度很大但可能做到的事，因为这往往是重要的生长点和突破口。”

“不要幻想经过成千上万个聪明人没有搜索到的重要的科技宝藏，会突然从天上掉到你的口袋里。首先想一想解决它需要什么先决条件？例如跨学科知识，你是否具备？你是否有决心和有条件去具备？”

中国科学院院士

高庆狮

2010年1月18日

目 录

绪言	1
第一章 知识	3
1.1 知识	3
1.2 学习、知识学习、转移与知识组块	5
1.3 知识结构	7
1.4 知识与问题求解	9
第二章 智能	11
2.1 智能的定义	11
2.2 人类的语言能力	12
2.3 记忆力与记忆单位——组块	19
2.4 联想力	21
2.5 观察力	23
2.6 想象力	26
2.7 思维能力	27
2.8 知识结构优化能力	30
2.9 学习能力、解决问题的能力取决于智能与知识	30
2.10 创新能力取决于智能与知识	31
2.11 注意控制能力是心理和生理因素	33
2.12 智能活动基本模式：宏变换	35
2.13 智能活动动力：好奇心	35
2.14 智能活动经历的影响：惯性	36
第三章 知识结构列举——中小学的数学知识的结构	37
3.1 一页纸	37

3.2	中学的三角知识的结构·····	38
3.3	中学代数运算与代数方程式的数学结构·····	42
3.4	中学几何(平面和立体)的数学结构·····	54
3.5	中学解析几何·····	63
3.6	物理导论·····	65
3.7	高等数学(数学分析)导引·····	66
3.8	抽象代数导引·····	74
3.9	线性代数(多元一次方程组)导引·····	75
3.10	概率论·····	77
第四章	人类智能活动方式之一:宏变换 ·····	81
4.1	智能活动目的:解决问题·····	81
4.2	基本操作、状态与搜索空间[“目标(解)”存在的空间]·····	81
4.3	宏操作与路径·····	83
4.4	宏变换·····	85
4.5	宏变换的获取·····	87
4.6	宏变换的完备集及评价函数·····	88
4.7	例一:扩展的九宫问题·····	88
4.8	例二:N皇后问题·····	89
4.9	例三:魔方·····	92
第五章	通用方法性知识应用例子(1) ·····	98
5.1	心算小技巧·····	98
5.2	利用天平找重球·····	98
5.3	电灯泡与开关的对应关系·····	101
5.4	猜字游戏(推理搜索)·····	103
5.5	填字游戏(1,简单)(推理搜索)·····	104
5.6	填字游戏(2,复杂)(推理搜索)·····	106
5.7	韩信点兵——中国余数定理·····	108

5.8 魔盘	109
第六章 通用方法性知识应用例子 (2)	112
6.1 13 球问题	112
6.2 奇数幻方	118
6.3 华容道	126
第七章 权威论文、著名博士论文浅说列举	134
7.1 并行计算	134
7.2 著名四色问题	142
7.3 从自然科学的角度观察自然语言	145
第八章 人类智能组成之一：通用方法性知识小结	164
8.1 当你开始接触问题，感到一筹莫展，怎么办	164
8.2 形象化	165
8.3 状态分解	166
8.4 题目分解	166
8.5 搜索技术	167
8.6 缩小搜索空间	168
8.7 解决问题过程中该注意的情况	170
8.8 方法本身	171
8.9 类推	173
8.10 规划	173
8.11 变换	173
8.12 基础	174
参考文献	175

绪 言

魔方有 $8! \times 12! \times 3^8 \times 2^{12} = 12342280578118272000$ 。一千多亿亿种不同的状态！天文数字！！如果你每秒可以瞄（不是仔细看）10 种状态，你就需要瞄 300 亿年以上。聪明人如何自己找到（而不是从别人那里学到）一个通用方法：从任意状态（有千亿亿种！）出发，这个通用方法都能使得你能把它还原到初始状态！虽然不一定是次数最少。

什么是聪明人？聪明人和知识丰富的人是一回事吗？不是一回事。那么，他们到底有什么区别？这涉及到什么是知识，什么是智能。这就是第一章、第二章所要讨论的内容。知识是有结构的，每个人的知识结构不一样，有好有差。通过作者中小学及大学学数学为例，介绍“一页纸”的经验。例如，利用半页纸，甚至不需要这半页纸，只注意三个简单事，不需要背任何东西，60 年之后，仍然可轻轻松松地推导出全部三角公式，这就是第三章所介绍的内容。智能活动的一个重要的基本模式：宏变换。它处处存在，这就是第四章所讨论的内容。第六章、第七章利用一些游戏例子，包括我在上个世纪 70 年代末招研究生时，部分学生因紧张而晕倒的面试智力游戏题，来解剖智力活动过程。第七章，以权威论文和著名博士论文为例，进行浅说，让中学生理解：高深的学问并非高不可攀。最后一章，对人类智能组成成分——通用方法性知识进行小结。掌握它们就可以提高智力。

偶尔看到中学试卷，十分惊讶，竟然有大量密密麻麻的选择题。这是考背知识，不是开发智能，活学活用数学知识，提高利用学习到的知识去解决问题的能力。可悲，害人不浅。数学是理工

的基础,所需要的是利用数学解决实际问题的能力。一个重要问题,往往需要很长时间去解决它。靠背数学公式是没有用处的,主要是靠智力。

第一章 知 识

1.1 知 识

1.1.1 什么是知识

知识是对众多的人长期有用的客观存在的信息。

以下信息不是知识：

1) “张三的父亲是张武”(只对少数人有用)。

2) “李四在死者死前两个小时到过死者房间”(只对破案人员有用)。

3) “今天下午有雨”(虽然对众多的人有用，但只是短期有用)。

知识的度量单位是组块，具体将在 1.2.6 中讨论。

科学是有关学科领域所有的对象(事物)的知识总和。例如，数学、生物学、遗传学，等等。

1.1.2 常见的知识类型列举

1) 事件的事实。例如，“某年某月某日某地发生 8 级大地震”、“某年某月某日某地发生 33 万吨的沙尘暴”、“某伟人生于某年某月某日”，等等。

2) 物的属性。例如，“鸵鸟不能飞”、“钢比铁硬”，等等。

3) 计算公式、推理规则。例如，“ $a^2 - b^2 = (a + b)(a - b)$ ”，“ $a \wedge b \vdash a, b$ ”，等等。

4) 概念的定义。例如，“等边三角形是有两个边相等的三角

形”、“智能是能够自动地学习知识、并且能够利用学习到的知识自动且有效地去解决问题的通用能力”。

5) 刻画客观事物属性、关系、规律，等等的定理。例如，“直角三角形两边的平方和等于第三边的平方”。

6) 刻画客观事物属性、关系、规律，等等的图形或者表格。例如，“分子结构图”、“原子周期表”，等等。

1.1.3 科学知识 with 经验知识

知识包括科学知识和经验知识。科学知识是系统的，有理论根据的，经过客观全面验证的知识。经验知识可以不是系统的，不一定有理论根据，经过客观局部验证的知识。

1.1.4 数学常常是表示科学知识的很好的工具

数学常常是描述科学知识的很好的工具，例如，用微分方程描述行星运动，用概率论描述量子现象，用几何描述光学，用偏微分方程描述电磁理论，等等。

1.1.5 方法性的知识

什么是方法性的知识？方法性的知识是指有关解决问题的基本方法的知识。

方法性的知识指后天可以学习到的，与解决问题有关的一类知识。例如，当你对问题如何解决一筹莫展的时候，先从问题最简单的情况探试。例如你想求 8 皇后的解，你就从 4 皇后试起。又如，当你要解决一个复杂问题的时候，你要考虑能不能把问题分解成为许多简单一点的子问题。再如，倒推：假设问题最终解决了，它需要满足什么条件？等等。（参考第四至六章）

方法性的知识也是智能的一个组成部分。知识学习与解决问题都离不开方法性的知识。

1.1.6 知识只能发现,不能制造,不能创造

喷气式飞机是人类创造的人造物。有关设计图纸是对多数人长期有用的,但它不是客观存在的,所以不是知识。但是它蕴含着大量客观存在的知识。

1.2 学习、知识学习、转移与知识组块

1.2.1 识别学习

所有的动物都有识别的能力,否则,就不知道袭击者来了就要跑,不知道什么能吃,什么不能吃。没有识别能力就很难生存。识别本质上就是区分。

1.2.2 训练学习

无论学习骑自行车还是学游泳,光有知识学习是不够的,还需要训练学习。鸟学飞,也需要训练学习。通过训练学习,使得人或者动物的控制系统能正常和有效地工作,有关肌肉能够发达起来,从而使得骑自行车、游泳、飞翔等活动能够有效地进行。

1.2.3 广义知识学习

广义知识学习包括知识发现、知识转移和知识学习。上世纪70年代出版的4本知识学习的书,其中内容的90%是讨论知识发现,10%是讨论知识转移,真正的知识学习是0%。什么是知识发现、知识转移和知识学习呢?

1.2.4 知识发现与数据挖掘

知识发现就是发现知识。知识是客观存在,不能制造它,不