

心理辅导——揭示个人学习能力的工具

Nikolay Petrov Takuchev

旧扎果拉色雷斯大学 保加利亚

【摘要】并非所有学生都能同样成功地完成学习任务。其中一个原因是学生缺乏对自身记忆能力的理解，尤其是在学习新知识方面。本文设计了一种基于记忆实验（“心理物理”）研究（艾宾浩斯）的元认知方法，用于心理咨询。该方法旨在揭示个体在学习新理论信息时的记忆特征——记忆和遗忘的速度，并据此建议学生应投入多少时间才能达到预期的学习水平。基于艾宾浩斯记忆实验的数据，我们获得了记忆和遗忘过程的数学关系。我们假设这些数学关系具有普遍性。个体差异体现在数学模型参数的取值上。这些模型被纳入了本文所述的心理物理咨询方法的数学框架中。该方法的应用要求学生经历三个阶段的咨询程序：（1）进行一项记忆实验，记忆一篇与学习主题相关的短文；（2）实验结束后立即进行一项计算机多项选择题测试，以量化评估学生对测试主题材料的记忆程度。该方法利用所得评估结果计算记忆模型中的各项参数值；（3）一周后重复进行相同的计算机测试（事先不告知学生），以量化遗忘程度。该方法利用第二次测试的评估结果计算遗忘模型中的各项参数值。通过获得的记忆和遗忘各项参数值，该咨询方法能够根据学生期望的学习材料吸收水平，计算出学生需要投入的学习时间。

【关键词】教育；艾宾浩斯；身心咨询；记忆速度；遗忘速度

【收稿日期】2026 年 5 月 25 日

【出刊日期】2026 年 6 月 24 日

【DOI】10.12208/j.pbs.20260002

Psychophysical counseling—A tool revealing the individual ability to learn

Nikolay Petrov Takuchev

Trakia University, Stara Zagora, Bulgaria

【Abstract】Not all students are dealing equally successfully with educational tasks. One of the reasons is the student's lack of understanding of his/her memorial qualities in learning new knowledge. A metacognitive method is designed for psychological counseling, based on an experimental (“psycho-physical”) study of memory (Ebbinghaus). The method aims at revealing individual memory features on learning new theoretical information—the pace of memorizing and forgetting and as a result recommends a preparation time that the student should spend to achieve a desired level of preparation in the subject to be studied. Based on the data from the Ebbinghaus memory experiments, mathematical dependencies of the processes of memorization and forgetting were obtained. It was assumed that the mathematical form of the mentioned dependencies has a universal character for people. The individual specificity of these processes is reflected in the values of the parameters in the mathematical models. The models were included in the mathematical scheme of the psychophysical counseling method described. The application of the method requires the student to undergo a consultation procedure of three stages: (1) An experiment to memorize a short-written text on a topic from the subject to be studied; (2) Immediately after solving a computer test of the multiple-choice type for quantitative assessment of the degree of memorization of the material of the test topic. The method uses the obtained estimate to calculate the individual parameter values in the memorization model; (3) The same computer test is repeated a week later (the student is not warned about this) to quantify the degree of forgetting. The method uses the estimate from the second test to calculate the individual parameter values in the

forgetting model. Through the obtained values of the individual parameters for memorizing and forgetting, for the student's desired level of assimilation of the material to be studied, the counseling method calculates the necessary time that the student must devote to his preparation.

【Keywords】 Education; Ebbinghaus; Psychophysical counseling; Memorization pace; Forgetting pace

1 引言

人类生命中很大一部分时间都用于获取新知识。现代教育是小组教育——由水平相近的学生组成小组。小组成员共同完成学习任务，所有成员的完成期限相同，并通过定期或期末考试（即所有小组成员都参加的考试）来监控新知识的吸收进度。

小组中的个体在完成学习任务方面的表现并不相同。原因之一是个体在吸收学习材料的能力上存在差异——熟悉、理解和永久记忆的能力各不相同。这些差异会因学习材料的具体类型（例如数学、文学或历史）而以不同的程度表现出来。个体差异体现在学生为达到特定学科所需的知识水平而必须分配的学习时间的差异上。现代教育体系在很大程度上将学习者对学习所需时间的感知留给了学习者自己。为特定学生和科目选择合适的学习时间是一个反复尝试的过程，漫长而又充满失败，常常给学习者带来不愉快的感受。大多数情况下，受过教育的人无法客观评估自己的记忆力，而是依赖他人的经验来决定学习特定科目所需的学习时间，以期在考试中取得好成绩。结果往往是考试成绩令人失望。由于缺乏对自身知识水平的准确评估，学习者常常将考试失利归咎于考官，而这又源于对自身记忆力特点的无知。

2 目标

通过向学习者提供关于其在特定学科中学习新知识和遗忘已学知识的速度信息，可以帮助其更好地学习新知识，即帮助其确定达到预期知识水平所需的备考时间。

本文介绍了一种个体辅导方法，该方法在特定学科学习过程的初期，为学生提供以下信息：

关于自身学习速度的信息——包括学习新知识和遗忘已学知识的速度。

建立自身知识水平评估标准所需的信息。

该方法旨在考察个体的认知能力。在心理学文献中，这种方法被归类为元认知方法^[1]。

3 材料与方法

知识获取过程一直是科学界持续关注的研究对

象，至今已超过百年。埃利希（Ehrlich）探讨了记忆与理解之间的关系^[2]。贝克-沃德、奥恩斯坦和霍尔登^[3]以及马斯特罗亚尼等人^[4]研究了记忆随年龄的变化。吉田等人利用脑电图研究了学习过程中的大脑活动^[5]。

从教育心理学的角度对记忆和遗忘过程进行定性思考的研究可参见Trifu S.、Trifu A.和Trifu I.^[6]。

学习者投入的准备时间决定了其所掌握知识的多少。艾宾浩斯^[7]发表了他称之为“心理物理学”的记忆实验结果。研究者通过记录记忆和遗忘无意义音节所需的时间来测试自己的记忆力。艾宾浩斯的研究结果以表格形式呈现，是一系列数值数据。

本文提出了记忆和遗忘过程时间依赖性的数学函数（模型）。这些模型是对艾宾浩斯数值数据的近似。以下论证基于这样的假设：模型以数学函数的形式出现是普遍适用的，即适用于所有学习者。学习和遗忘过程中的个体差异反映在上述数学模型中，表现为模型中包含的常数的数值差异。如果针对特定学习者和特定类型的学习材料确定了记忆和遗忘模型中的常数，就可以计算出该学习者学习一定量该类型学习材料并达到预期水平所需的时间。

下文将提出一种元认知咨询方法，该方法运用上述模型来确定个体学习新知识所需的时间，并考虑伴随的遗忘过程。根据艾宾浩斯的术语，下文将该方法称为“心理物理学”方法。

所提出的心理物理学咨询方法包含三个连续阶段。寻求特定学科新知识记忆能力咨询的学生应按顺序完成这三个阶段。在三个阶段中获得的信息将用于确定记忆和遗忘模型中常数的数值，如上所述，这些常数取决于个体记忆特质。

3.1 学习测试材料

本阶段首先进行简短的指导，指导中会向受辅导者提供一份以印刷文本形式呈现的测试主题。指导者应在规定的时间内（下文所述的辅导中，测试时间为半小时）尽可能地学习测试主题——阅读、理解并记住内容。受辅导者可以使用自己的学习方法，例如，可以在单独的纸上做笔记。如果受辅导者

不习惯使用自己的方法，建议遵循以下学习步骤：

1) 仔细阅读测试主题文本，标记文本中的新概念，并结合给出的例子以及自己构思类似的例子来理解这些概念。2) 测试主题末尾附有测试题，受辅导者可以通过回答这些问题来检验自己对新概念的理解和记忆程度。如果受辅导者顺利通过测试题，则可以进入文本的最终复习环节。否则，他/她需要重新学习未掌握的部分。3) 对考试内容进行最终复习。

3.2 记忆速度评估

在规定的测试主题学习时间结束后，受测者不得使用任何辅助材料，立即完成一份专门为本次辅导开发的计算机多项选择题测试。该计算机测试旨在评估受测者对刚刚学习的测试主题的掌握程度，并根据其展现的知识水平给出相应的分数。

在保加利亚，知识评估采用标准评分制——评估结果仅取决于受测者的知识水平。高等教育实践中采用的是“等级制”的知识评估体系。等级分为：

“差”（最低等级，对应知识缺失或极差，即考试不及格）、“中等”、“良好”、“优秀”和“卓越”（最高等级，对应最高知识水平要求）。由于最高等级为六级，因此该评分体系被称为“六级制”。最终考试成绩以等级形式呈现。在本研究中，还采用了一种连续数值评分量表，其中分数是一个连续的正数，用于表征知识水平，其数值介于 2 到 6 之间（“关系量表”，根据 Stevens, 1946 年的量表分类）。“分数”是数值量表的整数值，分别对应于不同的等级：2（最低分）对应“差”，3 对应“一般”，4 对应“好”，5 对应“很好”，6（最高分）对应“优秀”（“六分制量表”）。

1) 受辅导者会收到有关计算机测试的简短说明。机考包含 15 个任务，每个任务由一个问题和四个答案组成，其中只有一个是正确的。这些任务与测试主题的新概念相关。计算机测试中的任务以随机顺序一个接一个地出现在计算机屏幕上，回答完当前任务后会出现下一个任务，而无法看到之前的任务和答案。受辅导者必须在不超过 15 分钟内回答所有 15 项任务。如果错过了时间，则在计算分数时，其余问题的答案将被视为错误。计算机测试中内置了一种算法，通过该算法，测试中 15 项任务的正确答案数量会根据上述数字标度转换为分数（并转换为得分——分数——最接近分数的整

数）[8-10]。

2) 在计算机测试任务开始之前，计算机屏幕上会出现一个初始表格，提示受辅导学生进行自我评估——通过在屏幕表格的相应字段中输入他的六分评价来评估他对刚刚学习的测试主题的知识。咨询科目所需的所有材料（下面描述的咨询是针对气候学科目，由保加利亚特拉基亚大学的生态学家学生研究）被分为大约相同体积和难度的单独主题（教学大纲）。在计算机测试的初始形式中，还输入了科目教学大纲中的主题数量。辅导所用的测试题目是教学大纲中的题目之一，难度中等，适合初步入门。

3) 测试完成后，会出现一个包含结果的表格。除了计算机测试的分数之外，它还包含：

被辅导者的初步自我评估分数。对相同知识的两个分数进行比较——客观的计算机分数和咨询者对其知识的自我评分，有助于为他的知识水平建立一个适当的标准，因此，在准备考试时了解必要的智力努力。

建议的学生应投入准备理论考试的时间（以小时为单位），如果该分数高于最低分数（2，“差”）并且考试在学习完学习材料后立即举行，则需要获得与计算机测试相同的分数。学习教学大纲中的主题的个人时间计算为受辅导者学习测试主题达到一定水平所需的时间（在这种情况下是为了获得与计算机测试相同的考试分数）与教学大纲中的主题数量的乘积。

如果计算机分数高于最低分数（2，“差”），并且在学习完学习材料后立即举行考试，则建议的学生必须投入必要的考试准备时间（以小时为单位），以获得等于其自评分数的考试分数。

建议的学生为获得最高成绩（“优秀”6）而应花在准备考试上的时间（以小时为单位）——如果计算机成绩高于最低成绩（2，“差”），并且考试在学习完学习材料后立即举行。

3.3 遗忘速度的评估

受辅导者在一段时间后再次进行计算机测试（在下文所述的辅导中，受辅导者在一周后，即下一次相关科目的实践课上再次进行计算机测试）。根据两次计算机测试的分数，计算记忆和遗忘过程数学模型中随时间变化的常数。受辅导者会接触到一些表格，这些表格根据两次计算机测试的分数，确定了学习该科目内容达到预期培训水平所需的时间。

4 结果

4.1 心理物理咨询的理论基础

心理物理咨询方法旨在评估受咨询者记忆力对即将学习科目相关学习材料的能力。该方法分三个阶段实施：

1) 第一阶段，受咨询者学习一段与待学习科目相关的合适测试内容，学习时间为一定时间（例如半小时）。

2) 第二阶段，在第一阶段结束后，受咨询者立即进行计算机测试，并获得该测试内容掌握程度的初步客观计算机评分，以此评估其记忆过程的个体速度。

3) 第三阶段，在第二阶段结束后约一周进行，受咨询者再次进行相同的计算机测试（事先不知情），并获得第二次客观计算机评估，以此评估其遗忘过程的个体速度。

以下将对咨询三个阶段中发生的记忆和遗忘过程进行定量分析。

按照上述咨询阶段，在第一阶段，受咨询者以书面形式学习测试主题，学习时间为 Δt_m （从预设的零点到 t_m 点， $\Delta t_m = t_m - 0 = t_m$ ）。

紧接着，在第二阶段，受咨询者完成第一次计算机测试，以评估其对第一阶段所学测试主题的掌握程度。计算机测试会给出受咨询者对该主题掌握程度的初始计算机分数 θ_m 。根据个体记忆差异，利

用两个已知参数 t_m 和 θ_m ，可以确定受咨询者学习该主题理论材料达到预期分数 θ_l 所需的学习时间 t_l （ l - 学习时间）。

受辅导者在稍后的时间点 $t_n > t_m$ （例如一周后）再次完成同一份计算机测试，并获得第二个客观的计算机分数 θ_n ，该分数反映了其在 t_n 时刻对该测试主题的掌握程度。已知参数 t_m 和 θ_m 取决于个体的遗忘速度，并用于确定分数 θ_f （ f - 遗忘），即如果学习结束到参加考试之间的时间间隔为 t_f ，受辅导者将获得的分数。

记忆和遗忘的各个阶段将在下文中依次讨论。

4.2 记忆过程

图1用点表示了艾宾浩斯出版物中关于学习一定量无意义音节所需时间的数值数据。

时间以吸收一定量学习材料所需的重复次数来表示。从图中可以看出，指数函数能够很好地模拟记忆材料量与学习时间之间的关系。以下讨论基于这样的概念：学习过程中，学习和遗忘过程同时发生，但学习过程效率更高。因此，图 1 所示的曲线模型展现了知识增长过程——即记忆和遗忘过程之间的差异。

所获得的知识水平用分数 θ_l 来表征，该分数代表知识评估数值尺度中的一个数值，该尺度从最低分 θ_{min} 到最高分 θ_{max} 。最低分 θ_{min} 表示知识匮乏，最高分 θ_{max} 表示已达到的最高知识水平。

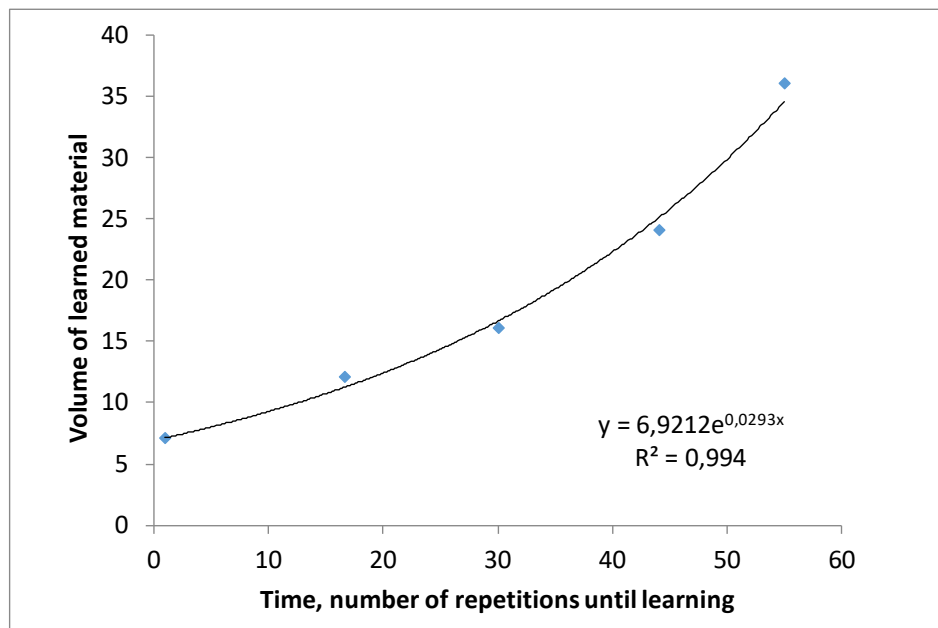


图 1 学习知识量与学习时间关系的近似曲线（该曲线由艾宾浩斯实验的数值数据得出）

由上可知, 标记 θ_l 根据指数规律取决于学习时间 t_l :

$$\theta_l(t_l) = A_l \cdot e^{B_l t_l} \quad (1)$$

其中, A_l 和 B_l 为常数, 取决于: 常数 A_l – 来自知识评估量表, 常数 B_l – 来自受辅导者学习新知识的个人能力。

如果学习过程尚未开始 ($t_l = 0$), 则没有新知识, 相应的分数为最低分 $\theta_{\min}$ 。

即, 由公式 (1) 可得:

$$\theta_{\min} = A_l \cdot 1, \quad A_l = \theta_{\min}$$

该公式的形式为:

$$\theta_l(t_l) = \theta_{\min} \cdot e^{B_l t_l}$$

由此可得:

$$\begin{aligned} \ln \frac{\theta_m}{\theta_{\min}} &= B_l t_m, \Rightarrow \\ B_l &= \frac{1}{t_m} \cdot \ln \frac{\theta_m}{\theta_{\min}}, \Rightarrow \\ \theta_l &= \theta_{\min} \cdot e^{\frac{1}{t_m} \ln \frac{\theta_m}{\theta_{\min}} t_l} \end{aligned} \quad (2)$$

因此, 对于学生必须投入学习时间 t_l 才能在学习过程结束后立即获得期望分数 θ_l , 假设在学习时

表 1 根据测试主题的数量和难度, 学习到教学大纲中某一主题达到特定水平 (期望分数) 所需时间与第一次计算机测试分数 (如果高于最低分 2 分 (“差”)) 的关系

Time t_l to learn one topic, number of hours	Desired score θ_l			
	3	4	5	6
Score θ_m from the first computer test (0.5 study hours)				
3	0,50	0,85	1,13	1,35
4	0,29	0,50	0,66	0,79
5	0,22	0,38	0,50	0,60
6	0,18	0,32	0,42	0,50

间 t_m 内, 学生在计算机测试中获得了分数 θ_m , 则可得出以下公式:

$$t_l = \ln \frac{\theta_l}{\theta_{\min}} \bigg/ \frac{1}{t_m} \ln \frac{\theta_m}{\theta_{\min}} \quad (3)$$

在特定情况下, 当 $t_m = 1/2$ (半小时) 且采用保加利亚采用的六分制评估数值量表时, $\theta_{\min} = 2$, 方程 (3) 的形式为:

$$t_l = \ln \frac{\theta_l}{2} \bigg/ 2 \cdot \ln \frac{\theta_m}{2} \quad (4)$$

时间 t_l 以小时为单位。

根据公式 (4) 计算, 辅导员学习教学大纲中某一主题并达到预期成绩 θ_l 所需的时间, 前提是其第一次计算机测试的得分 θ_m 大于最低分 2 分 (“差”)。结果如表 1 所示。

4.3 遗忘过程

学习过程伴随着相反的过程——遗忘。停止学习后, 只剩下遗忘过程。

图 2 以点图的形式直观地展示了艾宾浩斯记忆中残留知识随学习结束后时间推移的变化。可以看出, 实验数据与幂函数拟合良好。

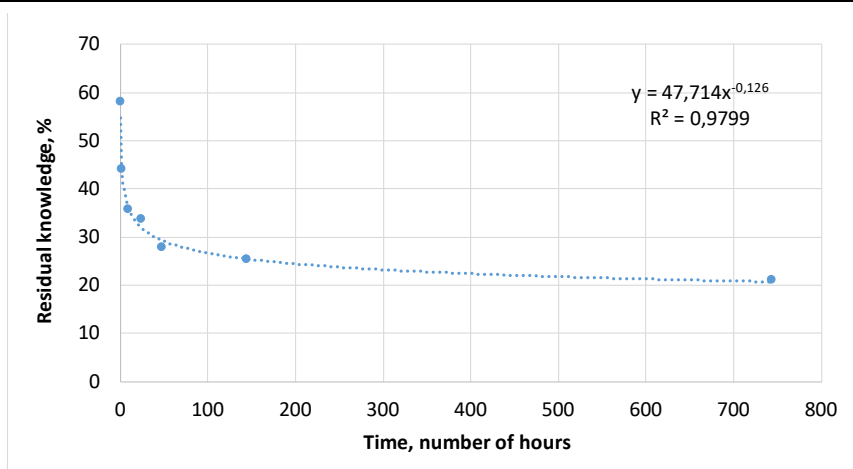


图 2 学习结束后残余知识量随时间变化的近似曲线 (该曲线由艾宾浩斯实验的数值数据得出)

图 2 显示，在艾宾浩斯的记忆中，遗忘过程在学习后的前 48 小时内最为剧烈。48 小时后，大约 28% 的初始学习内容仍保留在他的记忆中，此后残留知识变化不大——在接下来的 30 天内，残留知识仅保留约 21%，即存储在他的长期记忆中。

从学习过程结束的时刻 t_l 到时刻 t ($t > t_l > 0$) 的时间间隔内，记忆知识的减少是由于遗忘过程造成的。

在适用于模拟存储知识随时间衰减（即残差知

识估计值随时间衰减）的函数中，我们选择了具有负指数的幂函数。这是一个递减的非线性函数，一方面能够很好地模拟艾宾浩斯关于时间依赖性遗忘的实验结果（图 2），另一方面，它的数学形式简洁——只有两个常数。

如上所述，学习过程被视为由积累新知识和遗忘已学知识这两个强度不同的过程共同作用的结果。学习过程停止后，只剩下遗忘过程继续进行。遗忘过程完全停止的时刻为 t_l （图 3）。

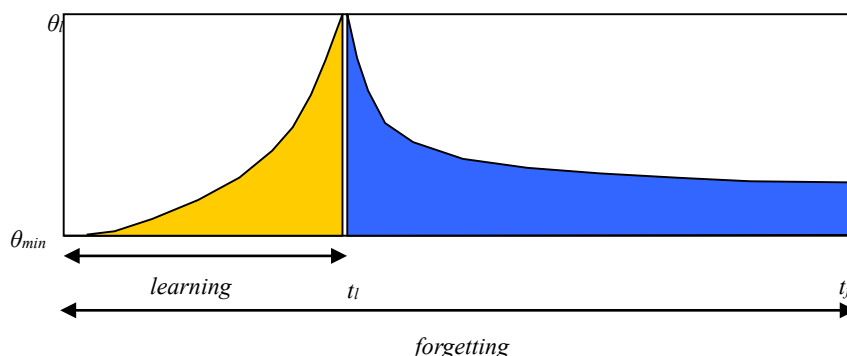


图 3 学习新知识的过程分为两个阶段——“学习”阶段和“遗忘”阶段符号说明：学习时间间隔结束于学习知识水平最高、对应分数为 θ_l 的时刻 t_l 。从此时开始，遗忘过程正式启动。 t_f 表示知识残留检查的时间（例如，考试时间）。 $\theta_{\min}$ 表示所用评分体系中的最低分数 ($\theta_{\min} < \theta_l < \theta_{\max}$)

当 $t_f > t_l$ 时，残余知识对应的分数取决于 $t_f - t_l$ 的差值。

模拟遗忘过程影响下分数随时间变化的幂函数形式如下：

$$\theta(t_f) = C_f \cdot (t_f - t_l)^{-D_f} \quad t_f > t_l \quad (5)$$

其中 $\theta(t_f)$ 表示受辅导者在时刻 t_f 所获得的分数， C_f 和 D_f 表示待确定的常数。

在非常接近 t_l 但稍晚一些的时刻 t_0 ，遗忘效应可以忽略不计，当前分数为 $\theta(t_0) \approx \theta_l$ ，即：

$$\theta(t_0) \approx \theta_l = C_f \cdot (t_0 - t_l)^{-D_f} \quad 0 < (t_0 - t_l) \ll 1 \quad (6)$$

第二次计算机测试在时间 $t_n > t_0$ 进行。受测者在第二次计算机测试中获得分数 θ_n ，即：

$$\theta(t_n) \equiv \theta_n = C_f \cdot (t_n - t_l)^{-D_f} \quad t_n > t_0 \geq t_l \quad (7)$$

将公式 (7) 除以公式 (6) 得到：

$$\frac{\theta_n}{\theta_l} = \left(\frac{t_n - t_l}{t_0 - t_l} \right)^{-D_f} \quad t_n > t_0 > t_l$$

$$\ln \frac{\theta_n}{\theta_l} = -D_f \ln \left(\frac{t_n - t_l}{t_0 - t_l} \right) - D_f = \frac{\ln \frac{\theta_n}{\theta_l}}{\ln \frac{t_n - t_l}{t_0 - t_l}}$$

由上述等式可得出系数 C_f 的表达式：

$$C_f = \frac{\theta_n}{\frac{\ln \frac{\theta_n}{\theta_l}}{(t_n - t_l)^{\frac{t_n - t_l}{t_0 - t_l}}}} \quad (8)$$

最后，对于时间 $t_f > t_l$ 时残余知识的标记，可得到以下表达式：

$$\theta(t_f) = \frac{\theta_n}{\frac{\ln \frac{\theta_n}{\theta_l}}{(t_n - t_l)^{\frac{t_n - t_l}{t_0 - t_l}}}} \cdot (t_f - t_l)^{\frac{t_f - t_l}{t_0 - t_l}} \quad t_f > t_l \quad (9)$$

由此得到的方程 (9) 适用于任何用于评估知识的尺度，只要它至少是区间类型的——占据正数值的连续区间^[11]。

4.4 心理生理咨询在教育过程中的实际应用

上述心理生理咨询方法应用于保加利亚斯塔拉扎戈拉特拉基亚大学一年级学生，旨在检验他们个人记忆力与即将学习的气候学课程之间的关系。几乎所有即将学习气候学这门必修课的学生都表示希望接受心理生理咨询。事先向学生解释，心理生理

咨询过程旨在揭示每位学生学习该课程的个人能力，但整个过程严格保密。结果信息将单独提供给每位学生，不会对外公布。咨询期间的计算机测试成绩不会影响气候学考试成绩。咨询由学生行政小组在气候学课程的前两节实践课（连续两周）期间进行。

本次考试内容涵盖气候学相关知识，简要描述了气象现象及其性质、现象特征以及天气和气候的基本概念。考试内容与气候学课程大纲中的其他主题在范围和难度上相似。考试内容包含800个单词（相当于2.7页标准1800字的篇幅，打印在四页A5纸上，其中一半是大幅插图）。如果普通学生的阅读速度与成年人相当（每分钟140-160个单词），那么阅读这篇考试内容大约需要5-6分钟^[12]。学生被给予的学习时间为规定时间的五倍——半小时。大多数学生在远少于规定时间（半小时）的情况下就完成了考试内容，需要老师鼓励他们利用剩余时间继续学习。

实际学习测试主题所需时间少于公式（3）计算的时间，因为信息之间存在逻辑关联，而艾宾浩斯发现，逻辑相关的信息比无意义的音节更容易被记住。也就是说， t_i 是学生达到目标分数 θ_i 所需学习时间的上限。

计算机测试在计算机房进行，所有学生同时在自己的计算机上独立完成测试，彼此之间无法交换信息。

如果第一次计算机测试的分数高于最低分2分（“差”），则公式（3）会根据目标分数（表1）计算学习测试主题所需的时间（以小时为单位）。课程大纲中各主题的内容量和难度与测试主题大致相同，也就是说，受辅导学生学习所有主题所需的时间估计为学习测试主题所需时间（见表1）乘以课程大纲中主题的数量。在第一次计算机测试后的最后一个屏幕上，受辅导学生会收到他的测试分数，如果计算机分数高于最低分2分，他/她会收到三个建议的准备时间：

1) 获得与考生在计算机测试前对该测试主题的自我评估相符的分数。例如，假设受辅导学生在计算机测试前，对其刚刚记忆的测试主题的掌握程度进行了自我评估，得分为5分（“非常好”），而他在计算机测试中获得了4分（“良好”）。从表1可以看出，对于该学生而言，学习一门包含60个主题的课程大纲中每个主题的平均时间为0.66小时（表1第

4行第5列）。也就是说，为了在考试中获得与其对该测试主题的自我评估分数相同的分数，该学生必须花费 $60 \times 0.66 = 39.6$ 小时进行准备。

2) 获得与其计算机测试分数相符的分数。在上述示例中，受辅导学生的计算机测试成绩为4分（“良好”）。为了取得这个分数，他花了0.5小时学习。在计算机测试的最终界面，辅导员建议这位学生花费 $60 \times 0.5 = 30$ 小时的学习时间，才能在考试中获得4分。

3) 获得最高分。在上面的例子中，这位辅导员在计算机测试中获得了4分，也就是说，为了在考试中获得最高分6分（“优秀”），他需要花费0.79小时（表1，第4行，第6列）学习教学大纲中的每个主题。学生要获得6分的考试成绩，总共需要花费 $60 \times 0.79 = 47.4$ 小时的学习时间。

以上三种情况的计算时间均基于学生在完成学习后立即参加考试所获得的分数。

在参加第一次计算机测试的学生中，48%获得3分，17%获得4分，3%获得5分，1%获得6分。

第一次计算机测试获得2分（“差”）表明受辅导学生在学习过程中遇到困难。应深入研究学生表现不佳的原因。可能对部分学生而言，半小时的时间不足以掌握中等水平的测试内容。建议计算机测试得分最低的学生（占参加第一次计算机测试学生的32%）投入至少三倍于获得3分（“中等”）学生所需时间的准备时间。在某些情况下，这些学生在学习新知识时遇到的困难可能与个体心理的特殊性（例如阅读障碍）有关，在这种情况下，他们应该接受心理咨询。

图4显示了参与心理生理咨询的学生的自我评估分数和第一次计算机测试分数的量表分布。可以看出，对于同一知识点，自我评估分数与计算机测试的客观评估分数之间的主要差异体现在量表上的最低两个分数——2分（“差”）和3分（“一般”）。

表2显示了接受咨询的学生对测试主题知识的自我评估与其第一次计算机测试评估分数之间的一致程度。

该表显示，近三分之二的接受咨询的学生在开始接受该主题培训时，对自己的知识水平没有明确的标准。自我评估分数与计算机测试分数之间存在较大差异（两分或以上）的情况（占20%）也可能是故意拒绝坦诚自我评估的表现，因此这些学生被排除在后续分析之外。在其余没有明确知识水平评估

标准的学生（占45%）中，自我评估分数比计算机测试客观分数高一个单位的学生人数是自我评估分数比计算机测试客观分数低一个单位的学生人数的四倍。也就是说，数据显示，超过三分之一的学生

（即量表初始得分最低的学生）明显倾向于高估自己的记忆能力^[13]。对于这些学生来说，心理生理咨询最为有效，咨询结果对许多学生产生了明显的冲击。

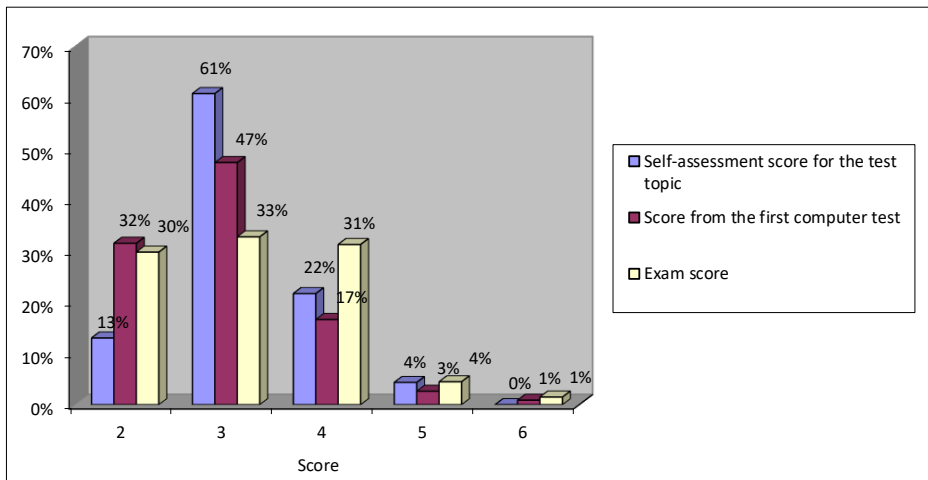


图4 心理物理咨询参与者的自我评估分数和第一次计算机测试分数的量表分布

表2 受辅导学生对测试主题知识的自我评估与其第一次计算机测试评估结果之间的相关性

Self-assessment equals computer assessment	35%
Self-assessment disagrees with computer assessment	65%
Self-assessment is one unit higher than computer assessment	36%
Self-assessment is one unit less than computer assessment	9%
Self-assessment deviates from the computer assessment by two or more units	20%

第二次计算机测试在下一气候学实践课上进行——在第一次计算机测试一周后（ $t_n=168$ 小时）。第二次计算机测试的“差”分率为 71%。第一次计算机测试的所有“差”分在第二次测试中均得到确认。在第二次测试中，第一次测试成绩高于“差”分的考生中，44%的人获得了 2 分（“差”），同样比例的人获得了 3 分（“中等”），12%的人获得了 4 分（“良好”）。

根据公式（2）和（9）计算出的两次计算机测试的分数和时间，可以确定受测者在时间 t_f 后参加考试的成绩。

由公式（9），咨询参数为 $t_l=t_m=0.5$ 小时， $t_n=168$ 小时（一周）， $\theta_l=\theta_m$ ，并假设差异（ t_0-t_l ）=0.001 小时（3.6 秒，标记将减少不到一亿分之一），可忽略不计，则有：

$$\theta(t_f) = \frac{\theta_n}{(167,5)^{0,191424 \cdot \ln \frac{\theta_n}{\theta_m}}} \cdot (t_f - 0,5)^{0,191424 \cdot \ln \frac{\theta_n}{\theta_m}} \quad t_f > t_m \quad (10)$$

大量学生在家乡备考，他们需要时间前往学校参加考试，在此期间他们会结束备考。假设从结束备考到参加考试的时间间隔为 $t_f=24$ 小时，则考试预期成绩的计算公式为：

$$\theta(24) = \frac{\theta_n}{(167,5)^{0,191424 \cdot \ln \frac{\theta_n}{\theta_m}}} \cdot (23,5)^{0,191424 \cdot \ln \frac{\theta_n}{\theta_m}} \quad (11)$$

学生在学习完测试主题 24 小时后所能获得的分数，是根据公式（11）计算得出的，其中代入了两次计算机测试的分数。结果如表 3 所示。例如，假设一名学生在第一次计算机测试中得了 4 分，在第二次计算机测试中得了 3 分，并花了 30 个小时准备考试，目标是在考试中也取得“好”的成绩。从表 3 可以看出，当他/她结束学习，并且其知识水平相当于 4 分时，24 小时后，剩余的知识水平仅相当于考试分数 3.14 分，即下降了约 79%。此外，由于特定主题所学知识的逻辑相互依赖性，表 3 中的分数应被视为实际考试分数的保守估计（下限）。

表 3 学习测试主题 24 小时后，残余知识的考试成绩 θ_f 与两次计算机测试成绩 θ_m 和 θ_n 之比的关系
——一次是在学习测试主题后立即进行，另一次是在一周后进行

Exam mark θ_f corresponding to residual knowledge after $t_f = 24$ hours	First computer score θ_m (after 0.5 hours of learning)	3	4	5	6
Second computer score θ_n (168 hours after discontinuation of study)					
3		3,00	3,14	3,26	3,36
4		3,82	4,00	4,15	4,27
5		4,60	4,82	5,00	5,15
6		5,36	5,62	5,82	6,00

需要注意的是，学习过程在计算机测试中仍在继续，受辅导学生可以看到他之前无法回答的问题的正确答案，并且计算机测试期间的学习速度更快^[14]。因此，第二次计算机测试的得分高于第一次测试的情况并不排除。公式 (11) 同样可以计算这种情况下的分数，表3中以较小（红色）字体显示的是分数递增的情况。

5 心理物理辅导结果探讨

为了评估心理物理辅导对学习成果的影响，我们比较了学生在接受心理物理辅导期间（2015 年至 2019 年，即疫情爆发前的最后一年）与之前三个未接受辅导的学年的气候学成绩。共有 250 名自愿参与的学生接受了心理物理辅导。

我们通过比较学生在学期中实践作业的平均成绩和学期末理论考试的平均成绩，对结果进行了统计分析。

辅导后，相当一部分学生重新审视并积极转变了他们对气候学课程学习的态度。这一点在实践课的平均成绩上体现得最为明显，接受心理物理辅导后，实践课的平均成绩出现了统计学意义上的显著提高（图 5）。气候学实践任务旨在培养学生处理数据的实际技能以及坚持不懈、严谨细致等个人素质，但与理论考试准备相比，所需的脑力投入较少。实践任务的成绩是该科目最终成绩的一部分，也就是说，实践任务的高分能够提高学生在理论知识吸收方面取得优异成绩的概率。这种备考方向的转变在那些对心理辅导结果不满意的学生中尤为明显，心理辅导帮助他们意识到学习气候学理论知识并非他们的强项。

接受心理辅导的学年，学生的理论考试平均成绩也较往年有所提高。

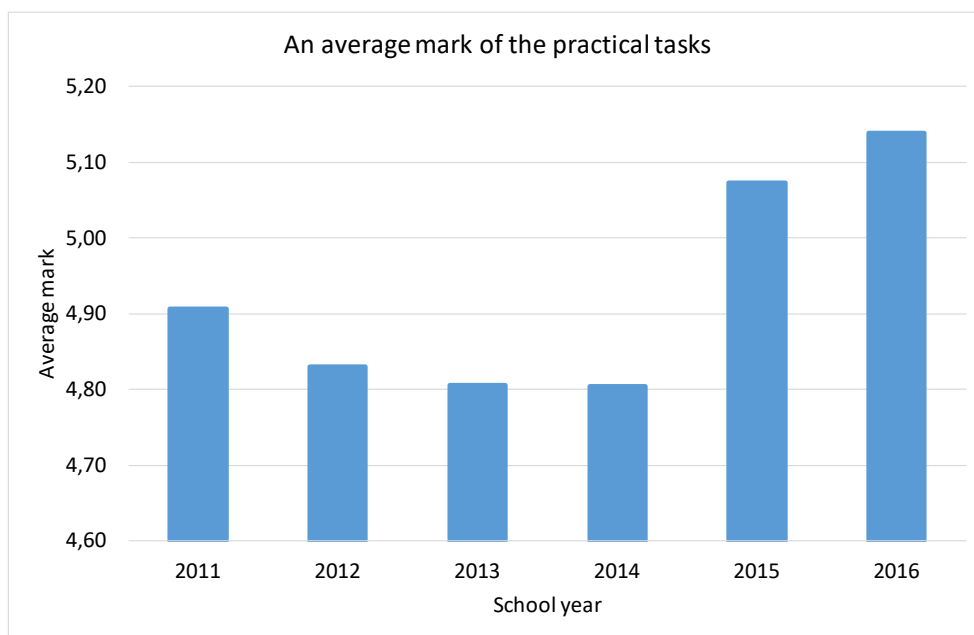


图 5 2014 年之后，应用心理物理咨询的实践课平均成绩在统计学上显著提高

6 结论

本文开发了一种量化的心理生理咨询方法，旨在揭示学生理解和记忆即将学习科目教材的个体能力。在学习过程的初始阶段应用此心理生理咨询方法，可帮助学生：

评估自身在该学科中获取新知识的能力；

基于咨询获得的信息，规划备考的时间和精力分配；

制定适合自身能力的备考方法，选择最佳的考试策略。例如，如果学生认为自己在学习气候学理论知识方面存在一些困难，但同时具备坚持不懈、严谨细致、耐心等品质，那么他可以将精力重新分配到学习理论知识和完成一些难度较低的实践任务上，这些实践任务同样有助于考试成功。

为学生建立一套客观公正的知识水平评估标准，并据此确定其应得的成绩。

上述辅导旨在帮助受辅导学生建立一套学习体系，以期在考试中取得理想成绩，并构建一套切合实际的知识评估标准。此类辅导不应是一次性的。鉴于人类记忆具有选择性——对不同学习材料的记忆速度不同，任何新学习的科目都应从此类辅导开始。

参考文献

- [1] Schraw G. (1998). Promoting general metacognitive awareness. *Instructional Science*, Volume 26, Issue 1-2, pp 113-125.
- [2] Ehrlich M-F. (1982). An Experimental Study of the Relationship Between Comprehension and Memorization of a Text. *Advances in Psychology*, Volume 9, Pages 157-168.
- [3] Baker-Ward L., Ornstein P. A., & Holden D. J. (1984). The expression of memorization in early childhood. *Journal of Experimental Child Psychology*, Volume 37, Issue 3, Pages 555-575.
- [4] Mastroianni F., Panza F., Solfrizzi V., Nardó G.A., Torres F., Resta F., & Capurso A. (1996). Analysis of some aspects of learning and memorization processes in an adult population. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, Volume 22, Supplement 1, Pages 29-34.
- [5] Yoshida K., Hirai F., & Miyaji I. (2014). Learning system using simple electroencephalograph feedback effect during memory work. *Proceedings Computer Science*, 35 1596-1604.
- [6] Trifu S., Trifu A., & Trifu I. (2016). Psychic functions and processes with princeps role in learning. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 217 (2016), 421-429.
- [7] Ebbinghaus H. (1885). *Memory: A Contribution to Experimental Psychology*.
<http://psy.ed.asu.edu/~classics/Ebbinghaus/index.htm> Last visited: 1/25/2016.
- [8] Takuchev N. P. (2023a) Assessment of knowledge through assessment of ignorance: Semantic approach in information theory, information value (importance), assessment of knowledge through tests of the multiple choice type. *AIP Conf. Proc.*, 2889, 090007 (2023).
- [9] Takuchev N. P. (2023b). Assessment of knowledge by assessing ignorance: An adaptive algorithm for assessing knowledge through tests of the multiple-choice type. *AIP Conf. Proc.* 2889, 090007.
- [10] Takuchev NP. (2023c). Semantic approach of knowledge assessment through tests of multiple choice type-theory, confirming experiment, and an adaptive algorithm. *J Pure Appl Math.*, 2023; 7(4):260-271.
- [11] Stevens, S. S. (1946). On the theory of scales of measurement. *Science*, 103, 677-680.
- [12] Bulgarian norms for reading technique.
<http://bglog.net/nachobrazovanie/36291>, Last visit: 1/25/2016. (In Bulgarian)
- [13] Kruger J. & Dunning D. (1999). Unskilled and Unaware of It: How Difficulties in Recognizing One's Own Incompetence Lead to Inflated Self-Assessments. *Journal of Personality and Social Psychology*, 77 (6).
- [14] Hamidi F., Kharamideh Z. M., & Ghorbandordinejad F. (2011). Comparison of the Training Effects of Interactive Multimedia (CDs) and Non-Interactive Media (films) on Increasing Learning Speed, Accuracy and Memorization in Biological Science Course. *Proceedings Computer Science*, 3 (2011), 144-148.

版权声明：©2026 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS