数学为什么难学？脑科学这样解读！

——论“数学可视化”的脑科学原理

来源：学习科学与技术研究 2020 年 11 月 01 日 23:12

对于数学，学生们往往会有这样的感受：

抽象、枯燥、逻辑古怪、莫名其妙、很多公式需要死记硬背……

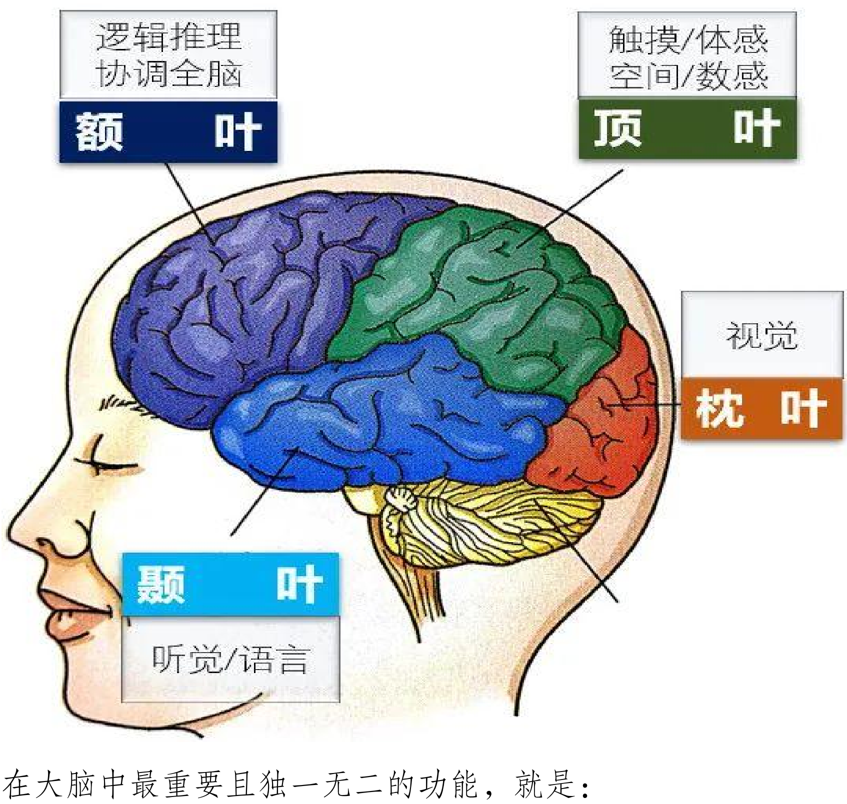
当然，造成数学难学的原因有很多，

比如：主要依赖于逻辑，而且是逻辑中最难的“抽象”能力，

知识的体系化又极强，一环扣一环，哪一环不能掉链子，等等……

从脑科学（学习科学）的角度来解读的话，

逻辑，是“完全”依赖于“前额叶”的：



前额叶，在大脑中最重要且独一无二的功能，就是：

- **主管各种“理性”思考，包括：逻辑、推理、分析、计划、判断、决策等。**

显然，数学主要以高度的抽象、严密的推理为核心，

前额叶自然起到核心的作用。

不过，

前额叶要想实现上述功能，

——或者说，前额叶要想不断进行学习、提升

有两种方式，

大家想想，如果你是额叶，你会选哪种?

【第一种工作方式】

额叶自己一个人单干

【第二种工作方式】

额叶的第二个重要功能，是协调全脑共同工作，

因此，额叶也可以**拉上其它几个脑区和它一起干，**

具体来说也就是说：其它脑区**在额叶的统领下，**

先各自可以处理一部分信息，

再把处理的结果，汇总到额叶，

由额叶再来作综合、逻辑推理、决策。

如果你是额叶，

或者你是学生，

哪怕你是老师，希望你的学生

采用哪种工作方式呢？

显然，在任何情况下，

“全脑工作”、而不是“额叶单干”，是最佳选择！

数学也是一样，

如果能调动全脑共同工作，

其实也没有“那么”难学。。。

调动全脑共同工作的关键方法，

就在于**“可视化”！**

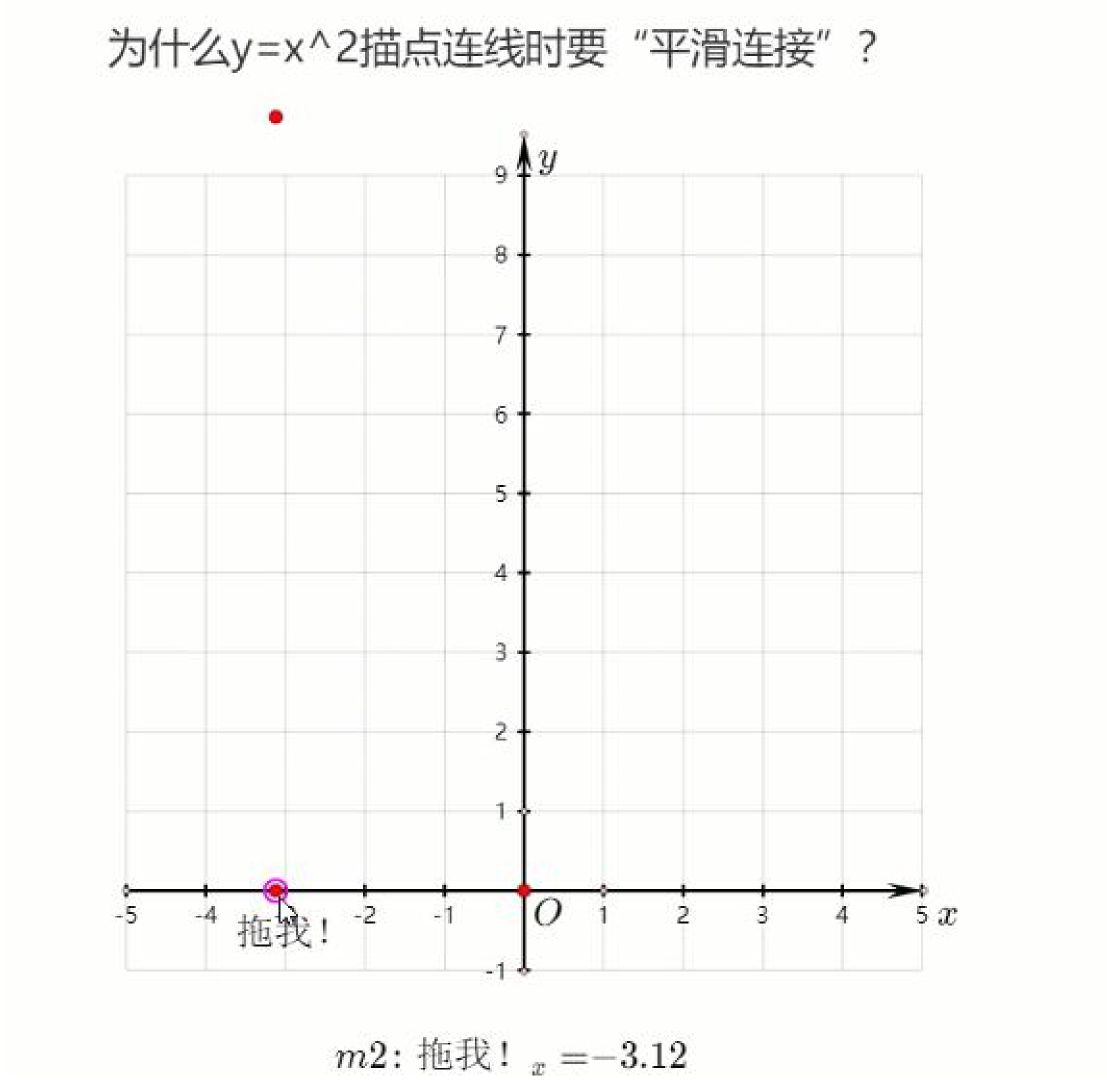
比如，本公众号已经推送过一篇文章，叫

- 《【可视化】这样讲“五点法”作函数图像，学生秒懂》

将“五点法作图”这一莫名其妙、古怪的知识（尤其是“平滑”的术语），

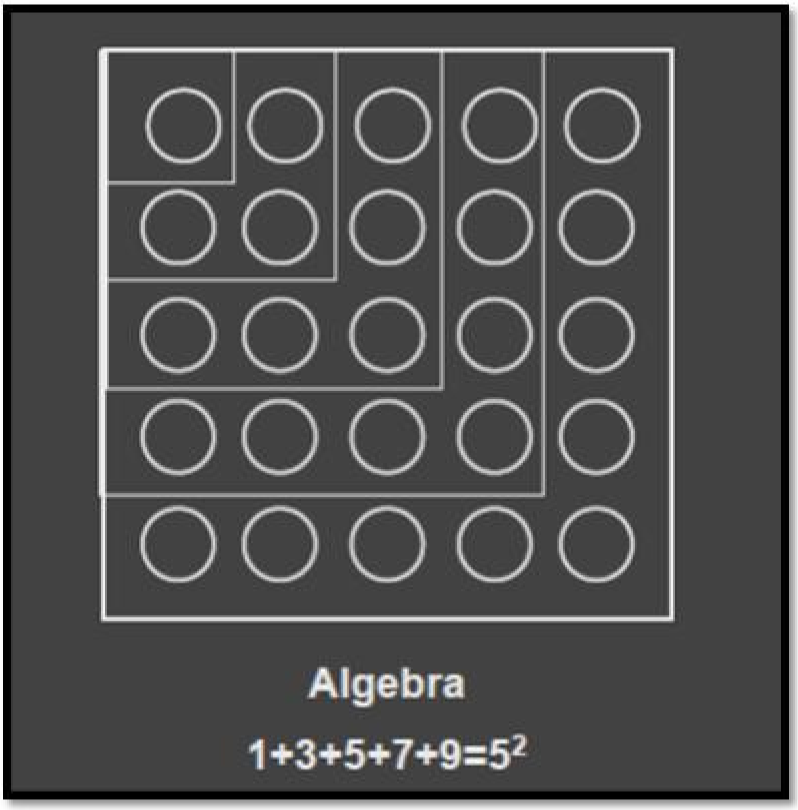
用如下动图呈现出来，

瞬间变得相当易懂：



再比如下图，采用“数形结合”的方法，

揭示了数学公式背后的几何意义。



数学中的“符号逻辑”，在“可视化”手段的帮助下，

是不是不再显得枯燥、难解?

甚至，可能会让人产生“恍然大悟”的美妙感受呢?！

从脑科学、学习科学的角度，

“可视化”手段能极大促进数理逻辑，

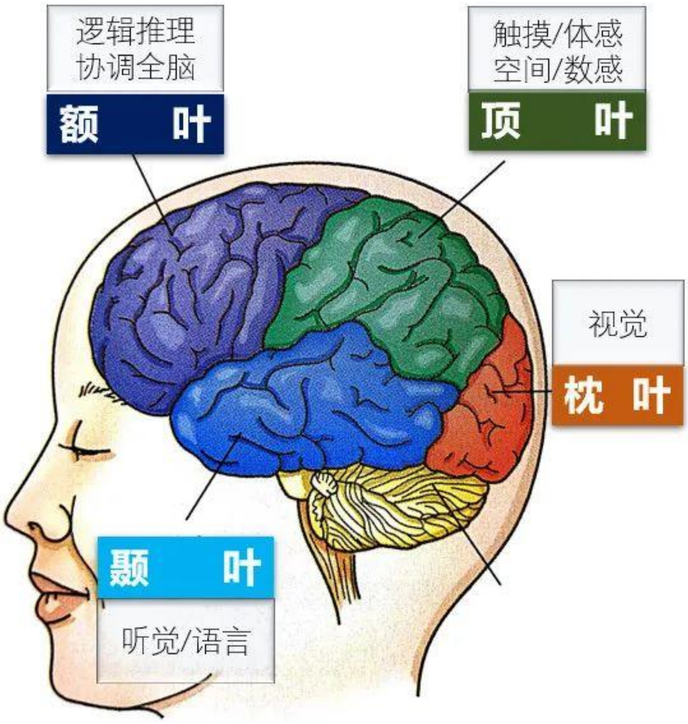
是有其深刻的脑科学基础的。

在你盯着上面的动图、尝试发现关联性和规律性时，

不仅激活了人类**极为强大的“视觉认知能力”**(由枕叶主管)，

而且，由于所有视觉信息中，都**必然包含**“空间信息”，

因此还会同步激活**“顶叶”主管的空间感知、空间推理与空间计算能力！**



（事实上，无论你在阅读文字、还是看上面这张脑区分布区时，视觉认知能力与空间计算能力都在发挥着相当重要的作用——如果没有这两种能力的话，人类就不可能具备“识字"、“识图”的基本能力）

枕叶对视觉信息的加工、顶叶对空间信息的加工，

可以理解为这两个脑区对信息的“**预处理**”，

并在形成“**半成品**”之后，再输送到额叶，

成为额叶最终进行逻辑推理与决策的“**素材**”，

这一全脑分工协作的过程，

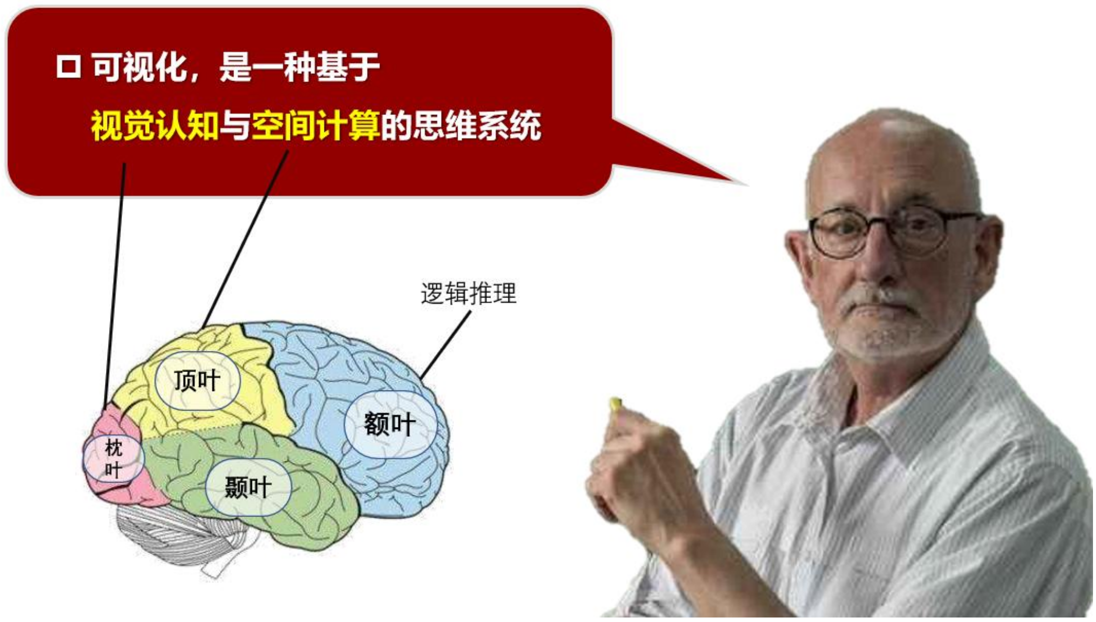
对于提升大脑的工作效率，是非常重要的。

正是由于枕叶、顶叶都具备独立工作的信息加工能力，

因此使得**可视化，成为一种基于视觉认知与空间计算的独特的思维系统，**

它显著地**不同于**额叶主管的“逻辑推理”的思维系统，

同时，也**不同于**虚无缥缈、可遇不可求的“直觉”！



尤其对于本就“抽象”、“古怪”的数理逻辑来说，

充分发挥脑的空间推理与计算能力，是一大诀窍！

因此，老师们应该尽量将“符号逻辑”，

与“可视化”方法结合起来，

“可视化”手段为“符号逻辑”提供理解的意义和线索，

就可以有效提高数理逻辑的教学效率！

比如，说起三角函数公式，

哇塞，那可真是太酸爽了！

推来推去，貌似每一步都有道理，

但是你的额叶不会觉得很累、很快就糊涂了吗？

学生能怎么办呢？只好死记硬背、大量练习！

以上教学方法为什么会导致“难学”呢？

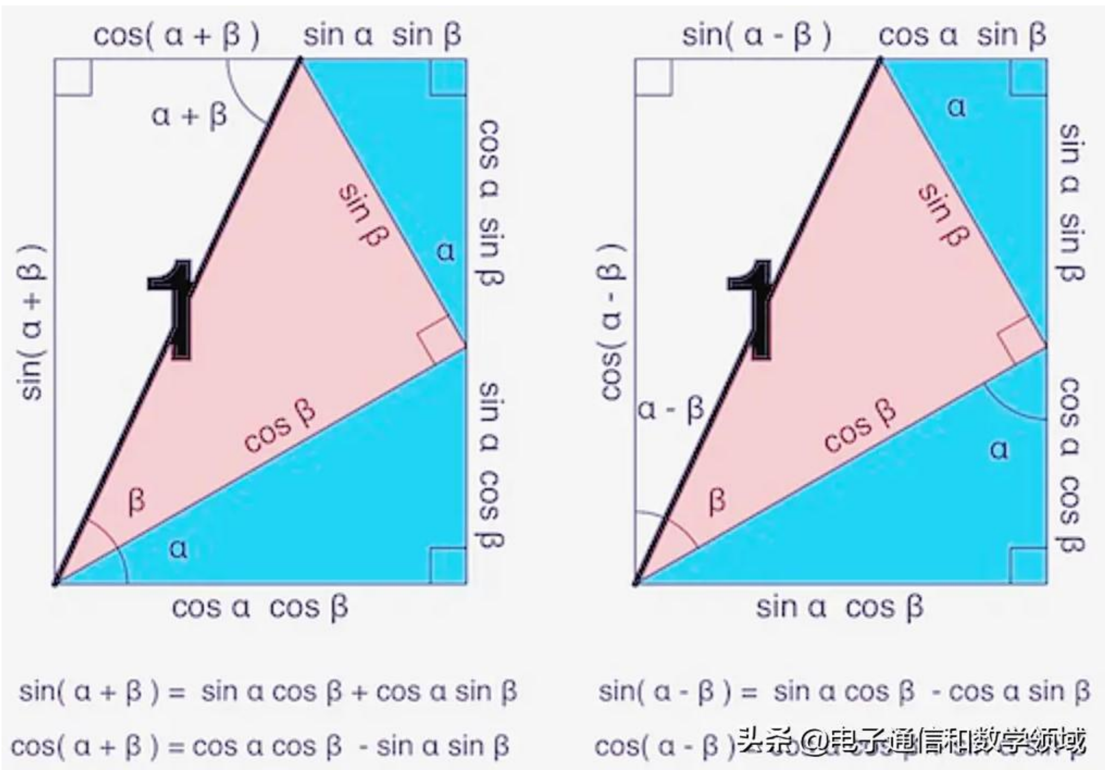
按我们前面所说：**老师只调用了额叶的逻辑推理功能，**

而没有激活全脑参与工作！

——而激活全脑参与工作的关键密码是“可视化”！

如果我们用下图的可视化来理解三角函数公式，

是不是既新奇、又容易理解、还容易记忆呢？

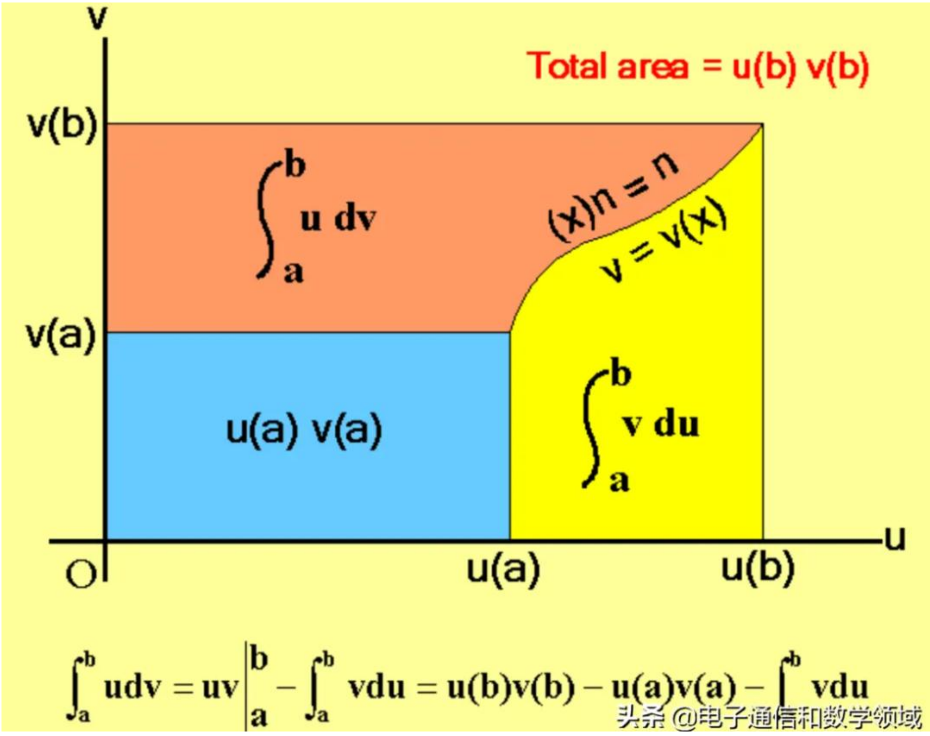


（王珏老师问过几位高中数学老师，都说从未见过上图）

微积分的“复合函数求导”公式，

如果我们用下面这张图来进行表达和推演，

是不是同样既容易理解、又印象深刻、还回味无穷呢？



看了上图，你是不是会不由自主地感觉到：

原来，高等数学和初等数学，

在基础性的思想方法上，还是有很多相同之处的！

如果以上例子对“可视化”的作用，还不让你感到足够信服的话，

王珏老师再向大家介绍一位 B 站大神：3B1B，所制作的**线性代数**的神微课：

《矩阵乘法的几何意义》（节选）

看看在“可视化”手段的帮助下，

是如何让如此之多的大学生感到**“泪流满面”、“感叹”、“服”、“醍醐灌顶”、“恍**

然大悟”的（我特意保留了微课视频的弹幕）!