



阅读时的眼睛移动

Signy Wegener^{1,2*}, Lili Yu^{1,2}, Erik D. Reichle^{1,2}, Elisabeth Beyersmann^{1,2}, Rauno Parrila^{2,3} 和 Anne Castles^{1,2}

¹麦考瑞大学, 心理科学学院 (澳大利亚, 新南威尔士州, 悉尼市)

²麦考瑞大学, 阅读研究中心 (澳大利亚, 新南威尔士州, 悉尼市)

³麦考瑞大学, 教育学院 (澳大利亚, 新南威尔士州, 悉尼市)

少年审稿人



ARIEL,
AYDEN,
NATE, AND
SERENA

年龄: 8-12



NABHANYA

年龄: 8



VANDYA

年龄: 11

文字在我们的生活中无处不在。上学时, 我们学习的首要技能之一便是阅读。阅读不仅让我们体验各种故事, 还帮助我们记录信息, 并学习新的知识。尽管阅读如此重要, 却很少有人思考我们到底是怎么阅读的? 在阅读时, 我们的眼睛会不停地移动。比如, 在读这句话时, 眼睛会从这个字移动到下一个字, 直至读完整个句子。这个过程中, 我们的大脑也在努力地去识别和理解每个字。本文将探讨眼睛移动在阅读中的重要性, 介绍科学家是如何测量和研究眼睛的移动, 并揭示随着年龄的增长, 我们眼睛的移动模式是如何发生变化的。

阅读是一项了不起的技能。当你看到文字时, 你可以把文字符号变成语言, 或者你可以说出词语, 并理解它的含义。比如, 当你看到“猫咪”这两个字, 你不仅知道如何发音, 脑海中还会浮现出一只可爱的小猫。在阅读时, 你的眼睛会从一个词移动到另一个词上。对于科学家来说, 眼睛的移动非常有趣, 因为它可以告诉我们哪些词是容易阅读和理解的, 哪些很难。读完这篇文章后, 你会对阅读时为什么眼睛会移动, 以及眼睛的移动方式有更深入的了解。

中央凹 (Fovea)

眼睛视野中心的小区域，文本和图像在此区域最清晰。

副中央凹 (Parafovea)

位于中央凹左右两侧的区域。这里的文字稍显模糊，但对阅读仍有帮助。

图 1

一台眼动仪正在追踪一个孩子阅读时眼睛移动的轨迹。这个孩子正在看“cat”这个词，它位于她的视野中央——即中央凹，所以她可以非常清晰地看到这个词。而距离她的注视点“cat”越远的词，看起来就越模糊。副中央凹包括了中央凹左边的“tabby”和右边的“slept”。而句子中的其他词则位于外围视区。

外周视区 (Periphery)

位于副中央凹之外的视觉区域。这里的文字看起来非常模糊，对阅读的帮助不大。

眼跳 (Saccades)

眼睛做的短暂且快速的移动，使视野从一个点移到另一个点。

注视 (Fixation)

两次眼跳间，眼睛基本保持静止的时间段。

为什么我们在阅读时需要移动眼睛？

当你阅读某个词时，这个词会落在你视野中心的一个小区域——中央凹(图 1)。我们在阅读时高度依赖这个区域，因为只有这里我们可以看得非常清晰。中央凹的旁边是副中央凹，尽管那里的视觉信息不太清晰，但在阅读时仍然是有帮助的。更外围的部分称为外周视区，在这里的视觉信息是模糊的，对于阅读并没有什么帮助 [1]。正因为我们的清晰视野——中央凹非常狭窄，所以在阅读时，特别是读一些比较长的词语和句子，我们必须不断地移动眼睛。



图 1

你能感觉到你的眼睛是怎么移动的吗？

眼睛的快速移动被称为“眼跳”，这种移动非常迅速，以至于我们通常都不会意识到。眼跳使我们的视线能从一个点迅速转到另一个点。每次眼跳后，眼睛都会在一个点上短暂地停留一段时间。当你读下面这句话时，你可以留意一下自己眼睛移动的感觉。现在，试着回头找“留意”这两个字。在寻找过程中，你的眼睛是怎么移动的呢？是流畅地滑过页面，还是有停顿—重启的感觉？如果你感觉到了眼睛的停顿—重启，那你其实是在感知眼跳。当你看向一个词，我们说你正在“注视”它。只有在注视的状态下，你才开始真正地“读”这个词。

如何测量眼睛的移动？

我们通常用眼动仪来测量眼动。眼动仪配有一种特殊的视频摄像机，我们一般把眼动仪的摄像头放在读者面前的桌子上，电脑屏幕的正下方(如图 1)。为了确保读者头部的稳定性，我们通常会用一个支架来支撑读者的下巴和前额。眼动仪的摄像头每秒能拍摄 1000 到 2000 张眼睛

的图片。通过快速检测读者眼睛里的光线反射，电脑程序能够精准地判断该读者正在看哪里，以及看了多长时间。眼动仪的精度非常高，能够识别读者注视的具体位置，甚至可精确到单个字母。它还能测量读者阅读某个词的具体时长，准确到千分之一秒。

为什么要研究阅读时的眼睛移动？

当我们读到一个词时，我们会从中获取新的信息。因此，我们在阅读时停留在某个词上的时间很重要，因为它能告诉我们这个词是否容易读。相对于简单的词，我们的眼睛通常在难以理解的词上会停留得比较久。有时候，我们可能需要重复阅读一个难懂的词好几次，才能继续读下去；有时候甚至会在读完一句话后，再回过头去重读和确认那个词的意思。

因为眼睛的移动方式能够很精确地告诉科学家什么时候阅读变得有难度，或者哪些词或句子是难读的。因此，通过对文本进行一些调整，我们可以更深入地探究为什么有些词和句子容易读，而有些则更为困难。图 2 列出了一些会影响眼睛怎么移动的因素，展示了什么情况下我们的眼睛会在词上停留更长或者更短的时间。

阅读时会发生哪些类型的眼睛移动？

注视

注视是读者看一个词的时间。在一句话中，大约 75-85% 的词至少会在阅读时被注视一次（图 3）。注视的时间一般以毫秒为单位，因为阅读时注视的时间很短暂。一毫秒等于一千分之一秒。对于成年人来说，注视的时间可以短到 60 毫秒，也可以长到 800 毫秒。但是，大多数的注视时间大约在 225 到 250 毫秒之间 [2]，也就是大约四分之一秒！

跳读

并不是所有的词都会被注视。在阅读时，大约 15-25% 的词会被跳过（或不被注视）。这种现象叫做“跳读”。通常，短小或常见的词更容易被跳过。当读者预期某个词时，也可能会发生跳读。例如，“the”和“a”这样的英文常用词经常被跳过 [3]；而在中文中，“的”和“了”等常见字也常不被注视。

阅读方向

在阅读中，我们的眼睛主要是向前移动。例如，在英文和中文中，眼睛通常从左向右移动；而在阿拉伯文中，由于文字是从右向左书写，所以眼睛会从右向左移动。然而，有时眼睛也会往后移动，以重新查看

跳读 (Skipping)

阅读时，眼睛未注视某些词而直接跳过，我们称这些词被“跳读”了。

图 2

阅读时影响眼睛移动因素的三个示例。

WHAT MAKES EYE MOVEMENTS SHORTER OR LONGER?

HOW MANY LETTERS ARE THERE?

More letters = longer looking times. For example:

1. She put the little bottle of **salt** onto the shelf.
2. She put the little bottle of **medicine** onto the shelf.

HOW OFTEN DO YOU SEE THE WORD IN WRITING?

If words don't happen very often in writing = longer looking times. For example:

1. She liked the picture of the **truck** in the story book.
2. She liked the picture of the **tulip** in the story book.

DOES THE SENTENCE MAKE SENSE?

1. Bob used a knife to cut the large **carrots** for dinner.

This sentence makes sense, right?

2. Bob used a pump to inflate the large **carrots** for dinner.

The start of sentence 2 ("Bob used a pump to inflate the large") makes sense because you can use a pump to blow up balloons and tyres.

But when you come to the word "carrots", the sentence no longer makes sense because you can't blow up carrots like a balloon!

If a sentence describes something that is impossible = longer looking times for the word that does not make sense ("carrots").

KEY

● = short looking time ● = longer looking time

图 2

图 3

阅读过程中眼睛的移动轨迹。图示中，绿色圆圈表示眼睛在单词上的注视（停留）时间，其中大圆圈表示较长时间，小圆圈则表示较短时间。箭头标识了眼睛移动的路径及方向，例如眼睛从左侧的“The”开始移动。在此示例中，“long”这个词并没有被注视到。大部分的词只被注视了一次，而“tabby”被注视了三次。第一次注视集中在字母“t”上，第二次则在字母“b”和“y”之间。第三次注视是回视，即眼睛从“cat”返回到“tabby”。

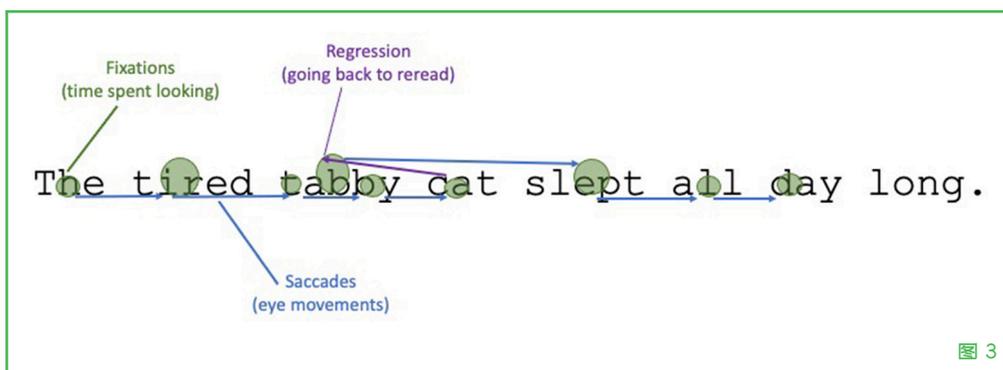


图 3

之前阅读过的内容，这种现象被称为“回视”。在阅读过程中，大约有10-15%的时间会发生回视。科学家认为，当读者第一遍读某个词或者句子，没能理解这个词或句子时，他们往往会回头重新阅读这些难懂的部分。通过这种重读，科学家可以了解哪些词语比较难读。

回视 (Regressions)

眼睛向反方向移动(如在中英文中的从右往左移动),以重读句子中的困难部分。

儿童和成人的眼睛移动方式相似吗?

在阅读时,儿童和成人的眼睛移动方式是不同的 [4]。一般来说,儿童的阅读速度比成人要慢。比如,7-8 岁的儿童每分钟读大约 95 个词,11-12 岁的儿童每分钟可以读大约 210 个词,而成人每分钟则可以读约 290 个词。儿童会更频繁地注视每个词,在词上停留的时间也比成人长,也更容易重复读同一个词。但是,随着年龄的增长,这些差异逐渐缩小。这表明随着儿童成长,他们的阅读能力也在提高。这一点似乎显而易见,但问题是:他们在哪些方面提高了呢?

有一种可能是,儿童变得更擅长识别词汇,以及更能理解他们所读的内容。换句话说,儿童的语言能力得到了提高。另一种可能是,儿童更能够快速、准确地移动他们的眼睛。也就是说,儿童在控制眼睛移动上变得更加熟练。

有些电脑模型能够帮助科学家判断哪种说法更准确。这些模型好比一个会读书的机器人,它了解所有影响阅读难易度的因素。如果科学家告诉这些模型某一个因素(如语言能力)比其它因素(如眼动控制)更关键,他们就可以看到这样的指令对机器人的眼动有什么影响。接着,他们可以把机器人的眼动和真人比较。这种研究表明,儿童和成人的眼动之所以不同,主要是因为儿童还没有足够的时间来完善他们的语言技能 [5]。那么,这对你意味着什么呢?你学的单词越多,你的阅读速度和效果就会越好。而提高阅读速度和效果的好方法就是多读!

小结

眼睛的移动方式为科学家们提供了一个观察阅读过程的有趣视角。眼动之所以有用,是因为它能非常准确地告诉科学家们什么时候阅读是轻松的,什么时候它变得很困难。现在你知道了眼睛为什么和怎么样移动的,下次在学校或家里阅读时,你可以多加留意你的眼睛是怎么动的。记住,只要多加练习,不久的将来,你的阅读能力和速度都会达到老师的水平。

致谢

这项工作得到了澳大利亚研究委员会 (Australian Research Council, DP200100311) 赋予 EDR、EB 和 AC(第三、四、六作者) 的资金支持。

本文中文翻译由 LY(第二作者) 完成。感谢张巧明对本文中文审校的贡献。

参考文献

1. Schotter, E. R., Angele, B., and Rayner, K. 2012. Parafoveal processing in reading. *Atten. Percept. Psychophys.* 74:5-35. doi: 10.3758/s13414-011-0219-2
2. Rayner, K. 2009. The 35th sir Frederick Bartlett lecture: eye movements and attention in reading, scene perception, and visual search. *Q. J. Exp. Psychol.* 62:1457-506. doi: 10.1080/17470210902816461
3. Rayner, K., Ashby, J., Pollatsek, A., and Reichle, E. D. 2004. The effects of frequency and predictability on eye fixations in reading: implications for the E-Z reader model. *J. Exp. Psychol. Hum. Percept. Perform.* 30:720-32. doi: 10.1037/0096-1523.30.4.720
4. Blythe, H. I., and Joseph, H. S. S. L. 2011. *Children's Eye Movements During Reading*. University Press. Available online at: <http://oxfordhandbooks.com/view/10.1093/oxfordhb/9780199539789.001.0001/oxfordhb-9780199539789-e-036> (accessed February 25, 2019).
5. Reichle, E. D., Liversedge, S. P., Drieghe, D., Blythe, H. I., Joseph, H. S. S. L., White, S. J., et al. 2013. Using E-Z reader to examine the concurrent development of eye-movement control and reading skill. *Dev. Rev.* 33:110-49. doi: 10.1016/j.dr.2013.03.001

线上发布: 2024 年 2 月 08 日

编辑: Nina F. Dronkers

科学导师: Kirthana U. Kunikullaya 和 Jean C. J. Liu

引用: Wegener S, Yu L, Reichle ED, Beyersmann E, Parrila R 和 Castles A (2024) 阅读时的眼睛移动. *Front. Young Minds*. doi: 10.3389/frym.2023.769381-zh

英文原文: Wegener S, Yu L, Reichle ED, Beyersmann E, Parrila R and Castles A (2023) Eye Movements During Reading. *Front. Young Minds* 11:769381. doi: 10.3389/frym.2023.769381

利益冲突声明: 作者声明, 该研究是在没有任何可能被解释为潜在利益冲突的商业或财务关系的情况下进行的。

版权 © 2023 © 2024 Wegener, Yu, Reichle, Beyersmann, Parrila 和 Castles. 这是一篇依据 [Creative Commons Attribution License \(CC BY\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) 条款发布的开放获取文章。根据公认的学术惯例, 在注明原作者和版权所有, 及在标明本刊为原始出处的前提下, 允许使用、传播、复制至其他平台。如违反以上条款, 则不得使用、传播或复制文章内容。

少年审稿人

ARIEL, AYDEN, NATE, AND SERENA, 年龄: 8 - 12

我们是一群热爱科学、户外冒险和 Pokemon Go 的孩子们。我们也玩电脑游戏, 养宠物, 我们的宠物从毛毛虫到毛茸茸的狗都有, 各种各样。





NABHANYA, 年龄: 8

Nabhanya 是一个 8 岁的女孩, 目前在读三年级。她对科学和数学实验非常着迷。她已经在数学比赛中赢得了两枚奖牌 (国际数学奥林匹克, Bricmaths) 和一枚线上奥林匹克奖牌。她热爱艺术、音乐和舞蹈。在她的空闲时间, 她喜欢用芭比娃娃玩装扮游戏, 编出她们的故事, 也喜欢玩乐高。她目前与父母住在法国。



VANDYA, 年龄: 11

Vandya 是一个 11 岁的女孩, 现在上三年级。她非常有创意, 有一颗充满好奇心。她喜欢看动画片和阅读书籍, 也会跳婆罗多舞。在她的空闲时间, 她喜欢和朋友们一起玩, 或者带她的狗出去散步、玩耍。她目前和她的父母还有姐姐在美国生活。

作者



SIGNY WEGENER

我是澳大利亚悉尼麦考瑞大学阅读研究中心的博士后研究员。我研究儿童和成人在阅读时如何学习新的书面文字。我大部分的工作都是利用眼动来了解学习过程。在我空余的时间, 我喜欢阅读以及和我的孩子们一起玩。*signy.wegener@mq.edu.au



LILI YU

我是澳大利亚麦考瑞大学心理科学学院的一名教师。我的研究使用眼动追踪来理解人们如何在语言和写作系统 (如英语和中文等丰富多样的系统) 中进行阅读和写作。当我不工作的时候, 我喜欢跑步, 探索大自然和我生活的城市悉尼。



ERIK D. REICHLER

我是一名认知心理学教授, 也是麦考瑞大学心理科学学院的院长。我的研究是使用计算模型和眼动追踪实验来理解人们阅读时的心理过程。我喜欢旅行和阅读, 我最喜欢的人是.....大多数是猫!



ELISABETH BEYERSMANN

我是麦考瑞大学心理科学学院的阅读研究员。我对儿童如何学习阅读, 以及在阅读发展过程中, 何时词汇处理变成了一种本能直觉感兴趣。我喜欢吃冰淇淋和户外活动, 尤其是在海滩附近, 阳光下的海边。



RAUNO PARRILA

我是麦考瑞大学教育学院的教授, 也是阅读研究中心的副主任。我研究为什么有时儿童和成人在阅读学习中会遇到困难。我也十分热衷于摩托车, 会穿特征明显的骑行服, 等待着能买得起的摩托车来到澳大利亚的那一天!



ANNE CASTLES

我是澳大利亚悉尼麦考瑞大学阅读研究中心的教授。我研究儿童如何学习阅读, 以及为什么有些儿童会遇到巨大的困难。我也研究各种类型的阅读困难, 并试图找到帮助这些有困难的儿童的方法。在空闲的时间里, 我喜欢阅读 (惊讶吗) 和与我的家人 (动物和人) 一起共度时光。