


Eye Movement Behavior Control



行为控制

王亚同◎著

 中国农业出版社

欢迎登录：中国农业出版社网站
www.ccap.com.cn

Eye Movement Behavior Control



行为控制

封面设计：贾利霞
版式设计：杨婧

ISBN 978-7-109-1



9 787109 185135 >

定价：41.00元

眼动行为控制

Eye Movement Behavior Control

王亚同 著

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

眼动行为控制/王亚同著. —北京: 中国农业出版社, 2013. 10

ISBN 978 - 7 - 109 - 18513 - 5

I. ①眼… II. ①王… III. ①眼动—行为控制—研究
IV. ①B842.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 255456 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100125)

策划编辑 王芳芳

文字编辑 李兴旺

北京昌平环球印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2013 年 10 月第 1 版 2013 年 10 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 12.75

字数: 315 千字

定价: 11.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

《眼动行为控制》一书包括阅读、视觉搜索、情景知觉以及驾驶的眼动行为研究，这些方面的基本理论、研究方法、研究前沿以及研究存在的问题在本书中一览无余。

人在阅读时出现了一系列的眼动行为，加工系统获得了新的信息，从而构成了课文意义的心理表征，因此在许多复杂的认知加工之间眼动起着重要的中介作用。所谓复杂的认知加工，就是首先从课文中抽取需要的视觉信息，然后解释信息。眼动行为研究是阅读研究的重要组成部分，这方面的研究结果表明眼睛注视时间与各种语言因素有关，例如，词频效应表明人的眼睛注视经常在语言中出现的词汇时所用的时间较短，而注视不常出现的词汇所用的时间较长。这种词频效应是眼动行为研究的一项重要结果。

眼动行为是阅读期间发生的一种非常复杂的行为活动，包括“跳读”(saccades)，即眼睛进行一系列很快的弹道运动，每次跳读持续20~35ms，在句子的大多数词汇上停留一次或者两次，这些停留也称作注视(fixations)，即简短的时间间隔，在注视期间可以从书面文字获得信息。一般情况下，注视时间为200~300ms，特殊情况下才会出现50ms和500ms的注视时间。在实际的跳读期间，有的视觉信息不能从书面文字获得，因此阅读就像放映幻灯片那样，每个“幻灯片”(即从特定可视位置获得的信息)可以呈现大约1/4s。大多数跳读让眼睛移动7~9个字符空间，但是大约15%的跳读都是“回视”(regressions)，即眼睛返回到课文的先前部分。产生回视的原因有两个，一个是读者在进行了不正确的句法分析时，较高水平的语言加工出现了问题，二是读者在进行了不完全的词汇识别时，较高水平的语言加工出现了问题。由于跳读容易出现移动错误，注视位置的分布更加类似于缩短的正态分布，即集中于词汇中央的附近而没有尾巴，因为跳读大概偏离了目标词。

眼动研究的一个重要问题是在每个注视进行时眼睛可以加工的信息量。从生理学的角度看，眼睛在注视时信息可以到达三个部位：中央凹、外周中央凹与外周区。中央凹就是眼睛聚焦的地方或者围绕着注视点有2°视角的区域，1°等于3~4个字母，因此中央凹可以注视到6~8个字母。外周中央凹可以扩展到5~20个字母。外周区包括除了外周中央凹以外视域中的一切东西。信息加工主要位于中央凹，离开中央凹的词汇是很难加工的。人在阅读时并没有注视到课文的每个词汇。如果呈现8个词汇，只可以注视到其中的三分之二，但是可以注视到有些跳读的词汇。

读者在阅读期间如何学会控制眼动来协调知觉过程、认知过程与动作过程？这个问题非常有趣，因为与其他阅读技能相比，阅读时的眼动不用费力也不用学习。一般情况下，多数人很少考虑在阅读时自己的眼睛如何运动。如果要求回答这个问题，他们常常报告说自己的眼睛平滑而连续地运动于课文的每一行文字，偶尔停留在或者返回到特别有趣的地方或者难以理解的地方。20多年前的研究已经表明过去关于阅读时眼动的大多数观点是错误的，而现在研究者们认为在阅读时控制眼睛的知觉过程、认知过程与动作过程非常复杂，这些过程只有认真地进行协调才能完成，因为人类并非天生就会阅读或者移动自己的眼睛进行阅读，而是要通过长期的练习才能学会这样做。阅读时的眼动非常复杂，它非常有规律，因为阅读时作为课文理解中介的知觉过程、认知过程与动作过程可以进行协调，随着这种协调的增加，一些规律便出现了。如果这个假设成立，那么可以认为根据对熟练读者眼动观察而产生的这些规律必须达到两个目标：尽可能快速地阅读同时保持一定水平的理解。

另外，视觉搜索的课题引起了视觉研究专家们的极大关注，搜索速度的度量指标为研究早期感觉过程提供了阈限度量的一个重要选择，搜索作业的结果成为当前思考视觉注意和视觉认知的基础，搜索领域将实验室与现实视觉作业例如产品检查联系起来。关于这个研究课题，心理学及其相关学科具有丰富的研究成果，但是只有一小部分涉及视觉搜索期间的眼动。现在我们说说这方面的研究。当注视潜在不同位置的过程可能是搜索的基本特征时，这样一种奇怪的情景为何出现了？一个重要的理由就是，在 Neisser (1967) 提出最早观点之后 30 多年人们大量的兴趣是关注隐蔽的视觉注意。视觉注意可以隐蔽地指向视域的不同位置而同时眼睛停留在一个注视的位置，以这种方式在度量注意位置的视觉加工速度和精度时对注意的重新指向产生了清楚的利益。当时，Treisman & Gelade (1980) 提出了众所周知的搜索特征整合理论，认为隐蔽注意的序列扫描发挥重要的作用。本文强调眼动在视觉搜索中的重要作用，首先说说特征整合理论提出的两个重要假设，然后说说视觉搜索眼动控制的最近研究，以便重新评价隐蔽注意扫描的重要性。

理解情景观看至少有三个理由。一是在完成复杂的视觉认知作业中眼动对于有效而及时地获得视觉信息非常重要，控制眼动服务于信息获得的方式是一个重要问题。一般地讲，视觉、认知以及眼动控制之间的相互作用可以视为输入系统、中心系统和输出系统之间相互作用理论的科学测试基础。在复杂的视觉认知作业中关于眼动控制的大量知识源于阅读的研究，但是一种完整的理论需要概括到其他生态可靠的作业例如情景观看。二是如何获得、

表征与储存视觉环境的信息是研究知觉与认知的一个重要问题。情景知觉研究的传统做法就是将静态的、简单呈现的意象作为刺激的作业来完成研究。然而，视觉是一个动态过程，在这个过程中表征不受时间限制地由许多眼睛注视来形成，研究情景观看期间的眼动模式就是要理解如何获得与表征视觉环境的信息。最后一个理由是眼动数据可以无干扰地、联机地度量视觉与认知的信息加工。为了利用这个度量，有必要更完整地理解眼动行为反映视觉认知加工的方式。

最后，介绍认知视觉需要对视觉搜索策略的影响以及是否可用于区分新老驾驶员。如果由于新异刺激的出现、缺乏自动程序或者缺乏相关的图式，刚拿上驾照的新驾驶员比老驾驶员的需要更少，那么，这也许会增加需要的一般水平。假设注意能力有限，在作业特别困难之时新手的注意局限（以及导致的结果例如事故可能增加）很明显。从研究阅读到研究人如何观看移动情景并非易事，句子具有一致的语法从而可以进行句法分析。使用的危险知觉视频情景具有的结构像语言一样复杂，目前还没有一致的观点来解释如何进行有意义的分析。解释需要的一个基本问题就是视觉需要的增加，例如视觉束或者复杂性的增加以及认知需要的增加，具体刺激的加工需要增加也许是由于这个增加与当前背景有关。视觉需要与作业需要密切相关，驾驶的主要感觉通道就是视觉。作业难度的增加通常伴随着复杂视觉情景的增加。在理想的情景中，可以给被试者提供两个条件的相同视觉刺激，但是信息只与一个条件相关，这让视觉需要保持恒定不变，这改变了反映刺激加工时间的认知需要。另外增加视觉束的同时让显示刺激的意义保持不变，这样提供了相反的操作。不幸的是，刺激越来越现实，这两种需要便更加难以区分。即使这两种需要（视觉作业需要和认知需要）难以完全区分，大多数驾驶研究都探讨了作业需要，这与视觉复杂性密切相关，与认知需要相关不大。

本书综述了最近几十年眼动研究的新成果，全面深入地探讨了眼动研究的一些基本问题，对于有志于研究眼动的仁人志士大有裨益。诗云之：睁大眼睛看世界，视觉信息太纠结，紧盯难题不松懈，心理奥秘轻轻揭。

河南大学心理与行为研究所 王亚同

2013年6月于开封

前言

第 1 章 阅读的眼动	1
1.1 眼动的基本问题	1
1.2 注视期间的加工	3
1.3 眼动模型	7
1.4 眼动行为	13
1.5 影响眼动行为的因素	15
1.6 加工时间的测量方法	17
1.7 视敏度	17
1.8 注意	18
1.9 强化学习	18
1.10 何时移动眼睛	19
1.11 何处注视下一个注视位置	20
1.12 何时启动跳读编程	22
1.13 熟悉性检查和顺序注意	23
第 2 章 眼动测量指标	24
2.1 注视与跳读的定义	24
2.2 眼动观看时间度量指标 (oculomotor viewing duration measures)	26
2.3 与运动有关的指标	30
2.4 重新思考眼睛与心理假设及直接假设	31
2.5 使用依赖于眼动的显示变化	32
2.6 结论	33
2.7 举例说明眼动度量指标	33
2.8 实验研究	39
2.9 结论	44
第 3 章 词汇注视位置	45
3.1 词汇注视位置与阅读	45
3.2 回归跳读及其与词汇识别的关系	53
3.3 词汇跳越: 阅读期间眼动控制理论的意义	54
第 4 章 外周中央凹	63
4.1 平行编程模型	63

4.2	外周中央凹的目标性	65
4.3	中央凹的加工负担与着陆位置效应	68
4.4	阅读的个别差异	70
第5章	情景观看	73
5.1	情景观看的眼动	73
5.2	眼动与视觉搜索	80
5.3	情景的前注视物体知觉：从图式里蹦出来的物体	86
5.4	情景观看的注视时间模型	89
第6章	视域功能区分	94
6.1	移动面具和移动窗口	94
6.2	动态情景的视觉搜索	101
6.3	车辆驾驶员的视觉搜索	107
第7章	驾车视觉搜索	110
7.1	需要对新、老驾驶员视觉搜索策略的影响	110
7.2	驾驶员眼睛的作用	118
第8章	阅读眼动模拟（1）	124
8.1	协调相互作用理论	124
8.2	在参照系消除中加工定义的性别与刻板的性别	125
8.3	现实世界与反事实世界的反常现象	129
8.4	阅读与视觉搜索	130
8.5	以句子加工模型说明回归眼动	131
8.6	课文标题对加工课文与歧义词的影响	135
8.7	词频效应与个别差异	137
8.8	语义的和词汇的信息影响句子背景效应	139
8.9	语言焦点影响阅读期间的眼睛运动	140
8.10	加工歧义动词	142
8.11	转喻的加工	145
8.12	可能性与加工无界的依赖性	148
8.13	句子加工的强制实现	150
8.14	词频效应与词形熟悉性	151
第9章	阅读眼动模拟（2）	157
9.1	直接的视觉背景对递增的主题角色分配的影响	157
9.2	背景预测性和过渡可能性对阅读眼动的影响	158

9.3 阅读的量词极性与所指焦点	161
9.4 焦点算子对句法加工短关系从句的影响	164
9.5 焦点算子对句法加工长关系从句的影响	167
9.6 理解有无 only 的缩略与非缩略英语关系从句	169
9.7 加工双重量化句子	175
9.8 句法分析背景中的焦点算子	177
9.9 词汇开头字母的重要性	180
9.10 复合词汇内前视的语义加工	181
9.11 分析眼动控制的 SWIFT 模型	183
主要参考文献	187

第 1 章 阅读的眼动

1.1 眼动的基本问题

1.1.1 眼睛运动的定义

一个多世纪以来，眼动一直被认为是阅读过程的灵敏指示器。当读者加工一页课文时，眼睛并不是连续扫过页面，而是倾向于急动（跳动），偶尔停下来检查一个词汇（注视）。但是，并非都注视每个词汇且都持续连续的时间，没有连续地从课文的一行左边运动到它的右边。偶尔读者会倒回看先前已经注视过的句子成分（回视）。眼动的目的就是部分课文带到眼睛的中央凹以便详细审查，因为眼睛中央凹的视觉最敏锐。视觉像落在了中央凹的不同位置：中央凹、外周中央凹和外周。人在注视一个物体时这个物体便处于中央凹的中心，这是视网膜锥形细胞最集中的地方。中央凹区提供了最大的视觉敏锐度以及 $1^{\circ}\sim 2^{\circ}$ 的注视对向角。随着注视距离的增加，视觉敏锐度迅速下降，下降的敏锐度距离每个注视面达到 5° 的区域称作外周中央凹。距离中央凹 5° 而发射到视网膜上的任何视觉像都位于外周。为了中央凹的检查，眼动传送课文的一些新区。本文考虑的主要问题涉及控制这一检查过程的机制对所检查课文的认知过程的影响。问题是在什么程度上随着课文难度的变化，我们可以观察到在加工课文的词汇时注视时间与注视位置的变化，也可以发现在儿童获得阅读技能时注视模式的变化，也许发展性阅读困难就是眼睛控制机制受损伤的结果。

监控眼动的技术比用于研究阅读过程的其他传统方法（例如，LDT 速示识别）具有更多的生态效度，被试者可以“在正常情况下”阅读以准备回答课文意义的问题，不必在时间压力下按反应键或者名称词汇。不幸的是，这一技术也受到了批评。但是，它的流行基于假设人的眼睛方向可以告诉我们心理正在进行的加工活动。眼睛注视的变化反映了检查词汇的难度变化，因此眼动的注视度量指标直接表示了当前加工的难度。在阅读期间，眼睛的运动像弹道，就是说一旦给它发出指令并且触发了运动的方向与距离，它便上路了而不能改变。这种快速的眼动称作跳读（saccade），包括 $1^{\circ}\sim 18^{\circ}$ 的距离，即使通常它的广度有8~9个字符长（大约 2° 视角，和读者与书页之间的距离有关），跳读的时间与包括的距离有关，一般需要25~30ms来完成（一个 2° 的跳读）。跳读运动需要的阅读时间总比例通常是10%。在跳读期间实际上采集不到视觉信息，因为实验室研究表明在黑屋子里，只要在跳读之前或者跳读之后不呈现其他的视觉刺激，那么在跳读期间呈现的模式被知觉为模糊的像。另外一个刺激也许会掩饰这个跳读像。但是可以可靠地假设在正常的阅读条件下，在跳读期间不会检测到有效的视觉信息。在跳读完成之后，眼睛停止于先前发现的课文位置，这一停止时间称作注视（fixation）。一般情况下，读者注视200~400ms，而且在这个范围里还有大量的变化。虽然英语读者以从左向右的方式阅读，但是有时也会

返回先前注视过的课文点或者返回到跳读期间跳过的课文，这一返回注视称作“回视”(regression)，对于正常的成人读者来说，这些回视出现的时间占10%~15%。

回归注视通常被发射到引起语言混淆或者包含复杂词汇的课文区域，这是一个“果园路”句子的读者注视模式，这样的句子在开始阅读时会错误地解释成句法结构的结果或者解释成词汇歧义的结果，这个句子的名词 *clock* 依附于动词 *mending*，这一句法分析或者句法结构的计算是相当的合法，直到遇上句子末尾的词汇，它们不能与句子的其他成分整合，必须在此重新计算这个句子的句法结构。句子里的第一注视出现在词汇 *while* 上(370ms)、后随着 *she* (240ms)、*mending* (280ms)、*the* (350ms)、*clock* (270ms) 以及 *started* (370ms)，然后回归跳读产生了第二个注视于这个词汇 *she* (210ms)。词汇 *chime*、*was or to* 没有注视时间，9个词汇中的6个受到了注视，而且有一个回归跳读。对在一个词汇的第一个字母之前空间的注视可计作对这个词汇的注视。这个句子的总阅读时间是2.29s。这个句子对读者的难度指标是长的注视于 *started*，随后是一个回归运动。对 *started* 的注视时间是90ms，长于对另一个7字母词汇 *mending* 的注视时间，即使它是更常遇到的一个词汇。通常高频词具有较短的注视时间，但是在这个例句中，句法分析难度产生了更长的注视时间。我们得出的结论是，当读者到达 *started* 时便意识到所用的句法结构是不合适的，因为这个动词不能依附于句中的名词，即使 *the clock* 首先解释成短语 *while she was mending* 的宾语。当读者意识到进行不正确的句法解释时，恢复便很有必要，这一点为长的注视时间与回归运动所表明。

测量眼动要求表明哪些过程发生在读者的心理中。眼睛—心理假设将读者眼睛的方向与检查内容所刺激的认知过程联系起来：“只要一个词汇正在被加工，眼睛就注视着这个词汇。眼睛—心理假设认为在注视的内容与正在加工的内容之间察觉不到滞后出现。”(Just & Carpenter, 1980) 当然，根本没有联系，也许存在着记录读者眼动的特征，读者的眼动也许没有提供由注视时间引起的认知过程信息。有些研究报告支持这一假设：许多回归与向前注视随着课文难度的增加而增加，而且这些注视时间与简单课文的注视时间相比具有更长的注视时间，简单词汇比低频词和其他难词收到更少的视觉注意，例如，差读者比好读者对一篇课文进行了更多的回归注视以及较长时间的注视。大量的证据表明，眼睛—心理假设是可靠的，通过观察读者在理解句子时的眼睛我们可以知道许多阅读过程。当然案例有限，我们认为质疑这个假设可以①通过表明人注视于空间的一点同时思考视域中其他地方的某个东西；②表明识别没有注视的一些词汇；③表明与好理解有关的速度阅读和略读。在这些特殊情况下知道了读者的眼睛指向何处并不会知道他们的心理内容，这些都不是正常阅读的一部分，这个假设让我们使用眼睛注视行为来可靠而直接地引导变化中的认知。通过改变句子的词汇或者通过改变句子的结构，我们便可以产生各种不同的注视，这些变化的注视模式可以揭示认知过程的差异。当读者需要更长时间来注视有些词汇时，例如，因为与低频词有关，我们可以推出这些词汇比高频词需要更多的加工。

1.1.2 眼动的度量指标

记录眼动可以多种方式进行。最常用的一种方法就是将灯光的红外线导向眼睛的外面即角膜，通过它反射到装在镜框或者头框中的光电检测器。当眼睛运动时反射发生变

化，正是这种变化可用于表明注视的位置。因为这样的设备不能区分头脑的运动和眼睛的运动，头脑必须用咬杆或者类似的东西固定住。更先进的设备可以从眼睛运动减去头脑运动而不需要固定设备，这让眼睛注视的测量指标更精确一些。也有的设备将被试者头上安装的检测器与检测情景的影像联系起来，以视频摄像机观察眼睛，这些方法提供的注视位置不如角膜反射的方法精确。

有些度量指标用于眼睛运动研究，主要包括第一注视于一个词汇的时间、第一注视位置、注视的总数以及凝视时间。第一注视时间不说自明，即第一注视于一个词汇而花费的时间量。第一注视位置通常根据词内字符空间来测量，第一个字母就是第一个字符，如果这个词汇较长，它会接受两个以上的注视时间，有些研究者测量了第二甚至第三注视时间，将它们分析为不同的独立的指标，有些研究者将所有向前注视时间累加起来获得了凝视时间。如果回视了一个词汇，那么回视时间与向前注视时间累加起来便获得这个词汇的总阅读时间。显然，对于较短的一些词汇只有一个注视时间，那么凝视时间与总阅读时间都是相同的。

研究者探讨的眼睛运动问题会影响选择的度量指标，例如，如果研究直接的联机加工的一些词汇，凝视时间适合于测量加工词汇的难度。在这个研究中第一注视位置便不重要了。另一方面，如果研究者想知道外周中央凹加工的程度，那么凝视时间就是测量加工所注视目标的一个合适指标，但是实验也会考虑可能的词汇影响而非所注视词汇的影响，因此，第一注视于随后词汇的位置也是一个有用的度量指标。如果眼动受到当前注视之前词汇的影响，这一影响便可以通过关注受前加工影响的度量指标来测量。加工目标也会受到它所在背景的影响。目标之前的一些词汇会生成期望，语义句法以及随后词汇的前加工甚至会影响我们决定注视当前词汇要花费的时间，因此，对注视时间和凝视时间存在着许多可能的影响，不仅通过采用不同的眼动指标而且通过控制显示的词汇和句子来考虑这些影响。从加工注视前的词汇中克服中央凹度量指标，例如第一注视时间的不良影响的唯一方式就是让所有其他的句子词汇保持不变。

下面我们说说在两个重要研究领域的眼动研究：哪些注视时间可以说明出现的心理过程以及读者如何知道随后要看何处即什么因素影响随后跳读运动的程度。

1.2 注视期间的加工

单个注视时间在多大程度上受到在注视期间抽取信息的认知过程的控制？人的注视也许是自主的，没有表明认知加工发生的难度。在这样的情况下，在注视期间抽取的全部信息加工也许一定出现在完成这一注视之后，这是后注视理论的观点。这种观点与联机（眼睛—心理）理论和外周中央凹加工理论形成明显的对比，这两种观点认为读者进行认知控制以便发现眼睛注视的时间，理解句子的过程越难，注视的时间越长，因为要有更多的时间从检查的词汇中抽取信息，要有更多的时间来考虑这个词汇如何与这个句子结合起来。

1.2.1 后注视加工模型

后注视加工是指加工出现在一个注视终止之后，这个模型认为注视的位置与时间没有

提供认知加工的线索，因为直到采集信息的注视之后这一加工被延误了。如果这一情况出现，那么可以预测所有的注视与跳读便会有相同的时间和距离，因为眼睛可以提前发出指令沿着一行句子运动一段恒定的距离。后注视假设难以解释低频词汇为什么比高频词汇接收到更多的视觉注意。如果到达课文的方便位置才会加工信息，那么注视模式就不存在了。显然，后注视加工位置不能获得太多的辩护。

1.2.2 单个词汇的联机加工

大量的证据表明在阅读期间并没有完全延误加工，许多注视联机地表明了阅读难度，这涉及瞬间控制。当注视一个区域的重要成分时，眼睛会停留一段时间，这表明完成的加工量。这个理论甚至认为没有注视的词汇没有获得加工。Just & Carpenter 的阅读观点实际上与两个假设有关，一是“立即假设”，即读者遇到课文的每个内容词汇，便试图解释它；二是“眼睛—心理”假设，即只要加工一个词汇眼睛便停留在这个词汇上。凝视时间直接表明了加工一个新注视的词汇所需要的时间。Rayner & Duffy (1986) 支持这个模型，他们在屏幕上呈现一些单个目标词，结果发现低频词比高频词需要更长的注视时间，也发现了具有相同可能意义的歧义名词 (coach) 比具有主导意义的歧义名词 (perch) 需要更长的时间。这证实了这个假设，即需要更多视觉加工的词汇确实接受了更长的注视时间。Hyona (1989)、O' Regan (1984) 和 Underwood (1990) 的研究进一步支持了词汇内差异的联机加工，他们的读者很容易受到长词的信息结构的影响，对词汇的有意义成分有更长的注视时间，这再一次支持了瞬间控制的观点。Ehrlich & Rayner (1981) 也报告了关于误拼写词汇 (例如，词汇 *horse* 出现在可以预测 *house* 的句子中) 的更多注视次数与更长的注视时间。

Just & Carpenter (1980) 提供的数据表明，在阅读科学课文的段落中检查的长度直接与加工的难度有关，例如，一名被试者观看一个词汇时质疑了 300ms，但是观看相同长度的、很少见的词汇时迁移了 633ms。他们进一步支持了联机观点，认为凝视于目标词的时间不受先前词汇长度或者频率的影响，因此，认知锁定于注视，而且在注视之前没有材料的影响。他们定义了“立即假设”，认为读者试图解释每个内容词汇，支持的数据是与 62% 的功能词汇相比，只有 18% 的内容词汇被跳过了，这一结果本身对联机加工观点是有问题的。如果读者试图检查每个内容词汇而非功能词汇，他们如何知道着陆于哪一个词以及避免哪一个词？当跳越表明受到词汇类型的影响，那么便可以提出无注视的加工。表明人的眼睛受到认知过程控制的证据涉及句子理解，主要来源于受到句子背景和句法结构影响的一些研究。下面说说改变加工负担对眼动控制的直接影响、受到句子中词汇预测力的影响以及受到句法分析难度的影响。

1.2.3 句内词汇的联机加工：背景效应

注视一个词汇的概率随着它的预测力变化而变化，当注视这个词汇时它也变化；注视时间也发生变化。Ehrlich & Rayner (1981) 发现，在阅读课文期间被试者注视的一些词汇比出现在中性背景中的一些词汇常常更快地让先前的背景来预测。当注视一个有预见性的目标词时，注视时间更短于中性背景中注视的相同目标词 (221ms 与 254ms)。在这个

实验中被试者阅读的课文是 “*He saw the black fin slice through the water... He turned quickly toward the shore and swam for his life. The coast guard had warned that someone had seen a shark off the north shore of the island...*” 这一课文中的目标词 *shark* 比另一课文中的 *shark* 更有预测力: “*The couple were delighted by the special attention that they were getting. The zoo keeper explained that the life span of the shark is much longer than those of the other animals they had talked about...*” 有两个结果非常有趣, 一是这个注视时间的差异表明当前的加工负担直接影响了决定它是否是移动眼睛时间的机制。将一个词汇与它前面的东西联系起来得越难, 注视它花费的时间越长。这就是在使用眼睛注视数据的研究中重复出现的结果。二是注视概率的差异, 当注视目标词汇时, 它们具有较短的注视时间。在 Ehrlich & Rayner 的研究中, 注视预测词汇比注视非预测词汇的时间常常短一些, 这提出的问题是预测课文的读者如何知道他们不需要注视目标词汇, 可能背景足以告诉他们下一个词汇是什么, 这似乎是不可能的。这个句子也许会以许多方式继续下去, *shark* 只是其中的一个潜在词汇, 例如海警也许会告诫有人看见了一条大白鲨鱼或者蓝色的鲨鱼或者吃人的鲨鱼或者大鲨鱼或者一些符合条件的鲨鱼, 关键是 *shark* 之前可能有一个形容词, 这个句子结构不需要这个词, 因为这个词直接跟随这个句子 *had seen a...* 之后。这个 *shark* 词汇会出现在某一地方, 这是非常可预测的, 但是在它占据的句子槽中是不必要的 (这是 Ehrlich & Rayner 实验存在的一个潜在问题, 让 *shark* 几乎成为不可避免。目标词出现在先前的句子里, 在看见目标词之前便告诉读者这就是一个关于鲨鱼的课文), 如果目标词不必占据特殊的位置, 读者便可能会借助于其他信息跳过这个词。如果在注视目标词之前的注视期间抽取了目标词信息, 那么便会决定进行更长的跳读运动以避免再注视它。

人在阅读的时候并没有注视页面上的每个词汇, 但是这些“跳过的”词汇并没有加工, 这就是阅读期间外周中央凹加工的证据。可预测词汇的跳越发生表明外周中央凹加工的目标之一就是有助于我们决定下一步移动眼睛多远。可预测的词汇符合我们的期望, 而且早期加工下一个词汇形状也符合我们的期望, 我们便可以冒着风险进行更长的跳读, 带来增加阅读速度的可能利益而不损失理解。毕竟, 如果我们进行错误的猜测, 就会总是进行回归运动来看看刚才跳过的词汇。如果我们正在预测一个句子的结果, 正像 Goodman-Smith 的心理语言猜测模型对技能读者进行的解释那样, 那么当我们的解释被证实以及当实际完成句子违背了这些解释时, 就会发现注视与重新注视的不同模式。如果让读者预测课文的一种解释然后呈现矛盾的证据, 会发生什么情况? Carpenter & Daneman (1981) 能够让读者以同形异义词 (*tears*) 的句子来回答这个问题。这些歧义词汇出现在句子的稍后位置以鼓励目标词的一种解释 (*to cry*), 然后结论获得另一种解释 (*to rip*)。例如, 他们给读者呈现的句子是: *Cinderella was sad because she couldn't go the dance that night. There were big tears in her brown dress.* 这个让读者产生了果园路效应的句子产生了对词汇 *dress* 较长的注视时间以及课文的更多回归。这表明当遇到歧义词汇时, 背景信息用于消除课文内的词汇歧义, 也表明读者会以一种方式来解释信息, 直到随后的信息表明了其他的解释。这些不一致的信息会在加工课文时放慢速度, 因为需要重新分析, 有时候这会产生回归跳读以及重新阅读课文。Rayner & Duffy (1986) 提供的进一步证据表

明, 当最初遇到歧义词时读者只解释它的一种意义, 他们给被试者呈现句子内的歧义词汇, 这些歧义词汇的解释不一样, 与一种意义的突出程度有关, 例如, boxer 通常解释为拳击手而非教狗员, coach 或者指车辆或者教练。具有突出意义的歧义词汇的凝视时间短于具有相同突出意义的歧义词汇的凝视时间, 而且, 关于凝视时间的度量, 突出意义的歧义词汇不同于控制词汇。Rayner & Duffy 的结论是对于突出意义的歧义词汇和控制词汇, 只有一种意义可以获取, 而具有许多相同突出意义的歧义词汇获取了两种意义, 结果对这些目标词产生了更长的凝视时间。如果先前的背景让其中的一种意义更有可能, 那么凝视时间便下降了, 这表明背景对于消除课文的各种解释是非常必要的, 因此, 减少了加工时间。

1.2.4 句内词汇的联机加工: 句法分析困难的效应

在 *Cinderella* 的句子中, 暂时的词汇歧义引起了误解, 但是包括暂时句法歧义的句子也可以发现重新分析, 例如 *Because her sister loves to teach kids learn.* 这个句子的难度是将 kids 赋予了 to teach, 然而它正在处于加工最后一个词汇, 这样显然 kids 是新从句的一部分, 并没有依附于已有的句子。在其他句子中 to teach kids 容易形成一个完整的短语, 可以正确地进行句法分析以及符合课文的意义。然而在这个果园路句子中存在着暂时的歧义, 需要重新分析这个句子结构。例如下面的句子比它后面的句子更容易加工: *Since he always jogs a mile this seems like a short distance to him.* 和 *Since he always jogs a mile seems like a short distance to him.* 第二个句子的难度出现了, 因为 a mile 被解释为 jogs 的直接宾语, 这就是晚闭合原理, 就是说当语法许可时, 新遇到的词汇应该依附于当前的短语。当遇到句子的每个词汇时, 它被纳入已有的短语, 或者决定它应该形成新短语的开头, 这样在分析句法结构的过程中句子的所有词汇相互联系着。晚闭合原理是指新词汇纳入当前的短语中直到句法规则以其他方式来表述, 而不是分配到新的短语。这个句子的初始阅读会导致错误句法分析, 这一策略通常管用, 但是在上述第二个句子中不管用了。第二个句子在 jogs 后面应有一个逗号以表明这个短语完成了, 如果没有这个逗号, 后面紧跟的词汇就会错误地依附于第一个从句。这个加工错误是由第二个句子需要的较长阅读时间引起的, 后歧义区有较长的注视时间, 歧义信息有更多的回归注视时间。这些眼动数据再一次表明, 一旦遇到歧义信息或者不一致的信息, 回归注视便出现在课文的这个区域, 这可以消除与阐明许多解释。

在第二个句子中加一个逗号将从句分开, 这个句子便不难理解了。例如, 下面前一个早闭合的句子有逗号而后一个则没有, 前者比后者更容易加工: *While Pam was washing, the baby started to cry* 和 *Though Ben read the book really bothered him.* 这表明加工早闭合句子的难度是不适当将词汇依附于短语的结果, 也表明心理加工课文的意义, 因为当遇到不符合先前解释的课文时, 便产生了更长的注视与回归, 直到消除了这一冲突。

晚闭合原理是 Frazier & Rayner 两个原理之一。另一个原理是吝啬原理, 就是说读者使用符合句法规则的最少句法节点将生词依附于已有的句子结构, 句法节点数目越少, 描述句子句法越简单, 这个句子解释成包括更少的短语。另一种策略也许就是避免简单化, 但是如果获取句法规则需要加工时间, 那么最简依附就会导致更快的识别路径。这第二个

句法分析原理是最简依附原理，就是说新遇到的词汇应该使用最少的句法节点依附于已有的句法结构。这两个原理表明句子理解通过识别单个的一些词汇、分析句法，最后加工句子的意义。句子意义不影响句子句法分析的观点是有争议的，受到了挑战。Rayner (1983) 的实验结果支持最简依附原理，他们发现了符合这一原理与违反这一原理的加工时间差异。

1.2.5 外周中央凹的加工

按照每个区域都具有的视敏度，可以将眼睛分成中央凹区和外周中央凹区，当人注视环境中一个物体时，它成像的中心便投射到中央凹。外周中央凹始于中央凹中心 $1^{\circ}\sim 2^{\circ}$ ，扩展到注视中心各边 5° ，中央凹比外周中央凹具有更大的视敏度，但是不清楚有没有投射到外周中央凹的词汇加工。关于外周中央凹的加工提出了两个问题：外周中央凹的词汇是否影响眼动和跳读行为，是否影响所注视词汇的加工，一种可能是选择性地跳读有些类型的词汇与选择性地注视长词汇的有些成分，另一种可能是还没有注视到材料的某些方面会影响理解当前注视的课文。支持这些假设的有力证据就是眼睛—心理 (eye-mind) 假设，这是根据对没有注视到课文的认知过程的影响。

1.3 眼动模型

对于眼动行为的研究由来已久，Huey 的眼动行为研究是最早对眼动行为进行研究的学者之一，他将阅读视为意义建构的观点一直贯穿于后来的眼动行为研究，持续了大约 80 年时间。自从 20 世纪 80 年代和 90 年代开始，大多数研究者将阅读视为快速的、自动的词汇识别，他们研究眼动行为是根据这种词汇识别观点提出来的一些假设。本章将围绕眼动行为的基本概念、模型以及影响眼动行为的一些因素等问题展开论述。关于阅读的眼动控制模型的特征目前已经有了大量的讨论，这样的模型大致可以分成两类，一是按照词汇加工或者其他理解过程在影响眼动中发挥主要作用来划分的，另一个是按照眼动因素主要控制眼动以及眼动间接与正在进行的语言加工有关来划分的。第一类称作加工模型 (processing models)，包括 Morrison (1984) 提出的模型和随后修正的模型 (Kennison & Clifton, 1995)，以及 Just & Carpenter (1980) 提出的模型；第二类称作眼动模型 (oculomotor models)，包括策略模型 (O' Regan, 1990, 1992) 以及 Kowler & Anton (1987) 和 McConkie (1989) 提出来的模型。

1.3.1 Morrison (1984) 的加工模型

Morrison (1984) 的加工模型认为，在每个注视的开始，眼睛位置与隐蔽的视觉注意都指向了相同的位置：中央凹词汇（即词汇 n ）。在中央凹加工到达某种标准水平（例如词汇获取的某个阶段）之后，注意在注视期间转换到词汇 $n+1$ ，这一注意转换让词汇 $n+1$ 开始，然后指示眼动系统为眼睛运动到 $n+1$ 准备一个动作程序，一旦这个动作程序完成便开始执行，然后眼睛跳读到这个词汇。由于编程需要时间，注意转换与跳读执行之间存在着滞后，因此在直接注视之前信息从词汇 $n+1$ 继续积累。如果词汇 $n+1$ 识别得很