**行动准备**

章 **8**

概念:执行自愿的、协调的运动需要准备运动控制系统。

完成本章后，您将能够

* 讨论为什么反应时间可以作为进行运动技能所需准备的指标
* 解释希克定律如何描述选择-RT情况下的选择数和RT之间的关系
* 描述影响行动准备的各种任务和情况特征
* 描述影响动作准备的各种表演者特征
* 讨论在行动准备期间发生的几项运动控制活动

# 应用

许多运动、娱乐、健身和日常活动表明，我们需要准备好运动控制系统来执行预期的动作。例如，许多体育项目，如跑步、游泳和飞碟射击，通过要求发出声音信号警告参赛者做好准备，将准备的重要性纳入活动规则。

活动的某些性能特征也提供了需要为行动做准备的证据。例如，当你决定拿起一杯水喝时，你的决定和预期的行动之间通常会有一点点延迟。在另一个例子中，如果你正在街上驾驶一辆车，而另一辆车意外地停在你前面，从你看到这一点的时刻到你开始将脚从油门上移开并踩下刹车踏板的时刻之间有一个可测量的时间延迟。在这些非常不同的活动场景中，预期动作的初始运动之前有一段时间间隔，在这段时间间隔中，马达

控制系统是根据情况的要求和限制准备的。

从不同的角度考虑行动的准备。毫无疑问，你在某个时候说过，在一次活动中表现不佳之后，我还没有“准备好”这么说，你暗示了如果你已经“准备好了”，你会比刚才表现得更好。或者，如果你和物理治疗病人一起工作，你无疑听到一个人告诉治疗师，“不要催我。如果我还没准备好就从椅子上起来，我会摔倒的。”

要解决的应用问题描述一项你执行的或你教其他人执行的运动技能。描述这项技能的运动控制特征，你或你教的人必须准备好成功地完成这项技能。是否存在需要准备的特征较少或较多的情况？这些情况是什么，它们如何影响准备更少或更多电机控制特性的需要？



179

180 单元二■电机控制简介

# 讨论

在第五章到第七章中，我们集中讨论了影响控制技能表现的因素。虽然偶尔会提到行动的开始，但我们只涉及到一个预期行动的实际准备工作。在目前的讨论中，我们感兴趣的是在行动的*意图*和开始行动本身之间发生了什么。在运动控制文献中，研究人员有时使用术语运动*准备*来表示这种活动。然而，为了与我们在第一章中对动作和动作的区分保持一致，我们将在提到这个过程时使用动作**准备**这个术语。

在这种情况下，准备不是指事件发生前几天的长期准备，而是指电机*控制系统*在*开始*运动前所做的具体准备。我们将在这里讨论两个准备问题。首先，不同的技能、绩效背景和个人因素如何影响准备过程？第二，运动控制系统究竟准备了什么，使得准备成为任何技能表现的关键部分？但是，在我们讨论这些问题之前，我们将确定我们如何知道电机控制系统需要为行动做好准备。

# 行动准备需要时间

运动控制系统在开始行动之前需要准备的原则源于荷兰医生唐德尔斯(1868-1969)在十九世纪中叶进行的研究。这个原理是从一个推论而来的，这个推论是基于各种因素对告知一个人开始执行一项技能的信号的开始和实验者实际观察到运动开始的瞬间之间的时间差异的影响。正如你在第二章读到的，我们称这个*时间*间隔为*反应*时间*(RT)。*在行动*准备*的背景下考虑时，反应时*是*所需准备的指标

产生一个动作1。您有时可能会将这段时间间隔称为*响应延迟*间隔。通过研究增加或减少这一时间间隔的因素以及在这一时间间隔内发生的心理活动，我们可以对我们的运动控制系统参与的动作准备过程有所了解，从而使我们能够执行一项技能。

逆转录告诉我们的一件事是，预先配对以产生自愿运动需要时间。计划的运动不是瞬间发生的。某些行动和情况比其他的需要更多的准备。在下面的章节中，我们将讨论影响所需准备的数量和类型的各种因素。

# 影响准备的任务和情境特征

影响行动准备的一组因素包括任务本身的特征和必须执行任务的情况。

## 回应选择的数量

影响准备时间的任务和绩效情况的一个重要特征是执行者必须选择的响应选项的数量。随着备选方案数量的增加，准备适当运动所需的时间也会增加。证明这种关系最简单的方法是看看你在第2章中介绍的选择-RT情况。RT根据刺激或反应选择的数量而增加。最快的即时反应发生在简单的即时反应情况下，这种情况下没有选择，因为它们只有一个刺激和一个反应。当一个以上的刺激和一个以上的反应是可能的时，反应时就会变慢，就像选择反应时的情况一样。

反应时增加的数量和反应选择的数量之间的关系是如此稳定，以至于发展了一个被称为希克定律的定律，当一个人的简单反应时和选择的数量已知时，该定律可以预测他或她的反应时。

当RT被用作动作准备的指标时，它有时被用来确定“运动编程”所需的时间，我们在第5章中讨论了这一点1。

第8章■行动准备 181





希克定律(希克，1952)，有时被称为希克-海曼定律，指出逆转录酶将随着刺激反应选择的数量增加而对数增加。这意味着，当我们在选择-反应时情况下计算选择数的对数并将结果-反应时绘制在图上时，反应时随着选择数的增加而线性增加。描述这个规律的方程是ChoiceRT=k[log(*N*+1)]，其中k是常数(在大多数情况下是简单的RT)，N等于可能的选择数2。图8.1说明了使用希克方程预测一到八个选择的选择反应时的结果，从200毫秒的简单反应时开始(即一个选择；因此等式中的=200)。

|  |  |
| --- | --- |
|  | **仔细看看** |
| **从历史的角度看唐德尔利用反应时间研究行动准备**  反应时间的研究 任何其他点亮的灯(例如，响应红色的精神操作)都有可追踪的历史 灯，但不到绿灯)。  回到十九世纪中叶。知道 东德尔斯推断，由于不同的“思维的心理操作基本要素”，科学家们对确定这三项任务的RTs变得越来越感兴趣。对涉及识别刺激和选择的反应的调查提供了一种有用的方法来调查这个问题，为每项任务提供适当的反应。他发展了一种方法，因为它代表了下列减法之间的时间间隔，以确定检测刺激的速度和两个心理操作阶段中每一个阶段的开始:  对此的回应。荷兰内科医生唐德尔斯博士认为，c任务的反应时——a任务的反应时=特定精神操作发生的假设量 *刺激辨别阶段的时间到了*  RT间隔期间的一系列特定阶段和b任务的RT=c任务的RT=确定他可以识别每个阶段的数量。他开始- *响应选择阶段的时间*  发表于1868年的研究报告， 简单实时任务提供了基线实时任务，并继续影响研究人员，因为它只涉及刺激识别和今天。为了验证他的假设，他设置了三种不同的选择一种反应，而选择——“方法”用于执行反应时任务。 和辨别反应时间任务需要   * *简单的反应时间任务* 不同刺激的辨别和方法的选择):参与者按下电报机- 不幸的是，很少有研究人员遵循唐德尔的启发。 在第二次世界大战之前，尽一切努力领导 * 选择反应时任务(当1952年希克报告他关于b方法的工作时，唐德斯称之为二):参与者用右手尽快按下电报式刺激键数量的系统影响 RT上的响应选项(在本文中讨论的是，右侧灯点亮，左手 章)。从那时起，研究反应时间就成了当左灯点亮的时候。 了解行动准备过程的方法， * *辨别反应时任务* 这是现在被称为c方法的研究领域的一部分):参与者按下 心理计时，已经产生了大量的电报式钥匙尽快当一个 Wong，díaz&Colonius，2015年和Meyer等人，1988年)。 | |

希克定律的重要组成部分是对数函数，你之前在第7章讨论费茨定律时看到过2。这个函数很重要，因为它表明RT的增加是由于信息传递的可能

行动**准备**在执行行动的意图和行动开始之间发生的活动；有时，术语“运动编程”用来指这种准备活动。

**希克定律**是人类行为的一个定律，它指出反应时将随着刺激反应选择的数量增加而对数增加。

182 单元二■电机控制简介



在线学习中心实验手册中的实验8a为您提供了一个执行选择反应时间任务的机会，该任务的特点将允许您体验希克定律如何描述选择数量和反应时间之间的关系。

**实验室链接**

700

600

500

**室温(毫秒)**

400

300

200

100

0

1 2 3 4 5 6 7 8

**多个选项**

程序中，研究人员为参与者提供了不同数量的预先信息，这些信息是关于在选择的情况下必须做出的反应。在

**图8.1**根据希克定律，基于200毫秒的简单反应时(即一个选择)，一至八个选择反应时的预测反应时。

选择，而不是选择的实际数量。在信息论中，*日志*指定了一点信息*2*。位，二进制数字的缩写，是两个选项之间的是/否(即1/0)选择。在1位决策中，有两种选择；在2位决策中有四种选择；一个3位决策涉及8个选择；诸如此类。位数表示解决所涉及的选择数量所产生的问题所需的“是/否”决策的最小数量。例如，如果在一种情况下有八种选择，一个人必须回答三个是/否的问题来决定正确的选择。因此，八个选择的情况是一个3位决策的情况。相应地，希克定律不仅正确地预测了RT随着选择方案数量的增加而增加；它还预测了预期增长的具体规模。

## 正确反应选择的可预测性

如果在一个绩效情况下存在多个可能的响应，并且一个备选方案比其他方案更可预测，则行动准备时间将比所有备选方案同等可能的情况下更短。研究证据一致表明，随着一种可能选择的可预测性的增加，反应时减少。

罗森鲍姆(1980，1983)在20世纪80年代早期推广的一种被称为预提示技术的实验程序，被用来研究这种关系。在这个

在罗森鲍姆的实验中，参与者必须尽快移动一只手来敲击发出信号的焦油获取键。有三个反应维度，所有这些都涉及两个选择的情况:*手臂*移动(左或右)；移动的*方向*(远离或朝向身体)；和移动的范围(短或长)。在发出移动信号之前，参与者可以接收预先的信息(即，预变量)，该信息指定没有、一个、两个或所有三个维度的正确通信响应。结果表明，随着预切尺寸的增加，室温降低。预先信息的好处是，预测者只需要在“开始”信号之后准备剩余的未预定义的尺寸。

一个重要的发现是，在实际的移动信号出现之前，人必须保持他或她的注意力在预先信息的位置上。Eversheim和Bock(2002)在一系列实验中表明，当一个人的注意力被前兆和移动信号之间的一些其他活动转移时，这个人就失去了预先信息的实时好处。

## 预判正确概率的影响

当预先信息可能正确也可能不正确时，预切割情况会发生有趣的变化。在这种情况下，影响准备时间的关键因素是预先信息正确的*概率*。例如，如果一名篮球运动员正在与持球运动员一对一防守，并且知道该运动员必须投篮或传球，那么防守队员有50-50的机会

第8章■行动准备 183

|  |  |
| --- | --- |
|  | **仔细看看** |
| **希克定律在体育表演情境中的应用**  网球运动员等待返回的反应时间 用发球者的球拍。我们引入的时间发球将符合希克定律。作为数量 研究人员使用刺激反应选择的事件遮挡技术增加了，大脑也将增加 评估玩家对这些类型玩家反应时间的感知能力。最短的反应时间将 第6章中的高级提示，我们讨论了如果服务器总是服务于同一个位置时的开发发生 第9章中进一步介绍预测技巧。另一个这样的返回者总是可以准备相同的 策略是注意语境信息的反应，而不必区分一次发球 这使得对手更有可能从其他类型中进行选择。当然，这种情况不会发生在 一个行动胜过另一个。比如游戏里的分数。至少，服务器会将类型混合在一起 比赛中，对手的已知趋势(尤其是发球，有些发得很宽，有些发得很低， 在大点上)，天气可以提供所有，有些直接走向身体。返回者 对手可能做什么的线索。这是必须准备所有这些可能性并选择 职业运动员和运动队做出适当反应的一个原因(正手、反手、防守 越来越多地雇佣分析师来侦察他们的投篮)。这个 比赛前的对手。提前知道返回者的反应时间会高很多 你的对手可能会在特定的情况下做三种发球来分散你的注意力 为您提供了应对刑事犯罪的主要优势，并提供了三种应对措施 他们的行为。当然，你的对手也可以在同样的发球和同样的反应是可期待的地方。 通过“玩家*如何减少刺激选择*”来利用这些信息与你期望他们做的相反！研究员  为了减少决策和行动准备——谁在运动定量时间内研究预期和决策？一种方法是寻找高级线索，这些线索越来越多地要求对发球者的动作进行更多的研究，其中可能包括球的上下文信息如何影响投掷、躯干旋转或手臂旋转等过程(例如，卡内尔-布鲁兰和曼，2015年；弗农，法罗，在球接触之前判断发球的类型&里德，2018)。 | |





猜测进攻球员会做什么，并准备一个适当的行动。但是，如果防守队员知道当进攻队员在球场上的那个特定位置时，他或她有80%的时间会传球，那么防守队员很可能会开始准备防守传球的队员。在这种情况下，提前信息(即预切)为防守球员提供了一个比50-50更好的选择。因此，尤其是只有20%的机会做出错误的选择，防守球员可能会偏向他或她的行动准备，以防止球员传球。

防守球员以这种方式偏向他或她的准备会获得什么优势？这种准备偏差可能是一个缺点吗？这些问题的答案取决于防守球员的准备是否正确。

实验室环境中的研究提供了证据，表明在这种情况下可能出现的优势和劣势。最好的例子是拉里什和斯特尔马赫(1982)的实验，这已经成为研究这个问题的模型方法。参与者收到了关于右手还是左手应该击中目标的预先信息。但是这个信息只有20%，50%，或者80%的时候是正确的。结果(如图8.2所示)说明了**成本效益的**权衡

**成本效益权衡成本(就较慢的反应时间而言)和效益(就较快的反应时间而言)，这是由于偏向于几个可能的行动中的一个行动的准备(而不是准备好像每个可能的行动是同等可能的)。**

184 单元二■电机控制简介

400

350

300

250

**室温(毫秒)**

200

150

100

50

0

.80 .50 .20

**概率条件**

反之，RT会随着这种关系变得不太兼容而变慢。

空间关系效应。刺激和反应装置之间的空间关系是考虑刺激-反应相容性的最常见方式。例如，假设一个人必须按下三个键中的一个，以响应三盏灯中一盏灯的照明。如果灯和键水平排列，且要按下的键位于灯指示下方



**图8.2**拉里什和斯特尔马克的实验结果，显示了不同概率的预变量的正确性对RT的影响。请注意

.80概率条件与.20概率条件的时间劣势相比。资料来源:改编自拉里什(1982年)。根据年龄对目标手部动作进行预编程、编程和再编程。*杂志*

*运动行为，14，322–340。*

与这种情况有关。当预切有50-50%的机会(50%的正确条件)是正确的时，参与者的反应就好像这个任务是一个两个选择的实时任务。然而，在80°-20°的条件下，参与者的反应明显偏向于向预定目标的方向移动。当他们是正确的，有一个好处；他们的RTs比他们没有偏见的反应要快。然而，当他们错了的时候(20%的情况)，就有了代价:他们的放疗比50-50的情况下要慢。

## 刺激反应相容性

影响运动准备时间的另一个任务特征是刺激和反应选择之间的物理关系。对刺激反应相容性的研究可以追溯到第二次世界大战，历史悠久。这项广泛的研究一直表明，随着*刺激特征*和所需*反应*之间的关系变得更加相容，反应时将会更快。

这种反应，比灯是垂直的，按钮是水平的情况更适合。与不太兼容的情况相比，更兼容的关系会导致更快的RTs(和更少的错误)。

***斯特劳普效应。***当刺激的出现暗示了一种类型的反应，但这种情况需要不同的反应时，就会出现不同类型的信噪比兼容情况。最好的例子是斯特劳普效应，这是一种当一个人必须对一个给颜色命名的单词的墨水颜色做出口头反应时发生的现象。这种现象是以第一个报道它的J.R.斯特劳普的名字命名的(斯特劳普，1935)。当单词名称和单词的墨水颜色相同时，RT比单词与其名称颜色不同时要快。例如，如果蓝色是单词，当墨水颜色是蓝色时，人们说“蓝色”的速度会比单词名称是红色但墨水颜色是蓝色时快。就刺激-反应相容性而言，当一个词的墨水颜色与它所命名的颜色相同，而人必须说出墨水颜色时，就存在相容的情况；但是，当一个单词用不同于它所命名的颜色书写时，就存在一种不相容的情况，这个人必须说出墨水的颜色。

S-R***兼容性***为什么会影响RT？为了解释刺激-*反应*相容性对反应时的影响，泽拉日尼克和弗朗兹(1990)提出证据表明，当刺激-反应相容性低时，反应时的增加是由于反应*选择*问题。另一方面，当S-R

第8章■行动准备 185

**仔细看看**



**厨房中具有潜在严重后果的刺激-反应兼容性示例**

Proctor、Vu和Pick(2005)的文章描述了以下示例，说明了S-R兼容性是厨房设备设计中的一个重要问题。典型的炉灶有四个燃烧器，通常排列成2×2的布局，两个在前，两个在后。然而，这些燃烧器的控制是以与燃烧器布局兼容程度不同的方式组织的。以下示例说明了其中两种情况:

**兼容信噪比 不兼容**

燃烧器

控制



对于高信噪比兼容配置，选择正确的控制既简单又快速，但对于信噪比不兼容配置，选择正确的控制则更加困难且速度更慢。对于不兼容的配置，尤其是在需要快速准确响应的紧急情况下，发生控制选择错误的可能性要高得多，并可能导致严重后果。

相容性高，反应选择过程最小，因此任何反应时的变化都反映了与所选反应准备相关的运动过程。韦克斯和普罗克特(1990)进一步发展了这一点，证明了特定的反应选择问题是由于涉及刺激位置到反应位置的映射的翻译问题。因为这个翻译过程需要额外的时间，所以翻译时间增加了。

**刺激-反应(S-R)相容性——空间排列关系的特征**

刺激和反应。这种关系包括刺激的空间安排和对刺激做出反应所需的肢体运动，以及刺激的物理特征或意义和所需的反应类型。在涉及刺激和反应选择的反应时任务中，相容性的程度影响准备时间的长短。

Stroop效应:一种刺激反应共存的情况，其中一种颜色的名称和墨水相同或不同。当两者是相同的颜色时，说这个词的RT比当这个词是不同的墨水颜色时要快。

## 前期长度规律性

当一个人检测到一个信号，表明即将发出响应信号时，准备过程的一部分就开始了。这个“警告”信号和刺激或“开始”信号之间的间隔，

186 单元二■电机控制简介





在线学习中心实验手册中的实验8b通过参与一个类似于亨利和罗杰斯(1960)的实验，为您提供了一个体验运动复杂性对逆转录病毒影响的机会。

**实验室链接**





本章讨论的几种情况和运动员特征会影响游泳运动员开始比赛的准备。

瑞安·麦克维/盖蒂影像公司

被称为**早期**。在简单时距定位中，这一间隔长度的规律性影响时距如果前期是一个恒定的长度，也就是说，每次试验的时间相同，那么如果前期的长度发生变化，RT将会比它短。

我们可以把与持续的早期相关的较短的反应时归因于表演者的预期。因为这是一种简单的实时情况，所以在发出警告信号之前，人们知道需要什么样的响应。因为每次试验都有相同的前周期长度，所以他或她知道在警告信号之后什么时候会出现go信号。因此，该人员可以在go信号发出之前准备好所需的动作，并在非常接近go信号的位置开始动作。

田径或游泳短跑比赛的开始说明了实现对以下内容的理解的必要性

恒定前周期长度对RT的影响。如果这些比赛的开始者在他或她的运动员准备好的信号和开始跑步或游泳的枪或声音之间保持恒定的时间量，运动员可以预测go信号，并获得相对于其他没有准确预测信号的运动员的不公平的优势。我们预计实际的运动开始会有一些变化，因为人们对短跑开始的RT早期通常涉及的精确时间量的计时能力各不相同。有趣的是，如果短跑运动员的反应时间少于100毫秒，他们就会被指控为错误的起跑。因为来自发令员枪的声音的处理和发令的准备和开始被认为需要至少100毫秒，小于100毫秒的反应时间被认为是预期的结果(李，2011)。

## 运动复杂性

运动的复杂性通常基于运动的部件数量。证明运动复杂性对反应时影响的研究证据主要是在20世纪60年代到80年代早期报道的，从亨利和罗杰斯(1960)的经典实验开始。他们证明了对于一个需要快速反应和快速运动的弹道任务，反应时间随着所需动作的组成部分的数量而增加。许多其他实验已经证实了这些发现(例如，安森，1982；克里斯蒂娜&罗斯，1985；费奇曼，1984)。从*行动准备*的角度来看，这些结果表明，要执行的行动的*复杂*性影响了一个人准备电机*控制系统*所需的时间。

从这些实验中产生了一个问题，即事实上，关键因素是否是动作中涉及的组成部分的数量。因为

第8章■行动准备 187



当比较不同复杂度的动作时，执行动作的时间量和动作的组成部分的数量是一致的，可能需要的时间量可能是RT增加的原因。为了研究这两个因素中的哪一个影响了亨利和罗杰斯的实验，克里斯蒂娜和同事们进行了一系列的实验，为亨利和罗杰斯的结论提供了支持，即组成部分的数量是RT增加的关键(关于这项研究的综述，见克里斯蒂娜，1992)。

|  |  |
| --- | --- |
|  | **仔细看看** |
| **亨利和罗杰斯的经典实验(1960)**  亨利和罗杰斯(1960)假设如果人们 向前伸出手，用预先准备好的动作击打悬挂的网球，这是一个复杂的动作 手背、反方向和推a应该比简单的准备时间长。在 按钮，然后最后再次反向和加法，增加了准备时间 抓住另一个网球。参与者将反映在反应时间的变化上。测试 尽快完成所有这些动作。这个假设，他们比较了三种不同的快速—— 结果支持了这个假设。复杂环境中不同的平均运动情况- 运动甲的反应时间为165毫秒；运动的运动性。最不复杂的动作 平均反应时为199毫秒；对于动作C，要求参与者释放一个电报键，如下所示 平均反应时为212毫秒。  锣响后尽快(动作A)。这个 研究人员认为，在下一个复杂层次上增加移动的原因是移动量的增加b)要求参与者在必须准备的相关信息中发布密钥。他们敲锣，并把手臂向前移动30厘米，假设这个动作中涉及的机制是一个运动程序，类似于一根绳子。最复杂的运动(运动c)计算机程序，该程序将控制所需参与者在锣上释放键的细节，执行该动作所需的事件序列。 | |

## 运动精度

随着运动精度要求的提高，所需的准备时间也随之增加。研究人员在比较手动瞄准任务的RTs时很好地证明了这种效果，这些手动瞄准任务根据目标大小而不同。例如，Sidaway，Sekiya和Fairweather(1995)让人们执行手动瞄准任务，他们必须尽可能快地依次击中两个目标。两个结果显示了对任务准确性要求的准备的影响。第一，RT随着目标尺寸的减小而增大。第二，当第一个目标的大小不变时，

命中目标位置的分散与第二个目标的大小有关。这些结果已被其他研究复制(例如，费奇曼，姚和里夫，2000年)。

这项研究的一个重要方面是，它扩展了我们对费茨定律的理解，我们在第7章中讨论了这一点。费茨定律关注的是与运动精度要求相关的运动时间的增加，而不考虑运动的复杂性。我们在这里讨论的西达维和其他人的研究表明，准确性要求的提高也增加了*准备*移动所需的时间。在这些情况下，需要额外的时间来准备行动，这可能是因为需要额外的准备来约束人的肢体在较小目标施加的空间限制内移动。(参见Kourtis，Sebanz&Knoblich，2012年的一项研究，该研究显示了动作规划过程中费茨定律的电生理学相关因素。)

在反应时间范例中，警告信号和go信号或刺激之间的时间间隔。

188 单元二■电机控制简介

## 一场运动的重复

人类表演的一个众所周知的特征是，当表演情境要求一个人在下一次尝试中重复相同的反应时，该人在下一次尝试中的反应时间将比前一次尝试中的反应时间快。随着试验次数的增加，重复试验对放射治疗的影响减小。同样，在其他性能情况下，准备时间的减少是由于响应选择过程的减少(见坎贝尔&普洛克特，1993)。

## 对不同信号的不同反应之间的时间

有些表演场景要求一个人用一个动作来回应一个信号，然后用不同的动作很快地回应另一个信号。例如，当一个篮球运动员在一对一的情况下面对一个防守队员时，他或她可能会假动作

在一个方向(第一信号)上移动，然后在相反方向(第二信号)上移动。进攻方的每一个“信号”都要求防守方发起一个动作。在这种情况下，防守球员的*第二*个动作的节奏会比他或她的第一个动作慢。

第二个动作的反应时*延迟*是由于心理不应期**(PRP)**，它可以被认为是一个延迟期(不应期是延迟的同义词)，在此期间，一个人不能选择第二个动作，直到他或她选择并启动第一个动作。因此，PRP反映了行动准备过程中的明显局限性。

图8.3说明了PRP使用前面描述的篮球一对一的情况。带球的球员(球员甲)假装向左移动，但很快向右移动。他或她获得额外的时间来执行向右移动，因为PRP造成的RT延迟

1. **无假货情况:**

玩家甲向左移动

B选手的动作

玩家甲向右移动

B选手的动作

玩家B的RT1

玩家B的RT2

1. **假情况:**

玩家甲假装向左

玩家B的RT1

玩家B回应玩家A假动作的动作

玩家甲向右移动

玩家B响应玩家A向右移动的动作



富含血小板血浆 )

玩家B的RT2

**图8.3**心理不应期(PRP)用运动员向右移动获得的时间优势来说明，此时运动员跟随假动作向左移动。(A)当玩家A向左(RT)或向右(RT)移动时，玩家B的RT，此时两者前面都没有相反方向的假动作12。(B)玩家B的RT当玩家A第一次假动作向左移动但是之后又向右移动的时候。在这种情况下，玩家A获得额外的时间来执行向右移动，因为玩家B的RT增加了，这是由PRP引起的延迟造成的2。



结果来自于B玩家对假货的最初反应。该图显示，如果玩家B的RT之前没有出现向左移动的假动作，玩家A向右移动的时间将是相同的。但是假动作需要玩家B对假动作发起回应，才能对向右移动发起回应。

PRP的第一个证据是1931年由特尔福德发表的。从那时起，许多研究人员在各种环境中证明了这种延迟。尽管研究人员继续为PRP寻求适当的理论解释，但人们普遍认为，对第二个刺激的*反应*延迟与两个S-R任务的反应*选择*要求有关，这两个任务必须快速连续执行，或者与反应启动的时间有关(Klapp，Maslovat，&Jagacinski，2018)。对第二刺激的响应等待对第一刺激的响应完成。事实上，如果第二次刺激发生在对第一次刺激的反应之后，PRP效应就可以消除。理论上的问题是为什么第二次回应必须等到第一次回应完成。我们将在第九章考虑这个问题。

# 除了任务和情境特征之外，表演者的某些特征也会影响动作准备的过程。我们应该把这些特征看作是情境性的，因为它们指的是一个人在某项技能必须被执行时的状态。这里需要注意的是，这些表演者特征通常不仅影响准备一个自愿动作所需的时间，还影响其表演的质量。

## 表演者的警觉性

人类表演的一个重要原则是，表演者的警觉性影响他或她准备所需动作的时间，以及动作本身的质量。在两种表现情况下，警觉性的作用尤其重要

第8章■行动准备 189

关键。一种是实时任务，在这种任务中，一个人不必等待超过几秒钟的时间，而是必须尽可能快、尽可能准确地对刺激做出反应。另一类涉及长期保持警觉，是快速准确反应很重要的任务，但人必须作出反应的信号不经常和不定期地出现。

对于实时任务，提高一个人最佳警觉和准备适当响应的可能性的一种方法是提供某种类型的警告信号，指示他或她必须在接下来的几秒钟内做出响应。一个多世纪以前，在人类行为研究的早期，研究人员证明了这一警告信号的好处。事实上，在20世纪上半叶已经积累了足够的证据，可以得出结论，当警告信号先于响应信号时，RT比没有警告信号时要快得多(Teichner，1954)。

重要的一点是，在警告信号发出后，有一个最佳的时间长度，让人们在等待出发信号的同时保持警觉。如果go信号在警告信号后过早出现，或者如果人必须等待太长时间，RT将比go信号在这两个时间点之间出现的时间长。这些绩效效应表明，人们需要最少的时间来培养最佳的警觉性，我们可以在有限的时间内保持这种警觉性。

正如您在图8.4中看到的，在警告信号之后应该出现go信号的时间范围是最佳的。插入该数字的确切时间将取决于技能和情况。然而，对于简单的室温情况，一个合理的指导方针是:*最佳的早期*周期*长度应该*在*1*到*4*秒之间。

**心理不应期(PRP)**:一个人在执行先前开始的行动时，似乎把计划好的行动“搁置”的延迟期。

190 单元二■电机控制简介

警报信号

"“走”信号[太早]

"走”的信号[太晚了]

“开始”信号的最佳时间范围

时间

图8.4警告信号与“开始”信号时间关系的图示，这是确保在反应时间情况下做出最佳响应所必需的。这些事件的实际时间取决于执行它们的任务和情况。

警惕。警觉性的长期维持被称为警觉性。在警戒状态下，当个人检测到行动信号时，他或她必须采取适当的行动。问题是*信号很*少出现，而且不规律。在运动技能表现情境中有很多警戒情况。在体育运动中，一种涉及警觉的情况发生了，棒球外野手必须在整个一局中保持警觉，尽管在投出的许多球中只有一个球击中了他们。在工业中，必须检测并从装配线上移除有缺陷产品的工人会看到许多产品经过他们很长一段时间，但只有少数是有缺陷的。同样，当一个人长时间开车时，在不拥挤的高速公路上驾驶汽车或轨道是一项警戒任务。游泳池或海滩的救生员可能是一个警惕问题，因为在长时间值班期间，需要应对的情况很少发生。医务人员经常需要长时间工作，但仍然能够正确识别健康问题的症状，并执行需要精确运动控制的外科技术。

在每一种情况下，反应时作为人必须保持警觉以检测特定信号的时间的函数而增加。检测误差也会增加。科学家们在第二次世界大战期间首次报道了这一现象。在研究模拟在雷达屏幕上观察到的信号的检测的实验中，结果表明，在两小时的工作间隔期间，信号的实时性和检测信号的准确性随着每半小时而显著恶化。尽管在警戒状态下，一个人需要保持注意力的时间越长，他就越有可能发现一个

发信号并做出反应，睡眠不足会使警惕性表现更差。研究一贯表明，睡眠剥夺(即长时间缺乏睡眠)、睡眠不足(即夜间睡眠时间少于所需时间)和睡眠中断对一个人在活跃情况下的表现有负面影响(例如，见Dinges等人，1997年；Drummond等人，2005年)。人们普遍认为，克服与睡眠有关的表现问题的最好方法是睡觉。然而，这种选择并不总是可能的，这导致研究人员研究了各种兴奋剂，作为短期提高绩效的替代方法(例如，Magill等人，2003年；韦森斯坦，基尔戈和巴尔金，2005)。

Eason，Beardshall和Jaffee(1965)很好地证明了警觉性下降会导致与长期警觉性相关的表现下降。他们提供了生理证据，证明在一个小时的训练中，警惕性有所下降。参与者的皮肤导电率降低，表明在整个过程中镇静和睡意增加。此外，参与者的颈部张力稳步增加，因为他们的神经系统试图通过增加颈部肌肉活动来进行补偿。

## 注意力集中在信号和运动上

许多运动技能，如短跑和游泳，要求一个人在发出移动信号时尽可能快地移动。在这些情况下，有两个重要的组成部分，RT和移动时间(MT)。为了准备开始他或她的运动，这个人可以集中注意力

第8章■行动准备 191



取决于信号本身(感觉装置)或所需的运动(运动装置)。首先由富兰克林·亨利(1960)提供的研究证据表明，表演者有意识地将注意力集中在两个组成部分中的哪一个会影响逆转录病毒

|  |  |
| --- | --- |
|  | **仔细看看** |
| **闭合性颅脑损伤引发的警惕性问题**  闭合性头部损伤涉及脑损伤，经常会撞到指定的键盘按键。这组试验持续了一场车祸或跌倒的结果。大量cog-20分钟，试验之间只有2到5秒。  引发和运动问题可能伴随这种类型 作者指出，根据大脑的区域，以下损伤结果是最值得注意的，因为它们增加了预损伤。与对与闭合性头部损伤相关的警惕性问题缺乏认识相关的问题包括难以保持对闭合性头部损伤的注意力。与非大脑相比——*在*一段时间内处于警戒状态。 *受伤的参与者，*病人表明他们的:  Loken等人(1995年)为这种差异提供了证据 **1.** 通过比较患有严重闭头症的患者，总体警惕性表现存在差异 受非脑损伤人员损伤的刺激阵列的复杂性的影响。所有参与者 计算机屏幕(即，在计算机屏幕上观察到的两组、四组或更多组的检测性能 随着圆圈集合大小的增加而减少)  八个蓝色小圆圈(直径1.5毫米)。在某些方面 **2.** 随着功能试验的进行，检测时间延迟增加，其中一个圆圈呈纯蓝色(这种情况发生了 在200次试验中，只有60%的试验持续了这么长时间。当par- 任务(即检测实心蓝色圆圈所需的时间)检测实心蓝色圆圈所需的时间 蓝圈在200次试验中线性增加) | |

然而，因为亨利的结果是基于参与者对他们的器械包的看法，克里斯蒂娜(1973)给每个参与者施加了一个感官或运动器械包来启动快速手臂运动。感官组被告知要把注意力集中在go信号(蜂鸣器)的声音上，但要尽可能快地移开应答键。机动组被告知集中精力尽可能快地移动。结果表明，感觉组的反应时比运动组快20毫秒。有趣的是，两组的MT没有统计学差异。因此，参与者将注意力集中在信号上，允许运动自然发生，缩短了所需的准备时间，并且不会影响运动速度，从而产生更快的总体响应时间。

琼斯马、埃利奥特和李(1987)在运动表现现场复制了这些实验室结果。他们比较了在赛道上冲刺时的感觉和运动设置。为了测量逆转录酶，作者在后脚启动块中嵌入了一个压敏开关。他们测量MT作为时间

从松开此开关开始，直到在离起点1.5米处有一个光电光束断开。结果表明，对于新手和有经验的短跑运动员来说，在感觉设置条件下，反应时更快。

# 准备期间发生了什么？

从目前为止的讨论来看，你可以看到准备行动的过程是复杂的。它包括知觉、认知和运动成分。证明准备过程包括这些成分的一种方法是通过使用第2章中介绍的称为分离RT的技术将RT间期的肌电图记录分成几个部分。

## 分馏RT的证据

正如我们在第二章中所描述的那样，为了分割放射治疗，从涉及运动的激动剂肌肉中获得的肌电图记录被分成两部分

在需要反应的刺激很少出现的表演情况下保持注意力的**警惕**。

192 单元二■电机控制简介

|  |  |
| --- | --- |
|  | **仔细看看** |
| **影响准备行动所需时间的任务和执行者特征摘要**  ***增加*行动的特征 *减少*行动的特征**  **准备时间 准备时间**   * 运动选项数量的增加 运动选项数量的减少 * 正确的不可预测性的增加 正确运动反应备选方案的可预测性增加 运动反应替代 * 遵循对表演的期望偏差 遵循对执行几个运动选择之一的期望偏差，要求 作为几种运动选择之一，所需的运动不是预期的运动 运动是人们所期待的 * 空间不兼容程度的增加环境背景特征及其 环境背景特征及其相关运动之间的关系 相关运动 * 前期不规则性的增加 在逆转录情况下，前周期长度的规律性增加 在RT情况下 * 没有以前的经验(即实践)执行∙经验量的增加(即实践——在要求的情况下的任务 在需要的情况下执行任务 * 表演者警觉性的降低 适当水平的表演者警觉性 * 注意力集中在运动上而不是 注意力集中在“开始”信号上而不是“开始”信号上 运动 | |



不同的组件(见图2.3)。第一个是马达前组件(有时称为机电延迟)。肌电图信号与信号出现前相比变化不大。然而，在信号出现后不久，肌电图信号显示电活动迅速增加。这表明运动神经元正在放电，肌肉正准备收缩，尽管还没有观察到运动发生。在这段时间内，运动成分是可观察到的运动之前增加的肌电图活动。

RT的前运动和运动成分代表了在可观察到的运动之前发生的两种不同的活动，反映了不同类型的运动准备过程。前运动成分包括对刺激信息的感知或认知处理，以及准备所需动作的运动特征。电机组件开始运动的实际电机输出阶段。在此期间，参与该动作的特定肌肉正在放电，并准备开始产生可观察到的运动。

通过分馏RT，我们可以洞察在行动准备过程中发生了什么。研究人员观察这些逆转录成分中的哪一个受到我们前面讨论的影响逆转录的各种因素的影响。例如，克里斯蒂娜和罗斯(1985)报告说，由于反应复杂性的增加，反应时的变化反映在运动前成分的增加上。对于由两部分组成的手臂运动，马达前部件比由一部分组成的手臂运动平均增加19毫秒，而马达部件仅增加3毫秒。西格尔(1986)发现，当*运动*持续时间从150毫秒、300毫秒和600毫秒增加到1200毫秒时，反应时线性增加，前运动部件的长度也线性增加。另一方面，电机部件保持相同的长度，直到响应持续时间变为1200毫秒；然后它显示出轻微的增长。谢里丹(1984)表明，由于*运动速度*的增加，前运动部件也是RT增加的原因。然而，卡尔顿，卡尔顿和纽厄尔(1987)发现前发动机和



通过改变响应的力相关特性来控制电机部件。D*a*vranche，Burle，Audiffren和Hasbroucq(2005)在研究进行亚最大*运动*时选择-反应时性能改善的基础时，报告了运动前和运动部件的类似变化。

## 姿势准备

这种姿势准备过程通常被称为预期姿势调整。术语“预期的”是指在执行一个预期的动作或运动之前，有额外的肌肉激活，这是一个非意识发生的过程。研究人员通常使用肌电图记录来研究这些肌肉活动。预期姿势调整的演示进一步支持了运动控制系统的复杂性和复杂性。尽管已经报道了大量的实验，这些实验为在预定动作开始之前的姿势准备活动提供了证据，我们将只考虑几个例子。这些例子包括涉及简单和复杂的肢体运动以及全身运动的动作。这些研究例子向我们表明，我们所采取的所有行动，即使是那些最简单的动作，都需要一个复杂的肌肉协同系统来协同工作。

周和华莱士(1992)要求人们以直立姿势站立时，在水平面内进行屈肘瞄准运动。参与者学会以标准运动时间定义的三种不同速度进行这种运动。作者对双腿和相应手臂的各种肌肉进行了肌电图记录。结果表明，一系列特定的支持姿势事件发生了。对于每种运动速度，对侧和同侧腿部的肌肉(股二头肌和股直肌)在手臂激动肌(肱二头肌)开始之前激活。随着手臂速度的增加，预期姿势肌肉活动的开始发生在手臂激动剂肌肉激活之前的较早时间。作者还

第8章■行动准备 193

发现不同姿势的肌肉有不同的发作顺序。

最近，博纳勃朗、马丁和蒂斯代尔(2004)发现，对于站立时不同大小的目标(5、10和25厘米宽)的手臂指向运动，腿部肌肉不仅在手臂开始运动之前激活(类似于韦克斯和华莱士的发现)，而且特定肌肉的活动量也根据目标的大小而变化。例如，随着目标尺寸的减小，竖脊肌的肌电图活动增加，但胫骨前肌和股四头肌的直肌的肌电图活动减少。当考虑到我们在第7章中讨论的费茨定律时，这些结果表明运动时间和运动精度要求之间的关系在运动准备中有基础。此外，这些结果提供了肌肉准备差异的证据，这些差异与瑞达维和其他人报道的逆转录病毒疗法和运动准确性之间的关系有关，我们在本章前面已经考虑过了。

姿势准备对腿部运动也有影响。例如，在Mercer和Sahrmann(1999)的一项研究中，三个年龄组(8-12岁、25-35岁和65-73岁)的人没有神经肌肉损伤，他们进行了两种类型的楼梯踏步动作:一只脚踩在楼梯踏步上(“放置任务”)，一只脚踩在楼梯踏步上，然后将另一只脚放在踏步上(“踏步任务”)。实验人员分析了站立腿的四块肌肉(胫骨前肌、腓肠肌-比目鱼肌、腘绳肌和臀大肌)和活动腿的两块肌肉(股直肌和臀大肌)的肌电图记录。当实验人员根据所有参与者每块肌肉的开始(即激活)时间分析肌电图结果时，他们发现站立腿的胫骨前肌是第一块激活的肌肉。平均来说，它在对侧腿开始移动前215毫秒激活，用于步进任务，在开始移动前307毫秒激活，用于放置任务。站立腿中TA的这种初始激活确保了相对腿向前迈步时的姿势稳定性。又一个

194 单元二■电机控制简介

|  |  |
| --- | --- |
|  | **仔细看看** |
| **脑卒中偏瘫患者与健康成人相比的预期姿势调整**  中风后，人们通常会经历此外，30名健康男女(平均年龄=身体一侧瘫痪(即偏瘫)。71岁)作为健康对照组。  影响电机控制特性之一  偏瘫是指躯干和四肢的预期姿势调整在有意的运动之前受到损害，所述运动或者是偏瘫(即，副控制；(3)患者的左髋和对照组的左髋；(4)通过调查病人的抗精神病性，使病人对这个问题有了更深刻的认识 ***Tasks:***Flexion (as fast as possible) of (1) *pareticarm*ofthepatientsandleftcontrols(2) *nonparetic arm* of the patients and right arm oflyzed)ornonpareticlimb.研究byDickstein, Shefi, Marcovitz, and Villa (2004) provided some and right hip of the controls  特定姿势的姿势调整特征  手臂和臀部屈曲运动的躯干肌肉。 ***参与者:***50名偏瘫男性和女性(平均双侧腰椎竖脊肌和背阔肌年龄=72岁)，他们经历过中风相关肌肉；前躯干(腹肌):研究前一个月左右*Posteriortrunk(backmuscles):****EMG***。腹直肌和外斜肌中风；所有患者均累及大脑中动脉。一些屈臂者:三角肌前部和肱二头肌有左偏瘫，一些有右偏瘫。克里斯；髋关节屈肌:股直肌  ***结果:***  ***任务:麻痹和左臂麻痹***  中风患者& 1. 在同侧背部肌肉健康对照之前激活对侧背部肌肉 2. 在手臂屈肌之前激活竖脊肌  中风患者 同侧背部肌肉激活开始的更长延迟  ***任务:非利手和右臂***  中风患者& 1. 在同侧背部肌肉健康对照之前激活对侧背部肌肉 2. 手臂屈肌前两个背部肌肉的激活  中风患者 同侧竖脊肌激活开始的延迟时间更长  ***任务:瘫痪和左髋部骨折***  中风患者& 对侧和同侧腹部健康对照的同时激活 肌肉  中风患者 腹肌激活开始的延迟时间更长  ***任务:无脑和右髋关节脱位***  中风患者& 1. 同时激活对侧和同侧腹直肌健康对照 2. 在同侧外斜肌之前激活对侧外斜肌  斜肌  中风患者 腹肌激活开始的延迟时间更长  ***结论:***背部发病的更长延迟是治疗应包括增强，腹肌表明这些躯干肌的激活水平对这些肌肉在身体轻侧的历史姿势调节活动的预期，特别是考虑到中风后偏瘫患者的受损。给予背阔肌，外斜肌，以及这些结果对腹直肌物理康复的意义。 | |

第8章■行动准备 195

**分步任务 放置任务**

技术顾问-总经理 技术顾问-总经理



老年人年轻人儿童

TA-HS-GM TA-HS-GM

TA-GM-GSTA-GM-HS

TA-GM-GSTA-GM-HS

TA-HS-GM-GS TA-HS-GM-GS

其他 其他

0 2 4 6 8 10 12 14

**参与者人数**

0 2 4 6 8 10 12 14

**参与者人数**

图8.5美世和萨尔曼(1999)的实验结果，显示了儿童、年轻人和老年人的数量，他们表现出特定的“首选”序列的肌肉激活的立场腿的位置和步骤的任务。每个序列表示所列肌肉的激活顺序(TA=胫骨前肌，GM=臀大肌，HS=腘绳肌，

GS=腓肠肌-比目鱼肌)。资料来源:图4，第1149页，见美世公司诉萨赫曼公司(1999年)。与步进任务相关的姿势协同。

*物理疗法，79，1142–1152。*



这个实验的重要结果是每个参与者和每个任务的参与者展示的肌肉激活序列的多样性。图8.5显示了这两项任务的特定肌肉活动序列，以及在至少75%的试验中，每个年龄组中播放每个序列的参与者人数(实验者称之为“首选”序列的代表)。这些结果表明，没有一个特定的肌肉激活序列表征了所有或任何一项任务的特征。

最后，你会期望在一个简单的动作之前进行预期的自然调整吗，比如坐在椅子上时用食指轻敲桌面？意大利的两名研究人员(卡隆尼和卡瓦拉里，2009年)报告说，在激活这种叩击活动的原动机肌肉(即趾屈肌)之前，几个上肢和上背部肌肉以特定的顺序激活，用于

在手指轻击动作中稳定上肢。

在这些实验中报道的肌肉激活序列证明了姿势稳定性的准备是动作准备的重要部分。实验表明，姿势准备包括组织肌肉的灵活组织的协同作用。这一结论很重要，因为运动科学家传统上认为姿势肌肉准备是时间上严格组织的。灵活组织的协同作用的优点是，预期的姿势活动可以根据个人对特定情况的平衡需求而发生。

## 肢体运动特征的准备

动作准备过程的一个重要部分是选择和组织肢体的特定运动特征，并根据这些特征进行表演

196 单元二■电机控制简介

|  |  |
| --- | --- |
|  | **仔细看看** |
| **从各种坐姿中获得站立姿势:功能需求如何影响动作准备的一个例子**  *从坐姿变为站姿在完全弯曲的坐姿下:臀部*  真实(指的是坐以待毙)是一个组合 关节开始伸展之前，膝盖开始日常活动，提供了一个很好的例子 延伸。  运动控制系统如何适应这些不同的关节运动起始模式，从不同的初始姿势发生相同的动作，说明功能需求如何影响顺序位置。ShepherdandGentile(1994)提出了在准备动作时肌肉的激活。因为健康成年人的这种适应性的证据，不同的坐姿将需要在椅子上以不同的姿势进行不同的支撑(在完全弯曲的躯干期间的直立躯干、左舷、推进力和平衡特征，以及部分弯曲的躯干，即坐对站的动作，在完全弯曲和直立位置之间开始弯曲的顺序)，膝关节或髋关节的运动是一个关键因素，然后站立。对各种联合行动的分析表明: 不会失去平衡。   * *在直立和部分弯曲的坐姿下:膝关节在髋关节开始伸展之前开始伸展。* | |

任务约束和特性的要求。因为一个人通常可以使用几个不同的肢体或同一肢体的不同部分来执行相同的动作，所以他或她必须指定和准备参与执行给定任务的肢体或肢体部分。

一个人必须准备的肢体运动的一个特征是肢体必须运动的方向。对于非常快速的运动，一个人在开始运动之前可能会准备几个不同的方向。另一个与方向准备相关的特征是肢体在运动过程中将遵循的*轨迹*。对于需要弹道运动和空间精度的任务，个人必须提前准备，控制肢体运动以满足任务的精度限制。此外，正如我们在第7章中讨论的，接球的人必须在球到达他或她之前准备好他或她的手和手指的动作。

**为对象控制准备运动当要执行的动作涉及到操纵对象时，准备过程的一部分涉及到指定某些运动特征**

需要控制对象。以下是移动准备这方面涉及的两个特征。

强制控制。在操纵一个物体之前，一个重要的运动特征是设置举起或移动该物体所需的力的大小。作为这种准备的一个例子，想想你看了一个物体，由于某些特征，判断它很重的情况。但是当你开始举起它的时候，你发现它很轻。毫无疑问，你在空中举起物体的速度比你预想的要快得多，也高得多。你为什么这样回应？原因是因为物体的某些可观察的特性，比如一个看起来未打开的饮料罐，尽管它实际上是空的，你预计需要一定的肌肉力量来举起物体。这个预期的力量被用来为提升动作准备肌肉组织。

研究人员利用这种常见的日常经验来提供证据，证明运动力特征是在操纵物体之前准备好的。比如巴特勒

第8章■行动准备 197

|  |  |
| --- | --- |
|  | **仔细看看** |
| **作为行动准备一部分的绩效预期**  在运动学习和任务和程序的研究中经常被忽视:参与者在跑步机上跑步的控制是执行一项技能的动机的作用。a两天后。第一天包括建立他们的动机变量，即表现预期基线表现特征，这是指一个表演者在标准分级运动测试中对他或她如何表现一项技能的最大期望，特别是20分钟。第二天，参与者跑20分钟，与行动准备过程相关。斯托特、沃尔夫和刘易斯韦特(2012年)在跑步机上以相当于75%的速度进行了一项研究，提出了他们的最大耗氧量，这是表演者在第一天确定的影响的显著例子。在第二天跑步之前和之后，参与者被要求回答问卷，特别强调效率，要求他们评价跑步的便利性。  *性能(术语效率指的是* 第2天形成两组。在运行用于执行技能的能量量后，即，降低10分钟，增强预期组接收到的能量使用指示更高的效率)。除了每2分钟反馈一次他们的耗氧量之外，还要做一个实验来测试他们在跑步过程中的耗氧量。他们被告知，他们的表现预期效应假说，作者的耗氧量在前10个百分点，也提供了一个极好的研究综述，描述了他们的年龄和性别。对照组没有观察到各种形式的给定氧耗反馈对新手和熟练者跑步时预期寿命的影响。  表演者。这里需要注意的是***Performance Evaluation:*** Oxygen consumption,  心率和感觉到的用力被测量为运动最佳理论的一个重要部分 performance expectancy phenomenon was discussed all participants.  学习，我们在第五章讨论过。  ***结果:主要结果是耗氧量减少* The “Performance Expectancy Effect”** 两组之间的死亡率具有可比性 **Hypothesis** 第一个10分钟，然后系统地减少，因为在剩下的20分钟的跑步过程中，表演者对upcom的预期-增强预期组ing performance will influence the outcome of that。对照组的氧消耗率没有变化，氧消耗率是影响氧消耗率的变量。  将会影响演出的质量，尤其是-  特别是在运动效率方面。 **检定结论**  **The Experiment** 移动效率会受到与信息相关的性能预期的影响  参与者:跑步运动的男性和女性成员，他们说服表演者他或她有一个俱乐部(平均年龄26岁)，这些人都参加过跑步——这是一种有效的技术。因此，平均8年来，这些预期值接近每周50公里。成为行动准备过程的一部分。 | |





等人(1993年)表明，当人们不知道一个看起来像装满重物的盒子的重量时，他们会做一个急拉动作。这些举重动作的运动学显示，肩部和膝盖的速度比男子知道箱子实际重量时的速度要高得多。在类似的类型中

荷兰的研究人员(范德亚堤、范迪恩和图桑，2000)发现，当健康的男性参与者被要求尽可能快地拿起和举起一个箱子时，意外增加5或10公斤的重量会导致他们最初激活腰部肌肉，就像他们举起较轻的、没有增加重量的箱子一样

198 单元二■电机控制简介

盒子，这表明在盒子初始提升之前没有进行力控制调整。支持这一点的发现是，就在抓握和最初举起箱子之前，增加和不增加重量的箱子的肌肉活动没有不同，这导致了类似的力控制准备活动。

另一个准备强制控制的例子可以在手写中看到。为了准备用笔写字，一个人需要指定握笔的力的大小以及施加在书写表面的压力的大小。研究(例如，Wann&Nimmo-Smith，1991)表明，经验丰富的作家根据书写表面的特性来调整书写表面上的笔压量，以允许节能、连续、流畅的运动。相比之下，有书写问题的儿童经常用力过猛地握笔，并在书写表面使用过度的笔压。

***结束状态***舒适控制。当你伸手去抓一个你打算用来做某事的物体时，你如何定位你的手去抓这个物体？根据越来越多的研究，我们根据我们计划用它们做什么来抓住物体。这意味着当我们抓住物体时，我们的手的位置是基于完成动作时感觉最舒服的位置——做我们想对物体做的事情。例如，如果你想拿起一个倒放在桌子上的杯子，这样你就可以把杯子倒满水，你可能会拿起杯子，当你把杯子直立起来倒满水时，你会觉得最舒服，即使当你第一次拿起杯子时，这种握持感觉相当笨拙。

当物体以其预期的方式使用时，通常基于手的最终位置的自发抓握位置是一种被称为最终状态*舒适*效应的现象。简而言之，这种效应是“当物体到达其目标位置时，以笨拙的姿势抓住物体以获得更舒适或更容易控制的最终姿势的趋势”(张和罗森鲍姆，2008，第383页)。结束状态舒适效果的意义在于，它展示了作为动作准备的一部分的对象控制的重要特征

加工.该功能包括规划最终的手部姿势，这将是最舒适或最容易控制的。自从罗森鲍姆和乔根森(1992)首次报道这一效应以来，已有多项研究报道支持这一效应。罗森鲍姆、科恩、穆伦布鲁克和沃恩，2006)。科恩和罗森鲍姆(2004)的一系列实验结果表明，以这种方式准备手部姿势表明，理解动作的准备过程包括基于新计划的生成或对过去在类似情况下成功使用的动作的回忆的规划。

在为解释最终状态舒适效应而提出的几个假设中，一个继续得到支持的是精确假设(例如，赫伯特·昆德，2019；罗森鲍姆，范豪登，考德威尔，1996；Short&Cauraugh，1999)。这种解释提出，当人的肢体处于舒适的位置时，肢体定位的精度会更高，运动会更快，对物体的控制也会更好。因此，为了确保更快和更准确的最终肢体和物体位置，人根据最终的舒适性而不是肢体的起始位置来准备运动特征。虽然这种策略在拿起物体时可能需要一些笨拙的手和手臂姿势，但它使人能够更有效地实现物体操纵的目标。有趣的是，如果非优势手的最终状态舒适度更高，人们会选择非优势手而不是优势手来执行任务(科埃略、斯图登卡和罗森鲍姆，2014)。

动作序列的**准备**弹奏钢琴、在键盘上打字和说话都是涉及一系列动作序列的技巧的例子。两种类型的研究证据表明，这些运动的短序列是在初始运动之前准备好的。一是随着运动复杂性的增加，反应时的系统性增加，这一点我们在本章前面已经讨论过了。另一个证据是手的运动学特征和





弹钢琴是一项涉及动作序列准备的技能的例子。

金·斯蒂尔/盖蒂影像公司

打字和弹钢琴时的手指运动，以及说话时的嘴唇、舌头和下巴，都被动作序列中的哪些元素在它们之前或之后所改变。(例如，恩格尔、佛兰德和索奇廷，1997年；Soechting&Flanders，1992)。例如，在恩格尔等人的研究中，熟练的钢琴家演奏了三首钢琴作品的简短摘录，每首都包含两个短语。前几个音符用右手弹奏是一样的，但在那之后，音符的弹奏方式就不同了。在一个片段中，前四个音符上升，后两个音符下降。pia-NIST通常用拇指弹奏这个短语的第一个音符，用食指弹奏下一个音符，然后继续弹奏，直到用无名指弹奏第四个音符。随着乐句的下降，钢琴家以相反的顺序使用相同的手指。在该短语的第二个版本中，前四个音符像以前一样上升，但接下来的两个音符继续上升。钢琴家现在将在第三个音符后重新定位手，这样第四个音符用拇指弹奏，其余两个音符用食指弹奏，然后用中指弹奏。两方面的结果为提前做好运动准备提供了证据。首先，按键时间的高度一致性

第8章■行动准备 199

释放和每个钢琴家的手和手指运动学建议提前准备。其次，下降乐句的时间和运动运动学与乐句继续上升时不同，这种差异从第二个音符开始就很明显了。因此，尽管前三个音符是相同的，并且是用相同的手指弹奏的，但它们的计时和运动学在短语的第二个变化中进行了修改，以预期重新定位手，从而可以用拇指弹奏第四个音符。换句话说，这两个短语的前几个音符是以不同的方式准备的，尽管这些音符是相同的，并且是用相同的手指弹奏的。

鉴于这些顺序运动准备的特点，值得注意的是，较慢的性能并不总是仅仅由于准备过程。例如，帕金森病患者的一个共同特征是在形成运动序列时行动缓慢。在斯迈利-奥耶恩、克尔和劳里(2007)的一项研究中，对患有帕金森病的成年人进行的一项分析显示，缓慢的运动速度(即运动迟缓)是由运动规划和执行策略引起的。

## 节奏准备

许多技能要求组件的移动遵循特定的节奏模式。我们可以在各种步态、舞蹈表演、篮球罚球等中看到这种特征。在其中一些活动中，参与者可以在表演之前花时间参加一些通常被称为仪式的准备活动。有趣的是，节奏模式也是表演前仪式的特征，似乎会影响表演。虽然这种关系还没有被广泛研究，但是很少有研究表明表演节奏和表演本身的成功之间存在着正相关关系(例如，杰克逊，2003；Southard&Amos，1996；索萨德&奇迹，1993；里斯伯格和佩因，1992)。就行动的准备而言，表演的仪式

200 单元二■电机控制简介

|  |  |
| --- | --- |
| 表8.1索萨德和阿莫斯(1996)调查的活动中表现仪式所涉及的行为类型 | |
| **活动** | **表演仪式中的行为** |
| 高尔夫推杆 | 1. 在不接触球的情况下来回摆动推杆 2. 暂停；1秒钟或更长时间无动作 3. 上下移动脚趾或脚 4. 前后摆动身体，不摆动推杆 5. 垂直提起推杆 |
| 网球发球 | 1. 用网拍或不握网拍的手拍球 2. 暂停；1秒钟或更长时间无动作 3. 将网拍向前移动到身体腰部以上的位置 4. 从身体的前面向后移动网拍，然后再向前移动 5. 移动网拍到一个准备好的位置以便开始发球 |
| 篮球罚球 | 1. 拍球 2. 暂停，1秒钟或更长时间不动 3. 膝盖或腰部弯曲 4. 用手臂向上移动球 5. 旋转球 6. 将球带到初始投篮位置 |

*资料来源:根据南安德和阿莫斯的文本和表格1(第290页)编制的表格(1996年)。节奏和准备仪式:稳定一个灵活的系统。运动与运动研究季刊，67，288–296。*



似乎可以稳定运动控制系统，使其适应有节奏的活动。

索萨德和阿莫斯(1996)的研究将作为一个很好的例子，说明这些研究人员是如何确定这种关系存在的。他们为有经验的大学生录制了15个篮球罚球、高尔夫推杆和网球发球，这些大学生已经为这些活动建立了仪式。对每个视频记录进行分析，以确定每个参与者在每个试验中使用的表现行为。表8.1列出了每项活动的行为类型。重要的是要注意到，虽然观察到了每一种行为，但个体参与者并没有表现出每一种行为。研究人员还分析了进行仪式的总时间和仪式中每种行为的相对时间，即仪式中每种行为的时间百分比。结果显示两者之间的相关性为0.77

仪式行为和成功表演的相对时间。这种关系表明，表演前仪式行为的一致相对时间可能是成功表演封闭运动技能的重要部分，这为表演者参与表演前仪式提供了机会。

Mack(2001)提供了额外的证据，证明性能前例行程序的组件的一致性能比执行例行程序所花费的总时间更重要。虽然他没有评估一个常规组成部分的相对时间，但他从持续时间和组成活动方面比较了改变一个正常常规的影响。他发现，当大学篮球运动员不得不将他们通常用于投篮前训练的时间增加一倍时，他们的罚球命中率基本上没有受到影响，但是当他们不得不在正常训练中加入一些新的活动时，他们的罚球命中率就下降了。



在科特里尔、桑德斯和柯林斯(2010年)的一项研究中，英格兰的优秀高尔夫球手(障碍范围为0-2)接受了关于他们表现套路的采访。两个结果与我们的讨论特别相关。首先，节奏的使用通常被认为是常规的一部分。例如，一名高尔夫球手说，在击球前，“我然后介入，并设置和1-2，我只是认为1-2，1-2，这些词占据了我的头脑，而节奏是为我的后挥杆和前挥杆计时的”(第56页)。其次，访谈不仅表明了所使用的套路的个体差异，还表明了每个高尔夫球手在使用套路时的一致性。随后的一项研究表明，优秀的高尔夫球手已经为不同类型的击球制定了不同的套路(科特里尔、柯林斯和桑德斯，2014年)。



**总结**

为了完成一项运动技能，一个人要在完成技能之前准备好运动控制系统。

* 制备过程需要时间，一般用反应时间(RT)来衡量；所需的时间取决于各种任务、情况和个人特征。当以这种方式使用时，RT是执行一项技能所需准备时间的指标。
* 影响准备行动所需时间的任务和情况特征包括:

在表演者必须只选择一个的情况下，动作反应选项(即选择)的数量；希克定律描述了RT和选择次数的关系。

当有几个选项可供选择时，正确运动反应选项的可预测性

预先正确的概率

刺激反应相容性的程度

逆转录前期长度的规律性

第8章■行动准备 201

运动复杂性

运动精度要求

一种情况下动作反应的重复量

不同运动反应之间的可用时间；当两次反应之间的时间很短时，心理不应期(PRP)将影响第二次反应的开始

* *影响准备行动所需时间的个人特征包括:*

表演者的警觉程度

注意力集中在要移动的信号或信号要求的移动上

* RT间期的运动前和运动成分可以通过根据激动肌的肌电图记录对该间期进行分段来识别，这提供了对各种准备活动涉及感知、认知或运动过程的程度的洞察。
* 动作准备期间发生的运动控制活动包括:

姿势组织

肢体运动特征

物体控制运动

运动顺序

运动节奏



**从业者要点**

* 在人们必须决定采取哪种替代行动的情况下:

为他们提供具体的线索，以减少决策所依据的“刺激选择”的数量。

在可能的情况下，提供关于最有可能需要执行的操作的具体提前信息。

202 单元二■电机控制简介

* 当设计表演环境时，人们需要对不同的刺激进行不同的动作，设计刺激位置和它们相关的动作之间的空间关系，使其在空间上尽可能兼容。
* 如果一个人必须执行一项技能，要求他或她按照特定的“开始”命令尽快开始动作:

在命令前提供一个警告信号，如“准备好”。

在警告信号和命令信号之间留出一小段时间，但不要让这段时间间隔太长，以至于这个人没有做好执行命令的最佳准备。

* 为了获得一个人可以多快开始执行特定命令的可靠指示，让这个人执行几次成功的重复活动，并使每次重复的“准备好”和“开始”信号之间的时间间隔不同。
* 一个动作所需的准确度会影响一个人开始这个动作所需的时间。鼓励这个人把他或她的动作准备集中在由环境环境强加的准确性要求上，而不是将要进行的动作上。
* 当教运动员假动作以获得对对手的优势时，强调需要尽可能令人信服地进行假动作，以便对手针对假动作发起动作，然后尽快进行预期的动作。
* 当与那些在警觉情况下会表现出技能的人一起工作时，为他们提供策略，让他们在必须表现的地方从持续和持续的注意力保持中休息。这些策略将根据形势的需要而有所不同。
* 当帮助人们恢复日常生活的功能技能或活动时，要注意技能或活动将要进行的情况的姿势准备要求。参与姿势准备过程的肌肉和参与活动本身的肌肉一样，对完成一项活动至关重要。



**相关阅读**

Blinch，j.，Franks，I.M.，Carpenter，M.G.，andChua，R.(2018)。反应选择增加了双手不对称运动的准备成本。运动行为杂志，50(4)，392–397。

Correia，v.，Araujo，d.，Craig，c.，&Passos，P.(2011)。橄榄球联盟中传球方向行为的预测信息。人体运动科学，30，984–997。

姜，y.，萨克斯，r.，&坎威舍，N.(2004)。功能磁共振成像为心理不应期理论提供了新的约束。心理科学，15，390–396。

基伯勒，A.(2006年)。运动中快速运动反应的无意识控制决策——一种针对无意识感知运动特征的运动反应启动方法。运动和锻炼心理学，7，591–610。

*梅萨尼奥，c.&穆兰-格兰特，T.(2010)。作为可能的窒息干预的不同表演前程序的比较。应用运动心理学杂志，22(3)，343–360。*

Mohagheghi，A.A.，&Anson，J.G.(2002)。离散、快速瞄准运动的运动编程中的振幅和目标直径:费茨和彼得森(1964)和克拉普(1975)再讨论。*心理学报，109，*113–136。

Musallam，s.，Corneil，B.D.，Greger，b.，Scherberger，h.，Andersen，r.(2004)。神经修复的认知控制信号。*科学，305，*258–262。

彼得森，T.H.，罗森伯格，k.，彼得森，北卡罗来纳，&尼尔森，J.B.(2009)。人类预期姿势反应中的皮质参与。*实验大脑研究，193，*161–171。

罗森鲍姆，D.A.，查普曼，K.M.，威格特，m.，韦斯，

*D. J.，&范德威尔，R.(2012)。认知、行动和物体操纵。心理通报，138，924–946。*

Rosenbaum，D.A.，Cohen，R.G.，Jax，S.A.，Weiss，D.J.，&vanderWel，R.(2007)。行为中的序列顺序问题:拉什利的遗产。*人类运动科学，26，*525–554。

斋藤，h.，山中伸弥，m.，坎大哈，s.，和福岛，J.(2014)。全身伸展训练中运动表现的改善和预期姿势调整的变化之间的关系。*人*体*运动科学，*37，69–86。



Santos，M.J.，Kanekar，n.，&Aruin，A.S.(2010)。预期姿势调整在姿势补偿性控制中的作用:1.肌电图分析。肌电描记术和运动学杂志，20(3)，388–397。

Sarlegna，F.R.，&Sainburg，R.L.(2009)。视觉和本体感觉在伸展运动规划中的作用。在D.Sternad(编。)，电机*控制*的*进展*(第317-335页)。柏林:斯普林格。

Slijpera，h.，Latash，M.L.，&Mordkoff，J.T.(2002)。在简单和可选择的反应时间条件下的预防性姿势调整。大*脑研究，*924，184–197。

斯迈利-奥耶恩，洛杉矶，洛瑞，K.A.，&克尔，J.P.(2007)。帕金森病成年患者顺序快速瞄准的计划和控制。运动行为*杂志*，*39*(2)，103–114。

孙(2015年)。选择反应步骤开始时的后移预期姿势调整。*步态和姿势，41，*894–898。

斯沃博达，k.&李，N.(2018)。运动规划的神经机制:运动皮层及更远。《神经生物学最新观点》，49，33–41。

*Wing，A.M.，&Ledeman，S.J.(1998)。预期由自愿运动产生的负载扭矩。实验心理学杂志:人类感知和表现，24，1571–1581。*

赖特，法学博士，布莱克，朴槿惠，J.H.，&谢伊，C.H.(2001)。计划和执行简单的动作:相对时间和总持续时间规格的贡献。运动行为*杂志*，33，273–285。



**研究问题**

1. 讨论我们如何使用反应时间作为执行运动技能所需准备的指标。
2. 讨论希克定律如何帮助我们理解影响运动控制准备的因素的特征。
3. 偏置中某项行动的准备工作所涉及的成本效益权衡是什么

第8章■行动准备 203

期望做出几种可能的反应之一？举一个运动技能表现的例子来说明这种权衡。

1. 描述刺激-反应(S-R)兼容性和准备执行所需动作所需时间之间的关系。(描述两个你可能经历的兼容和不兼容的情况。
2. 描述任务和它的性能告诉我们当我们准备执行一个动作时我们做什么。
3. 描述两个影响动作准备的表演者特征。讨论这些特征如何影响准备工作。
4. 选择一项运动技能，并描述该技能的两个运动控制特征，这两个特征是一个人在开始执行该技能之前准备好的。
5. 讨论一个准备动作如何包括节奏准备，以及为什么这种动作准备有利于动作的执行。

**具体应用问题:**

你在从事你选择的职业。描述在帮助人们学习或重新学习技能时，你会如何考虑

1. 一个人必须执行的活动的预期姿势准备方面
2. 另一个电机控制特性是动作准备过程的重要部分。

