**学习的阶段**

章 **12**

概念:在技能学习过程中，不同的表演和表演者特征会发生变化。

完成本章后，您将能够

* 根据费茨和波斯纳、金泰尔和伯恩斯坦的建议，描述学习者在学习过程中的特点
* 描述当一个人在学习运动技能的过程中出现的几个与表演者和表演相关的变化
* 讨论几个区别运动技能专家和非专家的特征

# 应用

你有没有注意到，擅长做一项活动的人往往很难把这项活动教给初学者？这个困难部分是由于专家不能理解初学者每次尝试时是如何进行的。换句话说，专家很难像初学者那样行动或思考。为了促进技能的成功获得，教师、教练或治疗师必须考虑学生或患者的观点，并确保说明、反馈和练习条件与个人需求相协调。

想一想你擅长的技能。还记得你作为初学者第一次尝试这种技能时是如何做到的吗？例如，假设你正在学习网球发球。毫无疑问，你考虑了很多事情，比如你如何握拍，你抛球有多高，你在接触时是否正确地转移了你的重量，等等。现在，回想一下你经过大量练习并相当熟练地服务后的想法。您可能没有在每次服务时继续考虑所有的具体因素。

279

在康复诊所，想象你是一名物理治疗师，正在与一名中风患者一起工作，帮助他或她恢复运动功能。像网球职业选手一样，你是一个熟练的表演者(这里指的是运动技能)；这个病人像个初学者。虽然运动和康复之间可能有一些差异，因为患者在中风前是熟练的，但在这两种情况下，你必须从初学者的角度来获得技能。

**要解决的应用问题**选择一项你在娱乐或运动中表现良好的运动技能。回想一下你第一次学会表演这项技能的时候。试着记住你有多成功，你最难做什么，以及你在表演技能时想到了什么，以及你的表演有什么值得注意的地方。然后回忆你的表演和你表演技巧的方法是如何随着你变得更有技巧而改变的。你的表演改变了什么特点

他们是如何改变的？

280 第四单元■运动技能学习介绍

解决运动问题。伯恩斯坦的这个有用的类比提供了重要的见解，说明随着学习者变得更加熟练，可能会发生什么变化，以及实践者可以做些什么来促进这些变化。





学习如何滑雪包括不同的学习阶段，从初学者到高水平的表演者。

美国盖蒂图像公司。

# 讨论

学习运动技能的一个重要特征是，所有人在获得技能时似乎都会经历不同的阶段。已经提出了几种模型来识别和描述这些阶段。接下来，我们将讨论其中两个更有影响力的，并将在本章中详细阐述伯恩斯坦关于学习的思想。值得注意的是，这些模型中的每一个都呈现了与每个学习阶段相关的表演者和表演特征，我们将在后面的章节中参考这些特征。综合以下信息的一个好方法是把学习一项新技能联系起来

# 费茨和波斯纳三阶段模型

保罗·费茨和迈克尔·波斯纳在1967年提出了公认的经典学习阶段模型。他们的模型至今仍被教科书和研究者引用。他们提出学习一项运动技能包括三个阶段。在*第一***阶段**，称为学习的认知阶段，初学者专注于与做什么和如何做相关的认知导向问题1。例如，初学者通常试图回答这样的问题:我的目标是什么？这只手臂应该移动多远？实现这一目标的最佳方式是什么？当我的右腿在这里的时候，这条胳膊应该在哪里？此外，学习者必须参与认知活动，因为他或她听指导并从教师那里得到反馈。

在这个第一阶段的表现是由许多错误标记的，并且这些错误往往是大的。这一阶段的表现也有很大的差异，表现为不同尝试之间缺乏一致性。虽然初学者可能意识到自己做错了什么，但他们通常不知道自己需要做什么来提高。

费茨和波斯纳模型中的第二个学习**阶段**被称为联想学习阶段。向这个阶段的过渡发生在不确定的练习量和性能改进之后。表征认知阶段的认知活动在这个阶段发生了变化，因为这个人现在试图进行*联想*

术语“初学者”在这里和后面的章节中用来指开始学习或重新学习一项技能的人1。

第十二章■学习的阶段 281

练习时间

认知阶段

联想阶段

自主阶段

图12.1从费茨和波斯纳模型中学习的阶段被放在一个时间连续体上。

实现技能目标所需动作的特定环境线索。尽管仍有改进的空间，但由于已经掌握了基本的基础知识或技能，儿子犯的错误越来越少。因为改进还在继续，费茨和波斯纳将这个阶段称为*精炼*阶段，在这个阶段，人们专注于成功地执行技能，并在一次尝试到下一次尝试之间更加一致。在这个精炼过程中，性能可变性降低，并且人们获得了检测和识别他们自己的一些性能错误的能力。

经过多年的实践和经验，有些人进入了最后的自主学习阶段。在这里，这种技能几乎是*自动的，*或者说是习惯性的。处于这一阶段的人在表演技能时不会有意识地思考他们的动作，因为他们可以不用有意识的思考就能表演。他们往往可以同时做另一项任务；例如，他们可以一边打字或走路一边聊天。这一阶段的表现差异非常小:熟练的人在一次又一次的尝试中始终表现良好。此外，这些熟练的表演者可以发现他们自己的许多错误，并做出适当的调整来纠正它们，尽管他或她将不会意识到许多运动细节，因为这些细节现在是自动控制的。费茨和波斯纳指出，并非每个学习技能的人都会达到这一自主阶段。教学和练习的质量以及练习的数量是决定最后阶段成绩的重要因素。在本章的最后一节，我们将考察爱立信(1998)对专家如何协商自主学习阶段的独特解释。

重要的是要把费茨和波斯纳模型的三个阶段看作是连续练习时间的一部分，如图12.1所示。一个人在每个阶段的时间取决于所学的技能和练习条件，以及这个人的特点。个体差异会影响一个人在特定阶段比另一个人花费更多的时间。同样，同一个人在一个阶段花在一种技能上的时间比花在另一种技能上的时间要多。同样重要的是要注意，正在学习一项技能的人不会突然从一个阶段转移到下一个阶段，尽管在每个阶段中表现的质的飞跃并不少见(安德森，2000；伯恩斯坦，1996)。从一个阶段到另一个阶段，学习者的特征通常是逐渐过渡或变化的。因此，通常很难判断一个人在某个特定时刻处于哪个阶段。然而，正如我们将在后面的讨论中更详细地考虑的那样，初学者和熟练的表演者具有我们可以观察到并且需要理解的模糊特征。

**认知阶段**费茨和波斯纳模型中学习的第一阶段；学习阶段连续体的开始或初始阶段。

**联想阶段**费茨和波斯纳模型中学习的第二阶段；学习阶段连续体上的中间阶段。

自主阶段费茨和波斯纳模型中学习的第三阶段；学习阶段连续体的最后阶段，也称为自动阶段。

282 第四单元■运动技能学习介绍



在线学习中心实验手册第12章的实验12a为您提供了一个学习新的运动技能和经历一些学习阶段的机会。

**实验室链接**

与调节条件不同，非调节条件是那些对实现行动目标所需的运动特征没有影响或只有间接影响的性能环境特征。继续举伸手拿杯子的例子，杯子的颜色或杯子所在桌子的形状是与伸手拿杯子无关的信息，并且

# 金泰尔的两阶段模型

运动学习研究者通常提到的另一个模型是由安·金泰尔(1972，1987，2000)提出的。与费茨和波斯纳相反，她认为运动技能的学习是通过至少两个阶段进行的，并从每个阶段学习者的目标的角度介绍了这些阶段。

## 学习的初始阶段

在Gentile所说的初始阶段，初学者有两个*重要的目标*要实现。一种是获得一种运动模式，这种模式能够在一定程度上成功实现技能的行动目标。这意味着初学者必须发展出与技能所处环境的调节条件相匹配的运动特征。回想一下本文第一章中关于金泰尔运动技能分类法的讨论，术语“调节条件”是指如果要实现动作目标，运动特征必须符合的环境环境特征。例如，如果一个人开始恢复他或她的抓握技能，他或她必须专注于发展手臂和手的运动特征，以匹配与要抓握的物体相关的身体特征。在抓握的例子中，如果人必须伸手抓住桌子上的杯子，调节条件包括杯子的大小和形状、杯子的位置、杯子中液体的数量和类型等等。

初学者的第二个目标是学会在他或她执行技能的环境中区分调节和非调节*条件*。

因此，不要影响用于执行技能的动作。

为了实现这两个重要目标，初学者探索了各种运动可能性。通过反复试验，他或她体验到符合或不符合调节条件要求的运动特征。此外，因为学习者必须解决许多问题来决定如何实现行动目标，他或她参与了大量的认知问题解决活动。当学习者到达这个阶段的末尾时，他或她已经发展了一种运动模式，这种模式允许一些行动目标的实现，但是这种实现既不一致也没有效率。正如詹蒂莱(2000)所描述的，“虽然学习者现在对有效的方法有了一个大致的概念，但他或她并不熟练。行动目标没有始终如一地实现，运动缺乏效率”(第149页)。

## 学习的后期

在第二*阶段*，被詹蒂莱称为后期，学习者努力实现三个重要的*目标。*首先，一个人必须发展*适应*运动模式的能力，以适应任何需要这项技能的表演场合的特殊要求。其次，这个人必须提高他或她在实现技能目标方面的*一致*性。第三，这个人必须学会用省力的方法来完成这项技能。我们接下来将讨论这三个特征中的每一个。

作为学习目标的流动和多样化。詹蒂莱模型中第二阶段的一个独特特征是，*学习者的运动目标取决于*技能的*类型*。更具体地说，开放技能

第十二章■学习的阶段 283

|  |  |
| --- | --- |
|  | **仔细看看** |
| **金泰尔学习阶段模型在教学和康复环境中的应用**  **在初始阶段** 用相同类型的工具在   * 让学员专注于完成行动 相同类型的表面   目标，这将允许开发 投篮作为篮球罚球时基本动作协调模式的技巧。 发生在游戏中   * 建立提供机会的练习情境- 在比赛条件下射箭有助于区分管制和非管制   特征。 开放技能。在实践中，系统地改变实际性能的可控调节条件  **在后期** 情况，同时允许自然变化的特征  封闭技能。在实际情况下，包括字符 像往常一样发生。尽可能与学习者相似的特征 *示例:*  会在他或她的日常生活中或在 从走廊的一端走到另一端  他或她将要表演的环境 而不同数量的人都在熟练地行走。 不同的方向和不同的速度(sys-  *示例:* 迅速改变人数；允许   * 从各种各样的 人们以任何速度或任何方向行走大小和形状的集装箱 他们希望) | |





封闭式技能分类规定了这些目标。封闭技能要求固定在学习的第一阶段获得的基本动作协调模式。这意味着学习者必须改进这种模式，这样他或她才能始终如一地达到行动目标。学习者致力于发展用很少(如果有的话)有意识的努力(即自动地)和最少的体力来完成移动模式的能力。因此，在这一阶段，封闭技能的练习必须给学习者一个机会来“固定”所需的运动协调模式，使他或她能够始终如一地完成它。

另一方面，开放*技能*要求在学习的第一阶段获得的基本运动模式**多样化**。开放技能的一个重要特征，在这方面不同于封闭技能，是要求表演者快速适应技能不断变化的空间和时间调节条件。这些条件在性能试验中以及在

审判。这意味着学习者必须适应调节条件，并获得修改动作的能力，以满足他们对表演者不断变化的要求。因此，学习者必须获得自动监控环境内容并相应修改动作的能力。因此，在这个阶段练习开放式技能必须为学习者提供需要这些类型的动作修改的经验。

将学习者的目标固定在学习封闭技能的第二阶段，在这一阶段，学习者改进运动模式，以便在一次又一次的尝试中正确、一致、有效地产生运动模式。

多元化学习者在第二阶段学习的目标在Gentile的开放技能学习模式中，学习者获得了根据环境背景特征修改运动模式的能力。

284 第四单元■运动技能学习介绍

运动修改要求。重要的是要注意，封闭和开放技能所需的动作变化类型涉及到不同的动作规划和对表演者的准备要求。封闭技能允许学习者在没有任何时间限制或只有最少时间限制的情况下进行计划和准备。然而，时间限制严重限制了表演者计划和准备公开技能表演的时间。这种差异表明，在练习开放式技能的过程中，练习者必须具备快速适应环境条件的能力，并在变化实际发生之前就能预见到变化。

# 伯恩斯坦对学习过程的描述

在一本名为《论灵巧及其发展》(1996)的书中，有一章名为《论锻炼和技巧》，伯恩斯坦对获得一项新技能的难度做了最全面的描述。他提出学习一项技能类似于解决一个问题，并把解决问题的过程比作上演一出戏，其中*第一*个决定是确定电机控制系统中的哪一级将在表演中起主导作用。伯恩斯坦认为，动作层面通常起主导作用，指导其他层面，这些层面的职责是协调运动与外部空间，组织肌肉协同作用，调节肌肉张力。第二阶段包括制定解决问题的计划或策略(具体说明从外部来看技能如何)，招募和分配角色给较低级别的电机控制系统。第三个阶段包括识别最合适的感觉关联(指定技能从内部应该是什么感觉)。在这些最初的计划阶段，学习者可能会有意识地将注意力集中到与控制运动相关的许多细节上。

在第四阶段，校正被移交到背景层，因此通常在没有意识的情况下进行。伯恩斯坦

我认为背景矫正本身就接近独立运动技能(自动),因此能够用于不止一个动作，尽管经常是在修改之后。当背景水平足够成熟，可以脱离主导水平的支持时，技能的自动化就完成了。它代表着一个*啊*哈！瞬间；质的飞跃。下一个阶段是渐进的，包括实现后台修正之间的和谐。与戏剧的舞台表演相比，如果早期阶段花费在给演员分配角色、重写剧本和背诵台词上，那么这一阶段将被视为所有元素必须相互适应的排练。在这个阶段，学习者可能会经历延迟、犹豫甚至技能退步；然而，这种暂时的挫折通常伴随着自动化的重大进步。

最后两个阶段涉及*标准化*和*稳定*性。标准化涉及关节之间的反作用力，通常代替感觉矫正来抵消外力，否则外力会干扰运动。在许多技能中，这种变化导致一种动态稳定的形式，伴随着巨大的努力减少。最后一个*阶段*是稳定技能，以应对外部条件的干扰或变化。学习者现在能够应对各种干扰，并防止技能变得不自动化。

伯恩斯坦描述的过程显然是复杂而艰巨的。一个动作或*动作的重复*是解决多次运动问题和寻找解决问题的最佳方法所必需的，因为人们可能会遇到无限多的外部条件，而且动作从来不会精确地再现。为了在各种各样的条件下一致地解决这个问题，并且节省努力，学习者必须经历尽可能多的任务修改。因此，适当的实践被视为一种*没有重复的重复*形式。直接引用伯恩斯坦(1996)的话来说，“重点是在正确组织的练习中，学生在重复



很多时候，*不*是*解决*给定电机问题的方法，而是解决问题的过程，方法的改变和改进”(第205页)。

# 不同学习阶段的表演者和表演变化

学习阶段模型表明，在每个学习阶段，个人和技能表现都表现出不同的特征。在本节中，我们将了解其中的一些特征。这种概述有两个好处:首先，它提供了对技能学习过程的更仔细的观察，其次，它有助于解释为什么需要为处于不同学习阶段的人开发教学或培训策略。

## 改进速度的变化

当一个人沿着从初级阶段到高技能阶段的技能学习连续体前进时，表现提高的速度会发生变化。虽然，正如你在第11章的图11.2中看到的，有四种不同类型的表现曲线代表了技能学习过程中不同的提高率，但是负加速模式比其他模式更典型地代表了运动技能学习。这意味着在练习的早期，学习者通常会相对较快地获得大量的进步。但是随着实践的继续，改进的量会减少。

在技能学习过程中，这种提高速度的变化在运动学习中有着长期而一致的历史。事实上，在1926年，斯诺迪在数学上形式化了一个被称为实践幂律的定律。根据这一定律，早期实践的特点是大量的改进。然而，在这种看似迅速的改善之后，进一步的实践产生了小得多的改善率。利率变化到底需要多长时间取决于技能。

克罗斯曼(1959)报道了今天被认为是证明实践的幂律的经典实验。他检查了金额

第十二章■学习的阶段 285



第12章在线学习中心实验室手册中的实验12b为您提供了一个机会来比较新手和专家在执行相同技能时的特点。

**实验室链接**

很长一段时间内，雪茄制造商生产一根雪茄的时间取决于每个工人在工厂工作以来生产了多少根雪茄。一些工人生产了10，000支雪茄，而其他人生产了1，000多万支。这项技能本身相对简单，可以很快完成。第一个值得注意的发现是绩效改进和经验量之间的关系。经过七年的经验，工人们的表现仍然有所改善，在此期间，他们已经生产了1000多万支雪茄(见图12.2)。除了这个显著的结果之外，他还为这些工人找到了实践的幂律的证据。正如您在图12.2中看到的，大部分的改进都发生在前两年。此后，性能提升的增量明显更小。

陈、刘、迈耶-克瑞斯和纽厄尔(2005)在最近的一次实践幂律的演示中，让参与者学习执行蹬车运动任务。踏板是一种商用设备，有两个塑料踏板，一个人站在上面；它们通过两根像曲柄一样穿过踏板的铁棒连接到四个轮子上。任务是站在塑料踏板上，用脚移动它们，以便轮子向前或向后移动。这个

描述技能学习过程中表现改善率负加速变化的幂律数理定律；在早期练习中会出现大量的改进，但是更小的改进率是进一步练习的特征。

286 第四单元■运动技能学习介绍

100

机器-

循环 时间

1年 2年

7岁

10

**循环时间(c.min)**

1

10,000 100,000

1M。

10M。

**生产数量(对数刻度)**

图12.2克罗斯曼的研究结果显示了工人花费的时间

根据7年的经验制作的雪茄数量来制作雪茄。请注意，两个轴都是对数刻度。资料来源:英国皇家空军克罗斯曼(1959年)。速度技能习得理论。*人体工程学，*2，153–166。

任务涉及到动态平衡，需要躯干和四肢的协调来保持踏板的移动。在实验中，参与者的目标是在尽可能平稳地移动指定距离的同时，达到最快的移动时间。他们连续七天每天进行五十次试验。结果表明，在实践过程中，MT以符合实践幂律的方式下降。这意味着在最初的两天，MT迅速下降，但在随后的实践试验中下降很少。

早期实践和后期实践之间的改善率差异部分是由于给定时间内可能的改善量。最初，还有很大的改进空间。人们在早期练习中犯的错误是很大的，导致了许多不成功的尝试。因为这些错误中的许多很容易纠正，学习者可以很快体验到大量的改进。然而，随着实践的继续，可能的改进量会减少。人们后来在实践中犯的错误要小得多。因此，他们的

对这些误差的修正比它们在实践中经历的改进要小。当然，从学习者的角度来看，取得显著的进步似乎比以前需要更长的时间。

## 动作协调的变化

在第五章的讨论中，你看到为了形成一个复杂的运动技能(即涉及几个肢体或肢体部分的技能)，运动控制系统必须解决*自由度*问题。回想一下，当我们将这个问题与肌肉和关节联系起来时，它涉及到需要限制与执行技能所涉及的肌肉和关节相关的许多运动自由度。对于初学者来说，解决这个问题是学习过程的关键部分。事实上，解决这个问题是学习者在初始学习阶段实现一个重要目标的基础，即获得一种动作协调模式，这种模式通常是在实现动作目标时取得一些成功的结果。

伯恩斯坦，我们在第五章中提到的第一个发现这个问题的人，描述了一个策略初学者



通常用于获得与执行复杂运动技能相关的许多自由度的初始控制(伯恩斯坦，1967；Whiting，1984)。这种策略，研究人员现在称之为冻结自由度，包括在执行技能时保持一些关节刚性(即，“冻结”它们)和/或将关节运动紧密同步地结合在一起。例如，假设一个初学者必须执行一项技能，如壁球或壁球正手击球，在关节层面，包括用于击球的手臂的三个自由度的协调:手腕、肘部和肩关节。初学者控制这些关节以便击球的常用策略是保持手腕和肘关节“锁定”(即“冻结”)。这种策略使手臂和手像棍子一样移动，手臂和手的部分作为一个部分。

当一个人练习这项技能时，随着“冻结”的关节开始“解冻”并以允许手臂和手部分作为一个多节单元运作的方式运作，自由度的释放出现了。这个新的单元甚至展示了功能协同的特征，这意味着单个手臂和手部分以合作的方式一起工作，以实现技能的最佳表现。有趣的是，索萨德和希金斯(1987)报道了证明这种策略和协调发展的证据，用于壁球正手击球的手臂运动。他们表明，发展手臂部分的功能协同的主要好处是在击球时网拍速度的增加。

研究人员已经证明了其他几种技能的相似协同发展特征。例如，安德森和西达维(1994)表明，当开始踢足球的人最初试图用力踢球时，他们限制了髋关节和膝关节的运动。这种策略的问题是它限制了脚可以产生的速度，因为膝关节和小腿不能利用大腿的动量。然而，随着练习的进行，球员的踢腿速度增加了，因为他们的臀部和

第十二章■学习的阶段 287

膝关节获得了更大的运动自由度和增强的功能协同作用。这些结果在图5.2中进行了描述，图5.2将这项研究的练习前和练习后的膝盖和臀部的关系作为协调模式的图形表示的例子。

随着不断的练习，学习者最终会形成一种动态稳定且更经济的协调模式。经济增长是因为协调模式现在利用了压力，如重力、惯性和反作用力来满足任务需求。因此，主动肌肉力量的分布减少了。

这种协调变化并不局限于运动技能或人们获得新技能。中风患者接受物理治疗，帮助他们从坐着到站着再到坐着，表现出与获得新技能的人相似的协调发展特征(阿达，奥德怀尔和尼尔森，1993)。在这个实验中，康复中的中风患者从能够在没有帮助的情况下坐-站-坐一次发展到能够在10秒内连续三次执行这个序列。随着患者的进展，髋关节和膝关节之间的协调性显示出明显的改善，这表明这些关节需要发展功能协同作用，以允许独立站立。

独立步行代表的发展是协调模式如何利用被动力和最小化能源成本的一个极好的例子。在行走的站立阶段，质心像倒立摆一样越过相对刚性的腿。势能和

**冻结自由度**开始学习者的普通初始策略，以控制与运动技能的协调要求相关联的许多自由度；在执行技能时，人保持一些关节刚性(即，“冻结”它们)和/或将关节运动紧密同步地结合在一起。

288 第四单元■运动技能学习介绍

|  |  |
| --- | --- |
|  | **仔细看看** |
| **控制自由度作为职业治疗的训练策略**  一项对34岁中风偏瘫妇女的案例研究表明，治疗师如何利用对自由度问题的理解来制定职业治疗策略(Flinn，1995)。为了在门诊治疗的前两个月增加受损左臂的力量和功能，治疗师让患者使用受损的左臂执行几项功能性任务，这些任务的自由度受到限制。   * 最初，治疗师减少了这个数字 通过限制运动要求使用更多的关节来实现自由度 执行任务的关节。   of certain joints and decreasing the amount of 例子:在最初的治疗阶段，病人 movement required of the limb against 只是把银器从柜台推到 gravity. 抽屉；现在她抓住了每一个物体  例:病人用受损的手臂 柜台，把它拿起来，放在抽屉里。  应用她的轮椅刹车，灰尘表，和  在她刷牙时提供姿势稳定性 最后(几个月后)，治疗师用她没有受伤的手臂。 再次增加了自由度需求  通过将治疗集中在每一个-   * 在接下来的两个月里，随着病人的使用 多自由度任务患者的左臂得到改善，治疗师增加了 必须在她的常规工作场所表演。 | |

每一步中组件的动能，当组件处于最高点时势能最高，当组件处于最低点时动能最高。虽然成年人在行走过程中非常擅长回收机械能，但Ivanenko等人(2004年)表明，幼儿的机械能回收百分比约为年长儿童和成年人的50%。这一发现表明，年轻的步行者必须学会适当的节间协调，以利用平衡机制来恢复行走过程中的机械能。患者的一条或两条腿被截肢，并且第一次学习使用下肢假肢走路时，可能会遇到与学步儿童相同的问题。因为假肢的刚度，特别是踝-足假肢的刚度，将与解剖肢体的刚度有很大不同，所以患者可能需要一些时间来学习如何利用假肢中内置的能量储存和释放元件。

学习过程中协调变化的一个重要特征是它们与被观察对象的关系

性能。回想一下，根据詹蒂莱的学习阶段模型，初学者致力于实现行动目标的成功，这通常可以在绩效结果衡量中看到(例如，增加篮球罚球的次数)。当一个人在行动目标的实现方面提高他或她的表现时，潜在的协调变化就会发生。在学习的初始阶段，这些协调变化建立了一个“大致”但不稳定和低效的运动模式。正是在学习的后期阶段，移动模式的稳定过程发生，以保证技能的一致和有效的表现。

## 自由度控制方式的变化

尽管伯恩斯坦很受欢迎，但一些人认为他对运动学习过程中自由度冻结和释放的三阶段描述过于简单。要理解这些批评，重要的是要认识到伯恩斯坦框架中的一个关键假设，即协调中可观察到的变化代表着对



运动受到控制。自由度的冻结简化了运动控制问题，大概是因为它减少了需要控制的组件的数量。随着自由度的释放，潜在的控制机制应该变得更加复杂，因为现在需要调节更多的自由度。纽厄尔和魏尔兰考特(2001)认为，然而，自由度的数量和底层控制机制的复杂性可以在学习过程中增加或减少，这取决于围绕任务的许多限制。他们还注意到，受管制的自由度的数量和控制机制的复杂性之间通常没有明显的关系2。

## 既定或首选协调模式的变化

因为我们一生中学会了各种各样的运动技能，所以我们发展了更喜欢的运动方式。事实上，我们每个人都发展了相当多的我们更喜欢使用的动作模式。当面对学习一项新技能时，我们通常会确定它类似于我们已经知道如何形成的技能。因此，我们通常开始使用与我们已经知道的技能相似的动作特征来练习新技能。例如，当一个有经验的棒球运动员第一次练习打高尔夫球时，他或她通常会使用类似棒球击球的挥杆动作。同样，有经验的网球运动员在第一次学习打壁球或羽毛球时，会使用他们学得很好的网球接地杆。

当一个人在学习一项新技能时，需要改变已建立的协调模式，从旧模式到新模式的有趣转变就会发生。我们在第11章中讨论的李、斯温嫩和韦舒伦(1995)的实验为这种变化提供了一个很好的例子。回忆一下

关于复杂运动技能获得过程中协调变化和运动控制之间关系的更详细讨论，见Teulier，Nourrit和delinièRES(2006)，Teulier和delinièRES(2007)，和扎戈等人(2017)2。

第十二章■学习的阶段 289

为了在电脑显示器上画出椭圆，参与者必须学会双手同时以90度异相手臂运动关系移动两个杠杆。在第11章，图11.4显示了当他们第一次面对这个任务时，参与者更喜欢的协调手臂的方式是同时移动双臂，产生对角线模式。这种首选运动模式的影响持续了六十多次练习。参与者直到进行了180次实践试验后，才一致产生新的协调模式。不稳定性是他们在这两种稳定模式之间的试验中产生的协调模式的特征。

李和他的同事们的实验展示了几件事。首先，它表明，人们在处理技能学习的情况时，会有明显的运动模式偏差，他们可能需要克服这些偏差才能达到要学习的技能的目标。第二，人们有可能克服这些偏见，但这通常需要大量的实践(实际数量因人而异)。最后，如图11.4所示，稳定-不稳定-稳定的可观察模式表征了优选移动模式的产生和目标模式的产生之间的转换。最初优选的和新获得的目标运动模式通过重复表现的独特但稳定的运动学特征来区分。然而，在这些稳定模式之间的过渡期间，肢体运动学非常不规则或不稳定。

提供技能指导的人应该注意，这个过渡期对学习者来说可能是一个困难和令人沮丧的时期。有时候，在一个人能够前进之前，有必要后退。意识到这一点的教练或治疗师可以帮助这个人度过这个过渡阶段。一个有用的策略是提供额外的激励鼓励，让人们有效地参与实践。

从业者也应该意识到修改协调模式会影响相邻协调模式的稳定性。赞农和凯尔索(1992，1997)已经表明

290 第四单元■运动技能学习介绍

学习者最初的协调倾向，他们称之为内在*动力*，将决定当获得新的协调模式时，哪些模式变得更稳定或更不稳定。我们在第11章介绍了内在动力学的概念，并将在下一章学习迁移中进一步研究它。

用于执行技能的肌肉变化如果练习一项技能会导致协调性变化，我们应该预料到一个人在执行技能时所使用的肌肉会发生相应的变化。人们练习技能时产生的肌电图模式表明，在练习的早期，一个人不恰当地使用他或她的肌肉。有两个特点特别值得注意。首先，涉及到比通常所需更多的肌肉。第二，激活相关肌肉群的时机不正确。当一个人继续练习时，所涉及的肌肉数量会减少，从而最终激活产生该动作所需的最小数量的肌肉，并且激活所涉及的肌肉的时机变得合适。

研究人员已经提供了证据，表明在各种身体活动的实践中，这些类型的变化。例如，运动技能中的肌肉活动变化已经得到证明，如体操单膝环行(Kamon&Gormley，1968)、向目标投掷球(Vorro，Wilson&Dainis，1978)、飞镖(Jaegers等人，1989)、羽毛球扣球(Sakuari&Ohtsuki，2000)、划船(Lay，Sparrow，Hughes&O'dwyer，2002)和击剑弓步(Williams&Walmsley，2002)此外，研究人员还展示了在实验室任务实践中产生的肌肉激活差异，如复杂、快速的手臂运动和手动瞄准任务(施耐德等人，1989年)，以及简单、快速屈肘任务(加布里埃尔和鲍彻，1998年)和手臂伸展任务(摩尔和马腾尼乌克，1986年)。布鲁克纳、基斯和穆尔鲍尔(2018)最近对这些变化进行了回顾和分析。当一个孩子学习一项技能时，肌肉使用的变化反映了我们前面提到的运动*控制系统*的重组。如同

伯恩斯坦(1967)首先提出，这种重组是由于需要电机控制系统来解决当人第一次尝试这项技能时所面临的自由度问题。通过适当地构造肌肉激活，运动控制系统可以利用环境的物理特性，例如重力或其他基本物理定律。通过这样做，电机控制系统减少了它必须做的工作量，并为成功的技能表现奠定了基础。

## 能源成本的变化

因为我们在前面几节中描述的表演者和表演的变化是作为练习一项技能的结果而发生的，所以我们可以合理地期望学习者会成为一个更经济(即更有效)的能量使用者。这种变化，那么，将与一个建议相一致，在非犹太人的阶段学习模型中，努力经济的发展是后期阶段的一个重要目标。运动的经济性指的是最小化执行一项技能的能量成本。初学者消耗大量能量(即，具有高能量成本)，而熟练的表演者以最小的能量消耗更有效地表演3。

几种能量来源与表演技巧有关。一个是熟练表现所涉及的*生理能量*(也称*代谢能*量)；研究人员通过测量一个人在完成一项技能时使用的氧气量来确定这一点。他们还通过测量获得技能所需的热量来决定生理能量的使用。人们在表演时也消耗机械能；科学家通过将工作速率除以个体的代谢速率来确定这一点。当我们学习一项技能时，我们所使用的能量会因这些来源而发生变化。结果是我们以更高的效率执行；换句话说，随着我们的运动变得更加经济，我们的能量消耗也减少了。

直到最近，研究人员才积累了证据来支持能量

请注意，许多人更喜欢经济这个词，而不是效率；见斯派洛和纽厄尔(1994)3。

第十二章■学习的阶段 291

|  |  |
| --- | --- |
|  | **仔细看看** |
| **掷镖练习中肌肉激活的变化**  Jaegers等人(1989)的一项实验提供了一个简单的例子，说明当一个人练习一项技能时，肌肉激活的顺序和时间是如何重组的。没有投掷飞镖经验的人在连续三天中的每一天向目标投掷45次飞镖。通过肌电图监测手臂和肩部的几块肌肉。  *主要参与稳定手臂和上身的三块肌肉是前三角肌、背阔肌和锁骨胸肌。*   * *第一天练习:三块肌肉* 飞镖释放后。然后，前三角肌在前后不规则地启动激活 再次启动激活。   飞镖释放。 产生前臂的主要肌肉-   * *在最后一天的练习结束时:三个* 基于伸展的投掷动作是外侧三头肌。在最初的练习试验中，肌肉根据特定的∙开始激活:外侧三头肌序列。 在之前和之后不定期启动激活   —锁骨胸肌和前三角肌 飞镖释放后。  大约40到80毫秒变得活跃 *最后一天练习结束时:省道释放前的侧位；他们在达特离开了* 三头肌持续启动激活接近释放。 飞镖投放前大约60毫秒，并保持  —背阔肌刚刚开始活动 激活，直到飞镖释放后。飞镖释放并保持活动状态40毫秒 | |





练习一项技能会降低成本。例如，在几天的练习中，人们学习在复杂的障碍滑雪模拟器上表演时，*氧*气的*使用*减少了(阿尔马斯巴克，怀汀和赫尔格路德，2001；Durand等人，1994年)。Lay，Sparrow，Hughes和O'Dwyer(2002)报道了在划船测力计上学习划船的人的耗氧量也有类似的下降，测力计通常被船员用作训练设备。《麻雀》(麻雀与伊里扎里-洛佩兹，1987；斯派洛和纽维尔，1994)证明，随着人们在跑步机上以恒定的速度学习用手和脚走路(爬行)，氧气的使用、心率和热量消耗会降低。和海泽(1995；海泽和康维尔，1997)表明，机械*效率*随着人们学习执行投球任务的练习而增加。(关于能量消耗的更深入的讨论，因为它与运动技能的学习有关，见麻雀，雷和奥德怀尔，2007。)学习潜水的学生提供了一个生理机能下降的有趣例子

用氧气消耗衡量的能源成本。第一次学习潜水的人通常比他们变得更有经验时使用更多的氧气。这种变化的简单演示是比较新手和有经验的潜水员的氧气水平。初学者通常在相同长度的潜水中使用更多的氧气。

除了显示出能量成本的降低，学习者还会感受到他们的感知努力率的降低。RPE是一种可测量的主观感知，指的是一个人在执行一项技能时感到自己正在付出的努力(即努力或精力)。斯派洛、休斯、拉塞尔和勒罗辛诺(1999)在一项实验中报告了能源使用经济和可再生能源效率变化的良好证明。新手划手在划船测力计上进行为期六天的练习。结果显示，当划船者以他们喜欢的划水速度划水时，代谢能量消耗经济性增加，而心率、耗氧量和视网膜色素上皮在六天的练习中显著降低。

292 第四单元■运动技能学习介绍

## 视觉选择性注意的变化

因为视觉在技能的学习和控制中起着关键作用，所以重要的是要注意我们对视觉的使用是如何随着技能的练习而变化的。因为我们在第6、7和9章中详细讨论了这些特征和变化，所以我们在这里只简单提及它们。初学者通常看的东西太多，这往往会导致他们的视觉注意力转向不适当的环境线索。当一个人练习一项技能时，他或她将视觉注意力引向更适合指导他或她的表现的信息来源。换句话说，这个人获得了一种更强的能力，将他或她的视野指向环境中的调节特征，这将为执行技能提供最有用的信息。此外，在执行一项技能的过程中，人们会更早地恰当地引导他们的视觉注意力。这种引导视觉注意力的时间方面很重要，因为它增加了人可以选择和产生情境所需的行动的时间。

Savelsbergh，Williams，vanderKamp和Ward(2002)的一个实验很好地证明了视觉选择性注意在学习阶段的变化。他们记录了新手和专家足球守门员在模拟点球情况下的眼球运动特征。守门员观察了真人大小的视频剪辑，这些视频剪辑显示职业球员踢点球，点球指向球门的六个区域。守门员移动了一个操纵杆去拦截球；如果他们在球越过球门线的时候把球放在了正确的位置，就记录了一次扑救。不出所料，专家守门员表现得比守门员更好，尤其是在做出更多扑救和更好地预测球的高度和方向方面。此外，专家们在更接近脚球接触的时候启动了他们的操纵杆响应，并且进行了更少的操纵杆位置校正。视觉搜索特征根据踢球者脚球接触前后的时间周期来确定。总的来说，专家们对场景中更少的区域进行了更长时间的更少的眼球运动固定

包括踢球者。这些结果表明，专家们减少了他们需要关注的视觉信息的数量，并且他们从场景的最相关部分提取了更多的信息。(值得注意的是，Loffing和Caal-Bruland(2017年)最近对运动预期期间凝视行为的研究表明，一系列不同运动的专家往往比非专家更少注视较长时间，尽管个体内部和个体之间以及任务之间存在相当大的差异。)随着踢球者开始接近球并最终接触球，专家们逐渐将注意力从踢球者的头部转移到非踢球的脚、踢球的脚和球上。他们很少关注踢球者身体的其他部位。相比之下，新手花更多的时间关注踢球者的躯干、手臂和臀部，而花更少的时间关注头部、非踢腿和球。有趣的是，在脚球接触时，专业守门员注视球的时间是新手的两倍多。

## 执行技能时有意识注意力需求的变化

根据费茨和波斯纳的学习阶段模型，在实践的早期，学习者有意识地思考几乎每一个执行技能的部分。但是当一个人练习这项技能并变得更加熟练时，他或她对这项技能本身的有意识注意力就会减少到几乎自动完成的程度。

在学习在标准换挡车上换挡的过程中，我们看到了这种变化的日常例子。如果你已经学会驾驶一辆标准的换挡车，你无疑会记得你第一次学会换挡时是如何换挡的。这个动作的每个部分都需要你有意识的注意。你思考了整个动作序列的每一部分:什么时候松开油门，什么时候踩下离合器，如何协调你的腿部动作来执行这些离合器和油门动作，什么时候在哪里移动换挡，什么时候松开离合器，最后，什么时候再次踩下油门。但是当你变得更有经验的时候

第十二章■学习的阶段 293



足球守门员将随着他们学习阶段的进展和技巧的提高，开发出更有效和高效的视觉搜索策略。

ShutterstockImages，LLC

司机？最终，你在没有意识注意力的情况下完成了所有这些动作。事实上，你毫无疑问地发现你可以同时做一些其他的事情，比如继续对话或者跟着收音机唱歌。当你第一次学习开车时，你在换挡时做这些事情会有很大的困难。Shinar、Meir和Ben-Shoham(1998)在一项对以色列有经验的和新手有执照的汽车司机进行比较的研究中提供了这种注意力需求随经验而变化的证据。结果显示，在换挡时，新手司机往往会错过有经验的司机没有错过的交通标志。

一项比较新手和熟练棒球击球手的实验也表明了在学习阶段连续体中发生的有意识注意力需求的变化。格雷(2004)让“熟练的”大学和“新手”休闲棒球运动员击打速度和高度不同的模拟棒球场。在一些比赛中，运动员只是挥杆

在球场上。在其他试验中，他们必须执行一个辅助任务来回应一个可听的音调。一种与击球技巧无关的次要任务是要求运动员口头上辨别音调的高低。另一种次要任务与击球技巧有关，要求球员口头识别击球时球棒是向上还是向下移动。这种音调在球出现在击球手面前后的任何时候都会出现。结果显示，对于新手来说，额外的二级任务会导致挥杆错误的增加，而对于熟练的球员来说则不会。但是，当被问及球棒的运动时，正好相反，挥棒失误对于熟练的球员来说越来越多，但对于新手来说却不是这样。因此，熟练的球员减少了挥动球棒所需的有意识的注意力，并且可以在不干扰挥棒的情况下对音调做出反应。相比之下，当他们不得不注意蝙蝠的移动时，他们的挥杆就被打断了，这是他们通常不会做的事情。另一方面，新手玩家没有受到干扰

294 第四单元■运动技能学习介绍

|  |  |
| --- | --- |
|  | **仔细看看** |
| **驾驶标准换挡车的驾驶体验和注意事项**  希纳尔、梅尔和本-肖汉姆(1998)使用了双重 结果显示，有经验的驾驶员任务程序确定驾驶经验的年数(中位数=八年经验)对手动或自动变速器汽车的注意力需求的影响，类似于驾驶标准换档汽车。他们询问了这两个标志中的40个较大的百分比。然而，手动挡汽车的新手司机(年龄在18岁至66岁之间)发现，在经过特拉维夫市区的5公里路线上，手动挡汽车的百分比低于自动挡汽车的百分比。这条路线涉及多车道的街道，自动变速汽车。因此，驾驶体验导致许多十字路口、许多交通标志、拥挤的交通，导致行动和许多行人和人行横道所需的注意力减少。换挡的程度如此之高，以至于驾驶人辅助任务涉及司机在拥挤的交通中观察交通自动变速车，变成类似的标志，并口头报告每个标志，以指示在驾驶自动“慢行——路上的孩子”和“不准停车”时所需的注意力。 传输车。 | |

当被问及球棒的运动时，因为次要任务要求他们对一些他们在投球时通常会注意的事情做出反应。有趣的是，当学习一项新技能时，更倾向于有意识地控制自己的动作的人也更倾向于冻结自由度(vanGinneken等人，2018年)。

最后，考虑一些你或你的朋友在学习运动技能方面的经历。如果你学会了在电脑键盘上打字，那么在你第一次尝试键入一个单词或句子时，你无疑会把你的意识集中到每个手指在每个字母上敲击正确的键上。当你打字时，你可能无法与朋友交谈，因为打字工作需要你全神贯注。但是，随着你的练习越来越熟练，你不再需要把注意力放在你的手指和每个字母的键上，你可以在打字的时候和朋友聊天。类似地，当运动训练者第一次学习用带子绑住脚踝时，他们会有意识地注意每一条带子的应用，以确保其位置正确且应用顺畅。但是经过大量的脚踝缠绕练习后，训练者不再需要将所有的注意力都放在缠绕的这些方面。你可能会想到类似的其他情况。这些例子表明

学习一项运动技能的共同特征是，随着学习者沿着学习连续体的各个阶段前进并变得越来越熟练，技能本身的动作所需要的有意识注意力的数量会减少。

## 错误检测和纠正能力的变化

在练习中提高的另一个表现特征是识别和纠正自己运动错误的能力。个人可以在技能表演期间或之后使用这种能力，这取决于所涉及的时间限制。如果动作足够慢，一个人可以在动作发生时纠正或修改正在进行的动作。例如，如果一个儿子拿起一个杯子，把它拿到嘴里喝，他或她可以在这个过程中做一些调整，让他或她成功地完成这个动作的每个阶段。然而，对于快速运动，例如在棒球中开始和进行挥杆，一个人通常不能在挥杆过程中及时进行校正，因为当这个人进行校正时，球已经越过了可击球的位置。对于这两种类型的技能，表演者可以使用他们在表演中发现的错误来指导未来的尝试。

一个极好的研究证据的例子，证明了错误检测和

纠正能力是一项涉及处于不同学习阶段的体操运动员的研究(罗伯逊、柯林斯、埃利奥特和斯塔克斯，1994)。新手和熟练的体操运动员尽可能快地走过平衡木，行走时要么完全看不见平衡木，要么完全看不见平衡木。结果显示，在没有视觉的情况下，两组人都比有视觉的人犯了更多的形式错误(无意中偏离放松的直立姿势)，但新手比熟练的体操运动员犯的更多(见图12.3)。此外，在没有视觉的情况下，熟练的体操运动员保持了他们用全视觉穿越横梁的时间，而新手花了几乎两倍的时间。熟练的体操运动员在无视觉比赛中保持他们的运动时间

第十二章■学习的阶段 295

50

全视野无视野

40

**表单错误数**

30

20

10

0

通过采取更多的步骤和形成更多的形式

熟练的

新手

错误。作者的结论是，研究结果表明，“熟练的一部分包括发展快速有效地纠正移动错误的能力”(第338页)。重要的是要补充说明，这些修正表明了检测错误的能力。而且，正如我们在第6章中所讨论的，视觉是检测和校正光束移动误差的重要来源。

## 大脑活动的变化:可塑性

你在第四章中读到，当我们执行一项运动技能时发生的行为有一个潜在的神经结构。这种结构通常由几个同时活跃的大脑区域组成，随着初学者对技能的掌握越来越熟练，这种结构也会发生变化。这种活动变化体现了大脑的**可塑性**，这是它最重要的特征之一。(关于“*可塑性*”一词在神经系统中的使用历史和演变的深入讨论，见Berlucchi&Buchtel，2009。)

随着脑成像技术的出现，大量研究人员一直在积极研究与运动技能学习相关的大脑活动的变化。一个常见的发现是，在学习的早期活跃的大脑区域并不总是在学习的后期活跃的相同区域(参见Lohse，Wadden，Boyd&Hodges，2014年关于该主题研究的元分析)。因为

**视力状况**

图12.3罗伯逊等人的实验结果显示了新手和

熟练的体操运动员走过平衡木时，他们走路时是全视觉还是无视觉。资料来源:经修改的图4，第337页，罗伯逊，s.，柯林斯，j.，埃利奥特，d.，和斯塔克斯，J.(1994)。技能和间歇性视觉对动态平衡的影响。汽车*杂志*

*行为，26，333–339。*

在用于功能磁共振成像和正电子发射断层扫描的扫描设备的物理限制中，这类研究中典型的运动技能是序列学习。这项任务通常要求参与者学会将电脑显示器上的刺激与手指、手或脚的运动联系起来，然后练习这些运动的特定顺序。

Doyon和Ungerleider(2002；参见Doyon，Penhune，Ungerleider，2003)提出了一个模型来描述运动技能学习的神经解剖学和相关的大脑可塑性，特别是因为它与运动序列的学习有关。他们提出，最常与技能习得相关的脑结构是纹状体(尾状核和壳核

大脑神经元活动的**可塑性**变化，与大脑区域活动的变化有关；这些变化通常与行为变化或改变有关。

296 第四单元■运动技能学习介绍



|  |  |
| --- | --- |
|  | **仔细看看** |
| **学习新运动技能时大脑活动的变化**  大脑扫描技术的出现 练习:参与者练习这项技能八次，让研究人员调查大脑活动 在连续的几天里，他们学习和表演一项运动技能。 一组比利时研究人员用功能磁共振成像观察了40项视觉反馈试验 每次试验结束时的结果。  学习新运动技能的人的大脑活动 功能磁共振成像扫描:扫描运行发生在(普特曼斯，文德罗和斯温嫩，2005年)。 训练开始(预训练)，在训练中途-   * **参与者:十一个惯用右手的成年人(五个** ing(第4天之后)，培训结束后，女性，6名男性；平均值。年龄=23.9岁) 第八天(训练后)。 * **需要学习的运动技能:因为学习** 行为结果:手腕的运动学分析包括使用核磁共振扫描仪，运动 动作表明所有参与者都是要求参与者学习的技能 能够完成期末考试指定的技能，并且能够在说谎时完成 训练日。   仰卧在扫描的空间限制内- **大脑活动结果:功能磁共振成像扫描显示净受体。这项技能的目标是伸缩和延伸** 从培训前到培训后:  左右手腕同时 大脑活动减少:双侧耳后区，持续28.5秒。独特的性格- 双侧腹外侧前额叶皮层，这项技能的右侧特征是右手腕有 tral运动前和边缘上回，前  运动速度是左手腕的两倍 扣带沟和辅助运动区。每2秒的运动周期。这意味着 大脑活动增加:在初级运动皮层，参与者必须学会弯曲和伸展大脑 后扣带、壳核和右前左手腕弯曲时每2秒钟一次 小脑。  同时伸展右手腕两次 **结论:一般来说，大脑活动变化周期(即1:2的频率比)。每次审判** 揭示了与学习相关的从前额叶到28.5秒的转变，包括节拍器到配速 最初练习皮层下运动时的顶骨控制。 熟练表演时的控制。 | |

基底神经节)、小脑和额叶的运动皮质区，即形状记忆合金(辅助运动区)、运动前皮质和运动皮质等。该模型表明，这些大脑区域形成“两个不同的皮层-皮层下回路:皮层-基底神经节-丘脑-皮层回路和皮层-小脑-丘脑-皮层回路”(Doyon等人，2003，第253页)。请注意，这两个环之间的主要区别是一个涉及基底神经节，另一个涉及小脑。在学习的早期，皮质-小脑-丘脑-皮质回路更为复杂，尽管当学习者参与一项技能初始学习的认知和运动活动时，纹状体和小脑通常与特定的运动皮质区域一起被激活。另一方面，学习良好的技能涉及基底神经节更多的活动，

尤其是壳核和苍白球以及大脑皮层的下顶叶。

一般来说，当一个人处于费茨和波斯纳自主学习阶段时，随着运动技能的动作变得更加“自动”，一个由纹状体和相关的运动皮层区域组成的分布式神经系统，而不是小脑，可能足以表达和保持学习的行为(Doyon等人，2003年，第256页)。该模型提出，小脑在学习运动技能中的早期参与似乎与根据感觉输入调整运动运动学以产生适当的运动有关。几项核磁共振成像和正电子发射断层扫描研究的结果显示了对多雍和昂格莱德模型的普遍支持，尽管在不同学习阶段活跃的特定大脑区域可能因所学技能的不同而不同



实验(例如，见Doyon等人，2009年；Doyon&Habib，2005；格拉夫顿，哈泽泰，艾弗里，2002年；Lafleur等人，2002年；和帕森斯，哈灵顿和拉奥，2005)。

最后，关于学习引起的大脑变化，还有两点需要注意。首先，运动技能的自动化与大脑皮层活动的整体减少有关，这表明加工效率的提高与运动技能学习过程中其他系统的效率提高是一致的(Gobel，Parrish和Reber，2011)。第二，当学习新技能时，大脑除了功能变化之外，还会经历结构变化。Draganski等人(2004)首次证明了这种变化，他指出，三个月的杂耍练习导致了颞中区和左侧后顶内沟灰质密度的显著(尽管是暂时的)双侧增加。这两个领域都与视觉信息的处理和保持有关。随后的研究证实，当获得其他复杂的运动技能时，也会发生类似的变化，并且脑白质通路的组织也会随着实践而变化(参见扎托雷(Zatorre，Fields)和约翰森-伯格(Johansen-Berg，2012)对该领域工作的出色回顾，以及斯蒂尔和扎托雷(Steele&Zatorre，2018)对该研究领域当前方向的讨论)。

另一种用于检查与运动学习相关的大脑结构和/或功能变化的方法是检查处于静止状态或参与运动想象或表演排练的精英运动员的大脑。这种方法与本章末尾描述的研究相一致，这些研究侧重于专家和非专家在一系列感知、认知和运动测量方面的差异。在阿切尔(Chang等人，2011年；Kim等人，2008年，2014年)，羽毛球运动员(Di等人，2012年)，篮球运动员(Park等人，2009年，2015年)，舞者(Calvo-Merino等人，2005年；Giacosa等人，2016年；Hänggi等人，2010年)、高尔夫球手(Jäncke等人，2009年)、体操运动员(黄等人，2018年)、赛车驾驶员(Bernardi等人，2013年)和攀岩者(Paola等人，2013年)。与长期训练会导致大脑变化的观点一致

第十二章■学习的阶段 297

与非运动员对照组相比，黄等人(2018)研究的世界级运动神经系统的神经处理效率显示出基底神经节、前默认模式网络和左、右额顶网络的静息状态内部网络功能连接性显著降低，尽管纹状体外视觉网络的功能连接性更高。此外，与对照组相比，体操运动员在感觉运动网络与基底神经节、小脑和初级视觉网络之间、基底神经节网络与初级视觉网络之间以及后默认模式网络与右额顶网络之间表现出较低的网络间功能连接性。同样，这些发现并不意味着所研究的大脑区域不像对照组那样联系紧密；由于体操运动员的大脑效率更高，这些区域在静止状态下更不活跃。

# 在学习的各个阶段不会改变的表演者特征

研究人员调查了感知反馈在*学习*各个阶段的使用情况，一致表明学习*是*特定于实践中可用的感知反馈来源的。这意味着，如果我们在学习的第一阶段练习时使用视觉反馈，我们需要继续以同样的方式使用它，因为我们在后期会变得更加熟练。Proteau和Marteniuk(1993)提出了这种反馈依赖的研究证据的一个很好的例子。他们允许参与者在550毫秒内学会执行90厘米瞄准动作时看到他们的动作。然后经过200或者2000次的练习试验，视觉反馈就被去掉了。我们预计，如果参与者在练习时学会了依赖视觉以外的感官反馈源，那么增加视觉练习量将会降低对视觉技能的需求。然而，结果却恰恰相反。经过2000次试验后，视觉反馈被去除的参与者表现不如视觉反馈被去除的参与者准确

298 第四单元■运动技能学习介绍



|  |  |
| --- | --- |
|  | **仔细看看** |
| **练习特异性:舞蹈室和力量训练室的镜子**  如果你走进大多数舞蹈室和举重训练室——举重运动员用镜子练习了100个试练室，你会看到至少有一面全身镜被要求在没有镜子的情况下进行举重，它们只有一面墙，如果不是更多的话。最常见的原因是他们的膝关节角度误差增加了50%。与其说镜子帮助他们获得视觉反馈来帮助舞蹈者完善他们的形态，不如说当运动员和举重运动员提高他们的技术时，导致了更差的形态。但是根据ror的说法是没有。  本章讨论的关于实践的证据-  有了这种视觉反馈 舞蹈演员:虽然我们没有研究证据，但上下文不包括镜子，镜子 基于舞者，我们有证据表明有些人可能会阻碍学习，而不是帮助学习。 根据吕克·普罗托和她的几项研究，专业舞蹈老师在上课时不使用镜子 课程和排练。另外两个例子被描述了，人们在有 在《纽约客》杂志(1月6日)上，这种类型的视觉反馈越依赖 2003)在琼·阿科塞拉的一篇文章中。在作者认为反馈他们成为。这意味着当 观察一个伟大的芭蕾舞女演员教的舞蹈课，一个人必须在没有镜子的情况下表演，那 苏珊娜·法雷尔，她说，“一次又一次，她的表现不如他或她 告诉舞蹈演员不要再照演播室的镜子了,“一直不照镜子练习，或者至少，为了 (页（page的缩写）53).另一个例子是乔治有足够的时间不依赖镜子。 巴兰钦，纽约城的创始人  芭蕾舞团，被许多人认为是力量型的:特伦布莱和普罗托(1998)提供了世界上最好的舞蹈指导之一。巴兰钦的证据表明，这种观点适用于体力劳动者学习——禁止他的舞蹈演员照镜子。他告诉ing“完善”他们的深蹲形式。当他们，“我是镜子”(第53页)。 | |

它在200次试验后被移除。这些参与者不但没有减少对视觉反馈的依赖，反而增加了依赖性。据报道，参与者在学习相同类型的带有视觉反馈的手动瞄准任务，但在100次、1300次和2100次试验后将其移除后，出现了类似的结果(汗、弗兰克斯和古德曼，1998)。其他类型的运动技能也显示了这种效果，例如走过平衡木(你在前面的章节中已经看到)，在地板上的一条狭窄的线上走一个特定的距离(Proteau，Trem-blay&DeJaeger，1998)，连续手臂运动技能(Ivens&Marteniuk，1997)，单手接球(Whiting，Savelsbergh，Pijpers，1995)，以及举重技能(Tremblay&Proteau，1998)。

为什么随着一个人学习阶段的推进，对实践中可用的感觉反馈源的依赖性会增加？普罗托

和他的同事假设，这种依赖性的发展是因为感觉反馈成为技能记忆表征的整合感觉成分的一部分。因此，如果一个人必须在没有相同的感官反馈的情况下进行表演，那么从记忆中提取表象就不是最佳的，因为表演情境中可用的感官信息与技能的记忆表象中存储的感官信息不兼容。因此，性能不如在性能环境中存储的所有感官信息准确。

# 专长

如果一个人练习一项技能足够长的时间，并且得到了正确的指导，他或她最终可能会变得足够熟练，成为一名*专家。*在…上

第十二章■学习的阶段 299

|  |  |
| --- | --- |
|  | **仔细看看** |
| **史蒂夫·布拉斯病**  史蒂夫·布拉斯是一名职业棒球运动员，他专注于匹兹堡海盗队的投掷技术。在球场上超过十年。在第9章中，你了解到专注职业生涯中，他赢得了100多场胜利，在全国锦标赛中获得了动作而不是动作效果，拥有一个联盟全明星队，在vot中获得了第二名——对表现的不利影响，并经常导致他获得1971年世界系列赛MVP，落后于他的球队——令人窒息。无论这个解释是否正确，都是罗伯托·克莱门特大副。尽管他的职业生涯辉煌，但仍有很多猜测。布拉斯自己说，他尝试过史蒂夫·布拉斯，他最出名的是他的突发奇想和多种治疗方法来治疗他的疾病，但是在1973年他对自己的投球失去了控制，但毫无效果——绝对没有效果。鉴于季节。他走过许多击球手，许多高调的表演者和运动员，他们很少被三振出局，他的自责分率飙升，遭受了类似的险峻和无法解释的打击  9.81.他在1974赛季的大部分时间里都在损失技术，这个领域的额外研究已经成熟。然后在1975年退役。史蒂夫·布拉斯(SteveBlass)在疾病中很少考虑技能丧失的话题，现在通常用于棒球界的技能习得文献中。  指一个技艺高超的投手，他突然 听到史蒂夫有趣的采访，莫名其妙地失去了控制自己投掷的能力。 关于史蒂夫·布拉斯病，请访问 [http://www](http://www/)教练、评论员和研究人员 .thisAmericanlife.org/radio-archives/eption/462对史蒂夫·布拉斯提出了各种解释 /自己最大的敌人？act=1。更多关于史蒂夫在棒球投球技术上的急剧下降； 布拉斯的事业，你可以看他的自传  *然而，大多数都集中在《终身海盗》的负面影响上。* | |





我们在这次讨论中提出的学习阶段连续体(图12.1)，专家是一个位于最右端的人。这个人是精英群体中的一员，是出类拔萃的优秀演员。虽然运动技能专长在运动学习研究中是一个相对较新的研究领域，但我们知道专家有着鲜明的特点。我们关于运动技能领域专家的大部分知识都与运动员、舞蹈演员和音乐家有关。虽然他们在看似不同的领域，但这些技能表现领域的专家有一些相似的特征。接下来将对其中一些进行检查。

## 专业实践的数量和类型

在对来自不同领域的专家进行的第一次广泛研究中，爱立信、克兰普和泰施-罗默(1993)报告说，所有领域的专业知识都是至少*十*年紧张*实践*的结果。关键是

声明是“紧张练习”虽然时间长短很重要，但对于专业知识的获得来说，更重要的是一个人从事的实践类型。根据爱立信和他的同事的说法，一个人在任何领域获得专业知识所需的特定类型的密集练习是故意练习，这是指“由教练或老师专门设计的个性化训练活动，通过重复和连续的改进来提高个人表现的特定方面”(爱立信&Lehm-ann，1996，第278页)。在这种类型的练习中，这个人接受最佳的指导，并且每天进行几个小时的紧张的、类似工作的练习。当一个人朝着专家的方向发展时，他或她开始需要个性化的训练或实践制度的监督。对有意练习假说进行调查的研究一直支持这种练习对许多不同表演领域专业知识发展的影响，如体育、芭蕾、音乐、绘画、外科手术等。(参见

300 第四单元■运动技能学习介绍

安德森&梅奥，2015；贝克&杨，2014；爱立信，2008；爱立信和威廉姆斯，2007年，对这项研究的评论，虽然不同的方面提出了一个评论的实践效果，由麦克纳马拉，汉布里克和奥斯瓦尔德，2014年)。

专业知识的一个特点是:*专业知识是*特定领域的(见爱立信&史密斯，1991)。这意味着专家的特点是他们在哪个领域取得了如此大的成功。专业领域的能力很少转移到该人没有经验的另一个领域。(关于支持专业技能的运动特性的证据，见霍奇斯、克尔、斯塔克斯、威尔和纳尼杜2004年对优秀铁人三项运动员和游泳运动员的研究。)

## 专家的知识结构

专家技能执行者的一个显著共同特征是，他们比非专家更了解一项活动。更重要的是，这些专家知识的结构也完全不同。对专家在许多不同技能方面的调查研究，如象棋、计算机编程、桥牌和篮球，表明专家已经将他或她的活动知识发展成更有条理的概念，并且能够更好地将这些概念联系起来。专家的知识结构还具有更多决策规则的特征，他或她使用这些规则来决定在特定情况下如何执行。此外，由于知识的结构方式，专家可以从一次观察或演示中记住更多的信息。

解决问题、决策和预测。这些知识结构特征的好处是，它们使专家能够比非专家更快、更准确地解决问题和做出决策，并更容易适应新的环境。例如，一个专业的篮球运动员把球带到地板上，可以看到一个或两个球员在另一个球员身上

团队并了解团队使用的防御类型；预测防守者和他或她的队友会做什么；然后决定是传球、运球还是投篮。初学者需要花更多的时间来做出同样的决定，因为他或她需要观察更多的玩家来获得同样的信息。

## 专家对视觉的运用

当专家执行一项活动时，他们比非专家更有利地使用视觉。我们在第7章和第9章讨论了许多这些特征。例如，专家更快地搜索他们的环境，更多地关注这种搜索，并在更短的时间内选择更有意义的信息。此外，专家在决策时不需要太多的环境信息，主要是因为他们在某个地方“看”得更多。毫无疑问，部分由于他们卓越的视觉搜索和决策能力，专家可以比非专家更好地利用视觉信息来预测他人的行为。专家比非专家更快识别环境中的模式。(关于涉及技术娴熟的足球运动员的证据，见范·马尔塞文(VanMaarseveen)、奥德詹斯(Oudejans)和萨弗斯伯格(Savelsbergh)，2015年；关于一系列其他运动，见洛芬(Loffing)和卡内尔·布鲁兰(Caal-Bruland)，2017年。)专家是在多年的表演经验后获得这些视觉特征的；研究表明，这些特征更多的是经验的作用，而不是更好的视觉敏锐度或视力4。

## 专业知识和自动性

基于先前关于学习阶段的讨论，人们可能会认为专家们几乎肯定会在他们的表现中达到毫不费力的自动化阶段。根据爱立信(1998)的说法，没有什么比这更偏离事实的了——专家的表现是完全自动化的这一普遍信念是完全错误的。爱立信认为

见阿伯内西(1999)的一个开创性的讨论之间的差异专家和新手在使用视觉4。

第十二章■学习的阶段 301

**专家表演**

**演出**

**经验**

增强的控制和记忆

图12.4专家绩效改善过程和日常活动之间的质量差异说明。日常活动的目标是达到一个满意的水平，这个水平是固定的、自动化的，然后用最少的努力来执行。在



**日常活动**

自动化轻松和固定

相比之下，专业的表演者通过开发越来越复杂的心理表征来抵消自动性，以达到更高水平的表演控制。来源:来自爱立信，

K. A. (1998).专家水平表现的科学研究:最佳学习和创造力的一般含义。*高能力*研究，9，75–100。



在学习日常技能的过程中，人们达到了一个可接受的表现水平，然后很乐意将最少的注意力放在技能上，从而失去了对修改技能的有意识的控制。在这种情况下，即使学习者继续练习，技能也会停滞不前。相比之下，专家试图避免与完全自动化相关的停滞状态，因为需要不断改进和应对新情况(见图12.4)。专家在决策时用言语表达他们的想法的有声思维协议揭示了一系列领域的专业知识是由日益复杂的认知控制过程介导的。此外，卓越的表现与对特定信息片段的更高水平的回忆有关，这与表现期间的高度自觉意识相一致。本质上，专家似乎在学习的早期阶段循环，尽管比初学者复杂得多，试图利用更高的认知过程。如果爱立信是正确的，那么意识控制处理，最初被认为是局限于学习一项新技能的开始阶段，可以对专家适应各种不同情况的能力做出重大贡献。



**总结**

* 当人们开始练习一项新的运动技能，并继续练习该技能时，他们通常会经历不同但连续的学习阶段。我们讨论了描述这些阶段的两个模型。
* *费茨*和*波斯纳*模型建议学习者通过三个阶段进步:

*认知阶段*——初学者从事许多认知活动，如解决问题、将注意力引向运动等。

*联想阶段*——在这个中间阶段，学习者减少执行技能时涉及的认知活动量，并努力改进技能，以提高绩效成功和一致性。

*自主阶段*——学习者熟练地、几乎自动地表演，很少有意识地关注动作。

* *詹蒂莱的模型提出学习者经历两个阶段:*

初始阶段——初学者的目标是发展一种运动协调模式，它

302 第四单元■运动技能学习介绍

将允许一定程度的成功执行，并学会区分监管和非监管条件。

*后期*阶段——学习者的目标是获得适应环境的能力

在初始阶段获得的运动模式，以适应任何表演情况的特定需求；提高绩效成功的一致性；并且以省力的方式来执行技能。在这个阶段，运动目标是特定于技能的，因为封闭技能需要固定的运动模式，而开放技能需要多样化的运动模式。

* 伯恩斯坦将学习一项新技能描述为解决一个运动问题，并将学习过程比作上演一出戏。他提出学习者在获得一项新技能时要经历多个阶段，并将有效的实践描述为一种*没有重复重复*的重复形式。
* 随着学习者在整个学习阶段的进步，会出现几个不同的执行者和表现变化。我们讨论了以下变化:

*改善率:改善量减少(实践的幂律)。*

动作协调:为了控制一项技能所需的许多自由度，初学者最初“冻结”某些关节，但最终允许相关的肢体部分作为功能协同一起工作。

控制的复杂性:底层控制机制的复杂性可能会根据任务需求而增加或减少。

改变既定的或偏好的协调模式:学习者通常最初使用优先的协调模式，但这些模式随着练习而失去稳定性，并被稳定和功能更强的协调模式所取代。

*涉及的肌肉:一个初学者激活的肌肉数量随着练习而减少；*

肌肉激活的时间模式对于成功的表现变得最佳。

能量消耗/移动效率:新手使用的能量量减少；运动效率提高。

视觉选择性注意:视觉注意力越来越多地被导向特定的信息来源。

有意识的*注意:*给予一项技能的动作特征的有意识的注意量减少了。

错误检测和注意:检测和纠正自身性能错误的能力增强。

大脑活动:在学习的初始阶段激活的特定大脑区域并不总是在后期激活的相同区域。处理效率提高。

* 在学习的各个阶段，表演者的一个特征是不改变的，那就是对早期练习阶段获得的感官信息的依赖。
* *专业技能指的是高水平的技能表现，它是处于与初学者学习连续体相反的极端的人的特征。*

专业知识通常是至少十年刻意练习的结果。

*专家有一个知识结构，它被组织成更多的概念，这些概念与*

进行活动，他们能够更好地将概念联系起来。然而，知识结构是特定于活动的。

那些在决策和预测方面有严格时间限制的活动中表现出色的专家们，以一种允许他们在短时间内选择更有意义的信息的方式，直观地搜索绩效环境。

专家可能会拒绝让他们的表现的所有方面变得自动化，以实现持续的改进和适应新的情况。

第十二章■学习的阶段 303





**从业者要点**

* + 当与处于学习初始阶段的人一起工作时，教学的重点应该是实现行动目标。让初学者有机会探索各种运动选项，以确定哪些运动特征为他们提供了最大的成功可能性。
  + 预计初学者会犯很多动作错误，并且在一次尝试和另一次尝试中表现出不一致。
  + 在初学者已经证明他们能够成功地完成一项技能后，教学的重点应该是改进这项技能并更有效地完成它。
  + 对初学者来说，封闭和开放技能的指导应该是简单的，重点是发展他们的运动特征，使他们能够在一定程度上成功地实现技能的动作目标。但是在他们达到这种成功水平后，对封闭技能和开放技能的指导应该有所不同。对于封闭技能，重点应放在成功动作的重复上，这种成功动作会发生在技能被执行的环境中；对于开放式技能，重点应该放在成功适应各种监管条件上，这是所学开放式技能的典型特征。
  + 期望初学者相对较快地表现出大量的进步，但随着技能的发展，进步会越来越小。当学习者的进步不如以前时，有必要提醒他们这种特点，以激励他们继续练习。
  + 期望初学者用与他们以前学习和体验过的技能相似的移动策略来完成一项技能。这些策略可能有助于他们最初体验成功，实现技能的行动目标，但最终会阻碍他们达到能够体现熟练执行者(即专家)特征的成功水平。



**相关阅读**

阿伯内西、法罗、戈尔曼和曼恩(2012年)。预期行为和专家表现。在

*N. Hodges&A.M.Williams(Eds。)，运动技能习得:研究、理论与实践(第2版。，第287-305页)。纽约:劳特利奇。*

Bebko，J.M.，Demark，J.L.，Osborn，P.A.，Majumder，s.，Ricciuti，

C. J.，&Rhee，T.(2003)。复杂任务的获得和自动化:三球级联杂耍的检验。运动行为*杂志*，*35*，109–118。

Campitelli，g.&Gobet，F.(2011)。刻意练习:必要但不够。心理*科学*的当前方向，*20*，280–285。

卡森，H.J.，和柯林斯，D.(2011)。固定/多样化舞台表演者技能的提炼和恢复:五-A模型。*运动运动*和锻炼心理学国际评论，*4*(2)，146–167。

Causer，j.，Janelle，C.M.，Vickers，J.N.，&Williams，A.M.(2012)。感性专长:可以训练什么？在

*N. Hodges&A.M.Williams(Eds。)，运动技能习得:研究、理论与实践(第2版。，第306-324页)。纽约:劳特利奇。*

埃里森，P.H.，科尔尼，P.E.，斯帕克斯，S.A.，墨菲，P.N.，&Marchant，D.C.(2018)。反对眼手协调作为一种普遍能力的进一步证据。《国际*运动*科学与教练杂志》，13(5)，687–693。

爱立信、霍夫曼、科兹贝尔特、威廉姆斯、

*A. M. (2018).剑桥专业知识和专家表现手册(第二版。).剑桥:剑桥大学出版社。*

*Furuya，s.，&Kinoshita，H.(2007)。由专业钢琴家敲击琴键时，上肢各段从近端到远端的顺序组织。神经科学快报，421，264–269。*

Goh，h。-T。，戈登，j.，沙利文，K.J.，和温斯坦，C.J.(2014)。运动学习中注意力需求的评估:双任务探测范式的有效性。运动行为杂志，46(2)，95–105。

Haibach，P.S.，Daniels，G.L.，&Newell，K.M.(2004)。在学习级联变戏法的早期阶段，协调性会发生变化。人类运动科学，23，185–206。

霍夫曼(2007)。颈部脊髓损伤双手训练和体感刺激后的皮质重组:病例报告。物理疗法，87，208–223。

Ko，j。-H。，&Newell，K.M.(2015)。姿势协调模式的组织作为支持动力学表面缩放的函数。运动行为*杂志*，*47*(5)，415–426。

*拉普伊，O.(2018年)。赛车手的思维——专业赛车运动中核心感知认知专业知识是如何体现在深思熟虑的练习过程中的。心理学前沿，9，1294。doi:10.3389/fpsyg.2018.01294*

304 第四单元■运动技能学习介绍

LeRunigo，c.，Benguigui，n.，&Bardy，B.G.(2005)。感知-行动耦合和拦截行动的专业知识。*人*



**研究问题**

*运动科学，24，429–445。*

刘，于涛，&纽威尔，K.M.(2015)。s形运动学习和非平衡相变。实验心理学杂志:人类感知和表现，41(2)，403–414。

Oppici，l.，Panchuk，d.，Serpiello，F.R.，和Farrow，D.(2017年)。特定领域任务限制的长期练习会影响感知技能。心理学前沿，8，1387。doi:10.3389/fpsyg.2017.01387

帕尔默，H.A.，纽厄尔，K.M.，戈登，d.，史密斯，l.，威廉姆斯，

G. K. R. (2018).学习非优势过臂投掷的运动学定性和定量变化。*人*体*运动科学，*62，134–142。

*施劳，G.(2005)。k.安德斯·爱立信访谈。Edu阳离子心理学评论，17，389–412。*

*Seidler，R.D.(2010年)。运动学习、学习转移和学习学习的神经关联。运动运动和运动科学评论，38，3–9。*

史密斯博士(2016年)。运动员行为预期的神经生理学:系统综述。*神经科学和生物行为*评论，60，115–120。

斯派洛，W.A.，&纽维尔，K.A.(1998)。代谢能消耗与运动经济的调节。《心理学通讯与评论》，5，173–196。

*斯塔克斯，J.L.，&爱立信，K.A.(编辑。).(2003).运动方面的专家表现:运动专业知识的研究进展。伊利诺伊州香槟:人类动力学。[包含15章，由体育专业领域的顶尖研究人员撰写。]*

Steenbergen，b.，Marteniuk，R.G.，和Kalbfleisch，L.E.(1995年)。在理解中实现协调:联合冻结和自然贡献。运动行为杂志，27，333–348。韦尔曼，医学博士，莫里斯，医学博士，尼兰德，医学硕士，沃尔特，

N. E.，Mizelle，J.C.，&Hortobágyi，T.(2018)。频谱和时间脑电图测量揭示了健康年轻人获得、巩固和肢体间转移运动技能的独特神经网络。临床*神经生理学，*129，419–430。

Weber，b.，Koschutnig，k.，Schwerdtfeger，a.，Rominger，c.，Papousek，I.，Weiss，E.M.，Tilp，m.，andFink，A.(2019)。学习单向循环会引起与运动和认知功能相关的灰质和白质网络的多种变化。科学*报告，*9，4324。https://doi.org/10.1038/s41598-019-40533-6。

1. 描述学习者在费茨和波斯纳提出的三个学习阶段中的一些特征。
2. Gentile的学习阶段模型与Fitts和Posner模型有什么不同？她的模式与学习开放式和封闭式技能有什么具体联系？
3. 描述一个人在学习运动技能的过程中出现的四种表演者或表演变化。
4. 描述一个在学习过程中*不*会改变的表演者特征。描述一个例子。
5. 描述谁是专家，一个人如何成为专业的运动技能表演者。区分专家和非专家的一些特征是什么？

**具体应用问题:**

1. 你在从事你选择的职业。描述与你一起工作的人试图学习、重新学习或提高表现的运动技能。指定此人处于哪个学习阶段。
2. 描述你期望看到的这个人的表演者和表演特点。
3. 描述你在b部分描述的特征应该如何随着这个人学习技能而改变。