



(内部刊物)

足球科技信息

Football Science and Technology Information

中国足球协会技术部 主办

2019年 第2期 总第3期

足球科技信息

Football Science and Technology Information

中国足球协会技术部 主办

2019 年 3 月

《足球科技信息》编委会

主 编：蔡 勇

副主编：克瑞斯、郭炳颜、王景波

责任编委：王景波

编 委：费 建、孙 雯、肇俊哲、郑超勇、张 昭

尹煜华、赵英杰、陈庆云、井伟祯、张宇宁

足球科技信息

Football Science and Technology Information

第 2 期 (总第 3 期) 2019 年 3 月

目 录

资讯

国际足联推出新的球员监控“黄金标准”	1
阿森纳如何使用心率监测仪	3
替补席上的视频如何改变教练的临场指挥	6

理论探讨

生物带：神话与现实	10
世界杯的战术教训	13
足球专项位置训练及边际效益	16
瓜迪奥拉的曼城战术打法分析（下）	20

技术报告

2018 年 U-17 女足世界杯调研报告	32
-----------------------------	----

大数据

守门员分析简介	40
封堵：防守压力如何影响射门	45
弹射器原理：使用内部和外部负荷来回答运动表现问题	48

学术论文

萨格勒布迪纳摩足球俱乐部青训模式	50
足球中的定位球	57
使用智能可穿戴足球靴传感器发现可最大程度提高弧线射门得分机会的脚部最佳击球点（上）	68

国际足联推出新的球员监控“黄金标准”

西蒙·奥斯丁



世界杯上，参赛队首次能够在替补席使用电子设备。

国际足联正在启动一个新的系统，寄希望于它“改变我们理解监测数据的方式”。

俱乐部和各国国家队目前都在使用一系列的系统和供应商来收集训练和比赛期间的数据。

这些主要包括：GPS，即球员佩戴设备获得数据，再通过卫星传输；本地定位系统（LPS），其芯片上的数据通过无线电接收器传输；光学追踪系统，其数据通过摄像机获取。

国际足联表示：“俱乐部目前与不同的供应商（内部和外部）打交道，由于他们的统计数据各有不同，这使得球员在转会俱乐部或加入国家队时很难对信息进行比较。”

世界足球管理机构正与巴塞罗那足球俱乐部创新中心合作，推出一种“电子性能和跟踪系统”（EPTS），该系统“将改变我们理解在球队训练和比赛期间收集的监测数据的方式”。

国际足联技术创新负责人约翰内斯·霍尔兹穆勒（Johannes Holzmüller）解释道：“我们正在努力实现的是拥有一个现成的黄金标准（用以监测球员的运动表现）。目前还不明确一个系统是否比另一个更好。”

智能手机替代品

“现在，不同的数据源使用不同的数据结构。这意味着，如果您从一个供应商处接收数据，则无法将之与另一个供应商的

数据进行比较，因为它们使用不同的格式。”

国际足联希望 EPTS 系统“将在足球界广泛使用，它将帮助所有俱乐部和国家队提高运动表现”。

霍尔兹穆勒还对 2018 年世界杯期间便携式电子设备是如何在替补席上使用进行了深入的了解。世界杯历史上第一次，球队能够使用“指导 / 战术或球员健康”跟踪数据的电子设备。

“在世界杯上，我们第一次有机会为球队提供软件和通信设备，”霍尔兹穆勒说。

32 支球队中有 31 支使用通信设备与

分析师交谈；27 支球队将所提供的技术和软件用作医疗和战术目的；25 支球队使用我们的平台进行赛后分析。

然而，技术永远不会改变足球运动。它只会促进足球运动，而不是改变这个世界上最流行的运动本身。怎么会有人想要改变足球运动？当然不可能是国际足联。我们想保留足球运动，我们想保护这项运动。

“我们想要改善围绕足球运动进行的各种运作，以便让教练员、裁判员和球迷获得更多信息。”



阿森纳如何使用心率监测仪

西蒙·奥斯丁



现代足球对全球定位系统的关注让许多足球俱乐部忽视了监测仪画面中的另一个重要部分：心率变化。

公平地说，过去用于测量和分析心率的系统并非从用户角度出发。现在，从业人员可以用简单明了、更有意义的方式实时获取深入的数据。

前莱斯特城 (Leicester City) 足球俱乐部体育科研人员亚当·伯顿 (Adam Burton) 告诉 TGG：“从业人员非常重视 GPS，但心率监测却是一个被遗忘的角落。”

伯顿现在是 GameChanger 体育公司的首席体能教练，他在圣乔治公园体育中心 (St George's Park) 负责英格兰职业球员工会的康复计划。他使用 Firstbeat 平台和监测仪来监测心率，并称该系统为“一个简单的康

复工具”。

伯顿解释说：“GPS 通常只能反馈球员在一定心率区间的时间，而 FirstBeat 可以做得更好。”

澳大利亚阿德莱德港 (Port Adelaide) 足球俱乐部体育科学主管斯图亚特·格雷厄姆 (Stuart Graham) 说：“当你监测某个球员的训练适应情况时，外部负荷只能说明一部分问题。”

“我们专门寻找外部负荷和内部负荷之间的关系难以耦合的时期。它告诉我们可能需要调整训练负荷周期，或者某些球员尚未处于最佳状态。”



给球员配备 GPS

在阿德莱德港引进心率监测技术的是上图中的达伦·伯吉斯 (Darren Burgess)。自从去年夏天来到北伦敦 (North London) 俱乐部后，他继续使用阿森纳的这项技术。

“在阿森纳，每次训练课都使用 Statsports GPS 技术、Firstbeat 心率监测仪和高架摄像机或无人机，”兵工厂的运动表现主管解释说。“所有训练课都会评估外部和

内部负荷以及每项练习的战术成功率。”

阿森纳首席体育科学研究人员汤姆·艾伦 (Tom Allen) 补充道：“从业人员可以掌握世界上所有的信息，但数据本身不会影响结果。这就是为什么我们在噪音中找到信号非常重要，而像 Firstbeat 这样的公司能够帮助我们做到这一点。”

这家芬兰公司在英超有六个客户，分别是阿森纳、曼联、曼城、富勒姆、热刺和狼队，而在全世界有 1000 多支精英球队在他们的客户名单中。

诺维奇是公司在英格兰最新的精英足球客户，金丝雀队的运动表现主管克里斯·多莫加拉 (Chris Domogalla) 说：“Firstbeat 公司的 HRV 数据让我们在优化球员管理方面，除 GPS、力量和移动分值以及主观健康问卷外又增加一个客观因素。”

伯顿 (下图) 说：“HRV 之所以重要是因为所有团队都努力在他们的训练和恢复机制中实现个性化。”在体育科学面前，一概而论，每个球员都在做同样的事情。



Firstbeat 系统安装在球员穿戴的背带里，并通过背带将数据发送至接收端。这些数据经过分析处理传送到笔记本电脑。

伯顿通常将自己的笔记本电脑连接到一个大的电子屏幕上，这样球员便可在训练时监测自己的运动表现。

这些监测仪主要在圣乔治体育中心室内健身房训练时使用，当球员做骑自行车、划船或交叉训练时穿戴。通常在低氧和高温的室内，伯顿需要关注他们心率的增加。

GPS 只能根据每分钟的心跳来捕捉“表面”的心率，而 Firstbeat 测量每一次心跳，并将数据转化为全面的指标。

“我们非常独特，我们记录每一次心跳，并且将所有数据放在一个平台上。”格雷厄姆·斯塔克（Graham Stark）说。作为曾经的诺维奇和阿斯顿维拉体育科学研究人员，他现在是 Firstbeat 的主要客户经理。

伯顿表示他在寻找一些关键指标。第一个是基于最大心率百分比的个体心率区间，分为红色、黄色和蓝色 / 绿色区间。人们经常听到主教练和助理教练谈论的红区代表高强度区间，即达到 85% 以上的最大心率。

伯顿解释说：“如果球员处于康复后期，我们会使其短期心率强度达到 100%。”

他也是训练效果这一功能的忠实粉丝，该功能主要根据高强度运动间歇期的心率动力学和过量后氧消耗（EPOC）来衡量一堂训练课有氧和无氧运动的强度。

球员可以任意选择 1-5 级的训练效果，伯顿解释说：“3-5 级训练会对球员的有氧和无氧运动心率产生积极影响，2 级是维持现有运动水平，1 级着重恢复训练。

“我们在星期二和星期四增加训练强

度，通常我们希望那几日的训练效果达到 4-5 级。

适应通常指一个人可以更好地做某件事。如果球员持续这样方式训练（随着时间的推移），那么他就会做到训练适应。”

伯顿另一个经常使用的看得见的方法就是在一堂训练课上将有氧和无氧训练效果加以分割。

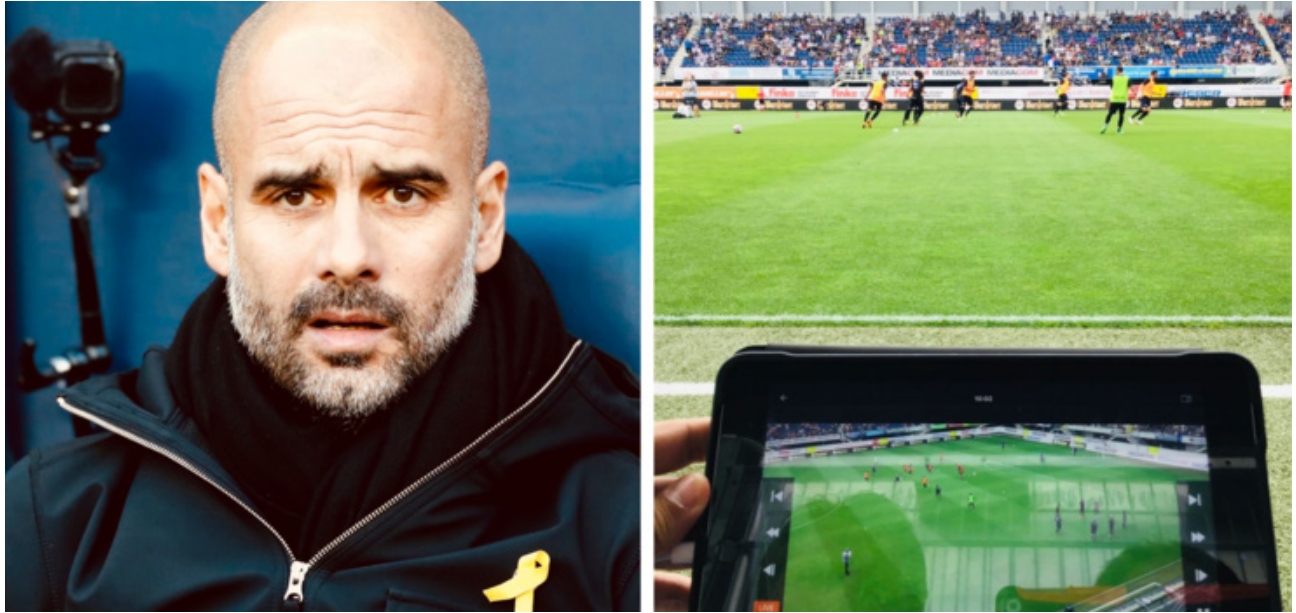
“一旦你准备回归训练，你就需要通过增加无氧训练的百分比来增加训练强度。你可能还需要个性化训练，而这个有氧无氧训练分割方法将取决于你的场上位置和球员类型。

“例如，一个前锋可能需要 60:40 的有氧和无氧比例；而对于一个中场球员来说，有氧和无氧的能量贡献比可能是 70:30。球员的训练课应该模拟他们在球场上的表现。”

有了这种个性化训练的能力，我们就可以发现外部负荷其真实的影响力，我们可以期望更多的球队转而关注心率监测带来的益处。

替补席上的视频如何改变教练的临场指挥

西蒙·奥斯丁



从本赛季开始，替补席上允许使用电子设备。

替补席上使用平板电脑将彻底改变球队主教练和助理教练在比赛中的工作方式。

现在他们可以在替补席上鸟瞰球场战术。当出现意外情况时，如角球失误，他们可立即回放视频。如果球员重重摔倒而爬不起来时，医务人员也可准确判断发生了什么。

所有这些视频都可由站在看台高处的视频分析师提供数据和分析。正如 TGG 在 5 月份所透露，从本赛季开始就允许在替补席上使用电子设备，以便教练临场指挥，分析战术或球员身体状况。

尽管有这么好的机会，许多英超球队仍然没有在替补席上使用这项技术，正如曼城反对党分析家理查德·布雷迪奇（Richard Bredice）几个月前告诉我们的那样。

这正是运动表现分析专家哈德尔（Hudl）所研究的课题。

他们的教练工具产品总监卡尔·德特丁（Kyle Deterding）说：“我们产品的特点是找出了能够引领足球运动发展的技术。”

当国际足联宣布规则改变的时候，哈德尔已经用了 18 个多月研制一款新产品，该产品主要用于在平板电脑之间发送视频。

“我们已经与 30 支 NBA 球队中的 29 支进行了合作，”德特丁解释说，“他们联系我们是因为他们准备改变足球比赛规则，允许在替补席上使用电子技术。”

其研制产品便是 Hudl Replay（哈德尔回放软件）。《精英体育》副总裁萨姆·劳埃德（Sam Lloyd）这样说明这款产品：这是“平板电脑上的一个应用程序，可链接到

要分析的任一位置，这样相关人员便能够实时共享视频和数据信息。”

他补充说：“我们以前也有类似的功能，但从来没有专门研制过。场边的平板电脑为我们提供了一个专门为教练设计应用程序的机会。”

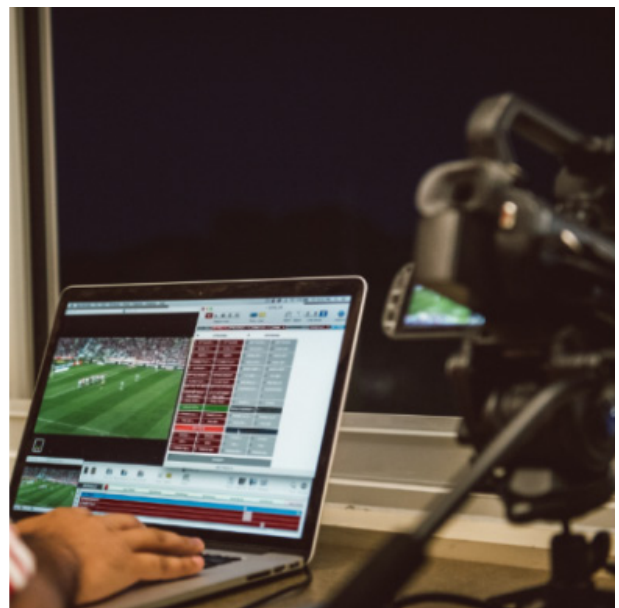
比赛日

本赛季首次允许在替补席上使用战术分析。我们之前曾和如今在斯托克城足球俱乐部（Stoke City）任职的乔·卡纳尔（Joe Carnall）一起探讨过战术分析师的工作。

在比赛日，他坐在包厢内做战术分析，用业内领先的 SportsCode 软件编码，而另一位分析师则坐在台架上拍摄比赛。

为了察看分析结果，主教练加里·罗维特（Gary Rowett）和他的助理教练们过去常常在比赛进行的时候或是中场休息时冲进卡纳尔的包厢。

德特丁解释说：“教练现在可以查看分析师在比赛中标记的所有信息。这可以和





传球或射门一样简单，也可以更细微和更具体。使用 SportsCode 的球队可以将他们的比赛分析提升到更高一个层次。”

分析师现在可以将播放列表和自定义代码窗口共享到所有连接的平板电脑上，无需时间线共享或进行复杂的设置。

教练人员还可以通过即时视频打开一个新的充满机会的世界。

揭秘足球战术分析师

“SportsCode 是一个很棒的工具，但是它非常技术化，”劳埃德说，“分析人员需要用 Mac 系统来操作它，而且还有很多设置和配置方面的要求。现在，我们可以让它变得非常简单，并可以通过专用网络发送高质量的视频。

“教练们可以实时查看定位球，观看比赛打法等等。如果他们对发生的事情感觉不对，则可以通过观看视频回放来确定他们的第六感觉。”

我们可能会看到更多的主教练在比赛

期间花时间在平板电脑上——尽管到目前为止，哈德尔看到的是助理教练们更乐于使用回放来进行适时视频分析。

除了 NBA、NHL、澳式橄榄球和英式橄榄球队之外，许多欧洲足球俱乐部也都在使用 8 月份推出的这款产品。

德特丁说：“在大多数情况下，我们看到助理教练们在充分使用它，因为主教练忙于处理各种各样的事情。”

医疗用途

世界杯期间，摩洛哥队在与伊朗队的小组赛比赛中，因其队医治疗后卫球员诺丁·阿姆拉巴特（Nordin Amrabat）所采取的方法而受到严厉批评。

边线上这名球员的头部重重地摔在地上，尽管视频回放表示他有可能出现脑震荡，但摩洛哥队医在没有回看视频的情况下朝他脸上喷水，在他的脸颊上拍打，并在其头上放置冰块。

这不是典型的脑震荡治疗方案。视频回放是球队队医的重要辅助手段，国际足联一直鼓励球队使用视频回放。

德特丁说：“NBA 当年的起点就是现在足球的起点。NBA 想找到一种方法让医护人员可以现场观看视频，了解球场上的伤情，并当场评估伤情的严重性。

“这正是我们现在从国际足联和整个欧洲联赛看到的——视频如何帮助球队处理球场上出现的脑震荡或头部受伤。

“基本的看法是，应该在替补席上使用视频。这样一来，如果对发生的事情有

任何疑问，都可以去回看视频。

“这是另一个可帮助诊断伤病的工具。您当然希望信息越多越好，越快越好。”

训练

视频是训练过程中提供反馈信息和强化信息的最强大工具之一。以前都是在课后进行的，而像霍芬海姆（Hoffenheim）这样的球队在训练过程中尝试使用“视频墙”。

如今，回放软件让教练们在平板电脑上可以立即提供视频反馈信息，这是迄今为止最方便用户和最经济有效的解决方案。

“很多球队已经开始用它拍摄训练，”

德特丁说，“但最有意义的时刻就是当场向球员展示你想要纠正或强调的东西。”

“如果教练想到一个新的练习，他可以马上安排实施，并在几分钟之内提供实时反馈，无需提前一天进行计划和准备。”

“球员可以参加练习，走到ipad旁边看，然后直接再回到球场。”

设置很简单，连接可以通过专用WiFi，也可以通过自己的网络，“因此根本不需要连接互联网”。平板电脑教练的时代已经到来。



许多运动项目开始使用回放软件，包括美式足球。

生物带：神话与现实

西蒙·奥斯丁



在讨论生物带 (bio-banding) 时，即球员的发育情况与实际年龄相匹配程度，有时很难将神话与现实区分开来。

我们请巴斯大学体育和运动科学高级讲师肖恩·库明 (Dr Sean Cumming) 博士提供帮助，肖恩·库明博士是人体发育和性成熟方面的顶尖专家之一，他一直在就如何改进他们的生物带系统向英超提供建议。

库明博士向我们展示了八种关于生物带的最常见神话：

1 生物带取代年龄组比赛

肖恩·库明博士：简单的答案是，事实并非如此。在不同年龄段的比赛中，生物带作为多种形式的比赛之一而被设计出来。英超俱乐部已经在尝试各种形式，包

括以球员为主导的比赛活动、非均衡的比赛和力量打法的五人制足球比赛。年龄分组赛事具有许多优点，并且最适合通过训练年龄匹配球员。

2 年龄分组的赛事不需要考虑生物带

以年龄分组的赛事并非没有局限性。最明显的是，同一年龄的球员在生理年龄上最多可以相差 5 至 6 岁。

比同龄人发育早的球员在体型和运动能力方面都有明显的优势，从而容易获得更大的成功，也增加了被选拔和留用的可能性。

取胜的压力也会迫使发育较早的球员过度依赖他们的身体特征优势，却付出了

牺牲自己的技术、战术和心理发展的代价。

相比之下，发育较晚的球员往往很难与身体发育早的同龄人竞争，因而更有可能被忽视。生物带正是为解决这些局限性



在生物带的比赛中，发育早的球员不能再依赖他们的身体优势，不得不调整他们的打法风格，更多地注重技术和战术的发展。

发育较晚的球员有更多的机会使用和发展他们的身体和技术能力，展示他们的真实潜力并担当起场上的组织者。教练和青训教练也有很多收获，他们有机会在不同的环境中观察他们的球员，这有助于他们发现以前忽略的球员的优势和弱点。

亚历克斯·奥克斯拉德·张伯伦（Alex Oxlade-Chamberlain）（上图）表示，他认为在南安普敦的生物带比赛挽救了他的职业生涯。

3 按体格划分生物带球员

没有球员应受到发育水平的束缚。这是由于发育水平是一个更强有力和更一致的选拔和表现的预测指标。由于遗传的原因，在生物带的比赛中，球员在体格和运

动能力方面仍然有差异，但这些差异要比在年龄组比赛中表现的要小。按生物带分类球员比赛，降低了出现大卫对决戈利亚（David v Goliath）场景的可能性，即发育较晚的小个子球员与体格大、发育早的对手同场竞技。

4 尚未得到科学的支持

20 世纪初首次提出了将孩子按身体发育程度分组的想法，这与童工法有关。在教育领域，这一想法只得到了有限的支持，但在体育领域却引起了更多的关注。20 世纪中叶，一位名叫威尔顿·克罗格曼教授（Professor Wilton Krogman）的世界知名体质人类学专家注意到，小联盟系列赛对早熟男孩具有明显的选择倾向，便建议将球员按发育程度分组，以促进球员竞争。

罗伯特·马利纳教授（Robert Malina）是克罗格曼教授的学生，他在职业生涯的大部分时间里致力于体育领域的人体生长和发育方面的研究，并发表了数百篇关于这一主题的论文。然而，直到本世纪，科学家们才真正将这一研究付诸试验。

5 体格较小的球员从弱者中受益

这是一个常见的反对生物带的论点——从长远看，发育较晚的球员在与同年龄体格较大的球员同场竞技中实际受益。这就是所谓的“弱者假设”：为了弥补身体上的不足，发育晚的球员必须具备更卓越的技术、战术和心理能力。我们在橄榄球和足球项目上收集到的部分数据也支持了这

一假设。

然而，生物带并不能消除这一说法，因为它是年龄分组比赛的附属品，而不是替代品。况且，这些所谓的受益只有在发育晚的球员被青训学院留用后才能实现。曼联前青训理疗师、性成熟领域知名专家阿曼达·约翰逊博士（Dr Amanda Johnson）的研究表明，发育晚的球员代表俱乐部出场比赛的机会要比发育早的同龄人低 20 倍。

“弱者假设”的另一个局限性是因为它没有意识到发育早的球员的困境。因为没有足够的挑战，他们的技术、战术和心理能力往往得不到发展。当发育早的球员长大成人后，不能再依靠自己的身体优势，其他方面的不足就会暴露出来。通过定期参加按生物带分组的比赛，球员将有机会同那些同样发育晚的球员在同等竞争条件下比赛。

6 生物带解决了“相对年龄效应”

这是错的！在年初出生的球员在青训学院的比赛中明显有突出的表现，而在年尾出生的球员则表现欠佳，这一现象众所周知。相对年龄较大的球员并不意味着发育更早。一个球员可能在年初出生，而由于遗传的原因，发育却较晚；反之亦然。

实际上，相对于身体上的差异，年初和年尾出生的球员在认知、运动和社交能力方面差异可能更大。

无论如何，这些“相对年龄效应”在球员成年后会消失，但对发育早的球员的选择偏向实际上会随着年龄的增长而增加。

在 17 岁之前，几乎 80% 的球员是发育较早的，而只有 4% 的球员是发育较晚的。这表明，相对年龄效应和对发育早的球员的选择偏向是两个不同的问题。因此，生物带并不能作为解决相对年龄效应的方法。

7 没有考虑到心理和技术上的发展

在为球员分组时，俱乐部应该考虑一系列属性。如果一名球员被分在特定的发育组内，但却缺乏技术或心理上的成熟，他或她将很难被选拔参加更高水平的比赛；如果一个发育晚的球员已经在同龄组中表现出色，那么他们再与低水平、晚发育的球员同组比赛，则很难从中受益。基于上述论点，在最近的英超联赛中，一些俱乐部有意识地将部分球员排除在年龄组之外。

8 球探敏锐的眼光已经足够

教练和球探可能认识到发育程度对球员表现和选拔的影响，但没有证据证明他们能够成功地解释这些因素。事实上，大卫·曼恩（David Mann）最近与埃因霍温俱乐部进行的一项研究表明，球探对球员潜力的评估受到相对年龄的严重影响，年龄最大的一些球员始终被评为更出色的球员。当球员被告知穿上显示他们出生顺序的背心时，球探们才意识到自己的这种偏见。在巴斯大学，我们刚刚完成了一项相同的研究，但只是针对球员的发育程度，而不是相对年龄。这一策略同样成功地消除了对早熟者的偏见。

世界杯的战术教训

西蒙·奥斯丁



法国队与世界足球潮流背道而驰，却赢得了 2018 年世界杯。

佩普·瓜迪奥拉 (Pep Guardiola) 可能已经成为足球战术大师，强调控球、压迫和冒险。但是，正如最新发布的国际足联技术报告所显示的，法国在俄罗斯世界杯夺冠走的却是一条不同的路。

迪迪埃·德尚 (Didier Deschamps) 执教的法国队在整个世界杯比赛中的主题是队形紧凑、反击和定位球。

我们和前米德尔斯堡一线队教练、前斯旺西队主教练、现任威尔士足协顾问大卫·亚当斯 (David Adams) 先生一起观看了世界杯中的一些战术。

亚当斯对 TGG 说：“现在整个足球圈都在走时尚路线，但是足球只能是采用一

种适合本队球员的风格，有很多方法可以做到这一点。莱斯特城队凭借反击和稳固的队形赢得了英超冠军。同样的方法，法国在俄罗斯也取得了冠军。”

反击

控球是瓜迪奥拉的足球哲学的基石之一。

“我们可以防守得更深，但我们想要有球，我们想控球，”他说。

而在世界杯上，控球对法国队来说并不是那么重要，因为他们在七场比赛中的平均控球实际上比对手少。

他们的控球率是 48%，在控球排行榜排第 20 位。排行榜首位的西班牙队，虽然控球率达到 69%，但却止步 16 强。

相反，法国队采用反击打法，回看球员的比赛，这种打法很有道理。

报告指出：“法国并不依赖控球权，而是专注于快速将球打入对方半场。”

亚当斯补充道：“法国队球员可以快速反击。安托宁·格里兹曼（Antoine Griezmann）在比赛中发挥了巨大的作用，而基利安·姆巴佩（Kylian Mbappe）速度惊人。”



他们临门一脚十分冷静，平均射门6次进1球，而俄罗斯队平均射门4.5次进1球比法国队好。两队的数据都远胜于本届世界杯的9.8次射门进1球的平均水平。

反击是本届世界杯的主题之一，每两个进球中就有一个进球来自反击或定位球（稍后我们会谈到）。

正如亚当斯所说，莱斯特城队采用防守反击的打法夺得2015/2016赛季英超冠军；穆里尼奥（Jose Mourinho）“从来没有真正为控球而烦恼过”；利物浦队的主教练尤尔根·克洛普（Jurgen Klopp）“将其三个前锋都留在前场，这样他们就可以在对方的边后卫向前助攻的时候打反击，攻击对方2个中后卫。”

他补充道，“失去球权的时刻，是球队防守最脆弱的时候，因为那时球员不在防

守位置，也是空当出现的时候。”

紧凑打法

前世界杯冠军教练、国际足联技术研究小组成员之一卡洛斯·阿尔贝托·帕雷拉（Carlos Alberto Parreira）说：“在本届世界杯上，两条线之间的空当实际上是不存在的。”

各队的队形比以前的世界杯比赛更加紧凑，非控球时，最后面的后卫线和最前面的进攻球员之间距离平均26米。与2010年世界杯相比，每条线之间的空间距离减少了32%。

技术报告指出：“可用空当的数量已经大大减少，这使得寻找空当变得极具挑战性。”非控球时，法国队最前面的前锋和最后面的后卫之间的平均距离是24米，除澳大利亚和巴拿马外，这一数据比任何其他球队都要小。

俄罗斯世界杯法国队在控球时每条线之间的平均距离为第四小，只有三支球队在进攻时距离更短。

失球后，法国队迅速形成紧密的4-4-1-1阵型，压缩各条线之间的距离，密集中路区域，如下面截图所示（半决赛中法国队对阵比利时）。

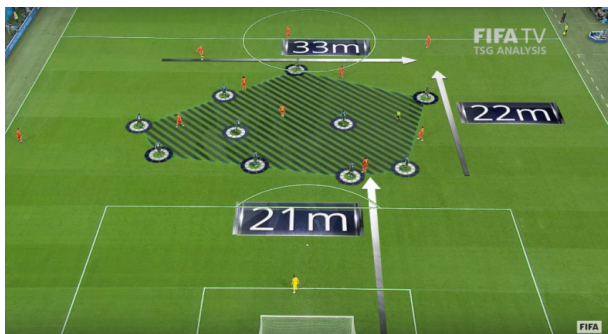
瓜迪奥拉的曼城队则不同。亚当斯这样解释道：“他们使用即时的压迫，只有当对手可以舒服地控球时，他们才会使用一个4-1-4-1阵型的中场拦截防守。”

在世界杯上，密集而紧凑的防守产生了一系列的连锁效应：罚球区外射门较少

(比 2010 年南非世界杯少 32%)；核心组织球员不那么普遍(保罗·博格巴和莫德里奇是被《技术报告》中挑选出来的两位，但经常从更深的区域组织进攻)；传统的 9 号位球员也很艰难(哈里·凯恩获得金靴奖，但他的 6 粒进球中有 3 个来自点球，1 个来自角球)。

传中

下图显示了法国队在半决赛中对比利时的紧凑防守。如图所示，他们不介意把两侧空间让给对手。



亚当斯解释说：“大多数球队都会宁愿让出边路来，让对手出现在外面，远离本方球门。过去，球队不愿意这样做，因为它增加了对手边路传中将球打入罚球区的可能性。如今，两权相害取其轻，因为球队宁愿防守一个边路传中，也不愿让对手在中间渗透传球。”

同样，边路传中也不是俄罗斯世界杯上法国队的主要进攻武器。他们平均每场比赛 15 次边路传中，位列 32 支参赛队的第 28 名(平均每场比赛边路传中 21 次)，排名第一的是德国，平均每场有 46 次传中，但只有两粒进球。

“顶级球队不再真正使用下底传中(deep crosses)，”亚当斯说，“因为它相对容易防守。曼城的确是从传中得分，但他们往往是从底线回切传球(cut back)。由于从防守队员身后传入，防守难度更大。”

定位球

由于球队经常使用紧凑队形的防守反击打法，并且有可能获得更好的机会，定位球因而变得比以往任何时候都更重要。法国队 14 粒进球的 5 粒来自定位球，各队定位球比以往历届世界杯都更为有效。2018 年世界杯中，29 个角球中有 1 个进球，而 2010 年南非世界杯则是 61 个角球进 1 球。

佩雷拉(Perreira)说，定位球进攻是“一种特殊的情况，因为可以尽可能多的将球员投入罚球区进攻，并且可以事先进行常规训练”。技术研究小组的同事马尔科·范巴斯滕(Marco Van Basten)补充道：“回想一下我们当年，我们在训练中没有花太多时间在定位球上，也许就是五到十分钟。今天，定位球被给与了更多的关注”。

亚当斯说，另外一个使定位球产生效力的主要原因是 VAR 技术的引入。俄罗斯世界杯小组赛阶段，裁判判罚 24 次点球，是以往历届世界杯的 6 倍。裁判们打击了罚球区内的犯规行为，他们相信 VAR 技术要么支持、要么推翻他们的判罚。

亚当斯说：“所有人在防守定位球时都会阻挡。过去，这让裁判判罚即有效又困难。但是，有了 VAR 技术后，防守球员必须非常小心，因为犯规可能被判罚。”

足球专项位置训练及边际效益

索尔·伊萨克森·赫斯特

关于作者

索尔·伊萨克森·赫斯特是一名经验丰富的英超青训教练，曾在托特纳姆热刺俱乐部效力6年，在切尔西青训学院担任4年的基础阶段技术专家。在这篇文章中，索尔回顾了前锋教练阿兰·拉塞尔（Alan Russel）在世界杯英格兰夏令营的成功经验。索尔也谈到了自己作为一名技术教练在今年夏天的季前赛中与世界上最优秀的天才一起工作的经验。

年轻的英格兰队在世界杯取得了令人瞩目的胜利之后，我认为很重要的一点是要反思和肯定加雷斯·索斯盖特（Gareth Southgate）的打法。正如攻入罚球区需要细致的方案那样，它不是博彩，而是在压力下的技术测试。

另一个有效的策略是任命阿兰·拉塞尔为前锋教练。阿兰，一个像我这样的个人教练（individual coach），帮助职业球员提高他们的门前得分能力，由此而威名远扬。

很长一段时间以来，我一直认为专项



位置的个人训练是支持和培养球员的关键。正如我们从所有运动中学到的，在精英阶层，边际效益是关键，它可以让球员为比赛做好准备，从而抓住成功的最佳机会。

我很高兴看到阿兰在世界杯上作为英格兰队前锋教练所取得的成功。你可以注意到他今年夏天对英格兰队施加了巨大的影响力。

在过去的几周里，我与阿森纳、巴塞罗那、切尔西、热刺、水晶宫和富勒姆等职业队一起工作。在职业球员的训练课上，位置训练特别重要，每个练习都与比赛相关联。我们所做的每一件事都是我们预计会在比赛中出现的情景。需要牢记的是，我们所做的一切都有目的性。有时我使用技术组合（各种1v1技能）来挑战和发展球员的有球技术动作。训练课中的其他方面也都直接与实战联系在一起。例如，最近指导巴塞罗那的英格兰人马库斯·麦瓜恩

(Marcus McGuane) 训练时，马库斯想提高自己在有压迫的情况下背对球门的能力。

首先，我们在接球跑动方面做了大量的练习；然后是接球后摆脱防守球员，并最终在一次射门或传球结束。在可能的情况下，有必要把这个结束动作包括在练习内。

许多人对个人训练有误解，认为个人训练不是一个“动态的学习环境”，从中没有什么可以学习；个人训练课应该是动态的，这样才能让球员有意识地练习。事实上，我们的训练从不局限于一个方面，例如做射门练习时（除非球员还在入门阶段），我们总是将接球、转身和射门结合起来。另外，训练不是一个线性过程。我从来没有把时间模式强加给球员，而一向采取协作方法。与球员合作，帮助他们找到最适合自己的训练方案。重要的是，这种训练不是为了复制比赛而设计，它始终是作为比赛的补充。

我仍然认为这是一个在青训和专业水平上都没有得到充分开发的领域。最近，与一位来自英超俱乐部的客户一起工作，他表示“我们俱乐部没有这样的技术工作”。无论你是新手还是经验丰富的职业选手，个人训练时间都非常重要。



巴塞罗那队的马库斯·麦瓜恩是我在赛季前训练的众多职业球员之一。

如果我们看一下美国的体育项目，我们可以注意到一种不同的训练方法。那里，专项位置训练是标配，专项位置的教练是任何训练计划的核心。那里，正常的训练方法是把比赛分解成数个极小的部分，并针对这些部分开展训练。在这一过程中，始终与整场比赛相结合。

但这种训练永远无法替代比赛本身。我们只能通过训练提高比赛水平。我们生活在各行各业都倡导极端主义的时代，社交媒体上的观点也没什么不同。我们有比赛所需要的训练“专家”。而这对我来说是个谬误，因为没有经验性的研究可以证明这是真的。此外，当我们观察所有的体育项目的精英球员，他们都在比赛之外不断训

练和完善自己的技术。不管是史蒂芬·卡利（Steph Curry）的射门练习、康纳·麦克大卫（Connor McDavid）的控球和射门练习、莫多里奇的接球和转身练习、还是汤姆·布拉迪（Tom Brady）的分球练习，他们都这么做。问题不在于我们采用无对抗训练或是脱离比赛训练，而是在于何时、何地训练最有效，以及如何使训练更有针对性和在认知上更具挑战性（而不是自我封闭）。对我来说，这是关键，也是产生误解的原因。

本赛季前，我一直训练一名英超球员，他是一名全能型的边后卫。他想加强有球和无球训练。训练这些球员对我来说是一个巨大的挑战，因为他们的能力比我想象中的要强很多。同这位球员一起，我们开始进攻型边后卫的跑动训练。我们探寻在这个位置上世界最好球员的运动模式和共同之处。如今，人们不可能准确地预测一场比赛会发生什么，或者对方球员会采取怎样的应对措施。但是，我们可以在球员的跑动中寻找运动模式，特别是在1v1对抗的情况下。这就是专项位置模型的设计原理，正如你看到的以往成功球员的闪光点。针对这些元素和跑动进行分别训练让球员倍感压力。但训练之后，球员便会将训练成果转移到全队训练和比赛中。现在，我预感这会让一些教练感到不安，他们会说，“不，这不会改变”，问题还会存在。这正是为什么职业球员愿意进行个人训练的方式，这让他们的控球优势显得与生俱来，并进入他们的潜意识中，让他们在比赛中可以抬头踢球。这只是发展计划中的一小部分，

但却是非常重要和有意义的一步。

许多人认为，球员水平越高，比赛之外需要的技术训练也愈少。莱莫夫（Lemov）等人（2012年）认为，这种说法正好相反，即球员的水平越高，比赛之外的训练就越重要。

最有趣的是，莱莫夫提出了比赛之外的训练的好处，并承认支持更多练习的主张与众多培训者想法相违背。他们认为，要求学生死记硬背和自主学习，会破坏他们的创造性思维和认知飞跃的能力。

这个论点的问题在于，学习通常并非如此。没有建立起强大的技能，就不可能有更高层次的思维。通过将尽可能小的处理量用于问题的低层次方面，并在更高级别上重新应用它，认知飞跃、直觉、灵感和视觉便可得到提高。（莱莫夫等人，2012年）

莱莫夫认为以这种方式进行的训练实际上会产生更高的思维水平，并能激发比赛的创造性。

这是指球员们在比赛中能够抬起头踢球，对球感极好的球员，比赛也对他们敞开。用防守快速传球或1V1对抗来改变比赛的视觉，球员这样做不是与球争斗或像处理热土豆那样，毕竟他们在比赛环境中只能与球接触，并且处理球时通常不超过两脚球。这就是为什么世界上最好的青训学院把控球作为他们训练的关键一环。我最近拜访了阿贾克斯和萨格勒布迪纳摩这两所世界足坛最多产的青训学校，并亲眼目睹了技术和控球在无对手环境中的重要性（图



罗密欧·乔扎克(Romeo Jozak)博士后，曾任萨格勒布迪纳摩青训学院院长，克罗地亚足协技术总监。他在2018年克罗地亚足协优秀球员培训课程中也提出了类似的观点。

罗密欧认为，储存在潜意识中的自动化或知识并不会限制创造力。相反，自动化才能更好地表达创造力和更快更好的决策过程。

乔扎克说，技术有限的球员在比赛期间做出决策或执行决策的能力将受到限制。这会导致低质量的运动表现。乔扎克认为“通

过适当的练习尽可能多的产生自动化。”我在访问萨格勒布迪纳摩时亲眼目睹了这一幕，我非常关注整个青训学院的技术发展，这是我以前从未见过的。在所有年龄组中，随着比赛变得越来越复杂，比赛被分解成很小的部分，并进行精心设计的强化练习。这种方法使萨格勒布迪纳摩成为世界足球中最稳定的球员发展培训中心之一。

如同我们在足球中所做的一样，任何事都一定有一个理由，我们必须知道我们在想要什么样的结果。最重要的是，无论你训练什么水平的球员，也不管这项工作是多么的有趣，一定要确保你的训练课具有挑战性并能提高球员的认知能力。在我看来，大多数教练经常在专项位置训练或练习时都会出错，比如那些让球员停止思考或者仅完成动作的练习。这就是这些措施的有效性下降的地方。使训练在认知上具有挑战性是可能的，也是至关重要的，因此可被视为精心设计的练习。另外，在进行专项位置训练时，要确保它始终与真实的比赛联系在一起，只有这样，才能体现出我们对边际效益的追求。

瓜迪奥拉的曼城战术打法分析（下）

康斯坦丁·艾克那，奥斯丁·雷诺兹

射门和低平传中球

英国有句谚语：剥猫皮的方法不止一种。从组织进攻到传带球推进，如何使用所有创造出的机会，曼城的手段花样繁多。他们可以直传塞身后，也可以从后场送出斜长传，打固定的传切配合或者不计后果的防守反击。像曼城这样拥有众多高水准中场和前锋的球队，能做到这些，确实没有什么可惊讶的。

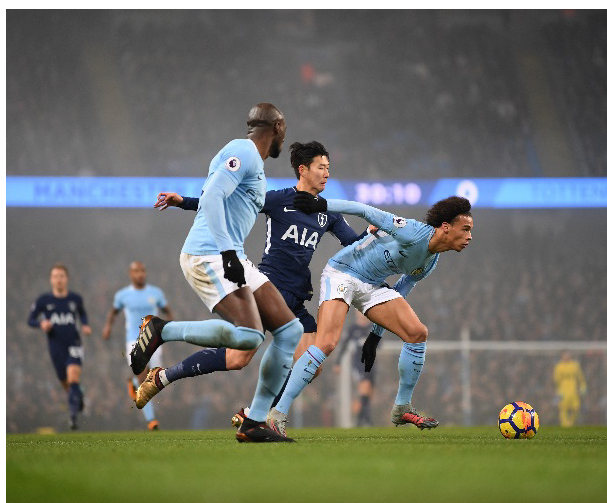
本赛季最突出的是曼城如何运用低平传中球。使用边前卫，虽然这不是我们熟知的瓜迪奥拉边路风格，但他清楚如何用好他的进攻球员。如同他在执教拜仁慕尼黑时发挥弗兰克·里贝里 (Franck Ribéry) 和阿尔杰·罗本 (Arjen Robben) 的特点那样，他激活了速度极快的萨内和跑动积极的斯特林。曼城的多个进球是通过把球打到底线，然后低平球传中。有时，助攻看起来像典型的传中球；有时，助攻像倒三角传球；有时，像是两者的结合。只要看看他们对阵斯托克城打进的第三球就清楚了。

平常的高球传中转为进球的几率不大，如果罚球区内的目标球员不以头球著称则更是如此。同时，低平传中球让传球队员更好地控制方向和准确度。因为低平传中球比高球传中速度更快，因此更难防守。

想打出低平传中球，需要积极跑动和一小块空当。斜长传可为球员创造这种空

间，这也是为什么萨内在过去几个月里频繁接到斜长传的原因。有些时候，曼城似乎十分依赖萨内的盘带，总是把球传到他脚下。尽管有时他无法将球传出来，但萨内获得的罚球区外的开阔空间以及他有限的防守任务，使得这位德国人不断接到传球，施展其盘带球技术。

另一个低平传中球的配合方法是一名边后卫从对方阵型的两条线之间开始跑动。尤其是在右路，德布劳内已经带球到对方底线，吸引来了对方的边后卫，沃克此时便有机会从内线插入到对方后卫身后接球。比赛中，如果沃克没有启动或速度不够快而没有及时到位的时候，德布劳内就直接把球传到罚球区。这种情况也会出现在长时间控球，却没有取得任何实质性进展之时。积极的跑动，对于寻求突破口和打出低平传中球必不可少。



压迫逼抢

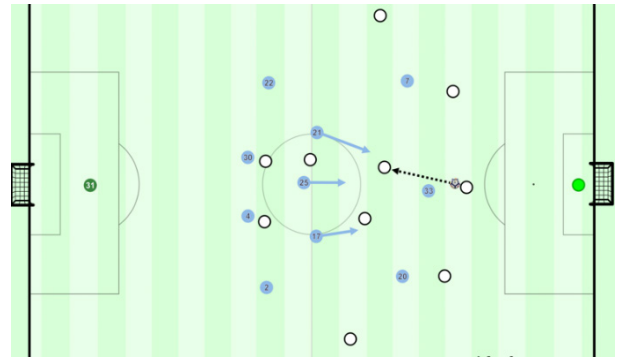
曼城的成功来自于他们在压迫下的效率，而这一方面常常被人们忽视。根据 Understat 提供的平均预期进球模型 (xG)，曼城的 xG 值为 14.79，而他们在 22 场联赛中的失球数是 13 个。这突显出瓜迪奥拉的球员在防守上的表现也有过人之处。对手很难破坏曼城的阵型，主要原因在于曼城的推进组织过程。

赛季初期的方法和问题

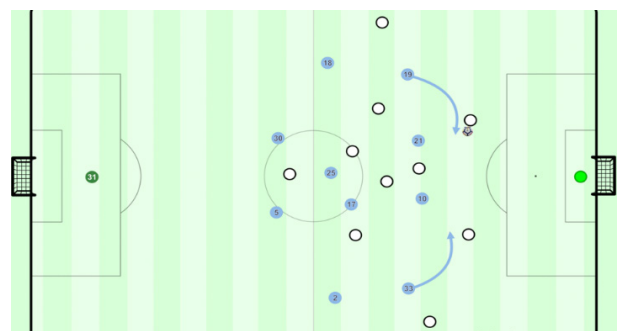
赛季伊始，曼城看起来不像是个坚不可摧的堡垒。压迫逼抢的策略以对人为主，压迫强度也未达到他们需要的水平。曼城通常采用 4-3-3 阵型，对使用三名球员从后场组织进攻的球队进行防守时，瓜迪奥拉安排前场三人组成第一道防线，给予一对一压迫防守。他们积极拼抢，拦截传球路线，但并没有意图及早抢断球。有趣的是，在前场第一道防线进行逼抢的时候，中场与后卫之间的距离会缩短。而此时，我们不难发现中场和进攻线之间出现大块空间。

当对手通过曼城的第一道防线的时候，曼城的逼抢阵型也随之发生第一次变化，即两名站位靠前的中场球员会迅速前提压缩空间，有时甚至是费尔南迪尼奥参与其中。由于此时后防线一直不断后撤，德布劳内和席尔瓦身后的空间也就不断扩大。尤其在中场线几码远的地方，曼城决意拦截所有传球，并卡住对手的进攻推进。因为曼城经常错过把球传到对方后场底线的机会，他们保持应对状态，因此也不可能

有效防止对手把球打到中场球员身后的空当。而这种传球常常威胁到曼城自家的球门。



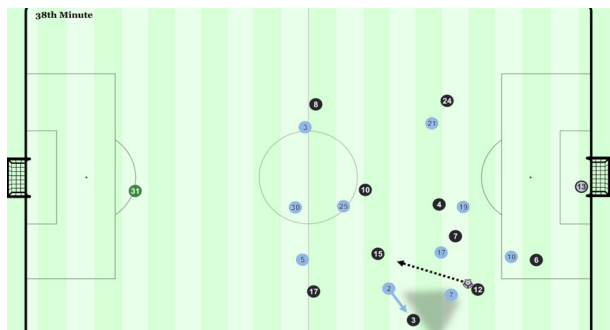
通常情况下，当球传到阿圭罗或热苏斯身后，曼城开始第一次的逼抢阵型变化。三名中场球员前压逼抢接球人，或转为盯人阵型。于是在中线附近区域，曼城队后卫线和前卫线压缩距离，靠近球一侧的后卫向前移动，协助逼抢。



随着赛季的深入，曼城的逼抢策略发生变化。为制造逼抢陷阱，他们开始更多地采用向前内切跑动。如果他们没能在第一时间迫使对方失误，曼城便将阵型调整为 4-1-5，两名边前卫沿边路后撤，形成边路上的双保险。防守三区常使用 4-5-1 阵型，两名中前卫会后移，并与费尔南迪尼奥一起封锁中路。

实力较强的球队能够抓住曼城的小弱

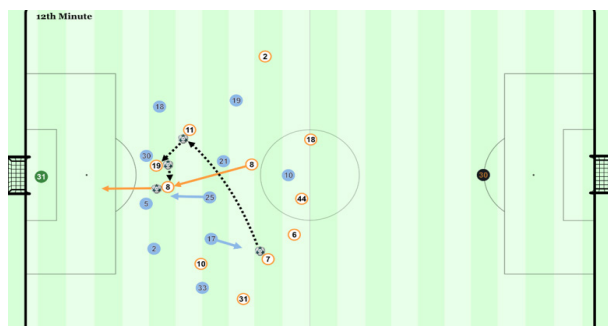
点，他们通常热衷于利用两条防线之间的空间，而不仅仅满足于在防线周围传球。况且在瓜迪奥拉过去几个月的调教下，曼城球员逼抢时变得更加果断，选位上的问题也越来越少。在赛季早期，曼城球员经常在错误的时间出现在错误的地点，或逼抢一个错误的对象。具体我们来看下面这张图。



在赛季第一轮对阵水晶宫的比赛里，刚刚提到的情况就出现了。虽然7号斯特林做出了正确的跑位，其防守面积覆盖了对方的3号范安霍尔特（Patrick van Aanholt），但压上逼抢的沃克还是决定向边路移动，防守对方的左后卫范安霍尔特。结果漏掉他应该防守覆盖到的15号杰弗里·施鲁普（Jeffrey Schlupp）。此类错误在赛季后面的比赛里越来越少。

除了上述错误，曼城在赛季早期的一些比赛中，中后卫采用严密的盯人防守。由于曼城控球时间较长，且后防线防守位置靠前，这就使得中卫们更容易被拉出而失去位置。费尔南迪尼奥有时能够及时补位，填上防线的漏洞。但这也不可避免的使他离开6号位置，意味着对德布劳内和席尔瓦的保护更少。随着假边后卫逐渐成为曼城队整体战术概念的一个关键部分，

假边后卫四处游走，随时填上后防线上或者中卫身前区域出现的空当。一开始，凭借着瓜迪奥拉球员的超强个人能力，曼城能更多的在对手进入防守三区前扼杀他们的进攻。球一旦进入该区，即便是最好的后卫也不可能赢得每一次1对1，尤其是当他们处于被动防守，速度又跟不上的时候。



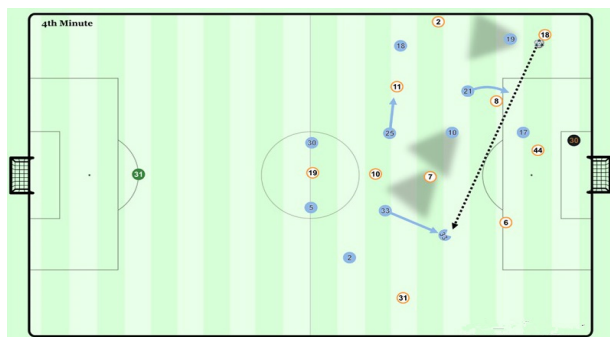
正如前面所提到的，曼城在防守三区进行压迫式防守时常采用4-5-1。问题在于，他们可能选择回撤，并不积极上抢，只求稳稳守住核心区域。如果不对持球人施压，就会形成上图所示的局面，即矿工的7号泰森（Taison）的长传打乱了曼城的防线，与此同时8号弗雷德（Fred）的前插摆脱了席尔瓦的控制。最终只能靠费尔南迪尼奥的铲球解决问题。

曼城在英超联赛的前四分之一赛季里不允许对手过多地攻入本方防守三区，并且延续到10月末。那就是在上抢时放掉持球人，转去扑抢接球点。这种宽松的防守策略在十场比赛之后就被扬弃了。在赛季前十场比赛里，在距离曼城球门20码的区域内，曼城对手平均每场能完成2.3脚传球（传中不计入统计）。在之后的十场比赛内，曼城能把对手在距离本方球门20码的区域内平均传球压缩至1.7脚。在这项

数据上，英超其他球队完全无法与曼城相提并论。

提高主动性

随着时间的推移，曼城在布置压迫防守方面变得更加多样化。九月底主场对阵矿工的一场比赛里，有一个很亮眼的场景：曼城没有采取典型的中锋对位中后卫的防守策略，而是让两名边锋内切，以封堵中路的两名顿涅茨克矿工后卫。此时德布劳内或席尔瓦在中路的位置上提，在对方的中场接球后或接球前立即施压。如果是在对方中场接球后施压，那么就形成一个有效的陷阱；如果是在接球前施压，那么就是封死每一个出球通道，逼迫对手失误，矿工的进攻组织者此时唯一的选择就是冒险地向边路长传球，详情请看下图。



此时 18 号伊凡·奥德斯 (Ivan Ordets) 能做的已经不多了。显然，如果他盲目地向前大脚踢，就要冒着对方直接从中路发起进攻的风险。曼城留出一条传球线路，这是高位逼抢专业户马德里竞技队过去最拿手的招数。33 号热苏斯埋伏在 8 号弗雷德等球员身后，奥德斯没有注意到他。虽然这场比赛进行时他没有控制好球，但这已经说明曼城如何在高位逼抢中利用

此类陷阱。

然而，曼城队并没有因为在前场压迫强度的增加而变得急躁。瓜迪奥拉的球员知道如何以及何时该结束高位逼抢，撤回中线，在中线附近建立紧密的防线。中场的压迫再次集中在防守的稳定性和防止对手传球穿透防线或中路上。尤其是两名前卫在这个阶段很关键，必须得在高位逼抢转半场防守的时候站好位置。由于这两名球员总是离阿圭罗太近，所以很容易陷入困境，并且会因为防守视野不足而决策失误。某些时候放弃高位逼抢，保持紧密阵型退守，以遏制那些实力略强的对手。这体现了高足球智商，当然，还有高超的执教水平。

曼城的压迫防守中还有一个关键角色，就是边后卫。两名边后卫被不断要求上压，封堵对手的侧翼进攻。他们不仅需要善于把握时机，拥有充沛的体能，还需要能够运用身体，以防被对手过掉。而德尔夫和沃克都已证明他们能够一次又一次地做到这些。在通常状况下，就球场上位置的深度而言，两名边后卫的起始位置与费尔南

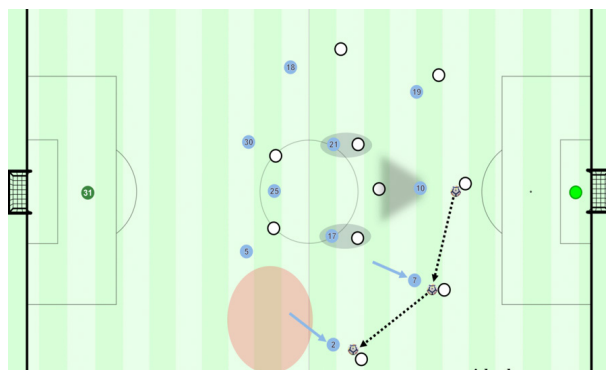


迪尼奥的位置相当。当对手的边后卫或边锋在较深的位置得球，他们开始跑动。当对手准备把球分到边路时，他们开始前压。这样便使得曼城的边后卫有机会骗过对手，吸引对手向边路传球，在球到之前，他们正好卡在接球者的身前。

随着赛季的深入，曼城中卫们使用盯人战术的次数越来越少。大多数情况下，他们只需要面对一名单前锋。经常出现的情况是：当对方一名进攻球员插到本方边后卫身后，并在开阔地带招手示意给长传时，他们已经推进至防守线之间的区域。而此时，费尔南迪尼奥通常会后撤到中卫的位置上，暂时接管他的防区。曼城边后卫战术很有侵略性，仅少数几场比赛没有采用侵略性边后卫战术。其中一场是十月中旬以2-1战胜那不勒斯的比赛。在那场比赛里，沃克和德尔夫的任务显然是盯防两名位置靠前的边锋，因西涅（Lorenzo Insigne）和卡列洪（José Callejón），而不是压迫防守边后卫。当然，这两名个人能力超群的球员给曼城造成了很大麻烦，曼城不得不采取应对措施。于是，一个有趣的问题出现了：为什么没有更多的球队像那不勒斯这样让两名位置靠前的边锋拉开距离，耗住曼城边后卫呢？

曼城之所以能完成高位逼抢并封锁对手进攻路线，离不开沃克和德尔夫。然而，在对阵那不勒斯的比赛里，他们却几乎没有参与前场的高位逼抢。耗住曼城的两名边后卫意味着可以在费尔南迪尼奥身边创造空间。尽管这位巴西人防守覆盖面积很

大，但他无法做到独自一人迅速防守好长达30码左右的区域。这就迫使席尔瓦和德布劳内回撤协助防守，高位逼抢的强度也随之被削弱。如果不然，对手就会利用此空当，进入中场。因为仅仅少数球队在对阵曼城队的比赛中尝试使用高位边锋战术，瓜迪奥拉如何应对高位前锋和调整他的逼抢战术，我们或许要在冠军联赛淘汰阶段中寻找答案。



图中这样经典的三点组织进攻可以轻易被拆解。如果把两名边锋提前，可能会逼迫曼城的边后卫守住自己的位置，不做协防。但这个策略也会带来不利影响。用两名高位边锋，将会使中路两名前卫球员十分忙碌。曼城的对手只能依靠两名中后卫组织进攻，这种打法增加了横向传球的距离。正如多梅尼科·特德斯科（Domenico Tedesco）接受采访所说，球被传出后的行进间就是施压的最佳时机。

攻防转换

如同他们在场上控球时一样，曼城在攻防转换中的表现决定了他们的比赛打法。在比赛局势发生变化的时刻，曼城总能以一个整体做出快速有效的反应。这是瓜迪

奥拉执教下的曼城能在英超诸强中脱颖而出的原因之一。尽管本赛季曼城的很多进球是通过反击打进的，但他们与众不同的本质在于破解对方的反击以及失去球权之后的反抢。

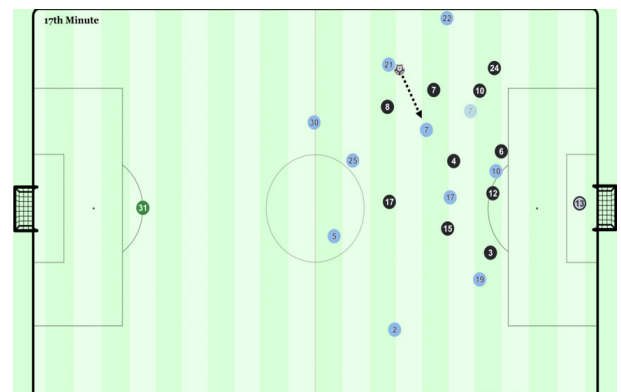
反抢打法

繁复又华丽的传控流球队最怕被打反击，尤其是瓜迪奥拉执教的球队，即便是把失去控球权的威胁降到最低，转换进攻依然是软肋，最好的反抢似乎也无能为力。截至 11 月 22 日，攻入曼城防守三区的种种方式中，快速反击占到 10%。对快速反击的定义是，在本方的防守三区获得球权开始，在 15 秒内推进到对方的防守三区。

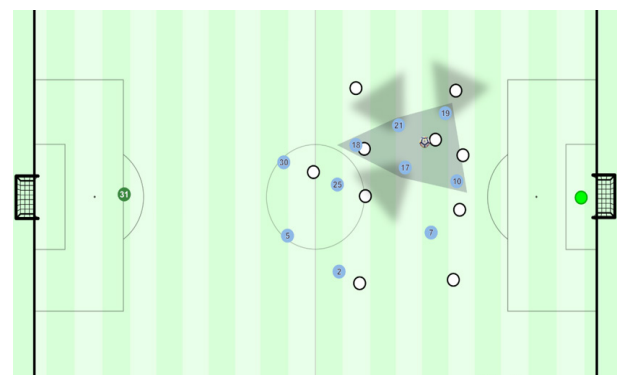
如前文所述，曼城需要几场比赛才能找到他们的最佳状态，建立一个强有力的高位逼抢战术。起初，前卫线和锋线之间缺乏紧密性，加之球员决策时犹豫不决，使他们难以快速夺回控球权。两个重要的因素改变了这一状况：一是曼城比赛开局愈发强势，能把对手球员全部压制在对方半场，甚至在进攻三区。如此一来，他们的快速反击更加有效；二是能娴熟地使用假边后卫战术，将 3 名前锋后面的 4-3 阵形转变为 2-2-3 的阵形，使得两名突前的前卫整体提得更靠前，而且不必担心他们背后的空间。这也给了两名中场球员在同侧共同参与进攻的可能。由此，曼城通过更多的压迫来阻止反击，或者更好地应对防守超载。

此外，加上两个边锋，曼城的队形在

横向上已经变得非常紧凑，至少有萨内在左边活动，这样便提供了宽度，同时边后卫可时常向中路移动。相比赛季第一阶段，曼城在赛季后面的比赛中，三名前锋的后压更加有效的原因：第一，德布劳内、席尔瓦或京多安等人在抢二点球或者从进攻转到防守模式时几乎配合完美的小组战术；第二，缩小了中场线和进攻线之间的距离。



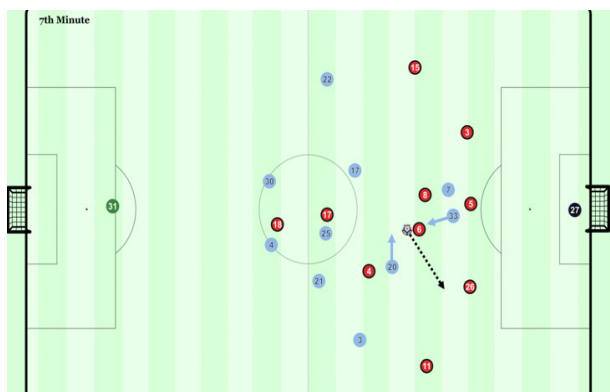
图中是一个失败案例。斯特林在接球前，曼城球员没有做好准备。其余球员们的站位让斯特林陷入了水晶宫的重重包围之中，最终导致对方一次危险的反击，因为中场区域没有得到保护。



上图显示近来曼城是如何布置高位反抢。由于假边后卫给 6 号位置区域提供了更多的保护，两名突前前卫横向移动有了更大的自由度，因此曼城对企图发起反击的持球对手施加了更大的压力。

在赛季早些时候，曼城偶尔出现无法迅速夺回控制权的情况。德布劳内和席尔瓦与对方进攻球员进行1对1拼抢，而对对方的后压似乎远未产生影响。很多时候，靠近球的前锋出现在持球人的错误一侧，仓促地想给对手施压，试图在持球人身后直接抢断。而身后的队友根本无法判断前锋的意图。上面提及的有关紧凑和配合等方面的不稳定因素都被曼城巧妙化解。曼城常常在丢球后不反抢，而是迅速转入到高位逼抢的防守阵型。但曼城也绝不会放过原地反抢的机会，一旦有机会，他们通常会迅速调整至4-1-4-1阵型，在中场给对手压迫。

瓜迪奥拉以前执教的球队失去控球权后的几秒钟是他们比赛模式的关键标志。其中最著名的一条就是巴塞罗那的“六秒原则”，即在失去控球权后的六秒钟内重新把球抢回来。在曼城，瓜迪奥拉则指导球员原地反抢时将注意力放在严防出球点上，在尽可能短的时间里封死持球人。



球权被伯恩茅斯抢走后，曼城试图快速反抢。由于6号安德鲁·苏曼（Andrew Surman）身边的曼城球员并不多，为了稳妥起见，他传出一脚横传球。曼城球员没

有继续选择上抢，而是转为高位防守的阵型，启用他们惯用的高位逼抢策略。

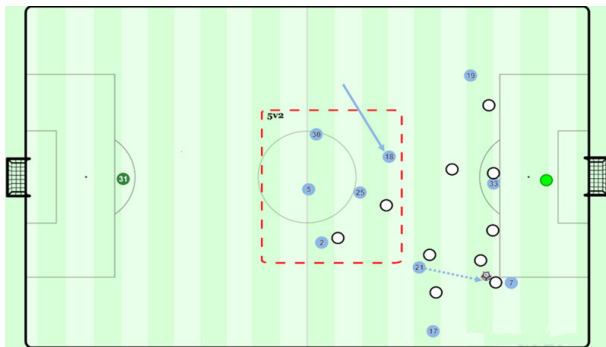
剩余防守（Rest-defence）和再组织

曼城攻守转换的另一大特点是他们的剩余防守，被德国同行称为“其他防守”。剩余防守指球队利用整个阵型中未参与进攻的球员，即负责协防的后卫，组成的防守阵型。这个术语的字面意思有点模棱两可，但参与剩余防守的球员并非真的是“剩余”。这一概念主要阐明了进攻与防守的共生性。为防止有威胁的反击，瓜迪奥拉在他的球员们控球时对阵型做了一些布置，一旦丢掉球权，也能保持队形平衡，并在攻守转换的第一时间破坏对手的反击。

在曼城控球创造机会的时候，他们会在后场比对方多留一名球员，保持人数上的优势，防对手传过顶球，或为被过掉的第一名后卫提供额外的保护。对方有两名前锋站位靠前，那么曼城就会布置三名防守球员进行保护；如果对手有三人在靠前位置时，曼城就留四人保护，以此类推。当两名中卫急需帮助时，远处的边后卫总是回来协助防守。例如，如果曼城在左侧展开攻势，沃克就要协防中卫。而费尔南迪尼奥会留在第一条防线前，保护中路。他和防线保持一定的距离，必要时也可以进行定点覆盖。

与进攻类似，曼城在组织剩余防守时会不惜一切代价在中路取得人数上的优势。对手为保证反击的效率，唯一的选择就是绕开中路的曼城球员。由于曼城中后场球

员的个人能力都很强，再加上人数上的优势，施压就变得很容易，夺回球权的可能性也大大增加。一旦对手无法在中路进攻，他们就必须找空当，乘曼城不备完成射门。很不幸的是，曼城防线站位很高，对手传球的力度、时机和跑动必须结合的恰到好处。传小了，极易被断；传大了，超出前锋的跑动范围，球会被埃德松没收。因此，有了曼城的剩余防守，反击想打曼城的中路几乎变得不可能。

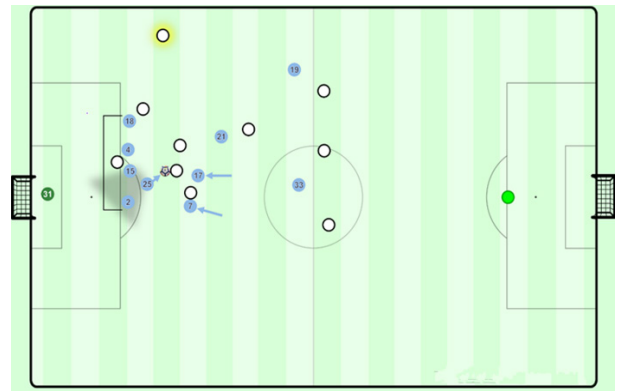


对手拦下席尔瓦的传球之后，想从曼城的中路打防守反击很难，这主要归功于剩余防守 5v2 带来的优势。

曼城中路密不透风，对手只能选择打边路，而这也不易。边路的反击缺少打中路的威胁力，离球门很远，进攻的角度也不够。被逼到边线之后，持球人处理球的角度缩小了 180 度。在无法进攻的情况下，只能选择要界外球。如此一来，曼城的对手在打反击时唯有尝试带球突破曼城防线。由于曼城的整体回追和压迫能力极强，对手的盘带和突破战术显然并不奏效。

在对阵强硬对手时候，曼城不得不在防守三区快速转入防守阵型。在本方球门被冲击的过程中，危险就在眼前，曼城四

名后卫撤离中路，回缩到罚球区弧顶区域密集。左右边后卫之间的距离不超过十码。与剩余防守的原理相似，这样的策略迫使对方只能选择绕过他们，而不能强攻中路。



在对对手反击时，曼城后防四人迅速收回到罚球区弧顶区域，给对方前锋造越位。由于球周围挤满了人，远射往往会被挡出来。唯一合理的选择就是分边，而这样对球门的威胁就小了很多。

这样的后果是，对手在中路的射门极有可能被四名防守球员挡出来。后卫们收缩到一起后，对手无法在两条防线之间位置打配合，也没法在得分几率更高的中路起脚射门。曼城的防守思路是：首先延缓对手的射门，让中场球员回防到位；接着进行后场施压，夺回球权或者逼对手回传；与此同时，曼城防守线集体前压，转入前文提到的常规防守阵型。

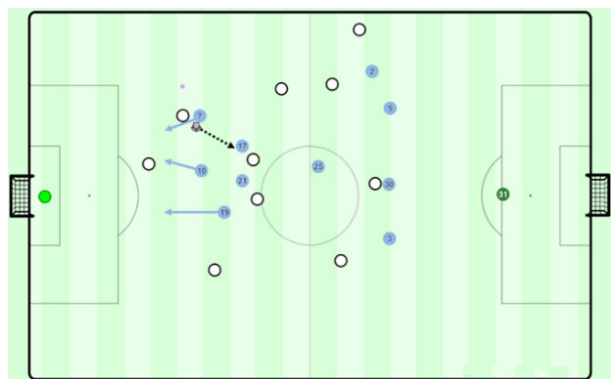
进攻转换

同样值得一提的是，瓜迪奥拉执教下的曼城的进攻转换模式。在瓜迪奥拉早年执教生涯里，相对于打防守反击，他更喜欢在转换期让球队转为进攻阵型。如今，瓜迪奥拉带领的球队已经成为欧洲打防守

反击最有效的队伍之一。队伍里有萨内和斯特林这样速度型的球员，进攻转换时当然需要大加利用。

曼城不是抓住一切机会打防守反击的球队，他们只是选择在对手进攻队形分散的时候才使用防反这一绝招。在英超的大多数进攻队形里，中场和前锋会尽量分散开，为每个球员创造足够的发挥空间。但这也意味着当曼城获得控球权时，他们的对手为了对球压迫或回到防守位置，需要填补很大的空间。因此，曼城队重新获得控球权的时刻，也留给对手很大的空间需要防守。

如果场上的球员没有意识到进攻空间并且迅速采取行动，那么拥有再多的进攻空间也没有意义。曼城在他们的比赛中非常清楚这一点，这也解释了他们从一个进攻区移动到另一个进攻区之所以反应如此迅速。在夺回控球权时，一旦有很好的反击机会，进攻球员立即向球门跑，全速奔向他们的目标。其他球队一般要多花几秒钟的时间才能对这些变化做出反应，而正是这几秒钟时间，曼城的球星们已经跑远，很难追上他们了。



图中重新获得控球权后，萨内、阿圭

罗和斯特林三人注意到对手已经拉开，便迅速向前推进。

此时，曼城的进攻球员有足够的空间在跑动中接球，但球往往没有传出来，问题最常出现在中场传球人，过多地考虑跑动的角度和选择传球的时间，使持球人丧失了传球的机会。不管他做出什么选择，他都必须正确地把握传球力度，这样才能做到球到人到。

无论是走中路还是走边路，这些传球最终将跑动中的球员引向球门。走中路时，传球通常落在对方中后卫之间，这就将前锋带向球门，并摆脱守门员。如果选择走边路，该传球创造了低平球传入球门区的机会，如果完成的好，很容易形成射门。

无论哪种情况，曼城的手都紧跟在他们身后。进攻人和助攻人的速度都极快，至少有三名球员参与反击。如果球员在接近球门时不想射门，可以将球传出，由其他人完成进球。无论结果如何，曼城的整体速度和快速反应让他们成为英格兰顶级的打反击球队之一。本赛季的许多进球都来自于他们的进攻转换，特别是对阵斯托克、利物浦和托特纳姆热刺的比赛。这从另一方面说明了曼城是如何在整个赛季中将挡在他们面前的球队一一击败。

特殊角色：假边后卫

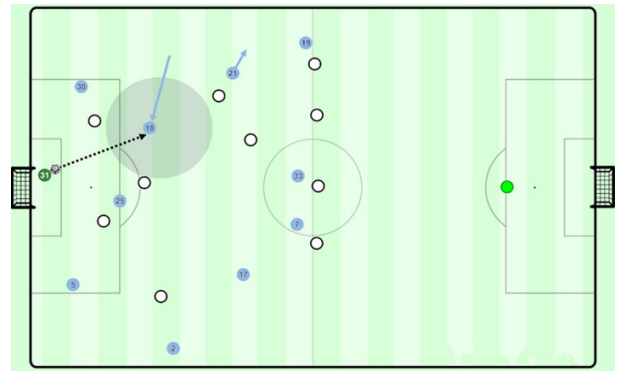
随着门迪、沃克和达尼洛取代了曼城后卫线上的前辈，在今年的季前赛中，瓜迪奥拉似乎准备重拾边后卫高位站位、拉

开控球的策略，与2008-2012年在巴塞罗那使用的战术相似。然而，门迪在与水晶宫的比赛前十字韧带撕裂，这让他接下来的几个月里无法参加比赛。危机时刻也带来了机遇，德尔夫抓住了这个机会。在短短几个月的时间里，通过自己不断提高了稳定性，德尔夫已成为曼城左后卫的首选。

德尔夫并没有被当作传统的边后卫，而是经常被当作假边后卫。在假边后卫的角色，球员不是事先定位在边路附近，而是向半场和中路区域移动。这个角色在组织进攻和轮转过程中增加了在中路出现的次数，让其他球员在控球时有机会向球场高位移动。此外，让这名球员处于剩余防守的中路位置，可以帮助防守转换。如果对手快速反击，由于中路密集，只能利用边路宽阔的地带，这些区域不能造成直接的威胁。这给了曼城队恢复防守队形的机会。

从曼城球门附近发起的组织进攻过程中，有很多切实可行的方案可以击溃对手的压迫策略。例如，当埃德森拿球，如有防守队员想采用压迫防守并同时利用自己的防守阴影阻挡向中路传球，则必须考虑两名球员，而不是一名。如果没有其他中路传球路线，那么挤掉费尔南迪尼奥对于对手来说就容易多了。埃德森将被迫走边路，为曼城的进攻制造更多的边路机会。另一个选择就是守门员开大脚球，指望曼城赢得空中对抗。这个选择更依赖于运气，而不是通过稳定地控球掌握球权。

如果假边后卫走中路，剩下的后卫会做相应地调整。因为假边后卫最常在左上位活动，所以左侧的中后卫——通常是奥塔门迪，有时是曼加拉（Eliaquim Mangala）——会向左侧移动得更多，拦截向罚球区附近区域的进攻。另一名中后卫，无论是斯通斯、孔帕尼还是其他球员，都会在中路游走。如果必须，右边卫内收，打三个中卫。如果对手退守太深，另一侧边后卫也应压上，以避免在剩余防守中球员过多。



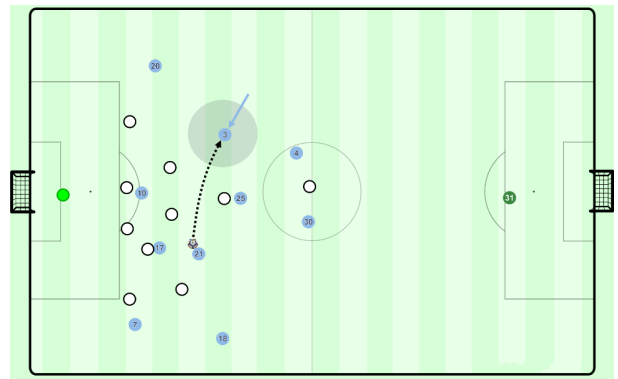
当对手采用高位压迫，德尔夫判断出中路有空当，果断放弃了边后卫的固定位置，转向内线。一旦埃德森给他传球，席尔瓦就移动到边线，为德尔夫腾出向前带球的空间。

德尔夫之前踢过中前卫，瓜迪奥拉对德尔夫的双重使用十分精妙。把德尔夫移到内线，他可以通过自己熟悉的角色帮助球队组织进攻，通过轮转，给同一条线上的费尔南迪尼奥进攻上帮助。这反过来减轻了席尔瓦和德布劳内回得很深要球的需求，他们可以在更接近对方球门的创造性位置接球。这也使对手的防守移动复杂化，

因为在轮转中短平传球迫使对手做出决定，是防斜线传球（例如 8 号位）还是防边锋内切，是球前防守还是压迫假边后卫。

当德尔夫在球场上处于高位时，他对曼城的控球帮助很大。这位 28 岁的球员很会利用身体护球，通过改变重心和变向摆脱贴身防守。这也说明了他是如何顶住压迫防守，在狭窄的空当里游刃有余。此外，德尔夫控球价值的延伸，体现在他作为曼城进攻推进的一部分，具有斜线长传球的能力，如前面部分所提到的曼城进攻推进，加之他和席尔瓦、萨内对于位置轮换的理解确保了在比赛进行过程中，他们中始终有一人留在中路。

然而，并非只有德尔夫扮演了假边后卫角色。达尼洛在这个赛季的各个阶段都扮演过这个角色，尤其是 12 月对阵斯旺西城的比赛。瓜迪奥拉对这个巴西人的角色有不同的解释，结果是他承担了不同的责任。对于达尼洛来说，他比德尔夫更有防守意识，这让费尔南迪尼奥有更多的进攻机会，并在此过程中站位更靠近席尔瓦和德布劳内。此外，他作为假边后卫的作用与德尔夫有不同之处，他主要负责在中路倒脚，而不是破坏防线。他的大部分作用是保护球权，而不是像德尔夫那样做穿透性传球。



图中达尼洛作为假边后卫向内切，协助控球和转移进攻，而不是在对方的两条线之间移动。

沃克很少占据假边后卫的位置，即便偶尔出现，也主要是与斯特林或德布劳内的轮转造成的。沃克作为假边后卫的进攻习惯与达尼洛有一点不同。沃克从右路对手两条防线之间靠内的位置开始跑动，通过内切后插上跑动加强进攻。在控球组织进攻时，一般情况下沃克到中路保护，传球后向外轮转，回到起始的队形位置。

对德尔夫的使用另辟蹊径，这表明足智多谋的瓜迪奥拉为一段时期内困扰曼城的难题找到了解决办法。门迪在 9 月份因伤病缺阵了很长一段时间，看起来曼城要么得去转会市场上买一个左后卫，要么找队里其他人顶替这个位置。一开始，德尔夫在左后卫位置上的客串表现就让大家眼前一亮。最终，瓜迪奥拉找到一种将德尔夫以往的技术特长与球队的进攻要求相结合的方法。

结论

当瓜迪奥拉在 2016 年夏季抵达英格兰时，人们无端质疑他是否有能力再创他在欧洲大陆的辉煌。有些人认为英超是一个独特的堡垒，不可能像西甲、意甲或德甲那样轻易被征服。然而，瓜迪奥拉对这些怀疑论者和习惯性的吹毛求疵者并不感到惊讶，他们指责这位加泰罗尼亚教练的崇拜者是短视战术的追随者。事实上，这些质疑瓜迪奥拉整体素质的人缺乏实质性的论据，他们只能批评他在联赛中投入了大笔资金。事实上，那些在降级边缘的俱乐部也同样花了大把金钱。

通过分析曼城球队以及他们在瓜迪奥拉的指导下如何开展工作，这位 46 岁的教练如何适应现有球员以及球队在他到来之前的战术习惯变得非常清晰。他不仅颠覆了原来的一切，还异想天开地打造一支新

的曼城球队。在没有背离他的足球原则的前提下，瓜迪奥拉提出了一个与巴塞罗那和拜仁不同的新理念。

不仅瓜迪奥拉获得一番成就，一些曼城球员也展示出他们在技术和战术能力方面的世界级水准。德布劳内和席尔瓦可算是最闪耀的球星，但是谁会想到德尔夫、沃克或萨内可以完全胜任瓜迪奥拉给他们的角色。就像当年把戴维·阿拉巴 (David Alaba) 和拉菲尼亚 (Rafinha) 打造成多才多艺的防守型球员并使他俩轻松胜任中后卫一样，瓜迪奥拉充分发挥了球员们的技能，并重新塑造了他们。没有瓜迪奥拉，这一切是不可能的；没有意愿学习和进步的球员，这一切也是不可能的。没有人质疑球员们的足球天赋，但是单凭天赋无法让人在当今的足坛出类拔萃。

2018 年 U-17 女足世界杯调研报告

李洁, 王婷婷, 孙莉莎, 岳敏

一、前言

2018 年第六届国际足联十七岁以下 (U-17) 女足世界杯决赛阶段的比赛于 11 月 13 日至 12 月 1 日在乌拉圭举行。此次 U-17 女足世界杯经过预赛阶段的比赛, 16 支队伍获得了决赛阶段的入场券, 分别是:

亚洲: 3 支队伍——日本、朝鲜、韩国;

欧洲: 3 支队伍——德国、西班牙、芬兰;

南美洲: 3 支队伍——巴西、哥伦比亚、乌拉圭;

非洲: 3 支队伍——南非、加纳、喀麦隆;

中北美洲: 3 支队伍——美国、墨西哥、加拿大;

大洋洲: 1 支队伍——新西兰;

最终, 西班牙首夺 U-17 女足世界杯桂冠, 墨西哥获得亚军, 新西兰获得铜牌。

二、球队分析

亚洲球队:

(一) 日本队基本情况介绍

起始阵型: 1-4-4-2

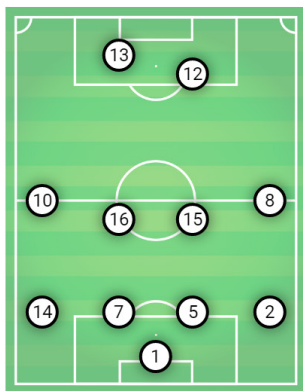
进攻阵型: 1-4-4-2

防守阵型: 1-4-5-1

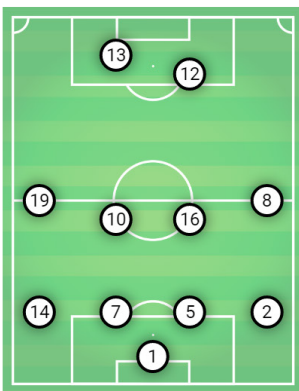
进攻体系

1. 地面短传为主, 进攻方向偏左路居多 (始终形成有角度的接应和传球)。
2. 善于利用后腰与边路的配合组织进攻。
3. 前锋前卫积极跑动接应, 寻求做桥梁与支点。
4. 善于洞察防守队员身后及肋间空当。
5. 接应位置极佳, 红色区域渗透球穿透力极强。
6. 传中球 (低平球) 基本以前点为主。

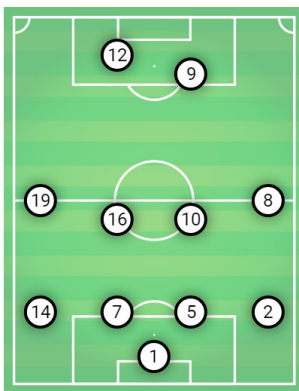
4-4-2 1' - 60'



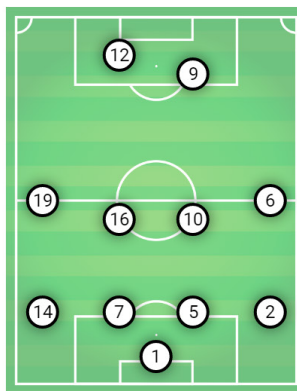
4-4-2 60' - 67'



4-4-2 67' - 79'



4-4-2 79' - 93'



7. 传球准确度较高，决策能力好。

8. 整体性和战术纪律性较强。

防守体系

防守策略：中场防守。

组织形式：整体移动，线与线、位置间距离保持的较好，丢球即刻反抢，防守时队员行动统一。进入防守三区阵型由1-4-4-2演变成1-4-5-1。

攻守转换行为

由攻转守：丢球后不分场区立即压迫，周围球员迅速靠近形成小组防守，不断地进行干扰、夹抢、围抢，整体行动统一，执行力坚决。

由守转攻：断球后为保持控球权以横传回传居多，由于不及时向前无反击速度，节奏过于缓慢影响进攻速度。

关键球员

16号司职后腰（组织型）；后场组织进攻的发起者；向前传球意识强；选位与接应时机好；心理素质过硬；头脑冷静。

进球及射门特征

边路3v2；3v3配合射门；中路渗透球；下底传中（低平球）。

僵局时变化

在身体对抗处于劣势的情况下，通过换人调整进攻方式；撤防守后腰，换前锋加强攻击力；坚持4-4-2；保持足够耐心。

失败原因

点球决胜的心态；攻防转换时无明显节奏变化；防守缺乏侵略性；进攻三区投入兵力太少；赛前更换U-20女足主教练执教。

（二）朝鲜队基本情况介绍

起始阵型：1-4-4-2

进攻阵型：1-4-4-2

防守阵型：1-4-5-1

进攻体系

地面传接：边路进攻为主，左侧进攻居多，以前锋为支点，中路2-3人配合，通过个人突破或小组配合寻求边路突破，形成下底传中，中路包抄射门。

直接打法：后卫长传球找锋线队员，后腰快速跟上。

防守体系

防守策略：中场防守。

组织形式：三条线始终保持良好距离，锋线队员有驱赶意识，整体压迫快速，个人逼抢凶狠，丢球即刻反抢。阵型由4-4-2演变成4-5-1，能较长时间保持有效的防守状态。

攻守转换行为

由攻转守：丢球后即刻压迫，快速组织有效防守阵型，有驱赶意识，整体行动统一；三条线保持良好的距离。

由守转攻：反击多以带球向前为主，第一选择不是纵深；反击速度缓慢。

关键球员

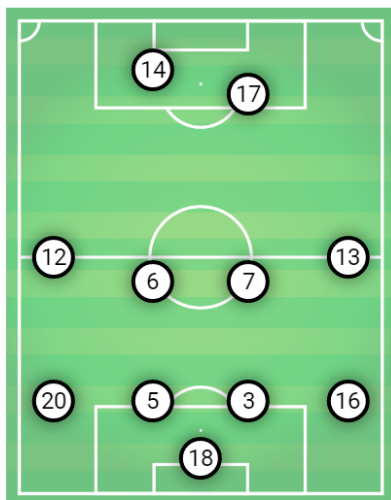
7号，中场球员，司职后腰；反复奔跑能力强；防守面积大，拦截能力好；观察与预判能力强，防守凶狠。

角球防守策略

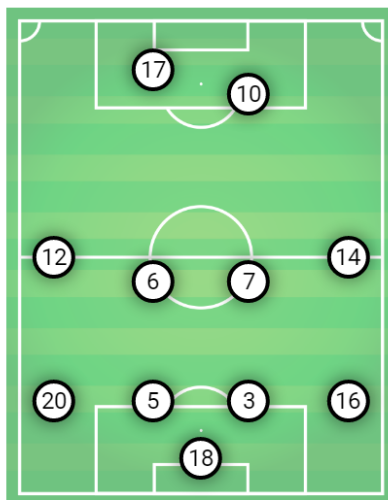
策略：区域结合盯人。

位置安排：前后门柱都站人，球门区线站两人，其余人盯人并兼顾外围全部参与

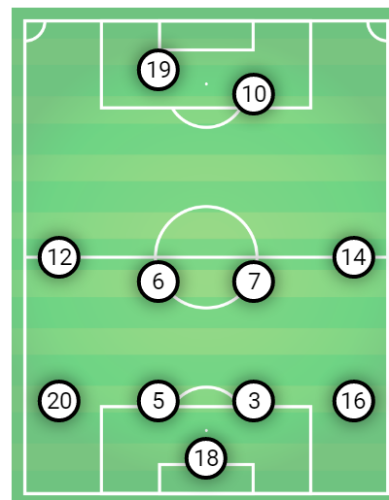
4-4-2 1' - 51'



4-4-2 51' - 86'



4-4-2 86' - 121'



防守。

特点：两中后卫身材高大，防守高空球能力较强。

角球进攻策略

战术部署：试图做战术角球策略，目的带出罚球区内防守队员，一人干扰守门员，中路四人包抄，外围一人控制二点。

发球目标：后点为主。

效果：利用仅有的一次角球机会，成功追平比分，高空球有优势。

落后时的变化

目标清晰：利用换人加强锋线实力。

坚持打法：基本阵型始终不变。

丢球即抢：落后或领先，永不改变。

进球及射门特征

定位球（头球）射门；外围远射；边路内切。

失败原因

通过积极拼抢和作风给对方施压，对于身体和控球好自己的球队显得办法不多；进攻三区打法单一，进攻过于保守，投入兵力不够，依靠球员个人能力远射；边路

突破有待提高；反击速度缓慢；罚点球的心态不好。

冠军球队：

（三）西班牙队基本情况介绍

起始阵型：1-4-2-3-1 或 1-4-3-3

进攻阵型：后场 2-3-2-3 或 3-4-3，前场 2-1-4-3

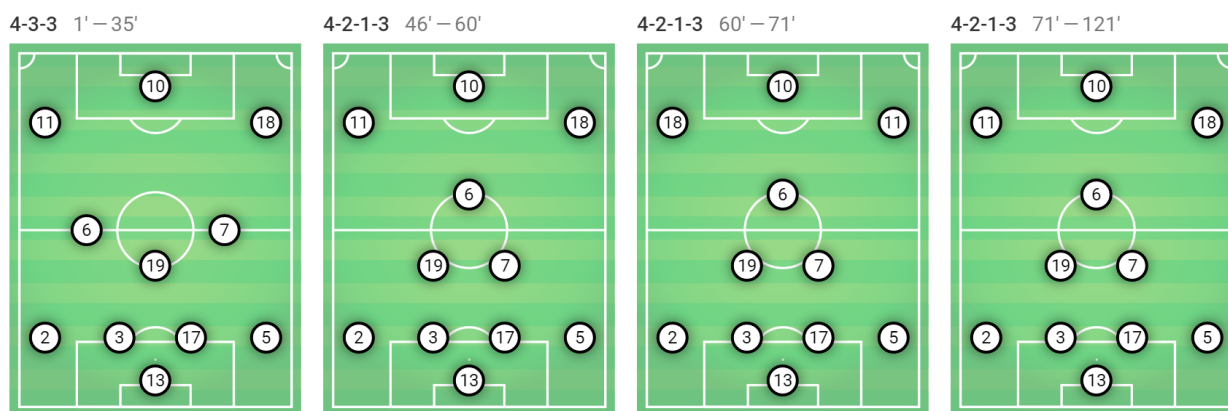
防守阵型：中场 4-4-2

进攻体系

4-2-3-1 阵型打法相对成熟，进攻充分利用场地宽度制造空间，个人具有极强的突破能力，为中路短传渗透创造空间。

西班牙后场组织进攻阵型 2-3-2-3，利用守门员参与组织进攻，始终形成以多打少或 19 号回撤接应阵型 3-4-3，利用 10 号、6 号、7 号、19 号较好控球始终在中路保持控球权（10 号，6 号不断地变化位置）两边卫 11 号、18 号根据场上变化换位。通过快速的传球吸引防守改变进攻方向在边路形成 1v1 局面，位置上应用相对灵活，多变。

后卫跟进较快，两边后卫大胆助攻，整



队形距离保持较好，为高位压迫和前场进攻奠定扎实基础。

由守转攻向前坚决，善于利用边路速度优势。

防守体系

整体压迫，高压不成功立即退回中场，重新布阵组织防守；

丢球就地反抢，远端迅速向中路收缩保持密集；

19号后腰落位至两中卫中间，后场形成3中卫保持中路防守厚度，确保两侧边后卫对边路的控制。

攻守转换行为

由攻转守：丢球后立即立即压迫；如不能形成立即压迫则回撤到中场布阵。

由守转攻：第一选择快速向前传球；边路迅速拉开、制造宽度；前锋向深度前插、制造纵深；利用边路快速带球向前发展。

关键球员

10号，前锋，身高165cm；有较高的足球天赋；出色的脚下技术；阅读比赛能力极强；头脑冷静；门前嗅觉敏锐；所属俱乐部：巴塞罗那（西甲）。

11号，边前卫，身高169cm；所属俱乐部萨拉戈萨（西乙）。刚刚过完15岁生日，今年才开始正规的在特定的场区内学习如何控球和跑位，绝对速度的优势，较强的自信心。

18号，边前卫（队长），身高161cm；所属俱乐部：莱万特（西甲）。以速度优势见长；脚下技术细腻左右脚平衡；边路1v1突破极具攻击性；较强的求胜欲望。

3号，中后卫（组织型），身高170cm；所属俱乐部：洛尼罗尼奥。视野开阔、大局观好；传球极具渗透性（传球成功率较高）；较强的1v1防守能力、头球好，预判好；身体优势明显。

定位球战术

角球进攻：无特定战术。

角球防守：区域结合盯人；前门柱站人，后门柱不站人；球门区内区域防守其他人盯人防守。

进球及射门特征

边路进攻传中（低平球、倒三角传球）；中路2-3人配合（墙式，渗透球）；10号个人能力得分；多以两次触球内完成射门。

教练员影响

进行对位换人，通过换人继续在中前场保持控球权，放慢比赛节奏，磨掉对方士气，用她们擅长的方式控制球权。

三、比赛趋势

（一）战术阵型变化

各参赛队运用比赛阵型多样化，多支球队掌握两种至两种以上阵型，基本阵型以西班牙为例，比赛基本阵型为 4-2-3-1 和 4-3-3，本队后场组织阵型 2-3-2-3 至 2-1-4-3 或 3-4-3 的变化，在不同场区阵型也是不同的。更多的关注阵型纵向和横向的距离，横向发展充分利用场区宽度便于形成转移，为中路球员创造更大的控球空间。利用不断地快速传球改变进攻方向找到向前发展直线传球（渗透球）机会。在中场，通常有三到四名球员动态交换位置保持整体行动寻找进攻平衡。在 4-4-2 阵型中，其中一名前锋经常回到中场，为队友创造空间，并试图获得控球权。在 4-3-3 阵型中，球队可以部署 1~2 进攻型中场，在中场形成正三角或倒三角，位置较少出现重叠现象。在这个层次上，球员必须具备娴熟的技术，聪明的头脑和战术，因为她们必须在密集的区域处理球。

防守阵型关键在于区域的限制，不同区域采用不同的防守阵型，密集（漏斗）防守是各队采用防控球式打法最常见战术，防守三区深度 5-4-1、4-5-1 后卫线与中场线之间纵向与横向的距离越来越密集。很多

球队采用在中场布阵防守的策略阵型 4-4-2、4-1-4-1，相比较前场高位压迫球员跑动的距离更少（尤其前锋线），以便于更好的运用体能和进行集体行动。高位压迫是在某个特定时段和场景运用的战术行为。什么时刻进行高位压迫？什么时刻停止压迫？是最大难点。首先要保证场上所有球员对高位压迫战术的认知度一致；随球移动离球最近的人总是向球附近施压；如不能进行持续压迫将会给对方打反击的机会，盲目的上抢犯规会毁掉压迫。西班牙队在高位压迫时相对较默契和成熟，特别是当对方起长传球时对高空球的控制，整个阵型压迫在对方半场内阵型 1-3-2-4 后卫线始终靠近对手，防守位置平行于对手。本次比赛各队多次出现高位快速压迫持球人，但其他球员没有形成球周围的安全三角，形成不了夹抢，控制持球人封堵和拦截对手直接传球防守技术。再如墨西哥队，在之前的比赛中一直以 4-4-2 为基本阵形，进攻时变化为 3-4-3，防守时 4-4-1-1，但在半决赛对阵西班牙的比赛中，将阵型变化为 4-1-3-2，防守时 4-4-2，再以加拿大队为例，比分落后时的对策，进攻阵型变为 3-3-4，在临场指挥方面，敢于冒险根据场上变化教练员始终关注球队阵型的改变。

（二）战术灵活性

战术的灵活性是顶级球队关键：

1. 在比赛的不同阶段运用不同的阵型（对手更强 / 对手更弱 / 同对手一个水平）。
2. 球员胜任不同的位置。

3. 个人 / 小组 / 整体明确的分工（观察各队准备活动中发现西班牙队始终围绕球员在场上的位置进行有球练习）。

4. 球员指导自己。

5. 通过换人创造比赛机会。

6. 备用方案 / 计划（A-B-C）。

针对不同的对手，布置不同的战术，使用不同的阵型和阵容，才是理想的执教理念。

（三）控球打法

挺进最终决赛的两支球队，西班牙和墨西哥队，控球打法的球队都展现着围绕对球权的控制，两支球队球员技术是亮点，合理运用技术的能力是控球打法的核心，善于阅读比赛和识别场景，组织型中场掌握和指挥比赛节奏。特别面对立即压迫的情况下有时很难轻松地控球，场上球员包括守门员中后卫有较好的传接球反压迫的能力，最高的水平上，来自对手的压力不断，所以让球员为未来做好准备是很重要的。不是存在于所有的球队，但这次 U-17 女足世界杯上有很多具备这样能力的球员。如果说控制打法的胜利能给我们带来一些积极的影响的话，技术决定战术打法的形成，在我们亚洲球队身体远不及欧洲球队的情况下控球打法值得我们借鉴。

（四）⑥号位的重要性

现代足球发展中场 6 号位球员（防守型后腰）是整个球队攻守两端平衡关键位置，对 6 号位球员要求越来越高，包括技术、

意识、体能、心理等因素。比如西班牙 19 号、墨西哥 18 号、德国 6 号、加拿大 14 号覆盖的面积越来越大，防守端漏斗式（杯子）回撤直至罚球区前由 6 号位的移动来形成有纵深的防守阵型。进攻端经常回撤至两中卫之间以及边后卫、中卫后向前拉开，给中路更多的接应空间，帮助球队完成衔接和串联，传球次数和成功率均为全队最高。

（五）边路进攻

很多球队进攻时经常在两翼，充分利用了边锋 / 边路中场球员和边后卫。长距离斜线转移，撕开对方防线。值得关注的是边后卫的使用，如西班牙队两侧边后卫同时参与进攻（日本队采用一侧边后卫参与进攻）在边路形成人数优势，通过后套、个人突破撕开对方防线，同时对边后卫的反复奔跑也要求很高。边路球员速度越来越快，创造出 1v1 空间后突破对方防线的成功率较高，传中的选择多为低平球（倒三角）为中路同伴在得分区域创造机会。

边路球员或边锋队员的位置使用，在这次比赛中，很多球队采取的是左脚踢右边，右脚踢左边的方式，利用她们带球内切创造空间，通过中路配合，为进攻型边后卫（第三人）创造空间。这种边锋需要频繁的加入到进攻中，通过移动造成了中路 / 进攻三区的混乱（进攻方在进攻三区通常会有 6 至 7 名球员），给对方的后卫 / 中场造成了巨大压力。

（六）支点型中锋

如何破密集防守一直是被关注的话题，由于阵地战中防守越来越密集空间有限，对于传统的中锋挑战越来越大，本次世界杯如加拿大、德国、墨西哥采用了身材高大且技术细腻的支点型中锋，除可以利用身体优势突破射门以外，还可以进行短传球配合或转身跑向防守队员身后的空档（前插）。我们见证了许多球队精彩的短传配合，然而在罚球区附近和罚球区内的镇静仍然是一个需要改进的方面。（本次世界杯进球更多出现在罚球区内）许多球员发现自己处于一个很好的得分位置，但她们太急于把球射进球门，失去了最终的得分机会，这一点在多场比赛中都有体现。

（七）高效的反击

本次大赛中三支球队的防守反击最具特点，如加纳队在本方后场形成抢断后，首先考虑能否直传联系支点前锋，第一选择快速传球打破对手的防线，这种直传快攻取得了很好的效果，她们并不只依赖控球，而是专注于如何将球推进对方半场。如对方不能持续压迫这是利用断球后打反击的最好途径。日本队展现的反击是团队推进，寻求抢断后保持球权，利用局部小组配合向前发展。传统型的防守反击打法朝鲜队，更多的是通过个人快速带球形成反击，如没有很好的带球跑的速度优势很难形成有效的反击。

（八）守门员的作用

现代足球战术行为的改变，守门员的角

色也随之改变，目前更多的是参与球队组织进攻的第一发起者，用脚传接球的次数越来越多，包括短传球、中距离传球、长传球。在某些球队特定战术要求上，在对手的压力下并不能很好地将球过渡到中场，此时守门员（如西班牙和德国）的接应给持球队员提供了更多的选择，如对方快速压迫通过守门员传接球破解高压，这时守门员的传球必须表现出快速的思维和决策，相比男足守门员，女足守门员通常选择长传球且传球成功率较低。在确保球门安全的情况下，如何改变守门员技术与球队整体战术融合？高位压迫行为，守门员的位置随整体阵型上压保护后卫身后的区域，守门员的防守范围（纵深距离）加大同时面临着危险，出现越来越多1v1单刀球机会，大部分守门员选择压缩与触球人的距离，因此更少的时间做出反应，用脚来拦截阻挡更多被守门员采用，此时预判和勇气就显得尤为重要。

守门员通常得到球之后选择快速发球（手抛球、短传、长传球）发起进攻。由于本次比赛决赛阶段赛事规则90分钟平局罚球点球决出胜负，因此本次世界杯守门员扑出点球的成功率较高。在定位球方面，欧洲球队德国、新西兰、加拿大都采取三种以上的定位球战术，守门员将具备应对变化的能力及指挥的能力。亚洲两支球队日本、朝鲜守门员此次表现出色，对高空球的控制、对传中球和角球活动范围加大，处理合理。

四、思考与建议

U17 以下女足世界杯比赛来自不同国家的 16 支球队由于教育环境、社会环境、文化背景不同比赛中表现出对比赛的理解、战术纪律性及整体性也各不相同。欧洲、南美、非洲球员更喜欢展现自我，善于即兴发挥。而亚洲球队表现出比赛纪律性更高，尤其日本队面对困难和压力时的从容和应对措施令人印象深刻。

对未来我们国内青少年培养根据不同年龄段特点，如何把心理内容增加到比赛和训练中，如何设计练习模拟和演绎比赛各阶段的方式，给球员创造循序渐进、难

度递增结合比赛真实场景的训练环境，不同的场区不同训练的目标，不同的位置要求，让各年龄段青少年球员自我认识并知道用什么样的方式去行动。给予最好的训练方法来提高我们青少年训练水平，要让他们获取职业球员的技能。

本届世界杯不仅让我感受到我们与欧洲球队、亚洲球队（日本、朝鲜）实力上的差距，同样也感受到了我们足球文化传播的缺失。以足球为中心来进行教导球员在生理、心理、技术和战术方面的成长，通过足球进行教育，通过足球形成一种教育方式。

守门员分析简介

泰德·克努森



我们曾在分析平台发布了我们第一阶段的守门员分析模板。此外，还有一些人在个人层面上做守门员分析，包括萨姆·杰克逊（Sam Jackson）和保罗·莱利（Paul Riley）。我相信有些球队已经建立了框架，但据我所知，这是第一个大范围的有助于评估守门员的且已发布到市场的分析工具。今天，我想讨论我们选择使用的框架，并解释未来您将看到的一些决策和画面。

我们的整个团队致力于此项研究，但大部分的科学数据的收集工作都是由德里克·亚姆（Derrick Yam）完成，他本人之前是守门员、大学足球队队长。我们还特别感谢前职业守门员、教练和现任评论员大卫·普里斯（David Preece）的反馈和对守门员位置的洞察力。

守门员很奇怪

在足球场上的 22 名球员中，有 20 名在

很大程度上是相似的。他们大多数时候使用脚，偶尔使用身体其他部位；他们大多数时候传球，偶尔射门。

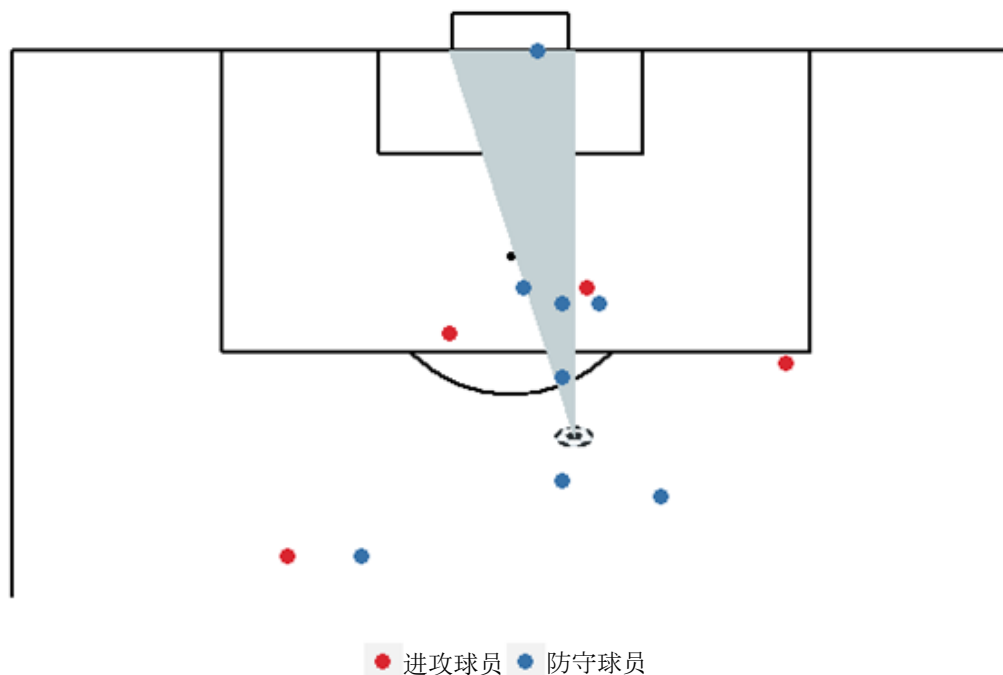
只有另外两个人，他们的位置完全不同于比赛规则里的其他人。他们是球场上仅有的两名能够用手接触球的球员，这就带来了一些挑战，尤其对于基于数据的分析方法。

另一个关于守门员的奇怪之处是，他们是球场上一个完全被动反应的位置，他们除分球之外的数据（即便是分球，在一定程度上亦是如此）几乎完全由对手的行为决定。

考虑到所有这些，我们的初步分析集中在三个主要领域：

1. 封堵射门
2. 断传中球或高空球
3. 分球

扇形防守的视觉说明



为了让它更容易理解，让我们以曼联的大卫·德赫亚为例。

- 上赛季大卫·德赫亚失 25 球，没有点球。
- 我们的基本模型得出，根据他面临的射门情况以及射门后的预期进球，我们预计他一共会失 38 粒球。
- 因此，大卫·德赫亚本赛季的超常扑救为 13 球。

从百分比的角度来看，我们预计德赫亚上赛季扑救成功率将达到 73.2%。实际上他的扑救成功率为 82.4%，调整后，扑救成功率增加了 9.2%。

从门外汉的角度来看，大卫·德赫亚在上个赛季为曼联效力的时候作用巨大，他比一般守门员平均多扑救约 13 个球。

扑救球和进球完全不具备可比性，但如果非要对比，大卫·德赫亚将排在上赛季英超联赛封堵射门排行榜的第 9 位。

- 反过来，考虑到他上赛季面对的打中门框内的射门，模型预计西汉姆联队的乔·哈特将会失 27.2 球。
- 他实际失球 34 粒，其中没有点球，超常扑救为 -6.8。
- 预计他扑救成功率为 69.1%，而实际扑救成功率为 61.4%，调整后，扑救成功率低了 7.7%。

没有采集数据：上个赛季乔·哈特碰巧表现不佳。

我们在这里介绍几个有关封堵射门的一般性解释。

首先，在较小的样本中，本身就很繁杂。几个错误，甚至是一些细小的不足之处，

会让守门员在赛季早期在统计表中落后，但这并不公平，因为守门员可能已经为他们犯的错在排行榜上受到了惩罚。几周前，乔·哈特和德赫亚在我们本赛季英超的封堵射门排名中分别排在第 10 位和第 11 位。而现在，德赫亚排第 3，乔·哈特则落到第 13。

模型提供的最重要的东西是眼睛观测所没有的，就是模型能够纠正所面临的射门难度。斯旺西上赛季在降级的路上浪费了大把的好机会，这不是法比安斯基 (Fabianski) 的错。尽管球队成绩不好，我们仍然认为法比安斯基做得很好。他在去年联赛的主要守门员中，在调整后成功扑救率指标排名第三。

一个大问题出现了：如何可以反复封堵射门？如果一个守门员一个赛季的表现令人印象深刻，那么他是否有可能在下一个赛季中继续保持着这种好的状态？

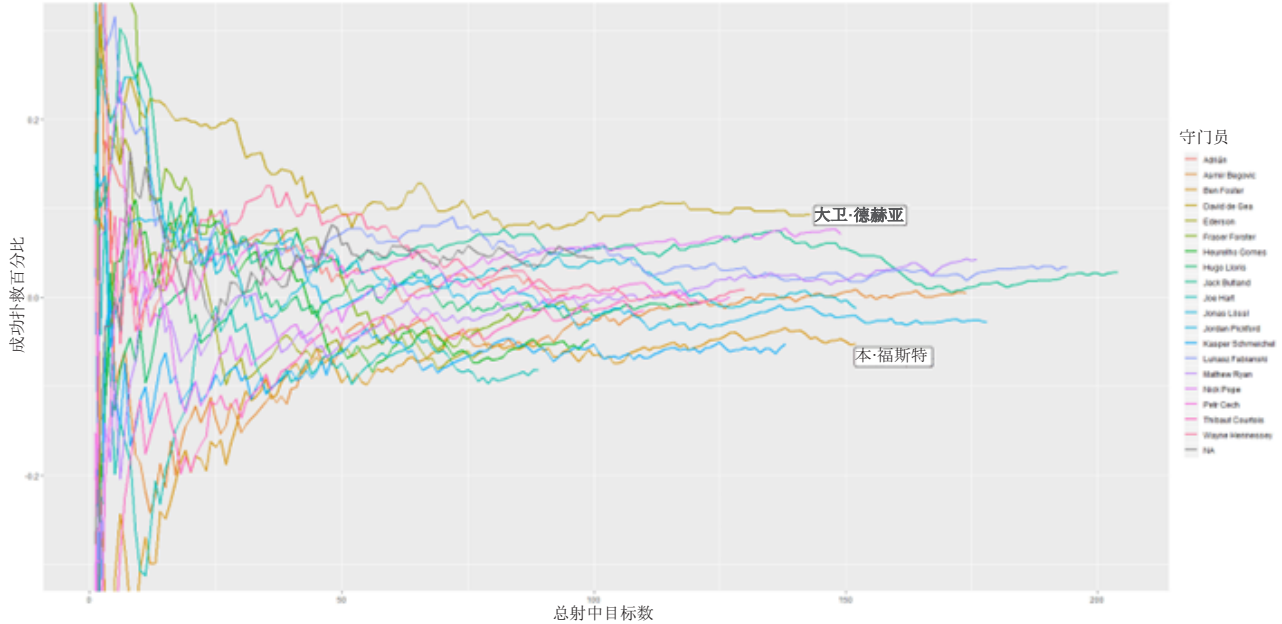
早期的研究表明，答案是肯定的。如果是真的，那可是件令人欢欣鼓舞的事情。显然，封堵射门并不是守门员唯一要做的事。根据球队的打法风格，守门员的其他专业技能也同等重要。

断传中球或高空球

我们已经做了大量的工作来观察罚球区内球员的活动，并分析球员在这个区域的行为。积极主动地离开球门线出击，主动断抢传中球和高空球可能没有封堵射门那么表现卓越，但实际上却极有价值。断抢罚球区内的高空球成为潜在封堵射门的一

如何可反复封堵射门？

这里明显看出，2017/2018英超联赛上，大卫·德赫亚始终表现突出



项有用的技能。守门员不能“只停留在自己的门区内”，应该选择最佳的位置。

不过，所有这些因素都被放入研究的第二阶段。

分球

在模型的分球部分，我们的目标是分析守门员完成传球、传定点反击球和发起进攻的能力。正如上面所提到的，现在模型在很大程度上是分析，而不是定义守门员在传球方面客观上是好还是坏。

分球

传球 %

压迫传球 %

压迫下传球变化 %

受迫性传球 %

传球距离

完成的传球距离

压迫传球的距离

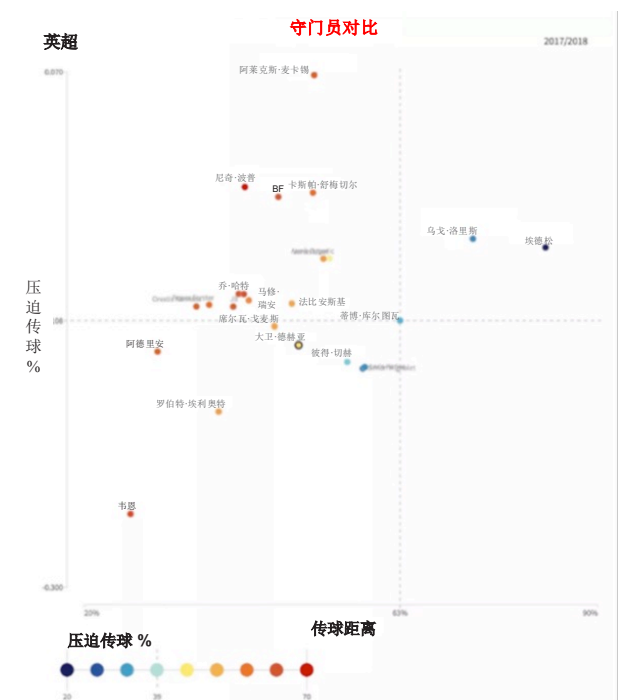
压迫和完成传球距离

压迫下传球距离的变化

完成传球距离比率

完成压迫传球距离比率

所以在下面的图中，你可以看到纵轴上守门员在压迫下和不在压迫下的传球成功率的变化。水平轴为压迫下传球的成功率，彩色为平均传球距离。



散点图

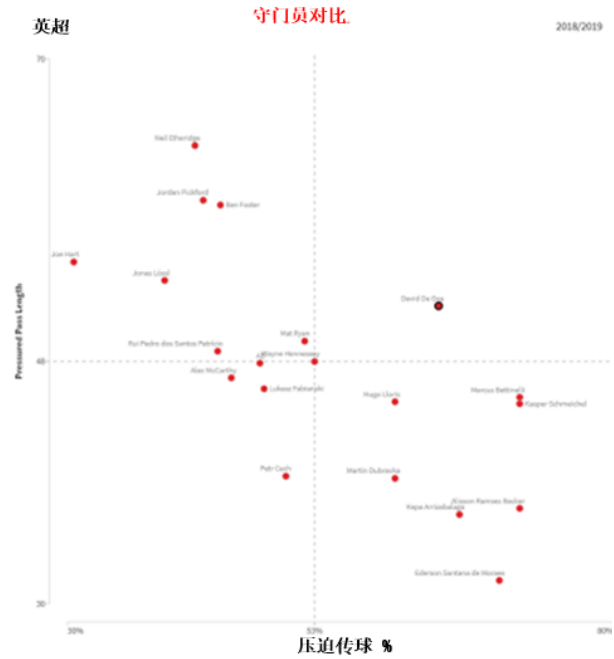
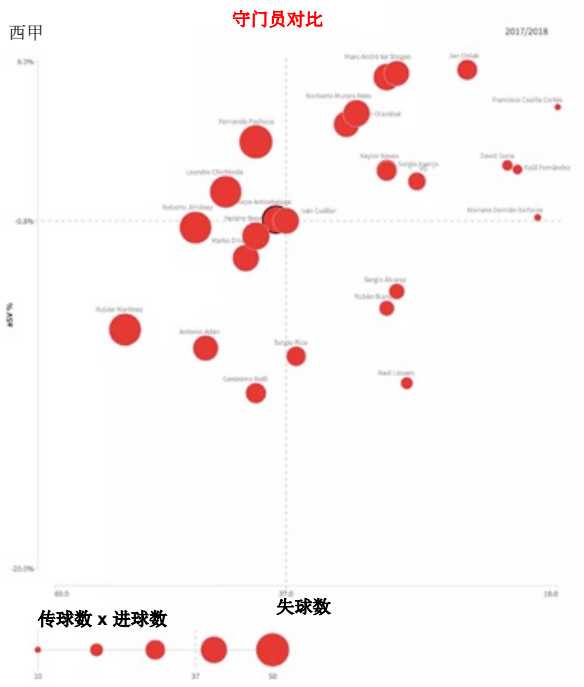
作为守门员模型发布的一部分，我们还构建了一个内部散点图工具，以使球员优势和弱点变得可视化。您也可以在任意水平的球员和球队中使用这个度量标准（连同树状图和条形图）。这里有一些同上赛季西甲联赛守门员数据的有趣的对比。

扁圆和圆？不错，谁知道？

不管怎样，经过几个月的工作，这仅仅是我们为守门员分析制作的 Statsbomb 数据的开始。

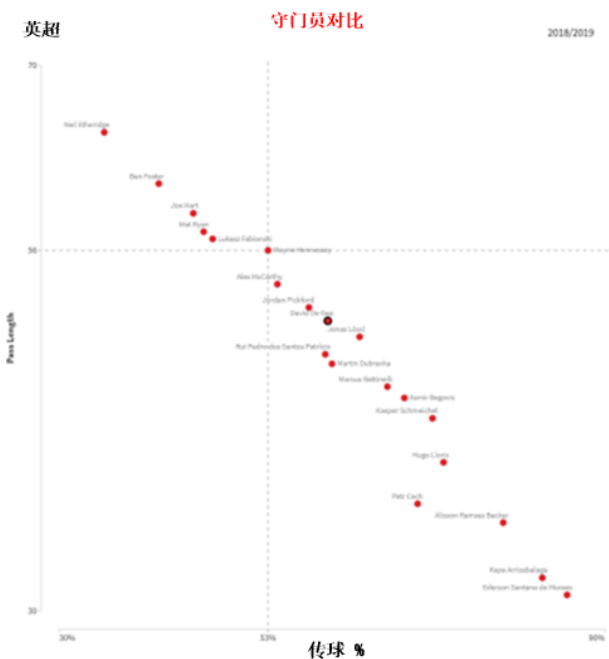
它就像鲨鱼周一样。除了守门员。

- 泰德·克努森



博纳斯散点图

令人惊讶的是，居然没有人注意到，传球距离和完成传球几乎是完全相关的。但是当你在这个混合中再加入压迫？嗯，这似乎变得有趣起来。



封堵：防守压力如何影响射门

德里克·亚姆

定义问题

首先，我们需要定义压迫的具体含义。显然，我们要在射手的一定活动半径内寻找防守球员。第一个挑战是确定我们该检查的射手周边距离。调整任意距离类别的压迫半径（PR）将不公正地增加或减少给定类别内或外的射门半径。因此，我们为所有射门创建一个分段线性函数。定义如下：

- $PR = DFG * 0.15 + 0.85$ for $DFG \leq 24$ ($DFG =$ 离球门的距离)
- $PR = 4.5$ for $DFG > 24$.
- 换句话说，它是从点 (PR, DFG) 开始的直线，而点从 $(1, 1)$ 到 $(4.5, 24)$ 。

压迫半径具有相对随意性，但可主观定义。它的设计是为了区分球场上不同方向的压迫，通过进一步的研究，可以简单定义为最佳防守压迫典范。简而言之，离球门越近，防守队员越会对你施加压力，影响你的射门；而距离球门越远，防守队员可能会距离你稍远一点，以便达到影响射门的目的。

下面是压迫半径的示例：



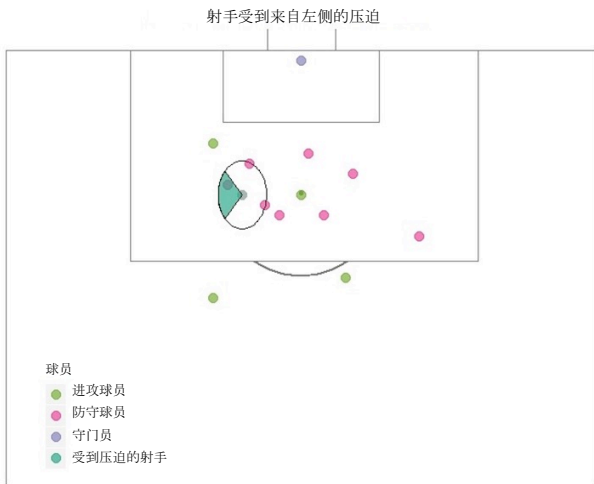
压迫来自四个不同方向

除了研究距离之外，我们还需要分别研究防守球员的压迫方向。本文的目的是更详细地了解压力如何改变射门命中率，以及压力如何影响射手本人的选择。如果我们按照上面定义的，以射手活动半径 PR 画圆，那么我们可以将来自四个不同方向的压迫定义为：

- 左侧压迫 = 对射手的压迫角度 > 315 度，以及对射手的压迫角度 < 45 度。
- 后方压迫 = 对射手的压迫角度 ≥ 45 度，以及对射手的压迫角度 ≤ 135 度。
- 右侧压迫 = 对射手的压迫角度 > 315 度，以及对射手的压迫角度 < 225 度。
- 前方压迫 = 对射手的压迫角度 ≥ 225 度，以及对射手的压迫角度 ≤ 315 度。

稍后我们将说明来自不同方向的压迫如何影响球员的射门使用脚以及命中率。例

如，下图是一个有来自球员左侧压迫的射门情况。



压迫下的总射门数和命中率

在对压迫情况进行图片和数字统计之后，我们将所有射门的压力数值收入数据库，然后对比查看汇总的统计数据。请注意，下面的所有数据仅反映比赛中的射门情况。

表 1 总射门数和压迫下的射门数统计

压迫下射门数	总射门数	压迫下射门比率
30542	46829	0.65

表 2 不同压迫类型的命中率统计

压迫类型	压迫	无压迫
全面压迫	0.07	0.14
后方的压迫	0.10	0.09
前方的压迫	0.05	0.12
右侧的压迫	0.06	0.10
左侧的压迫	0.07	0.10

从上表中我们可以看到，在这个定义下，约 65% 的射门是在“压迫”下进行。我们还可以看到，在没有压迫的情况下，射门命中率明显高于有压迫的情况。唯一没有显

示更高射门命中率的角度是来自球后方的压迫，因为射手身后的压迫并没有影响他的射门视野。

我们发现了炫酷的东西

一旦定义了所有射门在“压迫下”的数值，我们就可以对比赛和球员的诸多方面进行分析。首先，我们了解压迫的方向是否会影响球员选择射门的脚。此外，我们还研究将球员的优势脚、射门脚和压迫方向综合起来是否与射门命中率有着显著的关系，见下表数据。

表 3 球员优势脚、射门脚、压迫方向和命中率统计

右脚?	射门脚	更多来自右侧的压力?	总射门数	命中率
0	左脚	0	619	0.06
0	左脚	1	1609	0.06
0	右脚	0	316	0.07
0	右脚	1	218	0.06
1	左脚	0	484	0.07
1	左脚	1	1553	0.06
1	右脚	0	3168	0.08
1	右脚	1	3054	0.06

表 4 当压迫方向来自有利于优势脚时的射门命中率 (p 值 = 0.06)

压迫方向针对优势脚	进球数	射门数	命中率
0	343	5542	0.0619
1	388	5479	0.0708

当来自左侧的压迫大于右侧的压迫时，用右脚射门的比例约为 75%。当右脚的压迫大于左脚的压迫时，右脚射门的比例仍然大于 50%，约为 50.2%。一个明显的解释

是，无论压迫如何，绝大多数右脚球员仍然愿意用右脚射门。有趣的是，我们在表 3 中看到，当一个右脚球员用右脚射门时得分最多，而来自右侧的压迫也较小。

接下来我们看看压迫下的射门，均为球员层面上的原始数据。哪些球员会不在乎谁在身边防守都抬脚打门？哪些球员的射门更具选择性？或哪位球员恰好发现自己处于优势位置，在没有后卫盯防的情况下射门。表 5 中列出 2017-18 赛季英超中在压迫下命中率排行前 10 的球员名单；而表 6 中列出在压迫下命中率最低的 10 名球员名单。

表 5 球员在压迫下射门命中率排行榜（总射门数 >50 次）

球员	压迫下射门数	总射门数	压迫下射门命中率
乔丹·伊比	42	51	0.8235
阿什利·巴恩斯	55	67	0.8209
何塞·萨洛蒙·隆东	64	83	0.7711
史蒂夫·穆尼耶	40	52	0.7692
哈里·凯恩	137	179	0.7654
马尔科·阿尔诺托维奇	53	70	0.7571
克里斯蒂安·本特克	43	57	0.7544
安德罗斯·汤森德	46	61	0.7541
阿尔瓦罗·莫拉塔	62	84	0.7381
里亚德·马赫雷斯	49	67	0.7313

表 6 球员在压迫下射门命中率最低排名（总射门数 >50 次）

球员	压迫下射门	总射门数	压迫下射门命中率
加布里埃尔·热苏斯	31	58	0.5345
德怀特·盖尔	28	52	0.5385
格拉尼特·扎卡	32	59	0.5424
阿隆·拉姆齐	33	57	0.5789
拉希姆·斯特林	50	86	0.5814
佩德罗	32	55	0.5818
何塞·伊兹基尔多斯	32	54	0.5926
穆罕默德·萨拉赫	83	138	0.6014
吉米·瓦尔迪	41	68	0.6029
大卫·席尔瓦	35	57	0.6140

这些压迫数据包含了大量有趣的信息：到底发生了什么，球员如何将球打入球网。当然还有更多的因素需要研究。这预示着研究的开始，我们可以从球员在射门时受压迫情况得以一窥。

弹射器原理：使用内部和外部负荷来回答运动表现问题

摘自：《INSIGHTS》



《弹射器基本原理》系列文章向您介绍技术背后的科学原理，解释体育科学的概念和原理，并研究如何通过监测系统来提高球员的运动表现。

一个精心设计的训练计划会给运动员施加一定程度的压力，所有这些压力都会引起疲劳和不同程度的压力适应性。如果不能对运动员所承受的压力或他们对这种压力做出的反应进行客观衡量，教练和体育科研人员就无法量化他们干预措施的真实

有效性。

不能正确衡量负荷的后果可能会导致运动员的运动负荷不足或过量，而这两种情况都可能导致伤病的产生，以及运动表现低于理想水平。那么，从业人员如何衡量运动员所能承受的负荷呢？更重要的是，如何利用信息得出有意义的结论，以帮助解决运动表现问题并支持教练组人员的工作？

衡量外部和内部负荷

在基本层面上，外部负荷的特征是运动员在特定练习项目、训练课或训练期间完成的训练量总和。从《弹射器》技术层面分析，我们将自主性（如跑动距离、平均速度、冲刺次数等）和机械性（如球员负荷）均作为外部负荷的衡量方式。

对于从业人员来说，外部负荷可能更容易观察到，但只有内部负荷（在一轮工作中对运动员施加的心血管和代谢压力）决定最终结果和运动员对该压力作出的适应。最后，大多数球队将研究内部和外部负荷指标之间的关系，以衡量运动员的运动效率，这可以揭示球员个人的竞技状态或疲劳状况。同样地，身体所承受的机械性压力与跑动距离之间的关系也可以揭示运动员的疲劳程度。

回答运动表现问题

当在解释与运动员负荷相关的数据时，体育科研人员通常会问两个问题：

- a. 球员们完成了多少运动量？
- b. 球员们有多尽力？

这些问题听起来可能相似，但却有着重大的区别。从本质上讲，从业人员需要清楚给定训练课的运动量和运动强度。无论组织的预算或复杂性如何，解决这些问题是所有球员监测系统设计的中心所在。

下表列出了用于测量运动量和运动强度的三个级别的球员监测系统：

使用称为训练课 RPE 的度量标准对一级训练课的运动强度进行监测。RPE 即自我

	运动量	运动强度
一级（无技术）	训练课 / 练习 持续时间	训练课 / 练习持续时间
二级（有限技术— 心率监测仪）	心率运动	超过固定点的时间（例如，85%最大心率）
三级（无技术）跑 动距离	高速跑动距离 球员负荷 心率情况	代谢能力距离 高加速度/减速度数/ 超过85%最大心率的 时间

疲劳感分级，要求运动员根据 1-10 级的标准对每次练习或训练课的强度进行主观评估。

二级则引入了一种量化内部运动量的方法。心率运动（有时被称为运动脉冲）将运动员心率划分成一系列与个人最大心率成比例的波段。因子值随着心血管需求的增加而增加，乘以系数后应用于各个心率区的时间。

正如预期的那样，随着现有技术的日趋成熟，运动员监测系统的复杂性也在不断提高。从业人员的工作也变得更加复杂，他们需要确保以简单易懂的方式将信息传达给教练员。

在一个拥有先进监测技术的环境中，一个好的起点是将指标与球员在比赛中常做的运动相关联，然后汇总与比赛相关活动的训练数据。例如，一堂训练课给出 60:80 的“运动量：运动强度”，这表示球员完成了他们在一场比赛中要完成的运动量的 60%，而平均运动强度是一场比赛的 80%。从内部和外部负荷数据中提炼出可行的见解，这便是一个相当好的起点。



www.gnkdinamo.hr

萨格勒布迪纳摩俱乐部青训模式

“反复练习很重要，学员通过反复练习能专注培养球感，融合各种技巧，与队友更好地配合。”

达米尔·弗尔班诺维奇，萨格勒布迪纳摩俱乐部首席执行官（2011）

主要目标：每个年龄段球队至少有两名球员能进入萨格勒布迪纳摩一队

硬件设施	训练基地	迪纳摩足校（3.6万平方米），萨格勒布
	训练场地数量	6块（4块天然草皮，2块人工草皮）
招生政策	报名入学	青少年可提交申请，报名入学。 校方举行“夏令营”，对报名者进行能力测试。
	球探数量	克罗地亚国内5人，国外4人。
	招生范围	萨格勒布市区和郊区，克罗地亚北部，波黑，澳大利亚，加拿大和美国。
	报名条件	足球能力（速度快），符合场上位置的需要，技巧
球队设置	球队数量	11支青年队，一队，萨格勒布火车头队（预备队）
	球员数量	200人左右
	球员国籍	97%克罗地亚籍
教练	能力要求	足球智商高，性格稳定，擅长传授知识，热爱足球，不一定要退役职业球员
	教练人数	21
	教练职责	权利有限：自己准备训练计划 训练计划要符合俱乐部足球理念，按照俱乐部球员数据制定，阵型采取442或4231
训练	阵型	442或4231
	战术训练开始年龄	13
	力量训练	16岁前不进行力量训练
	训练课课时	12岁前每周3-4次，14岁前每周4-6次，17岁前每周6次，满17岁后每周6-7次
	比赛类别	7-10岁参加9人制比赛，满11岁后参加11人制比赛
	训练	高级别有球训练，每个年龄段训练内容相似，有以下几点： 控球，传球，断球
注意事项	青训学院员工（不包括教练）	12人
	室内设施	萨格勒布迪纳摩青训学院宿舍
	禁止事项	接受义务教育，不戴首饰，不抽烟，品行端正
每年运营费		130万欧元

学院背景和发展历程

- 萨格勒布迪纳摩青训学院位于迈克斯米尔体育场附近，后者是萨格勒布迪纳摩俱乐部的主场，萨格勒布迪纳摩创建于1912年5月5日。
- 萨格勒布迪纳摩俱乐部一向注重青训工作。俱乐部首支青年队成立于1991年。现在约有50%的一队球员来自于俱乐部的青训学院。
- 俱乐部不断完善青训学院的发展策略，在每天的训练中严格执行俱乐部完善的足球理念。
- 青训学院的目标可归纳为以下几点：培养学员健康的生活习惯，让学员成长为良好公民，帮助儿童从体育中收获快乐，完成学校教育任务，培养学员进入俱乐部一队。
- 过去五年青训学院的运营费用为650万欧元，通过交易球员获利了5000万欧元的收入（净利润为4350万欧元）。

重要数据

- 萨格勒布迪纳摩青训学院有大约200名学员
- 青训学院有7块大场地（2块人工草皮）
- 与萨格勒布火车头俱乐部进行合作
- 每年运营费用需130万欧元（占俱乐部预算的8%）
- 在2010-2011赛季的一队选拔中，有50%的球员来自青训学院

萨格勒布迪纳摩青年队所获荣誉

- 克罗地亚 U19 青年足球锦标赛冠军
2000, 2001, 2002, 2003, 2009, 2010, 2011
- 克罗地亚 U17 青年足球锦标赛冠军
1992, 1999, 2000, 2002, 2003, 2006, 2008, 2009, 2010, 2011

愿景和发展理念

萨格勒布迪纳摩俱乐部有着悠久的历史，且不断锐意进取。足球运动的发展需要多方面的配合，包括体育科研、运动软件、技能培训班和市场营销活动。

在过去五年中，萨格勒布迪纳摩俱乐部向9家欧洲一流俱乐部交易了23名球员。萨格勒布迪纳摩俱乐部一队50%以上的球员是由自己的青训学院培养的。萨格勒布迪纳摩二队是俱乐部的预备队，参加了克罗地亚甲级联赛，它给了青年球员在进入一队前一个很好的竞技平台。

训练设施

萨格勒布迪纳摩青训学院位于迈克斯米尔体育场。训练基地由市政府所有，但市政府授权俱乐部长期使用训练设施。训练设施包括7块完整场地，其中有2块人工草皮，以及球队的主场：迈克斯米尔体育场。青训学院也建有健身房和医疗室。目前在人工草皮场地旁正在修建游泳池。

萨格勒布迪纳摩俱乐部非常重视草皮的质量，因为它对球员技巧的提高至关重要。青训学院的场地中有两块场地种植了一流

的草皮。这两块场地旁有两块第三代人工草皮草地。遇到恶劣天气或其它场地在保养时（还有另外两块备用场地）供球队使用。

青训学院目前有不同年龄段的 200 名学员训练。U8、U9、U10 和 U11 年龄段的球员每周训练 3-4 次，U12 和 U13 年龄段球员每周训练 4-5 次，U14 和 U15 年龄段球员每周训练 5-6 次，U17 和 U19 年龄段球员每周训练 6-7 次。青训学院同时也在美国、加拿大、澳大利亚和波黑运营夏季足校。

训练方法

不同年龄段的训练重点、目标和教练的职责

青训学院负责从 U8 到 U19 年龄段学员，共 11 支球队的学习和训练。青训学院不设



卢卡·莫德里奇

U18 青年队。

青训学院的成功取决于良好的组织和一流的草根足球训练计划，这些工作使俱乐部能将成年球员转会到一流俱乐部。学院将学员根据年龄分为两组：第一组含从 U8 到 U13 年龄段学员，训练以学习基本技巧为主。第二组含从 U14 到 U19 年龄段学员，训练中将更多接触战术训练，在比赛中教练会对成绩提出更高的要求。

每个年龄段的学员每年、每月和每周都有具体的训练课时，训练赛、比赛和友谊赛场次。青训学院注重细节，如有必要，每年某些技巧训练中控球的次数也会统计。

U8-U11 年龄段

U11 及以下年龄段球员参加 9 人制比赛，训练中要努力提高个人技巧和控球能力。反复练习是提高能力的诀窍，球员应注重建立控球、接传球、与队友配合时的自动化。

U8-U11 年龄段球队每队选拔 12 名球员。其余学员将作为萨格勒布其它俱乐部可用球员培养，希望他们能成长为克罗地亚国内或国际职业球员。萨格勒布迪纳摩俱乐部 U8-U11 年龄段球队的学员主要招收萨格勒布市区和郊区生源。

U12-U16 年龄段

该年龄段球员应开始培养带球奔跑速度、接传球、过人和精准传球等技巧。球员开始参加 11 制比赛，阵型使用 442、4231 或 4141。每支球队选拔 20 名球员。U14 及以上年龄段球队将注重战术训练。U14 及以

“我们希望通过训练培养出球员良好的球感，保持状态稳定，速度快，压迫性强，并且有很强的比赛意识。”

罗密欧·约塞克，萨格勒布迪纳摩俱乐部青训学院总监

上年龄段球员必须有娴熟的控球能力，并在比赛中努力争取胜利。由于赛季中比赛任务重，因此不可能每场比赛都使用相同的首发阵容。俱乐部会为球队安排各种比赛机会，包括与其它克罗地亚俱乐部青年队的比赛、国际比赛、友谊赛和商业比赛。通过比赛该年龄段球队能学到区域防守、传球和攻守快速转换等战术原理。

萨格勒布火车头队，俱乐部的预备队

萨格勒布迪纳摩俱乐部不设附属球队，不过萨格勒布火车头队是俱乐部实际意义上的预备队，接受“母队”萨格勒布迪纳摩俱乐部的指挥。萨格勒布火车头队是克罗地亚甲级联赛的球队，因此绝大多数需要参加正式比赛的青年球员将进入萨格勒布火车头队。俱乐部体育部经理和青训学院总监将决定哪些球员能至少以租借半年的方式加入萨格勒布火车头队。他们还会决定哪些球员能进入俱乐部一队，哪些球员将转会到克罗地亚其它的俱乐部。

比赛的节奏会尽量加快，球员应避免过多粘球。从 U15 年龄段开始，学员的日常训练任务会很繁重，每月只有两天的休息时间。家长可到俱乐部来探访寄宿的学员，以便维系良好的亲子关系。

U17-U19 年龄段

该年龄段的学员是成为职业球员的过渡期，学员会尽量被安排到年龄更大的球队中。这将导致 U17 或 U19 球队中会有很多年龄较小的球员。该年龄段球队的人数会有所增加（最多 26 人），以便完成每年 60 多场的比赛任务。该年龄段球队会频繁与一队共同训练，U17 队球员会经常参加周三或周四的一队训练。这是扩大球队人数的另一个优势。学员可学习成长为职业球员，练习体能和场上不同位置的技术（前锋，中场球员，后卫或边路球员）。U17 和 U19 球队会参加全国比赛，通常在与比他们年纪大的球队比赛中能占到上风。

训练课

萨格勒布迪纳摩俱乐部为教练提供各种材料和训练设施，帮助教练准备训练内容。如前所述，这些工具以书面内容为基础，有球员数据的支持。

这一体系得到了良好的成果：U8 年龄段学员中有 13% 能进入 U19 球队，U11 年龄段学员中有 34% 能进入 U19 球队。每个年龄段的学员中至少有两名能在俱乐部青年队完成青训。

年龄组：U8-U9

- 主要通过自由发挥的方式学习并运用各

种技巧

- 其余时间注重体能、战术训练和理论学习

- 阵型：3-2-3
- 找到场上位置并保持阵型
- 自由发挥
- 学习足球比赛的基本规则
- 基本移动路线
- 基本传球路线

年龄组：U10-U11

- 阵型：3-2-3
- 个人战术：防守，进攻
- 鼓励进行一对一对抗
- 小型对抗赛（4打1，3打1，3打2，4打2）
- 控球训练（5：5+2，4：4+2）

年龄组：U12-U16

- 学习4前卫平行站位阵型的特点和要求
- 发展场上移动技巧、配合意识
- 发展敏感期的体能
- 技战术个性化训练

年龄组：U17 和 U19

- 符合4前卫平行站位阵型要求

- 球队防守战术自动化
- 球队进攻战术自动化
- 改进个人专项位置训练
- 记录和评估训练效果——建立数据库

训练要求可归纳为以下几点：

- 掌握足球的基本原则

- 具备充沛的体能
- 掌握比赛所需要的技巧
- 掌握比赛所需要的战术
- 学习并掌握不同的阵型打法
- 有天赋的青少年球员的个人训练
- 从训练和比赛中获得成就感

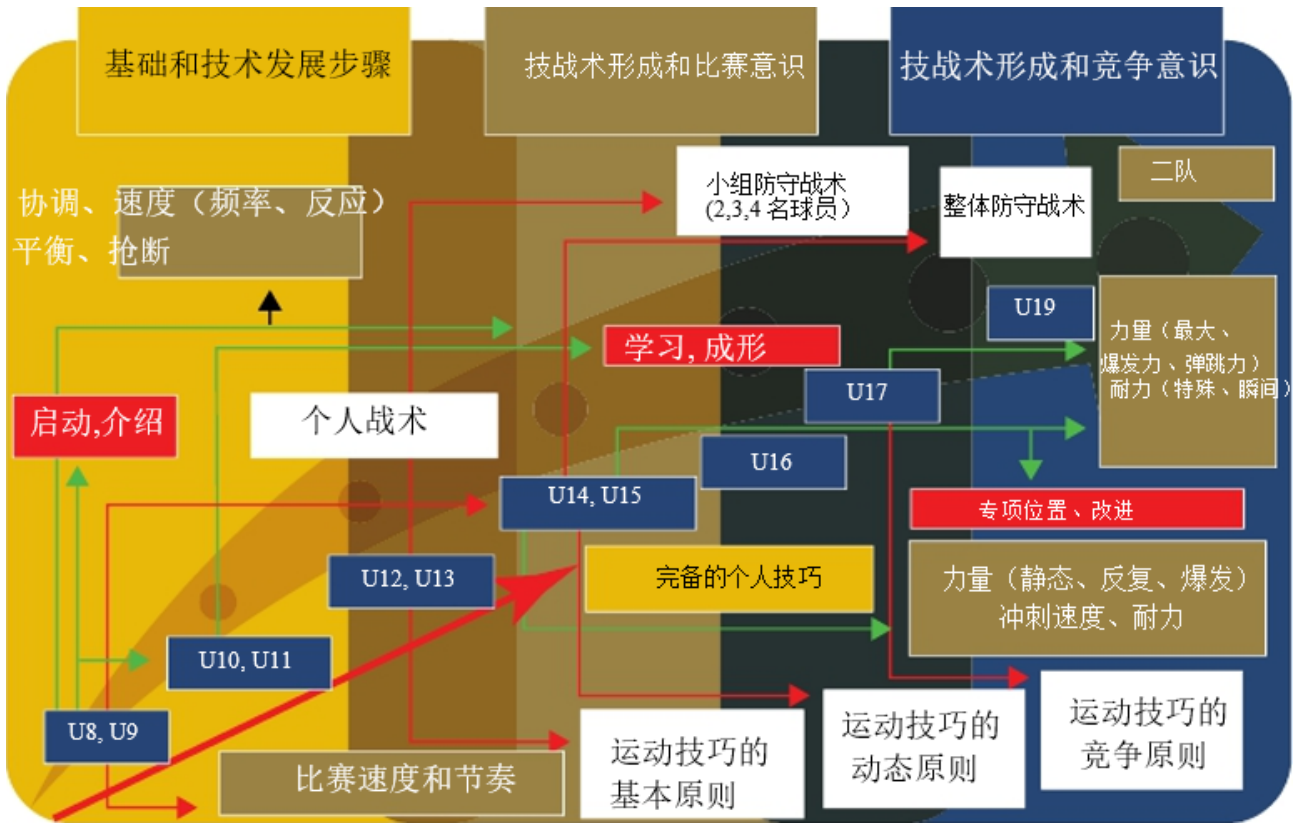
比赛的五个重点如下：

- 满足技术和战术的要求
- 保证个人和球队有稳定的发挥
- 有能力应对压力
- 实现球员和俱乐部的发展目标
- 鼓励公平竞赛

教育

由于萨格勒布迪纳摩俱乐部位于萨格勒布市中心，而萨格勒布面积较小，并且有便捷的公共交通系统，所以所有的学员需进入青训学院外的公立或私立学校学习。

不同年龄段的训练指导方针



足球比赛中的定位球

保罗·鲍威尔，詹妮弗·霍布斯，赫克托·鲁伊斯，魏新宇，帕特里克·露西

1 概述

在 2016-2017 英超联赛赛季里，16% 的进球来自定位球（角球和任意球）。然而，这些数字相互间存在很大的悬殊。例如，西布罗姆维奇队 43 个进球中有 16 球是定位球（>35% 总进球数），而其他球队的定位球占总进球数不到 7%（如桑德兰队 29 个进球中仅有 2 个是定位球）。世界上最富有的球队和最穷的球队之间的资源差距，每个赛季都在日益增大，正如巴黎圣日耳曼队愿意花费创纪录的 2.2 亿欧元购买了 15 球的内马尔。以小规模球队的能力，以有效定位球战术为代价复制同样的目标产出，明显具有市场利用低效性。因此，任何可以帮助球队利用此低效性的新方法将成为一个重要优势。

如果想获得关于定位球某些有价值情况，我们首先采取打破神话的方法，突出定位球的关键要素。我们分析和总结下列十个神话及其结果：

- 神话 1: 同正常对抗的比赛相比，球队更可能通过定位球得分

- 确认：1.8% 的定位球进球率 vs 1.1% 对攻进球率 ($p < 0.05$)

- 神话 2: 同角球相比，球队更可能通过任意球得分

- 被打破：2.1% 的角球进球率 vs 1.1% 的任意球进球率 ($p < 0.05$)

- 神话 3: 从任意球来看，直接射门比传中更可能得分

- 确认：7.2% 直接射门进球率 vs 1.1% 传中进球率 ($p < 0.05$)

- 神话 4: 球队更可能从角球失球而不是得分

- 被打破：0.2% 失球率 vs 2.1% 进球率 ($p < 0.05$)

- 神话 5: 同外旋角球或大力直线角球相比，球队更可能从内旋角球得分

- 确认：2.7% 内旋角球进球率 vs 2.2% 外旋角球进球率 ($p < 0.05$)

- 神话 6: 就角球而言，进球更可能来自二点球，而不是直接射门

- 确认：2.5% 球队二点球进球率 vs 2.0% 直接射门进球率 ($p = 0.86$)

- 神话 7: 就角球而言，球队更可能靠蹭球得分，而不是直接射门

- 确认：4.8% 球队在角球改变方向后的进球率 vs 2.0% 直接角球进球率 ($p < 0.05$)

- 神话 8: 防守角球时，区域盯防是最无效的方法

- 被打破：混合防守挡住最危险的射门 (12% 转换率, $p < 0.05$)

• 神话 9: 防守角球时, 球队应在球门柱旁安排多名球员 (附近和 / 或远处)

◦ 被打破: 球队在两个门柱旁安排球员失球最多 (2.7%), 而后门柱安排一名防守球员失球最少 (0.9%, $p < 0.05$)

• 神话 10: 相对于高水平球队, 定位球高手对中低水平球队更有价值

◦ 确认: 定位球一般的球员为球队得 0.9 分, 而定位球高手为球队得 1.9 分 (排名后 6 位的球队占球队得分 ~8% vs 排名前 6 位的球队 ~3.5%)

从上面的列表中可以看到, 传

球的类型 (即边路内旋传球、蹭传) 和防守组织 (即门柱区球员, 区域防守 VS 盯人防守) 可以显著提高球队得分的机会。但是, 必须指出, 这是全球联赛的趋势, 并没有考虑球队的具体特点, 如传球位置和球队中球员的相对身高 / 体格。例如, 如图 1 所展示, 与联赛平均水平相比, 倾向于在角球上创造机会的球队在位置上有差异。我们可以看到西布罗姆维奇倾向于在 6 码球门区内创造了机会, 而桑德兰则倾向于在 6 码球门区之外创造机会。

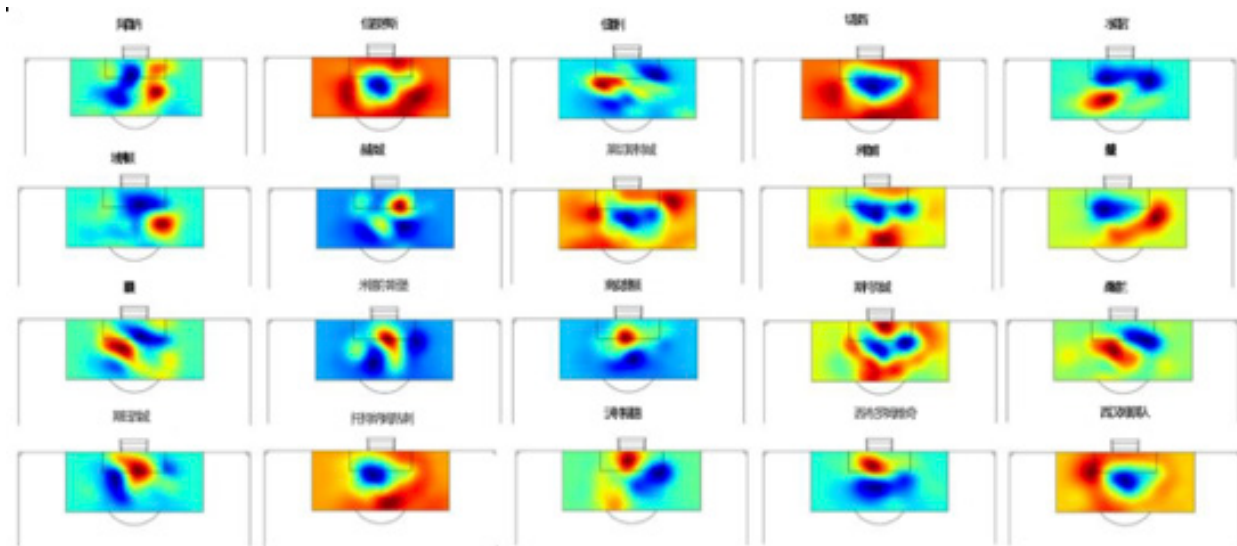


图 1 与联赛平均水平相比, 球队从角球中创造射门机会的概率图。数据被建模为二维高斯分布图, 红色区域表示球队更可能有射门机会的区域, 而蓝色区域表示不太可能有射门机会的区域。

在本文中, 我们提出了一种根据属性的定位球分析方法。它利用混合深度学习方法来检测复杂的属性, 例如盯人防守, 以及手工制作特点, 以确保解释清楚。具体来说, 我们使用了卷积神经网络 (CNN), 它充分地捕捉了一支球队围绕定位球的防守体系。此外, 除了防守属性, 我们还使用预期度量等预期进球指标 (xG) 来评估球队根据传球的位置和质量所创造的机会

质量。

为了进行分析, 我们采用三个赛季中所有有价值的英超

联赛 (EPL) 数据, 其中包括球员和球的跟踪数据以及赛事标签。总的来说, 这个数据集包括超过 12,000 个角球和 3,600 个任意球。报告的其余部分如下: 在下一节中, 我们描述了数据集以及我们提取的

以及通过蹭球和争夺二点球获得进球（这可被看作是反弹球）的那支球队，我们还可以衡量哪些防守球队能够快速防守反击。

现在我们有了一种可以分割定位球中几个重要阶段的应用，并可以合成细微的信息，比如传球的位置。

无论进攻定位球的执行有多好，如果球不能发到第一名防守队员身后，定位球

就永远不会成功。不仅如此，发球的类型对能否创造出射门或进球机会会有很大的影响。例如，内旋角球有 18.61% 概率制造出射门机会，而外旋角球有 20.85% 的概率。相反，对于射门而言，接内旋球传中射门有 10.81% 的得分机会；相比之下，接外旋传中球射门，仅有 6.46% 的机会。

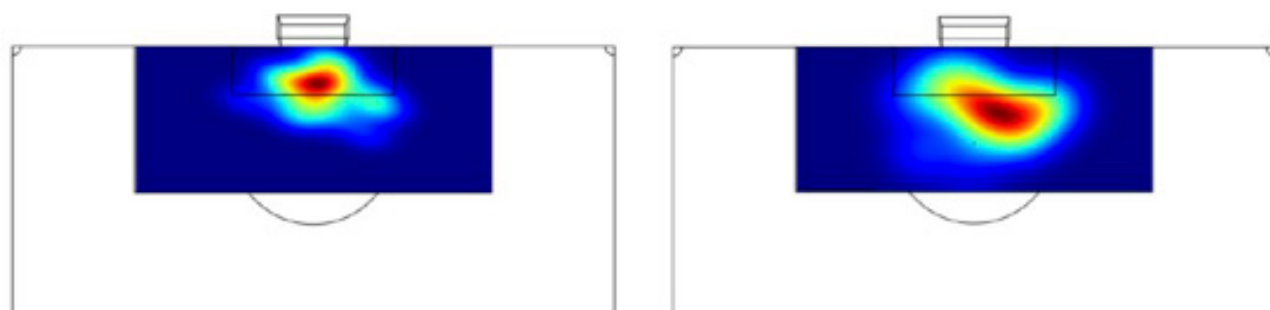


图 3（左）内旋角球和（右）外旋角球进球分布图。发角球以标准化方式，从右侧开始。

这表明，尽管靠一次内旋传球很难制造射门机会，但是得分机会几乎翻番。造成这种情况的主要原因在于射门的位置。图 3 显示了基于这两种方法射门得分的位置分布情况——左边是内旋，右边是外旋（标准化方式是从右侧开始）。在内旋传球热度图中，可以看出内旋角球进球的区域要比外旋角球小得多，但比外旋角球更接近球门。这个简单例子强调，我们需要提升应用模型的具体分析水平。

2.1 利用卷积神经网络探测防守战术

在分析定位球的防守要素，特别是角球时，防守打法的两个主要属性比较亮眼：

- 1) 明确球队采用盯人防守还是区域防守；
- 2) 确定在球门柱区域是否有防守球员（例如，

前门柱、后门柱或两个门柱都有）。对于后者，在有跟踪数据的情况下，显然可以通过使用简单的数据关联来确定是否有球员在球门柱区域（即如果一个球员的距离在一定的阈值范围内，则布置他去球门柱区域）。

然而，对于前者来说，这极具挑战性。它的挑战性表现在现有的表示球员跟踪数据的方法不足以捕捉到角球行为的细微差别。先前的研究使用模板方法，将球员的位置与角色对应起来 [5]。虽然它被证明是一种在对攻比赛中完成预测任务的高效方法，例如预测射门的预期进球值 [6] 或模拟防守行为 [7]，其中球员的移动路径相对线性，角色互换相对较少。但是，这样的方法前提条件是所有球员都很重要，并且全

部出现在比赛中。而这种情况很少出现在定位球中。例如，一些进攻球队可能会安排 3 名防守球员在后场，这意味着当时的情况可能是 4 名进攻人对 8 名防守人。对于“活跃”球员数量上的变化，这种表现方法根本无法应对。

另一种方法是采用自下而上 / 特征描

述的方法 [8]，计算出球员之间的距离和角度。然而，这种方法受到捕获细微差别所需的巨大数量和特征复杂性的限制，例如在球门柱区域”、“两人配合”或“区域盯人”。此外，由于球门周围的区域较小，离球门最近的位置最为重要，细微的移动可能由于少数球员的大范围移动而被忽视。

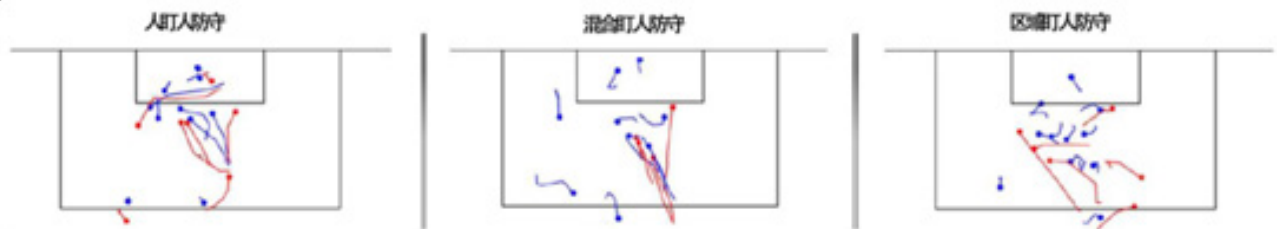


图 4 (左) 无人在球门柱区域的人盯人防守；(中) 前点有人的混合盯人防守；(右) 区域盯人防守

尽管目前使用的方法可能不足以捕捉这些行为，但细粒度空间、可变的球员数量和不同的重要运动模式（短和长）是另一种表示形式——图像的理想选择。如图 4 所示，对于研究人员来说，我们可以明显观察到角球之间的不同细微差别。在右边，我们看到一个区域盯人方案，左边我们有人盯人，而中间我们有一个混合盯人的方法。从视觉上看，模式对我们来说十分清楚，它给了我们如何表现这一行为的强有力线索。

计算机视觉领域的最新工作利用卷积神经网络 (CNN) 从图像中学习相对预测特征。在有大量数据的情况下，CNN 可以更好地学习特征，而不是通过人类手工绘制特征来表现图像（例如边缘检测器、微波）。凭直觉感知，它们能够获取局部边缘模式与交互，并将它们以分层的方式整

合在一起，更好地表现图像数据。从计算机视觉领域令人印象深刻的工作中，我们使用了类似的方法来探测防守结构。

为了做到这一点，针对每个角球，我们提取角球发出前和发出后两秒钟球员的运动图像，并创建一个单通道灰度图（进攻队为黑色，防守队为白色）。通过使用该图像可以处理不同数量的球员信息，同时也可以捕捉到附近球员之间的互动情况，而不必手工绘制每一帧的距离和角度。

输入图像的规格为 46 x 25 像素，它通过我们的 CNN 传送。我们的 CNN 结构使用了两个包含 80 个和 50 个神经元的隐藏层。在每一层应用线性整流函数 (ReLU) 激活，并使用 softmax 回归函数进行最终的标签预测。为了训练我们的 CNN，我们使用了 1500 个训练例子，并把它按三级问题处理，即 80% 混合盯人防守、10% 人盯人

防守和 10% 区域盯人防守。我们对防守类型的诊断准确率达 82.53%。

进攻效率

排名	球队	进球数	射门次数	进球率
1	西布罗姆维奇	16	117	13.68%
2	斯旺西城	13	119	10.92%
3	切尔西	15	144	10.42%
4	赫尔城	9	94	9.57%
5	托特纳姆热刺	15	165	9.09%
6	西汉姆联队	10	120	8.33%
7	曼城	12	161	7.45%
8	伯恩茅斯	9	123	7.32%
9	米德尔斯堡	6	85	7.06%
10	利物浦	11	161	6.83%
11	水晶宫	9	133	6.77%
12	南安普顿	8	124	6.45%
13	莱切斯特城	6	111	5.41%
14	沃特福德	7	130	5.38%
15	曼联	7	130	5.38%
16	斯托克城	6	118	5.08%
17	阿森纳	7	142	4.93%
18	埃弗顿	6	125	4.80%
19	伯恩利	5	137	3.65%
20	桑德兰	2	83	2.41%

防守效率

排名	球队	失球数	被射门次数	效率
1	伯恩茅斯	6	143	4.20%
2	切尔西	4	92	4.35%
3	阿森纳	5	114	4.39%
4	利物浦	5	97	5.15%
5	伯恩利	10	188	5.32%
6	托特纳姆热刺	5	92	5.43%
7	西汉姆联队	6	105	5.71%
8	曼城	6	97	6.19%
9	曼联	7	107	6.54%
10	西布罗姆维奇	8	119	6.72%
11	米德尔斯堡	10	146	6.85%
12	斯托克城	11	155	7.10%
13	桑德兰	14	178	7.87%
14	埃弗顿	10	125	8.00%
15	沃特福德	12	146	8.22%
16	斯旺西城	8	96	8.33%
17	莱切斯特城	11	128	8.59%
18	南安普顿	12	129	9.30%
19	水晶宫	12	122	9.84%
20	赫尔城	17	143	11.89%

3 2016-2017 赛季英超联赛的定位球分析

为了展示我们方法的效用，我们首先分析了 2016/2017 赛季英超联赛所有球队的进攻和防守行为。在表 1 中，我们展示了所有球队在进攻效率（左）和防守效率（右）上的排名。在进攻效率方面，西布朗罗姆维奇队是效率最高的球队（13.68% 转换率）和得分最高的球队（16）；桑德兰的进攻效率最低，定位球进球仅 2 粒，转换率为 2.41%。桑德兰在本赛季被降级，而西布罗姆维奇队获得第 10 名。有趣的是，这两支球队在对攻比赛中分别攻入了 18 球和 19 球，这突显出有效的定位球战术对球队生存机会的重要性。

在防守方面，伯恩茅斯是阻止进球方面最有效的球队（4.20% 的转化率），而赫尔城是效率最低的球队，有着最多的失球（17）和最高的失球率（11.89%）。和桑德兰队情况类似，赫尔城队有着联赛最糟糕的净胜球记录 -43 个。赫尔城队定位球得分为 9，尽管是排名第四的定位球得分队，他们的定位球净进球是 -8。如果赫尔城队能够像进攻一样实施有效地防守，他们可能有更好的保级机会。

虽然对衡量哪些球队能够有效地定位球得分或阻止定位球进球十分有益，但仅凭这些信息并不足以让教练为准备下一场比赛做部署。因此，我们需要更好的呈现球队的定位球方式。通过运用我们在第 2 节中的定义去描述进攻行为，以及我们在第 3 节中描述的方法去探测防守方案，我们便

可以对定位球进行客观的分析。

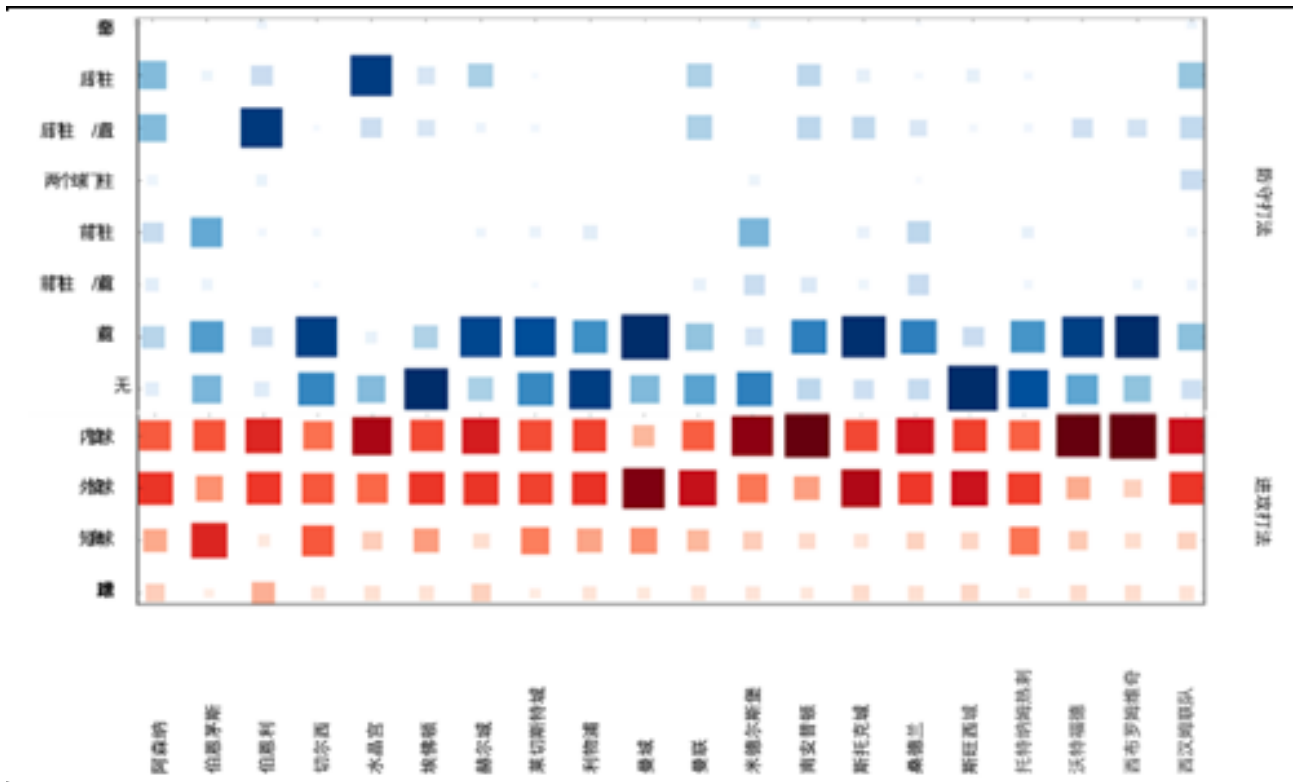


图 5 辛顿图表示球队的进攻和防守定位球打法。方形面积越大，使用率越高；颜色越深，效果越好。

图 5 显示了每支球队在 2016-2017 英超联赛赛季的平均进攻和防守定位球打法，通过辛顿图表现出他们在得分和阻止进球方面的有效性。我们清楚地看到，不同的球队有不同的策略，例如切尔西和西布罗姆维奇都在定位球中打进 16 球（不包括任意球的直接射门）。然而，他们实现这一目标的方法有很大不同。西布罗姆维奇队的角球方式具有很高的可预测性，73% 的角球是发内旋球；而切尔西队的角球使用内旋球、外旋球和短角球组合，具有不可预测性。

4 预测未来对手的定位球行为

在准备与即将到来的对手比赛时，分析师会花费大量时间来分析对手最近的定位球战术。从高水平层次上看，他（她）需要首先回答以下四个问题：

- 1) 我的对手如何防守定位球？（即区域防守 vs 盯人防守 vs 混合防守）
- 2) 我的对手如何发定位球？（即短的、长的、蹭球、位置）
- 3) 我的对手的优势和弱点在哪里？（即我们有何阻止以及利用定位球的方案）
- 4) 我的对手最有可能采取何种方式攻击我的球队？（即他们将如何根据我们的防守发定位球？）

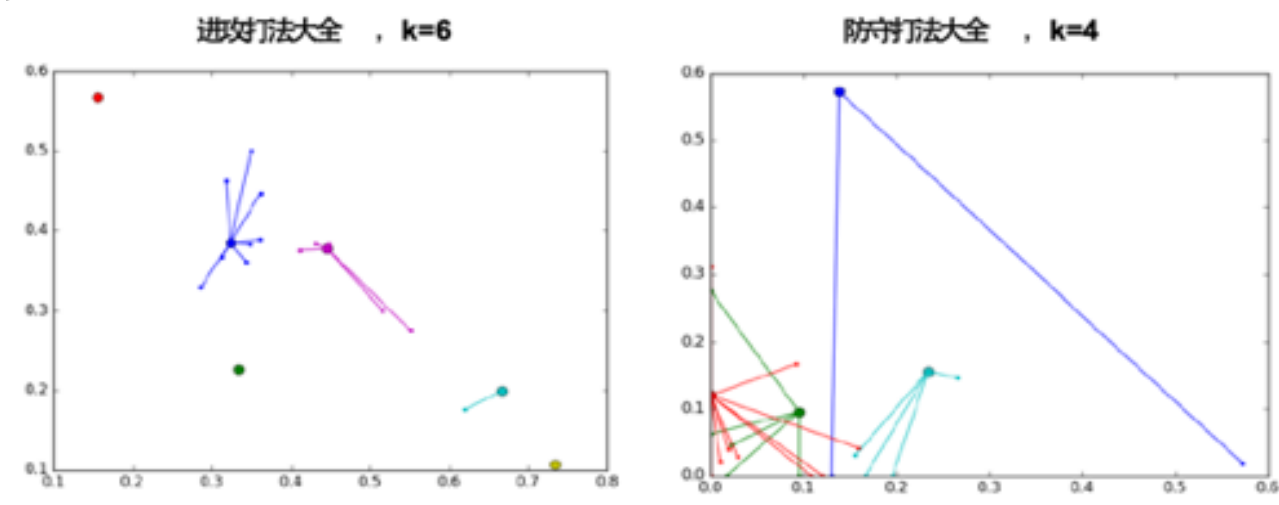


图 6 进攻定位球类型（左）和防守定位球类型（右）的近邻传播集群。大节点是集群的代表性球队。为了可视化集群，我们使用了两个维度，进攻场景的内旋球 vs 外旋球以及防守场景下的后门柱区域 vs 前门柱区域。

在本节中，我们将通过三个案例说明新的分析方法如何帮助分析人员回答这些关键问题。

4.1 我们已经交过手的球队有多相似？

探测即将到来的比赛对手的关键问题是如何选择最相关的比赛进行分析。例如，选择最近进行的一场比赛，它却不一定最具相关性：伤病情况、球员更换、主场与客场状态、降级 / 晋级以及与上一场比赛的间隔时间。所有这些都以复杂的方式影响着既定比赛的“相关性”。找到足够的相关示例是一项相当耗时的任务，我们的方法可以帮助缓解这一问题。

为了确定一支球队是否有一种独特的进攻或防守打法，我们使用了一种称为近邻传播的方法来对团队的平均行为进行集群 [12]。近邻传播是一种无监督的集群技术，它通过寻找样本来实现，它可被认为是质心。然后计算样本与所有其他球队之间的

欧氏平方距离，以确定球队彼此之间的相似程度，最能代表该集群的球队被确定为最终样例。

基于这种方法，我们发现了 6 个进攻打法的集群和 4 个防守打法的集群（图 6）。在进攻打法上，我们发现了三支风格独特的球队（西布罗姆维奇队（红色）、曼城队（蓝色）和伯恩茅斯队（绿色））、两支球队（南安普顿队和沃特福德队（浅蓝））形成的一个集群以及两个更大的集群，它们代表着在传球方式上（蓝色）有很大变化的球队和专注于定位球（紫色）发内旋球和外旋球的球队。就防守打法而言，我们发现了四种类型的集群，这表明一支球队的防守定位球打法可能比一支球队的进攻打法更具可预测性。

使用这一技术，分析人员可以很快知道对手是否在他们的集群中和一支球队打过比赛，并看出他们是如何在进攻上和防守上应对此种打法。

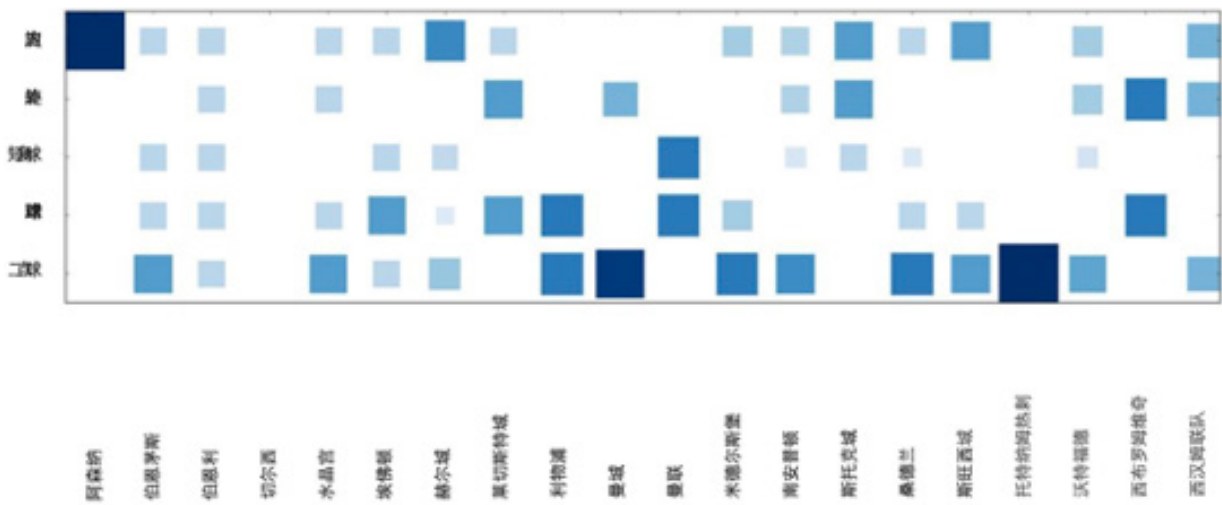


图7 辛顿图展示了一支球队如何最可能从角球中失球。正方形面积越大，颜色越深，失球越多。

4.2 利用防守布置

对一个问题的分析可能来自于近期的偏见效应 [9]。在连续比赛中可能会发生一个罕见的事件，进而得出这样的结论：一支球队要么是不错的，要么很糟糕。例如，利物浦在角球防守方面受到了很多的批评。数字文章 [10, 11] 指出，他们使用区域防守是因为他们在 3 场比赛中失了 2 个球（他们碰巧输了）。然而，如表 1 所示，利物浦在 2016/2017 赛季中是排名第四的有效防守球队。通过使用我们的新方法探究球队使用的防守战术，我们便可以评估一支球队的角球防守方法。

利物浦队 32.57% 的时间用于区域盯防，丢了 3 个球；67.43% 的时间采用混合防守，丢了 2 个球。如果我们看一看对方的射门次数，对比联赛平均水平（9%， $p < 0.01$ ），利物浦队的失球，无论是采用区域防守（4.02%）还是混合防守（4.65%），均比预期值要少得多，而这恰与大多数人的看法相反。然而，当利物浦失球时，采

用区域防守，平均预期进球率为 20.13%；采用混合防守，则为 8.06%。这表明，虽然利物浦的防守布置比平均水平要好得多，但区域盯防时失球的风险也是平均水平的两倍多。此外，当我们通过图 7 中新的分割法来查看如何失球时，我们发现利物浦很容易受到蹭传球或二点球攻门的影响。这是关键且可操作的信息，教练员可以及时获取，并用以布置防守打法。

4.3 控制对手的传球

为了确定一支队伍的传球是否具有可预测性，我们首先应该看看每支队伍的可变度。在表 8（左）中，我们根据进攻性传球的方差对球队进行排名。为了做到这一点，我们通过传球的属性（例如内旋球、外旋球、短传、蹭传）为每一场比赛的球队创造了一个进攻描述符。然后，我们在前 5 场比赛中标准化和缩放了这个描述符，并计算出球队本赛季平均的 L2 距离，以创建一个平均打法度量。最后，我们计算每

支球队本赛季的平均打法度量的方差，以此创建出每支球队的定位球可变性的总体测量方法。选择滑动 5 场比赛窗口是模仿

球探通常使用前 5 场比赛的行为，因为这样做可以捕捉到球队的最新动态。

进攻打法的方差

排名	球队	方差
1	曼城	0.97
2	斯托克城	0.87
3	利物浦	0.81
4	切尔西	0.75
5	埃弗顿	0.75
6	托特纳姆热刺	0.74
7	南安普敦	0.73
8	伯恩利	0.73
9	沃特福德	0.72
10	西汉姆联队	0.72
11	赫尔城	0.69
12	阿森纳	0.69
13	斯旺西城	0.67
14	水晶宫	0.66
15	米德尔斯堡	0.63
16	桑德兰	0.60
17	伯恩茅斯	0.60
18	西布罗姆维奇	0.53
19	莱斯特城	0.52
20	曼联	0.42

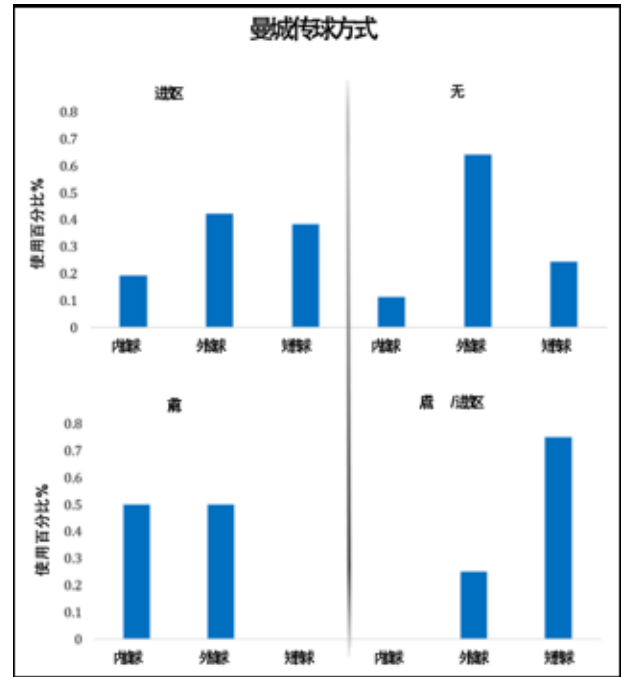


表 8 (左) 显示传球的方差; (右) 曼城传球方式

图 8 显示，从他们的平均打法看，曼城每场比赛的方差最大，而曼联的平均方差最小。有趣的是，当我们在图 5 中查看曼联的传球方式时，我们可以看到，他们采取的是介于短传和长传之间方式。研究表明，他们倾向于在比赛中改变策略，而不是采用针对每场比赛的战术。

这与我们从曼城队那里观察到的相反。乍一看，按照他们的平均打法场景（有传外旋角球的优势），曼城似乎更具可预测性。然而，对他们的多变性研究表明，他们实

际上可能会根据对手的打法来改变自己的打法。

为了了解是什么导致了曼城的变化，我们研究了他们的打法是如何在防守布置的基础上发生改变。他们所采用的防守体系（盯人防守、区域防守或混合防守）对传球类型没有显著影响 ($p=0.95$)，而传球类型对手如何在球门柱区域布置防守有显著影响 ($p=0.045$)。图 8 显示当对阵球队安排一名球员在前点防守时，曼城队倾向于发短角球。这是一种常用的战术，用

来吸引防守球员离开近门柱区域，创造出可传球的空当。正如我们在图 3 中所看到的那样，当传近门柱时，传外旋球最具威胁性。因此，从战术上讲，尽可能将防守球员带离这一区域非常有意义。然而，短角球是曼城队效率最低的得分方式，在 68 次角球中仅射门 12 次，获得 0 进球。教练可以利用这些信息来操控对手的打法，以帮助本队防守队员进步。

5 总结

在这篇论文中，我们打破了几个长期

存在的神话。例如，你不太可能从你自己的角球中丢球，而更可能得分；内旋角球比外旋角球更具威胁性等。我们介绍了一种新的、基于图像的代表方法，用于定位球分析，以检测防守结构。此外，我们还展示出，通过我们新的定位球分割法，可以说明哪些类型的传球最具威胁性以及球队如何根据传球变化布置防守。因此，我们现在可以向教练和分析人员推荐关于球队如何与对手对抗以及如何准备应对和利用对手的优势和弱点。

使用智能可穿戴足球靴传感器发现可最大程度提高弧线射门得分机会的脚部最佳击球点 (上)

弗朗茨·康斯坦丁·菲斯, 彼得·杜克, 耶胡达·威茨曼

本文提供了靴子 / 脚部存在最佳击球点的证据以及使用可穿戴压敏装置对其进行检测的方法。本研究证实了在踢球时足球鞋或脚部存在最佳击球点和最差击球点的假设。对于静止的弧线射门, 在最佳击球点踢球能最大化提高进球得分的可能性 (58-86%), 而在最差击球点则会最小化可能性 (11-22%)。发现的最佳击球点是依据假设的有利参数范围 (x/y 方向上的压力中心和 / 或峰值冲击力), 而最差击球点则是依据假设的不利参数范围。最佳击球点相对集中, 与使用哪种参数组合 (两个或三个参数组合) 无关, 而距离最佳击球点 21 毫米的最差击球点则较为分散。

关键词: 智能足球鞋, 压力传感器, 最佳击球点, 最差击球点, 进球概率, 压力中心, 冲击力, 可穿戴技术

简介

最近提出的一个观点是可穿戴传感器技术（可穿戴设备）可通过提供关于监测特定情境参数的反馈来提高运动员的表现（杜克 Duking 等，2017）。这种方法在不同的环境下均获得了成功实施（克罗韦尔 Crowell 和戴维斯 Davis，2011；温特 Windt 等，2017）。但是，踢球动作，更确切地说是足球中脚对球的撞击阶段却很少受到关注。这很令人惊讶，因为足球是世界上最受欢迎的运动，改善踢球动作通常是足球训练的一部分（凯利斯 Kellis 和凯蒂斯 Katis，2007）。由于缺乏可用于获取相关参数的传感器技术，因而使用可穿戴设备对足球撞击阶段进行相关分析研究也必然受到限制。

在足球比赛中，直接任意球是进球得分的机会之一，在精英（女子）足球中，高达 6.31% 的得分都来自直接任意球（阿尔科克 Alcock，2010）。另一种更具挑战性的技术是弧线球，将静止的球踢出弧线绕过防守球员所形成的人墙并命中球门。然而，在球员将这一技术练就到炉火纯青之前，必须对理想的弧线直接任意球的特征进行分析并建立。从生物力学的角度来看，足球运动可以从多个运动学和动力学方面进行分析，即助跑、支撑腿、踢球腿、关节速度和脚对球的影响（凯利斯 Kellis 和凯蒂斯 Katis，2007；利斯 Lees 等，2010）。然而，几乎可以认为脚部对球的冲击阶段是踢球的最重要方面，因为它是球员可以影响球的速度、旋转和方向的唯一机会。一般来说，

很少有关于弧线直接任意球的研究，并没有某个研究对弧线直接任意球中脚和球撞击阶段的成功和不成功之间的差异进行分析。造成这个问题的部分原因是受到与评估足球撞击阶段相关的方法学限制。

通常使用具有身体部位标记的高速摄像机或运动分析系统从运动学上对踢球动作、特别是脚与球的接触进行研究。数据采集频率或帧率范围从 50Hz（狄谢拉 Dichiera 等，2006）到 5kHz 新海 Shinkai 等，2008）。测力板仅用于捕捉支撑腿的动作（鲍尔 Ball，2011）。EMG（肌电图）用于分析踢腿期间的肌肉活动。踢腿冲击力是以两种不同的方式测算或推导出来的。石井（Ishii）和丸山（Maruyama，2007）使用高速摄像机（2.5 kHz）来评估球的变形，因为按照赫兹接触力学的理论，力与变形之间存在幂函数的关系。计算得出的力是 $\sim 1,200$ N。新海（Shinkai，2008）等也使用高速摄像机（5,000Hz）来估算球的质心速度，其在峰值变形时的斜率（ ± 1 ms）对应于足球的峰值加速度。后者的产物和足球的质量产生峰值冲击力。新海（Shinkai）等测算的平均峰值力为 $2,847 \pm 538$ N。总之，运动学的问题在于，如果通过运动学分析获得的其他参数进行计算，而不是直接测量，则只能对冲击力进行估算。然而，无法利用特写超高速摄像机数据准确地确定足球撞击阶段的压力中心（COP）。

就我们所知，唯一一项使用可穿戴传感器技术专门进行脚对球撞击阶段的分析研究由亨尼格 (Hennig, 2009) 等人完成，他选择了两双鞋（从五款市场在售足球鞋中选择脚背击球准度最好和最差的两双鞋），将 Pedar（诺维尔公司，德国慕尼黑）压力分布测量鞋垫安装在鞋面外部（亨尼格 Hennig 等人，2009）。在其他每个传感器上以 571Hz 的频率测量压力。根据压力数据，计算压力中心 (COP) 的总和（亨尼格 Hennig, 2011），它位于鞋中更内侧和更近端的位置，从而可以提供更准确的踢腿数据。从我们的角度来看，虽然提供了有意义的结果，但这些实践的可转让性受到所使用的可穿戴传感器技术高成本的限制，因此该技术无法用于业余运动员。然而，这些人可能是从可穿戴设备生物反馈中受益最多的。

一种压敏可穿戴技术最近研发成功，其目的是分析球员在脚对球撞击阶段的踢球技术（威茨曼 Weizman 和菲斯 Fuss, 2015a, b）。该技术与现有商用压力传感器阵列系统相比具有几个优点：便宜（比 Pedar 鞋垫便宜了 100 倍）；在冲击 COP 测量方面非常准确（比奇石乐测力板准确得多）；每个传感器都以 2-2.5kHz 的频率进行数据采样。压敏感可穿戴技术可以应用到运动员的鞋类中（我们将从现在开始称之为“智能足球靴”）来精确测量 COP 的位置以及球员发力脚和球之间的接触区域每个时刻的冲击力的大小。智能足球靴最初是为训练目的而开发，专门用于监控踢

腿的训练负荷。

本研究的目的是使用智能足球靴来探索弧线球的准确性，评估进球得分的可能性，将成功得分的机会与智能靴子所获得的动态参数（如冲击力和压力中心位置）进行关联，并分析鞋子上是否有一个点（最佳击球点），能够最大限度地提高踢球的成功机会。据此可引出四个假设：

假设 1：所有命中目标（成功得分）的射门与所有未命中目标的射门之间的测量动态参数（COP_x, COP_y, 冲击力）没有显著差异。原因是鞋子或脚部并不存在能够保证 100% 成功得分的“最佳击球点”。可能在这些特定位置之间存在某些球与鞋或球与脚的接触点或区域，能够带来更多或更少的进球机会。由于概率在这些点之间及其彼此之间的区域分布，并且特定点的机会也不是 100 或 0%，因此与命中目标和未命中目标相关的动态参数可能有所重叠，因而不会表现出显著差异。

假设 2：有一个有利的参数范围可以最大化成功的可能性，以及一个不利的参数范围，可以最大限度地降低这种可能性。必须设计一种用于识别这种参数范围的方法，而这正是本研究的基础。此外，所有命中和所有未命中的参数不能直接比较，但是极端情况除外，例如成功命中与有利范围内的参数和不成功的踢球与不利范围内的参数。这一方法将数据进行分离，并且预计会导致 COP 位置之间存在显著差异，可以带来更多或更少的得分机会。然而，COP 位置被视为可以成功增加 / 减少命中

概率的连续区，而它们的极端位置则是能带来最大进球机会和最小进球机会的点。

假设 3：如果存在有利 / 不利的参数范围，则与有利范围相关的极致 COP 位置即成为明确的最佳击球点。如果确实存在一个能最大化进球机会的位置，那么它就是一个“最佳击球点”，其定义是能够最大化进球机会的 COP 位置。

假设 4：如果靴子 / 脚部有一个最佳击球点，则还有一个最差击球点或区域。最差击球点是与最佳击球点不同的点，例如，如果在最佳击球点附近存在可行的接触点，则围绕着最差击球点的一圈可能是最差击球区。否则，如果球与靴 / 脚的接触位于该最差击球区内，则可以找到一个最小化进球机会的环形扇区。

使用精确的测量装置是完成这一任务所必不可少的，当然，它的形式必须是位于脚背中间的可穿戴装置。虽然 Pedar 鞋垫（诺维尔公司，德国慕尼黑）可穿戴在鞋内，但是要包裹在足球鞋周围却很困难，因为它的设计目的是穿在鞋内以进行足底压力的测量。因此，本研究中使用了专门用于高精度测量球对靴或脚部冲击力和 COP 的智能可穿戴设备。

本文中使用的术语“最佳击球点”改编自运动器具。在球拍、球棒和球杆中，用最佳击球点击球可以有最大化表现（增加球速；例如网球拍的力量点），或者最大限度地降低过劳损伤的风险（最小化球拍振动的节点，以及最小化手部冲击力的撞击中心；菲斯 Fuss, 2011；菲斯 Fuss 等，

2014）。这些特点并不适用于鞋子、靴子或脚部的“最佳击球点”；但是，我们假想在最佳击球点踢球可以通过增加进球得分的机会来最大化球员的表现。

研究方法

智能足球靴

智能足球靴的传感器阵列系统由 16 个传感器单元（图 1）、一个可编程微控制器和一个小型电路板组成。所有传感器单元以 4×4 的矩阵分布，其中每个单元为 $20 \times 20 \text{mm}$ ，间隔 1mm。用于传感器的压阻材料由现成的压阻式乙烯基材料组成，并且当根据力冲击试验产生的电导数据绘制相应压力图时会呈现出线性校准曲线（Weizman, 2016）。每个传感器单独校准并针对奇石乐测力板（9260AA6 型，奇石乐，瑞士温特图尔）进行校准，冲击力范围为 368 至 2,146N（威茨曼 Weizman 和菲斯 Fuss, 2015b）。将测量到的传感器冲击力与奇石乐测力板上的测量冲击力相关联时， R^2 值范围为 0.9333 至 0.9882 (0.9647 ± 0.0189 ；威茨曼 Weizman, 2016)。由力传感器获得的 COP 对奇石乐测力板返回的 COP 的验证失败，因为奇石乐测力板无法准确测量冲击力的 COP（图 1）。在大多数情况下，从奇石乐测力板获得的 COP 甚至位于受影响的传感器外部（仅对 4 个相邻传感器单元产生影响， 2×2 矩阵），即使为了防止相邻区域的压力负载，将冲击仅限于 4 个带有 10mm 厚木制垫片的传感器（威茨曼 Weizman, 2016）。从传感器返回的 COP

总是非常接近 4 个传感器单元的中心 [“非常接近”，因为冲击力是手动施加的，不能精确居中；（威茨曼 Weizman, 2016）；图 1]。确定压力中心的高精度对于本研究及其结果至关重要。

参与者

10 名右脚为主力脚且经验丰富的男子足球运动员 (n=10; 年龄 = 26 ± 1.71 岁; 身高: 177.1 ± 5.43 cm; 体重: 75.2 ± 8.36 kg; 鞋码 [欧码]: 43 ± 1.4) 在广泛了解所有测试程序后，自愿参加该研究。招募的球员为训练有素的中场或前锋，在非专业级别进行过至少 6 年的足球训练。

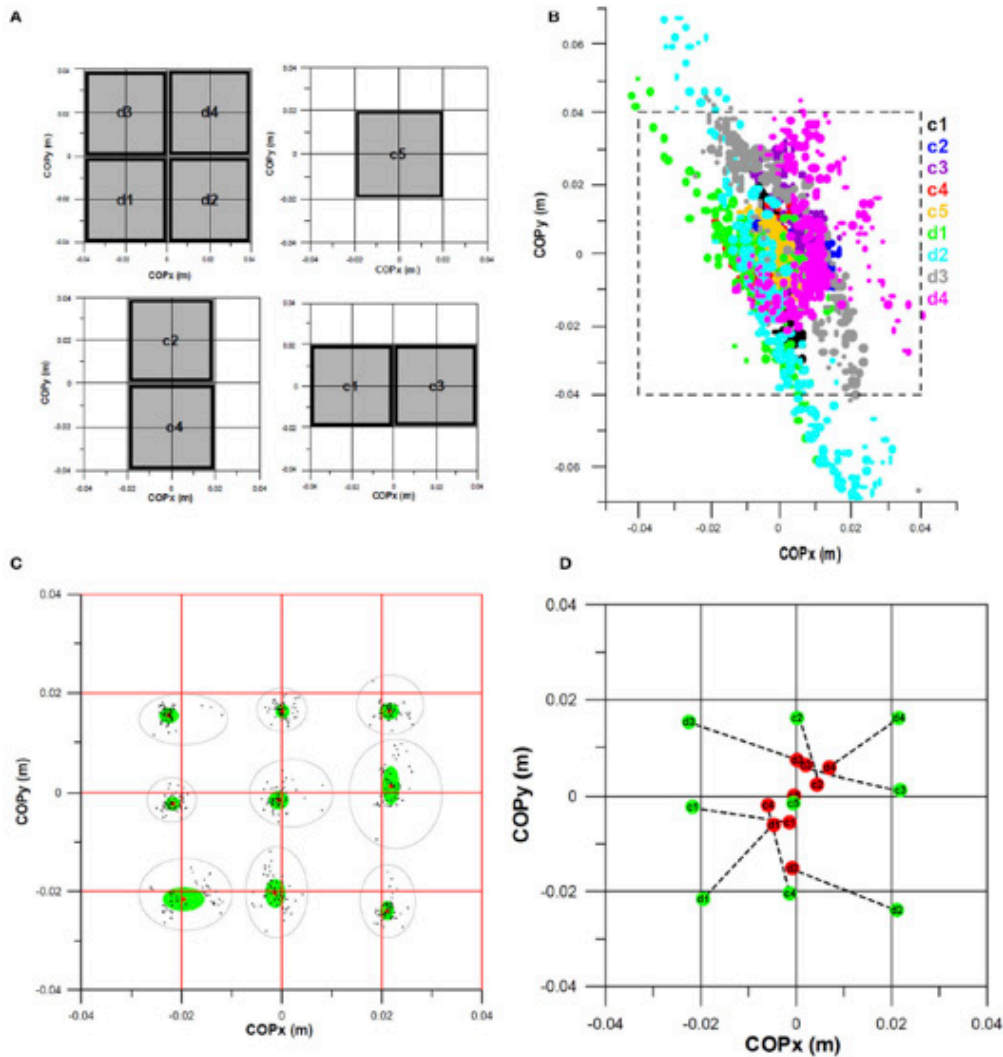


图 1 压力传感器矩阵及其对奇石乐测力板的验证；COPx, COPy: 传感器矩阵坐标系的 x 方向和 y 方向的压力中心位置；（A）4×4 传感器矩阵及用于施加冲击力的 9 个 2×2 垫片的位置（d1-d4, c1-c5），以验证压力中心的位置（COP）；（B）从测力板获得的相对于传感器矩阵的 COP（黑色虚线方框；注意 COP 不能在传感器矩阵之外；但是，测力板仍然可能返回不符合条件的 COP 位置）；（C）从压力传感器矩阵获得的 COP（黑点：COP 位置；红点：平均位置；绿色椭圆：COPx 和 COPy 相对于平均值一个标准差的区域，黑色椭圆形轮廓：每个区域所有 COP 位置形成的簇；请注意，平均 COP 并不完全位于每个区域的中心，因为不可能将冲击力精确地传递到每个垫片的中心）；（D）从测力板（红色）和压力传感器矩阵（绿色）获得的平均 COP 的比较。

传感器配置

出于本研究的目的并且为了确保一致性和可比性，传感器系统必须放置在特定的解剖学标志上以覆盖踢弧线球时足部和球之间的接触区域。放置在足部的解剖学标志上的传感器如图 2a 所示。传感器系统并未在足球靴中集成，而是通过设计确保传感器可以牢固地放置在上述解剖学标志上。

为了解决这个问题，对传感器系统在足球靴内的位置进行了测试。然而，这种方法并不令人满意，因为无法保证传感器单元的正确放置，因此被否定。

其次，利用人造皮革制成了口袋，将传感器单元牢固地放在其内部。这款皮革口袋可以通过魔术贴固定在足球鞋的外帮。尽管有所改进，但由于存在与第一种方法相同的问题，因此这种方法也被否定。将压力传感器放置在鞋面上的方法实际上是

由亨尼格 (Hennig) 所使用的。

在第三种方法中，使用现成的袜子（欧码 42-44）在上面用手工缝制的薄层人造皮革来构建一个口袋，将传感器单元放置在其中（图 2b, c）。选择人造皮革以尽可能地接近市售足球鞋的鞋面材料。

利用皮革袋的一角上的按扣可以容易地插入和移除传感器单元，以便在必要时进行维护。通过这种设置，可以轻松地为不同的球员配备传感器系统，同时在踢球过程中保持球员的舒适度。另外，袜子的设计能够将传感器系统精确地放置在每个参与者的相同解剖学标志上，这对于本研究的目的是至关重要的。出于以上原因，选择这种方法来分析参与者踢弧线球时的特征。

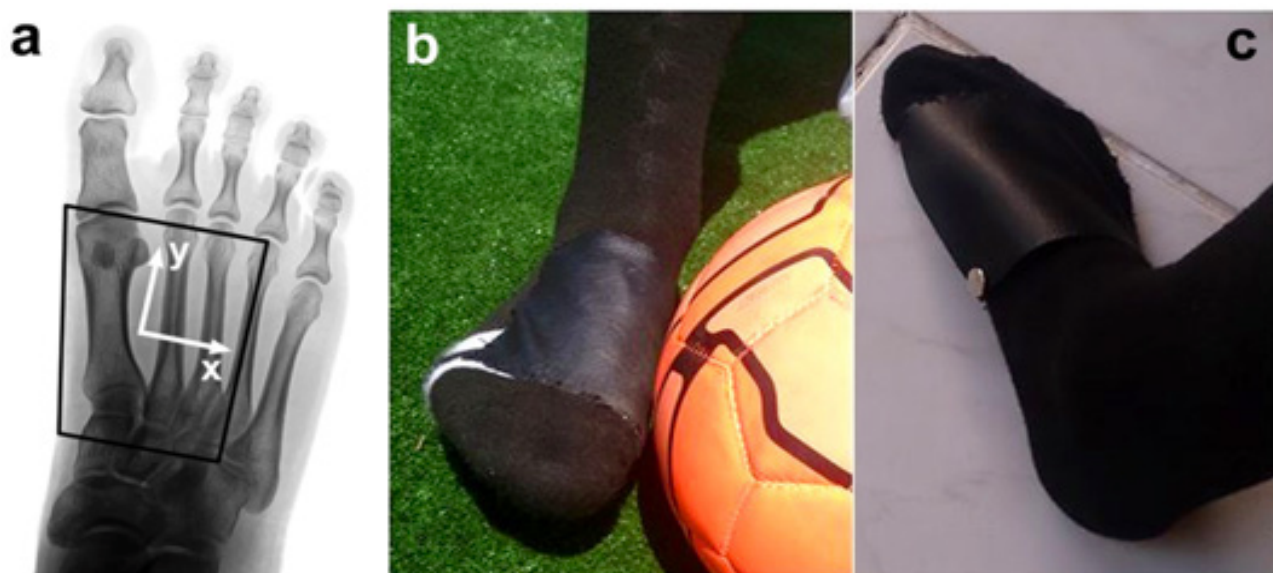


图 2 利用缝有人造皮革的球袜将传感器矩阵固定到位；（a）传感器矩阵的放置（黑色轮廓；注意这个黑色轮廓不是正方形，因为传感器矩阵缠绕在脚的内侧，如图 c 所示），在解剖学标志及其坐标系上；（b）装有仪器的球袜和脚与球的接触；（c）传感器矩阵外的皮革包裹在脚的内侧，包括用于将传感器矩阵固定在适当位置的按扣。

传感器单元 1 放置在跖趾关节 I 的内侧。传感器的内侧边缘在跖骨内侧的近侧方向上与跖骨 I 的内侧对齐。传感器的前外侧角位于跖趾关节 IV 上。传感器矩阵的侧面与跖骨 IV 对齐。

实验

为了对这些假设进行验证，每位球员在无风条件下在人造草坪上进行 8-18 次弧线直接任意球射门，用球为标准尺寸 5 号球。球员进行了标准热身，并允许其在实际测试之前进行多次试踢以进行熟悉适应。对于所有射门，球员被要求像在比赛中正常踢球一样，而不可以任何方式改变踢球技术。

对先前使用的设置（阿尔科克 Alcock 等，2012）略微修改，将球放置在距离右门柱直线距离 20 米处（图 3）。按照一名经验丰富的守门员在实战中的要求，将一个由高度为 1.83 米的聚合物材料制成的人造人墙放置在离球 9.15 米距离处。每个球员的目标是踢球从右侧绕过人造人墙，并击中放置在球右侧尺寸为 2.44 x 2.44 米（全尺寸球门的 1/3）的目标。因此，球必须沿着左旋的轨迹才能击中目标。如果球未击中目标或未按照正确的弧线绕过人墙，则本次射门记录为不成功（未命中）。通过实验发现未命中的射门均位于目标区域的右侧，从未出现在左侧。

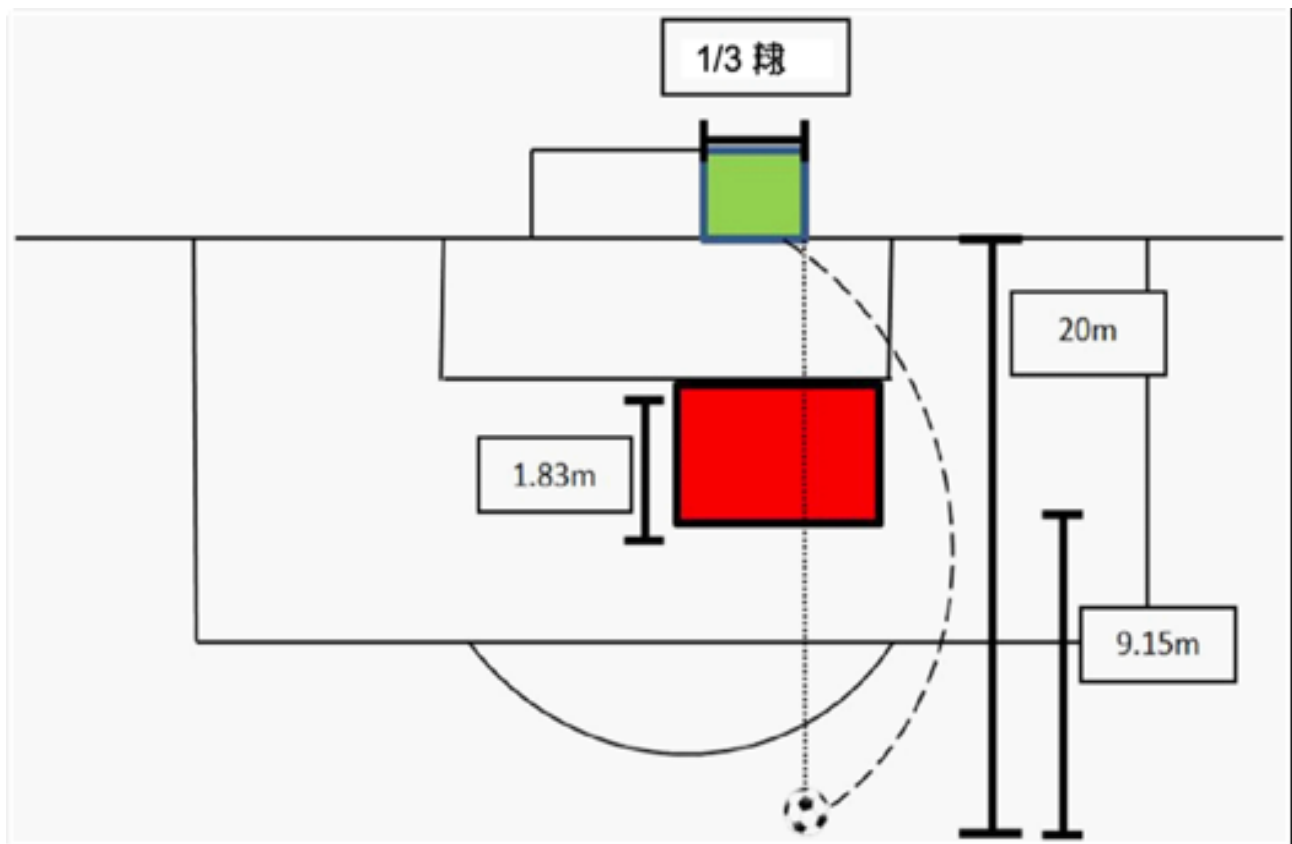


图 3 踢弧线球的实验示意图；球员必须踢出左旋弧线绕过人墙（红色）命中目标（绿色）；虚线表示球的轨迹；虚线突出强调直线射门不能成功命中。

数据分析

所有 16 个压力传感器单元的原始数据以 ASCII 码（10 位模数转换器）格式在 2 至 2.5kHz 的频率范围内收集。将 ASCII 码数据的时间序列转换为电压（在 16 个分压器中的每一个的参考电阻器上测量的下降电压）。根据电压，将以下参数依次计算为时间序列：每个压力传感器的电阻（根据电压和参考电阻计算得出）；每个传感器的电导（电阻的倒数）；每个传感器的压力（来自压力 - 电导 - 校准曲线）；以及每个传感器上的冲击力（来自传感器区域和压力）。总冲击力由来自 16 个单独单元的力的总和确定。压力中心（COP）由各个力和每个传感器单元的几何中心相对于传感器阵列（图 1）在 x 方向和 y 方向上的坐标系（COP_x, COP_y）的位置计算得出。两个连续 COP 位置之间的距离的时间导数可得出 COP 的瞬时速度。

我们使用以下连续数据作为进一步计算的时间序列：COP_x、COP_y 和冲击力 (F)。用于统计目的的参数是：

- 最大力的 COP_x；
- 最大力的 COP_y；
- 最大冲击力 (F_{max})。

将所有三个参数（定量数据）与成功数据（定性二进制数据：命中 =1，未命中 =0），参与者的数量和踢球的次数组合。后两个数字仅用于识别目的，用于将参数数据归类到参与者和踢球的类型。成功数据用于计算射门得分的成功概率 P。

射门未命中分析

使用曼 - 惠特尼 (Mann-Whitney) U-检验将所有命中的参数数据（上面所列的）与所有未命中参数进行比较（由于部分数据集不服从正态分布，如果 $p < 0.05$ ，则用夏皮洛—威尔克 Shapiro-Wilk 检验）并测定 p 值。该过程揭示了通过踢弧线球的成功或不成功所获得的参数数据之间是否存在显著差异。效应量根据秩 - 双列相关进行计算 r，从 U 值： $r = 1 - 2U / (n_1 n_2)$ ，其中 n_1 和 n_2 表示通过曼 - 惠特尼 (Mann-Whitney) U-检验比较的数据的数量，并且 $U \leq 0.5n_1 n_2$ 。注意，效应量 r 的范围从 0 到 1。

回归分析

射门得分成功的概率 P，等于在指定的参数范围内命中 h (1) 和未命中 m (0) 的平均值。

$$P = \frac{\sum (h, m)}{n} \quad (1)$$

其中 n 是数据总数。

本文中使用的办法是基于瓦尔德对 Median-Median Line 方法所做的类比和优化。然而，本文并未将数据分成两个相等大小的子样本，而是由独立参数的中值分开，分离线将数据样本分成两个不等大小的子样本，并基于随后解释的条件进行优化。

包含命中和未命中关联数据（从属参数）的独立参数的数据集整体被分成两个子样本（数据范围），由阈值 s 分开。与 s

的另一侧的子样本相比，s 一侧的子样本提供了更大的成功概率 P。用于最大化成功几率的优选范围由较高的 P 来识别。两个子样本的绝对 P- 微分 D 应该尽可能高。

$$D = P_1 - P_2 = \frac{\sum_{i=1}^{i_s} (h, m)}{i_s} - \frac{\sum_{i=i_s+1}^n (h, m)}{n - i_s} \quad (2)$$

其中 i_s 表示在阈值 s 之前或之后的数据的数量； P_1 表示 s 之前的 P ， P_2 表示 s 之后的 P ；根据定义，平均 P_1 大于平均 P_2 ，以满足最大或接近最大的 D 的条件。

但是， s 的任一侧的概率数据 P 应该是显著不同的。这是通过通过比较 s 两侧的命中和未命中数据 (h, m) 的两个样本的独立 t 检验确定的。用于测试两个样本方差之间的显著性的 F - 检验来确定是否必须进行同方差 (F - 检验 $p > 0.05$) 或异方差检验 (F - 检验 $p < 0.05$) t 检验。在整个数据集中使用移动平均值 (更小和更大的 s) 计算这些同和异方差 p 值以及 F 检验 p 值，即，在一个参数 (如 $COPY$ 、 F_{max} 等) 的整个范围内运行的所有可能的 s 值。最佳阈值 s 由满足以下条件的 D 数据确定：

- 1) 接近或处于最大值 D ，
- 2) t 检验 $p < 0.05$ ，
- 3) 在 s 的任何一侧至少有 20% 的数据。

最后一项要求确保为 Kruskal-Wallis 秩和检验留下足够数量的数据，详见下一节。最佳阈值 s 将参数范围划分为两个子样本 (数据范围)，有利的一个 (最大化成功的机会) 和不利的一个 (最小化成功的机会，图 4)。当比较两个子样本的数据时，

效应量总是最大，因为它们被 s 分开。图 5 是图 4 的扩展，展示了真实的数据集和可行的 (理想的) 和不可行的分离线 s 。可行性由 p 值和 D 的大小决定。

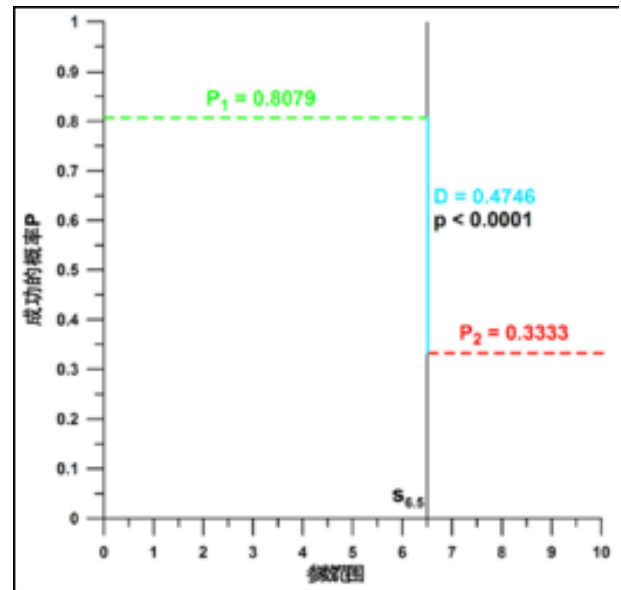


图 4 成功概率 (P) 与参数数据范围对比的原则；黑色垂直线 s 将参数范围分为两个子样本 (小于和大于 s)； P_1 = 小于阈值 s 的参数范围的命中和未命中数据的平均值 ($s = 6.5$)； P_2 = 参数范围大于阈值 s 的命中和未命中数据的平均值； D = 概率差 ($P_1 - P_2$)； P_1 和 P_2 显著不同 ($p = p$ 值)；与 P_1 相关的参数范围，两个 P 中较大的一个，是所测试参数的有利范围；与 P_2 相关的参数范围，是两个 P 中较小的一个，是测试参数的不利范围。

双参数分析

与上一节单独处理每个参数相反，本节讨论两个参数相互之间的影响，即处理两个参数的有利范围是否相互影响的问题（通过提高射门得分的可能性）或负面（通过减少进球得分的可能性）。当选择两个参数时，则基于它们各自的阈值，获得四种组合（点云的四分之一）以及命中和未命中数据的相关数据集：

- 参数 A，不利的数据范围，参数 B，不利的数据范围；
- 参数 A，有利的数据范围，参数 B，不利的数据范围；

• 参数 A，不利的数据范围，参数 B，有利的数据范围；

• 参数 A，有利的数据范围，参数 B，有利的数据范围。

对产生四个平均概率（P）数据的命中和未命中数据的四个关联数据集的显著差异进行了测试。预计两个参数的成功概率（P）加在一起，两者都在有利的范围内。

• 在这些参数的有利范围内，这些参数中的任何一个都大于 P；

• 明显大于两个处于不利范围的参数

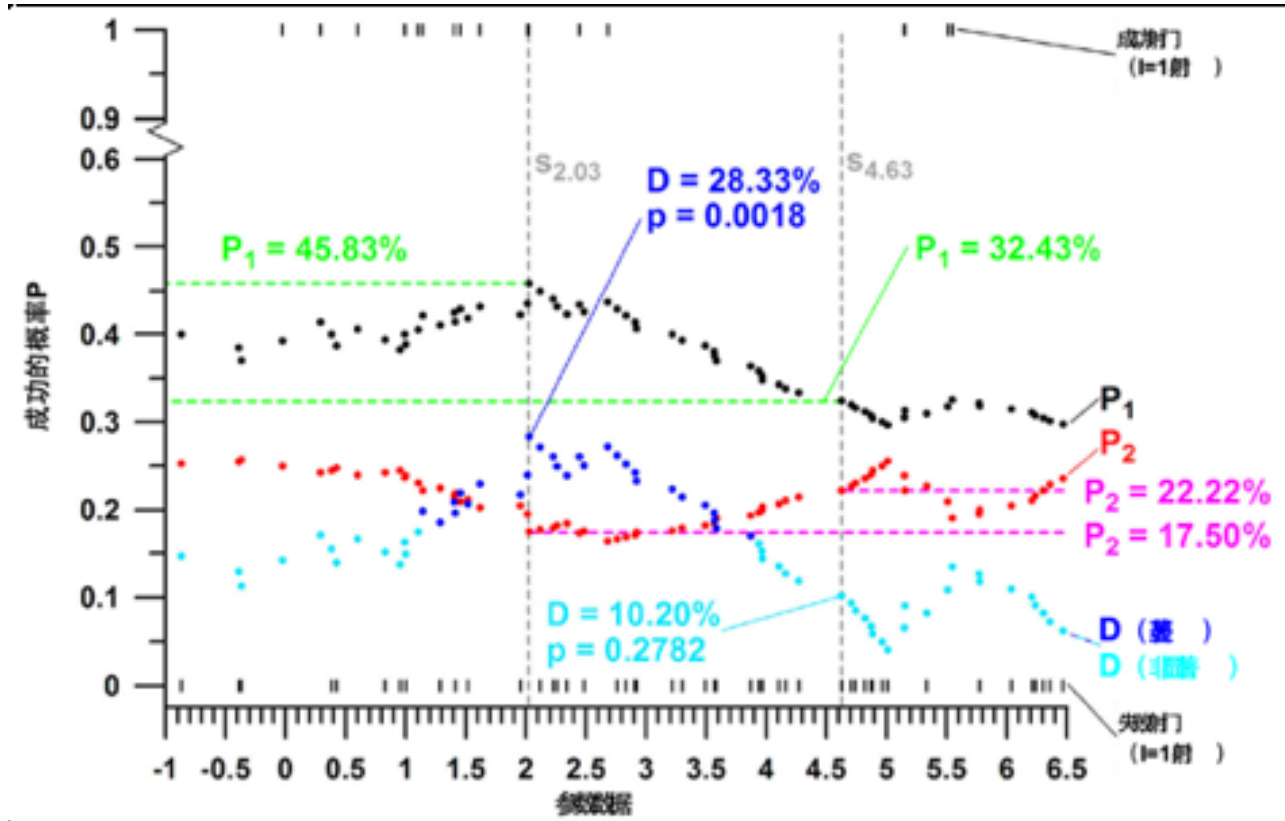


图 5 成功概率（P）与具有两个阈值 s 的参数数据范围的例子（ $s = 2.03$ 和 $s = 4.63$ ）； P_1 = 小于阈值 s 的参数范围的命中和未命中数据的平均值（ $s = 6.5$ ）； P_2 = 参数范围大于阈值 s 的命中和未命中数据的平均值； D = 概率差（ $P_1 - P_2$ ； D 对于 $s = 2.03$ 更大）；对于 $s = 2.03$ ， P_1 和 P_2 显著不同（ $p = p$ 值），对于 $s = 4.63$ ， P_1 和 P_2 显著不同。

组合的 P 值。

用 Kruskal-Wallis 秩和检验测试后者预期的显著性，并用两个事后检验评估四个平均概率 (P) 数据中个体差异的显著性：科诺菲尔 (Conover) 和邓恩 (Dunn)，两者均由 Holm FWER (家庭错误率) 和 Benjamini-Hochberg FDR (错误发现率) 方法调整。通过比较两个参数的有利和不利范围的数据集，根据秩 - 双列相关 r 计算效应量。很明显，对于参数 A 和 B，效应量为 1 (当比较有利和不利范围的数据时)；然而，第三参数 (C) 并未优化 (在有利和不利范围方面)，因此其效应量小于 1。

三参数分析

当选择三个参数时，则基于它们各自的阈值，获得八种组合以及命中和未命中数据的相关数据集：

- 参数 A, 不利的数据范围; 参数 B, 不利的数据范围; 以及参数 C, 不利的数据范围;
- 参数 A, 不利的数据范围; 参数 B, 不利的数据范围; 以及参数 C, 有利的数据范围;
- 参数 A, 有利的数据范围; 参数 B, 不利的数据范围; 以及参数 C, 不利的数据范围;
- 参数 A, 有利的数据范围; 参数 B, 不利的数据范围; 以及参数 C, 有利的数据范围;
- 参数 A, 不利的数据范围; 参数 B, 有利的数据范围;

以及参数 C, 不利的数据范围;

- 参数 A, 不利的数据范围; 参数 B, 有利的数据范围; 以及参数 C, 有利的数据范围;
- 参数 A, 有利的数据范围; 参数 B, 有利的数据范围; 以及参数 C, 不利的数据范围;
- 参数 A, 有利的数据范围; 参数 B, 有利的数据范围; 以及参数 C, 有利的数据范围。

对产生八个平均概率 (P) 数据的命中和未命中数据的八个关联数据集的显著差异进行了测试。预计三个参数的成功概率 (P) 加在一起，都在有利的范围内，明显大于两个处于不利范围的参数组合的 P 值。

用 Kruskal-Wallis 秩和检验后者预期的显著性，并用上述事后检验评估平均概率 (P) 数据中个体差异的显著性：

在三参数分析中，重新定义了寻找最佳阈值 s 的条件如下：

- 1) 相关 D- 数据 t 检验 $p < 0.05$;
- 2) 新阈值 s 在 s 的任一側至少有 20% 的数据;
- 3) 对于有利范围内的所有三个参数，目标进球成功的可能性最大;
- 4) 对于至少一个参数在其不利范围内的参数组合，其成功得分的机会与所有三个参数均在其有利范围内的成功机会显著不同，有待按照上述事后测试来验证。

注意，为了获得三个参数均在其有利范围内命中目标的最高成功机会，牺牲了回归分析的前置条件之一 (单个参数)，

即 s 接近或处于最大值 D 。当把三个参数的数据集在其有利和不利范围内进行比较时，效应量（秩 - 双列相关 r ）总是一致的。

COP 分析

为了确定成功和不成功射门的 COP 路径的差异， COP_x 和 COP_y 的平均路径以及每个 COP 位置的平均冲击力是通过取成功射门的有利范围内的两个参数，以及不成功射门的有利范围内的两个参数来进行双参数分析计算得出的。通过采用两个参数的多种组合，成功射门的 COP 路径以及不成功射门的 COP 路径应该彼此接近，从而相互验证靴子上的最佳击球点。COP 路径可视化为气泡图，其中气泡大小对应冲击力的大小。

类似射门（成功或不成功）的 COP（以及 F_{max} ）按以下方式取平均值：

- 将 F_{max} 处的 COP_x ， F_{max} 处的 COP_y 和 F_{max} 对齐，使得它们共享同一个数据序列号（或时间戳）；

- 由于“峰值基准数”之前和之后的数据数量在射门数据集中不相等，所以峰值数据（ F_{max} 的 COP_x ， F_{max} 的 COP_y ， F_{max} ）在所有成功的射门中首先取平均值，然后在所有不成功的踢球中取平均值；

- 随后，调整数据集，使它们共享相同的平均峰值数据；这是在“峰值基准数”之前和之后平均数据尾部所必需的；例如，当比较两次射门时，

具有更近端 COP_y 和更短尾巴的射门，以及具有更远侧 COP_y 和更长尾巴的射门肯定会导致平均 COP_y 位于两个尾部的重叠区段之间；相反，重叠段外部较长尾部的多余数据将保留在远端，而不代表任何平均值；因此，需要进行调整以避免这个问题；

- 最后，数据集在所有数据序列号上取平均值；对于小数据序列号和大数据序列号（即，在各个数据集的尾部），平均数据的数量小于在峰值基准数量处平均的数据的数量；不到峰值基准数平均数据的三分之一的平均值被丢弃，因为它们不再代表小组平均值；

- 将平均数据相对于数据序列号作图，并将更高阶的多项式函数拟合到数据（ COP_x ， COP_y ， F ）。通过收敛性测试确定最佳多项式阶数，其中拟合的 R^2 值（确定系数）开始接近渐近线；拟合函数用于产生平滑的 COP 和力数据序列，显示为气泡图。变化的气泡尺寸对应于同时作用在各个气泡处的冲击力。（待续）

足球科技信息

