



(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3期 总第4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 5 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、席子杰

足球科技信息

Football Science and Technology Information

第 3 期 (总第 4 期) 2019 年 5 月

目 录

资讯

曼城和思爱普为足球场带来实时技术	1
巴塞罗那的开源计划激励足球创新	3
足球技术和创新现状——阿森纳队达伦·伯吉斯	6

理论探讨

如何创建比赛模型	8
南安普敦：更高的慢性负荷可以防止受伤风险	20
如何利用瓜迪奥拉的位置打法破解 5-4-1 深度防守	23

技术报告

2018 赛季亚冠联赛技术报告	30
-----------------------	----

大数据

卡塔尔亚洲杯成功的关键因素	44
空间之旅：利用空间指标对足球运动员进行比较和聚类	47
球探看到什么	52

学术论文

控球在足球比赛中有多重要?	63
足球运动员在比赛中的跑动分析	69
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 (下)	81

曼城和思爱普为足球场带来实时技术

詹·布顿



曼城球员凯尔·沃克 (Kyle Walker) 在埃蒂哈德体育场 (Etihad Stadium) 与埃弗顿的英超比赛中带球跑动。

曼城扩大了与 SAP 公司的合作，将其技术运用到球场上，教练、分析师和球员首次可在比赛期间从赛场边获得实时数据。

自从 3 月份英超改变了规则允许教练在比赛期间使用有实时数据的便携式技术设备起，曼城和 SAP 公司便开始共同开发赛场创新技术。国际足联理事会会在俄罗斯世界杯之前批准使用实时数据，这就给 Chyronhego 公司的 TRACAB 光学跟踪系统提供了机会，为为期一个月的世界杯进行部署。

本周二，曼城宣布开始采用一个名为“SAP 挑战者见解” (SAP Challenger Insights) 的定制工具，以便在联赛期间取得竞争上的优势。移动应用程序将通过平板电脑运行，为教练和分析师提供有关对手战术的数据和见解，如他们的进攻和防守习惯以及阵型等。它可以在赛前、赛中以及赛后使用，帮助球队制定和实施战术，充分应对他们的对手，并适时调整比赛战术。

去年，曼城拿下联赛的冠军，这是它

获得的第三个英超冠军。俱乐部在赛前利用“SAP 挑战者见解”制定比赛计划，在中场休息时又在更衣室进行调整，比赛结束后分析赛后数据，以便为将来的比赛做准备。这一赛季，曼城女足也一直使用这项技术。

SAP 公司产品与创新执行董事会成员贝尔恩德·勒克特 (Bernd Leukert) 在一份报告中说：“作为英超最早将数据带到球场上的球队之一，曼城现在可以在比赛期间用最全面的视角审视对手的阵型，以优化球队的训练、赛前准备和赛时表现。”

曼城分析师可以在比赛和训练之前将战术规划和对对手的见解载入平板电脑，球员在训练或比赛中可以咨询。该系统专门设计来帮助俱乐部建立和规划既定套路，适时调整比赛战术，并实时提供对对手的见解。教练也可以将这个平台作为交换球员和引进替补球员的提示。该平台作为使用更为广泛的 SAP Sports One 数据分析软

件的一部分，曼城将之用于业务方面。

去年一月加入俱乐部的曼城后卫埃梅里克·拉波尔特 (Aymeri Laporte) 说：“对我来说，最好的表现就是做好准备，尽我所能。当我踏上球场的时候，我可以预知将要发生的一切。“SAP 挑战者见解”可以帮助我做到这一点，它太神奇了！”

曼城在球场上采用现场数据有助于俱乐部取得优势。但由于整个运动项目的规则比较宽松，其他大型俱乐部可能加快部署球场技术，以便实时做出战术决策。SAP 为整个体育界提供了技术解决方案，包括在 2018 年世界杯期间为德国国家足球队提供“视频座舱”。

至于其他运动项目，SAP 为女子网球协会提供了球场教练分析软件，并在沃尔沃环球帆船赛 (Volvo Ocean Race) 期间为阿克苏诺贝尔 (Akzonobel) 帆船队提供了生物识别技术。

巴塞罗那的开源计划激励足球创新

詹·布顿



西甲巴塞罗那对阵比利亚雷亚尔（Villarreal CF）比赛之前的诺坎普球场（Camp Nou Stadium）。

离巴塞罗那一队训练场几百码远的地方有一间不起眼的中型办公室。在这间办公室里，高管们正在努力打造足球的未来，基于一种创新战略，他们希望不仅惠及巴萨，而且影响整个足球运动。

两年前成立的巴萨创新中心是巨人巴塞罗那俱乐部的一个雄心勃勃的分支机构。虽然母俱乐部以其同名的西甲足球队而闻名，但它还包括青年足球队和其他四种职业运动：曲棍球、五人制足球、手球和篮球。巴塞罗那俱乐部本身是一个非营利性组织，巴萨创新中心也秉承相似的理念，采取与

整个足球行业分享知识的战略，以此希望推动进一步的创新。

在艾伯特·蒙德特（Albert Mundet）领导下，巴萨创新中心采取多管齐下的战略，包括与大学一起共同开展广泛的研究，通过与第三方公司的合作，测试和共同开发新产品，以及创建一所旨在提高体育界分析水平和技术知识的在线大学。

巴萨的开放式战略对于这个世界上最知名的老牌足球俱乐部来说是罕见的。足球作为一项众所周知的机密且极具竞争性的运动，巴萨创新中心的做法显得独树一帜

帜。

为了提升中心的运作，巴萨创新中心邀请来自世界最成功的足球联赛和球队的代表，讨论相关话题。除了在线大学巴萨大学外，巴萨创新中心还举办了一系列会议，内容涉及创新（体育技术研讨会）、教练（足球教练分析峰会）和营养（巴萨运动营养大会）。

蒙德特拥有巴萨创新中心“知识领袖”的头衔，他表示：“我们希望建立一个全球范围的体育科研和创新中心。从研究中心和大学到初创企业和其他俱乐部的合作伙伴，就整合第三方来看，它将展现出真正的开放性。在开放式创新框架下，我们希望创造一个空间，让人们可以在各种不同的垂直领域开发不同的项目。”

巴萨致力于构建开放式知识共享生态系统，甚至对巴塞罗那一队在西甲的最大对手—皇家马德里亦是如此。在最近的一次采访中，在巴塞罗那甘伯训练中心俱乐部青年学院球员住所的一层楼上，蒙德特就表示他愿意接待来自皇家马德里的代表。

“体育是一项充满激情的事业，有利有弊，”蒙德特说：“我们在这里所展望的是体育专业性，体育运动激情的一面。我想让皇马来这里。如果皇马来到这里想了解我们如何训练运动员，我们愿意分享。如果在我们与皇马比赛前一周问我这个问题，我可能会说不行。但我们正在努力，在未来几年里情况会有所改变。”

这么做可让巴萨创新中心独立运作，而不必从其他组织吸纳资金维持运营。为

了实现自我可持续发展，巴萨创新中心正在探索为寻求继续教育的体育专业人士开发基于订阅的平台的可能性。这些体育界专业人士认为，只要能获得机会参加相关会议、专题研讨会和网络研讨会，他们愿意支付接受继续教育费用。因此，中心准备将把这笔钱投到研发上，推动新产品的开发。这些新产品可先在巴萨球队中进行测试，然后再与业界分享。

蒙德特说：“我的主要目标是，五年后的巴萨创新中心不仅仅是一个创新中心，它将是整个体育行业的平台，为所有愿意不断学习新知识以更新技术水平的体育专家带来价值。我们正在创建一个专业的创新中心，内容涉及与体能教练、医生、分析师和教练一起在体育城举办的所有内部研讨会。从一定程度上讲，我们的愿景是，如果我们能够引进其他俱乐部以及其他愿做此事的机构，我们将创建一个可以扩展所有相关知识的地方。”

巴萨创新中心已经开发一些吸引人的技术和合作关系。例如，佳得乐（Gatorade）直接与巴塞罗那一线队伍合作，使用智能瓶和类似芯片的创可贴来改善球员的营养和水合作用，这种芯片一对一地与球员相关联，测量球员体内从钠和排汗到电解质不足等一系列指标。2019年，佳得乐体育科学研究所和巴萨将共同举办一个以足球运动员营养恢复为主题的营养大会，展示对巴萨球员实时监测的一些成果。

巴萨创新中心还协助开展了针对西班牙球员的实时跟踪系统的早期开发和测试，

该系统是经国际足联授权和认证的 EPTS（运动表现电子跟踪系统）。像公司一样，在早期研发阶段，巴萨俱乐部为旗下 2000 名运动员提供了一种可穿戴设备，并进行测试和改进。进入巴塞罗那一队以及其他运动项目数百名运动员的大型测试池，围绕巴萨创新中心展开“实验室”服务。这是为面向第三方的初创企业和希望与中心合作开发新技术的公司所提供的服务。

今年早些时候，实时跟踪系统公司与墨西哥足球协会达成协议，将 WIMU Pro 设备应用于整个墨西哥足球生态系统的跟踪服务，其中包括参加墨西哥足球甲级联赛的 18 支球队。这是巴萨创新中心自认为比较成功之处。

相比开发新产品，巴萨的倡议在足球界产生的影响力更大。6 月，墨西哥足球协会成立了自己的创新中心。这是蒙德特所表达的愿景的一部分，因为现在双方能够扩大交流，实行知识共享，进一步推动足球创新。如果他们共同合作开发一个项目，他们便可以在综合资源库中获得数千名运动员的样本。

所有这些做法背后的理念是，足球创新中心能够与产品开发公司更好地沟通有关球员、教练、球队和联赛的需求。这就让相关公司能够有针对性地开发出更好且满足各方需求的产品，而不再采用过去的模式：先开发新技术，再将它们推广至足球俱乐部，以期新技术满足俱乐部的需求。

“直至今今天，我们仍然可以看到，体育产业发展的模式与俱乐部的需求之间存在

脱节现象。从运动表现方面上看，因为涉及球队机密，大家都表现得相当保守，市场无法从内部得到确切的需求信息，”蒙德特说。“我们认为，我们应该消除这一隔阂，创造一个可以与初创企业、产品和服务合作开发的新环境，这些初创企业拥有有价值的产品，但仍需要适应球队在运动表现方面和企业团队方面的实际需求。”

如果蒙德特和巴萨雄心勃勃的计划取得成功，全球足球产业便可获得前所未有的、可扩展的创新技术。两周前，国际足联和巴萨创新中心发布了一个标准格式，该格式将球队产生的比赛和训练数据的存储和传输加以管理，以便俱乐部和供应商更便利地交换和比对信息，以优化技术发展。

蒙德特说：“我们希望在业内造成影响，但主要是希望与他人分享。我们希望他们与我们共同发展，但同时去其他俱乐部和其他机构，利用他们可以整合巴萨专业知识这一事实。”

足球技术和创新现状——阿森纳队达伦·伯吉斯

ST 员工



达伦·伯吉斯是阿森纳高水平运动表现部门主管。他曾担任澳大利亚阿德莱德港足球俱乐部（Port Adelaide Football Club）的体能教练，直至去年夏天被阿森纳主帅阿尔塞纳·温格（Arsene Wenger）选中。伯吉斯负责北部伦敦足球俱乐部的医疗和体能计划。在阿德莱德港任职之前，他曾在利物浦担任体能训练负责人，并与澳大利亚国家队一起为2010年世界杯做准备。在伯吉斯转至阿森纳后，阿德莱德港和他新去的球队便开展了一项以体育科学为重点的合作。

阿森纳是世界上最强大的足球俱乐部之一。2017年，《福布斯》将其评为第六

大最有价值足球队，市值19.3亿美元，拥有超过6000万名社交平台支持者。在阿森纳参加的英超联赛中，曾13次夺得英超冠军。兵工厂还拿下13个英格兰足总杯冠军，最近一次是2016/2017赛季。

伯吉斯认为，球员的光学跟踪系统以及产生的相关数据，代表了足球运动最重要的技术进步。他解释道：“这项技术不仅使我们能够量化球员的跑动情况，而且能够评估球员及球队的技术/战术能力。”

根据伯吉斯的观点，足球技术的融合有两个主要障碍：个人经验和成本。“这些技术经常挑战经验丰富的从业者的本能。这可能导致他们对技术不信任。”在足球职

业生涯中，教练和体能专家可能已经发展出了经自我尝试并信得过的工作流程，因此他们可能不愿意尝试一些未知的东西。“此外，”伯吉斯指出，“对于一些低级别的联赛球队来说，这项技术的成本是很高的。”

然而，作为一个足球巨人，阿森纳确实有资源来实施尖端技术。“在阿森纳，每一堂训练课都使用 STATSports 的 GPS 跟踪技术、FirstBeat 心率检测技术和高架摄像机或无人机进行监控，”伯吉斯解释道。GPS、摄像机和无人机可以量化球员在场地上的跑动，并加以优化；跟踪心率可以让教练了解球员的运动强度。伯吉斯补充道“所

有的训练课都对内、外负荷进行评估；此外，也对每个练习的战术成功率进行评估。”

伯吉斯说，在未来，技术对足球影响最大的两个主要领域是利用跟踪数据和可穿戴设备对比赛进行 3D 重建。“从战术上看，球员 / 教练再现比赛的能力可对其决策和技术指导方面产生巨大的促进作用。可穿戴的生物识别技术不仅可以对球员的跑动进行低影响评估，还可以对球员的心率变化、排汗率和汗液成分、体温、呼吸频率和呼吸量以及一般的压力水平等指标进行评估。”

如何创建比赛模型

冯·RM

我被问到最多的问题之一是：如何创建一个比赛模型。哪些方面值得研究，怎么看待？这是我在本文中试图回答给大家的。

显然，要想详细说明这一切，那得写整整一本书。

一些基本技能是需要的，比如分析球员和球队在联赛中的状态、球队经常遇到的对手类型（从战略层面上看，不一定是战术观点）以及如何将所有的方方面面整合成一个体系。艾利克斯·弗格森爵士（Sir Alex Ferguson）或是克劳迪奥·拉涅利（Claudio Ranieri）现已创建了一个成功的体系，部分原因是联赛中有可识别的特定模式，因而可利用足球理论来发挥球队和球员的优势。

另一方面是能力，不仅指方法论上的训练指导球队的能力（包括人员管理、教学等等），也指对球员的理解能力。最近，我还为德国足协主办的教练杂志写了一篇文章，题为《如何制定一个针对对手的具体比赛计划》。

然而，我们前面提到的问题总是会出现：如何为我的球队构建一个比赛模型？为此，我想举一个小小的例子。

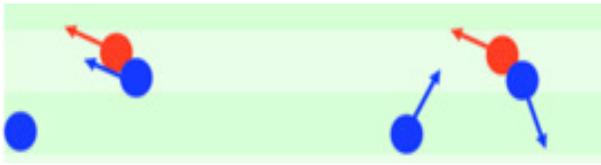
基础（The Base）

作为教练，最重要的事情也许就是决定哪些事情是不容商量的，哪些是机动灵活的。

通常情况下，对于我麾下的球员和所参加的联赛，无论是作为业余球队的教练，还是作为分析师/顾问，我都会建立自己的体系。因为它可以推断出我们需要安排的训练量，我们在身体、技术和战术上的水平，以及对手通常的打法。然后我们每周会根据对手的情况适时调整。此外，我认为一些方面尤其重要，至少作为一名教练，我一定会在我的球队加以强调。

盯人或区域盯人，压迫、反压迫、收缩、位置打法以及失去球权的朝球移动、短传等，可能十分重要。然而，如果球员有特别的优势或弱点，则具体的要点各不相同。

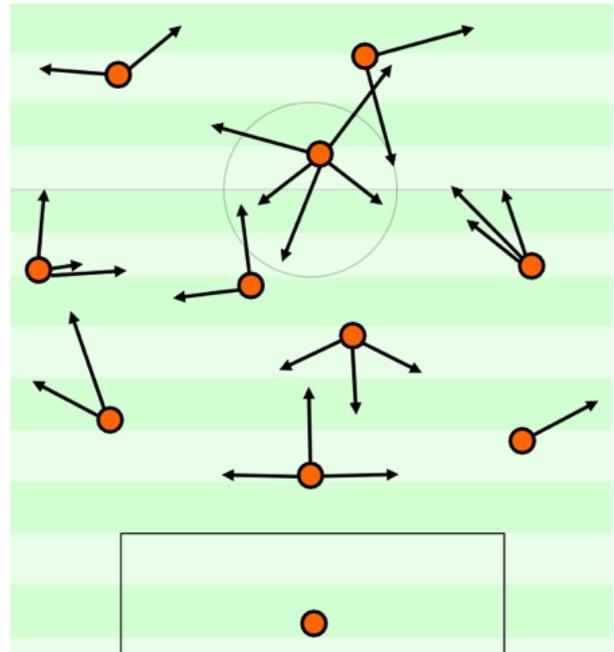
当我接手一支盯人打法的球队时，我确实使用过区域盯人，但却是让他们使用改变后的区域盯人，这样，球员只在各自的区域内进行人盯人。迪特·黑金（Dieter Hecking）也曾使用类似的方法，直译为“区域盯人”，每个人都盯人，但只是在属于各自的区域。因为在联赛中尽管效果不错，但大多数球队都不会超负荷或者系统地换位。因此，他们采取这种经典打法，但不会像人盯人那样留出盯人空当。



人盯人 VS 区域盯人（或：区域内的人盯人）。在左边，你看到一个球员甚至在远离自己的防守区域跟随他的防守对象。在右边，你可以看到这个球员跟随他的对手，直到自己的防守区域之外，然后把他交给自己的队友。但是，这方面的变化的确千变万化（有些是从无球开始防守，有些只是在球附近，换防给跟进的人等等）。

我之所以这样做也有其他外部原因：由于这个级别水平的球队训练时间不足，我无法实施一个纯粹的、执行良好的区域盯人，所以我先安排区域盯人，然后再留出一个适当区域。另一种方法是给球员布置一个非常严格的区域盯人，这种极端做法（类似于比利亚雷亚尔（Villarreal）或门兴格拉德巴赫（Gladbach））可让我更快地改变他们的思维方式，因为只有信息明确，才能布置更多变的战术变化。考虑到球员的原因，我决定不这么做。

我还研究了一种位置式的打法，该打法在第一个赛季效果良好，但仅限于进攻一区（后场）和二区（中场）；在进攻三区的时候，球队的球员们更适应凌乱的、充满活力的风格，这使得我们不得不构建一个类似于位置打法的体系，在进攻三区甚至更前的区域表现得更“散乱”。在一些球员陆续离开后，我们换了一种不同的控球风格，不再固守位置打法的原则。



图中为一个不对称的3-4-1-2阵型，我之前带的球队使用过该阵型

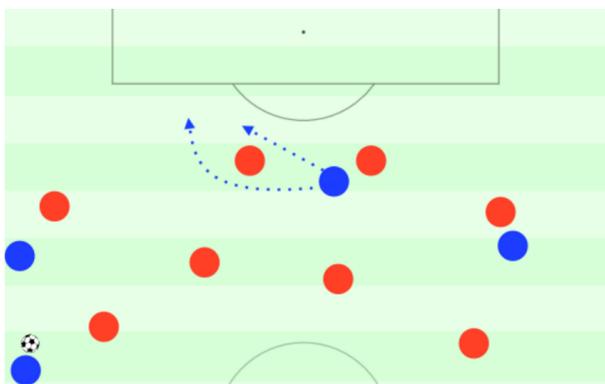
因此，重要的是要弄清楚你想要看到什么结果，以及你可以做到什么程度。不仅你的球队很重要，而且整个联赛的大环境也很重要。

分析环境

不同的文化、水平和联赛有不同的模式。有些联赛差别很大，另外一些球队在非常相似的体系中踢球。

让我们回到前面的例子：在奥地利的低级别联赛中，除非达到一定的水平，大多数球队要么踢3-4-1-2阵型，人盯人加清道夫；要么踢4-4-2阵型，区域盯人结合人盯人（边后卫盯人，中前卫也盯人）。因此，在构建比赛模型时，重要的是要反映出它在战术上的意义，以及对手体系的优势和弱点。

重点不仅仅在阵型上，它更多的反映这些球队采用的移动和模式。举英超的一个例子，莱斯特城队的富克斯（Fuchs）和奥尔布里顿（Albrighton）的选位和传球，加上瓦尔迪（Vardy）的跑动；他们诱对方的边前卫和边后卫出来，然后瓦尔迪横跑然后切入后，斜线长传打对手身后。这是英超球队针对盯人防守的进攻和跑动的方式，同时也充分利用了瓦尔迪的能力。

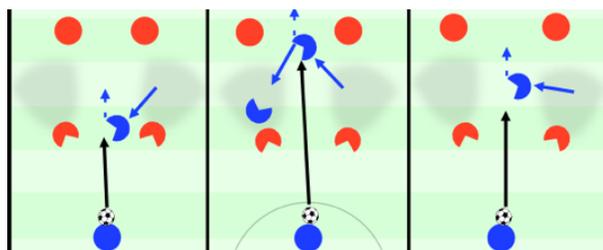


左边锋占据右边路，吸引对手右边后卫，左后卫现在出现一个可以长传球的通道。瓦尔迪可以直接插后卫身后，也可以先横跑，再前插，这取决于球员之间的交流。富克斯拿球时，他们之间进行眼神的交流，传球通道打开。

如果你的对手主要是盯人防守，你应该教你的球员（首先）如何破人盯人防守，如何阅读人盯人体系，以及个人和集体采取何种方式应对。当然，这同样适用于区域防守。

例如，一些教练以破区域防守为指导原则，选位在对手位置压迫线的后面，并在这些球员的防守覆盖的阴影外活动。而

另一些教练喜欢让他们的球员和对手站在一条线上，这样他们就可以有更多的利用空间。有些教练让他们的球员站位在靠近对手防守线附近，接直传球后回做一有目的是打防守球员的身后，如此一来，他们就能感知防守压迫来自何处。



上述情况中，球员摆脱防守的第一决策为，是否跑到空当或是否选好位置。凭借对场上对手没有看到他或对手没有看到持球人的观察而做出的第一决策对进攻球员有帮助。左边第一幅图中，接球队员回撤到两名防守队员之间接球，所以他有更多的空间可供转身。第二幅图，进攻球员向前要球，他可以选择要么突破，要么回传给队友；如果队友受到压迫，队友可以选位，用身体把对手和球隔开。第三幅图，进攻球员移动到四名防守队员中间接球，四名防守球员由谁上前压迫，这让他们一时难以决策。

因此，选位取决于战术目标和教练对他球员的偏好，确切的选位位置会有所不同。

然而，如果对手采用人盯人防守，就没有这样的防守依据选位了。对手紧盯你，造成混乱的队型；因为对手会追防盯人，通常防守球员也会在你身后防守，进攻选

位插对手身后会有困难。更为重要的事情是被一些如来自美国 343 的专家称为“摆脱盯人防守”。从表面上看，有一些基本的摆脱盯人的办法，这里我只是一带而过。

在联赛中，这些方面训练可能会更重要，更注重全场人盯人，见下例。教练指导时可准确谈论这一点：

- 阅读你的对手！如果你向中场移动，他还能跟着你吗？如果你深入禁区呢？保持积极主动，尽量和对手保持距离。

重要的是要从多个视角来看待这些不断出现的场景，并且在多种情况下优化利用。

球员

最后，最重要的是为球员创建一个合适的系统。哪些球员在什么时候发挥稳定？什么情况下发挥好？什么地方发挥不好？球员之间的配合如何？他们在其他情况下会发挥得更好吗？我们能一直地创建这些场景吗？如果是，怎么做？在比赛中，有哪些方面我可以务实地指导和提高？哪些方面不能？

这本身就是一门艺术。找出球员如何完成战术配合的规律比较困难，尤其在尝试新方案、新系统等的时候。文化和年龄因素对于训练和应用等方面也很重要。

为了使大家更容易理解，我假设这样的例子来展示工作原理。

在这个例子中，我们将下列球员作为我们的第一批 11 人。请注意，我对这些球

员的描述非常简单基本，实际情况则要复杂得多。还涉及到球员的心理因素、伤病史、习惯的选位方式、技术或体能水平等等：

- 一名球员可以在前场组织进攻，但不能在踢后卫。

- 另一名球员有头脑，技术一般，体能好。

- 两名球员身体强壮，可以打中后卫，体能充沛，也可以打边后卫，但不能在稳定的基础上组织高水平进攻。

- 一名球员善长前场组织，有很好的分球能力，在无球时有很强的阅读比赛能力。

- 两名球员可同时兼做边后卫和边前卫（尽管两个角色完全不同），左边前卫有更多的中前卫角色，甚至是边后卫的角色。

- 一名球员可从一个罚球区跑到另一个罚球区，体能充沛，罚球区周围找空当的感觉好，罚球区内射门选位嗅觉强。

- 一名球员密集空间里控球能力强，身高和头球高于平均水平，耐力不好，但速度快，分配球的能力强。

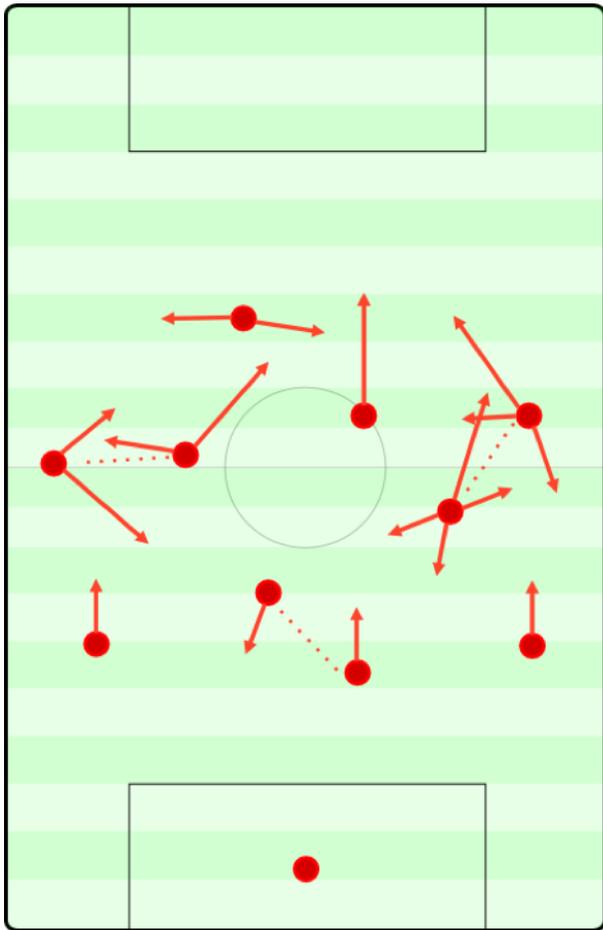
- 一名球员踢法简单，控球能力强，擅长简单地一脚传球配合，速度快。

对手大多以 3-4-1-2 阵型使用上述人盯人打法（使用一名自由人）。现在如何根据这 11 个人建立一个体系？我个人建议选择下列比赛模式：

一个非对称的 3-2-4-1/3-4-2-1

特别是低水平球队，无论教练如何努

力，因为平时很少采用对称战术，球队很难做到队型对称。为最大限度发挥潜能，教练不得不采用一些阵型不对称的战术。以 3-2-4-1 阵型控球为例，此阵型中场有一个不对称的菱形；而非控球时，阵型将变成一个 3-4-2-1，甚至是 4-3-2-1 或 5-2-2-1。



非对称的 3-2-4-1 阵型

为了简单说明我们的假想训练，我们将一些球员配对，并让他们以一种特定的方式（位置变化和均衡跑动）互动。我喜欢使用这种配对练习，因为它简化了这个水平上的跑动方位问题，并且为后面将要谈到的问题发挥作用。

这位左路控球前卫和自由人配成对；当球队受到压迫时，他应该内收中路，接应传球，并且回撤到左边后卫和中卫之间，接应传球后分球。这反过来又可以让边后卫拉开并向前推进。我们可以布置或是两边各两个边前卫或是边后卫推进至中场。

我们的下一个配对是右边控球前卫和右后卫。他们的移动应相互保持距离，要保住位置，并在特定场景下变化。特别是在左路攻守转换之前，或对方盯人很紧的被动情况下（信号更加详细，应变才能更加频繁）。

左路中前卫和左边后卫配对，这里出现了不对称。当两名控球前卫在一条线上时，他们各自不同配对，这样他们中的一人会更多的坠后（如果我们训练正确和适当的话），而另一名前卫则更多地向边路靠近我们阵型的第二条线或第三线移动。左中卫更多地居中组织，但他与靠近他同侧的边后卫也有类似的跑动，而右路中前卫可以自由移动至更深的位置，并在那里接应，在更前的进攻区域组织进攻，或者充当第二前锋。

另一方面，要求前锋向边路移动，倾向于更向左移动；他可以与那里的球员互动，为右侧无人盯防的中前卫拉开空间 /

也是我们说的不对称菱形的“顶点”。

为什么选择这个打法？正如大家看到的，联赛中的大多数球队都采用 3-4-1-2 阵型结合人盯人打法。有了这些位置和移动我们才可以做到：

- 让更多的球员占据中路空当。
- 以换位作为球队战术工具，摆脱人盯人防守，扰乱防守的补位和收紧空当。
- 有能力布置 3 名或 2/4 名球员投入到锋线进攻，必要时令对方边路防守疲于奔命，这对于攻击采用 3-4-1-2 阵型侵略性人盯人防守的队伍尤为有效。
- 能够在中路创造出可为周围球员利用的空当。

我们也可以简单改变我们对联赛中各球队的防守压迫。如果对手采用 3-4-1-2 阵型，我们允许他们组织进攻，但是当对手分边传球后，我们侵略性地压上。

如果对手前锋线拉的非常宽，我们的边后卫将向前逼压，而中路球员需要向球移动，对这些区域补位。如果对手锋线站位较窄，我们的中前卫将向前逼迫施压。如果对方四名后卫组织进攻，我们可以采用类似的战术，或更稳妥一些，采用 5-4-1 阵型。阵型保持紧凑、高压，但在前场不实施压迫。

问题在于反击和最后一条防线，这也是为什么我们的右中前卫和我们的边前卫的移动极其重要。在此不再赘述。远离球一侧的边前卫（或）中前卫可以选位更加靠前，而中锋向有球一侧移动。这样，我们就有机会反击，也有机会在失去球权时

对最后一条防线球员的位置进行补位。

现在的问题是：如何针对这一点进行指导训练？除了训练课和训练方法，重要的是为球员进行简单易懂的说明和指导。

简化球员理解的体系

我曾经在推特上写过一篇非常基础的短文，讲述巴塞罗那队如何在不需要给每个球员太多或太复杂的指令的情况下让比赛进攻变得流畅。让我们为刚刚建立的体系创建一些相似的东西。

这个例子中的指令主要包括以下简单的几点，没有行话 / 概念性语言，只是告知球员控球时的移动、方向和决策。我们在与球员的谈话中使用简单明了的动作语言，在训练中我们坚持将这些指令作为参照：

守门员：

- 如果中后卫 / 自由人在靠近球的地方接应，守门员便可走开。选位在距离中后卫和边后卫之间空隙后 20 米深的位置。

- 如果中后卫 / 自由人从距球较远的位置接应球，守门员应向球移动接应。接一个简单回传球，在接球前，应观察并面向传球的下一个区域。始终观察周围的情况，如果没有好的传球机会，向两侧踢长传球。

- 使用手势：如果身前有空当，用手指向你身前；如果不确定，用手指向你的

脚下。

- 如果后卫线压得靠上，守门员位置向前提。和后卫线保持 20 米的距离，但始终在动态之中。尝试截断传至本方后卫线身后的长传反击球，帮助队友。

- 如果球在对方半场转换，无论哪方获得球权，都要随球移动。

中后卫：

- 本方控球时，不要和边后卫在一条平行线上，这样对手会很容易切断和边后卫之间的联系，使传球空当变小。应该向后落位深一点，想象和边后卫、中前卫保持菱形或五角形！这样，对手在压迫时需要覆盖更多的空间。

- 如果侧面受到防守压力或没有防守压力，前方的中场区域有空当，那么可以向前推进。

- 如果感到本队进攻组织太被动，可以向右侧移动一点，同时告知左路控球前卫回落深一点。

- 当球传向边路时，应该总是斜向观察你的身后区域，此区域是否有对方球员在你横向转移传球的通道上；当接到回传球时，应该观察中路是否有传球的空当。

- 如果面朝整个场地，要观察可以斜线传向边路的边锋。边路可以进行位置转换，无人盯防、速度奇快的自由人会出现在那里。

边后卫：

- 如果中后卫压上，观察是否有中前卫回落。如果没有，应内收 10-15 米，形成两名后卫补位的阵型。

- 当本方将球控下来后，迅速拉开，使进攻面变大。选位不要和中后卫 / 自由人在一条平行线上。

- 如果身前有空当，大胆压上进攻。

- 如果两名中前卫在中路，其中一人落位较深，此时应该向前压上。

- 接球前站位要面向中路区域，始终能看到本方最好的中场球员，这样可以有更多的可能的传球线路。如果选择传球给边路，尽量选择直接传球。

- 可以站位和中前卫在一条线上，前提是给中后卫留一条传球通道，而且不要太靠近身前的边前卫。

- 只在本方控球时前压至中场。当你认为本方将会丢球或你的中场接应仅仅为本方控球提供一个传球选择时，不要压上，应留在自己的边路位置。

左路控球前卫：

- 如果中后卫压上，应向边路空当区域移动拉开。向后跑动时，应身体姿势打开，面向前方，注意观察周围，规避来自身后的逼抢。

- 如果中路没有找到空当，回落深点，这样边前卫变成边后卫。尽量传球给边后卫或中前卫。

- 移动不要太远至边路。始终保持在

中后卫和边后卫之间空当的前方位置。跑动远离防守队员，摆脱对方防守。

- 如果本方空中直传球或空中斜线传球越过你，传至前场球员，要转身；因为同伴可能回做给你，接球后可以向前分球组织。

- 尽量保持身体姿势向右侧打开，这样可以有一个好的场上视野，也能够长传转移。

右路控球前卫：

- 如果你有潜在的接传球的可能，不要急于和右边前卫换位。如果感到没有接传球的可能而且被盯防，则可以与右边前卫换位。

- 不要和右边前卫在一条平行线上，尽量在右边前卫和右边后卫之间。

- 如果你传向中路，应观察右路你的同伴在干什么。如果同伴接到传球（特别是你的传球），应迅速观察中路，清楚一旦自己马上接到回传球，可以将球传向哪里。

- 距离右边前卫不要超过 20 米，除非你的同伴居中坠后。然后向中路移动，占据他和中后卫 / 自由人之间的空当的前方。

- 当在对方半场传递球和回传球时，精彩的换位场景就会出现。你向前方边路跑，同伴向中路推进，看着你的同伴，两人眼神接触后，即开始换位！

- 如果发现前方有空当，可以向前压通过中场，攻入对方罚球区。

- 如果你在边路，那就按照边前卫的踢法踢！（如果有更多的训练时间，也可以按照边前卫的方式训练）。

右边前卫：

- 观察自己的同伴，通过眼神交流，创造换位的机会！当在对方半场传递球和回传球时，精彩的换位场景就会出现。如果看到中路有空当，并且你没有接传球的可能，向中路空当移动，进行换位。

- 不要和同伴在一条线上，尽量选位靠上，这样能够为边后卫创造出空当。如果同侧边后卫压上助攻，横向或斜向向球门方向移动。

- 向前传球时，首先看中路；回传球，也首先要向前观察。

- 如果你斜线传球到中路，应沿着边路压上进攻。如果直线传边路，应斜插入中路。

- 当有球时或寻求配合时，向中路移动，这样给对手制造混乱和疲劳。

- 本方控球时可以前压至中场。当你认为本方将会丢球或你的中场接应仅仅为本方控球提供一个传球选择时，不要压上，留在自己的边路位置。如果你的同伴压上，补位其身后的位置，如果有必要，落位可以深一点。

左中前卫：

- 不要和左前卫在一条平行线上，尽

量向前一点。

- 当在对方半场传递球和回传球时，精彩的换位场景就会出现。此时可以向边路移动，同伴向中路前方移动。换位时，要观察同伴，多眼神交流！

- 和在你身后的控球中前卫保持至少10-15米的垂直距离。如果他退的深，你也可以退深一点。如果另一个控球前卫向中路移动，你不一定要移动。

- 可以沿边路移动，接同侧边前卫的直传球。然后，他可以向中路移动；努力寻找他或中锋进行传球配合。

- 如果中锋在右边路，你可以移动向前，至中路最前的进攻线。

- 接球前扫视周围；传向边路时，迅速向中路看，寻找另一个中锋。如果传向中路，迅速找中锋和边前卫。

左边前卫：

- 边前卫尽量不要和同伴在一条水平线上，尽量位置深一点。

- 当在对方半场传递球和回传球时，精彩的换位场景就会出现。此时可以向边路移动，同伴向中路前方移动。换位时，要观察同伴，多眼神交流！

- 如果你的同伴回撤，你应该向前。如果同侧边后卫向前，你应该移动到中场或锋线。如果你斜传进入中路，应沿边路压上。如果直线传球至边路，应该斜线压上进入中路。

- 向前传球时，迅速向中路看。回传时，

应迅速向前看。

- 当控球时或寻求配合时，向中路移动，这样造成对手混乱和疲劳。

- 本方控球时可以前压至中场。当你认为本方将会丢球或你的中场接应仅仅为本方控球提供一个传球选择时，不要压上，应留在自己的边路位置。

右中前卫：

- 观察周围；如果有空当，本队却没有传球选择，及时接应。

- 和你身后的控球前卫保持15米的垂直距离，想象你在为他拉开空当！中路的对手总是想着该盯防谁，这意味着，偶尔到锋线参与进攻，对方的中后卫会顾此失彼。要做到这一点，需要向前沿着边路或轻微内切移动。

- 不要向左边路移动，不要占据左中前卫相同的空间。

中锋：

- 向有球一侧移动。向边路移动拉开空当（创造出中后卫之间的空当）或占据自由人的位置（如果盯防你的人始终跟着你，这样可以拉开一侧空当）。

- 如果对方打四个后卫，如果边后卫靠前，占据边后卫身后的空当，或占据中后卫和边后之间的通道。

- 努力横向向有球一侧跑动；寻找长传球打后卫线身后空当的机会；突然启动，

直插中后卫边后卫之间的空隙。

- 如果拉出空当，可以回撤接球回做，迅速转身前插进攻。
- 如果中前卫向前进攻，可以回撤深点，进入空当区域，摆脱盯防者。
- 接球前，向周围扫视。传球后，也要如此。努力寻找 1V1 突破的机会，尽可能找没有保护的防守球员，这样你可以带球突破。

有了这些一些简单的指令，我们可以指导整个训练体系，这是一个相当复杂的体系。我们可以把它用于训练，让球员们很快理解战术，因为我们使用的参照是一致的。

非控球时，我们也可以创造这样的指令，虽然我更喜欢为球员提供简单的指导原则。由于我们有这样的体系，我们应该在训练课和各教学点上重点强调：

- 如果我们失去球权，迅速对球施压，全速冲向持球人！如果不能抢下球，仍然要随球移动，并且补同伴的位置。
- 如果我们失去球权，不要先回到你的位置，要去我们体系中最近的位置。
- 把我们的体系想象成网或链；如果有人移动，我们跟随，向空隙移动。
- 保持距离和紧凑性（这一点应在训练课上强调，特别是要让他们保持统一，这样球员们才能了解距离的意义）。
- 首先注意力在球上，然后在队友身上。如果靠近你的对手没有球或不可能接到球，忽略他。

除了这些指导原则，为满足专业需求，

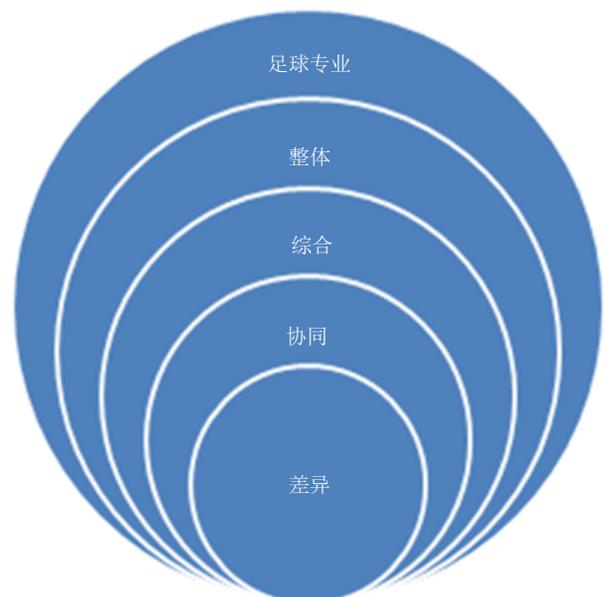
我自创一些比赛形式，真实地再现一些比赛场景，经过练习演练，已证明其正确性，不过有时也使用定格分析方法。

方法和指导

在德国，马可·汉塞林和我的教练书在冬季出版，此书囊括对罗伯特·马托舍维奇（Robert Matosevic）、马蒂·佩拉诺（Marti Perarnau）和罗杰·施密特（Roger Schmidt）的访谈。书中，我们讨论了周期、基本战略和战术方面、教育和教学、技术训练、学习形式等。

构成一堂训练课五个要素如下：

- 足球的专项性
- 整体性
- 复杂性
- 协作性
- 差异性



显示这些方面的层次关系的图示，从上到下

原则上，“足球的专项性”是基础。你所做的每一件事都应该从比赛本身及其比赛原则中提取出来，而不是相反。因为“足球运动需要力量”，很多人选择练习举重以发展力量，在我看来这样做，起点就是错误的。足球的专项性来自于比赛本身，如果你以此为基础，这四个基本要素必须遵循。

练习必须是整体性的，训练应尽可能涉及多个方面，因为比赛本身从来不是一个孤立的活动，总是上下相关。在你的训练中尝试模拟比赛的真实场景，并把你能调动的一切因素包含进去。但这些方面必须能相互作用和比赛的真实场景一样。

这就是“复杂性”。各方面之间的同时相互作用使其变得复杂。复杂性体现在整个系统以协同的方式进行工作（“协作”），而不是各部分的总和。练习中的每一个决定都与动作发生前和发生后相互作用，每个决定的一部分都可能造成下一个行动的后果！当然，它也是灵活多变的，每次动作重复都会发生变化。每次重复是完全不同的，这就是“差异性”。

这些原则是基于体育科学，我们访谈了优秀的教练员，其中有罗杰·施密特和托马斯·托谢尔（Thomas Tuchel）——我们之前在一起工作的分析师。请注意：这不意味着别的方法无效；这只是目前我基于做教练员的经历、与其他教练的访谈、分析方法和最新体育科研在足球比赛中的体现。这也不意味着不需要听从教练的指导；训练课的设计与比赛模型构建基于教练们在

训练中与球员的交流、解释、视频定格、视频分析（如可能）。此外，我们在这篇文章的最后一部分也做了充分的说明。

此系统的一个练习示例：

场地长 24 米，宽 36 米，用标志盘摆成 3×3 的方格，中间地带 3 个方格的宽度是两边区域 3 个方格宽度的两倍。因此，两侧区域分别 3 个方格为 $9 \times 8\text{m}$ ，中间地带 3 个方格为 $18 \times 8\text{m}$ ，两端各有两个球门，两边线中间画一条中线。

基于我们的 3-2-4-1/3-4-2-1 比赛模型，球队有两个不同的指令。我会让一支球队打 3-2-1 阵型，另一队打 2-3-1 阵型或者用 3-2 阵型对阵 2-3 阵型。在后一个例子中，我们将在一支球队设中后卫、边前卫和中前卫，而在另一支球队中，我们会设边后卫、控球前卫和中锋。

例如，比赛规则可以设定如下：最多两名球员在中间地带的同一个方格内，最多一名球员在边路同一方格内，最多两名球员可以在整个场区一侧的方格里。在这个特定的指令性要求中增加了对球员的要求。

教学：起初我们可以说回传是队伍摆脱防守压迫和转移进攻比较重要的举措。边后卫应该在他们所处的边路区域选位，这基本上复制了比赛的拉开进攻场景，练习了中前卫回落、边前卫压上进攻的能力。当球员们遇到这些场景时（记住了这些基本原则），他们学会了拉开到边路选位，

如有必要 / 可能就压上进攻。

在 3-2 阵型中，当中前卫组织进攻时，边前卫要在更前的位置。边前卫应始终在边路拉开，不要向球跑动，这样当需要时，可以向边路转移进攻。

中路球员自由移动，可以变换位置、占据边路、回落或向前。根据我们的“不容商量”战术，我们需要立即施压，而常规的施压，中路球员首先必须选位在队型中的中路区域，而且所有中路球员必须如此。

此练习使队型保持紧凑，促使球员向球移动。一端两个球门而不是在中间一个门，不仅迫使队伍控球时频繁快速转移，而且也可采用斜传打对手背后，迫使无球权时防守整体移动，始终补位，防住对手攻门的通道。一个错误的移动或队友之间缺乏沟通将露出空当，被对手一粒快速穿透传球打透。

训练要点？我和我的团队做了如下测试：

首先训练强调高强度传球和压迫，注意力不在技术层面；然后，当强度高时，球员理解规则了，我只表扬球员们正确的决策，开始并不纠错。最后，我开始纠正一些位置的错误并给球员们解释原因。

间歇时（4x8 分钟 / 节，90 秒间歇）我短暂地给球员解释，通过提问的方式，对特殊的要点给球员反馈。比如在漏盯人和边路球员移动方面；比如左边后卫的移动在为自己或队友拉开空当方面存在问题，我们可以简短地在球队前面讲解。

后来球员移动变好了，出现了套边和带球斜线进入中路。3-2 阵型中左边前卫表现抢眼，他可以前插很深，有时能在防守线后接到斜传球，始终在自己的位置上，有时灵活地换位到中路；如果有足够的时间和空间，有时回退到较深的区域，组织进攻。

最后的重复做得很好。一侧多次斜线传球给中路球员，中路球员回做到后卫线，后卫迅速一脚球转移进攻至另一侧，然后快速移动过去接应。这种移动是自发的。按照我们的设想，球员们开始更快速的转移，更灵活的组织进攻，以及开始换位。

右边前卫开始是静止的，后来更多地向中路移动，在进攻结束时处于左边路。最后，即使对球防守，换位也开始发挥了作用。当在场外明确地指导“不要移动到起始位置，是下一个位置！”后来情况开始好转。体能方面影响大，球员经过大量的跑动和冲刺，似乎筋疲力尽。总的来说，球员给出了很好的反馈，并且向着我们制定的目标，取得一些小的但又明显的进步。

像这样的训练课可以通过额外的练习来支持，上面提到的指令，通过一些可视化和适当的指导，一段时间后便可创建出我们的比赛模型。

南安普敦：更高的慢性负荷可以防止受伤风险

西蒙·奥斯丁



劳拉·鲍恩 (Laura Bowen) 的团队连续三个赛季监控球员训练负荷和伤病

南安普敦队进行的一项为期三年的研究发现，训练负荷急剧增加会明显加大受伤风险，而较长时间内逐步增加训练负荷却可以防止这种情况发生。

俱乐部一队的数据科研人员劳拉·鲍恩与伯明翰大学合作，领导了一个科研项目，即在三个赛季里监控训练负荷与伤病之间的关系。

在 2014/2015、2015/2016、2016/2017 三个赛季，研究团队监控了南安普敦一队共 33 名球员。数据来自训练中的 GPS 以及最后两个赛季的比赛视频分析样本。

研究发现，缓慢增加的负荷较低时，急速与慢速负荷增加比一旦超过 2，软组织

受伤风险将增加 5-7 倍。然而，研究分析高的慢速负荷增加可以减少这种风险。

急速负荷增加指一名球员在最近一个阶段的训练负荷量（本研究指一周），而慢速负荷增加指一个较长阶段的训练负荷量（四周的平均负荷量）。比率指一名球员本周的训练负荷同过去四周训练负荷的比率。

鲍恩说：“这项研究的目的是了解我们能在多大程度上训练球员，而不至于让他们受伤，无法参加训练。简单地说，我们发现，如果本周训练量是过去几个星期的两倍，那么他们受伤的概率可能增加 5 ~ 7 倍。”



如果训练不充分，球员就有受伤的风险，因为训练会使他们变得强健，增加训练负荷承受力。但如果训练过量，球员便有可能因为过度训练而增加肌肉拉伤的风险。

“因此我们采取 U 形工作方式，从球员最佳运动表现和伤病预防的角度，我们探究球员最优的训练负荷量。”

英国运动医学杂志发表的一篇报道写道：“研究发现，人体生长规律意味着，在很大程度上非对抗受伤情况不是因为缓慢增加的负荷，而是因为剧烈、过度、快速增加的训练负荷所致。”

“当慢速负荷较低时，极高的急速负荷峰值与最大的非对抗受伤风险成正比。我们建议，训练计划应包括逐步增加至较高的负荷，以提高体能，同时尽量减少与快速、过度的负荷峰值相关的风险。”

澳大利亚体育科研人员蒂姆·加贝特在急速与慢速负荷增加比方面做了引领性工作。TGG 说：“慢速负荷递增率同低受伤风险相关，这一点很关键。这个理论颠覆了从业人员的传统思维。我们第一次发现足球运动中，较高的慢速负荷同峰值负荷相反。较高的慢速负荷发展有氧体能，降低身体力量。”

“如果两名球员同样在进行峰值负荷训练，其中一人已经有较高的慢速负荷的训练基础，那么他或她的受伤概率比另一名球员明显要低。只要在安全模式下训练，高负荷训练是有益的。”

“你不需要像尤尔根·克洛普 (Jurgen Klopp) 那样特别关注心率，他球员的训练显然过于辛苦。这项研究驳斥了诸如此类的观点。”

2017 年 5 月，前威尔士助理教练雷蒙

德·韦尔赫仁 (Raymond Verheijen) 公开批评了克洛普训练负荷太大，之前对安东尼奥·孔蒂 (Antonio Conte) 和瓜迪奥拉的训练方法也进行过类似的评论。

他说：“克洛普一方面想让球员以最快的节奏踢球，另一方面他想按这个要求每天训练两至三次，这样做只能耗尽球员的体能，让他们累得躺地不起。”

随着研究和创新不断受到关注，南安普敦最近重新组建了他们的运动表现部门，运动表现科学部门前总监莫·吉佩尔 (Mo Gimpel) 履新，监管研究和创新工作。

鲍恩在伯明翰大学的博士论文正是研究受伤前导致受伤的主要因素模式，并在2015年研究了训练负荷对精英青少年球员

的影响，发现相似的结果。

她补充道：“在英超俱乐部中，作为有着精英运动环境的一支俱乐部，我们已经公布了我们所做的工作和我们对伤病的研究结果。我们希望，此举能促进其他俱乐部如我们一样打开他们的大门，这样未来我们就能在足球领域里不断增长知识。”

“这让我觉得，作为一个团队，我们正在做一些有价值的事情。我们正在极力改变足球场内外环境，这很好，同时也为其他人提供了机会。”

该报道称，在2016/2017赛季英超球员平均受伤两次，俱乐部共为受伤球员支付1240万英镑的薪水。

如何利用瓜迪奥拉的位置打法破解 5-4-1 深度防守

冯·AO

“当我们攻击 5-4-1 阵型打法的队伍时，对方前锋紧盯我们的控球前卫，而 10 名球员深度防守，我们发现很多问题需要解决。

我们一直在考虑如何破解这种阵型。”—瓜迪奥拉在 2018/2019 赛季英超联赛期间接受采访时的讲话。

2018/2019 赛季首发人员名单

GK	RB	RCB	LCB	LB	DM	RAM	LAM	RW	CF	LW
埃德森	沃克	斯通斯	拉波尔特	门迪	费尔南迪尼奥	德布劳内	迪·席尔瓦	斯特林	热苏斯	萨内
布拉沃	达尼洛	孔帕尼	奥塔门迪	德尔菲	京多安	京多安	B·席尔瓦	马赫雷斯	阿圭罗	B·席尔瓦
					福登	福登	福登	B·席尔瓦		马赫雷斯

上表为预估首发人员和各位置替补人员名单。我没有将德纳耶尔、桑德勒、曼加利亚、迪亚斯、罗伯兹、津琴科等人的名字列入，因为在即将到来的赛季他们在多大程度能踢上球还不是很清楚，但他们很有可能扮演重要的角色，所以必须记住他们。中后卫或边锋等位置不如其他位置明确，我表中的替补球员也有可能代替主力首发。一旦马赫雷斯了解了瓜迪奥拉的战术体系，他很可能占据右边锋的位置。

瓜式风格

瓜迪奥拉的战术是，失去球权后立即高压逼迫；获得球权后，无论面对何种防守压力都要有组织的展开进攻。如果前场高压被破，队伍迅速深度回收，尽可能快

的组织起新一轮的高压。如果他们能够用高压夺回球权，尽可能多选择传给速度型前锋直接快速反击。但球队也意识到，他们完全可以回传，重新组织新一轮控球进攻。如果曼城队守门员组织进攻，打透了对方的压迫防守，他们能够迅速打到对方身后寻找机会；或如果对手退的较深时，曼城就开始攻击对方的深度防守。如果失去球权，球员之间的距离收紧，以便能够迅速在自己位置上攻击；同时，那些在狭小位置区域补位的球员可以控制对手的反击。因为本方处理球快速简捷，使对手很难从他们脚下夺回球权，他的球队主导着比赛，迫使对手处于被动的地位。

由于曼城队球员的足球素养、瓜迪奥拉主导比赛的战术以及球队所处的时代（对手更愿意主动而不是被动），他的球员不

得不经常在对手罚球区附近破对手密集的深度防守。上赛季对手最常使用的阵型是5-4-1-0（“0”意味着对手的中锋不压迫防守曼城队的中卫，更像一个中前卫一样在防守，形成对方锋线无人防守）。

前面详细地叙述了瓜迪奥拉的战术，本文讲述瓜式战术的几个最重要的阶段，即控球和球权转换，意味着他的球队如何控球进攻，如何控制对方的防守反击。现在我们进一步详细探讨战术在策略和比赛这些阶段中的运用。

控球原则

控球选位的基本理念是，球员根据自身位置职责，拉开宽度，占据进攻区域，在自己的区域内移动。在有球一侧聚集多名球员，而不是让球员满场飞奔；出于转换或更好地遏制对手防守反击的缘故，无球一侧无球员。球员阅读比赛，选位在对手防守方块区域中的横向或纵向之间的通道，或在对手防守方块区域内侧和外侧。

在寻找小空当里，球员应始终在靠近球的方向的区域移动，为传球人提供传球的选择，打透防线的深度传球始终是第一选择（尽管对阵深度5-4-1防守阵型可能性不大），也可以向球两侧的队员传球，但更多的选择传球应寻找可直接传球的可能，也可以几人回传倒脚。为了给同伴创造传球的机会，互相之间不要距离太近，因为距离太近，对手很容易1防2，这样的进攻缺乏效率。

当然，主要的理念是通过连续的传球打透对手的防线（无论是直传或是间接传球）攻入罚球区射门。正因如此，球员需要具备快速、精确地传球、接球和带球的能力，而同伴需要无球跑动，拉开空当或吸引对方的防守队员。

吸引防守者是控球的基本而最有价值的手段。想象一下对阵4个后卫，攻方采用2名高位拉开边锋、1个中锋。由于2个中卫必须盯防前锋，2个边后卫忌惮2个边锋不敢向前压，这样就将守方4个后卫吸引住。以巴塞罗那队为例，当梅西踢中锋时，回撤中场，使中场防守压力增大（最有价值的控球区域）。此时，瓜迪奥拉用亨利和埃托奥从边路内切至防守边后卫和中后卫之间的区域，仅用2名前锋就使4名后卫疲于奔命，中卫不敢出来盯防，而使得中场防守压力增大。这种情况不仅出现在后卫线，场上其他区域也是如此。

如开始所言，教练都在考虑如何吸引住后卫，阻止他们为队友补位，然后想法如何突破对手的锋线和前卫线防守，最后将球打入对方身后，创造机会射门。

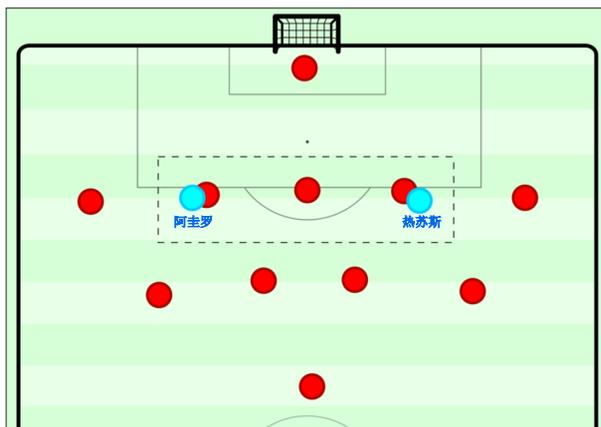
另外一个较为有效的方法是使用尽可能少的球员，将他们尽可能多的用在第一道进攻组织线上。一般的理念是后卫线比对手锋线多1人，以保证这名额外的后卫可以带球向前至中场。尽管此方法有效，但也会让第一道组织进攻线上的球员太多，导致中场人员缺乏。另外一个办法是尽可能使用少的球员，经典方法是2个中卫和1个防守型前卫组成三角形，控制住1名前

锋或者最多 2 名前锋（不采用 3 个后卫），然后其余球员（没有吸引对方防守任务的球员）可以跑位，协助突破对手的防守。

破解 5-4-1 阵型

5 后卫的核心要素是多 1 个中后卫，此中后卫专门补其余 2 个中后卫的位置。当我们希望吸引 5 后卫中的 1 人时，通常易犯的错是，我们努力尝试吸引补位的中卫（本文我们称其为自由人），然而这的确没必要。自由人有一项主要职能，就是补身旁同伴的位置，而不是到中场压迫或到边路防守。因此，如果这名后卫只是简单的自由人，那么他将无法为本队的前锋和中前卫提供帮助。

一个更有效的方法是吸引外侧的中前卫，因为他们可以从自己位置上跑开，补队友的位置。如果我们准备在中路创造出空当，他们的补位行为必须加以限制。为吸引两名中卫，用两名能够威胁两翼的边锋吸引将会非常奏效。让我们看看瓜迪奥



放两名前锋吸引防守

拉如何运用阿圭罗和热苏斯来吸引对方的防守队员。

如我前面所提，可吸引其他区域的对手，而不仅仅是后卫线的对手。也可吸引对手的前锋或前卫线，这取决于那条线上球员的数量。5-4-1 阵型的中场有 4 名直线排列的中场球员，意味着 2 个中前卫和 2 个边前卫。为避免两名中前卫在防守转移中补位困难，我们在对方两名前卫之间使用 1 名攻击型前卫，非常有效。这支球队中有多名球员可打 10 号位，我们在伯纳多（Bernardo）和马赫雷斯（Mahrez）之间选一个，同时，伊尔凯（Ilkay）打居边的中前卫，可以解放德布劳内或席尔瓦。



放一名进攻型前卫吸引对手补位绝不是位置的浪费，相反使中场其他队友变成“自由人”，而且如果对手补位队员决定离开位置盯防这名中场“自由人”，那么那名吸引防守的攻击型前卫就可以自由地前插到更深的位置进攻。想象一名中锋和两名边锋占据在两名中卫和两名边后卫之间，当两名中卫中的一人离开盯防中锋的位置去为其他队友补位，那么一名中锋和两边锋就会

形成前场 1v1 的局面，大片的空当可以进攻突破。

如果依据尽可能少的使用球员的原则，组织进攻的第一条线可根据需求多放几名球员，攻方两名中卫和一名防守型前卫足够对付守方一名专注盯防攻方后腰的前锋。拉波尔特、斯通斯、费尔南迪尼奥三人足够胜任。



后场形成 2-1 的组织进攻的三角形

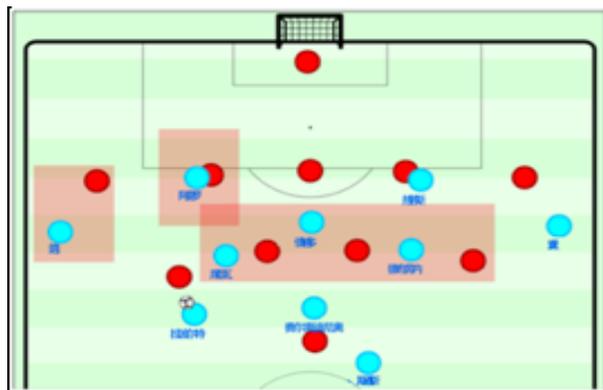
按照占据对方 5 人后防线的外侧并全场保持控球阵型结构原则，两名边后卫向前推进至边路。这种情况下，可以让沃克、门迪压上拉边进攻，给席尔瓦和德布劳内在中路的进攻创造便利。



两名边后卫拉边压上进攻

控球时，当边后卫推进到中场，瓜迪奥拉可能用萨内和斯特林在两翼。不过这使得中前卫的踢法变得更困难，因为队伍有两个边锋、两个中锋、两个内收的边后卫、两个中前卫、一个防守型前卫，仅一名进攻型前卫。不过，这并非不可能。

现在我们把对方五名后卫压制在后场，两名中前卫也被吸引住，后场形成了 2-1 三角形，中后卫不断地从后场向前组织进攻。最后一步则需要考虑居外中前卫如何选位。他们可以在对手两侧的边前卫和中前卫之间选位，这样攻方中后卫可以向对方的边前卫带球，然后传给边后卫、附近的中前卫、进攻型前卫或中锋。



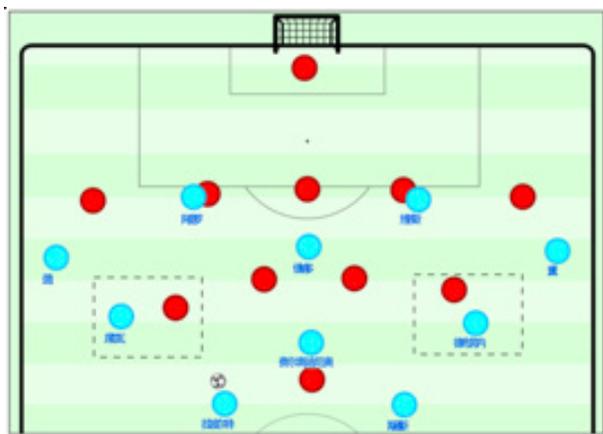
当居外中前卫距离太窄时出现的问题

由于 5-4-1 阵型集中在中间区域，进攻难度加大。攻方有球时，守方居外中前卫可以对中卫压迫，由于距离近，中前卫防守附近中前卫，而远端中前卫防守进攻性前卫。守方边后卫可以向前压迫边后卫，居侧中后卫可以在有球一侧压迫中锋。

我们需要找出一种利用中后卫向前带球进攻的方法，中后卫带球向前一旦吸引了一名防守球员，便有一名队友无人防守。

如果队友是边前卫内切，他可以将球传向中间；但对防守方来说，无论攻方是否吸引了防守球员，如果有人对持球人压迫，守方很容易移动过来封堵传球路线，因为在人员密集的中心区域做到这一点并不难。

如何解决呢？当攻方中卫带球向前推进并吸引对方居外中前卫时，攻方居外中前卫向外拉开一点，守方中前卫不能移动补附近中前卫的位置，也不能太靠近防守进攻型前卫。那么，当守方居外中前卫向带球进攻的中后卫压迫时，攻方在外侧的居外中前卫就会自由，而进攻型中前卫有效地吸引了中前卫的防守。在这些位置上可以布置大卫·席尔瓦和德布劳内。一种最为有效的办法是用一名球员吸引对手，而其他队友远离这名球员，因为被吸引的对手不可能离开盯防的进攻球员而去防守那么多的空当。



更为有效的外侧中前卫体系

现在中后卫和中前卫被吸引住了，进攻组织三角清晰地推进到了中场，那么可以继续利用中路防守过密的状况，在居外中前卫处于无人盯防时，可以接球，然后

带球向前进攻，在对方半场，对对手的后卫线形成局部 3v2。同时，队伍后面两条线形成 2-3 进攻组织结构，因为瓜迪奥拉喜欢控制 5-4-1 阵型的反击。



对 5-4-1 阵型可能采用的进攻组织模式

结论

我的观点，这种 4-2 菱形阵型能够遵循我之前提到的控球原则，同时还能维持稳定性，防止对方防守反击，这是打击对手最为有效的体系。通常情况下，前方一旦吸引住对方的防守，后方第一条组织进攻线形成，边后卫、中前卫、进攻型前卫可以采用不同的方式突破对手的前卫线，攻击对手的后卫线。在瓜迪奥拉的执教生涯里，他展示了灵活性，在有球和无球情况下尝试补同阵型，有效地穿透对手防守。所以 4-2 菱形阵型是我给它的定义，但也有可能有“假”边后卫的阵型，也有可能接近常规打法。

下面我提供其他几个控球阵型，简单描述一下体系以及存在的问题或有利方面：



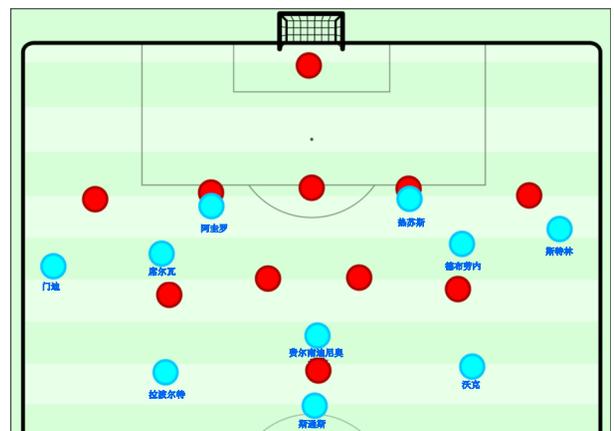
这是分析中提到的另外一种阵型。如果把两个边后卫内收，两个边前卫拉开，便形成相似的阵型。这种阵型更适合队伍。例如，4-1-4-1 阵型，用热苏斯和德布劳内打 8 号位，很容易就形成此阵型。



这是曼城队通常使用的阵型。问题是锋线一名前锋对三名后卫，中场没有人吸引对方四个前卫。如果中后卫带球向前推进，对方的中前卫可能上前压迫，居外中后卫向攻方进攻型前卫移动。当然，也可以让进攻型前卫拉的非常开，避开守方中后卫和中前卫的防守，从边路进攻。但中路进攻人员投入不多，效率就会很低。瓜迪奥拉过去曾经使用过这个阵型。



三名后卫中门迪在左路靠前的位置，右路沃克落的较深，马赫雷斯可以向内移到肋间，曼城这个战术有三个进攻型中前卫。当中卫带球向前推进吸引对方边前卫防守，热苏斯可进攻守方一侧中卫，而德布劳内向前推进攻击另外一侧守方中卫，马赫雷斯向边路移动，避开后卫的防守。但共同的问题是，三名后卫阵型导致中路缺乏进攻人员。为此，远端的边前卫可向内切入深点，使对方的边路密集防守无效。



另外一种三名后卫的阵型，当中后卫带球向前推进时，两个居外中后卫被吸引，进攻型前卫可进入边路区域摆脱防守。同样上面的问题出现了，三名后卫阵型使得

中路缺乏进攻人员。让对方的防守阵形可以很快横向和纵向及时移动，如果守方很容易从一侧向另外一侧移动，没有理由不在中路密集（因此边路可以打开）。



这是3后卫+2中前卫的阵型。此阵型中进攻型中前卫可以转移到边路，但四人中场线中的其余球员可横向移动，在中路形成一个轻松的三人防线，并得到拖后前锋的支持。三名中后卫使得对方远端边前卫需要防守更多的区域，当同伴在附近边路压迫时，需要支持他的队友。一般来说，尽管两名中前卫居中，此阵型边路进攻前卫可以比平时获得更多的空间和时间，对方的中前卫移动到边路区域将会更加困难，依据中锋的位置，攻方居外中后卫有可能做到这一点。瓜迪奥拉之前很好地使用过此阵型。



最后，我们看看3后卫+2个中前卫+1个进攻型前卫的阵型。此打法很难找到一名进攻型前卫，尤其是守方远端边前卫内收，阵型变得更加紧凑。更有可能的是，三名后卫在倒脚转移球时很难发现空当打透守方的前卫线。如果曼城队中卫能够带球向前推进，并且对手中场不紧凑，攻方可能找进攻型前卫或防守型前卫传球。但更可能出现的情况是，进攻型前卫被盯死，只能将球传给防守型前卫，接球后努力摆脱防守队员的纠缠。如果球能够传到在中路区域的进攻型前卫脚下，会非常有效。但做到这一点很难。如果进攻型中前卫移动非常宽，他将有更多的时间和空间处理球，但打透密集的防守还是有些困难。



2018 赛季亚冠联赛技术报告

亚足联技术研究小组



亚足联技术总监安迪·罗克斯伯格 (Andy Roxburgh) 沉思道：“本届亚冠联赛在世界杯结束后不久便迎来比赛的高潮，这引发了很多关于获得参赛资格的球队应在高水平层次上竞赛的反思。此外，亚洲冠军联赛中的顶级球队还展现了街头智慧 (streetwise) 的价值。”

词典对“街头智慧”一词的定义是“拥有应对生活中的潜在困难或危险所必需的经验 and 知识”。正如安迪·罗克斯伯格所阐述的那样，足球术语的翻译涉及到“经验和知识”的不同方面，这些方面与天赋和技术能力相结合，足以让足球金字塔顶峰的球员分出高低。

对于教练来说，争论的焦点是球员在多大程度上可以接受街头智慧的教育。而且，如果回答是积极的，如何进行街头智慧的训练才能达到最佳效果。如果字典中对“经验和知识”的定义是正确的，那么它将立即成为亚足联冠军联赛中关于扩大东西部地区俱乐部之间联系的一个永恒话题。从国际经验来看，在 2018 年国际足联世界杯上，俄罗斯只有 11% 的队员在亚足联联赛中踢球，其中 30 人在沙特联赛的俱乐部里踢球，占总数 82 人的三分之一以上。

理解差异

在悉尼足球俱乐部主教练史蒂夫·科里卡 (Steve Corica) 看来，在精英球员的街头智慧培养过程中，“读懂比赛是关键。这是我们最需要做的。而且，球员越优秀，

你需要教给他的东西就越少。”天津权健的教练保罗·索萨 (Paulo Sousa) 在中国俱乐部的活动中补充道，“这是球员如何很好理解空间和时间以及快速做决定的能力。我想说的是，亚洲和欧洲甚至南美洲的精英球队之间最大的区别，与其说是技术上的差异，不如说是对比赛的理解和欣赏。我们看到，在亚洲的足球比赛中，往往是外国球员的技术水平起到了关键作用。”他以帕托 (Pato) 为例。在四分之一决赛客场对阵最终拿下冠军的鹿岛鹿角队后，这位亚足联技术观察员称赞帕托“在速度和视野方面的表现出色，不仅有个人突破，而且还能抓住时机传球给队友。保罗·索萨补充道：“更重要的是，他通过战术配合将球队融合在一起。”这与前几个赛季的报告中的观察相吻合，当时战术的紧凑性和维持高强度足球的能力被强调为亚洲比赛中需要解决的问题。

鹿岛鹿角的成功很大程度上要归功于各个位置上具有街头智慧的球员。塞尔吉尼奥 (Serginho) 和帕托一样，在球队的中前场发挥出色。莱奥·席尔瓦 (Leo Silva) 在世界杯上扮演了由恩戈洛·坎特 (Ngolo Kante) 为法国队导演的角色：所有的跑动堪称经典，显示出无处不在的存在；球队攻守转换过程中的关键人物，是球队战术的发动者。当他夺得球权后，他会立即发起进攻，并向前带球跑。当然，这三个例子都是巴西式的——这再次说明，像前几个赛季一样，决定性的角色 (和进球) 是由那些从巴西街头足球中汲取足球智慧的

球员所主导。

说到后卫，情况略有不同。或许并非如此。“在决赛中，双方球队的首发名单上都有来自韩国的中后卫，这是巧合吗？冠军队的金英权（Kim Young Gwon）和阿赫利足球俱乐部（Al-Ahli）的权敬原（Kwon Kyung Won）是他们各自球队防守战术的核心。负责训练青少年中卫的人可能会把他们视为体能、力量、铲球、空中争抢和可靠性等方面的典范。”这一评论摘自 2015 年亚足联冠军联赛的第一份技术报告，而鹿岛鹿角队中卫郑升炫（Jung Seung-Hyun）则证明了这句话在 2018 年仍然有效，因为除了他的杰出防守技能之外，他还表现出了警觉、预判和保持极限能力等街头智慧素质。攻守转换阶段

两支球队在决赛中的表现都存有争议，他们通过压迫有球队员，迅速进入防守区，努力控制中场或防守三区，以期夺得球权。水原三星是少数采用持续的高压反击战术

的球队之一，先发制人。由于前场高压有时被用作比分落后情况下的紧急反应，球队普遍较少采纳，因此成为本赛季争论的一个焦点。这个问题显然与球队的进攻方法有关。例如，波斯波利斯很少有超过四名球员进入前场区域，因此在集体高压的可行性方面缺乏人手。体能因素也可能包括气候因素，或者一些球队在国内赛季很早就进入了关键的淘汰赛，可以觉察到身体缺乏足够的能量储备来应对高体能战术。

波斯波利斯还举例说明了快速反击的打法趋势，即后场获得球权后立即从后向前长传球。他们例举了一个经典的例子，在四分之一决赛主场对阵杜哈伊尔的比赛，当时守门员阿里雷扎·贝兰万德（Alireza Beiranvand）被认为是助攻进球，前锋戈德温·曼沙（Godwin Mensha）利用守门员的远距离球门球，跟上得分。最终波斯波利斯主场以 3 比 1 取胜。

在 2018 赛季中，有 35 个进球明显归



因于快速反击——这一数字是阵地进攻进球数的 13%。其中超过一半的进球（18）通过集体反击完成，即全队快速向前推进。在广州恒大和济州联队（Jeju United）在 G 组比赛的最后几分钟，恒大外援里卡多·古拉特（Ricardo Goulart）一脚射门最终以 5 比 3 锁定胜局，这是一个很好的例子。剩下的进球中有 13 个进球属于经典的反击类型。一个经典的例子，阿尔·艾恩（Al-Ain）的瑞典前锋马库斯·伯格（Markus Berg）在 D 组比赛的第 78 分钟突破得分，最终以 1-4 客场战胜了阿尔·雷扬（Al-Rayyan）。仅有 4 个进球可归因于在前场区域夺得球权后的快速反应。

从后场推进至前场

在赛事中，贝兰万德和他在波斯波利斯司职防守的队友们保持七场（总共有 63 场）无失球记录。在世界杯守门员中，伊朗守门员是众多优秀守门员中的一员。他们的门前扑救球能力有目共睹，其中也包括水原三星的守门员申和容（Shin Hwa-Yong）。他除了在四分之一决赛对全北现代汽车队比赛中的关键点球扑救外，还因其在组织防守方面的领导才能受到亚足联技术观察员的赞扬。总的来说，亚足联冠军联赛反映了一个在有年龄限制的比赛中普遍存在的特点：守门员是门将，但不是一个只扫门前雪的门将，而球队从后场组织进攻时很少让守门员参与。对赛事的总结显示，守门员的水平和技术各有千秋，

通过在最后一道防线中出现的问题或各种不确定性情况就可以说明这一点。

尽管南美球员（尤其是巴西人）的影响力推动了一些流畅的配合打法，但本赛季的表现表明，注重在进攻三区传切配合的球队往往成绩不佳。在 16 轮比赛中，13 场有输赢的比赛中的 8 场是由控球较少的一方取胜。三场平局中的两场，广州恒大分别拥有 62% 和 70% 的控球权，但在客场时却输给了天津权健。在本轮比赛中，沙特阿赫利俱乐部成为唯一一支在半决赛中控球率超过对手萨德的球队，但差距很小。在半决赛对阵波斯波利斯的第一场比赛中，费雷拉（Jesualdo Ferreira）的球队获得 68% 的控球率，但最终被后面一个经典反击给击败。尽管主场的控球率也达到 65%，但这场比赛还是以平局收场。在赛事接近高潮时，10 场比赛中也仅有 3 场分出胜负，而这 3 场获胜的球队都是控球较少的一方。

主客场

控球统计数据反映出许多教练在客场比赛时对战术做了调整。其中包括鹿岛鹿角队。在主场，大岩刚（Go-Oiwa）所在的球队对天津权健比赛的控球率是 68%，对水原三星的控球率是 60%，对波斯波利斯的控球率是 55%。而在客场比赛中，控球率则分别下降为 39%、37% 和 38%。

各个球队所采用的阵型也常做相应的调整。广州恒大在天津采用 1-4-2-3-1 阵型，

回到主场就恢复为1-4-4-2阵型。贾齐拉（Al Jazira）在客场对阵波斯波利斯的比赛中增加了一名后卫。然而，最重要的是，16轮比赛有12场比赛主场获胜，只有一场客场取胜。尽管四分之一决赛有四场比赛客队取胜，统计数据做了一些调整，但30场淘汰赛的统计结果是：17场主队获胜、7场平局和6场客队获取。在排名前16的球队中，有9支在某个阶段选择了1-4-2-3-1阵型；6支偏好在1-4-4-2（其中包括两支决赛球队）阵型上做变化；而武里南联队是唯一采用1-5-3-2阵型的球队。

球队核心人物

虽然很多球队采用过1-4-3-3阵型（杜哈伊尔、上海上港、全北现代汽车、水原三星等），但通常是偶尔为之，并非固定使用。值得注意的例外是半决赛球队萨德，其中场球员哈维·埃尔南德斯（Xavi Hernandez）的传球次数超过了亚冠联赛中的其他球员。他在卡塔尔队配合打法中的贡献引起了人们对亚冠赛中场策划人稀缺性的质疑。哈维的位置相对靠前，在前三名球员之后，两名防守型中场球员保护着。尽管他是球队中前场战术的关键组织核心，但他的招牌做法与卢卡·莫德里奇（Luka Modric）在克罗地亚参加世界杯决赛时的做法大不相同，莫德里奇是从一个更深的位置控制进攻节奏。对于冠军鹿岛鹿角来说，莱奥·席尔瓦的作用与三竿雄斗（Misao）在控制节奏和攻防转换方面发挥的作用最

为接近。总的来说，亚冠联赛同其他比赛一样，反映出球队明显缺乏传统的组织核心人物。

高度和宽度

2018年俄罗斯世界杯比赛呈现出一种趋势，大部分边后卫在进攻中扮演着边路进攻的重要角色。越来越多的教练，比如水原三星的徐正源（Seo Jung-won），准备同时让两名后卫参与进攻；而银牌得主波斯波利斯则采取了一种更务实的方法，主要根据对手的边锋进攻进行优先防守。他们的半决赛对手阿尔·萨德提供了一个很好的例子，证明了边后卫和边锋或边前卫之间的有效关系，哈米德·伊斯梅尔（Hamid Ismaeil）在右路与哈桑·阿尔·海多斯（Hasan Al Haydos）并肩作战，而在左路，阿卜杜勒卡里姆·哈桑（Abdelkarim Hassan）与阿克拉姆·阿费夫（Akram Afif）形成了有威胁的伙伴关系。吸引亚足联技术观察员注意力的其他进攻型后卫包括埃斯特拉尔的右后卫霍斯罗·赫达里（Khosro Heydari）、天津权健左后卫王晓龙和冠军队右后卫内田笃人（Atsuto Uchida）。这些人之所以受到赞赏，不仅是因为他们后插上跑表现出的运动才能，更是因为他们的传中质量和在进攻和防守之间寻求平衡的能力。正如卡洛斯·阿尔贝托·帕雷拉（Carlos Alberto Pereira）在世界杯上所说，“我始终认同这个观点，即边后卫首先是后卫。”



反败为胜的精神

具备街头智慧的球员和球队可对出现的不利情况做出积极反应。本赛季就有很多的实例，其中包括冠军球队在半决赛对阵水原三星时表现出的精神力量。他们在主场开局6分钟便以0-2落后，但他们毫不气馁，最终以3-2取胜；接着在客场在最后半小时内从1-3落后的情况下反追，

以3-3打平。在四分之一决赛中，全北现代汽车从主场0-3的失利中振作精神，在客场以3-0战胜水原三星队。如果水原三星门将没有及时扑出点球的话，这场比赛很可能会打破平局。在四分之一决赛中，阿尔萨德客场对阵埃斯特拉尔时表现出了同样的意志力。卡塔尔队在控球时，一名中场选择高球回传至罚球区，在罚球区内，中后卫的头球乌龙越过了守门员，在德黑兰78,116名球迷的欢呼声中，主队领先。尽管这是一个令人意想不到的重大失误，但费雷拉的球队很快在心理上从过早失球中恢复过来，并最终在客场以3-1取胜。

加强薄弱环节

在最近的足球俱乐部教练论坛上，崔康熙评论说：“我们的亚洲冠军联赛的质量仍然比欧洲低一点。这些足球俱乐部，至少是东亚的俱乐部，都意识到了参加欧冠比赛的重要性，并且在参加欧冠比赛这件事情上，他们都表现出极高的积极性。一些俱乐部毫无疑问在发展，我注意到，俱乐部水平每年都略有提高。”亚足联技术观察小组成员之一的北野武小野补充道，“标准肯定在提高，但仍有一两个薄弱环节。”争论的焦点是，是否需要加强培养更多具备街头智慧的球员这一环节。

主要特点

阿尔·杜哈伊尔足球俱乐部 (AL DUHAIL SC)

- 1-4-3-3 阵型单后腰或 1-4-2-3-1 阵型两个后腰
- 强调在进攻三区有组织的整体精细配合
- 战术灵活，中场轮转，边锋换位
- 12 号卡里姆·布迪亚夫 (Karim Boudiaf)
从中场串联进攻
- 快速地由攻转守变为深度防守阵型 1-4-4-1-1
- 中场对持球人高压
- 进攻的每个环节带有巴西特色的进攻理念



阿尔·萨德足球俱乐部 (AL SADD SC)

- 1-4-3-3 阵型使用 2 个后腰，6 号哈维突前
- 控球打法，进攻耐心，讲究技术、配合
- 哈维是中场进攻发动机，具备在压力下控球的能力，视野广，经验丰富
- 防守纪律严明、训练有素；边后卫敢于冒险；中场压迫
- 11 号前锋博内德贾 (Bounedjah) 速度快、灵敏、跑位灵活、控球能力强
- 攻防转换快，进攻组织变化多，打法转换快
- 好的战术组织，位置打法好，节奏变化快



埃斯特格拉尔足球俱乐部 (ESTEGHLAL FC)

- 以 1-4-1-4-1 单后腰为基本阵型的变化
- 短传跑位配合和从后场直传至前场的混合打法
- 防守三区得球后快速反击
- 4号切什米 (Cheshmi) 为防守核心, 空中球、脚下球能力均突出, 也是后场组织核心
- 强调边路进攻; 边后卫助攻能力强, 尤其是 2号海达里 (Heydari) 右路助攻突出
- 91号巴盖里 (R. Bagheri) 埋伏在前锋 78号达布里士 (Tabrizi) 身后, 为进攻组织核心
- 战术灵活; 后场深度压迫防守或中场压迫防守



全北现代汽车足球俱乐部 (JEONBUK HYUNDAI MOTORS)

- 阵型在 1-4-2-3-1 和 1-4-4-2 之间切换; 深度防守时采用 1-4-1-4-1 或 1-5-4-1 阵型
- 积极有效的边路进攻; 边路下底或斜线传球入禁区
- 9号金信煜 (Kim Shin-wook) 为进攻核心; 跑位好, 空中球争抢能力强
- 防守好, 防守阵型紧凑; 3号中卫金玟哉 (Kim Min-Jae) 为后防核心
- 有效地使用后场传球至前场, 争抢二点球
- 中场侵略性地压迫防守; 10号莱昂纳多 (Leonardo) 极速攻击性地跑动
- 战术灵活, 不断变换阵型



鹿岛鹿角足球俱乐部 (KASHIMA ANTLERS)

- 1-4-4-2 阵型, 9 号前锋铃木 (Suzuki) 突前,
- 技术性球员 18 号塞尔吉尼奥在后
- 通过斜长传或向前传球的变换节奏的整体配合打法
- 右边后卫 22 号西大伍 (Nishi) 边路进攻能力突出, 传中质量高
- 20 号中场球员三笺健斗攻防核心, 坐镇中场, 跑动积极, 视野宽
- 35 号中后卫郑升炫坐镇后防线, 防守纪律严明, 阵型紧凑
- 中场高压防守, 有时前场高压
- 较强的集体意识, 有才能, 讲究职业道德, 冷静, 有团队精神



波斯波利斯足球俱乐部 (PERSEPOLIS FC)

- 基本阵型 1-4-4-2, 中场偶尔采用菱形站位, 间或采用 1-3-4-3 阵型
- 守门员或后卫广泛使用长传前锋的打法
- 前锋 70 号阿利普尔 (Alipour) 和 90 号曼沙进攻速度快, 技术好
- 进攻理性, 两名前卫压上, 两名前卫留后
- 防守对持球人侵略性压迫; 偶尔前场高压
- 4 号侯塞尼 (Hosseini) 居后较好地组织防守
- 战术上纪律严明; 有较强的团队精神和职业道德, 敬业



水原三星足球俱乐部 (SUWON SAMSUNG BLUEWINGS)

- 基本阵型以 1-4-3-3 为变化，偶尔采用 1-4-4-2 阵型
- 防守阵型 1-4-1-4-1 由技术性中后卫 5 号赵成真 (Jo Sung-Jin) 领军
- 到对方半场后立即实施整体高压防守
- 19 号萨里奇 (Saric) 控球节奏好，善于短传和长传；中场压迫防守
- 边后卫和边前卫快速渗透，尤其右路 11 号林相协 (Im Sang-Hyeob) 突出
- 10 号德扬 (Dejan) 主要进攻人，技术好，射门能力强，长于跑动为队友创造空当
- 一支具有进攻性和职业道德的充满活力的团队



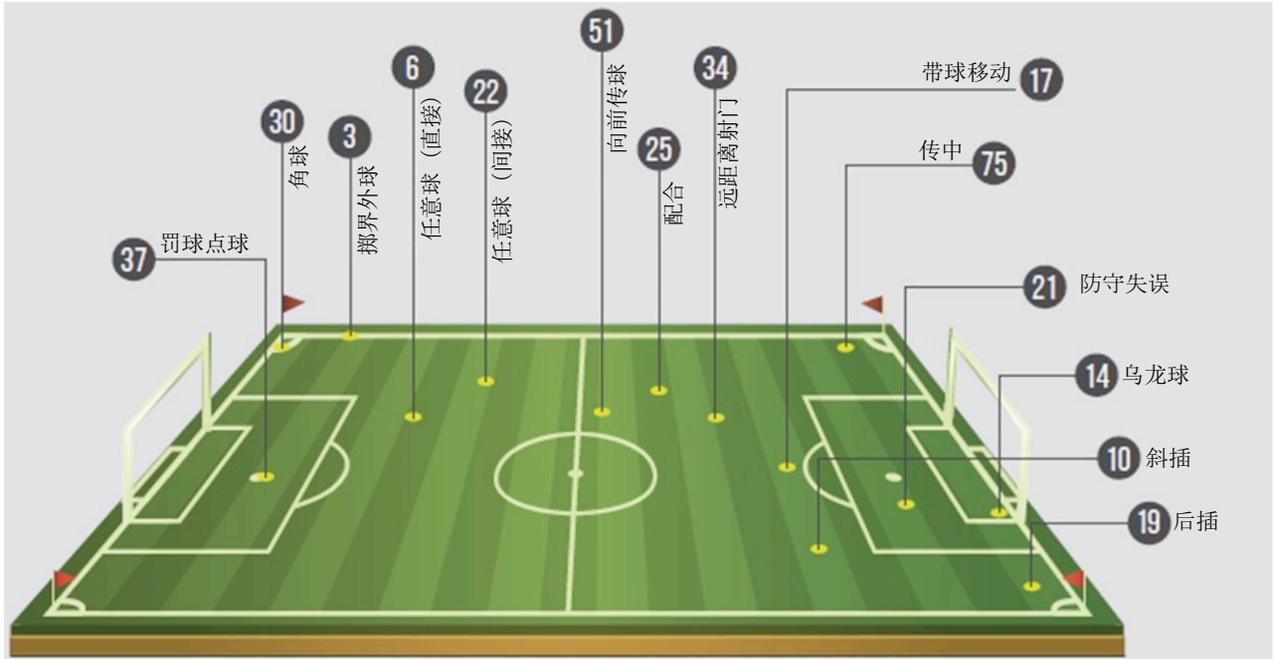
天津权健足球俱乐部 (TIANJIN QUANJIAN FC)

- 阵型为 1-3-5-2 或 1-4-2-3-1，2 个后腰
- 防守快速转换成紧密的 1-4-4-1-1 阵型
- 强调边路快速前插进攻
- 边后卫后套上；左路 19 号王小龙高质量传中
- 10 号帕托是核心球员；个人突破技术好，射门能力强，任意球威胁大
- 防守线核心球员为 21 号权敬原，1 对 1 防守能力强，后场传球好
- 纪律严明，组织严密，勤奋努力，有很强的团队精神



进球分析

惊人事实



定位球进球数

打法	指导原则	进球数
角球	攻入/角球后进攻得分	30
任意球（直接）	直接任意球得分	6
任意球（间接）	任意球配合得分	22
罚球点球	点球直接罚进（或点球补射得分）	37
界外球	界外球配合	3

阵地进攻进球数

打法	指导原则	进球数
配合	撞墙式传跑配合	25
传中	边路传中	75
倒三角传球	底线回传	19
斜线传中	斜线传入罚球区	10
带球跑	带球和近距离射门/带球和传球	17
远距离射门	直接射门/射门和补门	34
向前传球	穿透性传球或过顶传球	51
防守失误	回传失误/守门员失误	21
乌龙球	对手乌龙	14

总进球数：364

有上升就有下降。2017年亚足联冠军联赛的进球数增长了27.5%，这无疑是2018年进球数衰退的前奏。不过，降幅仅仅为7.61%。总进球数364个，与2016年和2015年公布的309个和334个进球数相比，算是中等水平。俄罗斯世界杯的平均每场进球数为2.64，2017/2018赛季欧洲冠军联赛的记录为3.21，与这两个赛事相比，亚冠赛平均每场进球数2.89个，也是中等水平。

有趣的是，淘汰赛的每场比赛平均进球3.1个，比亚冠赛小组赛进球数要多，小组赛96场共进271球，平均每场比赛进2.82球。从淘汰赛到决赛比赛，东亚区进了44球，西亚区进了47球。全北现代汽车成为进球数最多的球队，22个进球让这支韩国队在小组赛中遥遥领先。他们每场平均2.9个进球，与银牌得主波斯波利斯形成了鲜明对比，后者在14场比赛中平均进球仅1.2个。但从另一方面看，波斯波利斯保持7场比赛零失球。冠军鹿岛鹿角队每场比赛平均进球数是1.8个。

个人得分模式的演变表明，在15名进球数达5个或更多的球员中，只有4名来自巴西；而上个赛季，进球数排名前8的球员中有5名来自巴西。但是，8名进球最多的球员来自非亚足联国家，其中2名非洲球员，2名欧洲球员，以及4名巴西球员。

2018年的比赛平均每8.75次射门就产生了一个进球。不过，必须再次补充，只有不超过35%的射门打在球门范围内（前

一个赛季为36%）。这意味着仅有三分之一的打在球门范围内的射门进了球网。进球图表记录了本赛季364个进球的技术和战术情况。

阵地进攻

阵地进攻打进的球占本赛季总进球数的73%，仅比2017年高出一个百分点，与2015年的统计数字相同。从数字上看，总进球数从284减少到266，减少的进球几乎遍布各个方面。来自传切配合的进球数持续下降——情况与亚足联各年龄组比赛相似。不足十分之一由阵地进攻所获的进球（准确地说是9.4%）来自精心设计的进攻配合。这与欧洲的同类赛事形成了鲜明的对比，在2017/2018赛季欧冠赛中，三倍的进球来自下底传中——占阵地进攻总数的24%。出现许多出色的传切配合，包括本赛季前十名中的两个：在上海上港主场4-1战胜墨尔本胜利（Melbourne Victory）的比赛中，奥斯卡（Oscar）在第77分钟完成的跑动；莱奥·席尔瓦的进球让鹿岛鹿角打破了决赛第一场比赛的僵局。两个进球都是巴西人的杰作。萨德靠的是哈维·埃尔南德斯，他总共有715脚传球，在该赛事中超过所有球员，而萨德成为以配合打法见长的球队，仅次于利用莱奥·席尔瓦和塞尔吉尼奥技术的冠军队鹿岛鹿角。争论的焦点是，是否需要在球员发展各阶段做更多的工作，以鼓励在进攻三区进行创造性的传切配合。

继续关注进球情况，靠传球得分的进

球数下降了14个，但仍占阵地进攻进球总数的19%。在这一类别中，杜哈伊尔占比最大，有六个进球来自于一次突破分球。远距离射门进球数比上赛季少了9个，但仍然是大头，考虑到2016年只有20个进球是远距离打进。2018年，13%的阵地进攻进球来自远距离射门，很多进球都是异常精彩——其中七个进球被评为本赛季前十。蔚山现代的进球虽然没有挤进排名，但得益于远距离射门，他们16个进球中有五个是从罚球区外射门。

然而，在进攻无效的情况下，边路进攻打法被证明是一个例外，他们是边路传中射门得分的传球人。75个进球的总数比2017年多出6个，占阵地进攻进球数的28%（相比而言，欧冠赛这一数据为20%）。这表明一个显著的上升趋势，考虑到2016年通过传中的进球数为54。在这

一方面，全北现代汽车脱颖而出，他们有9个进球来自边路传中。边路传中、倒三角传球和斜线传中的总和不到阵地进攻成功率的40%，而渗透性传球和个人突破的成功率下降。

2018年赛季另一个发人深省的统计数据就是防守失误丢球和乌龙球数量都有了明显的增长，以至于他们产生的进球数已成为继传中之后的第二大进球来源。

定位球打法

定位球又一次占据亚冠赛四分之一以上的进球。在死球的情况下总共有98个进球，进球率27%，比2017年的28%略低一点。通过对比其他两个主要赛事的相关数据，可确定投入定位球训练的时间。俄罗斯世界杯首次使用VAR技术，定位球占进



球总数的 35%。另一方面，在 2017/2018 赛季的欧洲冠军联赛中，这个数字急剧下降到 19.5%。影响这种情况的因素之一是我们有多大的机会去侦察未来的对手，以及针对对方特点制定定位球的可能性。

2018 年亚足联冠军联赛中，点球和角球之间的差距一直在变化，前者占据榜首。点球占比赛死球进球的 38%。补充说明一下，37 个进球的总数可能与某些统计数字不完全一致，因为它包含了一个点球后补射的进球：在 16 轮客场对阵阿尔-阿赫利的比赛中，阿尔萨德在第 70 分钟的时候，由赛事头号射手博内德贾破门得分。参赛球队中主要受益者是阿尔艾因队，在 13 个罚球点球进球中，有 5 球是他们贡献的。

与此同时，成功进球的角球数量从 2017 年的 37 个下降到 2018 年的 30 个，但仍占本赛季定位球进球的 31%。这一部分再次揭示了俱乐部队和国家队之间的差异。

在亚冠联赛的最后一场比赛中，每 41 个角球就有一次成功。这与欧冠的情况没有太大的不同，后者的比率为 1:45。另一方面，在国际足联世界杯上，角球表现得更为抢眼：每 29 个角球进一球。冠军队强调了角球的潜在价值，鹿岛鹿角队在通往冠军的道路上，将每 5 个角球化作一个进球。

有 3 个角球排进本赛季排名前十的定位球，但面对直接任意球的震撼力，角球毫无胜算，直接任意球拿下前四个最佳定位球。然而，在死球的情况下，6 次角球仅进球 4 个，比上赛季少了 4 个。间接任意球产生的进球数则基本稳定，22 个进球，而 2017 年是 23 个。由界外球产生的进球从 9 个下降为 3 个，但是其中一球，即波斯波利斯在 C 组对阵阿尔瓦斯尔 (Al-Wasl) 的比赛中由法沙德·艾哈迈德扎德 (Farshad Ahmadzadeh) 在第 36 分钟打进第一球，入选本赛季最佳定位球。

卡塔尔亚洲杯成功的关键因素

伊恩·斯图尔特

关键点

- 卡塔尔从牺牲控球权和防守深度中获益。
- 在防守方面，他们每场比赛仅丢球 0.56 个，是所有球队中最低的。
- 进一步看，七场比赛中，他们每场比赛预期进球数（xG）达 9.41 个进球，表现突出。



在喜忧参半的赛前友谊赛之后，卡塔尔在本月早些时候出人意料地首次夺得 2019 年亚洲杯冠军。

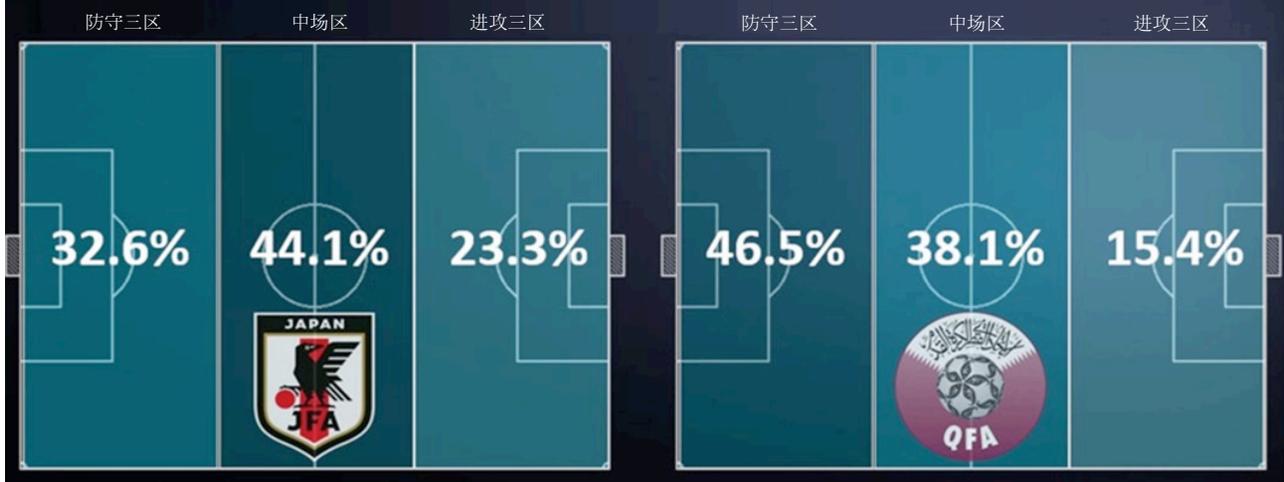
自 2015 年亚洲杯上未获一分之后，卡塔尔先后战胜 2007 年的亚洲杯冠军伊拉克队、韩国队以及东道主阿联酋队，并在决赛比赛中以 3 比 1 令人信服地击败了日本队，荣获本届亚洲杯冠军。

桑切斯执教的卡塔尔队平均年龄为 24.7 岁，是本届参赛队第三年轻的队伍。多

名队员曾经在西班牙人带领下参加过 U20 和 U23 级别的比赛。他们的表现，加之年轻，表明他们有可能在今年晚些时候的美洲杯上给大家带来惊喜，也可能在不到四年的时间里在卡塔尔作为东道主的世界杯上首秀。

决赛比赛中，卡塔尔对日本队采用了不同的战术。我们将运用先进的度量法和 OPTA 序列框架，重点了解两支球队各自的风格差异。

2019年亚洲杯：按场上位置的序列起点



保持紧密的防守

卡塔尔的成功建立在稳固的基础上。在七场比赛中，他们仅出现一次失误。

他们在无球情况下的推进方式与日本队明显不同。在参赛的 24 支球队中，日本队在中场区域的控球率列第二，在进攻三区的控球率排第四。这说明日本队在推进前场的过程中具有侵略性。

相比之下，卡塔尔在相应区域的控球率仅排在第 16 位和第 20 位，这表明他们在到达防守三区前，不介意让对手拥有控球权。卡塔尔队平均每场比赛让对手射门 9.6 次，但这些射门机会仅转化为 0.56 个进球，是赛事所有球队中最低的。这表明卡塔尔在危险区域内不给对手进球机会方面做的十分有效。

此外，46.5% 的卡塔尔球员的序列都来自于本方的防守三区，这进一步凸显了他们退守较深，并等待对手深入本方半场，

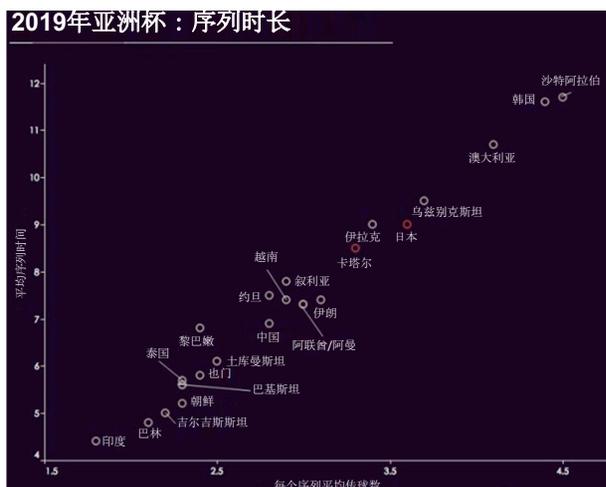
以夺回控球权。

相比之下，日本只有 32.6% 的序列来自本方防守三区，只有沙特阿拉伯 29.2% 的比例比之更低。这不仅进一步说明日本队倾向于采用压迫方式，还说明日本在本方球门附近的防守缺乏侵略性，目的是避免给对方在禁区周围制造任意球的机会。

控制球权和耐心组织

尽管一些样例会干扰我们得出结论，但卡塔尔和日本似乎都非常重视在得球后保持球权。

日本队有较长的控球序列，在 9 次以上的传球排名靠前，平均每场比赛有 16.4 次 9 次以上的传球，列第四位；而卡塔尔是 10.9 次。这说明日本队能够高水平控球。日本平均每个序列的传球次数为 3.6 次，而卡塔尔为 3.3 次。这两个国家在序列的平均时长和传球次数两个方面都排名前七。



球门前果断行事

卡塔尔成功的另一个引人注目的因素是其射门效率，有 43.1% 的射门打在球门框内。

卡塔尔前锋线在本届亚洲杯上收获最大，共攻入 19 球，比亚洲杯预期进球数高出近 10 球。这种超常表现不太可能长期持续下去，这一点在本届杯赛的金靴得主阿尔莫兹·阿里 (Almoez Ali) 身上得到体现。他的 16 脚射门打进 9 球，平均每场进球数

达 3.08 个。

稳固的防守与冷静的射门

卡塔尔在与阿联酋的比赛中占了上风，因为它成功地实施了一项截然不同的战术，这与包括韩国、澳大利亚和日本在内的较为成熟的亚足联球队所采取的战术完全不同。卡塔尔专注于稳固的防守，牺牲了控球权。他们在本届亚洲杯中的平均控球率只有 48.5% (淘汰赛阶段下降到 44.9%)，一旦他们获得球权，便实施有效地控制，在进攻三区的表现更加精准。

尽管他们在每场平均进球数上的优异表现无以复加，但他们的成功意味着在 6 月份举行的美洲杯上，卡塔尔的对手巴拉圭、哥伦比亚和阿根廷将认真考虑采用何种战术穿透卡塔尔的防线，打乱他们的防守阵形。相比卡塔尔在亚洲杯的 7 个对手，这些队需要在门前创造更多、更好的机会。

2019年亚洲杯半决赛：每场比赛进攻数据

球队	进球	平均每场进球数	射门	射正	射正率	射门进球转化率
伊朗	2 (2)	2.08 (1)	15.2 (3)	5 (2)	33 (14)	13.2 (6)
日本	1.7 (4)	1.45 (8)	11.3 (11)	4.4 (6)	39.2 (4)	15.2 (3)
卡塔尔	2.7 (1)	1.37 (10)	10.3 (14)	4.4 (6)	43.1 (1)	26.4 (1)
阿联酋	1.3 (11)	1.46 (7)	10.7 (12)	3 (18)	27.9 (18)	11.8 (9)

括号内为本届亚洲杯排名

空间之旅：利用空间指标对足球运动员进行比较和聚类

加里·盖莱德

长期以来，足球俱乐部一直使用跟踪数据来测量球员的体能活动情况，例如跑动距离、冲刺跑和最高速度。在这篇文章中，将说明如何对 TRACAB 空间位置数据进行可视化和量化，并应用于球员对比。本篇文章的数据取自 2015 年五场英超比赛的样本。

热度图

第一步是把球员的位置在图上映射成球场上的点。为了举例说明，下面展示三名球员在霍尔城和曼联比赛中的热度图，这是 2014/2015 赛季最后一天在 KC 体育场进行的一场比赛。霍尔城极力避免降级，但无济于事，直到比赛结束也没有取得任何进球。

图 1 显示了该场比赛中三名球员的热度图（不考虑他们是否控球）。

霍尔城队长、后卫：道尔森（Dawson）

曼联进攻型前卫：胡安·马塔（Juan Mata）

曼联右后卫：安东尼奥·瓦伦西亚（Antonio Valencia）

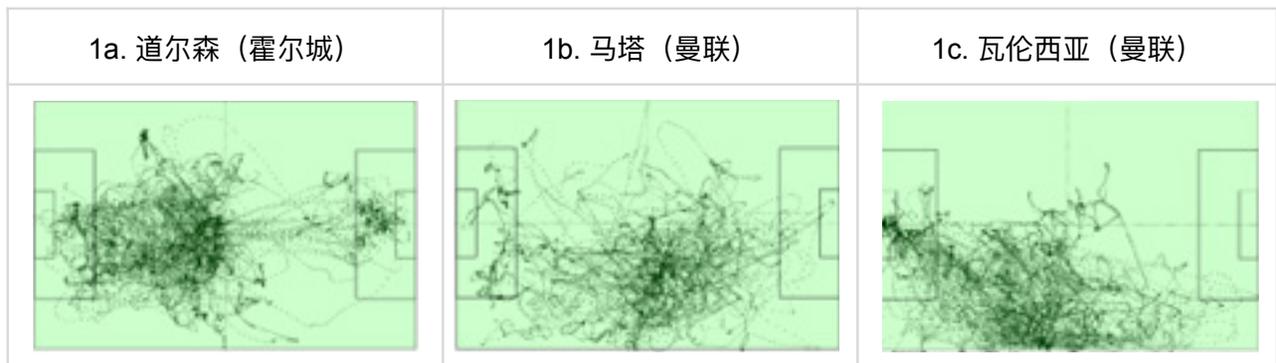


图 1 热度图

为了避免热度图分布过密，定位取样标准定为每秒 2.5 次，而不是 25 次。这让我们可以观察到球员跑动的主要特征，去掉不必要的细枝末节。所有热度图的进攻方向自左至右。

我们可以看到道尔森在霍尔城队的半场中路活动，不仅如此，他也活跃在曼联

的禁区。马塔和瓦伦西亚显然都打右路，但是他们之间的区别并不清晰。

热度图虽然在可视化方面十分实用，但并没有启示性。在下一节中，我将展示如何量化热度图并用于开发更具启示性的可视化研究和球员度量。

球员活动范围

我将球员的“跑动范围”定义为围绕其大部分热度图的区域。然而我们以“百分比”定义，例如 80%、85% 或 90%。本文将主要采用球员 80% 的活动区域。重要的是，我没有把范围限制在单个连续的区域。正

如我们所看到的，部分球员的活动范围由几个不同的区域或孤岛组成。

在下一组图表中，我在热度图的顶部用计算机绘制了球员的活动范围。在每一种情况下，活动范围涵盖球员在球场上 80% 的活动位置。



图 2 热度图和活动范围

这里，我们看到道尔森的活动范围包括两个区域：一个主要是在防守区域，另一个是罚球区内较小的区域。我们也能更清楚地看到马塔和瓦伦西亚之间的区别，马塔比瓦伦西亚更深入到对方半场，而瓦伦西亚更多地活跃在右路和本方罚球区的中路。

此时您可能会想，为什么不直接绘制热度图呢？事实是，热度图可以可视化单个球员，但却无法可视化多个球员。热度图无法使用度量指标。

对多名球员的可视化研究

如果我们想可视化两个或更多的球员在球场上协作的情况，我们可以叠加他们的活动范围。下图显示了利物浦的四名后卫在对阵斯托克的比赛情况（该图将活动

范围的边界和形状做了简化，绘制出球员 60% 的活动范围，以突出球员的角色）。

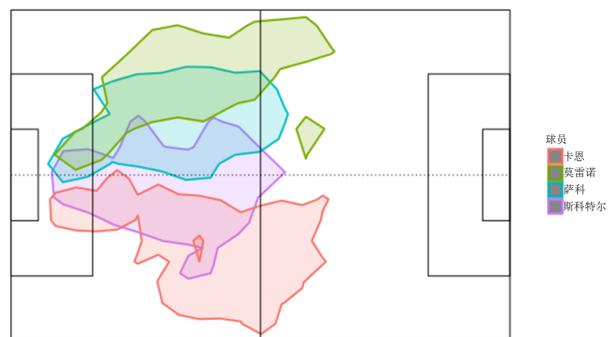


图 3a 利物浦四名后卫（对阵斯托克）

我们还可以运用活动范围来绘制整个队的活动情况，如下图所示：

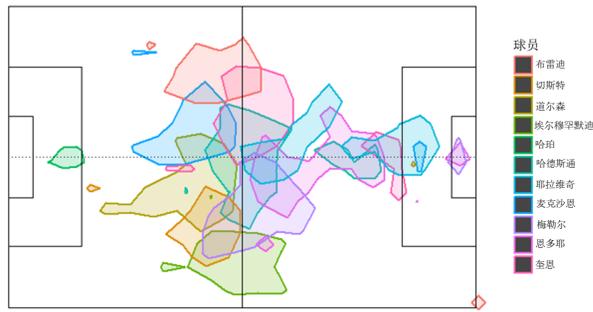


图 3b 霍尔城 (对阵曼联)

重要的是,这是当前分析的一个进步。我们还可以更进一步量化他们的活动范围和互动的程度。

量化范围

活动范围

我们可以导出的一个基本度量是区域范围。下表显示了目前球员的活动范围:

表 1 典型的活动范围

球队	球员	80%的活动范围 (平方米)
利物浦四后卫	萨科	1255
	莫雷诺	1317
	斯科特尔	1372
	卡恩	1446
霍尔城	道尔森	1600
曼联	马塔	1812
	瓦伦西亚	2402

我们还可以量化球员之间的互动情况。例如:

a) 球员之间的差别

我们可以计算出任意两个球员保持一

定距离的时间百分比。下表是利物浦四个后卫的情况。

表 2 利物浦四名后卫相互之间保持 10 米距离的时间百分比

	卡恩	斯科特尔	萨科	莫雷诺
卡恩	-	18%	4%	3%
斯科特尔			31%	5%
萨科				35%

b) 重叠范围

我们还可以计算出活动范围的重叠程度。下表显示了利物浦四名后卫的重叠范围。

表 3 利物浦四名后卫的重叠范围

	卡恩	斯科特尔	萨科	莫雷诺
卡恩	-	57%	17%	2%
斯科特尔			58%	33%
萨科				66%

球员对比

或许上述所有技术应用中最有用的一个是对球员进行对比。球员的活动范围之间的重叠程度是衡量球员相似性的一种度量标准。例如,下图对瓦尔迪和阿圭罗的活动范围进行了比较。

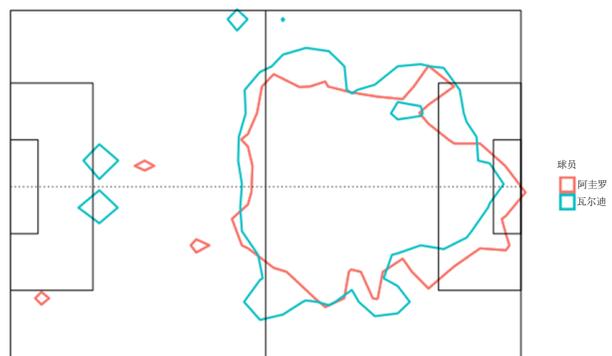


图 4 瓦尔迪和阿圭罗的对比图

该图显示，瓦尔迪的活动范围（1999平方米）比阿圭罗（1734平方米）大；重叠程度（82%）说明他们的相似度很高，并显示出他们在球场相似的区域活动。

我们还可以缩小活动范围至，例如40%，以便可视化和对比每个球员的“核心”活动区域。下图显示了瓦尔迪和阿圭罗的对比情况，其中核心活动区域标以深色。

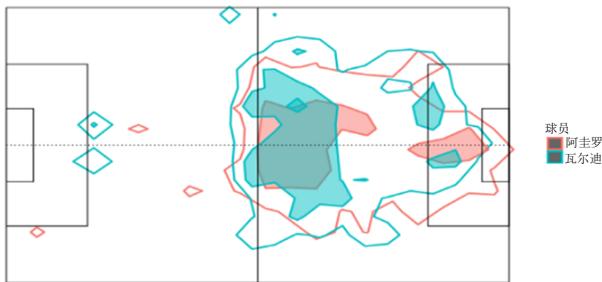


图 5 瓦尔迪和阿圭罗的对比图，包括 40% 的核心活动区域

瓦尔迪的核心活动范围是 552 平方米，而阿圭罗是 424 平方米。核心活动区域有 68% 重叠。我们可以看到，当阿圭罗向前推进时，他会深入罚球区在球门前的中路区域；而瓦尔迪则更喜欢罚球区两边的两块区域。

这种分析方法在招募球员或比赛分析中非常有用。

同样，我们可以在不同的比赛中，甚至在同一场比赛的不同阶段，对特定的球员进行比较。在与 OPTA 关键绩效指标数据相结合后，这些空间指标可进一步洞察单个球队或球员的表现。

球员活动范围的一些特性

如果活动范围意义重大，我们希望它

成为显示出不同位置之间一致性差异的指标。事实如此。下表显示了守门员、后卫、前卫和前锋的平均活动范围和标准偏差。

表 4 不同位置的平均活动范围

位置	球员号码	80%活动区域 (平方米)	标准偏差
守门员	10	272	75
后卫	40	1543	228
前卫	50	2117	544
前锋	26	2104	479

正如所料，守门员的活动范围比场上球员要小很多。更有趣的是，后卫的活动范围比前卫和前锋要小（从统计学看，差异十分显著）。但是，如下表所示，同一位置的球员也有差异。

表 5 每个位置上活动范围最小的和最大的三名球员

	球员	球队	(平方米)
后卫	最小	丰特 (Fonte)	南安普敦 1196
		切斯特 (Chester)	霍尔城 1224
		德莱特 (de Laet)	莱斯特城 1236
		萨巴莱塔 (Zabaleta)	曼城 1866
	最大	詹金森 (Jenkinson)	西汉姆联队 1927
		扬马特 (Janmaat)	纽卡斯尔 1939
前卫		威尔逊 (Wilson)	斯托克 1208
	最小	迪玛 (Di Marma)	曼联 1281
		兰伯特 (Lambert)	利物浦 1431
		菲利普斯 (Phillips)	女王公园 3103
	最大	马内 (Mané)	南安普敦 3248
		米尔纳 (Milner)	曼城 3841
前锋		博尼 (Bony)	曼城 1350
	最小	埃尔南德斯 (Hernandez)	霍尔城 1370
		阿鲁科 (Aluko)	霍尔城 1539
		马哈雷兹 (Mahrez)	莱斯特城 2895
	最大	里维耶尔 (E. Rivière)	纽卡斯尔 2912
		隆格 (Long)	南安普敦 3052

同一个位置的活动范围都有相当大的差异。例如，活动范围最大的前锋，其覆盖的面积是活动范围最小的前锋两倍以上（它的重要性使之成为未来研究的主题）。

使用活动范围为球员聚类

最后，我们可以使用活动范围来导出球员相似度的度量，并对球员进行聚类或分类。在此，我们根据两个球员活动范围的重叠程度定义他们之间的相似度。尽管可以使用其他聚类算法，我却用了一种称为多维缩放的聚类技术。多维缩放的聚类技术是根据球员的相似性在二维地图上定位球员，活动范围相似的球员（即重叠部分达到一定程度）在图上看起来很接近，活动范围重叠不多的球员看起来相距很远。

聚类图展示了球员的聚集情况。在下图中，球员的名字根据他们的 OPTA 位置进行着色。

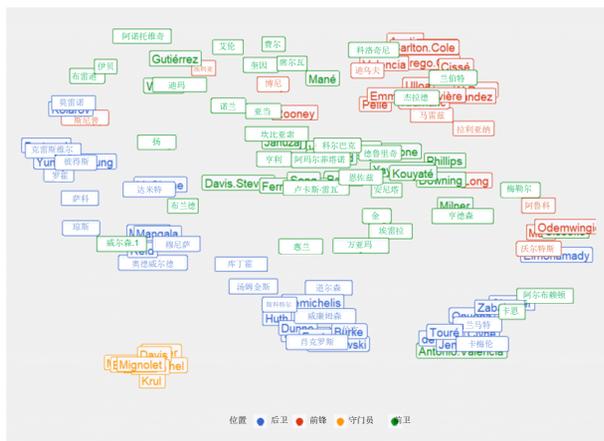


图 6 活动范围相似的球员放在一起的聚类图

从分析中，我们可以看到出现了相当多的团体。守门员倾向于聚集在图的左下角，而前锋趋向于右上方，当我们从图左下角向图右上角做对角线移动时，后卫和前卫队员相继出现。右路球员出现在对角线的右侧，左路球员则出现在左侧。

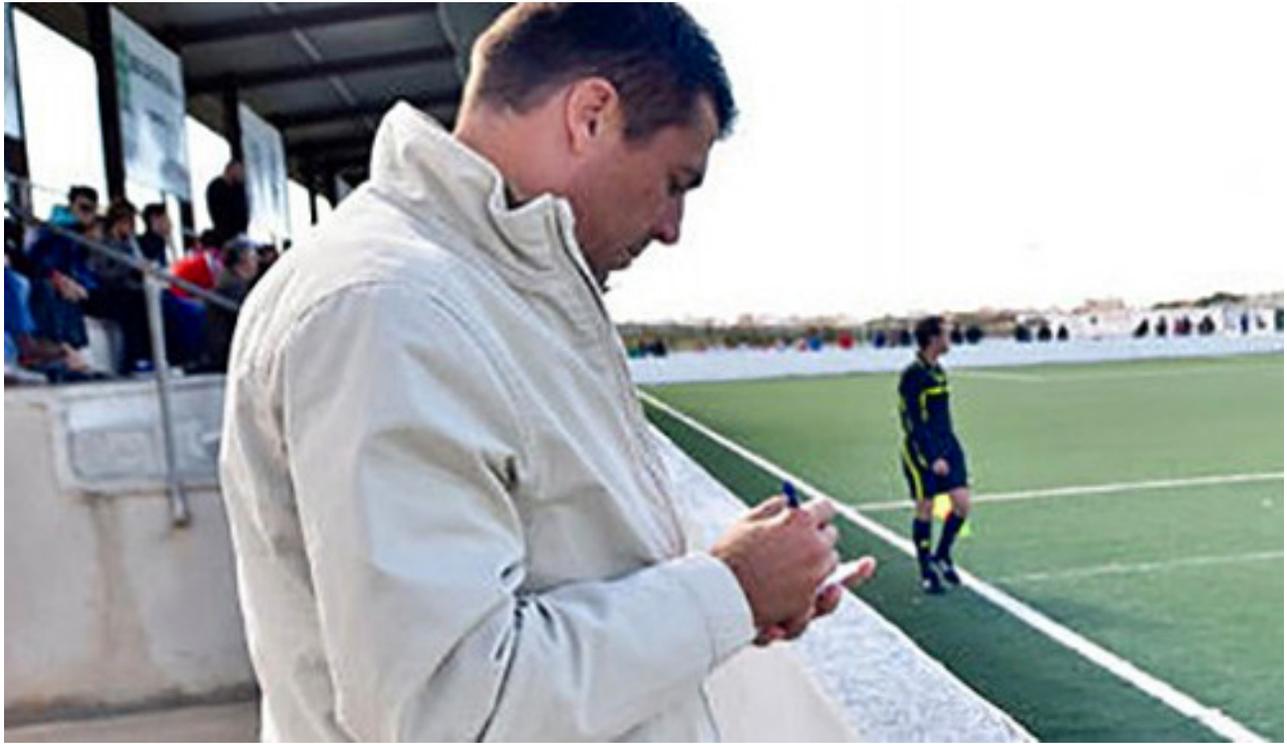
此图使我们能够看清球员的位置。例如，在我们比赛的样本中，通过 OPTA 将杰拉德、库蒂尼奥和兰伯特归类为前卫，但他们在利用空间方面与前锋没有区别。在所有测试过的比赛中，鲁尼和博尼比传统前锋的活动区域更深。

总结

本文表明，空间位置数据可以用来开发有说服力的有用度量指标，用于评估和分类球员。定义一个简单的度量指标，以此量化球员的位置及其互动情况，这也许对球探工作和比赛分析具有相当大的潜在推动力。

球探看到什么

我们今天在认知上有一个巨大鸿沟,即球员的真实表现与球探所看到的情况之间的关系。这两者在何种程度上互补?它们有何不同?它们有多少重叠?



在最近的一篇文章中,卢卡·帕帕拉多发现体育记者对球员的表现评分很大程度上取决于一些非常明显的表现指标,比如射门得分、扑救球等等。他表示,评分取决于一些值得记录的事件,而不是更细小的运动表现特征(他称这一效应为显著性启发式)。

乍一看,这一发现对球探侦察过程有一些令人不安的含义。在数据集相当广泛、分析水平一流的前提下,帕帕拉多实际上可构建一种机器学习算法,并可相当准确地预测记者的评分。如果他的算法适用于俱乐部球探和记者,那么也就不再需要球探了。

但有一些让我们充满希望的理由!首先,分析只确认了场上球员的三种类型:前锋、前卫和后卫,但这样的分类对一个招募球员的俱乐部来说并没有多大用处。如果收窄使用的类别,则可能发现其他有影响的业绩指标。此外,我们可能会认为,



俱乐部球探比足球记者对特定技术更敏感，后者只考虑球员对比赛结果的整体贡献，而不真正考虑他如何融入球队，或者他的技术是否会填补一个特殊的空当。我们可能还会认为，不同的记者会受到球员不同表现方面的影响，并且倾向于相互抵消，而来自同一俱乐部的球探会使用类似的标准来衡量出色的表现，因此更多的运动表现指标会出现在结果中。

为了启动对这个问题的研究，我们一起了解一下球员的表现（事件数据）与一个真实的俱乐部球探对球员的评估之间的关系。这项研究比帕帕拉多更符合现实世界的招募情况。不利的一面是，我只有约十分之一的数据，而且分布不均，所以在一个非常详细的分析中没有太多的意义。

然而，有些结果非常有趣，我认为值得在此报告。

数据和分析

从 199 场不同比赛中，通过 19 名球探的观察，我对 458 名球员进行了 853 次评级。球员从 1-12 进行分级。表 1 显示了每个类

别中球员的数量和评级。

表 1 球员类别

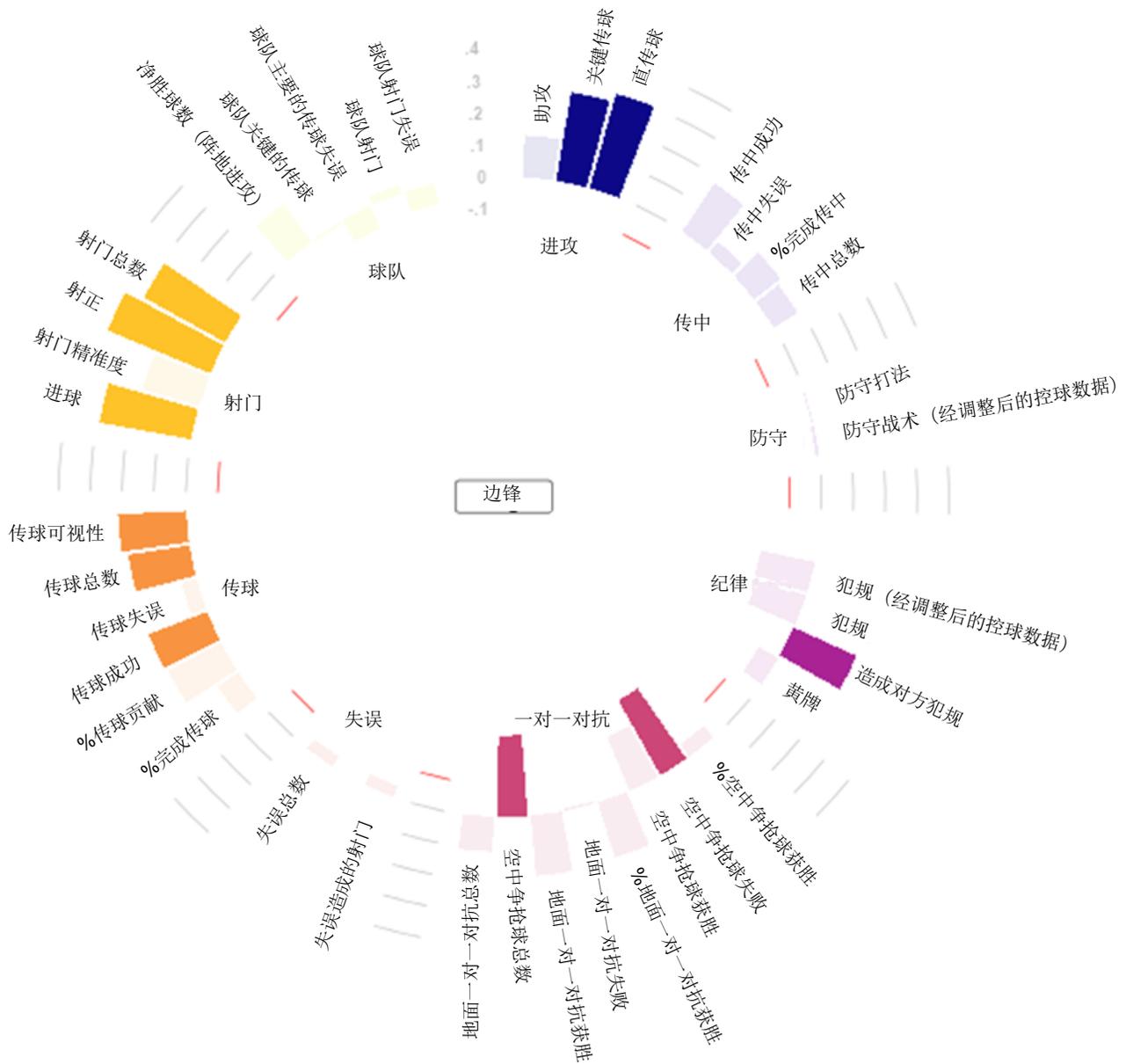
球员类别	球员数量	评级数量
进攻型前卫	49	64
中后卫	90	158
中前卫	101	147
防守型前卫	31	67
边后卫	89	140
前锋	63	120
边锋	75	157

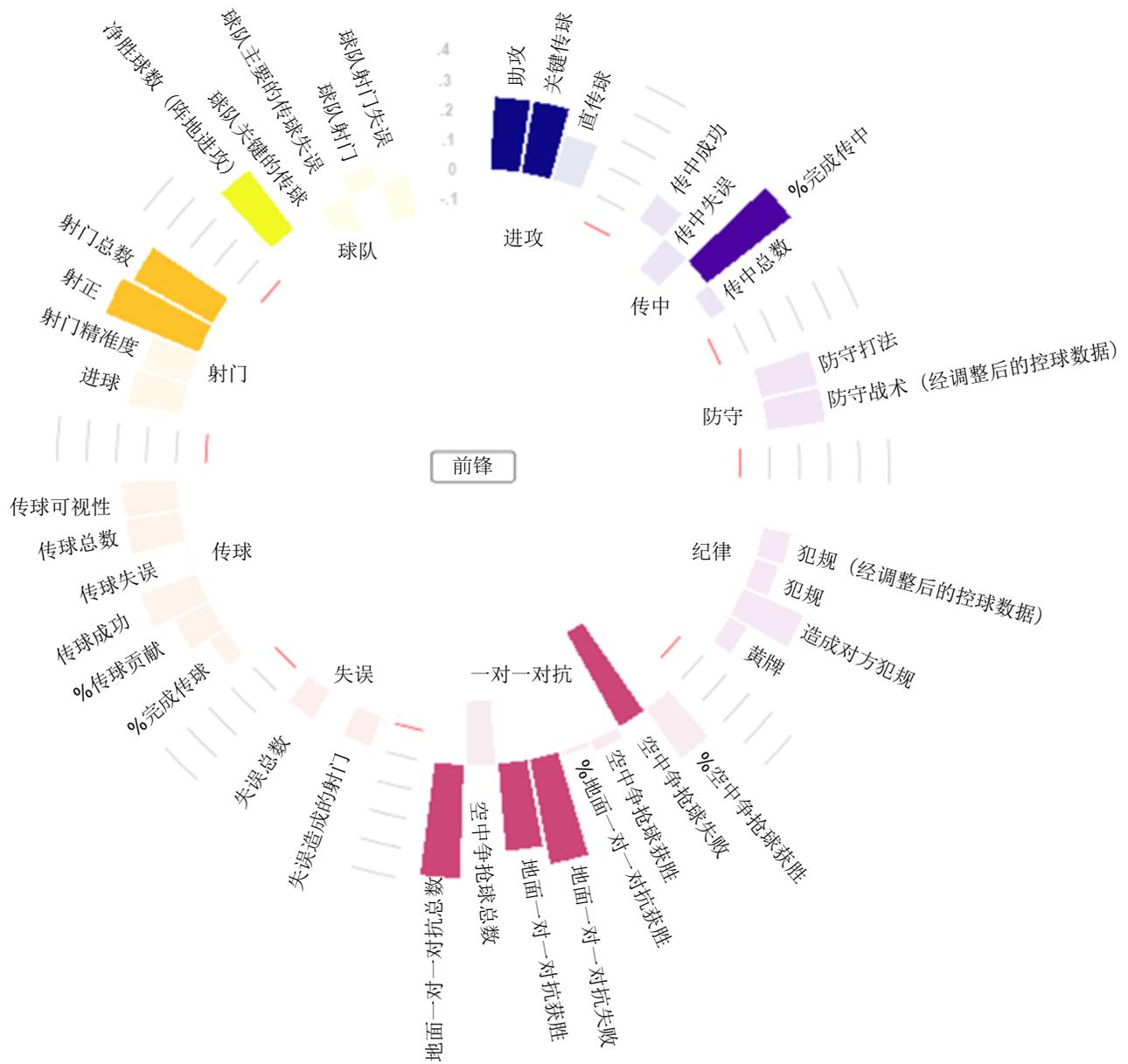
每一场比赛中，球员的分级从 1 到 4 不等。以每场比赛的 OPTA 事件来衡量实际表现。

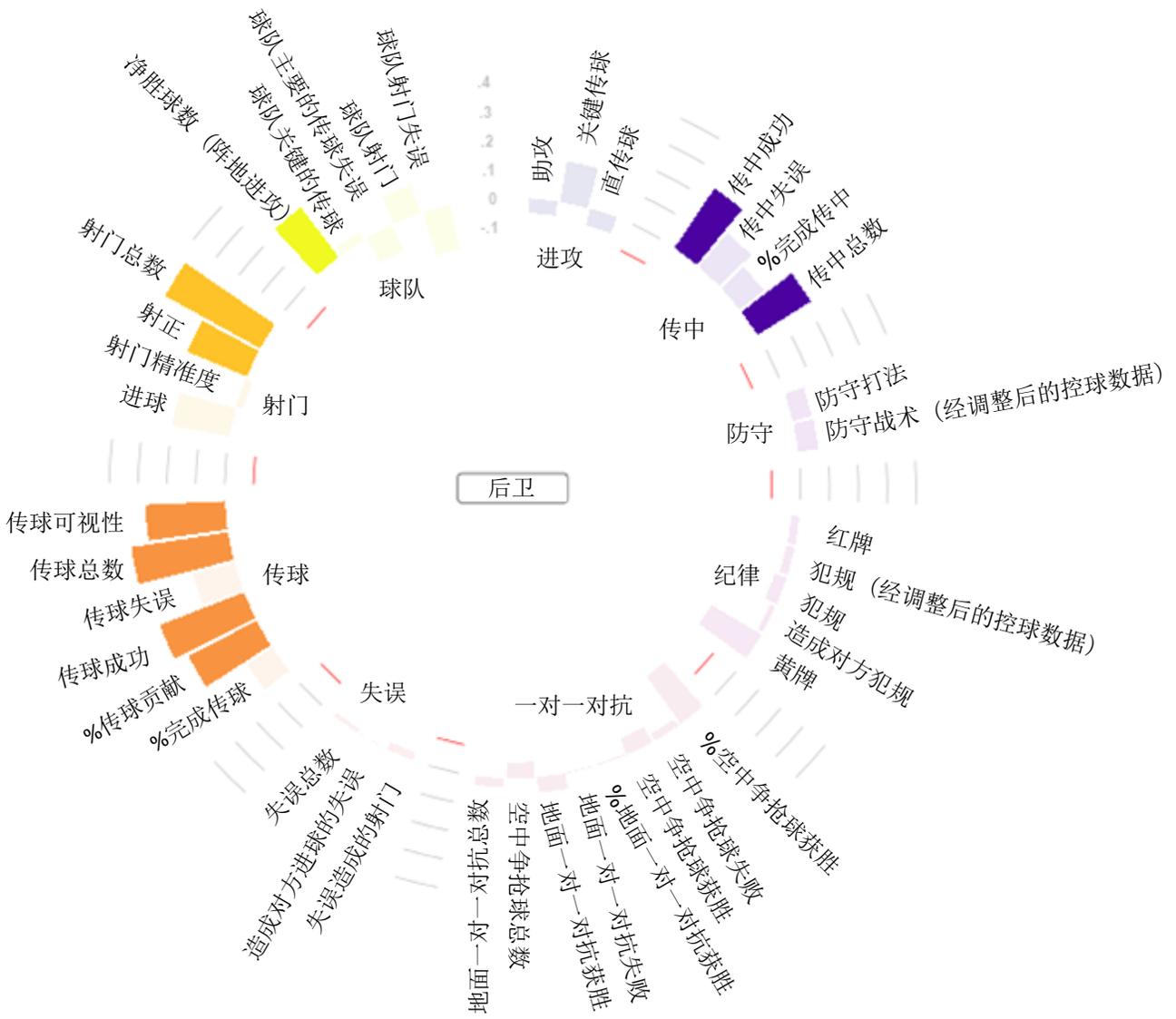
我计算出球探分级和基于 OPTA 指标的选择之间的相关性（由于许多球员被多次用于观察，因此我使用了布兰德·奥特曼方法）。

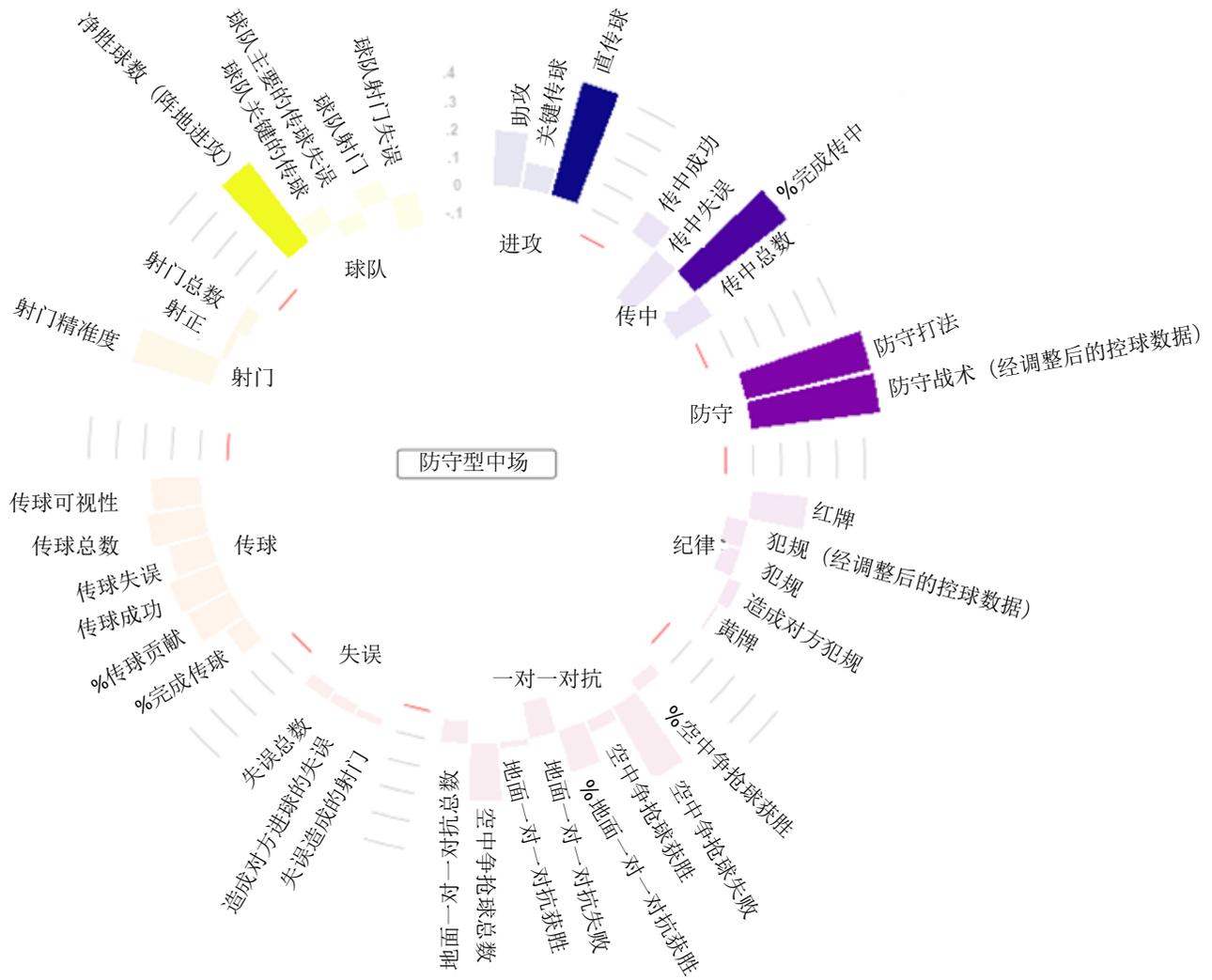
对每个球员的角色分别进行了分析。结果如图 1 所示，正相关从圆圈向外延伸，而负相关向内收缩。统计学上显著的相关性用较深的颜色表示（请牢记每个类别中有不同数量的球员，一个给定的相关性大小对于某个类别可能意义重大，但对于另一个类别则并不适用）。

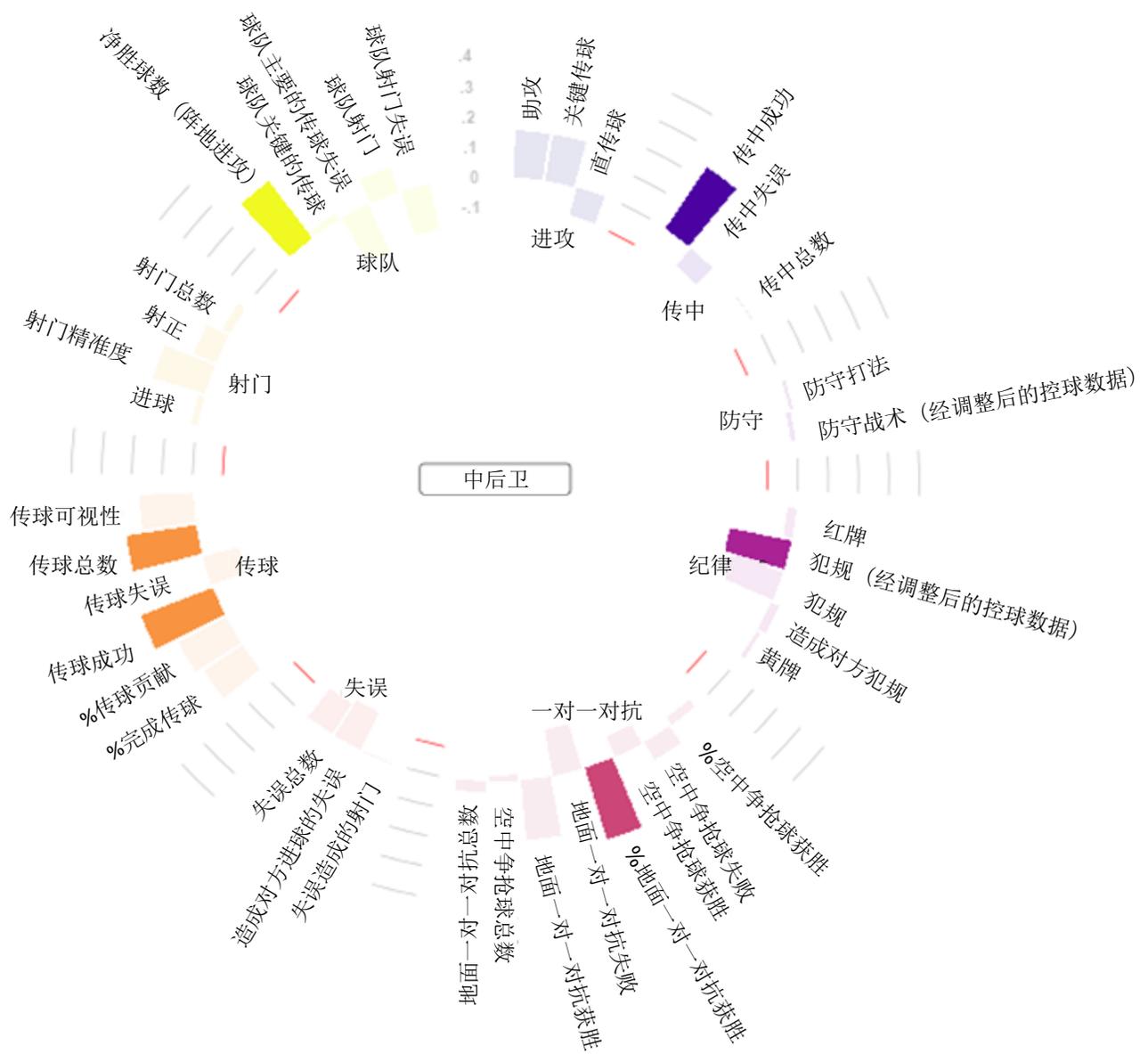
图 1- 图 7 七类球员的事件数据和球探评级

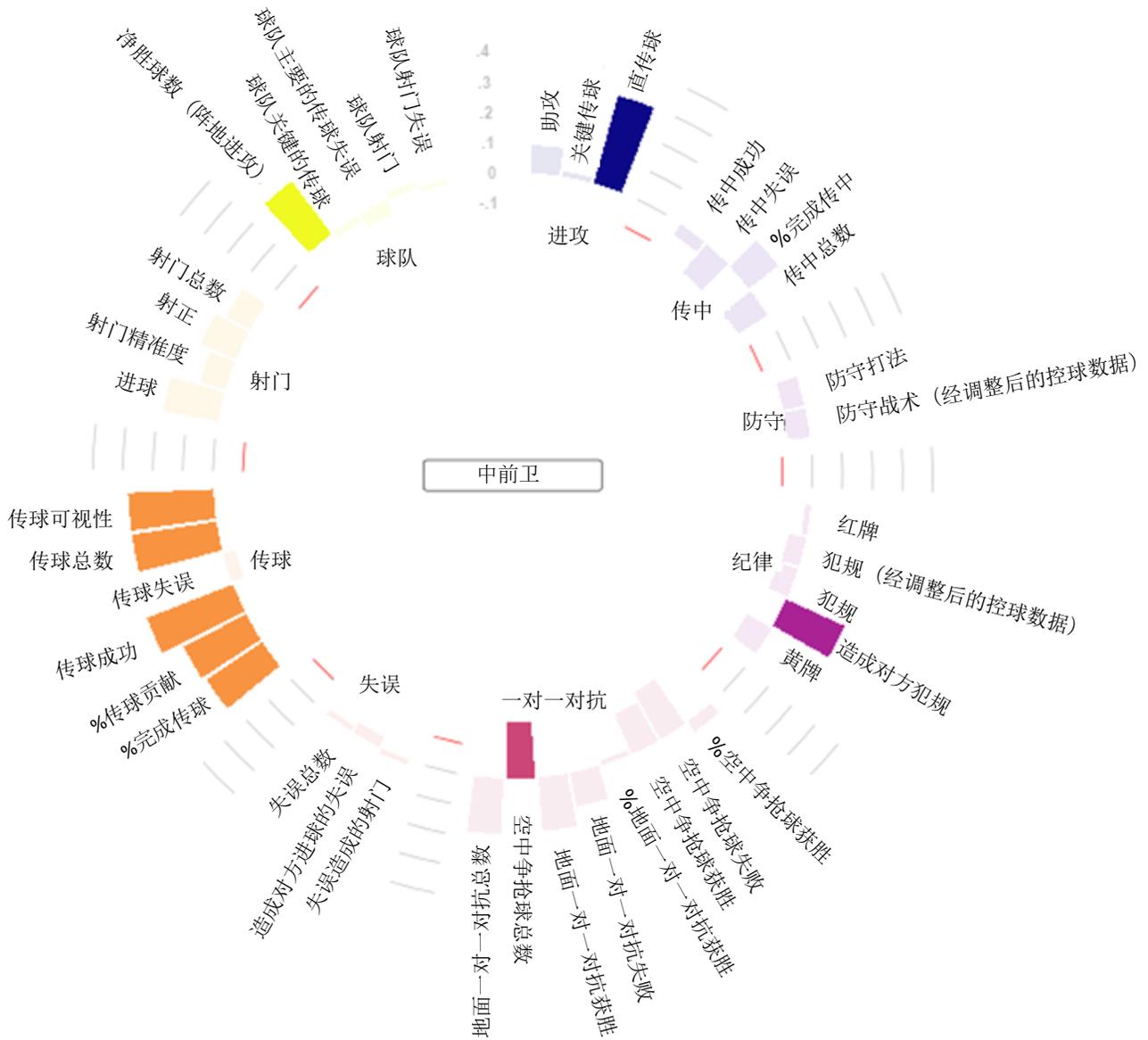


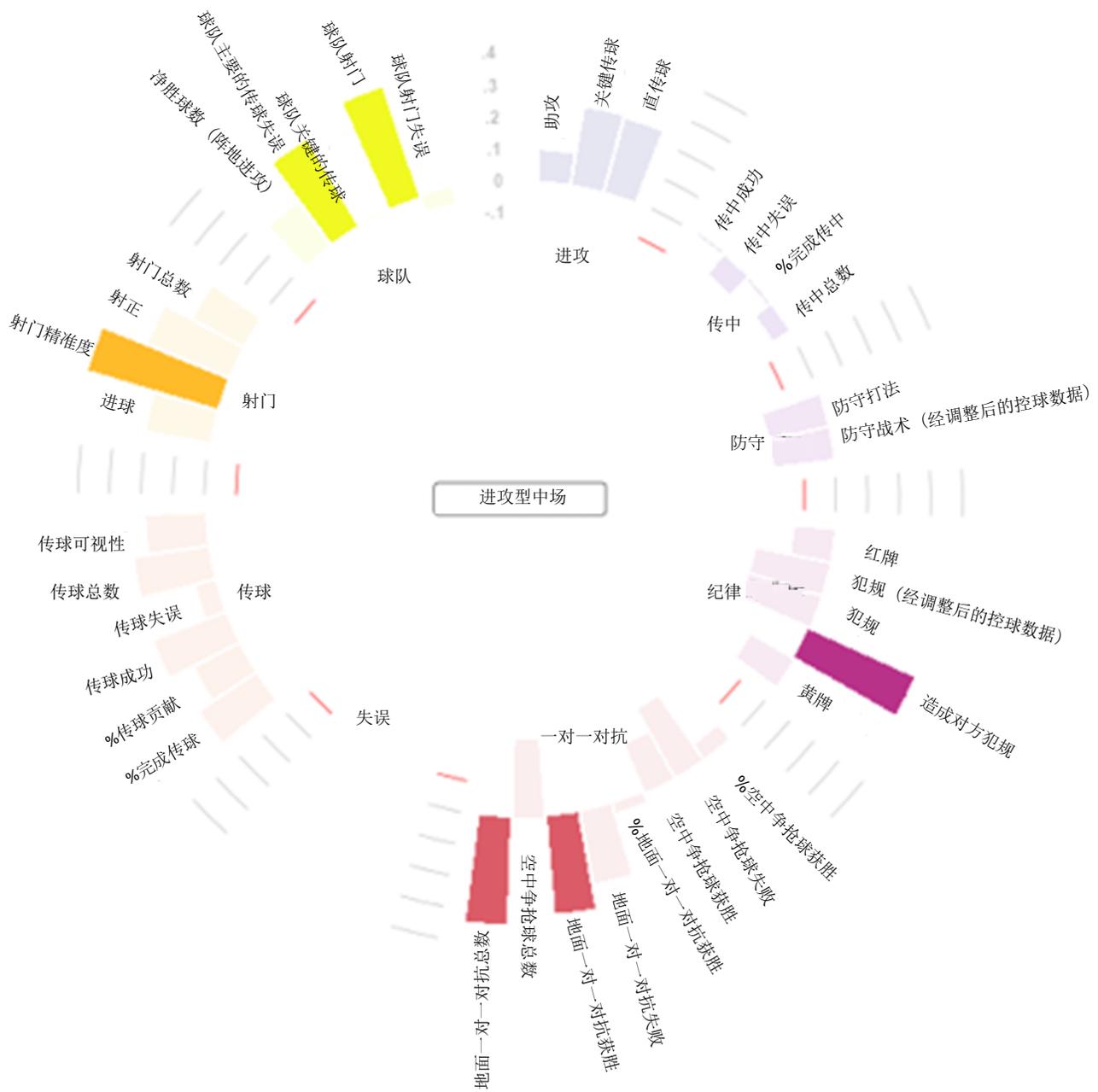












度量指标

图 2 中的大部分度量指标简单明了，但有些需要加以解释。

- 球队部分包含球队而非个人表现的衡量标准。其目的是了解比赛水平的变量是否影响评分，如净胜球数。

- 防守打法是一个综合变量，包括封堵、解围和长传球的总数（这三个 OPTA 事件往往同时出现）。

- 控球调整变量是指 OPTA 指标除以对方球队的触球次数，例如，犯规指对方球队触球犯规的次数。

- 传球贡献百分比是指球员的传球次数除以他所在球队的传球总数。

- 传球可视性是指球员传球的次数除以双方触球的次数。这是对球员整体参与比赛的粗略衡量，不包括加以记录的事件，如进球或犯规。

结论

文章空间有限，所以我不会详细讨论这些发现。大多数情况下，他们可以自己说话，在此我强调几点。

首先，从个体球员上看，我们没必要指望球探能够从球队表现水平中选择相关的特性。例如，调整后控球数据很可能比未经调整的统计数据更能预测球队表现。尽管每一种情况的评级相关性都很相似，但中后卫除外。

一般来说，本例中的球探似乎只采用相关标准评估球员的表现，如边锋和前锋的关键传球，前卫但不是前锋的传球等等。

重要的是，与帕帕拉多所发现的情况正相反，一些“不值得记录的”事件，比如直传球、空中争抢球失败，以及一些百分比指标确实会影响评级。此外，从对前锋的影响来说，射正似乎比进球影响更大。

尽管如此，得出的结果还是受到一定限制。球员有限的样本数据意味着我们没有能力来检测罕见事件的相关性，如射门得分。此外，评级分布不均可能限制了一些相关系数的稳健性。更重要的是，我受限于事件数据，而且我也没有任何跟踪数据，所以缺失节奏方面的信息，它是球探最常谈到的一个球员属性。因此，这些结果应该被看作是探索性的，而不是结论性的。

总结

球员做的与球探看到的有明显重叠。当然，球探不可能简化到只计算不同类型的事件。无论是事件数据，还是跟踪数据，都无法捕捉到球场上的决策、选位、球员的态度、团队合作、领导力、计谋和其他无形的东西的奥秘之处，但至少我们还可以用某些方式来说明。在这方面，经验丰富的球探独具慧眼。

尽管如此，了解主观评级和事件数据是如何关联的，对俱乐部和球探都非常有用。在很大程度上，球探的观察过程似乎

依赖于“隐性”知识—长期经验所获得的专业知识。这些经验被锁在球探的大脑深处，无法用语言表达，俱乐部甚至球探自己也无法理清。我们对评级过程及其影响因素了解得越多，就越能清楚这个过程，也能使球探汇集他们的知识和经验，并达成一个关于球员运动表现的共识。对于球探来说，有关评级过程中统计学意义上的相关性的信息可以帮助他们识别和消除个人偏见。

将客观表现统计数据与对球员主观评

分相结合是足球运动面临的一大挑战。客观表现指标的出现为我们提供了探索球探观察过程的机会。能够做到这一点的俱乐部将具备竞争优势，我希望他们受到激励，在这一领域进行更多的研究。

总的来说，我认为研究结果令人鼓舞，他们可证明球探观察的有效性具有一定的可信度。幸运的是，在招募球员的情况下，球探报告的球员赛时表现似乎更注重技术细节，这与观看比赛为球迷写报道的记者并不相同。

控球在足球比赛中有多重要？

拉斐尔·波利，洛伊克·拉韦内尔，罗杰·贝松

1 概述

报告分析了2016/2017赛季和2017/2018赛季（2017年和2018年夏季联赛）35个联盟会员协会进行的联赛中控球与比赛结果之间的相关性。使用的数据是由专业的InStat公司提供，样本由不少于19,949场各国国内联赛构成。

分析的重点是比赛结果和赛季结束时的排名。尽管球队的取胜与控球的三个指标之间的联系客观存在，但报告显示，控球只是在一定程度上使球队的成绩显著提高。虽然这个结论可能有欠缺，但业内普遍认为，控球不是成功的关键因素。

表 1 研究样本

[奥地利]	足球超级联赛	[以色列]	足球超级联赛
[比利时]	足球甲级联赛	[意大利]	足球甲级联赛
[白俄罗斯]	足球超级联赛	[意大利/2]	足球乙级联赛
[保加利亚]	足球甲级联赛	[荷兰]	足球甲级联赛
[克罗地亚]	足球甲级联赛	[挪威]	足球超级联赛
[捷克]	足球甲级联赛	[波兰]	足球超级联赛
[丹麦]	足球超级联赛	[葡萄牙]	足球甲级联赛
[英国]	足球超级联赛	[罗马尼亚]	足球甲级联赛
[英国/2]	足球冠军联赛	[俄罗斯]	足球超级联赛
[西班牙]	足球甲级联赛	[苏格兰]	足球超级联赛
[西班牙/2]	足球乙级联赛	[塞尔维亚]	足球超级联赛
[芬兰]	足球超级联赛	[瑞士]	足球超级联赛
[法国]	足球甲级联赛	[斯洛伐克]	足球超级联赛
[法国/2]	足球乙级联赛	[斯洛文尼亚]	足球甲级联赛
[德国]	足球甲级联赛	[瑞典]	足球超级联赛
[德国/2]	足球乙级联赛	[土耳其]	足球超级联赛
[希腊]	足球超级联赛	[土耳其]	足球超级联赛
[匈牙利]	足球甲级联赛		

2 通过比赛分析

第一个分析方法是研究控球率与每场比赛的平均净胜球数。控球率是根据实际比赛情况进行计算。图1说明了控球和结果之间为正相关。然而，从控球率57%开始出现真正的差异。正是从这个临界点来看，优势球队的获胜几率显著提升。

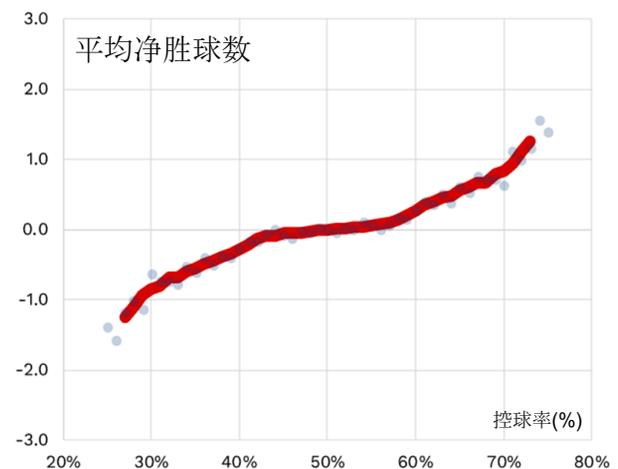


图 1 35 个联赛的控球率与净胜球数

分析的第二个指标阐述了球队在一场比赛中成功的传球数与总传球数的百分比。在这个意义上，它与得分为正相关。然而，在 55% 的阈值之前，比对手传球次数多的能力并不会对比赛结果产生影响。这证实了控球率必须足够高，才能成为取胜的关键因素。

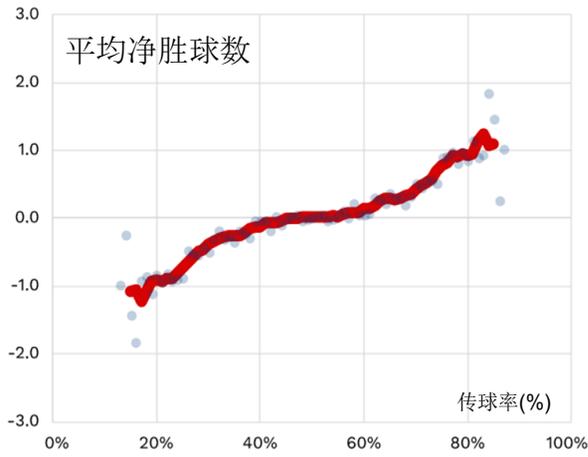


图 2 35 个联赛的传球率与净胜球数

第三种分析将球队在进攻三区的传球数与该区域两队总成功传球数的百分比纳入考虑范围。它也与结果存在正相关。在这个意义上，从 60% 阈值起，相关指标就成为取胜的关键因素。

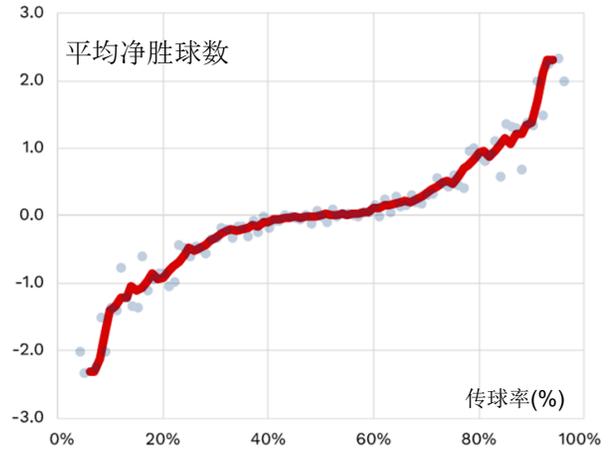


图 3 35 个联赛中进攻三区的传球率与平均净胜球数

该图显示的阈值较高，因为优势球队能够接受对手控制球的局面，采取旨在维持比分的防守战术。虽然这一策略从比赛层面上看是有利的，但下面的章节显示，在整个赛季过程中，情况并非如此。

根据联赛的不同，控球和净胜球之间的联系从比赛层面上看差别很大。举一个突出的例子，控球率在荷兰足球甲级联赛中起着决定性的作用，这是一个采取阵地进攻的水平悬殊的比赛。而另一方面，在所分析的五个乙级联赛中，却没有观察到控球与取胜之间有关联。这些联赛的比赛势均力敌，球队进球数相对较少。

表 2 各个联赛中控球率与净胜球数

	>=50.0%	>=52.5%	>=55.0%	>=57.5%	>=60.0%
NED	+0.50	+0.64	+0.75	+0.88	+1.11
SVK	+0.48	+0.59	+0.68	+0.85	+1.09
CRO	+0.58	+0.74	+0.84	+0.97	+1.03
GRE	+0.42	+0.50	+0.63	+0.78	+1.02
SCO	+0.38	+0.45	+0.63	+0.75	+0.99
UKR	+0.35	+0.45	+0.63	+0.73	+0.95
SRB	+0.50	+0.61	+0.69	+0.84	+0.90
ENG	+0.48	+0.60	+0.75	+0.81	+0.84
POR	+0.32	+0.39	+0.44	+0.62	+0.82
ITA	+0.47	+0.53	+0.64	+0.71	+0.81
SVN	+0.45	+0.54	+0.59	+0.78	+0.78
AUT	+0.26	+0.36	+0.39	+0.65	+0.73
BUL	+0.43	+0.45	+0.51	+0.62	+0.72
FRA	+0.39	+0.45	+0.54	+0.65	+0.68
GER	+0.25	+0.26	+0.30	+0.51	+0.65
ESP	+0.28	+0.37	+0.40	+0.57	+0.65
ISR	+0.26	+0.31	+0.41	+0.50	+0.64
TUR	+0.12	+0.15	+0.24	+0.44	+0.63
RUS	+0.19	+0.24	+0.29	+0.31	+0.50
DEN	+0.30	+0.35	+0.38	+0.38	+0.41
CZE	+0.07	+0.07	+0.08	+0.26	+0.40
SWE	+0.22	+0.25	+0.31	+0.39	+0.38
BLR	+0.16	+0.23	+0.41	+0.54	+0.36
BEL	+0.14	+0.22	+0.23	+0.35	+0.31
FIN	+0.19	+0.24	+0.34	+0.34	+0.30
ROM	+0.07	+0.13	+0.14	+0.19	+0.26
SUI	+0.10	+0.07	+0.06	+0.21	+0.25
ENG/2	-0.08	-0.08	-0.10	-0.04	+0.10
POL	-0.06	-0.03	-0.03	-0.11	+0.06
HUN	+0.07	+0.13	+0.05	+0.04	+0.04
NOR	+0.10	+0.21	+0.15	-0.05	-0.02
ITA/2	-0.13	-0.15	-0.23	-0.15	-0.10
FRA/2	+0.00	-0.04	-0.14	-0.12	-0.14
ESP/2	-0.21	-0.25	-0.24	-0.25	-0.33
GER/2	-0.27	-0.31	-0.33	-0.38	-0.33

3 通过赛季分析

控球的影响力也可以用一个赛季的成绩水平来衡量，无论是每场比赛的平均得分还是总的净胜球数。在这两种情况下，都可得出球队在进攻三区的传球率与两队在该区域的成功传球总数之间有密切相关性。从整个赛季来看，它是本报告中分析的最具相关性的指标。

表 3 35 个联赛在一个赛季 (r2) 中控球指标与比赛结果之间的相关性

指标	每场比赛得分	净胜球数
控球率		
传球率	48.8%	52.0%
进攻三区的传球率	46.7%	49.8%
	53.2%	57.8%

从赛季水平上看，控球率和每场比赛得分之间的相关性再次凸显了联赛差异的重要性。各国足球乙级联赛举办的五大欧洲锦标赛由于控球率对成绩的影响很小，因而脱颖而出。然而，与从比赛水平上观察到的情况相反，除了西班牙足球乙级联赛和德国足球乙级联赛，这种相关性十分显著，误差概率小于 5%。

表 4 赛季末各个联赛的控球率与每场比赛得分之间的相关性

	r2	p	sign
SVN	86%	0.000	***
CRO	80%	0.000	***
ENG	72%	0.000	***
SRB	71%	0.000	***
BLR	70%	0.000	***
BUL	69%	0.000	***
UKR	68%	0.000	***
NED	68%	0.000	***
ITA	66%	0.000	***
SCO	65%	0.000	***
RUS	63%	0.000	***
GER	61%	0.000	***
POR	61%	0.000	***
TUR	60%	0.000	***
FRA	59%	0.000	***
GRE	59%	0.000	***
SWE	57%	0.000	***
ISR	55%	0.000	***
AUT	51%	0.000	***
SVK	49%	0.000	***
BEL	48%	0.000	***
ROM	42%	0.000	***
HUN	42%	0.001	**
CZE	40%	0.000	***
FIN	34%	0.003	**
SUI	30%	0.013	*
ESP	29%	0.000	***
DEN	25%	0.006	**
ENG/2	25%	0.000	***
POL	18%	0.017	*
NOR	16%	0.021	*
ITA/2	15%	0.009	**
FRA/2	11%	0.041	*
GER/2	10%	0.056	ns
ESP/2	1%	0.506	ns

经过分析，在两个赛季中，联赛冠军队的平均控球率为 57%。控球率之所以上升，是因为 59% 的成功传球率和 60% 的进攻三区成功传球率。在研究的 35 个联赛冠军队中，法国足球乙级联赛冠军队是唯一一支平均控球率低于 50% 的球队。

表 5 各个联赛冠军队三项控球指标的平均百分比

	控球率	传球率	进攻三区的传球率
AUT	60%	62%	61%
BEL	54%	57%	55%
BLR	55%	59%	58%
BUL	60%	68%	64%
CRO	59%	66%	63%
CZE	53%	58%	53%
DEN	53%	57%	54%
ENG	61%	68%	65%
ENG/2	53%	52%	55%
ESP	59%	62%	61%
ESP/2	52%	51%	52%
FIN	60%	67%	62%
FRA	59%	61%	60%
FRA/2	48%	50%	47%
GER	66%	73%	70%
GER/2	52%	51%	54%
GRE	59%	65%	61%
HUN	52%	55%	52%
ISR	60%	62%	63%
ITA	57%	56%	58%
ITA/2	53%	52%	55%
NED	54%	62%	54%
NOR	55%	53%	56%
POL	55%	58%	58%
POR	60%	65%	63%
ROM	54%	60%	55%
RUS	54%	58%	57%
SCO	67%	68%	72%
SRB	58%	66%	60%
SUI	54%	57%	54%
SVK	54%	57%	56%
SVN	56%	60%	59%
SWE	53%	57%	55%
TUR	58%	59%	60%
UKR	66%	76%	70%

曼城、凯尔特人和沙赫塔尔以最高的控球率在冠军队中脱颖而出。相反，70支冠军队中有7支以低于50%的控球率赢得了联赛冠军，他们是：特尔纳瓦斯巴达克（Spartak Trnava）、斯特拉斯堡竞技（RC Strasbourg）、兰斯（Stade de Reims）、AIK索尔纳（AIK Solna）、中日德兰（FC Midtjylland）、斯帕尔（Spal 2013）和克卢日（CFR Cluj）。但他们不过是特例。

4 总结

InStat 产生的数据为分析足球运动和了解取胜的关键因素打开了机会大门。这份报告显示，任何野心勃勃的球队都必须获得至少和对手一样多的控球权。在35个联赛和两个赛季的分析中，70支冠军球队在他们的取胜赛季中平均控球率达57%。

从比赛层面上看，所有纳入的指标都表明，一支球队有时可以允许对手控球占优，特别是在他们领先的情况下。然而，从长远来看，这不是一个成功战术。事实上，不对对手进行有效的施压，意味着有先失球的风险。

表 6 各个联赛冠军队控球率最高记录

1	Manchester City [ENG, 2017/18]	68.6%	
2	Bayern Munich [GER, 2016/17]	67.4%	
3	Celtic FC [SCO, 2016/17]	67.2%	
4	Celtic FC [SCO, 2017/18]	66.7%	
5	Shakhtar Donetsk [UKR, 2016/17]	66.7%	
6	Shakhtar Donetsk [UKR, 2017/18]	66.1%	
7	Bayern Munich [GER, 2017/18]	64.5%	
8	Paris Saint-Germain [FRA, 2017/18]	64.1%	
9	Barcelona [ESP, 2017/18]	61.7%	
10	GNK Dinamo [CRO, 2017/18]	61.5%	
11	Red Bull Salzburg [AUT, 2017/18]	61.5%	
12	HJK [FIN, 2017]	61.3%	
13	Hapoel Be'er Sheva [ISR, 2016/17]	61.1%	
14	AEK Athens [GRE, 2017/18]	60.8%	
15	Benfica [POR, 2016/17]	60.8%	

表 7 各个联赛冠军队控球率最低记录

1	特尔纳瓦斯巴达克 [斯洛伐克, 2017/18]	48.0%	
2	斯特拉斯堡竞技 [法国/2, 2016/17]	48.1%	
3	兰斯 [法国/2, 2017/18]	48.4%	
4	索尔纳 [瑞典, 2018]	49.1%	
5	中日德兰 [丹麦, 2017/18]	49.3%	
6	斯帕尔 [意大利/2, 2016/17]	49.3%	
7	克卢日 [罗马尼亚, 2017/18]	49.3%	
8	莱万特 [西班牙/2, 2016/17]	50.0%	
9	杜塞尔多夫 [德国/2, 2017/18]	50.3%	
10	埃因霍温 [荷兰, 2017/18]	51.0%	
11	布达佩斯战士 [匈牙利, 2016/17]	51.1%	
12	布拉格斯拉维亚 [捷克, 2016/17]	51.4%	
13	莫斯科火车头 [俄罗斯, 2017/18]	51.4%	
14	狼队 [英格兰/2, 2017/18]	52.2%	
15	安德莱赫特 [比利时, 2016/17]	52.5%	

足球运动员在比赛中的跑动分析

焦尔毛蒂, 穆罕默德·西菲

1 引言

近十年来, 球员跑动表现的量化分析已成为主流。新技术的运用, 让分析重点不断转向更多的跑动指标。这些系统反映球员的跑动表现以及训练和比赛中的技战术使用情况。新方法可对职业球员进行更详细的评估, 包括对对手的侦察、训练课的设计或球员发现等领域产生影响。

以往对足球相关视频的分析研究重点放在球员和球队与比赛相关的表现上。这些方法大都集中在描述性统计上, 捕捉球员的一些战术表现。例如, 足球的平均射门数、进球数、犯规数、传球次数等, 都是由球队和球员得出的。其他工作确定并分析了球队的战术应用结果。然而, 球员的体能表现, 特别是他们的跑动尚未得到具体的关注。

获取与足球运动员体能表现相关的数据集是一项极具挑战性的工作。球队将这类信息视为机密, 尤其是如果数据涉及到球员在比赛中的表现。尽管许多球队在体育场内安装使用球员跟踪系统, 但这种性质的数据集并不能用于研究或公开采用。获取比赛中所有球队的体能表现的定量信息几乎是不可能完成的任务。因此, 大多数对球员表现的分析 and 评估并没有包含太多比赛中体能方面的信息, 这就形成了球

员跑动分析的一个盲区。

本文通过提取足球运动员的跑动特点, 提出解决上述问题的新方法。我们使用数据供应商公司提供的来自 50 多场足球联赛基于比赛事件的数据集, 这样我们就可以在不加大投资的情况下分析潜在的数万名球员的跑动特点。这个方法不需要在体育场安装昂贵的专业球员跟踪系统。相反, 如果比赛被直播, 我们的方法便可使用。因此, 我们的技术不需要征得相关球队的同意, 但它可以洞察不同球队的众多球员的体能表现。

我们的工作主要有以下三个方面:

- (1) 提出了一种分析球员跑动特征的方法。
- (2) 计算出球员之间的相似性, 从而找出能够替代给定球员的潜在人选。
- (3) 根据球员在比赛中的跑动方式以量化他们的独特性和一致性。

据我们所知, 我们的这项研究是第一次创新地以足球运动员的跑动模式为重点, 通过基于比赛事件的数据集为足球产业提供新颖、可操作的认知。

2 跑动剖析面临的挑战

正如我们已经指出的, 如何量化足球运动员的跑动模式并不是一件轻而易举的

事情。这个问题的核心在于可用于程序中潜在数据集的属性。足球产业中有三种主要的数据采集方法：基于比赛事件的、跟踪的和可穿戴的传感器。我们逐个简要地描述这三种方法，重点关注它们与球员跑动分析相关的属性。

首先，基于比赛的数据集解释了最重要的、比赛中与球有关的情况，该方法涉及到从比赛录像中解读比赛的研究人员。尽管数据提供商使用了质量保证技术，但这种技术很容易出现人为失误。尽管如此，数据集被媒体广泛使用，以便提升球迷的观赛体验。另一方面，数据采集几乎是实时的，数据的产生也无需在体育场安装任何专用设备。

第二，跟踪数据集包含了整场比赛中球员和球运动的微小细节。这些数据由专用的、精确定位的摄像机的视频信号生成。光学跟踪计算从视频中提取轨迹；然而，有些场景（例如球员冲撞）仍然需要操作人员的监管。最近的一项研究表明，不同的跟踪系统之间存有差异，例如球员的跑动轨迹可能有几米的误差。这项技术有一个明显的短板，它需要在体育场内安装一个系统。因此，在收集数据之前必须征得主队的同意。任何想要对比赛中球员跑动模式进行分析的人都需首先征求所有球队的同意（通常是指联赛参赛球队）。这是实施体能表现分析的一个主要障碍。

第三，可穿戴传感器设备收集球员跑动的详细数据集。这些设备的感应器能捕捉到球员的跑动、加速和旋转等等。这

项技术在比赛中的应用已经取得国际足球管理机构国际足联最近一项决议批准。从2015年7月起，球员在正式比赛中可穿戴传感器。然而，最近的一些研究显示，这些装置在准确性和一致性方面存在问题，应谨慎使用相关数据。这项技术有一个更关键的实际问题：数据集只保存单个球队的球员信息，与球有关的细节和对方球员的信息却缺失。这种处理方式是防止对多支球队的球员表现进行比较，以及对球员的战术分析。

对现有数据采集技术的回顾揭示了相关研究的难度，这些研究侧重于对球员跑动模式进行定量评估。正如我们在本文中所展示的，基于比赛事件的数据集可以用来解决这个问题，并洞察球员的跑动模式。我们将在下一节介绍我们的方法。

3 方法论

在这一部分，我们介绍了使用方法，分解球员的跑动细节，然后创建他们的跑动特征。最终目的是根据球员的跑动特征来量化他们的相似之处，也就是球员在整个赛季中的跑动规律。在接下来的分析过程中，我们运用了基于比赛事件的数据集。

3.1 数据集

我们使用 Opta 生成的基于比赛事件的数据集，它涵盖2012/2013赛季的西甲（即西班牙足球甲级联赛）。数据集包含足球

比赛主要事件的各个方面,包括传球、射门、盘带球和铲球。例如,数据集有 300,000 多次传球和近 10,000 次射门。数据集包含这些比赛事件的时间和位置以及涉及的球员身份。由此便可推导出球员跑动的粗略时间序列。我们注意到数据集的时间注释精度是秒。

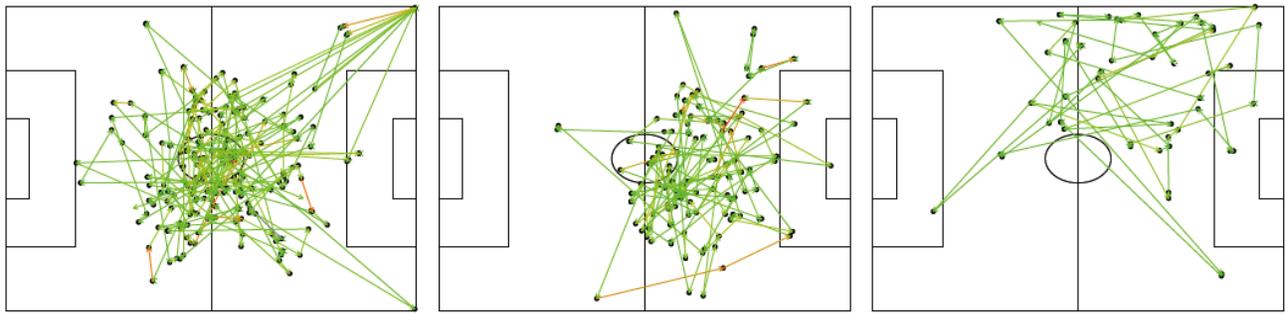
3.2 运动矢量提取

我们用 7 个方面描述了每一个运动矢量: $(x_1, y_1, x_2, y_2, t, s, b)$, 其中跑动开始于时间 T 的位置 (x_1, y_1) , 结束在位置 (x_2, y_2) , 速度用 s 表示, 而 b 表示有球(即球员是否有球权)。赛季分析结果, 总共我们获得 542 名球员的 660,848 个运动矢量。球员在赛季中有不同的跑动—无论是数量上还是属性上: 每名球员的平均跑动次数为 1,219 次(最高可达 4,998 次), 而跑动的平均距离为 19.4 米(最高可达 100 米)。在图 1 中, 我们展示了在一场比赛中提取的三名球员的跑动情况。这些数字显示了球员跑动的区域, 同时也揭示了他们在球队中所扮演的角色。例如, 哈维主要活动区域是中场, 并伴有一些高强度跑(红色箭头); 梅西在场地的右侧活动, 五次突破进入对手的罚球区(箭头指向罚球区); 而克里斯蒂亚诺·罗纳尔多则常在左侧活动, 且跑动距离较远。这是我们方法的第一步: 提取球员的运动矢量。我们注意到, 就球员位置而言, 我们收集的基于比赛事件的数据集太少, 也就是说, 只有当球员

参与到与球有关的比赛事件时, 才会记录球员的身体位置。球员所参与的两个事件之间的时间可以少到几秒, 也可以多达几分钟。在创建运动矢量时, 我们充分考虑到足球场的规格并不完全相同。足球规则的一个有趣的特点是场地的大小不是固定的, 即使在国际比赛中也有设计足球场的空间。根据《足球比赛规则》第一条, 球场的长度应在 100 米至 110 米之间, 而宽度应在 64 米至 75 米之间。目前正在进行标准化工作, 大多数新建体育场的场地标准为 105×68 米。在这一方面, 西班牙的情况也差不多。埃尔切(Elche)体育场的尺寸为

108×70 米, 而巴列卡诺(Rayo Vallecano)的足球场为 100×65 米。

我们使用的另一个数据准备技术与数据集中的传球处理有关。就传球而言, 我们为传球的发起者(即时间戳和地点)做了一个完整的数据点。相比而言, 接球人的数据集不包含时间戳。为了克服这一问题, 并丰富提取的时间序列信息, 我们使用前一个比赛事件的时间戳, 即传球的启动。这是我们认为的最佳估计方法。



(a) 哈维

(b) 梅西

(c) 罗纳尔多

图 1 从基于比赛事件的数据集得出的一场比赛中球员的运动矢量图。箭头的颜色对应于球员的跑动速度（绿—慢，红—快）。各队从左向右进攻。

3.3 跑动特征结构

我们的目标是获得跑动特征，使我们能够比较球员的跑动表现，并分析球员在整个赛季中的作用和体能的稳定性。球员有不同数量的矢量图，为处理这个问题，我们采用了以下方法。首先，我们利用所有球员的所有矢量图，导出赛事中最相关的 K 运动矢量。我们使用小批 K 均值聚类算法确定以下特征：质心运动表示属于特定聚类的矢量。我们应用这种方法，而不是构建一个地点网格，目的是获得平稳、平衡的集群（否则，就网格方案而言，集群中的成员数极不对称）。在本文中，我们采用 K=200。第二，对于球员的每一个跑动，我们确定它所属的聚类，即计算最相似的特征矢量。在附录中，我们展示了一些特征矢量的覆盖情况，即哪些运动矢量属于给定的特征矢量（图 8）。第三，我们汇集球员应用每个特征矢量的次数，创

建一个特征的频率矢量。最后，我们用一个球员的跑动总数来规范频率。作为归一化的结果，我们便获得了该球员的跑动特征。例如，我们在图 2(A) 中给出了梅西前 50 位的跑动方向。这个数字显示梅西在进攻三区有短距离的跑动，而他的中长跑则是从球场的右侧开始。

我们可以通过在初始运动矢量集上应用过滤器来关注球员的特定跑动。其中一个过滤器是控球。一个球员有球时如何移动非常关键。为了关注这一点，我们确定了球员所有控球事件的总合（即跑动开始时和结束时球员都在控球）。像重新拿球、断抢球和接传球都标志着球员控球动作的开始，也就是说，球员与球一起移动。相反，

如果跑动事件的第一个动作是传球，球员在给定的运动矢量中没有控球。过滤后，我们构建了球员的特性矢量和特征矢量。我们在图 2(B) 中介绍了梅西最重要的有球跑动特征。梅西拿到球后有六条主要跑动路线（用粗箭头表示），所有这些跑动都位于进攻三区开始的中心地带。

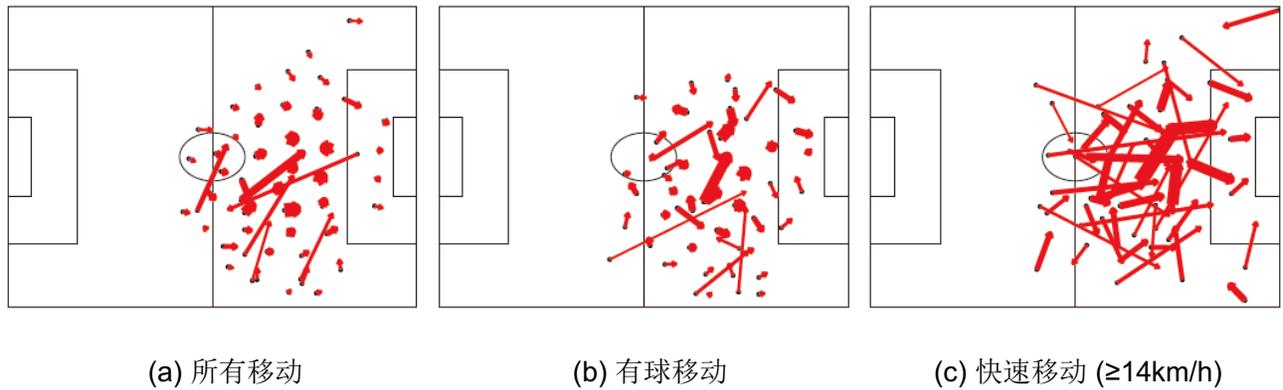


图2 梅西整个赛季最强的50个跑动方向。箭头的使用程度与跑动的频率相对应。根据我们所考虑的运动集，该方法揭示了人们对球员体能表现的不同认知。

另一个方面是跑动的速度：快速跑动通常与比赛中的重要事件相关。我们采用了一个跑动速度的阈值，即跑动速度至少保持在14公里/小时，这与足球产业中广泛使用的类别相一致。图2(C)显示了梅西的快速跑动：不仅揭示了他长于中场的特征，还展示了他如何接近和进入对手的罚球区。

3.4 独特性与一致性

跑动特征的主要应用之一是找到能够替代给定球员的相似球员。我们在本文后面的章节中给出替代一些球员的人选，一些相似之处令人惊讶。然而，我们获得的认知不仅仅如此。球员的跑动特征使我们能够量化球员的另外两个决定性品质：独特性和一致性。为此，我们使用余弦相似度来衡量两个球员之间的差距。从独特性来看，找到两个跑动相似的球员难度极大。

我们使用整个赛季的跑动特征，对于

每个球员，我们确定了最相似的跑动特征M（在我们的评估中，M=5）。这是通过识别与特定球员差距最小的球员（即具有极小余弦距离的球员）来实现。设 $d_{ij}=D(c_i, c_j)$ 表示球员i与j之间的余弦距离，其中 c_i 表示球员i的跑动特征。我们计算球员i的独特性如下：

$$(1) \quad U_i = \sum_{j=1}^M d_{ij}$$

这个度量的范围是(0, M)，这个值越高，球员就越唯一。独特性度量法可推广用于比赛中特定的跑动，在这种情况下，仅需测算个别比赛的跑动特征之间的差距，而不必测算整个赛季。

如果球员使用难以复制的动作，那就更好了。然而在整个赛季中有稳定的表现也同样重要。我们使用球员的比赛跑动特征来评估这一点。设 $t=1, \dots, N$ 表示球员参与的比赛，而 c_i^k 表示在比赛k中球员i的跑动特征。比赛k中球员i的一致性定义为其跑动特征的平均比对距离：

$$(2) \quad C_i^k = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N D(c_i^k, c_i^t)$$

一致性范围为 (0,1)。如果一致性指标 C 很小,说明球员在整个赛季都会采用类似的跑动,也就是说,预计整个赛季都可能出现相同的跑动。

4 实证结果和认知

接下来,我们将拟定的方法应用于涵盖西班牙足球甲级联赛 2012/2013 赛季比赛的数据集。我们首先关注的是识别相似的球员,然后我们研究这些球员的独特性和一致性。最后,我们重点关注另一个领域,该方法在此领域能够获得新的认知:与机会创造相关的跑动。

4.1 相似性

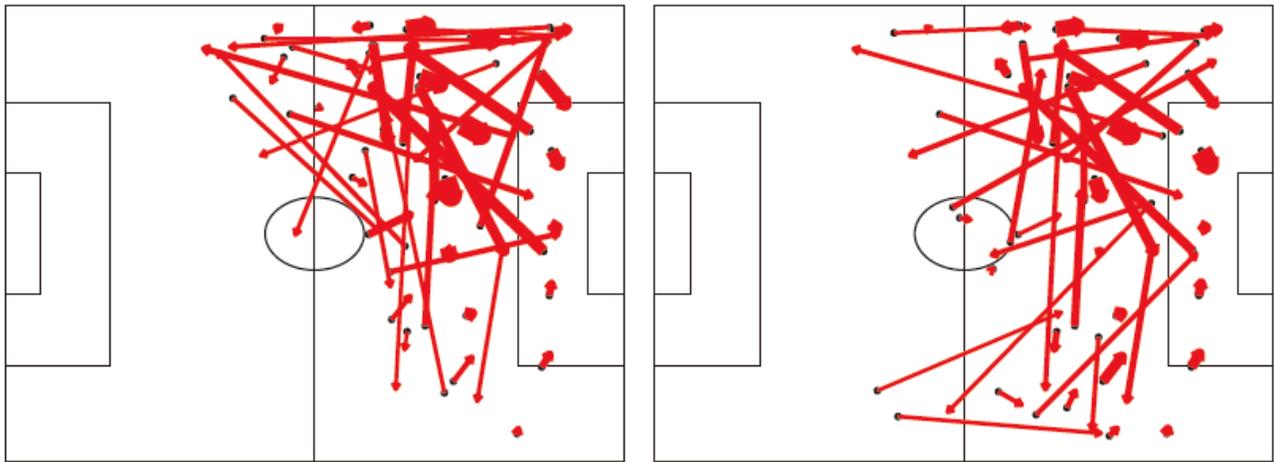
我们根据球员在赛季中的所有跑动以及跑动特征来确定他们的相似之处。在表 1 中,我们重点介绍了与梅西、克里斯蒂亚诺·罗纳尔多和哈维的跑动最相似的五名球员。相似球员的名单可以被认为是替代者的候选名单,至少根据他们在比赛中的跑动情况,他们有可能取代给定的球员。表中包含了球员之间的差距。我们在表中展示了球员的市场价值,以作参考。球员的市场价值是在赛季结束时(即 2013 年 6 月)根据转会市场的估算做出的。有些结果直截了当,比如梅西和萨维奥拉,或者哈维和蒂亚戈。

然而,罗纳尔多的名单非常有趣。我们的方法显示,与克里斯蒂亚诺·罗纳尔多最相似的球员是鲁本·卡斯特罗(皇家贝蒂

斯)。我们在图 3 中说明了罗纳尔多和卡斯特罗跑动的相似之处。图中显示了球员使用的特征矢量以及矢量的程度。尽管卡斯特罗不像罗纳尔多那样受到追捧,但两人之间有着惊人的相似之处。然而他们的市场价值却存在巨大差异:1 亿欧元和 450 万欧元。这个例子突出了我们的方案最重要的优势:我们能够识别出那些有着同著名球员相似跑动能力的球员,但他们的转会价格仅仅是那些著名球员的一小部分。

表 1 同梅西、克里斯蒂亚诺·罗纳尔多和哈维最相似的前五名球员以及他们的市场价值

#相似度	球员	距离	市场价值 (€)
	莱昂内尔·梅西—巴塞罗那		120M
1	哈维尔·萨维奥拉—马拉加	0.155	3M
2	罗达梅尔·法尔考—马德里竞技队	0.158	60M
3	迭戈·博纳诺特—格兰纳达	0.174	2M
4	奥巴费米·马丁斯—莱万特	0.180	3.5M
5	恩里克·德·卢卡斯—塞尔塔	0.193	0.5M
	克里斯蒂亚诺·罗纳尔多—皇家马德里		100M
1	鲁本·卡斯特罗—皇家贝蒂斯	0.079	4.5M
2	安东尼·格里兹曼—皇家社会	0.089	15M
3	埃尔德·波斯蒂加—皇家萨拉戈萨	0.125	5M
4	乔治·莫利纳—皇家贝蒂斯	0.127	3.5M
5	乔纳森·比埃拉·拉莫斯—瓦伦西亚	0.132	3M
	哈维·埃尔南德斯—巴塞罗那		15M
1	蒂亚戈·阿尔坎塔拉—巴塞罗那	0.069	22M
2	萨米·赫迪拉—皇家马德里	0.109	22M
3	卢卡·莫德里奇—皇家马德里	0.113	35M
4	纳克斯奥·因撒—塞尔塔	0.116	0.9M
5	丹尼尔·帕雷霍—瓦伦西亚	0.122	10M



(a) 克里斯蒂亚诺·罗纳尔多（皇家马德里）

(b) 鲁本·卡斯特罗（皇家贝蒂斯）

图3 克里斯蒂亚诺·罗纳尔多和他最相似的对手鲁本·卡斯特罗的最强的50个跑动特征。这两名球员之间有着显著的相似之处，但他们的市场价值却有两个数量级的差异。

4.2 独特性

接下来我们将重点关注球员的独特性，换言之，要想找到一个能够在整个赛季中跑动相同的球员十分困难。至于独特性，我们只研究那些在整个赛季中至少有500次跑动的球员，以避免由于球员在赛季中上场时间较少而造成的误差。我们在表2中展示了比赛中最具独特性的十位球员，以作参考。此外我们还罗列出球员在本赛季的跑动次数。这些球员大多数司职后卫，他们在本赛季的大部分时间里被安排在不同边路踢球。例如，巴塞罗那俱乐部的阿德里亚诺在本赛季以左后卫和右后卫的身份出场。梅西被认为是一个独具特色的球员，这也反映在我们的报告中，他在独特

性名单中排名第八。我们在附录中介绍了这些球员最重要的特征矢量（图9）。

4.3 一致性

接下来，我们重点关注跑动的一致性。球队的教练更喜欢表现一致的球员。如果表现一致，

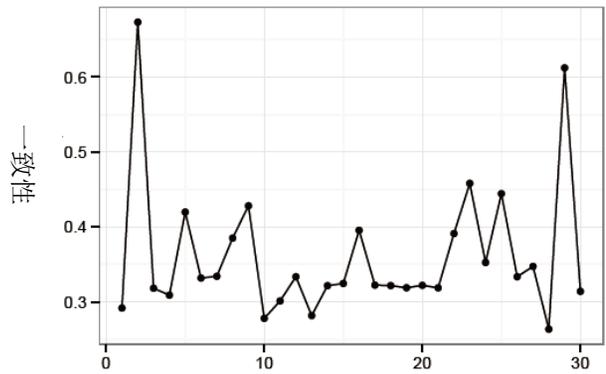
球员会按预期的跑动。从另一方面讲，球队很难相信一个跑动变化很大的球员。在分析联赛的趋势之前，我们首先看图4给出的例子，图4展示了哈维在整个赛季跑动的一致性。水平轴表示他参与的比赛场次，而垂直轴表示比赛的一致性。值得注意的是，哈维在这个赛季的大部分时间里都表现得很稳定。本赛季开始和结束的两个离群点都出现在在被替换下场的比赛。我们在图5中展示了比赛10、比赛12和比赛23的运动矢量。具体数字表明了相似的轨迹。哈维在中场有大量的横向移动，一些快速跑动方向冲着对方的罚球区，他还是球队的角球负责人。如图1(A)所示，这

也是哈维在对阵皇家马德里的比赛中所扮演的角色。在第三场比赛中（也就是比赛23），哈维的跑动也是一样的，但他没有打完整场比赛，这就导致他的一致性数值略有升高。

最后，我们分析了联赛中球员的独特性和一致性(图6)。后卫在总体上是一致的，但他们并没有太大的区别。中场和前锋之间没有明显的区别。这两个属性之间有着明确的关系：独特性以牺牲一致性为代价。数据集包含三个异常值，奇怪的是他们都是巴塞罗那的球员。在防守方面，阿德里亚诺有着非常独特的表现。

表 2 比赛中最具特色的十名选手。研究结果显示，那些能够胜任多个位置的球员很难被取代（例如，场地的不同边）。

球员	独特性	#跑动
阿德里亚诺·科雷亚 (Adriano Correia)	1.246	2067
马丁·蒙托亚 (Martin Montoya)	1.021	1485
弗朗哥·巴斯克斯 (Franco Vazquez)	0.978	659
丹尼尔·拉尔森 (Daniel Larsson)	0.974	738
奥耶·马泰 (Oier Sanjurjo Mate)	0.921	2209
胡安·托雷斯·鲁伊斯 (Juan Torres Ruiz)	0.892	743
塞尔吉奥·拉莫斯 (Sergio Ramos)	0.876	2957
莱奥内尔·梅西 (Lionel Messi)	0.860	3809
鲁文·加西亚·桑托斯 (Ruben Garcia Santos)	0.848	1148
恩里克·德·卢卡斯 (Enrique De Lucas)	0.842	611



比赛场次

图 4 整个赛季哈维的一致性表现。在本赛季的大部分时间里，他的跑动都很相似，而且保持稳定，两个异常值都出现在他替补出场的比赛。

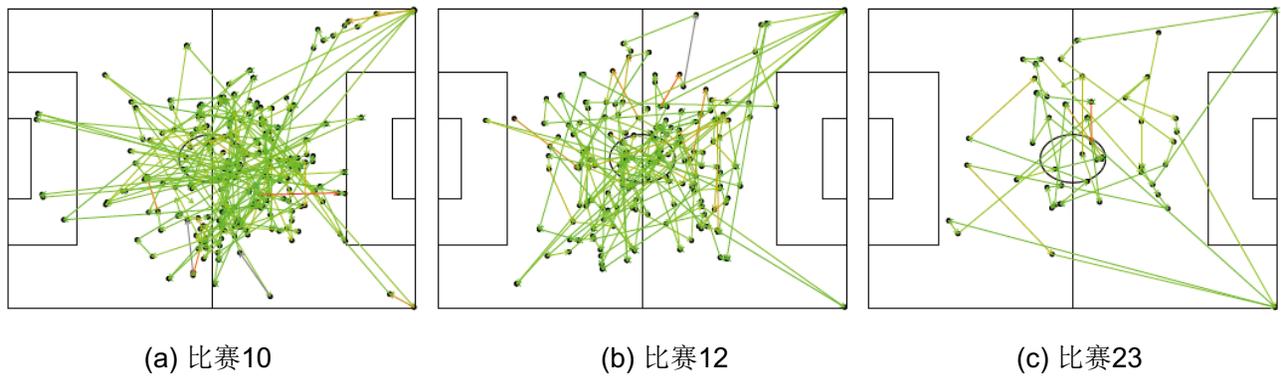


图 5 哈维在三场典型比赛中的全部运动矢量。无论哪场比赛，其跑动的态势都很相似。

也就是说，相似的球员之间的差异在于他们跑动表现的一致性（一致性为 0.75）。伊涅斯塔的跑动有很高的一致性（即 0.40），他的跑动也相当独特（0.78）。梅西是前锋球员的异常值，具有高度的独特性和高度的一致性（分别为 0.86 和 0.30）。梅西的跑动情况与克里斯蒂亚诺·罗纳尔多形成了鲜明的对比，在跑动的独特性和一致性方面（分别为 0.55 和 0.51），罗纳尔多似乎只是一名普通球员。

4.4 机会创造

我们可以用我们的方法提取球员在所有比赛中的跑动情况。通过这种方式，我们可以关注到比赛中与特定事件相关的球员跑动。这潜在地开辟了一条新的与分析创造得分机会的跑动模式有关的研究路线。在此，我们用两个例子来说明这一领域的发展潜力。

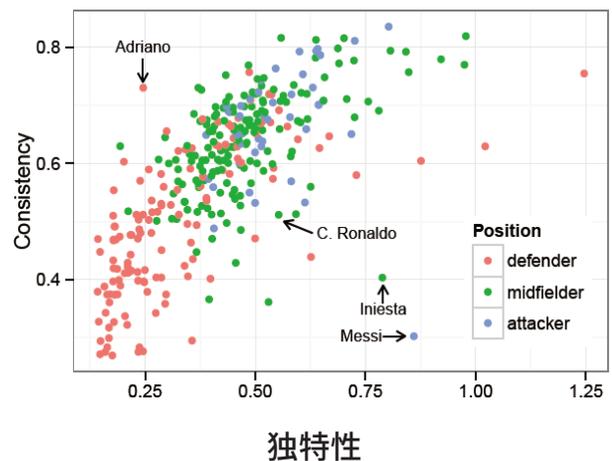


图 7(A) 显示球员在射门前的跑动情况。这就是像梅西一样的球员创造得分机会的地方。进入进攻三区并完成射门的主要路线有三条：在罚球区的左边直跑；从场地的中间斜插禁区边缘跑动；从右边起向罚球区斜插跑动。我们注意到，这些跑动中的一个显著特定是快速跑动。

图 6 联赛中球员的独特性和一致性情况。圆点的颜色表示球员的场上位置。位置的异常值分别是阿德里亚诺、伊涅斯塔和梅西。

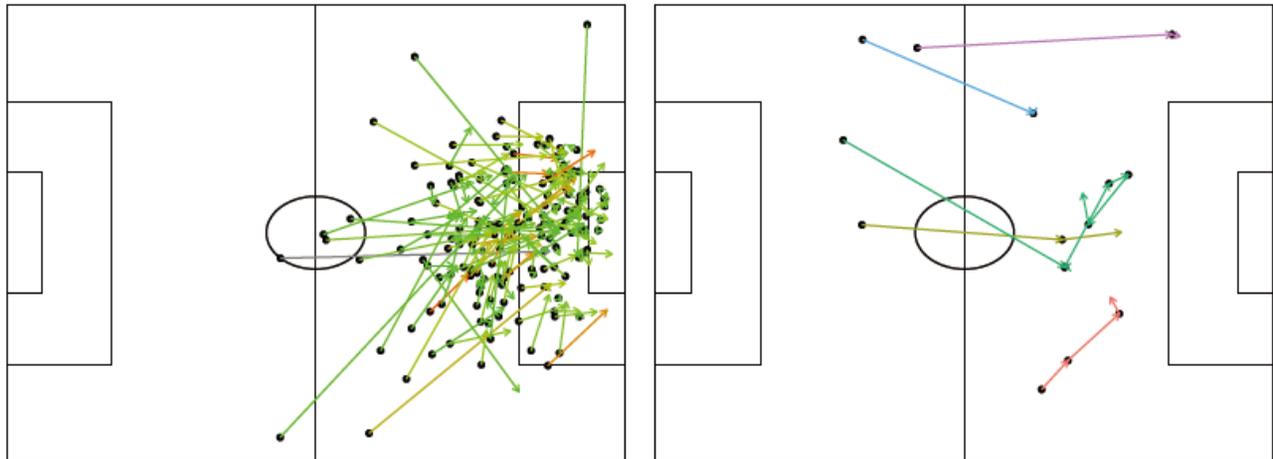
大多数情况下，机会不是由一名球员创造的，而是整个球队精心安排的一系列跑位的结果。如图 7(B) 所示，我们也可以用我们的方法捕捉到这一点。这个例子展

示了射门前 20 秒球队的跑动情况。不同颜色代表球队的不同球员。图中显示有五名球员快速跑动，他们都直接跑向对方的禁区。这种情况下，球员的目标是挤压对手的防线，而不是拉开空当。

这些认知只是对球员跑动与得分机会之间的关系进行全面、深度了解的首要步骤。对这些现象进行透彻的分析将是今后的研究重点。

5 结论

我们定量分析了足球运动员在整个赛季比赛中的跑动情况，我们的方法揭示了关于球队在比赛中的战术以及球员在球队中的角色和运动表现的详细认知。我们明确了球员的相似之处以及潜在的替代人选。通过揭示和量化球员的跑动规律，为收集球员和对手的情报提供了有价值的途径。无论是涉及球队的数量还是球员的人数，此项研究都是前所未有的。



(a) 梅西射门之前的跑动
(跑动速度用颜色代表)

(b) 球队阻止射门的跑动
(颜色代表该队的不同运动员)

图 7 更多的方法应用：关于机会创造的认知

附录

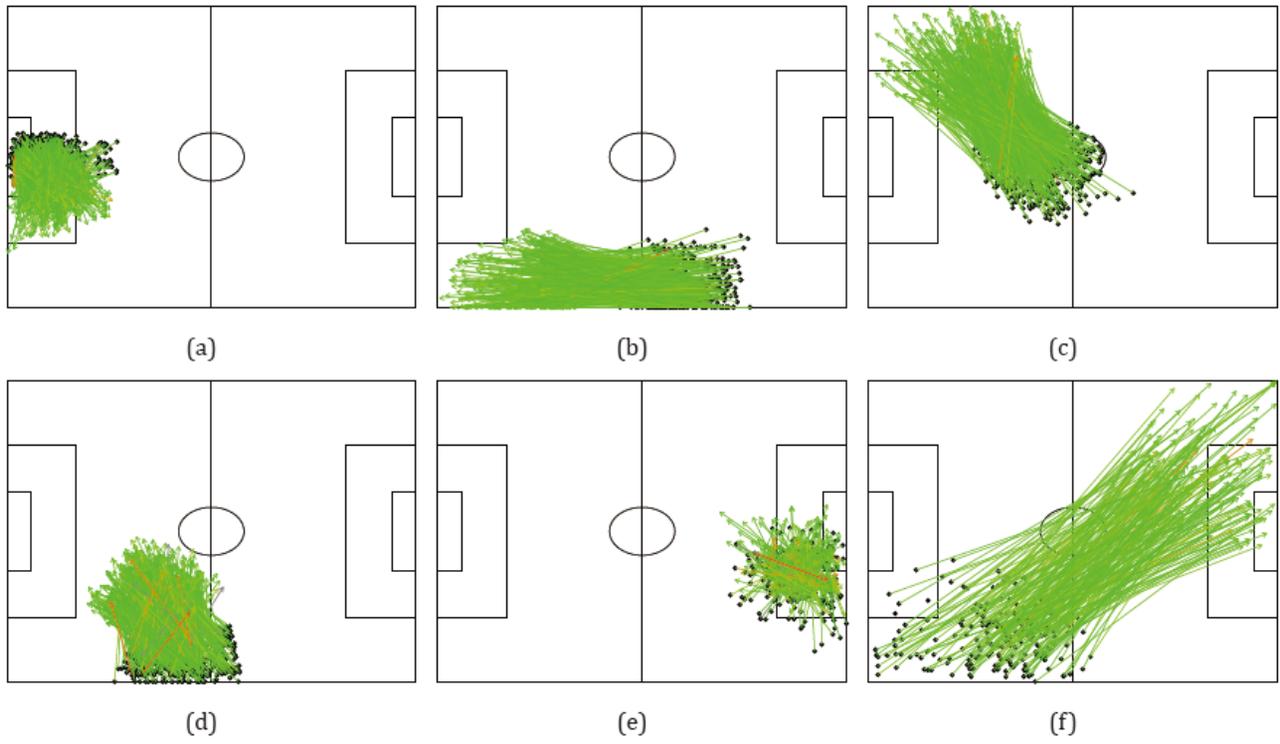
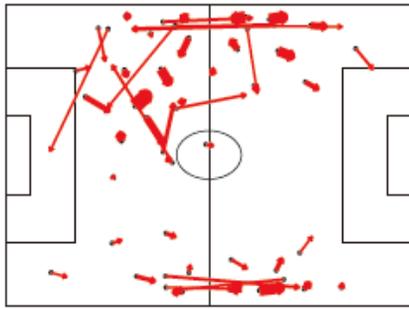
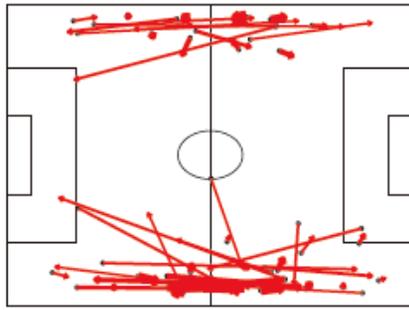


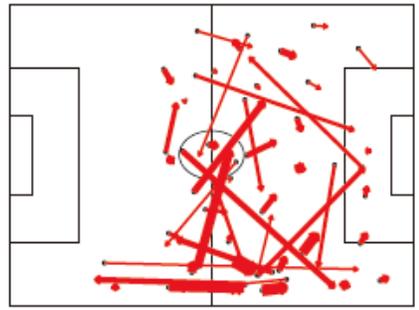
图 8 一些特征矢量的覆盖范围 (200)。星团的面积各不相同，因此，足球场中最重要的部分常用更细小的微粒来处理。



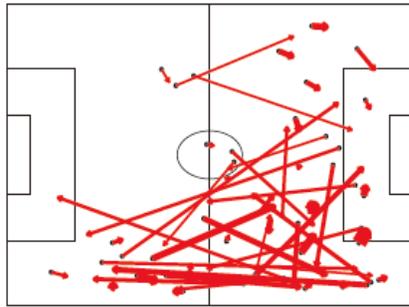
(a) 阿德里亚诺·科雷亚



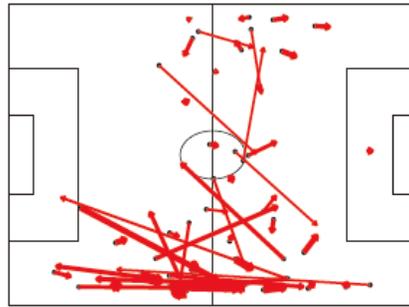
(b) 马丁·蒙托亚



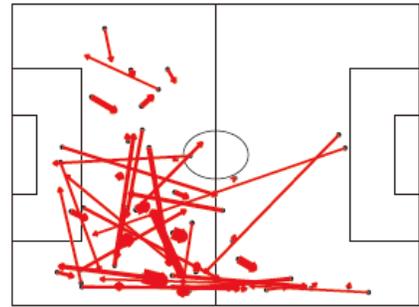
(c) 弗朗哥·巴斯克斯



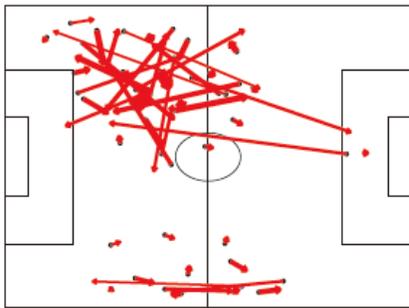
(d) 丹尼尔·拉尔森



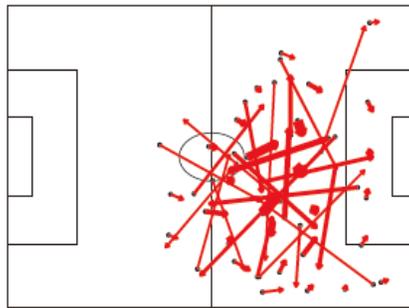
(e) 奥耶·马泰



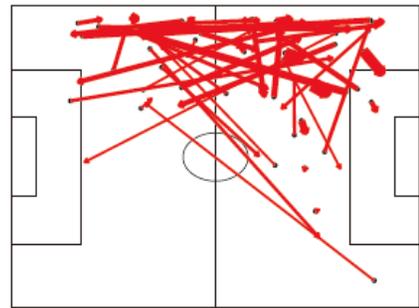
(f) 胡安·托雷斯·鲁伊斯



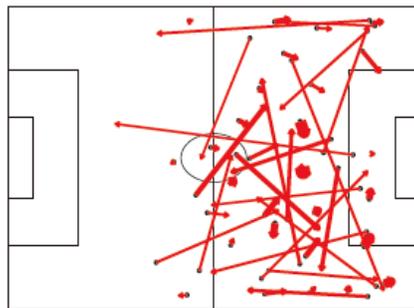
(g) 塞尔吉奥·拉莫斯



(f) 莱奥内尔·梅西



(i) 鲁本·加西亚·桑托斯



(j) 恩里克·德·卢卡斯

图9 十大最独特球员的跑动特征

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（下）

弗朗茨·康斯坦丁·菲斯，彼得·杜克，耶胡达·威茨曼

结果

结果部分围绕连续顺序的四个主要发现进行组织，由其中一个发现导向下一个发现：

1) 所有命中和所有未命中的数据比较证明不能成功确定最佳击球点和最差击球点；

2) 趋势分析证实了 COP_x、COP_y 和 F_{max} 的有利和不利参数范围；

3) 两个或全部三个参数均处于有利范围内（即处于得分可能性为 58-86% 的最佳位置）的得分机会明显比两个或全部三个参数均处于不利范围内（即处于得分可能性为 11-22% 的最差击球点）更高；

4) 从双参数分析到三参数分析获得的最佳击球点位置是相同的，但是与更分散的最差击球点有明显区分，并且位于更内侧和更近侧。

参与者数据

参与者射门次数 8-18 次 (12.9 ± 3.1)。他们进球的成功率为 22.2% 至 72.7% ($30.3 \pm 20.3\%$)。10 名球员中只有两人在超过 50% 的尝试中均得分。

所有命中与所有未命中参数数据的比较

所有未命中和所有命中的峰值力 (F_{max}) 数据分别为 $1,682 \pm 519\text{N}$ (678-3,161) 和 $1,843 \pm 628\text{N}$ (769-3,365)。COP_x 数据（在 F_{max} 下）分别为 $-7.9 \pm 8.0\text{mm}$ (-24.3 至 +20.1mm) 和 $-10.2 \pm 7.4\text{mm}$ (-22.9 至 +12.4mm)；和 COP_y 数据（在 F_{max} 下）为 $3.7 \pm 4.4\text{mm}$ (-10.4 至 +15.1mm) 和 $3.0 \pm 5.4\text{mm}$ (-4.4 至 +17.2mm)。

三个参数的 p 值 > 0.05，因此所有命中的参数数据与所有未命中的参数数据没有差异。具体而言，与所有未命中的 COP_x 相比，所有命中的 COP_x 的 p 值为 0.187；COP_y 的相应 p 值为 0.105；而 F_{max} 的值是 0.119。由于命中和未命中的参数之间没有差异，因此仅观察到非常小的（如果 $0.01 < r < 0.2$ ；Sawilowsky, 2009）效应：COP_x 效应量 $r = 0.149$ ；COP_y 效应量 $r = 0.183$ ；以及 F_{max} 效应大小 $r = 0.176$ 。因此证实了假设 1，并且将所有命中的参数数据与所有未命中的进行比较的方法被认为是不成功的。

趋势分析

对于研究方法部分中定义三个参数，表 1 中列出了阈值 s ，阈值之前的 P1 和之后的 P2，阈值处的概率差 D ， D 的 p 值，有效数据的数量以及总体趋势。

COP_x 表现出三种可能的阈值（图 6A），最高的一个具有最佳的 D 、 p 值和 P2；并且最小对应的 P1 最好的。在剩下的两个参数中（图 6B, C），只有一个阈值满足条件。

- 1) 具有最大 D ,
- 2) t 检验 $p < 0.05$,
- 3) 在 D_{\max} 的任何一侧至少有 20% 的数据。

P1 范围从 33% 到 47%（越高越好）；P2 从 14% 到 22%（越小越好）；以及 D 从 16% 到 28%（越高越好）。

由于可以找到有利和不利的参数范围，因此证实了假设 2。

双参数分析

将命中 / 未命中数据分成 4 组进行成对比较（表 2），并将各组成功的机会与 Kruskal-Wallis 秩和检验进行比较。

在 F_{\max} 下的 COP_x 对比在 F_{\max} 下的 COP_y

第 I 组、第 II 组、第 III 组和第 IV 组（表 2）成功的机会是：

COP_x 阈值 s 在 -0.0086 米处：分别为 10.81%、33.33%、25% 和 58.33%（图 7 中的分析）；

COP_x 阈值 s 在 -0.0070 米处：分别为 12.12%、30%、22.92% 和 57.14%；

COP_x 阈值 s 在 -0.0036 米处：分别为 10.53%、20%、20.97% 和 52.63%。

通过 Kruskal-Wallis 秩和检验（三个 COP_x 阈值的 $p < 0.0013$ ）确定，这些小组成功百分比之间的差异在统计学上是非常显著的。事后检验揭示了个体差异，即第 IV 组参数的百分比（> 50%）与第 I 组和第 III 组的百分比显著不同；对于所有三个 COP_x 阈值，II 对 IV 没有显著不同。

COP_x 和 COP_y 位置成功概率的单个百分比（均在其有利范围内）分别为 33-36.8% 和 45.80%；它们的组合成功概率超过了单个的成功率，为 52.6-58.3%。

COP_x 对比 F_{\max}

第 I 组、第 II 组、第 III 组和第 IV 组成功的机会是：

COP_x 阈值 s 在 -0.0086 米处：分别为 21.74%、13.33%、23.08% 和 81.25%（图 8 中的分析）；

COP_x 阈值 s 在 -0.007 米处：分别为 21.05%、13.33%、23.33% 和 81.25%；

COP_x 阈值 s 在 -0.0036 米处：分别为 20%、0%、23.08% 和 68.18%。

表 1 趋势分析摘要: s = 分离线处的参数值, 将有利参数范围与不利参数范围分开; $D = P_1$ 的差异 (参数在有利范围内的进球概率) 和 P_2 (参数在不利范围内的进球概率); COP_x , x 方向的压力中心; COP_y , y 方向的压力中心; F_{max} , 最大冲击力。

	COP_x1	COP_x2	COP_x3	COP_y	F_{max}
S	-0.0086m	-0.007m	-0.0036m	0.0021m	2105N
s 处的 D	0.1676	0.1630	0.1871	0.2833	0.2422
D 处的 p 值	0.032	0.040	0.020	0.002	0.005
显著 D 值数量 (s 两侧至少有 20%的数据)	2	1	2	29	15
P_1	0.3676	0.3553	0.3300	0.4583	0.4667
P_2	0.2000	0.1923	0.1429	0.1750	0.2245
趋势	越小 (=内侧越 多) 越好	越小 (=内侧越 多) 越好	越小 (=内侧越 多) 越好	越小 (=近端越 多) 越好	越高越好

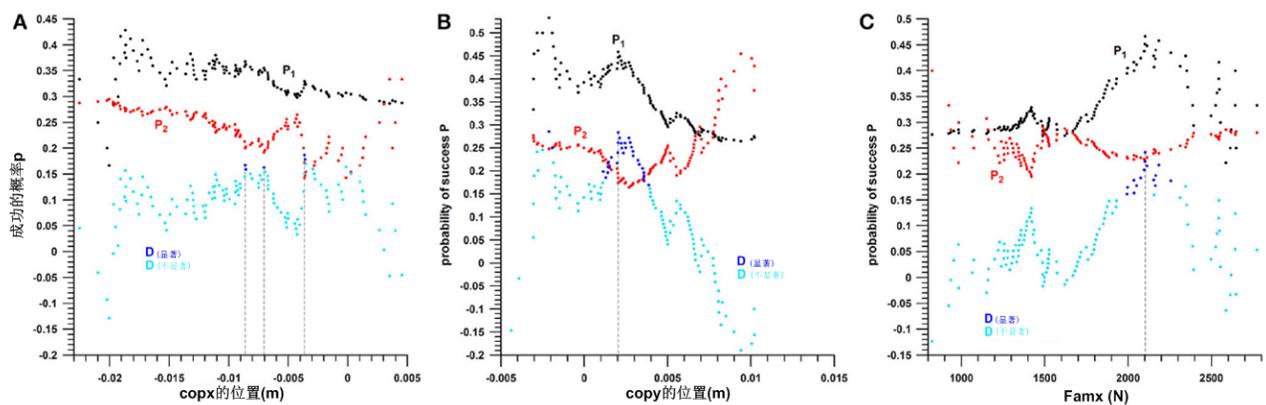


图 6 在参数范围内进球得分的概率 P : P_1 = 参数在有利范围内时进球得分的概率; P_2 = 参数处于不利范围内时进球得分的概率; $D = P_1$ 和 P_2 的差值; (A): COP_x 对应的 P 值 (COP 在 x 方向上的位置); (B): COP_y 对应的 P 值 (COP 在 y 方向上的位置); (C): F_{max} (峰值冲击力) 对应的 P 值; 请注意, 如果 $P_2 > P_1$, 则 D 可能为负数。

表 2 图 7-9 中使用的两个参数及其组合代码的组合，以及图 10（三个参数的组合）；COPx, x 方向的压力中心；COPy, y 方向的压力中心；Fmax, 最大冲击力。

组合代码	在Fmax下的COPx对比在Fmax下的COPy	COPx对比Fmax	COPy对比Fmax
I	COPx的位置在不利范围内，并且COPy的位置也在不利范围内	COPx的位置在不利范围内，并且Fmax的大小在不利范围内	COPy的位置在不利范围内，并且Fmax的大小在不利范围内
II	COPx的位置在不利范围内，而COPy的位置在有利范围内	COPx的位置在不利范围内，而Fmax的大小在有利范围内	COPy的位置在不利范围内，而Fmax的大小在有利范围内
III	COPx的位置在有利范围内，而COPy的位置在不利范围内	COPx的位置在有利范围内，而Fmax的大小在不利范围内	COPy的位置在有利范围内，而Fmax的大小在不利范围内
IV	COPx的位置在有利范围内，并且COPy的位置也在有利范围内	COPx的位置在有利范围内，并且Fmax的大小也在有利范围内	COPy的位置在有利范围内，并且Fmax的大小也在有利范围内

通过 Kruskal-Wallis 秩和检验（三个 COPx 阈值的 $p < 0.00006$ ）确定，这些小组成功百分比之间的差异在统计学上是非常显著的。事后检验揭示了个体差异，即第 IV 组的百分比（> 68%）与其他三组的百分比显著不同；而其他三组没有显著差异。

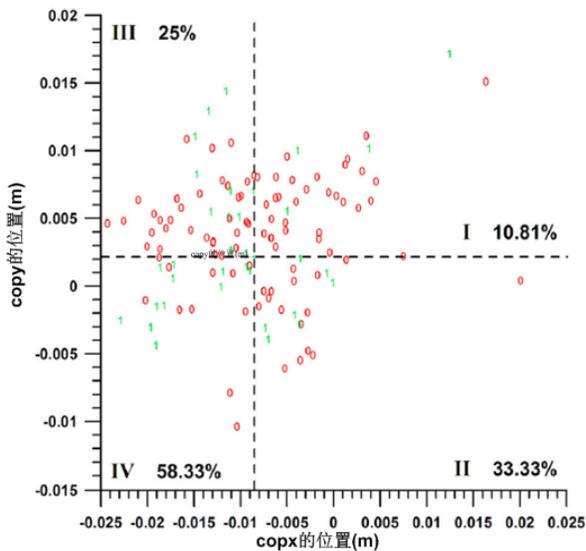


图 7 双参数分析：COPx 与 COPy；0=未命中,1=命中;虚线=阈值(参见表1); I, II, III, IV=表 2 中的组合代码。

COPx 的位置和 Fmax 大小的成功概率的单个百分比（均在其有利范围内）分别为 33%-36.8% 和 46.67%；它们的组合成功率超过了单个的成功率，大于 68%。

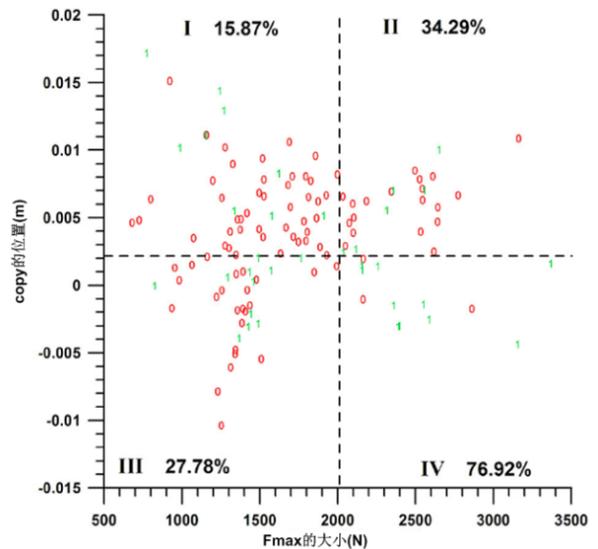


图 9 双参数分析：COPy 与 Fmax（峰值冲击力）；0=未命中,1=命中;虚线=阈值(参见表1); I, II, III, IV=表 2 中的组合代码。

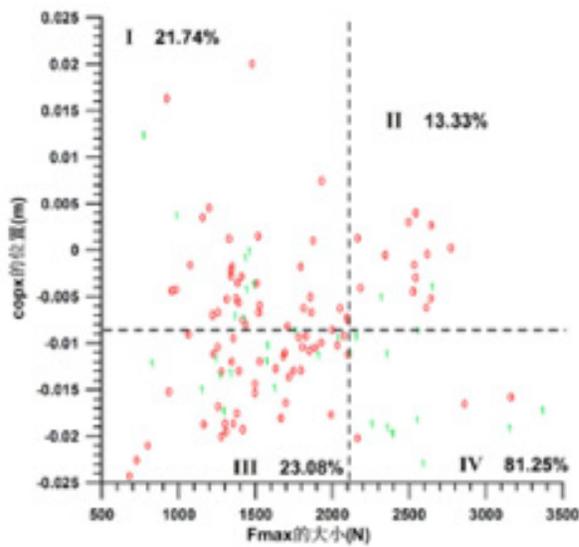


图 8 双参数分析：COPx 与 Fmax（峰值冲击力）；0= 未命中，1= 命中；虚线 = 阈值（参见表 1）；I, II, III, IV= 表 2 中的组合代码。

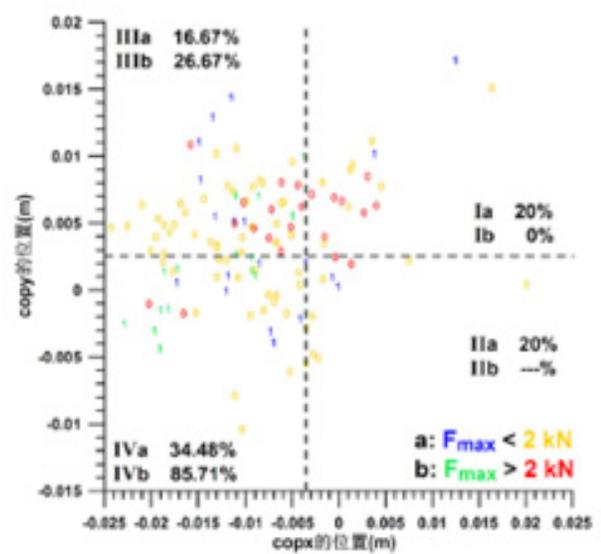


图 10 三参数分析：COPy 对 COPx 的位置；1= 命中，0= 未命中；虚线分隔出了 COPx 和 COPy 的有利范围和不利范围；I、II、III、IV= 表 2 中的组合代码，即 COPx 和 COPy 的组合；后缀 a 和 b 分别表示 Fmax 位于不利范围 ($F_{max} < 2\text{kN}$) 和有利范围 ($F_{max} > 2\text{kN}$)；Ia=COPx, COPy 和 Fmax 在不利的范围内的参数组合；IVb= 所有三个参数都在其有利范围内。

COPy 对比 Fmax

A、B、C 和 D 组的成功率分别为 15.87%、34.29%、27.78% 和 76.92%（图 9 中的四分之一分析）。通过 Kruskal-Wallis 秩和检验 ($p=0.000152$) 确定，这些小组成功百分比之间的差异在统计学上是非常显著的。事后检验揭示了个体差异，即参数 D 的百分比 (77%) 与其他三组的百分比显著不同 ($p<0.015$)；而其他三组没有显著

差异 ($p>0.06$)。

COPy 的位置和 Fmax 大小（均在其有利范围内）成功概率的单个百分比分别为 45.83% 和 46.67%；它们的组合成功概率超过了单个的成功率，为 77%。

三参数分析

命中 / 未命中数据最初分为八组，以便用于成对比较：

Ia: COPx 的位置在不利范围内，

COPy 的位置在不利范围内，以及 F_{max} 的大小在不利范围内；

Ib: COPx 的位置在不利范围内，COPy 的位置在不利范围内，以及 F_{max} 的大小在有利范围内；

IIa: COPx 的位置在不利范围内，COPy 的位置在有利范围内，以及 F_{max} 的大小在不利范围内；

IIb: COPx 的位置在不利范围内，COPy 的位置在有利范围内，以及 F_{max} 的大小在有利范围内；

IIIa: COPx 的位置在有利范围内，COPy 的位置在不利范围内，以及 F_{max} 的大小在不利范围内；

IIIb: COPx 的位置在有利范围内，COPy 的位置在不利范围内，以及 F_{max} 的大小在有利范围内；

IVa: COPx 的位置在有利范围内，COPy 的位置在有利范围内，以及 F_{max} 的大小在不利范围内；

IVb: COPx 的位置在有利范围内，COPy 的位置在有利范围内，以及 F_{max} 的大小在有利范围内。

注意，后缀“a”和“b”分别指 F_{max} 在不利范围和有利范围内。排除 IIb 组，因为它仅包含 2 个数据（均为未命中；图 10 中的立方体分析，象限 II 中红色的零）。将这些组合的成功几率与 Kruskal-Wallis 秩和检验进行比较。

重新定义用于区分有利范围和不利范围的阈值，以获得 IVb 组的最高成功机会（百分比）。最大成功百分比（85.71%）

的分离值为 COPx 位于 $-0.0036m$ ，COPy 位于 $0.0027m$ ， F_{max} 大小为 $2,000N$ ；从而满足三参数分析的方法部分中所述的条件。在这些分离值下，在这三个参数中，在有利范围内使用两个参数对目标进行评分的成功机会是：COPx 对 COPy，51.16%；COPx 对 F_{max} ，55.17%；COPy 对 F_{max} ：75%。这些双参数百分比小于双参数分析中发现的最佳百分比，即 COPx 对 COPy：52.63%-58.33%（COPx 的 3 个不同的 s），COPx 对 F_{max} ：68.18%-81.25%（COPx 的 3 个不同的 s），COPy 对 F_{max} ：76.92%。

组合 Ia、Ib、IIa、IIIa、IIIb、IVa 和 IVb 成功的机会分别为 20%、0%、20%、16.67%、20.67%、34.48% 和 85.71%（来自图 10 的立方体分析）。通过 Kruskal-Wallis 秩和检验（ $p=0.000067$ ）确定，这些小组成功百分比之间的差异在统计学上是非常显著的。事后检验揭示了个体差异，即 IVb 组的百分比（85.71%，所有三个参数均在其有利范围内）与所有其他组合显著不同（ $p<0.01$ ）。相反地，其他组（不包括 IVb）的百分比没有显著差异。

COPx 和 COPy 位置和 F_{max} 的大小的单个成功概率（均在其有利范围内）的分别为 33%-36.8%、45.83% 和 46.67%；他们在双参数分析中的组合成功概率为 51.16%-75%（见上文）；三参数分析中的组合成功概率达到 85.71%，超过了单参数和双参数组合。

COP 路径

图 11 显示了 8 个数据集，从内侧（左侧）到侧面（右侧）按照从 1 到 8 编号：

- 数据集 1: 成功射门的平均 COP; COP_y 和 F_{max} 均在其有利范围内;
- 数据集 2: 成功射门的平均 COP; COP_x 和 COP_y 均在其有利范围内;
- 数据集 3: 成功射门的平均 COP; COP_x 和 F_{max} 均在其有利范围内;
- 数据集 4: 所有成功射门的平均 COP;
- 数据集 5: 所有不成功射门的平均 COP;
- 数据集 6: 不成功射门的平均 COP; COP_y 和 F_{max} 均在其不利范围内;
- 数据集 7: 不成功射门的平均 COP; COP_x 和 COP_y 均在其不利范围内;
- 数据集 8: 不成功射门的平均 COP; COP_x 和 F_{max} 均在其不利范围内。

所有成功射门的 COP 与所有不成功射门的 COP 相比

COP 从远端向近端移动，向内侧略微移动（图 11，数据集 4 和 5）。与所有不成功的射门的 COP 相比，所有成功射门的 COP 似乎位于最近位置（至少在力量峰值之后）；然而，这种明显的差异在统计上并不显著，因此是偶然的。从结果部分 2，F_{max} 的 COP_x，F_{max} 的 COP_y 和所有成功和不成功的射门的 F_{max} 是相似的。

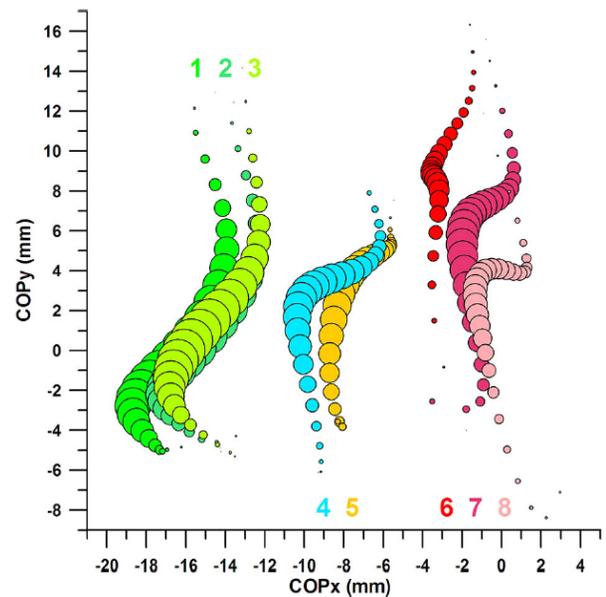


图 11 对应 x 方向压力中心 (COP_x) 的 y 方向的压力中心 (COP_y)；8 个气泡图的气泡大小对应于冲击力；图形与传感器矩阵的坐标系对齐：COP_y 正数 = 远端；COP_y 负数 = 近端；COP_x 负数 = 内侧；COP_x 正数 = 横向；COP 在撞击过程中从远端移动到近端 (= 图中向下)；1: 成功射门的平均 COP，COP_y 和 F_{max} 在有利范围内；2: 成功射门的平均 COP，COP_x 和 COP_y 在有利范围内；3: 成功射门的平均 COP，COP_x 和 F_{max} 在有利范围内；4: 所有成功射门的平均 COP；5: 所有不成功射门的平均 COP；6: 不成功射门的平均 COP，COP_y 和 F_{max} 在不利范围内；7: 不成功射门的平均 COP，COP_x 和 COP_y 在不利范围内；8: 不成功射门的平均 COP，COP_x 和 F_{max} 在不利范围内。

COPx 和 COPy 在其有利范围内成功射门的 COP 与 COPx 和 COPy 在其不利范围内的不成功踢球的 COP 相比

成功（数据集 2，图 11）和不成功（数据集 7，图 11）射门的平均 COP 路径区分清晰；Fmax（中间 - 横向）的 COPx 数据为 ~13mm（图 11）；而 Fmax（近端 - 近端）的 COPy 数据为 ~6mm。两个数据集（2,7）的峰值力是相同的（Mann-Whitney U- 检验 $p = 0.984$ ； $r = 0.005$ ，效应量可忽略不计）。

COPx 和 Fmax 在其有利范围内成功射门的 COP 与 COPx 和 Fmax 在其不利范围内的不成功射门的 COP 相比

成功（数据集 3，图 11）和不成功（数据集 8，图 11）射门的平均 COP 路径在 x 方向上区分清晰；然而，两个数据集的 Fmax 数据的 COPy 之间没有显著差异（Mann-Whitney U- 检验 $p = 0.2113$ ； $r = 0.212$ ，效应量较小）。

COPy 和 Fmax 在其有利范围内成功射门的 COP 与 COPy 和 Fmax 在其不利范围内的不成功射门的 COP 相比

成功（数据集 1，图 11）和不成功（数据集 6，图 11）射门的平均 COP 路径区分清晰；令人惊讶的是，两个数据集的 Fmax 对应的 COPx 之间存在显著差异（Mann-

Whitney U- 检验 $p = 0.0033$ ； $r = 0.521$ ，效应量中等），即使 COPx 数据未在此分析中进行优化（仅 COPy 和 Fmax）。

COPx、COPy 和 Fmax 在其有利范围内成功射门的 COP 与 COPx、COPy 和 Fmax 在其不利范围内的不成功射门的 COP 相比

图 12 展示了另外两个数据集：

- 数据集 9：成功射门的平均 COP；

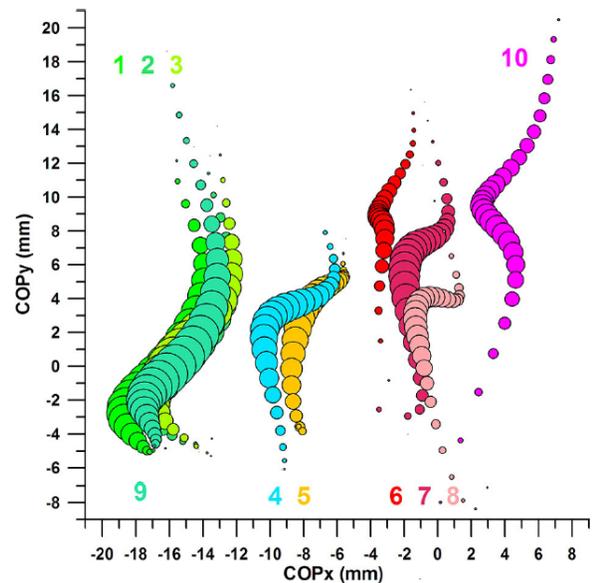


图 12 对应 x 方向压力中心 (COPx) 的 y 方向的压力中心 (COPy)；10 个气泡图的气泡大小对应于冲击力；图形与传感器矩阵的坐标系对齐：COPy 正数 = 远端；COPy 负数 = 近端；COPx 负数 = 内侧；COPx 正数 = 横向；1-8：参见图 11 的图例；9：成功射门的平均 COP，COPx、COPy 和 Fmax 在有利范围内；10：成功射门的平均 COP，COPx、COPy 和 Fmax 在不利的范围内。

COP_x、COP_y 和 F_{max} 均在其有利范围内；

- 数据集 10：不成功射门的平均 COP；COP_x、COP_y 和 F_{max} 均在其不利范围内。

成功（数据集 9，图 12）和不成功（数据集 10，图 12）射门的平均 COP 路径区分清晰；F_{max}（中间 - 横向）的 COP_x 数据为 ~19mm（图 11）；而 F_{max}（近端 - 近端）的 COP_y 数据为 ~9mm。

COP 路径的比较

优化参数（有利范围）和成功射门的四个 COP 位置（图 13 中的绿色），即数据集 1-3 和 9，是相同的 ($p > 0.05$) 并且完美地叠加。

三个双参数组合和一个三参数组合的 COP_x 值显示 p 值为 0.8411（Kruskal-Wallis

秩和检验），因此彼此没有显著差异。

三个双参数组合和一个三参数组合的 COP_y 值显示 p 值为 0.5896（Kruskal-Wallis 秩和检验），因此彼此没有显著差异。

三个双参数组合和一个三参数组合的 F_{max} 值显示 p 值为 0.1933（Kruskal-Wallis 秩和检验），因此彼此没有显著差异。

然而，在两种情况下，未优化的参数（不利的范围）和不成功的射门，即数据集 6-8 和 10 的四个 COP 位置（图 13 中的红色）不相同且区分清晰。

三个双参数组合和一个三参数组合的 F_{max} 值显示 p 值为 1.7306×10^{-11} （Kruskal-Wallis 秩和检验）。该结果的原因是 F_{max} 在数据集 7 中被优化，因此表现出更高的平均值（与数据集 6、8、9 相比，数据集 7 的事后检验 $p < 0.001$ ）。

三个双参数组合和一个三参数组合的 COP_x 值显示 p 值为 0.0022（Kruskal-Wallis 秩和检验）。数据集 6 与数据集 10 的事后 p 值是 $p < 0.005$ ，它们是图 12 中 x 方向上最远的两个数据集。

三个双参数组合和一个三参数组合的 COP_y 值显示 p 值为 0.0001（Kruskal-Wallis 秩和检验）。数据集 6 与数据集 8 的事后 p 值是 $p < 0.001$ ，它们是图 12 中 y 方向上最远的两个数据集（该结果不包括标准偏差略高于第 6 组的数据集 10，因此与第 8 组略有不同）。

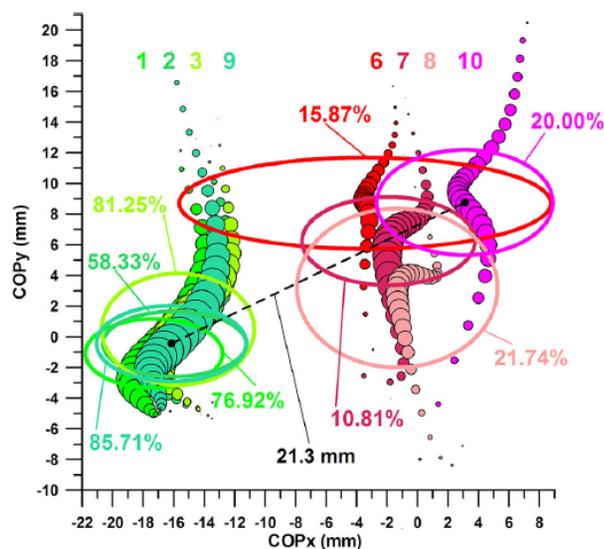


图 13 甜点和死角；椭圆 [关于平均值的一个标准偏差（数据集 9 和 10 的椭圆中心的黑点）] 是指 F_{max} 处的 COP 位置。

甜点和死角的定义和位置

我们将甜点定义为能够最大化进球机会（这种情况下为弧线球）的球和靴/脚之间的撞击区域。

同样地，我们将死角定义为最小化进球机会（这种情况下为弧线球）的球和靴/脚之间的撞击区域。

图 13 显示了叠加在 6 个椭圆上的数据集 1、2、3、9 和 6、7、8、10 的 COP，其中心位于 F_{max} 处的平均 COP_x 和 F_{max} 处的平均 COP_y，以及半长轴和半短轴分别对应于 COP_x 和 COP_y 数据的一个标准偏差。数据集 1、2、3、9 的 4 个椭圆的位置示出了前一部分中详述的发现，即 4 组的 COP_x 数据与 4 组的 COP_y 数据之间没有显著差异。

数据集 1、2、3、9 的 4 个椭圆定义了甜点区的位置，特别是因为所有 4 个椭圆都是叠加的而不是分开的。可以使用三个双参数数据集（1-3）中的任何一个来再现该甜点区。三参数分析的椭圆构成实际的甜点，其位置几乎与第 2 组的椭圆相同（COP_x 和 COP_y 均在其有利范围内）。甜点位于比死角更靠内侧和近侧的位置。

数据集 6-8 的三个椭圆分隔更加清晰并且在最佳位置的侧面和远侧上定义了死角区。三参数分析（数据集 10）的椭圆构成实际死角的位置，该死角位于组合 7 的椭圆的横向更远侧（COP_x 和 COP_y 在它们的不利范围内）。

注意，两个椭圆的中心之间的距离仅为 21.3mm（图 13），该距离决定了弧线

射门得分可能性的高和低。根据三参数分析，这些可能性是甜点中的 86% 和死点中的 20%，其百分比显著不同。然而，20% 的值与所有三参数组合没有显著差异，除了所有三个参数均在其有利范围内的组合（85.71%；图 10）。明确定义的甜点和死角的存在证实了假设 3 和 4。

讨论

据作者所知，本研究是有史以来第一个关于脚部或靴子上的甜点和死角的研究，它们分别代表着最大化和最小化进球的可能性。本文假设鞋的鞋面或背部存在一个区域，当使用这个位置踢球时，将最大化进球的机会。本研究的主要结果是在踢球脚的中间近端部分发现了一个甜点位置。相反，死角的位置则被认为位于更远端。

据我们所知，Air Zoom Total 90 III 采用侧系带系统时，首次将“甜点”这一术语用于足球鞋。这种设计能够扩大甜点区，其定义为射门时与球接触的靴子区域^①(Wilson, 2006)。但是，如结果部分所述，在接触区域内也存在提高和降低射门精度的具体划分。因此，“甜点”一词应限于与最高得分机会相关的 COP 的位置。很明显，靴子或脚部没有单点可以保证 100% 的成功率。所谓“甜点”，是让球员最大限度地获得进球的机会，应该取决于至少两个参数：COP_x 和 COP_y。如果存在第三个参数，例如，射门的力量，与统计成功的机会相关并且如果它对射门准确性具有可进行物理解释的影

响,则可以考虑第三参数。在弧线射门中,踢球的力量(法向力)越大,摩擦力越大。后者能够提高球的旋转速度,导致马格纳斯效应和空气动力学的侧向力。而后者越大,球的弧线越明显。

尽管本研究中发现了一个“死角”,所有三个参数都处于不利范围内,但是击中这个位置的成功几率与三个参数中至少有一个处于不利范围内的情形的成功几率没有显著差异。这一事实解释了甜点是一个多参数依赖的位置,因此,它比死角更特殊,同时在踢球时也更难以实现。死角定义为甜点周围的整个区域更好,或者将其限制在甜点之外实际可能发生与球接触的任何区域。这对应于球员实际踢球的区域。死角区比集中的甜点范围更广的事实也为假设4提供了支持。

本文中出现的甜点是甜点的位置是受成功的结果还是球员来控制。从本质上讲,数据可能会倾向于更好的球员,因此只代表成功球员的踢球风格。在最差的情形下,甜点可能只由某一特定的球员主导。针对这一假设有两个反驳的观点:

1) 本研究中发现的甜点和死角是两个极端。它们取决于对参数(COP,力)处于有利范围内(最大化成功概率)的成功射门和参数在不利范围内(最小化成功概率)的不成功射门的预分离。所有其他组合(例如,某些参数处于不利范围内的不成功射门)位于这些极端情形之间,因此导致命中和未命中对应的COP位置不可分割(即统计差异不显著)(结果部分“所

有命中与所有未命中参数数据的比较”和图11、12)。这种预分离将好的和坏的COP位置分开,使它们变成甜点和死角。这种预分离并不会首先将参与者分开从而导致甜点和死角独立于参与者,而是使其取决于射门的成功与否。对参与者的任何预分离将仅需要选择成功射门得分的参与者(例如超过75%),并且将其与不成功射门的参与者(例如<25%)进行比较。

2) 例如,参与者群组由六名参与者(A-F)组成,甜点位置由参与者A-C的平均COP位置(成功射门,有利的参数范围)定义,而死角位置则由参与者D-F(不成功射门,不利的参数范围)的平均COP定义。现在出现的问题是:为什么参与者A-C的COP相同?这可能是巧合,也可能是基于参与者A-C的共同点。这个共同的参数是更高的成功率。其原因在于,甜点位置的球-脚形接触能够首先确保获得更高的成功率。Hennig(2011)的研究也证明了同样的原理,在其研究中描述了20名参与者用两种不同的鞋子踢球的结果,鞋子C具有更好的射门精度,而其接触点更多地位于内侧和近端,鞋B则具有更差的射门精度,其接触点更偏侧向和远端。通过压力传感器确定的两个不同的球鞋接触点反映了不同水平的射门精度。

在我们的研究中,参与者对甜点位置的贡献(由高到低)分别是:5、3、10、6+7、1+4+8;而对死角的贡献为:1、2、9、4、8、7、10、6、3。显而易见的是,对于最佳击球准确度的参与者来说,对于甜点位置

的贡献要大于射门准确性较低的参与者对死角位置的贡献。然而，对甜点位置做出贡献的具有更高射门准确性的参与者拥有相同的平均 COP，如图 13 所示（第 9 和第 10 数据集的椭圆中心的黑点）。

有趣的是，我们的研究揭示了与 Hennig 的研究（Hennig 等，2009；Hennig，2011）相关的击球准确度相同的接触点分布，即提供更好的击球准确性的接触点（甜点位置）相较于击球精度较低的位置（死角位置）位于更内侧和近端处。

前足背外侧部分的前平面曲率在前足中心处更加水平（与身体的横向轴线对齐），而在前足的内侧更垂直（与身体的纵向轴线对齐）。因而，该曲率的切线变得更加倾斜，从前脚的中心（顶部）到其内侧边缘。因此，击球的接触点位于更靠内侧的位置会使球产生更垂直的旋转轴。旋转轴越垂直，马格纳斯效应越强，球的弧线飞行路径越明显。这与我们研究中所有未命中的击球的观察结果一致，球的最终位置落在了球门的右侧。

从本研究中获得的数据仅适用于所调查的队列，并不一定能够推广到所有职业足球运动员。很可能在职业球员中，甜点和死角之间的差距更加明显。同样地，在职业球员中，在甜点位置踢球时进球的机会预计会更高。然而，在由不同踢球准确度的业余球员所组成的参与者中，可以发现甜点和死角之间存在着显著差异（从而确定甜点和死角位置）。

本研究的局限性在于我们无法完全确

定传感器在踢球时没有移动。然而，我们通过目视检查和每次踢球后触诊来控制传感器的位置。传感器保持不动的进一步证据是，甜点（图 13）的四个椭圆在 F_{max} 处叠加了并不显著不同的 COP 位置。

本研究表明，在研究中使用的可穿戴设备（智能足球靴）不仅适用于测量击球的训练负荷，而且还可以根据击球点相对于甜点和死角位置的接近程度来评估击球的一致性。未来，我们设想智能足球靴具有完全集成的压力矩阵显示，其数字双显示方法包括作用点、其冲击力和实时成功情况（命中 / 未命中）的分布，同时计算甜点和死角的位置。这将为训练负荷的测量和管理提供新的角度。此外，通过运动员相关参数（即击球点的分布、冲击力和成功概率）的瞬时生物反馈可用于改善运动员的踢球表现，超出有经验的教练的能力。

实际应用和结论

确认在击球时在靴子或脚上存在甜点和死角的假设；然而，所有命中和所有未命中的数据比较证明未能成功建立甜点和死角。因此，利用新方法研究了 COP_x 、 COP_y 和 F_{max} 的数据是否可以在有利和不利的范围内进行分离。相应地，基于假设的有利 / 不利参数范围（x/y 方向上的压力中心和 / 或峰值冲击力）发现了甜点和死角。这些范围能最大化 / 最小化进球得分的机会。在甜点击球能最大化射门得分的可能

性（58-86%），而在死角 / 区域则会最小化可能性（11-22%）。甜点位置相对集中，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 毫米的死角位置则较为分散。甜点位置比相对散乱的死角位置更内侧和近端。

基于所分析的参数以及甜点和死角的发现，我们相信在未来，智能足球靴将能够通过实时生物反馈来提高球员的踢球表现。未来的研究应该调查智能足球鞋在其他类型的击球中的应用，并研究类似于本

研究的甜点 / 死角的存在。此外，传感器需要集成在足球鞋中，并且必须开发实时生物反馈方法。

从实际的角度来看，我们相信这将使得球员能够根据生物反馈信号（Düking 等人，2017）直接分析和改变他们的踢球技术，以便通过这里建立的甜点位置击球来提高成功击球的概率。从而，球员可能在没有教练在场的情况下进行训练以改善他们的踢球技术。

足球科技信息

