



# 不同核心稳定训练方法的机制辨析

申小宝<sup>1</sup>, 杨涛<sup>2</sup>

**摘要:** 随着功能训练理念在体能训练中的广泛应用,人们对“核心稳定性”认知及其训练手段的应用逐渐出现差异。通过对核心稳定性训练论述的分类和总结,对其进行辨析,便于这一概念在体育科研和实际训练中的合理应用。

**关键词:** 核心稳定;训练;趋势

中图分类号:G808 文献标志码:A 文章编号:1006-1207(2018)01-0099-05

DOI:10.12064/ssr.20180113

## Mechanism of the Different Training Methods of Core Stability

SHEN Xiaobao<sup>1</sup>, YANG Tao<sup>2</sup>

(1. Shanxi Sports Institute, Taiyuan 030006, Shanxi, China. 2. Shanghai Sports Institute, Shanghai 200237, China.)

**Abstract:** With the extensive application of functional training concept in physical training, the difference between "core stability" cognition and training methods gradually appears. The article summarizes the recent literature and the expositions of the domestic and foreign scholars on core stability training so as to apply the concept to sport scientific research and practical training.

**Key Words:** core stability; training; tendency

2008年以后,国内体能训练领域开始重视核心训练,认为过分强调大肌群训练而忽视核心小肌群训练是造成运动员专项体能停滞不前的原因之一。此后,核心稳定训练成为体能训练领域的热点,借助不稳定器材(平衡板、瑞士球)进行的核心激活训练来发展核心稳定成为一种潮流。近几年,功能训练(Functional Training)的理念强调采用传统的力量训练器材,如哑铃和壶铃进行单腿蹲、单腿硬拉等练习即可有效地提升稳定性。Willardson认为平衡和稳定能力应该是建立在力量、功率和灵敏等训练上的附加效果,并不需要单独安排训练<sup>[1]</sup>。此外,FMS筛查体系中的下劈/上拉(chop/lift)矫正练习,以及动态神经肌肉稳定技术(DNS)训练技术频繁出现在国内各类体能训练讲座和论坛中,都强调可以提高核心稳定性,使得部分教练无所适从。笔者通过文献研究和专家访谈等形式对核心稳定性概念和常见的训练方法手段进行综述,旨在帮助教练员理清思路,正确认识各种训练方法的不同机制,从而在训练中得以合理的应用。

## 1 核心稳定的概念

### 1.1 解剖核心

过去十几年,在康复和训练领域解剖核心概念被广泛接受,并据此发展出许多核心力量的训练方法手段。

Ben Kibler W.等指出,所谓“核心稳定性”是指,在运动中控制骨盆和躯干部位肌肉的稳定姿态,为上下肢运动创造支点,并协调上下肢的发力,使力量的产生、传递和控制达到最佳化<sup>[2]</sup>。所谓核心稳定力量,是指人体核心部位(腰椎-骨盆-髋关节)的肌肉,以稳定人体核心部位、控制重心运动、传递上下肢力量为主要目的产生的力量。王卫星指出,核心稳定性是在一个完整的动力链中,为保证力量和运动能够最适宜地产生、传递、控制至四肢末端,而具有的控制躯干位置和运动的能力<sup>[3]</sup>。其本质内容就是保持脊柱中立区域在一定生理范围内。指出核心区是一个包含着骨盆、脊柱、四肢主要关节与肌肉的,复杂的,相互作用的联合体。Wilson等人把腰腹—骨

收稿日期:2017-11-09

基金项目:山西省体育局科研课题(17TY114)

作者简介:申小宝,男,讲师。主要研究方向:体能训练。E-mail:674837602@qq.com。

作者单位:1.山西体育职业学院,太原 030006,2.上海体育职业学院,上海 200237。



盆—髌的复杂部位定义为**核心**,由腰、脊柱、骨盆和髌关节以及主动和被动的组织来产生或限制这些部位的动作<sup>[4]</sup>。Behm 等人提出了一个更广泛的定义,即解剖核心。解剖核心被定义为中轴骨骼以及附着于中轴骨骼近端的所有软组织。这些软组织可以产生运动(向心运动)或制止运动(离心和等长运动)<sup>[5]</sup>。

上述观点的共同点是:(1)将核心区定义为:中轴骨骼区域,即解剖核心(脊柱—骨盆—髌关节)。(2)核心区的作用:稳定(脊柱或重心)和传递(力量)。(3)核心稳定力量与传统的腰腹力量训练有很大的不同。

## 1.2 功能核心

近几年,随着筋膜技术、运动链、DNS 训练的出现,核心柱的概念逐渐颠覆了过去解剖核心的认知。

解剖列车的作者 Thomas W. Myers 认为,前深线是身体筋膜的核心<sup>[6]</sup>。除了髌关节内收和横膈的呼吸运动之外,前深线没有直接参与到其他运动中,但几乎所有的运动都受它的影响,尤其是核心结构稳定和身体姿势的细微调节。前深线从足底出发,沿小腿后侧上行,从膝后方到达大腿内侧,向上分出两条轨道:一条由髌、骨盆至腰椎前侧;另一条从后步通过骨盆底部至腰椎后侧,腰椎处又汇合至膈肌,经过胸部至面颊底部。Mark Vestagen 将运动链的概念引入体能训练中,指出运动链是在中枢和运动神经支配下的按某专项特定动作顺序的多关节、多肌肉参与的联合运动过程中的动力传递<sup>[7]</sup>。

2016年,国内开始引入捷克布拉格大学康复科主任、布拉格学派新一代接班人 Pavel Kolar 提出的 DNS 训练。它是内在运动系统的一种新的稳定技术,是一种激活人体的“整合稳定系统”。Izraelski J 认为人体的稳定核心包括:脊柱短节间肌(多裂肌)—深层颈屈肌—膈肌—腹壁肌群—盆底肌<sup>[8]</sup>。在产生目的性动作前,这些肌肉通常会自主激活,建立稳定基础(“前馈控制机制”)。每个动作开始时都要脊柱先稳定,以便为其它参与部位提供平衡,确保动作安全高效。在动作过程中,稳定肌的激活是自发的,或“潜意识的”。但现实中,各种不良诱因导致身体出现代偿机制,这些代偿措施通常表现为表层肌群的过载。由于平衡性变差,产生的动作缺乏效率,脊柱稳定性降低。

Craig Liebenson 将现代功能性运动训练的理念进行了总结,提出了四大支柱的概念(表 1)<sup>[9]</sup>,并指出功能训练的 4 个通用原则:(1)质量胜过数量。(2)没有疼痛。(3)能力范围内最难的训练。(4)不要追逐疼痛。

表 1 功能训练运动训练理念四大支柱的代表人物及主要代表作

Table I Main Representatives of the Four Pillar Functional Training Concepts and Their Magnum Opus

四大支柱	代表人物	代表书籍
生物力学	Stuart McGill	《腰背维修师》
区域相互依赖	Gray Cook (FMS)	《Movement》
运动发育学	Pavel Kolar (DNS)	《Clinical Rehabilitation》
神经敏化理论	David Butler&Lorimer Mosley	《Explain Pain》

上述观点的共同点是:(1)将核心区定义为:参与身体稳定的结构,而不局限于解剖学上的中轴骨区域。(2)核心区的作用:是目的性动作的开始,几乎所有动作都受它影响。(3)重视膈肌和呼吸。

## 1.3 核心稳定的再认识

解剖核心与功能核心都从结构和功能层面探讨控制人体核心稳定的重点区域在运动中所承担的作用。首先,解剖核心区域描述为中轴骨脊柱—骨盆—髌关节周围大量肌群;而功能核心聚焦在膈肌—腰大肌—腹肌—盆底肌为中轴的核心柱上,认为所有肩部—躯干—骨盆组成的核心柱是所有体育项目取得优异成绩的关键。

其次,从功能角度看,过去认为只要解剖核心区域稳定,力量传递就会高效,而现在功能核心将实现运动链的顺序激活作为目标,并将膈肌的作用和地位提到新的高度。布拉格学派将呼吸看作是最重要的功能动作,认为错误的呼吸模式必然导致错误的动作模式<sup>[10]</sup>。Thomas W. Myers 指出,我们的身体内藏了一条眼镜蛇(腰大肌—膈肌复合体),它才是身体的“核心”——身体姿势和核心稳定的功能<sup>[11]</sup>。因此,核心稳定并非仅是看上去躯干能保持固定不产生位移,而是在于核心区域的有效激活保证了运动链有序完成四肢动作。

## 2 核心稳定训练

随着核心稳定概念研究的深入,人们针对核心稳定的训练方法手段也逐渐产生了认识上的不同。目前常用的核心稳定训练手段包括:不稳定表面稳定肌训练、稳定表面主动肌训练、抗旋转躯干稳定训练和 DNS 技术。

### 2.1 不稳定表面稳定肌训练

不稳定表面训练是指,在站姿或步态训练时,对不稳定表面施加可控但不可预知的力,从而改善练习者身体稳定性。这是一种神经肌肉训练,它能优化



神经通路,从而促进有效的肌肉募集方式和动态的关节稳定性<sup>[12-14]</sup>。过去十年中,功能训练成为体能训练领域的主流,其倡导的核心理念就是训练前要对核心进行激活。因此,很长一段时间里,瑞士球、平衡板、BOSU球等不稳定器材成为功能性训练的代名词。Ben Kibler W.认为由于核心稳定力量的主要功能之一在于对身体重心的控制<sup>[2]</sup>,所以,该力量在很多情况下是在不稳定条件下进行训练,以此使更多的小肌肉群,特别是关节周围的辅助肌参与运动,培养运动员在运动中稳定关节和控制重心的能力。Kibele A指出,功能训练是一个包括平衡和本体感受训练的训练体系,在进行练习时,练习者脚触地,不采用限制动作线路的联合器械练习的方法<sup>[15]</sup>。在进行功能性力量训练时,运动员处于不稳定界面之上,采用克服自身体重的方式完成多平面/维度动作。Koshida S等研究发现,与稳定状态相比较,不稳定状态下执行同样的练习时,核心肌肉会被更大程度激活<sup>[16]</sup>。不管不稳定是来自于一个平面(如充气光盘、球)还是一个不稳定的器械(如锁链、装了部分水的容器)都可以提高核心肌肉的活化。例如,与放在稳定的长凳或地板相比,在不稳定的球上做 chest-presses 或 push-ups 更能增加核心激活。

近几年越来越多的研究认为,不稳定表面训练所具有的特性并不一定会转移到稳定表面的活动中。不稳定表面训练中所特有的神经肌肉募集方式与日常活动和体育运动中的神经肌肉募集方式不同<sup>[17-20]</sup>。因此,是否需要通过不稳定表面的扰动来改善核心稳定性,进而提高运动表现受到越来越多的质疑。

Stanton等发现,虽然有证据显示,通过6周的稳定球训练,核心肌肉稳定性会提高,但在不稳定组和对照组实验中腹肌、背肌、跑步机  $VO_{2max}$ 、跑节省化或跑姿的肌电活动并没有显示出明显差异<sup>[21]</sup>。由此作者认为,健身球(瑞士球)训练没有对年轻运动员体质表现带来改善。

Marshall等认为,对于基础练习如 shoulder extensions、squats 和 deadlifts 等阻力训练,使用瑞士球似乎是多余的<sup>[22]</sup>。此外,Nuzzo等提出,与在不稳定状态下进行的体操练习,与 superman 和 side bridge 相比,squats 和 deadlifts 会使竖脊肌产生更大的激活<sup>[23]</sup>。与地面稳定状态下施加的外部阻力相比,由于安全和控制因素,在不稳定状态(例如,半球型健身球)下将限制施加外部阻力。Boudreau S等报道,在半球形健身球上进行 overhead press 时,显示腹直肌的激活较稳定地面更多;而在半球形健身球完成 overhead press 和 50% 1RM 肱二头屈曲时,显示腹横肌和腹内斜肌的激活较稳定地面进行 overhead press 和 75%

1RM 肱二头屈曲更多。相反在半球形健身球和稳定情况下,分别进行深蹲、硬拉及肱二头肌屈曲的练习,腹外斜肌和竖脊肌肌肉激活没有明显区别<sup>[24]</sup>。这个实验的目的就是确定不稳定状态下的较小阻力是否与相对稳定地面下的大阻力训练产生相同的结果,这个实验没有显示具有相同效果。与非稳定情况相比,相同阻力(50% 1RM),在稳定平面下腹横肌/腹内斜肌产生更多(尽管不明显)活动。这一结果进一步表明,不稳定的表面稳定肌训练是没有必要的。总体而言,大量的研究显示,在使用一个半球形健身球训练核心肌肉时并没有体现出任何优势。

## 2.2 稳定表面主动肌训练

近几年,越来越多的学者和教练提出,稳定表面的杠铃训练对于核心激活效果并不差。此外,传统的阻力训练(如杠铃、哑铃的结构练习负重背蹲和硬拉)好处是,外部负载增加会强化相关肌肉群的激活,同时根据训练的周期化安排,随着时间的推移逐步增加训练量,而瑞士球训练似乎需要更加复杂和困难的动作来获得进展<sup>[25-26]</sup>。Tudor Bompa认为,由于生理学上激活溢出(overflow of activation)或弥散机制的存在<sup>[27]</sup>,因此教练员和运动员无需过分担心,尤其是在稳定肌的专门训练方面。主动肌在执行训练任务的时候,关节周围的肌群都会被激活。换言之,激活溢出不仅涉及协同肌,还包括稳定肌。因此,提高训练效率的方法应该强调主动肌训练,因为稳定肌会同时得到相应发展,而不需要再浪费时间利用新颖器材进行专门的稳定肌训练。

NSCA(美国体能协会)一直坚持认为,杠铃训练就是最具功能性的练习。具备良好的杠铃技术后即可通过蹲、硬拉、高翻、高抓,以及其他涉及躯干旋转的练习提升运动表现,这种练习所诱发的核心肌肉群参与程度大部分高于专门针对核心肌群设计的稳定性练习<sup>[28-29]</sup>。

单腿杠铃、哑铃负重训练是目前非常流行的下肢功能训练,Myer G. D.等认为,与双腿的负重训练相比,单腿练习可以迫使臀中肌、内收肌和腰方肌被有效激活——这是良好运动技术的关键。而在传统的双腿力量训练中,这些肌肉并不能被激活参与到运动当中<sup>[30]</sup>。然而,由于单腿训练的好处众所周知,因此,在发展下肢力量时有些人将其作为“通用型”的一种方法,而没有考虑这种训练在整个训练计划中的作用到底是什么。如果这样做,就可能导致仅仅发展特定的肌肉能力,而对于整体运动表现帮助不大。

近年来,许多教练应用单腿训练这种方法发展臀中肌(gluteus medius)的力量。臀中肌对于骨盆的



稳定性以及预防下背部疼痛有非常重要的作用,如果运动员臀中肌过紧(柔韧性差)或力量不足会引起一系列问题。鉴于此,无论运动员是否需要,教练员都会在训练计划中单独安排针对臀中肌的训练内容(如:桥式练习——bridge patterns)。实际上,我们发现通过训练臀中肌可以提高弓步练习(lunge pattern)的动作质量,而不是通过提高弓步的动作质量来训练臀中肌。

### 2.3 抗旋转练习

Michael Boyle 对于核心力量的主要作用总结为“抗旋转”<sup>[31]</sup>。他认为,在运动中核心抗屈曲和伸展的情况并不多见,而更多的时候是通过抗旋转来保持核心稳定。常见的练习有砍(chop)—举(lift)练习和胸前推拉 CABLE 练习。

下劈和上拉是 Gray Cook 推荐的动作矫正的必要练习,其本质也是功能性本体感觉神经肌肉促进训练,可以增强髋、躯干的静态稳定性以及躯干上半段的肩部的动态稳定性。由于该练习最初还是起源于临床医师更好地观察病人的姿态和颈部肌肉的代偿动作,因此,过去常用于康复训练中。但近年来,也逐渐被引入到竞技训练领域中。首先,该练习不仅可以发展功能性的抓握力量;其次,与更多进行矢状面动作的杠铃训练相比,此类练习更适合发展水平面和冠状面动作的稳定性。因此,很多球类、投掷类项目运动员选择了该练习发展核心稳定性。

### 2.4 DNS 技术

DNS 训练同样起源于医学界康复手段,最初仅针对神经系统发育障碍或特殊人群,如脑瘫、智障等患者,既有手法治疗,又有运动治疗。但近几年被引入到竞技训练中,不少著名运动员通过 DNS 获益,包括网球大师罗杰·费德勒,捷克标枪运动员简·泽

莱兹尼。它有自己的理论基础——原始的发育学位置上激活/刺激患者的稳定肌,以达到训练大脑的目的,通过适当刺激和训练大脑,使它能够协调激活稳定肌群,实现最佳动作模式。在激活过程中,脊柱关节和四肢关节变得共轴化;脊柱轴向伸展,腹内压被激活,身体的每一段脊柱都获得了稳定性——这是健康动作的基础<sup>[32]</sup>。

DNS 认为激发运动发育所描述的最佳稳定模式包括以下几点:(1)通常需利用运动反射。(2)自主激活同等质量的稳定模式。(3)将最佳稳定模式融入到日常生活中(例如工作时、运动时等)。

但目前,采用 DNS 技术用于竞技表现提升的研究还未见报道,其作用有待进一步验证。

## 3 小结与展望

不稳定表面稳定肌训练和稳定表面主动肌训练是过去十年已被广泛使用的训练手段。从核心稳定的概念开始强调“腰大肌—膈肌”复合体和抗旋转的作用后,抗旋转练习和 DNS 技术开始逐渐兴起。

尽管除了稳定表面主动肌训练之外,其他 3 种均没有科学证据可以证明特定个体通过核心稳定性练习促进竞技表现提升,但每种训练方法均具备各自的优缺点。对于需要康复的运动员,如存在慢性下腰痛,此时核心肌肉的控制和调节上存在障碍。无法完成更高水平的肌肉间协调的自由重量练习时,可以采用其提供更多的核心肌肉激活。对于健康的运动员来说,核心激活则可直接采用发展主动肌的自由重量训练获得必要的核心稳定性,但更多的是局限于矢状面的动作。抗旋转练习则可以对水平面和冠状面动作产生较好的核心稳定肌活化。DNS 技术虽然具有坚实的理论基础作为支撑,但其学习周期较长,难于短时间掌握,目前也较难于提升竞技表现的实践中,其各自特点见表 2。

表 2 核心稳定性常用训练方法特点的比较

Table II Comparison between the Characteristics of the Commonly-used Training Methods of Core Stability

训练方法	不稳定表面稳定肌训练	稳定表面主动肌训练	抗旋转练习	DNS 技术
具体手段	利用瑞士球、平衡板等不稳定器材	杠铃负重蹲、硬拉、高翻等	绳索下劈和上拉等	原始的发育学位置上激活/刺激稳定肌
优势	可以较好地激活核心稳定肌	能较好地提升运动竞技表现,有效改善矢状面的动作质量	强调呼吸,改善膈肌激活能有效改善水平面冠状面的动作质量	强调呼吸,改善膈肌激活
劣势	不能有效改善运动表现,并且对膈肌刺激较小	操作技术要求较高,对膈肌刺激较小	未见到提升竞技表现的报道	学习时间较长,难于短时间掌握,未见到提升竞技表现的报道

发展核心稳定是一个非常具有吸引力的概念,并在一定程度上挑战了一些传统观念,它是解决获得最优化训练适应的新方法。但是,与任何训练理念一样,只有以原理为基础的思考方式才可以避免教条

地执行或排他性的认识。教练员了解训练适应特异性的不同方面、认真分析专项需求是有效训练的前提。更为切实可行的方法是教练员列出一个基本的符合上述标准的动作菜单,并根据情况将其融入到



整体训练计划之中。

### 参考文献:

- [1] Willardson J.M. Effect of surface stability on core muscle activity for dynamic resistance exercise[J]. *Sport Physiol. Perform*, 2009, 4(1):97-109.
- [2] Ben Kibler W., Press J., Sciascia A. The role of core stability in athletic function[J]. *Sports Med*, 2006, 36(3): 189-198.
- [3] 王卫星,郭树涛.核心稳定性——释义及形成机制[J]. *北京体育大学学报*,2010,33(8):120-123.
- [4] Lederman E. The myth of core stability[J]. *Bodyw. Mov. Ther.*, 2010, 14:84 - 98.
- [5] Behm D. G. Not all instability training devices enhance muscle activation in highly resistance-trained individuals [J]. *Strength Cond. Res.*,2008, 22(4): 1360-1370, 2008.
- [6] Thomas W. Myers.解剖列车[M]. 关铃等,译.军事医学科学出版社,2015.
- [7] Mark V. Core Performance[M]. Riva Verlag, 2011.
- [8] Izraelski J. Assessment and Treatment of Muscle Imbalance the Janda Approach[J]. *Journal of the Canadian Chiropractic Association*, 2012,56(2):158.
- [9] Craig Liebenson .Functional Performance Training[M]. LWW: First, 2011.
- [10] Lee Burton. SFMA 评估技术培训[R].山东:山东体科所,2015.
- [11] Thomas W.M.解剖列车筋膜技术培训[R].北京:北京体科所,2015.
- [12] Marshall P. W., Desai I. Electromyographic analysis of upperbody, lower body, and abdominal muscles during advanced Swiss ball exercises[J]. *J. Strength Cond. Res.*, 2010, 24:1537-1545.
- [13] Cressey E. M., West C. A., Tiberio D. P., et al. The effects of ten weeks of lower-body unstable surface training on markers of athletic performance[J]. *J. Strength Cond. Res.*, 2007, 21:561-567.
- [14] Stanton R., Reaburn P. R., and Humphries B. The effect of short-term Swiss ball training on core stability and running economy[J]. *J. Strength Cond. Res.*, 2004, 18:522-528.
- [15] Kibele A. Behm D. G. Seven weeks of instability and traditional resistance training effects on strength, balance and functional performance[J]. *J. Strength Cond. Res.*, 2009, 23:2443-2450.
- [16] Koshida S., Urabe Y., Miyashita K., et al. Muscular outputs during dynamic bench press under stable versus unstable conditions[J]. *J. Strength Cond. Res.*, 2008, 22: 1584-1588.
- [17] Gabriel D. A., Kamen G., Frost G. Neuraladaptations to resistive exercise:Mechanisms and recommendations for training practices[J]. *J. Sports Med.*, 2006, 36:133-149.
- [18] Boudreau S., Dwyer M., Mattacola C., et al. Hip-muscle activation during the lunge, single-leg squat, and step-up-and-over exercises[J]. *J. Sport Rehab.*, 2009, 18:91-103.
- [19] Jung H. Electromyographic analysis of lower extremity lateral stabilizer during upper extremity elevation movements[J]. *J. IntAcad Phys. Ther. Res.*, 2010, 1:185-191.
- [20] Drinkwater E., Pritchett E., Behm D. G. Effect of instability and resistance on unintentional squat lifting kinetics[J]. *Int. J. Sports Physiol. Perform*, 2007, 2:400-413.
- [21] Stanton R., Reaburn P. R., Humphries B. The effect of short-term Swiss ball training on core stability and running economy[J]. *J. Strength Cond. Res.*, 2004, 18:522-528.
- [22] Marshall P. W. M., Murphy B. A. Core stability exercises on and off a Swiss ball[J]. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 2005, 86:242-249.
- [23] Nuzzo J. L., McCaulley G. O., Cormie P., et al. Trunk muscle activity during stability ball and free weight exercises[J]. *J. Strength Cond. Res.*, 2008, 22:95-102.
- [24] Boudreau S., Dwyer M., Mattacola C., et al. Hip-muscle activation during the lunge, single-leg squat, and step-up-and-over exercises[J]. *J. Sport Rehab.*, 2009, 18:91-103.
- [25] Comfort P., Jones P., Smith L., et al. Joint kinetics and kinematics during common lower limb rehabilitation exercises[J]. *J. Athl. Train.*, 2015, 50:1011-1018.
- [26] Fauth M., Garceau L., Lutsch B., et al.Hamstring, quadriceps and gluteal muscle activation during resistance training.
- [27] Tudor Bompa.青少年运动员体能训练[M].尹晓峰,译.上海:上海文化出版社,2017.
- [28] Honeger W. Relationship maxium repetitions and selected percentages of one repetition maxium.J .*Appl Sci Res*1 (1):11-13,1987.
- [29] McBride J. M. Comparison of kinetic variable and muscle activity during a squats vs.a box squat[J].*J.Strength cond. Res.*,2010, 24(12):3195-3199.
- [30] Myer G. D., Ford K. R., Palumbo J. P., et al. Neuromuscular training improves performance and lower-extremity biomechanics in female athletes[J]. *J. Strength Cond. Res.*, 2005, 19:51-60.
- [31] Michael Boyle.体育运动中的功能训练(第二版)[M].张丹玥,王雄,译.北京:人民邮电出版社,2017.
- [32] Pavel Kolar.DNS 技术专题论坛[R].北京:北京体科所, 2016.

(责任编辑:何聪)