

网球

运动科学训练指导

王河镇 陈 正 郭 雅 编著



NORTHEAST NORMAL UNIVERSITY PRESS

www.nenup.com

东北师范大学出版社

网球运动科学训练指导

王河镇 陈正 郭雅 编著

东北师范大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

网球运动科学训练指导/王河镇, 陈正, 郭雅编著

——长春: 东北师范大学出版社, 2011. 6

ISBN 978-7-5602-7088-3

I. ①网… II. ①王… ②陈… ③郭… III. ①网球运
动—运动训练 IV. ①G845.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 128093 号

☐责任编辑: 齐虹 ☐封面设计: 书香阁
☐责任校对: 李春鹏 ☐责任印制: 刘兆辉

东北师范大学出版社出版发行
长春净月经济开发区金宝街 118 号 (邮政编码: 130117)

电话: 0431-85695744 85688470

邮购热线: 0431-84568163

传真: 0431-85695744 85602589

网址: <http://www.nenup.com>

电子函件: sdcbx@mail.jl.cn

广告经营许可证号: 2200006000161

北京市昌平区阳坊精工印刷厂印刷

2011 年 6 月第 1 版 2011 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

幅面尺寸: 185mm×260mm 印张: 18.625 字数: 400 千字

定价: 32.00 元

如发现印装质量问题, 影响阅读, 可直接与承印厂联系调换

前 言

网球运动自 1885 年传入中国以来,这项“时尚高雅”的运动在中国已有一百多年的发展历史。改革开放以后,随着我国社会的进步和经济、文化的快速发展,作为“绅士运动”之一的网球运动,越来越受到广大人民群众欢迎。尤其是在 2004 年雅典奥运会上我国女双运动员勇夺桂冠、中国网球选手李娜在澳大利亚网球公开赛上历史性地闯入决赛之后,更是在全国范围内掀起了一场学打网球的热潮,从而进一步促进了网球运动及网球文化在我国的普及与传播。

近年来,广大网球工作者撰写了很多网球教材和普及性读物,为网球运动在我国快速、健康发展起到了积极的作用,使人们对网球运动的理解得到了进一步的提升。尤其是在体育院校中,对这项运动更是深得大学生的热爱,但其特殊的环境,又给网球工作者提出了更高的要求。传统的教材和普及性读物的内容主要局限于网球基本常识、基本技术以及基本战术原理的教学层面上,而其他更深层的内容很少涉及,这对于想进一步提高网球知识的人而言就显得不足,尤其是针对具有较高专业水平的体育院校学生和有可能从事体育工作的大学生而言更是显得杯水车薪。为进一步推广网球文化,推动与普及网球运动在我国的发展,提高网球运动的训练与教学水平,本书从体育院校的教学与训练实际出发,结合编者多年网球教学与训练工作的实践经验,汲取中国及世界网球运动发展的最新信息与科研成果,在参考其他同类网球教程的基础上,从而形成了这本《网球运动科学训练指导》。

书由王河镇、陈正、郭雅编著,编写分工如下:

王河镇(湖北汽车工业学院)第二、三、四、九、十章

陈 正(成都体育学院)第五章、第一章第四~六节、第六章第二节及第七章第八节

郭 雅(西北工业大学)第八章、第一章第一~三节、第六章第一、三~六节及第七章第一~七节

书中难免出现错误或纰漏,希望读者来函赐教,以便我们加以修订完善。

编者
2011 年 5 月



目 录

第一章 网球运动基本理论知识	(1)
第一节 网球运动技术的基本原理与评定标准	(1)
第二节 网球运动的击球原理与动作结构	(2)
第三节 网球在运动中的力学分析	(8)
第四节 网球运动比赛中的三个关键点	(14)
第五节 顶级网球十大基本原理	(16)
第六节 高水平网球运动员成长的六个阶段	(20)
第二章 网球运动基本技术训练	(26)
第一节 握拍科学训练	(26)
第二节 正、反手击球科学训练	(29)
第三节 发球、接发球科学训练	(39)
第四节 削切球科学训练	(51)
第五节 高压球科学训练	(55)
第六节 制胜球科学训练	(59)
第三章 网球运动提高技术训练	(62)
第一节 挑高球科学训练	(62)
第二节 截击球科学训练	(64)
第三节 上旋高球科学训练	(68)
第四节 近网低球科学训练	(69)
第四章 网球运动单双打基本战术训练	(72)
第一节 网球运动单打战术概述	(72)
第二节 网球运动比赛中不同类型打法对策训练	(73)
第三节 网球运动比赛中不同情况对策训练	(77)
第四节 网球运动比赛中不同比分对策训练	(83)
第五节 网球运动双打战术概述	(86)
第六节 网球运动双打比赛中的战术训练	(87)
第五章 网球运动技战术训练手段	(110)
第一节 网球运动技战术训练设计原则	(110)



第二节 网球运动技战术训练手段	(111)
第三节 网球运动步法训练手段	(130)
第六章 网球运动心理素质训练	(145)
第一节 网球运动心理素质训练的概述及原理	(145)
第二节 网球运动员的心理调节及其训练	(146)
第三节 网球运动比赛中的行为动机训练	(163)
第四节 网球运动比赛中的情绪控制训练	(165)
第五节 网球运动比赛中的自信心训练	(169)
第六节 网球运动比赛中的注意力训练	(172)
第七章 网球运动身体素质训练	(177)
第一节 网球运动身体训练的概述及原理	(177)
第二节 网球运动力量素质训练	(179)
第三节 网球运动速度素质训练	(181)
第四节 网球运动耐力素质训练	(186)
第五节 网球运动灵敏素质训练	(188)
第六节 网球运动柔韧素质训练	(189)
第七节 网球运动协调素质训练	(190)
第八节 高水平网球运动体能训练	(192)
第八章 网球比赛的编排与规则	(230)
第一节 网球比赛的编排程序	(230)
第二节 网球比赛的规则与判罚	(232)
第三节 网球比赛中的犯规及处罚	(239)
第四节 网球裁判临场工作判例	(239)
第五节 网球竞赛和裁判的实用表格	(251)
第九章 竞技网球运动中的损伤与预防	(264)
第一节 竞技网球运动中常见的损伤	(264)
第二节 竞技网球运动员损伤的护理及恢复	(266)
第三节 竞技网球运动中损伤的原因及预防	(271)
第十章 网球运动中的营养补充	(281)
第一节 网球运动比赛中水的科学饮用	(281)
第二节 网球比赛中合理的营养搭配	(284)
参考文献	(289)



第一章 网球运动基本理论知识

第一节 网球运动技术的基本原理与评定标准

一、网球技术的基本原理

所谓网球技术的基本原理就是指各种网球技术共同的、根本的或起码的出发点与要求。在现代的网球运动中,其技术多种多样,而每个运动员的技术特点又各有异同,但究其实质,凡是在比赛中有实用价值的技术,无不同时具备稳定性和威胁性。

稳定性,是指自己击球不失误,即按照网球的竞赛规则要求,当对方合法发球或合法还击以后,己方必须击球,并使球直接越过(或绕过)球网,然后落在对方的场地内。

威胁性,是指合法击过去的球要给对方造成威胁或使对方失误。

稳定性和威胁性是不能孤立存在的。击球没有稳定性,球的威胁性就无从谈起;而击的球仅仅符合要求,不能给对方造成威胁,击球的稳定性也就失去了实际价值。

击球的稳定性和威胁性是一对矛盾的两个方面,就一般而言,击球的威胁性是矛盾的主要方面。在现代网球运动中,单纯地想依靠稳定性获得比赛的最终胜利,是根本不可能的。因此,我们要对稳定性和威胁性进行全面深刻的认识:在个人技术提高的过程中,首先,要不断提高击球的稳定性,在稳定性的基础上,再提高击球的威胁性;在不断提高击球威胁性的带动下,击球的稳定性亦能得到相应的提高。哪项技术最善于将击球的稳定性和威胁性协调统一起来,哪项技术就最先进;哪名运动员最善于把击球的稳定性和威胁性结合起来,哪名运动员的技术水平就越高。

稳定性和威胁性在一定条件下是可以相互转化的。如果自己击球的威胁性大,对方回球的威胁性相对就小了,甚至回球失误,这样自己即可减少失误,威胁性就转化为稳定性;如果自己击球不失误,对方失误的机会就相应增多,稳定性就转化为威胁性。稳定性和威胁性是网球技术的基本原理。要提高击球的稳定性,就需研究击球的弧线;要提高击球的威胁性,就要分析击球的速度、力量、旋转、落点、角度和深度。总之,我们在研究和运用这一基本原则时,应自觉地运用对立统一的原则,切忌用静止、孤立、片面或绝对观点去看待问题,使之更好地为实践服务。

二、网球技术的评定标准

运动技术是体育项目技术动作的名称,评定运动技术的标准是实效性和经济性,而这两者之间有着密切的联系。击球动作是网球运动中的主要运动技术,对每次击球动作的好坏,也应当从实效性和经济性来评定。

所谓实效性是指完成动作时能够发挥出最大能力,产生最大作用,获得最佳效果。因此,



我们在评价技术动作时，不要只看动作的外在表现。一些看似僵硬、不协调的动作说不定就符合某个运动员的技术动作特点，这个技术动作在他身上就能产生最大的击球效果。经济性是指完成动作时能够合理地运用体力，既获得最佳效果，又节省身体的能量。运动技术是否合理是有客观标准的，合理的运动技术不论在动作的形式上和内容上，都应当符合运动力学、人体解剖学以及运动生理学等方面的要求。有关网球技术中的力学分析，我们将在本章第三节中作详细的论述。

第二节 网球运动的击球原理与动作结构

一、网球运动的击球原理

（一）击球的弧线

1. 击球的弧线

（1）出手弧线

指球自击球员的球拍击出，到落在对方场区为止的飞行弧线，如图 1-1 所示，它包括弧高、打出距离、弧线弯曲度和弧线方向。

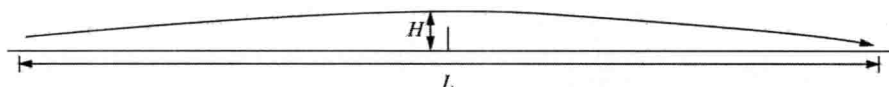


图 1-1

① 弧高：弧线顶点至地面的垂直距离，可用“ H ”表示。

② 打出距离：击球点在地面上的投影至球落地点的直线距离，可用“ L ”表示。

③ 弧线弯曲度：弧线弯曲的程度，它与弧高成正比，与打出距离成反比。例如：一个球的弧高很高，打出距离很短，此球的弧线弯曲度就一定很大。

④ 弧线方向：主要指向左、右的方向（以击球员为准）。

（2）弹起弧线

指从对方场区地面弹起直至碰到其他物体（如球拍、地面、拦网等）为止的这段飞行弧线，它由弧高、弹起距离和方向等几部分组成。其中，方向包括前、后、左、右。因为在网球运动中，双方运动员是对面站立，所以前、后、左、右的方向是相对的。为方便研究，特确定以击球员一方为准。

2. 影响弧线的因素

（1）球的出手角度

指球刚被击离球拍瞬间与水平面之间的夹角。球的出手角度越大，出手弧线的高度也越大。

（2）球出手瞬间距地面的高度

指击球点距地面的高度。



(3) 球出手时的初速度

指球刚刚被击离球拍瞬间的飞行速度。

如果将球的打出距离用“ L ”表示，球的出手角度用“ α ”表示，球出手时的高度用“ h ”表示，球出手时的初速度用“ v_0 ”表示，它们之间的关系可写成公式：

$$L = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} + \frac{h}{\tan \alpha}$$

上式中的 g 为重力加速度， $g=9.8$ 米/秒²。

若 $h=0$ ，即球刚落地就击，或说击球点与球被击后的着地点成一水平面，那么，球的出手角度 $\alpha \leq 45^\circ$ 时， v_0 不变， α 越大， H （弧高）亦越大， L （打出距离）也越大。在网球运动实践中，击球点总会高于地面（ $h>0$ ），这样，在球出手时的初速度一定时，要想使 L 最大， α 应略小于 45° 。因为本文对此只作定性研究，所以，我们只需明确这样一个概念：在球出手时的初速度一定的情况下，球的出手角度在一定范围内（约 45° ），打出距离将随其增大而增大。但当其超过这个范围（约 45° ）后，打出距离又会随其减小而减小。

球的出手角度是由击球瞬间的拍形和用力方向决定的。球的出手角度越大，球出手时的初速度就越大，弧高越大，打出距离也越长。

(4) 球的旋转

它不仅对球的出手弧线有影响，而且还影响球的弹起弧线。上旋可增加球的出手弧线的弯曲度，在击球实践中，起到增加弧高和缩短打出距离的作用；下旋反之。左侧旋可使球向右拐；右侧旋反之。

网球运动中两个最基本的底线技术，就是攻球和削球。前者击出的球为上旋，后者击出的球为下旋。上旋和下旋在这里都起到了极其重要的作用。

攻球，是一项以速度和力量取胜的技术。运动员在不断加大速度和力量的同时，为防止球出界，会尽量压低弧高，但这是有限度的。若弧线比球网还低，就会触网失分。为此，就不得不求助于上旋了。上旋可增加弧线的弯曲度，起到增大弧高、缩短打出距离的作用。20 世纪 70 年代，博格之所以能成为世界网坛上的风云人物，其中一个重要原因就是他在攻球很注意发挥上旋的作用，从而使稳定性与威胁性有机地统一起来。攻球者为提高速度和力量，需增大向前的击球力量，但同时还必须要有摩擦球力的配合，借以制造一定的上旋来确保合理的击球弧线。

削球，是一项偏于防守性的技术，对它的最基本要求就是弧线低。上旋球的飞行弧线弯曲度大，而一般下旋球的飞行弧线弯曲度很小。弯曲度小的弧线，可使整个弧线中相当长的一部分都保持在近似同一高度——稍稍高于球网的高度，这就有利于使削球达到既稳又低的要求。试想，如果我们的削球不带下旋，又要求其飞行弧线很低，这就会大大增加削球的技术难度。不转体的飞行弧线弯曲度比下旋球大，而来球的深、浅、高、低、左、右不一，所以，很难保证自己击球弧线的最高点正落在球网上方，稍偏网前或网后的情况难以避免。若击球弧线的最高点与球网同高，又正好在球网上方，球可擦网而过。倘若击球弧线的最高点偏于网前或网后，此球就会触网失分。为避免此种失误，只有提高整个击球弧线的高度。但回球弧线高，却又违背了对削球弧线低的最基本要求。所以，欲使削球技术达到既低又稳的要求，则应采用下旋式的削球。

大家在打球实践中都有这样的体会：适当延长球在拍上的停留时间有助于提高击球的稳定



性。初学者往往击球动作僵硬，球碰拍即飞，控制球的能力很差。而优秀运动员打球，球拍似有黏性一般，击球瞬间拍与球的接触时间较长，这有助于调整动作，以便更好地制造弧线。因为人的反应需要适宜强度的刺激，刺激时间过短，人是作不出反应的。球拍触球时间稍长些，运动员才有可能适当地调整动作。

3. 弧线的作用

(1) 合理的出手弧线是击球稳定性的保证

我们应特别重视还击不同的来球对出手弧线的不同要求。例如：拉抽小斜角时，弧线的弯曲度要稍大，打出距离要短；回击网前高球时，可直线高压，其弧线无需有弯曲度；回击底线球时，需有较长的打击距离和适宜的弧线高度。

(2) 运用变化的弧线，增加球的威胁性

① 降低或升高出手弧线的高度，增加对方回球的难度。例如：随球上网时的削一板，回球弧线低，给对方下拍还击增加了难度。又如：挑高球时，弧线高，可越过对方头顶至底线，破坏对方的封网或高压球。

② 利用变化回球弧线向左或右偏飞的技术使对方处于被动。这种球目前在发球中已有运用。

③ 在前、后方向上变化飞行的弧线，给对方回球增加难度。例如：在回小球时加一个向后削球的动作，使球越网后不向前跳，甚至后缩，对方极易判断失误。又如：在向对方底线攻球或挑高球时，有意制造上旋，使球落地后有前冲力，对方往往因此而被动或失误。

(二) 击球的速度

1. 网球运动中击球速度的概念

从来球飞至网上开始，直到被球拍击出后，又飞行越网碰到对方场区内的障碍物为止（包括落地，被对方拍击或击中对方身体等），此过程球的飞行距离与所用时间的比值就是该次击球的速度。我们可把此过程所用的时间分为两部分：来球过网后的飞行时间（从来球飞至网上开始，直到被球拍击中止）和球被击后的空中飞行时间（从球被球拍击中后开始，到球飞行越网碰到障碍物为止）。因此，欲提高击球速度，则必须设法缩短这两段时间。

2. 击球速度的作用

在网球运动中，人的反应过程一般分为 5 个阶段：

- (1) 感觉阶段；
- (2) 区别阶段（在同时起作用的许多刺激中将所感知的部分加以区别）；
- (3) 再认阶段（将当时的刺激归入已知的类别中）；
- (4) 选择阶段（选择最有利的应答动作）；
- (5) 运动阶段。

运动员要判断来球的速度、力量、落点、旋转和弧线，需从对方的击球动作（包括站立、引拍和挥拍击球的动作等）和击球后球的运行弧线两方面加以分析，这无疑需要一定的时间。击球速度越慢，对方准备的时间就越充分，判断来球也越准确。反之，击球速度快，就给对方的判断增加了困难，往往使对方反应不及甚至出现无反应的情况。

3. 迅速还原

此外，网球运动员每打完一拍球后，必须迅速还原，以便为击下拍球作好充分的准备（包



括心理和身体动作)。击球速度快,还可以使对方因没有充分的还原时间,而造成被动或击球失误。

4. 如何提高击球速度

提高击球速度,从理论上讲,就是指缩短来球过网后的飞行时间和球被击后的空中飞行时间。在掌握技术时,应注意如下几点:

(1) 站位近网,击球点适当接近球网。

(2) 适当提早击球时间,减小动作幅度,引拍动作要小,触球瞬间充分发挥小臂的爆发力,击球后迅速制动、还原。

(3) 适当降低球在空中飞行弧线的高度。

(4) 注意腰部动作的运用,使其起到稳定动作和加快球速的作用。

(5) 提高判断和反应能力以及步伐移动速度。

(三) 击球的力量

1. 击球力量的概念

在网球运动中,所谓击球力量大,实际上是指物理学中的动量(mv)大。因为,球体本身的质量是固定的,所以,击球力量大的外在表现形式就是球向前飞行的速度快。

2. 击球力量大的作用

(1) 它要求接球者的动作必须迅速,否则就会来不及调整动作。

(2) 力量大的来球,对接球者球拍的作用亦大,这就增加了接球的难度。

(3) 球向前飞行的速度很快,接球者因看不清疾飞的球,而只能凭经验估计它的走向和时间。因此,经验不足者极易判断失误。

3. 加大击球力量的方法

加大击球瞬间的向前挥拍速度以及提高参与动作的肌肉力量,是增强击球力量的关键。为此,应注意以下几个方面:

(1) 注意腿、腰、上臂和前臂力量的协调配合,击球瞬间应有突然的爆发力。

(2) 整个动作的用力方向应尽量一致向前,避免有相反方向的分力,注意触球瞬间适当减少对球的摩擦力,应向前用力击球。

(3) 掌握合理的击球时间和击球位置,以便身体各部肌肉集中发挥出最大的力量。

(4) 适当加大动作半径,适当加大引拍距离。

(5) 击球前,发力肌肉应尽量拉长且放松。

(6) 遵循身体肌肉发力的正常顺序:躯干带动上臂,上臂带动前臂,以发挥各关节的加速作用。

(7) 一次击球后,应迅速放松,注意动作还原,以便于下次发力。

(8) 重视身体训练,提高力量素质,并使其与技术密切结合。

(四) 击球的落点

1. 击球落点的概念

球被拍击出后,落在对方场区地面上的点,就叫击球的落点。



2. 什么是好落点

(1) 一般情况下的好落点

指击球落点接近两条边线、端线，落在对方脚下，或远离对方站位，亦或对方跑动的相反方向（如对方已开始向右跑，就打他左方）。

(2) 对方球员技术上的缺点

① 技术上的明显缺点。例如：有人反手弱，就应多打其反手，使其失误增多。

② 调动后暴露的弱点。例如：在对方失去平衡的情况下，将球打到另一边，极易得分。

③ 运用假动作，或根据对方的心理特征，声东击西。例如：你估计我打左方，我实际打右方。

3. 与击球落点紧密相关的两个概念

(1) 击球路线

击球员所站的位置与击球的落点之间的连线，称为击球路线。最基本的路线有 5 条，即右方斜线、左方斜线、右方直线、左方直线和中路直线。此外，还有左、右两条小斜线。

(2) 击球区域

把场区地面分为若干区域，并将其与击球落点相连。距球网约 1.5 米的区域，叫前场；发球线附近区域，叫中场；近底线处，叫后场。击球近网，称为“浅”；击球近底线，称为“深”。击球在边线近端线处，谓为“大角”；击球在边线近网处，谓为“小角”。

4. 力争打出好落点的方法

(1) 扩大对方跑动的范围。例如：打远离对方站位的球。

(2) 增加对方击球的难度。例如：打深；在对方失去重心后打另一角。

(3) 正中对方要害，即正中对方技术上的缺点。

(4) 促使对方判断错误，延误最佳击球时间。例如：运用假动作声东击西等。

5. 提高控制落点能力的方法

(1) 规定区域练习法：将场地划分为若干区域，规定专门的击球区。

(2) 有目的地培养队员重视击球落点的意识，提高场上的观察能力，在常规的训练或比赛中有针对性地对击球落点提出要求。

(五) 击球的旋转

1. 网球旋转的力学根据

在力学中，欲使球旋转，必须具有力矩 (M)。力矩等于作用到球体上的力 (F) 和此力到球心的垂直距离 (L) 的乘积，写成公式为 $M = F \cdot L$ 。从公式中看出， F 大、 L 大，二者的乘积 M 亦大，该球旋转得也强烈。若 $L = 0$ ，作用力正通过球心，则该球不产生任何旋转。

2. 旋转球具有威力的原因

为方便研究，我们把网球当做一个质点来看。旋转的球在触及对方拍或地面时会给它们一个作用力 f ，根据牛顿第三定律，拍或地面亦会同时给球一个与 f 大小相等、方向相反的反作用力 V ， V 就会使球产生偏飞。球的旋转越强，球触及对方拍或地面时给它们的作用力也越大，同时，它们给球的反作用力也越大。这就是旋转强烈的球落地后偏飞较厉害的原因。



3. 如何加大球的旋转

- (1) 加大挥拍摩擦球的力量。不仅应发挥腰、腿和手臂之力，还需配合手腕的力量。
- (2) 用力方向适当，远离球心。
- (3) 采用向内凹的弧形挥拍路线。

二、击球的动作结构

在网球运动中，尽管击球的技术动作多种多样，方法要领也各不相同，但是在击球的动作结构方面却有许多共同的规律。每一次击球，从开始挥拍到结束挥拍，都要由正确的握拍、击球前的步法移动、击球时的重心转移、身体的平衡、握拍方法及击球点等构成一个完整的击球动作。也就是说，击球动作不只是单纯的挥动球拍，而是一个从准备动作开始的连续完整动作。每一个击球动作应由准备姿势和引拍、向前挥拍和触球、随挥和还原三个部分组成。

(一) 准备姿势和引拍

正确的准备姿势应是：面对球网，双脚左右开立，略比肩宽，膝部放松，上身稍向前倾，重心稍放在前脚掌上；右手轻握拍柄，左手扶住球拍（以右手持拍为例，下同），球拍置于肚脐与胸的高度之间；两肘轻触腰侧部，目光注视来球。重要的是肩部和握拍的手要放松，过于用力就无法顺利地进入引拍动作。要根据来球迅速地作出反应，判断是正手球还是反手球，并能随时进行分腿垫步动作。

引拍是反映进入挥拍击球之前向后挥摆拍的动作。引拍的路线大致可分为从上往下、直线、从下往上三种。一般来说，在正手击球时使用从上往下的向后挥拍，而在反手击球时多采用直线横向后挥拍或从下往上的向后挥拍。在正手击球时从上往下的向后引拍是一般的后摆动作，这是因为从上往下挥动球拍比较省力，动作也比较轻松。但也有人使用横向后挥摆或从下往上的挥摆动作。而反手击球时的引拍要比正手击球时更早地进行，因此要收肘转肩向后挥摆，这时的拍面位于手腕高度或稍稍靠上的位置，以便于横向后摆。但是进行底线对攻时许多选手多数会从下往上地后摆。

总之，做引拍动作时除握拍需要用力以外，其他部位应保持放松，做到轻松协调，这样会为向前挥拍击球的动作提供充分有利的收缩条件，使之获得最大的击球效果。此外，要注意球拍不能拉得太后，应伴随身体扭转的动作将拍后引。现代的网球技术以争取速度为主，若球拍向后摆动过大，势必会影响向前挥拍击球的速度。后摆所需要幅度的大小应根据击球灵活掌握。

(二) 向前挥拍和触球

向前挥拍是把引向身后的球拍，从后向前挥动去迎击来球。球拍触球是球拍击中来球的瞬间。这两个动作都必须有相当的握力和臂力。为了克制来球的撞击力，应牢牢地固定球拍击球的拍面，这时如果球拍的角度稍有变化，形成球击球拍使拍面晃动，就会引起较大的误差。初学者由于击球瞬间球拍握得不牢，经常会出现击球不稳或失误现象，应引起足够重视。对于还击的球，使之具有不同的旋转性质也是在向前挥拍与触球这段过程中形成的。球拍从下向上挥动回过去的球具有上旋性质，球拍从上向下挥动回过去的球具有下旋性质。向侧上挥动具有侧



上旋性质，向侧下挥动具有侧下旋性质。球拍触球时，拍面所朝的方向决定击球路线，拍面角度决定触球部位，并直接影响动作的稳定性。这一环节是决定击球方向和落点的关键。

（三）随挥和还原

随势挥拍是指球拍击球后有一段随势前挥的动作。这一动作有利于增大击球的力量，减少身体受伤的机会，并能在击球的结束阶段保证击球动作的稳定性和协调性。

随挥后的手臂平缓地收回到身体的中心，作好再次击球的准备，动作要流畅。另外，我们在做所有的技术动作时，要注重移动时的步法。步法移动是为了保证在正确的击球点上击球，只有移动到位才能正确地把球有力地击出，为此，身体重心移动的时机必须恰到好处。这就是说，在进行引拍、向前挥、随挥等动作时，如果不能很好地掌握身体重心，就不能做到正确挥拍。例如，在正手击球时，重心移动的关键在于确定支撑脚的位置，位置确定了，接着就可以把另一脚向打球方向迈出。正手击球时站位的开放姿势要比关闭姿势更容易击球，而在反手击球时，由于要依靠脚的转动，因此，多采用关闭姿势。总之，由于是持着球拍在运动，保持身体平衡就尤为重要。所以，要增强用不持拍手保持平衡的意识。

第三节 网球在运动中的力学分析

网球运动中的击球，是飞进中的球与运动员挥拍迎击来球（包括发球）这两个对立方面的协调与统一。为了使上述两个对立面获得高度的、理想的协调与统一，打出成功的、漂亮的球，就必须对该事物的这两个方面的有关技术、原理等问题及其相互间的内在联系，从理论上进行较深入的理解和分析，并将之付诸于实践。以下我们将用力学的基本原理对动态中的网球进行力学分析，使我们进一步了解动态中网球的运动性能，从而对网球技术动作进行一定的理论指导与建议。

一、网球产生旋转的原因

由于球拍给球一个作用力，所以使球产生了运动。如果这个作用力对球产生的力矩为 0，则球不产生旋转；当力矩不为 0 时，则使球产生了旋转运动，因为我们知道，在力学中，要使物体产生旋转，就必须要有旋转力矩（ M ）。

$M = F \cdot L$ 。其中， M 表示旋转力矩， F 表示作用到物体上的力， L 表示力臂。从公式中可以看出， F 和 L 越大， M 亦越大，该物体旋转得也越强烈。若 $L = 0$ ，作用力正通过球心，无论 F 多大，此球也不会产生旋转。正因为作用在球体方向上的力不同，从而使球产生了旋转。

二、网球的旋转运动

（一）平击球（Flat Stroke）

无论采用哪一种手法击球，只要击球的力量仅仅是一个单一的正对着来球的力量，即只有主击球力 F_1 ，这样击出的球属平击球。



如图 1-2 所示, 球拍以角速度 ω 正对来球挥拍, 则在击球的瞬时将对球产生正向打击力 F_1 。该正向打击力是主击球力, 高达 400 多磅。由于是正向击打, F_1 将通过网球的球心, 因此, 不会使球获得一个旋转的力矩, 只能使球获得一个初速 v_0 , 并向射出角为 α_1 的方向飞进。因此, 球在首飞过程中本身是不转的。高压球 (smash)、高空截击 (High Volley)、平击发球 (Flat Serve), 它们基本上只存在主击球力, 而且是很大的主击球力, 故都可视为平击球。这类由于是正向击球, 球与拍面碰撞接触的区域很小, 可视为一个点, 其接触的时间也很短, 只有千分之几秒。

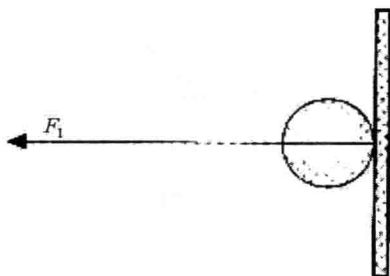


图 1-2

(二) 上旋球 (Top Spin)

如图 1-3 所示, 击球的瞬时除了对球施加一个正向主击球力 F_1 , 以实现球的首飞外, 还要给球拍附加一个垂直于正向的向上的运动, 使拍弦咬住网球从球的后侧对球进行搓旋, 从而使球获得一个附加的向上的旋转力 T 。在 T 的作用下, 球按获得的相应的转速 n (转速常以每分钟旋转若干转 n 来表示) 绕其球心轴线 OY 旋转, 故在球的首飞过程中球做向上的旋转运动 (以击球者正对球的方向看, 以下均同)。附加的旋转力 T 越大, 球的旋转速度 n 也就越大。

由于击球的瞬时对球附加了一个旋转力 T , 也就是对球施加了摩擦力, 对球进行搓旋作用, 因此, 球在球拍的弦床平面上停留的时间远比平击球的时间长, 而其与拍面的接触, 即撞点不是一个固定的点, 而是一条移动的线段。

在网球运动中运用最多的是正手提拉球的手法, 就是从球的后下方正向击球时, 再附加上一个向上提拉的动作从而获得上旋。

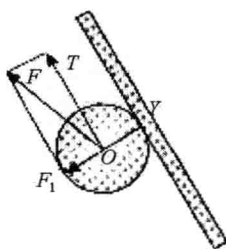


图 1-3



(三) 下旋球 (Back Spin)

下旋球形成的基本原理与上旋球一致，只不过所附加的正向主击球力 F_1 上的附加旋转力 T 的方向是向下的，如图 1-4 所示。

下旋球在首飞过程中，球的旋转是绕其球心轴线 OY 向下旋转的。其余情况与上旋球相同。

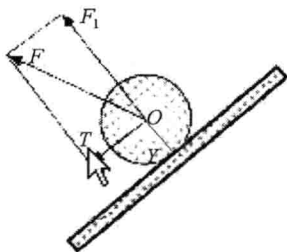


图 1-4

(四) 侧旋球 (Side Spin)

侧旋球形成的基本原理也和上旋球、下旋球一致，只不过附加的旋转力 T 在球的侧边，它可以与主击球力 F_1 平行或垂直。附加的旋转力 T 作用在球的右侧，且与主击球力 F_1 平行，方向一致，故击球后，球绕轴线做逆时针方向旋转。反之，如果 T 作用于球的左侧面，则球做顺时针方向旋转。如果附加的旋转力 T 作用于球的右侧面并与主击球力 F_1 成 90° 角交叉，则球将绕球心轴线 OX 旋转。

但是，在此要特别指出，由于对球施加的旋转力 T ，无论是与主击球力 F_1 相平行还是相垂直交叉，都要求拍平面垂直于球网，但主击球力 F_1 应是一记强劲的打击力，拍面要正对着对方场区，故实现 F_1 、 T 作用力与拍平面成 90° 角的关系，二者相差太大，在一次挥击中是无法兼顾的。由上可见，打出一记单纯的侧旋球是不可能实现的，因此，在击球的各种手法中，自然不会存在单纯的侧旋球的手法。事实上，在临场运用最多的，还是修正后的侧旋球，即复合旋转球。

(五) 复合旋转球 (Compound Spin)

复合旋转球是上旋球或下旋球与侧旋球相结合的一种旋转球，它是使 F_1 、 T 相互协调补偿打出的一种旋转球。实践证明，在临场使用得最多的就是这种球。因为这种球具有两种旋向的特点，所以如果击出强力的复合旋转球，会给对方造成很大的威胁，往往使之陷入被动。

必须指出的是：在实践中，无论用正手或反手击球，只要技术动作能满足上述各类球的旋转条件，都能打出相应的各种旋转球来。

三、球在空中的运动状态

网球运动的基本过程是双方运动员将球往返回击到对方场区的交互攻击过程，因此，球在球网两侧的场区间的交错飞进就构成了网球运动中的球的基本运动形式，这是网球运动必不可



少的主运动。该运动的具体形式（球的飞进轨迹——球路）虽然因击球的手法不同而有所差异，但是球的飞进这一主运动总是它最基础的运动。要使球实现这一主运动，只要给球一个具有向前并向上的打击力将球击出，球就会根据物理学中力学的有关原理按斜抛物线的轨迹飞进。所以，斜抛物线运动是网球在空中飞进的最基本的运动状态，它是网球的主运动，它与炮弹在空中的运动轨迹相同。

如图 1-5 所示，当球被击的瞬间，由于球在 A 点受到一个打击力 F_1 ，使球获得一个初速 V_{01} （其方向与击球力 F_1 的方向一致），并按射出角 α_1 向空中斜向飞出。该初速 v_{01} 可以分解为 $v_{\text{水平}}$ 和 $v_{\text{垂直}}$ 两个分速度， $v_{\text{水平}}$ 使球水平前进，而 $v_{\text{垂直}}$ 则使球向上飞升。但由于球受到地心引力的作用， $v_{\text{垂直}}$ 逐渐减小，待球飞到 B 点时， $v_{\text{垂直}} = 0$ ，球便达到最高的高度 h_1 。以后球继续飞进，由于它继续受到地心引力的作用而不断下降，直到 C 点着地为止。故球的飞行全过程构成球的斜抛物线轨迹 ABC。

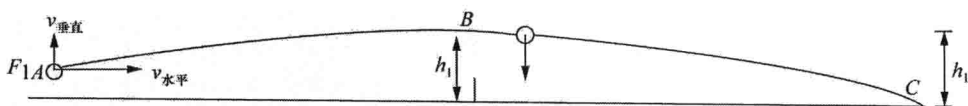


图 1-5 球的抛物线运动

至于球速问题，由于球在飞进过程中存在能量的损失，其速度将逐渐减小，在着地时的速度 v_n （末速）已小于它的初速 v_{01} 。故其着地时碰撞产生的反弹力 F_2 就小于拍击时的打击力 F_1 ，反弹时球的速度 v_{02} 也相应地减小了。

由此可见，击球力 F_1 是使球获得主运动的力，称之为主击球力，它与球的初速 v_{01} 相对应。所以，只要在击球时改变 F_1 的大小和方向及射出角的大小，就可以打出不同深度和高度的球来。

球的飞进轨迹 ABC 是球被拍击后直接产生的，称之为首次飞进（First Flight）。而轨迹 CDE 则为球着地碰撞后，由于反弹力 F_2 的作用第二次飞进（Second Flight）所产生的，它也成斜抛物线。它的形成和首飞的原理是一致的，即球着地反弹时的反弹力 F_2 及其相应的次飞初速 v_{02} （可以分解为 $v_{\text{水平}}$ 和 $v_{\text{垂直}}$ 两个分速度）和次飞的射出角 α_2 决定了次飞的球路轨迹。

在次飞中，如果忽视其他一些因素的影响，特别是球的旋转影响，那么次飞的射出角 α_2 与首飞的射入角 β_1 应是相等的。此外，由于首飞过程中和着地反弹时存在一些能量损失，以及次飞的 F_2 、 v_{02} 均小于首飞的 F_1 、 v_{01} ，故次飞的进程 CE 和高度 h_2 均比首飞大大减小。

以上所述均属射出角 α_1 为仰角时球向上飞进的情况。如果击球时 α_1 为俯角，即球向前向下飞进，则球路轨迹为向下斜射，它就没有球路轨迹的高度 h ，而只有击球点的高度和飞进的进程了。

上述情况都是把空气的阻力等略去不计来讨论的，但实际上空气的阻力 F_3 的影响还是比较大的，如图 1-6 所示，它不仅使抛物线的射出进程 AC 减小，也使球的射出高度 h_1 减小。如果再考虑到球在次飞中必然要出现球的旋转，那么，球的各种形式的旋转还将进一步影响甚至显著地改变次飞的轨迹。因此，不了解、不熟悉球的自转造成的次飞的球路变化，必将引起还击来球时不能很好地到位和回击技术动作不当造成失误。关于这方面的问题在下文中将予以详述。