

体育馆用 木质地板结构与性能

TIYUGUANYONG MUZHI DIBAN JIEGOU YU XINGNENG

王宏棣 著



中国环境科学出版社

体育馆用木质地板结构与性能

The structure and property of wooden flooring in gymnasium

王宏棣 著

中国环境科学出版社·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

体育馆用木质地板结构与性能 / 王宏棣著. —北京: 中国环境科学出版社, 2012.6

ISBN 978-7-5111-1033-6

I. ①体… II. ①王… III. ①体育馆—木质地板—结构性能 IV. ①G818.2②TS653

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 121135 号

责任编辑 周 煜

责任校对 扣志红

封面设计 马 晓

出版发行 中国环境科学出版社

(100062 北京东城区广渠门内大街 16 号)

网 址: <http://www.cesp.com.cn>

电子邮箱: bjgl@cesp.com.cn

联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)

发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印装质量热线: 010-67113404

印 刷 北京中科印刷有限公司

经 销 各地新华书店

版 次 2012 年 12 月第 1 版

印 次 2012 年 12 月第 1 次印刷

开 本 787×960 1/16

印 张 10.75

字 数 194 千字

定 价 35.00 元

【版权所有。未经许可, 请勿翻印、转载, 违者必究】

前 言

体育馆用木质地板（简称体育木地板）是一种具有独特的运动功能、保护功能和技术功能，符合生物力学特性的专用地面工程复合材料，是体育馆设施的重要组成部分。但是，国内外体育木地板的研究起步较晚、基础薄弱，对于体育木地板结构、材料、制造技术、产品性能等方面缺乏系统的研究，特别是运动生化指标与体育木地板结构相关性等研究尚未见报道。因此，在中国竞技体育和体育馆建设高速发展的情况下，开展体育木地板的结构与性能研究具有非常重要的理论意义和实用价值。

本著作在系统分析体育木地板国内外现状和发展趋势的基础上，按用途、结构和材料对体育木地板进行了分类，对国内外现有的体育木地板主要结构进行分析对比，以三种典型结构和新型材料为研究对象，针对体育木地板特有的三大功能及六项性能指标，重点研究了体育木地板结构与性能，探讨了表面防滑性能与表面粗糙度、涂料种类和涂层厚度之间的关系；以正交试验设计及回归分析、方差分析等方法，对三种单元结构特别是高等级竞赛用双层结构（结构Ⅰ）体育木地板的结构性能进行系统研究，以《体育馆用木质地板》（GB/T 20239—2006）对整体结构的体育木地板进行研究与验证；并研究了体育木地板整体结构尺寸稳定性；采用自行设计运动生化指标试验方法对体育木地板结构与运动生化指标的关系开展了研究。

主要研究成果：

（1）体育木地板表面性能主要评价指标是滑动摩擦系数 S_p ，在砂纸目数、涂料种类和涂层厚度三个影响因素中，砂纸目数的影响最大，涂料种类次之。砂纸目数与素板表面粗糙度（ R_a 、 R_z ）呈负相关，表面粗糙度（ R_a 、 R_z ）与 S_p 呈正相关。

（2）采用日本联合涂料、120 目砂带和厚 240 μm 涂层或 UV 漆、240 目砂带和厚 140 μm 涂层时，体育木地板的 S_p 符合体育木地板国家标准性能指标中对于 S_p 的要求。

（3）体育木地板的结构形式对整体结构性能有重要影响，采用冲击吸收率 F_r 、标准垂直变形 V_d 和球的反弹率 B_r 性能指标评价三种体育木地板单元结构的性能，

其性能优劣的综合排为：结构Ⅰ＞结构Ⅱ＞结构Ⅲ。

(4) 双层龙骨结构（结构Ⅰ）的体育木地板，分别建立了龙骨的截面尺寸和间距与 F_r 、 V_d 、 B_r 性能指标之间的回归方程。龙骨间距对 F_r 、龙骨厚度与龙骨间距的交互作用对 V_d 的影响均在 0.01 水平上显著；龙骨间距是 B_r 的主要影响因素。

(5) 当龙骨的间距 $500\text{ mm} \times 500\text{ mm}$ 、截面尺寸 $50\text{ mm} \times 30\text{ mm}$ 时 F_r 最大；龙骨间距 $500\text{ mm} \times 500\text{ mm}$ ，龙骨截面尺寸分别为 $50\text{ mm} \times 50\text{ mm}$ 和 $70\text{ mm} \times 30\text{ mm}$ 时的 V_d 值较高；龙骨间距 $300\text{ mm} \times 300\text{ mm}$ 、截面尺寸 $50\text{ mm} \times 30\text{ mm}$ 时 B_r 最大。对结构Ⅰ的 F_r 、 V_d 和 B_r 性能指标综合分析表明，间距 $500\text{ mm} \times 500\text{ mm}$ 、截面尺寸 $50\text{ mm} \times 30\text{ mm}$ 为最优龙骨设计参数。

(6) 采用相同材料和结构的体育木地板，整体结构性能优于单元结构，双层结构的综合性能指标优于单层结构和无龙骨结构。采用胶合板为毛地板、双层龙骨（LVL）的结构实木复合体育木地板，按照 GB/T 20239—2006 和 DIN 18032.2—2001，对不同整体结构和结构层材料的体育木地板性能研究和验证表明： F_r 为 55.5%、 V_d 为 2.36 mm、 B_r 为 93.9%，其结构性能均超过国家标准中规定的竞赛用体育木地板要求；单层结构的 F_r 为 51.8%、 V_d 为 1.57mm、 B_r 为 95.4%。

(7) 对三种结构体育木地板在设定的三种温湿度条件下分别进行连续 8 周试验，其中温度为 20°C 、相对湿度为 75% 的条件下体育木地板尺寸变化率和翘曲度最小，结构稳定性最优。

(8) 三种结构的尺寸变化率和翘曲度的综合比较结果为：结构Ⅰ＜结构Ⅱ＜结构Ⅲ，结构Ⅰ具有非常优良的结构尺寸稳定性。三种结构在设定的环境温湿度条件下连续试验，其翘曲变形的变化规律为：结构Ⅰ、结构Ⅱ和结构Ⅲ分别从第 4 周、第 6 周和第 7 周开始趋于稳定。

(9) 体育木地板的运动生化指标以血乳酸 BLA、肌电图 EMG 表征。体育木地板的结构对运动员 BLA 生化指标变化有显著的影响，BLA 值随着运动时间的延长和强度的增加而增大。结构Ⅰ的 BLA 生化指标较结构Ⅱ和结构Ⅲ低，且增长率较为平缓。

(10) 体育木地板结构不同，运动员的肌电 EMG 生化指标（腓肠肌外侧头收缩时间、腓肠肌外侧头积分肌电 IEMG、腓肠肌外侧头中位频率 MF 和平均功率频率 MPF）差异显著。结构Ⅰ的腓肠肌外侧头收缩时间最短，即运动员完成相同的跨越运动所需时间短；运动员的腓肠肌外侧头的 IEMG 值始终低于结构Ⅱ和结构Ⅲ；结构Ⅰ腓肠肌外侧头 MF 和 MPF 低于结构Ⅱ和结构Ⅲ，即在相同的运动负荷情况下，结构Ⅰ上运动相对于结构Ⅱ和结构Ⅲ负荷小。

(1) 在国内首次系统地开展体育木地板的结构、表面性能、结构性能和结

构尺寸稳定性的研究,提出了体育木地板的性能指标和测试方法。

(2) 利用具有国际先进水平的测试仪器和设备研究了体育木地板的 S_p 、 F_r 、 V_d 和 B_r 等性能指标,建立了体育木地板结构与性能指标间的数学模型。

(3) 在国内外首次将 BLA 和 EMG 运动生化指标引入体育木地板的性能研究,设计了运动生化指标和体育木地板结构性能关系的研究方法,提出了体育木地板结构与运动员生化指标的相关性。

(4) 首次将 LVL 等新型的复合材料用于体育木地板的结构设计,提高了体育木地板的结构性能,为新型木质复合材料在体育木地板的应用提供了依据,扩大了体育木地板结构用材料的来源。

本书在编写过程中,参考了其他相关教材、论文和研究成果,在此向所参考文献的作者表示感谢。同时感谢周良芳、何金存对本书的校审。同于时间仓促,加之不断出现新的研究成果,书中的错误和缺陷在所难免,殷切希望专家和读者批评与指正。

著 者

2012 年 10 月

目 录

1 绪 论	1
1.1 引言	1
1.2 体育馆用木质地板的主要结构和分类	5
1.3 体育馆用木质地板结构与应用	7
1.4 体育馆用木质地板三大功能和性能指标	10
1.5 体育馆用木质地板的研究现状和发展趋势	13
1.6 本书的研究目的和意义	19
1.7 主要研究内容	20
2 体育馆用木质地板的主要表面性能	22
2.1 引言	22
2.2 材料与方法	26
2.3 结果与分析	34
2.4 小结	47
3 体育馆用木质地板的主要结构性能	49
3.1 引言	49
3.2 实验材料和仪器设备	53
3.3 实验方法	59
3.4 结果与分析	69
3.5 小结	105
4 体育馆用木质地板的尺寸稳定性	108
4.1 引言	108
4.2 试验材料和仪器设备	110

4.3 试验方法.....	112
4.4 结果与分析.....	113
4.5 小结.....	131
5 体育馆用木质地板对运动生化指标的影响.....	132
5.1 引言.....	132
5.2 试验材料与仪器设备.....	138
5.3 试验方法.....	139
5.4 结果与分析.....	140
5.5 小结.....	147
6 结论.....	148
6.1 体育馆用木质地板的表面性能.....	148
6.2 体育馆用木质地板的结构性能.....	149
6.3 体育馆用木质地板尺寸稳定性.....	150
6.4 体育馆用木质地板结构对运动生化指标的影响.....	151
6.5 本研究创新点.....	151
参考文献.....	153
附 录.....	160
致 谢.....	162

1 绪 论

1.1 引言

1.1.1 体育馆用木质地板定义

木质地板是一种用于室内外地面装饰或特殊功用的材料，主要由木材、人造板或竹材为原料与其他复合材料结合而制成^[1]。常用的木质地板材料主要有木质材料、织物地毯类材料、复合物材料和高分子聚合物材料等几种^[2,3]。

体育木地板指专门用于体育馆内（包括篮球、排球、手球、乒乓球、羽毛球、体操、武术等）竞赛、训练、教学以及健身等场所用的专用木质地板（GB/T 20239—2006），是体育馆设施的重要组成部分^[4]。

体育木地板一般由多种材料复合构成，生产制造、安装施工技术要求较高，因此考虑到成本和体育馆级别与用途，分为竞赛、训练、教学和健身用体育木地板，并以冲击吸收率、标准垂直变形、相对垂直变形率、滚动载荷、球的反弹率和滑动摩擦系数六大性能指标表征。

1.1.2 体育运动与木质地板

体育的起源是一个复杂的过程，人类社会发展史告诉我们：有了人就有了人类社会，也就有了人类为满足生存需要和心理需要的各种活动。体育是伴随着人类的产生而产生的，体育的历史与人类的历史一样的长久。随着人类社会的组织形式（开始是原始群，而后是血缘家族，血缘家族又逐渐发展为氏族部落联盟，并最终出现国家）的发展，人类活动的组织化程度越来越高，人类的自我意识逐渐增强，带有体育意义的身体活动也在原始教育和原始宗教活动中逐步规范化。人们把这种在时间、空间和目标意义上实现了与直接的劳动和军事过程分离的身体活动称为原始体育。其时间约在 15 000 年前的中石器时期^[5]，弓箭的发明和各种巫术化身体活动的出现，是原始体育形成的主要标志。

世界体育的发展伴随着以古希腊灿烂的文化、发达的哲学思想和教育思想带来体育繁荣。各城邦之间的军事交战,更加促进了他们对体育的重视。最典型的是斯巴达,他们不仅重视尚武教育,同时很注意优生。新婴儿必须交送国家检查,体格强壮者才归还父母养育,患病或畸形的儿童便被丢入山谷之中,任其死去。古希腊人还在祭祀活动中诞生了辉煌的古代奥林匹克运动会,并延续达千年之久,为人类体育的发展作出了贡献^[5]。

中国近代体育是1840年鸦片战争后,以奥林匹克运动为代表的西方体育文化进入中国,与中国本土的体育及其社会文化背景展开了长达一个多世纪的冲突与融合形成了中国近代体育的雏形。奥林匹克运动与中国体育及其社会文化背景的冲突与融合鲜明地体现了东西方两大文化体系的冲突与融合。在冲突和交融中,奥林匹克运动和中国体育及其社会背景各自也都相应地发生了变化^[6,7]。

鸦片战争以后,西方列强用坚船利炮强行打开了中国的国门,来中国的传教士、军人、商人越来越多,同时也带来了各自国家的体育活动。随着外国侨民先后来到上海、镇江、杭州、苏州等地,在租界内他们开展竞技体育活动,创办体育组织,建设运动场所及组织竞技比赛,并在教会学校开设课程。教会学校是西方文化“西学东渐”的产物。第一次鸦片战争后不久,西方帝国主义列强就陆续在中国各地兴办了一大批教会学校。教会学校通过校内和校际体育活动,在中国传播体育。这些教会一般没有正式的体育课,只在课外开展室外的田径、球类等体育活动,并组织运动代表队和竞技比赛。被誉为“东方哈佛”的圣约翰大学,原名约翰书院,于1879年9月成立,正是这所学校,创造了第一个引进近代体育项目、开展全国第一次校际运动会、建设全国第一个高尔夫球场等许多中国体育史上的“第一”。现在的田径类体育项目,都是从圣约翰大学引进的。当时圣约翰大学有部分来自美国檀香山的外国学生,另外,当时圣约翰大学的教师主要是外国人,这就促进了近代体育在圣约翰大学的传播。圣约翰大学在体育方面,当时处于领先地位。

1896年前后,经天津基督教青年传入的篮球首先在北京、天津一些教会学校开展起来,且均是在室外进行比赛,场地也以沙土地为主。向室内的转变也是由圣约翰大学开创的。圣约翰大学在1919年建成的顾斐德纪念体育室是中国第一个现代化大学体育馆,使室内竞技体育得到了质的飞跃。当时将其称为“体育室”,内有健身房、球场等设施,还设有室内游泳池,为当时之最,地面铺设了简易的木质地板,但当时的功能只是作为减少伤害和由于激烈运动而带来的灰尘的简易保护功能,而不具备现代体育木地板的运动功能和技术功能。

室内竞技体育的发展,也是随着体育项目的不断发展和完善而逐渐建立起的

独特的功能齐全、设施完善的系统,如看台、照明和音响效果、地面材料等,根据不同的比赛要求,观众席的设置形式,照明和音响效果的设置,地面材料功能性等都有严格的规范,而最具代表性的运动无疑是在室内体育馆开展的篮球比赛,它对各种技术指标的要求最为苛刻^[8]。

篮球运动 1891 年是美国马萨诸塞州斯普林菲尔德市基督教青年会训练学校体育教师詹姆斯·奈史密斯(Jallies Naismith)博士为了解决学生们在寒冷的冬季上体育课的难题而发明的室内集体游戏活动项目,后逐渐发展完善成为世界上影响最大的运动项目之一,深受人们的喜爱。至 1940 年,篮球运动伴随着美国的文化、宗教等的扩张,通过基督教青年会组织以及教师、留学生间的交往,向世界各地传播推广。由于篮球活动的游戏性、健身性和娱乐性等特性,篮球竞赛应运而生并发展完善^[9]。1895 年由美国国际基督教协会派往中国天津基督教青年会任职的第一任总干事 David Willard Lyon 将篮球运动传入天津市。1896 年在天津中华基督教青年会举行了最早的表演赛,以后逐步由天津向华北地区的北京、保定等地和华东地区的上海、南京等地以及华南地区的广州、香港等地区传播。1910 年在南京举行的旧中国第一届运动会上进行了篮球表演赛,1914 年篮球被列为第二届全国运动会的正式比赛项目^[10]。

随着竞技体育的发展和体育项目的增多,随之产生并增设了室内比赛项目,篮球就是最具代表性的竞技体育项目之一。基于篮球运动具有围绕空中的篮筐而展开与地面的双线竞争的特点;竞争的手段与方法多样而多变,因此不仅富有对抗性、拼斗性、集体性,而且富有健身性、娱乐性、艺术性、趣味性、观赏性,所以是当前世界各国人民最热爱、开展最普及、最喜闻乐见的一项竞技体育项目和吸引力较强的娱乐体育活动^[11]。据统计,目前,世界各大洲参加国际性篮球组织“国际篮球联合会”(简称 FIBA)的会员(包括地区)就多达 213 个(2006 年日本琦玉举行的第十八届国际篮联大会宣布),成为国际体育社会成员最多的体育组织之一^[12],而该组织下的世界男女篮球锦标赛和奥林匹克运动会篮球赛以及各洲际性国际竞赛活动,已成为各国人民业余文化娱乐生活的重要内容。除篮球外,在室内进行竞技比赛的项目如排球、体操、乒乓球、羽毛球、手球、室内足球、艺术体操、武术等,也在专用的体育木地板上进行。另外,基于竞技比赛项目的不同和色彩要求,需要在体育木地板表面覆盖复合材料如聚氯乙烯(PVC)天然橡胶(NR)等,对比赛场地进行色彩搭配并保护运动员在比赛中不易产生运动损伤,这些材料在赛后撤掉。体育木地板就是随这些项目的普及和水平的提高而产生的,是体育馆设施中最重要又不可缺少的配套产品。由于室内体育馆是相对封闭的状态,所以要求用于竞技比赛的地面材料既要平整、无灰尘,又要有一定的弹性和摩擦

阻力,所以人们首先想到的就是能满足其基本功能要求的天然材料——木材,这是体育馆室内应用木质地板的开始。

1.1.3 体育馆用木质地板的应用现状

自 1919 年在上海的圣约翰大学建成了中国第一个现代化大学体育馆以来,使室内竞技体育得到了质的飞跃。并随之而产生了体育馆内使用的专用木地板,这是现代体育木地板发展与应用的开始^[13]。由于当时的设施不完善,只能用于简单的健身、球类比赛等,地面铺设的材料也为简易的木地板,只是为了减少运动伤害和由于激烈运动所带来的灰尘的简易保护功能,而不具备运动功能和技术功能。目前体育木地板已从当初最简单的单层体育木地板,发展到二、三层体育木地板,直至今今天世界上流行的多层木质复合结构的体育木地板。

中国体育木地板真正起步始于 20 世纪 80 年代中期,并以每年 15% 的速度递增^[14]。据不完全统计,我国目前生产体育木地板的企业大约 100 家,其中专业生产体育木地板年生产能力在 $5 \times 10^5 \text{ m}^2$ 以上的企业,不足 10 家^[15]。虽然这个数字相比上千家的民用地板生产企业显得微不足道,但体育木地板的生产对其技术和原材料有很高的要求,且这些企业多数为中型以上规模,无论生产能力还是人员素质都具有一定的市场竞争力,基本反映了目前我国体育木地板的生产水平和现状。其代表企业是由国家体育总局与日本政府合资兴建的专业生产体育馆用木质地板的企业——大连千森木业有限公司。该公司是集生产、施工和安装为一体的专业体育木地板生产企业。“千森”牌体育木地板经国际体育地面科学学会 (IST) 根据 DIN 18032.2—2001 标准检测^[16],其冲击吸收率、球的反弹率、滑动摩擦系数和滚动载荷等指标均达到或超过 DIN 规定标准。该企业生产的体育木地板是亚洲首家通过 DIN 国际认证和国际篮球联合会 (FIBA) 认证的产品,还获得了中国篮协授予的“2001 年度中国篮球联赛 (CBA) 比赛专用体育木地板”和“2001—2005 年度中国国家男子篮球队唯一专用体育木地板”荣誉称号。以大连千森木业有限公司为代表的体育木地板领军企业,带动了国内其他体育木地板的生产企业迅速崛起,使我国体育木地板得到了飞速的发展。据第五次全国体育场地普查资料显示,我国各系统、各行业、各种所有制形式 (不含港澳台地区) 共有符合第五次全国体育场地普查要求的各类体育场地 850 080 个,其中标准体育场地 547 178 个,非标准体育场地 302 902 个,人均体育场地面积为 1.03 m^2 。在普查的 64 种标准体育场地中,室内竞赛体育馆、健身馆等大型体育场馆共 5 680 个,室内综合房 (馆) 和篮球房 (馆) 等室内体育场地占标准体育场地总数的 1.0% 以下,且多以开展群众性的全民健身活动为主。以上资料表明,我国的室内体育馆还远不

能满足国民的需求,体育木地板的应用就更少之又少^[17]。

国内目前建成使用的体育馆中,无论是质量还是数量,都远不能满足我国体育事业快速发展的需要,绝大多数体育馆中使用的体育木地板为20世纪70年代前后安装铺设的,结构均为民用地板的铺装形式,使用年限已超过寿命期限(一般体育木地板使用年限为10~15年)^[18],其性能已无法适应高水平竞技比赛的要求,急需进行改造。近十年来新建的体育馆所用木地板中,国内品牌的体育木地板市场占有率约80%,其余为国外知名品牌,以我国目前的生产企业数量 and 产品质量满足不了体育馆建设的需求。由于没有统一的标准,生产厂家各自为政,体育木地板的结构设计形式五花八门,且无科学的依据,大多数企业生产的产品虽然参考国外先进国家体育木地板标准,但也仅限于指标数字了解和结构形式的模仿,而无法对产品的性能指标进行检测,更不知道怎样检测,导致体育木地板的性能指标很难达到标准规定的要求,所以其产品的性能良莠不齐。

国外体育木地板的应用历史较我国时间长,在体育木地板的标准制定和应用上,具有代表性的是德国体育木地板标准,该标准现为国际相关组织指定为高级竞技用体育木地板质量的验收标准。目前国外体育木地板应用较多的国家和品牌有美国(CONNOR、HORNER、PSS、ROBBINS)、德国(HARO)、意大利(MONDO、SEICOM)、丹麦(JUNCKERS)和法国(TARKETT),这些品牌也是国际篮球联合会指定认可的产品,其生产和安装的体育木地板可承接国际顶级赛事,如世锦赛和奥运会等,在世界体育木地板市场占有率约70%,这些国家的体育木地板产品以其良好的结构设计和性能已打入我国市场,迄今为止,国内已建成的体育馆中约10%铺设国外进口体育木地板,弥补因国内体育木地板供应不足而出现的缺口,并以强大的势头与国内生产企业争抢我国体育木地板市场。现在参与竞标的奥运场馆中,几乎都有国外厂家的参与,或与国内厂家联合竞标,产品均为国外厂家授权代理的品牌。但国外体育地板公司暂时并未能在中国体育地板行业中抢占更多的市场,主要原因是国外品牌的体育地板价格昂贵,不适合国内的经济水平发展需求;此外,国外的体育木地板商家在国内现在都还未建厂,售后服务也跟不上^[19]。

1.2 体育馆用木质地板的主要结构和分类

1.2.1 体育馆用木质地板的结构

体育木地板的结构主要由面层地板、毛地板层(载荷分布层)、龙骨层、防潮

层和弹性垫块等组成。体育木地板的用途、性能指标要求、造价及各结构层使用的材料各有不同:

①面层地板:指用于体育木地板最外层地板,是体育木地板应用中运动员与地板的接触层板。

②毛地板层:指紧贴面层地板下部,起到找平、增加强度和分散载荷作用的板层。

③龙骨层:指安装于面层地板下面或毛地板层下面的支撑骨架。

④防潮层:指放置于面层地板和毛地板层或龙骨层与建筑结构基层(水泥地面)之间的隔离或防潮材料。

1.2.2 体育馆用木质地板的分类

体育木地板是多种材料复合的结构体,专业的体育木地板根据用途、结构形式、应用材料不同进行分类。

1.2.2.1 按用途分类

(1)竞赛用体育木地板:用于承接在室内体育馆进行的高等级(奥运会、世界锦标赛、世界杯赛等)竞技比赛,比赛强度大、对体育木地板技术指标要求较高,如篮球、手球等,其主要性能指标冲动吸收率和标准垂直变形分别达到 $\geq 53\%$ 和 $\geq 2.3\text{ mm}$ 。

(2)训练、教学和健身用体育木地板:主要用于对体育木地板性能指标要求不高的运动员训练、教学和健身场合,对其冲动吸收率和标准垂直变形指标要求相对竞赛用体育木地板低,分别为 $\geq 35\%$ 和 $\geq 1.0\text{ mm}$,主要从建造成本考虑。

1.2.2.2 按结构形式分类

不同用途和结构形式的体育木地板其造价和性能指标也不同。因此,体育木地板的结构形式主要分为单层、双层和多层复合结构形式。

(1)单层结构体育木地板:也称为经济型结构体育木地板。主要由面层地板和龙骨层或只有一层面层地板铺设于室内体育馆用地板。

(2)双层结构体育木地板:主要由面层地板、毛地板层、龙骨层、防潮层和弹性垫层等材料组成的复合结构形式。

(3)多层复合结构体育木地板:除具有双层体育木地板结构特性外,其龙骨层为等间距垂直交叉铺装的高级体育木地板,是目前最高级别的体育木地板。

1.2.2.3 按应用材料分类

(1)面层材料:主要以实木地板、实木集成地板或实木复合地板作为面层地板材料,面层地板位于体育木地板结构的最上层,面层地板的加工形式与民用地

板的加工形式基本相同。

(2) 毛地板层：主要以软质松木板材（一般为樟子松、云杉、冷杉等）或多层胶合板（一般为落叶松胶合板，厚度为 12 mm）为主，毛地板层位于面层地板与龙骨层之间。

(3) 龙骨层：主要以松木方材或多层胶合板或单板层积材（LVL）作为龙骨材料。

1.3 体育馆用木质地板结构与应用

1.3.1 单层结构体育馆用木质地板

(1) 简易单层体育木地板：指直接黏结在水泥地面或经流平处理后的硬质地面上的体育木地板，此种方法造价低，其性能指标无法达到竞赛用体育木地板要求，目前已不提倡体育馆应用这种地板（图 1-1）。

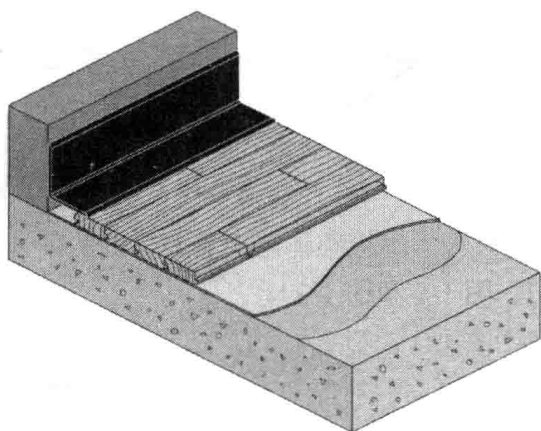


图 1-1 简易单层结构

Fig.1-1 Facility single structure

(2) 单层龙骨体育木地板：单层龙骨结构的体育木地板一般无毛地板层和防潮层（图 1-2、图 1-3），与建筑结构基层结合处根据具体工程造价决定是否安装有弹性垫块。该种结构比较经济，其结构的性能指标也较差。

单层龙骨结构的体育木地板主要应用于健身和开展一般性室内体育活动的场所，其主要的性能指标冲击吸收率和标准垂直变形只要求 $\geq 35\%$ 和 $\geq 1.0 \text{ mm}$ ，且只适用于场地面积在 $600 \sim 800 \text{ m}^2$ 的中小型体育馆^[20]，基本无观众台等设施，可

作为一般性的训练和娱乐性的比赛用。该结构适用于建造规模小，投资少，使用频率和密度相对稳定的中小学、设区、工企健身用综合性场馆。

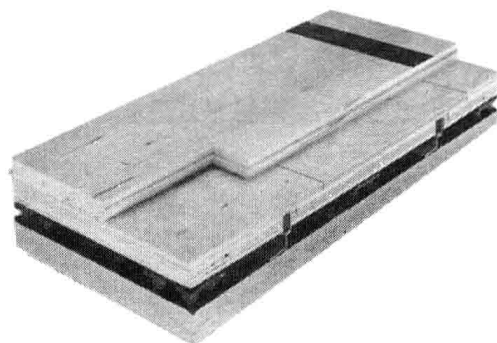


图 1-2 无龙骨结构
Fig.1-2 No-keel structure

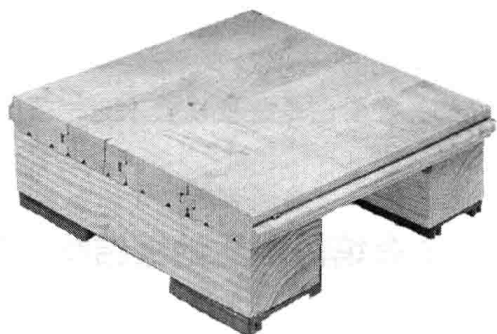


图 1-3 单层龙骨结构
Fig.1-3 Single-layer keel structure

1.3.2 双层结构体育馆用木地板

双层结构体育木地板具有防潮层，其作用是防止建筑结构基层因温湿度变化引起的体育木地板结构发生变形或起鼓；在双层结构的体育木地板铺设过程中，毛地板层和龙骨层根据结构形式和要求的不同决定是否采用双毛地板层和双龙骨层，或毛地板层与龙骨层各一层的复合结构形式；弹性垫块作为该种结构体育木地板的重要组成部件，对体育木地板整体结构具有良好的弹性起重要作用(图 1-4、图 1-5、图 1-6、图 1-7、图 1-8 和图 1-9)。

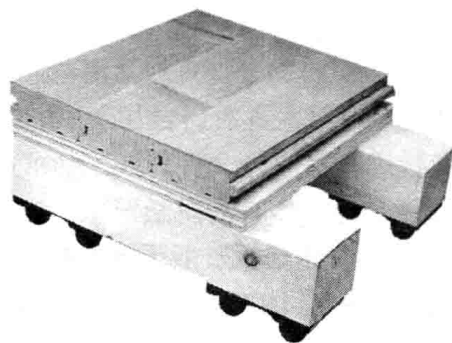


图 1-4 简易双层结构
Fig.1-4 Facility double-layer structure

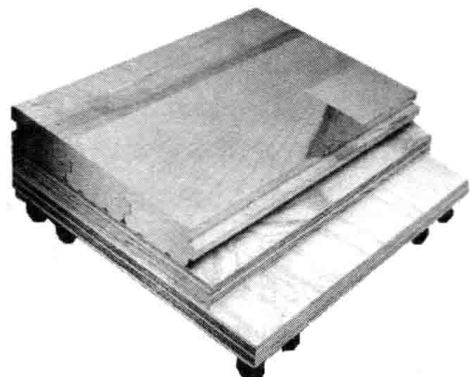


图 1-5 双层复合结构
Fig.1-5 Composite structure

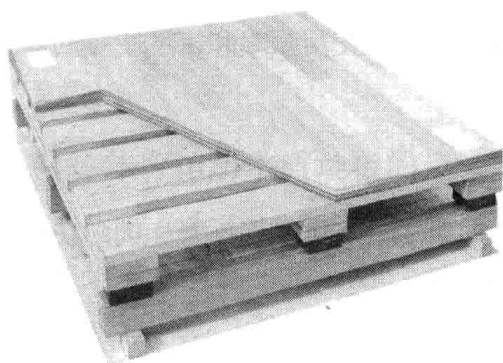


图 1-6 双层龙骨结构

Fig.1-6 Double-layer keel structure

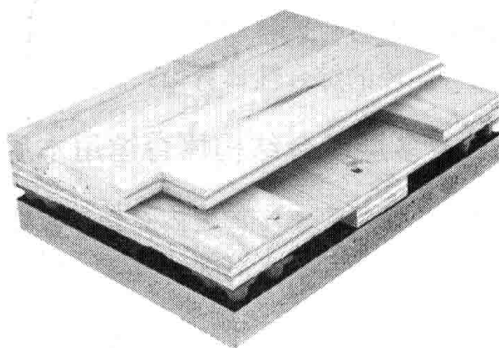


图 1-7 简易双层龙骨结构

Fig.1-7 Facility double-layer keel structure

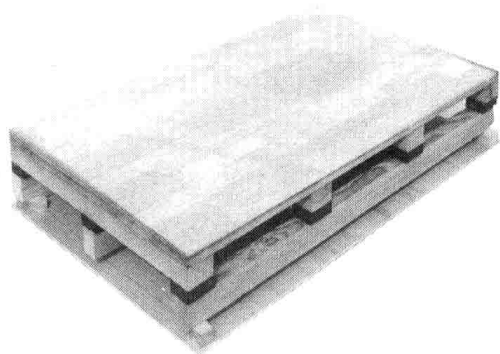


图 1-8 双层龙骨结构

Fig.1-8 Double-layer keel structure

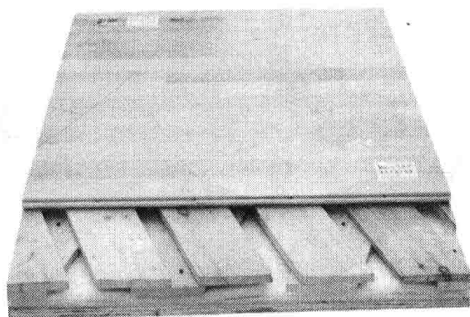


图 1-9 双层龙骨结构

Fig.1-9 Double-layer keel structure

双层结构体育木地板在我国的应用历史不长，起初也仅为简单的捆绑式结构，随着国外先进体育木地板进入我国，如丹麦的“JUNCKERS”、美国的“ROBBINS”等都采用双层复合结构的体育木地板。该结构性能好，造价高，生产、安装工艺复杂，对环境的温湿度要求高，我国以大连千森木业有限公司及上海美凯地板工业有限公司为首的体育木地板专业生产厂家等都采用此种结构形式的体育木地板。

双层结构体育木地板是一种基本满足竞技体育比赛要求的高品质专业体育木地板，也是目前国内外应用较为广泛的一种结构形式，其结构的性能指标可达到国家标准要求。主要应用于 $2\,000\sim 3\,000\text{ m}^2$ 的中型体育馆，且体育馆的其他配套