

体育器材设计

TIYU QICAI SHEJI



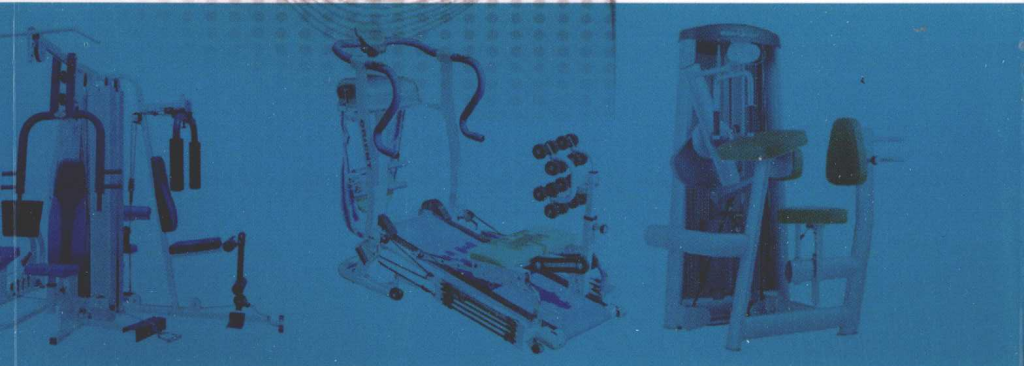
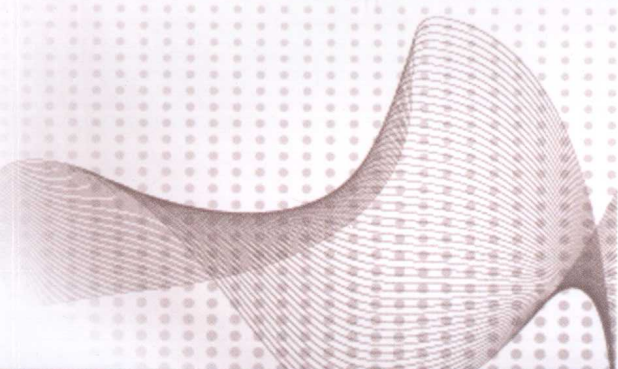
编著

曹 辉
郭忠峰

王赫莹
王慧明

孙学雁
郭 辉
张 娜

主审



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press

体育器材设计

孙学雁	王赫莹	曹 辉	编著 主审
郭 辉	王慧明	郭忠峰	
	张 娜		

北 京

冶 金 工 业 出 版 社

2010

内 容 提 要

全书共分6章, 主要内容包括: 体育器材概述; 人体工程学基础理论及应用; 体育器材设计中的人机工程学应用; 体育器材机械运动方案设计与分析; 体育器材的材料选择; 体育器材设计实例。

本书既可供从事体育器材设计的师生阅读使用, 也可供从事相关专业的现场生产制造部门、技术人员及体育爱好者参考。

图书在版编目(CIP)数据

体育器材设计/孙学雁等编著. —北京: 冶金工业出版社, 2010. 8

ISBN 978-7-5024-5301-5

I. ①体… II. ①孙… III. ①体育器材—设计
IV. ①TS952

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 118252 号

出 版 人 曹胜利

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 yjchs@cnmip.com.cn

责任编辑 郭冬艳 美术编辑 李 新 版式设计 葛新霞

责任校对 石 静 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-5301-5

北京百善印刷厂印刷; 冶金工业出版社发行; 各地新华书店经销

2010 年 8 月第 1 版, 2010 年 8 月第 1 次印刷

850mm×1168mm 1/32; 9 印张; 237 千字; 273 页

25.00 元

冶金工业出版社发行部 电话: (010)64044283 传真: (010)64027893

冶金书店 地址: 北京东四西大街 46 号(100711) 电话: (010)65289081

(本书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)

前 言

当今世界，体育运动已成为最广泛的群众性活动，成为人们生活中不可缺少的组成部分。伴随体育运动的发展，体育器材也越来越凸显其重要地位和作用。新技术的迅速发展以及电子技术、空间技术以及声、光技术等体育器材上的应用，为体育运动的发展做出了重要贡献。高科技的融入，使各项体育运动如虎添翼。体育器材凝聚着人类的智慧，激发着人们的巨大潜能，它给人们带来健康体魄的同时也带来愉悦、欢乐的精神享受。

纵观体育器材绚丽多姿又变化无穷的历史，未来将会蕴含更高的科技成果，体育竞赛不再单单是拼体力、拼技术，也是高科技的较量。“依靠科学技术，开发体育用品”、“加大科技含量，提高体育运动水平”将是我国体育运动普及与提高的基础。

体育器材设计是一门综合性学科，它包括产品设计的相关理论和方法。本书是根据工程实用要求、教学体系安排，并参照有关资料，撰写了体育器材设计相关内容。主要包括：体育器材概述、人体工程学基础、体育器材中的人机工程学、体育器材机械运动方案设计、体育器材机械结构设计、体育器材控制系统设计、体育器材材料选择和体育器材设计实例。各部分内容既互相联系，又相对独立，教师和读者可根据教

学和工作需要从中选取。

本书在编写时，力图理论联系实际，图文并茂，使之具有实用性和实践性，能广泛适用于体育器材设计者使用。

参加本书编写工作的有，孙学雁（第1章）、郭辉（第2章）、王慧明（第3章）、曹辉（第4章）、王赫莹（第5章）和郭忠峰（第6章）。全书由孙学雁主编，张娜主审，郭忠峰整理。

本书为辽宁省教育厅科技项目（LT2010077），并获得辽宁省教育厅教育基金支助。

本书在编写过程中，参考了有关著作和文献，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，书中不妥之处恳请有关专家和读者批评指正。

编著者

2010年4月

目 录

1 体育器材概述	1
1.1 体育器材基本概念	1
1.1.1 体育器材的含义和作用	1
1.1.2 体育器材的分类	4
1.1.3 体育器材的基本术语	6
1.2 体育器材的发展状况	7
1.2.1 体育器材与奥林匹克	7
1.2.2 我国体育器材市场分析	9
1.2.3 体育器材的发展趋势	10
1.3 体育器材设计基本方法和步骤	14
1.3.1 选题阶段	15
1.3.2 方案设计阶段	15
1.3.3 技术设计阶段	15
1.3.4 施工制造阶段	16
1.4 常见体育器材简介	16
1.4.1 健身车	16
1.4.2 跑步机	17
1.4.3 健骑机	19
1.4.4 漫步机	20
1.4.5 划船器	22
1.4.6 夹胸机	22
1.4.7 蹬腿机	23
1.4.8 综合训练器	24
2 体育器材设计中的人体工程学应用	26

2.1 运动解剖学基础理论及应用	27
2.1.1 解剖学定位术语及应用	27
2.1.2 运动系统的机能及其特征	29
2.2 运动生理学基础理论及应用	51
2.2.1 骨骼肌的收缩形式	51
2.2.2 肌肉力量训练的原则和方法	53
2.2.3 体育运动的生理功能	55
2.2.4 运动生理学知识在体育器材设计中的应用	66
2.3 体育器材的人体工程学分析	87
2.3.1 运动解剖学方面	88
2.3.2 运动生理学方面	89
2.3.3 其他方面	91
2.3.4 人体工程学在体育器材设计中的应用	91
3 体育器材设计的人机工程学应用	94
3.1 体育器材设计与人机工程学关系	94
3.1.1 人机工程学概述	95
3.1.2 体育仪器器材中的人机工程学应用现状	95
3.1.3 体育仪器器材中的人-机-环境系统分析	97
3.1.4 人机工程学研究的主要内容	99
3.1.5 体育仪器器材中的人机工程学的发展趋势	100
3.2 体育仪器器材中人体特性的研究	100
3.2.1 人体测量基本知识	101
3.2.2 人体尺寸数据的应用方法	101
3.2.3 体育器材功能尺寸的设计	105
3.2.4 人的特性研究	105
3.3 体育器材设计中应注意的人机工程学	106
3.3.1 人机界面的设计	106
3.3.2 显示装置的设计	108
3.3.3 操纵装置设计	111

3.3.4	事故分析与安全设计	114
3.3.5	人机系统的总体设计	117
3.4	基于人机工程学体育器材设计的实例分析	117
3.4.1	三维人体模型的建立	118
3.4.2	网球轮椅的三维设计	118
3.4.3	网球轮椅设计中的人机工程评价	125
4	体育器材机械运动方案设计	127
4.1	体育器材机械运动方案设计	127
4.1.1	体育器材机械的基本组成要素	127
4.1.2	设计体育器材的一般程序	127
4.1.3	体育器材机械运动方案设计的主要步骤	129
4.1.4	机构选型	130
4.1.5	组合机构的组成	132
4.1.6	体育器材机械运动方案设计举例	135
4.2	体育器材的机械结构设计	139
4.2.1	轴的结构设计	140
4.2.2	零件在轴上的定位	145
4.2.3	转轴的强度计算	149
4.3	体育器材的控制系统设计	151
4.3.1	自动控制技术中的基本控制方式	152
4.3.2	传感器	153
4.3.3	单片机控制系统	163
4.3.4	液压控制系统	168
5	体育器材的材料选择	174
5.1	体育器材的失效与失效分析	174
5.1.1	失效的分类	175
5.1.2	失效的基本因素	176
5.2	体育器材的失效形式	177

5.2.1	变形失效	177
5.2.2	断裂失效	179
5.2.3	磨损失效	180
5.2.4	腐蚀失效	182
5.3	体育器材选材的一般原则	183
5.3.1	使用性能原则	183
5.3.2	工艺性能原则	185
5.3.3	经济性原则	188
5.4	体育器材不同失效形式选材分析	190
5.4.1	弹性畸变失效的选材分析	190
5.4.2	塑性畸变失效的选材分析	191
5.4.3	疲劳失效的选材分析	194
5.4.4	其他失效的选材分析	195
5.5	典型体育器材的材料选择及工艺设计	196
5.5.1	撑杆材料	196
5.5.2	运动中防护材料	196
5.5.3	自行车材料	198
5.5.4	登山用材料	199
5.5.5	滑雪板用材料	200
5.6	体育器材中的表面工程	201
5.6.1	高尔夫球杆表面摩擦力的控制	201
5.6.2	赛车中钛部件耐磨性能的提高	203
6	体育器材设计实例	205
6.1	康复轮椅的设计	205
6.1.1	康复轮椅的发展概况	205
6.1.2	康复轮椅设计中的人体工程学	209
6.1.3	康复轮椅设计中的人机工程学	213
6.1.4	康复轮椅的总体设计	216
6.1.5	康复轮椅的计算分析	220

6.1.6 康复轮椅的模拟仿真	224
6.2 低拉机的设计	226
6.2.1 低拉机的发展概况	226
6.2.2 使用低拉机的动作分析	226
6.2.3 低拉机的结构设计	229
6.2.4 低拉机的计算校核	232
6.3 椭圆机的设计	235
6.3.1 椭圆机简介	235
6.3.2 椭圆机设计要求	235
6.3.3 人体尺寸的选择	236
6.3.4 椭圆机的结构设计	237
6.3.5 椭圆机的线型色彩设计	245
6.4 电动跑步机的设计	246
6.4.1 跑步机的发展	246
6.4.2 电动跑步机的结构设计	246
6.4.3 电动跑步机的材质设计	250
6.4.4 电动跑步机的线型色彩设计	250
6.4.5 电动跑步机控制系统设计	251
6.4.6 电动跑步机心率测量系统设计	255
6.5 乒乓球自动发球机的设计	259
6.5.1 乒乓球发球机的发展	259
6.5.2 乒乓球发球机机械结构设计	260
6.5.3 乒乓球发球机工作原理	261
6.5.4 乒乓球的运动分析及数学模型	265
参考文献	269



体育器材概述

1.1 体育器材基本概念

1.1.1 体育器材的含义和作用

1.1.1.1 体育器材的含义

体育器材是指作为体育锻炼、训练、竞赛、教学和体育娱乐等活动所使用器材的总称。体育器材是体育事业发展的物质基础，是普及群众性体育运动，提高竞技体育水平的关键因素之一。体育器材也是现代城市建设不可缺少的内容，具有增加城市功能和美化城市的作用。

1.1.1.2 体育器材的作用

A 体育器材的健身作用

(1) 发达肌肉，增强力量。利用体育器材进行健身活动可简称为器材健身，器材健身是对肌肉进行锻炼的一种最佳方法。因为经常性地从事器材健身，可以使肌肉纤维增粗、肌肉中的毛细血管增多，从而使肌肉的生理横断面增大，使肌肉更加结实、丰满、发达。与此同时，由于中枢神经系统调节机能的改善，也会导致肌肉更加强健有力。不仅如此，器材健身还能促进骨骼的新陈代谢，提高其抗压、抗拉、抗扭力等性能。此外，对关节、韧带的生长发育也有良好的促进作用。

(2) 增进健康，减少脂肪。因为人的全身是一个统一的整体，所以每一块肌肉都和体内其他系统紧密相连。经常性地器材健身，可以明显地提高循环系统、呼吸系统、消化系统和

枢神经系统的机能水平，从而使体质得以全面增强，健康状况得以全面改善。

实践证明，运动和科学饮食是消除脂肪的最佳途径。运动时，人体供应能量的来源主要是糖和脂肪。无氧运动：运动速度快，强度大，持续时间短，以消耗糖为主；有氧运动：运动速度慢，强度小，持续时间长，以消耗脂肪为主。研究显示，长时间、中等强度的运动，脂肪供能可达到人体氧化供能总量的40%以上。如果你想利用器材健身来减肥，只要遵循负荷小、器材轻、时间长的训练原则，坚持数月，必然能收到明显的效果。

(3) 美化体型，矫正畸形。美的体型是指身体各部分的比例匀称、协调和平衡。从外形上看，就是整个身体及主要肌肉群的线条轮廓具有合理的曲线。遗传学告诉我们，人的高矮和四肢比例由于受遗传基因的影响，变化不大，但人的体重及人的胸围、腰围、腿围、臀围都是可以改变的。器材健身的“最大特色”就是对构成体型的肌肉与脂肪进行“雕塑”。比如，溜肩的人只要把三角肌练发达了，肩膀就会宽大，肩峰上提，体型就能健美；胸腔狭窄、胸部扁平的人通过胸部肌群的训练，胸廓就会加大，立体感增强，体型自然会变得厚实和挺拔；双腿肌肉纤细的人只要加强腿部训练，体型就会变得匀称和魁梧。而那些脂肪堆积在腹部、臀部和大腿部的人只要坚持有氧器材训练，清晰的线条和轻盈的身姿就不再是一种奢望。体型改善的同时，体态也会随之得到美化。

如站没站相、坐没坐相的所谓蛇腰拉胯者只要经过一段时间的训练，其身姿体态自然而然会变得挺胸拔背、行坐端庄。器材健身还可以使形体的某些缺陷如鸡胸、脊柱侧凸得到矫正。因为器材健身的各种动作和方法，都是根据人体生理结构的特点进行设计的，能够给予身体的各个部位以变化。比如肩胛下垂者，坚持做前平举、侧平举和颈后推举等练习，通过发达三角肌和斜方肌，使肩部的缺陷得以弥补。一位保健医疗专家说过：“器材健身对于局部肌肉萎缩者，是一剂最佳良药。”

(4) 锤炼意志,陶冶性格。器材健身的妙处,还在于能够增强锻炼者的意志和陶冶情操。健身运动之所以深受人们的喜爱,恰恰在于它能使人的内在美与外在美和谐一致,从而达到一种理想境界。器材健身集体育与美育为一体,锻炼者在感受苦与累、成功与失败、亢奋和抑制的过程中,也经历着性格的陶冶和美的洗礼。

骑在健骑机上,随着身体上下起伏和手握与脚蹬位置的变换,你会感到仿佛置身于茫茫草原,正驯服着一匹脱缰野马。当你在健身车上感到腿力疲软时,如果想象自己正行进在花红草绿的田间或将要抵达目的地时,情绪就会得到松弛,力量就会倍增。当你看到自己在运动中表现出来的优美姿态,看到自己发达的肌肉和匀称的形体随着运动的节律起伏时,难道不是一种力和美的享受吗?如此获得的各种美感,将会使人对美的理解更深刻、更丰富。实践告诉人们,在锻炼中获得的自身活力的愉悦,比单纯从物质享受中获得的愉悦更有魅力。

B 体育器材的比赛作用

体育器材与运动员紧密相关。在某种程度上讲,运动员离不开体育器材,即使是最简单的跑步,运动员也要受服装、跑鞋等因素影响。体育器材的这种影响包括:

第一,高水平、高质量的竞赛器材直接影响运动员的成绩和表现。例如,自行车的流线型设计,会大大减小人-车系统的空气阻力,进而提高成绩;旧冰鞋使踝关节僵硬不能动,不仅减小了蹬冰力,而且容易使运动员受伤。“克拉克”冰鞋使鞋与冰刀之间设计成开合运动,可使滑冰成绩提高一大步,又减小损伤概率;体操器材材质(主要是在弹性方面)的改善,都会使体操运动员的成绩得以提高;各种球的物理性质包括重量、大小、硬度、表面粗糙度、材料质地等都对球的运动轨迹带来直接影响等等,举不胜举。虽然各个国际单项运动联合会对竞赛用器材、装备有特定规则,但是先进的、更高质量的器材始终不断地取代旧规则规定的器材。竞赛用的器材还包括各种计量工具(计时、

测距、计数、测速等)以及成绩显示、记录和统计用具。

第二,满足各种专项运动和各个运动员特殊要求的训练器材,高水平运动员的力量、速度、柔韧和耐力都是专门化和个性化的。专项运动特殊要求的训练器材对提高训练效果十分重要。另外,体育器材的改变,反过来会影响运动员的技术结构。

例如,运动员过去使用竹杆来完成撑杆跳高的技术与后来使用碳纤维杆完成撑杆跳高的技术是不同的。在国际田联采用新标枪、国际乒联规定用大球后,运动员的技术动作就需要相应的新器材进行训练和调整。

第三,采集和获取运动员各种运动学信息(主要是摄影及分析技术、光电测速以及加速度仪等),动力学信息(各种测力台、测力传感器、压力垫、应变仪等),人体生物电信号(肌电图仪、心电和脑电图等)的仪器,以及各种医学成像技术、计算机模拟技术等。使我们对运动员的技术、训练效果和反应等有了及时和准确的了解,使训练和竞赛建立在更科学的基础上。

1.1.2 体育器材的分类

按照体育器材的主要功能可以把体育器材分成以下6类:

(1) 竞技器材也称为比赛器材,可分为正式比赛器材和场地设施器材。正式比赛器材指各类体育比赛中必备的器材。如田径比赛使用的跨栏架、跳高架、撑杆、标枪、铁饼、铅球、链球等;各类球赛的比赛用球,球门、球架、球台、球拍等;体操比赛使用的单杠、双杠、高低杠、跳马、鞍马、吊环、平衡木等。场地设施器材主要指在场地上配置的能够用于比赛的附属设施器材,有信息系统、电视转播系统、裁判工具等。一般包括发令系统、计时系统、计分系统、显示系统(彩色大屏幕)等。

这类器材一般都具有严格的技术标准,对于质地、重量、颜色等都有明确的规定,其技术含量较高。为保证正式比赛器材的质量标准,各类全国综合性运动会、全国性单项比赛和在国内举行的国际比赛中使用的体育器材都须经审定后方可使用。国际比

赛中所使用的器材也须经相应的国际组织审定。

(2) 训练器材指为参加各类体育比赛、体育表演或为提高比赛成绩、表演质量所使用的器材。这类器材可以分成专项性和基础性两类。基础性训练器材包括力量、速度、耐力训练的器材,这种器材已在各种健身运动和各运动项目的身体训练中运用。在形式上可分电动阻力、机械阻力、油压阻力等。专项性训练器材主要运用在体操、游泳、速滑、跳水、乒乓球等运动项目的训练中,如苏联体操界在 20 世纪 50 年代就采用一些旋转马、高台海绵、活动平衡架、蹦床等辅助器材。

(3) 健身器材是人们从事体育锻炼的重要工具,包括各种形式、材质、规格、功能数量、阻力形式、色彩以及运动数据输出等各异的健身车、跑步机、登山器(健步器)、体操器、举重训练器、拉力器、划船器、滑行器、游泳训练器、跳跃与弹跳式健身器、墙壁或门窗固定式健身器、单一和多功能训练器、按摩器材等。

健身器材从使用场所上又可分为家用型和专业型两类。家用型健身器材是适合家庭使用的器材,一般结构比较简单、使用方便,有些还具有一定的娱乐性;专业型健身器材,产品的档次较高,设计和功能更加强调技术性和专业性。健身器材还可以根据运动方式的不同分为有氧型器材和无氧型器材两类。有氧型运动器材是指在运动时,人体运动的能量以糖(或脂肪)的有氧氧化为主,主要锻炼人体的心肺功能,如跑步机、踏步机、磁空车、圆桶机等;无氧型运动器材是指在运动时,人体运动的能量以糖(或脂肪)的无氧酵解为主,主要增强人体的肌肉力量,如举重机、综合机,以及各种单功能肌肉训练器等。

(4) 康复器材分为体能康复器材和肌体康复器材。体能康复器材指运动员或锻炼者完成运动训练或锻炼后进行尽快体能恢复所使用的器材,一般所用的康复时间较短,如按摩床、按摩椅等;肌体康复器材是指肌体损伤后进行肌体恢复所使用的器材,需要康复的时间较长,有时需要医术治疗配合。

(5) 助残器材是指能帮助残疾人在工作、生活中针对残疾人的生理缺陷进行辅助的器材,如轮椅、盲杖、助听器等。

(6) 检测器材分为人体机能检测器材和体育用品检测器材。人体机能检测器材包括量高器、体重仪、心率测试仪、人体成分分析仪等;体育用品的检测器材是测试体育用品是否符合国家或国际标准的相应检测仪器,包括测试体育器材的强度、硬度、刚性、耐磨性、耐腐蚀性、安全性、舒适性等仪器。

1.1.3 体育器材的基本术语

目前,体育器材中健身器材的名称都是由厂家自己命名的,而这种命名也是照搬或效仿国外,并无统一规范。以至市场上销售的各种健身器材,尽管是同一种器材,却有着不同的名称。诸如台阶器,又叫健步器,亦称登梯机;夹胸器,也叫蝴蝶机或扩胸训练器;跑步机又称步行器。这些单功能健身器虽然叫法不同,但尚能顾名思义。而某些综合健身器材的名称,却让购买者难以揣摩。比如十三站综合训练器,也有叫十三项综合训练器的,还有称之为大十三站多功能训练器。其中的站、项和功能名称的混淆,令不少消费者不明其含义而感到迷惑。所以,弄清楚健身器材的站、项和功能很有必要。

(1) 所谓“位”,是运动位的简称。它是指锻炼者在健身器材上的运动位置。如“十三位综合训练器”,即表明该机有13个锻炼位置,或者说可供13个人同时训练。以此类推,健身器材上的“位”越多,可供锻炼的位置就越多。

(2) 所谓“站”,是运动站的简称。它是指由一个运动位或多个运动位组成的在结构上联系紧凑的健身器材。如“十三位综合训练器”,即表明该机有13个锻炼位置,或者说可供13个人同时训练,但它是一台设备,所以是一站或称为十三位综合训练站。

(3) 健身器材的“项”,是练习项目的简称。它表明该器材能提供多少种专项练习。以“十位十三项综合健身器”为例,

说明该机不仅可提供 10 个锻炼位置,而且能进行 13 种专项练习。

“位”只表明锻炼位置,而不表明能做多少种练习。换句话说,一个“位”有的可进行两三种甚至更多的练习。如综合健身器上的“坐推站”,既能做卧推动作,又能做重锤拉引练习。可见,“位”和“项”一定要区别开来,不可混为一谈。

(4) 功能一词是指事物或方法所发挥的有利作用。而健身器材上的“功能”,则是指通过不同的练习动作所能达到的锻炼效果。它是通过锻炼者的动作来体现的。器材上的功能越多,它所提供的练习动作也就越多。比如“十三功能跑步机”,说明该机可为人体不同部位提供 13 种练习动作。

1.2 体育器材的发展状况

1.2.1 体育器材与奥林匹克

体育器材与体育运动发展紧密相关。影响体育器材的发展变化主要有两个因素,一是体育运动规则的变化;一是科学技术的发展。

近代体育器材的发展变化,一方面是随着体育运动本身的发展,尤其是新兴的运动项目发展的;另一方面主要是随着人们在奥林匹克竞技体育运动中追逐更高的运动成绩而不断革新的。奥运会初创之时,还没有什么专门的运动设施与装备。1896 年的首届奥运会上,跳高和撑杆跳高项目没有过杆后缓冲落地的垫子,赛跑没有专门测试成绩的秒表。秒表、终点摄影机首次出现是在 1932 年洛杉矶奥运会上。1948 年,有了室内加温游泳池,1963 年,玻璃钢撑杆的使用,使当年撑杆跳高成绩提高的幅度超过了过去 20 年的总和。

从 1964 年第 18 届东京奥运会开始,首次在田径比赛中正式使用了电子计时装置、信息传播和统计以及光电计时测距技术,因而被称为“技术奥运会”。1967 年,手持金属球拍的美国运动