



相思湖学术论丛

光影艺术

电影中的物理科学

李耀俊 著



科学出版社



相思湖学术论丛

光影艺术：电影中的物理科学

李耀俊 著

科学出版社

北京

内 容 简 介

电影是视听结合、声画合一的综合性艺术形式,具有传播信息、休闲娱乐、宣传教育的文化功能。物理科学是研究物质运动的自然学科,大至天体宇宙,小至基本粒子,一切物质运动都是它的研究对象。电影和物理科学,两个看似毫无关联的领域,当它们碰撞在一起,也会迸发出灿烂的光芒。一百多年来电影艺术的诞生与发展,与物理科学的进步密不可分。出于剧情发展的需要,不少电影有意无意地违反基本物理原理,制作出各种精彩绝伦的场景。

本书将大约 150 部中外各种类型电影,按照不同门类归入到力学、热学、电磁学、光学、现代物理学等专题,每个专题又划分为若干个电影场景进行主题探究。为了使读者更好地理解物理知识与原理,每个专题开头的“物理小百科”介绍了本专题物理理论的发展历史,理论体系的要点。本书将引导读者仔细观察和分析电影剧情,剖析电影场景的科学性,通过简单的实验操作,还原镜头背后的科学真相,提升读者的质疑能力与批判思维能力。

图书在版编目(CIP)数据

光影艺术:电影中的物理科学/李耀俊著. —北京:科学出版社,2015. 1

相思湖学术论丛

ISBN 978-7-03-042764-9

I. ①光… II. ①李… III. ①电影-关系-物理学-青少年读物 IV. ①J90-05

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 291643 号

责任编辑:王胡权 / 责任校对:彭 涛

责任印制:徐晓晨 / 封面设计:迷底书装

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京厚诚则铭印刷科技有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2015 年 1 月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2015 年 1 月第一次印刷 印张:18 3/8

字数:358 000

定价:42.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

电影是人类近百年来伟大的艺术创造，它的魅力无人能挡、让人如痴如醉。1889年爱迪生发明电影留影机，他将摄制的胶片影像在纽约公映后轰动美国。1895年法国人卢米埃尔兄弟研制成功活动电影机，同年12月28日他们在巴黎卡普辛路14号的一个咖啡馆里，公映他们摄制的《火车到站》等12部影片，这标志着现代电影艺术的诞生，他被当之无愧地成为“电影之父”。

电影是一门视听结合、声画合一的综合性艺术，具有传播信息、休闲娱乐、宣传教育的文化功能。物理学是研究物质运动规律和基本结构的学科，大至天体宇宙，小至基本粒子，一切物质的运动都是它的研究对象。电影和物理科学，这两个看似毫无关联的领域，当它们碰撞在一起，也会迸发出灿烂的光芒。电影与物理科学密不可分，电影诞生涉及众多物理概念与原理。电影拍摄和放映涉及透镜成像、照相机原理、视觉滞留原理、相对运动、双耳效应和光的色散等物理知识。电影从黑白到彩色的转变，球幕电影、水幕电影、3D立体电影等与物理学发展密不可分。电影银幕充斥大量的物理元素与场景，科幻电影涉及星际文明、时空旅行、机器人等也是现代物理研究的热点领域。动作电影的追逐、格斗、逃亡场景是牛顿力学在生活中的艺术写照。喜剧电影利用对物理原理的歪曲和夸张达到娱乐效果，灾难电影展现的山崩地裂、火山喷发、洪水肆虐等场景也需要物理学理论的阐释。

出于剧情发展的需要，不少电影有意无意地违反基本科学原理和知识，利用先进的电脑特技，制作各种精彩绝伦的画面与场景，给观众无与伦比的视听享受和体验。电影中的科学知识必须准确吗？2010年世界著名学术期刊《自然》刊登的一篇文章谈到电影中的科学时相当郁闷：“所有的科学技术都臣服在好莱坞脚下——电影通常都是在歪曲科学本身。龙卷风、火山、太空飞船、病毒等，服从的都是好莱坞的规则，而不是牛顿和达尔文的规则。”看到充斥着无知与荒谬错误的科学场景一而再、再而三地出现在屏幕上，那些素来严谨、爱较真的科学家终于忍无可忍了。2008年世界电影之都好莱坞由科学家与导演联手成立“美国国家科学院科学与娱乐交流协会”，协会的宗旨是“建立科学家和工程师与电影及电视节目制作人士之间的纽带，提供娱乐所依赖的可信和逼真品质”。协会宣称通过正确反映科学和正面刻画科学家的形象，让公众更热爱科学，吸引更多的人投身科学生涯。

下面就让我们手持科学放大镜，用科学原理审查导演的奇思妙想，指出电影中存在的科学错误，分析电影场面实现的可能性，原镜头背后的科学真相。我们不可能把所有影片都看完，只把重点放在2000年以来上映、具有较好票房和人气口碑

的商业大片上。商业大片有大导演和明星加盟,影片具备“大制作、大投入、大场面、大阵容、大回报”等电影特色。为了向经典致敬,我们也适当回顾以往一些经典影片,毕竟温故而知新。

本书将以物理学知识板块为结构,划分为力学、热学、电磁学、光学、现代物理学等专题,每章按照物理知识专题,重点探讨电影中出现的带有规律性的物理概念与场景。为了让大家更好地理解物理知识的原理,每章都会用简短的篇幅介绍物理理论的发展历史和理论概念体系的要点。我们可以对电影中违反科学常识的场景偷笑不已,对这些狗血桥段进行揭露。我们也要体会导演的良苦用心,佩服导演超前的想象力。毕竟科技的发展一日千里,谁敢说曾经被我们无情嘲讽的东西,不会在几十年后变为现实呢?

李耀俊

2014年8月

目 录

前言

第一章 牛顿运动定律专题	1
一、澳门风云(2014年,中国香港)——赌神飞身能否躲子弹	2
二、超凡蜘蛛侠 2(2014年,美国)——蜘蛛丝能否高楼穿梭	4
三、招魂(2013年,美国)——幽灵能否穿墙而过.....	7
四、星际迷航:暗黑无界(2013年,美国)——力场能否防护飞船	9
五、速度与激情 5(2011年,美国)——飞驰列车能否偷窃汽车.....	11
六、大笑江湖(2010年,中国)——神功内力能否无坚不摧	13
七、盗梦空间(2010年,美国)——失重能否飘浮悬空	14
八、通缉令(2008年,美国)——高速子弹能否拐弯制敌	15
九、无极(2005年,中国)——人肉风筝能否升空飞行	17
十、新警察故事(2004年,中国香港)——百米冲刺能否躲避爆炸	19
十一、少林足球(2001年,中国香港)——大力足球能否冲飞九霄	20
十二、终极杀阵 1(1998年,法国)——汽车能否飞越断桥	21
第二章 压力与摩擦力专题	24
一、哥斯拉(2014年,美国)——变异蜥蜴能否毁灭地球	25
二、扫毒(2013年,中国香港)——手指攀爬能否高空悬挂	26
三、死亡飞车 3(2013年,美国)——汽车漂移能否迅捷灵动	28
四、复仇者联盟(2012年,美国)——巨人能否立定跳跃	30
五、创可贴(2012年,韩国)——液压机能否力顶千斤	32
六、速度与激情 5(2011年,美国)——汽车落水能否开门逃脱	33
七、地狱男爵(2008年,美国)——汽车能否腾空翻越	34
八、终结者 3(2003年,美国)——尖牙利齿能否咬住飞弹	36
九、少林足球(2001年,中国香港)——脚踩香蕉皮能否滑倒在地	37
十、猎杀 U-571(2000年,美国)——深海下潜能否自由航行.....	39
十一、泰坦尼克号(1997年,美国)——破碎木板能否漂浮救命	41
十二、寄居大侠(1997年,英国)——缩微人体能否地板缝隙生存	43
十三、亲爱的,我把孩子放大了(1992年,美国)——巨型生物能否自如 行动	44

第三章 碰撞与动量守恒专题	47
一、澳门风云(2014年,中国香港)——金纸牌能否阻挡子弹	48
二、超人:钢铁之躯(2013年,美国)——超人能否高空救美	50
三、武侠(2011年,中国香港)——绝世轻功能否水上漂	52
四、猎头游戏(2011年,挪威)——胖子能否碰撞救命	53
五、龙凤店(2010年,中国香港)——鸡蛋能否砸人致命	55
六、天龙特攻队(2010年,美国)——炮弹能否发射变轨	57
七、海扁王(2010年,美国)——防弹衣能否安全避弹	57
八、三枪拍案惊奇(2009年,中国)——子弹能否射飞人体	59
九、英雄(2002年,中国)——秦弩能否射穿城墙	61
十、少林足球(2001年,中国香港)——铁头功能否砸碎酒瓶	61
十一、百变星君(1995年,中国香港)——高空雪糕能否安全接住	63
十二、国产凌凌漆(1994年,中国香港)——箱神助力能否飞越高空	65
十三、蝙蝠侠1(1989年,美国)——飞射抓钩能否缓冲落地	66
第四章 行星运动与万有引力定律专题	69
一、安德的游戏(2014年,美国)——太空失重能否逍遥行动	70
二、地心引力(2013年,美国)——太空惊魂能否安全脱险	72
三、超人钢铁之躯(2013年,美国)——氦星超人能否力大无穷	75
四、黑衣人(2012年,美国)——月球监狱能否顺利逃脱	76
五、逆世界(2012年,美国/加拿大)——颠倒世界能否自由沟通	78
六、全面回忆(2012年,美国)——天梯能否穿越地球核心	79
七、2012(2009年,美国)——九星连珠能否干扰地球	81
八、先知(2009年,美国)——太阳黑子能否干扰地球	83
九、月殒天劫(2008年,美国)——失控月球能否撞击地球	84
十、太阳浩劫(2007年,英国)——垂死太阳能否复活重生	87
十一、天地大冲撞(1998年,美国)——游荡彗星能否陨落地球	88
十二、世界末日(1998年,美国)——天外行星能否毁灭地球	90
第五章 波动与声音专题	91
一、一夜惊喜(2013年,中国)——B超能否深入探测人体	91
二、致命黑兰(2011年,法国)——消音器能否阻隔声音	93
三、唐山大地震(2010年,中国)——强烈地震能否破裂地球	94
四、泰若星球(2007年,美国)——声波武器能否伤人无形	96
五、碟中谍3(2006年,美国)——独特声音能否复制模拟	98
六、空中杀阵(2005年,法国)——飞机音爆能否震碎玻璃	99

七、星球大战(2005年,美国)——太空爆炸能否震耳欲聋	100
八、功夫(2004年,中国香港)——音波功能否震裂水晶玻璃杯	101
九、火星人玩转地球(1996年,美国)——次声武器能否千里杀敌	103
十、九品芝麻官(1994年,中国香港)——嘴皮神功能否灭绝鱼虾	104
十一、亲爱的,我把孩子缩小了(1989年,美国)——缩微人能否听见声音	105
第六章 分子运动论专题	108
一、消失的子弹(2012年,中国香港)——冰子弹能否发射致命	108
二、黄金大劫案(2012年,中国)——罐装王水能否溶解黄金	110
三、志明与春娇(2010年,中国香港)——干冰能否打造缥缈仙境	111
四、急冻末日(2009年,美国/加拿大)——人工降雨能否破坏生态环境	113
五、加勒比海盗 2(2006年,美国)——倒扣小船能否水底行走	115
六、哈利·波特与火焰杯(2005年,美国)——鱼鳃草能否水中呼吸氧气	117
七、神话(2005年,中国香港)——高空跳水能否逃脱险境	119
八、可可西里(2004年,中国)——恐怖流沙能否吞没活人	121
九、生死谍变(1999年,韩国)——液体炸弹能否通过安检	123
十、阿呆与阿瓜(1994年,美国)——人体废气能否爆炸燃烧	124
第七章 气体性质专题	127
一、十二生肖(2012年,中国香港)——高空跳伞能否急速追赶	128
二、变形金刚 3(2011年,美国)——滑翔衣能否在空中自由飞行	130
三、兴登堡:末日航班(2011年,德国)——飞艇能否重振空中霸主	132
四、让子弹飞(2010年,中国)——雨伞能否高空安全降落	134
五、苏乞儿(2010年,中国香港)——活埋棺材能否死里逃生	135
六、大内密探零零狗(2009年,中国香港)——巨型风筝能否载人飞行	137
七、太阳浩劫(2007年,英国/美国)——暴露太空能否膨胀爆裂	139
八、后天(2004年,美国)——急速冰冻能否冷冻地球	140
九、垂直极限(2000年,美国)——世界冰峰能否悠闲登顶	141
十、空军一号(1997年,美国)——飞机破洞能否吸出机舱	143
十一、龙卷风(1996年,美国)——狂暴疾风能否摧枯拉朽	144
十二、大内密探零零发(1996年,中国香港)——竹蜻蜓能否变身直升机	147
第八章 温度与热力学基础专题	149
一、西游记之大闹天宫(2014年,中国)——腾云驾雾能否热障熔化	150

二、西游·降魔篇(2013年,中国)——人力吹气能否驱动铁血系统	151
三、饥饿游戏(2012年,美国)——人体着火能否安然无恙	154
四、赤焰战场(2010年,美国)——烧烤子弹能否发射制敌	155
五、功夫熊猫(2008年,美国)——烟花火箭能否升空飞天	156
六、异形大战铁血战士(2006年,美国)——人体能否冬眠长寿	158
七、碟中谍3(2006年,美国)——液氮能否粉碎防弹钢板	159
八、香草天空(2001年,美国)——人体冷冻能否起死回生	161
九、飞天法宝(1997年,美国)——魔力橡胶能否永动弹跳	163
十、灵幻先生(1987年,中国香港)——下油锅能否毫发无损	165
第九章 静电场与恒定磁场专题	167
一、变形金刚2(2009年,美国)——新型电磁炮能否千里制敌	168
二、福尔摩斯(2009年,英国)——电击武器能否高压放电	169
三、致命魔术(2006年,美国)——人造闪电能否操控自如	172
四、无间道(2002年,中国香港)——击打电报能否无声通讯	174
五、国家公敌(1998年,美国)——金属魔笼能否屏蔽电磁波	176
六、X战警:第一战(2011年,美国)——人体磁场能否吸附金属	177
七、阿凡达(2009年,美国)——超导体能否常温开采	179
八、2012(2009年,美国)——地球磁场能否南北倒转	181
九、地心毁灭(2003年,美国)——地球磁场能否减弱消失	184
十、火线危机(2001年,美国)——强力磁场能否攀爬高楼	186
十一、大内密探零零发(1996年,中国香港)——阴阳磁铁能否相互吸引	188
十二、007之你死我活(1973年,美国)——磁铁手表能否偏离子弹	190
第十章 电路与电磁波专题	192
一、我,弗兰肯斯坦(2014年,美国)——人体触电能否摆脱电流	193
二、地心历险记2:神秘岛(2012年,美国)——电鳗放电能否发动潜艇	195
三、十二生肖(2012年,中国香港)——金属探测能否挖地寻宝	197
四、超时空救兵(2012年,中国香港)——土豆电池能否驱动时钟	199
五、武侠(2011年,中国香港)——脚插银针能否引雷上身	200
六、致命黑兰(2011年,法国)——水滴能否引发电流短路	202
七、三傻大闹宝莱坞(2009年,印度)——尿液流淌能否触电上身	203
八、宝贝计划(2006年,中国香港)——汽车电池能否起搏心脏	206
九、世界大战(2005年,美国)——雷电能否烧毁电磁阀	207
十、举起手来(2005年,中国)——手举铁棍能否引来雷电	208
十一、谍影重重(2004年,美国)——面包机能否引爆煤气	210

十二、透明人魔(2000年,美国)——通电铁棍能否变身磁铁	212
十三、空军一号(1997年,美国)——高空飞机能否拨打手机	213
十四、大内密探零零发(1996年,中国香港)——放飞风筝能否引发闪电	215
十五、生死时速(1994年,美国)——电路能否控制定时炸弹	216
第十一章 几何光学与波动光学专题	219
一、惊天魔盗团(2013年,美国)——兔子箱能否变飞保险柜	220
二、毒战(2013年,中国)——双向透视镜能否隐藏身影	222
三、少年派的奇幻漂流(2012年,美国)——汹涌大海能否水平如镜	223
四、辛亥革命(2011年,中国)——眼睛测距能否瞄准目标	224
五、特种部队之眼镜蛇崛起(2009年,美国)——全息虚拟人能否自由 行动	225
六、赤壁(2008年,中国)——光滑盾牌能否回光反射	227
七、夺宝奇兵 4(2008年,美国)——单只蜡烛能否照亮漆黑山洞	229
八、星球大战(2005年,美国)——手持激光剑能否凶猛格斗	230
九、国家宝藏(2004年,美国)——矿泉水瓶能否放大图案	231
十、透明人魔(2000年,美国)——人体隐形能否如愿实现	233
十一、偷天陷阱(1999年,美国)——妙招能否破解激光报警器	235
十二、007之黑日危机(1999年,美国)——夜视眼镜能否透视黑暗	237
十三、拯救大兵瑞恩(1998年,美国)——狙击手能否射穿瞄准镜	238
十四、蒸发密令(1996年,美国)——透视仪器能否看穿墙壁	239
十五、007之黄金眼(1995年,美国)——腕表激光能否切割钢铁	240
十六、纵横四海(1991年,中国香港)——酒杯能否破解红外报警器	242
十七、亲爱的,我把孩子缩小了(1989年,美国)——缩微人能否看清世界	243
第十二章 现代物理发展专题	245
一、变形金刚 3(2011年,美国)——太空桥能否远距传送	246
二、洛杉矶之战(2011年,美国)——外星生物能否征服地球	248
三、源代码(2011年,美国)——平行空间能否时空穿越	249
四、星际迷航(2009年,美国)——反物质飞船能否宇宙航行	250
五、星球大战(2005年,美国)——太空船能否超光速驱动	253
六、末日侵袭(2008年,美国)——人类能否维持社会运转	255
七、时间机器(2002年,美国)——时间旅行能否随心所欲	256
八、决战猩球(2001年,美国)——穿越时空能否改造历史	258
九、钢铁侠 3(2013年,美国)——钢铁战衣能否上天入地	259

十、金刚狼 2(2013 年,美国)——原子弹爆炸能否安全脱险	262
十一、十二生肖(2012 年,中国香港)——3D 打印能否远距复原	263
十二、碟中谍 4(2011 年,美国)——壁虎手套能否高空攀爬	264
十三、变形金刚 3(2011 年,美国)——先进武器能否随意变形	266
十四、盗梦空间(2010 年,美国)——药物能否控制虚拟梦境	267
十五、阿凡达(2009 年,美国)——意识转移能否操控肉体	268
十六、X 战警(2009 年,美国)——心灵感应能否意念移物	270
十七、终结者 4(2009 年,美国)——智能机器能否自动复原	271
十八、未来战警(2009 年,美国)——代理机器人能否取代人类	273
十九、蝙蝠侠(2012 年,美国)——谜妖能否控制大脑思维	275
二十、神奇四侠(2005 年,美国)——宇宙射线能否变异超能力	277
二十一、绿巨人(2003 年,美国)——核辐射能否打造超级英雄	278
二十二、灭鼠大战(2002 年,美国)——变异老鼠能否吸血人类	280
二十三、黑客帝国(1999,美国)——智能系统能否控制人类	282
参考文献	284

第一章 牛顿运动定律专题



力学是经典物理学中发展最早的一个分支,古希腊时代的阿基米德提出著名的浮力原理,我国春秋战国时期,以《墨经》为代表作的墨家,总结大量力学知识,涉及时间与空间的联系、运动的相对性、力的概念、斜面应用、滚动和惯性等现象。

16世纪由于航海、战争和工业生产的需要,力学迎来蓬勃发展的新时期,各种生产和劳动实践为力学提供丰富的研究课题与资料。钟表工业促进了对匀速运动的研究,火炮运用推动了抛射体的研究。天体运行的规律提供机械运动最纯粹、最精确的数据资料,人们有可能排除摩擦和空气阻力的干扰,得到规律性的认识。

以伽利略为代表的物理学家对力学开展广泛研究,伽利略的两部著作《关于托勒密和哥白尼两大世界体系的对话》、《关于力学和运动两种新科学的谈话》为力学的发展奠定了思想基础。牛顿把天体的运动规律和地面上的实验研究成果加以综合,得到力学的基本规律,建立了牛顿运动定律和万有引力定律。牛顿运动定律是许多科学家长期探索的结晶:伽利略详细研究落体的运动,对惯性运动、物体运动与加速度的关系进行了科学的描述;荷兰物理学家惠更斯对惯性运动和碰撞运动进行深入的研究,并进行了科学的阐释。

1684年牛顿站在巨人的肩膀上,发展前人的研究成果,科学定义了惯性定律、加速度定律、作用力与反作用力定律,合称运动三定律。牛顿放弃物体运动轨迹是自然本性的观点,指出任何可观测到的运动、未来将发生的运动,都能够通过它们已知的运动状态、物体质量和外加作用力,使用相应原理进行数学推导计算得出。1687年,牛顿发表《自然哲学的数学原理》。这部巨著总结力学的研究成果,标志着经典力学体系初步建立。这是物理学史上第一次大综合,是天文学、数学和力学历史发展的产物,也是牛顿创造性研究的结晶。

一、澳门风云(2014年,中国香港)——赌神飞身能否躲子弹

1. 银幕精彩秀

担任美国赌场保安总顾问的魔术手石一坚,回归澳门退休,宴请朋友庆祝生日。中国内地、香港以及澳门三地警方,共同邀请石一坚重出江湖,帮忙对付犯罪集团。当晚杀手来到石一坚的家中,试图杀人灭口夺回犯罪记录。

“赌神”是周润发(发哥)创造的一个经典银幕角色,这次他与新生代影星谢霆锋等,共同演绎两代赌神的风采。人比子弹快,这是不少枪战电影不可或缺的经典桥段,发哥同样以潇洒的身手躲开射来的子弹(图 1-1-1)。



图 1-1-1 澳门风云

2. 物理学解析

假设在一定距离外朝人射击,人能否避开子弹取决于三个时间因素:子弹从发射到击中人体的飞行时间 T_1 ,人看到子弹发射后大脑经历的反应时间 T_2 ,人进行躲避动作需要的时间 T_3 。只要 $T_1 > T_2 + T_3$,理论上人可以躲开射来的子弹。

科学家进行实地测试,他们找到一块巨大的靶场,请来一位射击精准的射手,手持一把“点三八”口径(0.38 英寸)的狙击步枪(专门用于远距离射击)。狙击手分别从 180 米、450 米和 1100 米外射靶,测试子弹射击命中目标的时间。他们设计一个锡箔做的电子回路,子弹从枪口射出击穿第一块锡箔时启动电子开关,计时器开始工作。当子弹穿过目标后方贴有锡箔的纸张,电子开关闭合,计时器结束工作,测量子弹从枪口到命中目标经历的时间。

数据表明在 180 米外射击,子弹飞行的时间是 231 毫秒,飞行 450 米的时间是 597 毫秒,飞行 1100 米的时间是 1791 毫秒,作出距离-时间坐标图,绘成一条正比例函数的直线。接下来测试人的反应时间,用摄像机发出闪光作为子弹射出的信号,高速摄像机拍下闪过的画面,记录人的反应时间。分析表明人在 350 米外能闪

避子弹,但要在人的视觉范围之内。测试人能看到枪火的视觉范围,180米是人类视觉范围的极限。理论上350米外人能避过子弹,但是考虑人的视觉范围,人不可能避过射出的子弹。

假设发哥和敌人之间的距离为10米,子弹飞行速度为500米/秒,子弹从发射到击中发哥的时间是0.02秒。发哥要躲避子弹,需要完成下腰的动作。心理学家测量人的生理反应时间大于0.1秒。就算发哥是个超人,能在0.005秒内做出反应,他只剩余0.015秒做出规避动作。如此短暂的时间,眨一下眼皮都做不到。

2010年上映的中国电影《让子弹飞》,主演包括姜文、周润发、葛优、刘嘉玲、陈坤等。影片有大量的枪战镜头,张麻子打劫黄四郎,他用步枪把马与车的绳子打断。枪声响了10秒以后,子弹才打中绳子。声音在空气中传播的速度为340米/秒,假设两地之间距离为340米,子弹飞行10秒,速度为34米/秒,是真实的步枪子弹速度的十分之一。

3. 光影实验室——徒手抓子弹

历史上真的有人用手抓住子弹。第一次世界大战期间,一位法国飞行员在2000米高空飞行,发现脸旁有一个小东西正游动。飞行员以为是一只小昆虫,顺手把它抓起来,原来是一颗热乎乎的德国子弹,幸亏他戴着皮手套才没有被烫伤。由于空气阻力的作用,子弹的飞行速度逐渐慢下来,跌落前速度只有每秒40米。当飞机跟子弹的方向和速度相同,子弹对于飞行员来说相对静止,或稍微有些移动,飞行员顺手可以把它抓住。

4. 影视趣味谈

2003年上映的美国电影《黑客帝国3:矩阵革命》(图1-1-2),导演创造性地使用了“子弹时间”的特效效果,尼奥灵巧躲避呼啸而来的子弹。子弹时间是一种使用在电影和电脑游戏中,用计算机辅助的摄影技术模拟变速特效,如强化的慢镜



图 1-1-2 黑客帝国3:矩阵革命

头、时间静止等效果。它可以展现一些平常不能见到的景象,包括子弹击穿物体,在慢镜头的同时拍摄角度(即观众视角)也围绕场景旋转。

2004年上映的香港电影《功夫》,小混混阿星在猪笼城寨对居民敲诈,却不知道他们身怀绝技。猪笼城寨居民为生存而战,正邪两派高手展开交锋。火云邪神为证明自己的实力,说天下武功唯快不破,用食指和中指夹住飞行的子弹。显然这也是不可能存在的神功。

二、超凡蜘蛛侠 2(2014年,美国)——蜘蛛丝能否高楼穿梭

1. 银幕精彩秀

高中生彼得·帕克从小被父母遗弃,寄居在叔叔家中。一个偶然的的机会,他发现父亲留下的神秘公文包,开始寻找当年双亲离奇失踪的线索。彼得·帕克意外被放射性蜘蛛咬了一口,身体发生奇异的变化,具有让人羡慕的超能力:非常好的视力、强壮的肌肉、预知危险的能力。蜘蛛侠牢记叔叔“能力越大,责任越大”的教诲,利用自己的超级能力和各种黑暗势力进行斗争(图 1-2-1)。

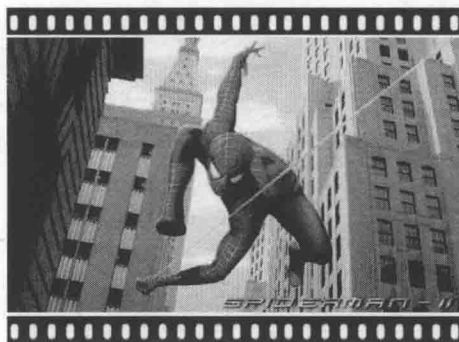


图 1-2-1 超凡蜘蛛侠 2

2. 物理学解析

好莱坞导演的触角十分敏锐,能从普通人司空见惯的蜘蛛发掘巨大的价值,《蜘蛛侠》系列就是一个极其成功的商业影片传奇。电影聚焦于青少年英雄身上,在年轻观众中产生强大共鸣,2002年《蜘蛛侠 1》、2004年《蜘蛛侠 2》、2007年《蜘蛛侠 3》全球票房达 25 亿美元,是最受欢迎的动作电影之一。2012年推出《超凡蜘蛛侠 1》,2014年推出《超凡蜘蛛侠 2》,同样取得高涨的票房收入。

如图 1-2-2 所示,蜘蛛侠能够从手指间发出结实而有韧性的蜘蛛丝,在纽约市的高楼大厦间飞来荡去,在狭小空间内飞速潜行,在飞驰的车流中自由穿梭。蜘蛛侠在高楼之间摆荡时,运动轨迹是一个圆弧形,即使摆荡时速度大小不变,运动方

向也不断变化,必须有外力作用。这个外力来自于蛛丝对他的拉力,拉力提供两方面的作用:

(1) 支撑蜘蛛侠的体重,如果不摆动,蛛丝保持他在垂直方向上的悬挂;

(2) 使蜘蛛侠做圆周运动的向心力。他摆动得越快,速度越大,或者圆弧半径越小,需要的向心力就越大。

假设蜘蛛侠像秋千一样从高处落下,他的手臂需要承受最大的拉力呢? 最低位置时蜘蛛侠的速度最快,手臂受到的拉力也最大。蜘蛛侠从高楼跳下的过程中机械能守恒,假设他下落的高度为 40 米,

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2$$

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 10 \times 40} = 28 \text{ (米/秒)}$$

蜘蛛侠的体重为 75 千克,

$$F_T = mg + \frac{mv^2}{r} = 2250 \text{ (牛)}$$

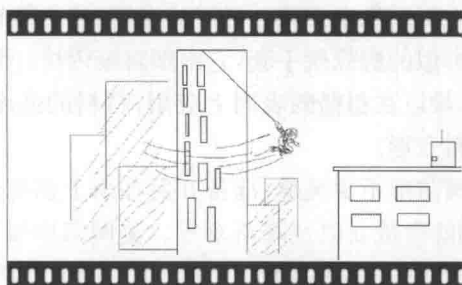


图 1-2-2 曲线运动

蜘蛛侠的手臂需要承受 2250 牛顿的力,这对于人类来说是个极限,但对具有超能量的蜘蛛侠不成问题。蛛丝比相同重量的钢丝绳坚韧 5 倍,比尼龙更加有弹性。蛛丝由直径为十亿分之一米的坚硬细丝组成,细丝内部有细小充满液体的管道,受到冲击时将力分散到整根丝上。蛛丝具有极高的抗张强度,如果一根蛛丝的直径是 1 厘米的圆,它能够提起重达 8 吨的物体。即使直径只有 0.625 厘米的蛛丝,也能够安全吊起 27 000 牛顿的重物,远超过蜘蛛侠做向心运动和支持体重的 2250 牛顿。

2004 年电影《蜘蛛侠 2》中,绿魔用力在蜘蛛侠身上打了一拳,蜘蛛侠被这一拳打得往后飞,绿魔却站在原地不动。假设绿魔一拳打在蜘蛛侠身上,蜘蛛侠从静止加速到 17 米每秒需时 0.1 秒(基于他在 3 秒时间向后飞了 50 米),计算表明蜘蛛侠受到的合力为 12 750 牛顿。根据牛顿第三定律,绿魔也要受到 12 750 牛顿的反

作用力。绿魔能安然站在原地,没有丝毫的倒退,这不合物理规律。

3. 光影实验室——强力蜘蛛丝

蜘蛛丝具有强度大、弹性好等特性,在纺织、医疗、军事等领域有广泛应用,尤其适合制造防弹衣。它可以阻挡子弹的侵入,使弹片击中身体的危险降到最低。蜘蛛丝还是制成坦克、飞机、雷达、卫星的理想防护罩,用作航天结构材料和织造航天服等。天然蜘蛛丝的数量有限,获取也比较困难,科学家从蜘蛛身上抽取蜘蛛丝基因植入山羊体内,使山羊奶含有蜘蛛蛋白,经过特殊的纺线程序,纺成人造基因蜘蛛丝,可用来制造手术用缝合线、柔软的防弹衣。2011年科学家把蛛丝和人的表皮融合到身体盔甲中,混合皮肤可抵御点二二口径步枪发射的子弹。研究人员只用了4层蜘蛛丝纤维,标准防弹背心却有33层纤维。蛛丝防弹衣的效果比普通防弹衣强三倍,为打造刀枪不入的超级战士提供可能。

蜘蛛能黏附在墙壁上,是因为脚上有少量黏性的蛛丝,爬过物体表面时,这些蛛丝将它们的脚粘在上面。蜘蛛的脚上长有极其细小的绒毛,能挂在任何隐蔽而细小的缝隙处。不少人渴望像蜘蛛侠一样飞檐走壁,这个梦想有望不久以后实现。美国科学家正在研制类似的蜘蛛侠手套,它由塑料聚丙烯纤维制成,目前只能在光滑的玻璃表面上使用,难以在粗糙的表面上应用,材料的强度也有待增加,否则人体强大的重力将使材料变形。

蜘蛛侠给了美国国防部不少灵感,准备开发在海上抓捕恐怖分子的神奇蜘蛛网、防护功能极强的蜘蛛丝战衣以及降落伞等。美国海岸警卫队配备一种可供直升机使用的蜘蛛网武器,它的形状类似英文字母“X”,由人造蜘蛛丝制成。如果海岸警卫队在海上发现目标,直升机放下一个装在圆筒里的蜘蛛网,将蜘蛛网安放在海浪上,该网能出其不意地粘住船只的驱动轴,使船只停止行驶,达到抓捕罪犯的目的。

4. 影视趣味谈

彼得的危险感应能力存在于真正的蜘蛛身上,蜘蛛身体上的毛发对空气流动非常敏感,可在物体逼近时发出警报。饥饿之中的蜘蛛对振动的敏感更为强烈,可以探察到最安静的移动和气流变化。蜘蛛身体不同区域内嵌着超过3000个应变传感器,多数位于腿部和复合器官上。蜘蛛感知蛛网传递的振动,能探测人类或者其他动物的存在,如果是生物活动特征,蜘蛛就会发动迅猛攻击。如果不是猎物信息,蜘蛛不发动攻击。蜘蛛的敏感探测能力不受喧闹环境干扰的影响。