

时空思辨逾世纪，奇点真相看今朝 ——评《不可抗拒的引力》

徐仁新[†]

(北京大学物理学院 北京 100871)

2025-11-23 收到

[†] email: r.x.xu@pku.edu.cn

DOI: 10.7693/wl20260312

CSTR: 32040.14.wl20260312

2025 年是个非常特殊的年份：一百年前建立了量子力学；一百一十年前诞生了广义相对论，十年前成功直接探测到引力波。这一年出版雷佐拉(Luciano Rezzolla)科普读物“*The Irresistible Attraction of Gravity*”一书的中文版《不可抗拒的引力》，恰逢其时。

量子论和相对论构成现代物理的基石。量子论和狭义相对论的融合衍生出量子场论并最终打造了科学“新范式”——粒子物理标准模型，成功地描述电弱和强相互作用；而广义相对论涉及万有引力，关注时空这个“舞台”。在探索宇观现象时，标准模型与广义相对论的结合不可回避，也正是这个时代的呼唤。恰逢这一历史背景下，《不可抗拒的引力》满足了大众的期待，将有助于熏陶热爱天文的青少年成长。

我们熟悉的物质由原子(本质上是原子核和电子)构成，从灰尘、砂粒、小行星到行星、恒星，概莫能外。它们的存在似乎是永恒的，但如果考虑引力的“不可抗拒”性则全然不同。1965 年，彭罗斯(Roger Penrose)证明的“奇点定理”阐述这样一个消极的世界观：将广义相对论应用于宇宙、恒星等动力学演化时一定会出现时空奇点，即宇宙有起始、黑洞必形成。真得吗？对，这就是客观实在！虽然 1960 年代天文学家就迫于解释天文现象的压

力很不情愿地推测黑洞可能存在于 X 射线双星和活动星系核心，但是，自十年前发现首例引力波事件 GW150914 后，人们才真诚地相信黑洞这种奇特的物质形态确实宇宙中普遍存在。

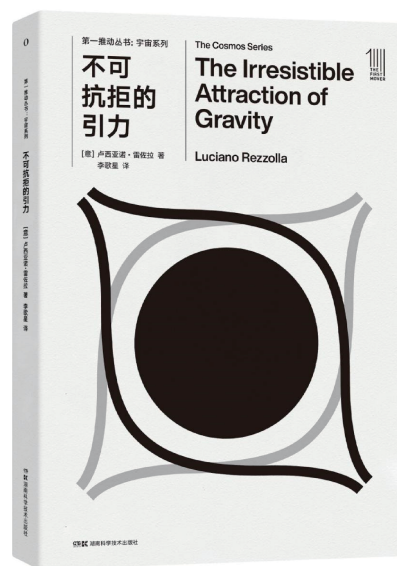
其实，形成黑洞并不容易。像太阳这样的普通恒星靠内部核聚变释能而维持的热压力抗衡引力，平均密度跟水差不多。核能耗尽后，质量较轻的恒星演化为白矮星，密度可超过水密度的 10^8 倍，而较重的会通过超新星爆炸残留密度跟原子核相当的中子星。中子星存在极限质量；当核能耗尽后残骸质量超过这一限制时，才能形成黑洞。可见，中子星和黑洞都是具有强引力场的致密天体。

广义相对论认为：物质的存在导致时空弯曲，而物体在弯曲时空中的运动表现为引力(与距离平方成反比的牛顿万有引力只是弱场、低速时的近似)；它预言了引力波的存在。例如，强引力场双星互相高速公转时将辐射较强的引力波。因此，致密的黑洞和中子星就成了这类双星系统的理想成员，它们并合时刻辐射引力波的功率达到极大。

《不可抗拒的引力》一书首先通俗地介绍了爱因斯坦的引力观，即广义相对论。在此基础上，作者剖析了宇宙中引力场最强的两类天体：中子星和黑洞。作者还阐述了自己积极参与的“第一张黑洞照片”的制作过程，并一般性地解释了引力

波及其探测手段。全书只用了十多个初等数学公式，却能依据物理直觉向读者透彻地阐述引力与致密天体的基本知识。广义相对论的本质是引力几何化，通俗而准确地理解其中的关键概念尤为重要。雷佐拉在数值相对论领域耕耘数载，其作品想必亦裨益年轻同行的教学和科研。

作者雷佐拉本人是富有感染力的，本书的文字叙述也颇具个性。他跟我同龄，恰巧都是在发现射电脉冲星(一类特殊的中子星)那年出生的；诚如书中所言“在那一年出生让我感到很自豪”。2014 年，我们曾作为成员一起以“Phases of strong-interaction matter”为题申请中德合作与交流项目(NSFC 和 DFG)，并且都是子课题“Strong



2025 年 11 月出版的《不可抗拒的引力》

interactions in astrophysics”的负责人。雷佐拉擅长双星并合的数值相对论计算，而我则热衷于奇异星的研究。那个时候，人们对引力波的直接测量还普遍缺乏信心，但经过项目组在中德两地的多轮学术交流与讨论，我们还是郑重地建议了现在看来并不过时的研究方案：利用双星并合引力波事件证伪奇异星或传统中子星。尽管项目最终未获得资助，申请过程却依然实实在在地助力了我自身的学术发展。

尽管深刻理解时空的本质并非易事，但雷佐拉却能依据物理直觉成功地引导读者至认知极限。

如下引述作者对本书的一段小结，读者或能有所体会并做好心理准备。

“这本书的目的是展示引力的迷人之处，以及它是如何与我们所了解的周围世界和宇宙中最遥远的角落紧密联系起来的，这些地方都受到引力的支配。我们已经完成了一次虚拟的引力世界之旅，这个引力世界是爱因斯坦在100多年前为我们所揭示的。我可以想到，对你们中的一些人来说，这会是一段令人筋疲力尽的旅程，因为它迫使你们发挥超乎寻常的想象力，并接触到我认为很难接受的概念，至少在第

一次遇到时是这样。在我20岁开始研究这个理论时，情况是一样的。但是请不要说我没有提醒过你，这趟旅程需要丰富的想象力和耐心哦。”

本书最早于2020年以意大利语出版，很快就出版了德语、英语、荷兰语、希腊语、土耳其语等版本。基于2023年剑桥大学出版社出版的英文版，中国原子能科学研究院的李歌星博士翻译成了中文版，由湖南科学技术出版社出版。

无疑，作者和译者的努力付出是值得的！

读者和编者

订阅《物理》得好礼

——超值回馈《岁月有情》
—<物理>50周年纪念本

部特推出优惠订阅活动：凡直接向编辑部连续订阅2年《物理》杂志，将获赠《岁月有情—<物理>50周年纪念本》。内有自1972年至2022年《物理》发表的50篇精选文章信息，扫描对应的二维码，可重温经典之作，感悟物理科学的真谛，领略学科大家的风采。

希望读者们爱上《物理》！

订阅方式(编辑部直接订阅优惠价240元/年全国包邮)

(1) 微信订阅

(此订阅方式仅针对需要对公开电子发票的读者，且务必提供正确的单位名称和单位税号)

在“物理所财务处”微信公众号缴费，操作如下：公号下方“业务办理”—“订刊费”—收费部门“《物理》编辑部”，之后填写相应信息。如有问题，可添加编辑微信咨询：18627635857

为答谢

广大读者长期以来的关爱和支持，
《物理》编辑

(2) 银行汇款

开户行：中国农业银行北京科院南路支行

户名：中国科学院物理研究所

帐号：11250101040005699

(请注明“《物理》编辑部”，汇款成功后请及时联系编辑部登记邮寄地址)



CryoAce® 超精细光学显微低温恒温器

超精细光学显微低温恒温器（注册商标：CryoAce®）采用包括专利冷头悬浮减震技术在内的多重减震技术，结合坚固绝热支撑结构，将普通制冷机的振动水平降低到纳米级，提供直径5cm、10cm、15cm和20cm四种基本规格冷板尺寸，标称振动水平在6nm-12nm之间，最低温度范围：2.4K-3.2K（备注：振动水平、最低温度和冷板尺寸有关）。标配顶窗和(或)侧窗、真空计和校准型温度计，可兼容一组(或多组)纳米定位台和物镜，是单量子点、NV色心、单分子、显微光学、低温冷阱等实验的理想低温平台。



CryoAce-50低温恒温器



CryoAce-100低温恒温器



CryoAce-200低温恒温器

CryoAce显微低温恒温器采用桌面式设计，无需特制挖洞隔振光学平台，安装、移动和运输都非常方便，很容易与显微镜、商用光谱仪和自建光路匹配。标配风冷式氦气压缩机，无需提供水冷机，占地面积小，无需三相电，功耗低。此外，CryoAce低温恒温器内置多个低温吸附泵，无需外置真空泵持续抽真空也可确保长时间运行仍保持高真空特性。

	CryoAce-50	CryoAce-100	CryoAce-200
温度范围	2.4K-370K	2.4K-370K	3.2K-370K
标称振动水平	6nm	6nm	12nm
制冷量@4.2K	150mW	≥130mW	90mW
初始降温时间 (RT-4.2K)	160分钟	≤230分钟	10小时
冷板直径	5cm	10cm	20cm
压缩机冷却方式	风冷	风冷	风冷

备注：最低温度基于无外加热负载下的测试

北京飞斯科科技有限公司 Physike Technology Co., Ltd.

地址：北京市海淀区安宁庄东路18号19号楼
 电话：010 - 6216 6302 / 010 - 8236 7826

邮箱：sales@physike.com
 网址：www.physike.com

