



王贻芳, 实验高能物理学家, 中国科学院院士, 俄罗斯科学院外籍院士, 发展中国家科学院院士。现任中国科学院高能物理研究所所长, 中国科学院大学核科学与技术学院院长。研究方向为高能物理实验。

探究物质最深层次的物理规律： 中国粒子物理发展规划的思考

王贻芳

中国科学院高能物理研究所, 北京 100049

摘要 粒子物理是物质结构探索和研究的的前沿学科, 研究意义重大, 成果影响深远, 技术溢出效益明显。分析了粒子物理的研究目标及方法、特点, 概述了中国粒子物理的基础、成就以及与国际领先水平的差距, 探讨了中国粒子物理的未来发展目标、规划以及应采取的相关措施和应该发展的核心技术, 提出了中国粒子物理向世界领先水平发展的建议。

关键词 中国粒子物理发展规划; 加速器; 对撞机

千百年来, 人类对物质结构的思考与探索一直引领着文明和科学的发展。近代以来, 人们逐渐认识到物质结构的层次有分子、原子、原子核、核子、夸克等, 并在各层次分别发展出化学、原子物理、凝聚态物理、原子核物理、粒子物理等分支学科, 构成

了现代科学的庞大体系。其中粒子物理(有时也称为高能物理)自 20 世纪 50 年代开始从原子核物理中独立出来, 成为一门蓬勃发展、成绩辉煌的前沿学科, 相关成果目前获得约 1/3 的诺贝尔物理学奖, 引领着物质结构探索和研究的最新前沿。

收稿日期: 2021-01-27; 修回日期: 2021-02-05

引用格式: 王贻芳. 探究物质最深层次的物理规律: 中国粒子物理发展规划的思考[J]. 科技导报, 2021, 39(3): 52-58; doi: 10.3981/j.

issn.1000-7857.2021.03.003

1 粒子物理的研究目标及方法、特点

粒子物理研究的目标是物质的最小组分及其相互作用规律。自20世纪50—60年代开始,科学家们发现了大量新的实验现象,据此在20世纪60—70年代建立了一个基本的理论框架,以理解和解释实验数据,这就是粒子物理的标准模型,其主要预言在20世纪70—90年代得到验证。在随后的三十多年,粒子物理标准模型的正确性得到确认,缺失的粒子及相关理论预言被逐个发现与验证,精度达到前所未有的千分之一左右。标准模型成为人类历史上最成功、最漂亮的科学理论之一。

然而,正是在这30年里,人们从实验数据中认识到标准模型并不完备,标准模型只是一个在低能下(~ 1000 倍质子质量以内)有效的近似理论,应该还存在一个更高能量、更深层次的物理世界。例如,中微子质量的存在就是对标准模型现有理论的一个破坏;夸克和轻子之间的味对称预示着还有一个更深层次的结构;真空在标准模型中不稳定;暗物质粒子在标准模型中不存在;虽然希格斯粒子赋予所有粒子质量,但其自身质量来源未知,且其质量非同寻常得小;各种对称性破缺的来源未知,幅度大小也不能解释宇宙中“反物质消失”之谜,等。

人们试图建立一个更宏大的理论,统一描述各种相互作用,就像麦克斯韦统一描述了电和磁相互作用、标准模型统一描述了电磁和弱相互作用一样。如超对称理论试图包括弱电和强相互作用,超弦理论试图再将引力相互作用也包括进来。还有学者建立了复合模型描述夸克和轻子的结构,就像夸克模型描述核子结构一样。由于缺乏实验数据的明确指引和验证,目前这些理论模型要么失败了,要么还无法得到确认。显然,我们需要像20世纪50—60年代一样,去寻找新的实验现象,指引下一步理论上的努力。

科学家们认识到,实验上解决这些问题首先需要理解希格斯粒子及其质量;其次需要寻找超对称粒子及其效应,研究中微子性质及其与标准模型的关系;再次,需要找到暗物质粒子。自然,跟其他学科一样,还有许多相对次要的问题需要解决,如精

确测量标准模型的所有参数,通过各种方式直接或间接地检验标准模型;精确检验量子色动力学并发现其预言的各种粒子,完整理解强子谱,定量理解并计算核子结构及其质量;等。

这些研究需要依赖科学家们自行设计研制的大型设备,主要分探测器和加速器两大类。其中探测器就像人的眼睛,帮助观察和测量物理过程。加速器就像显微镜,用基本粒子如电子和质子代替光学显微镜中的光子或电子显微镜中的电子,来探究和观察样本(粒子)的内部结构。对撞机是效率最高、能力最强的一种加速器,能将全部能量用来“击碎粒子的外壳”,让我们看到内部结构。自20世纪60年代发明以来,对撞机贡献了高能物理实验的主要成果,目前及未来仍然是主要的研究手段。

早年,各国科学家都自行研制自己的加速器,美苏欧日等都各有多台性能、目标不同的大型高能物理加速器,其水平和能力基本代表了各国在国际高能物理领域甚至整个科学界的竞争地位。随着科学目标的不断集中,加速器的能量和造价不断提高,基本上一个国家只能有一台高能加速器,甚至需要几个国家联合起来建造。这一方面可以集中经费,减少重复投资,提高设备的性能和效益;另一方面也凸显规划的重要性。如果选择错误或者研制失败,整个领域都会受到重创。这种惨痛教训过去有过,尤其以美国为甚。高能物理的这种集中全领域多年的经费建造一台大家共用设备(加速器)的方式,一方面引领了科学研究更加依赖大型设备的发展趋势,提高了设备和经费的使用效益,另一方面也使它成为众矢之的,经常被误认为会挤占其他领域经费。事实上,无论是考虑多年总和还是年人均投资强度,高能物理的经费均未超过其他类似的二级学科,且其对人类社会发展的贡献以科学成就、公共实验平台(同步辐射、自由电子激光、散裂中子源等)和互联网经济为代表,远超迄今为止对它的全部投入。

粒子物理研究一方面是科学的最前沿,另一方面也是技术的最前沿,其国际地位和能力在一定程度上代表着国家的科技发展水平。有能力提出粒子物理领域的科学问题并提出解决思路与方案,自

行设计并研制相关大型设备,开拓新的技术路线,是成为粒子物理领域国际领先国家的标志,也是中国的粒子物理学界过去70年的努力目标。

2 中国粒子物理的基础、成就与差距

新中国的粒子物理研究基本与国际同时起步,20世纪50年代参加了苏联的杜布纳联合核子研究所,与欧洲核子中心形成一定程度的竞争。20世纪60年代初因为政治原因退出后,中国政府曾允诺将原来每年3000万的会员费拿出来建一台自己的高能加速器。这之后经历了政治动荡、方案摇摆、经济和技术困难、领域发展情况变化、反对意见纷争等各种波折之后,直到20世纪80年代初,才由邓小平同志在意见纷呈中拍板定下了总投资2.4亿人民币的北京正负电子对撞机、北京谱仪及北京同步辐射装置(BEPC)。中国首台高能加速器装置在2~5 GeV(约2~5倍质子质量)的能量范围内超过美国SLAC国家加速器实验室的SPEAR加速器(其20世纪70年代的成果曾获得2个诺贝尔奖)关键技术指标一个量级,迫使其停止运行,科学家们转到中国参加北京谱仪实验。2009年, BEPC完成了一次重大设备改造,总投资6.4亿,技术指标继续保持国际领先。这台先后共投资8.8亿人民币的设备还将运行10年,科学寿命达40多年。迄今为止获得5项国家自然科学二等奖,在国际顶级刊物发表300多篇文章,成为国际高能物理和加速器技术的重要基地。BEPC培育拉动了近百家国内厂商的技术水平,设备国产化率达80%以上,中国科学院高能物理研究所的这支队伍也是建设上海光源、中国散裂中子源、北京高能同步辐射光源、大亚湾和江门中微子实验(JUNO)等国内大科学旗舰装置的骨干力量。这段历史和成绩在很大程度上展示了中国高能物理发展的艰辛和高能物理投资的特点与效益。事实上,国内其他领域设备投资上亿的有不少,设备能有几十年寿命的大概不多,而BEPC基本上是2010年前整个中国对高能物理的主要投资。

自20世纪50年代开始,中国科学家利用国内优势,开辟了另一条低成本的研究路线:高海拔宇

宙线研究。从云南、西藏到四川,研究宇宙线的能谱、成分、起源和加速机制,研究伽马射线天文,寻找暗物质粒子,逐渐形成了自己的方向与特色。20世纪90年代,在西藏羊八井,中日合作建设了AS- γ 实验,中意合作建设了ARGO实验,取得许多重要成果。21世纪以来,中国科学院高能物理研究所的科学家提出了一个具有独特思路的方案——大型高海拔大气簇射观测站(LHAASO)。经过10年左右的设计、预研和5年的建设,世界领先的LHAASO实验即将在四川稻城完成,成为该领域的旗舰装置。由于其超高的灵敏度和优秀的建造质量,部分探测器运行半年之后,就在伽马天文方面获得重要成果,表明其巨大的科学发现潜力。未来,中国在宇宙线和伽马天文领域的国际领先指日可待。

新世纪开始,中国的粒子物理研究在過去的基础与积累上开始加速,新的研究方向开始出现。大亚湾中微子实验利用大亚湾核反应堆功率高、附近有山的独特优势,以创新性的独特方案、世界最高的精度寻找中微子振荡(θ_{13}),吸引了上百位国际合作伙伴参加。在各方面的努力和支持下,经过8年的方案准备、技术预研和探测器研制,2011年底正式运行取数。3个月后,就发现了一种新的中微子振荡,精确测得其振幅 $\sin^2 2\theta_{13}$,获得大量国际赞誉和奖项。大亚湾实验成为中国高能物理成绩和进步的标志之一。在此基础上,中国科学院高能物理研究所的科学家们延续反应堆中微子的研究路线,依据在大亚湾实验基础上发展出来的液体闪烁体技术,提出了江门中微子实验,目标是研究中微子其他的未知性质,也通过太阳、地球、超新星中微子研究天体物理。江门中微子实验吸引了300多位国际合作伙伴参加,2008年提出方案,2015年开始建设,计划2022年建成,设计科学寿命30年。这是国际上基于大亚湾实验成果启动的3个大型中微子实验之一,是我们最重大的核心科学问题上,再一次开展的激烈国际竞争。大亚湾实验的成功,给了我们信心和经验,相信江门中微子实验也不会令人失望。

暗物质粒子寻找是目前国际粒子物理研究的

热点之一,全世界有几十个实验在设计策划、运行中,或已经完成。中国科学家在四川设计建造了世界最深的锦屏地下实验室,具有建造最灵敏的暗物质实验的潜力。上海交通大学的 PandaX 和清华大学的 CEDX 实验均完成了其首期实验,具有很大的国际影响。

这些国内项目也吸引了国际参与并满足了以下条件:一是科学意义足够重大;二是有自己的创新方案并掌握相关技术;三是有足够的经费支持和相关队伍。为减轻经费压力,分散科学和技术风险,增加研究人员的受益面和研究方向与课题的覆盖面,确保不缺席任何重大突破与成果,以相对较少的经费参与国外项目,争取在其中起重要甚至主导作用是世界各国的通常做法。因此,国际合作在高能物理研究中一直居于核心地位。自 20 世纪 70 年代末,中国科学家就开始积极参与国际上的各种实验。早期主要是派人学习,并尽可能地参与探测器的批量制造和物理数据分析,如 1970—1980 年德国 DESY 的 Mark-J 实验,1980—1990 年欧洲核子中心的 L3、ALEPH 实验,1990—2000 年日本和美国的 B-工厂实验,1990—2020 年欧洲核子中心的 AMS、ATLAS、CMS、LHCb 实验等。虽然我们努力参与这些实验,也对重要实验的物理成果有贡献,但与国际上主要国家的国际参与度相比,我们参与的实验较少,投资份额较低,地位不够重要,与大国地位不太相符,影响了中国形象,也影响了吸引国际合作者参与我们国内实验的成效。

总之,中国的高能物理研究从 20 世纪 80 年代起步,经过 40 多年的努力,完成了北京正负电子对撞机、大亚湾中微子振荡、锦屏暗物质寻找、羊八井宇宙线观测等一系列国际著名实验,LHAASO 和江门中微子实验建成后将使中国在宇宙线和中微子研究方面领先国际,实现了邓小平同志要求的“在世界高科技领域占有一席之地”的目标。

但是也应该看到,中国现在也只是“一席之地”而已,中国的粒子物理研究整体还处于跟跑或并跑阶段,特别是高能物理的核心研究方向——高能量前沿与国际领先水平差距较大。由于历史原因,我们对标准模型的建立没有实质性贡献,几十项诺贝

尔奖与中国无缘。在加速器和探测器等核心技术方面少有实质性的原创贡献,技术输出很少。中国的科学家在国际上还没有获得重大影响,尚未通过竞争获得国际大型实验与项目的主要领导位置,有影响的学界领袖太少,各种大小国际奖项获得较少。面对未来,如何采取更大胆有效的步骤,制定十四五和 2035 年远景规划,努力在整体上赶超国际先进水平,是我们面临的核心问题。

3 粒子物理的未来发展目标与规划

制定未来规划,首先面临的一个核心问题就是定位。依据国家对基础研究和科技发展的需求和要求,中国粒子物理研究的基础、队伍、成绩以及国际发展态势,结合十四五规划和 2035 远景规划、我国经济发展规模及对基础科学的投入比例,并与世界发达国家的投入比例和规模相比较,我们认为中国的粒子物理应该从“一席之地”发展到“全面领先”,成为国际粒子物理的领跑国家。否则就对不起国家的投入,也辜负了这个时代和全民的期望,影响中国的国际地位和软实力。

为实现这个定位,首先,要有具体的目标、正确的思路,系统协调的规划,创新的实验方案,掌握并继续发展相关核心关键技术,组织并培养队伍。其次,要争取政府部门、科学界和公众的支持,让他们理解并接受高能物理集中投资的特殊模式,推动项目实施。最后,要争取国际同行的支持,制定全球协调的规划,通过互相支持与合作,开展合理竞争,谋求共同发展。

事实上,日美欧等国家和地区每 5~10 年都会组织全球科学家,而不仅仅是自己的国家和地区(中国科学家也参加了美欧的规划顾问委员会),讨论制定粒子物理发展规划,以统一科学家与政府部门的意见,大家协调一致,全球共同发展。这些规划讨论都是在政府部门指导下,在合理的经费边界内,优化各种项目和方案组合,以实现最大的投资效益,获得最佳科学和技术产出。

中国科学家也多次组织过粒子物理发展规划研讨,虽然没有形成规范、有约束力的规划文本交

给政府部门,但也形成了几次发展路线图,取得一定的共识。基于上述定位和前期的讨论意见,面对新的形势和未来发展愿景,笔者提出对未来发展目标和具体规划的思考和建议。

3.1 发展目标

在高能量方面有重大发展,赶上并超过国际水平;在高精度方面有选择地维持部分方向国际领先;在中微子振荡方面维持国际领先,开展利用中微子的天体物理研究,以最高灵敏度寻找无中微子双贝塔(beta)衰变;在宇宙线研究方面尽快取得重大成果,实现全面领先;积极探索各种暗物质寻找、高能中微子探测等新的实验方案或有选择地参与国际实验;理论要引领与支持实验发展,全面掌握关键技术并开辟新方向,积极推动技术转移转化,持续建设和支撑国际领先的多学科通用射线平台。

3.2 具体规划方案

基于以上目标,应该在各重大方向全面布局,同时合理分配资源,在积极发起国内项目的同时,积极参加国外项目,确保不缺席任何重大突破与成果,全面实现国际领跑。具体规划和方案如下。

3.2.1 高能量

1) 争取在 2035 年之前完成建设国际领先的环形正负电子对撞机(CEPC)作为希格斯工厂,成为国际高能研究中心。这是粒子物理研究的核心与热点,是标准模型建立过程中最重要的成果产生地,也是突破标准模型的最重要窗口。要积极开展 CEPC 的设计与预研,开展物理研究准备和人才队伍培养与准备,争取在十四五末期开工建设。

2) 积极参与日本国际直线对撞机(ILC)的准备,与欧洲核子中心合作开展未来环形对撞机(FCC-ee)的设计与预研。虽然它们与 CEPC 形成竞争,但在结果明朗之前,要维持各种可能性。良好的合作也是技术交流、争取各国科学家参加 CEPC 的基础。

3) 积极参与欧洲核子中心大型强子对撞机上的物理研究及加速器和探测器的升级改造。这是 10 年内唯一可以进行希格斯粒子研究的地方,也是培养高能量前沿物理研究人才和相关技术人才的唯一场所。应加强投入,拓展研究方向,提高显

示度,掌握相关技术,并积极吸引国外同事参加 CEPC。

4) 探索未来加速器的各种可能性并开展相关技术研究,包括但不限于等离子体加速正负电子直线对撞机及相关技术研发与验证,用于未来质子对撞机的铁基高温超导磁铁、缪子对撞机的原理研究等。

3.2.2 高精度

1) 继续运行北京正负电子对撞机(BEPC II)和北京谱仪(BESIII)至 2030 年左右,争取在十四五结束前完成对加速器的升级改造(BEPC III),将其在高能区的亮度提高 3 倍左右。要继续挖掘和拓展物理潜力,开发新的物理研究方法,在粲物理和轻强子物理研究方面获得更多有显示度的成果,包括轻强子研究,寻找胶子球、多夸克态、混合态等奇异粒子,检验量子色动力学,推动格点量子色动力学发展,精确测量标准模型各种参数,检验其有效性等。

2) 积极参与日本的 BELLE II 和 COMET 实验、欧洲的 LHCb 和 Panda 实验以及美国的 GlueX 实验,在味物理、强子物理、弱电理论和量子色动力学精确检验等方面开展研究,拓展研究内容和范围,发挥传统优势,取得重要成果。

3.2.3 中微子

1) 继续开展基于反应堆的中微子振荡研究,尽快完成江门中微子实验建设。争取首先测定中微子质量顺序,将中微子振荡矩阵 4 个参数的精度提高一个量级,开展超新星中微子、地球中微子和太阳中微子等天体物理研究。

2) 在 2030 年左右对江门中微子实验进行升级改造,使其成为灵敏度最高的双贝塔衰变实验,以测量中微子绝对质量,判定中微子是马约拉纳粒子还是狄拉克粒子,即中微子是否自身就是其反中微子。

3) 积极参与国际中微子实验,如加速器中微子实验、EXO/nEXO 双贝塔衰变实验等,以培养队伍,掌握技术,广交朋友,吸引更多的人参加江门实验。

3.2.4 宇宙线与暗物质

1) 完成 LHAASO 实验建设,在宇宙线能谱和

成分测量、宇宙线起源和加速机制等方面取得重大成果。以国际最高灵敏度开展伽马天文研究,寻找暗物质粒子。

2) 积极开展切伦科夫望远镜的研制,通过与LHAASO巡天观测相结合的定点观测,大大提升对低能伽马的探测灵敏度和定位精度,开展伽马天文研究。探索以合适方式参与国际高能中微子实验,更加深入地理解宇宙线起源和加速机制。

3) 继续参加国际空间站上的AMS实验,参与数据分析和探测器升级改造,在空间进行宇宙线探测研究,测量宇宙线能谱和成分,寻找反物质和暗物质。

4) 积极推动中国空间站上的空间高能宇宙辐射探测设施(HERD)实验,争取在十四五末或十五五初发射。以更高精度、接受度和能量范围,测量宇宙线能谱和成分,寻找暗物质粒子。

5) 完成锦屏地下实验室建设,推动PandaX和CDEX继续开展物理分析和探测器升级改造。发挥世界最深地下实验室的优势,寻找新实验项目与方案,包括天体物理与中微子双贝塔衰变实验。

6) 积极参与国际实验,包括意大利的Darkside暗物质实验,美国或韩国的轴子寻找实验等。积极探索新实验的可能性,包括更高灵敏度的暗物质寻找、水下高能中微子实验等。

3.2.5 理论、技术与其他

1) 积极关注相邻领域的发展,包括核物理与核技术、天体物理与宇宙学、量子计算与量子测量、机器学习与大数据、计算与网络等,充分利用其他领域的成果、技术与手段,互相启发与激励,开展交叉研究。

2) 积极推动理论的发展,从弦理论、超对称、场论到各种唯象理论、模型构造、数值模拟与计算等,引领与支持实验发展,吸收并发展新思想和新方法,开拓新领域。

3) 掌握并研发新的加速器与探测器关键技术,满足各类实验装置的需要。拓展新的领域,研发新的技术,引领新的发展方向。

4) 支持重大基础设施平台建设及技术研发,完成北京高能同步辐射光源、上海自由电子激光、

中国散裂中子源2期和南方光源的建设,为多学科研究服务,为国民经济、国防建设和人民健康服务。

5) 积极推动技术转移转化,包括辐照设备、射线治癌、基于射线的各类检查设备,如医疗、安检、精密检验、工业CT等,建设科普基地,推动科学普及,吸引年轻人。

3.3 相关措施、准备与核心技术发展

为实现以上规划目标,完成相关任务,必须采取有力措施。一方面要组织队伍,按规划开展工作,另一方面也要争取政府、公众和科学界的支持,推动有关新项目立项。事实上,在过去5~10年的时间里,除了已经立项、正在建设的项目之外,我们分别采取了一些重大措施,开展了以下物理和技术准备工作:

1) 在国际上率先提出“建设环形正负电子对撞机作为希格斯工厂,再升级为质子对撞机”是未来高能物理发展的最佳路线。组织国内外的队伍,完成科学目标研究和加速器及探测器的概念设计。经过7年的努力,这个方案被国际社会认可,也成为欧洲核子中心的未来发展路线。

2) 积极推动关键技术预研,包括国内急需的超导高频腔、高功率高效速调管等,取得初步成功。特别是在国际上首次实现中温退火工艺,小批量制作成功具有国际领先指标的超导高频腔,可以批量供应上海自由电子激光项目,使其核心关键设备有了国内来源。

3) 在国际上首次提出采用等离子体加速的直线注入器方案,用传统加速器与等离子体加速器结合,克服新加速原理的困难,开辟等离子体加速未来发展的新思路。新技术除了可以用于超高能正负电子对撞机之外,也可以用来建造桌面小型电子加速器甚至自由电子激光装置。

4) 在国际上首次提出未来高能质子加速器应该采用高温超导,特别是铁基高温超导技术。组建了国内的产学研合作组,开展联合攻关,取得初步成效。研制成功国际最长、性能最好的铁基超导电缆和国际首个铁基超导线圈,验证了其基本技术路线和发展潜力。

5) 开展硅像素探测器及其集成电路读出芯片

的研制,分辨率高达3~5 μm ,世界最高。在此基础上成功研制了用于同步辐射的硅像素探测器,指标超过进口产品,正在建设的北京高能同步辐射光源上首期十几台套此类设备可以实现国产化。

(6) 开展了基于微通道板的20吋光电倍增管研制,成功用于江门中微子和LHAASO实验。正在研制的高速微通道板型光电倍增管将在国防、安全检查、医疗设备、科学研究等方面有广泛应用,也大大提高了相关企业光电器件的研发能力。此外,切伦科夫望远镜、掺铊液体闪烁体等前瞻研究也将为LHAASO和江门中微子实验的后续升级奠定基础。

(7) 积极开展“从0到1”的前瞻技术预研,包括铁基超导材料镀膜的超导高频腔、基于6G通信技术的探测器无线数据传输系统、新型4D晶体量能器、高温超导大型螺线管磁体等。

可以看到,一方面在CEPC的引领下,关键核心技术的研发蓬勃发展,取得丰硕成果;另一方面,这些技术的应用范围远不止CEPC本身,溢出效应极为明显。事实上,国外也看到了这一点,最近欧洲安排了每年2000万欧元的未来环形对撞机(FCC)预研经费,几乎是CEPC过去相关预研经费的10倍。中国提前安排的这些预研有可能很快被追上。

粒子物理的研究离不开关键技术研发,前瞻的科学需要前瞻的技术,反过来也会推动技术的发展。只有在科学上领先的装置,才需要进入技术上

的无人区,才会带来丰厚的回报。这是我们追求卓越、追求基础科学世界领先的另一层重要意义。

4 结论

粒子物理是一门极为特殊的基础学科,其研究意义重大,成果影响深远,研究方法及技术手段独特且规模宏大,技术溢出效益明显,常常因为各种原因出现在公众面前。研究并判定其发展方向与轨迹,优化发展路径,制定实施规划,既意义重大,又困难重重。需要科学界、政府和社会采取高度负责任的态度去面对,通过详细与专业的论证来科学决策。既不能粗枝大叶、草率决定,也不能谨小慎微、回避争议、逃避问题,更不能简单地降低甚至放弃目标。

中国的科学发展将逐渐进入无人区,前面没有了追赶的目标,一切需要自己来判断。意见纷繁杂以及收益、风险与挑战巨大的情形会经常出现,如果不学会处理争议,不学会科学论证的程序和方法,只能做出有共识的决定,中国将很难在科学上国际领先,很难做出重大成果,也很难对人类发展有重大贡献。

时代对我们提出了要求,也给了我们难得的机会。我们要抓住机遇,拼搏奋进,为实现2035远景目标、为将中国建设成为世界科学中心而努力。

The quest to the ultimate physics laws: Planning for the particle physics in China

WANG Yifang

Institute of High Energy Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

Abstract Particle physics is a frontier discipline for the study of ultimate structure of matter. It has fundamental significance, broad and deep influences to the science and the society. Its technology benefit is fruitful and significant. This paper analyses the research motivation, methods and the characteristics of particle physics, summarizes the history, achievements and the gap with the international leadership, proposes plans and goals towards the future for Chinese particle physics as well as measures to be taken and key technologies to be developed for China to be a world leader in particle physics.

Keywords development plan of particle physics in China; accelerator; collider ●



(责任编辑 王丽娜)