

基于加速器的粒子物理战略规划

高能量前沿 – 探测器

刘建北 (科大)
朱宏博 (高能所)
王 萌 (山大)
杨海军 (交大)

2020/7/15

发展战略研究撰写要求

中国基于加速器的粒子物理发展战略研究

第一章：中国基于加速器的粒子物理领域的科学意义和战略价值

（整体要求：一是本领域能够解决的我国经济社会发展及国家安全领域中的关键科学问题和关键技术问题，尤其是对该领域能够解决的制约我国产业结构升级的关键技术问题、制约我国提高国际竞争力的卡脖子技术问题等所起到的作用进行具体、深入论证。二是本领域对于国家科学事业本身的意义和价值。重点回答该领域对于带动相关科学技术领域发展的贡献等问题。）

第二章：中国基于加速器的粒子物理领域的现状及其形成

（整体要求：一是对该前沿领域的形成进行回溯，从该前沿领域发展历程出发，回答是哪些内生性的动力和外在性的需求促成了该前沿领域的出现？由哪些关键科学发现、科学问题、技术问题或者哪些人物推动了该前沿领域的出现、使该领域成为前沿研究领域？二是对本前沿领域的研究现状进行综合回顾，从主要研究成果、专利、期刊著述、研究学会、研究人员的学科背景、人才培养、研究组织形式、经费与投入、资助管理模式等方面，来形成关于本领域发展现状的综合性认识。三是立足国际，对于本前沿领域在国际上的位置和竞争力进行综合评估，包括本前沿领域在国际上的发展状况、本领域在国际上的地位和发展态势等。）

第三章：中国基于加速器的粒子物理领域的关键科学问题，关键技术问题与发展方向

（整体要求：一是从前沿领域发展态势、国家战略需求以及如何应对国际竞争的角度，前瞻未来15年、特别是未来5年领域的发展趋势，提出未来5~15年前沿领域的关键科学问题和关键技术问题、发展思路、发展目标、优先发展领域或重要研究方向。二是结合上述角度，对以上优先发展领域的战略重要性进行研判并排序，并对其理由进行充分阐述。）

第一章：科学意义和战略价值

科学意义或关键技术问题:

- 硅径迹探测器 (ATLAS升级, CEPC, 高空间分辨、低物质质量、抗辐照)
- 高粒度时间探测器 (HGTD, ATLAS升级, 高时间分辨、抗辐照)
- 高颗粒度量能器 (CMS升级, CEPC, 高能量分辨率、高颗粒度)
- 缪子探测器 (ATLAS/CMS升级, CEPC, 高探测效率、高计数率)
- 时间投影室 (TPC, CEPC预研, 高分辨, 低功耗读出, IBF压制,)
- 契伦科夫探测器 (MPGD-RICH, CEPC样机预研, 高增益, 低IBF)
- 快速电子学读出系统和抗辐照电子学

探测器关键技术的战略价值:

- 高能对撞机实验的探测器代表当今世界粒子探测技术最前沿, 其中关键部件(譬如: 抗强辐照ASIC芯片, 超快电子学)对我国禁运。通过积极参与国际合作和承担部分建造任务, 可以培养技术人才、打破禁运、推动我国在关键材料、技术和方法的发展, 并辐射至其他领域。
- 粒子与核探测技术在基础科学研究, 国家安全, 核医学, 核防护等有重要的作用。

第二章：领域形成和现状

粒子探测器的发展历程:

对该前沿领域的形成进行回溯，有哪些内生性动力和外在性需求促进了该前沿领域的出现，由哪些关键科学发现、科学问题、技术问题或哪些人物推动

➤ 两弹一星 → BEPC/BES实验 → LHC 实验 → CEPC 探测器预研

粒子探测器的现状:

研究人员学科背景，人才培养，研究成果专利，期刊著述、组织形式，经费与资助管理模式等方面，形成本领域的综合性认识

➤ 1977 《高能物理与核物理》 → Radiation Detection Technology and Methods

➤ 2011年核探测与核电子学国家重点实验室成立

粒子探测器的地位和发展趋势:

立足国际，综合评估本领域在国际上的位置，发展态势和竞争力等

➤ BES (I, II, III) → LHC upgrade → CEPC/FCC/ILC R&D

第三章：关键技术和发展方向

探测器关键技术问题：发展态势，发展思路和目标？

- 硅径迹探测器（LHC→CEPC，高空间分辨、低功耗、抗辐照）
- 高粒度时间探测器（HGTD，ATLAS升级，高时间分辨、抗辐照）
- 高颗粒度量能器（LHC→CEPC，高能量分辨率、4D 成像型）
- 缪子探测器（LHC→CEPC，大面积、高探测效率、高计数率）
- 时间投影室（LEP→ILC/CEPC，高分辨，低功耗读出，低IBF）
- 契伦科夫探测器（MPGD-RICH，CEPC预研，高增益，低IBF）
- 超快电子学，抗强辐照低功耗ASIC芯片

探测器关键技术优先发展方向：

- 硅微条径迹探测器
- 高粒度时间探测器
- 高颗粒度量能器
- 气体探测器
- 超快电子学，抗强辐照低功耗ASIC芯片
- ？