



中国科学院大学
University of Chinese Academy of Sciences

粒子物理前沿卓越创新中心 2020年度考评

钱文斌

中国科学院大学

2020/12/05

个人简介

- 教育经历（2001-2010）

清华大学，本科

清华大学+巴黎第十一大学，博士（中法联合培养，获双方学位）

- 博士后研究经历（2010-2017）

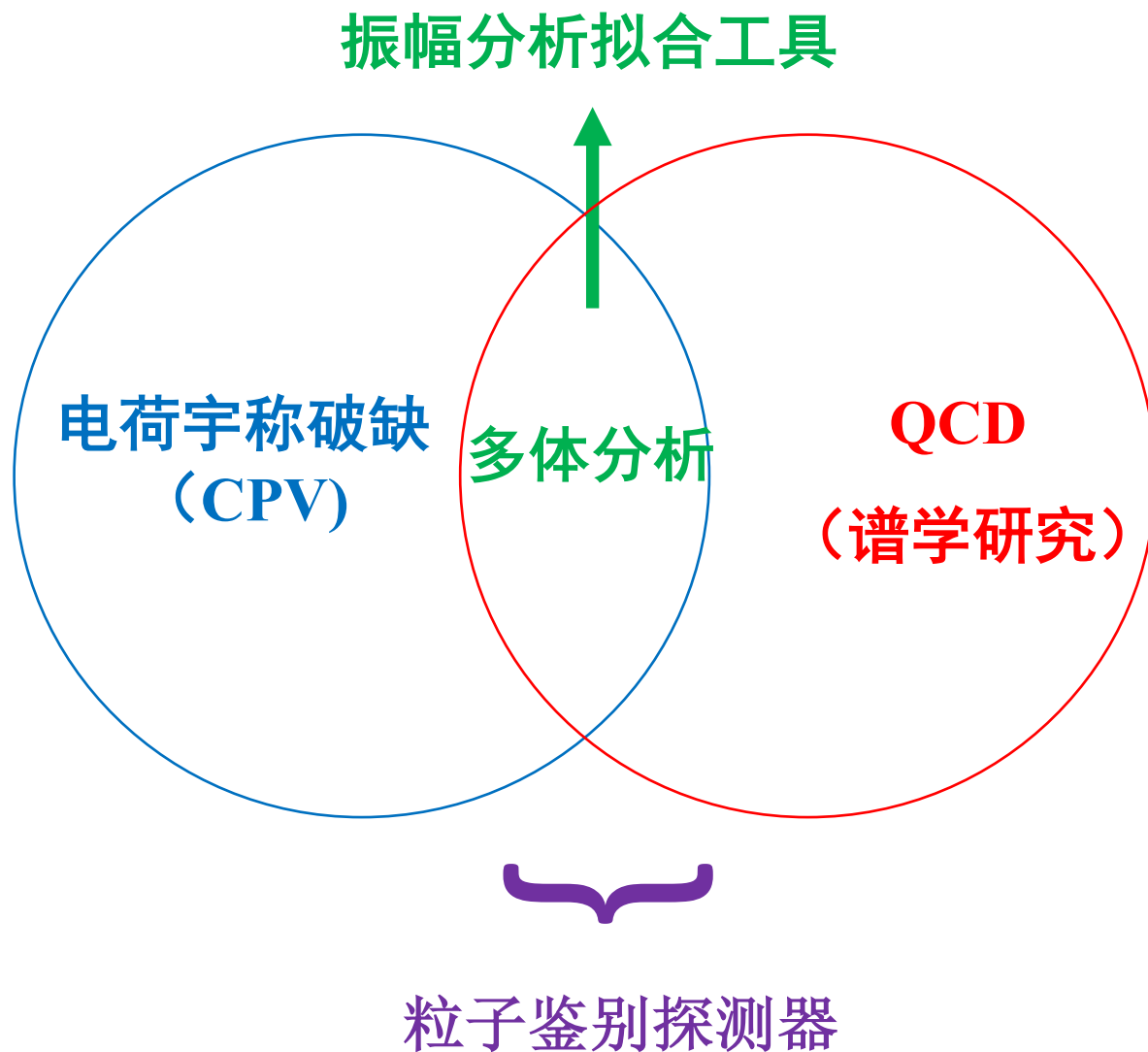
美国雪城大学，法国安纳西粒子物理研究所，英国牛津大学，华威大学

2016年获玛丽居里个人学者资助

- 工作经历（2017-至今）

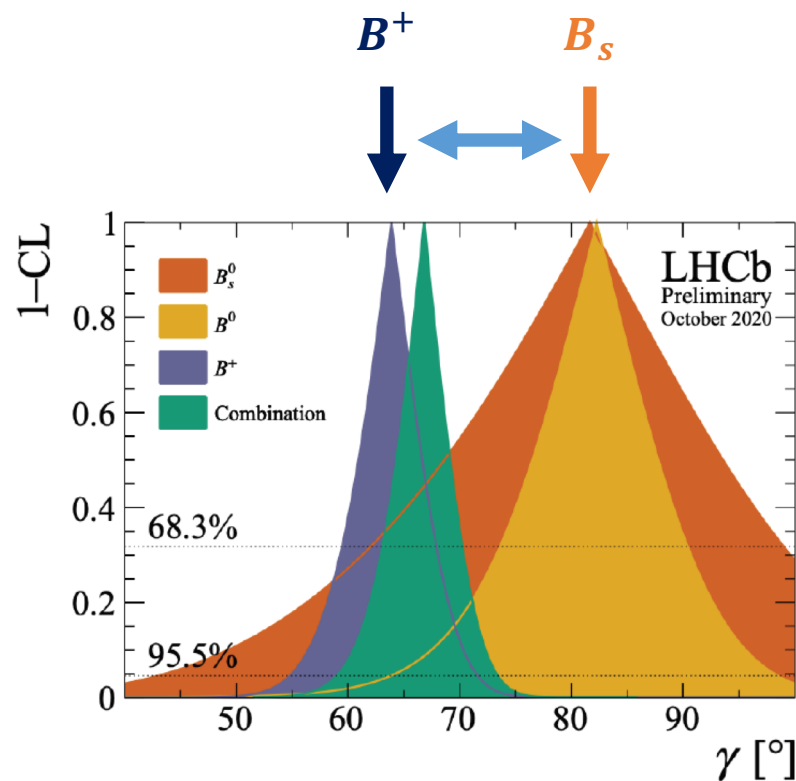
中国科学院大学，长聘教轨助理教授（青千）

研究内容



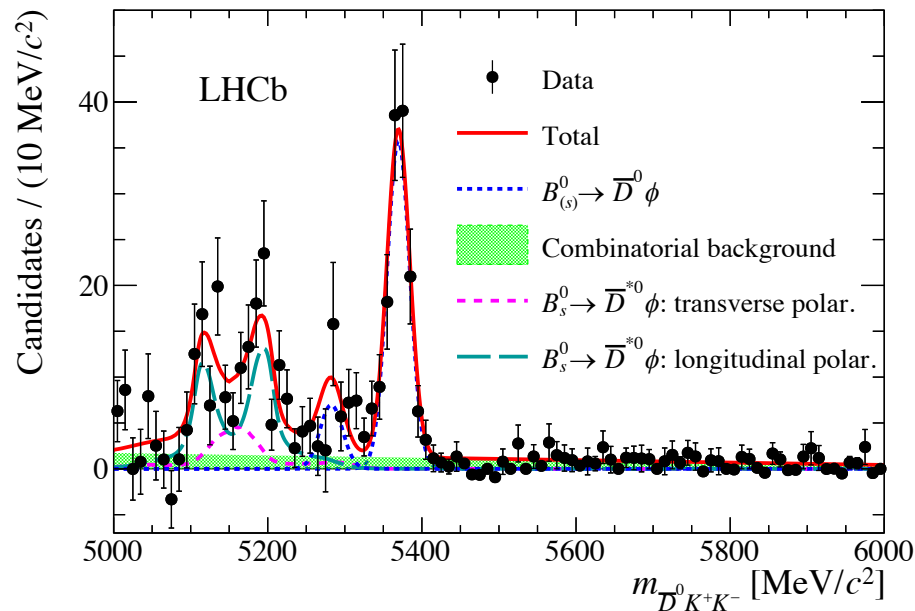
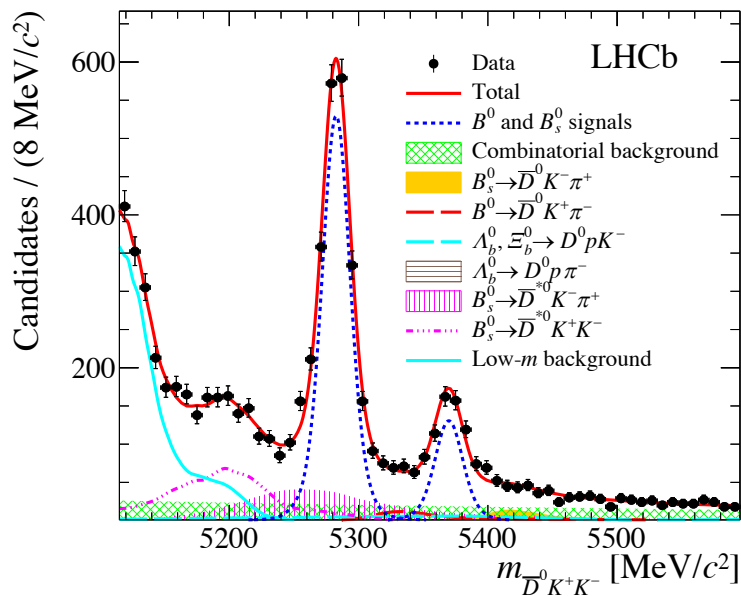
CKM相角 γ 测量

- 标准模型基本参数，只能通过实验测量
- LHCb最重要的物理之一，测量方法复杂，竞争激烈
- 需对很多衰变道进行测量
- 具体工作
 - 利用 B_s 衰变测量相角 γ
 - 新衰变道的发现
 - 相关灵敏度研究
 - 黄金道 $B^+ \rightarrow DK^+$, $D \rightarrow K_s hh$



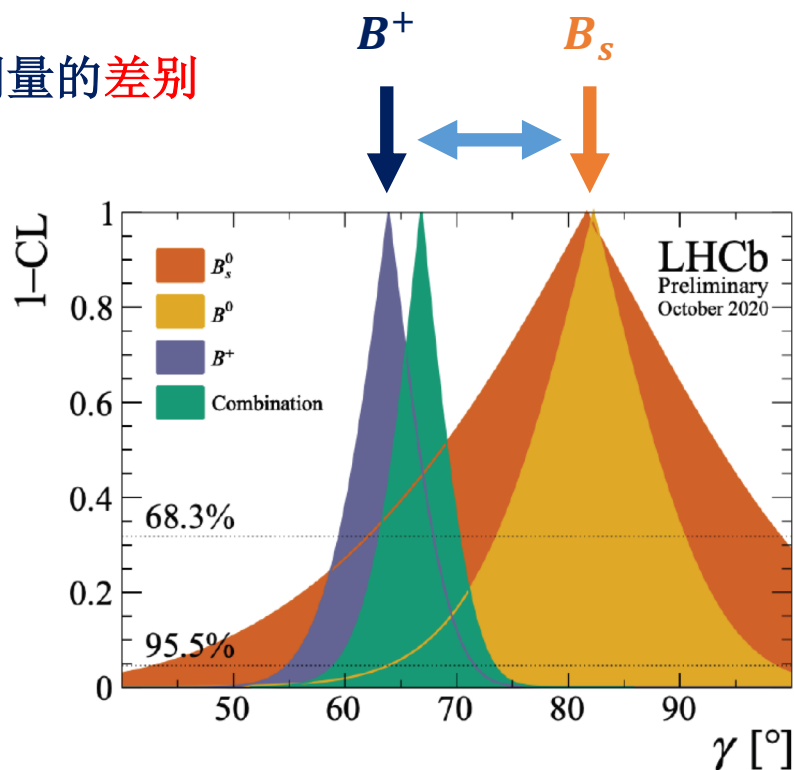
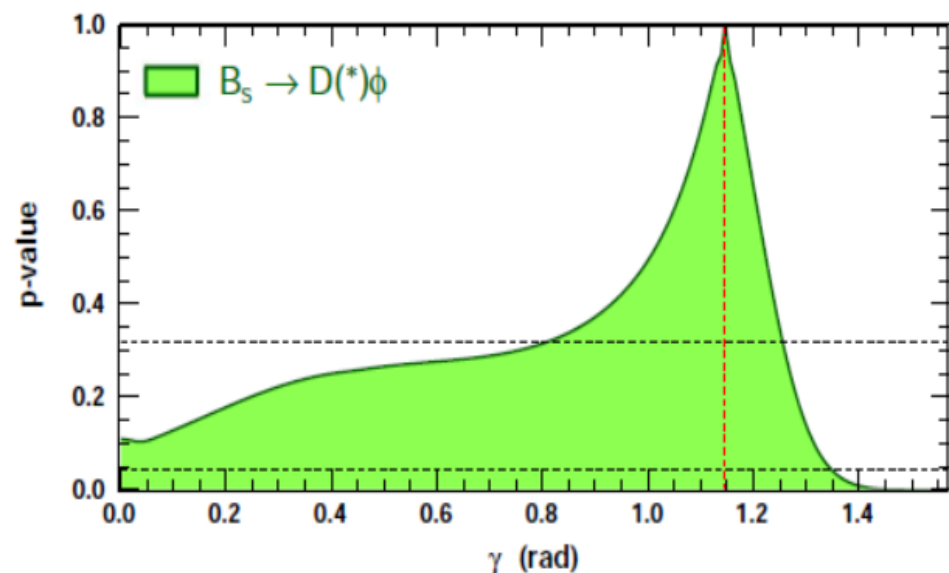
相角 γ 的测量新衰变道的发现

- 实验上首次发现了 $B_s^0 \rightarrow \overline{D}^0 K^+ K^-$ 和 $B_s^0 \rightarrow \overline{D}^{*0} \phi$ 衰变道
- 精确测量了 $B_s^0 \rightarrow \overline{D}^0 \phi$ 的分支比 [Phys. Rev. D98 \(2018\) 072006](#), [Phys. Rev. D98 \(2018\) 071103\(R\)](#)
- 可用于 B_s 衰变道中相角 γ 的测量



$B_s^0 \rightarrow \overline{D}^{(*)}\phi$ 测量相角 γ 的预研

- 测量方法复杂，进行方法和灵敏度研究
- LHCb 现有数据： γ 的灵敏度在 **10-15°** [arXiv:2008.00668](#) (已被CPC接收)
- 将显著降低 B_s^0 中 γ 测量的误差，检验与 B^+ 测量的差别



实验数据的分析正在进行

γ 相角黄金道分析

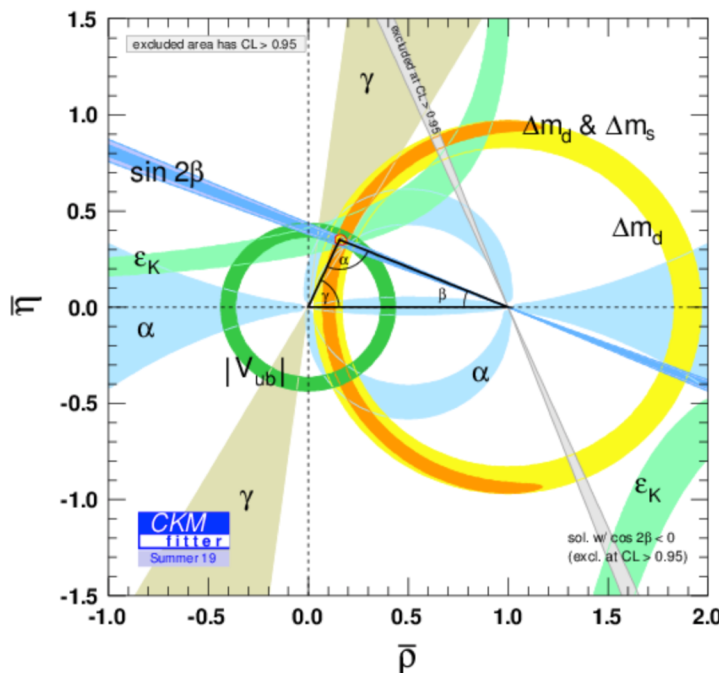
- $B^+ \rightarrow DK^+$, $D \rightarrow K_s hh$
- 原有方法：分区域测量
- 新方法：傅里叶展开，有效利用统计量，进一步提升精度
- 模拟测量研究已完成，优于原有方法
- LHCb和BESIII联合分析，BESIII提供强相角信息
- 与双方管理层讨论具体实施方案

condition	mean [°]	width [°]
Fourier, $M = 1$	74.99 ± 0.14	4.42 ± 0.11
Fourier, $M = 2$	75.17 ± 0.15	4.29 ± 0.11
Fourier, $M = 3$	75.15 ± 0.14	4.19 ± 0.10
binned	75.01 ± 0.16	4.83 ± 0.13

CKM矩阵的全局拟合

- 标准模型CPV由CKM机制给出，新物理给出新的CPV来源
- 汇总所有CPV测量和理论结果，为检验CKM幺正性的最佳手段
- CKMFitter工作组（实验+理论）：全球两个CKM矩阵全局拟合工作组之一
- 负责检查、整理和更新实验数据

每年更新



> 90%以上味物理报告会引用

CKMFitter被论文引用次数>1600次

寻找新的CPV来源

- 在 $B^+ \rightarrow \pi^+ \pi^+ \pi^-$ 中发现了**复杂的CPV结构**→是否超出标准模型？
- 通过Dalitz分析发现了**多种CPV模式** Phys. Rev. Lett. 124 (2020) 031801, Phys. Rev. D101 (2020) 012006
- 为解释该CPV结构提供了强相角 $CPV \propto \sin(\text{强相角})\sin(\text{弱相角})$
- 分析极为复杂，历时**5年多**完成
- 两篇文章皆被选为**Editors' suggestion**和**Featured in physics**

Featured in Physics

Editors' Suggestion

Open Access

Observation of Several Sources of CP Violation in $B^+ \rightarrow \pi^+ \pi^+ \pi^-$ Decays

R. Aaij *et al.* (LHCb Collaboration)
Phys. Rev. Lett. **124**, 031801 – Published 21 January 2020

Featured in Physics

Editors' Suggestion

Open Access

PhysiCS See Viewpoint: [CP Violations Newly Observed in Beauty Meson Decays](#)

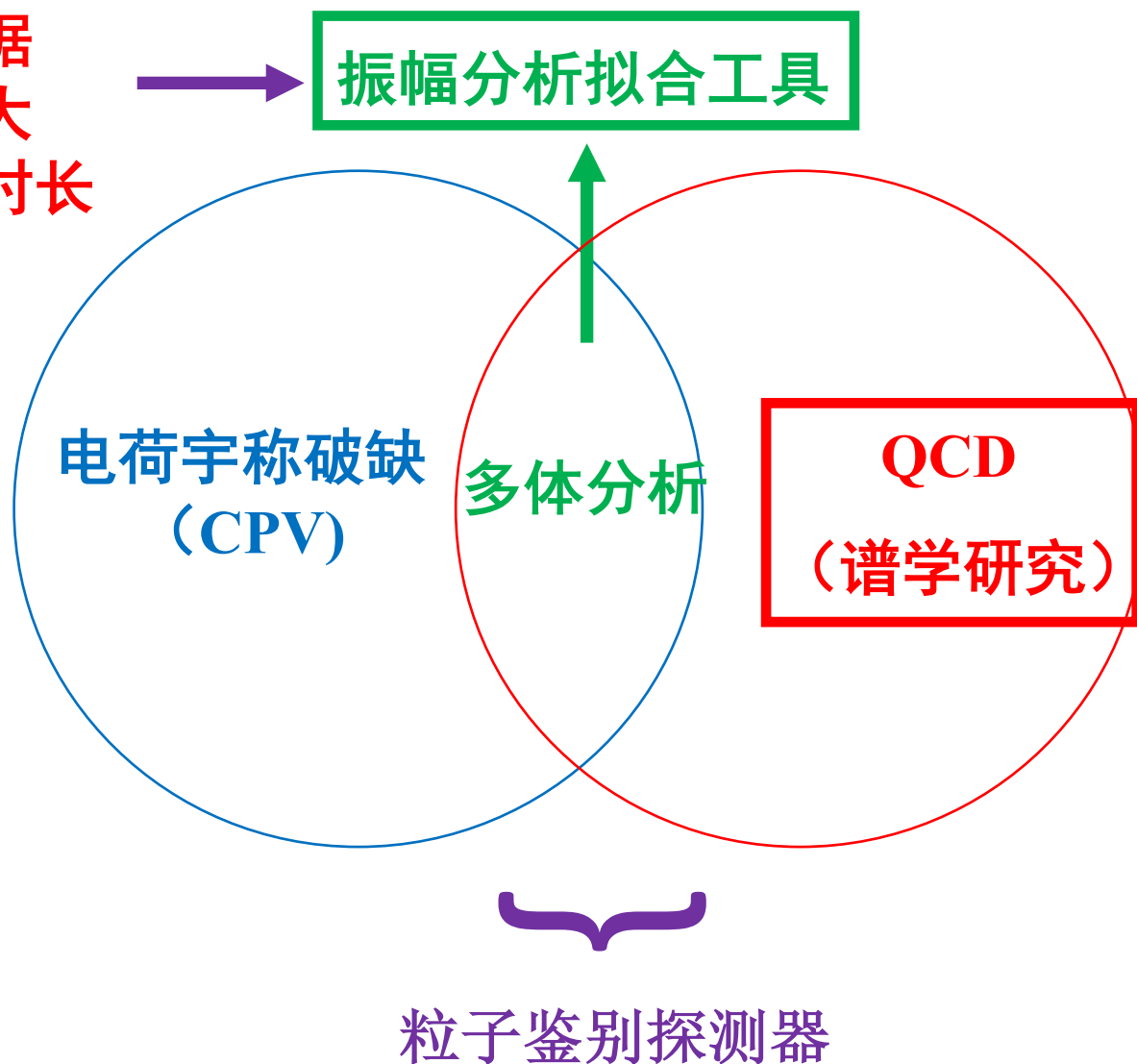
Amplitude analysis of the $B^+ \rightarrow \pi^+ \pi^+ \pi^-$ decay

R. Aaij *et al.* (LHCb Collaboration)
Phys. Rev. D **101**, 012006 – Published 21 January 2020

PhysiCS See Viewpoint: [CP Violations Newly Observed in Beauty Meson Decays](#)

研究内容

海量数据
计算量大
分析耗时长



分波分析工具TF-PWA的开发

- 基于TensorFlow软件库开发了用于分波分析的工具，有如下特点：

运算速度快

- GPU
- 矢量化计算
- 自动微分

通用性

- 适用于多种衰变道（强子、光子等）

使用方便

- 入手简单（提供多种分析例子）
- 内部完成振幅计算
- 提供各种必须的函数

开源且提供软件支持 **TF-PWA** <https://github.com/jiangyi15/tf-pwa>

- 极大的简化了分波分析，加快了分析速度

谱学相关的研究

- 利用分波分析工具，对多个衰变道进行分析，研究其谱学特征，结果在LHCb/BESIII合作组汇报：

$$B^0 \rightarrow D^{*-} D^0 K^+$$

$$B^+ \rightarrow D^{*-} D^+ K^+$$

$$B^+ \rightarrow D^{*+} D^- K^+$$



半年内分析基本完成
内部报告撰写中

$$e^+ e^- \rightarrow D^{*-} D^{*0} \pi^+$$

$$\Lambda_c^+ \rightarrow \Lambda \pi^+ \pi^0$$

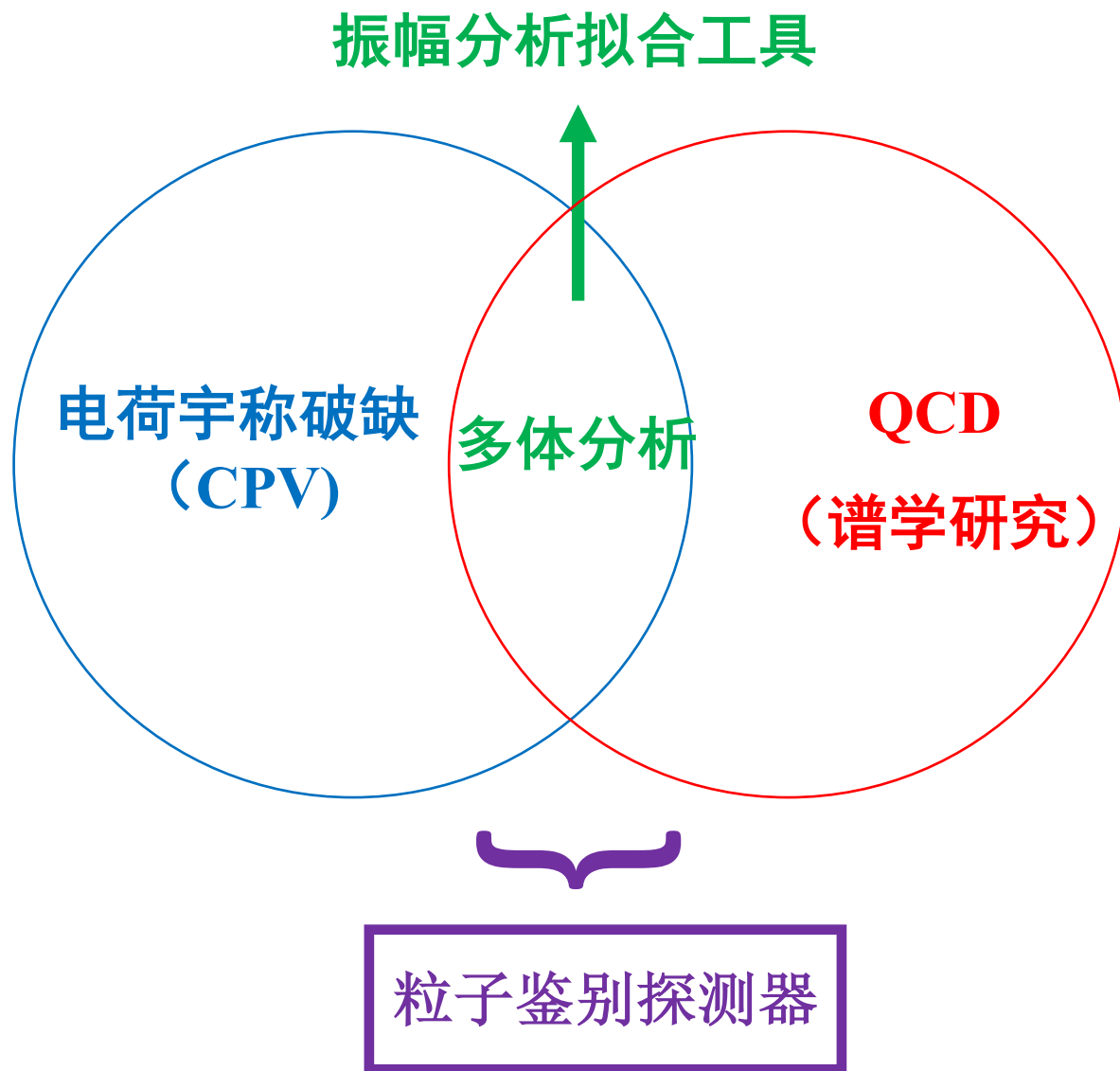


其他老师正进行的分析

◦ ◦ ◦

- 组织LHCb $B \rightarrow DDh$ workshop并将在LHCb合作组大会上做总结报告

研究内容

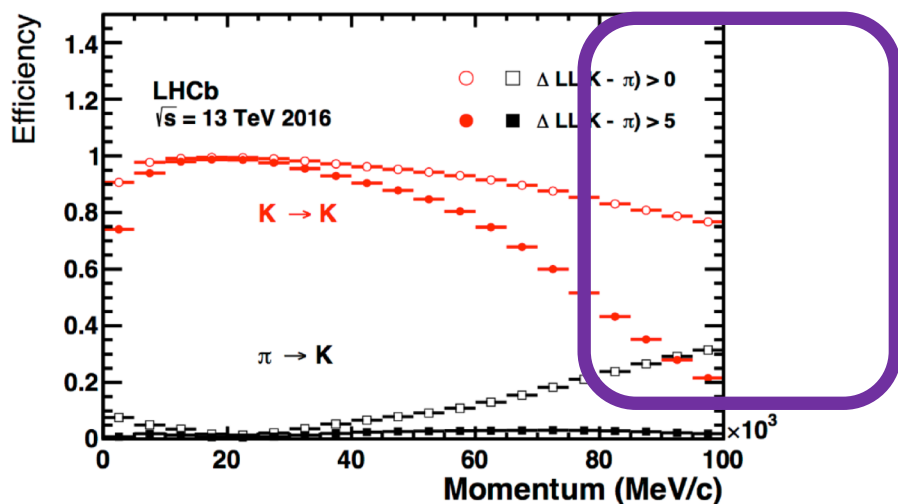


穿越辐射探测器的预研

- 粒子鉴别对味物理实验至关重要
- LHCb第二期升级：提出穿越辐射探测器（TRD）方案，区分高动量的K/ π 强子

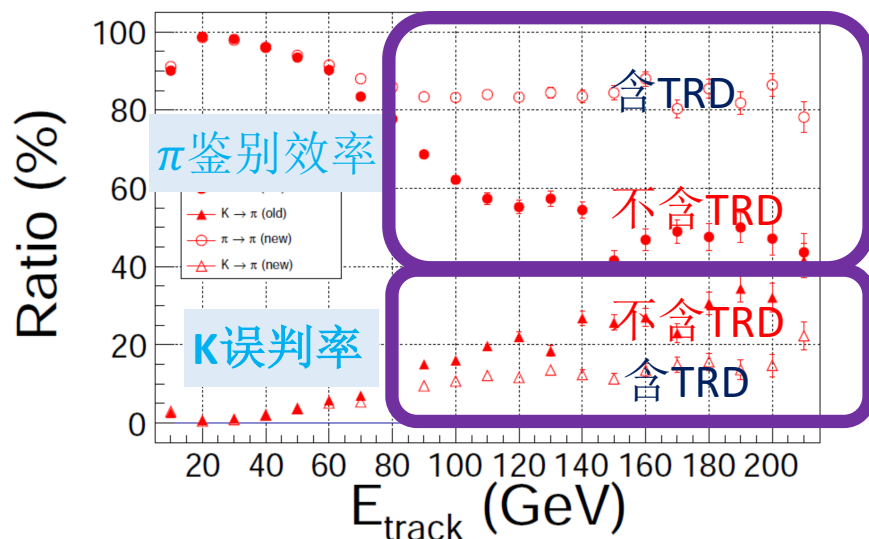
LHCb探测器原方案：高动量区

域K/ π 区分显著下降



模拟研究显示：可提升~20%的

信号，或将本底降低~20%



文章发表（2020年）

- 唯像文章1篇：
 - 相角 γ 的测量方法预研
 - 已被CPC接收
- 实验分析文章2篇：
 - $B^+ \rightarrow \pi^+ \pi^+ \pi^-$ 的含CPV的Dalitz分析
 - PRL+PRD
 - **Editors' suggestion + featured in physics**
- 其他相关结果
 - Ω_c 和 Ξ_c 寿命测量正在合作组审核当中
 - 待投稿振幅分析唯像文章与理论家讨论中
 - TRD探测预研文章内部讨论中

学术职位

- 合作组召集人（2次）
 - 2015-2017: 底强子衰变到粲强子振幅分析课题组（L3）
 - 2018-2020: 底强子衰变到非粲强子课题组（L2）
- 国际会议分会主持人
 - LHCb implication workshop
 - CKM会议（味物理最重要的两个会议之一），因故推迟到明年
- 担任 $B \rightarrow J/\psi \phi K, B_{(s)}^0 \rightarrow \mu\mu$ 等重要分析的合作组内部评审人员

L1: 发言人、物理协调人等

L2: 主要分析运行组负责人等

L3: 次级分析运行组负责人等

基金申请

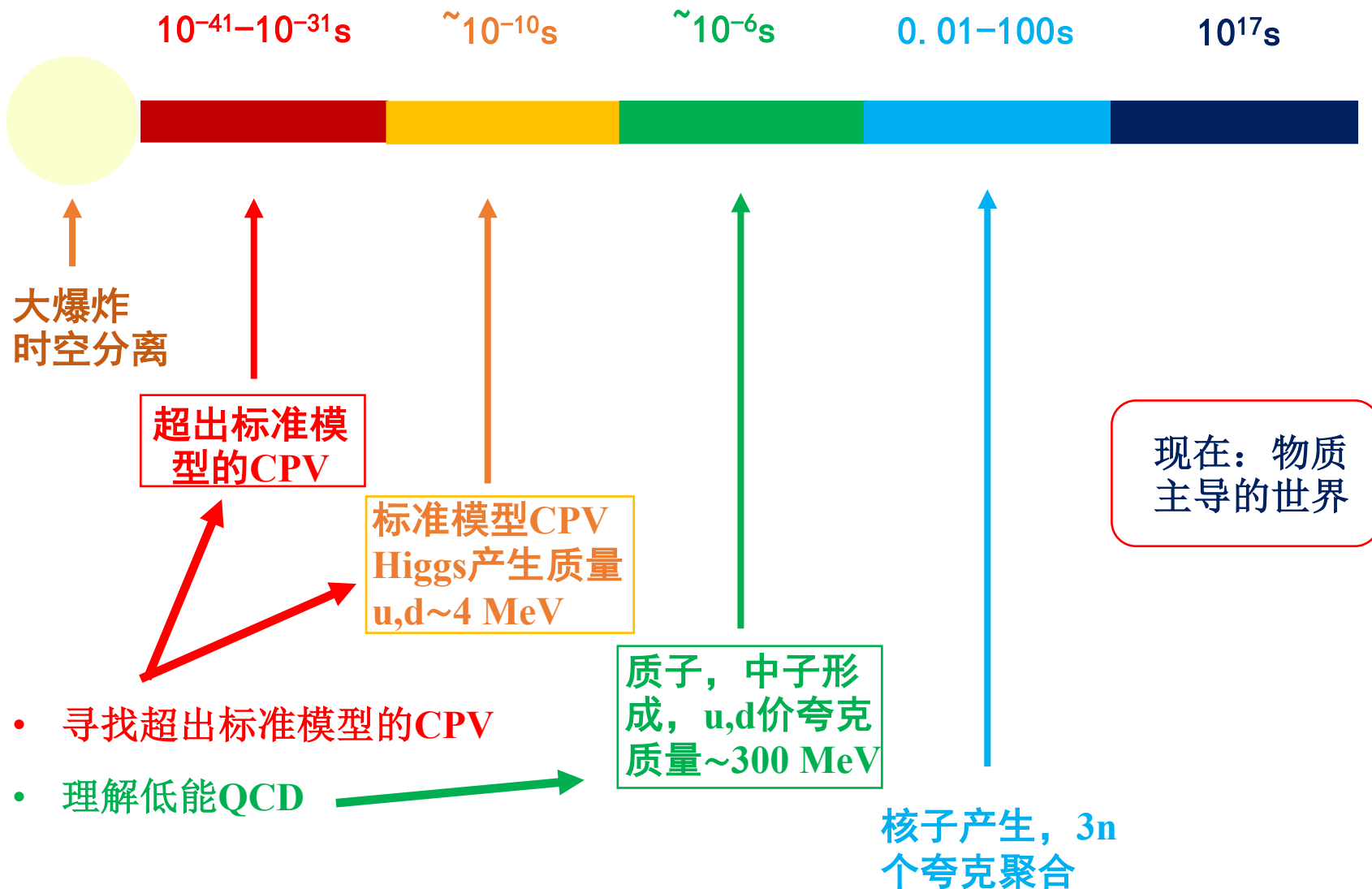
- 主持基金委面上基金1项，LHCb实验上电荷宇称破坏相角 γ 的测量，2020.01-2023.12，65万元
- 参与基金委重点项目1项，北京正负电子对撞机BESIII实验上粲重子 Λ_c 研究，2020.01-2024.12，340万元

总结

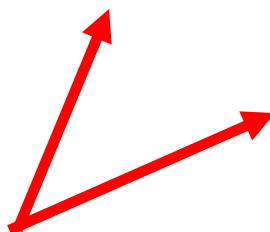
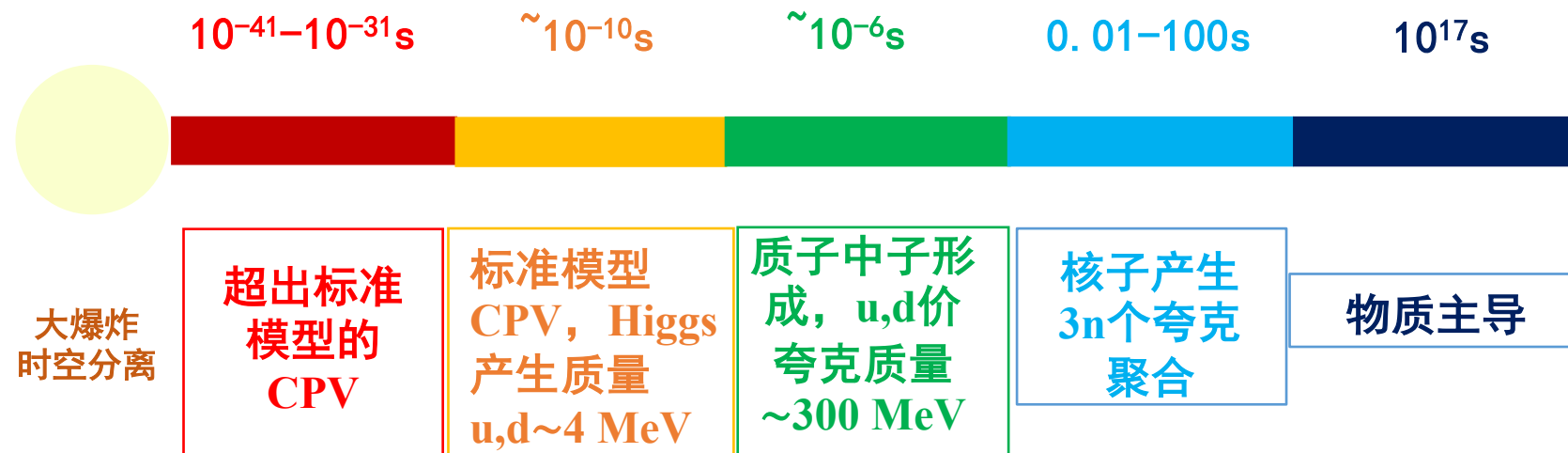
- 长期在LHCb实验从事CPV和QCD研究
- 2016年获**玛丽居里个人学者资助**
- 2017年获得**青年千人**，入职国科大
- 2020年度主要成果（发表论文**3篇**，**1篇**为PRL）：
 - 对 $B_s \rightarrow \overline{D^{(*)}} \phi$ 测量相角 γ 进行了方法研究
 - $B^+ \rightarrow \pi^+ \pi^+ \pi^-$ 的CPV研究（**Editors' suggestion + Featured in physics**）
 - CKMFitter: 全局拟合，给出世界最好CKM参数测量
 - 基于TensorFlow，开发**快速、通用**分波分析软件（TF-PWA）
 - **提出**TRD探测器方案，改进高动量K/ π 的鉴别
- 在LHCb合作组和味物理重要会议中**担任召集人**等，**组织LHCbworkshop**

感谢各位专家！

研究方向



研究方向



- 寻找超出标准模型的 CPV

- 理解低能 QCD