

年度绩效考核

刘北江（强子物理组）

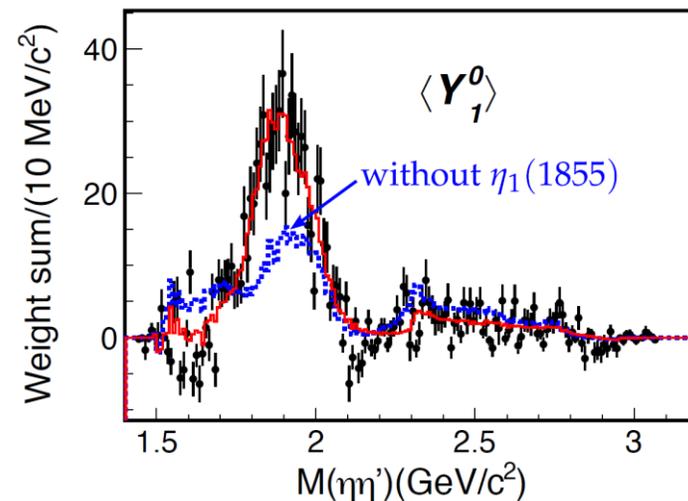
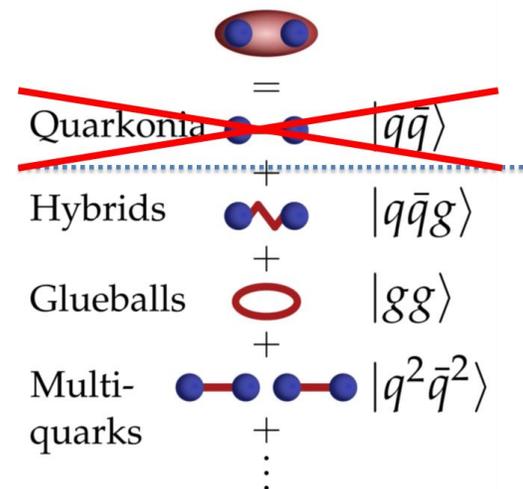
2024.11.20

提纲

- 岗位职责
 - BES物理分析, 强子谱学研究
- 本年度工作情况
 - ◆ 科研工作
 - ◆ BESIII物理分析
 - ◆ 争取经费情况
 - ◆ 学术活动
 - ◆ 服务性工作
- 存在问题
- 下年度工作计划

BESIII轻奇特强子态研究

- $J^{PC} = 1^{-+}$ 等量子数无法由 $q\bar{q}$ 形成 \rightarrow 具有奇特量子数的强子态必然是超出夸克模型的**新型强子**
 - 相关研究持续了近**40**年
- **首次发现同位旋标量 1^{-+} 奇特强子态, $\eta_1(1855)$**
- **$\eta_1(1855)$ 是一种新类型的强作用物质形态**
 - 被“QCD 50年”综述誉为“奇特态研究的一项突破”, 引发了国际强子物理领域关注
- **$\eta_1(1855)$ 的发现开启了自旋奇特态新的研究方向**
 - 被欧洲核物长期战略规划、美国核物长期战略规划白皮书、美国粒子物理战略规划Snowmass2021强子谱学总结报告等引用



PRL 129 192002 ,
PRD 106 072012

BESIII轻奇特强子态研究

以 $\eta_1(1855)$ 的发现为契机，部署开展**自旋奇特强子态的系统研究**

2023年基金委重点项目

已取得初步成果 (3篇draft, 1篇memo, 3篇即将进入memo)

● 独特优势

- 海量粲偶素数据
- 丰胶子过程

● 对BESIII原有研究计划的重要拓展

● 与国际其他实验的互补

- GlueX @JLab
- AMBER@CERN

Prospects of spin-exotics at BESIII



Charmonium decays provide a new path

Isoscalar: $\eta_1(1855)$

• Decay properties

- $J/\psi \rightarrow \gamma + \pi a_1, \eta f_1, K_1 \bar{K}, VV, \dots$

• Production properties

- $J/\psi \rightarrow \omega \eta \eta', \phi \eta \eta', \dots$
- $\chi_{c1} \rightarrow \eta + \eta \eta', \dots$

• Where is $\eta_1^{(\prime)}$

- Other partners: $2^{+-}, \dots$
- Analog in $\bar{c}c$

Isovector: $\pi_1(1600)$

- $J/\psi \rightarrow \rho \eta' \pi, \dots$

- $\chi_{c1} \rightarrow \pi + \pi b_1, \pi f_1, \pi \eta', \dots$

- LQCD predicted major decay modes

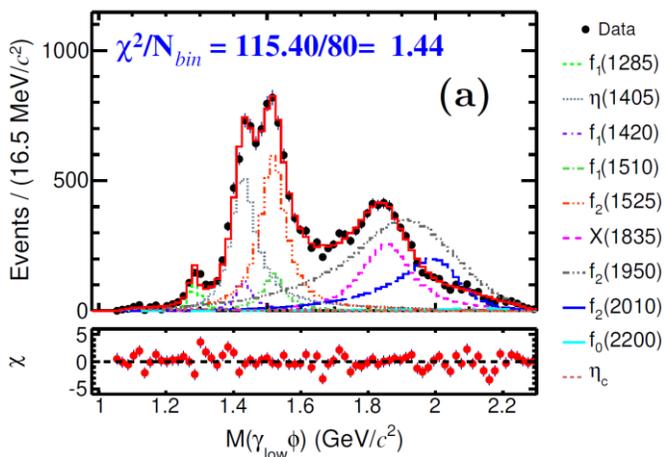
BESIII轻奇特强子态研究

$J/\psi \rightarrow \gamma\gamma\phi$

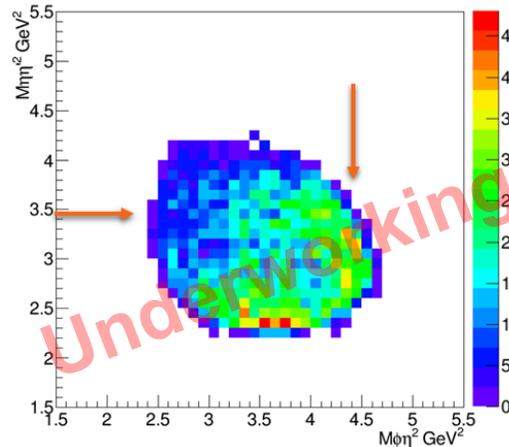
arXiv: 2401.00918

$J/\psi \rightarrow \phi\eta\eta'$

BESIII合作组



首次PWA, 有助于理解
 $\eta(1405)$ 、 $X(1835)$ 、
 $X(2370)$ 、 $\eta_1(1855)$ 等粒
子性质



1^{-+} : $\eta_1^{(\prime)}$ (5.4σ)
 1^{--} : ϕ (6.9σ)
 0^{--} : ϕ_0 (4.7σ)

首次发现

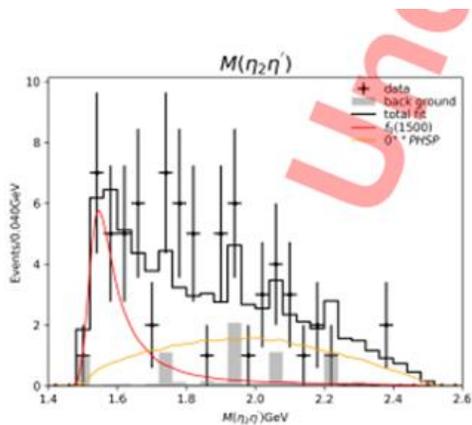
$J/\psi \rightarrow \phi\eta\eta_1(1855)$

$\chi_{cJ} \rightarrow \eta'\eta\eta$ draft
寻找 $\chi_{c1} \rightarrow \eta_1\eta$

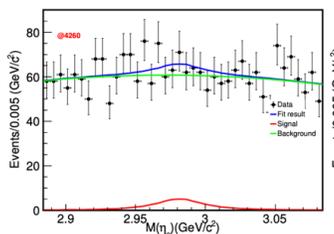
寻找含隐粲 1^{-+} draft

$\chi_{c1} \rightarrow \eta'\pi^+\pi^-$ memo
首次发现 $\chi_{c1} \rightarrow$
 $\pi_1^\pm\pi^\mp, \pi_1^\pm \rightarrow \eta'\pi^\pm$

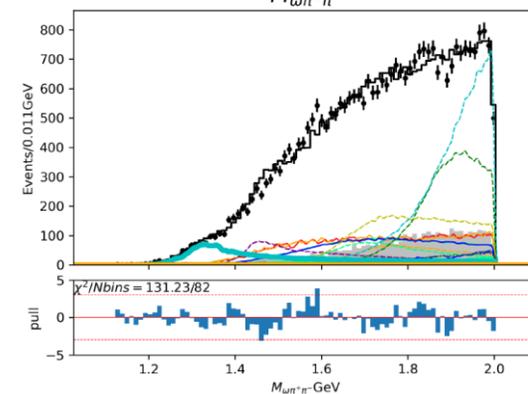
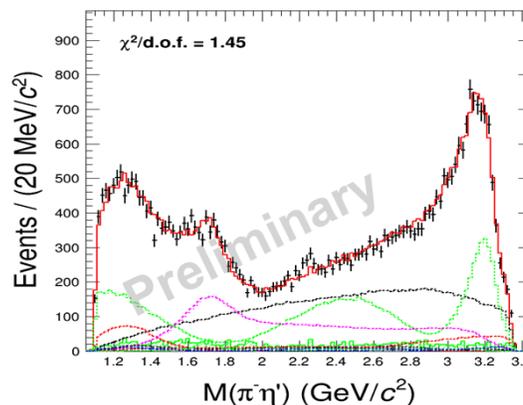
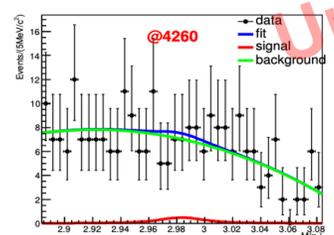
$\chi_{c1} \rightarrow b_1\pi\pi$ memo
首次发现 $\chi_{c1} \rightarrow$
 $\pi_1\pi, \pi_1 \rightarrow b_1\pi$



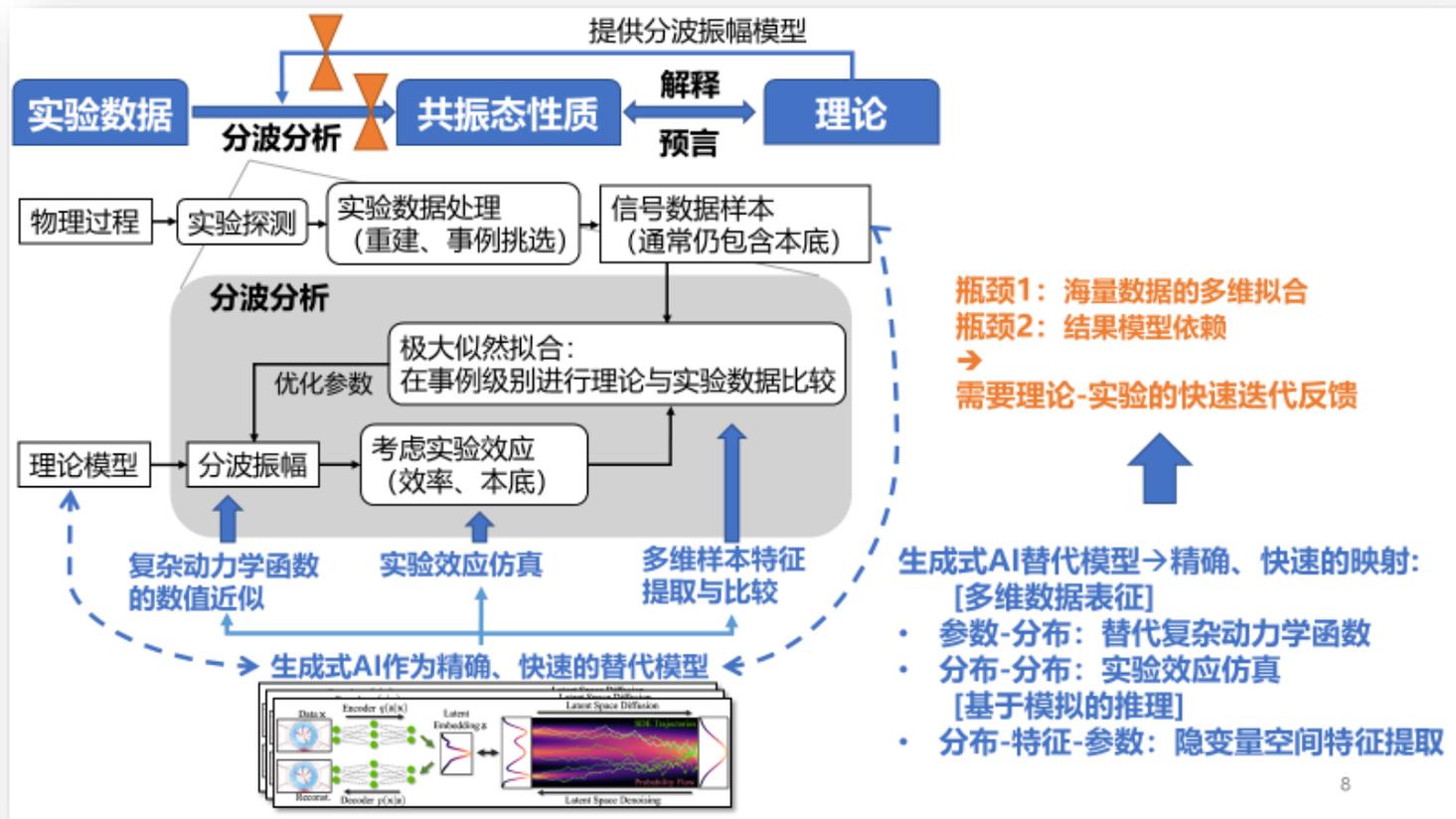
$e^+e^- \rightarrow \gamma\eta\eta_c$



$e^+e^- \rightarrow \gamma\eta'\eta_c$



BESIII轻奇特强子态研究：AI/ML增强的强子谱学

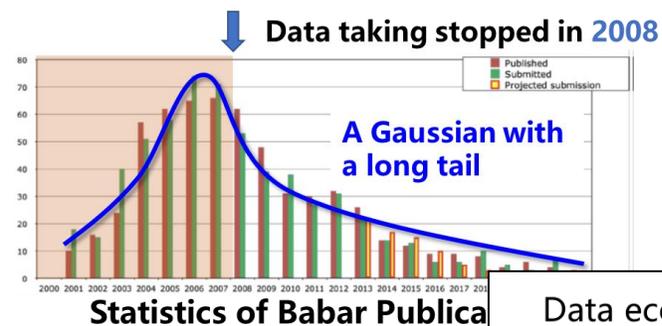


近期进展

- 基于机器学习的多维异常检测 → 分波分析拟合优度检查
 - 多维极大似然拟合的拟合优度难以用传统方法估计 [准备文章]
- 生成性模型 → Simulation-based inference (SBI)
 - 耦合道分析模型的ML逼近 [理论-实验合作, 进行中]

数据生态系统

- 保证BESIII数据的**持久性和可用性**，长期保存数据以及数据驱动的科学发现的能力，从而**在未来继续充分发掘数据潜力**
 - 需要基于**低密度**计算环境构建可扩展性强、维护和使用**成本低**的完整数据生态
 - 申请所创新项目开展前期研究，争取**导出重大项目**



科学价值

DPHEP2024

BESIII Data Preservation

Gang Chen, Beijiang Liu
IHEP

示范作用和国际显示度

BESIII workshop向EB
提议建立数据生态
委员会

Data ecosystem: to use the data

- **Core capabilities for data-driven science:** storage, access, transfer, process, analysis
 - Build with existing technologies while supporting new tech., e.g. AI
- **Long time preservation**
- **Seamless Data and Compute Infrastructure**
 - Flexibility with resource and support of time-critical tasks

Technical Concept		Interface to national data center • APIs • Network • Infrastructure
System services <ul style="list-style-type: none"> • Containers • Orchestration • User APIs 	Data services <ul style="list-style-type: none"> • Data catalog • Data management • Storage interface 	
Storage <ul style="list-style-type: none"> • Composable • High-performance/hot data • Stable/cold data 	Computing <ul style="list-style-type: none"> • CPU standard units • GPU standard units • Dynamical configuration 	

Data preservation

- BESIII adopts DPHEP Level-4 model
- The full potential of data
 - RAW, DST (data, incl.MC),
 - metadata (collaboration databases, ...),
 - software, documents
- Adhere to the FAIR principles

BES III

AI-empowered data ecosystem for BESIII

Fully explore the potential of BESIII data sets

Fulfill the user requirement in short/mid/long term

<ul style="list-style-type: none"> • Permanent storage • Retrievable • Movement • Compression 	<ul style="list-style-type: none"> • Meta data • Document • Results • ... 	<ul style="list-style-type: none"> • AI model as a more compact and efficient preservation (distributions, detector effects, ...) 	<ul style="list-style-type: none"> • Low-coding
---	---	--	--

Big data: storage, computing

C. Diaconu
CHEP2024

主持、参与项目

主持

国家重点研发计划项目, 2020YFA0406300, “奇特强子态及强子谱学研究”, 2020/11-2024/10, 2912万, 结题, “轻强子谱”课题负责人 (771万)

国家自然科学基金重点项目, 12235017, “BESIII实验上1-+轻奇特强子态的系统研究”, 2023/01-2027/12, 291万, 在研

所创新, GlueX和BESIII轻奇特强子态的协同研究, 2020/01-2024/10, 150万, 结题

国家自然科学基金优秀青年基金, 11922511, “轻强子谱学的高精度前沿实验研究”, 2020/01-2022/12, 120万, 结题

国科大科教融合青年教师项目, “强子谱学分波分析中机器学习的应用研究”, 50万元, 在研

参与

国家自然科学基金国际合作研究项目, 12361141819, “多夸克强子态的理论与实验协同研究”, 2024/01-2026/12, 199万, 在研

中国科学院稳定支持基础研究领域青年团队计划, YSBR-101, “杨-米尔斯规范场的质量间隔假设”, 2023/07-2028/06, 1500万 (125万), 在研

国家自然科学基金重点项目, 11935016, “BESIII上胶球的寻找和轻介子谱的研究”, 2020/01-2024/12, 340万元, 结题

国家自然科学基金国际合作研究项目, 12061131003, “在BESIII和PANDA实验上寻找新型强子态和研究强子谱”, 2021/01-2023/12, 298万, 结题

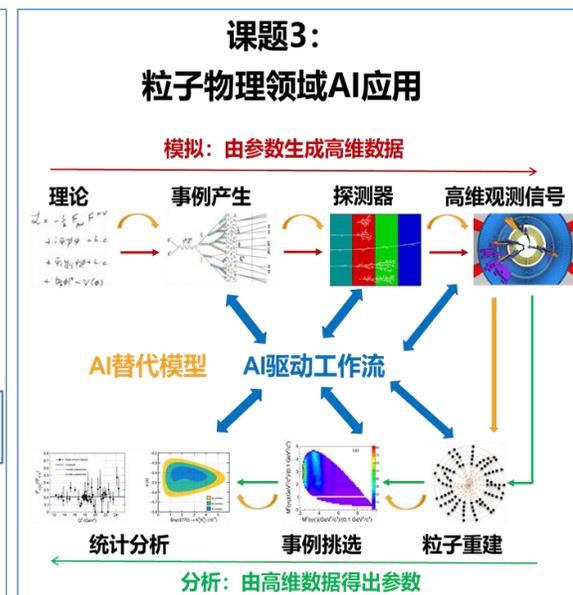
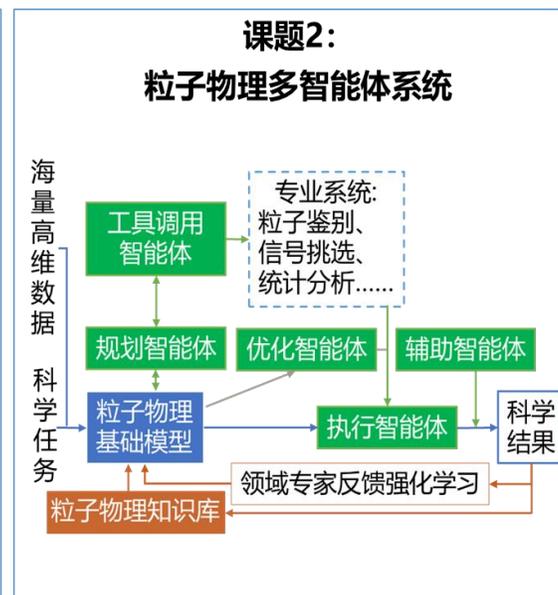
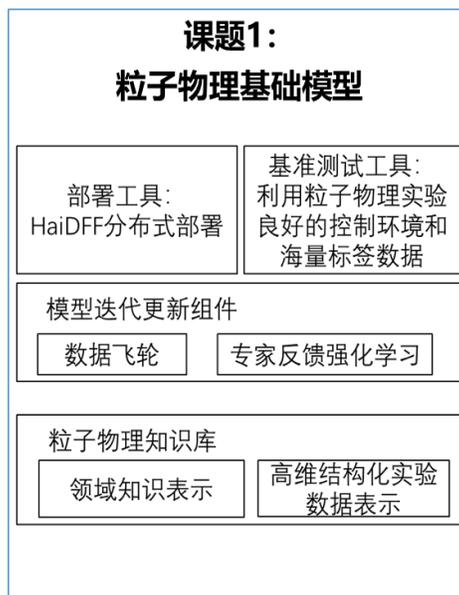
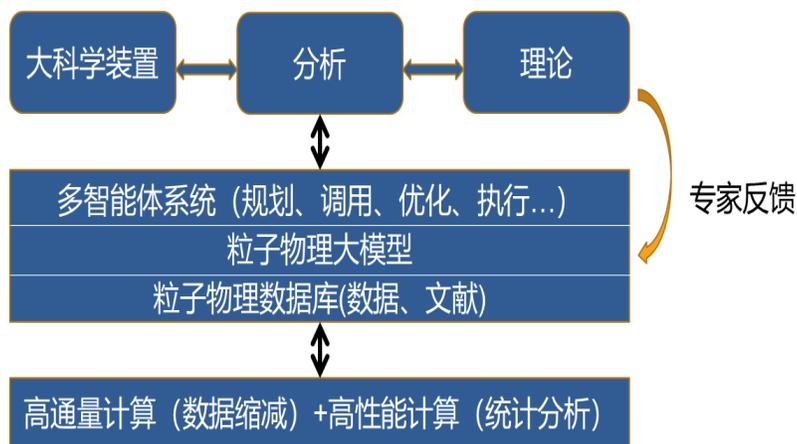
国家自然科学基金国际合作研究项目, 11961141012, “奇特强子结构的理论与实验联合探究”, 2019/10-2022/09, 175万, 结题

重大项目

- 国家重大科技基础设施北京正负电子对撞机数字化智能化改造项目 (7470万)
 - 负责分波分析系统, 申请材料、可研报告、初设方案 (830万)
- 院先导A科学基础大模型专项, 负责新粒子发现系统项目 (1650万)
- 国家人工智能科学应用XX基地 (科研范式重塑) 项目
 - 负责粒子物理领域创新应用的编写 (~8千万)

AI驱动的新粒子发现系统

算力



学术活动

- 组织会议

- Mini workshop of light QCD exotics
(L. Maiani, S.Olsen, S. Paul, S. M. Pepe Altarelli, B.S. Zou, Q. Zhao, S.L. Zhu, F.K. Guo, ...)



- PWA/ATHOS 国际会议IAC

- 会议报告

- 大会报告

- 12th Workshop on Hadron Physics and Opportunities Worldwide
- The 23rd International Conference on Few-Body Problems in Physics (FB23)
- The 1st Sino Thai workshop on hadron physics
- 第二届强子物理新发展研讨会

- 分会报告

- ICHEP 2024
- The XVIth Quark Confinement and the Hadron Spectrum Conference

- 编辑

- Symmetry: Member of Editorial Board
- Chinese Physics Letters, Chinese Physics B, Acta Physica Sinica, Physics: Member of Young Scientist Committee

服务性工作

公共服务：

- 中国物理学会国际交流工作委员会秘书
- 担任BESIII报告委员会主席 (Speakers' bureau) 、文章委员会成员(Publication committee)和周运行负责人
- 担任研究生季度考核评委、博士答辩评委、联培生面试评委、博士中期考核评委

学生培养：

- 担任导师：侯国一
- 联合培养：王春龙、庞利德
- 博后：韩婷婷

存在问题

- 人力短缺
 - 参加国科大本科教学、科创计划，争取更多接触生源的机会
 - 招聘博士后
- 重大成果产出
 - 理论实验合作
 - 加强人力

下年度工作计划

- **推动BESIII奇特强子态研究**
 - 重点开展自旋奇特强子态的系统研究
 - 理论实验合作
 - 积极开展GlueX等其他实验研究
- 依托先导项目开展AI在粒子物理的应用研究
 - 实现基于AI的研究能力增强，产出重要成果
- 推动BESIII数据生态建设，争取导出重大项目

谢谢