赵忠尧博士后申请报告

申请人：刘志聪

合作导师：储中明 研究员

高能物理研究所-加速器中心

目录

- 个人简历
- 前期工作情况与成果
  - 工作情况
  - 成果总结
- 博士后期间的工作计划

个人简历

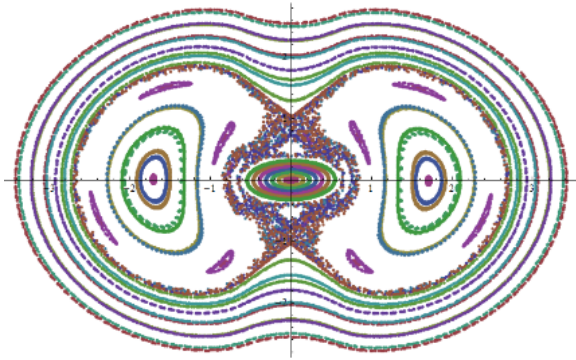
- 2009/9 – 2013/6
  - 天津大学，应用物理学，理学学士
- 2013/9 – 2018/6（预计）
  - 中国科学院高能物理研究所，直博
  - 粒子物理与原子核物理，加速器方向
  - 导师：秦庆 研究员
- 2016/8 – 2018/3
  - 劳伦斯伯克利国家实验室，联合培养博士研究生
  - 束流动力学算法研究及其高性能软件开发
  - 合作导师：Ji Qiang

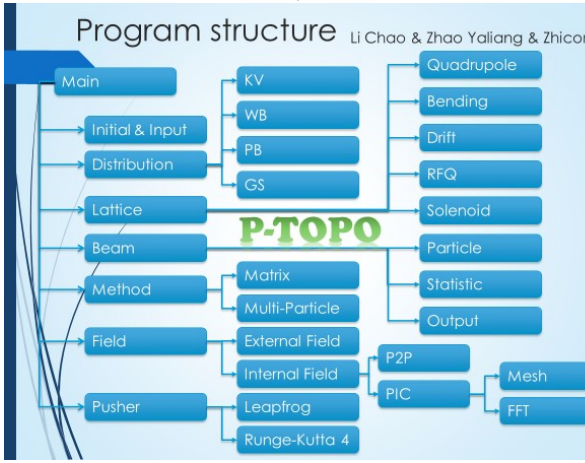
目录

- 个人简历
- 前期工作情况与成果
  - 工作情况
  - 成果总结：论文情况，程序开发
- 博士后期间的工作计划

主要研究与工作

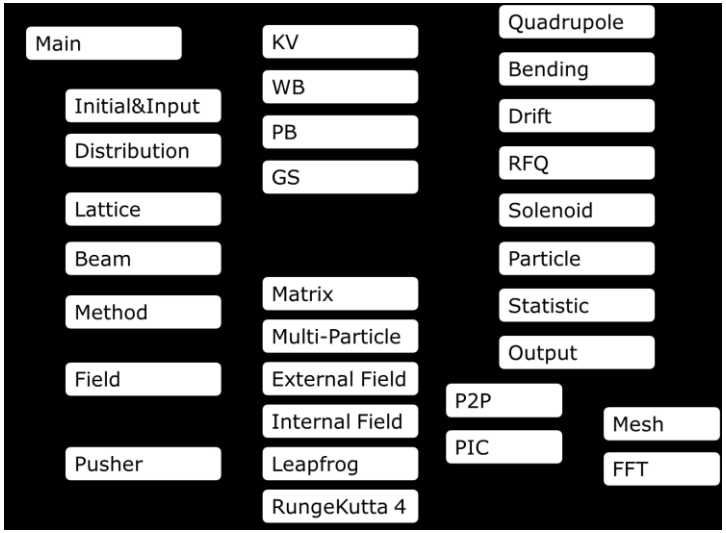
- 束流模拟软件开发
  - P-TOPO粒子模拟程序设计
  - PIC算法在CPU和GPU上的实现
  - symplectic算法在GPU上的实现
- 强流束流动力学研究
  - 空间电荷效应
  - ADS注入器I模拟
  - 共振与不稳定性，共振穿越
- 其他工作（BEPCII，ADS值班调束）

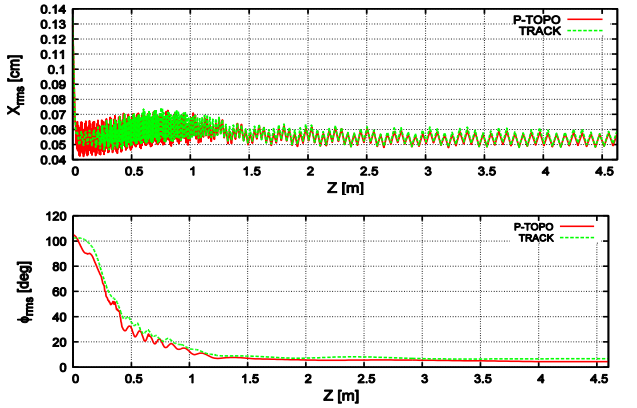


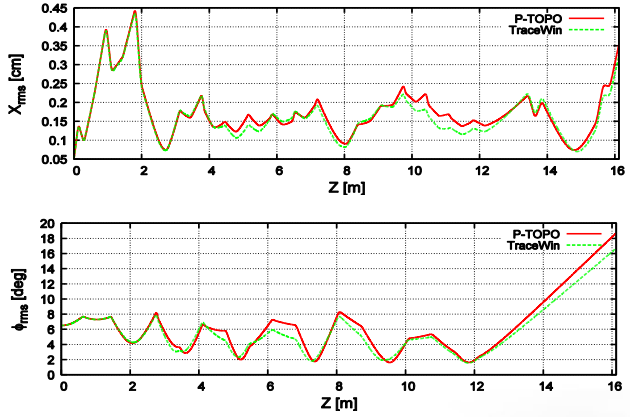


P-TOPO粒子模拟程序设计

- Parallelize Trace Of Particle Orbits
- 加速器束流模拟软件架构设计
- CPU服务器并行
  - 节点内并行处理：OPENMP
  - 节点间数据交换：MPI



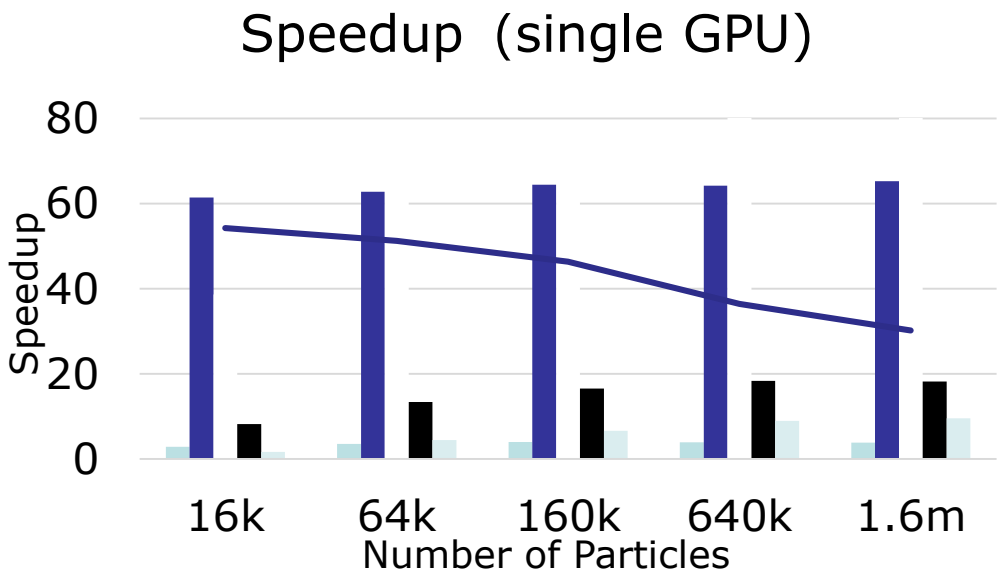


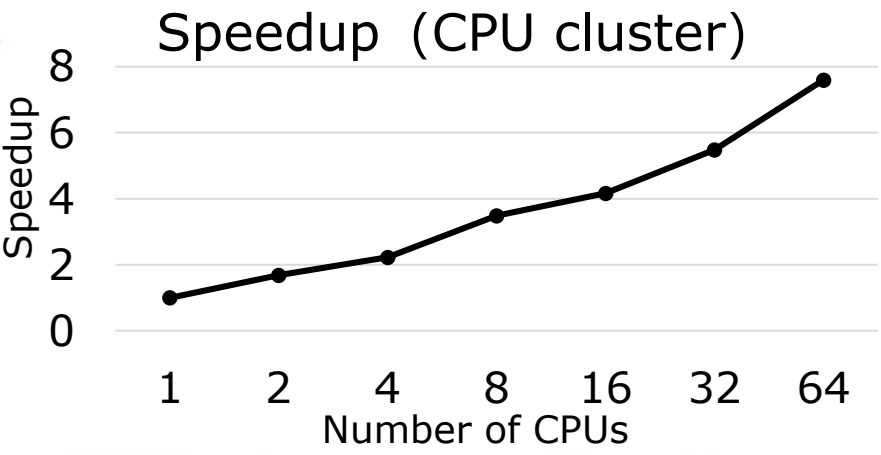


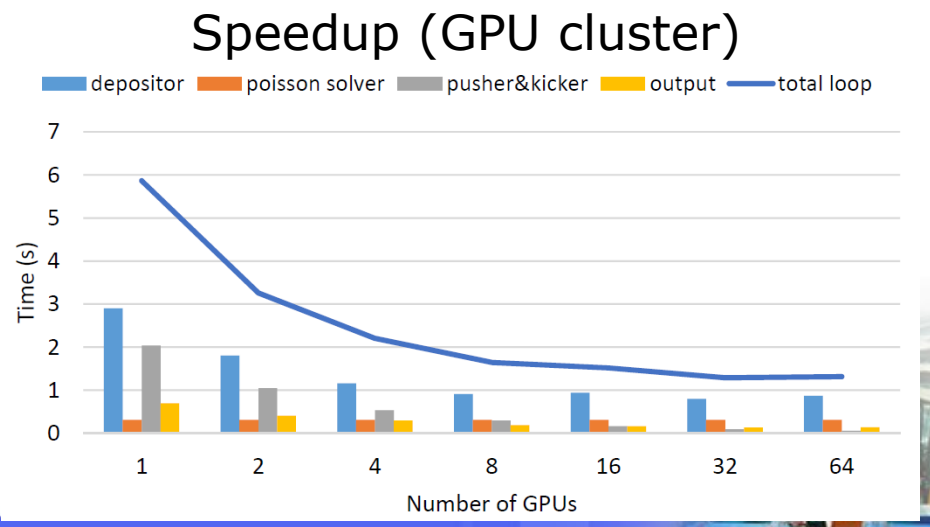
P-TOPO对C-ADS注入器I中的RFQ（上）和超导段（下）的束流包络演化模拟结果@15mA

PIC算法的并行化

- 束流模拟程序中最核心、最耗时的部分
- PIC算法在单GPU，GPU集群，CPU集群上的实现和性能调优
- PIC算法实现在不同并行架构的比较
- 单GPU加速比 ~ 50
- 单GPU ~ 250CPU cores

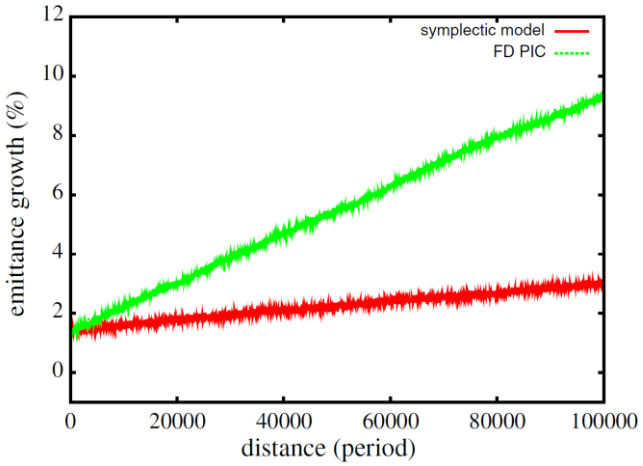




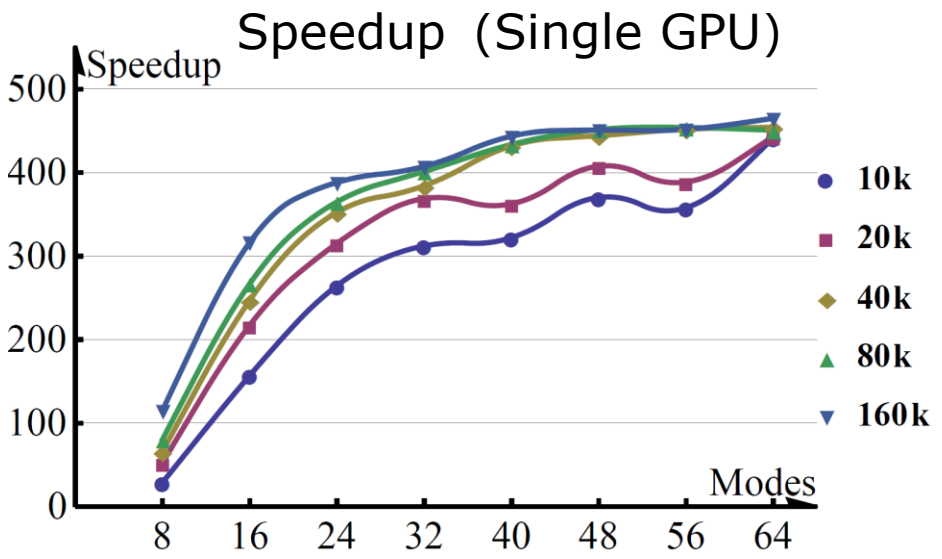


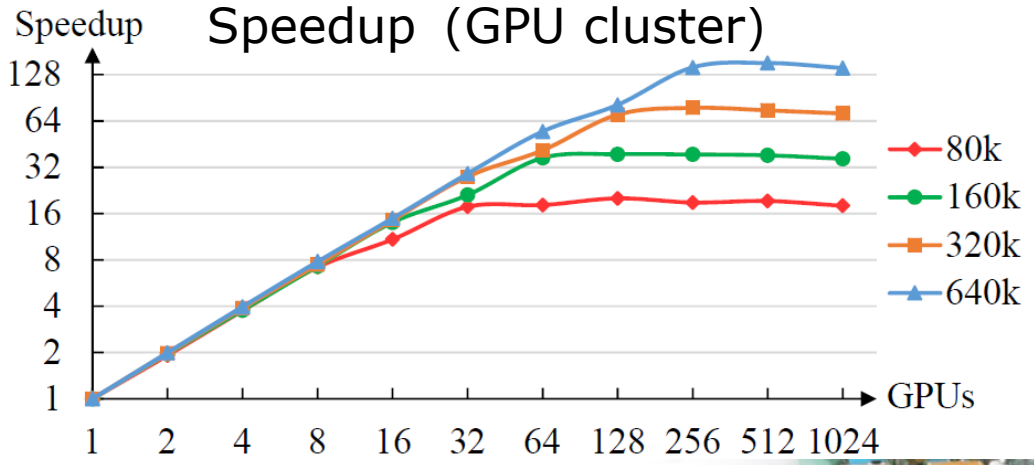
Symplectic算法在GPU上的实现

- 显著降低经典PIC算法的网格热噪声引起的发射度增长
- 计算速度慢，必须并行化
- 单GPU加速比~400
- 多GPU加速比几乎线性



Symplectic算法与PIC算法模拟得到的发射度对比*

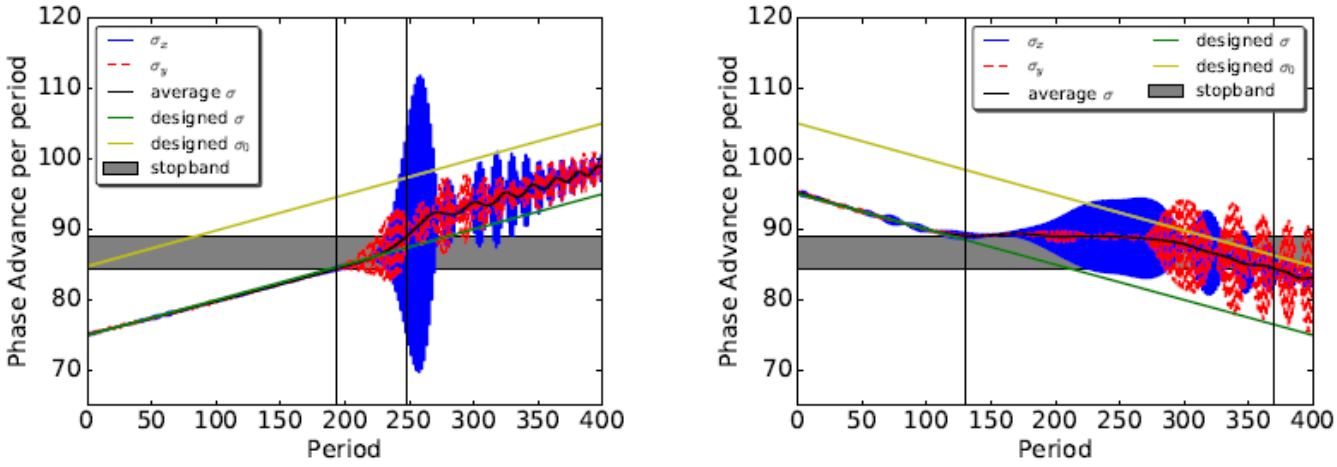




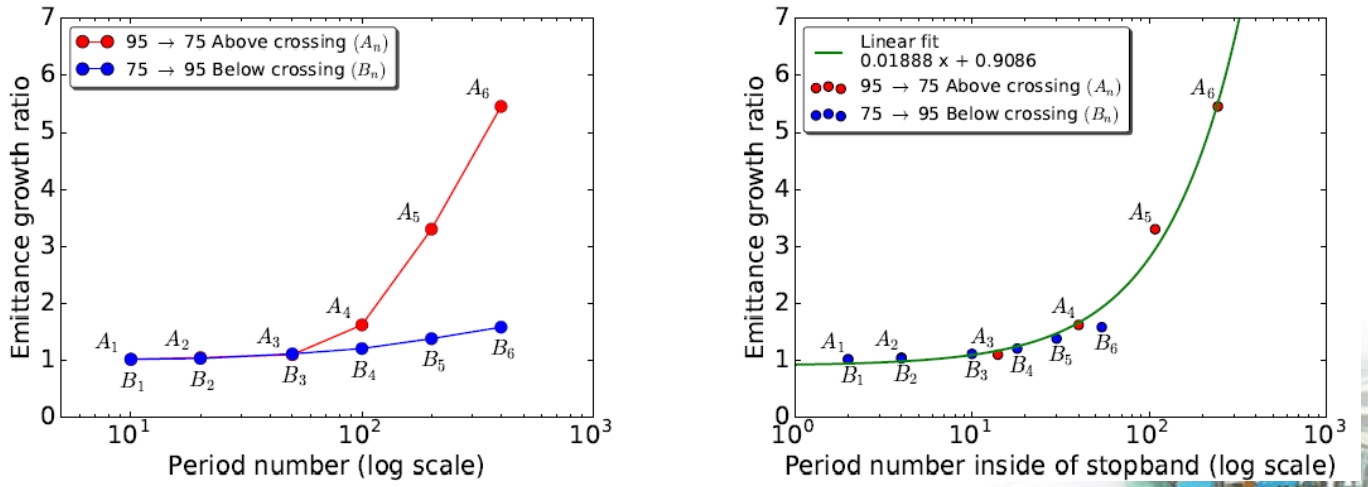
*J. Qiang, Symplectic multiparticle tracking model for self-consistent space-charge simulation, Phys. Rev. Accel. Beams 20 (2017) 014203. doi:10.1103/PhysRevAccelBeams.20.014203.

共振穿越研究

- 使用P_TOPO研究共振穿越问题，与理论进行了对比
- 在瞬态上研究二阶四阶混合共振（周期相移和发射度随着时间变化）
- 束流发射度增长与其在共振禁带内的时间成线性关系



穿越过程中的束流相移变化



束流发射度与束流在禁带内的关系

目录

- 个人简历
- 前期工作情况与成果
  - 工作情况
  - 成果总结
- 博士后期间的工作计划

论文情况

- 期刊文章：
  - 1, Liu Zhicong, and Qiang Ji, Symplectic multi-particle tracking on GPUs. Computer Physics Communications, Volume 226, 2018, 10-17, https://doi.org/10.1016/j.cpc.2018.02.001
  - 2, Li Chao, Liu Zhicong, Zhao Yaliang, Qin Qing, Nonlinear resonance and envelope instability of intense beam in axial symmetric periodic channel. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment, 813, 13-18.
- 在审文章：
  - 3, Liu Zhicong, Li Chao, Qin Qing, Structure resonance crossing in space charge dominated beams, Physical Review Accelerators and Beams. Under review.
  - 4, Liu Zhicong, Qiang Ji, Implementation of a Beam Dynamics PIC Code on Hybrid Computer Architectures, Journal of Parallel and Distributed Computing. Under review.
- 会议文章：
  - 5, Liu Zhicong, Li Chao, Qin Qing, Zhao Yaliang, Yan Fang, Beam Dynamics Study of C-Ads Injector-I With Developing P-Topo Code. In 57th ICFA Advanced Beam Dynamics Workshop on High-Intensity and High-Brightness Hadron Beams (HB'16), Malmö, Sweden, July 3-8, 2016 (pp. 195-198).
  - 6, Liu Zhicong, Qiang Ji. Symplectic Multi-Particle Tracking Using Cuda. In 8th Int. Particle Accelerator Conf.(IPAC'17), Copenhagen, Denmark, 14-19 May, 2017 (pp. 3756-3759).
  - 7, Li Chao, Zhao Yaliang, Liu Zhicong, Qin Qing, Space Charge Induced Collective Modes and Beam Halo in Periodic Channels. In 8th Int. Particle Accelerator Conf.(IPAC'16), Busan, Korea, May 8-13, 2016 (pp. 3165-3166).
  - 8, Yu Chenghui., Duan Zhe, … ,Liu, Zhicong ... Qin, Qing. BEPCII performance and beam dynamics studies on luminosity. In 8th Int. Particle Accelerator Conf.(IPAC'16), Busan, Korea, May 8-13, 2016 (pp. 1014-1018).

参加会议和所获荣誉

参加会议

2014，北京，HF2014	• 55th ICFA Advanced Beam Dynamics Workshop on High Luminosity Circular e+e- Colliders – Higgs Factory
2015，上海，ICAP	• 2th International Computational Accelerator Physics Conference
2016，瑞典，HB2016	• 57th ICFA Advanced Beam Dynamics Workshop on High-Intensity, High Brightness and High Power Hadron Beams
2017，丹麦，IPAC17	• the 8th International Particle Accelerator Conference

所获荣誉

- 国家奖学金, 2017，CSC出国留学基金, 2016，三好学生, 2013, 2014, 2015
- 优秀毕业生, 2013，武田奖学金，2012，三星奖学金，2011，天津市政府奖学金，2010

程序开发成果

- **Parallel Track Of Particle Orbit (P-TOPO)**
  - A parallel 3D particle simulation code to study the high-intensity beam in linear accelerators. The C-ADS Injector-I had been studied using P-TOPO.
- **ImpactZ Sympletic Cuda**
  - The symplectic multi-particle tracking model is implemented on GPUs, which can reduce grid-heat noise in long term simulation.
- **ImpactT PIC Cuda**
  - Optimized parallel beam dynamics PIC code on the hybrid architecture computers with multiple GPUs and Intel MICs.
- **GUI for ImpactT & ImpactZ**
  - A cross-platform GUI developed by Python tkinter. Data pre and post processings are also included.
- **OpenMP implementation for BeamBeam3d**
  - The OpenMP is added to BeamBeam3D and turn it to a hybrid MPI/OpenMP code to improve both ef□ ciency and memory usage.

目录

- 个人简历
- 前期工作情况与成果
  - 工作情况
  - 成果总结
- 博士后期间的工作计划

博士后期间的工作计划

- 高能先进光源（HEPS）控制系统的开发和研究
  - 基于机器学习的加速器控制和优化软件开发，模型的训练和优化等。
  - 物理模型管理数据库建设，包括数据库平台的搭建和优化，数据库读取和数据处理，以方便系统化的做HEPS物理设计优化。
  - 在各种条件下使数值结果逼近实际结果，采用机器学习模型预测机器运行情况，给出束流运行参数建议。

- 基于CEPC的束流模拟软件开发
  - 用GPU来做优化并行计算，实现全环模拟。
  - 物理模型管理数据库应用到CEPC项目中，和束流模拟软件结合，从实际和数值模拟两个角度提高机器的性能。

谢谢！