

应用于 TDAQ 系统的 RDMA 技术研究

Monday, 25 August 2025 15:20 (20 minutes)

高能对撞机亮度的持续攀升，为实时数据处理系统带来了前所未有的挑战。高亮度 LHC 等装置产生的 TB/s 级数据率，已超传统 TCP/IP 协议的处理极限，后者因固有的数据拷贝与内核开销，正成为触发与数据获取系统（TDAQ）的主要性能瓶颈。为了应对这一挑战，TDAQ 架构已转向采用内核旁路（Kernel Bypass）技术，特别是基于融合以太网的远程直接内存访问（RDMA over Converged Ethernet, RoCE）。这种先进的网络范式通过实现“零拷贝”和硬件卸载，将 CPU 从繁重的网络任务中解放出来，从而为未来高能物理的实时分析和发现提供了关键的技术支撑。该技术已在 ATLAS 等多个实验中完成初步设计与评估，但其深度应用与优化仍有巨大探索空间。面向未来环形正负电子对撞机（CEPC）的更高要求，为 CEPC 关键技术预研提供重要支撑，我们初步实现了基于 FPGA 的高性能 RDMA 传输链路以及主要性能评估，报告将详述传输协议核心设计以及吞吐率/传输延迟等性能测试结果，并展望其在下一代高能物理实验中的应用前景。

Summary

Primary author: DONG, Sheng (IHEP, CAS)

Presenter: 徐, 畅 (高能所)

Session Classification: 核电子学与探测技术

Track Classification: 核电子学与探测技术