



OPAL-RT携手NI 共同促进加拿大电动汽车 直流快速充电系统工程化



UNIVERSITY OF
TORONTO



应用领域

- 电动汽车充电站

相关产品

- eHS | 基于FPGA的电力电子解算器
- NI LabVIEW
- NI cRIO-9082

仿真类型

- 硬件在环仿真 (HIL)
- 快速控制原型 (RCP)



客户成功案例

项目背景

目前，电动汽车充电所需的时间比燃油汽车加满一罐油的时间要长得多。即便如此，也未影响电动汽车的普及。随着电动汽车越来越受欢迎，快速充电（大约20到30分钟）成为一个亟待解决的难题。由于当前现有的基础设施在电能传输的速度和容量方面都无法满足快速充电的要求，因此该解决方案的发展较为缓慢。

为解决这一难题，多伦多大学应用电力电子中心（CAPE）与储能公司eCAMION合作参与了加拿大最具前景的电动汽车基础设施项目之一：为横加公路（Trans-Canada Highway）上的电动汽车充电站构建直流快速充电系统（DCFCS）。该公路横贯加拿大，是世界上最长的高速公路之一，全长7,821公里。¹



eCAMION和多伦多大学CAPE团队成员

项目挑战

快速充电意味着需要在短时间内提供大量电能（涉及到传输带宽或吞吐量）。多伦多大学应用电力电子中心的Reza Iravani教授和他的团队设计了一种新模型，利用本地大容量电池储存电力并放电，然后由用户已有的基础设施为其重新充电。这些本地电池存储单元将成为更大充电系统的一部分，以减少直流快速充电系统对电网基础设施的影响。

虽然这似乎解决了电能吞吐量的问题，但是工程方面的挑战依然存在。

电气站

ELECTRIC GAS STATIONS

“我们的想法是利用电站级别的大规模电池系统来为电动汽车充电。

驾驶员们可以用这种大型电池给他们的电动车充电——整个过程仅需几分钟，就像在加油站加油一样，然后这些固定电池可以根据现有电网容量从电网中逐渐充电。²”



Reza Iravani 博士
CAPE多伦多大学电力电子和计算机工程（ECE）专业教授，CAPE创始人



研究目标

本项目的首要 and 核心目标是：CAPE 团队需要为直流快速充电系统（DCFC）以及一个本地大容量电池存储系统开发控制算法。他们决定在NI的嵌入式控制器（EC）上部署控制算法，从而实现对真实控制器的实时仿真。在电池存储系统方面，他们与总部位于多伦多的 eCAMION 公司合作，该公司在为电动汽车融入现有电网设施研发解决方案方面积累了丰富的专业知识。

项目团队还需要仿真快速充电器的电力电子模型，配置电力电子换流器，优化控制器设计，并完成60kW原型的开发。

由于需要实现两个快速充电序列（一个从电池到汽车，另一个从电网到电池），项目团队必须通过串

联两个充电器来实现更高的充电电压，并利用NI的cRIO-9082作为本地控制器（LC）。

同时，项目团队还需要开发电网侧换流器的本地控制器，并通过HIL实时仿真对其进行测试。此外，他们还需要开发调度控制（Supervisory Control）算法，用来协调各充电站的本地控制器。

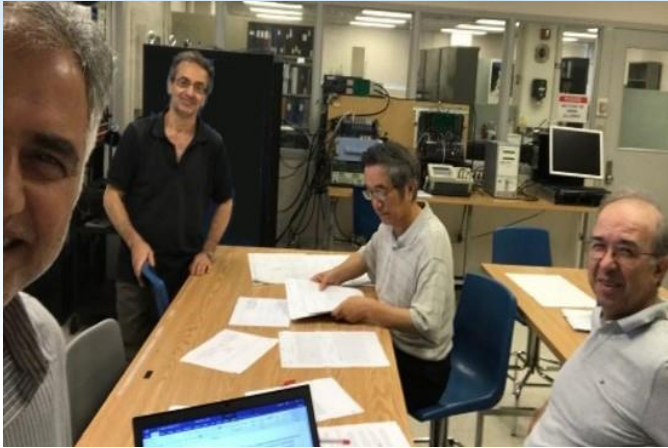
每个新的充电站设计都包括一个储能系统，该系统使用大型锂离子电池和多个输出接口，可以同时为多辆电动汽车充电。这些充电站将配备使用480V系统的三级充电器，可以在大约30分钟内为电动汽车充满电。二级充电器使用240V系统，常见于家庭和停车场，需要8至10小时才能为车辆充满电。³

"新的充电站将配备使用480V系统的三级充电器，可以在大约30分钟内为电动汽车充满电。³"

充电类型	电压	充电时间*
Level 1	110V	8-20 小时
Level 2	240V	8-10 小时
Level 3	480V	20-30 分钟

*充电时间因温度、电池充电水平和容量等因素而异。⁴

解决方案



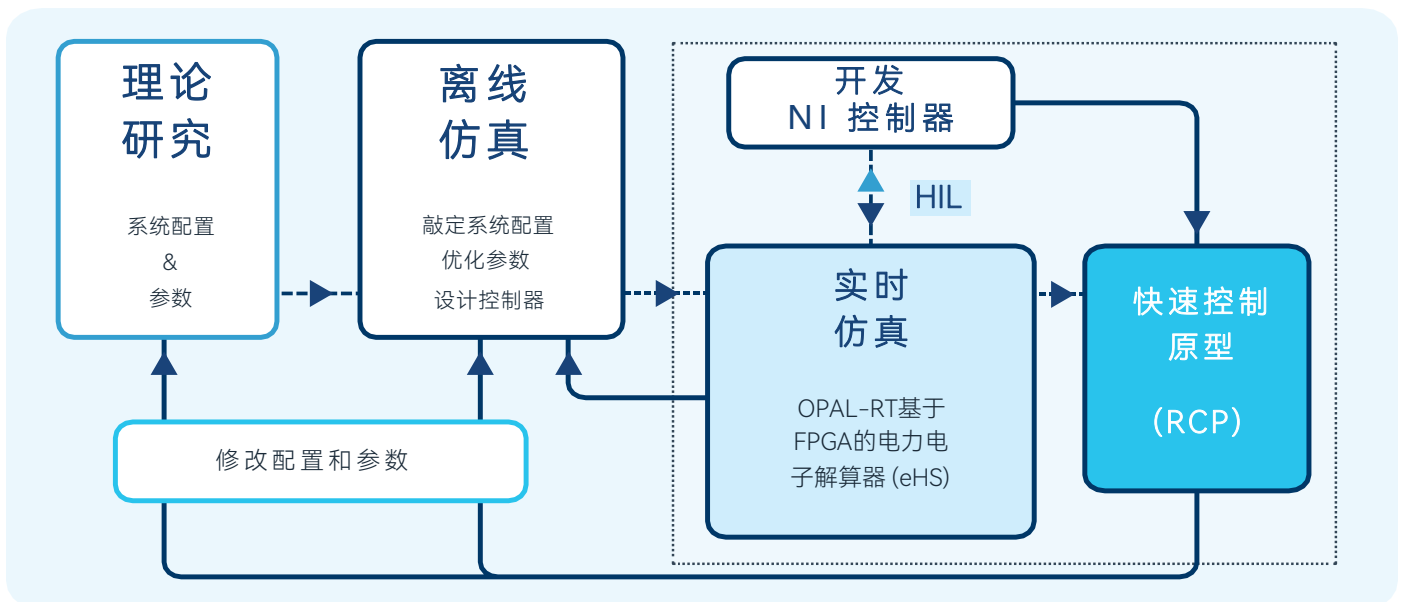
在理论上的系统配置和参数确定之后，CAPE 团队开始进行离线仿真，以最终敲定配置、优化参数并设计控制器。

随后，他们利用 OPAL-RT 基于 FPGA 的电力电子解算器（eHS）对控制器进行实时仿真。eHS是一个强大的基于 FPGA 的硬件在环测试仿真工具，可与 NI 的VeriStand 集成。



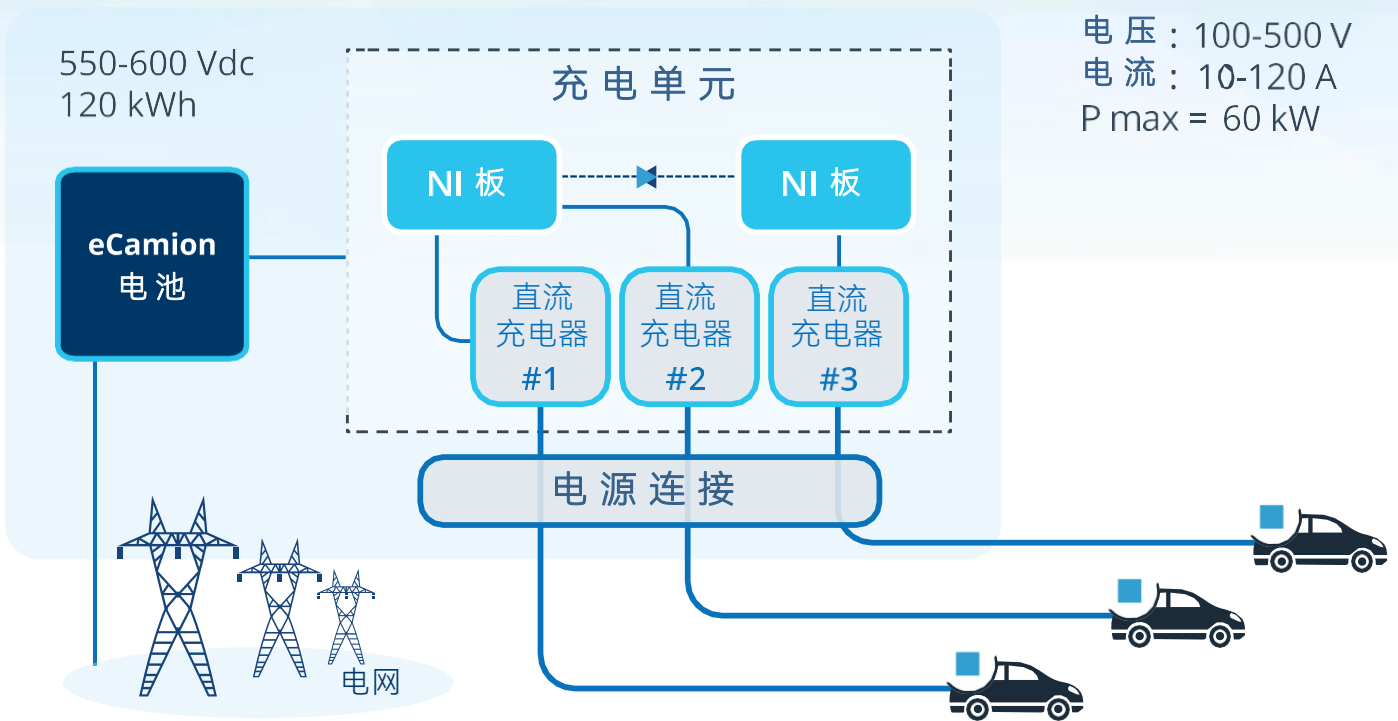
在此阶段，团队将一台真实的NI控制器引入HIL测试中，并对其进行了仿真。然后，对该控制器进行了快速控制原型（RCP）设计，以确保其能够按要求运行。该阶段在不同仿真类型之间进行了大量迭代和交替，从而把测试中发现的问题以及经验教训不断集成到之后的测试中。

开发流程

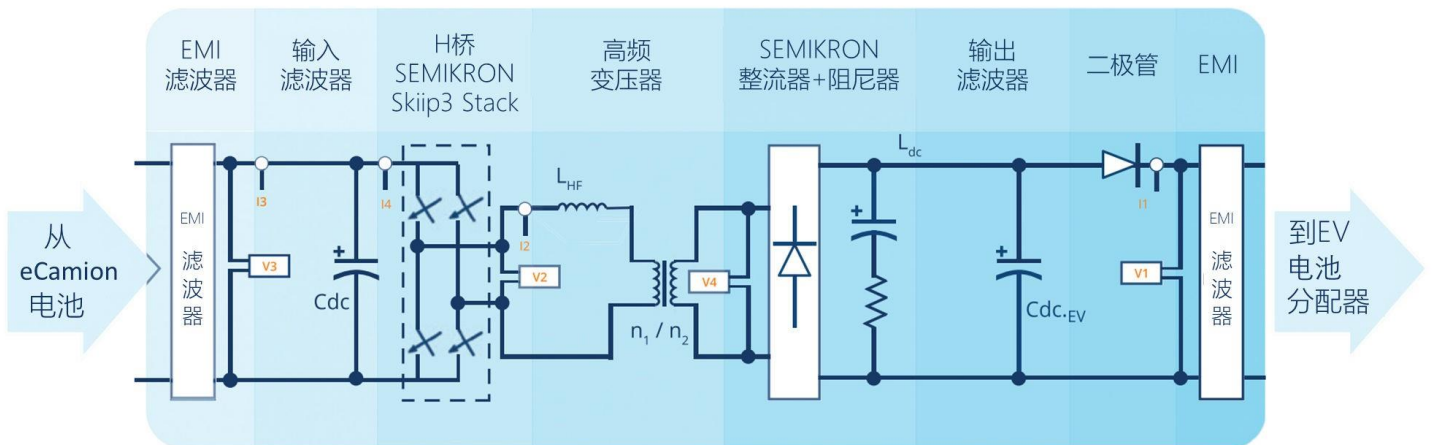


解决方案

充电站：三个充电单元



单个充电单元 (POWER CORE)的电路元件



项目成果



本项目研发的产品通过了UL和ESA认证

最终版换流器在不到两年（2018年1月到2019年6月）的时间内开发完成，其最终配置包括：

- 一个独立的DC-AC-DC换流器，能够在EV端启用串行/并行配置；
- 10 kHz 开关频率，缩减了输出滤波器和磁性元件的大小；
- 具备软开关条件的移相脉冲策略；
- 单向潮流来自前端H桥到EV端二极管整流器。

研究结论

OPAL-RT基于FPGA的电力电子解算器（eHS）参与了整个充电装置的开发过程，工程师们认为eHS帮助他们：

- 加速了开发进程；
- 降低了开发成本；
- 减少了在高电压、高电流情况下开发系统的安全隐患。



项目负责人估计，电动汽车充电网络在运营的头五年内将减少约70万吨的排放量。

凭借功能强大的电力电子解算器eHS,OPAL-RT在目前全球备受瞩目的电动汽车基础设施项目中发挥了核心作用。

OPAL-RT 还曾就此电动汽车快速充电系统解决方案组织了一次由多伦多大学（Ali Nabavi博士和Mostafa Mahfouz博士）以及eCAMION（副总工程师Rick Szymczyk）研发团队成员参加的在线研讨会。（欢迎扫码观看研讨会视频）

该项目获得了来自TargetGHG计划、加拿大自然科学和工程研究委员会(NSERC)和eCAMION6的资助，3年内共获得240万美元的科研支持资金。



1 <https://www.roadtraffic-technology.com/features/feature-the-worlds-longest-highways/>

2 <https://news.engineering.utoronto.ca/reducing-range-anxiety-electric-vehicles-speeding-charging-time/>

3 <https://www.ecamion.com/fast-charging-stations-for-electric-vehicles-coming-to-trans-canada-highway/>

4 <http://www.mto.gov.on.ca/english/vehicles/electric/charging-electric-vehicle.shtml>

5 <https://www.canadianmanufacturing.com/manufacturing/energy-storage-firms-building-ev-charging-network- along-trans-canadahighway-197770/>