

2021国际大湾区充换电论坛

GBA International EV Infrastructure Forum

汽车革命和充换电基础实施

Automotive Revolution and Charging Infrastructure

陈清泉 Prof. C.C. Chan

中国工程院 院士 Academician, Chinese Academy of Engineering

英国皇家工程院院士 Fellow, Royal Academy of Engineering

世界电动汽车协会创始主席 Founder, World Electric Vehicle Association

Guangzhou, 20 November, 2021

中国汽车产业减碳减排的抉择

❖ 加强基础工作、政策研究和科技攻关.

■ 碳排量：从CO2的生成统计各行业分布

电、热、气、水 生产供应业	煤、油等采矿业	制造业	交通运输（水、 陆、空）	民用和其他
46%	5%	28%	10%	11%

■ 碳足迹，核实行业、企业、消费者减碳责任

直接排放：燃烧化石能源产生的CO2

间接排放：制造、使用、回收等全生命周期中用电、用热、用水、用材、用物、所包含的CO2，如电：565gCO2/度（煤电为832g）；钢：平均1.83吨CO2/吨钢.



2018年长三角、京津冀、粤港澳地区CO2排放量全国占比

Mobility is Freedom.

*Mobility is the most apt expression for
our quest for happiness.*

移动意味着自由

移动最贴切地表达了我们
对幸福的追求。

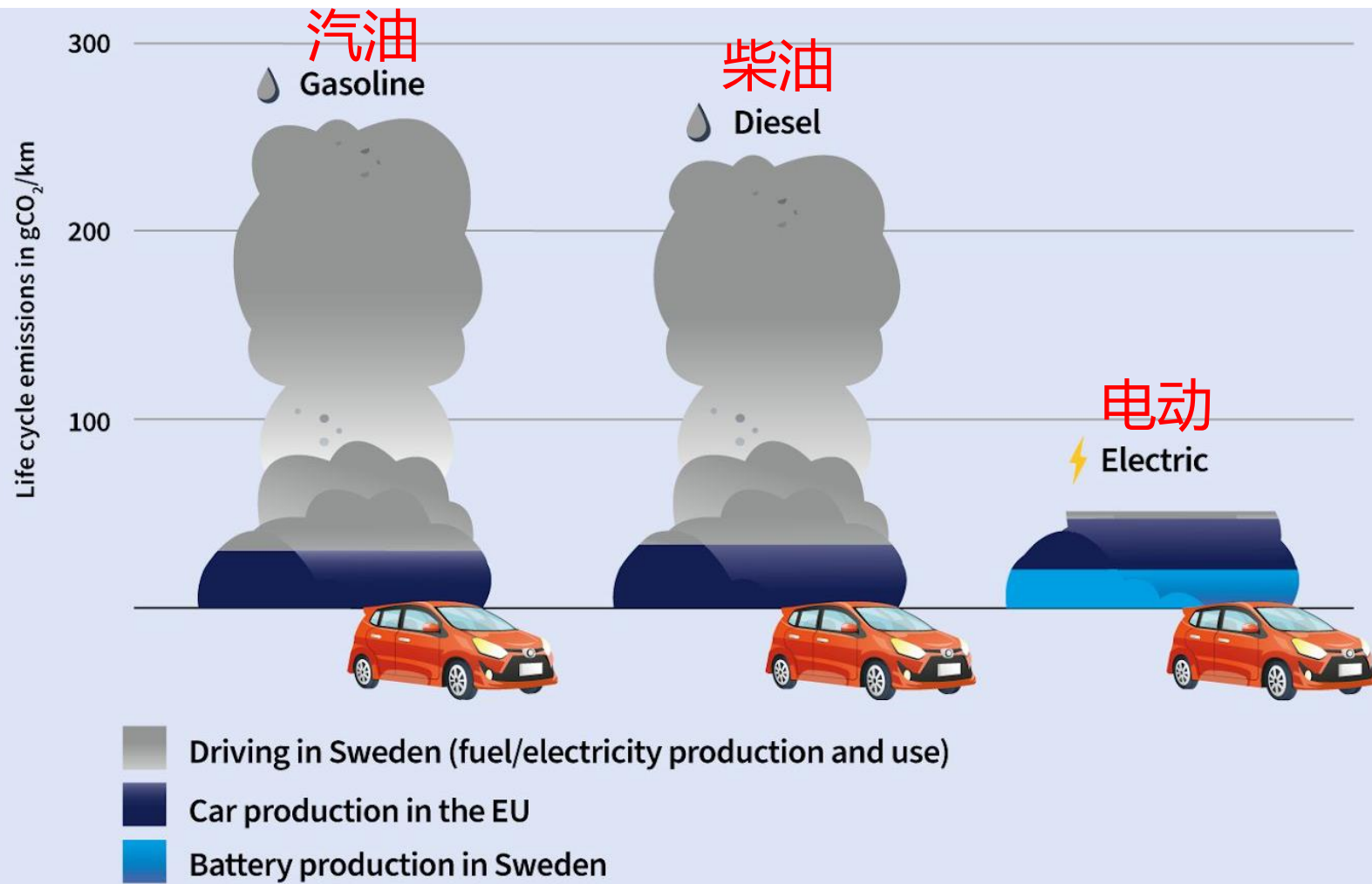
汽车革命和出行革命

Automobile Revolution

- 电动化 Electrification
- 智能化 Intelligent
- 网联化 Connected
- 共享化 Sharing

电动汽车助力碳中和

EVs Boost Carbon Neutrality



在最佳情况下, 电动汽车全寿命周期碳排放量比柴油车减少80%, 比汽油车减少81%.

In the optimal scenario, EVs emit 80% less CO₂ than diesel and 81% than petrol.

交通需要能源！

低速

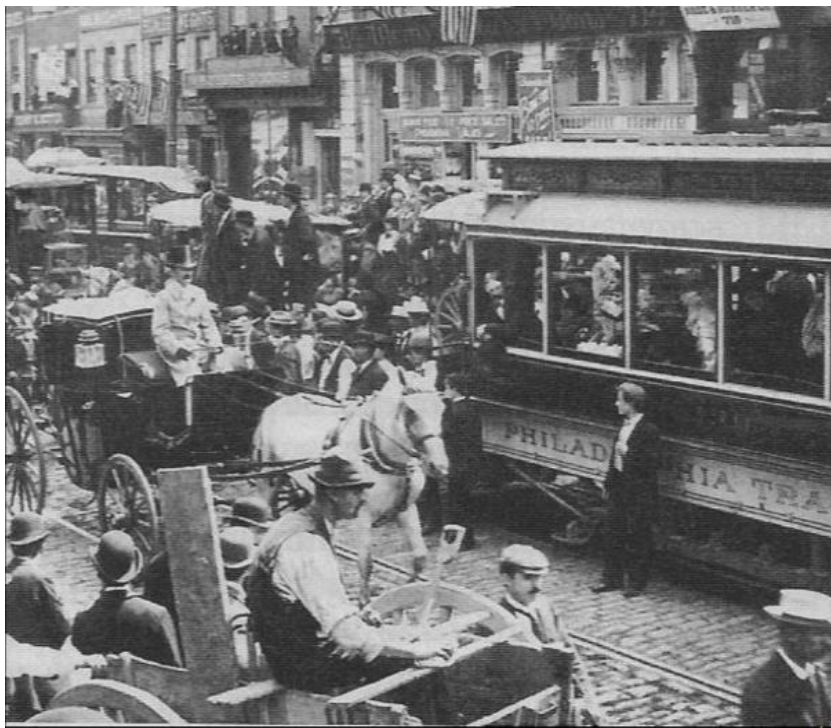
污染

低效

➤ 畜力能源——已经淘汰

……但是最严重的还是**马粪问题**。19世纪末的伦敦有30万匹马，而每匹马每天会产生15-35磅马粪，一年下来就是10万吨马粪。他们就是最早的城市污染，其严重程度远远超过今天北京的雾霾。马粪不仅散发臭味，观感令人作恶，他们还是苍蝇、寄生虫和传染病的温床。因为很多马匹过度劳累，死在街头也是很常见的。1880年，纽约市政从街道上清除了15000匹死马。这样的城市，显然是不适宜人居的。

——《近代西方城市交通简史》



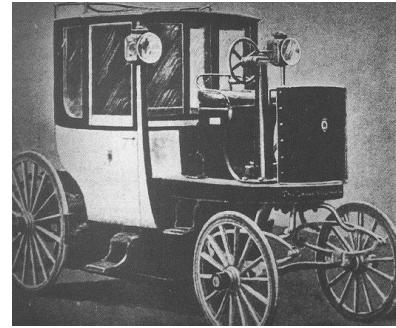
Early electric vehicles 早期电动汽车



Thomas Parker and his electric car. 1884



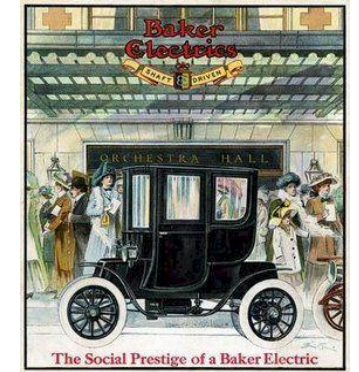
Morris & Salom's Electrobat 1895



London Electrical Cab Company's taxi. 1897



New York City Taxi 1901



Baker Electric Car 1902



GE charging station with a Baker Electric in early 1900's



German electric car with the chauffeur on top 1904.



Detroit Electric advertisement 1912



Thomas Edison and an electric car 1913

中国新能源汽车的发展规划

Development Planning of New Energy Vehicles in China

2020年 12月 国办颁布新能源汽车产业发展规划2021-2035：2025年占比20%，能耗12kWh/100km.2035年占比成为主流。2020年预计130万辆，2022年预计180万辆

2012年4月，国务院常务会通过《节能与新能源汽车产业发展规划(2012—2020年)》，到2015年，纯电动汽车和插电式混合动力汽车累计产销量达到50万辆，到2020年产能达200万辆以上，累计产销超过500万辆。In April 2012, the Standing Committee of the State Council adopted the Development Plan for Energy Conservation and New Energy Vehicle Industry (2012-2020). By 2015, the cumulative production and sales of EV and PHEV will reach 500,000 vehicles, and by 2020, the production capacity will reach more than 2 million vehicles. and the cumulative production and sales will exceed 5 million vehicles.



数据源：2016年10月《节能与新能源汽车技术路线图》

中国新能源汽车的发展速度必然会超过发达国家！

The development speed of new energy vehicles in China is bound to surpass

减排减碳目标：美国与欧盟国家政策情况

特点	美国	欧盟
动力强劲持久	- 提高温室气体减排目标，要求汽车企业承担更多减排责任 - 避免在战略性新赛道被中国反超，美欧有强劲动力采取超常规做法进行“押注”	
发展目标激进	2030新能源销量占比50%目标对应约850-900万辆，十年GAGR对应38%-40% - 油耗法规加码，2023-2026大幅减少GHG排放量以及其他污染物，油耗标准2023降低10%，2024-2026每年降低5%	- 碳排放法规趋严，推出Fit for 55计划 2020、2025、2030新登记乘用车CO2排放目标值分别为95/km、81g/km和59g/km新法规或更严格
配套政策有力	- 推出更加严格的排放标准法规，将交通碳排放纳入碳交易体系，推动电动化转型 - 采取在我国被证明有效的政策，加大需要侧补贴力度、快速推动充电基础设施网络建设等	
重视本地供应链建设	- 提出并确保与合作伙伴共同建一个安全的动力蓄电池供应链 《国家锂电蓝图2021-2030》，刺激本土电池供应链制造业的发展，电池成本降至60美元/kwh	2025年前完全实现动力蓄电池本地供给 2020年12月已发布《新电池法草案》，对电池全生命周期碳排放提出了更严格要求

快速增长各式电动汽车

Fast Growing Various Electric Vehicles



保时捷 Porsche Taycan
类型: 纯电动
最大功率: 560 kW
最大电量: 93.4 kWh



极星 Polestar 2
类型: 纯电动
最大功率: 300 kW
最大电量: 78 kWh



特斯拉 Tesla Model S
类型: 纯电动
最大功率: 760 kW
最大电量: 100 kWh



奥迪 Audi e-tron
类型: 纯电动
最大功率: 300 kW
最大电量: 95 kWh



蔚来 NIO eT7
类型: 纯电动
最大功率: 480 kW
最大电量: 100 kWh



比亚迪 汉EV
类型: 纯电动
最大功率: 363 kW
最大电量: 76.9 kWh



丰田 RAV4 E+
类型: Plug-in Hybrid
NEDC油耗: 1.1 L/100km
最大电池容量: 18.1 kWh



比亚迪 秦PLUS DM-I
类型: Plug-in Hybrid
NEDC油耗: 1.3 L/100km
最大电池容量: 18.3 kWh



奔驰 E350eL
类型: Plug-in Hybrid
NEDC油耗: 1.4 L/100km
最大电池容量: 15.6 kWh



宝马 BMW 545e
类型: Plug-in Hybrid
NEDC油耗: 1.5 L/100km
最大电池容量: 17.7 kWh



丰田 MIRAI
类型: Fuel Cell EV
最大里程: 575 km
氢气H2容量: 5.6 kg
电池容量: 1.24 kWh



现代 NEXO
类型: Fuel Cell EV
最大里程: 664 km
电池容量: 1.56 kWh

After entering commercial markets in the first half of the decade, electric car sales have soared. Only about 17 000 electric cars were on the world's roads in 2010. By 2019, that number had swelled to 7.2 million, 47% of which were in The People's Republic of China ("China"). Nine countries had more than 100 000 electric cars on the road. At least 20 countries reached market shares above 1%.

快速增长各式电动汽车

Fast Growing Various Electric Vehicles



比亚迪 K8
类型: 纯电动
续航里程: 370 km
最大电量: 250 kWh



沃尔沃 7900
类型: 纯电动
续航里程: 370 km
间歇充电 opportunity charge



VDL Citea SLF-120
类型: 纯电动
续航里程: 600 km
最大电量: 216 kWh



Urbino 12 electric
类型: 纯电动
续航里程: 200 km
7 x battery pack



英国Smith EV (大宇Avia)
类型: 纯电动
续航里程: 241 km
最大电量: 120 kWh



雷诺 Kangoo ZE
类型: 纯电动
续航里程: 200 km
最大电量: 33 kWh



特斯拉 Tesla Semi
类型: 纯电动
续航里程: 804 km
最大电量: 500 kWh

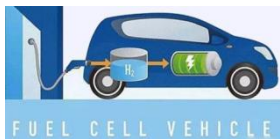


Daimler Freightliner eM2
类型: 纯电动
续航里程: 370 km
最大电量: 325 kWh

Development of Fuel Cell Electric Vehicles World Wide

全球燃料电池汽车的发展

Recent International FCV

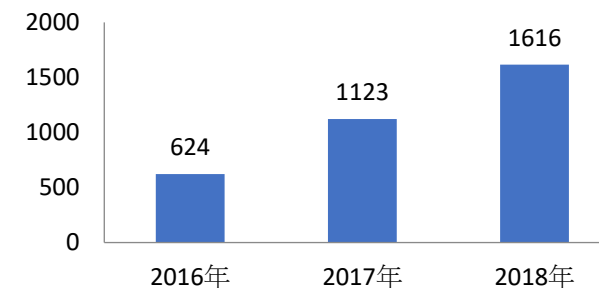


FCV	MIRAI	CLARITY	NEXO
Manufacturer	Toyota	Honda	Hyundai
Year	2014	2016	2018
Fuel cell power density	3.1kw/L	3.1kw/L	-
Driving range (JC08)	650km (JC08)	750km (JC08)	800km (NEDC)
Energy storage capacity	5.0kg/700bar	5.0kg/700bar	6.33kg/700bar
Fuel cell power	114kw	103kw	120kw

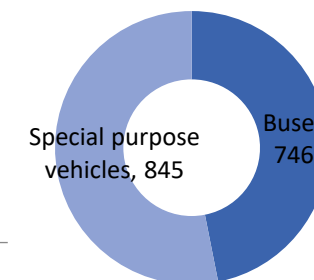
Recent China FCV



China FCV production



China FCV types 2019

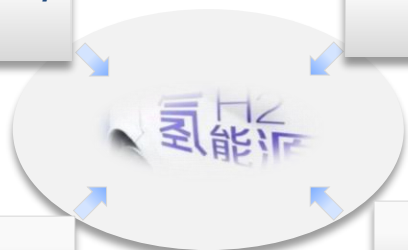


Local government initiatives,
e.g. Hydrogen Valley

Energy, Petroleum and Chemical
Industry Involvement

State own, big enterprises
and investment capital

OEM and Component
Companies Involvement



Hydrogen
station
completed

45

Under
construction

20

资料来源：公开信息整理，数据截止到2019年10月

新能源汽车产业健康发展的一、二、三、四

Principles of New Energy Vehicles Healthy Growth 1,2,3,4

➤ 1. 创新驱动 Innovation Driven

➤ 2. 双轮驱动：政策驱动加市场驱动

Two Wheel Driven: Policy and Market

➤ 3. 三好：好的产品、好的基础设施、好的商业模式

Three Goodness: Good Product, Good Infrastructure, Good Business Model

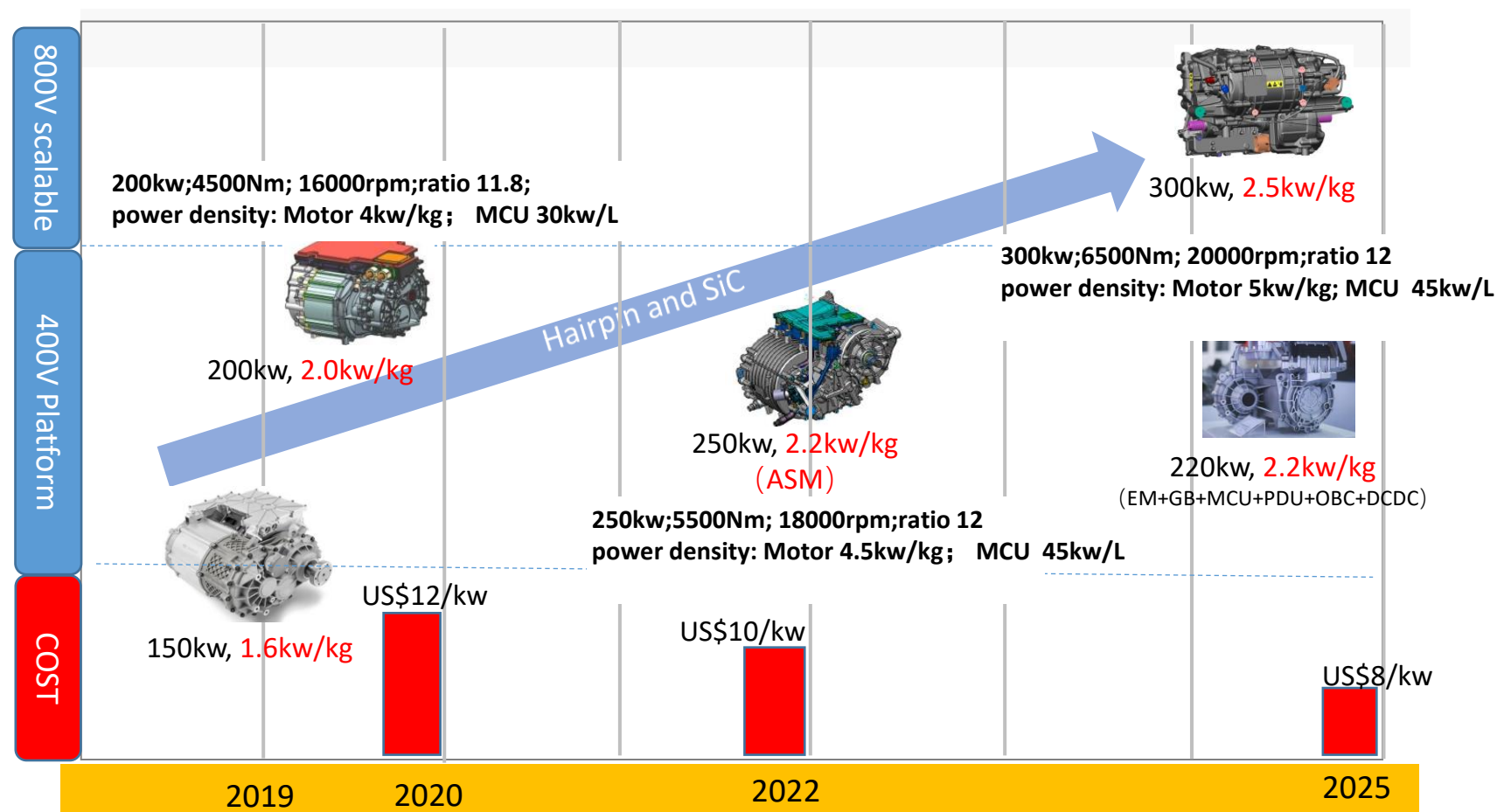
➤ 4. 四网融合：交通网、能源网、信息网、人文网 的融合

Integration of four networks: Transportation, Energy, Information and Humanity

关键技术 KEY TECHNOLOGIES

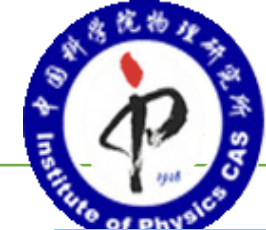
- 轻量化车体 Light Weight Body
- 动力总成一体化 Integrated Power Train
- 高性能安全电池包 High Performance Safety Battery Pack
- 智能充电 Intelligent Charging
- 智能制造 Intelligent Manufacturing
- 智能网联汽车 Intelligent Connected Vehicles
- 智能网联汽车芯片 Intelligent Connected Vehicles Chips
- 智能网联汽车操作系统 Intelligent Connected Vehicles Operating System

- Higher System voltage
- Larger Power
- Higher power density
- Lower cost

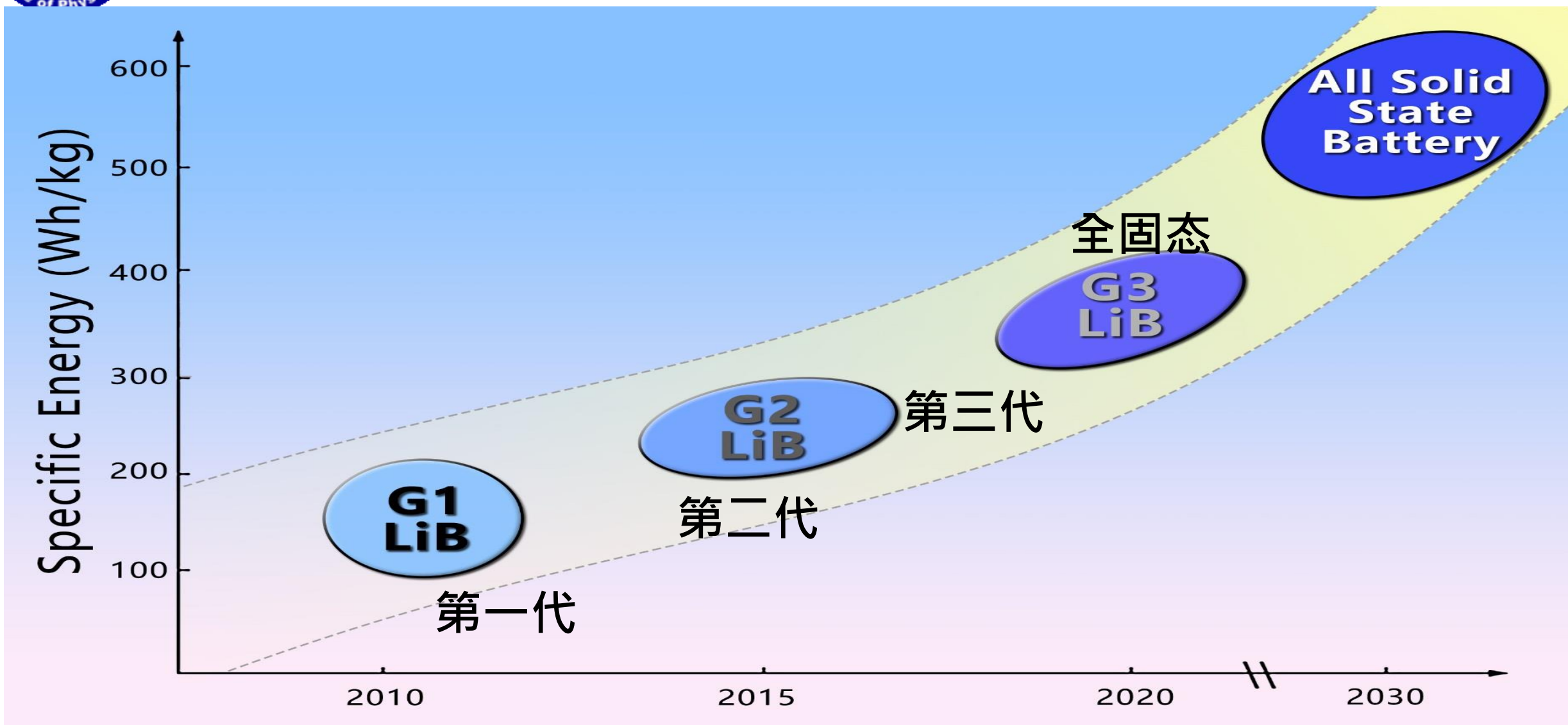


提高功率密度、转矩密度、效率，可靠性，降低成本。采用新材料例如碳化硅电力电子器件

Increase power density, torque density, efficiency, reliability while reduce cost. New material e.g. SiC Power Devices



2010-2030动力电池技术路径



来源：中科院物理所 黄学杰博士



一代正极材料，一代动力电池



SONGSHAN LAKE
MATERIALS LABORATORY
松山湖材料实验室

第一代锂离子动力电池

锰酸锂正极材料 LiMn_2O_4



➤ 比能量（匹配石墨负极）
120-140 Wh/kg

✓ 特征：低成本，较安全

□ 劣势：比能量和能量密度低

第二代锂离子动力电池

磷酸铁锂 LiFePO_4



➤ 比能量（匹配石墨负极）
150-180 Wh/kg

✓ 特征：安全，低成本

□ 劣势：比能量和能量密度较低

三元材料 NCM、NCA



➤ 比能量（匹配石墨负极）
210-270 Wh/kg

✓ 特征：高能量密度

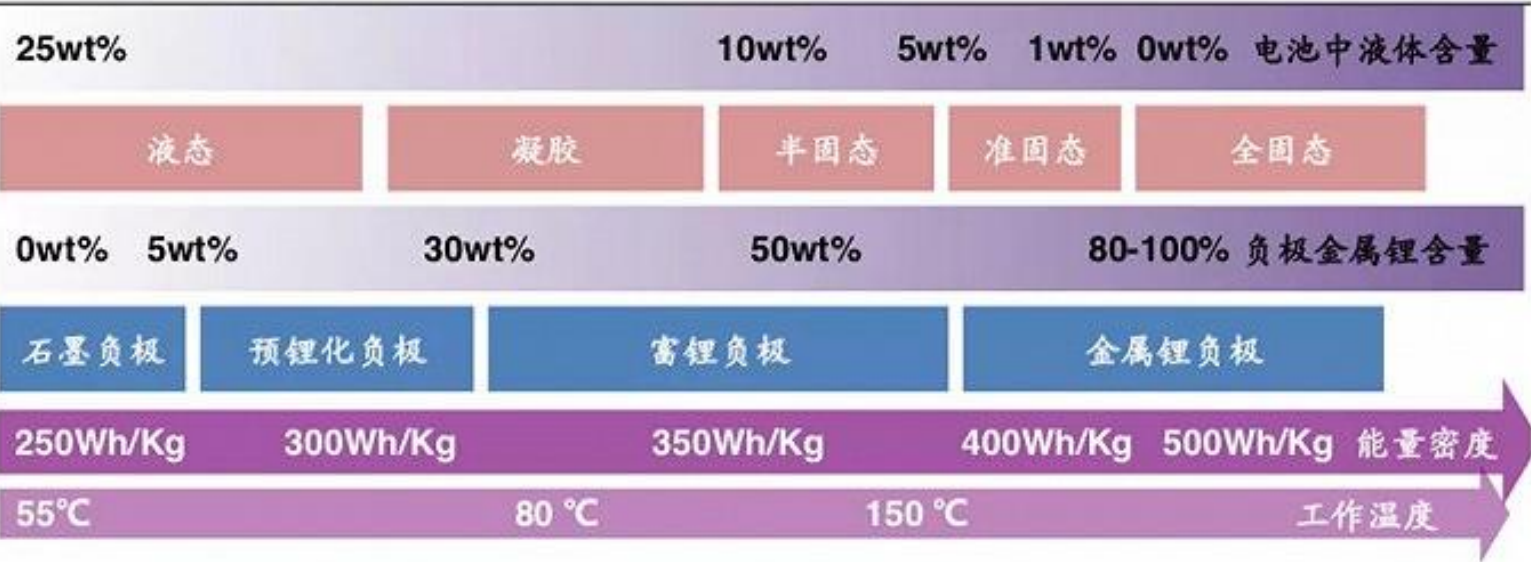
□ 劣势：成本高，安全性差

正极材料	工作电压 vs Li	可逆容量 mAh/g	材料比能量 Wh/kg	石墨负极电池 比能量Wh/kg	电池产品优缺点
钴酸锂 LiCoO ₂	3.9	180	702	300	能量密度高，成本最高，安全性不高
改性锰酸锂 LiMn ₂ O ₄	4.0	110	440	150	比能量低，成本低，安全性好
磷酸铁锂 LiFePO ₄	3.4	155	527	180	成本低，寿命长，高安全，比能量低
三元材料 NCM	3.8	180	680	260	比能量高，成本较高，安全性一般
三元材料 NCA	3.8	180	680	260	比能量高，成本较高，安全性一般
锂镍锰尖晶石 LiNi _{0.5} Mn _{1.5} O ₄	4.7	135	635	240	比能量较高，成本最低，安全性较好
富锂正极材料 Li-rich oxides	3.6	270	972	300-350	预期比能量高，寿命尚不能满足应用

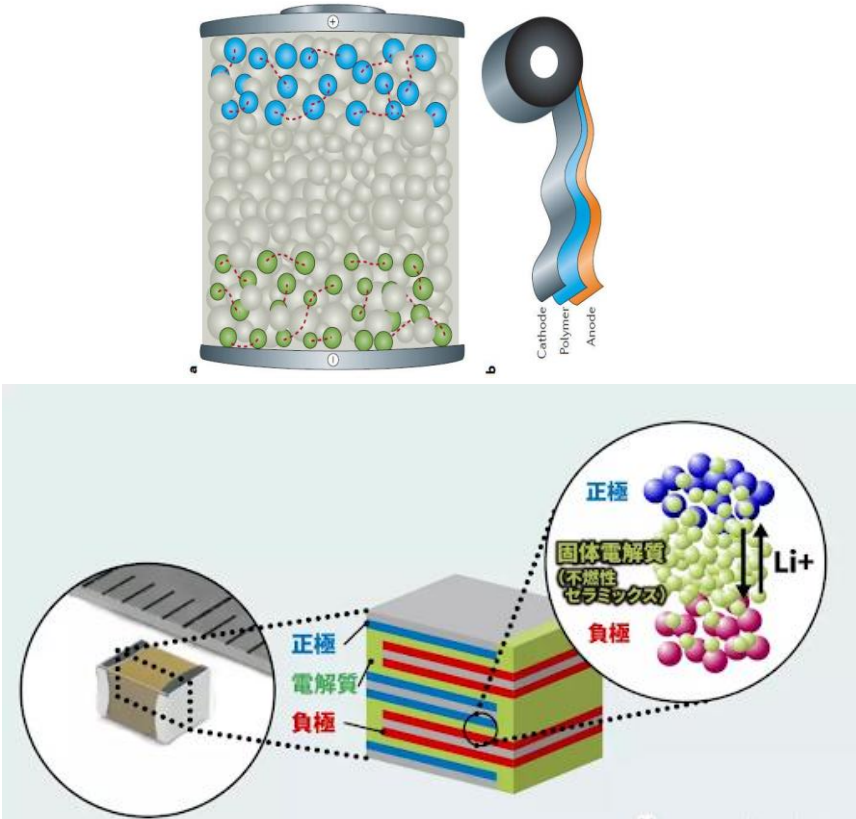
全固态电池

- ❖ 全固态电池瓶颈：关键基础材料、核心工艺、先进装备等技术创新。
- ❖ 突出问题：电介质材料的综合性能及与电极的适配性需提升，电极电解质界面需要进一步优化，电解质和电芯的规模化制造装备需要攻克。

液态-半固态-全固态电池的发展路径

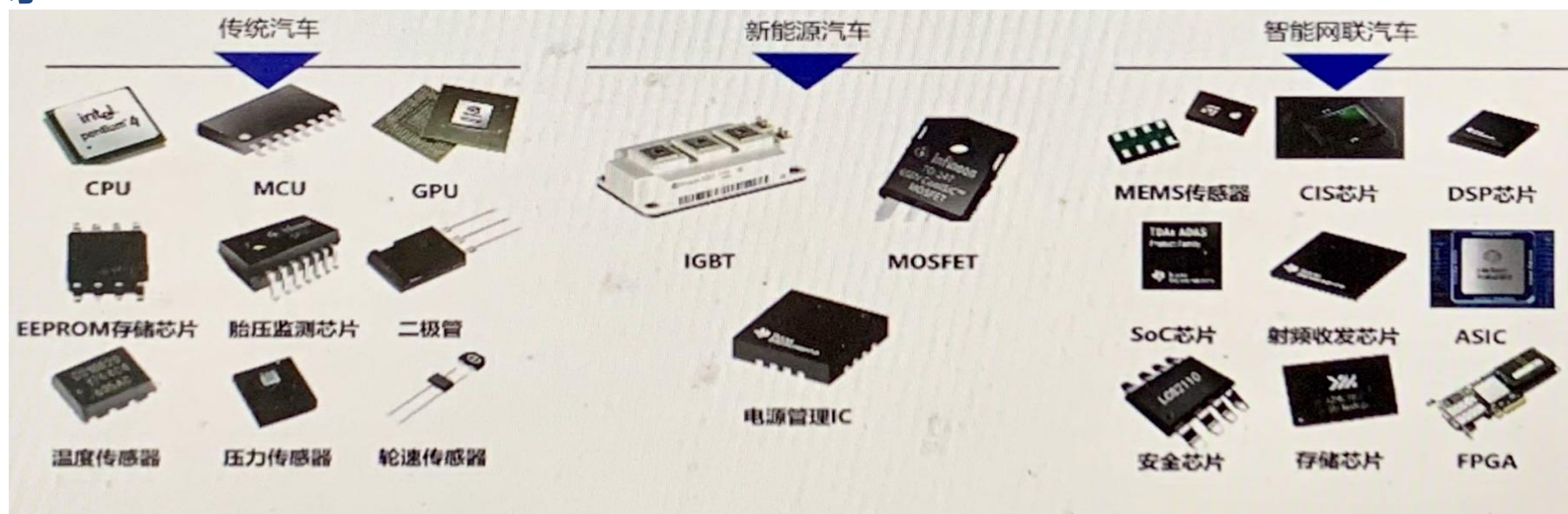
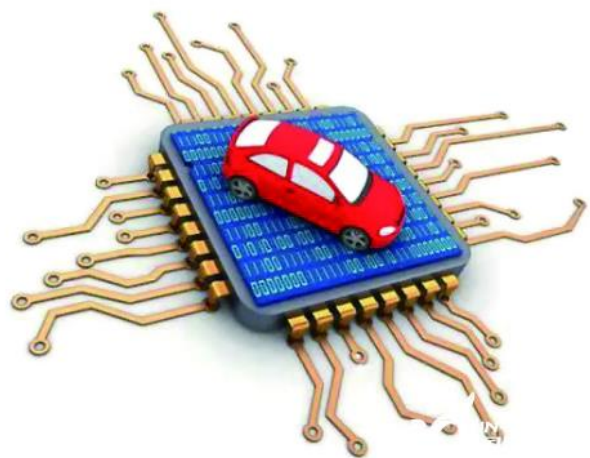


资料来源：《全固态锂电池技术的研究现状与展望》，许晓雄



芯片成为汽车产业发展的关键因素

- ❖ 芯片荒，自2020年下半年以来开始在全球蔓延，汽车芯片的稳定供应成为影响我国汽车产业链供应链自主可控的重要因素。
- ❖ 传统汽车芯片代表：CPU, MCU, GPU, EEPROM存储，胎压监测芯片，二极管，温度压力传感器，转速传感器等等。
- ❖ 新能源汽车芯片代表：在传统汽车芯片基础上，IGBT, SiC MOSFET, GaN, 电源管理IC。
- ❖ 智能网联汽车芯片代表：MEMS传感器，高速并行技术CPU, SoC，安全芯片，ASIC，通信收发芯片，CIS芯片，存储芯片等等。



汽车革命的基础设施保障

**Automotive Revolution -
Infrastructure**

1. 行业概况



国家电网
STATE GRID

中国充电基础设施产业发展现状

中国已建立了完备的电动汽车充电设施**政策体系**，充电设施**标准体系**基本建成，充电设备成熟度进一步提升，**品质**进一步加强，建成世界最大规模的**充换电设施服务网络**，形成了最具活力的充电设施**产业生态**。



数据来源：中国充电基础设施联盟



数据来源：国家电网有限公司

2. 技术路线



国家电网
STATE GRID

充换电技术路线

历经10余年发展，我国充换电技术主要朝着**传导充电**、**无线充电**、**电池更换**方向发展。

➤ 传导充电

- 交流充电桩（+车载充电机）
- 非车载直流充电机

➤ 无线充电

- 静态无线充电
- 动态无线充电

➤ 电池更换



交流充电桩、直流充电机



3. 技术、装备及应用领域



国家电网
STATE GRID

先进充电技术

- ChaoJi充电技术
- 自动充电技术
- 无线充电技术

V2X技术

V2G (电网) V2H (家庭)
V2B (住宅) V2L (负载)
V2V (车)



互联互通技术

找着的桩、充的上电、支付了钱

电池更换技术

换电技术及电池的梯级利用



3. 技术、装备及应用领域—ChaoJi充电



国家电网
STATE GRID

大功率充电需求

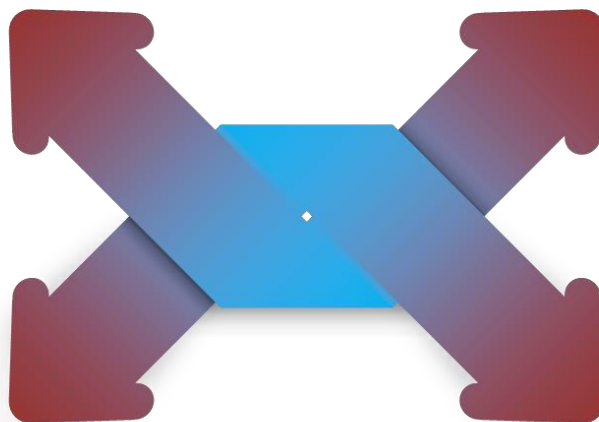
- 解决充电体验差
- 解决充电桩利用率问题
- 集中资源还是分散资源

充电直流化需求

- 简化充电技术路线
- 电网协调发展
- 降低整个社会成本

充放一体化需求

- 实现V2X应用



为什么做
ChaoJi?

国际贸易统一需求

- 产业需要一个世界统一的、安全的、可靠的充电解决方案

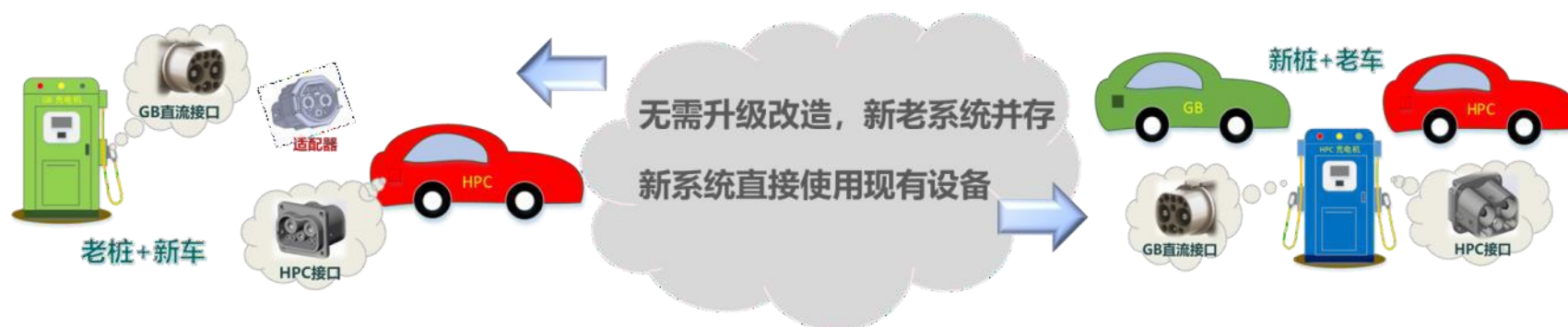
3. 技术、装备及应用领域—ChaoJi充电



国家电网
STATE GRID

主要参数

- 最大电压 U_{max} : 1000 (1500) V
- 最大电流 I_{max} : 500 (600) A (带冷却系统) ; 150-200A (不带冷却系统)
- 最大功率 P_{max} : 900kW



统一的面向未来面向世界的解决方案



ChaoJi

3. 技术、装备及应用领域—ChaoJi充电



国家电网
STATE GRID

ChaoJi系统的组成

充电系统安全

- 建立含车辆、连接器、电缆、充电机、电网的安全分析模型，重新定义系统级安全

通信协议

- 版本控制
- 系统功能配置
- 可扩充的用户功能

充电控制及导引电路

- 增加硬节点
- 兼顾兼容性
- 解决PE断线
- 人体PE检测
- 辅助电源针复用

热管理

- 热感应
- 热传导
- 热交换

充电连接组件

- 充电插头 车辆插座 充电适配器
- 冷却方式设计 导体截面选择 电缆柔韧性 抗碾压能力



3. 技术、装备及应用领域—ChaoJi充电



国家电网
STATE GRID

ChaoJi系统的技术特点

完善的兼容性：实现向前兼容，提供了兼容国际上GB/T2015、CHAdeMO、CCS1、CCS2四大充电系统的解决方案。

提升充电安全：在机械安全、电气安全、电击防护、防火及热安全设计上有了大幅度的改进和提升。

提升充电功率：电缆组件采用液冷方式，并增加温度监控系统，最大充电功率可提升到900kW

面向未来应用：支持即插即充、V2X、自动充电系统等新技术应用，支持未来通信接口从CAN向以太网升级



不同充电接口尺寸比较

3. 技术、装备及应用领域—自动充电



国家电网
STATE GRID

自动充电系统

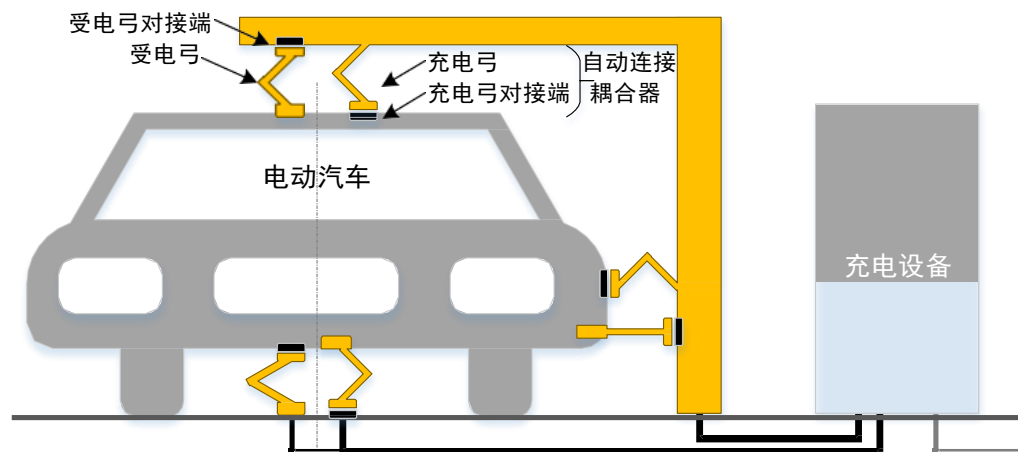
自动充电 (Automated charging) 在中国的发展，以自动大功率充电为先导，其核心在于一种自动连接装置 (Automated connection device, ACD) 国内俗称充电弓。

根据与车辆不同的充电接触部位分类：

- 顶部接触式
- 底部接触式
- 侧面接触式



传统人工连接充电



自动连接充电（以弓为例）

3. 技术、装备及应用领域—自动充电



国家电网
STATE GRID

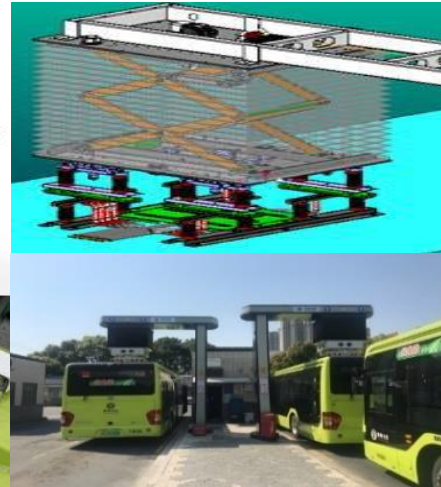
自动充电系统的应用场景

充电弓这种充电形式在电动客车行业的应用已有一定的规模，如特来电已在全球布局200余套充电弓示范运营。依托于充电设备和电池的快充技术，已实现**350kW**以上的自动大功率充电。

国电南瑞等自主研发了**自动充电机器人**，可自动识别并定位车辆充电接口位置并完成充电。



特来电大巴车充电示范站@成都和中东



下压式受电弓辅助充电设备



南瑞自动充电机器人

3. 技术、装备及应用领域—无线充电



国家电网
STATE GRID

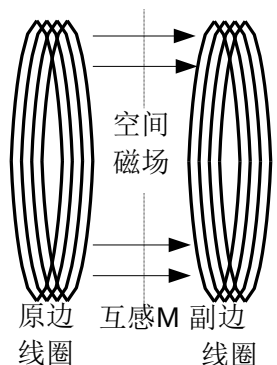
无线充电的概念和分类

无线充电(Wireless Power Transfer, WPT)是一种**非接触式**充电方式

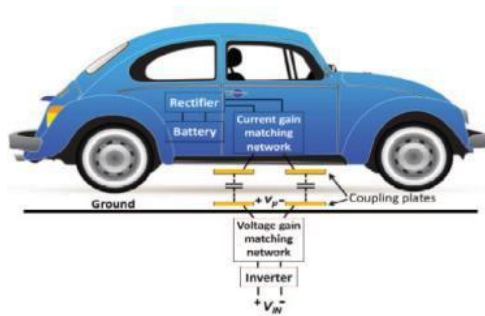
根据能量传输介质分类, WPT可分为磁场耦合式(简称磁耦合)、电场耦合式、射频/微波式、激光式等。

第一类：近距离无线充电

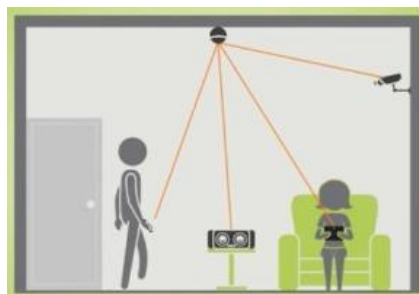
第二类：远距离无线输电



磁场耦合式



电场耦合式



微波方式无线充电



射频方式无线充电



激光方式无线充电

3. 技术、装备及应用领域—无线充电



国家电网
STATE GRID

无线充电应用场景

乘用车无线充电



商用车无线充电



动态无线充电



无人物流车



立体车库无线供电



共享汽车无线充电



商用机器人



无人摆渡车



3. 技术、装备及应用领域—V2X技术



国家电网
STATE GRID

V2X技术应用场景、功能及产生作用



V2X应用场景

家庭（住宅）：V2H、V2B

负载：V2L

能源互联网：V2E

V2G

有序充电
电力需求侧管理
微电网
虚拟电厂

目前，国家电网公司、特来电、普天新能源等开展了V2G相关技术研究，开展了试点应用。比亚迪、长安汽车等车企开展了电动汽车V2X的相关技术研究，实现了V2V、V2L。

3. 技术、装备及应用领域—V2X技术



国家电网
STATE GRID

V2G发展潜力：电网用户侧海量分布式储能

■ 规模大：

根据**电动汽车百人会**的预测，**2030年**我国电动汽车保有量将达到**8000万辆**。

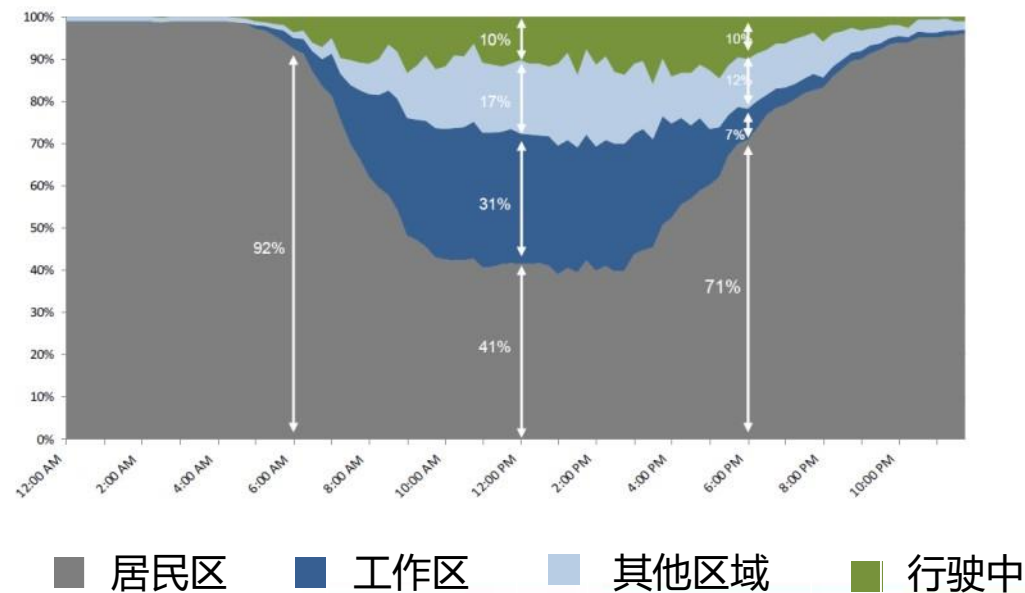


若平均配置**60kWh**电池，8000万辆电动汽车**等效储能容量**将达到**48亿**千瓦时。

(**2016年**，我国**日均上网电量**约**160亿**千瓦时，**2030年**约**240亿**千瓦时)

■ 停泊时间长：

电动汽车平均每天只有约**4%**的时间用于**行驶**；**停靠**时间约占**96%**，其中**10%**用于**充电**即可满足其行驶需求（NHTS）。



3. 技术、装备及应用领域—电池更换



国家电网
STATE GRID

电池更换与充电方式比较

■ 换电站与快充站的服务能力对比

以60kw直流充电与换电在相同单位面积下对比为例：

- 电池更换模式 > 24-30次/天/标准停车位
- 快充模式 > 6-8次/天/标准停车位

■ 换电站与快充站的投建经济性对比

站在同样服务能力的基础上：

- 换电建站成本 $\approx$ 180-200万
- 快充建站成本 $\approx$ 40-50万



VS



3. 技术、装备及应用领域—电池更换



国家电网
STATE GRID

电池更换技术发展趋势

- 电动汽车电池更换技术（换电）产业化推广主要在于**商业模式**；
- 今后一段时间电池更换技术仍主要应用于局部区域运行的**特定车辆**，如出租车、租赁、公交车等；
- 积极探索**共享换电站**新模式，破解换电产业化推广难题；
- 考虑到电池的**梯级利用**以及储能、能源互联网的发展，电池更换还有探索的空间。



侧向换电



底部换电



端部换电



顶部换电

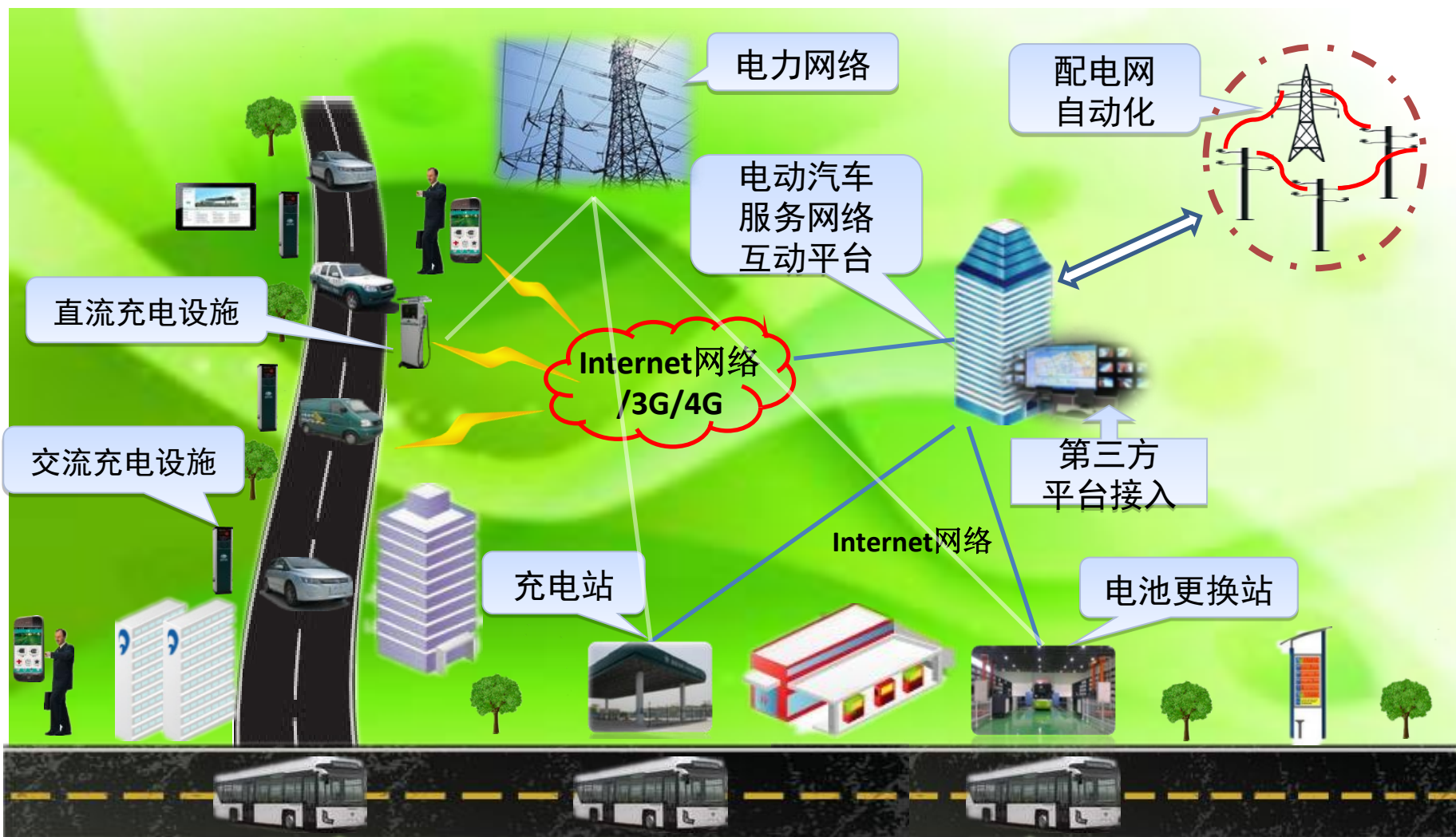


中置换电

4. 应用场景 电动汽车充换电数字化

破解:

- 续航焦虑
- 新能源的间歇性和电动汽车工况的间歇性互补
- 电网削峰填谷
- 发挥电动汽车做为移动储能和移动紧急电源的作用
- 慢充、中充、快充、换电融合
- 充电设备互联互通
- 充电运营服务人性化
- 运行维护保养数字化



4. 应用场景 区块链+新能源



国家电网
STATE GRID

南瑞区块链技术研究以提高系统并发处理效率、自动执行能力、系统安全以及与现有平台的兼容性为重点，开展适用于新能源领域的区块链系统架构、共识机制、智能合约等技术和应用场景研究，形成了涵盖**共享储能、分布式能源交易、碳交易和绿证交易**等9个应用场景的区块链技术解决方案。



适用于新能源的区块链系统架构



4. 应用场景 数字化转型应用场景

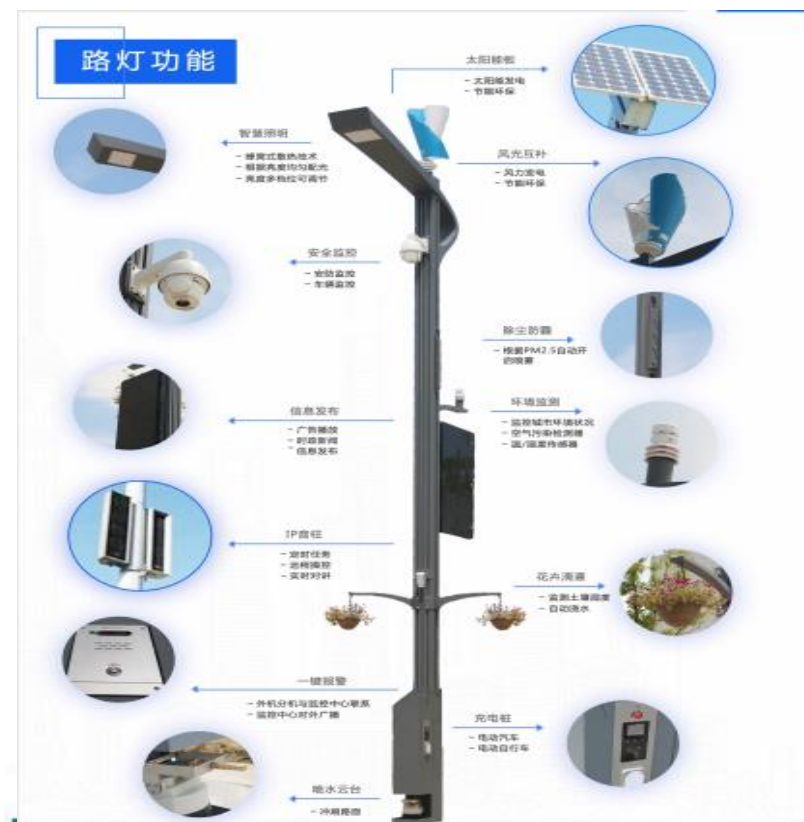


国家电网
STATE GRID

场景一：车路网协同。通过构建车路协同管控系统，整合车辆、充电桩、电网、交通等多方面动静态数据，为政府、电网、社会公众、相关企业分别提供规划与管控、服务与管理以及开放的数据共享服务。车路协同管控系统主要包括，交通通用能分析与预测、智能物联网杆柱管理、多场景充电模式展示、有序充电管理与运营。



车路网人协同



4. 应用场景 数字化转型应用场景

场景二：电动汽车及充电设施运行监管。电动汽车及充电设施运行监管系统支持政府部门开展运营监管，满足相关主管部门安全运行监控、运行数据统计、效果评估分析等需求，为相关政策的制定、补贴发放提供辅助决策。在满足政府监管需求的同时，为电动汽车用户提供统一的充电公共服务，并可通过数据的共享，基于大数据技术实现同智慧城市等平台的融合应用。



4. 应用场景 数字化转型应用场景



国家电网
STATE GRID

场景三：有序充放电。响应电网需求侧管理控制，对充电的地点、时间和功率进行优化控制，充分利用已有供电能力，避免或延缓供电扩容，降低运营成本。研发了交流有序充电桩、V2G直流充电机，有序控制系统等，满足社会有序充电需求。

有序充放电控制

电网负荷高峰时
放电

电网负荷低谷
时充电

有序充放电控制

5. 公共服务平台 充电设施方案

政府部门

提供电动汽车运营数据分析、推广应用效果评估、节能减排效益分析、辅助规划与决策等功能。

行业应用客户

针对不同行业（分时租赁、出租、公交、物流等）的不同需求，提供专属的定制服务。

充电运营商

提供充换电运行监控、运营管理、计价计费管理、运营分析、营销推广等功能，助力充换电设施的高效运营。

能源供应商

提供有序充电控制及需求响应、网荷互动，充换电行为引导、节能减排效益分析等功能。

充电运营 服务平台

个人用户

借助微信等OTT及手机APP应用，为用户提供查找充电设施、预约、在线充值支付等服务，为用户提供优质的充电服务。

托管运营用户

提供自营充电设施管理、计价计费管理、营销方案、运营分析等服务。

厂商用户

为电动汽车和电池等第三方厂商提供相关的运行数据统计分析，为产品的优化改进提供依据。



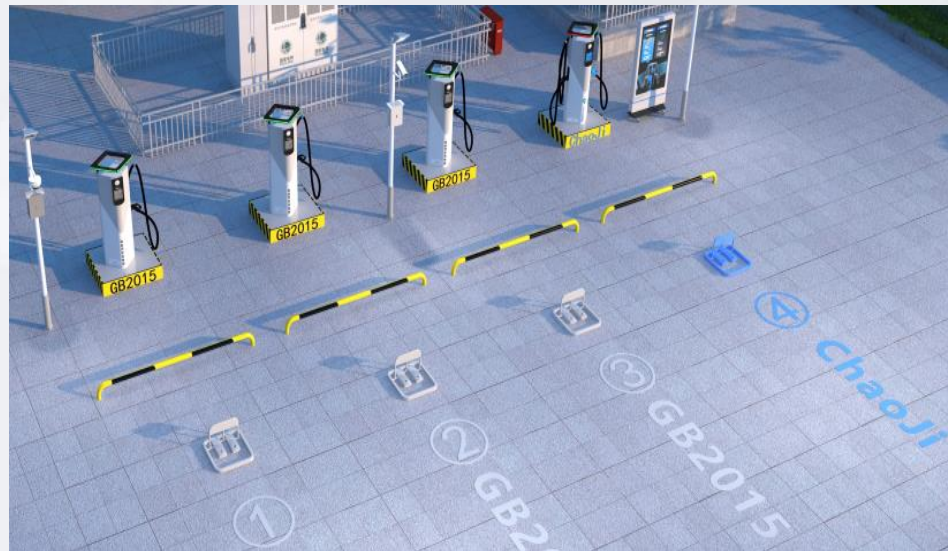
5. 公共服务平台 充电设施方案|高速公路快充站

场景特点

- 公共专业运营充电设施，使用频率高，充电功率较大。

充电站特点

- 建设于专门场地或者公共停车场内，为出租车、网约车、物流车或其他社会车辆提供快速充电服务；
- 配置快速充电的Chaoji充电桩或集群控制充电桩；
- 充电设备可配置多媒体配件，实现商业增值收益；
- 通过充电设施运营管理系统为运营商提供多个充电站点的充电设备实时监控、资产管理、清分结算、运营分析等运营管理功能；
- 通过“绿色行”APP为用户提供充电桩查询、充电桩导航、充电启停、充电进度查询、在线支付等服务。



5. 公共服务平台 充电设施方案|城市公共快充站

场景特点

- 公共专业运营充电设施，使用频率高，充电功率较大。

充电站特点

- 建设于专门场地或者公共停车场内，为出租车、网约车、物流车或其他社会车辆提供快速充电服务；
- 配置快速充电的直流充电机或集群控制充电机；
- 充电设备可配置多媒体配件，实现商业增值收益；
- 通过充电设施运营管理系统为运营商提供多个充电站点的充电设备实时监控、资产管理、清分结算、运营分析等运营管理功能；
- 通过“绿色行”APP为用户提供充电桩查询、充电桩导航、充电启停、充电进度查询、在线支付等服务。



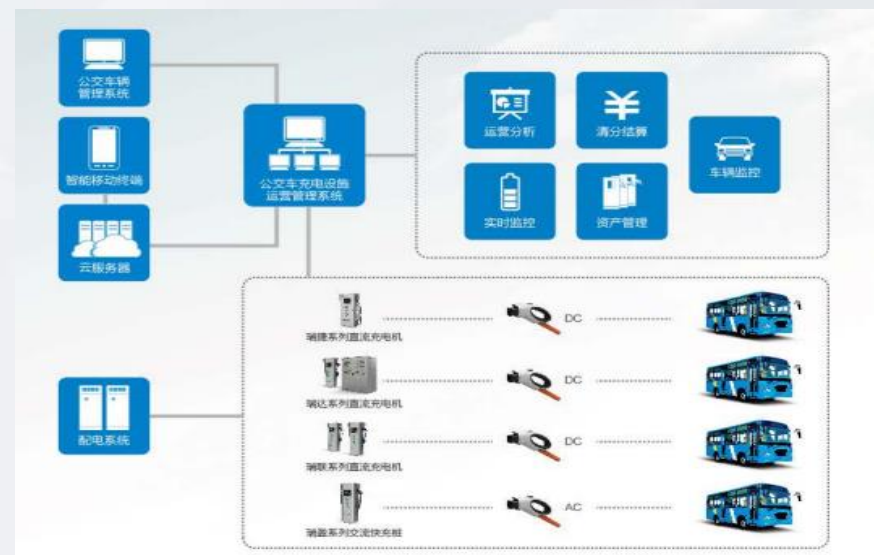
5. 公共服务平台充电设施方案|公交停车场

场景特点

- 行驶路线固定，车辆多，充电时间有规律。

充电站特点

- 建设于公交停保场，为纯电动公交提供专用充电服务；
- 配置快速充电的直流充电桩或集群控制充电桩；
- 无需实时计费，由公交集团根据总表进行统一结算，但可对车辆的充电记录数据进行计量统计和工作考核；
- 通过公交停车场充电设施运营管理系统为公交集团提供车辆在线监控、充电设备实时监控、资产管理、清分结算、运营分析等运营管理功能；
- 通过“绿色行”APP为公交车司机提供充电桩查询、充电启停、充电进度查询等服务。



5. 公共服务平台 充电设施方案|公交停车场

大功率直流充电机——充电弓

- 下压式充电弓方式，车载部分重量大幅减轻，降低车辆运行中的电量消耗。相较于传统的上升式充电弓，下压式机构可减少电动汽车配套的受电弓投资，从而降低整体投资成本；
- 充电功率大，可实现快速补电；
- 全自动连接，充不动手，快捷方便。

功能特点

- 额定电压：DC 750V
- 最大充电电流：500A
- 接触点：4极 (+, -, PE 和 控制PE)
- 实时监测充电状态
- 异常状况主动停止充电服务
- 待机断电、过温保护、异物检测、PE接地信号确认、压力检测



5. 公共服务平台 充电设施方案|群充式预装一体化充电站

充电站特点

- 在预装箱体中集成了高压柜、变压器、低压柜和整流柜等；
- 占地面积小，较同功率设计的传统充电站，节约土地50%以上，降低土地占用；
- 预装式生产，节约现场施工时间，基本可实现1工作日整站投运，降低现场施工管理费用；
- 整站设备内部采用模块化设计，基本实现快速更换、快接式安装，方便设备维护。



5. 公共服务平台 充电设施方案|光储充绿色能源站

光储充一体化电站主要由**光伏发电子系统**、**电池储能子系统**、**充电子系统**组成，通过一体化电站运行监控系统基于能源互联网理念实现对“源、网、荷、储”的综合集成和协调优化控制，充分利用可再生清洁能源，实现绿色用能、绿色出行。



光储充一体化充电站

5. 公共服务平台 充电设施方案|重卡充换电站



南京市溧水区渣土车换电站

整站模块化设计，易于安装及迁移

设备包含一套回转往复式电池充电机构以及一套平移往复式电池吊装机构，使用简单的设备组合完成重卡换电的所有要素，拆装方便，易于初期换电站快速建设及后期迁移变更换电站站址

智能化、信息化程度高

可实现一键全自动换电，自动分配功率充电，站控系统可直接接入江苏省/南京市新能源汽车及充电设备运行监测平台、国网智慧车联网平台和国网江苏电动综合运营管理平台

占地面积小，易于各种场景布置

设备总占地面积约130m²（不包含车辆进出道路及附属设施），是目前同类型重卡换电站中占地面积最小的方案

设计思路超前，换电效率高

创新引用军用及天文设备设计概念，最优化设计电池充电、存储及换电吊装工序，在同类型重卡换电站中单次换电时间最短

设备简约可靠，可维护性高

取消以往换电站中易产生故障的机器人平移行走机构及电池箱暂存机构，主要活动机构均为技术成熟可靠设备，整站设备故障率低，维护检修时间大大短于常规换电设备

充电换电一体化，无需重复建设充电站

方案设计包含功率切换装置，换电站内配置的充电设备可直接为外部充电桩供能，换电站既可换电也能充电，充换电一体化，最大化设备利用率，避免重复投资；同时在进行换电设备检修维护时，可以使用充电模式保证车辆不趴窝、不停运。

四网四流助推碳中和

4N4F Promotes Carbon Neutralization

白皮书序言—三个革命四个融合 4N4F White Paper Preface



陈清泉教授 C.C. Chan
中国工程院院士
Academician Chinese Academy of Engineering
英国皇家工程院院士
Fellow Royal Academy of Engineering
世界电动汽车协会创始主席
Founding President World Electric Vehicle Association

- 数字生产力是第四次工业革命区别于前三次工业革命的典型特征，需要得到经济基础与上层建筑的共同支撑。
- 能源网、信息网、交通网是经济基础的三个支柱，而人文网是上层建筑的重要组成部分。
- 通过**四网**（能源网、信息网、交通网、人文网）**四流**（能源流、信息流、物质流、价值流）融合，可以将人的主观能动性和**能源革命、信息革命、交通（出行）革命**联动起来。
- 通过建立**人—机—物理系统**形成的新的生产关系，发掘第四次工业革命的数据红利所能带来的巨大生产力，并在前三次工业革命生产力总和的基础上爆发出指数级的增长。
- 第四次工业革命将颠覆性改变我们和子孙后代的生活，重塑人类赖以生存的经济、社会、文化和环境。我们需要颠覆性地战略思考应对第四次工业革命，突破传统的线性思维。四网四流融合是突破性的环形思维取代线性思维。

**Renaissance from Digitization:
Integration of Energy, Transportation
and Information with Humanity**



四网四流融合的定义 Definition of 4 Networks 4 Flows

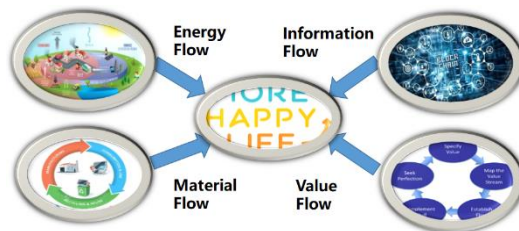
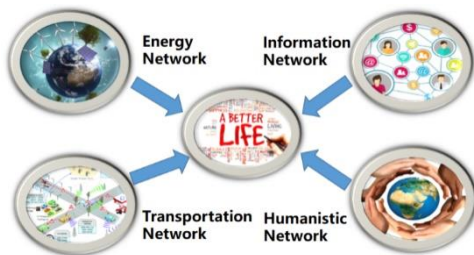
四网



四流



- 融合的定义：融合就是合二为一，获得比简单叠加更大的价值增益（ $1+1>2$ 的效果）
- 融合的机理：通过系统耦合与设备共享，以提高网络中能源与资源的利用率
- 融合的关键：通过人文网指导融合中的动态因果关系与复杂连接逻辑（颠覆性）
- 融合的效果：通过价值流调整融合中的技术、产业到生态的动态演化（经济性）



- Definition:** Via merging into one, the whole is greater than sum of individuals $1+1>2$
- Mechanism:** Via coupling and sharing, increase utilization of energy & assets

第一次至第五次工业革命

1st to 5th Industrial Revolutions

INDUSTRIAL REVOLUTIONS

蒸汽机的发明 – 城镇化

电力的发明- 出行革命

数字革命

人工智能

人文、机器、环境融合



1ST

2ND

3RD

4TH

5TH

18-19th Century in Europe and North America, featuring steam engines

1870-1914, featuring steel, oil, electricity, and combustion engines

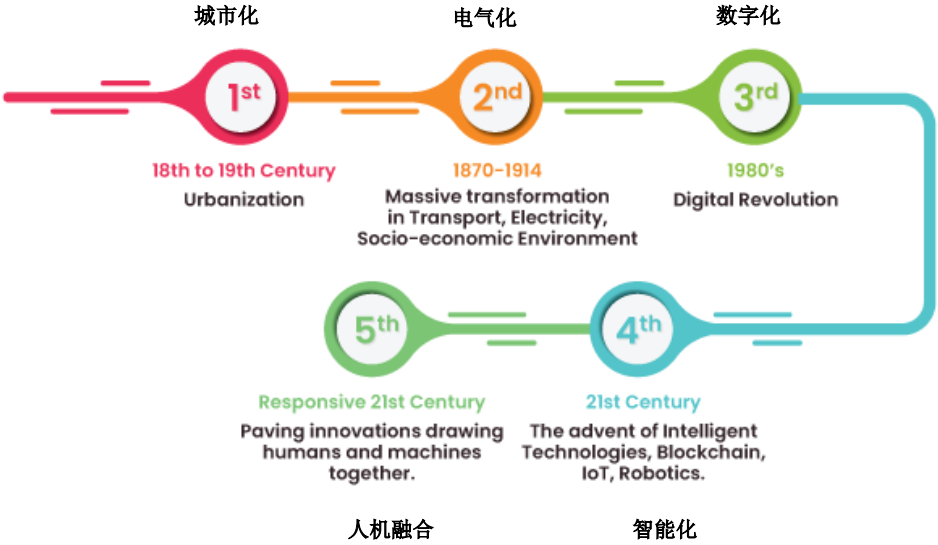
1980s Digital Revolution, featuring personal computers and the internet

21st Century advance of AI, big data, robotics, IoT, blockchain and crypto

Responsive 21st Century connection of frontier tech to purpose and inclusivity

May 2019
World Energy Forum

欧盟提出的工业5.0 战略



Factfile

History of industrial revolution	
1.0	1780 – Mechanisation Industrial production based on machines powered by water and steam 机械化
2.0	1870 – Electrification Mass-production using assembly lines 电气化
3.0	1970 – Automation Automation using electronics and computers 自动化
3.5	1980 – Globalisation Offshoring of production to low-cost economies 全球化
4.0	Today – Digitalisation Introduction of connected devices, data analytics and artificial intelligence technologies to automate processes further 数字化
5.0	Future – Personalisation The fifth industrial revolution, or Industry 5.0, will be focused on the co-operation between man and machine, as human intelligence works in harmony with cognitive computing. By putting humans back into industrial production with collaborative robots, workers will be upskilled to provide value-added tasks in production, leading to mass customisation and personalisation for customers 个性化

由于基于人工智能AI 的工业4.0无法突破能源变革的瓶颈
工业5.0 应运而生.

小结



1. 1975年美国第94届国会颁布H. R. 8800 - 电动汽车研究、开发和示范法案，随后美国加州空气资源委员会颁布零排放车辆计划，美国引领电动汽车在二十世纪初期衰亡后的复兴。
2. 2000年中国第十个五年计划，将电动汽车列入科技重大专项，2010年列入国家战略新兴产业范畴，从2015年起中国连续六年在电动汽车的产销量世界第一，占世界产销量的一半，中国引领世界电动汽车的发展。
3. 汽车革命的内涵是电动化，智能化，网联化、共享化。在上半场的电动化，中国领先，积累了很多经验，应该发挥这个优势。
4. 2021年8月的初步统计，欧盟电动汽车的销量略微超过中国。
5. 汽车革命的下半场是智能化、网联化、共享化，汽车芯片和操作系统是核心技术。
6. 未来汽车所涉及的软硬件系统不是一个行业所能覆盖，应该跨界融合。
7. 以国内大循环为主，国内国际双循环相互促进。科技上以自立自强为主，加强国际合作。
8. 面向双碳目标，加快新能源汽车发展，实现智能化、网联化赋能新能源汽车。

物理世界、信息世界和人文世界的深度融合

In-depth integration of the Physical World, Cyber World and Human world

在上个世纪，我们的专注于物理世界的进步。本世纪初，我们专注于网络信息世界的发展和数字化的复兴。网络信息世界创造了新的价值，提高了我们的生产力并改变了我们的人际关系。但是，我们应该进一步颠覆性思维，将物理世界、信息世界和人文世界深度融合，有效地将数据转化为信息 → 知识 → 智能，解决复杂问题。在现实世界中，仅仅依靠技术并不能解决复杂的问题和迎接新的挑战。必须将人文世界、物理世界和信息世界深度融合。 — 陈清泉

In the last century, our focus has been on the advancement of the physical world. At the beginning of this century, we focused on the development of the cyber world and the revival of digitalization. However, we should further our disruptive thinking, deeply integrate the physical world, cyber world and human world, effectively transform data into information → knowledge → intelligence, and solve complex issues. In the real world, technology alone cannot solve complex issues and meet new challenges. The human world, the physical world, and the cyber world must be deeply integrate. — C.C. Chan

Conclusion 总结



IR4.0



4N4F



IR5.0

汽车革命和能源革命需要建立在 人文 - 人工智能 - 环境的融合，推动第四、五次工业革命，助推碳中和。

■ Energy Revolution and Automotive Revolution needs to be built upon integration of Human-AI-Environment, to promote 4th, 5th Industrial Revolution and Carbon Neutralization.

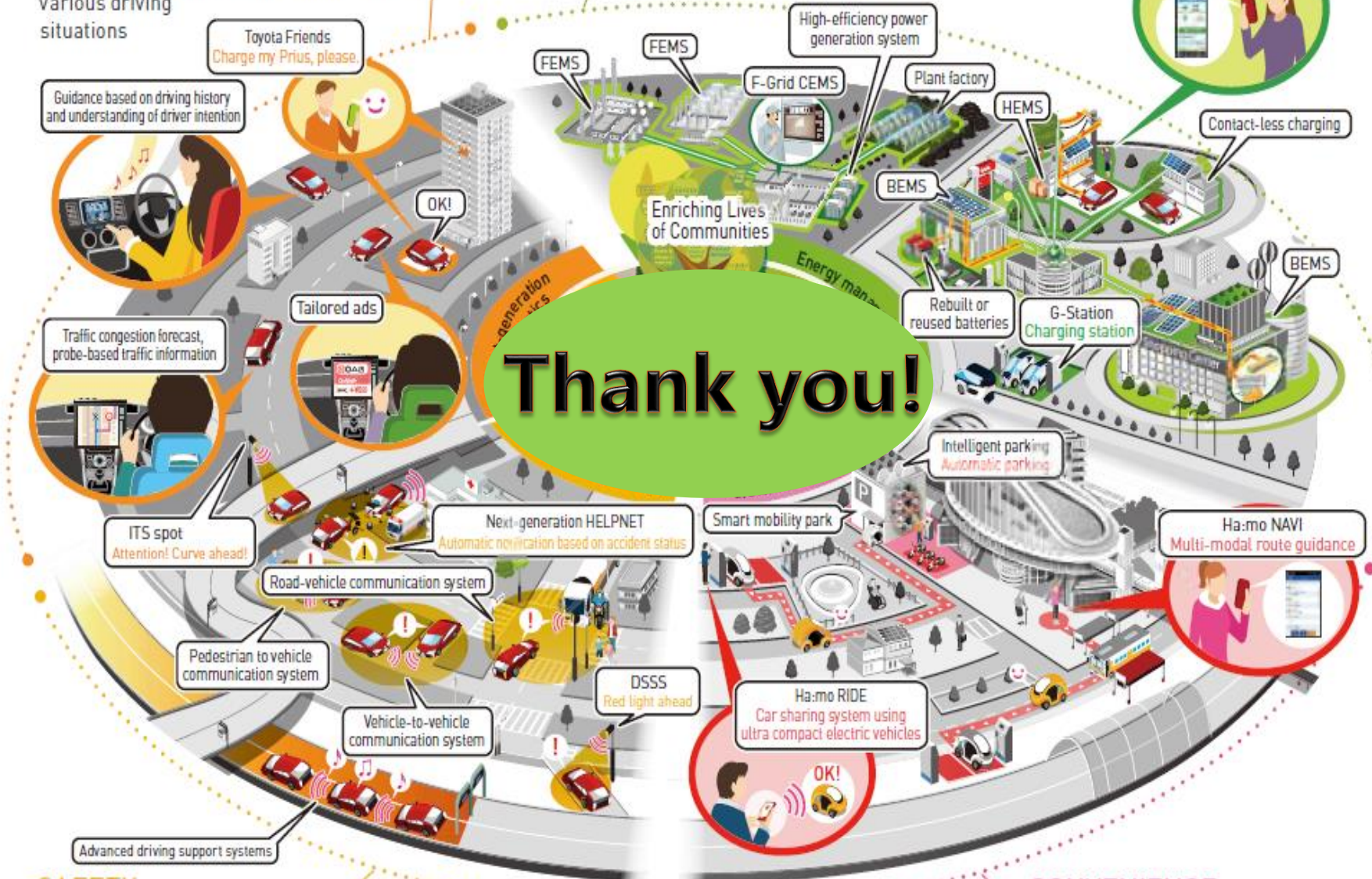
四网四流融合是从第四次到第五次工业革命演化的路径

■ 4N4F is the key path way of evolution from IR4.0 towards IR5.0.

Creating enriched and comfortable car utilization experiences for customers by providing a range of services that address various driving situations

Optimizing energy use for the entire society and realizing stress-free and environmentally considerate living with a high quality of life

H2Veneli
Support of energy-efficient lifestyle



SAFETY

Toward the realization of Toyota's ultimate goal:
zero casualties from traffic accidents

CONVENIENCE

Building a stress-free traffic environment where everyone can move around smoothly, exactly as they wish