busworld academy & IRU

2016 Beijing

中国与欧洲零排放巴士系统的比较

Introduction of Zero Emission Bus System Comparison Between China & Europe

王 健，重庆交通大学公共交通学者、《中国巴士与客车》年鉴主编

James W, Chongqing Jiaotong University, China Bus & Coach Yearbook

简报内容
Main Topics

- 电动交通（ E-mobility ）
- 中国十城千辆工程（ Ten City Thousands Vehicles Project ）
- 欧盟零排放城市巴士系统（Zero Emission Urban Bus System）
- **中国与欧盟的比较（ Comparison Betwwen China & Europe）**
- 电动巴士技术路径比较（ Analysis in Bus Technology）

电动交通：
Electric Mobility

交通与能源产业的可持续发展挑战：
气候变化与能源安全

Sustainability challenges in the energy and the transport sector:
climate change and resource scarcity

要求

requiring

改造为可持续发展的能源
Transitions to Sustainable Energy

电动交通
E-mobility

改造为可持续发展的交通
Transitions to Sustainable Mobility

可再生能源
分散的基础设施
新的商业模式与能源服务

- Renewable Energy
- Decentralized Infrastructures
- New business models and energy services

renewable sources →

可再生能源

← *storage capacity*

存储能源

- Renewable Energy
- New drive technologies
- New mobility patterns

可再生能源
新的驱动技术
新的交通型式

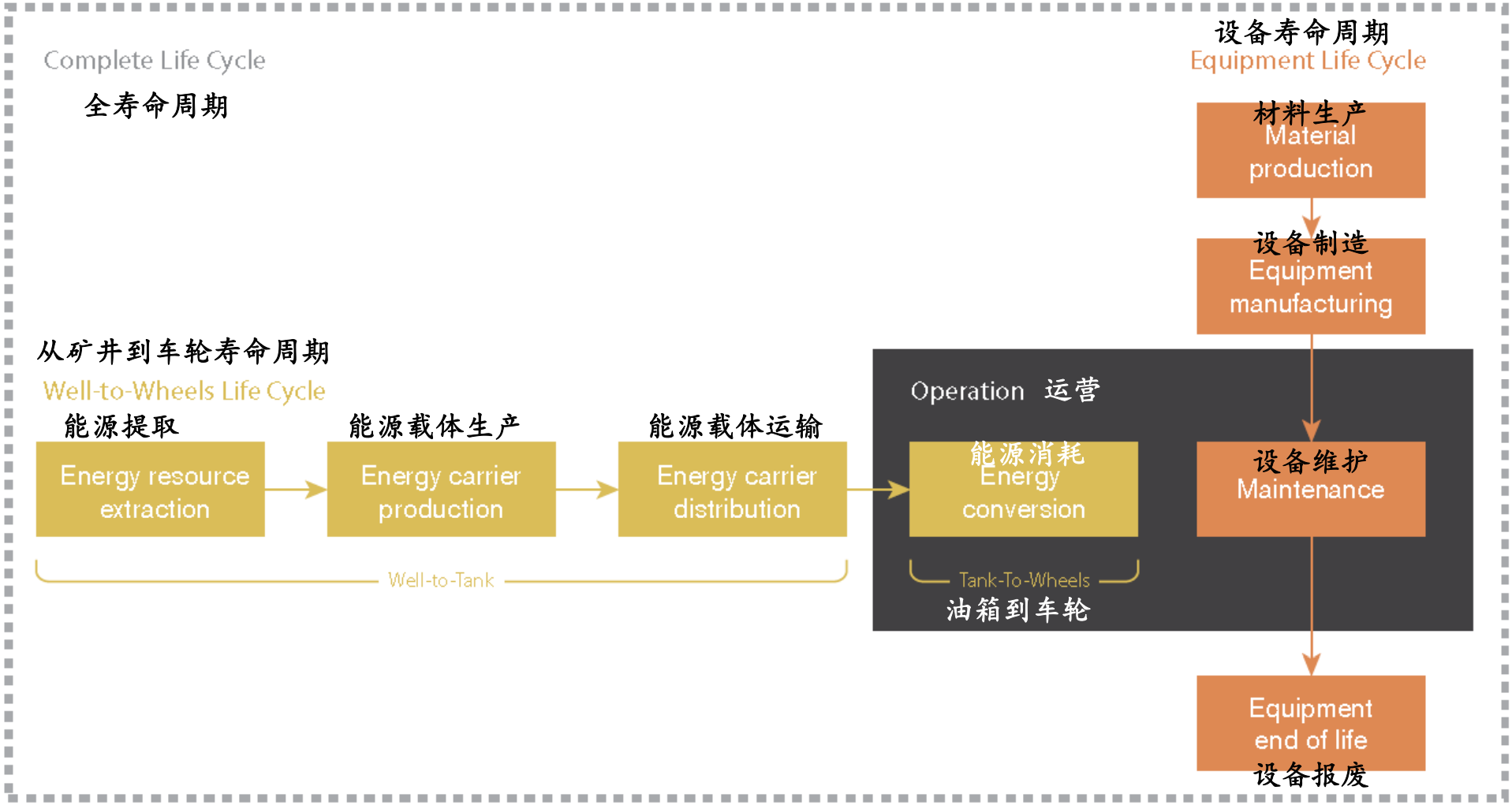
电动交通：相关产业领域

Electric Mobility : Related Industries

- 交通（Transportation）
  - 汽车工业（Motor Vehicle Industry）
  - 运输产业（Motor Carrier Industry）
- 能源（Energy）
  - 石化燃料（Fossil Fuels）
  - 可选择燃料（Alternative Fuel）

电动交通：能源从矿井到车轮及设备寿命周期流程

E-Mobility: Well to Wheels & Equipment Life Cycle Flows



全球城市机动性：能源效率与废气排放(美国)

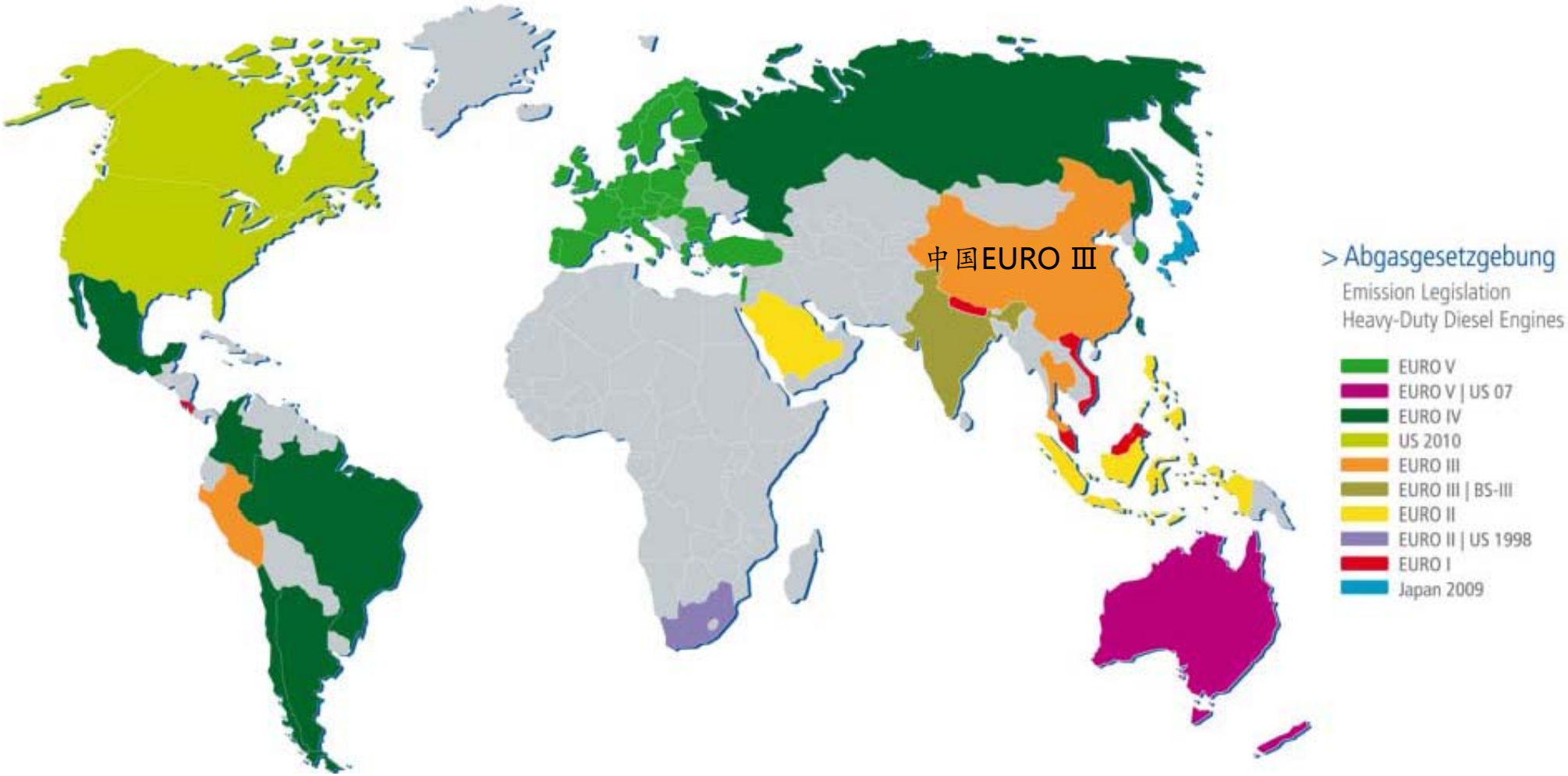
Global Urban Mobility: Energy Efficiency & Emissions in USA Bus

废气排放	标 准
污染物	0
碳氢化合物	1.30
一氧化碳	15.50
氮氧化物	4.00
颗粒物	0.05
烟雾	0
加速模式	20%
减速模式	15%
高速模式	50%

	燃料效率（英里/加仑）
电力	0.51
柴油	3.65
天然气	2.40
汽油	5.35
液化天然气	1.84
丙烷	2.36

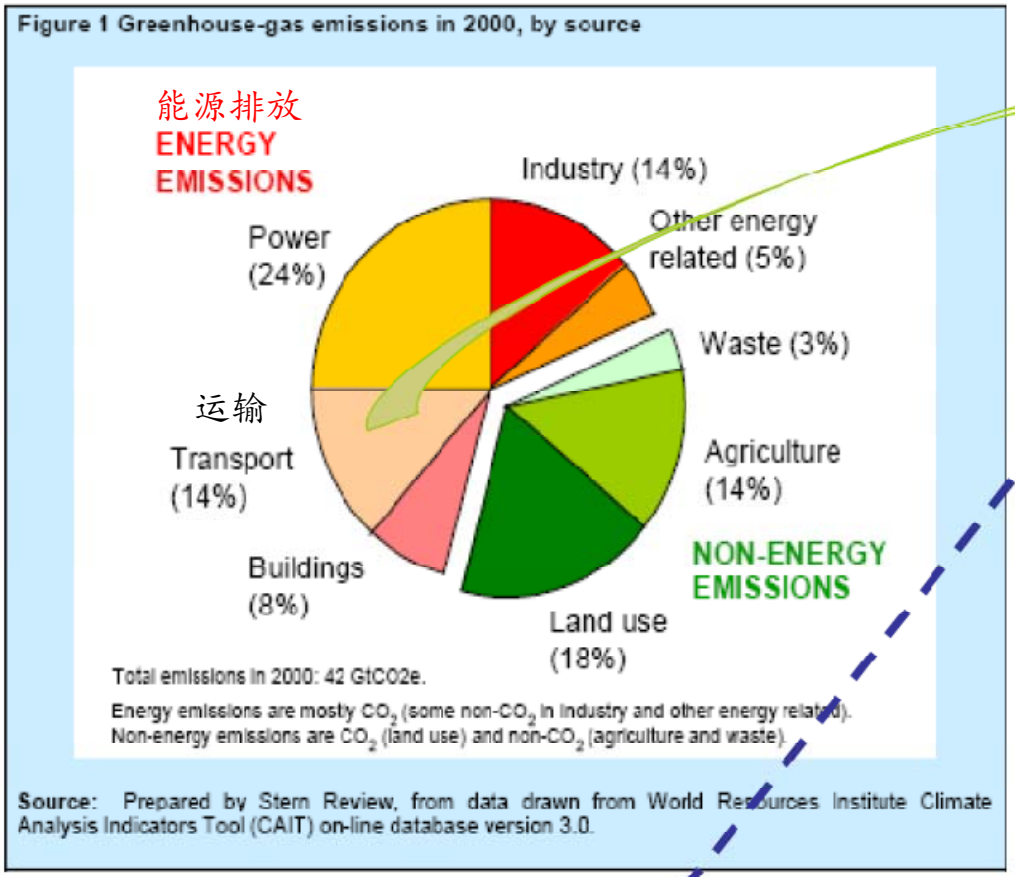
电动交通：全球汽车排放标准

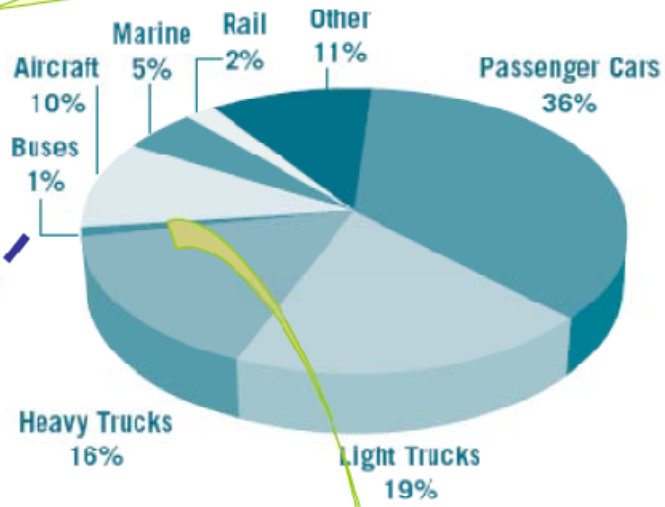
Transit Bus Industry Trends: Worldwide Emission Standards



电动交通：巴士与客车行业的温室气体排放

Electric Mobility: Greenhouse-gas Emissions





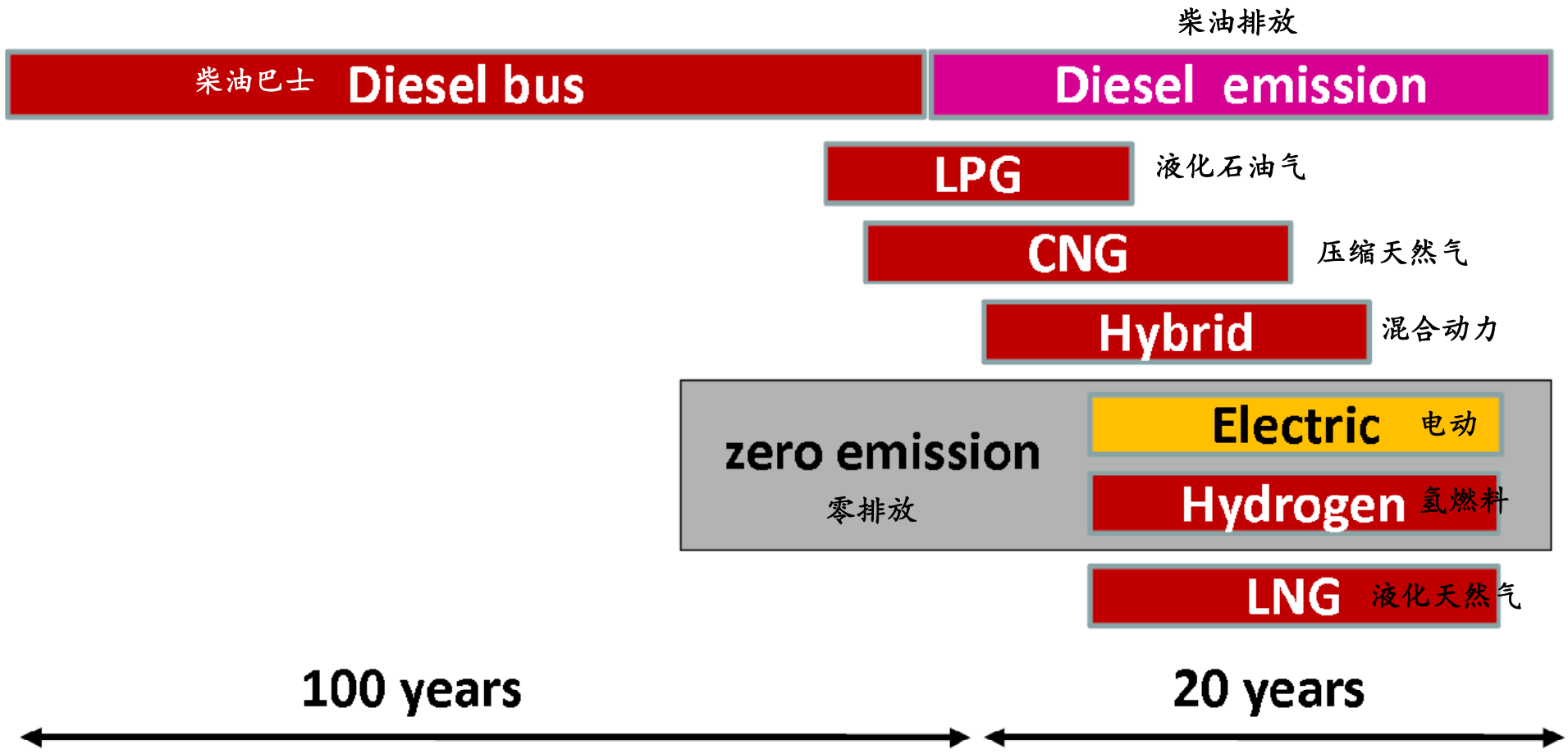
>> Bus and Coach Energy 1%

>> Bus and Coach Modal share 10%

电动交通：汽车燃料及推进系统的技术进步

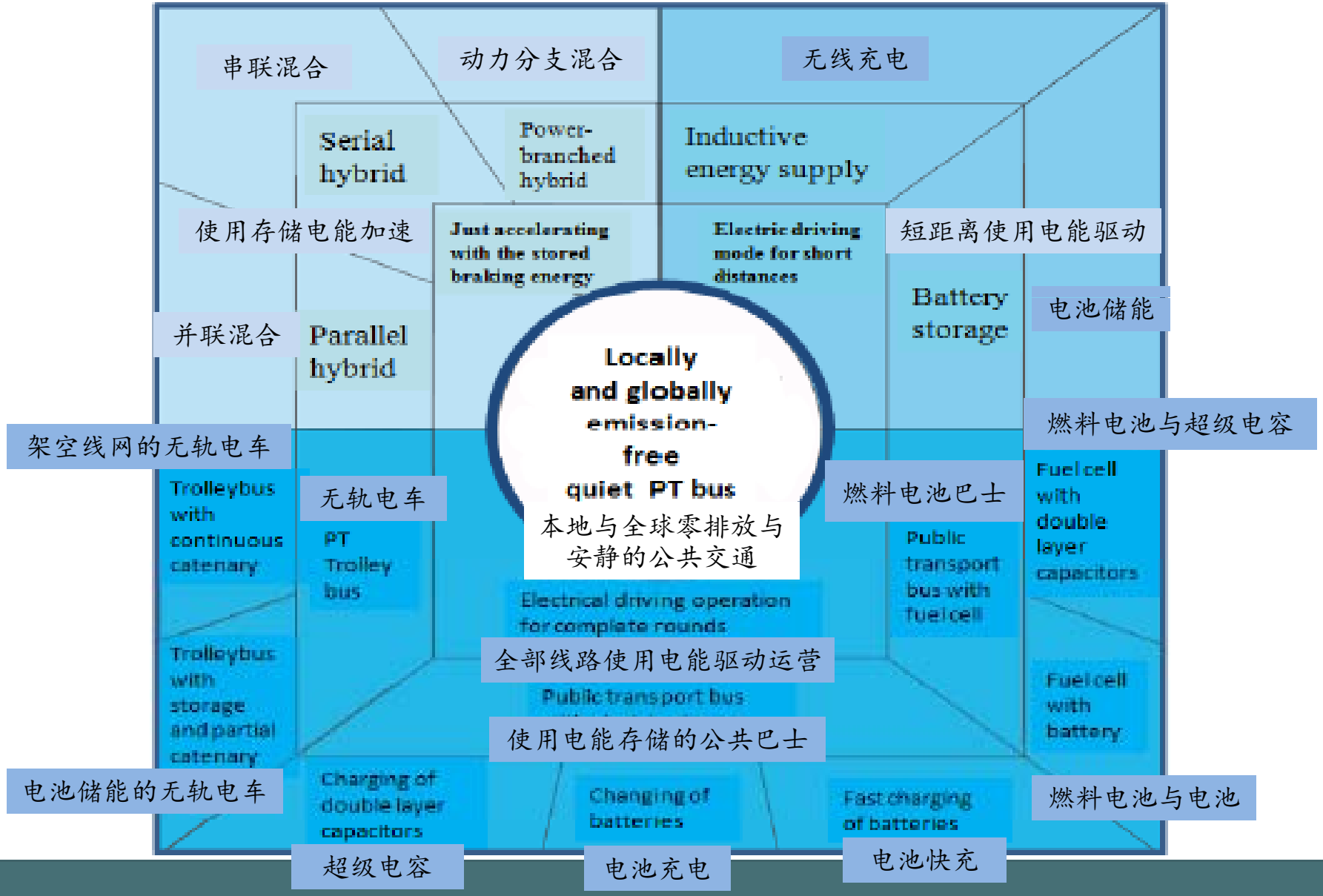
Transit Bus Industry Trends: Technical Evolution Bus Propulsion / Fuel

Fast evolution since 2000 2000年之后的快速变化



电动交通：公共巴士电动化

E-Mobility: Transit Bus Electrification



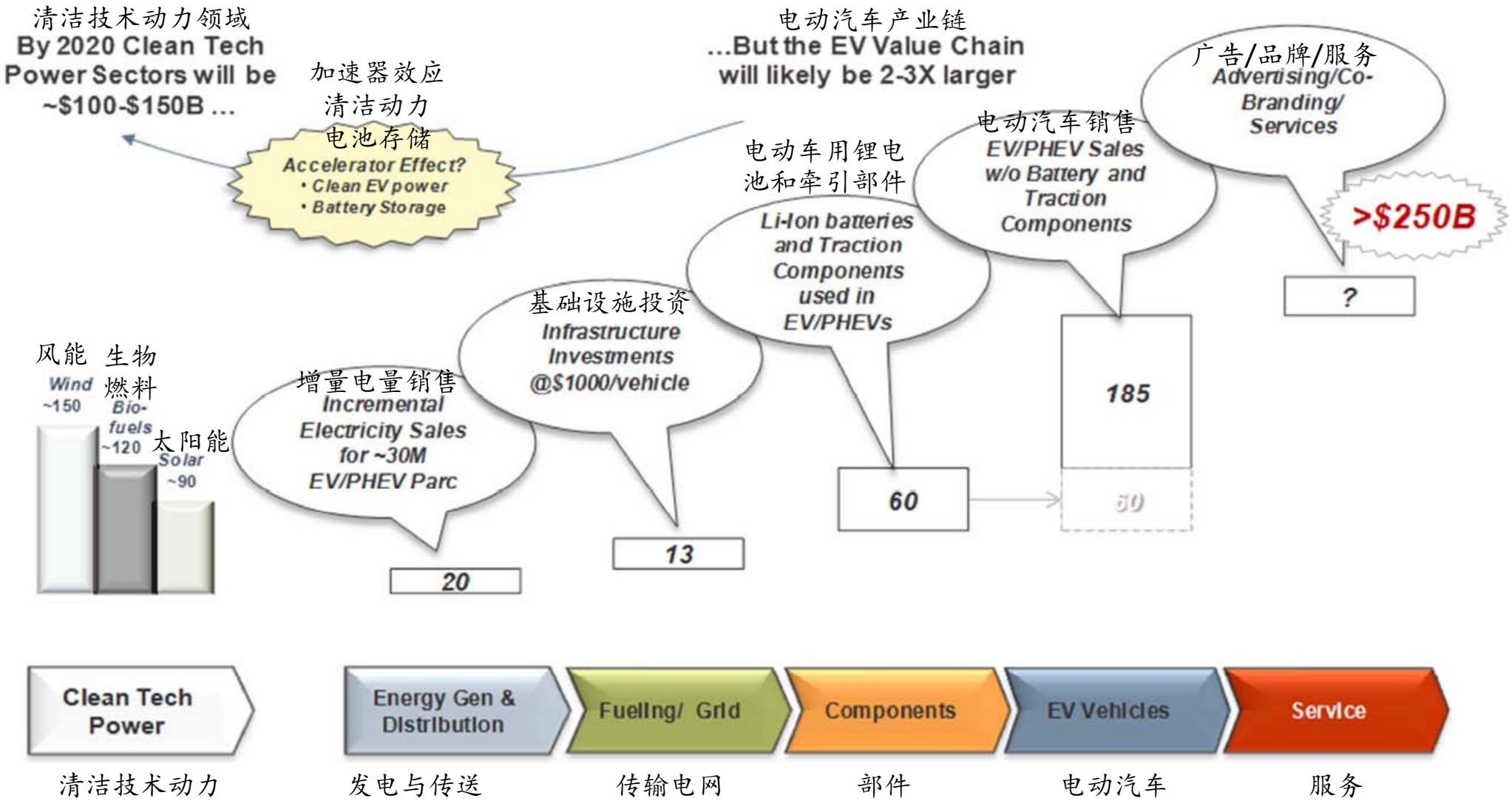
电动交通：城市电动机动车倡议

Electric Mobility: Urban Electric Mobility Initiative

- 联合国人居署、国际能源署、其他知识和研究组织以及联合国全球契约等国际机构通过知识共享、能力建设和示范项目支持发挥促进作用
- 城市电动机动车倡议（Urban Electric Mobility Initiative）
- 联合国气候峰会达成的共识（Climate Summit 2014）
- 确定的基本目标：
  - 减少交通产生排放物，通过广泛应用电动车来提高通达性和流动性
  - 2030年电动车占总的城市交通的30%

电动交通：全球电动汽车产业链

Electric Mobility: Global EV Value Chain in 2020



电动交通：交通出行方式的选择

Electric Mobility: Choice of Transport Mode

交通相关设施

停车场

充电站

加油站

电动路

Transport related infrastructure

- Car parks
- Chargers
- Gas stations
- Electrified roads

能源与燃料价格

石化燃料成本

生物燃料成本

电力成本

氢燃料成本

Public policy

- Legal requirements
- Taxes
- Incentives

公共政策

法规要求

税收

奖励

The choice of transport

交通选择

交通供给方案

乘用车

公共交通

自行车

步行

汽车共享

Supply of transport solutions

- Car
- Public transport
- Bike
- Walking
- Car sharing
- ...

Energy and fuel prices

- Fossil fuel cost
- Bio fuel cost
- Electricity cost
- Hydrogen cost

Transport demand

- City planning
- Way of life
- Preferences of the user:
  - Functionality
  - Cost
  - Transport time
  - Status

交通需求

城市规划

生活方式

运用偏好

●功能

●成本

●时间

●状态

电动交通：车辆推进系统的能源效率

Electric Mobility: Energy Efficiency & Propulsion System

交通方式	燃料消耗（L/100km） 电力消耗（kWh/km）	载客量（人）	能量消耗 （兆焦/人公里）
乘用车	15 L/100km	1	4.74
		6	0.79
	10 L/100km	1	3.16
		4	0.79
	7 L/100km	1	2.21
		4	0.55
面包车	20 L/100km	15	0.42
	10 L/100km	7	0.45
柴油巴士	56 L/100km	40	0.52
地 铁	2.61 kWh/km	75（每车）	0.13
火 车	761 L/100km	810	0.35

电动交通：机动性与公共交通

Electric Mobility

- 电动交通（Electric Mobility）
  - 公共交通（Public Transport）：固定线路巴士
  - 需求响应交通（Demand Response Transit）：非固定线路小型巴士
  - 共享交通（Vanpool）：汽车共享
  - 私人交通（ Private Transport ）：乘用车

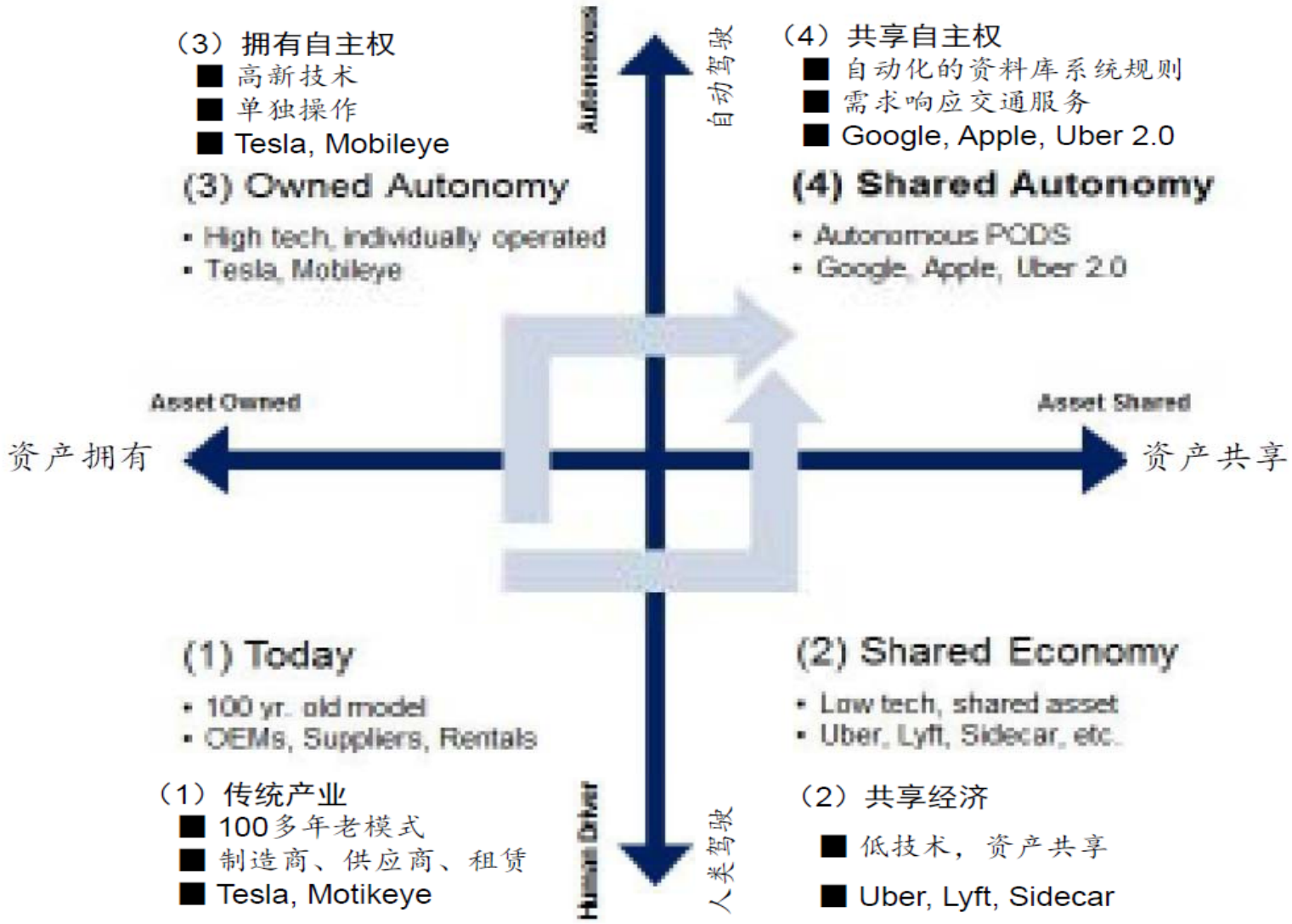
电动交通：公共巴士电动化的原则

E-Mobility: Transit Bus Electrification

- 公共交通电动化基于以下选择（Choice will be based on）
  - 用户成本及社会成本（Cost , for end user and society）
  - 用户的舒适、灵活、可靠、容易使用（Comfort, flexibility, reliability, easy to use, end user habits, …）
  - 可持续发展（Sustainability, for end user and society)

电动交通：汽车产业趋势（汽车共享+无人驾驶）

Electric Mobility: Carsharing + Self-Driving Car



电动交通：巴士与客车技术发展趋势

Electric Mobility: Bus & Coach Industry Trends

- 车辆设计（Vehicle Design）
  - 整合（ Integration ）
  - 寿命期（ Lifecycle ）
  - 制造工艺（ Manufacturing ）
  - 车身结构与材料（Body Structures and Materials ）
  - 推进系统（ Propulsion ）：轮边电机与轮毂电机
  - 软件（Software）
  - 感应器（Sensors）
  - 电子（Electronics
  - 车载电脑（Telematics）

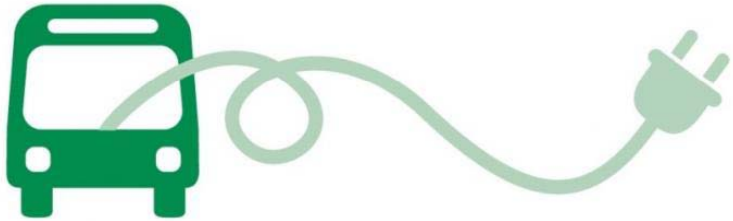
电动交通：巴士与客车技术发展趋势

Electric Mobility: Bus & Coach Industry Trends

- 车辆制造（Vehicle Manufacturing Processes）
  - 传统工艺（ Traditional Process）
  - 模块轻量化夹层板车身（LITEBUS）
  - 轮毂电机推进系统（）
  - 车载装置（ On-Broad Device）
- 车辆运用（Vehicle Use）
  - 驾驶员与乘客需求（Requirements of Driver & Passenger）
  - 运营商要求（Requirements of Operators）
  - 基础设施配套（ Infrastructure Supporting）
  - 行业管理（Industry Management）

电动交通：公共巴士电动化的技术路线

E-Mobility: Transit Bus Electrification



- 电动巴士（Electric Bus）
  - 无轨电车（Trolleybus）
  - 隔空充电巴士（Gapbus）
  - 电池电动巴士（Battery Electric Bus）
  - 飞轮巴士（Gyrobus）
- 技术路径（Technical Path）
  - 轻量化（ Lightweight ）
  - 电动化（ E-Mobility ）
  - 智能化（Intelligence）

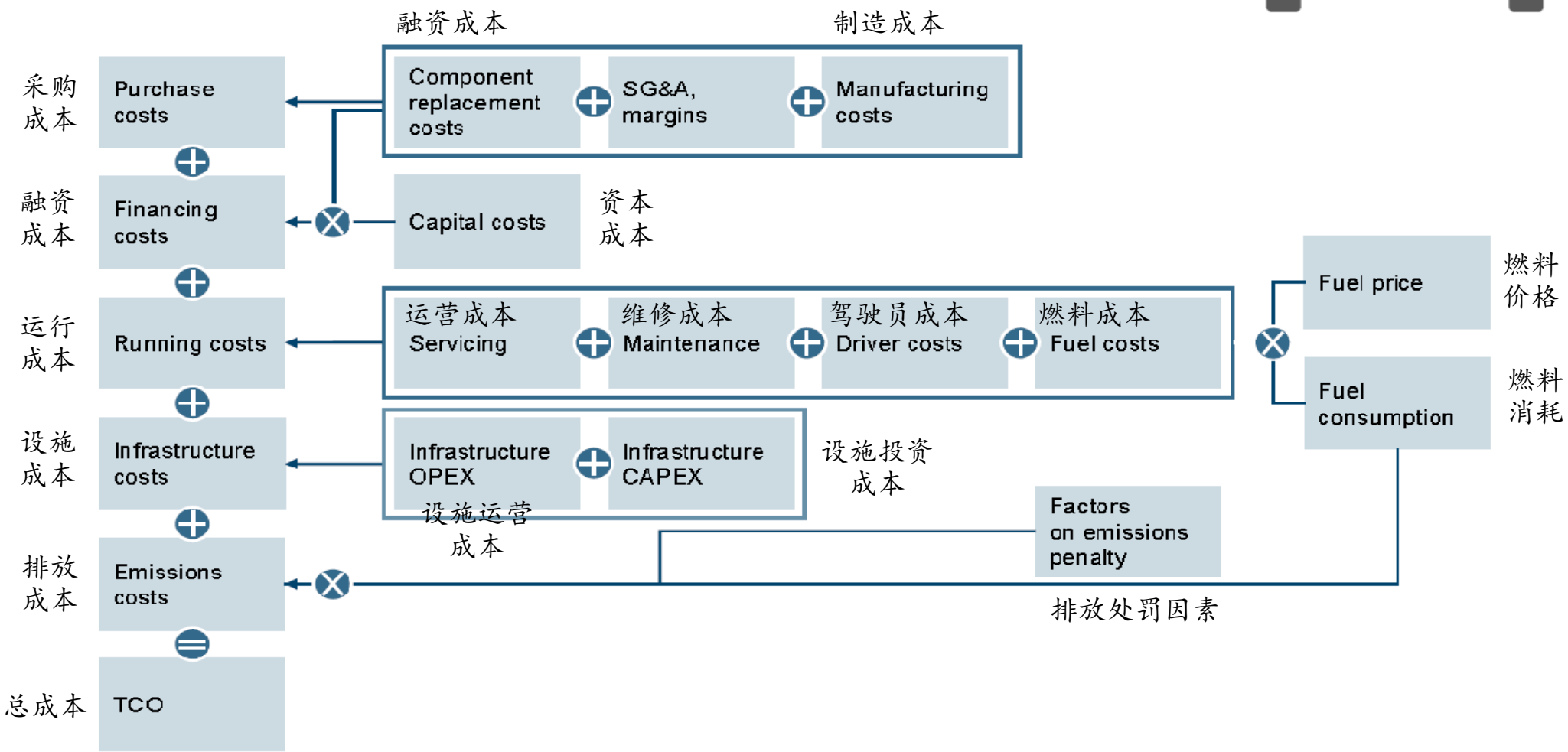
电动交通：公共巴士年总成本

Electric Mobility:

车 型	动力成本 (欧元/公里)	折旧 10/15年	部件成本（欧元）	外部服务（欧元）	保险 (欧元)	轮胎供应（欧元）	年总成本（欧元）
传统柴油巴士	1.74（基准）	34,000	5,000	4,000	2,200	0.05	92,000
混合动力巴士	0.45（15%）	60,000	6,000	5,000	2,600	0.05	112,300
传统无轨电车	0.39（40%）	50,000	12,000	2,000	2,000	0.05	94,200
双源无轨电车	0.11（66%）	50,000	12,000	2,000	2,000	0.05	97,100
电池电动巴士	0.06（71%）	50,000	12,000	2,000	2,000	0.05	99,000

电动交通：公共巴士寿命期总成本

Electric Mobility: Life Total Cost in Transit



电动交通：社会发展趋势

Electric Mobility: Bus & Coach Industry Trends

社会相关性包括人口统计特征，生活方式期望和选择，机动性需求与行为，工作模式及对身体健康、生命安全与社会安定的期许

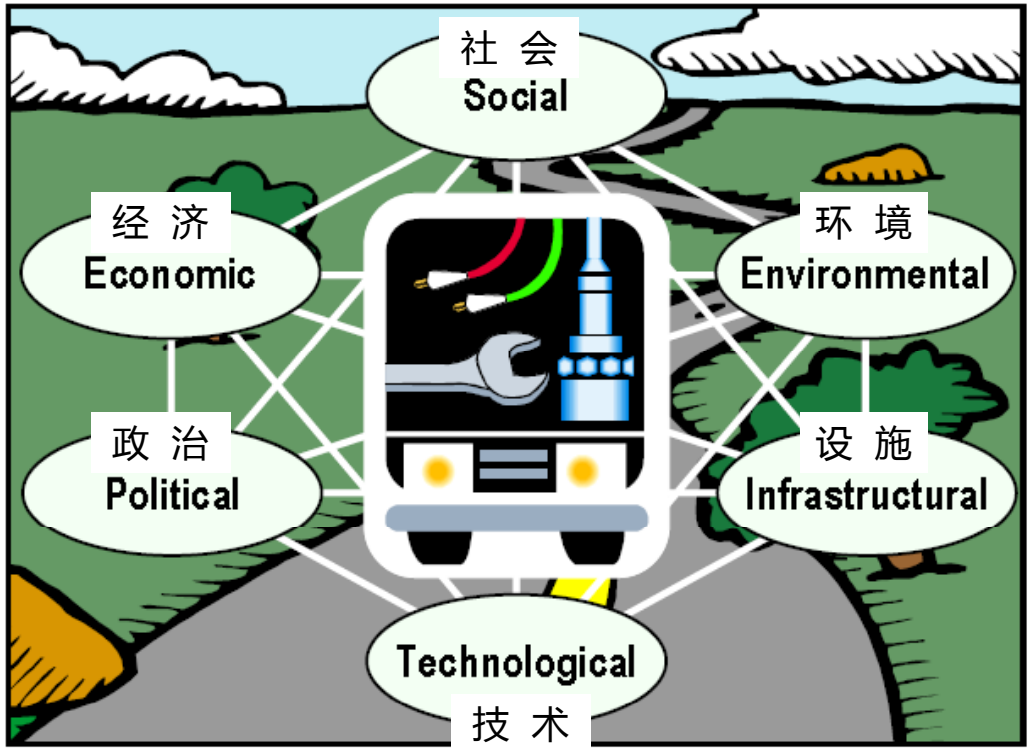
经济相关性包括人类生活密切关联的全球、国家、企业及个人的经济状况

环境相关性包括能源的产出与消耗、废物废气排放与污染，以及对人类健康的危害

技术相关性包括开发新型燃料与动力系统、电子与控制技术、新结构与新材料等，以及所涉生产制造方式与商业化模式

设施相关性包括公路与基础设施，以及相关的交通服务、交通信息和交通枢纽等。

政治 相关性包括政策、法规和法律，以及相应的政治引导过程



Society, economy and the environment

Social, economic and environmental drivers reflect the three cornerstones of sustainable development.

The overall goal must be to meet social aspirations while ensuring that the environmental burden of production and consumption is managed. Economic goals are crucial, as wealth enables social and environmental goals to be achieved.

Technology, policy and infrastructure

Technology, policy and infrastructure are different from the above three themes, in that activities here can either enable or constrain progress towards the primary social, economic and environmental goals

电动交通：中国十城千辆工程

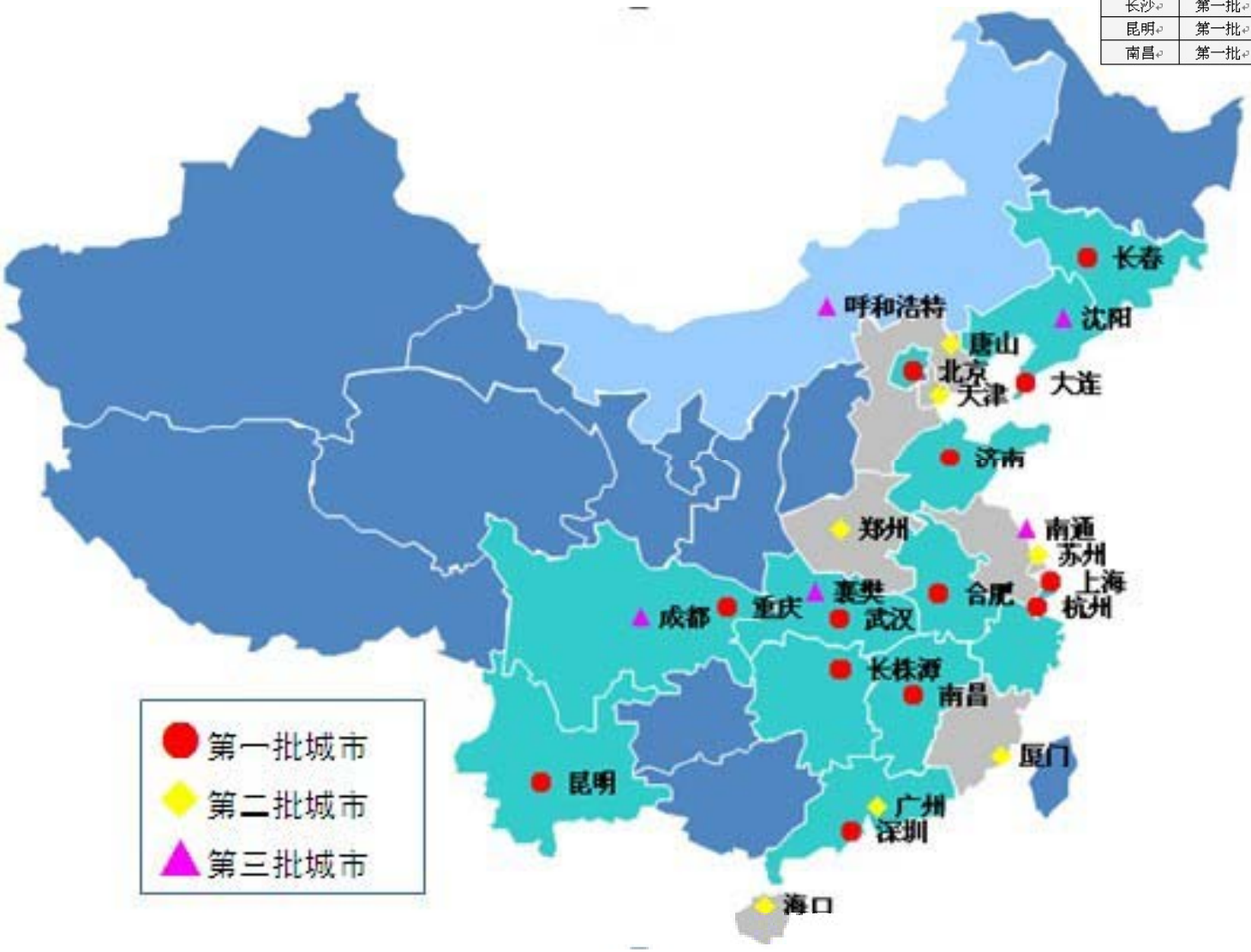
Bus & Coach Industry Trends: Electrification

- 财政部、科技部、工信部、发改委联合启动“十城千辆”（2009）
- 3年左右，每年发展10个城市，每个城市推出1000辆新能源汽车
- 25个城市争先恐后地参与示范工程
  - 第一批13个试点城市（ 2009）
  - 第二批7个试点城市（ 2010上半年）
  - 第三批5个试点城市（2010下半年）
  - 55个城市出台新能源汽车配套政策149项（2015，不完全统计）
- 新能源汽车运营规模达到汽车市场份额的10%
- 示范工程实施效果无报告

电动交通：中国十城千辆工程

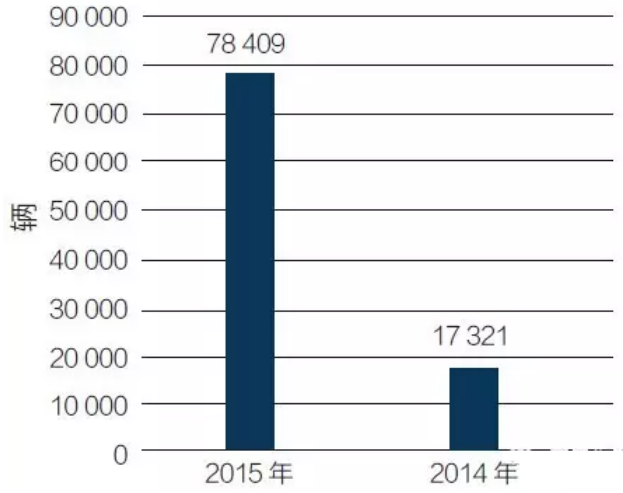
Bus & Coach Industry Trends: Electrification

城市	批次	方案论证大致时间	主管部门	城市	批次	方案论证大致时间	主管部门
北京	第一批	2009.1	市科委	天津	第二批	2010.10	市科委
上海	第一批	2009.10	市科委	海口	第二批	2010.9	科技局
重庆	第一批	2009.5	市科委	郑州	第二批	2009.8	科技局
长春	第一批	2009.6	交通局	厦门	第二批	2010.8	科技局
大连	第一批	2009.6	发改委	苏州	第二批	2009.12	交通局
杭州	第一批	2009.7	市经委	唐山	第二批	2010.8	科技局
武汉	第一批	2009.7	科技局	广州	第二批	2010.6	发改委
深圳	第一批	2009.9	发改委	襄樊	第三批	2010.9	科技局
济南	第一批	2009.5	发改委	呼和浩特	第三批	2010.10	科技局
合肥	第一批	2009.5	科技局	沈阳	第三批	2010.9	发改委
长沙	第一批	2009.7	科技厅	成都	第三批	2010.8	经信委
昆明	第一批	2009.7	科技局	南通	第三批	2010.9	交通局
南昌	第一批	2009.8	科技局				



电动交通：中国十城千辆工程

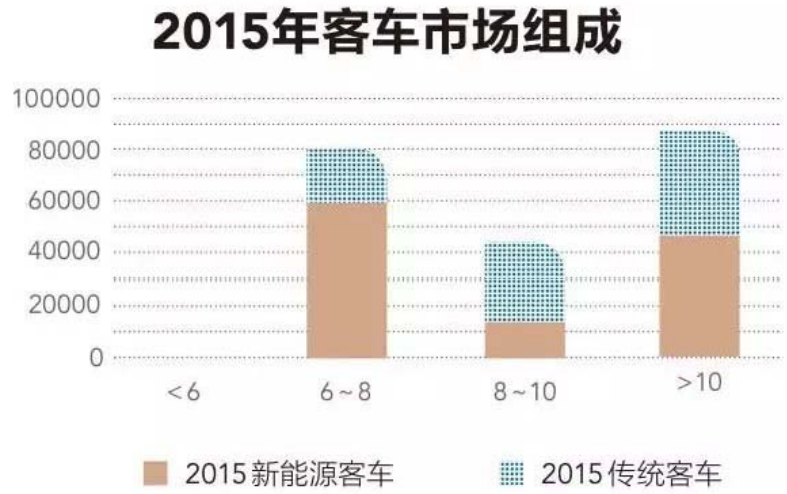
Bus & Coach Industry Trends: Electrification



- 新能源客车销量达到（New Energy Bus）：78 ,409辆（2015）
  - 同比增长（Growth ）：353%（2014年的17321辆）
  - 市场占比（Market share）： 13%（ 2014年的3%）
- 插电式混合动力客车销量（Plug-in bus）： 18277辆，
  - 市场占比下降到23%（2014年为60% ）且集中在大型客车市场
- 纯电动客车销量达到（Battery bus）：60132辆
  - 同比增长近（Growth ）： 8倍
  - 市场占比提升至（Market share）：77%（2014年为40%）
- 新能源客车市场是政府补贴出来的，非市场需求的

电动交通：中国十城千辆工程

E-Mobility: Reality of Electric Bus in China



- 中国电动巴士的现实
  - 保有量（Ownership）： 25万辆，2015
    - 爆发式增长，全球数量第一（Explosive growth, Number first in global）
  - 巨额补贴（Subsidies）： 300多亿元，2015
    - 累积投入占国民生产总值0.1%（ Cumulative subsides % GDP）
  - 政策失误（Policy Fault ）：
    - 缺乏透明度与公平性、能效测量（ Lack transparency& fairness, efficiency measurement ）
  - 骗取补贴（Cheat Money）：
    - 政府补贴 + 制造商免费赠送给运营商（ Bus free to provide to operators）

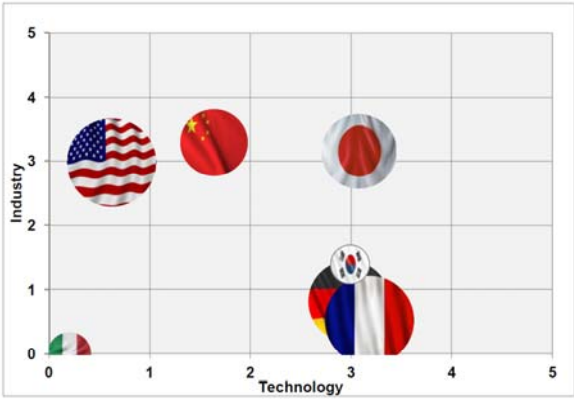
电动交通：中国电动巴士的理想

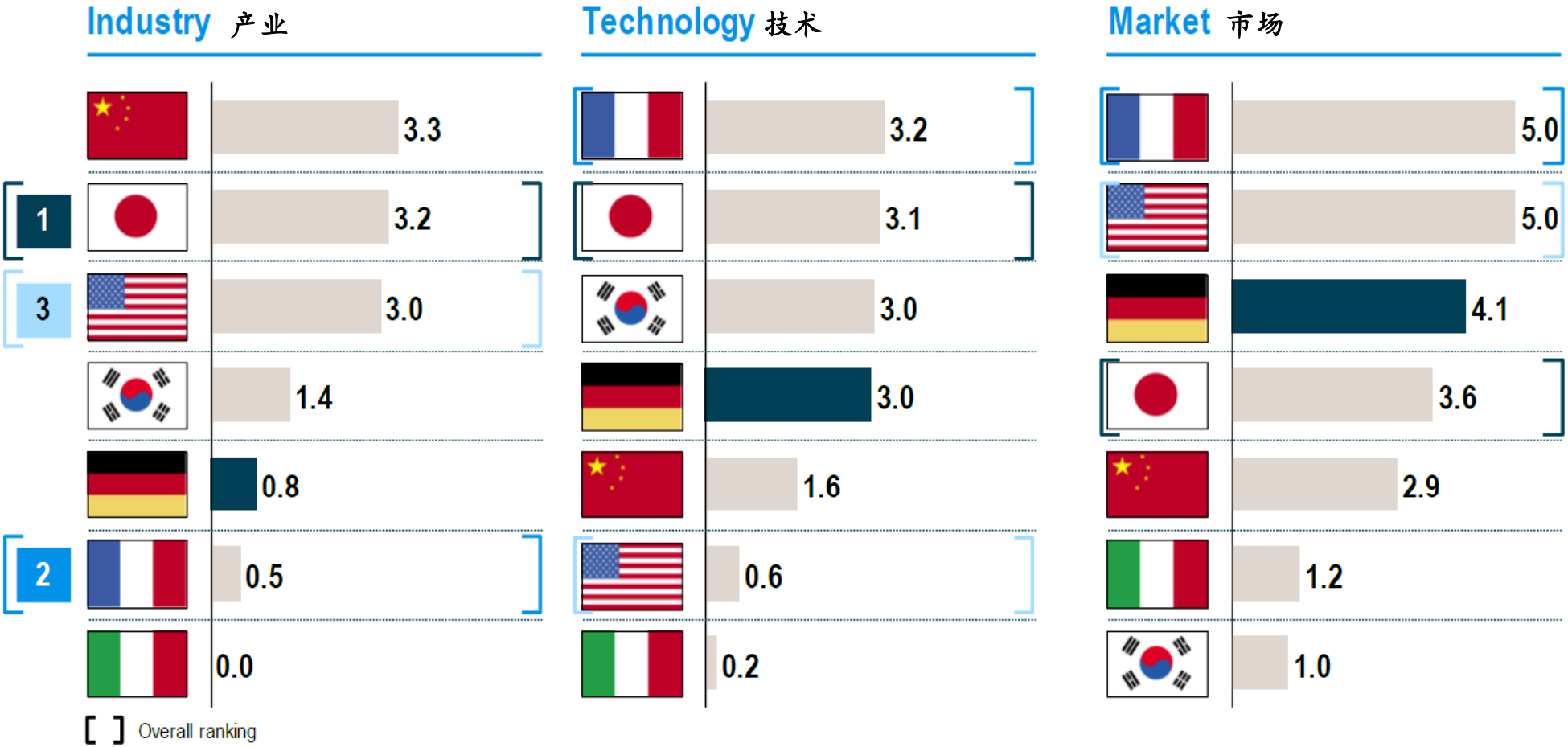
E-Mobility: Ideal of Electric Bus in China

- 中国电动巴士的理想
  - 产品价值（Product Value）
    - 低地板（Lowfloor）、宽通道（Wide Acess）
  - 技术路线（Technical Route）
    - 分布式驱动（ Distributed drive ）、轮毂电机（Hub motor）、氢燃料（Hydrogen fuel）
  - 进入弯道（Entering Curve）
    - 材料电池（ Materials Battery ）
  - 系统创新（Innovation）
    - 多元分布推进系统（ Multivariate distributed drive ）、复合材料车身（ Composite material body ）

电动交通：罗兰贝格指数排行榜

E-Mobility: Roland Berger E-Mobility Index

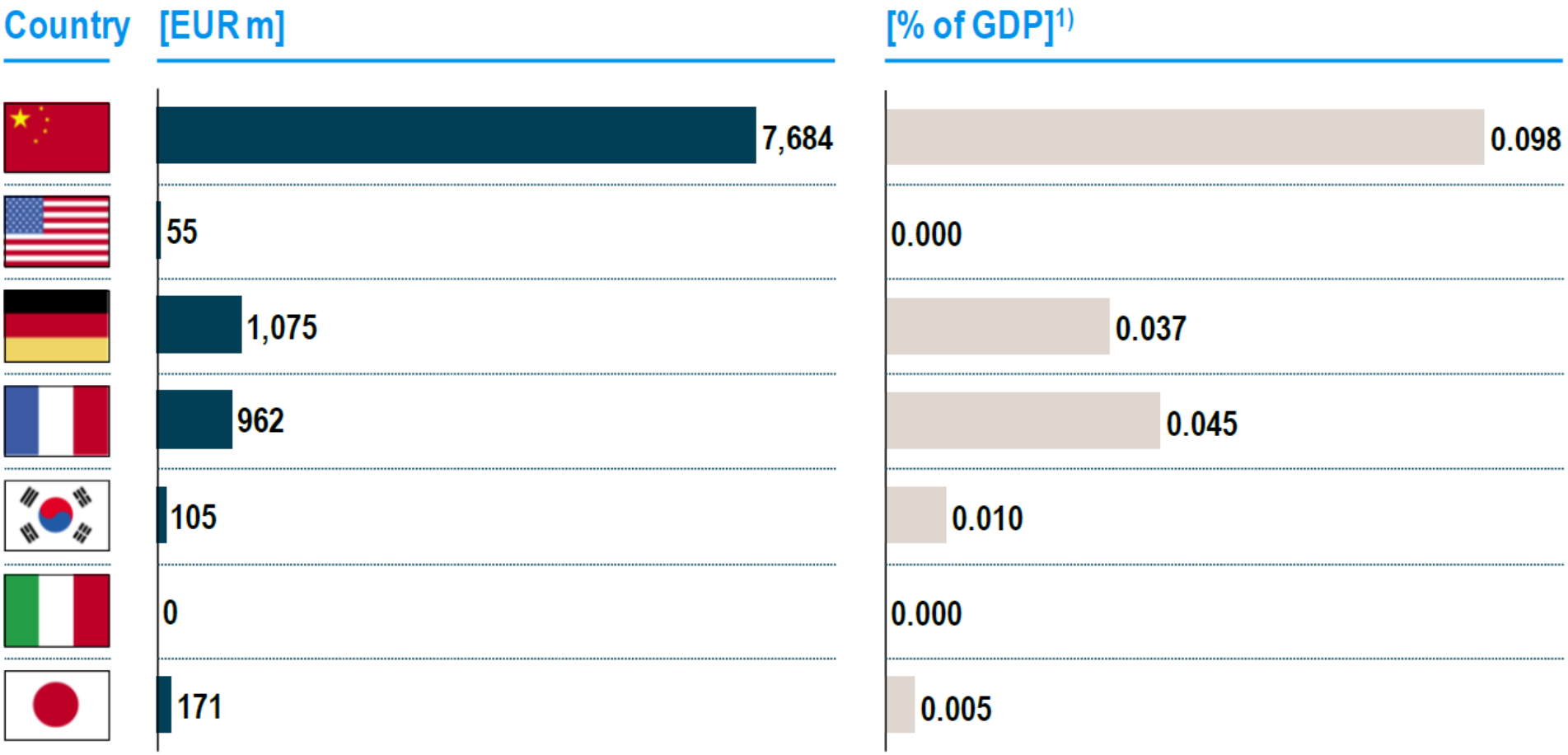




Source: fka; Roland Berger

电动交通：罗兰贝格指数排行榜

E-Mobility: Roland Berger E-Mobility Index



1) Subsidies expressed as a proportion of current GDP (2014)

Source: fka; Roland Berger

电动交通：
Electric Mobility

- 欧盟电动交通的三面旗帜
- （EU's three flagship electromobility projects）
  - **零排放城市巴士系统（ZeEUS）**
  - 乘用车的绿色电动（Green eMotion）
  - 欧洲城市的电动货车（FREVUE）

电动交通：零排放的城市巴士系统

E-Mobility: lectrification ZeEUS

Zero Emission Urban Bus System

在欧洲城市巴士系统网络的核心区域通过实际的示范，促进电动巴士的市场化，测试电动化解决方案

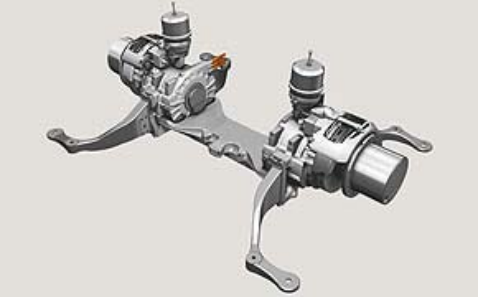
- 6个欧盟国家开展8 个核心示范项目
- 总共有35辆12米单体巴士和双层巴士参加运营
- 3 种创新的电动巴士解决方案
  - 插电式混合动力、纯电、电池和有轨电车
- 快充与慢充的策略
- 不同的能源供应方式
  - 插头、感应、无线充、架空线
- 官网：www.zeeus.eu

结果

- 不同条件下经济、环境和社会可行性分析
- 支持决策者的指南和工具
- ZeEUS观测台讨论城市巴士系统电动化的进展

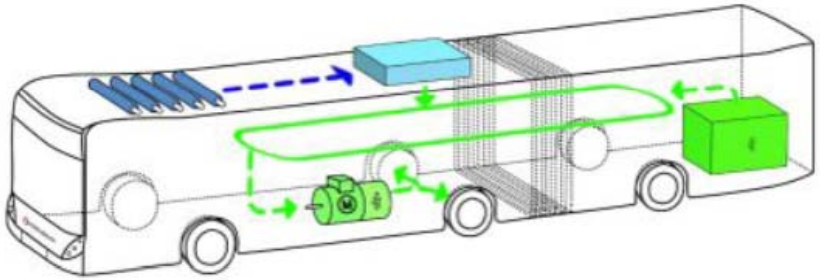
电动交通：欧洲电动巴士主流车型

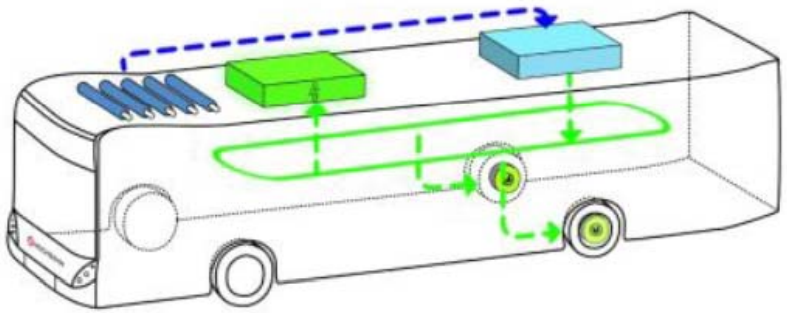
E-Mobility: Typical Models in European Bus Manufacturer



轮边电机驱动车桥

ZF AVE 130 drive alxe

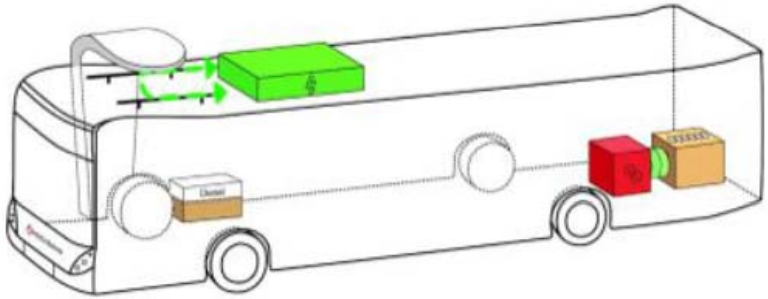


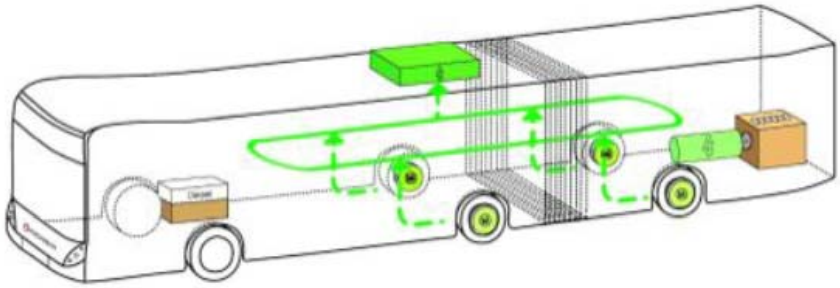


Solaris Urbino BZ		Fuel Cell Hybrid Bus Citaro FuelCell Hybrid
Fuel Cell Hybrid Bus with Plug-In-Function and fuel cell as Range-Extender		Fuel Cell Hybrid Bus with fuel cells and battery
Fuel Cells: Ballard FCvelocity HD7, 100 kW		Fuel Cells: Ballard, 120 kW (2x60 KW)
Storagesystem: Dynetek, 9x205 litre (45 kg, 350 bar)		Storage System: Dynetek 7x205 litre (35 kg, 350 bar)
Lithium Ion battery: 3x40 KW (120 kWh)		Lithium Ion battery: 250 KW
Electric Motor TSA_TMF, 280 KW		Wheel hub motor: 2x60 KW
Consumption target: 13 kg H_2/100 km		Consumption: 8 kg H2 / 100 km

电动交通：欧洲电动巴士主流车型

E-Mobility: Typical Models in European Bus Manufacturer





Volvo 7900 Plug-In-Hybrid		Dieselhybridbus Citaro G BlueTEC Hybrid
Parallel diesel-electric Plug-In hybrid bus, 7km electric range		Serial diesel electric hybrid bus
Lithium Ion battery: 170 KW		Lithium Ion battery: 258 KW
Electric Motor: Volvo I-SAM electric motor, 150 KW		Wheel hub motor: 4x60KW
Dieselmotor: Volvo D5K240 EU 6/EURO 6, 177kW		Dieselmotor: Mercedes-Benz OM 924 LA, EEV, 160 KW, EURO 5
External Charging at Depot: 11 KW, 400 V AC with Typ2-plug, duration 2 hours		Generator Permanent-Synchronmotor, 160 KW
External Charging on route: 150 KW, bis 750 V DC, duration ca. 6 Min.		

电动交通：中国电动巴士主流车型

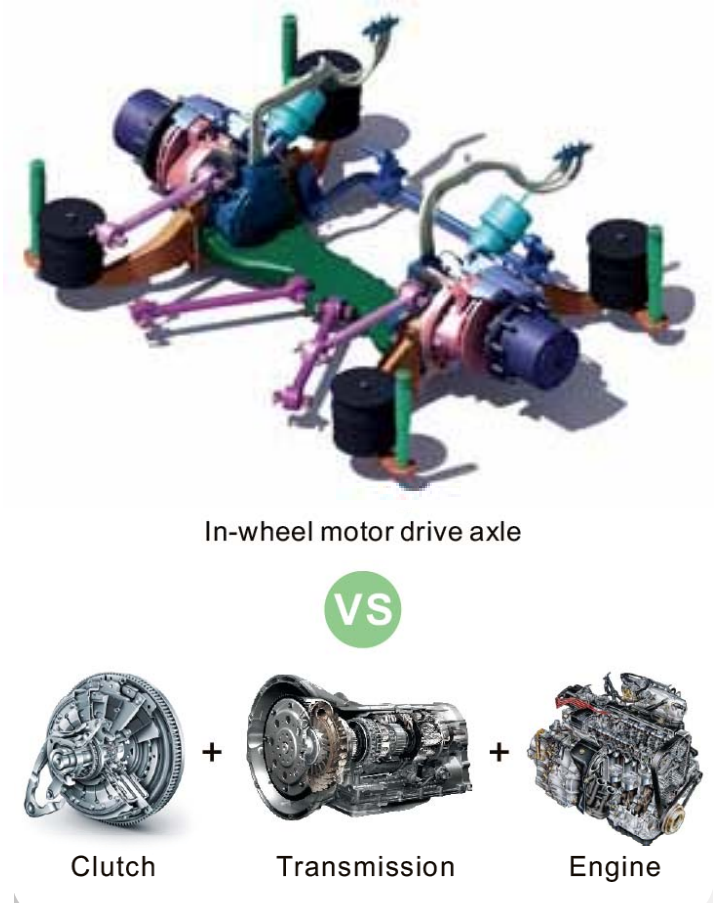
E-Mobility: Typical Models in China Bus Manufacturer

BYD eBUS-12 (English)
G.V.W (Standard) 19,000 kg
Curb weight 13,300 kg
Passengers capacity 68 p
Battery Engery 324 kW LiFePO4
Electric Motor 90/180 x 2 kW
Consumption target
Range in SORT conditions 305 km

Yutong E12 (France)
G.V.W (Standard) 19,700kg
Curb weight 13,400 kg
Passengers capacity 92 p
Battery Engery 295 kW LFP
Electric Motor 215/350 kW
Consumption target
Range in SORT conditions 320 km

电动交通：轮边驱动巴士（BYD）

E-Mobility: Typical Models in China Bus Manufacturer

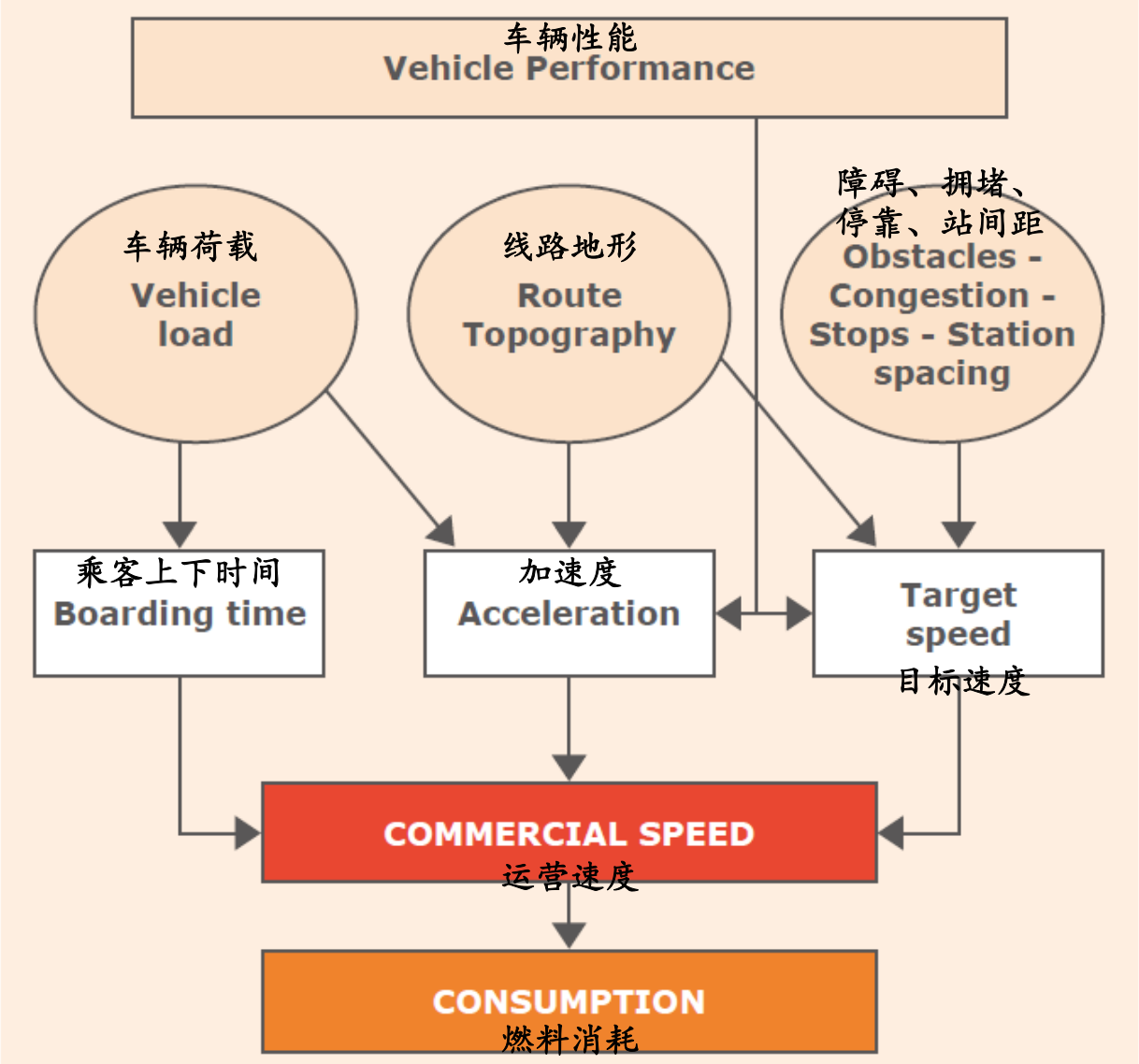


BYD电动巴士采用轮边电机驱动技术

BYD electric bus adopts wheel motor drive

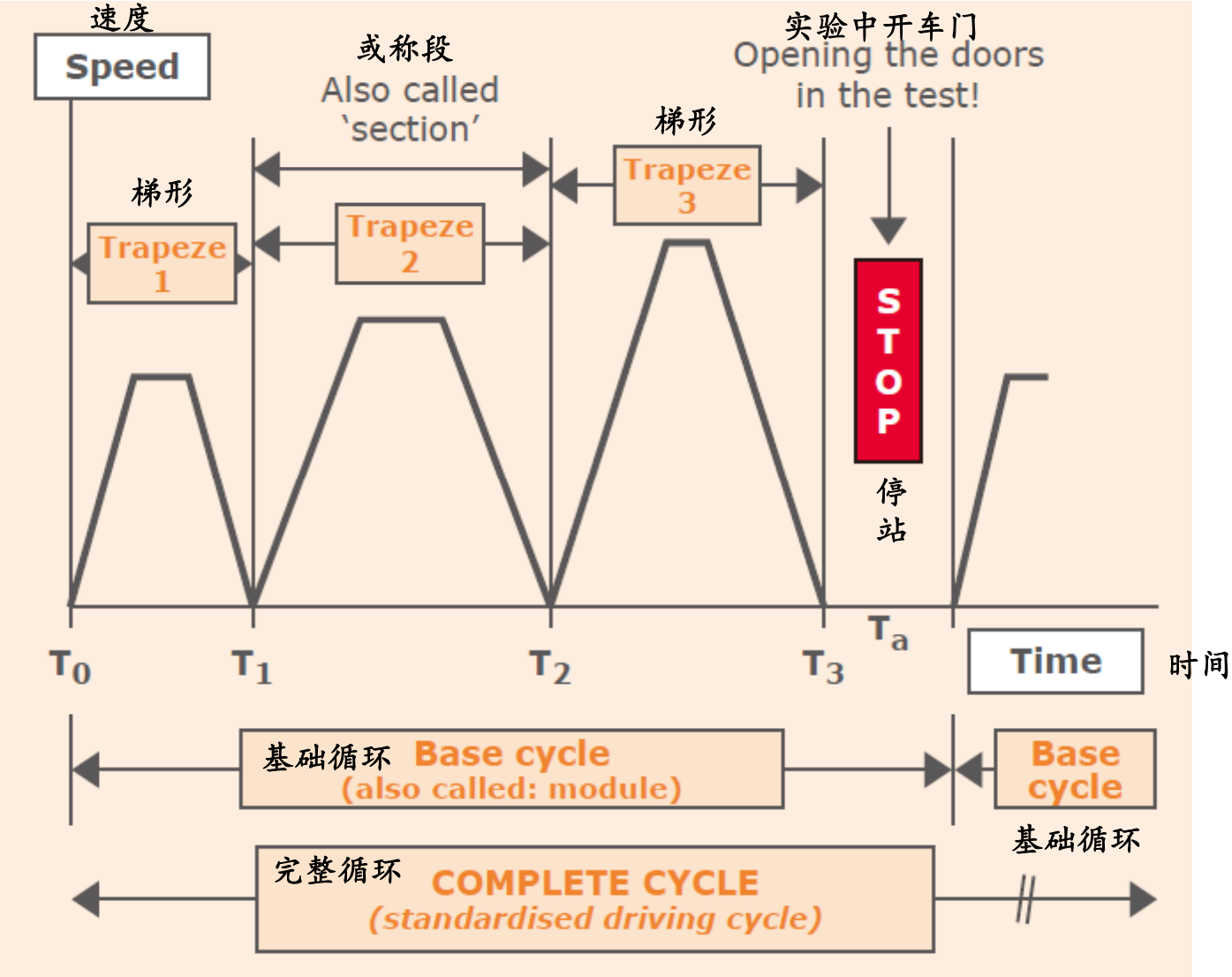
电动交通：标准化道路试验循环（SORT）

E-Mobility: Standardised On-Road Test Cycles



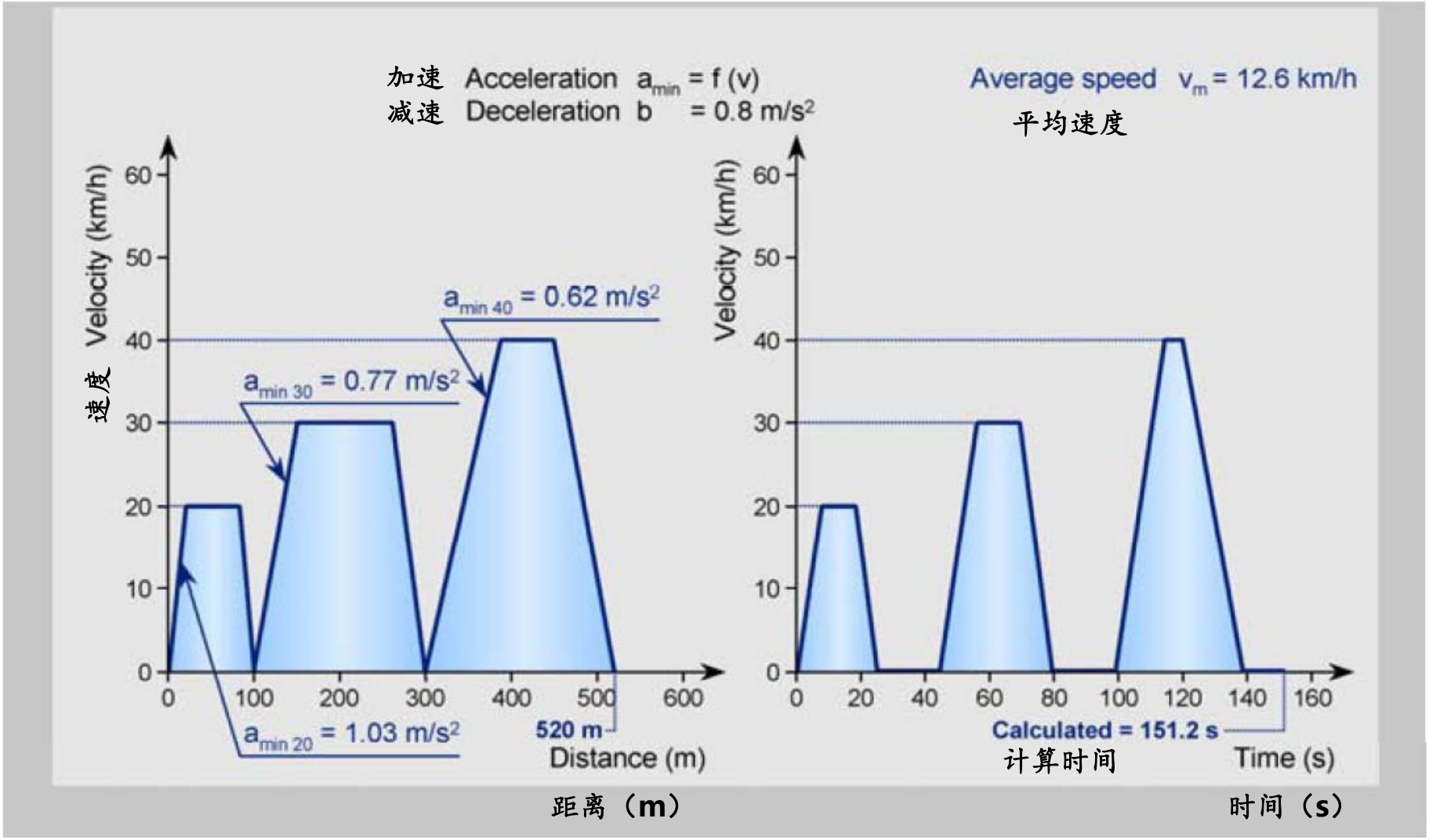
电动交通：标准化道路试验循环（SORT）

E-Mobility: Standardised On-Road Test Cycles



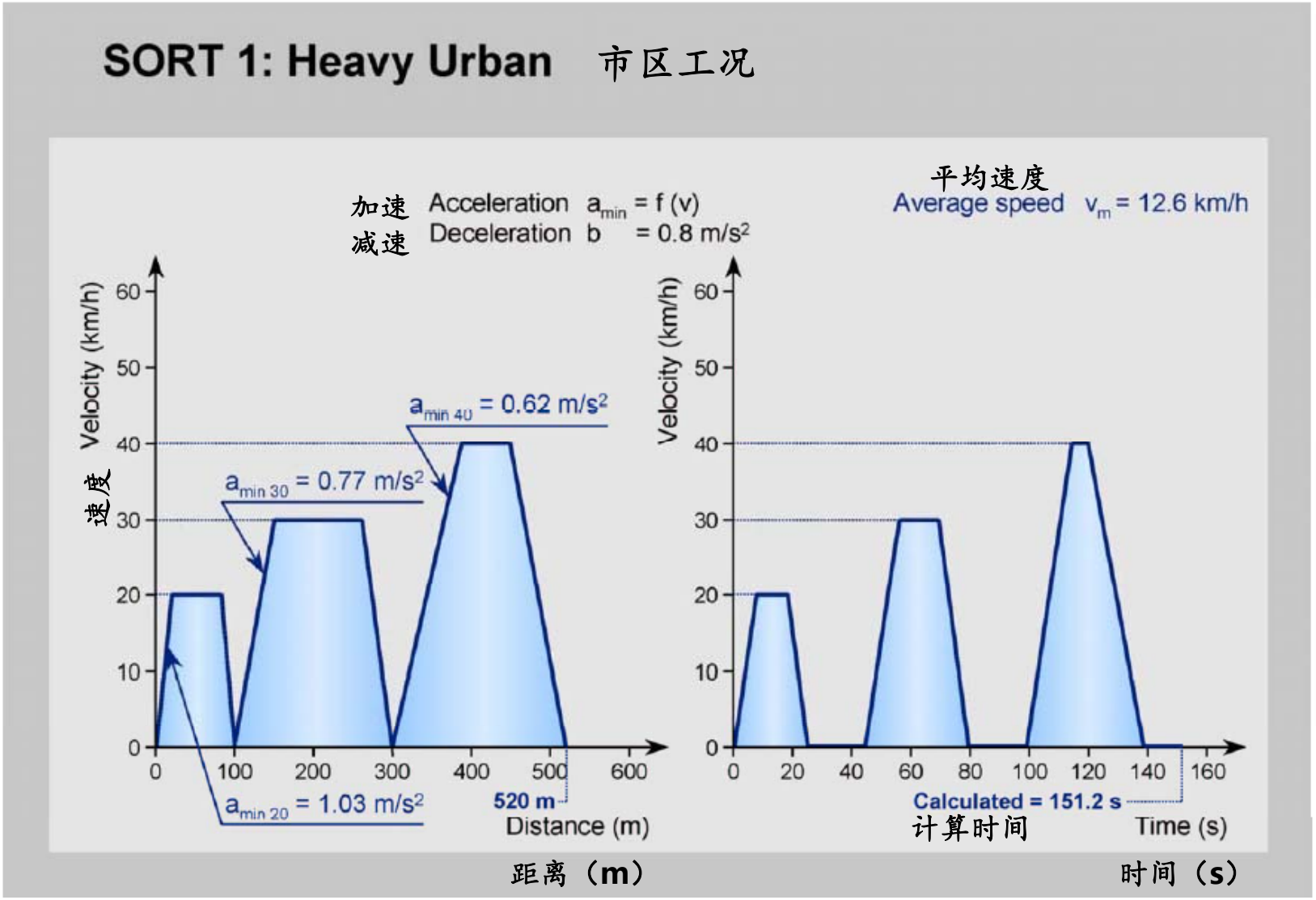
电动交通：标准化道路试验循环（SORT）

E-Mobility: Standardised On-Road Test Cycles



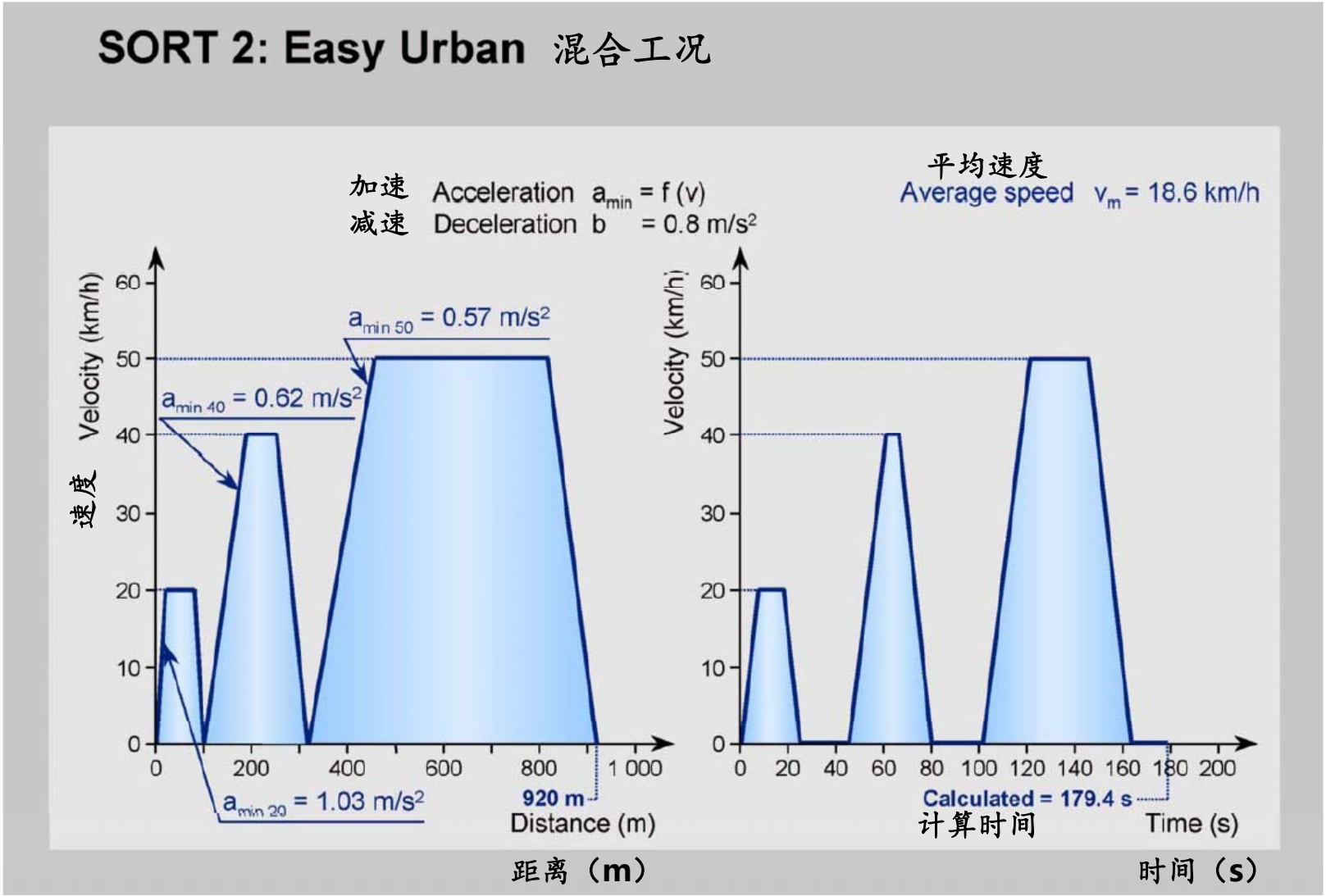
电动交通：标准化道路试验循环（SORT）

E-Mobility: Standardised On-Road Test Cycles



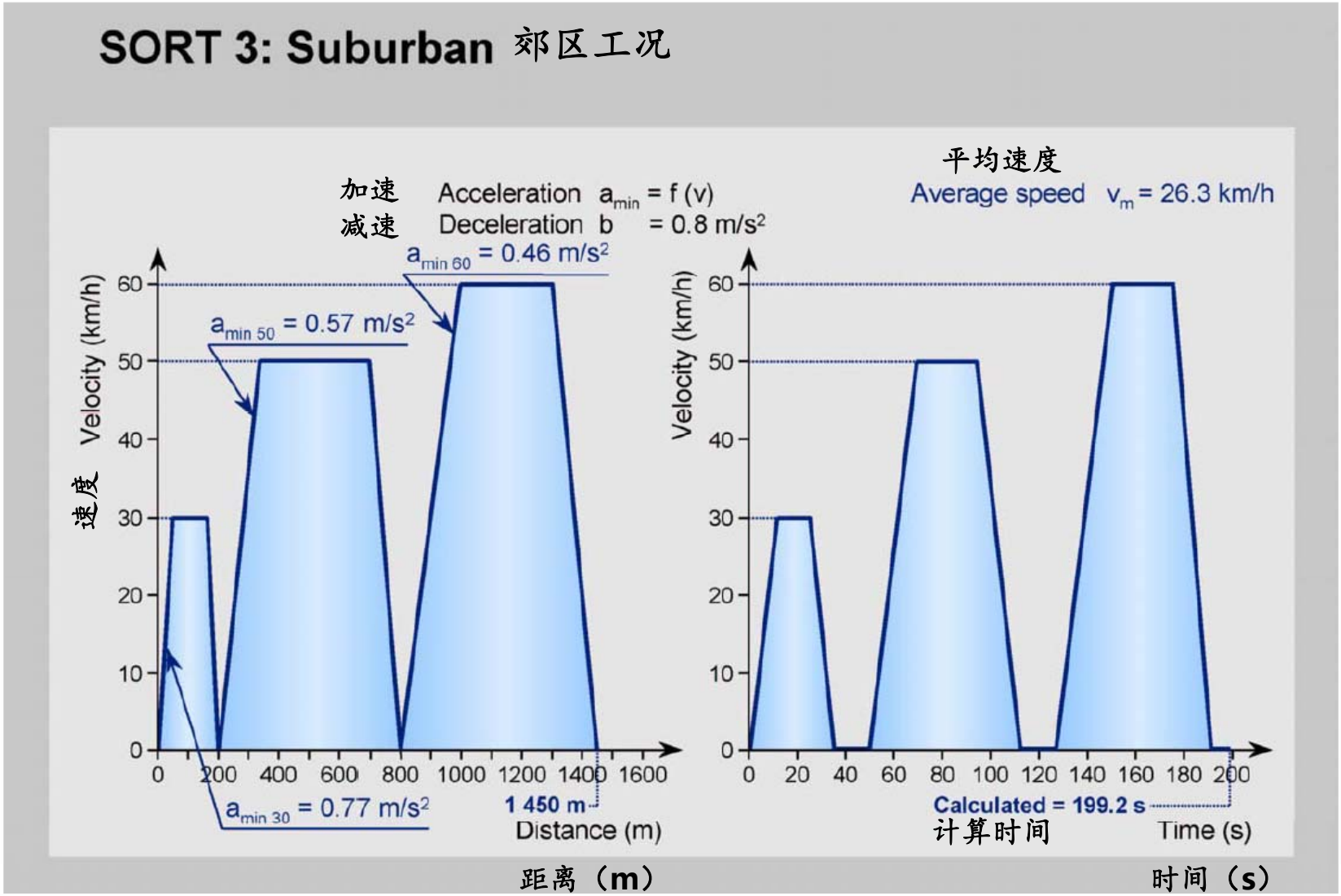
电动交通：标准化道路试验循环（SORT）

E-Mobility: Standardised On-Road Test Cycles



电动交通：标准化道路试验循环（SORT）

E-Mobility: Standardised On-Road Test Cycles



电动交通：公共巴士电动化

E-Mobility: Transit Bus Electrification

- 公共巴士电动化（Electrification of Transit Bus ）
  - 车辆（Vehicles）
  - 充电设施（Charging Infrastructure）
  - 能源与交通服务（Energy & Mobility Services）

电动交通：中国与欧洲的比较

E-Mobility: China & European

- 城市公共交通电力化
  - 政府没有提出任何的技术发展路线
  - 政府指明发展无轨电车、氢燃料巴士和电池巴士的方向
- 欧盟的经验与教训
  - 纯电动技术适用于中小型巴士 → 中国发展大型电动巴士
  - 混合动力技术适用于大型巴士 → 中国已取消财政补贴
  - 燃料电池技术适用未来的巴士 → 中国寄希望电池电动巴士

电动交通：依维柯概念巴士

E-Mobility: IVECO Ellisup Concept Bus

电动交通：依维柯概念巴士

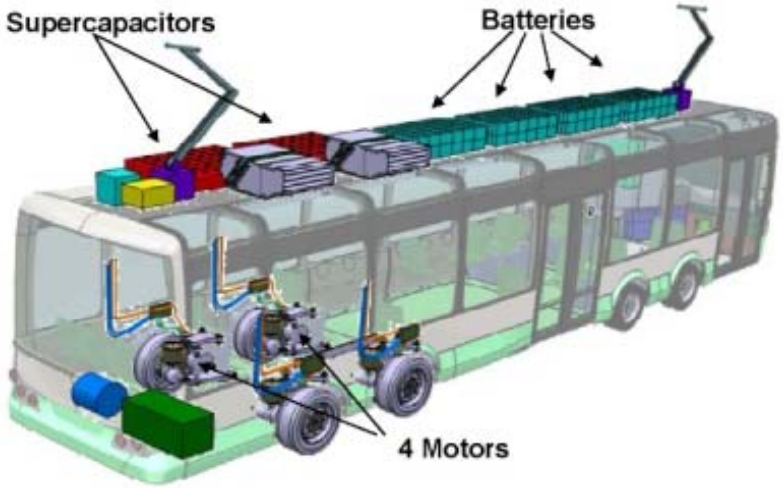
E-Mobility: IVECO Ellisup Concept Bus

电动交通：依维柯概念巴士

E-Mobility: IVECO Ellisup Concept Bus

电动交通：依维柯概念巴士

E-Mobility: IVECO Ellisup Concept Bus



- Ellisup概念车采用8个车轮和小尺寸轮胎
- 车顶布置电池和控制装置
- 这种布置通过增加驱动车轮的方法，解决车身承载能力和驱动力均衡与输出
- 降低车内地板高度，消除传统巴士车内地板的车轮凸
- 一级踏步及车内地板高度仅为280mm
- 增加车内载客能力20%

电动交通：依维柯概念巴士

E-Mobility: IVECO Ellisup Concept Bus

电动交通：电动巴士的基本要求

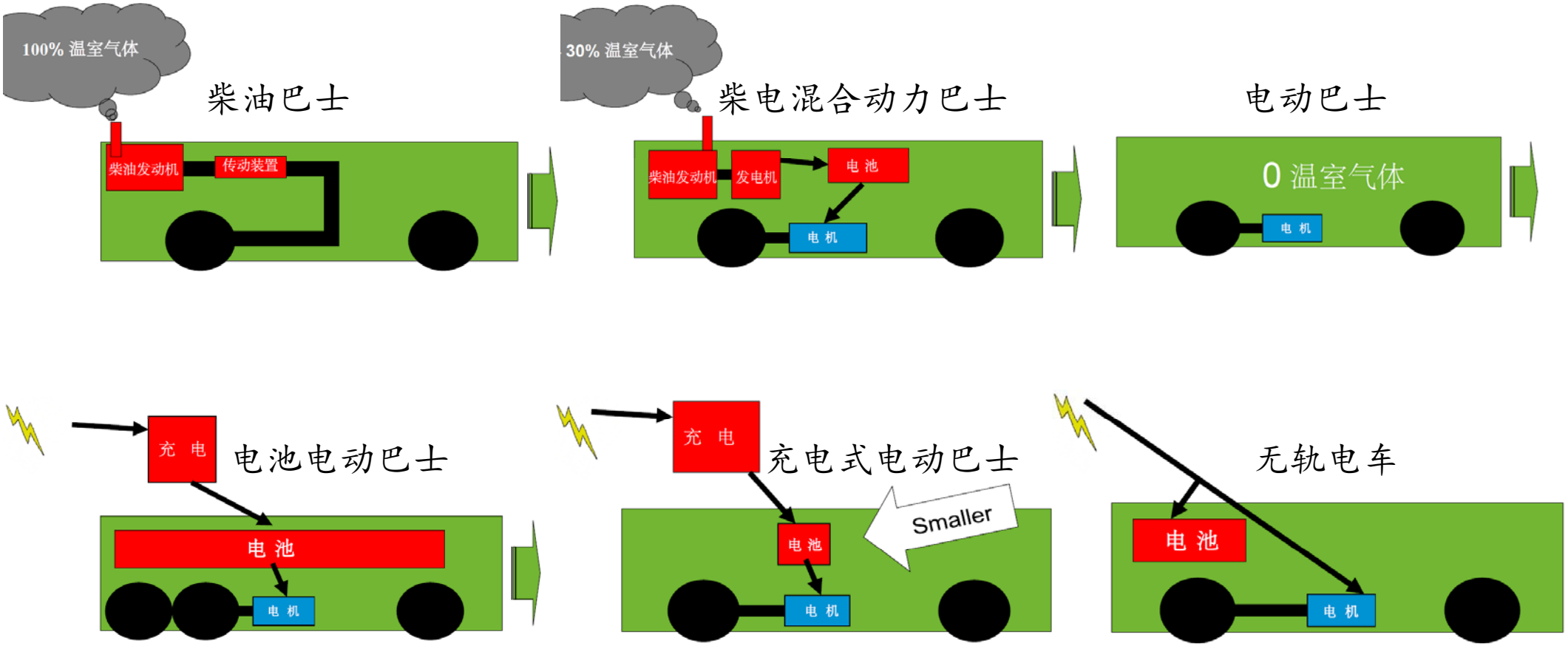
E-Mobility: Tende Requirement for Electric Bus Operation

- 巴士载客能力（车型）：12米、8米中型、6米小型
- Bus Capacity
- 续驶里程和班车循环
- ranges and Bus Cycle
  - SORT 2 、3（郊区及混合交通）：250～300 km (12米巴士)
  - SORT 1（市区）：150～160 km（客户定制要求）

铰接巴士：超过160 km充电

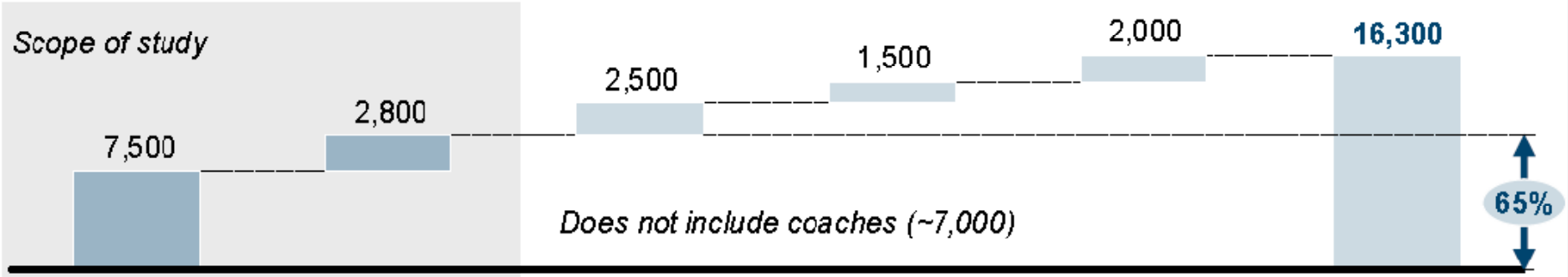
电动交通：公共交通电力化

E-Mobility: Electromobility



电动交通：欧洲电动巴士市场

E-Mobility: Transit Buses Market in Europe



	12-m standard bus, city	Articulated bus	12-m standard bus, overland	Double-decker bus	Midibus	Total
Market EUR millions	~1,800[3]	~1,000[3]	~600[2]	~600[2]	~400[3]	~4,400
	▪ ~12 m ▪ ~18 t ▪ 150-200 kW ▪ ~40 passengers seated ▪ Up to 70 passengers unseated ▪ Low entry	▪ 18-20 m[4] ▪ Up to 30 t ▪ 230-280 kW ▪ Up to 70 passengers seated ▪ Up to 100 passengers unseated	▪ ~12 m ▪ ~18 t ▪ 200-250 kW ▪ ~50 passengers seated ▪ Up to 30 passengers unseated ▪ Technically close to city bus	▪ 12-14 m ▪ Up to 30 t ▪ >230 kW ▪ ~80 passengers seated ▪ ~40 passengers unseated ▪ Used mainly in very big cities	▪ 8-10.5 m ▪ Up to 18 m ▪ 100-150 kW ▪ 20-30 passengers seated ▪ ~35 passengers unseated	

电动交通：快充式电动巴士

E-Mobility: External Quick Charging

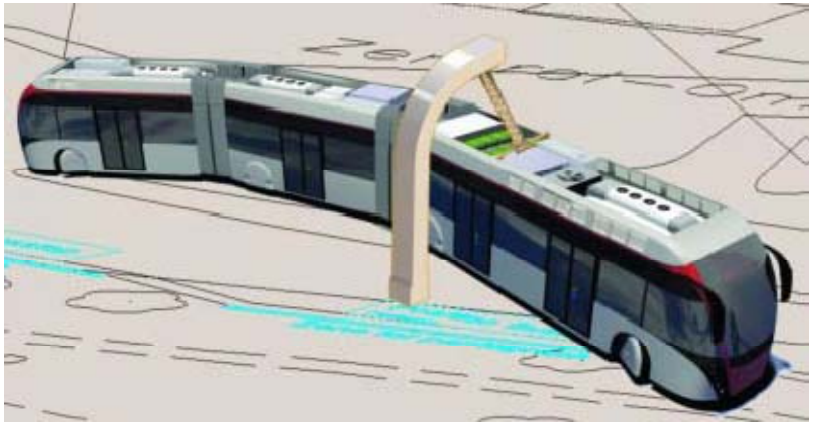
Project WATT

Gothenburg

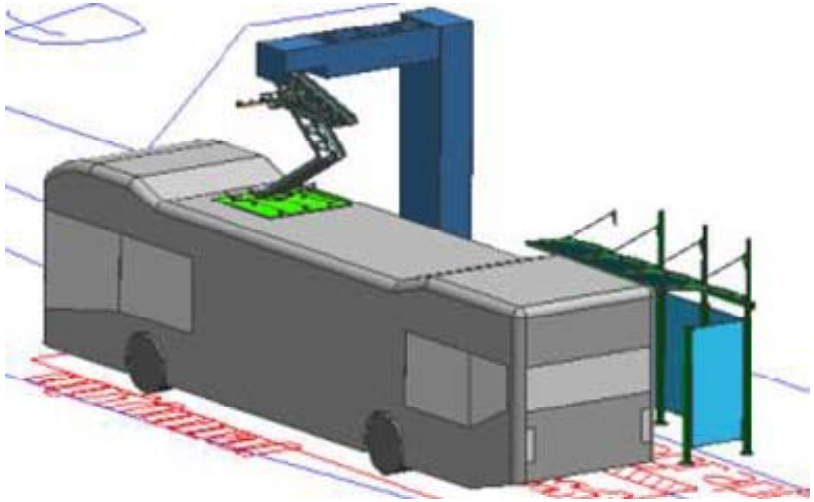
Geneva

电动交通：快充式电动巴士

E-Mobility: External Quick Charging



SIEMENS SYSTEM STOCKHOLM



IVECO Ellisup GRENOBLE

电动交通：快充式电动巴士（瑞士）

E-Mobility: Hess BGT-N2D(TOSA)

使用激光控制的手臂将充电器连接到巴士的插座上

15秒内完成400千瓦充电，在乘客上下车时就完成充电，而在终点站充电3~4分钟就能将电池完全充满，为更灵活、更廉价的公共交通基础设施铺平道路，且将减少城市污染和噪音

电动交通：无线充式电动巴士（欧盟布鲁日）

E-Mobility: Wireless Charging Project in Europe

Electric buses

A308E	
Type	Low floor, midi bus
Bus length	9,4 m
Capacity	18 seats and 38 standing
Range	Continuous – on a dedicated line
Conductively charging	140 kW
Inductively charging	200 kW
Battery pack energy content	Li Ion (LTO) 34.8kWh

Introduction in Bruges mid 2015

Inductive charging
Li Ion (LTO) battery pack

Primove Pick up

BOMBARDIER
the evolution of mobility

Battery pack

trineuron
a division of emrol

比利时布鲁日的无线充电示范

Flemish Living Lab Electric Vehicles, Wireless charging project in Bruges

电动交通：无线充式电动巴士（欧盟布鲁日）

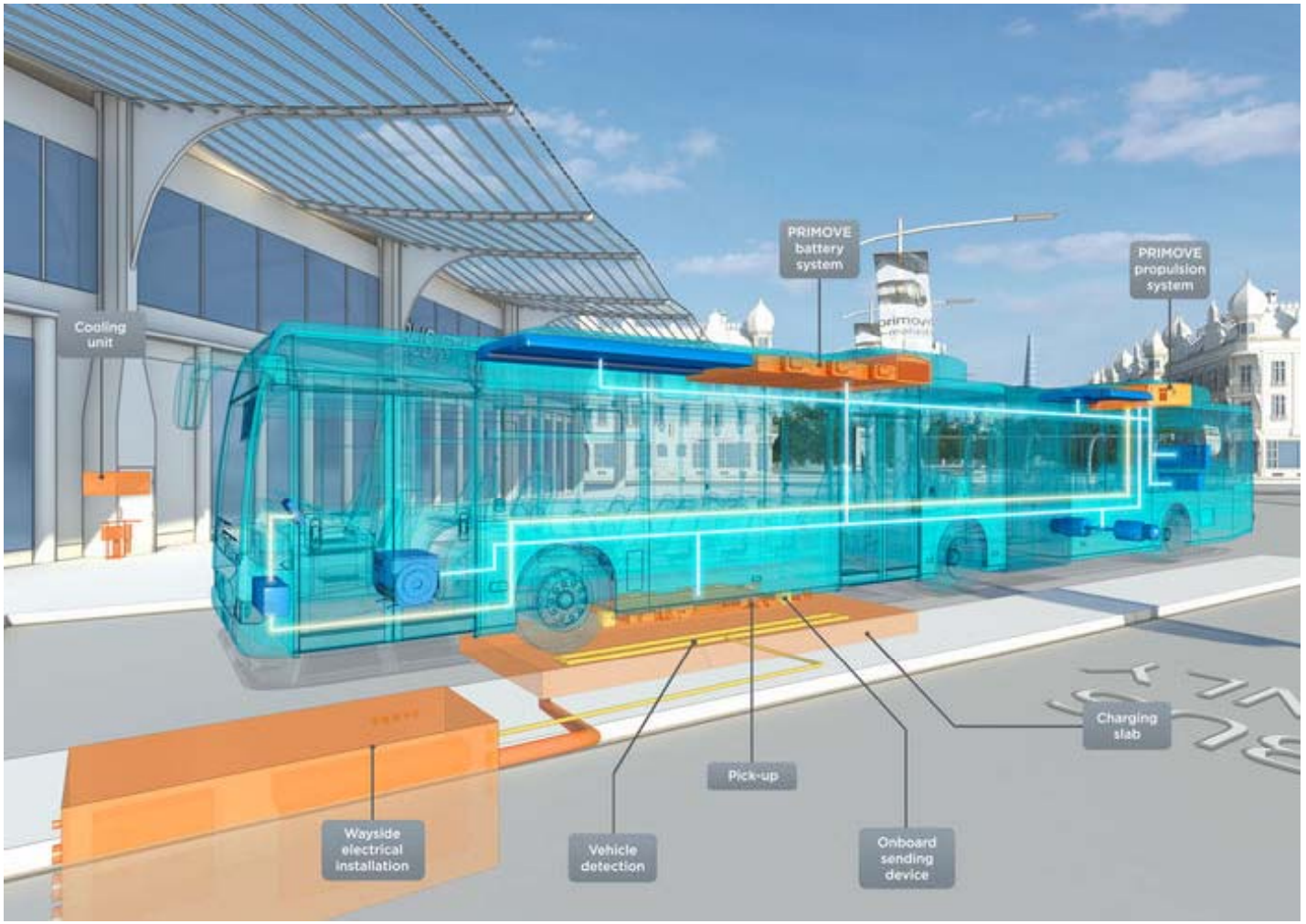
E-Mobility: Wireless Charging Project in Europe

比利时布鲁日的无线充电示范**Van Hool** A308E midibuses

€1.5 million has been allocated to delivering the Bruges buses and their associated infrastructure. In addition to Van Hool, the project partner’s include Bombardier for their PRIMOVE charging technology and battery supplier Leclanché together with technical and scientific support from Flanders Make, iMinds and Brussels University.

电动交通：无线充式电动巴士

E-Mobility: Inductive Power Transfer



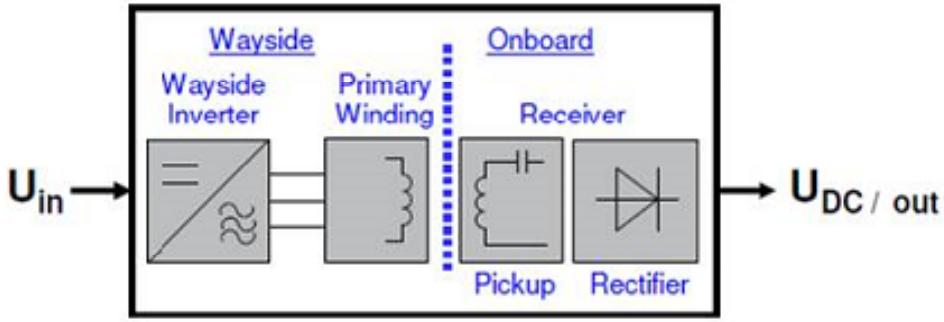
Bombardier Primove to Provide Wireless Charging and Battery Technology to Berlin

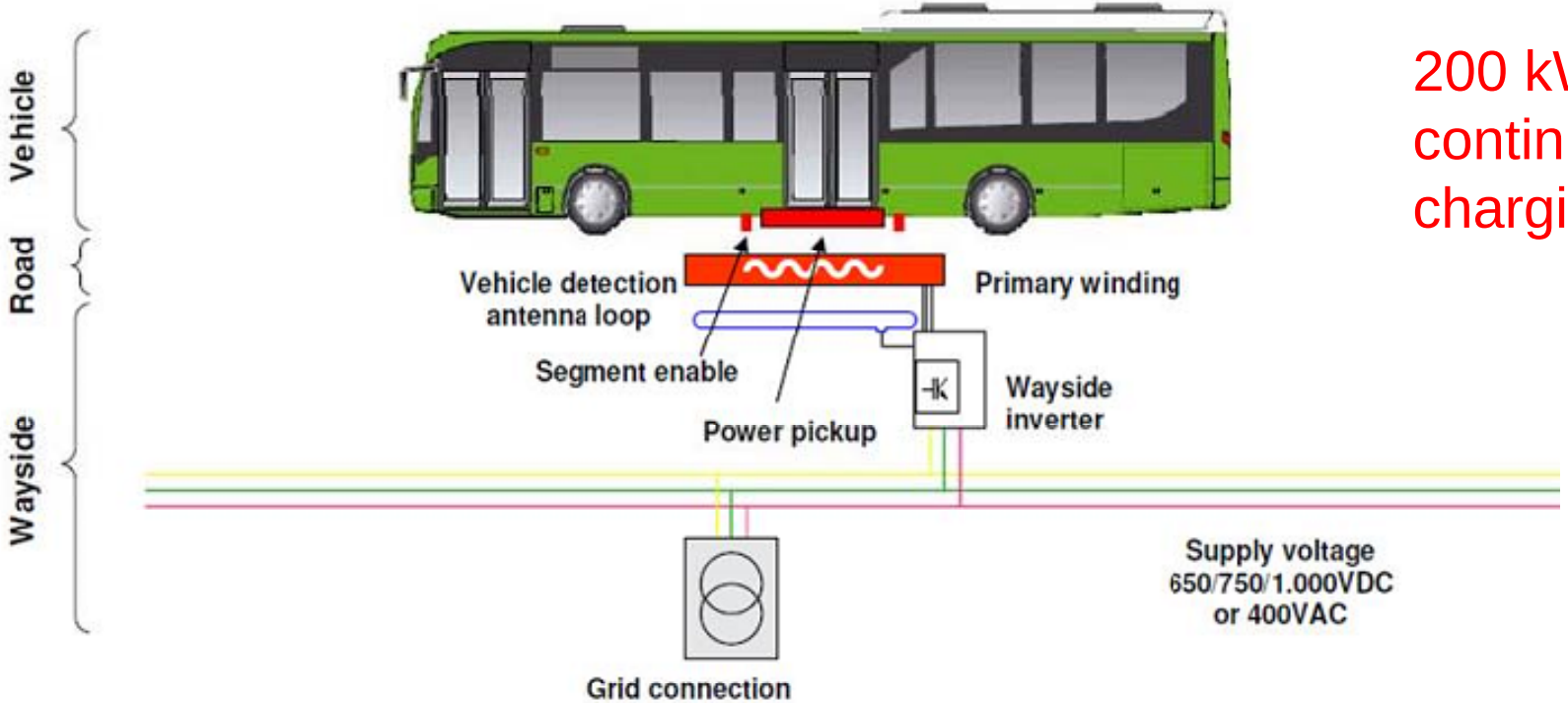
电动交通：无线充式电动巴士

E-Mobility: Inductive Power Transfer

PRIMOVE Project

BOMBARDIER





200 kW continuous charging

电动交通：无线充式电动巴士（中兴）

E-Mobility : Inductive Power Transfer

无线充电社区巴士

电动交通：无线充式电动巴士（中兴）

E-Mobility: Inductive Power Transfer

中兴通讯与蜀都客车、东风客车展开无线充电合作

电动交通：中国宇通参与巴黎的电动化

E-Mobility: RATP in China Yutong E12

- RATP goal for 2025: Bus fleet that is approximately 80% electric
  - Bluebus project: Line 341 will operate electric standard buses
  - Test electric buses: one vehicle per manufacturer
  - Three European manufacturers: Heuliez(France), Irizar (Spain) Solaris (Poland)
  - Two Chinese manufacturers: Yutong conjunction Dietrich Carebus (France), Ebusco

电动交通：比亚迪参与伦敦的电动双层巴士

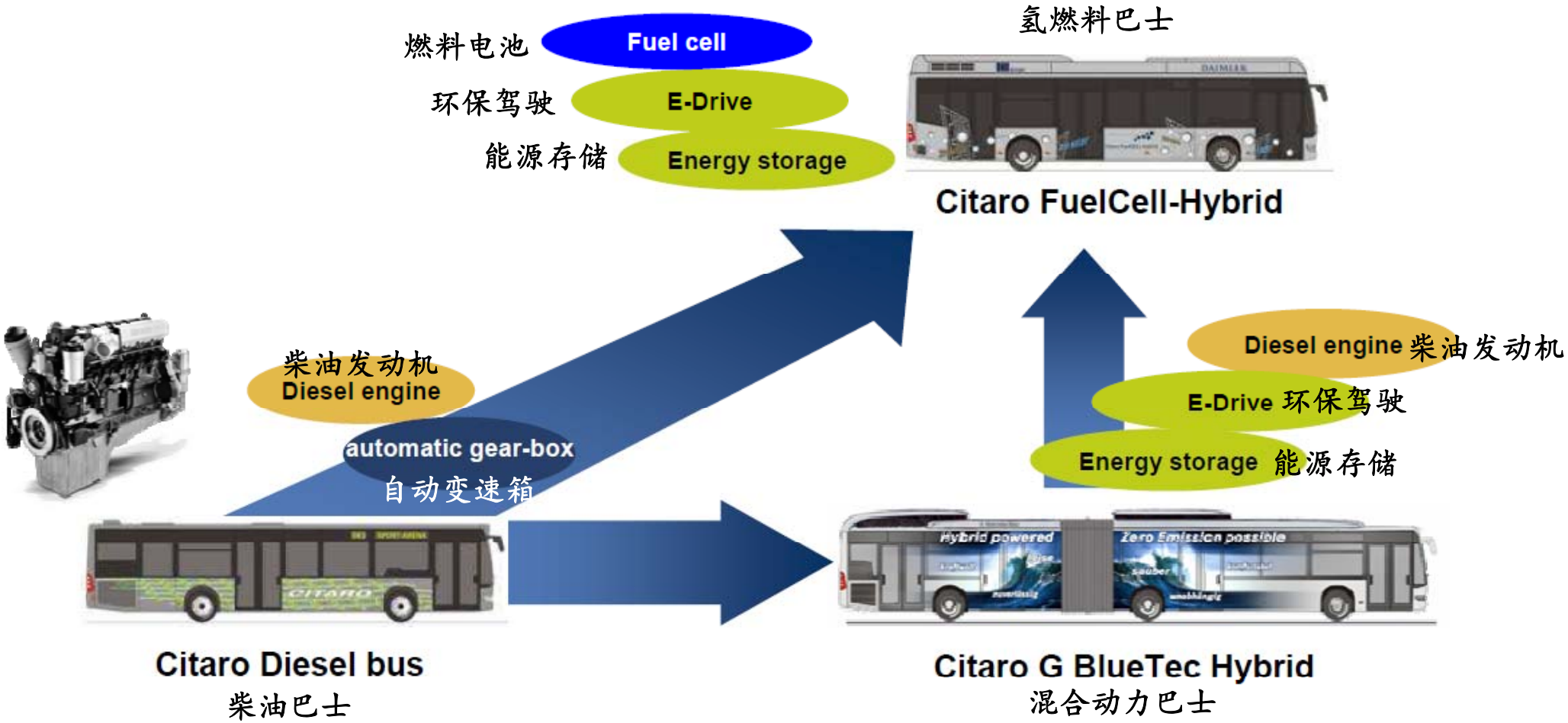
E-Mobility: China BYD in London electric Double Decker Bus

BYD puts electric double deckers on to the streets of London
Chinese President Xi Jinping and Britain‘s Prince William visit BYD showcase

电动交通：欧洲电动巴士主流车型

E-Mobility: International Marketing in

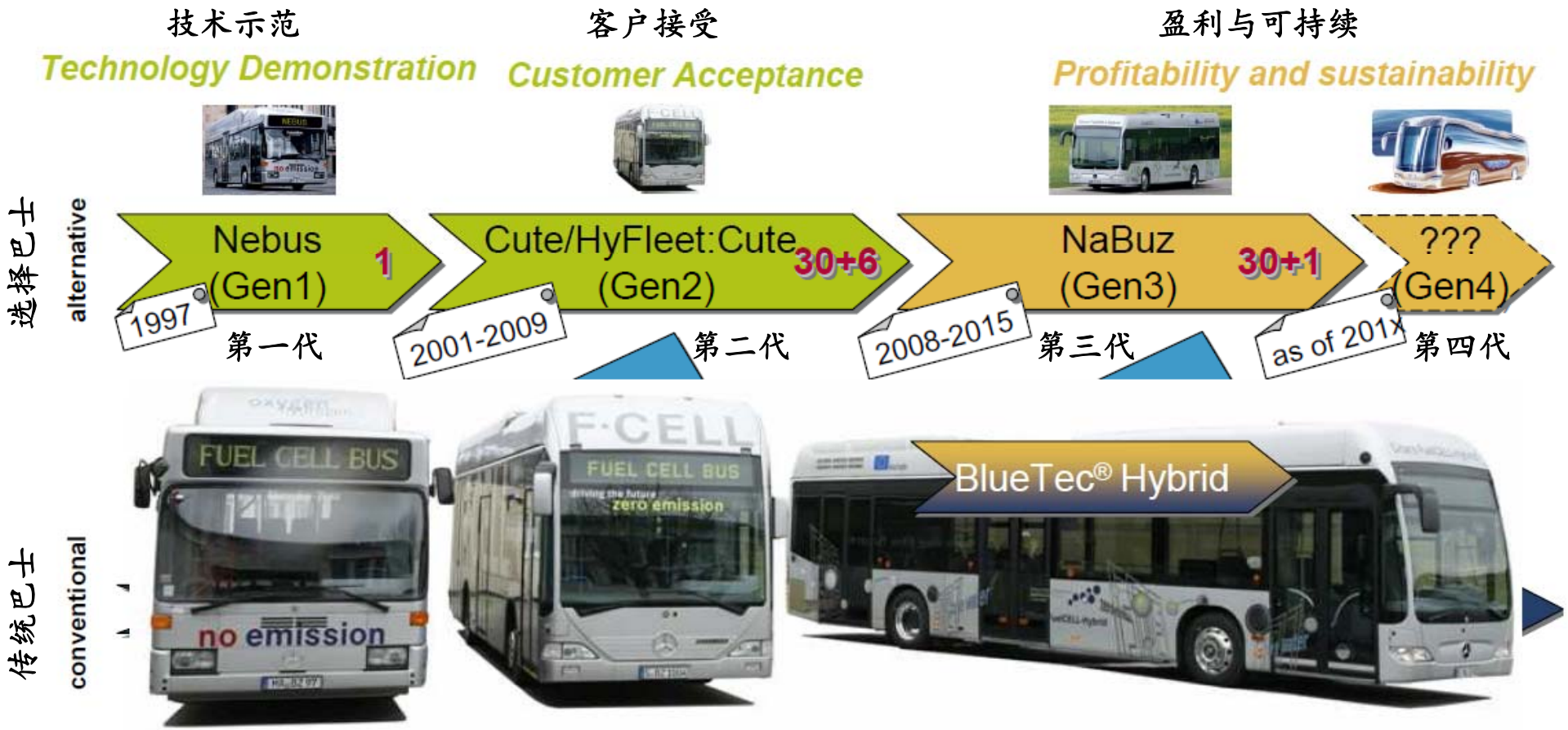
梅赛德斯-奔驰从清洁巴士到零排放巴士的技术路线：模块化
Mercedes-Benz roadmap from clean to zero emission bus



电动交通：欧洲电动巴士主流车型

E-Mobility: International Marketing in

梅赛德斯-奔驰从清洁巴士到零排放巴士的技术路线：长期策略
Mercedes-Benz roadmap from clean to zero emission bus



电动交通：欧洲电动巴士主流车型

E-Mobility: International Marketing in

EBUS AWARD
Der Umweltpreis für den ÖPNV

Technical Highlights 技术亮点

锂离子电池（容量330 kg, 26kWh）
Lithium-Ion battery (330kg, 26 kWh capacity)

电动轮毂电机（2 X 80 kW）
Electrified wheel hub motors (2x 80 kW)

电动辅助设备
Electric powered auxiliaries

燃料电池系统（120 kW）
Fuel Cell System (120 kW)

Environment 环保

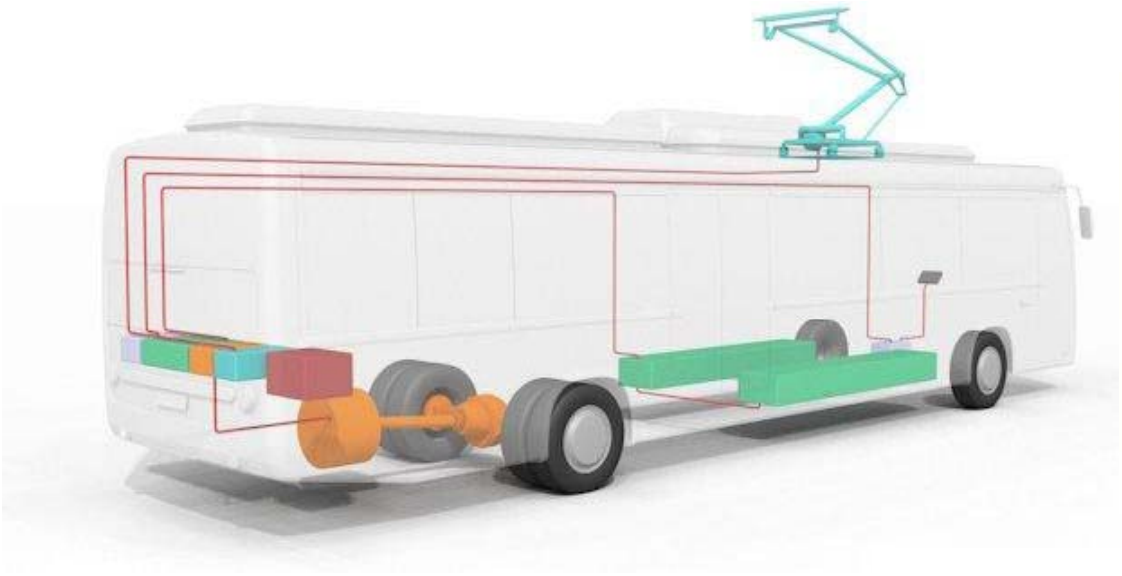
Zero CO_2 emission	CO2零排放
Zero PM, NO_x emission	PM零排放
Lowest noise level	最低噪声

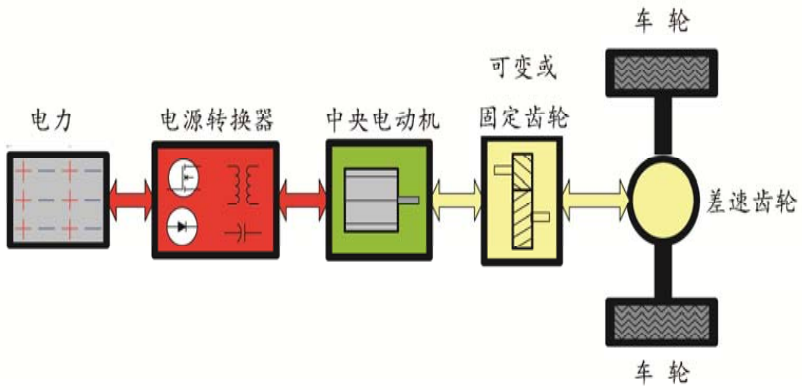
梅赛德斯-奔驰Citaro E-CELL（2018）

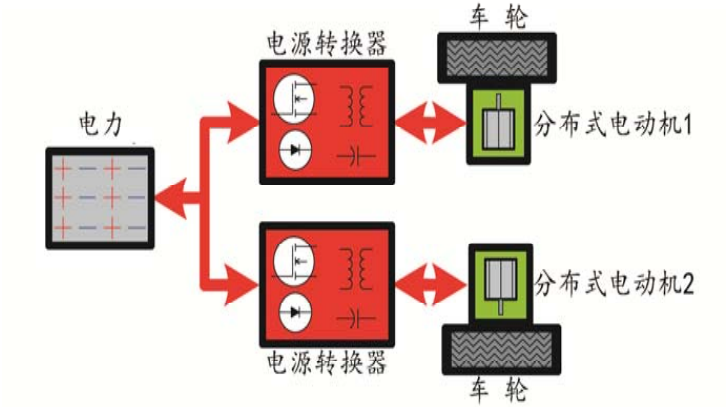
Citaro FuelCELL Hybrid
NEDC航程：250 km
NEDC能耗：百公里11-33千克氢
（比以前减少50%）

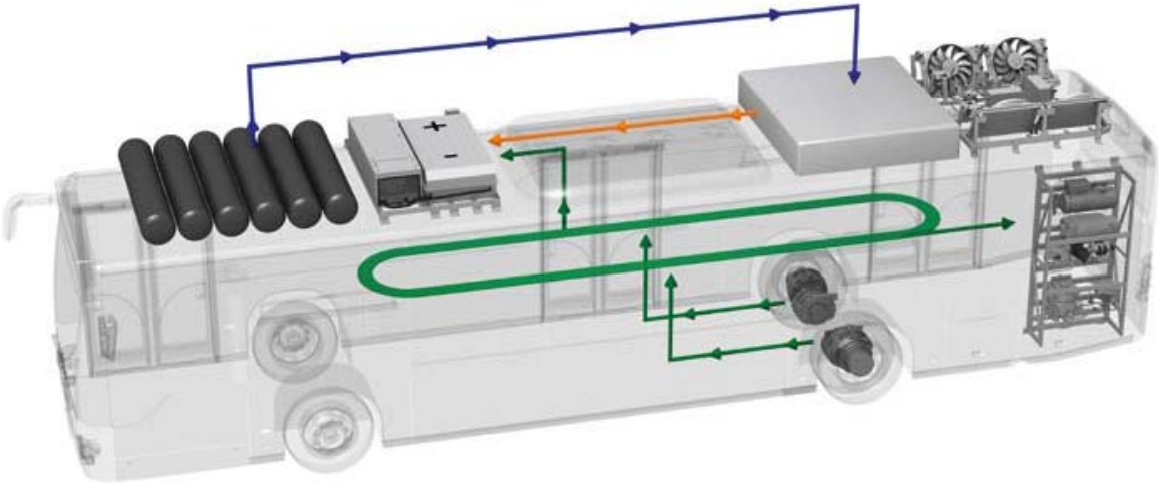
电动交通：电动巴士推进系统布置

E-Mobility: Centralized & Distributed Electric Propulsion





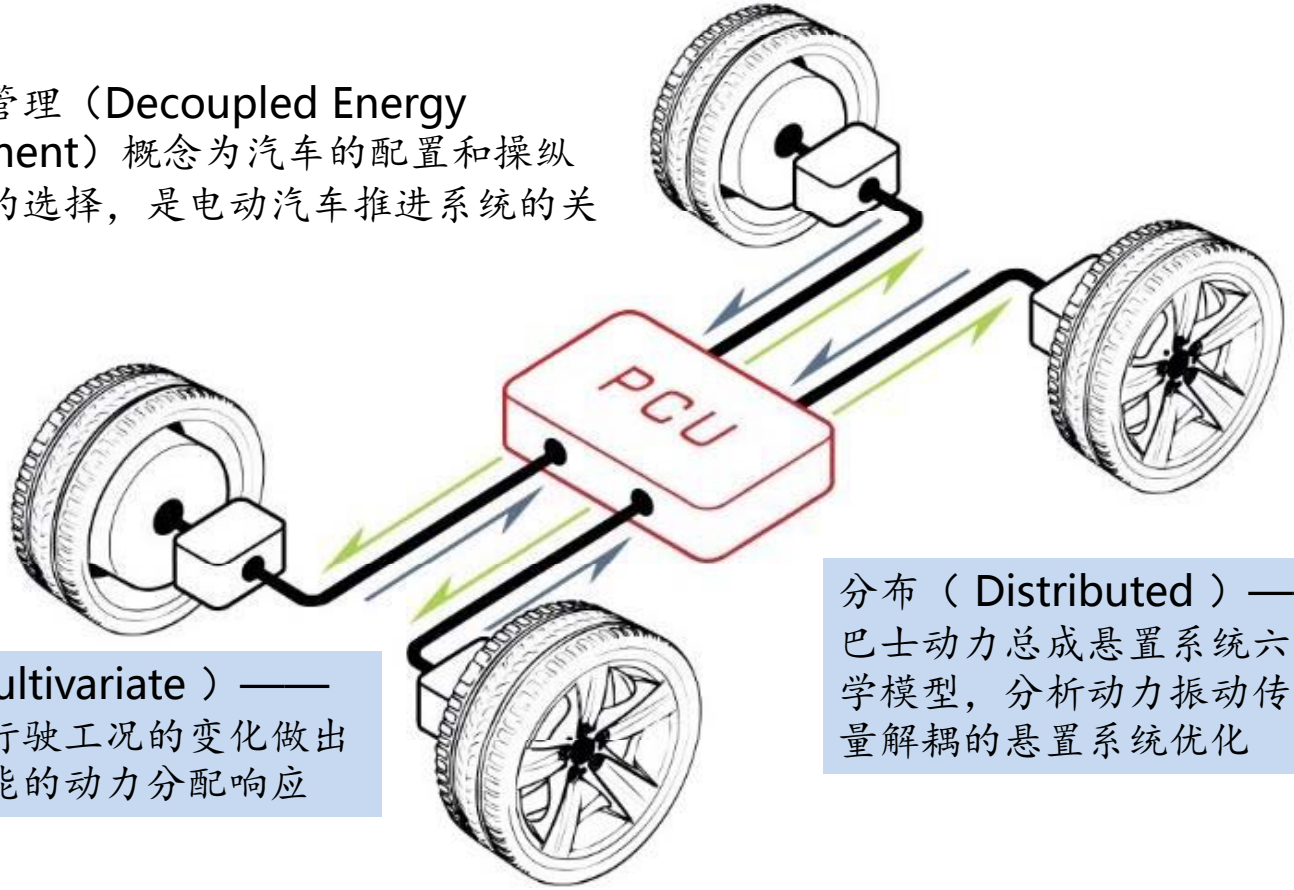




电动交通：多元分布电推进系统

E-Mobility: Multivariate Distributed Electric Propulsion

能量解耦管理（Decoupled Energy Management）概念为汽车的配置和操纵带来更多的选择，是电动汽车推进系统的关键



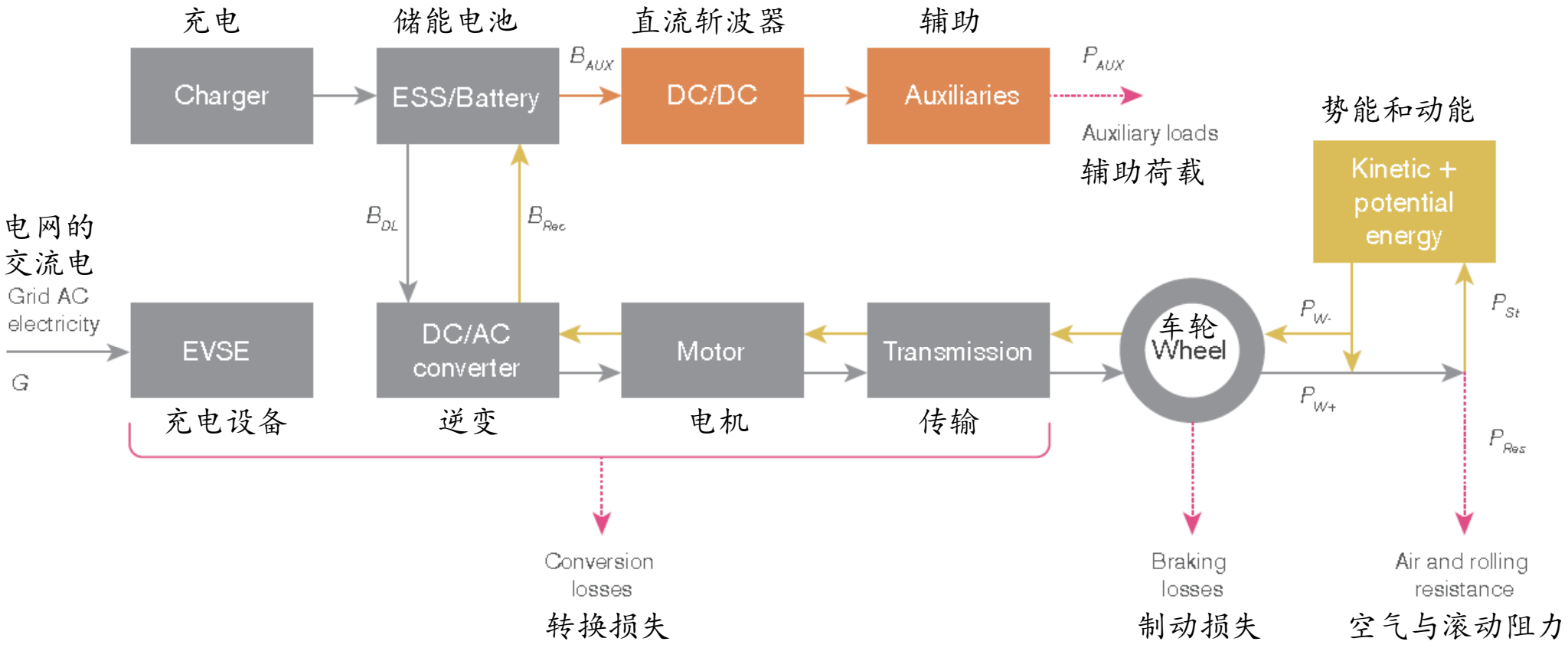
多元（Multivariate）——根据车辆行驶工况的变化做出高效、节能的动力分配响应

分布（Distributed）——基于巴士动力总成悬置系统六自由度力学模型，分析动力振动传递率和能量解耦的悬置系统优化

推进系统（Propulsion）——借用航空飞行器的动力推进系统概念，多元分布推进系统是一种动力总成，它将电机分布在驱动轮内或轮边，通过飞轮等技术节约能量。利用仿真设计工具可评估分布式推进系统的性能，包括电池容量、推进组件、以及系统性能等，系统集成创新和优化产生出1+1>2的飞跃!

电动交通：电动巴士的能源转换链

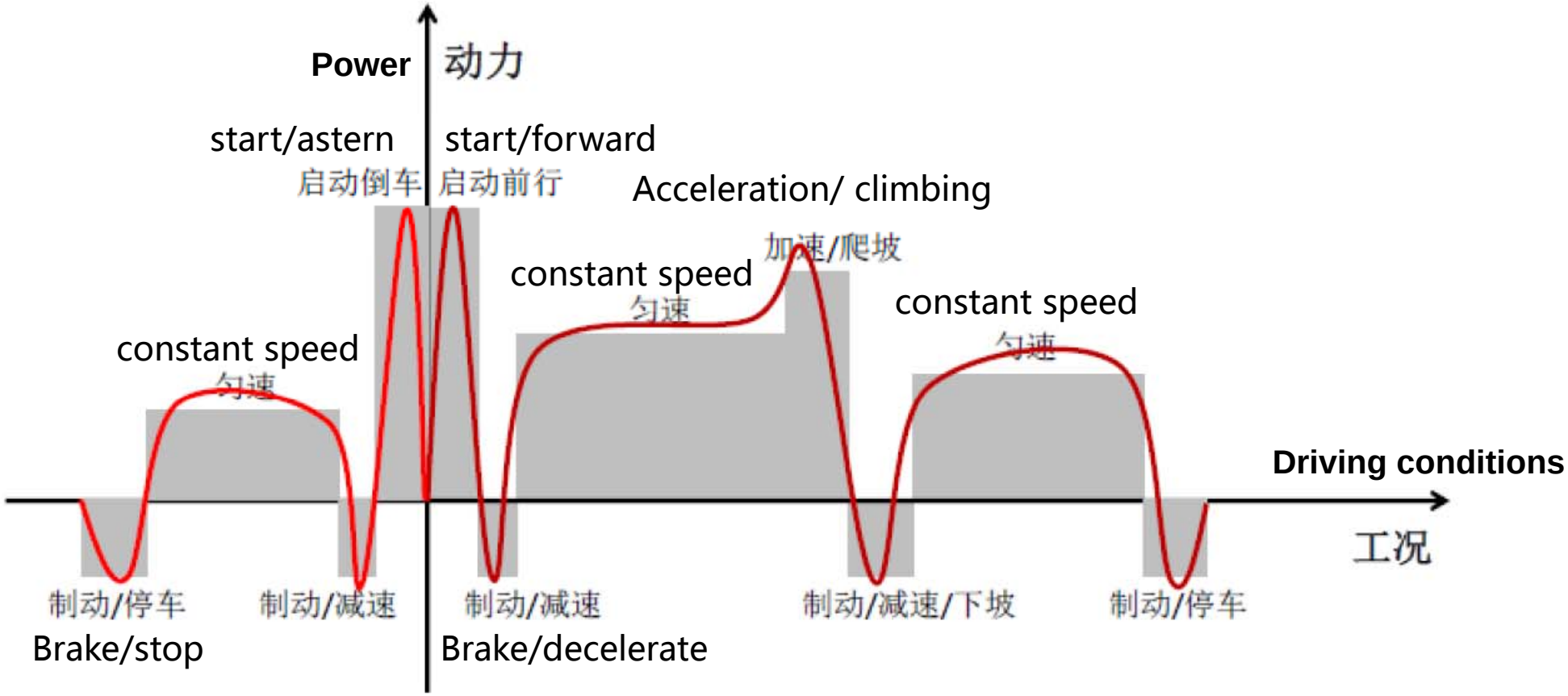
E-Mobility: Energy Conversion Chain in Electric Bus



来自电网的能源，通过电池能量（B_{DL}和B_{Aux}）转换为车轮能量（P_{w+}）、辅助装备能量（P_{Aux}），部分存储势能和动能由通过车轮能量（P_{w+}）回收到电池能量（B_{Rec}）

电动交通：电动巴士的动力需求仿真曲线

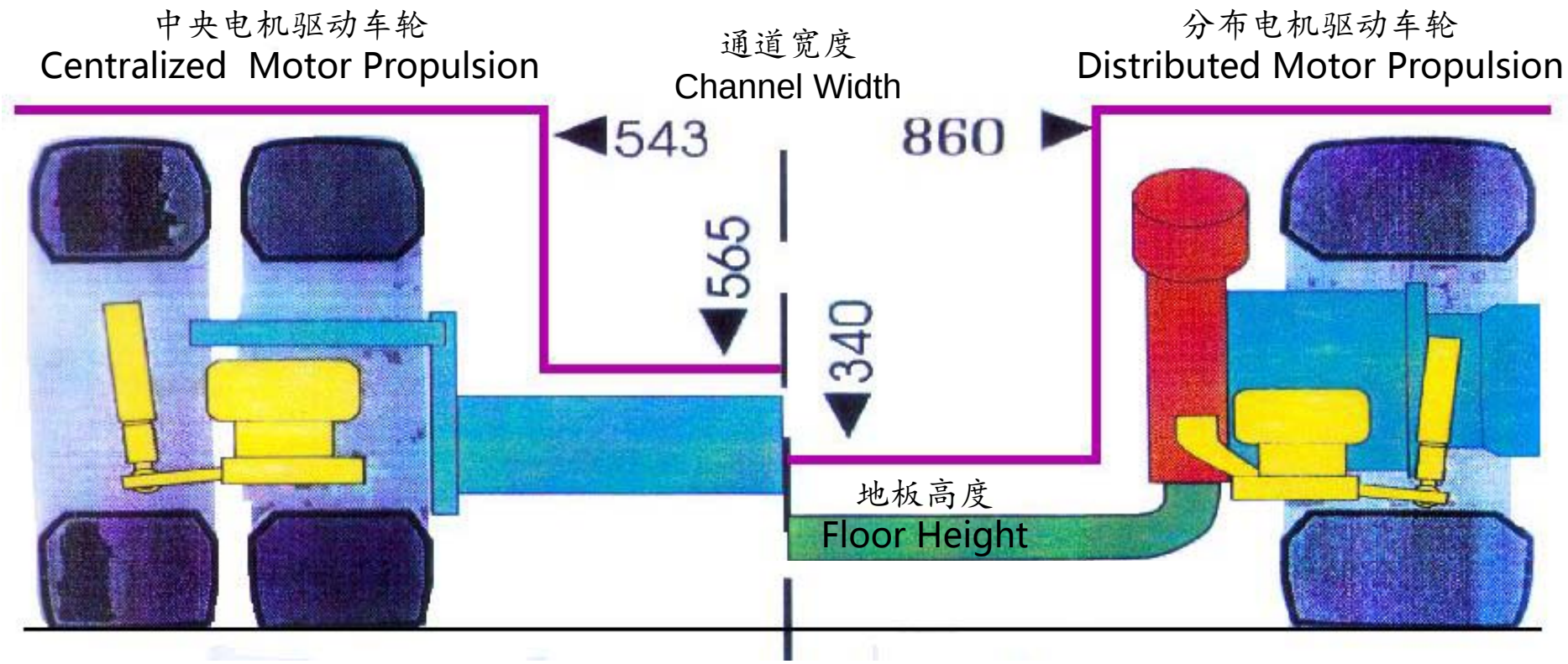
E-Mobility: Simulation Curve of Power Demand of Electric Bus



以巴士行驶全工况动力需求仿真曲线为依据，集成融合多种有效互补的动力单元，根据车辆不同行驶工况所需的动力不同来进行动力优化组合分配，最大限度减少动力浪费，确保动力推进系统提供的动力分配曲线与车辆实时工况动力需求曲线的无限接近，实现全工况动力需求的经济性无缝覆盖

电动交通：轮毂电机与低地板车身结构

E-Mobility: Wheel-Hub Drives and Low Floor Body Structure



电动交通：轮毂电机作为电动巴士的标准配置

E-Mobility: Wheel-Hub Drives as Standard Configuration

BUS & COACH

e-Traction
revolution in motion

轮毂电机驱动车轮
Hub Motor Propulsion

- VDL Citea Series(Ziehl-Abegg & e-Traction)
- 标志着欧洲未来公共交通领域电动巴士发展的新方向

电动交通：基本观点与结论

E-Mobility: Views & Conclusion

- 能源与动力 （Energy & Power）
  - 传统动力汽车的节油技术， 替代能源与动力系统，包括混合动力、电动和代用燃料汽车，氢能燃料电池汽车尤其重要
- 电子与控制 （Electronics & Control）
  - 电子与通讯技术，包括处理速度、微型化、性价比等技术性能提升，增加智能控制、远程通讯、信息与服务、车载娱乐与友好界面等，以及与之相适应的通讯设施与系统级控制
- 新材料与新结构（Advanced Structures & Materials）
  - 新材料和新结构提高经济与环境效能，减少重量和材料消耗，提高强度，降低能量消耗与提升车辆性能
  - 轻质合金、聚合物、涂层材料、仿生制造工艺与纳米技术
- 制造过程与系统（Processes & Systems）
  - 高效率与高效益的汽车工业生产与管理过程及系统，基础研究、工程设计、新产品开发、生产制造以及售后服务，柔性制造技术适应未来的产业链

谢谢！ Thank you！

- 王 健 （James Wang） motorworld@mail.com
- 重庆交通大学公共交通学者，厦门理工学院中国未来巴士系统研究中心首席专家、《中国巴士与客车》年鉴主编，公共交通国际联会会员、世界客车研究院专家、中国土木工程学会巴士快速交通技术推广委员会专家组成员，中国城市公共交通学会常务理事、学术委员，中国公路学会客车分会专家委员会成员、《欧洲客车周》与《亚洲客车周》评审团成员，多次在国际会议和论坛上发表主题演讲，积极倡导和推广巴士快速交通系统和智慧巴士系统的应用，促进公共交通优先政策公平和有效的实施，研究与推广先进公共巴士技术及运营管理经验
- 出版著作有《交通安全心理学》、《交通美学：理论与实践》、《世界客车图解指南》和译著《巴士快速交通指南》，《中国巴士与客车》年鉴系列：《年度客车报告》、《车型索引》、《发展历程》、《国际化与市场营销》、《制造商竞争力调查》、《智慧巴士及解决方案》
- Mr. James Wang is the transit scholar of Chongqing Jiaotong University, A member of UITP, a expert of Busworld Academy, the editor-in-chief of China Bus & Coach Yearbook, and he has published a series of books and articles about bus & transit industry in Chinese. www.motorworld.com.cn