



团 体 标 准

T/UPSC XXXX - XXXX

电动汽车充电设施布局规划导则

General Guideline for Layout Planning of Electric Vehicle
Charging Facilities

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国城市规划学会 发布

前 言

本导则由深圳市城市规划设计研究院有限公司提出。

本导则由中国城市规划学会标准化工作委员会归口。

本导则由深圳市城市规划设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释。

本导则主编单位：深圳市城市规划设计研究院有限公司（地址：深圳市福田区中康路卓越城一期三栋 1401A；邮编：518031）

本导则主要起草人：韩刚团、江腾、卢媛媛、莫汉康

目 次

1. 总 则	1
2. 电动汽车及其充电设施的定义与分类	1
3. 规划编制的体系和内容	2
4. 充电特性与充电模式选择	6
5. 规模预测	6
6. 设施布局	8
7. 选址指引	9
8. 电力保障	11
9. 交通组织	12
本导则用词说明	13
条文说明	14

电动汽车充电设施布局规划导则

1 总 则

1.1 为了加强对我国电动汽车充电设施布局规划编制和管理的技术指导，促进电动汽车的推广应用与快速发展，根据国家有关法律、法规、技术标准和规范，并结合电动汽车行业的实际，制订本导则。

1.2 本导则适用于对电动汽车充电设施布局规划编制与管理中普遍性的技术问题进行指导，对于特殊问题仍需进行个案研究。在中国大陆地区，从事电动汽车充电设施布局规划编制和管理的工作，应参照本导则。

1.3 电动汽车充电设施布局规划的编制与管理除参照本导则外，尚应符合国家有关法律、法规、规章和技术标准与规范的规定。

1.4 本导则在试行中将不断地进行修订和完善，必要时进行版本更新。

2 电动汽车及其充电设施的定义与分类

2.1 电动汽车的定义与分类

2.1.1 以车载电源为动力，用电机驱动车轮行驶，符合道路交通、安全法规各项要求的车辆，称为电动汽车。

2.1.2 电动汽车可细分为纯电动汽车、插电式混合动力汽车以及燃料电池汽车三大类。本导则中的电动汽车专指纯电动汽车、插电式混合动力汽车，不包括燃料电池汽车。

2.2 电动汽车充电设施的定义与分类

2.2.1 对电池充电时用到的有特定功能的电力转换装置，称为电动汽车充电设施。包括充电站、充换电站、充电桩。

2.2.2 本导则中的充电站分为三大类：公交车充换电站、物流环卫等专用车充电站、城市公共充电站。

(1) 公交车充换电站，主要为公交客车提供充电服务。

(2) 物流环卫等专用车充电站，为物流园区、港口码头、环卫垃圾运输车辆提供充电服务。

(3) 城市公共充电站，均为快充站，可为旅游客车、企业通勤车、城际客运车辆、私人乘用车、公务车、出租车、租赁车、物流环卫等专用车提供充电服务。

2.2.3 本导则中的充电桩分为三大类：私人乘用车充电桩、公共充电桩、专用充电桩。

(1) 私人乘用车充电桩，指位于居住用地内，主要为本居住用地内居民提供充电服务的充电桩。

(2) 公共充电桩，指位于居住用地之外的各类公共场所（不含企事业单位内部），如公共停车场、路边停车位、行政商贸文化办公场所等所配置的，为社会大众提供充电服务的充电桩。

(3) 专用充电桩，指位于企事业单位内部，专为本单位公务车辆及办公、办事人员提供充电服务的充电桩。

3 规划编制的体系和内容

3.1 电动汽车充电设施专项规划编制任务与层次

3.1.1 电动汽车充电设施专项规划的主要任务是依据国家及省市确定的电动汽车及其充电设施发展目标任务要求，结合城市经济社会发展情况，充分考虑电动汽车及其充电设施的发展现状和区域供配情况，制定适合城市的规划目标，科学预测电动汽车的发展规模，合理确定充电设施规模和布局，预留充电设施用地，并制定建设策略、措施和时序。

3.1.2 电动汽车充电设施专项规划层次与城市规划基本一致，分为总体规划和详细规划两个层次。

考虑到电动汽车充电设施专项规划的系统性和整体性，在较大范围内进行规模预测、整体布局、系统构建更具科学性和合理性，一般只在区级层面或重点地区和特殊要求地区编制电动汽车充电设施专项详细规划。

(1) 专项总体规划一般在市级或县区级行政区范围内进行充电设施整体布局 and 系统构建，重点对电动汽车发展策略、充电模式、规划目标和规模、布局原则与策略、系统布局、建设管理模式等内容进行系统研究，是指导规划区电动汽车充电设施建设和管理的纲领性文件。

(2) 专项详细规划也可分为区级的详细规划和镇（或街道级）详细规划。区级详细规划，一般在区级行政区范围内进行充电设施布局，重点对区级的规划目标和规模、系统布局、建设计划等内容进行系统研究，是指导规划区电动汽车充电设施建设和管理的指导性文件。

镇（或街道级）详细规划，一般在镇（或街道）级行政区、城市重点地区或特殊要求地区编制，在较小的范围内对各类电动汽车充电设施的选址方案、建设模式、运营管理机制等内容进行详细研究，是规划

范围内充电设施建设工程设计的直接依据。

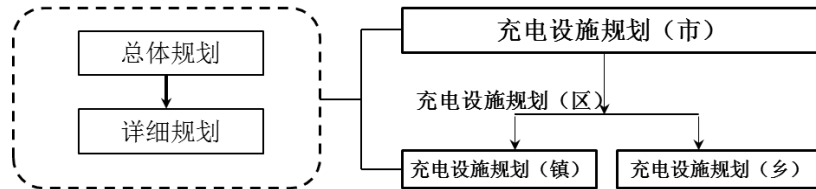


图 3.1-1 电动汽车充电设施规划编制总体框架图

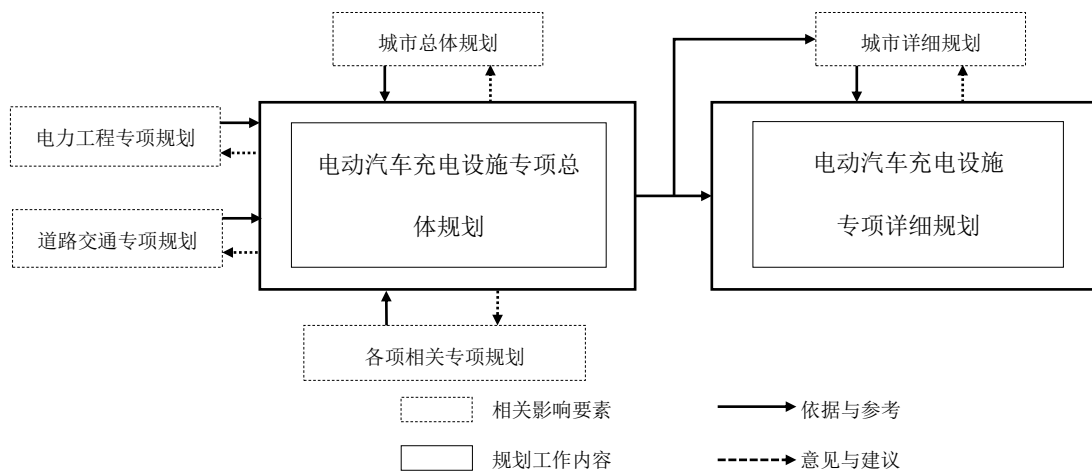


图 3.1-2 电动汽车充电设施规划编制体系图

3.1.3 专项总体规划与城市总体规划相匹配，从本专项系统角度分析和论证城市经济社会发展目标的可行性、城市总体规划布局的可行性和合理性，并提出对城市发展目标和总体布局的调整意见和建议。同时依据国家及省市确定的电动汽车及其充电设施发展目标任务要求，城市总体规划确定的发展目标、空间布局，合理布局本系统的重大设施，制定本系统主要的技术标准和实施措施。

3.1.4 专项分区规划是市政专项总体规划和市政专项详细规划的重要衔接，是根据城市电动汽车发展、充电设施规划建设的实际需要，按功能分区（行政管理区、新城、新区、特殊功能区、工程系统管理分区等）范围进行编制。从本专项系统角度分析和论证功能分区内城市规划布局的可行性、合理性，并提出相关调整意见和建议；根据电动汽车充电设施专项总体规划和城市功能分区的规划布局，布置本系统在功能分区内的主要设施，明确充电设施的选址区域，并对近期实施的充电设施用地进行选址，制定针对本功能分区的技术标准和实施措施。

3.1.5 专项详细规划与城市详细规划相匹配，从本专项系统角度对城市详细规划的布局提出调整意见和

明确充电设施的用地红线坐标，提出相应的设施建设技术要求、管理运营要求和实施措施。

3.1.6 电动汽车充电设施布局规划应由城市规划管理部门单独组织编制或联合发展改革部门共同组织编制。

3.1.7 电动汽车充电设施布局规划总体规划一般由市规划委员会或市政府审批，电动汽车充电设施详细规划建议由规划管理部门审批。

3.1.8 电动汽车充电设施布局规划规划成果包括规划文本和附件，规划文本是对规划的各项指标和内容提出规划控制要求或提炼规划说明书中重要结论的文件；附件可包括规划说明书、规划图纸、现状调研报告和专题报告；其中现状调研报告和专题报告可根据需要编制。

3.2 规划内容和编制程序

3.2.1 电动汽车充电设施布局规划的工作内容包括但不限于：确定规划范围、期限；提出规划目标与规划原则；电动汽车发展趋势研判；发展电动汽车的综合条件研究；电动汽车充电模式选择；发展策略；规模预测；充电设施规划布局；电力保障；交通保障；充电设施场地安全要求；近期目标；实施计划；实施策略；政策建议。

3.2.2 电动汽车充电设施布局规划一般包括前期准备、现场调研、规划方案、规划成果 4 个阶段。

(1) 前期准备阶段是项目正式开展前的策划活动过程，需明确委托要求，制定工作大纲。工作大纲内容包括技术路线、工作内容、成果构成、人员组织和进度安排等。

(2) 现场调研阶段工作主要指掌握现状自然环境、社会经济、城市规划、相关政策的情况，收集电力部门、发展改革主管部门、规划主管部门、交通主管部门和其它相关政府部门的发展规划、近期建设计划及意见建议。工作形式包括现场踏勘、资料收集、部门走访和问卷调查等。

规划方案阶段主要分析研究现状情况和存在问题，并依据城市发展和行业发展目标，确定电动汽车的发展策略，进行发展策略下的电动汽车及其充电基础设施的规模预测、结合城市规划情况，进行电动汽车充电基础设施系统布局，安排建设时序，并对近期拟实施的充电基础设施用地进行选址。期间应与电力部门、发展改革主管部门、规划主管部门、交通主管部门和其它相关政府部门进行充分地沟通协调。

(3) 规划成果阶段主要指成果的审查和审批环节，根据专家评审会、规划部门审查会、审批机构审批会的意见对成果进行修改完善，完成最终成果并交付给委托方。

(4) 审批会的意见对成果进行修改完善，完成最终成果并交付给委托方。

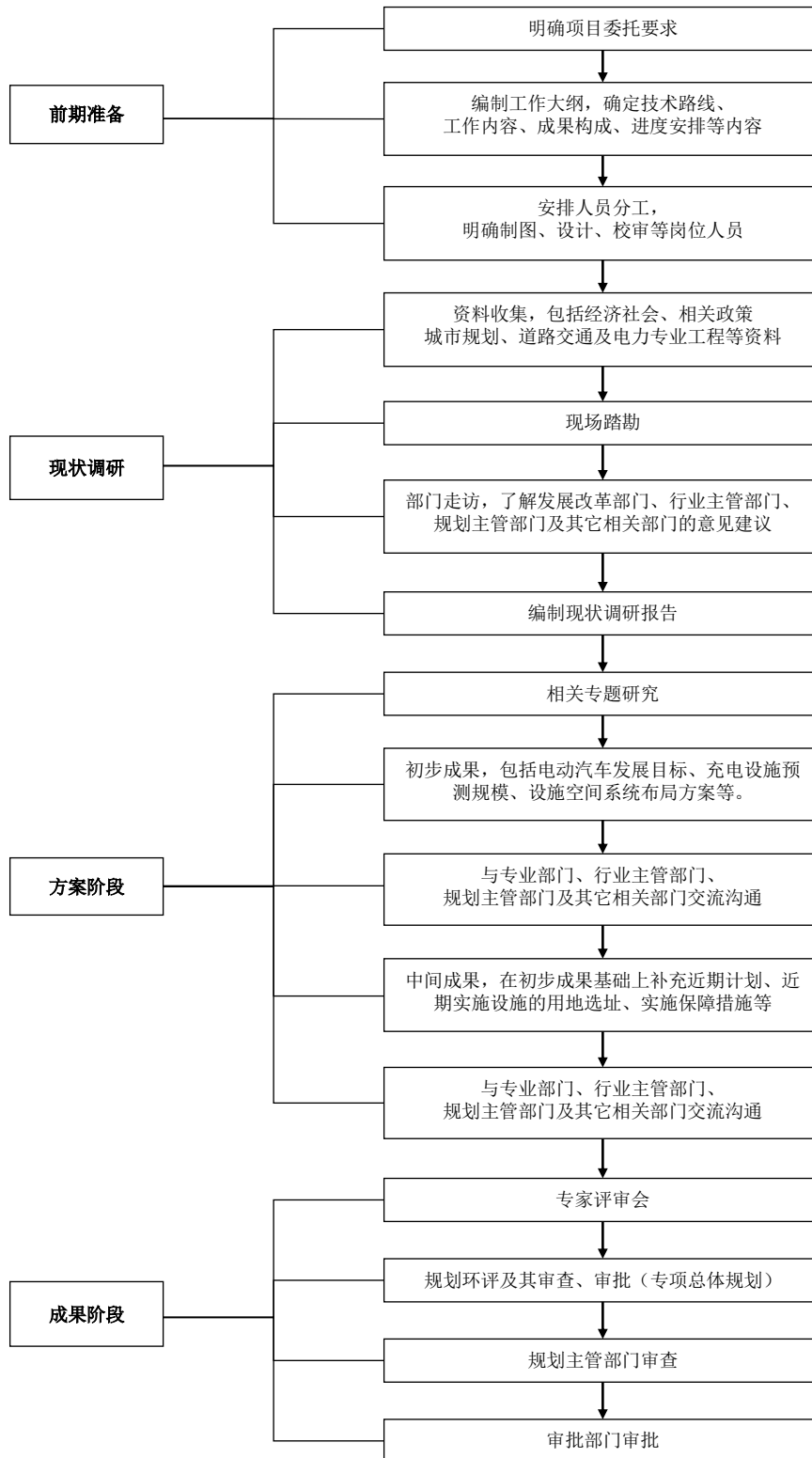


图 3.2 - 1 电动汽车充电设施布局规划工作流程框图

4 充电特性与充电模式选择

4.1 充电特性

4.1.1 不同类型的电动车辆的充电特性差别很大，应针对性地选择充电模式。

4.1.2 电动公交车辆一般白天运行，且运营线路固定，可以利用晚间休息时间采用慢充模式充电，白天可利用间歇时间利用快速充电模式补充电能，这样既不影响公交车的正常运行，又能满足其充电需求。

4.1.3 电动的旅游客车、企业通勤车、城际客运车辆、私人乘用车、公务车、出租车、租赁车、物流环卫等专用车行驶路线灵活，可利用城市公共充电站提供综合充电服务，公共充电站宜结合主要旅游景点、交通集散地、高速服务区等建设。

4.1.4 电动的环卫车辆、物流车辆、邮政车辆、旅游巴士等，其运行特征相对固定，充电方式较为灵活，可利用专用充电设施提供充电服务。

4.2 整体行业的充电模式

4.2.1 我国电动汽车充电行业的长远方向应为“慢速充电”领域，应采用“以常规充电为主，快速充电为辅，适车换电为补充”的方式。

4.2.2 现阶段（初期推广阶段），充电设施建设主体以政府为主导，起示范带动作用，应以常规与快速充电相结合的方式；当进入相对成熟阶段，建设主体逐渐转变为企业主导，形成网络化、混合式的充电模式。

4.3 各细分领域的充电模式

4.3.1 在住宅小区建设宜以慢充为主的自用、专用充电设施。

4.3.2 在商业、办公场所、公共服务设施、公共停车场、高速公路服务区、加油站以及具备停车条件的道路旁建设应以快充为主、慢充为辅的公用充电设施。

4.3.3 在公交车车场、出租车停车场、物流园、环卫基地等建设应以快充为主、换电为补充的专用充电设施。

5 规模预测

5.1 一般规定

。

5.1.1 充电设施规模预测是充电设施规划的基础和前提。

5.1.2 充电设施规模预测首先要对电动汽车规模，同时还应与当地电动汽车的实际推广情况、国家、省市出台的相关政策和文件紧密结合；此外，充电设施规模预测还可以适当参考同类城市或地区的相关资料和数据作为较核的标准。

5.1.3 充电设施规模预测可分为近期、远期。近期中还可根据实际需求逐年进行预测，由于远期受不确定因素影响较大，可只列出预测期末数据，并根据影响因素给出高低两个区间值。

5.1.4 充电设施是最近几年新出现的新型市政公用设施，其发展形势与规模与国家和政府政策密切相关，因此关于其发展规模预测的相关标准和数据应根据其发展情况进行及时更新和调整，以适应现实的发展需要。

5.2 预测方法

5.2.1 应根据三类充电设施不同服务对象的运营特征和充电特性，参考充电设施配置标准，采取差异化方法预测各类设施的发展规模。

5.2.2 公交充换电设施应主要结合有条件的公交枢纽、和公交首末站和公交停保场站，按一场一站的原则进行配建，参考电动公交车充电特性和相关资料，车桩比按 1:3—1:4 原则进行配建。

5.2.3 城市公共充电站预测应根据布局特点和布局原则，主要从城市空间入手，可以分别从点状要素、线状要素、面状要素三个方面进行预测，力求能全面、均衡地覆盖整个城区，在规划建设时序上可以采用近远期相结合的方式。

(1) 面状要素：根据不同地区的发展情况和要求，可以分地区按照不同的服务半径和要求，均匀布置城市公共充电设施，具体可以参考国家在 2015 年发布的《电动汽车充电基础设施发展指南》中关于分区域建设目标中分类方法和要求。近期可结合城市公共中心布置。

(2) 线状要素：主要结合规划和现状城市高快速路、城市主干道长度进行布置，根据相关专项规划中规划的高快速路、城市主干道等干线性道路的规划里程，按照“高快速公路充电站按每 50 公里一对设置”的标准进行预测。一般建议结合现状高速服务区和有条件的加油站布局。

(3) 点状要素：主要是指规划或现状城市重点地区、重要交通枢纽、热门旅游景点等城市重要节点，此类地区一般车流量、人流量较大，可结合社会公共停车场，按照一点一站的原则进行配建。

5.2.4 专用充电设施的规模预测应根据对服务对象的特性，采用“车桩比例”的方法进行预测。通过定性对各类专用电动车辆保有量与充电设施的相关系数，推算专用充电设施的需求规模。“车桩比”系数参考同类城市或城区的安全，同时结合各地实际情况，灵活确定。

$$X_{需} = Q * S_{专} * m$$

$X_{需}$ ——专项充电设施需求规模；

Q ——电动汽车保有量（分类进行计算）；

$S_{专}$ ——专用充电设施配置比例；

m ——“车桩比”；

5.2.5 私人专用充电设施应结合私家车停车位配置，原则上，新建住宅小区停车位应 100%建设充电基础设施或预留建设安装条件；老旧小区可按各市的规定执行，但不应小于小区停车位的 5%。

6 设施布局

6.1 布局原则与要求

6.1.1 充电设施布局应遵循下列原则：

- (1) 结合政策、市场、行业等相关因素，并与实施时序紧密衔接；
- (2) 充分发挥土地潜力，节约集约用地；
- (3) 确保充电设施服务能力最大化，形成网络化与系统化的空间布局；
- (4) 与用地、交通、电力等相关规划相协调；
- (5) 符合环境保护和防火安全要求；
- (6) 充分考虑充电设施的用地落实、所在区域的交通组织、区域输配电网现状、建设时序安排等要求。

6.2.1 充电设施布局应满足下列要求：

- (1) 充电设施分布应与电动汽车交通密度和充电需求的分布尽可能一致；
- (2) 应结合不同性质用地的交通分担率，引导充电设施布置；
- (3) 应充分考虑本区域的输配电网情况；

(4) 公用充电设施应考虑服务半径要求；

(5) 自用充电设施应结合社会停车场、配建停车场的现状及规划分布情况，按照人流、车流等因素综合分析后确定配置比例，分阶段、分类型进行用地布局。

6.2 布局要点

6.2.1 公共充电站应依据设施建设要求，判断研究区域的用地条件，集合对研究范围内的各项建设用进行梳理分析，按照“面、线、点”三个层次对现状及规划的建设用地进行总结分析，在空间层面系统化布局城市公共充电设施。其中：

(1) 面上，主要满足片区内部紧急充电需求，按照适用区域类别的服务半径要求合理布局，半径以 3KM^2 /个为宜。

(2) 线上，依托现有及远期规划的干线性道路，参照《高速公路交通工程及沿线设施设计通用规范》(JTGD80-2006)等相关要求沿线成对布局。

(3) 点上，结合主要旅游景点、交通枢纽周边进行布局，以满足应急需求。

6.2.2 专用充电站—公交充/换电站应主要参考电动公交推广计划，宜优先考虑在公交枢纽站和公交首末站内建设，同时兼顾公交的运营特点及充电类型，满足新能源公交运营需求。

6.2.3 专用充电站—物流环卫等专用车充电站应结合物流园区布局规划，应参考物流环卫车辆推广计划，重点结合物流工业园区和环卫车辆的专用停车场，物流车辆集中的港口码头等地进行布局。

6.2.3 自用充电设施——充电桩，应结合居住、商业服务业、行政办公等相关用地内部配建的停车位进行布设。

7 选址指引

7.1 选址原则

7.1.1 公用充电站选址应遵循下列原则：

(1) 结合城乡规划和路网规划，以站点供电半径为基础进行总体布局规划，并借鉴加油站设置原则进行设定，结合现有及在建设设施进行优化选择；

(2) 高速公路充电站按每百公里一对设置，建于服务区内。

(3) 城区服务半径宜控制在 3KM^2 /个。

(4) 城乡主干道按每二十公里一对设置。

(5) 可结合路边变电站合建充电站。

7.1.2 公交充电站选址应遵循下列原则：

公交充电站应以公交系统规划为依据，重点考虑与公交车站场合建，快充站考虑按照 0.5 公里的服务半径设置，慢充站结合每个停车位配置，并集中配置配电设备。

7.1.3 充电桩选址应遵循下列原则：

(1) 充电桩宜结合车辆场库设置，如：大型停车场、住宅小区、商场、医院、换乘站、机场、码头、公园、景区等。

(2) 政府部门办公场所停车场设置公务车充电桩按 1:1 设置，并考虑一定数量的社会用车充电桩。

(3) 充电桩配置应参考相关政策要求，同时考虑车辆实际需求，结合停车位数量按比例配置。

7.2 选址要求

7.2.1 充电站的选址应结合电动汽车发展规划统筹考虑，并与配电网现状和近远期规划密切结合，以充电站对供电可靠性的要求，以及电网对充电站电能质量控制的要求。

7.2.2 充电站应便于电源的取得，宜接近供电电源端，并便于供电电源线路的进出。

7.2.3 公共充电站应选择在进出车便利的场所。宜选择在城乡次干道路旁，不宜选择在支路和交叉道路路口附近。充电站进出口宜与城乡次干道路相连。

7.2.4 新建充电站应充分利用临近的道路、交通、给排水、消防等市政公用设施。

7.2.5 充电站应满足环境保护和消防安全的要求，与其他建筑物、构筑物之间的防火间距应满足 GB50229-2006《火力发电厂与变电站设计防火规范》、GB 50016-2006《建筑设计防火规范》的有关要求。

7.2.6 充电站不应设在有爆炸危险环境场所的正上方或正下方，当与有爆炸危险的建筑物毗邻时，应满足 GB 50058《爆炸和火灾危险环境场所电力装置设计规范》要求。

7.2.7 充电站不应设在有剧烈振动或高温的场所，不宜设在多尘、水雾或有腐蚀性气体的场所，当无法远离时，不应设在污染源风向的下风侧。

7.2.8 充电站不应设在室外地势低洼、易积水的场所和易发生次生灾害的地点。

7.2.9 充电桩宜设在停车场内，根据当地电动汽车发展规划，按照配置比例，利用一定量的停车位设置。

7.3 用地模式

7.3.1 各地可根据本地用地及经济条件等实际情况，灵活选择充电设施的建设模式。

7.3.2 充电站独立用地模式建议：

(1) 紧凑型用地模式，占地约 400m²，建筑类型为一栋两层建筑，一层架空区为充电区、充电机房、监控室、行车道、营业场所；二层为供配电设施、服务区及内部员工办公区域。

(2) 一般用地模式，占地约 900m²，建筑类型为一栋两层建筑，一层为充电区、充电机房、监控室、行车道、营业场所；二层为供配电设施、服务区及内部员工办公区域。

(3) 充裕型用地模式，占地约 1030m²，主要增加部分慢充车位，兼顾快慢充电及短时停车的需求。

7.3.3 充电站合建模式建议：

(1) 合建充电站规模按每站 4600m² 考虑，变电站原面积 3900m²，营业区域与变电站合建，再变电站用地外侧新增约 700 m²，用地作为充电区，与变电站相互独立。

(2) 结合路边停车位占地充电站规模按每站 120m² 考虑。

7.3.4 充电桩建设模式主要是结合停车设施按比例配套建设。

表 7.3-1 充电设施建设模式一览表

设施类别	建设模式	建设规模 (m ²)		适用范围
充电站	结合开敞空间及大型停车场库	紧凑型	400	现状建设区用地较充裕
		一般型	900	交通集中的道路设施沿线
		充裕型	1000 及以上	
	结合公用设施	700		现状建设区用地受限制，需结合已有设施建设
	结合路边停车	120		适于车流量较小的城乡生活性道路
充电桩	结合停车设施	非常小（饮水机大小）		社会公共停车场、为公共设施、居住区配建停车场、路边停车位

8 电力保障

8.1 保障原则

8.1.1 电动汽车及其充电基础设施属于新类型的用电负荷，发展迅猛，且一般尚未纳入区域电力规划负

荷的考量范围，故需通过科学合理的负荷计算，校核城市充电基础设施布局对区域规划电力总负荷的影响。

8.1.2 电动汽车充电模式及时间较灵活，可通过有效的调峰政策、价格机制等予以引导，降低充电基础设施新增负荷对现状用电负荷的冲击。

8.2 充电设施保障要点

8.2.1 充电站应按现行国家标准《供配电系统设计规范（GB 50052-2009）》规定的二级负荷执行供电，且宜采用两回线路供电，当采用两回线路供电有困难时，应另设置自备电源。

8.2.2 电力系统的负荷存在较大的日内波动，一般每天的用电高峰时段为7时~11时、晚19时~23时，低谷时段则为23时~次日7时。在负荷低谷时段，发电和供电设备均不能满负荷运行，故通过执行峰谷电价，提倡电动汽车的错峰充电，有利于碾平电力系统的高峰，填平低谷，促进用户的计划用电和节约用电。

9 交通组织

9.1 交通组织目标

9.1.1 设置充电设施交通标识，合理引导充电车辆。

9.1.2 提高充电设施的便捷度，宜为用户提供方便的充电服务。

9.1.3 为充电车辆提供良好交通组织体系，必须保证充电的高效、便捷。

9.1.4 尽量减小对城市交通的影响，最大程度避免对周边道路的干扰。

9.2 交通组织原则

9.2.1 应坚持分区原则，将充电区域与其他服务区域分开。

9.2.2 应以汽车充电过程先后流线为主导，将各种流线分开，各行其道，避免交叉。

9.2.3 最大限度地缩短充电车辆在站内的通行距离，避免流线迂回，尽量缩短充电车辆进站和出站路线。

9.2.4 尽量避免出入站的人流拥挤，在大型充电站内要布置多出口，以便于快速疏散。

9.2.5 考虑城市地铁、轻轨、主要干道的布置，主要人流、车流的分布，处理好充电设施布局与城市交通流线的衔接问题。

本导则用词说明

- 1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：
 - 1) 表示很严格，非这样做不可的：正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。
 - 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。
 - 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。
- 2 条文中指明应按其他有关标准执行时的写法为：“应符合……规定”或“应按……执行”。

条文说明

1 发展趋势

进入 21 世纪第二个十年，世界多个主要国家已出台了燃油汽车退出时间表，具有高效节能、低排放乃至零排放优势的电动汽车，已经成为世界各主要国家和汽车制造厂商的共同的战略选择、发展的目标，趋势已经形成，电动汽车进入了加速发展的新阶段。我国逐步进入了大宗汽车消费时代，但令我们长期甩不掉的隐忧是能源与环境问题，汽车造成的环境污染已到了非常严峻的阶段。在目前能源危机和环境保护的双重制约下，新能源革命为我们提供了新的途径，发展电动汽车，可以降低石油依赖、减少温室气体排放、优化能源结构、促进节能减排，是解决日益严重的能源环境问题的新的途径。

2012 年国家出台了《节能与新能源汽车产业发展规划（2012—2020 年）》，对新能源汽车，特别是电动汽车的发展指明了方向，提出了鼓励与扶持政策。2014 年 7 月 21 日国务院办公厅发布《关于加快新能源汽车推广应用的指导意见》中，针对充电设施缺乏的问题，特别提出制定充电设施发展规划和技术标准，将其纳入城市规划，并完善充电设施用地和用电政策，鼓励公共单位加快内部停车场充电设施建设。2015 年，由于国家连续出台了《国务院办公厅关于加快电动汽车充电基础设施建设的指导意见》（国办发〔2015〕73 号）和《电动汽车充电基础设施发展指南（2015-2020）》等一系列支持电动汽车充电设施建设的文件，国家推动新能源汽车发展的力度不断加大，电动汽车发展及其充电设施规划建设已上升为国家战略举措。根据中国汽车工业协会公布数据，2017 年我国新能源汽车累计销售 77.7 万辆，中国新能源汽车年销量和累计销量已位居世界首位。

2 电动汽车及其充电设施的定义与分类

2.1 电动汽车分类

电动汽车按类型主要分为纯电动汽车、插电式混合动力汽车和燃料电池汽车三种，各自有优缺点。

2.1.1 纯电动汽车

(1) 优点

纯电动汽车有以下优点：①纯电动汽车使用电能，在行驶中无废气排出，不污染环境；②电动汽车

比汽油机驱动汽车的能源利用率要高；③电动汽车比汽油机驱动汽车的噪音小很多，噪声污染小；④由于电力可以从多种一次能源获得，如煤、核能、水力、风力、光、热等，解除人们对石油资源日见枯竭的担心；⑤可错峰充电，提供发电设备的使用效率；⑥电动汽车还可以充分利用晚间用电低谷时富余的电力充电，使发电设备日夜都能充分利用，大大提高其经济效益。

(2) 缺点

纯电动汽车有以下缺点：①续航里程较短；②采用蓄电池及电机控制器使成本较高；③现阶段充电时间长；④目前没有授权服务站，维护成本较高；⑤现阶段蓄电池寿命短，几年就得更换。

有专家认为，对于纯电动汽车而言，最大的障碍就是基础设施建设以及价格影响了产业化的进程，与混合动力相比，电动汽车更需要基础设施的配套，而这不是一家企业能解决的，需要各企业联合起来与当地政府部门一起建设，才会有大规模推广的机会。



图 1 纯电动汽车结构图

2.1.2 混合动力汽车

(1) 优点

①与传统汽车相比，由于内燃机总是工作在最佳工况，油耗非常低；②内燃机主要工作在最佳工况点附近，燃烧充分，排放气体较干净，起步无怠速（怠速停机）；③不需要外部充电系统，一次充电续航里程、基础设施等问题得到解决；④电池组的小型化使成本和重量低于电动汽车；⑤发动机和电机动力可互，低速时可用电机驱动行驶。

采用混合动力后可按平均需用的功率来确定内燃机的最大功率，此时处于油耗低、污染少的最优工况下工作。当需要大功率而内燃机功率不足时，由电池来补充；当负荷少时，富余的功率可发电给电池充电，由于内燃机可持续工作，电池又可以不断得到充电，故其行程和普通汽车一样。在繁华市区，可关停内燃机，由电池单独驱动，实现“零”排放。

(2) 缺点

混合动力汽车有以下缺点：1) 环保效果不明显。现阶段的混合动力汽车行驶中以耗油为主，不能很好地达到降低尾气污染的效果；2) 长时间高速或匀速行驶不省油。混合动力车在行驶中越是频繁制动减速、或频繁地起步停车就会相对更为节能。而如果处于长时间匀速行驶，其节能效果就会相应降低；3) 技术不成熟，相关产品定价过高，电动机和内燃机两套动力系统的造价远比一套动力系统的成本高。



图 2 混合动力电动汽车结构图

2.1.3 燃料电池汽车

(1) 相关概念

燃料电池汽车是指以氢气、甲醇等为燃料，通过化学反应产生电流，依靠电机驱动的汽车。其电池的能量是通过氢气和氧气的化学作用，而不是经过燃烧，直接变成电能的。



图3 燃料电池汽车结构图

(2) 优点

与传统汽车、纯电动汽车技术相比，燃料电池电动汽车具有以下优点。

①零排放或近似零排放，绿色环保。燃料电池电动汽车在本质上是一种零排放汽车，燃料电池没有燃烧过程，若以纯氢作燃料，通过电化学的方法，将氢和氧结合，生成物是清洁的水；采用其他富氢有机化合物用车载重整器制氢作为燃料电池的燃料，生成物除水之外还可能有少量的CO₂，但其排放量比内燃机要少得多，且没有其他污染排放（如氧化氮、氧化硫、碳氢化物或微粒）问题，接近零排放。与传统汽车相比既减少了机油泄漏带来的水污染，又降低了温室气体的排放。

②能量转换效率高，节约能源。燃料电池的能量转换效率极高。燃料电池没有活塞或涡轮等机械部件及中间环节，不经历热机过程，不受热力循环（卡诺循环）限制，故能量转换效率高，燃料电池的化学能转换效率在理论上可达100%，实际效率已达60%~80%，是普通内燃机热效率的2~3倍（汽油机和柴油机汽车整车效率分别为16%~18%和22%~24%）。因此，从节约能源的角度来看，燃料电池汽车明显优于使用内燃机的普通汽车。

③燃料多样化，优化了能源消耗结构。燃料电池所使用的氢燃料来源广泛，自然界中，氢能大量存储在水中，可采用水分解制氢，也可以从可再生能源获得，可取自天然气、丙烷、甲醇、汽油、柴油、煤以及再生能源。燃料来源的多样化有利于能源供应安全和利用现有的交通基础设施（如加油站等）。燃料电池不依赖石油燃料，各种可再生能源可以转化为氢能加以有效利用，减少了对石油资源的依赖，优化了交通能源的构成。

④续驶里程长，性能优于其他电池的电动汽车。采用燃料电池作为能量源，克服了纯电动汽车续驶里程短的缺点，其长途行驶能力及动力性已经接近于传统汽车。燃料电池汽车可以车载发电，只要带上足够的燃料，它可以把我们送到任何想去的地方。燃料电池电动汽车在成本和整体性能上（特别是行程和补充燃料时间上）明显优于其他电池的电动汽车。

⑤过载能力强。燃料电池除了在较宽的工作范周内具有较高的工作效率外，其短时过载能力可达额定功率的 200%或更大，更适合于汽车的加速、爬坡等工况。燃料电池的短时过载能力可达 200%的额定功率。

⑥运行平稳、低噪声燃料电池属于静态能量转换装置，除空气压缩机和冷却系统以外无其他运动部件，因此与内燃机汽车相比，摆脱了马达的轰鸣，运行过程中噪声和振动都较小。

⑦燃料电池的化学反应过程不会产生有害产物，因此燃料电池车辆是无污染汽车，燃料电池的能量转换效率比内燃机要高 2—3 倍，因此从能源的利用和环境保护方面，燃料电池汽车是一种理想的车辆。

(3) 缺点

汽车业界普遍认同的一个观点是，燃料电池技术是内燃机技术最好的替代物，代表了汽车未来的发展方向。但如果将发展燃料电池汽车的几个制约因素考虑进来，则会发现燃料电池汽车目前和今后一段时间尚不具备商业化的条件。

①燃料电池汽车的制造成本过高。制约燃料电池汽车推广应用的重大因素之一是燃料电池的生产成本一直居高不下。据美国能源部测算，目前燃料电池的生产成本已降为 500 美元 / kW。专家估计，只有当燃料电池的生产成本降至 50 美元 / kW 的水平才能为消费者所接受，才能创造巨大的市场效益。从经济学角度讲，高成本很难完成市场化推广，而无法实现市场化就不可能大规模批量生产，进而成本就无法降下来，最终导致成本与销售的恶性循环。

②燃料电池汽车的使用成本也高，氢气的售价并不廉价，因此燃料电池车的运行成本并不乐观。目前由燃料电池发电系统提供 1kW·h 电能的成本远高于各种动力电池，这从一个侧面反映了作为汽车动力源，燃料电池还有相当远的距离。

③启动时间长，系统抗震能力还需提高。采用氢气为燃料的 FCEV 启动时间一般需要超过 3min，而采用甲醇或者汽油重整技术的 FCEV 则长达 10min，比起内燃机汽车启动的时间长得多，影响其机动性能。此外，当 FCEV 受到振动或者冲击时，各种管道的连接和密封的可靠性需要进一步的提高，以防止泄漏，降低效率，严重时引发安全事故。

④经济且无污染地获取纯氢燃料还存在技术难点。通过重整或改质技术转化传统的化石燃料获取纯氢天然气，不仅要消耗大量的能量，而且并没有从根本上摆脱对化石能的依赖，也没有从根本上消除对环境的污染。自然界中，氢能大量存储在水中，虽然取之不尽，但直接使用热分解或是电解的办法从水中制氢显然不划算。因此多数科学家都将目光转向了利用太阳能，但是还存在许多技术障碍。目前，他们正在进行太阳能分解水制氢、太阳能发电电解水制氢、阳光催化光解水制氢、太阳能生物制氢等方面的研究。只有到了能以再生性能源廉价地生产出氢燃料，氢燃料电池民用汽车的燃料问题才算获得了根本性解决。

⑤氢燃料电池汽车燃料的供应还有大量的技术问题有待解决。通常氢能以三种状态存储和运输：高压气态、液态和氢化物形态。用常用的压缩气体罐储存的氢，只能供燃料电池汽车行驶 150KM，续航里程太短，还不如蓄电池驱动的汽车。由于氢气是最小的分子，很容易造成泄漏。哪怕是微量的泄漏，都有可能造成极度可怕的后果。而在-253℃的条件下储存液氢的深度制冷技术目前还很不成熟。就全球来说，目前能够加液氢的加氢站也没有几家。值得欣慰的是，储氢材料的开发已取得了一定的进展。

⑥供应燃料辅助设备复杂，且质量和体积较大在以甲醇或者汽油为燃料的 FCEV 中，经重整器出来的“粗氢气”含有使催化剂“中毒”失效的少量有害气体，必须采用相应的净化装置进行处理，增加了结构和工艺的复杂性，并使系统变得笨重。目前普遍采用氢气燃料的 FCEV，因需要高压、低温和防护的特种储存罐，导致体积庞大，也给 FCEV 的使用带来了许多不便。

⑦稀有金属铂 Pt 被大量应用也制约着燃料电池电动汽车的推广应用。稀有金属铂作为燃料电池必不可少的反应催化剂，按照现有燃料电池对铂金的消耗量，地球上所有的铂金储量都用来制作车用燃料电池，也只能满足几百万辆车的需求。

⑧加氢站等基础网络设施建设几乎为零，目前全球范围内投入使用的加氢站仅有 100 多家，且大部分是用于实验用途的。如果说技术和成本是科研机构和企业通过努力可以自行解决的问题，那么相应的配套设施建设则不是举一人之力可以完成的，需要国家政策、产业链条、基础设施建设等多方面的准备，并及时制定完善的行业标准和规范。加氢站等基础设施建设，既涉及城市规划、交通、电力等问题，又要解决投资和经营者的获利问题，同时还要有效解决加氢的核心技术和统一标准等问题。对于有一定行驶区间的公交车而言，这个问题可能容易解决，但是对于私家车而言要解决这些问题就任重而道远了。

2.2 不同电动汽车的优劣势比较

三种电动汽车优劣势各有不同，都有自身的适应范围及技术瓶颈，本导则从技术、经济、现实状况

三方面进行比较汇总，见下表。

表 1 电动汽车对比汇总一览表

项目	混合动力汽车 HEV	纯电动汽车 EV	燃料电池汽车 FCEV
关键技术 (新技术)	动力电池、驱动电机、电路控制、 动力切换器、传统内燃机系统	动力电池、驱动电机、电 控系统	动力电池、驱动电机、功率 转换器、电控系统
使用能源 种类	汽油、天然气、生物质能源、充电 电能（一、二次能源混用）	充电电能、煤炭殆尽 （二次能源）	氢气、甲醇等发电电能（二 次能源）
能源储量 及储运安 全性	开采殆尽，可用 30 年，储运用专业 设备，易燃易爆	煤炭逐日减少不可再生， 储运安全	氢气、甲醇均没有天然储 量，储运用专业设备，易燃 易爆
碳排放与 污染气体	碳排放量有所降低，氮氧化物污染 气体有所减少，但不是零排放	使用期间无碳排放、无污 染气体排放。充入的电能， 如果是火电，据美国试验 统计：碳排放量相当于传 统汽车的 70%	无碳排放、无污染
运行噪音	噪音大	及无噪音	及无噪音
技术瓶颈	技术较成熟完善，动力电池有待完 善	最优动力电池为锂电池， 锂电池体积与储能比偏 大，有待完善	技术有一定基础，但远远不 能商业化运作，燃料电池堆 是瓶颈
能源补给 站点造价	中型加油站造价 300 万元	充电站点 300 万元， 充电桩 1.5 万	加氢站无数据，基于储存安 全需求，预计不低于加油站
生命周期	属于过渡性车型，15-30 年	预测 50 年	预测久远
驱动部件 技术现状	燃油系统，成熟可靠，技术成熟度 100%	驱动电机，方兴未艾，技 术成熟度达 80%	驱动电机，方兴未艾，技术 成熟度达 80%
控制系统 技术现状	燃油系统，成熟可靠，技术成熟度 100%	有待进一步完善，初步实 现商业化	有待研制完善
技术的通 用性(其他 行业适用 性)	内燃机技术，凡需动力源的行业， 均需用	电动机技术已经普及，多 行业使用充电技术会在现 代通讯领域适用	凡需电力驱动的行业均可 使用
运行过程 能量输出 衰减情况	无衰减，能量呈脉冲规律输出，运 行车体震动较大	无衰减，能量平稳输出， 运行车体无震动	无衰减，能量平稳输出，运 行车体无震动