

BestEV 评估方法与研究设计

摘要



能源与交通创新中心

2015 年 12 月

1. BestEV 项目介绍

在许多中大型城市，机动车尾气排放已被证实为重要的空气污染源。而汽车作为人们出行的主要交通工具，汽车产业也是国家的重要经济支柱，因此，即使在限购限行的背景下，汽车保有量仍在逐年增加。为改善空气质量，降低交通污染物排放，各级政府正大力推广更加节能与环保的新能源汽车，尤其是纯电动汽车。

中央和地方政府均对电动汽车发展给予了强有力的政策扶持，但国内消费者总是在“不限行、不限购、补贴等优惠政策”的诱惑与“基础配套设施不完善、技术不过关”的反抗中纠结，往往在电动汽车的购买决策上持观望态度。消费者在进行电动汽车与传统汽油车对比时，常会突出电动汽车尚不够完善的技术环节，对电动汽车的发展和推广尤为不利。

能源与交通创新中心（iCET）作为一家在低碳经济和气候变化方面具有领导力的智库机构，经十年发展，在清洁汽车政策推动和公众参与方面产生了较大的影响力，包括燃料消耗量标准体系构建、汽车环境影响评价与中国绿车榜、零排放汽车机制中国可行性、生物燃料可持续发展等。电动汽车作为产业转型与节能减排的重要手段，与消费者衔接仍存在认知差异，一套专业、公正的评估体系将有助于帮助公众更快认可并选择性能优良的电动汽车。在能源基金会与洛克菲勒兄弟基金会的资助下，iCET 将于 2015 年启动“BestEV”项目，旨在帮助消费者选择性能优良的电动汽车，以加快电动汽车的私人化市场速度。

BestEV 评价体系将基于消费者的真实体验和经历对电动汽车进行评估，以建立具有高认可度的用户友好平台，在对电动汽车进行评级的同时，提高公众对电动汽车的认可度。

2. BestEV 评价方法【图 1，步 I-1】

iCET 参考了国内外众多汽车评价体系（部分来自于网络搜索，部分来自于业内人士的咨询建议），得出了对 BestEV 评估具有重要参考价值的评价指标和经验。为了将 BestEV 评价体系设计得更加科学和专业，本报告对 5 个国际评价体系和 5 个国内评价体系的评价指标进行了研究分析与总结。表 1 和表 2 分别展示了国内外不同汽车评价体系的评估指标，iCET 根据不同指标的使用频率分别对各个指标重要性进行了排序，作为 BestEV 评估指标的重要参考。

表 1 五个国际汽车评价体系所采用的指标及其重要性分析

	Auto Blog	Motor Trend	美国新闻与世界报道	消费者报告	Edmunds	评价指标总结		指标评估结果	
	重要性	重要性	重要性	重要性	重要性	总使用次数	平均重要性	总使用次数+（10-平均重要性）	指标重要性
	1=最重要	1=最重要	1=最重要	1=最重要	1=最重要		1=最重要	14=最高得分	1=最重要
驾驶性能： 刹车、转向、操纵、加速	1	6	1	3	3	5	2.8	12.2	1
安全性	N/A	5	6	4	1	4	4.0	10.0	2
舒适性： 整体/座椅/驾驶舒适度	3	N/A	3	N/A	4	3	3.3	9.7	3
内饰： 空间、视野	8	2	2	N/A	6	4	4.5	9.5	4
可靠性	N/A	N/A	7	2	2	3	3.7	9.3	5
风格： 个性化	2	1	N/A	N/A	10	3	4.3	8.7	6
高性价比技术的运用	N/A	3	N/A	N/A	N/A	1	3.0	8.0	7
拥车成本： 零售价格、保修期等	N/A	N/A	N/A	1	8	2	4.5	7.5	8
车内硬件及仪表设计： 音响系统、仪表盘、暖气/空调系统	4	N/A	N/A	6	7	3	5.7	7.3	9
动力性： 引擎、传动质量	5	N/A	5	N/A	N/A	2	5.0	7.0	10
外观： 车门、设计、噪音	7	N/A	4	N/A	N/A	2	5.5	6.5	11
人体工学： 操纵便利性	6	N/A	N/A	N/A	5	2	5.5	6.5	12
燃油经济性： 综合/市区/郊区	N/A	4	N/A	7	9	3	6.7	6.3	13
可信赖度： 车辆固有功能的实现	9	N/A	N/A	N/A	N/A	1	9.0	2.0	无
车主满意度	*	N/A	N/A	5	N/A	1	5.0	6.0	无

表 2 五个国内汽车评价体系所采用的指标及其重要性分析

	J.D. Power	中国汽车风云榜*	中国汽车质量排行榜	中国年度绿色汽车*	汽车之家*	指标总结		指标评估结果	
	重要性	重要性	重要性	重要性	重要性	总使用次数	平均重要性	总使用次数+ (10-平均重要性)	指标重要性
	1=最重要	1=最重要	1=最重要	1=最重要	1=最重要		1=最重要	14=最高得分	1=最重要
驾驶性能: 刹车、转向、操纵、加速	1	4	3	3	3	5	2.8	12.2	1
内饰: 空间、视野	8	3	2	2	1	5	3.2	11.8	2
外观: 车门、设计、噪音	7	2	1	1	5	5	3.2	11.8	3
拥车成本: 零售价格、保修期、电动汽车政府补贴	N/A	1	N/A	N/A	N/A	1	1.0	10.0	4
动力性: 引擎、传动质量、电池质量	5	N/A	5	5	2	4	4.3	9.8	5
风格: 个性化	2	N/A	N/A	N/A	N/A	1	2.0	9.0	6
舒适性: 整体/座椅/驾驶舒适性	3	N/A	N/A	N/A	4	2	3.5	8.5	7
车内硬件及仪表设计: 音响系统、仪表盘、暖气/空调系统	4	N/A	4		6	3	4.7	8.3	8
燃油经济性: 综合/市区/郊区	N/A	5	N/A	4	N/A	2	4.5	7.5	9
安全性	N/A	6	N/A	N/A	N/A	1	6.0	5.0	无
人体工学: 操控的便捷性	6	N/A	N/A	N/A	N/A	1	6.0	5.0	无
可信赖度: 车辆固有功能的实现	9	N/A	N/A	N/A	N/A	1	9.0	2.0	无
高性价比技术的运用	N/A	N/A	N/A	N/A	7	1	7.0	4.0	无
品牌认知	10	N/A	N/A	N/A	N/A	1	10.0	1.0	无
消费者满意度: 经销商服务和设施	11	N/A	N/A	N/A	N/A	1	11.0	0.0	无
服务: 信心、价值、质量	12	8	N/A	N/A	N/A	2	10.0	2.0	无
购车体验: 交车过程、员工、经销商设施	13	7	N/A	N/A	N/A	2	10.0	2.0	无
轮胎: 耐磨性、摩擦力等	14	N/A	N/A	N/A	N/A	1	14.0	-3.0	无

* 涵盖 EV

BestEV 评价指标与权重研究采用 Delphi 法进行，具体过程如图 1。Delphi 法起源于上世纪 50 年代，最初旨在以系统方式获取关于一系列问题的专家意见。所有参与调查的专家都采用自填问卷邮寄或电子邮件的形式匿名发表意见，一般调查进行两轮以上，每轮调查结果都将通报给所有参与调查的专家，直到专家意见大体统一。Delphi 法的主要优点是突破地域限制，并对个人意见不断塑形（这在公开辩论中很难做到）。

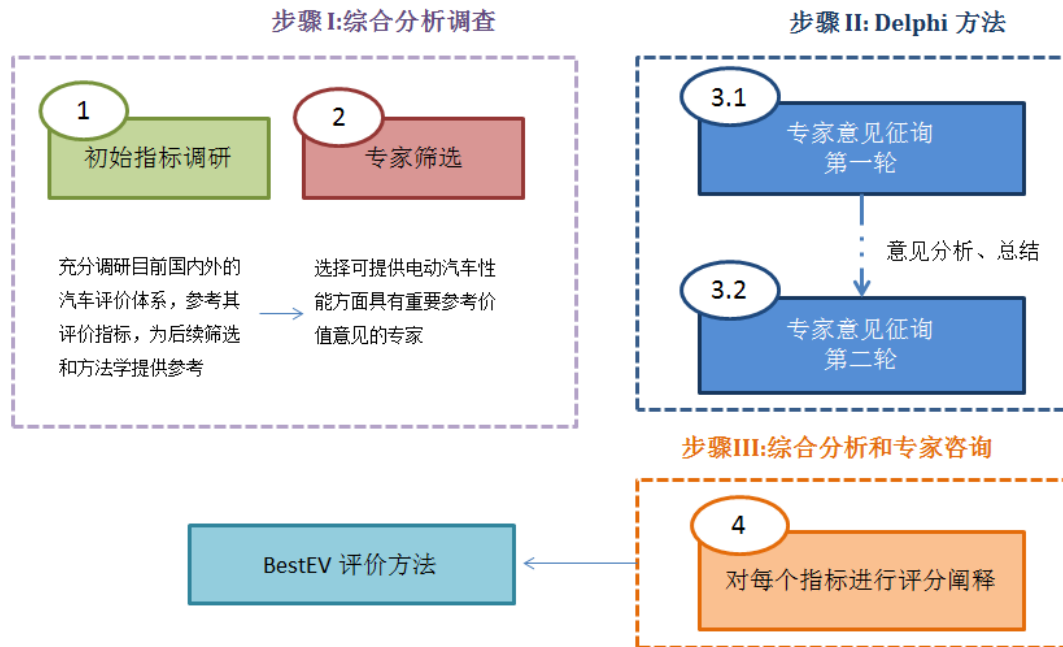


图 1 BestEV 方法学发展研究：过程及方法

2.1 Delphi: 专家选择【图 1，步 I-2】

BestEV 评估指标与权重的征询专家覆盖了政府、行业组织、车企、市场、产业链、媒体以及研究机构七个领域，团队组成及比例参考国内外主流汽车评价体系，共计 28 位，其中国内专家 25 位，国际专家 3 位，详细名单见表 3。

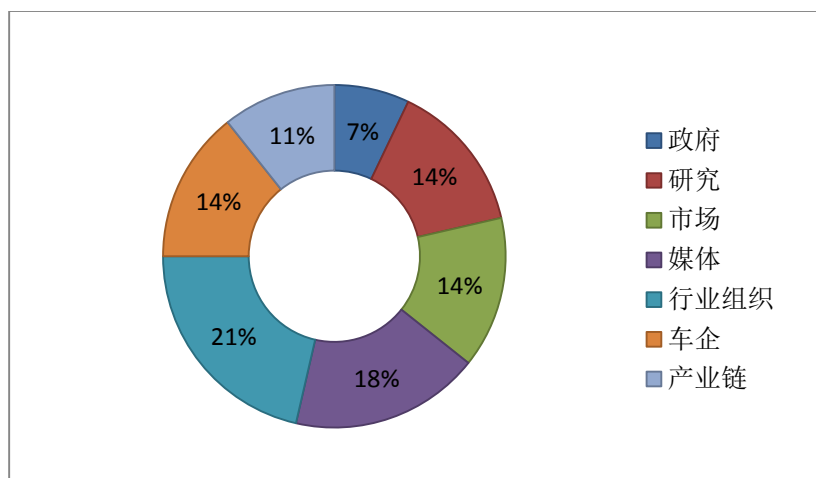


图 2 BestEV 评估指标与权重选择专家组成比例

表 3 BestEV 评估指标与权重选择专家名单

专家	单位类别	单位及职务
许心超	政府	北京市科委新能源与新材料处处长（新能源汽车推广主管领导）
陆象楨	政府	深圳市发改委重大办主任（新能源汽车推广主管领导）
Cuneyt Oge*	行业组织	国际汽车工程学会 2016 主席兼理事长
张永伟	行业组织	电动汽车百人会（EV100）秘书长
龚慧明	行业组织	能源基金会清洁交通项目主任、电动汽车百人会成员
俞振华	行业组织	中关村储能产业技术联盟理事长、电池专家
Feng An*	行业组织	能源与交通创新中心执行主任
付于武	行业组织	中国汽车工程学会理事长
陈全世	研究	清华大学汽车研究所所长、全国汽车标准化电动汽车专业委员会委员
王贺武	研究	清华大学汽车系副教授
潘铁山	研究	合肥工业大学新能源汽车研究院执行副院长
王成	研究	中国汽车技术研究中心北京工作部副主任
卢琦	市场	青云创投-新能源汽车行业研究经理
王存	市场	中国汽车工业进出口公司高级经理
常春	市场	北汽鹏龙汽车服务贸易股份公司政策研究室高级经理
王磊	市场	万帮新能源汽车销售事业部 总经理
Tamara Warren*	媒体	The Verge 清洁交通资深媒体人、世界风云车榜评审员
邱锴俊	媒体	第一电动网（d1EV）主编
郭晨	媒体	中国汽车报新能源汽车专刊记者
周剑	媒体	常州日报新能源汽车部主任、记者
朱丹	媒体	AMS 车评《汽车博览》杂志执行副主编
罗昊	车企	比亚迪新能源汽车海外市场部总监
田博士	车企	北汽新能源研究院院长
邓有成	车企	力帆集团技术顾问（原副总裁）
高翔	车企	特斯拉充电与公共政策总监
蔡蔚	产业链/电机	精进电动科技（北京）有限公司创始人、首席技术官
王振飞	产业链/充电	深圳充电网科技有限公司创始人、总经理
苏浩	产业链/充电	万帮新能源充电事业部 总经理

*国际专家

2.2 Delphi: 专家意见征询【图 1，步 II】

BestEV 评估指标与权重选择 Delphi 法第一轮意见征求从 10 月 26 日开始，持续到 11 月 7 日。在第一轮 Delphi 法专家意见征询中，iCET 共收回 28 份来自电动汽车各细分领域知名专家的意见表，具体结果见表 4。可以看出，尽管没有预先统一，28 位专家意见的均值结果使得定量指标和定性指标各占总权重的 50%。根据专家建议，在第一轮结果中，专家建议将“拥车成本”从定性指标调至定量指标，并将其拆分为“购车成本”、“保修期”和“保险费用”三个指标，同时根据专家建议（需 2 个以上专家提出才有效）增加了“快充时间”和“智能与网络系统”两个指标；此外，部分专家建议增加的指标，如“环境兼容性”、“电池寿命”，由于与现存指标较为接近或缺乏评估的可能性，没有被采纳（表 4）。

表 4 Delphi 第一轮专家评选结果

建议指标及说明		第一轮认可该指标的专家比例	第一轮专家意见权重平均值	第一轮专家理由总结
定量指标	1 续航里程	100%	12.7%	电动汽车性能评价的核心指标之一，亦是消费者最关心的因素
	2 购车价格	93%	8.2%	影响消费者购买和使用选择
	3 慢充时间	86%	6.7%	衡量电池技术水平，决定整车的使用效率，是消费者最关心的指标之一
	4 百公里加速时间	93%	5.4%	衡量电动汽车的动力性能，影响驾驶体验，但现阶段大家对该指标要求比较低
	5 百公里电耗	96%	5.2%	影响用车经济性和节能效率，由于较汽油车成本较低，但现阶段消费者关注度不高
	6 最大速度	86%	4.4%	目前国家标准要求不高，但影响驾驶体验，且高速公路行驶有 130km/h 最低速度要求
	7 电池容量	64%	3.3%	主要影响续航里程，但消费者不会直接关注该指标
	8 电机功率	54%	2.1%	最大速度和百公里加速的影响因素，但消费者一般不会直接考虑该指标
	9 车身重量	50%	1.9%	车身轻量化反映其技术的先进性，也影响能源效率，但消费者关注比较低；
	10* 快充时间	新增指标	0%	消费者使用过程中比较在意的参数，会影响用车效率
	11* 保修期	拆分指标	0%	影响消费者使用过程的经济性和便利性
	12* 保险费用	拆分指标	0%	影响汽车的使用成本，电动汽车目前保险费用与传统车一样，未来可能会产生差异性
总计			49%	
定性指标	13 驾驶性能：刹车、转向、操控、换挡质量	96%	6.4%	直接影响消费者的驾驶体验和感受

14	可靠性 : 汽车的故障率	96%	6.0%	反映动力系统变化的持久性指标, 影响驾驶体验
15	安全性 : 防抱死系统、安全带、内置儿童安全座椅空间、安全气囊	89%	5.5%	基本指标, 也是消费者最关心的指标之一, 国家有强制性要求;
16	充电便利性 : 充电兼容性(如插座类型)、可用充电设施	86%	4.3%	影响用车体验, 反映车辆的实用性
17	服务 : 售后服务质量、购车体验、经销商服务和设施	82%	3.8%	反映服务便捷性和及时性, 与品牌关联度大
18	外观与功用(机械性能) : 开关门质量、车辆启动/驾驶噪音、车身设计(如车身长度/宽度/高度、轴距等)	79%	2.9%	消费者的直观感受, 影响车辆实用性
19	品牌感知和认同 : 品牌价值	68%	2.9%	影响消费者购买倾向, 但现阶段由于电动汽车品牌较少, 影响不大
20	内饰设计及舒适性 : 座椅空间、车内视野、车内材料质量(如外表和耐久性)、座椅质量(如靠背舒适性)、驾驶位置、座椅和车轮位置调整的可用空间	79%	2.8%	消费者直观感受
21	车内硬件配置 : 音响系统、空调系统、控制、高性价比技术的应用	75%	2.8%	整车综合性能参数, 消费者关注度会逐渐增加
22	车载资讯系统 : 提示驾驶员相关车辆信息(如电池状态、耗电率、充电网络及可及性、充电路线选择等)的软硬件设施	68%	2.7%	对电动汽车很重要, 且重要性逐渐提升
23	风格/外观 : 车辆的个性化设计、能否依据个人喜好进行调整(如配色)	71%	2.3%	对年轻消费群体的影响较大
24	底盘系统质量 : 减震系统、耐久性	68%	2.0%	车辆基本要求, 影响安全性和驾驶舒适性
25	符合人体工学的设计 : 操控的便捷性、功能控制设置的紧凑性	61%	1.8%	消费者一般不是很在意
26	电驱动系统 : 电机、传动质量	46%	1.7%	影响车辆质量和耐久性, 但消费者关注一般
27	载物空间	57%	1.6%	影响车辆实用性, 但现阶段消费者对电动汽车该性能关注一般
28*	智能与网络系统 : 车联网、物联网、远程控制、人机对话、自动驾驶等技术应用。	新增指标	0%	新增指标: 被认为电动汽车与传统汽车的主要区别之处
总计			51%	
权重总和			100%	

*根据专家建议的新增指标

Delphi 法第二轮意见征询时间为 11 月 10 日至 17 日, 对象为第一轮反馈意见的所有专家。同时, iCET 将第一轮结果进行了如实反映, 希望所有专家能够对候选指标进行重新

考量，并给出新的权重。第二轮结果如表 5 所示，“保险费用”和“智能与网络系统”的专家投票支持率均低于 50%，有专家认为“智能与网络系统”指标描述较为笼统，且与“车载资讯配置”有部分指标重合；另外有 7 个指标的权重<2%（其中一个权重为 0）。iCET 建议，预先保留权重因子<2%的指标（其中大部分是 EV 的特性指标），对此可继续征求专家意见。

表 5 Delphi 法第二轮及最终专家评选结果

	建议指标及说明	第二轮专家认可比例	第二轮专家意见权重平均值	第二轮专家意见总结
定量指标	1 续航里程	100%	11.8%	续航能力为纯电动车现阶段消费者最为关注的性能指标，直接影响购车行为，同时也是电动汽车与传统汽车在体验上的最大区别
	2 购车价格	100%	8.9%	与政府补贴相结合考虑，需符合消费者的经济承担能力
	3 慢充时间	93%	5.9%	充电时间主要由充电桩提供的功率决定，如果慢充在晚上进行，对消费者用车影响不大
	4 百公里加速时间	96%	4.6%	体现电动汽车的动力性，但现阶段多种品牌只含 50 公里加速时间指标
	5 百公里电耗	96%	4.7%	该指标关系到能源消耗与充电频率，使用电动汽车就是为了节能，这个意识更应该加强
	6 最大速度	93%	3.4%	现阶段消费者对最大速度的要求不高，但影响高速行驶和驾驶体验
	7 快充时间	78%	2.9%	营运车一般采用快充或换电，私家车大多采用慢充，但快充时间会影响到消费者用车的便捷性
	8 保修期	74%	2.6%	消费者比较在意和关心的指标，但目前电动车核心模块保修时间已经很长
	9 电池容量	74%	2.3%	指标因素本身很重要，但消费者难以直接感知
	10 车身重量	74%	1.6%	车身重量影响汽车动力性和经济性，但消费者难以直接感知
	* 电机功率	56%	1.2%	影响车辆的最大速度和百公里加速性能，单独评论电机功率的意义不大
	* 保险费用	26%	0.4%	大多数专家不建议增加该指标
	总计（10 个）		50%	
	11 可靠性：汽车的故障率	100%	6.8%	影响消费者购车重要指标之一，反映各零部件的性能和一致性，容易受到各类外界信息影响，有专家认为应当提高该指标的权重
	12 驾驶性能：刹车、转向、操控、换挡质量	100%	6.2%	作为个人交通工具的最重要因素，也是消费者对产品的直观感知
	13 安全性：防抱死系统、安全带、内置儿童安全座椅空间、安全气囊	96%	5.9%	消费者最关心的因素之一，如电动汽车电系统起火。“所有销售车辆都一定通过了国家强制检测要求，可是行业专家还是对安全性不放心，因为能够通过检测的也不一定就足够安全。我们的标准是很严格，可执行标准检测却又有很多可以宽松的空间。”
	14 服务：售后服务质量、购车体验、经销商服务和设施	96%	4.5%	影响整体使用体验，也是创新的方向，容易受到各类外界信息影响，这类指标以消费者体验为主，专家评说难具说服力

15	充电便利性： 充电兼容性（如插座类型）、可用充电设施	96%	4.4%	影响电动汽车使用，也有专家认为充电便利性主要是和充电设施有关
16	外观与功用（机械性能）： 开关门质量、车辆启动/驾驶噪音、车身设计（如车身长度/宽度/高度、轴距等）	93%	2.8%	年轻消费群体比较在意，个性化需求
17	品牌感知和认同： 品牌价值	85%	2.8%	受可靠性、安全性、服务等外部评价影响较大，但对品牌的评价是一个长期的过程
18	车载资讯系统： 提示驾驶员相关车辆信息（如电池状态、耗电量、充电网络及可及性、充电路线选择等）的软硬件设施	89%	2.7%	电动汽车消费者年轻人群比率较高，对车载资讯系统较为关注，电动车优势项目之一，同时也应当包含“智能与网络系统”
19	内饰设计及舒适性： 座椅空间、车内视野、车内材料质量（如外表和耐久性）、座椅质量（如靠背舒适性）、驾驶位置、座椅和车轮位置调整的可用空间	89%	2.7%	消费者对该指标的敏感度较高，但不是决定因素
20	车内硬件配置： 音响系统、空调系统、控制、高性价比技术的应用	89%	2.4%	电动汽车消费者普遍对舒适性敏感度较高，但不是决定性因素
21	风格/外观： 车辆的个性化设计、能否依据个人喜好进行调整（如配色）	81%	1.7%	年轻人比较在意，电动汽车消费群体年轻人比例较高
*	符合人体工学的设计： 操控的便捷性、功能控制设置的紧凑性	70%	1.3%	电动汽车消费者普遍对汽车品质要求较高，对内饰及舒适性敏感度较高，但不是决定性因素
*	底盘系统质量： 减震系统、耐久性	74%	1.4%	汽车重要指标，但电动汽车消费者关注度一般
*	电驱动系统： 电机、传动质量	59%	1.1%	有专家认为在“驾驶性能”里已经包含了，非专业人员一般不懂
*	载物空间	74%	1.4%	电动汽车消费者对载物空间的关注度不高
*	智能与网络系统： 车联网、物联网、远程控制、人机对话、自动驾驶等技术应用。	48%	1.4%	电动汽车的优势配置，但与车载资讯配置有部分重合
总计（11个）			50%	
权重总和			100%	

*待定指标

3. BestEV 方法学总结【图 1，步 III】

根据 Delphi 法专家意见征询结果,将 BestEV 评选指标分为定量指标和定性指标两个类别,且各占 50%的比例。定量指标评估将在售车型的各定性参数由高到低进行排列,并按照一定的线性比例将所有车型划分为 1-5 个等级(以上一年全年的车型配置参数为依据),如表 6 所示。

表 6 BestEV 定量指标评估方法(基于 2014 年数据)

建议指标		最高分 (= 5 星级)	最低分 (=1 星级)	平均分 (= 3 星级)	备注
示例 1	最大速度 (km/h)	225	80	101	
示例 2	车身重量 (kg)	640	2108	1218	
示例 3	电机功率 (kW)	259	6	35.4	
4	续航里程 (km)				
5	购车价格				
6	充电时间 (h)				
7	百公里加速 (s)				
8	百公里电耗 (kWh/100km)				
9	电池容量 (kWh)				
10	快充时间 (h)				
11	保修期				

定性指标评估则采用消费者打分的形式,基于其亲身体会和感受评出 1-5 个等级,等级越高,表明车辆的性能越好。由于定性指标评估具有主观性, BestEV 评价体系将分别对每个定性指标评级进行图示分析(图 3),以便使消费者意见趋于一致,评选出真正性能优良的电动汽车。

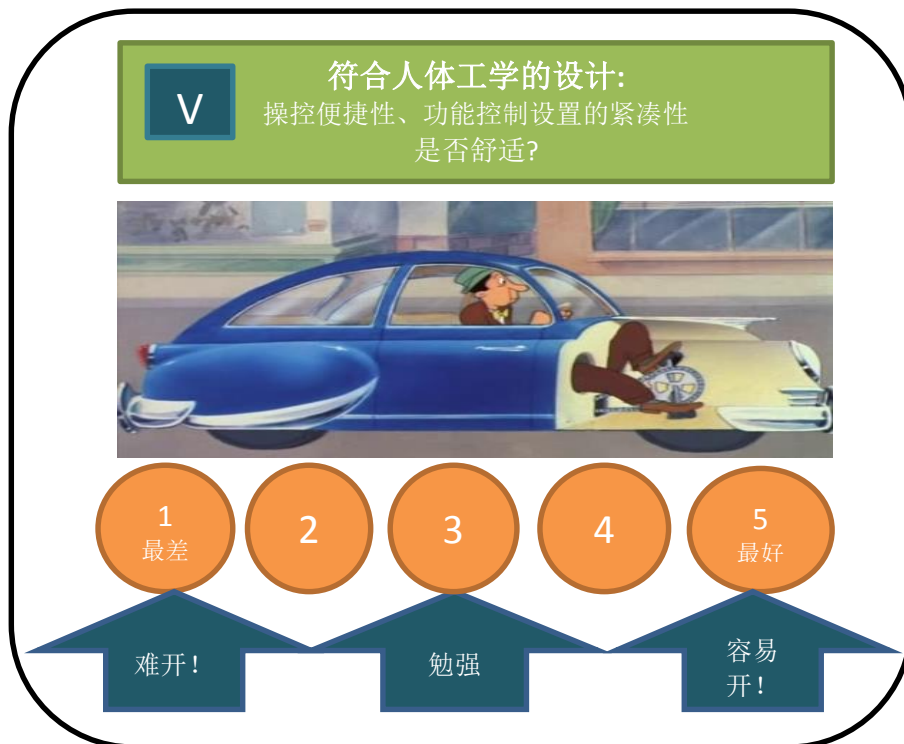


图 3 定性指标评级图示

BestEV 评估方法学参考了十个国内外主流汽车评价体系，并通过 Delphi 法进行了专家意见征询，几乎覆盖了目前电动汽车的所有性能指标。同时，考虑到具体实施情况，BestEV 方法学将评选指标分为定性指标和定量指标两类。iCET 鼓励更多的消费者参与到 BestEV 的评价过程中来，通过大家的努力，提高电动汽车认可度，降低空气污染，实现更加美好的明天。

4. BestEV 方法学关键问题

您的建议将对 BestEV 方法学的最终确定及后续施行有着重要的指导意义，iCET 十分感谢您的专业付出！

在 BestEV 评价体系中，针对其方法学以及具体评估过程，iCET 列举了以下可能存在的问题，希望得到各位专家的意见和建议：

- 1) 背景研究是否充分？是否已经涵盖了目前主流的汽车评价体系？
- 2) Delphi 结果是否符合专家的意见和建议？
- 3) 定量指标和定性指标的分法是否合适、比例是否合理？
- 4) 权重小于 2%，但确实 EV 特性反映的指标是否应该保留？