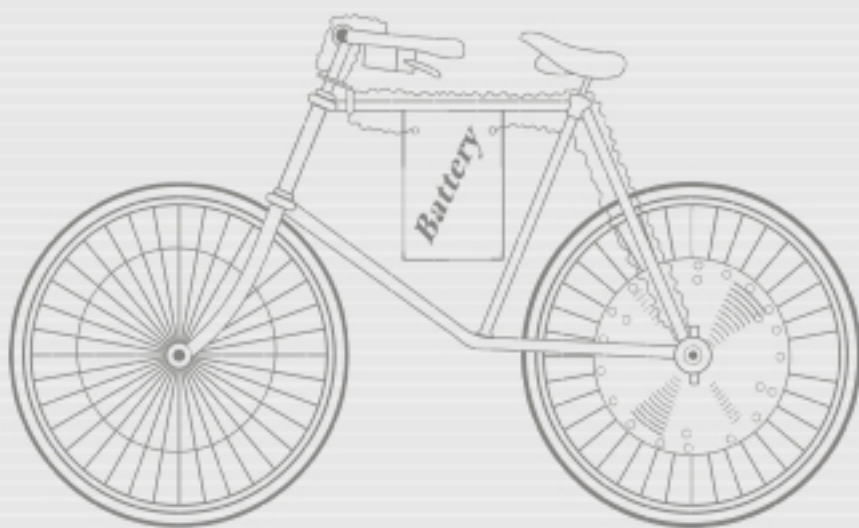


对电动自行车国标修订的建议之二

- ◎探索科学定义电动自行车（企业界上海共识的理性解释）
- ◎探讨制定电动自行车新标准过程中有关制动安全性条款的制定逻辑

绿源集团 董事长 倪捷



电动两轮车（1895年，O·BOLTON发明）

目 录

探索科学定义电动自行车

——企业界上海共识的理性解释

一、问题的提出	2
二、重新定义电动自行车的语言逻辑	3
三、从历史的角度评价新定义的合理性	6
3.1 “自行车”中文含义的由来，两轮车发展简史	6
3.2 电动自行车的百年历程：从 1895 年谈起	12
3.3 确定电动自行车新定义的历史合理性	17
四、从现实的角度评价新定义的合理性	19
4.1 电动自行车的中国特色形成的客观原因	20
4.2 以新定义构建兼容共济的产品格局	23
五、结语	25

探讨制定电动自行车新标准过程中

有关制动安全性条款的制定逻辑

一、问题的提出和基本思路	26
二、GB20073-2006 的主要数学模型和物理背景分析	27
三、从 GB3565-2005 看理性确定电动自行车制动要求的重点	30
四、指标的讨论和各种建议考核要点	32
1、制动减速度的初步试验情况	32
2、湿态制动的研究情况	33
3、参考 GB20075 提出建议指标	35
五、结语	39

探索科学定义电动自行车

——企业界上海共识的理性解释

一、问题的提出

当前，对电动自行车老国标的修订已经到了关键时刻，2010年1月8日，中自协动力车专委会在上海恒升半岛国际酒店召开常务理事扩大会议，专题讨论修改 GB17761-1999《电动自行车通用技术条件》的相关问题。国内数十家电动自行车生产企业和主要配套企业的董事长、总经理及主要技术负责人参加会议，大家就标准修订的核心问题发表了自己的意见，部分地方自行车协会秘书处也报告了许多未参会企业对标准修订的汇总意见。中自协首席专家、清华大学教授、中国电动自行车最早的技术创新人之一马贵龙先生也对标准修订的关键问题发表了真知灼见。

此次会议从上午九点开始，到下午五点结束，期间还进行了热烈的讨论，最后，27位企业家及协会代表签署了一份关于对电动自行车定义表达和产品范式区别的“备忘录”，对重新表述电动自行车定义达成共识。“备忘录”责成业内主要生产企业迅速进行科学认证，同时也希望专委会秘书处更广泛地征求生产企业和经销商、消费者意见，推动电动自行车标准修订工作早日完成，给全行业提供一个有序、和谐、适合科学发展的良好氛围。

电动自行车的定义的科学表达为什么会成为标准修订的核心话题？长期以来，社会普遍存在一种意识，既然是电动自行车就必须像自行车，外形像自行车的电动两轮车才能称为电动自行车，外形上像摩托车的电动两轮车要称其为电动摩托车。“**像自行车**”的可以走非机动车道，可以按非机动车管理；“**像摩托车**”

的就必须要走机动车道，按机动车管理。这种观点更深一层次的思维模式就是，电动自行车是一种自行车，电动摩托车是一种摩托车，既然是一种自行车就必须具备自行车最基本的属性。例如，必须安装脚踏装置，必须具备可调节高度的自行车鞍座，外形尺寸也不允许突破常规自行车常见的尺寸。

显然，一旦陷入上述思维模式，电动自行车就难以遵循它本身的技术发展规律而得到良性发展了。更严重的是，当前中国现实存在的近 70% 的以电动自行车名义生产的电动两轮车将处于无处藏身的境地。于是，绝大多数电动自行车生产厂家、供应商、经销商反对上述思维模式，他们希望抛弃以外形划界的定义方式，转向寻找这种交通工具最本质的技术特征，并以此划界。例如，以速度划界，**有最高速度明确限制的电动两轮车，符合非机动车道行驶的技术特征，就应该定义为电动自行车；没有最高速度高值限制，相反，有最高速度低值限制的电动两轮车，具备了在机动车道通行的技术特征，就应该被定义为电动摩托车。**

可以看出，这是两种意见冲突的思维模式，到底哪种更合理，更有利于保障民生、保障安全、节能减排？这是一个需要讨论的命题。本文试图从语义学，从历史史话，以及从现实状态三个角度进行分析解剖，阐述我们的观点。支持对电动自行车的定义进行创新，找到一条解放思想、冲破禁锢的新路子。

二、重新定义电动自行车的语言逻辑

参加上海共识的“备忘录”签署的企业界和学者，建议修改电动自行车定义，将其表述为一种相对独立的低速电动两轮车辆，其最主要的特征就是低速安全特性，而不需要具备再增加在外观特性和传统自行车功能方面的强制性规定。

正是因为低速特性而使之成为可以在我国境内按非机动车通行原则通行，在分到道路面上行驶于非机动车道，在混合道路上靠右侧 1.5 米边缘通行，产品属性界定为“非机动车”这样，与之相区别的另外一种电动两轮车——电动摩托车，就是一种有最高速度下限限制的较高速的的电动两轮车，属于机动车范畴，可以行驶于机动车道，若在非机动车道上行驶则属于借道行驶。

根据消费者个人的偏好和特点，他们可以选择有脚踏功能的电动两轮车，也可以选择纯手控型的电动两轮车，只要其低速特性不被破坏，都属于“电动自行车”的范畴。鉴于此，同意上海共识的企业也建议修改电动自行车的定义，可以有以下两种类似的表达方式：

表达 A：**电动自行车就是一种低速两轮电动车，它可以脚踏助力骑行，或单纯手控电动骑行或两者兼用的骑行。**

表达 B：**电动自行车是一种可脚踏助力骑行，或手控电动骑行，或两者兼有的低速电动两轮车。**

在 1999 年制定的电动自行车的定义为（GB17761-1999）：电动自行车是以蓄电池作为辅助能源，具有两个车轮，能实现人力骑行，电动或电助动功能的特种自行车。

比较建议修订的新定义与原定义的区别，从主谓宾结构看，两者的区别是：

1999 年定义句型的主谓宾结构为：

电动自行车是一种特种自行车。

新定义句型的主谓宾结构为：

电动自行车是一种低速电动两轮车。

从“定状补”的角度看，两者也有微小的区别。1999 年的定义包括三个补充界定，即“**以蓄电池为辅助能源**”，“**具有两个车轮**”以及“**能实现人力骑行，电动或电助动骑行**”三个部分，前两项以简练语言表达即为“电动两轮”，第三项属于功能描述，虽无大碍，但“电动和电助动”是语言不明的表达，该标准在 6.1 项“整车主要技术性能试验”中的“最高车速试验”（6.1.1），又规定“电助动的不进行本试验”，这意味着“电助动”的定义是没有必要的，也不符合“低速性”这一非机动车道的通行要件。

如果采用新定义，用于补充表达“低速电动两轮车”的语言可以十分简单明确，可以是功能性表述，“采用可脚踏电动混合动力，也可采用单纯电动方式”；

也可以是性能界定，将低速特性在定义中直接表达，例如：“手控单纯电动骑行时，其电池谷值电压下的最高速度不大于 X 公里/时，或峰值电压下的最高速度不大于 Y 公里/时。从而在定义上明确界定其低速特性。

以“低速电动两轮车”直接定义电动自行车，也可以得到来自国际标准化术语定义方面的直接支持。ISO4210: 1996 是于 1996 年颁布的国际标准，题为自行车安全技术要求《Safety Requirement for Bicycles》。中国国家标准 GB3565-2005 是直接翻译 ISO4210 而生效的等价标准，GB3565 中“术语和定义”第 3.1 将自行车等效于英语 Cycle，而英文的 Bicycle 等效的中文名称为“两轮车”(第 3.2)，从这个角度看，国际通行的电动自行车专用英文名称为 Electric Bicycle，表达为“电动两轮车”是最恰当的，并不会产生任何语义学方面的歧义。所以，从 ISO4210 和 GB3565 的角度来看，“电动自行车就是一种电动两轮车”这一句型是成立的。

进一步分析 Cycle（自行车）和 Bicycle（两轮车）在 ISO4210: 1996 中的英文定义，也可以理解为电动自行车新定义句型的合理性。

Cycle 在 ISO4210:1996 中的引文英文表述为：“Any vehicle that has at least two wheels and is propelled solely by muscular energy of the person on that vehicle, in particular by means of pedals”（中文直译为：**任何车辆有至少两个车轮并且仅仅能够用在这个车辆上的个人的肌肉能量推动前进，特别是脚踏方式**）。

Bicycle 的英文定义表达为 Two-wheeled cycle，（中文直译为两轮车）。

抛开中文语法，如果直接用英文并依据 ISO4210 所采用的句型，对电动自行车的英文名词 Electric Bicycle 进行定义时，可以有以下表达。

The term electric bicycle means:

Any two-wheeled vehicle with a low-powered electric motor that either can be propelled by hybrid muscular energy from pedaling and motor power, or can be driven by motor power hand-controlled only. The vehicle' s top

speed of motor-powered only under lowest battery voltage is not in excess of 25km per hour.

上述这段英文对 Electric bicycle (电动自行车) 作出的定义直译成中文为：“电动自行车是指，一种具备一个低功率电机的两轮车辆，它或者可以用肌肉力量脚踏和电动力量混合推动，或者可以用手控制电机单独电动驱动。电动单独驱动时，在最低电池电压条件下，其最高速度不超过每小时 25 公里”。

意译成中文可以与企业家达成的上海共识的定义相类似，可以简洁的表达如下：

电动自行车就是一种低功率电动两轮车，它可以用脚踏和电力混合动力骑行，或者单独采用手控纯电动骑行。纯电动的最高速度在电池处于最低工作电压时不超过 25km/h。

三、从历史的角度评价新定义的合理性

3.1 “自行车”中文含义的由来，两轮车发展简史。

坚持要将“像自行车”作为判断是电动自行车还是电动摩托车的人，在他的大脑中，任何一种冠以“自行车”名词的必然是有脚踏、有链轮的，否则就没有资格使用自行车这个中文名称，事实上，自行车这个中文名称的来源起源于 19 世纪中叶的上海，发明这个中文名称的中国人，当时并没有脚踏链轮的印象。

1869 年 11 月 24 日在《上海新报》的一段报道，大概是可以让我们了解“自行车”这个中文名称诞生的现实背景。当时，已经在欧洲流行的两种“两轮车”运动方式传入上海租界，一种是由德国人卡尔·杜莱斯 (Karl Von Drais) 发明的木马型脚推自行车 (push bike)，另一种是经法国人 Pierre Michaux 改进创造的前踏型两轮车。《上海新报》1896 年 11 月 24 日的报道这样写道：“**兹见上海地方有自行车几辆，乃一人坐于车上，一轮在前，一轮在后，人用脚尖点地，引轮而走。又一种，人如脚踏动天平，亦系前后轮，转动如飞，人可省力走路，不独一人见之，相见多矣。**”

《上海新报》记者看到的第一种“自行车”是“人坐于车上，一轮在前，一轮在后，人用脚尖点地，引轮而走。”这是被公认为最早的自行车，大约 1817 年左右，由德国人卡尔·杜莱斯发明，他称自己的发明为 laufmaschine（德语），意为“会跑的机器”（running machine），后来在世界范围内，有一种新名词，就是 push bike，也成为推式两轮车。图 1 为发明原型车，图 2 为出现在欧美的以 push bike 运动的商业海报。



图 1



图 2

《上海新报》记者看到的第二种自行车为 “人如脚踏天平，亦系前后轮，转动如飞，人可省力走路”，这应该是 18 世纪 60 年代由法国人皮埃尔一家改进的自行车产品，在 push bike 运动中，人的脚始终没有离开地面，而 Pier Michaux 的这项发明是将人的重心提高了，脚离开了地面，自行车运动的乐趣增加，法国人用拉丁文 Velocipeda 来命名这种产品，意为快脚（fast foot）。以他们独特的天赋参加展览会，推广这种时尚的运动，图 3 是 Pierr Michaux 的儿子骑这种自行车的照片。

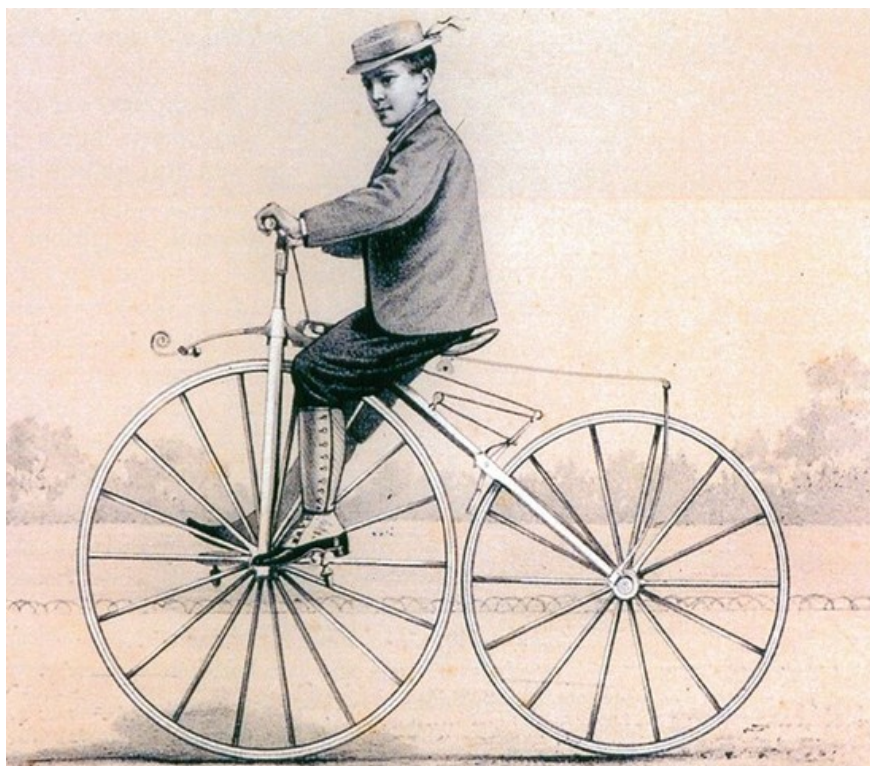


图 3

中文“自行车”与德文 Laufmaschine、拉丁文 Velocipede 以及英文 push bike , running machine , fast foot 都有一定的渊源，这些有一定使用特性和娱乐特性的产品，首次展示了一种不需要马或其他力量来驱动的特殊车辆，对于中国人来说，它就是一种可以依靠自己来行走的特殊车辆，“自行车”的真实定义大约就是“自己会行走的两轮车”。

今天，中国大地上跑着上亿辆电动自行车，尽管其中有很多外形已经不像现

代自行车，但它们仍是属于“自己会行走的两轮车”，这与诞生于 18 世纪中叶的“自行车”中文含义并无不同。如果就以“外型不像自行车”就没有使用自行车这一专属中文名称的资格来否定其内涵的自行车定义，显然是不妥当的。

最接近现代自行车的发明诞生于 1885 年。这是有一个名叫 John Kemp Starley（斯塔利）的英国工程师完成的，斯塔利是一个传奇式的发明家，被认为是现代自行车的主要缔造者，也是英国著名摩托车和汽车品牌公司 Rover（路虎，或罗孚）的原始创办人。

斯塔利 1872 年随发明家叔叔 Jame Starley 一起工作，随后又与他叔叔和 William Hilman 一起创办 Ariel 自行车公司，Ariel 自行车公司是辐条轮的发明者，后来也成为从事摩托车及汽车制造的重要公司，生产车轮不一样大的两轮车和三轮车，1883 年，这家公司有了一个至今仍然响亮的品牌 Rover，1885 年，斯塔利开创了历史新纪元，一种名为“**罗孚安全自行车**（*Rover safety Bicycle*）”正式面世，后轮驱动，链条传动，同样大小的两个车轮，以及首次应用橡胶轮胎（非充气的，充气轮胎稍后由其他人发明）等等。图 4 就是一辆对现代自行车产生重要影响的 Rover 安全自行车，它的发明以及随之诞生的充气轮胎使自行车迅速扩散，取得重大成功。1901 年，斯塔利突然去世，Rover 也在几年后正式进军摩托车和汽车工业，成为全球著名的汽车品牌。

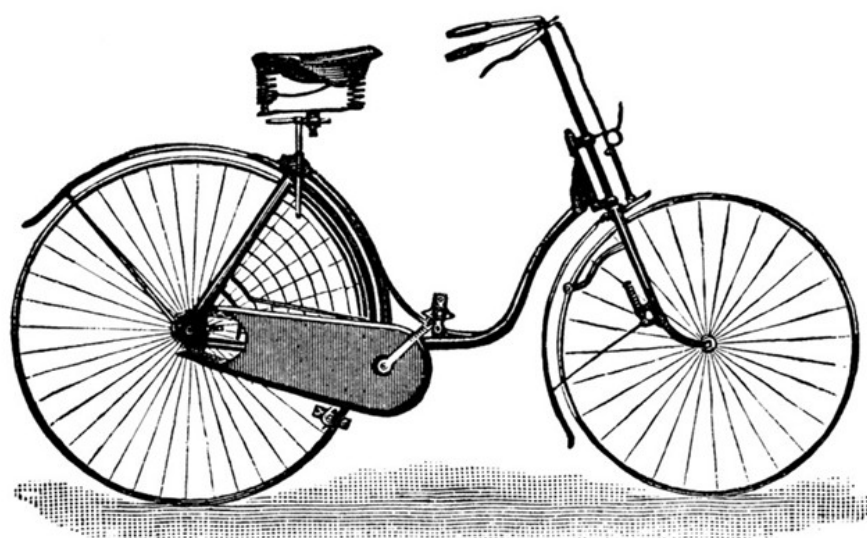


图 4

德国奔驰汽车的技术创始人之一——Gottlieb Daimler（戴姆勒）最初的工作也与两轮车有关，图 5 是至今仍然留在德国奔驰公司博物馆的一张照片，它记录了人类第一辆机动性车辆的创造性发明。戴姆勒与斯塔利一样，最初都是从两轮车开始自己的发明试验的，只是两者研究的方向不同，英国人 Rover 公司的创始人斯塔利是从机械链条传动、轮径相同、鞍座设计、刹车设计、钢质车架等技术细节出发，将法国人发明的 Velocipede 变革成现代自行车，从而开启了人力型交通工具的新时代；而德国人、奔驰汽车公司的创始人之一戴姆勒则在他的前辈卡尔·杜莱斯发明的 push bike 的基础上，将自己发明的小型发动机安装上去，虽然仍然是本质结构，鞍座也与 push bike 类似。但它仍然被称为第一辆本质意义的机动两轮车，或者称为机动自行车，因此，**戴姆勒也被成为“机动车之父”**。



图 5

历史惊人地巧合，英国发明家和德国发明家做出重大贡献的年份都是 1885 年，英国人的发明使人力方便地帮助交通，不仅创造了自行车交通方式，而且也使自行车运动成为 20 世纪乃至 21 世纪人类战胜自我，健身运动的良好方式；德国人的发明无疑拉开了石油进入交通领域的序幕，以后几年里，机动汽车、机动船舶相继问世，开启了一个新时代，对 20 世纪的生活方式、社会文明乃至战争方式都发生了重大影响。两位发明家所参与创造的公司成为 20 世纪全球最著名的汽车、摩托车品牌。

追本溯源，据称，比卡尔·杜莱斯的 laufmaschine（德语）更在的自行车创意是由一个名叫西克拉夫的法国人在 1791 年提出的，源于一个有趣的故事。*某个雨天，西克拉夫在街头散步，被经过的马车溅了一身泥，使之突发奇想，如车宽切掉一半如何？四个车轮变成两个纵向的车轮？*于是，于 1791 年第一辆木马轮的小车诞生了，两个木质的车轮中间连着横梁，上面安装着一个板凳，像一个玩具。从这个玩具到有一定实用意义的 push bike，经过了近 25 年时间，从 push bike 到斯塔利和戴姆勒发明的 1885 年，又经历了近 70 年，到上个世纪 20 年代福特 T 型车大规模工业化低成本生产，人类社会大约在 100 年的时间里，针对“自己行车的车轮”进行了创造性的劳动。无论在“人力轮式行走”还是“外在动力的自己行车”都取得了突破性进展。对于这个过程，“两轮车”或称“自行车”（自己行车的车）都起到了一个不可磨灭的纽带作用。

Cycle 就是一个不需要马拉的滚动车轮车辆，Bicycle 就是两个车轮的车辆。Motor cycle 在大陆译为摩托车，台湾译为机器脚踏车（也称机车），在英文中，motor cycle 的叫法与自行车常常类似，如 motor bike, motor bicycle, bike, cycle 等等，其本质直译就是“燃油两轮车”或“燃油自行车”。因此，如果新出现的“电动摩托车”是以电力动力替代燃油动力，其实也就是一种较高速度的电动两轮车，与电动自行车（Electric bicycle）所表达的内涵没有本质差别，唯独可以用速度动力特性来刻画他们的差异。用“**像现代自行车**”还是像“**现代摩托车**”来区分他们是不科学的，用“**是否安装脚踏**”来区分他们则会进入逻辑误区。没有脚踏系统就不是电动自行车，那么，没有翅膀的飞机就不是飞机吗？

直升飞机非得再安两个机翼吗?普通人常有的问题就会使这种教条陷入混乱。解放思想,走出“像还是不像”的思想禁锢,破除迷信,实事求是,抓住问题的本质,不纠缠于类似中世纪经院哲学中的虚幻问题,是解决电动自行车定义争议的科学方法。

3.2 电动自行车的百年历程:从 1895 年谈起。

电动自行车不就是近十几年才兴起的新产品吗?它有百年历史吗?初看到本节这个标题的人都会怀疑其真实性。然而,历史是不可更改的,打开历史的档案,我们可以看到技术先贤们对电动自行车的探索和梦想,今天中国电动自行车产业实现的庞大规模只是实现了这个领域先辈们的光荣梦想。光荣梦想,百年实现。

在戴姆勒发明燃油自行车之前是否有人探索过将电力与车辆相结合?有一些资料表明,确实有人在 1885 年试图将电机和电池安装在车辆中,用于实现电力驱动。但没有非常确切的证据,本人估计,如果有也可能是非常困难的不成功的实验。这与蓄电池技术发展有很多的关系,“可充电的蓄电池”虽然在 1865 年由法国化学家 Gaston Plante (G·普朗特)发明,但真正有实用价值的现代蓄电池是在 16 年后有另外一名法国化学家 A·Faure (福尔)对其工作模式进行重大改进后才诞生的,福尔的专利发生在 1881 年。而戴姆勒在 1883 年成功实现小功率的立式发动机,1885 年就将其装到了两轮车上,形成燃油两轮车。福尔的蓄电池要在 4 年内比戴姆勒设计早一步而成为两轮车的能源动力,成功的概率并不大。

我们把目光聚集于 1885 年之后。果然,两份确切的专利文件明白无误的证明,全世界第一辆和第二辆“电动自行车”的发明申请都发生在 1895 年的美国。**第一辆的申请日为 1895 年的 9 月 19 日,第二辆的发明申请日为 1895 年的 11 月 8 日。**

第一项电动自行车专利授权于 1895 年 12 月 31 日,专利名称为“*Electrical Bicycle*”(电动自行车),美国专利号为 NO. 552, 271. 发明人来自美国俄亥俄州

东北部城市 Canton, 名叫 OGDEN BOLTON, Jr. 图 6 为这项专利的说明图示和专利文件说明书, 非常巧合, O•Bolton 的这个发明, 与今天的、我国广泛采用的电动自行车有着惊人的相似性。首先, 这项 115 年前的美国专利“电动自行车”居然是采用后轮驱动的“电动轮毂”技术方案的, 而今天在中国, 采用电动轮毂后轮驱动的电动自行车已经超过 1.2 亿, 果然是英雄所见略同; 其次, 这个世界第一辆电动自行车居然是**没有安装脚踏装置的纯电力驱动型“电动自行车”**, 这与当前为数众多的超标电动车类似。



图 6

显然, 至今仍然保留着这个历史法律文件, 清楚的证明“不安装人力脚踏链条系统的电动两轮车”在 115 年之前就已经被命名为电动自行车了。时至今日, 我们的思想仍然被禁锢在“**弱化或未安装脚踏系统的电动两轮车不能被称为电动**

自行车”的思想牢笼里，自己为自己设置障碍，这不能不说是非常遗憾的。

1897年12月28日，第二项关于两轮车的美国发明专利被授权，其标题仍然是“*Electric Bicycle*（电动自行车）”专利号为 NO. 596, 272，这项专利的申请日为 1895 年 11 月 8 日，仅比第一项电动自行车专利申请日晚一个多月（第一项电动自行车专利申请日为 1895 年 9 月 19 日），发明人是来自马萨诸萨州，波士顿市的 HOSEA W. LIBBEY，他提出了一个新的电动自行车的方案，**在两个轮子的中下部安装一个可以用蓄电池动力使之转动起来的特殊电机，通过类似火车连杆装置将动力传至后轮，推动车辆前进**，以第一项专利相同，这项名为“*Electric Bicycle*”（电动自行车）的专利发明同样是没有脚踏传动系统的，见图 7。从而进一步证实，脚踏系统并不是“电动自行车必须具备的功能”。两项 110 年以前的技术发明充分展示了试图将电力引入两轮车（Bicycle）进行交通的产品，最早就被称为电动自行车。电动自行车这个伟大的发明承载了人类希望“电力来扩大自己的行动领域”的独立期望，而绝不是人力自行车的附属品。

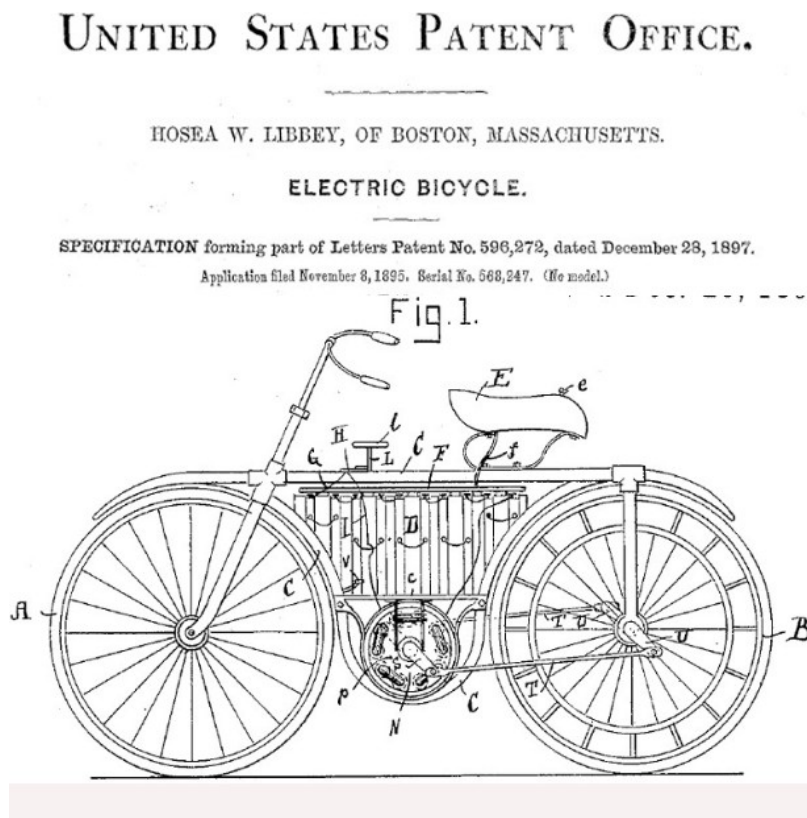


图 7

在上个世纪初的 20-30 年里，欧美工业家们同样进行过一系列的艰苦的创造，许多当时非常著名的公司都是实践过电动自行车的理想，曾有早期的图片显示在 1920-1930 年代曾经有过商业化的“电动自行车”销售。然而，它遇上了同时代更耀眼的明星，这就是石油能源。20 世纪最大程度地改变人类生活方式的无疑是燃油发动机和与燃油发动机有关的现代化成就，从摩托车到汽车、从轮船到坦克，石油无处不在，燃油几乎覆盖了所有大中功率的功力系统。而以蓄电池为动力储备的设备存在于小功率系统（如无线电设备等等），人类在很长的一段时间内放弃了电动自行车的研究，特别是欧美国家，长时间的沉浸在大规模地开采和燃烧石油的工业化进程中，终于，发生于上个世纪 70 年代的石油危机以及欧佩克（OPEC，石油输出国组织）的建立及发挥作用，使美国等西方发达国家重新审视自己的能源环境政策。1974 年，美国国会通过首个节能法案，随后的 20 年是各种针对节约石油消耗、增进能源安全，保护大气环境，减少二氧化碳排放以及应对气候变化，防止全球变暖的国际社会公约和各国政策密集出台，人类似乎从过度消耗石油的生活中清醒起来，“电力应用于日常交通”的课题又重新回到科学研究的视野。1993 年，当年的美国总统克林顿在白宫南草坪发表著名演讲，宣布美国将实施旨在推动电力交通工具的新一代车辆合作计划（PNGV 计划），尘封了近百年的电力交通梦想得到各国政治家和产业界的重新关注。然而，从 1993 年到今天，近 17 年的回顾，我们欣喜的发现，在全球经济·科技一体化的今天，太平洋两岸的三个重要国家：中国、日本和美国已经成为有可能对开启电力交通新纪元贡献最大的地区，这里发生的一切将促进电力与交通重新结合。

日本：作为全球第二大经济体，日本对技术进步的贡献是不可忽视的，就电动自行车而言，日本是上世纪 90 年代后首先大力推动轻型电动交通工具最早的国家，日本的电动自行车产品设计对中国早期（1995 年以前）的电动自行车产品范式设计有过重要影响，也曾经直接决定了中国台湾几家企业的电动自行车产品设计风格。在 1998 年以前，日本达到了年产 24 万辆电动自行车的水平，而当时，中国的电动自行车全国产量大约只有 5.8 万辆，日本产销量为中国的 4 倍以上。

日本制造的电动自行车非常注意人力和电力的混合使用，属于 Hybrid 型，甚至苛求人力与电力比例在某个时间段上达到 1: 1，当速度超过 25km/h 时，电力停止供应能量，日本企业将这种模式称为 PAS。然而，日本的电动自行车不像日本的汽车、摩托车产品，日系汽车、摩托车产品和技术要求几乎都在中国市场上取得空前的成功，而日本 PAS 模式的电动自行车却在中国市场上遭遇空前冷遇。中国电动自行车企业在 2000 年以后开始走出一条有自己技术特色，符合中国消费者需要的发展道路，在很短的时间内，就将日本电动自行车远远的抛在后面，2005 年达到年销量 2000 万辆的水平，**而当前日本电动自行车反而下降到 20 万辆以下水平，中国产销量是日本的 100 倍！**虽然，日本的电动两轮车销售量落后于中国，但日本企业在电动汽车，特别是混合动力汽车方面取得的成就远远超过其他国家，特别是丰田公司生产的普锐斯 HEV，2009 年总销量顺利超过 100 万辆，不仅远比中国先进，也远远超过欧洲，而且也对美国取得了一定的领先优势。可以预料，在未来的电动交通工具的格局中，日本一定会继续着力扩大这个来之不易的优势。

美国：作为全球最大的经济体，唯一的超级强国，美国在科学研究、技术创新和工业基础研究方面的全面实力是其他国家很难超越的。同时，美国作为全球汽车保有量最大的地区，一旦开始交通工具电动化的进程，其爆发出来的能量是巨大的，日本丰田的大多数 HEV 产品都在北美销售，就说明了这个市场的创新精神。经历金融危机的美国汽车业估计也会在新能源交通工具领域有所作为，一旦发力，仍然会占据领先优势。

中国：电动自行车（低速电动两轮车）在中国的突然崛起是一个世界奇迹，从 1998 年全国不足 10 万辆，**到 2009 年全国保有量达到 1.2 亿辆，整整增加 1200 倍**，这种增长速度是在全球范围内，任何其他交通工具很少见到的。将它与燃油摩托车对比，燃油两轮车从 1885 年原始样机的技术发明，到 1901 年哈雷戴维斯公司成立，电启动技术应用，到第一次世界大战和第二次世界大战的战争的刺激，摩托车在近 50 年的历史中得到了大发展。然而，这样的发展速度从产量的观点来看，仍然是无法与中国的电动两轮车发展速度相比的；经过第一次世界大战的

刺激，全球最大的摩托车生产企业的年产量只有 2 万辆，到 1920 年，美国哈雷戴维斯公司成为全球最大的摩托车制造商，年产量达到 2.8 万辆，第二次世界大战期间，哈雷戴维斯的摩托车曾经生产了 9 万辆军用摩托车。二战以后，全球产量最大的摩托车生产企业为英国的 BSM，在 1950 年产量达到 7.5 万辆。这是欧美燃油两轮车的发展历史，在初期发展的 50 年里，才实现最大生产企业年产 7.5 万辆的水平。而中国的电动两轮车制造业在短短的 10 年里就涌现出一批产量超过 50 万辆的制造企业，整个产业在短短的 10 年里，就获得过亿的用户，这种速度，只有用“超常规”来描述。同时，在中国的这场交通工具电动化的成功试验，也为未来中国参与较大型的电动交通工具的产业竞争提供了良好的工业基础和商业基础。如果从在交通工具上的电池总容量（kwh）来看，1.2 亿辆电动自行车每辆约 0.5kwh，合计总容量达到 0.6 亿千瓦时，日本丰田每辆汽车 HEV 的驱动电池总容量为 1.8 千瓦时，100 万辆 HEV 汽车总容量为 180 万千瓦时。显然，中国居民电力个人交通的总容量为丰田 HEV 汽车的总额的 33 倍，对节能减排、减少对石油的消耗做出了重大贡献。

中国电动两轮车的突然崛起，延续了 100 多年前众多技术先贤对电动自行车（Electric Bicycle）的梦想。美国在 1895 年的两项命名为电动自行车的专利申请，在那个时代没有实现产业化，而在今天，它突然地在太平洋的对岸变成现实。站在人类发展史的高度来看，中国企业和人民在电动自行车的领域的伟大实践会取得与 1885 年的英国人在现代自行车改进和 1885 年德国人在燃油两轮车发明，以及美国福特汽车对现代汽车的贡献所类似的尊重，**它确实是属于“中国人的骄傲”。**

3.3 确定电动自行车新定义的历史合理性。

如前，我们花了很多时间来介绍人类从两轮车到燃油两轮车、现代自行车，乃至电动自行车的发展历史，为什么要讨论这些历史？其实，这是一个文明问题。文明实质是对历史的尊重、对知识的尊重、对现实问题的理性思考，理性检讨，常言说“历史是现实的一面镜子”，现实的问题从历史发展的轨迹中找到答案，是人类文明的重要特征。任何脱离历史，脱离现实的固执，都是十分危险的，也

是十分不理性的，它可能造成的破坏是难以估量的。

回到电动自行车的定义问题，是坚持原定义模式“**电动自行车是一种特种自行车**”（**必须安装脚踏链轮装置，必须具备人力独立驱动功能**），还是修改为“**电动自行车是一种低速电动两轮车**”？答案其实已经非常清楚了，从历史发展演变的历程来看，**将电动自行车的中文意义修改成“一种低速电动两轮车”有其内在历史合理性。**

首先，历史地审视“自行车”中文概念的演进，1885年在英国工程师一系列说明以前，各种自行车的发明以及商业化的自行车，包括进入中国（大清）上海的自行车都与现代自行车的人力驱动方式有很大的差距，以现代自行车的人力驱动方式作为自行车概念不可分割的定义组件，进而强加到“特殊自行车”（电动自行车）概念中，违反了1885年之前的中文“自行车”所描述的历史事实。相反，如果放弃对脚踏链轮系统的特殊追求，单从每个历史阶段不同的产品属性，按照ISO4210:1996的定义原则，将Bicycle译成两轮车，将Electric译成电动，那么，Electric Bicycle译成电动自行车的习惯性名词，就立即可以等效于“电动两轮车”而不必强行要求具备1885年英国人发明的人力驱动方式（链轮、曲柄、牙盘等等），跟随一起作为不可分割的定义成份。新定义从“自行车”的发展史来看具有合理性。

其次，倒退115年，在1895年和1987年，美国专利局授权的两个发明都明白无误的证明，当时的“电动自行车”采用了与今天相同的英文名称“*Electric Bicycle*”，第一项专利发明甚至有与今天中国1.2亿辆电动自行车相类似的后轮轮毂结构。而这两项发明都不具备人力脚踏、链轮、曲柄等元素，这些元素于10年前（1885年）发明，当时已广泛应用于人力自行车，而当年的“电动自行车”名词及产品的发明者并没有将这些元素用于自己的发明中。这证明，电动自行车在110年前就是一种有独特概念的产品，其定义并不一定必须包含脚踏及脚踏相关元素。因此，新定义应该避免强制要求所有的电动自行车必须安装脚踏链轮系统。强制要求不仅与当前现实的中国市场上的各种产品消费特点不相符合，而且也与110年前其最早发明者（定义者）不具备脚踏链轮的设计相冲突。

第三，平衡地审视在自行车基础上演变出来的摩托车产品名称的变迁，有利于我们更清楚的认识对电动自行车产品定义修改的重要性。中文摩托车的发音来源于过去对英文“Motor cycle”的外来语发音“摩托卡”，后来将“卡”(cycle)去掉，变成“车”，就成为现在的“摩托车”的叫法了，其并没有实质的语意定义。在英文中，Motor cycle 不仅包含两轮摩托车，可能还会包括三轮摩托车。而 Motor Bicycle 就一般指两轮摩托车，其直译 Motor (机器)+Bicycle (脚踏车)，我国台湾地区将摩托车称为机器脚踏车(机车)就源于此。在历史进程中，人们把内燃机(Motor)加在 Bicycle 上，成为了机器脚踏车，但并没有强调“机器脚踏车”必须具备脚踏骑行功能。同样的，当我们把电动驱动系统加在 Bicycle (脚踏车、自行车)上，就自然成为“电动自行车”也就是 Electric Bicycle，也自然并不会因为使用了 Bicycle 这个单词而必须依照 1885 年以后的人力自行车的发展特征，而被要求必须加装脚踏链轮。当然，如果把 motor bicycle 译成燃油两轮车，把 Electric Bicycle 译成电动两轮车，把 Bicycle 译成(脚踏)两轮车，就可以避免三种不同技术属性的产品相互交织在一起，避免对各自的产业发展造成不利影响。

四、从现实的角度评价新定义的合理性

电动自行车 1999 年的定义采用了“**电动自行车是一种特殊自行车**”的句型，多年来成为禁锢产业发展的思想牢笼，很多人按照他们自己对自行车的印象给电动自行车设置前提条件。例如，**必须安装脚踏链轮、链条系统、鞍座高度必须可以调节、安装座形状应该沿袭自行车形状，以保持自行车的坐姿形态。甚至，曾经要求不得安装后视镜等等**。2004 年，一个要求具备“自行车原汁原味”的电动自行车标准稿，在标准实施之前，收到百余家企业联名异议，被发回重议。在此之后，双方又因为是否强制性地电动自行车安全技术条件中加入自行车脚踏文化，现有的大量踏板车款式是否需要退出市场等问题存在严重分歧，无法达成广泛的一致。是生产企业太固执了，还是另有原因？本节试图从中国特色的消费状态出发，通过技术分析，探索其原因，评价新定义的现实合理性。

4.1 电动自行车的中国特色形成的客观原因。

目前、电动自行车在世界范围内形成两种截然不同的风格，第一种是从日本到西欧的风格，这类电动自行车看上去像自行车，轮径一般在 22-26 英寸，有良好的骑行功能，人力脚踏的速度达到 25km/h 以上。鞍座离地高度大约在 800-920mm；一般配置小容量的镍氢电池或锂离子电池，电池重量较轻，一般 5 公斤以内，可方便的卸下充电，由于其具有较好的人力骑行功能，车辆运动时，电力的消耗较小，使得小容量高成本的电池可以被采用，这种风格的电动自行车倡导着轻便、健身的文化理念，特别适合于在深度依赖汽车的发达国家，给人民另外一种全新的脚踏轻松的感受，其消费者通常是有汽车家庭的成员，他们将这种电动自行车看成了短距离、临时交通工具和轻型运动健身的工具。很少将其作为日常出行的主要交通工具，产品主要生产地有日本、中国大陆、中国台湾等地区。

第二种是以中国市场为主的风格，类似的国家和地区有印度、东南亚地区、中东地区，还有部分欧洲国家（意大利、西班牙、土耳其、及东欧地区），北美地区（美国和加拿大），等等。这种风格是实用型、交通型电动两轮车，99%的性能在于电动功能，纯电动骑行为其主要状态，一般用铅蓄电池，容量从 576wh 到 960wh 不等；外型有的像自行车，也有的像摩托车的。以中国市场为例，外型像自行车的主要销售地区有北京、天津、山东、河北、江苏北部地区，业内称为北方市场，外型像踏板车的主要销售地区有江苏大部分地区、浙江、江西、安徽、河南、陕西、湖北、湖南、广西、福建、新疆、东北三省等，业内按传统称为南方市场，两者的比例大约为 1：3。从行政区级别来看，外型像摩托车的主要在中小城市和乡村城镇受到欢迎，占绝对优势，外型像自行车的，在一些大城市受到受到上牌准入保护，部分城市不允许摩托车化电动自行车上牌，如北京、上海、天津、杭州等，简易车在这些地区取得对摩托化的电动自行车的数量优势。但是，在中国，无论是外型像摩托车的豪华电动自行车，还是外型像自行车的简约型电动自行车，从目前来看，都形成了一些区别于日本和西欧产品（第一种产品风格）的共同特点。

首先，从车轮直径来看，中国两类电动自行车越来越倾向于采用小轮径，**16寸和16寸以下（车轮直径小于等于406毫米）**的占绝大多数，根据绿源公司的车圈轮胎的进货资料，豪华类电动自行车，16英寸及以下尺寸的车轮占比96.9%，销售北方市场的各种简易电动自行车，16英寸及以下尺寸的车轮占比亦达85.9%。以16英寸车轮为例，车圈周长为1.28米，由于中轴离地较低，不可能配大尺寸牙盘，牙飞比一般为2-2.5。以2.5为例，脚踏一圈车轮转2.5圈，脚踏一圈的车辆行程为3.2米，按国际通行的脚踏频率1-1.5赫兹计算，即每分钟脚踏60-90次，取每分钟60次时，其骑行速度为11.5km/h，取90次时速度为17.2km/h。而电动驱动的速度一般会远远大于这个数值，所以，人力脚踏通常处于“空转”状态，不能跟上电动机驱动的速度对降低工作电流无益。安装脚踏的功能被严重退化。正因为如此，路面观察电动自行车骑行者很少会使用人力骑行功能。另外，当电池用尽后，由于电动自行车通常配套较宽轮胎，较重的电池以及无超越离合器的电机有一定的空转阻力，所以，人力脚踏骑行十分费力，很多人只有下车推行。总的来说，目前中国市场上有中国特色的电动自行车，无论是其外形像“自行车”还是像“摩托车”，因为大量使用小轮径车轮，并强调电动续行里程，配有较重电池，等等，被强制安装的脚踏系统基本处于失去功能的状态。

其次，追求“**较低的鞍座离地高度**”是消费者关注自身安全的自动选择。从中国电动自行车的主要消费群体性别比例来看，女性占60%以上，中国城市女性平均身高大约为158.6cm，农村女性为157cm，她们购买电动自行车时需要测试自己在停车时双脚能否稳定着地起支撑作用，因此，大部分的中国电动自行车设计都会认真考虑这个因素。

通过对大多数豪华型电动自行车和简易电动自行车的测量，我们发现，现有车型鞍座离地高度约95%分布在700-750mm之间，只有5%的产品超过750毫米，即使简易电动自行车也有85%以上在车型落在700-750毫米的鞍座离地高度之内。欧洲（尤其是北欧）女性平均身高最高的国家是荷兰，达到172cm，比中国女性平均身高增加15cm，约增加了**6英寸**。所以出口欧洲的女式电动自行车很

少采用 16 英寸轮径的，一般为 **22 英寸或 24 英寸**；欧洲男性平均身高最高的也是荷兰，为 184.3cm，比中国城市男性平均身高 170.2cm 高出 14.1cm，比中国农村男性的平均身高 166.3cm 高 18cm，增加 **5.5-7 英寸**，所以出口欧洲的适合男性使用的电动自行车轮径可以达到 **24 英寸或 26 英寸**。整体来看，出口欧洲的产品，其鞍座离地高度的范围在 800-900mm 之间。

显然，如果鞍座离地高度增加，就为脚踏功能的发挥创造了客观条件。牙盘直径可以适当扩大，曲柄长度可以增加，牙飞比至少可以增加到 3:1。如果轮径为 24 英寸，脚踏一圈的行程可以达到 5.8 米，如果每秒 1.5 次（每分钟 90 次）计算，人力骑行的速度可达到 31km/h，同频率条件下比 16 英寸车轮增加速度 80%。基于欧洲身高较高地区而设计的电动自行车可以呈现较好的脚踏助力功能，当电动速度设置在 25km/h 时，骑行者可以随时通过脚踏超过这个速度，达到减少电力消耗和适当运动的双重功能。但是，当车轮直径较小时，如不经过特殊设计，想要达到这个目标是十分困难的。

第三，在小轮径和降低鞍座离地高度的情况下，盲目强调安装脚踏系统无害无益。如前所述，绝大多数中国消费者选择电动自行车的目的并不是追求其运动健身的功能，而是把它作为安全的个人交通工具。这个目的与欧洲国家使用电动自行车的消费者的主要动机有明显差异。鉴于“安全的个人日常交通”这一特殊目的，消费者对电动能力的要求和对安全特性的要求是并列第一的。与安全特性有关的有：车辆稳定性好，鞍座离地高度较低，车辆重心较低，前后轮分布均衡，刹车制动性能较好，灯光系统齐全等等。一个不能充分发挥作用的脚踏、曲柄、链条系统在车辆安全保障体系中，是有害还是有益，这决定了它是否具备写进质量标准否决项重要项的元素。如果可以证明，加装了脚踏系统有益于安全行车，则此项目应该成为重要否决性，如果不仅无益于行车安全，而且在特殊条件下，还可能增加的安全事故概率，则应该尊重客观事实，慎重编写此条款。

与脚踏系统安全隐患有关的要点大体有：小轮径条件下，如果曲柄过长，则脚踏最低点离地高度过小，车辆倾斜或转弯时，脚踏最低点可能触地，导致意外事故，如果骑行者靠非机动车道路边行驶，脚踏可能与路边台阶发生刮擦，引发

意外情况，如果链条飞轮系统未安装“防跟转”装置，一旦污染物进入飞轮间隙，（通常发生磨损时发生），则可能引发脚踏转后轮电机自动旋转，这将大大增加了导致刮擦翻车事故概率。除了前述了一些安全隐患性要素之外，必须安装的脚踏系统客观上也增加了车辆的成本。消费者为行政规定的无效功能支付成本是伤害消费者权益的，无效功能不具备上升为行政规定的特质。事实上，由于过分强调必须具备脚踏功能，出厂时带有脚踏系统的电动自行车，很多消费者在购买时就要求经销商予以拆除，或使用了一段时间后自行拆除，造成了大量的财物浪费。

综上所述，电动自行车在中国的实践，是基于中国消费者的身体特征和对产品属性的交通工具类要求而形成的独特产品特点，这一客观进程并没有错误，与欧洲、日本的产品有较大的差别并不奇怪。如果以欧洲定义的电动自行车来要求中国消费者，将严重伤害消费者权益。以“像不像自行车”来归化产品，可能有利于路面警察区别产品，但会使数以亿计的消费者受到伤害，管理成本实在太大，也根本无此必要。总之，了解电动自行车中国特色形成的原因，适应它，尊重它，而不是鄙视它，抵触它，歧视它，应该是我们找到科学管理方法的出发点和立足点。

4.2 以新定义构建兼容共济的产品格局。

如果抛弃“电动自行车是一种特殊自行车”这一限制思维的句型，而代之以“电动自行车就是一种低速两轮车”，将大大有利于解放思想。在重视现实的同时，构建适应于未来发展的产品大格局。作为一种低速电动两轮车，显然，制定标准的工作除了设定一系列安全规定之外，就是规定其适合按非机动车通行原则的技术条件。

“电动自行车是一种低速电动两轮车”，“电动摩托车是一种较高速度的电动两轮车”，与“电动自行车是一种外型像自行车的特种自行车”，“电动摩托车是一种外型像摩托车的特殊摩托车”，这是两种出发点完全不同的定义体系，前者着力于界定其行驶过程中的动力特性和安全特性，以及适合通行原则的特性，是基于客观事实的判断，后者则以外观判断划界，以产品制造行业管理分工划界，

以“容易归化管理”来确定通行原则，是基于管理属性判断产品的分类方法。显然，后者的科学性是缺失的，也与客观事实大相径庭。

如果确定了不以“是否像自行车”来确定是否属于电动自行车的新定义原则。我国的电动自行车将分开两个方向，以不同的侧重点各自得到有效发展，为国家节能减排和改善民生做出新的贡献。

方向 A，现有产品类型将向更科学、更合理的设计风格转型。如前所述，现有产品绝大多数为小轮径、低鞍座型的电动自行车，在这类产品中刻意提高脚踏功能是比较困难的。因此，大多数产品会选择取消这种功能，将空间和材料成本节约下来，进行优化其他性能的设计。例如，改进制动系统，改进避震系统，改进灯光系统，改进电池容量和寿命特性等等。节约的总成本约 50-60 元，消费者可以得到更好、更安全、更廉价的产品，轮毂式电机的安装也更为紧凑和安全，维护也更为便捷，后轮制动器可以获得更好的安装空间，碟刹和高水平涨闸系统可以方便的获得应用，可以预计，免除必须存在脚踏系统后，一种安装于中轴的紧凑的电驱动系统也可能面市，新型柱状高速电机会被广泛使用，进一步提高效率，增加续行里程。总之，取消了一个基本无效的系统，会对现有小轮径手控型电动自行车带来极大的产品创新活力，使之得到符合科学客观规律的发展机遇。

方向 B，无效的脚踏助力系统落幕，有效的脚踏型电动自行车就必然兴起，这是一种产品辩证法。当市场上绝大多数产品属于手控电动交通时，别具一格的，具备真正的脚踏助力功能的健身型电动自行车也会以差异化竞争的方法在市场上重新兴起。它将以最舒适的、最柔性的户外健身运动为主要卖点，吸引大量白领人士和有车一族以电动自行车作为补充型辅助交通工具和健身工具，也许会将车轮直径扩大到 20 英寸以上，也许会安装二级传动装置或拨链器提高脚踏一圈的车辆行程，或者建立电动输出与脚踏状态的关联模型，使脚踏运动可以有效的减少电池工作电流，进而减少轻蓄电池容量或改善其工作条件。也许，这样的电动自行车大多数会配置轻量的电池（例如锂电池），会配置较窄的轮胎，限制电输出功率和电动速度。总之，依托中国部分特殊人群的消费需要，具有欧洲特点的第一类电动自行车会在我国形成产业优势，不仅可以满足特定的国内市场，而

且也可以牢牢掌握出口欧美的领先优势。

综上所述，两种电动自行车的产品方向有着相互不矛盾的消费群体，市场的法则会自动地平衡各自消长的内在机制，消费者的幸福来源于管理者的科学决策和市场主体的不断创新，市场主体的利益又来源于消费者的支持和科学管理所带来的和谐局面。

五、结语

本文从语义逻辑、历史史话和中国现实三个角度论证业内主要生产企业达成的上海共识的合理性，论述了修改电动自行车定义的重要性和必要性。我们相信，尽管电动自行车“不像自行车”是一个令人困扰的问题，但只要将它摆在历史发展的进程中来审视，摆在中国特色的成形原因中来考量，只要能够真正解放思想，实事求是，这个困扰电动自行车发展的难题就一定会迎刃而解，就一定会在走出一条符合科学发展观、以人为本的中国创新之路。

中国电动自行车已经光荣实现了人类百年前的电动自行车梦想。解决定义困扰的产业界和消费者必然取得更加辉煌的电力交通的成就，10年后，再来评价今天的争论，理性的思考将载入历史。

时间仓促，内容繁杂，错误在所难免，希望批评指正。

绿源集团 董事长 倪捷

2010年1月19日

探讨制定电动自行车新标准过程中 有关制动安全性条款的制定逻辑

一、问题的提出和基本思路

当前，实际运行的多数电动自行车在拔掉限速器之后，最高速度都可以达到 25km/h 以上，有些峰值电压的最高速度可以达到 32km/h，这样的实际运行状态基本满足了现实的消费需求，实证数据也表明以此速度在“非机动车道上通行”、混合道路上和乡村公路通行是基本合适的。GB17761-1999 关于制动性能的检测速度定在 20km/h 以内明显是需要修改了。探讨制定修改制动安全技术条件，建立一种适合在中国城市和农村非高速公路上以非机动车通行原则行驶的产品技术条件成为一个需要科学推论和实验的关键问题。

笔者认为，解决这个问题的基本思路基于以下两个基准：

A、 鉴于电动自行车的现实总量已经十分庞大，统计调查目前市场上安全状态较好的电动自行车（特别是 2009 年的最新产品）的实际状态，以此作为制定标准的现实参考基准，适当提出技术上可以实现的改进，合理提高安全技术水平，此为实证基准。

B、 充分借鉴摩托车制动技术的强制性安全规定，即 GB20073-2006《摩托车和轻便摩托车制动性能要求与实验方法》，并在以此强制性标准的基础上提高指标和扩大考核范围，同时辅之以最高设计速度的强制性规定，从而构成对非机动车道上行驶更安全的技术基准。同时，对比汽车和自行车有关制动技术性能方面的指标，突出电动自行车制动技术性能方面的明显优势，构成它能够按非机动车

道通行的技术要素，此为理性基准。

本文将主要就 B 项展开讨论，供大家参考。

二、GB20073-2006 的主要数学模型和物理背景分析。

首先，GB20073 对平均减速度 d_m 进行了定义：

$$d_m = (v_b^2 - v_e^2) / 25.92 (S_e - S_b)$$

其中， v_1 为初速度

v_b 为 $0.8 v_1$

v_e 为 $0.1 v_1$

S_b 为 v_1 到 v_b 的制动距离

S_e 为 v_1 到 v_e 的制动距离

其次，GB20073-2006 对制动总距离 S (Stopping distance) 的最大值与试验初速度 v 写成一种“二项式”表达：

$$S \leq A \cdot v + v^2 / B \quad (A、B \text{为系数})$$

对于摩托车 (L1: 两轮轻便摩托车, L2: 三轮轻便摩托车, L3: 两轮摩托车, L4: 边三轮摩托车, L5, 正三轮摩托车), 三种制动操作形态 (仅用前制动器制动, 仅用后制动器制动, 两者联合的制动), GB20073-2006 都给出的具体的 A、B 值, 其中, A 值的取值相同, 均为 0.1, 一次项 $A \cdot v$ 所表达的距离称为反应距离, 也称思考距离 (Thinking Distance), 它刻画了骑行者从明确发现制动需求到做出制动动作的时间间隔内车辆运行的距离, 当 v 的单位为 km/h 时, A 为 0.1, 表示默认试验者的固定反应时间为 0.36 秒 ($0.36 = 0.1 \times 3.6$)。二次项 v^2 / B 所表达的距离可称为刹车动作后的减速运动距离, 也称制动距离 (Breaking Distance) 在此期间车辆进行减速运动, 如果平均减速度为 d_m , 则当 v 的单位为 km/h 时, d_m 与 B 存在以下数据关系:

$$d_m = B/25.92 \text{ (m/ s}^2\text{)}$$

表 1 为 GB20073-2006 中各种摩托车在两种操作条件下的停止距离 S 表达式及相应充分发出的平均减速度 d_m 的规定，显然，B 和 d_m 基本符合上式之间的数量约束关系。

至此，对于 GB20073-2006 的数学模型及停止距离二项式系数（A 和 B）所表达的物理背景已经有了清晰的了解。

GB20073-2006 强标对各种摩托车停止距离及减速度的规定				
类别	试验速度 (km/h)	停止距离关系 S (m)	停止距离范围 (m)	相应充分发出的平均减速度 (m/s ²)
仅前制动				
两轮轻便摩托车	40	$S \leq 0.1 \cdot V + V^2/90$	21.8	3.4
三轮轻便摩托车	40	$S \leq 0.1 \cdot V + V^2/70$	26.9	2.7
两轮摩托车	60	$S \leq 0.1 \cdot V + V^2/115$	37.3	4.4
边三轮摩托车	60	$S \leq 0.1 \cdot V + V^2/95$	43.9	3.6
正三轮摩托车	60	$S \leq 0.1 \cdot V + V^2/75$	54.0	2.9
仅后制动				
两轮轻便摩托车	40	$S \leq 0.1 \cdot V + V^2/70$	26.9	2.7
三轮轻便摩托车	40	$S \leq 0.1 \cdot V + V^2/70$	26.9	2.7
两轮摩托车	60	$S \leq 0.1 \cdot V + V^2/75$	54.0	2.9
边三轮摩托车	60	$S \leq 0.1 \cdot V + V^2/95$	43.9	3.6
正三轮摩托车	60	$S \leq 0.1 \cdot V + V^2/75$	54.0	2.9
联动制动				
两轮轻便摩托车	40	$S \leq 0.1 \cdot V + V^2/115$	17.9	4.4
三轮轻便摩托车	40	$S \leq 0.1 \cdot V + V^2/115$	17.9	4.4
两轮摩托车	60	$S \leq 0.1 \cdot V + V^2/132$	32.3	5.1
边三轮摩托车	60	$S \leq 0.1 \cdot V + V^2/140$	31.7	5.4
正三轮摩托车	60	$S \leq 0.1 \cdot V + V^2/130$	33.7	5.0

第三、GB20073-2006 对各种摩托车的试验初速度的选择也有比较合理的安

排。对于没有特别限速规定的车辆，很多试验是在标称最高速度 V_{\max} 的 0.7 确定试验速度，对于有最高车速限制的较低速度的摩托车，一般为最高限速的 90% 确定试验基础速度，例如，对于最高车速 V_{\max} 低于 45km/h的 L_1 和 L_2 类车，试验速度基准为 40km/h； V_{\max} 低于 67km/h的 L_3 ， L_5 类车，试验速度基准为 50km/h，此项规定对于确定电动自行车的试验速度有很好的借鉴意义。

电动自行车的设计最高速度和制动试验速度基准合理的范围应该大于普通自行车的制动试验速度和小于轻便摩托车的试验速度，2005 年修订的自行车国家标准GB3565-2005 依据ISO4210-1996 将所有自行车的干态制动试验速度确定为 25km/h，双闸制动的干态制动距离为 7 米，单闸干态后制动为 14 米，这说明国际普遍认同这类交通方式的常见速度已经达到 25km/h的范围，按试验速度为 $0.9V_{\max}$ 的原则，可以认为自行车的最高虚拟车速已经达到 28km/h水平。因此弱化了脚踏加速功能的“电动自行车”，其设计最高时速应该大于 25km/h。或者 28km/h。否则会被认为损失了消费者的福利，但对于脚踏功能较强的电动自行车（如大轮径或每圈路径大于一定值的车型），可以确保骑行者脚踏加速达到 25km/h，则无需增加最低速度的条款。

研究已经弱化了脚踏功能的“电动自行车”的峰值最高速度可以从合理放电期内低端最高速度的角度出发来考虑，以铅酸电池为例，单格最低电压为 1.75v/cell，满电最高电压为 2.22v/cell，直流电机转速正比于电池电压，如果处于放电末端时仍需保持 25km/h 的最高速度，则满电时的最高峰值速度则需达到 32km/h(大约 20mph)，以此理解美国将电动自行车的峰值最高时速确定为 20mph（32km/h），它确实构成了“合理的”基于消费者福利的逻辑体系，而我们过去将所有的电动自行车电动最高速度确定为 20km/h 是有缺陷的，当电动自行车保持大轮径和单圈路径时，尚可以发挥脚踏加速功能达到 25km/h，但由于国内消费者偏好小轮径车辆，以大幅度降低重心、提高停车等待的便利性，以及提高行车稳定性和抗侧翻事故能力，脚踏加速的“福利”自然丧失，这种电动自行车的速度无法达到 25km/h 的水平，甚至在电池电压低端最高速度下降到 15 公里的水平，所以就只有以提高电动最高峰值速度的方法满足消费者的福利要求。

基于以上分析,本文同意在 32km/h 水平上确定电压峰值最高速度,在 25km/h 水平上界定电压谷值最高速度,既与“自行车类产品”25km/h 速度概念接轨。也与美国电动自行车的定义相一致,同时也基本与目前市场上的产品技术性能相一致。是否在此基础上再增加 5-10%? 达到 35km/h? 属于是否具备发展眼光的问题,利大弊小,可以探讨。

如果电动自行车的峰值最大速度为 32km/h, 谷值最大速度为 25km/h, 则制动试验速度基准可以在两者均值 28.5km/h, 以±1.5km/h 来自由选取, 试验制动停止距离和实际初速度来计算减速度。只要减速达到规定要求则视为达到安全条件, 否则为不合格。

三、从 GB3565-2005 看理性确定电动自行车制动要求的重点

GB3565-2005《自行车安全要求》与国际标准 ISO4210-1996 相同, 与 JIS 标准基本相同, 该标准规定的制动距离 (Braking Distance) 要求见表 2。

表 2: 制动试验的速度和制动距离 (自行车)			
试验条件	试验速度 (km/h)	使用车闸	制动距离 (m)
干态	25	使用两个车闸	7
		单用后闸	15
湿态	16	使用两个车闸	9
		单用后闸	19

注: 试验时总质量为 100kg ± 1% (包括自行车、骑行者和仪器)

制动距离的校正采用的公式为:

$$S_e = (v_s / v_m)^2 \times S_m$$

公式中, S_e 为校正后的制动距离

S_m 为测得的制动距离

v_s 为规定的试验速度

v_m 为测得的试验速度

可以看出，自行车国标和 ISO 标准没有像摩托车和汽车那样考虑反应时间滞后，制动距离的起点以刹车结构执行动作时为基础点，制动距离比与速度平方比相同。据此，可以根据试验速度和制动距离计算出自行车标准所对应的平均减速度。见表 3

表 3：自行车制动减速度（总质量 100kg）			
试验条件	试验速度（km/h）	使用车闸	平均减速度（m/ s ² ）
干态	25	使用两个车闸	3.4
		单用后闸	1.7
湿态	16	使用两个车闸	1.1
		单用后闸	0.5

显然，国标和国际标准对自行车制动水平的要求除干态双闸减速度尚好以外，其余形态下都落在小于 2 m/ s²以下水平，而且干态和湿态的减速度的差距达到 3.4 倍水平。另外，通过自行车加载试验也证明，自行车制动减速度与载荷有很大关联，制动距离随载荷增加的幅度很大，远远大于摩托车和非脚踏型电动自行车。

综上所述，自行车确实属于仅适合于晴天、单人骑行的运动型产品，其作为符合全天候变动（体重较重、带物载人）的交通产品存在较大的劣势。纯闸皮摩擦型的制动系统在被污染（油污、泥水、尘土等）和被磨损之后，恶化的态势也比较明显。

电动自行车在确定自己的制动系统考核体系时应避开自行车的上述缺点，加强对前后制动的单独考核。大幅度缩小湿态制动与干态制动的差距，大幅度减小对载荷的敏感性，从消费者安全和对非机动车道上其他交通参与者安全的角度出发，打造有效的安全功能，使之成为不仅适应于晴天骑行也适应雨雪天骑行的、

具有广泛适应性的较低磨损的优秀两轮制动体系。

四、指标的讨论和各种建议考核要点

1、制动减速度的初步试验情况。

轻载干态试验：随机选取一辆本公司在用的电动自行车，在拔掉限速器之后，单人骑车的电压峰值最高速度为 30km/h，此时总质量（包括车体质量、骑车人质量）为 162 公斤，双手前后闸四次试验的制动初速度为 30km/h，平均停止距离为 8.3 米，按 0.36 秒反应时间计算，平均减速度为 6.55 m/s^2 ，不计反应时间为 4.18 m/s^2 ；单手后闸（加EABS）试验四次，平均速度为 29.1km/h（此时电池电压已有下降）。平均停止距离为 10.3 米，按 0.36 秒反应时间计算，其平均减速度为 4.42 m/s^2 ，不计反应时间为 3.17 m/s^2 ；单手前刹（加EABS），四次试验的最高平均速度进一步下降到 27.68km/h（电池电压进一步下降），平均停止距离为 9.3 米，计反应时间的平均减速度为 4.53 m/s^2 ，不计反应时间的平均速度为 3.17 m/s^2 。

重载干态试验：同车再乘一人，重量增加到 230 公斤。先进行单刹前闸试验，四次平均车速下降 27.1km/h，平均停止距离为 10.9 米，比总质量 162 公斤时增加 1.65 米，增幅为 17%，计反应时间的减速度为 3.46 m/s^2 ，不计反应时间的减速度为 2.6 m/s^2 ，分别比增重前减少 24%和 18%；单独后刹试验，四次平均车速下降到 25.35km/h，平均停止距离为 11.62 米，计反应时间的减速度为 2.73 m/s^2 ，比轻载时减少 32.8%；双闸试验，四次平均车速进一步下降到 2.51km/h，平均停止距离为 8.72 米，计反应时间的减速度为 3.92 m/s^2 ，比轻载时减少 40%，不计反应时间的减速度为 2.79 m/s^2 ，比轻载时下降 33.3%，上述试验的结论汇总见表 4：

重量	前刹			后刹			双刹		
	速度 (km/h)	停止 距离 (m)	减速度 (m/s ²)	速度 (km/h)	停止 距离 (m)	减速度 (m/s ²)	速度 (km/h)	停止 距离 (m)	减速度 (m/s ²)
162 公斤	27.68	9.3	4.53	29.1	10.3	4.42	30	8.3	6.55
230 公斤	27.1	10.9	3.46	25.3 5	11.6 2	2.73	25.1	8.72	3.92
增减幅	--	17%	-23.60%	--	13%	-38%	--	5%	-40%

注：计反应时间为 0.36 秒

通过以上，车辆的实测情况，反映出以下特点：

首先，最高速度立即下降到 27.7 公里，每次试验往返行驶大约为 100 米，加上 12 次启动减速共约 1.2 公里的行驶里程就使最高速度下降约 8%，12 次重载试验后，最高速度下降到 25.1km/h，降幅更是惊人，间接说明以电动车低谷电压描述最高车速的客观性。

其次，重载条件下，由于车速下降的因素，尽管平均减速度下降幅度较大，但客观表现的“停止距离”增加幅度并不明显。也意味着重载条件下会大幅度降低平均最高速度，从而抵消部分平均减速度下降的影响。

第三，载荷偏后轮，后轮刹车能力应予以特别关注。

2、湿态制动的研究情况

长期以来，由于自行车和过去的电动自行车标准对湿态制定订出了过分宽松的条款，湿态减速度大约只有干态的 27%，当电动自行车的制动系统转向闭封型刹车时，湿态制定实验室一定可以顺利通过的，所以，各企业很少专心于湿态条件的制动研究，只要干态通过，湿态肯定通过。这使得湿态条款形同虚设，长此以往必然忽略在这个技术领域的创新性研究。因此，打造一种不仅适合于晴天使用，也可以在雨雪天气代步出行的安全交通工具，应该成为修订电动自行车新国标的技术导向。

为此，本人专门查阅了美国交通部公路交通安全管理局（DOT,NHTSA）的一项针对国际著名摩托车制动安全检测的报告。该报告在2006年3月30日在“国际摩托车安全年会”上发布。据该报告称，从2003年开始，美国NHTSA和加拿大交通部（TC）合作对安装于摩托车的中的防抱死系统（Anti-lock brake ing systems ,ABS）和联合制动系统（Conbined brake systems, CBS）使用不同条件，如轻载、重载、干态、湿态、进行制动距离研究，使用了本田、宝马和雅马哈等共6种车型。干态条件为干的沥青路面，抗滑指数SN(Skid number)为87，湿态路面为湿沥青，抗滑指数SN为48。这项研究表明，最优秀的摩托车制动系统，其湿态与干态的减速度差距可以控制在20-30%以内。同等条件下，重载和轻载的差距也可以控制在30%以内。表5和表6所列为NHTSA对国际著名摩托车制动性能的试验结果，其制动距离为扣除反应时间的制动距离。减速度水平已达7.7 m/s²水平，高于GB20075最低要求50%左右。

表5：美国 DOT 干态制动实验结果。

			Honda VFR800			BMW F650			BMW R1150R			Yamaha FJR 1300		
Brake System Operation			with ABS and CBS	w/o ABS, with CBS		with ABS, w/o CBS	w/o ABS, w/o CBS		with ABS and CBS	w/o ABS, w/o CBS		with ABS, w/o CBS	w/o ABS, w/o CBS	
Brakes	Test Weight	Speed (km/h)	Dist. (m)	Dist. (m)	Diff. (%)	Dist. (m)	Dist. (m)	Diff. (%)	Dist. (m)	Dist. (m)	Diff. (%)	Dist. (m)	Dist. (m)	Diff. (%)
Both	Lightly loaded	48.3	11.37	11.18	-1.7	11.89	11.53	-3.0	12.30	10.79	-12.3	12.64	10.40	-17.7
		128.8*	70.67	71.84	+1.7	58.24	65.26	+12.0	68.12	71.82	+5.4	79.21	67.46	-14.8
	Loaded	48.3	13.60	13.44	-1.2	13.09	13.11	+0.1	13.70	13.36	-2.5	12.51	14.90 ⁽²⁾	+19.1
		128.8*	93.43 ⁽¹⁾	90.09	-3.6	63.06	66.08	+4.8	89.49 ⁽¹⁾	94.07	+5.1	78.00 ⁽¹⁾	93.33 ⁽²⁾	+19.7
Front	Lightly loaded	48.3	11.72	12.76	+8.9	13.74	13.55	-1.4	11.89	10.85	-8.7	14.90	12.89	-13.5
		128.8*	77.66	82.12	+5.7	65.98	66.14	+0.2	68.56	74.12	+8.1	84.14	74.41	-11.6
	Loaded	48.3	14.12	13.75	-2.6	14.67	15.76	+7.4	12.85	12.79	-0.5	14.39	13.91	-3.3
		128.8*	99.38 ⁽¹⁾	94.15	-5.3	70.98	85.07 ⁽²⁾	+19.8	78.01 ⁽¹⁾	90.21	+15.6	84.30	86.70	+2.8
Rear	Lightly loaded	48.3	13.78	16.54 ⁽²⁾	+20.0	22.25	23.45	+5.4	22.89	23.65	+3.3	25.86	25.74	-0.5
		128.8*	85.59	111.46 ⁽²⁾	+30.2	109.32	113.34	+3.7	134.71	158.23	+17.5	152.76	160.28	+4.9
	Loaded	48.3	16.24	17.57	+8.2	22.92	23.38	+2.0	22.77	24.83	+9.0	24.68	25.61	+3.8
		128.8*	105.63 ⁽¹⁾	122.03	+15.5	109.90	120.0	+9.2	134.66	183.48 ⁽²⁾	+36.3	143.46	164.12	+14.4

* Top speed of BMW F650 being 157 km/h, its test speed was 117.8 km/h (75% of 157 km/h).

Notes:

(1) Minimal or no ABS operation.

(2) Results most likely to improve with additional test runs.

(3) Average values listed for stops w/ABS, best result values listed for stops w/o ABS.

表 6: 美国 DOT 湿态试验结果。

			Honda VFR800			BMW F650			BMW R1150R			Yamaha FJR 1300		
Brake System Operation			with ABS and CBS	w/o ABS, with CBS		with ABS, w/o CBS	w/o ABS, w/o CBS		with ABS and CBS	w/o ABS, w/o CBS		with ABS, w/o CBS	w/o ABS, w/o CBS	
Brakes	Test Weight	Speed (km/h)	Dist. (m)	Dist. (m)	Diff. (%)	Dist. (m)	Dist. (m)	Diff. (%)	Dist. (m)	Dist. (m)	Diff. (%)	Dist. (m)	Dist. (m)	Diff. (%)
Both	Lightly loaded	48.3	12.78	13.65	+6.8	13.50	14.44	+7.0	14.38	13.03	-9.4	15.48	18.61 ⁽¹⁾	+20.2
	Loaded	48.3	14.99	15.36	+2.5	15.98	18.28 ⁽¹⁾	+14.4	14.41	18.63 ⁽¹⁾	+29.3	13.28	15.35 ⁽¹⁾	+15.6
Front	Lightly loaded	48.3	15.24	14.60	-4.2	18.23	18.24	+0.1	14.76	15.50	+5.0	22.96	21.37	-6.9
	Loaded	48.3	16.36	16.01	-2.1	22.05	24.40	+10.7	15.34	16.47	+7.4	18.54	18.26	-1.5
Rear	Lightly loaded	48.3	14.32	17.44 ⁽¹⁾	+21.8	25.35	25.12	-0.9	27.48	27.01	-1.7	29.49	28.31	-4.0
	Loaded	48.3	16.44	18.88 ⁽¹⁾	+14.8	25.03	24.49	-2.2	26.53	26.78	+0.9	29.07	28.42	-2.2

(1) Average values listed for stops w/ABS, best result values listed for stops w/o ABS.

3、参考 GB20075 提出建议指标

GB20075-2006 对轻便二轮摩托车的双刹条件平均减速度最小值为 4.4 m/s^2 ，适用的停止距离二项式为： $S \leq 0.1v + v^2/115$ 。

首先，如果电动自行车有决心超过这个限值，以更高的标准要求自己，可以将轻载常态减速度提高 15%-20%，以体现对非机动车道交通安全的保障贡献，如果提高 20%，则双刹条件下，减速度最小值为 5.3 m/s^2 ，超过两轮摩托车水平 3.5%，如果提高 15%，双刹条件下减速度最小值为 5.1 m/s^2 ，与普通摩托车相同。

其次，电动自行车可以参考轻便二轮摩托车和常规二轮摩托车的比例分别对前刹和后刹设置单刹减速度，轻便二轮摩托车前刹为双刹减速度的 77%，普通二轮摩托车前刹减速度为双刹减速度的 86%，平均比例为 81%，如果双刹减速度为

5.3 m/s²的前刹减速度可确定为 4.3 m/s², 比轻便摩托车高 26%, 如果电动自行车双刹减速度为 5.1 m/s², 则前刹减速度可设为 4.1 m/s², 比轻便两轮摩托车高 21%; 同理后轮单刹的比例轻便摩托车为 61%, 摩托车为 57%。如取比轻便摩托车比例高 10%, 则取 67%, 双刹减速度最小值为 5.3 m/s²时, 后刹单刹为 3.6 m/s², 比轻便摩托车高 32%, 双刹限值为 5.1 m/s²时, 后刹减速度为 3.4 m/s², 比轻便摩托车高 26%。

第三, 对自行车而言, 大幅度提高电动自行车湿态制动性能, 传统自行车湿态减速度只有干态的 26%水平, 如果允许湿态比干态只降低 40-50%, 将有效的改善电动自行车的全天候通行安全性。

综上所述, 我们描述了电动自行车修订标准提高指标的路线图, 如果按照比轻便摩托车提高 20%减速度的目标, 电动自行车的制动距离二项式可以表达为:

$$\text{干态: 双刹联动: } S \leq 0.1v + v^2/138 \quad dm=5.3 \text{ m/s}^2$$

$$\text{单独前刹: } S \leq 0.1v + v^2/111 \quad dm=4.3 \text{ m/s}^2$$

$$\text{单独后刹: } S \leq 0.1v + v^2/94 \quad dm=3.4 \text{ m/s}^2$$

$$\text{湿态: 双刹联动: } S \leq 0.1v + v^2/69 \quad dm=2.7 \text{ m/s}^2$$

$$\text{单独前刹: } S \leq 0.1v + v^2/56 \quad dm=2.16 \text{ m/s}^2$$

$$\text{单独后刹: } S \leq 0.1v + v^2/47 \quad dm=1.8 \text{ m/s}^2$$

表 7 为干态条件下, 电动自行车与轻便摩托车在不同速度点上考虑反应时间 (0.36 秒) 的停止距离对比表。

表 7: 电自建议模型停止距离与 GB20073 标准中在不同速度上停止距离与制动距离的对比						
电自建议模型与 GB20073 标准中轻摩停止距离 (Stopping Distance) 的对比						
速度 (km/h)	双刹制动		前单刹		后单刹	
	电动自行车	轻摩	电动自行车	轻摩	电动自行车	轻摩
20	4.90	5.48	5.60	6.44	6.26	7.71
22	5.71	6.41	6.56	7.58	7.35	9.11
24	6.57	7.41	7.59	8.80	8.53	10.63
26	7.50	8.48	8.69	10.11	9.79	12.26
28	8.48	9.62	9.86	11.51	11.14	14.00
30	9.52	10.83	11.11	13.00	12.57	15.86
32	10.62	12.10	12.43	14.58	14.09	17.83
34	11.78	13.45	13.81	16.24	15.70	19.91
平均值	8.13	9.22	9.46	11.03	10.68	13.41
电自建议模型与 GB20073 标准中轻摩制动距离 (Breaking Distance) 的对比 (不含反应时间)						
速度 (km/h)	双刹制动		前单刹		后单刹	
	电动自行车	轻摩	电动自行车	轻摩	电动自行车	轻摩
20	2.90	3.48	3.60	4.44	4.26	5.71
22	3.51	4.21	4.36	5.38	5.15	6.91
24	4.17	5.01	5.19	6.40	6.13	8.23
26	4.90	5.88	6.09	7.51	7.19	9.66
28	5.68	6.82	7.06	8.71	8.34	11.20
30	6.52	7.83	8.11	10.00	9.57	12.86
32	7.42	8.90	9.23	11.38	10.89	14.63
34	8.38	10.05	10.41	12.84	12.30	16.51
平均值	5.43	6.52	6.76	8.33	7.98	10.71

与普通自行车对比, 表 8 为各种状态下两种车辆的减速度最小值对比。

表 8: 自行车和建议电动自行车减速及对比 (m/s^2)				
	干态		湿态	
	双刹	后轮单刹	双刹	后轮单刹
自行车	3.4	1.7	1.1	0.5
电动自行车	5.3	3.4	2.7	1.8
电/自提高比例	159%	200%	245%	360%

表 9 为不同状态下，不同速度下，电动自行车与普通自行车刹车距离 ($S=v^2/2d$) 的分布表。自行车从 13km/h 取值，依次取 13 个取样点，电动自行车从 18km/h 开始取值，依次取 13 个取样点。

表 9：电动自行车与普通自行车常见形式速度下的刹车距离对比								
速度点 (km/h)	干态				湿态			
	双刹		后轮单刹		双刹		后轮单刹	
	自行车	电动自 行车	自行车	电动自 行车	自行车	电动自 行车	自行 车	电动自 行车
13	1.92	--	3.84	--	5.93	--	13.0	--
14	2.22	--	4.45	--	6.87	--	15.1	--
15	2.55	--	5.11	--	7.89	--	17.4	--
16	2.90	--	5.81	--	8.98	--	19.8	--
17	3.28	--	6.56	--	10.14	--	22.3	--
18	3.68	2.36	7.35	3.68	11.36	4.63	25.0	6.94
19	4.10	2.63	8.19	4.10	12.66	5.16	27.9	7.74
20	4.54	2.91	9.08	4.54	14.03	5.72	30.9	8.57
21	5.00	3.21	10.01	5.00	15.47	6.30	34.0	9.45
22	5.49	3.52	10.98	5.49	16.98	6.92	37.3	10.37
23	6.00	3.85	12.01	6.00	18.55	7.56	40.8	11.34
24	6.54	4.19	13.07	6.54	20.20	8.23	44.4	12.35
25	7.09	4.55	14.18	7.09	21.92	8.93	48.2	13.40
26	--	4.92	--	7.67	--	9.66	--	14.49
27	--	5.31	--	8.27	--	10.42	--	15.63
28	--	5.71	--	8.90	--	11.20	--	16.80
29	--	6.12	--	9.54	--	12.02	--	18.03
30	--	6.55	--	10.21	--	12.86	--	19.29
算术 平均值	4.26	4.29	8.51	6.69	13.15	8.43	28.94	12.65

通过表 9 可以看出，电动自行车总质量 162 公斤以上水平与自行车总质量 100 公斤水平，在干态路面上以各自不同的行驶速度均值行驶（自行车的速度均值为 19 公里，电动自行车为 24 公里），此时，双手刹车的平均制动距离基本一致，但单刹后闸，电动车比自行车减少 21%；在湿态条件下，双刹制动，电动车比自行车减少制动距离 36%（约 4.72 米），湿态后轮单刹，自行车几乎处于失控状态，电动自行车仍然是有效的。

综上所述，通过与轻便二轮摩托车的同速对比，可以看出，如果电动自行车采用本文提议的制动技术规范，其停止性能可比现有轻便摩托车国家标准限值减少 12%-20%的水平，平均减值为 1-3 米；通过与普通自行车的非同速对比，在电动自行车比自行车增重 62 公斤，速度均值增加 26%的条件下，不考虑反应时间的制动距离仍然保持优势，湿态条件下优势更加明显。

五、结语

本文通过对 GB20073-2006 和 GB3565-2005（ISO4210：1996）的研究，以及对实际电动自行车产品的初步试验，提出了一种确定电动自行车最高速度以及制定与之对立的制动性能考核规范的新思路。模拟的数据对比表明，如果按照这种思路制定电动自行车新国标，将建立适合非机动车道通行的低速电动自行车技术体系有益，在保障交通安全的同时，规范行业健康发展。

绿源集团 董事长 倪捷

2010 年 1 月 7 日