

关于电动自行车“限重误区”的简要汇报

绿源集团董事长：倪捷

一、电动自行车的限重误区产生的历史缘由

我国电动自行车的产品研究很早就开始了，最早可以追溯到“文革”期间，这是第一次探索，不久就失败了。第二轮是在 80 年代中后期，没有几年也失败了；第三轮，也就是推动电动车产业化，真正使其成为大众日常交通工具的“第三次浪潮”，起源于上个世纪 90 年代中期，这一次成功了。

在 1995—1997 年间，国内少数企业受国外研究者的启发，框定了电动自行车的基本技术框架。例如，PWM 控制调速方式，强磁性永磁电机，新型电池（镍氢电池或密封阀控式电池 VRLA 等）等，并进行了卓有成效的技术研究，当时的生产企业依据当时的产品进行了基础的标准化工作，分别制定了各自企业产品标准。

紧接着，在全国自行车标准化专委会的组织下，开始起草涉及电动自行车的产品技术标准，《电动自行车通用技术条件》（GB17761—1999）于 1997 年底完稿。制定 GB17761 过程一共开过三次重要会议，1998 年初的桂林会议，由当时生产电机的某厂家出资赞助，因车辆自重涉及运行功率，当时的电机供应商已经发现它所配的电机碳刷打火十分严重，存在大量退货，于是想尽量减少输入电流，提出了将限制车体重量作为产品标准中的一个项目（非否决项），由于当时电动自行车产业还非常弱小，产品性能很低，充电一次行驶里程的合格标准为 25 公里，所配电池容量仅为 0.24kwh，质量仅为 8 公斤，所以大家对限重 40 公斤没有意见，作为一个非否决项设定；第二次会议在金华召开（同年 8 月），本人是这次会议的东道主，当时参会代表集中讨论电动自行车的限速问题，是每小时 20 公里还是 24 公里，争论的十分激烈，几次投票不能达成一致，有关重量问题好像没有人提出意见，认为可有可无，只有电机配套厂比较坚持。同样的，最后一次审稿会议年底在北京召开，基本通过了在“金华会议”确定的文本。这个文本的核心思想是三条，也就是三个否决项，一是车架结构强度否决项，振动试验为 7 万次；二是刹车制动距离否决项，制动距离需小于 4 米；三是限速项，全电动最高速度小于 20 公里/小时，脚踏助力型的无需限速。

十几年过去了，重新评价 11 年前电动自行车早期厂家对产品技术标准的看法，应该是一分为二的。从好的方面看，这个标准是符合《标准化法》的

主流精神的，对保障安全和消费者权益的项目列为硬性规定，对一系列兼顾性的条款做出了柔性规定。从不好的方面看，这个标准有很多的认识局限性，它主要来源于当时制造企业缺乏对未来产品的前展性预见，它没有预见到中国在短短的十几年里城市化进程发生了突飞猛进的变化，出厂里程 25 公里根本无法满足消费者需求；它没有预见到，电机技术会在短短几年快速发展，97—98 年流行“有刷印制电机”在 2000 年后就全而退出市场，代之以无刷型高效率电机克服了输出功率低，效率低，容易打火磨损的致命缺点，带来了电动自行车性能的全面提升，随之而来的主要矛盾演变成“进步的性能与落后的车重限定的冲突”，这是大家当年根本无法想到的，这也是“重量误区”产生的历史背景。

二、电动车限重有无必要性

主张严格限制电动车重量的人士要求限制车重的最主要的理由是：电动车自身重量超过某一限制会产生安全隐患。凭感觉推论：车辆重了，动能增加，发生撞击时容易造成“超重的动能伤害”。正因为这个“安全担忧”，所以要严格限制电动车本身的自重，强制管理如果规定是 50 公斤，超过 1 公斤都不可以上牌上路。其实，这是缺乏科学依据和实践经验的，这样说的理由有以下几点：

1、臆断性的推论，往往缺乏科学知识和物理图景。

电动车属于低速低载荷交通工具，以行驶速度 20km/h，人体质量 75 公斤来衡量，车重 50 公斤时的总动能为 1928.8 焦耳，碰撞前一般会刹车，假设刹车 3 米停止（目前大多数电动车可以小于 3 米），如果被碰撞体距离为 1.5 米，此时速度为 2.7m/s，撞击总动能为 0.482KJ，超重 1 公斤（51 公斤）的车辆此时的撞击功能为 0.486KJ，撞击功能的差距为 4 焦耳；超重 5 公斤（55 公斤）的撞击功能为 0.501KJ，差距为 19 焦耳；超重 10 公斤（车重 60 公斤）的撞击动能为 0.52KJ，差距为 38 焦耳。

科学计算已经非常清楚地表示：超重 1 公斤带来的撞击功能增加值为 4 焦耳，超重 5 公斤带来的增加值是 19 焦耳，超重 10 公斤带来的增加值为 38 焦耳。问题的关键在于，无论是 4 焦耳，还是 19 焦耳，或者是严重超重的 38 焦耳，到底是一个怎样的能量概念呢？缺乏科学常识的人往往没有这种物理图景。1 度电为 3600 千焦，38 焦耳相当于 0.00001 度电；1 克水增加 1° C 所需要能量为 4.2 焦耳；一条香烟，假使总质量为 250 克（半斤），4 焦耳就相当于一条香烟从离地 1.6 米的高度落下到地面时的总动能。

以上这些例子都是用来描述 4—38 焦耳能量的大小，这样的能量根本不可能对交通撞击效果产生任何可以察觉到的影响。

另外一种互换性的解释也可以帮助立规者建立物理学图景。例如，有人提出电动车可以提高刹车性能，将刹车停止距离从 3 米降低到 2 米，那么，刚才那个例子（在 1.5 米处有障碍物）发生时的总撞击动能就变成了 120 焦耳，就算车体质量增加到 70 公斤也只有 139.8 焦耳（0.14KJ），比原来的 482 焦耳减少了 342 焦耳，显然，这种控制效果是对重量斤斤计较（控重 1 公斤）的效果（减少 4 焦耳）的 85.5 倍！所以，控制撞击动能的关键是提高制动效果，而不是在重量问题上斤斤计较。

2、撞击事故发生时的撞击动能属于离散性分布曲线。

撞击动能主要取决于：A, 车辆行驶速度；B, 骑行者的反应时间；C, 车辆制动能力；D, 骑行者质量（包括携带物品的质量）和车体质量。在速度和反应时间确定的条件下，与刹车制动能力关系最大，车体质量控制与骑车人体重和携带物品重量具有同样的价值，控制 1 公斤的价值仅仅等效于限制 4 焦耳的能量，仅仅等价于禁止骑行者携带一本书，事实上，人体的体重差异是比较大的，轻的只有 50 公斤，重的可以达到 100 公斤，难道我们能够禁止体重超过 75 公斤的公民骑车吗？如前计算，提高刹车能力（从 3 米到 2 米）可以减少撞击功能相当于控重 1 公斤的 85.5 倍，相当于控重 10 公斤的 9 倍。

3、控制车重基本与保障电动车交通安全无关。

电动车交通事故的主要表现形态为“与汽车发生交通冲突”，这种冲突形态约占电动车涉及性恶性事故的 99%以上，就此而言，所有控制电动车撞击能量的管理措施都是无效的，小汽车总质量大约为 1.5 吨，如行驶速度为 60 公里/小时，其行驶动能为 208 千焦，电动车总质量假设为 150 公斤（车质量 75 公斤，骑行者 75 公斤），速度为 20 公里/小时，总动能为 2.31 千焦，总动能差距高达近 100 倍，差 2 个数量级，控重 1 公斤仅差 4 焦耳，与常规机动车相比更是存在 5 个数量级的差距，基本没有任何数学意义，属于典型的无效管理。

综上所述，电动车限重方面的斤斤计较是没有科学依据的，也是没有必要的。

三、“电动车限重措施的斤斤计较”严重危害人身安全和损害用户权益

要了解这项措施的危害性，就要从为什么两轮电动车普遍“超重”说起。

对于制造者而言，用尽量少的原材料去制造一个可以使用的产品是其理性的选择。但是，为什么电动两轮车从 1998 年建立标准后，制造者总是在增加原材料呢？这种看上去不合情理的变化是怎样产生的呢？减小车辆重量存在哪些方面的危害？

首先，日益严重的安全性质量事故为我们敲响了警钟。最初，10 年前，按照 GB17761—1999 的要求，车架前叉组合件的振动试验达到 7 万次就可以“合格”，然而，就是这种“合格”的产品销售到市场上仍然会出现许多令人惊恐的安全性事故，车架断裂、前叉断裂而导致消费者摔伤甚至重伤的恶性事故频发，甚至儿童车架也会突然折断，等等，媒体曝光和消费者索赔，负责任的厂家必须承担赔偿责任，久而久之，科学研究发现，车架单薄和避震缺乏是导致出现上述各种恶性事故的元凶，为此，负责任的制造厂都迅速地大幅度提高了震动疲劳试验等级，并将试验载荷、振幅、频率都大幅度提高，力图模拟出无法预料的路面状态和骑行者载荷，留足安全裕量。10 年前，自行车适合的出行距离大约只有每天 10 公里，今天转变为电动自行车后，日常交通距离可以扩大到 30 公里/天，每年行驶 1 万公里是常见的状态，如果以每 50 米有一个地面不平状态来估算，电动自行车的每年振动次数将达到 20 万次，寿命期 5 年里可能经历近 100 万次的振动。

1998 年，在订立电动自行车产品标准时，当时的绝大多数厂家根本无法预料到这个迅速发展的进程，采用的车架前叉组合基本沿用自行车系统，车架、前叉、车轮系统的重量只有 15—20 公斤，整车重量也可以小于 40 公斤。现在，高质量的车架前叉组合和相应的避震系统已经突破 25 公斤，如果再回到 10 年前的状态，“安全堪忧”就不是一句空话，而是需要付出献血和生命代价的沉重话题。

其次，电机系统也有很大的发展，12 年前，国内主要电动自行车厂家采用“有刷高速带减速器”的轮毂电机，这种电机的重量大约只有 3 公斤，但是，它存在碳刷易磨损，电火花大，齿轮容易损坏，抗过热能力差，寿命短等缺点，早在 2000 年就全面推出市场，目前采用的绝大多数电机为无刷直驱电机，无碳刷磨损，无齿轮磨损，抗过热能力强，但重量增加到 6.5 公斤左右，增重 1 倍以上；同时，为了提高车辆的稳定性，提高制动性能，轮系也作了很大的调整，轮胎宽度和轮辐强度大大提高，也比 10 年前增加重量近 1 倍；更严重的是，为了保障制动性能，10 年前采用刹车系统基本被淘汰，取而代之的是接近摩托车刹车系统，成本和重量也大有上升；另外，当前市售的电动车基本安装完备的灯光系统，前照明灯，左右转向灯，刹车尾灯等等，这些有利于骑车安全的系统也必然增加车体质量。总之，围绕着保障消费者

使用安全和方便的性能增加反映着产品技术进步的前进方向，要求产品倒退回 10 年前的状态不仅是违反科学规律的，也是非常危险的。

第三，普遍地提高电池容量也是电动车发展的良性潮流。10 年前，在制定 GB17761 标准时，大多数厂家采用 0.24kwh 的配置，有的是 24V10 AH，有的是 36V7AH，这种电池配置引发了众多的消费者投诉，里程不够，容量衰退成为电动车质量投诉的焦点，严重伤害产品名誉和消费者权益。为此，在 1999 年—2002 年期间，大多数电动车开始配置 36V12AH 系统，电池容量增加到 0.43kwh，重量达到 13 公斤，比原来增加近 5 公斤。2004 年以后，全国约一半以上的电动车开始扩大容量 48V12AH（即常见的 0.576kwh 电池，新电池行驶里程达到 40km）。到 2007 年，采用 0.576kwh 电池的电动车比例已超过 90%，只有少数地区仍固守电池质量小于 13 公斤的上牌教条。事实上，这种上牌教条对电动车安全是存在隐患的，很多需要较长行驶里程的用户，在购车后自行增加一节电池，使电机转速增加 25%，我们在路面上看到的许多“快车”有很大比例是这种“非理性”车，无形中增加了电动自行车的安全隐患。在全国的其他地区，因为没有禁止 48V 车上牌的规定，这种现象不可能发生。总之，由制造原厂电动自行车留有足够的容量空间是十分必要的，上牌时，在重量控制和电压控制上“斤斤计较”是没有科学依据的，也是伤害使用者权益的。

最后，最令人担心的是，管理者为了一个根本不存在的理由（控制撞击动能 4 焦耳），强行实施所谓的限重规定，要求生产者减少车重，将安全系数降低，甚至为了能够上牌，让人把好的刹车换到弱的刹车，把法定的避震器换成弱避震甚至拆下关系重大的减震系统，把大容量的电池换成小容量的电池，把结实可靠的轮圈换成不结实的轮圈，这一系列的做法都是有风险的，如果由此引起重大事故，谁来承担这个责任？

四、电动自行车还远远没有达到“超重”的水平

近年来，欧美各国为了减少空气污染，减少石油消耗，减少二氧化碳排放，纷纷号召车辆制造企业在保障安全的前提下，尽可能地减少车辆自重，从这个角度看，减少车辆重量的目标是为了节能减排。机动车“瘦身”运动也确实确实是车辆技术进步的方向之一。

如果地方政府是从这个角度向西方先进国家学习，力图减轻电动自行车的重量，以达到减少能源消耗的目的，看上去就具有一定的合理性。但是，与前面论述过了“撞击动能问题”类似，这样“瘦身”也需要了解“数量级

问题”，也需要建立清晰的物理图景。

避开轿车不说，讨论看上去“最节能的交通方式”——公共汽车的能耗和碳排问题有助于我们建立基于节能减排的电动车“超重”的模型。

2007年，我国共拥有城市公交车344489辆，运输总人次为5325857万人次，平均每辆公交车的运量为15.5万人次（2007年以前历年的数据为：2006年14.3万人次，2005年14.9万人次，2004年14.6万人次）。假设城市公交的百公里油耗为25升，平均时速15公里，运行时间为14小时，则日油耗为52.5升，年总油耗为19162升，分担到每人次的油耗为0.12升/人次。

一个以公交车为主要出行方式的个人，年平均乘坐次数设为1000次，日均乘坐2.74次，分担到每天的油耗为0.33升（油价为6元/升，日油费为1.97元，每次票价1元，油费占票价的72%）。日均油耗0.33升，折合标准煤为0.36公斤。我国火力发电的能耗目标恰好为每度电360克标准煤，如果骑电动自行车达到与乘公交车相同的能耗指标，则表示可以消耗每天1度电，超过这个指标就可以指责其超额消费。如果这种超额消费是车辆超重引起的，就可以指责电动车“超重”，不给予上牌是因为我们需要实现节能减排，这样的逻辑是成立的。

假设城市骑电动车的日常距离为30公里，电动车时速为20公里，做功总时间为1.5小时，设车辆自重和人体重量的总和为 m ，地面滚动摩擦系数为0.018。考虑风阻损失、电机功耗和起动机损耗，设总效率较低，假设为60%：那么就有：

$$0.18 \times m \times 9.8 \times 20 / 3.6 \times 1.5 = 0.6 \times 10^3$$

求得 m ： $m = 612.2$ 公斤

扣除人体重量75公斤，此时车体质量的最大值为537.2公斤。只有当电动两轮车的自重达到537.2公斤时，电动两轮车骑行30公里的电耗才可以达到1度电，才达到与乘坐公交车相同的能耗水平。也就是说，只要电动两轮车的自重小于537.2公斤，其能耗指标均未超过“最节约的便捷交通方式”（乘公共汽车）。

如果以此值作为电动两轮车限重的理论指导值，尚能获得控制能耗的政策依据。事实上，电动两轮车的自重是不可能超过537.2公斤，也就是说，电动两轮车的节能水平远远大于乘坐城市公交车。目前，比较常见的能耗水平为100公里大约为1.2度电（车重小于80公斤），每30公里耗电0.4度，日耗能144克标准煤，仅为乘坐公交车的40%；从减排CO₂的角度看，乘公

交车日分担油耗 0.33 升，人均日排放为 0.759 公斤二氧化碳，人均年排放 277 公斤二氧化碳（排碳量为 75.555 公斤）；使用电动车，日耗电 0.4 度，我国煤电比例为 81%，日排放二氧化碳为 0.32 公斤，年排放（行驶 1.09 万公里）116.8 公斤二氧化碳（碳排放为 31.8 公斤），电动自行车的碳排放只有乘公交车的 42%。

[参考数据，美国正在推进小轿车 MPG（每加仑英里）达到 35.5 的 CAFÉ 标准（2016 年实现）按此计算，同样的年均行驶 1 万公里（与电动自行车相同），其油耗为 662.8 升，年总排放二氧化碳 1524.44 公斤（碳排量 415.76 公斤）。此数值为公交方式的 5.5 倍，是电动自行车方式的 13 倍。]

五、对电动车限重措施不仅违反科学规律，而且也脱离时代进步的潮流

如前所述，若要出台的“上牌称重”管理规定，是缺乏科学依据的，也是劳民伤财和没有效果的“折腾”性行政行为，其唯一的理由是恪守 11 年前的一个“产品标准缺陷”，以此达到限制消费的目的。这与当前我国推行的“促民生保增长”的大局背向，并可能对人民群众的安全造成严重隐患，是有百害而无一利的错误规定。

对于 11 年前在产品标准中加入重量限制条款，业内专业人士已全面质疑，正在促成有关部门废除这一不合理性的规定。最近，美国国会最新通过了 DOT 提出的“电动自行车”定义性条款，编号为 Title23 (U.S.C)，则项立法对“电动自行车”是这样定义的：

Electric bicycle. --The term 'electric bicycle' means any bicycle or tricycle with a low-powered electric motor weighing under 100 pounds, with a top motor-powered speed not in excess of 20 miles per hour（大意是：电动自行车定义为（是指）任何两轮或三轮交通工具，它是附带一个重量不超过 100 磅的低功率电机，并且采用电机动力时其最高速度不超过 20 英里每小时。）

可以看出，在美国国会通过并授权交通部（DOT）发布的法律文件中，对电动自行车的电机重量和车辆速度做出的上限规定，即电机重量不超过 100 磅（45.39 公斤），最高时速度小于 20 英里（即 32.18 公里）。

Title23 (U.S.C) 所涉及的立法第 217 条确定了非机动车道和行人通道的通行原则，上述定义的“电动自行车”划定非机动车交通范围（Non

motorized Transportation Traffic)。可以看出，在当今世界全球关注绿色交通的大背景下，各国政府都行动起来了，不仅关注节能型电动汽车的发展，同时也十分注意轻便型低功率的两轮电动车和三轮电动交通工具的发展，立法也在与时俱进，及时反映了进步潮流。

我们有理由相信，我国立法机关也会积极行动起来，消除 11 年前在电动自行车产品标准中一系列“似是而非”的不合理条款（例如限制整车重量条款）。事实上，人类社会在摆脱不可再生的石油资源过度消耗的历程中会遇到一个艰难的问题，特别是道路交通领域，什么时候电力能源可以取代石油成为主要的能源形态呢？

最艰难的问题就是来源于“重量能量矛盾”。石油，作为一种高能量的矿物资源，形成的时间成千上万年，具有很高的能量值，每公斤汽油的热值能量可以达到 44280 千焦，相当于 12.3kwh，卡诺循环效率按 30% 计算，用于驱动做功的能量也可以达到每公斤 3.69kwh。如果换成电力交通工具，通常的高能量 VRLA 电池的储能水平只有每公斤 0.032kwh。两者相比，其差距高达两个数量级（100 倍以上），最先进的锂电池，这项指标可比 VRLA 提高 3 倍，但与汽油相比仍只有汽油的三十分之一（3% 左右），因此，要储备只相当于 5 公斤汽油水平的能量，需要配备的锂电池的总重量高达 200 公斤，配备 VRLA 更具高达 600 公斤。

但是，我们并不会因为这个科学难题而放弃人类的未来，各种电动交通工具必须在其他技术领域精益求精，以最大限度地节约每一能源来达到自己的使命，在这个漫长的过程中，社会立法立规的有关人士应该给电动交通工具更宽松的环境，在重量上斤斤计较无疑给电动交通“雪上加霜”式的打击，是没有必要的。