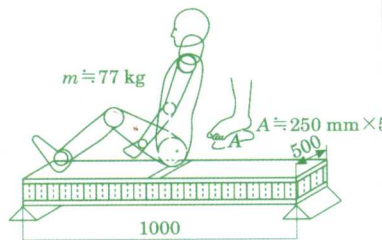


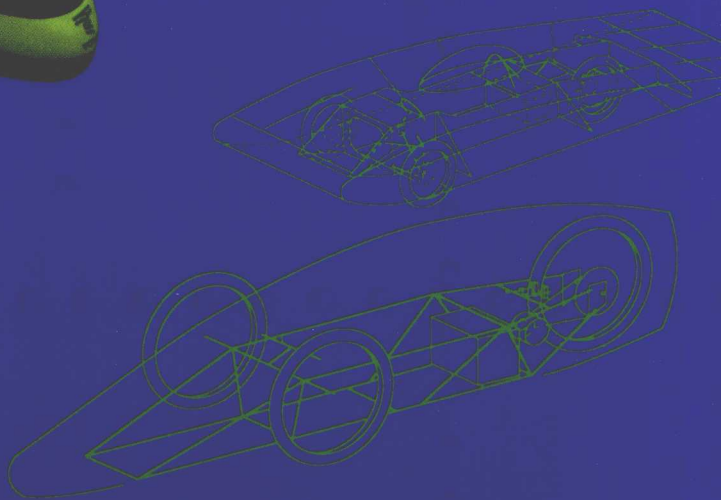
Mechanism and production of
eco-electric vehicle



生态能源电动汽车的 构造原理与设计制作

エコ電気自動車の
しくみと製作

[日] 日本太阳能学会 编
康龙云 胡习之 译
曹秉刚 审



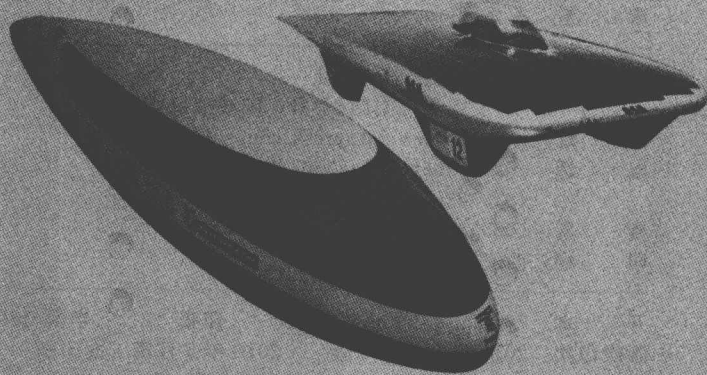
西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

Mechanism and production of
eco-electric vehicle

生态能源电动汽车^的 构造原理与设计制作

エコ電気自動車の
しくみと製作

[日] 日本太阳能学会 编
康龙云 胡习之 译
曹秉刚 审



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

Original Japanese edition

Eco Denki Jidousha no Shikumi to Seisaku

Edited by Nihon Taiyou Energy Gakkai

Copyright© 2006 by Nihon Taiyou Energy Gakkai Published by Ohmsha, Ltd.

This Chinese Language edition published by Xian Jiaotong University Press

Copyright© 2010

All rights reserved

陕版出图字:25-2008-106

图书在版编目(CIP)数据

生态能源电动汽车的构造原理与设计制作/日本太阳能学会
编;康龙云,胡习之译.—西安:西安交通大学出版社,2010.5
ISBN 978-7-5605-3492-3

I. ①生… II. ①日…②康…③胡… III. ①燃料电池-电
动汽车②太阳能-电动汽车 IV. ①U469.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 061296 号

书 名 生态能源电动汽车的构造原理与设计制作
编 者 (日)日本太阳能学会
译 者 康龙云 胡习之
审 者 曹秉刚

出版发行 西安交通大学出版社
(西安市兴庆南路 10 号 邮政编码 710049)
网 址 <http://www.xjtupress.com>
电 话 (029)82668357 82667874(发行中心)
(029)82668315 82669096(总编办)
传 真 (029)82669097
印 刷 西安交通大学印刷厂

开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 12 字数 180 千字
版次印次 2010 年 5 月第 1 版 2010 年 5 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5605-3492-3/U·5
定 价 36.00 元

读者购书、书店添货、如发现印装质量问题,请与本社发行中心联系、调换。

订购热线:(029)82665248 (029)82665249

投稿热线:(029)82665380

读者信箱:banquan1809@126.com

版权所有 侵权必究

译者序

能源危机和环境污染是 21 世纪世界各国面临的两大难题。为缓解并最终解决能源的供需矛盾,改善日益严峻的环境状况,世界各国和地区正在积极开展可再生能源的研究与开发。对于汽车这种能源的重要耗费者和污染环境大户,实现生态能源电动汽车的商业化对于解决这两大难题具有非常重大的意义。

何为生态能源电动汽车?一般认为其要素有三个:一、该能源在自然界已经存在;二、车辆不排放有害气体;三、所使用车辆能保持地球环境的可持续发展。

本书《生态能源电动汽车的构造原理与设计制作》是日本太阳能学会编著的一本生态能源电动汽车最新技术的汇编读物,其内容涵盖生态能源电动汽车的车身设计,蓄电池管理,电机控制等。本书针对当今生态能源电动汽车技术的关键,详实地阐述了其商业化面临的问题,指出了未来从业人员努力的方向;同时运用大量实例和图表,具体介绍了竞赛用生态能源电动汽车的研究和制作方法,内容丰富、通俗易懂,具有较强的可读性,是生态能源电动汽车领域不可多得的一本参考性书籍。

当今我国的生态能源电动汽车研究方兴未艾,各大高校和研究机构,以及各大生产厂商都积极致力于生态能源电动汽车的基础性研究和主要方案的设计开发。然而国内和国外研究技术各有所长,若要我国生态能源电动汽车的研究持续健康的发展,尚需不断引进和参考国外先进的生态能源汽车制造技术,以加快我国电动汽车的发展速度,使我国的电动汽车尽快完成产业化生产,早日走进寻常百姓家,也为缓解和解决我国能源紧张、环境污染等问题做出贡献。

本书前四章由胡习之教授译,后七章由康龙云教授及其研究生余开江、李鹰译。本书的翻译还得到了西安交通大学曹秉刚教授的认真审阅,在此表示诚挚的感谢。由于译者水平有限,如有不妥之处,诚请读者批评指正。

2010 年 5 月

前言

当今时代,石油和天然气等资源的战略储备在很大程度上影响着—个国家的经济发展和稳定,尤其是石油,它占了能源供给总量的一半;而日本所使用的石油有9成依赖于中东地区,再加之汽车保有量的不断增加,使得这个问题更加突出,因此我们必须进一步寻求节约能源的对策。

在这样的社会大背景下,为推行节省能源的国策,日本太阳能学会以学会30周年纪念仪式和可再生能源2006国际会议以及第22次国际电动汽车专题讨论会等活动为契机策划组织编写了本书。

本书以通俗的语言对生态能源电动汽车的实际制造过程进行了介绍,并附有大量详实的插图,因此非常实用。对赛车实例的介绍和生态汽车的大胆设想,其内容每节虽都只有两页,但却方便易读。

本书由1~11章构成,第1章是生态能源电动车的制作概论;第2章,车体设计与基本制作;第3章为获得良好燃油经济性的诀窍;第4章,制作生态能源车所需的复合材料;第5章,蓄电池的使用;第6章电机的使用方法;第7章,电气配线的技巧。第8章;电动汽车的行车状况测试;第9章,燃料电池电动汽车的开发;第10章,太阳能自行车和太阳能电动车。第11章是生态能源车实例的介绍,最后是附录。

本书同时适合对电动汽车和太阳能车等生态能源车有兴趣的爱好者,以及关心汽车制作和参加汽车竞赛的初中级选手。书中特别以近几年销售形势较好的生态能源型电动汽车的制作为中心,阐述了关于设计和制作的要点,并简单介绍了实际竞赛中所用的最前沿技术。本书可作为工业高等专科学校、工业技校学生、理工科大学生及各位青年技术人员的学习参考书,具有很好的实用价值。

最后,谨向参与本书的策划、编辑和修订、出版等工作的全体人员致以诚挚的谢意。

日本太阳能学会

理事 大橋 一正

2006年8月

目 录

第 1 章 生态能源电动汽车制作概论	(1)
1.1 生态能源电动汽车制作初步	(2)
1.2 电动汽车是未来汽车	(4)
1.3 世界上电动汽车等比赛用赛车赛道	(6)
1.4 谁都可以参加的 WEM	(8)
1.5 在各地举行的大奖赛	(10)
专栏 混合动力汽车	(12)
第 2 章 车体设计与基本制作	(13)
2.1 车体设计与基本制作	(14)
2.2 制作中必要的制作工艺	(16)
2.3 制作中使用的材料的特性	(18)
2.4 强度、刚性与轻量化之间的平衡	(20)
2.5 车架结构的考虑方案	(22)
2.6 怎么考虑车轮的配置?	(24)
2.7 轮胎与轴	(26)
2.8 驱动轮周边的结构	(28)
2.9 转向轮周围的结构	(30)
2.10 车轮定位的设置要点	(32)
2.11 转向结构的基础	(34)
2.12 制动系统是保证安全的重要部件	(36)
2.13 悬挂系统的功能与构造	(38)
2.14 悬挂几何的考虑	(40)
专栏 便利的工具	(42)
第 3 章 获得良好燃油经济性的诀窍	(43)
3.1 车辆阻力的本质	(44)
3.2 电能转化成前进动力的过程	(48)

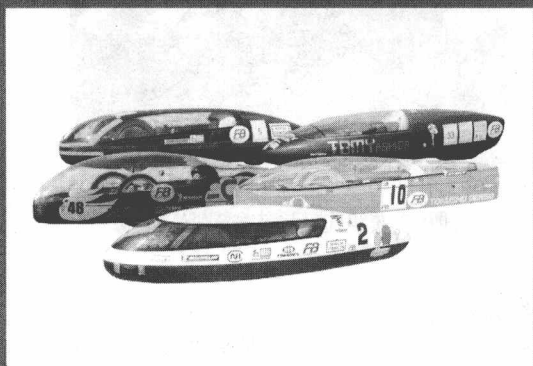
3.3	怎样减少滚动阻力?	(50)
3.4	减少空气阻力	(52)
3.5	车身外罩的制作方法	(54)
3.6	向制作美观的曲面仪表盘挑战	(56)
专栏	轴承的基础知识	(58)
第4章	制作生态能源电动汽车所需的复合材料之入门	(59)
4.1	FRP(玻璃钢)的特性	(60)
4.2	交叉纤维材料、树脂材料的种类	(62)
4.3	轻质承载式(蛋壳式)车身的结构	(64)
4.4	制作凸模(模具)	(66)
4.5	制作凹模(积层型)	(68)
4.6	最后的部件成形	(70)
4.7	FRP零件的组装、二次连接	(72)
4.8	FRP所能得到的强度与刚性	(74)
专栏	FRP材料这样了不起	(78)
第5章	蓄电池的使用	(79)
5.1	铅酸蓄电池的原理和构造	(80)
5.2	蓄电池性能介绍和放电特性	(82)
5.3	充电特性和充电方法	(84)
5.4	保温·升温的效果	(86)
5.5	蓄电池的辅助——双电层电容器	(88)
5.6	再生制动与加速驱动	(90)
5.7	能量管理系统的参考方法	(92)
专栏	蓄电池最新技术	(94)
第6章	电动机的使用方法	(95)
6.1	各种风靡的电动机	(96)
6.2	DC电动机的工作原理	(98)
6.3	DC电动机特性图的读取方法	(102)
6.4	无刷DC电动机的高效率化技术	(104)
6.5	电动机控制器的结构	(106)
6.6	功率MOSFET的应用	(108)

6.7	改进 DC 电动机特性的方法	(110)
6.8	电动机和减速器的设置	(112)
6.9	直接驱动电动机	(114)
专栏	电动机和发动机的不同	(116)
第 7 章	电气配线技巧	(117)
7.1	电线、连接器的种类和使用方法	(118)
7.2	拨动开关和断路器的种类及用例	(120)
7.3	布线技巧	(122)
7.4	安全装备	(124)
专栏	地球暖化是谎言! 真的吗?	(126)
第 8 章	电动汽车的行车状况测试	(127)
8.1	汽车行驶速度的测定	(128)
8.2	蓄电池电压的测量	(130)
8.3	电机电流的测量	(132)
8.4	测量数据实例	(134)
专栏	电动生态能源赛车的节能	(136)
第 9 章	燃料电池电动汽车的开发	(137)
9.1	WEM 用燃料电池的构造	(138)
9.2	吸附合金储氢装置	(140)
9.3	燃料电池的安装方法	(142)
9.4	燃料电池技术的普及	(144)
9.5	燃料电池和太阳能电池混合动力车	(146)
专栏	燃料电池和太阳能电池混合动力车的展望	(148)
第 10 章	太阳能电动自行车和太阳能电动汽车	(149)
10.1	各地举办的太阳能电动自行车及太阳能电动汽车比赛	(150)
10.2	太阳能电池的构造	(152)
10.3	太阳能电池模块的特性	(154)
10.4	太阳能电动汽车的结构	(156)
10.5	太阳能汽车的挑战	(158)
专栏	琵琶湖 GPS 太阳能赛艇大赛	(160)

第 11 章 对实际制作有用的实例集	(161)
11.1 First step ASIIN AW	(162)
11.2 东海大学挑战中心	(163)
11.3 Zero to Darwin project	(164)
11.4 三叶	(166)
11.5 超级能量	(167)
11.6 本田工程 EVER	(168)
11.7 专科学学生制作的电动汽车	(169)
11.8 日本的太阳能电动汽车	(170)
11.9 海外的太阳能电动汽车	(171)
附录 零部件、原材料的买入地点和相关信息	(175)
后记	(177)
索引	(178)

第1章

生态能源电动汽车制作概论



作为解决石油资源枯竭与地球暖化的一种对策，开发新型汽车是十分必要的。这里要介绍的是电动汽车、燃料电池汽车、混合动力汽车、太阳能汽车等采用电动机驱动的未来的汽车，进而介绍高中、大专院校的学生以及业余爱好者也可以制作的一人乘用的专用赛道用的生态能源电动汽车的制作方法。

6.5 电动机控制器的结构

6.5.1 DC 电动机控制器

在有刷直流电动机中,以往是通过在电池和电动机之间引入可变电阻器来控制电流。这种方法由于阻抗的存在会产生热损耗,效率也非常的差。因而,目前较常用的是基于 PWM(脉宽调制)控制性能的控制器的, PWM 控制是通过调整加在 MOSFET 栅极的脉冲电压的 ON 时间的大小(占空比),来实现对电动机能量的控制的。在 ON 期间, MOSFET 的阻抗较低,因而损耗比较少,而在 OFF 期间, MOSFET 中由于没有电流流过所以损耗也能够得到抑制。与此相关的,如图 6-21 所示为浪越电子的 MPC520 控制器。

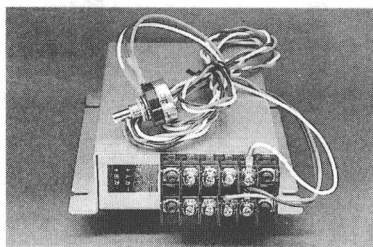


图6-21 浪越电子的电动机能量控制器MPC520

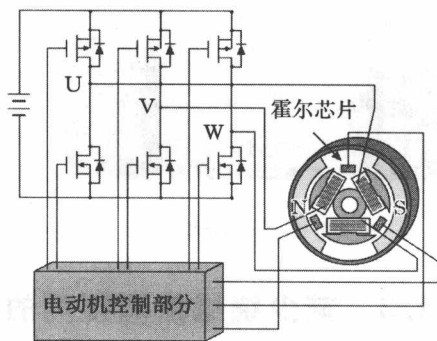


图6-22 无刷DC电动机专用的控制器电路图

6.5.2 无刷DC电动机控制器

在使用无刷 DC 电动机的情况中,由控制器内部的晶体管代替换向器和电刷完成换向转换工作。无刷 DC 电动机的控制器部分的结构如图 6-22 所示:在 24V 左右的低电压的情况下,晶体管大多使用 MOSFET。在采用 6 个 MOSFET 时,给栅极加电压,上桥臂侧的 3 个是 p-MOS,下桥臂侧的 3 个是 n-MOS。这个时候,将上桥臂侧的 1 个 p-MOS 和邻近它的下桥臂侧的 1 个 n-MOS 同时置为 ON。其结果就是按照 $U \rightarrow V, U \rightarrow W, V \rightarrow W, V \rightarrow U, W \rightarrow U, W \rightarrow V$ 的顺序依次地流过电流实现换相。同时,为了检测转子的旋转

1.1.3 制作简单的EV生态能源赛车

在赛道上行驶的节能型电动汽车(Electric Vehicle, EV)赛会的参加者一般是高中生、大学生,也有与汽车相关的汽车生产企业的工程师。由于这种赛会与机械、电气、材料以及化学等多学科、多领域相关联,所以对提高参加者的动手能力具有很好的实践教育效果。而且与汽车的发动机不同,电动汽车的电动机几乎没有噪声,在校园内、走廊里都可以进行试运行。电动汽车(图1-3)的全长一般不超过3米,车重也就在30千克左右,即使没有卡车而用面包车或者小推车也可以搬得走。从这点上来说,电动汽车竞技比赛也许是最容易、最简单一种竞技运动了。

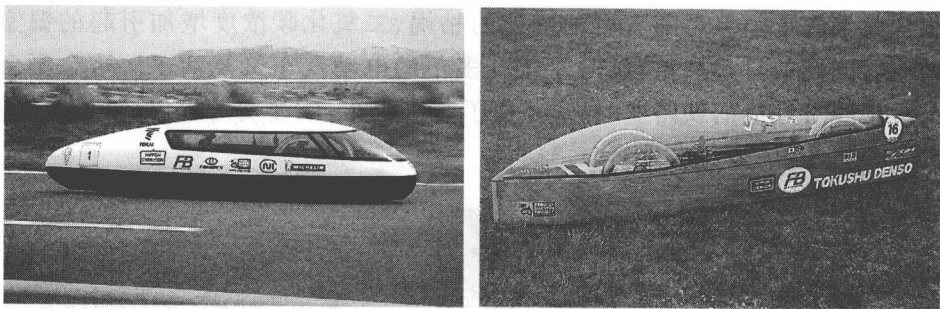


图1-3 按照本书的制作方法制作的一人乘用生态能源车左: 东海大学
法拉第魔幻2号 右: ZDP超级天爵

1.1.4 本书的愿望是将现场制作技能知识聚集在一本书之内

本书旨在让更多的人掌握从最初设计,制作电动汽车到最终实现产业化的全套技能。先介绍电动汽车的组装和制作方法,进而介绍使初学者也能完全掌握并完成整个制作的专业技能,即使没有车床、铣床等专门设备也没有问题。另外,还将说明电动机、蓄电池的选型与使用方法以及将来的燃料电池车、太阳能电池车的发展方向。本书还收集登载了详细的制作数据,对于专业人士也可以当作说明书来使用。对于难于得到的特殊材料和零部件,还介绍了购买渠道。万事开头难,请参考本书进行挑战吧!

1.1 生态能源电动汽车制作初步

1.1.1 普及型生态能源电动汽车

开发一台既节省能量又优化环境的汽车是近几年发展迅速的一项工作。知名品牌的大型汽车公司都投入巨额资金开发新型汽车,如同时装有汽油发动机与电动机的混合动力电动汽车以及以燃料电池作为动力装置的燃料电池电动汽车等。这些新型汽车具有转换效率高、平稳、低噪声的共同特点。拥有一台“再简单些,自己就可以制作的电动汽车”这样想法的人越来越多。

1.1.2 各地举办的生态能源电动汽车赛会

1995年5月,世界上第一个以节能为目的的电动汽车赛会 WEM^① 在日本秋田县大泻村的太阳能运动中心举办(图1-1),在这之后,宫城县营生等地也举办了同样的赛会,现在,一年中这样的赛会有10个以上(图1-2)。这些赛会的参加对象为高中生、大学生、企业和一般的业余爱好者等,亮相的电动汽车超过200台。赛会创造了采用50cc摩托车装备的4块充电电池(12V3Ah)组成的动力装置,在2小时内行驶距离长达84 km的纪录。这次赛会共用电144 Wh,如果按照电力公司的收费标准折算仅为3.3日元,折合汽油的话,每升汽油可行驶距离超过2100 km,可以说实现了燃料的超低消耗性能^②。

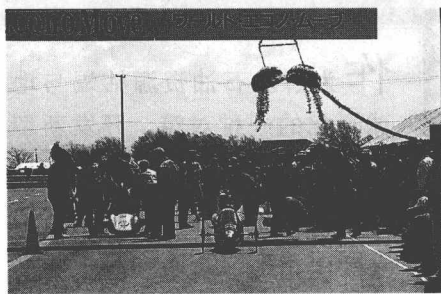


图1-1 1995年日本秋田县大泻村首届WEM大会



图1-2 爱知万博纪念大会暨WEM大会

① World Econo Move(WEM)—世界环保车移动赛

② 在 WEM 的情况,燃料的理论能量换算约为 5300 km/l,该值的计算是从火力发电到用电,其效率以 40% 计算。

刹车时的能量回收使用的优点。通常的自行车和汽车在刹车时,运行时的动能是以刹车片或者车圈上的热能散失在大气中而消耗掉。而电动汽车在刹车时,电机作为发电机使用,将运行时的动能转化为电能,在发电中降低汽车的运行速度。

1.2.3 灵活利用各种能量的电动汽车

有电的话,就可以驱动电动汽车(图1-5)。蓄电池以外还有燃料电池等各种能源的汽车(图1-6)。不排放二氧化碳的原子能发电是解决地球暖化和石油枯竭问题所期待的一种方法,同样也可利用太阳能、风力等半永久性的绿色能源来发电。电动汽车在各种能量源中获得电力,具有最高的灵活性。不久的将来,5分钟就可以充满电的电池将被开发出来,替代汽油发动机的电动汽车革命即将到来!



图1-5 斯巴鲁电动汽车R1e
(富士重工业提供)

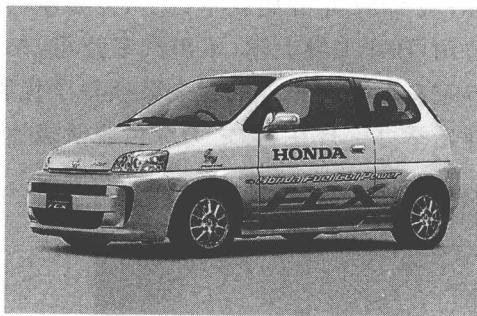


图1-6 本田燃料电池混合动力汽车 (FCX)
(本田技研工业提供)

表1-2 电动汽车的种类

能源	电动汽车的种类
蓄电池	纯电动汽车(Pure EV)
燃料电池	燃料电池汽车(FCEV)
化石燃料+蓄电池	混合动力汽车(HEV)
无轨电车	无轨电车
太阳能电池	太阳能电池汽车(Solar EV)

1.2 电动汽车是未来汽车

1.2.1 电动汽车的复活

电动汽车的诞生是很早的事情了,早在 1873 年就由意大利的 David loss 完成了实用化设计与制造,比 1885 年的 Daimler 和奔驰制造的汽油车还早。1899 年由比利时人 Jenaci 自己设计的小型电动汽车跑出了时速 100 km 的记录。到 1900 年,如图 1-4 所示这样造型的电动汽车是汽车的主打产品。后来由于汽油发动机性能的改进,行驶距离只有数十 km 的电动汽车很快就消失了。但是随着石油资源的枯竭、二氧化碳浓度增加引起的温室效应等问题的日趋严重,沉睡了 100 多年的电动汽车又复活了。这会不会与重视经济性能的铁路业一样,经历了蒸汽机车,柴油发动机内燃机车又回到电气机车,历史再次重演?

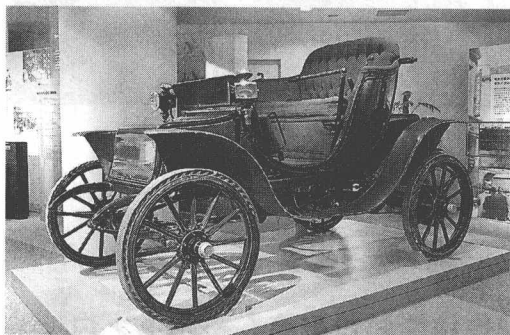


图1-4 采用爱迪生蓄电池的电动汽车(Baker Electric公司 1907年制)电气史料馆提供

表1-1 主要几种动力源的转换效率

动力源	转换效率
汽油发动机	约 30%
柴油发动机	约 40%
电动机	80%以上

1.2.2 电动机的能量转换效率是汽油发动机的 2 倍以上

从表 1-1 所示车辆的几种主要动力源的变换效率,可以看出电动机的转换效率是汽油发动机的 2 倍以上,可以达到 80%。而现在可以达到 90% 以上的高效率的电动机也登场了。它产生热量少且高效率的特性,非常适合于迫切需要解决厄尔尼诺现象的城市。换句话说,电机不排出有害气体,大气的污染问题就迎刃而解。把这些长处加在一起,它就更具有了可以将

1.3.3 美国太阳能汽车挑战赛

美国太阳能汽车挑战赛(ASC, American Solar Challenge)1990年由通用汽车公司赞助发起的 Sunrayce, 2001年移交给美国能源部, 是做为学生太阳能汽车拉力赛而举行。2005年是从美国的奥斯汀出发到加拿大的卡尔加力结束, 全长 3860 千米, 是全世界最长的拉力赛线路。

1.3.4 Phaethon

作为 2004 年雅典奥运会相关的文化活动之一, 有在希腊举办的巡回接力赛(图 1-9, 1-10), 在奥林匹亚等希腊国内著名的城市进行的 800 千米长距离赛两种竞技比赛。



图1-9 Phaethon 车检会场



图1-10 参加Phaethon比赛的东海Falcon

1.3.5 壳牌马拉松

壳牌马拉松 (Shell Eco-marathon)是由石油巨头壳牌公司主办的节能汽车拉力赛, 竞技标准是以一升汽油所行驶的距离为目的。从 1977 年开始为适应学生所举办的。日本国内也由本田公司举办了一升汽油挑战赛。

1.3.6 米其林挑战赛

米其林挑战赛(Challenge Bibendum)由米其林轮胎公司赞助, 是生态能源汽车的赛事, 以保护环境为追求的拉力赛和论坛。轮流在法国、美国、德国、中国、日本举行。

1.3 世界上电动汽车等比赛用赛车赛道

从1980年代开始,人们对石油危机的关注越来越高,世界各国利用各种环保节能技术制作的生态能源电动汽车的赛道比赛越来越多,有以节油为目的的,也有利用太阳能的太阳能电池车的比赛,多数都是以节能为目的的实车比赛。这里介绍一些有代表性的赛道比赛。

1章

生态能源电动汽车制作概论

1.3.1 世界太阳能汽车挑战赛

世界太阳能汽车挑战赛(WSC, World Solar Challenge)是在1982年首次用太阳能汽车横断澳洲大陆的翰斯发起的,从北部的北达尔文市出发到南部阿得兰德市横贯澳洲大陆3000千米的世界级太阳能电动汽车赛道车赛,从1987年开始就举行了,至如今已有数年(图1-7所示)。由通用汽车公司, Biel 工科大学, 本田汽车公司, Aurora 公司, Nuon Solar Racing 公司等各家有名公司组成的代表队获得了优胜。1996年世界太阳能汽车挑战赛也开始举办。现在,称之为绿色舰队级比赛已经实施了。

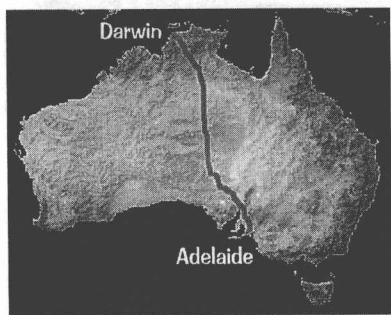


图1-7 WSC 3000千米赛程地图

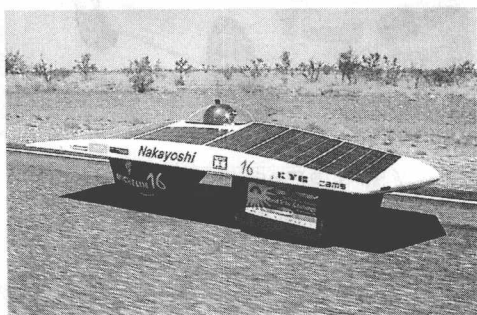


图1-8 1999年参加WSC比赛的Spirit of Junkyard

1.3.2 Tour de Sol

世界最初的太阳能汽车赛道赛是1985年在瑞士举行的,首届冠军是梅赛德斯奔驰公司的银色的太阳能汽车阿龙。