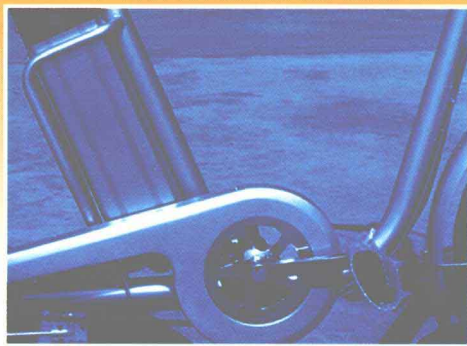
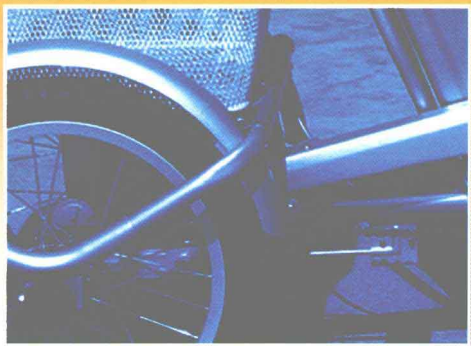


Be
convenient



轻松学修 电动自行车(第2版)

● 葛剑青 主编



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

轻松学修系列

轻松学修电动自行车

(第2版)

葛剑青 主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书详细介绍了电动自行车的结构、原理、使用方法;主要组成部件的结构、原理、性能测试及故障检修;整车的故障判断与检修;常见故障维修实例。并概括介绍了电动自行车的种类、典型品牌、性能的检查与测试。本书图文并茂、通俗易懂,具有较强的实用性,是广大电动自行车维修人员、营销人员和使用者的必备读物。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

轻松学修电动自行车/葛剑青主编. —2 版. —北京:电子工业出版社,2009.7
(轻松学修系列)

ISBN 978-7-121-08177-4

I. 轻… II. 葛… III. 电动自行车-维修 IV. U484.07

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 009792 号

策划编辑:张 榕

责任编辑:陈心中

印 刷:北京天竺颖华印刷厂

装 订:三河市鑫金马印装有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×980 1/16 印张:15.25 字数:336 千字

印 次:2009 年 7 月第 1 次印刷

印 数:4000 册 定价:29.00 元

凡所购买电子工业出版社的图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

第2版前言

电动自行车发展于1998年,当时全国年产量约为5.8万辆,生产企业16家。1998年之前,我国电动自行车社会保有量不到10万辆,但自此以后,电动自行车行业发展迅猛,以年均87%的速度大跨步前进。2005年电动自行车的产量达到700万辆,比1998年提高了130倍。最新的调查统计表明,2008年在我国经济较发达地区电动自行车的拥有率达到470辆/千人。电动自行车在社会上的拥有量巨大,而且还有迅猛递增的趋势,但是经过系统学习和培训的维修人员少之又少,介绍电动自行车的书籍、教材也较少。

《轻松学修电动自行车》自2006年首次出版后,受到广大读者的欢迎。因为当初编写此书时主要以普及电动自行车的基本知识与常见故障的维修方法为主,但限于当时的编写条件及资料的缺乏,在书中存在不少欠缺之处。

为了满足当前社会的需要、维修人员的需求,我们编写了《轻松学修电动自行车》(第2版),力求能系统、全面、详细地介绍当今电动自行车的前沿知识,满足广大读者的需求。

在第2版中,我们重点作了以下几点处理:

(1) 调整了有关章节的编排结构,将主要电气部件的原理、机械结构、接线、检查与测试、维修操作技能、故障的检查与排除、维修实例等相关内容进行系统的整合。

(2) 重点介绍近年来的品牌产品,以供用户选择参考,删除泛泛的产品介绍。

(3) 增加了对主要电气部件的实际检查与测试的相关内容,以利于维修人员充分了解电动自行车各部件的性能,利于对故障的综合准确的判断,提高维修工作的精度和效率。

虽然编者在修订过程中作了努力,但由于电动自行车技术仍在不断发展,且编者水平有限,书中还会有不足之处,恳请广大读者不吝指正。

编 者

目 录

第 1 章 电动自行车的分类与整车产品	1
1.1 电动自行车的类型	1
1.1.1 电动自行车的定义与分类	1
1.1.2 电动自行车的型号编制方法	1
1.2 电动自行车的整车产品	2
1.2.1 电动车的概念	2
1.2.2 电动车品种	2
第 2 章 电动自行车的实用性能测试与通用技术条件	5
2.1 检查与性能测试	5
2.1.1 购车时的检查要点	5
2.1.2 电动自行车的性能测试	7
2.2 电动自行车的基本通用技术条件(国家标准 GB 17761—1999)	10
2.2.1 技术要求	10
2.2.2 整车装配要求	11
第 3 章 电动自行车的整体结构	12
3.1 电动自行车的组成与结构	12
3.1.1 电动自行车的组成	12
3.1.2 普通构造的电动自行车	15
3.1.3 特殊构造的电动自行车	16
3.1.4 折叠式电动自行车	16
3.2 典型车体主要组成部件	16
3.2.1 车架	16
3.2.2 前叉	18
3.2.3 车把	19
3.2.4 车闸	20
3.2.5 车轮与轮毂	24
3.2.6 车梯	26
3.2.7 传动系统	26
第 4 章 电动自行车用电动机结构原理、特性测试与故障检修	27
4.1 电动自行车用电机的分类和型号	27

4.1.1 电动自行车用电机的命名	27
4.1.2 电动自行车用电机的分类	28
2.1.3 两种新型无刷电动机	30
4.2 电动自行车不同电机的特点	31
4.2.1 有刷高速电动机	32
4.2.2 无刷低速电动机	33
4.2.3 有刷低速电动机	33
4.3 电动自行车用电机的选择	34
4.4 电机的工作原理	37
4.4.1 有刷直流电机的工作原理	37
4.4.2 直流电机的额定值	39
4.4.3 直流电机的启动	40
4.4.4 电机的调速方法	41
4.4.5 永磁式有刷直流电机的特性	42
4.4.6 无刷直流电机的工作原理	43
4.5 电机的机械结构	46
4.6 电机的接线	49
4.7 电机的检查与测试	51
4.7.1 准备工作	51
4.7.2 电机的测试项目	51
4.7.3 电机检测项目的意义	54
4.8 电机故障检查与维修	55
第 5 章 电动自行车控制器结构原理、特性测试与故障检修	65
5.1 电动自行车控制器的类型、功能与工作原理	65
5.1.1 电动自行车控制器的类型和特点	65
5.1.2 电动自行车控制器的主要功能	66
5.1.3 电动自行车控制器的工作原理	67
5.2 电动车控制器的命名方法	68
5.3 控制器典型模块电路结构与通用参数	69
5.3.1 有刷控制器的模块电路与电路图	69
5.3.2 无刷控制器的模块电路与电路图	70
5.3.3 由专用集成电路控制的无刷直流电动机调速系统	71
5.4 控制器的输入信号特征	73
5.4.1 转把的结构、信号特征及信号改制	73
5.4.2 闸把的结构、信号特征及信号改制	74
5.5 斩波器	78

5.5.1 斩波器工作原理	78
5.5.2 斩波器的分类和基本电路	79
5.5.3 实用 PWM 电路	80
5.6 控制器使用环境要求及保养	82
5.7 位置传感器	83
5.8 电动自行车控制器的检测	85
5.8.1 电动机控制技术	85
5.8.2 有刷电动机驱动电路	86
5.8.3 无刷电动机驱动电路	89
5.8.4 无刷无传感器直流电动机的驱动	91
5.8.5 控制器的检测	92
5.9 控制器故障检查与维修	98
第 6 章 电动自行车蓄电池结构原理、特性测试与故障检修	101
6.1 蓄电池概述	101
6.2 铅酸蓄电池	102
6.2.1 铅酸蓄电池工作原理	103
6.2.2 铅酸蓄电池内部的化学变化	103
6.2.3 铅酸蓄电池的结构	104
6.2.4 蓄电池主要部件	104
6.2.5 蓄电池的主要性能指标	105
6.2.6 蓄电池或胶体蓄电池的使用	109
6.2.7 影响蓄电池寿命的几个因素	110
6.3 蓄电池的使用与保养	111
6.3.1 蓄电池的安装	111
6.3.2 蓄电池的充电	111
6.3.3 蓄电池的使用注意事项	114
6.4 蓄电池的检测	115
6.5 蓄电池故障检查与维修实例	120
6.6 蓄电池新技术与应用	127
6.6.1 碱性蓄电池	127
6.6.2 燃料蓄电池	135
6.6.3 蓄电池技术的发展	138
6.6.4 蓄电池新产品	139
第 7 章 电动自行车充电器结构原理、特性测试与故障检修	141
7.1 充电器工作原理	141
7.2 典型充电电路	145

7.2.1 恒流、保护和自动停充充电器电路	145
7.2.2 可调电流、自动关断、自动保护充电器电路	146
7.2.3 适合于铅酸蓄电池、镍系列蓄电池使用的充电电路	147
7.2.4 脉冲反脉冲充电电路	148
7.2.5 LZ110 芯片控制的充电器电路	148
7.3 充电器的使用和保养	150
7.4 充电器电路及元器件的检测	151
7.4.1 绘制线路图	151
7.4.2 分析电路图	151
7.4.3 检测原则	152
7.4.4 检测项目	152
7.4.5 检测仪器	152
7.4.6 自制测试仪表板	153
7.4.7 电路及元器件检测方法	156
7.4.8 其他常用元器件简介	159
7.5 充电器故障检查与维修	167
第 8 章 电动自行车仪表系统结构原理与故障检修	173
8.1 电动自行车仪表的类型与结构原理	173
8.1.1 指示仪表	174
8.1.2 速度里程表	176
8.1.3 智能型蓄电池电量显示器	177
8.2 转向灯与电子鸣号装置	178
8.3 仪表系统常见故障检修	179
8.3.1 电路控制型显示仪表	179
8.3.2 钢索传动式显示仪表	179
8.3.3 霍尔传感式仪表	180
8.3.4 电路驱动的显示仪表	181
8.3.5 仪表盘与控制系统故障检查与维修	181
第 9 章 电动自行车的使用与保养	184
9.1 电动自行车主要部件的功能与操作	184
9.2 电动自行车的正确使用	186
9.3 电动自行车的维护与调整	189
9.3.1 新车走合期的维护与部件保修	189
9.3.2 电动自行车的日常维护	190
9.3.3 电动自行车的定期维护与调整	192
第 10 章 电动自行车常见故障与维修	203

10.1 电动自行车故障检修概述·····	203
10.2 电动自行车车体机械故障维修实例·····	206
10.3 电动自行车电气故障检查维修实例·····	212
第 11 章 电动自行车的部件替换 ·····	218
11.1 电动机的代换·····	218
11.1.1 电动机代换的原则 ·····	218
11.1.2 电动机代换的方法 ·····	218
11.2 控制器的代换·····	219
11.2.1 控制器的引线判断 ·····	219
11.2.2 无刷控制器和无刷电动机的连接 ·····	220
11.2.3 电路元件的更换方法与注意事项 ·····	222
11.3 蓄电池的更换·····	223
11.3.1 蓄电池更换的原则 ·····	223
11.3.2 蓄电池的更换方法及注意事项 ·····	224
11.4 充电器的代换·····	225
11.5 仪表板的代换·····	225
附录 A ·····	227
参考文献 ·····	230

第 1 章 电动自行车的分类与整车产品

1.1 电动自行车的类型

1.1.1 电动自行车的定义与分类

1. 定义

电动自行车“Electric bicycle”：以蓄电池为辅助能源，共有两个车轮，能实现人力骑行、电动或电动助力的特种自行车。

2. 分类原则及代号规定

电动自行车按电动机与驱动轮之间的传动方式分为：轴传动，代号为 Z；链传动，代号为 L；皮带传动，代号为 P；摩擦传动，代号为 M；其他传动，代号为 Q。

1.1.2 电动自行车的型号编制方法

1. 型号

电动自行车的型号编制方法应按照 QB 1714—1993 的规定，并冠以 TD。型号是代表一种产品的具体构造、特点、功能、尺寸、性质等的缩简编号。

2. 示例

型号为 TDH350Z—15 的电动自行车，型号中的 TD 代表电动自行车；H 代表轮径为 610 mm 的女车；350 为厂家自己编入的序列号；Z 为轴传动方式，主要用轮毂电动机直接驱动车轮；最后的 15 为厂家 350 序列中的第 15 的型号。

再比如型号为 TDL20L—5 的电动自行车，型号代表意义为：TD 代表电动自行车；L 代表轮径为 560 mm 的女车；20 为厂家系列产品号；后面的 L 代表是链传动；最后的 5 为厂家 20 系列中的第 5 的型号。

综上所述，电动自行车的型号中第一位代号代表车的种类，由两个字母组成，电动自行车固定使用 TD 做代号；第二位代号代表车架类别和车轮直径；女车象征这种车的车架没有



横梁，骑行者可以从前面跨越上车；男车则不能由前面抬腿上车，必须由后面迈上去。车架形式与轮径参数见表 1-1。

表 1-1 车架形式与轮径参数对照表

轮径（mm）		410	460	510	560	610	660
代 号	女车	R	P	N	L	H	E
	男车	Q	O	M	K	G	F

第三位代号代表电动机驱动方式：轮毂电动机直接驱动车轮的为轴驱动，以 Z 代表；M 代表摩擦驱动；L 代表电动机通过链条驱动车轮；滑板车的驱动都是通过链条驱动车轮；P 代表皮带传动，即电动机是通过皮带驱动车轮的；Q 代表其他驱动方式。

1.2 电动自行车的整车产品

1.2.1 电动车的概念

电动自行车制造厂家从满足用户不同的需求出发，使电动自行车产品花样品种不断增加。除去两轮电动自行车外，还有各种电动三轮、电动滑板车等。因此，称之为“电动车”。

本书以介绍电动自行车为主，同时也介绍一些具有代表性的电动车。虽然电动车外形和用途不尽相同，但它们的构造原理和四大件却完全相同，可以通用。

所谓四大件，即车用电动机、电动车用电源、控制器和充电器。

1.2.2 电动车品种

1. 两轮电动自行车

两轮电动自行车是电动自行车的主要形式，如图 1-1 所示。它有多种造型和不同规格、不同轮径、不同功率、不同功能、不同蓄电池品种和容量及不同驱动方式。无论采取哪种形式，制动断电开关是必须具备的基本部件；还需功能比较齐全的监视显示装置，如蓄电池剩余电量显示、速度显示等；豪华的电动车还有转向、声光等装置。另外，还有微型电动车、可折叠电动车等。

2. 电动三轮车

电动三轮车有家用单座三轮（如图 1-2 所示）、双座三轮、货运三轮和客运三轮车。驱动方式分为轮毂电动机前轮驱动（后轮脚踏驱动，形成前后双驱动）、柱式电动机后单轮驱动（只能单驱动，脚踏链轮与电动机合用一个轴）、轮毂电动机后单轮驱动（另一个轮由脚



图 1-1 两轮电动自行车

踏驱动，形成后双轮驱动)。其基本功能和辅助设施与电动两轮车基本相同。



图 1-2 电动三轮车

3. 电动轮椅

电动轮椅有单电动的和电动加手动的，如图 1-3 所示。也有轮毂电动机前轮或后单轮驱动的、柱式电动机后轮驱动或设单独驱动轮的，等等。电量显示和制动断电是电动轮椅的基本功能要求，由于速度在 15 km/h 以下，其他功能必要性不大，对显示仪表没有过高要求。

4. 电动滑板车

电动滑板车有不同轮径和不同结构形式、座位高低可调的、可折叠的，等等，如图 1-4

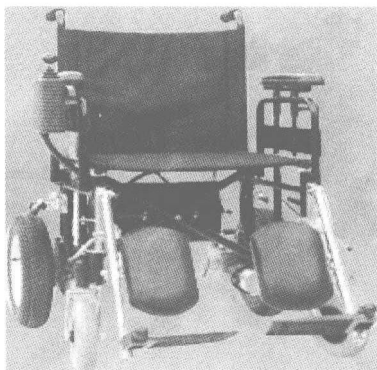


图 1-3 电动轮椅

所示。电动滑板车大多采用柱式电动机通过链传动或皮带传动，也有轮毂电动机后轮驱动，电动机功率在 120~180 W，蓄电池组放在脚下踏板内，有简单的显示装置，有的电动滑板车设置了灯光、喇叭等。



图 1-4 电动滑板

电动自行车整车由车架、车轮、制动系统、驱动电动机、控制电动机运行的控制系统和供给电能的电源系统等组成，为蓄电池充电的充电器则为不可缺少的附件。电动机、控制系统、蓄电池组和充电器四大件的生产一般由专业厂家完成。蓄电池产品的生产，专业化要求较高。控制器、充电器和显示系统用的各种仪表和盘面，必须由具备较强电子技术力量的厂家来生产。电动机是其中技术比较简单，但又是精度要求较高的产品，它的各项技术指标（如输出转矩、效率等）必须达到电动车使用要求，以满足电动车的运行和节省电能、提高续驶能力的要求。

第2章 电动自行车的实用性能 测试与通用技术条件

2.1 检查与性能测试

2.1.1 购车时的检查要点

1. 检查出厂日期

(1) 看经销商能否提供生产厂家所在地质量监督部门出具的“检验报告”及全国工业产品生产许可证和营业证。只有拥有这些证件的经销商出售的电动自行车才会有完善的售后服务，才能保证电动车能够正常安全使用。

(2) 电动车蓄电池长期放置不充电会很快损坏，电动车蓄电池出厂日期越近越好。

(3) 检查零部件的牌号或标签，一般来说，好的零部件都有明显的商标标记且图案清晰精美，而劣质品则较粗糙。

2. 检查外观

有缺陷的外观不但影响美观，而且导致以后的使用寿命缩短和增加维修费用。检查内容包括：

- (1) 支起停车支架。
- (2) 各零部件表面应清洁，无污渍、锈蚀。
- (3) 商标贴花应完整、清晰。
- (4) 无锐边、毛刺，刹车等钢绳末端应装有保护套等。
- (5) 零部件的表面是否有异常，油漆是否剥落，电镀是否光亮，塑料件是否完好。
- (6) 座垫、书包架、踏脚、钢圈、把手、网篮完好。
- (7) 车架和前叉的焊接及表面是否有缺陷。
- (8) 所有支撑是否结实。



3. 观察车架精度

- (1) 前后轮应居于车架中心平面内。
- (2) 中轴中心与车架中心平面应垂直。

4. 检查装配质量

表 2-1 为电动自行车装配质量检查表。

表 2-1 电动自行车装配质量检查表

检查项目	检查部位	检查方法
各部位变形及折损	前叉、支架、闸把、闸臂、闸皮、车灯线、车灯、反射器、尾灯、蓄电池盒、辐条、泥板、脚踏、轮胎及覆盖件	目视及用手指的力量
各部位紧固件松动、脱落	车把螺杆、鞍座螺钉、泥板安装螺钉、安装闸把螺钉、辐条条母、曲柄销（无销曲柄固定螺钉）、前轴螺母、后轴螺母、钳形闸螺母、涨闸螺母	(1) 把车的前部抬起，然后落下，听有无异声； (2) 把车的后部抬起，然后落下，听有无异声； (3) 用手拍外观件听有无异声
安装形式、位置配合部位的检查	鞍座、鞍管、车把横管、车把立管、蓄电池盒、变速手把、前照灯、反射器、钳形闸体、闸皮、覆盖件	目视，接口处不应有错开现象
滚动轴承部位的检查	方向把	回转：前轮离地，扶住前管，左右转动 间隙：握紧前闸把，使闸制动，同时用力向前推
	中轴	回转：取下链条，用力转一下曲柄，观察能否转 10 圈以上 间隙：手握曲柄，横向用力应无间隙感
	前后轴	回转：车轮悬空，把气嘴放在平上，放手，车轮摆动 间隙：用手握一组辐条，稍用力，手感应无松动
	脚踏	回转：用力转一下脚踏，应能转 3 圈以上 间隙：手握外框，水平方向稍用力应无间隙
车闸复位	车闸	操纵车把，目视
链条灵活性	链条	用手指托起链条下侧，提升链条，上下幅度应为 15 cm
车轮圆度	车圈	车轮离地转动，目视车轮有否侧摆
电动运行	控制器	手把调速功能：变速过渡平滑，起步无冲击感；数据显示功率同说明书一致
	电动轮毂	转动声音柔和，无撞击异响
充电性能	充电器	按说明书试操作一下，充电器是否正常工作



5. 检查试用鞍座

(1) 双手握住鞍座上面的前后部分，一只手用力下压鞍座的前端，鞍座前端不得下塌。再用双手水平转动鞍座，鞍座亦不应转动。

(2) 高度以双脚能着地为宜。

6. 原地试车

按使用说明书实际操作各项功能，检查整车的工作状态。

(1) 试用电门钥匙和蓄电池锁，以安全可靠、使用方便为宜，如蓄电池钥匙较紧，开关时用另一只手将蓄电池稍用力往下一压即可。

(2) 试各部位开关动作灵敏可靠。

(3) 检查控制器无级变速效果，慢慢转动调速手柄，调速过渡应平滑，起步无冲击感，启动、加速、松开手柄后，手柄能迅速复位，电动机能均匀减速。

(4) 检查刹车效果，刹车断电迅速、可靠，手把松紧适度。转动调速手柄，电动机运行后，捏刹把刹车后，电动机能即刻断电，如有电量显示，可以看到显示回零。

(5) 检查电动机运转声音是否平稳正常。车轮转动应灵活，无滞重感，轮毂转动声音柔和，无异响。

(6) 检查辅助功能，如电量、速度、里程显示等是否处于正常状态。

(7) 对多功能和豪华型电动车还要检查所有功能是否完好。

7. 骑行试车

(1) 骑行时多注意起步、提速是否顺畅，刹车是否灵敏可靠。

(2) 电动机声音是否正常，灯、仪表是否正常。

(3) 有无异常摩擦和异响。

8. 整理齐全并妥善保管随车物品

(1) 购买后要检查随车配套附件。

(2) 妥善保管发票、合格证、使用说明书、三包卡等。

(3) 有的厂家还建立了用户备案制度，应按说明进行备案，以利于售后服务。

2.1.2 电动自行车的性能测试

电动自行车设计时速小于 20 km，居于非机动车道的安全时速（非机动车道规定的最高限速为 24 km/h），同时电动自行车又都具备刹车断电功能，刹车装置也足以保证骑行的安全性（普通自行车的刹车装置也能控制 26 km/h 左右的骑行速度）。因此，电动自行车的骑行安全性大大优于摩托车和燃油助力车。



1. 测试制动性能

国家标准对电动自行车的制动性能有非常明确的要求,即电动自行车以最高车速电动骑行时(电助动的以 20 km/h 的车速电助动骑行),其干态制动距离应不大于 4 m,湿态制动距离应不大于 15 m。同样,国家标准也对试验方法提出了明确要求,规定车闸要符合有关要求,跑道、仪器设备、骑行重量、握闸力等也要符合有关要求,在此基础上确定了试验方法(即干态试验骑行方法、湿态试验骑行方法、有效试验骑行次数、速度和距离校正方法)试验骑行的有效性,试验结果的评定方法。一般正规企业生产的电动自行车都经过上述制动性能测试,在选购电动自行车时,应选择有一定品牌信誉、有一定生产规模的专业生产厂家的产品。

2. 测试最高车速

- (1) 骑行者重量为 75 kg,不足 75 kg 的应加配重至 75 kg;
- (2) 试验环境温度为 $-5^{\circ}\text{C} \sim 30^{\circ}\text{C}$,风速不大于 3 m/s;
- (3) 试验时应避免雨、雪天气;
- (4) 试验路面为平坦的沥青或混凝土路面。

在满足上述条件下设置 100 m 的测试跑道区间,测试区间两端有足够长的辅助骑行区,电动自行车在电动骑行到测试区间之前,应完成全部加速过程,达到其最高车速,并以此速度通过测试区间,用秒表测定电动自行车往返通过测试区间的时间,用下列公式计算最高车速:

$$v = 720/t$$

式中, v ——最高车速 (km/h);

t ——往返通过测试区间的时间 (s)。

取连续往返电动骑行两次试验结果的平均值即为该电动自行车的最高车速。

3. 脚踏行驶能力试验

- (1) 骑行者重量为 75 kg,不足 75 kg 的应加配重至 75 kg;
- (2) 环境温度为 $-5^{\circ}\text{C} \sim 30^{\circ}\text{C}$,风速不大于 3 m/s,试验时应避免雨、雪天气;
- (3) 试验路面为平坦的沥青或混凝土路面。

在试验道路上,设置一测试区间,以人力作往返骑行共 7 km,用秒表记录其骑行时间,小于或等于 30 min 即为合格。

4. 续行里程试验

- (1) 骑行者重量为 75 kg,不足 75 kg 者应加配重至 75 kg;
- (2) 环境温度为 $-5^{\circ}\text{C} \sim 30^{\circ}\text{C}$,风速不大于 3 m/s,试验时应避免雨、雪天气;