

新能源 汽车技术

主 编 陈美多 彭 新
主 审 李亚莉



西南交通大学出版社

新能源汽车技术

主 编 陈美多 彭 新
副主编 张 磊 张 禹 李健平 谢敬武
冯 静 彭 勇 范海燕
主 审 李亚莉

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

新能源汽车技术 / 陈美多, 彭新主编. —成都:

西南交通大学出版社, 2017.4

ISBN 978-7-5643-5378-0

I. ①新… II. ①陈… ②彭… III. ①新能源—汽车—教材 IV. ①U469.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 074740 号

新能源汽车技术

主 编 / 陈美多 彭 新

责任编辑 / 李 伟

特邀编辑 / 张芬红

封面设计 / 墨创文化

西南交通大学出版社出版发行

(四川省成都市金牛区二环路北一段 111 号西南交通大学创新大厦 21 楼 610031)

发行部电话: 028-87600564

网址: <http://www.xnjdcbs.com>

印刷: 四川森林印务有限责任公司

成品尺寸 185 mm × 260 mm

印张 13.5 字数 289 千

版次 2017 年 4 月第 1 版 印次 2017 年 4 月第 1 次

书号 ISBN 978-7-5643-5378-0

定价 39.00 元

课件咨询电话: 028-87600533

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前言

随着汽车工业的高速发展和人们生活水平的提高,越来越多的汽车进入普通百姓的家庭,汽车与人们的日常生活联系越来越紧密。汽车工业是一个国家现代工业发展水平的象征,与国民经济许多部门息息相关,对社会经济建设和科学技术发展起着重要的促进作用。

随着世界著名汽车企业陆续进入中国,与国内汽车企业合资、合作,以及中国自主品牌汽车实力的增强,中国汽车爆发出了令人难以置信的增长速度。2016年,中国汽车产销量再创历史新高,分别完成2 811.88万辆和2 802.82万辆,同比增长14.46%和13.65%,增幅比上年提升11.21个百分点和8.97个百分点,连续八年蝉联全球第一。

2016年,基本型乘用车(轿车)产销1 211.13万辆和1 214.99万辆,同比增长3.91%和3.44%;运动型多用途乘用车(SUV)产销915.29万辆和904.70万辆,同比增长45.72%和44.59%;多功能乘用车(MPV)产销249.06万辆和249.65万辆,同比增长17.11%和18.38%;交叉型乘用车产销66.59万辆和68.35万辆,同比下降38.32%和37.81%。1.6L及以下乘用车销售1 760.7万辆,同比增长21.4%,占乘用车销量的72.2%。

2016年,新能源汽车生产51.7万辆,销售50.7万辆,比上年同期分别增长51.7%和53%。其中,纯电动汽车产销分别完成41.7万辆和40.9万辆,比上年同期分别增长63.9%和65.1%;插电式混合动力汽车产销分别完成9.9万辆和9.8万辆,比上年同期分别增长15.7%和17.1%。新能源乘用车中,纯电动乘用车产销分别完成26.3万辆和25.7万辆,比上年同期分别增长73.1%和75.1%;插电式混合动力乘用车产销分别完成8.1万辆和7.9万辆,比上年同期分别增长29.9%和30.9%。新能源商用车中,纯电动商用车产销分别完成15.4万辆和15.2万辆,比上年同期分别增长50.2%和50.7%;插电式混合动力商用车产销分别完成1.8万辆和1.9万辆,比上年同期分别下降22.5%和19.3%。

2016年,中国汽车销量排名前十位的企业依次为:上汽、东风、一汽、长安、北汽、广汽、长城、吉利、华晨和奇瑞。与上年同期相比,华晨销量呈小幅下降,其他企业均呈增长,吉利和奇瑞增速更为明显。2016年,上述十家企业共销售2 475.99万辆,占中国汽车销售总量的88.34%。

与此同时,汽车带来的环境污染、能源短缺、资源枯竭和道路安全等问题也越来越明显。为了保持国民经济的可持续发展,保护人类居住环境和保障能源供给,各国政府不惜巨资,投入人力、物力、财力以寻求解决问题的途径。对于汽车产业,电动汽车具有良好的环保性能和可以混合多种能源为一体的动力源特点,已成为各国政府和汽车行业的发展方向,电动汽车的研发已成为汽车行业的热点。

电动汽车是指全部或部分用电能驱动电动机并作为直接驱动力的汽车。常见的电动汽车有以蓄电池为能源的纯电动汽车、以燃料电池为能源的纯电动汽车和油电混合动力汽车。目前，混合动力汽车的时代已经开始，并产业化。纯电动汽车已经生产并销售试运行中，而混合动力汽车中的电池、电动机及驱动系统、能源管理系统等装置是各种电动汽车的关键技术，因此，无论是从实用的角度出发，还是从长远服务的角度出发，了解和掌握电动汽车技术的社会需求变得越来越重要。为了满足社会需求，国外已出版多部介绍电动汽车基本知识和设计方法的著作，但这些著作还不能满足高职高专培养售后服务人才的需求，因此，编者结合实际工作需求，编写了此书。

在编写过程中，编者力求全面、系统地总结国内外电动汽车技术的最新概况，对电动汽车发展现状、发展趋势、结构、原理作了详细、全面、深入的介绍和分析。

本书包括九章内容：第1章介绍了汽车工业面临的挑战、新能源汽车的优缺点以及新能源汽车的历史与发展现状；第2章介绍了新能源汽车及新技术的结构与原理；第3章介绍了新能源汽车公司的简介、旗下品牌及性能；第4章介绍了新能源汽车动力源的种类、原理及特性；第5章介绍了新能源汽车电动机的基本类型、原理、性能和电动机驱动系统的基本知识；第6章介绍了新能源汽车能源管理系统、电源转换装置、能量回馈系统和充电器的基本知识；第7章介绍了纯电动汽车的车型、控制原理、结构组成及传动原理；第8章介绍了混合动力汽车的传动特点、结构、工作原理及混合动力车型；第9章介绍了新能源汽车充电桩。

其中，河南交通职业技术学院张磊编写第1章、第2章；黑龙江商业职业学院陈美多编写第3章、第4章；牡丹江技师学院张禹编写第6章；湖南电气职业技术学院彭新编写第5章、第7章、第8章；湖南电气职业技术学院彭勇、广东科学技术职业学院李健平、北京密云区职业学校冯静、玉溪工业财贸学校谢敬武、南昌汽车机电学校范海燕共同编写第9章。同时，黑龙江林业职业技术学院李亚莉对本书进行了审核，并提出了宝贵的修改意见，在此致以衷心的感谢。

在本书编写过程中，编者参考了大量书籍资料，检索了大量汽车网站，在此对原书和文献作者表示深深的谢意。

由于编者水平有限，书中难免有不足之处，恳请同行和广大读者批评指正。

编者

2017年1月

目 录

1	新能源汽车发展史	1
1.1	新能源汽车的起源	1
1.2	发展新能源汽车的重要性	17
1.3	新能源汽车的发展	20
1.4	未来汽车的发展方向	27
2	新能源汽车及技术	29
2.1	汽车的新能源	29
2.2	新能源汽车的定义和分类	32
2.3	汽车新技术	37
3	新能源汽车公司简介	48
3.1	美洲著名电动汽车公司	48
3.2	欧洲著名电动汽车公司	64
3.3	亚洲著名电动汽车公司	94
4	新能源汽车动力源	113
4.1	铅酸蓄电池	113
4.2	镍-氢电池	116
4.3	锂离子电池	120
4.4	太阳能电池	121
4.5	超级电容器	123
4.6	飞轮电池	125
5	新能源汽车电动机技术	129
5.1	电动汽车动力系统概述	129
5.2	直流电动机	133
5.3	异步电动机	138
5.4	开关磁阻电动机	141

6	新能源汽车能源管理系统	145
6.1	蓄电池的管理系统 (BMS)	145
6.2	制动能量回收系统	153
6.3	电源转换装置	161
7	纯电动汽车	169
7.1	纯电动汽车的简介	169
7.2	纯电动汽车的组成与结构原理	170
7.3	纯电动汽车驱动系统布置形式	174
7.4	纯电动汽车的控制原理	176
7.5	纯电动汽车的车型介绍	181
8	混合动力电动汽车	187
8.1	概 述	187
8.2	混合动力电动汽车的特点和分类	188
8.3	混合动力电动汽车的结构与工作原理	190
8.4	混合动力电动汽车的车型介绍	196
9	新能源汽车充电桩	204
9.1	概 述	204
9.2	交流充电桩	205
9.3	直流充电桩	206
9.4	新能源汽车充电方式	207
	参考文献	210

1 新能源汽车发展史

【学习目标】

- (1) 了解汽车诞生之前车辆的发展。
- (2) 掌握汽车诞生的相关知识。
- (3) 学习并掌握蒸汽机的产生与发展。
- (4) 学习并掌握内燃机的产生与发展。
- (5) 了解汽车在发展过程中车身出现的形式。
- (6) 了解未来汽车的发展方向。

1.1 新能源汽车的起源

在所有历史变迁中，车的变迁，可谓与人们的生活息息相关，具有时代个性。汽车自 19 世纪末诞生以来，从速度 18 km/h 的第一辆三轮汽车到现在速度由零加速到 100 km/h 只需要 3 s 多的超级跑车，已经历了一百多年的历史。汽车的发展如此惊人！同时，汽车工业也造就了多位行业巨人，他们一手创建了通用、福特、丰田、本田这样一些在各国经济中举足轻重的著名公司。

人类历史进入现代社会以来，还没有任何一件产品能够像汽车那样，对人们的出行、交往、生活、观念及对社会的经济、交通、科技、就业、能源、环境、城市等众多方面，产生如此强烈而深远的影响。汽车产业的发展，使得汽车产品进入平常百姓家庭，汽车已成为一种现代生活方式的代表。汽车已不仅仅是一种交通工具，而是一种产业，融入了社会，影响着社会。可以说，汽车更是一种文化，其生产、消费、销售等，都有文化因素，代表着一种文化背景和品位。在中国已经超过美、日，成为世界汽车产销第一大国之际，让我们一起来回顾汽车的发展历史，体会汽车给我们带来的种种欢乐与梦想。

1.1.1 汽车的史祖

车在人类的进步史上有着极其重要的作用。随着人类社会的发展，汽车逐渐成为日常生活中必不可少的代步工具，汽车不仅仅只有冷冰冰的钢铁和燃油，也有精彩的故事。从卡尔·本茨造出了第一辆三轮汽车至今，汽车的历史已有一百多年，但车的历史远非只有一百多年。让我们先来一起探寻汽车诞生之前的故事。

人类最初搬运物品是手拿、头顶、肩扛。人类最早的运输工具只是个粗制的木

棒，重物悬挂在棒上，一人可以背负肩挑，两人可以抬行。猎获的野兽通过饲养，逐渐变为家畜，开始分担人的劳动。人背负肩挑逐渐变为兽驮，驮畜便成了重要的运输工具。

原始社会人类发明的重要的运输工具之一是橇，鹿拉雪橇，牛拉陆橇。人们用木板或木棒做成橇，把物品放在上面拉着前行，但这样摩擦力太大，后来人们发现在橇下面放置圆木滚动着搬运比较省力，这便引起了搬运手段的重大变革。这种使橇滚动向前的装置——圆木，就是滚子。这种圆木与木橇的结合，可以说是车的雏形。车轮就是由滚子改进而成的，如图 1-1 所示。

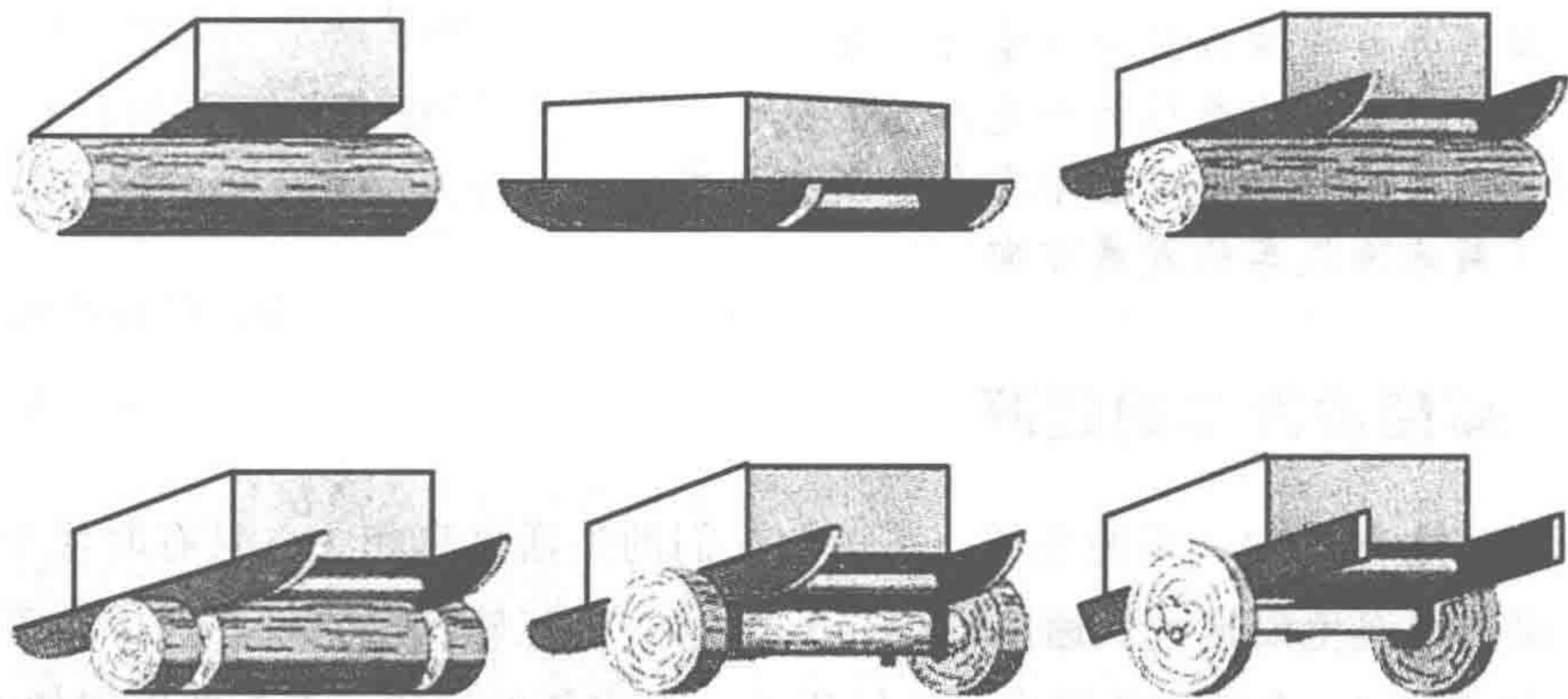


图 1-1 轮子的演变

大约在公元前 2000 年，人们发明了有辐的车轮，这种结构比以前的实体车轮轻便了许多。装有辐式车轮的车子用马来拉，速度就快多了，车身也变得轻巧灵活，因此被古人当作战车用在战争中。

相传公元前 1675 年，古埃及人发明了有制动装置的马车，能使马车在很短的距离内停下来。到了 12 世纪，罗马人发明了转向前轴，开始出现了四轮车。罗马人还将单辕改为双辕，使一匹马也能驾车。

到中世纪后，欧洲改用弹簧悬置车厢和较大的后轮，提高了四轮车的舒适性，马车开始向豪华型发展。

在欧洲，马车制造业十分兴旺，许多马车作坊都能造出十分精致而华丽的四轮马车。英国国王乔治三世加冕时乘坐的马车，是由工匠们精心雕琢而成的，最后还镀上了黄金，整个马车的装饰极其豪华奢侈，不愧为马车中的精品。

18 世纪后，出现了一种叫作“柏林式”的马车，这种马车逐渐风靡欧洲。它的主要特点是车厢采用两根坚固的皮带悬吊并固定在前后车轮之间，皮带与车轮间通过一个机械装置来传动，后轮上还装有一个有齿轨咬合的刹车装置。这时期的马车，豪华装饰成为一个突出的特点。

1.1.2 中国古代的车辆

春秋时期，中国制造出世界上第一辆新型车子，有车架、车轴、车厢等；为保持平衡，采用了左右 2 个轮子。由于车有两轮，且两轮相对，故称“车两”。随时间推移，“车两”改叫为“车辆”。

1953 年，我国考古学家在河南省安阳市大司空村发掘出商代马车遗迹，这是一辆造型非常精制的两轮单辕马车，有栅栏车身和辐式车轮（见图 1-2），可见在 3 000 多年前，我国造车的技术水平已经相当高了。

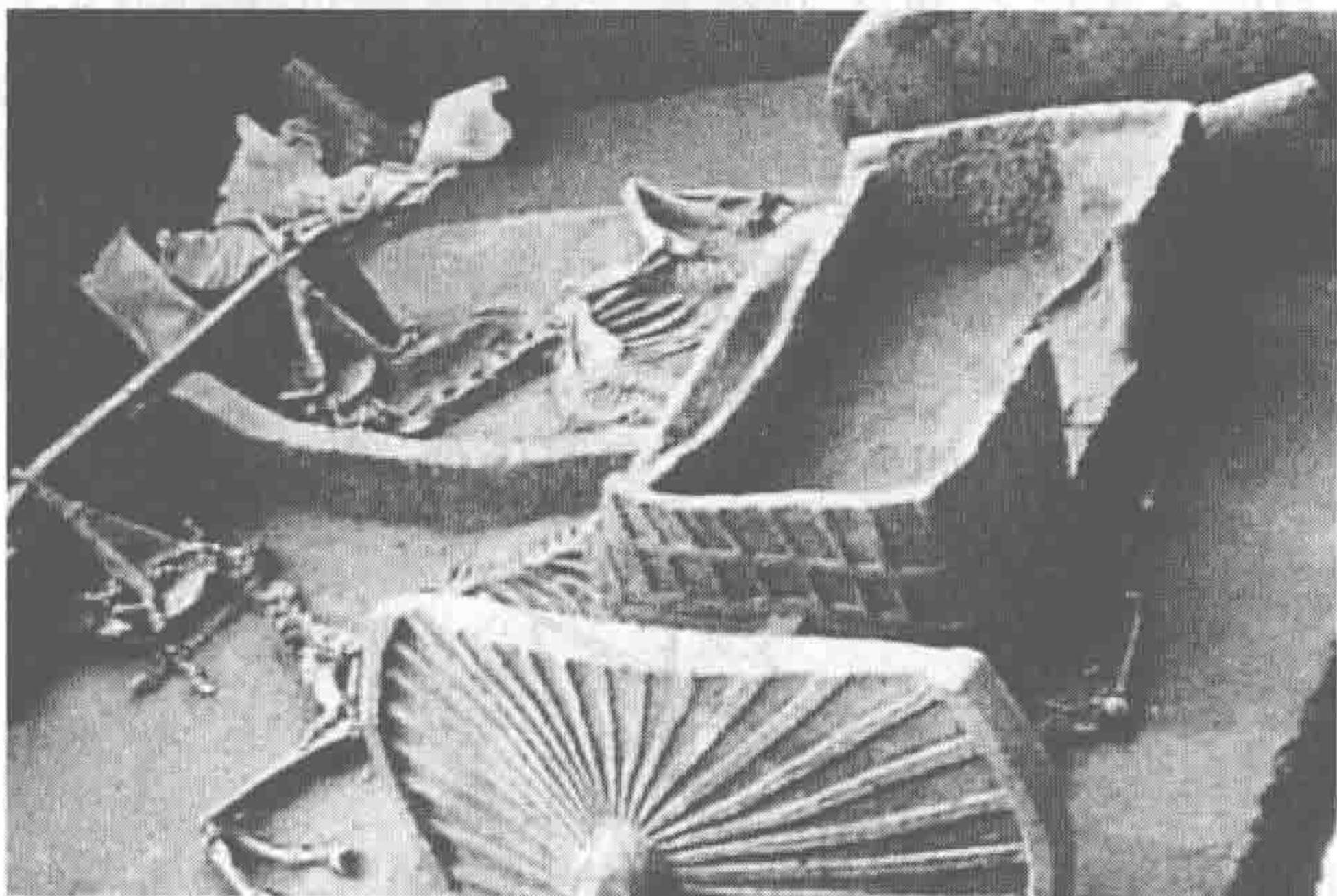


图 1-2 地下出土最早的商朝车

在周代，人们已能制造相当精美的两轮车，在结构上也有所改进，车马的配件更为完备，增加了新的零部件，许多关键部位使用了青铜构件，驾车的马由商代的 2 匹增加到了 3~4 匹，甚至 6 匹。周代的车以驾 4 马为常，多以“驷”为单位计数马匹。

春秋战国时期，马车便纳入了战争的行列，在当时来说，马车是代表一个国家强盛的明显标志。

在宋代，有位进士名叫燕肃，是一位机械工匠。燕肃启奏皇帝，详细说明了制造指南车和记里鼓车的方法，经允许，他重新制造了中国古代文明的指南车和记里鼓车。

甲骨文中也有“车”字，这是一种象形文字，由轮、輿、辕、轭等形状的图形组成（见图 1-3）。

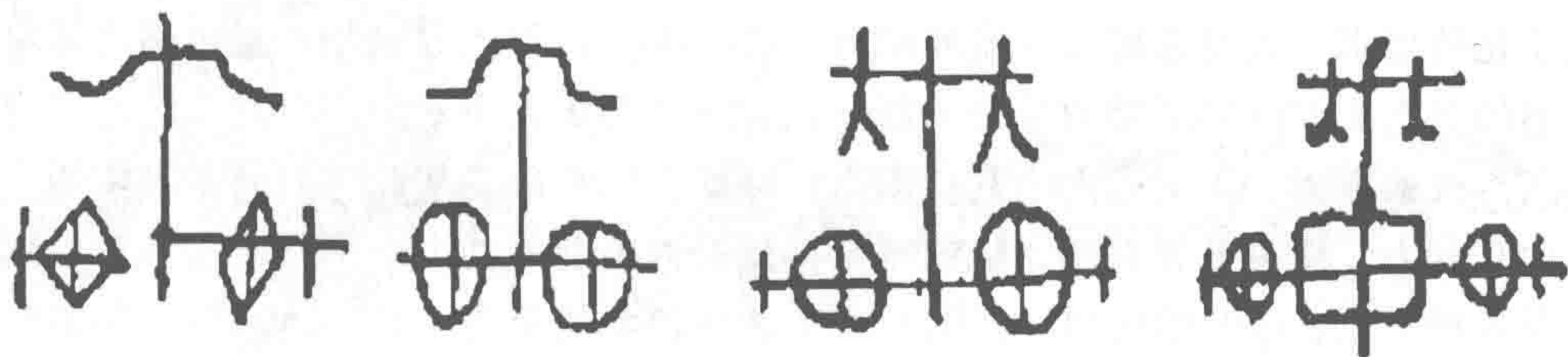


图 1-3 车的甲骨文

车作为一种较为复杂的交通工具，在生产水平低下的远古时期，它的发明，既不可能是一人所为，也不可能是一日之功。在其正式创制之前，必然经过了一段漫长的萌芽和完善过程，有无数人曾为之做出过努力。

1.1.3 蒸汽机汽车

在封建社会的后期，市场经济开始形成，人们对物资的交流越来越频繁，因而对交通工具提出了更高的要求，不再满足于马车，而开始追求自行驱动的车辆。

1500 年，意大利的文化巨人和发明家达·芬奇就曾根据钟表的原理，提出了一个“弹簧发条车”的设想。1630 年，德国的汉斯·赫丘制成了一辆弹簧发条车，可惜速度仅为 1.5 km/h，比牛车还慢，没有实用价值，只相当于儿童玩具。

1600 年，荷兰人西蒙·斯蒂芬根据帆船的原理，制成了一辆“风帆车”(见图 1-4)，在理想的风力条件下，速度可达 32 km/h。可是，这种车在逆风、强风和弱风时都无法行驶，不能来去自由、转弯自如，也没有实用价值。

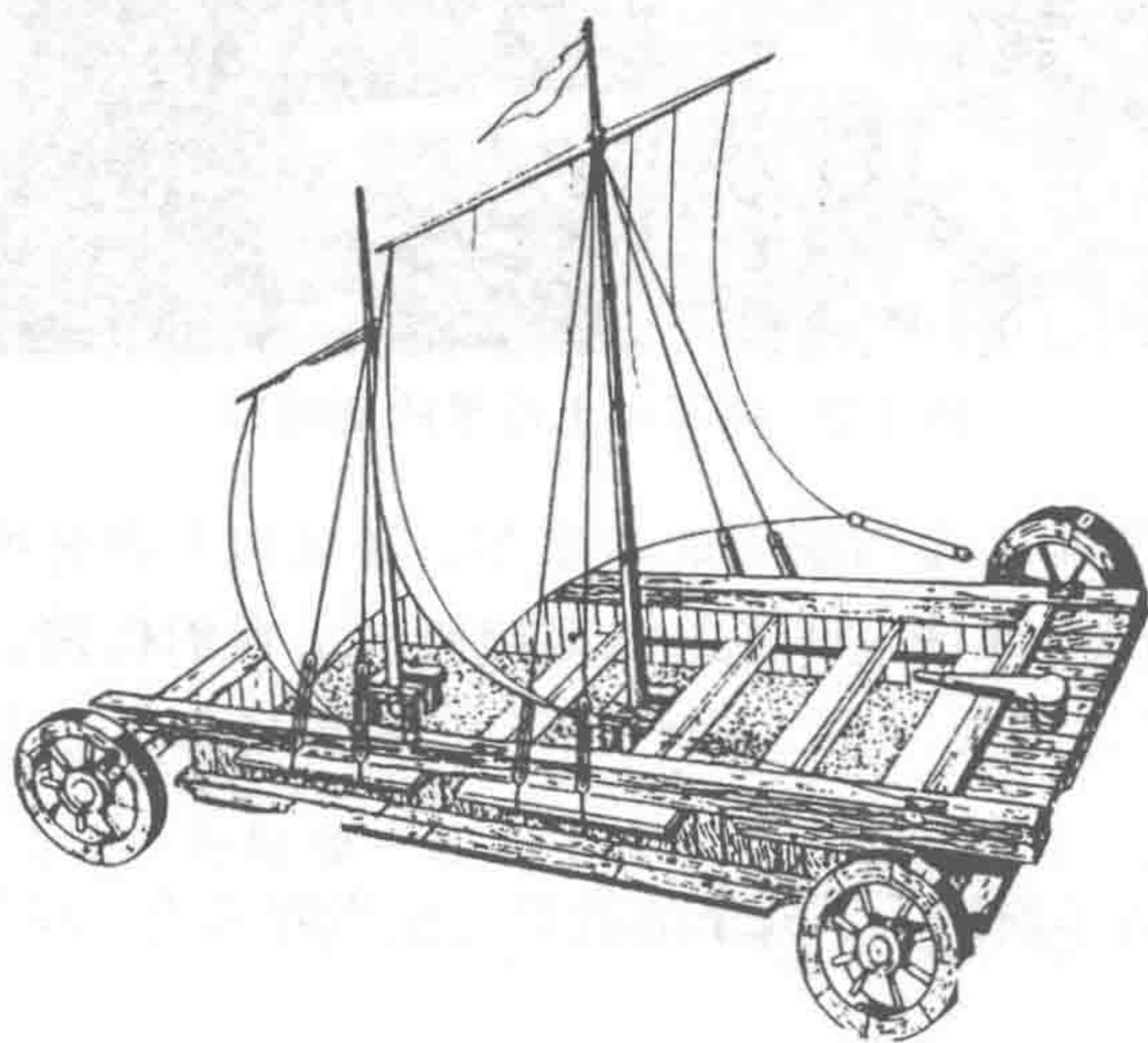


图 1-4 风帆车

以上两个例子表明，自行驱动的车辆是有可能实现的，问题在于要有一个稳定的、源源不断的动力。

与此同时，资本主义经济开始萌芽，手工劳动已不能满足矿产、冶金、纺织等行业工业化的要求，人类迫切需要新的动力。1765 年，英国人詹姆斯·瓦特制成了第一台实用的蒸汽机，开创了动力革命的新时代，也开创了人类产业革命的新纪元。

蒸汽机的诞生，无疑是人类利用动力机械的一大突破。从此，人们不必依赖于手工劳动和畜力，而只靠燃料的燃烧就可以得到源源不断的动力。蒸汽机很快就应用于矿产等各种工业，也开始应用于轮船和火车这些较大的交通工具。1804 年，英国制造出了第一个火车头；1825 年，第一条铁路通车。

那么，蒸汽机能不能应用于较小的车辆，来代替马车呢？

17 世纪，在中国传教的一个法国神父伏尔比斯特，就曾用蒸汽机的基本原理，结合中国的水车，制作了一个“蒸汽汽轮车”的模型（见图 1-5）。可惜这个模型太小，不能乘人。但这已是应用蒸汽驱动车辆的最初尝试。

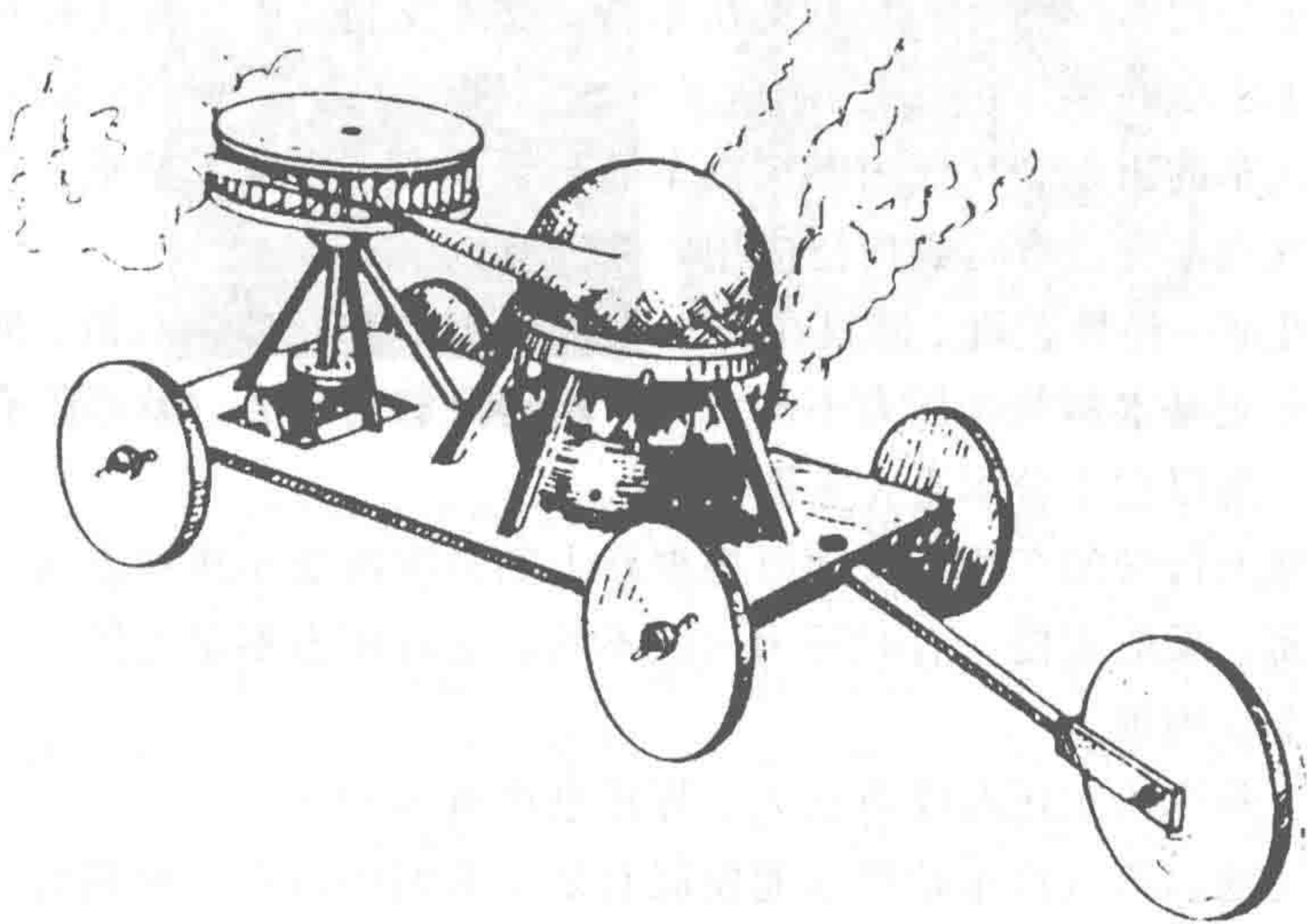


图 1-5 蒸汽汽轮车模型

1769 年，法国的一名炮兵工程师，尼古拉斯·居诺大尉（见图 1-6）将一台简陋的蒸汽机装在一辆木制的三轮车上，准备用它来牵引大炮。车的前方是一个大锅炉，由前轮上方的蒸汽机驱动前轮前进。试车时速度仅 4 km/h，后来锅炉发生了爆炸，车仰人翻，这次尝试最终失败。但居诺毫不气馁，在 1771 年又重新制成了第二台车，长 7.2 m，宽 2.2 m，可乘四人，锅炉容积为 50 L。这一次他吸取了教训，锅炉也没有爆炸，车速可达 9.5 km/h。但其缺点是转向十分困难，加上又是三轮车，容易翻车。尽管这辆车简陋不堪，毛病百出，但它毕竟是人类发明的第一辆由自身动力装置驱动的车辆，是现代汽车的“祖先”。大英皇家汽车俱乐部和法国汽车俱乐部曾先后认定它是世界上第一辆汽车（见图 1-7）。因此，这辆车迄今仍珍藏在法国巴黎的国家博物馆内。



图 1-6 尼古拉斯·居诺

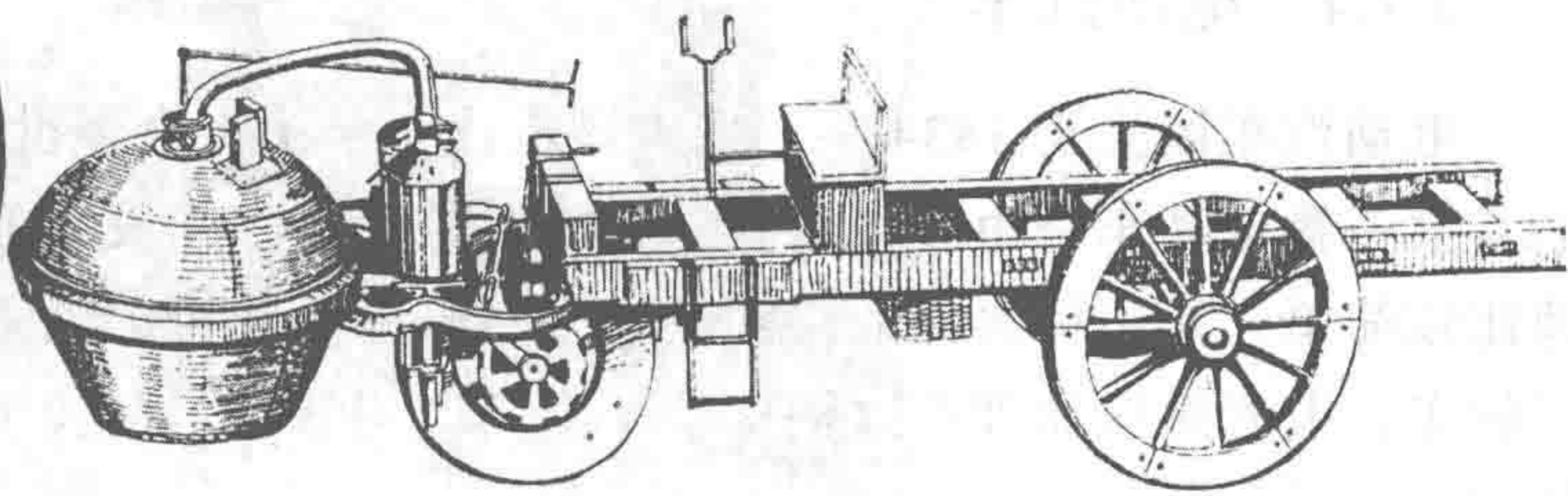


图 1-7 第一辆蒸汽汽车

此后，一些国家也在制作和使用蒸汽汽车方面进行了努力。1790 年，法国巴黎出现了蒸汽公共汽车。1828 年，英国的瓦尔塔·哈恩格克制造了具有方向盘、差速器和前轮独立悬架的蒸汽公共汽车。1834 年，英国成立了世界上第一家公共汽车公司——苏格兰蒸汽汽车公司。1835 年，英国的沃尔特·汉考克制成了一种比较精巧的蒸汽公共汽车（见图 1-8），可乘 16 人，共制造了 9 辆，进行客运，共运送乘客 4 000 人次。但是，从蒸汽汽车的出现到现代内燃机汽车的诞生，差不多花了整整一百年的时间。在此期间，蒸汽汽车并没有得到广泛应用，原因有以下三点：

（1）蒸汽机是一种外燃机（燃料在气缸外面燃烧），热量容易耗散，所以热效率很低。加上做功介质是水蒸气，压力不高。为了取得足够的动力，就必须有很大的锅炉和较大的气缸，所以它十分笨重（见图 1-9）。

（2）在道路上行驶的车辆，要随时根据路上的情况改变车速和方向。而蒸汽汽车在改变车速方面，反应很慢。有时还因火候不到，蒸汽压力不足而停步不前。加上车体笨重，转弯十分困难。

（3）此外，蒸汽汽车还有噪声过大、煤污染严重等问题。

由于这些问题，蒸汽汽车始终未能发展起来。人们期待着一种新的、小巧、高效的动力机械早日出现。

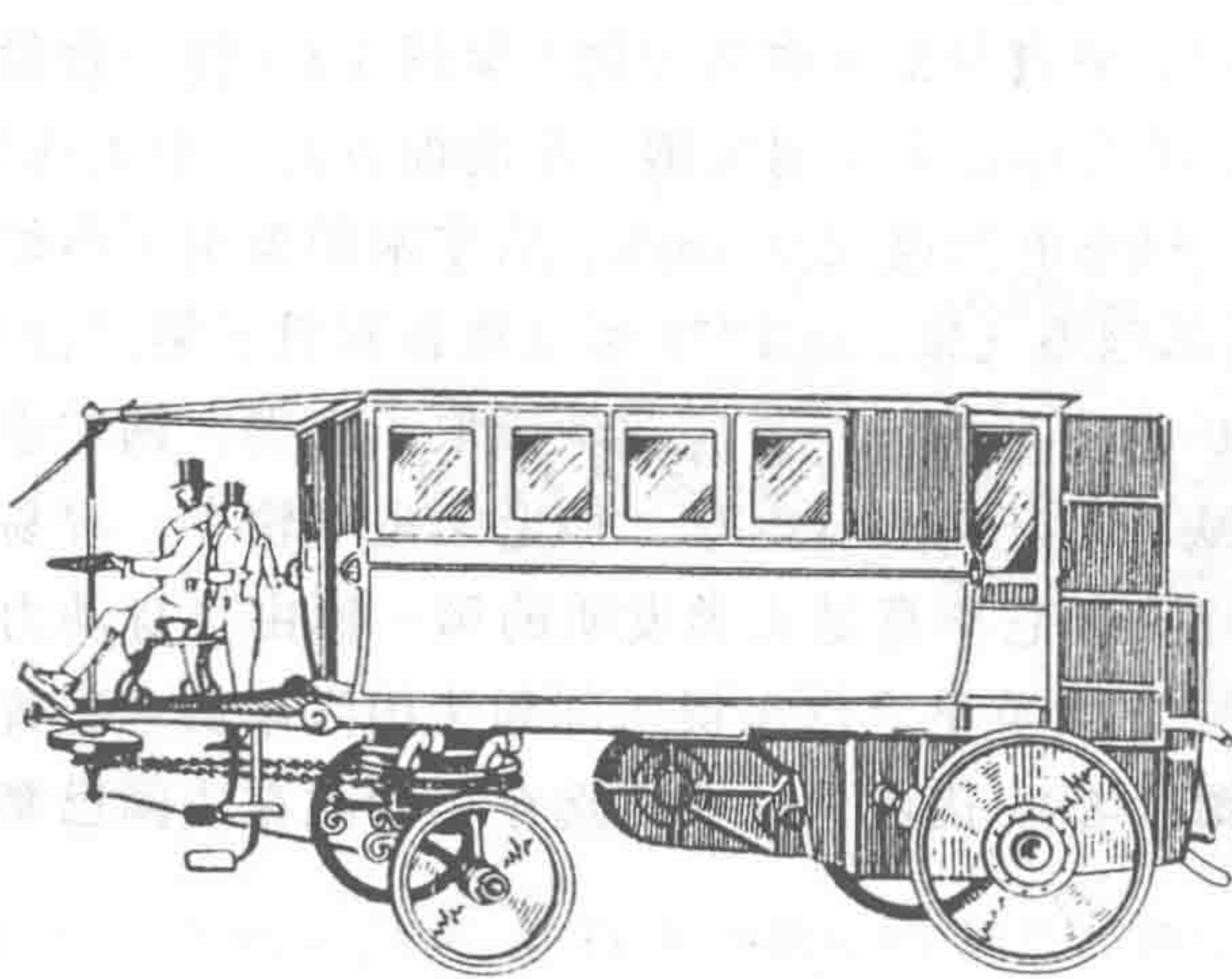


图 1-8 汉考克的蒸汽公共汽车

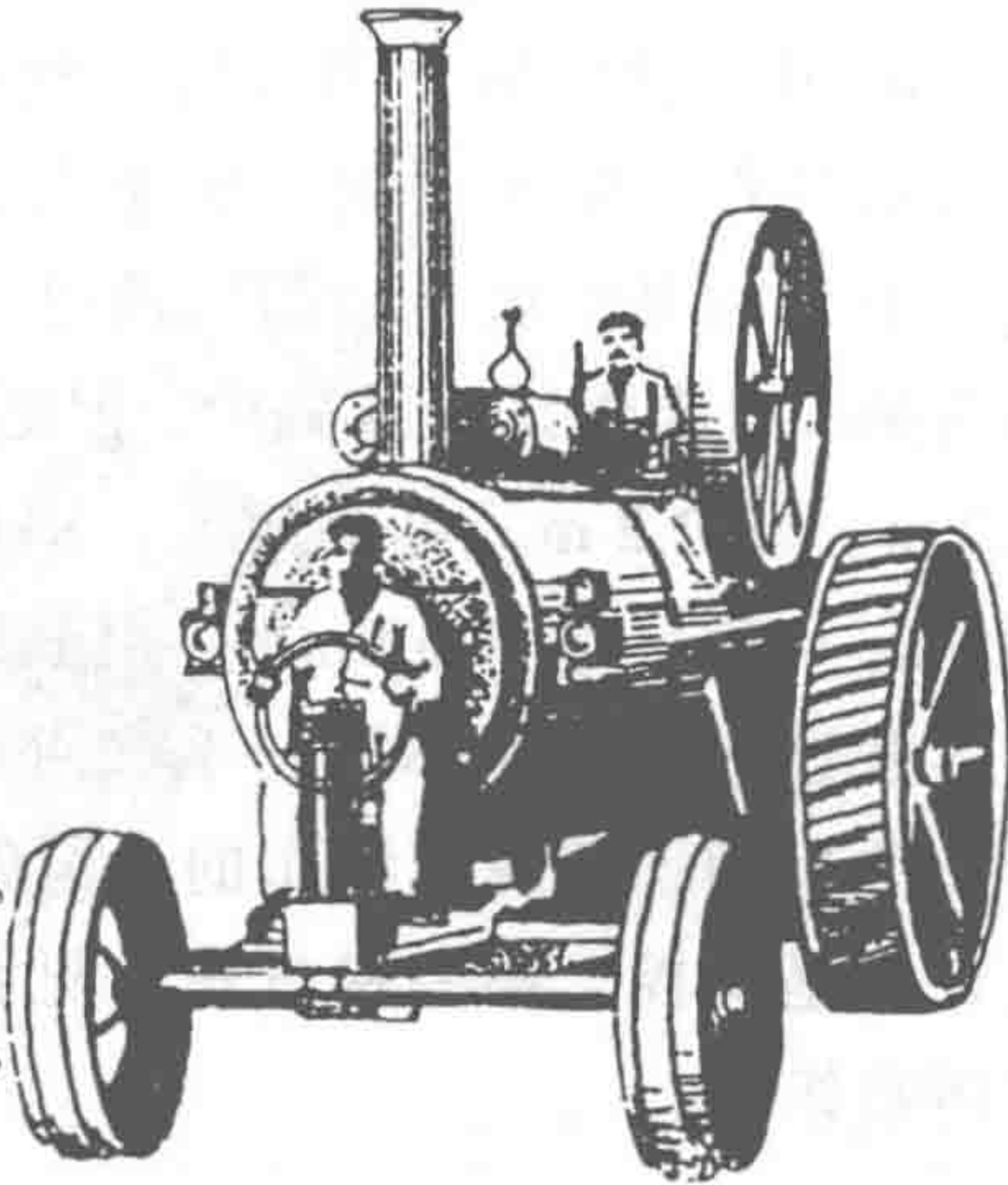


图 1-9 笨重的蒸汽汽车

1.1.4 电动汽车

电动汽车诞生于 1834 年，比内燃机汽车早了半个多世纪。

第一辆电动车是由安德森在 1832 到 1839 年之间发明的。这辆电动车所用的蓄电池比较简单，是不可再充的。随后，斯特町应用法拉第电磁感应原理组装了一台电动三轮车，电磁感应原理在这辆电动车上的应用开启了新技术在电动车中使用的先河，如图 1-10 所示。

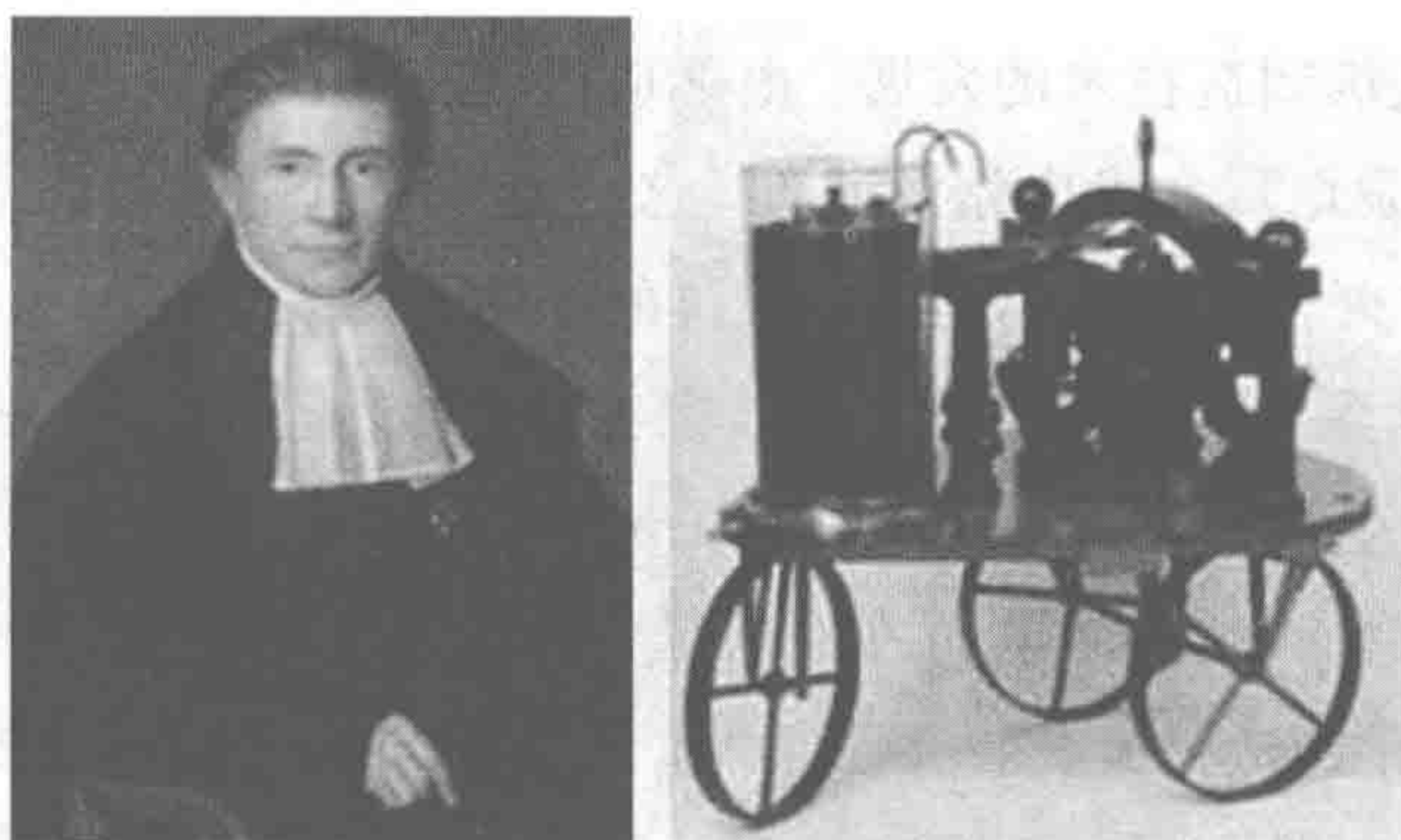


图 1-10 西博兰斯·斯特町（1785—1841）和他的电动车

19 世纪初，在法拉第制出电动机模型后不久，一位美国机械工人达文波特（1802—1851）在 1836 年用电动机带动木工旋床工作，1840 年又通过电动机带动报纸印刷机工作。1842 年，达文波特和戴维森一起制造出第一辆有真正实用价值的电动车。

1847 年，法莫制造出了第一辆以蓄电池为动力的、可携带两人的无导轨电动车。他把电动机装在一个车轮上，由 48 节格鲁夫电池供电。这是美国第一辆为世人所知的电动车。

1861 年，巴奇诺帝设计了带槽的环形电枢，他发明的环形直流电动机大大增加了输出转矩。在此基础上，格拉姆又发明了环形无槽闭合电枢，这是现代直流电动机的基本结构形式。这一时期是直流电动机技术发展的初级阶段，即从模型到样机的逐步定型阶段。

1873 年，英国人罗伯特·戴维森（Robert Davidson）制作了世界上最初的可供使用的电动汽车。这比德国人戴姆勒（Gottlieb Daimler）和本茨（Karl Benz）发明汽油发动机汽车早了 10 年以上。

戴维森发明的电动汽车是一辆载货车（见图 1-11），长 4 800 mm，宽 1 800 mm，使用铁、锌、汞合金与硫酸进行反应的一次电池。其后，从 1880 年开始，他应用了可以充放电的二次电池。从一次电池发展到二次电池，这对于当时电动汽车来讲是一次重大的技术变革，由此电动汽车需求量有了很大提高。19 世纪下半叶，电动汽车成为交通运输的重要工具，写下了电动汽车在人类交通史上的辉煌一页。



图 1-11 戴维森发明的电动汽车

1875 年，电机制造技术的发展、电能应用范围的扩大以及生产对电需要的迅速增长，大大促进了发电厂和发电站的建设。这些电厂和电站最初都是从直流发电开始的。同年，法国巴黎火车站建成了世界上最早的一座火力发电厂。

1879 年，世界上第一座商业发电厂在美国旧金山落成。但是，分散的用电单位要想使用电厂集中生产的电力，还必须解决远距离输送的问题。

1881 年，特鲁夫发明的电动三轮车诞生了。该电动三轮车的动力装置由一台电动机和六节铅蓄电池组成，加上乘员后的总质量达 160 kg，车速仅 12 km/h。这辆电动车在巴黎举行的国际电器展览会上展出时，引起了不小的轰动。

1882 年，阿顿和培里也制成了一辆由铅酸电池供电、直流电机驱动的电动三轮车，车上还配备了照明灯。这辆电动车的总质量为 168 kg，车速提高到 14.5 km/h（见图 1-12）。特鲁夫、阿顿和培里这三位电动车的先驱，在燃油汽车尚未问世，马、骡、驴、牛作为动力源的时代，开创了私人电动车的先河，对电动车在世界各国的发展起着极其重要的推动作用。

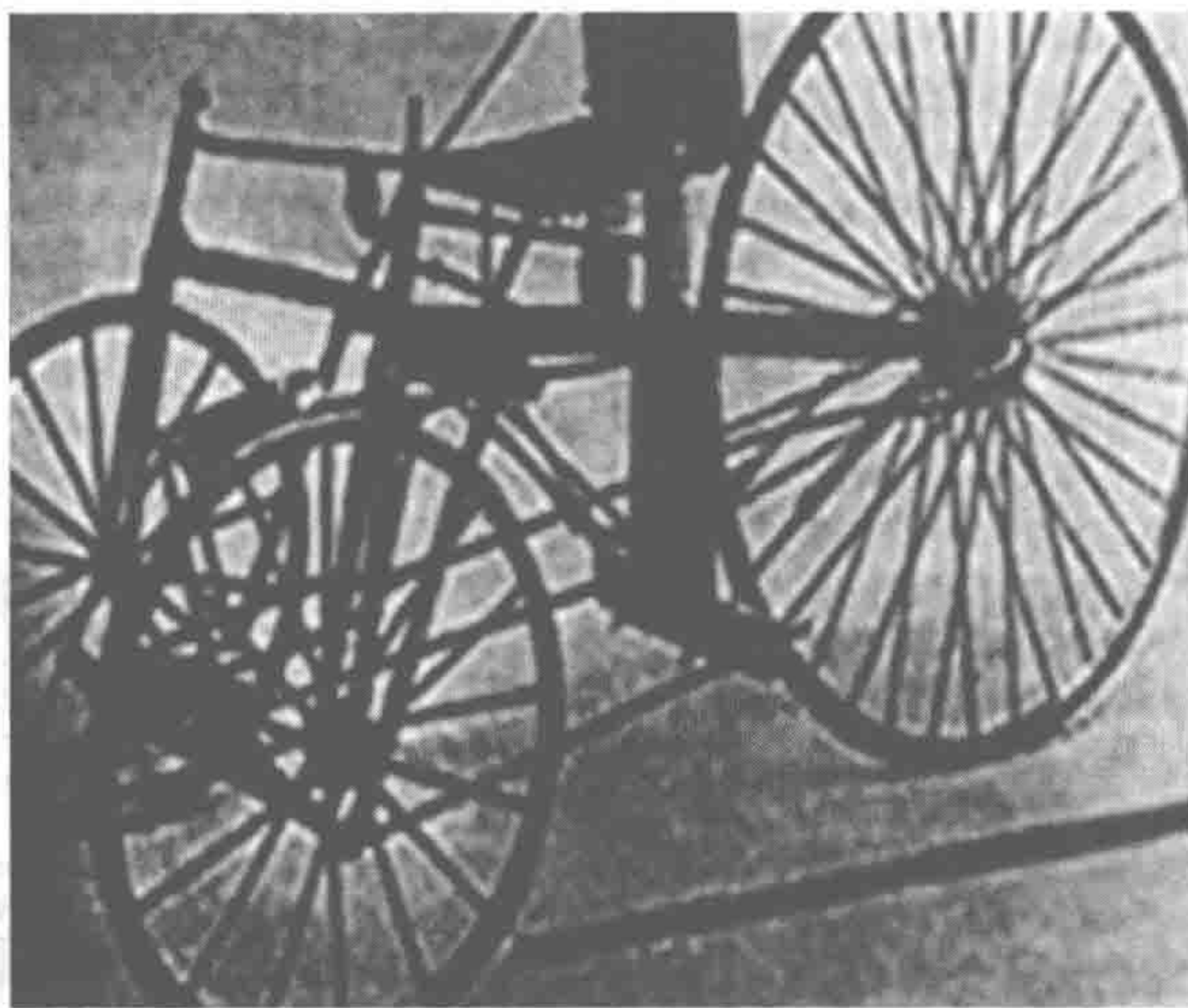


图 1-12 阿顿和培里的电动三轮车

1882 年，德普勒提出了远距离送电的方法，可以将 57 km 外的水电厂电力输送到慕尼黑，这是世界上最早、最简单的远程供电系统。在此基础上，人们把输电线连接成网络形成了最初的电网，电力成为一种优良而价廉的能源。

1887 年，英国人伏尔克也制作了一辆电动三轮轻便车（见图 1-13）。尽管这辆车与阿顿和培里的三轮车比起来功率不大，但它使用了平衡轴，可以更加灵活地进行速度转换。之后，伏尔克还对该车做了相应修改，献给土耳其国王。改装后的整车质量为 499 kg，车速提高到 16 km/h。



图 1-13 伏尔克的电动三轮轻便车

1888 年，华德电气公司制造了一辆车速可达 11 km/h 的电动公共汽车，用于伦敦的公共交通（见图 1-14）。与马车相比，电动公共汽车不会造成路面的损坏和街道的污染，因此受到伦敦市民的欢迎。这辆电动车采用蜗轮机构转向和脚踩制动，驾驶员站立在电动车的前部操纵车辆。之后，华德电气公司被新成立的伦敦电动公共汽车公司以 25 万英镑收购。此后，电动轿车、电动出租车陆续在英国出现。

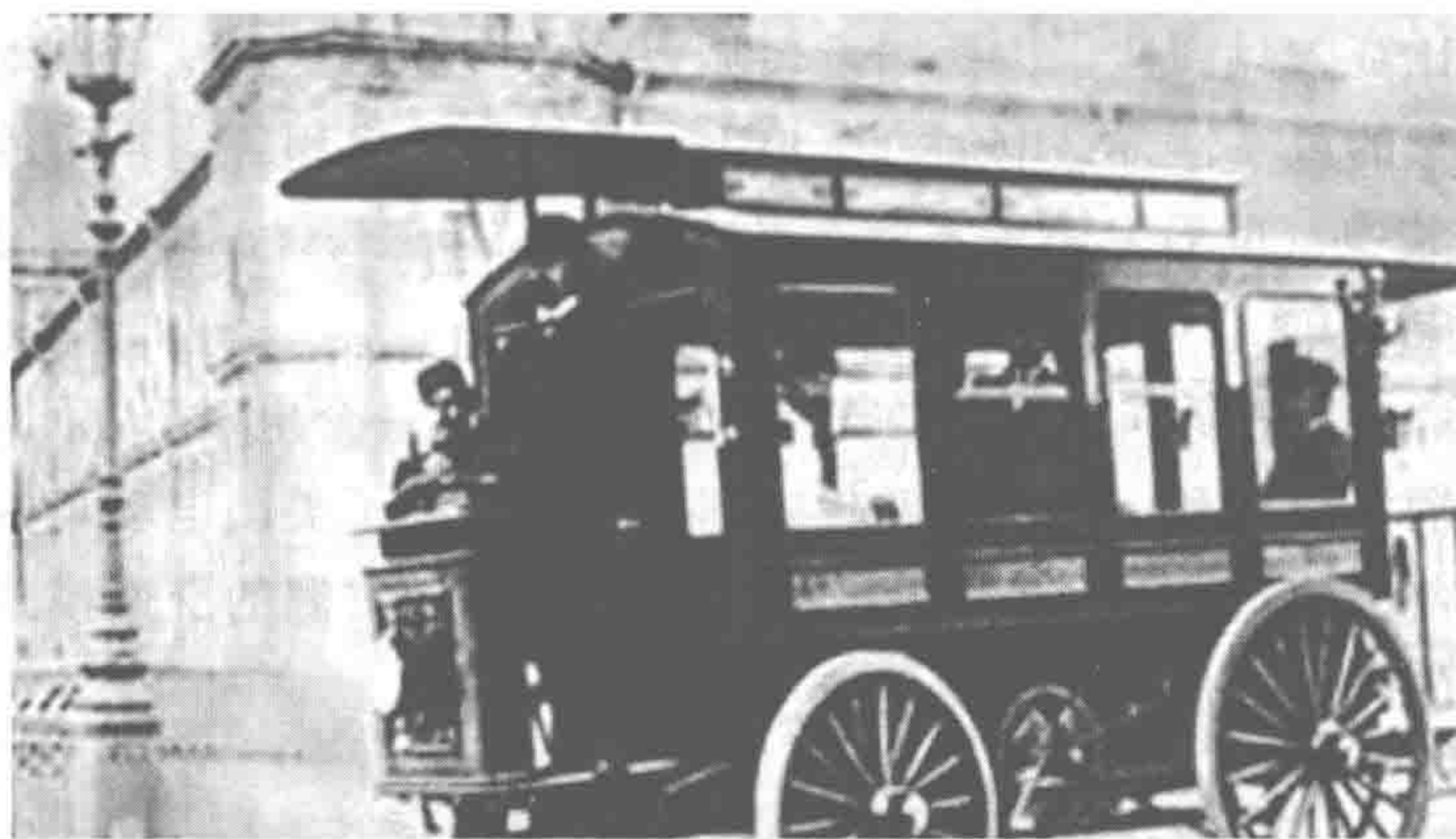


图 1-14 世界第一辆电动公共汽车

1889 年，里克成立了里克电动汽车公司，先后推出了双座轻便车、医生专用轻便车、送货车等系列电动车。随后的 1890 年，里克制成了美国第一辆电动三轮车。

1891 年，莫里斯制成了第一辆电动四轮车，实现了由三轮向四轮的过渡，可以说这是现代汽车的一个雏形。

1894 年在美国，真正将电动车投入商业运营的非莫里斯和萨罗姆莫属。1894 年，两人合作成立了莫里斯&萨罗姆电动客车与货车公司，推出了电动运输车（见图 1-15）。该车由当时的小货车改造而成，后轮大、前轮小，总重 1 928 kg，所用动力源由 60 个总重 726 kg 的酸性电池组成，总容量达到 100 A·h，使用通用电气公司的 3 hp（1 hp≈0.746 kW）电动机，短时使用功率可达到 9 hp，车速通过电压控制。

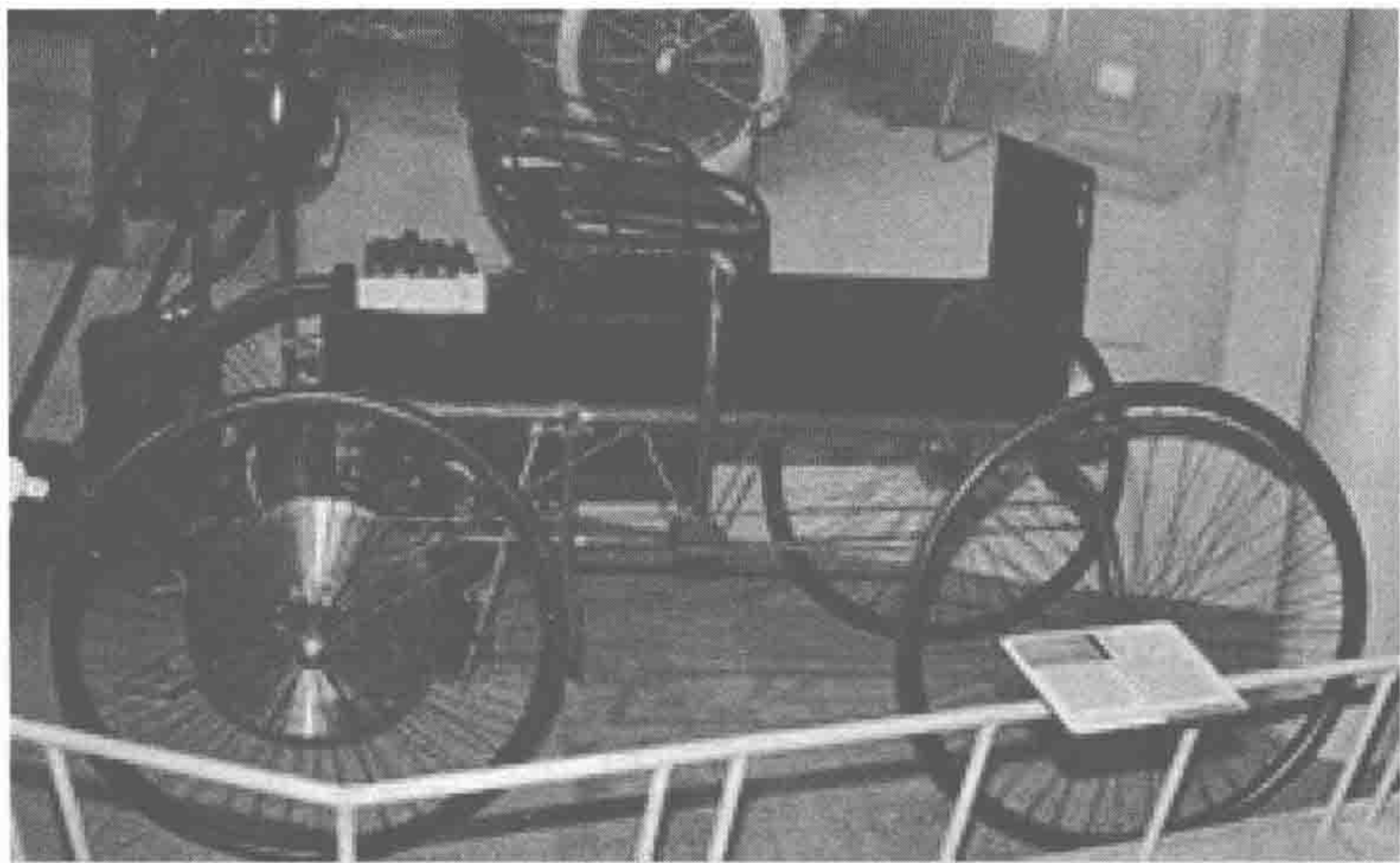


图 1-15 莫里斯&萨罗姆电动客车与货车公司的电动运输车

1895 年 6 月 11 日，第一届国际汽车大奖赛在法国巴黎举行，比赛路线是巴黎—波多黎各—巴黎，全程 1 135 km。在这届比赛上，第一次有电动汽车参加。

最终，蒸汽汽车夺得了冠军，历时 48 小时 47 分钟，其中包括加油、修车和其他原因所花费的时间，平均车速为 23 km/h。尽管詹韬德和布劳尔特的电动车因续驶里程问题未能完成比赛，只到达了大西洋港口城市波尔多。但是，这辆电动车的参赛向世人证明了电动车的可靠性，是电动汽车史上一个重要的里程碑。当时的媒介纷纷报道了这次赛事，其中，世界上第一本汽车杂志《The Horseless Age》专门介绍了詹韬德和布劳尔特的电动车。

1896 年底，莫里斯和萨罗姆在纽约市创建了第一个电动车辆出租车队（见图 1-16），由 12 辆汉森车和一辆双座四轮式车组成，开创了美国电动车辆商业运营的先河。一百多年前，莫里斯和萨罗姆提出的这种充分利用资源的交通模式，在需要大力实施节能减排的今天，仍然值得我们参考、借鉴。

