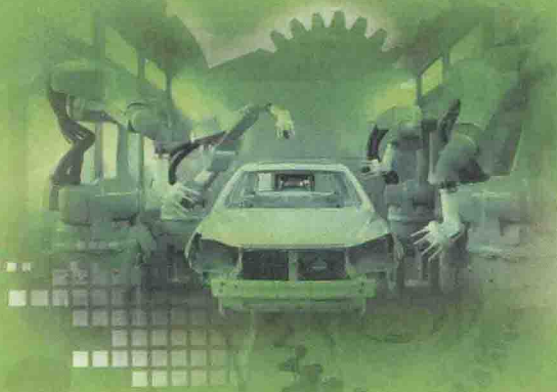


车辆工程导论

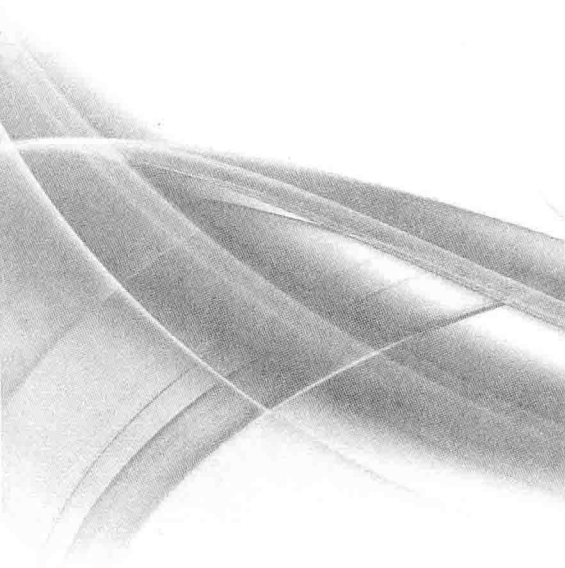
◎主编 单鹏 刘树伟



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

车辆工程导论

主编 单 鹏 刘树伟



 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

车辆工程导论/单鹏, 刘树伟主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2015. 9
ISBN 978 - 7 - 5640 - 9134 - 7

I. ①车… II. ①单…②刘… III. ①车辆工程 - 基本知识 IV. ①U27

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 081651 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

82562903 (教材售后服务热线)

68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 三河市天利华印刷装订有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 24.5

字 数 / 562 千字

版 次 / 2015 年 9 月第 1 版 2015 年 9 月第 1 次印刷

定 价 / 59.80 元

责任编辑 / 张慧峰

文案编辑 / 张慧峰

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 马振武

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换

编委会名单

主任委员：毛 君 何卫东 苏东海

副主任委员：于晓光 单 鹏 曾 红 黄树涛 舒启林
回 丽 王学俊 付广艳 刘 峰 张 珂

委 员：肖 阳 刘树伟 魏永合 董浩存 赵立杰
张 强

秘 书 长：毛 君

副 秘 书 长：回 丽 舒启林 张 强

机械设计与制造专业方向分委员会主任：毛 君

机械电子工程专业方向分委员会主任：于晓光

车辆工程专业方向分委员会主任：单 鹏

编写说明

根据教育部教高 [2011] 5 号《关于“十二五”普通高等教育本科教材建设的若干意见》文件和“卓越工程师教育培养计划”的精神要求。为全面推进高等理工科院校“质量工程”的实施，将教学改革的成果和教学实践的积累体现到教材建设和教学资源统合的实际工作中去，以满足不断深化的教学改革的需要，更好地为学校教学改革、人才培养与课程建设服务，确保高质量教材进课堂。为此，由辽宁工程技术大学机械工程学院、沈阳工业大学机械工程学院、大连交通大学机械工程学院、大连工业大学机械与自动化学院、辽宁科技大学机械与自动化学院、辽宁工业大学机械与自动化学院、辽宁工业大学汽车与交通工程学院、辽宁石油化工大学机械工程学院、沈阳航空航天大学机电工程学院、沈阳化工大学机械工程学院、沈阳理工大学机械工程学院、沈阳理工大学汽车与交通学院、沈阳建筑大学交通与机械工程学院等理工科院校机械工程学科教学单位组建的专委会和编委会组织主导，经北京理工大学出版社、理工科院校机械工程学科专委会各位专家近两年的精心组织、工作准备和调研沟通，以创新、合作、融合、共赢、整合跨院校优质资源的工作方式，结合理工科院校对机械工程学科和课程教学理念、学科建设和体系搭建等研究建设成果，按照当今最新的教材理念和立体化教材开发技术，本着“整体规划、制作精品、分步实施、落实到位”的原则确定编写机械设计与制造、机械电子工程及车辆工程等机械工程学科课程体系教材。

本套丛书力求结构严谨、逻辑清晰、叙述详细、通俗易懂。全书有较多的例题，便于自学，同时注意尽量多给出一些应用实例。

本书可供高等院校理工科类各专业的学生使用，也可供广大教师、工程技术人员参考。

理工科院校机械工程学科建设及教材编写专委会和编委会

前言

Qianyan

车辆产业是国民经济的支柱产业，是涉及国家安全的战略产业。车辆的研发、生产、制造、销售、营运与国家的许多行业、部门息息相关，对国民经济的发展起着重要作用。目前，在汽车市场方面，中国产销已双双成为全球第一，进入了稳步增长的阶段。

由于车辆工业的快速发展，不但从事车辆研发设计、生产制造和维修服务的专业人员、学生要学习研究车辆的有关专业知识，而且由于车辆在中国普通家庭的逐渐普及，车辆使用者、爱好者等非车辆专业人员也需了解汽车结构、工作原理、性能及其他相关知识。本书全面介绍了有关车辆的基本知识，可作为车辆专业或相近专业的学生、工程技术人员及车辆使用者、车辆爱好者全面了解车辆基本知识的教材或参考书。

全书共分7章，主要阐述了车辆的基本概念、车辆的构造和原理、主要性能、车用材料和车辆新技术等。本书内容深入浅出，图文并茂，各章节之间既相互联系又相互独立，论述条理清晰，内容全面，力求理论联系实际，详略得当，少而精，知识性与趣味性相结合。

本书由辽宁工业大学单鹏、刘树伟主编并统稿，参加编写工作的有：沈阳理工大学王靖岳，辽宁工业大学的郝亮、张忠洋等人。

本书的编写过程中，曾得到许多专家与同行的热情支持，并参考和借鉴了许多国内外的著作、文献以及一些车辆企业提供的相关资料，在此一并致谢。

由于编者水平有限，书中难免存在疏漏或不妥之处，恳请广大读者批评指正，以利再版时修订。

编者

第1章 总论	001
1.1 汽车发展史概述	001
1.1.1 车轮与车的发明	001
1.1.2 自走车辆的幻想与探索	003
1.1.3 蒸汽汽车	004
1.1.4 电动汽车	005
1.1.5 内燃机的发明	006
1.1.6 内燃机汽车的发明	007
1.1.7 柴油机的发明及柴油机汽车的诞生	009
1.2 国外汽车工业史概述	009
1.2.1 从手工作坊到工业生产	009
1.2.2 欧美汽车工业的领先地位	010
1.2.3 亚洲汽车工业的崛起	012
1.3 中国汽车工业史概述	013
1.3.1 旧中国的汽车梦	013
1.3.2 新中国的汽车工业之路	014
1.4 车辆类型与国产汽车产品型号及编制规则	021
1.4.1 我国车辆分类	021
1.4.2 国外汽车分类	026
1.4.3 国产汽车产品型号及编制规则	027
1.4.4 拖拉机产品型号及编制规则	029
1.4.5 摩托车产品型号及编制规则	030
1.5 车辆识别代号及编码规则	032
1.5.1 车辆识别代号	032
1.5.2 车辆识别代号 (VIN) 组成	033
1.5.3 车辆识别代号 (VIN) 的安装位置	036
1.6 汽车总体构造	036
思考题	038

目 录

Contents

第2章 车用发动机	039
2.1 发动机概述	039
2.1.1 车用发动机分类	039
2.1.2 车用发动机主要性能指标	040
2.1.3 车用发动机构造与工作原理	041
2.2 机体与曲柄连杆机构	044
2.2.1 发动机机体组件	044
2.2.2 发动机曲柄连杆机构	050
2.3 配气机构与进排气系统	064
2.3.1 配气机构	064
2.3.2 进排气系统	074
2.4 燃料供给系	082
2.4.1 电控汽油机燃料供给系	082
2.4.2 燃油共轨式电喷柴油机燃料供给系	088
2.5 点火系与启动系	093
2.5.1 汽油机点火系	093
2.5.2 启动系	099
2.6 冷却系与润滑系	102
2.6.1 冷却系	102
2.6.2 润滑系	108
思考题	114
第3章 汽车底盘与车身	116
3.1 汽车传动系	116
3.1.1 汽车传动系概述	116
3.1.2 汽车离合器	120
3.1.3 汽车变速器与分动器	124
3.1.4 汽车万向传动装置	140

3.1.5	汽车驱动桥	145
3.1.6	坦克车辆用电传动系统	150
3.2	汽车行驶系	152
3.2.1	汽车行驶系概述	152
3.2.2	车架	152
3.2.3	车桥和车轮	155
3.2.4	悬架	160
3.2.5	履带式拖拉机行驶系	165
3.3	汽车转向系	167
3.3.1	汽车转向系概述	167
3.3.2	偏转车轮式转向系	168
3.3.3	液压助力转向系	174
3.3.4	履带式军用车辆转向机构	175
3.4	汽车制动系	178
3.4.1	汽车制动系概述	178
3.4.2	制动器	180
3.4.3	制动传动机构	187
3.4.4	汽车防滑控制系统 ABS 与 ASR	193
3.5	汽车车身	198
3.5.1	车身概述	198
3.5.2	典型的汽车车身	199
3.5.3	安全防护装置	207
3.5.4	车身附属装置	210
	思考题	213
第4章	汽车基本性能	214
4.1	汽车动力性	214
4.1.1	汽车的动力性指标	214
4.1.2	汽车的受力及行驶条件	215

目 录

Contents

4.1.3	汽车的动力性分析	222
4.1.4	影响汽车动力性的因素	224
4.2	汽车燃油经济性	227
4.2.1	汽车燃油经济性定义	227
4.2.2	汽车燃油经济性的评价指标	227
4.2.3	影响汽车燃油经济性的主要因素	228
4.3	汽车制动性	232
4.3.1	制动时车轮受力分析	233
4.3.2	汽车的制动效能及其恒定性	236
4.3.3	汽车制动时的方向稳定性	239
4.3.4	制动力分配	240
4.3.5	影响制动性能主要因素	242
4.4	汽车操纵稳定性	244
4.4.1	汽车操纵稳定性的评价指标	245
4.4.2	轮胎的侧偏特性	246
4.4.3	汽车的稳态响应	248
4.4.4	汽车的瞬态响应	251
4.4.5	汽车行驶中的不稳定现象	252
4.5	汽车行驶平顺性	254
4.5.1	评价汽车平顺性的指标	255
4.5.2	影响汽车行驶平顺性的因素	256
4.6	汽车的通过性	257
4.6.1	汽车牵引支撑通过性评价指标	257
4.6.2	汽车通过性几何参数	258
4.6.3	汽车倾覆失效	260
4.6.4	影响汽车通过性的主要因素	260
	思考题	262

第5章 汽车设计制造与实验	263
5.1 汽车设计	263
5.1.1 汽车设计的特点及要求	263
5.1.2 汽车设计方法	264
5.1.3 现代汽车开发流程	266
5.1.4 汽车设计过程	266
5.2 汽车制造	270
5.2.1 汽车制造材料	270
5.2.2 汽车制造方法	272
5.2.3 现代汽车制造技术	276
5.3 汽车试验	280
5.3.1 汽车试验分类	280
5.3.2 汽车整车性能试验	281
5.3.3 汽车总成零部件试验	286
思考题	288
第6章 车辆运行材料	289
6.1 车用燃料	289
6.1.1 车用汽油	289
6.1.2 车用轻柴油	291
6.1.3 车用替代燃料	292
6.1.4 军用柴油	301
6.2 车用润滑材料及工作液	301
6.2.1 发动机润滑油	302
6.2.2 车用润滑脂	304
6.2.3 车用齿轮油	306
6.2.4 车用液力传动油	307
6.2.5 车用液压油	308

目 录

Contents

6.2.6	车用制动液	310
6.2.7	车辆特种工作液	311
6.3	汽车轮胎	316
6.3.1	轮胎的作用与构造	316
6.3.2	轮胎规格与表示方法	317
6.3.3	轮胎的分类	322
6.3.4	轮胎系列	323
6.3.5	轮胎的选择、使用与维护	324
	思考题	327
第7章	车辆新技术	328
7.1	汽车新技术概况	328
7.1.1	汽车技术发展概况	328
7.1.2	汽车新技术的发展趋势	329
7.2	新能源汽车技术	331
7.2.1	电动汽车	331
7.2.2	替代燃料汽车	332
7.2.3	太阳能汽车	335
7.3	车用发动机新技术	336
7.3.1	汽油机新技术	336
7.3.2	柴油机新技术	342
7.3.3	发动机增压技术	346
7.3.4	发动机控制新技术	348
7.3.5	新型发动机	352
7.4	车辆底盘新技术	354
7.4.1	四轮驱动技术	354
7.4.2	无级变速器	355
7.4.3	悬架系统新技术	356
7.4.4	转向系统新技术	358

7.4.5 横摆稳定性控制系统	360
7.5 车辆安全与智能化新技术	361
7.5.1 主动安全技术	361
7.5.2 被动安全技术	366
7.5.3 智能驾驶系统	369
7.5.4 车载信息娱乐系统	369
7.5.5 车载网络系统	371
思考题	371
参考文献	373

第1章 总论

1986年，国际汽车产业界推举德国戴姆勒—奔驰汽车公司主办汽车百年庆贺的盛典，明确第一辆汽车是由德国人卡尔·本茨发明的，并把1886年1月29日作为汽车的誕生日。然而，汽车的发明不是偶然的，更不是一个人或个别人的功劳，从发明轮子到最终成功地制造出靠自身动力前进的车，其间经历了数千年。汽车的发明和发展是人类在长期的生产实践、科学研究、技术创新活动中不断探索、不断总结、不断提高的结果，是集体的智慧和劳动的结晶。

1.1 汽车发展史概述

1.1.1 车轮与车的发明

车轮是车上最重要的部件，轮转工具的出现和使用是车问世的先决条件。

在原始社会，人类通过生产实践发现，将圆木置于重物的下面，然后拖着走，重物即可由一个地方移到另外一个地方，这就是早期的木轮运输。后来人们发现用直径大的木轮运输速度较快，于是，木轮的直径越来越大，逐渐演变为带轴的轮子，这便形成了最早的车轮雏形（图1-1）。关于车轮的发明，有两种主流的说法：第一种认为车轮是我们中华民族的祖先首先发明的，认为中国汉字中的“车”字就是车轮的象形；第二种认为在大约公元前3500年，最早的车轮出现在美索不达米亚（Mesopotamia，今叙利亚东部和伊拉克境内），没有人知道制造早期车轮的工匠姓名，也许是从陶工那里得到了启发，因为那时陶工们用旋转的

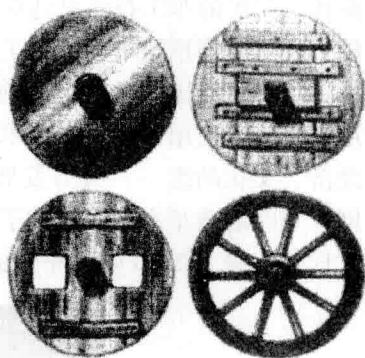


图1-1 早期车轮

轮子制造陶器。早期的轮子用实木制成，是用木钉把木板固定在一起，然后把它安装在车轴上。这种实心车轮装在运泥炭的马车或原始的双轮马拉战车上，十分笨重，拖动起来也十分吃力。美索不达米亚的工匠们挖掉了一些木料，造出了带有两个大洞的车轮，这就是最早的带辐条车轮。车轮的发明节省了人的体力，开创了人类使用交通工具的新纪元。

到了罗马帝国时代（公元前27—公元476年），西欧的塞尔特（Celt）人制造出了第一辆前轴可以旋转的车。后来，罗马的制车匠对塞尔特人的四轮车进行了改进，用旋转式前轴转动方向，用整片的轮鞘与轮箍增加强度，用包有金属边的轮毂减少摩擦，使四轮马车的性

能大为提高。此后的 1000 多年时间里,这种用作长途运输的四轮马车(图 1-2)成为世界各国主要的运输车辆。这些马车不仅能拉货,同时也能载人远行。马车是至今人类历史上使用时间最长、最有影响力的陆地交通运输工具。因此,马车的出现,结束了人们无论是狩猎、耕种,还是搬运物品,只能靠手拉肩扛、众人搬抬的局面,马车为人类立下了不朽的功勋。

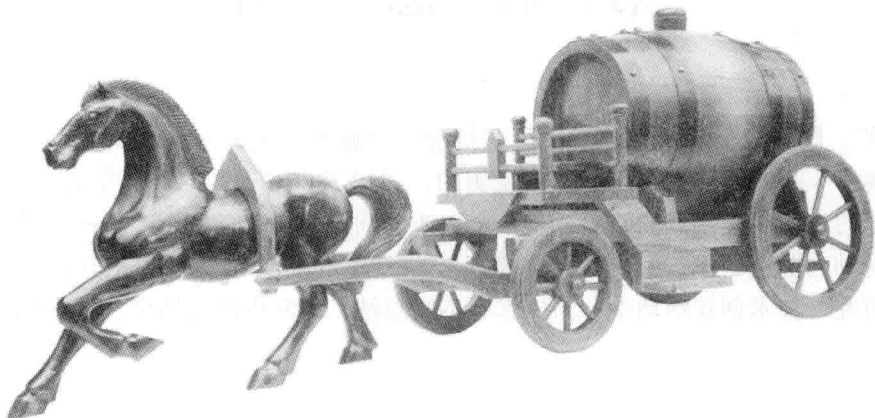


图 1-2 早期的四轮马车

中华民族是最早使用车辆的民族之一。我国早在约公元前 2600 年的黄帝时期,就已普遍使用两轮车了,在中国古代神话中,有黄帝造车之说,故黄帝又号称轩辕氏。轩是古代一种有围棚的车,辕是车的基本构件。

最初的车辆,都是由人力来推动的,称为人力车。后来人们开始用牛、马拉车,称为畜力车。据传说,畜力车是商汤的先祖相土和王亥共同发明的。史料记载,公元前 1600 年的商代,我国的车工技术已达到了相当高的水平,能制造出相当高级的两轮车,采用辐条做车轮,外形结构精致华美,做工也不十分复杂。到西周时期(公元前 771 年),马车已经很盛行了。春秋战国时期(公元前 770—公元前 221 年),各诸侯国之间由于频繁的战争,马车用来当战车使用,使造车技术进一步提高。秦始皇统一中国后,为了更好地实现全国政治、经济、文化的统一,大力发展国家车马大道(称驿道),形成了以咸阳为中心的陆路交通网,当时的造车水平已达到了相当高的程度,陕西临潼秦始皇帝陵出土的铜车马(图 1-3)式样,代表了 2000 年前车辆的制造水平。



图 1-3 秦始皇陵出土的铜车马模型

三国时期，诸葛亮为了北伐曹魏，亲率大军出祁山而北上。为了便于在崎岖的山路上运送粮草，他创造了“木牛流马”。所谓“木牛”，据传就是一种装了闸的人推独轮小车；所谓“流马”，则是装了闸的四轮小车。在中国历史上，这种形式的车子曾经得到过极为广泛的应用。有一位叫马钧的大技师发明了指南车（图1-4）。这种车无论朝何方向行驶，车上站立的小木人的手总是指向南方。

中国是最先发明记录里程仪器的国家，早在公元3世纪时，就发明了记里鼓车（图1-5）。记里鼓车每行驶500 m，车上的小木人就击鼓一次，每行驶5000 m，另一小木人就敲锣一次。

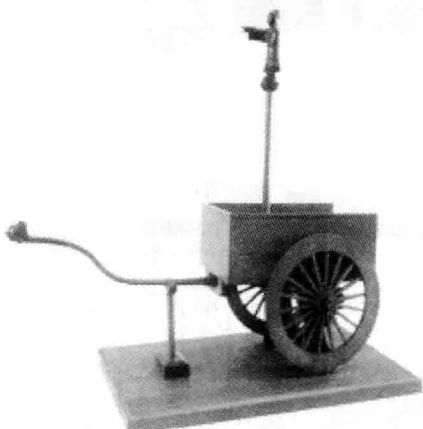


图1-4 指南车

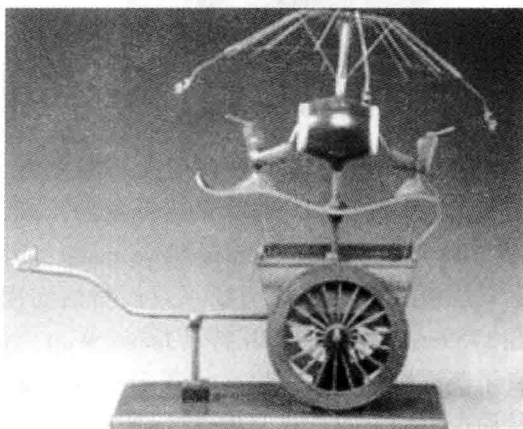


图1-5 记里鼓车

指南车和记里鼓车都是利用齿轮传动原理进行工作的。它们的出现，说明了1700多年前中国车辆制造工程技术已达到的高度和水平，是中国古代技术的卓越成就。900多年前的宋代，有位进士名叫燕肃，是一位机械工匠，宋仁宗天圣五年（公元1027年），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发明的指南车和记里鼓车。

公元前1600年，古埃及也已经使用两轮马车作为战车。

16世纪的欧洲已经进入了“文艺复兴”的前夜，欧洲的马车制造商风起云涌，马车的制造技术有了相当的提高。中世纪的欧洲，大量地发展了双轴四轮马车，这种马车安置有转向盘。车身方面，出现了活动车门和封闭式结构，并且在车身和车轴之间，实现了弹簧连接，使乘坐之人感觉极为舒适。

1.1.2 自走车辆的幻想与探索

幻想是人类高明于其他生物的重要特征之一，是人类文明发展的原动力。有史以来，人们一直渴望着能制造多拉快跑的“自走车辆”。

1420年，有人制造出了一种滑轮车（见图1-6）。人坐在车内，借用人力使绳子不停地转动滑轮。车虽然走了起来，但由于人力有限，这辆车的速度不能充分地得以发挥，比步行还要慢。

1649年，德国钟表匠汉斯·郝丘制造了一台发条式的车（见图1-7）。但是这台发条车的速度不到1.6 km/h，而且每前进230 m，就必须把钢制发条卷紧一次，这个工作的强度太大了，所以发条车也没有得到发展。

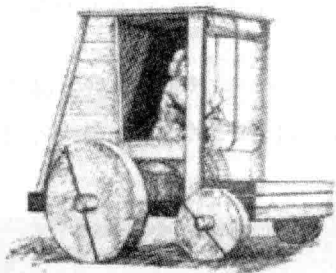


图 1-6 滑轮车

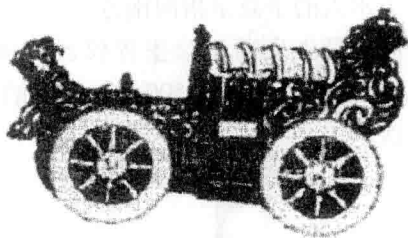


图 1-7 发条车

到了17世纪后期，利用火药爆发力、蒸汽压力、活塞运动机构等技术的发明纷纷出现，终于导致1705年纽可门（Thomas Newcomen）的活塞往复运动压板式蒸汽机作为扬水泵而付诸实用。接着，在1759—1769年间，瓦特（James Watt）进一步改良了蒸汽机（图1-8），将利用蒸汽冷凝产生真空从而产生动力的方式改为直接利用蒸汽压力的方式，制成了以曲轴变往复运动为回转运动的人类最初的通用动力机械，使蒸汽机进入了实用阶段，同时也加速了依靠自身的动力驱动车轮回转的车辆诞生前的胎动。

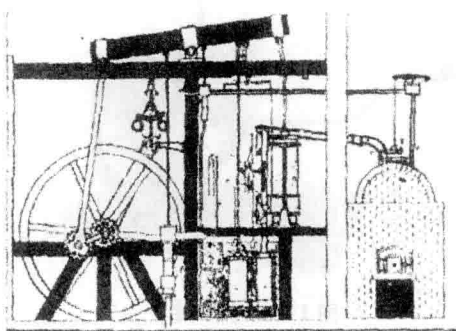


图 1-8 瓦特发明的蒸汽机

蒸汽汽车是在18世纪后半期开始进入实用阶段的，从而开启了自走车辆的新纪元。到了19世纪末期已有了制作得非常精巧的自走车辆——汽车问世，可以说这些技术是产生今天以内燃机为动力的现代汽车的母体。从这个意义上讲，不断发展并一直延续至今的汽车的历史是与蒸汽汽车的历史密切相连的。

1.1.3 蒸汽汽车

毫无疑问，世界上最初可载人的自备动力的车辆就是蒸汽汽车了。最早的一辆是法国人居纽（Nicolas Joseph Cugnot）在1769年制造的。这是一辆用来拉炮的蒸汽三轮车（图1-9），一个硕大的铜制锅炉被放置在前轮的前方，蒸汽用燃烧柴火来产生，它进入两个气缸，使两个活塞交替运动。由于没有曲轴，故活塞的作用力通过车爪传给前轮。由于锅炉、气缸等机件的重量都加在前轮上，使得操纵方向十分困难。

这辆车试车时速度仅3.6 km/h；只行驶了1 km左右就发生锅炉爆炸，汽车失去了控制，结果车仰人翻，还撞坏了路边房屋的墙壁，车子本身也受到严重损坏。尽管如此，这毕竟使汽车朝实用化方向迈出了第一步，开创了轮式车辆用自备动力装置进行驱动的新纪元。第二年，亦即1770年，这辆车经过修整作为世界上的第一辆汽车，至今珍藏在巴黎的国家