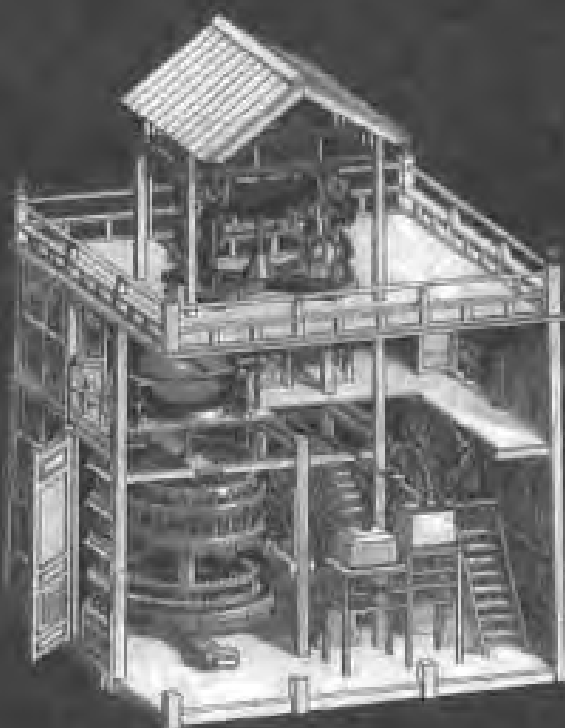


卢嘉锡 总主编

中国科学技术史

机械卷

陆敬严 华觉明 主编



科学出版社

卢嘉锡 总主编

中国科学技术史

机械卷

主 编 陆敬严 华觉明
副主编 钱小康 张柏春

科学出版社

2000

内 容 简 介

本书是中国第一部完整的古代机械工程史。

作者在大量文物考证和史料研究的基础上,对中国历代机械的发明、应用及技术发展进行了翔实的记述和全面的评价,充分反映了祖国机械工程领域的辉煌成就。本书共分十章,首章是概述,其后八章把机械的分类和发展巧妙结合,最后一章介绍了西方机械的传入和影响,真正做到了结构有总有分,内容详略得当,记述准确流畅,还辅以大量珍贵的图片,不仅是机械工程和机械史的学习者和研究者的权威参考,也是广大机械科技工作者不可多得的启发性读物。

图书在版编目(CIP)数据

中国科学技术史:机械卷/卢嘉锡总主编;陆敬严,华觉明分卷主编. -北京:科学出版社,2000.9

ISBN 7-03-007883-7

I. 中… II. ①卢… ②陆… III. ①技术史-中国②机械工业-技术史-中国 IV. N092

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 44001 号

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号
邮政编码:100717

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

2000 年 9 月 第 一 版 开本:787×1092 1/16

2000 年 9 月 第一次印刷 印张:28

印数:1—2500 字数:690 000

定价:72.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换(科印))

《中国科学技术史》的组织机构和人员

顾问 (以姓氏笔画为序)

王大珩	王佛松	王振铎	王绶琯	白寿彝	孙 枢	孙鸿烈	师昌绪
吴文俊	汪德昭	严东生	杜石然	余志华	张存浩	张含英	武 衡
周光召	柯 俊	胡启恒	胡道静	侯仁之	俞伟超	席泽宗	涂光炽
袁翰青	徐莘芳	徐冠仁	钱三强	钱文藻	钱伟长	钱临照	梁家勉
黄汲清	章 综	曾世英	蒋顺学	路甬祥	谭其骧		

总主编 卢嘉锡

编委会委员 (以姓氏笔画为序)

马素卿	王兆春	王渝生	艾素珍	丘光明	刘 钝	华觉明	汪子春
汪前进	宋正海	陈美东	杜石然	杨文衡	杨 焯	李家治	李家明
吴瑰琦	陆敬严	周魁一	周嘉华	金秋鹏	范楚玉	姚平录	柯 俊
赵匡华	赵承泽	姜丽蓉	席龙飞	席泽宗	郭书春	郭湖生	谈德颜
唐锡仁	唐寰澄	梅汝莉	韩 琦	董恺忱	廖育群	潘吉星	薄树人
戴念祖							

常务编委会

主 任 陈美东

委 员 (以姓氏笔画为序)

华觉明 杜石然 金秋鹏 赵匡华 唐锡仁 潘吉星 薄树人 戴念祖

编撰办公室

主 任 金秋鹏

副 主 任 周嘉华 杨文衡 廖育群

工作人员 (以姓氏笔画为序)

王扬宗 陈 晖 郑俊祥 徐凤先 康小青 曾雄生

《机械卷》编委会

主 编	陆敬严	华觉明		
副主编	钱小康	张柏春		
编 委	杨 青	何堂坤	赵 丰	
	黄麟雏	冯立升	刘克明	
主 审	郭可谦			

总 序

中国有悠久的历史 and 灿烂的文化,是世界文明不可或缺的组成部分,为世界文明做出了重要的贡献,这已是世所公认的事实。

科学技术是人类文明的重要组成部分,是支撑文明大厦的主要基干,是推动文明发展的重要动力,古今中外莫不如此。如果说中国古代文明是一棵根深叶茂的参天大树,中国古代的科学技术便是缀满枝头的奇花异果,为中国古代文明增添斑斓的色彩和浓郁的芳香,又为世界科学技术园地增添了盎然生机。这是自上世纪末、本世纪初以来,中外许多学者用现代科学方法进行认真的研究之后,为我们描绘的一幅真切可信的景象。

中国古代科学技术蕴藏在汗牛充栋的典籍之中,凝聚于物化了的、丰富多姿的文物之中,融化在至今仍具有生命力的诸多科学技术活动之中,需要下一番发掘、整理、研究的功夫,才能揭示它的博大精深的真实面貌。为此,中国学者已经发表了数百种专著和万篇以上的论文,从不同学科领域和审视角度,对中国科学技术史作了大量的、精到的阐述。国外学者亦有佳作问世,其中英国李约瑟(J. Needham)博士穷毕生精力编著的《中国科学技术史》(拟出7卷34册),日本数内清教授主编的一套中国科学技术史著作,均为宏篇巨著。关于中国科学技术史的研究,已是硕果累累,成为世界瞩目的研究领域。

中国科学技术史的研究,包涵一系列层面:科学技术的辉煌成就及其弱点;科学家、发明家的聪明才智、优秀品德及其局限性;科学技术的内部结构与体系特征;科学思想、科学方法以及科学技术政策、教育与管理的优劣成败;中外科学技术的接触、交流与融合;中外科学技术的比较;科学技术发生、发展的历史过程;科学技术与社会政治、经济、思想、文化之间的有机联系和相互作用;科学技术发展的规律性以及经验与教训,等等。总之,要回答下列一些问题:中国古代有过什么样的科学技术?其价值、作用与影响如何?又走过怎样的发展道路?在世界科学技术史中占有怎样的地位?为什么会这样,以及给我们什么样的启示?还要论述中国科学技术的来龙去脉,前因后果,展示一幅真实可靠、有血有肉、发人深思的历史画卷。

据我所知,编著一部系统、完整的中国科学技术史的大型著作,从本世纪50年代开始,就是中国科学技术史工作者的愿望与努力目标,但由于各种原因,未能如愿,以致在这一方面显然落后于国外同行。不过,中国学者对祖国科学技术史的研究不仅具有极大的热情与兴趣,而且是作为一项事业与无可推卸的社会责任,代代相承地进行着不懈的工作。他们从业余到专业,从少数人发展到数百人,从分散研究到有组织的活动,从个别学科到科学技术的各领域,逐次发展,日臻成熟,在资料积累、研究准备、人才培养和队伍建设等方面,奠定了深厚而又广大的基础。

本世纪80年代末,中国科学院自然科学史研究所审时度势,正式提出了由中国学者编著《中国科学技术史》的宏大计划,随即得到众多中国著名科学家的热情支持和大力推动,得到中国科学院领导的高度重视。经过充分的论证和筹划,1991年这项计划被正式列为中国科学院“八五”计划的重点课题,遂使中国学者的宿愿变为现实,指日可待。作为一名科技工作者,我对此感到由衷的高兴,并能为此尽绵薄之力,感到十分荣幸。

《中国科学技术史》计 30 卷,每卷 60 至 100 万字不等,包括以下三类:

通史类(5 卷):

《通史卷》、《科学思想史卷》、《中外科学技术交流史卷》、《人物卷》、《科学技术教育、机构与管理卷》。

分科专史类(19 卷):

《数学卷》、《物理学卷》、《化学卷》、《天文学卷》、《地学卷》、《生物学卷》、《农学卷》、《医学卷》、《水利卷》、《机械卷》、《建筑卷》、《桥梁技术卷》、《矿冶卷》、《纺织卷》、《陶瓷卷》、《造纸与印刷卷》、《交通卷》、《军事科学技术卷》、《计量科学卷》。

工具书类(6 卷):

《科学技术史词典卷》、《科学技术史典籍概要卷》(一)、(二)、《科学技术史图录卷》、《科学技术年表卷》、《科学技术史论著索引卷》。

这是一项全面系统的、结构合理的重大学术工程。各卷分可独立成书,合可成为一个有机的整体。其中有综合概括的整体论述,有分门别类的纵深描写,有可供检索的基本素材,经纬交错,斐然成章。这是一项基础性的文化建设工程,可以弥补中国文化史研究的不足,具有重要的现实意义。

诚如李约瑟博士在 1988 年所说:“关于中国和中国文化在古代和中世纪科学、技术和医学史上的作用,在过去 30 年间,经历过一场名副其实的新知识和新理解的爆炸”(中译本李约瑟《中国科学技术史》作者序),而 1988 年至今的情形更是如此。在 20 世纪行将结束的时候,对所有这些知识和理解作一次新的归纳、总结与提高,理应是“中国科学技术史”工作者义不容辞的责任。应该说,我们在启动这项重大学术工程时,是处在很高的起点上,这既是十分有利的基础条件,同时也自然面对更高的社会期望,所以这是一项充满了机遇与挑战的工作。这是中国科学界的一大盛事,有著名科学家组成的顾问团为之出谋献策,有中国科学院自然科学史研究所和全国相关单位的专家通力合作,共襄盛举,同构华章,当不会辜负社会的期望。

中国古代科学技术是祖先留给我们的一份丰厚的科学遗产,它已经表明中国人在研究自然并用于造福人类方面,很早而且在相当长的时间内就已雄居于世界先进民族之林,这当然是值得我们自豪的巨大源泉,而近三百年来,中国科学技术落后于世界科学技术发展的潮流,这也是不可否认的事实,自然是值得我们深省的重大问题。理性地认识这部兴盛与衰落、成功与失败、精华与糟粕共存的中国科学技术发展史,引以为鉴,温故知新,既不陶醉于古代的辉煌,又不沉沦于近代的落伍,克服民族沙文主义和虚无主义,清醒地、满怀热情地弘扬我国优秀的科学技术传统,自觉地和主动地缩短同国际先进科学技术的差距,攀登世界科学技术的高峰,这些就是我们从中国科学技术史全面深入的回顾与反思中引出的正确结论。

许多人曾经预言说,即将来临的 21 世纪是太平洋的世纪。中国是太平洋区域的一个国家,为迎接未来世纪的挑战,中国人应该也有能力再创辉煌,包括在科学技术领域做出更大的贡献。我们真诚地希望这一预言成真,并为此贡献我们的力量。圆满地完成这部《中国科学技术史》的编著任务,正是我们为之尽心尽力的具体工作。

卢嘉锡

1996 年 10 月 20 日

目 录

总序	卢嘉锡 (i)
绪论	(1)
第一节 机械的涵义和分类	(1)
· 机械的古代涵义	(1)
二 机械的分类	(3)
第二节 中国机械工程技术史的研究现状及展望	(3)
第一章 中国古代和近代机械工程发展概述	(5)
第一节 远古工具和机械	(5)
第二节 古代机械时期	(5)
一 古代机械的萌芽	(5)
二 古代机械的产生和发展	(6)
三 古代机械的成熟阶段	(8)
四 古代机械的持续进步	(10)
五 宋元——古代机械的又一高峰	(13)
六 古代机械缓慢发展时期	(15)
第三节 近代机械时期	(16)
一 近代机械的前奏	(16)
二 近代机械工业的产生	(17)
三 近代机械工业的初步发展	(18)
四 抗战时期及战后的中国机械工程	(19)
第二章 工具与简单机械	(21)
第一节 远古工具的制造与应用	(21)
· 粗制工具阶段	(21)
二 精制工具阶段	(26)
三 远古机械	(43)
第二节 简单机械	(46)
一 中国古代简单机械的特点	(46)
二 各式简单机械的产生与应用	(46)
第三章 机构	(62)
第一节 连杆机构	(62)
一 卧轮水排、马排、水击面罗	(62)
二 人力磨	(64)
三 脚打罗	(65)
四 脚踏纺车、轧花机、脚踏缫车	(65)

五 界尺	(69)
第二节 绳带传动装置	(70)
一 纺车	(70)
二 脚踏缆车的绳带装置	(73)
三 畜力耨	(74)
四 汲卤工具	(76)
五 磨床的绳带牵引传动	(76)
六 代耕或木牛	(76)
七 提水工具的绳索牵引	(77)
第三节 链传动	(78)
一 翻车	(78)
二 高转筒车	(80)
三 木斗水车与管链水车	(82)
四 天梯	(84)
第四节 齿轮机构与轮系	(85)
一 齿轮机构的发明与应用	(86)
二 轮系的应用	(94)
第五节 凸轮机构和自动机械装置	(105)
一 凸轮机构	(106)
二 自动机械装置	(110)
第四章 机械零件与制图	(117)
第一节 联接件	(117)
一 榫卯联接	(118)
二 钉接和挂铜联接	(124)
三 销轴联接	(126)
第二节 活门、活塞	(129)
第三节 弹性件——弓、弩、锁及其他	(136)
一 弓	(137)
二 弩	(139)
三 锁	(143)
四 其他弹性件的应用	(146)
第四节 润滑与润滑剂	(148)
一 古代关于润滑的记载	(148)
二 润滑剂	(150)
三 金属轴瓦	(151)
四 推力轴承	(152)
五 减摩措施	(154)
六 摩擦力利用	(156)
第五节 机械制图	(156)

· 中国机械制图的先河	(156)
二 早期的工程几何作图及制图工具	(157)
三 宋以前机械制图的有关记载	(159)
四 宋代机械制图的科学成就	(160)
五 宋以后机械制图的代表作	(165)
第五章 材料、制造工艺与质量管理	(168)
第一节 非金属材料	(168)
一 木材	(168)
二 竹材	(170)
第二节 金属材料	(171)
一 中国古代金属材料技术发展的基本情况	(171)
二 铜及铜合金的应用	(173)
三 钢铁的应用	(175)
四 其他金属的应用	(176)
第三节 铸造及热处理技术	(176)
一 铸造技术	(176)
二 热处理技术	(184)
第四节 机械加工和焊接技术	(190)
一 压力加工	(190)
二 拉拔加工	(195)
三 钻锯刨剪	(195)
四 车镗锉、陶轮和琢玉车	(198)
五 焊接	(200)
六 金属复合材料	(202)
第五节 测量工具	(204)
第六节 标准化与质量管理	(210)
一 标准化的形成期	(210)
二 标准化的发展	(221)
第六章 动力	(224)
第一节 人力的利用	(224)
一 利用重力	(224)
二 利用惯性	(226)
第二节 畜力的利用	(228)
一 畜力用于车辆	(228)
二 畜力用于犁耕	(233)
三 畜力用于固定的机械作业	(235)
第三节 水力的利用	(241)
一 立式水轮的发展	(241)
二 立式水轮的构造	(243)

三 卧式水轮	(250)
四 关于中国水轮的起源	(254)
第四节 风力的利用	(256)
一 风帆	(256)
二 立轴式风车	(258)
三 卧轴式风车	(262)
第五节 热力的利用	(266)
一 走马灯	(266)
二 火箭	(267)
三 喷气飞行试验	(271)
第七章 整体机械	(274)
第一节 秦陵铜车马	(274)
一 铜车马的结构分析	(275)
二 铜车马的制造工艺	(286)
第二节 水运仪象台	(297)
一 水运仪象台的出现	(297)
二 水运仪象台的驱动与传动装置	(298)
三 水运仪象台的主要结构和动作过程	(304)
四 水运仪象台的意义	(307)
五 现代对水运仪象台的研究	(310)
六 苏颂及其《新仪象法要》	(311)
第八章 农业机械	(313)
第一节 综述	(313)
一 农业机械在古代农业中的地位和作用	(313)
二 中国农业机械发展简况	(314)
第二节 犁的起源及其演变	(315)
一 耕犁的起源	(315)
二 铁犁的出现和牛耕的推广	(318)
三 犁架构件的发展及完善	(321)
四 犁的曳引、操用及配套作业	(325)
五 耨犁	(325)
六 明代的几种人力犁	(327)
第三节 磨及其近支机械	(328)
一 转磨	(328)
二 磨	(330)
第四节 中国古代农业机械的特点	(331)
第九章 纺织机械	(335)
第一节 纺车	(335)
一 纺车出现前的纺纱工具	(335)

二 手摇纺车	(336)
三 脚踏纺车	(337)
四 大纺车	(339)
第二节 缫丝机械	(343)
一 原始缫丝工具	(343)
二 手摇缫车	(344)
三 脚踏缫车	(345)
第三节 踏板织机	(348)
一 踏板斜织机	(348)
二 踏板立机	(350)
三 双蹠双综机和单蹠单综机	(353)
第四节 提花织机与提花技术	(356)
一 从综杆式提花到综蹠式提花	(356)
二 竹编花本提花机	(358)
三 线制小花本提花	(359)
四 线制大花本提花	(364)
五 提花技术的发展脉络	(368)
第五节 特殊织机及其织法	(369)
一 特殊罗织机及其织法	(369)
二 普通罗织机及其织法	(370)
三 绒织机	(371)
第十章 西方机械的传入	(373)
第一节 西方机械著作的传入	(373)
一 徐光启与熊三拔的《泰西水法》	(373)
二 工部《新制诸器图说》与《远西奇器图说录最》	(380)
三 传教士的蒸汽动力试验	(399)
四 西方机械著作的编译	(402)
第二节 西方机械及其制造技术的传入	(404)
一 欧洲机械钟表的传入与仿制	(404)
二 近代机械的引进与仿制	(410)
结语	(423)
索引	(424)
后记	(434)
总跋	(435)

绪 论

中国的机械工程技术源远流长，内涵丰富，成就至为辉煌。它与中华民族的形成和发展同步成长，对社会经济、文化的增长起着极其重要的作用，也为世界物质文化的进步增添了光彩。因此，系统地阐述中国古代机械工程技术的发生、发展，具有重要的学术价值。鉴于中国近代机械工程的发展与传统机械有密切的联系，本书也以适当篇幅予以论述。绪论部分则着重探讨机械的涵义和分类及机械工程技术史的研究现状及展望。

第一节 机械的涵义和分类

研究机械史，须先讨论机械一词的涵义。一般认为机械是机器与机构的总称，它的根本目的是完成预定的机械运动及完成特定的运动（即功能），然后才是省力。机械具有三大特征：

第一，它是许多构件的组合物；

第二，其各构件间具有确定的相对运动；

第三，它能转换机械能或完成有效的机械功。

凡具有以上三个特征的是机器，而仅具有第一、二特征的是机构。

一 机械的古代涵义^①

（一）关于机械的最早定义

在中国，机械的定义最早见于《庄子》，在《外篇·天地第十二》中说：“子贡南游于楚，返于晋。过汉阴，见一丈人，方将为圃畦。凿隧而入井，抱甕而出灌。搯搯然用力甚多而见功寡。子贡曰：有械于此，一日浸百畦，用力甚寡而见功多，夫子不欲乎？为圃者仰而视之，曰：奈何？曰：凿木为机，后重前轻，契水若抽，数如洪汤，其名曰槔。”就是说，中国在公元前5世纪由于贡将机械界定为“能使人用力寡而成功多的器械”。

关于机械的定义，在《韩非子·卷十五·难：第三十七》中有类似的记述：“舟车机械之利，用力小，致功大，则人多。”

（二）机械一词在古代的不同涵义

中国古代常用“机”指某种特定机械，以后才泛指一般机械。

古代以“机”指与轴相配的转动件。《尚书》有“在旋机玉衡以齐七政”^②。伏胜《尚书

① 刘仙洲，中国机械工程发明史（第一编），科学出版社，1962年，第4页。

② 李志超，机发论——有为的科学观，自然科学史研究，1990，9（1）：1~8。

大传》云：“旋机者，何也？传曰：旋者还也，机者几也，微也。其变几微，而所动者大，谓之旋机。”《管子·形势解》也载：“奚仲之为车器也，方圆曲直皆中规矩钩绳。故机旋机得，用之牟利，成器坚固。”

“机”或指弩机。《尚书·太甲》有“若虞机张”。但此篇可能作于西汉。东汉时成书的《说文解字》对“机”的解释是“机，主发者也”，说的也是弩机。由弩机延伸，角发式捕兽器也称为“机”。《文子·山林》道：“丰狐，文豹……不免于网罗机辟之患。”后来的“机阱”和“机关”也是这个意思。

古代又以“机杼”指织布机。《史记·酈生传》有“农夫释耒，二女下机”。南北朝《木兰词》有“不闻机杼声，唯闻女叹息”。《说文解字》：“杼，机之持纬者也。”宋《集韵》也说：“机以转轴，杼以持纬。”

“机”还是许多发明创造的泛称，《战国策·宋上策》说：“公输般为楚设机，将以攻宋。”这里的机实指云梯等。《后汉书·张衡列传》说：“衡善机巧。”《南齐书·祖冲之传》：“初，宋武平关中，得姚兴指南车，有外形而无机巧，每行，使人于内转之。”

“机”的涵义延伸颇广，如机会、机兆、机缘、机要、机密、机谋、机能、机制、机理、机构、机巧、机智、机敏、机灵、机警等，都含有灵活、巧妙之义。早在《易经·系辞上传》中，“机”（原书作几）已具抽象的意蕴，元代的《韵会》将“机”释为“要也，会也，密也”，概括了“机”的涵义。

（三）西方的“机械”涵义^①

西方最先提出机械定义的是古罗马的建筑师维多维斯（Vitruvius）。他说：“机械是由木材制造且具有相互联系的几部分组成的一个系统。它具有强大的推动物体的力量。”

1724年，德国莱比锡的机械士廖波尔特（Leopold）提出：“机械或工具是一种人造的设备，用它来产生有利的运动；同时在不能用其他方法节省时间和力量的地方，它能做到节省。”

1912年，凯文（Keown）说：“机械者，固定部分与运动部分之组合体，介乎能力与工作之间，所以使能力变为有用之工作者也。”

1915年，麦凯（Mckay）说：“机械者，两个以上物体之组合体，其相对运动皆继续受一定之限制，使一种能力由之变化或传达，以作一种特别之工作者也。”

1935年，刘仙洲说：“机械者，两个以上具有抵抗力的机件的组合体。动其一件，则其余各件，除固定的机架之外，各发生一定的相对运动或限制运动，吾人得利用之使一种天然能力或机械能力发生一定之效果或工作者也。”

1955年，奥德萨工业大学多布罗沃利斯基（В. А. Добровольский）在一篇论文中说：“机械是为人所使用的劳动工具，在这个劳动工具中，形状和尺寸适合的部分是由能经受很高压力（阻力）的材料所制成；在引人能量不断作用下，能完成适合的实际上有利的运动和动作；这些运动和动作是人们为完成技术的工艺目的所必要的。”

美国罗伯特·欧布林（Robert Obrien）所著《机器》一书中提出：英文的“机械”（machine）一词来源于希腊文 mechine 及拉丁文 mecina，两者原意都指的是“巧妙的设计”。

① 刘仙洲，中国机械工程发明史（第一编），科学出版社，1962，第4~6页。

工具可以利用机械能做功，可以减轻人的体力劳动，提高劳动生产率。从这个意义上来说，可以认为工具是简单的机械。从发展过程看，工具是机械技术的发端，机械和工具有着不可分割的联系。工具的原理、设计和制作都属于机械工程范围。因此，本书讨论的机械史亦包含工具在内。

二 机械的分类

刘仙洲在《中国机械工程发明史（第一编）》中将机械分为七类，即：简单机械、发动机或原动机、工作机、传动机、仪表、仅用发动机原理的机械、发电机与电动机。

按机械史的分期，可将机械分为四类：①远古工具；②古代机械；③近代机械；④现代机械。

按其使用功能可分为动力机械、物料搬运机械、粉碎机械等；按服务的产业可分为农业机械、矿山机械、纺织机械等；按工作原理可分为热力机械、流体机械、仿生机械等。

第二节 中国机械工程技术史的研究现状及展望

机械工程技术史的研究旨在继承、发扬优秀的民族文化和科技遗产，提高全民族的科学技术与文化素养，探索机械工程技术的发展规律，为当前及今后机械科学技术的发展提供借鉴。

在中国，机械工程技术史的现代研究源自 20 世纪二三十年代。张荫麟、王振铎、刘仙洲等是这一学科的开拓者和奠基者。其后，汉默尔、李约瑟等国外学者也多有建树。20 世纪 50 年代以来，中国机械史的研究工作经历了一个曲折的发展历程。在“文化大革命”之前，刘仙洲撰写了《中国机械工程发明史（第一编）》等许多机械史论著，并主持汇集中国工程史料。王振铎主持复原了水运仪象台、候风地动仪、指南车、记里鼓车等一系列古代机械装置。他们的出色工作，博得学术界的一致好评，在国内外产生了巨大影响。“文化大革命”期间，和其他学科一样，机械史的研究也处于停顿状态。“文化大革命”以后，老一辈的学者续有力作，如王振铎刊行他的论文集《科技考古论丛》，清华大学出版了根据刘仙洲生前汇集的史料编纂而成的《中国科技史资料汇编—农业机械》。北京航空航天大学、同济大学、中国科学院自然科学史研究所、西北工业大学、西北农业大学等单位，都积极开展机械史的研究工作和国内外学术交流，并通过招收研究生，努力培养新一代的研究人员。一些大专院校开设了机械史的选修课，取得了良好的成效。从 20 世纪 80 年代起，机械史的研究网络开始形成，涌现了一批具有较高质量和较大影响的研究成果，诸如郭可谦、陆敬严合著的《中国机械史》，陆敬严编撰的《中国古代兵器》和他主持的悬棺葬研究、古代机械模型复原等课题，华觉明撰写的《中国冶铸史论集》和他参与主持的曾侯乙编钟的复原研究，张柏春撰写的《中国近代机械简史》，杨青、钱小康等参与主持的秦陵铜车马技术研究及其研究专辑等。在这样的背景下，1990 年春，中国机械史学会宣告成立。这是中国机械史工作者的第一个学术组织，为中国机械工程学会的分会，由雷天觉院士任首任理事长，郭可谦、华觉明任副理事长，陆敬严、杨青等任常务理事。同一时期，中国科学技术史丛书委托陆敬严、华觉明主编该丛书的机械卷，清华大学科技史暨古文献研究所张春辉、游战洪等着

手编撰《中国机械工程发明史》续编和《中国古代农业机械发明史》补编。这些专著都将在近期陆续出版。以上情况标志着中国机械工程技术史的研究，在新的历史时期已进入一个新的发展阶段。可以预期在今后一个时期内，这一学科领域无论在研究的深度和广度方面，还是在国内外学术交流等方面，都将有更良好的拓展。

第一章 中国古代和近代机械工程发展概述

第一节 远古工具和机械

中国机械史的萌芽，是以旧石器的出现为标志的。远古时期的绝大部分时间属于粗制工具阶段，技术原始，生产水平低下，发展缓慢。直到大约 1 万年前才进入精制工具阶段，发展速度加快。这一阶段的生产工具主要仍是石器，但制作比以前精良，种类繁多，后期陆续出现了一些简单的机械。无论是在古代机械时期，还是近、现代机械时期，工具和简单机械的使用与进化从未停止过。

人类的祖先利用工具的详情，很难用可靠的证据来说明。推测是先利用带有锋利刃口且可砍、刮或切割的石块，继而才有意识地制作刃口，逐渐形成一套用石块互相敲砸制作石器的方法，这就是粗制工具阶段。这从今天看来，或许显得极为简单和平常。但在当时，却是具有非凡意义的重大进步，从这里开始，发展出人类的文明。

旧石器数量众多，但种类有限，有时只有大小的区别。这是因为旧石器常一物多用。依其功用大致可分为砍砸器、刮削器、尖状器等。稍晚些时还出现了狩猎用的石矛、石球和石镞。除石器外，木棒也应用甚广。

在大约 1 万余年前，中国出现了畜牧业，先后驯养了狗、猪、牛和羊等动物，狩猎技术和狩猎工具都有了较大的进步。约七八千年前，由采集野生果实，发展为种植作物，出现了原始农业。畜牧业和农业促使先民由游动变成定居。为制作衣物，抵御寒冷，出现了原始的纺织工具。捕鱼工具也有发展，还出现了原始制陶业。这一时期开始进入精制工具阶段，尚无专用兵器，原始人群只是选择利于杀伤的工具用于械斗。

这一阶段的工具制作技术有了明显的进步。生活条件的改善，体能、智能的发展，为精制工具的大量出现准备了条件。生产工具一物多用的情况发生了改变，出现了种类繁多的专用工具，大约有农业生产工具、木工建筑工具、狩猎工具、纺织工具、捕鱼工具、制陶工具计六大类、三十多种。工具材料已渐趋多样，除石料和木料外，还应用了骨、陶、蚌等材料，并由不同材料组合成器。工具形状与结构也有改进，渐趋专用，效率提高，制作也更精良。

有关远古时期出现的陶轮、踞织机等简单的机械详见下文。

第二节 古代机械时期

一 古代机械的萌芽

远古工具为机械的产生和发展创造了条件。大约在六七千年前，中国出现了机械的萌