

中国机械工程发明史

第一編

刘仙洲編著

科学出版社

18.000
200

中国机械工程发明史

(第一編)

刘仙洲編著

科学出版社 1952年

內 容 簡 介

本书是“中国机械工程发明史”的第一編。它是根据作者二十多年来对我国古代在机械工程各个方面发明創造的研究工作加以系統整理而写成的。主要内容有：(1)我国在各种簡單机械方面的发明，如尖劈、槓杆、滑車及輪軸、斜面及螺旋等；(2)我国在利用弹力、慣力、重力以及減輕摩擦力和应用摩擦力等方面的发明；(3)我国在利用各种原动力方面的发明，如牲畜力、风力、水力及热力等；(4)我国在传动机件方面的发明，如繩及皮带的传动、鏈的传动、齿輪及齿輪系的传动、凸輪的传动、杆的传动及自动机构等。

从本书所述，可以看到我国劳动人民在过去几千年里在机械工程各个方面的发明創造上所取得的許多光輝成就。因此本书不仅为人类科学技术发明史增添了不少宝貴内容，而且对帮助我国人民更进一步認識和热爱祖国，也有很大好处。

本书可供机械工程专业师生閱讀，也可供其他工程技术人員以及关心我国科学技术发明史的广大讀者参考。

中国机械工程发明史

(第 一 編)

編著者 刘 仙 洲

出版者 科 学 出 版 社

北京朝陽門大街117号

北京市书刊出版业营业許可証出字第061号

印刷者 中 国 科 学 院 印 刷 厂

总經售 新 华 书 店

1962年5月第 一 版

书号：2513

1962年5月第一次印刷

字数：141,000

精裝本：1—4,000

开本：787×1092 1/18

(京) 平裝本：1—3,000

印张：7 7/9 插頁：3

定价：精裝本 1.70 元
平裝本 1.10 元

序

我是学习机械工程的人。在过去四十多年中，主要是从事机械工程方面的教学工作。在二十多年以前，我就经常想到：我们这个民族在过去几千年的历史里，对于机械工程的发明曾有过什么表现？授课时间以外，每在古代典籍中找些有关的资料，并在 1935 年编印过一小册“中国机械工程史料”。1937 年写过一篇“王微与我国第一部机械工程学”的文章。原拟在那一年八月间在太原举行的中国工程师学会的年会上发表。因七七事变，年会没有开成。在抗战期间，随同学校迁到昆明，因资料缺乏，仅写了“中国在热机历史上之地位”（在 1943 年东方杂志第 39 卷第 18 号上发表）和“三十年来的中国机械工程”（在中国工程师学会主编的“三十年来之中国工程”上发表）两篇文章。解放以后，经教育部的大力支持，在清华大学设置中国工程发明史编辑委员会，并邀请数位专门帮助搜集资料的人员，共同检阅古书。后来，中国科学院又支援了一位专人，在城内北京图书馆和科学院图书馆阅书。他们共阅过的古书已有九千多种，搜集的资料也不少。其中有关采矿、冶金、地质、纺织等资料已由中国科学院自然科学史研究室另请专人分别从事整理。在机械工程方面，我曾经写过“中国在原动力方面的发明”（在 1953 年 10 月机械工程学第 1 卷第 1 期上发表），“中国在传动机件方面的发明”（在 1954 年 7 月机械工程学第 2 卷第 1 期上发表），“中国在计时器方面的发明”（在 1956 年 9 月意大利佛劳伦斯召开的第八届国际科学史会议上宣读，并在 1956 年 12 月天文学报第 4 卷第 2 期上发表）等论文。1958 年，重行编订了“王微与我国第一部机械工程学”一文（在 1958 年 9 月机械工程学第 6 卷第 3 期上发表）；1959 年与王旭蕴同志共同发表了“中国古代对于齿轮系的高度应用”一文（在 1959 年 2 月清华大学学报第 6 卷第 4 期及同年 12 月机械工程学第 7 卷第 2 期上发表）。1960 年我又写了“中国古代在简单机械和弹力、惯力、重力的利用以及用滚动摩擦代替滑动摩擦等方面的发明”一文（在 1960 年 12 月清华大学学报第 7 卷第 2 期上发表）。现在决定以过去这些论文的内容为基础，并根据最近得到的新资料加以补充和修正，作为中国机械工

程发明史的第一編。大体上以我国最初发明的简单机械和各种原动力及传动机件为主。至于各种工作机、各种制造工艺和受到西洋影响以后一段时期及解放以后大发展时期的发明創造，以后再陸續整理写出。

帮助搜集資料的人前后計有：常审言、刘剑青、赵濯民、郭梦武、耿捷忱等五位。有关水力天文仪器、指南車、記里鼓車等所用齿輪系的安排計算和繪圖等，多得到王旭蘊同志的协作。有关石器时代出土遺物年代的判定，多受到裴文中同志的帮助。郭守敬最早采用滾柱軸承的記載是北京天文館李鑑澄同志向我提出来的。詹希元五輪沙漏里边所用的四对齿輪的排列法曾根据自然科学史研究室錢宝琮同志的意見加以改正。一部分出土的古代齿輪范、古代齿輪和汉墓壁画的照片系沈阳东北工学院刘致信同志及太原、西安、洛阳、上海等地博物館供給。初稿写成以后，曾蒙严敦杰及席澤宗同志等校閱一遍，并提出十多处应当改正之点，我已尽量加以改正。又在重要的发明里边，有十几种已由中国历史博物館把它們复原出来，則多賴該館领导人的大力支持和王振鐸同志及几位技术工人同志的努力。謹附此一併致謝。

書中难免仍有不妥之处或錯誤之处，倘承閱者提供宝貴意見，以便修正，笔者極为欢迎。

刘仙洲 1962年2月2日 于清华大学

2644/01

目 錄

第一章 緒論	(1)
一、整理我国科学技术发明史的重要意义	(1)
二、整理我国科学技术发明史遇到的困难	(1)
三、机械对于人类的关系和它发展的程序	(3)
四、机械的定义和我国对于机械定义的表现	(4)
五、机械的分类和我国对于各类机械发明上的表现	(6)
1. 简单机械	(6)
2. 发动机或原动机	(6)
3. 工作机	(7)
4. 传动机	(7)
5. 仪表	(7)
6. 反用发动机原理的机械	(7)
7. 发电机与电动机	(7)
六、各种机械的功用和我国古代劳动人民对于各种功用的掌握	(8)
1. 改变不适于直接作工的能力为机械能力	(8)
2. 改变力量的大小	(8)
3. 改变运动的种类	(9)
4. 改变运动的方向	(9)
5. 改变速度的大小	(9)
6. 第一种功用的反用	(9)
第二章 中国在简单机械方面的发明	(10)
一、尖劈	(10)
二、槓桿	(16)
三、滑車与輪軸	(19)
1. 滑車与轆轤	(19)

2. 双轆轤、花轆轤或复式轆轤	(20)
3. 絞車	(22)
4. 較差滑車	(23)
5. 复式滑車	(24)
四、斜面与螺旋	(24)
第三章 中国在利用弹力、慣力、重力和減輕摩擦力、利用摩擦力以及采用連續轉动以代替間歇运动等方面的发明	(26)
一、弹力的利用	(26)
1. 弓和弩	(26)
2. 錐井机	(29)
3. 彈簧	(30)
二、慣力的利用	(32)
三、重力的利用	(34)
四、減輕摩擦力与利用摩擦力	(36)
五、采用連續轉动以代替間歇运动	(38)
1. 風扇	(38)
2. 石砲与火炮	(41)
3. 由“槳船”发展为“車船”	(42)
4. 由桔槔轆轤发展为翻車、水車及筒車	(43)
第四章 中国在原动力方面的发明	(44)
一、牲畜力	(44)
1. 利用牲畜力为农业方面的原动力	(45)
2. 利用牲畜力为工业方面的原动力	(49)
二、風力	(56)
1. 利用風力以表明風的方向	(57)
2. 利用風力为一种原动力以帮助行船及行車	(57)
3. 利用一种風輪把風的直綫衝动力改变为一种迴轉动力, 以便作种种工作	(59)
三、水力	(61)
1. 用水的上浮力	(61)

2. 用水力拉风箱和篩面·····	(63)
3. 用水力为天文仪器的原动力·····	(64)
4. 用水力为舂米的原动力·····	(65)
5. 用水力为碾米磨麵的原动力·····	(67)
6. 用水力揚水·····	(67)
7. 用水力紡紗·····	(69)
四、热力·····	(70)
1. 燃气輪的始祖——走馬灯·····	(71)
2. 火箭及其发展·····	(72)
3. 雛型的噴射飞机·····	(77)
4. 雛型的飞弹·····	(78)
5. 自动爆炸的地雷、水雷和定时炸弹·····	(80)
6. 雛型的兩級火箭·····	(80)
第五章 中国在传动机或传动机件方面的发明·····	(82)
一、用繩带传动·····	(82)
1. 牛轉繩輪凿井·····	(82)
2. 木棉紡車·····	(82)
3. 緯車·····	(84)
4. 代耕或木牛·····	(85)
5. 在磨床上用繩索牵引·····	(86)
二、用鏈传动·····	(87)
1. 翻車及拔車·····	(88)
2. 高轉筒車·····	(89)
3. 水車·····	(89)
4. 天梯·····	(90)
三、用齿輪和齿輪系传动·····	(91)
1. 記里鼓車上所用的齿輪系·····	(94)
2. 张衡水力天文仪器上所用的齿輪系·····	(98)
3. 指南車上所用的齿輪系·····	(100)
4. 唐代一行梁令瓚水力天文仪器上所用的齿輪系·····	(105)

5. 北宋苏頌韓公廉所制水运仪象台上所用的齿輪系	(110)
6. 北宋末年王黼和元代郭守敬所制水力天文仪器上所用的齿輪系	(114)
7. 元末明初詹希元所制五輪沙漏上所用的齿輪系	(114)
四、用凸輪传动	(116)
1. 水碓上所用的凸輪	(116)
2. 水力天文仪器上所用的凸輪	(116)
3. 記里鼓車上所用的凸輪	(120)
4. 小孩风車上所用的凸輪	(120)
5. 舂車上所用的凸輪	(121)
6. 走馬灯上所用的凸輪	(121)
五、用桿传动	(121)
1. 脚打罗	(121)
2. 水击麵罗	(122)
3. 水力风箱	(122)
4. 礮或礮磨	(122)
5. 軋花机	(122)
六、各种自动机构	(123)
1. 記里鼓車及水力天文仪器上的自动机构	(123)
2. 由自动的木人或其它动物发出种种运动	(124)
3. 用自动机构捕捉动物	(125)
4. 用自动机构以防衛墓葬或抗陷敌人	(126)
5. 水飾及其它	(127)
第六章 結束語	(129)
一、我国古代在机械工程各方面的发明創造都有不少的光輝成就	(129)
二、生产和生活上的需要是促进科学技术发明的原动力	(130)
三、所有发明創造都經過逐渐发展的过程	(131)
四、社会制度对于科学技术发展的影响	(131)
五、光荣的历史和伟大的将来	(133)

第一章 緒 論

一、整理我国科学技术发明史的重要意义

我們中国已有四五千年的历史。历代的劳动人民因为生产和生活上的需要，在各种科学和工程技术方面都有不少的发明創造。因为过去一两千年，我国的讀書人对这方面重視不够，又向来不好自我宣传，以致西洋写科学技术史的人們，除了提到最显著的所謂中国四大发明——造紙、印刷、罗盘、火藥——等以外，似乎我們就沒有其它重要的发明。自 1840 年以后，帝国主义侵入我国，他們的一部分科学技术也随之輸入（十七世紀初年，即明代末年，有少数西洋传教士輸入了一部分科学技术，但是沒有发生多大影响）。我国一部分讀書人悚于他們的船坚炮利，曾发生过不应有的自卑感。認為我国在各种科学技术的发明上，事事不如人。甚至認為我們什么也沒有。今后如果想着使我們国家的科学文化向前进步，只有一切都向外国学习。就是所謂要“全盘西化”的主张。但是同时也有另一部分讀書人却妄自尊大，認為我国什么都有。在古書里找到同西洋某种科学技术影似的一两句話，就加以穿凿附会，說这些东西我国早已发明过。甚至說西洋的許多发明都是由我国传去的。这两方面都是錯誤的，因为都和实际的情况不合。我們应当根据現有的科学技术知識，实事求是地，依据充分的証据，把我国历代劳动人民的发明創造分別的整理出来。有就是有，沒有就是沒有。早就是早，晚就是晚。主要依据过去几千年可靠的記載和最近几十年来，尤其是解放以后十多年来在考古发掘方面的成就，極客觀地叙述出来。这样，不但对人类发明史上可以增加不少宝貴的内容，同时也使我国过去几千年劳动人民的光輝成就不致湮沒。在編写中国通史和有关的科学技术教材时，更可择要选入，对于后一代青年的爱国主义教育也将有一定的好影响。

二、整理我国科学技术发明史遇到的困难

在整理我国科学技术发明史的过程中，遇到以下各种困难：

在秦汉以前，一般的說，我国对于各种科学技术上的发明創造还算重視。如

易經繫辭上說：“備物致用，立成器以為天下利，莫大乎聖人。”周禮考工記上說：“智者創物，巧者述之，守之世，謂之工。百工之事皆聖人之作也。”又說：“燔金以為刃，凝土以為器，作車以行陸，作舟以行水，皆聖人之所作也。”但是也有反面的思想，對於新奇的發明創造加以輕視或排斥。如禮記王制上說：“凡執技以事上者，祝、史、射、御、醫、卜及百工。凡執技以事上者，不貳事，不移官，不与士齒。”老子上說：“民多利器，國家滋昏。人多技巧，奇物滋起。絕巧棄利，盜賊無有。”到秦漢以後，則除去對於有關農業生產的發明創造以外，一般的多改為輕視。更晚一些，甚至有發明者向當時的統治者貢獻自己的發明創造而得罪的。明史卷二十五，志第一，天文：“……明太祖平元，司天監進水晶刻漏。中設二木偶人，能按時自擊鉦鼓。太祖以其無益而碎之。”可作為在封建時期統治者對科學技術輕視的一例。明末王徵在遠西奇器圖說的序文里邊說：“客有愛余者顧而言曰……吾子嚮刻‘西儒耳目資’，猶可謂文人學士所不廢也。今茲所錄，特工匠技藝流耳，君子不器，子何敝敝焉于斯？”宋應星在天工開物的序文里邊說：“巧大業文人棄擲案頭，此書于功名進取毫不相關也！”都是針對着當時讀書人輕視科學技術而發出的感慨。

因為在過去的历史上有重視和輕視的兩種思想，結果就發生了兩種不同的偏差。在比較重視的時期，對於科學技術的發明創造，在重要的著作上多加以記載。如世本上作篇專記載古代的發明創造。這是好的一面。但是多把發明創造歸之于所謂“聖王”或他們的大臣，如神農、黃帝、虞舜、夏禹等。就是說，因為重視的緣故，就多把勞動人民的發明創造都歸之于當時的統治者，不能表出真實情況。在輕視的時期又與此相反，許多發明創造在正史上記載的不多，只偶爾散見於筆記和雜記等著作之中。即使在正史上或筆記雜記上偶有記載，也多失之太略，很難根據記載以明了他們的構造。結果不但是資料非常散亂，難于整理，甚至有不少很重要的發明創造無法查出是何人所發明。

又我國古代有關科學技術發明的記載，如世本上作篇的記載，易經繫辭及諸子上的記載，多係本之傳聞，且每有彼此不完全一致的地方，如車的發明各書上所載的竟有七八人之多。後來，在事物紀原、物原、壹是紀始等書里，每提到一種發明的創始者，又從不給出所根據的證據來，結果更不敢輕于依據。

其次是：真正作出發明創造的人或自己不會用文字記載，或因社會上不予重視之故而沒有加以記載。一部分幸而被記載的又多出于當時或後世的文人。他們

在記載時多在文字的簡練上注意，同時又不真正了解這些發明創造的內容，以致或過於簡略、或記載失實、或過分誇大、或故事神奇、或詳於記載外形和表面的作用而略於記載內部的結構及傳動的機構，使後人無法根據記載而加以全部地了解。我記得在中學讀書的時候，教歷史的先生曾批評：在二十四史里边以宋史寫的最為蕪雜（實際上是寫的最詳細，過去一般文人認為不合前此寫歷史的傳統）。其實，自後漢張衡以後，歷代的天文儀器、指南車、記里鼓車等發明，如果沒有宋史輿服志及律曆志上幾段比較詳細的記載供我們研究探索，簡直是無法加以了解，只有歸之於“失傳”了事。

我國向來不甚重視對於器物的繪圖，結果有不少古代的發明創造，因為沒有繪圖的幫助，很難把它們搞明白。到宋代以後的著作中才好了些。但是圖的画法往往不完全合理，有時甚至還有錯誤。

又我國古書上的記載，多沒有句讀，有時文字更非常費解。如“左右龜鶴各一”和“三寸少半寸”等句子，費了長時間的思索和討論，才搞清楚。有的直到現在還搞不十分清楚。這都是進行這一工作的困難。

以上是就着我國古代所有的各種科學技術說的。因為這本書是專門論述我國古代機械工程方面的發明的，所以下邊將專門論述有關機械工程的东西。

三、機械對於人類的關係和它發展的程序

機械的發明是人類區別於其它動物的一項主要標誌。恩格斯在他所著的自然辯證法上說：“沒有一隻猿手曾經製造過一把即使是最粗笨的石刀。”⁽¹⁾可見開始發明創造機械是人類離開其他動物的一个根本特征。

人類發明創造機械的動力是迫於生產和生活上的需要。

當人類創造出機械以後，首先就能增加生產力和提高勞動生產率。緊接着就影響到生產方式和生活方式。以後又根據機械的發展和逐步提高，人類的社會組織也就隨着前進。所以機械的發生和發展是推動人類社會前進的一種重要因素。

無論在那一個民族，機械的發明和發展都是先由幾種簡單機械開始，如石刀、石斧等。在用它們進行工作的时候，所需要的原動力是直接出自人的本身。利用這些簡單機械，只是能够省力或便於用力。人直接用手作不到的工作利用這些機械就能作到。第一步的發展是在一定的短時間以內會設法儲蓄一部分本身所出的

註(1) 恩格斯：自然辯證法，第138頁，人民出版社，1955年。

力量，使需要的时候再发出来，如弓箭上所利用的弹力，舞鑽上所利用的慣力等等。原动力仍是出于人的本身，但是利用机械在一定短時間以內儲蓄一下，有时就便于工作。第二步的发展是能使几种简单机械互相合併成为比較复杂的机械，以便达到比較复杂的目的，如剪刀是由尖劈和槓桿合併組成等等。第三步，也是很大的一步发展，是在本身以外能利用其他的原动力。开始时先找到利用牲畜力，后来更发明利用风力、水力和热力，如各种风輪、各种水輪和各种热机等。結果，使机械对人类的生产力和劳动生产率更大为提高。第四步就是向着半自动化和自动化发展，所需要的人力将越来越少，也可以說是人的劳动生产率会越来越高。对于以上各阶段的发展过程，在我国机械工程发明史上都有一定的表現。

又就我国的考古資料和有文字記載的史料看，粗制的石器，即机械工程发明的开始，至少已有五六十万年的历史，而在本身以外找到其他原动力，則只有四五千年的历史。就是說，在本身以外找到其他原动力来帮助或代替我們作工的一段时间和已发明机械但是原动力仍出自本身的一段时间相比，只不过是百分之一。但是因为它对人类生产力的影响越来越大，社会的进展也就越来越快了。

四、机械的定义和我国對於机械定义的表现

打算研究机械工程发明史应当首先了解一些有关机械的基本知識。什么叫做机械是首先应当加以了解的一项。

什么叫做机械？是不大容易回答的。苏联奥德薩工业大学 В. А. 多布罗窝利斯基教授(В. А. Добровольский)曾于 1955 年 3 月向大連工学院机械零件教研組函問我国古代給机械这一概念下的定义。他們来信問我。我当时曾以东汉許慎所著的說文解字上对机字的解释答覆他們，即：“主发謂之机”。后来我又深入地思索了一下，認為許慎給机字下的定义主要是对弩机上叫做“机”的那一件而言。若把它作为机械的定义不够全面。不如根据庄子上所載的子貢（公元前 520—456 年）对汉阴丈人所說的話⁽¹⁾，規定为“机械是能使人用力寡而成功

註(1) 莊子外篇天地第十二：“子貢南遊于楚，反于晉。过漢陰，見一丈人，方將为圃畦。鑿隧而入井，抱甕而出灌。搢搢然用力甚多而見功寡。子貢曰，有械于此，一日浸百畦，用力甚寡而見功多，夫子不欲乎？为圃者仰而視之，曰：奈何？曰：鑿木为机，后重前輕，挈水若抽，数如沃湯，其名为槔。为圃者忿然作色而笑曰，吾聞之吾師，有机械者必有机事，有机事者必有机心。机心存于胸中，則純白不备，純白不备則神生不定，神生不定者道之所不載也。吾非不知，羞而不为也。”

多的器械。”就是說我国在公元前五世紀，子貢就給机械下了一个定义，是：“能使人用力寡而成功多的器械。”后来韓非子上也有同样的說法⁽¹⁾，并且有了初步的經濟观点。

在西洋第一位对于机械提出定义的人是凱撒时代（公元前一世紀）羅馬的一位建筑工程家味多維斯（Vitruvius，王徵远西奇器图說上譯作未多）。他給的定义是：“机械是由木材制造且具有相互联系的几部分所組成的一个系統，它具有强大的推动物体的力量。”他还对机械和工具作了区别。他說：“机械和工具的区别似乎在于：机械的开动要用大量人力，消耗很多的能量；而工具只要一个人熟練的操作就可以作出所要求的工作。”

到公元 1724 年，德国来比錫的一位机械士廖波尔特（Leopold）把机械和工具統一起来，給出一个比較进步的定义。即：“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時間和力量的地方，它能作到节省。”他明确的表示出机械的目的。在提出运动概念的同时，也提出了時間和力量的概念，并提出經濟上的考虑。

在十九世紀晚年和二十世紀初年的几本机械原理的教科書里边有下列的几种定义：

(1) “机械是高級的生产工具。”（維尔特，公元 1871 年）

(2) “机械者，無論其式样如何，大小如何，皆用以变化运动与力量者也。”

（Rankine）

(3) “机械者，固定部分与运动部分之組合体，介乎能力与工作之間，所以使能力变为有用之工作者也。”（Keown，公元 1912 年）

(4) “机械者，两个以上之物体之組合体，其相对运动皆繼續受一定之限制，使一种能力由之变化或传达，以作一种特別之工作者也。”（McKay，公元 1915 年）

我在 1930 年編輯机械原理一書时，曾参考以上各种教本規定了下列的一个定义：

“机械者，两个以上之物体之組合体，动其一部則其余各部各发生一定之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。”

註 (1) 韓非子卷第十五，难二第三十七：“舟車机械之利，用力少，致功大，則入多。”

這本書在1935年才出版。1937年以後，清華大學採用的時候，我曾改訂如下：

“機械者，兩個以上具有抵抗力的機件的組合體，動其一件，則其餘各件，除固定的機架以外，各發生一定的相對運動或限制運動，吾人得利用之使一種天然能力或機械能力發生一定之效果或工作者也。”

1955年，前邊提到的蘇聯奧德薩工業大學B. A. 多布羅窩利斯基教授在他寫的“機械這一概念的發展和進一步明確的必要性”一篇論文中，規定了下面一個較好的定義：

“機械是為人所使用的勞動工具，在這個勞動工具中，形狀和尺寸適合的部分是由能經受很高壓力（阻力）的材料所製成；在引入能量的不斷作用下，能完成適合的實際上有利的運動和動作；這些運動和動作是人們為完成技術和工藝目的所必要的。”

總起來看，我國在最近四五百年，對於機械工程的发展雖說落後於西洋，但在兩千多年以前就對於機械提出了定義，在時間上約早於西洋四個世紀。

五、 機械的分類和我國對於各類機械發明上的表現

機械的種類已經太多了。從前有人作過一些分類，但是就目前的狀況說，這些分類法多不夠全面。現在僅就各類機械顯著的特點分為下列七大類：

1. 簡單機械

簡單機械是人類最初發明的機械，如尖劈、槓桿、輪軸、斜面與螺旋等。過去一般人多叫它們為生產工具，不叫作機械。其實若就近年以來我們給機械下的定義說，它們都應當歸入機械之內。有人認為它們的構造過於簡單，且不作工時，似乎只有一件，和前邊所說的定義不合。但是細加分析，任何簡單機械，當用它作工時，總是有另一件配合它。不但槓桿必須有一個支點或轉軸，就是尖劈，當工作時，都可以想象使被劈物體的一邊離開，是我們要達到的目的，被劈物體的另一邊，則起着配合尖劈完成它的功用的作用，同時又有一定力量和運動的關係。所以在構造上雖說是很簡單，但原理上則都是機械。它們的特點是被人類發明的最早，構造上特別簡單就是。後來的多數複雜機械，多包含着它們的一種或幾種作為組成的部分。

2. 發動機或原動機

這一類機械的主要特點是改變能力的種類，就是把不適於直接作工的他種能

力改变为适于工作的机械能力，如风輪、水輪、热机中的蒸汽机、蒸汽輪、內燃机、燃气輪等。它們所有的运动多是比較簡單。最大多数是发生迴轉运动，少数是发生往复运动，也有的是先发生往复运动再改变为迴轉运动的。

3. 工作机

这一大类包括的太多了。任何一个生产工厂，都根据它的产品有它一定的工作机。如一个机械制造厂有它一定数目的工作机，一个紡織厂有它一定数目的工作机等等。但是所有工作机都有一个很明显的特點，就是加入它的已經是机械能力。無論是由皮带带动，由繩輪带动，由鏈輪带动，由电动机带动，甚至由一种发动机直接带动，加入的总是机械能力，經過工作机的各部最后工作的地方，性質上仍是机械能力。

4. 傳动机

这一大类是介乎发动机和工作机之間的一部分。它由发动机接受的是机械能力，最后它給予工作机的仍然是机械能力。只是传达过去，本身并不作什么工作。有时也許有便于分配的好处。有时在它传动的同时担负着一定的运搬任务。这一大类原可認為是一种传动的机件，不必另分成是一种机械。但为清楚起見，专立一大类也未尝不可。

5. 仪表

在这一大类，加入的也許是一种天然能力，如风速表、水的流速表等，也許是一种机械能力或电磁能力，經過各部分的传达或变换以后，最后只表現一种效果。我們一般的不說它是发出了什么工作（当然严格的說起来，表上的一个指針反抗摩擦力而移动，也是一种工作的表現）。

6. 反用发动机原理的机械

就是（2）項的反用。如鼓风机、压气机、排水机、制冷机和排热机等等。它們的特点与（2）类恰相反，加入它們的是机械能力，所得的結果則是气体速度的增大，气体压力的增高，水位升高，水压增大及热能的被移出等。它們的运动也是比較簡單，和各种发动机相同，只是在功用上恰恰相反，所以我把它們定为反用发动机原理的一类机械。

7. 发电机与电动机

发电机与电动机又是另一种特殊机械。不少的人把它們也列入发动机之內，但实际上是很有不同的地方。发电机所接受的是某一种发动机所发出的机械能

力，所发出的是电能力。电能力的应用很多，可以变为热能力，如电爐；可以变为光能力，如电灯；可以变为磁場能力，如电磁；可以变为化学能力，如电解。这些性質就不象一种发动机。但若把发电机所发的电能力直接供給一个电动机，則电动机所发出的又是机械能力，并且多半是供給工作机之用。所以就全部說起来，发电机和电动机可以說是介乎发动机和工作机之間的一种东西。发电机接受的是一种发动机的机械能力，电动机供給工作机的仍是机械能力，只是便于动力的分配和就传达动力說，比較經濟而已。就是說：若单就一个电动机直接带动工作机說，似乎同一个发动机相当，但若把发电机和电动机合併起来看，它們又恰和一个传动机相当。所以最好自列一类。

除去发电机和电动机以外，在所有其他种类的机械里边，我国古代多有一定的发明創造（当然古代西洋也沒有发电机和电动机），而且按发明的年代說，我們的多比較早。只是在十四世紀以后，特別在西洋工业革命以后，我們才逐漸落后了。

六、各种机械的功用和我国古代劳动人民

對於各种功用的掌握

一种机械有一种机械的功用。因为机械的种类太多了，它們的功用似乎是說不完的。但是若在原理上归納一下，所有机械的功用可以分为下列六大类：

1. 改变不适于直接作工的能力为机械能力

这一类都是改变一种不适于直接作工的天然能力为适于直接作工的机械能力。如各种风輪是改变风的动能力为机械能力的机械；各种水輪是改变水的动能力为机械能力的机械；各种热机是改变各种燃料燃烧时所发出的热能力（原子能发电站是改变原子分裂时所发出的热能力，原理上也是热机的一种）为机械能力的机械等。

2. 改变力量的大小

这一类多为用較小的力量使发生較大的力量，如各种起重机、压力机等。人类最初发明的机械多属于这一类。因为那时人类在生产上遇到的困难多是力量有所不足。子貢称机械的特点是“用力甚寡而見功多”，味多維斯給机械的定义着重提出“它具有强大的推动物体的力量”，都可以說明这一点。