

#44
721023

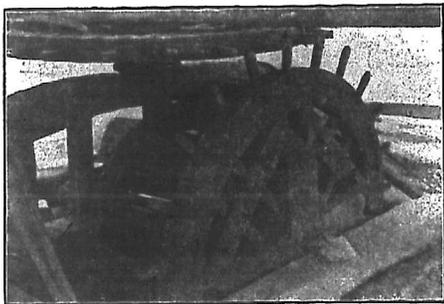
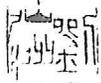
7-1023

中國機械工程史料

劉仙洲編

北京圖書館惠存

劉仙洲贈



本書著者編著各書

書名	定價	出版處
機械原理(大學叢書)	精裝本三元五角 平裝本二元五角	商務印書館
經驗計畫(大學叢書)		全上
機械學	一元	全上
機械學習題解答	二角	全上
蒸汽機(學藝叢書)	一元	全上
內燃機(工學小叢書)	五角	全上
內燃機關(學藝叢刊)	二角五	全上
英漢對照機械工程名詞草案	七角五	中國工程師學會
熱機學	——	編輯中

中國機械工程史料

目 錄

一. 緒論

二. 普通用具

1. 刀
2. 斧斤
3. 鑿
4. 鋸
5. 秤斗尺
6. 規矩準繩
7. 鑽
8. 錐
9. 鎌
10. 剪刀

三. 車

1. 關於所以發明車之原理者
2. 關於發明車之人者
3. 服牛乘馬
4. 澆道車
5. 木牛流馬
6. 飛車

四. 船

1. 關於所以發明船之原理者
2. 關於發明船之人及歷代發展之情形者
3. 千里船
4. 輪船
5. 皮船
6. 螺舟
7. 腳踏車船

五. 農業機械

1. 艾
2. 鋤
3. 推鏟
4. 鎊
5. 耒耜
6. 犁
7. 牛犁
8. 耨犁
9. 踏犁
10. 木牛
(又名代耕)
11. 杵臼
12. 舂
13. 碓
14. 水碓
15. 磙
16. 磨, 磨磨
17. 水磨
18. 磨
19. 連磨
20. 水磨, 連二水磨
21. 水轉連磨
22. 碾

- | | | |
|----------|-----------|-----------|
| 23. 鞞礮 | 24. 水礮 | 25. 水輪三事 |
| 26. 水擊錘羅 | 27. 颶車或扇車 | 28. 舂車與磨車 |

六. 灌溉機械

- | | | | |
|---------|---------|----------|----------|
| 1. 桔槔 | 2. 戽斗 | 3. 轆轤 | 4. 刮車 |
| 5. 翻車 | 6. 牛轉翻車 | 7. 水車 | 8. 水轉翻車 |
| 9. 風轉翻車 | 10. 筒車 | 11. 蠶轉筒車 | 12. 高轉筒車 |

七. 紡織機械

- | | | | |
|--------------|--------------|---------|--------|
| 1. 木棉攪車 | 2. 軋車 | 3. 木棉紡車 | 4. 水轉大 |
| 紡車 | 5. 緯車 | 6. 木棉撥車 | 7. 木棉線 |
| 架 | 8. 經架 | 9. 木棉軋床 | 10. 繰車 |
| 11. 絮車 | 12. 機筘 | 13. 花機 | 14. 蟬車 |
| 15. 小紡車(紡蔴者) | 16. 大紡車(紡蔴者) | 17. 布機 | |
| (藍布機) | 18. 繩車 | | |

八. 兵工

- | | | | |
|--------------|-------|-------|-----------|
| 1. 兵 | 2. 弓矢 | 3. 袖箭 | 4. 雲梯, 衝車 |
| 5. 飛梯 | 6. 槍 | 7. 火槍 | 8. 礮 |
| 9. 關於火礮西傳之記載 | | | |

九. 燃料

- | | | | |
|------|------|-------|---------|
| 1. 炭 | 2. 煤 | 3. 石油 | 4. 天然煤氣 |
|------|------|-------|---------|

十. 計時器

1. 漏
2. 田漏
3. 鐘表

十一. 雕板印刷

1. 刻板
2. 活字板
3. 套板
4. 紙

十二. 雜項

1. 和風鳥
2. 候風羽
3. 風車
4. 水力游戲
5. 水力天文儀器
6. 水排
7. 風箱
8. 唧筒
9. 水鎗
10. 油榨
11. 紙鳶
12. 木鳶
13. 火澆布
14. 風扇
15. 記里鼓車
16. 以機作樂, 風琴
17. 鴉價
18. 水冷屋宇法
19. 走馬燈
20. 磨床
21. 鼓床
22. 磨鋼法
23. 淬火與退火
24. 分工之理
25. 車上加帆

十三. 西洋輸入之機械學

中國機械工程史料

一. 緒論

搜集中國機械工程史之材料，頗感相當困難，其主要之原因，有下列四種：

1. 在秦漢以前，國人對於工程上之發明，雖比較重視（註一），然所有記載，如諸子，世本及易傳等；關於古代發明之記載，多係本之傳聞或個人之武斷，其結果遂多不甚可靠。如車之發明，據各書所記載竟有四五人之多。舟之發明，據各書所記載竟有七八人之多。而當時通病，更好將一切發明，都歸於所謂「聖王」之手，如庖犧，神農，黃帝，堯，舜等（註二）。所以總覺渾沌渺茫，不能據以確下斷語。

2. 在秦漢以後，國人對於工程上之發明，又易為輕視，以致所有發明，多無記載。其幸而未被湮沒者，多得之於筆記雜記等著作之中，不但正史中鮮有敘述，即一般人認為比較重要之著述中，亦不以此種發明為學術上之材料。如漢丁緩所製之七輪扇，只於劉歆所著之西京雜記見之。宋畢昇發明之活字版，只於沈括所著之夢溪筆談見之。其無人加以記載，歷時既久，不知何時及何人所發明者，不知凡幾。

3. 真正發明之人，或自身不能記載，或雖能記載，因社會上不認為係一種學術之故，而未加記載。其實際記載者，多出於當時或後世之文人，以致每有記載失實或過事誇大之處，如諸葛武侯集所載之「作木牛流馬法」（註三），王徽傳所載之「每春夏播耕，多為木偶以供驅策，或舂者，



或鏡者，或汲者，或炊者，或操餅杖抽風箱者，機備轉捩，宛如生人……」等，多超出機械原理之外，未免過於玄妙，且就彼等之時代論，尤為不可能之事。

4. 我國向來不甚注重關於器物之繪圖，不似埃及等國每將當時應用器物表現於雕刻或建築之上，以資考証。

因以上四種原因，使中國機械工程史發生下列五種結果：

1. 一種機械上之發明，實際上未流傳至今，亦未經任何人加以記載，遂根本歸於湮沒。

2. 一種機械上之發明，實際上已流傳至今，惟未經任何人加以記載，遂不知創始於何代，發明於何人，如農用之扇車，鼓風用之風箱等皆是。

3. 一種機械上之發明，實際上未流傳至今，然有不甚明瞭之記載，因無圖可考，不能確知其構造，如墨子之木鸞，祖冲之之千里船，馬得丹之記里鼓等皆是。

4. 一種機械上之發明，實際上已流傳至今，惟經多人加以不同之記載，無法斷定其確係何時何人所發明，如車船等是。

5. 一種機械上之發明，實際上已流傳至今，亦有人加以記載，惟記載之文，過於誇大，或過於「神話化」，與實際之機械，幾判若兩事，致記載自記載，機械自機械，如諸葛亮之木牛流馬是。

茲將搜集所得，分類述之於後，以供他日編輯中國機械工程史之參考。

註一·世本為吾國最古之史學書，其中「作篇」一部，專記載古代發明創造之事。與後世歷史對發明創造不加記載者不同。

易經繫辭曰·備物致用，立成器以爲天下利，莫大乎聖人·

周禮考工記曰·智者創物，巧者述之·守之世，謂之工·百工之事，皆聖人之作也·燧金以爲刃，凝土以爲器，作車以行陸，作舟以行水，此皆聖人之所作也·

註二·參看燕大月刊國學專號顧龍岡「論易繫辭傳中觀象制器的故事」及史學年報第二卷第一期，齊世和著「黃帝之制器故事」·

註三·見後·

二. 普通用具

1. 刀

古史考 燧人氏鑄金爲刀。

二儀寶錄 黃帝采首山之銅作刀。

發明時期，約在公元前 3219 年至 2599 年之間（根據劉大白編
五十七世紀中國歷年表燧人氏及黃帝之年代，下做此）。

合於機械之理 尖劈 (wedge)。

2. 斧斤

周書 神農作斧斤。

古今事務類考 神農作斧斤。

發明時期，約在公元前 3218 年至 3079 年之間。

合於機械之理 尖劈。

3. 鑿

事務新珠 鑿所以穿木，軒轅制。

古史考 孟莊子作鑿。

發明時期，約在公元前 2698 年至 2599 年之間。

合於機械之理 尖劈。

4. 鋸

物原 軒轅作鋸。

古史考 孟莊子作鋸。

發明時期，約在公元前 2698 年至 2599 年之間。

5. 秤斗尺

呂氏春秋 黃帝使佶倫取竹於崑崙之嶠谷，爲黃鐘之律，而造權衡度量。蓋因其所勝輕重之數而生權，以爲銖兩斤鈞石，則秤之始也。因其所譜長短之數而生度，以爲分寸尺丈引，則尺之始也。因其所受多寡之數而生量，以爲合龠升斗斛，則斗之始也。

漢書律歷志 衡者，銖兩斤鈞石也，亦起於佶倫，以黃鐘一龠，容千二百黍重十二銖，二十四銖爲兩，十六兩爲斤，三十斤鈞，四鈞爲石。

發明時期，約在公元前 2698 年至 2599 年之間。

合於機械之理 槓桿 (Lever. 貝就秤言)。

6. 規規準繩

月子 古者僎爲規規準繩 (公元前 2377 年至 2208 年，即堯初至舜末，因路史言，堯命僎爲工，又言靈命爲宗工)。

發明時期，約在公元前 2377 年至 2208 年。

7. 鑄

物原 魯般作鑄。

發明時期，約在公元前 530 年左右。

8. 錘

古史考 公輸子作筮。

發明時期，約在公元前 530 年左右。

合於機械之理 尖劈。

9. 鎌

說苑 孔子聞吾丘子振鎌而哭。

發明時期，當在孔子以前，即公元前 550 年以前。

合於機械之理 尖劈。

10. 剪刀

淮南原始 剪，古史考曰，鐵器也，用以裁布帛，始於黃帝時。

清異錄 上饒葛鐵精而工細，余中表以剪刀二柄遺贈，皆交股屈環。

發明時期，約在公元前 2600 年左右。

三. 車

1. 關於所以發明車之原理者

淮南子 說山訓 見飛蓬轉而知爲車。

記論訓 古者肩負僂之勤而作，爲之刻輪建輿，駕馬服牛，民以致遠而不勞。

通典 上古堯人，視蓬轉而爲輪，輪行可載，因物知生，復爲之輿，輿輪相承，流轉罔極，任重致遠，以利天下，此車之始也。

紹物聞智 見轉風之蓬不已者，於是制乘車，橫木爲軒，直木爲轅，以登太上，故曰軒轅氏。

2. 關於發明車之人者

古史考 黃帝作車。

呂氏春秋 奚仲作車。

世本 奚仲作車。

山海經 番禺生奚仲，奚仲生吉光，吉光是始以木爲車，郭璞註云，世本言奚仲作車，此言吉光，明其父子創意也。

荀子 奚仲作車乘，楊倞註云，奚仲夏車正，黃帝時已有車服，故謂之軒轅，此云奚仲，亦改制也。

3. 服牛乘馬

物原 伏羲始乘牛馬。

古史考 少昊時駕牛，奚仲駕馬。

世本 該作服牛，租土作乘馬，禹時奚仲制馬車。

呂氏春秋 王冰作服牛。

就以上之記載觀之，可知發明車之人之年代，最遠者為黃帝，最近者為奚仲，即在公元前 2698 年（黃帝初）至公元前 1766 年（夏末），即車之發明，已約有四千年之歷史也。

4. 澆道車

後漢書引張傳 作翻車渴烏，施於橋西，用洒南北郊路，以省百姓澆道之費（註，翻車設機車以引水者，渴烏為曲筒以氣引水上也），時期約在公元 180 年左右。

5. 木牛流馬

三國志蜀書諸葛亮傳 建興九年（公元 231 年），亮復出祁山，以木牛運糧，……十三年春（公元 234 年），亮悉大衆由斜谷出，以流馬運。

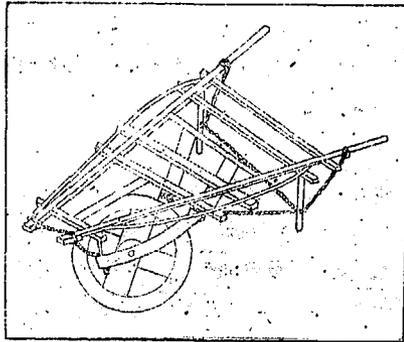
諸葛亮集 作木牛流馬法，木牛者，方腹曲頭，一腳四足，頭入領中，舌著於腹，載多而行少，宜可大用，不可小使，特行者數十里，羣行者二十里也。曲者為牛頭，雙者為牛脚，橫者為牛領，轉者為牛足，覆者為牛背，方者為牛腹，垂者為牛舌，曲者為牛肋，刻者為牛齒，立者為牛角，經者為牛鞅，攝者為牛鞵，軸半仰雙轅，人行六尺，牛行四步，載一歲糧，日行二十里，而人不勞。流馬尺寸之數，肋長三尺五寸，廣三寸，厚二寸二分，左右同前，軸孔分墨去頭四寸，徑中二寸，前脚孔分墨二寸，去前軸孔四寸五分

，廣一寸，前杠孔去前脚孔分釐二寸七分，長二寸，廣一寸，後軸孔去前杠分釐一尺五分，大小與前同。後脚孔分釐去後軸孔三寸五分，大小與前同。後杠孔去後脚孔分釐二寸七分，後截割去後杠孔分釐四寸五分，前杠一尺八寸，廣二寸，厚一寸五分，後杠與等板方樑二枚，厚八分，長二尺七寸，高一尺六寸五分，廣一尺六寸，每枚受米二斛三斗，從上杠孔去肋下七寸，前後同。上杠孔去下杠孔分釐一尺三寸，孔長一寸五分，廣七分，八孔同。前後四脚廣二寸，厚一寸五分，形制如象，軀長四寸，徑而四寸三分，孔徑中三脚杠長二尺一寸，廣一寸五分，厚一寸四分，同杠耳。

事務紀原 蜀相諸葛亮之出征，始造木牛流馬以運餉。蓋巴蜀道阻，便於登陟耳。木牛即今之小車有前轆者，流馬即今之獨推者是。而民間謂之江州車子，按後漢郡國志，巴蜀有江州縣，是時劉備全有巴蜀之地，亮之創始，作之於江州縣，當時云然，故後人以爲名也。

獨輪小車圖

(採河工器具圖說)



吾國人每一言及吾國之機械工程，極易想到諸葛亮之木牛流馬，以為係人工所成之牛馬，能自動的代人運糧。後人莫名其妙，只有歸咎於失傳。不知無論就工作之原理言，就當時機械工程之程度言，皆為不可能之事。宋高承事務紀原所載，以木牛為小車之有前轆者，流馬為獨推之小車，似極為合理。善巴蜀道阻，以當時之大車運糧，或為不可能，以人及牲畜運糧，亦係事倍功半。若創造一種獨輪小車，已屬一種極大之進步矣。

6. 飛車

志怪 奇肱國民，能為飛車，從風遠行，至於冀州，傷破其車，不以示民。十年西風至，復使給車還歸。

玉海七十八引曰 湯時（公元前1765年至 1760 年）奇肱國民能為車，從風遠行，湯時西風，奇肱車至於豫州。

山海經 海外西經，奇肱國善製飛車，游行半空，日可萬里。

此直與最近速率最高之飛機相似矣！以當時機械工程之程度言，亦為絕對不可能之事，或只是一種寓言耳。

四． 船

1. 關於所以發明船之原理者

世本 古者觀落葉浮，因以爲舟。

淮南子 見窾木浮而知爲舟。

2. 關於發明船之人及歷代發展之情形者

釋名 黃帝造。

拾遺記 軒轅變乘桴以造舟楫。

易繫辭 黃帝氏作，剡木爲舟，剡木爲楫。

呂氏春秋 處鳩作。註，黃帝臣。

物理論 化狐作。全

山海經 番禺作。全

世本 鼓貨狄作。全

發蒙記 伯益作。全

墨子 工倕作。

物原 遂人以匏濟水，伏羲始乘桴，軒轅作舟楫，顓頊作篙槳，帝堯作楫舵，堯作維索，夏再作舵加以篷從帆檣。

就以上之記載觀之，可知各書所載關於發明船之人，極不一致。物原所載，自以匏濟水，依次加以篙槳楫舵，篷從帆檣。對於發明及改良之順序言，雖較爲合理（一種較爲複雜之機械，決無一時完成者，恆係由比較簡單之結構，逐漸改良，日趨於複雜），然一律歸於幾位所謂古時之「聖王」，則未免過於牽強。

又就所載發明船之人之年代言，最遠者爲黃帝時，最近者爲禹時，即在公元前 2698 年至公元前 2198 年之間，可知船之發明，至少亦在四千一百餘年以前也。

其後關於所造之船之大小，歷史上記載者不少，茲擇述數條於下：

1. 漢書 武帝作昆明池，欲伐昆明夷，教習水戰，作豫章船，一艘載一千人。
2. 晉書 王濬爲益州刺史，謀伐吳，造戰艦大船連舫，方百二十步，受二千餘人，以木爲城，起樓櫓，開四出門，其上馳馬往來。
3. 隋書 楊素造大艦，名曰五牙，上起樓五層，高百餘尺，左右前後置六拍竿，並高五十尺，容戰士八百人。
4. 明史鄧和傳 永樂三年六月，命和及其僮王景弘等，通使西洋，將士卒二萬七千八百餘人，多齎金幣，造大船，修四十四丈廣十八丈者六十二。

由此觀之，可知吾國在公元 1400 年以前，即能造與今日萬噸左右之海輪大小彷彿之大船矣。

3. 千里船

南齊書祖冲之傳 造千里船，在江陵試之，日行數百里（南齊自公元 479 年至 510 年）。

構造不詳。

4. 輪船

新唐書太宗九王傳 曹王教爲戰艦，挾二輪踏之，鼓水疾進（唐太宗，公元 627 年至 649 年）。

宋史岳飛傳 楊么浮舟湖中，以輪激水行，旁置槳竿，官舟迎之輒碎。

由此觀之，可知吾國在七世紀之初，已有用輪之船，惟原動力係用人力，其構造無法詳考。

5. 皮船

後漢書 魏羌伐鄧訓令長史任高縫革爲船，置於簾上以渡河，掩擊迷唐。

蘇州府志 王某郡中漆匠，至正閏（元順帝年號，公元 1341 年至 1367 年）嘗以牛皮製一舟，內外備以漆，解卸作數節，載至上都，游滌滌河中，可容二十人。

6. 螺舟

拾遺記 秦始皇好神仙之事，有宛渠之民，乘螺舟而至，舟形似螺，沈行海底而水不浸入，一名淪波舟，所載恐不可靠。

7. 腳踏車船

夢梁錄（宋吳自牧撰）買秋家所造車船，俱用腳踏而行，其速如飛。

五· 農業機械

1. 艾

穀梁傳 一年不艾而百姓飢。

方言 刈鉤，自關而東謂之鏹，或謂之鏹。

三才圖會 鏹似刀而上彎，如鏹而下直，其背指厚，刃長尺許，柄盈二握，又謂之彎刀。以艾草禾，或斫柴篠。

農書 艾，穫器，今之鈎鏹也。

合於機械之理 尖劈。

此外尚有鏹，鏹鏹，鏹，鏹等，均與此大同小異，茲不具述。

見農書及農政全書。

2. 鉏

一名鏹，一名耨，一名鋤。

周書 禮農時天雨粟，帝種之，作鉏以耨草莽，然後五穀興。

世本 耨作耨。

釋名 耨，鉏類。

廣雅 鉏謂之耨。

發明時期，約在公元前 3218 年至 3079 年之間。

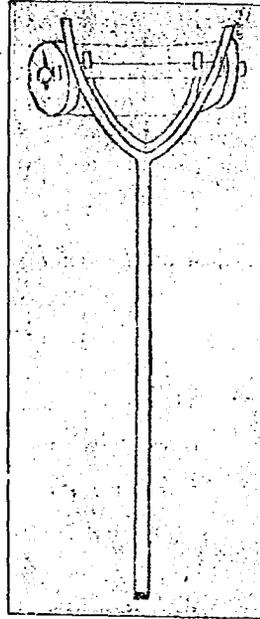
合於機械之理 尖劈。

此外尚有鏹，耨，鏹，鏹，鏹，鏹，鏹等，均與此大同小異，茲不具述。見農書及農政全書。

3. 推鏹

農書 推鎌，斂禾刃也。如喬麥熟時，子易焦落，故制此具，便於收斂。形如假月，用木柄長可七尺，首作兩股短叉，架以橫木，約二尺許，兩端各穿小輪則轉，中嵌鑲刃，前向仍左右加以斜杖，謂之蛾眉杖，以聚所割之物。凡用則執柄就地推去，禾莖既斷，上以蛾眉杖約之。乃回手左推成穗，以離舊地，另作一行。子既不捐，又速於刃刈數倍，此推鎌體用之效也。

發明時期，在公元 1600 年以前。



推鎌圖

(採農政全書)

1. 鋤，一作鋤

農書 凡造鋤，先鍛鐵為鋤背，厚可指許，內嵌鑲刃，如半月而長。下帶鐵條以插木柄，截木作榫，長可三尺有餘，廣可四五寸。榫首置木筭，高可四五寸，穿其中以受鋤者。

發明時期 待考。

合於機械之理 尖劈，槓桿。

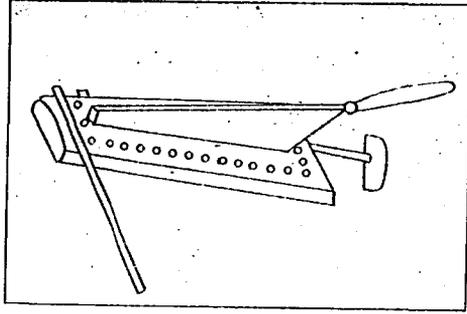


圖 1 (採農政全書)

5. 耒耜

易繫辭 庖犧氏沒，神農氏作，斲木爲耜，揉木爲耒，耒耜之利，以教天下。

白虎通 古者人食禽獸肉。神農時，人多禽獸不足，神農乃因天時地利制耒耜教民農作。

說文 耒，手耕曲木也。耜，耒端木也。古者垂作耒耜以教民。

發明時期，約在公元前 3218 年至 3079 年。

合於機械之理 尖劈，槓桿。

6. 犁

山海經 后稷之孫叔均所作。

耒耜經 農之言也耒耜，民之習通謂之犁。冶金而爲之曰犁鏡，曰犁壁，斲木而爲之曰犁底，曰壓鑿，曰策頰，曰犁箭，曰犁轅，曰犁梢，曰犁評，曰犁建，曰犁鑿。木金凡十一事。

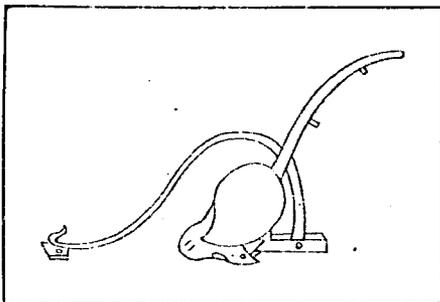
農書 犁，鋤田器。釋名曰，犁，利也。利則發土絕草根也。利從牛，故曰犁。

發明時期，約在公元前 2150 年左右。

7. 牛犁

齊民要術 趙過始為牛耕，實勝耒耜之利。

趙過，漢武帝時人，故發明時期約當公元前 140 年至 87 年之間。



牛犁圖 (採農政全書)

8. 耨犁 一名耨犁，又名耨車。

崔寔正論 漢武帝(公元前 140 年至 87 年)以趙過為搜粟都尉，教民耕殖。其法三犁共一牛，一人將之，下種掩耨，皆取備焉。日種一頃。今三耨尤賴其利。自註云：按三犁共一牛，若今三脚耨矣。然則耨之制不一，有獨脚兩脚三脚之異，若今燕趙齊魯之間，多有兩脚耨，關以西有四脚耨，但

添一牛，功又速也。

魏志略 皇甫隆爲蠡煌太守，民不知耕，隆乃教民作耨犁，省力過半，得穀加五。



耨犁圖(採日本版天工開物)

9. 踏犁

宋史 淳化五年(公元 994 年)三月癸亥，內出踏犁數十具，分給宋墜人戶。先是太子中允武城，獻踏犁一具，不用牛，以人力運之。至是上以宋墜間牛多死，求得此制，令尚方官造成數千具，遣直史館陳堯叟齎於宋州，以給與貧民。景德二年(公元 1005 年)又出踏犁式付河北轉運使。

10. 木牛

南越筆記 木牛者代耕之器也。以兩人字架施之，架各安轆轤一具，轆轤中繫以長繩六丈。以鐵安繩中，以貫犁之曳鉤。用時，

一人扶犁，二人對坐架上，此轉則犁來，彼轉則犁去；一手能有兩牛之力，耕具之最善者也。

11. 杵臼

檀子新論 伏犧制杵臼。

黃帝內傳 帝既斬蚩尤，因服杵臼。

易繫辭 神農氏沒，黃帝堯舜氏作，斲木爲杵，掘地爲臼，臼杵之利，萬民以濟。

世本 雍父作舂杵臼。

呂氏春秋 赤冀作杵臼。

唐韻 雍父作杵臼。

農書 古聖人教民杵臼，而粒食資焉。後乃增廣制度而爲碓爲硯爲磨爲碾等具，皆本於此。發明時期，公元前3200年以前。



杵臼，春圖

(採天工開物)

12. 春

世本 雍父作春，黃帝臣也。

發明時期，公元前 2698 年至 2599 年。

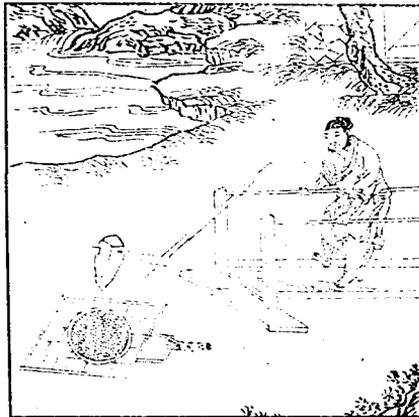
13. 碓

桓譚新論 伏犧制杵臼之利，後世加巧，因借身重以踏碓，而利十倍。

物原 軒轅臣雍父作碓。

農書 碓，舂器，用石，杵臼之變也。

發明時期，公元前 2698 年至 2599 年。



碓圖
(採天工開物)

14. 水碓

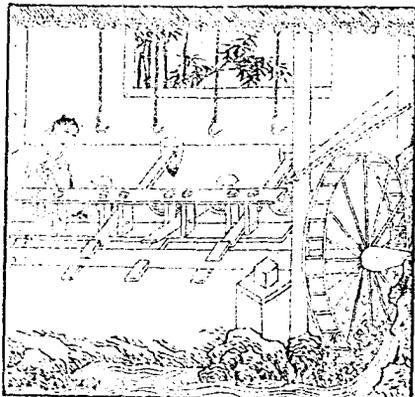
物原 后稷作水碓，利於踏碓百倍。

後漢書西羌傳 水舂河漕，用工省而軍糧足。注，水舂，即水碓也。

孔融肉刑論 賈者所制，踰於聖人。水碓之巧，勝於斲木掘地。

農書 杜預作速機碓……王隱晉書曰，石崇有水碓三十區，令人造作水輪，輪長可數尺，列貫橫木，相交如滾槍之制。水激輪轉，則輪間橫木，間打所排碓稍，一起一落舂之，即速機碓也。凡在流水岸傍，俱可設置。

事物原會 晉杜預作速機之碓，藉水轉之。



水碓圖

(採天工開物)

合於機械之理 水輪，橫桿，凸輪。

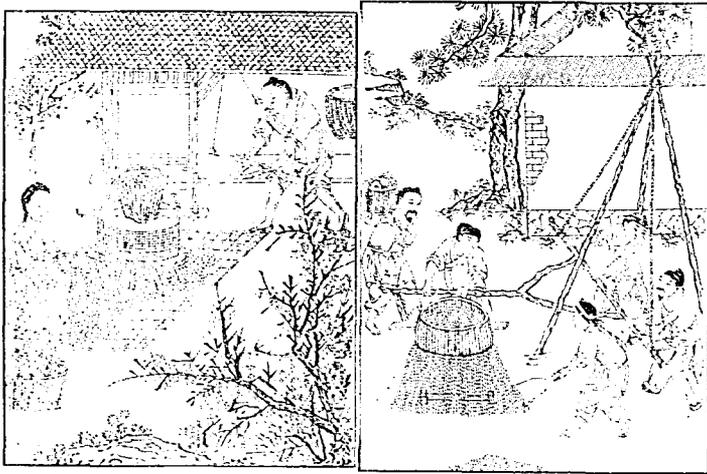
15. 磴

世本 公輸般作磑，今以礮殺首，自山而東謂之礮，江浙之間，或曰礮，編木附泥爲之，所以破殼出來。

發明時期，約在公元前 530 年左右。

16. 礮 礮磨

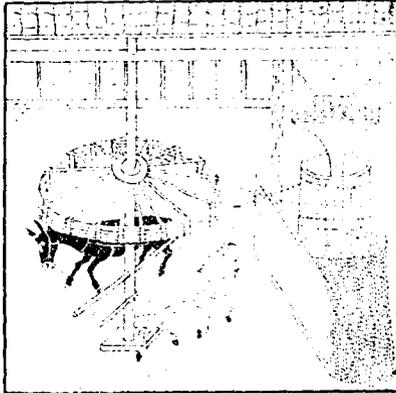
農書 礮，礮殺器，所以去殼殼也。淮人謂之礮(音弄)，江浙之間謂之礮(音龍)，編竹作圍，內附泥土，狀如小磨，仍以竹木排爲密齒，破殼不致損米。就用拐木，竅貫礮上掉軸，以繩懸礮上，衆力連肘以轉之，日可破殼四十餘斛。……或人或畜轉之，謂之礮磨。



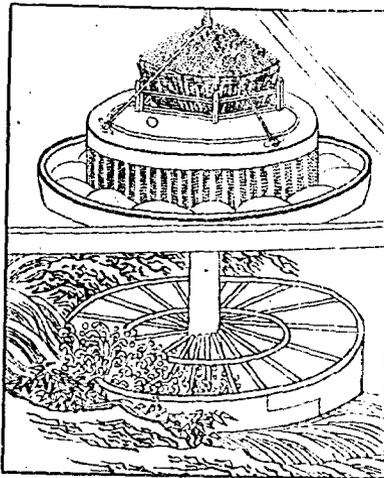
礮 圖
(採天工開物)

復有畜力轉行大輪
 軸，以皮絨或大繩繞
 輪兩周，復交於架之
 上級。輪轉則繩轉，
 繩轉則架亦隨轉。計
 輪轉一周則架轉十五
 餘周，比用人工，既
 速且省。

合於機械之理 繩輪。



畜力轉圖
 (採天工開物)



水碓圖(採天工開物)

17. 水碓

農書 水碓，水轉碓也。
 碓制與上同，但下
 置輪軸，以水激之，
 一如水磨。日夜
 可破穀，數百倍人
 畜之力。水利中未
 有此制，今特造立，
 庶臨流之家，以
 憑效用，可為永利。

發明時期 公元 1300 年左右。

18. 磨

說文 礪，石礪也。蓋起於公輸般作磬之後，礪，古磨字。

農書 主磨曰磨，注磨曰眼，轉磨曰餘，承磨曰槩，載磨曰床，多用

畜力執行，或借水輪，或掘地架木，下置轉軸，亦轉以畜力，謂之汗水磨。比之常磨特爲省力，凡磨上皆用漏斗盛麥，下之眼中，則利齒旋轉，破麥作麸，然後收之篩羅，乃得成麩，世間餅餌，自此始矣。



磨 圖
(採天工開物)

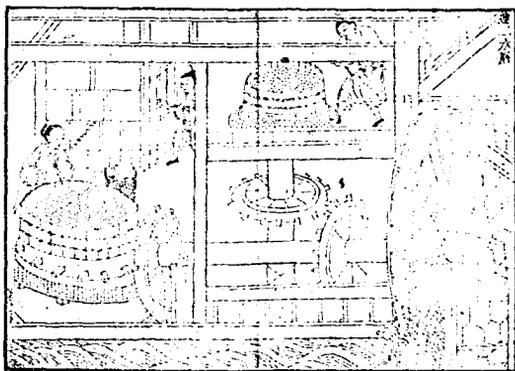
19. 連磨

農書 連磨，連轉磨也。其制中置巨輪，輪軸上貫架木，下承鑄石，復於輪之周回，列透八磨，輪綱近與各磨木齒相間，一牛拽轉，則八磨隨輪俱轉，用力少而見功多。

後魏崔亮在雍州，詣杜預傳，見其爲八磨，嘉其有濟時用。
劉景實作磨，奇巧特異，策一牛之任，轉八磨之重。

20. 水磨——連二水磨

農書 水磨。凡欲置此磨，必當選擇用水地所。先築並岸澗水激轉，或別引溝渠，掘地棧木，棧上置磨，以軸轉磨中，下徹棧底，就作臥輪，以水激之，磨隨輪轉。比之陸磨功力數倍。此臥輪磨



連二水磨圖

(採農政全書)

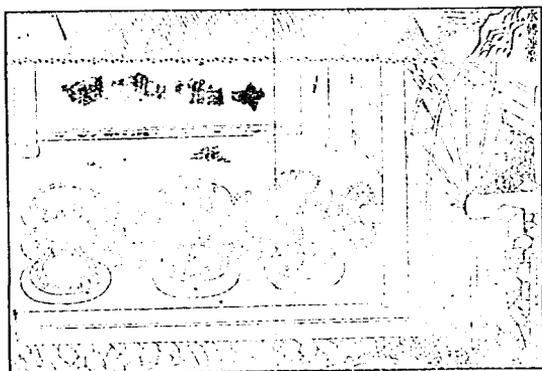
也。又有引水置閘，爲峻槽，槽上兩旁，置木架以承水激輪軸，軸要別作豎輪，用鞵在上臥輪一磨。其軸末一輪，傍撥周圍木齒，一磨既引水注槽，激動水輪，則上傍二磨，隨輪俱轉。此水機巧異，又勝獨磨。此立輪連二磨也。

發明時期，公元 600 年以前。

合於機械之理 水輪，齒輪。

21. 水轉連磨

農書 水轉連磨，其制與陸轉連磨不同。此磨須用急流大水，以滾水輪。其輪高闊，輪軸固至合抱，長則隨宜，中列三輪，各打大磨一槃。磨之周匝，俱列木齒。磨在軸上，闊以板木，軸傍留一狹空，透出輪輻，以打上磨木齒。此磨既轉，其齒復撈帶帶齒二磨，則三輪之功互撥九磨。其軸首一輪，既上打輪齒，復下打確軸，可兼數確。或遇天旱，旋於大軸一周，列置水筒，晝夜



水轉連磨圖

(採農政全書)

溉田數頃。此一水輪，可供數事，其利甚溥。嘗至江西等處，見此制度，俱係茶磨。所兼確具，用搗茶葉，然後上磨。
發明時期 公元 600 年以前。
合於機械之理 水輪，齒輪輸系。

22. 碾或輓

後魏書 崔亮在齊州讀杜預傳，見其爲八磨，嘉其有濟時用，因教民爲碾，又亮爲僕射，奏於張方橋東取穀水造鐵磨二十區，其利十倍，因用便之。

農書 以石爲圓槽，周或數丈，高逾二尺，中央作臺，植以輓軸，上穿塗木，貫以石礪，有用前後二礪相逐者，前備撞木，不致相擊，仍隨帶攪把，畜力挽行，循槽轉碾，日可得米三十餘斛。

發明時期 公元 500 年以前。

23. 輓輓

農書 輓輓，世呼曰海青輓，驗其速也。但比常輓減去圓槽，就礪幹柄以石輓（輓徑可三尺，長可五尺），上置板檻，隨輓幹圓轉作寮，下穀不計多寡，旋碾旋收，易於得米，較之礪輓，疾過數倍。故比於爲鳥之尤者，人皆便之。

發明時期 公元 600 年以前。

輓輓圖



24. 水輓

農書 水碾，水輪轉輓也。

後魏書 崔亮教民爲碾，奏於方張橋東環谷水，造水碾數十區，豈水輓

之制自此始歟？

其體制上同，但

下作臥輪或立輪

，如水磨之法。輪

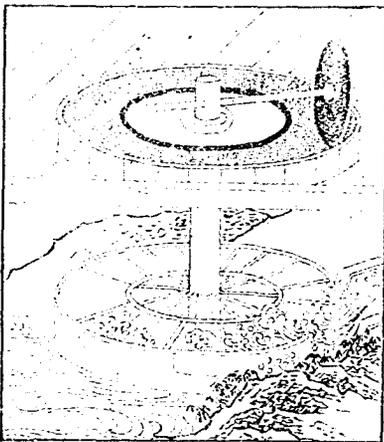
軸上端穿其碡幹

。水激則碡隨輪

轉，循槽輓穀，

疾若風雨。比於

陸碾，功利過倍。



發明時期 公元 500 年以前。

水碾圖

(採天工開物)

25. 水輪三事

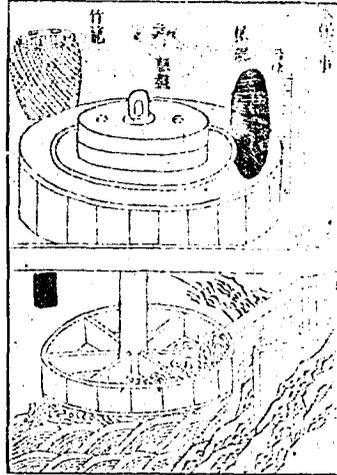
農書 水輪三事，謂水轉輪軸，可兼三事：磨，磨，輓也。初則置立水磨，變麥作麩，一如常法。復於磨之外周，造輓圓槽，如欲碾米，惟就水輪軸首，易磨以碡。既得碾米，則去磨置碡碡幹，循槽碾之，乃成熟米。夫一機三事，始終俱備，變而能通，兼而不乏，省而有要，誠便民之活法，造物之濟稷，今創此制，

幸識者述焉。

發明人王禎

發明時期 公元1300年左右。

註。在王禎農書，原為水輪三事。
 事。在徐光啓農政全書易
 為水碓三事。今仍其舊。



水輪三事圖

(採農政全書)

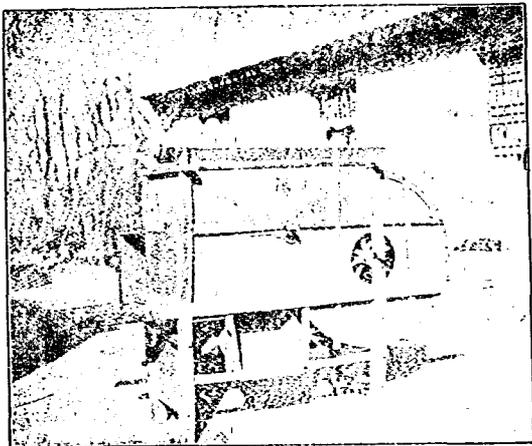
26. 水擊麵羅

農書 水擊麵羅，隨水磨用之。其機與水排俱同。(水排構造見後)羅因水力互擊樁柱，篩麵甚速，倍於人力。又有就磨輪軸作機擊羅，亦為捷巧。

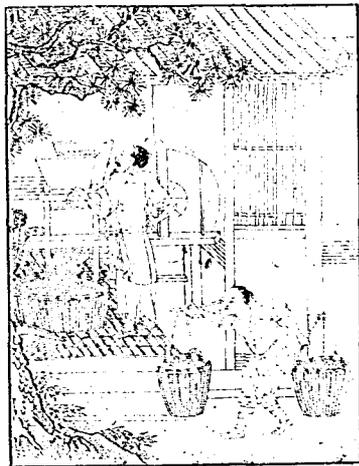
27. 颯車——扇車

農書 颯扇，揚穀器。其制中置鐵軸，列穿四扇或六扇，用薄板或糊竹為之。復有臥扇立扇之別，各帶掉軸，或手轉足踏，扇即隨轉。凡舂碾之際，以糠米貯之高檻，底通作圓縫下瀉，均細如篩。即將機軸掉轉搗之，糠稻既去，乃得淨米。又有昇之為圓問用之者，謂之扇車。凡揉打麥不等稼，糠粒相雜，亦須用此風

損，比之扶搥箕簸，其功多倍。
 發明時期 公元 1300 年以前。
 合於機械之理 風輪，曲柄，活門。



北省通用之扇車



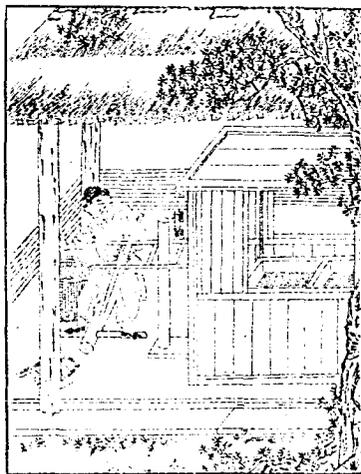
扇車圖
 (採天工開物)

28. 春車與磨車

釋中記 石處有春車木人及作行碓於車上。車動則木人踏碓春，行十里成米一斛。又有磨車，置石磨於車上，行十里輒磨麥一斛。中御史解飛向方人魏猛變所造也。

29. 脚打羅

脚打羅不知始於何時，圖係取自天工開物，其構造係用繩將麵羅懸於一大麵箱中，羅旁裝兩桿通於箱外，由一搖桿帶動之。此搖桿再裝置於具有橫桿之橫軸上，人用兩腳交替踏橫桿之兩端，則搖桿左右搖動，麵羅即受其影響而篩麵。



脚打羅圖
(採天工開物)

六．灌溉機械

桔槔

廣博物志 伊尹作桔槔。
 農政全書 湯旱，伊尹教
 民田頭鑿井以溉田
 ，今之桔槔是也。
 莊子外篇天地 子貢過漢

陰，見一丈人，方
 將爲圃畦，鑿隧而
 入井，抱甕而出灌。

桴澗然用力甚多而
 功寡。子貢曰，有

械於此，一日浸百畦。鑿木爲機，後重前輕，挈水若抽，數如
 沃湯，共名爲槔。

發明時期，約在公元前1765年至1760年之間；就Usher 所著之機械
 發明史，知西洋關於桔槔之發明，出於埃及。在公元前1550年。

合於機械之理 槓桿。



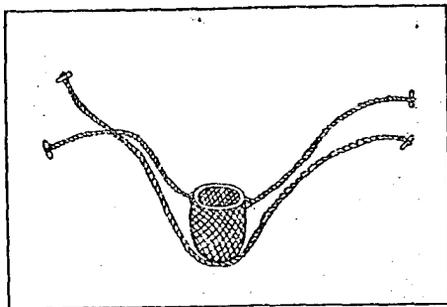
桔槔圖

(採天工開物)

2. 戽斗

物原 公劉作戽斗，戽斗以木爲小桶，旁繫以繩，兩人用以取水，名
 曰戽桶。

農書 凡水岸稍下，不容置車，當旱之際，乃用戽斗。控以雙繩，兩人掣之，抒水上岸以溉田稼。其斗或柳篾，或木器，從所便也。
發明時期，約在公元前2205至1766年之間。
合於機械之理 合於分力合力之理。



戽斗圖

3. 轆轤

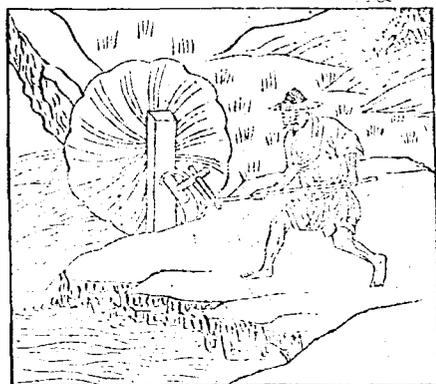
農書 轆轤，經綆械也。唐韻云，圓轉木也。井上立架置軸，貫以長索，其頂嵌以曲木，人乃用手掉轉，經綆於轂，引取水器。或用雙繩，而順逆交轉，所懸之器，虛者下，盈者上，更相上下，次第不悞，見功甚速。凡吸於井上，取其俯仰則桔槔，取其圓轉則轆轤，皆挈水械也。然桔槔經短而吸淺，獨轆轤深淺俱適其宜也。

發明時期待考。

合於機械之理 輪軸，曲柄。



水輪圖
(採天工開物)



刮車圖
(採授時通考)

刮車

農書 刮車，上水輪也。
 其輪高可五尺，橋頭闊至六寸。如水頗下田可用此。其先於岸側，掘成淺槽，與車輪同闊，然後立架安輪，

輪軸半在槽內，其輪軸一端，環以鐵鈎木拐，一人執而掉之，
車輪旋轉則衆板循槽刮水上岸溉田，便於車戽。

發明時期，公元600年以前。

合於機械之理 曲柄，排水機。

5. 翻車

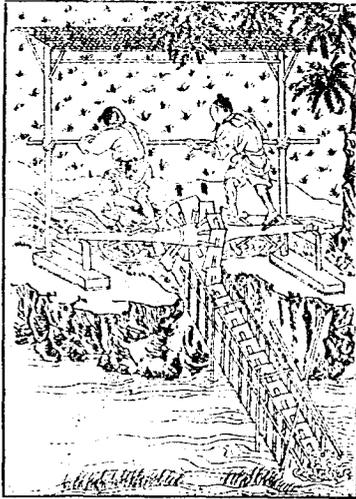
農書 漢靈帝（公元168年至189年）使畢嵐作翻車，設機引水，洒南
北郊路。

魏略 馬鈞居京師，城內有地可爲園，無水以灌之，乃作翻車，令兒
童轉之，而灌水自覆。

唐書記 太和二年（公元828年）

閏三月，內出水車樣
，令京兆造給鄭白渠
溉田。

河工器具圖說 水車，農家所
用灌溉田畝取
水之具也。今
河工用以去水
，又名翻車。
魏略以爲馬鈞
所作，王鳳桂
名物通江浙間
曰水車爲龍骨



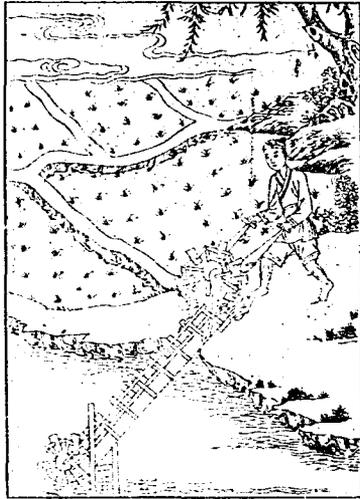
翻車圖
（採天工開物）

車。其制除壓欄木及列徑椿外，車身用板作槽，長可二丈，闊四寸至七寸不等，高約一尺，槽中架行道板一條，隨槽闊狹，比槽板兩頭俱短一尺，用置大小輪軸同行道板上下通過，以龍骨板繫在其上。大輪兩端，各帶拐木四莖，置於岸上木架之間。人憑架上，踏動拐木，則龍骨板隨轉循環行道板刮水上岸。

又如上下水面相差不多時，可由一人或二人搖轉之，有時別名之日拔車，如圖所示。

發明時期，就以上記載觀之，若認為係畢嵐所發明，則時期當在公元108年至189年之間。若認為係馬鈞所發明，則時期當在公元221年至263年（蜀漢時期）之間。

合於機械之原理 極似一種鍊唧筒(Chain pump)。



拔車圖

(探天工開物)

6. 牛轉翻車

農書 牛轉翻車，如無流水之處用之。其車比水轉翻車臥輪之制，但去下輪，置於車傍岸上，用牛拽轉輪軸，則翻車隨轉。比人踏

功將倍之。

圖書集成 明單俊良，蕭山人，明初以踏車灌田之勞，創設牛車，以
橫輪轉之。今鄉之牛車，單制也。

發明時期，農書稱牛轉翻車，係出新制，可知起始於元代（約在公元1276年至1367年）圖書集成稱係明初單俊良所製，似稍有差誤。合於機械之理 鍊唧筒，齒輪。

7. 水車

翻車用以排河邊或池邊之水，使之上岸，以灌溉農田，頗為適用。惟恒係斜置，若用於不臨河池之地，則不相宜。北省旱田，由立井中向上排水之水車，只於農政全書中稍有記載，其中徐光啓旱田用水疏內有一段，言：「近河南及真定諸府，大作井以灌田，……其起法，有桔槔，有轆轤，有龍骨木斗……」。可知水車約發明於明末。其構造可視為係由翻車改變而來。因立井不能用木板向上刮水，故別製一串水斗，互連如鍊，套於一大輪上。輪軸上裝一立齒輪，與上部一臥齒輪相銜接。用牛馬廻轉臥齒輪，則立齒輪隨之廻轉，水斗亦隨之繼續上升，傾其水於水鏡而流於所溉之田中。

合於機械之理 鍊輪，齒輪。（圖見封面）

8. 水轉翻車

農書 水轉翻車，其制與人踏翻車同，但於流水岸邊掘一狹塹 置車於內。車之踏軸，外端作一豎輪。豎輪之傍，架木立軸，置二臥輪。其上輪適與車頭豎輪相支相間。乃引水傍激，下輪既轉，則上輪隨撥車頭豎輪，而翻車隨轉，倒水岸上。此是臥輪之制，若作立軸，當別置水激立輪，其輪輻之末，復作小輪，輻

頭稍圓，以撥車頭暨
輪，此立輪之法也。
當視其水勢，隨宜用
之，其日夜不息，絕
勝踏車。

發明時期，約在公元
1726年至1367之間。
合於機械之理 鍊唧
筒，齒輪，水輪。



水轉翻車圖
(採天工開物)

7. 風轉翻車 風輪

風轉翻車，在塘沽及大沽口一帶多用以排海水晒鹽。在天工開物載揚郡以風帆數扇，俟風轉車，風息則止。可知在明代已有之（公元1600年以前）。其構造係中間立一大柱，由一架支持之，能自由迴轉。周圍列置八帆，帆之裝置法，能使當受風力而迴轉時，其逆風運動之一邊，帆能自動的與風向平行，因之受風力最小，其順風運動之一邊，帆能自動的與風向垂直，因之受風力最大，結果無論由何方向來風，立柱及各帆均向一定之方向迴轉。立柱之下部，再裝置一臥齒輪，帶動一立齒輪，再間接帶動翻車。

合於機械之理 風輪，齒輪，鍊唧筒，

10. 筒車——流水筒輪

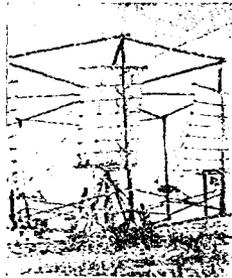
農書 凡制此車，先視岸之高下，可用輪之大小，須要輪高於岸，筒貯於槽，方為得法。其車之所在，自上流耕作石倉，斜解水勢，急湍筒輪，其輪設軸作殼，軸之兩旁，闕於楮柱山口之內。輪軸之間，除受水板外，又作木圈轉繞輪上，就繫竹筒或木筒（小輪用竹筒，大輪用木筒）於輪之一周。水激轉輪，衆筒兜水，次第傾於岸上。所積木槽謂之天池，以灌田稻，日夜不息，絕勝人力。

發明時期 公元600年以前。

合於機械之理 水輪。

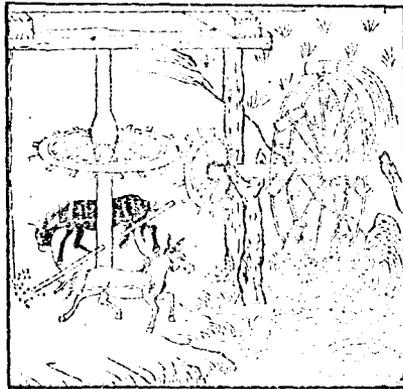
風轉翻車圖

(手秦圃先生攝贈)



11. 驢轉筒車

農書 驢轉筒車，即前水轉筒車，但於轉軸外端，別造整輪。豎輪之側，岸上復置臥輪，與前牛轉翻車之制無異。凡臨坎井，或積水澗，可澆灌園圃，勝於人力吸引。



驢轉筒車圖
(採授時通考)

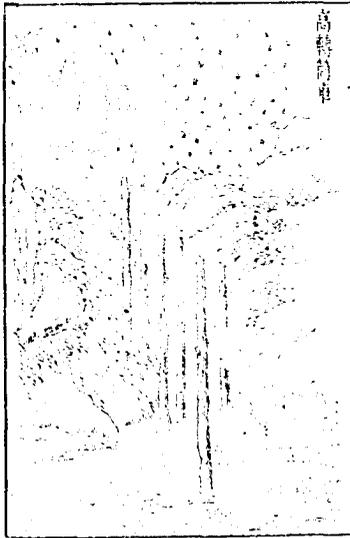
發明時期 公元 600 年以前。

合於機械之理 齒輪，鍊啣筒。

12. 高轉筒車

農書 高轉筒車，其高以十丈為準。上下架木，各豎一輪。下輪半在水內。各輪徑可四尺。輪之一周，兩傍高起，其中若槽，以受筒索。其索用竹，均排三股，通穿為一，隨車長短，如環無端。

索上和繩五寸，俱置竹筒，筒長一尺，筒索之底，托以木牌，長亦如之。通線，鉄線縛定，隨索列次，絡於上下二輪。復於二輪筒索之間，架剝木平底，行槽一連，上與二輪相平，以承筒索之重。或人踏或牛拽，轉上輪則筒索自下兜水，循槽至上輪，輪着覆水，空筒復下，如此循環不已。



高轉筒車圖
(採天工開物)

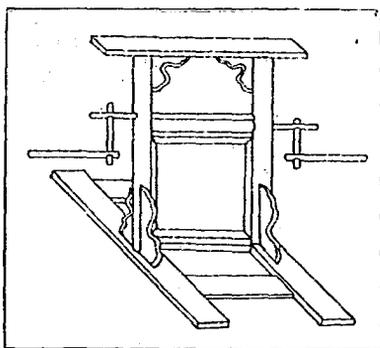
發明時期公元 600 年以前。

合於機械之理，水輪，鍊輪。

七. 紡織機械

1. 木棉攪車

農書 木棉攪車，木棉初採曝之，陰或焙乾，用此以治出其核，昔用輶軸，今用攪車尤便。攪車用四木作框，上立二小柱，高約尺五，上以方木管之，立柱各通一軸，軸端俱作掉拐，軸末柱



木棉攪車圖
(採農政全書)

竅，不透。二人掉軸，一人喂上綿英，二軸相軋，則子落於內，綿出於外，比用輶軸工利數倍。玄扈先生曰，今之攪車，以一人當三人矣。所見勾容式，一人可當四人。

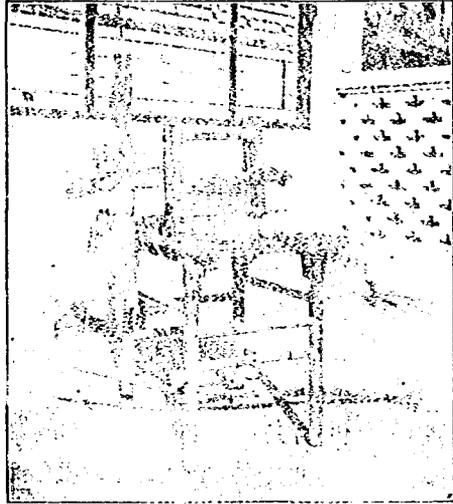
發明時期 公元1300年以前。

合於機械之理 曲柄，輶軸。

2. 軋車

前條徐玄扈（即徐光啓）先生所言「今之攪車，以一人當三人，所見勾容式，一人可當四人」，未詳述其構造，不知與北省一般農家所用之軋車，是否相同，北省一般農家所用之軋車，如照片所示，具一木軸，一鐵軸，木軸在下，鐵軸在上，兩軸

之間，空隙極小。又木軸之右端具一曲柄，由人手搖，鐵軸之左端裝以一飛輪（實係一十字架，架端各裝一重木塊，與飛輪之理同），輪上亦裝一曲柄，曲柄軸針上備一圓槽，上套一鐵圈，復由一繩連於踏桿之左端，踏桿之右端置於一木墊之槽中。用時，以手撥飛輪，使之起動，然後用腳踏桿，即繼續旋轉不已，因之鐵軸亦隨之旋轉。一而更用右手迴轉木軸，左手喂綿英於兩軸之間，則子落於前，綿出於後，其制較上述之搥車實便利多矣。



北省通行之刺車圖

發明時期 約在公元1400年左右。

合於機械之理 飛輪，踏桿，曲柄，輻軸。

又天工開物有起棉一項，其文曰「……其花粘于子腹，登起車而分之，去子取花亦即用刺車刺棉之意」惟其圖上未畫出合於飛輪之一部，想係畫圖者不明其理之故。實際上實不能缺少，否則用腳踏之，軸決不能繼續迴轉也。

3. 木綿紡車

農政全書 木棉紡車，…
 …輪勁攷轉，
 掌隨之。紉
 人左手搖其絲
 筒，不過二三
 寸，積於掌翁，
 牽引漸長，右
 手均撚，俱成
 緊縷，就繞帶

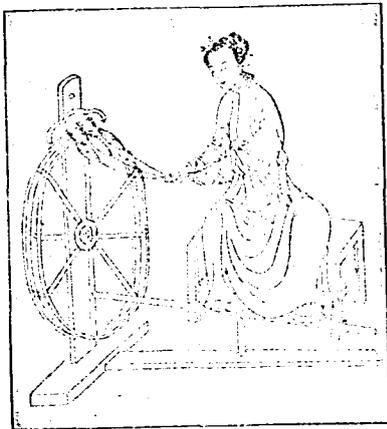


趕車圖 (採天工開物)

上。欲作線縷，置車在左，再將兩股棉絲合紡，可爲綿

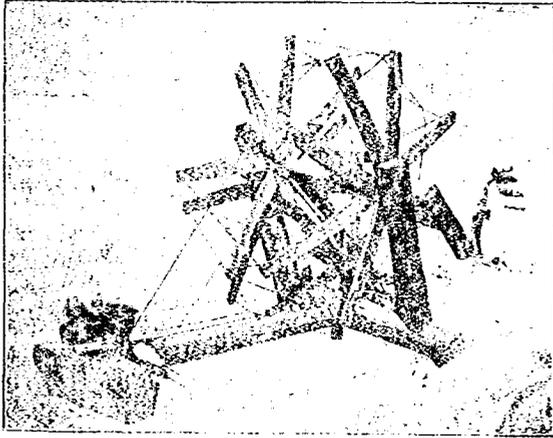
線。

發明時期 待考。
 合於機械之理 繩
 輪，曲柄，槓桿。
 又近世所見之紡車
 ，亦與此稍異。其
 構造如照片所示，
 右手廻轉大繩輪，
 出一繩帶勁左邊錠
 子上之小繩輪，使
 錠子旋轉極速，左

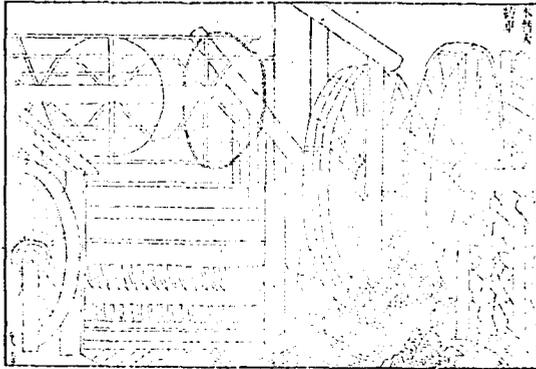


木棉紡車圖 (採農政全書)

手握棉筒，績於掌盤，牽引漸長，至一定之長度後，即繞於
 留上，如此繼續不已。



北省通用之木棉紡車



水轉大紡車 (採農政全書)

4. 水轉大紡車

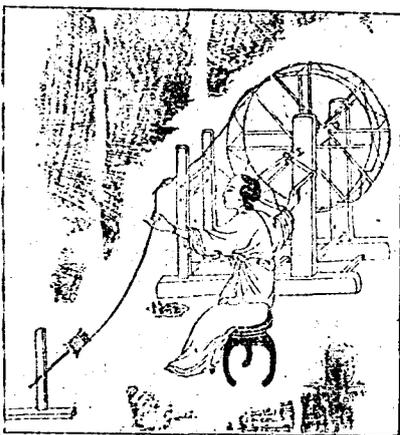
農書 水轉大紡車，比大紡車之制（見後），但加所轉水輪，與水碓磨之法俱同。

發明時期 公元1300年以前。

合於機械之理，水輪，繩輪。

5. 緯車

農書 緯車，今又謂之緯車。通俗文曰，緯織謂之緯，受緯曰筘，其指上立柱置輪。輪之上近以鐵條中貫細筒，乃周輪與筒緣環繩，右手掉輪，則筒隨輪轉，左手引絲上筒，遂成絲縵，以充緯織。



緯車圖

（採農政全書）

發明時期 公元1300年以前。

合於機械之理 繩輪，曲柄。

6. 木綿撥車

農書 木綿撥車，其制頗肖麻蟻車（見後），但以竹爲之，方圓不等，特更輕便。按舊說先將紡紘棉縵，於稀糊盆內度過，稍乾，



木棉撥車圖
(採農政全書)

然後將棉頭樓撥
於車上，遂成綿
絨。

7. 木綿線架

農政全書 木綿線架，以木爲之
· 下作方座，長闊尺
餘· 臥列四柱· 座上
鑿置獨柱，高可二尺
餘· 柱下橫木，長可
二尺· 用竹篾均列四
柱，內引下列四織，紡
於車上，即成綿線·
發明時期 公元1300年
以前。



木綿線架圖 (採農政全書)

合於機械之理 繩輪，曲柄，滑車，槓桿。

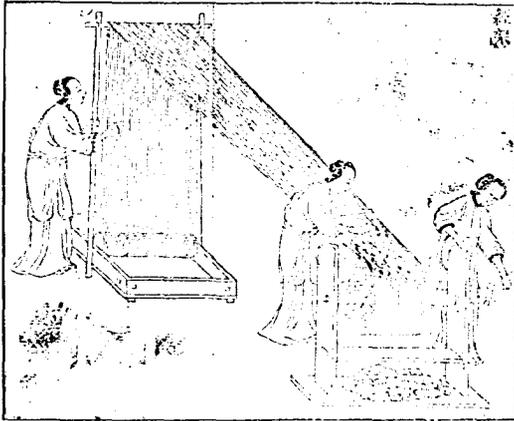
8. 經架

農書 經架，牽絲具也。先排絲筵於下，上架橫竹列環，以引牽緒。

總於架前經緯，一人往來，挽而歸之翻軸，然後授之機杼。

發明時期 公元1300年以前。

合於機械之理 曲柄，滑車。



經架圖 (採農政全書)

9. 木綿軋床

農書 木綿軋車，其制如所坐交椅，但下空一柱，四股軋軸之末，置

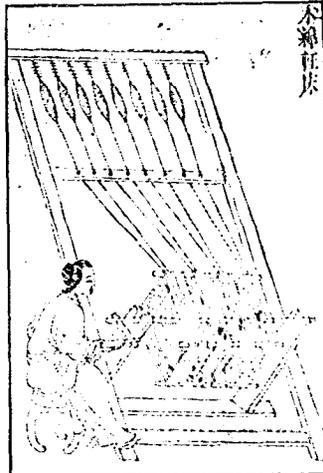
一掉枝。上椅豎列八槽，下引綿絲，轉動掉枝，分絡軋上，絲

絨既成，次第脫卸，比之撥車，日得八倍，始出圖建。

發明時期 公元1300年以前。

合機械之理 曲柄，捲輪。

木綿軋床圖
(採農政全書)

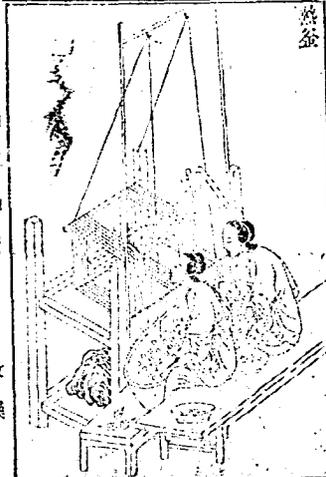


10. 纜車(纜車)

農政全書 纜車今呼爲軋。軋必
以床，以承軋軸。軸
之一端，以鐵爲鼻掙
。復用曲木撰作活軸
。左足踏動，軋即隨
轉。自下引絲上軋，
總名曰纜車。

事物原始 黃帝元妃西陵氏始教
民育蠶，並制車以纜
絲，名曰纜車。

發明時期 公元前2000年



纜車圖 (採農政全書)

以前。

合於機械之理 曲柄，橫桿，滑車。

11. 絮車

農書 絮車，構木作架，上控鈎繩滑車，下置煮繭湯甕，絮者挈繩，上轉滑車，下徹甕內。鈎繭出沒灰湯，漸成絮段。

發明時期 待考。

合於機械之理 滑車。

12. 機杼

黃帝內傳 帝既斬蚩尤，蠶神獻彩絲，稱織紵之功，因之廣織。於此言廣，明其前有，黃帝廣之耳。

淮南子 伯余之初作衣也，絲麻索紵，手經指紉，後世爲之機杼，節服以便。此機杼之始也。註，伯余黃帝臣也。一曰伯余黃帝也。

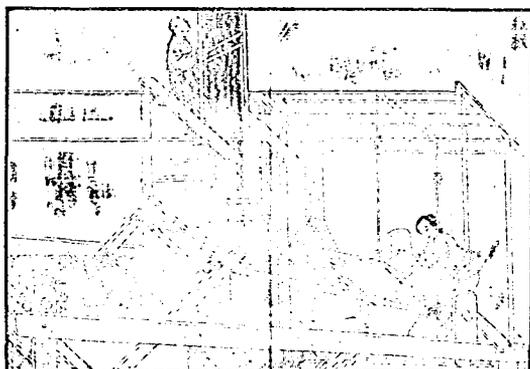
路史 傅子曰，（即傅元）舊機五十綜者五十躡，六十綜者六十躡，馬生（即馬鈞）者，天下之名巧也，患其造日褻巧，乃易以十二躡，今紅（晉工）女織繅，惟用二躡，又爲簡要。

發明時期，約在公元前2500年左右。

13. 花機（提花機）

西京雜記 霍光妻遺淳于衍散花綾二十五匹，綾出鉅鹿陳寶光家，寶光妻傳其法。霍顯召入其第，使作之，機用一百二十躡，六十日成一匹。

發明時期約在公元前68年以前（霍光漢昭帝時人，昭帝年代爲公元前86年至74年）。



花機圖 (採農政全書)

14. 蟠車(用於藏者)

農書 蟠車，輶輶具也。又謂之撥車。南人謂之撥拊，又云拊車。其構造與前述之木棉撥車相同。

15. 小紡車(紡麻者)



小紡車圖 (採農政全書)

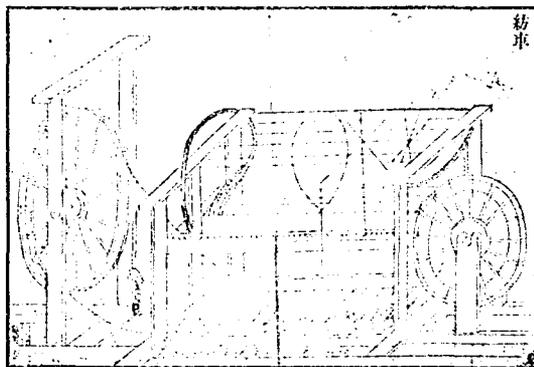
農書 小紡車。此車之制，凡葦苧之鄉，在在有之。

發明時期，待考。

合於機械之理 繩輪，槓桿，曲柄。

6. 大紡車(紡麻者)

農書 大紡車，其制長二丈餘，闊約五尺。先造地拊木框，四角立柱，各高五尺。中穿橫枕上架枋木，其枋木兩頭山口，臥受捲繩。長軋鐵軸，次於前地拊上，立長木座，座上列臼，以承軋底鐵簧。軋上俱用杖頭鐵環，以鉤軋軸。又於額枋前排置小鐵叉，分勒積條，轉上長軋，仍就左右，別架車輪。兩座通絡皮弦，下經列軋，上接轉軋，旋鼓或人或畜，轉動左邊大輪，弦隨輪轉，衆機皆動，上下相應，緩急相宜，遂使積條成緊，纏於軋上。晝夜紡績百斤。或衆績多，乃集於車下，秤績分縲，不勞可畢。中原麻布之鄉皆用之。



大紡車圖 (採農政全書)

發明時期

合於機械之理 繩輪。

17. 布機（麻布機）

農書 布機·釋

名曰，布

列諸機·

淮南子曰

，伯餘之

初作布也

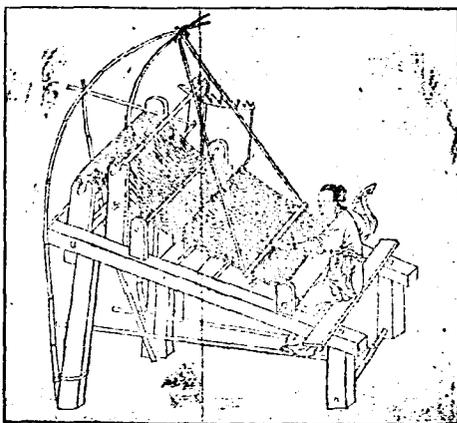
，絃麻索

機，手經

指挂，後世

爲之機仔，幅疋廣長疎密之制存焉。農家春秋績織，最爲要具。

發明時期 待考。



布機圖
(採農政全書)

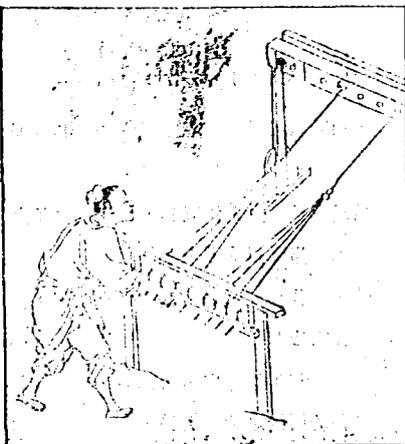
19. 繩車

農書 繩車，絞合經緊作繩也。其車之制，先立袋唐一座，植木止之，袋上加置橫板一片，長可五尺，闊可四寸，橫板中間排鑿八竅，或六竅。各竅內置掉技，或鐵或木，皆彎如牛角。又作一橫莖，列竅穿其掉技。復別作一車，亦如上法。兩車相對，約量遠近，將所成經索，各結於兩車掉技之足。車首各一人，將

掉枝所穿橫木俱各攪轉，候經股勻緊，却將三股或四股撮而爲一，各結於掉枝一足，計成二繩，然後將另制爪木，置於所合經緊之首。復攪其掉枝，使經緊成繩，爪木自行，繩盡乃止。

發明時期 待考。

合於機械之理 曲柄 聯結桿(即一桿聯結數曲柄同時動作)。



繩車圖
(採農政全書)

八、兵 工

1. 兵 戈戟矛劍之總名

太白陰經 神農以石爲兵，黃帝以玉爲兵，蚩尤乃鑠金爲兵，割鐵爲甲，始制五兵。

呂氏春秋 蚩尤作五兵，戈爰戟會矛夷矛也。

世本 蚩尤以金爲兵器。

管子 昔葛天盧之山發水出金，蚩尤受而制之，以爲劍戟矛戟。

發明時期，神農公元前3218年至3079年，黃帝公元前2698年至2599年，蚩尤與黃帝同時。

合於機械之理 尖劈。

2. 弓矢

太白陰經 庖犧氏弦木爲弓，剡木爲矢。

易繫辭 神農氏沒，黃帝堯舜氏作，弦木爲弧，剡木爲矢，弧矢之利，以威天下。

世本 牟夷作矢，揮作弓。宋衷注云：牟夷，揮皆皇帝臣。

3. 袖箭

辭源 圓筒長六七寸，中納彈簧，以箭壓入，藉彈簧之力以發之，可遠及二三丈。箭端敷以毒藥，亦能殺人，司劉挺最善用之。

發明時期 待考。

合於機械之理 彈簧之彈力。

3. 雲梯，衝車

墨子公輸若 公輸若爲楚造雲梯之械成，將以攻宋。

續事始 雲梯，魯人公輸盤造以攻宋城，可以凌空立之。太白陰經謂之飛梯。

三國志魏書注引 魏使郝昭築陳倉城，諸葛亮攻昭，起雲梯衝車臨城，昭以火箭射其雲梯，又以韃車石礮壓其衝車。

發明時期 公元前800年左右。

5. 飛梯

高樛深居解頤 唐太宗征遼，作飛梯以上其城。

陸源 攻城之具，長二三丈，首貫雙輪，欲蟻附則以輪着城，推進易起。

發明時期 約在公元640年左右。

6. 槍

事務繡珠 槍，木桿金頭，始於黃帝，撰於孔明。

發明時期 公元前2600年以前。

7. 火槍

金史 哀宗時，蒲察官奴，以火槍破敵，以紙十六重爲筒，實以柳炭，鐵屑，磁末，硫磺，硃砂，以繩繫槍端，以鐵鑊藏火，臨陣燒之，火出槍前丈餘，元兵不能支遂潰。

明史兵志 永樂征交趾，得神機槍礮法，置神機營習之。大者用車，次及小者用架，用椿用托。該餘叢放三十二口，用車，即今大礮，用架用椿，即今鳥機礮，用托者即今鳥槍也。

明郎瑛七修類稿 戴氏造鳥銃，凡火藥貯於銃管，用機開。

震澤紀聞 文皇北征時，初得安南神槍，虜一人直前，二人繼之，皆中鎗而斃。

七修類稿又載 烏嘴木鎗，明嘉靖間，倭寇犯浙，得其器遂傳造焉。
南中紀聞 西洋鳥銃能及六百步外，初放無聲，著人體方發聲，所擊立斃。天啓初宣彼三十人至京，教軍士銃法。

發明時期 約在公元1224年至1234年之間。

9. 礮

軍務紀原 范蠡兵法，飛石重十二斤，爲機法，行三百步。

周書黃法遠傳 攻歷陽，礮加其樓堞克之。

新唐書李密傳 密使田茂造廣虞槍三百具，以機發石，爲攻城械，號將軍礮。

宋史張雍傳 邇中王小波作亂，守梓州，賊來攻，輒發機石擊之乃退。

以上之礮皆係用機發石，以下始用火藥。

宋史虞允文傳 采石之戰，發礮震敵，以紙爲之，實以石灰硫磺，投水中，而火自水跳出，紙裂而灰散爲烟霧，矇其人馬，遂敗之。又魏勝創礮車，施火石，可二百步。其火藥用硝石，硫磺，柳炭爲之。

續通鑑 金人守汴，於城上懸風板之外，以牛皮爲障，蒙古以火礮擊之，隨即延熾。城中亦有火礮名震天雷者，用鐵罐盛藥，以火點之，礮起火發，其聲如雷，聞百里外。

阿里海牙攻樊城時，元世祖得回回亦思馬因所獻新礮法，命送軍前，乃進攻樊，樊破，移以向襄陽，一礮中譙樓，聲如

震雷。

庭聞述略 土木之變，于肅愷欲放大銅將軍銃以擊虜，無人敢點火放者。肅愷掘土坑藏身，引長藥線，肅愷親自點火，伏坑中，聲震如雷，虜被擊死無數，遂退去。

發明時期 石礮起始於范蠡時（公元前500年左右），火礮則起於宋元之交（約在公元1200年左右）。

9. 關於火礮西傳之記載

瀛環志略 先是火礮之法，創於中國，歐羅巴人不習也。元末有日耳曼人蘇爾的斯，始倣爲之，未得運用之法。明洪武年間，元驍馬帖木兒王撒馬兒罕威行西域，歐羅巴人有投部下爲兵弁者，攜火藥礮位以歸，諸國購求練習，盡得其妙。又變通其法，創爲鳥槍。

俄游彙編 余威略談及火器之利，傳自中國，俄人有托元驍馬麾下爲兵者，攜火器歸，始鑄鎗礮。

九 燃料

1. 炭

物原 祝融作炭。

發明時期 通鑑顓頊氏之孫黎爲火正，曰祝融，而顓頊氏之年代，係由公元前2514年至2537年，故炭之發明時期，當在公元前2400年左右。

2. 煤

前漢書地理志 豫章郡出石，可燃爲薪。

拾遺記 宛渠國人夜琢，燃石以代日光。

事務原會 隋王弼論火事，有石炭。燕閒錄，石炭即煤也。

發見時期 約在公元前200年至公元之間。

3. 石油

漢書地理志 上郡高奴縣（即今延長縣）有洧水，肥可爇。

魏書張天錫傳 有火燃於泥中。

博物志 石漆出酒泉郡延壽縣南山，其質始黃後黑，燃甚明。

老學庵筆記 石燭出延安，堅如石，照席甚明，有淚如蜡而烟濃。

東坡志林 沈存中帥鄭延日，以石燭烟作墨，堅重而黑，在松烟之上。

發見時期 約與煤同。

4. 天然煤氣 ……火井

蜀都賦 井火沉焚如幽泉 高焰飛燭於天垂，（蜀都賦晉人左思作）

華陽國志 臨邛縣郡西南二百里，本有邛民，秦始皇從上郡實之，有布濊水，從布濊水合火井江，有火井。夜時光映上昭，民欲其火炎，以家火投之，頃許如雷聲，火焰出，通耀數十里（華陽國志，晉常璩作）。

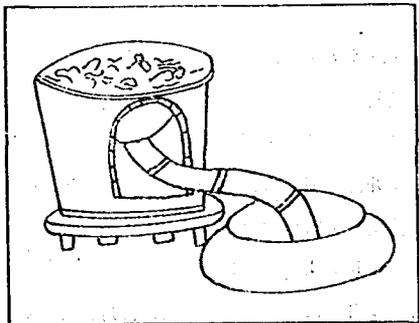
古今圖書集成井部彙考 臨邛有火井，深六十餘丈。漢室之隆，則炎赫彌亘，暨桓靈之世，火勢漸微，諸葛一窺而更盛。

博物志 臨邛火井，諸葛丞相往視之後火轉盛。

花笑庵雜筆 叙州府富順縣多火井，烟氣勃勃，投以家火則然，亦用銜竹吸烟，如接水狀，引入罅底煑鹽，省煤炭，利益厚。其有一井以接十竹者，並每竹中間，復橫嵌竹以接之，烟燄無不透貫。故火大者，一井可燒二三百罇，最次者亦燒數十罇，實天下之奇也。（花笑庵雜筆宋范撰作）

天工開物 西川有火井，事奇甚，其井居然冷水，絕無火氣，但以長竹剖開，去節合縫，漆布，一頭插入井底，其上曲接，以口緊對釜竈，注鹵水釜中，只見火意烘烘，水即滾沸，啓竹而視之，絕無半點焦炎意。未見火形而用火神，此世間大奇事也。（天工開物明宋應星作）。

發見時期 查他國關於天然煤氣之發見，以俄國較早，巴枯（Baku）地方，在昔有聖火（Holy fire）之名，公元1667年，英國 Wigan 地方，始取之以供燈用。美國起始利用，則在1821年。就我國之紀載考之，發見時期，總在諸葛亮以前，即約在公元200年以前也。



火井蒸鹽圖

(採日本版天工開物)

十 計時器

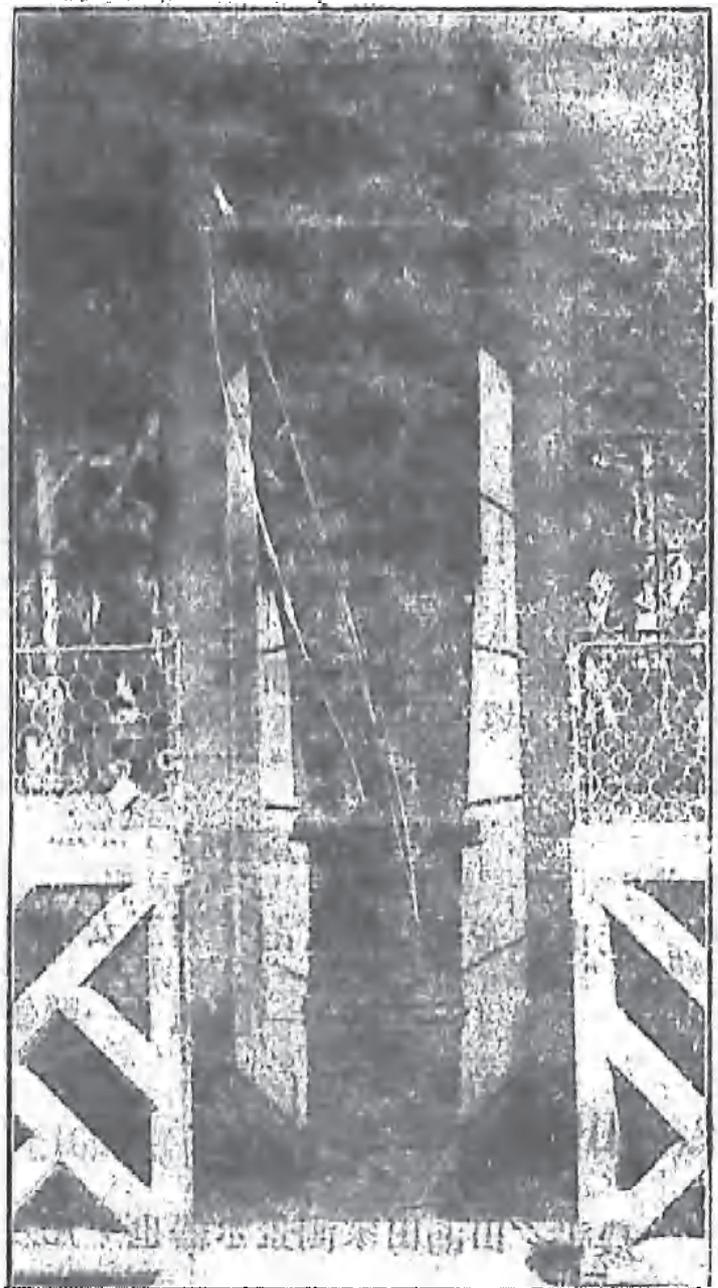
1. 漏

隋志 黃帝刻漏水。

周禮 夏官有挈壺氏。

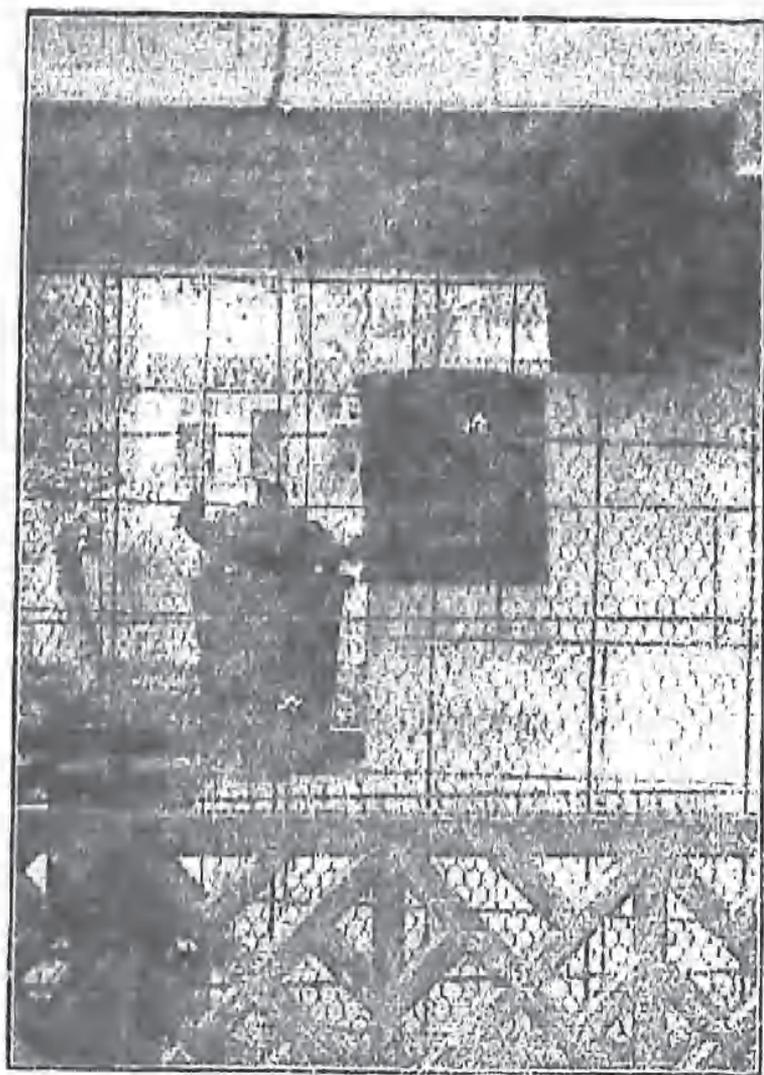
初學記 以銅爲器，再疊差置，實以清水，下各開孔，以玉虬吐漏水入兩壺。右爲夜，左爲晝。蓋上又鑄金銅仙人居左壺，爲行徒居右壺，皆以左手抱箭，右手指刻，以別天時早晚。

廣州延祐銅壺記 延祐銅壺，爲古之計時器，俗又稱爲銅壺滴漏。
 • 元延祐三年（公元1316年）造。
 四壺分四層，上三層底隅有孔，以滴水銅篋承之，以次相注，滴入箭壺。晝漏卯



銅壺滴漏圖（正面）
 （李宗海先生攝贈）

初一刻上
 水，夜漏
 西初一刻
 上水，壺
 中有浮箭
 ，隨水之
 高下，而
 出見壺面
 。箭上刻
 時刻分數
 ，水加一
 刻時，箭
 浮一刻，
 與壺平面，
 晝夜箭刻



全前 (側面)

盡矣。……明季意人利瑪竇來華，以精於天算稱，觀此
 壺驚爲奇技，……

元史順帝紀 造宮漏，有玉女捧時刻器，時至則浮水上。左右二金甲
 神，一懸鐘，一懸鈺。夜則神人按更而擊。

2. 田漏

農書 田漏田家測量水器也，凡寒暑昏曉已驗於星，若占候時刻，惟
 田漏可知。古今刻漏有二，曰稱漏，曰浮漏。夫稱漏以權衡作之
 ，殆不如浮漏之簡要。今田漏蓋取其制，置箭壺內，刻以爲節

，及壺水下注，則水起箭浮，時刻漸露，自己初下漏而測景焉。至申初爲三時，得二十五刻，倍爲六辰，得五十刻，畫之於箭，視下尙可增十餘刻也。乃於卯酉之時，上水以試之。今日午與來日午而漏與景合，且數日皆然，則箭可用矣。如或有差，當隨所差而損益之，改畫辰刻，又試之如初，必待其合也。農家置此，以候時計工，不可闕者。

吾國計時之器，分漏壺與日晷兩種。日晷只係利用影之移動，與機械之理無關，故從略。漏則據王禕農書所載，又分稱漏與浮漏兩種，稱漏無可考，浮漏之構造，就延祐銅壺記及兩附圖，可知其梗概。而農書上田漏之敘述中，對於畫定辰刻，務試驗數日，使漏與景合，方爲適用之言，尤爲合理。

3. 鐘表

新唐書天文志 拂菻國，其王城門懸一大金秤，以金丸十二枚屬於衡端以候日之十二時。爲一金人，其大如人，立於側。每至一時，其金丸輒落，鏗然發聲引倡，以紀時日，毫厘無失。

洞天清祿集 范文正公家有古鐘，背具十二時，如博碁子。每至此時，則博碁中明如月，循環不休。又某士人家藏十二時鐘，能應時自鳴。

續通考 明萬曆二十八年（公元1600年）意大利人利瑪竇始以自鳴鐘入中國。

宣城縣志 苗伊字與權，性多巧思，能手製自鳴鐘，諸測量器，嘗得西洋歷書十餘卷，精思數年，皆通其法。

關於利用槓棧力之鐘表，恐皆受西洋影響，吾國恐無任何創造，上述四項記載，除洞天清祿集（宋趙希鵀撰）所載十二時鐘能應時自鳴，不知其構造究屬如何及是否與西洋有關外，其餘均與西洋有關，續通考及宣城縣志所載，無待詳述，新唐書所載，據洪鈞元史譯文證補所言如下：「我國舊稱東羅馬帝國為拂菻，說者謂拂菻乃潑林之音轉，因東羅馬帝國都城名君士坦丁如潑爾（Constantnople 即君士坦丁堡）羅馬文稱為君士坦丁諸潑凝，其地土人省文惟稱潑凝，急讀之音如潑菴，阿拉伯人稱之為拂菻，本屬城名，假為國號，唐時阿拉伯人滅波斯，侵印度，環葱嶺地，悉歸役屬，方言流播，遂入中華。

十一 雕板印刷

刻板

河汾燕間錄 隋開皇十三年（公元593年）十二月八日，敕廢像遺經，悉令雕造，（河汾燕間錄，陸琛作）

演繁露 古書皆卷，至唐始爲葉子，即今書策也。蓋刻板印刷，必用葉子，（演繁露程大昌作）。

調序 中和三年（公元883年） 在蜀閱書肆所鬻字書，率雕木。（調序，柳班作）。

五代史 後唐明宗長興三年（公元932年），宰相馮道李愚，請令國子監田敏校正九經，刻板印賣。

敦煌石室書錄 大隋永陀羅尼木經上面，左面有施主李和順一行，右有王文沼雕板一行，宋太平興國五年（公元980年），翻雕隋木。

中國雕板源流考 書籍之有雕板，肇自隋時，行於唐世，擴於五代，精於宋人，（中國雕板源流考，近人孫毓修作）。

就以上之記錄觀之，可知吾國之雕板印刷，起始於公元593年，按Usher 所著之機械發明史，知西洋之有木板書，約起始於公元1418年，確實可靠者爲1440年。

2. 活字板

夢溪筆談 慶曆中（公元1041年至1048）年，有布衣畢昇爲活板，其法用膠泥刻字，薄如線脣，每字爲一印，火燒令堅，先設一鐵板，其上以松脂膠和紙灰之類冒之。欲印，則以一鐵

範置鐵板上，乃密布字印，滿鐵範為一板，持就火煬之。藥稍鎔，以一平面按其面，則字字平如砥，（宋沈括作）金華紀聞 昆陵人初用鉛字，祇版印尤巧便，（金華紀聞，宋陸深作，乾道間人，公元1165年至1173年）。

天祿瑠瑯 宋本毛詩唐風內，「自」字橫置，可證其為活字版。

農書 第二十六卷，造活字印書法。（前略）板木工匠，所費甚多。至有一書字板，功力不及，數載難成，雖有可傳之書，人皆憚其工費，不能印造，傳播後世。有人別生巧技，以鐵為印壑界行內用稀糜青澆滿冷定取平，火上再行煬化，以燒熟瓦字，排於行內，作活字印板。為其不便，又有以泥為壑界行內用篩泥將燒熟瓦字排之，再入壑內，燒為一段，亦可為活字板印之。近世又有注錫作字，以鐵條貫之作行，嵌於壑內界行印書。但上項字樣，難於使墨，率多印壞，所以不能久行。今又有巧便之法，造板木作印壑，削竹片為行，雕板木為字，用小細鋸鐫開，各作一字，用小刀四面修之，比試大小高低一同，然後排字作行，削成竹片夾之。壑字既滿，用木拊排之使緊牢，字皆不動，然後用墨刷印之。

衍菴集 書容齋隨筆活字本後，此翻宋紹定間所刻，每番中縫上方有宏治歲在旃蒙單閏（公元1495年）八字，下有會通館活字銅板印八字。

武英殿聚珍板程式 御製題武英殿聚珍板十韻註，康熙年間，編纂古今圖書集成，刻銅字為活板，排印幾工，貯之武英殿。歷年既久，銅字或被竊缺少，司事者懼干咎，適值乾隆初年，京師錢貴，遂請毀銅字供鑄

，從之。又乾隆三十八年（公元1773年）金簡奏請刻木字印書，乾隆因活字板不雅馴，因以聚珍名之。

由以上記載，可知中國活字板之創始，在公元1041年至1046年之間，先用膠泥字或瓦字，後易為鉛字錫字，元王禕始用木字，明弘治間及清康熙間更用銅字，製字排板方法之精，至康熙乾隆年間，已達其美之地步（可參看武英殿聚珍板程式）。

按 Usher 所著之機械發明史，西洋之有活字板始於公元1763年。

3. 套板……朱墨本

套在堂隨筆 明萬曆間（公元1537至1619年）烏程閔齊伋始創朱墨本。

中國雕板源流考 朱墨本亦稱套板，廣東人為之最精，有五色者。

4. 紙

後漢書蔡倫傳 自古書契，多編以竹簡，其用絲帛者謂之紙。雖貴而簡重，並不便於人。倫乃造意，用樹膚麻頭及蔽布魚網以為紙，元興元年（漢和帝年號公元105年）奏上之，帝善其能，自是天下莫不從用焉。故天下咸稱蔡侯紙。

按 Usher 所著之機械發明史亦稱吾國自公元第一世紀即有紙，并記載他國有紙之時期，計巴格達（Bagdad）在公元793年，埃及在公元900年，法國在公元1189年，義大利在公元1276年，均遠後於吾國。

十二 雜 項

1. 相風鳥

事務紀原 黃帝內傳有相風鳥制。

疑黃帝始作之。

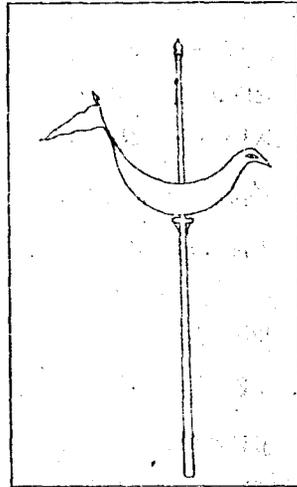
古今註 相風爲夏禹所作。

輿服雜事 相風周公作。

輿服志 相風鳥秦制。

河工器具圖說 刻木象鳥形，尾插小旗，立於長竿之杪，或鳥頭，四面可以旋轉。如風自南來，則鳥向南而旗即向北。

此爲利用風力以表示風向之器，惟各記載所言之時期，極不一律。如假定始於周初，則已有三千年之歷史矣。



相風鳥圖

(採河工器具圖說)

2. 候風羽

文選註 候風羽以雞羽爲之，重五兩，繫於牆以候風。

3. 風車

齊京景物略 燕薊有風鶻戲，今已禁，則涿穉稍二寸錯瓦，貼方紙其

兩端，紙各紅綠，中孔以細竹橫安稭桿上，迎風張而急趨，則旋轉如輪，紅綠渾渾如蠶，名風車。

此為利用風力之一種玩物，與風輪之理同，惟風輪係由風力吹動，在一定之地方旋轉，此則迎風張而急趨，使得有風之結果耳。

近時所見者，較此更有進步，不用方紙，而代以多數紙條，由稭梢製一輪形，將各紙條之一端貼於輪殼上，他端則貼於輪緣上，惟使扭轉約九十度之角度。如有風時，使迎風而立，無風時，立置急趨，則旋轉如輪矣。再於輪軸上裝置一橫板，每旋轉一次，即使擊動一桿一次，桿之他端即可利用之以擊一小鼓。每年年節時，在厥旬多見之，實具有風輪，凸輪(Cam)，稭桿，彈簧等之構造之玩具也。

4. 水力遊戲

魏書方伎傳註 馬鈞巧思絕世，傅玄序曰，有上百戲者，帝問可動可益否，曰可。以大木彫構，使形若輪，平地旋之，滑以水發焉。設為歌樂舞象，至令人擊鼓吹簫，作山嶽，使木人跳瓦擲劍，緣繩倒立，出入自在，百官行署，春磨鬥雞，變巧百端（約公元220年至260年）。

太平廣記伎巧二引 楊帝敕杜寶修水飾園經，總七十二勢，刻木為之，或乘舟，乘山，乘平洲，乘磐石，乘宮殿。木人長二尺許，衣以綺羅，裝以金碧，及作雜禽獸魚鳥，運動如生，隨曲水而行。又間以伎航，與水飾相次。作十二航，長一丈，闊六尺，木人奏音聲，擊磬，撞鐘，彈箏，鼓瑟，皆得成曲。及為百戲，跳劍舞輪，昇竿擲繩，皆如生。伎航水

飾亦雕裝奇妙，周旋曲池，同以水機使之。（約公元605至618年）。

又作小舳子，長八尺，七艘，木人長二尺許。乘此船以行酒。每一船一人擎酒盃，立於船頭，一人捧酒鉢次立，一人撐船在船後，二人畫槳在中央，繞曲水池迴曲之處，各坐侍宴賓客。其行酒船隨岸而行，行疾於水佈，水佈行遠池一匝，酒船得三迴乃得同止。酒船每到坐客之處即停住，擎酒木人於船頭伸手遇酒客，取酒飲訖還杯，木人受杯，迴身向酒鉢之人取杓斟酒滿杯，船依式自行。每到坐客處，例皆如前法。此並約岸，水中安機。

5. 水力天文儀器

北史藝術傳 耿向製造渾天儀，不假人力，以水轉之，施暗室中，作馬上刻漏。

新唐書天文志 詔一行與令堪等，更鑄渾天銅儀圓天之象，具列宿赤道及周天度數，注水激輪，令其自轉，一晝夜而天運一周。外絡二輪，綴以日月，令得運行，每天西轉一周，日東行十度，月行十三度十九分度之七。二十九轉有餘而日月會，三百六十五轉而日周天。以木櫃為地平義，半在地下，晦明朔望，遲速有準。立木人二於地平上，其一前置鼓以候刻，至一刻則自擊之。其一前置鐘以候辰，至一表亦自撞之。皆於櫃中各施輪軸，鈎鍵關鎖，交錯相持，置於武成殿前以示百官。無

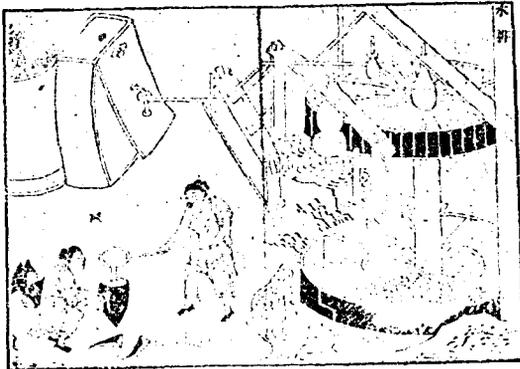
投銅鉄漸澀，不能自轉，遂藏於集賢院。

以上兩項之記載，均無圖可考，且亦難免有稍失之誇大之處。惟有兩點可以大致看出：一，已能利用水輪轉動機械，二，已能製精密複雜的齒輪輪系。

在農業機械與灌溉機械中，各項利用水輪之機械，在王禪農書以前，無其記載。農書上雖對於構造上有相當記載，又多未給出始於何時。以此兩項之情形推之，大致可推斷其始於隋唐以前，即約在公元600年左右也。

6. 水排

農書 水排，集韻作𠵽，與鞮同。韋壺吹火也。後漢杜詩（光武時人，約在公元25年至57年）為南陽太守，造作水排，鑄為農器，用力少而見功多，百姓便之。注云，冶鑄者為排吹炭，令激水以



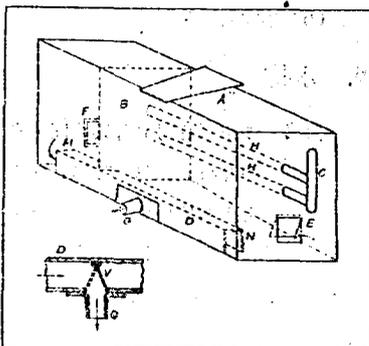
水 排 圖
(採農政全書)

鼓之也。魏志曰，胡暨字公至，爲樂陵太守，徒監冶鑪者，舊時冶作馬排，每一熟石，用馬百匹。更作人排，又費工力。暨乃因長流水爲排，計其利益，三倍於前。由是器用充實。以今稽之，此排古用韋囊，今用木扇，其制當選湍流之側，架木立軸，作二臥輪，用水激轉下輪，則上輪所周絞索，通激輪前，旋鼓掉枝，一週隨轉。其掉枝所貫行杵，因而推挽臥軸左右攀耳以及排前直木，則排隨來去，掘冶甚速，過於人力。

7. 風箱

風箱不知起始於何時，前段所言之人排，亦不詳其構造。茲舉一般最通用之一種述之於下，可知其構造異常精巧，較之今日任何發生往復運動之唧筒，均不多讓。

圖中A，爲一長方形木製之箱，中置鞴B，箱內左下方附一方形空管，俗謂之炕。前後MN兩口均與箱通，中間有向外之風口G。風口之內部，有一舌門V，可使空管之前後交替通於風口，如附圖。舌門向右開，則空管之前端與風口通，舌門向左開，則空管之後端與風口通。EF亦爲兩舌門，只能向內開，使空氣只能由外部入箱，不能由箱外出。用時，推鞴之柄向前，則鞴後之空氣稀薄，外部空氣由E門入箱，同時鞴前之空氣濃厚，F門緊閉，鞴前之空氣由箱入空管，推舌門V使之向右，而出風口G，反之若拉鞴之柄



風箱圖

向後，則一切與前適反：鞣後之空氣由箱入空管，推舌門 V 使之向左，而出風口 G。如此往復推動，箱中空氣繼續噴出，能令爐火盛燃。下圖係風箱用於化鐵爐之情形，惟未將舌門表出。



化鐵爐與風箱圖
(探天工開物)

8. 唧筒

東坡志林 蜀中鹽井，常以竹爲筒，無底而竅其上。懸熟皮數寸，出入水中，氣自呼吸而啓閉之，一筒致水數斗（約公元1060年左右）。

按此爲只具一上開舌門之唧筒之精構。

9. 水鎗

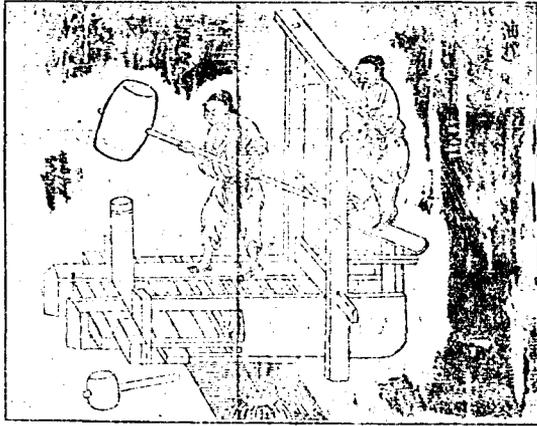
小孩玩具中，有水鎗一種，其構造係於一竹筒之內，裝設一嚴密之活塞，竹筒之下端開口，將筒浸入水中，向上提升活

塞，則水受大氣之壓力充滿活塞之下部。將筒提出水外，因受大氣壓力之影響，水並不外流。如欲射擊某人或某物，以筒口向之，一面用力猛推活塞，則水被射出。

此合於利用真空及大氣壓力之理。

10 油榨

農書 油榨取油具也。用堅大四木，各圍可五尺，長可丈餘，置作臥於地。其上作槽，其下用厚板嵌作底緊，梁上開鑿小溝，下通槽口，以備注油於器。凡欲造油，先用火鑊製炒芝麻，既熟即用碓舂，或碾碾，令爛。上飯蒸過，理草爲衣，貯之囤內。



油 榨 圖
(採農政全書)

累積在槽。橫用枋棍相移。復豎槓長槓高處，舉碓或推擊，擗之極緊，則油從槽出。此橫榨，謂之臥榨。立木爲之者，謂

之立槽。傍用擊楔或上用壓樑，得油甚速。

合於機械之理 尖劈。

發明之時期 待考

11 紙鳶

事務紀原 俗謂之風箏，古今相傳，云是韓信所作，高祖之征陳豨也，信謀從中起，故作紙鳶放之，以景未央宮遠近，欲以穿地隧入宮中也（約公元前200年）。

事務紀原 梁太清三年（公元549年），侯景圍臺城，內外斷絕，羊侃教小兒放紙鳶，獻詔於中，簡文帝出太極殿前因西風放之。冀得遠援軍，賊謂是厭勝，又射下之。

五代史李業傳 漢隱帝（公元950年）與李業造紙鳶，為宮中之戲。
合於機械之理 利用風力上升。

12 木鳶

韓非子 墨子為木鳶，三年成飛，一日而敗。

鴻書 公輸般為木鳶以窺宋城。
構造不詳。

13 火浣布

魏書 青龍三年（公元235年）西域貢火浣布。

博物志 周書曰，西域獻火浣布，污，燒之則潔。

格古要論 火浣布，出西域南炎山，用火鼠毛織者，如染污垢膩，入火燒之，則潔白如故。西漢梁冀有之。

按火浣布即今之石棉布。

14. 風扇

西京雜記 長安巧工丁緩者，作七輪扇，以輪相連，一人運之，滿堂
寒戰，（約公元紀元左右）。

15. 記里鼓車

古今註 一名大章車，晉安帝時（公元 397 年至 414 年）劉裕滅秦
得之，有木人執槌向鼓，行一里打一槌，一說軒轅始造記里
鼓。
約與今之記里數表或記週轉數表同理。

16. 以機作樂……風琴

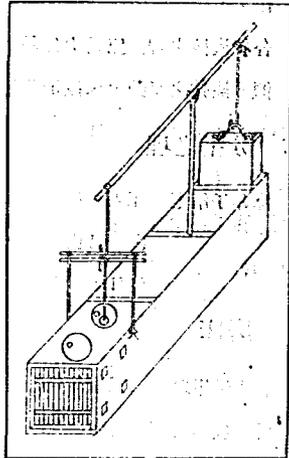
西京雜記 高祖初入咸陽，周行庫府，有銅人十二枚，列在一鑊上，
琴筑笙竽，各有所執。鑊下有二銅管，其一管空，一管有
繩，大如指，使一人吹空管，一人紐繩，則衆樂皆作，與
真樂不異，（約在公元前 205 年）。

17. 狐櫃

河工器具圖說 狐櫃以木製成，形如畫箱，前以挑棍挑起關板，以撐
桿撐起挑棍，後懸繩於挑棍，而繫消息於櫃中，以雞
肉爲餌，安置近柵欄處，使狐見而入櫃攫取，一撞消
息則繩鬆棍仰，棍落板下，而狐無可逃遁矣。

18. 水冷屋宇法

舊唐書西戎傳 掠菴國，盛夏月，人祇蠶熱，乃引水潛流，上徧屋宇。機製巧密，人莫之知。觀者惟聞屋上泉鳴，四簷飛溜，懸波如瀑，激氣成涼風。



狐 縱 圖

(採河工器具圖說)

19. 走馬燈

范成大上元節物詩，「轉影騎縱橫」

·自註，馬騎燈。

姜夔觀燈詩，「紛紛騎馬小回旋，幻出曹公大戰年」。

按二人皆宋朝人，范成大紹興年間成進士，約在公元1135年左右。走馬燈為吾國惟一之熱力機。其法於一垂直軸之上部裝置一葉輪，俗名曰傘，其構造與前述之風車大致相同，下部置一燈，燃燒之熱氣上升，即推動葉輪使之迴轉。軸上縱橫裝置數鐵絲，鐵絲外端各貼紙剪人馬等物，共置於一紙糊之燈籠中。當燃燈後，紙剪人馬隨輪迴轉，投其影於紙上，由外觀之，頗饒趣味。更有多裝一外層者，使只占下半，不妨礙上部之影，而在外層裝置數紙人，使其一手一足或一頭，由一細鐵絲通於內層，在垂直軸之下部裝置一橫鐵絲，使每迴轉至前面時，即撥動外層入內之細鐵絲一次，結果外層之紙人遂發生相當之動

作。

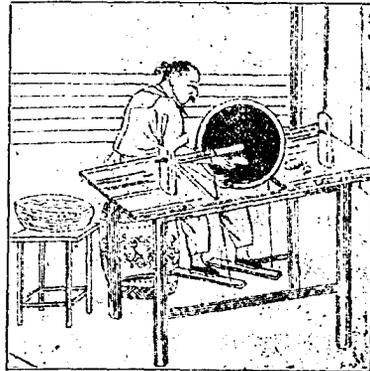
合於機械之理 原動力係熱力，頗與今日之氣輪（Gas turbine）相似。撥動之運動，又稱似凸輪（Cam），惜始終未脫玩具之時代耳。

20: 分工之理

韓非子解老 工人數變業則失其功，作者數搖徙，則亡其功。一人之作，日亡半日，十日則亡五人之功矣。萬人之作，日亡半日，十日則亡五萬人之功矣。

21. 磨床

磨床係用以琢磨玉石等物者。發明時期無可考。圖係取自明宋應星所著之天工開物。將磨石輪裝置於橫軸上，兩端架於軸承，再將兩繩按相反之方向纏於軸上。繩之下端分連於兩踏板，工人用兩脚交踏兩板，磨石輪往復迴轉，再用手緊握欲磨之件，觸於輪緣以受磨。



磨玉石床
（採天工開物）

22: 鋸床

鋸床係用以鑿木器者。在一架上裝置兩頂尖，將欲鑿之物之兩端，嵌於兩頂尖之間，工人左手用一弓子（與弓鑽之弓相似）牽動之，使往復迴轉，右手持鋸刀，置於一刀架上而鑿之。因弓子係往復運動，故

只向一方向迴轉時受鍊，此種機械為農村所常見。

23. 膚鋼法 (Casehardening)

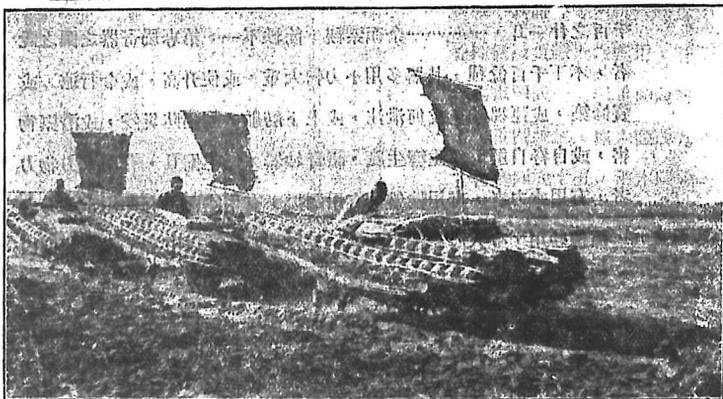
天工開物 錘鍛，斤斧條。刀劍絕美者，以百鍊鋼包裹其外，其中仍用無鋼鐵為骨。若非鋼表鐵裏，則勁力所施，即成折斷。

24. 淬火與退火

天工開物 錘鍛，錘條。凡鐵錘，純鋼為之。未健（按即淬火）之時，鋼性亦軟，以已健鋼擊，割成縱斜文理。割時斜向入，則文方成焰。割後燒紅退微冷，入水從。久用乖平，入火退去健性，再用整割。

25. 車上加帆

山東省東部，有在人推小車上加帆以利用風力者，不知起始於何時。圖為周旭東先生在青島附近所攝。



車上加帆圖
(周旭東先生攝)

十三 由西洋輸入之機械工程學

以上十二項，除計時器中鐘表一種及雜項中水冷屋宇法一種與西洋有關外，其餘均為吾國所創製，至正式由西洋輸入之機械工程學則可分為兩期。

第一期為明末天啓崇禎年間（公元1621年至1644年），第二期為前清同治光緒年間，（公元1862年至1908年），惜均未發生多大影響耳。

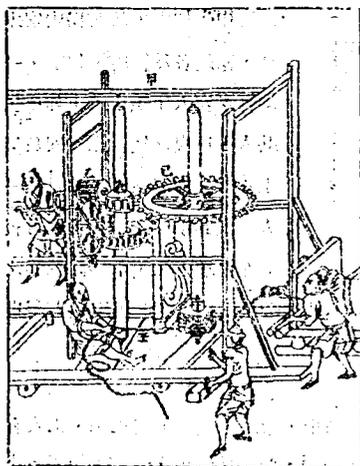
第一期輸入者，有王徵之遠西奇器圖說錄最，簡稱曰奇器圖說，及焦勗之火攻挈要。

奇器圖說係西人鄧玉函（Terrenz）口授（註一），陝西涇陽王徵譯繪。其譯繪之經過，可就其自序中見之。其序中有言曰：奇器圖說乃遠西諸儒攜來彼國圖書，此其七千餘部中之一支，就一支中，此特其千百之什一耳，……余函索觀，簡帙不一，第專屬奇器之圖之說者，不下千百餘種，其器多用小力轉大重，或使升高，或令行遠，或資修築，或運芻餉，或便泄注，或上下紡船，或預防災侵，或潛禦物害，或自舂自解，或生響生風。諸奇妙器，無不備具。有用人力物力者，有用水力者，有用輪盤，有用關捩，有用空虛，有用即重為力者，種種妙用，令人心花開爽……於是函請譯以中字。鄧先生則曰：譯是不難，第此道雖屬力藝之小技，然必先考度數之學而後可。蓋凡器用之微，須先有度有數，因度而生測量，因數而生計算，因測量計算而有比例，因比例而後可以窮物之理，理得而後法可立也。不曉測量計算，則必不得比例，不得比例，則此奇器圖說必不能通曉。測量另有專書，算指具在同文，比例亦大都見幾何原本中。先生為余指

陳，余習之數日，頗亦曉其梗概。於是取諸器圖說各帙，分類而口授焉。余輒信筆疾書，不次不文，總期簡明易曉，以便人人覽閱。然圖說之中，巧器極多，第或不甚關切民生日用，如飛鳶水琴等類，又或非國家工作之所急需則不錄。特錄其最切要者，器械切矣，乃其作法或難，如一器而螺絲轉太多，工匠不能如法。又或器之工費甚鉅則不錄，特錄其最簡便者。器俱切俱便矣，而一法多種，一種多器，如水法一器有百十多類，或重或繁，則不錄。特錄其最精妙者。錄既成，輒名之為遠西奇器圖說錄最……。

其內容第一卷為緒論及重解，緒論大體敘述此門學問之性質及其應用。重解敘述重，重心及比重等。第二卷為器解，敘述各種簡單機械

(a) 引重第一圖說



引重圖

(採守山閣叢書本奇器圖說)

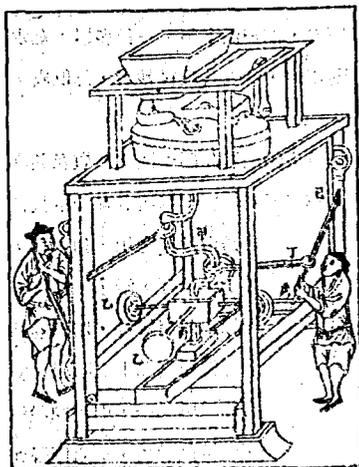
之構造及其應用，如天秤，等子，槓杆，滑車，輪盤，藤線，斜面等等。第三卷為各種機械實際上之應用，計有起重圖說一，引重圖說四，轉重圖說二，取水圖說九，轉磨圖說十五，解木圖說四，解石圖說一，轉確圖說一，書架圖說一，水日晷圖說一，代耕圖說一，水錶圖說四，茲抄錄四例如下：

(a) 引重第一圖說

先為方架如甲，次用轆轤，一人轉之，如乙，但此轆轤

如瓜瓣樣，有六齒，緊靠轆轤齒，立安大輪，輪周有齒，與轆轤之齒相合，如丙。大輪之軸斜安鐵螺絲轉，如丁。緊靠此螺絲轉，豎一立軸，軸上端亦不安斜鐵螺絲轉，如戊。上端安小輪，有齒，如庚。小輪緊靠有平安大輪，如己，周有齒與小齒輪相合。大輪同軸下端有小

(b) 轉磨第三圖說



轉磨圖

(採守山閣叢書本奇器圖說)

滑車，如轆轤狀，上纏索三週如辛，以一端繁重，以一端用一人曳之如壬，則重行矣。

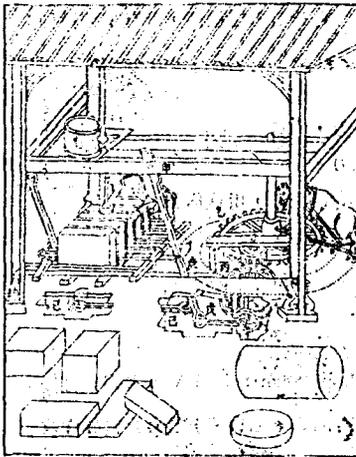
(b) 轉磨第三圖說

磨中之樞，下安鐵曲拐如甲，樞下端再安十字木杆，杆末各安鉛杓如乙。樞下安鐵鑽，入鐵窠中，如丙。於曲拐中安木枕，兩端各為轉環，如丁，一端轉環安人手曳枕上，如戊。共人手所曳之枕，上端安於架上立枕，亦有轉軸，如己。一人斜曳其手中之木，可前可後，而樞踏下面，十字鉛杓為之

(c) 解石圖說

助力，則磨自可轉矣。倘或磨重，於對旁再增一曲拐，再用一人對曳如前法，尤有餘力。

假如有石，欲解成幾板，則有架如甲，架近一頭處，安立軸，上安有齒平輪，如乙。平輪轉旁燈輪，如丙。燈輪又轉小立輪上，如丁。小立輪外有曲拐，如戊。曲拐之端貫直鐵杆，兩端有環，如己。一端之



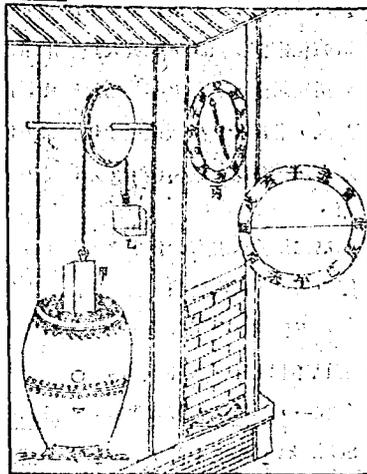
(探守山閣叢書本奇器圖說)

解石圖

(d) 水日晷圖說

先以小缸盛水，於底鑿一小孔，徐徐出水。上安小搭轆，長轉軸，出牆外。轆上纏以索，下繫重木，如甲。然亦不必太重。上端繫小重，如乙。牆外軸端，定安日晷，如丙。水徐徐下，則重木亦必徐徐下，而日晷以時轉矣，此省便法也。

環貫曲拐之末，一端之環則貫曳鋸之長木杆下端。長木杆下端有軸可轉。木杆立貫鋸於兩頭活滑車搭轆中，如庚。鋸或二或三，俱精緻爲之，第無齒耳。兩曳鋸長木杆，下端連以鐵杆，兩端有環如辛。以一馬曳立軸平輪，則曲拐往來，鋸自行矣。



水日晷圖

(探守山閣叢書本奇器圖說)

此外尚有諸器圖說一卷，係王微自行計畫之機械，計有下列數種：

1. 引水之器 (a) 虹吸
(b) 筒飲
2. 轉覆之器 (a) 輪激——用水力。
(b) 風動——用風力。
(c) 自轉——準自鳴鐘之理，用重為力。
3. 自行車——準自鳴鐘之理，用重為力。
4. 輪壺。
5. 代耕。
6. 連弩。

火攻挈要係德國人湯芳望 (Johan Adan Schael Von Bell) 口授，寧國焦勳述，分上中下三卷，並附圖二十七頁。上卷有鑄造戰守攻各銃尺量比例諸法，造作銃模諸法，下模安心起重運重引重機器圖說，造爐化銅鉛鑄圖說，裝放大銃應用諸器一說等十七項。中卷有提鎗提礮用藥諸法，配合火藥分兩比例及製造晒涼等法，裝放各銃豎平仰倒法式，各銃發彈高低遠近步數約略，運銃上臺下山諸法等十五項。下卷有攻銃略說，模密避濕，木模易出，泥浪須乾，模心易出等四十二項。

第二期輸入者有徐建寅之器象顯真，汽機必以，汽機新制，徐壽之原海與規，汽機發軔，機動圖說，造管法，華備鈺之製機理法，兵船汽機王汝鵬之金工教範，機工教範等，與近年來之機械工程書籍，內容已不相上下，故不贅述。

註一，張星煊著歐化東漸史稱鄧玉函未入教前，俗名施萊克 (Schreck)，年三十餘，入耶穌會，精岐黃術，開本草，復善算學，在歐洲時嘗交游意大利國著名物理學家蓋利流 (Galileo) 云。



民國二十四年十月十日初版

中國機械工程史料一冊

每冊定價大洋伍角

編輯人

國立清華大學教授 劉 仙 洲

發行者

劉 仙 洲

發售處

北平國立清華大學出版事務所

印刷者

恒利商行科學印刷所
北平和平門外謙線胡同十
五號電話南局三八六二號

（三）附刊
各省