

影响世界的 重大科技发明

The book cover features a dark blue background with a glowing blue grid floor that recedes into the distance. In the lower-left foreground, a portion of the Earth is visible, showing its blue oceans and white clouds. A bright, multi-pointed starburst of light is positioned in the upper-middle section, with a sharp beam of light extending downwards from it towards the Earth. The overall aesthetic is futuristic and technological.

主 编 徐育礼 王喜成

大象出版社

序 言

林炎志

自从邓小平同志提出“科学技术是第一生产力”的科学论断以来，科学技术的重要性日益受到越来越多的人们的关注，科学技术知识的普及与宣传也在全国蔚然成风。《影响世界的重大科技发明》(以下简称《影响》)一书的问世，正是这种可喜现象的反映。

当今世界，人们把科学技术的竞争放在综合国力竞争的首位，这是一种合乎历史发展规律的科学推论。综观人类文明发展史，科学技术往往是经济、社会发展的先导力量，也是决定国力盛衰乃至国家兴亡的关键因素之一。《影响》一书以生产力的历史发展线索为经，选取了若干具有较大影响的素材，以单项科技发明立篇，着重展示社会进步需求与科技发明二者之间循环不已的交互作用，即被桎梏的社会生产呼唤新的技术和手段，科技发明影响所及，造成了一个新的生产方式和社会，从而一步步把人类文明推进到一个新的阶段。合单篇为一书，人类历史与科技发明关系的轨迹清晰可见。相信读者会从中汲取到有益的启示。

《影响》一书是一部科技知识普及性读物，而科技普及程度又是国民科技素质的重要标志。当前，世界范围内新技术革命日新月异，科技进步与劳动者素质同时成为经济建设发展的关键因素。尖端科学技术课题研究的突破固然不易，劳动者科技素质的滞后也会使现有成果束之高阁。在我们这样一个物质、文化基础相对薄弱的国家里，在新世纪的机遇与挑战面前，尽快提高劳动者的科学、文化水平是一项刻不容缓的战略性任务。“九层之台，起于累土”，人的素质的提高不可能一蹴而就。用科普的手段将人们导入科学

的生产、生活方式和思维方式并使之相对定型,需要一代甚至几代人的不懈追求和努力。应该说,《影响》一书包括在这种努力的起始中。

科学是迷信的对立物,同样,愚昧是科学推广的障碍。在 21 世纪的前夜重提破除迷信,廓清愚昧并非无的放矢。包括发达国家在内,占卜巫术、烧香拜神、“科学算命”之类仍然有一定的市场,这就不能不使生活在计算机时代的人们把科学推及每一个角落。诚如《影响》一书向我们展示的,任何一项新的科技发明,无论其对世界影响的大小,都是人类努力探索、实验、掌握、利用事物内在客观规律的结果。既不是“上帝”、“玉皇”等“救世主”的恩赐,也不是某一“天才”唯心的脱离实际的臆想。科学技术知识的普及,不单是为了使人们了解、掌握更多的生产、生活技能,也是为了使人们摆脱唯心主义世界观的干扰或束缚,培养理智的思考和判断能力,从而达到增强科学技术意识,净化社会环境的深层次的目的。

科技普及工作已经被列为我国 21 世纪发展的根本性、战略性的工作。这是一项综合性、跨学科,使各专门知识通俗化(大众化),使通俗语言涵盖专门知识,面对不同文化层次的有一定难度的系统工程。我们期待着更多的社会科学、自然科学工作者有志于此项工作,期待着更多的好作品问世。

目 录

第一编 古代农耕时期

- 犁出沃土,播下丰收——漫话犁、耒…………… (1)
- “飞流百尺,下润千顷”的水车…………… (4)
- 送水“天使”——辘轳…………… (8)
- 潜流涌出坎儿井…………… (11)
- 车的演变…………… (12)
- 江河湖海任舟行…………… (18)
- 一桥飞架,天堑变通途…………… (24)
- 千年风车转悠悠…………… (30)
- 威震八方地动仪…………… (33)
- 千里神眼看宇宙…………… (37)
- 文化载体的革命——造纸术的发明与传播…………… (41)
- “文明之母”——印刷术…………… (46)
- 地理大发现的工具——指南针…………… (50)
- 轰开欧洲封建城堡的中国火药…………… (55)
- 神奇的针灸术…………… (62)
- 剜骨剖腹无感觉——麻沸散的奥秘…………… (67)
- 向“死亡之花”挑战的勇士——人痘接种的发明…………… (73)
- “虚而不屈,动而愈出”的风箱…………… (76)
- 铜铁炉中卷火焰——冶铜术与冶铁术…………… (77)
- 何方神仙有丹药——炼丹术趣谈…………… (86)
- “大力神”之手——起重机械…………… (90)
- 同心负重亦泰山——砖与石灰的结合…………… (94)

炼土生辉——瓷器	(96)
玻璃的起源和发展	(100)
经纬分明话纺织	(105)
雕绣镶嵌万缕丝——刺绣古今谈	(111)
走向世界的锦绣丝绸	(114)
举杯当思酿酒难	(120)
七杯成仙话制茶	(126)
制糖技术古今谈	(130)
话说制盐	(134)
源远流长的油漆工艺	(139)
妙笔生花文章来——制笔小史	(144)
挥毫于墨海	(148)

第二编 蒸汽机与产业革命时期

产业革命的火种——珍妮机	(151)
从仪器修理工到蒸汽机发明的巨人——瓦特	(153)
蒸汽机装到四轮车上——火车的问世	(158)
西门子—马丁的平炉炼钢法	(163)
“机床之父”莫兹利	(165)
惠特尼与轧棉机	(168)
“知冷知热”温度计	(172)

第三编 电力技术革命时期

从莱顿瓶到“风筝试验”——蓄电池和避雷针的发明	(176)
电机——开创了电气化的新纪元	(181)
石油溪流出“黑色的金子”	(184)
“上帝创造了何等的奇迹”——“莫尔斯电码”与电报	(187)
千里音信一线通——贝尔与电话	(194)

把鸡蛋立起来的马可尼——无线电通讯的发展·····	(199)
“爱迪生效应”与电子管·····	(205)
奥托与内燃机的发明·····	(211)
本茨、福特与汽车制造业·····	(213)
伴君更上一层楼——电梯今昔·····	(218)
莱特兄弟的升空试验·····	(221)
拖拉机驶入农场·····	(226)
爱迪生与电影·····	(228)
“流浪者”流行全球——自行车发明历程·····	(230)
踏出制衣业的新曙光——缝纫机的问世·····	(234)
记录昨日“真面目”的奇迹——照相术的发明·····	(237)
“打”出一片世界——打字机的发明·····	(240)
航空母舰的诞生·····	(242)
电视机的发展历程·····	(243)
设计大自然的奇迹——人工合成染料·····	(250)
青霉素的发现与制造·····	(253)
晶体管·集成电路·超大规模集成电路·····	(261)
向微观世界进军的工具——电子显微镜·····	(270)
籼型杂交水稻的诞生·····	(272)
考古学家的“碳钟”——碳-14测定技术·····	(274)

第四编 新兴科技革命时期

电子计算机叩开新时代的大门·····	(281)
漫话机器人·····	(290)
遨游空间的人造地球卫星·····	(293)
“阿波罗号”登月记·····	(298)
激光器的发明及其应用·····	(304)
从烽火台到光纤通信·····	(308)

原子武器的出世.....	(315)
应用前景诱人的超导研究.....	(319)
后记.....	(324)

第一编 古代农耕时期

犁出沃土，播下丰收——漫话犁、耩

古语云：“工欲善其事，必先利其器。”先进的农业，必须有先进的农具作保证。中国古代的农具，在相当长的时间里，一直处于世界领先地位。

中国古代农业特别重视土壤耕作，作为土壤耕作的主要农具——犁就格外受到重视。犁是由耒耜发展演化而来的。传说神农氏“斫木为耜，燧木为耒”。耒耜在全国各地的出土文物中曾大量发现，类似现代还使用的铁铲、铁锹，也有叫耒或耜的。当人们设法利用兽力助耕时，耒耜就向犁转化了。据说，牛耕是后稷的侄子叔均发明的，如果此说确实，则犁的发明应在尧舜禹时代。西周，仍行人耕，可能因为铜犁头价值贵，畜牛之费亦昂，而且犁的构造简单，质量笨重，效率不高，反不如人耕合算，故没有推广应用。另外，在奴隶制社会，奴隶主贵族宁肯把千百头牛闲置不用，也不愿将之投入生产以减轻奴隶的劳动负担。这可能也是牛耕在当时未推广的原因之一。

在战国中、后期，冶铁在技术上获得突破性进展。冶铁业在广大地区普遍建立起来，成为手工业最重要的部门之一。大量的考古发掘证明，当时铁农具在农业生产中已逐渐取得主导地位。“一农之事，必有一耜……然后成为农。”战国铁犁的重要构造由呈等边三角形的犁铧、便于人扶的犁梢、任捻曲翻转之劳的犁壁等部分组成。牛耕和铁犁结合，耕作效率大为提高。此后，“耨耒而耕”的现象逐渐为其所代替。铁犁的出现标志着人类社会发展的新时期，也

标志着人类改造自然的斗争进入一个新的阶段。

汉代大力推广先进的生产工具和耕作方法，耕犁也得到了进一步的发展，并且在全国各地广泛使用。汉代的耕犁已经基本定型，有犁辕、犁梢（犁柄）、犁底（犁床）、犁衡、犁箭等部件。犁壁（又叫犁镜或犁碗）在汉代已广泛使用。犁壁的出现是耕犁的一个重大的发展。自此以后，耕犁不仅能翻土碎土起垅作亩，而且能把杂草埋在土下面作肥料，同时还有杀虫的作用。我国耕犁有犁壁装置的时间比欧洲要早 1000 多年。美国农学家雷赛指出：“构成近代犁的特征部分，就是具有和犁铧结合在一起的呈曲面状的铁制犁壁。它是东亚（中国）古代发明的，并在 18 世纪传入欧洲。”汉代的犁有双辕的和单辕的，基本上是二牛抬杠式的。由于是直辕长辕犁，耕地时回头转弯不够灵活，起土费力，效率不很高。尽管如此，它比战国时期的耕犁已有了很大的进步。

经过汉到魏晋四五百年的历史，犁的构造达到定型的地步。犁底负镜，犁箭纵贯于犁底。犁辕以曲木与犁箭为垂直的联系，而与犁底作平行状，其一端嵌入犁梢，其末为犁槃以系轭。犁梢则为斜木柄，其末与犁底相接，其中则与犁辕相连，使人能掌握之以进行深浅的耕作。当时，犁的种类有长辕犁和蔚犁，长辕犁用于平地，蔚犁则用于山涧地。

唐代，为了适应南方的水田耕作，产生了新的曲辕犁，又叫江东犁。当时陆龟蒙《耒耜经》中详细记述了它的部件、尺寸和作用。这种犁由铁制的犁镜、犁壁，木制的犁底、压镜、策额、犁箭、犁辕、犁梢、犁评、犁建、犁舵等 11 个部件组成。整个耕犁相当完备、先进，也很轻巧，耕地时回头、转弯都很方便，而且出土深浅容易控制，起土省力，效率也比较高。江东犁是中国耕犁发展到比较成熟阶段的典型。它的构造要比秦汉时期的犁完备且复杂得多，和现代的耕犁基本相同。这是广大劳动人民在长期的生产斗争实践中不断摸索创造的成果，是劳动人民智慧的结晶。

宋代又在犁前配置用于垦荒的剗刀。至此，作为中国主要农耕工具的犁，已完全成熟。

犁耕能疏松和改良土壤结构，延长土地使用年限，扩大耕地面积，提高粮食作物产量。据史料记载，在整个古代社会，我国耕犁的发展水平一直处于世界农业技术发展的前列。比起地中海的勾轡犁、日耳曼方形犁、俄罗斯对犁、印度犁、马来犁，它的优点是：操作时犁身可以摆动，富有机动性，便于调整耕深、耕幅，且轻巧柔便，利于回转周旋，适宜在小面积地块上耕作。随着我国对外交往的密切，中国耕犁的优点被世界各地吸收，对世界犁具改革产生了重大的影响。

在远古时代，长期从事采集活动的妇女们掌握了一些野生植物的生长规律，进行人工栽培的尝试，开始了原始的农业活动。最初，先民们用尖头木耒等工具掘洞点播或用手撒播，此法大约沿用几千年。

公元前1世纪，在播种上，出现“瓠种”或名“点葫芦”。瓠内装种子，系在腰间拉着走，其上有木柄，下有木嘴，播时下端入土开穴，然后稍加震动，种子即落于耕垄畔，为点播大豆等作物之用。

汉武帝时，穷兵黩武，农民应征参加战争者多，参加田间生产者少。然而“农为国本”、“食乃民天”，提高劳动生产率已刻不容缓。应时代的呼唤，播种农具——耨车出现，据说是汉武帝时的搜粟都尉赵过发明的。播种时，一牛牵耨，一人扶耨，种子盛在耨斗中，耨斗通空心的三个耨脚，且行且摇，种乃自下。它能同时完成开沟、下种、覆土三道工序。一次能播种三行，行距一致，下种均匀，大大提高了播种效率和质量。此后，撒播就退居次要地位了。据《齐民要术》记载，东汉时，耨车传到敦煌，劳动力节省了一半多，产量增加了五成。

宋元时，施肥养地以增产甚见重视，于是有下粪耕种之制，耨斗后另置筛，过细粪或拌蚕沙，耨时随种而下覆于种上，兼收下种

施肥之效。这样，开沟或开穴，播种覆土、施肥都节省了人力、畜力，而且，一功收三效，工作效率大为提高。

我国古代耨车设计之精巧，历来为国内外农史研究者所赞叹。宋代王安石专门写过一首诗称颂耨车：“富家种论石，贫家种论斗。贫富同一时，倾泻应心手。”

现代最新式播种机的全部功能，也不过是把开沟、下种、覆盖、压实四道工序接连完成，而我国两千多年前的三脚耨，已把前三道工序连在一起由同一机械来完成了。在当时能够创造出这样先进的播种机，确实是一项重大的成就。这是我国古代在农业机械方面的重大发明之一。

“飞流百尺，下润千顷”的水车

在古代社会，中国农业的发达水平居世界前列。除了历朝历代重视沟洫和水利工程的建设之外，灌溉工具起着举足轻重的作用。由于地形的限制，自流灌溉毕竟是少数，大多数的农田水利必须借助工具才能实施。

最早的灌溉方式是“负水浇稼”，所用的灌溉工具自然是陶罐了。《庄子·外篇》有记载：“凿隧而入井，抱瓮而出灌。”瓮为陶器，在虞舜时已开始制造。用瓮取井水灌园田，为思维中应有之联想。然而此法很笨拙。

利用机械起水灌溉的最初工具当推公刘的戽斗。公刘为公元前13世纪左右周族的首领，其子孙后代建立了周朝。戽斗构造简单，由柳条编成桶穿上长绳。其掣动只用两人之力，从低水面向高处往复掏水。此法虽较抱瓮灌田有一定的进步性，汲水较多，又较省力，但是仍很原始。

战国时，农业技术有了进一步发展，灌溉已成为农田管理中的重要一项，桔槔乃应需而生。桔槔是利用杠杆原理制成的起水器，

由一根直木、一根横木及水桶(盛水器)、重石块、长绳等材料组成。“引之则俯,舍之则仰。”子贡在汉阴游历时,向当地老农推荐此物说“挈水若抽,数如沃汤。”这种借助简单机械的提水方式,比起全靠人力提水灌溉,显然是进了一步,故桔槔在战国时得到推广。但是,桔槔汲水费时多,起水少,仍有待进一步改进。从抱瓮灌地的极原始状态到桔槔汲水的初步利用器械,“民逸而利多”,在灌溉工具发展史上具有划时代的意义。

据史书记载,东汉以后,出现了利用机械原理的灌溉工具。东汉时有个叫毕岚的巧匠,制造过一种叫“翻车”的机械,“用洒南北郊路,以省百姓洒道之费”。这种翻车,是否就是后世的龙骨水车,不得而知。

半个世纪以后,曹魏有一位大机械发明家马钧,被人称为“巧思绝世”。他刻苦自学,不尚空谈,专心致志地钻研机械设备,在机械制造方面取得杰出的成就。他制造的翻车结构精巧,“灌水自覆,更人更出”,可连续不断地提水,效率比其它提水工具高得多。“其巧百倍于常”,运转轻快省力,儿童都可以操作。据专家考证,这是一种与后世龙骨水车类似的排灌工具。所以,人称马钧是供农业上排灌之用的龙骨水车的发明者,至少可以说他是继毕岚之后,对翻车做了极重要的改革,并用于农业排灌的创新者。

翻车问世后,受到社会的普遍欢迎,到唐代得到进一步推广。太和二年(828年),唐文宗令人做水车样式,命京兆尹监造,分配给郑、白渠附近的百姓,以灌溉农田。当时,在北方有以木桶相连,汲于井中的水车,长江流域出现了半机械化的筒车。筒车形似纺车,四周缚有竹筒,利用水流冲力,冲击轮子而旋转,把水由低处提到高处。此后,水车样式虽然形形色色,但其基本原理不外如此。在近代水泵发明以前,翻车是世界上最先进的提水工具之一,对于灌溉农田,发展农业生产发挥了巨大作用。

翻车可用人力、畜力或水力转动。其用人力者为龙骨车。在行

道块上下，通周由龙骨板叶一节一节地用木销子连接起来，很像龙的骨架，故名之龙骨车。此车由人凭架上，踏动拐木，使龙骨板随循环行道板刮水上岸。也有用手摇的，可以两个人同时摇，也可以只一个人摇。它的汲水量不够大，但是凡临水的地方都可以使用，很方便，深受人们的欢迎，是应用很广的农业灌溉机械。直到今天，在一些僻远的地方，犹可见到这样的水车。人们对它的偏爱可以从文人骚客的诗咏中得到反映：“踏车激湖水，车众湖欲竭。”描写出它从河湖池塘中起水入田的动态；“妇女喜秋凉，踏踏车多笑语。”田家踏转水车的喜悦心情跃然纸端；“下田庠水出江流（圩田用车），高垄翻江逆上沟（山田水车）。地势不齐人力尽，丁男常在塌车头。”由此可看出水车排水和灌溉之功用。

其用畜力者，如牛转翻车、驴转翻车，则在龙骨车的基础上外加齿轮，系于转轴外端，加上互相衔接的带齿竖轮与卧轮，使用牛、驴或马来拉动。这种水车在南宋末年才出现。从人力转动的翻车到畜力转动的翻车，是为一大进步，因为畜力比较大，能把水车上比较大的高度，汲水量也比较大。

其用水力者，如水转筒车、高转筒车，则利用链和唧筒结合水力运动之齿轮，以兜水、放水，日夜不息。筒车构造的完成曾经简单至复杂的过程。北宋时，吸水、运水、覆水纯以一轮为之。这可从水轮咏诗中看出来：“孤轮运寒水，无乃农者营。随流转自速，居高还复倾。利才吠浚间，功欲霖雨并。不学假混沌，忘机抱瓮罍。”

但孤轮运水灌田，其载运量自然有限，为了适应湖湘山溪之地，其地溪涧既多，复饶竹产，乃系以若干竹筒于轮上，增加输灌水量，乃有筒车或竹车的名称，这项增益在南宋时开始推行。人们写诗颂赞说：“像龙呼不应，竹龙起行雨。……神机日夜运，甘泽高下普。……瞬息了千亩……”

至13世纪元代，高转筒车得到发展。高转筒车是把大的立式水轮直接安装在水车的转轴上，带动水车转动。利用高转筒车，田

高岸深或田在山上，都可以灌溉。这是元代机械制造方面的一个巨大进步，也是人们利用自然力造福于人类的一项重大成就。

为了把水引到远处，还有连筒和架槽的发明。连筒是把粗大的竹竿，去掉里面的节，一根一根连接起来，随地势高下，用木石架起，跨越洞谷，把水引到很远的地方。架槽的设计基本上同连筒一样，只是用以引水的是木槽而已。这类器具，正如王祯所说：“大可下润于千顷，高可飞流于百尺，架之由远达，穴之则潜通，世间无不救之田，地上有可兴之雨。”反映出中国古代这方面的创造发明之巧妙，高效而又实用。

中国古代文明，在很长时间内异彩纷呈，是以农业发达为基础的。千百年来，劳动人民在灌溉工具方面的巧思妙想，为先进的农业提供了保障，老百姓靠天吃饭的状况有很大改观。芍陂灌溉农田多至万顷，西门豹发民凿十二渠，为农业丰产创造条件；李冰父子使四川成为天府之国；郑国渠、白公渠滋养肥田沃土，成为百姓的衣食之源。自汉朝开始，经过唐、元、明、清历代的努力，宁夏平原终于变成沙漠中的绿洲、塞外江南……先民的这些丰功伟绩无不借助灌溉工具得以建树。水车的出现和日臻完美使农业的命脉——水利得以流畅，趋利避害，化瘠为沃，使我们这个“水是龙世界，云是鹤故乡”的国度获得江河的灌溉之利，天公水旱交乘，灾害频仍已不能对影响国计民生的农业施展淫威，使我们自古以农业立国，并在相当长的时间内走在世界的前列。

直到蒸汽机发明之前，水车在纺织、切割石木、造纸、带动风箱等方面还一直作为各种产业部门的动力使用。12世纪左右，中国发明了世界上最早的装水车的船。这种水车船是用水车产生的动力来推动船，即在船的外侧装上三个水车，在船上载三头牛，靠牛转动水车，靠水车力推动船前进。

送水“天使”——辘轳

自古以来，我国勤劳的劳动人民就很注意灌溉技术。远古时候，人们就已开始在沿河周围肥沃的土地上进行引水灌溉，挖渠引水，浇沃农田。后来，随着人口的繁衍以及活动范围的扩大，人们开垦的土地越来越多了。这样，灌溉就成了一个更为迫切的问题。最初，人们是利用水位高于农田的水源来灌溉，这样水借助于自身的重力作用，就可以被引入农田。但是，当灌溉水源的水位低于农田的时候，水总不会“由低往高处”流吧？于是，人们开始想法子。在原始社会末期，除了利用方便的河流进行漫溢灌溉外，人们抱着汲水陶瓶到河边汲水去浇灌农田，这种原始的灌溉方法，其效率是很低的。

到了商代，人们开始采用桔槔进行灌溉。正如《淮南子》卷十三《讯论训》说：“古者抱甕(zhui, 坠，即小口瓮容器)而汲，后世桔槔而汲。”那么，桔槔到底是一种什么样的工具呢？

先看一看《庄子》中关于桔槔的描述吧。《庄子》外篇天地第十二中说：“凿木为机，后重前轻，挈水若抽，数如沃汤，其名为槔。”天运第十四说：“……引之则俯，舍之由仰。”由此可以看出，桔槔是利用杠杆原理而制成的汲水工具。桔槔又叫吊杆、拔杆、架斗、桥。其结构虽然很简单但很科学，是在河边或井边（主要适宜浅井）用一根长杠横支在树丫杈里，或支在木架上，在横木杠的一端结绑上较重物体如大石块，另一端用汲器或水桶，需要汲水时，利用杠杆原理将绳一拉使汲器浸入水中装满水，把绳一放由于另一端重物下压或再用很小的力气，就能把汲器提上来。《庄子》中还生动地记载了孔子的学生子贡南游于楚国，并传播推广桔槔的故事。有趣的是，一次子贡向一位抱瓮汲水老人宣讲桔槔这种工具多么的省劲儿。可是老人却不屑一顾，并视桔槔为“奇技淫巧”，用它会使人变

懒。看来，先进工具的推行在我们老祖先那里很早就吃了“闭门羹”。

尽管如此，桔槔的出现仍是人们的一大发明创造。它对解除干旱威胁，扩大灌溉面积，提高作物单位面积产量，发挥了重要的作用。桔槔最早在商朝出现，到了西周和春秋时期得到了应用。后来随着桔槔不断的改进，作为灌溉的工具之一，至今在某些地方还用着呢。

到了秦汉以至南北朝时期，人们对于农田水利灌溉技术更加重视起来。所使用的水源有两个：一个是凿井，一个是开沟挖渠塘。利用桔槔在河溪旁或浅井中可以提水，但对于一些深井来说就不方便了。如果井越是深，用水越多的话，用这种方法提水便越是费力。于是便从杠杆式的桔槔发展为改变用力的方向以便于提水的辘轳或滑车。辘轳的起源也很早，据《物源》上说，是“史佚始作辘轳”。史佚是公元前1100年左右周初的史官。可见，辘轳滑车已有3000多年的历史了。春秋时期墨子（公元前5世纪的人）也曾经做过使用滑车（辘轳）的力学实验。但滑车真正利用于生产，特别是利用于农业提水灌溉，大约是在秦汉时期。这种滑车不仅用于农田灌溉，而且还用于盐井取盐水的手工业盐场生产。如在成都扬子山一号墓出土的盐场画像砖，就有盐井分两层，每层有两人合力提盐水，一边用力下拉，另一边用力上提来汲水。

在当时的农田凿井方面，可以看一看《齐民要术》中的论述：“于中凿长，穿井十口，井必相当，邪则再方地，地形狭长者，井必作一行，地形正方者，作两三行亦不嫌也。井别作桔槔、辘轳。井深用辘轳，井浅用桔槔。柳罐令受一石，罐小用则功费。”这就是说，在农田两畦之间，顺着畦的走向凿十口井，井要打的直，如果打成斜的，就会占地很多。如果地是狭长的，把井打成一行。如果地是正方形的，作两三行也可以。在井口上安装桔槔或辘轳，井深用辘轳，井浅用桔槔，用柳条编成可以容一石水的柳罐，如果罐小了，用起来就

太费功夫。这说明当时的凿井技术已有了很大进步，而与凿井相关的汲水工具桔槔和辘轳也有了很大的用武之地。

在唐朝时期，辘轳的使用仍然相当普遍。陈章在《水轮赋》里，说水车是“殊辘轳以致功”。辘轳和水车一样，都有着各自的不同功效。它们的采用与普遍推广，促进了水利灌溉事业的发展。

到了宋代，辘轳得到了很大的改进，从《农书》所绘的辘轳图来看，在井旁皆有井架。该图清楚地表现了在北宋时代已经使用了在水井上安装曲柄的手摇辘轳。尽管当时的辘轳是木料做成的，不似后来的铁制曲柄，但是这个机械的出现，尤其在这个缠绳下头装置的铁钩连接水桶的技术，却是很大的创造发明。人们可以手摇曲柄，让绳子一圈一圈地缠绕在辘轳上，从而可以轻而易举地把盛满水的水桶从井中提上来。

在明清时期，劳动人民在绳索、挂钩及一切传动部件上的发明创造，也促进了桔槔和辘轳这种灌溉工具的进步。在《天工开物》中就有这方面的记述。《天工开物》中所绘的桔槔是两个竖立的竹竿，中间加上一个转动的设备，这是过去所没有的。但在《考工典》中所绘以前的桔槔则是用一条绳子把一个杆系在树上，一端系上水桶，一端系上重物，一起一落地汲水。这些设备比过去的桔槔显然是有了很大的改进。

再来看一下辘轳。辘轳是利用滑轮原理制成的一种用于井上汲水的工具。但早在战国时代所用的是一种小滑轮和一种实心的转轴。在井口上安个架子，并装上一个曲柄的空心较长的横轴，轴上绕条粗绳，绳子的一端固定在轴上，一端系个水桶，提水时摇动曲柄放桶入井内装水，再摇动曲柄使轴转动绞绳而提桶取水，这样的辘轳为宋元明清的一个创造。这种较为完善的辘轳直到现在，仍是广大农村中的提水工具。水井台上的辘轳，这个养育了人类几千年的、永不停息地“唱着古老的歌”而转动着的“送水天使”，至今依然屹立在有些农村的村头，成为古老农村的一种特有的“风景”。