学生应知科技知识

农业小科技

郭一平 主编

需要全本请访问 www.ertongbook.com

目　　录

农具史话.....1

轭 1

马刺和马鞍 2

马镫 3

马挽具 5

水车 8

风车 10

铁犁 11

旋转式风扇车 15

耧车 17

龙骨车 19

独轮车 21

农具大观.....23

播种机 23

玉米收割机 25

割草机 26

脱粒机 27

翻草机 28

草打捆机 29

收割机 30

打捆机 31

自动收割脱粒机 31

轴向连枷收割脱粒机 32

圆柱体麦杆打捆机 32

拖拉机 33

挤奶机 37

精耕细作话农技 41
农业生产 41
除草剂和杀虫剂 57
给土地营养的化肥 59
分行栽培与精细锄地 61
灌溉 63
波尔多液农药 64
捕鱼技术 66
“奇迹”水稻 72
嫁接技术 74
养蚕技术的历史 75
蔬菜栽培技术 87
农学之最 89
最早的耕作技术 89
最早饲养的家畜 90
最早的农具 91
家畜阉割术的发明 91
最早使用牛耕的记载 92
最早的铁制农具 93
最早的施肥技术 94
复种轮种 95

农具史话

轭

迟至公元前约 1420 年，埃及人才把一种 T 形的棒拴在拉犁、拉车或战车的牲口的角上。把轭加在它们的肩上、通过制成弓形的部分和加上垫子来使其感到舒服的想法，是相当晚的时候才形成的。但是要把轭固定在适当的位置上，轭又必须横过胸前。这是一个缺点，因为牲口一跑轭就绷紧了，轭一绷紧就会使牲口呼吸不畅，结果是牲口越使劲拉就越不舒服。人们认为，对牲口的使用可能始于耕地（一种比车轮的发明早得多的生产实践），虽然最早的犁是人拉的。

轭不仅是拉东西的牲口和被拉的东西之间的连杆，它还能增加悬置和舒适程度，从而增进任何双轮运输工具，特别是战车的灵活程度。在公元前 2 世纪末的美索不达米亚，双轮战车（本身是一种比双轴车更快的车）的轴被挪到了后面，这样，站在车上的武士就不是直接支承在轴上，而是站在轴前面一点，让轭支承了他的相当一部分重量。这使人和牲口更舒服，实际更好使，因为人的重量使轭不致跳起来勒住牲口，牲口就能更好地拉车，人也不必站在轴上，弄得全身抖动，很不舒服。如果我们把一面乌尔军旗（公元前 3 世纪初期）上的四轮战车，跟在尼尼微的亚述巴尼拔王的王宫里的石头浮雕上的一个亚述武士驾的有轭和挽具的双轮战车比较一

下，就会发现双轮战车的先进之处。古希腊人使用战车，像使用“出租汽车一样”，只是把人送上战场。罗马人发现骑兵更方便灵活，所以战车就逐渐淘汰了。然而作为附加在双轮马车和犁上的部件，轭却保留了下来，没有什么改变。

马刺和马鞍

在西方文明中，马除了是一种负重的牲畜之外，早已成为一种地位的象征和军队的一个重要组成部分。它原来是欧洲平原上的一种动物。有理由认为，马是由欧洲平原上的牧民驯化的，虽然不知道驯化工作是何时开始的。

在亚述，马的驯化肯定不迟于公元前 2000 年。在埃及，马最初的出现，是在公元前 17 世纪，那时喜克索人正从北向南征服这个国家。

一旦产生了驯马的想法，就需要拿出驯马的办法来；而在很早的亚述人的雕塑品上面可以看到一根绳子或皮带，一端有个环，套住马的下腭。没隔多久，雕塑品上就有了看起来相当现代化的马勒。马受到了马嚼子的控制；骑马的人可以用棒子或皮带改变马的压力和方向。除了在马嚼子的两端加上装饰和短棒，使其变得更加精致之外，一直到中世纪都几乎没有什么进一步的发展。

第二种控制方法是用靴刺，最初使用靴刺可能是在史前期。乍看起来，它只不过是附加在靴子后跟上的简单的尖东西，可是它比只用膝盖夹马有效得多。

在西欧，最早的马刺是个绕着脚踝的 U 型物，上面伸出一个短梗，梗上带有尖刺。带轮的马刺——马刺上

需要全本请访问 www.ertongbook.com

有能自由转动的带刺的轮子——于 1325 年以后才被普遍采用。

最早的“马鞍”只不过是叠起来的毯子或布，棉马鞍的出现是下一步的事情。木马鞍的发明年代不能确切地知道，因为难以确定画上画的是棉马鞍还是木马鞍。木马鞍是在公元一世纪左右传到欧洲的。为了保证坐得稳当，马鞍的前桥和后面的弓形部分作得比坐处高（为了比武厮杀，后面的弓形部分通常做得很高，有两个弧形的把手护住骑者的腰；而马鞍的前桥则有钢制的保护板和突出物，以保护骑马人的安全）。马鞍经常用象牙和皮革来装饰和制作。

虽然马有巨大的价值，然而在欧洲，直到中世纪前仍远未充分发挥其作用。骑无鞍马的人受到许多限制，即使骑术很好，也坐得不稳当。他不能尽力挥剑，不容易躲闪，盾牌上受到狠狠的一击就可能摔下马去。

马镫

人类骑马史上的大多数时间里，双脚都无所寄托。波斯人和米堤亚人、罗马人、亚述人、埃及人、巴比伦人和希腊人，这些古代民族的强大军队，大多对马镫一无所知。亚历山大大帝的骑士横扫整个中亚时，都骑在马上无处搁脚。奔驰或跳跃时，骑手们必须紧紧抓住坐骑的鬃毛，以免颠下马背。罗马人发明了一种安在鬃毛前部抓手的器具，这使得他们在地面崎岖的情况下能有个东西可抓；不过每当他们未能紧紧夹住马肚时，两条腿便只好摇来晃去地悬着。

没有马镫，骑上马也不那么容易。剽悍的武士为自

己能左手紧抓马鬃，飞身上马而自豪。有些不用马鞍的骑手今天仍然这样上马。古代的骑兵部队用手中的矛点着地支撑身体而跳上马，也有像撑杆跳似地腾空而上，或者靠踩住安装在矛上的横栓而上马。否则便需要马夫当垫脚骑上马了。

到了大约公元 3 世纪，我国改变了这种局面。借助其先进的冶金技术，先人们开始生产铸铜或铸铁脚蹬。马镫的发明者未能青史留名，而最初的想法可能是从偶然用皮绳打成套环再踩套环上马而得到启发的。自然，这样的皮绳套环不可能用于策马行进，因为一旦跌下马来，皮绳套势必会将骑手拖住，其后果是很危险的。这样的皮绳套可能最先由中国人、印度人或与我国接壤的中亚游牧民族使用。马镫原理可能就是在大草原上产生的，它是那些生活在马背上的、有独创性的人们的发明成果。显然从公元 3 世纪起，我国人民便能铸造精美的金属马镫。现存对马镫的最早描绘是在长沙一座古墓中发现的一尊陶骑俑上，其年代被确定为公元 302 年。

对马镫的精彩描绘还可以从唐太宗陵墓中的一个浮雕上看到。马镫非常迅速地输入到朝鲜，我们在该国公元 5 世纪的坟墓画上看到了马镫。还应指出，只是在马镫得以使用之后，才能够真正开展马球比赛。

一个名叫狷狷的强悍部落的迁徙导致了马镫向西方的传播，他们向以阿瓦尔人自称。他们的骑兵掠夺起来十分强悍，因为他们配备了铸铁马镫。大约在公元 6 世纪中叶，他们被迫西进，穿过俄罗斯南部后在多瑙河与蒂萨河之间定居下来。到公元 560 年，阿瓦尔人对拜占庭帝国构成严重威胁，拜占庭帝国的骑兵部队进行了彻底改编，以便与之抗衡。莫里斯·泰比里厄斯皇帝编了一

本军事手册，即公元 580 年问世的《战略学》（仍幸存），详细说明了应采用的骑兵战术，其中提到必须使用铁马镫——这是西方文献中最早的记载。

通过北欧海盗也许还有伦巴族人，马镫传向欧洲其他地方（在伦敦出土了一只阿瓦尔式的儿童用马镫，也是由北欧海盗带来的），不过欧洲的其他民族（除了拜占庭人和北欧海盗以外）使用马镫的时间要晚得多，其原因尚不完全清楚。欧洲的常规军队在中世纪初期以前看来都没有采用马镫。也许缺乏冶金技术是原因之一，因为马镫在很长的时期里都是用铸造金属制成的。只有使用铸造金属技术才能大批量生产马镫。

只要我们想一想中世纪欧洲，我们眼前便出现身穿盔甲、手持沉重长矛和骑在马背上的骑士。然而，如果没有马镫，他们是不会那么神气的。因为没有马镫，负担如此沉重的骑手势必很容易跌下马来。我国发明了马镫，便西方有可能出现中世纪的骑士，并出现了一个骑士制度的时代。

马挽具

胸带挽具

直至公元 8 世纪，西方挽马的唯一手段是“项前肚带挽具”。这是一种不合理的方法，因为皮带勒在马的喉部，意味着马一旦使出最大力气就会窒息。然而几千年来西方却没有人想一想是否有更好的办法。由于他们局限于使用这种可悲的挽具，马力无法用于拉车运输，即使有经验的骑手也会使马在奔驰时处于半闷塞状态。由于挽具不适当，可能加剧了骑兵战中的混乱和残杀。不论马

和骑手多么好，远距离骑马都会遇到严重的障碍。而劣马则不仅容易疲劳，而且会闷塞至半死。如果人类的独创性不强，那么人类就要准备再忍受“项前肚带挽具”数千年。

凡读过古罗马著作的人往往会对埃及船运送谷物到罗马有深刻印象：没有埃及的谷物，罗马人就会挨饿。人们会问：“为什么呢？难道意大利种的谷物有什么不好吗？为什么罗马要依赖埃及的船运才能够有饭吃？”答案很简单：因为没有一种马挽具能把意大利其他工业区的谷物运到罗马。当我们寻求对古代世界事件的解释时，我们往往忽视了这种技术因素。

大约在公元前 4 世纪，我国在马挽具上取得了重大突破。在该世纪的一个漆盒上，有一幅中国画，画中马的脖子上有一个轭，经缰绳使其与车辕相连。尽管这还不能被看做是真正令人满意的挽具，但是它取代了“项前肚带挽具”，有利于在马的胸部套一根带子。不久，马脖子上的硬轭也取消了，代之以显然更有效的胸带，通常被称为“胸带挽具”或“缰绳挽具”。马的项前（喉部）不再套着带子，负重则由胸骨与锁骨承担。

为确定不同类型挽具的相对效率，人们进行了实验。套上项前肚带挽具的两匹马，只能拉 0．5 吨重物，而一匹套上肩套挽具的马则能容易地拉 1．5 吨重物品，而套上胸带挽具的马所能拉动的重量仅仅比后者稍微轻一点。正如李约瑟所说：“因此，项前肚带挽具不可能拉近代的车辆，即使是空车。”希腊人和罗马人的车辆非常轻，如果用于客运，一般只能乘坐二人。这样，就不能用马实现有效的运输。

一般认为，有两个因素导致我国发明胸带挽具。首

需要全本请访问 www.ertongbook.com

先住在戈壁沙漠附近的汉人、蒙古人和匈奴人提出了这种想法，因为他们的车往往陷入沙中，使用项前肚带挽具的马无法从沙中解脱出来。其次，曾经有人工拖曳，人类有自己的拖曳经验。例如，运河船只逆水上行时用人力拉纤，他会很快认识到，在脖子上套绳是不适当的，常识说明：应该由胸骨与锁骨来负重。因此，给马使用胸带很可能是受人使用胸带启发的结果。

胸带挽具似乎是从我国通过中亚传到欧洲的。阿伐尔人于公元 568 年由东方入侵匈牙利，因此人们认为是他们带去了胸带挽具。这个民族的人还给欧洲带去了马镫。马挽具传给了马扎尔人、波希米亚人、波兰人和俄国人。考古学家在公元 7 世纪至公元 10 世纪的古墓中发现了胸带挽具遗物。到公元 8 世纪，胸带挽具传遍了欧洲：胸带挽具首先出现在爱尔兰的一个纪念碑上的一幅西方石刻图中；斯堪的纳维亚人也获得了胸带挽具；各种插图显著地出现在公元 1130 年拜约人的挂毯上，上面绘有犁地的场面。

颈圈挽具

最有效的挽具是颈圈挽具。首先，这种挽具有效地克服了马在解剖上的一个缺陷，使马具备牛的特点。牛有极好的水平脊骨，还有一块或多或少地高于肩的隆肉，因此，牛轭可以很容易地安放在那里，使之能够拉很重的东西。但马的脖子却是有着向上倾斜的坡度，而没有隆肉。最早的我国颈圈挽具给马提供了人工“隆肉”，也就是可以套上轭。换句话说，马通过颈圈及其在颈上部形成隆肉而变成了牛的代用物。颈圈内要加填料以避免马背上的擦伤并引起疼痛。

我国颈圈挽具最早的证据，可以在一块石砖拓片上

看到，拓片上可以看到拉一辆车的三匹马及马上的颈圈挽具，其年代约为公元前 4 世纪至公元前 1 世纪之间。因此，我们认为颈圈挽具最晚是于公元前 1 世纪在我国发明的，比在欧洲出现胸带挽具后 100 年才出现的颈圈挽具要早整整 1000 年。

其后不久，先人们还发现，颈圈挽具还可以用另一种更简单的方式使用，挽革可以在颈圈的两侧直接拴到车上。这种形式的肩套挽具今天仍在全世界普遍采用。

与现代形式的挽具有关，我国还发明了“车前横木”。如果有两匹马拉一辆近代的车，颈圈上的挽革就可以拴在车前横木上。最早期的车前横木可追溯到公元 3 世纪，那时用于牛拉车。

发明颈圈挽具的另一个因素可能是，曾一度在双峰驼上使用过类似颈圈，以用于放行李。至迟在公元前 2 世纪，我国就有骆驼队，并对此动物相当熟悉。那时骆驼的驮鞍是一种毡垫式马蹄形木环，经适当改进，可能曾用在马上。

水车

我们所有的重要机构——齿轮、螺丝、活塞和汽缸等——都是作为扬水装置的一部分而开始使用的，环形链和最初的转子（水车）也是这样。能源史话中的许多重大事件都发生在希腊人统治时的中东地区，虽然人们常常说希腊人有许多奴隶为他们干活儿，无需煞费苦心去搞技术发明。各种古代文明中肯定都有滑轮。借助于滑轮，一个人可以用自己的体重来向下施加压力，从井里提起一桶水来。几乎可以肯定地说，一个古希腊的匠

人要做的事情，就是把一个轮子用作不断地运转的扬水杠杆，在一个大轮的周边装上若干圆筒或罐子。不能把牛训练到能提起一桶水来，然而却可以让它们绕着一根垂直的轴转圈。但是装有圆筒的轮子必须绕着一个水平的轴转动。要解决这个问题，办法就是采用最古老的齿轮（就是其栓钉对安在扬水轮的转轴上的轮缘成直角的普通齿轮）。

在若干代人之后，捆在轮缘上的罐子变成了与圆周吻合的水箱，在直径不变的情况下能扬更多的水。后来有人注意到，如果用水车在水流很急的河里扬水，流水本身就能使水车转动。如果在轮缘上安一些凸出的木板来增大对水流的阻力，水流的力量可以使轮子运转得很快。但是轮子不是非扬水不可，整个传递过程可以倒过来。让水转动轮子，轮子再转动传动轴：这样，任何转动的装置都可以用水力作动力。磨面的磨子显然是能用水力作动力的。到公元前一世纪，水磨虽然用得还不广，但已为人们所普通知晓。

水平水车是一种较简单的水车。它比垂直水车小得多，功率也小，但是制造起来省木料，也无需多少水作动力。在公元前一世纪，一位希腊诗人写了一首歌颂水磨的诗：

啊，磨玉米的姑娘们，
你们磨得如此地来劲！
你们可以回去睡觉了，
留下鸟儿来歌唱黎明！
现在河中的仙女，
跳到了水车轮上，
轮子带动了转轴，

转轴又叫磨子歌唱。

待罗马人继承希腊世界的文化遗产时，他们继承了希腊人的全部水力工业。而中世纪的拉丁基督教世界，却是真正使用机械的最早的文明。到公元 11 世纪时，几乎每一个教区都有水磨。水车逐渐开始派其他的用场，例如用来转动磨子和辗子。磨子和辗子又被用来磨橄榄，磨苹果酱，用来压麻子油或菜子油，用来把菘蓝属植物压制成染料，后来则用来把木炭研碎做火药。

风车

公元 644 年，一个叫阿布·鲁鲁亚的制造风车的波斯匠人，因行刺哈里发乌马尔·伊本·卡图布而被捕。644 年是风车见于文献的最早年代。有专门的资料提到于两百余年后出现在塞斯坦（在伊朗和阿富汗的边界上）的著名的风车，这种风车是从公元前一世纪才被人们所知的小亚细亚的水平水车演变而来的，它的翼板安在一个垂直的“风转动轴”上，在一个水平的平面上转动。

同样，西方的垂直风车，则是由罗马人维脱劳维斯所描述的公元前 22 至公元前 21 世纪之间的垂直水车演变而来的。这种风车称为“柱车”，在 1180 年前后出现于法国，在 1191 年前后出现于英国。由于翼板无论何时都必须跟风向垂直，包括磨石和传动装置的木头车体就安在一根支承的立柱上，一根长的杠杆从背后把它转向迎风面。大概是在 1270 年于坎特伯雷出现的所谓《风车诗》中，有幅关于这种风车的最早插图。

不久之后从这种西式风车演变出的新式风车，于 1300 年前出现于法国。新的“塔式风车”由一个固定的塔

构成，塔包括磨石和传动装置，只有装着翼板的塔顶能迎风转动。有时用一根尾杆达到这个目的，有时则是用装在塔顶里的一根杠杆。中世纪的这种风车插图甚为罕见，但是在沙弗尔克的一个教堂的彩色玻璃窗上有一幅图画，其年代为公元 1470 年。

对一年四季都没有河流来驱动水车的所有欧洲村镇来说，风车是一种福音。它也有助于取消手推磨和牛拉磨。但是风车的成本高，因为互相竞争的风车和水车同时使用是不可能经济的。

铁犁

历史上曾有几百年时间，我国在许多方面比世界上其他国家领先，最大的优势也许就是它的犁。在历史上，西方落后的较突出的事例是：几千年来，数百万人以一种效率极低，消耗体力极大的方式犁地，造成对人的时间与精力的最大浪费。

只有我国较早地摆脱了劣犁的束缚。当中国犁最终传到欧洲后，曾被仿制，同时采用的分行栽培法与种子条播机耧车，这直接引起了欧洲农业革命。一般认为欧洲农业革命导致了工业革命，而且导致西方国家成为世界强国。然而具有讽刺意味的是，这一切的基础却都来自中国，而决非欧洲本土所固有的。

最基本和通用的犁称为阿得犁。它有一个浅犁铧，仅能开出浅沟，因而有时也用于经常刮风和土壤疏松而干燥的地区。例如，这类犁目前仍在西班牙使用。我们手头上有关于这种农具的图片，它可追溯到公元前 3000 年的乌鲁克。这种农具当时常常全用木料制作，因此没

有保存下来。

在我国，早期犁的考古证据是很不充分的。然而，从公元前 4 世纪以来的古代著作已提供了犁地的证据。

我国出土的三角石犁铧可追溯到公元前 4000 年甚至公元前 5000 年早期。因此，牛拉的“阿得犁”早在新石器时代就已使用了。约公元前 16 世纪真正犁（确切地说是旋转犁）的青铜犁铧，在濒临北部湾的越南境内出土，这个地区当时与我国有贸易往来。但我国大多数犁铧在那时似乎是木制的，所以也没有保存下来。

公元前 6 世纪，铁包木或实心铁犁已广泛应用，这是世界上最早的铁犁，在质量上比西方通用的阿得犁好得多。希腊与罗马的阿得犁通常是用短绳捆在犁的底部，它们分别被称为“斯坦戈犁”和“袖犁铧”。同中国犁相比，它们既不坚实又不牢靠，即使是用铁制作的也是如此。

公元前 3 世纪，随着炼铁和铸造技术在我国的提高，导致了称为“𬌗”的犁铧研制。先人们把这个时期发展的更坚固的非脆性可煅铸铁用于农业中。从一开始，𬌗这类犁铧在设计上就比较先进，呈脊形，以便于犁土，而挡板以平缓坡度向上朝向中心，将土从犁上抛开，从而减少摩擦。大约在这一时期，铁犁已普及，而弓架式阿得犁开始废弃（只有土质极疏松和风力极大的地区继续使用），而代之以较重而更有效的方框式旋转犁。这种犁可以用于粘性较大的土壤，而阿得犁太轻又不结实，对这种土质不适用。这种犁也可以用于阿得犁未能垦过的处女地。

公元前 1 世纪时，犁的宽度已超过 15 厘米，能够开沟作垄。而在更宽的垄的两边较深地疏通垄沟，至迟在公元前 4 世纪，我国朝廷官吏和学者就正式推广了框架

犁。当时全世界没有一种犁能比得上我国的这种犁，坚固、方框式、重型、结构良好的犁以及新的犁壁都是优于世界其他国家的各种犁的因素。但是，或许更重要的是使用可调节杆，改变犁片与犁梁之间的距离，可精确地调整犁地的深度。

这种新的操纵方式对农民来说意味着，犁可以经过改装而适应各种类型的土壤、各个季节、不同的气候条件以及不同的作用。犁确实成为具有多种用途的农具，对农民来说，这像是“鸟枪换炮”了。罗马人只有花大力气倾斜犁梁才能调节垄沟的深度，这是一种既笨拙又使人极易疲劳的办法。欧洲在整个中世纪时期大都处于这种情况。

到公元前 2 世纪，大量生产铸铁农具的私人作坊已遍及全国。公元前 100 年时，汉代朝廷在许多省份建立了大的官营铸造厂。铁器在百姓中已相当普遍地使用，因此铁犁对普通人来说是很一般的东西。那时并不缺乏这些先进的铁犁，它们在富家中并非稀罕之物，正像早期欧洲条播机头 200 年间使用时那样。

到公元前 2 世纪或公元前 1 世纪，四种不同的犁壁已广泛地应用于犁。犁壁对于犁具有极大的作用。它是犁在土层的翻土绞部件，可将犁起的土轻轻地翻到一边，使土落成整齐的垄坎，而不致造成堵塞。犁壁与犁铧之间有着良好的配合。由于有不同形状和角度，因此土壤以不同方式翻动成不同形状。某些早期的犁壁已采用科学的苏格兰犁的设计先驱詹姆斯·斯莫尔于公元 1784 年阐明的原理，他写道（但他不知道先于他 2200 年已有人应用了此原理）：

“犁铧背与犁壁能不间断或不作突然改变地犁出连

续而良好的表面。因此，翻土必定从犁铧一端空隙处开始，而犁铧与犁壁必定根据同一原理制成。”

我国古代人民也知道，铁犁铧与犁壁的额外重量大大减少犁地的摩擦而得到更多的补偿。在 2000 年后，阿瑟·扬于公元 1797 年写道：

“犁的重量似乎没有什么影响，这与一般看法相同。……犁的重量对马的牵拉能力来说是微不足道的；较大的问题是粘性土壤的阻力，而减轻犁的重量对此不起任何作用；只有恰当的比例才能解决这个问题。”

结构良好的犁壁，可以将土块翻得恰到好处，顺利而又摩擦极少，因此，好犁犁地就像是用刀切黄油，较重的刀就更容易切黄油。所以，如果结构恰当，较重的犁就会开出较细且较深的沟，而不会出现多少麻烦。

到中世纪晚期，欧洲才知道有犁壁这种东西，即使在那时，其结构也是极其粗糙的。这种犁壁是将扁平的木片固定在犁上，提供有角度的表面，翻上来的土就会与之碰撞而分向两边。我国首先采用的曲形犁壁，到公元 18 世纪才出现在欧洲。由于欧洲缺乏这种犁壁，农民在犁地时不得不一次又一次地停下来，从犁上抓下土和杂草，因为在犁地的尖铧与把土块翻向一边的粗壁之间没有光滑的联结表面。增加的摩擦意味着需要有成群的牛拉犁，而我国的把犁人一般只用一头牛，很少超过两头牛的。

欧洲人通常要集资购买六至八头牛用于犁最普通的地，以致不得不倾家荡产。这同时还意味着，将要留出更多的土地作牧场，这样，就势必会减少为人生产粮食的土地。可以毫不夸张地说，我国当时处在今天美国与西欧的地位，而欧洲当时却处在今天摩洛哥这类国家的

需要全本请访问 www.ertongbook.com