

木牛、流马研制现状及问题

赵彬

(成都武侯祠博物馆, 四川 成都 610041)

摘要: 本文对历代木牛流马的观点进行了梳理, 分析了现代木牛流马的各种模型; 最后提出了研制途径和必须符合的四个基本条件, 并推导出了运输效率公式。

关键词: 诸葛亮; 木牛流马; 运输效率公式; 基本结构属性

中图分类号: K875.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-342(2006)06-15-06

收稿日期: 2006-08-13

作者简介: 赵彬(1958-), 成都武侯祠博物馆, 馆员。

木牛流马是什么? 人们大多会说, 就是诸葛亮所发明的独轮车(四川人称为鸡公车), 如果再想一下也许有人会说, 就像《三国演义》中描写的那样, 是一种很神奇的、能翻山越岭的、并且外形像牛和马一样的运输工具。诸葛亮的木牛流马是一个在中国家喻户晓的问题; 也是一个目前还没有定论的、令人感到扑朔迷离的问题。

笔者曾参与诸葛亮木牛流马的研制和论证工作, 也曾从事过一些“木牛和流马”复制实物的征集工作, 接触这个问题的机会稍微多一点, 笔者仅仅在这里就这个问题用一种比较通俗的体裁, 从比较宏观的角度, 谈一下自己的不成熟的感想和看法, 供大家参考, 为这个问题的最终解决做一点点贡献!

诸葛亮是一个伟大的政治家、军事家, 也是一个伟大的科学家。据《三国志》等历史文献记载, 诸葛亮在军事科学有三个重要的发明, 一个是“诸葛连弩”, 一个是“八阵图”, 还有一个就是“木牛流马”。“诸葛连弩”经过辽宁李希勇先生的研制和罗开玉博士的论证, 可能基本上可以说是被复制出来了, 而“八阵图”由于涉及到较为深奥的周易理论和古代军事科技等诸多复杂问题, 现在学术界还没有一种令人信服的详细的理论, 这个问题的解决可能还要等上不少的时间才行。笔者认为, “木牛流马”的研究介于上述二者之间, 可能已接近突破的边缘。许多业余爱好者都在废寝忘食地研究这一课题, 此时, 把我的想法提出来。

一 诸葛亮的“木牛”和“流马”

据历史文献《三国志》记载, “木牛”和“流马”是1700年前三国时期, 诸葛亮在北伐曹魏时发明并共计使用的运输工具。“木牛”是在建兴九年(公元231年)第四次北伐, 诸葛亮亲率十万大军从汉中出发, 向西北方向迂回到甘肃境内的祁山、天水一带进攻曹魏时使用的运输工具, 以后就再也没有使用过了; 而“流马”则在改进“木牛”之后的产品, 曾经使用过两次, 第一次是在建兴十一年(233年), 运米集于斜谷口之邸阁(邸谷即是现代的仓库之义), 第二次是在建兴十二年春(234年)第五次北伐中, 也是诸葛亮最后一次北伐, 从汉中出发, 直接北上在褒斜栈道上、穿越秦岭、运粮于陕西眉县的五丈原一带使用的运输工具, 到同年秋八月, 诸葛亮就病逝在前线的军帐之中了。

结合当时仅有一百万人口的蜀国, “木牛”和“流马”的发明和使用显然是为了解决蜀汉的人力和畜力严重不足和运输军粮的特殊道路条件而导致的。并且, 在诸葛亮去世以后, 这两个运输工具很快就失传了。在历史文献中再也没有见到其使用的记载了。

《三国演义》小说对此进行了夸张的描写, 把它描写成一种像现代智能机器人一样并带有永动机成分的一种神奇的机器, 这显然是不可能的。但是, 恐怕许多人第一次听说木牛流马都是出自《三国演义》这本小说的。但我们现在研究木牛流马, 则主要是

依据历史文献和考古资料，主要有陈寿著的《三国志》和《诸葛亮文集》、裴松之著的《三国志注》，还有《汉晋春秋》、《资治通鉴》等历史著作。

目前学术界认为：诸葛亮的木牛和流马一定是两种依靠人力推动的木制为主的运输军粮的交通工具。木牛和流马是密切相关的，但又是明显不同的两种运输工具。1、“木牛”发明在先，“流马”紧接其后，这在《三国志》中是记载了的。2、“木牛”的载重量至少在600斤以上，并且日行里程很短，只有大约相当于今天的16市里左右；3、“流马”的载重量是140斤左右，并且是用两个箱子来平均分装的，并运行速度肯定比“木牛”快。4、“木牛”是在汉中到甘肃天水一带的崎岖山路上使用的，而“流马”主要是在汉中往眉县五丈原一带时由南向北穿越秦岭的褒斜道的古栈道上使用的。

《三国志》作者陈寿在写完《诸葛亮传》结尾时评论说：“亮性长于巧思，损益连弩，木牛流马，皆出其意；推演兵法，作八阵图，咸得其要云。亮言教书奏多可观，别为一集。”陈寿还写到：诸葛亮“工械技巧，物究其极。”从这些记载可以看出，诸葛亮确实是一位在军事工程技术上取得了一定成就的杰出的科学家。

二 研究“木牛、流马”的意义

有记者曾问过笔者，研究诸葛亮的木牛流马这个问题有什么现实的意义？笔者在此梳理一下自己的看法。

首先，科学的任务就是用实事求是的方法来发现问题和解决问题，诸葛亮所发明的“木牛、流马”确实是一个困惑普通大众和历史化学者及古代机械学者的一个上千年的老问题了，是问题当然就应该去想办法解决它。“木牛、流马”问题也应算历史科技学研究中的一个基础问题，而这个基础问题如果解决了，有点像法拉第发现了电磁感应定律一样，是没有价的，是无价之宝。

其次，从已经研制的诸葛亮所发明的“诸葛连弩”来看，如果较为成功地研制出当年诸葛亮的“木牛、流马”，那就可以更进一步证明诸葛亮确实是一位伟大的科学家和工程师。

再次，这个问题如果不能解决的话，就会在三国文化的研究中引起一定程度的混乱。如笔者就见过有人写文章证明所谓的“木牛流马”不是什么运输工具，而是诸葛亮所发明的一种赋税制度。这种说法与陈寿所著的《三国志》和裴松之所著《三国志注》中

的提法就大相径庭了。

还有，人类追求先进的交通工具的理想与梦想是没有止境的，人们现在不仅拥有了汽车、飞机、轮船等，不仅已经登上了月球，还想驾驶和乘坐现在还没有发明出来的、不可思议的未来交通工具去开发火星与太阳系、去遨游银河系，并使人类最终进入浩瀚无边的星际空间。听说诸葛亮这位古代圣贤在古代的技术条件下也发明了一种当时就带有神奇色彩的并且是极为先进的交通工具，社会各界人士对此当然是有极大兴趣的，木牛流马研究无疑是当前诸葛亮研究中的一个热点问题，一位资深三国文化专家告诉笔者，谁要是研究出了诸葛亮三个军事发明中的一个，谁就会名垂史籍的。笔者的理解是，谁要是成功研制出诸葛亮的木牛流马，那他一定会成为一个名气不小的文化名人，即便不怎么成功，也是会有一点小名气的。这难道不是从个人角度来看，研究这一课题的重大意义吗？

三 学术界对木牛流马的观点

对于这个问题，从古代南北朝时开始至今学术界一直都没有定论。

南北朝时的祖冲之认为：“木牛流马”属“一器”，是不用风、水和人力为动力的“自运”机械工具。（见《南齐书·祖冲之传》）。显然，要么在数学圆周率研究上居于当时世界领先的祖冲之是对的，要么祖冲之已经陷入了“永动机”的误区之中了。

北宋的一些大家对木牛流马也发表过自己的看法。北宋陈师道认为，木牛是蜀中的“独推小车，载八石，又有大车用四人推，载十石，盖木牛流马也”（见陈师道《后山丛谭》卷四）。北宋的高承在他的《事物纪原》中写到：“蜀丞相诸葛亮之出征始造木牛流马以运饷，盖巴蜀道阻便于登陟故耳。木牛，即今小车之有前辕者；流马，即今独推车者是也，而民间谓之江洲车子”。木牛流马是一种普通的手推的独轮车，民间称之为“江州车子”（见高承《事物纪原》卷八“小车”条）。北宋的著名科学家沈括在《梦溪笔谈》中称木牛流马为“木马”。

由此可以看出，北宋时期已经基本上倾向于认为木牛流马就是我们现在看到的独轮车了，这种独轮车的观点后来广泛地流传于民间，都认为独轮车是诸葛亮发明的，最早叫木牛流马。北宋大师们发明的这种观点一直被认为是正确的，独轮车的观点一直流传了1000多年，影响了后世，直到近现代许多人也认为就是如此。如明末诸葛亮的第三十六代

孙诸葛亮在《孔明全集》都持陈师道的观点，清初毛宗岗在《全绣像百二十回三国演义》通行本中，把木牛流马也画成与宋代“江洲车子”类似的手推独轮车。

到了现代，《中国通史》作者范文澜先生认为木牛流马就是独轮车和四轮车。“木牛是一种人力独轮车……流马是改良的木牛，前后四脚，即人力四轮车”（见《中国通史》第二册。）。现代机械工程学家、《中国古代农业机械发明史》作者刘仙洲先生认为：木牛流马就是汉晋时期的鹿车，即今所谓木制独轮小车，只是诸葛亮等人对鹿车“有所改进”，并给它取了一个新颖的名称，叫“木牛”、“流马”（见《文物》1964年4期《我国独轮车的创始时期应上推至西汉晚年》）。连英国的中国科技史专家李约瑟也认为：“木牛流马即木制独轮车”。

从现代出土的画像砖来看，独轮车在西汉后期和东汉初年在中华大地上已广泛地使用于民间，这种车有许多名称，常见的有我们四川人叫的“鸡公车”，重庆人称的“江洲车”，还有“羊角车”、“手推车”、“二把车”等。所以，诸葛亮是不可能把处处可见的民用简便独轮车改名为“木牛流马”并说是自己发明，还写作《作木牛流马法》来掩人耳目，作为“良史之才”的陈寿也不可能连“木牛流马”与当时的鹿车都分不清，将其写进《三国志》中六次。所以，“典型的独轮车”说是错误的，这一点，已经被学术界基本认同了，诸葛亮所发明的木牛流马并不是独轮车那么简单。

既然不是独轮车，那么又是什么样子的车子呢？现在，可以用“百花齐放”这一成语来形容了，仅作出实物的数十种之多，撰文的也不少。比较匪夷所思的有：流马是一种比较特殊的船、流马是一种空中缆车、流马是一种像列车一样连接起来的运输车辆等。

近年来，著名三国文化研究学者谭良啸先生、方北辰先生、郭清华先生都撰文研究探讨这个问题。他们几位对木牛流马都提出了一些独特的看法。如他们三位都否定了“独轮车”之说，当然也否定了“永动机”之说，明确肯定“木牛”和“流马”是两种不同的运输工具等。谭先生提出了自己的木牛和流马的“四轮车”说（见《木牛流马制作地点考》、《木牛流马考辩》，出自《八阵图与木牛流马——诸葛亮与三国研究文集》巴蜀书社1996年11月1版）。方先生提出了木牛是“同轴四轮车”说，流马则是“车辆和人力交替运输”说，（见《木牛、流马小考》、《关于木牛流马

的若干问题》，出自《诸葛亮与三国文化（一）》四川大学出版社2001年7月1版）。郭清华先生否定了木牛的“四条腿”说，论证了木牛载重至少应在600斤以上等。（见郭清华的《关于对诸葛亮“木牛流马”研究的几点看法》，出自《全国第十四次诸葛亮学术研讨会论文集》）

四 已经研制的实物类型与思路

改革开放以来，我国学术界和民间、学校、一些单位和个人等许多人对此都进行过较为深入的研究和探索，取得了不少的成果，提出了许多的理论，特别是这几年来，许多人自己经过独立的深入研究，做出了实物模型，估计现在全国大约已有数十种之多了。

笔者总结了一下，不一定对，也不一定全面，目前大家探索诸葛亮的木牛和流马有这样几种途径，或者思路。

第一类：根据从宋代就开始流传开的说法，也是广大民众都熟悉的说法，木牛流马就是现代的鸡公车，即独轮车的说法而复制的。如日本和韩国就是在独轮车上做一个牛头就叫做木牛流马了。这种模型，随着考古学上的新发现，被证明是错误的。因为已经出土了几匹早于诸葛亮出生的汉代画像砖，上面就刻有独轮车的图案

第二类：是按《三国演义》中描写的情况来研究和复制，如陕西洋县的那两台木牛流马和绵阳师范学院物理和电子信息工程系师生制作的那两台，其特点主要是1、外形与牛和马相似，有牛和马的头、脚，2、还有比较隐蔽的木箱开关和制动刹车机关。3、通过障碍能力一般或者很弱，除具有一些表演性质以外，几乎没有实用运输价值。

第三类：超出当时古代的技术条件，用一些现在科学技术，根据诸葛亮当年运输军粮的恶劣道路条件来研制。如绵阳师院研制的使用电瓶车作辅助动力的木牛流马、绵阳安县秀水中学研制的使用钢片弹簧来做辅助动力的木牛流马、新疆王瀚研制的使用轴承跨步式木牛流马。他们的主要特点是：1、运用了三国时期并没有的技术，如轴承、钢片弹簧、齿轮、橡胶、蓄电池和电动机、一些精密和复杂的现代机械配件，所以，这类研制品一般认为并无实际的三国历史的学术研究价值。2、当然，它们都有较好的运输能力。3、按这种思路研制有广阔的思路和种类，如果能还原成古代科技的机械，那也会有巨大的突破的，也是研究这一难题的一个途径。

第四类,不超出当时的科技条件,根据诸葛亮当年运输军粮的恶劣道路条件来研制。如绵阳安县秀水中学研制的那一台前面有撑杆的和绵阳东辰中学研制的那台四小轮竖排于一根轴上的。其特点是:1、抛开了《三国演义》中的描写,不受其约束,避免思维进入误区。2、也抛开了历史文献中诸葛亮留下的《作木牛流马法》的记载。3、有较强的通过恶劣道路条件的能力,能在一般普通轮式车辆不能行驶的陡坡、阶梯、松软、泥泞、布满碎石或巨石、狭窄等道路上负重行驶。这类研制,即使在当代,也具有一定的实用性,但因抛开了《作木牛流马法》,所以,历史学术价值值得商榷,但可能会首先解决实用性的问题,再回过头来解决与《作木牛流马法》记载的吻合问题。

第五类:完全按照《作木牛流马法》一文中的记载来研制,由电子科大教授向国富创意并设计、由笔者进行文博指导的那台“木牛”就是此类型的。但这台木牛的载重量尚达不到《作木牛流马法》中所说的“载一岁之粮”的标准,即大约六百斤重的要求,载重300斤操作起来就非常吃力了。但根据此杠杆单摆原理来行驶的木牛理论计算,运载六百斤重粮食是可以达到的,关键是重新设定其杠杆的支点,但同时必须解决结构强度的难题。

五 研制“木牛、流马”的难点和途径

研制木牛流马实物的难度是显而易见的,从许多研制模型看,如果没有较高文化修养的民间木匠,即便是八级高级木匠也是不大可能的,他们大多喜欢按照《三国演义》中的描写来研制,并且连“木牛”和“流马”都不加以区分。这当然就不是什么历史学的学术研究了,因为他们缺乏精深的三国历史背景、古汉语、古代度量衡等方面的知识。致使他们的研制工作进入了误区。

大多历史、文博、考古专业的出身的科技人员研究这个课题也有自身的特殊困难,因为他们大多缺乏机械类的专门知识学习和训练,而要解决这个问题,没有机械类的专门知识和技能显然是不可能成功的。

机械类和物理类的专门研究人员一般又大多缺乏文博历史考古知识,所以,他们搞出来的木牛流马,已经不是诸葛亮的木牛流马,而是他们自己的“木牛流马”了。

一台木牛流马,从创意、构思、设计、改进、到具

体制作,是要花费不少时间的,据笔者所看到的,集中精力的两个月的时间是必需的,而且搞出来的东西是什么还有待商榷。所以,这是一件很麻烦的事情,无论是专业人员和业余人员,如果不是下很大的决心是不会去探索这一成本高、收益几率很小的领域的。

但目前的情况又有所改变了,这就是目前在工业领域中的电脑虚拟设计,如果掌握了这一技术,是可以大大地降低研制和设计成本与时间的。

六 研制“木牛和流马”的四个条件

笔者认为,要研制出当年诸葛亮的木牛和流马,必须符合四个条件。

1、必须采用1700年前三国时期的古代科技,大概只能采用以优质的木材为主和采用少量一些铸铁铸铜等加工比较粗糙的金属配件。

不能运用现代工业才有的机械配件。否则,就是现代科技产品了。也许,问题的关键是在于吻合《三国志》作者陈寿对诸葛亮的评价:“亮性长于巧思”。木牛流马的关键点就在于一个“巧”字,可能是巧妙的组合是据当时所具有的一些机械配件而创造出来的。

2、木牛必须能在恶劣的道路条件下有效地运载600斤重或600斤以上接近800斤重量的古代粮草,载重量应在650—800斤重这个区间,且运输效率应该高于单纯人力,但又大大低于牲畜。

运用数学方法,显然可以推导出这样一个数学公式来描述各种运输方式的运输效率,即:重量(斤数)×里程数(里)÷人数÷天数=斤·里/人·天。我们用这个数学公式来模型化分析一下各种运输方式的效率。

因为人用肩挑背扛,虽然个别强劳动力最多可达人类极限的240斤的负重,但一个普通的劳动力只能负重120斤重的货物,如果第二天还要持续进行的话,大约一天能走60市里的路程。如此计算人用肩挑背扛的运输效率是120斤·60里/天·1人,等于7,200单位;而用独轮车的运输效率是:400斤·70里/天·1.1人,等于25,000个单位,是人力效率的3.5倍,两轮车的运输效率当然比独轮车高,大约是:1000斤·70里/天·1.2人,等于58,400个单位,是人力运输的近8倍;而用马和牛、骡、驴等的运输效率大约是600斤·70里/天·0.3人(因为一人可以驱赶多头牲畜),等于140,000个单位,是人力效率的近

20倍。

我们再来看历史上木牛运输效率是多少，根据《作木牛流马法》中记载，理论上的木牛平均运输效率大约是650斤·8里，等于11,700个单位，比单纯人力提高了约1.6倍。流马大约应该是138斤·80里/天·人，等于11,000个单位。就是说，流马的效率与木牛是差不多的。

从这些运输效率数字对比中我们可以领悟到一些东西。木牛是数字除以单纯的人力高一倍半以外，比独轮车、两轮车、马、牛、骡、驴等运输方式的效率都低。有一点可以明确的是，用诸葛亮发明的木牛流马的运输效率必定高于人力肩挑背扛的效率是无疑的，否则，还发明木牛流马来干什么？

当年诸葛亮为十万大军运输军粮，那可以确定诸葛亮决不是用几架或几十架木牛流马来运输的，而是用上千计架的木牛流马来运输的，那为什么后来木牛流马又莫名其妙的失传了呢？有一点不能排除的是，木牛的运输效率大大低于用牲口的运输效率，因为后来人口数量和牲口数量大幅度增加，所以就没有必要用木牛来作运输效率低于牲口的运输工具。

由此，可以推断出诸葛亮的木牛一定是在恶劣道路条件下，运输效率大大低于牲口但又高于肩挑背扛的单纯人力的运输效率的这么一种运输工具。

3、木牛和流马是用轮子转动和其它目前还不大清楚的行驶方式结合起来运行的一种运输工具。

诸葛亮运输军粮的道路条件可能是不适于通常的轮式车辆，无论是独轮还是两轮或多轮车辆行驶的，如果道路条件适于轮式车辆来运输的话，那诸葛亮就没有必要劳神费力地去发明什么木牛和流马之类的运输工具了，当时的道路条件一定是用普通轮式车辆的运输效率几乎为零。如果适用于普通轮式车辆的话，那无论独轮车还是二轮车、四轮车，仅从其运输效率来看，没有人傻到不使用它的。结论就是当时的道路条件不允许普通的轮式车辆来运载粮食，那这是什么道路呢？一定是只能使用单纯人力和牲畜来驮运的恶劣道路条件。从木牛的运输效率来看，也不像轮式车辆，因为轮式车辆的运输效率比它要高得多。

流马，从我们大致地推算来看，它与木牛的运输效率差不多。它的运输效率也比独轮车低，这个11000个单位的数字是有一些依据的。独轮车才载重138斤重吗？独轮车一般载重400斤是没有问题

的，第二，不管是独轮车也好，流马也好，它们一般认为都是在陆地上用人力推动来行驶的，而人在无负载的情况，一小时只能行走10里，即一天只能走80里，所以，流马一天行驶的里程数不会超过70里，因此，它就只能是11000个单位左右。为什么诸葛亮改进了木牛之后的流马，并不比原来木牛的运输效率有多大的提高呢？笔者的解释是，木牛所行驶的道路是坚实的陆地，而流马所行驶的道路是架在半空中、像一座简易桥梁一样的栈道，木牛行驶时对道路有较大的破坏作用，而流马则基本没有。流马改进之点是在适应行驶道路条件上，而不是提高运输效率上。

木牛和流马的运输效率从上面的数字对比中可以看出，它显然至少是低于独轮车和其它多轮车的运输效率几倍之多，为什么诸葛亮会发明和使用低于普通轮式车辆的运输工具来运输呢？结论只能有两个：第一，普通的轮式车辆的运输效率会更低，第二，一定是在普通轮式车辆难以行驶的道路上在运输。

所以，木牛和流马肯定还有除轮子以外的其它运行方式，而且这种运行方式肯定是类似于牛和马用腿行走的特点的，就是说，轮转和腿行一定是巧妙的结合在一起的。

4、研制的木牛和流马，应该符合《作木牛流马法》中的记载。

《作木牛流马法》虽然没有关于木牛流马的图纸，但却是有木牛和流马的许多重要线索。如关于木牛的运载重量是“一岁之粮”，大约相当于今天的648斤；它一天的行驶里程数个别的可以行驶几十里，而普通则只能行驶18市里；木牛在满负荷时易操作而载重量不足时反而不好用的奇怪运输特点；流马有两个方箱，即“等版方囊二枚”，“每枚受米二斛三斗”，根据古代度量衡换算，即载重量为138斤；流马有前轴和后轴两个轴。

如果研制出来的木牛流马，既符合笔者总结的四点，那么研制出的实物应该被称之为诸葛亮的木牛流马了。

郭清华先生曾撰文说：“诸葛亮的《做木牛流马法》是研究‘木牛流马’的唯一根据，舍此则属臆造……如果抛开《做木牛流马法》来研究复制诸葛亮的‘木牛流马’，只能是臆造、虚构的现代道具，毫无价值意义。”但笔者认为，研制途径不一定非要从这篇文章入手不可，可以殊途同归的。