

文章编号: 1006-2343(2009)03-121-06

木牛流马结构与功能的再现

曹励华¹, 吴巧静²

(1. 上海市青少年校外活动营地——东方绿舟, 上海 201713 E-mail: c-l-h@hotmail.com

2. 宁波大红鹰学院, 宁波 315175)

摘要: 在精确解读诸葛亮的“人行六尺、牛行四步等八句原文的基础上, 探索了木牛的开步前行与步幅, “脚”的双结构与双功能, 用“牛鞅”控制一足转向, 用“双辕”控制前进与更换前进方式, 以“牛舌”作为隐形的控制机关等特点。依靠对原著的详细分析, 推导出木牛的结构和功能特点包括: “双辕”、“牛鞅”、“牛鞅轴”与“牛舌”为整车的控制系统; 牛肋为传导动力的中间部件; 一足司转, 必要时可配合前行; “四脚”具备步行与轮行的双功能。试验木牛依照 1800 年前机械水平设计, 完成了木牛的结构与功能的再现。

关键词: 木牛流马; 机械; 结构; 功能

中图分类号: T18 **文献标识码:** A

The Reappearance of the Structure and Function of “Ox-cart”

CAO Lihua¹, WU Qiao-jing²

(1. Shanghai Teenagers Extra-Curricular Activities Campsite—ORIENTAL GREEN BOAT Shanghai 201703 China

2. Ningbo Dahongying University Ningbo 315175 China)

Abstract This paper explored the peculiarity of Zhu Ge liang's "ox-cart" such as the walking mode and the pace of its step, the double structure and double function, the steering system controlled by the cattle martingale connected with one special foot of the ox-cart, the advancing mode controlled by the double thill and the invisible controlling machinery of the "ox" tongue based on the version "an ox-cart walks four paces while a man walks six feet", which are precisely understood.

According to the detailed analysis of Zhu Ge liang's original works, it is concluded that the features of structure and function of "ox-cart" are as follows: double thill, cattle martingale and "ox" tongue are the controlling machinery of the vehicle; cattle rib is the middle component of power transmission; One special foot is used to control the steering and assists walking if necessary. Four feet can either walk or roll by wheels. The "ox-cart" according to mechanization of 1700 years ago is reappeared with the "ox" structure and the function in Zhu Ge liang's original works.

Key words ox-cart; mechanization; structure; function

“木牛流马”——跟随诸葛亮在中国大地流传了近 1780 年之久的神秘传说, 曾经激励起无数有志少年, 走上了探索、发明之路。它是朦胧闪烁在中国记忆中的灯塔之光, 不断呼唤着中华儿女智慧的奔腾。

公元 231 年, 诸葛亮设计制造了“木牛流马”用以运输军粮。在此期间, “木牛流马”震惊四方, 英名远播。公元 234 年, 诸葛亮去世, “木牛流马”突然神秘消失, 踪迹全无, 仅留下诸葛亮本人的一纸纪念性文章。

为了再现当年的智慧, 人们自发展开了一场延续近 1780 年的开放式智力竞赛, 探索这一神秘器械。时至今日, 对诸葛亮“木牛”的结构和功能研究, 已经形成了三种相对稳定的观点:

(1) 独轮车说

独轮车具有能适应狭窄路面、转弯灵活的优点。《中国

古机械史》教材断定它就是“木牛流马”中的“木牛”, 这也是部分著名学者的主导性意见。民间也有形象化地安上牛头, 画蛇添足地增加两个支撑脚, 以符合“一足四脚”原文描述的做法。

但是, 独轮车在载重量等方面不符合原文描述, 在频繁急转的路面上安全性不足。更重要的是, 独轮车并非诸葛亮所创^[1], 坚持独轮车说, 实际上有讽刺诸葛亮抄袭前人成就之意。

(2) 四轮车说

四轮车具有重心稳定, 载重量大、驱车省力的优点。四轮车说的主要依据, 是原文中“一脚四足”和“转者为牛足”两句, 相关研究者一般都依此推论为有四个会转的“足”^{[2][3]}。但四轮车说的研究者在实样制作方面从来没有获得过成功。

“木牛”是四轮车的观点除了存在一系列与原文描述不符之外(如脚的数量; 牛鞅轴的用途; 行与转的具体定义等

等),最关键的是它难以解决转弯的技术问题。近年来,四川成都《武侯祠》的管理方曾请过工程师专门研究这个问题,也无法得到解决。虽然有人将“一足”定义为“转向之轮”来完善四轮,寻求突破,但终究没有在当时技术条件下找到解决四轮与一足交替触地的技术。

(3) 步行器说

步行器说拥有绝对多数的支持者。历史上步行器“木牛”的试制激情不断。诸葛亮《作木牛流马法》中的《木牛做法》明显倾向于步行器的描述,更使人们坚信“木牛”曾经走过来过。

尽管步行器符合诸葛亮的文字描述,但遗憾的是,就算是移动式步行器也未曾出现合理的结构实样。很多设计或是明显不符合原文的综合描述,或是在功能上存在诸多缺陷。即便是那些已经宣布“破解”的、比较成型的步行器“木牛”,也几乎都使用了超越当时科技水平的曲柄连杆技术,并非真正“木牛流马”中的“木牛”。

上述三种单纯结构的猜想虽然始终都没有准确地把握诸葛亮在发明创造领域“集成、和谐、创新”的独特思路,始终都无法准确地反映诸葛亮“木牛流马”的精妙设计,但是各种猜想都从各自研究的角度对“木牛流马”的分结构、分功能解析做出了重要的贡献。

1 对诸葛亮八句原文的理解和再现

1.1 对描述“木牛”主体结构的八句原文的准确理解

诸葛亮原文共有 25 个表达短句,从 22 个角度描述“木牛”。其中 8 句,历经多种解释,所传递的信息始终未能得到一致的认同。即使偶有比较合理的解释,也终因难以用实验证实而显得苍白无力,信服者不多。然而这 8 句正是破解“木牛”的关键。

1.1.1 人行六尺、牛行四步一确认了开步前行与步幅

对于“人行六尺、牛行四步”的描述,独轮车说和四轮车说的解释,结合了“转者为牛足”的概念,认为是“牛行即足转,足转即牛行”。但是,如若确认“转即是行”,将会导致全文没有描述转向之转。作为一种对运输器具的描述,不提及转向,是极不合理的。可见,独轮车说和四轮车说对“人行六尺、牛行四步”这一句并不能提出合理的解释。

其实,对“人行六尺、牛行四步”这一句可以很客观地理解为:它同时表达了开步前行与步幅。按照这种解释,可以确认“木牛”至少应当兼具步行功能。这一点无需回避。

1.1.2 双者为牛脚一提示了脚的双功能

这句是描述脚的。这个“双”字究竟是“成双”的数量概念,还是“复式”的结构概念,还是“双功能”的功能概念?澄清这个概念是十分必要的。

独轮车说认为“四足”为支撑柱;四轮车说则认为“四足”即四轮。二者对于“双者为牛脚”这一句几乎都是艰难地以“表达四足成双排列”来圆说。

原文是在刚刚写了“一脚四足”,没隔几句又写“双者为牛脚”的。按常理推论,寥寥数语的短文,没有可能对一个部件的数量重复表述。而且这先“一”后“双”,一脚成双数,四足成双脚等表述之间又是互相矛盾的。“成双排列”的解释实际上表达了原文作者文字组织水平低俗的观点。这与事实

不符,因此可先予以否定。

在常用语言文字的表达中,往往有双数,双倍,双人等。在机械范畴,常用的是双链、双套、双柄、双头等结构表达,以及双动力、双输出、双向、双配置等功能表达。“木牛”是一种机械,因此,在前已经用“一足四脚”表达过数字以后,这里使用“双”字有较大可能是既指双结构、又含双功能的意思。

试验木牛的试制过程发现:将脚的前脚掌与后脚掌改造成可分可合的结构(复脚),可以使移动式步行器在每一步都适时地形成一个承重的三角形支撑,避免了主干腿移动落地瞬间承受力过大的危险。这明显是一个“双结构”的特征。“复脚”的模型在一个特殊区域提供了安装轮子的条件。这样,“木牛”既可步行,又可轮行,进一步构成了脚的“双功能”重要特征!

当初诸葛亮可能考虑到不冲淡“步行器”的记载主题,才以“双者为牛脚”暗示后人:谁要想重现“木牛”,那就千万不要忽略脚上的结构、功能特征都是“双”!

1.1.3 转者为牛足一明确了一足司转的分工

“转者为牛足”,足司转。这里的转,是平转换向之转,还是立转前行之转?如前文所述,如果将这里的“转”理解为立转前行,全文就又没有了转换方向之转。所以,应当将此处的“转”理解为平转换向之转。

进一步推论,采用“一四配置”以后,由于在当时四轮无法转向,负责平转换向的“足”只能是“一”。这个结论性概念,可以为下面的论证提供重要依据。

虽然推理如此,在实际设计上,独轮车的一轮,既可转向、又可前行的特点也绝非无可利用之处。这一点可以提醒:一足司转确定以后,同样不应排斥其在前行中可能发挥的作用。

1.1.4 “一脚四足”一理解时应调整为“一足四脚”

将“一脚四足”与上面已经讨论过的“转者为牛足”一起研究,明显出现了一个问题:究竟是一只的样式称为脚,还是四只的样式称为脚?几乎所有的理解和论述都在此产生了难圆其说的矛盾。独轮车说、四轮车说与步行器说在此处久经困惑以后,在实际理解和运用上都转而将其解释为表达器械的“一转四行”或“一转(兼行)四驻”的功能性内涵。

根据原文中“转者为牛足”,结合上述木牛只可能以配置中的“一”实施转向的结论,本文尝试将此地的“一脚四足”调整为“一足四脚”,可以避免理解上的困惑。

1.1.5 摄者为牛鞅轴一“一足”控制系统的形象描述

诸葛亮在这句话里描述了“木牛”的转向控制系统。结合前一句“细者为牛鞅”一起理解就是:“执行控制功能的细皮缰绳通过牛鞅轴控制着木牛。”缰绳到达牛鞅轴部位以后,转走内线,通过牛鼻子进入口腔、腹板、穿过车底板,系于“一足”之上,承担控制“一足”收放的功能。原文的这种描述,在以往遭受的完全是曲解与忽略。

1.1.6 牛仰双辕一控制前进与更换前进方式的操纵杆

双辕(双操纵杆)是木牛的前进控制系统,即杠杆露出后车厢体的部分,供双手握住,上下摆动以驱车前行。双操纵杆也是选择前进方式的“换挡器”;双杆下压至极限,是全轮式;双杆上下同摆是牛奔式;左右交替是步行等等。“牛仰

双轡”的正确理解应是“牛车的前进‘仰仗’对双轡（两根操纵杆）的操作来实现”，而不是“牛车上有两根往上翘起的车轡”。

1.1.7 独行者数十里，群行者二十里——“一四交替”产生的耗时差距

对于数十里，以往的解释，一般都是不少于三、四十里，也有说是七、八十里的。按照三、四十里的理解，独行和群行速度竟然相差近两倍，通常的解释是“管理问题”。从来没有人做出更合理的解释。

独轮车全程都不可能发生独行与群行之间如此大的耗时差，所以这一句成为排除独轮车说的关键理由之一。

什么结构会有独行与群行之间如此大的耗时差呢？依据前面分析，可以先做这样的推断：除独轮车外，剩下的四轮车和步行器都是既定的“一四交替”结构。仔细分析“一四交替”结构在前行中的转弯过程：首先有一个技术耗时：“一四交替”结构是停止前行以后通过“一四交替”原地换向，转弯费时要比等距离直行多；其次有一个道路条件限制产生的耗时：“一四交替”的运输器具在转弯时必须选择适宜的换向区域。在路面不宽的情况下，这样的区域容不下数车齐转，后面的必须等前面的转完之后才有地方可以转向；还有一个安全因素产生的耗时：先转的车不能只顾自己，必须等待后转的车一起前进，这样可以避免队伍因间距太大而受到敌人的攻击。这样前等后等导致了群行速度的大幅减慢，而独行不会发生这样的问题。这里巨大的耗时差距是证明“木牛”为“一四交替”结构的又一佐证。

1.1.8 垂者为牛舌——隐形的控制机关

这一句涉及“木牛”的行动限制机关，相关的还有“舌着于腹”这一句。大家对此的理解五花八门，设计出来的模型也形状各异：有的模型将舌头伸出口腔，往地面下垂；有的将下垂的牛舌弯向后方，碰“着”腹部，更多的是将舌头与四肢联动，并安排了连杆、棘轮等锁紧装置。这些构想显然都不符合客观现实：形象的异变使“木牛”染上了“妖气”；部件连锁的设计者则没有考虑到机关难以识破的关键情节。（传说司马懿将“木牛”全部解剖之后进行仿制，显而易见的机关构件岂有不被发现之理？）

“舌头是松弛的（自然地置于口腔之中），舌根直接连接在腹部”，将“垂”字作“松弛”解才是正确的理解。

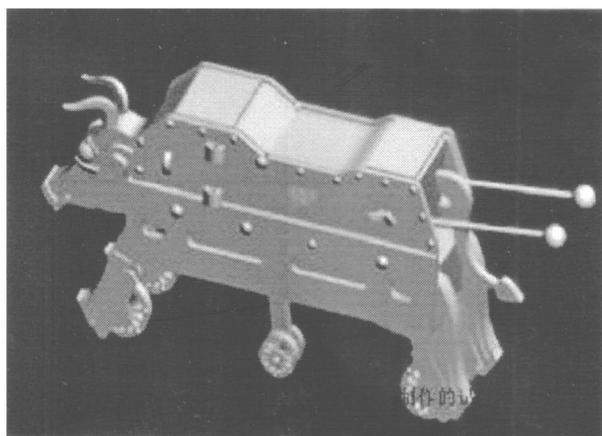
研究证明，牛舌作为隐形的控制部件而成为整车控制系统的组成部分是可以做到的（见图 1a 1b）。

1.2 “木牛流马”主体结构设计的原则确定

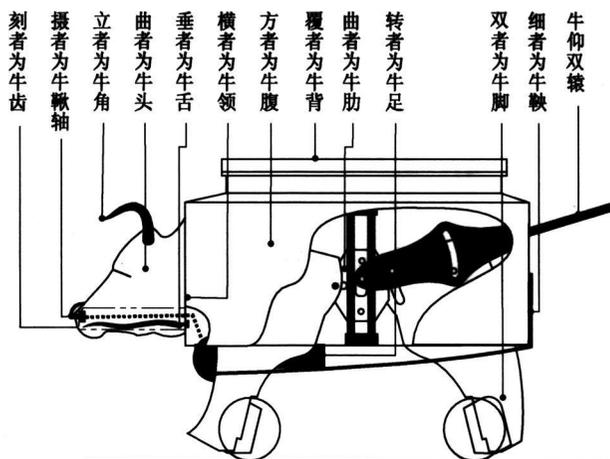
根据对诸葛亮原文的分析，“木牛”主体结构的设计原则确定为如下四点：

1.2.1 重载慢行。“木牛”的工作场地——褒斜栈道道路多转，有时甚至弯度非常大。对于多转的道路，重载慢行为首选、轻载快行为次、轻载慢行为费、重载快行为忌。安全问题反对速度，可以确定诸葛亮所表述的“木牛”是“重载慢行”。

1.2.2 不弃车轮。在平直道路上执行运输任务，有车轮的运输器械相对于没有车轮的运输器械来说，具有无可比拟的优越性。褒斜道也有许多相对平直路段。由于当时已经具备“车轮”这个相对先进的技术条件，诸葛亮不会在“木牛”



(a) 试验木牛直观图



(b) 试验木牛剖视

▲图 1 试验木牛图

的设计上轻易弃用。

1.2.3 一四配置。诸葛亮在描述中明确表达：与“行、转”直接有关的执行部件有两类，其中一类只有一个，另一类有四个，属于“一、四”配置。根据本文前面的分析，可以确定的是“一”主要执行转向功能，不排斥在前行中可能发挥的作用；“四”应当具备步行与轮行的双功能。

1.2.4 不提制、驻。原文对“制动、驻扎”两要素不予表达，说明“木牛”在结构上已经解决了“制、驻”能力的问题。因为“制、驻”能力只有在“木牛”兼具步行功能的时候，才不需要另行表达，因此“木牛”必定兼具步行功能。

综上所述，“木牛”主体结构的设计，应当从“一点触地司转”、“轮式前行为主”和“兼具步行功能”上着手。

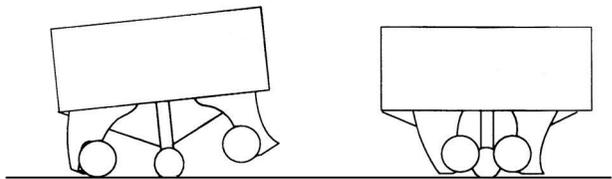
1.3 简单技术的创新运用确保“木牛”的结构、功能得到完美再现

在破解“木牛”的课题上，确保每一条信息绝无遗漏，聚焦被人们忽略的突破点，是产生创意、达到目标的关键。破解“木牛”的另一难点在于如何将 1780 年以前的简单技术进行创造性的运用。具体试制过程中，以下六项突破使问题得到了创造性的解决：

1.3.1 一足四脚——实现一四交替触地

试验木牛首次成功使用简单技术巧妙地完善了“一、四

交替触地”的设计,这是一足四脚共存的思路在具体实施上的体现。足、脚分别设计,各居其位,完善功能。解决了直行与转弯的分工、合作问题。



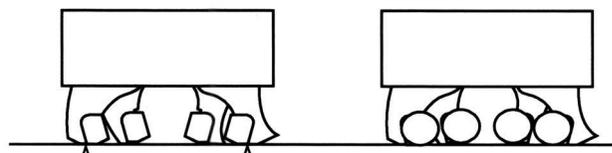
▲图 2 实现一四交替着地

将“一足”设计于牛腹下,以绳控制收放。转弯时将一足先着地,然后将整车前移,用绳拉直一足使两只前脚离地,进而在车后稍抬使四脚离地,实现一足转弯。

1.3.2 “双者为牛脚”——完善脚的双结构与双功能

试验木牛首次将牛脚设计为双结构、双功能:增加了附加支撑,消除了相关部件的安全隐患;使仿生古牛车具备了在平直路段上依靠轮行的重要功能。

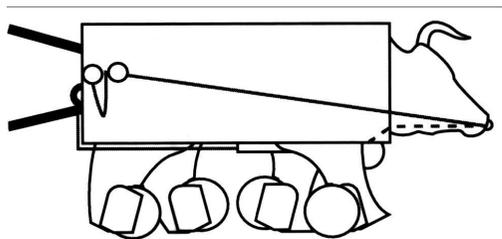
脚的双结构,是从每条腿的中段以下增加一个可分可合的复合脚;双功能是在其上增加一个转轴,完成安装轮子的设计。备有插销,需要时可以使复脚与主干脚同向运动。



▲图 3 完善脚的双结构、双功能

1.3.3 双轭、牛鞅与牛鞭轴——合理布局全车控制系统

试验木牛首创以“双轭”与“牛鞅”、“牛鞭轴”操控车辆行进的技术,完善了器械的操纵体系设置。这种设计验证了诸葛亮在此处绝非单纯表达象形部件,而是同时在明确地交代部件的功能(原文在相关描述中以“仰、摄”二字交待了其属于控制部件的性质),使器械与原文描述的吻合度空前提高。

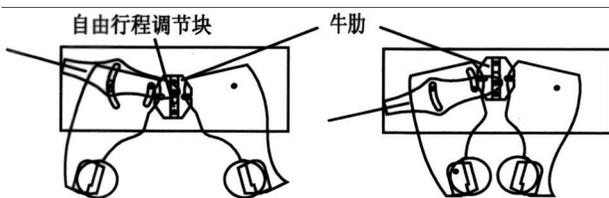


绳:控制一足转弯 杠杆:操纵前进与换挡

▲图 4 合理布局全车控制系统

1.3.4 牛肋——实现对角线开步与步幅的控制

试验木牛领先破解了具有特别空间形状的动力传递中间结构——“牛肋”,顺利实现对角线开步和对步幅的控制。移动式步行的结构也因此得以进一步确认和完善。(“曲者为牛肋”,肋骨是看不见的。位于外表皮与内表皮之间的牛肋,恰当地代表了位于车厢外板和内板之间的、弯曲形的传力枢纽。)



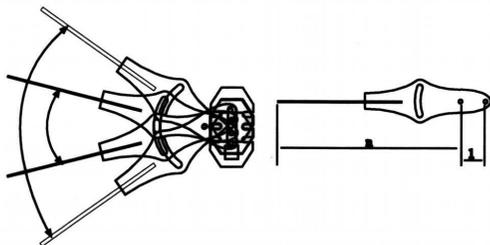
▲图 5 实现对角线开步与步幅控制

1.3.5 大比例省力与小幅度操纵——“兼具步行功能”的最终实现

试验木牛创造性地采用原始技术的、可调节的自由行程控制板,在实施对角线开步的步行功能的时候,科学利用了起伏中的重力。此项设计可以在步行时通过重力做功,节省操作者一半的用力时间,辅以大比例的省力杠杆,满足了大比例省力的需要。同时,这项设计还解决了一个常规的大难题即杠杆效率比越大,操纵点摆动角度也越大,相应的设计往往因超出人肢的摆动常幅而导致失败。在这里,等效率的操纵摆幅比常规减少近 50%。大比例省力与小幅度操纵保障了“兼具步行功能”目标的最终实现。

设计时杠杆只需下压到腿的纵轴越过垂直线,即脱离牛肋。此时牛肋会因为整车的重力向下作用,反过来由腿带动继续走完原定方向。牛肋在走到终点的时候,其反向接触面正好与杠杆反方向运动时与其的接触面相接。这样就可以过渡到下一步的动作。

试验木牛的这种设计同时验证了其“宜大用,不宜小用”的特征。因为如果载重不多,重力作用就会难以发挥。



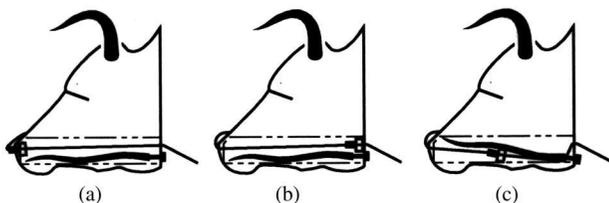
空心杠杆走的是完整角度,实心杠杆依靠了自由行程只走一半角度省力杠杆的力臂长度比为 7:1 以上

▲图 6 大比例省力与小幅度操纵

1.3.6 垂者为牛舌——验证历史传说的可能性

试验木牛以独到的理解与设计验证了舌头是控制车辆正常工作的隐蔽性机关。在不知道《三国演义》故事的情况下,人们即使拆开重做,也会像司马懿一样难以察觉舌头为控制机关。这个设计客观上也为历史传说增添了几分真实性。

设计中,在收起一足时牛鞭轴在 A 位,放下一足时牛鞭轴在 B 位。牛舌反转以后,要放下一足,牛鞭轴只能移动到 C 位,此时车辆转弯功能暂时消失。



▲图 7 机关舌——验证历史传说的可能性

2 两项讨论

2.1 试验木牛是否超越古机械水平的讨论

1700年以前的机械技术水平条件下能否产生象试验木牛这样的“木牛”?这是试验木牛是否违规超越古机械水平的问题,选择以下主要部件的结构进行剖析。普通构件和经过艺术处理的象形件、车厢等,都没有机械发展水平可言,而艺术水平的评价不在本文范围之内,所以不作讨论。

2.1.1 双轭与牛肋

双轭(操纵杆)的握点,就是人力作用于杠杆的着力点。本设计的特点在于每根杠杆操纵前后两腿。为了做到三弧协调、顺利发力而设计的牛肋(滑块),有其自己的直行轨道,在第一弧——杠杆阻力点轨迹中分解出即时垂直地面的直线力,同时传递给双腿对称定位受力点(该两点的运动轨迹是以y轴为对称轴的两根对称弧线),完成对主干腿转动动力的提供。

杠杆的使用在当时已是常识,牛肋虽在空间几何形状方面略有异样,但也不存在科技水平的超越问题。

2.1.2 脚的双结构、双功能设计

这些结构和设计如前所述在原理和制作技术上不存在超越时代的问题。

2.1.3 一足司转和机关舌

“一足”水平安装在车底板下,需要时可以调整绳,使其垂直向下,与地面接触,不需要时亦通过调整绳,使其离开地面,仍置于腹下。这是一个简单的可转动部件,不涉及超越时代的问题。

如前所述,机关舌的设计产生效果的原因,是由于绳和牛鞭轴两个零件的配合。这两个零件,都是因整体功能的需要而被设定的,它们被合理地安排在恰当的位置上各司其职,所以不会被防备。这个设计并没有复杂的技术。

总之,试验木牛的制作所涉及的机械结构,完全在当时简单的机械水平与制作能力之内。谈得上原理层次的,仅有一个杠杆而已。

2.2 试验木牛的工作能力讨论

原文中没有关于“木牛”适应何种路面状况的描述。由于“木牛”是在褒斜栈道上行走的,所以,我们只讨论其对褒斜栈道的适应。

2.2.1 对褒斜栈道历史状态的查考

安庸先生^④、谭良啸先生^⑤、中央电视台《走近科学》栏目的记者^⑥等,都在实际勘查的基础上对褒斜道路有过详细的描述。从难模拟,应该具备的情况是:转弯角度极小,25°以内的坡道,路面障碍,气候造成的湿滑等。

2.2.2 试验木牛对褒斜栈道的适应能力

2.2.2.1 具备可360°转弯的性能

试验木牛一足转弯是整车原地转动。一足上安装有轮组,不受地面状态影响。可以满足原地任意角度的转向要求。

2.2.2.2 行25°以内坡面顺利安全

试验木牛在坡度为25°以内的坡面可以顺利实现上下坡。但上坡时由于重心处于不断抬高的过程,操作者耗力有较大增加,明显需要有人在前拉助力。下坡由于采用了轮

行与步行的交替,有效避免了急速下冲可能带来的危险。上下坡行进时,无须担心翻车问题,操作者只要停止操纵,器械就自动驻于原地,随时都可以原地休息。超过25度的坡面,则需要辅助手段和人力的增加。

2.2.2.3 五类路况从容应对

试验木牛的轮式、步行功能独立使用和组合使用,一共可以产生五种前行技术。直线、平坦道路的行进使用轮式前行,发挥了四轮车轻松快速的长处;上坡使用牛奔式步行,显示了移动式步行器摩擦力较大、不易后退的超稳定优势;下坡使用轮、步行交替,可以对加速度进行有效控制;滑地、险地和雨天使用全轮全步行,在以一定速度行进时可增加保险系数;在遍地障碍的路面上,可以使用五轮车的功能,轻松跨越障碍前行。

总之,试验木牛可以确保多种路况、气候条件下的运输安全和运输效率。这在当初的技术水平条件下,显得尤其完美。

3 结论

综上所述,试验木牛的结构状况、功能状况与诸葛亮对“木牛”的描述^⑦完全一致。依照三国时代的技术水平设计的试验木牛首次完成了“木牛”结构与功能的再现。

诸葛亮通过木牛流马的研制,完成了他本人在机械研制思路上从象形到最初的仿生概念形成的飞跃。同时,在中国乃至世界范围内,诸葛亮是仿生概念成功运用于大规模机械制造的创始人。

在我国,木牛流马的神秘传说始终与创造发明的激情相连系。1780年以来,在木牛流马“开放式智力竞赛”上自然积聚、沉淀了极为巨大的创造能量。木牛破解的事实,有望将积聚、沉淀的巨大能量实现转化;诸葛亮用以创造了木牛流马的“集成、和谐、创新”的创造思路至今仍然是优于西方“规范创新”思路的、极为优秀的创造思路。它将与木牛流马的英名一起继续传播,深入青少年的心灵,启迪他们将发明的激情转化为理性创造的智慧,为国家的全面现代化做出贡献。

木牛的破解,为中华古文明中一颗璀璨的明珠抹去了千年的尘埃。

参考文献:

- [1] 刘仙洲. 我国独轮车的创始时期应上推到西汉晚年[J]. 文物, 1964(4): 1~5 3~4.
- [2] 马儒君. 木牛流马新探[J]. 历史大观园, 1994(2).
- [3] 张应二, 王惠英. 试论诸葛亮的“木牛流马”[J]. 中国矿业大学学报(社科版), 2004(4): 119~122.
- [4] 安庸. 褒斜二谷的自然面貌[J]. 成都大学学报(社科版), 1989(1): 56~60.
- [5] 谭良啸. 木牛流马考辨[J]. 社会科学, 1984(2): 103~109.
- [6] 汉中日报[EB/OL] http://www.mmkj.cn/news_view.asp?newsid=1084 2007.4.10
- [7] 三国志·蜀书·诸葛亮传[M]. 上海: 上海古籍出版社, 2002.

作者简介: 曹励华(1952—), 经济师, 中教一级; 主要研究方向: 青少年创造性思维的培养与训练。