

祖冲之设计制造的几种机械及其复原问题

张柏春 (中国科学院, 北京 100010)

摘要: 祖冲之根据前人对木牛流马、指南车的描述, 重新设计了指南车和“木牛流马”, 这是机械的再发明。他可能改进了旧式的水碓、水磨, 建造了千里船。功能相同的装置往往有不同的机构设计。关于祖冲之制造的几种机械, 没有留下任何具体的可靠的记载。在缺乏基本技术记载的情况下, 后人提出的不同设计都是难以被证实的推测, 只是接近当时技术条件的设计较为可信。但是, 这并不损害祖冲之在科技史上的地位。

关键词: 祖冲之; 机械; 复原

中图分类号: N09

文献标识码: A

Machines constructed by Zu Chongzhi and restoration of them

ZHANG Baichun

(Chinese Academy of Science, Beijing 100010, China)

Abstract: Based on the forefather's account of Wooden Ox and Gliding Horse, South-pointing Carriage, Zu Chongzhi (429-500 A.D.) reconstructed them, and probably improved the hydraulic trip-hammer worked by a water-wheel, the water-mill, and constructed Qianli ship. His reconstructions may be regarded as new inventions. A machine with certain function generally has different mechanisms. Because no reliable and detailed account of Zu's constructions handed down from ancient time, any restorations made by modern people are only conjectures which are difficult to prove. Those constructions that are close to technical conditions of the day are more reliable than other designs. This situation does not impair Zu's position in the history of science and technology.

Key words: Zu Chongzhi, machines, restoration

祖冲之(公元429~500年)在数学、天文历法方面有杰出的成就,在机械工程方面也很有建树,设计制造过指南车、水碓磨、木牛流马、千里船等。他的技术成就占有什么样的历史地位? 我们真的能复原他的机械吗?

1 祖冲之的机械及其历史地位

记载祖冲之设计制造机械的文献有《南齐书》和《南史》。

南朝(梁)萧子显的《南齐书·祖冲之传》记载:“初,宋武平关中,得姚兴指南车,有外形而无机巧,每行,使人于内转之。昇明中,太祖辅政,使冲之追修古法。冲之改造铜机,圆转不穷,而司方如一,马钧以来未有也。时有北人索驭驎者,亦云能造指南车,太祖使与冲之各造,使于乐

游苑对共校试,而颇有差僻,乃毁焚之。……以诸葛亮有木牛流马,乃造一器,不因风水,施机自运,不劳人力。又造千里船,于新亭江试之,日行百余里。于乐游苑造水碓磨,世祖亲自临视”。^[1]

唐朝李延寿的《南史·祖冲之传》几乎重复了上文,但文字上有个别差异:“得姚兴指南车,有外形而无机巧,……高帝使与冲之各造,……于乐游苑内造水碓磨,武帝(公元483~493年在位)亲自临视”。^[12]

引文中的“造”字的第一层含义是“设计”,第二层含义则是“制造”。参与制造“水碓磨”、“千里船”的可能还有一些工匠。

“昇明中,太祖辅政”指南朝刘宋昇明年间(公元477~479年),萧道成辅政。这期间,祖冲之成功地制造了带着“铜机”的指南车,而索驭驎却未制成指南车。显然,祖

冲之不能从前代指南车那里继承任何传动机构。

“千里船”显然是一种快船。“木牛流马”应当是一种运输机械。说它“不因风水,施机自运,不劳人力”,这并不可信,因为这显然违背基本的科学原理。可见,古人的描述并不都是可靠的。

祖冲之的技术成就在历史上占有什么样的地位呢?

指南车技术到三国时也已经亡失。三国曹魏人马钧再次制成指南车。^[3]到了东晋末年,姚兴的指南车已经不能靠机械传动装置来自动指南了。因此,祖冲之造指南车及其“铜机”,是指南车的再发明。

三国时期,诸葛亮“作木牛流马”,《诸葛亮集》、《三国志》对木牛流马的结构作了部分文字描述。^[4]我们无法知道祖冲之是否参考过诸葛亮的“木牛流马法”。不过,由于《诸葛亮集》、《三国志》中的技术描述的欠缺和不确定性,笔者认为,祖冲之所造木牛流马可能是一种新发明。

仅凭“日行百里”这句简单的性能描述,我们难以判断“千里船”是哪种类别的船,其中含有哪些技术创造。

西汉桓谭《桓子新论》、东汉服虔《通俗文》都记载了水碓。^[5]三国时期马钧造水力“春磨”模型。^[6]祖冲之可能改进了旧式的水碓、水磨,提出了自己的设计。他的“水碓磨”的基本原理可能类似于马钧的“春磨”,即同时用一个水轮驱动的水碓和磨,或者是两个独立的水碓和水磨。

2 复原问题

汉以后,指南车多次被试制。三国以后,几乎历代都有人醉心于木牛流马的制造。20世纪,这类机械的复原成了技术史研究的课题。在文献记载不够详实且无考古依据的情况下,国内外科技史界、机械工程界的专家和爱好者在指南车、木牛流马等机械的复原方面作了许多尝试。

关于指南车的传动机构,后人提出了多种推测。到20世纪80年代初,国外和国内学者已经提出近20种指南车传动机构推想图,主要可分为定轴轮系和差动轮系两大类,定轴轮系方案中有自动离合装置。^[7]其中,对宋以前

的指南车的机构复原都没有具体的史料依据。

《宋史》、《愧郾录》记述了宋朝燕肃指南车和吴德仁指南车的结构,为复原提供了具体的文献依据。然而,由于《宋史》、《愧郾录》的文字记载不够充分,且没有插图,后人在做传动机构复原时未能取得一致意见。为了弥补文献记载的缺憾,复原者做出了不同的机构推测。^[8]其中,差动轮系方案与《宋史》、《愧郾录》的记载距离较远,在其它中国古文献中也找不到有关差动轮系的记载。

木牛流马的复原吸引了一些学者和工程师。《诸葛亮集》对木牛流马的描述引起了多种猜测,其中“独轮车说”受到较多学者的认同。^[9]但始终有人认为独轮车式的木牛流马都太简单了。于是,有的机械工程师发挥自己的专业特长,试图另找一条复原木牛流马的途径,设计出了模仿牛马行走的步行器。设计师证明了机械式步行器能够模仿牛马等四腿动物的行走,但人们难以证明它们之中的哪一个是诸葛亮的木牛流马。实际上,他们的“木牛流马”至少在技术方面尚未解决负重行走等难题。有的设计还含有很复杂的、缺乏史料依据的机构,人们有理由怀疑古代是否有这样的技术能力。

在复原古代技术时,我们应遵守科技史研究的基本学术规范。^[10]机械专家都知道,功能相同的装置往往有不同的机构设计。也就是说,不同的机构设计往往都能满足同样的功能要求。不同的设计者,可以设计出机构不同的指南车、木牛流马、水碓、水磨、快船。在缺乏基本技术记载的情况下,后人提出的不同设计都是难以证实的推测,只是接近当时技术条件的设计较为可信。

关于祖冲之的指南车、木牛流马、水碓磨、千里船,没有留下任何具体的结构记载。在机构设计存在多样性的情况下,不可能做出可以被证实的复原。那些采用复杂的差动轮系、渐开线齿轮的所谓“祖冲之指南车”,更像是利用现代技术去“发明”一种新机械,而不是真正的复原。

尽管祖冲之的指南车、木牛流马、千里船等机械装置成了难解之谜,但这并不等于贬低他的智慧和成就,也无损他在科技史上的地位。

参考文献

- [1] 萧子显. 南齐书·祖冲之传(卷五十二)[M]. 北京:中华书局, 1972, 905~ 906.
- [2] 李延寿. 南史·祖冲之传[M]. 北京:中华书局, 1975, 1774.
- [3] [6] 严可均. 全上古三代秦汉三国六朝文·全晋文(卷五十)[C]. 北京:中华书局, 1958, 1747.
- [4] 陈寿. 三国志·诸葛亮传[M]. 北京:中华书局, 1959, 927.
- [5] 清华大学图书馆科技史研究室 中国科技史资料选编

[C]. 北京:清华大学出版社, 1985, 266.

[7] [10] 陆敬严. 八十年来指南车的研究[J]. 自然辩证法通讯, 1984, (1).

[8] 刘仙洲. 中国机械工程发明史(第一编)[M]. 北京:科学出版社, 1962, 103~ 105.

[9] 陈同周, 陆敬严. 木牛流马辨疑[J]. 同济大学学报, 1988, (3).

[责任编辑 郑红翠]