

## A Research on Square-Pallet Chain-Pump's Working Principle

## La noria d' « os de dragon » et les caractéristiques locales de la

## culture agricole de Chine

### 龍骨水車與中國農耕文化的地域特色

Zou Qingyun

鄒慶雲

Received 16 November 2006; accepted 11 January 2007

**Abstract:** Although some papers and documents had introduced square-pallet chain-pump, but they did not discussed the pump's lifting mechanism nearly; in this paper, based the analysis on square-pallet chain split hydraulic gradient to several tens so water leak less, try improve the square-pallet chain-pump's working principle, and discuss some relevant problems.

**Key words:** square-plate chain-pump, scrape water, bail water, hydraulic gradient, mnemonic rhyme on selecting suitable timber

**Résumé:** Etant donné le manque d'argumentation sur le mécanisme d'élévation d'eau dans les documents chinois relatifs à la noria d' « os de dragon », l'article, à travers l'analyse du fonctionnement de la noria d' « os de dragon », étudie son principe de travail et discute en même temps ses caractéristiques locales.

**Mots-clés:** noria, puiser de l'eau, élever de l'eau, écart de niveau d'eau, formules rimées pour le choix de matériaux

**摘要:** 針對有關龍骨水車的中文文獻中提水機制論述缺略, 本文通過對中國龍骨水車提水時板頁木鏈分水程為數十小梯級使下漏水少上行水豐的分析, 深入研究了中國龍骨水車的工作機理, 同時討論了中國龍骨水車的地方特色。

**關鍵詞:** 翻車; 刮水; 戽水; 水位差; 選材口訣

### 1. 關於龍骨水車的主要記載

城市化、工業化和農業產業化的發展浪潮正在迅速改變中國農村的面貌, 經濟快速發展的同時幾千年流傳下來的農耕景象已不容易見到, 前些年還常見到的古老耕作方式和農具, 現在大多退出人們現實生活成為古舊, 如牛耕和犁耙、車水和水車、舂米和碓臼, 等等, 數不勝數。就舊時農事中的車水和農具水車來說, 主要是指人力腳踏或手挽驅動水車提水灌田, 所用古老水車又叫龍骨水車, 因為水車提水關鍵靠由百十節帶板頁的龍骨連成的串板木鏈通過水槽迴圈不斷地在把水帶上來, 而以牛力驅動或水輪驅動或風車驅

動的龍骨水車和以水輪架周緣斜置的幾十個水筒低位元進水高位倒水的筒車雖也屬水車但都不如人力龍骨水車常見。現在只有筒車在中國一些旅遊點作為一種特別景致還能偶然見到, 其他水車均因其提水功能已被抽水機取代而在鄉野中銷聲匿跡, 幸好在中國湖南韶山毛主席舊居、湖南長沙東鄉黃興故居等文物保護單位和個別農戶家中還有單件保留。雖然在今天龍骨水車只是一種過時的農具, 但在工業社會之前它卻是一種效率最高、使用普遍、構件繁多、連續運轉的經典農業機械。許多文章、典籍提到龍骨水車或描述它的結構與運轉, 深入研究其提水機制的文字卻很難找到, 試看下面中文文獻中幾段有關龍骨水車記載和描述的重要文字:

(張讓) 又使掖庭令畢嵐鑄銅人只四列于倉

龍、玄武闕。又鑄四鐘，皆受二千斛，懸於玉堂及雲台殿前。又鑄天祿蝦蟆，吐水于平門外橋東，轉水入宮。又作翻車、渴烏，施於橋西，用灑南北郊路，以省百姓灑道之費。（〔南朝宋〕範曄《後漢書》·宦者列傳，中華書局，1965）

時有扶風馬鈞，巧思絕世。……居京都，城內有地，可以為園，患無水以灌之，乃作翻車，令童兒轉之，而灌水自覆，更入更出，其巧百倍如常（〔晉〕陳壽《三國志》·魏書·方技傳·杜夔注一，中華書局，1959）。

凡河濱有制筒車者，堰陂障流，繞于車下，激輪使轉，挽水入筒，一一傾於硯內，流於畝中，晝夜不息百畝無憂。其湖池不流水，或以牛力轉盤，或聚數人踏轉，車身長者二丈，短者半之，其內用龍骨栓串板，關水逆流而上，大抵一人竟日之力，灌田五畝，而牛則倍之。其淺池、小澮，不載長車者，則數尺之車，一人兩手疾轉，竟日之工，可灌二畝而已。揚郡以風帆數扇，俟風轉車，風息則止，此車為救潦，欲去澤水，以便栽種，蓋去水非取水也，不適濟旱。用桔槔、輓轆，功勞有甚細矣。（〔明〕宋應星《天工開物》·水利，嶽麓書社，2002）

清代麟慶在他所著的《河工器具圖說》中關於龍骨車的敘述比較詳細。它的構造除壓欄和列檻樁外，車身用木板作槽，長二丈，寬四寸到七寸不等，高約一尺，槽中架設行道板一條，和槽的寬窄一樣，比槽板兩端各短一尺，用來安置大小輪軸。在行道板上下，通周用龍骨板葉一節一節的用木銷子連結起來，很象龍的骨架一樣，所以名叫龍骨車。在上端的大軸的兩端，各帶四根拐木，作腳踏用，放在岸上的木架之間，人扶著木架，用腳踩動拐木，就帶動下邊的龍骨板葉沿木槽往上移動，把水刮上岸來，流入田間。龍骨板葉繞過上端大軸，又在行道板上邊往下移動，繞過下端的軸，重新刮水。這樣迴圈不已，水從低處源源不斷地被車上岸來。這就是龍骨車的構造和工作過程（圖1）。<sup>1</sup>

翻車：又稱龍骨車、踏車，由木槽、一條帶有龍骨板葉的木鏈、大輪軸、小輪軸、木架等構成。由人力、畜力或水力驅動大輪軸旋轉，帶動木鏈板葉上移，刮水上岸。在近代水泵發明之前，

是世界上最先進的提水工具之一。（《中國歷史大辭典·科技史》，上海辭書出版社，2000）

漢代的翻車是最早出現的採用鏈傳動的機械，用它灌溉實現了連續提水。<sup>2</sup>

某種意義上在歐洲鏈傳動很晚才出現，直到西元18世紀或19世紀才有。而鏈傳動在中國的發展則很不一樣。最獨特的是中國的提水機器——有輻射踏板的方板鏈式泵，在水槽的兩端各裝鏈輪，水流傾斜向上流經水槽，它發明於西元前1世紀的漢代。<sup>3</sup>

從以上文獻記述及圖示中可看出，龍骨水車的起源、用途、構造、功效等介紹較為清晰，但龍骨水車的提水原理介紹僅止于“關水逆流而上”或“迴圈刮水上岸”等語帶過。然而，龍骨水車既是農耕時代先進的、獨特的提水工具，在其獨特的器具構造之外是否還有其獨特的提水工作機理，值得人們進一步認真探討，沿用的“關水逆流而上”和“迴圈刮水上岸”原理描述推敲起來也存在一定差別，原理本身更有細節問題的需要加以分析。



圖1 《天工開物》中的腳踏龍骨水車

<sup>1</sup>趙繼柱(1978). 中國古代的農業機械[C]. 中國古代科技成就(522-526). 自然科學史研究所. 中國青年出版社.

<sup>2</sup>盧嘉錫, 席澤宗等(1997). 彩色插圖中國科技史. 中國科學技術出版社, 祥雲(美國)出版公司.

<sup>3</sup>李約瑟原著. 柯林, 羅南改編. 上海交通大學科技史系譯(2003). 中華科學文明史(第四卷). 上海人民出版社.



圖2 《天工開物》中的手挽龍骨水車

## 2. 提水漏失與龍骨水車工作機制新探

正如上面文獻提到的那樣，古老的鏈傳動堪為龍骨水車之最大特色，使其在生產力低的農耕時代，實現大跨度動力傳遞和連續作業，這樣用它提水就比用其他器具汲水省去了空載回復過程而大大提高效率。鏈傳動對於今天用鋼制零件尚維護不易（試想自行車鏈條損壞要現造一段何其不易），舊時農戶的木制龍骨串板木鏈在木齒輪軸驅動下能高負荷（以四人龍骨水車與今一人騎自行車時有斷鏈情況相比）連續運行（水車常一天運轉七、八到十幾小時），其傳動配合準確到位和木料強度與抗疲勞性足以稱道。

尤為值得深入探究的是龍骨水車的提水原理，因過去文獻中的論及僅止於“關水逆流而上”或“迴圈刮水上岸”等語。“關水而上”寓意串板將關在水槽隔段裏的水由低進水口無漏失地一直送到高出水口，仿如成排水桶送水上岸；“刮水上岸”則隱含串板將水從車槽的低入口疾速刮送到高出口，猶如成串戽門依次戽水上岸；兩者似有理又不盡然，粗看覺得解釋了龍骨水車的提水機制，但深究其止水下漏之法則發現這些解釋離內在原理還差很遠。

由於水車的龍骨串板與水槽板壁之間有毫米級的縫隙，被串板分隔的水槽各段之間遠不象唧筒水泵一樣嚴密無縫，若向其中一個隔段單獨灌水則水很快漏光，故“關水而上”原理嚴格地說是不成立的，或說這樣解釋是不確切的，文獻<sup>3</sup>後面第5卷提到翻車提升的極限高度與製造它的木工手藝和由此決定的洩露量有關但卻未往下討論；若以“刮水上岸”解釋，則串板分隔的水段上行速度需如戽門戽水（圖3）達到每秒數米，“戽水”在方言裏意思就是“把水揚起來”，<sup>4</sup>但龍骨水車龍骨串板移動速度低於每秒1米，故此解釋也不確切和完善。從而，需要從更本質的工作機理上分析研究龍骨水車的提水過程。

龍骨水車工作時水槽與串板隔成的上移梯級之間保持相對水位不變，這是一種反映龍骨水車提水機理的本質現象，故可從這一點入手分析補充龍骨水車工作原理。由於水槽與龍骨串板組成的一個個盛水隔段連續地傾斜向上移動，前邊隔段裏漏出的水源源不斷補充後面隔段的漏失使其相對水位不降，這樣前後隔段梯級之間的水位差始終較小因而壓力差小漏水流量也小，即使踏車速度慢一些時也是這樣能保證有足量的上行水流從槽口流出；然而只要水車一停，車槽內的水一會兒就漏幹；相應的，水車剛運轉起來時，出水也是由小逐隔段增大很快達到平穩水流。古代翻車發明者認識到“漏自補漏”維持了串板隔段梯級間的小水差使下漏流量小，這就是實現龍骨水車連續提水機制的關鍵。針對這一解釋與以前“關水而上”和“刮水上岸”解釋的機理差別和補充作用，這裏將龍骨水車的提水機理歸納為“水程密分，漏慢流升”，將前人“關水逆流而上”和“迴圈刮水上岸”解釋延伸為“水程級密漏慢，關水逆流而上”和“水程級密漏慢，迴圈刮水上岸”。反過來思考也可看出中國古代龍骨水車提水機理的高明：如果靠板頁與水槽間縫隙極小來消除漏水流失，則木齒輪和龍骨木鏈傳動的行走精度很難保證串板準確入槽稍有偏差就會卡住而繃裂板頁或拉斷龍骨木鏈。

從上面討論可知，龍骨水車提水的機理，不同於唧筒抽水靠活塞密封，不同於戽門戽水靠揚水疾速，不同於轆轤提水靠水桶立升，而是靠水

<sup>4</sup>李榮、鮑厚星等(1993). 長沙方言詞典[M]. 江蘇: 江蘇教育出版社.

程密分漏慢流升。這就是龍骨水車提水機理獨特之處。

### 3. 龍骨水車體現的古老地方文化

雖然各種龍骨水車提水主體結構基本相同，但各地龍骨水車非主體部分仍特色紛呈。拿湖南長沙地區的龍骨水車來說，普通踏車不象《天工開物》書裏那樣人扶兩柱式車架橫木站著車水而是人坐四柱式車架之上踏轉輪軸車水（圖4），其優點從人們騎單車坐著騎比站著騎輕鬆可體會到，江浙、嶺南以至湘南許多地方農村過去都是站著車水一如圖中；長沙地區的腳踏龍骨水車分二人車、三人車和四人車而蘇南地區踏車分三人車、四人車、六人車（談汗人，《蘇南地區的龍骨水車和戽水機船》，江蘇掌故）。又《天工開物》書中的拔車（圖2）長沙農村稱“手車字”多直接雙手搖轉而不加推拔連杆；長沙農村沒有江蘇農村的風車龍骨水車（如中國電影《柳堡的故事》裏風車）類型；長沙農村稱“龍骨”如書中而江浙稱水車龍骨為“鶴膝”等，都表現了古書中舉凡記載的龍骨水車實際上又極具鄉村地方特色。

龍骨水車的地域特色還體現在一些相關民間文化上，比如龍骨製作木料的選取，長沙縣農村有“一梅二榭三槐四櫟”口訣，其地方古風非常濃厚。櫟木是南方人熟知的結實耐用木料，槐樹是北方人熟悉的優良用材，但對製作龍骨來說，槐雖優於櫟但都還不是最好的木料；最好的木料是一般人不習慣視作木料樹種的梅樹，梅樹作為人們熟知的花、果樹木稀有砍伐，但從“梅樹木材堅韌，是雕刻及製作算盤珠的良材”這樣的典籍記載來看，排在製作龍骨優良木料第一是可信的；作為製作龍骨的第二好木料榭樹，最能體現這句選材口訣的長沙地方文化特色，因為榭樹的“榭”字詞典上只作地名“榭梨”專用字解，而榭梨是長沙縣的一個古鎮，坐落在瀏陽河邊，過去也稱榔梨或榔林，現在網頁等許多地方對這個地名“榭”、“朗\*”（這裏\*表示該字下有“木”部而輸入字形檔無此字）、“榔”不分。但“榭”與“榔”音調不同（長沙方言和普通話都如此），一般長沙人也不知道榭樹，只有知道這句口訣的人知道榭樹就是人們常說的蚊榔樹，細心觀察的人看到過四五月間蚊榔樹有的綠葉上鼓起的淺紅小囊裏果然“結出”幼蚊而始信古人命名不虛！在《長沙方言詞典》裏“蚊榔子樹”解釋為“榔榆樹”，再將樹名與“榔林”、“榭梨”地名聯



圖3 《農政全書》所載用戽門戽水（揚水）

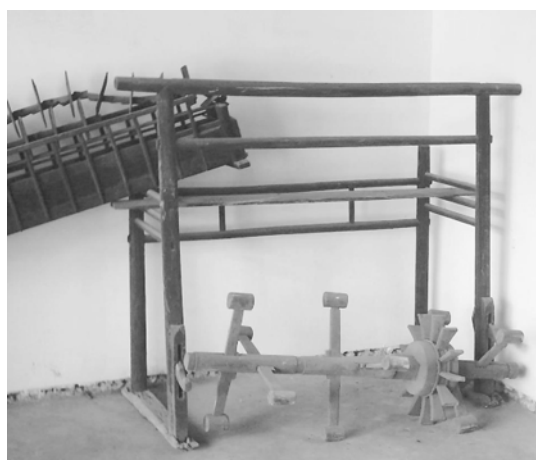


圖4 長沙縣黃興故居裏陳列的龍骨水車（車身，車架，轉軸）



圖5 剝開的蚊榔樹葉泡囊裏有孵化出的幼蚊

繫起來，就可發現水車龍骨製作選材經驗與樹“生”蚊的古人得識、古鎮地名由來等地方民間文化豐富內容一齊從這一句民間口訣中呈現出來，而這在《辭海》、《中國植物志》、《長沙縣誌》等專門文獻、典籍上是得不出來的。本文作者上小時一次在水塘邊聽小同伴說“蚊榔樹”結蚊子初不信，同伴即從水邊蚊榔樹灌木枝上摘下一個豆大綠果，剝開來看裏面果有幾隻還不會飛的幼蚊，當時真覺希奇極了。2006年5月為寫此文專門去那裏細心觀察，與記憶裏不同的地方是那次認為長在枝上的綠色果子卻是長在葉上的淺紅色泡囊(圖5)，雖留下照片可惜解析度不夠高；“一梅二棚三槐四櫟”這句口訣也是60年代一次偶然聽到並問得知棚樹就是蚊榔樹的，雖以後再未聽人提起過這句口訣，2006年春當地農村還是有知道這句口訣和棚樹就是蚊榔樹的。幾年前當偶然回憶起少年時代從民間獲得的這兩項知識再把它們聯繫在一起而初有以上發現時，即深感鄉野

中不知道有多少這樣前人留傳下來的寶貴知識沒有記成文字將隨著農耕社會事物消失而失傳。故此認為，研究農耕時代生產機具兼收集整理傳統民間文化遺產，也應當是今天處在由古老農耕社會走向現代工業文明過度時期中國科學工作者的一項歷史使命。

### 參考文獻

[1] 李榮鮑，厚星等. 長沙方言詞典[M]. 江蘇：江蘇教育出版社，1993.

**作者簡介：** Zou Qingyun(鄒慶雲), College of Business Management, Hunan University, Changsha, China.

湖南大學工商管理學院，中國

**通信地址：** College of Business Management, Hunan University, Changsha, 410082, P.R. China.

湖南大學工商管理學院，中國湖南省長沙市，410082