

蘇聯青年科學叢書

漫談輪子

多布朗拉伏夫著
梁彥譯



開明書店

15.756
33/2

TH
136
6

蘇聯青年科學叢書

漫談輪子

多布朗拉伏夫著
梁彥譯

蘇工業學院圖書館
藏書章

漫 談 輪 子

(БЕСЕДА О КОЛЕСЕ)

每冊定價 2,000 元

32 開本 48 定價頁

著 者	蘇聯 多布 朗 拉 伏 夫 (Н. И. Добронравов)
譯 者	梁 彥
原著版本	蘇聯科學院出版局, 1951
出 版 者	開 明 書 店 (北京西總布胡同甲50號)
印 刷 者	青 年 印 刷 廠
發 行 者	中 國 圖 書 發 行 公 司

一九五二年六月第一版

一九五三年一月第二次印刷

分類10書號6544(輪)

(3,001 8,000)

有著作權 不准翻印

原 序

車輪是人類最偉大的發明之一。它的歷史的開端遠在幾十世紀之前。幾千年來，車輪循着它自己悠長的發展途徑，產生了無數各式各樣的設備，它們都是社會需要的結果。

剛纔逝世的蘇聯物理學家多布朗拉伏夫 (Н. И. Добронравов, 1890-1949) 所寫的這本書，目的在於說明各種輪子的應用法，它本身是怎樣改進的，它和各式各樣的器具和機械的發展發生什麼關係，同時並說明各種器械上所用到的各種輪子的特點。毫無問題，作為近代機械主要成分之一的輪子，其歷史是值得我們深刻研究的。這本小冊子無論如何也不可能說是已經完成了這個任務，至少以篇幅說就不夠大。作者的願望是要使廣大的讀者注意到，現在人們認為祇是一種簡單而又普通的工具——輪子，人類在它身上卻曾一代又一代地化過如許的精細勞動，人類的智慧在它身上做過如許的工作。

我們覺得這本關於輪子的簡短講話，應該能引起讀者對機械發展史一類的重大問題的興趣。希望讀者讀過本書後，能聯想到許多日常慣用的機器及工具的發展史。

‘漫談輪子’是多布朗拉伏夫臨終前寫的。遺稿沒有寫完，我們不得不代他完成。

蘇聯科學院出版局

目 次

前言.....	1
一 運輸工具.....	3
二 輪子和動力機的發展.....	15
三 傳動工具.....	24
結語.....	34

前 言

關於輪子的事，值不值得寫一本書呢？也許有人覺得我們天天看見輪子，太熟了，再找不出什麼新鮮的東西了。我覺得這種看法是不對的。即使把熟悉的思想整理一下，也往往是有益的，祇要把它們作一作簡單的比照，就可以使你有所思索，並且由此得到一種新的看法；就像看一本熟知的書一樣，每重看一次，總會發現一些尚未注意到的細節。有時候，尤其是隔多年去看同一本書，那時的感觸就和多年前的感觸完全不同。有時，我們會覺得自己對於某些事物似乎已經知道得很透徹了，其實這是一種不必要的自信。因為世上沒有一種東西真是簡單到在它身上再不可能找到一絲新的細節，或者，簡單到即使與別種事物聯起來看，也找不到任何新的有趣關係。迴轉運動的使用，在各民族中有着時間遲早的不同。隨着這種發現，漸漸發明各種機械，以及各種新的利用迴轉運動的方法。

迴轉機構最顯明的代表是輪子。輪子在很古的時候，已經成為活動機構的一種代表了。人們凡是看見一個會動的圓東西，就會好奇地聯想到輪子這種工具上去。

人們甚至把他們早就熟知其運動而天天見面的太陽和輪

子相並比。古埃及人把太陽畫成一個帶翅膀的圓板。古希臘人認為太陽神格力奧斯和月亮女神謝列娜每天坐着他們的二輪馬車在天空走。蘇聯人的祖先有慶祝季節變遷的習俗，‘日至’節那天，他們從山上往水裏放一個象徵太陽的圓輪子。在這一點上，我們看見象徵符號和風俗都是和人民的勞動生活緊緊聯在一起的。

隨着各民族的社會經濟條件的改變和文化水平的提高，輪子變成了不僅僅是活動物品的一個理想代表，而且也成了不斷活動的一種象徵，即各種事件交替的一種象徵。在不同的時代裏，在社會發展的各種不同階段上，這個象徵被用來表示各種不同事物的交替。例如，在古羅馬奴隸制崩潰的時候，輪子成了財產權迅速轉變的一種象徵。當時是一個在短期內能發大財，也能更快地破產的時代。羅馬人以為幸福女神福爾圖娜賜給某些人財產，或奪去另一些人的財產都是任性的，她的愛惡隨時都能改變。因此，那時候把幸福女神畫成一隻腳踏在帶翅膀的輪子上的樣子。

印度古時的佛教僧侶給輪子另外一種意義。他們要使被壓迫的窮苦人民相信，追求人間的福利是沒有意義的，因為世界是生和死的一個不斷的交替。他們選擇了‘生命的輪子’作為這種無情的輪迴的象徵，因此他們常把佛畫成身邊帶個輪子的樣子。

現在，輪子已成為一種新的象徵，象徵着不停的進取。我

們說‘歷史的車輪’這句話，它的含義是指人類的社會在進步的途程上堅定地、不斷地向前邁進。

一 運輸工具

動物爲了造它們的巢穴，或爲了喂幼小動物，須要搬運造洞的材料或食物。誰都看見過螞蟻往窩裏拖樹枝、死蟲、草桿和幼蟲。它們忙忙碌碌地拉着比它們自身大得多重得多的東西。差不多所有的動物都是拉東西的，祇有很少幾種動物會滾動它們的獲得物。蜣螂會滾糞球，把它自己的卵包在球裏，使幼蟲不致缺少食物。有許多故事說，狐狸會把縮作一團的刺蝟推滾到水邊去，乘刺蝟伸開刺要泅水的時候，抓住它沒有刺保護的肚皮。

可見動物界已經有許多無意識應用迴轉運動的例子。

住在溫暖地帶的原始人，取得蔬菜和果實很方便，爲了滿足需要，他們不必費許多勞力。他們住在帳棚或洞穴裏，就在住所附近找覓食物。後來，人們找食物用狩獵的方法了，剝下的獸皮還可以做衣服，於是獵者和漁人經常要遠離住所，那時就有搬運獵獲的鳥獸回家或自己遷移住所的必要。最容易的是在水上移動。坐上偶然掉在水中的樹幹做成的木筏，可以很容易地順流而下。在輕便的木筏上，用一根棍子划水，有時還可以逆流而上。又過了若干年代，人們學會了用火，然後又學會了挖樹幹，把樹幹挖成最簡單的獨木船。當然，最初做這

種小船用的樹幹，他們就在岸邊找的。

但是，最合用的樹幹離岸邊遠一些，那時就必須把木頭拉到水邊去。我們不難想像，我們的祖先很快地就懂得滾動樹幹比拉動樹幹容易得多。事情確實如此。我們知道，當一件東西在另一件東西上面滑動的時候，產生一種阻礙運動的力，這就是滑動摩擦力。當一件東西在另外一件東西上滾動的時候，也有一種阻礙運動的力，那稱為滾動摩擦力。滾動摩擦力比滑動摩擦力小，所以滾比拉容易。不過，祇能在平地上滾，在樹林裏是不能滾的；因為它老要撞上別的樹幹，不論你願不願意都得順着拖。做過多次這種辛苦的工作之後，原始人看出來，如果能把樹幹擱在其他較小的倒在地上的樹幹上，而不是直接擱在地上的話，那拉起來就比較容易些。於是便在搬移大樹幹的路上，墊上一段段的樹幹。很自然地，他們不久又看出來，如果這些墊木本身又直又圓的話，它們就會滾動，那時工作就大大地減輕了。這樣便發明了輪子的前身——滾子木。

不要以為這種原始的發明隨年代而老朽了，當奴隸制度盛行的時候，還大大用過它呢！奴隸們用原始的滾子木把建築金字塔和宮廷用的石頭搬運到很遠的工地上去。蘇聯中亞細亞古代的阿西力國謝那黑力巴王宮的殘壁上，現在還留着一張石雕的畫（圖1）。在那張畫裏，雕琢着當時由數十個人用繩和滾子木搬動一座人面牛身神像的情形。他們用了四條大

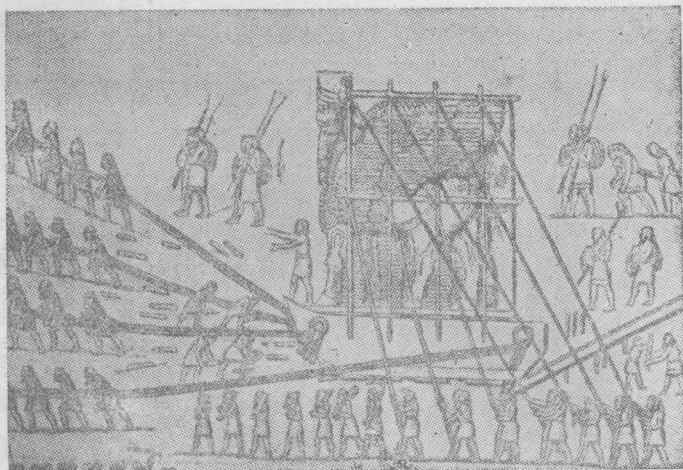


圖1. 阿西力國用滾子木搬運一座人面牛身帶翅膀的神像

繩拉動底座，座下墊了許多滾子木。

直到現在，滾子木仍是一種輔助搬運的工具，不過，祇在短距離上搬運沉重物件時纔用到它。要走遠距離，誰也不用滾子木了，人類在幾千年前早已發明了車輛。

車輛當然比滾子木晚發明好幾千年。車輛是在需要作較遠距離的運輸時纔產生的東西。原始的獵人還沒有改善運輸工具的必要。他們的財產既簡陋又很少，更換狩獵地時，他那點財產或是隨身攜帶，或是毫不憐惜地拋掉。如果獵獲物特別豐富，不能用肩頭扛，也不能照原始的方法用馬拉（把東西綁在兩根長桿子上，桿子的一頭牢紮在馬鞍上，另一頭就在地上拖着走），獵人便寧願把住所移到狩獵地去。等到發展到游

牧生活或農業生活後，爲了更換牧場，必須定時遷移住址，那時所使用的家具已稍複雜，這纔需要一些特殊的搬運工具。原始的拖拉法開始爲車輛所代替。

但是，用輪子的車輛並不是一下子就出世的。也並不到處都有產生帶輪子的車輛的有利條件。帶輪子的車輛不能在樹林裏或山坡上出現，因爲在這些地方沒有路，反正不能用車；也不可能在沙漠曠野或湖澤蘚苔地帶出現，在這些地方，夏天車輪會陷入蘚苔或沙土中，冬天會陷入積雪裏。第一批有輪子的車輛應該在地面便利於車輛行駛、並且有製造車輛材料的地方出現。這些條件在多草的草原地帶存在，那兒地面既平且硬，低地上並生長着樹木。

車輛可以看作是從原始滾子木演進而成的。起初，滾子木直接墊在重物的底下，比如墊在大樹幹底下；後來慢慢開始另用一塊底板，把要運的重物放在那塊板上，滾子木卻墊在板下。這樣的法子，得用許多滾子木，不斷地替換，從底板前面放進去，從後面拾起來，搬運工作進行得很慢。

古代的‘發明家’應該會生出這樣的一個念頭來：能不能祇用一兩個滾子木，不讓它從底板下滾出來呢？在底板上加兩段用樹棍做的檔，便把問題解決了（參看圖2）。這樣便發明了原始的軸承。但這種新法子同時也把事情弄壞了一些，現在走動起來，比以前沈重得多了。要解釋這一點是很簡單的。用多個滾子來回替換時，滾子木不是在地面上滑動，而是滾動

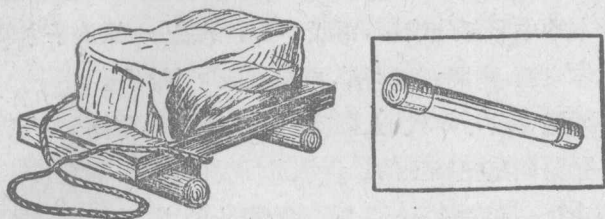


圖2. 底板上加兩個檔之後，滾子便不必倒換了

(右)表示滾子上磨出了軸頸

的，底板也不是在滾子木上滑動，而是滾動的。那時完全是滾動摩擦。用了檔，不許滾子木離開底板之後，滾子木與地面之間雖仍是滾動，滾子木與底板之間卻不得不發生滑動了。滑動摩擦是比滾動摩擦大得多的。滾子木和底板之間互相摩擦的地方，彼此都磨出了凹槽。摩擦生熱，木頭的表面上便出現了樹脂，這樹脂成爲一種滑潤劑，把摩擦力減少了一些。另一方面，滾子木一旦磨細，出現了‘軸頸’之後，車子走起來就輕快得多了，搬運同樣重的東西，所需要的拉力就小得多了。這是因爲軸頸磨細之後，滾子木與底板相接觸處的相對滑動距離減少了，磨細後的滑動距離與先前的滑動距離之比，就等於軸頸處磨細後與先前兩種直徑之比。大家都知道，摩擦力是和接觸面的大小無關的。所以磨出了軸頸之後，那裏的摩擦力仍舊，而‘滑動距離’卻減少了。因此摩擦力所消耗的功（等於力乘距離）也減少了。這‘距離’不是指車子前進的距離，而是指軸頸與底板之間的相對滑動距離。

後來人們漸漸有計劃地製造這種滾子木。例如，用火把

滾子木的中間部分燒細，兩頭不動。於是，一根滾子木便形成了兩件東西，中間成了‘軸’，兩頭就成了‘輪子’。

又過了若干年代，人們開始分別製造軸和輪。不過，輪子仍是緊緊固定在軸上的。古羅馬所用的軍車，就是這種輪與軸裝定在一起的例子（圖3）。從圖上可以看見，方的軸頭插

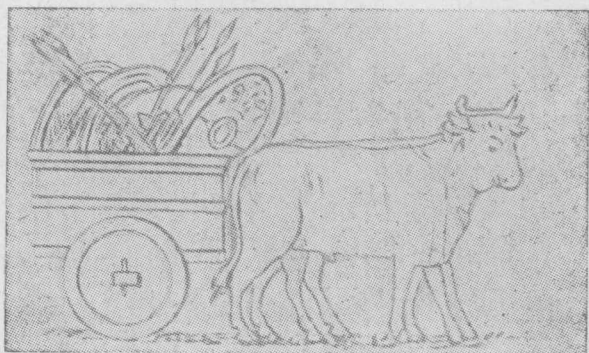


圖3. 古羅馬的軍車，輪子是裝定在軸上的

在輪心上，車輛前進時軸和輪是一起轉動的。

軸頸上所用的滑潤油，是蒸餾出來的樹脂——木焦油。

不要以為這種軸與輪裝定在一起的構造沒有現代普通車輪好。事實上，它有它的優點：製造簡單，比較結實。因此，現代火車上的輪子都還是這樣的。它的唯一缺點，祇在車輛拐彎時纔暴露出來，因為在拐彎時，外輪應比裏輪多走一些距離。這種簡單構造的輪子在拐彎時，其中一個輪子就祇好在軌道上作部分的滑動，而不能完全作滾動了。在鐵路上沒有

太急的灣，這一缺點還不要緊，但電車路卻多急灣，車走到那種地方就要發出吱呀吱呀的響聲，軌道這時也要受損傷。用木製的軸與輪，在這時就可能整個垮掉。因此使輪子在軸上迴轉，把軸固定在車身上的發明，在運輸機械的發展上，又是一大進步。用這種構造，同一根軸上的兩個輪子便各轉各的，互不相擾，拐灣時再沒有打滑的問題了。不過，製造這種輪子要困難得多，需要用更完善的工具。起初輪子是實心的，一整片的東西，這樣當然重得很，後來慢慢改用以輪輻把輪轂和輪



圖 4. 十八世紀所製的用輪輻的輪子

緣連起來成一個輪子的做法。這種用輪輻的輪子，起初是很粗糙的，後來逐漸藝術化起來（圖4）。最後，出現了金屬的軸與輪。

十八世紀末，西歐起了工業革命，出現了大規模的機械製造，這引起了交通和運輸工具的根本改革。搬運礦苗及燃料的方法必須改善，結果促成了軌道的發明。在軌道上滾動的车輪，都得有凸起的邊緣。工業品開始用馬拉著在軌道上搬運。

十八世紀中期有了一項發明（雖然被擱置多年，沒有人應用它），它根本改善了機械的運轉。事情是這樣的：無論使軸與輪裝定在一起，由軸在車身的軸承裏轉動，還是用輪輻的輪子在固定的軸上迴轉，它們產生相對運動地方的摩擦關係都是滑動摩擦，而這種摩擦力在用最簡單的滾子木時曾經是沒有了的，那時全是滾動摩擦。這個發明便是要把滑動摩擦去掉，在軸與輪相接觸的地方加進許多個圓柱狀或球狀的小滾子進去。這樣一來，便大大地減少了軸承中的摩擦力，和滑潤得最好的普通瓦式軸承比起來，摩擦力可以小到六分之一或七分之一。這一改善特別有用，自行車和汽車都少不了它。現在滾球軸承已經應用得非常之廣了，機器上凡是迴轉的地方很少不用它的。

車輪子最後的一次大改善是使用橡皮輪胎。爲了加強木輪子，許多年以來就在輪緣外用鐵環箍上，把鐵環燒熱，乘熱

套上去，冷縮後環便緊緊地箍住輪緣。這種輪子在石頭路上走快了響聲很大，顛得也厲害。人們學會製造橡皮時，便在鐵箍上又套一層橡皮。這立刻幫助了輪子，使它不再碰地，也大大地減輕了顛簸。

十九世紀末，發明了更完善的打氣橡皮輪胎，就是現在所用的輪胎。這種輪胎由兩部分組成，外部是結實的外胎，裏邊是不漏氣的薄內胎，內胎的氣打到幾個大氣壓。這種有彈性的輪胎消除了小顛簸，使車輛行走起來也容易些。本來輪子沒有彈性時，凡是路上碰到阻礙物，車子都得跳起來，纔能過去。無論阻礙物多麼小，總要消耗掉一部分能的。等到輪子有了彈性之後，碰到小障礙物時，輪胎可以被局部壓進去一塊，車身不必跳起來就過去了。這就省了那一部分把全車擡起的能的消耗。

十九世紀初期，車輪的作用起了根本的變化。在以前，輪子主要的作用是減少搬運時的摩擦力，可以說是一種消極的角色。到這時，自動車輛出現了，於是車輪便有了一項新任務，要將發動機的動力傳到整個車輛上去，換句話說，車輪開始扮演積極的角色了。在這種場合，又得用軸與輪裝定在一起的構造了。由這種軸把動力傳到輪子上去推動整個車輛；像火車頭那樣是直接由曲柄機構把發動機的動力傳到輪子上去的，在汽車，經過曲軸和斜齒輪把動力傳到輪軸上去。

大家都知道按照物理定律，作用力必等於反作用力。機

車的大輪推着火車向前走時，它也以同樣大的力在推軌道向後退。我們並沒有看見軌道退，那是因為軌道牢築在地面上，而地球的質量又比火車的質量大了幾萬萬倍的緣故，地球所得到的後退速度微不足道。要使車輪能推動車輛前進，車輪跟鐵軌之間的滑動摩擦應該相當大纔行。有趣得很，當時第一批機車發明家們害怕，車輪會在普通地面上打滑，那麼在鐵軌上走就更不行了。他們想像恐怕非把車輪做成齒輪，軌道做成齒條不可。他們想像光是一個機車就得這麼辦，至於再拖車廂那似乎更不可能了。

當時確曾有發明家想在機車上安上一種特殊的金屬‘腳’，想用這種‘腳’來走路。但我們從經驗上知道，這種恐懼是不必要的。大概他們在製造自己的機器以前已經能放棄這樣的想法了。沒有問題，當時他們已經懂得了‘煞車’的作用。如果不讓輪子轉動的話，那往前走是要費大勁的，因為車輪不能滾之後，再前進就得在路上滑動了，而滑動摩擦是比滾動摩擦大得多的。

機車拉上其他的車輛，增加滾動摩擦力，這種摩擦力是反對機車前進的。牽引的車輛愈多，阻力越大。這種阻力顯然祇許大到某一個限度。等到被牽引的車輛的阻力等於或大於機車原動大輪的滑動摩擦力時，原動大輪便祇能在軌道上打滑，機車就拉不動列車了。碰到這種情形，可以在輪下撒砂子。砂子不會增加列車的滾動摩擦阻力，卻能增加機車原動