

說 明

現用的中学課本物理学有着很多优点，在过去教学中起过很大的作用。但是由于我們国家社会主义建設事业的飞跃发展，原教材在不少地方就显得不够了，主要是教材脫离政治、脫离生产，这本补充教材就是为了糾正、彌补这些缺点，在省教育厅指示下进行編輯的，以便教材更切实际更有效地为政治为生产服务。

补充教材(高二、高三年級)是在原有課本*基础上加以刪改和补充的，使能适应目前形势要求并能使前后获得較好的銜接。显然这仅仅是一种过渡的方法。在59年我們將編輯出版新的全套物理新課本。

补充教材与原課本共同使用时，每周教学时数为：高二3課时，高三4課时。

这本补充教材編輯比較匆促，希望教师在使用时随时將意見、問題和經驗寄給我們，以便在編写新課本时有所改进。来信請寄：杭州文三街浙江文教学院物理教研組。

編 者

-
- | | | |
|------------------|-----|--------|
| *高二原課本：高級中学課本物理学 | 第一册 | 56年第二版 |
| 高級中学課本物理学 | 第二册 | 57年第二版 |
| 高三原課本：高級中学課本物理学 | 第三册 | 58年第二版 |

目 錄

說明.....(1)

第一册第七章曲线运动、轉动的补充教材

傳动裝置(代替原課本第一册96—101節)

1. 固体的轉动.....(1)
2. 使原來靜止的固体發生轉动的力.....(3)
3. 傳动裝置.....(5)
4. 皮帶傳动裝置.....(6)
5. 摩擦傳动裝置.....(9)
6. 齒輪傳动裝置.....(11)
7. 鍊条傳动裝置.....(16)
8. 曲柄連桿、凸輪、偏心輪.....(17)
9. 實習一 各种傳动裝置的研究.....(18)
10. 我國的机械化.....(19)

第一册第八章万有引力定律的补充教材

11. 人造衛星的發射运行(代替原課本第一册104、105兩節)...(21)

第二册第四章至第九章的补充教材

分子运动論(代替原課本第二册43—51節)

12. 引言.....(23)
13. 分子的运动.....(23)
14. 分子的动能 溫度.....(26)

15. 分子間相互作用的力	(27)
16. 分子的势能 物体的內能	(30)
17. 分子的热运动	(31)
物体的一些性質(代替原課本第二冊 58—80 節)	
18. 气体的热膨脹	(33)
19. 絕對温标	(36)
20. 实验一 測定气体的体積、压强和温度三者的关系	(38)
21. 气态方程	(40)
22. 气体在膨脹时和被压缩时温度的变化	(43)
23. 压缩空气的应用	(44)
24. 液体的热膨脹	(49)
25. 表面張力	(51)
26. 浸潤現象	(55)
27. 浮游选礦法	(58)
28. 毛細現象	(59)
29. 固体的热膨脹	(61)
30. 固体热膨脹在技術上的意义	(66)
31. 晶体和非晶体	(68)
32. 空間点陣	(71)
材料强度(代替原課本第二冊 81—87 節)	
33. 引言	(74)
34. 固体的形变	(75)
35. 彈性	(75)
36. 形变的基本类型	(76)
37. 胡克定律	(84)
38. 彈性限度与極限强度	(88)

39. 实验二 测定极限强度	(91)
40. 安全系数	(92)
41. 硬度	(93)
42. 范性	(95)
43. 金属的压力加工	(96)
44. 淬火和回火	(100)
45. 退火和正火	(102)
46. 实习二 金属的淬火和退火	(103)

第一冊第七章曲綫运动、轉动的補充教材

傳动裝置

1. 固体的轉动 机器开动时，旋轉軸就轉动起來。我們可以利用这种轉动來替我們作功。所以研究轉动，在生產上有很大的意义。

轉动是自然界和技術上常見的一种运动，例如地球的自轉，飛輪和砂輪的运动，水磨、風車的叶片，蒸汽輪机，車床上工件的运动等等，都是轉动。

圖 1 表示車床上工件的轉动和車刀的平动。圖 2 表示銑床上工件在作平动，而銑刀在作轉动。

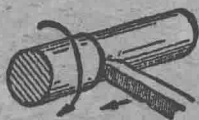


圖 1 車床上的工件在作轉动，而車刀在作平动

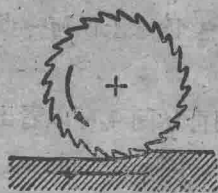


圖 2 銑床上的工件从右向左作平动，而銑刀作轉动

現在我們來观察一个物体的轉动。我們用硬紙片做一塊圓板，在板上离圓心不同距离的地方穿些小孔或画些小圈(圖 3 之 1)；使圓板迅速轉动时，我們就可以看到一些半徑不同的圓(圖 3 之 2)。

由此可見一个物体在轉动时，它上面的各点作圆周运动，这些圓周的中心在同一直綫上，这条直綫叫轉动軸。

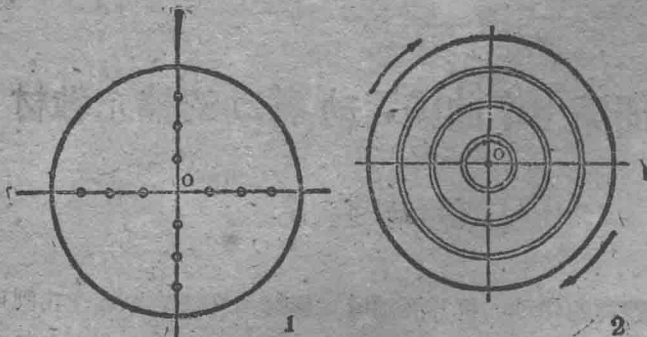


圖3 (1)穿了小孔的圓板;(2)圓板迅速轉動時,我們看到一些圓而看不出小孔,這些圓就是小孔的軌跡

轉動體上各點既然作圓周運動,那么在圓周運動中所學過的角速度與綫速度的公式: $\omega = 2\pi n$, $V = 2\pi r n$, $V = \omega r$, 都可用來說明轉動體上各點的運動情況。但我們不能止於對某一個質點的單獨研究,對於整個的轉動體來說,各點作圓周運動時,在相同的時間內,在轉動體上半徑不同的各點所轉過的角度都相等。因此我們只要知道物體上任何一點的角速度也就知道了整個物體轉動的角速度。

我們再從圖4可以看出輪轉過一個角度中時,半徑上不同的點A、A₁、A₂通過了長度不同的圓弧,離轉動軸越遠的點通過的弧越長。由此可見,在物體轉動中物體上各點有相同的角速度,但有不同的綫速度。

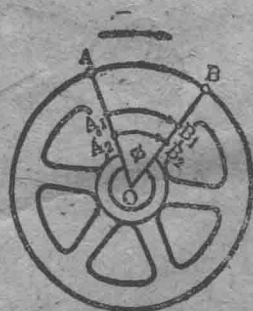


圖4 輪轉過角度 ϕ 時,輪上離轉動軸不同遠的點通過了長度不同的弧

車床在對材料加工時(見圖1)工件轉動的速度以及工件的直徑越大,車刀的切削速度也越大,可見車床在對材料

加工时的切削速度是与带动工件的转速有关。高速切削是苏联获得的一种新成就，这种重大的创造具有极高的价值，目前我国也正在推广这一先进经验，使在一定时间内，发挥车床更大的效能，制造出更多的机械零件，从而装配出更多的机器，所以高速切削对加速我国的机械化有着重大的意义。

在很多情况下，固体是同时进行平动和转动的。例如螺旋在拧入螺母中就同时作平动和转动。前进中的汽车的车轮一方面绕自己轴作转动，另一方面跟汽车一起作平动。钻头(图5)在工作中也同时进行转动和平动。这样的例子我们还可以举出很多来。

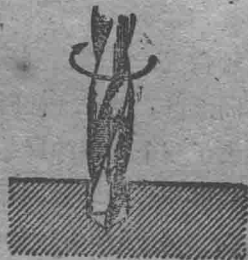


图5 钻头在工作中同时作转动和平动

2. 使原来静止的固体发生转动的力 让我们来做一个实验。在圆盘上绕一条线，然后拉这条线(图6)这样，原来静止的圆盘就同时发生了转动和平动。

如果在圆盘上绕两条线如(图7)所示，然后用大小相等、方向相反的力同时分别地加在两条线上，那么，原来静止的圆盘就只发生转动并不发生平动。

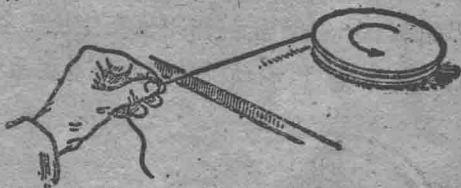


图6 拉线时原来静止的物体不但发生转动，同时还发生平动

两个大小相等方向相反而不存在一直线的力作用叫做力偶。



图7 在两个大小相等、方向相反的平行力作用下，原来静止的圆盘只发生转动，不发生平动

如果这圆盘的中心

是由轉軸所固定的，在圓盤上繞一條綫，然後拉這條綫如圖 8 所示，那麼，圓盤也只能發生轉動，並不發生平動。這種情況與圖 7 的實驗

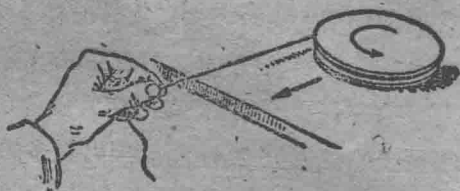


圖 8 有固定轉軸原來靜止的圓盤，拉綫時，也只發生轉動不發生平動

不同之點，就在於此時是由手的拉力與固定軸對圓盤的反作用力組成了一個力偶的緣故。我們知道物體轉動的條件，是它所受到一個代數和不為零的力矩的作用。物體受到一個力偶的作用而開始轉動，可知力偶對這物體產生了力矩，由圖 7 可以看出，這個力矩的大小就等於力偶中的任意一力的大小與圓盤直徑的乘積。由力偶產生的力矩，特叫力偶矩，一般力偶矩的大小等於力偶中任意一力的大小跟二力作用綫間距離的乘積。

在物體上作用一個力偶使之轉動的現象應用得很廣泛。例如，司機在轉動轉向盤時（圖 9）他的兩手產生一個力偶。同樣在擰緊螺帽時（圖 10）手指的作用也產生了一個力偶。我們進一步分析在風力機、水輪機、電動機等等的轉動現象中，都有力偶的存在，而且



圖 9 司機的手對轉向盤的作用產生一個力偶



圖 10 手指擰緊螺帽時產生一個力偶

有时还有几个力偶在同时作用。

习 題

1. 如果要用 94.2 米/分的速度來車削直徑 100 毫米的工件，那么車床主軸的每分轉數應該是多少？

2. 車床的功率是 7.8 千瓦。在主軸用 800 轉/分的速度轉動時，車床車削一直徑 100 毫米的工件。試計算切削速度和車刀所克服的阻力。

3. 車床上裝的電動機所消耗的功率是 9 馬力，效率是 90%，當削制 300 毫米直徑的鋼製品時，如果鋼製品的每分轉數是 100，車床的效率是 75%，那么所發生的切削力是多大？

4. 設作用在飛機螺旋槳葉片上的力的力偶是 300 仟克重米，而兩力中間的距離是 1.5 米，求兩力。

3. 傳動裝置 我們在前面二節中討論了轉動及轉動產生的原因以後，引起我們注意的是與轉動有關的在工農業生產中機器上的各種傳動裝置，在半機械化與機械化的技術改革過程中，往往由於它們的改進，而使機械的生產能力大大提高。為了比較詳細地來研究各種機械的傳動裝置，我們首先應該了解傳動裝置為什麼是必須的。

機器一般可分為發動機和工作機兩類，如蒸汽機、蒸汽輪機、內燃機，電動機等凡是將其他形式的能轉變為機械能的機器叫做發動機。如對各種材料和另件加工的機床（車床、鉋床、銑床）、織布機、紡紗機，離心水泵，各種農業機械等是利用機械能而完成有用之功的（即改變工件或材料的性質狀態及位置）機器叫做工作機。

有了某一種發動機要帶動工作機工作。還必須通過傳遞運動的裝置，也就是使轉動由發動機傳遞到工作機上來。這種轉動的傳遞可以用各種不同的方式來實現。但是目的都是把運動從其一

机件傳遞到另一机件上去，同时在傳动的过程中，根据生產上的需要，运动的性質也將發生变化。

4. 皮帶傳动裝置 在皮帶傳动里，裝置在發動机的軸上和工作机的軸上的兩個皮帶輪被一圈皮帶所包圍着(圖 11)發動机軸上的皮帶輪 A 叫做主动皮帶輪，工作机(例如車床)軸上的皮帶輪 B 叫做从动皮帶輪。由于兩輪上皮帶之間的靜摩擦，轉动由主动皮帶輪傳遞到从动皮帶輪。一般在兩軸間的距离較大的情況下采用它。机械效率一般为 92%—95%。

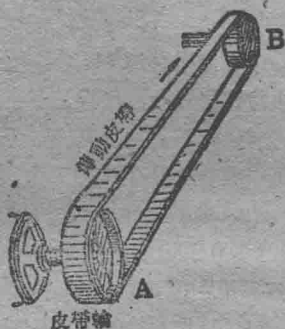


圖 11 皮帶傳动:A是主动皮帶輪，B是从动皮帶輪，兩輪的轉动方向相同

現在我們來研究皮帶傳动时运动的性質可以有那些变化。

在皮帶与皮帶輪之間不發生打滑的情況下，顯而易見，兩個皮帶輪的邊緣上的綫速度是相同的，因此当兩個皮帶輪半徑不同时，它們的角速度也就不同，也就是轉速發生了变化。

研究轉速与兩輪半徑之間的关系，是裝配皮帶輪时的主要問題之一，我們在設計时就得按照一定轉速的要求來选配皮帶輪的大小，因此我們很有必要來求出它們之間的关系。

設主动皮帶輪的直徑是 d_1 ，每分鐘轉动 n_1 次，从动皮帶輪的直徑是 d_2 ，每分鐘轉动 n_2 次，既然兩輪邊緣的綫速度都等于 V ，那么就有下面的关系：

$$V = \frac{\pi d_1 n_1}{60} \quad \text{和} \quad V = \frac{\pi d_2 n_2}{60}$$

因此，

$$n_1 = \frac{60V}{\pi d_1}, \quad n_2 = \frac{60V}{\pi d_2}$$

把這兩式相除可以得到

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{d_1}{d_2}$$

由此可見，兩個皮帶輪的每分轉數跟它們的直徑成反比。工作機軸上的皮帶輪的直徑越小，它的軸每分轉數就越大。

比值 n_2/n_1 叫做傳動速度比。由於這種皮帶傳動在實用上不僅限於發動機與工作機之間的轉動傳遞，也應用在同一機械的這一部分機件與另一部分機件所需要的轉動傳遞上，因此傳動速度比，習慣是等於大輪的直徑比上小輪的直徑。

在實際應用中，皮帶傳動的速度比一般不大於 5。或者說使皮帶與小皮帶輪之間接觸部分所對的圓心角（叫包角）不應小於 150° 。（圖 12）這是因為皮帶傳動是由皮帶與皮帶輪間的摩擦來帶動的，而這個

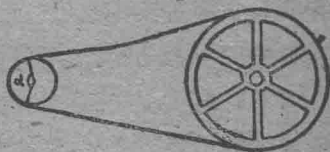


圖 12 在小皮帶輪所示 α 角，即包角。

摩擦力的大小又決定於皮帶輪接觸部分的圓弧的長度。傳動速度比越大，小皮帶輪直徑就越小，它跟皮帶接觸的圓弧就越短，帶動它的摩擦力也就越小，很易打滑，影響皮帶傳動的機械效率。

由此我們知道所以要限制皮帶傳動的速度比是為了保證在小皮帶輪上有足夠大小的包角，從而保證皮帶傳動時所需的靜摩擦力。這一點我們若採用三角皮帶而不是平皮帶，那末包角就可以縮小到 $90^\circ - 120^\circ$ 。但在某些情況下平皮帶傳動速度比大於 5 時，可用增加包角的方法來減小打滑的影響，普通增加包角的辦法是適當的增加兩傳動軸的中心距，

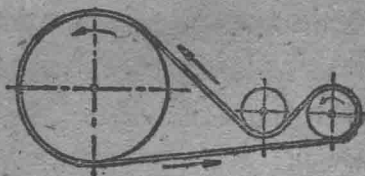


圖 13 張緊輪可以增加包角

而在較近距离傳动情況下，可用張緊輪(如圖 13)來增加包角。此外如圖 14 当主动輪 A 依順时針方向轉动时，因輪緣与皮帶間的摩擦作用，使皮帶之下側向左运动，上側向右运动，而从动輪 B 亦以皮帶与其輪緣的摩擦帶动，使 B 輪向順时針方向轉动。顯而易見，皮帶向 A 輪运动之側是緊張的，向 B 輪运动之側是松弛的。若帶挂于水平时，緊張側在下面最妥当，使松弛側接触輪緣較多以增加包角。这几种增加包角的方法，都可以增加傳动所需要的靜摩擦而減少皮帶与皮帶輪間的滑动，从而增加机械效率。

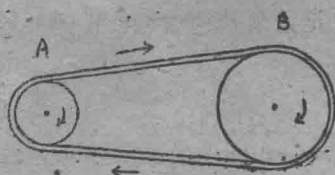


圖 14 皮帶挂于水平时，緊張側左右下側

有时为了改变同一轉軸的轉速，常利用如圖 15 塔輪的裝置，塔輪是由几个直徑不同的皮帶輪裝在同一軸上，組成一对，这样可以根據生產需要随时調整皮帶輪的速度比。使用时只要把皮帶沿軸間移动一下就行了。

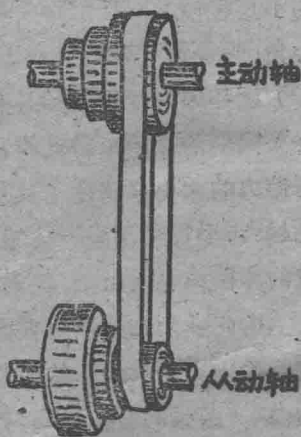


圖 15 塔輪

在裝配皮帶傳动的構件时，另一个主要問題是在轉动傳动过程中，有需要同时改变轉动方向。这个問題在技術上是通過平皮帶傳动的不同形式來實現的，除了上面所講的如圖 14 的开口傳动外，还有交叉傳动(圖 16)，半交叉傳动(圖 17)和角度傳动(圖 18)等。

皮帶傳动由于有上面这些特点，所以被广泛地应用在工業上。

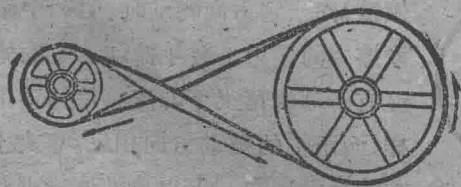


圖 16

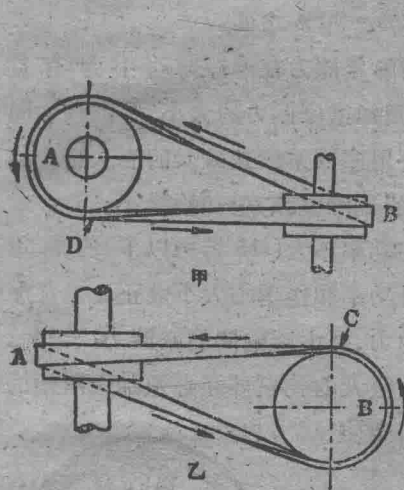


圖 17

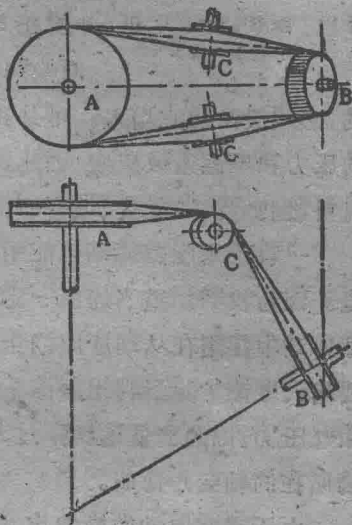


圖 18

同时由于皮帶富于彈性，可以緩和冲击，減少震动。此外傳动件遇到障碍或过载时，由于皮帶在皮帶輪上打滑，可以防止机件损坏。皮帶傳动又簡單易行，成本低，保养維護也簡單，便于拆換。在傳遞动力較小时，用繩子也可以代替皮帶使用。因此，目前的農村中应用也很普遍。

5. 摩擦傳动裝置 在有些机器里，当兩軸相近的傳动中，常采用摩擦傳动的方法。兩輪互相緊压着(圖19)，当一个輪(主动摩

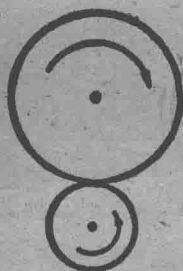


圖 19 摩擦傳動的
示意圖

擦輪)向一定方向轉動時,另一個輪由於兩輪間摩擦力的作用也發生轉動。它的傳動速度比在沒有滑動的情況下與皮帶輪傳動中所討論的一樣,而兩輪的轉動方向相反。事實上兩輪間總存在着打滑現象,所以摩擦傳動也如皮帶傳動一樣不能保持嚴格的傳速比。它的機械效率也較低,一般在 85%—90% 之間。

兩輪間的靜摩擦力在摩擦傳動中是有益的,必須設法使它增大。可是我們知道摩擦力的大小,是由物體間的壓力和摩擦係數決定。因此,要用摩擦係數比較大的而又耐磨的材料(例如皮羊、橡皮、填有石棉的銅絲網等)包在輪緣上。

一般說來摩擦傳動只能用在功率不大(15 馬力以下)的情形里。因為我們知道當速度一定時功率和作用力大小成正比。在摩擦傳動中作用在從動摩擦輪上的力,是由兩輪間的摩擦力決定的,要增大摩擦力除了利用摩擦係數較大的物質外還必須加大兩輪的相互壓力。因此當傳遞功率過大,會使輪所在的軸變為彎曲。

由於摩擦傳動的構造比較簡單,制作容易,而且機構緊湊。它在傳遞動力的過程中,如果機件遇到阻礙,摩擦輪間便產生相對滑動現象,能防止機件的損壞。並且它也適合高速的傳動,而且在傳動中沒有响声,因而也是一種比較常見的傳動裝置。

我們比較容易看到的如縫紉機上機頭輪和繞綫架的摩擦輪之間(圖 20),

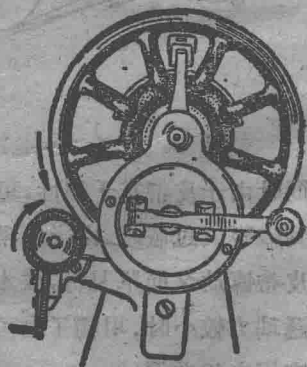


圖 20 縫紉機上機頭輪和繞綫架的摩擦輪之間的摩擦傳動

自行車上的輪帶和供給車燈電流的小發電機的轉子之間都是利用摩擦傳動的方式來傳遞轉動的。事實上在裝有發動機的農業機械上亦有利用摩擦傳動的法將動力通過摩擦輪傳給行走輪或其他工作機構。例如有一種麥類收割機，就是用發動機帶動一個摩擦輪使行走輪轉動的。

習 題

1. 利用皮帶傳動把電動機和鋤草機聯結起來，傳動速度比是 1:2，鋤草機上皮帶輪的直徑是 30 厘米，求電動機上皮帶輪的直徑。如果電動機的轉動速度是 1400 轉/分，那麼從動皮帶輪的轉動速度是多大？

2. 蒸汽機的飛輪憑皮帶傳動跟發電機的石帶輪聯結起來。飛輪的直徑是 1.5 米，它的轉動速度是 100 轉/分。

(1) 為了使發電機的電樞用 600 轉/分的速度轉動，應當採用多大直徑的石帶輪？

(2) 皮帶的綫速度是多大？

(3) 如果所傳遞的功率是 10 馬力，那麼作用在飛輪邊緣上的力是多大？

3. 摩擦傳動中的傳動速度比是 1:5，主動輪的轉動速度是 80 轉/分，從動輪的直徑是 20 厘米。如果所傳遞的功率是 1.5 千瓦，那麼作用在從動輪邊緣上的力是多大？

6. 齒輪傳動裝置 我們已經知道在摩擦傳動中，兩輪間的摩擦力不可能很大，如果所傳遞的功率較大，以致兩輪間的摩擦力不能達到所要求的大小時，主動輪對從動輪就會發生滑動。為了保證不發生滑動保持一定的傳動速度比，並提高所能傳遞的功率，我們在兩輪的邊緣做出許多齒，使一個輪的每個齒，能夠嵌入另一個輪的兩齒之間（如圖 21）。這樣在轉動時兩輪就不斷相互嚙合，不能發生滑動。這種輪叫齒輪，利用齒輪可以傳遞幾萬馬力的功率。

齒輪的傳動，在技術上應用得非常廣泛。例如汽車，拖拉機，

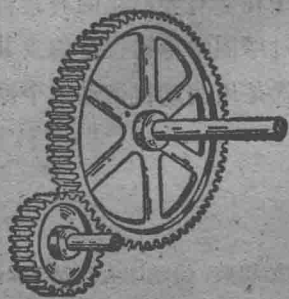


圖 21 齒輪傳動

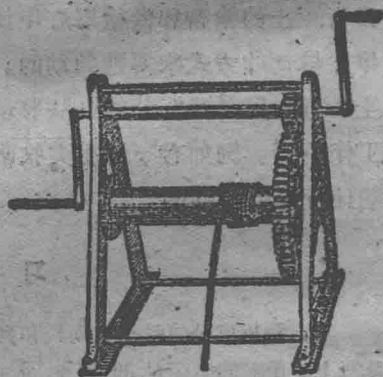


圖 22 手搖絞車

電車的發動機就是利用齒輪傳動來使車輪轉動的，輪船的發動機也是利用齒輪傳動來使螺旋推進器轉的，很多機器是利用齒輪來把發動機的运动傳遞給工作機的。如圖 22 所示是齒輪在手搖絞車上的應用。

我們祖國的勞動人民很早就在生產實踐中創造了並應用了齒輪。公元紀元時代的指南車及晉朝以前的記里鼓車上都應用着整套的齒輪機構，現在農村中用的水磨，畜力龍骨水車都應用着木制的齒輪(圖 23)。目前在農業技術改革的羣眾运动中，不少木制的新農具，都普遍地應用着齒輪來傳動。

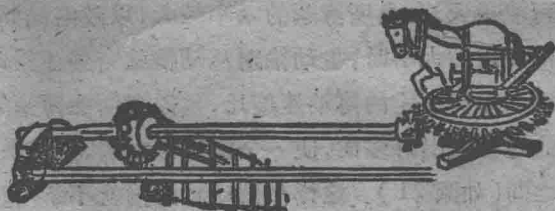


圖 23

齒輪傳动的速度比是由兩輪的齒數來決定的，如圖 24，A 齒輪

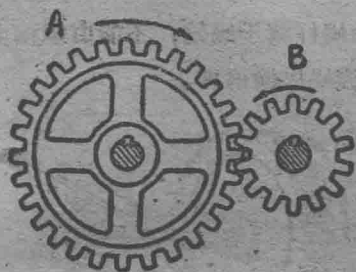


圖 24 說明兩個互相啮合的齒輪的每分鐘轉數和齒數間的关系的附圖

有 Z_1 个齒，每分鐘轉動 n_1 次，另一個跟它啮合的 B 齒輪有 Z_2 个齒，每分鐘轉動 n_2 次。顯而易見 A 齒輪每分鐘通過啮合處的齒數是 $Z_1 n_1$ 次，B 齒輪每分鐘通過啮合處的齒數是 $Z_2 n_2$ 个。但在同一時間內，兩輪通過啮合處的齒數應該相等，因此

$$Z_1 n_1 = Z_2 n_2, \quad \text{或} \quad \frac{n_1}{n_2} = \frac{Z_2}{Z_1}$$

這就是說兩個互相啮合的齒輪，每分鐘的轉數跟它的齒數成反比。

齒輪傳动的速度比，也就等于兩齒輪的齒數之比。

從圖 21 很容易看出兩個互相啮合的齒輪的轉動方向是相反的。為了使從動齒輪方向跟主動齒輪相同，在主動輪與從動輪之間加一個齒輪叫中介齒輪，而它們的傳动速度比不因加入中介齒輪而改變。在很多情況下，由於技術上的需要，在有交角的情況下傳动，我們採用了截錐形齒輪，如圖 25 它的傳动速度比之圓柱形齒輪一樣。在某些情況下，亦可採用蝸杆輪（如圖 26）來傳遞兩軸



圖 25 截錐形齒輪

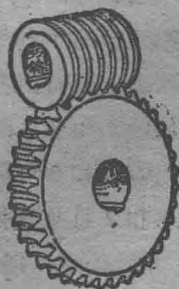


圖 26 蝸杆輪裝置