

滾 压 加 工

徐 康 友 編 譯



机 械 工 业 出 版 社

滚 压 加 工

徐 康 友 编 译



机 械 工 业 出 版 社

出版者的話

滾壓加工是機械製造工業中的一項新工藝，具有很大的經濟效果。本書介紹了滾壓加工的类型和滾壓方法；敘述了各種滾壓器和鋼柱的結構；詳述了滾壓加工對零件表面質量的影響，並着重推薦了滾壓加工的規範。最後，以機車車輛主要零件為例，列舉了鋼柱和鋼球滾壓的典型工藝。本書可作為機械製造廠技術員、工段長的讀物，而對機車車輛、重型機械和精密儀器製造工廠的工作人員更有參考價值。

編譯者：徐康友

NO. 3192

1960年5月第一版 1960年5月第一版第一次印刷

787×1092 $1/32$ 字數 57 千字 印張 $2\frac{9}{16}$ 0,001—12,080 冊

機械工業出版社(北京阜成門外百萬莊)出版

機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

北京市書刊出版業營業許可證出字第 008 號 定價(9-3)0.26元

目 次

一 滚压加工的效能和经济意义	5
二 滚压加工的类型及其滚压的方法	7
1 钢柱滚压	7
2 钢球滚压	25
3 钢柱滚压与钢球滚压的比较	42
三 滚压加工对表面质量的影响	44
1 滚压加工对表面质量的提高	44
2 滚压时的工艺因数对表面质量的影响	47
四 滚压加工的规范及其正确的选择	59
1 滚压前毛坯尺寸的計算和原始表面光洁度的确定	59
2 滚压速度和走刀量的选用	63
3 滚压压力及强化层深度的决定	65
4 滚压时的潤滑和潤滑液的选择	69
五 滚压加工的典型工艺	70
1 钢柱滚压的典型工艺	70
2 钢球滚压的典型工艺	81

一 滚压加工的效能和经济意义

对表面质量要求高的零件，可以通过磨、研磨或其他精加工的方式来得到，也可以采用滚压加工来得到。表1是通过各种机械加工方法，零件表面所能达到光洁度的比较表，从表1中可以看出：表面经过磨、研磨加工以后，它的光洁度能够达到11级，而滚压加工在适当的条件下也能得到10~11级。采用滚压加工有着很多的优点：

表1 各种加工方法所能达到的表面光洁度

序号	机械加工的方法	所能达到的表面光洁度		
		符 号	等 级	R_{cu} 值(微米)
1	车	▽▽	8	0.63
2	刨	▽▽	7	1.0
3	铰	▽▽▽	11	0.063
4	拉削	▽▽▽	10	0.125
5	磨	▽▽▽	11	0.05
6	铣	▽▽	8	0.8
7	滚压	▽▽	10	0.16
8	抛光	▽▽	12	0.04
9	研磨	▽▽	12	0.032
10	研磨	▽▽	11	0.08
11	精研磨	▽▽	13	0.02
12	超精加工	▽▽	13	0.016

1. 零件表面能够得到很高的质量，除光洁度能够达到10~11级外，它的精度也能得到3级或2级。

2. 更重要的是零件经过滚压以后，在它的表面建立起冷作

层，强化了零件的表面，使表面的硬度提高得很多，而且增加了表面的耐磨性，因此可以增长零件在工作时的使用寿命；一般能够增长2~3倍，有的甚至于可以增长得更多。

3. 用滚压加工来代替一部分零件表面的磨削或研磨，同样能够满足表面在精度或光洁度上的要求，然而采用滚压加工却不需要专门或特殊的设备，一般就是用一个结构很简单的滚压器，就能在车床上或其他机床上进行操作。这样，不但可降低磨床或研磨机的需用量，为国家减少投资、节省费用，而且在某些情况下，滚压所得的表面质量，有可能比磨或研磨高得多。

4. 采用滚压加工来代替零件加工表面的磨或研磨，可以缩减零件加工劳动量。一般可缩减到约30%左右。这样对加快生产，减低产品成本，都有很大的实际意义。

此外，采用滚压加工还有它独特的优点，那就是当加工有色金属或材料性质较柔的零件。倘若采用磨或研磨的方法，很容易会把磨粒或磨料嵌入零件的加工表面，严重地影响表面质量的提高，减低它在工作时的耐磨性。然而采用滚压加工却没有这样的缺点，因为它是属于一种无切削的加工方式。滚压后零件尺寸的变化仅仅是由于零件塑性变形的结果。因此滚压后就比较容易达到所需要的表面质量。

总之，滚压加工目前在工厂中是应该引起注意的。广泛地采用滚压加工，无论从生产效能或经济观点来衡量，都是属于很满意的。大力地推广滚压加工对我们国家工业的发展有着极大的好处，尤其对机车车辆或仪表制造工业更有它的实际价值。

目前滚压加工在机械制造业中还是属于一种新工艺，有着很大的发展前途。但是我们在这一方面的经验还是很缺乏的，有关的书籍也很少介绍。为此起见，这里仅向大家提供一些数据和

提示，以便在实际工作中作为参考，其目的在于让我们迅速掌握这种技术，为建设我们伟大的祖国而服务。

二 滚压加工的类型及其滚压的方法

滚压加工根据滚压器的构造不同，可以分成钢柱滚压和钢球滚压两大类。

钢柱滚压又可分为单柱滚压和多柱滚压两种，而钢球滚压也可分为单球滚压、多球滚压和离心滚压三种。

滚压加工的效用很大，它可以滚压外圆表面、内圆表面、平面、槽和圆角，而且在采用靠模的情况下，还可滚压成型表面。

一 钢柱滚压

1 滚压过程 圆柱表面的滚压加工通常直接在车床上进行，如图1所示。平面的滚压加工通常在刨床上或刨床上进行，如图2所示。对于某些大量生产的专业性零件，可以在专用的机床上滚压。滚压圆柱表面时，零件是安置在车床的顶针或夹头上，滚压器装夹在车床的小刀架上。

滚压以前，对零件和滚压器必须进行严格的校正，使滚压器十分准确地与零件的轴线垂

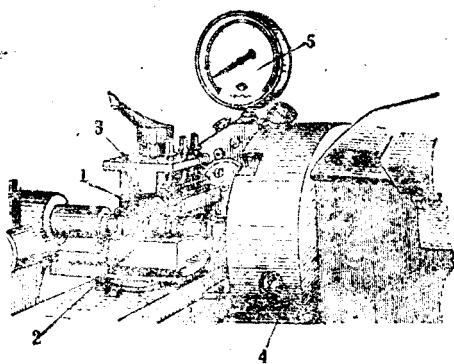


图1 在车床滚压：

1—滚压器；2—零件；3—刀架；4—夹头；5—液压装置。

直，尽可能用直角仪校正过；并使滚压零件在开车后没有摆动现象。

根据滚压速度和给进量，应事先调整好机床的齿轮箱，然后再开动机床。滚压时应先移近刀架，使滚压器上的钢柱或钢球和零件的滚压表面相触，并使钢球或钢柱以一定的压力压紧零件的表面。当滚压压力调整好以后，于是就带上走刀杆进行滚压。

滚压时，滚压压力的大小可以用滚压器上的弹簧或专门的液压装置来调节。

为了改善零件滚压表面的质量和降低滚压时机床的功率消耗，在大多数的情况下，都采用润滑，以减小钢柱与滚压表面间在滚压过程中所发生的摩擦。

滚压平面时，零件装夹在刨床或铣床的工作台上，滚压器就安装在刀架上，安装滚压器时应该注意与滚压表面的垂直。

滚压前，同样应该根据滚压的规范调整好刀架行程的往复数和所需的给进量。然后移动刀架，使滚压器的钢柱或钢球接近零件的滚压表面，并根据滚压压力的大小，使钢柱或钢球紧压在滚压表面上。当滚压压力大小调整好以后，于是就开动机床进行滚压。

2 滚压加工的程序 滚压加工的步骤可以分为下列几个阶段：

1) 机床和滚压器的选用与调整：滚压前，应该根据零件的尺寸来确定滚压机床的大小或型号，根据滚压零件的材料和滚压表面所要求的质量，来选用滚压的形式及滚压器。一般情况是，

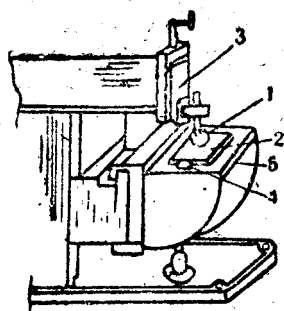


图 2 在牛头刨床上滚压：

1—滚压器；2—零件；3—刀架；4—压板；5—工作台。

零件材料軟的而滾壓表面光潔度要求高的，可選用鋼球滾壓；零件材料硬的而滾壓表面硬度要求高的，可採用鋼柱滾壓。

當機床和滾壓器選定以後，必須調整滾壓器和機床。滾壓器的調整包括兩方面，那就是安裝時位置的調整和滾壓壓力的調整。機床的調整即根據滾壓規範對機床的轉數和走刀量的調整。

2) 毛坯（滾壓前的零件）的準備：滾壓前應該對毛坯進行幾何尺寸的檢查，同時還必須核對其表面質量。

滾壓零件在車削或刨削以後，應該對它進行一次檢查，首先複核一下它的幾何形狀和外型尺寸是否正確，檢查它的外型尺寸時，也應該考慮到它的滾壓盈量。其次，對於它的表面光潔度和精度也必須檢查，因為零件滾壓後所得到的表面光潔度和精度和毛坯的表面光潔度和精度有着很大的關係，所以在滾壓前對毛坯的表面光潔度和精度都要有一定的要求，而且還必須作嚴格的檢查後才能進行滾壓，不然零件滾壓後的表面達不到質量上的要求。

3) 滾壓：當機床及滾壓器選定和調整好以後，同時毛坯經過預加工達到了一定的表面質量，那末就開始對零件表面的滾壓。在滾壓過程中，必須經常檢查零件的外型尺寸和表面質量，同時也應該注意到滾壓時的工作規範和潤滑等情況。

4) 滾壓後零件的修整：有些零件經過滾壓後，它的幾何形狀發生了過大的變異，倘若零件在這方面的要求是相當嚴格的，那末在滾壓後有必要對它進行一次修整。又有些零件在滾壓後產生過深的冷軋層，因此也應該對它進行修整。

修整的方式可以應用磨、研或細車等機械加工的方法。

5) 滾壓後對零件的檢驗：零件滾壓後應該根據施工圖紙上技術條件的要求，檢查零件的外形，幾何尺寸和表面質量。而表

面质量的检查仅仅是对表面光洁度和精度的检查。零件的表面硬度决定于滚压后所建立的冷轧层深度，而冷轧层的深浅又取决于滚压压力的大小，因此当滚压时调整好适当的滚压压力，滚压后零件表面就能够获得相当的硬度，所以对它的表面硬度在滚压后可不再进行检验。

3 钢柱滚压的形式与钢柱的选用 滚压圆柱表面有用一个钢柱的或几个钢柱的。一个钢柱的滚压如图 3 甲所示；两个钢柱的滚压如图 3 乙所示；三个钢柱的滚压表示于图 3 丙；滚压圆槽如图 3 丁所示；滚压圆角如图 3 戊所示。

平面的滚压执行于刨床上或刨床上，它的形式如图 2 所示。滚压器钢柱的个数决定于滚压零件的刚性，刚性好的零件可以采用单柱滚压。刚性差的零件可以采用多柱滚压。零件的滚压多半选用两柱、三柱或四柱的滚压，因为多柱滚压作用在零件上的径向滚压力可以互相平衡，避免滚压时由于过大的滚压力而引起零件的弯曲和机床的损坏。

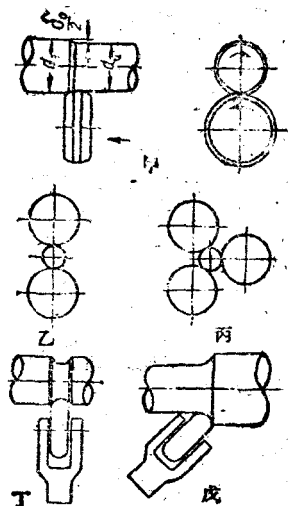


图 3 钢柱滚压的形式。

滚压圆槽和圆角一般都采用单柱滚压，而钢柱的圆弧半径应该等于或略小于滚压零件圆槽或圆角的半径。

滚压器的钢柱以它工作表面的不同，分有三种：

- 1) 圆柱凸缘形的钢柱 (图 4 甲)；
- 2) 大圆弧半径的钢柱 (图 4 乙)；
- 3) 小圆弧半径的钢柱 (图 4 丙)。

圓柱凸緣形的鋼柱和大圓弧半徑的鋼柱适用于滾壓圓柱表面和平面。小圓弧半徑的鋼柱适用于滾壓圓槽和圓角，但当所采用的走刀量很小时，也可以采用它來滾壓圓柱表面。

为了防止鋼柱在滾壓时的卡住和便于切入，因此常把鋼柱的工作部分做成鼓桶形或兩端成錐形。

圓柱凸緣形的鋼柱（图 5 甲），兩端錐形的傾斜度一般可为 5 度，凸緣部分的寬度 b 可选用 2~5 毫米；当滾壓大型零件时，可以选用 12~15 毫米，但不應該小于滾壓时走刀量的兩倍。

大圓弧半徑的鋼柱（图 5 乙）的圓弧半徑 R 可以采用 0.5~0.75 倍的鋼柱直徑，即：

$$R = 0.5 \sim 0.75 D。$$

圓弧半徑一般在 40~50 毫米的範圍以內選用。

小圓弧半徑的鋼柱（图 5 丙）的圓弧半徑 r 决定于所滾壓的槽和圓角的半徑。但当滾壓圓柱表面或平面时，可以选用 4~5 毫米。滾壓时，当其他条件相等的情況下，鋼柱的圓弧半徑愈小，滾壓时的強化效能則愈大，也就是說，零件在滾壓后的表面冷軋层愈深。

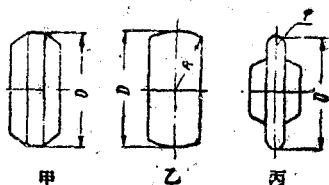


图 4 滾壓鋼柱的种类：

甲—圓柱凸緣形的鋼柱；

乙—大圓弧半徑的鋼柱；

丙—小圓弧半徑的鋼柱。

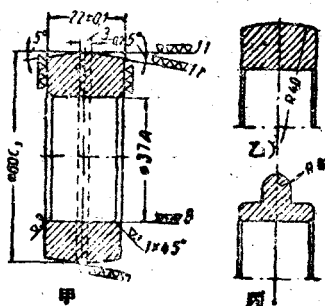


图 5 滾壓鋼柱的結構：

甲—圓柱凸緣形的鋼柱；

乙—大圓弧半徑的鋼柱；

丙—小圓弧半徑的鋼柱。

鋼柱的圓弧半徑愈大，滾壓后零件表面所得到的光潔度就愈高。

鋼柱的直徑決定于滾壓零件的直徑。如果滾壓零件的直徑小於 75 毫米的時候，那末鋼柱的直徑與滾壓零件直徑的比值應該是小於 4，即：

$$\frac{D_p}{d_u} < 4,$$

式中 D_p ——鋼柱的直徑，

d_u ——滾壓零件的直徑。

當滾壓零件的直徑增大時，這個比值就應該減小。倘若滾壓零件的直徑大於 75 毫米的時候，鋼柱的直徑可以等於或小於滾壓零件的直徑，也就是它們兩者之間的比值可以等於或小於 1，即：

$$\frac{D_p}{d_u} \leq 1.$$

鋼柱的材料可採用合金鋼 X12；X12M；XBГ；5XHM；ШХ15 及 9X12，同樣也可以採用碳工具鋼 Y10A；Y12A 和 Y8 制成。

鋼柱在工作時要求有相當高的硬度與耐磨性，所以鋼柱必須要經過淬火。淬火后它的硬度要求達到洛氏硬度 $R_c = 58 \sim 65$ 。

鋼柱經過淬火后，它的工作表面必須要加以磨及研磨，要求表面光潔度達到 8~11 級（根據 ГОСТ 2789-51 標準）。

為了提高鋼柱的耐磨性，增長鋼柱的使用壽命，可在鋼柱的工作表面上塗或鑲嵌硬質合金，鑲嵌硬質合金的鋼柱的使用時間可以比一般合金鋼的鋼柱約提高 250 倍，而且還能夠大大的提高滾壓效能。

4 鋼柱滾壓器的種類與結構 滾壓器按照鋼柱的數目，可分成單柱滾壓器和多柱滾壓器兩大類。多柱滾壓器又分雙柱滾壓

器、三柱滾壓器及四柱滾壓器。

1) 單柱滾壓器：單柱滾壓器一般都用來滾壓剛性比較好的零件，也就是適宜於滾壓直徑很大而長度較短的零件。因為剛性較差的零件，在滾壓時當受到徑向滾壓力時，會引起零件的彎曲，同時單柱滾壓由於單向作用力的存在，會引起機床主軸的損壞，因此它的应用很受到限制。然而它却適用於滾壓圓槽、圓角和平面。當滾壓時的走刀量和滾壓壓力很小的情況下，單柱滾壓器也適用於滾壓圓柱表面。圖6所示的是滾壓圓柱表面或平面的單柱滾壓器。滾壓器的鋼柱3安在能夠圍繞軸2而自由轉動的滾珠軸承4上，軸2安裝在滾壓器體1上衬套5的孔內，并用鎖緊螺帽10把軸拼緊于滾壓器的體上。軸承壓蓋6用來壓緊軸承，以防止軸承與鋼柱的相對移動。零件7、8、9為壓圈及定位圈。

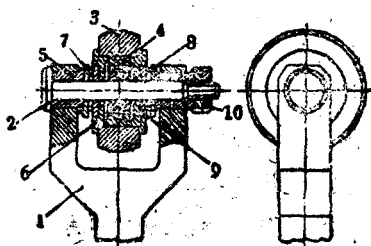


圖6 滾壓圓柱表面或平面的單柱滾壓器。

滾壓器體可由熟鐵或低碳鋼鍛成；滾壓器軸是由中碳鋼製成，並且要求淬火後硬度達到 $H_c = 40 \sim 45$ 。螺紋部分不要求淬硬。圓柱部分淬火後還要經過磨削，要求表面光潔度達到8~9級。軸衬5可由鑄鐵或青銅製成。

圖7甲是滾壓圓角或圓槽的單柱滾壓器。鋼柱2安在滾珠軸承4上，而且它能夠隨滾珠軸承圍繞軸3而旋轉。滾壓器軸3直接安裝在滾壓器體1的孔內，在軸的一端用兩個半圓的卡板7把軸卡緊在滾壓器體上，以防它的相對移動。壓蓋5壓緊鋼柱，使它不同滾珠軸承發生相互的移動。

在滾壓過程中，鋼柱常受到軸向推力，為了減除壓蓋端面和滾壓器體之間的摩擦，因此在壓蓋與滾壓器體之間裝有平面推力軸承6。

圖7乙是滾壓軸頸用的單柱滾壓器。滾壓器的鋼柱3安裝在兩個滾柱推力軸承4上，而且能夠隨着滾柱軸承自由轉動。滾柱軸承是被壓入在滾壓器軸2上的軸的一端插在滾壓器體1的孔里，并用螺釘連結，另一端安放在軸衬5里。旋緊螺帽6可使軸衬緊壓滾珠軸承，防止軸承和鋼柱的互相移動。

滾壓時，滾壓器上的鋼柱對零件表面的壓力，可以用滾壓器上的彈簧來調節，如圖8所示。滾壓壓力的大小，也就是鋼柱對零件表面的壓力，可以根據彈簧的壓縮量來決定。壓力還可以用專門裝置的液壓設備來調節（圖1）。壓力的大小可直接從壓力表上讀出。

圖9是單柱滾壓器調節滾壓壓力的液壓設備系統圖。它的詳細的工作原理將在下節雙柱滾壓器的構造中加以敘述。

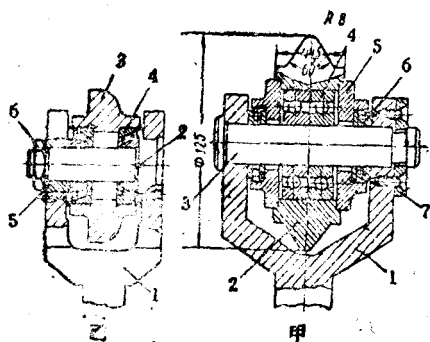


圖7 滾壓圓槽和軸頸的單柱滾壓器：

甲—滾壓圓槽或圓角的單柱滾壓器，

乙—滾壓軸頸的單柱滾壓器。

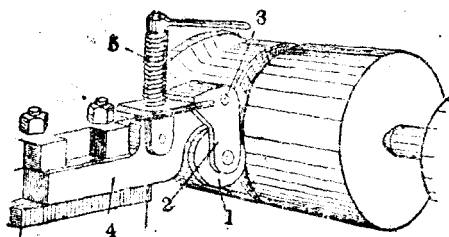


圖8 用彈簧調節壓力的單柱滾壓器。

图8是滚压圆槽和圆角的单柱滚压器。用弹簧调节滚压压力的单柱滚压器。钢柱1安装在悬架2的轴上，能绕轴自由转动。悬架是悬挂在滚压器体4的轴3上，也能够绕轴3自由摆动。如果用手柄压紧弹簧5，那末在悬架上的钢柱就会挺起，并压紧滚压零件的表面，产生滚压压力。

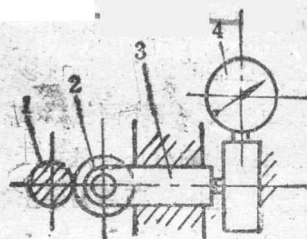


图9 用液压装置调节滚压压力的单柱滚压器。

1—零件；2—钢柱；3—滚压器；4—压力表。

当滚压圆槽或圆角时，另有一种调节滚压压力的装置如图10所示。滚压器的钢柱1能够在悬架2的轴上自由迴转。悬架是悬挂在支架3的轴4上。滚压时，支架固定在刀架上，并在悬架与支架之间置放已校准了的橡皮垫板，通过千分表5可以测知滚压时橡皮垫板的压缩量，根据压缩量的大小就能决定滚压压力。



图10 用千分表测定滚压压力的单柱圆槽滚压器。

2) 双柱滚压器：双柱滚压器通常安装在专用的滚压车床上，一般也常常安装在中心高为500毫米的普通车床上。采用双柱滚压器的优点：甲) 当滚压零件直径变化时，它能很快地进行调整，亦就是滚压不同直径的零件，双柱滚压器的调整方便。乙) 作用在零件表面上的径向滚压力能够互相平衡，因此可避免滚压零件的弯曲和机床的损坏。

图11 为双柱滚压器的原理图。两个单柱滚压器分别装在车床

的前刀架 5 和后刀架 4 上。用手柄 7 摇动丝杆 6，能使前后刀架上滚压器的钢柱 2 同时移近滚压零件 1 的表面或同时移离零件的表面。当滚压不同直径的零件，只须摇动手柄 7 就能迅速的调整。前刀架上的滚压器是被固定在刀架上的，而后刀架上的滚压器却能在刀架上作很小的横向移动，使后刀架上的滚压装置能迫使滚压器的钢柱紧压或松离零件表面。滚压时的滚压压力可以进行调节，并直接能从压力表上的读数来决定。

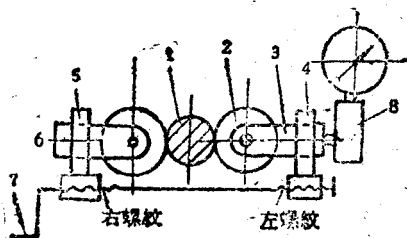


图11 双柱滚压器的原理图：

- 1—零件；2—钢柱；3—滚压器；4—后刀架；5—前刀架；6—丝杆；7—手柄；8—液压装置。

滚压时钢柱的轴线和滚压零件的轴线应该是在同一水平面上。安装在 MK177C₁ 型滚压机床上的双柱滚压器如图 12 所示，它用来滚压轮轴轴颈。

滚压器 A 和 B 分别安装在机床的前刀架和后刀架上。滚压器 A 是固定在前刀架上不动，滚压器 B 在后刀架上能少许有些横向移动。当滚压时摇动横向进刀机构手轮 Γ，使钢柱接近零件 1 的表面。并开启后刀架滚压器 B 上的液压装置，则滚压器在刀架上向零件凑近，使钢柱以一定的压力压紧零件表面，压力的大小可以从压力表 M 上确定。

滚压压力的产生，是装在后刀架上液压筒Ⅳ内的液体（油）推动橡皮膜，递传到液压筒内的柱塞 B，使柱塞向前移动，紧压滚压器，于是滚压器的钢柱也就紧压滚压零件的表面。滚压压力的大小可根据液压筒内的油压和柱塞端面积的大小而确定：

$$P = SA = \frac{\pi}{4} D^2 \times S = 0.785 D^2 \times S; \quad (1)$$