

鼓式制动

鼓式车轮制动器有内张型和外束型，前者以制动鼓的内圆柱面为工作表面，在汽车上应用广泛。按张开机构不同，鼓式车轮制动器又可分为轮缸式车轮制动器、凸轮式车轮制动器和楔式车轮制动器；根据制动过程中两制动蹄产生制动力矩的不同，鼓式车轮制动器可分为领从蹄式、双领蹄式、双向双领蹄式、双从蹄式、单向自增力式和双向自增力式等几种形式。

(1) 轮缸式车轮制动器

1) 领从蹄式制动器

图 1 所示为领从蹄式制动器示意图，其结构特点是两制动蹄的支撑点都位于蹄的一端，两支撑点与张开力作用点的布置都是轴对称式；轮缸中两活塞的直径相等。汽车前进时制动鼓按图示箭头方向旋转，当汽车制动时，前后制动蹄在制动轮缸活塞推力作用下分别绕其下端的支点旋转，由于前蹄在张开时的旋转方向与制动鼓旋转方向相同，称之为领蹄。反之，后蹄的张开方向与制动鼓旋转方向相反，称之为从蹄。

在制动过程中，制动鼓对两制动蹄作用的微元法向反力和切向反力可分别等效为 N_1 、 N_2 和 T_1 、 T_2 ，为解释方便，假设力的作用点如图所示。两蹄上的这些力分别由其支点的支撑反力 S_1 、 S_2 所平衡。由图可见，领蹄上的切向合力的作用结果使领蹄在制动鼓上压得更紧，表明领蹄具有“增势”作用。与此相反，从蹄具有“减势”作用。因此，虽然领从蹄所受促动力 F_S 相等，但由于 $N_1 > N_2$ ，领从蹄所产生的制动力矩不等，一般情况下领蹄产生的制动力矩约为从蹄制动力矩的 2~2.5 倍。倒车制动时，制动鼓旋转方向相反，后蹄变成领蹄，前蹄变成从蹄，但整个制动器的制动效能还是同前进制动时一样，这个特点称为制动器的制动效能“对称”。

领从蹄式制动器存在两个问题：其一是在两蹄摩擦片工作面积相等的情况下，由于领蹄与从蹄所受法向反力不等，领蹄摩擦片上的单位压力较大，因而磨损较严重，两蹄寿命不等。其二是由于制动蹄对制动鼓施加的法向力不相平衡，则两蹄法向力之和只能由车轮轮毂轴承的反力来平衡，这就对轮毂轴承造成了附加径向荷载，使其寿命缩短。凡制动鼓所受来自两蹄的法向力不能互相平衡的制动器称为非平衡式制动器。

传统的领从蹄式车轮制动器。该车轮制动器包括固定部分、旋转部分、张开机构、定位调整机械 4 大部分，其结构如图 2 所示。

固定部分为制动底板和制动蹄。冲压成形的制动底板用螺栓与后驱动桥壳上的凸缘连接。制动底板外缘的翻边扣在制动鼓的敞口端，并有一定的缝隙，从而在不妨碍制动鼓转动的情况下减少泥水和灰尘的侵入，使摩擦表面保持干净。前后两制动蹄用钢板焊接而成 T 形截面，蹄腹板下端孔分别与支撑销上的偏心轴颈作间隙配合，上端顶靠在轮缸的活塞顶块上。制动蹄的外圆面上，用埋头铝铆钉铆接摩擦片，铆钉头部埋入深度约为新摩擦片厚度的一半。为了提高摩擦片的利用率，有的轻型车采用树脂胶黏剂将摩擦片与制动蹄黏结。摩擦片一般用石棉纤维及其他物质混合压制而成。

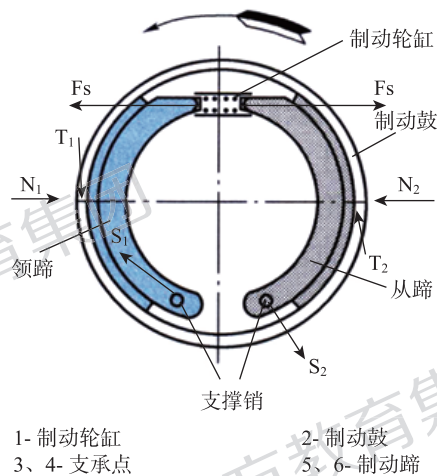


图 1 领从蹄式制动器示意图

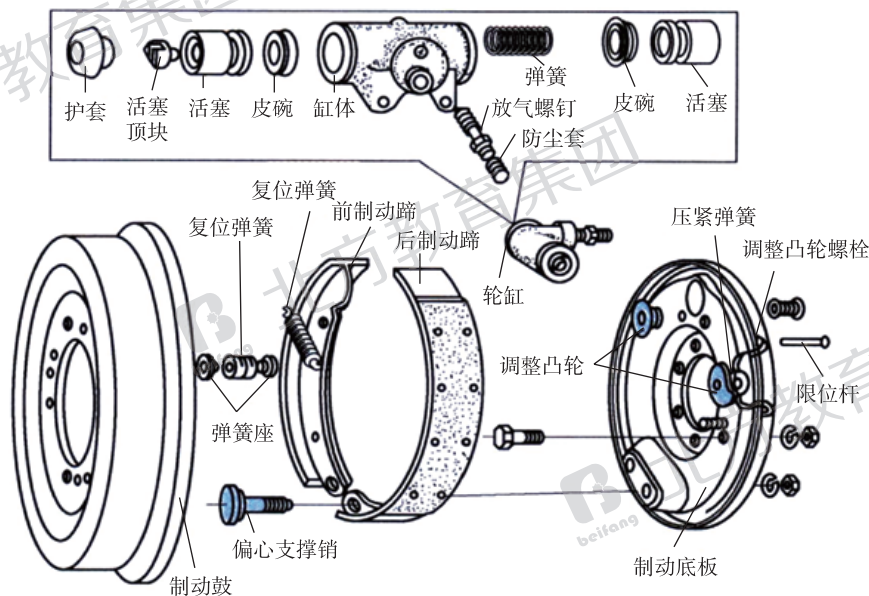


图 2

作为旋转部分的制动鼓用耐磨的灰铸铁制成，它以鼓盘中部的止口和端面定位，并用螺栓固定在车轮轮毂的凸缘上，随同车轮旋转。在制动鼓敞口端的外圆柱面上制有凸起的加强盘，防止在制动蹄压向制动鼓时制动鼓变成喇叭口形状。制动鼓腹板边缘处开有一个检查孔，用以检查制动蹄摩擦片与制动鼓之间的间隙，这一间隙以下简称制动间隙。

张开机构主要元件为轮缸，用螺钉固定在制动底板上。顶块与活塞压合为一体，制动蹄腹板的上端嵌入顶块的直槽中，制动蹄靠活塞在轮缸内的位移来张开。两个活塞的直径相同，故液压张开机构使两个蹄片张开的推力始终相等。为防止在连续制动时制动鼓产生的高温对轮缸的热辐射，减小使制动液汽化的可能，有些轮缸的外面装有一个隔热罩。

定位调整机构用以保持和调整制动蹄和鼓正确的相对位置。制动底板上装有两个调整凸轮，用压紧弹簧使凸轮固定在调整好的任何位置上。调整凸轮的工作表面由许多首尾相连的内凹圆弧组成。两制动蹄由复位弹簧拉紧，并以焊接在腹板上的锁销靠紧在凸轮工作面的某一圆弧槽中，这样可更好地保持凸轮的正确位置和制动器间隙。限位杆用穿过制动底板和制动蹄腹板上的大孔将弹簧压缩，使制动蹄的腹板紧靠在限位杆的端部，以防止制动蹄轴向窜动。制动器在不工作时，制动蹄与制动鼓之间应有合适的间隙，即制动器间隙，其设定值由汽车制造厂规定，一般在 $0.25 \sim 0.5\text{mm}$ 之间。在使用过程中制动间隙将发生变化，为确保制动器的正常工作，需对其间隙进行调整。传统的领从蹄式制动器有两处调整部位：一处是调整凸轮，转动调整凸轮可使制动蹄内外摆动；另一处是制动蹄的偏心支撑销，转动偏心支撑销，可使蹄上下、内外移动，不仅能改变制动器间隙，还能使摩擦副的实际工作区域发生变化，有利于蹄鼓全面贴合。在支撑销的尾端有偏心支撑销的轴线偏移标记，两标记相对时为制动蹄收拢到最小位置。

图 3 所示为桑塔纳轿车的后轮制动器。制动底板用螺栓固定在后桥轴端支撑座上，制动轮缸用螺钉固定在制动底板上方。制动蹄采用了浮式支撑，制动蹄稳定销、稳定弹簧及弹簧座将制动蹄紧压在制动底板的带储油孔的支撑平面上，防止制动蹄轴向窜动。制动蹄的两端做成圆弧形，制动蹄复位弹簧分别将两个制动蹄上端贴靠在制动轮缸左右活塞带耳槽的支撑块上，下端贴靠在制动底板上的支撑座上，并用止挡板轴向限位，制动蹄可以沿支撑座和轮缸活塞的支撑块作一定的浮动。制动蹄可以自动定心，以保证与制动鼓全面接触。前制动蹄上固定有斜楔支撑，它用来支撑调节间隙用的楔形调节块。摩擦衬片用空心铆钉与制动蹄铆接在一起，铆钉头端埋入摩擦片中，深度约为新摩擦片的 $2/3$ 。

驻车制动杠杆上端用平头销与后制动蹄相连，其上部卡入驻车制动推杆右端的切槽中，作为中间支点，下端做成钩形，与驻车制动钢索相连。前、后制动蹄的腹板卡在驻车制动推杆两端的切槽中。

驻车制动时，将车厢内的驻车制动杆拉到制动位置，制动钢索将制动杠杆下端向前拉，使之绕上端支点（平头销）转动，制动杠杆在转动过程中，其中间支点推动驻车制动推杆向左移动，将前制动蹄压向制动鼓，直到前制动蹄压到制动鼓后，推杆停止移动，则制动杠杆的中间支点成为继续转动的新支点，于是制动杠杆的上端右移，使后制动蹄压靠到制动鼓上。钢索拉得越紧，摩擦片对制动鼓的压力也越大，

当制动间隙增加超过 S 时进行行车制动，活塞推动前制动蹄向左方向转动，这时在内弹簧作用下带动楔形块和制动压杆向左移动。而后制动蹄向右方向转动时制动杠杆移动了 S 距离后将与推杆右端缺口右端接触，驻车制动杠杆带推杆一起向右移动，内弹簧被拉伸，这样推杆和楔形块之间便产生了间隙。在楔形块拉力弹簧的作用下，将楔形块往下拉，直到消除间隙。解除制动时，在制动蹄复位弹簧的作用下虽然制动蹄要复位，但由于楔形块已下行填补了超过间隙 S 部分的间隙，因此左右制动蹄已不可能恢复到制动前的位置。于是原来由于磨损变大的制动间隙便得到了补偿，恢复到初始的设置值。制动时，这个过程反复进行，实现了制动间隙的自动调整。

2) 双领蹄式和双向双领蹄式制动器。如图 5 所示，在汽车前进制动时，两蹄均为领蹄的制动器称为双领蹄式制动器，其结构特点是两个制动蹄各用一个单活塞的轮缸，且两套制动蹄、制动轮缸、偏心支撑销和调整凸轮等在制动底板上的布置是中心对称的。

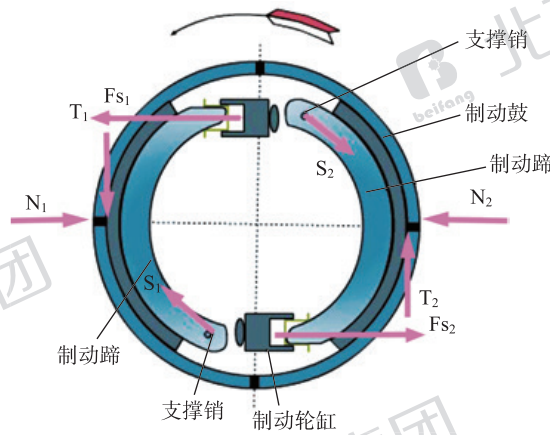


图 5

如图 6 所示为双领蹄式前轮制动器。两制动蹄各用一个单活塞式轮缸，且两套制动蹄、轮缸、支撑销和调整凸轮等在制动底板上的布置是中心对称的，两个轮缸通过连接油管连通，使其中油压相等。这样，在前进制动时，两蹄都是领蹄，制动器的效能得到提高。但在倒车制动时，两蹄均为从蹄，制动器的制动效能降低。

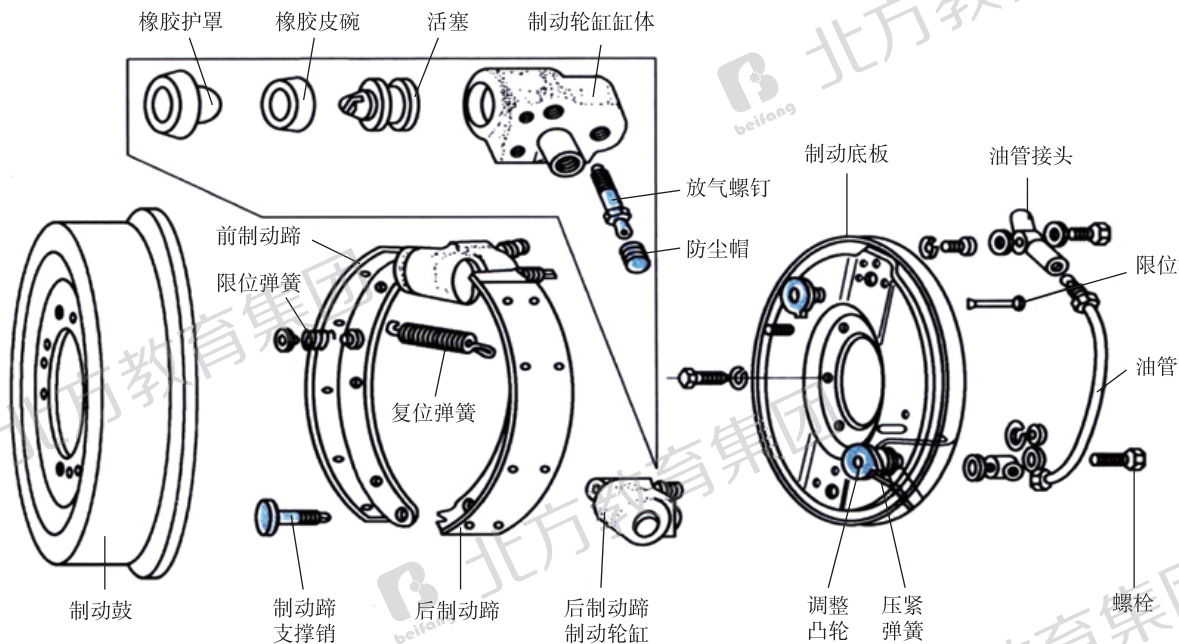


图 6

可以设想，在倒车制动时，如果能使上述制动器的两个制动蹄的支撑点和张开力作用点互换位置，就可以得到与前进制动时相同的制动效能，无论是全进制动还是倒车制动，两制动蹄都是领蹄的制动器称为双向双领蹄式制动器，如图 7 所示。双向双领蹄在结构上有三个特点：一是采用两个双活塞式制动轮缸；二是两制动蹄的两端都采用浮式支撑，且支点的周向位置也是浮动的；三是制动底板上的所有固定元件如：制动蹄、制动轮缸、复位弹簧等都是成对的，而且按轴对称按中心对称布置。

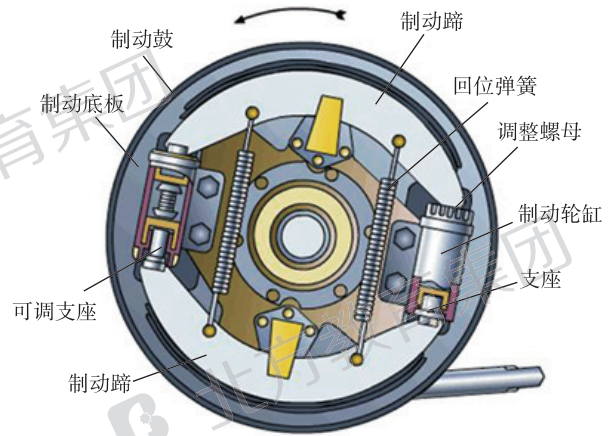


图 7

3) 双从蹄式制动器。前进制动时两制动蹄均为从蹄的制动器称为双从蹄式制动器，如图 8 所示。这种制动器与双领蹄式制动器结构很相似，

二者的差异只在于固定元件与旋转元件的相对运动方向不同。虽然双从蹄式制动器的前进制动效能低于双领蹄式和领从蹄式制动器，但其效能对摩擦系数变化的敏感程度较小，即具有良好的制动效能稳定性。

双领蹄、双向双领蹄、双从蹄式制动器的固定元件布置都是中心对称的。如果间隙调整正确，则其制动鼓所受两蹄施加的两个法向合力能互相平衡，不会对轮毂轴承造成附加径向荷载。因此，这 3 种制动器都属于平衡式制动器。

4) 自增力式制动器。自增力式制动器可分为单向自增力式制动器和双向自增力式制动器两种。单向自增力式制动器只在前进方向起增力作用，而在倒车制动时制动效能还不及双从蹄式制动器，已很少采用。双向自增力式制动器在车轮正向和反向旋转时均能借助制动蹄与制动鼓的摩擦起自动增力作用。

如图 9 所示，两制动蹄浮动支撑在制动底板上，下端以浮动的可调推杆连接，上端在复位弹簧拉紧力作用下靠紧固定在制动底板上的支撑销。

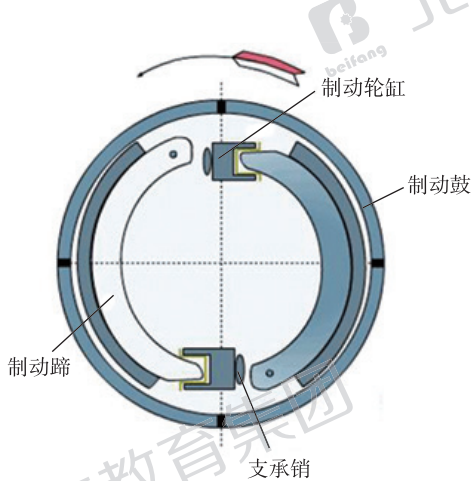


图 8

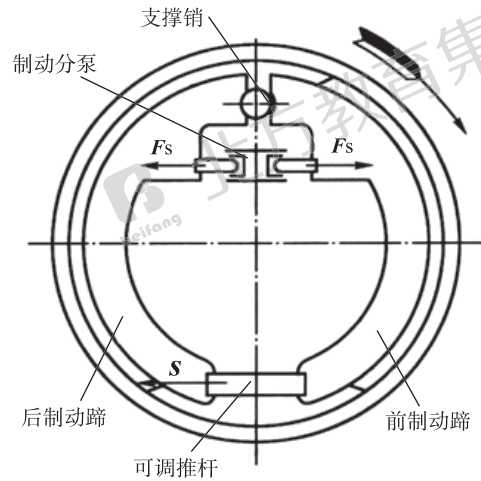


图 9

汽车前进制动时，轮缸活塞在两蹄上施加大小相等、方向相反的张开力 F_s 使两制动蹄向外张开压向制动鼓（此时两蹄上端都离开支撑销），当制动蹄与旋转的制动鼓接触后，在摩擦力矩作用下制动鼓带动两蹄沿旋转方向转动，直到后蹄顶靠到支撑销上为止，然后蹄与鼓进一步压紧。此时，后蹄处于增力状态，因为后蹄的压紧力包括轮缸的张开力 F_s 前蹄对后蹄的推力 S ，且由于前蹄的助势作用，经浮动的推杆施于后蹄下端的推力 S 比张开力 F_s 大 2 ~ 3 倍。

倒车制动时作用过程相反，作用原理相同，后蹄为助势蹄，前蹄起增力作用。故称这种制动器为双向自增力式制动器。考虑到前进制动比倒车制动机会多、负荷大，为使蹄片磨损均匀，一般后蹄摩擦片做得较长。

综上所述，各种轮缸式制动器各有利弊。就制动效能而言，在基本结构参数相同的条件下，自增力

式制动器对摩擦助势的效果利用最为充分，产生的制动力矩最大，依次是双领蹄式制动器和领从蹄式制动器。

自增力式制动器的构造较复杂，两制动蹄对制动鼓的法向力和摩擦力是不相等的，属于非平衡式制动器；在制动过程中，自增力式制动器的制动力矩增长急促，制动平顺性差；此外，由于是靠摩擦增力，对摩擦系数的依赖性很大，一旦制动器沾水、沾油后制动效能明显下降，制动性能不稳定。

领从蹄式制动器虽然制动效能较低，但有结构简单、制造成本低、制动效能受摩擦系数的影响相对较小、制动较平顺等优点，目前使用仍较广泛。双领蹄式制动器的制动效能、制动稳定性及平顺性都介于两者之间，其特有优点是具有两个对称的轮缸，最宜布置双回路制动系统。

(2) 凸轮式车轮制动器

目前，气压制动系的车轮制动器一般采用凸轮式张开装置，且设计成领从蹄式。

凸轮式前轮制动器如图 10 所示。前后两制动蹄用锻铸铁制成，均以下端支撑孔与支撑销的偏心轴颈间隙配合，并用挡板及锁销轴向限位。不制动时由复位弹簧把制动蹄上端支撑面拉靠到制动凸轮轴的凸轮上，凸轮与轴制成一体，多为中碳钢，其表面经高频淬火处理，以提高其耐磨性。制动凸轮轴通过支座固定在制动底板上，其尾部花键轴插入制动调整臂的花键孔中。为了减少凸轮轴与支座之间的摩擦，在支座的两端装有青铜衬套或粉末冶金衬套，有润滑油嘴可定期进行润滑。在衬套外端装有密封圈，并用止推垫和调整垫片限制和调整凸轮轴的轴向窜动量。

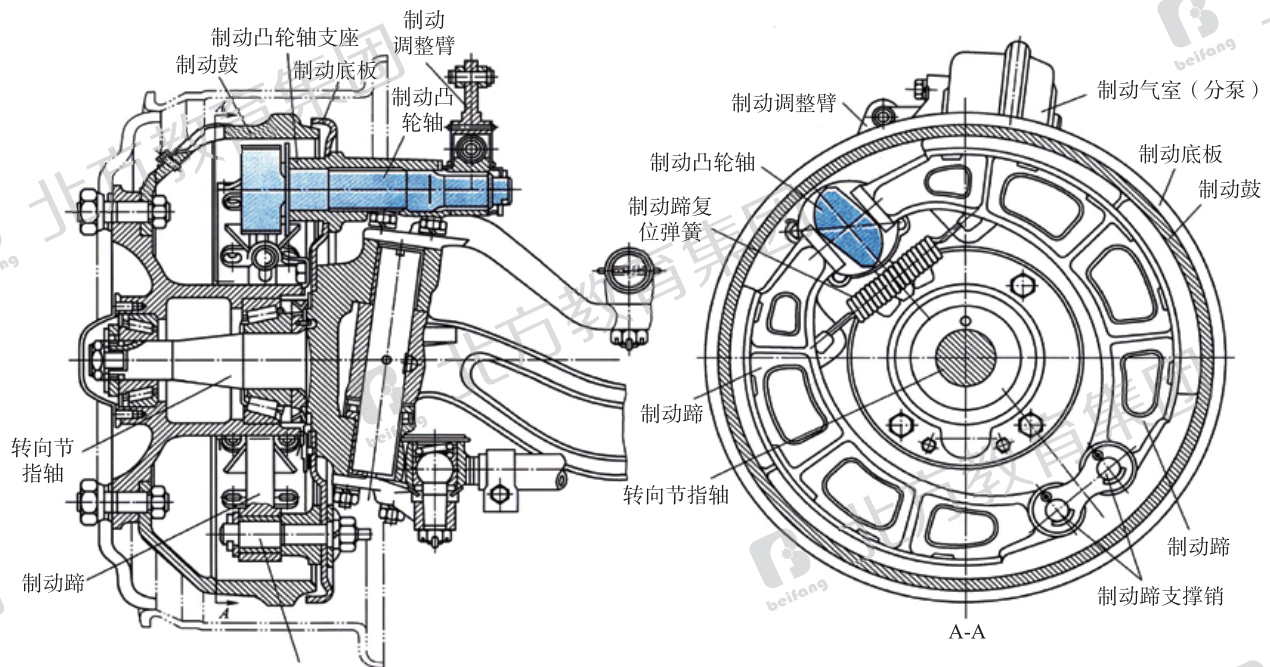


图 10

制动时，制动调整臂在制动气室的推动下，带动制动凸轮轴转动，凸轮便迫使两制动蹄张开并压靠在制动鼓上，产生制动作用。由于凸轮的工作表面轮廓中心对称，且凸轮只能绕固定的轴线转动而不能移动，故当凸轮转过一定的角度时，两蹄张开的位移是相等的。在蹄与鼓之间摩擦力的作用下，前蹄（助势蹄）力图离开制动凸轮，而后蹄（减势蹄）却更加靠紧制动凸轮，造成凸轮对助势蹄的张开力小于减势蹄。从而使两蹄所受到的制动鼓的法向反力近似相等。但由于这种制动器结构上不是中心对称，两蹄作用于制动鼓的法向等效合力虽然大小近似相等，但其作用线存在一不大的夹角而不在一条直线上，不可能相互平衡。故这种制动器仍是非平衡式的。