



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102023376 B

(45) 授权公告日 2015.06.24

(21) 申请号 201010273445.9

CN 101118097 A, 2008.02.06,

(22) 申请日 2010.09.07

审查员 吴松江

(73) 专利权人 黄永立

地址 225009 江苏省扬州市邗江区文汇西路  
215号华远国际616室(江苏七彩建筑  
环境有限公司)

(72) 发明人 黄永年

(74) 专利代理机构 扬州市锦江专利事务所  
32106

代理人 江平

(51) Int. Cl.

G02B 19/00(2006.01)

G02B 5/10(2006.01)

F24J 2/46(2006.01)

(56) 对比文件

US 4341201, 1982.07.27,

JP 2004205062 A, 2004.07.22,

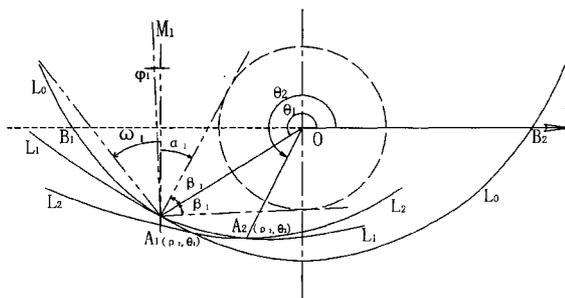
权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

太阳能聚光反射板

(57) 摘要

太阳能聚光反射板,涉及太阳能热利用技术。本发明采用若干段抛物线接续组成一个聚光反射板的反光面截线,与任意一条抛物线轴相平行的太阳入射光线,均可汇聚到相应抛物线的焦点,本发明可作为各种非跟踪型太阳能集热器的聚光反射板、集热管中的聚光反光板、非跟踪型太阳能灶的聚光反射板等。本发明可最大限度将到达反射板的光线反射到集热器件表面,以最大限度地提高太阳能光转化率。



1. 太阳能聚光反射板, 所述聚光反射板的反射面形状为一空间曲面, 该空间曲面的截线为至少三段顺序相连的抛物线  $L_0$ 、 $L_1$ 、 $L_2$ …… $L_i$  组成, 各抛物线的焦点均位于平面极坐标系的极点, 各段抛物线  $L_i$  满足下列方程:

$$\rho = \frac{P_i [1 + \sin(\theta - \varphi_i)]}{\cos^2(\theta - \varphi_i)}$$

其中,  $i = 0, 1, 2, 3, 4, 5, \dots$  ;

$\rho$  为抛物线上的点到极点的距离即极径;

$P_i$  为抛物线的焦参数, 为相应抛物线的顶点至焦点距离的二倍;

$\theta$  为极坐标系中抛物线上的点的极角或幅角,  $90^\circ < \theta \leq 270^\circ$  ;

$\varphi_i$  为抛物线轴的偏转角, 指抛物线轴以极点为中心沿逆时针方向旋转的角;

$L_1$  与  $L_0$  的交点  $A_1(\rho_1, \theta_1)$

$L_2$  与  $L_1$  的交点  $A_2(\rho_2, \theta_2)$

$L_i$  与  $L_{i-1}$  的交点  $A_i(\rho_i, \theta_i)$

抛物线  $L_0$  的轴与平面极坐标系的极轴的垂线间的夹角为 0, 此时, 抛物线  $L_0$  未旋转, 旋转角  $\varphi_0$  为 0;

抛物线  $L_1$  的轴相对  $L_0$  的轴沿逆时针方向旋转, 旋转中心为平面极坐标系的极点, 旋转的角度为  $\varphi_1$ , 称偏转角为  $\varphi_1$ ;

抛物线  $L_2$  旋转的角度为  $\varphi_2$

抛物线  $L_i$  旋转的角度为  $\varphi_i$

相邻抛物线的焦参数  $P$  值满足下列方程:

$$P_i = \frac{P_{i-1} [1 + \sin(\theta_i - \varphi_{i-1})]}{1 + \sin(\theta_i - \varphi_i)} \cdot \frac{\cos^2(\theta_i - \varphi_i)}{\cos^2(\theta_i - \varphi_{i-1})}$$

其中:  $i = 0, 1, 2, 3, \dots$

$\varphi_0 = 0 < \varphi_1 < \varphi_2 < \varphi_3 < \dots < \varphi_i$  ;

其特征在于: 曲线上任意一点  $A_i(\rho_i, \theta_i)$  对于集热聚焦圆的张角为  $2\beta_i$ ,  $\beta_i$  为正值;

当仅在平面极坐标系的极轴的过点  $A_i$  处的垂线的同一侧有入射光线到达  $A_i$  点时, 在  $A_i$  处的入射光线相对于平面极坐标系的极轴的过点  $A_i$  处的垂线的最大偏转角为  $\omega_i$ , 入射光线相对于平面极坐标系的极轴的过点  $A_i$  处的垂线的最小偏转角为  $\alpha_i$ ;

当平面极坐标系的极轴的过点  $A_i$  处的垂线的两侧有入射光线到达  $A_i$  点时, 在  $A_i$  处的左侧入射光线相对于平面极坐标系的极轴的过点  $A_i$  处的垂线的最大偏转角为  $\omega_i$ , 右侧入射光线相对于平面极坐标系的极轴的过点  $A_i$  处的垂线的最大偏转角为  $\alpha_i$ ;

令相对于平面极坐标系的极轴的过点  $A_i$  处的垂线的偏转角  $\alpha_i$  为逆时针时为正值; 相对于平面极坐标系的极轴的过点  $A_i$  处的垂线的偏转角  $\alpha_i$  为顺时针时为负值;

$$\varphi_i = \beta_i + \alpha_i ;$$

仅在平面极坐标系的极轴的过点  $A_i$  处的垂线同一侧有入射光线到达  $A_i$  点时, 偏转角  $\alpha_i$  为逆时针为正值,  $\varphi_i = \beta_i + \alpha_i = \beta_i + |\alpha_i|$ ;

在平面极坐标系的极轴的过点  $A_i$  处的垂线两侧均有入射光线到达  $A_i$  点时, 偏转角  $\alpha_i$  为顺时针为负值,  $\varphi_i = \beta_i + \alpha_i = \beta_i - |\alpha_i|$ 。

2. 根据权利要求 1 所述的太阳能聚光反射板, 其特征在于: 所述空间曲面的截线为一对称曲线, 所述对称曲线的对称轴为所述截线所在平面极坐标系的极轴的过极点的垂线。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的太阳能聚光反射板, 其特征在于: 所述空间曲面为沿所述截线所在平面的垂线方向拉伸而成的呈槽形的曲面, 各截线的焦点成一直线。

4. 根据权利要求 1 所述的太阳能聚光反射板, 其特征在于: 所述空间曲面为沿所述截线所在平面内的平面极坐标系的极轴的过极点的垂线旋转而成的呈锅形的曲面。

## 太阳能聚光反射板

### 技术领域

[0001] 本发明涉及太阳能热利用技术。

### 背景技术

[0002] 利用聚光反射板将更大面积的阳光反射到集热器件上,以增强集热效果,提高集热器件内介质的温度,这一课题已有许多人取得研究成果,有的采用 V 形反光板,有的采用横截线为圆弧的桶形反光板,还有采用横截线为不同曲率半径的圆弧连接而成的弧形反光板,还有的采用横截线为圆的渐开线的反光板等等。

[0003] 作为非跟踪式聚光反射板在一天当中由于阳光入射角度变化较大,不能反射到集热器件上的阳光仍然不少,仍不能达到满意的聚光效果,往往是让一部分强光跑掉了而一些弱的光线却被捕捉了。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的在于设计一种太阳能聚光反射板,使其可最大限度将到达反射板的光线反射到集热器件表面。

[0005] 本发明的反射面形状为一空间曲面,该空间曲面的截线为至少三段顺序相连的抛物线  $L_0$ 、 $L_1$ 、 $L_2$ …… $L_i$ 组成,各抛物线的焦点均位于平面极坐标系的极点,各段抛物线  $L_i$ 满足下列方程:

[0006]

$$\rho = \frac{P_i [1 + \sin(\theta - \varphi_i)]}{\cos^2(\theta - \varphi_i)}$$

[0007] 其中,  $i = 0, 1, 2, 3, 4, 5, \dots$  ;

[0008]  $\rho$  为抛物线上的点到极点的距离即极径;

[0009]  $P_i$ 为抛物线的焦参数,为相应抛物线的顶点至焦点距离的二倍;

[0010]  $\theta$  为极坐标系中抛物线上的点的极角或幅角,  $90^\circ < \theta \leq 270^\circ$  ;

[0011]  $\varphi_i$ 为抛物线轴的偏转角,指抛物线轴以极点为中心沿逆时针方向旋转的角;

[0012]  $L_1$ 与  $L_0$ 的交点  $A_1(\rho_1, \theta_1)$

[0013]  $L_2$ 与  $L_1$ 的交点  $A_2(\rho_2, \theta_2)$

[0014]  $L_i$ 与  $L_{i-1}$ 的交点  $A_i(\rho_i, \theta_i)$

[0015] 抛物线  $L_0$ 的轴与平面极坐标系的极轴的垂线间的夹角为  $\theta_0$ ,此时,抛物线  $L_0$ 未旋转,旋转角  $\varphi_0$ 为  $0$ ;

[0016] 抛物线  $L_1$ 的轴相对  $L_0$ 的轴沿逆时针方向旋转,旋转中心为平面极坐标系的极点,旋转的角度为  $\varphi_1$ ,称偏转角为  $\varphi_1$ ;

[0017] 抛物线  $L_2$  旋转的角度为  $\varphi_2$

[0018] 抛物线  $L_i$  旋转的角度为  $\varphi_i$

[0019] 相邻抛物线的焦参数  $P$  值满足下列方程:

[0020]

$$\rho_i = \frac{P_{i-1} [1 + \sin(\theta_i - \varphi_{i-1})]}{1 + \sin(\theta_i - \varphi_i)} \cdot \frac{\cos^2(\theta_i - \varphi_i)}{\cos^2(\theta_i - \varphi_{i-1})}$$

[0021] 其中： $i = 0, 1, 2, 3, \dots$ [0022]  $\varphi_0 = 0 < \varphi_1 < \varphi_2 < \varphi_3 < \dots < \varphi_i$ ；[0023] 曲线上任意一点  $A_i(\rho_i, \theta_i)$  对于集热聚焦圆的张角为  $2\beta_i$ ， $\beta_i$  为正值；[0024] 当仅在平面极坐标系的极轴的过点  $A_i$  处的垂线的同一侧有入射光线到达  $A_i$  点时，在  $A_i$  处的入射光线相对于平面极坐标系的极轴的过点  $A_i$  处的垂线的最大偏转角为  $\omega_i$ ，入射光线相对于平面极坐标系的极轴的过点  $A_i$  处的垂线的最小偏转角为  $\alpha_i$ ；[0025] 当平面极坐标系的极轴的过点  $A_i$  处的垂线的两侧有入射光线到达  $A_i$  点时，在  $A_i$  处的左侧入射光线相对于平面极坐标系的极轴的过点  $A_i$  处的垂线的最大偏转角为  $\omega_i$ ，右侧入射光线相对于平面极坐标系的极轴的过点  $A_i$  处的垂线的最大偏转角为  $\alpha_i$ ；[0026] 令相对于平面极坐标系的极轴的过点  $A_i$  处的垂线的偏转角  $\alpha_i$  为逆时针时为正值；相对于平面极坐标系的极轴的过点  $A_i$  处的垂线的偏转角  $\alpha_i$  为顺时针时为负值；

[0027]

$$\varphi_i = \beta_i + \alpha_i$$
；

[0028] 仅在平面极坐标系的极轴的过点  $A_i$  处的垂线同一侧有入射光线到达  $A_i$  点时，偏转角  $\alpha_i$  为逆时针为正值， $\varphi_i = \beta_i + \alpha_i = \beta_i + |\alpha_i|$ ；[0029] 在平面极坐标系的极轴的过点  $A_i$  处的垂线两侧均有入射光线到达  $A_i$  点时，偏转角  $\alpha_i$  为顺时针为负值， $\varphi_i = \beta_i + \alpha_i = \beta_i - |\alpha_i|$ 。

[0030] 本发明采用若干段抛物线接续组成一个聚光反射板的反光面截线，与任意一条抛物线轴相平行的太阳入射光线，均可汇聚到相应抛物线的焦点，由于设置在极点处（也是各抛物线焦点处）集热元件本身具有一定的体积，故与相应抛物线轴的夹角小于一定值的太阳入射光线均能被该抛物线段反光面反射到集热元件上，该聚光反射板汇聚中午前后一定时间范围内相对强的入射光线以获得相对于其它形状聚光反光面最佳的聚光效果，各抛物线段由于相距焦点的远近不同，故汇聚中午前后一定时间范围内的太阳光的时间长短及起始时间不一样，而在各抛物线段反光面上所到达的太阳入射光线在其阳光强度相对强的那一整段时间内全部反射汇聚到集热元件表面，其集热效率较高，不必要设置昂贵的跟踪装置。以本发明所述空间曲面作为反光聚光面由于是非跟踪的，一天中实际上还有一定量的相对弱的太阳光线不能聚光至集热元件上，但是以本发明所述空间曲面作为非跟踪型反光聚光面在理论上具有最好的聚光效果，因为本发明所述空间曲面任意一段曲面在理论上都可做到在该段反光面上所到达的太阳入射光线在其阳光强度相对强的那一整段时间内全部反射汇聚到集热元件表面，而其它形状的反光聚光面反射汇聚同样长短的一段时间内的太阳入射光线其光线却不是一天中最强的那一段时间内的光线。本发明可作为各种非跟踪型太阳能集热器的聚光反射板、集热管中的聚光反光板、非跟踪型太阳能灶的聚光反射板等。本发明可最大限度将到达反射板的光线反射到集热器件表面，以最大限度地提高太阳能光转化率。

[0031] 上述空间曲面可具有如下三种结构：

[0032] 其一：所述空间曲面的截线为一对称曲线，所述对称曲线的对称轴为所述截线所在平面极坐标系的极轴的过极点的垂线。

[0033] 其二：所述空间曲面为沿所述截线所在平面的垂线方向拉伸而成的呈槽形的曲面，各截线的焦点成一直线。

[0034] 以上两种都可沿该直线设置太阳能集热管，制成非跟踪型太阳能集热器。

[0035] 其三：所述空间曲面为沿所述截线所在平面内的平面极坐标系的极轴的过极点的垂线旋转而成的呈锅形的曲面。可在焦点上设置集热元件，制成非跟踪型太阳能灶。

### 附图说明

[0036] 图 1、图 2 为本发明的工作原理图；

[0037] 图 3 为反光面的截线示意图。

### 具体实施方式

[0038] 如图 1、2、3，为太阳能集热管使用的太阳能聚光反射板，反射面形状为一空间曲面，该空间曲面的截线为至少三段顺序相连的抛物线  $L_0$ 、 $L_1$ 、 $L_2$ …… $L_i$  组成，各抛物线的焦点均位于平面极坐标系的极点，各段抛物线  $L_i$  满足下列方程：

[0039]

$$\rho = \frac{P_i [1 + \sin(\theta - \varphi_i)]}{\cos^2(\theta - \varphi_i)}$$

[0040] 其中， $i = 0, 1, 2, 3$ ；

[0041]  $\rho$  为抛物线上的点到极点的距离即极径；

[0042]  $P_i$  为抛物线的焦参数，为相应抛物线的顶点至焦点距离的二倍；

[0043]  $\theta$  为极坐标系中抛物线上的点的极角或幅角， $90^\circ < \theta \leq 270^\circ$ ；

[0044]  $\varphi$  抛物线轴（即抛物线的对称轴）的偏转角，指抛物线轴以极点为中心沿逆时针方向旋转的角；

[0045]  $L_1$  与  $L_0$  的交点  $A_1(\rho_1, \theta_1)$

[0046]  $L_2$  与  $L_1$  的交点  $A_2(\rho_2, \theta_2)$

[0047]  $L_3$  与  $L_2$  的交点  $A_3(\rho_3, \theta_3)$

[0048] 抛物线  $L_0$  的轴（即对称轴）与平面极坐标系的极轴的垂线间的夹角为  $\theta_0$ ，即抛物线  $L_0$  未旋转，旋转角  $\varphi_0$  为 0；

[0049]  $L_0$  的数学表达式：

[0050] 
$$\rho = \frac{P_0 [1 + \sin\theta]}{\cos^2\theta}$$

[0051] 当作为太阳能集热管使用的太阳能聚光反射板使用时，将聚光反射板安装于集热管内，可将抛物线  $L_0$  过焦点并与抛物线轴垂直的弦的弦长  $B_1B_2$  作为要想会聚的入射光线族的最大宽度，取  $B_1B_2 = 2P_0$ ， $P_0$  也等于抛物线  $L_0$  的顶点至焦点距离的二倍。

[0052]  $L_1$  的数学表达式：

[0053]

$$\rho = \frac{P_1 [1 + \sin(\theta - \varphi_1)]}{\cos^2(\theta - \varphi_1)}$$

[0054] 抛物线  $L_1$  的轴相对  $L_0$  的轴沿逆时针方向旋转, 旋转中心为平面极坐标系的极点, 旋转的角度为  $\varphi_1$ , 称偏转角为  $\varphi_1$ 。

[0055] 抛物线  $L_2$  偏转角为  $\varphi_2$

[0056] 抛物线  $L_i$  偏转角为  $\varphi_i$

[0057] 相邻抛物线的焦参数  $P$  值满足下列方程:

[0058]

$$P_i = \frac{P_{i-1} [1 + \sin(\theta_i - \varphi_{i-1})]}{1 + \sin(\theta_i - \varphi_i)} \cdot \frac{\cos^2(\theta_i - \varphi_i)}{\cos^2(\theta_i - \varphi_{i-1})}$$

[0059] 其中:  $i = 0, 1, 2, 3$

[0060]  $\varphi_0 = 0 < \varphi_1 < \varphi_2 < \varphi_3$ 。

[0061] 如图 1 中, 曲线上任意一点  $A_1(\rho_1, \theta_1)$  对于集热聚焦圆 (即内玻璃管 1 的外表面) 的张角为  $2\beta_1$ , 令  $\beta_1$  为正值。

[0062] 当平面极坐标系的极轴的过点  $A_1$  处的垂线  $A_1M_1$  的两侧均有入射光线到达  $A_1$  点时, 在  $A_1$  处的左侧入射光线相对于垂线  $A_1M_1$  的最大偏转角为  $\omega_1$ , 右侧入射光线相对于垂线  $A_1M_1$  的最大偏转角为  $\alpha_1$ , 由于该  $\alpha_1$  相对于垂线  $A_1M_1$  为顺时针, 故此时  $\alpha_1$  为负值。

[0063] 曲线上点  $A_1(\rho_1, \theta_1)$  的  $\varphi_1 = \beta_1 + \alpha_1 = \beta_1 - |\alpha_1|$ 。

[0064] 如图 2 所示, 曲线上任意一点  $A_2(\rho_2, \theta_2)$  对于集热聚焦圆的张角为  $2\beta_2$ , 令  $\beta_2$  为正值。

[0065] 此时, 仅在平面极坐标系的极轴的过点  $A_2$  处的垂线  $A_2M_2$  的同一侧有入射光线到达  $A_2$  点, 在  $A_2$  处的入射光线相对于垂线  $A_2M_2$  的最大偏转角为  $\omega_2$ , 入射光线相对于垂线  $A_2M_2$  的最小偏转角为  $\alpha_2$ ; 此时,  $\alpha_2$  相对于垂线  $A_2M_2$  的偏转角为逆时针, 故此时  $\alpha_2$  为正值。

[0066] 此时, 曲线上点  $A_2(\rho_2, \theta_2)$  的  $\varphi_2 = \beta_2 + \alpha_2 = \beta_2 + |\alpha_2|$ 。

[0067] 如须制成非跟踪型太阳能集热器, 以上空间曲面的截线沿其所在平面的垂线方向拉伸而成, 各截线的焦点成一直线, 沿该直线可以设置太阳能集热管。太阳能聚光反射板为一呈槽形曲面的反射板。

[0068] 太阳能聚光反射板的反射面空间曲面为一对称的双槽形曲面, 该对称的双槽形曲面的截线为一对称曲线, 该对称曲线的对称轴为该截线所在平面内平面极坐标系的极轴的过极点的垂线。

[0069] 当制成非跟踪型太阳能灶时, 太阳能聚光反射板的反射面空间曲面为沿所述截线所在平面内的平面极坐标系的极轴的过极点的垂线旋转而成的呈锅形的曲面。

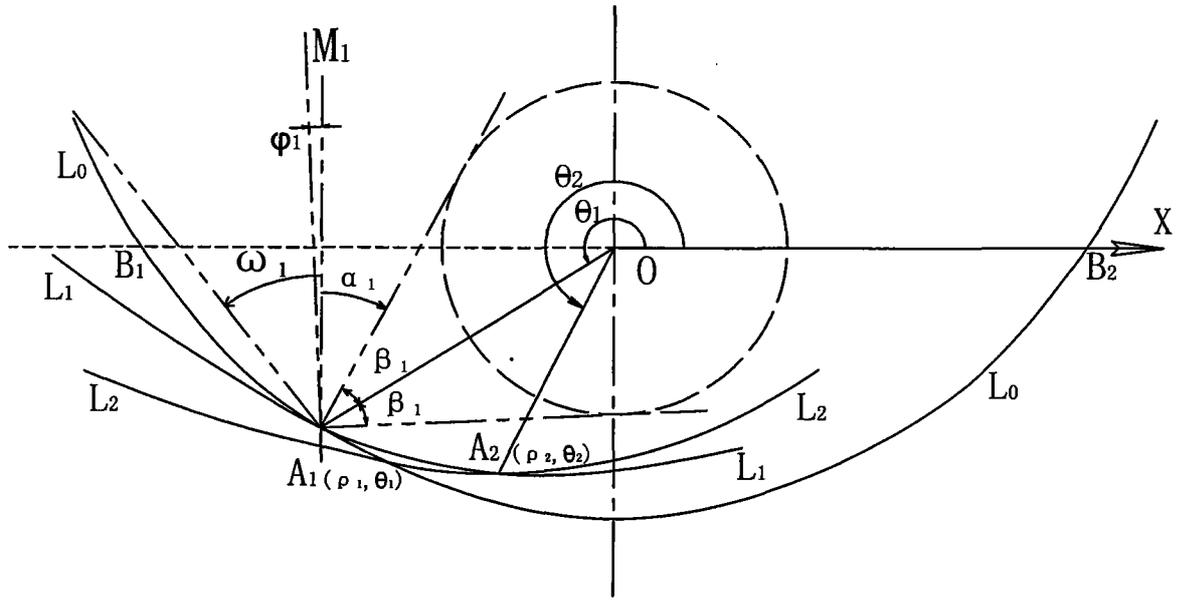


图 1

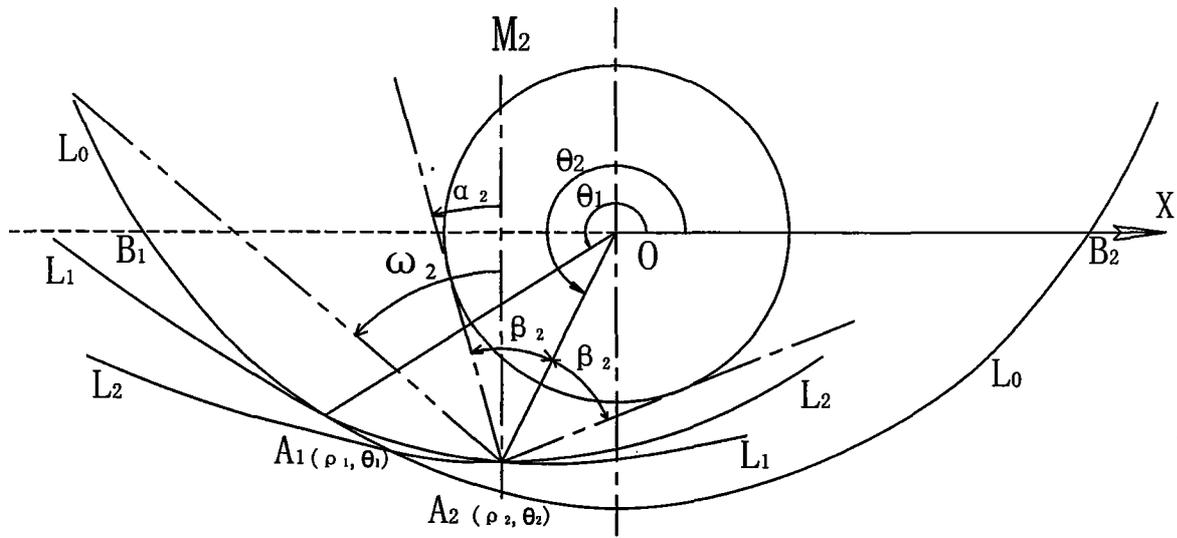


图 2

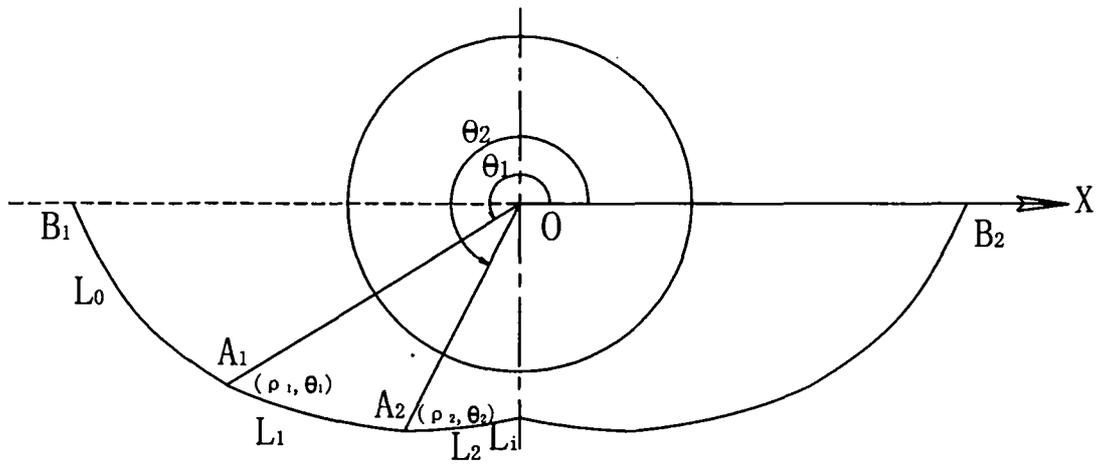


图 3