

音符字体设计：
符头字体设计技术指标
Sunhawk 公司 1999 年出版
Gray Martin 原著
沈忠平编译

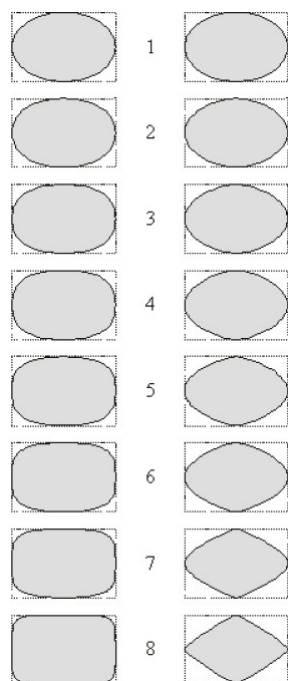
本文介绍 Gray Martin 先生 1995 年设计开发的 Sinfonia 音符字体。本字体符合音乐出版家协会（MPA）标准。

1.1 四分音符

1.1.1 椭圆形

1.1.1.1 椭圆和椭圆变体

四分音符符头的设计原型是正椭圆，字体和图形软件对正椭圆可作若干变形，如下图。适合作符头的是节点稍向水平方向延伸的左则第 2 个图形。



1.1.1.2 倾斜的角度：非标准形

故老乐谱中可见到符头对应谱线负向倾斜（下左）或与谱线水平（下右），但通常被视为审美不佳。



1.1.1.2 倾斜的角度：标准形



1.1.2 设计参数

符头设计中考虑的四项数据：（1）高，（2）宽（3）角度，（4）离心率，即长短轴之比。下面是各种变形。

1.1.2.1 角度与轴比相仿，高与宽不同：



1.1.2.2 高与轴比相仿，角度与宽不同：



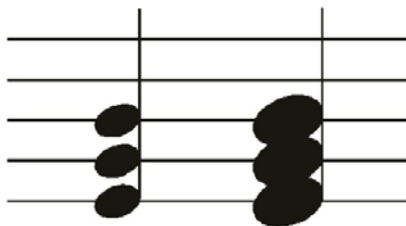
1.1.2.3 高与角度相仿，轴比与宽不同：



1.1.2.4 由于我们对符头形状的限制，四项数据有以下相互关系。

1.1.3 符头高

1.1.3.1 符头高若小于两条谱线间距，则和弦音符间会有空隙，并且符头除非用于提示音或装饰音，会显得太小（下左）。符头高若大于两条谱线间距，则和弦音符会相叠和不清（下右）。



所以，不管角度或轴比，符头的高度必需在两条谱线之间。

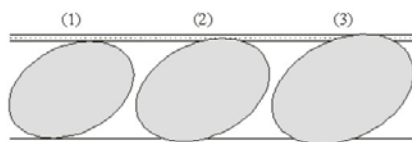
1.1.3.2 谱线宽度对符头高度的影响

谱线宽度似非重要，但却是符头高度精确设计需考虑的因素。下面是三种可能。

1.1.3.2.1 符头顶、底分别与上下谱线的底和顶相切（下1）

1.1.3.2.2 符头顶、底分别位于上下谱线的中线（下2）

1.1.2.2.3 符头顶、底分别与上下谱线的顶和底相切（下3）



如果符头高与宽按比例增大，则符头的总体大小（面积）显著增大。实际上如上图所示，符头（2）的面积比符头（1）大大约 13%，符头（3）的面积比符头（1）大 28% 以上。如果只增加高，宽不变，符头（3）和（1）的大小仍然非常大（略大于 8%）。

1.1.3.3 谱线宽度与谱线间距

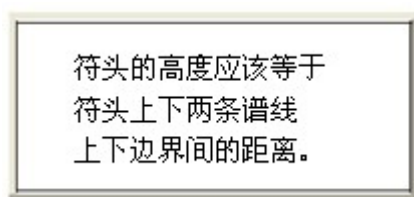
上图中谱线宽度与谱线间距的比例是 1:16。若比例不同则符头大小差异随之不同。

1.1.3.4 柱式和弦中符头的相叠

如果设计符头参数时把谱线宽度考虑进去，则柱式和弦在某些角度和轴比情况下会有少许音符相叠，但相叠部分完全在谱线的宽度之中，所以不会不清。

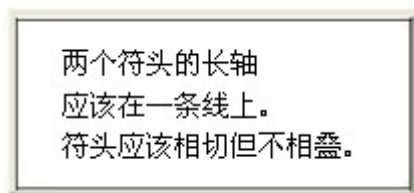
1.1.3.5 符头高度的法则

为把符头设计得尽量大，而不超越谱线的边界，我们得出下面的符头高度法则：



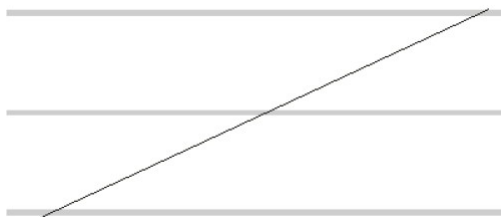
1.1.2 角度和轴比：首选设计方案

1.1.4.1 确定符头倾斜角度的出发点是同一符干上相差二度音高的两个符头。法则含两部分，如下：

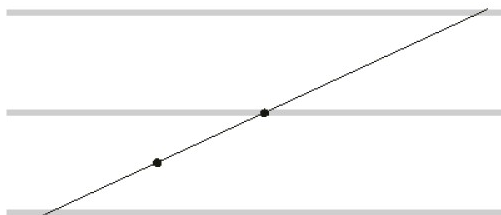


1.1.4.2 以上两个条件决定了角度和轴比在数学上是互相的，确定其一则另一个自动确定，符头的宽度也随之确定。因此，只需确定一个恰当的角度/轴比，符头的设计就完成了。

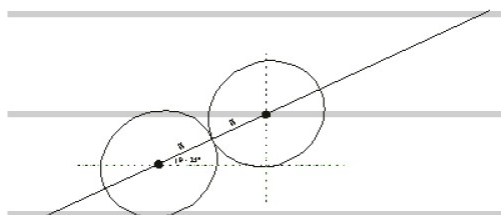
1.1.4.3 我们在谱表上随机画一条呈某角度的线，借此说明在假定的符头高度下，符头的角度如何确定其形状。阴影线条代表谱线。



1.1.4.4 由于垂直对称的关系，符头的中心一定会在一条谱线的中心，或两条谱线之间的中心。因此可以在线上画两个点，这两个点就是符头的中心点。



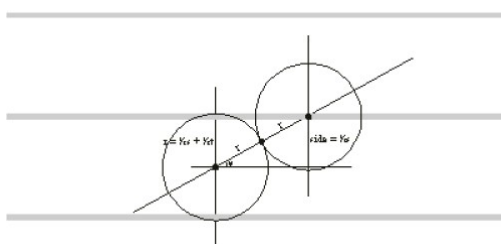
1.1.4.5 假设两点之间有一个中心点，这个点就是两个符头相切的点。因此两点中任意一点与此点的距离等于符头次主轴的长度。为更清楚说明，我们画上两个符头，再画两条分别水平穿过下面符头和垂直穿过上面符头的虚线。



1.1.4.6 由于两个符头中心间的垂直距离是确定的（即两条谱线中心间距离的二分之一），次主轴的长度可以计算： $\sin q = 0.5s/2a$ ，公式中的 s 是两条谱线中心的垂直距离。由此确定的主轴数值决定了椭圆的顶点和底点。因此，角度决定轴比。

1.1.4.7 角度变化改变符头形状

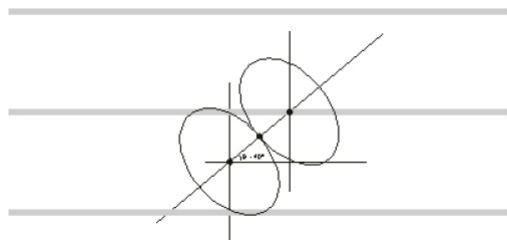
1.1.4.7.1 假设一个椭圆的主轴和次轴相等（ $a = b$ ），即呈正圆（轴比 = 0）。



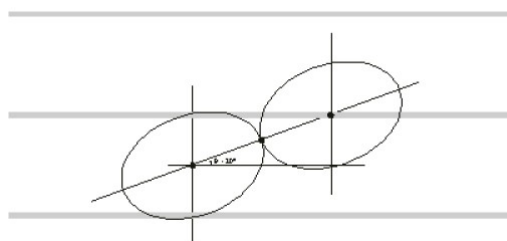
设 $s =$ 两谱线中心间距， $t =$ 谱线宽，圆直径 $= s+t$ ，半径 $= 1/2 (s+t)$ 。三角形中斜边等于

2r, 直角边等于两谱线间距离的一半 ($1/2s$)。[当符头顶底两头设定为谱线中心时, 由于线宽不计, 则公式为 $\sin \theta = s/2s = 0.5$]

1.1.4.7.2 角度大于 28° 则符头呈反向, 下图是角度 40° 时符头的形状。

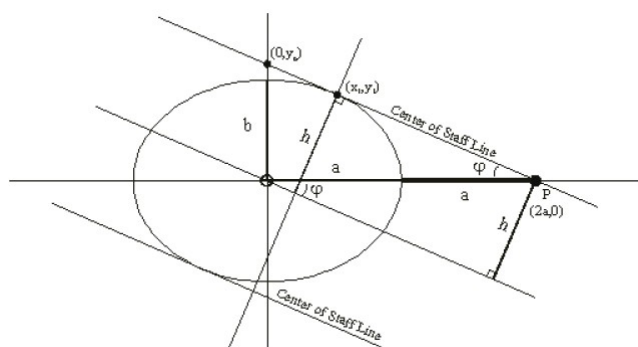


1.1.4.7.3 角度小于 28° , 则符头呈正方向。下图是角度 20° 时符头的形状。



1.1.4.7.4 只需找出最具视觉美的角度/轴比。用基本的几何原理即可得出精确数据。下文先述不计谱线宽度的算法。

1.1.4.8 我们先旋转椭圆, 使主轴水平, 与 x 轴相叠。已知 h (预设的两谱线中心的间距), φ (预设的角度), 我们画一条在点 (x_1, y_1) 与椭圆相切, 与 x 轴在点 $(2a, 0)$ 相交的线。我们可以解出 a (次主轴) 和 b (次副轴)。



1.1.4.9 次主轴 a 。2a 等于三角形斜边 (直角边为 h), 则:

$$\sin \varphi = \frac{h}{2a}$$

$$a = \frac{h}{2 \sin \varphi}$$

1.1.4.10 次主轴 b 。我们先为切线建立两个方程式。

(1) 椭圆上点 (x_1, y_1) 切线的通用方程式是：

$$\frac{x_1 x}{a^2} + \frac{y_1 y}{b^2} = 1$$

在点 $P(2a, 0)$ 我们得出：

$$\frac{x_1 2a}{a^2} = 1$$

$$x_1 = \frac{a}{2} = \frac{h}{4 \sin \varphi}$$

(2) 求切线的另一个方程式：找出倾斜度和 y -相交：

倾斜度：

$$-\tan \varphi$$

y intersect (y_0):

$$y_0 = 2a \tan \varphi$$

得出的公式是：

$$y = -(\tan \varphi)x + 2a \tan \varphi = (2a - x) \tan \varphi$$

在点 (x_1, y_1) ，替代方程 (1) 的 x_1 ：

$$y_1 = \left(2a - \frac{a}{2} \right) \tan \varphi = \frac{3a \tan \varphi}{2}$$

或用以下方程算出 h ：

$$a = \frac{h}{2 \sin \varphi}$$

$$y_1 = \frac{3h \tan \varphi}{4 \sin \varphi} = \frac{3h}{4 \cos \varphi}$$

现在用方程 (1) 的 x_1 和方程 (2) 的 y_1 替代椭圆方程的数值，先解出通用方程中的 b ：

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

$$b = \frac{y}{\sqrt{1-x^2/a^2}}$$

然后:

$$b = \frac{3h/4 \cos \varphi}{\sqrt{1 - \frac{(a^2/4)}{a^2}}} = \frac{3h/4 \cos \varphi}{\sqrt{1 - \frac{1}{4}}} = \frac{3h/4 \cos \varphi}{\sqrt{3}/2} = \frac{\sqrt{3}h}{2 \cos \varphi}$$

1.1.4.11 小结。求半主轴和半次轴的公式（公式中 h 和 j 为已知值）:

$$a = \frac{h}{2 \sin \varphi}$$

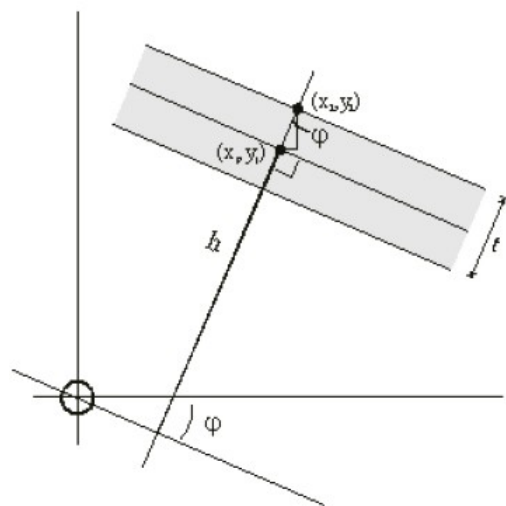
$$b = \frac{\sqrt{3}h}{2 \cos \varphi}$$

1.1.4.12 本节的结论

当某乐谱中两条谱线中心点间距确定时，符头的角度自动确定椭圆主次轴的参数，（因此，，也确定符头的宽）。

1.1.4.13 谱线宽与符头高度

计入谱线宽度与主轴长度的关系，即增加 h 对 b 有什么影响？下图中阴影部分是为看明细节被放大的谱线。



我们用 $1/2t$ 加大 h 。点 (x_2, y_2) 相对于 (x_1, y_1) 的值是:

$$x_2 = x_1 + \frac{t}{2} \sin \varphi$$

$$y_2 = y_1 + \frac{t}{2} \cos \varphi$$

代入前面讨论的 x_1 、 y_1 :

$$x_2 = \frac{h}{4\sin\varphi} + \frac{t}{2}\sin\varphi$$

$$y_2 = \frac{3h}{4\cos\varphi} + \frac{t}{2}\cos\varphi$$

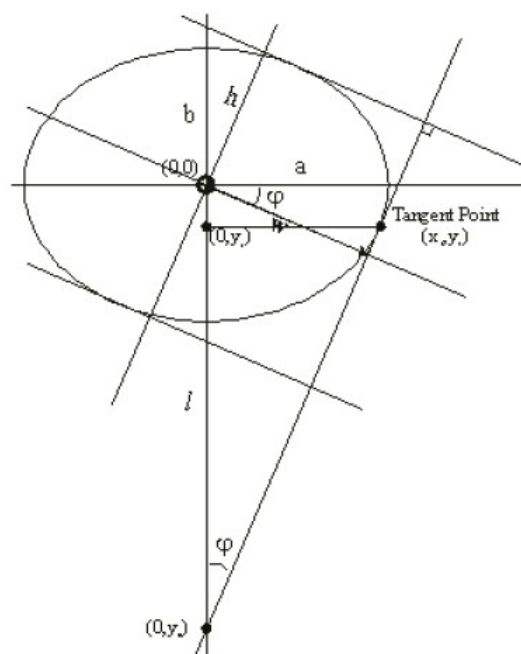
用已知的 h 、 t 、 φ 计算 x_2 和 y_2 ，然后利用标准的椭圆方程求 b 。在已经数据的条件下 b 的最终方程式：

$$b = \frac{3h^2 + 2ht\cos^2\varphi}{2\cos\varphi\sqrt{4h^2 - (h + 2t\sin^2\varphi)^2}}$$

当 $t=0$ 时，简化为前文交代的方程。（见 1.1.5.11）。

1.1.4.14 符头宽

讨论符头宽之前，先看下图：



穿过切点的线的方程[见 1.1.5.10 (1)]：

$$y = -\left(\frac{x_1 b^2}{y_1 a^2}\right)x + \frac{b^2}{y_1}$$

由此方程得出：

$$y_o = \frac{b^2}{y_1}$$

假设，

$$\sin\varphi = \frac{w}{y_o}$$

因此,

$$w = y_o \sin \varphi = \frac{b^2 \sin \varphi}{y_1}$$

斜角:

$$\frac{1}{\tan \varphi}$$

因此,

$$\frac{1}{\tan \varphi} = - \left(\frac{x_1 b^2}{y_1 a^2} \right)$$

由于两个方程中斜角相等,

因此,

$$y_1 = - \frac{x_1 b^2 \tan \varphi}{a^2}$$

为求 y-相交, 假设 y_1 为 y_0

$$\tan \varphi = \frac{x_1}{l}$$

$$l = \frac{x_1}{\tan \varphi}$$

因此 y-相交于

$$y_o = y_1 - l = y_1 - \frac{x_1}{\tan \varphi}$$

(y_1 为负。)

由于两个方程中 y-截距相等, 所以:

$$\frac{b^2}{y_1} = \left(y_1 - \frac{x_1}{\tan \varphi} \right)$$

$$x_1 = \frac{(y_1^2 - b^2) \tan \varphi}{y_1}$$

↓

$$y_1 = \frac{b^2 \tan \varphi}{a \sqrt{1 + \frac{b^2 \tan^2 \varphi}{a^2}}}$$

↓

$$w = \frac{b^2 \sin \varphi}{y_1}$$



$$w = a \cos \varphi \sqrt{1 + \frac{b^2 \tan^2 \varphi}{a^2}}$$

注意 $\varphi = 0$, $w = a$ 。

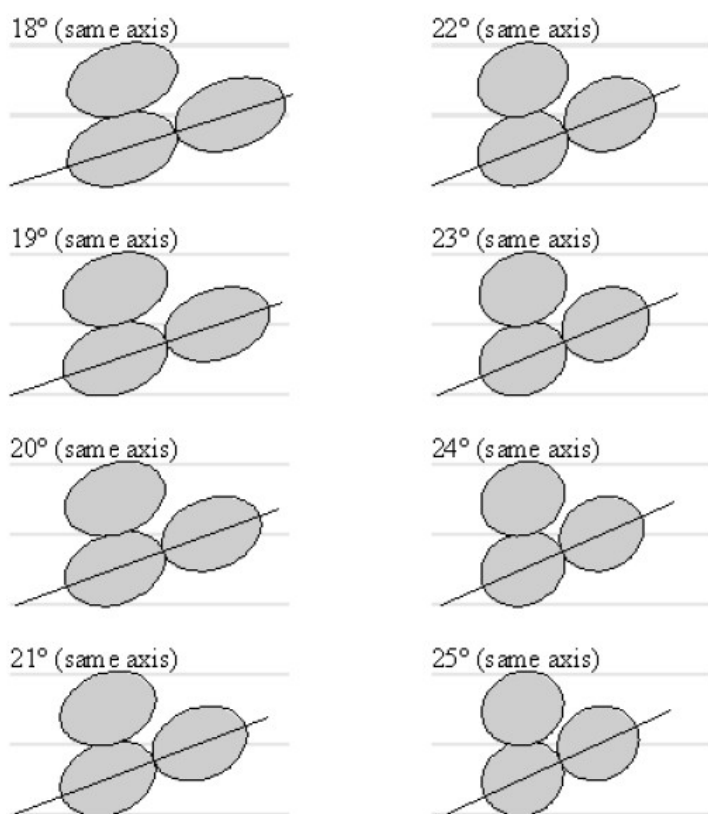
(实验显示当 φ 接近 90° , 时 w 接近 b 。)

1.1.4.15 数据表

实验表明, 实用符头角度在 18° 至 24° 之间。利用上文得出的方程, 我们得出下面的数据表。
数据采用 Solero Editor 单位。

角度	主轴	次轴	宽度	分离
18°	828	505	803	788
19°	786	508	762	743
20°	748	512	725	703
21°	714	515	692	667
22°	683	519	663	634
23°	655	523	637	603
24°	629	527	614	575
25°	606	531	593	549

1.1.4.16 数据表产生的符头样例



1.1.4.17 用字体或图像软件制作符头

利用上面的数据表能非常容易制作符合标准的符头。下面是制作 20° 角度符头的步骤。

1.1.4.17.1 导入直径等于椭圆次轴的一个圆 (=512)。

1.1.4.17.2 以因数 748/512 (= 146.09%) 水平缩放此，把圆拉成椭圆。

1.1.4.17.3 正 20° 旋转。

1.1.4.17.4 按字体设计规格在字体编辑窗口定位。

1.2.1 与四分音符符头形状的关系

1.2.1.1 为外观一致，二分音符符头的设计应该与四分音符的设计一致。

1.2.1.2 二分音符符头仅需设计内圈的形状和大小。

1.2.2 内圈的设计

1.2.2.1 二分音符符头不仅仅是空心的四分音符符头。内圈不仅仅是外圈的缩小，如下图：



1.2.2.2 内圈应该次轴短主轴长，并成一定比例，如下图：



1.2.2.3 内圈数据

1.2.2.3.1 内圈主轴大约为符头主轴的 85%。

1.2.2.3.2 内圈次轴大约为符头次轴的 45%。

1.2.2.3.3 内圈垂直节点分离比椭圆垂直节点分离大 154%。

1.2.2.4 以上数据并非绝对。

1.3 全音符

1.3.1 一般的设计考虑

1.3.1.1 全音符符头的设计较复杂，四分音符和二分音符相比，设计余地较大。

1.3.1.2 一般的设计参数包括：

1.3.1.2.1 宽高比例

1.3.1.2.2 外圈形状

1.3.1.2.3 内圈形状和大小

1.3.2 全音符符头的宽/高比例

1.3.2.1 不同出版物全音符的宽/高比例不同。*Sinfonia* 字体取其折中。

1.3.2.2 *Sinfonia* 字体全音符宽/高比为 1.957（宽 1002 单位，高 512 单位）。与四分音符和二分音符符头不同，全音符符头与上下谱线中心应有一定距离，以避免垂直方向由于符头上下部分相对平坦引起的水平部分的过多重叠。

1.3.3 外圈的形状

1.3.3.1 外圈是一个稍稍倾斜的椭圆。最左点稍由垂直中心向上提（10 单位，或大约符头高的 2%），最右点由垂直中心等幅稍向下移。效果是相对水平轴有一个很小的负值。

1.3.3.2 最高点稍向左偏（29 单位，或大约宽度的 3%）最低点等幅向右。

1.3.4 内圈的大小和形状

1.3.4.1 由于内圈的情况最复杂，本文仅述一般情况。

1.3.4.2 内圈宽/高比为 1.19 (514 单位宽, 432 单位高)。因此符头宽与内圈宽之比为 1.95 (1002:514), 符头高与内圈高之比为 1.19 (512: 432)。

1.3.4.3 内圈的角度大约为反时针 35° 。

