

万能铣头工作角度的计算^{*}

朱 明 阳

(华侨大学产业处, 泉州 362011)

摘要 万能铣床在机械加工的过程中经常用到, 特别在加工斜面的时候, 可以通过万能铣头的水平轴和斜轴的旋转来获得各种不同的主轴工作位置, 以适应加工中各种零件的不同要求. 利用立体几何学的方法, 分析主轴空间位置的形成原理; 推导出加工任意斜面时万能铣头水平轴和斜轴旋转角度和所要加工的斜面角度间的关系. 对万能工作台角度的计算, 具有直接的参考价值.

关键词 万能铣床, 万能铣头, 工作角度

分类号 TG 541.3

用万能铣头床加工斜面, 一般依据万能铣床随机说明书的旋转角度对照表, 但该表只是针对一些特定角度而设定, 而且精度低. 本文通过对万能铣头结构的分析, 运用空间立体几何的方法推导出对旋转角度的精确计算公式.

1 旋转角度的分析

万能铣床铣头的结构简图^[1]如图1所示. 在正常加工位置时, 铣刀轴与机床工作台面垂直,

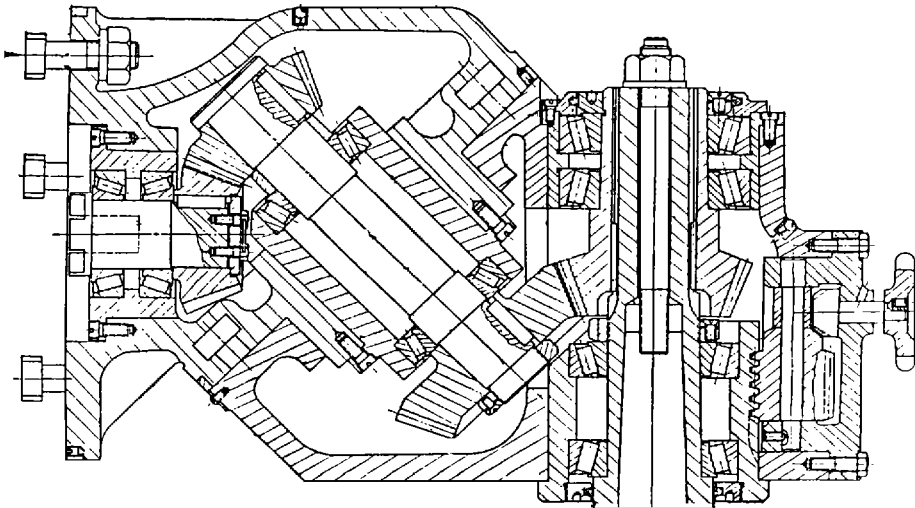


图1 万能铣头结构图

另有2根可任意旋转角度的轴, 1根平行于工作台面, 称水平轴, 另1根与它成45°角, 称之为

斜轴. 在加工过程中常遇到加工有一定斜度要求的斜面, 如图 2 所示零件的 A 面. 此时铣头应

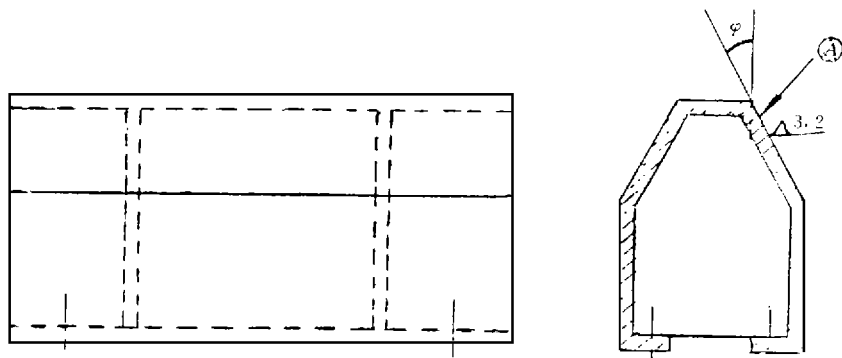


图 2 加工零件图

绕水平轴和斜轴各自旋转一定的角度以满足加工要求; 使用万能铣床比在一般铣床上加工方便得多, 只要使铣刀轴在侧立面投影方向也倾斜 φ 角即可^[1]. 为了使铣刀轴能倾斜 φ 角, 须先绕斜轴旋转 α 角, 再绕水平轴旋转 β 角. 现将对 φ 和 α , β 之间的关系进行分析和计算.

第 1 次旋转是将铣头绕斜轴旋转 α 角, 使铣刀轴达到一个适当的位置. 由于斜轴和水平面成 45° 角, 则刀轴的运动轨迹如图 3 所示的圆锥面, 其半顶角为 45° . 如图 4 所示, 由于锥面的半顶角为 45° , 所以它的 1 条母线与铣头的水平轴平行, 当母线绕斜轴旋转时它与水平轴的夹角在 $0^\circ \sim 90^\circ$ 之间变化^[6].

在锥面的无数条母线中必定存在两条与水平轴的夹角为 $90^\circ - \varphi$ (图 4), 这就是第 1 次旋转后铣刀轴所处的位置. 它由原来的垂直位置变成双斜位置, 如图 5 所示.

从图中可以看到, 如果铣头再绕水平轴旋转 β 角, 则铣刀轴就由双斜线的位置回到单斜线, 即与侧立面平行, 与原来的立轴 Z 方向夹角为 φ 这就是铣床进行加工时铣刀轴应处的正确位置. 铣刀轴在第 2 次旋转过程中的运动轨迹如图 6 所示. 圆锥面

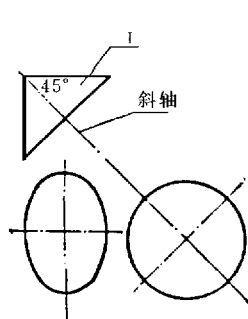


图 3 铣刀轴第 1 次旋转轨迹

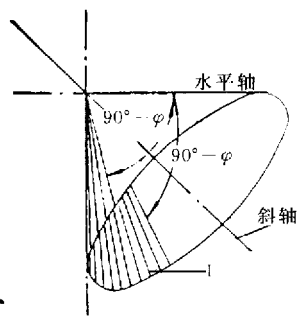


图 4 锥面上一对与水平轴成 $90^\circ - \varphi$ 的母线

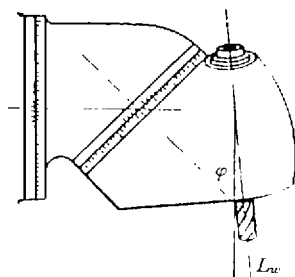


图 5 铣刀轴绕斜轴旋转后成双斜位置

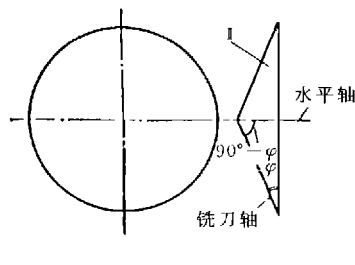


图 6 铣刀轴第 2 次旋转轨迹

的轴线是铣头的水平轴, 半顶角为 $90^\circ - \varphi$, 圆铣刀轴线即为铣刀轴的最后位置。

如果将铣刀轴线在两次绕不同轴旋转的运动轨迹所形成的锥, 画在一起, 并使它们的顶点重合, 作其投影如图 7 所示。

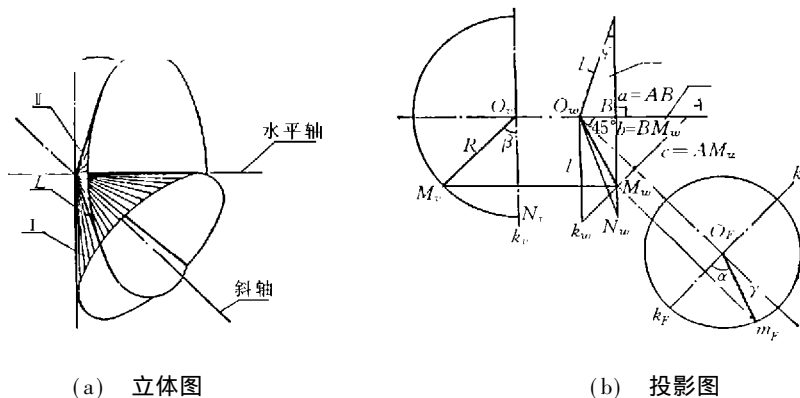


图 7 两锥面交线

在图 7 中, φ 待加工斜面的倾斜角度, OM 表示铣刀轴第 1 次旋转后的位置, ON 表示铣刀轴第 2 次旋转后的位置, L 表示铣刀轴长度, v, w 表示主立面投影和侧立面投影, F 表示变换投影面, α 表示绕斜轴旋转的角度, β 绕水平轴旋转的角度。

2 角度计算

从图 7 可见, 第 1 次旋转 α 角的目的是将铣刀轴转到两锥交线的位置, 使之成为锥上的 1 条母线。这样, 第 2 次旋转 β 角后就将铣刀轴转到加工所要求的位置。

在图 7 中, 令 $AB = a$, $BM_w = b$, $AM_w = c$, 根据投影关系可得

$$\begin{aligned} a &= L - L \sin \varphi, & b &= a, \\ c &= a / \sin 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2} a = \frac{\sqrt{2}}{2} L (1 - \sin \varphi), \\ OFK_F = r &= L \cos 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2} L, \\ BN_w = R &= L \cos \varphi, \\ \cos \alpha &= \frac{c - r}{r} = \frac{\frac{\sqrt{2}}{2} L (1 - \sin \varphi) - \frac{\sqrt{2}}{2} L}{\frac{\sqrt{2}}{2} L} = 1 - 2 \sin \varphi, \\ \cos \beta &= \frac{b}{R} = \frac{L - L \sin \varphi}{L \cos \varphi} = \frac{1 - \sin \varphi}{\cos \varphi}. \end{aligned}$$

因此, 铣头两次旋转角度 α 和 β 的计算公式为

$$\cos \alpha = 1 - 2 \sin \varphi, \quad \cos \beta = (1 - \sin \varphi) / \cos \varphi$$

3 实验结果对照

根据本文得出的结论, 随机抽取 5 个角度作切削实验, 与查表的结果进行比较, 所得的结

果如表1所示. 我们对表1的实验数据进行了分析.(1) 本表随机所拟的5个角度, 查对照表

表1 φ 、 α 和 β 查表法与计算法对照表

φ	α		β		加工实测 φ 角	
	计算	查表	计算	查表	计算	查表
13°00′	56°37′	56°27′	37°18′	37°08′	13°04′	13°08′
22°30′	76°25′	76°27′	48°04′	48°06′	22°34′	22°42′
35°30′	99°17′	99°18′	59°01′	59°00′	35°24′	35°37′
61°42′	139°32′	139°34′	75°24′	75°25′	61°46′	61°37′
87°12′	176°02′	176°05′	88°36′	88°34′	87°10′	87°08′

时这些角度没有查到, 只能按插补计算的方法取得. 因此, 这与本文推导的公式的计算结果存在偏差.(2) 用本文推导公式计算的角度, 调整铣头水平轴和斜轴的旋转角度的方法加工的斜面, 其精度比按查表的方法加工的斜面精度要高.

4 结 论

通过本文的论述和最终得出的结论, 说明利用计算器就可以对任何旋转角度进行方便、精确的计算. 本文的分析、计算方法稍加变形, 还可以运用于万能工作台上, 对于解决实际工作中的问题具有一定的意义.

参 考 文 献

1 机械工业部编. 金属切削机床产品样本(铣床). 北京: 机械工业出版社, 1980. 157~159
2 第一机械工业部编. 常用机构原理及应用. 北京: 机械工业出版社, 1978. 178~180
3 布边尼柯夫著. 画法几何. 谭锁明译. 南京: 东南大学出版社, 1990. 205~207
4 黄富贵. 提高斜齿轮齿向加工精度新方法. 华侨大学学报(自然科学版), 1997, 18(1): 77~79

Calculating the Working Angle of Universal Cutterhead

Zhu Mingyang

(Machinery Workshop, Huaqiao Univ., 362011, Quanzhou)

Abstract Universal cutterhead is often used in machining especially in machining chamfer where various working positions of main axis suitable for different needs of machining various details can be obtained by rotating horizontal and oblique axes of universal cutterhead. By making use of method in solid geometry, the author analyses the principle underlying the formation of spatial position of main axis; and derives the relation between the angle of rotation of horizontal and oblique axes of universal cutterhead during machining arbitrary chamfer and the angle of chamfer to be machined. These are of direct reference value for calculating the angle of universal worktable.

Keywords universal miller, universal cutterhead, working angle