

复合斜面铣削方法及加工实例探讨

江苏省江阴中等专业学校 (214400) 朱达新

摘要: 复合斜面铣削加工一般先要经过角度换算, 这与普通单斜面的加工方法不一样, 为此, 本文对复合斜面定位角和定向角的计算及铣削过程中的加工方法进行介绍, 供有关技术人员参考。

在机械加工中, 有一种斜面的4个顶点到基准面的距离都不相等, 也就是说, 零件在投影的两个方向与基准面都成一定的夹角, 这种具有空间斜面的平面即称为复合斜面, 如图1所示, 平面ABCD为复合斜面, A'B'C'D'为基准平面, 由于ABCD平面在两个方向与A'B'C'D'面成 α 、 β 角, 所以其加工方法与普通单斜面的加工方法不一样, 要经过角度换算才能加工出合格的复合斜面。常见的复合斜面有船舶发动机的垫片、机夹式车刀平面等。

1. 复合斜面的角度关系

图2所示为复合斜面工件, 斜面沿X轴方向与基面夹角为 α , 沿Y轴方向与基面夹角为 β , 加工中还要用到 α_n 、 β_n , 推算过程如下:

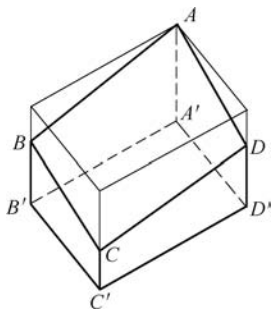


图 1

延长AB交X轴于M, $\angle AMO = \alpha$; 延长BC交MN于E, $\angle BEP = \beta$ 。
在 $rt \triangle MBP$ 中 $\tan \alpha = PB/PM$, $PB = PM \tan \alpha$, 过M作 $MG \perp BC$ 交BC于G, 连PG, 则 $PG \perp BC$, 且 $\angle GMP = \alpha_n$ 。
在 $rt \triangle MPG$ 中 $\tan \alpha_n = PG/PM$, $PG = PM \tan \alpha_n$ 。
在 $rt \triangle BGP$ 中, 由于 $PG \perp BC$, 所以 $\angle BGP = \beta \cos \beta = PG/PB = PM \tan \alpha_n / PM \tan \alpha$ 。
所以 $\tan \alpha_n = \tan \alpha \cos \beta$ 。
在 $rt \triangle AON$ 中 $\tan \beta = OA/ON$, $OA = ON \tan \beta$, 过N作 $NH \perp AB$ 交AB于H, 连OH, 则 $OH \perp AB$ 且 $\angle HNO = \beta_n$ 。
在 $rt \triangle HON$ 中, $\tan \beta_n = OH/ON$, $OH = ON \tan \beta_n$ 。
在 $rt \triangle OHA$ 中, 由于 $OH \perp AB$, 所以 $\angle HOA = \alpha \cos \alpha = OH/OA = ON \tan \beta_n / ON \tan \beta = \tan \beta_n / \tan \beta$ 。
所以 $\tan \beta_n = \tan \beta \cos \alpha$ 。

2. 复合斜面的铣削方法

(1) 铣削关键点。铣削复合斜面, 一般先将工件绕某一坐标轴旋转一个倾斜角 α (或 β), 再把夹具或铣刀转动一个角度 β_n (或 α_n), 然后进行铣削。

(2) 铣削方法。利用普通台虎钳在立式铣床上加工: 借用斜垫铁或正弦规, 使工件沿工作台横向倾斜 α (或 β) 角, 然后使立铣头 β_n (或 α_n) 角, 即可进行铣削。利用万能台虎钳在立式铣床上加工: 借用斜垫铁或正弦规使工件沿台虎钳钳口方向倾斜 α (或 β) 角, 然后将万能台虎钳沿其水平轴倾斜 β_n (或 α_n) 角, 而立铣头保持与工作台垂直。利用夹具铣削复合面:

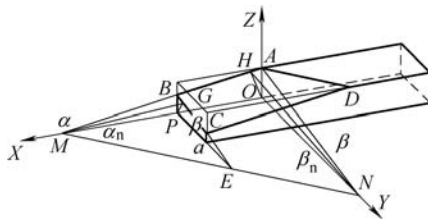


图 2

①在立铣上利用夹具铣削复合面时, 必须求出夹具底面与定位面之间的夹角 (即定位角) 和零件在夹具的定位上所旋转的方向角 (即定向角), 这样安装好以后的零

件，只要移动工作台就可以铣出复合斜面。②复合面的定位角和定向角的计算过程如下：如图3所示，延长AB交X轴于M，延长BC交B'C'延长线于E，连ME并延长交Y轴于N，MN即为复合面的基准线，连AN，则 $\angle AMO=\alpha$ ， $\angle ANO=\beta$ ，过A作MN垂线交MN于G点，连OG， $OG \perp MN$ 。 $\angle AGO=\theta$ 即为定位角， $\angle ONM=\omega$ 即为定向角。

计算定向角 ω ：

在 $rt \triangle AOM$ 中， $\tan \alpha = OA/OM$ ， $OM = OA/\tan \alpha$ ；在 $rt \triangle AON$ 中， $\tan \beta = OA/ON$ ， $ON = OA/\tan \beta$ ；在 $rt \triangle MON$ 中， $\tan \omega = OM/ON = (OA/\tan \alpha) / (OA/\tan \beta) = \tan \beta / \tan \alpha$ ；即 $\tan \omega = \tan \beta / \tan \alpha$ 。

计算定位角 θ ：

在 $rt \triangle AON$ 中， $\tan \beta = OA/ON$ ， $OA = ON \tan \beta$ ；在 $rt \triangle OGN$ 中， $\sin \omega = OG/ON$ ， $OG = ON \sin \omega$ ；在 $rt \triangle AOG$ 中， $\tan \theta = OA/OG = ON \tan \beta / ON \sin \omega = \tan \beta / \sin \omega$ ；即 $\tan \theta = \tan \beta / \sin \omega$ 。

在立铣上加工时，只要制作一斜面夹具，斜面的角度为定位角 θ ，工件B'C'边与夹具基准线的夹角为定向角 ω ，摆放位置如图4所示。

3. 铣削实例

图5所示为一斜垫片工件，4点不等高，且 $A'B'=100$ ， $A'D'=80$ ， $AA'=60$ ， $\alpha=15^\circ$ ， $\beta=20^\circ$ ，

利用普通台虎钳在立式铣床上加工。

计算 α_n

$$\tan \alpha_n = \tan \alpha \cos \beta$$

$$\alpha_n = \arctan (\tan \alpha \cos \beta) = \arctan (\tan 15^\circ \cos 20^\circ) = 14^\circ 8'$$

计算 β_n

$$\tan \beta_n = \tan \beta \cos \alpha$$

$$\beta_n = \arctan (\tan \beta \cos \alpha) = \arctan (\tan 20^\circ \cos 15^\circ) = 19^\circ 22'$$

首先将普通台虎钳的钳口方向调整到与工作台横向移动方向平行的位置；然后安装工件，BC边抬高，使 $\alpha=15^\circ$ （或CD边抬高，使 $\beta=20^\circ$ ）；最后逆时针调整立铣头，调整角度为 $\beta_n=19^\circ 22'$ （或 $\alpha_n=14^\circ 8'$ ），即可进行铣削。利用万能台虎钳在立式铣床上加工，这种方法立铣头必须垂直于工作台平面。

利用夹具铣削，首先计算定向角 ω

$$\tan \omega = \tan \beta / \tan \alpha$$

$$\omega = \arctan (\tan \beta / \tan \alpha) = \arctan (\tan 20^\circ / \tan 15^\circ) = 53^\circ 38'$$

然后计算定位角 θ

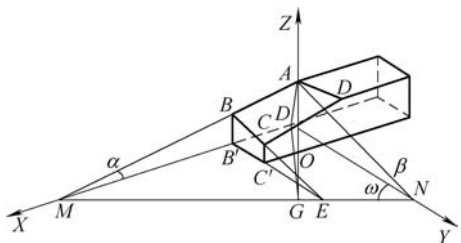


图 3

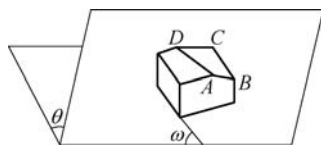


图 4

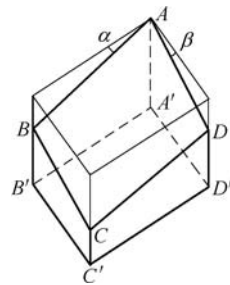


图 5

$$\tan \theta = \tan \beta / \tan \omega$$

$$\theta = \arctan (\tan 20^\circ / \tan 53^\circ 38') = 24^\circ 19'$$

按照 $\theta = 24^\circ 19'$ ， $\omega = 53^\circ 38'$ 制作夹具，并将工件安放在夹具上即可进行铣削。

参考文献：

- [1] 李铁尧. 金属切削机床[M]. 北京：机械工业出版社，1990.
- [2] 职业技能鉴定教材编审委员会. 铣工[M]. 北京：中国劳动社会保障出版社，2010.
- [3] 马金凤，时宗林. 复合斜面铣削分析[J]. 煤矿机械，2004（5）：84-85.
- [4] 彭中年. 基于复合斜面数控铣削加工方法的探讨[J]. 机械工程师，2012（8）：40-41.
- [5] 李伟光，王国河. 车铣复合加工中心的铣削动力轴模态分析[J]. 机械设计与制造，2011（3）：169-171.

MW（收稿日期：20160713）

更正

《金属加工（冷加工）》2016年第16期《走向高效低耗和环保的现代化电站设备》一文中“莱芜电厂6号机”的蒸汽参数应为“31MPa/600/620/620℃”。

金属加工编辑部