



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103100744 B

(45) 授权公告日 2015. 07. 22

(21) 申请号 201310042457. 4

1.

(22) 申请日 2013. 02. 04

CN 102554269 A, 2012. 07. 11, 全文 .

CN 101434038 A, 2009. 05. 20, 全文 .

(73) 专利权人 西北工业大学

CN 202144016 U, 2012. 02. 15, 全文 .

CN 201192779 Y, 2009. 02. 11, 全文 .

地址 710072 陕西省西安市友谊西路 127 号

(72) 发明人 史耀耀 辛红敏 李志山 赵涛
张军锋

审查员 王赛香

(74) 专利代理机构 西北工业大学专利中心
61204

代理人 王鲜凯

(51) Int. Cl.

B23C 3/16(2006. 01)

B23Q 15/22(2006. 01)

B23Q 15/00(2006. 01)

B23Q 5/40(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102806380 A, 2012. 12. 05, 说明书第
21 - 26 段, 附图 1.

CN 201799717 U, 2011. 04. 20, 说明书附图

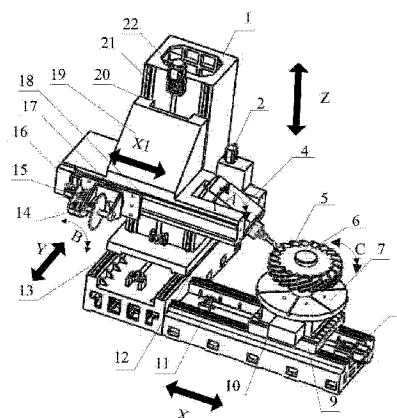
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

整体叶盘复合数控铣削复合结构机床

(57) 摘要

本发明公开了一种整体叶盘复合数控铣削复合结构机床,用于解决现有通用五坐标机床加工整体叶盘效率低的技术问题。技术方案是在插铣和侧铣装置的基础上增加了盘铣装置(15)。由于该机床将盘铣、插铣和侧铣工艺高度集成,盘铣加工用于大余量的切除,开槽加工;插铣用于扩槽加工,曲面成形;侧铣用于半精加工,除棱清根。其大扭矩、高刚性盘/插铣双动力头结构,形成了整体叶盘高效强力复合数控铣床,实现一次装夹定位,即可完成整体叶盘的粗加工以及半精加工。



CN 103100744 B

1. 一种整体叶盘复合数控铣削复合结构机床,包括插铣和侧铣装置、夹具(6)、旋转工作台(7)、水平工作台(9)、床身底座和立柱(1),其特征在于还包括盘铣装置(15);机床整体呈L型结构,有四个直线轴、三个旋转轴和一个电主轴(4);四个直线轴分别是X轴、X1轴、Y轴和Z轴,三个旋转轴分别是A轴、B轴和C轴;插铣和侧铣伺服电机(2)为插铣和侧铣装置提供动力;Y轴机床滑枕(13)和Y轴伺服电机及滚珠丝杠螺母副(3)用螺钉紧固在床身后底座(24)上,Y轴机床导轨(12)直接卡在Y轴机床滑枕(13)上,立柱(1)用螺钉紧固在Y轴机床导轨(12)上;Z轴机床滑枕(21)和Z轴伺服电机及滚珠丝杠螺母副(22)用螺钉紧固在立柱(1)的前端面上,Z轴机床导轨(20)直接卡在Z轴机床滑枕(21)上,固定横梁(19)用螺钉固定在Z轴机床导轨(20)上,X1轴伺服电机及滚珠丝杠螺母副(16)和X1轴机床滑枕(18)用螺钉紧固在固定横梁(19)的前端,X1轴机床导轨(17)直接卡在X1轴机床滑枕(18)上,盘铣装置(15)通过连接板及螺钉与X1轴机床导轨(17)相连,盘铣刀(14)通过键与铣刀轴相连,铣刀轴与盘铣装置(15)相连,最终将盘铣刀(14)与盘铣装置(15)连接成为一个整体;在固定横梁(19)的右侧用螺钉和支撑轴将电主轴(4)紧固在固定横梁(19)右侧;X轴伺服电机及滚珠丝杠螺母副(8)和X轴机床滑枕(11)用螺钉固定在床身前底座(23)上,X轴机床导轨(10)直接卡在X轴机床滑枕(11)上,水平工作台(9)用螺钉固定在X轴机床导轨(10)上,旋转工作台(7)用螺钉紧固在水平工作台(9)上,夹具(6)固定在旋转工作台(7)上,整体叶盘(5)安装在夹具(6)上。

2. 根据权利要求1所述的整体叶盘复合数控铣削复合结构机床,其特征在于:还包括控制系统,所述控制系统双通道七轴五联动;同时控制X轴、Y轴、Z轴、B轴和C轴实现盘铣的加工;同时控制X轴、Y轴、Z轴、A轴和C轴,加上电主轴(4)的旋转实现插铣、侧铣的加工。

3. 根据权利要求2所述的整体叶盘复合数控铣削复合结构机床,其特征在于:所述X轴、X1轴、Y轴和Z轴采用光栅尺构成全闭环位置检测。

4. 根据权利要求2所述的整体叶盘复合数控铣削复合结构机床,其特征在于:所述A轴和C轴采用光电编码器构成全闭环角度检测,采用液压锁紧,实现任意角度定位后的夹紧。

5. 根据权利要求2所述的整体叶盘复合数控铣削复合结构机床,其特征在于:所述B轴采用鼠牙盘啮合定位锁紧,依靠伺服电机上的编码器实现半闭环角度检测。

6. 根据权利要求2所述的整体叶盘复合数控铣削复合结构机床,其特征在于:所述电主轴(4)含有内置编码器,通过编码器进行全闭环速度反馈。

整体叶盘复合数控铣削复合结构机床

技术领域

[0001] 本发明涉及一种整体叶盘数控铣削机床,特别是涉及一种整体叶盘复合数控铣削复合结构机床。

背景技术

[0002] 整体叶盘是高推重比、高性能发动机的核心部件,也是航空航天、国防、能源、动力等领域重大装备实现减重、增效和改善性能的关键零件。与传统叶片和轮毂装配结构相比,整体叶盘省去榫头、榫槽及相应的连接件,减轻了重量,提高了推重比,使发动机的工作寿命与安全可靠性得到提升,但由于其结构复杂、通道窄、开敞性差等,使其制造技术属于国际性难题。因此,实现整体叶盘高效、高质量、低成本数控加工是提升国家重大装备制造水平、提高航空发动机工作性能的核心关键技术。

[0003] 国内在整体叶盘加工方面普遍采用并依赖进口的通用五坐标机床插铣加工,难以满足整体叶盘零件的高效低成本制造要求。尤其在其粗加工阶段,加工过程使用的刀具规格多且刀具磨损严重,导致加工周期长、效率低,成本居高不下。国外新研整体叶盘加工工艺与装备技术对我国实行严密技术封锁。大量国内整体叶盘加工经验表明:现有整体叶盘粗加工装备与工艺技术已经成为整体叶盘工程化批量生产中实现高效、低成本制造的瓶颈问题。资料显示,某新型航空发动机一级风扇整体叶盘的制造,开槽粗加工材料去除量约占90%,使用高精度和高成本的进口通用五坐标加工中心,即使采用先进的插铣工艺技术,开槽粗加工仍需约40~50天时间。加工效率极其低下,已经很难适应国内航空发动机的批量化生产需求,严重制约我国新一代航空发动机技术进步和自主创新,限制我国航空工业跨越式发展和国民经济的可持续发展。因此,开展整体叶盘高效强力复合数控铣削加工工艺及装备技术研究,对实现整体叶盘高效低成本加工,满足批量化生产,非常迫切和需要。

发明内容

[0004] 为了克服现有通用五坐标机床加工整体叶盘效率低的不足,本发明提供一种整体叶盘复合数控铣削复合结构机床。该机床将盘铣、插铣和侧铣工艺高度集成,盘铣加工用于大余量的切除,开槽加工;插铣用于扩槽加工,曲面成形;侧铣用于半精加工,除棱清根。其大扭矩、高刚性盘/插铣双动力头结构,可以形成整体叶盘高效强力复合数控铣床,实现一次装夹定位,即可完成整体叶盘的粗加工以及半精加工。

[0005] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:一种整体叶盘复合数控铣削复合结构机床,包括插铣和侧铣装置、夹具6、旋转工作台7、水平工作台9、床身底座和立柱1,其特点是还包括盘铣装置15。机床整体呈L型结构,有四个直线轴、三个旋转轴和一个电主轴SP。四个直线轴分别是X轴、X1轴、Y轴和Z轴,三个旋转轴分别是A轴、B轴和C轴。插铣和侧铣伺服电机2为插铣和侧铣装置提供动力。Y轴机床滑枕13和Y轴伺服电机及滚珠丝杠螺母副3用螺钉紧固在床身后底座24上,Y轴机床导轨12直接卡在Y轴机床滑枕13上,立柱1用螺钉紧固在Y轴机床导轨12上。Z轴机床滑枕21和Z轴伺服电机及滚珠丝杠螺母

副 22 用螺钉紧固在立柱 1 的前端面上, Z 轴机床导轨 20 直接卡在 Z 轴机床滑枕 21 上, 固定横梁 19 用螺钉固定在 Z 轴机床导轨 20 上, X1 轴伺服电机及滚珠丝杠螺母副 16 和 X1 轴机床滑枕 18 用螺钉紧固在固定横梁 19 的前端, X1 轴机床导轨 17 直接卡在 X1 轴机床滑枕 18 上, 盘铣装置 15 通过连接板及螺钉与 X1 轴机床导轨 17 相连, 盘铣刀 14 通过键与铣刀轴相连, 铣刀轴与盘铣装置 15 相连, 最终将盘铣刀 14 与盘铣装置 15 连接成为一个整体。在固定横梁 19 的右侧用螺钉和支撑轴将电主轴 4 紧固在固定横梁 19 右侧。X 轴伺服电机及滚珠丝杠螺母副 8 和 X 轴机床滑枕 11 用螺钉固定在床身前底座 23 上, X 轴机床导轨 10 直接卡在 X 轴机床滑枕 11 上, 水平工作台 9 用螺钉固定在 X 轴机床导轨 10 上, 旋转工作台 7 用螺钉紧固在水平工作台 9 上, 夹具 6 固定在旋转工作台 7 上, 整体叶盘 5 安装在夹具 6 上。

[0006] 还包括控制系统, 所述控制系统双通道七轴五联动。同时控制 X 轴、Y 轴、Z 轴、B 轴和 C 轴实现盘铣的加工; 同时控制 X 轴、Y 轴、Z 轴、A 轴和 C 轴, 加上主轴 SP 的旋转实现插铣、侧铣的加工。

[0007] 所述 X 轴、X1 轴、Y 轴和 Z 轴采用光栅尺构成全闭环位置检测。

[0008] 所述 A 轴和 C 轴采用光电编码器构成全闭环角度检测, 采用液压锁紧, 实现任意角度定位后的夹紧。

[0009] 所述 B 轴采用鼠牙盘啮合定位锁紧, 依靠伺服电机上的编码器实现半闭环角度检测。

[0010] 所述 SP 电主轴含有内置编码器, 通过编码器进行全闭环速度反馈。

[0011] 所述 A 轴的旋转角度为 $-15^{\circ} \sim 105^{\circ}$ 。

[0012] 所述 B 轴的旋转角度为 $-90^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 。

[0013] 所述 C 轴的旋转角度为 $0^{\circ} \sim 360^{\circ}$ 。

[0014] 本发明的有益效果是: 由于该机床将盘铣、插铣和侧铣工艺高度集成, 盘铣加工用于大余量的切除, 开槽加工; 插铣用于扩槽加工, 曲面成形; 侧铣用于半精加工, 除棱清根。其大扭矩、高刚性盘 / 插铣双动力头结构, 形成了整体叶盘高效强力复合数控铣床, 实现一次装夹定位, 即可完成整体叶盘的粗加工以及半精加工。

[0015] 下面结合附图和实施例对本发明作详细说明。

附图说明

[0016] 图 1 是本发明整体叶盘复合数控铣削复合结构机床示意图。

[0017] 图 2 是本发明整体叶盘复合数控铣削复合结构机床后视图。

[0018] 图 3 是本发明整体叶盘复合数控铣削复合结构机床控制系统框图。

[0019] 图中, 1- 立柱; 2- 插铣和侧铣伺服电机; 3-Y 轴伺服电机及滚珠丝杠螺母副; 4- 电主轴; 5- 整体叶盘; 6- 夹具; 7- 旋转工作台; 8-X 轴伺服电机及滚珠丝杠螺母副; 9- 水平工作台; 10-X 轴机床导轨; 11-X 轴机床滑枕; 12-Y 轴机床导轨; 13-Y 轴机床滑枕; 14- 盘铣刀; 15- 盘铣装置; 16-X1 轴伺服电机及滚珠丝杠螺母副; 17-X1 轴机床导轨; 18-X1 轴机床滑枕; 19- 固定横梁; 20-Z 轴机床导轨; 21-Z 轴机床滑枕; 22-Z 轴伺服电机及滚珠丝杠螺母副; 23- 床身前底座; 24- 床身后底座。

具体实施方式

[0020] 以下实施例参照图 1 ~ 3。

[0021] 本发明整体叶盘复合数控铣削复合结构机床包括插铣和侧铣装置、盘铣装置 15、夹具 6、旋转工作台 7、水平工作台 9、床身底座和立柱 1。

[0022] 机床整体呈 L 型结构,有四个直线轴、三个旋转轴和一个电主轴 SP。四个直线轴分别是 X 轴、X1 轴、Y 轴和 Z 轴,三个旋转轴分别是 A 轴、B 轴和 C 轴。插铣和侧铣伺服电机 2 为插铣和侧铣装置提供动力。Y 轴机床滑枕 13 和 Y 轴伺服电机及滚珠丝杠螺母副 3 用螺钉紧固在床身后底座 24 上,Y 轴机床导轨 12 直接卡在 Y 轴机床滑枕 13 上,立柱 1 用螺钉紧固在 Y 轴机床导轨 12 上。Z 轴机床滑枕 21 和 Z 轴伺服电机及滚珠丝杠螺母副 22 用螺钉紧固在立柱 1 的前端面上,Z 轴机床导轨 20 直接卡在 Z 轴机床滑枕 21 上,固定横梁 19 用螺钉固定在 Z 轴机床导轨 20 上,X1 轴伺服电机及滚珠丝杠螺母副 16 和 X1 轴机床滑枕 18 用螺钉紧固在固定横梁 19 的前端,X1 轴机床导轨 17 直接卡在 X1 轴机床滑枕 18 上,盘铣装置 15 通过连接板及螺钉与 X1 轴机床导轨 17 相连,盘铣刀 14 通过键与铣刀轴相连,铣刀轴与盘铣装置 15 相连,最终将盘铣刀 14 与盘铣装置 15 连接成为一个整体。在固定横梁 19 的右侧用螺钉和支撑轴将电主轴 4 紧固在固定横梁 19 右侧。X 轴伺服电机及滚珠丝杠螺母副 8 和 X 轴机床滑枕 11 用螺钉固定在床身前底座 23 上,X 轴机床导轨 10 直接卡在 X 轴机床滑枕 11 上,水平工作台 9 用螺钉固定在 X 轴机床导轨 10 上,旋转工作台 7 用螺钉紧固在水平工作台 9 上,夹具 6 固定在旋转工作台 7 上,整体叶盘 5 安装在夹具 6 上。

[0023] 本发明中采用 840D 数控系统,双通道七轴五联动。同时控制 X 轴、Y 轴、Z 轴、B 轴和 C 轴实现盘铣的加工;同时控制 X 轴、Y 轴、Z 轴、A 轴和 C 轴,加上电主轴 SP 的旋转实现插铣、侧铣的加工。X 轴、X1 轴、Y 轴和 Z 轴采用光栅尺构成全闭环位置检测;A 轴和 C 轴采用光电编码器构成全闭环角度检测,采用液压锁紧,实现任意角度定位后的夹紧;B 轴采用鼠牙盘啮合定位锁紧,依靠伺服电机上的编码器实现半闭环角度检测;A 轴的旋转角度为 $-15^{\circ} \sim 105^{\circ}$,B 轴的旋转角度为 $-90^{\circ} \sim 90^{\circ}$,C 轴的旋转角度为 $0^{\circ} \sim 360^{\circ}$ 。SP 电主轴内置编码器进行全闭环速度反馈。

[0024] 加工时,将整体叶盘 5 装夹在夹具 6 上,盘铣装置 15 在 X1 轴伺服电机及滚珠丝杠螺母副 16 带动下沿 X1 轴机床导轨 17 从固定横梁 19 前端面移动至固定横梁 19 右侧,并旋转 90 度,用连接板及螺钉将盘铣装置 15 安装紧固在固定横梁 19 的右侧。固定横梁 19 在 Z 轴伺服电机及滚珠丝杠螺母副 22 的带动下沿 Z 轴机床导轨 20 上下移动至整体叶盘 5 加工的高度,整体叶盘 5 在 X 轴伺服电机滚珠丝杠螺母副 8 带动下沿 X 轴机床导轨 10 移动至盘铣加工区域开始盘铣加工,整体叶盘 5 第一个通道加工完毕后,整体叶盘 5 在 C 轴带动下旋转一个角度,开始第二个通道的加工,如此往复,直至最后一个通道加工完毕。松开盘铣装置 15,将盘铣装置 15 反向旋转 90 度,沿 X1 轴机床导轨 17 退回至固定横梁 19 的前端面。接着电主轴 4 在插铣、侧铣伺服电机 2 的带动下高速旋转,进行整体叶盘 5 的插铣加工,第一个通道加工完毕后,整体叶盘 5 在 C 轴的带动下旋转一定的角度进行第二个通道的加工,如此往复,直至最后一个通道加工完毕。然后继续利用电主轴 4 进行整体叶盘 5 的侧铣加工,步骤类似于插铣,只是侧铣加工余量较小。最后,侧铣加工完毕,卸下整体叶盘 5,转至下道工序。

[0025] 本发明将盘铣、插铣和侧铣工艺高度集成,盘铣加工用于大余量的切除,开槽加工;插铣用于扩槽加工,曲面成形;侧铣用于半精加工,除棱清根。自主研发的大扭矩、高刚

性盘 / 插铣双动力头结构,形成整体叶盘高效强力复合数控铣床,实现了一次装夹定位,即可完成整体叶盘的粗、半精加工。

[0026] 机床的主要性能参数为:

[0027] 完成加工产品范围为 $\phi 500 \sim 1000\text{mm}$

[0028] 机床 MTBF :1500 小时;

[0029] 机床 TK :15000 小时。

[0030] 铣削主轴最高转速 $\geq 8000\text{r/min}$, 扭矩 $\geq 900\text{Nm}$;

[0031] 盘铣最高转速 :250r/min, 扭矩 $\geq 19000\text{Nm}$;

[0032] 快移速度 (X/Y/Z 轴) $\geq 20\text{m/min}$;

[0033] 工作台尺寸 $\geq \Phi 800\text{mm}$, 承重 $\geq 1500\text{kg}$;

[0034] 控制轴数 :7, 工作通道 :2, 联动轴数 :5。

[0035] 机床主要行程参数 :X 轴行程 $\geq 2000\text{mm}$, X1 轴行程 $\geq 2400\text{mm}$, Y 轴行程 $\geq 2700\text{mm}$, Z 轴行程 $\geq 1800\text{mm}$, A 轴行程 : $-15^\circ \sim 105^\circ$, B 轴行程 : $-90^\circ \sim 90^\circ$, C 轴行程 : $0^\circ \sim 360^\circ$ 。

[0036] 机床精度检测 :X/Y/Z : $\pm 0.02/1000\text{mm}$, A/B/C : $\pm 8''$; 重复定位精度 :X/Y/Z : $0.016/1000\text{mm}$, A/B/C : $7''$ 。

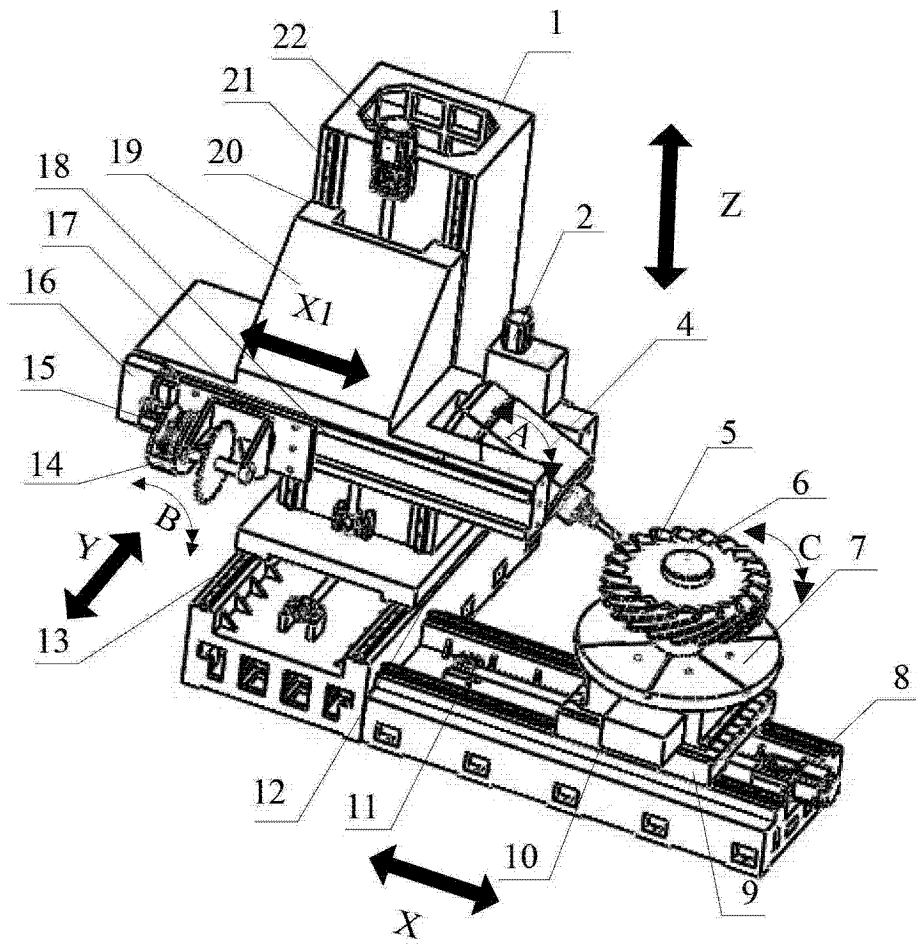


图 1

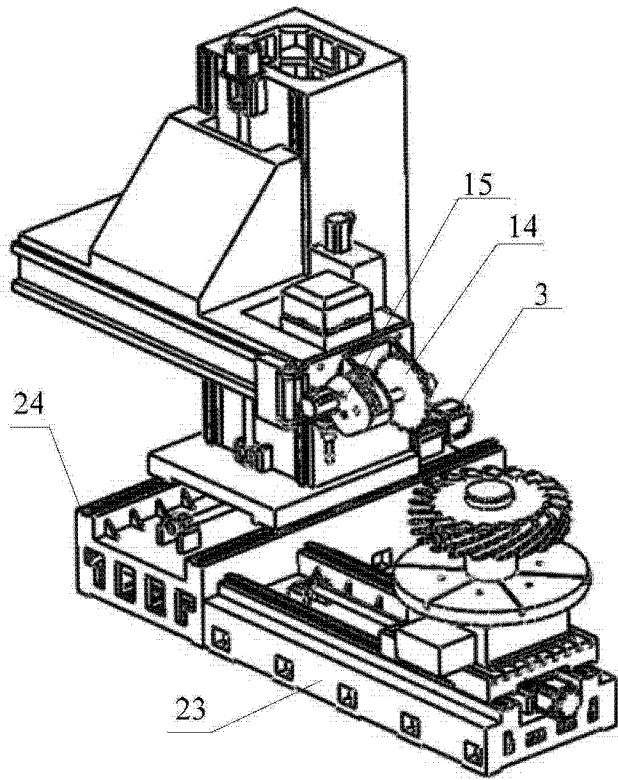


图 2

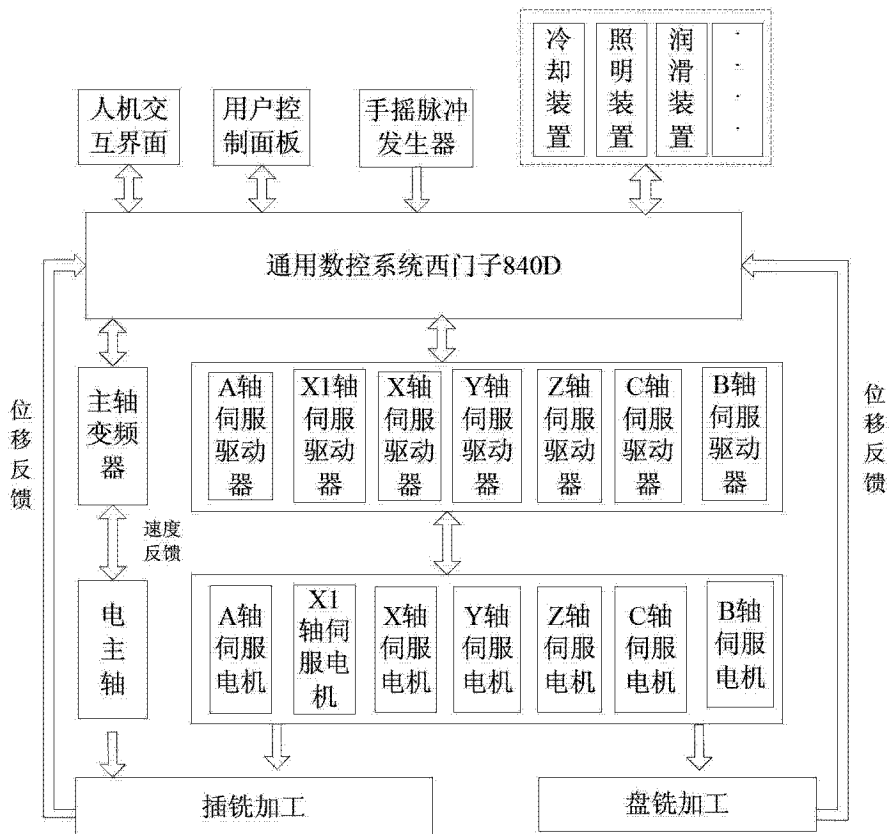


图 3