(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109227304 A
(43)申请公布日 2019.01.18

(21)申请号 201811101649.7

(22)申请日 2018.09.20

(71)申请人 航天材料及工艺研究所
地址 100076 北京市丰台区南大红门路1号
申请人 中国运载火箭技术研究院

(72)发明人 宋楠 徐亮 陈旭辉 王新永
王松 韩军

(74)专利代理机构 中国航天科技专利中心 11009
代理人 张丽娜

(51)Int.Cl.
B24B 19/22(2006.01)
B24B 1/00(2006.01)
B28D 1/18(2006.01)

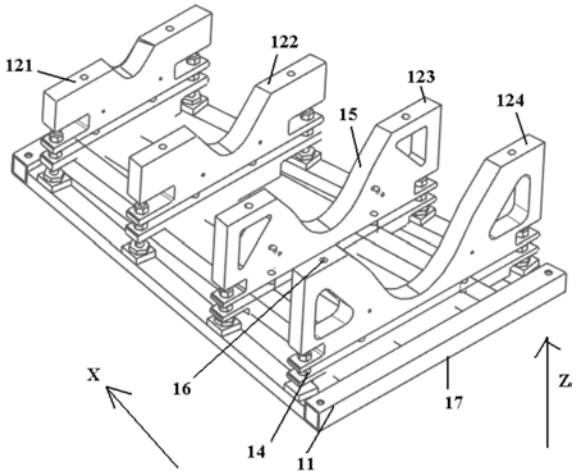
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种异型封闭深腔天线罩的机械加工装置及方法

(57)摘要

本发明涉及一种异型封闭深腔天线罩的机械加工装置及方法，特别是涉及一种陶瓷材料异型封闭深腔结构件的高精密加工方法，属于陶瓷材料机械加工技术领域。本发明的方法中，铣磨加工方法是采用铣床或加工中心作为加工设备，使用金刚石磨料刀具进行磨削的一种加工方式，其切削机理为磨削。铣磨加工刀具为金刚石磨料刀具，是将金刚石颗粒沉积在一个高速钢或硬质合金基体上并嵌入沉积层内的刀具，根据磨头外形结构可分为平底磨头、球头磨头。



CN 109227304 A

1.一种异型封闭深腔天线罩的机械加工装置,其特征在于:

该机械加工装置包括支撑定位工装、立式铣床和90°转接头;

所述的支撑定位工装包括基板、若干个支撑板、压板和螺栓;

支撑板的中间位置开有与异型封闭深腔天线罩的外形相匹配的凹槽;

支撑板的两侧顶端位置各开有螺栓连接孔;

支撑板通过螺栓安装在基板上;

压板固定连接在支撑板上。

2.根据权利要求1所述的一种异型封闭深腔天线罩的机械加工装置,其特征在于:若干个支撑板并排均匀放置在基板上。

3.根据权利要求1所述的一种异型封闭深腔天线罩的机械加工装置,其特征在于:通过调整螺栓能够调节四个支撑板相对于基板的高度。

4.根据权利要求1所述的一种异型封闭深腔天线罩的机械加工装置,其特征在于:待加工的异型封闭深腔天线罩毛坯件放置到四个支撑板上的凹槽内,异型封闭深腔天线罩通过支撑板进行支撑并通过压板进行固定。

5.根据权利要求1所述的一种异型封闭深腔天线罩的机械加工装置,其特征在于:所述的异型封闭深腔天线罩的结构类似于空腔圆锥,其横截面为椭圆,异型封闭深腔天线罩长径比大于2:1。

6.根据权利要求1所述的一种异型封闭深腔天线罩的机械加工装置,其特征在于:支撑板为四个。

7.根据权利要求1所述的一种异型封闭深腔天线罩的机械加工装置,其特征在于:基板的外形为梯形,支撑板形状相同大小不同,支撑板由小到大依次放置到基板上,且基板的大端放置四个支撑板中最大的支撑板,四个支撑板中最小的支撑板用于支撑异型封闭深腔天线罩毛坯件的小端,四个支撑板中最大的支撑板用于支撑异型封闭深腔天线罩毛坯件的大端。

8.根据权利要求1所述的一种异型封闭深腔天线罩的机械加工装置,其特征在于:压板包括金属仿形主板和固定安装在金属仿形主板下表面的垫片,垫片的材料为柔性材料。

9.根据权利要求1所述的一种异型封闭深腔天线罩的机械加工装置,其特征在于:垫片的材料为橡胶或PTFE;90°转接头能够通过法兰连接在立式铣床的主轴端面上。

10.一种异型封闭深腔天线罩的机械加工方法,其特征在于该方法的步骤包括:

步骤(一),将异型封闭深腔天线罩毛坯件的外表面沿其一个对称面分为两个外形面,分别为第一外形面和第二外形面;使毛坯件的第一外形面朝下放置到支撑定位工装上,并使用压板压紧第二外形面;

步骤(二),建立基准坐标系,使用便携式红外触发测头对毛坯件内外型面进行测量,得到毛坯件内外型面的加工余量;建立基准坐标系时以基板的大端底面边缘中心作为原点O,以基板的大端指向小端的方向为X轴,以基板的高度方向为Z轴;

步骤(三),将安装有毛坯件的支撑定位工装放置到机床平台上,并找正支撑定位工装的基准面;

步骤(四),毛坯件基准面铣磨工序:粗加工毛坯件的大端端面,再精加工大端端面,并以精加工后的大端端面作为基准面;

步骤(五),毛坯件内腔铣磨工序:使用安装有90°转接头的立式铣床以精加工后的毛坯件大端端面为基准面对刀,按照步骤(二)得到的加工余量进行内型面数控铣磨加工;

步骤(六),在线测量内型面工序:检测加工后的毛坯件的内型面轮廓度偏差,并根据偏差值进行误差补偿修磨加工;

步骤(七),毛坯件第二外型面铣磨工序:拆除立式铣床上的90°转接头,使用立式铣床主轴以精加工后的毛坯件大端端面为基准面对刀,按照步骤(二)得到的加工余量加工毛坯件第二外型面;

步骤(八),第二外型面厚度在线检测工序:检测加工后的毛坯件第二外型面厚度,如果毛坯件第二外型面厚度合格则进行下道工序,如不合格进行误差补偿修磨;

步骤(九),将毛坯件绕X轴旋转180°,并使用压板压紧第一外形面,并找正支撑定位工装及毛坯件的大端端面;

步骤(十),毛坯件第一外型面铣磨工序:使用立式铣床主轴以精加工后的毛坯件大端端面为基准面对刀,按照步骤(二)得到的加工余量加工毛坯件第一外型面;

步骤(十一),第一外型面厚度在线检测工序:检测加工后的毛坯件第一外型面厚度,如果毛坯件第一外型面厚度合格则进行下道工序,如不合格进行误差补偿修磨,得到异型封闭深腔天线罩;

步骤(十二),整罩测量工序:检测得到的异型封闭深腔天线罩的电厚度,如果电厚度满足要求,则工序完成并交付;如果电厚度不满足要求,根据检测结果进行外形面修磨。

一种异型封闭深腔天线罩的机械加工装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种异型封闭深腔天线罩的机械加工装置及方法，特别是涉及一种陶瓷材料异型封闭深腔结构件的高精密加工方法，属于陶瓷材料机械加工技术领域。

背景技术

[0002] 我国新一代战术导弹朝着强突防、快速机动、精确打击和迅速反应的方向发展，以大尺寸乘波体结构为代表的异型结构越来越多的应用于战术导弹的结构设计。其中，天线罩是保护导弹导引头天线在恶劣环境下正常工作的重要功能结构件，既是一个完整的弹头部段，又承担着高温透波、防热、隔热等重要作用。异型封闭深腔结构天线罩一般采用石英纤维增强陶瓷基复合材料，陶瓷材料的高脆性、高硬度和高耐磨性造成加工易出现崩边、裂纹等缺陷。异型天线罩为复杂曲面薄壁结构件，其内腔深度大、封闭、狭窄，长径比一般大于2:1，并且没有准确的定位基准面和可靠的装夹型面，都对产品加工精度影响，主要加工难点如下：

[0003] (1)传统的车削、磨削的两轴加工设备仅适用于回转体天线罩加工，无法满足异型复杂结构天线罩高精密加工要求，尤其是内腔深度大、封闭、狭窄，环向和轴向均存在厚度变化，需要根据产品结构对现有设备进行改造。

[0004] (2)石英纤维增强陶瓷基复合材料高脆性、高硬度和高耐磨性对加工所用的刀具要求较高，具备较高尺寸及形状精度的同时还需要有较高的耐磨性，能够满足大尺寸复杂型面的连续加工要求。

[0005] (3)加工过程中加长磨削装置、工装装夹、基准面传递、刀具以及测量环节都会对产品加工进度造成影响，而每个单因素误差源又随着加工工况不同存在一定的波动。因此需要对产品在线测量控制加工过程中的型面及厚度尺寸，保证加工精度满足设计要求。

发明内容

[0006] 本发明的技术解决问题是：克服现有技术的不足，提出一种异型封闭深腔天线罩的机械加工装置及方法。

[0007] 本发明的技术解决方案是：

[0008] 一种异型封闭深腔天线罩的机械加工装置，所述的异型封闭深腔天线罩的结构类似于空腔圆锥，其横截面为椭圆，异型封闭深腔天线罩内腔深度大、封闭、狭窄，长径(外径)比大于2:1；该机械加工装置包括支撑定位工装、立式铣床和90°转接头；

[0009] 所述的支撑定位工装包括基板、四个支撑板、压板和螺栓；四个支撑板的中间位置开有与异型封闭深腔天线罩的外形相匹配的凹槽，四个支撑板的两侧顶端位置各开有螺栓连接孔；四个支撑板通过螺栓安装在基板上，且四个支撑板并排均匀放置；通过调整螺栓能够调节四个支撑板相对于基板的高度；压板通过四个支撑板上的螺栓连接孔固定连接在支撑板上，待加工的异型封闭深腔天线罩毛坯件放置到四个支撑板上的凹槽内，异型封闭深腔天线罩通过四个支撑板进行支撑并通过压板进行固定；基板的外形为梯形，四个支撑板

形状相同大小不同，四个支撑板由小到大依次放置到基板上，且基板的大端放置四个支撑板中最大的支撑板，四个支撑板中最小的支撑板用于支撑异型封闭深腔天线罩毛坯件的小端，四个支撑板中最大的支撑板用于支撑异型封闭深腔天线罩毛坯件的大端；压板包括金属仿形主板和固定安装在金属仿形主板下表面的垫片，垫片的材料为柔性材料，比如橡胶或PTFE；

[0010] 90°转接头通过法兰连接在立式铣床的主轴端面上。

[0011] 一种异型封闭深腔天线罩的机械加工方法，该方法的步骤包括：

[0012] 步骤(一)，将异型封闭深腔天线罩毛坯件的外表面沿其一个对称面分为两个外形面，分别为第一外形面和第二外形面；使毛坯件的第一外形面朝下放置到支撑定位工装上，并使用压板压紧第二外形面；

[0013] 步骤(二)，建立基准坐标系，使用便携式红外触发测头对毛坯件内外型面进行测量，得到毛坯件内外型面的加工余量；建立基准坐标系时以基板的大端底面边缘中心作为原点O，以基板的大端指向小端的方向为X轴，以基板的高度方向为Z轴；

[0014] 步骤(三)，将安装有毛坯件的支撑定位工装放置到机床平台上，并找正支撑定位工装的基准面；

[0015] 步骤(四)，毛坯件基准面铣磨工序：粗加工毛坯件的大端端面，再精加工大端端面，并以精加工后的大端端面作为基准面；

[0016] 步骤(五)，毛坯件内腔铣磨工序：使用安装有90°转接头的立式铣床以精加工后的毛坯件大端端面为基准面对刀，按照步骤(二)得到的加工余量进行内型面数控铣磨加工；

[0017] 步骤(六)，在线测量内型面工序：使用同工位在线测量系统对加工后的毛坯件的内型面进行检测，检测内型面轮廓度偏差，并根据偏差值进行误差补偿修磨加工；

[0018] 步骤(七)，毛坯件第二外型面铣磨工序：拆除立式铣床上的90°转接头，使用立式铣床主轴以精加工后的毛坯件大端端面为基准面对刀，按照步骤(二)得到的加工余量加工毛坯件第二外型面；

[0019] 步骤(八)，第二外型面厚度在线检测工序：使用同工位在线测量系统对加工后的毛坯件第二外型面厚度进行检测，如果毛坯件第二外型面厚度合格则进行下道工序，如不合格进行误差补偿修磨；

[0020] 步骤(九)，将毛坯件绕X轴旋转180°，即使毛坯件的第二外形面朝下放置到支撑定位工装上，并使用压板压紧第一外形面，并使用便携式红外触发测头找正支撑定位工装及毛坯件的大端端面；

[0021] 步骤(十)，毛坯件第一外型面铣磨工序：使用立式铣床主轴以精加工后的毛坯件大端端面为基准面对刀，按照步骤(二)得到的加工余量加工毛坯件第一外型面；

[0022] 步骤(十一)，第一外型面厚度在线检测工序：使用同工位在线测量系统对加工后的毛坯件第一外型面厚度进行检测，如果毛坯件第一外型面厚度合格则进行下道工序，如不合格进行误差补偿修磨，得到异型封闭深腔天线罩；

[0023] 步骤(十二)，整罩测量工序：检测得到的异型封闭深腔天线罩的电厚度，如果电厚度满足要求，则工序完成并交付；如果电厚度不满足要求，根据检测结果进行外形面修磨。

[0024] 本发明与现有技术相比具有如下有益效果：

[0025] (1)本发明通过上述异型封闭深腔天线罩的机械加工的工艺过程，采用立-卧结合

加工方法实现了异型封闭深腔结构天线罩在同工位下内腔、外形的型面加工;在毛坯找正工位上使用支撑定位工装及便携式红外触发测头实现产品快速定位及找正且不占用加工设备,产品与支撑定位工装成为一个整体,在机床上可通过工装基准面进行快速精确定位,有效的提高了加工设备利用率。通过同工位在线测量型面偏差,内形面以型面偏差进行误差补偿修磨、外形面以厚度偏差进行误差补偿修磨加工,大大提高了异型封闭深腔天线罩的厚度尺寸加工精度。

[0026] (2)本发明的支撑定位工装起到支撑、定位作用。仿形面分段支撑、高度可调节,辅助以多处限位,达到固定目的。异型外形曲面的使用压板进行压紧,在接触位置垫橡胶皮或者其他软性材质,避免刚性夹紧造成产品表面损伤;

[0027] (3)本发明的方法中,铣磨加工方法是采用铣床或加工中心作为加工设备,使用金刚石磨料刀具进行磨削的一种加工方式,其切削机理为磨削。铣磨加工刀具为金刚石磨料刀具,是将金刚石颗粒沉积在一个高速钢或硬质合金基体上并嵌入沉积层内的刀具,根据磨头外形结构可分为平底磨头、球头磨头。

[0028] (4)本发明的方法中,同工位立-卧结合加工方法是在立式铣床主轴下附加90°转接头及加长磨削装置,将立式加工改为卧式加工的工艺方法。产品水平放置,加长磨削装置磨削加工产品内形面、机床主轴加工产品外形面。

[0029] (5)本发明的异型封闭深腔天线罩的机械加工方法中,误差补偿修磨是根据同工位在线检测型面偏差的检测结果,内形面以型面偏差进行误差补偿修磨、外形面以厚度偏差进行误差补偿修磨加工。

附图说明

[0030] 图1为本发明的支撑定位工装的结构示意图;

[0031] 图2为立式铣床和90°转接头的结合示意图。

具体实施方式

[0032] 一种异型封闭深腔天线罩的机械加工装置,所述的异型封闭深腔天线罩的结构类似于空腔圆锥,其横截面为椭圆,异型封闭深腔天线罩内腔深度大、封闭、狭窄,长径(外径)比大于2:1;该机械加工装置包括支撑定位工装、立式铣床和90°转接头;

[0033] 所述的支撑定位工装包括基板11、四个支撑板12(第一支撑板121、第二支撑板122、第三支撑板123、第四支撑板124)、压板13和螺栓14;四个支撑板12的中间位置开有与异型封闭深腔天线罩的外形相匹配的凹槽15,四个支撑板12的两侧顶端位置各开有螺栓连接孔16;四个支撑板12通过螺栓14安装在基板11上,且四个支撑板12并排均匀放置;通过调整螺栓14能够调节四个支撑板12相对于基板11的高度;压板13通过四个支撑板12上的螺栓连接孔14固定连接在支撑板12上,待加工的异型封闭深腔天线罩毛坯件放置到四个支撑板12上的凹槽内,异型封闭深腔天线罩通过四个支撑板12进行支撑并通过压板13进行固定;基板11的外形为梯形,四个支撑板12形状相同大小不同,四个支撑板12由小到大依次放置到基板11上,且基板11的大端放置四个支撑板12中最大的支撑板124,四个支撑板12中最小的支撑板121用于支撑异型封闭深腔天线罩毛坯件的小端,四个支撑板12中最大的支撑板124用于支撑异型封闭深腔天线罩毛坯件的大端;压板13包括金属仿形主板和固定安装在

金属仿形主板下表面的垫片，垫片的材料为柔性材料，比如橡胶或PTFE；

[0034] 90°转接头通过法兰连接在立式铣床的主轴端面上。

[0035] 一种异型封闭深腔天线罩的机械加工方法，该方法的步骤包括：

[0036] 步骤(一)，将异型封闭深腔天线罩毛坯件的外表面沿其一个对称面分为两个外形面，分别为第一外形面和第二外形面；使毛坯件的第一外形面朝下放置到支撑定位工装上，并使用压板13压紧第二外形面；

[0037] 步骤(二)，建立基准坐标系，使用便携式红外触发测头对毛坯件内外型面进行测量，得到毛坯件内外型面的加工余量；建立基准坐标系时以基板11的大端底面边缘中心17作为原点O，以基板11的大端指向小端的方向为X轴，以基板11的高度方向为Z轴；

[0038] 步骤(三)，将安装有毛坯件的支撑定位工装放置到机床平台上，并找正支撑定位工装的基准面；

[0039] 步骤(四)，毛坯件基准面铣磨工序：粗加工毛坯件的大端端面，再精加工大端端面，并以精加工后的大端端面作为基准面；

[0040] 步骤(五)，毛坯件内腔铣磨工序：使用安装有90°转接头的立式铣床以精加工后的毛坯件大端端面为基准面对刀，按照步骤(二)得到的加工余量进行内型面数控铣磨加工；

[0041] 步骤(六)，在线测量内型面工序：使用同工位在线测量系统对加工后的毛坯件的内型面进行检测，检测内型面轮廓度偏差，并根据偏差值进行误差补偿修磨加工；

[0042] 步骤(七)，毛坯件第二外型面铣磨工序：拆除立式铣床上的90°转接头，使用立式铣床主轴以精加工后的毛坯件大端端面为基准面对刀，按照步骤(二)得到的加工余量加工毛坯件第二外型面；

[0043] 步骤(八)，第二外型面厚度在线检测工序：使用同工位在线测量系统对加工后的毛坯件第二外型面厚度进行检测，如果毛坯件第二外型面厚度合格则进行下道工序，如不合格进行误差补偿修磨；

[0044] 步骤(九)，将毛坯件绕X轴旋转180°，即使毛坯件的第二外形面朝下放置到支撑定位工装上，并使用压板13压紧第一外形面，并使用便携式红外触发测头找正支撑定位工装及毛坯件的大端端面；

[0045] 步骤(十)，毛坯件第一外型面铣磨工序：使用立式铣床主轴以精加工后的毛坯件大端端面为基准面对刀，按照步骤(二)得到的加工余量加工毛坯件第一外型面；

[0046] 步骤(十一)，第一外型面厚度在线检测工序：使用同工位在线测量系统对加工后的毛坯件第一外型面厚度进行检测，如果毛坯件第一外型面厚度合格则进行下道工序，如不合格进行误差补偿修磨，得到异型封闭深腔天线罩；

[0047] 步骤(十二)，整罩测量工序：检测得到的异型封闭深腔天线罩的电厚度，如果电厚度满足要求，则工序完成并交付；如果电厚度不满足要求，根据检测结果进行外形面修磨。

[0048] 下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步详细的描述：

[0049] 实施例1

[0050] 一种异型封闭深腔天线罩的机械加工装置，所述的异型封闭深腔天线罩的结构类似于空腔圆锥，其横截面为椭圆，异型封闭深腔天线罩内腔深度大、封闭、狭窄，长径(外径)为3:1；该机械加工装置包括支撑定位工装、立式铣床和90°转接头；

[0051] 如图1所示，所述的支撑定位工装包括基板11、四个支撑板12(第一支撑板121、第

二支撑板122、第三支撑板123、第四支撑板124)、压板13(图中未画出)和螺栓14;四个支撑板12的中间位置开有与异型封闭深腔天线罩的外形相匹配的凹槽15,四个支撑板12的两侧顶端位置各开有螺栓连接孔16;四个支撑板12通过螺栓14安装在基板11上,且四个支撑板12并排均匀放置;通过调整螺栓14能够调节四个支撑板12相对于基板11的高度;压板13通过四个支撑板12上的螺栓连接孔14固定连接在支撑板12上,待加工的异型封闭深腔天线罩毛坯件放置到四个支撑板12上的凹槽内,异型封闭深腔天线罩通过四个支撑板12进行支撑并通过压板13进行固定;基板11的外形为梯形,四个支撑板12形状相同大小不同,四个支撑板12由小到大依次放置到基板11上,且基板11的大端放置四个支撑板12中最大的支撑板124,四个支撑板12中最小的支撑板121用于支撑异型封闭深腔天线罩毛坯件的小端,四个支撑板12中最大的支撑板124用于支撑异型封闭深腔天线罩毛坯件的大端;压板13包括金属仿形主板和固定安装在金属仿形主板下表面的垫片,垫片的材料为柔性材料,比如橡胶或PTFE;

[0052] 90°转接头通过法兰连接在立式铣床的主轴端面上。

[0053] 如图2所示,一种异型封闭深腔天线罩的机械加工方法,该方法的步骤包括:

[0054] 步骤(一),将异型封闭深腔天线罩毛坯件的外表面沿其一个对称面分为两个外形面,分别为第一外形面和第二外形面;使毛坯件的第一外形面朝下放置到支撑定位工装上,并使用压板13压紧第二外形面;

[0055] 步骤(二),建立基准坐标系,使用便携式红外触发测头对毛坯件内外型面进行测量,得到毛坯件内外型面的加工余量,加工余量内形面5mm、外型面8mm;建立基准坐标系时以基板11的大端底面边缘中心17作为原点0,以基板11的大端指向小端的方向为X轴,以基板11的高度方向为Z轴;

[0056] 步骤(三),将安装有毛坯件的支撑定位工装放置到机床平台上,并找正支撑定位工装的基准面;

[0057] 步骤(四),毛坯件基准面铣磨工序:粗加工毛坯件的大端端面,再精加工大端端面,并以精加工后的大端端面作为基准面;

[0058] 步骤(五),毛坯件内腔铣磨工序:使用安装有90°转接头的立式铣床以精加工后的毛坯件大端端面为基准面对刀,按照步骤(二)得到的加工余量进行内型面数控铣磨加工;

[0059] 步骤(六),在线测量内型面工序:使用同工位在线测量系统对加工后的毛坯件的内型面进行检测,检测内型面轮廓度偏差,要求型面偏差值在-0.05～+0.05mm范围内,得到实测偏差值范围-0.04～+0.08,对超差范围在+0.05～+0.08的位置进行误差补偿修磨加工,修磨后重新检测内型面轮廓度偏差,得到实测偏差值范围-0.04～+0.04,符合要求;

[0060] 步骤(七),毛坯件第二外型面铣磨工序:拆除立式铣床上的90°转接头,使用立式铣床主轴以精加工后的毛坯件大端端面为基准面对刀,按照步骤(二)得到的加工余量加工毛坯件第二外型面;

[0061] 步骤(八),第二外型面厚度在线检测工序:使用同工位在线测量系统对加工后的毛坯件第二外型面厚度进行检测,要求厚度偏差在-0.1～+0.1mm范围内,得到实测偏差值范围-0.07～+0.09,毛坯件第二外型面厚度合格;

[0062] 步骤(九),将毛坯件绕X轴旋转180°,即使毛坯件的第二外形面朝下放置到支撑定位工装上,并使用压板13压紧第一外形面,并使用便携式红外触发测头找正支撑定位工装

及毛坯件的大端端面；

[0063] 步骤(十)，毛坯件第一外型面铣磨工序：使用立式铣床主轴以精加工后的毛坯件大端端面为基准面对刀，按照步骤(二)得到的加工余量加工毛坯件第一外型面；

[0064] 步骤(十一)，第一外型面厚度在线检测工序：使用同工位在线测量系统对加工后的毛坯件第一外型面厚度进行检测，要求厚度偏差在-0.1～+0.1mm范围内，得到实测偏差值范围-0.06～+0.14，对超差范围在+0.1～+0.14的位置进行误差补偿修磨加工，修磨后重新检测厚度偏差，得到实测偏差值范围-0.06～+0.07，符合厚度要求，得到异型封闭深腔天线罩；

[0065] 步骤(十二)，整罩测量工序：检测得到的异型封闭深腔天线罩的电厚度，得到实测厚度偏差在-0.05～+0.08mm范围，电厚度满足要求，工序完成并交付产品。

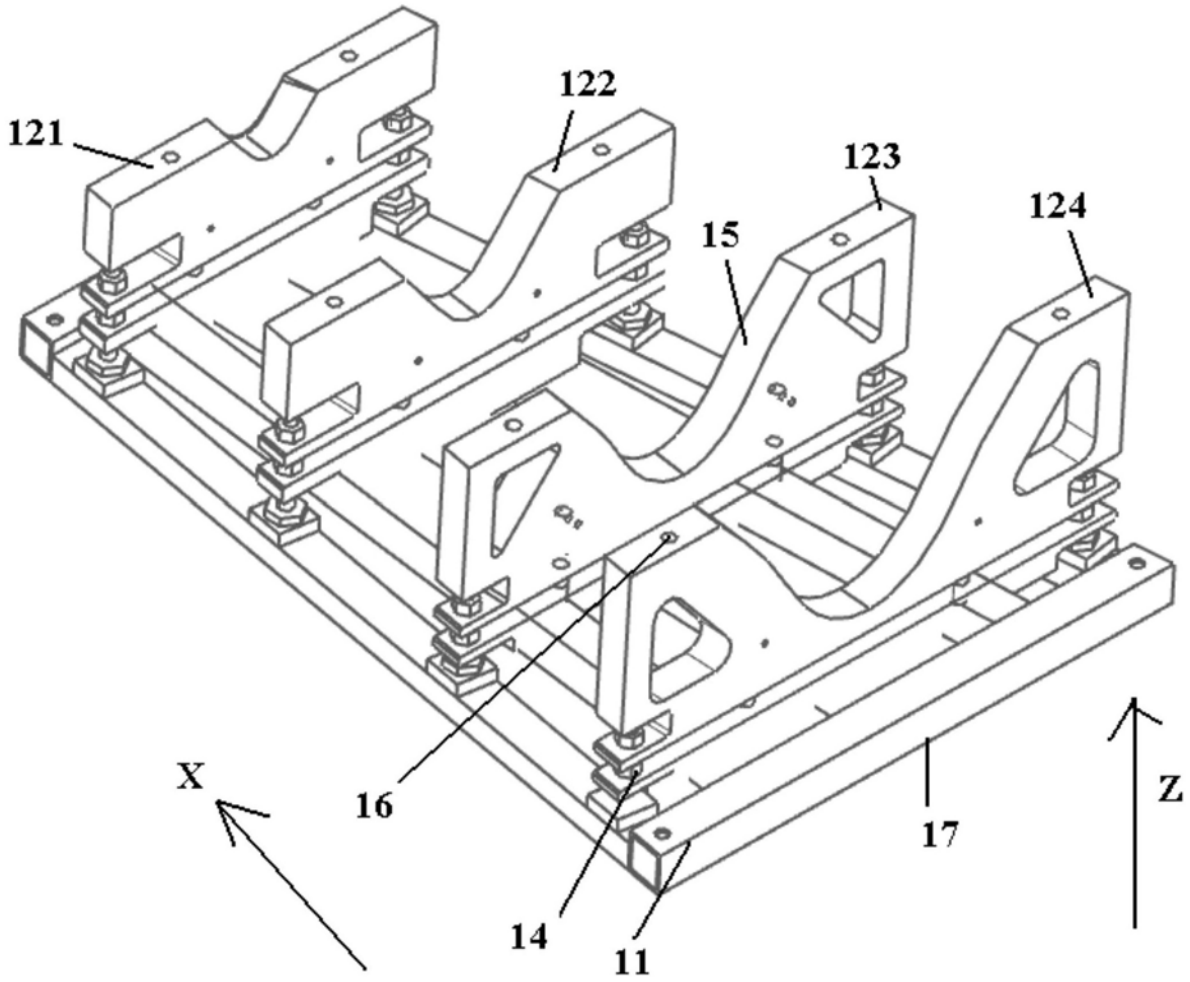


图1

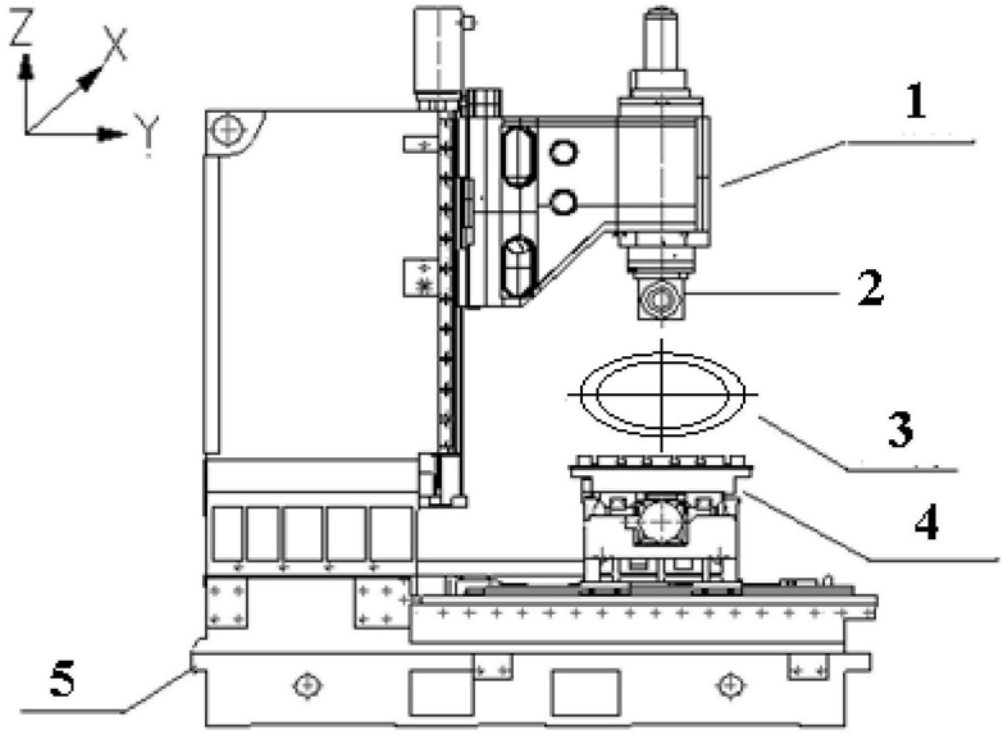


图2