

气象火箭发射架导轨的加工

柳鹏旭¹, 朱峰刚¹, 何多胜²

1. 新疆工程学院 新疆乌鲁木齐 830023

2. 中国石油独山子石化设备检修公司 新疆克拉玛依市 833699

摘要: 分析了火箭发射导轨的结构、加工难点, 设计出适合其特点的加工方式和夹具, 合理运用三面刃铣刀, 并通过模拟火箭弹校正棒测量上下导轨的间隙和位置度, 配加工支撑座, 保证上下导轨装配要求。

关键字: 夹具; 校正棒; 三面刃铣刀

1 序言

气象用火箭发射架是用于发射气象火箭人工增雨作业的一种发射平台, 它主要是向增雨作业空中播撒碘化银微状颗粒, 用于云层中水汽核心的凝聚, 实现增雨作业。由于发射区域和高度有一定的要求, 所以发射导轨全长在1720mm范围内, 上下轨道与火箭弹的间隙 $<0.15\text{mm}$ 。火箭发射架经常要根据气象条件转场, 结构设计比较轻便单薄, 具有结构复杂、刚性差、尺寸精度要求高及加工难度较大的特点, 给制造和装配带来了困难。

2 导轨结构

气象火箭发射架1次可以装弹发射4枚气象火箭, 左右各2枚, 它还有1个固定发射架的回转工作台, 可以实现水平面内 360° 回转, 铅垂面内 $10^\circ \sim 90^\circ$ 仰角调节, 发射导轨的结构如图1所示。



图1 气象火箭发射架

2.1 火箭弹结构

如图2所示, 火箭弹分为尾翼、推进剂部分、点火开关和播撒碘化银部分, 尾翼起飞行稳定作用; 点火开关是铜电极, 通电即可激发火箭弹点火; 推进剂部分起飞行助推作用; 播撒碘化银部分提供水汽核心凝结实现增雨作业。

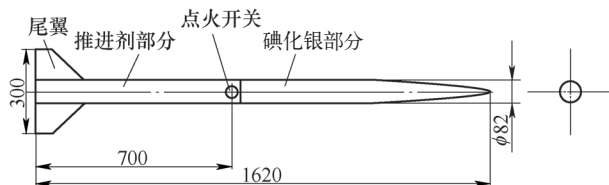


图2 火箭弹

2.2 火箭发射架结构

火箭发射导轨架结构模型如图3所示, 火箭发射导轨架结构如图4所示, 框架结构有4根导轨, 可以装2枚火箭弹, 有2套点火系统, 通过 $\phi 42\text{mm}$ 的内孔与回转工作台连接, 左右各有1套发射导轨架。

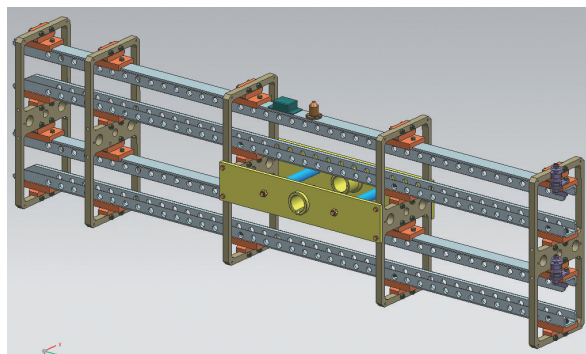


图3 火箭发射导轨架模型

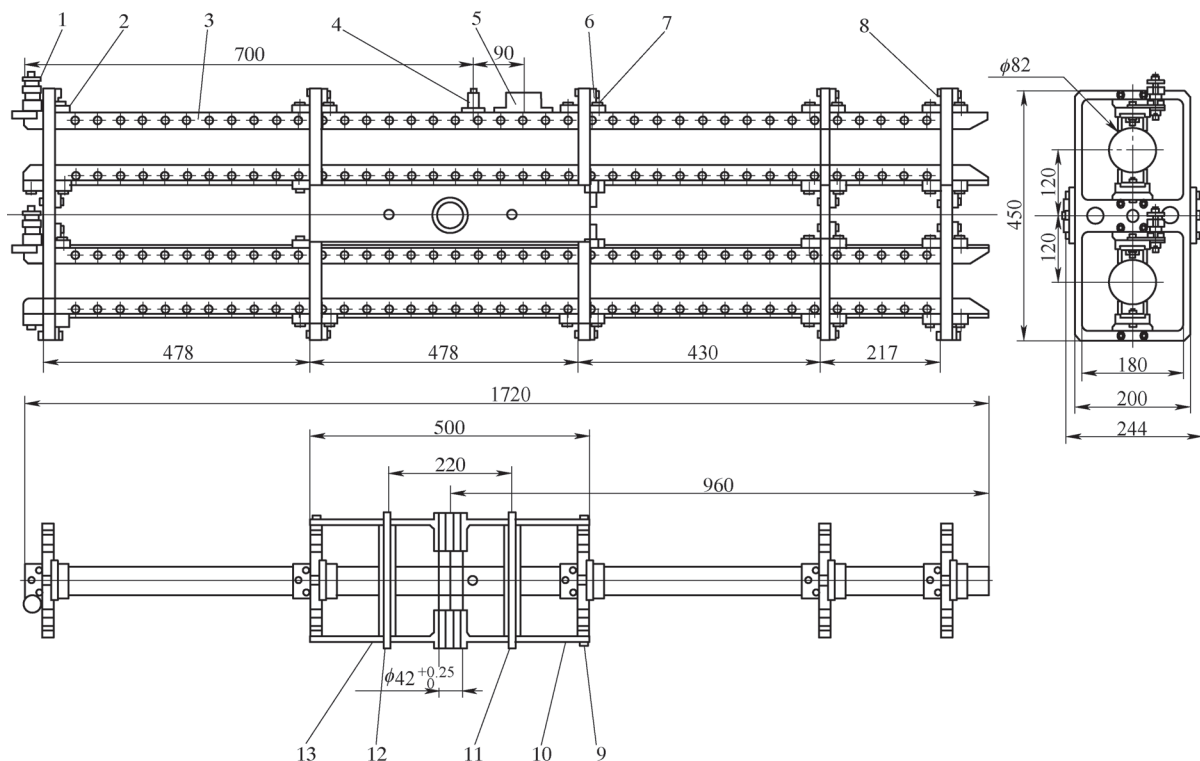


图4 火箭发射导轨架结构

1—限位小总承 2—支承座 3—轨道 4—点火小总承 5—配电盒 6—支撑座与支撑框固定螺栓 7—支撑座与轨道固定螺栓 8—支撑框
9—支撑框与连接板固定螺栓 10—连接板 11—连接板联接螺栓 12—联接螺母 13—连接管

当需要装入火箭弹时先转动图4中件1挡片与轨道平行,这样火箭弹可以顺利装入,图4所示的方向即装弹方向,火箭弹装入后为防止在重力作用下滑出发射架,转动限位小总承挡片 90° ,挡片转入轨道内与火箭弹的尾翼相接触限制火箭弹下滑。

图4中件2和件8的作用是把导轨固定好,因为轨道截面尺寸较小且长度较长,所以刚性很差。轨道的安装精度完全靠支承座和支撑框的加工精度来保证。

图4中件3作为关键部件,加工和装配精度都要求较高,因为火箭弹发射的准确性是由轨道的精度决定的。

图4中件4和件5是火箭弹发射的一个电流激发装置,在装火箭弹时上面的点火电极一定要与点火小总承的铜触头相接触,这样当外部通电时火箭弹才能被激发点火。

图4中件9~13的作用是把连接板与火箭架连接成一个整体,方便把火箭架通过 $\phi 42\text{mm}$ 的孔安装在回转工作台上实现发射架上下角度的调节。

3 加工难点

1) 轨道结构如图5所示,从图5中可以看出轨道上面 $42^{+0.090}_{-0.025}\text{mm}$ 的凸台是卡口,要和支撑座相配合,下面有 120° 的角度面与火箭弹接触定位,同时要求对称度 $<0.05\text{mm}$,平行度 $<0.15\text{mm}$,在加工中很难保证,并且两面还有40个 $\phi 16\text{mm}$ 减重孔,宽50mm,长1720mm,刚性差,比细长轴还难加工。

2) 支撑框结构如图6所示,从图中可以看出它的加工精度要求较高,结构单薄,在加工中变形较大,尺寸及几何公差很难保证。

3) 支撑座结构如图7所示,从图中可以看出,火箭架的支撑座通过尺寸 $42^{+0.03}\text{mm}$ 卡槽与轨道卡口配合定位,支撑座通过尺寸 $70^{+0.02}\text{mm}$ 卡口与支撑框采用凸凹台式卡口定位,在加工中很难保证各个卡口之间的配合精度要求。尺寸 $25^{+0.02}\text{mm}$ 决定着轨道与火箭弹之间的间隙,在加工中不易保证。

4) 虽然各个零件都能按图样要求生产出合格的产品,但是要求火箭弹与两轨道之间的间隙 $<0.15\text{mm}$,在装配中是难点。加工中各部件的累积误



4 加工思路

2) 因支撑框刚性较差, 设计简易夹具作为辅助支撑压紧, 如图9所示。用2个 $\phi 29\text{mm}$ 内孔定位并



48

用数控加工，使用高速、小吃刀量和快进给刀的加工方式，有效降低加工中的变形，提高加工精度。因为高速加工中切削带走了大部分热量，零件温度变化很小，所以零件变形也就很小。

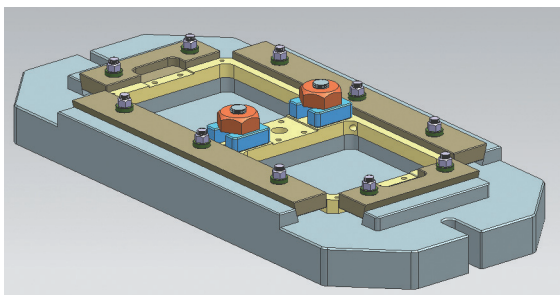


图9 支撑框简易夹具

3) 采用2个三面刃铣刀，中间用70mm的隔套隔开，加工支撑座上的尺寸70mm卡口，提高了加工效率和精度。设计简易夹具定位零件，并设计对刀块，保证2组三面刃铣刀侧面对中，保证加工2处尺寸70mm卡口的对称度要求。加工尺寸25mm台面，采用同一夹具，更换立铣刀，在对刀块顶面对刀加工尺寸25mm顶面，保证加工25mm台面尺寸和平行度要求，如图10所示。

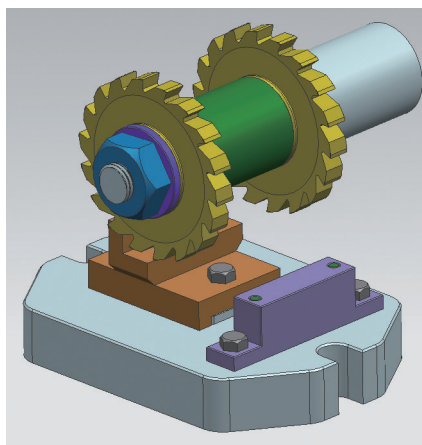


图10 加工支撑座

4) 火箭弹与两轨道之间的间隙要求 $< 0.15\text{mm}$ ，在装配中制作一个和火箭弹尺寸相同的校正棒，即 $\phi 82\text{mm}$ 长1700mm，用于检测火箭弹与两轨道之间的间隙。先把一半支撑座加工到成品，配合的支撑座尺寸70mm和25mm均留0.5mm余量，装配时根据配合情况进行配加工，保证配合要求。由于轨道和支撑座刚性较差，所以装配前先把连接板和支撑框连接为一体以提高强度，保证两边连接板

用 $\phi 42\text{mm}$ 长300mm的校正棒装入后同心。

5 加工方法

5.1 轨道加工

①轨道采用标准槽钢下料。②校正直线度 $< 0.15\text{mm}$ 。③上卧式镗床，以底面和侧面为定位压紧。④钻侧面 $40 \times \phi 16\text{mm}$ 孔。⑤校正直线度 $< 0.15\text{mm}$ 。⑥上龙门铣床，用夹具定位压紧。⑦采用对刀块确定刀具位置，加工42mm两面。⑧以42mm尺寸定位压紧对刀块，确定角度刀具位置，加工 120° V形槽，放入 $\phi 82\text{mm}$ 的校正棒，测量中心高保证尺寸 $66_{-0.04}^{+0.01}\text{mm}$ 。

此方法加工出的轨道对称度和尺寸均能保证，夹具中压板的压紧位置完全按轨道与支撑框的位置设定，有效防止轨道在装配中变形。

5.2 支撑框加工

①采用Q235A的钢板，用数控火焰切割机下料，各部留4~5mm余量。②粗铣尺寸18mm的两面，留0.3~0.4mm余量。③抛光2个直角边要求垂直，做工艺基准。④上平面磨床磨尺寸18mm的两面。⑤上立式镗床，以尺寸18mm两面和抛光过的长边定位，钻镗铰 $2 \times \phi 29_{-0}^{+0.02}\text{mm}$ 和 $\phi 20_{-0}^{+0.02}\text{mm}$ 孔。⑥上立式加工中心，用夹具以一面两销定位压紧，拆去四周的辅助支撑压板，以 $\phi 20_{-0}^{+0.02}\text{mm}$ 孔为对刀基准，粗精铣外形到尺寸。⑦重新安装拆去的四周辅助支撑压板，斜楔结构可以对支撑框四周起到辅助支撑的作用，加工正面的 $8 \times \phi 7\text{mm}$ 孔。⑧设计简易钻模以 $2 \times \phi 29_{-0}^{+0.02}\text{mm}$ 孔定位装夹，攻出4个M8螺纹孔。

5.3 支撑座加工

①采用精密铸造毛坯，各部留5~6mm余量。②上立式铣床用机虎钳定位加紧，粗精铣尺寸42mm的两面和尺寸80mm的两面。③设计简易夹具以尺寸42mm两面定位钻 $2 \times \phi 9\text{mm}$ 的孔。④上立式铣床以42mm两面定位，用 $2 \times \phi 9\text{mm}$ 孔装螺栓压紧，用对刀块对成组刀具中心，加工70mm两面。⑤换刀在对刀块顶面对刀加工尺寸25mm的上表面，实现尺寸70mm、尺寸25mm及对称度和平行度的要求。

5.4 装配

①把2个支撑框和两边的连接板装配，为了保

证两边 $\phi 42\text{mm}$ 的孔同心，在调整间隙时要在两边 $\phi 42\text{mm}$ 孔装入校正棒找正后压紧螺栓，提高中间支撑框刚性，为后面的装配奠定基础。②把2个发射单元的4根轨道中的2个下轨道安装好，装入 $\phi 82\text{mm}$ 的校正棒。③装上面的轨道。④在5个支撑框处装入标准支撑座用塞片检查上导轨与校正棒之间间隙要 $>0.15\text{mm}$ ，同时还要保证两边间隙均匀。进一步检查间隙情况，根据检查结果，把留余量的上支撑座配铣后装配。⑤轨道与校正棒两侧间隙不均匀，按上面的方法配铣支撑座70mm两边，保证上轨道两边间隙均匀，配铣之前都要做记号，铣完不能装错位置。

该工艺把轨道、支撑框及支撑座装配累积误差，全部放在了上支撑座中，达不到装配要求时，采用配铣上支撑座的方法来解决。最终实现 $\phi 82\text{mm}$ 长1700mm的校正棒能在上下轨道中运动自如，间隙 $<0.15\text{mm}$ 且两边要均匀，满足装配要求。

6 结束语

火箭发射架是刚性较差的一种结构件，上下轨道精度要求较高。在加工中采用简易夹具及 120° 刀具加工轨道，保证V形槽对称度；采用高速、小吃刀量和快进给刀方式加工支撑框，有效降低加工中的变形；采用2个三面刃铣刀加工支撑座，提高了加工效率和精度。在装配中采用配加工的方法来提高装配精度，满足图样要求，加工完成的气象火箭发射架使用效果均良好。

参考文献：

- [1] 陈宏钧. 实用机械加工工艺手册[M]. 北京：机械工业出版社，2004.
- [2] 杨叔子. 机械加工工艺师手册[M]. 北京：机械工业出版社，2001.
- [3] 陆剑中，孙家宁. 金属切削原理与刀具[M]. 北京：机械工业出版社，1985.

MW 20201002

2020年12月中国制造业PMI为51.9%

中国物流与采购联合会、国家统计局服务业调查中心发布的2020年12月中国制造业采购经理指数（PMI）为51.9%，较2020年11月小幅下降0.2个百分点，仍处于相对较好水平。

2020年12月PMI指数小幅下降，但持续保持在荣枯线以上，表明经济继续保持平稳恢复态势。新订单、新出口订单指数小幅下降，表明需求恢复态势仍有待加强；目前仍有超过38%的企业将需求不足作为突出困难，必须在扩大内需相关政策的落实上继续加大力度。购进价格指数、出厂价格指数明显提高，表明能源、重化工等基础性或上游产业生产供给能力需要尽快加强；要合理发挥好市场和政府的各自职能，着力保证经济全面恢复过程中产业链、供应链的各个环节传导顺畅、跟进及时。

从全年制造业PMI走势来看，2020年初的新冠肺炎疫情给经济带来巨大冲击，随着党中央国务院统筹推进疫情防控和经济社会发展效果持续显现，从2020年第二季度开始，经济进入稳定复苏阶段，目前已基本回归常态化运行。

综合来看，2020年经济复苏势头持续向好发展。一是经济复苏速度不断加快，反映经济恢复情况的重要分项指数在2020年第四季度的均值都明显高于第三季度；二是经济复苏协同性较好，作为经济顶梁柱的大中型企业基本保持同步较快回升；三是新动能增长势头强劲，以装备制造业和高技术制造业为代表的新动能快速增长，制造业产业结构加快优化。

2020年经济持续加快复苏，供需两端稳中有增发展，产业结构趋于优化，为2021年经济全面回升奠定了较好基础。预计2021年，在继续统筹推进疫情防控和经济社会发展的情况下，我国经济仍将保持较快回升势头。在坚持扩大内需这个战略基点的支撑下，国内市场将进一步做大做强。企业生产、投资、采购和创新等活动将更加活跃。战略性新兴产业更快更优发展，经济体系优化升级加快。同时也要密切关注疫情对经济尤其是进出口的影响，确保国内大循环、国内国际双循环格局安全形成。

（来源：中国机械工业联合会）