

某产品药柱车削技术的应用

李庆菲，衣东龙，李志勇，王克波

山东北方滨海机器有限公司 山东淄博 255200

摘要：为满足某产品圆盘薄底类药柱加工需求，对数控车床进行安全防护改造，结合药柱图样要求，从专用夹具、刀具和加工参数等方面进行车削加工的应用研究。在保障安全的前提下，通过车削加工技术的优化，满足了该药柱的加工要求。

关键词：药柱；安全；防护；夹具；刀具；车削

1 序言

随着现代武器装备的发展，各类战斗部药柱的结构更加多样化，通过传统压制和注药方式无法满足产品需求，该行业的工艺技术人员结合各自产品的需求进行了大量的加工工艺应用研究。我公司某产品药柱为圆盘薄底类零件，由于通过压制成形工艺未达到产品密度要求，因此大胆提出采用药柱毛坯压制和药柱车削分步进行的工艺方法来满足产品要求。通过开展加工设备的安全防护改造、专用夹具与刀具设计、加工参数优化以及制定操作步骤等方面的工作，结合实际加工状况，确定了适合该药柱的加工工艺。

2 设备安全改造

结合图样要求，该药柱的车削设备选用6150数控车床进行改造，设备主要由机床主机、电控系统和操作系统组成，如图1所示。

机床主机放置在抗爆间内，电控系统、操作系统安放在控制室内。在抗爆间适宜位置安装可调焦防爆摄像头，配备监控显示屏放置在控制室，用于药柱加工、调试的实时监控。主轴电动机和X轴、Z轴进给电动机采用防爆电动机，工作灯更换为防爆灯。主供电和控制线路从机床主机端分别穿防爆柔性软管接入抗爆间预先准备好的地沟内，由铺设在地沟内的镀锌钢管走线，穿过防爆墙与控制室内的电控系统、操作系统连接，在地沟转弯位置使用90°防爆接线盒与镀锌钢管进行转接。设备调试完



图1 设备组成

毕确定无误后，用防爆胶泥对防爆墙内预留的穿线管与镀锌钢管间的缝隙进行补填，地沟上方铺设花纹钢板。抗爆间门与设备加工运行设有安全联锁，在抗爆间门打开时，设备无法正常起动运行加工，以保障加工操作安全。

机床主机由车床主体、加工区防护、专用夹具、丝杠防护、除尘装置、刀架、滑板防护、X向和Z向进给防护组成，如图2所示。

(1) 加工区防护 加工区防护采用半敞开式防护, 前方护罩可折叠打开, 后方护罩固定。

(2) 专用夹具 夹具选用非黑色金属材质制造。

(3) 刀架 在满足产品需求的前提下, 刀架采用排刀刀架, 可以有效避免转动刀架换刀时药粉进入刀架缝隙的风险。根据刀架固定位置配备橡胶垫防护, 防止药粉进入T形槽内。

(4) 除尘装置 后防护罩上留有除尘接口, 一端接在接料盒上, 另一端与防爆吸尘器连接, 收集加工过程中产生的废药。

(5) 运动部件防护 卡盘配备卡爪防护罩以阻挡车削过程药粉的进入; 卡盘扳手孔处配备橡胶皮套进行防护; 机床滑板、导轨和丝杠等运动部分分别配备伸缩防护罩, 避免废药粉进入摩擦运动部件, 同时方便废药的清理。

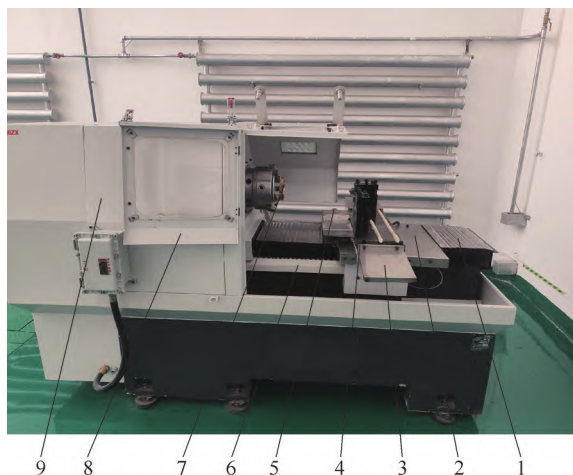


图2 主机

- 1—Z向进给防护 2—滑板防护 3—X向进给防护
4—刀架 5—除尘装置 6—丝杠防护 7—专用夹具
8—加工区防护 9—车床主体

3 夹具设计

因药柱材质的特殊性, 故为保证加工安全, 与药柱直接接触的夹持材料采用铜合金材质。车床常用的装夹方式可分为单夹、一夹一顶及一夹一顶一撑3大类^[1]。该药柱为圆盘薄底类零件, 采用单夹方式, 夹具设计与药柱外形相符的形状。利用标准自定心卡盘与铜合金管料毛坯进行焊接, 焊接完成后将其切割成3份, 在用于药柱车削的设备上进行夹具的精修, 夹具定位面轴向圆跳动值 $\leq 0.02\text{mm}$, 可有效减少因夹具而导致的零件加工尺寸超差。夹具

如图3所示。

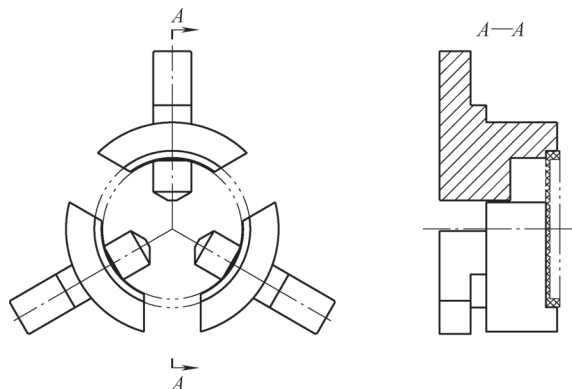


图3 夹具

该药柱由细小颗粒状炸药粉末压制而成, 密度在 $1.83\text{g}/\text{cm}^3$ 左右。若夹紧力矩过大, 则药柱表面会被夹出痕迹, 且会导致车削变形; 若夹紧力矩过小, 则车削过程药柱发生转动, 导致加工无法正常完成。为避免以上情况发生, 使用扭力扳手按设定好的力矩手动进行药柱的夹紧。

先进行所需夹紧力矩的近似值计算。已知药柱表面最大承受压强 1.6MPa ^[2], 每只卡爪与药柱接触面积为 805.9mm^2 , 则可计算出对卡爪的推力为 1289N 。根据公式^[3]

$$F = 2\pi Mi\eta / (3t) \quad (1)$$

式中, F 为总夹紧力(N); M 为输入力矩(N·m); i 为伞齿轮副传动比; t 为平面螺纹螺距(m); η 为卡盘的总效率, $\eta = 7\% \sim 17\%$ 。

可求出夹紧力矩 $M = 3Ft / (2\pi i\eta) = (3 \times 1289\text{N} \times 0.01\text{m}) \div (2 \times 3.14 \times 7 \times 17\%) \approx 5.17\text{N} \cdot \text{m}$ 。以此为参考对模拟药柱进行试加工验证, 通过试验最终确定该药柱加工的夹紧力矩为 $4\text{N} \cdot \text{m}$ 。

4 刀具设计

(1) 刀具材料 受药柱材质的限制, 在公司安全规定允许的前提下, 工艺试验先后采用了铍青铜和不锈钢材质的刀具进行药柱的车削加工。

公司自制的铍青铜刀具检测硬度为 37HRC , 不锈钢刀具检测硬度为 39HRC 。在相同加工工艺参数的条件下, 铍青铜刀具磨损速度较快, 无法完成正常的车削加工, 图4所示为铍青铜刀具加工的实物。经过加工试验, 由于自制的不锈钢刀具每个刀尖可加工七八件药柱, 因此选用不锈钢刀具进行该药柱的加工。



图4 铍青铜刀具加工的实物

(2) 刀具结构 结合药柱形状，采用55° 菱形内孔刀具结构。刀尖分别按R0.2mm和R0.4mm加工制造，在满足同样药柱加工尺寸的情况下，由于R0.2mm的刀片比R0.4mm的刀片磨损快，因此用于药柱加工的刀片刀尖选用R0.4mm。

5 程序的确定

为保证操作安全，确定加工程序时采用模拟药柱进行试切加工。药柱毛坯压制时，同时压制与药柱毛坯相同形状、尺寸和相近密度的模拟药柱毛坯，使用模拟药柱毛坯对刀进行试切加工，加工合格后再进行药柱的加工。

1) 首轮加工试验采用均匀吃刀量的方式，因成品药柱底厚只有3mm，故加工完毕药柱后，底平面已凸起变形。第二轮加工采用递减式吃刀量的方式，同时增加循环加工次数，消除了因加工参数而引起的底平面加工变形。

2) 为提高车削加工表面质量，在加工参数正确无误的前提下，刀具加工轨迹由斜线切入改为直线切入。经过加工验证，药柱车削表面质量得到了明显改善。刀尖斜线切入加工如图5所示，刀尖直线切入加工如图6所示。

斜线切入加工程序如下。

.....

G0 T0101

X90

Z1

G1 X93.5 Z-0.6 F0.1

X-1

G0 X92 W1

G1 X93.5 Z-1.2 F0.1

X-1

G0 X92 W1

.....

直线切入加工程序如下。

.....

G0 T0101

X90

Z1

G1 X93.5 F0.15; Z-0.6 F0.1

X-1 F0.15

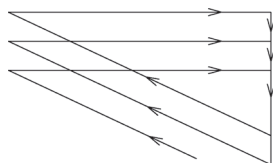
G0 X92 W1

G1 X93.5 F0.15; Z-1.2 F0.1

X-1 F0.15

G0 X92 W1

.....

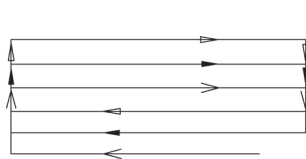


a) 斜线切入路径示意



b) 加工实物

图5 刀尖斜线切入加工



a) 直线切入路径示意



b) 加工实物

图6 刀尖直线切入加工

6 操作步骤

通过模拟药柱确定好加工程序后，进行药柱的加工。操作人员将药柱放入专用夹具，使用扭力扳手按设定的夹紧力矩夹紧药柱，启动防爆吸尘器，离开抗爆间，关闭抗爆门至门机联锁作用，在控制室内通过监控系统观察，启动电源，通过操作系统操作主机运行加工，实现药柱车削人机隔离的操

作。加工完毕，设备停止运行后，通过监控观察，确认无危险后，再打开抗爆间门进入抗爆间，进行废药的清理和药柱尺寸检测。

7 结束语

公司以某产品药柱加工需求为背景，通过对加工设备的安全防护改造，保障了加工过程的操作安全。结合药柱本身结构，通过工艺试验，确定了夹具与刀具的材质、尺寸和加工参数，最终保证了该产品药柱的加工质量。通过该项工作的开展，为公司制定了一套药柱车削技术切实可行的加工方案。

参考文献：

- [1] 吴拓. 现代机床夹具典型结构实用图册[M]. 北京：化学工业出版社，2015.
- [2] 张渝，杨时敏，袁睿斌，等. 包覆药柱复合加工整形系统的实现及钻孔工艺方法研究[J]. 工具技术，2018，52（9）：93-97.
- [3] 黄骥良. 三爪自定心卡盘的夹紧力[J]. 装备机械，1981（4）：33-36.

MW 20240906

专家点评

文章阐述了药柱加工的危险性和安全预防措施，大胆提出毛坯压制和车削加工分步进行的工艺方法，制定了一套切实可行的药柱加工方案。通过设备的防护改造，保障加工过程的操作安全。通过工艺试验，选用合适的夹具、刀具与车削参数，最终保证了药柱加工质量。

文章的亮点是圆盘薄底类药柱车削技术，大胆创新，持续改进，安全预防，细致入微。针对药柱材料的特殊性，采用药柱毛坯压制和车削加工分步进行的工艺方法，通过车床的安全防护改造、专用夹具与刀具设计以及数控程序与切削参数优化等措施，在保障安全的前提下，推出切实可行的加工方案。



MRO工业品库存
一站式服务专家

买工业品
质优价廉

卖工业品
库存变现

上海至宝堂机电科技有限公司
上海市浦东新区康桥路787号
上海中天科技商务园3号楼218室
<http://www.mrovips.com>
service@mrovips.com

市面产品价格贵 来滞宝堂
库存产品要变现 来滞宝堂

◆广告 查询编号：3240



滞宝堂
工业品库存交易平台

全国服务热线：
400 770 3818



小程序



微信公众号