

复杂汽车压头工件先进加工技术

■ 大连豪森瑞德设备制造有限公司（辽宁 116036）周 鼎 张 健

摘要：分析压头加工的技术要求，综合运用先进的加工设备和非常规的工艺手段，保证了零件的加工精度，满足了设计图样要求。



1. 压头加工技术要求

压头是汽车行业自动化装配流水线的关键工件，根据产品的不同，压头也多种多样，其形状复杂，尺寸精度和形状精度要求高（见图1），表面粗糙度要求高，工件硬度要求高。为解决加工难题，必须采用先进的加工技术，保证压头完全符合技术要求。

2. 技术分析

工件材料为Cr12MoV模具钢，是近几年用于汽车制造行业关键件的新型材料，要求淬火硬

度达到60~62HRC。要求尺寸精度和形状与位置精度等级最低要达到7级，各定位面的表面粗糙度值 $R_a=0.8\sim1.6\mu\text{m}$ ，是名副其实的关键件。

（1）尺寸精度分析。该件是用于通用汽车发动机装配线的定位压头，工件总长172.5mm，外圆尺寸除 $\phi 60\text{mm}\times 10\text{mm}$ 法兰盘外，整个外圆有 $\phi 29\text{h}6$ 、 $\phi 30\text{h}6$ 、 $\phi 32_{-0.02}^{+0.01}\text{mm}$ 三个尺寸，内孔尺寸除左端M16-6H螺纹孔加 $\phi 12.5\text{mm}$ 退刀孔外，其关键定位孔是 $\phi 8\text{H}7\times 80\text{mm}$ 。该孔长度 $<1/2$ 总长，其孔径比=1:10，由于该孔

与定位外圆 $\phi 30\text{h}6$ 分别位于工件两端，而定位孔 $\phi 30\text{h}6$ 内端是M16螺孔，既不能和外圆相互依靠，又因是螺纹孔，必须热处理前加工成品，无法与外圆相互定位使用，这势必给最后精加工带来定位基准方面的麻烦。

（2）形状与位置精度分析。该件是装配线定位元件，其形状和位置精度等级最低都要达到7级，特别是 $\phi 8\text{H}7$ 内孔与 $\phi 30\text{h}6$ 外圆的同心度在0.02mm以内，表面粗糙度值 $R_a\leq 0.8\mu\text{m}$ 。外圆采用精磨方式完全可以达到要求，但内孔的加工确实有些困难，除孔径比远远超出1:4外， $\phi 8\text{H}7$ 内孔公差属于7级基孔制，表面粗糙度值 $R_a\leq 0.8\mu\text{m}$ ，各侧面扁对中心的对称度均 $\leq 0.03\text{mm}$ ，两侧长槽孔对中心的对称度均 $\leq 0.02\text{mm}$ ，4个 $\phi 2\text{H}7$ 孔对基准B的垂直度 $\leq 0.02\text{mm}$ 。要保证这些尺寸和精度要求，更是难上加难。

（3）热处理分析。现代淬火工艺方法不仅有奥氏体化直接淬火，而且还有能够控制淬火后的组织和性能及减少变形的各种淬火工艺方法，甚至可以把淬火冷却过程直接与热加工工序结合起

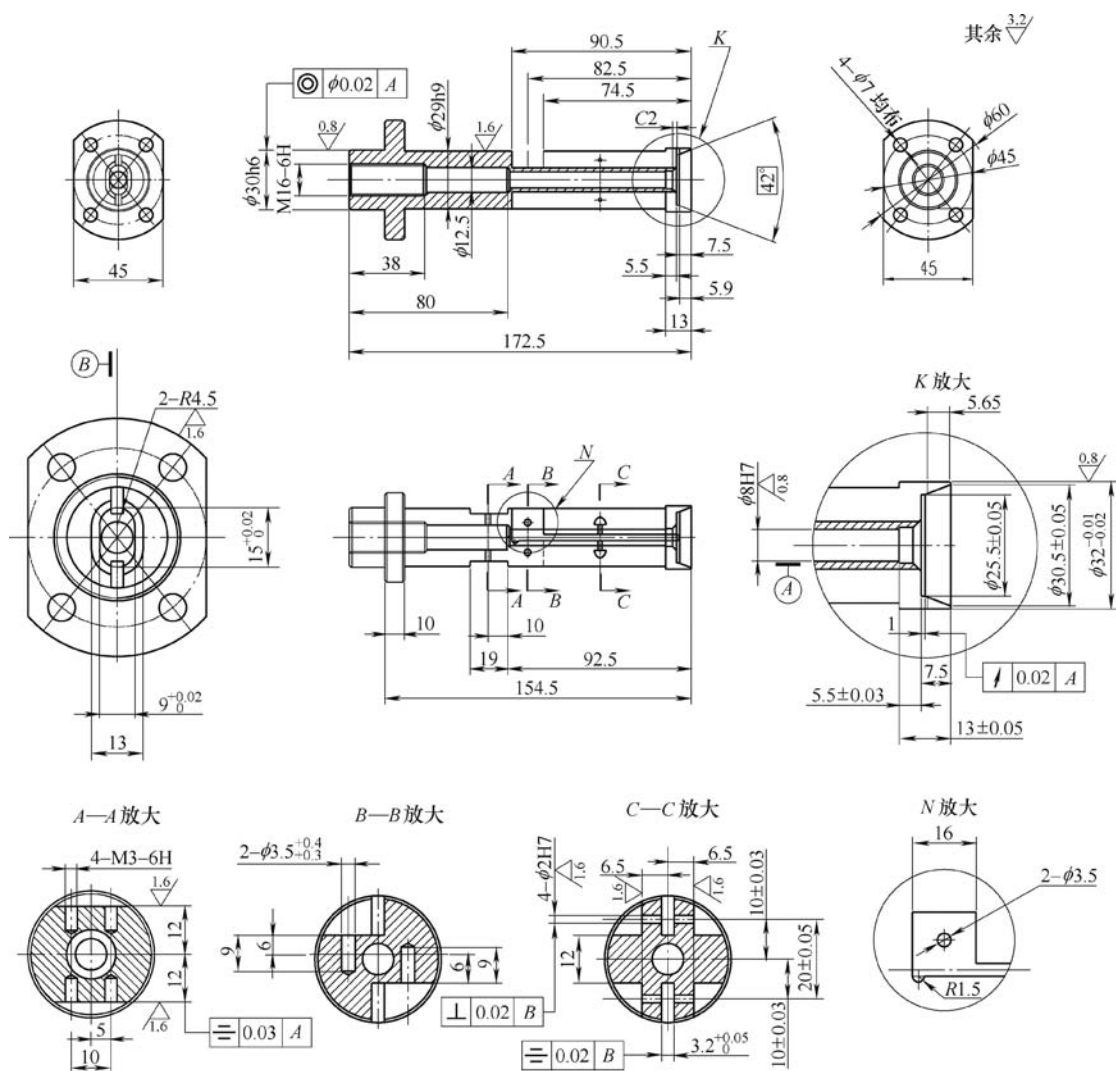


图 1

来。根据Cr12MoV材料的性能及工件尺寸精度的要求，此零件采用真空淬火的热处理工艺方法。采用分3次分段加温、封闭油淬的方式，经回火炉中温回火后，硬度为60~62HRC，工件表面基本不变形、不脱碳。

编制工艺内容如附表所示。

3. 工艺分析

该工件外形复杂、加工部位多，尺寸精度和形状与位置精度要求高，特别是热处理硬度要求高，几个关键部位必须在热处理后加工。所以，热处理后的加工设备，除常用的外圆磨床外，必须用线切割、数控车床、加工中

心、电火花加工来完成。为保证下端 $\phi 30h6$ 定位外圆与上端 $\phi 8H7$ 孔的同心度，必须采用先进的工艺手段。

(1) 粗车时，各外圆及各端面必须留合适的精加工量。因为该工件热处理采用现代化热处理方法，即真空炉淬火，其优点是变形小、脱碳层小。尽管工件长径比 $\geq 6:1$ ， $R_a=1.6\mu m$ 、 $R_a=0.8\mu m$ 外圆各端面各留余量0.4~0.5mm即可。

(2) 粗磨时，为保证各外圆同心，该工艺增加了修研两端孔角工序。被修研的两端孔角作为外磨的定位基准，消除了五个

自由度，为磨床提供了较好的定位基准，各外圆及端面均留余量0.15~0.20mm，必须保证各留量外圆与孔角的同心度 $\leq 0.01mm$ 。

(3) $\phi 8H7$ 内孔的加工是保证该工件精度的关键工序。为保证线切割加工精度，该工艺选择 $\phi 29h9$ 留量外圆作为线切割的定位基准。工艺特别注明 $\phi 29h9$ 直线度 $\leq 0.01mm$ ，为线切割装夹该件提供了高精度的定位基准。此时，该定位基准转换为 $\phi 29h9$ 的留量外圆上。线切割采用V形块定位方式，该V形块需在机床上自制，其长度 $L=120mm$ 即可，特别需要注意的是，该V形块不得二次装

工艺表

序号	工序	工艺内容	加工设备
1	备料	圆料 $\phi 65\text{mm} \times 178\text{mm}$	
2	车	各部, $R_s=1.6\mu\text{m}$ 、 $R_a=0.8\mu\text{m}$ 外圆各端面各留 $0.4\sim 0.5\text{mm}$; 锥孔留 $0.8\sim 1.0\text{mm}$; $\phi 8\text{H}7$ 孔按 $\phi 5\text{mm}$ 加工, 螺纹及 $\phi 12.5\text{mm}$ 至成品尺寸, 两端倒内孔角 $2\text{mm} \times 60^\circ$	CA6140
3	立铣	45扁	X5040
4	铣	各扁、窝、槽, 24扁留余量 $0.4\sim 0.5\text{mm}$, 3.2mm 长槽按 2.5mm 加工; 与 $\phi 32\text{mm}$ 外圆连接处留余量 $4\sim 5\text{mm}$	KTM-6H
5	划	各孔线	平台
6	钻	各孔(螺纹孔钻底孔, 4个 $\phi 2\text{H}7$ 孔不加工)	Z532
7	钳工	铰丝, 倒角、去毛刺。	钳工
8	热处理	真空淬火硬度 $60\sim 62\text{HRC}$ 。	真空炉
9	车	修研两端 $2\text{mm} \times 60^\circ$ 孔角	CA6140
10	外磨	各外圆及各端面, 各留余量 $0.15\sim 0.20\text{mm}$, $\phi 29\text{mm}$ 外圆直线度 $\leq 0.01\text{mm}$	M1432
11	线切割	以 $\phi 29\text{mm}$ 外圆定位, 割 $\phi 8\text{H}7$ 孔, 按下差留余量 0.01mm 加工	DK-65
12	数控车	$\phi 25.5\text{mm}$ 直孔及 42° 锥孔(自制锥孔检测量具)	CK6140
13	立加	24扁, 下端 $9\text{mm} \times 15\text{mm}$ 卵形槽及倒角。相互垂直度 $\leq 0.02\text{mm}$, 其余按技术要求加工	DMC1200
14	电火花加工	3.2mm 长槽, 4个 $\phi 2\text{H}7$ 孔	ZYD-71
15	车	研 $\phi 8\text{H}7$ 孔至成品尺寸(专用研棒, 细金刚砂自备)	CA6140
16	外磨	以 $\phi 8\text{H}7$ 孔定位, 穿心轴, 精磨各外圆及各端面(专用心轴)	M1432

夹使用。

另外, 由于线切割加工出的内孔不光亮, 其表面粗糙度值很难达到 $R_a=0.8\mu\text{m}$ 。所以, 工艺特规定该工序留 0.01mm 精研磨量, 并采用细金刚砂研磨成品。

(4) 数控车床在加工 $\phi 25.5\text{mm}$ 直孔及 42° 锥孔时, 仍然需用 $\phi 29\text{h}9$ 的留量外圆定位。为使定位准确, 数控车床需自备软钢爪, 保证软钢爪与 $\phi 29\text{h}9$ 的留量外圆同心度 $\leq 0.01\text{mm}$ 。同时, 加工锥孔时, 需自备检测量具, 保证 42° 锥孔的大端外圆 $\phi (32 \pm 0.05)\text{mm}$ 在尺寸精度以内。

(5) 立式加工中心加工两个关键部位, 一个是 24mm 两侧面, 另一个是 $9\text{mm} \times 15\text{mm}$ 卵形槽。 24mm 两侧面尺寸是 $2\text{mm} \times 12\text{mm}$, 两个侧面分别对

中心对称度 0.03mm , 所以, 必须用分度头装夹该件。使用分度头时, 采用一夹一顶的装夹方式, 应严格检查分度头的各项精度, 卡盘旋转一圈的跳动需 $\leq 0.02\text{mm}$, 此外, 尾座顶尖与卡盘同心度需 $\leq 0.02\text{mm}$, 采用检查上母线和侧母线的方法。

另外, $9\text{mm} \times 15\text{mm}$ 卵形槽加工仍然选用 $\phi 29\text{h}9$ 的留量外圆定位, V形块直线度需 $\leq 0.01\text{mm}$, 其长度 $L=120\text{mm}$ 即可。特别需要注意的是, 该V形块二次装夹使用时需清洗干净, 并且检查。

(6) 电火花加工 3.2mm 长槽及4个 $\phi 2\text{H}7$ 孔, 工件仍选用 $\phi 29\text{h}9$ 的留量外圆定位, V形块直线度需 $\leq 0.01\text{mm}$, 其长度 $L=120\text{mm}$ 即可。该V形块二次装夹使用时仍然需清洗干净。另外, 该工序是两次装夹加工, 需检查工件二次

装夹的垂直度和直线度, 该工艺规定两项的夹具精度 $\leq 0.01\text{mm}$, 才能保证该部位的加工精度。

(7) $\phi 8\text{H}7$ 内孔的精加工安排在卧式车床上进行, 必须采用专用的研棒, 选用细金刚砂和煤油调匀, 涂在研棒表面上, 研棒外圆需车出大导程螺旋R沟槽, 以能容纳足够的细金刚砂, 当工件安装到研棒上以后, 用尾座轻轻顶紧即可。然后, 用手沿直线方向轻轻往复运动, 由于该件硬度 $60\sim 62\text{HRC}$, 很难加工, 大约需 $30\sim 40$ 次往复运动, 并且每10次左右需涂抹一下金刚砂。另外, 要求操作者在操作时, 双手均匀握住工件, 不得倾斜向任一方向, 以保证内孔的直线度和不圆度。

(8) 精磨各外圆及各端面, 这是该件加工的最后工序, 也是关键工序。该工序定位基准选择 $\phi 8\text{H}7$ 内孔, 需使用专用心轴。关键是被磨削加工的 $\phi 30\text{h}6$ 外圆及端面和内孔是悬空装夹的, 仿佛单臂梁的使用, 很难承受外力的径向压力。必须采用先进的工艺措施, 设计专用工装心轴, 在工件进入心轴的同时, 使 $\phi 30\text{h}6$ 外圆处的内孔有刚性较好的固定方法。该固定方法不能用力过大, 用力过大会使 $\phi 8\text{H}7$ 基准失去作用, 用力过小会使操作者没法上刀。在设计该心轴时, 工艺上采用在 $\phi 12.5\text{mm}$ 外圆上, 用细麻绳均匀缠绕在该表面上, 并且用 $\phi 14\text{mm}$ 外圆限制麻绳轴向移动, 当麻绳遇冷却液后, 能自然膨胀, 使膨胀力能刚好顶住该工件的径向移动, 限制住X、Z项的两个自由度。此时, 操作者可以轻松进行

工作,使各外圆及各端面达到图样技术要求。

4. 工装设计

为满足各工序要求,相应的工装设计如下:

(1) 线切割加工 $\phi 8H7$ 孔夹具(见图2)。该夹具同样可在立式加工中心加工 $9\text{mm} \times 15\text{mm}$ 卵形槽时使用。电火花加工 3.2mm 长槽及4个 $\phi 2H7$ 孔也应采用V形块定位的方式,在此就不详细介绍了。

(2) 数控车加工 $\phi 25.5\text{mm}$ 直孔及 42° 锥孔专用锥测量规(见图3)。

(3) 研棒。研棒工作示意图如图4所示。

(4) 心轴。心轴材质为45钢,热处理硬度 48HRC 。其工作示意图如图5所示,其中未注尖角倒 $0.5\text{mm} \times 45^\circ$ 。

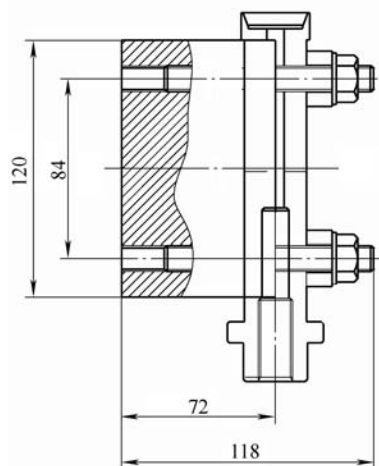


图 2

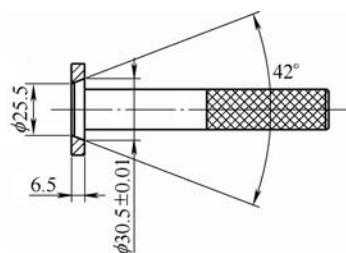


图 3

5. 结语

压头是汽车装配线上的关键加工件,是形状复杂的细长工件,该件各部尺寸精度和形状、位置精度要求都高,特别是下端定位外圆和上端定位孔同心度要求高,这是该件加工的关键环节。因该件采用Cr12MoV特殊模具钢,热处理后硬度达到 $60 \sim 62\text{HRC}$,相当于碳素工具钢淬火后的硬度,淬火后加工难度太大。 $\phi 8H7$ 内孔长度 84mm ,长径比 $>10:1$,只好采用线切割加工。线切割加工内孔时达不到和 $\phi 30h6$ 外圆的同心度要求,其表面粗糙度值也达不到 $R_a=0.8\mu\text{m}$,所以必须采用先进的非常规的工艺方法。对该件加工的每个环节进行了认真分析后,对每个关键环

节采取了较先进的高精尖工艺技术,保证了该件的顺利加工。

参考文献:

- [1] 陈志毅,刘瑞玲,等.金属材料与热处理[M].北京:中国劳动社会保障出版社,2007.
- [2] 陈宏钧.实用机械加工工艺手册[M].北京:机械工业出版社,2003.
- [3] 郑修本.机械制造工艺学[M].北京:机械工业出版社,2006.
- [4] 徐洪义,马芳苓,等.车工(技师 高级技师)[M].北京:中国劳动社会保障出版社,2007.
- [5] 高平行,黄忠元,等.磨工(初级技能 中级技能 高级技能)[M].北京:中国劳动社会保障出版社,2004.

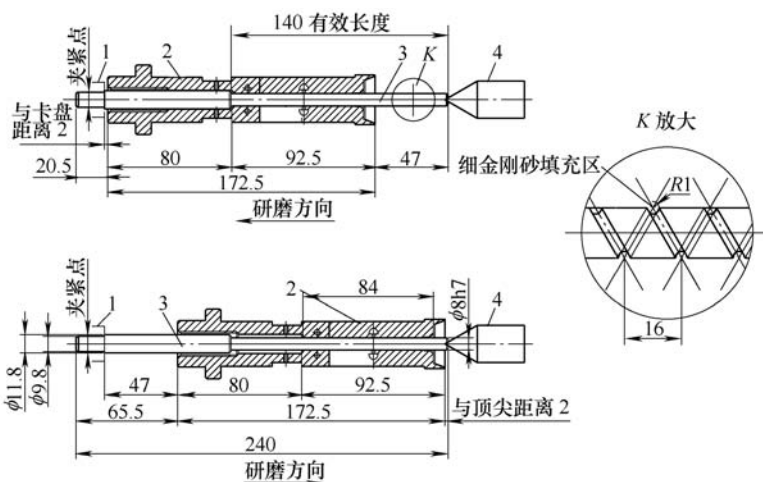


图 4

1.卡爪 2.加工件 3.研棒 4.顶尖

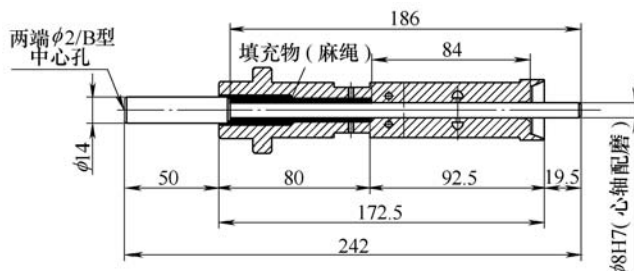


图 5

MW (收稿日期: 20160201)