

中国地质大学长城学院

本科毕业设计

题目 华晨 S30 汽车钟形壳加工工艺及夹具设计

系 别 工程技术系

专 业 机械设计制造及其自动化

学生姓名 张江飞

学 号 05211508

指导教师 王胜曼

职 称 讲师

2015 年 4 月 28 日

摘 要

钟形壳是轿车传动系统中的重要部件，其作用是将发动机的动力从变速器传递到两个前车轮，驱动轿车高速行驶和转向。用于轿车的等速万向节类型很多，其中应用最多的是球笼式等速万向节和三角架式等速万向节，它主要有滑套、三向轴、传动轴、星形套、保持架、钟形壳主要零件组成。由于等速万向节传递繁重的驱动力矩，随受负荷重，传动精度高，需求量很大，又是安全件，因此其主要零件均采用精锻件加工而成。钟形壳是等速万向节中传动力矩的重要零件。

本文将会通过对汽车钟形壳工艺设计的安排进一步来了解钟形壳，同时对汽车传动系统有很大的认识。

关键词：万向节； 钟形壳； 传动力矩

ABSTRACT

Bell shell is an important part in car driving system, its function is the power of the engine from the transmission is passed to the two front wheels, drive cars speeding and turning. Many, such as universal joint types used in cars, among which applied the most were the ball cage patterned constant speed universal joint and the triangle frame patterned constant speed universal joint, it has a sliding sleeve, three main shaft, drive shaft, star, cage, bell-shaped shell main parts. Due to the constant velocity universal joint transmission heavy driving moment, with the heavy load, high driving accuracy and high demand, and security, so its main parts are made from fine forging processing. Bell shell is one of the important parts in the patterned constant speed universal joint transmission torque, the engine's power from the transmission, through the universal joint is passed to the two wheels.

This article will through the car bell shell ball cage universal joint products internal structure of the main parameters of the system, detailed and accurate design calculation is analyzed, and then explore the bell-shaped shell more scientific and reasonable machining process route. And combined with actual example of involute spline of surveying and mapping within the facility, agent export and steps in the actual surveying and mapping of fast and effective method, and special fixture of bell-shaped shell processing (trigeminal CAM) design.

Keywords: Universal joint; Bell shells; The transmission torque

目 录

1 前言	1
1.1 课题研究背景及意义	1
1.2 汽车球笼发展状况	1
2 钟形壳结构和工艺性分析	1
2.1 钟形壳结构功能分析	1
2.2 钟形壳结构工艺性分析	2
3 毛坯的确定和工艺安排	2
3.1 毛坯的类型	2
3.2 选择定位基准	3
3.3 选择表面加工方法	3
3.4 工艺安排	3
3.5 确定主要的工序尺寸	4
4 专用夹具的设计	10
4.1 接受设计任务、明确加工要求	10
4.2 确定定位方案、选择定位元件	11
4.3 确定夹紧方案	12
4.4 夹具精度分析	12
5. 结 论	13
参考文献	14
致 谢	15

1 前言

1.1 课题研究背景及意义

汽车的主要组成系统包括：动力系统、传动系统、控制系统等。钟形壳是球笼半轴的重要组成部分，它可以在钢球和轴杆的相互作用下伸缩，至此来调节运动中轴管与叉头之间的距离变化，常使用花键联接。向节是保证变速器输出轴与驱动桥输入轴两轴线夹角的变化，并实现两轴的等速传动。汽车传动轴是万向传动装置的传动轴中能够传递动力的轴。它是一个高转速、少支承的旋转体，因此它的动平衡是至关重要的。现在的汽车球笼式等速万向节主要由钟形壳、星形套、钢球、保持架结构等组成。在钟形壳的内腔和防尘罩之间充满了油脂，来保证钢珠和钟形壳内腔的润滑。总之研究钟形壳是对球笼半轴更生深刻的认识和了解。

1.2 汽车球笼发展状况

汽车球笼是奥地利人于 1926 年发明的，后来经过多次改进。1958 年英国波菲尔集团成功研制了球笼联轴器。1963 年日本从英国引进了该项目技术。从而进行了大量的研究、改进、生产、销售等，在此基础上于 1965 年又试制成功了可作轴向滑动的球笼联轴器。机械研究所、大连轻工学院共同起草的球笼式等速万向节的国家统一标准(GB7549-78)。国内主要围绕球笼式等速万向节的结构、原理、设计、承缓慢载能力、加工制造、应用等方面来进行开发研制。现在世界上许多国家都在生产自己的球笼半轴；之前我国的汽车技术发展缓慢，好多汽车技术靠进口，在汽车球笼方面更是与发达国家相差甚远，但是随着我国汽车工业特别是轿车工业迅速发展，也带动汽车传动轴行业的发展，汽车球笼半轴如雨后春笋般发展迅速，现在中国的好多城市都建立了球笼制造厂，并且都开始自己创新来研发自己的产品。

2 钟形壳结构和工艺性分析

2.1 钟形壳结构功能分析

如图 1 (a) 所示，球形壳 1 的内表面和星形套 3 的球表面上各有沿圆周均匀分布的六条同心的圆弧滚道，在它们之间装有六个传力钢球 2，这些钢球由球笼 4 保持在同一平面内。经验表明，当轴间夹角较小时，分度杆是必要的；当轴间夹角大于 11° 时，仅靠球形壳和星形套上的子午滚道的交叉也可将钢球定在正确位置。这种等速万向节无论转动方向如何，六个钢球全都传递转矩，它可在两轴之间的夹角达 $35^\circ \sim 37^\circ$ 的情况下工作。目前结构较为简单、应用较为广泛的是 Birfield 型球笼式万向节，如图 2.1 (b) 所示。当受载时，钢球与滚道的接触点实际上为椭圆形接触区。由于工作时球的每

个方向都有机会传递转矩，且由于球和球笼的配合是球形的，因此对这种万向节的润滑应给予足够的重视。润滑剂的使用主要取决于传动的转速和角度。在转速高时，一般使用防锈油脂。若转速和角度都较大时，则使用润滑油。但是滚道的制造精度高，成本较高。伸缩型球笼式万向节结构与一般球笼式相近，仅仅外滚道为直槽，如图 1.1 (c) 所示。

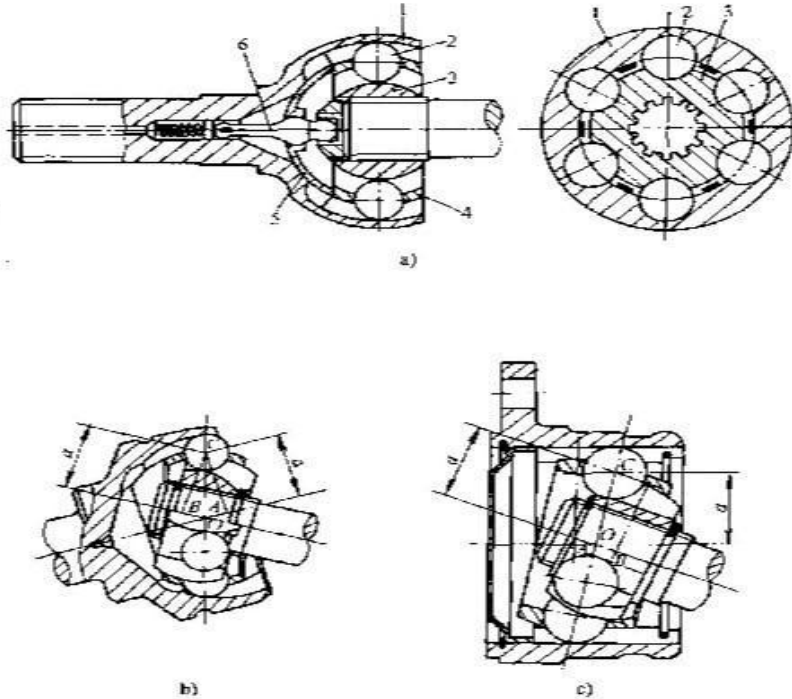


图 1 钟形壳结构功能分析图

2.2 钟形壳结构工艺性分析

由图 2.1 (a) 可知，钟形壳外形并不复杂，尺寸不太大，大致的工序包括：①铣端面打中心孔②精车外形③精车内腔④铣沟道⑤搓花键、螺纹⑥铣键槽⑦硬车基面、外圆⑧磨沟道、内球面等主要工序。由整个工序看来，铣沟道和磨沟道、内球面是给加工带来一定的难度的。沟道是曲面，在变动和冲击载荷环境下，对沟道的要求很高。花键和螺纹可用不同的滚压板在同一个搓齿机里加工出来。

3 毛坯的确定和工艺安排

3.1 毛坯的类型

考虑到钟形壳在传递力矩过程时要承受很强的交变载荷和冲击力，所以要求材料要有很高的强度、冲击韧度、疲劳强度和耐磨性等，而且钟形壳轮廓形状不复杂，所以采用锻件。零件尺寸很小，毛坯要求精度高，余量小，而且零件属于大批量加工，故采用模锻。

毛坯图如下：

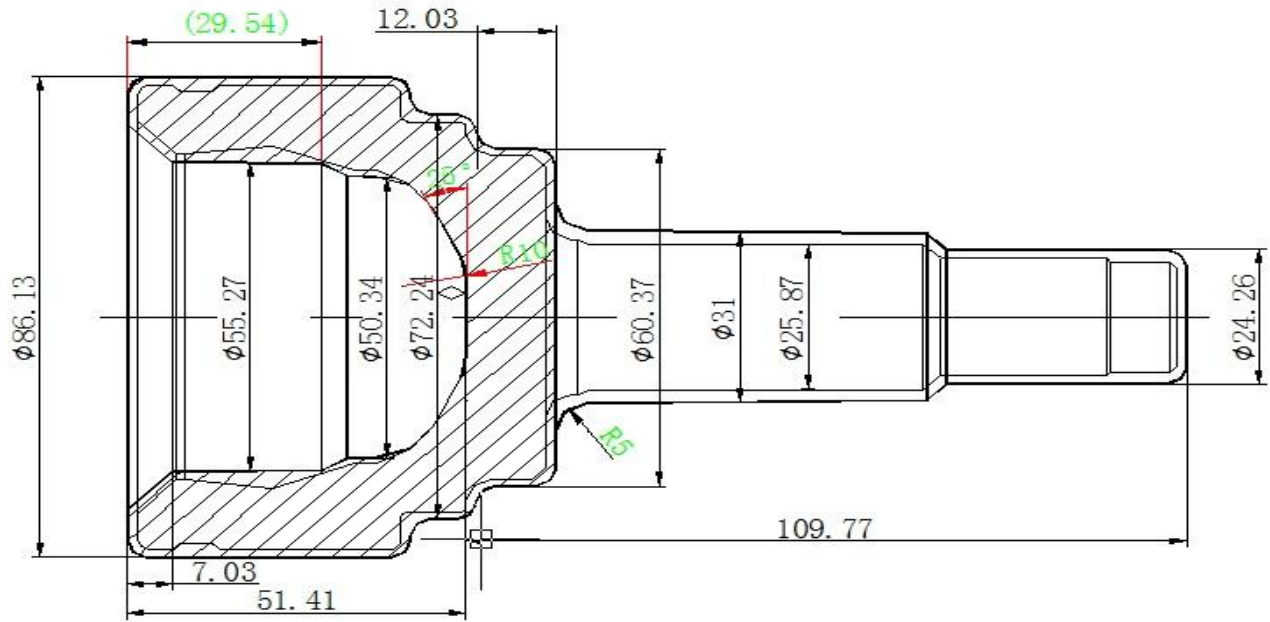


图 2 毛坯图

3.2 选择定位基准

在钟形壳加工工艺中，钟形壳基准中心孔加工的是否精确合理直接影响钟形壳的后续其它工序的加工。

在此次工艺设计中，首先以钟形壳毛坯的内腔来定位同时卡住钟形壳的轴端位置来加工中心孔和端面的，之后就以中心孔和内腔来定位加工。

3.3 选择表面加工方法

根据各表面加工要求以及各种加工方法的经济精度，来确定加工方法，具体要求如下：

- (1) $\Phi 19.80$ 圆柱面：粗车 (IT12) — 半精车 (IT10) — 精车 (IT6)。
- (2) M22 螺纹：粗车 (IT12) — 半精车 (IT10) — 滚螺纹 M22。
- (3) $\Phi 27$ 花键：粗车 (IT12) — 半精车 (IT10) — 搓花键 $\Phi 27$ 。
- (4) ABS 外圆直径 $\Phi 70$ ：粗车 (IT12) — 半精车 (IT10) — 精车 (IT6) — 精车 (IT4)。
- (5) $\Phi 83$ 圆柱面：粗车 (IT12) — 半精车 (IT10) — 精车 (IT6)。
- (6) $\Phi 61.91$ 内球面：粗铣 (IT12) — 精铣 (IT8) — 磨内球面 (IT6)。

3.4 工艺安排

根据生产计划要求，球笼式等速万向节每年生产 10000 套，若取钟形壳备品率为 7%，机械加工废品率为 3%，则该零件的年生产纲领为：

$$N=Qn(1+\alpha \% + \beta \%) = 10000 \text{ 件/年} \times 1 \text{ 件/套} \times (1+7\%+3\%) = 11000 \text{ 件/年}$$

可见，球笼式等速万向节的钟形壳杆年生产量为 22000 件，传动轴杆属于球笼式等速

万向节的一部分，属于轻型机械，通过查各种生产类型的规范表格可以确定该零件生产类型为大批量生产，其毛坯制造、加工设备及工艺装备的选择应呈现大批生产的工艺特点。

钟形壳加工工艺路线：①铣端面、打中心孔；②精车外形；③精车内腔；④铣沟道；⑤搓花键、螺纹；⑥铣键槽；⑦车基面、外圆；⑧磨内球面沟道；⑨检验等。

3.5 确定主要的工序尺寸

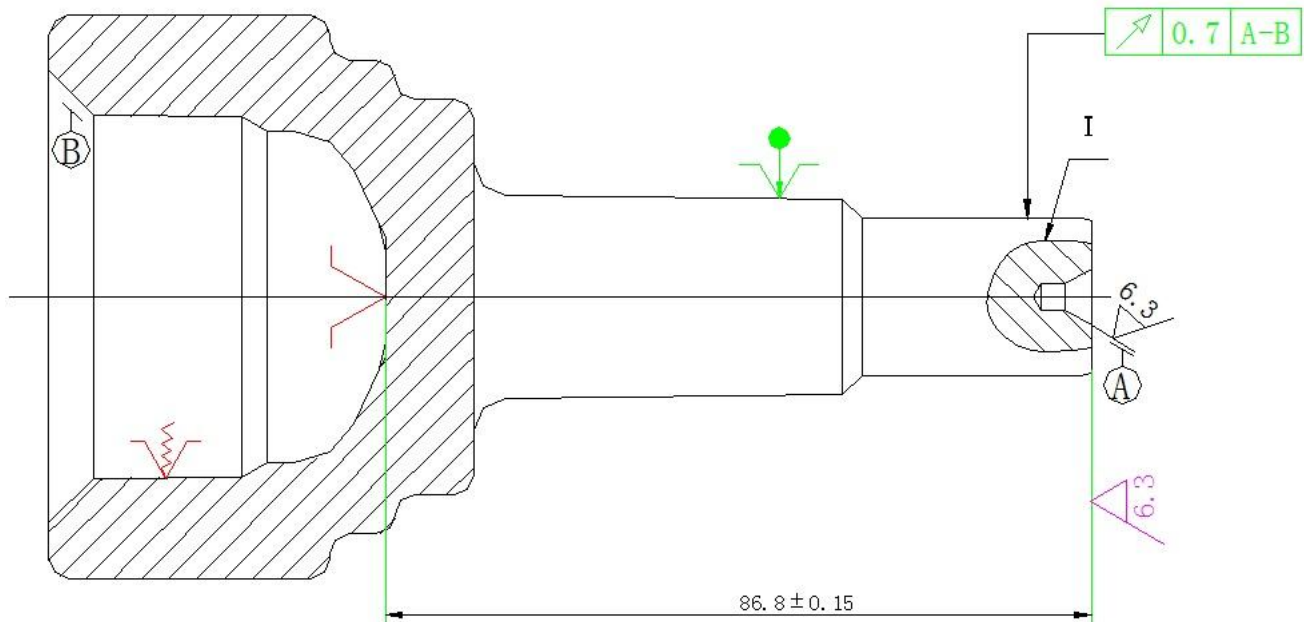
加工表面	加工内容	加工余量	精度等级	加工尺寸	表面粗糙度
Φ 19.80 圆柱面	铸件	4.46	CT9	Φ 24.26 ± 0.5	—
	粗车	3.00	IT12	Φ 21.26 ± 0.3	12.5
	半精车	1.00	IT10	Φ 20.26 ± 0.2	6.3
	精车	0.46	IT6	Φ 19.80 _{-0.3} ⁰	6.3
M22 螺纹	铸件	3.28	CT9	Φ 24.26 ± 0.5	—
	粗车	2.00	IT12	Φ 22.26 ± 0.3	12.5
	半精车	1.00	IT10	Φ 21.26 ± 0.2	6.3
	精车	0.28	IT6	Φ 20.98 _{-0.03} ⁰	6.3
	滚螺纹	—	IT6	M22 × 1.5-6g	6.3
Φ 27 花键	铸件	5.00	CT9	Φ 31 ± 0.4	—
	粗车	3.60	IT12	Φ 27.40 ± 0.3	12.5
	半精车	1.00	IT10	Φ 26.40 ± 0.2	6.3
	精车	0.40	IT6	Φ 26 _{-0.03} ⁰	6.3
	搓花键	—	IT6	Φ 27 _{-0.25} ⁰	3.2
ABS 外圆直径 Φ 70	铸件	2.24	CT9	Φ 72.24 ± 0.4	—
	粗车	1.00	IT12	Φ 71.24 ± 0.1	12.5
	半精车	0.60	IT10	Φ 70.64 ± 0.1	6.3
	精车	0.34	IT6	Φ 70.30 ± 0.05	6.3
	精车	0.30	IT4	Φ 70 ₀ ^{+0.03}	1.6
Φ 83 圆柱面	铸件	3.13	CT9	Φ 86.13 ± 0.2	—
	粗车	2.00	IT12	Φ 84.13 ± 0.1	12.5
	半精车	0.70	IT10	Φ 83.43 ± 0.1	6.3
	精车	0.43	IT6	Φ 83 ± 0.1	6.3
Φ 61.91 内球面	铸件	6.64	CT9	Φ 55.27 ± 0.1	—
	粗铣	5.50	IT12	Φ 60.77 ± 0.1	12.5
	精铣	1.00	IT10	Φ 61.77 ₀ ^{+0.05}	6.3
	磨内球面	0.14	IT6	Φ 61.91 ₀ ^{+0.03}	0.8

钟形壳加工具体工艺如下：

工序 005：铣端面，打中心孔；

设备名称：铣端面打中心孔机床；工装名称：内腔定位；刀具名称：铣刀盘、铣刀片、中心钻；具体过程：将钟形壳毛坯卡主然后铣端面让窝底到小端面的距离为 $86.8 \pm 0.15\text{mm}$ ；再者就是钻中心孔，中心孔的深度为 $13.5 \pm 0.025\text{mm}$ 。

具体工艺过程图如下：



I部放大
2:1

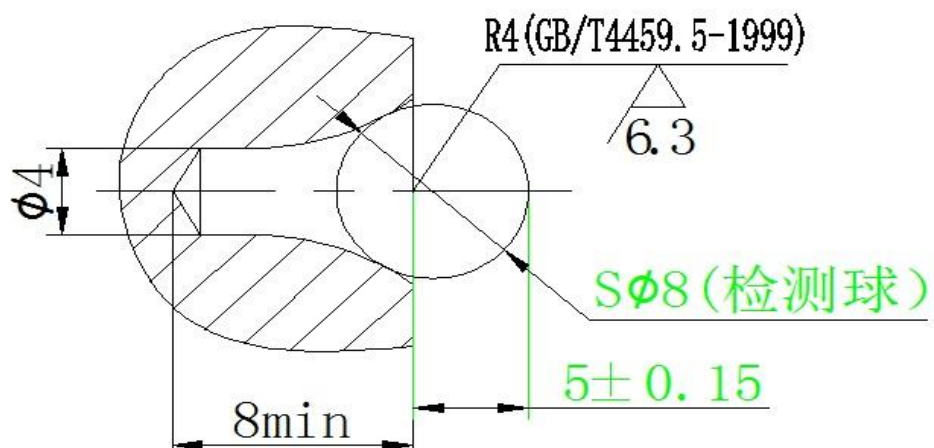


图3 铣端面、打中心孔图

工序 010：精车外形；

设备名称：数控车床；工装名称：内腔定位、专用夹爪、回转顶尖；刀具名称：粗车刀杆、粗车刀片、精车刀杆、精车刀片；具体过程：首先粗车外形，再精车。工件循环时间为 75 秒，切削液为马斯特 sc445，浓度为 4—6%。技术要求：①加工表面不得有尖棱毛

刺；②未注尺寸公差为 ± 0.2 ，未注角度公差为 $\pm 30^\circ$ 。

此工序图如下：

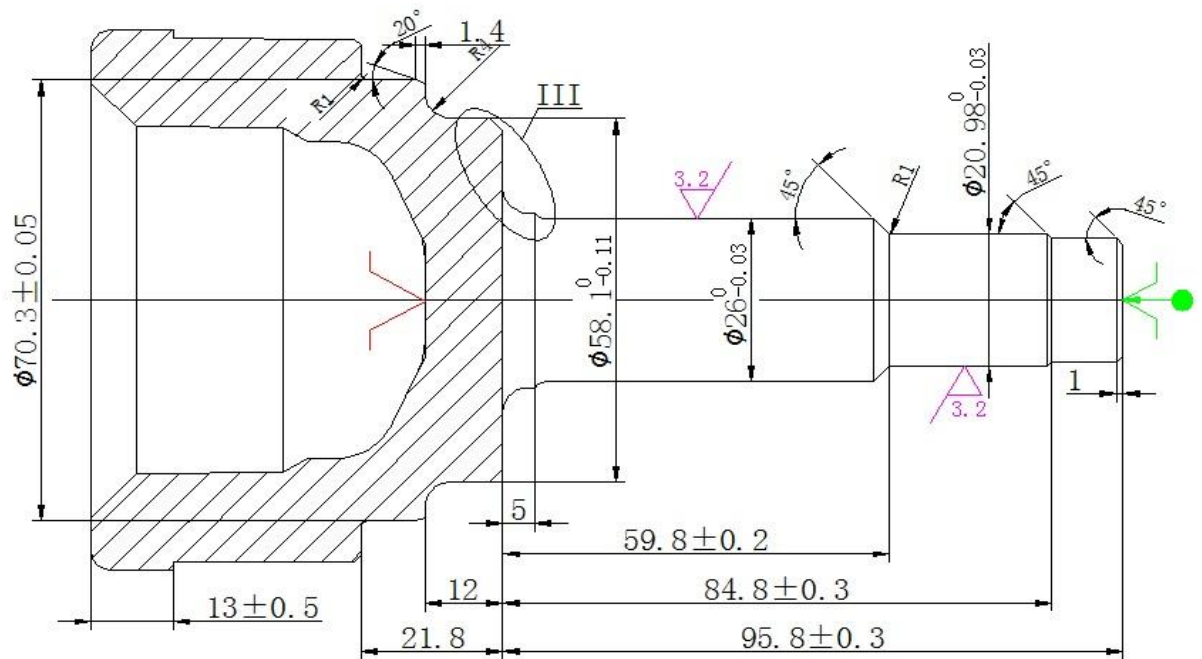


图 4 精车外形图

工序 015：精车内腔；

设备名称：数控车床；工装名称：定位、橡胶夹头；刀具名称：粗车刀杆、粗车刀片、精车刀杆、精车刀片；具体过程：主要是车内球面直径，来保证球面中心高为 $44.9 \pm 0.005\text{mm}$ ；同时车内孔直径、密封槽直径、外圆直径来保证密封槽的位置、宽度、形状等；工件循环时间为 75 秒，切削液为马斯特 sc445，浓度为 4—6%。技术要求：①加工表面不得有尖棱毛刺；②未注尺寸公差为 ± 0.2 ，未注角度公差为 $\pm 30^\circ$ 。

此工序图如下：

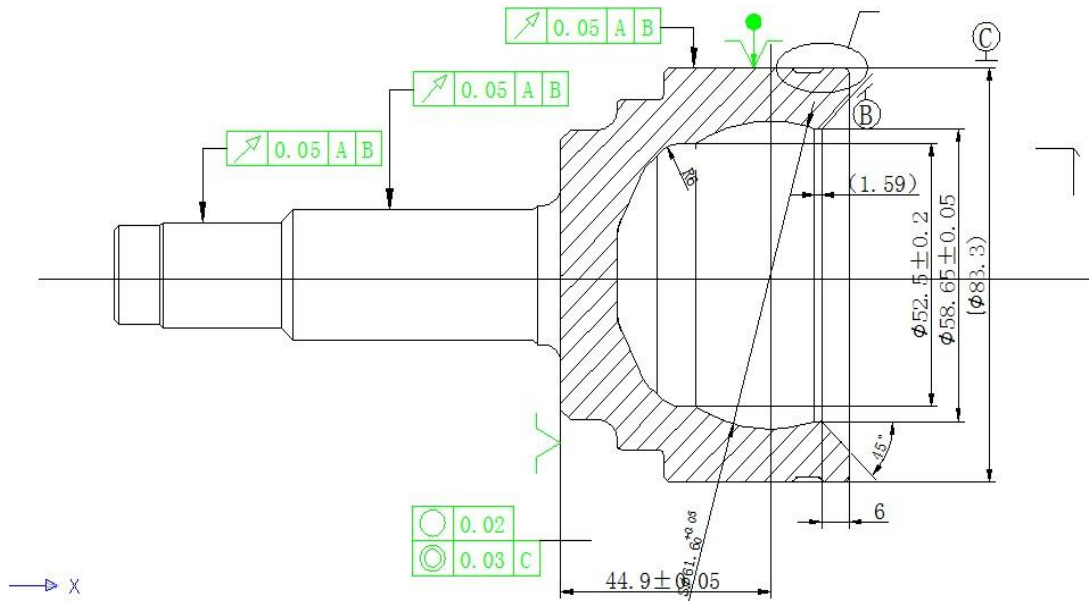
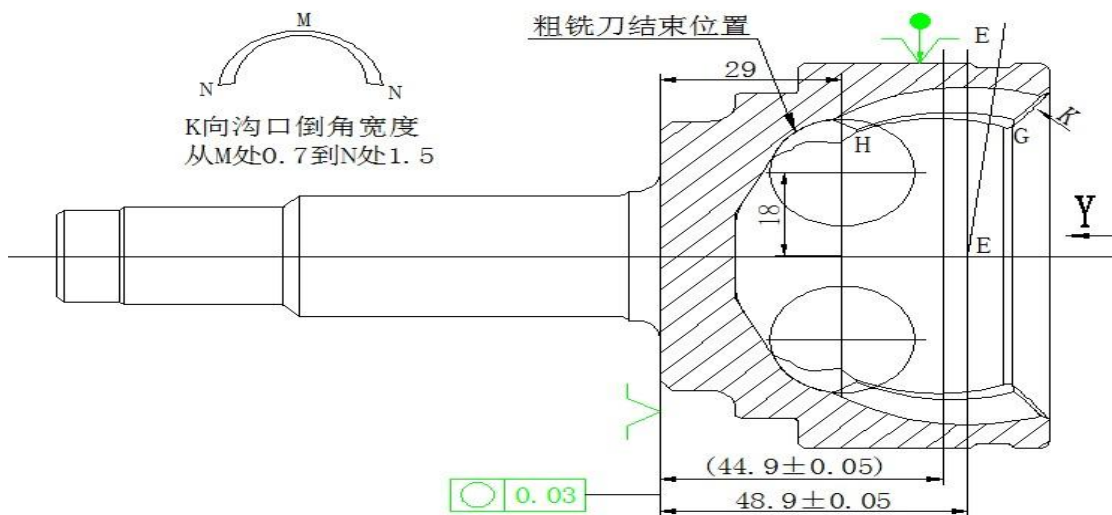


图 5 精车内腔图

工序 020: 铣沟道;

设备名称: 沟道铣床; 工装名称: 橡胶夹头、定位; 刀具名称: 粗铣刀杆、粗铣刀片、精铣刀杆、精铣刀片; 具体过程: 用铣刀洗沟道来保证, 沟底直径, 沟道中心高, 沟道长度, 件循环时间为 140 秒, 切削液为马斯特 sc445, 浓度为 4—6%。技术要求: ①加工表面不得有尖棱毛刺; ②未注尺寸公差为 ± 0.3 , 未注角度公差为 $\pm 30^\circ$ 。③沟缘倒角由 G 到 H 逐渐减小, G 处为 3, H 处为 1。

此工序图如下:



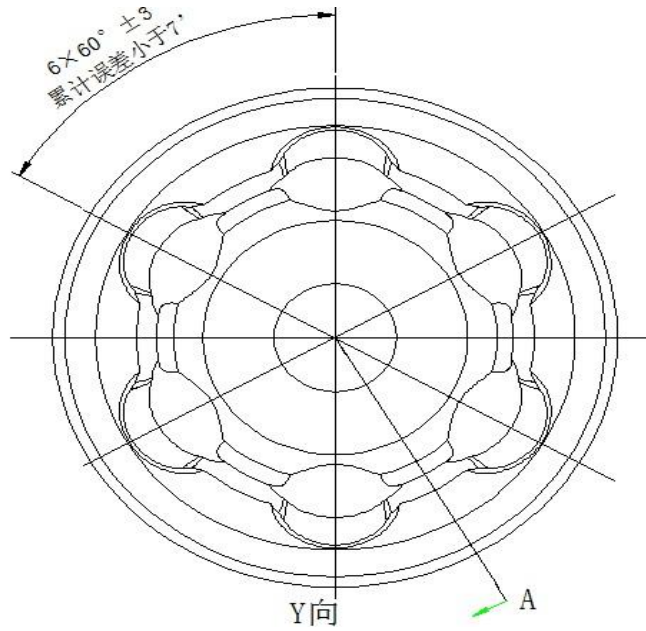


图 6 铣沟道图

工序 025: 搓花键、螺纹;

设备名称: 搓齿机; 工装名称: 大头顶尖、搓丝板垫板; 刀具名称: 搓齿板、搓丝板;
渐开线花键参数: 齿数 $Z=26$; 模数 $M=1.0$; 压力角 $\alpha=30^\circ$; 齿根圆角 $R=0.19-0.3$; 分度圆直径 $D = m \times z = \Phi 26$; 外花键大径 $D_o = m \times (z + 1) = \Phi 27_{-0.025}^0$

外花键小径 $D_{re} = m \times (z - 1.5) = \Phi 25_{-0.021}^0$; 齿形误差 $F_f=0.02$; 齿向误差: $F_b=0.04$;
相邻周节误差 $=0.013$; 周节累计误差: $F_p=0.04$; 量棒直径: $D_{re}=\Phi 2.0$; 跨棒距: $M_{re}=D_b \times \cos(90/z)/\cos\alpha_i - D_{re}=29.32_{-0.03}^0$; 工件循环时间为 22 秒, 切削液为油雾切削油。

此工序图如下:

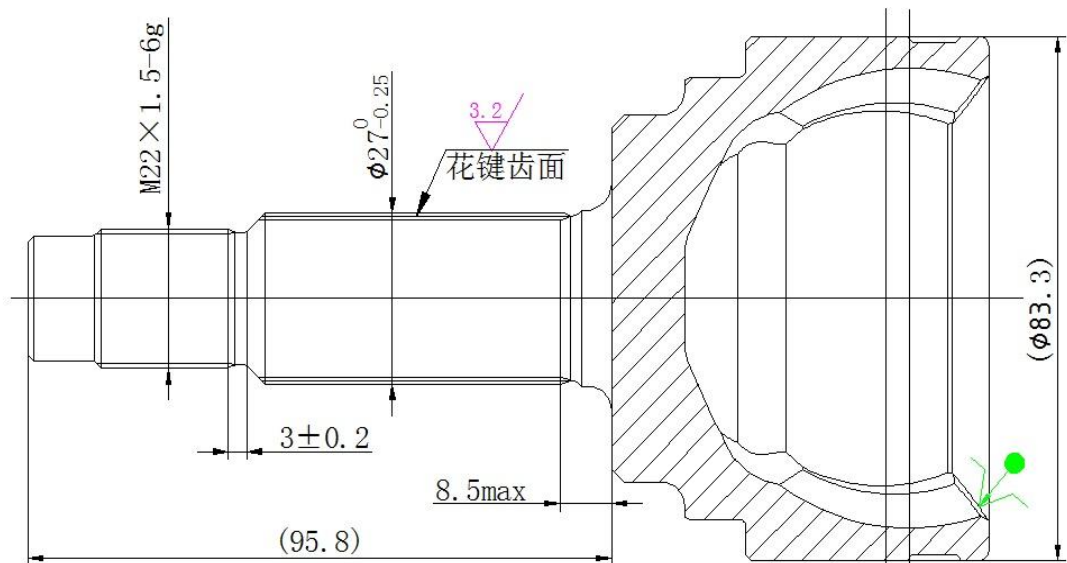


图 7 搓花键、螺纹图

工序 030: 铣键槽;

设备名称：专用键槽铣床；工装名称：夹块；刀具名称：直齿三面刃铣刀；
 具体过程：用铣床铣键槽保证槽宽、槽长度、槽深度尺寸；工件循环时间为 35 秒；
 此工序图如下：

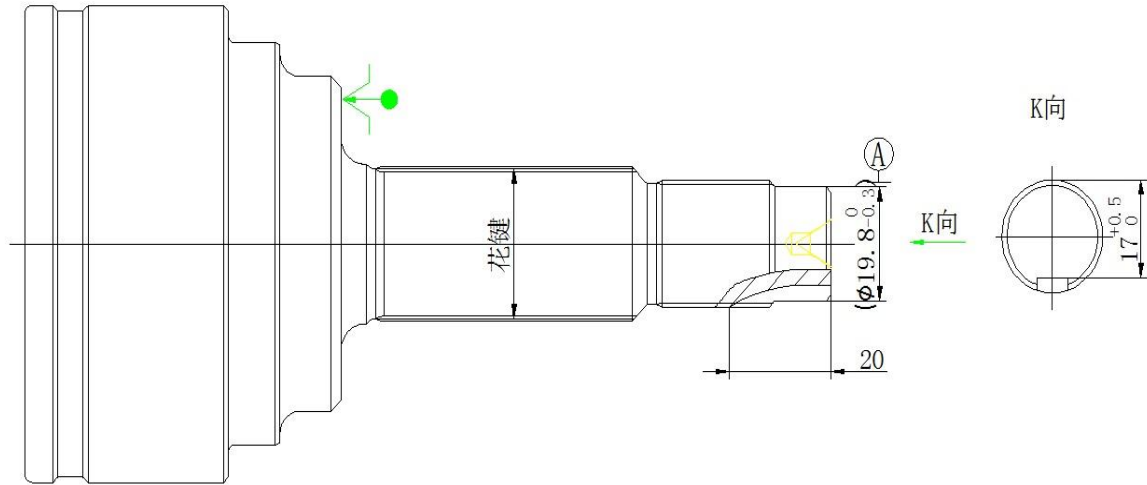


图 8 铣键槽图

工序 035：硬车基面外圆；

设备名称：数控车床；工装名称：拨动顶尖、回转顶尖；刀具名称：外圆刀杆，陶瓷刀片；具体过程：硬车大外圆直径、硬车 ABS 外圆直径，保证台阶位置为 22 ± 0.2 ；同时注意外圆对花键的同轴度保证在 0.03，大外圆的圆度小于 0.01；工件循环时间为 28 秒，切削液为马斯特 sc445，浓度为 4—6%。技术要求：①加工表面不得有尖棱毛刺；②磨削表面不得有烧伤。

此工序图如下：

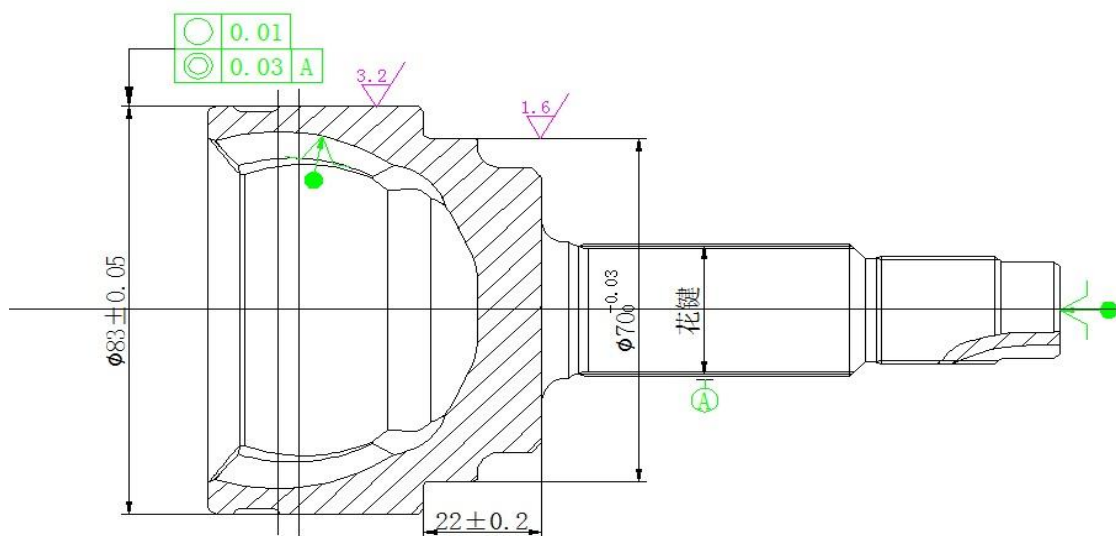


图 9 硬车基面外圆图

工序 040：磨沟道、内球面；

设备名称：内球面沟道复合磨床；工装名称：初定位、定位、专用夹爪、卸料定位；
 刀具名称：指形砂轮、鼓形砂轮、砂轮杆、金刚石滚轮；具体内容：用指状砂轮磨沟道，
 用鼓状砂轮磨内球面，保证内球面直径和球面中心高；工件循环时间为 65 秒，切削液为
 泰利德 FIN810 浓度为 4—6%。技术要求：①加工表面不得有尖棱毛刺；②磨削表面不得有
 烧伤。

此工序图如下：

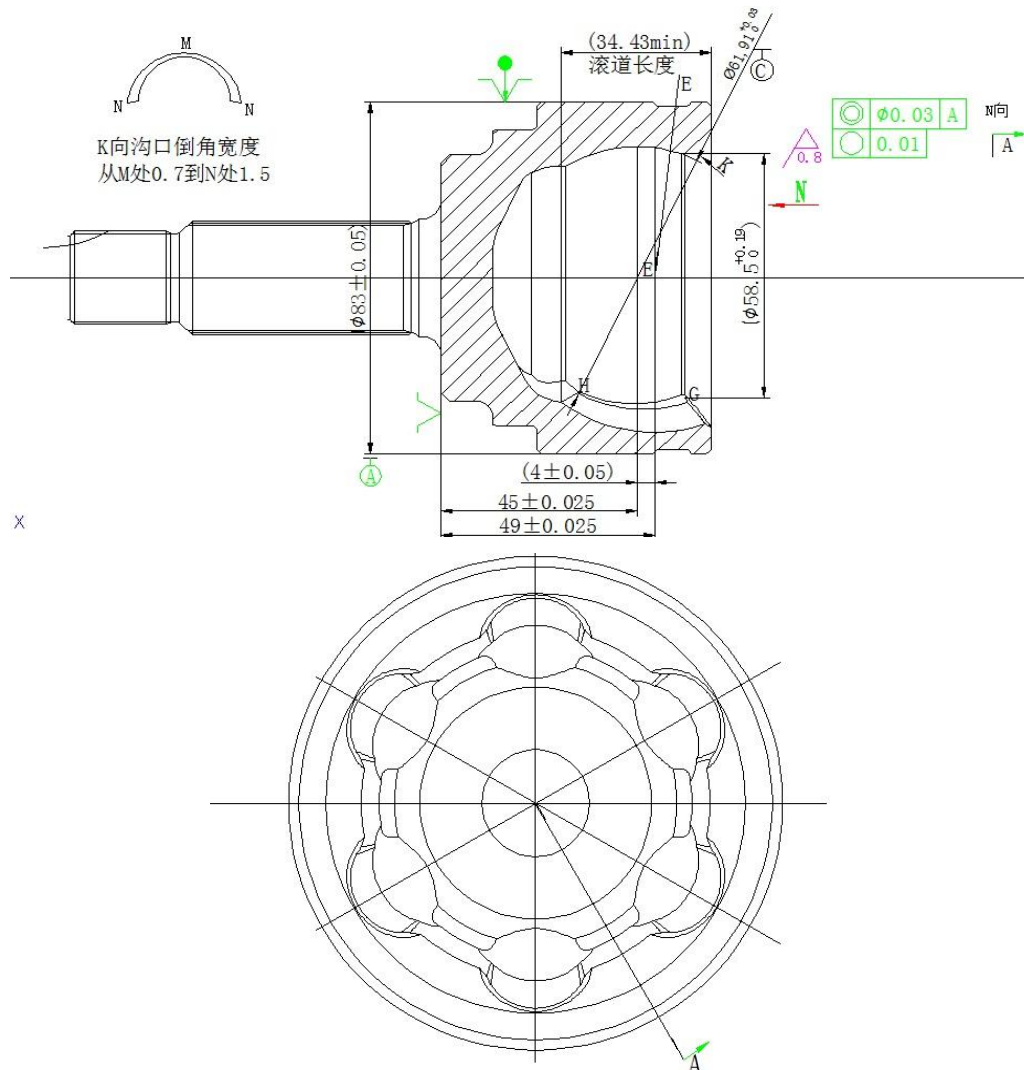


图 10 磨沟道、内球面图

4 专用夹具的设计

4.1 接受设计任务、明确加工要求

专用夹具主要作用是专为工件的某道工序设计制造的夹具。它是用于实现被加工零件的准确定位，夹紧，刀具的导向以及装卸工件时的限位等作用的。在产品相对稳定、批量

较大的生产中，采用各种专用夹具，可获得较高的生产率和加工精度。专用夹具的设计投资较大、周期较长。本次专用夹具设计任务是对钟形壳精车外形时，对钟形壳内腔的定位及夹紧。本道工序的加工要求：

- (1) 钟形壳螺纹的滚前径为 $\Phi 20.98_{-0.03}^0$ ；
- (2) 钟形壳花键的滚前径为 $\Phi 26_{-0.03}^0$ ；
- (3) 主要的轴向距离为： 59.8 ± 0.2 、 84.8 ± 0.3 、 95.8 ± 0.3 ；
- (4) 钟形壳的毛坯材料为 55 号钢；
- (5) 钟形壳产品的生产纲领：22000 件/年。

4.2 确定定位方案、选择定位元件

本道工序主要是对钟形壳内腔定位的设计，由于内腔为圆弧，所以要采用圆弧状的夹具来定位；钟形壳的内撑的夹具设计，主要应用于汽车钟形壳的加工领域，包括夹具主体，所述夹具主体前端侧部设有顶块，所述夹具主体上设有将顶块顶出的顶出结构。该夹具可对汽车等速万向节的钟形壳进行一次装夹，可同时完成对钟形壳外径和端面的粗精车加工。

参考图如下：

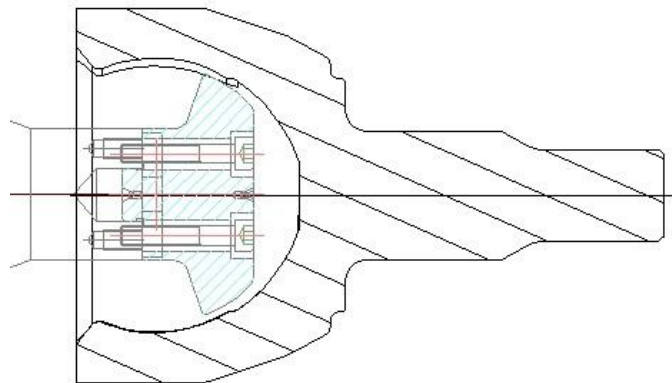


图 11 夹具图

中内撑钟形壳的是三叉凸轮，凸轮三叉，可以均匀的分布在钟形壳的内部，并且使内壁与凸轮恰好顶住。由内腔直径的大小来判断凸轮的弧度大小。

如下图三叉凸轮：



图 12 三叉凸轮图

4.3 确定夹紧方案

该夹具组合一共限制 5 个自由度，钟形壳内腔用三叉凸轮定位，另一端用顶尖定位夹紧。工人在换工装时只需将三叉凸轮换掉就能来完成夹紧。

4.4 夹具精度分析

由于毛坯存在着误差，致使工件在安装时有误差，加工精度受到影响。夹具的精度需要更好地保证，至此需要三叉凸轮的圆弧平稳，具有良好地耐磨性，有好的强度。

5. 结 论

钟形壳是汽车万向节的主要组成部分，它是一个高转速、少支承的旋转体，因此它的动平衡是至关重要的。钟形壳的内径球面与保持架的外径球面组成一个转动定心球面副；保持架的内径球面与星形套的外径球面也组成一个转动定心球面副，同时在加工过程中需要各个工序互相配合，发现问题可以及时的调整，来保证钟形壳的精度和质量。

机械加工工艺规程，是规定零件机械加工工艺过程和操作方法的重要工艺文件。它不仅是企业生产中重要的技术文件，也是机械制造过程中用于指导生产、组织加工和管理工作的基本依据，还是新建和改建工厂或车间的基本资料。

参考文献

- [1] 石宝枢. 球笼式万向节的共轭曲面原理与解析, 轴承, 2001(2):5-10.
- [2] 臧新群. 等速万向节椭圆沟道成形工艺参数的优化. 轴承, 1999(2):8-11
- [3] 胡家秀. 简明机械零件设计实用手册. 北京: 机械工业出版社, 2010
- [4] 王世刚, 张春宜, 徐起贺. 机械设计实践. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2001
- [5] 王文斌, 机械设计手册(新版). 北京: 机械工业出版社, 2004
- [6] 陈家瑞, 汽车构造. 北京: 机械工业出版社, 2005
- [7] 濮良贵主编. 机械设计[M]. 北京. 高等教育出版社, 1997 及其他相关资料。

致 谢

时间过得很快，在短短的半个学期毕业设计即将结束，我的大学生活也即将画上了圆满的句号。在这次设计过程中得到了许多老师和同学的热心指导，尤其是老师在百忙之中多次给与指导，在此表示衷心的感谢！

通过这次毕业设计，使自己更加清醒地认识到知识的无穷无尽以及自己所学的微小。在实习中学到了许多书上所没有的东西，知识面得到了极大的扩展和丰富，让我了解了以前想知道但没有弄清楚的东西，如汽车传动系统的组成、构造等汽车相关的知识。

毕业设计是对我们大学四年所学知识的一次总结，同时也是对我们各种能力的一次考验。设计过程中通过初步尝试、发现问题、寻找解决方法、确定方案的步骤，逐渐培养了我们独立思考问题的能力和创新能力，同时也是我们更加熟悉了一些基本的机械设计知识。本次设计几乎运用了我们所学的全部机械课程，内容涉及到机械设计、机械材料、力学、液压传动、机械图学等知识，以及一些生产实际方面的知识。通过设计巩固了理论知识，接触了实际经验，提高了设计能力和查阅文献的能力，为今后工作最后一次在学校充电。

在我结束毕业设计的同时，也结束了我的大学生活。这意味着我进入了人生新的起点，我会用我在学校所学到的知识在崭新的生活中不断进取，发奋图强。用我的事业成就来报答学校和老师对我的栽培，回报社会对我的关爱！