

# 发动机活塞销工艺方案研究及开发可行性论证

## 一、概述

- 1、功用：活塞销是发动机中的重要零件。用于连接活塞和连杆，具有光滑、坚硬的外表面的精密圆筒形零件。并将活塞所承受的气体压力、惯性力传递给连杆。因此本身要有足够的强度、刚度、耐磨性、抗疲劳性。
- 2、连接形式：活塞销与活塞、连杆的连接结构简图，见图 1.

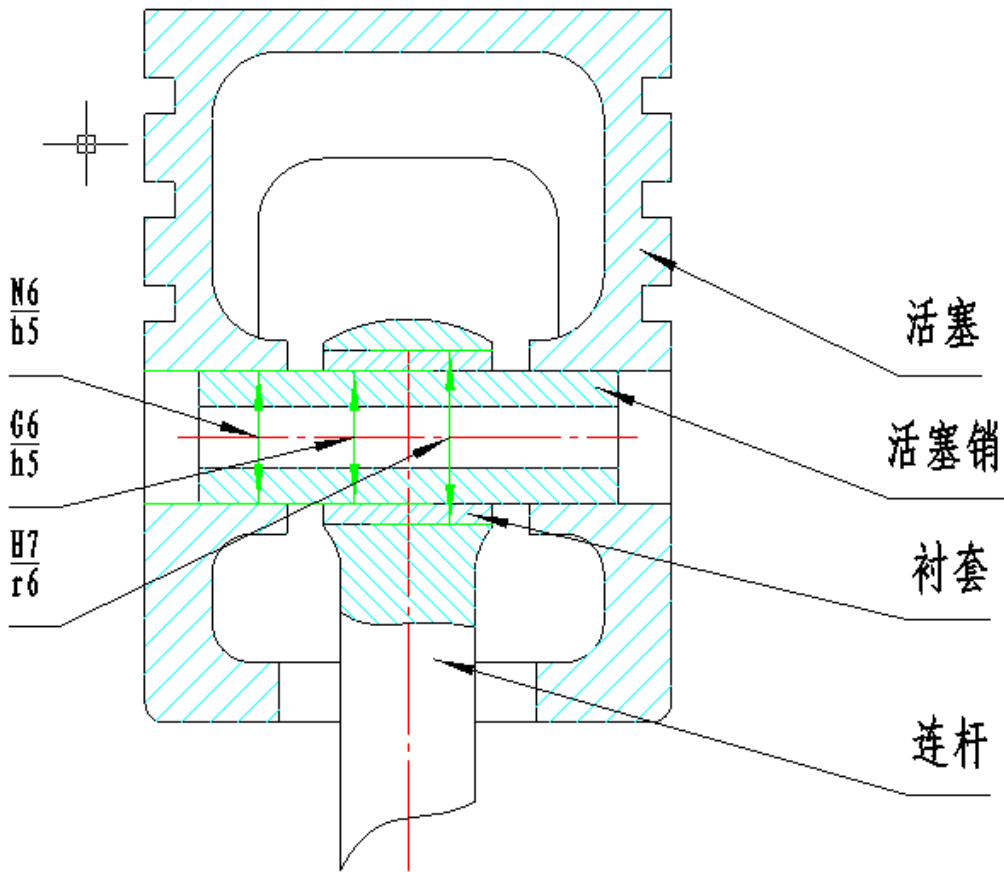


图 1

## 二、技术要求

- 1、材料：应采用 GB699 所规定的 20 钢或采用 GB3077 所规定的 15Cr、20Cr、20Mn2 钢。允许采用物理、机械性能不低于上述材料的其它合金钢。
- 2、结构：见图 2.

按销孔类型分-----  
圆筒型  
中央连皮型  
锥孔型  
机加工型  
无缝冷拔钢管型  
端部连皮型

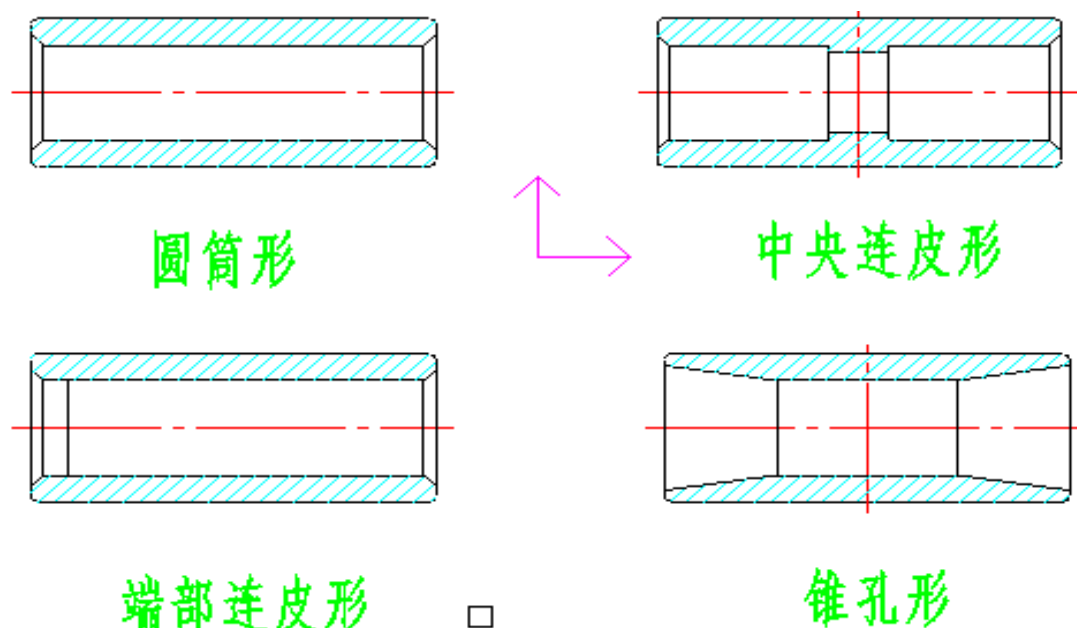


图 2

按制造形式分----- 机械加工成型  
冷挤压成型  
无缝冷拔钢管型  
冷挤压成型中间连皮型

3、硬度：活塞销外圆表面硬度应为 58~64HRC，有体积稳定性要求的，其外圆表面硬度应为 56~64HRC。同一活塞销上的硬度差应小于或等于 3 个单位。

4、表面粗糙度：外径小于或等于 50mm 的活塞销的外表面粗糙度，Ra 为 0.16 μm。外径大于 50mm 的活塞销的外表面粗糙度，Ra 为 0.25 μm。

**5、活塞销应探伤检查，并符合 NJ327 的规定。**

其它技术要求详见 JB/T8118-1997(内燃机活塞销技术条件)。

### 三、活塞销的制作工艺路线

活塞销制造形式分类，见表 1。

表 1

| 制造代码 | 允许制造方式 |      |           |         |
|------|--------|------|-----------|---------|
|      | 机械加工   | 冷挤成形 | 冷挤成形中央连皮型 | 无缝冷拔钢管型 |
| P1   | √      | √    | √         | √       |
| P2   | √      | √    | √         | ×       |
| P3   | ×      | √    | √         | ×       |
| P4   | √      | √    | ×         | ×       |
| P5   | ×      | √    | ×         | ×       |
| P6   | √      | ×    | ×         | ×       |

注：√ 是； × 非

从活塞销的制造形式来看。纯机械加工的方式，因材料利用率、加工生产效率相对较低，制造成本高，不适于大批量生产。对于冷挤压成型和冷拔钢管成型这两种方式应用普遍。尤其是冷挤压成型为大多数生产厂家所采用，这种工艺具有节省材料、提高劳动生产率、降低成本、力学性能好的优点。冷拔钢管型只适于加工圆筒型活塞销，冷挤压成型适于加工锥形孔

型、中央连皮型活塞销。下面依据这两种成型方式阐述其制作工艺路线。

(一)、冷挤压成型（材料 20 钢）

原材料----下料----退火----皂化----冷挤压成型----退火----机械精加工----渗碳----淬火、回火-----磨削、抛光----终检----包装-----入库

见表 2。

表 2

| 工序号 | 工序名称     | 内容                                       | 简图 | 设备       | 工艺装备  | 工时/单件 | 备注      |
|-----|----------|------------------------------------------|----|----------|-------|-------|---------|
|     | 下料       |                                          |    | 下料锯床     |       |       |         |
| 1   | 退火或正火    | 加热到900℃，保温4h, 空冷。使钢材内部晶粒细化，降低材料硬度，改善切削性能 |    | 电阻炉      |       |       |         |
| 2   | 皂化处理     | 在金属表面附着一层皂化材料，在金属冷挤压过程中起润滑作用，便于脱模。       |    | 加热槽      |       |       |         |
| 3   | 冷挤压      | 利用冷挤压模具将毛坯料挤压成形                          |    | 锻压机      | 冷挤压模具 |       |         |
| 4   | 退火       | 改善切削性能                                   |    | 电阻炉      |       |       |         |
| 5   | 粗磨       |                                          |    | 无心磨床     |       |       |         |
| 6   | 平头、倒角    | 在倒角机上平两端面、倒内外棱角                          |    | 双头平端面倒角机 |       |       |         |
| 7   | 打标记      | 在活塞销的某一端面打标，此标记与客户商定                     |    | 冲床       | 字头    |       |         |
| 8   | 渗碳       | 在井式电阻炉中液体渗碳，温度910℃，保温。                   |    | 电阻炉      |       |       | 可用QPQ代替 |
| 9   | 淬火       | 渗碳后盐浴淬火，温度860℃                           |    | 淬火槽      |       |       |         |
| 10  | 回火       | 温度200℃，保温2h                              |    | 回火炉      |       |       |         |
| 11  | 精磨、抛光    |                                          |    | 高精度无心磨床  |       |       |         |
| 12  | 终检（磁粉探伤） |                                          |    | 磁粉探伤机    |       |       |         |
| 13  | 包装       | 清洗、涂油防护，包装                               |    |          |       |       |         |
| 14  | 入库       |                                          |    |          |       |       |         |

(二)、冷拔管成型（材料 20 钢）

原材料----下料----退火----机械精加工----渗碳----淬火、回火-----磨削、抛光----终检----包装-----入库

见表 3。 .

表 3

| 工序号 | 工序名称     | 内容                     | 简图 | 设备       | 工艺装备 | 工时/单件 | 备注      |
|-----|----------|------------------------|----|----------|------|-------|---------|
| 1   | 下料       |                        |    | 下料锯床     |      |       |         |
| 2   | 退火       | 改善切削性能                 |    | 电阻炉      |      |       |         |
| 3   | 粗磨       |                        |    | 无心磨床     |      |       |         |
| 4   | 平头、倒角    | 在倒角机上平两端面、倒内外棱角        |    | 双头平端面倒角机 |      |       |         |
| 5   | 打标记      | 在活塞销的某一端面打标，此标记与客户商定   |    | 冲床       | 字头   |       |         |
| 6   | 渗碳       | 在井式电阻炉中液体渗碳，温度910℃，保温。 |    | 电阻炉      |      |       | 可用QPQ代替 |
| 7   | 淬火       | 渗碳后盐浴淬火，温度860℃         |    | 淬火槽      |      |       |         |
| 8   | 回火       | 温度200℃，保温2h            |    | 回火炉      |      |       |         |
| 9   | 精磨、抛光    |                        |    | 高精度无心磨床  |      |       |         |
| 10  | 终检（磁粉探伤） |                        |    | 磁粉探伤机    |      |       |         |
| 11  | 包装       | 清洗、涂油防护，包装             |    |          |      |       |         |
| 12  | 入库       |                        |    |          |      |       |         |

结合万友公司现有的生产设备情况来看，如按上述工艺生产需添置设备：高精度无心磨床、电阻炉、双头平端面倒角机、锻压机、磁粉探伤机、渗碳炉。

#### 四、工艺要素及发展方向：

在制作工艺中的关键是渗碳处理，使 C 原子进入钢的表面，使低碳钢的工件具有高碳钢的表面层，再经淬火、低温回火处理。工件的表面硬度 HRC58—62，心部硬度 HRC30---42，具有可靠的抗冲击性能，热处理后，工件表面产生压缩内应力，有利于提高抗疲劳强度。是活塞销生产厂家普遍应用的热处理方式。

当前的渗碳技术正朝着无毒无污染方向进行，如 QPQ 处理技术。此技术在汽车零部件上已被广泛采用，如气门、曲轴、球面销、气簧活塞杆等等。现万友公司生产的气簧活塞杆就是采用这种方式进行热处理。QPQ 盐浴复合热处理技术是指在氮化盐浴和氧化盐浴中材料工件，使工件具有良好的工艺性能。

##### QPQ 工艺原理：

- |         |    |           |             |
|---------|----|-----------|-------------|
| 1、主要工序： | 预热 | 350—400℃  | 20—40min    |
|         | 氮化 | 510--580℃ | 30---180min |
|         | 氧化 | 350--400℃ | 15---20 min |

2、工艺过程：装卡---清洗去油---预热---氮化---氧化---清洗去盐---干燥---浸油

3、处理后渗层组织：外表氧化膜，中间化合物层，向内扩散层。

##### 4、处理后工件优越性：

(1) 良好的耐磨性，耐疲劳性

耐磨性比 20 钢渗碳淬火高 9 倍以上，可使碳钢的疲劳强度提高 40%以上。

(2) 良好的耐腐蚀性

其防腐性能在气弹簧活塞杆的使用上已充分体现。

(3) 处理后硬度高，变形小

工件处理后几乎不会产生变形，而且表面硬度可达 HRC60 以上。是杆轴类产品

优选的一种热处理方式。

(4) 处理时间周期短

能缩短热处理周期,降低生产成本,有数据表明,QPQ 处理比渗碳淬火节能 50%。

QPQ 处理既有上述技术优势,而且万友公司具有设备资源,完全可实现活塞销产品的小批次工艺试制。建议活塞销产品的热处理由 QPQ 复合处理技术代替传统的渗碳、淬火、回火处理方式。

五、活塞销生产厂家简介:

温岭市鲁源活塞销有限公司 是一家专业生产各种高精度活塞销的企业, 产品系列有摩托车、汽车、气动机三大类。生产的产品配套轻骑、长江、星月等主机厂家,并远销中东、欧洲、美洲等国家和地区。

楚雄活塞销有限公司 是云南省唯一一家专业生产内燃机活塞销的厂家,产品系列由车用柴油机类、工程机械和农业机械类。在年产各类内燃机活塞销达 500 万件的基础上,经过引进投资使得年产 1000 万件的活塞销技改扩建项目完成,并 顺利投产。公司产品与昆明云内动力、成都云内动力、广西玉柴、四川峨柴、云南金马、一汽红塔、江苏无锡柴油机(集团)公司及美国 PAI 等 10 多家国内外知名主机厂配套。

活塞销技术标准参阅:

|                     |                     |
|---------------------|---------------------|
| JB/T 8118-1997      | 《内燃机 活塞销 技术条件》      |
| JB/T 8118.2-1999    | 《内燃机 活塞销 金相检验》      |
| JB/T 8118.3-19 99   | 《内燃机 活塞销 磁粉探伤技术条件》  |
| GB/T 25361.1/2-2010 | 《内燃机 活塞销 技术条件和检验规则》 |

六、开发可行性

1. 制造形式:从表 1 制造代码分类看,尽管多数允许采用机械加工方式,但由于其耗材高,在正式批量生产中应不予采用。只有一种允许采用冷拔钢管制造。在先期试验开发中,可以考虑用冷拔管或机加工的方式以试验验证其它工序。但正式产品开发和正式生产制造过程中,开发冷挤成型工艺是必须的。**需要购进 300 吨冷挤压机和 100 吨冲床,及相配套的退火/正火、皂化设备。**
2. 标准中要求,活塞销外表面圆度、圆柱度公差不小于 5 级。在先期试验开发中可考虑利用万友现有设备进行工艺摸索和验证其它工序。正式样品试制和正式生产**需要购进高精密磨床。**
3. 本工艺方案讨论中提出了用 QPQ 替代表面渗碳的可行性,这也是此行业发展的可能趋势。但当下全部以此形式的产品进入市场还是很不充分的。正式产品开发和正式生产仍**需配备渗碳、淬火、回火全套设备。**
4. **需购置磁粉探伤设备和订制专用疲劳检测设备。**

七、

2011-9-6