

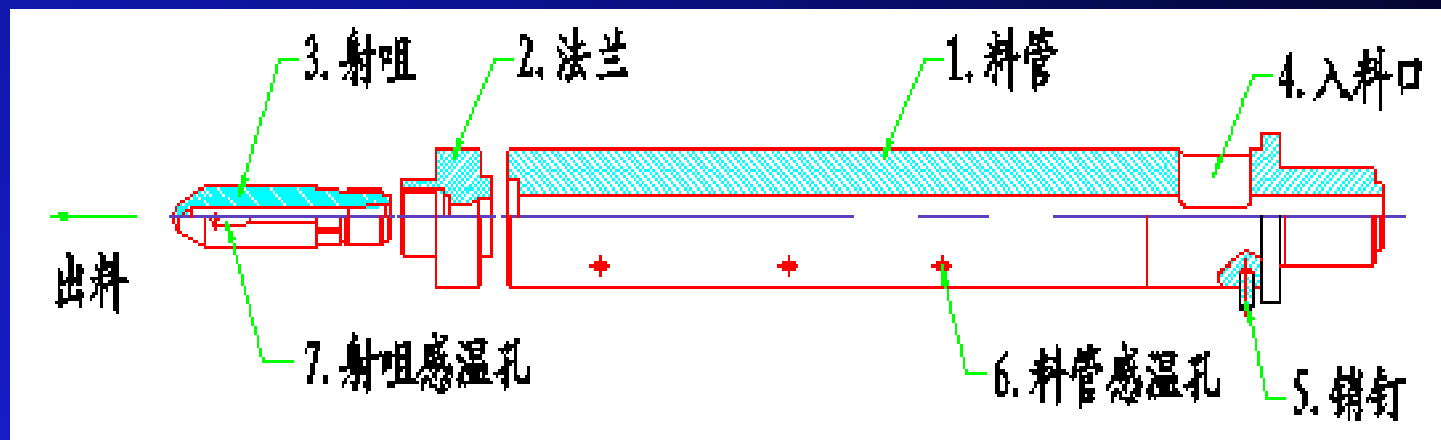
# MIM (金属粉末注塑成形) 专用注射 (料管螺杆) 组的 结构和设计要点

主讲：贺丛起  
东莞市烨桥机械有限公司  
舟山市三益塑料机械有限公司  
2015.9.22 湖南长沙

## 以下错误的观念, 导致失败的注射成品

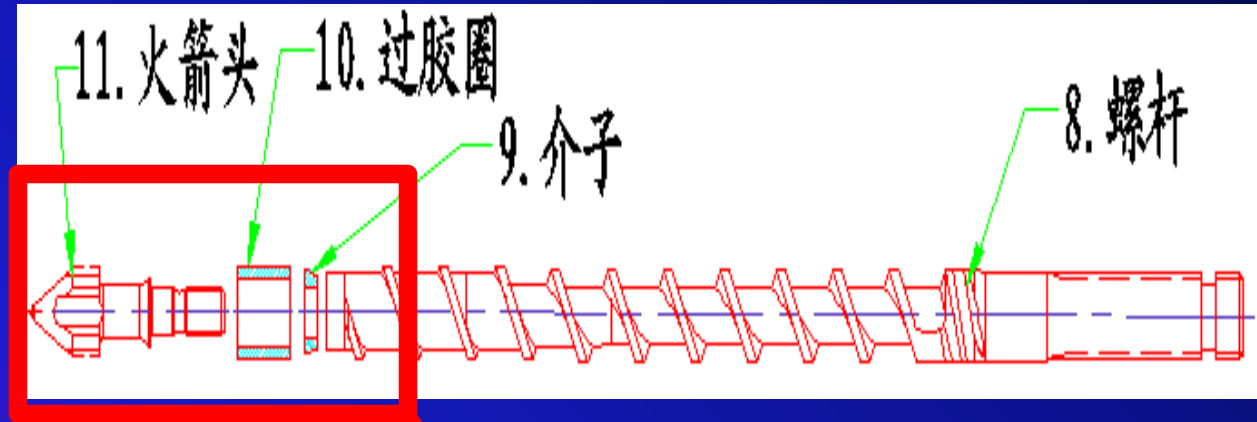
- 注塑机的螺杆因为没有断, 就不换, 也不要保养
- 进口注塑机的性能很好, 螺杆绝对没有问题
- 不管注射什么材料, 只要射的出来就可以
- 因为注塑机公司很专业, 我们只要使用原厂标准配置的炮筒和螺杆, 绝对没有问题

# 一. 注塑机注射组的结构(一)料管组



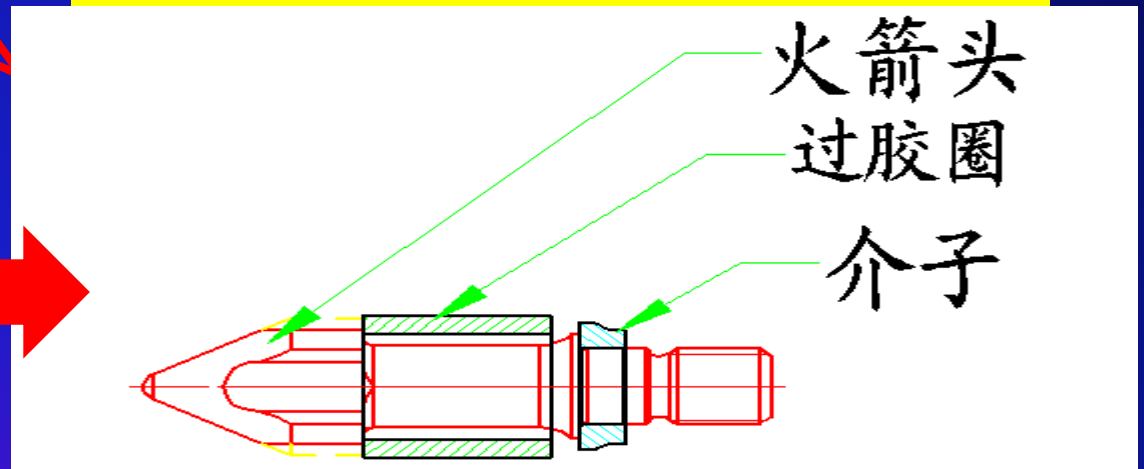
1. 料管(俗称炮筒或炮管)
2. 法兰
3. 射咀
4. 入料口
5. 销钉
6. 料管感温孔
7. 射咀感温孔

# 一. 注塑机注射组的结构(二)螺杆组

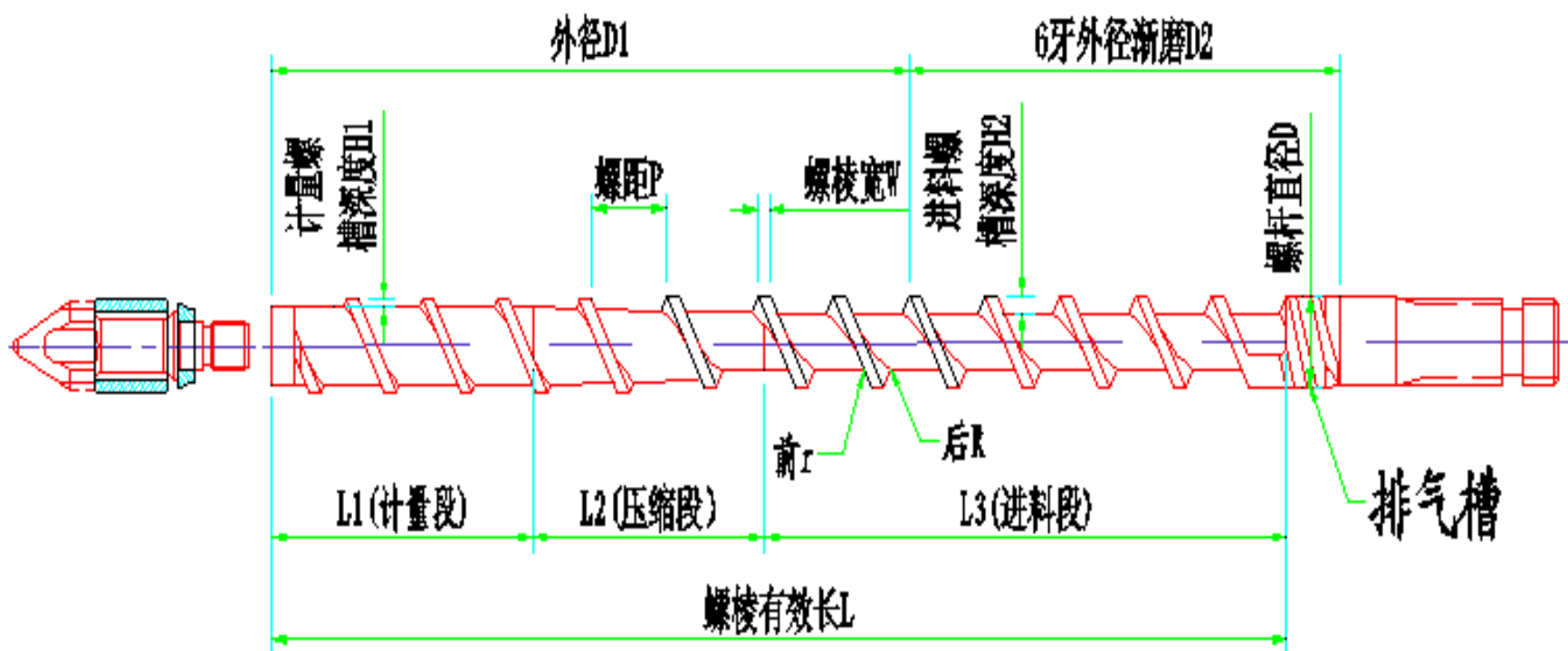


9+10+11统称火箭头三件套

- 8. 螺杆
- 9. 介子
- 10. 过胶圈
- 11. 火箭头



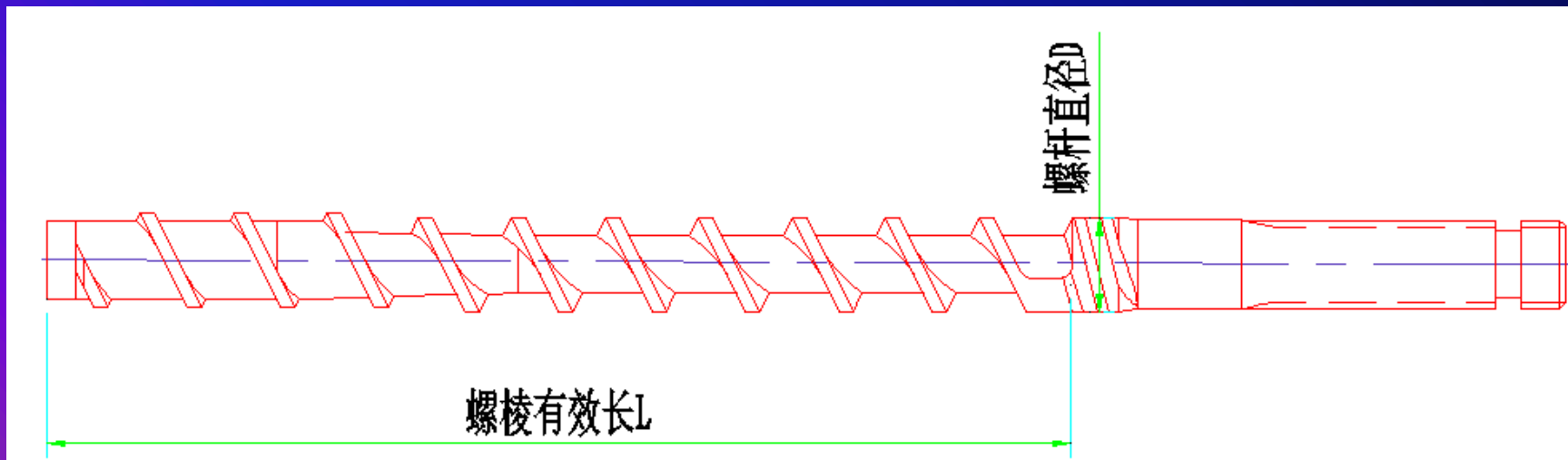
## 二. 螺杆设计与名词解释



# 名词解释(1): 长径比 (L/D)

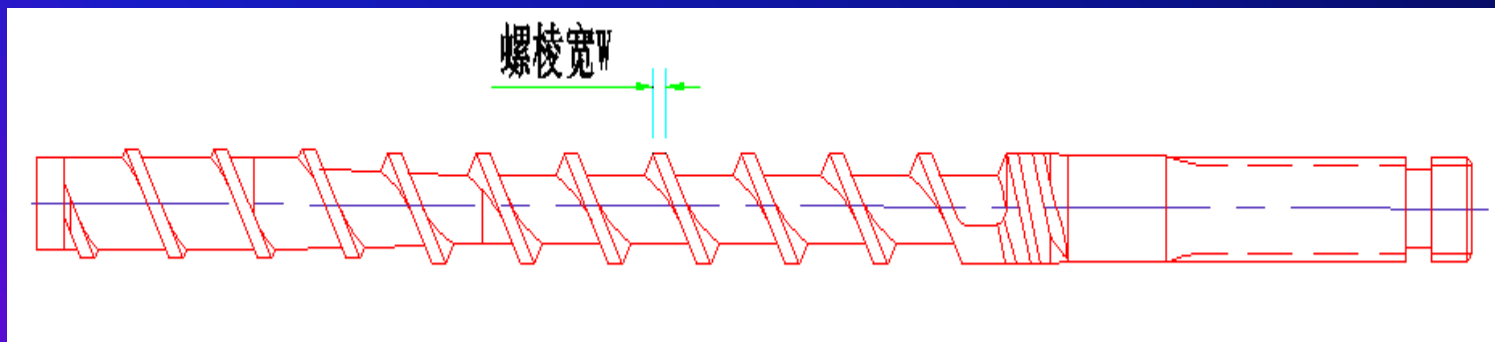
- **长径比**是有效长度(L，有螺棱的部分)与螺杆有效直径(D，指的是螺棱外径)的比值(也叫L/D)

**MIM专用螺杆的长径比为20-22倍左右最为恰当，不宜过长使喂料正确的加温并适合注射**



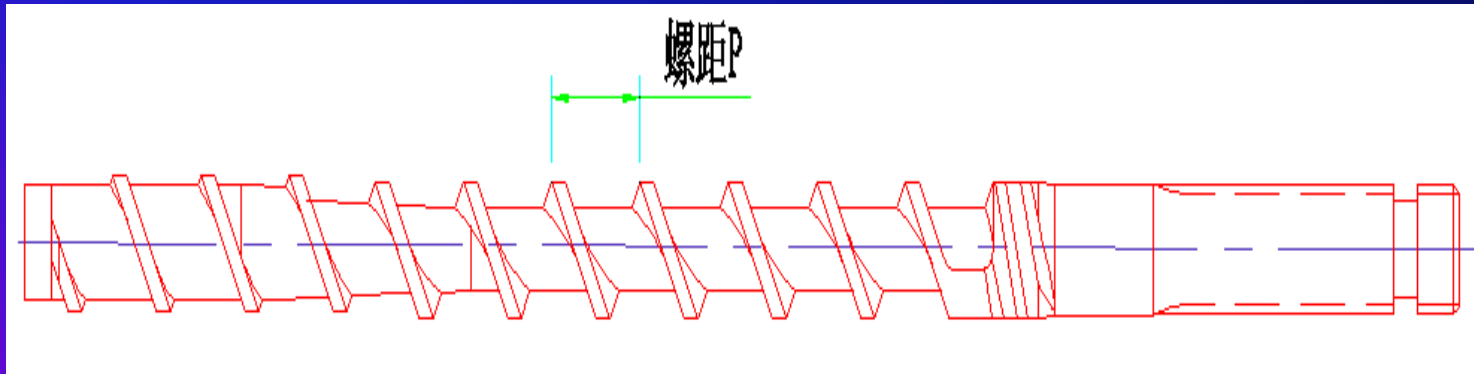
# 名词解释(2): 螺棱宽 (W)

- 螺棱又称螺牙，W 就是螺棱宽
- 一般螺棱宽  $(W) = 0.1 \times \text{螺杆直径}(D)$



# 名词解释(3): 螺距(P)

- 指两螺棱之间的距离，一般螺距(P) = 螺杆直径(D)
- 一根螺杆的设计并非所有的螺距要一致,根据不同功能可以改变螺距让喂料产生不同的移动速度

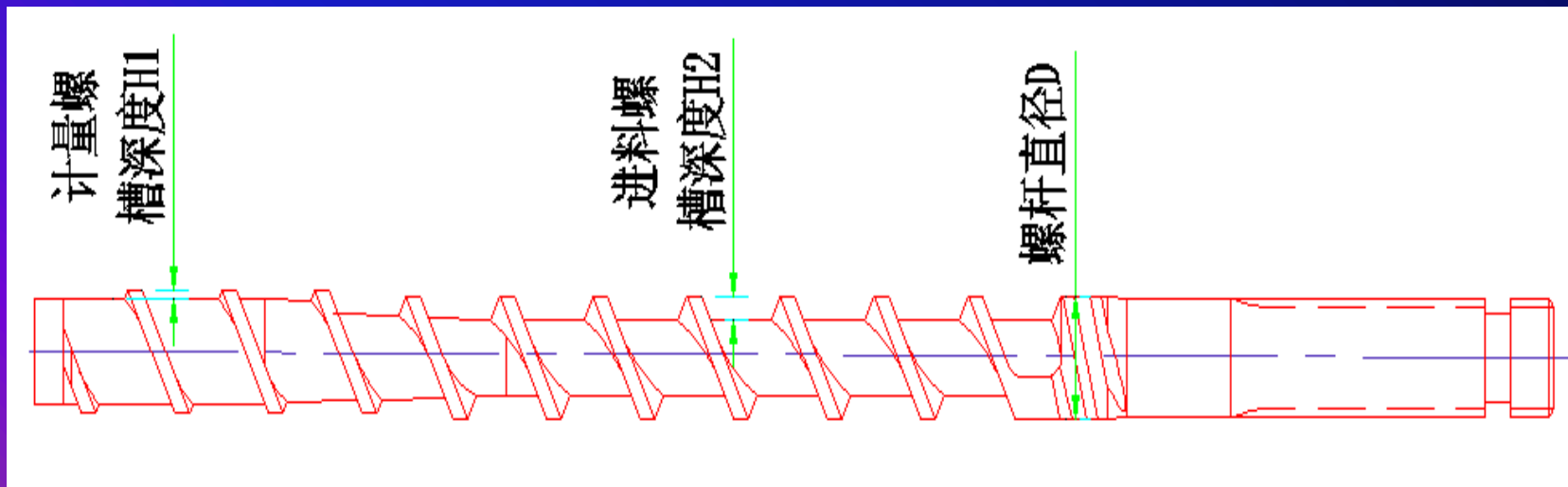


# 名词解释(4): 压缩比

- 压缩比是:

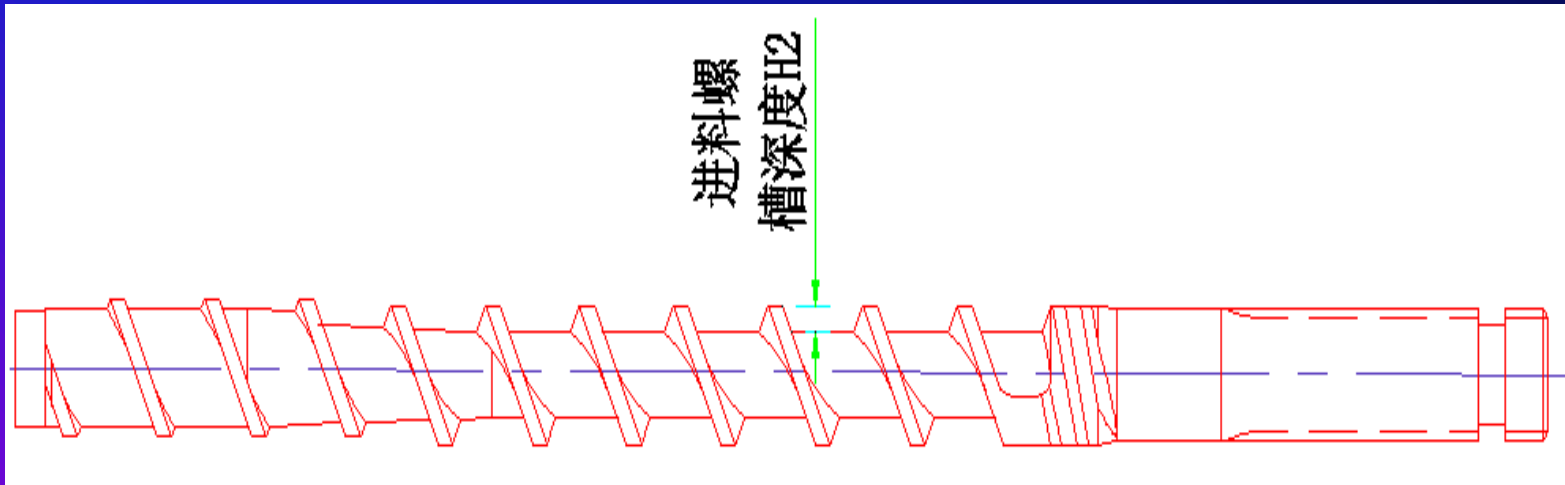
$$[(D-H2)XH2] / [(D-H1)XH1] = \text{压缩比}$$

- 含有固體粉末的喂料(或注射料), 為了防止压缩過程磨損螺桿表面以及固體顆粒互相摩擦造成內聚熱, 會使用比較低的壓縮比, 也能**避免粉膠的分離現象**



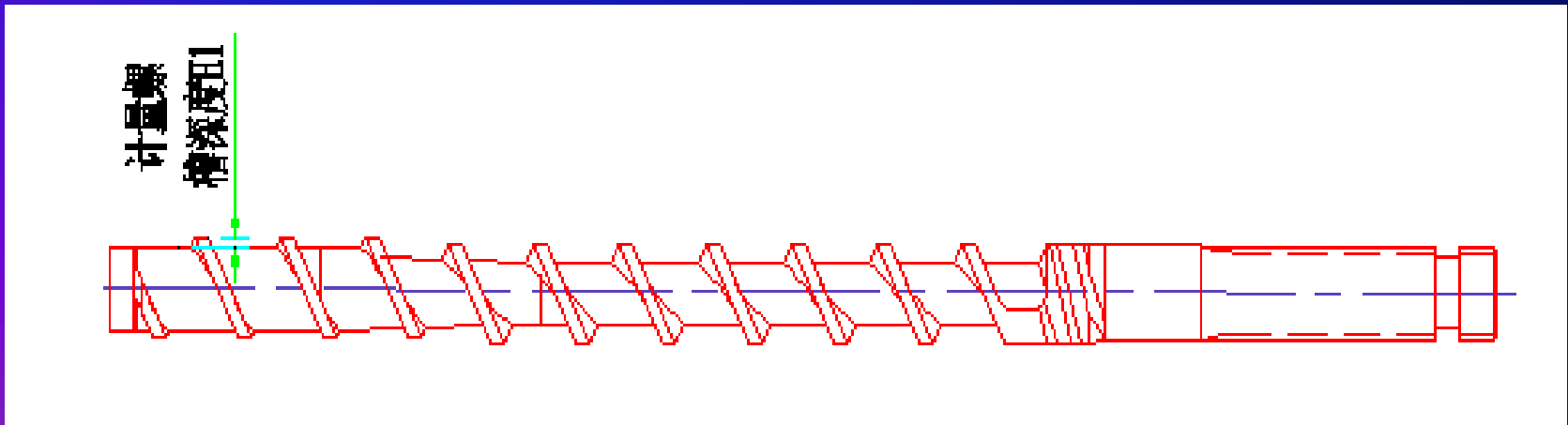
# 名词解释(5): 進料段螺槽深度(H2)

- 进料螺槽深度越深，则输送量越大
- 需考虑螺杆强度，螺槽深度越深，螺杆底徑變小，強度減弱，容易扭斷。所以螺槽深度也不可太深。



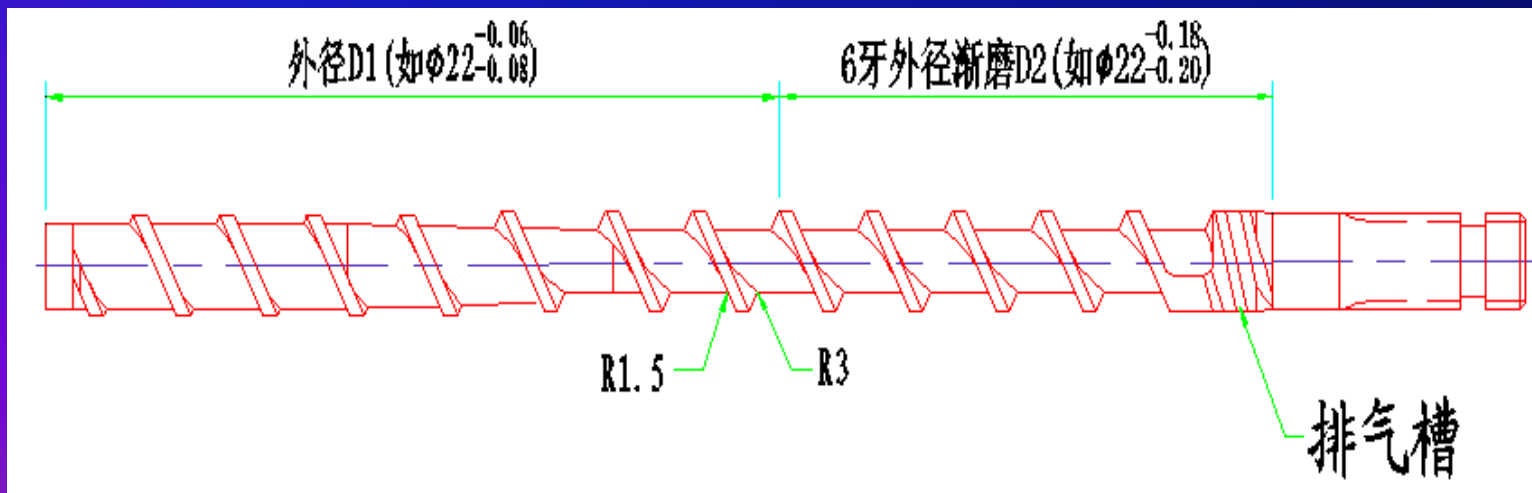
# 名词解释(6): 计量螺槽深度(H1)

- 计量段螺槽深度越浅，则混合性能指数越高
- 计量段螺槽深度太浅，则剪切热增加，温升太高，造成未料中粘结剂劣化。
- 一般计量螺槽深度为 $KD = (0.03/0.09) \times D$ ，D越大，则K越选小值。



# 名词解释(7): 螺杆排气, 公差和前后R

- 为了使MIM喂料能在较短于塑料用螺杆中也能快速排气，我司在螺杆起牙位拉出排气槽设计，同时，螺杆起牙位(接近排气槽)的前6螺牙渐磨公差要大些。
- **螺杆公差及螺杆前后R**：螺杆公差应分为两段。以D22螺杆为例，起牙位前6螺牙外径渐磨公差为  $\text{Ø}22-0.18/-0.20\text{mm}$  其余螺牙外径公差为  $\text{Ø}22-0.06/-0.08\text{mm}$ ; 螺棱前R为1.5mm，后R为3mm。前R要小些，利于送料和压实，后R要大些，利于送料。



# 名词解释(8):火箭头三件套

- 火箭头三件套是装在螺杆前端的部件，在喂料塑化时的主要作用是混合喂料熔体，使熔体进一步混炼均匀
- 火箭头的功能还有在塑化时，限制过胶圈前后位置移动的作用
- 过胶圈的功能就是注射时的使喂料止逆作用，它防止喂料熔体在注射时往后泄漏的一个重要部件。在工作时，过胶圈与介子接触形成一个封闭的结构，阻止喂料熔体泄漏
- 一台注塑机注射MIM生坯重量的精密程度与过胶圈和介子止逆动作的快慢关系很大。而一个过胶圈动作反应的快慢，是由它的止逆动作行程、密封压合时间、离开火箭头时间等因素决定的
- 精密的火箭头、过胶圈、介子的结合可以实现高精密注射量控制

# 三. MIM专用的料管和螺杆

## 材质及热处理重点

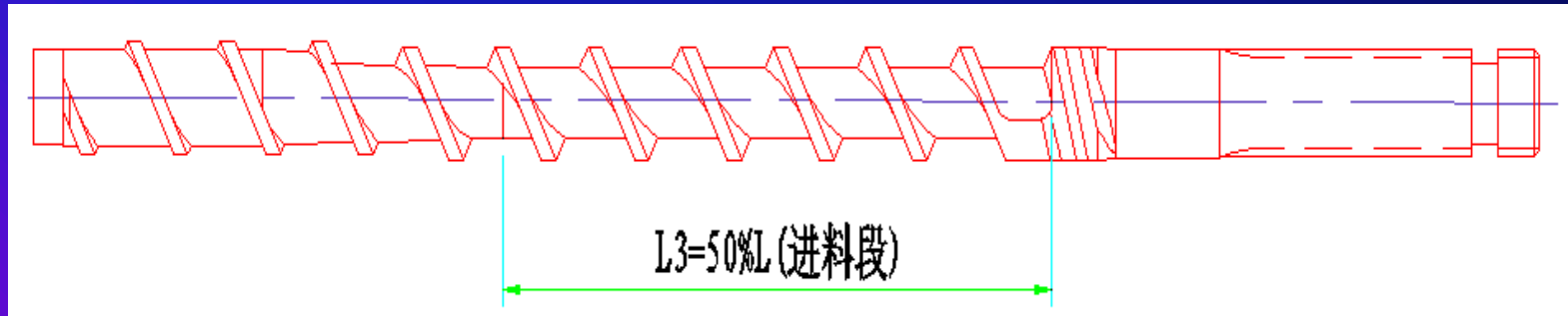
- 由于MIM喂料中有高达55-70 vol%的金属粉，使得料管及螺杆磨损远比塑胶射出时磨损严重
- 为了提高料管和螺杆的寿命，必须采用超耐磨/高密度的材料，根据大量实践证明，我司開發：
  - MIM專用料管采用**钴基双合金料管**，其中 -料管基材为40铬钢，内孔离心浇铸钴基双合金，而双合金料管内壁則以含量为35%碳化钨加入其中。
  - MIM專用螺杆采用**进口粉末冶金钢棒**，经调质、定性、整体真空淬火HRC63度再回火至HRC52-53度、再经氮化处理表面硬度达到HRC63度及精加工工艺精制而成, 此料管与螺杆具有超耐磨、抗腐蚀、耐高温、密度高等优点。

# 专用螺杆的重要性

- 螺杆组是注塑机的最重要部件，特别是MIM和CIM的注射，金属粉末又硬又韧, 陶瓷粉末的高硬脆性，都是挑战螺桿的極限
- 它的作用是对MIM喂料进行**注射、输送、熔融、混炼、压缩、计量与排气**，这些程序都是通过螺杆在料管内的旋转和前进、后退来完成的
- 根据MIM喂料不同于塑料的特性，MIM专用螺杆设计为三段式螺杆，分别为：**进料段、压缩段、计量段**，在此三段中，各段螺距/牙宽都相同，但螺槽(有效螺棱)深度不同

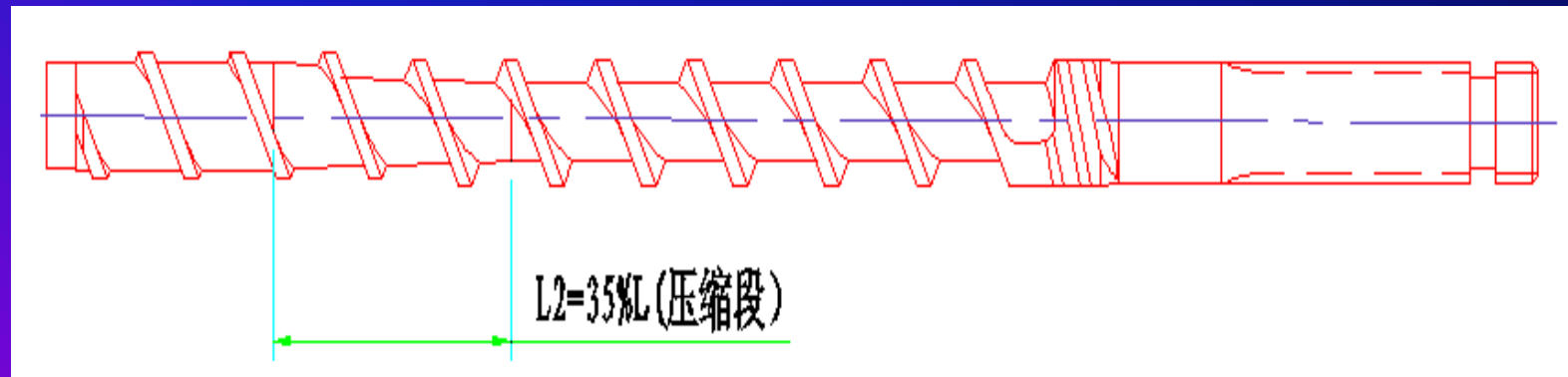
# 3.1.1 进料段

- 进料段(L3)的螺槽较深且深度相同，此段长度约占螺牙总长度 (L) 的50%左右
- 要保证有足够的时间由料管加热以及产生的摩擦热，使颗粒状的喂料熔化成为流体进入压缩段。



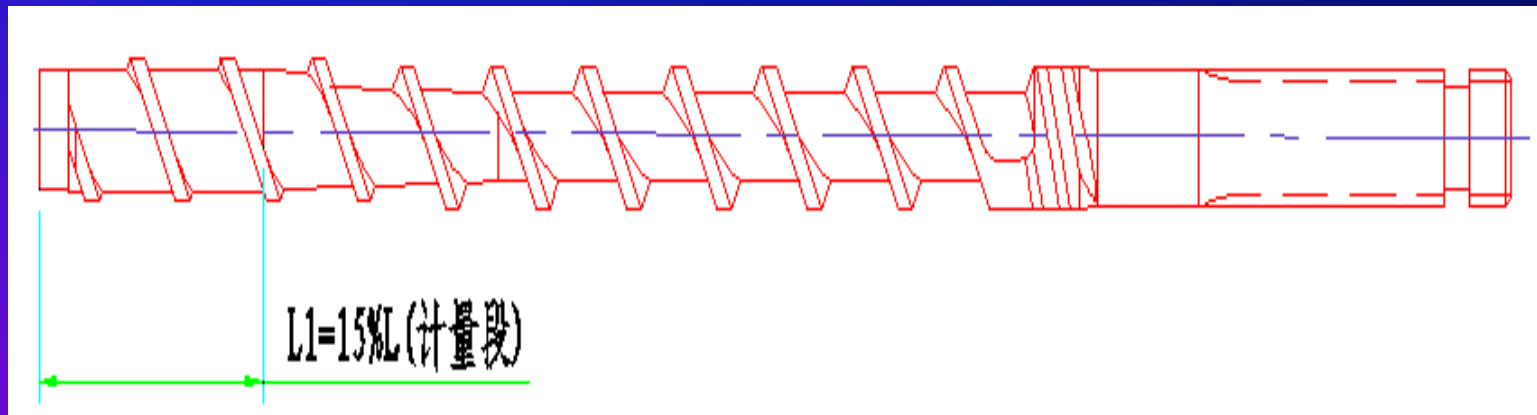
## 3.1.2 压缩段

- 压缩段(L2)：压缩段的螺槽由深渐浅，此段长度约占螺牙长度(L)的35%左右，所以螺杆在旋转时，喂料所受压力逐渐上升且被挤压至前端
- 同时将喂料颗粒间的空气挤出向后排出与压实，再使喂料流体进入到计量段。



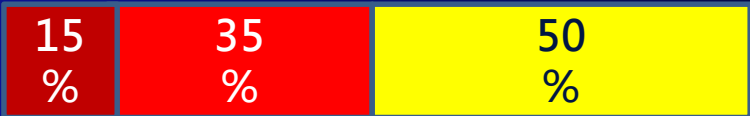
### 3.1.3 计量段

- 计量段(L1)的螺槽较浅，此段长度约占螺牙长度(L)的15%左右，把熔融和压实的喂料推到计量段，起计量作用。
- 注意到此段螺槽深度变浅,金属实体导热快且喂料较少，很容易导致未料加热过久失重率提高



# 3.2 螺杆比较说明(比较基础D22mm)

1:2.0



MIM  
金属粉末注射

20~22D max.

1:2.2



CIM  
陶瓷粉末注射

20~22D max.

1:2.5



Plastic  
泛用塑料

20~28D max.

工程塑料必须依  
据材料种类而定



有效螺棱开始位置

## 3.3 螺杆选型的简单说明

- MIM(金属粉末注射)螺杆的进料段，压缩段，计量段三段分别约为50%，35%，15%的有效牙长，长径比(L/D)为20-22倍，压缩比为2.0左右
- CIM(陶瓷粉末注射)螺杆进料段，压缩段，计量段三段分别为50%,32%,18%的牙长，长径比(L/D)为20-22倍，压缩比为2.2左右
- 泛用塑胶螺杆的进料段长度与之相近，约50%，但压缩段较短，约30%，计量段较长约20%;泛用塑胶，其压缩性好，很容易将塑料中的空气排出，所以射出塑胶时所用螺杆压缩段短，压缩比为2.5左右(工程塑料又更因料种而异)
- MIM或CIM而言，粘结剂甚至低于35vol%，流动性差，较不易压缩，若采用高压缩比螺杆且压缩段过短时，则易发生摩擦热过高造成粘结剂劣化，以及螺杆磨耗过快等问题，所以MIM螺杆压缩比为2.0左右，且需要较长压缩段

## 四. MIM料管/螺杆常见问题分析及保养

# 4.1 常见MIM螺杆断裂可能原因

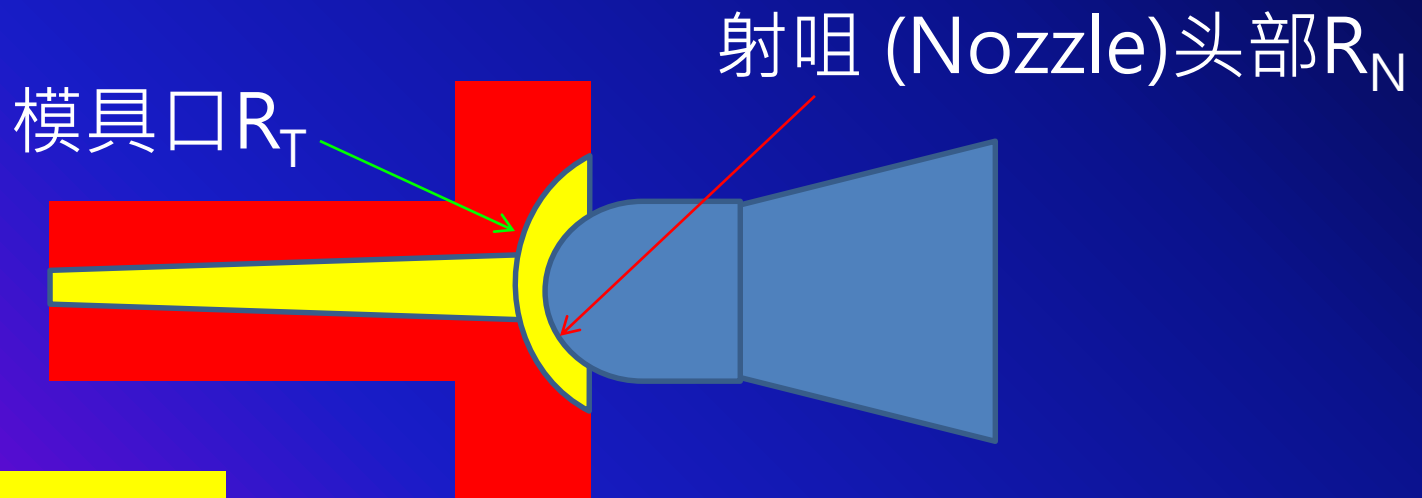
- **开冷机**，喂料温度没有上来，转动螺杆卡死而扭断
- **螺杆本身设计问题**，例如：压缩比过大、过胶圈的过胶量过小、过胶圈和料管内壁间隙过小
- **料管里卡住异物**，如铁钉、螺丝、喂料堆积而成的金属颗粒(软质金属很容易发生，例如：不锈钢304、纯铁粉、纯铜粉等注射成形)
- **螺杆与料管本身的材质太差**，韧性不好，硬度也不够
- 购买二手机的**螺杆与料管损耗已过大**，没有更换
- 调机问题，喂料性质不了解，**调整参数过度剧烈**
- **软韧与硬质合金混合之喂料**，磨耗螺杆零件并与发生颗粒咬死、焊死螺杆导致断裂

## 4.2 喂料注射不稳定可能原因

- 螺杆和料管间隙磨损过大，造成射料回流
- 过胶圈与料管间隙磨损过大，因过胶圈严重磨损
- 过胶量太大，过胶圈过短
- 螺杆、料管设计匹配不正确的问题
- 机器输出问题和调机问题

## 4.3 注塑漏喂料可能原因分析

- **射咀与法兰可能没有拧紧**，料管与法兰上的固定螺丝没有均匀拧紧(必须以对角渐进的锁付)
- 射咀与法兰、法兰与料管**接触平面不平整与平面磨损**
- 射咀头部 $R_N$ 比模具口 $R_T$ 大，**R面接触不好(最容易发生但却很少人去及时改进)**
- 射咀、法兰、料管有**磨损和裂痕**



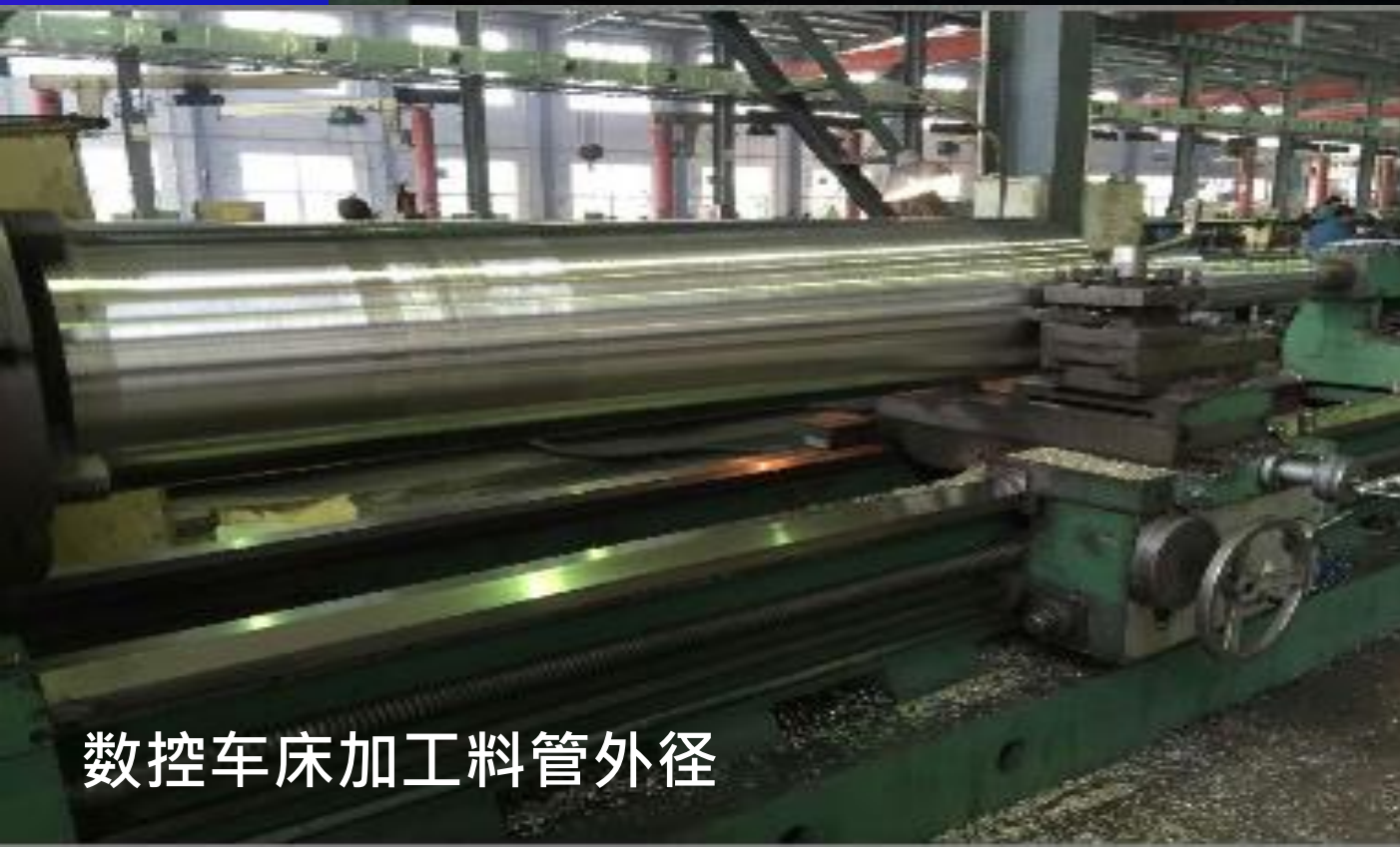
正确  $R_T > R_N$

## 4.4 MIM注塑机料管螺杆的保养

- 螺杆未达到预调温度时，切勿启动注塑機。
- 使用不同配方的新喂料时，应把螺杆的余料清洗干净(螺杆拆下来把旧料清理干净，否则在脱脂和烧结时造成产品尺寸不稳定及变形)
- 定期清洗並检测料管螺杆磨损程度 [拆下料管螺杆清洗后，检测料管螺杆磨损程度，以D22料管螺杆为例，料管内壁磨损到12丝 (0.12mm) 左右就不可再用了，螺杆磨损到20丝 (0.2mm) 左右就不可再用了，过胶圈磨损到13丝 (0.13mm) 左右就不可再用了]
- **超過磨損限度，必須更換整套新的料管螺杆組**
- 定期检测，清洗及保养料管螺杆组非常重要，以免造成不必要的损失和确保产品的密度与产品的尺寸稳定性非常重要

## 五. 焊桥机械加工料管螺杆的專用設備

料管双合金内孔离心浇铸



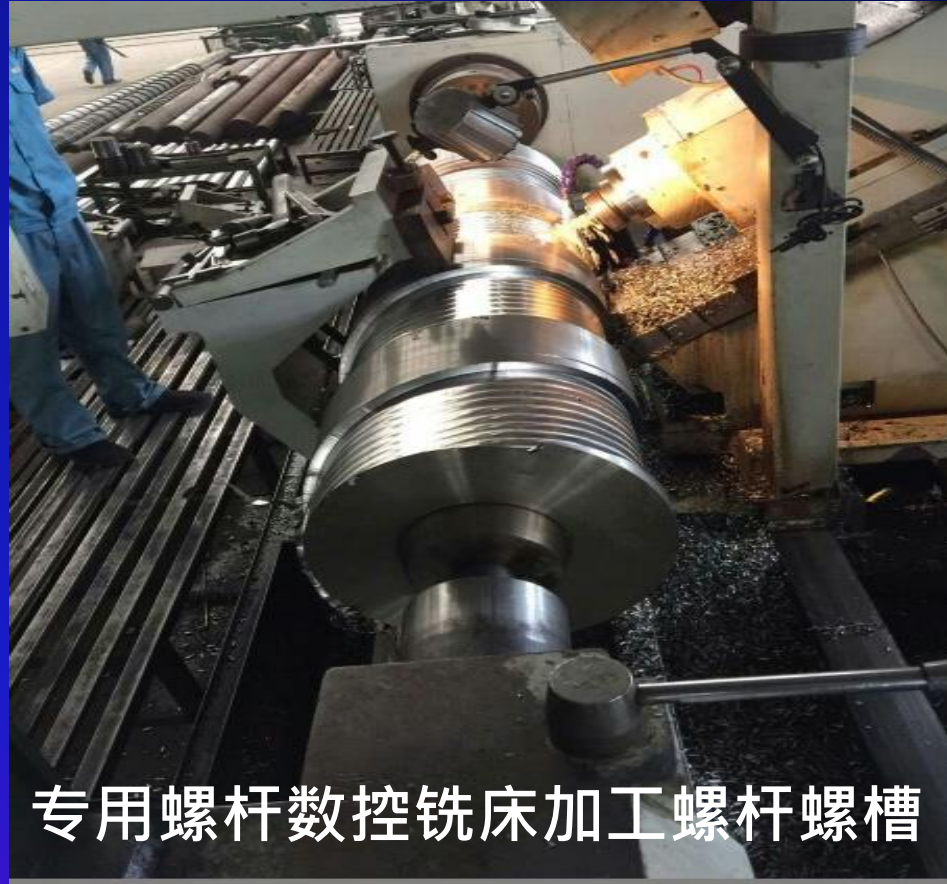
数控车床加工料管外径



外径磨床研磨料管外径



研磨机研磨料管内孔



专用螺杆数控铣床加工螺杆螺槽

# 谢谢各位!

**东莞市焯桥机械有限公司**

地址：广东省东莞市塘厦镇莲湖

<http://www.cyscrew.com>

电话：0769-87947218

**舟山市三益塑料机械有限公司**

地址：浙江省舟山市定海区金塘镇大丰工业区

电话：0580-8040032

**专业螺杆制造家**