卡盘压力对螺纹主要单项值稳定性影响的探究*

张海燕[1],刘国辉[1],胡海青[1],李小民[2],杨 军[1]

(1. 内蒙古包钢钢联股份有限公司钢管公司,内蒙古 包头 014010;
2. 内蒙古包钢钢联股份有限公司设备工程部,内蒙古 包头 014010)

摘 要: 文章从解决生产中螺纹主要单项值不稳定的产品质量问题入手,通过排查机械原因和加工程序,发现卡盘压力降低能有效提升螺纹单项值的稳定性,主卡盘正常压力为4 MPa,通过配合使用加工程序指令M05与M25,实现卡盘减压到2 MPa,实践证明,降低接箍车丝卡盘压力可有效避免接箍车丝紧密距和锥度的不稳定变化,减少单项值超差的废品,更好地为降成本作贡献。

关键词: 卡盘压力; 螺纹; 单项值; 稳定性
中图分类号: TG62 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009-5438(2021)01-0077-04
DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2021.01.022

Exploration on Influence of Pressure of Chuck on Stability of Main Single Value for Thread

Zhang Hai-yan[1], *Liu Guo-hui*[1], *Hu Hai-qing*[1], *Li Xiao-min*[2], *Yang Jun*[1]

(1. *Steel Tube Co. of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*;
2. *Equipment Engineering Dept. of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*)

Abstract: In the article, it is found that the decrease of pressure of chuck can effectively improve the stability of single value for thread by checking mechanical reasons and workpiece programme starting with solving the product quality problem causing unstable main single value for thread in production. The normal pressure of main chuck is 4 MPa, it is reduced to 2 MPa by using cooperatively commands M05 and M25 of workpiece programme. Practices proved that the unstable change for stand off and taper of coupling thread could be effectively avoided and waste products with ultra-poor single value could be reduced by reducing the pressure of chuck for coupling thread to contribute to cost reduction.

Key words: pressure of chuck; thread; single value; stability

油管柱和套管柱通常要承受几百兆帕的内压或外压,几百吨的拉伸载荷,还有高温及严酷的腐蚀介质的作用。我国每年仅钻柱断裂掉井事故即达1 000起左右,据国际钻井承包商协会(IADC)统计,每起钻柱断裂事故平均直接损失为10.6万美元。钻柱或套管柱损坏有时会导致油井报废,我国西部油田一口油井的成本约几千万元甚至上亿元人民币。套管的寿命直接决定油井的寿命,油井的寿命

* 收稿日期: 2020-12-01
作者简介: 张海燕(1980-),女,内蒙古丰镇市人,高级工程师,主要从事数控机床维护与编程工作。

中国知网 https://www.cnki.net

又决定了油田寿命。油气输送管的事故多是灾难性的,石油管的安全可靠性、使用寿命和经济性对石油工业关系极其重要。石油用油套管接箍是在油田采油、采气作业中重要的连接设备,石油装备工况条件较恶劣,油套管接箍螺纹单项值的稳定性在很大程度上决定了油管接箍的连接效果,从而影响油管柱和套管柱的连接效率和密封性能。

接箍车丝单项值包括螺纹牙型高度、螺距、累积螺距、锥度、紧密距、牙型角度和中径,其中最主要、且在加工中最不容易控制的单项值为紧密距和锥度。日常生产中,螺纹单项值稳定性影响因素有加工工艺、装夹方式、加工设备、加工刀具、冷却方式等。本文针对固有条件无法改变的情况,重点考虑加工设备的影响因素,即由于卡盘回旋精度不够,卡盘压力变化,车丝加工工艺为第二面先于第一面车丝,造成第一面车丝单项值波动较大。因而,技术人员努力寻求螺纹单项值稳定性的方法。

1 螺纹主要单项值

1.1 紧密距

紧密距是两个锥体相配合,其基面之间的距离。紧密距是螺纹综合性指标参数,为了使公母螺纹扣之间有良好的连接强度、可靠的密封性和互换性及较长的寿命,必须严格控制紧密距。

API 螺纹(即常规的圆螺纹和偏梯形螺纹)紧密距的影响因素是中径、锥度、螺距、齿形角和齿高,而齿形角和齿高虽对紧密距有不同的影响,但从螺纹的总长度来看是相互制约而抵消,并受到中径和螺距的限制,故齿形角和齿高是影响紧密距比较次要的因素。紧密距超差的影响因素:

(1) 机床精度下降;

(2) 操作人员按标准补入刀补值不能准确实现紧密距的修正;

(3) Z 轴丝杆间隙大;

(4) Z 轴编码器问题。

1.2 锥度

锥度是指沿小径圆锥上圆锥直径的变化,锥度定义见图1。

$$\text{锥度 } Z = \frac{D-d}{L} = 2\tan\alpha$$

$$\text{斜度} = \frac{Z}{2}$$

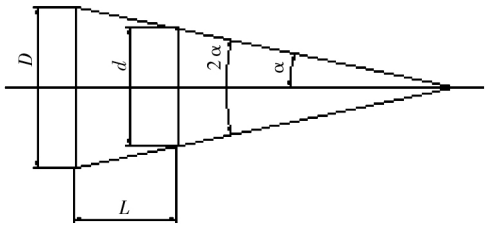


图1 锥度的定义

实际程序中计算为 X 轴坐标差值与 Z 轴坐标差值的比值。

测量方法:对于圆螺纹,锥度是指沿轴向螺纹中径测量间距的增加量;对于梯形螺纹,锥度是指沿轴向外螺纹小径圆锥和内螺纹大径圆锥测量间距的变化量;锥度单位用 in/in(mm/mm)表示。锥度超差影响因素:

(1) 切削余量过小;

(2) 车丝过切削;

(3) 卡盘回旋精度不够;

(4) 卡盘压力变化大。

2 接箍卡盘压力控制

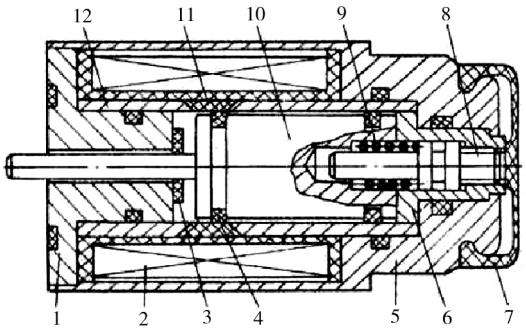
接箍卡盘装在主轴前部,此分度卡盘是 PMC - Colinet 公司的专用装置,它是在 OCTG 技术基础上发展而成,是 PMC - Colinet 公司多年在石油领域里的结晶。此机械装置允许这样加工接箍:先加工接箍的第一面,当加工完第一面后分度卡盘绕轴旋转一圈后,就可以加工接箍的第二面。通过使用带刮屑器的双重密封保护装置,使卡盘的卡紧力增强,通过导向单向阀来保证卡盘卡紧度,通过一套两个带外套的齿条来获取旋转力矩,卡盘设计成在拆卸每个部件时,不需将卡盘从机床上拆下,用压缩空气对锁定销进行防护使其不易阻滞(由于锁定销与床体之间有金属屑),机加工过程中,随着加工工艺的不同,卡盘压力始终不变,保持在 4 MPa。

卡盘压力控制的设计初衷是充分利用机床比例电磁阀的优势,因为较普通减压阀,比例电磁阀的优点是:①能简单地实现远距离控制;②能连续地、按比例地控制液压系统的压力。从而实现对工件卡紧力的连续控制,并能防止减小压力的冲击[1]。

比例电磁阀的结构见图2,普通液压阀只能通过预调的方式对液流的压力、流量进行定值控制。但是当设备机构在工作过程中要求对液压系统的压力、流量参数进行调节或连续控制,例如,要求工作

中国知网 https://www.cnki.net

台在工作进给时按慢、快、慢连续变化的速度实现进给，或按一定精度模拟某个最佳控制曲线实现压力控制，普通液压阀则实现不了，这时可以用比例电磁阀对液压系统进行控制。比例电磁阀是一种按输入的电信号连续地、按比例地控制液压系统的液流方向、流量和压力的阀类，其由电－机械比例转换装置和液压控制阀本体两大部分构成，电－机械比例转换装置将输入的电信号连续按比例地转换为机械力和位移输出，液压控制阀本体在接受这种机械力和位移之后、按比例连续地输出压力和流量。



1－极靴；2－线圈；3－限位环；4－隔磁环；5－壳体；6－内盖；7－盖

图 2　比例电磁阀的结构

3　卡盘压力降低

3.1　压力测试

充分利用比例电磁阀的优点简单地实现远距离控制，无需手动调整压力，通过加工程序的指令即可实现压力的调整；并且比例电磁阀能连续地、按比例地控制液压系统的压力，从而实现对工件卡紧力的连续控制，并能防止压力的冲击。现场压力测试，具体方法为：车丝时卡盘压力从 4 MPa 开始，以 0.5 MPa为基准进行降低测试，观察卡盘压力对单项值锥度的影响，套管、油管和管线管螺纹的加工、测量和检验规范[2] 中锥度标准范围为 0.060 ~ 0.067，为了避免波动超差，实际生产中锥度控制范围值在 0.063 ~ 0.064 之间。从卡盘压力对单项值锥度影响测试结果分析得知，卡盘减压到 2 MPa，螺纹单项值锥度控制在 0.063 ~ 0.064 之间，相对稳定，是加工希望得到的理想值。

3.2　加工程序

根据压力测试结果，我们得到卡盘压力 2 MPa 时螺纹加工单项值相对稳定。由此，确定攻关点为卡盘压力的降低。卡盘压力的降低可利用加工程序功能语句实现[3]，分析车丝和毛刺时，加工接箍料壁变薄，相对大的卡盘压力，接箍料将产生机械变形，影响加工效果，因而在车丝和毛刺加工时，适当降低卡盘压力可改善螺纹加工单项值稳定性。现主卡盘压力正常 4 MPa，通过加工程序指令 M05 与 M25 的配合使用，车丝和毛刺工艺时，实现卡盘减压到 2 MPa。

修改加工程序（以 5.5 英寸圆扣为例）。通过加工指令语句 M05 和 M25 的配合使用，在车丝、毛刺时卡盘压力及时地降低。

```
N5000; THREADING SIDE B;
STOPRE
 $TC_DP3 [3,1] =41.15
 $TC_DP4 [3,1] =311.00
N5010 T13 D01
N5020 R23 =1000. ×R75 /( 3.14 ×136. )
N5030 M04 S =R23 M05;
N5040 M25;
N5100 G00 X = -140.37 +R98 Z130.18;
N5105 M07
N5110 G33 X = -132.03 Z0. K3.175
N5120 G33 X = -125.67 Z -3.175 I3.175;
N5121 G00 Z130.18;
N5122 X = -141.98 +R98;
N5123 G33 X = -133.64 Z0. K3.175
N5124 G33 X = -127.28 Z -3.175 I3.175;
N5140 G00 Z130.18
N5100 X = -142.18 +R98 +R88;
N5110 G33 X = -133.84 +R88 Z0. K3.175
N5120 G33 X = -127.48 +R88 Z -3.175
I3.175;
```

3.3　实施后效果分析

从 2020 年 3 月开始，技术人员通过调整加工程序，使卡盘压力控制在 2 MPa。实践证明实施卡盘压力降低的有效措施后，检测得出螺纹单项值相对稳定。3 月份车丝成品率显著提升，接下来的 3 个月接箍车丝成品率相对稳定，2020 年上半年接箍车丝成品率分析柱状图见图 3。

中国知网　https://www.cnki.net

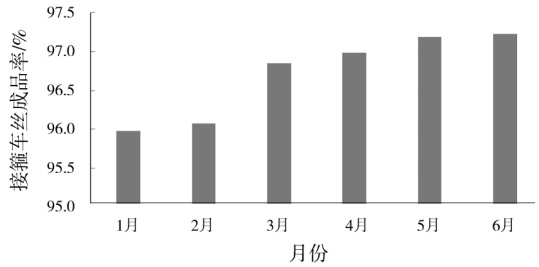


图3 2020年上半年接箍车丝成品率分析柱状图

4 结束语

在油套管接箍的实际生产中，解决螺纹单项值稳定性需要根据企业实际情况而定，考虑的因素有设备可恢复的精度，要求的加工效率，加工接箍壁厚和加工实际参数情况等综合因素。实践证明，通过降低卡盘压力可有效改善螺纹单项值稳定性。此外，降本增效是企业发展永恒的基调，也是我们生产中应遵循的原则。

参 考 文 献

[1] 付敬奇. 执行器及其应用[M]. 北京: 机械工业出版社，2009.
[2] API Spec 5B，套管、油管和管线管螺纹的加工、测量和检验规范[S].
[3] 吕斌节，高长银. 赵汝数控车床编程实例精粹[M]. 北京: 化学工业出版社，2011.

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2021.01.023

关于《包钢科技》2018年增设“专家论坛”栏目的启示

《包钢科技》是经国家科技部和国家新闻出版广电总局批准，由包头钢铁(集团)有限责任公司主管，内蒙古包钢钢联股份有限公司技术中心主办的科技类综合性刊物。45年来，《包钢科技》刊物质量和学术影响力不断提高，已成为展示包钢科技进步、创新成果的重要窗口和交流平台。为加强办刊特色，丰富栏目内容，《包钢科技》2018年开始增设“专家论坛”栏目，邀请公司内外学术与管理方面的权威、专家学者在期刊上发表论文。一般为特约稿件，包括省内外各学科的院士、知名专家、各学会会长、各大专院校的校长或在某专业、学科方面有特殊贡献的专家、教授撰写的学术论文。《包钢科技》真诚期待您在百忙之中赐稿，为技术人员提供指导，不断提高期刊影响力，促进技术传承，使《包钢科技》期刊进入更好更健康的发展轨道。

感谢大家对《包钢科技》给予的大力支持!

联系地址: 内蒙古包头市昆区包钢技术中心信息研究所
邮政编码: 014010
联系人: 安琪
联系电话: 0472－2666065 0472－2663081
传真: 0472－2663081

投稿途径(任选其一):

(1) 包钢协同平台: 技术中心——信息研究所——安琪;

(2) E－mail: bgkj2005@126.com

《包钢科技》编辑部

中国知网 https://www.cnki.net