

DOI:10.3969/j.issn.1001-4551.2014.04.012

砂带低速抛磨的可行性研究*

孙千里¹, 沈鑫刚¹, 范进桢¹, 包开华², 耿金良¹

(1. 宁波职业技术学院 海天学院, 浙江 宁波 315800;

2. 宁波普利特精密机械有限公司, 浙江 宁波 315800)

摘要: 针对生产实际中采用的砂带磨削速度普遍与工艺手册的推荐值存在较大差距的问题,以砂带粒度、磨削速度、每转进给量、工件材料四因素进行正交试验设计,确定了各个参数对零件抛光质量的影响。列举了注塑模具型芯零件砂带低速抛光的工程案例,对该零件进行了工艺分析,编制了机械加工工艺,重点介绍了成型面的砂带低速抛光工序。试验结果的极差分析表明,砂带粒度对表面粗糙度的影响最大,远大于其他三因素,然后依次为工件材料、磨削速度,影响最小的是每转进给量;工程实践结果证明,只要选用的砂带粒度合适,即使选用较低的磨削速度,也可以取得良好的抛光效果。

关键词: 砂带; 低速抛磨; 正交试验; 可行性

中图分类号: TH16; TG74.9 **文献标志码:** A

文章编号: 1001-4551(2014)04-0462-04

Study on feasibility of abrasive belt low-speed grinding and polishing

SUN Qian-li¹, SHEN Xin-gang¹, FAN Jin-zhen¹, BAO Kai-hua², GEN Jin-liang¹

(1. Hai Tian College, Ningbo Polytechnic, Ningbo 315800, China;

2. Ningbo Polytech Precision Machinery Co., Ltd., Ningbo 315800, China)

Abstract: Aiming at the issue that it is of the actual existence of a wide gap between belt grinding speed used in the production and the recommended values of the manual process, taking the four factors, belt granularity, grinding speed, feed rate per revolution, workpiece material, the belt grinding orthogonal experiment was designed to determine the effect of each parameter on the parts polished quality. Examples of the injected embryos mold core parts low speed polishing projects were listed. The process analysis of the part was performed. The machining process was prepared. The low-speed polishing process of the molding surface belt was mainly introduced. Test results of range analysis show that, the belt granularity has the greatest effort on the surface roughness, much greater than the other three factors, followed by the workpiece material, grinding speed, and the smallest one is the feed per revolution. Project examples show that, if choosing proper belt granularity, even if using a lower grinding speed, it can also get a good polishing.

Key words: abrasive belt grinding; low-speed polishing; orthogonal experiment; feasibility

0 引言

通常认为,砂带磨削是在一定装置上,利用高速旋转的砂带切除工件表面余量和进行磨削抛光的一种加工工艺^[1]。与砂轮磨削相比,砂带磨削有自身的

特点和优势,例如:利用砂带的挠性和卷曲变形,实现了椭圆孔的倒角加工^[2];针对不锈钢铲形状不规则,应用砂带磨削,变手工操作为自动化作业,保证了产品质量的一致性和稳定性^[3]。另外,精密砂带振动磨削和研抛技术是解决制造技术中工艺难题的重要手段之一^[4]。

收稿日期: 2013-11-26

基金项目: 浙江省教育厅科研资助项目(Y201224129);宁波职业技术学院科研资助项目(NZ11015)

作者简介: 孙千里(1971-),男,江西宜春人,工程硕士,讲师,主要从事机械产品加工与装配工艺、工装设计方面的研究。E-mail:qianlisun@163.com

《机械加工工艺手册》为磨削各种材料推荐了不同的砂带速度^[5],例如:铝的砂带磨削速度为22 m/s~28 m/s,黄铜/青铜的砂带磨削速度为25 m/s~30 m/s,碳钢的砂带磨削速度为20 m/s~25 m/s等。学者李代建^[6]为砂带精磨工艺推荐的砂带线速度是28 m/s;罗刚、刘瑞杰、华崇略等人^[7-9]的研究也采用了相近的砂带速度。

可查文献中仅见廖萍等人^[10]设计的砂带抛光设备选用约2 m/s的磨削线速度。但在实际生产过程中,常采用较低的砂带磨削速度(或较低的砂带与工件的相对线速度),通常为2 m/s~5 m/s左右。

本研究通过工程试验及实际加工,验证砂带低速抛磨的可行性。

1 砂带磨削正交试验

1.1 试验条件

砂带磨削是一个非常复杂的过程,影响零件抛光质量的因素很多,本研究主要从砂带粒度、磨削速度、每转进给量、工件材料四方面进行正交试验设计,以确定各个参数对零件抛光质量的影响。本研究的试验条件如表1所示。

表1 砂带磨削的试验条件	
名称	品牌/型号(参数)
车床	沈阳第一机床厂/CA6140A
砂带磨头	自制
变频器	三菱/FR-D740
粗糙度仪	Mahr/PMP-90501
试件1材料/规格	铝合金/ $\Phi 22 \times 300$
试件2材料/规格	黄铜/ $\Phi 22 \times 300$
试件3材料/规格	45钢(调质)/ $\Phi 22 \times 300$
砂带1/粒度	ANCHENG SAN LING/P80
砂带2/粒度	DEER/JC122 CC-180
砂带3/粒度	BJN31S P320

试验在生产用砂带磨头上进行。为满足试验条件的需要,将砂带磨头进行了一定改造:首先,加装变频器,以实现试验所需要的三级转速(由于砂带磨头采用三相异步电机,仅1 440 r/min一级额定转速);其次,为了使砂带线速度最大达到20 m/s,将主动轮直径从原来的 $\Phi 65$ mm增大到 $\Phi 280$ mm。试验装置及现场如图1所示。

1.2 试验方案设计

基于上述分析,可确定正交试验的因素水平,如表2所示。

选用 $L_9(3^4)$ 正交表,试验方案及结果如表3所示。

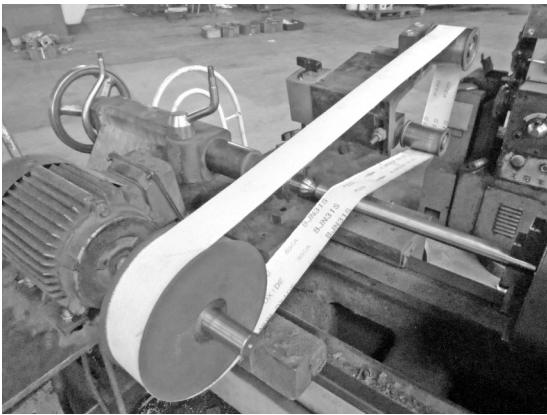


图1 试验现场

表2 正交试验因素水平

水平	试验因素			工件材料
	砂带粒度 P	磨削速度 V $/(\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$	每转进给量 f $/(\text{mm} \cdot \text{r}^{-1})$	
1	80	21.1	0.5	铝合金
2	180	12.7	1	铜
3	320	4.2	2	45钢

表3 正交试验设计及试验结果

试验序号	砂带粒度 P	磨削速度 V $/(\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$	每转进给量 f $/(\text{mm} \cdot \text{r}^{-1})$	工件材料	粗糙度/ μm
1	1(80)	1(21.1)	1(0.5)	1(铝合金)	4.963
2	1	2(12.7)	2(1)	2(铜)	3.660
3	1	3(4.2)	3(2)	3(45钢)	4.043
4	2(180)	1	2	3	1.857
5	2	2	3	1	2.380
6	2	3	1	2	0.753
7	3(320)	1	3	2	1.890
8	3	2	1	3	1.163
9	3	3	2	1	1.833
K_1	12.667	8.710	6.880	9.177	/
K_2	4.990	7.203	7.350	6.303	/
K_3	4.887	6.630	8.313	7.063	/
均值 k_1	4.222	2.903	2.293	3.059	/
均值 k_2	1.663	2.401	2.450	2.101	/
均值 k_3	1.629	2.210	2.771	2.354	/
极差 R	2.593	0.693	0.478	0.958	/

1.3 试验结果分析

表3中某因素所在列的极差,反映了该因素水平波动时粗糙度值的变动幅度。极差越大,说明该因素对粗糙度值的影响越大,根据极差大小,可以判断各因素对工件磨削表面粗糙度影响的主次顺序。从表3中数据可知,砂带粒度、磨削速度、每转进给量、工件材料四因素对应的极差分别为2.593、0.693、0.478、

0.958,且 $2.593 > 0.958 > 0.693 > 0.478$,因此该试验选择的4个工艺参数中,对表面粗糙度影响最大的是砂带粒度,其影响远大于其他三因素,其次是工件材料,影响最小的是每转进给量。所以,当工件材料已知的情况下,用砂带进行抛光,保证表面粗糙度要求的关键在于选择合适的砂带粒度。这意味着,只要砂带的粒度选择合理,选用较低的砂带磨削速度是可行的。

2 砂带低速抛光工程实例

型芯零件图如图2所示。金龙鱼5 L油胚12腔注塑模具的型芯,材料为3Cr13,经真空淬火后,硬度为HRC45~48,型芯成型工作表面的粗糙度要求 $Ra0.4$ 。

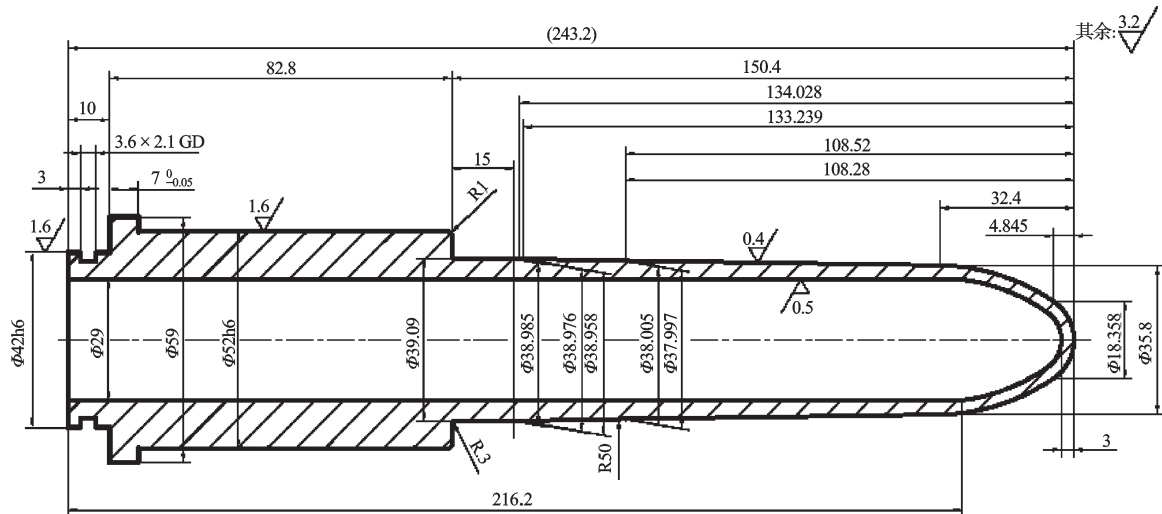


图2 型芯零件图

2.1 工艺分析及机加工工艺过程

该零件由圆柱、圆锥、圆弧、内孔等表面组成,尺寸精度不超过IT6级,通过精车就可以达到要求,成型面也不复杂,可以在数控车床上完成加工,但成型面的表面粗糙度要求非常高,必须经过抛光才能达到。工艺过程如表4所示。

2.2 成型面抛光

成型面抛光工序是型芯机械加工工艺过程中的难点。

在没有专用抛光设备的情况下,在普通车床上抛光,主轴转速为1 300 r/min~2 000 r/min,所抛外圆直径不超过 $\Phi 40$,则砂带抛光时与工件的相对速度不超过4.2 m/s,属于低速抛光。

此时,比较方便的方法是手持砂带抛光。生产中常将砂带用手持式电磨夹持进行抛光。具体做法如图3所示:将砂纸裁成4 cm~5 cm宽的砂带,砂面朝外,左端卡在手持式电磨输出轴头部的槽中,然后以顺时针方向卷成卷,启动电磨,使砂带卷正转,与工件待抛光表面接触,进行抛光。当砂带卷的外层砂粒磨损到失去抛光功能时,撕去旧砂纸,露出新鲜砂纸,继续抛光。

为了达到理想的抛光效果,整个抛光过程需更换从粗到细共4种不同粒度的砂纸,最后,将羊毛球装在电磨上,辅以钻石膏进行上光,完成全部抛光工作。

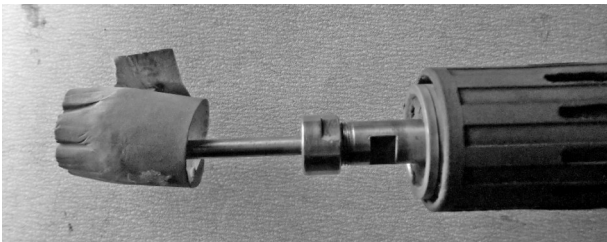
表4 型芯机械加工工艺过程

工序号	工序内容	备注
1	按锯料单锯料	
2	平端面,钻中心孔	普车
3	粗车外圆,单边留余量1.5 mm	数控车
4	钻水孔到尺寸	普车
5	真空淬火:HRC45~48	
6	检验1	
7	半精车,单边留余量0.6 mm	数控车床
8	检验2	
9	精车外圆、瓶口沟槽至尺寸, $Ra3.2$	数控车床
10	检验3	
11	切断并精车后端槽至尺寸	普车
12	检验4	
13	车成型面及球头至尺寸, $Ra1.6$	数控车床
14	检验5	
15	手工开排气,去毛刺	
16	抛光至尺寸,镜面效果	普车
17	全检	
18	防锈、包装、入库(包括安装座的装配)	

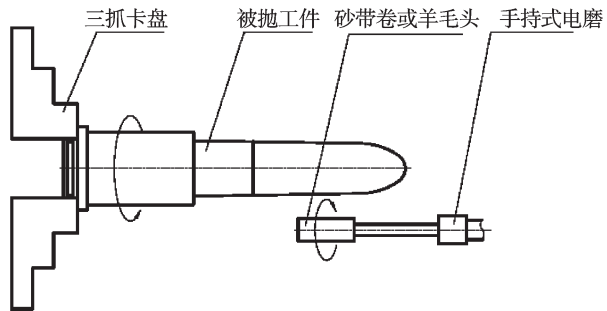
工序内容如表5所示。

2.3 抛光效果

经过5个工步的抛光,成型面达到了令人满意的镜面效果,完成抛光后的型芯成品如图4所示。



(a) 手持式电磨夹持砂带卷



(b) 抛光示意图

图3 手持式砂带抛光示意图



图4 完成抛光后的型芯成品

表5 抛光工序内容

工步号	工步内容	备注
1	粗抛型芯工作表面	P240砂纸
2	半精抛型芯工作表面	P400砂纸
3	精抛型芯工作表面, Ra0.8	P800砂纸
4	精细抛型芯工作表面,清除上一工步留下的划痕	W28(01)金相砂纸
5	上光, Ra0.4, 呈镜面效果	羊毛球, W3.5 钻石膏

3 结束语

砂带磨削正交试验结果表明,砂带粒度对零件抛磨后的表面粗糙度的影响远大于砂带磨削速度的影响,是抛磨工艺中需要主要考虑的因素。因此,在生产条件不允许采用较高砂带磨削速度的场合时,只要进行合理地工序设计,选用合适的砂带粒度,即使采用较低的砂带速度抛光,同样可以取得良好的抛光效果。笔者列举的砂带低速抛光案例证实了这一点。本研究旨在说明砂带低速抛磨的可行性。

另外,在正交试验中,还有很多因素没有纳入考察,如抛磨时的走刀次数、磨削压力、采用顺磨或逆磨对抛光效果的差异等,这些因素对抛磨的影响有待于下一步进行研究。

参考文献(References):

[1] 柴桦,黄云,王亚杰,等. 镁合金表面粗糙度预测模型优化的研究[J]. 机械科学与技术,2012,31(6):968-971.

[2] 王友林,姜英. 连杆小端椭圆孔的砂带倒角加工[J]. 现代制造工程,2012(10):95-98.

[3] 余岩. 不锈钢铲的高效机械化砂带磨削及抛光工艺研究[J]. 机床与液压,2011,39(20):19-23.

[4] 王先逵. 精密复合加工技术[J]. 现代制造工程,2012(2):1-6.

[5] 王先逵. 机械加工工艺手册[M]. 北京:机械工业出版社,2008.

[6] 李代建,杨春强. 船用螺旋桨砂带磨削研究[J]. 工具技术,2010,44(12):23-26.

[7] 罗刚,朱成华. 大型焊接钢管管端螺旋焊缝砂带抛磨机床的研制[J]. 机床与液压,2010,38(16):35-43.

[8] 刘瑞杰,黄云,靳星星,等. 基于砂带磨削的钛合金复合板材恒压自适应控制研究[J]. 机械科学与技术,2011,30(8):1258-1261.

[9] 华崇略,王贵成,刘菊东,等. 磨削速度对工件磨削淬硬层表面残余应力分布的影响[J]. 机械设计与制造,2012(4):177-179.

[10] 廖萍,周一丹. 点阵式砂带抛光工艺[J]. 机械工艺师,1998(3):10-11.

[编辑:张翔]

本文引用格式:

孙千里,沈鑫刚,范进桢,等. 砂带低速抛磨的可行性研究[J]. 机电工程,2014,31(4):462-465.

SUN Qian-li, SHEN Xin-gang, FAN Jin-zhen, et al. Study on feasibility of abrasive belt low-speed grinding and polishing[J]. Journal of Mechanical & Electrical Engineering, 2014, 31(4):462-465.

《机电工程》杂志: <http://www.meem.com.cn>