

滚动直线导轨镀硬铬后的精度及寿命分析

■ 广东高新凯特精密机械股份有限公司（江门 529100） 关景开

摘要：本文主要论述直线导轨经过表面镀硬铬处理后，对其耐锈蚀及耐磨损性能的影响。

滚动直线导轨副作为高精度、高刚性的滚动功能部件，是当今高档数控机床中的重要部件之一，并随着机床行业的发展，其使用环境也在发生变化，这就对导轨副的环境适应性能提出了更高的要求。为满足更多客户的使用要求，在不影响直线导轨副精度的前提下，增加导轨表面镀硬铬处理工艺，本文主要对镀硬铬处理的导轨进行耐锈蚀及耐磨损试验作出论述。

1. 镀铬导轨精度变化

采用本公司生产的1 600mm长的LGR45导轨，进行镀铬试验。导轨副装配一个滑块，镀铬前后的精度变化如表1所示。

由表1可看出，镀铬前后导轨副的精度变化较少，且其综合精度依然满足行业等级精度E级要求，导轨副刚度也没有发生较大的变化。

2. 耐磨损试验

将铬镀后的LGR45导轨副安装在本公司自主研发的重载寿命试验机上，进行模拟工况的负载连续往复运行试验。本重载寿命

试验机原理：采用伺服电动机联接丝杠驱动工作台往复运动，通过液压缸对安装在基座左右两侧的导轨副施加压力，滑块上方安装有压力传感器，可实时监控导轨副受压情况，如图1所示。

设置液压缸加载力4 000kg，运行速度30m/min，行程900mm，自动供油0.3ml/min，设置完成后开始试验。通过本公司产品介绍样本给出的寿命计算公式及例子，导轨副的理论额定寿命计算如下

$$L = 100 \times \left(\frac{f_H \times f_T \times f_c}{f_w} \cdot \frac{C}{P_c} \right)^{10/3} = 100 \times \left(\frac{1 \times 1 \times 1}{1.2} \times \frac{7480}{4000} \right)^{10/3} \approx 438(\text{km})$$

式中， L 是额定寿命（km）； C 是额定动载荷； P_c 是实际载荷； f_H 是滚道面的硬度系数， $f_H=1$ ； f_T 是温度系数， $f_T=1$ ； f_c 是接触系数， $f_c=1$ ； f_w 是载荷系数， $f_w=1.2$ 。

表1 导轨副镀铬前后的精度变化

检测项目	镀铬前	镀铬后
PAL1（高度方向运动精度）/μm	3	4
PAL2（侧面平行）/μm	3	3
JH（高度极限偏差）/μm	+ 30	+ 49
JW（极限宽度）/μm	- 10	- 9
突变/μm	2	3
导轨副刚性/（Pa·μm ⁻¹ ）	2 490	2 510

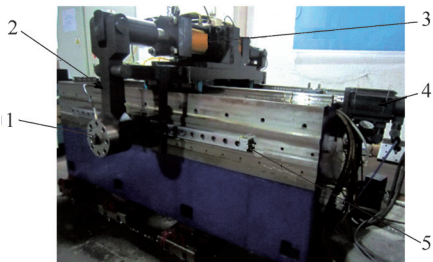


图1 重载寿命试验机结构

1.压力传感器 2.连杆机构 3.加载液压缸 4.驱动伺服电动机 5.试验导轨副

耐磨损试验结果及数据对比如表2所示。

由以上数据可看出，镀铬导轨在完成大于1.5倍的理论寿命运行距离后，导轨精度并未发生明显变化，导轨副刚性值并没有减少，导轨沟槽接触表面并未发生明显磨损，其余表面也没有发现锈蚀现象，导轨副可继续正常使用。

3. 耐锈蚀试验

对镀硬铬处理的导轨及未进行处理的导轨分别取80mm试样各两根，分别在试验条件为5%盐水喷溅及正常室温下，将两款导轨暴露于空气中试验其耐锈蚀能力。环境温度为25~28℃，两种导轨试样材料相同，表面均未涂防锈油。初始状态的镀铬导轨和无镀铬导轨分别如图2a、图2b所示。

(1) 导轨表面使用5%盐水喷溅，约3h后，镀铬导轨未出现任何变化（见图3a），而无镀铬导轨开始出现锈蚀现象（见图3b）。

30h后，镀铬导轨表面依然无变化，但无镀铬导轨锈迹面积变大，且锈蚀层较深，已严重锈蚀，无法正常使用（见图4）。直至264h后，镀铬导轨表面才出现明显锈迹（见图5）。

(2) 在正常室温环境下两款导轨的耐锈蚀能力测试。环境温度25~28℃，湿度41%，无镀铬导轨经过264h后，表面出现大面积锈迹，锈蚀深度较浅（见图6），但镀铬导轨并无任何变化。

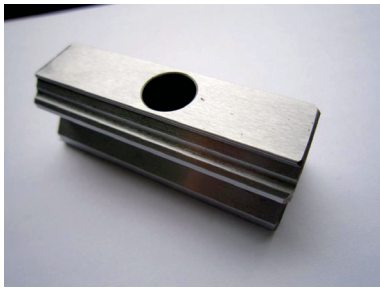
耐锈蚀试验结果如表3所示。

4. 结语

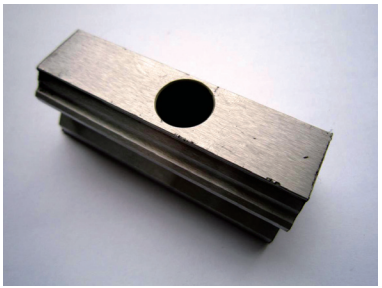
经过本文所论述的两个试

表2 试验前后数据对比

检测项目/km	试验前 (0)	试验后 (700)
PAL1 (高度方向运动精度) / μm	4	5
PAL2 (侧面平行) / μm	3	3
JH (高度极限偏差) / μm	+ 49	+ 45
JW (极限宽度) / μm	- 9	- 10
突变 / μm	3	4
导轨副刚性 / ($\text{Pa} \cdot \mu\text{m}^{-1}$)	2 510	2 500

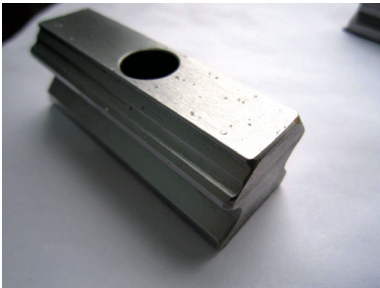


(a) 镀铬导轨试样



(b) 无镀铬导轨试样

图 2



(a) 喷溅盐水后镀铬导轨试样



(b) 喷溅盐水后无镀铬导轨试样

图 3



图4 30h后无镀铬导轨试样

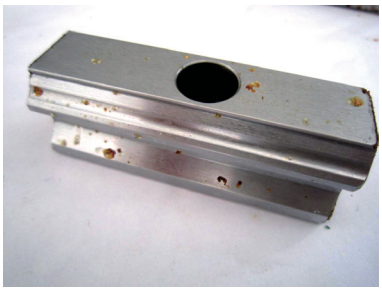


图5 264h后镀铬导轨试样

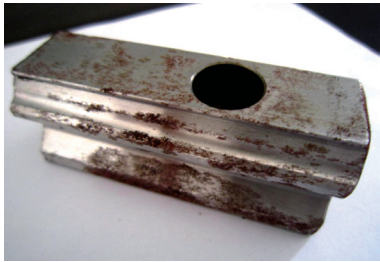


图6 264h后无镀铬导轨试样

壳体类零件加工夹具新型定向键设计

■ 宝鸡法士特齿轮有限责任公司 （陕西 722409） 韩文静

摘要：本文针对壳体杂件类夹具，特别对大型夹具设计中定位元件结构进行改进，减少了夹具的制作难度，提高了夹具的制造精度，缩小了夹具在换产中的调试时间。

在我公司壳体类夹具的设计中，夹具与机床工作台的定位全部用方形定向键，即公司标准中编号S40219—2005的形式，这种定位方式在夹具制作中很难达到设计要求，因此在使用中，调试夹具就成了令操作人员比较头疼的事。特别是对大型壳体类夹具，每次找正夹具需要的时间均较长，找正后的夹具需用试切法进行验证，因为一面两销定位的

夹具，两个销子相对夹具底面上与机床相连的定向键位置度90%以上达不到设计要求。通过对夹具与机床联接定位键及定位销的改进，大大降低了夹具制作的难度，使夹具一次性达到设计及使用要求。

1. 现状描述

夹具的定向键安装在夹具底面的纵向槽中，一般为2个，安在同一条直线上，其距离越远，则

导向精度程度越高，用螺钉紧固在夹具体上。定向键通过与机床工作台上的T形槽配合，以确定夹具在机床上的正确位置；除此之外还承受部分切削转矩，同时可减轻夹紧螺栓负荷，使夹具本身更具有稳定性。

壳体类夹具设计中，夹具与机床工作台的定位全部用方形定向键，如图1所示。常规定向键安装简图如图2所示。此种结构使夹

表3 耐锈蚀试验结果

试验条件 试验时间	使用5%盐水喷溅		置于正常室温下，25~28℃，湿度31%	
	镀铬导轨	无镀铬导轨	镀铬导轨	无镀铬导轨
试验开始	表面清洁，无锈迹	表面清洁，无锈迹	表面清洁，无锈迹	表面清洁，无锈迹
3h后	无锈迹	出现锈迹	无锈迹	无锈迹
30h后	无锈迹	严重锈蚀	无锈迹	无锈迹
100h后	无锈迹	严重锈蚀，不能正常使用	无锈迹	出现指纹大小锈迹，锈蚀深度很浅，可正常使用
264h后	开始出现锈蚀	-	无锈迹，表面无明显变化	表面大面积出现锈迹，已影响正常使用

验，导轨表面增加镀硬铬处理工艺后，在导轨表面形成一层致密的铬保护层，无论是在5%盐雾喷溅或室内常规环境的试验条件下，镀铬导轨的耐锈蚀能力均比无镀铬导轨高出很多。镀铬层的表面硬度达到了800~900HV，导

轨的耐磨损能力不但满足了导轨副理论设计的基本要求，且远远高于理论设计，可见导轨增加镀硬铬处理工艺后，可满足在粉尘或腐蚀性等较为恶劣环境下的使用要求，其应用范围更加广泛。

参考文献：

- [1] 徐起贺，孙健利. 滚动直线导轨副一般载荷下额定寿命的计算[J]. 现代机械，2002（1）：24-26.
- [2] 李卓明. 快速镀硬铬技术[J]. 电镀与精饰，2009，31（1）：28-29.

MW（收稿日期：20160408）