

# T/DLJX

团 体 标 准

T/DLJX XXXX—XXXX

## 动柱式水平 Y 轴卧式车铣复合加工中心 技术条件

Specifications for movable-column horizontal Y-axis turn-mill composite  
machining center

（征求意见稿）

（本草案完成时间：2023.6）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

大连市机械行业协会 发布

## 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
3.1 车铣复合加工中心 .....	1
3.2 动柱式水平 Y 轴卧式车铣复合加工中心 .....	1
4 技术要求 .....	1
5 附件和工具 .....	2
6 安全卫生 .....	2
7 加工和装配质量 .....	2
8 机床的空运转试验 .....	4
8.1 升试验及主运动和进给运动检验 .....	4
8.2 机床功能试验 .....	4
8.3 机床连续空运转试验 .....	5
9 机床负荷试验 .....	5
9.1 主传动系统最大扭矩的试验 .....	5
9.2 主传动系统最大切削抗力的试验 .....	5
9.3 主传动系统达到最大功率的试验 .....	5
9.4 抗振性切削试验 .....	5
10 最小设定单位试验 .....	7
10.1 一般要求 .....	7
10.2 直线运转轴线的最小设定单位试验 .....	7
10.3 回转轴线的最小设定单位试验 .....	8
11 原点返回试验 .....	9
11.1 一般要求 .....	9
11.2 直线运动轴线原点返回试验 .....	9
11.3 回转轴线原点返回试验 .....	10
12 机床精度检验 .....	11
13 随机技术文件 .....	12

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由通用技术集团大连机床有限责任公司提出。

本文件由大连市机械工业协会归口。

本文件起草单位：通用技术集团大连机床有限责任公司、机床工程研究院有限公司大连分公司、通用技术集团沈阳机床有限责任公司、大连理工大学、辽宁黄海实验室、大连交通大学、一重集团大连核电石化有限公司。

本文件主要起草人：张莹、赵宏安、孟国兴、李治、王彩年、董建军、郭静、谭智、刘海波、王智、朱建宁、孙永平。

本文件为首次发布。

# 动柱式水平 Y 轴卧式车铣复合加工中心 技术条件

## 1 范围

本文件规定了动柱式水平Y轴卧式车铣复合加工中心设计、制造和验收的要求。

本文件适用于床身上最大回转直径至 1000mm、线性轴线行程至 2000mm 的动柱式水平Y轴卧式车铣复合加工中心。

线性轴线行程超过 2000mm 的动柱式水平Y轴卧式车铣复合加工中心也可参照使用。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 5226.1-2019 机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件（IEC 60204-1：2016，IDT）

GB/T 7932-2017 气动 对系统及其元件的一般规则和安全要求（ISO 4414：2010，IDT）

GB/T 6576-2002 机床润滑系统

GB/T 9061-2006 金属切削机床 通用技术条件

GB 15760-2004 金属切削机床 安全防护通用技术条件

GB/T 16769-2008 金属切削机床 噪声声压级测量方法

GB/T 25376-2010 金属切削机床 机床加工件通用技术条件

GB/T 23570-2009 金属切削机床 焊接件通用技术条件

GB/T 25373-2010 金属切削机床 装配通用技术条件

GB/T 25374-2010 金属切削机床 清洁度的测量方法

GB/T 23572-2009 金属切削机床 液压系统通用技术条件

JB/T 10273-2013 数控机床交流主轴电动机 通用技术条件

T/DLJX XXXX（所有部分） 动柱式水平Y轴卧式车铣复合加工中心检验条件

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1 车铣复合加工中心 turn-mill composite machining center

以车床为基础，具有车主轴和铣主轴，带有自动换刀装置的，工件一次装夹可完成车、铣、钻、镗、攻螺纹等多种加工工艺和多道加工工序，并能同时进行车、铣复合加工的卧式数控机床。

### 3.2 动柱式水平 Y 轴卧式车铣复合加工中心 movable-column horizontal Y-axis turn-mill composite machining center

通过可移动立柱沿Y向导轨的水平移动，带动铣主轴Y向水平进给的高刚性卧式车铣复合加工中心。

## 4 技术要求

4.1 本文件是对 GB/T9061-2006、GB/T25373-2010、GB/T25376-2010 等标准的具体化和补充。按本文件验收机床时，应同时对上述标准中未经本文件具体化的其余验收项目进行检验。

4.2 验收机床时，应按 V 级精度机床的要求考核。机床精度分级按 GB/T25372-2010 规定。

## 5 附件和工具

5.1 为保证机床的基本性能，应随机供应的附件和工具见表 1。

表1

名 称	数 量
卡盘或弹簧夹头	1 件或 1 套
调整垫铁	1 套
专用调整工具	1 套

5.2 扩大机床使用性能的特殊附件，根据用户要求按协议供应。

## 6 安全卫生

6.1 机床电气系统的安全应符合 GB/T5226.1-2019 的规定。

6.2 机床液压系统和气动系统应分别符合 GB/T 23572-2009 和 GB/T 7932-2003 的规定。

6.3 机床润滑系统应符合 GB/T6576-2002 的规定。

6.4 机床气动系统应符合 GB/T7932-2003 的规定。

6.5 机床的安全防护除应符合 GB15760-2004、GB5226.1-2002 等标准的规定外，还应符合下列要求：

- a) 紧急停止按钮在完成紧急停止动作后，不得自动恢复功能；
- b) 脚踏开关应与车主轴的启动联锁；
- c) 夹紧工件的液压、气动和电动夹紧装置，在加工过程中突然停止供电、供油、供气以及液压、气动夹紧装置的压力下降时，应能可靠的夹持工件；
- d) 机床防护装置必须保护操作者和靠近机床的人不受废除切屑的伤害和冷却液的沾污；
- e) 机床防护拉门开关应与机床主轴运转互锁；
- f) 导轨等容易被尘屑磨损的部位应有安全防护装置。

6.6 床鞍移动和滑板移动应设有固定撞块或限位开关等限位保护装置，并应在允许的最高速度（设计规定）及快速移动时仍能可靠地限位。

6.7 按 GB/T 16769-2008 的规定检测机床的噪声。机床运转时不应有不正常的尖叫声和冲击声。机床在空运转条件下，整机噪声声压级不得超过 83dB(A)。

## 7 加工和装配质量

7.1 床身、立柱、床鞍、滑板、滑枕、主轴箱体、中心架支架等为重要铸件，应在粗加工后进行时效处理。必要时在半精加工后再进行一次时效处理。

7.2 主轴、丝杠副、导轨、高速或重载齿轮等零、部件的易磨损部位，应采取与寿命相适应的耐磨措施。

7.3 焊接零部件应符合 GB/T 23570-2009 的规定。重要的焊缝应进行无损检测，不应有裂纹。

7.4 重要固定结合面应紧密贴合，紧固后用 0.04mm 塞尺检验时不应插入。

下列结合面应按“重要固定结合面”的要求考核：

- a) 刀库与刀库底座的固定结合面；
- b) 中心架与支架体的结合面。

7.5 特别重要固定结合面应紧密贴合，除用涂色法检验外，紧固前、后用 0.03mm 塞尺检验均不应插入（与水平面垂直的特别重要固定结合面可只在紧固后检验）。

下列结合面应按“特别重要固定结合面”的要求考核：

- a) 滚珠丝杠支承座与其相配件的固定结合面；
- b) 滚珠丝杠螺母座与其相配件的固定结合面；
- c) 直线滚动导轨与其相配件的固定结合面；

- d) 滑块与其相配件的固定结合面；
- e) 主轴箱与床身的固定结合面；
- f) 主轴箱与主轴箱滑座的固定结合面；
- g) B轴壳体与X轴滑体的固定结合面。
- h) 刀架体与横滑板的固定结合面；
- i) 齿盘的接合面

7.6 重要和特别重要固定结合面用塞尺检验时，允许局部（1处~2处）插入深度：宽度上不超过5mm，长度上不超过结合面的1/5，但不大于100mm处则按1处计。

7.7 两配合件的结合面均是刮研面，用配合件的结合面（研具）做涂色法检验时，刮研点应均匀。按规定的计算面积平均计算，在每25mm×25mm的面积内，接触点数不应少于表2的规定。

表2

滑（滚）动导轨		移置导轨		镶条、压板滑动面	特别重要固定结合面
每条导轨宽度 mm					
≤250	>250	≤100	>100		
接触点数					
10	8	8	6	6	6

7.8 两配合件的结合面一个是刮研面，另一个是机械加工面，用配合件的机械加工面检验刮研面的接触点数时，不应少于表2中规定点数的75%。

7.9 采用机械加工方法加工的两配合件的结合面涂色法检验时，接触应均匀。接触指标不应低于表3的规定。

7.10 滚动导轨安装基面应符合设计文件的规定。组装后运动应轻便、灵活、无阻滞现象。为保证导轨与其配合的安装面贴合的更紧密，与各直线导轨和直线导轨滑块配合的所有安装面，宏观上不允许呈凸起状态。

7.11 各直线运动轴线安装的滚珠丝杠副，组装后应进行多次运转，其反向间隙不应大于0.03mm。滚珠丝杠的预拉伸量在装配后应符合设计文件规定，以保证拉伸后达到丝杠螺母的设定预紧量。

7.12 拉刀机构及其他重要机构所用碟形弹簧，组装后应按图样或技术文件的规定进行工作压力试验。

表3

滑（滚）动导轨		移置导轨		特别重要固定结合面	
接触指标（%）					
全长上	全宽上	全长上	全宽上	全长上	全宽上
70	50	60	40	60	35

7.13 重要的压力油缸组装后应按工作压力的1.5倍进行不少于0.5h的保压试验，不应有渗漏现象。

7.14 高速旋转的主轴组件，装配后应进行动平衡试验，并符合设计要求，主轴平衡品质等级不低于G2.5。允许剩余不平衡量按式（1）计算。

$$U = \frac{75 \times 10^3 m}{\pi n} \dots \dots \dots (1)$$

式中：U ---- 允许剩余不平衡量，单位为g·mm；

m ---- 主轴组件的质量，单位为kg；

n ---- 主轴组件动平衡时的转速，单位为r/min。

7.15 电主轴内置电机定子装配前后应检验绝缘电阻，阻值按厂家规定，试验方法按JB/T10273-2013规定进行。

7.16 主轴箱、端齿盘、滚珠丝杠支承座和螺母座等重要零件的定位销，其接触长度不应小于锥销工作长度的65%，并应均布在接缝的两侧。

7.17 按 GB/T 25374-2010 抽查机床总装后的清洁度，其主轴箱、B 轴箱体、铣轴箱体、液压箱、各润滑油箱内部清洁度按重量法进行检验，其单位体积中脏物的重量：主轴箱不应超过 400mg/L；液压箱、各润滑油箱不应超过 150mg/L。其他部件用目测、手感法进行检查，不应有明显脏物。

7.18 电主轴安装完毕，应进行冷却管路的试水检验，检查是否有渗漏现象。

## 8 机床的空运转试验

### 8.1 升试验及主运动和进给运动检验

8.1.1 机床的主运动机构（包括车主轴和铣主轴）应做低、中、高速运转。在最高转速运转时，时间不应少于 1h，使主轴轴承达到稳定温度，并在靠近主轴定心轴承处测量温度和温升，其温度不应超过 65℃，温升不得超过 35℃。在各级速度运转时运转应平稳，工作机构应正常、可靠。

8.1.2 对各线性轴线和回转轴线上的运动部件，分别用低、中、高进给速度和快速进行空运转试验，其运动应平稳、可靠，高速无振动，低速无明显爬行现象。

8.1.3 在空运转条件下，无级变速传动的主轴转速和进给速度的实际偏差，不应超过指令值或标牌指示值的±5%。

8.1.4 机床主传动系统的空运转功率（不包括主电机空载功率）不应超过设计文件的规定。

### 8.2 机床功能试验

#### 8.2.1 手动功能试验

用手动或数控手动方式操作机床各部分进行试验。

8.2.1.1 对铣主轴连续进行不少于 5 次的锁刀、松刀和吹气的动作试验，动作应灵活、可靠、准确。

8.2.1.2 在中速条件下，对各主轴连续进行 10 次的正、反转的启动、停止（包括制动）和定向的操作试验，动作应灵活、可靠。

8.2.1.3 在低、中、高转速范围内，对各主轴进行变速操作试验，动作应灵活、可靠。

8.2.1.4 对各线性轴向上的运动部件，在中等进给速度下连续进行各 10 次的正、负向的启动、停止的操作试验，并选择适当的增量进给进行正、负向操作试验，动作应灵活、可靠、准确。

8.2.1.5 对进给系统进行包括低、中、高进给速度和快速在内的 10 种变速操作试验，动作应灵活、可靠。

8.2.1.6 对刀库、机械手以任选方式进行换刀试验。刀库上刀具配置应包括设计规定的最大重量、最大长度和最大直径且不应超过最大重力矩的刀具。换刀动作应灵活、可靠、准确，机械手的承载重量和换刀时间应符合设计规定。

8.2.1.7 对带有分度定位机构的各轴线进行分度定位试验，动作应灵活、可靠、准确。

8.2.1.8 对回转刀架进行各种转位试验，动作应灵活、可靠。

8.2.1.9 对数字控制的各种指示灯、控制按钮、DNC 通信传输设备和风扇等进行空运转试验，动作应灵活、可靠。

8.2.1.10 对机床的液压、气动、冷却系统进行密封、冷却性能试验，功能应可靠，动作应灵活，各系统应无渗漏现象。

8.2.1.11 对机床的安全、保险、防护装置以及电气系统的控制、联锁、保护功能进行试验，功能应可靠，动作应灵活、准确。

8.2.1.12 对机床的各附属装置进行试验，工作应灵活、可靠。

#### 8.2.2 自动功能试验

用数控程序操作机床各部件进行试验（可与 8.3 机床连续空运转试验合并进行）。

8.2.2.1 在中速条件下，对各主轴连续进行 10 次的正、反转的启动、停止（包括制动）和定向的操作试验，动作应灵活、可靠。

8.2.2.2 在低、中、高转速范围内，对各主轴进行变速操作试验，动作应灵活、可靠。

8.2.2.3 对各线性轴向上的运动部件，在中等进给速度下连续进行各 10 次的正、负向的启动、停止和增量进给方式的操作试验，动作应灵活、可靠、准确。

8.2.2.4 对进给系统至少进行低、中、高进给速度和快速的变速操作试验，动作应灵活、可靠。

8.2.2.5 对刀库总容量中包括最大重量在内的每把刀具,以任选方式进行不少于两次的自动换刀试验,动作应灵活、可靠。

8.2.2.6 对机床所具备的轴线联动、轴线选择、机械锁定、定位、直线及圆弧等各种插补,螺距、间隙、刀具等各种补偿,程序的暂停、急停等各种指令,有关部件、刀具的夹紧、松开以及冷却、气动系统的启动、停止等数控功能逐一进行试验,其功能应可靠,动作应灵活、准确。

### 8.3 机床连续空运转试验

8.3.1 用包括机床主要加工功能的数控程序,模拟工作状态作不切削的连续空运转试验.整机连续空运转时间为48h。各次自动循环之间的休止时间不应大于1min。

8.3.2 连续空运转的整个过程中,机床运转应正常、平稳、可靠,不应发生故障,否则应重新开始试验。

8.3.3 连续空运转程序中应包括以下内容:

- a) 主轴运转应包括低、中、高转速在内的五种以上正、反转运转和定位。其中高速运转时间一般不少于每个循环程序所用时间的10%。
- b) 进给速度应把各个轴线上的运动部件包括低、中、高速度和快速和正向、负向组合在一起,在接近全行程范围内运行,并可选任意点定位。运行中不允许使用倍率开关。高速进给和快速运转时间不少于每个循环程序所用时间的10%。
- c) 刀库中各刀位上的刀具不少于两次的自动交换。
- d) 各联动轴线的联动运行。

## 9 机床负荷试验(按设计编制的负荷试验规划进行)

### 9.1 主传动系统最大扭矩的试验

在机床主轴恒扭矩调速范围内,选用一适当的主轴转速,采用车削和铣削方式进行试验。通过改变进给速度和切削速度,使机床主传动系统达到设计规定的最大扭矩,(最大扭矩的近似算法可参照GB/T 9061-2006 中附录B)。

试验时,机床传动系统各元、部件和变速机构工作应正常、可靠,运转应平稳、准确。

切削刀具:车刀和端铣刀

试件材料:45钢。

### 9.2 主传动系统最大切削抗力的试验

在机床主轴恒扭矩调速范围内,选用一适当的主轴转速,采用车削和铣削或钻削方式进行试验。通过改变进给速度和切削深度,使机床主传动系统达到设计规定的最大切削抗力(最大切削抗力的近似算法可参照GB/T 9061-2006 中附录C)。

试验时,机床工作应正常,各运转机构应灵活、可靠,过载保险装置应正常、可靠。

切削刀具:车刀和端铣刀或钻头。

试件材料:45钢。

### 9.3 主传动系统达到最大功率的试验(抽查)

在机床主轴恒功率调速范围内,选用一适当的主轴转速,采用车削和铣削方式进行试验。通过改变进给速度和切削深度,使机床主传动系统达到设计规定的最大功率。

试验时,机床各部分工作应正常、可靠,无明显颤振现象。

切削刀具:车刀和端铣刀。

试件材料:45钢。

### 9.4 抗振性切削试验(抽查)

按图1(短试件)或图2(长试件,用于带尾座的机床)所示用极限切削宽度进行抗振性切削试验。



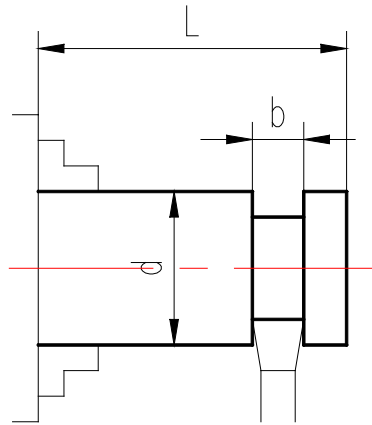


图1

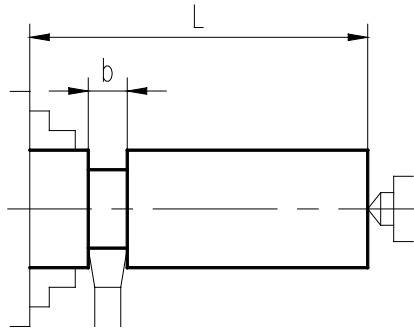


图2

#### 9.4.1 试验条件

- 试验前机床中速运转至主轴轴承达到稳定温度；
- 切削试验前新刀应试切三次，每次切深约 0.5mm；
- 短试件在试件外端部  $L/3$  范围内、长试件在试件两端  $L/10 \sim L/8$  范围内进行切削试验；
- 主轴端用卡盘夹紧试件，长试件用尾座顶尖顶紧。

#### 9.4.2 切削刀具

几何角度： $\gamma = 6^\circ$ ， $\alpha = 6^\circ$ ；

刀具材料：YT15；

刀具安装高度：不应高于主轴轴线 0.5mm。

#### 9.4.3 切削试件

试件材料：45钢。

试件尺寸：短试件  $d = 0.2D_a, L = 0.3D_a$ ；长试件  $d = 0.25D_a, L = 1.5D_a$ 。

注： $D_a$ 为最大车削直径。

#### 9.4.4 切削用量

切削速度： $v = 100 \text{ m/min} \sim 120 \text{ m/min}$ ；

进给量： $f = 0.1 \text{ mm/r}$ ；

切削深度： $a > 7 \text{ mm}$ 。

#### 9.4.5 极限切削宽度

机床不产生颤振的最大切削宽度定义为极限切削宽度，用 $b_{lim}$ 表示。

$D_a \leq 500: b_{lim} = 0.020D_a$ ;  $D_a > 500: b_{lim} = 0.015D_a$  (最小为10mm)

注：在切削时如果极限切削宽度未达到  $0.020D_a$ ，但切削功率已达到了设计规定的最大功率，机床没有发生颤振，则按此时实测的极限切削宽度考核。

机床在上述条件下试验时不应发生颤振。

## 10 最小设定单位试验

### 10.1 一般要求

机床最小设定单位试验包括直线运动轴线最小设定单位试验和回转轴线最小设定单位试验，应分别进行，试验某一轴线时，其他运动部件原则上置于行程的中间位置。具有螺距误差补偿和间隙补偿装置的机床，应在使用这些装置的情况下进行试验。

### 10.2 直线运转轴线的最小设定单位试验

#### 10.2.1 试验方法

先以快速移动使直线运动轴线上的运动部件向正（或负）移动一定距离后停止，再向同方向给出数个最小设定单位的指令，使运动部件停止在某一位置，以此位置作为基准位置。然后仍向同方向每次给出一个，共给出20个最小设定单位的指令，使运动部件连续移动、停止，并测量其在每个指令下的停止位置。从上述的最终测量位置，继续向同方向给出数个最小设定单位的指令，使运动部件移动并停止。再向负（或正）向给出数个最小设定单位的指令，从而使运动部件大约返回到上述最终的测量位置，在这些正向和负向的数个最小设定单位指令下运动部件的停止位置均不作测量。然后从上述的最终测量位置开始，仍向负（或正）向每次给出一个，共给出20个最小设定单位的指令，继续使运动部件连续移动、停止，大约返回到基准位置，测量其在每个指令下的停止位置，见图3。

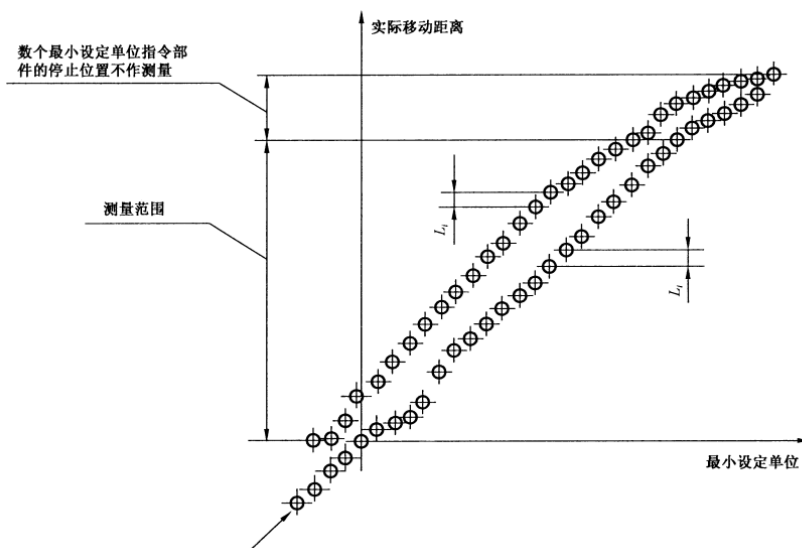


图3

注：要注意实际移动的方向。

至少在行程的中间及靠近两端的三个位置上分别进行试验。各直线运动轴线均应进行试验。按10.2.2的规定计算误差，以三个误差上的最大误差值计。

#### 10.2.2 误差计算

误差分为最小设定单位误差和最小设定单位相对误差。

##### 10.2.2.1 最小设定单位误差 $S_a$

见式(2)。

$$S_a = |L_i - m|_{\max} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$S_a$ ——最小设定单位误差,单位为mm;

$L_i$ ——某个最小设定单位指令的实际位移量,单位为mm;

$m$ ——一个最小设定单位指令的理论值,单位为mm。

注:实际位移的方向如与指令的方向相反,其位移量应为负值。

### 10.2.2.2 最小设定单位误差 $S_b$

见式(3)。

$$S_b = \frac{|\sum_{i=1}^{20} L_i - 20m|_{\max}}{20m} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$S_b$ ——最小设定单位相对误差;

$\sum_{i=1}^{20} L_i$ ——连续20个最小设定单位指令的实际位移值之和,单位为mm。

### 10.2.3 允差

$S_a$ : 根据机床的具体情况由制造厂规定。推荐不大于五个最小设定单位。

$S_b$ : 不应大于25%。

### 10.2.4 检验工具

激光干涉仪或读数显微镜和金属线纹尺。

## 10.3 回转轴线的最小设定单位试验

### 10.3.1 试验方法

先以快速移动使回转轴线上的运动部件向正(或负)向转动一定角度后停止,再向同方向给出数个最小设定单位的指令,使回转部件停止在某一位置,以此位置作为基准位置。然后仍向同方向每次给出一个,共给出20个最小设定单位的指令,使回转部件连续转动、停止,并测量其在每个指令下的停止位置。从上述的最终测量位置,继续向同方向给出数个最小设定单位的指令,使回转部件转动并停止。再向负(或正)向给出数个最小设定单位的指令,使回转部件大约返回到上述最终的测量位置,在这些正向和负向的数个最小设定单位指令下回转部件的停止位置均不作测量。然后从上述的最终测量位置开始,仍向负(或正)向每次给出一个,共给出20个最小设定单位的指令,继续使回转部件连续移动、停止,大约返回到基准位置,测量其在每个指令下的停止位置,见图4。

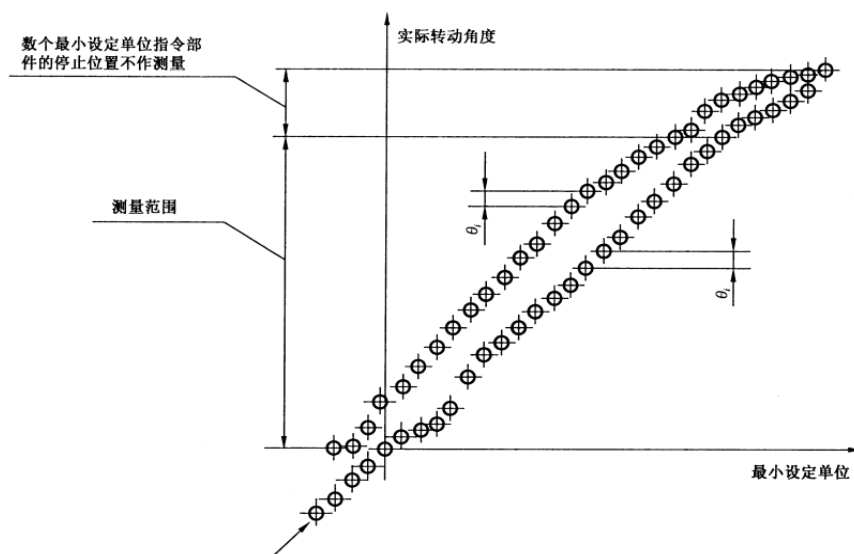


图4

注：要注意实际移动的方向。

至少在回转范围内的任意三个位置上分别进行试验。各回转轴线均应进行试验。按 10.3.2 的规定计算误差，以三个位置上的最大误差值计。

### 10.3.2 误差计算

误差分为最小设定单位角位移误差和最小设定单位角位移相对误差。

#### 10.3.2.1 最小设定单位角位移误差 $\omega_a$

见式 (4)

$$\omega_a = |\theta_i - m_\theta|_{\max} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$\omega_a$ ——最小设定单位角位移误差，单位为（”）；

$\theta_i$ ——某个最小设定单位指令的实际角位移，单位为（”）；

$m_\theta$ ——一个最小设定单位指令的理论角位移，单位为（”）。

注：实际角位移的方向如与指令的方向相反，其角位移应为负值。

#### 10.3.2.2 最小设定单位角位移相对误差 $\omega_b$

见式 (5)。

$$\omega_b = \frac{|\sum_{i=1}^{20} \theta_i - 20m_\theta|_{\max}}{20m_\theta} \times 100\% \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$\omega_b$ ——最小设定单位角位移相对误差；

$\sum_{i=1}^{20} \theta_i$ ——连续20个最小设定单位指令的实际角位移之和，单位为（”）。

### 10.3.3 允差

$\omega_a$ ：根据机床的具体情况由制造厂规定。推荐不大于五个最小设定单位。

$\omega_b$ ：不应大于25%。

### 10.3.4 检验工具

激光干涉仪或读数显微镜和金属线纹尺。

## 11 原点返回试验

### 11.1 一般要求

原点返回试验包括直线运动轴线原点返回试验和回转轴线原点返回试验，应分别进行。试验某一轴线时，其他运动部件原则上置于行程的中间位置。具有螺距误差补偿和间隙补偿装置的机床，应在使用这些装置的情况下进行试验。

### 11.2 直线运动轴线原点返回试验

#### 11.2.1 试验方法

分别使各直线运动轴线上的运动部件，从行程上的任意点按相同的移动方向，以快速进行五次返回某一设定原点  $p_0$  的试验。测量运动部件每次实际位置  $p_{i0}$  与原点理论位置  $p_0$  之差值，即原点返回偏差  $X_{i0}$  ( $i = 1、2、3、4、5$ )，见图5。

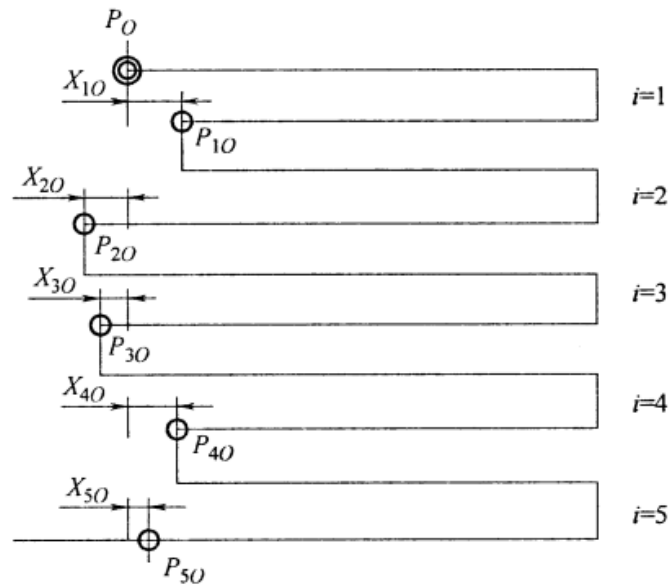


图5

至少在行程的中间及靠近两端的三个位置上分别进行试验。各直线运动轴线均应进行试验。

### 11.2.2 误差计算

各直线运动轴线中，原点返回试验时的4倍标准不确定度的最大值，即为原点返回误差。按式（6）计算：

$$R_0 = 4S_0 \dots \dots \dots (6)$$

式中：

$R_0$ ——原点返回误差，单位为mm；

$S_0$ ——原点返回时的标准不确定度，单位为mm；

注： $S_0$ 根据 GB/T 17421.2-2000 的有关公式进行计算。

### 11.2.3 允差

根据机床的具体情况由制造规定（推荐 $R_0$ 不大于重复定位精度的1/2）。

### 11.2.4 检验工具

激光干涉仪或读数显微镜和金属线纹尺。

## 11.3 回转轴线原点返回试验

### 11.3.1 试验方法

分别使各回转轴线上的运动部件，从行程上的任意点按相同的移动方向，以快速进行五次返回某一设定原点 $p_{0\theta}$ 的试验。测量运动部件每次实际位置 $P_{i\theta}$ 与原点理论位置 $P_{0\theta}$ 之差值，即原点返回偏差 $\theta_{i0}$ （ $i=1、2、3、4、5$ ），见图6。

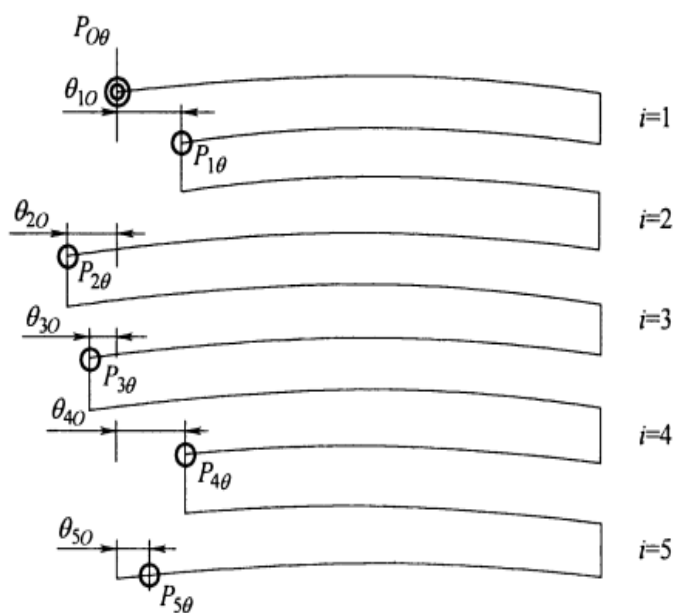


图6

至少在回转范围内的任意三个位置上分别进行试验。各回转轴线均应进行试验。

### 11.3.2 误差计算

各回转轴线中，原点返回试验时的4倍标准不确定度的最大值，即为原点返回误差。按式(7)计算：

$$R_{0\theta} = 4S_{0\theta} \dots\dots\dots (7)$$

式中：

$R_{0\theta}$ ——原点返回误差，单位为（”）；

$S_{0\theta}$ ——原点返回时的标准不确定度，单位为（”）。

注： $S_{0\theta}$ 根据 GB/T 17421.2-2000 的有关公式进行计算。

### 11.3.3 允差

根据机床的具体情况由制造规定（推荐 $R_{0\theta}$ 不大于重复定位精度的1/2）。

### 11.3.4 检验工具

自准直仪和多面体。

## 12 机床精度检验

12.1 机床的精度检验按 T/DLJX 0012 进行，其中几何精度的 G5、G6、G8、G9、G10、G11、G20、G26、G29、G30、G35 等项应在机床主轴达到中速稳定温度时检验。

12.2 机床数控轴线的定位精度和重复定位精度  $\mu$  的检验应在负荷试验后、工作精度检验前进行。

12.3 机床工作精度检验时，精加工试件精度应一次交验合格，精加工试件表面粗糙度 $R_a$ 最大允许值不应超过表4的规定。

表4 精加工试件表面粗糙度最大允许值

单位  $\mu\text{m}$ 

试件加工方式	车削表面	铣削表面	镗削孔表面
$R_a$ 最大允许值	0.8(M4 项为 1.6)	3.2	1.6

### 13 随机技术文件

13.1 机床使用说明书应随机供应两份。

13.2 机床合格证明书应附上该机床位置精度检验数据，当用户需要时附上相关的图表。

---