



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104937509 A

(43) 申请公布日 2015. 09. 23

(21) 申请号 201380052745. 6

代理人 臧永杰 徐红燕

(22) 申请日 2013. 08. 09

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

G05B 19/404(2006. 01)

61/681963 2012. 08. 10 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015. 04. 09

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2013/054332 2013. 08. 09

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/026108 EN 2014. 02. 13

(71) 申请人 海别得公司

地址 美国新罕布什尔州

(72) 发明人 G. S. 威尔逊 P. V. 布拉罕

G. 贝斯特

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

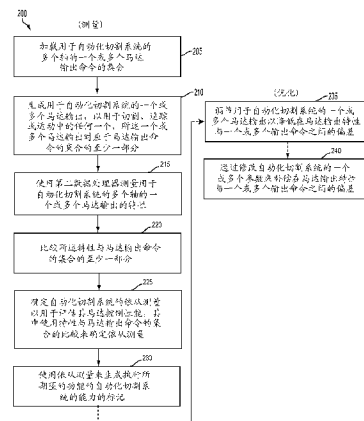
权利要求书3页 说明书27页 附图3页

(54) 发明名称

用于运动分析和优化的自动 ON-CNC 工具

(57) 摘要

在一方面中,本发明以一种用于通过评估自动化切割系统的切割头的自动化运动控制的马达控制处理来测量或改善自动化切割系统的切割头的性能的计算机化方法为特征。方法包括生成用于自动化切割系统的一个或多个马达输出,以用于切割、追踪或运动中的任何一个,所述一个或多个马达输出对应于马达输出命令的集合的至少一部分。对用于自动化切割系统的多个轴的一个或多个马达输出来测量特性。比较所述特性与马达输出命令的集合的至少一部分以确定自动化切割系统的性能测量。



1. 一种用于通过评估自动化切割系统的切割头的自动化运动控制的马达控制处理来测量或改善自动化切割系统的切割头的性能的计算机化方法,所述方法包括:

将用于自动化切割系统的多个轴的一个或多个马达输出命令的集合加载到数据存储

器中;

使用与数据存储通信的第一数据处理器而生成用于自动化切割系统的一个或多个

马达输出,以用于切割、追踪或运动中的任何一个,所述一个或多个马达输出对应于马

达输出命令的集合的至少一部分;

使用第二数据处理器而测量用于自动化切割系统的多个轴的一个或多个马达输出的

特性;

使用第三数据处理器而比较所述特性与马达输出命令的集合的至少一部分;以及

利用第四数据处理器而确定自动化切割系统的性能测量以用于评估其马达控制性能,

其中使用所述特性与马达输出命令的集合的比较来确定性能测量。

2. 权利要求 1 的方法,还包括使用性能测量来生成执行所期望的功能的自动化切割系

统的能力的标记。

3. 权利要求 1 的方法,还包括调节用于自动化切割系统的一个或多个马达输出以降低

在马达输出特性与一个或多个输出命令之间的偏差。

4. 权利要求 1 的方法,还包括通过修改自动化切割系统的一个或多个参数来补偿在马

达输出特性与一个或多个输出命令之间的偏差。

5. 权利要求 3 的方法,其中所述一个或多个参数包括以下中的任何一个 (i) 切割头定

时, (ii) 过程设置, (iii) 机械设置, (iv) 驱动和运动设置;以及 (v) 嵌套程序设置。

6. 权利要求 1 的方法,其中马达输出特性对应于以下中的任何一个 (i) 切割头的加速

度, (ii) 切割头的速度, (iii) 切割头的加速度变化率, (iv) 切割头的旋转,以及 (v) 切割

头的倾斜。

7. 权利要求 1 的方法,其中马达输出命令的集合基于以下中的任何一个 (i) 切割头的

最大性能, (ii) 切割头的平均性能, (iii) 切割头的所期望的性能,以及 (iv) 用户定义的性能

集合。

8. 权利要求 1 的方法,其中多个轴包括 3、4、5 或 6 个轴。

9. 权利要求 1 的方法,还包括经由图形用户接口向用户显示以下中的任何一个 (i) 性

能测量和 (ii) 执行所期望的功能的自动化切割系统的能力的标记。

10. 权利要求 1 的方法,其中第一数据处理器、第二数据处理器、第三数据处理器和第

四数据处理器体现在单个数据处理器或单个计算设备中。

11. 一种计算机可读产品,其有形地体现在非暂时性计算机可读介质或机器可读存储

设备上并且在数字信号处理器上可操作,以用于通过评估自动化切割系统的切割头的自动

化运动控制的马达控制处理来测量或改善自动化切割系统的切割头的性能,所述计算机

于马达输出命令的集合的至少一部分；

通过非暂时性计算机可读介质或机器可读存储设备而测量用于自动化切割系统的多个轴的一个或多个马达输出的特性；

通过非暂时性计算机可读介质或机器可读存储设备而比较马达输出特性与马达输出命令的集合的至少一部分；

通过非暂时性计算机可读介质或机器可读存储设备而确定自动化切割系统的性能测量以用于增强其马达控制性能,其中使用马达输出特性与马达输出命令的集合的比较来确定性能测量。

12. 权利要求 11 的计算机可读产品,还包括指令以使数字数据处理器通过非暂时性计算机可读介质或机器可读存储设备而分析性能测量以生成执行所期望的功能的自动化切割系统的能力的标记。

13. 权利要求 11 的计算机可读产品,其中非暂时性计算机可读介质或机器可读存储设备包括调谐工具,所述调谐工具被配置成修改自动化切割系统的操作以补偿在马达输出命令的集合与所测量的马达输出特性之间的差异。

14. 权利要求 13 的计算机可读产品,还包括指令以使数字数据处理器通过非暂时性计算机可读介质或机器可读存储设备而分析马达输出特性与马达输出命令的集合的比较以确定以下中的任何一个 (i) 切割头的机械稳定性以及 (ii) 切割头实现沿一个或多个轴的所期望的加速度或速度的能力。

15. 一种用于通过评估自动化切割系统的切割头的自动化运动控制的马达控制处理来测量或改善自动化切割系统的切割头的性能的数据处理系统,包括:

耦合到至少一个计算设备的数据存储器,其中数据存储器存储用于自动化切割系统的多个轴的一个或多个马达输出命令的集合;

在至少一个计算设备上执行的校准引擎,其中校准引擎

(i) 使用与数据存储器通信的第一数据处理器来生成用于自动化切割系统的一个或多个马达输出,以用于切割、追踪或运动中的任何一个,所述一个或多个马达输出对应于马达输出命令的集合的至少一部分;

(ii) 测量用于自动化切割系统的多个轴的一个或多个马达输出的特性;

(iii) 比较所述特性与马达输出命令的集合的至少一部分;以及

(iv) 确定自动化切割系统的性能测量以用于评估其马达控制性能,其中使用所述特性与马达输出命令的集合的比较来确定性能测量。

16. 权利要求 15 的系统,其中校准引擎分析性能测量以生成执行所期望的功能的自动化切割系统的能力的标记。

17. 权利要求 15 的系统,其中校准引擎调节用于自动化切割系统的一个或多个马达输出以降低在马达输出特性与部件数据所定义的一个或多个马达输出命令的集合之间的偏差。

18. 权利要求 15 的系统,其中校准引擎补偿在马达输出特性与部件数据所定义的一个或多个马达输出命令的集合之间的偏差。

19. 权利要求 18 的方法,其中校准引擎通过修改与自动化切割系统的一个或多个参数相关联的一个或多个值来补偿偏差。

20. 权利要求 19 的方法,其中所述一个或多个参数包括以下中的任何一个 (i) 切割头定时, (ii) 过程设置, (iii) 机械设置, 以及 (iv) 嵌套程序设置。

21. 权利要求 15 的系统,其中自动化切割系统包括等离子体切割系统、激光切割系统、含氧燃料切割系统、高温热切割系统、钻孔系统、穿孔系统或流体喷射切割系统。

用于运动分析和优化的自动 ON-CNC 工具

技术领域

[0001] 本发明一般涉及自动化切割系统。更具体地,本发明涉及用于测量或改进自动化切割系统的性能的方法和设备。

背景技术

[0002] 切割系统(例如等离子体弧系统、激光切割系统、水射流切割系统、含氧燃料切割系统等)可以用于切割各种材料(例如金属、石料或其它材料)。更先进的系统可以被自动化以用于自动切割材料。尽管自动化系统提供了相比于其手动对手的优势,但是其切割准确性可能由于组件缺陷/不一致性、机器不完美性、组件劣化等等而有所折衷。用于确定这些系统的切割准确性的当前方法典型地是昂贵且耗时的。

发明内容

[0003] 在一方面中,本发明以一种用于通过评估自动化切割系统的切割头的自动化运动控制的马达(motor)控制处理来测量或改善自动化切割系统的切割头的性能的计算机化方法为特征。方法包括以下步骤:将用于自动化切割系统的多个轴的一个或多个马达输出命令的集合加载到数据存储单元中;使用与数据存储单元通信的第一数据处理器生成用于自动化切割系统的一个或多个马达输出,以用于切割、追踪(trace)或运动中的任何一个,所述一个或多个马达输出对应于马达输出命令的集合的至少一部分;使用第二数据处理器而测量用于自动化切割系统的多个轴的一个或多个马达输出的特性;使用第三数据处理器而比较所述特性与马达输出命令的集合的至少一部分;以及利用第四数据处理器而确定自动化切割系统的性能测量以用于评估其马达控制性能,其中使用所述特性与马达输出命令的集合的比较来确定性能测量。在相关实施例中,性能测量被用于生成执行所期望的功能的自动化切割系统的能力的标记。

[0004] 在一些实施例中,方法涉及调节用于自动化切割系统的一个或多个马达输出以降低在马达输出特性与部件数据所定义的一个或多个输出命令之间的偏差。在相关实施例中,方法涉及通过修改自动化切割系统的一个或多个参数来补偿在马达输出特性与一个或多个输出命令之间的偏差。在另外的相关实施例中,所述一个或多个参数包括以下中的任何一个(i)切割头定时,(ii)过程设置,(iii)机械设置,(iv)驱动和运动设置;以及(v)嵌套(nest)程序设置。

[0005] 在一个实施例中,马达输出特性对应于以下中的任何一个:(i)切割头的加速度,(ii)切割头的速度,(iii)切割头的加速度变化率(jerk),(iv)切割头的旋转,以及(v)切割头的倾斜。在相关实施例中,马达输出命令的集合基于以下中的任何一个(i)切割头的最大性能,(ii)切割头的平均性能,(iii)切割头的所期望的性能,以及(iv)用户定义的性能集合。在另外的相关实施例中,多个轴包括3、4、5或6个(或附加的)轴。

[0006] 在一些实施例中,方法涉及经由图形用户接口向用户显示以下中的任何一个(i)性能测量和(ii)执行所期望的功能的自动化切割系统的能力的标记。在一些实施例中,第

一数据处理器、第二数据处理器、第三数据处理器和第四数据处理器体现在单个数据处理器或单个计算设备中。

[0007] 在另一方面中,本发明以有形地体现在非暂时性计算机可读介质或机器可读存储设备上并且在数字信号处理器上可操作以用于通过评估自动化切割系统的切割头的自动化运动控制的马达控制处理来测量或改善自动化切割系统的切割头的性能的计算机可读产品为特征,计算机可读产品包括指令,所述指令可操作成使数字信号处理器通过非暂时性计算机可读介质或机器可读存储设备来接收用于自动化切割系统的多个轴的一个或多个马达输出命令的集合;通过非暂时性计算机可读介质或机器可读存储设备来生成用于自动化切割系统的一个或多个马达输出以用于切割、追踪或运动中的任何一个,所述一个或多个马达输出对应于马达输出命令的集合的至少一部分;通过非暂时性计算机可读介质或机器可读存储设备来测量用于自动化切割系统的多个轴的一个或多个马达输出的特性;通过非暂时性计算机可读介质或机器可读存储设备来比较马达输出特性与马达输出命令的集合的至少一部分;以及通过非暂时性计算机可读介质或机器可读存储设备来确定自动化切割系统的性能测量以用于增强其马达控制性能,其中使用马达输出特性与马达输出命令的集合的比较来确定性能测量。在相关实施例中,通过非暂时性计算机可读介质或机器可读存储设备来分析性能测量以生成执行所期望的功能的自动化切割系统的能力的标记。

[0008] 在一些实施例中,非暂时性计算机可读介质或机器可读存储设备包括被配置成修改自动化切割系统的操作以补偿在马达输出命令的集合与所测量的马达输出特性之间的差异 (variance) 的调谐工具。在相关实施例中,计算机可读产品还包括指令,所述指令使数字数据处理器通过非暂时性计算机可读介质或机器可读存储设备来分析马达输出特性与马达输出命令的集合的比较以确定以下中的任何一个 (i) 切割头的机械稳定性以及 (ii) 切割头实现沿一个或多个轴的所期望的加速度或速度的能力。

[0009] 在另一方面中,本发明以一种用于通过评估自动化切割系统的切割头的自动化运动控制的马达控制处理来测量或改善自动化切割系统的切割头的性能的数据处理系统为特征,其包括耦合到至少一个计算设备的数据存储器,其中数据存储器存储用于自动化切割系统的多个轴的一个或多个马达输出命令的集合;在至少一个计算设备上执行的校准引擎,其中校准引擎使用与数据存储器通信的第一数据处理器来生成用于自动化切割系统的一个或多个马达输出,以用于切割、追踪或运动中的任何一个,所述一个或多个马达输出对应于马达输出命令的集合的至少一部分;测量用于自动化切割系统的多个轴的一个或多个马达输出的特性;比较所述特性与马达输出命令的集合的至少一部分;以及确定自动化切割系统的性能测量以用于评估其马达控制性能,其中使用所述特性与马达输出命令的集合的比较来确定性能测量。在相关实施例中,分析性能测量以生成执行所期望的功能的自动化切割系统的能力的标记。

[0010] 在一些实施例中,校准引擎调节用于自动化切割系统的一个或多个马达输出以降低在马达输出特性与部件数据所定义的一个或多个马达输出命令的集合之间的偏差。在相关实施例中,校准引擎补偿在马达输出特性与部件数据所定义的一个或多个马达输出命令的集合之间的偏差。在另外的相关实施例中,校准引擎通过修改与自动化切割系统的一个或多个参数相关联的一个或多个值来补偿偏差。在仍另外的相关实施例中,所述一个或多个参数包括以下中的任何一个 (i) 切割头定时, (ii) 过程设置, (iii) 机械设置, 以及 (iv)

嵌套程序设置。

[0011] 在一些实施例中,自动化切割系统包括等离子体切割系统、激光切割系统、含氧燃料切割系统、高温热切割系统、钻孔系统、穿孔系统或流体喷射切割系统。

[0012] 本发明的其它方面可以从以下附图和描述变得明显,以下附图和描述中的所有仅作为示例而说明本发明的原理。

附图说明

[0013] 可以通过参考以下标识的附图而获得本发明的更加完整的理解。

[0014] 图 1 描绘了根据本发明的说明性实施例的用于通过评估切割头的自动化运动控制的马达控制处理来测量或改善自动化切割系统的切割头的性能的系统和环境。

[0015] 图 2 描绘了根据本发明的说明性实施例的用于通过评估切割头的自动化运动控制的马达控制处理来测量或改善自动化切割系统的切割头的性能的过程。

[0016] 图 3 描绘了根据本发明的说明性实施例的用于通过评估切割头的自动化运动控制的马达控制处理来测量或改善自动化切割系统的切割头的性能的计算机程序的示例性用户接口。

具体实施方式

[0017] 自动化切割系统和环境

图 1 描绘了根据本发明的说明性实施例的用于通过评估自动化切割系统 100 的切割头的自动化运动控制的马达控制处理来测量或改善自动化切割系统的切割头的性能的系统和环境。为了确保自动化切割系统的最优操作,测量系统的性能和 / 或进行调节和 / 或改进以便改善系统性能和 / 或准确性可以是有利的。

[0018] 典型地,测量针对自动化切割系统的运动质量是困难、耗时且昂贵的。在所说明的实施例中,一般地,系统 100 可以以及时和成本有效的方式测量针对切割台 (table) 140 的所有轴 141-143 的机器运动,包括 (但不限于) X、Y 和 Z 运动、焰炬 (torch) 高度控制运动和斜头运动。该测量可以通过使用标准部件加工程序 (part program) (或例程) 或部件加工程序的集合 (例如由计算设备 160 上的分析工具 165 或“校准引擎”所执行) 在大约几秒钟内完成。在一个实施例中,该测量数据可以用于生成性能测量,其可以指示切割系统 100 是否可以执行所期望的功能 (例如切割、追踪、运动等)。以下进一步讨论所说明的实施例的这些和其它特征。

[0019] 图 1 更具体地示出自动化切割系统 100。在所说明的实施例中,所描绘的自动切割系统 100 是等离子体切割系统,尽管其还可以是激光切割系统、含氧燃料切割系统、高温热切割系统、钻孔系统、穿孔系统、流体喷射切割系统或可以从本文所公开的教导获益的其它类似切割。系统 100 包括切割头 110 (例如等离子体弧焰炬)、相关联的电力供给 / 气体供给 115、远程高频 (RHF) 控制台 120、定位装置 130、切割台 140、切割头高度控制装置 150 和计算设备 160 (例如相关联的计算机化的数字控制器 (“CNC”))。在一些实施例中,一个或多个远程数据处理器 180-183 经由网络 170 耦合到自动化切割系统 100。

[0020] 在所说明的实施例中,组件 110-183 中的一些或全部可以经由网络 170 (例如有线网络、无线网络或组合式有线 / 无线网络) 连接在一起。例如,网络 170 可以是局域网

(LAN)、广域网 (WAN)、互联网或其它网络。

[0021] 作为概述,可以将工件(未示出)放置在切割台 140 上并且可以将切割头 110(例如等离子体弧焰炬)装配在定位装置 130 上,尽管在一些实施例中,工件未装配在切割台 140 上,例如在执行运动而没有任何切割时。定位装置 130 可以提供在头 110 的尖端与工件之间的相对运动以沿处理路径引导等离子体弧或切割激光或液体喷射。计算设备 160 可以发起切割、追踪或运动过程中的任何一个。如图 1 中所示,计算设备 160(例如 CNC)可以准确地命令切割头 110 和 / 或切割台 140 的运动以使得工件能够被切割成所期望的图案,或者使得追踪或运动能够被执行成所期望的图案。计算设备 160 与定位装置 130 通信。定位装置 130 使用来自计算设备 160 的信号以沿着所期望的切割、追踪或运动路径而引导切割头 110。用于切割头 110 的定位信息可以从定位装置 130 返回到计算设备 160 以允许计算设备 160 与定位装置 130 交互地操作以获得准确的切割、追踪或运动路径。

[0022] 在一个实施例中,用于系统 100 的切割头 110 一般包括主体、装配在主体内的电极、用于冷却流体以及切割和防护气体的通道、控制流体流动图案的涡流环、具有中央出口孔的喷嘴和电气连接(未示出)。还可以在喷嘴周围提供防护物(shield)以保护喷嘴并且向邻近等离子体弧的区域提供防护气体流。应用于焰炬的气体可以是非反应性的(例如氩或氮)或反应性的(例如氧气或空气)。

[0023] 切割头 110 的尖端在操作期间可以通过定位装置 130 定位成邻近工件。通过使用例如来自 RHF 控制台的高频、高电压信号来在电极(阴极)和喷嘴(阳极)之间生成导弧(pilot arc)。导弧使通过喷嘴出口孔的来自气体控制台的气体离子化。由于经离子化的气体降低电极与工件之间的电阻,弧从喷嘴转移到工件(例如转移的等离子体弧模式)。转移的等离子体弧模式由从电极到工件的经离子化的气体的传导流所表征,从而切割工件。

[0024] 继续参考图 1,所说明的计算设备 160(例如计算机数字控制器或“CNC”)可以被配置成利用等离子体弧、激光、含氧燃料和 / 或水射流技术来操作。计算设备 160 可以允许用户(例如自动化高温热切割系统的操作者)手动配置大量操作参数,并且可以执行各种软件模块,例如分析工具 165,如以下进一步讨论的那样。

[0025] 在所说明的实施例中,计算设备 160 可以是一个或多个数字信号处理器、数据处理器、台式计算机、服务器、膝上型计算机、移动设备、定制计算设备、其它计算设备或其任何组合,尽管如依照本文的教导所适配。示例性计算设备 160 在图 1 中示出,包括中央处理单元(CPU) 161、输入 / 输出(I/O) 电路 162、数据存储器 163(例如 RAM) 和分析工具(或“校准引擎”) 165。

[0026] 中央处理单元 161 典型地为通用微处理器或中央处理单元并且具有控制算法的集合,包括驻留的程序指令和校准,其存储在存储器 163 中并且被执行以提供所期望的功能。中央处理单元 161 依照包括专有和开源系统解决方案的许多操作系统中的任何一个来执行功能。在一些实施例中,应用程序接口(API) 优选地由操作系统执行以用于计算机应用,以做出对操作系统或其它计算机应用的请求。中央处理单元 161 的描述意指是说明性的,并且不限制于本公开,并且本领域技术人员将会领会到,本公开还可以实现在除了所提及的那些之外的平台和操作系统上。

[0027] 在一些实施例中,I/O 电路 162 包括用于连接切割台 140、电力供给 / 气体供给 105、RHF 控制台 120、定位装置 130 和数据处理器 180-183 的各种连接端口。

[0028] 数据存储 163 被配置成存储、访问和修改结构化的或非结构化的数据, 包括例如马达输出命令 164、马达输出特性 166、标准 167、关系型数据、表格式数据、音频 / 视频数据和图表数据。本领域技术人员将领会到, 数据 164-167 还可以存储在计算机设备 160 中的别处, 或者在分离的计算设备上 (例如数据处理器 180-183)。

[0029] 在所说明的实施例中, 马达输出命令 164 包括指令自动化系统 100 的切割头 110 执行特定切割、追踪或运动的输入或值。作为非限制性示例, 马达输出命令可以基于以下中的任何一个 (i) 切割头的最大性能, (ii) 切割头的平均性能, (iii) 切割头的所期望的性能, 以及 (iv) 用户定义的性能集合。在一些实施例中, 马达输出命令 164 可以与“理论”值相关联, 例如假设切割头 110 在理想条件下要实现的值。

[0030] 在所说明的实施例中, 马达输出特性 165 包括在切割、追踪或运动期间从自动化切割系统 100 获得的值 (例如, 马达输出“反馈”值或其它值)。在一些实施例中, 特性 165 可以是针对系统 100 的轴 141-143 中的一些或全部的带时间戳的定位测量。作为示例, 特性 166 可以对应于以下中的任何一个 (i) 切割头 110 的加速度, (ii) 切割头 110 的速度, (iii) 切割头 110 的加速度变化率, (iv) 切割头 110 的旋转, 以及 (v) 切割头 110 的倾斜。在一些实施例中, 特性 166 包括在切割、追踪或运动期间获得的“实际”值, 即, 如与以上讨论的“理论”值相对。

[0031] 在所说明的实施例中, 标准 167 可以是用于切割头 110、台 140 或系统 100 的规则定义的集合。例如, 标准 167 可以包括平均、最优、最大或用户定义的性能规范, 例如用于切割头 110 位置、加速度、速度、加速度变化率、旋转、倾斜等等。标准 167 可以例如定义针对特定切割、追踪或运动的可接受的误差 (例如 2%)。作为另外的示例, 标准 167 可以包括针对切割头 110 和 / 或切割台 140 的定位准确性、所命令的对实际的定位、处于稳定状态时的振荡、当加速时的过冲等等。

[0032] 分析工具 (或者“校准引擎”)

在所说明的实施例中, 分析工具 165 在计算设备 160 上执行, 并且可以测量和 / 或改善自动化切割系统 100 的切割头 110 的性能。一般地, 分析工具 165 可以测量切割头 110 和 / 或切割台 140 的以下能力:

- 对 CNC 160 所命令的步进 (step) 运动的动态响应以检查轴 141-143 中的一些或全部中的机械稳定性。

- 在轴 141-143 中的一些或全部中达到所期望的加速度和速度的能力。

- 当在轴 141-143 中的一些或全部中处于稳定状态速度时的振荡。

- 在旋转的方形周围维持平衡的 (X 和 Y 轴) 运动的能力。

- 在一些或全部轴 (台 (X, Y)、焰炬高度控制 (Z) 和斜角 (bevel) 倾斜以及旋转轴中维持平衡的和平滑的运动的能力。

- 维持通过要求最高的 True Hole (真实孔洞) 轮廓 (profile) (X 和 Y 轴) 的定位准确性的能力。

- 维持通过要求最高的精细特征的定位准确性的能力。

- 在移动通过要求最高的 True Hole 轮廓时保持在路径上并且不产生离开路径的任何突出的能力。

[0033] 测量数据 (例如马达输出特性 166) 可以被收集到数据存储 163 上。该数据可

以被分析工具 165 用于与标准的集合（例如，标准 167 和 / 或所命令的输入 164）比较。该分析工具 165 可以驻留在 CNC 160 上或者是独立程序（例如，执行在数据处理器 180-183 中的任何一个上或以其它方式执行）。

[0034] 在所说明的实施例中，每个输入与两个值相关联，即，理论值（例如，马达输出命令 164）和实际值（例如马达输出的特性 166）；尽管在其它实施例中可以存在更大或更少数量的这样的相关联的值。理论值可以被录入到系统中（例如，通过用户、执行台校准子例程的计算机等）并且可以定义用于要运行在台上的测试的值或参数（参见用于示例性测试的随附附录）。实际值是从响应于所执行的测试而生成的马达输出反馈（或特性 166）获得的值。

[0035] 在所说明的实施例中，分析工具 165 可以比较理论性能（例如命令 164）和实际性能（例如特性 166）。该比较可以用于确定系统 100 或其组件（例如切割头 110、切割台 140、计算设备 160 等）的性能测量。例如，分析工具 165 可以观察到在理论性能指示其应当所处的地方之后 0.020”的实际性能。因此，分析工具 165 可以命令切割头 110 在所命令的定位超出对于“理想”切割系统（例如，如由标准 167 或以其它方式定义的那样）将会所在的地方 0.020”时关断。作为另外的示例，如果切割头 110 或台 140 移动使得某些特征总是比所要求的小 0.003”，则分析工具 165 可以命令大 0.003”的移动，因而改进系统 100 的准确性。

[0036] 分析工具 165 可以例如用于审阅通过运行使用本文和随附附录中描述的过程的随附附录（参见附件）中的部件加工程序所创建的数据。分析工具 165 可以以每毫秒或者其它规定的时间间隔而取所命令的和实际的编码器计数，连同描述测试参数和针对每个轴的切割台设计的若干输入。输入可以包括例如所期望的台速度、加速度等（例如，如在附录 E 中描述的那样）。

[0037] 输入然后可以被转换成定位信息，被分析和对照用于切割台性能的标准的集合进行比较。作为非限制性示例，标准的集合可以包括所期望的台性能、最大台性能、平均台性能、用户定义的标准集合等等。

[0038] 在一些实施例中，分析工具 165 可以提供工具 165 所分析的每个区域（例如位置、转角、直切、斜切等）中的“等级”（例如，通过、失败、警告等）或其它标记（例如，用于通过的绿灯图标、用于失败的红灯图标、用于警告的黄灯图标等）。

[0039] 在一些实施例中，如果需要的话，分析工具 165 可以向用户（例如机器构建者 / 技术人员）推荐行动以用于改进的区域。在一些实施例中，分析工具 165 可以自动调节系统 110 或其组件中的设置 / 参数以获得最优结果（例如，调节嵌套或部件加工程序中的切口值，补偿：磨损或偏移的齿条齿、齿轮滑动等）。

[0040] 分析工具 165 除别的外尤其可以执行以下测试或测量：

- 单独地在轨道、横向、Z 轴、倾斜和旋转轴上的速度和加速度检查
- 通过切割轮廓的协调的动态和定位准确性检查，包括标识运动中的尖峰 (spike) 或孔洞中的任何平点
- 通过转角轮廓或斜切运动的协调的动态和定位准确性检查
- 加速度和加速度变化率测量。

[0041] 对于分析工具 165 的另外的细节，请参见以下图 2 的讨论和与本申请一起提交的

随附附录 A-E。

[0042] 尽管在单个整体式 (unitary) 系统中示出计算设备 160 的以上结构和功能性,但是将领会到的是,在一些实施例中,这样的结构和 / 或功能性可以被包含在多个硬件设备和 / 或软件模块中或者在其上执行。例如,多个设备 (例如执行在诸如“云计算”环境或其它环境之类的分布式计算环境中的数据处理器 180-183 和计算设备 160)。此外,将领会到的是,在其它实施例中,分析工具 165 的功能性可以被包含在一个或多个其它硬件或软件模块内,例如 CPU 161、数据处理器 180-183 或其它的。

[0043] 远程数据处理器

在一些实施例中,远程数据处理器 180-183 经由网络 170 耦合到自动化切割系统 110。数据处理器 180-183 可以执行否则将会由计算设备 160 执行的各种功能,或者它们可以补充计算设备 160 的现有功能性。例如,在一些实施例中,分析工具 165 的一些或全部特征可以执行在数字数据处理器 180-183 的分离个体上。作为另外的示例,用户可以经由在数据处理器 180-183 中任何一个上执行的 GUI 185 与自动化切割系统 100 交互,或者更特别地,与分析工具 165 或计算设备 160 交互。

[0044] 在所说明的实施例中,远程数据处理器 180-183 包括经由网络 170 连接到自动化切割系统 110,或更特别地,连接到计算设备 160 的四个计算设备 (例如台式计算机、膝上型计算机、服务器计算机、平板设备、移动设备等),尽管在实践中可以使用更大或更少数目的这样的设备 180-183。GUI 185 可以例如是 web 浏览器、定制或一般的 Windows OS 应用或被设计成显示和 / 或从用户接收输入的其它应用。尽管在此示出四个远程设备 180-183,但是将领会到的是,在实践中更大或更少数目的这样的设备 180-183 可以连接到自动化切割系统 100。GUI 185 的另外的细节可以参考图 2 在下文中找到。

[0045] 用于测量和 / 或改善性能的过程

图 2 描绘了根据本发明的说明性实施例的用于通过评估自动化切割系统的切割头的自动化运动控制的马达控制处理来测量或改善自动化切割系统 (例如系统 100) 的切割头 (例如切割头 110) 的性能的示例性过程 200。

[0046] 在步骤 205 中,在数据存储器 (例如数据存储器 163) 中加载用于自动化切割系统 (例如系统 100) 的多个轴 (例如轴 141-143) 的一个或多个马达输出命令的集合 (例如命令 164)。在所说明的实施例中,可以由用户例如经由 GUI 185 加载命令,或者它们可以被自动加载,例如经由在计算设备 160、数据处理器 180-183 上执行的子例程或以其它方式。作为示例,命令可以基于 (i) 切割头的最大性能, (ii) 切割头的平均性能, (iii) 切割头的所期望的性能,以及 (iv) 用户定义的性能集合,或其任何组合。

[0047] 在步骤 210 中,在与数据存储器的通信中生成 (例如使用计算设备 160) 用于自动化切割系统的一个或多个马达输出,以用于切割、追踪或运动中的任何一个,所述一个或多个马达输出对应于马达输出命令的集合的至少一部分。在步骤 215 中,测量 (例如使用第二数据处理器 180) 用于自动化切割系统的多个轴的一个或多个马达输出的特性 (例如特性 166)。在一些实施例中,将 (一个或多个) 特性转换成带时间戳的定位测量的集合,所述定位测量的集合被配置成表示在切割、追踪或运动期间跨台 (例如台 140) 和 / 或工件的切割头的实际路径。

[0048] 在步骤 220 中,将特性与马达输出命令的集合的至少一部分进行比较 (例如使用

第三数据处理器 181)。在一些实施例中,可以对照标准的集合(例如标准 167 或命令信号)来比较特性。在步骤 225 中,确定自动化切割系统的性能测量以用于评估切割系统的马达控制性能。例如,可以使用第四数据处理器 182 确定性能测量。在所说明的实施例中,使用特性与马达输出命令的集合的比较来确定性能测量。性能测量可以是值、百分比或其它数据。在一些实施例中,其可以表示特性与所命令的值之间的偏差。

[0049] 在步骤 230 中,性能测量被用于生成执行所期望的功能的自动化切割系统的能力的标记。例如,标记可以包括文本(例如通过、失败、警告等)、颜色(例如红色、绿色、黄色等)、图标(例如圆圈、三角形、方形等)或其任何组合。参见图 3 和附录 E 以用于另外的示例。所期望的功能可以是例如由用户手动定义的、由计算设备 160 自动定义的或以其它方式的所指定切割、追踪或运动。在一些实施例中,标记可以是系统总体或其组件(例如切割头、切割台等)的“评级”。例如,评级可以是“良好”、“更好”、“最好”等。

[0050] 在步骤 235 中,调节(例如通过工具 165 自动地、通过用户手动地或以其它方式)用于自动化切割系统的一个或多个马达输出以降低在马达输出特性与一个或多个输出命令之间的偏差。

[0051] 在步骤 240 中,可以通过修改自动化切割系统的一个或多个参数来补偿在马达输出特性与一个或多个输出命令之间的偏差。例如,参数可以包括(i)切割头定时(或“开/关”定时),(ii)过程设置(例如等离子体设置、气体设置、磨料流率(flow rate)、液体流率等),(iii)机械设置,(iv)驱动和运动设置,(v)嵌套程序设置,(vi)定位运动(通过改变切口设置、焰炬高度定位或所命令的定位),(vii)所命令的角度,(viii)用于焰炬高度控制的弧电压,(ix)所命令的加速度,(x)所命令的速度,或其任何组合。

[0052] 因此,例如,分析工具 165 可以确定切割头在它应该处于的地方(例如,如命令 164 所指示的那样)之后 0.020”。因此,分析工具 165 可以命令切割头在所命令的定位超出对于“理想”切割系统而言(即,如由标准 167 或以其它方式指示的那样)其将会处于的地方 0.020”时关断。作为另外的示例,如果切割头或切割台移动使得某些特征总是比所要求的(例如,如标准 167、命令 164 等指示的那样)小 0.003”,则分析工具 165 可以命令大 0.003”的移动,因而改进系统 100 及其组件(例如切割头、切割台等)的准确性。作为另外的相关示例,分析工具 165 可能已经确定花费切割头比所指定标准(例如命令 164、标准 167 等)定义的长 10%的时间来执行切割、追踪或运动。因此,系统 100,或者更特别地,工具 165 可以使切割头定时增加 10%,即使系统运行多 10%的时间。

[0053] 将领会到的是,前述步骤 205-240 可以以不同的次序执行并且仍实现合期望的结果。而且,合期望的结果还可以在不执行步骤 205-240 中的全部的情况下实现。例如,在一些实施例中,系统可以修改参数(即步骤 240)而不调节马达输出(即步骤 235)或者反之亦然。

[0054] 图形用户接口(GUI)

图 3 示出显示在自动化切割系统(例如系统 100)上执行的测量(例如根据图 2 中示出的过程)的结果的示例性用户接口 300。更特别地,其示出测量(“速度检查”)和描述 310、基于测量而推荐的行动 315、测量的特定结果 320、325 和基于测量的图表 330、335。如所示,例如,结果可以利用各种(例如良好、差、通过、失败、是、否等)性能指示符来显示。结果 320、325 还可以包括基于特定标准(例如标准 167、马达输出命令 164 等)的误差百分比

(例如 3.12%、2.46%等)。

[0055] 另外的示例性显示可以参考本文随附的附录 E 找到。

[0056] 系统硬件和软件

本发明可以实现在紧密的手持式成像设备中,或者实现在与成像设备远程的计算系统中。本发明可以实现在包括具有动物饲料器、动物存在指示器的控制壁和具有基本上不受槽(chute)壁阻挡的视野的成像设备的封闭端的槽中。实现可以包括控制系统,其通信连接到动物存在指示器和成像设备并且被配置成基于动物存在指示器所传送的信息而控制成像设备。

[0057] 以上描述的技术还可以实现在数字和/或模拟电子电路中,或者实现在计算机硬件、固件、软件中或它们的组合中。实现可以作为计算机程序产品,即有形地体现在机器可读存储设备中的计算机程序,以供数据处理装置执行或者控制其操作,所述数据处理装置例如是可编程处理器、计算机和/或多个计算机。计算机程序可以以任何形式的计算机或编程语言来编写,包括源代码、编译的代码、解译的代码和/或机器代码,并且计算机程序可以以任何形式部署,包括作为独立程序或者作为子例程、元素或适合于使用在计算环境中的其它单元。计算机程序可以被部署成在一个计算机上或一个或多个站点处的多个计算机上执行。

[0058] 方法步骤可以由执行计算机程序的一个或多个处理器来履行以通过在输入数据上进行操作和/或生成输出数据而履行技术的功能。方法步骤还可以由专用逻辑电路执行并且装置可以实现为专用逻辑电路,例如 FPGA(现场可编程门阵列)、FPAA(现场可编程模拟阵列)、CPLD(复杂可编程逻辑设备)、PSoC(可编程的芯片上系统)、ASIP(专用指令集处理器)或 ASIC(专用集成电路)。子例程可以是指实现一个或多个功能的计算机程序和/或处理器/特殊电路的部分。

[0059] 适合于执行计算机程序的处理器包括(作为示例)通用和专用微处理器二者,以及任何种类的数字或模拟计算机的任何一个或多个处理器。一般地,处理器从只读存储器或随机存取存储器或二者接收指令和数据。计算机的基本元件是用于执行指令的处理器和用于存储指令和/或数据的一个或多个存储器设备。诸如缓存之类的存储器设备可以用于临时存储数据。存储器设备还可以用于长期数据存储。一般地,计算机还包括用于存储数据的一个或多个大容量存储设备(例如磁性、磁光盘或光盘)或者被操作地耦合以从所述一个或多个大容量存储设备接收数据或向其传递数据或二者兼有之。计算机还可以操作地耦合到通信网络以便从网络接收指令和/或数据和/或向网络传递指令和/或数据。适合于体现计算机程序指令和数据的计算机可读存储设备包括所有形式的易失性和非易失性存储器,包括作为示例的半导体存储器设备,例如 DRAM、SRAM、EPROM、EEPROM 和闪速存储器设备;磁盘,例如内部硬盘或可移除盘;磁光盘;以及光盘,例如 CD、DVD、HD-DVD 和蓝光盘。处理器和存储器可以通过专用逻辑电路被补充和/或合并到专用逻辑电路中。

[0060] 为了提供与用户的交互,以上描述的技术可以实现在与显示设备以及键盘和定点设备通信的计算机上,所述显示设备例如是 CRT(阴极射线管)、等离子体或 LCD(液晶显示器)监视器,用于向用户显示信息,所述键盘和定点设备例如鼠标、跟踪球、触摸板或运动传感器,用户通过其可以向计算机提供输入(例如与用户接口元素交互)。其它种类的设备也可以用于提供与用户的交互;例如,提供给用户的反馈可以是任何形式的感觉反馈,例如

视觉反馈、听觉反馈或触觉反馈；并且来自用户的输入可以以任何形式被接收，包括声学、语音和 / 或触觉输入。

[0061] 以上描述的技术可以实现在包括后端组件的分布式计算系统中。后端组件可以例如是数据服务器、中间件组件和 / 或应用服务器。以上描述的技术可以实现在包括前端组件的分布式计算系统中。前端组件可以例如是具有图形用户接口、用户通过其可以与示例实现方式交互的 Web 浏览器和 / 或用于传输设备的其它图形用户接口的客户端计算机。以上描述的技术可以实现在包括这样的后端、中间件或前端组件的任何组合的分布式计算系统中。

[0062] 计算系统可以包括客户端和服务器。客户端和服务器一般与彼此远程并且典型地通过通信网络而交互。客户端和服务器的关系凭借运行在相应计算机上并且具有与彼此的客户端 - 服务器关系的计算机程序而发生。

[0063] 计算系统的组件可以通过任何形式或介质的数字或模拟数据通信（例如通信网络）互连。通信网络的示例包括基于电路和基于分组的网络。基于分组的网络可以包括例如互联网、运载者（carrier）互联网协议（IP）网络（例如局域网（LAN）、广域网（WAN）、校园域网络（CAN）、城域网（MAN）、家庭域网络（HAN）、专用 IP 网络、IP 专用分支交换（IPBX）、无线网络（例如无线电接入网络（RAN）、802.11 网络、802.16 网络、通用分组无线电服务（GPRS）网络、HiperLAN）和 / 或其它基于分组的网络。基于电路的网络可以包括例如公共交换电话网络（PSTN）、专用分支交换（PBX）、无线网络（例如 RAN、蓝牙、码分多址（CDMA）网络、时分多址（TDMA）网络、全球移动通信系统（GSM）网络）和 / 或其它基于电路的网络。

[0064] 计算系统的设备和 / 或计算设备可以包括例如计算机、具有浏览器设备的计算机、电话、IP 电话、移动设备（例如蜂窝电话、个人数字助理（PDA）设备、膝上型计算机、电子邮件设备）、服务器、具有一个或多个处理卡的机架（rack）、专用电路和 / 或其它通信设备。浏览器设备包括例如具有万维网浏览器（例如从 Microsoft 公司可得到的 Microsoft® Internet Explorer®、从 Mozilla 公司可得到的 Mozilla® Firefox）的计算机（例如台式计算机、膝上型计算机）。移动计算设备包括例如 Blackberry®。IP 电话包括例如从 Cisco System（Cisco 系统）公司可得到的 Cisco® Unified（统一的）IP 电话 7985G 和 / 或从 Cisco System 公司可得到的 Cisco® Unified（统一的）无线电话 7920。

[0065] 本领域技术人员将认识到，本发明可以以其它特定形式体现而不脱离于其精神或实质特性。前述实施例因此要在所有方面中被考虑为是说明性的而非限制本文所描述的发明。落入权利要求的等同物的范围和含义内的所有改变因此意图被包含在其中。本发明的步骤可以以不同次序执行并且仍实现合期望的结果。

[0066] 将领会到的是，所说明的实施例和以其它方式在本文中讨论的那些仅仅是本发明的示例并且合并了对其的改变的其它实施例落在本发明的范围内。

附录 A

台运动轮廓测试

软件测试:	台运动轮廓测试
测试编号:	MT
(一个或多个) 测试作者:	Hypertherm Automation (海别得自动化)
发行版本:	Phoenix 版本 9.72 或更晚版本
测试执行人:	
测试日期:	
所使用的切割台:	

软件测试的一般描述

这测试了当针对模拟空气等离子体、HyDefinition(高精细)等离子体和激光切割的各种加速度变化率和切割速度而切割各种特征时的台运动性能。每个轴上的运动通过自身以及通过各种特征的协调运动而进行检查,所述各种特征包括要求最高的 True Hole(真实孔洞)轮廓、小轮廓、没有 acc/dec(加速度/减速度)的锐角和非常精细的特征。

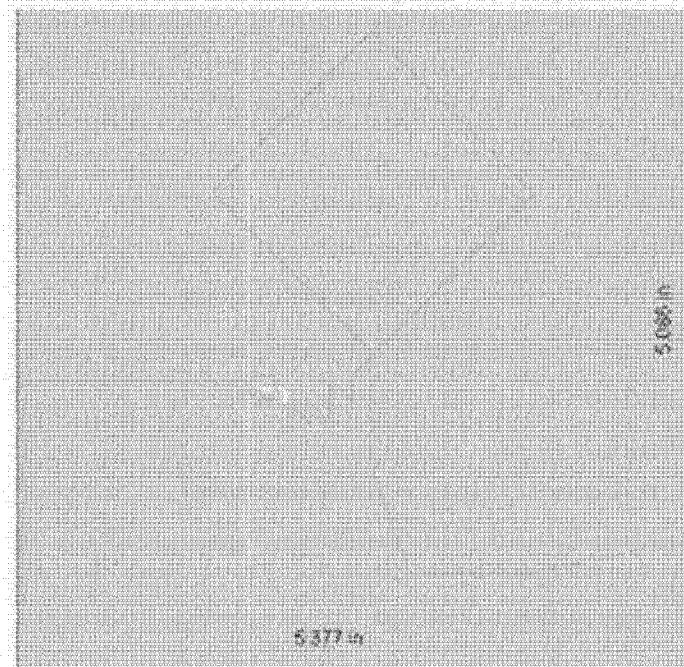


图 1. 所使用的部件加工程序的概观。注意它可能在 CNC 屏幕上看起来不同,这取决于台取向该测试可以在任何时间执行。该测试应当被执行:

- 在已经建立了运动之后的初始台设置时。
- 已经将附加切割工具添加到台架 (gantry) 的任何时间或者台架重量 / 平衡已经明显改变的任何时间。
- 每当台运动质量正被讨论时。
- 周期性地作为预防性维护以确保台质量尚未降级。
- 当任何驱动轮系组件已经改变或被调节时。示例包括安装新的马达、伺服驱动装置、改变齿轮箱、轨道、滚珠丝杆,或者改变那些组件中任何一个中的参数。

该测试:

- 检查 CNC 和驱动装置以及马达 / 编码器之间的运动的性能。在马达 / 编码器位置之后引入的任何不完美性未被该测试检验(为此,您将需要使用其它方法,诸如笔追踪(对于

粗略测试) 或者球杆 (推荐)。

- 报告在切割头处可以实现的理论最佳运动。在切割头处的运动可以与该测试报告一样良好,但是将不会更好。

- 不确保焰炬处的恰当运动。该测试可以恢复完美并且切割头处的运动可能具有将不被该测试标识的附加问题。

- 不确保切割质量。即便该测试是完美的,但是许多其它因素影响切割质量,包括气体纯度、气体压力 / 流动、材料组成、可消耗的磨损、部件加工程序、CNC 设置等。

测试持续时间 :5 分钟 (没有评估)。

初始条件	
切割台:	切割台, 具有在 X 和 Y 轴上建立的运动
部件加工程序:	Motion Test (x axis=Transverse).txt 或者 Motion Test (x axis=Rail).txt
切割工具:	无 (仅使用试验模式)
CNC 类型:	具有 Phoenix 版本 9.72 (或更晚版本) 的 EDGE Pro 或 MicroEDGE Pro
测试装备:	如果可能的话要求 USB 键盘和 USB 鼠标

测试协议

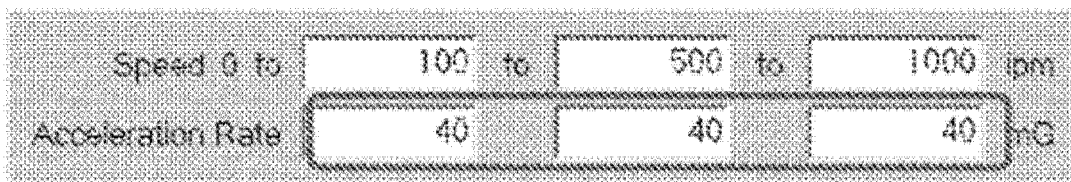
- 保存设置文件。

- 转到设置 > 机器设置 (1396) > 轴屏幕并且针对以下记录编码器计数 / 英寸 (mm) :

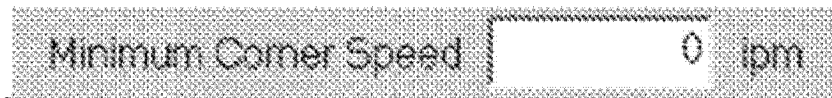
轨道轴 : _____

横向轴 : _____

- 转到设置 > 机器设置 (1396) > 速度屏幕并且输入所期望的加速度变化率。如果对增益中断 (gain break) 进行了编程,则加速度变化率必须对所有中断都相同。参见测试简档表 (以下) 以用于推荐的测试值。



- 在相同屏幕 (速度) 上将最小转角速度设置成 0ipm。



- 在相同屏幕 (速度) 上,选择 “No” 以用于梯形运动 (标准) 或者 “Yes” 以用于 S 曲线,这取决于测试。



○为了使得能够实现 S 曲线,转到设置 > 口令并且键入所要求的口令。注意 :这仅用于

激光器安装。

• 转到设置 > 机器设置 (1396) > 机器屏幕并且注意已经在 CNC 上选择的 X 轴取向, 因为这将确定要运行哪个部件加工程序。_____



- 加载正确的部件加工程序。不要修改或旋转部件加工程序以匹配图 1 中的取向。
- X 轴取向是横向, 加载部件加工程序 :Motion Test(x axis = Transverse)rev0. txt
- X 轴取向是轨道, 加载部件加工程序 :Motion Test(x axis = Rail)rev0. txt
- 转到当前部件选项 > 对准并且确保偏斜调节关闭。



- 在主屏幕上 :
 - 将 CNC 设置成试验模式
 - 将试验速度设置成所期望的 ipm。针对值而参见测试简档表。
 - 设置 Kerf = 0
- 转到设置 > 口令并且键入以下口令 :RPL
 - 注意 :一旦已经重置了日志文件, 就将记录所有机器运动。如果在测试开始之前要求任何运动, 则重录入 RPL 口令。
 - 打开 Windows Explorer (Windows 图标 +E) 并且查看 c:\Phoenix 目录。检验 phoenix.log 文件大小为 0KB。返回到 Phoenix 主屏幕。
 - 按下开始以开始运动。日志文件将被自动创建。跟随命令提示。
 - 在运动之后但是在您返回到开始之前, 返回到 Windows Explorer (Alt+Tab, 或者使用键盘上的 windows 按钮) 并且复制和粘贴以将日志文件以以下文件名保存到存储器棒 :
 - MT#(切割台名称) 加速度 mg 速度 ipm, YMMDD. csv (参见下文)。
 - 提示 :如果您没有鼠标 ;使用触摸屏, 在文件名上触摸一次以高亮, 然后在文件名上再一次触摸并且等待光标出现。重命名文件。
 - 转到 设置 > 口令 并且键入以下口令 :CLOSELOG (关闭日志)。这关闭运动日志记录。• 针对如在测试简档表中列举的所有速度、加速度和运动轮廓重复该测试 (并且每次都录入 RPL 口令)。我们推荐在进行到更高速度测试之前以测试 1 或测试 3 开始。
 - 我们请求您同样回答关于 Word 文档中的表格的问题。重命名 Word 文件 :
 - MT Questionnaire (切割台名称), YMMDD. docx
 - 向您的 PAE 或 TSE 发送针对每个轴的编码器计数 / 英寸信息连同以上您创建的 *. csv 文件和 *. docx 文件以供评估。
 - 当完成时, 将设置复原回到其原始条件, 或者加载所保存的设置文件。

测试简档表

测试#	推荐的测试	运动 (S 曲线/梯形)	加速度变化率 (mG)	进给速率 (ipm)	日志文件名	完成? (在做完时检查)
1	等离子体 (空气)	梯形	20	55	MT1(切割台名称) 20 mg 55ipm, YMMDD.csv	
2	等离子体 (空气)	S 曲线	20	55	MT2(切割台名称) 20 mg 55ipm, YMMDD.csv	
3	等离子体 (HPR)	梯形	40	55	MT3(切割台名称) 40 mg 55ipm, YMMDD.csv	
4	等离子体 (HPR)	S 曲线	40	55	MT4(切割台名称) 40 mg 55ipm, YMMDD.csv	
5	激光	梯形	40	55	MT5(切割台名称) 40 mg 55ipm, YMMDD.csv	
6	激光	S 曲线	40	55	MT6(切割台名称) 40 mg 55ipm, YMMDD.csv	
7	激光 Max	梯形	最大台设计	500	MT7(切割台名称) max mg 500ipm, YMMDD.csv	
8	激光 Max	S 曲线	最大台设计	500	MT8(切割台名称) max mg 500ipm, YMMDD.csv	

附录 B

Motion Test(x axis = Rail)rev0

G20

G91

M00

;您重置了日志文件?

;如果否,取消部件加工并且重置日志文件

;如果是,循环开始

G99X1 Y90 I0 J1

G40

G43 x0.00

M07

G01 X-0.981 Y-0.192

G01 X-1 Y0

G01 X-0.325 Y0.946

G01 X0 Y1

G01 X-1.414 Y1.414

G01 X1.414 Y1.414

G01 X1.414 Y-1.414
G01 X-1.591 Y-1.591
G01 X-0 Y-0.25
G01 X-0.177 Y0.177
G03 X-0.017 Y-0.007 I-0.007 J-0.007
G01 X-0 Y-0.25
G02 X-0.213 Y-0.088 I-0.125 J0
G01 X-0.177 Y0.177
M08
G01 X0 Y0.1
M07
G03 X0 Y0 I-0.01 J0
M08
G01 X-0.25 Y0
M07 HS
M50 N
F40.
G03X0.1758Y0.0085I0.0879J0.0042
F55.
G03I-0.1249J-0.006
G03 X-0.236 Y0.051 I-0.125 J-0.006
M08
M07
G01 X-2 Y0
G01 X-0 Y-2
M08
G40
M00
;现在拷贝 Phoenix 日志文件
;定位日志文件 -c : \Phoenix\Phoenix.log 并且拷贝到 USB 设备
;记住记录编码器计数 / 英寸信息
;记住在文件已经被保存之后关闭日志文件
;循环开始
M02
附录 C
Motion Test(x axis = Transverse)rev0
G20
G91
M00

;您重置了日志文件?
;如果否,取消部件加工并且重置日志文件
;如果是,循环开始
G99 X1 Y0 I0 J0
G40
G43 x0.00
M07
G01 X-0.981 Y-0.192
G01 X-1 Y0
G01 X-0.325 Y0.946
G01 X0 Y1
G01 X-1.414 Y1.414
G01 X1.414 Y1.414
G01 X1.414 Y-1.414
G01 X-1.591 Y-1.591
G01 X-0 Y-0.25
G01 X-0.177 Y0.177
G03 X-0.017 Y-0.007 I-0.007 J-0.007
G01 X-0 Y-0.25
G02 X-0.213 Y-0.088 I-0.125 J0
G01 X-0.177 Y0.177
M08
G01 X0 Y0.1
M07
G03 X0 Y0 I-0.01 J0
M08
G01 X-0.25 Y0
M07 HS
M50 N
F40.
G03X0.1758Y0.0085I0.0879J0.0042
F55.
G03I-0.1249J-0.006
G03 X-0.236 Y0.051 I-0.125 J-0.006
M08
M07
G01 X-2 Y0
G01 X-0 Y-2
M08

G40

M00

;现在拷贝 Phoenix 日志文件

;定位日志文件 -c : \Phoenix\Phoenix.log 并且拷贝到 USB 设备

;记住记录编码器计数 / 英寸信息

;记住在文件已经被保存之后关闭日志文件

;循环开始

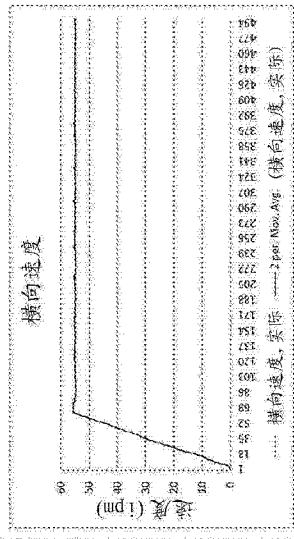
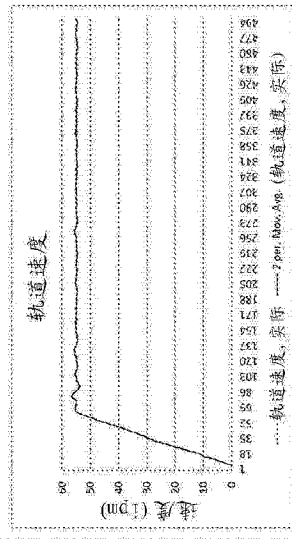
M02

附录 D

样本运动测试报告输出

测试名称
测试编号
日期 (YYYYMMDD)
运动通套 (模拟/SERCOS)
运动轮廓 (S曲线/梯形)
速度 (ipm)
Acc/Dec (mg)
编码器计数/英寸 (轨道)
编码器计数/英寸 (横向)
测试条件

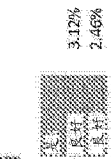
MF #
120626
名称?
模拟
梯形
55
40
110974.5153
110974.5153
N/A



轨道轴速度检查

轨道轴:

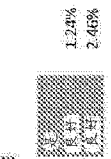
总体轨道速度状态 振荡
轨道轴达到所期望的速度?
过冲 (轨道轴)
稳定状态振荡 (轨道轴)



横向轴速度检查

横向轴:

总体横向速度状态 振荡
横向轴达到所期望的速度?
过冲 (横向轴)
稳定状态振荡 (横向轴)



速度检查测试描述:
- 测试描述: 台仅在轨道 (或横向) 轴上移动。
左边的绘图示出在运动期间轨道 (横向) 轴的速度, 如在编码器处测量的那样。
- 检查什么以及为什么——在运动期间, 测试检查台是否达到所期望的速度, 它过冲了多少以及当尝试维持该速度时存在多少波动。所有这些参数在切削时是重要的以确保以最平滑的视觉和最少的振动的最佳切削。

推荐的行动:
- 过度过冲可以是被“过于激进地”调整的台的指示。一些过冲是预期的, 但是过度过冲 (>5%) 引起关注。
- 过度稳定状态振荡会导致切割中的波紋。
多少振荡是可接受的取决于切割过程。
- Hypertherm 推荐首先调整速度绘图, 然后调整进给误差。

轨道轴加速度检查

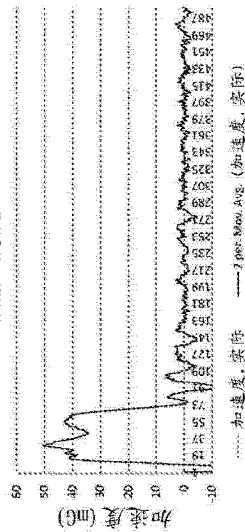
轨道轴:

总体轨道加速度状态

轨道轴加速度达到
达到轨道轴加速度变化率?
达到所期望的加速度的时间



轨道加速度

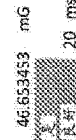


横向轴加速度检查

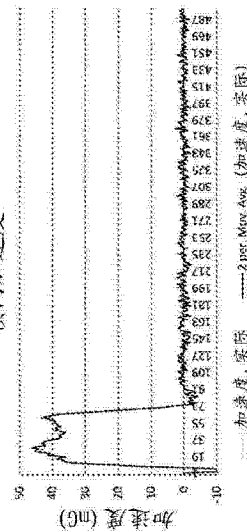
横向轴:

总体横向加速度状态

横向轴加速度达到
达到横向轴加速度变化率?
达到所期望的加速度的时间



横向加速度



加速度检查测试描述:
-测试描述:台仪在轨道(或横向)轴上移动。左边的
-绘图示出在运动期间轨道(横向)轴的加速度,如在
编码器处测量的那样。所期望的加速度变化率为40mG。
-检查什么和为什么:在运动期间,测试检查台是否
达到所期望的加速度和花费多少时间达到该加
速度变化率。该测试给出驱动装置/马达/齿轮箱如何
被设计以用于所期望的加速度变化率以及PID回环被
调整得多么好的指示。“参差不齐”,这不会引起关注,
因为由于测量方法不准确性(即没有浮点数学),绘图中的
的正常变动将存在。

推荐的行动:
-如果花费过多时间来达到所期望的加速度变化率,
这是PID增益需要被调节(其可以影响之前绘图中的
过冲)或者马达/齿轮箱/驱动装置组合可能不是用于所
期望的加速度变化率的正确一个的指示。

协调运动检查

协调运动检查测试描述:
 测试描述: 台在以45度角旋转的方形周围移动以行使轨道和横向轴的组合运动。左边的绘图显示出通过四条边中每一个的轨道I和横向轴的追随误差。
 检查什么和为什么: 在该运动期间, 测试检查轨道和横向轴是否具有最小追随误差(追随误差越低, 组合的等离于体开始/停止和台运动越准确)和平衡的追随误差。如果追随误差不平衡, 孔洞可能看起来像是椭圆形。严重性取决于平衡。

推荐的行动:
 追随误差可以通过若干方式被最小化, 包括(但不限于) a) 调整PID回环或 b) 改变驱动装置/马达/齿轮箱组合以更好地匹配平台架的质量。

True Hole 定位绘图

True Hole 协调运动检查测试描述:
 测试描述: 台在要求最高的True Hole 轮廓周围移动。在最左边的绘图显示出贯穿整个孔洞轮廓(包括引入)的所有命令的和实际的定位(如由编码器测量的那样)。绘图“离开所期望的路径的距离”测量从所命令的路径到实际路径的距离并且提供在孔洞中的“平点”或运动中的不准确性的指示。
 检查什么和为什么: 在该运动期间, 测试检查台移动到距离所命令的路径有多接近。离开路径的距离的大小越低(如在“离开所期望的路径的距离”上所示), 台的理论准确性越好。

推荐的行动:
 这些绘图大部分是在早期的测试和机器机械设计期间完成的调整的结果。为了改善结果, 对在前期的测试中作出的推荐作出参考。
 运动中的平点可以由许多机械问题引起并且应当使用球杆表来测量以确认来源。

追随误差

Y轴: 0.0025, 0.002, 0.0015, 0.001, 0.0005, 0
 X轴: 0, 0.5638, 1.1276, 1.6914, 2.2552, 2.8190, 3.3828, 3.9466, 4.5104, 5.0742, 5.6380

..... 轨道I追随误差, 英寸 横向追随误差, 英寸

True Hole 定位绘图

True Hole 定位绘图
 (0.25" True Hole)

Y轴: 1.6, 1.4, 1.2, 1.0, 0.8, 0.6, 0.4, 0.2, 0, -0.2, -0.4, -0.41
 X轴: -0.41, -0.35, -0.26, -0.21, -0.15, -0.11

..... 离开所期望的路径的距离 (True Hole)
 (显示大小的尖峰指示平点)
 0.0005, 0.0004, 0.0003, 0.0002, 0.0001, 0

追随误差

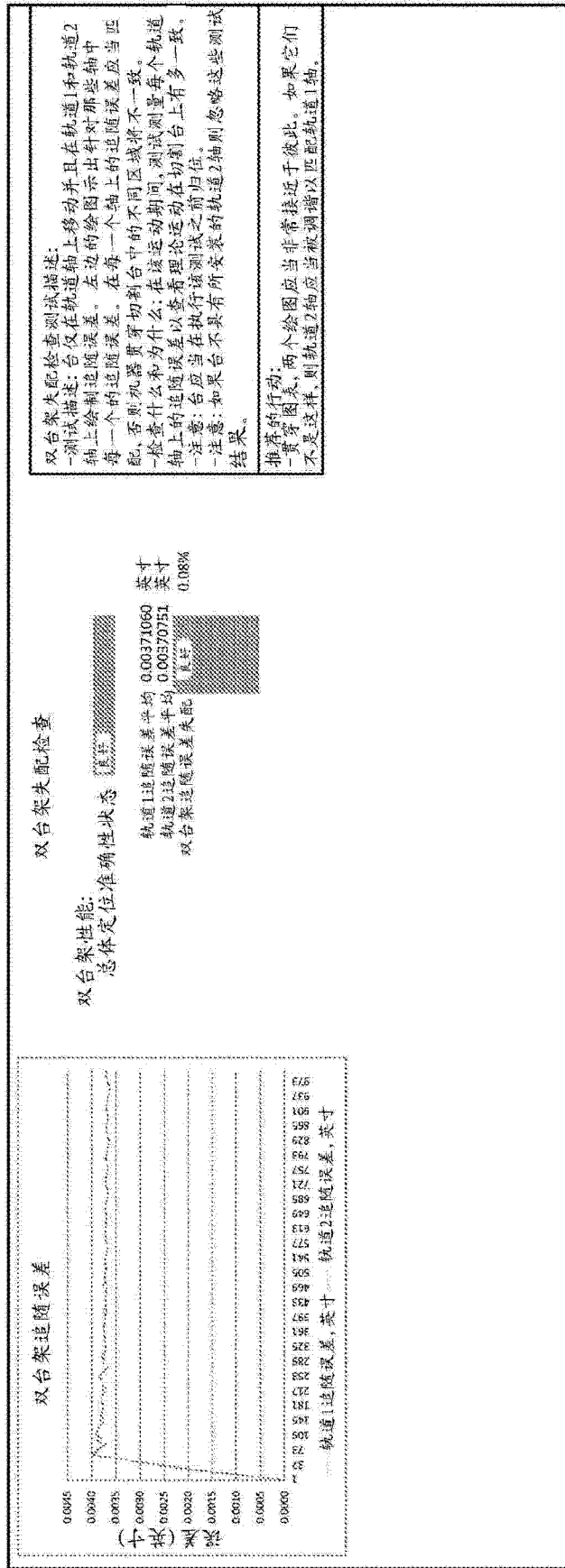
总体追随误差:
 平均良好
 平均良好
 平均良好

轨道追随误差: 0.00259203 英寸
 横向追随误差: 0.00261498 英寸
 追随误差: 0.89%

True Hole 定位绘图

理论定位准确性:
 平均良好
 平均良好

理论定位准确性: 0.00044191 英寸
 孔洞中的可见平点的风险



附图 E
运动分析工具计算解释

运动分析工具计算解释

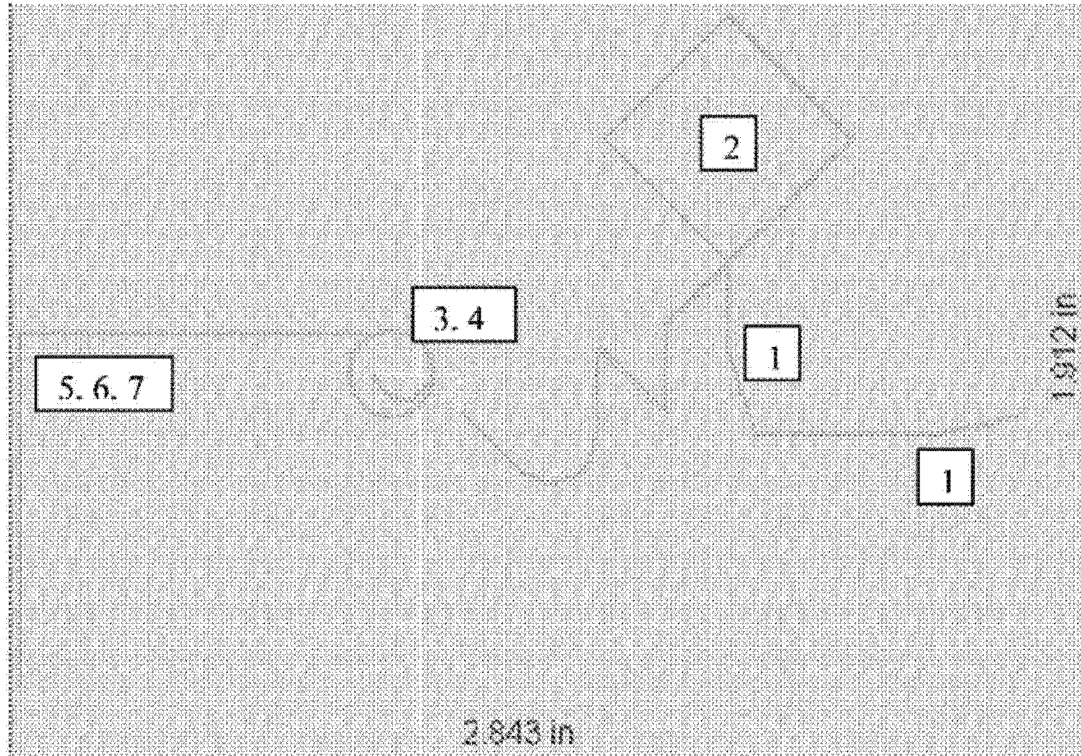


图 2: 具有测试编号的部件加工程序显示

所有测试被注释为图 1 中的框中的编号。

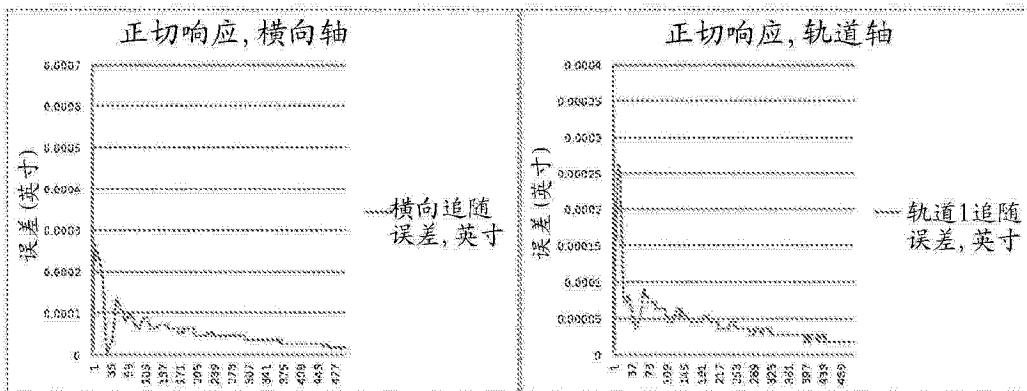
测试 1:

标题: 正切响应 (横向和轨道轴)

运动测试报告中的制表 (.xls): “正切检查轮廓”

描述: 在该检查期间, 台被命令以执行方向上的立即改变, 一次一个轴。以下计算检查以检验对于台返回到所期望的切割路径所花费的时间量 (以追随误差转到 0 而注释)。

样本图:



所需要的计算:

$$Time_{\text{Response time (Trans, Rail axes)}} = Time_{\text{following error} = 0} - Time_{\text{start of commanded step motion}}$$

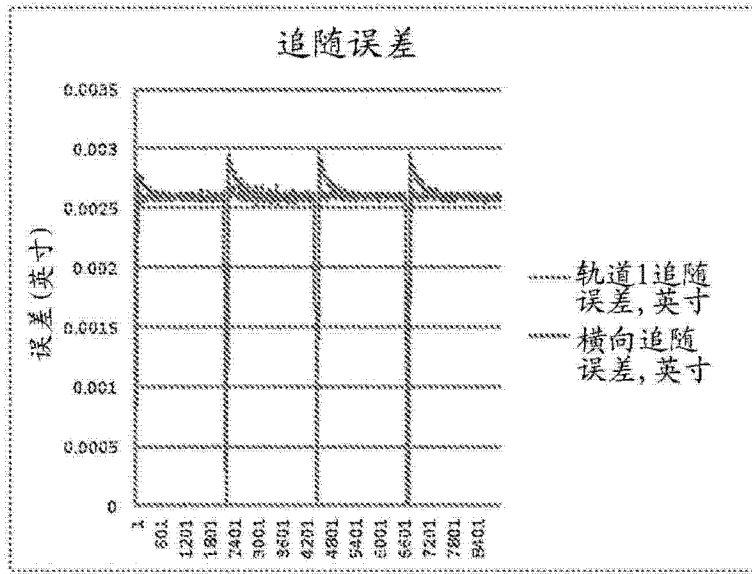
测试 2:

标题: 协调的平衡运动

运动测试报告中的制表 (.xls): “追随误差 Sq 轮廓”

描述 :在该检查期间,台被命令成执行以 45 度旋转的方形运动。方形足够大使得系统以稳定状态运行给定时间段。部件以 45 度旋转,因为每个轴应当在相同追随误差的情况下以相同速率移动。当处于稳定状态时,工具计算平均追随误差。平均追随误差被用于计及系统中的噪声。两个平均追随误差对照彼此进行比较以查看是否存在失衡,其潜在地导致离开圆形孔洞或不恰当运动。最后,将平均追随误差与 Hypertherm(海别得)确定的“基准”比较。该平均追随误差应当在某个阈值以下以确保切割工具在适当时间进行切断以用于最优切割质量。

样本图 :



所需要的计算 :

$$\text{Following Error}_{(axis)}(t) = \text{Position}_{\text{commanded}}(t) - \text{Position}_{\text{Actual}}(t)$$

$$\text{Following Error}_{(mismatch)} = \frac{\text{Following Error}_{(rail)} - \text{Following Error}_{(transverse)}}{\text{Max}(\text{Following Error}_{(rail)} - \text{Following Error}_{(transverse)})}$$

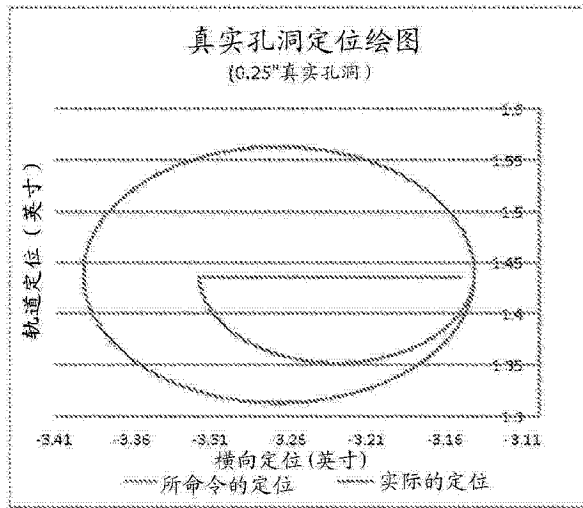
测试 3 :

标题 :True Hole(真实孔洞) 准确性运动检查

运动测试报告中的制表 (.xls) :“追随误差 TH 轮廓”

描述 :在该检查期间,台被命令以在要求最高的 True Hole 轮廓周围移动 (1/4”)。在所包括的图表中,测量、绘制和分析实际和所命令的定位。所命令的和实际的定位线应当贯穿孔洞均匀地匹配。在该测试期间,通过测量轨道和横向轴二者中的最大尺寸来确定台的理论定位准确性。

样本图 :



所需要的计算：

$$Position_{(max, axis)}(t) = Position_{(max, axis)} - Position_{(min, axis)} - 0.25''$$

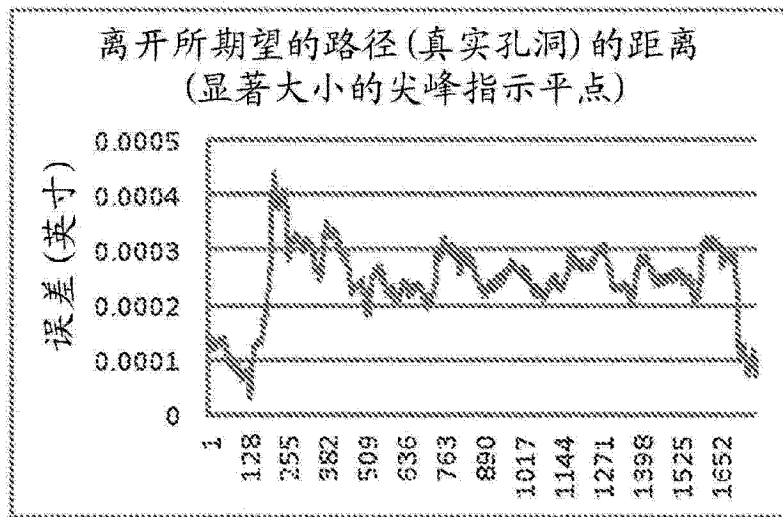
测试 4：

标题 :True Hole (真实孔洞) 环状运动检查

运动测试报告中的制表 (. xls) :“追随误差 TH 轮廓”

描述 :在该检查期间,台被命令以在要求最高的 True Hole 轮廓周围移动 (1/4”)。在所包括的图表中,测量、绘制和分析在所命令的路径与实际路径之间的距离。在分析期间,工具检查 >150%的“尖峰”相对于离开路径的平均距离。这指示存在由机械设计问题、台磨损或调谐引起的孔洞中的平点的风险。

样本图：



所需要的计算：

$$t_{(delay)} = \frac{\text{Following Error}_{(XY(average))}}{\text{Cut Speed}}$$

对于 t = 0 直到 t_{end of True Hole}

$$\text{Distance off desired path}(t) = Position_{(XY(commended))}(t - t_{(delay)}) - Position_{(XY(actual))}(t)$$

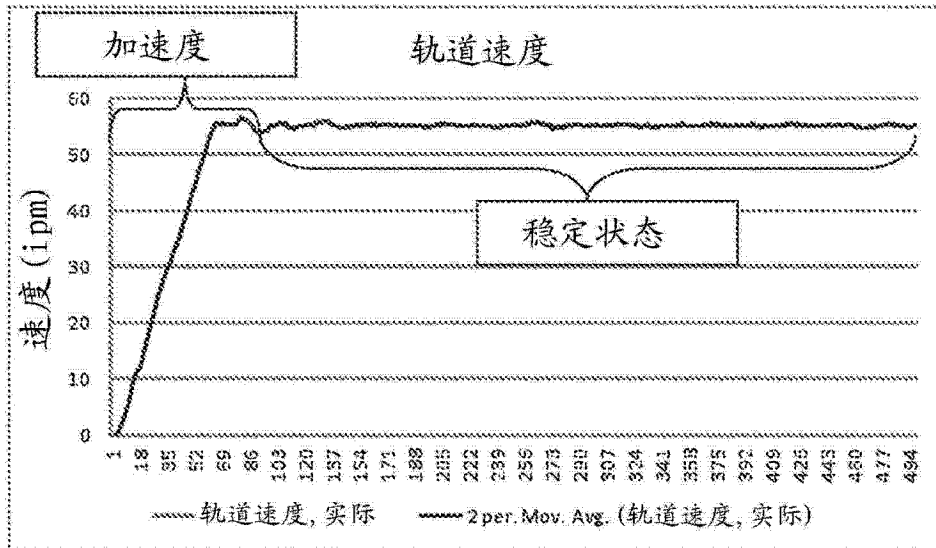
测试 5:

标题 :速度检查 (横向和轨道轴)

运动测试报告中的制表 (. xls) :“轨道速度轮廓”和“横向速度轮廓”

描述 :在该检查期间,台被命令以独自处于横向 (轨道) 轴上。允许系统达到稳定状态。在所包括的图表中,绘制和分析轴速度。在分析期间,测试进行检查以查看台是否达到所期望的速度,其过冲了目标速度多少以及当台尝试维持该速度时 (在达到稳定状态之后) 存在多少变动 (振荡)。

样本图 :



所需要的计算 :

$$Velocity_{max} = \text{Max}(\text{加速度期间的速度})$$

$$Overshoot(\%) = \frac{Velocity_{max} - Velocity_{desired}}{Velocity_{desired}}$$

$$Oscillation(\%) = \frac{Velocity_{max.steady\ state} - Velocity_{min.steady\ state}}{Velocity_{desired}}$$

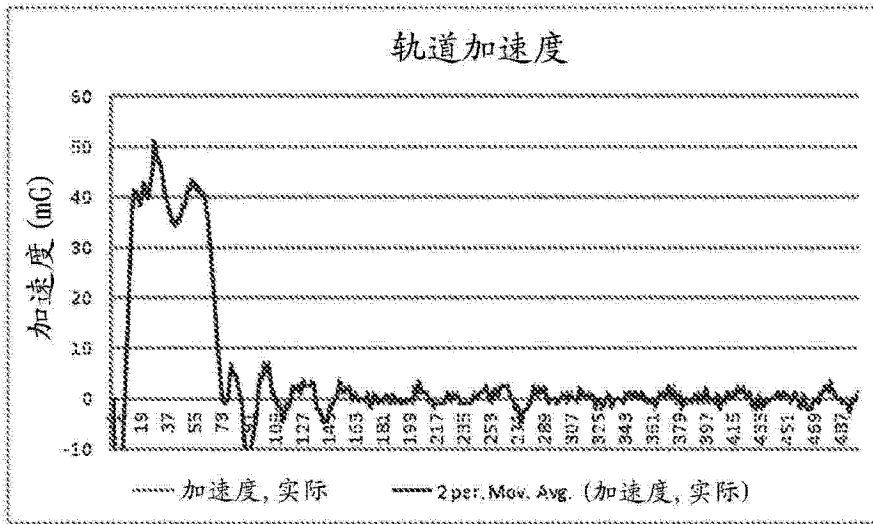
测试 6:

标题 :加速度检查 (横向和轨道轴)

运动测试报告中的制表 (. xls) :“轨道速度轮廓”和“横向速度轮廓”

描述 :在该检查期间,台被命令以独自处于横向 (轨道) 轴上。允许系统达到稳定状态。在所包括的图表中,绘制和分析轴加速度。在分析期间,测试进行检查以查看台是否达到所期望的加速度变化率和它花费多长时间实现该变化率。利用该信息,其给出驱动装置、马达和齿轮箱是否被适当地定尺寸以用于所期望的台性能的指示。

样本图 :



所需要的计算：

$$Acceleration_{max} = \text{Max}(\text{所测量的加速度})$$

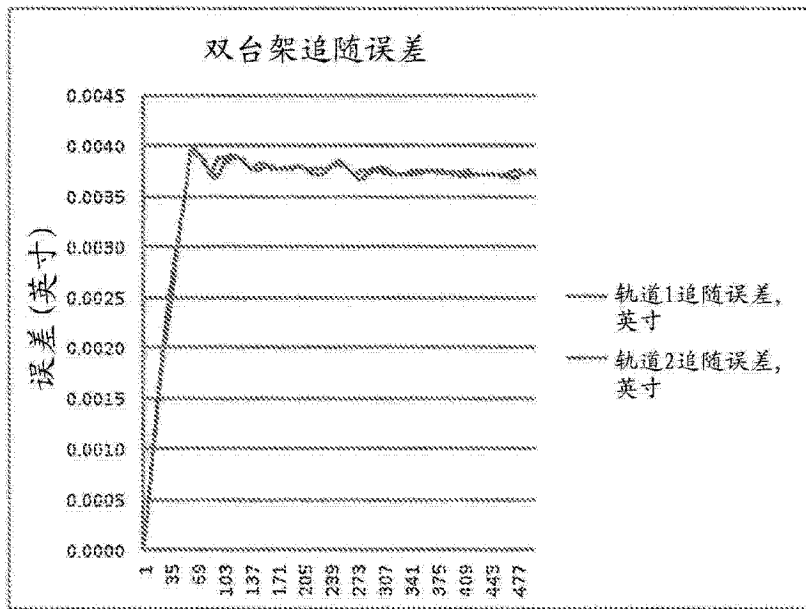
测试 7:

标题: 双台架失配检查

运动测试报告中的制表 (.xls): “轨道速度轮廓”

描述: 在该检查期间, 台被命令以独自处于轨道轴上 (其包括轨道 1 轴和轨道 2 轴, 其被理想地假定成与轨道轴精确相同地执行)。允许系统达到稳定状态。在所包括的图表中, 绘制和分析针对两个轴的追随误差。然后比较平均追随误差。

样本图：



所需要的计算：

$$\text{Following error mismatch}(\%) = \frac{\text{Following error}_{\text{rail1}} - \text{Following error}_{\text{rail2}}}{\text{Max}(\text{Following error}(\text{rail1}, \text{rail2}))}$$

一般计算:

描述: 这些计算被用于转换在运动测试期间以每毫秒所获得的信息 (所命令的定位

(按轴), 实际定位 (按轴)) 与物理台属性 (马达 - 编码器计数 / 英寸)。这些计算被使用在早前在本文档中参考的上述测试的一些或全部中。

所需要的计算：

$$\text{Encoder Counts per Inch}_{\text{axis } i} = f_i \left(\frac{\text{Encoder counts}}{\text{rev}}, \text{Gear ratio, Belt ratio, Rack and pinion ratio} \right)$$

$$\text{Position}_{\text{axis } i}(t) = \frac{\text{Encoder counts}_{\text{axis } i}(t) - \text{Encoder counts}_{\text{axis } i}(t=0)}{\text{Encoder Counts per Inch}_{\text{axis } i}}$$

$$\text{Velocity}_{\text{axis } i}(t) = \frac{\text{Position}_{\text{axis } i}(t) - \text{Position}_{\text{axis } i}(t-1)}{t-1}$$

$$\text{Acceleration}_{\text{axis } i}(t) = \frac{\text{Velocity}_{\text{axis } i}(t) - \text{Velocity}_{\text{axis } i}(t-1)}{t-1}$$

$$\text{Jerk}_{\text{axis } i}(t) = \frac{\text{Acceleration}_{\text{axis } i}(t) - \text{Acceleration}_{\text{axis } i}(t-1)}{t-1}$$

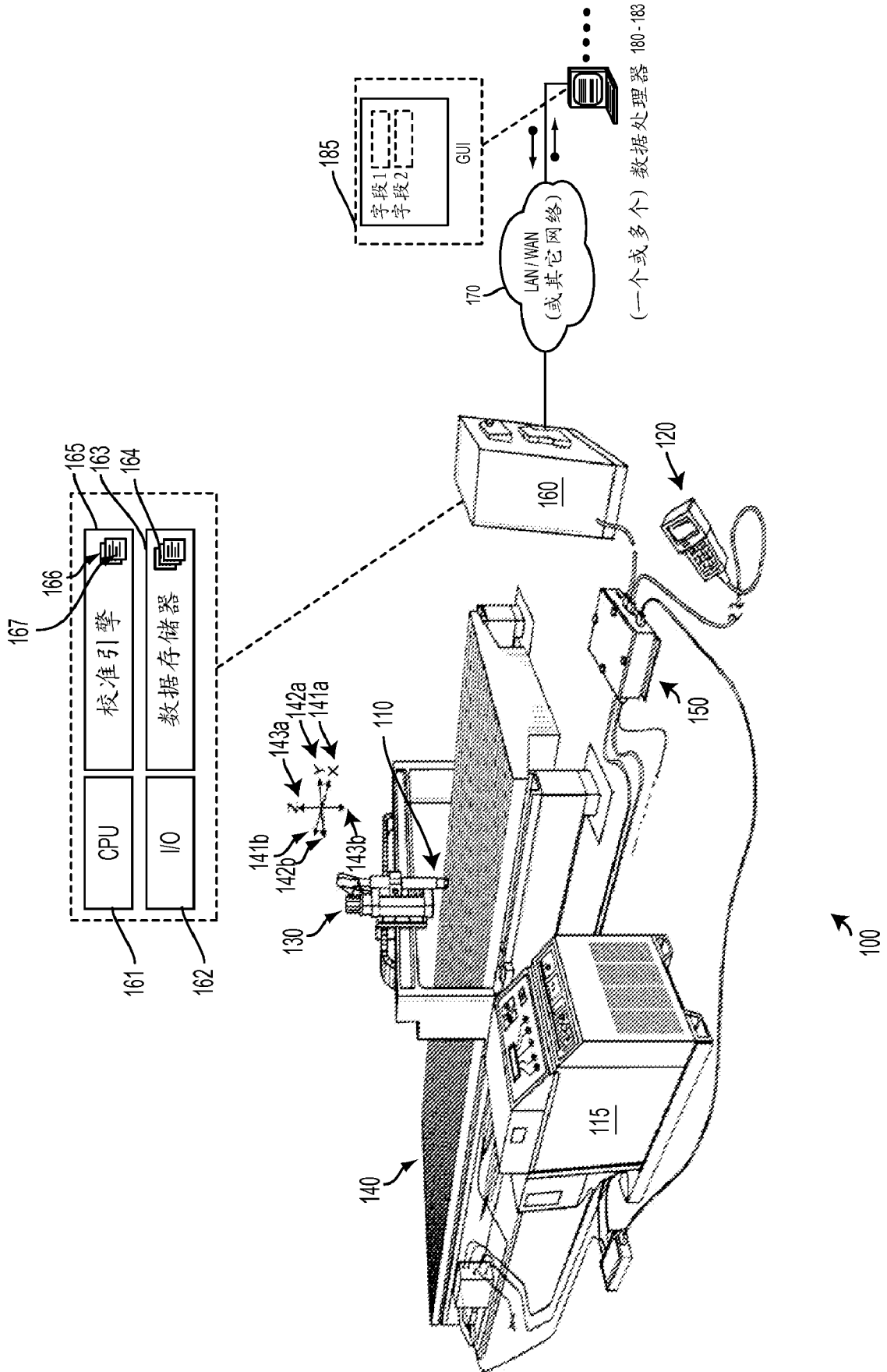


图 1

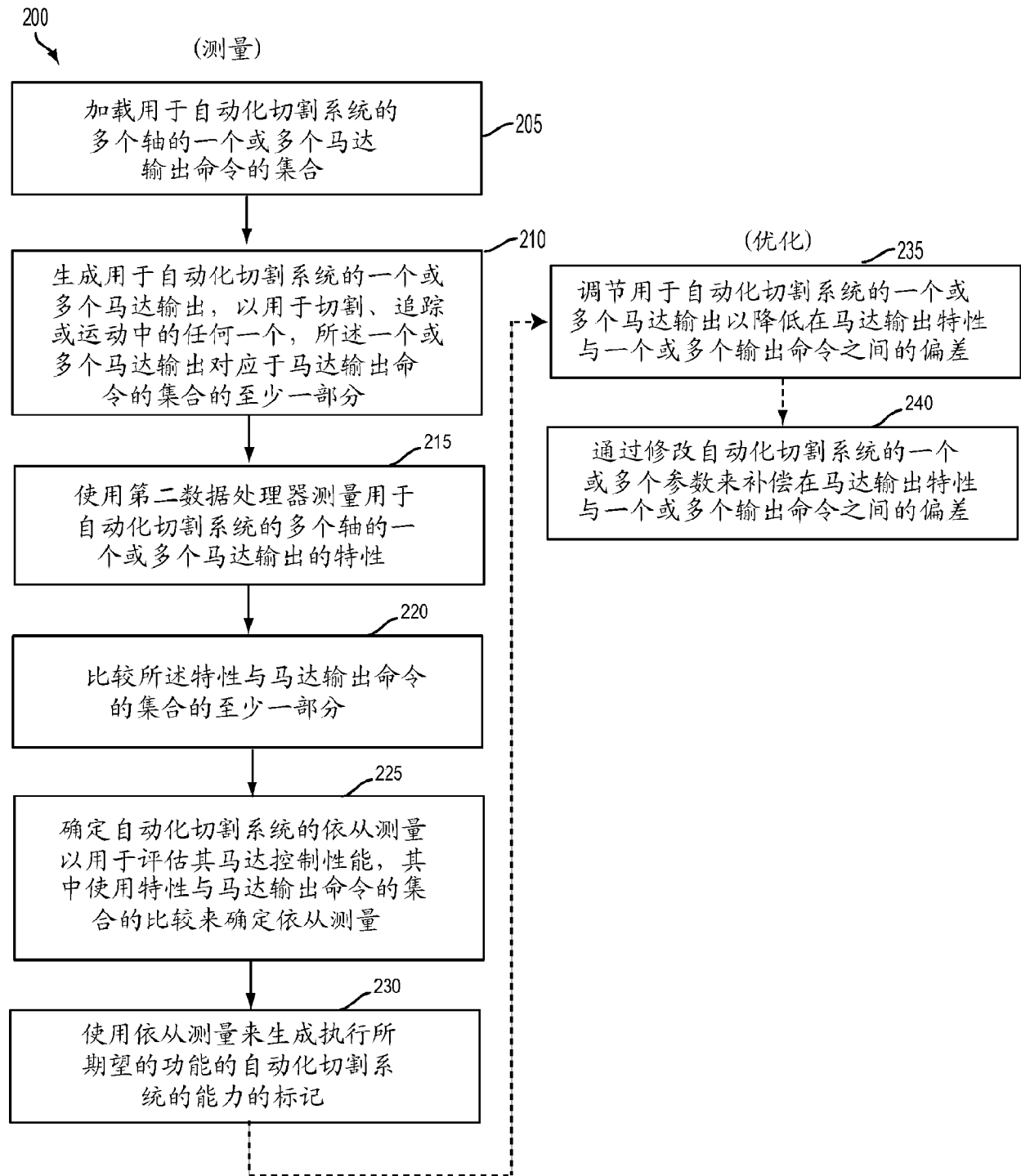
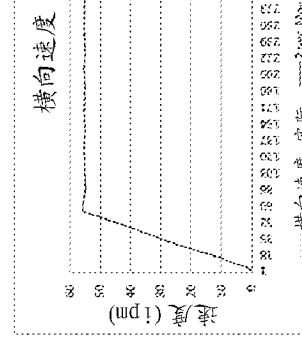
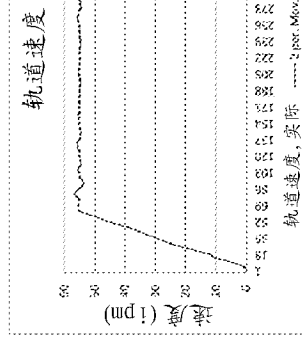


图 2

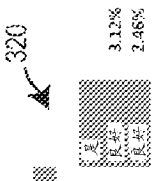
测试名称
 测试编号
 日期 (YYMMDD)
 运动通信 (模拟/SERCOS)
 运动轮廓 (S曲线/梯形)
 速度 (ipm)
 Acc/Dec (inG)
 编码器计数/英寸 (轨道)
 编码器计数/英寸 (横向)
 测试条件

MT #
 120626
 名称?
 模拟
 55
 40
 U0974:5153
 116974:5153
 N/A



轨道轴速度检查

轨道轴:
 总体轨道速度状态
 轨道轴达到所期望的速度?
 过冲 (轨道轴)
 稳定状态振荡 (轨道轴)



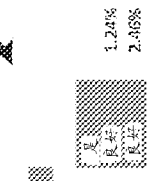
300

310

315

横向轴速度检查

横向轴:
 总体横向速度状态
 横向轴达到所期望的速度?
 过冲 (横向轴)
 稳定状态振荡 (横向轴)



325

速度检查测试描述:
 -测试描述: 台仅在轨道 (或横向) 轴上移动。
 左边的绘图示出在该运动期间轨道 (横向) 轴的速度, 如在编码器处测量的那样。
 -检查什么和为什么: 在该运动期间, 测试检查台是否达到所期望的速度, 它过冲了多少。所有这些参数在切割时是重要的以确保持续的抛光和最小的振荡的最佳切割。
 推荐的行动:
 -过度过冲可以是被“过于激进地”调整的台的指示。一些过冲被预期, 但是过度过冲 (>5%) 引起关注。
 -过度稳定状态振荡可以导致切割中的波纹。多少振荡是可接受的取决于切割过程。
 -Hypertherm 推荐首先调整速度绘图, 然后调整追随误差。

图 3