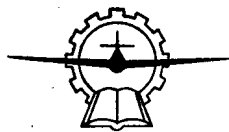


起落架制造工艺译文集



国外航空编辑部

1978.5

起落架制造工艺译文集

目 录

高强度钢锻件的制造要求	1
切削难加工材料的经验评论	3
控制深孔钻的设备和方法	12
激光导向深孔镗刀	18
筒形件专用磨床	21
长筒形件镗孔时工件夹具的微调装置	25
用刮削法刮除表面金属	27
提高生产率的设备	29
工作滑座周期间断进给液压控制装置	36
镀镉钛合金	44
高强度钢的镉钛混镀	47
电镀镉-钛合金中氢的扩散率	52
防止高温产生氧化皮的涂料	62
高真空电炉	66
“协和”号起落架零件热处理用的真空炉	76
真空炉装料设备的改进	85
有关真空炉的改进	89
真空喷砂	99
用喷丸法提高疲劳强度	101
检查起落架支柱裂纹的涡流探测装置	104

高强度钢锻件的制造要求

1. 说明

- 1.1 本规范详细规定了高强度钢锻件（抗拉强度为 85 吨/吋² 以上）的制造要求。
- 1.2 本规范适用于表面硬化钢和不锈钢除外的所有钢种。

2. 供应状态

- 2.1 供应状态应符合技术条件 D.H.A85 的要求。

3. 机械加工

3.1 锻件应在退火状态下机械加工，除符合其它技术条件外，考虑淬火应力分布的对称性，锻件粗加工应保留约 0.06 吋的变形余量在最后热处理后除去。

所有棱角处圆角半径不小于 $\frac{1}{4}$ 吋。

3.2 在此阶段应完成所有的粗加工（包括全部镗孔和主要的切削），并且由此产生的任何变形都应予以校正。

3.3 薄壁锻件及在热处理时易于变形的大形锻件例外，这种锻件应在最后热处理后进行机械加工，并由此引起的一切变形都应按技术条件 D.H.A813 用喷丸法校正。

3.4 精密锻件

3.4.1 在条件具备的情况下，某些锻件可以制成精密锻件，但所有机加余量不应小于 0.125 吋，以保证机加时除去脱碳层。

在这种情况下，机加余量按照图纸上的要求执行。

3.4.2 精密锻件应在最后热处理后机械加工。

3.5 在机械加工时，机加尺寸超过 4 吋的规定标准并且形状复杂的锻件，为避免最后热处理时产生裂纹，机械加工过程中应进行去应力热处理。其最大规范：每切削 1 吋后需在 600~650℃ 温度中保温 1 小时。

4. 机加刀具

4.1 应采用高速工具钢或碳化钨合金刀具，刀具应保持清洁和锋利。机加时要求仔细操作，否则刀具会退火。

4.2 刀具能承受大于等于 0.03 吋的进刀量，在这样大进刀量的情况下应保证机床具有足够的刚度和稳定性。

4.3 使用高速工具钢刀具切削时切削速度每分钟可达 50 呎；用碳化钨合金刀具切削时速度会更高些。

5. 裂纹检查

5.1 在热处理前按技术条件 D.H.A324 进行裂纹检查，零件加工在退火状态下完成。

注：第 3 条内没有推荐磨削工序，若认为必不可少时，必须在尽可能好的条件下进行，应使用标准砂轮及合适的进刀量。为了尽量减少磨削应力，应进行适当的冷却。

热处理时能引起裂纹的任何小的裂缝或小缺陷都应在热处理前消除。

6. 热处理

6.1 为了防止产生氧化皮,在热处理之前,锻件可按 D.H.A393 进行镀铜。热处理后锻件应按技术条件 D.H.A393 中的“Enthone, Enstrip”“S”条的规定除铜。

6.2 热处理炉内应是不引起严重脱碳的气氛,并应配置测量和记录温度的精密仪器。炉内气氛不许有过量的氢,否则锻件会被氢气污染。

6.3 热处理变形超出机加余量时,则按技术条件 D.H.A813 用喷丸法校正。

6.4 按技术条件 D.H.A410 进行吹砂。

7. 裂纹检查

7.1 按第 6 条的要求进行热处理、喷丸、吹砂之后的锻件,应按技术条件 D.H.A324 进行裂纹检查。

8. 最后加工

8.1 需要精加工的地方,尺寸要求在图纸上注明。

9. 消除应力

9.1 最后加工后,锻件应在低于回火温度 50°C 消除应力;每切削 1 吋需保温 1 小时。

9.2 按技术条件 D.H.A813 用喷丸法校正热处理变形,但要确保图纸要求的最大疲劳寿命。

9.3 按技术条件 D.H.A410 进行吹砂清理,同时应注意图纸上特殊精工加表面的等级。

10. 校正

10.1 上述各阶段及锻件镀铜前产生的任何变形都应予以校正。

11. 表面准备及镀镉

11.1 按 D.T.D901 附录 1 第 7 节表面准备(阳极浸蚀)之后,锻件按技术条件 D.T.D464 镀镉;或在特殊情况下,按图纸要求进行“Phosphorated”《磷化》处理。

12. 最后的裂纹检查

12.1 最后的裂纹检查应按技术条件 D.H.A324 进行。

13. 保护处理

13.1 在零件制造的各个阶段应按技术条件 D.H.A435 适当的给以临时保护处理。

张致友 译自 D.H.A485

刘全州 校

切削难加工材料的经验评论

在上面标题中出现的“难加工的”这个词可以解释为难于控制的或“不易克服的”。的确，下面所讨论的材料可以说就是“不易克服的”。但是，我们希望证明这些材料是能够加工的。

虽然有许多难加工的材料，但有人提出把这种评论限制在被称为超高强度钢的范围内。超高强度钢一般是按照抗拉强度每平方英寸 120 吨到 130 吨（即 R. 56 到 58）的顺序进行分类的。在表 I 中给出的是其中一部分。

这种类型的超高强度钢，用于轧钢厂轧辊、锻模以及其它的工具已使用多年。一般工艺规程是要在软态下机械加工、热处理到最高强度而后再磨削或研磨完成工艺过程。

表 I 超高强度钢

类 型	美 国 规 格	英 国 规 格	最大抗拉强度，磅/吋 ²
低合金 NiCrMo钢	SAE4340 AMS6415	— —	200,000~270,000 300,000
减少Si的SAE4340	300M	RE × 685	280,000
5%CrMoV 钢	AISI H11	H50	280,000
Maraging 钢	含18%Ni Maraging 钢	含18%Ni Maraging 钢	200,000~300,000

在过去十年间，飞机设计者就已经对用超高强度钢制造大型起落架锻件发生了兴趣。要求在这些锻件上切削加工常常呈现出巨大的困难。要求在完全热处理状态机械加工这种材料的主要原因是变形和表面质量不合乎要求。

这种类型的复杂锻件所产生的变形（图 1 所示）可根据一个美国公司的报告书得到说明。

该公司一批构件在热处理前完全机械加工热处理后这些构件的 90% 以上超过了公差范围。试图使用反变形夹具和支撑来防止变形，但不是很有效。当脱碳出现的时候，其深度可达 0.005 吋。甚至用一种可控制的大气炉对长的制品进行试验稳定地获低于 0.001 吋到 0.003 吋也是不可能的。一种方法是在可控制的大气炉内对镀铜的构件热处理，这个方法终于没有脱碳。但遗憾的是其中一些超高强度钢对其晶粒间渗入铜是敏感的。

对于这些难题，一个可能的回答是采用一种 Maraging 钢。其典型的一种钢是含有 18% NiCoM 同很低的碳。因此，在热处理期间没有脱碳而且根本没有变形的问題。有人也宣称加工抗拉强度 120 吨/吋² 状态的 Maraging 钢比加工大部份其它超高强度钢容易。

这些要求正在对国内许多应用情况予以调查研究。这种材料的性质也正在从设计者的观点加以调查研究。

尽管 Maraging 钢有这些有利条件，但必须指出 Maraging 钢的成本目前是“习用”钢的七倍左右。所以，继续使用习用的低合金钢有这样一个明显的好的情况。因此，在未来的一段时间里我们仍将面临着切削加工超高强度钢的难题。

飞机设计者比许多其它工业的设计者更集中地倾向于飞机另件的受力状态。必须使用超高强度钢的起落架的条件下，需要充分地注意超高强度钢的特性。极为重要的一点是切削加工有害地影响了超高强度钢的某些关键性的性质。对于这个发现，我们要感谢开始在飞机起落架上使用超高强度钢的美国航空工业。

不正确加工的影响

不正确加工对超高强度钢特性影响的一些例证如下。

疲劳寿命。使用钝的切削工具会引起高的切削温度。这个温度当周围冷钢的冷却作用使其降低时就形成未回火的马氏体。这种易脆相的未回火马氏体常常引起表面裂纹。这种未回火马氏体可以看出像一种不稳定的银色层（见图 I）。对疲劳寿命的这种影响已为波音飞机公司所证明。而且在内孔和铣削表面上基本上看清了这个影响。

应力腐蚀性能

由于显微裂纹的形成和在任何切削加工中（特别是在磨削加工中）形成的裂缝可能使得应力腐蚀性能被降低了（图 3）。

氢蚀脆

大部份超高强度钢对氢蚀脆是特别敏感的。在切削加工时利用氯化了的硫化切削液（chlorinated sulphurised cutting fluids）能提高超高强度钢对氢蚀脆的敏感性。人们相信：以某种还不明白的方法用硫活化钢的表面。使用氯化了的硫化切削液而得到的切削效果，这是很侥幸的。

这些考虑是把切削加工工序提高到比仅仅尽可能快而且经济地去除金属更为重要的地位。因此，为了保证成功必须遵守已研究出来的加工超高强度钢的基本原理。

常规切削加工的基本原理

应该着重说明：下面的原理不依赖特殊的切削工具材料。使用现有的切削工具已经成功地生产出超高强度钢的起落架另件。在切削工具技术方面今后任何进展显然必须改进工具材料。我们热切地等待着这些改进的到来。然而，直到现在在切削工具方面我们不知道有任何惊人的进展。

返回到基本原理

（1）在最后热处理到最大强度之前尽可能地完成机械加工。此另件在那些变形和脱碳是关键性的部位应该留最后切削加工余量。这个余量的厚度可在 0.05 吋到 0.1 吋范围内。这只好在热处理后去除。

（2）使用的夹具和机床必须具有刚性非常好的结构。当然这仅仅是遵守好的切削加工方法的基本原理之一，即工件和切削工具必须牢固地夹紧。在美国，认为在 25 马力的机床上加工另件切削要机械加工的余量仅需 5 马力的标准。其实，这正好保证了完全无振动。当切削加工超高强度钢时切削工具无振动。

* 金属切削研究联合股份有限公司，M. 菲尔德。

* 金属制造产品 1961, 10, 18—波音公司、华盛顿。

(3) 最合适的切削工具及其几何形状以及最佳的速度值和被采用的进给量是在一批构件中段第一件用试验方法来确定。而后必须严格地坚持这些条件。

根据上述的工件和在研究中得到的结果规定所采用的加工条件指南。重要的一点是：一旦这些最佳条件被确定就把它们记录下来，例如记录在一张工作卡片上。而后必须不违背这些最佳条件，那怕是一个最小的量。

记录的资料必须包括有最大的工具寿命，例如在重磨钻头之前钻出的孔数或者对另一次的切削刃未磨出之前顶部磨损量(so many passes of a throw-away tip before indexing to another cutting edge)。这个寿命必须规定低一些以便防止在切削加工期间工具变钝的可能。更重要一点是，工具重磨的责任不应由机床操作者承担而应送到工具维修中心。使用铣刀的一般制度是：一套使用、一套刃磨，任何时候库中有一套。这就使耽误生产的时间减少到最小。

要发挥要求的条件并掌握它的使用情况一般要求辅助工作人员的业务要经过专门的训练以便他们能够以损失最小的时间解释得到的结果。据说：违背最佳条件仅仅 20% 就会导致不幸的灾难。所以，必须仔细地达到并保持这些条件。无论怎样高度地强调也不过分。

最佳切削条件

有人已提议用两种方法可以确定最佳的切削条件。这就是：以先前各个构件的经验为基础用反复试验的方法或者是科学地应用研究的成果。最好优先选择后者。的确。在美国的一家公司、金属切削研究联合股份有限公司根据合同已为美国空军完成了研究工作，并提供了极有价值的报告。

目前，哈克、西德利航空公司在从事于研究方案。该方案特别注意到前面已提到的不利的加工影响。当这一工作完成时，应该能够提供明确的数据。这些数据供机加车间使用足以保证避免冶金缺陷的水平。

设计这一试验方案(表 I)是根据使用工具寿命作为标准来确定 120 吨/时² 和 130 吨/时² 这两种情况下的真空融化超高强度钢范围的最佳机械加工条件。加工操作包括：车、镗、面铣、端铣、钻孔、铰孔、攻丝和磨削。首先用普通钢、比如 S99(一种 80~90 吨/时² 的 N、Cr、Mo 钢) 同这些钢进行比较，使用常规的切削速度，进给量和刀具的几何形状。

这就在可测条件下提供了测量范围的问题，同时也提供了测定进展情况的衡量标准。

该方案的一个极好的特点是：正在试图完全做制已经报导获得成功的美国切削条件。这点应用美国造的切削工具正在进行。唯一的变量将是英国制造材料的本身。该方案的另一部份是有关硫和磷的含量的影响问题。已

表 I 试验方法

阶 段	工 作 内 容
1 a	比较试验
1 b	安全切削条件
2	同美国数据比较
3	鉴定英国工具材料
4	切削介质试验
5	硫和磷含量的影响

生产出其中的一种钢，它具有 3 级硫和磷的含量。虽然真空融化钢比开式炉膛钢干净，但它们可以进一步地提出机械性能的问题。这就可以确定硫和磷对机械性能的影响。

加工操作概要

本文的目的并不是引证详细的速度、进给量和工具角度，而是对超高强度钢的加工进行一般地探讨。虽然由于不同的加工操作会产生各种不同的问题，但过多地总结是不可能的。

简要叙述如下几个方面。

车削几乎全部都用碳化钨装卡式刀片。在许多情况下，一般习惯是一个装刀槽只使用装卡式刀片的一个刀刃。在间断性切削条件下，应防止使用碳化钨刀具。T15高速钢是很流行的。这是一种14W, 4Cr, 5V同5%的钴的合成物。用于生产为目的的某些陶瓷刀头还不熟悉，这大概是由于超高强度钢所利用的严重情况。

镗削使用的工具与车削相同。镗刀杆的刚度是最重要的因素。最成功的主意之一是使用碳化钨镗刀杆。图4所示的一根直径大约为3吋的碳化钨实心刀杆。这种刀杆周围包上一层低熔点合金（类似于Cerromatrix），在最外边一层是软钢包皮。这种结构的镗刀杆在使用中长达6呎。

具有各种减震装置和可调整的镗刀杆（见图5）也已完成了试验。须要对它积累更多的经验，才能确定最有效的样式。重要的原因是当加工超高强度钢时，用一般的实心镗刀杆进行镗削并不是很理想的。

铣削。在整个铣削加工中，最根本的是铣刀和工件要有极好的刚度。要使用重型的本身能够吸收切削力和振动的夹具。无疑，机床也必须在良好的状态。

端铣是一种特别困难的操作，因为必须使用铣刀的非夹紧部份长度（见图6）。还因为难以使侧齿和端齿混合发挥其作为两类刀具作用的效力高的切削几何形状。在图7中所表示的是：加工超高强度钢必须采用的碳化钨刀具的样式。柄部直径必须等于或大于开有槽部份的直径。如果可能的话，应制作一个穿过刀具的轴向孔，作为流通切削液之用。

刀具的偏摆是一个主要因素。所谓偏摆就是刀具在旋转时由于其正确轴线产生偏移的误差（图8）。考虑到最大的刀具寿命可以允许的刀齿负荷是在每个刀齿约为0.002吋。如果刀具的偏摆超过这个数值，则刀齿负荷就变得不均衡，并可能使刀具过早破坏。

面铣是用碳化钨镶齿刀具（图9）进行。高速钢刀具被认为是行不通的。由于碳化物工具成本高，要经常进行刃磨以避免在切削期间由于刀齿变钝而裂的危险。这种做法需要两倍或者三倍费用高的工具而且要经常更换铣床上的工具。其基本原理是最好确定一个在两次重磨之间的最低限度的刀具寿命，以使保持运转状态和保护刀具。

因为切削动作是间断的，所以刀具的几何形状是特别需要的（见图10）。倾斜角是个重要角度。它是由刃磨轴向倾斜角、径向倾斜角和偏角而形成的。

正值的倾斜角使切屑从刀具流出，而负值的倾斜角则使切屑流入工具。使用正倾角显然要好一点。为了达到这一目的，必须使正值的轴向倾斜和负值的径向倾斜结合起来。

刀具的偏摆如同端铣的情况一样，是非常关键的。而且应当保持在0.001吋范围内。

常规的面铣加工（图9）是将刀具对准工件的轴线进行切削，通称为对中心铣切。

离开中心的铣削，可能导致顺铣或逆铣的条件。有些使用者主张，用这些条件作试验

* 刀具角度影响切削效率——辛辛纳蒂铣刀加工公司研究科M, Kronenburg.

就可能改善刀具寿命。

沟槽铣。该操作使用的侧铣兼面铣的刀具(图11)。高速钢刀具的磨损和碎裂,通常出现在切削刃斜角上。所以高速钢刀具是行不通的。最好选择碳化钨银齿刀具。顺铣有助于防止切屑粘结和刀齿碎裂。切削深度对刀具寿命有显著的影响,而把切削深度从0.25吋增加到0.5吋时,据说,在某种情况下,将降低刀具寿命50%。

钻孔。对超高强度钢钻孔时,所迁到的较大的问题是在钻头顶部的下面,可能发生工件局部硬化现象。为了防止这种情况出现,当先用动力进给后用手工进给时,必需保证只使用锐利的钻头,并且要充分提供切削液。

使用动力进给时每转可达的最大进给量为0.0015吋,要求机器具有的进给步幅(step)仅为0.0001吋。只要利用强力输送或喷雾技术,在深孔里一般能够得到充足的切削液。钻头直径超过1/2吋时,可以把钻头制成一个通孔,以便使切削液流到钻头头部(图12)。这些特点必须与工件安装的刚性;可能的地方引入导衬套;使用厚钻心的最大刚度的麻花钻以及适用于工件的最短的麻花钻结合起来。这也可得到最小的偏摆量。

铰孔。碳化钨银齿铰刀赋予人们所指望的最理想的寿命特性。不过通常主要问题是要获得良好表面光洁度。必须指出:在这一点上没有作出更大进展。不过目前用“生产技术研究协会”的铰刀(图13)正在进行实验。而且我们对这点可能证明是令人满意的抱有很大的希望。凡是要求优质孔的地方,一般习惯总是以磨削代替铰孔。

攻丝。一些超高强度钢的使用者在攻丝方面没有报导可喜的成绩。一致的工艺方法是在最后热处理前进行攻丝,并且热处理期间堵住孔口。主要的问题好像是飞机另件所需要的深螺纹的百分比高。“生产技术研究协会”自己过去曾指出:从通常的70~80%的深度比如说缩小到60%,对丝锥的寿命有相当大的提高。

对于盲孔情况更坏,而且目前盲孔攻丝似乎是不可能的。不过在“生产技术研究协会”里,我们的朋友正在研究这个问题。所以我们必须等待他们的研究结果。

磨削并不是难以操作的,但是,用磨削方法产生的表面状态可能是很可疑的。现在正力图使用低速磨削或低应力磨削的办法来克服这种现象。

结论

概括起来,除了盲孔攻丝外,可以说其余的全部操作都是能办到的,只是程度显著些或者稍差些而已。正如表Ⅱ所示。

在这一点上要问一个明显的问题:非常规金属去除法,例如电火花腐蚀或电化学加工工艺能够提供一些什么呢?

简短的回答是:由于常规加工可以处理90%以上的所涉及的问题,周密的设计有可能克服大部份其它问题。追求非常规的方法,没有实际的鼓励作用。发展这些方法趋向于小型部件。因而起落架的加工主要费用在

表Ⅱ 加工操作比较

操	作	耐	注
车	削	良	好
镗	削	尚	可
面	铣	尚	可
端	铣	尚	可
钻	孔	困	难
绞	孔	尚	可
攻	丝	很	困
磨	削	良	好

于前面已提到的大型锻件的切削加工方面。

看来为了在经济上同常规加工法竞争，我们需要具有比目前已生产的输入功率大得多的非常规设备。从经营观点来看，这是一种困难的条件，因为专用电器设备的费用对于去除大量金属仍是必须的常规机床主要投资来说将总是额外。

人们普遍地认为，如果当设计人员开始着眼于比每平方吋 130 吨更高数值的最大抗拉强度的钢或者着眼于外国一些进口材料的话，那么电化学加工和电火花腐蚀技术将会盛行起来。

即使有像加工“障碍”这样一类事情，看来我们差不多已经突破了，但并没有完全突破它。常规加工实践要同基本的调查研究的资料及其应用结合起来。有许多过去有代表性的好的使用经验还能够以经济的价格用超高强度钢来生产产品。

作为成功地加工超高强度钢的主要因素是：注意前面已讲到的典型细节和完整的技术实践。为了应用这些典型，如果给予充分的注意并保证工作人员和必要的时间的话，那么就沒有不能成功地加工超高强度钢的理由。

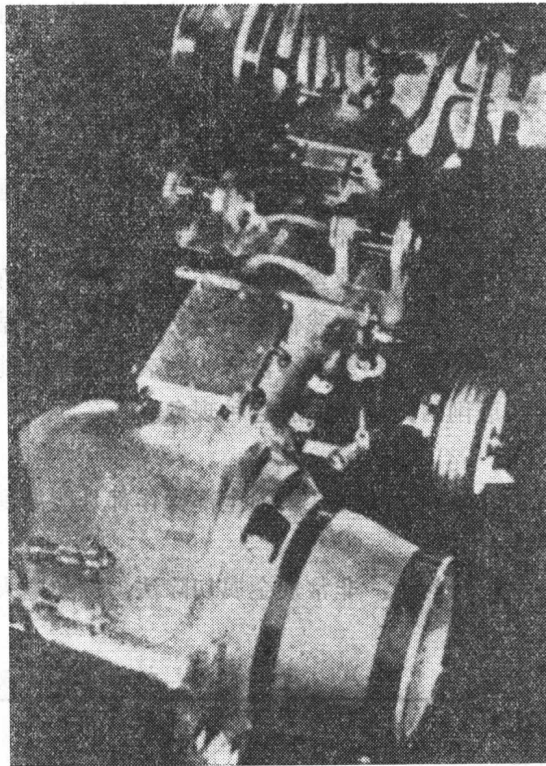


图 1 用超高强度钢制成的飞机起落架构件



图2 通过超高强度钢试件的这个剖面表明使用钝的切削工具的影响。由于周围钢的冷却作用使其产生局部高的切削温度被降低形成能导致表面裂纹的马氏体

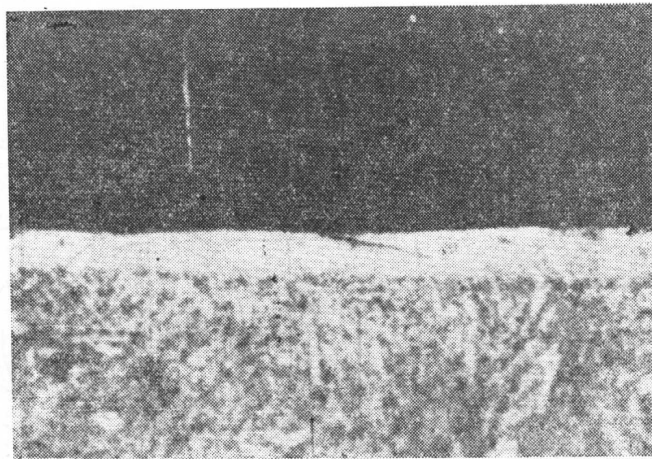


图3 由于不正确加工的结果形成的显微裂纹

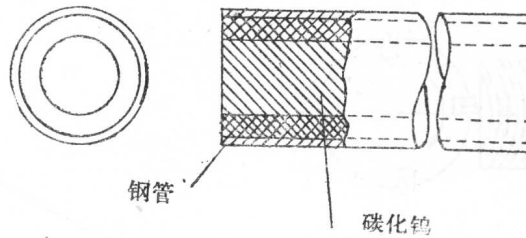


图4 碳化钨镗刀杆详图

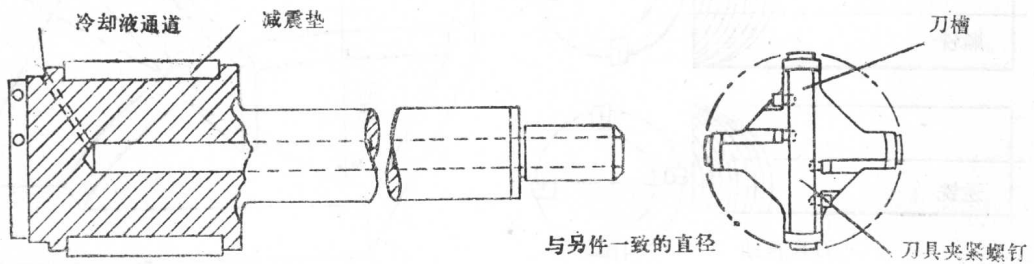


图5 图示减震镗刀杆的装置

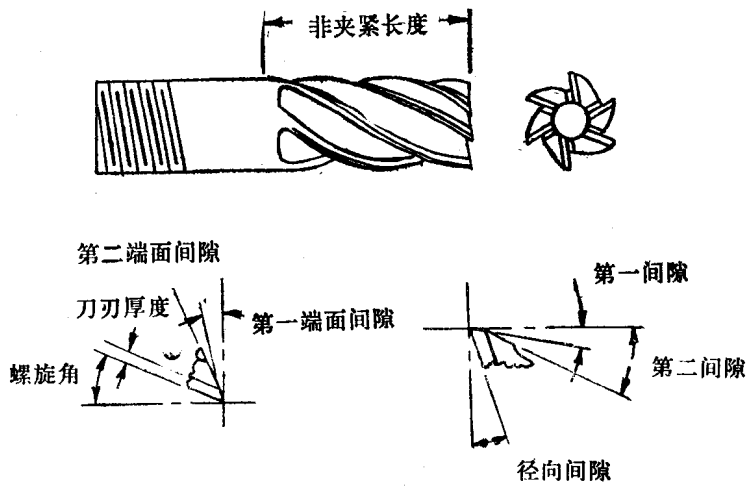


图6 端铣刀的几何形状

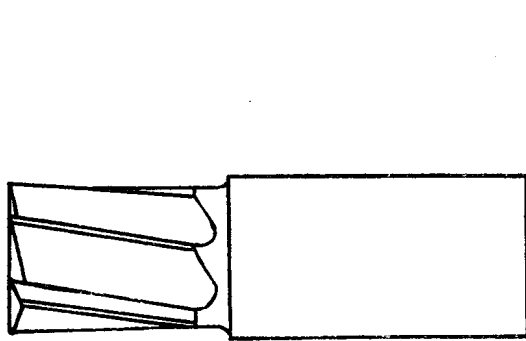


图7 一把理想的端铣刀的特征

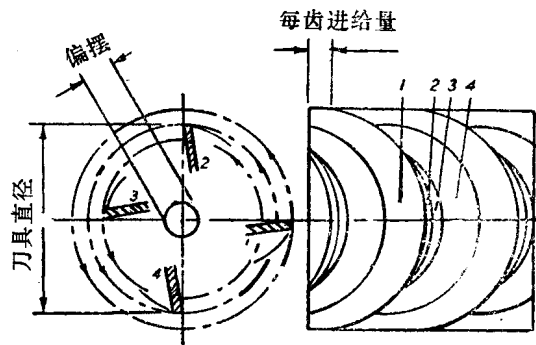


图8 端铣刀的偏摆

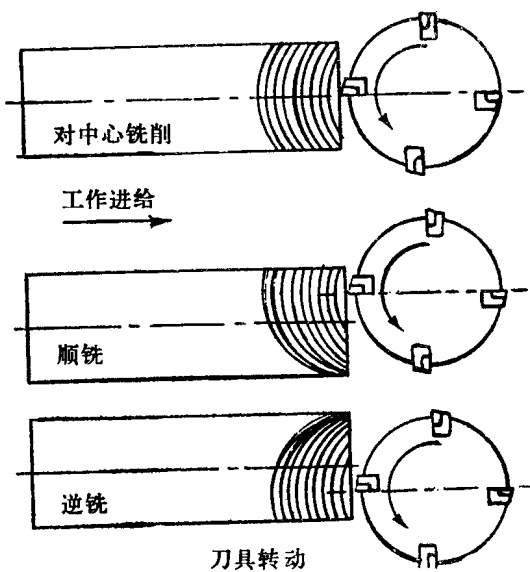


图9 面铣配置图

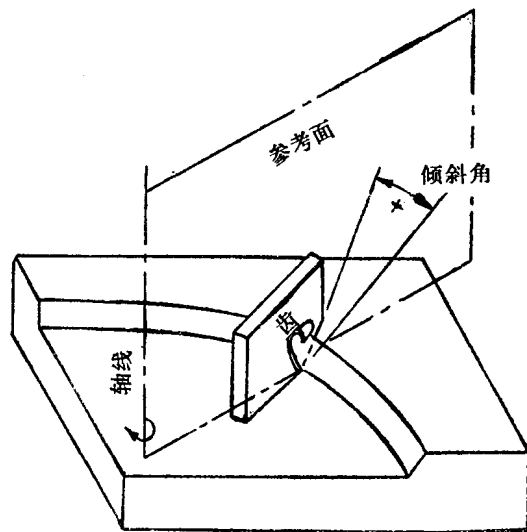


图10 平面铣刀的临界倾斜角

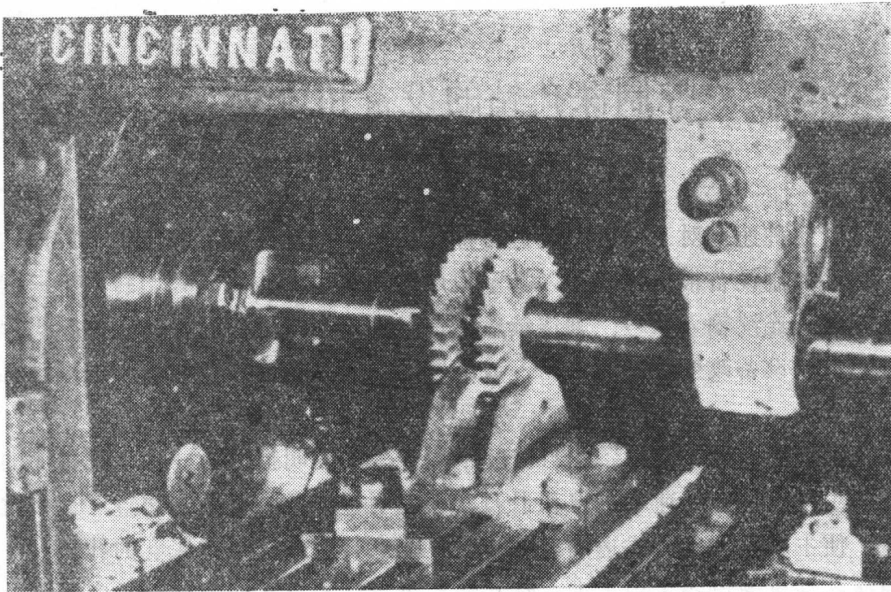


图11 用于铣清槽刀侧铣兼面铣的铣刀

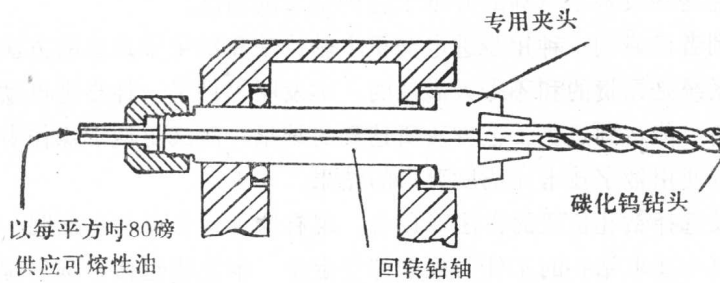


图12 具有可给钻头头部输送切削液的碳化钨焊接钻头

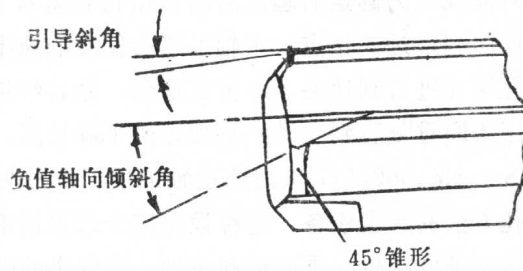


图13 “生产技术研究协会”铰刀详图

杨水林译自“Machine shop” 1964.12, P 552-558 赵廷先校

控制深孔钻的设备和方法

摘要:

主轴不论以何种速率对工件进刀或退刀都是按照确定步进电机的旋转和方向的控制机构进行的。程序控制设备根据连续输入指示程序步骤终了, 并使其开始转入下一程序。由于给程序控制装置连续输入信号、则连续输出信号调定下步程序的操作条件, 当程序正确时, 触发方向控制设备改变旋转的方向, 或触发脉冲速率控制设备改变步进电动机的进给脉冲速率。

本发明提供控制深孔钻的设备和方法。很明显, 本发明提供了一种步进程序的方法, 使安装刀具的主轴以选定的速率进刀和退刀。本发明也涉及一种控制装置, 该装置包括一套程序逻辑, 使主轴按预定方式运动, 以获得在要求装置钻出规定深度的孔。

过去的深孔钻机械设备采用步进式钻孔法, 每次钻要求孔深的任一预定深度。深孔钻机械设备的主轴传动采用气体/液压组合的方法。这些方法已使用模拟技术, 用测量杆确定钻孔深度。掌握这些技术是麻烦的并难于达到要求的精度。

本发明的专利者已研制一种用步进电动机主轴传动和给主轴定位的方法。过去的机械钻孔设备采用此系统是昂贵的和不令人满意的。本发明提供了一种步进电动机主轴传动进行分段钻孔的设备。能达到过去工艺方法所达到的结果, 而又更便于操作者操作。另外, 本发明全部或部分使用数字技术完成所要求的结果。

本发明不涉及选择钻孔位置的方法或设备。现有这种设备可与本发明一起使用进行连续定位, 而且可以在要求钻孔的工件的规定部位定位。本发明包括在选定位置钻预定深度的深孔时所用的实用程序。

本方法控制深孔钻周期的工步均是熟知的, 且在过去的工艺方法中机械模拟系统已实践。其工步包括: 由预定时间或距离确定的起点以适合钻孔的速率下降供给, 然后迅速退回到进刀的起点; 接着又反回到最远的钻点。主轴以适合钻孔的速率的一次新的下降进给在这点开始, 除非要求的孔深在进刀到达终点之前已达到, 则将继续钻进, 一直到与前一次孔深相同为止。上述程序不断重复直到主轴到达规定的下降位置。

本发明认为美国专利 Ser.No. 369, 977 叙述的主轴可用于本发明。

本发明提供进行钻深孔方法的新型设备。这种设备完全采用或部分采用数字技术, 并使由控制脉冲源的脉冲控制步进电动机, 进而传动主轴。所提供的设备, 以适于在工件上钻孔的相当慢的速率从起点转工件送进预定距离。这种设备通过积累钻孔脉冲数表示所钻的孔深度。这种设备以更快的速率使主轴从工件退出返回到起点, 其距离由上述积累的脉冲数表示, 且为了使退回的主轴以快速的快速退到最远点, 钻头前进亦由上述积累的脉冲数表示。这种设备以上述钻进速率及相同的固定的预定量送进主轴, 如果达不到所要求的整个深度时, 则增加钻头送进所积累的脉冲数。如果达不到孔的整个深度, 这种设备快速退出主轴到起点, 其距离由总共积累的脉冲数表示。这种设备重复程序直到达到孔的整个

深度。当达到所要求的整个深度和主轴退回到起点时，提供检测设备。

供机床使用的本发明深孔钻的控制装置，至少应有一个与钻头柄能配合的主轴，使能安装钻头加工工件，主轴步进电动机装置移动主轴传动刀具，上述主轴步进电动机的电机控制设备，通过该控制设备主轴步进电动机的方向和速度得到控制。脉冲发生器连接上述步进电动机设备，产生脉冲移动步进电动机。与脉冲发生器相关的脉冲速率控制，确定的脉冲发生速率，包括一个选定的钻孔速率及至少有一个更快的速率。方向控制设备供确定上述步进电动机旋转的方向用。程序控制设备供预定程序触发方向控制设备改变旋转方向，同时触发脉冲速率控制改变步进电动机的进给脉冲速率。脉冲计数器设备计算传动上述步进电动机的脉冲计数记忆设备。根据预定的计数规律依次触发程序控制设备，产生步进电动机操作的预定程序。

为了更好地了解本发明，以下附图供作参考。

图 1 是按本发明钻深孔方法的程序表或步进程序的图解。

图 2 是根据本发明的表示的一个系统或设备的方框图，使用模拟和数字设备。

图 3 是表明本发明改进系统的一个类似方框图，只使用数字设备。

图 1 说明本发明钻深孔的方法。它表示钻孔时采用的工步，为了便于说明选择一种孔的总深度为 1.500 吋。其他机床的控制逻辑将把钻头放在间隙较小的工件表面上方位置，钻孔工序是连续钻入工件直到固定的预定深度，此深度可以任意选择或根据刀具和工件冷却的需要选择更适合的深度值。上面已述，在每次钻孔工步中钻进深度大约或刚好是 0.600 吋，取决于预置计时器或计数器所确定的，以后再详述。如图表明，钻孔时出现主轴以适合钻 0.600 吋的速度转工件方向移动，然后钻头迅速退到起点。此后，钻头迅速反回到上次钻进深度处，然后放慢速度钻另一个 0.600 吋的深度。在选择的深度位置，钻头然后迅速退回到起点，接着下一工步为钻头迅速移回到已钻的深度。最后，继续进行钻孔时，由于总深度 1.5 吋，在钻到 0.300 吋时已达到，钻头迅速从那点退回到起点。

如果孔深度少于 1.200 吋，钻头总是停止在第二个过程，钻的步进代替第三个过程。如果孔深度超过 1.800 吋，第三个步进总是继续到完，然后开始第四个周期。

下列表参照图 2 系统的设备，叙述分段钻孔的各个工步的情况。

	下降计数器16a	升降计数器38	存储寄存器40
开始	1.500	.000	.000
步进 1 期间	- 计数脉冲	+ 计数脉冲	.000
步进 1 结束	.900	.600	.600
步进 2 期间	.900	- 计数脉冲	.600
步进 2 结束	.900	.000	.600
步进 3 开始	.900	.600	.600
步进 3 期间	.900	- 计数脉冲	.600
步进 3 结束	.900	.000	.600
步进 1 开始	.900	.600	.600
步进 1 期间	- 计数脉冲	+ 计数脉冲	.600
步进 1 结束 等等	.300	1.200	1.200

为了不致对图 1 产生误解作几点说明。这个图意味着表明这些工步是按时间区分的，虽然由一个熟练工艺的人员进行鉴别，钻头沿着同样的轴线在钻深孔的过程中反复出现。扩展这些工步的功能，互相分离的各个工步将更清楚地说明这些步进程序。当然，轴不是真正的时间轴线，因为表明这些工步没有占取时间，而实践上工步 1 占的时间比较长，因为主轴的向下运动比工步 2 迅速向上运动慢些，接着在工步 3 迅速向下运动。事实上只需要使用两种速度，但按本发明的精神和范围可以使用两种以上的速度。

其次参考图 2，一种控制装置亦使用图 1 方法或其他类似方法用方块图的形式加以说明。控制装置的目的是通过主轴电动机 10 的电动机控制 12 进行控制的，具体说来此装置是一种具有沿着所选定的任一方向转动的接头，其旋转速度是由馈送给电动机的脉冲速率所确定的。一般步进电动机的控制 14，在这种情况下对输入起反应，主轴的正常向上运动倒转以便它向下移动。一种较好的电动机，每供给一个脉冲，就前进一步。合适的步进电动机已制成，例如 Sigma 仪器公司及其它公司制造的，用于机床或其它类似场合。

目前习惯于应用步进电动机传动主轴。钻头部分移动刀具对着或离开工件，例如美国专利 Ser. No. 369, 977 应用的主轴。机床涉及的可能是一种简单的钻孔机，也可能是一种具有活动的工作支架台的机器。例如，这种活动台可能在水平面内按 x 、 y 座标顺次定各孔位，卧式刨床在这些位置镗垂直孔。工作台也可能更复杂，工作台或镗头可以倾斜，使能钻成角度的孔。本发明也可应用于垂直其它方面，不限于镗垂直方向的孔及其它孔。例如本发明过去也许用至少两种不同速度将管子或检测器具伸入工件和从工件中取出，全都是按编制的操作程序进行。

图 2 中在钻孔程序开始前，控制钻头原来位置的逻辑，即位置逻辑 14 不属于本发明。但在每次钻孔周期完成时，接收本发明系统的一种输出，根据预定程序为钻下一个孔定位。当钻头刮下个程序位置时，可能供给输出信号，调定那种特殊孔的要求深度，这就要求在钻孔程序中，通过调整下降计数器 16 的预定深度计数，升降计数器 38 和计时器 18 恢复零位起动程序控制逻辑 20。

在这种情况下，计时器 18 作用于程序控制图中 20 即作为程序第一工步的预定时间，该程序控制进行的钻孔时间。例如，程序控制可由触发器装置的电路组成，这样以致很象一种移位寄存器。当 $20a$ 部分表示程序 1 接通时，便发出一输出信号给“或”门 22，以便改变主轴的方向，为通过电机控制 12 改变电机方向。

该输出信号同时也输入速率控制装置 24 的 $24a$ ，此装置使进给脉冲发生器 26 产生较慢的输出脉冲。由于来自程序控制 20 的 $20a$ 的信号同时加到“与”门 28 的末端，脉冲接通门电路 28，允许慢脉冲通过“或门”23 使电动机具有适当的传动速率。电动机然后以适合慢钻孔的速率向下传动主轴。脉冲输出通过门电路 28，也通过升峰计数器 38。在钻很多孔时，下降计数器中的原始计数保存在寄存器中，可重复使用，亦可根据要求用正常控制设备 $16a$ 调整和复位。当钻头到达前述的开始位置时，保留的计数在任何场合下由位置逻辑自动调整。当孔的要求深度达到时，计数器 16 已倒数到 0，计数器零位探测器 30 然后通过操作触发周期机械装置 32 的末端，此操作以后叙述。

脉冲继续流动直到计时器 18 表示出时间与刻度盘 $18a$ 用手工调整的时间一改。在选定的时间终了时完成程序 1，计时器提供输出给“或门”电路 34 改变程序控制的级 $20a$