

冷锻头零件制造概论

相关程序及使用工具

文/Laurence Claus

自从我20岁那年首次参观了冷锻工厂后，已经与其结缘长达26年了。我深受工厂周遭的活动所吸引，像是噪音、震动、空气中的烟雾，以及从冷锻机飞出的零件（就像爆米花机中的爆米花一样）。我清楚记得走过辗牙部门时看到辗牙过程的惊讶，我从未想过螺牙是以那样的方式在螺丝上辗出来的。

扣件的冷锻制程部分是非常精密的，全部都要恰到好处才能成功。这是在我与我们的冷锻机和辗牙机操作员一起工作了数百小时，将新的（通常是深具挑战性的）零件从客户的纸上概念转成立体实体之后才知道的。在与我们的制造专家相处的这段时间里，我学到很多将零件精细加工以投入生产的程序、程序的运作方式以及所使用的工具。虽然我当时的任务是负责生产作业、其他“办公室”员工和客户之间的联系，所以必须知道这些东西，但令我惊讶的是，没有其他人像我一样对产品的制程表现出同样的兴趣。我不认为这样的情况有多大的改变，而且必须遗憾地说，在我们的产业中，很可能有很多人根本对零件的组成方式一无所知。

本文是要献给那些一直对制程（从金属线圈进入机器的一端，然后制成大小和形状各异且近乎完工的螺丝、螺栓或螺帽）感到好奇却无法真正了解的人。本文将介绍我们在冷锻机上进行的操作、机器的基本工作原理，以及我们用来完成这一切的工具。我希望这些说明是浅显易懂的，让那些一直想知道螺丝、螺栓或螺帽是如何制造的人，能够获得这方面的知识，并真正欣赏冷锻扣件的工程奇迹。

在冷锻中我们能做什么？

您要如何回答“冷锻是什么”这个问题？这是在我负责的训练课程中常提到的问题，当然，在人群中总会有一位工程师开始这样描述，“冷锻是一种高速的绝热过程，其中……”。尽管他们可能会提出非常出色的工程定义，但是当我提出这个问题时，我只是试着套出一

个简单的解释，像是“我们非常用力的敲打一块金属，使其开始变成工具所定义的形状……”。事实上，这是非常准确的解释，而且几乎任何人都可理解。

以小朋友在玩的黏土作比喻。我们当中有许多人可能会记起自己或孩子，沉浸于用这种柔软的黏土材料进行造型创造的欢乐时光。通常黏土玩具组内都会附上像是压蒜器一样的工具，您可将黏土塞到里面，然后从塑形孔压出“条状”黏土（请参考图1），或者附有小“模具”让您将黏土压成新的形状和玩乐项目。相比之下，冷锻制程的核心也相去不远。

相较于其他制造扣件的技术，冷锻具有许多优势，其中最重要的就是快速。因为快速所以更具经济性，而且由于每年都会消耗大量的扣件，所以相较于其他速度远不及它的竞争制造技术，它也更加实用。与机械加工不同的是，冷锻的废料极少或甚至是没有，而且产生的零件强度也高于投入的原料。



图1：挤压出来的黏土

显然地，利用这一制程确实有一些好处，但究竟我们能用它来做些什么呢？冷锻可以完成三种不同的操作。我们可以针对零件进行锻粗、挤制和修边或冲孔。事实上，大部分的零件都会结合这些制程中的两种或全部，以完成成品零件。所以这三个制程是什么呢？

锻粗

冷锻的名称差不多就是源自于锻粗。这是用来形成螺丝头或螺栓头的制程。简而言之，锻粗就是将原料累积在零件局部区域（例如头或环）上的制程。换句话说，在经过锻粗的区域，其直径会变大。在冷锻的行话中，我们谈论的是可以锻粗的“直径数（number of diameters）”。虽然这听起来可能相当复杂，但其实是一个相对简单的概念。考量每个零件开始的形状。它只是将送入机器的长条金属线切割成圆柱。对于外螺纹零件（要成为螺丝和螺栓的零件），此圆柱是比其直径还长的。因此，可以将此圆柱切成多段，使每一段的高和直径相等（请参阅图2）。圆柱切割下来的每一段就称为一个“直径”。同样的，对于那些细长的零件（螺栓和螺丝），每根金属线的起始部分将由多个直径段组成。多年来，工程师已知道一次只能挤压（或移动）有限数量的原料，否则原料就会开始裂开或爆裂。在冷锻界中，每次压出的限制约为直径 $2\frac{1}{4}$ 。大部分螺丝或螺栓头的原料直径都大于 $2\frac{1}{4}$ ，所以要打击多次才能达成想要的最后结果。大部分的零件至少都需打击两次，所以我们谈论“第一次锻粗打击”和“完工（或二次）锻粗打击以完成

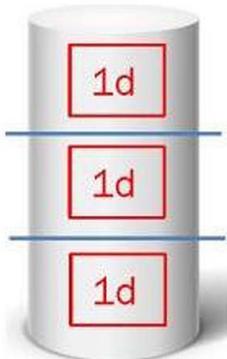


图2：术语“直径”的图示



图3：第一次和完工锻粗打击的范例

头部 (请参阅图3)。我们将稍微讨论一下工具,但是第一次锻粗打击和完工锻粗打击都需要用到不同的工具。

挤制

挤制是一个总称,因为就冷锻而言,就有三种截然不同的挤制制程(两种前向挤制、一种逆向挤制)。Open (开放式) 和 Trapped (封闭式) 挤制即属前向挤制,这种挤制方式是将原料推到工具的前面(或向前)。而第三种挤制方式就是逆向挤制,也就是原料逆着工具的移动方向往后流动。以下是个挤制方式的详细介绍。

开放式挤制

之所以称为开放式挤制,是因为在进入进行挤制的工具部分之前,零件的大部分不受任何工具的限制。如此工具上的挤制部分就会靠近冲模的顶部,使挤制零件的长度最大化。缺点是需要压力将零件推过工具的挤制部分。因为零件并受到工具的支撑,如果用力过猛就会发生弯曲的情况,导致无可挽救的制程失败。因此,开放式挤制仅限于面积缩小不超过35%的零件(请参阅图4)。

封闭式挤制

封闭式挤制几乎与开放式挤制相反,因为零件在开始推过工具上的挤制部分前,是完全受限于工具之中。由于是封闭式挤制,所以允许更大的推力,也可将直径降低约75%(请参阅图5)。这种制程的缺点是,在挤制之前,大部分工具都是在预留零件空间时消耗的,因此,与在开放式挤制中所能达到的长度相比,挤制的长度要短得多,也更有限。

逆向挤制

逆向挤制是形成中空零件(例如螺帽或衬套)的主要制程。此制程中会将一根销推入受限于冲模内的零件。销的外径和模壁之间保有空隙,所以材料可沿着销向上逆流。接着就会形成外部形状,然后开始形成内部孔洞或通道(请参阅图6)。螺丝头的内部驱动凹槽也是采用逆向挤制。

修边和冲孔是冷锻可完成的最后操作。不是每个零件都需要修边或冲孔。事实上,大部分的外螺纹螺丝都不需要修边操作。修边和冲孔都属于剪切操作。工具的速度、力量和设计,只需能够裁剪主体区域即可。外螺纹零件需要进行修边,但此操作几乎只用于头部或环形的最后修整。也许最常见的修边应用就是制造修边过的六角头。

在内螺纹零件产出时,通常在零件的两侧会发生逆向挤制。因此,在最后一个工序之前的毛坯将开始打孔,但不会直接贯穿零件的两侧。将两个孔分开的是一块薄薄的材料网。因此,工序中的

图4：开放式挤制范例

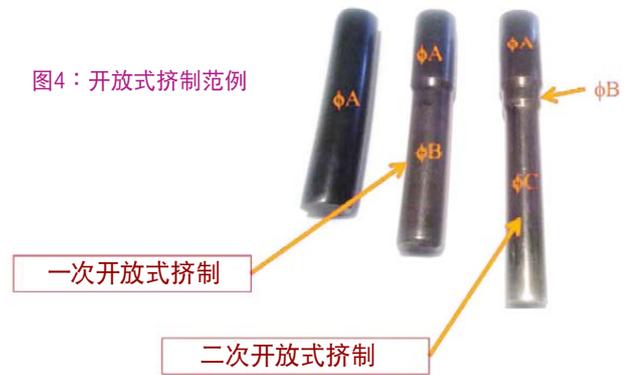


图5：封闭式挤制范例



图6：逆向挤制范例

最后一个操作就是冲孔操作,此时,会将一根销推入孔中,切割材料网,然后将孔贯穿零件。

在这两种情况下,不论是外部修边或内部冲孔,都会有少量的碎屑。然而,这是唯一会在冷锻产生的废料,而且只占了构成该零件的全部原料量的一小部分。因此,冷锻不会产生很多的废料。

冷锻机的运作方式??

冷锻机的品牌和设计十分多样,所以无法以偏概全。但是,大部分的冷锻机都有相似的操作原理,所以我们可在此讨论,而且此原理可能与冷锻机厂的许多机器有关。

冷锻机基本上是卧式机械压床,将原料从入口处送入,切下一段,然后透过一系列的打击转换



该原料，最后从机器的另一侧送出成为成品胚料。

冷锻机含有固定侧和移动侧，固定侧为“冲模”而移动侧则为“冲头”或“锤子”。固定侧和移动侧会共同敲打零件，这就是所谓的“打击”。最简单的机器有一个冲模，但是会对零件进行两次打击。设计更复杂的冷锻机则可对零件进行多次打击，但是很少商用机器的设计会超过六冲六模。

冷锻机是按照其拥有的冲模数量和对零件的打击次数来分类或命名的。最简单的机器是一模二冲（也称为单模双击机器）。此设备只有一个冲模，但是会对零件进行两次打击。这种描述，在一些人看来可能有点不合常理。只有一个冲模的机器怎么能够对零件进行两次打击呢？简而言之，这是指该机器有两个独立的冲头可针对零件进行打击，而且该零件也会保持在冲模之中。这些机器专用于简单零件，而且主要是用在头部锻粗。机器的第一次打击是用来建立中部锻粗，而第二次（或最后）打击则是形成头部。在此制程中，冲模几乎不需要进行任何动作。

随着零件的几何结构变得越来越复杂，这种简单的成形程序也无法应付这种零件的制作，所以需要一台可容纳更多冲模和进行更多次打击的机器。这些升级版的机器类型，包括两模三冲机器（打击零件三次）、多模零件成型机和螺帽成型机，它们在一条生产线中可能有多达六个冲模并可对零件进行六次打击。（理论上，一条生产线的模数可无限增加，但实际上，大部份的商用冷锻机制造商不会制造超过六模的机器。）打击零件的次数越多，可形成的零件就越复杂或几何结构越独特。

基本工具为何？

如上所述，制造零件的两个基本工具就是冲模和冲头。但是，每台机器都有一整套的工具，其中可能包含几十件工具，甚至多达含有数百个工具的六站式零件成型机。以下就是主要的组件：

切断工具

每台冷锻机都需要有一种方法来测量和切断整卷的金属线。冷锻机的送料和实际切断的方式因品牌而异。但最后，一旦金属线进入机器，都会有一个切断刀从横向打击金属线以将其切断。除了切断刀之外，此系统通常由多种零件组成。

冲模

冲模比冲头还大，因为必须承受更大的负荷。冲模位在冷锻机的固定侧。每个冲模实际上是由几个或多个零件组合而成。运作工具通常是分段制作的，所以会有三至四个独立的分段组成冲模的运作部分。这些分段零件都是由巨大的压力压入一个直径大得多的圆柱形筒体（“套筒”）。每次打击时，镶件（冲模的运作部分）都会承受极大的径向压力，所以如果没有获得某种形式的支撑，很快就会爆裂和失去作用。因此，它们被压入更大的壳体中，而且能够吸收和分散成型压力，让冲模能够完整的生产数千个零件（循环）。事实上，冲模外壳经得起多次使用。所有冲模都会有一个以工具轴线为中心的孔，以将零件压入其中。因为零件承受极大的压力，为了防止零件直接经由冲模从机器射出，所以采用“脱模销”系统。冲模后方的一系列销具有两种功用。第一，在打击成型部份，它们可防止零件从冲模的后面推出。第二，在成型打击结束时，这些脱模销会往前推，将零件推出冲模。

冲头

冲头位在机器的移动侧。冲头比冲模小，因为它们在成型过程中所受的压力较小。但是，为了避免留下错误的印象，冲头也是要承受很大的负荷，而且必须装在冲头外壳内。冲头通常定义了螺丝头的形状，其中一个冲头是用来进行第一次打击，而第二个冲头则是用在最后打击。它们也可能只是支撑将零件推入冲模的销，特别是在促成开放式挤制或封闭式挤制的冲模，或促成逆向挤制形成零件驱动凹槽的的凹槽销。

输送

最后一个需要讨论的道具/系统是输送机制。一模二冲机器的输送机制相当简单，唯一需要的就是在零件剪断后将其输送到冲模。但是，随着多模冷锻机上的模数增加，输送机制就愈发重要。输送机构的构成，通常只是将零件抓住固定以便从一个冲模移到另一个冲模的“爪子”或夹子。这些爪子通常是按零件订制的。

零件输送是一门真功夫，特别是必须考虑到零件的几何结构时。当零件因为锻粗头部以及偶尔会有大肩部而变得上重下轻时，就会受到重力影响，因此在退出模具时就会开始下垂。因此，操作员必须将输送的时间安排得恰到好处，以便在零件完全退出模具前将其抓住固定，但在零件完全退出模具之前，不会开始实际移动零件。这是一种往往需要设定技师经过数小时的经验和练习，才能拿捏得恰到好处的技巧。

最近的创新

就像大多数的事物一样，冷锻机也不断地在进化和改善。两个与工具相关的持续创新如下：

分段工具：这是一种被切割成段并加载弹簧的道具，使模具可以打开，让带有双环或废柄的零件可以形成静形并退出模具。带有这种几何结构形式的零件无法在传统工具上成型，因为它们无法退出模具。这项创新获得很大的关注，因为这样子制造商就可以消除昂贵又耗时的二次作业。虽然此创新相当有趣，但此技术并不适合日常的所有冷锻机或所有零件。相对于传统工具，此工具在使用上是相当复杂的，而且工具套件的费用也会大幅增加。

改善切断状况：许多机器的送线和切断机构都有很大的改善，让切断的金属线更方正，公差也更小。这是一个真正的优点，因为体积控制得越严格，末端零件的品质也会愈好。此外，端部越方，最终零件的端部状况也会愈好。

结论

冷锻是一种独特的制造程序。只有少数首次站在冷锻机旁并讶异于其运作方式的人，真的会欣赏到其所具有的所有变数和错综复杂性，这些变数和复杂性涉及到工具、设定和机器调速，以成功的完成制造。下次当您站在冷锻机旁时，我希望您能更好的欣赏如此精细的制程。 □

