

单线砂轮万能创成修整器

欧阳志喜 编

内 容 简 介

单线砂轮万能刨成修整器是一种能消除圆盘砂轮“螺旋干涉”效应，制造高质量，高精度直线型蜗轮付的十分重要的修整装置。

本书主要介绍了单线砂轮万能刨成修整器的结构和用途；工作原理和调整计算；工作能力和操作调整以及砂轮截形宽度计算等内容，并结合实际应用进行了讨论。

本书可供从事精密蜗轮副，齿轮刀具等制造的生产工人及有关技术人员参考。

单线砂轮万能刨成修整器

欧阳志喜 编

*

国防工业出版社 出版

北京市书刊出版业营业许可出字第 074 号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

*

787×1092¹/₃₂ 印张3¹³/₁₆ 78千字

1979年8月第一版 1979年8月第一次印刷 印数：0,001—7,200册

统一书号：15034·1846 定价：0.32元

前 言

在机械制造、仪器仪表等工业部门中，广泛应用蜗轮副传动。随着国民经济的高速发展，对蜗轮副的制造质量和精度，提出了越来越高的要求。

单线砂轮万能创成修整器，是一种能消除圆盘砂轮“螺旋干涉”效应，制造高质量，高精度直线型蜗轮副的十分重要的修整装置。国内外精密万能螺纹磨床，一般均配备具有这种功能的修整装置。尽管这些修整装置的结构各有所异，但它们所依据的理论基础（直线型圆柱螺旋面的“造型原理”）是相同的。由于创成修整器的理论性较强，因此要求使用者对于这种装置的工作原理，调整计算等有较为系统和透彻的了解。可是，目前有关它的技术指导性的资料不够详尽，致使不少工厂在生产实践中未能充分发挥这类修整装置的作用。针对这种情况，遵照毛主席“洋为中用”的教导，根据编者的实践体会和点滴经验，对英国“Matrix”单线砂轮万能创成修整器的结构、工作原理、调整计算、工作能力、使用范围、砂轮截形宽度计算和实际应用等方面的内容比较系统地进行了详尽的讨论。希望对于从事精密蜗轮副，齿轮刀具制造的生产工人和有关技术人员在掌握和应用这类修整装置时，能起到一些互相学习，交流经验的作用。

本文曾承请重庆大学机械系许香谷和莫雨松老师审阅修改，并提出了一些宝贵的意见。对此，谨表示衷心的感谢。

由于编者业务水平所限，书中错误和缺点在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 创成修整器的结构和用途	1
§ 1-1 概述	1
§ 1-2 创成修整器的结构	7
§ 1-3 创成修整器的用途	11
第二章 创成修整器的工作原理和调整计算	13
§ 2-1 创成修整器的工作原 理	13
§ 2-2 创成修整器的调整 计算	13
§ 2-3 加工阿基米德蜗杆的调整 计算	15
§ 2-4 加工渐开线蜗杆的调整 计算	16
§ 2-5 加工法向直廓蜗杆的调整 计算	18
第三章 砂轮截形宽度的计算	27
§ 3-1 计算砂轮截形宽度的 作用	27
§ 3-2 磨削阿基米德蜗杆的砂轮截形宽度的 计算	28
§ 3-3 磨削渐开线蜗杆的砂轮截形宽度的 计算	29
§ 3-4 磨削法向直廓蜗杆的砂轮截形宽度 计算	36
第四章 创成修整器的工作能力	41
§ 4-1 什么叫创成修整器的工作能力	41
§ 4-2 创成修整器金刚石的移动 区域	42
§ 4-3 区域界限的计算公式及其曲线图 表	44
§ 4-3-1 区域“ <i>A</i> ”	45
§ 4-3-2 区域“ <i>B</i> ”	47
§ 4-3-3 区域“ <i>C</i> ”	48
§ 4-3-4 区域“ <i>D</i> ”	58

第五章 实例计算	59
§ 5-1 实例蜗杆的参数	59
§ 5-2 创成修整器的调整计算和砂轮截形宽度的计算	60
§ 5-2-1 加工阿基米德蜗杆	61
§ 5-2-2 加工渐开线蜗杆	61
§ 5-2-3 加工齿槽法向直廓蜗杆	63
§ 5-2-4 加工齿纹法向直廓蜗杆	64
§ 5-2-5 加工第三种法向直廓蜗杆	65
§ 5-3 修整器工作区域的选择计算	65
§ 5-4 加工蜗轮飞刀的有关计算	67
第六章 创成修整器的调整和操作法	74
§ 6-1 创成修整器的基本操作法	74
§ 6-2 蜗杆磨削工艺	81
§ 6-3 带螺旋槽滚刀的刃磨	82
§ 6-4 创成修整器的其它应用	85
§ 6-4-1 圆盘成型铣刀齿形样板的设计和磨制	85
§ 6-4-2 成型挤压轮的磨制	86
§ 6-5 使用创成修整器的几个问题	87
§ 6-6 创成修整器的维护和保养	92
第七章 蜗杆螺旋面截形的测量	94
§ 7-1 蜗杆螺旋面截形的直接测量	95
§ 7-2 蜗杆螺旋面截形的间接测量	98
附录一 砂轮的“螺旋干涉”效应	103
附录二 圆形测头测量蜗杆齿形	108

第一章 创成修整器的结构和用途

§ 1-1 概 述

现代万能螺纹磨床和蜗杆磨床，一般要配备一种单线砂轮的特殊修整装置——单线砂轮万能创成修整器。单线砂轮万能创成修整器是磨削高质量的大导程角精密蜗杆和蜗轮剃齿刀所必需的成型砂轮修整装置。

现代机械，机床和仪器仪表制造工业中，蜗轮传动应用极广，尤以各种分度装置和减速机构中，最为常见。由于高的运动和分度精度，长的使用寿命和蜗轮副传动的啮合滑动比大多数其它类型齿轮传动装置要高等原因，要求采用淬硬合金钢蜗杆和磷青铜蜗轮作为蜗轮副的配合材料，并对其蜗轮副的啮合齿廓几何形状和表面光洁度都提出了十分严格的要求。单线砂轮万能创成修整器正是为了适应制造高质量大导程角精密蜗轮副的需要而发展起来的一种用途广泛的砂轮修整装置。

圆柱蜗轮副中的蜗杆，按其螺旋面的形状，可以区分为直线型螺旋面蜗杆和非直线型螺旋面蜗杆。前者是由直线母线相对蜗杆轴线作圆柱螺旋运动所形成的直线型螺旋面，而后者则是由非直线型母线相对蜗杆轴线作圆柱螺旋运动所形成的曲线螺旋面。

非直线型螺旋面蜗杆的螺旋面的加工和检验是十分困难的。而对于各种直线型螺旋面蜗杆螺旋面的精密磨削和精确

测量, 由于单线砂轮万能创成修整器和滚刀检查仪的出现, 已不再存在什么大的困难了。

现代工业中广泛采用的各种直线型蜗杆的螺旋面的造形方法, 是取决于车削加工这类蜗杆螺旋面的车刀的安裝位置。这对于从前只能采用车削加工作为蜗杆螺旋面的精加工手段是很自然的。下面分别讨论各类直线型蜗杆车削加工的情况: 在图 1-1 中的刀具安裝位置, 保证车刀前刀面

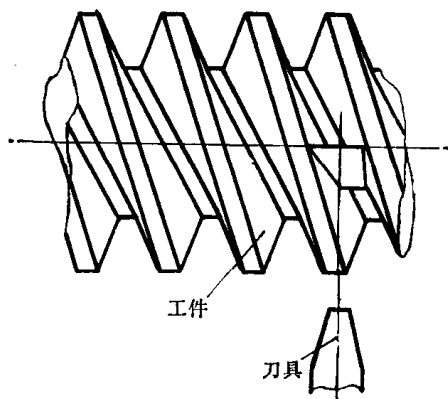


图1-1 车制阿基米德蜗杆

位于蜗杆轴向剖面上。此时, 蜗杆螺旋面是由位于蜗杆轴向剖面上直线刀刃(母线)沿蜗杆轴线作圆柱螺旋运动所形成的表面。因为在垂直于蜗杆轴线的端剖面上具有阿基米德螺线截形, 故称为阿基米德蜗杆。图 1-2 所示的刀具安裝位置, 保证其车刀前刀面高于(或低于)蜗杆轴线 r_0 值

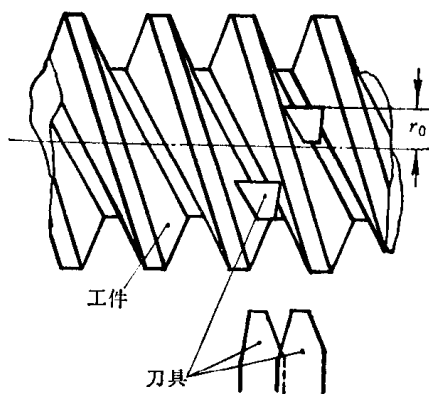


图1-2 车制渐开线蜗杆

(r_0 ——蜗杆基圆柱半径)。这种蜗杆螺旋面是由保持在直径为 $2r_0$ 的基圆柱的切平面上的直线刀刃沿蜗杆轴线作圆柱螺

旋运动所形成的表面。因为在其垂直于蜗杆轴线端剖面上具有渐开线截形，所以称为渐开线蜗杆。

用以上安装车刀的方法，车削加工蜗杆螺旋面，当蜗杆导程角较大时，就出现困难了。原因是这时刀具的几何形状和切削条件都是处于不利的情况下进行车削的。因此又出现了第三种刀具安装方法。如图 1-3 所示，其车刀前刃面位于蜗杆螺旋面的分圆法向剖面上。这样，刀具的几何形状和切削条件都得到了明显的改善。同时，用于检验蜗杆螺旋面的形状样板（法向截形）由于具有直线齿形而制造简便。此外还由于齿形样板可在螺旋槽的法向位置附近自动调节，因此测量方便可靠。因为这种蜗杆在其垂直于轴线的端剖面上具有延伸渐开线截形，所以，称为延伸渐开线蜗杆。又由于在螺旋面的分圆法向剖面上具有直线齿廓，故也称为法向直廓蜗杆。

在车削加工法向直廓蜗杆时，车刀的安装位置不同，可以分别加工出三种不同的法向直廓蜗杆（见图 1-3、图 1-4、图 1-5），将在第二章有关章节中介绍。

现代工业的飞速发展，对其蜗轮副提出了越来越高的技术要求。但制造具有高精度、高质量和高传动效率的蜗轮副，在工艺上有两大难关需要解决：一是蜗杆螺旋表面的精密加工；二是蜗轮滚刀齿廓与相应的蜗杆截形的一致性。无论是蜗杆还是蜗轮滚刀，都必须采用磨削加工来提高螺旋面的几何形状精度和表面光洁度。至于车削加工只能作为蜗杆和蜗轮滚刀热处理前的粗加工工序。在工厂里，可以根据蜗杆的类型，模数的大小，分别采用不同的磨削工艺加工。如渐开线蜗杆，可用碗形砂轮磨削。模数很大的蜗杆可以用指状砂

4

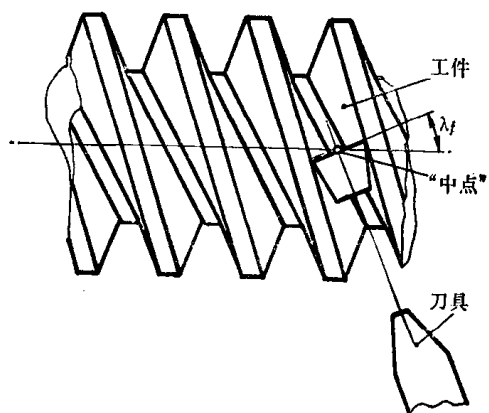


图1-3 车制齿槽法向直廓蜗杆

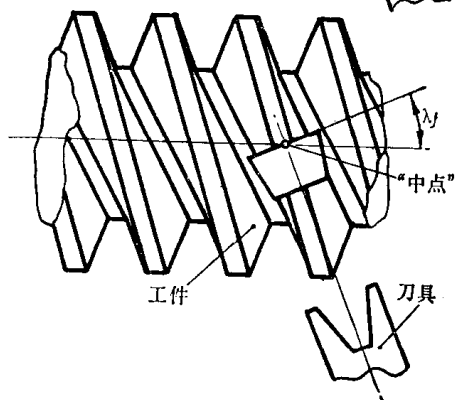


图1-4 车制齿纹法向直廓蜗杆

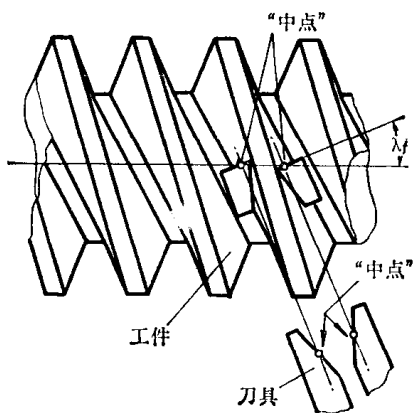


图1-5 车制第三种法向直廓蜗杆

轮磨削。但一般最常见的是在螺纹磨床或铲齿车床与蜗杆磨床等专用设备上采用圆盘单线砂轮进行螺旋面的磨削加工。但由于各种直线型蜗杆螺旋面的形成是由车削加工的车刀安装位置所确定的。这对于用圆盘单线砂轮进行最后精加工带来了一些困难。原因是圆盘砂轮是通过一个圆锥面去参加切削，而不再是像车刀那样是一条与螺旋面母线相重合的直线刀刃。这时，砂轮在磨削蜗杆螺旋面时，圆锥面与蜗杆螺旋面的接触线不再是一条与母线相重合的直线，而变成了一条复杂的空间曲线（有关说明见附录一）。这样就引起了蜗杆螺旋面截形出现了“畸变”。这种由于圆盘砂轮磨削的“螺旋干涉”所引起的螺旋面的“畸变”随着砂轮的直径，蜗杆的模数和导程角的增大而增大。这种“畸变”的定量计算，是十分繁杂和困难的。有关法向直廓蜗杆截形“畸变”的分析计算结果参见附录一。当导程角大于 $5^{\circ}\sim 7^{\circ}$ 时，蜗杆截形的“畸变”常常会超出公差而不合乎要求。为了获得蜗杆螺旋面的正确截形，有一种方法是根据理论分析计算结果，对圆盘砂轮截形进行相应的修整，来消除砂轮对蜗杆螺旋面“螺旋干涉”现象，并且这种复杂的计算是针对砂轮直径的某一给定值来进行的。在实践中如何将这些已经求得的理论数据转换到该给定直径的砂轮上的工作至今尚未解决。此外，还由于砂轮在磨削加工中不断磨损，要经常进行修复，使砂轮直径逐渐变小，又将引起砂轮截形的相应变化。因此，上述砂轮修整方法在生产实践中是很难得到实际应用的。

在制造高质量的大导程角精密蜗杆和滚刀方面，我国工人阶级和科技人员在长期的生产斗争实践中，积累了丰富的经验。许多工人师傅，可以利用一把万能铰链滑尺，凭借自己

的实践经验，在国产铲齿车床上磨削加工出精度高、质量好的蜗杆和滚刀来。随着现代机床工业的发展，国内外各种类型的单线砂轮万能创成修整器的出现，满意地解决了用圆盘单线砂轮在螺纹磨床、蜗杆磨床和铲齿车床上磨削加工各种直线型蜗杆螺旋面时，由于“螺旋干涉”所引起的“畸变”问题。也较好地解决了加工蜗轮用飞刀和剃齿刀等刀具齿形与蜗杆螺旋面截形的一致性问题，从而使蜗轮副的互换性得到了解决。这些单线砂轮万能创成修整器的主要特点，在于省掉了为了求得砂轮截形所进行的复杂计算，这就使整个修整工作大大简化，砂轮“螺旋干涉”的消除和砂轮直径的变化补偿都是在修整过程中自动进行的。单线砂轮万能创成修整器的另一个特点是，它不需要像使用铰链滑尺修整砂轮那样，要求工人具有相当丰富的实践经验和经过反复多次试验才能加工出合格的蜗杆，而只需要经过必要的计算和调整就可修整出加工各种直线型螺旋面蜗杆所需的砂轮截形来。因此，单线砂轮万能创成修整器已经广泛用来制造精密蜗轮副。特别是大导程角蜗杆和蜗轮飞刀与剃齿刀的磨削加工，单线砂轮万能创成修整器是十分重要的修整工具。

纵观国内外各种类型的单线砂轮万能创成修整器，尽管结构各有所异，但工作原理是基本相同的。其中英国“Matrix”单线砂轮万能创成修整器，具有结构简单紧凑，调整精确可靠，使用操作方便等优点，已经完善成为一套单独的机床附件，可广泛应用于国内外大多数万能螺纹磨床、蜗杆磨床以及滚刀刃磨机床等设备上。据有关文献报导，英国“Matrix”单线砂轮万能创成修整器已有五十多年的发展历史。在国际上具有一定的声誉。本着“洋为中用”的目的，本文将详尽

介绍和讨论英国“Matrix”单线砂轮万能创成修整器（见图 1-6）的结构、工作原理和调整计算，工作能力以及操作使用等方面的基本知识和实践经验。本文希望对于从事制造蜗轮副及其齿轮滚刀的生产工人和有关技术人员以及技术革新能手，在掌握使用创成修整器和消化有关技术资料时能起到一点抛砖引玉的作用。

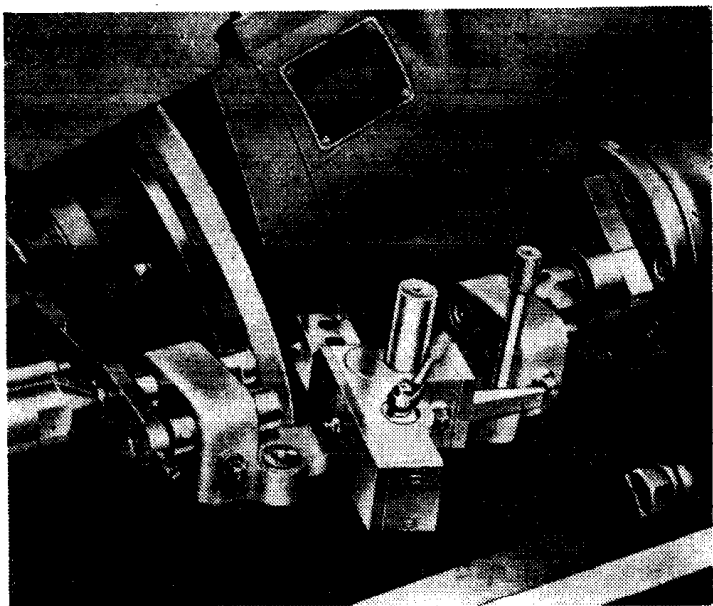


图1-6 Matrix 单线砂轮万能创成修正器外观图

§ 1-2 创成修整器的结构

创成修整器分有“标准”、“SF1”、“SF2”、和“P234”等四种型号，其工作能力互不相同（见第四章），但结构相同，只是尺寸大小各有所差异。图 1-7 为标准型创成修

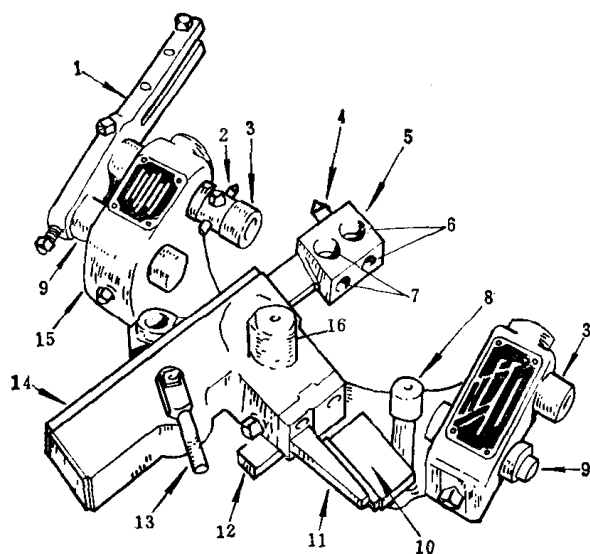


图1-7 标准型创成修整器结构图

1—传动夹头；2—金刚石；3—长中心杆；4—金刚石；5—“V”型滑块；6—装金刚石的“前孔”；7—装金刚石的“后孔”；8—基准销；9—传动杆；10—角度调整块；11—正弦规臂；12—高度调整块；13—滑块移动手柄；14—转枕；15—弓形架体；16—中心支柱。

整器的结构图。

创成修整器主要有支架和转枕两大部分，由下列零件组成：支架部分的架体 15 是一刚性强的弓形铸件，两根经过精密加工的中心杆 3 分别装在弓形架体的两端，而且每根中心杆的端部都有中心孔，以便将修整器顶装在机床前后两顶针之间。根据工件或工件心轴的长度，可在轴线方向调节这两根中心杆的轴向距离。这样就可以不必移动尾架座来取卸工件和安装修整器，从而提高了安装精度和简化操作，中心杆的轴向位置调整好后要用方头螺钉锁紧。随同修整器只供应一

种中心杆，如果需要更长一些的中心杆，则可自行配制。

在弓形架的两端还各有一个辅助孔，它们与相邻的轴孔都是等距平行的，并装配有两根传动杆 9。中心杆 3 也可装插在这一对辅助孔中，以便扩大修整器的使用范围（如修整磨大直径蜗杆的砂轮）。

传动夹头 1 装在架体左端的中心杆和传动杆上（见图 1-7）。修整器顶装在机床两顶针间后，机床头架主轴花盘上的可调偏心拨杆，应插装在传动夹头的长槽内的适当位置，并用夹头上的方头止螺将其拨杆轻轻压住，以保证修整器可靠地随头架主轴转动。

转枕部分的转枕体 14 是套装在弓形架体的中心支柱 16 上的。在中心支柱的两侧各有一个锥孔，它们至中心支柱的轴间距离都精确地保持为 2.5 英寸。孔内可以装插精密基准销 8。在基准销与转枕的正弦规臂间插装角度调整块规组 10，使转枕精确调整在所需的角位置，调整后应拧紧方头螺钉将转枕锁定。

夹持金刚石的“V”型滑块是与转枕“V”型导轨槽精密滑配的，保证“V”型滑块在往复移动时不会发生任何偏转或摆动现象。为了保证滑块行程的中间段正好处于修整器金刚石修整砂轮工作型面部位，应根据所磨工件直径大小和金刚石滑块的行程长度，合理选择装配中心杆和金刚石的两孔的选配方式（见第四章）。

在转枕体内装有一个与金刚石“V”型滑块上的齿条相啮合的小齿轴，利用小齿轴伸出端方头上的小手柄 13，就可使金刚石作往复修整砂轮型面所需的直线运动。

在两根中心杆中，装在左端较长的一根中心杆上有一横

孔，可供插装修整砂轮外缘用的金刚石 2。修整砂轮外缘时，必须事先根据所磨工件螺纹底径，在砂轮外缘和中心杆圆柱表面之间插装块规来精确调整砂轮的修整位置（见第六章）。

夹持金刚石的“V”型滑块的伸出端方头上，有两对互相垂直的孔，用来插装金刚石，与修整器轴线平行的那对孔，是用来安装修整砂轮圆锥型面的金刚石，而另一对与修整器轴线垂直的孔，则是用来安装修整刃磨带螺旋容屑槽滚刀前刃面蝶形砂轮锥面的金刚石。

当转枕体直接与弓形架体上的基准平面接触时，则转枕体以及“V”型滑块的中心线（包括与修整器轴线平行的那对孔的中心线）都与中心杆轴线在同一轴向平面[●]上。由于金刚石的切削刃尖很少是与圆柄轴线同心的，所以金刚石插在滑块孔内，不是高于就是低于孔的中心。这时应按第六章介绍的方法，仔细调整金刚石刃尖的高度。至于有些蜗杆要求金刚石偏离修整器“轴向平面”一个距离，这时可在转枕与弓形架体两基面之间垫入所需距离的块规组，使金刚石刃尖高出修整器“轴向平面”一个距离。

如果转枕的位置已经调好，即可开始修整砂轮，先修整砂轮一个侧面，然后将传动夹头拆下装在修整器的另一端的中心杆和传动杆上，并将修整器调头（中心支柱朝下）安装在机床两顶针之间，以便修整砂轮的另一侧面，此外就不必作任何其它调整工作。修整时可利用机床中的“侧向进给”机构来控制砂轮截形的厚度。对于有些工件要求金刚石切削刃尖应准确地位于修整器“轴向平面”内时，转枕是直接装在弓

● 中心杆和传动杆两平行轴线所在平面、本文简称为修整器“轴向平面”。

形架体基面上的，其砂轮另一侧面的修整也就不需修整器调头反装了。此时，只需将转枕体翻转 180° 反装在中心支柱上，然后利用同一尺寸的角度调整块规组插装在正弦规臂与另一侧的基准销之间来调整转枕体的角度位置，即可进行修整工作（参见第六章）。

§ 1-3 创成修整器的用途

创成修整器用于修整螺纹磨床和同类磨削正规螺旋体[●]的机床的砂轮。属于这一类正规螺旋体的工件有：

- 1) 公制标准螺纹、梯形和锯齿螺纹等。
- 2) 阿基米德蜗杆。
- 3) 渐开线蜗杆。
- 4) 各种法向直廓蜗杆。
- 5) 蜗轮飞刀。
- 6) 蜗轮剃齿刀。
- 7) 带螺旋容屑槽滚刀前刀面的刃磨。

此外，创成修整器可用于修整磨制或修磨成型辊轮的砂轮。这种辊轮用于砂轮的挤压造型，挤压成形的砂轮可用于磨削加工各种正规螺旋体。此时，要求砂轮直径与磨制或修磨成型辊轮的砂轮直径相同，否则将会出现误差。

创成修整器还可用来磨制铣削加工正规螺旋体的圆盘铣刀的齿形样板。这种铣刀的齿形一般可以用图解法或计算法求得。但都十分费事。最有效的方法是用创成修整器把直径与铣刀相同的砂轮修整出来（按磨削同一正规螺旋体进行调

● 正规螺旋体——具有直线母线的圆柱螺旋面的工件。

整)。然后用这个砂轮复制出一个齿形样板。它即可用于检验铣刀齿形，也可作为铣刀齿形的设计依据。这个方法比用图解法或计算法更为迅速而又准确可靠。

实践表明，创成修整器的用途是相当广泛的。是一种性能良好，工作可靠的精密修整装置。为了充分发挥它的效能和作用，在使用操作之前，应系统地了解 and 掌握它的工作原理、计算调整和操作使用等知识，就能很好的应用创成修整器磨削各种正规螺旋体和齿轮滚刀前面以及蜗轮飞刀等。