

金属板材精密裁切100问

叶明德 编著



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press

金属板材精密裁切 100 问

叶明德 编著

北 京

冶金工业出版社

2010

内 容 简 介

本书从大量疑难问题中,精选出100多个常见的与生产实践密切相关的问题进行了深入浅出的阐述,系统地讨论并解答了金属板材精密裁切加工中的基本原理、概念、工艺、技术、设备和产品质量控制等问题。内容紧密联系生产实际,操作性和实用性强,是生产一线人员的良师益友。

本书可供金属板材裁切加工企业的工人、技术人员、管理人员阅读,也可供职业技工学校、大专院校有关专业的师生参考,同时可作为企业对职工应知应会普及培训的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

金属板材精密裁切 100 问/叶明德编著. —北京:
冶金工业出版社, 2010. 6

ISBN 978-7-5024-5271-1

I. ①金… II. ①叶… III. ①板材轧制—问答
IV. ①TG335. 5-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 077542 号

出 版 人 曹胜利

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 postmaster@cnmip.com.cn

责任编辑 张登科 美术编辑 张媛媛 版式设计 葛新霞

责任校对 石 静 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-5271-1

北京百善印刷厂印刷; 冶金工业出版社发行; 各地新华书店经销

2010 年 6 月第 1 版, 2010 年 6 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/32; 5.25 印张; 102 千字; 152 页

20.00 元

冶金工业出版社发行部 电话: (010)64044283 传真: (010)64027893

冶金书店 地址: 北京东四西大街 46 号(100711) 电话: (010)65289081

(本书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)



古人云：“工欲善其事，必先利其器”，又云“磨刀不误砍柴工”。这些极富哲理的警句，是我们中华民族的祖先，历经多少朝代传承下来的千古遗训。尽管时代的变迁已到了今天，但读起来仍是回味无穷，令人深思！本书作者紧紧环绕这一主题，从多个方面阐述了精密圆刀及其工具对发展整个金属板材加工行业的重要性，又是一个极有说服力的例证。

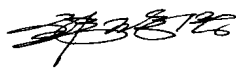
众所周知，随着我国国民经济的长期稳定、快速地发展，以及家用电器的日益普及，极大地刺激了我国金属制品行业的发展，而金属制品业的发展，又促使它自身在工艺理论、装备水平、企业管理、生产规模、质量要求及产品品种更新等方面发生了巨大变化。如级进模集合了以前需要多台冲床才能完成的落料、拉伸、成形、切边等工序，大大地提高了产品质量和劳动生产率，改进了交货周期，减少了生产场地、资金和人员的占用。而精密焊管又极大地满足了市场对大直径薄壁管的需求，减少了能耗和生产成本，使特殊规格的小批量生产成为可能。而这一切都要求带材两边不带毛刺，带宽公差正确，料卷松紧正好，两侧面光滑平整。也正是这一原因，在过去10年中，无论是钢铁、有色金属，还是变压器、汽车、管材等行业，都增添了许多金属分条设备。紧跟这一行业的发展，

许多专为金属制品业提供带材的服务中心、分条设备和相关工具的制造商，也纷纷应运而生；与此同时，大量进口的分条机和工具也同步进入我国市场。由于行业发展过快，在这一行业工作的不少负责人、工程师、采购人员、操作人员对设备的选型、工具的采购、管理和使用，以及如何进一步满足市场需求和降低生产成本等多方面还没有一个全面而综合的了解，他们还有许多问题等待摸索和解决。

本书作者在这一行业里工作十几年，深知该行业的潜力和他们的需求。为此，作者把他在过去多年中，在与国内外设备和工具制造厂商密切接触中所积累的经验和知识，以及在与客户接触中所获得的经验和他们的关切，从“工欲善其事，必先利其器”这一中心思想出发，围绕着“圆刀和相关工具”的工作原理及实践，以金属板材精密裁切100问的形式，编写成这本完整的书奉献给他长期工作的行业，这对同行的工作者是很有帮助的，对我国金属板材加工业的发展也将具有一定的促进作用。

希望大家能喜欢这本书。

北京科技大学 教授
中国金属学会 常务理事



2010年3月



在 10 年前，一个很偶然的机会使我进入了机械刀片行业。原以为机械刀片是机械制造行业中最简单的零件，但涉足之后方才发现它并不简单。它除了和刀片本身材料的研制、热处理和磨刀加工工艺有关外，它还和所服务的各行各业，如印刷、木业、橡塑、造纸、食品以及金属板材的加工工艺密切相关。此外，为提高所服务行业产品质量和降低生产成本，它在管理上也有很大的特殊性。因此，机械刀片看似简单，入门门槛很低，但却有着极其丰富的内涵，绝不能予以小觑，尤其是金属薄板精密裁切行业中的圆刀、胶圈和垫片，其精度要求之高，加工难度之大，真是非常人所能想象。作者在过去 10 年中，常陪德国刀具公司——爱凯思公司的同事访问客户和参加有关的全国性技术交流会，走访了我国许多应用企业。我发现许多客户单位的领导、工程师和操作工们对德方专家所介绍的世界上的新刀具、新理念都表现出极大的兴趣。与此同时，我也发现，不少单位的工程师和操作工们在解决实际问题中也有着极丰富的经验和进一步的企盼。为此，我萌生了一个想法：为何不把世界上那些先进的用刀理念和国内厂家非常有用的实践经验总结成书面材料，让全行业的

同仁们来共享这些知识，从而推动整个行业的发展呢？这就是我编写此“100 问”的初衷！

本书中的原理篇和基础篇都十分通俗，目的是为同行更好地理解精密圆刀的裁切原理和实际操作提供一些基础理论知识，不作为研究之用。而对操作篇中的某些实例，不同的人们有不同的解决方法，答案也肯定不是唯一的，作者只是抛砖引玉，希望共同探讨，共同提高。

本书在编写过程中，曾得到了北京科技大学韩静涛教授，我在德国爱凯思公司工作时的同事 Dr. Thomas Klumpen、Mr. Peter Welp、沈文总监、杨威和吴国梁先生、许洁小姐，以及用户中极有经验的竺小勇、陈兴、葛允春、赵越等先生的大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢！

由于本人的知识和经验毕竟有限，挂一漏万，不妥之处在所难免，万望读者指正。

作 者

2010 年 3 月 20 日



一、原理篇	1
1. 金属板材精密裁切的基本原理是什么?	1
2. 圆盘剪和厚箔剪在裁切原理上的差别?	4
3. 分条机上下轴的裁切单元为何要用雌雄交替的 配置方式?	5
4. 裁切单元的组成和作用是什么?	6
5. 金属薄板精密裁切的刀具和工具为何需要 十分精密?	10
6. 用于薄板精密裁切的刀具和工具究竟要精密到 什么程度?	13
7. 工程上“1 μ m”是什么意思?	15
二、基础篇	16
8. 怎样选择刀具和有关工具的表面粗糙度?	16
9. 制造精密刀具和工具的基本要点是什么?	16
10. 为何完美的热处理过程是制造高质量刀片的关键?	18
11. 怎样选择制造刀具和工具的材料, 选择刀具 材料的原则是什么?	19

12. 在国内市场上有哪些常用的刀具材料?	21
13. 世界上各种刀具材料牌号有哪些?	23
14. 金属元素对刀具的性能有何影响?	23
15. 何为粉末冶金高速钢, 它与一般高速钢 有何区别?	24
16. 一个大型钢厂需要哪些刀具?	25
三、配刀篇	28
17. 在刀具购置上应考虑哪些问题?	28
18. 在刀具的购置上有哪几种不同的思路 and 方式?	29
19. 金属薄板裁切时有哪几种刀具的配置模式?	30
20. 用户在购买成套工具前需提供哪些参数?	32
21. 配刀的基本思路和原理是什么?	34
22. 怎样确定一套刀轴中刀片的数量?	35
23. 怎样确定宽胶圈 (环) 的数量?	35
24. 怎样确定薄间隔环的数量?	36
25. 厚度为 1.005mm 的薄间隔环有何作用?	37
26. 怎样确定厚间隔 (定距) 环的数量?	38
27. 怎样确定工具总体数量配置的思路?	38
28. 确定工具数量的实例?	40
29. 在为新分条机配整套刀具和工具时决定 它们数量的原则是什么?	42
30. 当一个企业有多台轴径相同的分条机时, 怎样经济地配备刀具和工具?	45

31. 什么时候要配厚度不同的两组刀?	45
四、操作篇	47
32. 怎样检测如此精密的刀具和工具呢?	47
33. 怎样测量圆刀片和胶圈的外径和偏心?	48
34. 怎样才是正确的装刀步骤?	52
35. 在实际生产中怎样更进一步提高工具的 配刀精度?	54
36. 为何刀片和胶环的平面上有槽, 为何宽胶圈和 宽间隔环的内孔中也有槽?	56
37. 怎样选择刀具的材料和硬度?	56
38. 怎样决定刀片的内径和分条机刀轴的配合?	57
39. 分条机的刀轴究竟要不要键槽?	58
40. 怎样裁切又窄又硬的带料?	59
41. 怎样裁切非常薄的带料?	60
42. 怎样安排雄刀侧和雌刀侧的间隙?	61
43. 怎样处理切下的卷料料边?	62
44. 复合橡胶环和松式橡胶环在性能上有何差别?	67
45. 为何橡胶环有不同的颜色?	68
46. 什么是聚氨酯, 和橡胶相比聚氨酯胶环 有哪些优点?	68
47. 聚氨酯的特点是什么, 使用时有哪些 注意事项?	69
48. 用旧和碎掉的橡胶环能修复吗?	70

49. 裁切中为何有的厂家要用压木条而不用橡胶环, 压木条有哪些优缺点?	71
50. 什么是轻型间隔环, 它的结构怎样?	71
51. 什么是液压螺母?	74
52. 液压螺母在使用时有哪些注意事项?	75
53. 什么是液压刀座?	76
54. 什么是液压式可膨胀磨刀轴?	77
55. 怎样修复刀具、胶环铁芯和薄间隔环的 精度?	78
56. 金属卷材裁切时上下圆刀之间水平间隙 如何选择?	79
57. 怎样从料边上的毛刺来分析间隙的选择和 机器的运行情况?	80
58. 金属卷材裁切时上下圆刀之间重叠量 如何选择?	83
59. 金属薄板精密裁切对分条机有何要求?	84
60. 怎样测量一台分条机的精度?	85
61. 分条机在装刀后的测量内容是什么?	88
62. 什么是配刀软件?	88
63. 使用配刀软件会给金属加工企业带来 哪些好处?	91
64. 怎样分析配刀软件使用中经常碰到的故障?	91
65. 金属薄板精密裁切时以中心线定位和以轴肩 定位有何区别?	93

66. 为何有的金属板材裁切后带料的两边有波浪形?	94
67. 为何裁好的金属带料上有刀印, 怎样解决?	95
68. 为何裁切得很好的带料其表面和边部仍有一些缺陷?	95
69. 为何裁切后的带料有较大的平面弯曲(俗称大刀弯)?	96
70. 为何分离轴上分隔片和间距套的精度也很重要?	97
71. 为何有些分条机和卷取机之间要有深坑, 它起什么作用?	97
72. 怎样保证卷料在分条后两侧面的平整度?	98
五、磨刀篇	100
73. 圆刀刃磨时是磨外圆, 还是磨平面?	100
74. 圆刀重磨时有哪些注意事项?	101
75. 分条圆刀刃磨时有哪些正确规范?	103
76. 怎样确定磨刀周期和磨削量?	105
77. 刀片大概磨到什么尺寸时就不能再使用了?	107
78. 刀片的外圆怎么会磨出锥度来?	108
79. 怎样磨胶环的外圆?	109
80. 怎样设计一根好的磨刀轴?	110
81. 怎样正确确定圆刀片和橡胶环间的外径差?	111
82. 什么是组合刀(俗称“死刀”), 目前用户在	

使用组合刀方面有哪些问题？	114
83. 选择刀具外圆磨床时要考虑哪些因素？	115
84. 为何磨床的新砂轮在装到磨床上前一定要 矫平衡？	115
85. 怎样磨削钢厂中的一些大型刀具？	116
86. 如何磨边料破碎刀？	120
六、管理篇	123
87. 金属裁切企业为现场操作工要配备哪些 必备工具？	123
88. 对防锈油和其他耗材的采购和使用 有何要求？	124
89. 刀具管理的正确理念和方法？	128
90. 怎样降低企业的用刀成本？	129
91. 怎样布置一个好的配刀房，配刀房 有哪几种形式？	130
92. 配刀房应有哪些规章制度？	133
93. 怎样开箱验刀？	134
94. 怎样配合分条机制造商做好设备验收的 准备工作？	135
95. 圆刀在裁切有色金属薄板时，为何在周边会 粘上有色金属的碎屑？怎样处理？	136
96. 国内外有哪些较好的分条机制造商？	137
97. 高精度带材边部进一步处理有哪些方法？	140

98. 在板带精密裁切中，还有哪些保证产品质量的 先进技术措施？	144
99. 在金属板材裁切中哪些是企业所必须记录的 生产和工艺数据？	149
100. 企业建立 ERP 系统的重要性？	151

一、原理篇

1. 金属板材精密裁切的基本原理是什么？

本书所述的金属板材裁切，主要是指滚剪（又称圆盘剪、辊剪）。滚剪的过程和剪切机理较复杂，其剪切质量与被切板材的材质、厚度、硬度、滚切刀外径和刀口锋利度密切相关，很难用一个完整的公式来解析。尽管有学者采用经验公式来分析滚剪的力学过程，但人为的修正因素很多，随意性较大。本书仅以定性方法解释几个主要参数的重要性。图1给出了圆刀滚剪的原理。

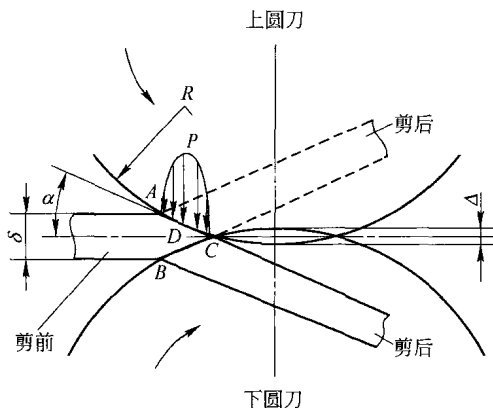


图1 金属板材滚剪原理图

图中主要参数的物理意义为：

(1) 剪切段 AC ：指板材表面与圆刀第一接触点 A 至上下圆刀重叠区的交点 C 相连后的直线段。

(2) 剪切力 P ：板材和圆刀在 AC 段所受的作用力。由图 1 可见，剪切力 P 在整个 AC 段内的分布是不均匀的。在圆刀咬入钢板阶段，板材受压并产生塑性变形，剪切力从零开始逐步增加，达到材料的剪切强度（强度极限，或材料断裂的门槛值）后，钢板开始发生断裂。随后因断裂扩展所需的动力大大低于裂纹形成的动力，即扩展剪裂的作用力比形成剪裂所需的力要小，且随着板材被剪后相连部分面积的减少，所需的剪切力逐渐下降，直至板材被完全剪断，剪切力又返回零位。因此，钢板的滚剪总需经历“咬入、变形、滑移、剪断”的过程。

(3) 咬入角 α ：指剪切段 AC 和被切板材中心线的夹角。其两倍值，工程上称剪切角。咬入角 α 增大，剪切力 P 所产生的水平分力也就会增大。如果此水平分力大于钢板的进料力，板材要么打滑，要么在圆刀前拱起来而无法剪切。但咬入角 α 减小，刀片的直径就会增大，分条机的尺寸也会增大。因此，如何平衡咬入角 α 、刀片直径 D 、材料厚度 δ 及下面我们将提到的重叠量 Δ ，必须参照已有设备的参数和实际工况而定。

(4) 重叠量 Δ ：指上下圆刀的重叠量。在刀片直径 D 、材料厚度 δ 已定的情况下，重叠量 Δ 的变化也会影响咬入角 α 。但其影响不在于能否剪断板材，而在于剪切质量的优劣、

毛刺的大小、刃口磨损快慢的问题。若圆刀内外圆偏心过大，为保证板材被圆刀外圆全部剪切，重叠量 Δ 势必增加，这将带来较多的负面因素，由此可见刀片加工几何精度的重要性。当板材厚度增加到一定数值时，为减小咬入角，上下圆刀的重叠量会逐渐减少，到转折点零后，上下两刀开始脱离，成为负值，并从反方向增加。

为进一步说明剪切过程，我们从板材的进料方向来分析其机理。因为板材剪切需经“咬入、变形、滑移、断裂”等阶段，故板料在“咬入和变形”阶段是剪切过程，但在“滑移”阶段，是其被拉断的过程。由于这种拉断作用，在板材横断面的下部，形成了一个 $7^\circ \sim 8^\circ$ 的后角。而上部则是剪切区，参见图2。若水平间隙选择得当，板材被拉断时不会出现因间隙过大时而产生的大毛刺，或间隙过小时因板材严重挤压而产生的二次剪切丝状毛刺。若剪切质量好，则剪开和拉伸两个区的相贯线应是一条很理想的直线。

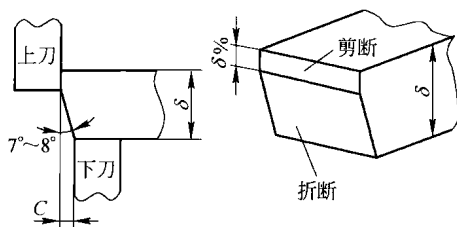


图2 金属板材剪切原理的正视图

对不同材料而言，剪断面中剪断厚度和拉断厚度的比例与材料自身特性密切相关。一般而言，硬料剪断比例小，而