

高职高专机电类规划教材

多工位级进模与冲压自动化

段来根 主编

高职高专机电类规划教材

多工位级进模与冲压自动化

主编 段来根
参编 范建蓓 张金标
主审 陈泰兴



机械工业出版社

本书是为拓宽高职和高专模具设计与制造专业学生的专业知识面而编写的。书中着重介绍了多工位级进模排样图的设计,工作零件设计,卸料装置、导料装置,侧向冲压与倒冲,自动监测与安全保护以及模具的制造与装配,冲压自动化的常用机构及工作原理,在自动模中的应用。

本书编写力求淡化理论、着重应用。可以作为高等职业技术学院模具设计与制造专业的教材,也适用于中等专业学校模具专业,也可作为掌握一定冲压模具知识的工程技术人员自学用书,还可供从事多工位级进模具设计与制造人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

多工位级进模与冲压自动化/段来根主编. —北京:
机械工业出版社, 2001.8
高职高专机电类规划教材
ISBN 7-111-08536-1

I. 多… I. 段… ①多工位级进模与冲压-
挤压模-设计-高等学校教材 ②冲压-
自动化-高等学校教材 ISBN 7-111-08536-1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 2000 030624 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 王霄飞 版式设计: 冉晓华 责任校对: 程俊巧
倪少秋

封面设计: 方 芬 责任印制: 郭景龙

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2001 年 7 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm $1/16$ ·9.75 印张·240 千字

0 001—4 000 册

定价: 15.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换
本社购书热线电话 (010) 68993821、68326677-2527

前言

本书是根据原机械工业部教育司批准的“模具设计与制造专业”教学计划和“多工位级进模与冲压自动化”教学大纲编写的,是高等职业技术学院模具设计与制造专业的教学用书,也可作为掌握一定冲压模具知识的工程技术人员自学用书,还可供从事多工位级进模设计与制造人员参考。

本书是为拓宽高职和高专模具设计与制造专业学生的专业知识面而编写的。随着工业生产和人类生活需求的提高,模具在生产中的使用越来越广泛,特别是具有精密、高效、长寿命、操作简单等特点的多工位级进模与冲压自动化技术越来越受到人们重视。对于模具设计与制造专业的学生而言,有必要进一步学习多工位级进模与冲压自动化技术,以适应社会发展的需要。

本书按照降低理论深度、加强实用能力培养的原则编写,体现了精密、高效、长寿命及先进的检测和制造技术。全书共分四章,首先介绍了多工位级进模与冲压自动化技术的基本知识,然后详细叙述了多工位级进模设计与制造方法,冲压自动化常用机构及工作原理,并介绍了冲压自动化常用机构在自动模中的应用。

本书由常州机械学校段来根主编,陈泰兴主审。其中段来根编写第一、二章,浙江机电职业技术学院范建蓓编写第三章,常州机械学校张金标编写第四章。

在审稿过程中,重庆工业职业技术学院夏克坚和虞学军、福建职业技术学院翁其金、西安仪表工业学校刘航、河北机电学校胡占军等同志对本书提出了许多宝贵意见。

在本书的编写过程中得到了常州机械学校陈泰兴和常州日新精密机械有限公司邓卫国等同志的大力支持,在此一并表示衷心感谢。

由于编者水平有限,错误和不足之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

2000年10月

目 录

前言

第一章 绪论	1
思考题一	3
第二章 多工位级进模	4
第一节 概述	4
第二节 采用多工位级进模的条件	9
第三节 多工位级进模的设计步骤及 其总体设计	9
第四节 多工位级进模的排样设计	15
第五节 多工位级进模凸、凹模设计及 制造	35
第六节 多工位级进模的卸料装置	52
第七节 多工位级进模的导料装置	56
第八节 多工位级进模的侧向冲压与 倒冲	60
第九节 自动监测与安全保护	66
第十节 多工位级进模的装配	76
思考题二	81

第三章 冲压生产自动化	83
第一节 冲压生产自动化组成单元	83
第二节 冲压自动化装置	85
第三节 冲压机械手	113
第四节 自动冲压设备	120
第五节 冲压生产自动化系统	125
思考题三	126
第四章 自动冲模	127
第一节 概述	127
第二节 附有一次送料机构的自动 冲模	128
第三节 附有二次送料机构的自动 冲模	141
第四节 其它自动冲模	146
第五节 自动冲模设计要点	150
思考题四	151
参考文献	152

第一章 绪 论

在工业生产中许多机械零件普遍采用模具冲压成形的工艺方法，有效地保证了产品的质量，提高了劳动生产率，并使操作技术简单化，而且还能省料、节能，可以获得显著的经济效益。

据不完全统计，冲压件在电子产品中占 80%~85%，在汽车、农业机械产品中占 75%~80%，在轻工业产品中占 90%以上，航天航空工业中冲压件也占很大的比例。特别是人类生活越来越富裕的今天，工厂自动化、办公自动化、家庭自动化已走向现实，要推动新的产业革命向更深入、更高阶段发展，冲压成形工艺及模具是不可缺少的重要的推动力之一。由此可见，冲压成形工艺与模具在国民经济中的作用和意义是十分重要的。

由于种种历史原因，我国模具工业与当前工业发展还很不适应。无论是在设计制造技术和生产能力方面，还是在管理水平方面，模具工业均远远不能满足需求，它严重影响工业产品的品种、质量和生产周期，削弱了其在国际市场上的竞争能力。近年来，我国模具进口幅度呈大幅下降之势，并有超亿元出口额。大型、复杂、精密、高效和长寿命模具也逐年上新的台阶，体现高水平制造技术的多工位级进模也越来越多，冲压自动线、自动冲技术也得到广泛应用。我国模具行业的技术迅速提高，模具国产化已经取得十分可喜的成绩，这将对我国在国际市场的竞争能力和综合国力的提高起到有力的促进作用。

一、冲压生产自动化的意义及冲压自动化的种类

目前的生产方式特别是冲压模具如果还处在手工送料、手工取件的方式，将远远满足不了当今高速发展的电子、仪表、精密机械、农用机械、汽车、国防和家用电器等工业的需要。因此，实现冲压生产自动化就显得十分重要了。通过机械传动或电气控制，按一定的规律自行完成人们所要求的一系列动作，既可改善劳动条件、减轻工人劳动强度，确保生产安全，提高劳动生产率和产品质量，而且还能降低原材料消耗，节省设备投资，降低产品成本。

冲压生产的自动化包括范围较广，自动化程度也不相同。按自动化范围分，有冲压全过程自动化，它由自动开卷机、自动送料器、自动出料装置和自动检出送料误差及废品、自动调整模具等一系列自动装置所组成；有自动模、自动压机与冲压自动生产线。按自动化程度分，有自动和部分自动两种。

图 1-1 所示是一种大型件的自动化冲压生产线的示意图。板材送料装置是将成垛的板材准确可靠地分离为单块，并按压力机要求的时间间隔进入第一工位。

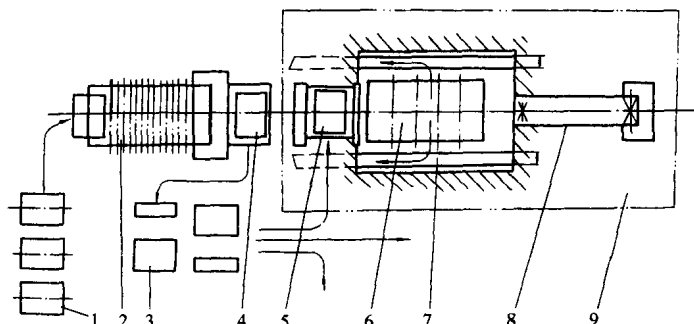


图 1-1 大型自动化冲压生产线示意图

- 1—卷料 2—开卷生产线 3—成垛板料 4—垛板机 5—板材送料装置 6—多工位自动送料压力机 7—废料传送带（地下）
8—成品传送带 9—自动化冲压生产线

地下废料传送带位于压力机的自动送料装置下面，废料通过设备的间隙落到传送带上，由传送带把废料集中，自动压实，打包后送出。成品传送带把制品送到工作台上，由工人检验、装箱。

自动模是冲压生产自动化最基本也是最重要的单元。它具有独立完整的送料、定位、出件和动作控制机构，在一定时间内不需要人工进行操作而自动完成冲压工作的冲模。特别是由于通讯仪表、办公设备、音响设备、家用电器广泛使用了印刷电路和集成电路，其结构向小型、微型化方向转化，许多冲压件单件重量仅在 $0.02\sim 10\text{g}$ 之间，要实现这种精密、重量轻的冲件的大量生产，就必须具备精密的自动冲模和精密、高速自动冲压机。有的冲压件由于精密、尺寸小、形状复杂、重量轻，不是几个工位的冲压工作所能完成的，采用分散加工和空工位法也很难实现，必须采用多工位自动级进模，这种多工位自动级进模目前工位数高达 50 多个，从而使生产效率得到很大的提高。

与之相适应的压力机也应该具有高精度和高速度。目前对于小尺寸零件，其冲压次数可达 $700\sim 800$ 次/min，纯冲裁高达 $1200\sim 1500$ 次/min，弯曲加工也可达 $500\sim 600$ 次/min。随着工业的迅速发展，冲压加工系统的计算机控制、数控冲床已被人们广泛采用。

二、冲压自动化程度的确定

实现冲压加工自动化，应根据生产形式、生产纲领、应用自动化的经济性来确定。对单一形式的、大型覆盖件且为大批量生产的零件可采用自动压机或多工位压机上选用自动化装置及翻转制件装置，连接组成全自动生产线。如图 1-1 所示。对中小零件的大批量生产，可采用卷料或条料的自动送料装置、自动模或多工位级进模。对于中小批量生产的冲制零件采用自动模或自动化生产比较高的生产形式不经济。表 1-1 是自动化冲压加工产品尺寸和工艺范围。

表 1-1 自动化冲压加工产品的尺寸和工艺范围

自动冲压生产名称		加工制品尺寸范围			主要适用的产品生产工艺范围
		小尺寸	中尺寸	大尺寸	
自动冲压操作	落料	✓	✓	✓	任何形状冲裁件
	级进加工	✓			各种冲压成形工艺和复杂冲裁件
	单工序自动冲压	✓	✓	较小尺寸	各种冲压成形工艺
	二次多工位加工	较大尺寸	✓		各种成形工艺、深拉伸
	一次多工位加工	较大尺寸	较小尺寸		各种成形工艺、深拉伸
冲压自动生产线	传送带输送线	较大尺寸	✓		各种冲压成形工艺
	夹持连续自动线		✓		拉伸、弯曲成形
	单工序自动线	✓			各种成形工艺及冷挤压
	大型板料冲压自动线			✓	拉伸、弯曲成形

要实现把加工材料自动送到冲模的工作位置上，并把冲压件自动取出的目的，可从以下几方面考虑：①采用自动压力机；②冲模本身带有自动送料、脱模、出件等装置的自动模或多工位自动级进模；③利用现有设备，在通用压力机上安装自动送料、自动脱模、出件以及检测装置实现自动化。对压力机进行技术改造可以实现单机自动化，也可以将各种冲压设备通过各种传送装置或机械手，使某一冲压生产的若干道工序平行或顺序方式联系起来，自动

完成整个加工过程，或者将单工位压力机的原滑块加大，再在大滑块上装上若干小滑块，实现单工位压力机变多工位压力机；④利用计算机来控制生产工艺过程，通过程序变换器还能实现动作和各动作量的变换。

三、自动模、多工位级进模特点

自动模和多工位级进模精度高、寿命长，其工作元件常采用高速钢或硬质合金制造。用硬质合金制造的模具寿命一般可达1亿次，最高可达3亿次。模具加工的位置精度为 $\pm(0.002 \sim 0.005)$ mm，尺寸精度一般为0.005mm，高的可达0.0025mm。特别对一些细小凸模而言，其寿命显得更为重要，如某厂用成形模削方法加工的凸模和凹模宽度为0.2mm，冲制0.25mm厚的板料，其冲压速度为1000次/min，模具的使用寿命高达1亿次。在多工位级进模中，通常凸模都很细小，因此，它具有精确的导向和保护。常将卸料板上与凸模相配的孔做得很精确，其尺寸及相互位置也做得正确无误。在冲压过程中凸模平稳、精确，就需要卸料板对凸模起导向和保护作用，而卸料板也大多采用导柱导向。

自动模与多工位级进模有自动送料装置，送料精度高，送料步距能精确调整。目前生产中常用夹持式、滚动式、有离合器的辊式、凸轮辊式、摆辊式等送料装置，送料误差可控制在 $\pm(0.03 \sim 0.05)$ mm。我国自行设计制造的精密多工位级进模步距精度达0.002~0.003mm，模具主要零件的制造精度已达2 μ m~5 μ m，模具寿命1亿次以上，已经达到目前的国际水平。送料误差和不能及时从凸模上卸料，是造成冲模损坏的主要原因，为保证冲压工作顺利进行，模具不被损坏，它还需具有高精度的误差检测装置，如果没有检测装置，出现误差又不能使冲床快速刹车停止冲压工作，后果就很难想象了。

自动模及多工位级进模对冲床的要求高，要求冲床的运动精度高、刚性好、振动小、热变形小、自动刹车快、防止冲床的弹性变形、热变形及运动精度差带来不良误差，造成恶劣后果。

总的来说，自动模及多工位级进模有以下特点：

- 1) 适用于制件的大批量生产。
- 2) 冲制件质量可靠、稳定，即制件尺寸的一致性较好。
- 3) 由于有自动送料和自动出件等装置，尤其是多工位级进模，适合于高速冲床上进行自动化冲制。也最适宜卷、带料供料。
- 4) 级进模可以完成冲裁、弯曲、拉伸、成形等多道工序，效率比复合模更高，且在级进模上工序可以分散，任意留出空位，故不存在复合模的最小壁厚问题，因而保证了模具的强度，延长了模具的使用寿命。
- 5) 模具的主要零件具有互换性，使模具维修方便，更换迅速、可靠。
- 6) 自动模及多工位级进模结构复杂，制造精度高，调试、维修困难，价格昂贵。
- 7) 自动模及多工位级进模对冲压设备、板料要求较高。

思考题一

1. 多工位级进模与冲压自动化在国民经济中的地位怎样？
2. 冲压自动化程度确定的依据是什么？
3. 实现冲压自动化可从哪些方面来考虑？
4. 多工位级进模与自动模有哪些特点？

第二章 多工位级进模

第一节 概 述

多工位级进模是冷冲模的一种。它是在一副模具内按所需加工的制件的冲压工艺，分成若干个等距离工位，在每个工位上设置一定的冲压工序，完成零件的某部分冲制工作。被加工材料（条料或带料）在自动送料机构的控制下，精确地控制送进步距，经逐个工位的冲制后，便能得到所需要的冲压件。这样，一个比较复杂的冲压零件只需用一副多工位级进模就可冲制完成。一般地说，多工位级进模能连续完成冲裁、弯曲、拉深等工艺。所以，无论冲压件的形状如何复杂，冲压工序怎样多，均可以用一副多工位级进模来冲制完成。

多工位级进模是精密、高效、高寿命的先进模具，生产率高，质量可靠，操作安全，节省模具、机床和劳动力，经济效益好。

多工位级进模的分类：

一、按冲压工序性质分

1. 冲裁多工位级进模

它是多工位级进模的基本形式。它有冲落形式级进模和切断形式级进模。冲落形式级进模完成冲孔等工位最后落料；切断形式级进模完成冲孔等冲裁工位最后切断。

2. 成形工序多工位级进模

1) 冲裁且分别包括弯曲、拉深、成形某一工序的有：冲裁弯曲多工位级进模、冲裁拉深多工位级进模、冲裁成形多工位级进模。

2) 冲裁且包括弯曲、拉深、成形某两个工序的有：冲裁弯曲拉深多工位级进模、冲裁弯曲成形多工位级进模和冲裁拉深成形多工位级进模。

3) 由几种冲压工艺结合在一起的冲裁、弯曲、拉深、成型多工位级进模。

可想而知，十几个工位乃至几十个工位的级进模结构之复杂，要求制造精度之高，不仅给多工位级进模的设计和制造带来了一定的困难，而且还必须考虑到它的使用寿命以及能否方便维修。

二、按级进模的设计方法分

1. 封闭形孔连续式级进模

这种级进模的各个工作形孔（除定距侧刃形孔外）与被冲零件的各个孔及制件外形（弯曲件指展开外形）的形状一致，并把他们分别设置在一定的工位上，材料沿各工位经过连续冲压，最后获得所需冲件。用这种方法设计的级进模称封闭形孔连续式级进模。如图 2-1 所示为冲制制件及其展开图和排样图。从排样图上可知有三个工位。

通过图 2-1 中的条料排样图可以清楚地看到这副级进模冲制过程顺序与各形孔的形状。模具中的各形孔与工件的每个形孔及工件的展开外形完全一样。侧刃与侧刃孔仅作工艺需要——定距而用。即第一工位由侧刃冲边距，保证送料步距；第二工位冲 $2 \times \phi 1.8$ 孔与 3×12 长

方孔；第三工位落料。从而冲出所需要的半成品。其模具装配图如图 2-2 所示。

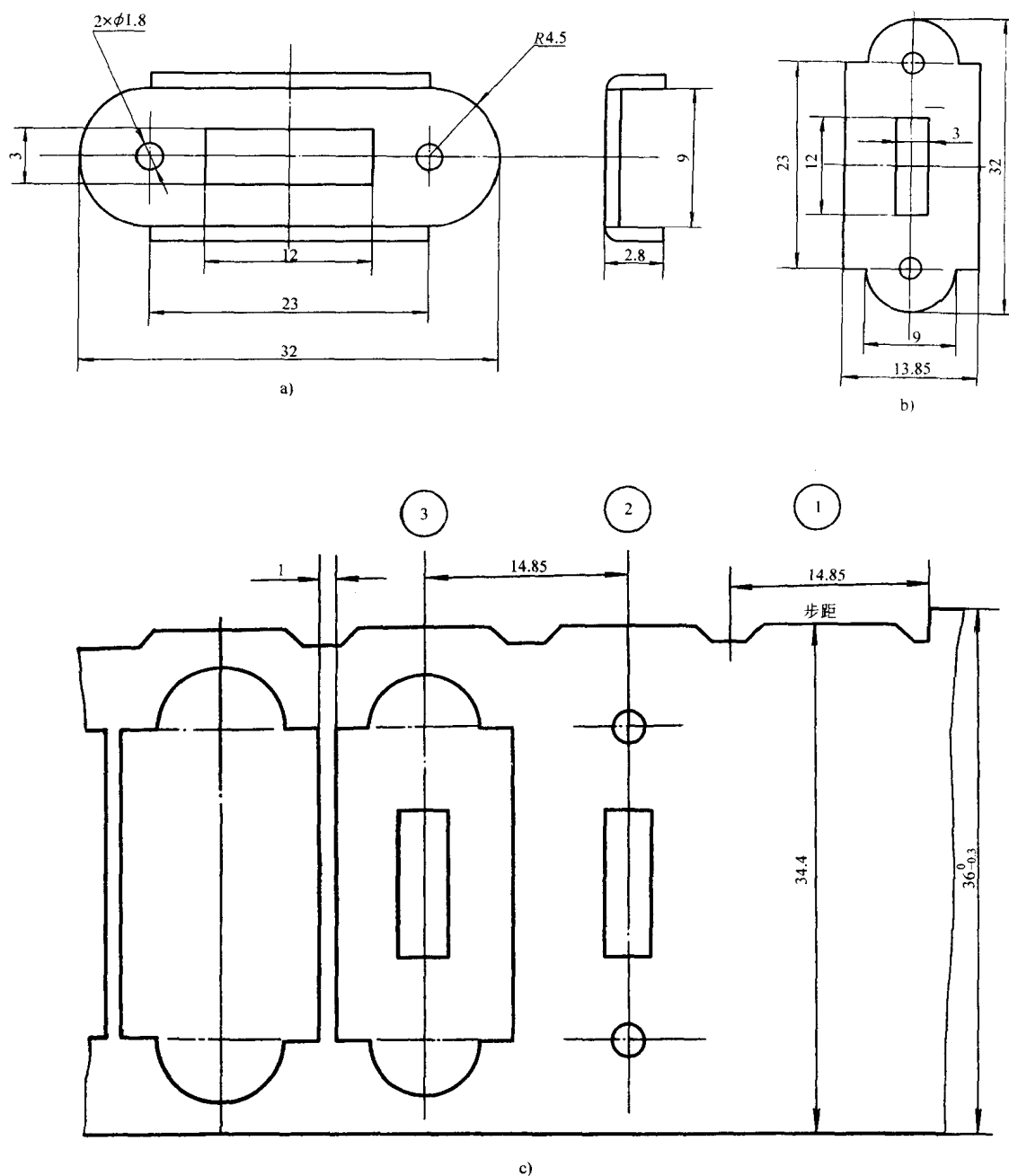


图 2-1 冲件图、展开图和排样图

a) 冲件图 b) 展开图 c) 排样图

封闭形孔连续式级进模的特点：结构较简单，制造容易，但冲制形状简单、精度较低 (IT10~IT14) 的零件。适合手工送料和冲制半成品。

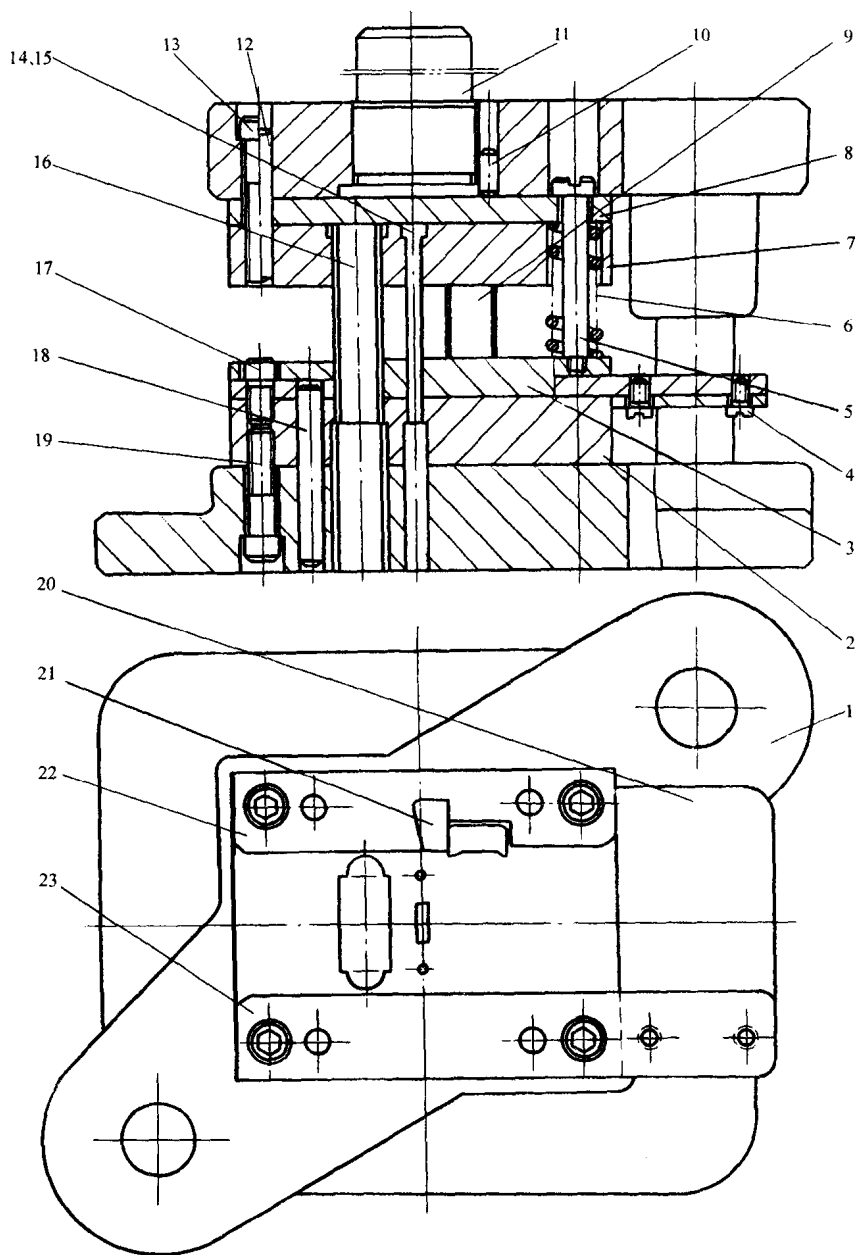


图 2-2 封闭形孔连续式级进模

- 1—对角模架 2—凹模 3—卸料板 4—开口螺钉 5—卸料螺钉 6—弹簧
 7—固定板 8—垫板 9—侧刃凸模 10—销钉 11—模柄 12—销钉
 13—螺钉 14—方凸模 15—圆凸模 16—落料凸模 17—螺钉
 18—销钉 19—螺钉 20—承料板 21—挡块
 22—后导料板 23—前导料板

2. 分断切除多段式级进模

这种级进模对冲压零件的复杂异形孔和零件的整个外形采用分段切除多余废料的方式进行的。即在前一工位先切除一部分废料，在以后工位再切除一部分废料，经过逐个工位的连续冲制，就能获得一个完整的零件或半成品。对于零件上的简单形孔，模具上相应的形孔可与零件上的形孔做成一样。

仍用图 2-1 所示零件，采用分断切除多段式级进模其排样图如图 2-3 所示，共分八个工位：

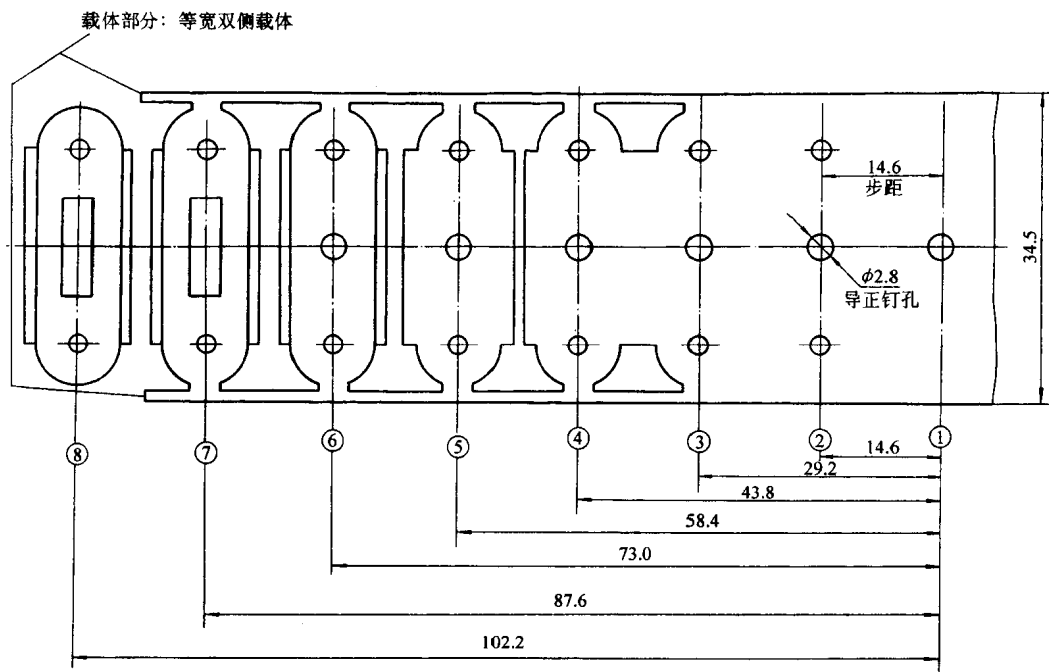


图 2-3 分断切除多段式级进模条料排样图

第一工位：冲导正钉孔。

第二工位：冲 $2 \times \phi 1.8$ 孔。

第三工位：空位。

第四工位：冲切两端局部废料。

第五工位：冲两工件间的分断槽废料。

第六工位：弯曲。

第七工位：冲中部 3×12 长方孔。

第八工位：切载体。

由于要求不同，设计模具的指导思想也不一样。分断切除多段式级进模其工位数比封闭式连续级进模多；在分断切除废料过程中可以进行弯曲、拉深、成形等工艺，一般采用全自动连续冲压。这种模具结构复杂，制造精度高；由于能冲出完整零件，所以生产率和冲件的精度都很高。在设计多工位级进模时，还应根据实际生产中的问题，将按这两种设计方法结合起来，灵活运用。分段切除多段式级进模如图 2-4 所示。

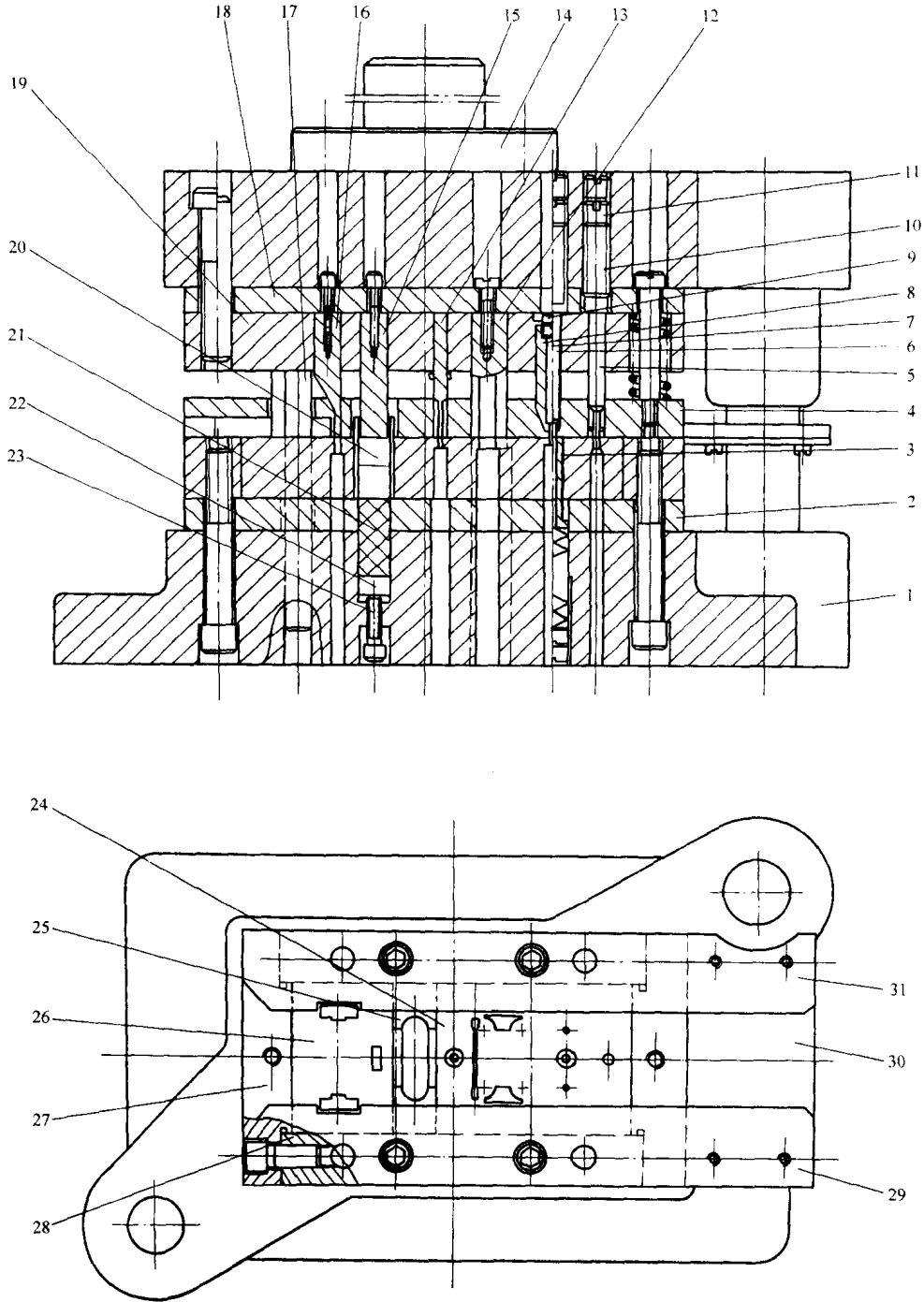


图 2-4 分断切除多段式级进模

- 1—模架 2—下垫板 3—套式浮顶器 4—卸料板 5—圆凸模 6—导正销 7—圆凸模 8—保护套
 9—丝堵 10—垫柱 11—丝堵 12、13—凸模 14—模柄 15—压弯凸模 16—方孔凸模 17—切断
 凸模 18—上垫板 19—固定板 20—顶件器 21—硬橡皮 22—托垫 23—调整螺钉
 24—第一段凹模 25—压弯凹模 26—第三段凹模 27—围框板 28—围框板
 29—前导料板 30—承料板 31—后导料板

第二节 采用多工位级进模的条件

虽然多工位级进模具有很多优点,但是结构复杂,制造技术要求高,同时还受压力机、板料、生产批量等限制。所以,设计使用多工位级进模还需要符合下列条件。

一、修模能力与冲压设备

1. 具有对多工位级进模的维修和刃磨能力

多工位级进模使用过程中刃口钝化,小凸模、镶件的磨损与损坏须及时刃磨或更换;对冲裁带有弯曲、拉深、成形的多工位级进模,由于凸模刃口与其它部分相对高度差需及时调整,这都要有必要的设备与较高技术水平的工人。而且,当多工位级进模生产完一批零件后必须经过检修与刃磨后,通过试冲合格才能入库待用。

2. 对冲压设备要求

1) 要有足够的精度、刚性和功率,工作台面要足够大,要有良好的可靠的制动系统。一般在冲床额定功率的 80% 以下进行工作。

由于多工位级进模采用高速冲床,振动大,所以防振能力和刚性要好。

2) 送料机构的精度和灵敏度高。出现送料误差要能及时检出并发出信号,立即制动停车,对送料误差能进行精确调整。

二、对被加工材料要求

1. 材料必须符合冲制件设计要求,物理力学性能应稳定。

2. 条料厚度公差要小,常选用 A、B 级精度。

3. 条料宽度公差小,有利送料。对滚剪机滚切带料,其料边平直度差,不宜用作多工位级进模冲压。

三、冲件应适合多工位级进模冲制

1. 被冲零件生产批量要足够大,否则经济效益差。

2. 条料具有足够刚性。因为多工位级进模的材料利用率比其它冲模低,条料宽度和搭边尺寸小,所以应特别注意其选料刚性要足够。

3. 送料误差和各工步间累积误差不应使零件精度降低。

4. 形状复杂的冲件应尽可能在一副多工位级进模中完成。

5. 同一产品上的两个冲件有相互尺寸关系,甚至有配合关系时可合并在一副多工位级进模中冲制完成,可提高材料利用率。

第三节 多工位级进模的设计步骤及其总体设计

一、多工位级进模的设计步骤

多工位级进模结构复杂、精密、高速冲压,造价高,制造周期长。所以设计多工位级进模时,应十分细致、全面地考虑问题。特别是某些模具有几个方向的运动,机构多种多样,且其体积又有限,给设计工作带来很多困难。

1. 接受设计任务,研究原始资料,收集有关数据。

1) 冲压产品制件图和模具设计任务书需各一份。

2) 冲压产品制件试制生产的技术数据与样件。如弯曲件展开尺寸, 弯曲过程的各工序件; 拉深件的坯料尺寸, 拉深次数及工序件尺寸。

2. 进行工艺计算

将收集的数据及资料, 根据多工位级进模中的受力状态进行工艺计算, 并修改有关数据。

3. 绘制零件展开图, 设计条料排样图并进行工艺会审。

4. 模具结构设计并绘制装配草图。

5. 绘制模具装配图、零件图, 编写模具使用维修说明书。

说明书内容: 选用的压力机、模具闭合高度、轮廓尺寸、规定行程范围及每分钟冲压次数等; 选用自动送料机构类型, 送料步距及公差; 安装调整要点; 模具刃磨和维修注意点 (哪些凸模或凹模需拆下刃磨, 刃磨后如何调整各工作部分高度差值)。对易损件及备件应有零件明细表。说明书与模具全套资料交用户。设计步骤可用简图说明, 如图 2-5 所示。

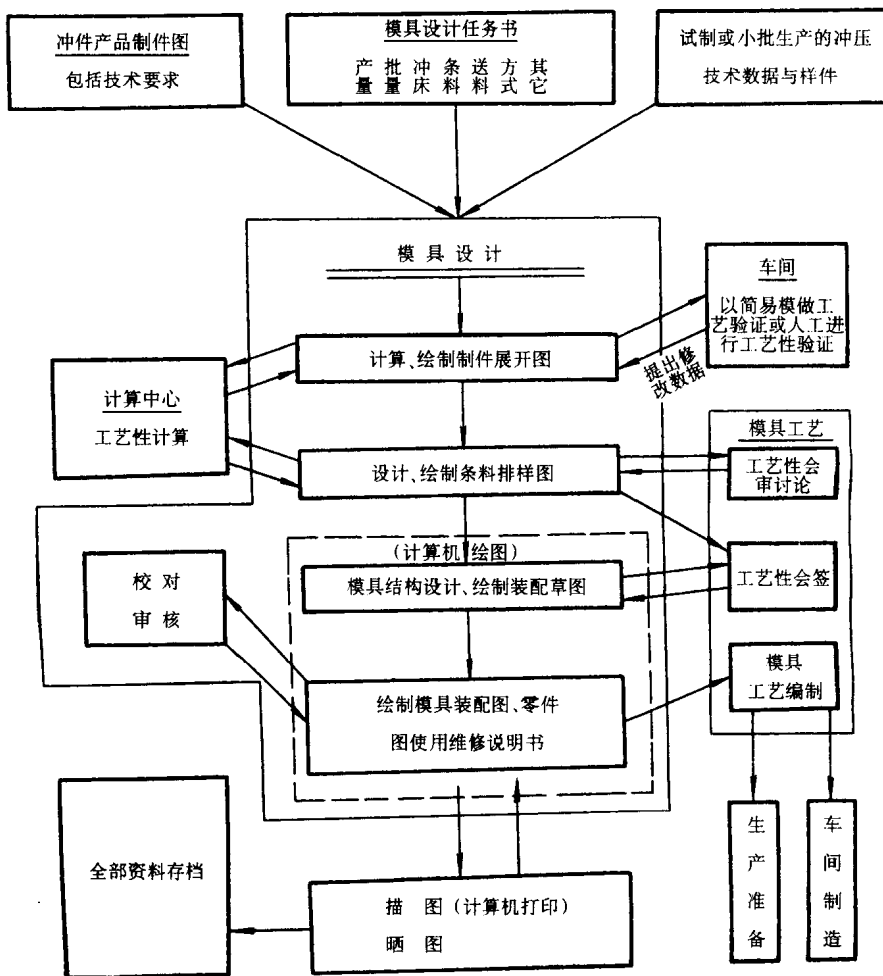


图 2-5 多工位级进模设计步骤简明图

二、多工位级进模的总体设计

多工位级进模总体设计是针对所需冲压的制件, 在模具具体结构设计之前, 对所设计的模具作全面、细致的考虑并进行总体安排。总体设计的好坏, 直接影响模具设计与制造的难

易程度以及制件的质量。因此，多工位级进模总体设计时应考虑以下问题：

1. 排样图设计

多工位级进模设计中，排样图的合理正确与否，直接影响到制件精度与能否顺利地进行冲压生产，并且关系到材料的利用率。因此，排样图是多工位级进模设计的依据，也是关键工作之一。

根据制件图样尺寸，计算制件的展开尺寸，进行排样，并计算各种排样方式的材料利用率，分析制件精度是否能达到图样要求，能否在模具中顺利地进行自动连续冲压。将各种方案比较，选用最佳方案。

如何排样，在以后章节中专门叙述。

2. 工位布置

工位布置（如图 2-1c 和图 2-3 所示）示意图，可供设计模具时作参考。在工位布置图上应正确设计导正孔、搭边及载体，可修正连续冲压时的送料偏差。

3. 搭边尺寸

根据排样来确定工位布置图，工件的周围与一般冲裁模一样，应留有搭边。搭边值大则送料时条料刚性好，便于送料，但材料利用率低，故应合理确定搭边值，搭边形式如图 2-6 所示。生产中确定搭边值的常用方法有以下几种。

1) 根据加工材料厚度 t 确定搭边值 ($A=B$)，

见表 2-1。

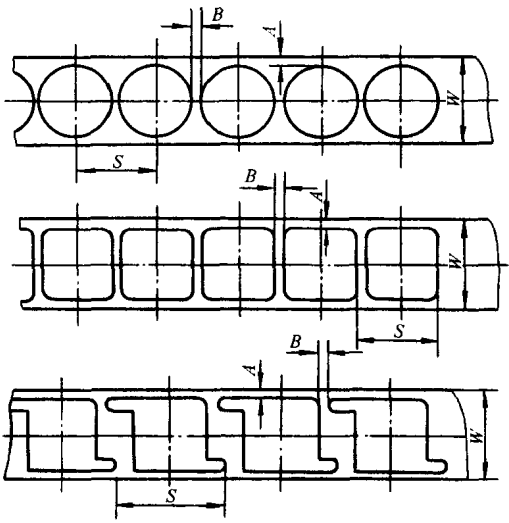


图 2-6 搭边形式示例

表 2-1 根据加工材料厚度确定搭边值

$t > 0.8\text{mm}$ ($A=B=K \cdot t$)		$t < 0.8\text{mm}$	
送料步距/mm	系数 K	条料宽度/mm	搭边值/mm
< 30	1.0	< 50	< 1.2
$30 \sim 70$	1.25	$50 \sim 150$	< 2.4
> 70	1.5	$150 \sim 300$	< 3.2

2) 根据送料步距与条料宽度确定搭边值，多工位级进模在工件排样图上的搭边值，常按送料步距与条料宽度的比值即 $\alpha = \frac{S}{W}$ 来选取，见表 2-2。

表 2-2 根据送料步距与条料宽度比 α 确定搭边值 A 与 B

条料宽度	$\alpha < 1.5$		$\alpha > 1.5$			
	标准	最小值	A		B	
			标准	最小值	标准	最小值
≤ 25	t	0.8	$1.25t$	1.0	t	1.2
$25 \sim 75$	$1.25t$	1.2	$1.5t$	1.4	$1.5t$	1.8
$75 \sim 150$	$1.5t$	2.5	$1.75t$	2.0	$2t$	2.5

条料的载体是条料在送进过程中, 条料内连接冲压零件运载前进的这部分材料称条料的载体。载体与条料搭边相似, 但又有所不同。搭边的宽度主要是根据冲压工艺要求, 能将冲件一个个符合图样要求地冲下来, 而载体必须要有足够的强度, 要能运载条料上冲出的零件, 使它能平稳地送进。在多工位级进模中, 条料排样图设计时, 有时两侧的“搭边”设计得很宽, 这实际是搭边与条料的载体合二为一。一般来说, 载体的宽度为了保证其强度和设置导正孔的需要, 载体宽度大于搭边宽度 2~4 倍。

为了保证送料准确, 通常在载体上或工件之间的条料上按送料步距设置导正孔, 这样可补偿或修正由于高速冲压引起的送料误差。

导正孔一般在第一工位上冲出, 便于在以后工位上进行导正。在多工位级进模上, 通常 10 个工位需设置 3~4 个导正销, 导正往往设置在重要工位之前。工位越多, 导正销的数量也随之增加。

4. 冲载工位设计

冲载工位设计时应注意以下几点:

1) 尽量避免采用复杂形状的凸模, 采用多段切除, 宁可多增加一些冲载工位, 也要使凸模形状简单, 便于凸、凹模的加工。

2) 孔边距很小的冲件, 为防止落料时引起离冲件边缘很近的孔产生变形, 可使冲外缘工位在前, 冲内孔工位在后。外缘以冲孔方式冲出。

3) 局部内外形状位置精度要求很高时, 尽可能在同一工位上冲出。

4) 弯边附近的孔, 为防止变形, 应使弯曲工位在先, 冲孔工位在后。

5) 为增加凹模强度, 应考虑在模具适当位置上安排空工位。

多工位级进模冲载工位凸模与凹模的间隙是否合理, 对制件精度、模具寿命和冲压速度有很大影响, 如高精度的冲件其冲载间隙极小, 并使用能作 0.01mm 行程调节的冲床来达到其精度。冲载间隙一般取材料厚度的二十分之一。或由下式确定:

$$Z_{\text{双边}} = \frac{t}{\alpha} \quad (2-1)$$

式中 $Z_{\text{双边}}$ ——凸、凹模双面间隙 (mm);

t ——材料厚度 (mm);

α ——按不同材料的剪切和抗拉特性确定的系数, 见表 2-3。

表 2-3 系数 α 值

材料名称	拉深钢	软钢	硅钢片	不锈钢	磷青铜	黄铜	铜	铝
α	17	16	14	13	16	20	21	10

冲载双面间隙值也可直接查表 2-4。单面间隙取表中值的二分之一。

表 2-4 冲载间隙

(mm)

厚度	拉深钢	软钢	硅钢片	不锈钢	磷青铜	黄铜	铜	铝
0.10	0.006	0.006	0.007	0.008	0.006	0.005	0.005	0.010
0.15	0.009	0.008	0.011	0.011	0.008	0.008	0.007	0.015
0.20	0.011	0.013	0.014	0.015	0.013	0.010	0.010	0.020
0.25	0.015	0.016	0.018	0.019	0.016	0.013	0.012	0.025
0.50	0.029	0.031	0.036	0.038	0.031	0.025	0.024	0.051