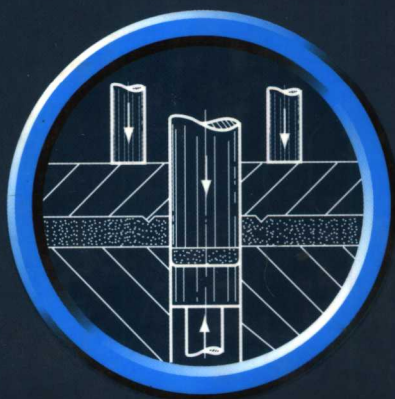


简明精冲手册

—※(第2版)※—

Fine Blanking Handbook

周开华 主编



國防工業出版社

National Defense Industry Press

简明精冲手册

(第2版)

周开华 主编

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本手册较全面系统地介绍了国内外精冲技术的应用和发展。重点阐述了精冲工艺、精冲材料、精冲模具设计与制造及精冲零件生产。

全书共分 10 章:精冲技术、精冲零件、精冲零件材料、精冲工艺、精冲模设计、精冲模制造、精冲润滑剂、厚板精冲、精冲机、精冲件生产。

本书文字简练易懂,内容丰富,实用性强。适宜于从事精冲的工程技术人员和大专院校相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

简明精冲手册 / 周开华主编. —2 版. —北京:国防工业出版社,2006.1

ISBN 7-118-04204-8

I. 简... II. 周... III. 精密冲裁-手册
IV. TG386.2-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 118702 号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

国防工业出版社印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 34 870 千字

2006 年 1 月第 2 版 2006 年 1 月北京第 1 次印刷

印数:1—4000 册 定价:85.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010) 68428422

发行传真:(010) 68411535

发行邮购:(010) 68414474

发行业务:(010) 68472764

前 言

精冲技术是冲压技术发展的一个新领域,是先进的工艺方法之一。它的出现,从根本上改变了金属板料加工的工艺链。精冲不仅是一种部分和全部代替铸、锻、粉末冶金和机加工工艺的方法,而且是一种高质量、高效率和高附加值的加工工艺。所以在钟表、仪器仪表、计算机、精密机械、家电、小五金、摩托车和汽车等现代工业中,日益广泛地得到应用和发展。

我们主要在 1993 年出版的《简明精冲手册》的基础上,又收集了瑞士 Feintool、Schmid、Hydrel、ESSA、F. Schiess 等公司和德国、美国、日本及中国等有关专家、学者及公司的一些精冲技术方面的新资料,经过重新补充、修改和整理,编写了这本《简明精冲手册》(第 2 版)。它凸显了精冲工艺、精冲材料和精冲模设计。而且较全面系统地阐述了精冲技术、精冲零件、精冲零件材料、精冲工艺、精冲模设计与制造、精冲润滑剂、厚板精冲、精冲机及精冲件生产等一系列工艺技术问题,具有较强的实用性和参考价值。

本书由中国北方工业公司周开华高级工程师主编和主笔。国防工业出版社编审蒋怡、太原理工大学教授许树勤、华北光学仪器厂高级工程师陶家运、德语副译审齐翔宪参加了编写、编审和整理工作,还有李会影、王真、赵保华、汤建云也给予很多帮助。

由于本书编者水平有限,且成书仓促,错误难免,请惠予指正。

谨向为本书提供资料和支持的国内、外公司、专家致以诚挚的感谢。

编 者
2005 年 7 月
于北京

目 录

绪 论

0.1 精冲技术简史	1	0.2.2 精冲模具	4
0.1.1 精冲起源	1	0.2.3 精冲材料	5
0.1.2 精冲流派	2	0.2.4 精冲机床	5
0.1.3 精冲年表	3	0.2.5 精冲现状	5
0.2 精冲技术发展	4	0.3 精冲系统工程	6
0.2.1 精冲零件	4	0.4 精冲市场领域	7

第1章 精冲技术

1.1 精冲概述	8	2. 高速剪切	19
1.1.1 基本概念	8	3. 热剪切	19
1.1.2 工作原理	8	1.2.8 各种精冲方法的比较	19
1.1.3 工艺特点	9	1.3 精冲机理	21
1.1.4 工作过程	10	1.3.1 金属的塑性变形	21
1.2 精冲分类	10	1. 变形特点	21
1.2.1 分类	10	2. 变形模式	24
1.2.2 普通精冲	11	3. 变形过程	24
1. 整修	11	1.3.2 精冲的力态分析	26
2. 光洁冲裁	13	1. 作用于材料的外力	26
1.2.3 强力压板精冲	15	2. 剪切区的应力状态	26
1.2.4 对向凹模(凸模)精冲	15	1.3.3 精冲的应力场	29
1. 对向凹模冲裁的变形特点	15	1. 接触应力	29
2. 对向凹模落料	15	2. 滑移线场	29
3. 对向凸模冲孔	16	3. 有限元方法的应力解	30
1.2.5 同步剪挤精冲	16	1.4 精冲的温度场	37
1. 工作原理	16	1.4.1 热的产生	37
2. 模具结构	17	1.4.2 温度分布	38
3. 经济效益	18	1. 影响因素	38
1.2.6 往复冲裁	18	2. 热的分布	38
1.2.7 杆料精切	18	1.4.3 温升计算	38
1. 约束剪切	18		

第2章 精冲零件

2.1 精冲零件工艺性	42	2.1.2 结构参数	42
2.1.1 基本概念	42	1. 平面精冲件结构参数	42

2. 立体成形件的结构参数及其 中间工序的工艺结构尺寸	60	3. 影响因素	111
3. 体积冲压件结构参数及其 中间工序的工艺结构尺寸	66	2.2.4 毛刺	115
2.1.3 精冲与成形极限	80	1. 毛刺形成	115
1. 平面零件难度等级	80	2. 毛刺评定	115
2. 成形零件加工极限	83	3. 影响因素	116
2.2 精冲零件的质量	83	4. 毛刺清除	118
2.2.1 精冲零件精度	84	2.2.5 精冲常见疵病	118
1. 尺寸公差	84	2.3 精冲零部件优化设计	119
2. 孔距公差	90	2.3.1 零件设计	119
3. 平面度	91	1. 传动杆	119
4. 垂直度	93	2. 连接件	119
2.2.2 精冲零件冲截面	95	3. 防护板	120
1. 冲截面结构	96	4. 主传动轮	120
2. 冲截面特征	96	5. 同步感应器	120
3. 冲截面测定	97	6. 支臂件	121
4. 冲截面数值	97	7. 翻边件	121
5. 冲截面的标注	98	2.3.2 部件设计	121
6. 影响因素	98	1. 离合器法兰盘结构	121
7. 表面粗糙度等级对照	105	2. 变速箱单元结构	122
2.2.3 塌角	110	3. 齿轮结构	122
1. 产生原因	110	4. 控制凸轮结构	123
2. 计算方法	111	5. 蹄形板结构	123
		6. 链轮结构	123

第3章 精冲零件材料

3.1 钢材	125	1. 软钢	149
3.1.1 钢材的精冲性	125	2. 结构钢	149
1. 良好的力学性能及较大的 变形能力	125	3. 渗碳钢	149
2. 理想的金相组织结构	126	4. 调质钢	149
3. 适宜的化学成分	131	5. 工具钢	150
4. 正确的退火工艺	132	3.1.5 选用示例	150
3.1.2 精冲钢材选择	133	3.2 铜和铜合金材料	154
1. 选择原则	133	3.2.1 材料种类	154
2. 钢材种类	133	1. 纯铜	154
3. 供应状态	135	2. 黄铜	154
3.1.3 精冲钢材性能	139	3. 锡青铜	154
1. 钢材力学性能	139	4. 锌白铜	154
2. 钢材精冲性评价	147	5. 铝青铜	154
3.1.4 精冲钢材技术规范	149	3.2.2 化学成分	154
		1. 黄铜	154

2. 锡青铜	154	3.3.3 热处理规范	159
3. 铝青铜	154	3.4 精冲材料冷作硬化	160
3.2.3 轧制状态	155	3.4.1 冷作硬化现象	160
1. 铜和锌黄铜	155	3.4.2 冷作硬化特性	160
2. 锡青铜	155	1. 钢 C10	160
3. 锌白铜	155	2. 钢 C45	161
4. 铝青铜	155	3. 钢 C67	161
3.2.4 材料性能	155	4. 钢 16MnCr6	162
1. 力学性能	155	5. 硅钢	163
2. 可精冲性	155	6. 微合金钢	163
3.2.5 热处理规范	156	7. 冷作硬化对比	164
3.3 铝和铝合金材料	157	3.4.3 冷作硬化最大值	165
3.3.1 材料种类	157	3.4.4 冷作硬化区	165
1. 纯铝	157	3.4.5 硬化意义	165
2. 铝锰合金	157	3.4.6 典型硬化曲线	166
3. 铝镁合金	157	3.5 精冲材料流动曲线	166
4. 铝镁硅合金	157	3.5.1 计算方法	166
5. 铝铜镁合金	157	3.5.2 典型流动曲线	167
3.3.2 材料性能	157	1. 根据 BrockHaus 资料	167
1. 力学性能	157	2. 根据 Heinz Tschätsch 资料	170
2. 可精冲性	158		

第4章 精冲工艺

4.1 概述	173	4.3.4 斜切工艺	185
4.2 工艺编制	174	1. 冲斜孔	185
4.2.1 工艺原则	174	2. 冲斜面	188
4.2.2 工艺内容与步骤	174	4.3.5 拉深工艺	188
1. 分析精冲零件工艺性	174	4.3.6 沉孔工艺	191
2. 确定最佳精冲工艺方案	175	1. 圆锥形沉孔	191
3. 确定精冲模具结构形式	175	2. 圆柱形沉孔	194
4. 选择合适的精冲机	175	3. 沉孔畸变	196
5. 编制工艺技术文件	175	4. 沉孔力计算	196
4.3 工艺方案	175	5. 对材料性能的影响	197
4.3.1 冲裁件工艺	175	4.3.7 半冲孔工艺	198
1. 窄断面冲裁工艺	175	1. 工艺特点	198
2. 厚板冲裁	178	2. 参数选择	199
4.3.2 弯曲工艺	180	3. 模具种类	200
1. 弯曲零件	180	4. 零件示例	201
2. 折弯零件	181	4.3.8 挤压工艺	202
3. 复合成形件	184	1. 工艺特点	202
4.3.3 切口—弯曲工艺	185	2. 参数选择	202

3. 模具种类	203	3. 模具种类	217
4. 零件示例	203	4.3.16 叠铆工艺	217
4.3.9 压扁工艺	204	1. 工艺特点	217
1. 工艺特点	204	2. 工艺过程	217
2. 参数选择	206	3. 工艺参数	219
3. 模具种类	207	4. 冷作硬化	219
4. 零件示例	207	4.3.17 精冲与摆辗工艺	219
4.3.10 压棱角工艺	208	4.4 检验工艺	220
1. 工艺特点	208	4.5 经济选择	223
2. 模具种类	209	4.5.1 摩托车链轮	223
3. 零件示例	209	4.5.2 打印机锤	225
4.3.11 翻边工艺	210	4.5.3 连杆	226
1. 工艺特点	210	4.5.4 控制凸轮	226
2. 模具种类	211	4.5.5 超越离合器内外齿圈	227
3. 零件示例	211	4.5.6 发动机起动轮齿圈	229
4.3.12 压印工艺	213	4.5.7 离合器体	230
1. 工艺特点	213	4.5.8 传动壳体	230
2. 参数选择	213	4.5.9 行星轮支架	230
3. 模具种类	214	4.5.10 齿轮	232
4.3.13 密封零件工艺	214	4.5.11 支架	232
4.3.14 复杂零件工艺	215	4.5.12 支臂	233
4.3.15 接合工艺	217	4.5.13 摆杆	234
1. 工艺特点	217	4.5.14 打印头	234
2. 工艺形式	217		

第5章 精冲模设计

5.1 基本原则	236	1. 有缩紧环结构(A型)	241
5.1.1 设计要求	236	2. 无缩紧环结构(B型)	241
5.1.2 设计内容	236	3. 无垫座结构(C型)	241
5.1.3 设计步骤	236	5.4.3 连续精冲模	243
5.2 模具特点	237	5.4.4 连续复合精冲模	243
5.3 模具分类	237	5.4.5 传送精冲模	244
5.3.1 模具系统与种类	237	5.4.6 典型精冲模结构(示例)	244
5.3.2 模具系统选择	237	5.4.7 折弯精冲模	249
5.3.3 模具种类选择	238	1. 设计要求	249
5.4 模具结构	239	2. 折弯模结构	250
5.4.1 活动凸模式复式精冲模	239	5.4.8 简易精冲模	252
1. 整体式结构(A型)	239	5.4.9 智能化模具	252
2. 镶拼式结构(B型)	239	1. 模具零件可靠性分析	252
3. 连接式结构(C型)	239	2. 快速更换易损(风险)元件的 可能性	253
5.4.2 固定凸模式复式精冲模	241		

3. 精冲零件应用示例	253	5.10.3 对比分析	280
5.4.10 精冲模标准	254	5.11 模具零部件设计	280
1. 标准模架	254	5.11.1 齿圈	280
2. 快换模架	256	1. 齿圈作用	280
5.5 排样	257	2. 齿圈分布	280
5.5.1 排样原则	257	3. 齿圈结构	281
1. 合理的材料利用率	257	4. 齿圈力态	283
2. 足够的齿圈位置	257	5. 齿圈影响	284
3. 稳定的废料栅送料刚度	257	6. 齿圈尺寸	288
4. 最佳的排样方法	259	7. 齿圈保护	289
5.5.2 搭边计算	259	5.11.2 凸模	290
5.5.3 应用示例	261	1. 结构形式	290
5.6 压力中心	261	2. 固定方式	290
5.6.1 解析法	262	3. 凸模强度	294
5.6.2 图解法	262	4. 销钉核算	295
5.6.3 常用截面质心	263	5.11.3 凹模	296
5.7 精冲力	267	1. 结构形式	296
5.7.1 概述	267	2. 固定方式	297
5.7.2 冲裁力	267	3. 凹模尺寸	297
5.7.3 压边力	269	4. 凹模形状	299
5.7.4 反压力	272	5. 压合量选择	299
1. 根据 VDI-3345 资料	272	6. 缩紧环尺寸计算	300
2. 根据经验公式	272	5.11.4 传力杆	301
5.7.5 退料力和顶件力	273	1. 载荷计算	301
5.7.6 压印力	273	2. 设计要求	301
5.7.7 传力杆和顶杆	273	5.11.5 闭锁销	302
5.7.8 精冲力的计算实例	273	5.11.6 平衡杆	302
5.8 精冲功	275	1. 设计要求	302
5.8.1 冲裁功	275	2. 高度差值	303
5.8.2 齿圈功	275	5.11.7 弹簧顶销	304
5.8.3 反压力功	276	1. 结构形式	304
5.8.4 计算示例	276	2. 安放位置	304
5.8.5 齿圈力 P_R 与齿圈保 压力 P_{R_0}	276	5.11.8 顶出装置	305
5.9 模具工作尺寸计算	277	1. 顶料杆	305
5.9.1 落料零件	277	2. 顶件板	305
5.9.2 冲孔零件	277	5.11.9 吹除装置	307
5.9.3 计算示例	278	5.11.10 冷却装置	308
5.10 精冲间隙	278	5.11.11 导正销	309
5.10.1 基本概念	278	5.11.12 挡料销	309
5.10.2 计算方法	278	5.11.13 导料装置	309
		5.11.14 润滑系统	311

5.12 模具零件配合关系	312	5.12.2 Schmid 公司	313
5.12.1 Feintool 公司	312	1. 固定凸模式模具零部件配合关系	313
1. 活动凸模式模具零部件配合关系	312	2. 导正销和挡料销配合关系	313
2. 固定凸模式模具零部件配合关系	313	3. 闭锁销和导料销配合关系	316
3. 快换模芯零部件配合关系	313	5.13 精冲模辅助液压装置	317
		5.14 附属清除装置	319

第6章 精冲模制造

6.1 概述	321	3. 电极腐蚀液配方	363
6.1.1 精冲模制造方法	321	6.2.6 模具制造工时	363
1. 压印法	321	1. 电蚀加工工时计算	363
2. 机械加工法	321	2. 线切割工时计算	363
3. 电蚀法(电火花法)	321	3. 齿圈加工工时计算	363
4. 线切割法	321	6.3 模具装配	364
6.1.2 各种制造方法质量状况	321	6.3.1 活动凸模式模具总装配过程	364
1. 加工精度	321	6.3.2 固定凸模式模具总装配过程	369
2. 表面粗糙度	322	6.3.3 精冲模定距板	372
3. 加工表面特性	323	1. 冲小孔精冲模定距板	372
6.1.3 精冲模制造设备	323	2. 圆形和矩形精冲模定距板	373
6.2 精冲模零部件加工	323	6.4 模具检验	374
6.2.1 精冲模加工工艺流程	323	6.4.1 活动凸模式模具检验	374
6.2.2 电蚀加工法	331	1. 尺寸检验	374
1. 凹模和齿圈压板电蚀加工	331	2. 硬度检验	380
2. 凸模和顶件器外形电蚀加工	334	6.4.2 固定凸模式模具检验	381
3. 凸模和顶件器内孔电蚀加工	335	1. 尺寸检验	381
4. 齿形环电蚀加工	335	2. 硬度检验	387
5. 电蚀表面特性	337	6.5 精冲模具材料	388
6.2.3 线切割加工	341	6.5.1 模具材料选择条件	388
1. 工艺过程	341	1. 模具元件工作特点	388
2. 工艺特点	345	2. 模具元件受力状况	390
3. 表面特性	349	3. 精冲零件工艺要求	393
4. 应力场控制	349	6.5.2 模具材料性能要求	393
5. 线切割最佳参数选择	351	1. 硬度	393
6.2.4 机械加工	352	2. 淬透性	393
1. 模架加工	352	3. 回火稳定性	393
2. 齿形环加工	354	4. 耐磨性	395
3. 凸模、凹模刃口圆角加工	357	5. 抗压性	396
6.2.5 电极加工	359	6. 韧性	396
1. 电极材料选择	359		
2. 电极尺寸及其加工	361		

7. 均匀性	396	1. 各种硬化材料硬度对比	423
8. 尺寸稳定性	396	2. 硬化材料物理性	423
6.5.3 模具材料种类	399	3. 硬化材料表面特性	424
1. 模具材料化学成分	399	6.8 精冲模寿命	424
2. 模具材料力学性能	400	6.8.1 模具寿命影响因素	424
3. 各国模具材料对照	401	1. 零件难度	424
6.6 模具热处理	402	2. 零件材料	425
6.6.1 高合金工具钢	402	3. 模具材料及其热处理	425
1. 淬火	402	4. 模具制造质量	425
2. 回火	402	5. 模具表面强化	426
3. 几种材料典型热处理规范	404	6. 模具结构	426
4. 加热时间与零件尺寸的关系	405	7. 精冲机选择	426
6.6.2 高速钢	407	8. 零件材料润滑	426
6.6.3 粉末冶金高速钢	409	6.8.2 模具寿命评估原则	427
6.6.4 硬质合金	413	6.8.3 模具寿命计算方法	428
6.6.5 尺寸稳定性	414	1. 凸模、凹模可冲裁零件数	428
1. 合金工具钢尺寸变化	414	2. 凸模、凹模复磨高度	428
2. 高速钢尺寸变化	417	3. 模具总寿命	428
3. 热应力、组织应力和体积效		4. 模具刃口强度系数	428
应影响	417	5. 应用示例	429
6.7 模具表面处理	418	6.8.4 模具寿命实例	429
6.7.1 概述	418	6.9 模具制造实例	430
6.7.2 PVD 法	419	6.9.1 概述	430
1. 基本原理	419	6.9.2 模具工艺分析	431
2. 使用方法	419	6.9.3 模具设计	431
6.7.3 CVD 法	419	1. 排样	431
1. 基本原理	419	2. 模具结构	431
2. 使用方法	420	3. 模具制作方法	434
6.7.4 PVD 法和 CVD 法工艺		6.9.4 模具加工	434
要点	420	1. 凹模和压料板加工	435
1. 工艺要求	420	2. 凸模和退料板加工	440
2. 模具涂镀材料	421	3. 电极加工	444
3. 涂镀时间—温度图	421	6.9.5 模具装配	446
4. 表面涂镀与冲载面质量	421	6.9.6 试模	447
6.7.5 硬化材料特性	423	6.9.7 鉴定	447

第7章 精冲润滑剂

7.1 摩擦与磨损	448	1. FTL 系列精冲润滑剂	450
7.2 润滑机理	449	2. GLIDEX 系列精冲润滑剂	451
7.3 精冲润滑剂选择	449	3. F 系列精冲润滑剂	452
7.3.1 润滑剂种类	450	4. FS 系列 BP(瑞士)公司精冲	

X

润滑剂 FS200	453	2. 黏度	454
5. 中厚板及厚板精冲润滑剂	453	3. 效率因数和表面粗糙度	454
7.3.2 润滑剂润滑效果	454	7.4 无氟精冲润滑剂	455
1. 摩擦副的表面特性	454		

第8章 厚板精冲

8.1 厚板精冲光亮面及表面粗糙度		8.2.2 厚板冲孔尺寸和形状	465
影响因素	456	1. 压板形式及压边力对孔几何	
8.1.1 光亮剪切的影响因素	456	形状的影响	465
1. 冲裁间隙	456	2. 反压力对孔几何形状的影响	466
2. 压板形式及压力	456	3. 反压力和压边力对塌角的影响	467
3. 反压力	459	8.3 厚板精冲的冲裁力	468
4. 材料强度	459	8.3.1 厚板冲裁力的影响因素	468
5. 模具刃口圆角半径	460	8.3.2 厚板冲裁的抗剪强度系数	468
6. 搭边宽度和带料轧制方向	461	8.4 厚板精冲冷作硬化	469
8.1.2 表面粗糙度	461	8.4.1 厚板精冲冷作硬化的特点	469
8.2 厚板精冲件精度	462	8.4.2 冷作硬化与变形程度	471
8.2.1 厚板落料尺寸和形状	462	8.4.3 精冲件的疲劳强度	471
1. 直径精度	462	8.5 厚板精冲的质量因素	472
2. 塌角	463	8.6 小结	474
3. 平面度	464		

第9章 精冲机

9.1 概述	475	9.4 精冲能力	482
9.1.1 精冲力	475	9.4.1 精冲机诸力参数	482
9.1.2 冲裁速度	475	9.4.2 冲裁力—时间(行程)—	
9.1.3 滑块行程	475	曲线	482
9.1.4 滑块结构	475	9.4.3 计算方法	482
9.1.5 机床性能	476	1. 诸力计算	483
9.2 精冲机类型	476	2. 冲裁速度	483
9.2.1 机械传动精冲机	476	3. 其他定值速度	483
9.2.2 液压传动精冲机	478	4. 滑块行程长度划分	483
9.3 滑块运动过程	479	5. 冲程次数	484
9.3.1 滑块诸力	479	6. 生产率	484
9.3.2 运动特性	479	9.5 负荷状态与刚度	484
1. 机械传动滑块特性	479	9.5.1 床身刚度	484
2. 液压传动滑块特性	479	9.5.2 滑块导向	485
9.3.3 滑块行程	480	9.5.3 滑块倾斜	486
1. 滑块行程时间计算	480	9.5.4 轴承	486
2. 滑块行程次数计算	481	9.5.5 限位精度	486
3. 滑块行程长度计算	481	9.6 精冲机配套装置	487

9.6.1 送进料、润滑及废料	9.7.2 键板式	488
切断装置	9.7.3 触键式	489
9.6.2 人身防护装置	9.8 精冲机生产	490
9.6.3 噪声防护装置	9.8.1 机械式精冲机技术参数	493
9.7 精冲机模具安全防护装置	9.8.2 液压精冲机技术参数	494
9.7.1 键台式		

第10章 精冲件生产

10.1 概述	503	2. 计算机零件	512
10.2 精冲生产工程	503	3. 打印机零件	514
10.3 精冲生产的经济性	504	4. 电话机零件	514
10.3.1 影响因素	504	10.5.2 机械零件	514
10.3.2 生产方式的选择	504	1. 柴油机面板	514
1. 根据精冲件生产数量	504	2. 汽化器零件	514
2. 根据精冲件公差	505	3. 传动构件	515
3. 根据冲截面粗糙度	505	4. 液压马达阀片	515
4. 根据材料成本	505	5. 行星传动构件	515
5. 根据模具成本	506	6. 制动构件	515
6. 根据换模时间	506	7. 座椅构件	515
7. 根据精冲生产条件	506	8. 门锁	515
8. 根据价值分析	508	9. 自动变速箱	515
10.3.3 实例	508	10. 安全带	517
1. 轮架	508	11. 信号环件	517
2. 插杆	508	12. 纺织机械	517
3. 齿条	509	13. 水泵	517
10.4 精冲件去毛刺	510	14. 山地车链轮	517
10.4.1 去毛刺方法	510	15. 小五金	519
1. 滚动法	510	16. 基本粒子回旋加速器	520
2. 振动法	510	10.5.3 摩托车零件	520
3. 砂带法	510	10.5.4 汽车零件	522
10.4.2 去毛刺方法选择	510	1. 刹车系统	522
10.4.3 磨削材料	512	2. 电动机	522
1. 磨块	512	3. 门锁	522
2. 砂带	512	4. 传动系统	522
10.5 精冲件生产实例	512	5. 座椅及安全带	522
10.5.1 仪器仪表零件	512	6. 座板	522
1. 照相机零件	512	参考文献	531

绪 论

0.1 精冲技术简史

0.1.1 精冲起源

精冲技术的源流要追溯到 1914 年—1918 年这段历史,它对促进精冲的形成起了重要作用。当时,由于工业生产的发展,出现了对精密零件的需求。1917 年—1922 年就开始了钢成形叶片锻锻和棒料精切,同时在钟表工业中也产生了整修工艺。

1921 年德国人 Fritz Schiess,在瑞士 Lichtensteig 自己的家庭作坊里,开始设计和制造试验性的液压冲裁装置,并于 1922 年开始在抗拉强度为 600N/mm^2 ,料厚为 8mm 的钢料上,成功地进行了一些简单零件的精密剪切和精冲试验。

1922 年 4 月 9 日 Fritz Schiess 申请“金属零件液压冲裁装置”(见图 0-1)的德国专利证书(No. 371004),并于 1923 年 3 月 9 日将它公诸于世。随后它被推广到瑞士、法国、英国和美国等。

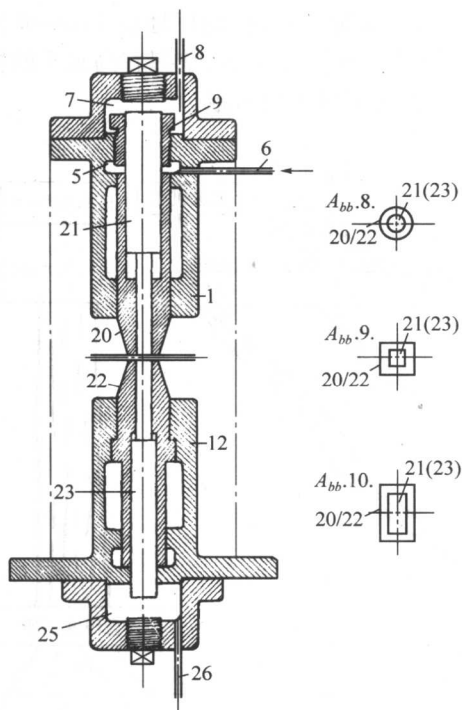


图 0-1 精冲试验装置(Fritz Schiess)
1、12—上、下液压缸; 5、7、25—液压室; 6、8、26—压力管; 9—调整螺钉; 20—齿圈压板; 21—凸模; 22—反压板; 23—凹模。

1924 年 Fritz Schiess 在 Lichtensteig-Wattwil 工厂建立了第一个精冲模制造车间,并于 1925 年生产出世界上第一个精冲零件(见图 0-2)。随后便开始精冲零件小批生产和进行精冲机的改进设计。

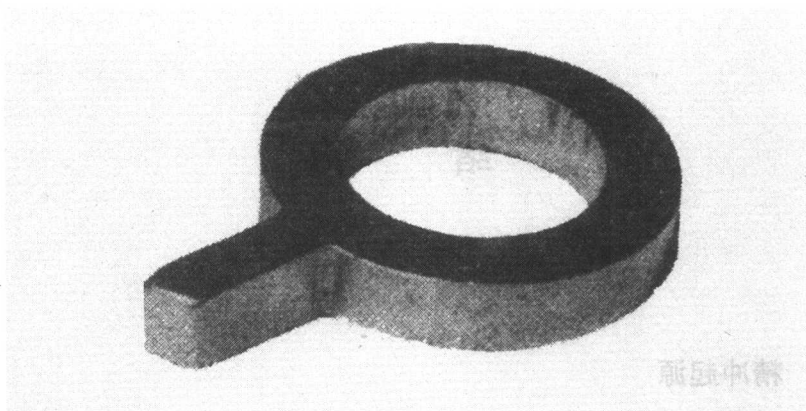


图 0-2 第一个精冲零件

料厚 $S = 4\text{mm}$, 壁厚 3.5mm , 凸起宽 3mm , 软钢, 抗拉强度 $\sigma_b = 550\text{N/mm}^2$ 。

今天, Fritz Schiess & Co. 仍是一个封闭式的家族工厂, 拥有 200 多人, 60 多台精冲机, 生产了 5 500 多种精冲零件, 制造了 16 000 多副精冲模具, 有着丰富的精冲技术经验。

0.1.2 精冲流派

精冲技术自 1921 年发明到现在, 80 多年来在 Fritz Schiess 理论的基础上, 无论是理论还是实践方面, 都有了很大的发展, 特别是自 1957 年以来, 由秘密到公开, 在各个生产工艺领域出现了很大的突破, 图 0-3 所示为当今世界精冲技术的流派。然而, 确切地说 Feintool 公司和 Schmid 公司仍是先导, 而 Feintool 公司在精冲工艺开发上更是佼佼者, 掌握着高水平的精冲技术。它的创始人 Fritz Bösch 为世界精冲事业的发展作出了很大的贡献。

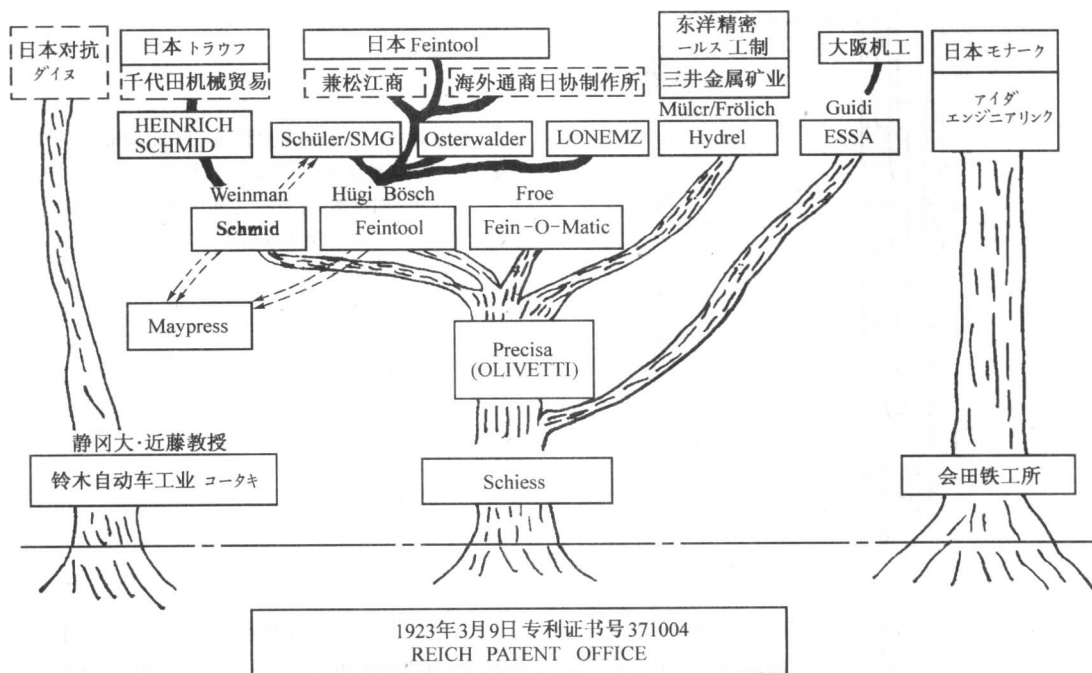


图 0-3 精冲技术的源流

0.1.3 精冲年表

精冲发展过程,大致是:

1923 年 德国人 F. Schiess 通过试验研究获得精冲技术专利。

1923 年—1950 年 精冲技术主要和秘密的使用于钟表工业。

1952 年 瑞士 H. Schmid 开始了精冲技术,并首先自行设计和制造了肘节式精冲机。

1956 年 瑞士 Schmid 公司制造了第一台液压精冲机。

1958 年 强力压板精冲开始推广。

1959 年 瑞士 Feintool 公司成立。

1960 年 精冲技术进入了一个发展时期(F. Bösch 时期),其标志是小吨位的商品精冲机进入市场。

- Feintool 公司与 Osterwalder 公司合作生产机械式精冲机并投入市场;
- 瑞士 Basel 展览会上第一次展出精冲机;
- 研制精冲材料材质;
- 日本开始研制精冲机。

1962 年 A. Guidi 第一次发表了精冲理论。

- 1965 年
- 年初,北京机电所、济南铸锻所、西安仪表精密零件厂、西安交通大学开始精冲工艺试验;
 - 年初,西安仪表精密零件厂引进第一台 Feintool 公司 GKP - F80 精冲机;
 - 西欧精冲机投入生产;
 - 日本通过技术引进和瑞士合作研制精冲机。

1966 年 日本生产卧式精冲机(50t)。

1970 年 1960 年—1970 年之间精冲件生产已扩大到办公机械、照相机、缝纫机、计算机、打字机、通信仪器和收音机等,同时开始进入汽车、摩托车、拖拉机、起重运输机械、纺织机械和自行车等工业部门。

1971 年 Feintool 在美国、德国、法国、英国设立分公司和科研工厂。

- 1973 年
- 日本使用对向凹模精冲技术;
 - Feintool 分公司在日本成立。

- 1976 年
- 我国第五机械工业部等与 Feintool 公司开始精冲技术交流,Feintool 公司第一次提供了精冲技术培训资料;
 - 我国北京市机械局翻译了 Feintool《实用精冲手册》(初版)。

1977 年 • 我国哈尔滨锻压机床厂和内江锻压机床厂分别研制成 25t、100t 精冲机。

1979 年 我国国防工业出版社出版了我国第一本《精冲技术》一书。

- 1980 年
- 精冲技术进入汽车工业,开始厚板精冲,并出现(400 ~ 1 400)t 的大吨位全液压精冲机;
 - 我国进行尺框对向凹模精冲工艺试验。

1981 年 我国内江锻压机床厂研制成 630t 全液压精冲机。

- 1985 年
- 我国第五机械工业部国营华北光学仪器厂在全国第一次引进瑞士 Feintool 公司精冲模设计与制造专有技术;
 - 厚板精冲:铝板厚度 25mm;钢板厚度:一般为 15mm, $\sigma_b > 600\text{N/mm}^2$;特殊为 (19 ~ 22)mm;

- 精冲机出现 CNC 控制系统。
- Feintool 与上海交通大学合作,进行精冲的软件开发。

1988 年 全世界精冲机拥有量 2 800 台。

2002 年 全世界精冲机拥有量(4 500 ~4 700)台。

2003 年 我国武汉华夏精冲技术有限公司研制成 FHB250t、630t 全液压精冲机,并通过国家鉴定。

2004 年 我国黄石汉斯舍恩机械设备有限公司研制成 HFZP 500 全液压精冲机。

0.2 精冲技术发展

从 1923 年至今 80 多年,精冲技术的发展是缓慢断续前进的。近 30 年则发展较快,主要表现在下述几个方面。

0.2.1 精冲零件

(1) 从简单到复杂几何形状零件,从平面到立体成形(弯曲、拉深、翻边、冷挤、半冲孔、沉孔、压印和摆碾等)零件。

(2) 从小尺寸到尺寸大型化(例如:冲裁线长达 600mm)。

(3) 从平面零件冲裁工艺发展到复合成形工艺,即所谓的 FFS (Fineblanking-Forming-Stamping) 工艺。

(4) 从薄板($S=0.04\text{mm}$)到厚板($S=(15\sim22)\text{mm}$),通常为 $S=(0.1\sim12)\text{mm}$ 的冲裁。

(5) 从低强度到高强度 $\sigma_b=(860\sim890)\text{N/mm}^2$ 微合金细晶粒钢板的冲裁。

(6) 精冲零件部分取代铸、锻、粉末冶金及机械加工件等。

0.2.2 精冲模具

1. 结构

复合化:大部分采用连续复合模(例如:冲裁-弯曲、冲裁-沉孔、冲裁-压印、冲裁-半冲孔和冲裁-挤压等)。

自动化:某些零件采用自动化的传送模具。

智能化:将模具单元化,采用分解式组件和插入式模块,使在压力机开启时,不卸下模具,即可在短时间内更换易损元件、部件和组件。

大型化:发展大型模具,例如:模具外形尺寸为:1 250mm×1 250mm×600mm,重达 6.3t。

标准化:Feintool 公司和 H. Schmid 公司已制定了精冲模具标准和通用快换模架系统。

导向系统:采用异型滚柱式线面接触,增大了导向结构刚度。

模具形式:由于精冲零件的大型化和精冲工艺的复合化,现在固定凸模式模具(80%)多于活动凸模式模具(20%)。而且连续复合模约占精冲模的 72%。

2. 模具材料

精冲模具凸、凹模除了一般常用高铬合金钢(X155CrVMo12.1 和 X165CrMoV12、X220CrVMo13.4(PM)等)和高速钢(S-6-5-2, S-6-5-3)外,进一步研究高强度、高韧性、高耐磨性材料,如粉末冶金高速钢 CPMREXM4, ASP23 和 CPM9V 和硬质合金材料 GT30, GT40 等。

3. 模具寿命

为了进一步提高模具使用寿命,采用化学气相沉积(CVD)法和物理气相沉积(PVD)法镀