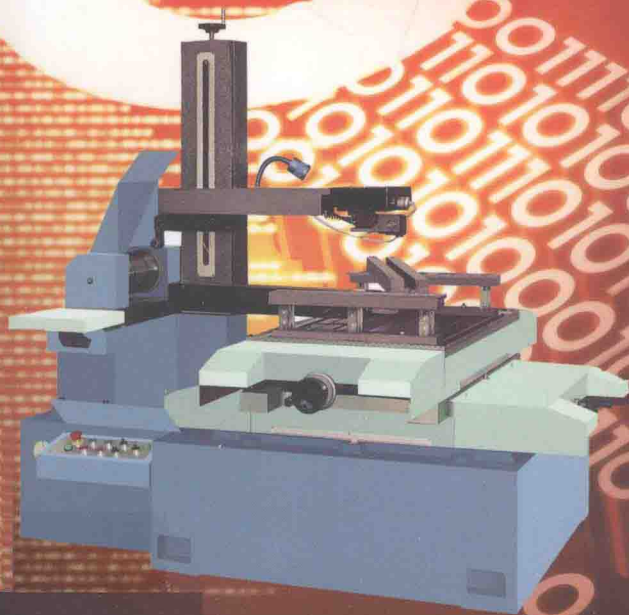


# 数控线切割

## 编程 68 例

(精华版)

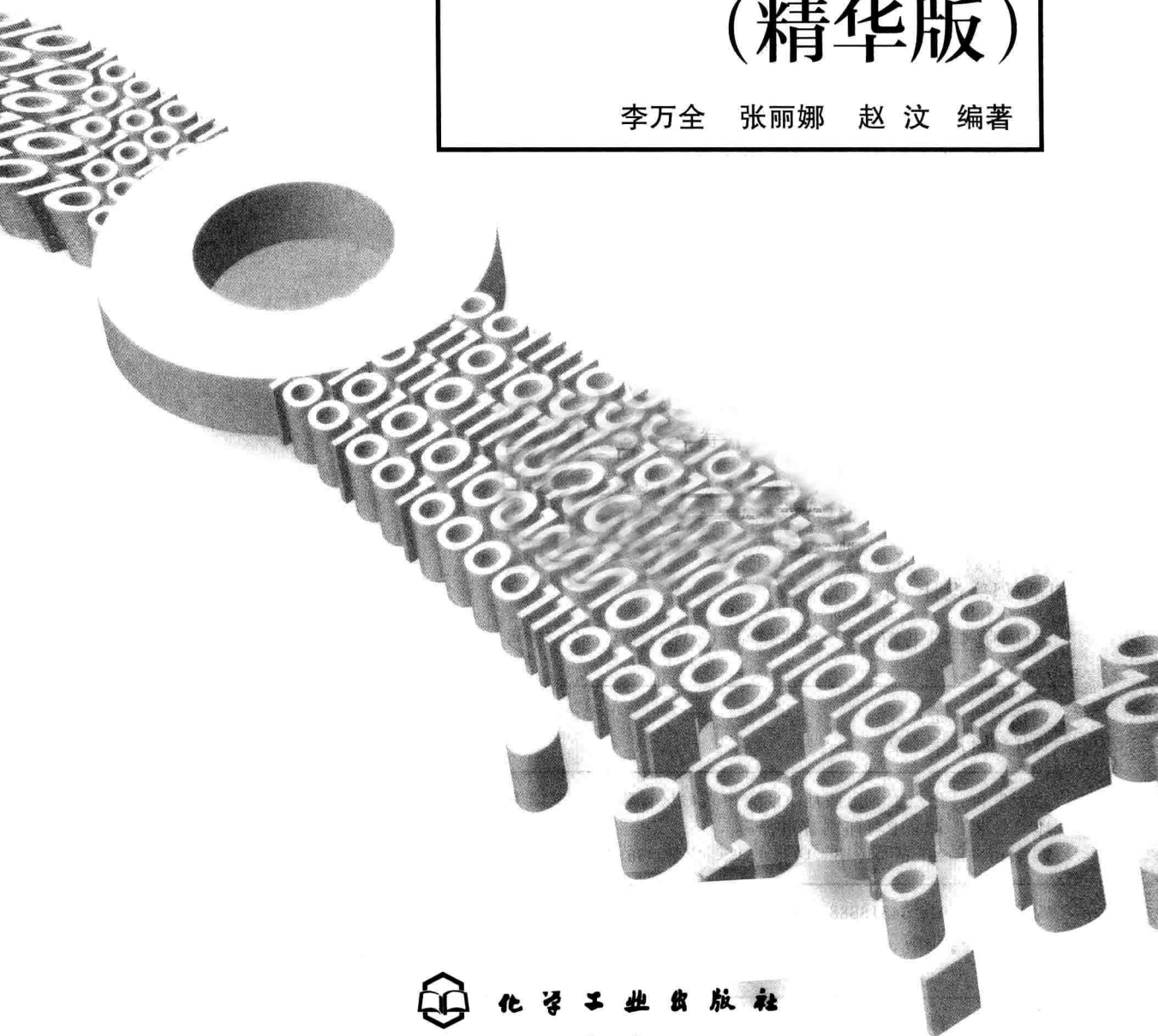
李万全 张丽娜 赵汶 编著



化学工业出版社

# 数控线切割 编程 68 例 (精华版)

李万全 张丽娜 赵汶 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

本书围绕实际工程背景,围绕慢走丝、快走丝两大线切割类型,以手工编程和自动编程结合的形式,深入地介绍了数控线切割加工的编程方法、技巧与应用。本书共分9章:第1章简要介绍了数控线切割加工工艺,使读者对数控线切割加工有一个大致的了解;第2~5章介绍了数控线切割慢走丝编程实例,包括基础零件手工编程、模具零件手工编程、标志零件手工编程以及自动编程实例;第6~9章介绍了数控线切割快走丝编程实例,分别为基础零件手工编程、模具零件手工编程、标识零件手工编程以及自动编程。全书68个实例,实例类型广泛,几乎涉及了所有的线切割应用领域。全书按照学习目标与要领、工艺分析、装夹与刀具设置、参考代码与注释的形式讲解,工艺分析详细到位,实例典型丰富,技术先进常用,全部来自于一线实践,实用性和指导性强,读者通过学习后举一反三,可以系统掌握数控线切割加工的各种方法与技巧,快速提高技能,步入高级数控技工的行列。

本书适合广大数控技工初中级读者使用,同时也可作为高职高专院校相关专业学生,以及社会相关培训班学员的理想教材。

### 图书在版编目(CIP)数据

数控线切割编程68例(精华版)/李万全,张丽娜,  
赵汶编著. —北京:化学工业出版社,2013.10  
ISBN 978-7-122-17778-0

I. ①数… II. ①李…②张…③赵… III. ①数控线  
切割-程序设计 IV. ①TG481

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第137939号

---

责任编辑:王 焯  
责任校对:宋 夏

文字编辑:谢蓉蓉  
装帧设计:尹琳琳

---

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)  
印 装:北京中科印刷有限公司  
787mm×1092mm 1/16 印张15¼ 字数366千字 2013年10月北京第1版第1次印刷

---

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899  
网 址:<http://www.cip.com.cn>  
凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

---

定 价:49.00元

版权所有 违者必究

# 前言

通常线切割用于加工一般切削加工方法难以加工或无法加工的硬质合金和淬火钢等高硬度、复杂轮廓形状的板状金属工件，特别是对冲裁（落料）模具中的凸凹模尤其适用。因此，数控线切割加工是机械制造中不可缺少的一种先进的加工方法。目前市场上的同类书中，讲解线切割基础工艺、操作的内容较多，而对线切割的各种实际应用涉及的较少。为了弥补这种不足，本书结合实际工程背景，围绕慢走丝、快走丝两大线切割类型来讲解，实例典型丰富、深度和广度均有涉及，可以给读者提供良好的学习参考。

全书共包括 9 章，主要内容如下。

第 1 章讲解了数控线切割加工工艺和准确工作，读者通过学习，可以对数控线切割加工工艺有所了解和熟悉，为后面的编程学习打好基础。

第 2~5 章讲解了慢走丝线切割加工编程实例，按照零件类型进行划分，具体包括：基础机械零件慢走丝编程实例（10 个）、模具零件慢走丝线切割编程实例（10 个）、图案标志零件慢走丝线切割编程实例（10 个）以及慢走丝自动编程实例（4 个）。实例类型丰富，自动编程围绕常用的 CAXA 自动编程软件和 AutoCAD-Ycut 自动编程软件讲解。读者通过学习，可以全面了解和掌握慢走丝线切割的各项编程技术与应用。

第 6~9 章讲解了线切割快走丝编程实例，一共 34 个实例，具体包括：基础机械零件快走丝编程实例（10 个）、模具零件快走丝线切割编程实例（10 个）、图案标志零件快走丝线切割编程实例（10 个）以及快走丝自动编程实例（4 个）。几乎涵盖了所有的类型工件，读者在学习过程中，可以通过和慢走丝编程进行对比，掌握它们的相似之处和区别。

全书按照实例描述、工艺分析、主要知识点、程序代码与注释的形式讲解，基础知识讲解精要，编程实例典型丰富，技术先进常用。实例全部来自于一线实践，实用性和指导性很强，读者通过学习，可以系统掌握数控线切割加工编程的各种方法与技巧，快速学以致用。

书中所有实例的素材文件可在出版社网站 [www.cip.com.cn](http://www.cip.com.cn) 中“资源下载”区下载，方便读者参考使用。本书适合广大数控技工初中级读者使用，同时也可作为高职高专院校相关专业学生，以及社会相关培训班学员的理想教材。

本书主要由李万全、张丽娜、赵汶编著，另外，马龙梅、孙红亮、杨学围、邓力、王乐、张秋冬、涂志涛、闫延超、赵程、赵辉、贺红霞、史丽萍、郭小琴、袁丽娟、刘汝芳、夏劲松、刘媛媛、赵普磊、李晓磊、董延等为本书的编写提供了很多帮助，在此一并向他们表示感谢！

由于时间有限，书中难免会有一些错误和不足之处，欢迎广大读者及业内人士予以批评指正。

编著者

# 目 录

<b>第 1 章 线切割加工工艺</b> .....	1
1.1 线切割加工特点及工艺 .....	1
1.1.1 线切割加工的特点 .....	1
1.1.2 线切割加工工艺 .....	1
1.1.3 工件的装夹与调整 .....	3
1.1.4 电极丝的选择 .....	4
1.1.5 电极丝的位置调整 .....	4
1.1.6 切割路线的选择 .....	5
1.1.7 合理穿丝孔的位置 .....	5
1.1.8 电参数的选择 .....	6
1.1.9 其他非电参数的选择 .....	6
1.1.10 线切割加工中精度、表面质量分析及解决办法 .....	7
1.1.11 电极丝损耗分析及处理措施 .....	7
1.2 线切割加工前的准备工作 .....	8
1.2.1 机床 Z 轴行程调整 .....	8
1.2.2 上丝与穿丝 .....	9
1.2.3 电极丝垂直度调整 .....	9
1.2.4 工件的装夹 .....	11
1.2.5 导电块的调整 .....	11

## 第一部分 慢走丝编程

<b>第 2 章 基础机械零件慢走丝编程实例</b> .....	12
2.1 六方零件线切割 .....	12
2.1.1 实例描述 .....	12
2.1.2 加工分析 .....	12
2.1.3 参考程序与注释 .....	12
2.2 五星形零件线切割 .....	14
2.2.1 实例描述 .....	14
2.2.2 加工分析 .....	14
2.2.3 参考程序与注释 .....	14
2.3 防松垫圈零件线切割 .....	17
2.3.1 实例描述 .....	17
2.3.2 加工分析 .....	17
2.3.3 参考程序与注释 .....	18
2.4 转子绝缘端板零件线切割 .....	21
2.4.1 实例描述 .....	21

2.4.2	加工分析	21
2.4.3	参考程序与注释	21
2.5	连接扣零件线切割	27
2.5.1	实例描述	27
2.5.2	加工分析	27
2.5.3	参考程序与注释	28
2.6	圆弧板零件线切割	30
2.6.1	实例描述	30
2.6.2	加工分析	30
2.6.3	参考程序与注释	31
2.7	山形零件线切割	32
2.7.1	实例描述	32
2.7.2	加工分析	32
2.7.3	参考程序与注释	33
2.8	T形槽零件线切割	36
2.8.1	实例描述	36
2.8.2	加工分析	36
2.8.3	参考程序与注释	37
2.9	锯盘零件线切割	41
2.9.1	实例描述	41
2.9.2	加工分析	41
2.9.3	参考程序与注释	41
2.10	定位板线切割	46
2.10.1	实例描述	46
2.10.2	加工分析	46
2.10.3	参考程序与注释	48

### **第3章 模具零件慢走丝线切割编程实例** 54

3.1	圆头凸模零件线切割	54
3.1.1	实例描述	54
3.1.2	加工分析	54
3.1.3	参考程序与注释	54
3.2	电极零件线切割	56
3.2.1	实例描述	56
3.2.2	加工分析	56
3.2.3	参考程序与注释	56
3.3	凹模零件线切割	59
3.3.1	实例描述	59
3.3.2	加工分析	59
3.3.3	参考程序与注释	59
3.4	模具零件线切割	61



3.4.1	实例描述	61
3.4.2	加工分析	61
3.4.3	参考程序与注释	61
3.5	凹模刃口零件线切割	63
3.5.1	实例描述	63
3.5.2	加工分析	63
3.5.3	参考程序与注释	64
3.6	冲裁模零件线切割	66
3.6.1	实例描述	66
3.6.2	加工分析	66
3.6.3	参考程序与注释	67
3.7	旋风模具零件线切割	71
3.7.1	实例描述	71
3.7.2	加工分析	71
3.7.3	参考程序与注释	71
3.8	冲压零件线切割	73
3.8.1	实例描述	73
3.8.2	加工分析	73
3.8.3	参考程序与注释	74
3.9	插片零件线切割	76
3.9.1	实例描述	76
3.9.2	加工分析	76
3.9.3	参考程序与注释	77
3.10	H形型腔零件线切割	81
3.10.1	实例描述	81
3.10.2	加工分析	81
3.10.3	参考程序与注释	82

<b>第4章</b>	<b>图案标志零件慢走丝线切割编程实例</b>	<b>85</b>
4.1	数字5零件线切割	85
4.1.1	实例描述	85
4.1.2	加工分析	85
4.1.3	参考程序与注释	85
4.2	苹果形标志线切割	86
4.2.1	实例描述	86
4.2.2	加工分析	86
4.2.3	参考程序与注释	87
4.3	交通箭头零件线切割	88
4.3.1	实例描述	88
4.3.2	加工分析	88
4.3.3	参考程序与注释	89

4.4	皇冠零件线切割	90
4.4.1	实例描述	90
4.4.2	加工分析	90
4.4.3	参考程序与注释	91
4.5	鱼形零件线切割	95
4.5.1	实例描述	95
4.5.2	加工分析	95
4.5.3	参考程序与注释	96
4.6	Girl标志文字线切割	98
4.6.1	实例描述	98
4.6.2	加工分析	98
4.6.3	参考程序与注释	98
4.7	太阳花零件线切割	101
4.7.1	实例描述	101
4.7.2	加工分析	101
4.7.3	参考程序与注释	102
4.8	标牌零件线切割	104
4.8.1	实例描述	104
4.8.2	加工分析	104
4.8.3	参考程序与注释	104
4.9	十字架零件线切割	106
4.9.1	实例描述	106
4.9.2	加工分析	106
4.9.3	参考程序与注释	107
4.10	手形零件线切割	113
4.10.1	实例描述	113
4.10.2	加工分析	113
4.10.3	参考程序与注释	113
<b>第5章</b>	<b>慢走丝自动编程实例(4个)</b>	<b>116</b>
5.1	CAXA自动编程	116
5.1.1	齿轮零件线切割	116
5.1.2	叉架零件线切割	121
5.2	AutoCAD-Ycut自动编程	128
5.2.1	标志零件线切割	128
5.2.2	眼镜框零件线切割	136

## 第二部分 快走丝编程

<b>第6章</b>	<b>基础机械零件快走丝手工编程实例</b>	<b>148</b>
6.1	矩形零件线切割	148
6.1.1	实例描述	148



6.1.2	加工分析 .....	148
6.1.3	主要知识点 .....	148
6.1.4	参考程序与注释 .....	149
6.2	垫板零件线切割 .....	150
6.2.1	实例描述 .....	150
6.2.2	加工分析 .....	150
6.2.3	主要知识点 .....	150
6.2.4	参考程序与注释 .....	151
6.3	电脑散热器零件线切割 .....	151
6.3.1	实例描述 .....	151
6.3.2	加工分析 .....	152
6.3.3	主要知识点 .....	152
6.3.4	参考程序与注释 .....	152
6.4	带轮截面样板零件线切割 .....	154
6.4.1	实例描述 .....	154
6.4.2	加工分析 .....	154
6.4.3	主要知识点 .....	154
6.4.4	参考程序与注释 .....	155
6.5	刀形零件线切割 .....	155
6.5.1	实例描述 .....	155
6.5.2	加工分析 .....	156
6.5.3	主要知识点 .....	156
6.5.4	参考程序与注释 .....	156
6.6	校准板零件线切割 .....	157
6.6.1	实例描述 .....	157
6.6.2	加工分析 .....	157
6.6.3	主要知识点 .....	157
6.6.4	参考程序与注释 .....	158
6.7	弯头板零件线切割 .....	159
6.7.1	实例描述 .....	159
6.7.2	加工分析 .....	159
6.7.3	主要知识点 .....	160
6.7.4	参考程序与注释 .....	160
6.8	卡口零件线切割 .....	161
6.8.1	实例描述 .....	161
6.8.2	加工分析 .....	161
6.8.3	主要知识点 .....	161
6.8.4	参考程序与注释 .....	162
6.9	连接盘零件线切割 .....	163
6.9.1	实例描述 .....	163
6.9.2	加工分析 .....	163

6.9.3	主要知识点 .....	164
6.9.4	参考程序与注释 .....	164
6.10	钟表零件线切割 .....	164
6.10.1	实例描述 .....	164
6.10.2	加工分析 .....	165
6.10.3	主要知识点 .....	165
6.10.4	参考程序与注释 .....	165
<b>第7章</b>	<b>模具零件快走丝线切割编程实例 .....</b>	<b>167</b>
7.1	冲裁模凸模零件线切割 .....	167
7.1.1	实例描述 .....	167
7.1.2	加工分析 .....	167
7.1.3	主要知识点 .....	168
7.1.4	参考程序与注释 .....	168
7.2	多腔凹模零件线切割 .....	169
7.2.1	实例描述 .....	169
7.2.2	加工分析 .....	169
7.2.3	主要知识点 .....	169
7.2.4	参考程序与注释 .....	169
7.3	冲压零件线切割 .....	170
7.3.1	实例描述 .....	170
7.3.2	加工分析 .....	171
7.3.3	主要知识点 .....	171
7.3.4	参考程序与注释 .....	171
7.4	板牙模具线切割 .....	172
7.4.1	实例描述 .....	172
7.4.2	加工分析 .....	173
7.4.3	主要知识点 .....	173
7.4.4	参考程序与注释 .....	173
7.5	冲裁凹模零件线切割 .....	174
7.5.1	实例描述 .....	174
7.5.2	加工分析 .....	175
7.5.3	主要知识点 .....	175
7.5.4	参考程序与注释 .....	175
7.6	钥匙模具线切割 .....	176
7.6.1	实例描述 .....	176
7.6.2	加工分析 .....	176
7.6.3	主要知识点 .....	177
7.6.4	参考程序与注释 .....	177
7.7	电极零件线切割 .....	178
7.7.1	实例描述 .....	178

7.7.2	加工分析 .....	178
7.7.3	主要知识点 .....	178
7.7.4	参考程序与注释 .....	179
7.8	铝板刀模零件线切割 .....	179
7.8.1	实例描述 .....	179
7.8.2	加工分析 .....	180
7.8.3	主要知识点 .....	180
7.8.4	参考程序与注释 .....	181
7.9	泵盖零件线切割 .....	182
7.9.1	实例描述 .....	182
7.9.2	加工分析 .....	183
7.9.3	主要知识点 .....	183
7.9.4	参考程序与注释 .....	183
7.10	汽车模具零件线切割 .....	184
7.10.1	实例描述 .....	184
7.10.2	加工分析 .....	184
7.10.3	主要知识点 .....	184
7.10.4	参考程序与注释 .....	184

**第8章 图案标志零件快走丝线切割编程实例 .....** 186

8.1	徽标零件线切割 .....	186
8.1.1	实例描述 .....	186
8.1.2	加工分析 .....	186
8.1.3	主要知识点 .....	187
8.1.4	参考程序与注释 .....	187
8.2	拼图零件线切割 .....	187
8.2.1	实例描述 .....	187
8.2.2	加工分析 .....	188
8.2.3	主要知识点 .....	188
8.2.4	参考程序与注释 .....	188
8.3	A形标零件线切割 .....	189
8.3.1	实例描述 .....	189
8.3.2	加工分析 .....	189
8.3.3	主要知识点 .....	190
8.3.4	参考程序与注释 .....	190
8.4	Boy标志线切割 .....	191
8.4.1	实例描述 .....	191
8.4.2	加工分析 .....	191
8.4.3	主要知识点 .....	191
8.4.4	参考程序与注释 .....	192
8.5	G形定位板线切割 .....	193

8.5.1	实例描述 .....	193
8.5.2	加工分析 .....	193
8.5.3	主要知识点 .....	193
8.5.4	参考程序与注释 .....	194
8.6	航空标志零件线切割 .....	195
8.6.1	实例描述 .....	195
8.6.2	加工分析 .....	195
8.6.3	主要知识点 .....	195
8.6.4	参考程序与注释 .....	196
8.7	航天标志零件线切割 .....	197
8.7.1	实例描述 .....	197
8.7.2	加工分析 .....	197
8.7.3	主要知识点 .....	198
8.7.4	参考程序与注释 .....	198
8.8	标牌零件线切割 .....	200
8.8.1	实例描述 .....	200
8.8.2	加工分析 .....	200
8.8.3	主要知识点 .....	200
8.8.4	参考程序与注释 .....	200
8.9	太阳标志零件线切割 .....	201
8.9.1	实例描述 .....	201
8.9.2	加工分析 .....	201
8.9.3	主要知识点 .....	202
8.9.4	参考程序与注释 .....	202
8.10	鸭子图案零件线切割 .....	203
8.10.1	实例描述 .....	203
8.10.2	加工分析 .....	203
8.10.3	主要知识点 .....	203
8.10.4	参考程序与注释 .....	204
<b>第9章</b>	<b>快走丝自动编程实例 (4个)</b> .....	<b>205</b>
9.1	CAXA 自动编程 .....	205
9.1.1	字母板零件线切割 .....	205
9.1.2	奥运运动标志零件线切割 .....	211
9.2	AutoCAD-Ycut 自动编程 .....	217
9.2.1	吊钩零件线切割 .....	217
9.2.2	圆弧齿零件线切割 .....	221
<b>参考文献</b>	.....	<b>229</b>

# 第 1 章 线切割加工工艺

线切割是在电火花穿孔、成形加工的基础上发展起来的一项加工技术。它不仅使电火花加工的应用得到了发展，而且某些方面已逐渐取代了电火花穿孔、成形加工。线切割加工在一些难切削的材料、特殊及复杂形状的零件的加工应用上，较传统的切削加工方法具有明显的优势，因此被广泛应用于模具、航空航天等领域。本章对线切割加工工艺进行重点阐述。

## 1.1 线切割加工特点及工艺

根据电极丝运动的方式将线切割机床分为快走丝线切割机床和慢走丝线切割机床，二者具有不同的特点和应用场合。快走丝线切割机床因其操作简单、成本低等优点而被普遍采用。慢走丝线切割由于能够自动卸除加工废料、自动搬运工件、自动穿电极丝，并应用了自适应控制技术，因而能够实现无人操作的加工，精度更高，但加工成本要比快走丝线切割机床高得多。

### 1.1.1 线切割加工的特点

- ① 无论被加工的材料硬度如何，只要是导体或半导体材料都能实现加工。
- ② 无需金属切削刀具，以 0.03~0.35mm 的金属丝为电极工具，工件材料的预留量少，能有效节约贵重材料。
- ③ 虽然加工的对象主要是平面形状，但几乎能够方便地加工任何复杂形状型孔、微孔、窄缝等。
- ④ 直接采用精加工和半精加工一次加工成形，一般不需要中途转换。
- ⑤ 只对工件材料进行图形轮廓加工，图形内外的余料还可利用。
- ⑥ 自动化程度高，操作方便，加工周期短，成本低。

### 1.1.2 线切割加工工艺

数控电火花线切割加工，一般是作为工件尤其是模具加工中的最后工序。要达到加工零件的精度及表面粗糙度要求，应合理控制线切割加工时的各种工艺参数（电参数、切割速度、工件装夹等），同时应安排好零件的工艺路线及线切割加工前的准备加工。图 1-1 为模具加工的线切割加工工艺准备和工艺过程流程图。

(1) 工件材料的选择 模具工作零件一般采用锻造毛坯，其线切割加工常在淬火与回火后进行。由于受材料淬透性的影响，当大面积去除金属和切断加工时，会使材料内部残余应力的相对平衡状态遭到破坏而产生变形，影响加工精度，甚至在切割过程中造成材料突然开裂。为了加工出尺寸精度高、表面质量好的线切割产品，必须对所用工件材料进行细致考虑。

- ① 由于工件材料不同，熔点、气化点、热导率等都不一样，因而即使按同样方式加工，

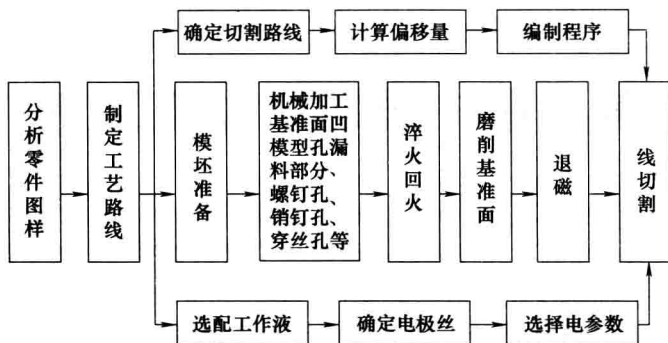


图 1-1 线切割加工工艺准备和工艺过程流程图

所获得的工件表面质量也不相同,因此必须根据实际需要的表面质量对工件材料做相应的选择。例如要达到高精度,就必须选择硬质合金类材料,而不应该选择不锈钢或未淬火的高碳钢等,否则很难达到所需要求。

② 由于工件材料内部残余应力对加工的影响较大,在对热处理后的材料进行加工时,由于大面积去除金属和切断加工会使材料内部残余应力的相对平衡受到破坏,从而可能影响零件的加工精度和表面质量。为了避免这些情况,应选择锻造性好、淬透性好、热处理变形小的材料。

(2) 模坯准备工序 模坯的准备工序是指凸模或凹模在线切割加工之前的全部加工工序。凹模的准备工序如下。

① 下料:用锯床切断所需材料。

② 锻造:改善内部组织,并锻造成所需的形状。

③ 退火:消除锻造内应力,改善加工性能。

④ 刨(铣):刨六面,并留磨削余量 0.4~0.6mm。

⑤ 磨削:磨出上下平面及相邻两侧面、对角尺。

⑥ 划线:划出刃口轮廓线和孔(螺孔、销孔、穿丝孔等)的位置。

⑦ 加工型孔部分:当凹模较大时,为减少线切割加工量,需将型孔漏料部分铣(车)出,只切割刃口高度;对淬透性差的材料,可将型孔的部分材料去除,留 3~5mm 切割余量。

⑧ 孔加工:加工螺孔、销孔、穿丝孔等。

⑨ 淬火:达到设计要求。

⑩ 磨削:磨削上、下平面及相邻两侧面,对角尺。

⑪ 退磁处理。

凸模的准备工序,可根据凸模的结构特点,参照凹模的准备工序,将其中不需要的工序去掉即可。操作时应注意以下几点。

① 为便于加工和装夹,一般都将毛坯锻造成平行六面体。对尺寸、形状相同,断面尺寸较小的凸模,可将几个凸模制成一个毛坯。

② 凸模的切割轮廓线与毛坯侧面之间应留足够的切割余量(一般不小于 5mm)。毛坯上还要留出装夹部位。

③ 在有些情况下,为防止切割时模坯产生变形,要在模坯上加工出穿丝孔。切割的引

入程序从穿丝孔开始。

### 1.1.3 工件的装夹与调整

(1) 工件的装夹 装夹工件时,必须保证工件的切割部位位于机床工作台纵向、横向进给的允许范围之内,避免超出极限。同时应考虑切割时电极丝运动空间。夹具应尽可能选择通用(或标准)件,所选夹具应便于装夹,便于协调工件和机床的尺寸关系。在加工大型模具时,要特别注意工件的定位方式,尤其在加工快结束时,工件的变形、重力的作用会使电极丝被夹紧,影响加工。

① 悬臂式装夹 图1-2是悬臂方式装夹工件,这种方式装夹方便、通用性强。但由于工件一端悬伸,易出现切割表面与工件上、下平面间的垂直度误差。此法用于加工要求不高或悬臂较短的情况。

② 两端支撑方式装夹 图1-3是两端支撑方式装夹工件,这种方式装夹方便、稳定,定位精度高,但不适于装夹较大的零件。

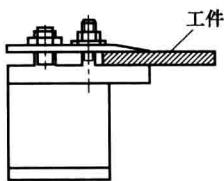


图 1-2 悬臂式

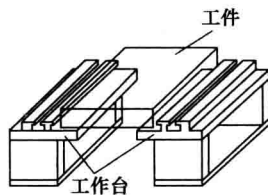


图 1-3 两端支撑式

③ 桥式支撑方式装夹 这种方式是在通用夹具上放置垫铁后再装夹工件,如图1-4所示。这种方式装夹方便,对大、中、小型工件都能适用。

④ 板式支撑方式装夹 图1-5是板式支撑方式装夹工件。根据常用的工件形状和尺寸,采用有通孔的支撑板装夹工件。这种方式装夹精度高,但通用性差。

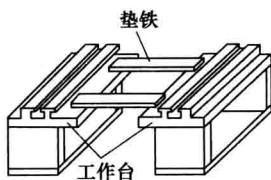


图 1-4 桥式支撑

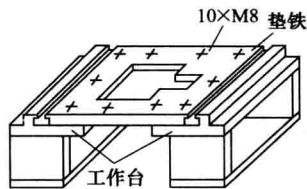


图 1-5 板式支撑

(2) 工件的调整 装夹好的工件一般需经过适当调整,使工件的定位基准分别与工作台的X、Y方向保持平行,以保证加工面与基准面的位置精度。常用的方法有两种:用百分表找正和划线法找正。

① 用百分表找正 如图1-6所示,用磁力表架将百分表固定在丝架或其他位置上,百分表的测量头与工件基面接触,往复移动工作台,按百分表指示值调整工件的位置,直至百分表指针的偏摆范围达到所要求的数值。找正应在相互垂直的三个方向上进行。

② 划线法找正 工件的切割图形与定位基准之间的相互位置精度要求不高时,可采用划线法找正,如图1-7所示。利用固定在丝架上的划针对准工件上划出的基准线,往复移动工作台,目测划针、基准间的偏离情况,将工件调整到正确位置。



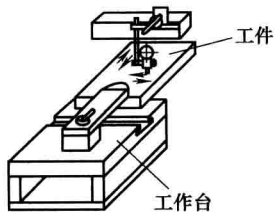


图 1-6 百分表找正

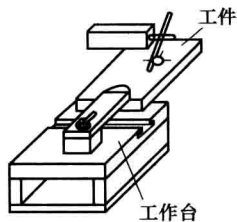


图 1-7 划线法找正

### 1.1.4 电极丝的选择

电极丝应具有良好的导电性和抗电蚀性，抗拉强度高，材质均匀。常用的电极丝有钼丝、钨丝、黄铜丝和包芯丝等。钨丝抗拉强度高，直径在  $0.03\sim 0.1\text{mm}$  范围内，一般用于各种窄缝的精加工，但价格昂贵。黄铜丝适合于慢速加工，加工表面粗糙度和平直度较好，蚀屑附着少，但抗拉强度差，损耗大，直径在  $0.1\sim 0.3\text{mm}$  范围内，一般用于慢速单向走丝加工。钼丝抗拉强度高，适于快速走丝加工，所以我国快速走丝机床大都选用钼丝作电极丝，直径在  $0.08\sim 0.2\text{mm}$  范围内。

电极丝直径的选择应根据切缝宽窄、工件厚度和拐角尺寸大小来选择。若加工带尖角、窄缝的小型模具，宜选用较细的电极丝；若加工大厚度工件或大电流切割时，应选较粗的电极丝。电极丝的主要类型、规格如下：钼丝直径  $0.08\sim 0.2\text{mm}$ ；钨丝直径  $0.03\sim 0.1\text{mm}$ ；黄铜丝直径  $0.1\sim 0.3\text{mm}$ ；包芯丝直径  $0.1\sim 0.3\text{mm}$ 。

### 1.1.5 电极丝的位置调整

电火花线切割加工之前，应将电极丝调整到加工起点位置上。常用的方法有目测法、碰火花法、自动找中心法。

(1) 目测法 如图 1-8 所示，利用穿丝孔处所划十字基准线，观察电极丝的中心与工件坐标轴  $X$ 、 $Y$  方向基准线是否重合。

(2) 碰火花法 如图 1-9 所示，移动工作台使电极丝靠近基准面，直到出现火花，根据火花放电间隙推算出电极丝的坐标位置。

(3) 自动找中心法 所谓自动找中心，就是让电极丝在工件孔的中心自动定位。此方法

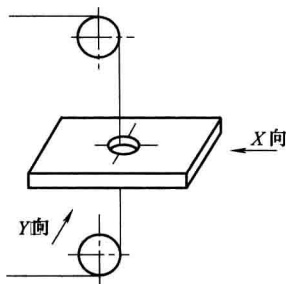


图 1-8 目测法

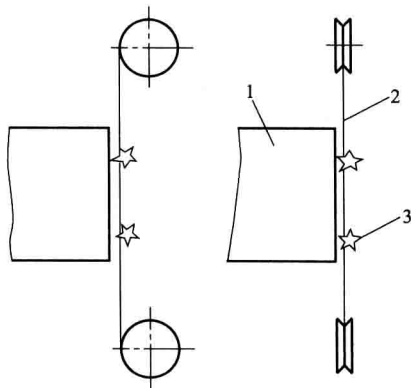


图 1-9 碰火花法

是根据线电极与工件的短路信号, 来确定电极丝的中心位置的。数控功能较强的线切割机床常用这种方法。首先让线电极在  $X$  轴方向移动至与孔壁接触, 则此时当前点  $X$  坐标为  $X_1$ , 接着线电极往反方向移动与孔壁接触, 此时当前点  $X$  坐标为  $X_2$ , 然后系统自动计算  $X$  方向中点坐标  $X_0$  [ $X_0 = (X_1 + X_2) / 2$ ], 并使线电极到达  $X$  方向中点  $X_0$ ; 接着在  $Y$  轴方向进行上述过程, 线电极到达  $Y$  方向中点坐标  $Y_0$  [ $Y_0 = (Y_1 + Y_2) / 2$ ]。这样经过几次重复就可找到孔的中心位置, 当精度达到所要求的允许值之后, 就确定了孔的中心。

### 1.1.6 切割路线的选择

在确定线切割工艺路线时, 需要考虑到线切割加工一般是加工的最后工序, 因此必须要合理地进行工艺处理, 以使工件精度和表面质量达到要求。如图 1-10 所示, 图 (a) 的切割路线是错误的, 按照此种加工路线加工, 切割完前几段线后, 再继续加工时, 由于原来主要连接的部位被割离, 余下的材料与夹持部分连接较少, 工件刚度大为降低, 容易产生变形, 从而影响加工精度。如按图 (b) 所示的切割路线加工, 可减少由于材料割离后残余应力重新分布而引起的变形。所以, 一般情况下, 最好将工件与其夹持部分分割的线段安排在切割总程序的末端。对精度要求较高的零件, 最好采用图 (c) 的方案, 电极丝不由坯料的外部切入, 而是将切割起点取在坯件预制的穿丝孔中, 这样材料变形小, 加工精度高。

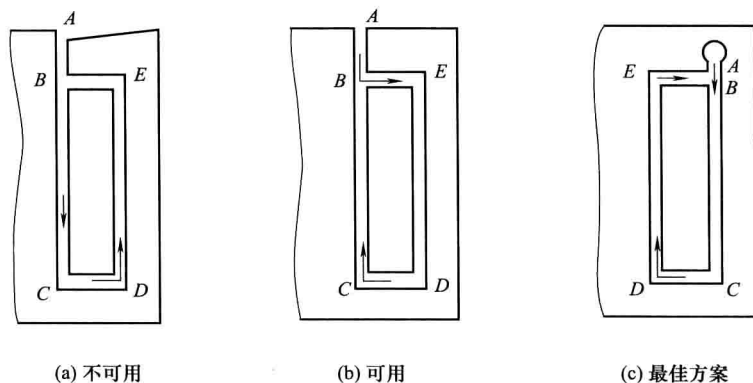


图 1-10 线切割路线图

此外, 为了获得较高的加工精度, 可以考虑在快走丝线切割机床采用多次切割工艺。采用多次切割工艺时, 第一次切割主要进行高速稳定切割, 因此可选用高峰值电流; 第二次切割的主要任务是修光。应选择较小的脉冲电流和脉冲宽度。

### 1.1.7 合理穿丝孔的位置

(1) 穿丝孔的作用 许多模具制造在切割凸模类外形工件时, 常常直接从材料的侧面切入, 在切入处产生缺口, 残余应力从缺口处向外释放, 易使凸模变形。为了避免变形, 在淬火前先在模坯上打穿丝孔, 孔径为  $3 \sim 10\text{mm}$ , 待淬火后从模坯内对凸模进行封闭切割, 可以使模坯保持完整, 从而减少变形。

(2) 穿丝孔的位置和直径 在切割凹模类工件时, 穿丝孔最好设置在凹形工件的中心位置。因为这样既可以准确确定穿丝孔的加工位置, 又便于计算轨迹的坐标, 但是这种方法切割的无用行程较长, 因此只适合中、小尺寸的凹形工件使用。大孔的凹形工件的加工, 穿丝