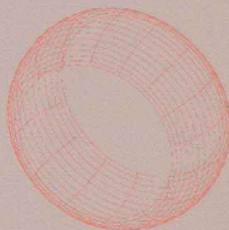
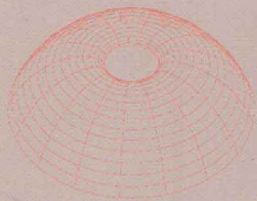
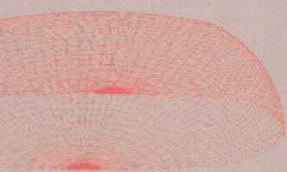


高等学校教材

# 快速成形与 快速模具实践教学

胡庆夕 林柳兰 吴 镝 主编



Kuaisu  
Chengxing  
yu  
Kuaisu  
Muju  
Shijian  
Jiaocheng



高等教育出版社  
HIGHER EDUCATION PRESS

高等学校教材

# 快速成形与快速模具实践教程

Kuaisu Chengxing yu Kuaisu muju Shijian Jiaocheng

胡庆夕 林柳兰 吴 镝 主 编



高等教育出版社·北京  
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

## 内容简介

快速成形与快速模具技术属于21世纪新兴的多学科交叉技术,而快速成形与快速模具实践是现代制造技术实践内容之一。本书汇集了作者多年的快速成形与快速模具技术应用经验,以实用为宗旨,强调系统性、层次性、实例丰富性、项目多样性,具有较强的参考价值;突出理论教学与工程实践一体化,注重人才应用能力和创新素质的综合培养。

本书简要总结了快速成形与快速模具技术的基本原理、种类、特点和应用,利用案例详细介绍了常见的一种快速成形数据前处理软件、两种快速夹具设计软件、五种快速成形工艺(七台快速成形设备)和一种快速模具工艺的实践方法和手段,并对各种实践内容在书后光盘中均给出实践案例和相应的视频以及学生实践过程中使用的多个实践项目、实践结果。

本书可作为高等学校、专科学校、职业学校的机械工程、材料工程、工业工程、工业设计、美术等各相关专业的教材,也可供产品设计人员、工程技术开发人员等参考和其他专业人员借鉴。

## 图书在版编目(CIP)数据

快速成形与快速模具实践教程/胡庆夕,林柳兰,吴镒主编. —北京:高等教育出版社,2011.8

ISBN 978-7-04-032667-3

I. ①快… II. ①胡…②林…③吴… III. ①成型-高等学校-教材②模具-制造-高等学校-教材 IV. ①TG39②TG76

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第120620号

策划编辑 卢广 责任编辑 卢广 封面设计 于涛 版式设计 范晓红  
责任校对 刘莉 责任印制 张泽业

---

出版发行	高等教育出版社	咨询电话	400-810-0598
社址	北京市西城区德外大街4号	网址	<a href="http://www.hep.edu.cn">http://www.hep.edu.cn</a>
邮政编码	100120		<a href="http://www.hep.com.cn">http://www.hep.com.cn</a>
印刷	三河市华润印刷有限公司	网上订购	<a href="http://www.landaco.com">http://www.landaco.com</a>
开本	787mm×960mm 1/16		<a href="http://www.landaco.com.cn">http://www.landaco.com.cn</a>
印张	16.25	版次	2011年8月第1版
字数	290千字	印次	2011年8月第1次印刷
购书热线	010-58581118	定价	33.70元(含光盘)

---

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换  
版权所有 侵权必究  
物料号 32667-00

# 序 言

快速成形与快速模具技术是 20 世纪 80 年代发展起来的现代制造技术。它不是采用传统切削加工技术中的刀具或磨具,将工件毛坯或半成品由多到少、由粗到精做减法,逐渐达到图样的技术要求,而是采用数字化方法,将离散的材料逐渐累积做加法,来达到图样的技术要求。这种新型的工艺方法,在制造领域的思维方法和工艺方法上是一项重要的突破,可大大缩短产品的研制时间,减少研制费用,成功地预测新产品设计与工艺的可行性。因此,自快速成形技术发明以来,很快在全世界得到应用与推广。

上海大学胡庆夕教授带领工程实践教学和科研团队,长期从事快速成形和快速模具制造领域的教学和研究工作,积累了丰富的教学与科研经验,探讨了该领域解决系列问题的工程方法。他们将教学与科研中的经验和体会汇编成书,对我国高等学校快速成形与快速模具技术的学习、应用与推广必将会有较大的裨益。

总体来说,该书体现了下列几个特点:

1. 根据教育部工程材料及机械制造课程的教学基本要求,该书不仅在教材内容上具有新颖性和时代性的特点,而且突出了工程实践教学中的安全教育。该书将快速成形与快速模具技术中可能出现的安全问题单列为第一章,有助于提高学生的安全意识。

2. 在介绍各种快速成形与快速模具技术的基本原理、类型、特点和应用的基础上,详细介绍了各种工艺手段与方法。既突出相关前处理软件和设计软件的重要性,又强调设备硬件和工艺细节的重要性。这样有利于学生在学习过程中全面掌握该项技术的重点和要点。

3. 不仅较详细地介绍了常见的一种快速成形数据前处理软件、两种快速夹具设计软件、五种快速成形工艺和一种快速模具成形工艺的手段与方法,而且花费了很大的精力给出了上述各种实践内容相应的实践案例,制作了相应的视频(书后光盘中),并提供了学生在实践教学中所使用的实践项目、实践结果和实践报告,丰富了教学手段,实现了理论与实践的紧密结合。

4. 注重将长期积累的科研成果转化为教材所需要的崭新内容,使得教师的科研工作与实践教学紧密结合起来。这也是我国大学教学改革的重要方向。

5. 注重国家标准的规范使用,文字的精练与图文并茂,使之有较好的可读

性和易理解性。因此,该书不仅适用于大学的实践教学,而且适用于其他高等职业学校和中等职业学校。

总之,快速成形与快速模具技术是制造领域的一种新型技术,也是做大做强我国制造业的不可缺少的一项重要技术。该技术在制造领域思维方法上所特有的创新性以及自身的不断发展,有助于提高学生的创新思维。

希望该书的出版,能对进一步普及、推广快速成形与快速模具技术,以及发展学生的创新思维起推波助澜的作用。

清华大学教授 傅水根

2011年5月16日

# 前 言

21 世纪是中华民族实现伟大复兴的世纪。在这一历史进程中,人才培养担负着为国家培养高层次人才的战略任务。人才培养怎么面向国民经济与社会发展主战场,更直接地为我国现代化建设服务,一直是教育界非常关心的问题。21 世纪人才竞争不断加剧,对学校培养高层次人才提出了更高的要求,突出能力、强调创新,不断探索新的培养模式一直是教育界探索的永恒主题。

目前,在大工程、大制造的工程教育背景下,现代制造实践教学尤为重要,为了适应新世纪高级人才的培养,对工科类学生深入掌握新技术、新工艺提出了更高的要求。通过现代制造综合实践的训练,增强学生掌握现代制造工艺的能力,以培养符合企业需求的掌握现代制造技术的人才。随着现代制造技术的不断实用化,现代制造技术逐渐进入实践环节,已经逐渐成为我国高等学校现代制造实践课程。

现代制造系列实践教程所涉及的内容是我国企业目前最常用的现代制造技术,本系列实践教程以主导性学习为实践教学理念,以项目化工程理论为实践教学目标,以典型化工程实例为实践教学内容,以“案例教学法”和“项目教学法”为综合实践教学思想,将现代制造技术的实践教学工程化,突出全面的、实用的、层次的、形象的实践教学,引导作为学习实践主体的学生积极参与实践教学。

快速成形与快速模具技术是 20 世纪 90 年代发展起来的一项现代制造技术,是为制造企业新产品开发服务的一项关键共性技术,对促进企业产品创新、吸收国外先进技术、缩短新产品开发周期、降低创新成本、发展绿色制造、提高产品竞争力有积极的推动作用。

快速成形与快速模具实践教学是现代制造实践教学必不可少的重要组成部分,是国家现代制造技术的实践教学改革内容。本实践教程是编者长期从事快速成形与快速模具理论研究和应用的经验总结。

本书共分 9 章,主要包括五个方面的内容:一是实践的安全部分(第 1 章),主要介绍工程实践中应该注意的安全知识;二是快速成形与快速模具技术的基础概念及其应用部分(第 2 章),主要介绍快速成形与快速模具的基本概念、基本原理和种类,以及应用;三是快速成形技术的数据前处理部分(第 3 章),详述了快速成形的数据处理实践;四是快速成形实践部分(第 4、5、6、7、8 章),详细介绍光固化立体成形(SLA)、薄材叠层制造(LOM)、熔融沉积(FDM)、选择性激

光烧结(SLS)和立体打印(3DP);五是快速模具基本实践部分(第9章),详细介绍快速模具(RT)。

与本书配套出版的光盘主要内容包括第3~9章的实践案例、实践项目、实践结果和实践案例的视频,以及各章所使用的应用软件,以期达到更好的自学实践教学效果。

本书由胡庆夕、林柳兰、吴镛主编。蒋荣龙编写第1章,胡庆夕、林柳兰编写第2~9章。参加本书编写的还有助理实验师韩琳楠,博士生刘大利,硕士生戎斌、余静、王文娟、温婷;设备操作由吴镛、陈杰、温婷等完成;案例和项目样件制作由陈杰、吴镛、戎斌、温婷等完成;视频录制与编辑由林柳兰负责。

方明伦教授审阅了书稿并提出了中肯的建议,清华大学傅水根教授为本书题写了序言,在此一并表示衷心的感谢。

在本书的编写过程中,得到比利时 Materialise 公司、上海联泰科技有限公司、武汉滨湖机电技术产业有限公司、以色列 Solido 公司、上海紫江国际贸易有限公司、上海福斐科技发展有限公司、美国 Stratasys 公司、上海实睿信息技术有限公司、美国 Z Corp 公司等快速成形厂商/代理商的大力支持,在此致以真诚的谢意。

本书编写过程中引用了部分科技文献与资料(主要参考文献已附于书末),在此谨向有关作者致以深深的谢意。

快速成形与快速模具技术实践涉及多种成形工艺和处理工艺,书中内容难免有不当与错误之处,敬请读者批评指正。

编者

2011年4月于上海大学

# 目 录

<b>第 1 章 快速成形与快速模具实践安全须知</b> .....	1
1.1 工程训练安全须知 .....	1
1.1.1 进入工程训练中心安全注意事项 .....	1
1.1.2 操作仪器设备安全须知 .....	1
1.2 快速成形与快速模具实践安全操作规程 .....	2
1.2.1 RS-450SS 光固化立体成形系统安全操作规程 .....	2
1.2.2 HRP-Ⅲ A 薄材叠层成形系统安全操作规程 .....	2
1.2.3 SD300 3D 打印机安全操作规程 .....	3
1.2.4 Elite 和 UPrint 3D 打印机安全操作规程 .....	3
1.2.5 HRPS-Ⅲ 选择性激光烧结成形系统安全操作规程 .....	3
1.2.6 ZPrinter 450 3D 打印机安全操作规程 .....	3
1.2.7 HZK-I 和 SUV450M 真空注塑机、烘箱安全操作规程 .....	3
<b>第 2 章 快速成形与快速模具概述</b> .....	5
2.1 快速成形与快速模具技术进展历程 .....	5
2.2 快速成形技术 .....	7
2.2.1 快速成形技术基本原理概述 .....	7
2.2.2 快速成形技术特点 .....	9
2.2.3 快速成形技术应用 .....	10
2.3 快速模具技术 .....	14
2.3.1 快速模具技术种类 .....	15
2.3.2 快速模具技术基本原理概述 .....	15
2.3.3 快速模具技术应用 .....	16
思考题 .....	18
<b>第 3 章 快速成形数据处理实践</b> .....	19
3.1 实践目的 .....	19
3.2 常用快速成形数据前处理方法 .....	19
3.2.1 常用快速成形数据文件 .....	19
3.2.2 数据处理对样件表面质量的影响 .....	20



3.2.3 提高样件质量的措施 .....	22
3.2.4 常用快速成形数据处理软件 .....	22
3.3 Magics 软件操作 .....	23
3.3.1 Magics 软件的基本模块 .....	23
3.3.2 Magics 软件的基本用户界面及操作 .....	24
3.3.3 文件导入 .....	25
3.3.4 文件修复 .....	26
3.3.5 零件摆放 .....	27
3.3.6 支撑类型和生成 .....	32
3.3.7 切片 .....	35
3.4 快速检夹具操作 .....	36
3.4.1 Magics Rapidfit 操作 .....	36
3.4.2 RFDS/NX 操作 .....	49
3.5 软件操作实践案例与实践项目 .....	56
3.5.1 Magics 软件操作实践案例 .....	56
3.5.2 快速检夹具操作实践案例 .....	64
3.5.3 软件操作实践项目 .....	74
思考题 .....	78
<b>第 4 章 光固化立体成形 (SLA) 实践 .....</b>	<b>80</b>
4.1 实践目的 .....	80
4.2 光固化立体成形基本原理 .....	80
4.2.1 光固化立体成形工艺 .....	80
4.2.2 成形材料 .....	81
4.2.3 工艺特点 .....	82
4.3 RS-450SS 光固化立体成形系统 .....	84
4.3.1 系统工作原理 .....	84
4.3.2 系统主要性能参数 .....	85
4.3.3 系统结构描述 .....	86
4.3.4 系统操作 .....	88
4.3.5 系统注意事项 .....	90
4.4 光固化立体成形 (SLA) 实践案例与实践项目 .....	90
4.4.1 光固化立体成形 (SLA) 实践案例 .....	90
4.4.2 光固化立体成形 (SLA) 实践项目 .....	99
思考题 .....	100

---

<b>第 5 章 薄材叠层制造 (LOM) 实践</b> .....	101
5.1 实践目的 .....	101
5.2 薄材叠层制造基本原理 .....	101
5.2.1 成形工艺 .....	101
5.2.2 成形材料 .....	101
5.2.3 工艺特点 .....	103
5.3 HRP-Ⅲ A 薄材叠层成形系统 .....	104
5.3.1 系统工作原理 .....	104
5.3.2 系统主要性能参数 .....	105
5.3.3 系统结构描述 .....	105
5.3.4 系统操作 .....	106
5.3.5 系统注意事项 .....	108
5.4 SD300 3D 打印机 .....	108
5.4.1 打印机工作原理 .....	109
5.4.2 打印机主要性能参数 .....	110
5.4.3 打印机操作 .....	110
5.4.4 打印机注意事项 .....	111
5.5 薄材叠层制造 (LOM) 实践案例 .....	111
5.5.1 HRP-Ⅲ A 快速成形系统实践案例 .....	111
5.5.2 SD300 3D 打印机实践案例 .....	116
5.6 薄材叠层制造 (LOM) 实践项目 .....	122
思考题 .....	123
<b>第 6 章 熔融沉积成形 (FDM) 实践</b> .....	124
6.1 实践目的 .....	124
6.2 熔融沉积成形基本原理 .....	124
6.2.1 成形工艺 .....	124
6.2.2 成形材料 .....	124
6.2.3 工艺特点 .....	126
6.3 Dimension 3D 系列打印机 .....	126
6.3.1 打印机工作原理 .....	127
6.3.2 打印机主要性能参数 .....	127
6.3.3 打印机结构描述 .....	127
6.3.4 打印机操作 .....	128
6.3.5 打印机注意事项 .....	128

6.4 熔融沉积成形(FDM)实践案例	129
6.4.1 Elite 3D 打印机实践案例	129
6.4.2 uPrint 3D 打印机实践案例	136
6.5 熔融沉积成形(FDM)实践项目	141
思考题	144
<b>第7章 选择性激光烧结(SLS)实践</b>	<b>145</b>
7.1 实践目的	145
7.2 选择性激光烧结成形基本原理	145
7.2.1 成形工艺	145
7.2.2 工艺参数	146
7.2.3 成形材料	147
7.2.4 工艺特点	147
7.3 HRPS-III 选择性激光烧结成形系统	148
7.3.1 系统工作原理	148
7.3.2 系统主要性能参数	148
7.3.3 系统结构描述	149
7.3.4 系统操作	150
7.3.5 系统注意事项	153
7.4 选择性激光烧结(SLS)实践案例与实践项目	153
7.4.1 选择性激光烧结(SLS)实践案例	153
7.4.2 选择性激光烧结(SLS)实践项目	158
思考题	159
<b>第8章 立体打印(3DP)实践</b>	<b>160</b>
8.1 实践目的	160
8.2 立体打印基本原理	160
8.2.1 成形工艺	160
8.2.2 成形材料	160
8.2.3 工艺特点	161
8.3 ZPrinter 450 立体打印机	162
8.3.1 打印机工作原理	162
8.3.2 打印机主要性能参数	163
8.3.3 打印机结构描述	163
8.3.4 打印机操作	164
8.3.5 打印机注意事项	164

---

8.4 立体打印(3DP)实践案例与实践项目 .....	166
8.4.1 立体打印(3DP)实践案例 .....	166
8.4.2 立体打印(3DP)实践项目 .....	182
思考题 .....	183
<b>第9章 快速模具(RT)实践 .....</b>	<b>184</b>
9.1 实践目的 .....	184
9.2 快速模具制作过程 .....	184
9.2.1 硅胶模工艺 .....	184
9.2.2 RT材料与设备 .....	187
9.2.3 工艺特点 .....	188
9.3 真空注塑机 .....	189
9.3.1 真空注塑机工作原理 .....	189
9.3.2 真空注塑机主要性能参数 .....	190
9.3.3 真空注塑机结构描述 .....	191
9.3.4 真空注塑机注意事项 .....	192
9.4 实践材料与设备 .....	193
9.5 快速模具(RT)实践案例与实践项目 .....	193
9.5.1 快速模具(RT)实践案例 .....	193
9.5.1.1 硅胶模制作 .....	194
9.5.1.2 浇注品制作 .....	197
9.5.2 快速模具(RT)实践项目 .....	199
思考题 .....	202
<b>附录一 《快速成形与快速模具实践案例与练习题集》(光盘)</b>	
<b>数据文件帮助 .....</b>	<b>203</b>
附录1 第3章数据文件帮助 .....	204
附录2 第4章数据文件帮助 .....	205
附录3 第5章数据文件帮助 .....	205
附录4 第6章数据文件帮助 .....	206
附录5 第7章数据文件帮助 .....	207
附录6 第8章数据文件帮助 .....	208
附录7 第9章数据文件帮助 .....	209
<b>附录二 实践报告 .....</b>	<b>211</b>
实践报告3-1 快速成形数据处理实践 .....	211

---

实践报告 3-2	快速成形数据处理实践 .....	213
实践报告 3-3	快速成形数据处理实践 .....	215
实践报告 3-4	快速成形数据处理实践 .....	216
实践报告 4-1	光固化立体成形(SLA)实践 .....	217
实践报告 4-2	光固化立体成形(SLA)实践 .....	218
实践报告 4-3	光固化立体成形(SLA)实践 .....	219
实践报告 5-1	薄材叠层制造(LOM)实践 .....	220
实践报告 5-2	薄材叠层制造(LOM)实践 .....	221
实践报告 5-3	薄材叠层制造(LOM)实践 .....	222
实践报告 5-4	薄材叠层制造(LOM)实践 .....	223
实践报告 5-5	薄材叠层制造(LOM)实践 .....	224
实践报告 5-6	薄材叠层制造(LOM)实践 .....	225
实践报告 6-1	熔融沉积成形(FDM)实践 .....	226
实践报告 6-2	熔融沉积成形(FDM)实践 .....	227
实践报告 6-3	熔融沉积成形(FDM)实践 .....	228
实践报告 6-4	熔融沉积成形(FDM)实践 .....	229
实践报告 6-5	熔融沉积成形(FDM)实践 .....	230
实践报告 6-6	熔融沉积成形(FDM)实践 .....	231
实践报告 7-1	选择性激光烧结(SLS)实践 .....	232
实践报告 7-2	选择性激光烧结(SLS)实践 .....	233
实践报告 7-3	选择性激光烧结(SLS)实践 .....	234
实践报告 8-1	立体打印(3DP)实践 .....	235
实践报告 8-2	立体打印(3DP)实践 .....	236
实践报告 8-3	立体打印(3DP)实践 .....	237
实践报告 9-1	快速模具(RT)实践 .....	238
实践报告 9-2	快速模具(RT)实践 .....	239
实践报告 9-3	快速模具(RT)实践 .....	240
实践报告 9-4	快速模具(RT)实践 .....	241
实践报告 9-5	快速模具(RT)实践 .....	242
实践报告 9-6	快速模具(RT)实践 .....	243
参考文献	.....	244

# 第1章 快速成形与快速模具实践安全须知

## 1.1 工程训练安全须知

### 1.1.1 进入工程训练中心安全注意事项

工程训练是学校培养具有工程意识、创新意识和工程实践综合能力的高素质人才的重要实践教学环节。作为主动实践、开拓视野的重要环节,学生必须亲自动手操作各种设备和仪器来提高动手能力。为了保障学生实践操作中自身和设备安全,防范事故发生,切实有效降低和控制事故危害,要求学生进入工程训练中心,必须遵守以下安全规则:

(1) 禁止携带危险品进入实验室,实验室内禁止吸烟、乱扔杂物。

(2) 对初次进入工程训练场所的人员,应首先学习实验室的安全规章制度,对于不遵守实验室安全规则,明知故犯,造成人身、设备事故者,要严肃处理。

(3) 进入工程训练场所,不能大声喧哗和打闹,不能从事如戴耳机听音乐等与实践教学无关的事情。

(4) 不得将食物带入工程训练场所。

(5) 工程训练时,不得穿拖鞋、凉鞋、高跟鞋、短裤、背心、裙子等,不得戴手套。

(6) 出现触电或漏电,应先切断电源或拔下电源插头,若来不及切断电源,可用非导电材料或不潮湿的东西挑电线。若触电者出现休克现象,应立即进行人工呼吸,并同时拨打“120”急救电话。

(7) 一旦发生火灾,首先切断火源或电源,尽快使用有效的灭火设施灭火;同时,迅速从安全通道撤离,拨打“119”火灾报警电话。

(8) 电器插座板切勿接太多插头,以免超负荷引起电器火灾。

### 1.1.2 操作仪器设备安全须知

快速成形与快速模具设备是学生进入工程训练必须操作的对象,操作不当会造成设备损坏或导致人身事故。因此,要求参加工程训练的学生务必牢记以下规定:

(1) 在教师讲解设备的操作方法时,或在设备处于待运行状态以及运行过程中,不得随意触摸设备上的任何按键,不得随意打开设备门,不得随意使用或关闭控制设备的计算机;

(2) 设备运行时,严禁搬动、移动或振动设备,不得断开电源;

(3) 操作设备时,不能用湿手接触电器;

(4) 设备运行过程中,发现设备有异常声音或出现异味等故障时,应及时报告教师或立即停机并切断电源,严禁带故障操作和擅自处理;

(5) 多人使用一台设备时,只允许一人操作(包括配套的计算机);

(6) 工作结束时,关掉成形系统电源,关闭计算机,最后关闭设备总电源。

## 1.2 快速成形与快速模具实践安全操作规程

### 1.2.1 RS-450SS 光固化立体成形系统安全操作规程

(1) 严禁将 RS-450SS 光固化立体成形系统使用的光敏树脂置于阳光、日光灯等紫外光源或高温环境中;

(2) RS-450SS 光固化立体成形系统周边禁止存放易燃易爆物品;

(3) 在 RS-450SS 光固化立体成形系统工作过程中,不得将头、手等部位伸进激光光束扫描范围内,以免被紫外激光损伤皮肤;

(4) 在 RS-450SS 光固化立体成形系统加工过程中,不要长时间直视紫外激光光束以保护眼睛;

(5) 在伺服电机通电的情况下,严禁用手拖动同步带运动,避免电机丢步或损坏;

(6) 不得频繁开关 RS-450SS 光固化立体成形系统的成形室门和照明灯,不要频繁进出 SLA 成形工作间;

(7) 移取光固化样件或进行后处理时,要佩戴防护手套、口罩,以免损伤皮肤、呼吸道。

### 1.2.2 HRP-ⅢA 薄材叠层成形系统安全操作规程

(1) HRP-ⅢA 薄材叠层成形系统周边禁止存放易燃易爆物品,室内应安装通风设施、设置排烟口,保持工作室清洁、干燥;

(2) 定期检查冷却蒸馏水水位,发现缺水应及时添加;

(3) 在 HRP-ⅢA 薄材叠层成形系统工作过程中,不得将头、手等部位伸进激光光束扫描范围内,以免被激光光束灼伤;

(4) 加工过程中,红外警报器鸣叫时,应暂停加工并及时报告指导教师。

### 1.2.3 SD300 3D 打印机安全操作规程

- (1) SD300 3D 打印机周边禁止存放易燃易爆物品;
- (2) 更换耗材时,防止胶水或解胶剂溅到皮肤、衣服、眼睛,溅到皮肤、衣服上,应及时用水或肥皂液冲洗,溅到眼睛则应寻求医疗帮助;
- (3) 成形结束后,取出模型时禁止按恢复按钮,否则会导致刀片损坏;
- (4) 安装或更换打印机刻刀时,避免被刻刀划伤。

### 1.2.4 Elite 和 UPrint 3D 打印机安全操作规程

- (1) 在打印机的工作过程中,不得接触喷头,以免高温造成烧伤;
- (2) 清洗样件时,应戴上防护手套,以免碱性清洗液腐蚀皮肤。

### 1.2.5 HRPS-III 选择性激光烧结成形系统安全操作规程

- (1) HRPS-III 选择性激光烧结快速成形系统周边禁止存放易燃易爆物品,室内安装通风设施、排烟口,保持工作室清洁、干燥;
- (2) 定期检查冷却蒸馏水水位,发现缺水应及时添加;
- (3) 在设备工作过程中,禁止将头、手伸入成形室内,避免造成皮肤灼伤;
- (4) 进行制件后处理时,要佩戴防护口罩,防止吸入粉尘;
- (5) 使用红外测温仪时,注意不可将其对准眼睛,以防致盲;
- (6) 后处理中进行树脂浸涂时,应戴手套和口罩,穿防护服,以避免溶剂刺激皮肤和呼吸系统。

### 1.2.6 ZPrinter 450 3D 打印机安全操作规程

- (1) 更换胶水时,防止溅到皮肤、衣服、眼睛,溅到皮肤、衣服上,应及时用水或肥皂液冲洗,溅到眼睛则应寻求医疗帮助;
- (2) 进行制件后处理时,要佩戴防护口罩,防止吸入粉尘;
- (3) 后处理中进行树脂浸涂时,应戴手套、口罩,穿防护服,以避免溶剂刺激皮肤和呼吸系统。

### 1.2.7 HZK-I 和 SUV450M 真空注塑机、烘箱安全操作规程

#### 1) HZK-I 和 SUV450M 真空注塑机安全操作规程

- (1) 开机前检查真空泵润滑油是否充足,检查真空泵、真空表及系统是否正常,检查搅拌和倒料装置是否正常;



(2) 在真空泵运转过程中,注意查看声音是否正常,若发现异常现象,应立即停机,进行检查、检修;

(3) 真空度达到 $-0.1$  MPa 时,应及时关闭真空泵;

(4) 真空室到达正常大气压前,不得强行拉开真空室。

## 2) 烘箱安全操作规程

(1) 开机前应检查接地、控温器、鼓风机等装置是否正常,检查烘箱的工作温度,其应保持在设定范围内,以避免造成失火或样件毁坏;

(2) 在升温过程中,应逐步升温并观察升温情况,发现异常,立即停止加热,严禁在烘箱内放置油料、溶剂等易燃易爆物品;

(3) 经过汽油、煤油、酒精、稀释剂等易燃材料处理过的制件,应在空气中放置至易燃物品挥发完全后,才允许放入烘箱;

(4) 工作结束后,应及时切断烘箱电源。