



中华人民共和国国家标准

GB/T 22124.1—2008

面向装备制造业 产品全生命周期工艺知识 第1部分：通用制造工艺分类

Equipment manufacturing oriented
product life-cycle technology knowledge—
Part 1 : Classification of general manufacturing technology



2008-06-30 发布

2009-01-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

发布

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
面 向 装 备 制 造 业
产 品 全 生 命 周 期 工 艺 知 识
第 1 部 分 : 通 用 制 造 工 艺 分 类
GB/T 22124.1—2008

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 3.25 字数 87 千字
2008 年 11 月第一版 2008 年 11 月第一次印刷

*

书号: 155066 · 1-33867 定价 34.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68533533



GB/T 22124.1—2008

前 言

GB/T 22124《面向装备制造业产品全生命周期工艺知识》由下列部分组成：

- 第1部分：通用制造工艺分类；
- 第2部分：制造工艺编码规范；
- 第3部分：制造工艺描述与表达规范。

本部分是 GB/T 22124 的第1部分。

本部分的附录 A、附录 B 是规范性附录。

本部分由中国标准化研究院提出并归口。

本部分起草单位：中国标准化研究院、大连交通大学、济南铁道职业技术学院、机械科学研究院中机生产力促进中心。

本部分主要起草人：刘守华、孙丽、王少妮、马自勤、于晓洋、杨冰、童小英、丁红宇、肖承翔。

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 通用机械制造工艺分类 5

附录 A（规范性附录） 各分类面结构图 14

附录 B（规范性附录） 基于成形方式分类结构图说明 25

参考文献 45

面向装备制造业 产品全生命周期工艺知识 第1部分：通用制造工艺分类

1 范围

GB/T 22124 的本部分规定了面向装备制造业产品的通用制造工艺的分类原则和具体的分类结构树。

本部分适用于制造企业、计算机辅助工艺应用系统集成商、提供制定产品工艺服务等机构对制造工艺的分类。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 22124 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本部分，然而，鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本部分。

GB/T 4863—1985 机械制造工艺基本术语

GB/T 10113—2003 分类与编码通用术语

GB/T 18725—2002 制造业信息化 技术术语

GB/T 18757—2002 工业自动化系统 企业参考体系结构与方法论的需求(idt ISO 15704:2000)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本部分。

3.1

工艺 technology

使各种原材料、半成品成为产品的方法和过程。

[GB/T 4863—1985]

3.2

制造工艺 manufacturing technology

为了有效完成制造活动所施行的各种制造方法和制造过程的总称。包括离散型制造工艺和流程型制造工艺，如无特殊说明，本部分中涉及的工艺主要指离散型制造工艺。

3.3

面分类 surface classification

选定分类对象的若干属性(或特性)，将分类对象按每一属性(或特征)划分成一组独立的类目，每一组类目构成一个“面”，再按一定顺序将各个“面”平行排列。使用时根据需要将有关“面”中的相应类目按“面”的指定排列顺序组配在一起，形成一个新的复合类目。

[GB/T 10113—2003]

3.4

线分类 linear classification

将分类对象按选定的若干属性(或特征)，逐次地分为若干层级，每个层级又分为若干类目。同一分支的同层级类目之间构成并列关系，不同层级类目之间构成隶属关系。

[GB/T 10113—2003]

3.5

去除成形 removing forming

运用分离的办法,把一部分材料(余量材料)有序地从基体中分离出去而成形的方法。

3.6

受迫成形 forced forming

利用材料的可成形性(如塑性等),在特定外围约束(边界约束或外力约束)下成形的方法。

3.7

堆积成形 stacking forming

运用合并与连接的方法,把材料(气、液、固相)有序地合并堆积起来的成形方法。

3.8

生长成形 growth forming

模仿自然界中生物生长方式而成形的方法。

3.9

特种加工 non-traditional machining

直接借助电能、热能、声能、光能、电化学能、化学能以及特殊机械能等多种能量或其复合应用以实现材料切除的加工方法。

3.10

快速原型 rapid prototyping

快速原型技术是一种基于离散堆积成型思想的新型技术,是集计算机、数控、激光和新材料等最新技术而发展起来的先进的产品研究与开发技术。快速原型制造(rapid prototyping manufacturing)技术是使用快速原型技术的总称。

[GB/T 18725—2002]

3.11

立体印刷 stereolithography apparatus

液态材料在一定波长和强度的紫外线的照射下迅速发生光聚合反应,分子量急剧增大,材料从液态转变成固态的一种快速原型方法。

3.12

分层实体制造 laminated object manufacturing

根据 CAD 模型各层切片的平面几何信息,进行分层实体切割并逐层迭加形成零件实体的一种快速原型方法。

3.13

选择性激光烧结 selective laser sintering

根据 CAD 模型各层切片的平面几何信息,用二氧化碳类红外激光对已预热(或未预热)的金属粉末、塑料粉末或其他粉末一层层地扫描加热,使其达到烧结温度,最后烧结出由金属、塑料或其他材料制成立体结构的一种快速原型方法。

3.14

熔融沉积成形 fused deposition forming

将丝状供料在喷头内加热融化,控制喷头沿零件截面轮廓和填充轨迹运动,将熔化的材料挤出沉积成实体零件的超薄层,并与周围材料凝结在一起由下而上逐层堆积形成零件实体的一种快速原型方法。

3.15

挤出成型 extruding forming

在常温下或通过加热、加压而使物料以流动状态连续通过型孔或口模成型的方法。

3.16

袋压成型 isotatic forming

借助弹性袋(或其他弹性隔膜)接受流体压力,使介于刚性模和弹性袋之间的增强塑料均匀受压而成为制件的一种方法。

3.17

注射成型 injection forming

将粉末或粒状塑料,加热熔化至流动状态,然后以一定的压力和较高的速度注射到模具内,以形成各种制品的方法。

3.18

压制成型 compression forming

热固性塑料在模具内借助加压和加热使其成型的一种方法。

3.19

增塑 plasticization

通过添加增塑剂或聚合物进行化学改性,而使塑料材料变得柔软和(或)便于加工的一种方法。

3.20

固化 solidifying

通过热、光、辐射或化学添加剂等的作用使热固性树脂或塑料交联的方法。

3.21

手糊成型 hand lay-up forming

在涂了脱模剂的模具上,将含树脂的增强体片材用手工逐层铺贴并排除叠层内空气后,借加热或组分内固化剂的作用使树脂固化的成型工艺方法。

3.22

拉出成型 pultrusion

经树脂浸渍的增强纤维连续长丝,经过钢模模口拉出并挤紧成特定形状的断面,随后加热固化成型的方法。

3.23

喷射成型 spray up forming

用喷枪将树脂和短切纤维按要求的配比同时喷附在芯模表面并随后使之固化的一种成型方法。

3.24

层压成型 laminating

在加热加压条件下把相同或不同材料的两层或多层结合为整体的方法。

3.25

高能成型 high-energy forming

利用压缩空气冲击压力的高速高能锻造所产生的剧烈冲击压力,使金属箔和纤维的重叠物冲击加工成一个整体,或使加热了的金属和纤维的混合物冲压成型的方法。

3.26

干法成型 dry forming

用预浸料或预混料成型增强塑料制品的方法。

3.27

湿法成型 wet forming

纤维或其制品浸渍树脂胶液后,不经烘烤和晾干,直接成型增强塑料制品的方法。

3.28

等离子喷涂 arc plasma jet spraying

在惰性气体保护下,随等离子弧向排列整齐的纤维喷射金属粉末形成涂层的方法。

3.29

高速高能成型 high-energy-rate forming

利用化学能源、电能源或机械能源瞬时释放的高能量,使材料成形为所需零件的加工方法。

3.30

电加工 electric machining

直接或最终利用电能对各种工件进行加工的方法。

3.31

热加工 hot machining

直接或最终利用热能对各种工件进行加工的方法。

3.32

化学加工 chemic machining

直接或最终利用化学能对各种工件进行加工的方法。

3.33

声加工 sound machining

直接或最终利用声能对各种工件进行加工的方法。

3.34

光加工 light machining

直接或最终利用光能对各种工件进行加工的方法。

3.35

磁加工 magnetism machining

直接或最终利用磁能对各种工件进行加工的方法。

3.36

辐射加工 radiation processing

直接或最终利用核能对各种工件进行加工的方法。

3.37

复合加工 compound machining

直接或最终利用两种或两种以上能量(包括机械能、电能、热能、化学能等)对各种工件进行加工的方法。

3.38

高压水切割 high pressure water cutting

射流水或磨料水混合物在高压下,从喷嘴中射出进行切割的加工方法。

3.39

爆炸加工 explosive machine

利用爆炸产生的能量对工件进行加工的方法。

3.40

激光加工 laser beam machining

利用功率密度极高的激光束照射工件的被加工部位,使其材料瞬间熔化或蒸发,并在冲击波作用下,将熔融物质喷射出去,从而对工件进行穿孔、蚀刻、切割,或采用较小能量密度,使加工区域材料熔融黏合,对工件进行焊接的加工方法。

3.41

电火花加工 electro-discharge machining

在一定介质中,通过工具电极之间的脉冲放电的电蚀作用,对工件进行加工的方法。

3.42

超声波加工 ultrasonic machining

利用产生超声振动的工具,带动工件和工具间的磨料悬浮液,冲击和抛磨工件的被加工部位,使其局部材料破坏而成粉末,以进行穿孔、切割和研磨等的加工方法。

3.43

电子束加工 electron beam machining

在真空条件下,利用电子枪中产生的电子经加速、聚焦,形成高能量大密度的细电子束以轰击工件被加工部位,使该部位的材料融化和蒸发,从而进行加工,或利用电子束照射引起的化学变化而进行加工的方法。

3.44

离子束加工 ion beam machining

利用离子源产生的离子,在真空中经加速聚焦而形成高速高能的束状离子流,从而对工件进行加工的方法。

3.45

精密加工 precision machining

指尺寸精度和表面粗糙度可达微米级、亚微米级、分子级、纳米级或更高精度的切削加工方法。

3.46

新型表面改性 new surface treatment

指采用高密度能源等,可实现在零件表面形成具有特殊要求的局部改性的热处理加工方法。

3.47

微细切削加工 minuteness cutting

指采用微型化的定型整体刀具或定型磨料工具对微小零件进行切削加工的方法。

3.48

线放电磨削加工 wire electrical discharge grinding (WEDG)

指采用独特的线放电回路,用微小放电能磨削微小零件的方法。

3.49

生命周期 life-cycle

系统走完其全部生命历程所经历的一般阶段和步骤的有限集。

[GB/T 18757—2002]

4 通用机械制造工艺分类**4.1 面分类**

按不同的视角进行分类:

- a) 基于成形方法分类;
- b) 基于加工尺寸分类;
- c) 基于加工精度分类;
- d) 基于加工设备分类;
- e) 基于加工材料分类;
- f) 基于加工能量分类;
- g) 基于加工能量传递介质分类。

4.2 线分类**4.2.1 基于成形方法分类**

基于成形方法分为:

- a) 去除成形工艺;
- b) 受迫成形工艺;
- c) 堆积成形工艺;
- d) 生长成形工艺;
- e) 其他成形工艺。

4.2.1.1 去除成形工艺

基于加工的自动化程度分为:

- a) 切削加工工艺;
- b) 钳工加工工艺;
- c) 其他去除成形工艺。

4.2.1.2 受迫成形工艺

基于原材料成形过程中的状态(液、固)分为:

- a) 铸造工艺;
- b) 压力加工工艺;
- c) 其他受迫成形工艺。

4.2.1.3 堆积成形工艺

基于合并与连接方式分为:

- a) 焊接工艺;
- b) 覆层工艺;
- c) 快速原型工艺;
- d) 其他堆积成形工艺。

4.2.1.4 生长成形工艺

基于生长成形方式分为:

- a) 纤维细胞种植工艺;
- b) 其他生长成形工艺。

4.2.1.5 其他成形工艺

其他成形工艺包括:

- a) 特种加工工艺;
- b) 热处理工艺;
- c) 拆卸与回收工艺;
- d) 装配与包装工艺;
- e) 其他。

4.2.2 基于加工尺寸分类

基于加工对象尺寸的大小分为:

- a) 大型(例如尺寸范围 $\in [1\ 600\ \text{mm}, \sim)$)加工工艺;
- b) 中小型(例如尺寸范围 $\in (10\ \text{mm}, 1\ 600\ \text{mm})$)加工工艺;
- c) 微型(例如尺寸范围 $\in (\sim, 10\ \text{mm}]$)加工工艺。

4.2.2.1 大型加工工艺

基于成形方法分为:

- a) 大型去除成形工艺(包括:大型切削加工工艺、大型钳工工艺、其他);
- b) 大型受迫成形工艺(包括:大型铸造工艺、大型压力加工工艺、其他);
- c) 大型堆积成形工艺(包括:大型焊接工艺、其他);
- d) 大型切割工艺(包括:大型气割工艺、大型锯削工艺、其他);

- e) 大型热处理工艺;
- f) 其他大型加工工艺(包括:大型维修工艺、大型再造工艺、其他)。

4.2.2.2 中小型加工工艺

基于成形方法分为:

- a) 常规去除成形工艺(包括:常规切削加工工艺、常规钳工工艺、其他);
- b) 常规受迫成形工艺(包括:常规铸造工艺、常规压力加工工艺、其他);
- c) 常规堆积成形工艺(包括:常规焊接工艺、覆层工艺、粉末冶金工艺、快速原型工艺、其他);
- d) 常规切割工艺(包括:常规气割工艺、常规锯削工艺、高压水切削工艺、其他);
- e) 常规热处理工艺(包括:整体热处理工艺、表面热处理工艺、化学热处理工艺、绿色热处理工艺、其他);
- f) 特种加工工艺(包括:电火花加工工艺、电化学加工工艺、激光加工工艺、电子束加工工艺、等离子弧加工工艺、离子束加工工艺、超声波加工工艺、化学加工工艺、其他);
- g) 其他中小型加工工艺(包括:表面处理工艺、少/无切削加工工艺、直接成形工艺、中小型维修工艺、中小型再造工艺、其他)。

4.2.2.3 微型加工工艺

基于成形方法分为:

- a) 微细加工工艺(包括:微细切削加工工艺、微细电火花加工工艺、线放电磨削加工工艺、线电化磨削加工工艺、电化加工工艺、微细激光加工工艺、微细超声加工工艺、光化掩模加工工艺、层积增生加工工艺、其他);
- b) 纳米加工工艺(包括:纳米去除加工工艺、纳米分子工程加工工艺、其他);
- c) 微制造工艺;
- d) 其他微型加工工艺(包括:微型维修工艺、微型再造工艺、其他)。

4.2.3 基于加工精度分类

基于加工精度分为:

- a) 低级精度(例如尺寸精度等级范围 $\in (IT13, \sim)$)加工工艺;
- b) 中级精度(例如尺寸精度等级范围 $\in [IT6, IT13]$)加工工艺;
- c) 高级精度(例如尺寸精度等级范围 $\in (\sim, ITg)$)加工工艺。

4.2.3.1 低级精度的加工工艺

基于成形方法分为:

- a) 一般受迫成形工艺(包括:传统铸造工艺、传统压力加工工艺、其他);
- b) 一般堆积成形工艺(包括:传统焊接工艺、其他);
- c) 一般切割工艺(包括:气割工艺、锯削工艺、其他);
- d) 一般热处理工艺(包括:整体热处理工艺、其他);
- e) 其他低级精度的加工工艺(包括:直接成形工艺、粗精度维修工艺、粗精度再造工艺、其他)。

4.2.3.2 中级精度的加工工艺

基于成形方法分为:

- a) 一般去除成形工艺(包括:传统切削加工工艺、钳工工艺、其他);
- b) 精密受迫成形工艺(包括:精密铸造工艺、精密压力加工工艺、其他);
- c) 精密堆积成形工艺(包括:精密焊接工艺、覆层工艺、粉末冶金工艺、快速原型工艺、其他);
- d) 精密切割工艺(包括:高压水切削工艺、其他);
- e) 精密热处理工艺(包括:表面热处理工艺、整体热处理工艺、化学热处理工艺、绿色热处理工艺、其他);
- f) 一般特种加工工艺(包括:电火花加工工艺、电化学加工工艺、激光加工工艺、电子束加工工艺、

等离子弧加工工艺、超声加工工艺、化学加工工艺、其他)；

- g) 其他中级精度的加工工艺(包括:表面处理工艺、少/无切削加工工艺、一般精度维修工艺、一般精度再造工艺、其他)。

4.2.3.3 高级精度的加工工艺

基于成形方法分为:

- a) 精密去除成形工艺(包括:精密切削加工工艺、超精密切削加工工艺、其他);
- b) 精密特种加工工艺(包括:离子束加工工艺、其他);
- c) 微细加工工艺(包括:微细切削加工工艺、微细电火花加工工艺、线放电磨削加工工艺、线电化磨削加工工艺、电化加工工艺、微细激光加工工艺、微细超声加工工艺、光化掩模加工工艺、层积增生加工工艺、其他);
- d) 纳米加工工艺(包括:纳米去除加工工艺、纳米分子工程加工工艺、其他);
- e) 微制造工艺;
- f) 其他高级精度的加工工艺(包括:精密维修工艺、精密再造工艺)。

4.2.4 基于加工设备分类

基于加工过程中所采用的加工设备分为:

- a) 切削加工工艺;
- b) 特种加工工艺;
- c) 压力加工工艺;
- d) 铸造工艺;
- e) 焊接工艺;
- f) 其他加工设备的加工工艺。

4.2.4.1 切削加工工艺

基于加工方式分为:

- a) 车削;
- b) 铣削;
- c) 刨削;
- d) 磨削;
- e) 镗削;
- f) 钻削;
- g) 插削;
- h) 拉削;
- i) 锯削;
- j) 其他切削加工工艺。

4.2.4.2 特种加工工艺

基于特种加工设备所使用的能量特点分为:

- a) 电物理加工;
- b) 电化学加工;
- c) 化学加工;
- d) 复合加工;
- e) 其他特种加工工艺。

4.2.4.3 压力加工工艺

基于压力机械加工方法分为:

- a) 锻造;

- b) 冲压;
- c) 挤压;
- d) 旋压;
- e) 轧制;
- f) 拉拔;
- g) 摆碾;
- h) 其他压力加工工艺。

4.2.4.4 铸造工艺

基于铸造工艺特点分为:

- a) 砂型铸造;
- b) 特种铸造;
- c) 绿色铸造;
- d) 其他铸造工艺。

4.2.4.5 焊接工艺

基于焊接工艺特点分为:

- a) 电弧焊;
- b) 电阻焊;
- c) 气焊;
- d) 压焊;
- e) 特种焊接;
- f) 钎焊;
- g) 其他焊接工艺。

4.2.4.6 其他加工设备的加工工艺

基于其他加工设备的加工工艺包括:

- a) 钳工;
- b) 热处理;
- c) 装配与包装;
- d) 其他。

4.2.5 基于加工材料分类

基于所加工材料性质分为:

- a) 金属加工工艺;
- b) 非金属加工工艺。

4.2.5.1 金属加工工艺

基于工艺方法在机械制造中的作用和任务分为:

- a) 金属机械加工工艺;
- b) 表面防护处理工艺;
- c) 热处理工艺;
- d) 装配与包装工艺;
- e) 其他。

4.2.5.2 非金属加工工艺

基于所加工材料的种类分为:

- a) 塑料加工工艺;
- b) 复合材料加工工艺;

- c) 陶瓷制品工艺;
- d) 橡胶制品工艺;
- e) 玻璃制品工艺;
- f) 石材工艺;
- g) 其他。

4.2.6 基于加工能量分类

基于工艺过程直接或最终使用的能量形式分为:

- a) 机械加工工艺;
- b) 电加工工艺;
- c) 热加工工艺;
- d) 化学加工工艺;
- e) 复合加工工艺;
- f) 其他能量形式加工工艺。

4.2.6.1 机械加工工艺

基于直接或最终利用能量形式为机械能的加工工艺分为:

- a) 切削加工;
- b) 钳加工;
- c) 压力加工;
- d) 压力及离心铸造;
- e) 离子束加工;
- f) 磨料流加工;
- g) 液体喷射加工;
- h) 超声波加工;
- i) 磨料喷射加工;
- j) 其他机械能的加工工艺。

4.2.6.2 电加工工艺

基于直接或最终利用能量形式为电能的加工工艺分为:

- a) 电解加工;
- b) 电铸和涂镀加工;
- c) 其他电能的加工工艺。

4.2.6.3 热加工工艺

基于直接或最终利用能量形式为热能的加工工艺分为:

- a) 整体及表面热处理工艺;
- b) 砂型及熔模铸造;
- c) 熔焊及钎焊;
- d) 电子束加工;
- e) 电火花加工;
- f) 激光加工;
- g) 等离子弧加工;
- h) 其他热能的加工工艺。

4.2.6.4 化学加工工艺

基于直接或最终利用能量形式为化学能的加工工艺分为:

- a) 化学热处理;

- b) 化学铣切加工;
- c) 照相制版加工;
- d) 光刻加工;
- e) 光电成形电镀;
- f) 其他化学能的加工工艺。

4.2.6.5 复合加工工艺:

基于直接或最终使用的能量的不同组合方式分为:

- a) 复合切削加工;
- b) 超声放电加工;
- c) 超声电解加工;
- d) 电解电火花磨削;
- e) 其他复合加工工艺。

4.2.6.6 其他能量形式加工工艺

其他能量形式加工工艺包括:

- a) 包装与装配;
- b) 压焊;
- c) 声能加工;
- d) 光能加工;
- e) 磁能加工;
- f) 辐射加工;
- g) 其他。

4.2.7 基于加工能量传递介质分类

基于加工能量传递介质分为:

- a) 固体;
- b) 液体;
- c) 气体;
- d) 混合相;
- e) 颗粒物质;
- f) 电磁波;
- g) 声波;
- h) 微观粒子;
- i) 其他能量传递介质。

4.2.7.1 固体

能量传递介质为固体的加工工艺包括:

- a) 切削加工;
- b) 压力加工;
- c) 装配与包装;
- d) 冷作;
- e) 摩擦焊;
- f) 锻焊;
- g) 冷压焊;
- h) 其他固体能量传递介质。

4.2.7.2 液体

能量传递介质为液体的加工工艺包括：

- a) 铸造；
- b) 埋弧焊；
- c) 无气体保护焊；
- d) 铝热焊；
- e) 电渣焊；
- f) 电阻焊；
- g) 钎焊；
- h) 注射成形；
- i) 电化学；
- j) 高压水切割；
- k) 电镀；
- l) 热浸镀；
- m) 涂装；
- n) 其他液体能量传递介质。

4.2.7.3 气体

能量传递介质为气体的加工工艺包括：

- a) 气体保护电弧焊；
- b) 气压焊；
- c) 气焊；
- d) 其他气体能量传递介质。

4.2.7.4 混合相

能量传递介质为固体、液体、气体等混合相的加工工艺包括：

- a) 热喷涂；
- b) 气相沉积；
- c) 整体热处理；
- d) 表面热处理；
- e) 爆炸加工；
- f) 电解磨削；
- g) 其他混合相能量传递介质。

4.2.7.5 颗粒物质

能量传递介质为颗粒物质的加工工艺包括：

- a) 喷丸；
- b) 喷砂；
- c) 其他颗粒物质能量传递介质。

4.2.7.6 电磁波

能量传递介质为电磁波的加工工艺包括：

- a) 光束焊；
- b) 激光加工；
- c) 电火花加工；
- d) 电加工；
- e) 感应焊；
- f) 其他电磁波能量传递介质。

4.2.7.7 声波

能量传递介质为声波的加工工艺包括：

- a) 超声波加工；
- b) 超声波焊；
- c) 超声成形；
- d) 其他声波能量传递介质。

4.2.7.8 微观粒子

能量传递介质为微观粒子的加工工艺包括：

- a) 等离子电弧焊；
- b) 电子束焊；
- c) 电子束加工；
- d) 离子束加工；
- e) 离子溅射；
- f) 离子注入；
- g) 扩散焊；
- h) 化学热处理；
- i) 化学镀；
- j) 转化膜；
- k) 其他微观粒子能量传递介质。

4.2.7.9 其他能量传递介质

其他能量传递介质的加工工艺包括：

- a) 高机械能焊；
- b) 储能焊；
- c) 高速高能成形；
- d) 非金属材料成形；
- e) 其他。