

冲模块在线切割过程的开裂及变形分析

河南川光电子光学仪器厂(河南南阳 473006) 杨凌平

1 引言

在冲模制造中,一些厚(大)件(如高度为60~80mm的凸模及凸凹模等)在线切割过程突然开裂的现象时有发生。还有一些零部件在切割过程中发生扭曲、弯曲变形。据了解,90%以上的工模具制造者把问题归咎于热处理,还有少数人认为是原材料先天性缺陷或锻造缺陷造成的。其实,上述结论是笼统的、不确切的。现从以下几个方面进行分析。

2 应力集中是线切割开裂的直接原因

在金属材料各部分的温度相同(常温)且不受外力作用时,其内部存在的应力称之为内应力。钢件在铸造状态、焊接状态或冷、热塑性加工状态以及淬火状态均存在一定的内应力。切削加工、磨削加工、喷丸处理以及放电加工中也产生一定的内应力。

内应力可通过把材料加热到适当温度并

保持一定时间的方法加以消除,加热温度越高,材料越易产生塑性变形,内应力越易得以松弛和消除。内应力还可通过振动时效得以松弛和消除。

2.1 淬火钢的内应力

工具钢淬火时由于高碳马氏体的急剧形成和高速长大,会形成很高的应力场,当应力超过材料的断裂极限时,就在钢件内部产生微裂纹。即使当时未产生裂纹,该应力区在随后加工(如磨削、放电)时也会造成微裂纹,在其它应力作用下,微裂纹可能发展为宏观裂纹,从而导致工件开裂。

淬火后,在无碳合金中,约存在500~800MPa的内应力,而在高碳钢中,内应力可达1600MPa。有资料介绍,磨削加工可引起70~80MPa的内应力。

2.2 放电加工(EDM及WEDM)引起的内应力

选择好抛光磨料的种类、粒度以及采用最适当的抛光方式,以达到缩短加工时间和降低加工成本的目的。此外加工中测量尺寸的方法以及对于形状精度和尺寸精度有相当影响的工夹具的装卡方式等也需要注意。

4.4 采用先进的抛光技术

为了减轻人的劳动强度,提高加工效率,多种先进的抛光技术都相继开始使用。如电解抛光、超声波抛光、胶体挤拉抛光等。这些新技术不仅对抛光工艺的省力化和自动化很适用,而且还标志着今后加工技术的发展方向。因此,在基本理解磨料抛光加工机理、熟悉模具加工特点之后,采用适当的措施是十分重要的。

5 结束语

模具型腔抛光的主题应当是加工精度。不仅要有熟悉模具抛光特点的操作者,还要

参 考 文 献

- 1 朱怀义,赵中奎译.微细加工技术.科学出版社,1983.
- 2 G 曼格斯,P 默兰著.李玉泉译.塑料注射成型模具的设计与制造.中国轻工业出版社,1992.
- 4 王忠志.精密研磨.中国计量出版社,1989.

收稿日期:1998年7月24日

放电加工是借助于放电所产生的高温而使工件表面熔化的加工方法。因此,在其加工表面上形成白色的放电加工变质层,并产生约 80MPa 左右的拉应力。

淬火应力、磨削应力及放电加工应力交互迭加引起应力集中是导致淬火件在线切割过程开裂的直接原因。

3 回火是消除淬火应力的重要手段

如前所述,内应力可通过对材料加热到适当温度并保持一定时间的方法加以消除。淬火钢必须经回火后方能使用。

用 X 射线可以检测钢的内应力在 100~150°C 回火时变化甚微,至 300°C 仍残留较大的内应力,300~450°C 回火时,应力急剧减小,高于 500~600°C 内应力基本消除,见图 1、图 2。

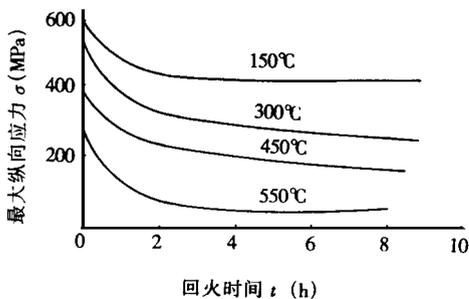


图 1 不同回火温度及回火时间对第一类内应力的影响

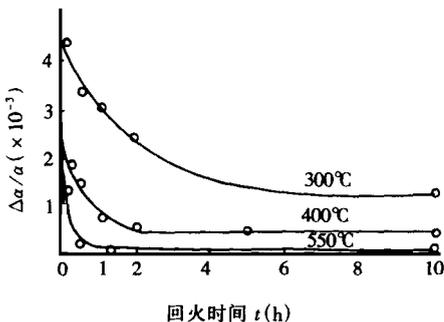


图 2 1.0% C 钢回火时第二类畸变 $\Delta\alpha/\alpha$ 随回火时间的变化

淬火时,由于工件的内外温度不一致,钢的组织转变不同步引起的内应力称为第一类

内应力,这类内应力(属区域性)在 550°C 回火时基本完全消除。

淬火后,由于马氏体的快速形成而使淬火钢产生的巨大相变应力称为第二类内应力(产生于晶粒内部及晶胞间),1.0% C 钢(T 10A)在 500°C 左右回火时,仅需 1h 第二类内应力便可完全消除。

当回火温度达 400~450°C 时,过饱和固溶体中的碳原子完全脱溶,第三类内应力(晶胞内的点阵畸变)基本完全消除。

冷加工模具钢由于淬火引起的残余应力,即便在大约 200°C 回火数小时,其松弛量才达到 50%。

4 冲模模具钢的选择及其残余应力

由于冲模硬度一般要求控制在 50~55HRC(弯曲、翻边及成形等模具)、58~62HRC(一般材料的冲模)及 60~66HRC(电工钢冲模)。因此,对热处理而言,在模具钢材选定的前提下,热处理回火温度的选择受到了很大的限制。

4.1 碳素工具钢(T 7A ~ T 13A)

在硬度要求为 58~62HRC 时,回火温度只能选择在 200°C 左右,因模具钢淬火后经 200°C 左右回火,其内部仍残存约 50% 的内应力,若经磨削后,再上线切割,则对于大于 60mm 的厚(大)件,几乎百分之百开裂。

4.2 低合金工具钢(CrWMn、GCr 15 等)

低合金工具钢淬透性稍优于碳素工具钢,淬火后同样存在很大的内应力,要保证硬度 58~62HRC,回火温度仍选择在 200°C 左右,因此,经淬火、回火后,硬度达规定范围内,同样残存约 50% 的内应力,其线切割开裂倾向并不比前者小。

4.3 高碳高铬钢(Cr 12 钢)

(1) 采用一次硬化法处理的 Cr 12 型钢由于采用较低的回火温度(200°C 左右),上述现

象仍无法避免。

(2) 采用二次硬化法处理的 Cr 12 钢, 由于可采用 520℃回火 2~3 次, 淬火应力几乎完全消除, 故在以后的磨削及线切割加工中, 几乎无开裂现象。

综上所述, 在冷加工模具钢材选定时, 若线切割工序必须在热处理之后进行, 则对于线切割过程的开裂, 热处理方法难以避免 (Cr 12 型钢除外)。

5 走出冲模加工中的误区

据了解, 很多模具加工工艺人员, 由于缺乏对金属学及热处理工艺的了解, 在编制冲模加工工艺时几乎是约定俗成的采用先淬火、回火, 后上线切割的工艺路线。另外, 对凸模及凸凹模的切割, 均采用从坯料 (淬火钢) 周边直接割进去, 这并非是一种合理的冲模加工工艺, 理由如下:

(1) 对于一些形状比较简单且对称性较好的凸模及凸凹模 (如截面为椭圆形、菱形、环形、牛眼形等) 均可采用先切割成形, 后局部淬火的工艺, 既可控制变形, 又可避免开裂。特别是对采用碳素工具钢及低合金工具钢的冲模, 效果更佳、更显著。

(2) 凸模及凸凹模在切割时为避免扭曲、

弯曲变形, 采用在淬火钢坯上预制穿丝孔, 等淬火回火后, 进行封闭切割。这是因为, 从淬火钢坯周边直接割进去会显著引起缺口敏感性 & 应力集中释放, 从而导致工件变形, 甚至开裂。

6 结束语

在冲模加工过程中, 应考虑以下因素以免工件变形或开裂:

(1) 从选材上尽量选择回火抗力高的钢种。①若选用价格低廉的碳素工具钢及低合金工具钢, 则应考虑先淬火后切割的方法; ②若选用 Cr 12 型钢, 则应采用二次硬化处理方案; ③亦可选用高速钢做冲模。

(2) 从工艺上考虑: ①制作合理的工艺孔、槽, 便于应力对称、均匀、分散的释放; ②凸模及凸凹模采用封闭切割。

(3) 热处理回火应尽可能充分。在回火温度无法提高时, 应考虑延长回火时间及增加回火次数。

(4) 数控线切割加工, 应保证在稳定的放电条件下进行。

(5) 考虑振动时效在淬火回火后的应用。

铝型材挤压模成形工作带的表面强化

四川工业学院(四川成都 611744) 傅建储 凯 谢明立

摘要 利用化学沉积 Ni-P 合金镀层的方法, 对铝型材挤压模具的成形工作带进行了强化。实验室和现场装机试验结果表明, 镀层与基体的结合强度以及镀层的硬度在长时间高温高压等复杂载荷的作用下表现良好, 且镀层耐磨性极佳。

关键词 铝型材 挤压模具 化学镀 Ni-P 表面强化

1 引言

铝型材挤压模具的成形工作带由于长期在高温高压与复杂载荷的综合作用下, 容易产生变形、塌陷、崩刃、摩擦磨损、表面“粘着”

收稿日期: 1998年8月21日