

钛合金材料特性及其磨削特点分析

张澜禹 邵立桢 吴优 肖红 刘海滨
(中国航发动力股份有限公司 陕西 西安 710021)

摘要: 钛合金材料是一种全新的结构性材料, 这种材料的化学性能优异, 在诸多领域都有广泛的应用, 因此, 钛合金材料具有较强的发展潜力。就我国钛合金材料而言, 其储备量相对巨大。对此, 我国需要重点加强钛合金材料的研发与创新, 以促进钛合金材料在各个领域的应用与推广。本文主要对钛合金材料特性及磨削特点进行了简要分析。

关键词: 钛合金材料; 特性; 磨削特点

0 引言

钛合金材料是一种常见的合成结构材料, 其实际储量也是相当可观的。钛合金材料的优势在于具有较强的耐热性、抗腐蚀性、比刚度和比强度, 使其被广泛应用在各个工业领域。加强对钛合金材料特性和磨削特点的研究, 能够有助于生产企业创新研发出更为高效的加工磨削技术, 进而提升钛合金材料的应用价值和市场潜力。

1 钛合金材料的分类与特性

1.1 分类

就我国范围内的钛合金材料, 其种类主要包括 α 钛合金、 β 钛合金、 $\alpha+\beta$ 钛合金, 这三种形式的钛合金之间是存在一定差异的。 α 钛合金是一种单相合金, 其主要组成元素有钛、铝、锡; β 钛合金也是一种单相合金, 其主要组成元素有钛、锰、铬、钒等; 而 $\alpha+\beta$ 钛合金则是一种双向合金, 其中的合金元素有铝、锡、锰、铬等。

1.2 特性

钛合金材料以其独特的结构组成具有一定优势, 同时也存在一定的弊端。钛合金材料的显著特性在于具备较强的刚度、抗腐蚀性和热强度。

首先, 与钢材等高强度材料相比, 钛合金材料的密度基本为钢材料的一半, 但是其强度却相对较高。因此, 钛合金材料的弹性就显得相对较弱, 在一定程度上加大了弯折等加工处理操作的难度。但是, 由于钛合金具有良好的刚度, 在生产工业和化学行业上得到了广泛的应用, 尤其是在航天事业中的应用最为广泛。

其次, 普通的金属材料都存在着易被氧化的问题, 以至于普通金属材料的防腐性能较差。而钛合金材料的防腐性能则相对较强, 甚至与不锈钢的防腐性能相近, 能够有效避免金属材料氧化问题。这就为钛合金材料在化工行业的应用提供了优势。这种主要是因为钛合金材料自身所含有的化学成分能够与空气中的氮气和氧气发生化学反应, 在钛合金材料表面形成一层惰性极强的氧化膜, 使其对钛合金材料进行保护, 很难与其他化学材料发生氧化。基于这种材料特性, 钛合金材料在酸碱性极强的化工生产环境也能得到应用。

最后, 钛合金材料中含有一定的钛元素, 而钛元素的熔点可在 1660°C 以上, 这就使得钛合金材料具有良好的热强度。通常情况下, 钛合金材料的应用环境温度主要集中在

$500 \sim 600^{\circ}\text{C}$ 。因此, 在这个温度范围内, 钛合金能够表现出良好的抗热性能。鉴于钛合金材料良好的抗热性, 其在工业行业中得到广泛的应用。

当然, 钛合金材料也存在一定的弊端。首先, 钛合金材料较强的硬度使得钛合金材料的切削难度相对较大, 在加工过程中就需要经过长时间的磨削, 进而就会造成热量增大的问题。而钛合金材料自身的散热性能并不强, 使得加工过程中所产生的热量不能得到及时有效的排散, 就会出现粘结现象, 进而影响磨削工具的使用。其次, 钛合金材料的耐磨性较差, 在长时间、高强度使用过程中会出现不同程度上的磨损。因此, 在实际加工时需要配合添加一定的辅助材料, 以提升钛合金材料的耐磨度, 但是这就会造成加工难度增加。

2 钛合金材料的磨削特点

目前, 基于钛合金材料的特性, 钛合金材料主要用于制作航空航天飞行器零部件。但是, 整体上来说, 钛合金材料的磨削难度相对较大, 导致磨削成本也就相对较高。现阶段, 航空航天行业在材料使用方面具有较强的严格性, 并具有充足的资金预算。因此, 对于钛合金材料的使用是相对较多的, 而钛合金材料在其他行业中的应用推广则很难深入。

2.1 磨削过程出现的问题

钛合金材料中不可避免的存在一些硅、铁等杂质元素, 而这些杂质元素的存在, 就会使钛合金材料发生化学反应并产生相应的化合物, 这些化合物就会残留在钛合金材料内, 进而影响钛合金材料的塑性、强度、抗腐蚀性、焊接性等性能, 在一定程度上削弱钛合金的材料性能。钛合金材料在磨削加工过程中, 由于加工时间较长, 会产生一定程度的热量, 而在该温度下, 钛合金材料具有一定的粘性。

同时, 钛合金材料中的钛与空气中的氮气或氧气在化学反应的作用下会形成氧化膜或氮化膜, 在提升钛合金材料防腐性能的同时, 也会在一定程度上降低钛合金材料的弹性, 增加钛合金材料本身的脆性, 进一步增加了加工难度。在高温粘性作用下, 磨削工具砂轮不仅会发生堵塞现象, 还会造成砂轮自身的磨损。一旦砂轮受到损伤, 会影响磨削的准确性。与此同时, 砂轮在磨损后与钛合金材料的接触面积又会进一步增加, 使加工过程中材料温度显著上升, 甚至造成钛合金材料的磨削烧伤, 致使裂痕的出现。

2.2 钛合金材料的磨削特点

在钛合金材料的磨削过程中所体现出来的磨削特点主要包含以下几方面：第一，磨削过程中在高温作用下钛合金材料会出现变形，并与磨粒产生吸附粘结现象，进而导致磨粒的碎裂脱落，使得磨削砂轮受到磨损；第二，钛合金材料在磨削过程中，在长时间与磨粒摩擦过程中会产生磨削高温，甚至可以达到 1000℃ 以上；第三，在磨削过程中采用不同材质的砂轮会对钛合金材料产生不同的切削；第四，磨削高温问题的产生，会进一步提高钛合金材料自身的脆性，并降低材料的塑性，这主要是氧化膜或者氮化膜的形成造成的；第五，钛合金材料磨削过程中会产生大量热能，提高钛合金材料自身的温度，且很难得到挥发与释放。在长时间的磨削过程中材料温度会显著增加，甚至超过钛合金材料所能承受的最高作业温度，在这种温度条件下就很有可能引发钛合金材料的内部组织结构发生变化，降低材料自身的优良性能。严重情况下，就会造成钛合金材料的烧伤，使得整个工件出现裂痕。工件表面也会更加粗糙。对此，相关技术人员需要结合磨削加工中存在的问题，深入研究制定科学的解决方案，以提升钛合金材料磨削加工的技术水平。

3 结语

综上所述，钛合金材料具有良好的材料性能，并且在我国具有一定基础的储备量。对此，相关产业需要充分认识

到钛合金材料的优势，并充分运用到各个工业领域，尤其是在航天事业和化工行业中应用钛合金材料，能够将该材料的优势充分发挥。

但是，钛合金材料在磨削加工过程中具有加工难度大和加工成本高等弊端，这就需要相关工作人员结合钛合金材料的特性和实际磨削加工中存在的问题，深入研究和总结，不断总结积累实践经验，攻克钛合金材料在实际应用过程中所存在的问题，将钛合金材料的高性能优势充分发挥出来。同时，积极改进钛合金材料加工制造工艺，推动钛合金材料在工业领域的广泛应用。

参考文献：

- [1] 赵晓强, 李陇涛. 钛合金材料特性及切削加工方法 [J]. 金属加工 (冷加工), 2020, (05): 15-17.
- [2] 杨振, 郭鑫民, 张黎黎, 卢松涛, 张勇, 陈凯锋, 张建隆. 钛合金表面抗激光涂层损伤特性及热效应影响研究 [J]. 飞控与探测, 2020, 3, (05): 85-96.
- [3] 杜健辉, 廖聪. 激光冲击对钛合金机械零件疲劳特性的影响分析 [J]. 激光杂志, 2020, 41(06): 193-197.
- [4] 郭小军, 徐友良, 李坚, 单晓明, 刘建新, 胡晓安. 内含硬 α 夹杂钛合金轮盘裂纹扩展研究 [J]. 失效分析与预防, 2020, 15(03): 137-141+158.

(上接第 154 页)

和适量微量元素来提高材料自身的拉伸拉延性能和抗拉强度。新钢板种类很多，包括低合金高强度钢板。属于含磷冷轧钢板，包括双向钢板和硬化钢板等不同的钢板，都有不同的优势，可以针对工业设计的具体情况进行针对性选择，提高工业设计的整体效果。冷压双向钢板可以满足工业零件设计要求，能够设计出各种复杂的形状。陶瓷基复合材料 (CMC) 发动机应用取得重要突破。GE 航空通过 F414 发动机低压涡轮叶片成功试验了世界上首个非静子组件的轻质、耐高温 CMC 部件，展示了极强的耐高温和耐久性能力。

3.2 蜂窝夹心复合板

蜂窝夹心复合板可以按照不同的材料类型分为玻璃，布，蜂窝以及铝蜂窝各种不同的材料都有非常显著的优势，对工业制造工艺具有非常关键的作用，而蜂窝夹心复合板具有良好的抗震隔热效果，通过聚丙烯作为新钢板材，能够有效降低整个工业零件的重量，具有非常良好的冲压性能。

3.3 泡沫合金板

泡沫塑料板材整体弹性很好，承受外力能力强，广泛应用于各种材料的工业生产中。泡沫合金板也可以分为不同的种类，满足工业制造多样化需求。新型热塑性复合材料托架技术，适用于飞机机翼、中央翼盒以及油箱的液压和燃油托架，可比金属零部件减重至少 40%。

3.4 轻量化迭层钢板

在工业生产中，随着新材料的不断发展，铝、镁、塑料等材料的应用越来越广泛，采用液压成型技术、发泡铝材技术可以为生产提供技术保障。铝作为最常用的新材料，其

强度、刚度均优于铝合金，密度小，耐腐蚀性好，因此铝在工业配件生产中的比重不断提高。新材料出现也不断催生新的工业制造工艺，而发泡铝材料，通过运用新型三明治，铝材也被称之为三明治发泡铝材技术。这种新型的铝材运用三层结构，通过内部两层形成坚实的铝板或钢板内部中间层的发泡铝材质，将整个材料进行拉伸，形成半成品，然后将半成品放置在模具中，不断加热也会使板材半成品全面膨胀。通过对铝材的设计优化，能够进一步减轻工业的总体重量，还可以有效隔绝噪音，起到良好的耐高温耐热效果。

4 结语

在我国工业制造领域不断发展的背景下，为了进一步增强工业设计的整体效果，需要高度重视对传统材料的设计优化。新材料设计与应用关乎着国民经济全面发展。在未来新模具和工业制造设计中必须充分发挥优势，运用高新技术元素提高模具设计的整体质量，满足工业制造发展的多元化需求，为社会经济发展提出重要贡献。

参考文献：

- [1] 王珏, 李龙, 迟彩楼. 新材料蒙皮拉形模具的制备工艺 [J]. 合成树脂及塑料, 2018, 35(02): 78-82.
- [2] 林建平. 新材料给模具技术带来的机遇与挑战 [J]. 模具工业, 2015, 41(04): 1-3+7.
- [3] 王霖, 苏佳智, 晏冬秀, 刘卫平. 纤维增强复合材料在模具上的应用动态 [J]. 航空工程进展, 2015, 6(01): 13-17+25.
- [4] 朱成丽. 浅谈国内外模具新材料发展 [J]. 科技资讯, 2011, (17): 81+83.