

传动轴的锻造工艺要点

中国航天科工集团8511研究所 (江苏南京 10007) 金 雷

【摘要】从传动轴的结构特点、材料选择及工艺实施等几个要点入手,系统介绍了传动轴的锻造工艺及相关注意事项。

随着我国汽车、飞机、机车及轮船等制造业的飞速发展,对锻件的需求量日益增大。锻件的形状、尺寸稳定性较好,强韧性好,性价比高,纤维组织合理,并有较佳的力学性能,因此被广泛应用于机械制造领域。

1. 传动轴结构及材料选择

传动轴是组成机械设备的主要零件之一,所有作回转运动的传动零件(如齿轮、蜗轮等)都必须安装在传动轴上才能进行运动及动力的传递。传动轴(见图1)常用于变速器与驱动桥之间的联接,这种轴一般较长,且转速高,只能承受扭矩而不承受弯矩。

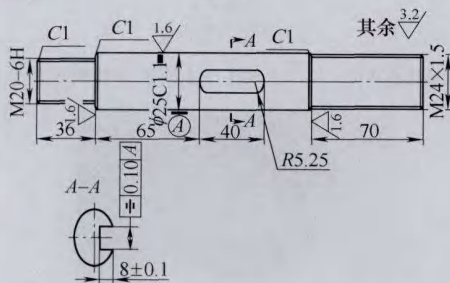


图1 常见的传动轴结构

由于传动轴是用来支撑齿轮等作回转运动的零件,其工作环境比较复杂,受到各种力的作用,这些力可以使其产生拉伸、压缩、扭转及弯曲变形等,这些因素决定了传动轴必须要有较高的机械强度和刚度。而锻件在锻造的时候,可以使钢材产生纤维组织强化,也可以打碎铸态组织,获得较高的综合力学性能。

对于要求更高的轴类零件,可以通过锻造加调质处理,使钢材获得更好的力学性能。同时,用锻件作为零件毛坯可以减少用材,节约资金,经济实惠。传动轴的组织性能直接影响到轴的使用寿命,而表面质量的好坏直接影响到轴的传动效率,因此为了达到轴的使用性能,对于传动轴的锻造要严格按照机械制造工艺来完成。

传动轴的常用材料是碳钢和合金钢。碳钢比合金钢价格低廉,对应力集中的敏感性低,可通过热处理改善其综合性能,加工工艺性好,故应用最广。一般用途的轴,多用含碳量(质量分数)为0.25%~0.5%的中碳钢,尤其是45钢,对于不重要或受力较小的传动轴也可用Q235A等普通碳素钢。高碳钢塑性差,硬度高,疲劳强度差,切削加工性差,制作轴类零件韧性不够、易断。

合金钢具有比碳钢更好的力学性能与淬火性能,但对应力集中比较敏感,且价格较贵,多用于对强度和耐磨性有特殊要求的轴。如20Cr、20CrMnTi等低碳合金钢,经渗碳处理后可提高耐磨性;20CrMoV、38CrMoAl等合金钢,有良好的高温力学性能,常用于高温、高速及重载条件下工作的轴。值得注意的是,因常温下合金钢与碳素钢的弹性模量相差不多,因此当其他条件相同时,如想通过选用合金钢来提高轴的刚度是难以实现的。

2. 锻件的工艺分析

锻件的优势是由于金属材料通过塑性变形后,消除了内部缺陷,如打碎了碳化物、非金属夹杂物,并使之沿变形方向分布,改善或消除了成分偏

析等,得到均匀、细小的低倍和高倍组织。

锻造按加工温度可分为冷锻和热锻。冷锻一般是在室温下加工,热锻是在高于坯料金属再结晶温度状态下加工。有时处于加热状态,但温度不超过再结晶温度时进行锻造称为温锻。锻造成形方法可分为自由锻、模锻、冷镦、径向锻造、挤压、成形轧制、辊锻及辗扩等,常用的有自由锻和胎模锻。

3. 锻造工艺实施要点

传动轴锻造工艺方案为:坯料→预拔长→压肩→拔长→成品。

(1) 锻造温度范围 指锻件由始锻温度到终端温度的间隔。确定锻造温度的基本原则是保证金属材料在锻造温度范围内具有良好的塑性和较低的变形抗力,能锻出优质的锻件。各类碳素结构钢及合金钢的锻造温度范围如附表所示。

碳素结构钢及合金钢的锻造温度范围 (°C)

合金种类	常用钢号	始锻温度	终锻温度	锻造温度
碳素结构钢	Q195, Q215, Q235, Q275	1300~1200	700~750	600~450
优质碳素结构钢	10, 20, 25, 30	1300~1200	700~750	600~450
	35, 40, 45, 50, 55, 60	1200~1250	800	400~450
碳素工具钢	T8, T8A, T9, T9A, T10	1050~1150	750~800	300~350
合金结构钢	18CrMnTi, 27SiMn, 42SiMn	1100~1200	800~850	300~350
	9SiCr, CrWMn, 5CrMnMo	1050~1150	800~850	250~300
合金工具钢	W18Cr4V, W9Cr4V	1100~1150	900	200~250
高速工具钢	15MnV, 15MnVN, 15CrMo	1100~1150	850	250~300
合金耐热钢	65, 70, 75, 65Mn, 60Si2Mn	1100~1150	850	300
合金弹簧钢	GCr6, GCr9, GCr15	1080	800	280
合金轴承钢				

采用火焰反射炉加热时,锻造温度范围应尽量宽一些,以减少锻造火次,提高生产率,加热的始锻温度一般取液相线以下100~200°C,以保证金属不发生过热、过烧,终锻温度一般高于金属的再结晶温度且与变形程度有关,当变形程度较小时,终锻温度可稍低于规定温度。

(2) 锻造加热规范 原材料的直径或边长

<200mm时,锻造按图2进行加热。原材料直径或边长≥200mm时,原材料锻造按图3进行加热。

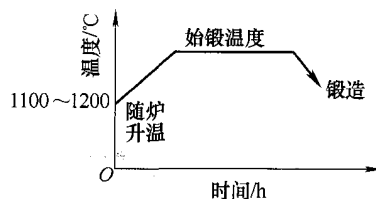


图 2

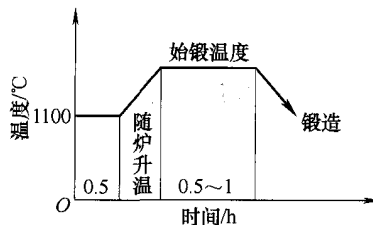


图 3

(3) 锻造设备的选择 空气锤是由电动机直接驱动的锻压设备,其优点是安装方便,费用低,打击速度快,为95~245次/min,能充分满足小锻件在锻造过程中因冷却速度快而必须快速完成锻件成形的要求。既可用于自由锻造,也可用于胎模锻造,应用广泛,但不足之处是吨位小,常用最大吨位为1t。

锻造设备的选择有查表法与经验类比法。若能直接查表获得则应优先选择,也可采用经验类公式计算:

$$G = 2.5F$$

式中 G ——锻锤吨位 (kg);

F ——坯料横截面积 (cm²)。

4. 注意事项

(1) 锻件在锻后冷却时,按冷却速度分为空冷、坑冷和炉冷。一般锻件均采用空冷,模锻件批量较大时可实行形变热处理。

(2) 自由锻和模锻在锻造前工具必须预热;型材加热必须防止氧化皮过多、脱碳、过热及过烧现象发生。锻后必须进行退火处理,以细化组织,降低硬度和消除残余应力,较复杂的锻件还要进行第二次热处理。

(3) 锻件在锻造过程中,必须防止裂纹、折叠、局部结晶、中心偏移和尺寸超差现象的发生。

(4) 关键(重要)锻件还必须做力学性能试验(如硬度、拉力及冲击韧性试验等)、金相分析或超声波检测。**MW** (20120506)