

【兵器与装备】

硬质阳极氧化对提高铝弹体表面硬度的影响因素*

周 维

(海军驻西南地区弹药专业军事代表室,重庆 400021)

摘要:介绍了硬质阳极氧化方法,分析了影响硬质阳极氧化膜硬度的工艺参数,指出了硬质阳极氧化对提高铝弹体表面硬度的作用,硬质阳极氧化提高了铝弹体表面的硬度,可以满足铝弹体的发射强度要求。

关键词:硬质阳极氧化;铝弹体;表面硬度

中图分类号: TG174.451

文献标识码: A

文章编号: 1006-0707(2008)02-0064-02

目前,随着小口径弹药的发展,越来越多的小口径弹药采用铝及铝合金作为弹体材料。但是,铝合金弹体同钢弹体相比,强度低,需通过氧化处理提高弹体的表面性能。铝及合金的氧化处理分为化学氧化和电化学氧化(俗称阳极氧化)两大类。化学氧化处理所获得的膜层比较薄,质软不耐磨,抗蚀能力低,主要作为油漆的底层。而铝阳极氧化膜的防护性等综合性能优于化学氧化膜,可应用到弹体上提高弹体的表面硬度,增强铝质弹体表面的抗烧蚀能力。本研究就主要针对某型弹弹体所用铝质材料,重点分析硬质阳极氧化对提高铝弹体表面硬度的作用。

1 硬质阳极氧化

硬质阳极氧化是形成用于工程目的的硬(且通常厚)氧化铝膜层的一种电解处理方法。硬质阳极氧化法是一种厚层阳极氧化工艺,是铝及铝合金在低温硫酸和添加剂电解液中经过脉冲电流的作用而进行的电化学反应。它除具有一般硫酸氧化膜的性质外,还具有使其表面在硬度、耐腐蚀性、结合强度、绝缘和绝热性等性能都得到提高,满足较高的要求。

硬质阳极氧化可用于铸造或锻造铝及铝合金,但对于含有5%以上的铜和8%以上的硅,以及压铸铝合金需要特殊的阳极氧化工艺。为了获得最好的显微硬度、耐磨性或低表面粗糙度的特性,应选用低的合金含量。硬质阳极氧化通常会导致每一表面上尺寸增加膜层厚度的50%。如果必要,工件阳极氧化前的尺寸应估计到这一增加。

2 硬质阳极氧化工艺参数对氧化膜硬度的影响

硬质阳极氧化工艺中,溶液浓度、添加剂浓度、温度的

控制、电流密度、氧化时间等因素都会对氧化膜的硬度产生影响。

1) 溶液浓度。当用硫酸进行硬质氧化时,一般采用10%~30%的浓度。浓度偏低时膜层硬度高,尤以纯铝更加明显,但含铜高的铝合金(如Y12)例外。因合金中的 CuAl_2 相在氧化时溶解快,容易烧毁零件,故不适合低浓度氧化,必须采用310~350 g/L的硫酸,用交直流叠加或脉冲电流氧化。

2) 添加剂。高硅铸铝合金采用常规氧化,电流分布不均,导致氧化膜不连续,局部易烧焦。加入DP-Ⅲ添加剂的作用是改善铝合金表面的电流分布,有利于提高氧化速度和硬度,在20℃以下氧化可达到-50℃时氧化膜的硬度。

3) 温度的控制。温度对膜层的硬度和耐磨性影响很大,一般来说低温氧化硬度高、耐磨性好,但温度过低膜脆性大,零件尖棱部位质量变差。适宜的温度要视硫酸浓度、电流密度和合金成分而定,一般控制在-5~10℃,对纯铝应控制在6~11℃(0℃左右硬度和耐磨性反而降低)。

4) 电流密度。提高电流密度则膜层生长速度加快,氧化时间缩短,膜硬度提高、耐磨性好。但当电流密度超过某一值(8 A/dm²)时,发热量大膜层硬度反而降低。为了获得优质膜层就要根据不同材质的零件选择适当的电流密度,一般选择2~5 A/dm²。

5) 氧化时间。氧化时间过短,则膜层薄而平滑;氧化时间过长,则膜层粗糙、疏松而易脱落。因此氧化时间决定了氧化膜的厚度,并影响其硬度大小。氧化膜越厚,膜层越疏松,特别是膜层外层,一般50 μm以上的膜层厚度就可能降低其硬度。

3 某型弹弹体所用材料及氧化工艺

某型弹弹体材料选用高强度的轻金属合金材料7A04,

* 收稿日期:2008-12-07

作者简介:周维(1963—),男,重庆人,高级工程师,主要从事弹药监造工作。

该材料为超硬铝,其合金含量低(见表1)且本身就具有较高的抗拉强度.经过硬质阳极氧化表面处理,能获得较高的显微硬度,以满足弹体性能要求.

表1 7A04合金含量

代号	化学成分/%					
	Cu	Mg	Mn	Fe	Si	Zn
7A04	1.4~2.0	1.8~2.8	0.20~0.6	0.5	0.5	5.0~7.0

根据影响阳极氧化膜硬度的因素,某型弹铝弹体通过调整硫酸浓度及氧化时间,对生成的厚度在4~20 μm之间的氧化膜硬度进行了对比试验,发现其膜层硬度变化不大,而小于8 μm的氧化膜,在检测厚度时发现其氧化膜层厚度不均,不能满足耐蚀性要求.因此最终确定其工艺参数,硬质阳极氧化工艺参数为硫酸浓度:180 g/L;电压为:16 V;温度为:3 ℃以下;氧化时间为:80 min.

4 硬质阳极氧化对提高铝弹体表面硬度的作用

硬质阳极氧化膜硬度很高,在纯铝上可达到 HV = 1 200~1 500,在铝合金上硬度显著降低, HV = 400左右.对某型弹铝弹体氧化前后表面硬度进行了对比试验,对抽取的3发未进行阳极氧化的铝弹体进行检测,其 HV 平均值为203.3(检测结果见表2).而经过硬质阳极氧化的3批弹体经检测,其 HV 平均值达到了456.0.具体试验检测数据如表2~3所示,可见硬质阳极氧化后的弹体表面硬度明显得到提高.

5 弹体表面硬度提高对性能的作用

经过硬质阳极氧化提高表面硬度的弹体,由于其表面硬度增加,可更好地防止弹体在生产过程中被碰伤、划伤.更主要的是弹体表面硬度的提高可满足弹体发射强度的性能要求.对2种弹进行了强度回收试验,通过对强度回收的2种弹体进行检测,未进行阳极氧化或只经过普通氧化的弹体,弹体定心部有明显的膛线刻痕,并且弹体尾部出现严重的烧蚀;定心部或圆柱部直径增减量超过规定值,不能满足发射强度的性能要求.

而经过阳极氧化的弹体定心部膛线刻痕明显减轻,弹体尾部也未出现烧蚀现象.经尺寸检测,定心部或圆柱部直径增减量也符合规定的要求,满足了发射强度的性能要求.

6 结论

1) 通过控制硬质阳极氧化的工艺参数,对提高铝合金表面的硬度是非常有效的,该技术非常适用于重量要求轻、表面有一定要求的产品.

2) 选取适当参数的硬质阳极氧化工艺,是目前解决铝合金弹体硬度不足的唯一有效途径.经硬质阳极氧化后的铝合金弹体的表面硬度明显提高,该技术应用于某小口径弹药弹体的表面处理,使该弹药的发射强度满足要求.

表2 未氧化弹体表面维氏硬度

样品编号	维氏硬度(HV)			平均值
1 #	198	194	192	197.6
	198	198	192	
	198	207	201	
2 #	206	206	202	206.2
	213	206	202	
	213	206	209	
3 #	202	209	206	206.2
	206	202	206	
	206	209	210	
平均	203.3			

表3 氧化弹体表面维氏硬度

产品批号	样品编号	维氏硬度(HV)			备注
1-06-12批	1 #	438.1	419.7	419.7	平均:407.9 最大:438.1 最小:356.5
	2 #	356.5	417.6	395.6	
2-06-12批	1 #	438.1	468.2	457.8	平均:451.5 最大:523.8 最小:373.1
	2 #	447.0	468.2	445.0	
	3 #	373.1	389.5	389.5	
	4 #	523.8	498.4	490.3	
	5 #	457.8	490.0	447.8	
	6 #	459.9	445.7	474.7	
	7 #	445.7	432.2	438.9	
3-06-12批	1 #	490.3	488.4	463.6	平均:474.3 最大:515.1 最小:470.0
	2 #	498.3	488.4	498.4	
	3 #	508.4	482.8	498.3	
	4 #	515.1	498.4	498.4	
	5 #	468.3	407.0	445.7	
平均	6 #	438.9	452.7	445.7	
	7 #	459.9	459.9	452.7	
平均		456.0			

参考文献:

- [1] 张允诚,胡如南,向荣.电镀手册[M].北京:国防工业出版社,1997.
- [2] GB/T19822—2005.铝及铝合金硬质阳极氧化膜规范[S].