

装夹对振动时效效果的影响

齐齐哈尔北方机器有限责任公司 (黑龙江 161000) 佟伟 韦丽群 韩微 张喜群

【摘要】 随着振动时效技术在机械加工及焊接领域的广泛应用,很好解决了工件内部应力不均衡造成工件变形的问题,并且从某些层面上大大提高了工件生产周期和最后加工的质量。虽然新的频谱谐波振动时效技术得到很大的发展,解决了人为因素对振动时效效果的影响。但在生产实践中,一些工件振动时效后还是得不到理想的效果。因此,如何提高振动时效对工件应力不均衡问题的解决能力,是以下要详细阐述的要点,也是在生产实践中,工程技术人员最想了解的技术问题。

振动时效技术在我公司机械加工工艺和焊接工艺上得到了广泛的应用,从各类大、中型焊接件,到各种易变形工件,都在不约而同地采用此种技术,并取得了十分显著的成效。然而,一些中小工件在应用过程中,与所要求的技术指标有一定的差距,没有达到预期的效果,工件振动时效后仍然有变形。因此,结合公司采用振动时效技术成功案例,我们对这类问题进行了详细分析,确定是振动时效技术问题还是我们应力的问题。最终我们从工件的装夹角度发现了问题,再一次解决了如何利用振动时效技术,解决工件内部应力不均匀造成工件变形的问题。

下面以我公司目前生产的端面开口零件为例,主要介绍如何利用振动时效技术,以及在振动时效技术运用过程中,如何利用合理装夹解决开口后工件变形的问题。

1. 问题的产生

工件为典型的端面开口细长杆类零件(见图1)。在生产准备过程中,已预见到其在加工中变形的问题。以前加工后开口处变形量为0.50mm,我们应用了比较成熟、类似工件的加工方法,即在粗加工后端面采用不铣开的方法进行粗加工(见图2),同时粗加工后,运用振动时效技术进行内应力均衡。运用此种工艺方法可以减少工件加工后的变形量(在图样尺寸公差范围内),达到图样规定的要求(见图3)。但此件在精加工、开槽后,开口端还是发生了比较严重的变形,变形量虽然比

以前大大减小,但仍然达0.20mm,使得工件的大端外径 $\phi 80_{-0.146}^{-0.100}$ mm及大、小端同轴度都依然超差。

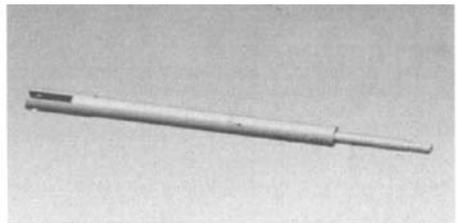


图 1

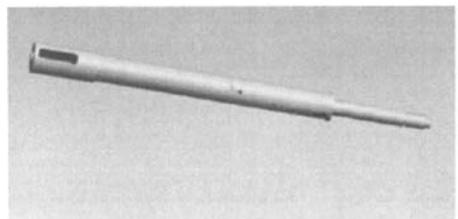


图 2

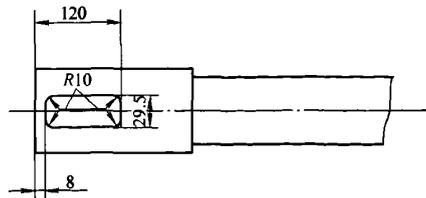


图 3

2. 原因分析

图1工件由大端、小端及中间连接部焊接组成，焊接后消除一次焊接应力；同时粗加工后，利用振动时效技术均衡机加应力。而导致该工件端部开口变形的根本原因依然是工件内部应力不均衡。难道是振动时效没有起到它应有的作用吗？

首先，从我公司已生产过的并得到成功控制开口变形的工件（见图4）分析，它的形状特点是典型的中间开口类及端部开口类同时具备的工件。该工件批量生产时，均采用振动时效技术在其加工过程中进行内部应力均衡，以解决工件内部应力不均衡而引起加工变形的问题。通过利用振动时效技术，该种工件在成品检验时，各尺寸、形位公差均达到了技术指标要求，开口加工完成后，变形量均在产品图样要求的范围内，合格率高达100%。特别是图4工件属于薄壁零件，而它的变形量在0.005~0.01mm，变形量极小，振动时效技术在生产过程中起到了决定性作用。而为什么图1工件应力没有得到彻底的均衡呢？

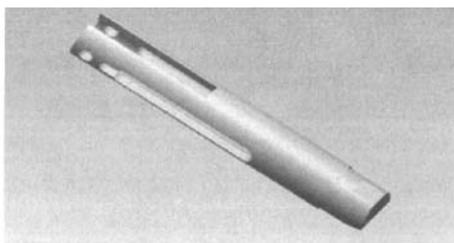


图 4

其次，从结构特点来分析，图4工件为圆柱类零件，外形差较小或一致，这种结构非常有利于振动时效技术的运用。我公司采用的某公司生产的领航者“振动消除应力专家系统”。它实现了对各种不同零件由计算机自动制定工艺，对激振点、拾振点位置无特殊要求，系统自动优化选取5个以上振动频率，能够对零件进行多维消除均化残余应力，并且解决了振动噪声问题。对任何不同的焊接结构件，都能准确地选择到共振峰，不会出现使用传统的亚共振时效设备零件找不到共振峰的现象。它是一种完全智能振动时效设备，不受人为因素的影响。

再次，从它的装夹方式来分析（如图5所示），工件的整体刚性地夹压在振动平台上，各部位均是受振区，很容易也能很好地达到自身振峰与时效设备振峰一致，

从而使工件内部应力达到一种平衡状态，在后续加工中，不会因为应力不均衡的问题而导致加工变形。



图 5

从以上的各方面进行分析得出，图1工件结构为细长台阶式，在振动平台装夹时，受工件结构限制，工件与振动台面的接触面仅为有限的几个点，先天条件就很差；而且工件直径相对较大，粗加工量大，并且随着振点减少，自身振峰与时效设备振峰很难达到一致，粗加工后残余应力均衡就不彻底，直接导致工件开口后变形。虽然我们采用的振动时效技术，对激振点、拾振点位置无特殊要求，但从生产实践中，可以清晰地看出合理装夹对振动时效技术的具体实施起着至关重要的作用。

3. 解决措施及效果

针对以上分析，只有制定一个合理的振动时效装夹方式，才能从根本上解决工件内部机加工后残余应力不均衡的问题。惟一确定的是保证图1工件整体与振动平台接触。由于变形量主要集中在大端，首先保证大端与振动平台直接接触，但这样小端成悬空状态，为保持小端能够在受振后达到残余应力均衡，在装夹时，小端放置等高垫铁，间接达到与振动平台接触的要求。因小端粗加工量较少，又无其他要求，内部残余应力相对大端要小得多，故经分析应能达到最后产品的要求。同时在加工大端外径时，尺寸按上差加工，以保证在最后变形量上有更多的余量。

经过数次小批生产试验，大端开口变形量已经得到有效控制，且均在产品要求范围内，合格率达100%。

4. 结语

通过以上分析可以得出，此工件加工变形并不是振动时效不起作用，而是在工件的装夹方式上存在一定的问题。从实践中已充分证明，装夹将直接影响工件振动

（下转第36页）

表1 40CrNiMo 用 AQ251 水剂淬火剂与水、油淬火硬度对比 (HRC)

淬火介质	φ25.4mm		φ19.1mm	
	表面硬度	心部硬度	表面硬度	心部硬度
水	54	43	55	52
10% AQ251	50	45	51	50
20% AQ251	48	40	50	49
淬火油	44~40	35~40	48~42	38~42

表2 不同淬火工艺销轴性能对比

材料	产品名称	状态	抗拉强度 /MPa	屈服强度 /MPa	伸长率 (%)	断面收缩率 (%)	冲击功 (-45℃) /J		
40CrNiMo	销轴	油淬 + 600℃ 回火二次	845	680	13	43	28 32 35		
			840	695	14	42	34 26 38		
			850	685	12	40	36 25 40		
		水淬 + 620℃ 回火二次	855	690	14	45	48 52 45		
			858	692	15	48	54 60 48		
			860	702	15	50	56 55 50		
		淬 AQ251 + 620℃ 回火一次	845	682	14	44	42 38 40		
			852	690	13	42	38 36 42		
			858	685	13	46	40 35 38		
		淬 AQ251 + 620℃ 回火二次	842	678	15	48	58 50 54		
			848	680	14	52	48 58 54		
			850	682	14	50	45 50 64		
		技术指标			820	650	12	35	平均值 ≥ 50 单个值 ≥ 34

三、技术优势和改进效果

(1) 水基淬火剂 AQ251 能满足我厂中碳调质钢的淬火要求。淬火后硬度均匀, 操作简便, 与传统的水淬、油冷工艺相比, 对工人的操作技能要求低得多。

(2) 水基淬火剂在环境保护上具有很大优势, 克服了长期无法解决的淬火油烟污染。

(3) 淬火冷速灵活可调, 通过改变浓度、温度和搅拌, 可实现在一个较大范围内的冷却速度调整, 可以处理较大范围的不同材料和工件。

(4) 易于清洗, 工件淬火后在回火前不需清洗, 即

3. 力学性能对比

分别采用油淬、水淬和水基淬火剂进行对比, 材料拉伸和冲击性能结果如表2所示。

从表2可以看出: ①油淬时淬透性较差, 得到混合组织, 冲击性能不能满足技术要求。②水淬虽然综合性能较好, 但产品有10%淬裂, 冷却时间不易掌握。③水基淬火剂能较好地满足工艺和性能要求。④二次回火比一次回火具有更高的低温冲击性能。

使清洗比油也要容易得多。

(5) 大大提高淬火效果, 提高材料低温冲击性能。

采用水基淬火剂淬火后, 低温销轴性能得到明显改观, 一次合格率由50%提高到85%。

四、结语

40CrNiMo 材料采用 860℃ 水基淬火剂 + 620℃ 回火二次后得到马氏体回火组织, 综合力学性能最优, 冲击性能最好。此外, 避免了淬火油烟污染, 有效地解决了淬油不硬、淬水易裂的老问题, 提高了生产工效, 是一项值得推广的新型淬火工艺。MW (20090720)

(上接第34页)

时效的最后效果。虽然, 某公司生产的“振动消除应力专家系统”技术已趋于完善, 但在应用时一定要符合振动时效的技术要求及特点。通过对该工件的变形问题的

攻克, 我们深切体会到, 将振动时效技术与合理的工艺手段有效地结合起来, 是运用振动时效技术提高生产质量和生产效率的最有利保障。MW

(20090618)