

# 2007 版《钢质模锻件金相组织评级图及评定方法》国家标准的变化

辽宁五一八内燃机配件有限公司 (丹东 118009) 王开远

**【摘要】** 钢质模锻件金相组织检验采用 GB/T 13320—2007《钢质模锻件金相组织评级图及评定方法》新版国家标准,扩大了标准的适用范围,给出了等温正火、锻后控冷和有效厚度三个术语及其定义,将评级图由四组调整为三组,扩大了各组评级图的使用范围并首次适用于非调质钢这一新钢种,增加了关于金相组织合格级别的规定,取消了允许用半级表示金相组织级别等。

## 1. 概述

GB/T 13320《钢质模锻件金相组织评级图及评定方法》是钢质模锻件制造企业常用且重要的国家标准之一。该标准首次发布于1991年,2007年进行了第一次修订。修订后的新版本于2007年4月18日发布、2007年11月1日开始实施,实施后将代替GB/T 13320—1991旧标准。

2007版《钢质模锻件金相组织评级图及评定方法》标准由一汽巴勒特锻造(长春)有限公司负责起草,分为范围、术语和定义、评级图的分组与分级、评级图的应用、试样的选取与制备,以及金相组织的评定等6章和一个附录,规定了钢质模锻件金相组织评级图及评定方法,适用于经过调质处理、正火处理、等温正火处理,以及锻后控冷处理的结构钢模锻件。但不适用于对锻件脱碳、过热、过烧等组织的检验。锻件脱碳可按GB/T 224—1987《钢的脱碳层深度测定法》检验。过热组织可按GB/T 6394—2002检验晶粒度大小,而过烧组织的检验无相应标准。一般来说,锻件出现过热和过烧是不允许的。本次修订,标准的适用范围及技术内容等都发生了很大变化。

## 2. 修改了适用范围

GB/T 13320—1991也是由一汽公司负责起草,当时主要根据一汽公司的企业标准制订的,并吸收了原

北内、洛拖、二汽及南汽等厂的经验。由于这些生产厂都属于汽车或拖拉机行业,且该标准直接来源于这些企业所积累的汽车、拖拉机生产经验。因此为慎重起见,1991年版标准的适用范围限制在适用于经调质处理或正火处理的汽车、拖拉机和通用机械等结构钢锻件。从10多年的实施经验看,该标准当初虽然是以汽车、拖拉机模锻件为基础制订的,但对其他行业的结构钢锻件也具有普遍的指导作用。因此,本次修订,将适用范围调整为适用于经调质处理、正火处理、等温正火处理和锻后控冷处理的结构钢模锻件,删除了原标准适用范围中“汽车、拖拉机、通用机械”等字样,同时增加了适用于采用等温正火处理、锻后控冷处理等热处理工艺的锻件。

## 3. 增加了“术语和定义”一章

如前所述,在范围一章里提到了“等温正火、锻后控冷”等热处理工艺方法。同时,新标准在“试样的选取与制备”一章中规定,在双方没有约定的情况下,以锻件的有效厚度处作为取样部位,即本标准首次提出了“有效厚度”这一术语。由于零件的金相组织与热处理工艺及锻件壁厚等有密切关系,因此有必要对“等温正火”、“锻后控冷”及“有效厚度”三个术语在标准中给出明确定义,以便更好地理解本标准。新标准增加的三个术语及其定义见表1。

表 1

(续)

术语	定义
等温正火	将锻件加热到高于 $A_{c_3}$ (或 $A_{c_1}$ ) 的某一温度, 保温一段时间后, 控制冷却到珠光体相变区某一温度并等温保持一段时间, 使奥氏体转变为珠光体型组织, 然后在空气中冷却的热处理工艺
锻后控冷	锻件在锻造成形后, 利用余热通过控制锻件的冷却速度, 使其得到珠光体加铁素体组织或贝氏体组织的工艺方法
有效厚度	锻件各部位的壁厚不相同, 如果按照某处壁厚确定加热时间可以保证热处理质量, 则该处壁厚即称为锻件的有效壁厚

4. 调整了评级图的分组

新标准将评级图的分组由原来的四组修改为三组。即取消了原来的第三级别图, 将原来的第四级别图改称为第三级别图, 并作为所有调质钢调质处理锻件的评级图。新旧标准关于各组级别图所对应的组织见表 2。从表 2 可见, 新旧标准关于各级别的评级图所对应的金相组织的描述不尽相同, 使用时应加以注意。

表 2

组别	级别	组织	
		新标准	旧标准
第一组评级图——中碳结构钢正火组织	1	珠光体 + 铁素体, 晶粒均匀	珠光体 + 铁素体, 晶粒均匀
	2	珠光体 + 铁素体, 晶粒较均匀	珠光体 + 铁素体, 晶粒较均匀
	3	珠光体 + 铁素体, 晶粒碎化	珠光体 + 铁素体, 晶粒碎化
	4	珠光体 + 铁素体, 晶粒不均匀	珠光体 + 铁素体, 有少量未充分转变的锻造状态组织
	5	珠光体 + 铁素体, 晶粒不均匀	珠光体 + 铁素体, 有未充分转变的锻造状态组织
	6	珠光体 + 铁素体, 有魏氏组织	珠光体 + 铁素体, 为不完全正火状态组织
	7	珠光体 + 网状铁素体, 混合晶粒, 有魏氏组织	珠光体 + 明显网状铁素体, 混合晶粒
	8	珠光体 + 铁素体, 魏氏组织	珠光体 + 铁素体, 基本为锻造状态组织

组别	级别	组织	
		新标准	旧标准
第二组评级图——渗碳钢正火组织	1	珠光体 + 铁素体, 晶粒均匀	珠光体 + 铁素体, 呈等轴晶粒分布
	2	珠光体 + 铁素体, 晶粒较均匀	珠光体 + 铁素体, 晶粒较均匀
	3	珠光体 + 铁素体, 有带状倾向	珠光体 + 铁素体, 有部分细碎晶粒
	4	珠光体 + 铁素体, 晶粒细碎	珠光体 + 铁素体, 晶粒细碎, 组织不够均匀
	5	珠光体 + 铁素体 + 粒状贝氏体, 局部混晶	珠光体 + 铁素体 + 少量粒状贝氏体, 局部混晶
	6	珠光体 + 铁素体 + 粒状贝氏体	珠光体 + 铁素体 + 粒状贝氏体, 混合晶粒
	7	铁素体 + 珠光体 + 粒状贝氏体, 混晶	铁素体 + 珠光体 + 粒状贝氏体, 混合晶粒
	8	铁素体 + 粒状贝氏体 + 珠光体, 魏氏组织	铁素体 + 粒状贝氏体 + 少量珠光体
第三组评级图——调质钢调质组织	1	回火索氏体	回火索氏体
	2	回火索氏体 + 铁素体	回火索氏体 + 极少量铁素体
	3	回火索氏体 + 铁素体	回火索氏体 + 少量铁素体
	4	回火索氏体 + 条状及块状铁素体	回火索氏体 + 条状及块状铁素体
	5	回火索氏体 + 托氏体 + 条状及块状铁素体	回火索氏体 + 部分托氏体 + 条状及块状铁素体
	6	回火索氏体 + 托氏体 + 条状及块状铁素体	回火索氏体 + 托氏体 + 条状及较大块状铁素体
	7	托氏体 + 回火索氏体 + 条状及块状铁素体	托氏体 + 回火索氏体 + 条状及块状铁素体
	8	珠光体 + 索氏体 + 网状及块状铁素体	珠光体 + 索氏体 + 网状及块状铁素体

## 5. 调整了评级图的适用范围

新标准取消了原评级图应用范围一章中所列的钢号,使标准给出的评级图适用范围扩大了。而且,第二级别图不仅适用于正火处理锻件,还适用于等温正火及锻后控冷处理的锻件,即新标准适用于所有结构钢模锻件。评级图适用范围的变化见表3。

表 3

分 组		适 用 范 围	
新标准	旧标准	新标准	旧标准
第一组 评级图	第一组 评级图	适用于中碳结构钢正火处理的锻件及中碳低合金非调质钢锻后控冷处理的锻件	适用于 35、40、45、50 及 55 中碳结构钢正火处理的锻件
第二组 评级图	第二组 评级图	适用于渗碳钢正火、等温正火及锻后控冷处理的锻件	适用于 20CrMnTi、20Mn2TiB 及其他组织相近的低碳低合金结构钢(渗碳钢)正火、等温正火处理的锻件
—	第三组 评级图	—	适用于 35、40、45、50 及 55 中碳结构钢调质处理的锻件
第三组 评级图	第四组 评级图	适用于所有调质钢调质处理的锻件	适用于 40Cr、45Cr、40MnB、45MnB、45Mn2 及其他组织相近的中碳低合金结构钢调质处理的锻件

值得说明的是,新标准给出的第一组评级图不但适用于中碳结构钢正火处理的锻件,而且适用于中碳低合金非调质钢锻后控冷处理的锻件,即新标准增加了“非调质钢”这一新型钢种。非调质钢是在中碳锰钢的基础上加入钒、钛、铌等微合金化元素,使其在加热过程中溶于奥氏体中,因奥氏体中的钒、钛、铌的固溶度随着冷却而减小,微合金元素钒、钛、铌将以细小的碳化物和氮化物形式在先析出的铁素体和珠光体中析出。这些析出物与母相保持共格关系,使钢强化。这类钢在热轧、锻造或正火等状态的力学性能接近一般调质钢的力学性能水平。采用非调质钢材料生产的锻件可省略调质工序,因此既缩短生产周期,又节省能源,一般可降低能耗和制造成本 25%~38%。非调质钢按使用方法被分为热锻用非调质钢、直接切削用非调质钢、冷作强化非调质钢

和高韧性非调质钢。热锻用非调质钢用于热锻件,直接切削用非调质钢是用热轧钢直接加工成零件,冷作强化非调质钢用于标准件(如螺栓、螺母等),高韧性非调质钢用于要求韧性较高的零部件。

非调质钢以其性能优良、高效节能、使用成本较低,以及有利于环境保护等突出优点,被誉为“绿色钢材”,倍受世界各国青睐。我国早在 1995 年就发布了 GB/T 15712—1995《非调质机械结构钢》国家标准,对非调质机械结构钢的牌号、化学成分及力学性能等做出了明确规定,有力推动了非调质钢的发展与应用。随着非调质钢控锻-控冷技术的发展,调质钢将逐渐被非调质钢材料所取代。目前,非调质钢材料已在汽车等零部件上广泛使用,如非调质钢曲轴、连杆及凸轮轴等内燃机零部件代替调质钢已在汽车等行业得到应用。

## 6. 修改了关于试样选取与制备的规定

本次修订,对取样部位及试样制取等规定做了修改。修改前后内容对比见表4。

表 4

序 号	条 款	内 容		说 明
		旧 标 准	新 标 准	
1	取样部位的确定	取样部位是零件的关键部位或能够反映锻件热处理质量的部分。取样部位一般为一处;锻件截面变化较大时,也可以取有代表性的两处	取样部位应由供需双方协商确定,没有约定的,以锻件有效厚度处作为取样部位	新标准引出了“有效厚度”的概念,并删除了原“可以取有代表性的两处”的字样。使该项规定更加简练、更具有可操作性
2	试样的制取	(1) 取样部位截面上的最大尺寸 < 40mm 时,取整个截面作为试样 (2) 取样部位截面上的最大尺寸为 40~60mm 时,取超过截面中心的部分截面作为试样 (3) 取样部位截面上的最大尺寸 > 60mm 时,可在边部和心部分别取样,试样的长度及宽度均 ≥ 15mm	一般应根据供需双方的技术协议,没有协议的,根据以下原则确定: (1) 当锻件取样部位有效厚度 ≤ 20mm 时,以 1/2 处作为检验部位制取 (2) 当锻件取样部位有效厚度 > 20mm 时,以距表面 10mm 处作为检验部位制取	新标准将原来的按标准规定的尺寸制取试样修改为按供需双方的协议制取试样。只有在没有供需双方协议的情况下,才按标准规定的尺寸制取试样

### 7. 增加了合格级别的规定

新标准明确规定，评级图中各类金相组织的合格级由供需双方协商确定。没有约定的，以1~4级为合格，这是旧标准所没有的。同时标准还增加了关于处理争议的条款。新标准规定，如果评级时有争议，可参考力学性能检验结果进行判定。

### 8. 取消了允许用半级表示级别的规定

新标准仍将各组评级图分为8个等级。1级组织最好，8级最差。在评定组织级别时，对于金相组织介于两个级别之间的情况，旧标准允许用诸如2.5级、3.5级等半级表示。而新标准则修改为当金相组织介于两个级别之间时，以下一级为判定级别，如大于3级而小于4级则判定为4级。因此以后按本标准评级时，金相组织级别不要再半级表示。

### 9. 取消了原3.2条的规定

新标准删去了3.2条“对于同一锻件的不同部位，以及同一部位分边部和心部可以给出不同的金相组织级别”这一规定，并相应删去了“金相组织的评定”一章中有关“边部和心部”位置界定的相应规定。按新标准

规定，对双方协议取样处做金相组织评级即可；当双方无协议时评定有效厚度处的金相组织即可。

### 10. 结语

GB/T 13320《钢质模锻件金相组织评级图及评定方法》属于以“钢质模锻件”为主题的三个系列国家标准之一，其他两个系列标准分别为GB/T 12361《钢质模锻件通用技术条件》及GB/T 12362《钢质模锻件公差及机械加工余量》，现行版本均为2003年版。随着GB/T 13320的修订，该三项系列标准已全部更新。2007新版GB/T 13320标准已开始实施。凡是用含碳量（质量分数）在0.25%~0.6%范围内的碳素结构钢或合金结构钢制造，采用调质或正火等热处理工艺的模锻件都可按本标准评定金相组织级别。贯彻本标准应注意：企业要制订或完善相应的配套标准，就检验周期、检验数量、检验程序等做出具体规定，明确相关部门的权利与责任。按本标准评级时，供需双方要事先约定好取样部位、使用评级图的组别及合格级别等。当评级出现争议时，应参考力学性能检验结果加以判定。MW

(20081009)

(上接第57页)

表面粗糙度及模具伤变化 (单位:  $\mu\text{m}$ )

挤出次数		1	2	3	4	5	6	7	8
料头	$R_a$	2.622	2.779	2.946	3.123	3.311	3.510	3.720	3.944
	$R_z$	3.968	4.167	4.375	4.594	4.824	5.065	5.318	5.584
	模具伤	5.789	6.136	6.505	6.896	7.306	7.745	8.210	8.703
淬火	$R_a$	2.991	3.170	3.362	3.564	3.776	4.001	4.241	4.496
	$R_z$	4.169	4.375	4.592	4.824	5.065	5.318	5.585	5.865
	模具伤	6.889	7.300	7.737	8.201	8.695	9.214	9.770	10.356

### 7. 模具挤压过程中表面氧化脱落

模具在挤压过程中料头出现黑色物质，这种黑色物质所在的部位使型材内表面出现了大面积的纵向拉伤，从而出现圆度不良。对料头黑色物质进行成分测试，发现其主要成分为Fe、Mn、Cr、Mo和Si，为模具钢的主要成分，因此黑色物质为挤出过程中氧化后脱落造成的。

## 四、成形面质量

成形面质量是决定挤出后型材表面质量的关键。当

成形面出现有粗糙、破损、条纹、拉裂及氧化等现象时，在挤压过程中难以保证型材的表面质量。凸模表面氧化较为严重，且难以去除，在挤压过程中出现粗糙度不良。还有就是成形面入口处的质量同样影响型材表面的质量，如成形面入口太锋利容易划伤型材表面；成形面之间的过渡应尽量使其减小落差，且长短变化要平缓，否则容易出现表面伤。成形面过渡如图2所示，图2a所示的成形面在过渡时落差较大，应更改成图2b所示，成形面在过渡时增大过渡角，使变化平缓。

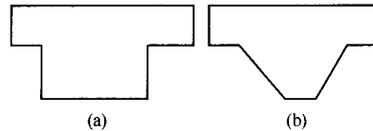


图 2

综上所述，影响铝合金挤压件表面粗糙度的因素很多，在实际生产过程中综合考虑这些因素，才能避免成形件出现表面粗糙度不良的现象，提高铝合金挤压件的质量，缩短生产周期，提高制品的经济性。MW

(20081016)