

钢质自由锻件检验通用规则

1 范围

本标准规定了钢质自由锻件（以下简称锻件）检验的通用规则。

本标准适用于一般工业用碳素钢和合金钢锻件，不适用于专门用途或有特殊要求的锻件。

2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB 222—84 钢的化学分析用试样取样法及成品化学成分允许偏差

GB 223.1—223.75—81~91 钢铁及合金化学分析方法

GB 226—91 钢的低倍组织及缺陷酸浸检验法

GB 228—87 金属拉伸试验法

GB 229—84 金属夏比(U型缺口)冲击试验方法

GB/T 230—91 金属洛氏硬度试验方法

GB 231—84 金属布氏硬度试验方法

GB 1814—79 钢材断口检验法

GB 1979—80 结构钢低倍组织缺陷评级图

GB 2106—80 金属夏比(V型缺口)冲击试验方法

GB 2971—80 碳素钢和低合金钢断口检验方法

GB 4236—84 钢的硫印检验方法

GB 4341—84 金属肖氏硬度试验方法

GB 6394—86 金属平均晶粒度测定方法

GB 8170—87 数值修约规则

GB 10561—89 钢中非金属夹杂物显微评定方法

GB/T 12363—90 锻件功能分类

GB/T 13298—91 金属显微组织检验方法

GB/T 13299—91 钢的显微组织评定方法

GB/T 15826—1995 锤上钢质自由锻件 机械加工余量与公差

JB 4009—85 接触式超声纵波直射探伤方法

ZB J04 005—87 渗透探伤方法

ZB J04 006—87 钢铁材料的磁粉探伤方法

ZB J32 003—88 水压机上自由锻件 机械加工余量与公差

元素	成分范围	超过规定的上限或低于规定的下限的允许偏差量 %					
		横 截 面 积 cm ²					
		≤650	>650~1300	>1300~2600	>2600~5200	>5200~10300	>10300
	≥10.01	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
铬	≤0.90	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05	0.06
	0.91~2.10	0.05	0.06	0.06	0.07	0.07	0.08
	2.11~10.00	0.10	0.10	0.12	0.14	0.15	0.16
	10.01~15.00	0.15	0.15	0.15	0.17	0.17	0.19
	15.01~20.00	0.20	0.20	0.20	0.22	0.24	0.24
	≥20.01	0.25	0.25	0.25	0.27	0.27	0.29
钼	≤0.20	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03
	0.21~0.40	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04
	0.41~1.15	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08
	1.16~5.50	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.12
钒	≤0.10	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	0.11~0.25	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	0.26~0.50	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
	0.51~1.25	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
铌	≤0.14	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03
	0.15~0.50	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.08
钛	≤0.85	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
钴	≤0.25	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	0.26~5.00	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08	0.09
	5.01~10.00	0.14	0.14	0.14	0.16	0.16	0.18
钨	≤1.00	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.07
	1.01~4.00	0.09	0.09	0.10	0.12	0.12	0.14
铜	≤1.00	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
	1.01~2.00	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	2.01~5.00	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
铝	≤0.05	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03
	0.06~0.15	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03
	0.16~0.50	0.05	0.05	0.06	0.07	0.07	0.08
	0.50~2.00	0.10	0.10	0.10	0.12	0.12	0.14
锆	≤0.15	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
氮	≤0.02	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
	>0.02~0.19	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	>0.19~0.25	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	>0.25~0.35	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
	>0.35~0.45	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04

注1 横截面应与钢锭或钢坯的中心线垂直。

2 成品的横截面规定为：经粗加工(不包括孔加工)锻件的最大横截面面积；未经机械加工锻件的最大横截面面积；钢坯的最大横截面面积。

3.3 试验方法

3.3.1 化学分析用试样取样方法按 GB 222 的规定。

3.3.2 化学分析方法按 GB 223 的规定。

4 力学性能

4.1 试验项目

4.1.1 需方可根据 GB/T 12363 的规定,以确定锻件的检验级别,锻件的检验级别分为 I、II、III、IV、V 五级,每一级别均规定了试验项目和受检锻件的数量,见表 2。

表 2 锻件级别的试验项目及检验数量

锻件级别	试验项目及检验数量				
	化学成分	硬度	拉伸(σ_b, σ_s 或 $\sigma_{0.2}, \delta, \psi$)	冲击 Ak	组批条件
I	每一炉号	100%	100%	100%	逐件检验
II	每一炉号	100%	每批抽 2%, 但不少于 2 件	每批抽 2%, 但不少于 2 件	同炉号,同热处理炉次
III	每一炉号	100%	—	—	同钢号,同热处理炉次
IV	每一炉号	每批抽 5%, 但不少于 5 件	—	—	同钢号,同热处理炉次
V	每一炉号	—	—	—	同一钢号

注1 每批锻件应由同一图样锻成,也可由不同图样锻造的,但形状和尺寸相近的锻件组批。

2 按百分比计算检验数量后,不足一件的余数应算为一件。

3 I、II 级锻件的硬度值不作为验收依据。

4.1.2 需方应在合同或图样中规定锻件的级别,若无规定,则制造厂按 V 级锻件交货。

I、II 级锻件的冲击试验,需方应在合同或图样中明确冲击试样的缺口是 V 型还是 U 型,若未作规定,则 4.1.4 锻件的力学性能试验结果,应符合相应材料标准规定的要求。

4.2 试样数量

4.2.1 受检锻件的粗加工后重量小于 3000 kg 时,每件取一组试样,即一个拉伸试样和两个冲击试样。

4.2.2 受检锻件的粗加工后重量等于或大于 3000 kg 时,每件取两组试样,具体规定如下,并见图 1。

4.2.3 倍尺锻件若在热处理后再分割,则应视为一个锻件,试样数量按 4.2.1 和 4.2.2 的规定。

4.2.4 需方根据锻件的使用条件,也可增加试样数量,但应在合同或图样中明确规定。

4.3 取样位置

4.3.1 制造厂应在锻件上预留足够的供取试样用的加长段。

4.3.2 若锻件直径或端面短边长度等于或小于 100 mm 时,则在其一端的加长段取样。

4.3.3 若锻件直径或端面短边长度大于 100 mm 时,则取样位置规定如下,并见图 1。

a) 实心圆轴类锻件,应取自加长段端面离外圆面三分之一半径处。

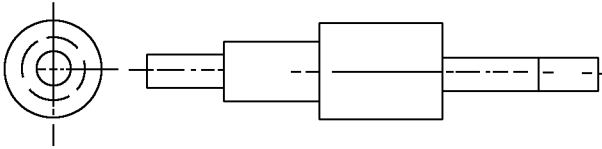
b) 实心多边形轴类锻件,应取自加长段端面离外表面六分之一对角线处。

c) 筒类及环类锻件,应取自加长段端面壁厚的二分之一处。

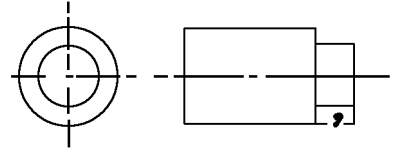
d) 实心盘类锻件,应取自加长段端面外圆处。对该类锻件,需方应在合同、技术协议或图样中明确规定加长段的部位,否则由制造厂自行确定。

4.3.4 若是批量锻件的抽检件,且又不宜预留试样区加长段时,制造厂可破坏锻件取样,取样规定仍按 4.3.2 和 4.3.3 执行。

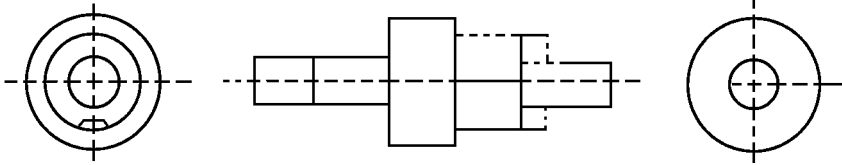
4.3.5 制造厂可决定提供另外的锻件来代替加长段,但该锻件应与其所代表的交货锻件由同一炉钢水制成、同一锻造方式、同锻比、与代替的加长段有相同的尺寸,并与其所代表的交货锻件同炉热处理。取样规定仍按 4.3.2 和 4.3.3 执行。



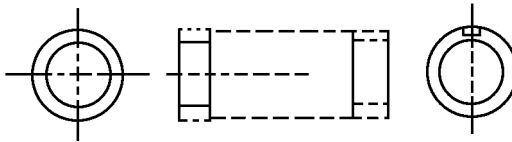
a 纵向/一端/一组



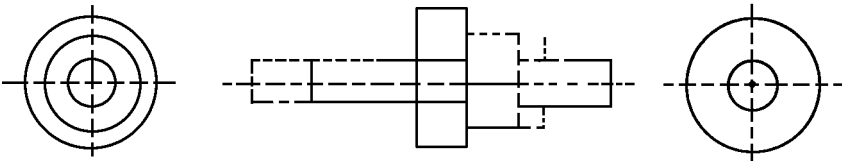
b 切向/一端/一组



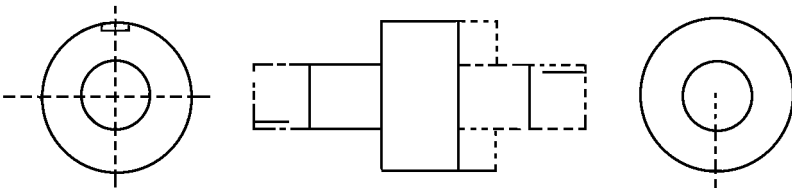
c 纵向/两端/各一组



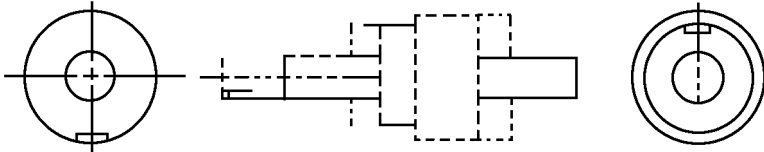
d 切向/两端/各一组



e 纵向/一端/一组 切向/一端/一组

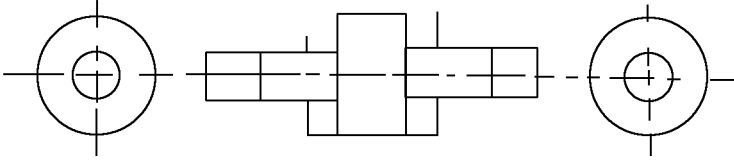


f 纵向/两端/各一组 切向/一端/一组

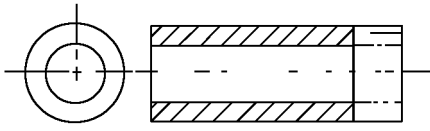


g 纵向/一端/一组 切向/两端/各一组

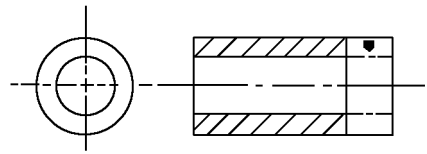
图 1A 铸件取样位置和试样方向示意图(轴类锻件)



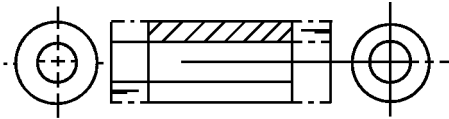
h 纵向/两端/各一组 切向/两端/各一组



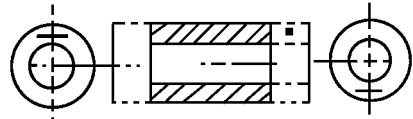
a 纵向/一端/一组



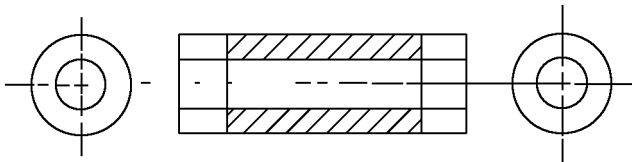
b 切向/一端/一组



c 纵向/两端/各一组

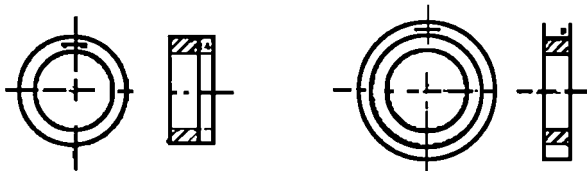


d 切向/两端/各一组

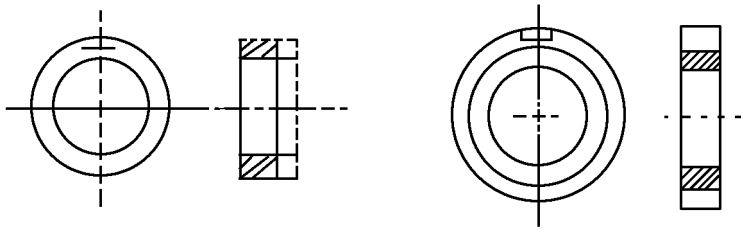


e 纵向/一端/一组 切向/一端/一组

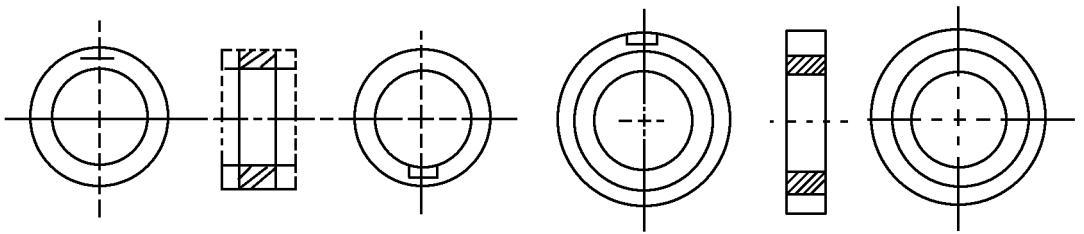
图 1B 锻件取样位置和试样方向示意图(筒类锻件)



a 切向/一端/一组

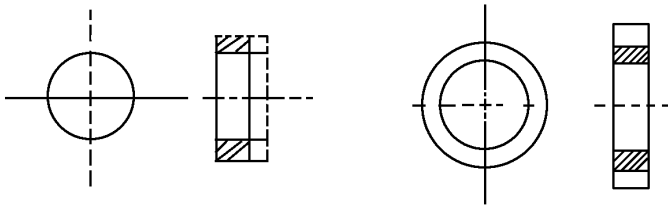


b 切向/一端/两组

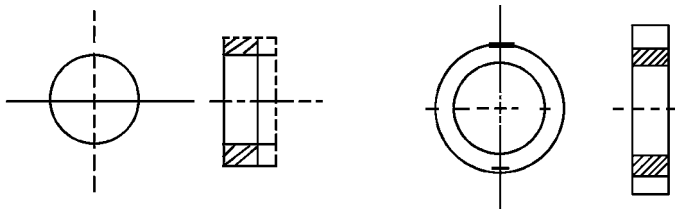


c 切向/两端/各一组

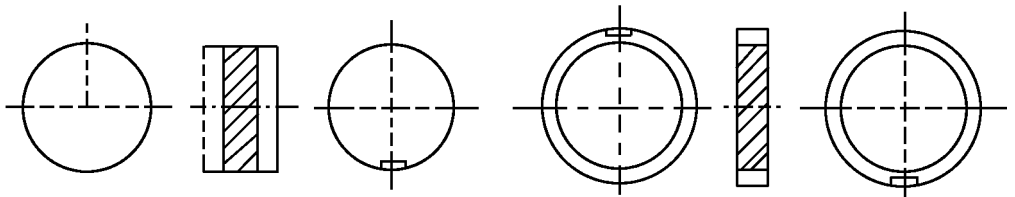
图 1C 锻件取样位置和试样方向示意图(环类锻件)



a 切向/一端/一组



b 切向/一端/两组



c 切向/两端/各一组

图 1D 锻件取样位置和试样方向示意图(盘类锻件)

注：图中点划线为加长段。

4.4 试样方向

4.4.1 试样方向应为锻件的主变形方向,见图 1。

a) 轴类、筒类和以拔长变形为主的锻件,其拉伸、冲击试样的方向应为纵向。

b) 环类、盘类和以墩粗变形为主的锻件,其拉伸、冲击试样的方向应为切向。

4.4.2 按 4.4.1 的规定应取纵向试样的锻件,经供需双方协商,也可取切向试样(见图 1),但其力学性能值应比纵向规定值有所降低。根据该锻件的冶炼方法、锻比、热处理方式及取试样区加长段的尺寸,其力学性能值应由供需双方协商确定。

4.5 复试

4.5.1 若由于试验设备故障,或试样制备不正确,以及与材质无关的伤痕,致使某一试样的性能值未能满足规定的要求,则该试样废弃,可在锻件中该试样的相邻位置重新取样。

4.5.2 拉伸试验时,若试样在标距外或在标距中心到标距点的距离的二分之一以外处断裂,且试验结果又不符合规定要求时,则该试样无效,可在锻件中该试样的相邻位置重新取样。

4.5.3 若试样不是由于锻件中白点或裂纹等原因,而未能满足规定的要求,则锻件可不经重新热处理,在该试样的相邻位置取双倍试样复试,此两试样均应满足规定的要求。

4.6 重新热处理

4.6.1 若锻件的强度性能指标较高,但塑性、韧性指标未能满足规定的要求时,可对锻件进行补充回火,但补充回火次数不作限制。回火后按原规定进行试验。

4.6.2 若锻件的力学性能试验结果未能符合规定的要求,制造厂可对锻件进行重新热处理,按原规定进行试验。未经需方许可,重新热处理次数不得超过两次。

4.7 试验方法

4.7.1 拉伸试验方法按 GB 228 的规定。

4.7.2 冲击试验方法,U 型缺口试样按 GB 229 的规定,V 型缺口试样按 GB 2106 的规定。

4.7.3 硬度试验方法,洛氏、布氏、肖氏硬度试验,分别按 GB/T 230、GB 231 和 GB 4341 的规定。

5 其他检验项目

仅当需方在合同、技术协议或图样中对下列检验项目之一项或多项提出要求,且经需方与制造厂商定后,制造厂才进行检验。

5.1 低倍检验时,各项检验均应明确取样位置和验收等级。检验方法如下:

a) 低倍组织检验方法按 GB 226 的规定,评定方法按 GB 1979 的规定。

b) 断口检验和评定方法按 GB 1814 和 GB 2971 的规定。

c) 硫印检验的评定方法按 GB 4236 的规定。

5.2 高倍检验时,各项检验均应明确取样位置和验收等级。试验方法如下:

a) 显微组织检验方法按 GB/T 13298 的规定,评定方法按 GB/T 13299 的规定。

b) 晶粒度测定方法按 GB 6394 的规定。

c) 非金属夹杂物的评定方法按 GB 10561 的规定。

5.3 超声波探伤时,应明确探伤部位、范围、深度、探伤方法及验收条件。试验方法可参考 JB 4009 的规定。

5.4 白点检验可在专门切下的试片上进行,也可在锻件本体上用能保证检验可靠性的任一方法进行。若抽检锻件中发现白点,则该批锻件应逐件检验。

6 外观质量

6.1 锻件表面不得有裂纹、缩孔、折叠、夹层等缺陷。

6.2 锻件表面缺陷允许整修、清除,但应符合下述规定。

6.2.1 锻件非加工表面整修处的最大深度,不得超过该处尺寸的下偏差,整修处必须圆滑过渡。需经机械加工的锻件表面,整修后应保证该处留有名义单边余量的 50%,整修处必须圆滑过渡。

6.2.2 需经机械加工的锻件表面,整修后应保证该处留有名义单边余量的 50%,整修处必须圆滑过渡。

6.2.3 缺陷整修后,应经检验,以便确认该缺陷已彻底清除。

6.3 锻件表面缺陷超过 6.2.1 或 6.2.2 的规定时,除材料标准已明确规定可焊补的锻件外,其他材料的锻件若需焊补,应经需方同意。制造厂按 6.2.3 的规定彻底清除缺陷后,采用合适的焊补工艺进行焊补。焊补后应经磁粉探伤或渗透探伤检验,必要时采用超声波探伤检验,以确保焊补区的质量。

6.4 磁粉探伤方法按 ZB J04 006 的规定,渗透探伤方法按 ZB J04 005 的规定。

7 形状和尺寸

7.1 未经机械加工的锻件,交货时其形状和尺寸应符合 ZB J32 003 和 GB/T 15826 的规定。

7.2 粗加工状态交货锻件,其未注尺寸公差的偏差,除合同另有规定外,应符合表 3 和表 4 的规定。

表 3 粗加工锻件未注尺寸公差的偏差

mm

公称尺寸	≤6	>6~30	>30	>120	>400	>1000	>2000	>4000	>8000	>12000	>16000
偏差	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2	±3	±4	±5	±6

表 4 粗加工锻件圆角半径和倒角高度偏差

mm

公称尺寸	0.5~3	>3~6	>6~30	>30~120	>120~400
偏差	±0.2	±0.5	±1	±2	±4

7.3 粗加工及最终热处理状态交货锻件,其尺寸应符合图样的尺寸。

8 标志

8.1 检验合格的锻件,均应有标志。标志内容可包括:制造厂标志、工作令号或合同号、钢号、炉号、锻件号。

8.2 大中型锻件应在图样或工艺指定部位打印标志。若未规定,可由制造厂确定部位。

8.3 小型成批锻件可采用分批挂签的方式做出标志。挂签可用薄钢板或薄铝板制作,在其上打印标志或用油漆书写标志。

9 质量证明书

9.1 制造厂应向需方提供本标准各项检验结果的质量证明书。

9.2 质量证明书内容包括:

a) 制造厂名称; b) 合同号; c) 图号和零件名称; d) 钢号; e) 熔炼炉号; f) 锻件号或序号; g) 热处理状态; h) 锻件主要外形尺寸; i) 组批号及锻件数量; j) 检验项目及结果; k) 检验结论。

附录 A

(标准的附录)

加权平均分析法

A1 加权平均分析法解释

加权平均分析是一种科学的计算方法。在本标准中,它适用于由两炉或两炉以上钢水合浇的钢锭。假定钢锭内某一元素的绝对含量是合浇钢水的各炉钢内该元素绝对含量之和,则钢锭内该元素的成分值可由

各炉钢对钢锭的重量比求出。

A2 加权平均分析法示例

A2.1 合浇钢锭各炉钢水的重量和化学成分

一个三炉合浇钢锭的各炉钢水重量和化学成分见表 A1。

表 A1 合浇钢锭各炉钢水的重量和化学成分

炼钢炉 编号	钢水重量 t	化 学 成 分 %								
		C	Mn	Si	P	S	Ni	Cr	Mo	V
1	25	0.20	0.50	0.34	0.010	0.020	0.92	0.32	0.12	0.03
2	50	0.25	0.50	0.38	0.013	0.015	0.98	0.32	0.12	0.02
3	50	0.25	0.50	0.38	0.015	0.018	0.94	0.34	0.13	0.02

合浇钢锭重量为 125 t。

A2.2 确定各炉钢水的权重 (W_i) 根据各炉钢水重量与钢锭重量之比, 确定各炉钢水的权重:

$$W_i = \frac{\text{第 } i \text{ 炉钢水重量}}{\text{钢锭重量}} \times 100\%$$

根据表 A1, 求得:

$$\text{炉号 1: } W_1 = (25/125) \times 100\% = 20\%$$

$$\text{炉号 2: } W_2 = (50/125) \times 100\% = 40\%$$

$$\text{炉号 3: } W_3 = (50/125) \times 100\% = 40\%$$

A2.3 计算钢锭内各元素含量的加权平均值

某元素含量(%)的加权平均值等于各炉钢水中该元素的含量(%)与权重 W_i 乘积之和。

以碳含量为例, 根据表 A1 及 A2.2 得到的各炉钢水的权重, 可求出:

$$\text{炉号 1: } 0.20 \times 20\% = 0.04$$

$$\text{炉号 2: } 0.25 \times 40\% = 0.10$$

$$\text{炉号 3: } 0.25 \times 40\% = 0.10$$

则此钢锭碳含量(%)的加权平均值为 $0.04 + 0.10 + 0.10 = 0.24$ 。

再以锰含量为例:

$$\text{炉号 1: } 0.50 \times 20\% = 0.10$$

$$\text{炉号 2: } 0.50 \times 40\% = 0.20$$

$$\text{炉号 3: } 0.50 \times 40\% = 0.20$$

则锰含量(%)的加权平均值为 $0.10 + 0.20 + 0.20 = 0.50$ 。

再以磷含量为例:

$$\text{炉号 1: } 0.010 \times 20\% = 0.002$$

$$\text{炉号 2: } 0.013 \times 40\% = 0.005$$

$$\text{炉号 3: } 0.015 \times 40\% = 0.006$$

则磷含量(%)的加权平均值为 $0.002 + 0.005 + 0.006 = 0.013$ 。

其他元素的加权平均值均可按此求得。

A2.4 数值修约

计算过程中的数值修约, 应根据各元素分析值的有效位数, 按 GB 8170 的规则进行。