ICS 45.060
S 30

TB

中华人民共和国铁道行业标准

TB/T 2942.1—2020
代替 TB/T 2451—1993，TB/T 2942—2015

机车车辆用铸钢件 第1部分：技术要求及检验

Steel castings for rolling stock—Part 1: Technical requirements and inspection

2020-01-03 发布　　2020-07-01 实施

国家铁路局 发布

目　　次

前言 …… Ⅲ
1　范围 …… 1
2　规范性引用文件 …… 1
3　术语和定义 …… 2
4　技术要求 …… 2
5　检验方法和检验规则 …… 7
6　记录、标志及质量证明书 …… 10
附录A(资料性附录)　低合金钢铸件本体力学性能参考指标值 …… 11
附录B(规范性附录)　铸钢中非金属夹杂物检验 …… 12
附录C(规范性附录)　铸钢件缺陷的焊修 …… 23
附录D(规范性附录)　基尔试块 …… 25
附录E(规范性附录)　低合金钢铸件拉伸试样 …… 27

前　言

TB/T 2942《机车车辆用铸钢件》分为三个部分：

——第1部分：技术要求及检验；

——第2部分：金相组织检验图谱；

——第3部分：射线照相检验参考图谱。

本部分为TB/T 2942的第1部分。

本部分按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本部分代替TB/T 2942—2015《机车车辆铸钢件通用技术条件》和TB/T 2451—1993《铸钢中非金属夹杂物金相检验》。与TB/T 2942—2015、TB/T 2451—1993相比，除编辑性修改外，主要技术变化如下：

——修改了范围（见第1章，TB/T 2942—2015年版的第1章）；

——增加了碳钢铸件的一般要求（见4.1）；

——增加了碳钢铸件各牌号的化学成分（见表1）；

——增加了碳钢铸件各牌号的力学性能（见表3）；

——增加了金相组织要求及检验方法（见4.5、5.5）；

——增加了表面质量要求及检验方法（见4.8、5.6）；

——增加了尺寸公差及机械加工余量和检验方法（见4.9、5.7）；

——修改了重量公差要求（见4.10，TB/T 2942—2015年版的4.7）；

——增加了缺陷处置要求（见4.11）；

——修改了试样的制备（见5.1，TB/T 2942—2015年版的5.1.1、5.2.1、5.2.3.1）；

——增加了重量公差检查（见5.8）；

——修改了非金属夹杂物要求（见表B.1，TB/T 2451—1993年版的表1）；

——修改了非金属夹杂物类型评定图谱（见图B.1、图B.3、图B.5、图B.7～图B.10，TB/T 2451—1993年版的图1、图3、图5、图7～图10）；

——修改了Ⅱ型夹杂物评定图谱（见图B.13～图B.16，TB/T 2451—1993年版的图13～图16）；

——修改了Ⅰ型、Ⅲ型夹杂物的级别、评级说明和评定图谱（见B.4.3，TB/T 2451—1993年版的6.3）；

——修改了Ⅳ型夹杂物评定图谱（见图B.30～图B.32、图B.34，TB/T 2451—1993年版的图28～图30、图32）；

——增加了Ⅴ型（点状球状氧化物类）夹杂物的级别及评定图谱（见B.4.5）；

——修改了缺陷焊修的要求（见附录C，TB/T 2942—2015年版的4.6）；

——删除了冲击试样附录（见TB/T 2942—2015年版附录D）。

本部分由中车戚墅堰机车车辆工艺研究所有限公司提出并归口。

本部分起草单位：中车长江车辆有限公司、中车戚墅堰机车车辆工艺研究所有限公司、中车齐齐哈尔车辆有限公司、中车戚墅堰机车有限公司、中国铁路太原局集团有限公司。

本部分主要起草人：宋仲明、雷青平、吴建华、蒋田芳、张义强、何氢玲、沈新建、刘祖红、常有余、周全。

本部分所代替标准的历次版本发布情况：

——TB/T 2451—1993；

——TB/T 2942—1999、TB/T 2942—2015。

机车车辆用铸钢件
第1部分:技术要求及检验

1 范围

TB/T 2942的本部分规定了机车车辆用铸钢件的术语和定义,技术要求,检验方法和检验规则,记录、标志及质量证明书。

本部分适用于机车车辆用A级钢、B级钢、B+级钢、C级钢、D级钢、E级钢铸件(以下简称低合金钢铸件)和一般工程用铸造碳钢件(以下简称碳钢铸件)的制造及检验。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 223 钢铁及合金化学分析方法

GB/T 225 钢 淬透性的末端淬火试验方法(Jominy试验)

GB/T 228.1—2010 金属材料 拉伸试验 第1部分:室温试验方法

GB/T 229—2007 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法

GB/T 231.1 金属材料 布氏硬度试验 第1部分:试验方法

GB/T 4336 碳素钢和中低合金钢 多元素含量的测定 火花放电原子发射光谱法(常规法)

GB/T 5117—2012 非合金钢及细晶粒钢焊条

GB/T 5482 金属材料动态撕裂试验方法

GB/T 5611 铸造术语

GB/T 5678 铸造合金光谱分析取样方法

GB/T 6414—2017 铸件 尺寸公差、几何公差与机械加工余量

GB/T 6803 铁素体钢的无塑性转变温度落锤试验方法

GB/T 7232 金属热处理工艺 术语

GB/T 9444 铸钢件磁粉检测

GB/T 9448 焊接与切割安全

GB/T 9452—2012 热处理炉有效加热区测定方法

GB/T 11351—2017 铸件重量公差

GB/T 15056 铸造表面粗糙度 评定方法

GB/T 20066 钢和铁 化学成分测定用试样的取样和制样方法

GB/T 20123 钢铁 总碳硫含量的测定 高频感应炉燃烧后红外吸收法(常规方法)

GB/T 20125 低合金钢 多元素含量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法

GB/T 32533—2016 高强钢焊条

TB/T 2942.2 机车车辆用铸钢件 第2部分:金相组织检验图谱

CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE CO.,LTD

3 术语和定义

GB/T 5611 和 GB/T 7232 界定的术语和定义适用于本文件。

4 技术要求

4.1 一般要求

钢水应使用电弧炉、感应炉熔炼。除非另有规定,其供货状态应为:

a) A 级钢铸件应以正火或退火状态供货;

b) B 级钢和 B + 级钢铸件应以正火或正火加回火状态供货;

c) C 级钢铸件应以正火加回火或淬火加回火状态供货;

d) D 级和 E 级钢铸件应以淬火加回火状态供货;

e) 碳钢铸件一般以正火或正火加回火状态供货,或由供需双方协商决定。

4.2 化学成分

4.2.1 一般要求

4.2.1.1 铸钢件化学成分应符合表 1 的规定。

表 1 化学成分

铸钢牌号/级别		化学成分(质量分数) %						
		C	Mn	P	S	Si	Cu	Cr、Ni、Mo、V
低合金钢铸件	A 级、B 级和 B + 级钢	≤0.32	≤0.90	≤0.035	≤0.035	≤1.50	≤0.30	根据产品性能要求添加
	C 级、D 级和 E 级钢	≤0.32	≤1.85	≤0.035	≤0.035	≤1.50	≤0.30	
碳钢铸件	ZG200-400	≤0.20	≤0.80	≤0.035	≤0.035	≤0.60	≤0.30	残余元素
	ZG230-450	≤0.30	≤0.90	≤0.035	≤0.035	≤0.60	≤0.30	
	ZG270-500	≤0.40	≤0.90	≤0.035	≤0.035	≤0.60	≤0.30	
	ZG310-570	≤0.50	≤0.90	≤0.035	≤0.035	≤0.60	≤0.30	
	ZG340-640	≤0.60	≤0.90	≤0.035	≤0.035	≤0.60	≤0.30	
低合金钢铸件除表中规定外,其他元素及含量可由制造商选择,以获得所规定的力学性能。 除非另有规定,碳钢铸件化学成分中 Cu、Cr、Ni、Mo、V 等合金元素不作为验收依据,但其总量应小于或等于 1.00%。								

4.2.1.2 除非另有规定,钢中铝(Al)含量宜控制在 0.020% ~ 0.080% 范围内。

4.2.1.3 除 C 级、D 级和 E 级铸钢以外牌号的铸钢,对于上限每减少 0.01% 的碳,允许增加 0.04% 的锰,锰含量最高至 1.20%,但对牌号 ZG200-400 的铸钢,锰含量最高至 1.00%。

4.2.2 碳当量(CE)

4.2.2.1 A 级钢、B 级钢和 B + 级钢的碳当量最大值为 0.72,C 级钢、D 级钢和 E 级钢的碳当量最大值为 0.88。

4.2.2.2 为了获得规定的力学性能,应根据公式(1)和允许的碳当量最大值,在符合 4.2.1 规定的前

提下，确定4.2.1中未规定的合金元素的含量。根据公式(1)计算实际熔炼炉次的碳当量时，应使用C、Si、Mn以及合金元素的实际含量值。

$$CE = C + (Mn + Si)/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15 \quad \cdots\cdots (1)$$

4.2.3 淬透性

应对D级钢和E级钢铸件进行末端淬火试验。在末端淬火试验时，根据含碳量的不同，在距淬火试验试样淬火末端11 mm处测得的硬度应符合表2的规定。

表2 末端淬火硬度

含碳量(质量分数)	硬度 HRC
≤0.25%	≥30
>0.25%~0.30%	≥33
>0.30%~0.32%	≥35

4.3 力学性能

4.3.1 拉伸性能

4.3.1.1 试棒制取试样

试棒制取试样时，钢的力学性能应符合表3的规定。

表3 力学性能

铸钢牌号/级别		抗拉强度 MPa	屈服强度/规定塑性延伸强度 MPa		断后伸长率		断面收缩率[a]	冲击吸收能量[a,b] J
		R_m	$R_{eL}/R_{P0.2}$	$R_{eH}/R_{P0.2}$	$A_{4.52}$	A	Z	KV_2
A级		≥415	≥205	—	≥26%	—	≥38%	—
B级		≥485	≥260	—	≥24%	—	≥36%	≥20(-7 ℃)
B+级		≥550	≥345	—	≥24%	—	≥36%	≥20(-7 ℃)
C级	正火+回火	≥620	≥415	—	≥22%	—	≥45%	≥20(-18 ℃)
	淬火+回火							≥27(-40 ℃)
D级		≥725	≥585	—	≥17%	—	≥35%	≥27(-40 ℃)
E级		≥830	≥690	—	≥14%	—	≥30%	≥27(-40 ℃)
ZG200-400		≥400	—	≥200	—	≥25%	≥40%	≥30
ZG230-450		≥450	—	≥230	—	≥22%	≥32%	≥25
ZG270-500		≥500	—	≥270	—	≥18%	≥25%	≥22
ZG310-570		≥570	—	≥310	—	≥15%	≥21%	≥15
ZG340-640		≥640	—	≥340	—	≥10%	≥18%	≥10

[a] 碳钢铸件断面收缩率和冲击吸收能量如需方无要求，由供方选择其一。

[b] 冲击吸收能量应为3个试验平均值，且允许有一个试样的测定值小于规定的最小值，且不小于规定最小值的2/3。

注：当无明显屈服时，测定规定塑性延伸强度$R_{P0.2}$。低合金铸钢件屈服强度采用下屈服强度，碳钢铸件采用上屈服强度。

CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE CO.,LTD.

4.3.1.2 本体制取试样

低合金钢铸件产品抽检或顾客有需求时，可采用铸件本体试样来评定铸钢的拉伸性能。铸件本体试样试验时，抗拉强度、屈服强度或规定塑性延伸强度应至少达到表3规定值的80%；同时，应对断后伸长率、断面收缩率进行检测，检测结果仅作为参考，不作为产品判定、验收的依据，参考指标值参见附录A。

4.3.2 冲击性能

4.3.2.1 试棒制取试样时，钢的冲击吸收能量应符合表3的规定。

低合金钢铸件产品抽检或顾客有需求时，可采用铸件本体试样来评定铸钢的冲击性能。检测结果仅作为参考，不作为产品判定、验收的依据，参考指标值参见附录A。

4.3.2.2 低合金钢可用动态撕裂吸收功或无塑性转变温度代替冲击吸收能量评定钢的冲击性能，并应满足：

a) 动态撕裂试验在表4规定的温度下进行，测定同一炉次的3个试样，其平均吸收能量应大于或等于68 J；

b) 无塑性转变温度试验在表4规定的温度下，2个试样不应出现断裂。

表4 无塑性转变温度

铸钢件牌号	热处理方式	试验温度 ℃
A级	—	—
B级、B+级	正火或正火+回火	+16
C级	正火+回火	+16
	淬火+回火	−51
D级	淬火+回火	−51
E级	淬火+回火	−51

4.4 硬度

除非产品技术文件另有规定，低合金钢铸件的硬度应符合表5的规定。碳钢铸件的硬度由供需双方协商确定。

表5 硬 度

级 别	硬 度 HBW
A级	108～160
B级、B+级	137～228
C级	179～241
D级	211～285
E级	241～311

4.5 金相

当铸钢件产品对非金属夹杂物和金相组织有要求时，非金属夹杂物要求应符合附录B的规定；金

相组织要求应符合 TB/T 2942.2 的规定或由供需双方协商确定。

4.6 热处理

4.6.1 一般要求

铸件浇注后,应以不会损害其质量的速度冷却到 540 ℃以下。在进行热处理前,应对铸件予以充分清理,内腔砂芯应清理干净。然后应根据 4.1 的要求,按 4.6.2 的规定对铸件进行热处理。

热处理炉温度均匀性及其仪表精度级别不应低于 GB/T 9452—2012 中规定的Ⅳ类热处理炉的要求。

4.6.2 热处理工艺

4.6.2.1 完全退火

将铸件均匀加热到相变区域以上的一个适当温度,保温一定的时间,使其完全奥氏体化和细化晶粒,随后在炉内缓慢冷却。除非采购方另有规定,制造方可以选用正火替代完全退火。

4.6.2.2 正火

4.6.2.2.1 将铸件均匀加热到相变区域以上的一个适当温度,保温一定的时间,使其完全奥氏体化和细化晶粒。

4.6.2.2.2 将铸件从炉中取出,并在空气中冷却至温度低于 370 ℃。

4.6.2.2.3 规定正火处理的 B 级钢、B + 级钢铸件和碳钢铸件是否需要做随后的回火处理由制造方决定。

4.6.2.3 正火加回火

4.6.2.3.1 将铸件均匀加热到相变区域以上的一个适当温度,保温一定的时间,使其完全奥氏体化和细化晶粒。

4.6.2.3.2 将铸件从炉中取出,并在空气中冷却到全部铸件的温度至少低于回火温度 56 ℃。

4.6.2.3.3 将铸件重新均匀加热到相变温度以下以进行回火处理。回火温度不应低于 320 ℃,并保温一定的时间。从回火炉中取出铸件,并以任何一种认为需要的速度冷却。

4.6.2.4 淬火加回火

4.6.2.4.1 将铸件均匀加热到相变区域以上的一个适当温度,保温一定的时间,使其完全奥氏体化和细化晶粒。

4.6.2.4.2 将铸件从炉中取出,当铸件温度还高于相变区域时,立即将其投入适当的液体介质中快速冷却至远低于相变区域的一个温度。

4.6.2.4.3 将铸件重新均匀加热到相变温度以下,但不低于 430 ℃。保温一定的时间,从炉内取出铸件,并以任何一种认为需要的速度冷却。凡有淬火裂纹倾向的铸件,淬火后应立即回火,以避免产生裂纹。但在任何情况下,淬火与回火之间的时间间隔不应超过 8 h。

4.6.3 工艺过程控制

4.6.3.1 热处理炉温应使用热电偶与具有自动控温功能的装置进行测量和控制,并能自动记录时间—温度曲线图,每张曲线图要注明日期和炉次,以便识别。热处理装炉时,应填写装炉记录,内容至少包括:

a) 铸件名称;

CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE CO.,LTD.

b) 热处理工艺；

c) 装炉铸件的顺序号(如无产品顺序号,则用熔炼炉次和数量)；

d) 与铸件一起装炉的试棒的编号及装炉位置；

e) 热处理的实际时间。

4.6.3.2 热电偶应每3个月至少校准一次,自动控温记录装置每6个月至少校准、检定一次。炉温均匀性应每6个月至少检测一次。

4.6.3.3 时间—温度曲线记录、装炉记录、热处理炉日常工作履历表以及温度控制记录装置的校准记录应保存3年,以供采购方备查。

4.6.4 附铸试块

对于重量不小于70 kg的所有铸件,应在铸件上铸出至少2个、最多不超过4个的热处理检查试块。对于重量小于70 kg的铸件,当采购方有要求时,也应在铸件上铸出热处理检查试块,但最多不应超过4个。试块应安置在适当的位置上,标准的热处理试块的高应为25 mm,与铸件相连接面的边长为25 mm,边宽为13 mm或16 mm。

当对铸件热处理状态有疑问时,可用附铸试块进行检查和确认。

4.6.5 重新热处理

如果力学性能试验结果不符合4.3或金相组织不符合4.5的规定时,可对该批铸件重新进行热处理。重新热处理的次数不应多于两次(回火次数不限),且应按5.3和5.5的规定重新进行试验。

4.6.6 热处理组批

根据热处理炉的加热方式,可分为间歇式热处理组批和连续式热处理组批。间歇式热处理组批是指在该热处理炉次中同一熔炼炉次、同一级别钢的所有铸件。连续式热处理组批是指在一个热处理周期,连续通过炉内给定位置的同一熔炼炉次、同一级别钢的所有铸件,应确定每一热处理炉次装载的同一级别钢的铸件数量。

4.7 清理

铸件在提交检查前,应进行彻底的清理和精整。清理、精整后的铸件应符合相关要求。

C级钢、D级钢、E级钢、ZG310-570和ZG340-640铸件,在热处理后不宜采用热法清理。若热处理后采用了热法清理,应进行回火或重新热处理。

4.8 表面质量

4.8.1 铸件表面不应存在裂纹,妨碍使用和检查的粘砂应清除。

4.8.2 产品图样和技术条件中无明确规定时,铸件表面粗糙度应为NMR *Ra* 100。

4.8.3 铸件的外棱和孔的边缘出现的飞边、毛刺应清除干净,棱边应倒圆;铸件表面明显凸起应打磨平整。

4.8.4 在满足产品图样和技术条件规定,不影响使用和组装的情况下,铸钢件表面可存在的缺陷:

a) 加工后的加工表面上可存在的缺陷：

1) 直径不大于4 mm,或其周长不大于12 mm,深度不大于该处壁厚1/8(深度最大值5 mm),在每100 cm^2面积上(小于100 cm^2面积按100 cm^2计算)不多于2个,间距不小于20 mm,离边缘或孔边不小于10 mm(直径和深度不大于1 mm的针孔不计)的缺陷,且在缺陷背面的相对位置上不可同时存在缺陷；

2) 不影响组装,离边缘或孔边不小于10 mm、深不大于1 mm,每处面积不大于4 cm^2、总面

积不大于所加工面积1/20的黑皮。

b) 非加工面上可存在的缺陷：

1) 直径不大于5 mm，或其周长不大于15 mm，深度不大于该处壁厚1/8（深度最大值4 mm），在每100 cm^2面积上（小于100 cm^2面积按100 cm^2计算）不多于2个，间距不小于20 mm，离边缘或孔边不小于10 mm的缺陷，且在缺陷背面的相对位置上不可同时存在缺陷；

2) 不影响加工和组装、离边缘或孔边不小于20 mm、深不大于1.5 mm的鼠尾、沟槽和高不大于2 mm的胀砂，总面积不大于评定面积的1/20；

3) 不影响加工、组装和使用的局部变形。

4.8.5 超过4.8.4规定的缺陷，若在技术文件或相关产品标准规定可焊修的范围内，供方可对其进行焊修，如需方对焊修有特殊要求时应与供方协商。铸钢件焊修后质量应符合下列要求：

a) 非加工部位上焊修表面应平整，焊修区域与母材应平缓过渡；

b) 焊修区域不应有裂纹、未熔合、未焊满、弧坑等缺陷；

c) 非加工部位上的焊缝咬边深度不应超过1 mm。

4.9 尺寸公差、机械加工余量

铸钢件尺寸公差等级应在技术文件或合同中予以明确。若无规定时，大批量生产的毛坯铸件尺寸公差等级不应低于GB/T 6414—2017中的DCTG12级，小批量或单件生产的毛坯铸件尺寸公差等级不应低于GB/T 6414—2017中的DCTG14级，错型值应符合GB/T 6414—2017的规定；机械加工余量应按GB/T 6414—2017规定的最大公称尺寸对应的范围内选取。

4.10 重量公差

在技术文件和合同未作规定时，大批量生产的毛坯铸件重量公差等级不应低于GB/T 11351—2017中的MT12级，小批量或单件生产的毛坯铸件重量公差等级不应低于GB/T 11351—2017中的MT13级。

4.11 缺陷的处置

4.11.1 A级钢、ZG200-400、ZG230-450铸钢件可在常温下校正，其余铸钢件宜在热态下校正。

4.11.2 铸件表面可焊修的缺陷应按附录C规定进行焊修。

4.11.3 铸钢件内部缺陷由供需双方根据铸钢件的重要性程度、铸钢件的重量、大小、壁厚等协商确定。

4.11.4 有水、风、油压要求的铸钢件，因缩松、疏松等缺陷而泄漏，焊补后应再进行相应试验。

5 检验方法和检验规则

5.1 试样制备

5.1.1 化学成分分析试样的取样和制样应符合GB/T 5678或GB/T 20066的规定。屑状分析试样应取自试块表面下至少6 mm处。

5.1.2 力学性能试验用试棒可附铸在铸件或浇注系统上，或者由符合附录D规定的基尔试块制取。试棒应从每一包钢水开始浇注至浇注到25%之间取得。制取基尔试块的方法应代表正常生产所使用的工艺方法。

5.1.3 每一熔炼炉次制取的试棒应与其所代表的同级别铸件一起以相同的方式进行热处理。每一热

CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE CO.,LTD

处理炉次装载的每一级别钢的铸件应至少带一根试棒。

5.1.4 低合金钢铸件拉伸试样应符合附录E的要求;碳钢铸件拉伸试样应符合GB/T 228.1—2010的表D.1中直径为10 mm,比例系数$k=5.65$圆形横截面比例试样。

5.1.5 冲击试样应符合GB/T 229—2007规定的标准试样的要求。

5.1.6 金相分析用试样应从力学性能试验用试棒或实物上制取,金相分析用试棒应与同一熔炼炉次浇注的产品同炉热处理。

5.2 化学成分

5.2.1 一般要求

5.2.1.1 化学成分分析以熔炼分析试样的分析结果代表该熔炼炉次的化学成分。

5.2.1.2 化学分析方法按GB/T 223、GB/T 4336、GB/T 20123或GB/T 20125的规定进行。

5.2.1.3 若用户复验的化学成分的结果与制造方提供的分析报告不符合时,按照GB/T 223仲裁。

5.2.2 熔炼分析

应在每包钢水开始浇注至浇注到25%之间取样进行分析。

5.2.3 终锰分析

感应炉熔炼时,每炉钢水应进行终锰分析,终锰试样取自与最后一个合格铸件同时或之后浇注的试块上,或取自每一炉钢水浇注的最后一个合格铸件上。

5.2.4 成品分析

采购方可从拉断的拉伸试样上或铸件上取样进行化学成分分析;化学分析钻屑取样不应影响铸件的正常使用。

5.2.5 淬透性

末端淬火试验用试样应从附录D规定的铸态基尔试块或铸件上制取,试验方法应按GB/T 225的规定执行。在10个连续炉次的末端淬火试验结果均为合格时,应每月至少进行一次末端淬火试验。

5.3 力学性能

5.3.1 拉伸试验

5.3.1.1 拉伸试验方法应按GB/T 228.1—2010的规定执行。

5.3.1.2 应对同一熔炼炉次的每个热处理炉次的试样进行试验,并记录其结果,有缺陷的试样除外。每一级别的每一热处理炉次铸钢取一根试样进行试验。如果试样在加工过程中发现有缺陷,或者在试验前后显示出缺陷,则应废弃该试样,并用另一根试样代替。

5.3.1.3 如果拉伸试样的断后伸长率低于规定值,且有下列任意一种情况发生时,可重新试验:

a) 试样断在标点以外;

b) 试样断裂处距试验前作出的标距长度的中心大于19 mm;

c) 试样沿着其纵轴线方向呈45°角剪断。

5.3.1.4 若拉伸性能不合格,而不是由于5.3.1.2或5.3.1.3所列原因,允许从同一批次中取两个备用拉伸试棒进行复试。如两个试验结果均符合4.3.1.1的规定,则该批次铸件的拉伸性能仍为合格,若复验中仍有一个试样结果不合格,则该批次铸件应重新热处理。

5.3.1.5 产品抽检或顾客有需求时,试样可从铸件上制取(有缺陷的试样除外)。

5.3.2 冲击试验

5.3.2.1 冲击试验方法应符合 GB/T 229—2007 的规定。一次冲击试验要测定从同一熔炼炉次和同一热处理炉次制取的 3 个冲击试样的冲击吸收能量的平均值。

5.3.2.2 如果冲击试验的结果不合格时,可从该批次重新取 3 个试样进行一次复试。复试时,每个复试试样的测定值均应大于或等于规定的最小值。

5.3.2.3 对试样进行试验后应记录其结果。做试验时,有缺陷的试样应予废弃。产品技术文件未规定时,试验的频次应是每一级别的铸钢每星期一炉。

5.3.3 动态撕裂试验或无塑性转变温度试验

5.3.3.1 动态撕裂试验或无塑性转变温度试验使用的试样应从 5.1.2 规定的试块上制取。

5.3.3.2 动态撕裂试验温度应符合表 4 的规定,试验方法应按 GB/T 5482 的规定执行。

5.3.3.3 无塑性转变温度试验的温度应符合表 4 的规定,试验方法应按 GB/T 6803 的规定执行。

5.4 硬度检查

铸件硬度的试验方法应按 GB/T 231.1 的规定执行。试验前应磨去脱碳层。同一熔炼炉次、同一级别并进行相同热处理的同种铸件作为一个硬度检验批。从每批中抽取 2%(最少两个)铸件进行硬度试验。

5.5 金相检验

5.5.1 当技术文件有要求时,应对同一熔炼炉次的每个热处理炉次的试样或实物进行金相检验。

5.5.2 非金属夹杂物检验按附录 B 的规定执行。

5.5.3 金相检验按 TB/T 2942.2 的规定执行。

5.6 表面质量检查

5.6.1 铸件表面缺陷采用目视检查。

5.6.2 铸造表面粗糙度的检验按 GB/T 15056 的规定执行。

5.6.3 当铸件表面需要磁粉探伤时,探伤方法应按 GB/T 9444 的规定执行。

5.7 尺寸检查

尺寸采用相应精度等级的检测量具检查。

5.8 重量公差检查

铸钢件重量公差检查按 GB/T 11351—2017 的规定执行。

5.9 小批量订货时的试验数量

对于铸件质量大于 80 kg 的小批量订货,如果由于订货数量、现成的模样和铸造设备的原因而使一个熔炼炉次只能浇注不多于 5 件时,则 5.3 要求的力学性能可从多余的试棒或备用的试棒测得,该多余或备用的试棒可附铸在同一熔炼炉次的其他铸件上,或是在浇注同炉次的其他铸件时单独浇注。

CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE CO.,LTD.

6 记录、标志及质量证明书

6.1 记录

铸件的化学成分报告、力学性能报告及热处理记录等可追溯性记录应至少保存3年。

6.2 标志

铸件上宜铸出(或刻打)制造商代号、铸钢级别或牌号。

6.3 质量证明书

铸件应附有质量证明书,内容至少包括:

a) 制造商名称及代号;
b) 铸件名称及型号、规格;
c) 铸钢级别代号或牌号;
d) 铸造顺序号或批号;
e) 数量;
f) 本标准代号。

附 录 A
（资料性附录）
低合金钢铸件本体力学性能参考指标值

低合金钢铸件采用本体试样进行试验时，断后伸长率、断面收缩率和冲击吸收能量的参考指标值见表 A.1。

表 A.1 本体取样时的力学性能

级别		断后伸长率 $A_{4.52}$	断面收缩率 Z	冲击吸收能量 KV_2 J
A 级		≥15.5%	≥23%	—
B 级		≥14.5%	≥21.5%	≥16（-7 ℃）
B+级		≥14.5%	≥21.5%	
C 级	正火+回火	≥13%	≥27%	≥16（-18 ℃）
	淬火+回火			≥21.5（-40 ℃）
D 级		≥10%	≥21%	≥21.5（-40 ℃）
E 级		≥8.5%	≥18%	≥21.5（-40 ℃）

CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE CO.,LTD.

附 录 B
（规范性附录）
铸钢中非金属夹杂物检验

B.1 要求

非金属夹杂物的要求应符合表 B.1 的规定。

表 B.1 非金属夹杂物的要求

夹杂物类型	合格级别
Ⅰ型(球状)夹杂物	细系:1 级～4 级。粗系:1 级～2 级
Ⅱ型(点网状)夹杂物	1 级～2 级
Ⅲ型(点状)夹杂物	细系:1 级～4 级。粗系:1 级～2 级
Ⅳ型(群状三氧化二铝)夹杂物	1 级～2 级
Ⅴ型(点状球状氧化物类)夹杂物	评级不作为验收依据
外来夹杂物	报告中应以文字说明,不作为验收依据

B.2 试样及检验方法

B.2.1 试样的切取和制备

B.2.1.1 试样应在拉伸试样端头切取,亦可直接从单铸试块上切取。

B.2.1.2 实物检验试样可取自铸件本体上的附铸试块或铸件实物。

B.2.1.3 试样抛光时应避免夹杂物剥落、变形或抛光面被沾污。

B.2.2 检验方法

B.2.2.1 试样抛光后用光学金相显微镜检验。夹杂物类型检验可放大至能分辨的倍率,定量检验放大 100 倍。本附录中各评级图片相当于 100 倍下抛光平面上面积为 0.5 mm^2 的(即边长为 0.710 mm)正方形视场。

B.2.2.2 检验时应首先通观整个受检面,然后按最恶劣视场,对照评级图,分别评定级别,评定时可评半级。

B.2.2.3 外来夹杂物应在检验报告中以文字说明。

B.3 检验规则

B.3.1 夹杂物检验每熔炼炉次取一个试样。

B.3.2 当试样不合格时,需进行加倍复试,且复试结果均需合格,否则视该炉铸件为不合格。

B.4 检验项目及评级图

B.4.1 夹杂物类型

夹杂物类型按图 B.1～图 B.12 进行评定，其类型说明见表 B.2。

表 B.2 夹杂物类型

夹杂物类型	说 明	评 定 图
Ⅰ型	包含氧化物、表面附有硫化物的硅酸盐类夹杂物和复合二氧化硅玻璃体等球状夹杂物	图 B.1、图 B.2
Ⅱ型	包含灰色点条状硫化铁锰及其与氧化铁锰共晶型夹杂物等点网状分布夹杂物	图 B.3、图 B.4
Ⅲ型	包含黑色多角形含三硫化二铝的复合夹杂物和钢中添加钒铬等出现的多角形夹杂物以及其他非球状分布夹杂物	图 B.5、图 B.6
Ⅳ型	三氧化二铝树枝晶形夹杂物，在光学显微镜下呈群状	图 B.7、图 B.8
Ⅴ型	以氧化铁为主要成分的单颗粒球状的二次氧化夹杂物	图 B.9、图 B.10
外来夹杂物	钢水浇注时带入的夹渣，耐火材料等粗大颗粒夹杂物	图 B.11、图 B.12

图 B.1 500×

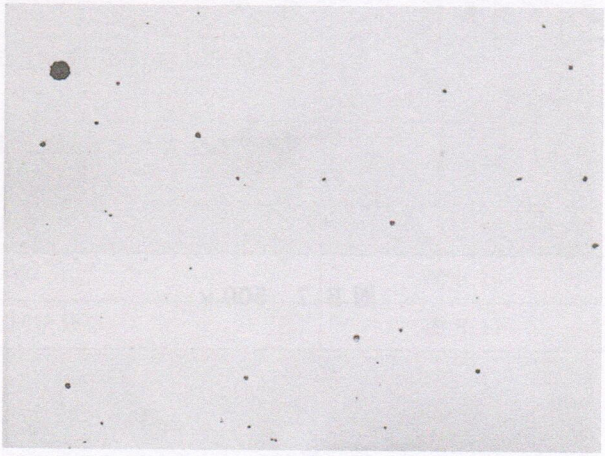


图 B.2 100×

图 B.3 500×

图 B.4 100×

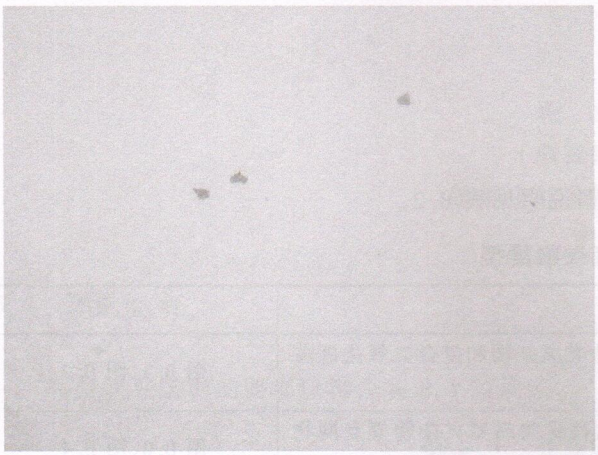


图 B.5　500×

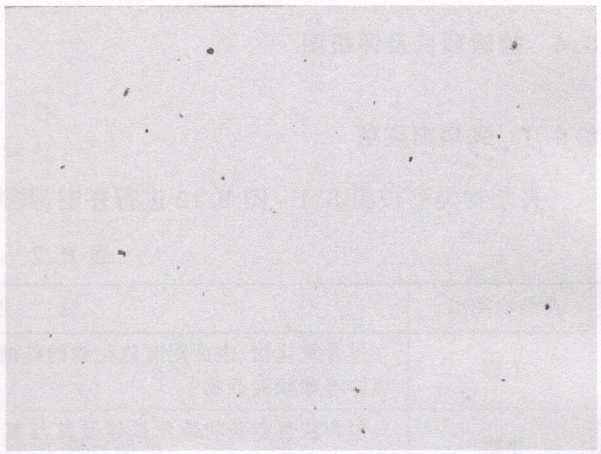


图 B.6　100×

图 B.7　500×

图 B.8　100×

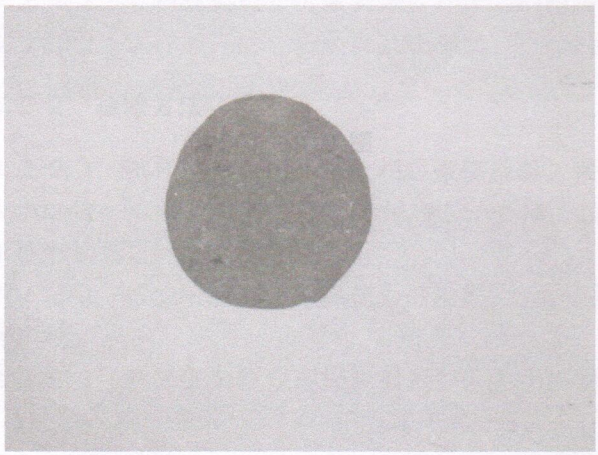


图 B.9　500×

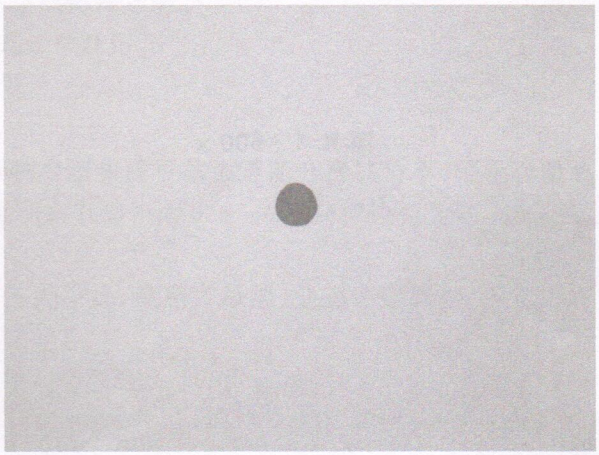


图 B.10　100×

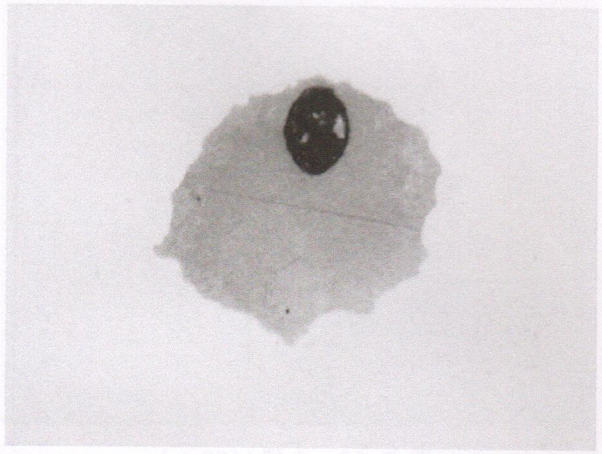


图 B.11　500 ×

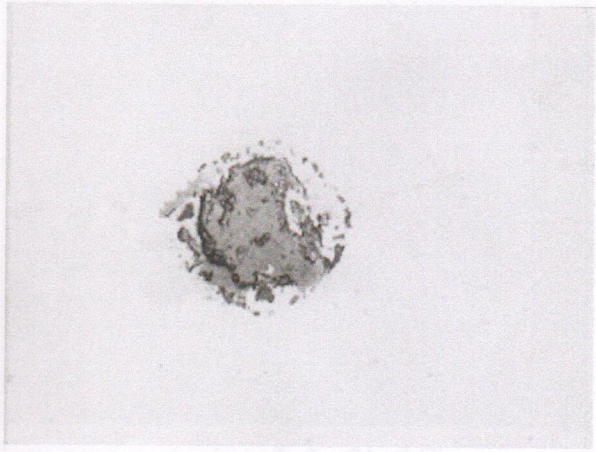


图 B.12　100 ×

B.4.2　Ⅱ型夹杂物

Ⅱ型夹杂物分 5 个等级，按图 B.13 ~ 图 B.17 进行评定，其评级说明见表 B.3。

表 B.3　Ⅱ型夹杂物

级　别	说　明	评 定 图
1	灰色短条状，长度≤20 μm，网状分布不明显，同时有Ⅲ型夹杂物共存	图 B.13
2	灰色短条状，长度≤20 μm，网状分布较明显，较少其他类型夹杂物共存	图 B.14
3	灰色短条状，长度≤40 μm，网状分布明显	图 B.15
4	灰色点状或短条状，紧密排列呈网状分布	图 B.16
5	大量灰色点状或短条状，呈聚集不均匀网状分布	图 B.17

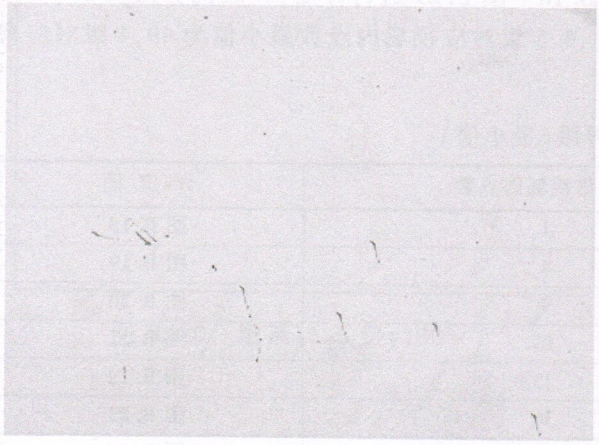


图 B.13　1 级(100 ×)

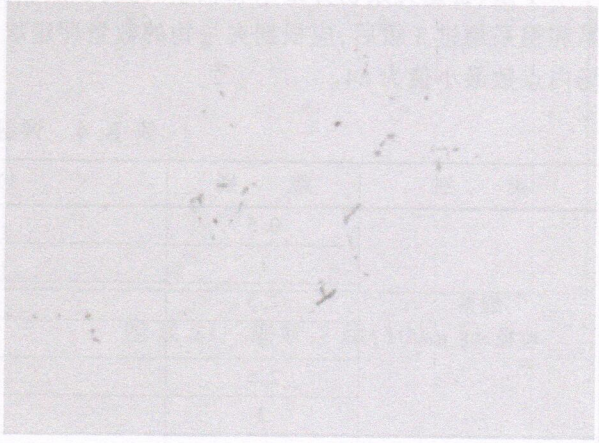


图 B.14　2 级(100 ×)

图 B.15　3 级(100 ×)

图 B.16　4 级(100 ×)

图 B.17　5 级(100 ×)

B.4.3　Ⅰ型和Ⅲ型夹杂物

Ⅰ型、Ⅲ型夹杂物分细系和粗系两类,级别按图 B.18 ~ 图 B.29 进行评定,评级说明见表 B.4。细系和粗系超过 3 级后,应根据夹杂物的数量评定级别,3.5 级对应视场内点数最小值为 49,4 级对应视场内点数最小值为 64。

表 B.4　评级界限(最小值)

类　别	级　别	100 倍视场内点数	评 定 图
细系 粒径≤8 μm	0.5	1	图 B.18
	1	4	图 B.19
	1.5	9	图 B.20
	2	16	图 B.21
	2.5	25	图 B.22
	3	36	图 B.23
粗系 8 μm < 粒径 < 13 μm	0.5	1	图 B.24
	1	4	图 B.25
	1.5	9	图 B.26
	2	16	图 B.27
	2.5	25	图 B.28
	3	36	图 B.29

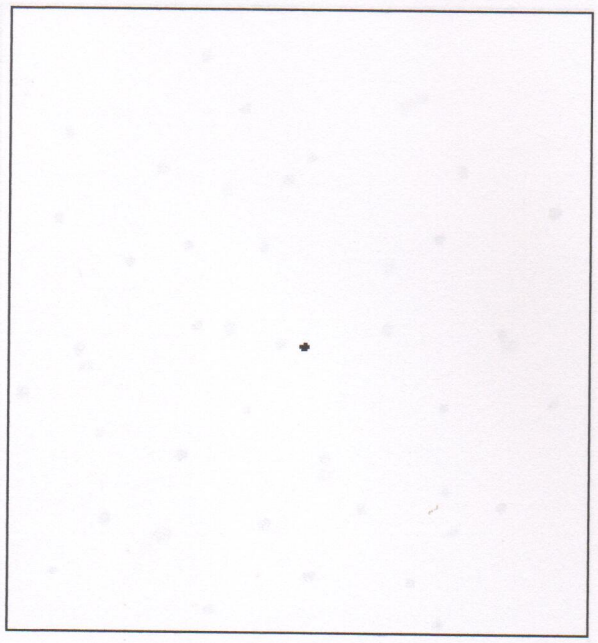


图 B.18　细系:0.5 级(100 ×)

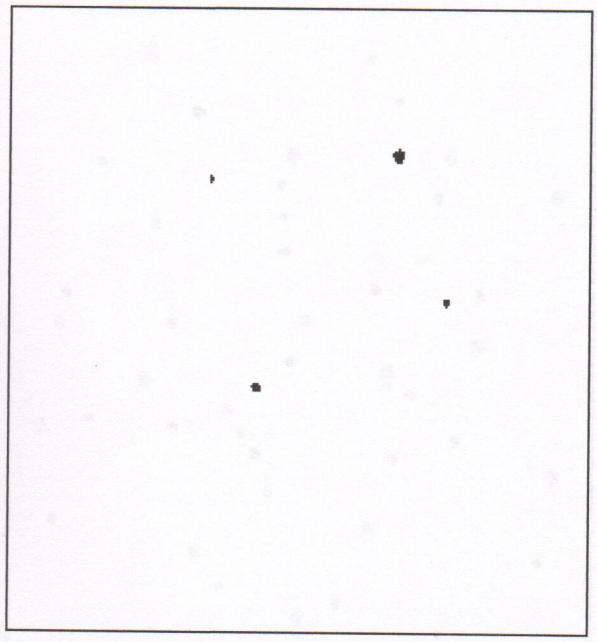


图 B.19　细系:1 级(100 ×)

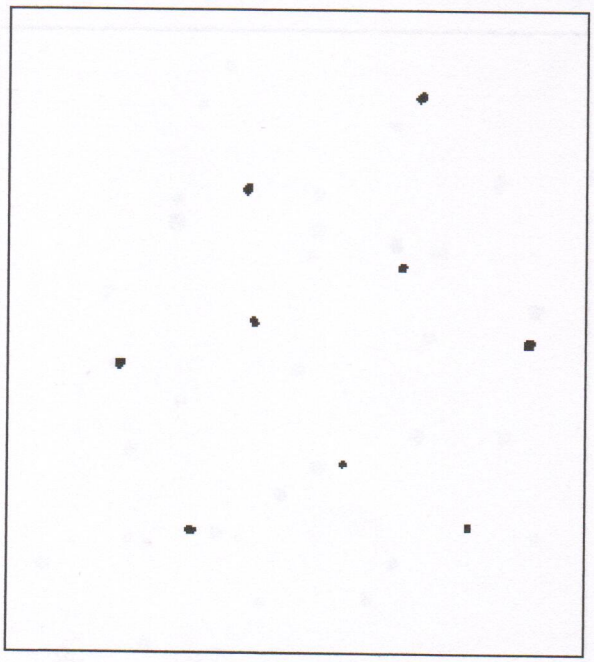


图 B.20　细系:1.5 级(100 ×)

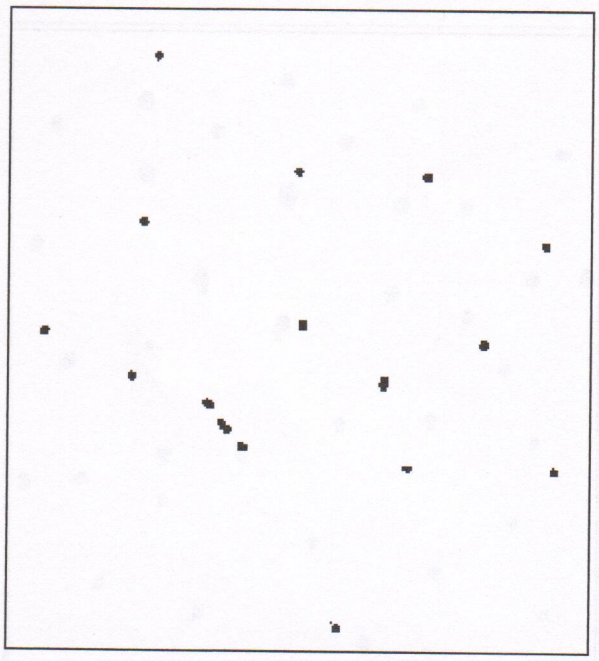


图 B.21　细系:2 级(100 ×)

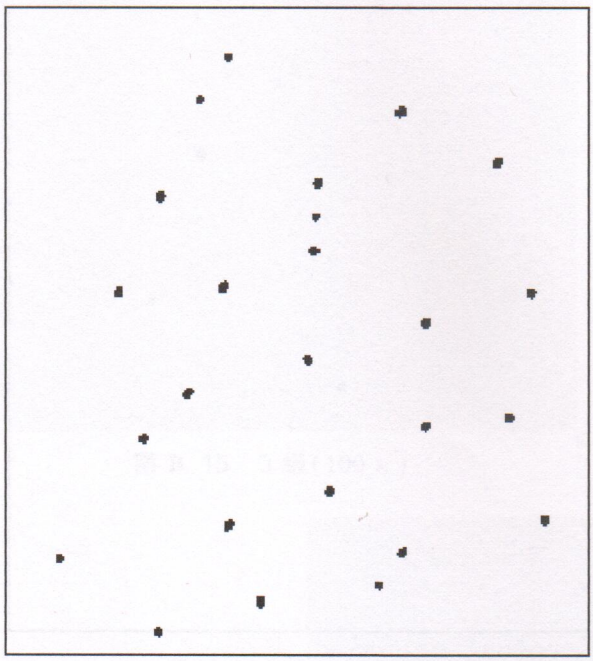


图 B.22　细系:2.5 级(100 ×)

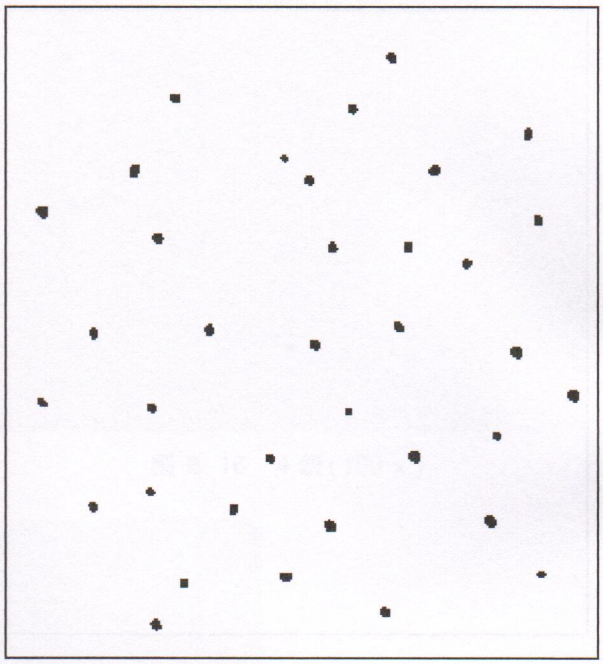


图 B.23　细系:3 级(100 ×)

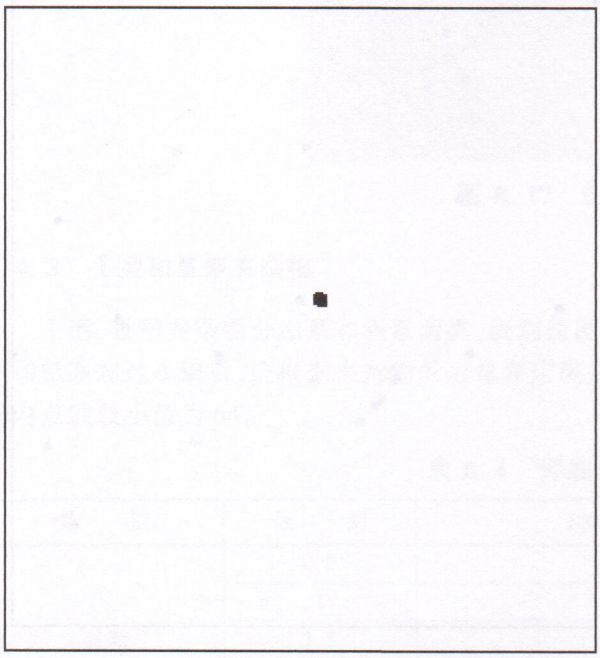


图 B.24　粗系:0.5 级(100 ×)

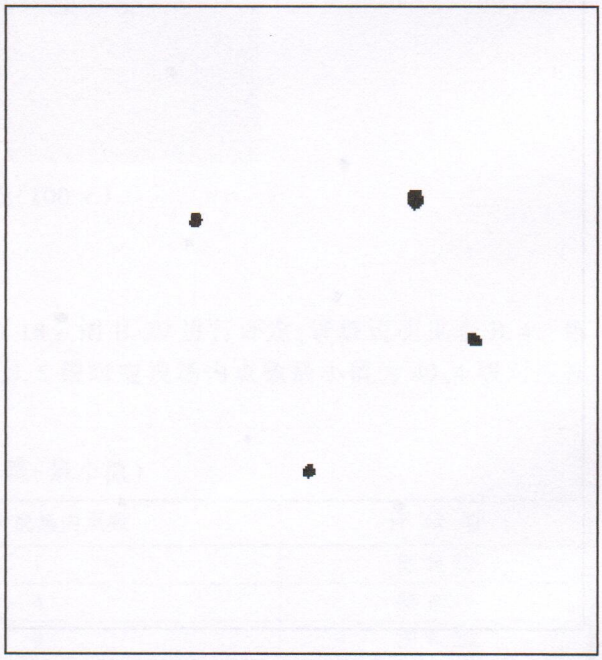


图 B.25　粗系:1 级(100 ×)

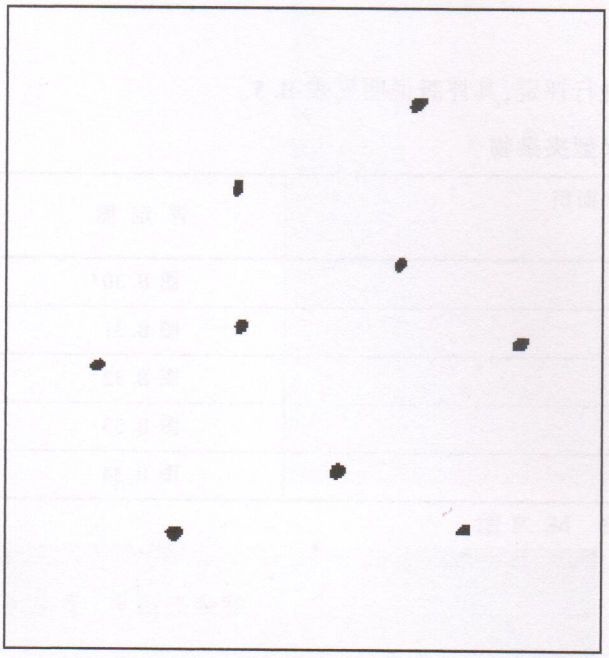


图 B.26　粗系:1.5 级(100 ×)

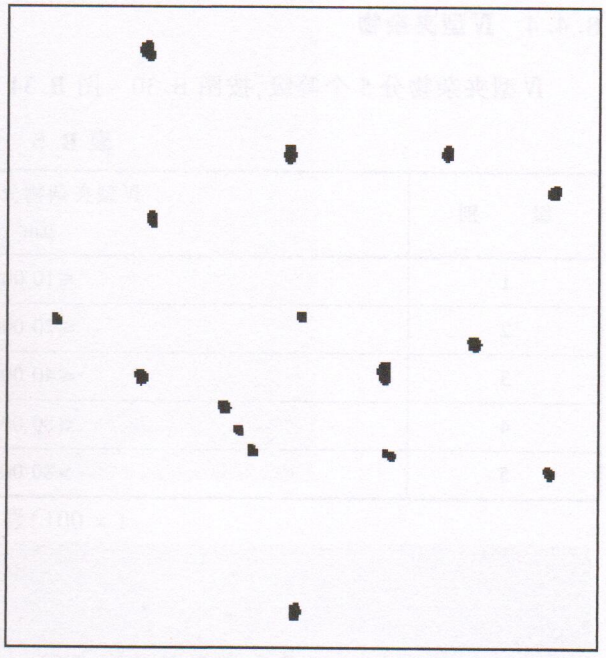


图 B.27　粗系:2 级(100 ×)

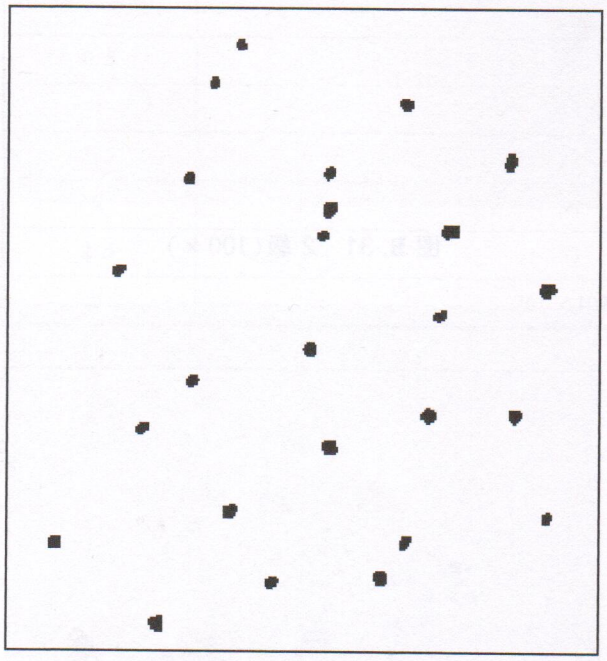


图 B.28　粗系:2.5 级(100 ×)

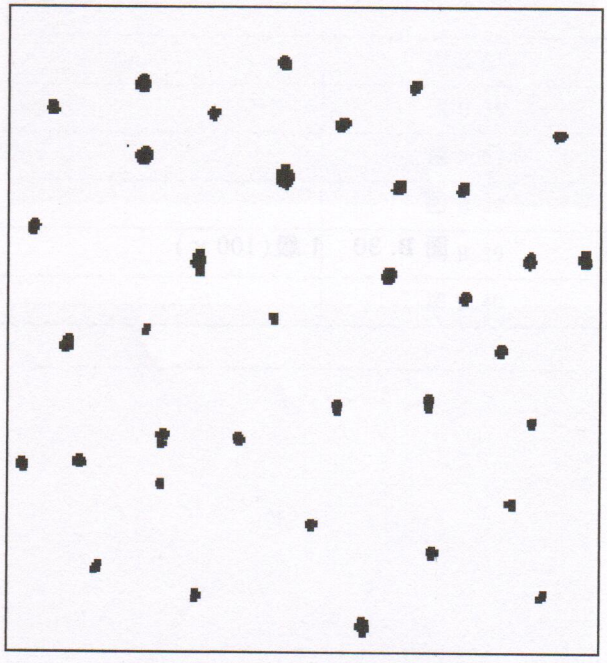


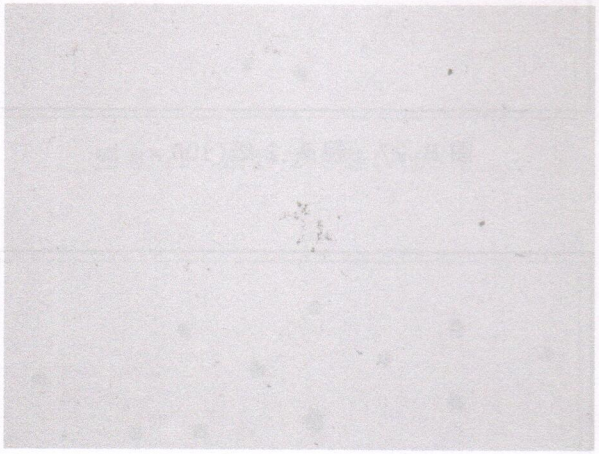
图 B.29　粗系:3 级(100 ×)

B.4.4 Ⅳ型夹杂物

Ⅳ型夹杂物分5个等级，按图B.30～图B.34进行评定，其评级说明见表B.5。

表B.5 Ⅳ型夹杂物

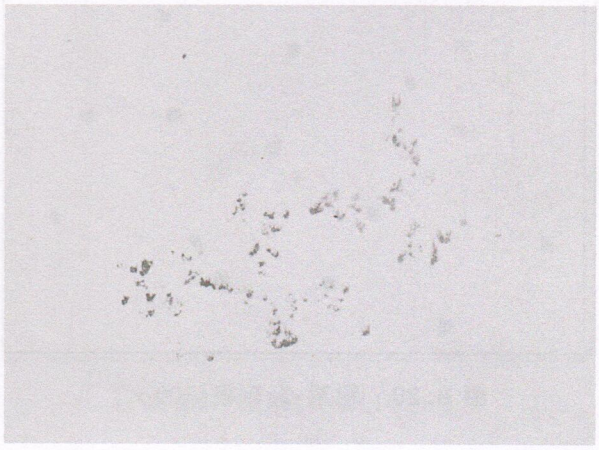
级　别	Ⅳ型夹杂物分布面积 μm^2	评 定 图
1	≤10 000	图B.30
2	≤20 000	图B.31
3	≤40 000	图B.32
4	≤80 000	图B.33
5	>80 000	图B.34



图B.30 1级(100×)

图B.31 2级(100×)

图B.32 3级(100×)



图B.33 4级(100×)

图 B.34　5 级(100 ×)

B.4.5　V型夹杂物

V型夹杂物分 6 个等级,按图 B.35 ~ 图 B.40 进行评定,其评级说明见表 B.6。

表 B.6　评级界限(最小值)

级　别	粒　径 μm	评 定 图
0.5	13	图 B.35
1	19	图 B.36
1.5	27	图 B.37
2	38	图 B.38
2.5	53	图 B.39
3	76(<107)	图 B.40

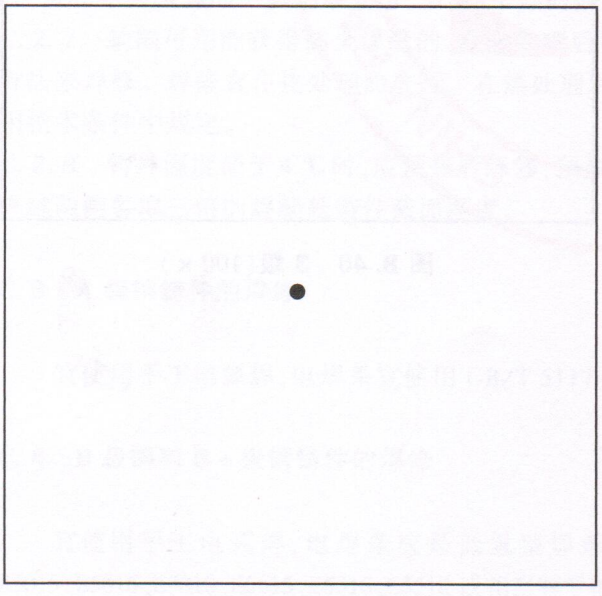


图 B.35　0.5 级(100 ×)

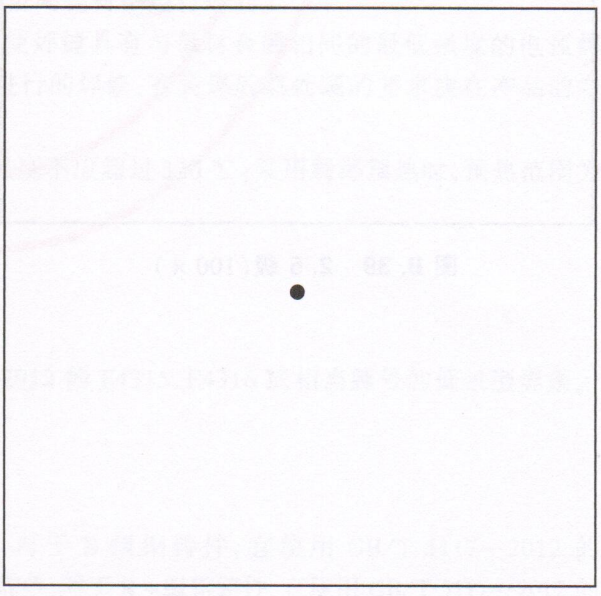


图 B.36　1 级(100 ×)

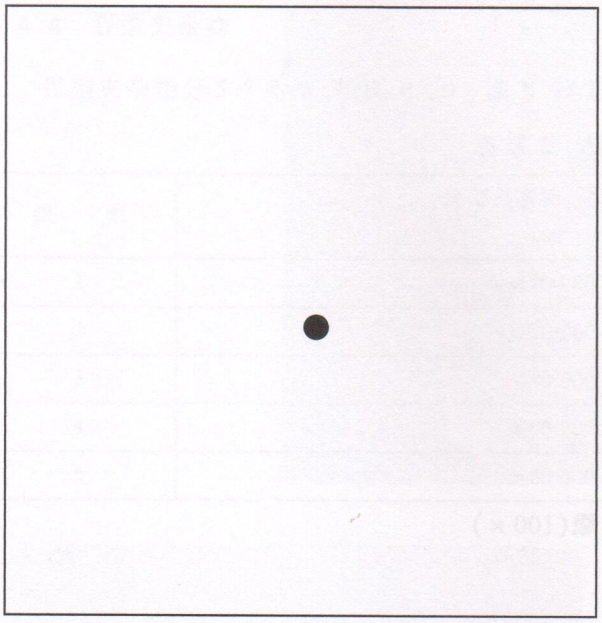


图 B.37　1.5 级(100 ×)

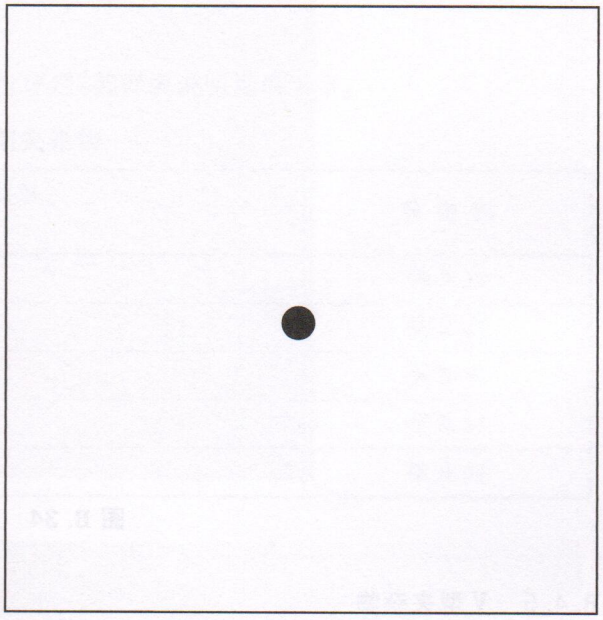


图 B.38　2 级(100 ×)

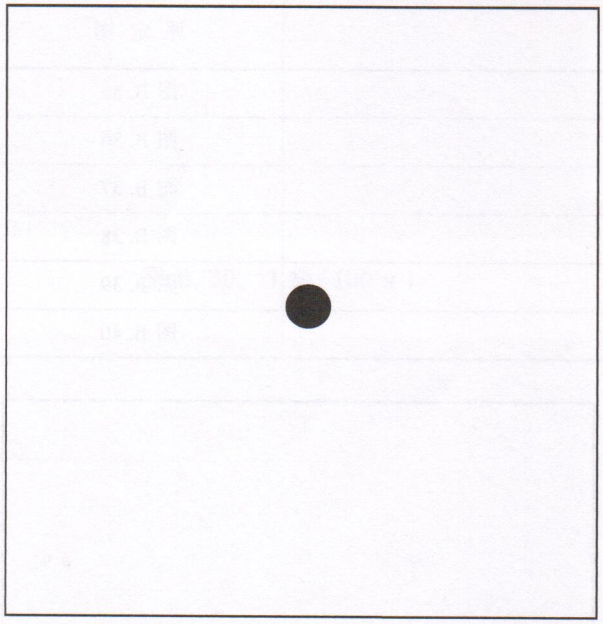


图 B.39　2.5 级(100 ×)

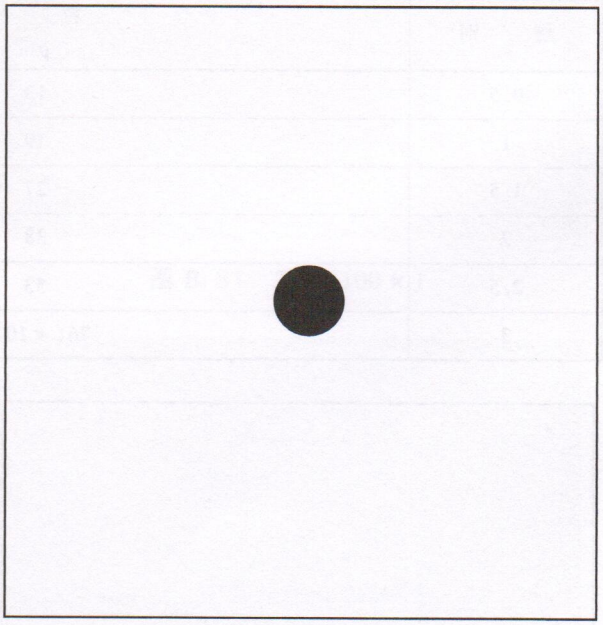


图 B.40　3 级(100 ×)

附 录 C
（规范性附录）
铸钢件缺陷的焊修

C.1 焊修工艺评定

制造企业应在铸钢件焊修工艺实施之前完成焊修工艺评定，并制定焊修工艺规程。该规程应包括铸件关键和非关键区域所允许焊修的缺陷、焊接设备及辅助装置、焊接材料及其储存和准备、坡口形式及制作方法、施焊位置、焊接方法和参数、焊前和焊后处理等规定。焊修工艺评定方法应符合相关要求的规定。

C.2 焊修要求

C.2.1 焊工应经理论和实际操作考核，并取得合格证书。

C.2.2 焊接设备及辅助器具应按照维护保养要求维修，并保持良好状态。

C.2.3 施焊时，应优先采用平焊位置焊修。应按使用说明书或焊修工艺规程的规定对焊条进行保管、烘干和使用。

C.2.4 焊接与切割的操作安全应符合 GB/T 9448 的规定。

C.2.5 要焊修的缺陷应在焊修前全部除去。为获得良好的焊修质量，焊修部位应开出坡口。清除缺陷、制备坡口可采用机械方法（包括磨削、钻削、铣削及风铲铲削等），或采用气割、碳弧气刨、等离子气刨等热加工方法，坡口表面应露出母材本体金属。

C.2.6 在不能从铸件壁厚两侧施焊的地方，焊修部位的最大深度应在焊缝底部到铸件壁背面留有至少 3 mm 的本体金属。当缺陷贯穿壁厚，且可从铸壁两侧施焊时，则应使用双“V”型或双“U”型坡口从铸壁的两侧进行焊修。除非产品的专用技术条件规定禁用，否则，在缺陷贯穿铸件且无法从两侧施焊时，可在无法施焊的一侧垫以光滑、洁净、干燥的铜板或陶瓷衬垫进行焊修。

C.2.7 缺陷可用能获得健全焊缝的、在热处理后可使焊缝具有与母材金属相同的最低强度的电弧焊方法来焊修。焊修宜在热处理前进行。在热处理后进行的焊修，有关焊后热处理的要求应在产品的专用技术条件中规定。

C.2.8 铸件温度低于 4 ℃时，应预热后焊修，预热温度不应超过 320 ℃；采用局部预热时，预热范围为焊缝两侧各取三倍的焊缝处铸件截面厚度。

C.3 A 级钢铸件的焊修

宜使用手工电弧焊，电焊条宜使用 GB/T 5117—2012 的 E4315、E4316 或相当牌号的低氢型焊条。

C.4 B 级钢和 B＋级钢铸件的焊修

宜使用手工电弧焊，电焊条应是低氢型焊条。对于 B 级钢铸件，宜使用 GB/T 5117—2012 的 E5015、E5016、E5018、E5515、E5516、E5518 或相当牌号的焊条；对于 B＋级钢铸件，宜使用 GB/T 5117—2012 的 E5515、E5516、E5518，GB/T 32533—2016 的 E5915、E5916、E5918 或相当牌号的焊条。

C.5 C级钢铸件的焊修

宜使用手工电弧焊,电焊条应是低氢型焊条。宜使用GB/T 32533—2016的E6215、E6216、E6218或相当牌号的焊条。当焊后要求有高的力学性能时,也可使用GB/T 32533—2016的E6915、E6916、E6918或相当牌号的焊条。

C.6 D级钢铸件的焊修

宜使用手工电弧焊,电焊条应是低氢型焊条。宜使用GB/T 32533—2016的E7615、E7616、E7618或相当牌号的焊条。

C.7 E级钢铸件的焊修

宜使用手工电弧焊,电焊条应是低氢型焊条。宜使用GB/T 32533—2016的E8315、E8316、E8318、E8815、E8816、E8818或相当牌号的焊条。

C.8 碳钢铸件的焊修

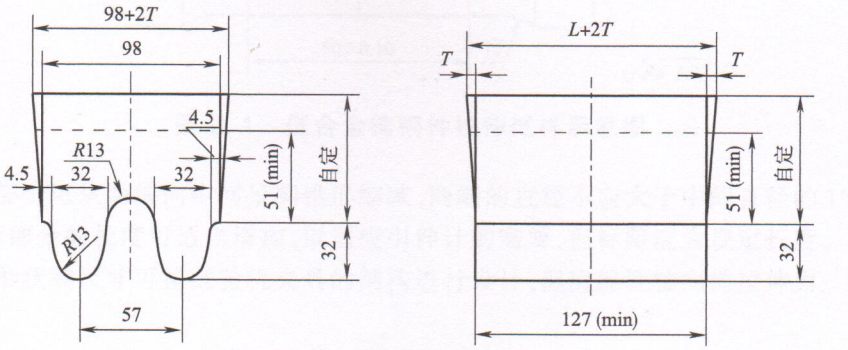
碳钢铸件焊修宜使用手工电弧焊,并选择与铸件材质抗拉强度等级相匹配的低氢型焊条。

附 录 D
（规范性附录）
基尔试块

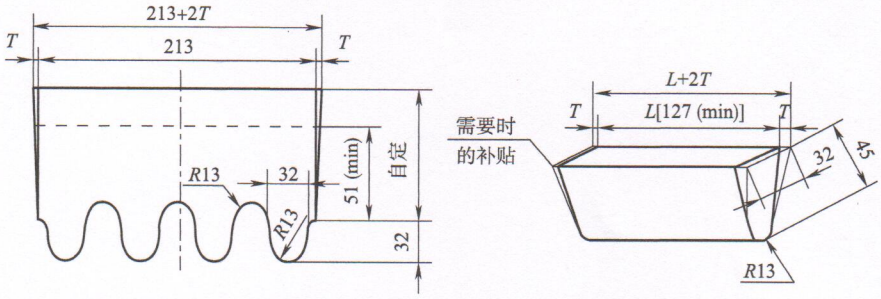
D.1 形状与尺寸

制取力学性能用试样的基尔试块形状与主要尺寸见图 D.1。

单位为毫米



a）双腿基尔试块



b）多腿（本图为 4 腿）基尔试块　　c）附铸试块

图 D.1 试块的形状与尺寸

D.2 要求

D.2.1 在基尔试块的底部应铸出熔炼炉次号。

D.2.2 基尔试块长度（L）最小为 127 mm，可由铸造厂决定将该长度增加。

D.2.3 基尔试块两端是否需要起模斜度，以及起模斜度（T）的大小由铸造厂自定。

D.2.4 基尔试块下附的腿数由铸造厂自定。但应保证腿与腿之间用 $R13$ 的圆弧连接，且各腿之间的间距应相等。

D.2.5 基尔试块的冒口底部的长度与腿的顶部长度相同。冒口顶部的长度则同冒口所用的起模斜度有关。

D.2.6 多腿基尔试块的冒口底部的宽度 W（mm）由公式（D.1）确定。

$$W = n \times 57 - 16 \quad \cdots\cdots (D.1)$$

式中：

n——基尔试块所附的腿数。

冒口顶部的宽度则同冒口所用的起模斜度有关。

D.2.7 基尔试块冒口的最小高度应为51 mm。冒口的最大高度根据如下因素由铸造厂自定：

a) 冒口是否敞开浇注；

b) 铸钢的化学成分不同对冒口补缩作用的要求也不同；

c) 浇注温度不同对冒口补缩作用的要求也不同。

D.2.8 未注明的铸造圆角半径由铸造厂自定。

附 录 E
（规范性附录）
低合金钢铸件拉伸试样

低合金铸钢件采用直径为 12.5 mm，标距长为 50 mm 圆形横截面机加工拉伸试样，见图 E.1。

单位为毫米

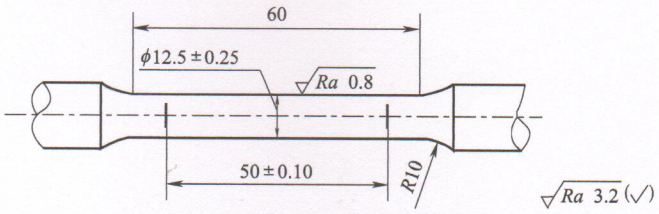


图 E.1 低合金铸钢件拉伸试样示意图

试样的平行部分可从两端向中间呈圆锥形缩减，两端的直径不应大于中间直径的 1%。
需要时，平行部分的长度可适当增加，以适应引伸计的需要，但标距应为规定长度。
试样头部的形状和尺寸可按试验机夹具的结构进行设计，但应保证轴向的拉伸力。

中 华 人 民 共 和 国
铁道行业标准
机车车辆用铸钢件
第1部分:技术要求及检验
Steel castings for rolling stock—
Part 1: Technical requirements and inspection
TB/T 2942.1—2020
*
中国铁道出版社有限公司出版、发行
(100054,北京市西城区右安门西街8号)
读者服务部电话:市电(010)51873174,路电(021)73174
北京建宏印刷有限公司印刷
版权专有 侵权必究
*
开本:880 mm×1 230 mm 1/16 印张:2.25 字数:53千字
2020年5月第1版 2020年5月第1次印刷
*
151136004
定 价:25.00 元