

供水装置 Z45T-10 型控制闸阀阀体的断裂原因

伍超群

(广东省工业分析检测中心, 广东广州 510650)

摘要: Z45T-10型控制闸阀在常规条件下使用不到设计时间即发生爆裂。通过宏观检验、化学成分分析、金相组织检验、硬度测试以及电镜微观观察等方法对控制闸阀阀体爆裂原因进行分析。结果表明, 控制闸阀阀体由灰铸铁制作而成, 基体组织为铁素体型灰铸铁, 材质中Si高Mn低, 不符合HT100标准要求, 且Si/C比偏高, 部分区域石墨粗大, 极大地降低了阀体的力学性能, 在外界气压的不断作用下, 从而造成控制闸阀阀体的脆性断裂。

关键词: 内控制闸阀; 材质成分; 石墨形态; 灰铸铁; 脆性断裂

普通铸铁以其特有的性能广泛地应用于各个领域, 特别是其铸造性能优越, 适用于制造形状复杂的或薄壁铸件^[1]。Z45T-10型控制闸阀主要由铸铁类材质制造, 应用于石油、化工、制药及电力等行业, 常在公称压力 ≤ 1.0 MPa的蒸汽、水、油类和煤气介质的管路上作启闭使用。

某公司采购的Z45T-10控制闸阀按照GB/T 13927-2008标准要求制备, 设计使用年限为10年, 安装在DN2200供水管上作为配水装置的控制阀门, 但此控制闸阀在使用不到4年时间内即发生控制闸阀中的阀体爆裂。Z45T-10控制闸阀阀体采用牌号为HT100的灰铸铁制成, 阀体直径约500 mm, 壁厚20 mm。

1 理化检测及结果

1.1 宏观形貌

由图1可见, Z45T-10控制闸阀阀体下边大半部分爆裂脱落, 爆裂的一半未见, 阀体整体表面呈灰色与氧化铁锈色相混, 氧化严重, 断口表面呈铁红色, 较平整, 无明显的变形。

1.2 化学成分

采用化学法和美国力可公司的碳硫仪对爆裂的控制闸阀阀体材质进行成分测试, 结果见表1。

1.3 金相组织

在爆裂的阀门上取样, 根据GB/T 7216-2009^[2]进行金相组织分析。阀体金相组织为灰铸铁组织, 石墨大多以片状及细小卷曲的片状成菊花状分布, 以B型为主, 少量A型, 石墨长度4级, 基体组织为铁素体, 极少量的珠光体存在, 珠光体数量为8级, 磷共晶数量为6级。断裂面附近石墨粗大(图2-3)。

1.4 硬度测试

对爆裂的控制闸阀阀体进行硬度检测, 其结果为HB127、129、130。

1.5 微观形貌

电镜观察, 阀体断口表面已严重氧化, 覆盖有大量的腐蚀物, 无法观察到断口

作者简介:

伍超群(1967-), 女, 教授级高工, 博士, 主要研究方向材料失效及显微组织分析。E-mail:qun95@126.com

中图分类号: TG143.2
文献标识码: B
文章编号: 1001-4977(2020)10-1110-04

基金项目:
广东省科学院发展专项资金项目(2018GDASCX-0114)。
收稿日期:
2020-03-26 收到初稿,
2020-05-27 收到修订稿。

原始面(图4)。沿未完全断开的裂纹处将残留的阀体敲开,观察新鲜敲开的断口面,可见断裂面大多沿石墨片界面开裂,解理面明显,也可见菊花状断裂形貌,局部可见铸态晶粒存在,整个断裂面呈脆性断裂特征(图5-图8)。

2 断裂原因分析

爆裂的Z45T-10型控制闸阀阀体的材质化学成分分析结果表明,阀体材质与HT100灰铸铁牌号的标准相比,其中Si含量偏高,Mn含量偏低,不符合标准要求。同时碳当量按照 $CE(\%)=C+(1/3)Si$ 计算,其值为4.33, Si/C 值 $=2.98/3.44=0.87$,CE值4.33%和 Si/C 值0.87两者均较高。

金相组织表明,控制闸阀阀体的显微组织为铁素体型基体的灰铸铁。石墨形态除B型外,还存在少量的A型,近断裂处石墨粗大。

断口微观形貌表明,断口表面较平整,覆盖大量的腐蚀物,无明显的塑性变形。人工敲断面呈明显的脆性断裂特征。



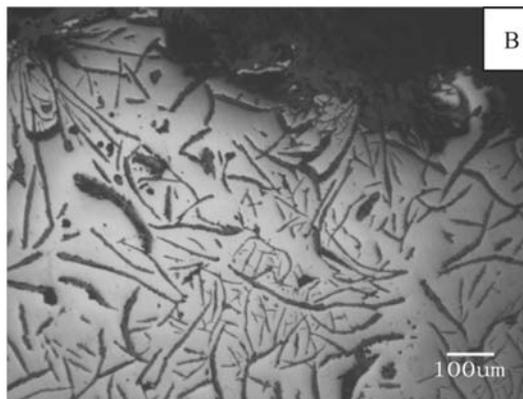
图1 控制闸阀阀体断裂宏观形貌
Fig. 1 A fractured control valve body

表1 控制闸阀阀体的化学成分
Table 1 Chemical composition of control valve body $w_B/\%$

项目	C	S	P	Si	Mn	Fe
阀体	3.44	0.026	0.15	2.98	0.26	93.11
HT100	3.2~3.8	≤ 0.15	< 0.3	2.1~2.7	0.5~0.8	余量



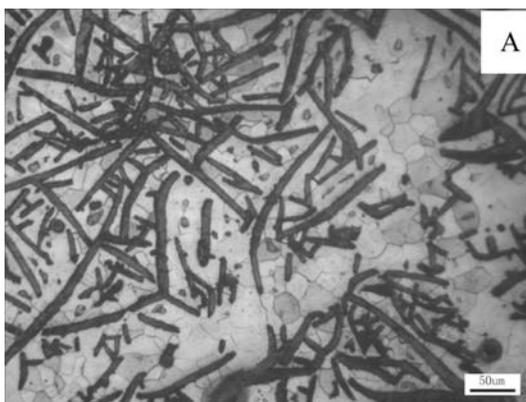
(a) 基体



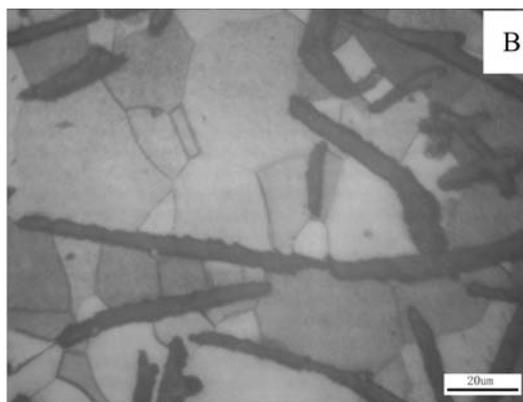
(b) 近开裂区

图2 浸蚀前基体组织

Fig. 2 Matrix structure before etching



(a)



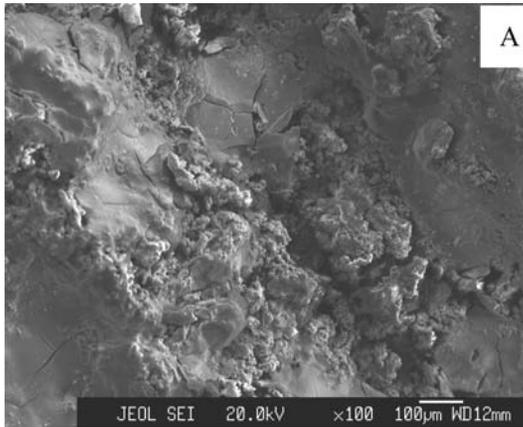
(b)

图3 基体组织

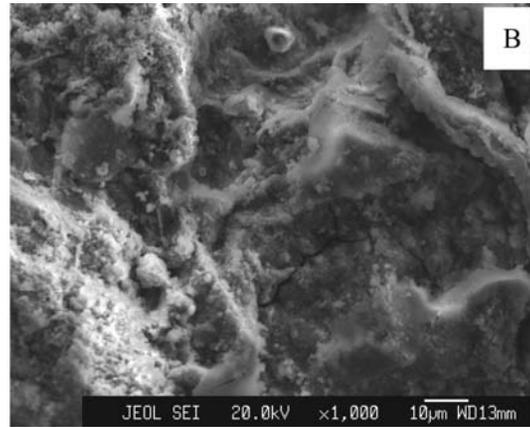
Fig. 3 Matrix structure after etching

由于基体组织对灰铸铁的力学性能具有较大的影响，铁素体基体的灰铸铁，强度和硬度最低，一般较少采用。同时灰铸铁中碳当量和Si/C比值均有一定要求^[3]，当CE较高（4.0%~4.3%）时，铸铁的强度、硬度均随Si/C值的增加呈下降趋势^[4]。而此阀体的基体组

织显示为铁素体型基体，硬度HB较低，且化学成分中碳当量较高、Si/C比偏高，表明此控制阀阀体总体力学性能偏低。同时石墨形态对铸铁的力学性能有较大影响^[5]，不同石墨形态、粗大石墨的存在以及断裂面中铸态晶粒的存在也极大地降低了阀体的力学性能。



(a)



(b)

图4 原始断口表面形貌

Fig. 4 Surface morphology of original fracture

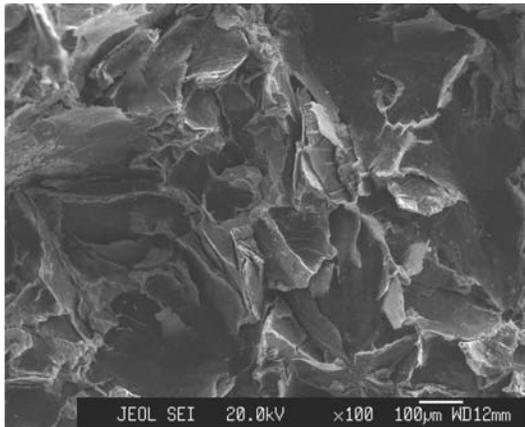


图5 敲断口表面形貌

Fig. 5 Fresh surface morphology of broken fracture

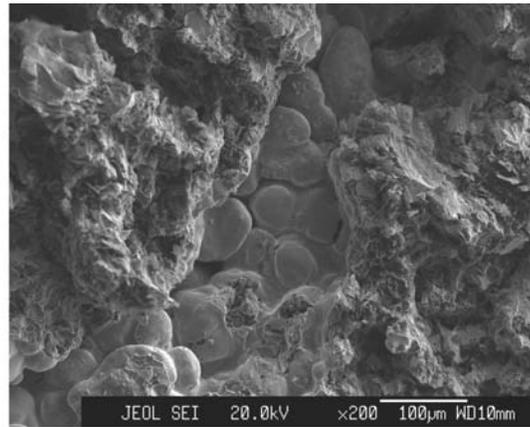


图6 铸态晶粒

Fig. 6 As-cast grains

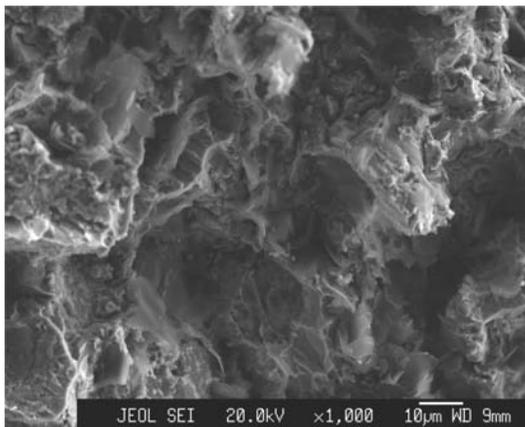


图7 菊花状形貌

Fig. 7 Rosette morphology

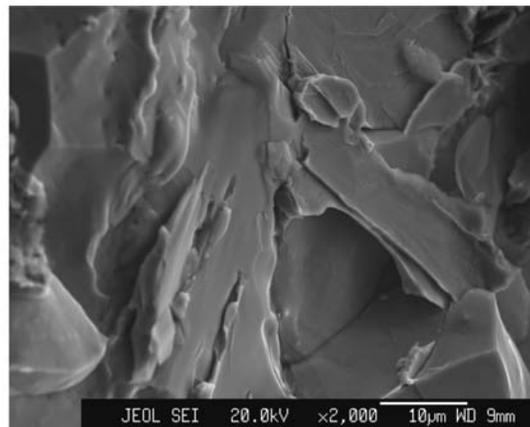


图8 准解理花样

Fig. 8 Quasi cleavage pattern

由于控制闸阀阀体的材质化学成分不符合标准要求,碳当量及Si/C值较高,石墨组织不均匀,降低了材料的强度和硬度,在后期使用过程中外界气压的不断作用下,从而造成控制闸阀阀体的早期脆性断裂。

3 结束语

加强阀体材料的质量控制,按照标准要求保证产品化学成分满足标准要求。根据阀体使用条件,尽量选择高强度级别的铸件材料,加强铸造工艺参数的控制。

参考文献:

- [1] 赵占彪,张琴,霍星,等.灰口铸铁断裂破坏的观察与研究[J].内蒙古农业大学学报,1999,20(4):114-116.
- [2] 中国机械工业联合会.GB/T 7216—2009灰铸铁金相检验[S].北京:中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,2009.
- [3] 李炯辉,林德成.金属材料金相图谱上册[M].北京:机械工业出版社,2007.
- [4] 衣庆军,李南,姚正辉.CE、Si/C值和壁厚对高Si/C值灰铸铁性能及组织的影响[J].铸造,2009,58(8):823-826.
- [5] 杨永录,张绪国,宋岩,等.灰铸铁组织中不良石墨形态的金相分析及质量改进[J].金属加工热加工,2012(1):71-75.

Fracture Causes of Z45T-10 Type Control Valve Body for Water Supply

WU Chao-qun

(Guangdong Industrial Analysis and Testing Center, Guangzhou 510650, Guangdong, China)

Abstract:

When the Z45T-10 type control valve burst, it served less than the design time under normal conditions. Thereby the cracking causes of the control valve body was investigated by macro-examination, chemical composition analysis, microstructure observation, hardness testing and electron microscope analysis. The experimental results show that the control valve body was made of gray cast iron with a ferrite matrix structure, and contained high silicon content and low manganese content, which do not comply with HT100 standard technical specification. Meanwhile, Si/C specific value was slightly higher, and there was coarse flake graphite in partial region. These reduced greatly the mechanical properties of control valve body. Under the constant action of external air pressure, brittle fracture of control valve body was caused.

Key words:

control valve body; material composition; graphite shape; gray cast iron; brittle fracture