

# 钢结构裂纹产生原因及磁粉干法检测

刘金平,李昊,鲍乾

(南京华建工业设备安装检测调试有限公司,南京 210046)

**摘要:**为了认识钢结构裂纹产生的原因,通过对钢结构常用的焊接方法,埋弧焊(SAW),气体保护焊(FCAW),手工焊(SMAW)及各种接头形式焊缝在结构中的位置进行磁粉干法检测和分析,发现缺陷的产生与焊接方法、焊缝在结构中的位置、工艺条件、焊接应力、装配情况相互联系。因此在焊接工艺制订,检测工艺制订时应该关注这些产生缺陷的原因、位置。

**关键词:**钢结构;裂纹;磁粉干法检测

中图分类号: TG115.28

文献标志码:A

文章编号:1000-6656(2011)10-0048-02

## The Caused Reason of Steel Structure Crack and its Dry Powder Magnetic Testing

LIU Jin-Ping, LI Hao, BAO Qian

(Nanjing Huajian Industrial Equipment Installation Testing & Calibration Co Ltd, Nanjing 210046, China)

**Abstract:** In order to recognize the reason of steel structure cracking, by analyzing steel structure's welding method (SAW, FCAW, SMAW) and some weld seam of different position's testing by MT, it was concluded that the defects had some relations with welding method, welding position, welding procedure conditions, welding stress, assembly and so on. So the reason to cause defect and its position should be known before establishing WPS.

**Keywords:** Steel structure; Crack; Dry powder magnetic testing

随着建筑工程由土木结构、钢筋水泥结构到纯钢结构及复合结构的不断发展,钢结构的规模越来越大,制作工艺技术也越来越复杂,存在的制作工艺缺陷问题也是前所未有的新情况。为了掌握钢结构焊接工艺产生缺陷的特点和规律,保证制作工艺质量,采用磁粉干法检测技术,对美国加州旧金山新海湾大桥(SFOBB)项目钢结构的几种焊接方法的焊缝,进行了典型焊接工艺缺陷的收集和整理,提供了直观的缺陷照片,并就焊接方法、位置、产生缺陷的原因进行了分析<sup>[1]</sup>。

## 1 钢结构的特点

采用钢结构可以建造跨度大、高度高、承载重的结构,由于一般条件下不会因超载而突然断裂,变形

增大后容易被发现。

钢材强度高、塑性、韧性较好,钢结构重量轻,材质均匀和力学计算的假定比较符合,制作简便,施工工期短,耐热不耐火。如美国 911 事件大楼的倒塌就是钢结构不耐火。

适宜在动力荷载下工作,SFOBB 项目就是在地震区采用的桥梁钢结构工程。

钢材强度高,做成的结构也比较轻,运输和施工比较方便,同时减轻了基础的负荷。

有现代冶炼技术作科学保证,钢材组织比较均匀,钢结构实际受力情况和工程力学计算结果比较符合和比较可靠。

钢结构构件可在结构厂制作,加工简易而迅速,钢构件较轻,连接简单安装方便,施工周期短。

随着材料温度的升高,其机械性能下降,强度总趋势逐步降低。

## 2 钢结构的缺陷

考虑工艺特点及效率,SFOBB 项目主要采用的

收稿日期:2011-05-30

作者简介:刘金平(1962—),男,工程师,承压设备无损检测高级人员,长期从事承压设备、大型钢桥梁、钢结构的无损检测和焊接检查工作,并致力于无损检测管理方面的探讨。

焊接方法是埋弧焊(SAW)、手工电弧焊(SMAW)、气体保护焊(FCAW)等。

产生缺陷的主要原因是:钢结构的施工特点及预热温度不够、装配的拘束应力、焊接应力和焊接工艺及次序不当。焊接缺陷是钢结构产生裂纹的原因。其裂纹主要分布在接头处、收弧处、起弧处、端头处。裂纹性质有冷裂纹、热裂纹。裂纹的产生特点有横裂纹、纵裂纹、点焊裂纹和焊道裂纹。

### 3 磁粉干法检测

#### 3.1 MT 工艺流程

检测表面准备→检测设备准备→检测磁粉工具准备→现场灵敏度试验→检测磁化→喷磁粉→吹去多余的磁粉→停止磁化→观察记录→清扫工件检测面。

#### 3.2 基本要求



图 1 SMAW-2F,拘束应力

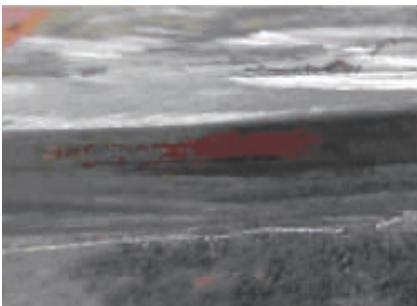


图 2 SAW-2F,焊接电流小



图 3 FCAW-2F,焊接应力



图 4 FCAW-2F,内部缺陷,应力



图 5 SMAW-4G,碳弧气刨温度不够

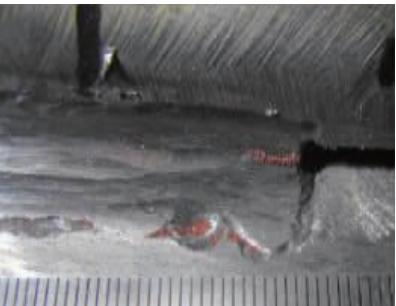


图 6 FCAW-2F,收弧过快,应力



图 7 FCAW-2F,焊脚高度不够,应力



图 8 SMAW-3F,间隙过大



图 9 FCAW-1G,焊接应力

(下转第 52 页)

检测表面及 25 mm 的临近区域不得有影响检测面的污物,光洁干净,没有油及油脂等。磁粉应干燥并且与工件检测表面对比度大,磁轭 90°磁化两次。

电磁轭提升力应满足当  $50 \text{ mm} < \text{磁极间距离} < 100 \text{ mm}$  时, AC 提升力  $\geq 45 \text{ N}$ , DC 提升力  $\geq 135 \text{ N}$ ;当  $100 \text{ mm} < \text{磁极间距离} < 150 \text{ mm}$  时,不适用 AC,DC 提升力  $\geq 225 \text{ N}$ 。

#### 3.3 注意点

干燥磁粉有利于喷粉均匀,方便缺陷的磁痕迹显示,吹去多余的干磁粉,其吹风力度要适当,并且是在通电磁化的同时进行,在磁化时应该反复磁化两次,让其磁粉流动形成磁痕。

### 4 缺陷案例

被检 SFOBB 项目材质为 A709-345T2,屈服应力为 345 MPa。检出的缺陷及成因见图 1~9。

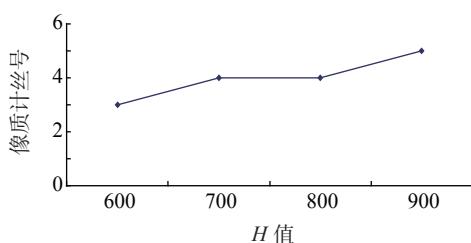


图 4 扫描参数对灵敏度的影响

图 4。

试验结果讨论与分析:在射线能量一定的情况下,随着扫描参数  $H_v$  值得提高,曝光量迅速减小,放大图像后观察颗粒度变大,灵敏度下降。

这是因为激光打在 IP 板上激发出荧光,会使相邻的感光颗粒得到激发,如果提高激光的能量,就会使更多的感光颗粒得到激发,使读出强度大大提高,因此只需要较少的曝光量就能得到较高的灰度值。但得到较高的灰度值的同时荧光光点尺寸同时变大,影响分辨率和清晰度,从而导致灵敏度下降。

### 3 结语

根据以上分析和试验结果,CR 技术灵敏度的影响因素与胶片技术相比有着共同点和不同点。共同点部分在实际运用中可以参照胶片技术执行;不同点部分要考虑 CR 技术的特殊性,按照规范、标准及相关资料、试验结果、经验执行。以下是 CR 技术在运用中,为保证足够的检测灵敏度,要特别注意的几点事项:

(1) 空间分辨率是 CR 系统分类的主要指标,对于不同的检测工件应选择不同的 IP 系统以满足检测灵敏度要求,这在 CR 技术中显得比胶片技术

(上接第 49 页)

### 5 结语

就钢结构焊接工艺缺陷特点,基本情况是,接头和构件端头是焊接缺陷的高发区。构件装配拘束应力、预热温度不够、焊接应力是裂纹产生的主要成因。点焊焊道及点焊位置主要表现是撕裂,焊接接头和构件端头由于焊接温度开始一般比较低,冷却

更为重要。

(2) 每幅 CR 图像应具有足够的信噪比,信噪比最小值由最小读出强度  $I_{ipx}$  来保证,而足够的曝光量是读出强度值的保证。

(3) 与胶片技术中的暗室处理一样,扫描参数对 CR 图像质量影响很明显,在运用中要给以足够的重视。

(4) 从管电压对灵敏度影响试验来看,射线能量在一定范围内对 CR 技术灵敏度是有影响。但在没有特殊要求、满足标准的情况下,在一定范围内适当调整射线能量,以获得较高的劳动效率,这是可以接受的。

射线照相灵敏度是评价射线照相影像质量的最重要技术指标。通过对 CR 灵敏度影响因素的分析,以及不同参数对 CR 灵敏度的影响试验,对 CR 技术运用有着指导意义,可以在选择器材、制定工艺等方面找到依据。

### 参考文献:

- [1] 强天鹏. 射线检测 [M]. 北京: 中国劳动社会保障出版社, 2007.
- [2] ASTM E 2445—2005 无损检测 计算机射线照相系统的长期稳定性与鉴定方法 [S].
- [3] ASTM E 2446—2005 无损检测 计算机射线照相系统的分类 [S].
- [4] EN 14784-1—2005 无损检验 存储式磷成像板工业计算机射线照相 第 1 部分: 系统分类 [S].
- [5] EN 14784-2—2005 无损检测 存储式磷成像板工业计算机射线照相 第 2 部分: 用 X 射线和  $\gamma$  射线检测金属材料的一般原则 [S].

又比较快,容易产生裂纹,收弧引弧处由于温度及工艺执行不到位,也是裂纹产生的主要位置,检测时应根据这些工艺特点,合理安排检测工艺并重点注意。

### 参考文献:

- [1] 美国桥梁焊接规范 (AASHTO/AWS D1.5M/D1.5, 2002 An American National Standard) [S].

欢迎网上投稿 欢迎订阅 欢迎刊登广告