

ICS 77.040.20

H 26

上海市工程设备监理行业协会 团体标准

T/SHSBJL 1—2020

设备监理方法 焊缝目视检验

2020-2-24 发布

2020-3-1 实施

上海市工程设备监理行业协会

发布

目 次

前言	3
1 范围	4
2 规范性引用文件	4
3 术语和定义	4
4 监理工程师基本要求和目视检验装备	5
5 目视检验基本要领	6
6 焊缝目视检验要求	7
7 目视检验结果评价	9
8 记录	9
附录 A (资料性附录) 检测设备示例	10
附录 B (资料性附录) 焊缝接头典型的外观缺陷	14
参考文献	27

前 言

本标准按照 GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准由上海市工程设备监理行业协会归口。

本标准起草单位：上海众深科技股份有限公司、上海电机学院。

本标准主要起草人：方寿奇、华欣、陈东辉、朱燕青、邵树伟、

设备监理方法 焊缝目视检验

1.范围

本标准规定了设备监理中焊缝（含焊接过程）目视检验的基本技术要求。本标准适用于钢构件、机械设备、承压设备、常压设备、管线等监理中，用目视检验方法见证焊接过程和焊缝外观质量。

本标准也适用于建设工程中焊缝的目视检验。

本标准可供设备监理单位、项目业主、设备制造企业的相关人员使用。

2.规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注明日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 26429-2010 设备工程监理规范

GB/T 20737-2006 无损检测 通用术语和定义

GB/T 6417.1-2005 金属熔化焊接接头缺陷分类及说明

3.术语和定义

GB/T 26429-2010、GB/T 6417.1-2005 中界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

设备工程 plant engineering

以设备为主要建设内容的工程，包括规划、设计、采购、制造、安装、调试等过程。

注1：设备工程也包括设备系统的大修、技术改造等；

注2：实际应用中，设备工程可能被称为设备工程项目。

3.2

建设工程项目 construction project

为完成依法立项的新建、扩建、改建等各类工程而进行的、有起止日期的、达到规定要求的一组相互关联的受控活动组成的特定过程，包括策划、勘察、设计、采购、施工、试运行、竣工验收和考核评价等。

3.3

目视检测 visual examination

观察、分析和评价被检件状况的一种无损检测方法，它仅指用人的眼睛或借助于某种目视辅助器材对被检件进行的检测。

3.4

直接目视检测 direct visual examination

不借助于目视辅助器材（照明光源、反光镜、放大镜除外），用眼睛进行检测的一种目视检测技术。

3.5

间接目视检测 remote visual examination

借助于反光镜、望远镜、内窥镜、光导纤维、照相机、视频系统、自动系统、机器人以及其他适合的目视辅助器材，对难以进行直接目视检测的被检部位或区域进行检测的一种目视检测技术。

3.6

透光目视检测 translucent visual examination

借助于人工照明，观察透光叠层材料厚度变化的一种目视检测技术。

3.7

辅助照明 auxiliary lighting

为了改善目视检测观察条件和识别，用作目视检测辅助器材的人工照明光源。

3.8

表面眩光 surface glare

干扰目视检测的人工照明光源的反射光。

4. 监理工程师基本要求和目视检验装备

4.1 监理工程师基本要求

从事焊缝目视检验和评定的人员，应该经过能力培训具有上岗资格（助理设备监理师以上资格）。

4.2 目视检验装备

4.2.1 目视检验器材应达到规定的性能要求和安全要求。

4.2.2 常用检验设备和器材

目视检验设备包括光源、观察助视设备和测量器具。常用的目视检验设备和器材一般包括：

- 白炽灯、强光灯等光源；
- 放大镜；
- 内窥镜；
- 管道镜；
- 摄像机；
- 视频系统；
- 直尺、游标卡尺；

——焊接检验尺；等。

4.2.3 检定和校验要求

目视检验设备、器材的检定和校验要求如下：

——直尺、卷尺一般应每年检定一次，在没有明显损坏和变形的前提下可不进行检定，但其使用年限最长不应超过 2 年；

——游标卡尺、焊接检验尺等长度测量器具应每年检定一次；

——附带测量功能的内窥镜应每年校验一次；

除上述要求外，以上检验设备、器材应在损坏修复后检定（或校验）一次。若设备停用 1 年以上，应在重新启用前进行检定（或检验）。

5. 目视检验基本要领

5.1 目视检验范围：

委托监理范围内构件、设备、管路等的焊接前期条件、焊接过程、焊后所有可见焊缝和隐蔽焊缝以及焊缝的返修。

5.2 直接目视检验

5.2.1 直接目视检验时，应使眼睛能够与被检件表面达到最佳的距离和角度。眼睛与被检件表面的距离不超过 600mm，且眼睛与被检件表面所形成的夹角不小于 30°。

5.2.2 直接目视检验可以采用反光镜改善观察的角度，并可以借助低倍放大镜来分辨细小缺陷。

5.2.3 直接目视检验的区域应有足够的照明，被检件表面至少要达到 500lx 的照度，对于必须观察或发现异常情况，并需要进一步观察和检验的区域则至少要达到 1000lx 的照度。

5.2.4 为达到最佳检验效果，照明条件应满足以下要求：

- a)使照明光线方向相对于观察点达到最佳角度；
- b)避免表面眩光；
- c)优化光源的色温度；
- d)使用与表面反射光相适应的照度级。

5.3 间接目视检验

5.3.1 在不易或无法进行直接目视检验的被检部位和区域，可采用间接目视检验。

5.3.2 间接目视检验可以采用反光镜、望远镜、内窥镜、光导纤维、照相机、视频系统、自动系统、机器人以及其他适合的目视辅助器材进行检验。

5.3.3 间接目视检验应至少具有与直接目视检验相当的分辨力，必要时验证间接目视检验系统能否满足检验工作的要求。

5.4 透光目视检验

5.4.1 透光目视检验需要借助于人工照明，其中包括一个能产生定向光照的光源，该光源应能提供足够的强度，照亮并均匀地透过被检部位和区域，使能检查半透明层压板中任何的厚度变化。

5.4.2 周边光线必须事先识别，来自被检表面的反射光或表面眩光，应小于所施加的透过被检部位和区域的透照光。

6. 焊缝目视检验要求

6.1 焊接接头准备的目视检验

检查接头准备，目视检验如下内容：

6.1.1 核查焊缝坡口的型式和尺寸满足焊接工艺规程（WPS）的要求；

6.1.2 核查熔合面及其相邻表面清洁程度，并且根据产品标准和工程技术条件进行任务所需的表面处理；

6.1.3 待焊部位根据图纸或规程要求相互装配正确。

6.2 焊接过程的目视检验

检查焊接过程，目视检验如下内容：

6.2.1 巡视检查每条焊缝或焊层在下一道焊缝或焊层覆盖前应清理干净，特别要注意焊缝金属和熔合面的结合处；

6.2.2 随时巡视检查焊接过程中出现的可见缺陷，如果监理工程师确认不可能通过下道焊缝自熔消除，如发现应阻止焊工继续施焊，并督促被监理方采取措施消除缺陷；

6.2.3 焊道之间、焊缝与母材之间的过渡成型良好，便于完成下一道焊接；

6.2.4 巡视检查焊接工艺和焊接方法，符合焊接工艺规程要求；

6.2.5 在任何必要的返修/补修措施后焊缝需符合原先 WPS 的要求；

6.2.6 返修刨削的深度和外形是根据返修 WPS 或与原来焊缝坡口形状来确定，以确定缺陷焊缝金属及其影响区全部消除；

6.2.7 焊缝道之间的搭接、焊层之间的搭接、同道焊缝接头的搭接是目视检查的重点，确保符合 WPS 要求；

6.2.8 预热温度和层间温度的目视检查；

6.2.9 Cr-Mo 钢等焊缝需要进行焊后后热过程的目视检查。

6.3 成型焊缝的目视检验

6.3.1 清理和修磨

检查焊缝，目视检验如下内容：

- a) 巡视以人工或机械方式去除所有焊渣、焊瘤和工装焊件，为避免掩盖任何缺欠；
- b) 无工具印记或敲击痕迹；
- c) 当需要修磨焊缝时，避免因打磨引起的接头过热、修磨痕迹和不平整的表面；
- d) 对于修磨角焊缝和对接焊缝，接头和母材圆滑平整过渡；
- e) 修模后的有效厚度应满足图纸要求。

6.3.2 表面缺陷修补

- a) 焊缝需要修补时，应具备完整不合格项处理手续；
- b) 修补焊缝必须有 WPS 支撑；
- c) 监理工程师应目视检验整个修补过程。

6.3.3 外形和尺寸

应检测焊缝，核查如下内容：

- a) 焊缝外形和焊缝余高满足验收要求要求；
- b) 焊缝表面规整；焊波形状和间距呈现均匀一致和满意的目视表现；如 WPS 要求，测量最后一层焊道和母材的距离和各焊道的位置；
- c) 整个接头的焊缝宽度基本一致，满足焊接图纸或验收标准；对于对接焊缝，应核查焊缝坡口，确保其是否完全焊满。

6.3.4 焊缝根部和表面

目视可及的焊缝部位，如单面对接焊缝根部和焊缝表面，应检测以确定与验收标准的偏离，应检测焊缝，核查如下内容：

- a) 对于单面对接焊缝，整个接头的熔透性、根部凹陷、烧穿或缩沟符合验收标准规定的范围；
- b) 任何咬边符合标准要求；位于焊缝表面或热影响区的任何缺欠如裂纹或气孔，符合适当的验收条件，如需要采用光学辅助检测；
- c) 去除任何便于构件拼装或装配而临时焊接到工件上，和完成焊接后影响工件使用或检测工作的辅件；应检查安装辅件的部位，确保无裂纹；
- d) 任何弧击符合验收标准规定。

6.4 返修焊缝的目视检验

6.4.1 返修焊缝是指通过无损检测方法发现的内部超标焊接缺陷的返修。

6.4.2 焊缝返修后应按原先焊缝的相同要求进行复检；

6.4.3 局部焊缝返修

焊缝金属挖补应足够深和长,以便去除所有缺欠,挖补口的侧面和底部应有一定的坡度,挖补部分的宽度和外形应适于补焊工艺要求。挖补面应进行目视检查,必要时辅以表面探伤。

6.4.4 全部返修焊缝

当有缺陷焊缝完全去除后,不论是否需要增加新的衬垫,焊接坡口的形状和尺寸应满足原先焊缝的规定要求。

6.4.5 返修过程的目视检验

- a) 修补焊缝必须有 WPS 支撑;
- b) 对于全部返修焊缝,应慎重对待,并具备完整不合格项处理手续;
- c) 不锈钢返修焊缝的去除必须采用机械方法;
- d) 监理工程师应目视检验整个返修过程和复检过程;

7.目视检验结果评价

所有的检验结果应按相关法规、标准和(或)合同要求进行评价。

7.1 待焊表面

待焊表面不应存在任何影响焊接接头质量的缺陷。

7.2 焊接接头

完工的焊接接头表面不应存在裂纹、未焊透、密集气孔、夹杂物、塌陷、咬边、缩沟、局部隆起等外观缺陷。

焊接接头的余高、错边量不应超过相关产品设备文件或采购技术文件中的规定。

7.3 检验工艺规程规定了最低的检验要求,但并不限制在生产过程中可能进行的更高要求的检验。

7.4 当目视检验发现异常情况,且不能判断缺陷的性质和影响时,可采用厚度测量、硬度测量、金相组织检验、磁粉或渗透检测等其他无损检测方法对异常处进行检测和评价。结果评价细节可见资料性附录 B。

8.记录

当需检测记录时,检测报告中宜至少包含如下信息:

8.1 应按监理依据的要求记录目视检验信息(包括:状态、位置、焊缝编号、过程信息、检验条件、结果、不一致和不符合、整改、返修等)并做出最终合格与否的结论。。

8.2 检验记录应有检验时间和检验人员签字。

8.3 应对缺陷或异常的位置、类型、方向、尺寸和形貌等信息进行记录。

8.4 缺陷或异常可采用照相、录像复制等方式记录，或应用草图表示。

附录 A

(资料性附录)

检测设备示例

A.1 用于焊接接头目视检测的典型设备清单如下：

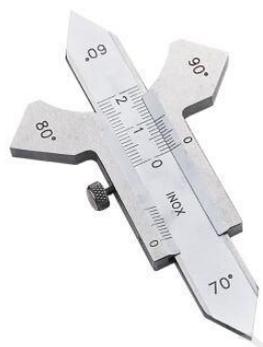
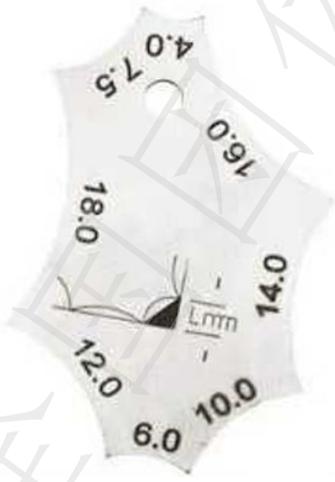
- a) 1mm 或更高精度的直尺或测量带；
- b) 满足 GB/T21389 要求的游标卡尺；
- c) 测量范围在 0.1mm~3mm 之间，精度不小于 0.1mm 的塞尺；
- d) 半径量规；
- e) 2 倍~5 位放大镜，放大镜上宜有明确的测量比例范围，见 GB/T20968；
- f) 灯具。

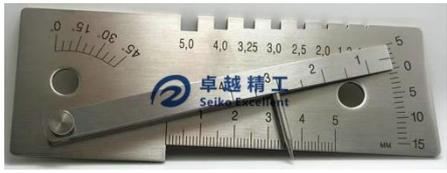
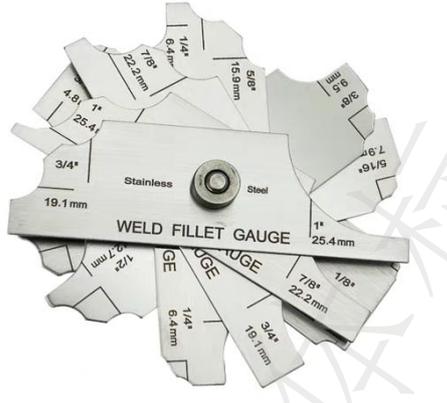
A.2 也可需要的设备如下：

- a) 外形测量装置，线径或宽度 $\leq 1\text{mm}$ ，线端为圆形；
- b) 焊缝印记材料，如冷作塑料或泥土；
- c) 对于焊缝目视检测有限制条件时，可使用镜子、内窥镜、内孔表面检查仪、光纤电缆或摄像机；
- d) 其它测量装置，如特殊设计的焊接量规、高度/深度量规，尺子或量角器。

A.3 典型的测量装置和量规如表 A.1 所示。

表 A.1 典型的测量装置和焊缝量规

焊缝量规	说明	焊缝类型			
		角焊缝			对接 焊缝
		平面 焊缝	凹面 焊缝	凸面 焊缝	
	<p>焊接检验尺： 用于检测焊件的各种坡口角度、高度、宽度、间隙和咬边深度。</p>	X	X	X	X
	<p>有游标的焊缝量规： 可测角焊缝，也可用测对接焊缝余高。 利用量规角部测量V型和单面V型对接焊缝的60°、70°、80°和90°的夹角。由于测量造成的轻微偏差会可致重大错误。</p>	X	X	—	X
	<p>直角焊缝规 可测量角焊缝厚度和焊脚高度尺寸。</p>	X	X	—	—

	<p>间隙量规： 测量间隙宽。</p>	-	-	-	X
	<p>万用对接焊缝量规： 测量坡口和成型焊缝。 1——坡口角度； 2——根部间隙宽度； 3——焊缝余高； 4——焊缝表面宽度； 5——咬边的深度； 6——填充材料的直径。</p>	-	-	-	X
	<p>凸轮式焊接检验尺： 测量焊脚尺寸、咬边深度、 焊缝长度、坡口角度、间隙 尺寸； 长度测量焊缝高度、脚焊缝 厚度。</p>	X	X	X	X
<p>注：X 表示适用。 - 表示不适用。</p>					

附录 B

(资料性附录)

焊缝接头典型的外观缺陷

B.1 说明

本附录部分等同采用 BS EN ISO 6520.1-2007 《Welding and allied processes- Classification of geometric imperfections in metallic materials Part 1: Fusion welding》、GB/T 6417.1-2005 《金属熔化焊接接头缺陷分类及说明》和 NB/T 20003.7-2010 《核电厂核岛机械设备无损检测 第 7 部分：目视检测》。

B.2 焊缝接头中典型的外观缺陷

焊缝外观的瑕疵称为“缺欠”。不能接受的缺欠称为“缺陷”。

焊缝对接接头外观缺欠(缺陷)根据其性质、特征分为一下六种类型：

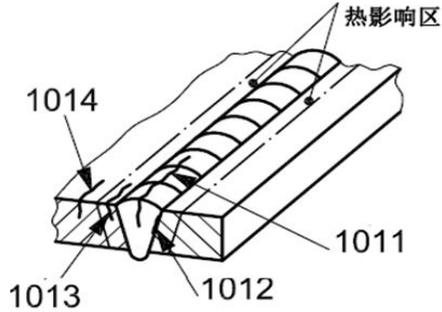
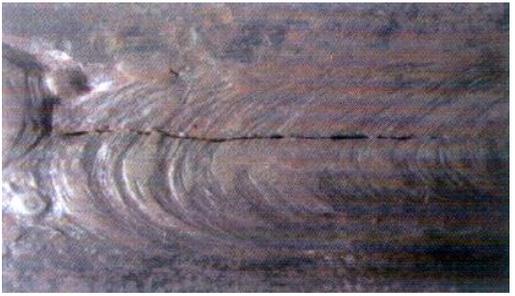
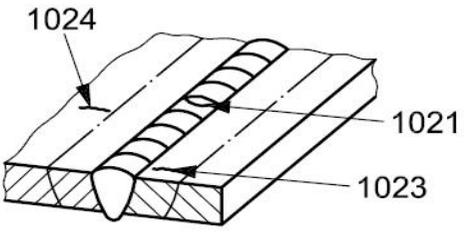
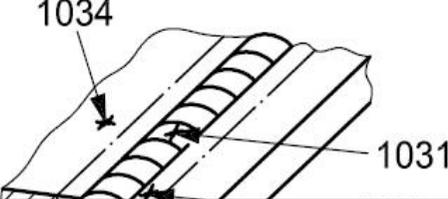
- 裂纹；
- 空穴；
- 固体夹渣；
- 未融合、未焊透；
- 形状及尺寸不良；
- 其他缺陷。

每种缺陷又可根据其位置和状态细分类。

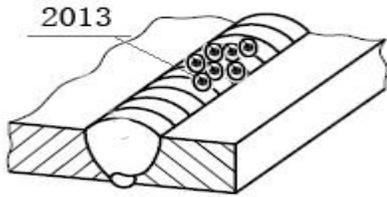
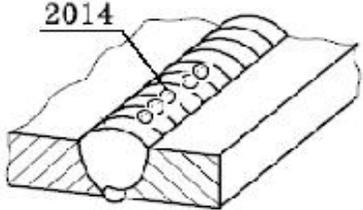
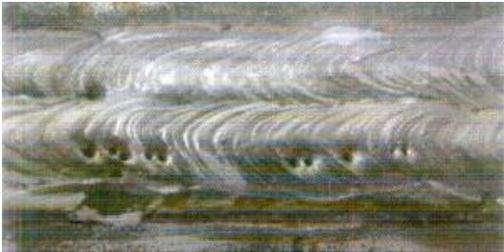
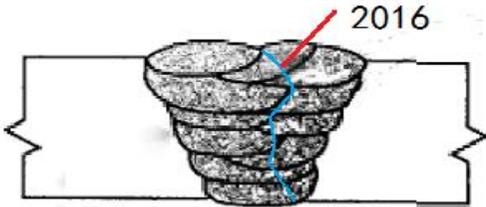
每种缺陷的代码采用 BS EN ISO 6520.1-2007。

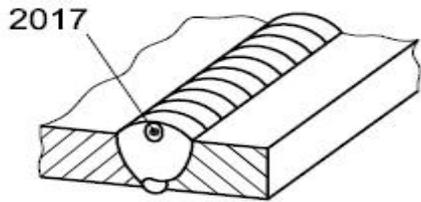
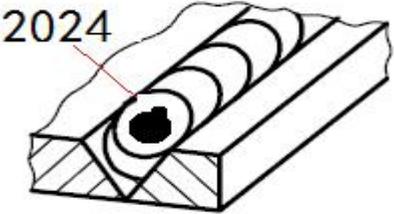
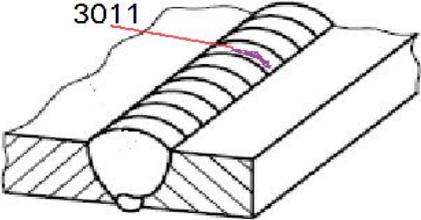
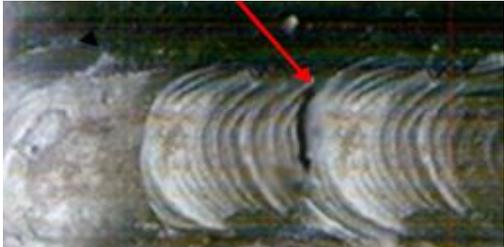
表 B-1 焊缝接头典型外观缺陷。

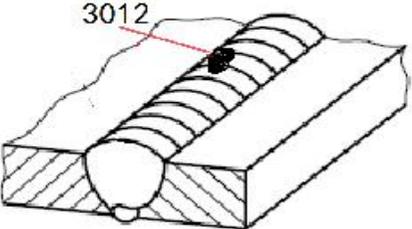
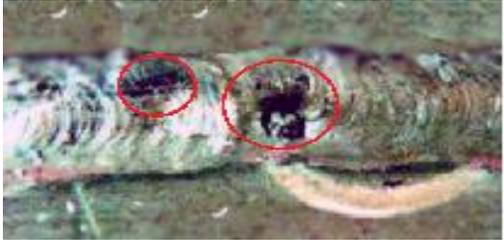
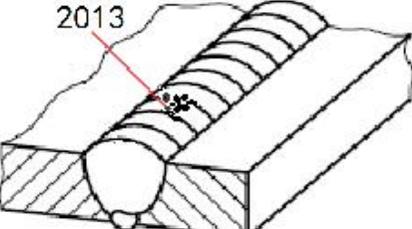
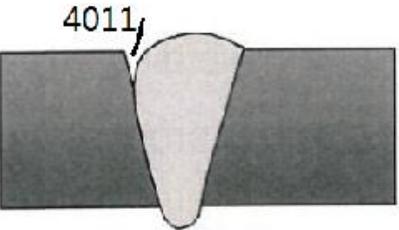
表 B-1 焊缝接头典型外观缺陷

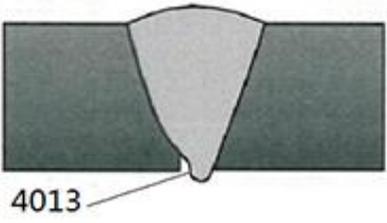
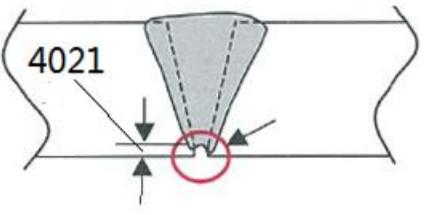
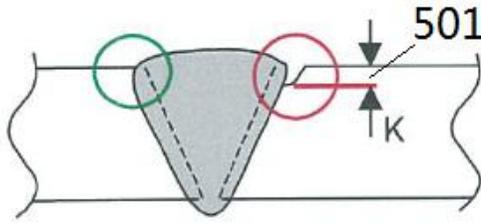
序号	缺陷名称	缺陷代码	注释	图例	实例
1	裂纹	100	焊缝由冷却或应力引起的局部开裂而产生的缺陷		
1-1	纵向裂纹	101	平行于焊缝轴线的裂纹		
		1011	焊缝金属纵向裂纹		
		1012	熔合线纵向裂纹		
		1013	热影响区纵向裂纹		
		1014	母材纵向裂纹		
1-2	横向裂纹	102	与焊缝轴线垂直的裂纹		
		1021	焊缝金属横向裂纹		
		1023	热影响区横向裂纹		
		1024	母材横向裂纹		
1-3	放射状裂纹	103	从一个点辐射开来的裂纹		
		1031	焊缝金属放射状裂纹		
		1033	热影响区放射状裂纹		

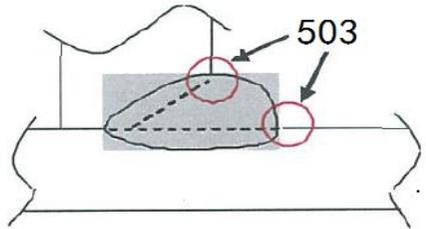
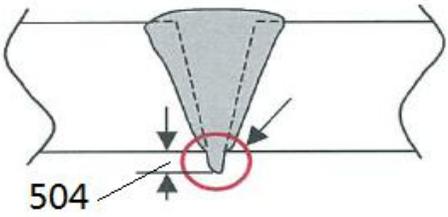
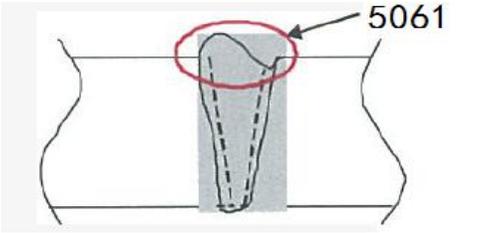
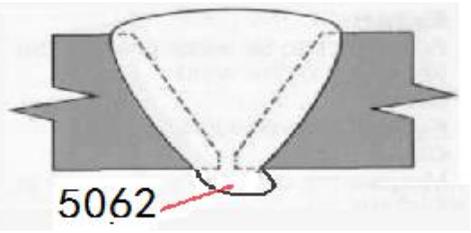
序号	缺陷名称	缺陷代码	注释	图例	实例
		1034	母材放射状裂纹		
1-4	弧坑裂纹	104	焊缝末端收弧处的裂纹		
		1045	纵向弧坑裂纹	<p>Diagram 1045: A 3D perspective view of a weld joint showing a longitudinal crack (indicated by a red arrow) originating from the arc crater at the end of the weld.</p>	<p>Photograph 1045: A close-up photograph of a weld joint showing a longitudinal crack (indicated by a red arrow) originating from the arc crater.</p>
		1046	横向弧坑裂纹	<p>Diagram 1046: A 3D perspective view of a weld joint showing a transverse crack (indicated by a red arrow) originating from the arc crater.</p>	<p>Photograph 1046: A close-up photograph of a weld joint showing a transverse crack (indicated by a red arrow) originating from the arc crater.</p>
		1047	星状弧坑裂纹	<p>Diagram 1047: A 3D perspective view of a weld joint showing a star-shaped crack (indicated by a red arrow) originating from the arc crater.</p>	<p>Photograph 1047: A close-up photograph of a weld joint showing a star-shaped crack (indicated by a red arrow) originating from the arc crater.</p>
2	孔穴	200	熔焊未及时逸出的气体或熔池凝固冷缩造成的空穴		

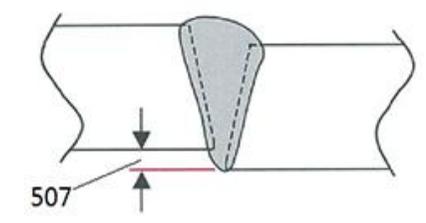
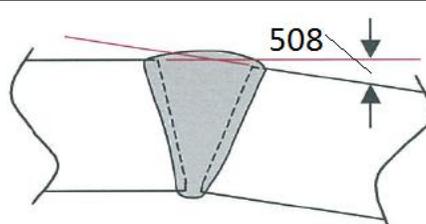
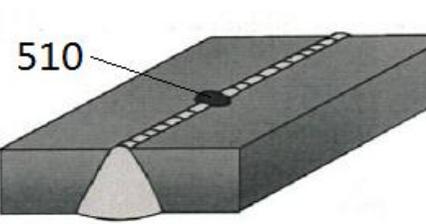
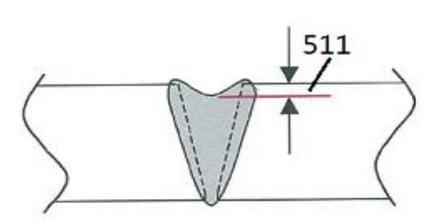
序号	缺陷名称	缺陷代码	注释	图例	实例
2-1	密集气孔	2013	任意分布的一群气孔		
2-2	链状气孔	2014	与焊缝轴线平行的一串气孔		
2-3	针状或蠕虫状气孔	2016	由于气体释放造成焊缝金属管状空腔。严重的会发展到焊缝表面。		

序号	缺陷名称	缺陷代码	注释	图例	实例
2-4	表面气孔	2017	存在于焊缝表面的气孔	 <p>2017</p>	
2-5	弧坑缩孔	2024	二次焊接之间未采取重熔措施出现的缩孔	 <p>2024</p>	
3	夹渣	300	焊缝表面的熔渣，有金属夹渣、溶剂夹渣和氧化物夹渣		
3-1	线性夹渣	3011	呈条状的夹渣	 <p>3011</p>	

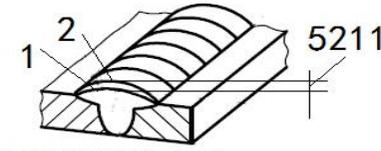
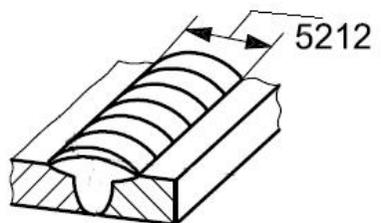
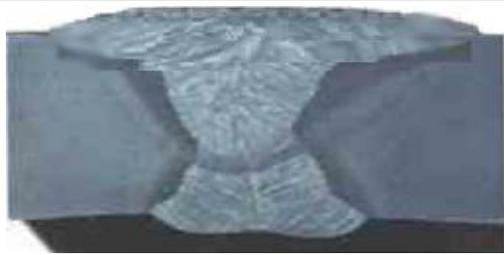
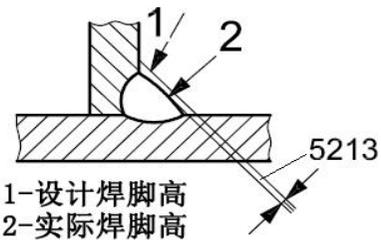
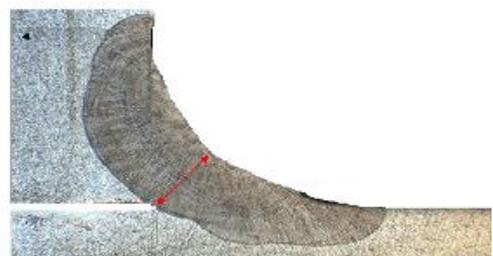
序号	缺陷名称	缺陷代码	注释	图例	实例
3-2	块状夹渣	3012	呈块状的夹渣		
3-3	局部密集夹渣	3013	密集存在的块状夹渣		
4	未熔合、未焊透	400	焊缝金属与母材或各焊层之间没有融化结合或结合不良		
4-1	侧壁未熔合	4011	焊缝金属与母材或各焊层之间的没有熔化结合		

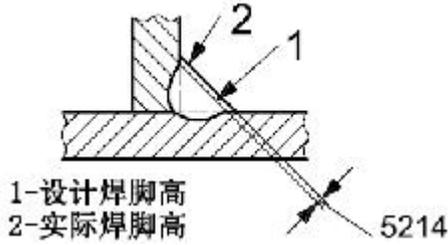
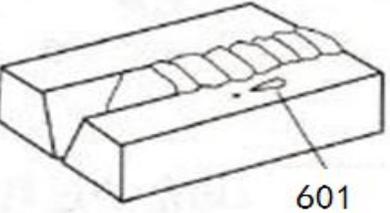
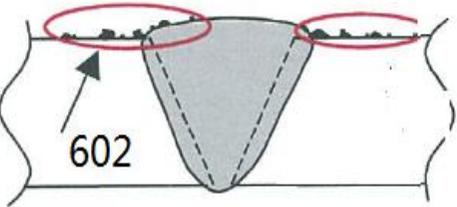
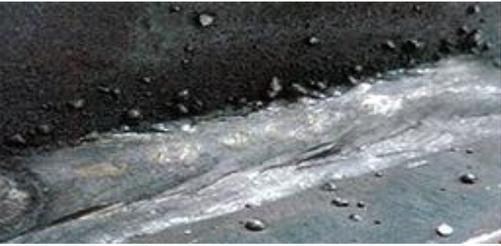
序号	缺陷名称	缺陷代码	注释	图例	实例
4-2	根部未熔合	4013	根部焊缝金属与母材之间的没有熔化结合		
4-3	根部未焊透	4021	根部焊缝实际熔深达不到公称熔深的要求		
5	形状及尺寸不良	500	焊缝几何外表不完善的形态缺欠		
5-1	咬边	501	母材在焊趾处因焊接产生不规则的不连续缺口		

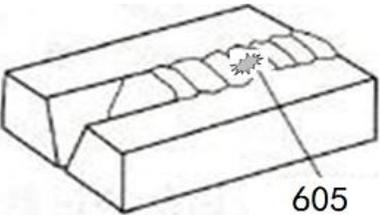
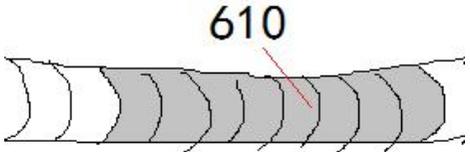
序号	缺陷名称	缺陷代码	注释	图例	实例
5-2	角焊缝过渡不良	503	表面金属过剩		
5-3	下塌	504	过多的焊缝金属伸出了焊缝的根部		
5-4	焊趾焊瘤	5061	覆盖于金属表面但未与其熔合的过多焊缝金属		
5-4	焊根焊瘤	5062	存在于根部的金属表面但未与其熔合的过多焊缝金属		

序号	缺陷名称	缺陷代码	注释	图例	实例
5-5	错边	507	两个焊件表面的错位偏差		
5-6	棱角度	508	两个对接焊件的不连续产生的角度差		
5-7	烧穿	510	焊缝熔池塌陷造成的孔洞		
5-8	未焊满	511	焊缝填充金属堆敷不充分, 在焊缝表面产生的连续或间断的沟槽。		

序号	缺陷名称	缺陷代码	注释	图例	实例
5-9	角焊缝脚趾不对称	512	角焊缝界面未成等腰		
5-10	焊缝宽窄不一	513	对接焊缝宽度不均匀		
5-11	搭接不良	517	焊道搭接出现的表面不规则		
5-12	焊缝成形不良	521	尺寸和形状偏差		

序号	缺陷名称	缺陷代码	注释	图例	实例
5-13	对接焊缝过高	5211	焊缝超高	 <p>1-对接焊缝设计高度 2-对接焊缝实际高度</p>	
5-14	对接焊缝过宽	5212	焊缝超宽		
5-15	角焊缝焊脚过小	5213	焊脚过小	 <p>1-设计焊脚高 2-实际焊脚高</p>	

序号	缺陷名称	缺陷代码	注释	图例	实例
5-16	角焊缝焊脚过大	5214	焊脚过大	 <p>1-设计焊脚高 2-实际焊脚高 5214</p>	
6	其他缺欠	600	第一类至第五类外的所有缺欠		
6-1	电弧擦伤	601	在金属表面失手引弧或起弧造成的表面损伤	 <p>601</p>	
6-2	飞溅	602	焊接时焊缝金属溅出的颗粒	 <p>602</p>	

序号	缺陷名称	缺陷代码	注释	图例	实例
6-3	表面铲伤	605	使用风铲或其他工具造成的表面损伤	 <p>A 3D perspective diagram of a rectangular block. A jagged, irregular surface defect is shown on the top surface, labeled with the code '605' and a pointer line.</p>	
6-4	焊缝变色	610	不锈钢焊接热输入过大造成的回火变色 钛材氩气保护不良造成的变色	 <p>A 3D perspective diagram of a cylindrical pipe with a weld line. A red arrow points to a dark, discolored area on the pipe's surface, labeled with the code '610'.</p>	 <p>A photograph of a cylindrical pipe with a weld line. The weld area shows a dark, discolored region, which is a real-world example of the defect described in the diagram.</p>

参考文献

- [1] GB/T 9445-2015 无损检测 人员资格鉴定与认证
- [2] GB/T 19418-2003 钢的弧焊接头 缺陷质量分级指南
- [3] GB/T 20967-2007 无损检测 目视检测 总则
- [4] GB/T 32259-2015 焊缝无损检测 熔焊接头目视检测
- [5] CECS 71-1994 工程建设施工现场焊接目视检验规范
- [6] JB/T 11601-2013 无损检测仪器 目视检测设备
- [7] NB/T 20003.7-2010 核电厂核岛机械设备无损检测 第7部分：目视检测
- [8] NB/T 47013.7-2012 承压设备无损检测 第7部分：目视检测
- [9] AWS B 1.11-2015 焊接目视检验工作手册
- [10] ALSTOM 焊接结构件目视检查标准