

泵产品零件无损检测 渗透检测

1 范围

本标准规定了对工件表面开口缺陷的渗透检测方法(包括荧光法和着色法)和缺陷等级分类。

本标准适用于金属材料制成的泵产品零件(以下简称工件)的表面开口缺陷的检测。

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/T 12604—90 无损检测术语

3 定义

本标准的术语定义按 GB/T 12604 的规定。

4 检测人员

4.1 检测人员应经有关部门考核合格后方可上岗操作。签发检测报告者应持有渗透 II 级或 II 级以上资格证书。

4.2 色盲、色弱及近距离校正视力在 1.0 以下者,不得参加渗透检测评定。

4.3 检测人员应配备有防护用品,并按有关规定正确使用。

5 渗透检测装置和渗透探伤剂

5.1 渗透检测装置

5.1.1 渗透检测装置主要由渗透装置、乳化装置、清洗装置、显像装置、干燥装置及观察装置等构成。

5.1.2 当采用荧光法进行检测时,所用黑光灯的紫外线波长应在 $0.32\sim 0.40\ \mu\text{m}$ 的范围内。黑光灯应保证在距离黑光灯滤光板上 400 mm 处的紫外线强度不低于 $1000\ \mu\text{W}/\text{cm}^2$ 。暗室内可见光照度应不大于 20 lx。

5.1.3 当采用着色法进行检测时,应保证观察时被检表面可见光的照度不小于 500 lx。

5.2 渗透探伤剂

5.2.1 渗透探伤剂一般包括渗透剂、乳化剂、清洗剂和显像剂。

5.2.2 渗透探伤剂必须具有良好的检测性能,对工件无腐蚀,对人体基本无毒害作用。

5.2.3 对于高镍合金材料,一定量探伤剂蒸发后残渣中的 S 元素含量重量比不得超过 1%。

5.2.4 对于奥氏体不锈钢和钛及钛合金材料,一定量探伤剂蒸发后残渣中的 Cl、F 元素含量重量比不得超过 1%。

5.2.5 对于铝及铝合金材料,一定量探伤剂蒸发后残渣中的 Cl 元素含量重量比不得超过 1%。

5.2.6 探伤剂的 Cl、S、F 元素含量的测定可按下述方法进行。

取探伤剂试样 100 g,放在直径 150 mm 的表面蒸发皿中沸水浴 60 min,进行蒸发,如蒸发后留下的残渣超过 0.005 g,则应分析其 Cl、S、F 含量。

5.2.7 探伤剂应根据工件的具体情况进行选择,对同一工件,不能混用不同类型的探伤剂。

5.3 一般注意事项

渗透探伤剂必须装在密闭容器中,置于低温阴暗处保存。显像剂必须放在密闭容器中保存。长时期未使用的渗透探伤剂,使用前应做性能对比试验。

6 对比试块

对比试块主要用于检验探伤剂性能及操作工艺。其类型如下:

6.1 铝合金对比试块

将一块如图 1 所示的 LY12 硬铝合金试块用喷灯在中央部位加热至 $510\sim 530^{\circ}\text{C}$,然后迅速投入冷水中,通过淬火处理使试块表面产生条状和网状裂纹,再在试块中间加工一个直槽,将试块分成两部分,并分别标以 A、B 记号,以便进行不同探伤剂及不同工艺的对比试验,对比试块的尺寸见图 1。

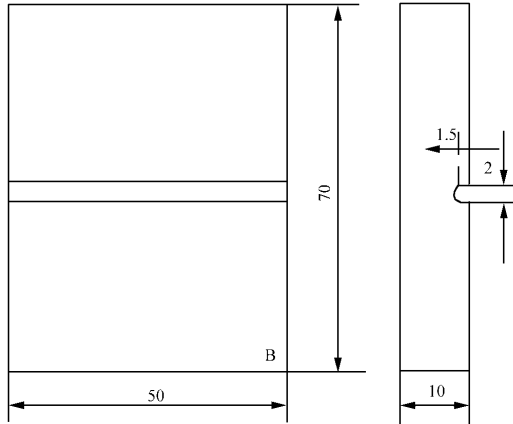


图 1

6.2 镀铬对比试块

将一块尺寸为 $130\text{ mm}\times 40\text{ mm}\times 4\text{ mm}$ 长方形 0Cr18Ni9Ti 或其他适当的不锈钢材料的试块上单面镀镍 $30\mu\text{m}\pm 0.15\mu\text{m}$,在镀镍层上再镀铬 $0.5\mu\text{m}$,然后退火。在未镀面上,以直径 10 mm 的钢球,用布氏硬度法按 7500 N 、 10000 N 和 12500 N 打三点硬度,使镀层上形成三处辐射状裂纹,以便进行探伤剂和操作工艺性能测试。

6.3 对比试块的清洗和保存

对比试块使用后应进行清洗,以免影响以后使用效果。清洗时,通常是用丙酮仔细擦洗后,再放入装有丙酮和无水酒精混合液(混合比为 $1:1$)的密闭容器中保存,或用其他等效方法保存。

7 一般要求

7.1 检测时机

原则上应在最终加工和热处理之后进行检查。但由供需双方协商确定的中间工序之间进行的检查不受此限制。

7.2 检查温度

渗透检测的环境温度应在 $15\sim 50^{\circ}\text{C}$ 范围内,如现场条件限制,温度条件不能满足时,应按附录 A (标准的附录)对操作方法进行修正。

7.3 被检面准备

7.3.1 工件表面不得有铁锈、氧化皮、飞溅、铁屑、毛刺、油污以及各种防护层。

7.3.2 被检工件机加工表面粗糙度 R_a 为 $6.3 \mu\text{m}$, 被检工件非机加工表面的粗糙度 R_a 为 $25 \mu\text{m}$ 。

7.3.3 局部检测时, 准备工作范围应从检测部位四周向外扩展至少 25mm 。

7.4 检测方法分类和选用

7.4.1 检测方法分类

7.4.1.1 根据渗透剂和显像剂种类不同, 检测方法可按表 1 和表 2 进行分类。

7.4.1.2 按表 1 和表 2 中各种方法组合使用的检测步骤见表 3。

表 1

方法名称	渗透剂种类	方法代号
荧光渗透检测	水洗型荧光渗透剂	FA
	后乳化剂荧光渗透剂	FB
	溶剂去除型荧光渗透剂	FC
着色渗透检测	水洗型着色渗透剂	VA
	后乳化型着色渗透剂	VB
	溶剂去除型着色渗透剂	VC

表 2

方法名称	显像剂种类	方法代号
干式显像法	干式显像剂	D
湿式显像法	湿式显像剂	W
	快干式显像剂	S
无显像剂显像法	不用显像剂	N

表 3

所使用的渗透剂和显像剂种类	探伤方法 代号	探伤步骤																			
		前处理	渗透	乳化	清洗	去除	干燥	显像	干燥	观察	后处理										
水洗型荧光渗透剂—干式显像剂	FA—D	○	•	→	○	—	•	→	○	—	•	→	○	—	•	→	○	—	•	→	○
水洗型荧光渗透剂或水洗型着色渗透剂—湿式显像剂	FA—W VA—W	○	•	→	○	—	•	→	○	—	•	→	○	—	•	→	○	—	•	→	○
水洗型荧光渗透剂或水洗型着色渗透剂—快干显像剂	FA—S VA—S	○	•	→	○	—	•	→	○	—	•	→	○	—	•	→	○	—	•	→	○
水洗型荧光渗透剂—不用显像剂	FA—N	○	•	→	○	—	•	→	○	—	•	→	○	—	•	→	○	—	•	→	○
后乳化型荧光渗透剂—干式显像剂	FB—D	○	•	→	○	→	○	→	○	—	•	→	○	→	○	→	○	→	○	→	○
后乳化型荧光渗透剂—湿式显像剂	FB—W	○	•	→	○	→	○	→	○	—	•	→	○	→	○	→	○	→	○	→	○
后乳化型荧光渗透剂—快干式显像剂	FB—S	○	•	→	○	→	○	→	○	—	•	→	○	→	○	→	○	→	○	→	○
溶剂去除型荧光渗透剂—干式显像剂	FC—D	○	•	→	○	—	•	→	○	—	•	→	○	—	•	→	○	—	•	→	○

所使用的渗透剂和显像剂种类	探伤方法 代号	探伤步骤																			
		前处理	渗透	乳化	清洗	去除	干燥	显像	干燥	观察	后处理										
溶剂去除型荧光渗透剂或溶剂去除型着色渗透剂—湿式显像剂	FC—W VC—W	○	•	→	○	-----	→	○	-----	→	○	-----	→	○	-----	→	○	-----	→	○	
溶剂去除型荧光渗透剂或溶剂去除型着色渗透剂—快干式显像剂	FC—S VC—S	○	•	→	○	-----	→	○	-----	→	○	-----	→	○	-----	→	○	-----	→	○	
溶剂去除型荧光渗透剂—不用显像剂	FC—N	○	•	→	○	-----	→	○	-----	→	○	-----	→	○	-----	→	○	-----	→	○	
后乳化型着色渗透剂—干式显像剂	VB—D	○	•	→	○	→	○	→	○	-----	→	○	-----	→	○	-----	→	○	-----	→	○
后乳化型着色渗透剂—湿式显像剂	VB—W	○	•	→	○	→	○	→	○	-----	→	○	-----	→	○	-----	→	○	-----	→	○
后乳化型着色渗透剂—快干式显像剂	VB—S	○	•	→	○	→	○	→	○	-----	→	○	-----	→	○	-----	→	○	-----	→	○

7.4.2 检测方法的选用

7.4.2.1 检测方法可根据被检工件表面粗糙度、检测灵敏度、检测批量和检测现场的水源、电源等条件来决定。

7.4.2.2 对于表面光洁且检测灵敏度要求高的工件,宜采用后乳化型着色法或后乳化型荧光法,也可采用溶剂去除型荧光法。

7.4.2.3 对于表面粗糙且检测灵敏度要求低的工件,宜采用水洗型着色法或水洗型荧光法。

7.4.2.4 对于现场无水源、无电源的检测,宜采用溶剂去除型着色法。

7.4.2.5 对于批量大的工件检测,宜采用水洗型着色法或水洗型荧光法。

7.4.2.6 对于大工件的局部检测,宜采用溶剂去除型着色法或溶剂去除型荧光法。

7.4.2.7 荧光法比着色法有较高的检测灵敏度。

8 操作

操作程序可按表 3 所确定的各种不同检测方法的操作程序进行。

8.1 前处理

8.1.1 前处理为表面清理之后再次进行的表面清洗,其目的是将被检面所有妨碍渗透检测的污物清洗干净。

8.1.2 一般可采用溶剂清洗、蒸气清洗、碱洗、酸洗或其他行之有效的方法进行。

8.1.3 工件渗透前不宜进行喷丸、喷砂等处理,如制造工艺上必须进行这类处理,则应在渗透前进行一次酸洗处理。

8.1.4 前处理后的工件表面必须充分干燥后方可进行渗透处理,干燥时间至少为 5 min。

8.1.5 前处理后的工件表面应保持干净,不得被污染,否则应重新清洗。

8.2 渗透处理

8.2.1 渗透剂的施加方法

施加方法应根据工件大小、形状、数量和检测部位来选择。所选方法应保证被检部位完全被渗透剂覆盖,并在整个渗透时间内保持湿润状态。具体施加方法如下:

a) 喷涂:大工件的局部检测或全部检测可用静电喷涂装置、喷罐及低压泵等进行。b) 刷涂:工件局部检测可用刷子、棉纱等进行。c) 浇涂:大工件的局部检测可将渗透剂直接浇在被检面上。d) 浸涂:小工件的

全面检测可把整个工件浸泡在渗透剂中。

8.2.2 渗透时间

在 15~50℃ 的温度条件下,渗透时间一般不少于 10 min。当温度条件不能满足时,应按附录 A 对操作方法进行修正。

8.3 乳化处理

8.3.1 在进行乳化处理前,被检工件表面所附着的残余渗透剂要尽可能的滴干。使用水基乳化剂时,应用水喷法排除多余渗透剂,如无特殊规定,水压一般应控制在 0.14 MPa。

8.3.2 乳化可采用浸渍、喷洒等方法施加于工件被检表面,不得采用刷涂法。

8.3.3 乳化时间取决于乳化剂和渗透剂的性能及被检工件表面粗糙度。原则上使用油基乳化剂时间在 2 min 以内,用水基乳化剂的乳化时间在 5 min 以内。过乳化会使检测失效。

8.4 清洗及去除处理

8.4.1 在清洗及去除被检表面多余的渗透剂时,应防止过度清洗而使检测质量下降,同时也应防止清洗不足而造成对缺陷显示识别困难。清洗时只能一个方向进行,不得来回进行,以防过清洗。用荧光渗透剂时,可在紫外线灯照射下边观察边清洗。

8.4.2 水洗型及后乳化型渗透剂均可用水清洗。冲洗时水射束与被检面夹角不宜大于 30°,水压应不大于 0.34 MPa,水温在 15~50℃ 为宜。

8.4.3 采用溶剂或其他清洗剂去除渗透剂时,应首先用干净不脱毛的布依次擦拭,直至大部分渗透剂被清除后,再用蘸有溶剂或其他清洗剂的干净不脱毛的布或纸进行擦拭,直至擦净。但不得往复擦拭,不得用溶剂或清洗剂直接在被检面上冲洗。

8.5 干燥处理

8.5.1 使用湿式显像剂之后或使用干式显像剂之前,检测须经干燥处理。

8.5.2 干燥处理时,一般可采用热风或自然干燥。干燥时,被检面的温度不得大于 50℃。

8.5.3 当采用溶剂或清洗剂清洗时,应自然干燥,不得加热干燥。

8.5.4 干燥时间为 5~10 min。

8.6 显像处理

8.6.1 当采用干式显像剂时,须经干燥处理,再用适当方法将显像剂均匀喷洒在整个被检面上,并保持一段时间。

8.6.2 使用快干式显像剂时,须经干燥处理后,方可将显像剂均匀地喷洒或刷涂到被检面上,但不可将工件浸入显像剂中。喷涂上显像剂后应将工件自然干燥或用低温空气吹干。

8.6.3 使用湿式显像剂时,在被检面经过清洗处理后,可直接将显像剂喷洒或刷涂到被检面上或将工件浸入到显像剂中,然后迅速排除多余显像剂,再进行干燥处理。

8.6.4 显像剂使用前应搅拌均匀,显像剂施加应薄而均匀,不可在同一地点反复多次施加。

8.6.5 施加显像剂时,喷嘴离被检面距离为 300~400 mm,喷洒方向与被检面夹角为 30°~40°。

8.6.6 禁止在被检面上倾倒快干式显像剂,以免冲掉缺陷内的渗透剂。

8.6.7 显像时间取决于显像剂种类、缺陷大小以及被检工件温度,一般为 7~15 min,但不应低于显像剂制造厂家所规定的显像时间。

8.7 观察

8.7.1 观察显示的迹痕应在显像剂施加后 7~30 min 内进行。如能控制显示迹痕的大小不发生变化,也可超过上述时间。

8.7.2 使用荧光法时,观察者应在暗室内待 5 min 以上,以使眼睛适应暗室后方可进行观察。

8.7.3 当出现显示迹痕时,必须确定迹痕是否为缺陷显示,必要时应用 5~10 倍放大镜进行观察或复验。

8.8 复验

8.8.1 当出现下列情况之一时,需进行复验:

- 检测结束时,用对比试块验证发现渗透剂失效;
- 发现检测过程中操作方法有误;
- 供需双方有争议或认为有其他需要;
- 经返修后的部位。

8.8.2 当决定复验时,必须对检测面进行彻底清洗,以去除上次检测时所留下的迹痕。必要时应用有机溶剂进行浸泡。当确认清洗干净后,按 8.1~8.7 的规定进行复验。

8.9 后处理

检测结束后,为防止残留的显像剂腐蚀被检工件表面或影响其使用,应清除残余显像剂。清除方法可用刷洗、水洗、布或纸擦除等方法。

9 缺陷显示迹痕分类和缺陷等级评定

9.1 缺陷显示迹痕分类

9.1.1 除确认由外界因素或操作不当造成的之外,其他任何大于或等于 0.5 mm 的显示迹痕均应作为缺陷迹痕处理。

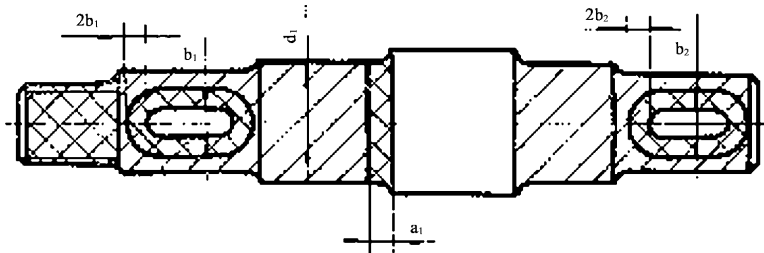
9.1.2 长度与宽度之比大于 3 的缺陷显示迹痕,按线形缺陷处理;长度与宽度之比小于或等于 3 的缺陷显示迹痕,按圆形缺陷处理。

9.1.3 缺陷显示迹痕长轴方向与工件轴线或母线的夹角大于或等于 30° 时,作为横向缺陷处理,其他按纵向缺陷处理。

9.1.4 缺陷显示迹痕在同一直线上且间距小于或等于 2 mm 时按一条缺陷处理,其长度为缺陷之和加间距。

9.1.5 缺陷显示迹痕若处于工件的重要区域和非重要区域交界处,按重要区域计。

9.1.6 按工件各部位受力状况不同可将工件表面划分成重要区域(A区)和非重要区域(B区)。



$$a_1 \geq 0.1 d_1 \quad \text{且} \quad a_1 \geq 25$$



B区



A区

图 2

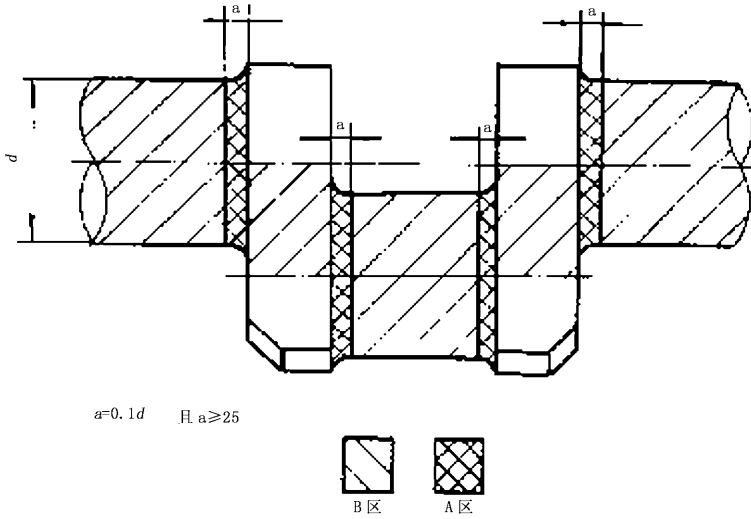


图 3

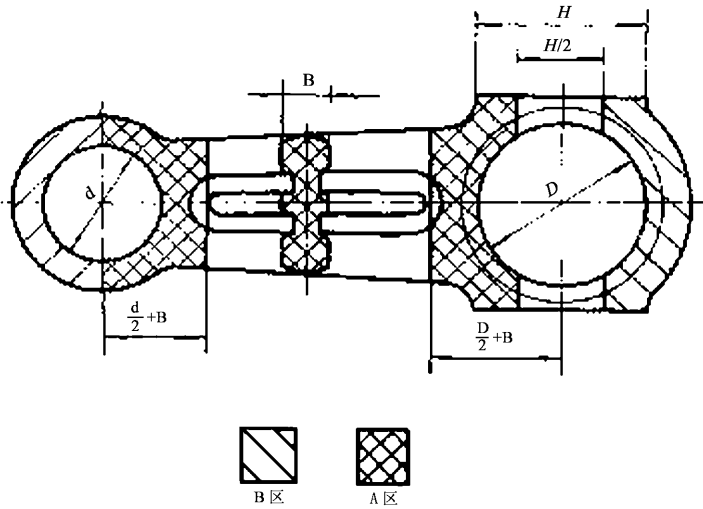


图 4

9.1.6.1 泵轴、曲轴、连杆的重要区域(A区)和非重要区域(B区)划分见图2、图3和图4。

9.1.6.2 其他零部件中凡焊缝、螺纹区、配合面、密封面、过渡圆角和键槽(油孔)的 $2a$ 范围内均为重要区域(A区),其余为非重要区域(B区)。

9.2 缺陷等级评定

9.2.1 不合格缺陷

—— 裂纹类缺陷显示;

—— 横向缺陷显示;

—— 在任一直线上有三个或三个以上缺陷显示且边缘间距小于1.0 mm。

9.2.2 线性缺陷显示等级评定

线性缺陷显示等级评定按表4的规定。

表 4

mm

等级	线性缺陷迹痕显示的长度和数量	
	A 区	B 区
I	无任何缺陷迹痕显示	$L \leq 1$, 且 ≤ 2 条
II	$0.5 \leq L \leq 5$, 且 ≤ 2 条	$1 < L \leq 5$, 且 ≤ 3 条
III	$5 < L \leq 8$, 且 ≤ 3 条	$5 < L \leq 8$, 且 ≤ 4 条
IV	$8 < L \leq 10$, 且 ≤ 3 条	$8 < L \leq 10$, 且 ≤ 4 条
V	> IV 级者	

9.2.3 圆形缺陷显示等级评定

9.2.3.1 圆形缺陷显示等级评定用评定区进行,评定区为 $10 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$ 的正方形。评定区应选在缺陷最严重的部位。

9.2.3.2 评定区内参与评定的缺陷显示迹痕最大长径为 5 mm ,大于 5 mm 者按线性缺陷显示迹痕计算评级。

9.2.3.3 圆形缺陷显示的分级见表 5。

表 5

等级	圆形缺陷迹痕显示的长度和数量	
	A 区	B 区
I	无任何缺陷迹痕显示	每处 ≤ 3 点, 且 ≤ 1 处
II	每处 ≤ 3 点, 且 ≤ 1 处	每处 ≤ 5 点, 且 ≤ 1 处
III	每处 ≤ 5 点, 且 ≤ 1 处	每处 ≤ 5 点, 且 ≤ 2 处
IV	每处 ≤ 5 点, 且 ≤ 2 处	每处 ≤ 5 点, 且 ≤ 3 处
V	> IV 级者	

9.2.4 在圆形缺陷评定区内,若同时存在线性缺陷,应各自分别评级并将级别之和减 1 作为最终级别。

10 检测报告

检测报告应包括以下内容[其表格形式可参见附录 B(提示的附录)的规定]:

10.1 工件名称、编号、形状尺寸、材质、热处理状态、表面粗糙度及合格等级。

10.2 检测方法(用表 1、表 2 规定的符号表示)、操作程序、探伤剂种类及牌号。

10.3 操作条件包括:

——渗透时间和渗透温度;

——乳化时间;

——清洗水的压力和温度;

——干燥温度和时间;

——显像时间及观察时间。

10.4 检测结果包括:

——检测区域及缺陷迹痕示意图;

——缺陷类型;

——缺陷迹痕显示等级;

——检测结论。

10.5 检测人员资格及签名、审核者及签名、签发报告日期。

附 录 A
(标准的附录)
用于非标准温度的检验方法

A1 概述

当渗透检测不可能在 15~50℃ 温度范围内进行时,则要求对较低或较高温度时的检测方法作出鉴定。通常使用铝合金对比试块进行。

A2 鉴定方法

A2.1 温度低于 15℃ 条件下渗透检测方法的鉴定

在试块和所有使用材料都降到预定温度后,将准备的低温检测方法用于 B 区然后把试块加热到 15~50℃ 之间,在 A 区用标准方法进行检测,比较 A、B 两区的裂纹显示迹痕,如果显示迹痕基本相同,则可认为准备采用的方法是可行的。

A2.2 温度高于 50℃ 条件下渗透检测方法的鉴定

如果准备采用的检测温度高于 50℃,则将试块加温至这一温度,在 B 区进行检测。然后把试块加热到 15~50℃ 之间,在 A 区用标准方法进行检测,比较 A、B 两区的裂纹显示迹痕。如果显示迹痕基本相同,则可认为准备采用的方法是可行的。

附 录 B
(提示的附录)
渗透检测报告

报告编号:

工件名称		制造厂家		工件编号	
主体材质		公称厚度	mm	表面状况	
检测方法		检测部位		检测比例	% mm
环境温度	℃	对比试块		观察方式	
渗透剂型号		清洗剂型号		显像剂型号	
执行标准					
序号	缺陷位置	缺陷长度 mm	序号	缺陷位置	缺陷长度 mm

检测人员: 年 月 日 审核: 年 月 日
(可加附页)