

阀门受压铸钢件射线照相检测

1 范围

本标准规定了碳钢、合金钢、不锈钢阀门受压铸钢件的 X 射线和 γ 射线照相检测的一般要求、具体要求、射线底片缺陷分类和评定方法、验收要求、射线照相检测记录以及胶片系统的特性指标、射线照相重点检测部位、确定射线源到铸钢件最小距离(f)的方法、黑度计定期校验方法、焦点尺寸计算办法、专用像质计的型式和规格、搭接标记的摆放位置。

本标准适用于阀门受压铸钢件(以下简称铸件)的射线检测。配套的管件、法兰等受压铸钢件的射线检测也可参照本标准执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准引用而成为标准的条款。凡是注明日期的引用文件,其随后所有的修改(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准。然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡不注日期的引用文件,其最新版适用本标准。

- GB 11533—1989 标准对数视力表
- GB 16357—1996 工业 X 射线探伤放射卫生防护标准
- GB 18465—2001 工业 γ 射线探伤放射卫生防护要求
- GB 18871—2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准
- JB/T 7902—2006 无损检测 射线照相检测用线型像质计
- JB/T 7903—1999 工业射线照相底片观片灯

3 一般要求

3.1 射线检测人员

3.1.1 从事射线检测的人员上岗前应进行辐射安全知识的培训,并取得放射工作人员资格证书。

3.1.2 射线检测人员未经矫正或经矫正的近(距)视力和远(距)视力应不低于 5.0(小数记录值为 1.0)测试方法应符合 GB 11533 的规定。从事评片的人员每年检测一次视力。

3.2 射线胶片

3.2.1 胶片系统按有关标准分为四类,即 T1、T2、T3 和 T4 类。T1 为最高类别, T4 为最低类别。胶片系统的特性指标见附录 A。胶片制造商应对所生产的胶片进行系统性能测试并提供类别和参数。胶片处理方法、设备和化学药剂按有关标准的规定,用胶片制造商提供的预先曝光胶片测试片进行测试和控制。

3.2.2 铸件厚度、射线灵敏度和增感方法选择胶片种类。A 级或 AB 级射线检测技术应采用 T3 类或更高类别的胶片, B 级射线检测技术应采用 T2 类或更高类别的胶片。胶片的本底灰雾度应不大于 0.3。

3.2.3 采用 γ 射线对裂纹敏感性大的材料进行检测时,应采用 T2 类或更高级别的胶片。

3.3 观片灯

3.3.1 观片灯的主要性能应符合 JB/T 7903 的规定。

3.3.2 观片灯的最大亮度应能满足评片的要求。

3.4 黑度计(光学密度计)

3.4.1 黑度计可测试最大黑度应不小于 4.5,测试值的误差应不超过 ± 0.05 。

3.4.2 黑度计至少每六个月校验一次。校验方法可参照附录 D 的规定进行。

3.5 增感屏

射线检测一般应使用金属增感屏或不用增感屏。增感屏的选用应符合表 1 的规定。

表 1 增感屏的材料和厚度

射线源	前 屏		后 屏	
	材 料	厚 度 mm	材 料	厚 度 mm
X 射线 ($\leq 100\text{kV}$)	铅	不用或 ≤ 0.03	铅	≤ 0.03
X 射线 ($> 100\text{kV} \sim 150\text{kV}$)	铅	≤ 0.10	铅	≤ 0.15
X 射线 ($> 150\text{kV} \sim 250\text{kV}$)	铅	0.02~0.15	铅	0.02~0.15
X 射线 ($> 250\text{kV} \sim 500\text{kV}$)	铅	0.02~0.2	铅	0.02~0.2
Ir-192	铅	A 级 0.02~0.2	铅	A 级 0.02~0.2
		B 级 0.1~0.2		B 级 0.1~0.2
Co-60	铜或钢	0.25~0.7	铜或钢	0.25~0.7
	铅 (A 级)	0.5~2.0	铅 (A 级)	0.5~2.0
X 射线 ($1\text{MeV} \sim 4\text{MeV}$)	铜或钢	0.2~0.7	钢或铜	0.25~0.7
	铅 (A 级)	0.5~2.0	铅 (A 级)	0.5~2.0
X 射线 ($> 4\text{MeV} \sim 12\text{MeV}$)	铜、钢或钽		铜、钢	≤ 1
			钽	≤ 0.5
	铅 (A 级)	0.5~1.0	铅 (A 级)	0.5~1.0
X 射线 ($> 12\text{MeV}$)		≤ 1	不用后屏	

注: 如果 B 级使用前屏小于 0.03mm 厚的真空包装胶片, 应在工件和胶片之间加 0.07mm~0.15mm 厚的附加铅屏。

3.6 像质计

3.6.1 底片影像质量采用线型像质计测定, 线型像质计的型号和规格应符合 JB/T 7902 的规定。

3.6.2 像质计的材料为碳钢、低合金钢或奥氏体不锈钢。

3.7 表面要求和射线检测时机

3.7.1 射线检测之前, 铸件表面应经外观检测并合格。表面的不规则状态在底片上影像不得掩盖或干扰缺陷影像, 否则应对表面适当修整。

3.7.2 碳钢、合金钢铸件射线检测应在正火或正火+回火后进行; 奥氏体不锈钢铸件可在固溶前进行。对有延迟裂纹倾向的合金钢铸件, 至少应在焊补完成 24h 后进行射线检测。

3.8 射线检测技术等级选择

射线检测技术等级选择应符合设计和制造商的有关标准及设计图样规定, 对订货、设计未作明确规定的铸件, 可选用 A 级检测。

3.9 辐射防护

3.9.1 放射卫生防护应符合 GB 18871、GB 16357 和 GB 18465 的规定。

3.9.2 现场进行 X 射线检测时, 应按 GB 16357 的规定划定控制区和管理区、设置警告标志。检测工作人员应佩戴个人剂量计, 并携带剂量报警仪。

3.9.3 现场进行像 γ 射线检测时, 应按 GB 18465 的规定划定控制区和监督区、设置警告标志, 检测作业时, 应围绕控制区边界测定辐射水平。检测人员应佩戴个人剂量计, 并携带剂量报警仪。

4 具体要求

4.1 射线能量

4.1.1 X 射线照相应尽量选用较低的管电压。在采用较高管电压时，应保证适当的曝光量。X 射线管电压的选择可参照图 1。对截面厚度变化大的铸件，在保障灵敏度要求的情况下，允许采用超过图 1 规定的 X 射线管电压，但管电压增量不应超过 50kV。

4.1.2 γ 射线源和高能 X 射线适用的透照厚度范围应符合表 2 的规定。

采用源在内中心透照方式，在保证像质计灵敏度达到 4.11.3 的要求的前提下，允许 γ 射线最小透照厚度取表 2 下限值的 1/2。

采用其他透照方式，在采取有效补偿措施并保证像质计灵敏度达到 4.11.3 要求的前提下，经合同各方同意，A 级、AB 级技术的 Ir^{192} 源的最小透照厚度可降至 10mm。

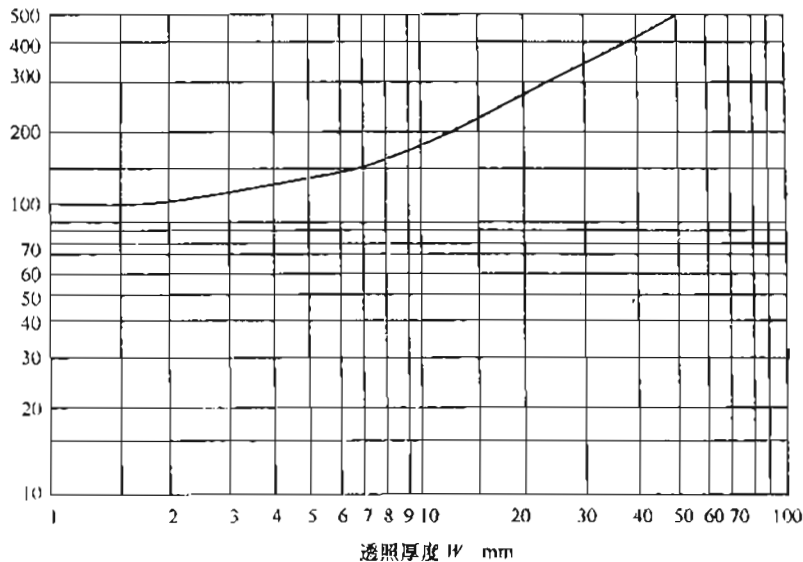


图 1 不同透照厚度允许的射线最高透照管电压

表 2 γ 射线和能量 1MeV 以上射线设备的透厚范围

射线源	透照厚度 W mm	
	A 级	B 级
Ir^{192}	20~100	20~90
Co^{60}	40~200	60~150
X 射线 (>1MeV~4MeV)	30~200	50~180
X 射线 (>4MeV~12MeV)	≥ 50	≥ 80
X 射线 (>12MeV)	≥ 80	≥ 100

注：20mm 以下参照本标准。

4.2 射线源至工件表面的最小距离

4.2.1 所选用的射线源至工件表面的距离 f 按式 (1) ~ 式 (3) 计算：

——A 级射线检测：

$$f \geq 7.5dt^{2/3} \dots \dots \dots (1)$$

——AB 级射线检测：

$$f \geq 10dt^{2/3} \dots \dots \dots (2)$$

——B 级射线检测：

$$f \geq 15dt^{2/3} \dots \dots \dots (3)$$

式中:

- f ——射线源至工件表面距离, 单位为 mm;
- d ——有效焦点尺寸 (射线源有效尺寸), 单位为 mm;
- t ——透照厚度, 单位为 mm。

4.2.2 射线源至工件表面的距离 f 的确定: A 级、B 级射线检测按图 C.1 的规定; AB 级射线检测按图 C.2 的规定。

4.2.3 有效焦点尺寸 d 按附录 E 的规定计算。

4.2.4 采用源在内中心透照方式周向曝光时, 只要得到的底片质量符合 4.11.2 和 4.11.3 的要求, f 值可以减小, 但减小值不应超过规定值的 50%。

4.2.5 采用源在内单壁透照方式时, 只要得到的底片质量符合 4.11.2 和 4.11.3 的要求, f 值可以减小, 但减小值不应超过规定值的 20%。

4.3 曝光量

4.3.1 X 射线照相, 当焦距为 700mm 时, 曝光量的推荐值为: A 级和 AB 级射线检测技术不小于 15mA · min; B 级射线检测技术不小于 20mA · min。当焦距改变时可按平方反比定律对曝光量的推荐值进行计算。

4.3.2 采用 γ 射线源透照时, 总的曝光时间应不少于输送源往返所需时间的 10 倍。

4.4 曝光曲线

4.4.1 对每台在用射线设备均应做出经常检测材料的曝光曲线, 依据曝光曲线确定曝光参数。

4.4.2 制作曝光曲线所采用的胶片、增感屏、焦距、射线能量等条件以及底片应达到的灵敏度、黑度等参数均应符合本标准的规定。

4.4.3 对使用中的曝光曲线, 每年至少应校验一次, 射线设备更换重要部件或经较大修理后应及时对曝光曲线进行校验或重新制作。

4.5 透照布置

4.5.1 透照方式

4.5.1.1 应根据铸钢件的形状、尺寸、透照位置及防护条件选择适应的透照方式。在可以实施的情况下应选用单壁透照方式, 在单壁透照不能实施时才允许采用双壁透照方式。

4.5.1.2 当铸钢件的内径较大时, 采用内透法。射线源置于铸钢件孔内, 而胶片置于铸钢件外表面, 使射线穿过铸钢件的一层壁, 称为偏心内透法 (图 2); 若射线源置于铸钢件内中心位置, 称为圆心内透法 (图 3), 此种情况如铸钢件四周壁厚均等, 可对铸钢件整个圆周曝光透照。

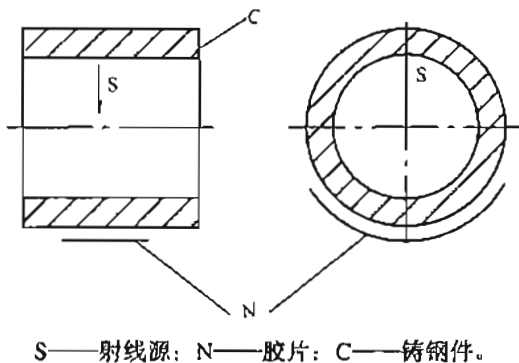


图 2 偏心内透法示意图

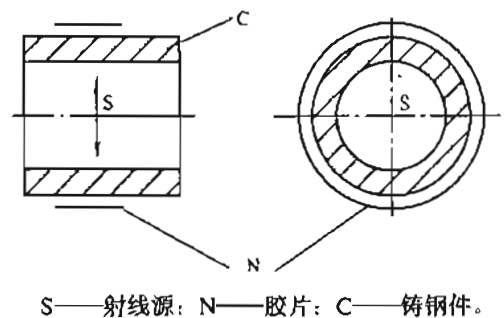
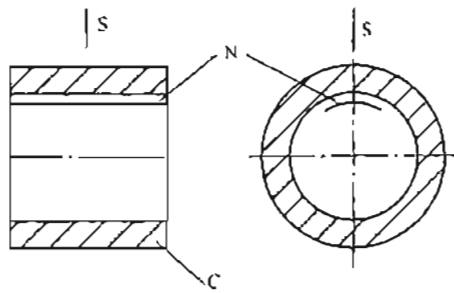


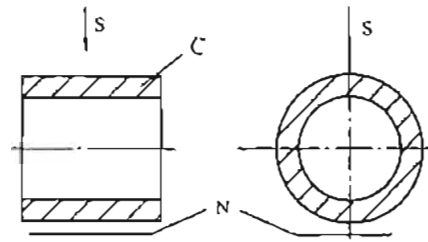
图 3 圆心内透法示意图

4.5.1.3 射线源置于铸钢件的外部进行透照方法为外透法。一是胶片置于铸钢件内表面, 而射线穿透一层壁厚透照 (图 4); 二是胶片置于铸钢件外表面而射线穿透两层壁厚透照, 也称为双壁透照, 孔径较小的铸钢件可采用此法 (图 5)。如采用双壁透照, 则应在铸钢件相互垂直的两个方向上各照一次。



S—射线源；N—胶片；C—铸钢件。

图4 外透法示意图



S—射线源；N—胶片；C—铸钢件。

图5 双壁透照法示意图

4.5.2 透照方向

透照时射线束中心一般应垂直指向透照区中心，需要时也可选用有利于发现缺陷的方向透照。

4.5.3 透照区域

阀门受压铸钢件的射线照相检验范围，应根据阀门的验收标准、阀门铸钢件验收标准或用户指定的部位确定。当没有明确检验部位时，按附录 B 给出的透照部位进行射线照相检验。

4.6 像质计的使用

4.6.1 像质计一般应放置在铸件源侧表面。

4.6.2 像质计的放置原则：

- 单壁透照规定像质计放置在源侧。双壁单影透照规定像质计放置在胶片侧。双壁双影透照规定像质计可放置在源侧，也可放置在胶片侧。
- 单壁透照中，如果像质计无法放置在源侧，允许放置在胶片侧。
- 单壁透照中像质计放置在胶片侧时，应进行对比试验，对比试验方法是在射源侧和胶片侧各放一个像质计，用与工件相同的条件透照，测定出像质计放置在源侧和胶片侧的灵敏度差异，以此修正应识别像质计丝号，以保证实际透照的底片的灵敏度符合要求。
- 当像质计放置在胶片侧时，应在像质计上适当位置放置铅字“F”作为标记，“F”标记的影像应与像质计的标记同时出现在底片上，且应在检测报告中注明。

4.6.3 原则上每张底片上都应有像质计的影像。当一次曝光完成多张胶片照相时，使用的像质计数量允许减少但应符合以下要求：

- 铸件检测部位为环形，采用源置中心周向曝光时，可在铸钢件的圆周上等间隔地放置四个像质计。
- 一次连续排列的多张胶片时，至少在第一张、中间一张和最后一张胶片处各放置一个像质计。

4.6.4 小口径铸件可选用通用线型像质计或附录 F 规定的专用（等径金属丝）像质计。

4.6.5 如果底片黑度均匀部位能够清晰的看到长度不小于 10mm 的连续金属丝影像时，则认为该丝是可以识别的。专用像质计至少应能识别两根金属丝。

4.7 无用射线和散射线屏蔽

4.7.1 应采用金属增感屏、铅板、滤波板等适当措施，屏蔽散射线和无用射线，限制照射场范围。

4.7.2 对初次制定的检测工艺，或使用中检测工艺的条件、环境发生改变时，应进行背散射线防护检查。检查背散射线防护的方法是：在暗盒背面贴附“B”铅字标记，一般“B”铅字的高度为 1.3mm、厚度为 1.6mm，按检测工艺的规定进行透照和暗室处理。若在底片上出现黑度低于周围背景黑度的“B”字影像，则说明背散射线防护不够，应增大背散射线防护铅板的厚度。若在底片上不出现“B”字影像或出现黑度高于周围背景黑度的“B”字影像，则说明背散射线防护符合要求。

4.8 标记

4.8.1 透照部位的标记由识别标记和定位标记组成。标记一般由适当尺寸的铅（或其他适宜的重金属）制数字、拼音字母和符号等构成。

4.8.2 识别标记一般包括：产品编号、部位编号和透照日期。返修后的透照还应有返修标记。扩大检测比例的透照应有扩大检测标记。

4.8.3 定位标记包括中心标记和搭接标记。中心标记指示透照部位区段的中心位置和分段编号的方向，一般用十字箭头“十”表示。搭接标记是连接检测时的透照分段标记，可用符合“十”或其他能显示搭接情况的方法表示。

4.8.4 搭接标记放置的部位应符合附录 G 的规定。被检测铸件的形状不便按规定要求进行放置时，可根据被检测铸件的形状进行放置，但所有标记的影像不应重叠，且不应干扰有效评定范围内的影像。

4.9 胶片处理

4.9.1 未曝光胶片的贮藏，应避免受光照、压力、高温、高湿度、有害烟雾或蒸汽以及穿透性辐射的影响。

4.9.2 保持暗盒、增感屏及装片台的清洁，以保证胶片的洁净度。如采用手工操作，暗室的布置应该是将液槽处理部分放在一侧，而胶片的装卸部分放在另一侧。暗室要保持适宜的温度和湿度，并足够黑暗。

4.9.3 可采用自动冲洗或手工冲洗方式处理，推荐采用自动冲洗方式处理。

4.9.4 胶片的正常显影温度为 20℃，显影时间为 5min~8min。在选择显影时间时应遵循生产厂的推荐，在温度较高或较低时必须调整显影时间。

4.9.5 胶片处理一般应按胶片使用说明书的规定进行。

4.10 评片要求

4.10.1 评片一般应在专用的评片室进行。评片室应整洁、安静，温度适宜，光线应暗且柔和。

4.10.2 评片人员在评片前应经历一定的暗适应时间。从阳光进入评片的暗度适应时一般为 5min~10min；从一般的室内进入评片的暗度适应时间应不少于 30s。

4.10.3 评片时，底片评定范围内的亮度应符合下列规定：

a) 当底片评定范围内的黑度 $D \leq 2.5$ 时，透过底片评定范围内的亮度不低于 30cd/m^2 。

b) 当底片评定范围内的黑度 $D > 2.5$ 时，透过底片范围内的亮度不低于 10cd/m^2 。

4.10.4 观片灯应有观察底片黑度为 4.0 以上的光亮度。漫射光亮度应可调，并应满足表 3 的规定。对不需要观察或透光量过强的部分，应采用适当的遮光板以屏蔽强光。

表 3 观片亮度

单位： cd/m^2

底片黑度	观片灯亮度	透过底片照明亮度
1.0	300	≥ 30
1.5	1000	
2.0	3000	
2.5	10000	
3.0	10000	≥ 10
3.5	30000	
4.0	100000	

4.10.5 底片评定范围的宽度应根据协议要求或附录 C。

4.11 底片质量

4.11.1 底片上，定位和识别标记影像应显示完整、位置正确。

4.11.2 底片评定范围内的黑度 D 应符合表 4 规定。

透照双壁单影或其他截面厚度变化大的铸件时，AB 级最低黑度允许降至 1.5；B 级最低黑度可降至 2.0。

采用多胶片方法时，单片观察的黑度应符合表 4 要求。双片叠加观察仅限于 A 级，叠加观察时，单片的黑度应不低于 1.3。

表 4 底片黑度的有效范围

级 别	底片黑度的有效范围
A	1.2~4.0
AB	2.0~4.0
B	2.3~4.0

对评定范围内的黑度 $D > 4.0$ 的底片，如有计量检定报告证明所用观片灯在底片评定范围内的亮度能够满足 4.10.3 的要求，允许进行评片。

4.11.3 底片的像质计灵敏度

底片的像质计灵敏度用式 (4) 表示：

$$K = (d/t) 100\% \dots\dots\dots (4)$$

式中：

K ——以百分数表示的射线照相灵敏度；

d ——射线照相底片上可辨认到的最细钢丝直径，单位为 mm；

t ——铸钢件被透照处的壁厚，单位为 mm。

4.11.4 射线照相灵敏度分为 A 级、AB 级和 B 级，按表 5 的规定。

表 5 射线照相灵敏度级别

透照厚度 mm	级 别		
	A	AB	B
	灵敏度 (%)		
≤ 50	≤ 2.0	≤ 2.0	≤ 1.5
> 50	≤ 2.0	≤ 1.5	≤ 1.0

5 射线底片缺陷分类和评定方法

5.1 缺陷分类及尺寸测定

5.1.1 底片上铸造缺陷分为气孔、夹砂和夹渣、缩孔和缩松、内冷铁未熔合和裂纹等五类。底片上补焊区缺陷的气孔可看作为铸造缺陷的气孔评定，而补焊区缺陷的夹渣、未溶合、未焊透可看作铸造缺陷的夹渣来评定。

5.1.2 缺陷尺寸是按底片上缺陷景象的大小来测定的。对缩孔只测定每个缺陷明显部分的尺寸，而不包括周围模糊阴影部分的尺寸。当两个以上缺陷在底片上部分重叠时，应分别测定其尺寸。

5.1.3 当缺陷与评定区（视野）边界相接时，应把它划入该评定区内计算点数。

5.2 气孔、夹砂和夹渣类的缺陷等级

5.2.1 在底片上选取以缺陷点数量多的区域为评定区。评定区的大小及缺陷的最大允许点数按表 6、表 7 的规定。

表 6 评定区的大小及气孔的最大允许点数

缺陷等级	透 照 厚 度 mm						
	≤ 10	> 10~20	> 20~40	> 40~80	> 80~120	> 120~200	> 200~300
	评 定 区 (直径) mm						
	20	30	50	50	70	70	100
气 孔 的 最 大 允 许 点 数							
1	3	4	6	8	10	12	14
2	4	6	10	16	19	22	25
3	6	9	15	24	28	32	40
4	9	14	22	32	38	42	60
5	14	21	32	42	49	56	80
6	缺陷点数超过 5 级者；缺陷尺寸超过壁厚 1/2 或 15mm 者						

表 7 评定区的大小及夹砂、夹渣的最大允许点数

缺陷等级	透 照 厚 度						
	mm						
	≤10	>10~20	>20~40	>40~80	>80~120	>120~200	>200~300
	评 定 区 (直径)						
mm							
	20	30	50	50	70	70	100
夹砂和夹渣的最大允许点数							
1	5	8	12	16	20	24	28
2	7	11	17	22	28	34	42
3	10	16	23	29	36	44	55
4	14	23	30	38	46	54	76
5	21	32	40	50	60	70	90
6	缺陷点数超过 5 级者: 缺陷尺寸超过 30mm 者						

5.2.2 单个缺陷的点数, 应根据缺陷大小按表 8 和规定。但小于表 9 规定的缺陷可不计算缺陷点数。

表 8 单个缺陷的点数

缺陷尺寸 mm	≤2.0	>2.0~4.0	>4.0~6.0	>6.0~8.0	>8.0~10.0
缺陷点数	1	2	3	5	8
缺陷尺寸 mm	>10.0~15.0	>15.0~20.0	>20.0~25.0	>25.0~30.0	>30.0~60.0
缺陷点数	12	16	20	40	90

表 9 不计点数的缺陷最大允许尺寸

单位: mm

缺陷等级	透 照 厚 度						
	≤10	>10~20	>20~40	>40~80	>80~120	>120~200	>200~300
	不计点数的缺陷最大尺寸						
1	0.4	0.7	1.0		1.5		
2~6	0.7	1.0	1.5		2		

5.2.3 两个及两个以上缺陷的点数是评定区内各缺陷点数的总和。可分别按表 6 和表 7 评定, 但一级所允许的最大气孔、夹砂和夹渣尺寸分别不得超过表 10 和表 11 的规定。

表 10 一级缺陷允许的最大气孔尺寸

单位: mm

透照厚度	≤10	>20~20	>20~40	>40~80	>80~120	>120~200	>200~300
气孔最大尺寸	3.0		4.0	5.0	7.0	9.0	10.0

表 11 一级缺陷允许的最大夹砂和夹渣尺寸

单位: mm

透照厚度	≤10	>20~20	>20~40	>40~80	>80~120	>120~200	>200~300
夹砂和夹渣的最大尺寸	6.0		8.0	10.0	14.0	18.0	20.0

5.3 缩孔类的缺陷等级

5.3.1 在底片上选取缺陷的长度或面积的最大部位为评定区。评定区的大小及缺陷的最大允许尺寸按表 12 或表 13 的规定。

表 12 条状缩孔缺陷的最大允许长度

单位: mm

缺陷等级	透 照 厚 度						
	≤10	>10~20	>20~40	>40~80	>80~120	>120~200	>200~300
	评 定 区 (直径)						
	50		70			100	
条状缩孔缺陷的最大允许长度							
1	12	18	30		50	60	
2	23	36	63		110	120	
3	45	63	110		145	160	
4	75	100	150		180	200	
5	100	145	230		250	270	
6	长 度 超 过 5 级 者						

表 13 树枝状缩孔缺陷的最大允许面积

缺陷等级	透 照 厚 度						
	mm						
	≤10	>10~20	>20~40	>40~80	>80~120	>120~200	>200~300
	评 定 区 (直径)						
mm							
50		70			100		
树枝状缩孔缺陷的最大允许面积							
mm ²							
1	250 (1000)	600 (1600)	800		1000	1600	
2	450 (2000)	900 (3000)	1350		2000	3600	
3	800 (3000)	1650 (5000)	2700		3000	5000	
4	1600 (6000)	2700 (9000)	5400		8000	9000	
5	3600 (10000)	6300 (16000)	9000		12000	14000	
6	长 度 超 过 5 级 者						

5.3.2 缩孔类缺陷根据形状可分成条状缩孔、树枝状缩孔和大面积缩松。

5.3.3 条状缩孔缺陷长度的计算：一个条状缩孔是以缩孔的最大长度为缺陷长度；两个及两个以上条状缩孔是以各个缩孔长度之和为缺陷长度。当缩孔正处在评定区边界线上时，也应包括缺陷在线外的部分。

5.3.4 树枝状缩孔缺陷面积的计算：一个树枝状缩孔是以缺陷的最大长度和与它正交的最大宽度相乘的积为缩孔的缺陷面积；两个及两个以上树枝状缩孔是以各个缩孔面积之和做为缺陷面积。当缩孔正处在评定区边界线上时，也应包括缺陷在线外的部分。

5.3.5 当评定区内同时存在树枝状缩孔和条状缩孔时，则把条状缩孔当作树枝缩孔来评定，其长度按条状缩孔之长，而宽度以长度的三分之一计算。

5.3.6 大面积缩松缺陷是以缺陷的最大长度和与它正交的最大宽度相乘的积来计算的。

5.3.7 缩孔类缺陷的等级，应根据评定区内缺陷长度或面积进行评定。但小于表 14 规定的缩孔可不以缺陷计。

5.3.8 条状缩孔根据评定区内缺陷长度的总和按表 12 评定；树枝状缩孔根据评定区内缺陷面积的总和按表 13 评定；大面积缩松根据评定区内缺陷面积的总和按表 13 中括号内数值评定。

表 14 缩孔类缺陷不作评定的最大尺寸

>缺陷 等级	透 明 厚 度						
	mm						
	≤10	>10~20	>20~40	>40~80	>80~120	>120~200	>200~300
缩孔类缺陷不作评定的最大尺寸							
1	条状 mm	5.0					
	树枝状 mm ²	10.0					
2~6	条状 mm	5.0			10.0		
	树枝状 mm ²	30.0			40.0		

5.3.9 底片上存在的裂纹（热裂纹和冷裂纹）、内冷铁未熔合和泥芯撑未熔合一律定为 6 级。

5.4 缺陷的综合评级

5.4.1 在评定区内，同时存在两类或两类以上缺陷时应首先按缺陷种类分别进行等级评定，然后按 5.4.2~5.4.4 给定的方法进行综合评级。

5.4.2 在评定区内，同时存在两类或两类以上且等级不同的缺陷时，取其中的最低等级定为综合评定等级。

5.4.3 在评定区内，同时存在两类或两类以上且等级相同的缺陷时，其综合评定等级应降低一级。对于同时存在两类或两类以上 1 级缺陷的情况，当缺陷的点数、长度或面积都超过允许值的 1/2 时，应将其定为 2 级。但是对于按表 10 或表 11 的规定而定为 2 级的缺陷，或按表 9 和表 14 的规定不计缺陷的最大尺寸超出 1 级的适用范围而定为 2 级的缺陷，即使与某个其他 2 级缺陷混在一起，其综合等级仍定为 2 级。

5.4.4 当评片者认为缺陷有安全性危害时，可判为不合格。

6 验收要求

6.1 铸钢件不允许有裂纹及内冷铁缺陷存在。铸钢件的射线检测验收合格等级应不低于表 15 的规定。

表 15 铸钢件的射线检测验收合格等级

缺陷类型	壁 厚	
	mm	
	<51	≥51
	合 格 等 级 ≥	
气 孔	2	3
夹砂和夹渣	3	
缩孔、缩松	2（线状），3（树枝状）	

6.2 与管道焊接连接的阀门，即焊接接口的验收等级，应提高一级或根据供需双方协议执行。

6.3 供需双方有协议时，铸钢件的射线检验等级按协议执行。同一铸件的不同部位，可选择不同的级别；同一部位，对于不同类型的缺陷，也可选择不同的级别。

6.4 推荐的检测部位见附录 C。

6.5 经射线检测不合格的铸钢件，可根据缺陷补焊的有关规定进行补焊，焊补区应按本标准再次进行检测和按表 15 验收。

7 射线照相检测的记录

射线照相检测时记录如下内容：

- a) 铸钢件名称、制造厂家；
- b) 检测日期、编号；
- c) 材料、透照厚度及部位；
- d) 检测仪器名称、焦点、焦距、管电压、管电流、曝光时间、射线源种类及强度；
- e) 胶片种类、增感方式及暗室处理条件；
- f) 射线照相灵敏度和底片黑度；
- g) 缺陷等级分类结果；
- h) 定位图及用户要求的项目等；
- i) 检验和审核人员签名（包括检验日期、审核日期、单位盖章）。

附录 A
(资料性附录)
工业射线胶片系统的特性指标

工业射线胶片系统的主要特性指标见表A.1。

表 A.1 胶片系统的主要特性指标

胶片系统 类别	感光速度	特性曲线 平均梯度	感光乳剂粒度	梯度最小值		颗粒度最大值	(梯度/颗粒度)最小值
				$G \min$		$\sigma \max$	$(G/\sigma D) \min$
				$D=2.0$	$D=4.0$	$D=2.0$	$D=2.0$
T1	很慢	高	微粒	4.3	7.4	0.018	270
T2	慢	较高	细粒	4.1	6.8	0.028	150
T3	中速	中	中粒	3.8	6.4	0.032	120
T4	快	低	粗粒	3.5	5.0	0.039	100

注：表中的黑度 D 均指不包括灰雾度的净黑度。

附录 B
(规范性附录)
阀门受压铸钢件射线照相重点检测部位

B.1 概论

阀门受压铸钢件的射线照相检测范围，一般应根据阀门的验收标准、阀门铸钢件验收标准或用户指定的部位确定。但是在没有明确检测部位的情况下而又需要做射线照相检测时，本附录以阀体为例给出了几种常用阀门的射线照相检测范围。

B.2 焊接式阀门

焊接式阀门，是指与管道连接为焊接形式的阀门。

图中标A的部位为检测部位。有效范围取 $3t$ 和70mm两者中的数值大者。 t 为照相检验部位壁厚。

- a) 闸阀阀体见图B.1;
- b) Y形截止阀阀体见图B.2;
- c) 角阀体见图B.3;
- d) 下弯头见图B.4;
- e) 闸阀阀体(法兰阀盖)见图B.5;
- f) 截止阀阀体(法兰阀盖)见图B.6;
- g) 蝶阀阀体见图B.7;
- h) 旋塞阀阀体见图B.8;
- i) 蝶形盖板见图B.9;
- j) 平盖板见图B.10。

B.3 法兰式阀门

法兰式阀门，是指与管道连接为法兰形式的阀门。

- a) 根部，有效范围 $3r$ 和70mm两者中数值大者，但因条件所限达不到时，可根据具体情况而定；
- b) 其他部位同B.2。

B.4 其他

- a) 根据铸造工艺确定的易出现缺陷的部位；
- b) 通过各种检测发现有严重缺陷的部位，焊补后也做射线照相检测；
- c) 用户或有关标准要求的部位。

B.5 需进行放射线探伤铸件的典型剖面如下

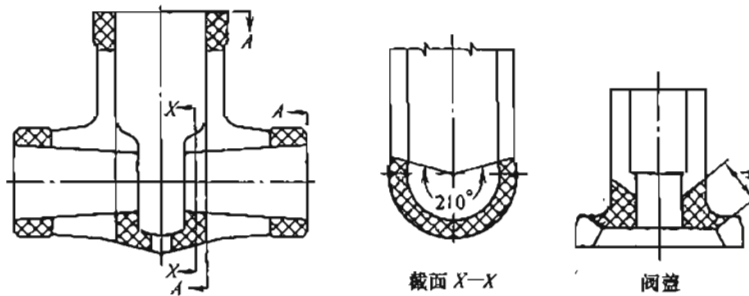


图 B.1 闸阀阀体（压力密封阀盖）

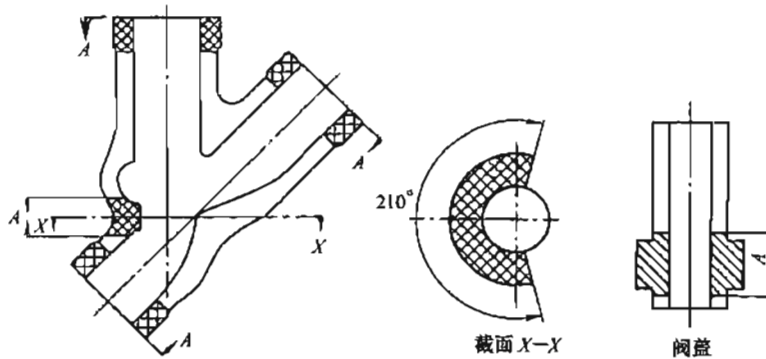


图 B.2 Y形截止阀阀体（压力密封阀盖）

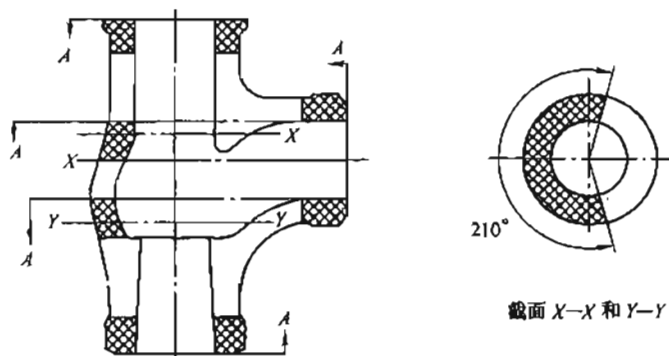


图 B.3 角阀体（压力密封阀盖）阀盖与 Y 形截止阀同

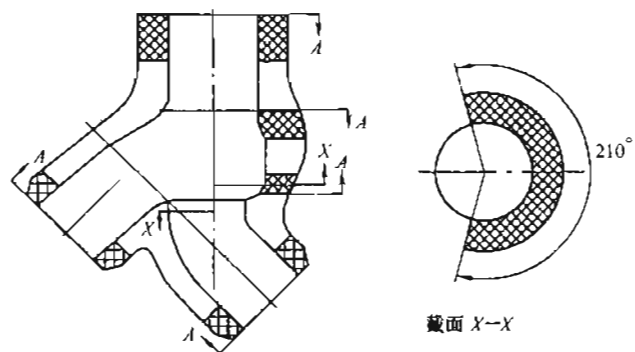


图 B.4 下弯头 (压力密封阀盖)

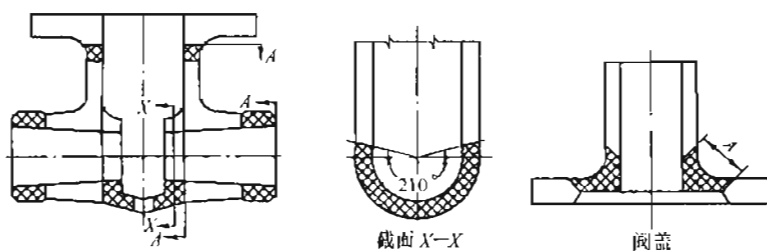


图 B.5 闸阀阀体 (法兰阀盖)

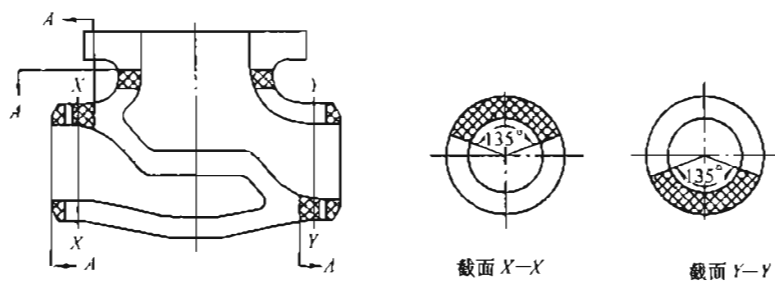


图 B.6 截止阀阀体 (法兰阀盖)

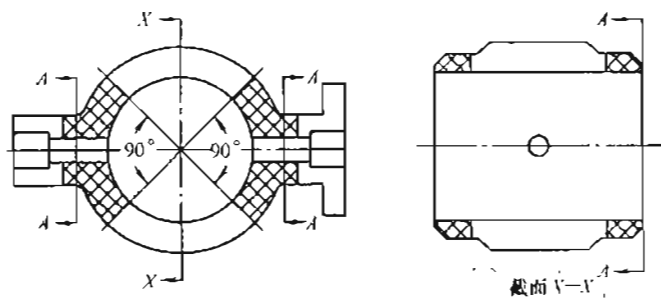


图 B.7 蝶阀阀体

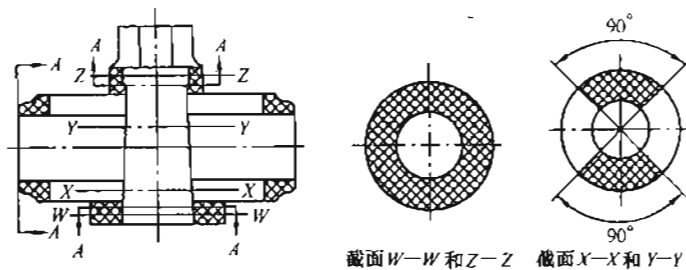


图 B.8 旋塞阀阀体

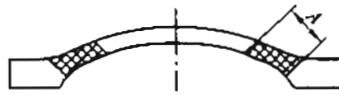


图 B.9 碟形盖板



图 B.10 平盖板

附录 C

(规范性附录)

确定射线源到铸钢体最小距离 (f) 的方法

C.1 有效焦点尺寸 d 按附录 E 计算办法计算。

C.2 按已知焦点有效尺寸 d 和工作表面至胶片距离 b ，在图 C.1 和图 C.2 中分别求出 A 级、B 级和 AB 级的 f 值。

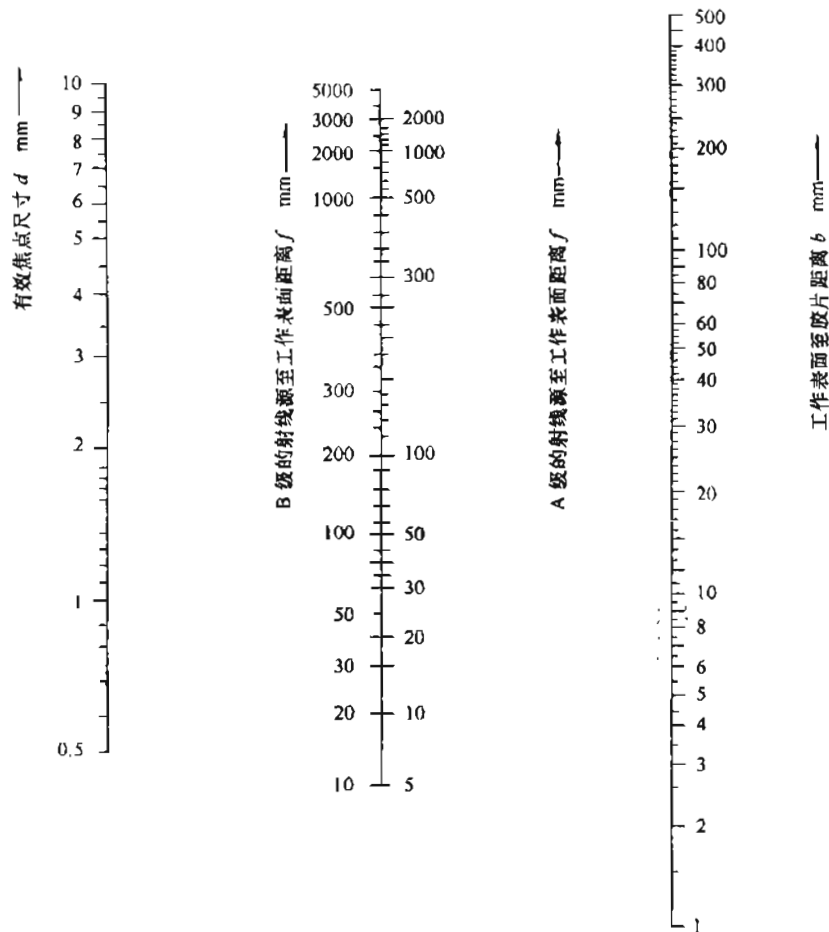


图 C.1 A 级和 B 级射线检测技术确定焦点至工作表面距离的诺模图

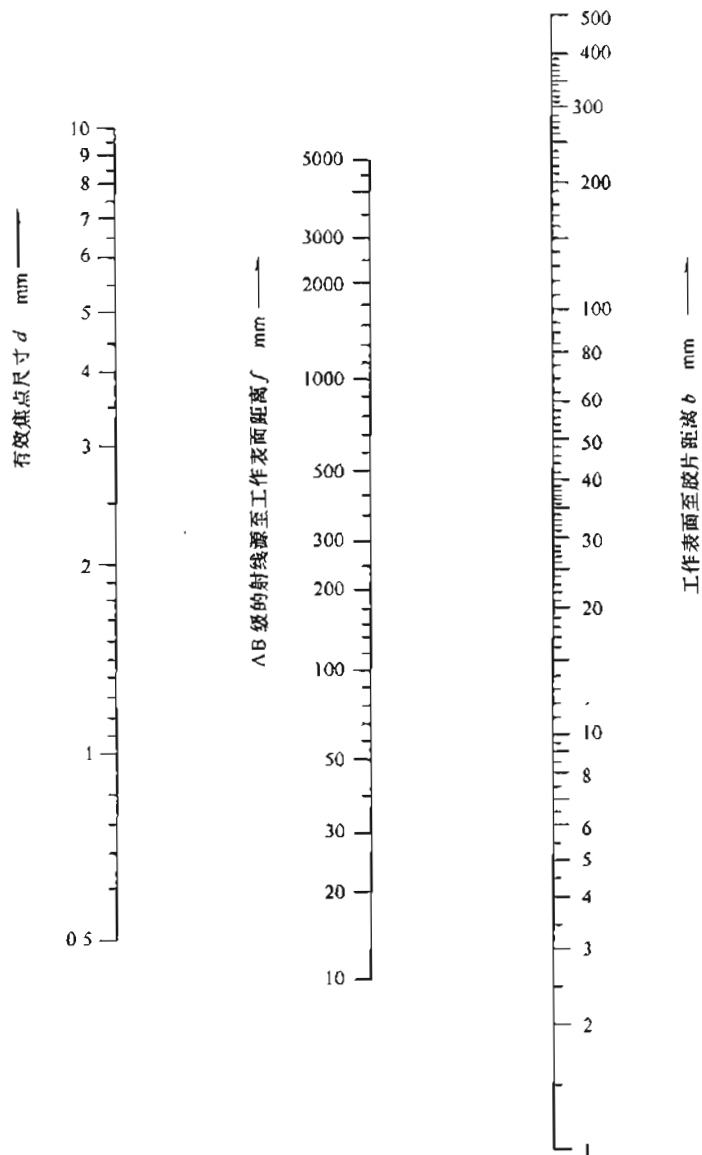


图 C.2 A、B 级射线检测技术确定焦点至工作表面距离的诺模图

附录 D

(资料性附录)

黑度计 (光学密度计) 定期校验方法

D.1 黑度计校验的一般规定

黑度计可按照生产厂推荐的方法或按D.2规定的方法效验。

D.2 黑度计效验步骤

D.2.1 接通黑度计外电源和测量开关, 预热10min左右。

D.2.2 用标准黑度片 (密度片) 的零黑度点 (区) 校准黑度计零点, 校准后顺次测量黑度片上不同黑度的各点的黑度, 记录测量值。

- D.2.3 按D.2.2的规定反复测量三次。
- D.2.4 计算出各点测量值的平均值，以平均值与黑度片该点的黑度值之差作为黑度计的测量误差。
- D.2.5 对黑度不大于4.5的各点的测量误差均不应超过±0.05,否则黑度计校准、修理或报废。
- D.2.6 所使用的标准黑度片至少应每两年送计量单位检定一次。

附录 E
(规范性附录)
焦点尺寸计算办法

E.1 焦点尺寸计算

射线源焦点性状按如图E.1所示划分为正方形、长方形、圆形、椭圆形四类，其有效焦点尺寸 d 分别按式(E.1)、式(E.2)、和式(E.3)计算。

正方形焦点：

$$d = a \dots\dots\dots (E.1)$$

长方形、椭圆形焦点：

$$d = (a + b) / 2 \dots\dots\dots (E.2)$$

圆形焦点：

$$d = d \dots\dots\dots (E.3)$$

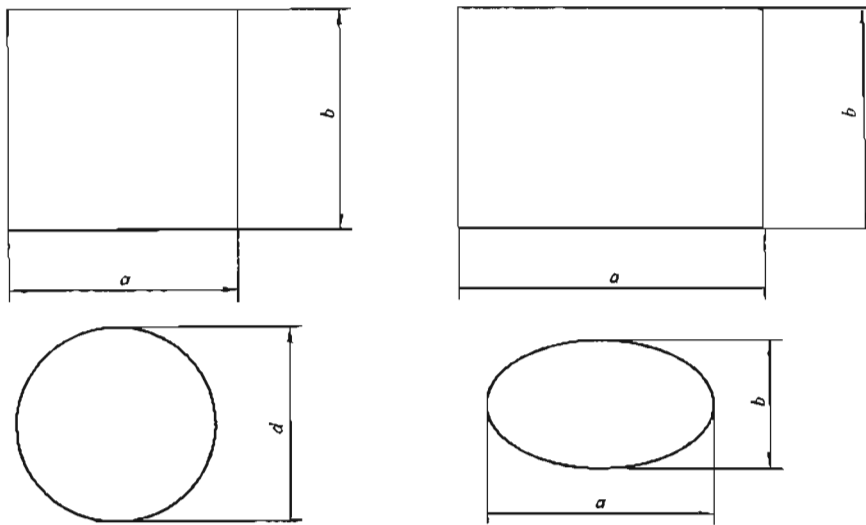


图 E.1 焦点形状分类

附录 F
(规范性附录)
专用像质计的型式和规格

F.1 专用像质计的样式

专用像质计的样式如图F.1所示，丝的数目一般为五根，有特殊要求时也可为三根。

F.2 专用像质计的形式、规格和材料

专用像质计的形式、规格和材料等应符合3.6的规定。

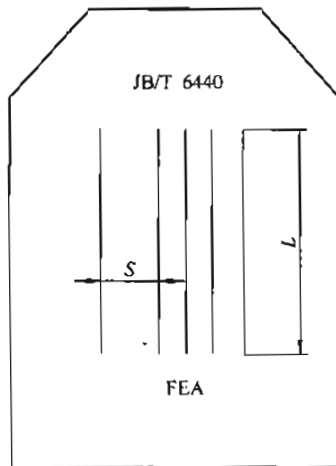


图 F.1 专用像质计的基本样式

附录 G
(规范性附录)
搭接标记的摆放位置

搭接标记的摆放位置应符合图G.1~图G.5所示的规定。

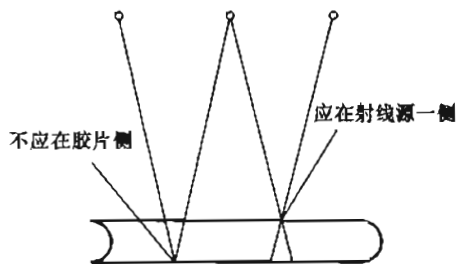


图 G.1 平面铸件

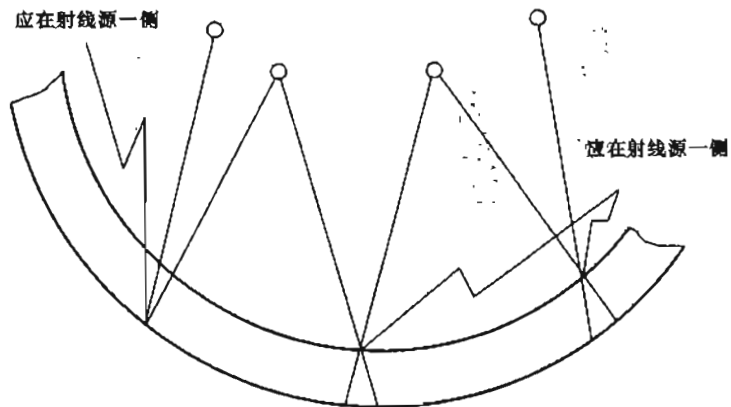


图 G.2 射线源到胶片距离 f 小于曲面工件的曲线半径

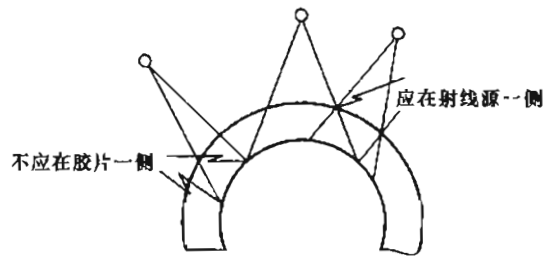


图 G.3 凸面轴向射线源的曲面部件

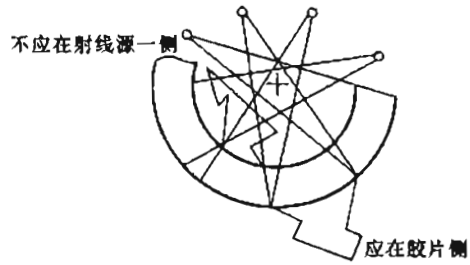


图 G.4 射线到胶片距离 f 大于曲面工件的曲率半径

两种都可以采用的位置标记

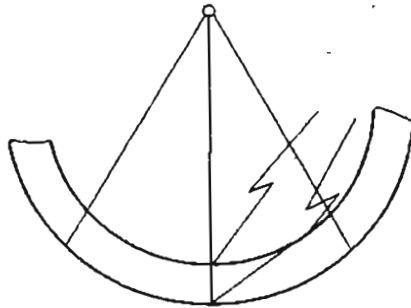


图 G.5 射线源在曲面工件的曲率中心