

受控文件

现行有效

ICS 45.060

S 39

ZJZ (JP) 313-704028-2003

副本

TB

中华人民共和国铁道行业标准

TB/T 3105.1—2009

铁道货车铸钢摇枕、侧架无损检测 第1部分：射线照相检验

Nondestructive testing of cast steel bolsters
and side frames for railway freight car
Part 1: Radiographic testing

2009-11-11 发布

2010-05-01 实施

中华人民共和国铁道部 发布

目 次

前 言	II
1 范 围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 人员要求	2
5 辐射防护	2
6 射线照相装置	2
7 射线照相方法	3
8 射线底片标志	8
9 胶片处理及底片质量	8
10 检验规则	8
11 底片缺陷分类和缺陷评定	8
12 质量评定	8
13 检验记录	11
附录 A(规范性附录) 各型号摇枕、侧架 A 部位、B 部位射线照相布片位置示意图	12
附录 B(规范性附录) 确定射线源到铸钢件最小距离(f)的方法	16

前 言

TB/T 3105《铁道货车铸钢摇枕、侧架无损检验》分为以下三个部分：

——第1部分：射线照相检验；

——第2部分：超声波检验；

——第3部分：磁粉检验。

本部分为 TB/T 3105 的第1部分。

本部分的附录 A、附录 B 为规范性附录。

本部分由南车戚墅堰机车车辆工艺研究所有限公司提出并归口。

本部分负责起草单位：南车戚墅堰机车车辆工艺研究所有限公司。

本部分参加单位：南车戚墅堰机车有限公司、北车集团齐齐哈尔轨道交通装备有限责任公司。

本部分主要起草人：陆宣国、万升云、蒋田芳。

铁道货车铸钢摇枕、侧架无损检测

第1部分:射线照相检验

1 范围

TB/T 3105 的本部分规定了铁道货车铸钢摇枕、侧架 A 部位、B 部位区域的 X 射线和 γ 射线照相检验的人员要求、辐射防护、射线照相装置、射线照相方法、射线底片标志、胶片处理及底片质量、检验规则、底片缺陷分类与缺陷评定、质量评定及检验记录等要求。

本部分适用于铁道货车铸钢摇枕、侧架内部缺陷的射线照相检验。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 TB/T 3105 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,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部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

- 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 射线卫生防护要求
- TB/T 3012—2006 铁道货车铸钢摇枕、侧架技术条件
- TB/T 3211 机车车辆用铸钢件射线照相检验参考图谱
- JB/T 7902—1999 线型像质计
- JB/T 7903—1999 工业射线照相底片观片灯
- JB/T 9215—1999 控制射线照相图像质量的方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于 TB/T 3105 的本部分。

3.1

X 射线 X-rays

穿透性电磁辐射,波长范围大约为 $0.000\ 1\ \text{mm} \sim 1\ \text{mm}$,由高速电子撞击金属靶产生。

[GB/T 12604.2—2005/ISO 5576:1997,定义 2.129]

3.2

γ 射线 γ -rays

伽玛射线 gamma rays

由特定放射性材料发射的电磁电离辐射。

[GB/T 12604.2—2005/ISO 5576:1997,定义 2.61]

3.3

焦距 focus-to-film-distance (ffd)

用于射线照相曝光的 X 射线管焦点到胶片的最短距离。

[GB/T 12604.2—2005/ISO 5576:1997,定义 2.58]

3.4

曝光曲线 exposure chart

显示用给定质量的射线束,对特定材料不同厚度进行射线照相曝光时间的曲线。

[GB/T 12604.2—2005/ISO 5576:1997,定义 2.42]

3.5

像质计 image quality indicator

由一系列不同等级厚度元件组成的器件,它能测量所获得的像质,像质计的元件通常是丝线或有孔的阶梯。

[GB/T 12604.2—2005/ISO 5576:1997,定义 2.75]

3.6

金属屏 metal screen

由高密度金属(通常是铅)组成的屏,这种金属在 X 射线或 γ 射线照射下可过滤射线并发射电子。

[GB/T 12604.2—2005/ISO 5576:1997,定义 2.86]

3.7

射线照相胶片 radiographic film

由一层透明片基,通常两面涂有对射线敏感的乳剂组成的胶片。

[GB/T 12604.2—2005/ISO 5576:1997,定义 2.130]

3.8

暗盒 cassette

刚性或柔性的不透光包装物,曝光时用于安放射线照相胶片或相纸,可带有增感屏。

[GB/T 12604.2—2005/ISO 5576:1997,定义 2.15]

3.9

单壁单影 single wall penetration

胶片置于铸件被透照部位的内表面,射线穿透一层壁厚的透照方式。

3.10

双壁单影 double wall penetration

胶片置于铸件外表面,而射线穿透两层壁的透照方式。

4 人员要求

4.1 从事射线检验人员,上岗前应取得放射工作人员证,并具有铁道行业无损检测射线 II 级(含 II 级)以上技术资格证书。

4.2 从事射线检验人员,应熟悉各型号摇枕、侧架 A 部位、B 部位照相区域及胶片的布置方式。

4.3 射线检验人员,未经矫正或经矫正的近(距)视力或远(距)视力不应低于 5.0(小数记录值为 1.0),测试方法应按 GB 11533—1989 的规定。评片人员每年应检查一次视力。

5 辐射防护

5.1 X 射线照相曝光场,应具备必要的防护措施。室外曝光,应划定控制区和操作区,设立警告标志。辐射防护应符合 GB 16357—1996 的有关规定,作业人员应佩带个人剂量计。

5.2 γ 射线照相曝光场,应根据射线源的强度,设定距离或厚度(铅)屏蔽防护,并应符合 GB 18465—2001 的规定;应划定控制区和监督区,设立警示标志,作业人员应在控制区外操作,并佩带个人剂量计。

6 射线照相装置

6.1 X 射线、 γ 射线检测设备应具有 60 mm(钢)的穿透能力。

6.2 摇枕、侧架射线照相装置应具备具有吊装、夹持、翻转功能的机械工装,并确保检验时射线束中心垂直于摇枕、侧架 A 部位、B 部位相应透照位置。摇枕、侧架的 A 部位、B 部位区域的划分按

TB/T 3012—2006附录 C 的规定。

7 射线照相方法

7.1 像质计

射线照相底片影像质量采用线型像质计表示。线型像质计的型号和规格应符合 JB/T 7902—1999 的规定。

7.2 射线检验技术等级选择

射线照相质量采用 JB/T 9215—1999 中的 A 级(普通级),被透照部位应达到的像质计指数见表 1。

表 1 像质计的选用

单位为毫米

要求达到的像质指数	线直径	透照厚度 t
		A 级
12	0.25	$8 < t \leq 10$
11	0.32	$10 < t \leq 16$
10	0.40	$16 < t \leq 25$
9	0.50	$25 < t \leq 32$
8	0.63	$32 < t \leq 40$
7	0.80	$40 < t \leq 60$
6	1.00	$60 < t \leq 80$

注:像质计的代号为(Fe)碳钢。

7.3 射线源的选择

7.3.1 X 射线照相在保证穿透力的前提下,应尽可能选用较低的管电压,不同部位照相厚度允许采用的最高 X 射线管电压可参照图 1。

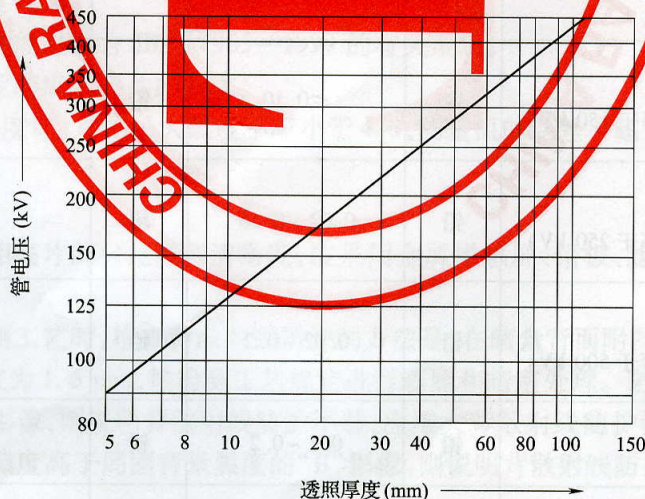


图 1 管电压与透照厚度的关系

7.3.2 γ 射线源(如表 2 所示)根据 A 级照相质量要求和透照厚度选择。采用源置内中心单壁单影或源置外双壁单影,其影像质量应满足 7.2 规定的像质指数。

表 2 γ 射线源透照厚度

射线源	透照厚度 mm
Ir^{192}	20 ~ 100
Co^{60}	40 ~ 200

7.4 胶片和增感屏

7.4.1 胶片应根据摇枕、侧架 A 部位、B 部位的影像质量要求选择。推荐选用 T3、T4 型胶片,胶片的主要特性如表 3 所示。

7.4.2 射线检验一般使用金属增感屏,增感屏的选用应符合表 4 的规定。

7.4.3 增感屏、胶片、暗盒应与被照相部位的尺寸相适应,在照相过程中始终保持贴紧。以转 K6 型转向架为例,摇枕、侧架 A 部位、B 部位增感屏、胶片尺寸推荐选用如表 5 所示的尺寸。其他型号转向架的摇枕、侧架按其 A 部位、B 部位配置相应尺寸的增感屏、胶片、暗盒。

表 3 胶片的主要特性

胶片类型	感光速度	特性曲线平均梯度	感光乳剂粒度
T3	中等速度	中	中等颗粒
T4	快速	低	较大颗粒

表 4 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 (≤ 100 kV)	铅	不用或 ≤ 0.03	铅	不用或 ≤ 0.03
X 射线 (电压大于 100 kV, 小于等于 150 kV)	铅	≤ 0.10	铅	≤ 0.15
X 射线 (电压大于 150 kV, 小于等于 250 kV)	铅	0.02 ~ 0.15	铅	0.02 ~ 0.15
X 射线 (电压大于 250 kV, 小于等于 500 kV)	铅	0.02 ~ 0.2	铅	0.02 ~ 0.2
Ir^{192}	铅	0.1 ~ 0.2	铅	0.1 ~ 0.2
Co^{60}	钢或铜	0.25 ~ 0.7	钢或铜	0.25 ~ 0.7
	铅	0.5 ~ 2.0	铅	0.5 ~ 2.0

表5 转 K6 型转向架摇枕、侧架 A 部位、B 部位增感屏、胶片推荐尺寸

名 称	部 位	片 号	尺 寸 mm × mm
摇枕	A	AL1/AL3/AR1/AR3	60 × 200
		AL2/AR2	150 × 360
		AM	80 × 360
	B	BL3/BR3	80 × 200
		BL1/BL2/BI4/BI5	80 × 360
		BR1/BR2/BR4/BR5	80 × 360
侧架	A	CAL1/CAL3/CAR1/CAR3	80 × 150
		CAL2/CAR2	120 × 150
	B	B1/B3/B10/B12	60 × 200
		B2/B11	130 × 200
		B4/B6/B7/B9	80 × 360
		B8/B5	130 × 300

7.5 射线源至铸件表面的最小距离

射线源至铸件最小距离(f)加上铸件透照厚度(t),为所需的焦距(F)值,可按附录 B 中的任意一种方法确定。如因透照部位条件所限,达不到附录 B 的要求时,需满足 7.2(射线照相质量)和 9.3(黑度 D)的要求。

7.6 曝光量

7.6.1 对每台在用 X 射线设备应作出曝光曲线,依据曝光曲线确定曝光参数,并作好记录。

7.6.2 X 射线照相,当焦距为 700 mm 时,曝光量推荐值为不小于 15 mA · 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换算修正。

7.6.3 采用 γ 射线照相,总的曝光时间不应少于输送源往返所需时间的 8 倍~10 倍。

7.7 观片灯和光学密度计

7.7.1 观片灯的主要性能应符合 JB/T 7903—1999 的有关规定。

7.7.2 观片灯最大亮度应满足评片的要求。

7.7.3 光学密度计(黑度计)可测最大黑度不应小于 4.0,测量值的误差不超过 ± 0.05 读数,并配备标准密度片进行校正。

7.8 散射线屏蔽

7.8.1 为提高射线照相底片的对比度和清晰度,应采用金属增感屏、铅板、滤波板等有效的方法对散射线进行屏蔽。

7.8.2 对初次制定检测工艺时,检查背散射线防护的方法是:在暗盒背面附“B”铅字标记,“B”铅字的高度宜为 13 mm,厚度宜为 1.6 mm,按检测工艺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”影像,则说明背散射线防护符合要求。

7.9 透照方式及布片

7.9.1 透照前应按不同型号的摇枕、侧架形状尺寸、透照部位测绘布片,满足 7.4.3 的规定,制定透照工艺。摇枕、侧架的布片位置见附录 A。

7.9.2 各部位的射线透照方向以最小壁厚方向为透照方向(单壁单影)。由于设备原因,不可能垂直于透照方向时,可选择其他方向透照,如:射线源偏心式。

7.9.3 透照厚度是指摇枕、侧架 A 部位、B 部位的图样标称尺寸厚度,当厚度不能确定时,应采用制图方法或超声波测厚仪来确认。

7.9.4 以转 K6 型转向架摇枕为例,A 部位、B 部位宜采用外透照方式,射线源置于铸件的外部垂直于透照部位,如图 2 所示。摇枕 A 部位、B 部位腹部两侧侧面单壁单影如图 3 所示。

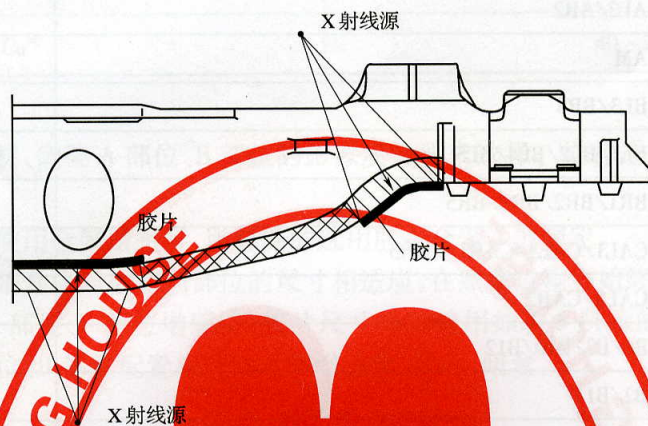


图 2 摇枕单壁单影和双壁单影示意

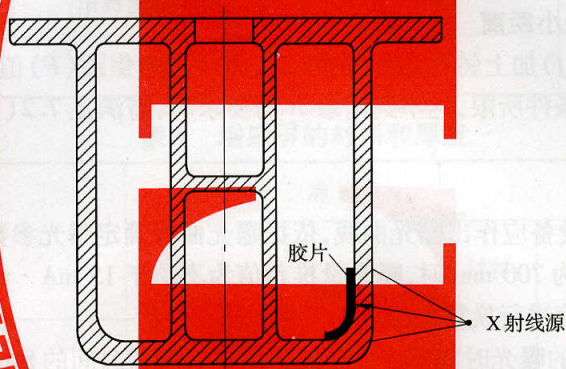


图 3 摇枕 A 部位、B 部位腹部两侧侧面单壁单影示意

7.9.5 以转 K6 型转向架侧架为例,A 部位透照布置方法按如图 4、图 5、图 6 所示,B 部位透照布置如图 7、图 8 所示。

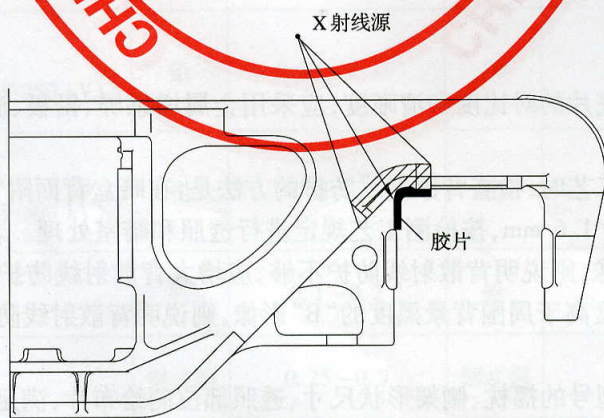


图 4 侧架 A 部位双壁单影示意

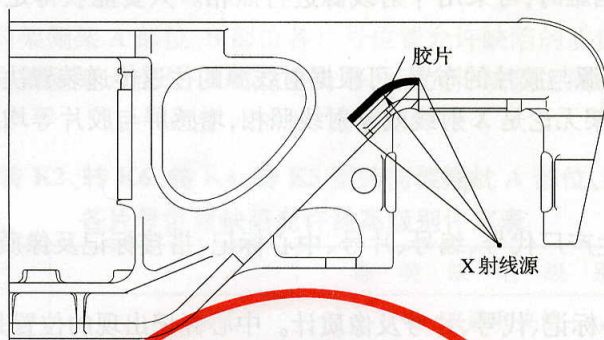


图5 侧架 A 部位单壁单影示意

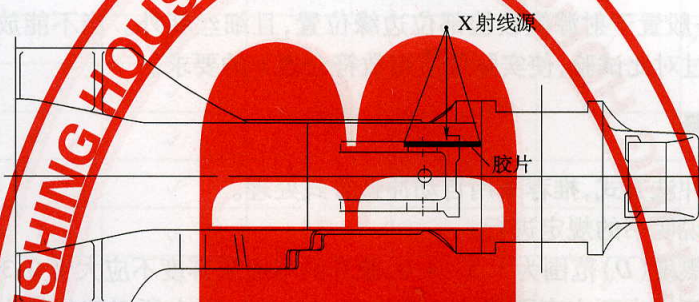


图6 侧架 A 部位单壁单影示意

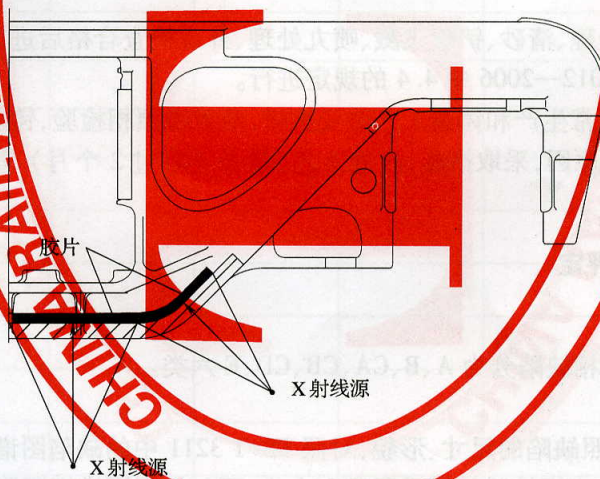


图7 侧架 B 部位单壁单影示意

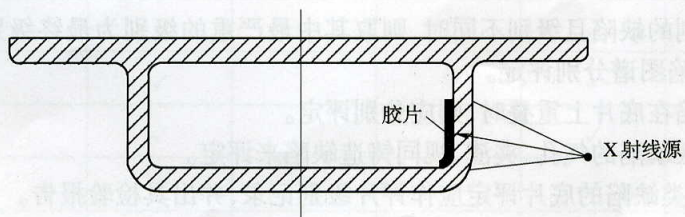


图8 侧架 B 部位两侧单壁单影示意

7.9.6 当选用 X 射线有困难时,可采用 γ 射线源进行照相。只要能获得足够的影像质量,不受 γ 射线源种类的限制。

7.9.7 γ 射线照相各部位源与胶片的布置,可根据射线源的往返传递装置决定。

7.9.8 各型号的摇枕、侧架无论是 X 射线或 γ 射线照相,增感屏与胶片等均应符合 7.4.3 的要求。

8 射线底片标志

8.1 透照底片标志应由生产厂代号、编号、片号、中心标记、搭接标记及像质计组成。标识数字、拼音字母一般用铅制作。

8.2 底片上至少应有中心标记、代号、片号及像质计。中心标记出现的位置是指一个部位的透照区域中心,用“+”表示。搭接标记是透照部位的有效区域,在相邻区域之间放置的标记,用“↑”表示。若布置标识有困难时,采用绘图方法作出部位的透照记录。

8.3 像质计的放置:一般置于射源侧被检部位边缘位置,且细丝朝外。当不能放在射源一侧时,才可放在胶片一侧,但应通过对比试验,使实际像质指数符合表 1 的要求。

9 胶片处理及底片质量

9.1 采用自动或手工冲洗方式,推荐采用自动冲洗方式处理。

9.2 胶片处理按胶片说明书的规定进行。

9.3 底片评定区内的黑度(D)范围为 1.5~4.0;胶片的本底灰雾度不应大于 0.30。

9.4 底片的有效评定区域内不应有因胶片处理不当或贴片过程中所引起的静电斑点、划痕等妨碍底片评定的伪缺陷。

10 检验规则

10.1 摇枕、侧架应在热处理、清砂、铲除飞溅、喷丸处理、外观检查合格后进行。

10.2 检验比例按 TB/T 3012—2006 中 4.4 的规定进行。

10.3 无论是首批抽样、正常生产和铸造工艺改变抽样,经射线照相检验,铸造缺陷超过表 6、表 7、表 8 规定的级别,则应分析缺陷原因,采取措施,改进工艺(最长不超过 2 个月),重新取样对铸件进行射线照相,达到合格级别。

11 底片缺陷分类和缺陷评定

11.1 缺陷分类

铸钢摇枕、侧架射线照相缺陷分为 A、B、CA、CB、CD、E 六类。

11.2 缺陷评定

11.2.1 缺陷的评定是按照缺陷的尺寸、形貌,对照 TB/T 3211 中的缺陷图谱来评定。

11.2.2 对于收缩类缺陷,应视缺陷的严重程度和大小,不包括周围模糊阴影部分,对照缺陷图谱进行评定;气孔、夹砂或夹渣在底片上选取缺陷点最多的区域,视缺陷大小、密集程度对照缺陷图谱进行评定。

11.2.3 存在一个类别的缺陷且级别不同时,则取其中最严重的级别为最终级别评定;存在两类及两类以上缺陷时,对照缺陷图谱分别评定。

11.2.4 当有两个缺陷在底片上重叠时,则应分别评定。

11.2.5 底片上焊补区缺陷的气孔、夹渣,视同铸造缺陷来评定。

11.2.6 摇枕、侧架各类缺陷的底片评定应作评片级别记录,并出具检验报告。

12 质量评定

12.1 转 K2、转 K6、转 K4、转 K5 型转向架摇枕 A 部位、B 部位各片号位置允许缺陷的质量级别如表 6

所示。

12.2 转 K2、转 K6 型转向架侧架 A 部位、B 部位各片号位置允许缺陷的质量级别如表 7 所示。

12.3 转 K4、转 K5 型转向架侧架 A 部位、B 部位各片号位置允许缺陷的质量级别如表 8 所示。

12.4 裂纹一律评为 6 级。

表 6 转 K2、转 K6、转 K4、转 K5 型转向架摇枕 A 部位、B 部位
各片号位置缺陷允许最高级别评定表

部位	片号位置	各 类 缺 陷 级 别					
		A—气孔		B—夹砂和夹渣		C—收缩类缺陷	
		IV	V	IV	V	IV	V
A 左 侧	AL1				✓	✓	
	AL2				✓	✓	
	AL3	✓			✓	✓	
A 中 间	AM1	✓		✓			✓
	AM2	✓			✓		✓
	AM3	✓			✓		✓
	AM4	✓			✓		✓
	AM5	✓		✓			✓
	AM6	✓		✓			✓
	AM7	✓			✓		✓
	AM8	✓			✓		✓
	AM9	✓			✓		✓
	AM10	✓		✓			✓
A 右 侧	AR1	✓			✓	✓	
	AR2	✓			✓	✓	
	AR3	✓			✓	✓	
B 左 侧	BL1		✓		✓		✓
	BL2						✓
	BL3	✓			✓	✓	
	BL4	✓			✓		✓
	BL5		✓		✓		✓
B 右 侧	BR1		✓		✓		✓
	BR2	✓			✓		✓
	BR3	✓			✓	✓	
	BR4	✓			✓		✓
	BR5		✓		✓		✓

注：“✓”表示允许的合格级别。

表7 转 K2、转 K6 型转向架侧架 A 部位、B 部位各片号位置缺陷允许最高级别评定表

部位	片号位置	各 类 缺 陷 级 别					
		A—气孔		B—夹砂和夹渣		C—收缩类缺陷	
		IV	V	IV	V	IV	V
A 左 侧	CAL1	✓		✓		✓	
	CAL2	✓		✓		✓	
	CAL3	✓		✓		✓	
A 右 侧	CAR1	✓		✓		✓	
	CAR2	✓		✓		✓	
	CAR3	✓		✓		✓	
B 部 位	B1			✓		✓	
	B2	✓		✓		✓	
	B3	✓		✓		✓	
	B4		✓		✓		✓
	B5		✓		✓		✓
	B6		✓		✓		✓
	B7		✓		✓		✓
	B8		✓		✓		✓
	B9		✓		✓		✓
	B10	✓		✓		✓	
	B11	✓		✓		✓	
	B12	✓		✓		✓	

注：“✓”表示允许的合格级别。

表8 转 K4、转 K5 型转向架侧架 A 部位、B 部位各片号位置缺陷允许最高级别评定表

部位	片号位置	各 类 缺 陷 级 别					
		A—气孔		B—夹砂和夹渣		C—收缩类缺陷	
		IV	V	IV	V	IV	V
A 左 侧	CAL1	✓		✓		✓	
	CAL2	✓		✓		✓	
	CAL3	✓		✓		✓	
	CAL4	✓		✓		✓	
	CAL5	✓		✓		✓	
	CAL6	✓		✓		✓	
A 右 侧	CAR1	✓		✓		✓	
	CAR2	✓		✓		✓	
	CAR3	✓		✓		✓	
	CAR4	✓		✓		✓	
	CAR5	✓		✓		✓	
	CAR6	✓		✓		✓	

表 8(续)

部位	片号位置	各类缺陷级别					
		A—气孔		B—夹砂和夹渣		C—收缩类缺陷	
		IV	V	IV	V	IV	V
B 部 位	B1	✓		✓			✓
	B2	✓		✓			✓
	B3	✓		✓			✓
	B4		✓		✓		✓
	B5		✓		✓		✓
	B6		✓		✓		✓
	B7	✓		✓			✓
	B8	✓		✓			✓
	B9	✓		✓			✓

注：“✓”表示允许的合格级别。

13 检验记录

13.1 射线照相检验记录包含下列内容：

- 摇枕、侧架型号、工厂代号、年月号、顺序号；
- 透照厚度及部位布片示意图；
- 射线源种类、设备名称、透照参数（焦点、焦距、管电压、管电流、曝光时间）等；
- 胶片种类、增感方式、像质指数；

13.2 射线照相检验报告包含下列内容：

- 摇枕、侧架型号、工厂代号、年月号、顺序号；
- 缺陷部位片号、缺陷类型、级别、评定结果；
- 人员签名（包括检验日期、单位盖章等）。

13.3 每件射线照相检验后，应将射线底片及评片记录一并装袋存档，保存期为一个质量保证期。

附录 A
(规范性附录)

各型号摇枕、侧架 A 部位、B 部位射线照相布片位置示意图

A.1 转 K2 型转向架摇枕布片示意图见图 A.1。

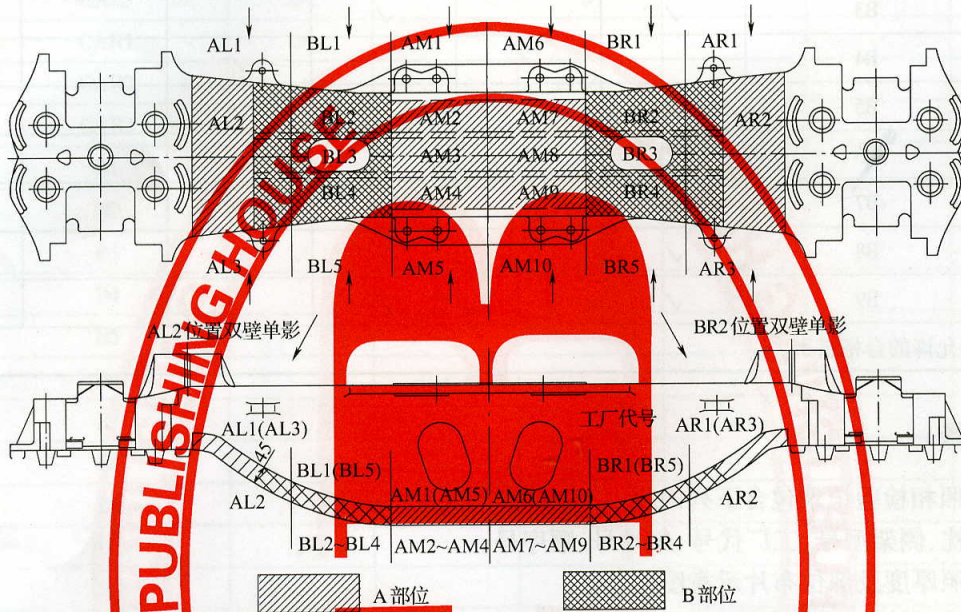


图 A.1 转 K2 型转向架摇枕 A 部位、B 部位划分区域示意图

A.2 转 K2 型转向架侧架 A 部位、B 部位划分示意图见图 A.2。

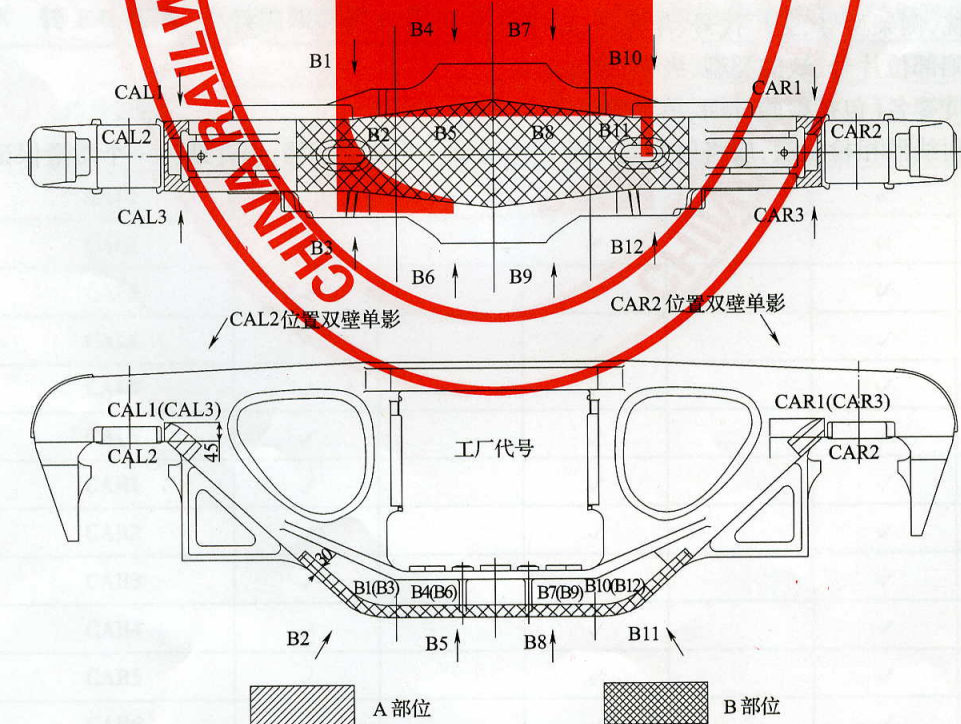


图 A.2 转 K2 型转向架侧架 A 部位、B 部位划分区域示意图

A.3 转 K4 型转向架摇枕 A 部位、B 部位划分示意图见图 A.3。

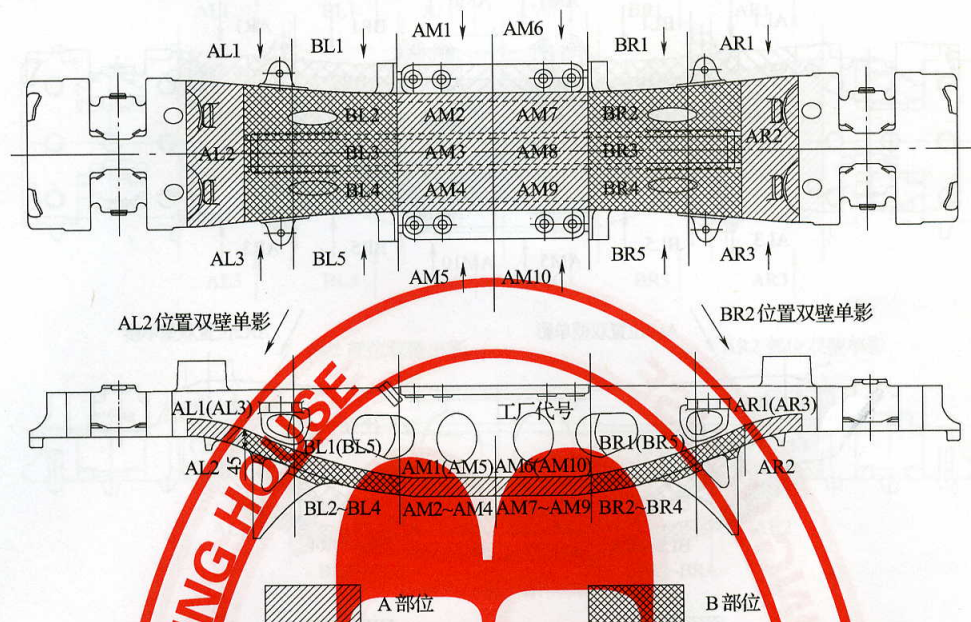


图 A.3 转 K4 型转向架摇枕 A 部位、B 部位划分区域示意图

A.4 转 K4 型转向架侧架 A 部位、B 部位划分示意图见图 A.4。

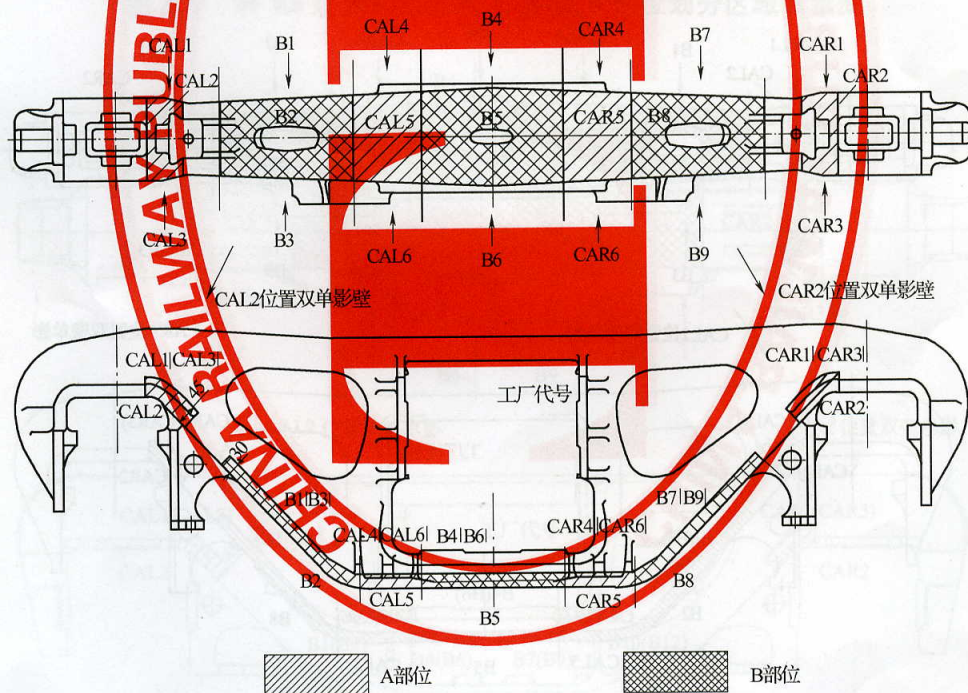


图 A.4 转 K4 型转向架侧架 A 部位、B 部位划分区域示意图

A.5 转 K5 型转向架摇枕 A 部位、B 部位划分示意图见图 A.5。

A.6 转 K5 型转向架侧架 A 部位、B 部位划分示意图见图 A.6。

A.7 转 K6 型转向架摇枕 A 部位、B 部位划分示意图见图 A.7。

A.8 转 K6 型转向架侧架 A 部位、B 部位划分示意图见图 A.8。

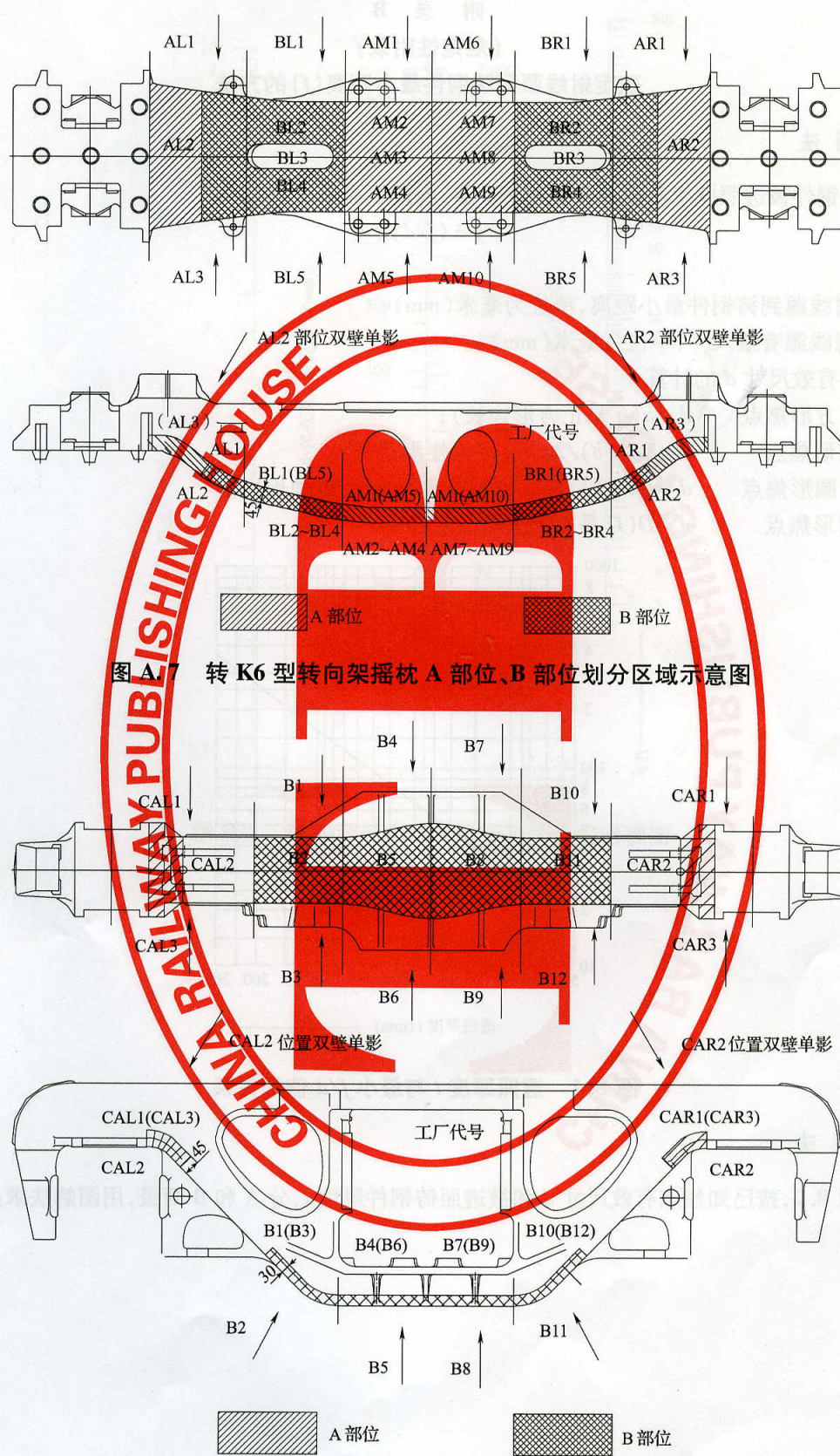


图 A.8 转 K6 型转向架侧架 A 部位、B 部位划分区域示意图

附录 B
(规范性附录)

确定射线源到铸钢件最小距离(f)的方法

B.1 查图法

根据铸钢件被透照厚度从图 B.1 查出 f/d 值,再按下式求出 f 值。

$$f = (f/d)d$$

式中:

f ——射线源到铸钢件最小距离,单位为毫米(mm);

d ——射线源有效尺寸,单位为毫米(mm)。

射线源有效尺寸 d 的计算:

- a) 正方形焦点 $d = a$ (a 是正方形边长);
- b) 矩形焦点 $d = (a+b)/2$ (a, b 是矩形边长);
- c) 椭圆形焦点 $d = (a+b)/2$ (a, b 是椭圆的长、短轴长);
- d) 圆形焦点 $d = D$ (D 是圆形焦点的直径)。

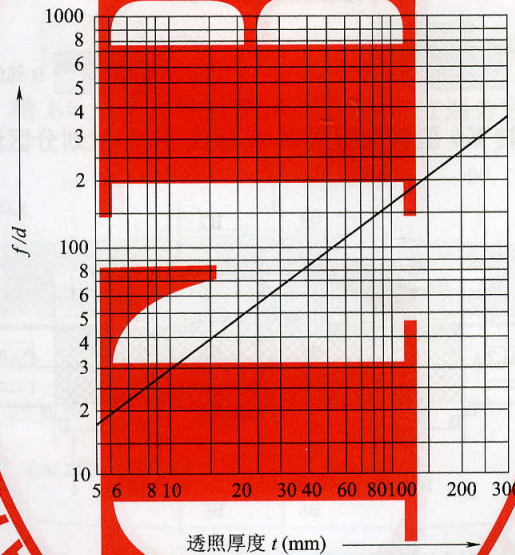


图 B.1 透照厚度 t 与最小 f/d 值的关系

B.2 图解法

根据图 B.2,按已知焦点有效尺寸 d 和被透照铸钢件厚度 t ,分 A 和 B 两级,用图解法求出 f 值。

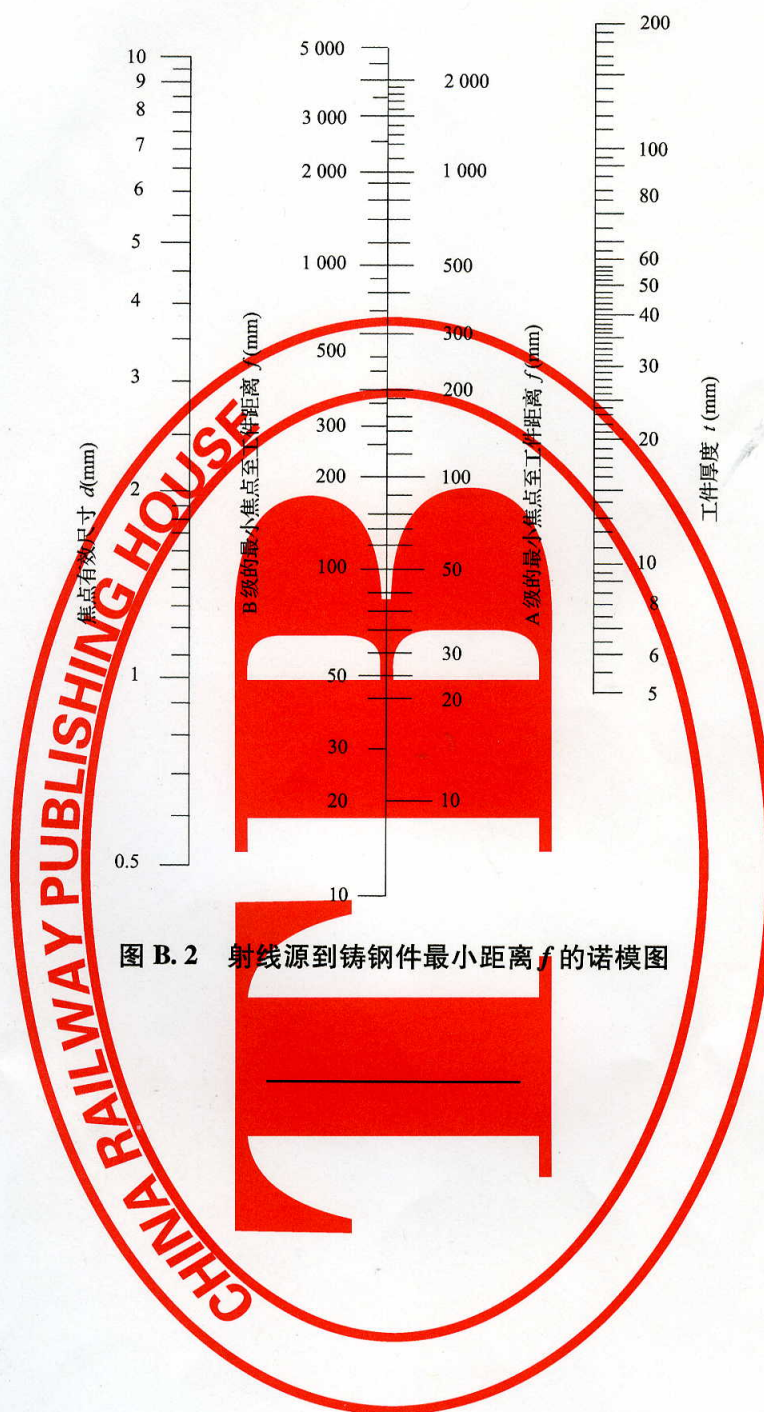


图 B.2 射线源到铸钢件最小距离 f 的诺模图