



中华人民共和国国家标准

GB 15208.4—2018



微剂量 X 射线安全检查设备 第 4 部分：人体安全检查设备

Micro-dose X-ray security inspection system—
Part 4: Human body security inspection system

2018-11-19 发布

2019-12-01 实施

国家市场监督管理总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 设备分类 2

5 通用技术要求 3

6 试验方法 5

7 检验规则 8

8 包装、标志、贮存和运输 9

9 随机技术文件 9

附录 A（资料性附录） 测试评价记录表 10

附录 B（规范性附录） 测试体 11

附录 C（规范性附录） 剂量检测仪器和测试散射体的要求 22

附录 D（规范性附录） 被检对象剂量的测试方法 23

附录 E（规范性附录） 辐射工作场所辐射水平测试散射体及测试方法 25

参考文献 27

前 言

本部分的全部技术内容为强制性。

GB 15208《微剂量 X 射线安全检查设备》分为以下 5 个部分：

- 第 1 部分：通用技术要求；
- 第 2 部分：透射式行包安全检查设备；
- 第 3 部分：透射式货物安全检查设备；
- 第 4 部分：人体安全检查设备；
- 第 5 部分：背散射物品安全检查设备。

本部分为 GB 15208 的第 4 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分由中华人民共和国公安部提出并归口。

本部分起草单位：公安部第一研究所、北京中盾安民分析技术有限公司、同方威视技术股份有限公司、国家安全防范报警系统产品质量监督检验中心(北京)、国家安全防范报警系统产品质量监督检验中心(上海)、深圳市计量质量检测研究院、深圳黎明镓清图像技术有限公司。

本部分主要起草人：杨笑月、陈学亮、赵磊、邢羽、赵自然、芦朋、刘彩霞、周迎春、史智博、邓艳丽、陶磊。



微剂量 X 射线安全检查设备

第 4 部分:人体安全检查设备

1 范围

GB 15208 的本部分规定了人体安全检查设备的分类、通用技术要求、试验方法、检验规则、包装、标志、贮存和运输以及随机技术文件。

本部分适用于各种人体安全检查设备的设计、制造、组装、验收和使用。

本部分不适用于计算机断层成像(CT)的 X 射线安全检查设备。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 308.1—2013 滚动轴承 球 第 1 部分:钢球

GB 15208.1—2018 微剂量 X 射线安全检查设备 第 1 部分:通用技术要求

GB 15208.2—2018 微剂量 X 射线安全检查设备 第 2 部分:透射式行包安全检查设备

3 术语和定义

GB 15208.1—2018 和 GB 15208.2—2018 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

人体背景材料探测力 material detection on human body

设备分辨高密度聚乙烯背景下高密度聚乙烯圆片厚度的能力。

注:一般用高密度聚乙烯圆片的厚度(mm)表示。

3.2

空气背景材料探测力 material detection in air

设备分辨空气背景下梳状测试物厚度的能力。

注:一般用梳状测试物的齿厚度(mm)表示。

3.3

体线分辨力 wire detection on human body

设备分辨高密度聚乙烯背景下单根实芯铜线圈线径的能力。

注:一般用线的标称直径(mm)表示。

3.4

体空间分辨力 spatial resolution on human body

设备分辨高密度聚乙烯背景下钢球直径的能力。

注:一般用钢球的直径(mm)表示。

3.5

微剂量 X 射线人体安全检查设备 micro-dose X-ray human body security inspection system

用于检查人体携带危险品、违禁品的微剂量 X 射线安全检查设备。

3.6

透射式微剂量 X 射线人体安全检查设备 **transmission micro-dose X-ray human body security inspection system**

用于检查人体携带危险品、违禁品的透射式微剂量 X 射线安全检查设备。

3.7

背散射 X 射线 **backscatter X-ray**

相对于入射 X 射线大于 90° 的散射 X 射线。

3.8

背散射式微剂量 X 射线人体安全检查设备 **backscatter micro-dose X-ray human body security inspection system**

用于检查人体携带危险品、违禁品的背散射式微剂量 X 射线人体安全检查设备。

3.9

开放式微剂量 X 射线人体安全检查设备 **unshielded micro-dose X-ray human body security inspection system**

用于检查人体携带危险品、违禁品的开放式微剂量 X 射线安全检查设备。

3.10

封闭式微剂量 X 射线人体安全检查设备 **shielded micro-dose X-ray human body security inspection system**

用于检查人体携带危险品、违禁品的封闭式微剂量 X 射线安全检查设备。

3.11

一般模式 **general mode**

用于对某些人群进行初步安全检查的工作模式。

3.12

特检模式 **special mode**

用于对特定人群进行安全检查的工作模式。

3.13

辐射工作场所 **radiation workplace**

控制区和监督区的统称。

3.14

扫描 **scan**

由 X 射线扫过人体获得图像的操作。

3.15

检查 **screening**

为显示人体各面成像结果所需的所有扫描的总和。

3.16

参考位置 **reference location**

用于测试设备图像指标时测试体要求放置的位置。

3.17

单次检查时间 **time per inspection**

从操作员发出指令到图像显示完毕的时间。

4 设备分类

4.1 微剂量 X 射线人体安全检查设备(以下简称设备)按照技术特点分为:

- a) 透射式设备；
- b) 背散射式设备；
- c) 透射、背散射组合式设备。

4.2 设备按照材料分辨能力分为：

- a) 单能谱型设备；
- b) 多能谱型设备。

4.3 设备按照防护类型分为：

- a) 开放式设备；
- b) 封闭式设备。



5 通用技术要求

5.1 性能指标

5.1.1 人体背景材料探测力

应能分辨最薄圆片的厚度为 5 mm。

5.1.2 空气背景材料探测力

应能分辨最小高密度聚乙烯锯齿的厚度为 3 mm；应能分辨最小不锈钢(SST-304)锯齿的厚度为 1.6 mm。

5.1.3 体线分辨力

应能分辨最小单根实芯铜线圈的线径为 0.511 mm。

5.1.4 体空间分辨力

应能分辨最小钢珠的直径为 6 mm。

5.1.5 有机物分辨(透射式多能谱型设备适用)

应能分辨厚度为 1 mm~120 mm 的有机物阶梯,并赋予不同饱和度的橙色。

5.1.6 混合物分辨(透射式多能谱型设备适用)

应能分辨厚度为 1 mm~60 mm 的合金铝阶梯,并赋予不同饱和度的绿色。

5.1.7 灰度分辨(透射式单能谱型设备适用)

应能分辨厚度为 1 mm~60 mm,厚度差不小于 1mm 的合金铝阶梯。

5.1.8 无机物分辨(透射式多能谱型设备适用)

应能分辨厚度为 0.2 mm~14 mm 的钢阶梯,并赋予不同饱和度的蓝色。

5.1.9 单次检查时间

应小于 15 s。

5.2 辐射与环境安全指标

5.2.1 被检对象剂量

进行一次一般模式检查所致的被检对象位置的周围剂量当量 $H^*(10)$ 或个人剂量当量 $H_p(10)$ 应不超过 $0.5 \mu\text{Sv}$ 。

进行一次特检模式检查所致的被检对象位置的周围剂量当量 $H^*(10)$ 或个人剂量当量 $H_p(10)$ 应不超过 $5 \mu\text{Sv}$ 。

5.2.2 辐射工作场所辐射水平

当设备运行时,应在其周围设置控制区,控制区边界每小时累积周围剂量当量应不超过 $20 \mu\text{Sv}$ 。

当设备运行时,应在其周围设置监督区,公众和待检人员禁止进入该区域。监督区边界每小时累积周围剂量当量应不超过 $2.5 \mu\text{Sv}$ 。

操作人员位置,每小时累积周围剂量当量应不超过 $0.5 \mu\text{Sv}$ 。

当设备安装调试完毕,正式投入运行前,应进行工作场所辐射剂量水平检测,按照不同区域和位置的剂量水平要求,划出控制区、监督区和设备操作人员位置。

5.2.3 设备噪声

应符合 GB 15208.1—2018 中 5.2.3 的规定。

5.3 运行环境

5.3.1 工作环境条件

应符合 GB 15208.1—2018 中 5.3.1 的规定。

5.3.2 电源适应性

应符合 GB 15208.1—2018 中 5.3.2 的规定。

5.4 安全性能

应符合 GB 15208.1—2018 中 5.4 的规定[单能谱型设备 5.4.1 g)除外]。

5.5 机械结构

应符合 GB 15208.1—2018 中 5.5 的规定。

5.6 电磁兼容性

应符合 GB 15208.1—2018 中 5.6 的规定。

5.7 防电击

应符合 GB 15208.1—2018 中 5.7 的规定。

5.8 防机械危险

应符合 GB 15208.1—2018 中 5.8 的规定。

5.9 防止火焰蔓延

应符合 GB 15208.1—2018 中 5.9 的规定。

5.10 温度限值和耐热

应符合 GB 15208.1—2018 中 5.10 的规定。

5.11 环境适应性

应符合 GB 15208.1—2018 中 5.11 的规定。

5.12 功能要求

5.12.1 人机交互功能

应符合 GB 15208.1—2018 中 5.12.1 的规定。

5.12.2 图像显示功能

应符合 GB 15208.1—2018 中 5.12.2 a) 的规定。

5.12.3 图像处理功能

应符合 GB 15208.1—2018 中 5.12.3 的规定。

5.12.4 设备诊断功能

应符合 GB 15208.1—2018 中 5.12.5 的规定。

6 试验方法

6.1 环境条件要求

应符合 GB 15208.1—2018 中 6.1 的规定,并记录环境温度、相对湿度和大气压力(参见附录 A 的表 A.1)。

6.2 试验用主要仪器和工具

应符合 GB 15208.1—2018 中 6.2.3 和 6.2.4 的规定。

测试体:见附录 B。

被检对象剂量测试用主要仪器和工具:见附录 C 中 C.1。

辐射工作场所辐射水平剂量测试用主要仪器和工具:见 C.2。

辐射工作场所辐射水平测试散射体:见 C.3。

6.3 性能指标测试

6.3.1 概述

设备应以标准的操作过程和工作方式扫描被检对象。测试时的硬件设置、软件设置、图像处理方法和被检对象剂量等参数应在测试文档中记录(参见表 A.2)。

设备图像指标测试时,测试体需放置在参考位置,见图 1。参考位置位于检测区域中央,且距站立平台高度 1 m,测试体与 X 射线产生装置出束口的距离可在检测区域内合理选择。

测试体上测试卡 A 面朝向 X 射线产生装置,B 面紧贴体模(见附录 B),X 射线依次穿过测试卡和体模。设备测试时允许采用图像处理功能取得最佳评价效果。

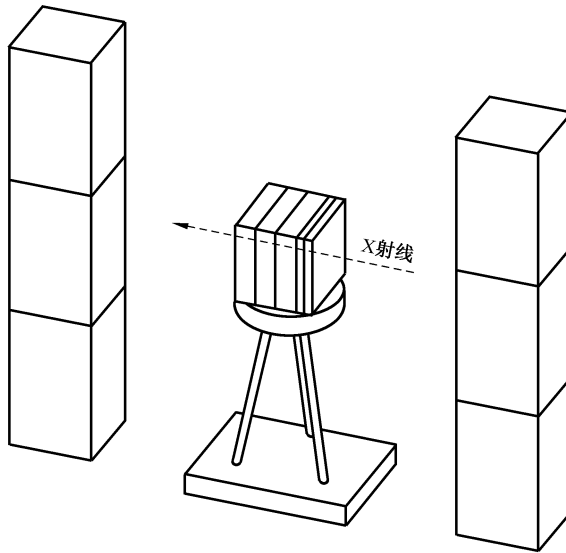


图 1 图像指标测试参考位置

6.3.2 人体背景材料探测力测试

将人体背景材料探测力测试卡与体模组合为测试体并放置在参考位置,启动并完成扫描。判定结果是否符合 5.1.1 的要求。

6.3.3 空气背景材料探测力测试

将空气背景材料探测力测试卡与体模组合为测试体并放置在参考位置,启动并完成扫描。判定结果是否符合 5.1.2 的要求。

6.3.4 体线分辨力测试

将体线分辨力测试卡与体模组合为测试体并放置在参考位置,启动并完成扫描。判定结果是否符合 5.1.3 的要求。

6.3.5 体空间分辨力测试

将体空间分辨力测试卡与体模组合为测试体并放置在参考位置,启动并完成扫描。判定结果是否符合 5.1.4 的要求。

6.3.6 有机物分辨测试

将 GB 15208.2—2018 附录 A 中测试体 B 放在参考位置,启动并完成扫描,目测显示器上测试体 B 中测试卡 5 和测试卡 6 的 X 射线图像,判定结果是否符合 5.1.5 的要求。

注:如果可以将有机物阶梯样本的相邻阶梯区分开,并能赋予不同饱和度的橙色,则可认为设备能分辨。

6.3.7 混合物/灰度分辨测试

将 GB 15208.2—2018 附录 A 中测试体 B 放置在参考位置,启动并完成扫描,目测显示器上测试体 B 中测试卡 7 的 X 射线图像,判定结果是否符合 5.1.6 和 5.1.7 的要求。

注:对透射式单能谱型设备,如果可以将合金铝阶梯样本的相邻阶梯区分开,并能赋予不同的灰度,则可认为设备能分辨;对透射式多能谱型设备,如果可以将合金铝阶梯样本的相邻阶梯区分开,并能赋予不同饱和度的绿色,则可认为设备能分辨。

6.3.8 无机物分辨测试

将 GB 15208.2—2018 附录 A 中测试体 B 放置在参考位置,启动并完成扫描,目测显示器上测试体 B 中测试卡 8 的 X 射线图像,判定结果是否符合 5.1.8 的要求。

注:如果可以将钢阶梯样本的相邻阶梯区分开,并能赋予不同饱和度的蓝色,则可认为设备能分辨。

6.3.9 单次检查时间测试

检测测试体时,使用秒表记录从操作员发出指令到检查完成的时间,判定结果是否符合 5.1.9 的要求。

6.4 辐射与环境指标测试

6.4.1 被检对象剂量测试

按附录 D 中 D.2 规定的试验方法对设备进行试验,判定结果是否符合 5.2.1 的要求。

6.4.2 辐射工作场所辐射水平测试

按附录 E 中 E.2 规定的试验方法对设备进行试验,判定结果是否符合 5.2.2 的要求。

6.4.3 设备噪声测试

按 GB 15208.1—2018 中 6.3.3 规定的试验方法对设备进行试验,判定结果是否符合 5.2.3 的要求。

6.5 电源适用范围测试

按 GB 15208.1—2018 中 6.4 规定的试验方法对设备进行试验,判定结果是否符合 5.3.2 的要求。

6.6 安全性能测试

按 GB 15208.1—2018 中 6.5 规定的试验方法对设备进行试验,判定结果是否符合 5.4 的要求。

6.7 机械结构测试

按照 GB 15208.1—2018 中 6.6 规定的试验方法对设备进行试验,判定结果是否符合 5.5 的要求。

6.8 电磁兼容性测试

按 GB 15208.1—2018 中 6.7 规定的试验方法对设备进行试验,判定结果是否符合 5.6 的要求。

6.9 防电击测试

按 GB 15208.1—2018 中 6.8 规定的试验方法对设备进行试验,判定结果是否符合 5.7 的要求。

6.10 防机械危险测试

按 GB 15208.1—2018 中 6.9 规定的试验方法对设备进行试验,判定结果是否符合 5.8 的要求。

6.11 防止火焰蔓延测试

按 GB 15208.1—2018 中 6.10 规定的试验方法对设备进行试验,判定结果是否符合 5.9 的要求。

6.12 设备温度限值和耐热测试

按 GB 15208.1—2018 中 6.11 规定的试验方法对设备进行试验,判定结果是否符合 5.10 的要求。

6.13 环境适应性测试

按 GB 15208.1—2018 中 6.12 规定的试验方法对设备进行试验,判定结果是否符合 5.11 的要求。

6.14 功能要求

按照厂家产品使用说明进行操作,判定结果是否符合 5.12 的要求。

7 检验规则

7.1 检验分类

应符合 GB 15208.1—2018 中 7.1 的规定。

7.2 型式检验



应符合 GB 15208.1—2018 中 7.2 的规定。

7.3 出厂检验

应符合 GB 15208.1—2018 中 7.3 的规定。

7.4 检验项目

检验项目见表 1。

表 1 检验项目表

序号	项 目	技术要求	试验方法	型式检验	出厂检验
1	人体背景材料探测力	5.1.1	6.3.2	●	●
2	空气背景材料探测力	5.1.2	6.3.3	●	●
3	体线分辨力	5.1.3	6.3.4	●	●
4	体空间分辨力	5.1.4	6.3.5	●	●
5	有机物分辨	5.1.5	6.3.6	●	●
6	混合物分辨	5.1.6	6.3.7	●	●
7	灰度分辨	5.1.7	6.3.7	●	●
8	无机物分辨	5.1.8	6.3.8	●	●
9	单次检查时间	5.1.9	6.3.9	●	●
10	被检对象剂量	5.2.1	6.4.1	●	●
11	辐射工作场所辐射水平	5.2.2	6.4.2	●	●
12	设备噪声	5.2.3	6.4.3	●	—
13	电源适应性	5.3.2	6.5	●	—

表 1（续）

序号	项 目	技术要求	试验方法	型式检验	出厂检验
14	安全性能	5.4	6.6	●	●
15	外观检查	5.5	6.7	●	●
16	外壳防护等级	5.5	6.7	●	—
17	电磁兼容性	5.6	6.8	●	—
18	防电击	5.7	6.9	●	—
19	防机械危险	5.8	6.10	●	—
20	防止火焰蔓延	5.9	6.11	●	—
21	设备温度限值和耐热	5.10	6.12	●	—
22	环境适应性	5.11	6.13	●	—
23	功能要求	5.12	6.14	●	● ^a
^a 仅要求 GB 15208.1—2018 中的 5.12.1 a)、5.12.2 和 5.12.5。					

7.5 型式检验时测试图像的评价

应符合 GB 15208.1—2018 中 7.5 的规定。

7.6 检验

应符合 GB 15208.1—2018 中 7.6 的规定。



7.7 判定规则

应符合 GB 15208.1—2018 中 7.7 的规定。

8 包装、标志、贮存和运输

应符合 GB 15208.1—2018 中第 8 章的规定。

9 随机技术文件

应符合 GB 15208.1—2018 中第 9 章的规定。

附 录 A
(资料性附录)
测试评价记录表

A.1 人体检查环境条件

人体检查环境条件记录表见表 A.1。

表 A.1 人体检查环境条件记录表

测试人：	地点：	日期/时间：
设备生产商：	设备型号：	设备序列号：
环境温度/℃：	相对湿度：	大气压力/kPa：
体模编号：		
测试卡编号：		
其他测试条件：		
被检对象位置		
被检对象在参考位置：		
被检对象距离 X 射线出口的距离：		
被检对象不在参考位置：		
侧面位置： 参考位置左侧： 参考位置右侧：		
高度：		
测试场地内的其他物体及其距离和位置：		

A.2 图像指标测试报告

图像指标测试报告见表 A.2。

表 A.2 图像指标测试报告

测试项	使用的图像处理方法及设置	最小指标	测试结果	通过(√)
人体背景材料探测力/mm		5 mm		
空气背景材料探测力/mm	HDPE	3 mm		
	不锈钢	1.6 mm		
体线分辨力/mm		0.51 mm		
体空间分辨力/mm		6 mm		
软件设置(软件版本等)：				
硬件设置(如管电压、管电流、扫描速度等)：				
附件：				
注意事项：				

附 录 B

(规范性附录)

测 试 体

B.1 测试体组成

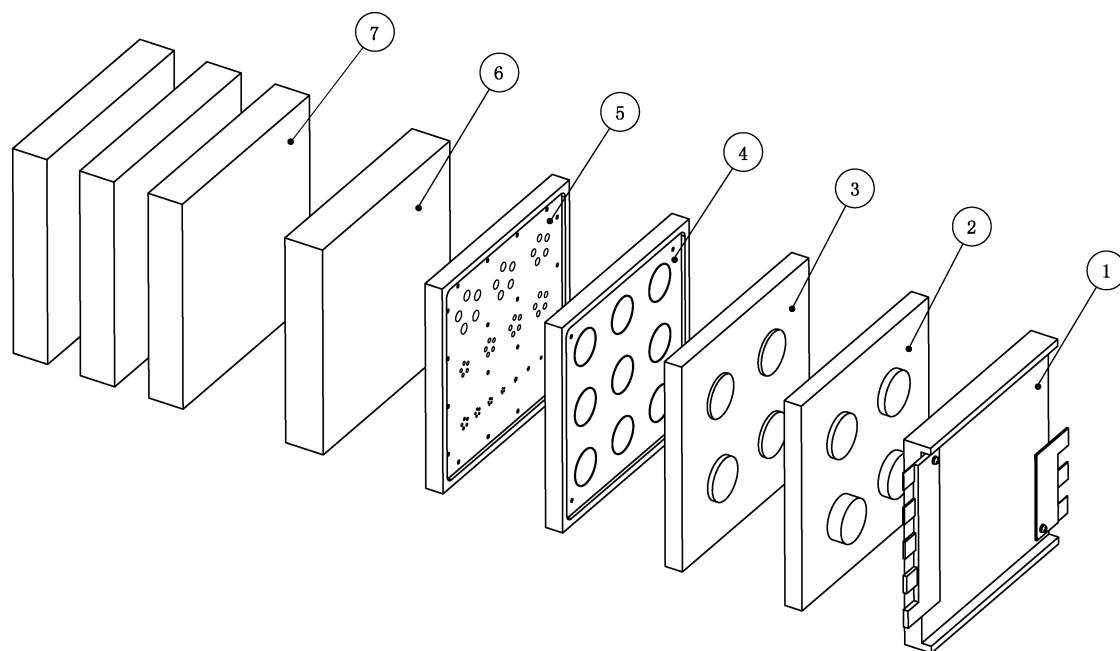
测试体由体模和测试卡组成,见图 B.1。组合后尺寸为 300 mm×300 mm×240 mm(宽×高×厚),用来模拟人体完成各项测试。

体模由四块高密度聚乙烯(high-density polyethylene,简称 HDPE)板组成,尺寸为 300 mm×300 mm(宽×高),厚度为 50 mm、55 mm、55 mm 和 55 mm。体模需组合使用,组合后尺寸为 300 mm×300 mm×215 mm(宽×高×厚)。

测试卡共有五块。空气背景材料探测力测试卡和两块人体背景材料探测力测试卡由背板和测试物组成,体线分辨力测试卡和体空间分辨力测试卡由背板、测试物和盖板组成。测试卡上测试物所在面为 A 面,测试物的背面为 B 面。

体模、测试卡背板和测试卡盖板材料为 HDPE,密度为 $0.95 \text{ g/cm}^3 \pm 0.05 \text{ g/cm}^3$ 。

测试体长度单位为毫米(mm),数值为整数或一位小数时公差为 $\pm 0.3 \text{ mm}$,数值为两位小数时公差为 $\pm 0.15 \text{ mm}$;角度公差为 $\pm 0.5^\circ$ 。



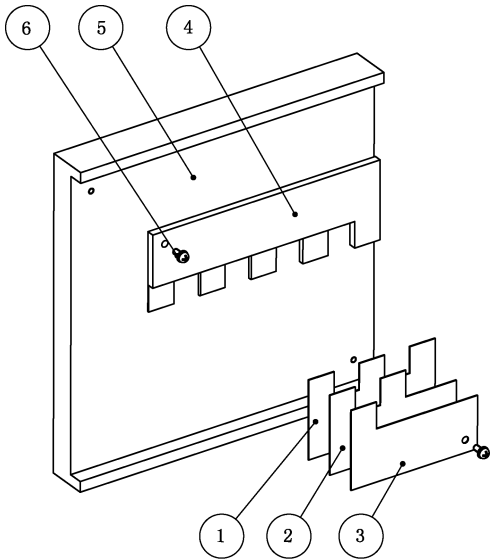
说明:

- ①——空气背景材料探测力测试卡,见图 B.2~图 B.7,数量为 1;
- ②——人体背景材料探测力测试卡 1,见图 B.8,数量为 1;
- ③——人体背景材料探测力测试卡 2,见图 B.9,数量为 1;
- ④——体线分辨力测试卡,见图 B.10~图 B.12,数量为 1;
- ⑤——体空间分辨力测试卡,见图 B.13~图 B.16,数量为 1;
- ⑥——体模(厚度 50 mm),见图 B.17,数量为 1;
- ⑦——体模(厚度 55 mm),见图 B.18,数量为 3。

图 B.1 测试体组成

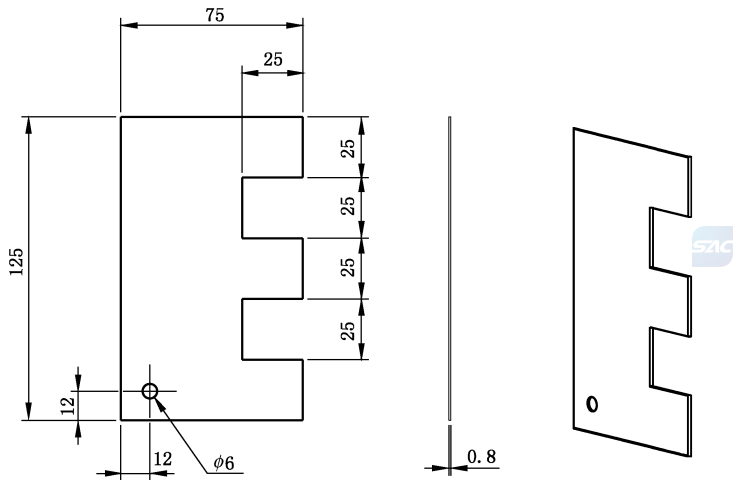
B.2 空气背景材料探测力测试卡

本测试卡由背板和两种材料、厚度不同的梳状测试物组成,见图 B.2~图 B.7。梳状测试物齿长 25 mm,齿宽 25 mm,齿间隔 25 mm,HDPE 梳状测试物的齿厚度分别为 1.2 mm、2.0 mm、3.0 mm、5.0 mm 和 7.0 mm,不锈钢(SST-304)梳状测试物的齿厚度分别为 0.8 mm、1.6 mm 和 3.2 mm。梳状测试物固定在 300 mm×300 mm×25 mm(宽×高×厚)的 HDPE 背板表面。



- 说明:
- ①——不锈钢梳状测试物,三齿,数量为 1;
 - ②——不锈钢梳状测试物,两齿,数量为 1;
 - ③——不锈钢梳状测试物,一齿,数量为 1;
 - ④——HDPE 梳状测试物,五齿,数量为 1;
 - ⑤——空气背景材料探测力测试卡背板,数量为 1;
 - ⑥——十字槽盘头螺钉,规格为 M5×12,不锈钢(18-8),数量为 2。

图 B.2 空气背景材料探测力测试卡



单位为毫米

图 B.3 空气背景材料探测力测试卡组件——不锈钢梳状测试物(三齿)

单位为毫米

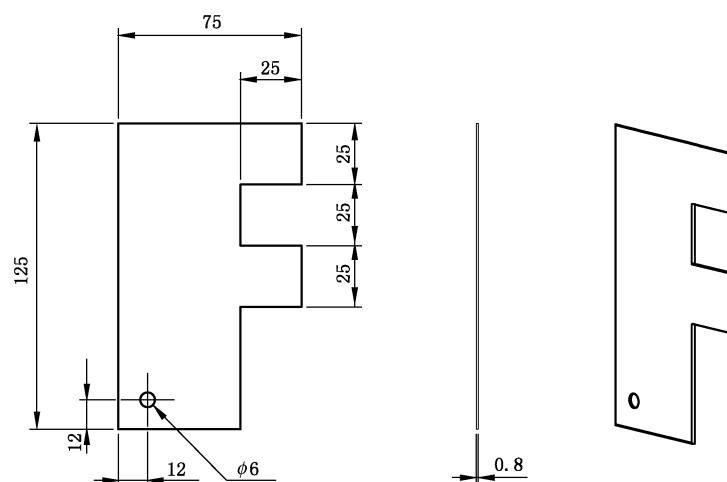


图 B.4 空气背景材料探测力测试卡组件——不锈钢梳状测试物(二齿)

单位为毫米

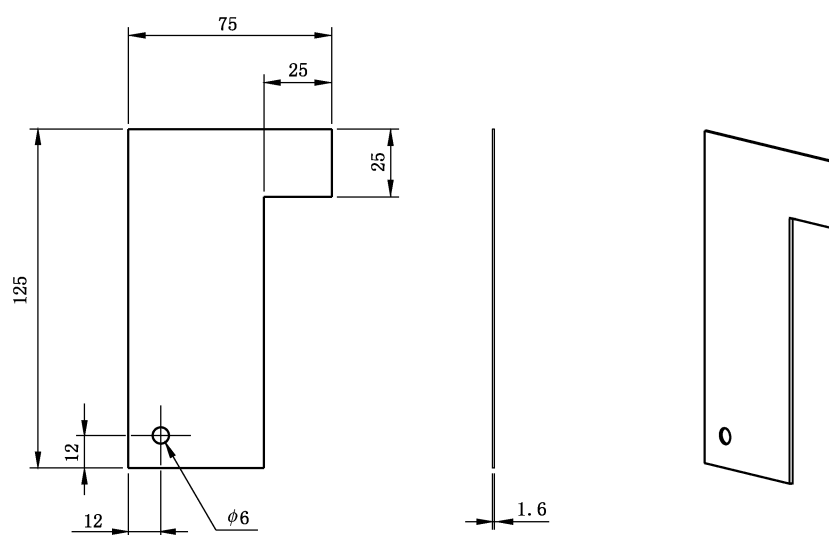


图 B.5 空气背景材料探测力测试卡组件——不锈钢梳状测试物(一齿)

单位为毫米

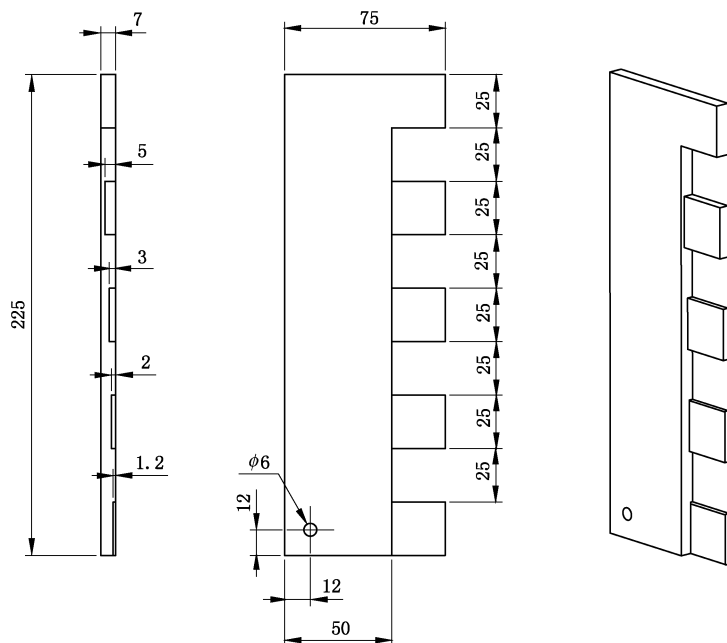


图 B.6 空气背景材料探测力测试卡组件——HDPE 梳状测试物

单位为毫米

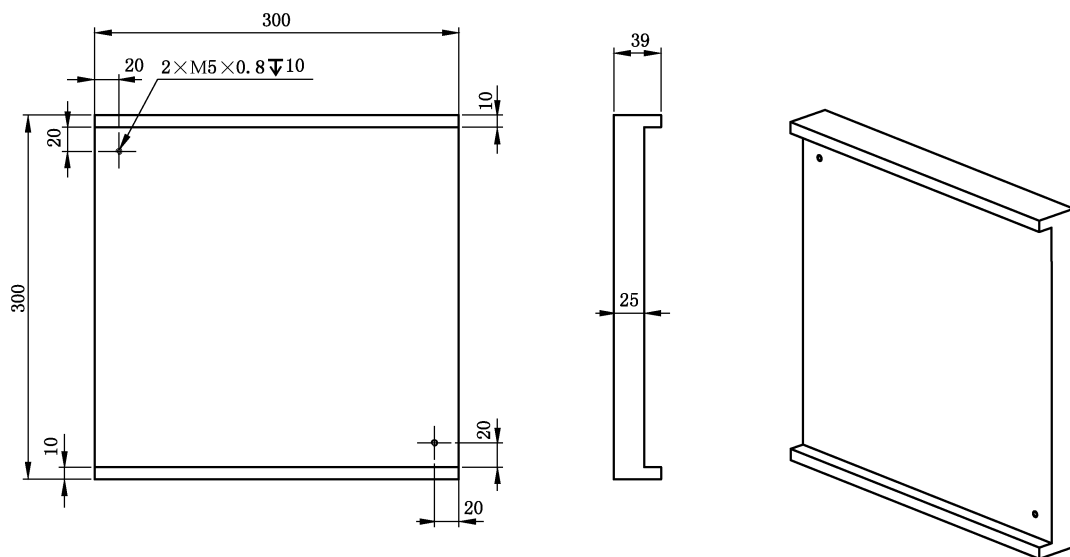


图 B.7 空气背景材料探测力测试卡背板

B.3 人体背景材料探测力测试卡

本测试卡共有两块,测试卡 1 见图 B.8,测试卡 2 见图 B.9。每块测试卡均由背板和四个厚度不同的 HDPE 圆片测试物组成,圆片测试物直径为 60 mm,圆片中心距为 120 mm。测试卡 1 上圆片测试物厚度分别为 1.5 mm、3 mm、5 mm 和 7 mm;测试卡 2 上圆片测试物厚度分别为 7 mm、10 mm、14 mm 和 20 mm。圆片测试物固定在 300 mm×300 mm×25 mm(宽×高×厚)的 HDPE 背板表面上。

单位为毫米

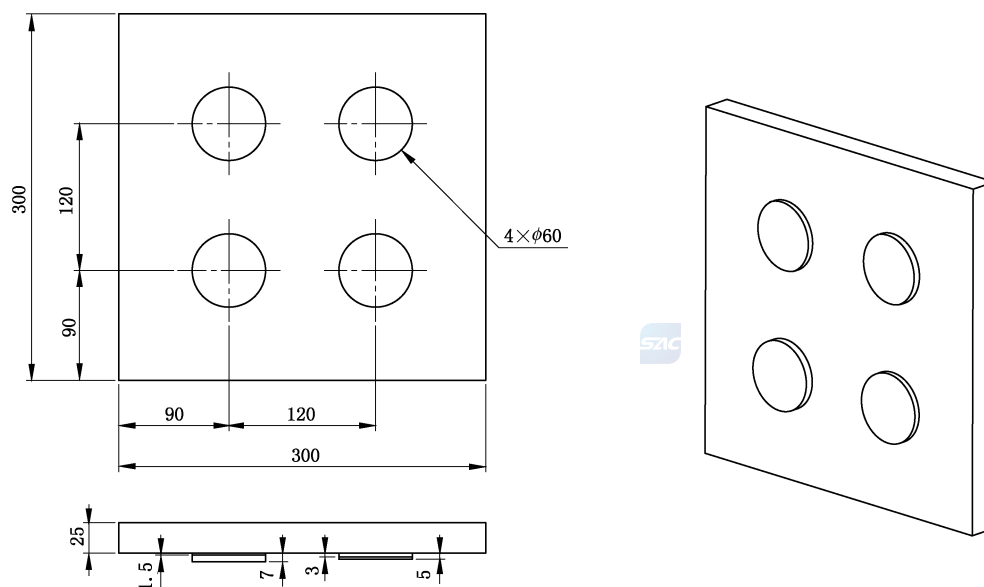


图 B.8 人体背景材料探测力测试卡 1

单位为毫米

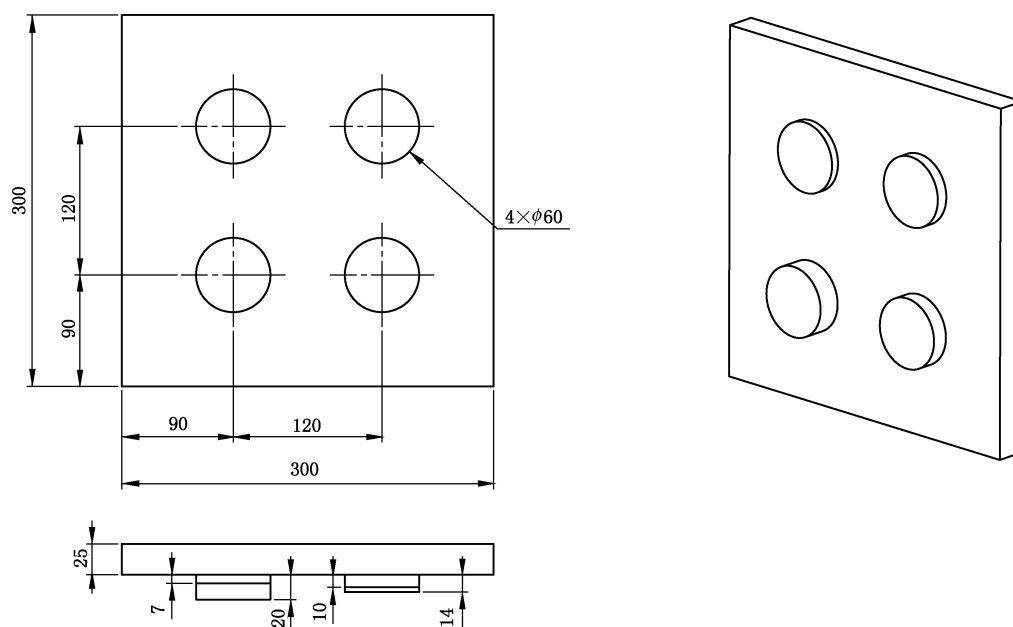


图 B.9 人体背景材料探测力测试卡 2

B.4 体线分辨力测试卡

本测试卡由背板、九个直径不同的铜线圈测试物和盖板组成,见图 B.10~图 B.12。铜线圈测试物直径为 50 mm,铜线线径分别为 0.812 mm、0.644 mm、0.511 mm、0.405 mm、0.321 mm、0.255 mm、0.202 mm、0.160 mm、0.127 mm。铜线圈测试物固定在 300 mm×300 mm×25 mm(宽×高×厚)的 HDPE 背板表面,铜线圈测试物表面放置一个厚度为 1.5 mm 的透明 HDPE 盖板,并用螺栓固定在背板上。

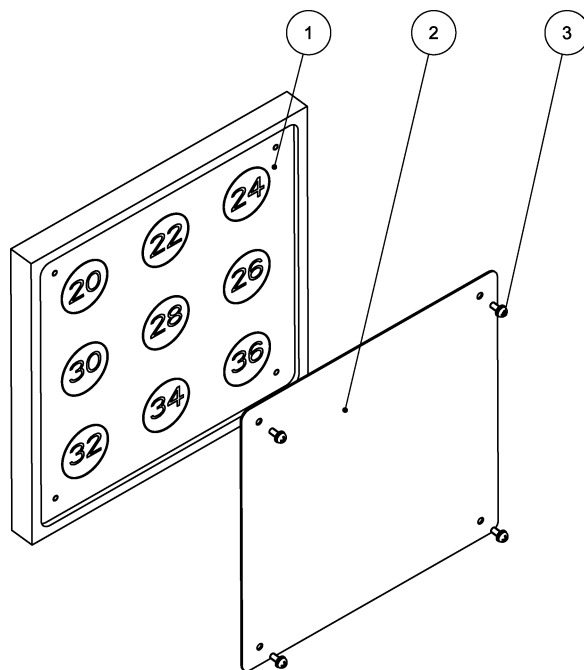


图 B.10 体线分辨力测试卡



单位为毫米

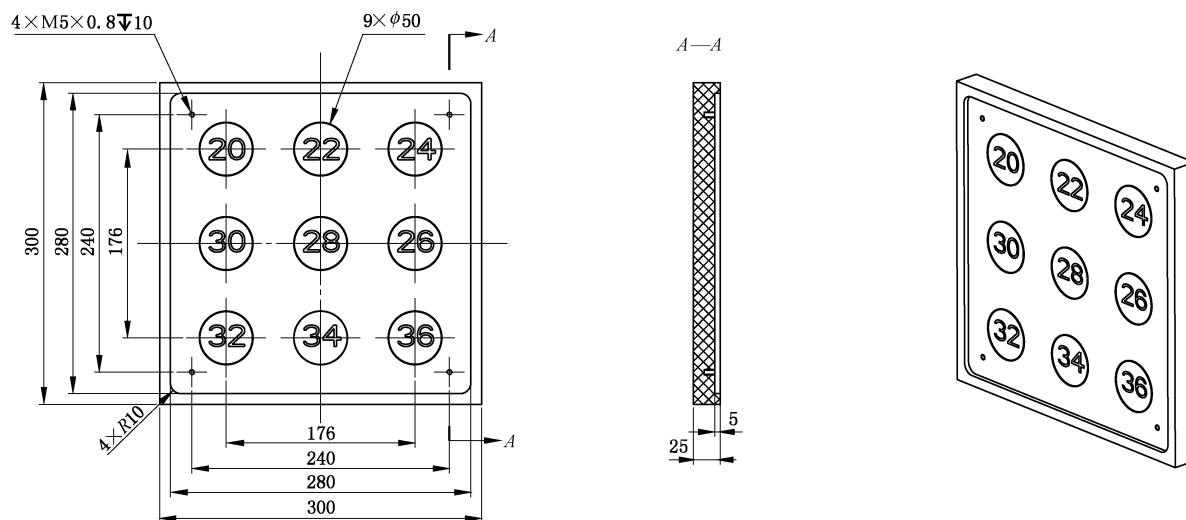


图 B.11 体线分辨力测试卡背板

单位为毫米

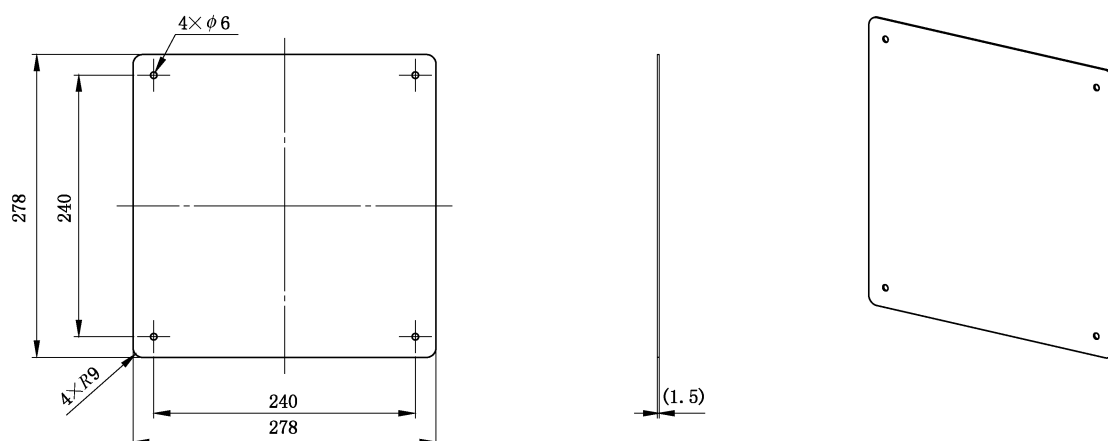
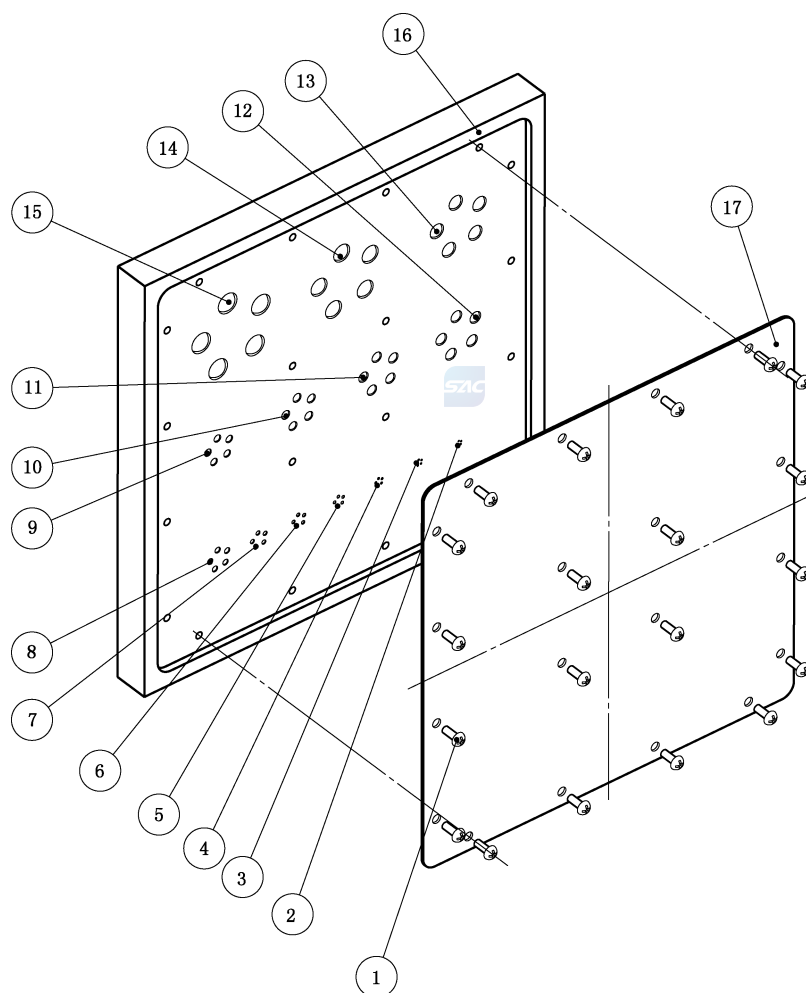


图 B.12 体线分辨力测试卡盖板

B.5 体空间分辨力测试卡

本测试卡由背板、十四组直径不同的钢球测试物和盖板组成,见图 B.13~图 B.15。每组钢球测试物的五个钢球呈正五边形分布且置于五边形每个角的顶端,相邻钢球球心距与球体直径相同。十四组钢球测试物的直径分别为 1 mm、1.2 mm、1.5 mm、2 mm、2.5 mm、3 mm、4 mm、5 mm、6 mm、7 mm、8 mm、10 mm、12 mm 和 14 mm。钢球测试物嵌在 300 mm×300 mm×25 mm(宽×高×厚)的 HDPE 背板中,球体上表面与 HDPE 背板表面齐平,钢球测试物表面放置一个厚度为 1.5 mm 的透明 HDPE 盖板,并用螺栓固定在背板上。钢球应符合 GB/T 308.1—2013 的要求,其材料宜采用碳钢 Q235,钢球测试物和球洞尺寸公差小于或等于±0.1 mm。



说明：

- | | |
|---------------------------|----------------------------|
| ①——螺栓，M5×12，尼龙，数量 20 个； | ⑩——钢球轴承，直径 6.0 mm，数量 5 个； |
| ②——钢球轴承，直径 1.0 mm，数量 5 个； | ⑪——钢球轴承，直径 7.0 mm，数量 5 个； |
| ③——钢球轴承，直径 1.2 mm，数量 5 个； | ⑫——钢球轴承，直径 8.0 mm，数量 5 个； |
| ④——钢球轴承，直径 1.5 mm，数量 5 个； | ⑬——钢球轴承，直径 10.0 mm，数量 5 个； |
| ⑤——钢球轴承，直径 2.0 mm，数量 5 个； | ⑭——钢球轴承，直径 12.0 mm，数量 5 个； |
| ⑥——钢球轴承，直径 2.5 mm，数量 5 个； | ⑮——钢球轴承，直径 14.0 mm，数量 5 个； |
| ⑦——钢球轴承，直径 3.0 mm，数量 5 个； | ⑯——体空间分辨力测试卡背板，数量 1 个； |
| ⑧——钢球轴承，直径 4.0 mm，数量 5 个； | ⑰——体空间分辨力测试卡盖板，数量 1 个。 |
| ⑨——钢球轴承，直径 5.0 mm，数量 5 个； | |

图 B.13 体空间分辨力测试卡

单位为毫米

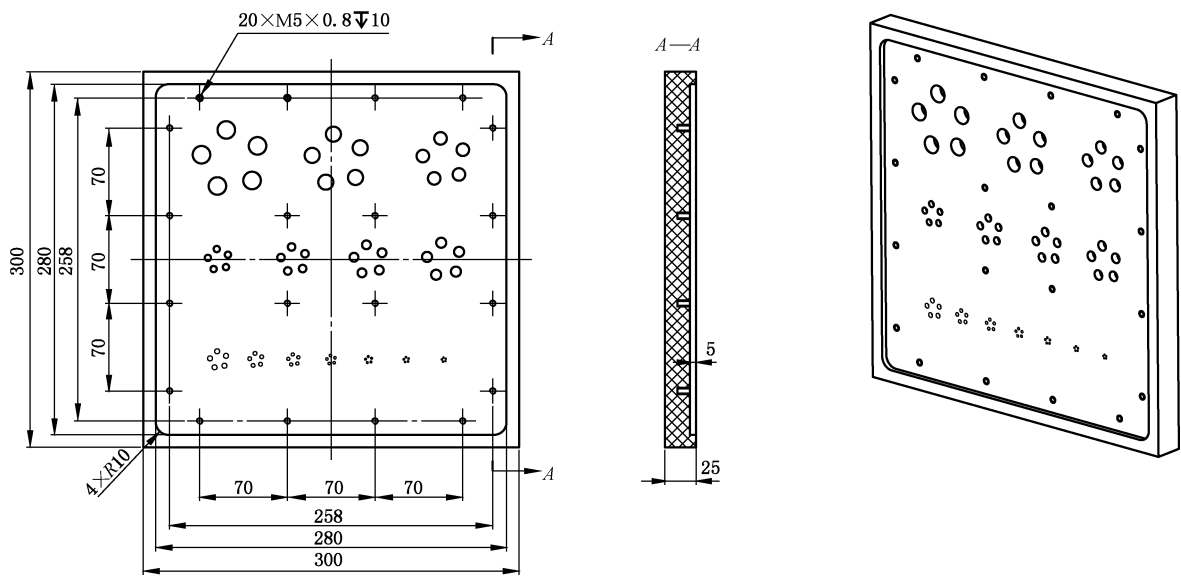
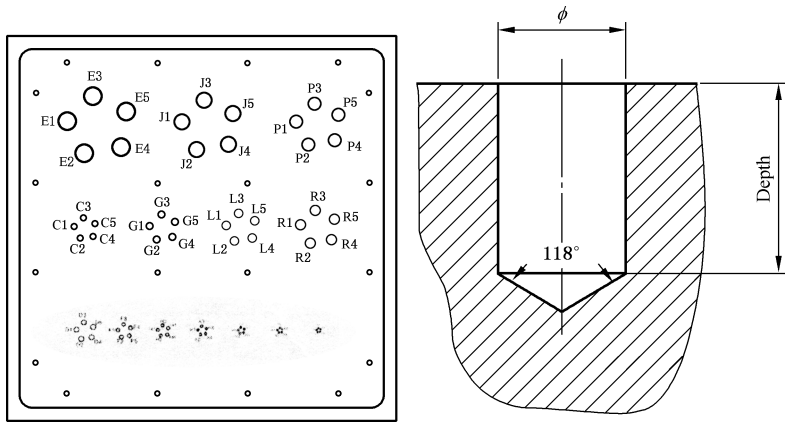


图 B.14 体空间分辨力测试卡背板

SAC



说明：
Depth——挖孔的深度见表 B.1。

图 B.15 体空间分辨力测试卡孔位及孔深

表 B.1 体空间分辨力测试卡背板钢球孔位及孔深

单位为毫米

编号	X 坐标	Y 坐标	尺寸	编号	X 坐标	Y 坐标	尺寸
E1	46.47	233.73	$\phi 14.0$ 孔深 11.46	K1	146.64	70.53	$\phi 2.0$ 孔深 2.07
E2	59.19	208.78		K2	148.46	66.97	
E3	66.27	253.53		K3	149.47	73.36	
E4	86.84	213.16		K4	152.41	67.59	
E5	91.22	240.81		K5	153.03	71.54	
C1	51.60	151.33	$\phi 5.0$ 孔深 4.41	L1	168.24	151.86	$\phi 7.0$ 孔深 5.98
C2	56.14	142.42		L2	174.59	139.39	
C3	58.67	158.40		L3	178.14	161.76	
C4	66.02	143.99		L4	188.42	141.58	
C5	67.58	153.86		L5	190.61	155.41	
D1	53.28	71.06	$\phi 4.0$ 孔深 3.67	M1	177.48	70.40	$\phi 1.5$ 孔深 1.67
D2	56.91	63.94		M2	178.84	67.73	
D3	58.94	76.72		M3	179.60	72.52	
D4	64.81	65.19		M4	181.80	68.20	
D5	66.06	73.09		M5	182.27	71.16	
F1	84.96	70.80	$\phi 3.0$ 孔深 2.85	N1	207.98	70.32	$\phi 1.2$ 孔深 1.44
F2	87.68	65.45		N2	209.07	68.18	
F3	89.20	75.04		N3	209.68	72.02	
F4	93.61	66.39		N4	211.44	68.56	
F5	94.55	72.32		N5	211.82	70.93	
G1	109.92	151.60	$\phi 6.0$ 孔深 5.20	P1	223.20	232.66	$\phi 10.0$ 孔深 8.33
G2	115.37	140.90		P2	232.28	214.84	
G3	118.40	160.08		P3	237.34	246.80	
G4	127.22	142.78		P4	252.03	217.97	
G5	129.10	154.63		P5	255.16	237.72	
H1	115.80	70.67	$\phi 2.5$ 孔深 2.46	R1	226.56	152.13	$\phi 8.0$ 孔深 6.76
H2	118.07	66.21		R2	233.82	137.87	
H3	119.33	74.20		R3	237.87	163.44	
H4	123.01	66.99		R4	249.62	140.38	
H5	123.79	71.93		R5	252.13	156.18	
J1	134.84	233.19	$\phi 12.0$ 孔深 9.89	T1	238.32	70.27	$\phi 1.0$ 孔深 1.28
J2	145.73	211.81		T2	239.23	68.48	
J3	151.81	250.16		T3	239.73	71.68	
J4	169.44	215.56		T4	241.20	68.80	
J5	173.19	239.27		T5	241.52	70.77	

单位为毫米

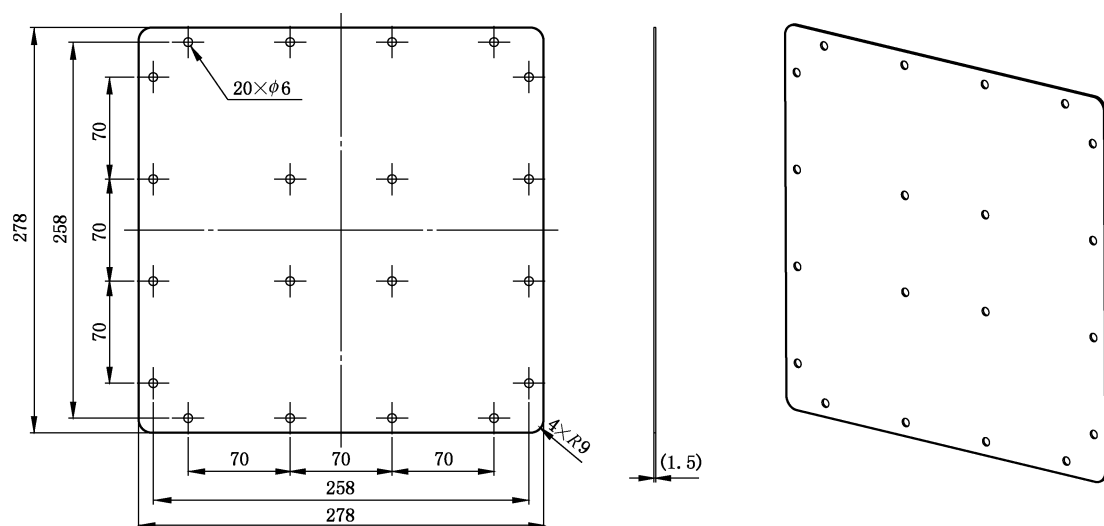


图 B.16 体空间分辨力测试卡盖板

B.6 体模

体模见图 B.17 和图 B.18。

单位为毫米

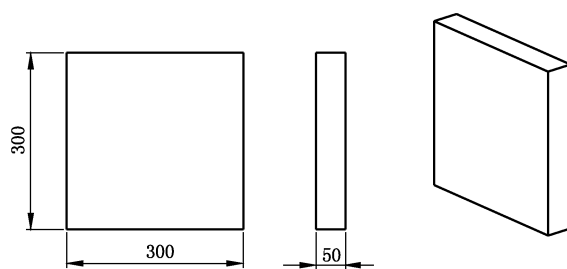


图 B.17 体模(厚度 50 mm)



单位为毫米

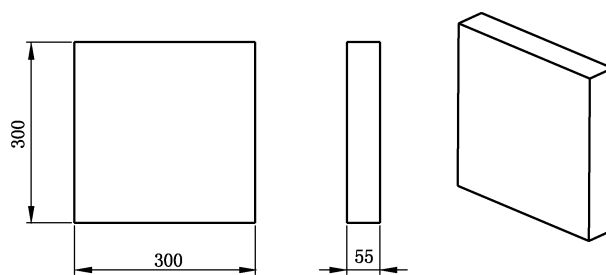


图 B.18 体模(厚度 55 mm)

附 录 C
(规范性附录)

剂量检测仪器和测试散射体的要求

C.1 对用于被检对象剂量检测仪器的要求

为了检查设备中被检对象剂量是否符合本部分中规定的剂量限值,需要一种能够准确测量设备参考位置剂量的有源测量仪器;或者使用无源热释光(TL)、光致发光(OSL)剂量计测量被检对象累积剂量。

如果使用电离室剂量仪测量被检对象位置参考位置剂量,应使用具有积分模式、高灵敏度、能量响应好的空气电离室,有效体积应不小于 $1\,500\text{ cm}^3$ 。

用于被检对象剂量检测的剂量仪或剂量计,需要根据不同厂家的设备实际 X 射线能谱,在设备 X 射线能谱范围内校准。

剂量仪读数分辨力应不低于 1 nSv ,在所测的射线能谱范围内,经校准的响应偏差不大于 $\pm 10\%$ 。

使用热释光或光致发光剂量计测量时应进行数百次累积扫描,使测量结果达到不低于剂量计探测下限水平。

C.2 对用于辐射工作场所剂量测量仪器的要求

本部分中进行操作者位置及辐射工作场所剂量测量时,应使用 X 射线剂量巡测仪,并经过周围剂量当量 $H^*(10)$ 校准。

仪表在 50 kV 至设备最高操作电压对应的有效能量范围内响应偏差应在 $\pm 20\%$ 范围内。

仪器时间响应不大于 1 s ,读数分辨力不低于 1 nSv 。

C.3 测试散射体

当测试操作人员位置及辐射工作场所辐射水平时,需要在检测区域内放置一个散射体来模拟被检对象的散射情况。散射体材料为 HDPE,密度为 $0.95\text{ g/cm}^3 \pm 0.05\text{ g/cm}^3$,尺寸为 $900\text{ mm} \times 300\text{ mm} \times 200\text{ mm}$ (高 $\times$ 宽 $\times$ 厚)。

附 录 D

(规范性附录)

被检对象剂量的测试方法

D.1 测试要求

宜使用电离室剂量仪检测被检对象剂量,也可用热释光和光致发光剂量计法测量。

检测此项的剂量仪应满足附录 C 要求,并在接近于设备 X 射线能谱的条件下校准。

剂量仪应用周围剂量当量 $H^*(10)$ 校准,如果以自由空气中空气比释动能校准,则还需测量设备主射线半值层,根据设备线质将测量的空气比释动能结果转换为周围剂量当量 $H^*(10)$ 。

热释光和光致发光剂量计应以 $H_p(10)$ 校准。

该项检测需要在被检对象站立位参考位置进行。

剂量仪探头应与人体接受检查一样的方式接受设备扫描。

对于一次检查包含的多次扫描的设备,需要累积多次扫描的剂量以计算被检对象接受的总周围剂量当量。

D.2 测试方法

D.2.1 周围剂量当量 $H^*(10)$ 的测试方法

被检对象周围剂量当量 $H^*(10)$ 的检测方法如下:

- a) 将剂量仪置于人体扫描站立台上,探测器有效中心位于被检对象实际接受检查时的中心轴线;
- b) 分别选择设备的不同工作模式,包括一般模式和特检模式以及设备可选的最大工作模式;在选择设备最大工作模式时,需设置设备最大管电压、最大管电流、最小传输速度以及最小过滤等;
- c) 分别测量被检对象站立中心轴线上,距站立平台高度 70 cm、100 cm、130 cm 处的剂量,每个点重复扫描 n 次($n \geq 10$),记录总时间 T 和剂量仪读数 $H^*(10)_T$;
- d) 测量时间 T 中本底周围剂量当量 $H^*(10)_B$;
- e) 按式(D.1)计算一次扫描周围剂量当量 $H^*(10)_{\text{scan}}$:

$$H^*(10)_{\text{scan}} = [H^*(10)_T - H^*(10)_B] \cdot C_f / n \quad \dots\dots\dots (D.1)$$

式中:

$H^*(10)_{\text{scan}}$ ——一次扫描的周围剂量当量,单位为微希沃特(μSv);

$H^*(10)_T$ —— n 次扫描总时间 T 内测量的剂量仪读书,单位为微希沃特(μSv);

$H^*(10)_B$ —— n 次扫描总时间 T 内测量的本底值,单位为微希沃特(μSv);

C_f ——剂量测量设备的校准因子;

- f) 选取不同高度上一次扫描产生周围剂量当量最大的测量值作为参考位置剂量;
- g) 如果需要对电离室测量读数进行温度、气压校正,还需乘以适当的校正因子;
- h) 根据选定的设备检查模式和设备类型,计算被检对象一次检查接受的周围剂量当量。

D.2.2 个人剂量当量 $H_p(10)$ 测试方法

被检对象个人剂量当量 $H_p(10)$ 检测方法如下:

- a) 将测试散射体置于被检对象站立位置；
- b) 将测量深部个人剂量当量的剂量计贴在测试散射体入射表面中间位置，剂量计距地面高度分别为 70 cm、100 cm、130 cm；
- c) 分别选择设备的不同检查模式，包括一般模式和特检模式以及设备可选的最大工作模式。在选择设备最大工作模式时，需设置设备最大管电压、最大管电流、最小传输速度以及最小过滤等；
- d) 每一个工作模式下应进行数百次累积扫描，使测量结果达到不低于剂量计探测下限水平；
- e) 进行剂量计测读，扣除本底后，计算被检对象一次扫描接受的个人剂量当量；
- f) 根据选定的设备检查模式和设备类型，计算被检对象一次检查接受的个人剂量当量。



附录 E

(规范性附录)

辐射工作场所辐射水平测试散射体及测试方法

E.1 设备负载因子

设备负载因子定义单位时间内设备实际出束时间与所用总时间的比值。按式(E.1)计算设备负载因子 F ：

$$F = \frac{P \times t_s}{a} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (E.1)$$

式中：

F ——系统负载因子；

P ——系统技术通行能力，单位为次每小时(次/h)；

t_s ——系统对被检对象一次检查实际出束时间，单位为秒每次(s/次)；

a ——常数，取值 3 600。

E.2 辐射工作场所辐射水平测试方法

E.2.1 对于 X 射线产生装置固定不动且连续出束不小于 1 s 的设备

方法如下：

- 将系统设置为最大工作模式条件下进行此项测量，即最大管电压、最大管电流、最小总过滤、最低传输速度等；
- 将满足附录 B 要求的模体置于被检人员位置，将模体支起，模体底面距扫描平台 70 cm 高；
- 在系统控制区边界、监督区边界以及全日制工作站操作人员位置选定需要测量的点；
- 将适用于辐射工作场所周围剂量当量测量的设备(见 C.2)置于测量点距地面 1 m 高的位置，连续测量本底周围剂量当量率，并给出本底周围剂量当量率平均值 $\dot{H}^*(10)_b$ ；
- 启动人体安检系统，记录测量点最高瞬时周围剂量当量率 $\dot{H}^*(10)_s$ ；
- 按式(E.2)计算测量点每小时累积剂量：

$$H^*(10)_h = [\dot{H}^*(10)_s - \dot{H}^*(10)_b] \times F \times b \quad \dots\dots\dots (E.2)$$

式中：

$H^*(10)_h$ ——每小时累积周围剂量当量，单位为微希沃特(μSv)；

$\dot{H}^*(10)_s$ ——最高瞬时累积周围剂量当量率，单位为微希沃特每小时($\mu\text{Sv/h}$)；

$\dot{H}^*(10)_b$ ——本底周围剂量当量率，单位为微希沃特每小时($\mu\text{Sv/h}$)；

F ——设备负载因子；

b ——常数，取值 1。

E.2.2 对于 X 射线产生装置往返移动出束或单次出束时间小于 1 s 的设备

方法如下：

- 测量工作场所的天然本底周围剂量当量率 $\dot{H}^*(10)_b$ ，取 10 个读数的平均值；

- b) 将散射体置于检测区域中心或被检对象被扫部位中心位置,设备存在多个 X 射线产生装置时,则每个 X 射线产生装置应有各自散射体;
- c) 将设备设置为最大工作模式,即最大管电压、最大管电流、最小总过滤等;
- d) 将仪表设置为累积剂量模式,放置在辐射防护区边界、工作人员位置等需要测量的位置点;
- e) 设备按标准扫描速度进行 N 次的典型扫描(即厂家标称的扫描条件, N 应不小于 5),扫描结束后,记录测量点累积周围剂量当量 $H^*(10)_N$ 及测试时间 t_N ;
- f) 按式(E.3)计算测量点每小时累积周围剂量当量。

$$H^*(10)_h = \frac{[H^*(10)_N - \dot{H}^*(10)_b \times t_N] \times P}{N} \dots\dots\dots (E.3)$$

式中:

$H^*(10)_h$ ——每小时累积周围剂量当量,单位为微希沃特(μSv);

$H^*(10)_N$ —— N 次扫描的累积周围剂量当量,单位为微希沃特(μSv);

$\dot{H}^*(10)_b$ ——工作场所本底周围剂量当量率,单位为微希沃特每小时($\mu\text{Sv/h}$);

t_N ——完成 N 次扫描的测试时间,单位为小时(h);

P ——每小时内完成的扫描次数,单位为次每小时(次/h)。



参 考 文 献

- [1] GBZ 127—2002 X射线行李包检查设备卫生防护标准
 - [2] IEC 62463:2010 Radiation Protection Instrumentation—X-ray systems for the screening of persons for security and the carrying of illicit items
 - [3] IEC 62709:2014 Radiation protection instrumentation of illity screening of humans—Measuring the imaging performance of X-ray systems
 - [4] ANSI N43.17-2009 Radiation Safety for Personnel Security Screening Systems Using X-Ray or Gamma Radiation
 - [5] ANSI N42.47-2010 American National Standard for Measuring the Imaging Performance of X-ray and Gamma-ray Systems for Security Screening of Humans
-