

967

ICS 11.040.50
C 43

YY

中华人民共和国医药行业标准

YY/T 0722—2016/IEC 61676:2009
代替 YY/T 0722—2009

医用电气设备 在诊断放射学中用于 X 射线管电压非接入式测量的剂量学仪器

Medical electrical equipment—Dosimetric instrument used for non-invasive
measurement of X-ray tube voltage in diagnostic radiology

(IEC 61676:2009, IDT)

2016-07-29 发布

2017-06-01 实施

国家食品药品监督管理总局 发布



中华人民共和国医药
行业标准
医用电气设备 在诊断放射学中用于
X射线管电压非接入式测量的剂量学仪器
YY/T 0722—2016/IEC 61676:2009

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 2 字数 54 千字
2017年6月第一版 2017年6月第一次印刷

*

书号: 155066·2-31507 定价 36.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107

目 次

前言	V
引言	VI
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 实用峰值电压测量的通用性能要求	4
4.1 应测量的量	4
4.2 性能特性的限值	4
4.2.1 限值	4
4.2.2 最大误差	4
4.2.2.1 电压高于 50 kV 时最大相对固有误差	4
4.2.2.2 电压低于 50 kV 时最大固有误差	5
4.2.3 超范围及低于范围指示	5
4.2.4 重复性	5
4.2.5 长期稳定性	6
4.3 影响量效应引起的变异限值	6
4.3.1 影响量	6
4.3.2 最小使用的额定范围	6
4.3.3 参考条件	6
4.3.4 标准试验条件	6
4.3.5 变异限值	6
4.4 性能试验程序	8
4.4.1 概述	8
4.4.2 仪器响应对电压波形和频率的依赖性	9
4.4.3 仪器响应对阳极角的依赖性	9
4.4.4 仪器响应对滤过的依赖性	10
4.4.5 仪器响应对剂量率的依赖性	10
4.4.6 仪器响应对辐照时间的依赖性	10
4.4.7 仪器响应对辐射野尺寸的依赖性	10
4.4.7.1 仪器响应对辐射野尺寸在额定范围内变化的依赖性	10
4.4.7.2 仪器响应对大辐射野尺寸的依赖性	10
4.4.8 仪器响应对焦点-探测器距离的依赖性	10
4.4.9 仪器响应对辐射入射角的依赖性	11

4.4.10	仪器响应对探测器与 X 射线管轴线旋转角的依赖性	11
4.4.10.1	对制造商说明了有首选对准方向的仪器响应的依赖性	11
4.4.10.2	对制造商没有说明有首选对准方向的仪器响应的依赖性	11
4.4.11	仪器响应对温度及湿度的依赖性	11
4.4.12	仪器响应对工作电压的依赖性	11
4.4.13	仪器响应对电磁兼容性的依赖性	12
4.4.13.1	静电放电	12
4.4.13.2	射频电磁场	12
4.4.13.3	由脉冲群和射频引起的传导干扰	13
4.4.13.4	电压暂降、短时中断和电压变化	13
4.4.13.5	浪涌(冲击)	13
4.4.14	附加钨滤过(X 射线管老化)	13
5	特殊的仪器要求和标记	14
5.1	对整个仪器的要求	14
5.2	概述	14
5.3	显示	14
5.4	测量范围	14
5.5	连接器与电缆	14
6	随机文件	15
6.1	概述	15
6.2	提供的信息	15
6.3	仪器描述	15
6.4	探测器	15
6.5	延时	15
6.6	测量窗	15
6.7	数据接口	15
6.8	运输及贮存	15
附录 A (资料性附录)	接入式分压器的推荐性能标准	16
附录 B (资料性附录)	实用峰值电压的附加说明	17
附录 C (资料性附录)	术语表	23
图 B.1	双脉冲发生器波形示例	18
图 B.2	恒压发生器波形示例	19
图 B.3	下降负载波形示例	19
表 1	最小有效范围	4
表 2	与影响量有关的最小使用的额定范围、参考条件、标准测试条件、变异限值($\pm L$)、使用的有效范围内的固有误差(E)	7

表 3 用于影响量试验的实用峰值电压的最少试验点和试验值	9
表 4 依赖阳极角的最大半值层(HVL)	14
表 B.1 图 B.3 中下降负载波形的 20 个抽样值	20
表 B.2 图 B.3 中用于下降负载波形 20 个抽样值的电压带宽、概率和权重因子	20
表 B.3 图 B.3 中下降负载波形的 20 个等间距抽样	21

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 YY/T 0722—2009《医用电气设备 在诊断放射学中用于 X 射线管电压非接入式测量的剂量学仪器》。与 YY/T 0722—2009 相比,主要技术变化如下:

- 将 3.16“实际峰值电压”改为“实用峰值电压”;
- 表 2 中增加了一行与附加钨滤过(X 射线管老化)有关的最小使用的额定范围、参考条件、标准测试条件、变异限值($\pm L$)、使用的有效范围内的固有误差(E)等数值;
- 增加了条 4.4.14 附加钨滤过(X 射线管老化);
- 增加了表 4, 依赖阳极角的最大半值层(HVL)。

本标准使用翻译法等同采用 IEC 61676:2009《医用电气设备 在诊断放射学中用于 X 射线管电压非接入式测量的剂量学仪器》。为便于使用,本标准做了下列编辑性修改:

- 在第 2 章“规范性引用文件”中,所引用 IEC 和 ISO 等标准,凡已等同转化为国家标准的,改为引用国家标准。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由国家食品药品监督管理总局提出。

本标准由全国医用电器标准化技术委员会放射治疗、核医学和放射剂量学设备分技术委员会(SAC/TC 10/SC 3)归口。

本标准起草单位:北京市医疗器械检验所、中国测试技术研究院、中国计量科学研究院。

本标准主要起草人:王培臣、黄扬、郭彬、谢士兵、李悦菱、宋连有、郑立夫。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- YY/T 0722—2009。

引 言

通过接入式或非接入式仪器测量的 X 射线管电压,其结果通常是以一个单独的数表示管电压的值,与管电压是否为恒定电压、是否为依赖于波形随时间而改变无关。市场上用于测量 X 射线管电压的非接入式仪器常常是以“平均峰值电压”表示管电压,但是“平均峰值电压”这个量没有明确的定义,并且可能是所有电压峰值的任一平均值。在所考虑的量没有明确定义的情况下,不可能建立测量 X 射线管电压的非接入式仪器性能要求的测试程序,为此,本标准依据最近文献¹⁾中建议的、称为“实用峰值电压”的量作为建立本标准的基础。实用峰值电压有明确的定义,并适用于任意波形,这个量与发射 X 射线谱分布及影像属性相关,甚至当管电压波形很不相同时,工作在相同实用峰值电压值下的 X 射线发生器也会在 X 射线照片中产生相同的低对比度。有关本概念的详细信息见附录 B,附录 B 中还给出了在“下降负载”波形情况下实用峰值电压值计算的示例。

一个新量的引入,其结果会引发这样的问题:本标准已编写完成,其目的是用于测量实用峰值电压的仪器,但这些仪器过去的设计显然并非如此。然而,从目前市场上非接入式仪器的探索性试验得到的初步结果看,可以期望未来的新仪器及市场上的大多数仪器将能够完全满足本标准中的要求,没有不可克服的困难。对于电压波形和频率依赖性响应那些最为重要的要求,这些研究结果表明,通过把实用峰值电压作为测量量来使用,可以更加容易地符合标准的要求。

X 射线发生器的 X 射线管电压,其校正及调整通常是由制造商通过直接接入式测量进行,采用非接入式测量方法的仪器当然也能用于检查校准 X 射线管电压或调整 X 射线管电压,但要求给出这些仪器与接入式测量可比对的电压测量不确定度。诊断 X 射线设备一个最重要的参数为施加到 X 射线管上的电压,这是因为诊断放射学中影像的质量和接受检查的患者所接受的剂量两者都与 X 射线管电压有关。总不确定度要求低于 $\pm 5\%$,并且该值为各影响量效应的变异限值的指南。

1) 见附录 B。

医用电气设备 在诊断放射学中用于 X 射线管电压非接入式测量的剂量学仪器

1 范围

本标准规定了用于 150 kV 以下 X 射线管电压的非接入式测量仪器的性能要求和相关的符合性试验。本标准还描述了校准方法,并给出了在与校准期间不同的测量条件下估计不确定度的指南。

在诊断放射学中的测量应用包括乳腺成像、计算机体层摄影(CT)、牙科放射学和 X 射线检查。本标准不涉及此类仪器的安全,适用的电气安全要求见 GB 4793.1—2007。

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 4793.1—2007 测量、控制和实验室用电气设备的安全要求 第 1 部分:通用要求(IEC 61010-1:2001, IDT)

GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验(idt IEC 61000-4-2)

GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验(idt IEC 61000-4-3)

GB/T 17626.4 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验(idt IEC 61000-4-4)

GB/T 17626.5 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验(idt IEC 61000-4-5)

GB/T 17626.6 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度试验(idt IEC 61000-4-6)

GB/T 17626.11 电磁兼容 试验和测量技术 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验(idt IEC 61000-4-11)

IEC 60417 (所有部分) 设备图形符号(Graphical symbols for use on equipment)

IEC 60788 医用放射学术语(放射治疗、核医学和辐射剂量学设备)(Medical radiology—Terminology)

IEC 61187:1993 电气和电子测量设备 文件(Electrical and electronic measuring equipment—Documentation)

ISO Guide 99:1993 计量学基本和一般术语通用词汇[International vocabulary of basic and general terms in metrology(ISO 92-67-01075-1)]

ISO 7000:1989 设备图形符号 索引和对照表(Graphical symbols for use on equipment—Index and synopsis)

3 术语和定义

IEC 60788 和 ISO Guide 99 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

修正因子 correction factor

将工作在特定条件下仪器的指示值修正到工作在给定的参考条件下仪器的指示值的无量纲乘数。

3.2

有效范围 effective range

仪器符合其说明的某一性能的**指示值范围**。对应的指示最大(最小)有效指示值为在有效范围中最大(最小)值。

3.3

指示值 indicated value

由仪器的刻度读数与在其控制面板上显示的刻度因子一起导出的量值。

3.4

影响量 influence quantity

可能影响仪器性能的任何外部量(如环境温度等),以及在使用仪器进行 X 射线管电压非接入式测量时,需要考虑的受检 X 射线设备的任何属性(如 X 射线管电压范围、阳极角、阳极材料、总滤过等)。

3.5

仪器参数 instrument parameter

可能影响其性能的仪器的任何内部属性。

3.6

固有误差 intrinsic error

测量值(即修正到**参考条件**的**指示值**)与在**标准试验条件**下约定真值之间的偏差。

3.7

接入式测量 invasive measurement

通过外部连接适当的仪表或高阻抗分压器的方法,进行 X 射线管电压的测量。

3.8

变异限值 limits of variation

本标准允许的性能特性 y 的最大变异值。如果**变异限值**以百分数表示为 $\pm L\%$,则**变异** $\Delta y/y$ 应在 $-L\% \sim +L\%$ 范围内。

3.9

最大峰值电压 maximum peak voltage

在规定的时间内 X 射线管电压的最大值,该量的单位为伏特(V)。

3.10

平均峰值电压 mean peak voltage

在规定的时间内所有 X 射线管电压峰值的平均值,该量的单位为伏特(V)。

3.11

测量值 measured value

一个量的约定真值的最佳估计,由仪器的**指示值**与使用的所有相关**修正因子**一起导出。

注:约定真值常常是通过使用工作标准与受检的仪器进行比对而测定的值。

3.12

最小有效范围 minimum effective range

最小有效范围是仪器符合其说明性能的**指示值**的最小允许范围。

3.13

非接入式测量 non-invasive measurement

通过对发射辐射分析进行 X 射线管电压的测量。

3.14

性能特性 performance characteristic

用于确定仪器性能的某一个量(如“响应”)。

3.15

电压纹波 voltage ripple

X射线管的电压纹波 r 表示为在规定的的时间间隔范围内峰值电压(U_{\max})的百分比,按式(1)计算:

$$r = \frac{U_{\max} - U_{\min}}{U_{\max}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

U_{\max} ——该时间间隔内的最高电压;

U_{\min} ——该时间间隔内的最低电压。

3.16 实用峰值电压(PPV)practical peak voltage

实用峰值电压 \hat{U} 按式(2)计算:

$$\hat{U} = \frac{\int_{U_{\min}}^{U_{\max}} p(U) \cdot w(U) \cdot U dU}{\int_{U_{\min}}^{U_{\max}} p(U) \cdot w(U) dU} \quad \text{且} \quad \int_{U_{\min}}^{U_{\max}} p(U) dU = 1 \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

$p(U)$ ——电压 U 的分布函数;

$w(U)$ ——权重函数;

U_{\max} ——该时间间隔内的最高电压;

U_{\min} ——该时间间隔内的最低电压。使用峰值电压量的单位为伏特(V)。

注:关于实用峰值电压、权重函数 $w(U)$ 和分布函数 $p(U)$ 的附加信息见附录 B。使用权重函数 $w(U)$ 时,实用峰值电压定义为一个恒定电压,它产生的空气比释动能与在规定的模体后面受检的非直流电压产生的空气比释动能相同。

3.17

(使用的)额定范围 rated range(of use)

影响量或仪器参数的数值范围,在该范围内仪器在变异限值范围内工作,其限值是最小值和最小值额定值。

最小额定范围是影响量或仪器参数的最小范围,在该范围内仪器应在变异限值范围内工作,以符合本标准的要求。

3.18

参考条件 reference conditions

所有影响量和仪器参数获得其参考值的条件。

3.19

参考值 reference value

为了参考目的而选择的一个影响量(或仪器参数)的一个特殊值,也就是一个影响量(或仪器参数)的数值,在此值处由该影响量(仪器参数)决定的修正因子为一个不变的乘数。

3.20

相对固有误差 relative intrinsic error

固有误差与约定真值的比。

3.21

响应 response

指示值除以约定真值的商。

3.22

标准试验条件 standard test conditions

所有影响量和仪器参数获得其标准试验值的条件。

3.23

标准试验值 standard test values

当对其他影响量或仪器参数进行校准或试验时,被准许使用的一个影响量或仪器参数的一个数值、多个数值或一个数值的范围。

3.24

变异 variation

当某个影响量(或仪器参数)依次取两个规定的值,其他影响量(或仪器参数)在标准试验值处保持恒定不变时,性能特性 y 之间的相对差 $\Delta y/y$ 。

3.25

X 射线管电压 X-ray tube voltage

施加在 X 射线管阴极与阳极之间的电位差,该量的单位为伏特(V)。

4 实用峰值电压测量的通用性能要求

4.1 应测量的量

测量的量为实用峰值电压。

注:可以显示其他附加量。

表 1 中给出与 X 射线有关的实用峰值电压的最小有效范围。

表 1 最小有效范围

应用	标称阳极材料	最小有效范围
乳腺成像(20 kV~50 kV)	Mo ^a	24 kV~35 kV
诊断(40 kV~150 kV)	W	60 kV~120 kV
CT(80 kV~150 kV)	W	100 kV~140 kV
牙科(40 kV~110 kV)	W	60 kV~90 kV
透视(40 kV~130 kV)	W	60 kV~120 kV

^a 对于乳腺成像阳极材料不是钼的,其 PPV 的最小有效范围至少应为 10 kV。

4.2 性能特性的限值

4.2.1 限值

本条中说明的性能特性的所有限值不包括试验设备的不确定度。

4.2.2 最大误差

4.2.2.1 电压高于 50 kV 时最大相对固有误差

实用峰值电压 \hat{U} 在标准试验条件下测量的相对固有误差 I ,在电压有效范围内应不大于 $\pm 2\%$,用下列方程表述,见式(3):

$$|I| = \left| \frac{\hat{U}_{\text{meas}} - \hat{U}_{\text{true}}}{\hat{U}_{\text{true}}} \right| \leq 0.02 \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

\hat{U}_{meas} —— 实用峰值电压的测量值;

\hat{U}_{true} —— 实用峰值电压的真值。

实用峰值电压最小有效范围见表 1。

4.2.2.1 性能要求符合性试验见 4.2.2.2。

4.2.2.2 电压低于 50 kV 时最大固有误差

实用峰值电压 \hat{U} 在标准试验条件下测量的最大固有误差 E , 在电压有效范围内应不超过 ± 1 kV, 用下列方程表述, 见式(4):

$$|E| = |\hat{U}_{\text{meas}} - \hat{U}_{\text{true}}| \leq 1.0 \text{ kV} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

\hat{U}_{meas} —— 实用峰值电压的测量值;

\hat{U}_{true} —— 实用峰值电压的约定真值。

实用峰值电压最小有效范围见表 1。

4.2.2.1 和 4.2.2.2 性能要求的符合性, 应对声称的每种应用, 在电压的有效范围内, 通过测量相对固有误差(高于 50 kV)或测量固有误差(低于 50 kV)进行检查。每种应用的标准试验条件见表 2, 有效范围的极限点应检查。对于乳腺成像, 测量的标称间隔应不大于 2 kV, 对于其他应用, 测量的标称间隔在 100 kV 以下时, 应不大于 5 kV, 在 100 kV 以上时, 应不大于 10 kV。

如果能够使用一个以上的仪器配置测量一段电压, 则该段电压应在所有的相关仪器配置下进行测量。作为最少的测量点, 极限点和足够的中间点应测量, 并满足上述最小间隔的要求。例子中使用了两个吸收组件, 有重叠的电压段。在不同的吸收组件情况下, 如果第一吸收组件测量 40 kV~80 kV, 第二吸收组件测量 60 kV~120 kV, 那么重叠的电压段为 60 kV~80 kV。最少在 60 kV、65 kV、70 kV、75 kV、80 kV 处使用每个吸收组件进行测量。

4.2.3 超范围及低于范围指示

当读数在实用峰值电压范围之外时, 仪器应明确地指示出来。

应在高于及低于实用峰值电压有效范围的条件下进行测量并证明, 仪器读数是否向用户清楚地指示出该读数可能达不到仪器的精度。

如果使用一个以上的仪器配置测量一段电压, 则应在低于及高于这段电压范围的条件下, 对所有相关仪器的配置进行检查。例子中使用了两个吸收组件, 有重叠的电压段。在不同的吸收组件情况下, 如果第一吸收组件测量 40 kV~80 kV, 第二吸收组件测量 60 kV~120 kV, 那么高于和低于范围的指示要对第一吸收组件低于 40 kV 和高于 80 kV 的情况, 以及对第二吸收组件低于 60 kV 和高于 120 kV 的情况进行检查。(在这种情况下, 仪器拒绝给出读数是可以接受的)。

性能要求 4.2.3 的符合性应在剂量率额定范围的最低限值处验证, 所有其他的影响量应是表 2 中的标准试验条件。

4.2.4 重复性

当使用相同的仪器在不变的条件下进行重复试验时, 独立测量的变异系数应不超过 0.5 kV 或 $\pm 0.5\%$, 取两者中较大值。

性能要求 4.2.4 的符合性应在剂量率**额定范围**的最低限值处,通过连续 10 次测量确定**变异系数**,进行检查。所有其他影响量应是表 2 中每种应用情况的**标准试验条件**。应在**有效范围**的极限值点和近似**有效范围**中点的一个点进行检查。试验还应取在**标准试验条件**范围内的剂量率进行第二次测量。

如果使用一个以上的仪器配置测量一段电压,则应在该段电压的极限值点对所有相关仪器的配置进行检查。例子中使用了两个吸收组件,有重叠的电压段。在不同的吸收组件情况下,如果第一吸收组件测量 40 kV~80 kV,第二吸收组件测量 60 kV~120 kV,那么重叠的电压段为 60 kV~80 kV,最少在 60 kV 和 80 kV 处使用每个吸收组件进行测量。

4.2.5 长期稳定性

仪器的设计和结构应保证,在一年的时间内,用于 50 kV 以上电压测量的仪器其响应变化不超过 ±2.0%,或者,用于 50 kV 以下电压测量的仪器其响应变化不超过 ±1.0 kV。

本条性能要求的符合性,应通过保持一台有代表性的仪器贮存在**标准试验条件**下(温度和相对湿度),并且最少在两个电压点(一个接近**有效范围**的上限,另一个接近**有效范围**的下限)通过测量**相对固有误差**(50 kV 以上)或**固有误差**(50 kV 以下)进行检查。

如果使用一个以上的仪器配置测量一段电压,则应在该段电压的极限值点对所有相关仪器的配置进行检查。例子中使用了两个吸收组件,有重叠的电压段。在不同的吸收组件情况下,如果第一吸收组件测量 40 kV~80 kV,第二吸收组件测量 60 kV~120 kV,那么重叠的电压段为 60 kV~80 kV,最少在 60 kV 和 80 kV 处使用每个吸收组件进行测量。

应在不少于 6 个月的时间内,以 1 个月为最小间隔进行这些测量。应使用线性回归分析方法外推这些读数,获得一整年的响应变化。

4.3 影响量效应引起的变异限值

4.3.1 影响量

可能影响仪器性能的量。

4.3.2 最小使用的额定范围

表 2 给出了涉及每个影响量可使用的最小使用的额定范围。

4.3.3 参考条件

表 2 给出了每个特定影响量的参考条件。对于那些可能被控制的影响量,参考值应是仪器校准时使用的值。

4.3.4 标准试验条件

除了要试验的影响量外,在试验过程中应符合表 2 中说明的**标准试验条件**。

4.3.5 变异限值

表 2 给出了每个特定影响量的**变异限值**±L。对于一个影响量在其**额定范围**内的任何改变,仪器响应的变化应符合式(5):

$$|(R/R_{ref}) - 1| \times 100\% \leq L \quad \dots\dots\dots (5)$$

表2 与影响量有关的最小使用的额定范围、参考条件、标准测试条件、
变异限值($\pm L$)、使用的有效范围内的固有误差(E)

影响量	最小使用的额定范围	参考条件	标准试验条件	$\pm E$ kV	$\pm L$ %	子条款
电压波形和频率:						
诊断	恒定电压, 2-, 6-, 12-脉冲及中频机发生器 ^a	恒定电压	恒定电压, 纹波小于4%		2.0	4.4.2
乳腺成像	恒定电压			0.5		
阳极角:						
诊断	6°~18°	12°	参考值 $\pm 2^\circ$		0.5	4.4.3
乳腺成像	15°~24°	20°	参考值 $\pm 2^\circ$	0.5		
滤过:						
诊断	2.5 mmAl~3.5 mmAl ^b	3.0 mmAl	参考值 $\pm 5\%$		1.5	4.4.4
乳腺成像	25 μ mMo~35 μ mMo ^c	30 μ mMo	参考值 $\pm 5\%$	0.5		
CT	4 mmAl~8 mmAl	6 mmAl	参考值 $\pm 5\%$		1.5	
牙科	1 mmAl~2 mmAl	1.5 mmAl	参考值 $\pm 5\%$		1.5	
剂量率:						
诊断	20 mGy/s~200 mGy/s	制造商说明的数据	参考值 $\pm 20\%$	0.5	0.5	4.4.5
乳腺成像	25 mGy/s~150 mGy/s				0.5	
CT	20 mGy/s~200 mGy/s				0.5	
牙科	5 mGy/s~50 mGy/s				0.5	
透视	1 mGy/s~10 mGy/s				0.5	
照射时间:						
诊断	10 ms~1 000 ms	100 ms	参考值 $\pm 20\%$		0.5	4.4.6
其他	200 ms~1 000 ms	500 ms	参考值 $\pm 20\%$		0.5	
辐射野尺寸:						
额定范围	制造商说明的长度和宽度 +30%~10%	制造商说明的数据	参考值 $\pm 2\%$		0.5	4.4.7.1
大辐射野	30 cm \times 30 cm	30 cm \times 30 cm	参考值 $\pm 2\%$		2.0	4.4.7.2

表 2 (续)

影响量	最小使用的额定范围	参考条件	标准试验条件	±E kV	±L %	子条款
探测器-焦点距离	32 cm~60 cm 或制造商说明的数据	40 cm 或制造商说明的数据	参考值±1%		0.5	4.4.8
入射角 旋转	±5°	0°	参考值±1°		0.5	4.4.9
	±180°	0°	参考值±1°		0.5	4.4.10
温度 相对湿度	15 °C~35 °C ≤80%(最大 20 g/m ³)	20 °C 50%	参考值±2 °C 30%~75%		1.0	4.4.11
电源 线电压及频率 电池 可充电电池	115 V 或 230 V+10%~15% 50 Hz 或 60 Hz	115/230 V 50/60 Hz	参考值±1%		0.5	4.4.12.1
	制造商说明的数据	制造商说明的数据	参考值±1%		0.5	4.4.12.2
	低电量新电池	新电池,断开网电源	参考值±1%		0.5	4.4.12.3
电磁兼容性	GB/T 17626.2 GB/T 17626.3 GB/T 17626.4 GB/T 17626.5 GB/T 17626.6 GB/T 17626.11	无任何干扰	不显著		1.0	4.4.13
附加钨滤过(X射线管老化)	0 μmW~10 μmW	3 μmW	0 μmW~3 μmW		2.0	4.4.14

^a 频率范围 $f=50\text{ Hz}\sim 50\text{ kHz}$, 电压纹波 (%) $0\sim(50-10\log f)$, 例如: 1 000 Hz 时 0%~20%, 50 kHz 时 0%~3%, 高于 50 kHz 的所有频率按恒定电压发生器处理。
^b 在最小额定范围之外的滤过通过进行修正来符合要求。
^c 带有钨阳极、铍窗的 X 射线发生器,除了 30 μmMo 外无附加滤过。

4.4 性能试验程序

4.4.1 概述

一个特定影响量的性能试验应按这样的方式进行试验:该影响量在其使用的额定范围内变化,而其他影响量保持在标准试验条件下。如果没有其他说明,被测量(即:电压)的试验值从表 3 中选取。除非仪器的制造商另有规定,测量装置应放在 X 射线机的床上,或放在与 X 射线机的床具有相似的 X 射线散射特性的表面上。

对于那些可能会影响试验用 X 射线装置电压的影响量,即:电压波形、频率、剂量率及辐照时间,应使用一个高压分压器系统作为一个参照。该参照应校正,并能够溯源到国家标准。分压器及其读出系统对电压波形和频率的依赖性在表 2 的范围内应小于 0.5%。

对于那些可能导致 X 射线源组件辐射束强度和能谱组成发生改变的影响量,即:电压波形和频率、

阳极角、滤过及剂量率,性能试验应在表3中说明的最少试验点处进行,以证明在电压有效范围内的符合性,除非另有说明。对于那些超出最小范围的仪器,附加性能试验应在较低值和较高值处进行。

如果能够使用一个以上的仪器配置对任何上述规定的试验点测量,则每一个点应在所有的相关仪器配置下进行测量。例子中使用了两个吸收组件,有重叠的电压段。在不同的吸收组件情况下,如果第一吸收组件测量40 kV~90 kV,第二吸收组件测量60 kV~120 kV,那么重叠的电压段为60 kV~90 kV。如果仪器用于诊断,则最少在60 kV和80 kV处使用每个吸收组件进行测量,如果仪器用于牙科,则最少在60 kV、75 kV和90 kV处使用每个吸收组件进行测量。

表3 用于影响量试验的实用峰值电压的最少试验点和试验值

设备	最少试验点 kV	试验值 kV
乳腺成像	24,28,30,35	30
诊断	60,80,100,120	80
CT	100,120,140	120
牙科	60,75,90	60
透视	60,80,100,120	80

4.4.2 仪器响应对电压波形和频率的依赖性

频率的最小额定范围为50 Hz~50 kHz。电压纹波的最小额定范围定义为:

$$\text{电压纹波}(\%) = 10 \sim (50 - 10 \log f)$$

式中:

f ——频率,单位为赫(Hz)。

在电压波形和频率的额定范围内,响应的变异限值应不大于表2中的值。

对每一种应用,除乳腺成像外,本条性能的符合性应通过测量仪器响应进行检查,仪器的探测器由X射线管产生的辐射曝光,X射线管由下列波形的高压供电:

- 单脉冲或双脉冲高压波形,脉冲持续时间为8 ms~10 ms 每脉冲;
- 0.5 kHz~1 kHz、幅度在20%~25%之间的纹波直流;
- 5 kHz~15 kHz、幅度在8%~15%之间的纹波直流;测量的响应值应与在参考条件下的响应值进行相比;
- 纹波小于4%的直流。

在a)~d)的每种情况中应使用高压分压器系统,从X射线管配电高压波形获得实用峰值电压的约定真值。应在表3指明的试验值处对每种应用进行试验。如果额定范围包含的波形不在表2中说明的最小额定范围内(例如,更高的频率和/或更大的纹波),在额定范围处应进行附加试验。

对乳腺成像,如果用于说明乳腺成像应用范围的额定范围包含电压波形,而非恒定电压,符合性应仅对包含电压波形的情况进行检查。

4.4.3 仪器响应对阳极角的依赖性

X射线管阳极角的最小额定范围在表2中给出。在阳极角的额定范围内,响应的变异限值应不大于表2中的值。

本条性能要求的符合性检验不是必要的,因为由阳极角在其额定范围内变化引起的X辐射光子谱分布的改变,小于由滤过变化引起的X辐射光子谱分布的改变。

4.4.4 仪器响应对滤过的依赖性

对不同的应用，X射线管滤过的最小额定范围在表2中给出。在滤过的额定范围内，响应的变异限值应不大于表2中的值。

本条性能要求的符合性应通过测量仪器响应进行检查，仪器的探测器在最大和最小额定滤过下曝光，并与在参考滤过下的读数的参考值进行比较。试验应在表3和4.4.1中指明的最少试验点上进行，以证明在电压有效范围内的符合性。

4.4.5 仪器响应对剂量率的依赖性

对不同的应用，剂量率的最小额定范围在表2中给出。在剂量率的额定范围内，响应的变异限值应不大于表2中的值。

本条性能要求的符合性应通过测量仪器响应进行检查，仪器的探测器在最大和最小额定剂量率、以及在剂量率额定范围内每十进位至少取3点情况下曝光。测量值应与通过接入式高压分压器系统获得的那些值进行比较。如果探测器-焦点距离或辐射质必须改变，以提供需要的剂量率，则应在发生这些改变后的剂量率值的点上重复测量，在这种情况下，可以使用修正因子（见注）补偿由于距离或X射线线质引起的可能的响应变异。本修正因子是改变测量条件后的测量值与改变前的值之商，两个值在相同的剂量率下测量。

注：该修正因子仅在符合性试验期间使用，并且应对仪器的响应变化进行补偿，这种变化仅是由于测量条件（偏离标准试验条件）的改变引起的，而不是由于剂量率的改变引起的。

4.4.6 仪器响应对辐照时间的依赖性

曝光时间的最小额定范围在表2中给出。在曝光时间的额定范围内，响应的变异限值应不大于表2中的值。

本条性能要求的符合性应通过测量仪器响应进行检查，仪器的探测器在最大值及最小值额定辐照时间下曝光，并与在参考辐照时间下的参考读数组进行比较。如果有必要，当选择了与参考条件不同的曝光时间时，应使用高压分压器系统控制和修正X射线发生器的高压。对每种应用试验应在表3中指明的试验值上进行。

4.4.7 仪器响应对辐射野尺寸的依赖性

随机文件应说明辐射野尺寸的标称值和额定范围。辐射野尺寸的最小额定范围在表2中给出。

4.4.7.1 仪器响应对辐射野尺寸在额定范围内变化的依赖性

在辐射野尺寸的额定范围内，响应的变异限值应不大于表2中的值。

本条性能要求的符合性应通过测量仪器响应进行检查，仪器的探测器在最大值及最小值额定辐射野尺寸下曝光，并与在标称辐射野尺寸下的参考读数组进行比较。

4.4.7.2 仪器响应对大辐射野尺寸的依赖性

当在30 cm×30 cm辐射野下曝光时，响应的变异限值应不大于表2中的值。

本条性能要求的符合性应通过测量仪器响应进行检查，仪器的探测器在30 cm×30 cmX射线辐射野下曝光，并与在标称辐射野尺寸下的参考读数组进行比较。

4.4.8 仪器响应对焦点-探测器距离的依赖性

X射线管焦点-探测器距离的最小额定范围在表2中给出。在距离的额定范围内，响应的变异限值

应不大于表 2 中的值。

本条性能要求的符合性应通过测量仪器响应进行检查,仪器的探测器距焦点在最大和最小额定距离下曝光,并与在参考距离下的参考读数组进行比较。在试验期间,施加到探测器的辐射野尺寸和剂量率应相同。对每种应用试验应在表 3 中指定的试验值上进行。

4.4.9 仪器响应对辐射入射角的依赖性

偏离入射标称方向的入射角的最小额定范围在表 2 中给出。在入射角的额定范围内,响应的变异限值应不大于表 2 中的值。

本条性能要求的符合性应通过测量仪器响应进行检查,仪器的探测器在两个垂直方向偏离垂直于辐射束轴的位置、倾斜至入射角额定范围的最外边界曝光,并与在垂直入射下的参考读数组进行比较。对每种应用试验应在表 3 中指定的试验值上进行。

4.4.10 仪器响应对探测器与 X 射线管轴线旋转角的依赖性

4.4.10.1 对制造商说明了有首选对准方向的仪器响应的依赖性

如果仪器有首选的对准方向,制造商应说明。当探测器偏离首选的对准方向旋转 $\pm 10^\circ$ 时,响应的变异限值应不大于表 2 中的值。

本条性能要求的符合性应通过测量仪器响应进行检查,仪器的探测器在垂直于入射 X 射线辐射束平面上首先旋转偏离首选方向 $+10^\circ$,然后旋转偏离首选方向 -10° ,并与在首选方向下的参考读数组进行比较。对每种应用试验应在表 3 中指定的试验值上进行。

4.4.10.2 对制造商没有说明有首选对准方向的仪器响应的依赖性

如果仪器没有首选的对准方向,制造商应说明。当探测器旋转通过 180° 时,响应的变异限值应不大于表 2 中的值。

本条性能要求的符合性应通过测量仪器响应进行检查,仪器的探测器在垂直于入射 X 射线辐射束平面上旋转偏离初始方向 45° 、 90° 、 135° 和 180° ,然后旋转偏离首选方向 -10° ,并与在初始(0°)方向上的参考读数组进行比较。对每种应用试验应在表 3 中指定的试验值上进行。

4.4.11 仪器响应对温度及湿度的依赖性

对在额定范围内的所有可能的温度和湿度条件,仪器响应的变异限值应不大于表 2 中的值。

本条性能要求的符合性应通过下列试验进行检查,仪器应暴露在变化温度和空气湿度情况下,至少进行 3 次检测,在下面的每个气候条件下测量一次:

温度	相对湿度
20 °C	50%
15 °C	80%
35 °C	50%

在试验前,仪器应暴露在不同的温度和湿度条件下至少 24 h。可以在表 3 中指定的试验值处,通过对仪器进行 X 射线曝光试验,或者,制造商提供通过无辐照情况下演示仪器的适当操作,使用稳定的参考电流模拟电信号的方法进行试验。

4.4.12 仪器响应对工作电压的依赖性

4.4.12.1 对于使用网电源的仪器,在制造商说明的网电源电压额定范围内,工作电压在表 2 中的标称电压限值之间变化时,由此引起的响应的变异限值应不大于表 2 中的值。

本条性能要求的符合性应通过两组读数进行检查,两组读数对应于网电源电压调节到工作电压**额定范围**的较高限值和较低限值,工作电压**额定范围**按制造商说明。可以在表3中指明的试验值处,通过对仪器辐照进行试验,或者,制造商提供通过无辐照情况下演示仪器的适当操作,使用稳定的参考电流模拟电信号的方法进行试验。

4.4.12.2 在电池电压的**额定范围**内,仪器响应的**变异限值**应不大于表2的值。对于使用电池的仪器,当电池电压在制造商说明的**额定范围**以外时,如果仪器正在工作,则电池低电压应指明。更进一步,如果电池电压在**额定范围**以外,仪器应不显示测量值。

本条性能要求的符合性应通过如下检查:电池应用稳定的直流电源替代,直流电源产生的电压与制造商规定型号的新电池组产生的电压等效。应测量一组参考读数,让电压降到电池指示器开始显示“低电压”,然后测量第二组读数并与在**参考值**进行比较。可以在表3中指明的试验值处,通过对仪器辐照进行试验,或者,制造商提供通过无辐照情况下演示仪器的适当操作,使用稳定的参考电流模拟电信号的方法进行试验。

注:对于有些仪器,用电缆连接外部电源可能影响到仪器的屏蔽,或是可能使电池不在基座的地上。在这些情况下,制造商应提供试验方法的适当指南。

4.4.12.3 对使用网电源充电电池工作的仪器,除了对电池供电仪器的要求外,当仪器工作在下列条件下,响应的**变异限值**应不大于表2中的值:

- 网电源断开,新电池;
- 网电源接通,新电池;
- 网电源接通,电池低电压。

本条性能要求的符合性应通过如下检查:在网电源断开,使用符合制造商规定型号的新电池组,测量参考读数,然后,应接通网电源测量第二组读数,并与参考读数进行比较。最后,应使用一组恰好足够引起“低电压”指示的用过的电池组,与网电源接通后,应测量第三组读数,并与参考读数进行比较。可以在表3中指明的试验值处,通过对仪器辐照进行试验,或者,制造商提供通过无辐照情况下演示仪器的适当操作,使用稳定的参考电流模拟电信号的方法进行试验。

4.4.13 仪器响应对电磁兼容性的依赖性

4.4.13.1 静电放电

由静电放电引起的显示器或输出数据的最大虚假指示(暂时的或永久的)应不超过表2中的值。

本条性能要求的符合性应通过观察和记录显示器或任何数据输出终端的指示进行检查,其间,用GB/T 17626.2中描述的适当的试验发生器,对正常测量时可能被操作者触及的整个设备的各种外部部件(非暴露在射线束下的那些部件),放电至少5次。静电放电应与来自充电电压6 kV的150 pF电容,并通过一个330 Ω 电阻放电等效(见GB/T 17626.2中描述的3级严重度接触放电)。当对仪器的绝缘表面进行试验时,应使用8 kV(3级严重度)空气放电方法。可以在表3中指明的试验值处,通过对仪器辐照进行试验,或者,制造商提供通过无辐照情况下演示仪器的适当操作,使用稳定的参考电流模拟电信号的方法进行试验。在那种情况下,X射线探测器应接在电路里,因为X射线探测器提供了一个可能的路径,使电干扰进入仪器。

注:允许使用完整的仪器“锁存器”,它不会导致仪器显示一个不正确的读数。

4.4.13.2 射频电磁场

由射频电磁场引起的显示器或输出数据的最大虚假指示(暂时的或永久的)应小于表2中的值。

本条性能要求的符合性应通过观察和记录显示器或任何数据输出终端的指示进行检查,其间,在整个设备周围存在和不存在射频场两种情况下进行测量。

电磁场强度应为3 V/m,频率范围从80 MHz~1 GHz,步进为1% [见GB/T 17626.3中描述的

2级严重度(SEVERITY)]。对于使用电池工作的仪器,试验还应在27 MHz点进行。为了减少需要测量的次数,以证明符合本条的要求,在电场强度为10 V/m的27 MHz、80 MHz、90 MHz、100 MHz、110 MHz、120 MHz、130 MHz、140 MHz、150 MHz、160 MHz、180 MHz、200 MHz、220 MHz、240 MHz、260 MHz、290 MHz、320 MHz、350 MHz、380 MHz、420 MHz、460 MHz、510 MHz、560 MHz、620 MHz、680 MHz、750 MHz、820 MHz、900 MHz、1 000 MHz点,试验可以仅在一个方向上进行。如果在这些给出的任何一个频率点,观测到响应的任何变化大于表2给出的限值的1/3,则应在该频率 $\pm 5\%$ 的范围内,步进为1%,电场强度为3 V/m,在全部三个方向上进行附加试验,见GB/T 17626.3。可以在表3中指明的试验值处,通过对仪器辐照进行试验,或者,制造商提供通过无辐照情况下演示仪器的适当操作,使用稳定的参考电流模拟电信号的方法进行试验。在那种情况下,X射线探测器应接在电路里,因为X射线探测器提供了一个可能的路径,使电干扰进入仪器。

4.4.13.3 由脉冲群和射频引起的传导干扰

由脉冲群和射频引起的显示器或输出数据的最大虚假指示(暂时的或永久的)应小于表2中的值。

对使用网电源工作的仪器,本条性能要求的符合性应通过观察和记录显示器或任何数据输出终端的指示进行检查,其间,在存在和不存在由脉冲群(见GB/T 17626.4)及射频磁场(见GB/T 17626.6)引起的传导干扰两种情况下进行测量。在两种情况中严重度应是这些文件中描述的3级水平。可以在表3中指明的试验值处,通过对仪器辐照进行试验,或者,制造商提供通过无辐照情况下演示仪器的适当操作,使用稳定的参考电流模拟电信号的方法进行试验。在那种情况下,X射线探测器应接在电路里,因为X射线探测器提供了一个可能的路径,使电干扰进入仪器。

注:允许使用完整的仪器“锁存器”,它不会导致仪器显示一个不正确的读数。

4.4.13.4 电压暂降、短时中断和电压变化

由电压暂降、短时中断和电压变化引起的显示器或输出数据的最大虚假指示(暂时的或永久的)应小于表2中的值。

对使用网电源工作的仪器,本条性能要求的符合性应通过观察和记录显示器或任何数据输出终端的指示进行检查,其间,在存在和不存在由电压暂降、短时中断和电压变化(见GB/T 17626.11)引起的传导干扰两种情况下,对最敏感的范围进行测量。可以在表3中指明的试验值处,通过对仪器辐照进行试验,或者,制造商提供通过无辐照情况下演示仪器的适当操作,使用稳定的参考电流模拟电信号的方法进行试验。在那种情况下,X射线探测器应接在电路里,因为X射线探测器提供了一个可能的路径,使电干扰进入仪器。

4.4.13.5 浪涌(冲击)

由浪涌(冲击)引起的显示器或输出数据的最大虚假指示(暂时的或永久的)应小于表2中的值。

对使用网电源工作的仪器,本条性能要求的符合性应通过观察和记录显示器或任何数据输出终端的指示进行检查,其间,在存在和不存在由浪涌(冲击)(见GB/T 17626.5)引起的传导干扰两种情况下进行测量。严重度应是该文件中描述的3级水平。

注:允许使用完整的仪器“锁存器”,它不会导致仪器显示一个不正确的读数。

4.4.14 附加钨滤过(X射线管老化)

在附加钨滤过额定范围内,响应变异限值应大于表2中的值。

注:在X射线管整个工作期间,累计热负载决定了X射线管使用时间越长,阳极变形越粗糙。阳极粗糙导致光谱分布硬化,可以通过附加钨滤过模拟:零滤过和10 μm W分别代表一个新的X射线管和一个快到寿命的X射线管。

在进行本试验前,应先证实用于本试验的 X 射线管是适度老化的 X 射线管,对应于标准试验条件所要求的 $0 \mu\text{m W} \sim 3 \mu\text{m W}$ 附加滤过。在下列条件下可以表示是适度老化的:70 kV 管电压和 3.0 mmAl 总滤过,测量的 Al 半值层(HVL)应小于表 4 中的值(依据 X 射线管阳极角):

表 4 依赖阳极角的最大半值层(HVL)

阳极角/ $^{\circ}$	6	8	10	12	14	16	18
HVL/(mmAl)	3.23	3.07	2.98	2.91	2.86	2.83	2.80

通过在最小和最大标称附加钨滤过下曝光仪器的探测器,测量仪器的响应与参考滤过($3 \mu\text{m}$ 附加钨滤过)下一组读数比较,检查性能要求的符合性。试验应在表 3 和 4.4.1 中最少的试验点上进行,表明在管电压有效范围内的符合性。

5 特殊的仪器要求和标记

5.1 对整个仪器的要求

制造商应说明所有影响量的使用范围。关于电气安全,应满足 GB 4793.1 的要求。

5.2 概述

所有电气连接、控制和显示器应清楚地指明其对应的功能。在适当的位置应使用 IEC 60417 和 ISO 7000:1989 的符号,永久性标记包括:

- 制造商的标识;
 - 仪器的型号和系列号。
- 另外,在仪器使用期间应清楚指示:
- 仪器没有准备好测量;
 - 测量范围;
 - 测量结果,包括单位;测量是否超出量程;使用的校正数据;
 - 其他警告,诸如“低电压”。

所有操作者可编程的仪器设置都应是可恢复的。

5.3 显示

符合本标准的仪器应有数字显示,应显示测量量的单位。在指示值的整个有效范围内,读数的分辨力应至少为 0.5%。

5.4 测量范围

如果仪器的测量范围由两个或多个分立的范围组成,则各分立的范围应重叠在它们的分界部分。如果仪器不能自动地转换到下一个范围,则 4.2.2 的要求应适用于每一分立范围。

5.5 连接器与电缆

连接器与电缆应清楚地标记或采用不同的设计,避免错误的连接。

6 随机文件

6.1 概述

随机文件应符合 IEC 61187:1993。

6.2 提供的信息

制造商应提供足够的信息,描述如何正确地使用仪器。

6.3 仪器描述

随机文件应包含仪器描述,包括型号、制造商,以及预期应用范围。

6.4 探测器

制造商应说明用于测定**实用峰值电压**的探测器的类型和物理原理。

6.5 延时

制造商应说明仪器是否有延时功能,并且是否可由操作者修改。

6.6 测量窗

制造商应说明仪器对波形进行采样的时间范围。

6.7 数据接口

制造商应说明,探测器单元能否通过记录仪或计算机对数据进行进一步评价。制造商应在随机文件中描述该信号是与电压成比例还是与剂量率成比例,并且给出时间常数和分辨力的信息。

6.8 运输及贮存

制造商应说明运输和贮存的特殊要求。整个仪器的所有组件应设计成适于在 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度范围运输和贮存。

附录 A

(资料性附录)

接入式分压器的推荐性能标准

A.1 概述

用于测定 X 射线管高压值的接入式分压器,在检测非接入式高压仪性能期间,在 X 射线管电压和电压波形范围内,应具有良好的特性。接入式分压器应连接于 X 射线发生器与 X 射线管球之间,并用于对所有高压的测定,通过所有高压的测定计算实用峰值电压。接入式分压器应由国家实验室对直流准确性和频率响应进行频率补偿和校准。

A.2 电气额定值(最大峰值电压)

- 阳极对阴极: $\geq 150 \text{ kVp}$
- 阳极对地: $\geq 80 \text{ kVp}$
- 阴极对地: $\geq 80 \text{ kVp}$
- 直流电压分压比: $\geq 10\,000 : 1$
- 分压比精度: $\pm 1\%$
- 电压分压器负载: $> 100 \text{ M}\Omega$ (对地)
- 频率响应: $\pm 1 \text{ dB}(0 \text{ kHz} \sim 100 \text{ kHz})$
- 工作周期: 连续

允许使用准确度为 $\pm 0.5\%$ 的修正因子。

附录 B
(资料性附录)
实用峰值电压的附加说明

B.1 简介

实用峰值电压是基于一个等效的概念,即由任何波形的高压生成的辐射,在规定模体之后产生的空气比释动能比率,与等效的恒定高压生成的辐射产生的空气比释动能比率相同。与受检波形产生相同比率的恒定高压定义为实用峰值电压。

为了测定一个规定波形的实用峰值电压,不得不计算用该非恒定电压供电的 X 射线管产生的 X 射线光谱。使用该光谱,可计算模体后的空气比释动能与模体加对比材料后的空气比释动能之比(对于“常规诊断”范围内的应用,使用 10 cm 厚的聚甲基丙烯酸甲酯模体和 1.0 mm 厚的铅对比材料)。按对应的方法,对相同的对比配置,可以找到给出空气比释动能比值相同的恒定高压,这就是给定波形的实用峰值电压。这个复杂的程序只是在正确测定实用峰值电压时才有必要。实际应用时,可以通过下面描述的简化形式代替。²⁾

B.2 测定实用峰值电压 \bar{U} 的简化形式

对于电压出现在区间 $(U_i - \Delta U/2, U_i + \Delta U/2)$ 内的一个给定的概率分布 $p(U_i)$,实用峰值电压 \bar{U} 可用式(B.1)计算:

$$\bar{U} = \frac{\sum_{i=1}^n p(U_i) \cdot w(U_i) \cdot U_i}{\sum_{i=1}^n p(U_i) \cdot w(U_i)} \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

U_i ——单位为 kV;

$w(U_i)$ ——权重函数,可由式(B.2)~(B.5)足够精确地近似:

在电压 $U_i < 20$ kV 的范围内,

$$w(U_i) = 0 \quad \dots\dots\dots (B.2)$$

在 $20 \text{ kV} \leq U_i < 36 \text{ kV}$ 的范围内,

$$w(U_i) = \exp\{a \cdot U_i^2 + b \cdot U_i + c\} \quad \dots\dots\dots (B.3)$$

式中:

$$a = -8.646 \ 855\text{E-}03$$

$$b = +8.170 \ 36\text{E-}01$$

$$c = -2.327 \ 793\text{E+}01$$

在 $36 \text{ kV} < U_i \leq 150 \text{ kV}$ 的范围内,

$$w(U_i) = d \cdot U_i^4 + e \cdot U_i^3 + f \cdot U_i^2 + g \cdot U_i + h \quad \dots\dots\dots (B.4)$$

2) 有关全部概念和计算方法的详细信息可以在 1988 年第 77 期《大英放射学杂志》第 200 页-209 页, KRAMER, H-M., SELBACH H-J., ILES, WJ. 等编写的《诊断 X-射线发生器的实用峰值电压》一文中找到。

式中：

$$d = +4.310\ 644\text{E-}10$$

$$e = -1.662\ 009\text{E-}07$$

$$f = +2.308\ 190\text{E-}05$$

$$g = +1.030\ 820\text{E-}05$$

$$h = -1.747\ 153\text{E-}02$$

依据定义(见 3.16) \hat{U} 的表达式用积分代替求和,但并不影响权重函数的值。

上述公式和参数 a 至 h 给定的值对“常规诊断”、“CT”、“牙科”和“透视”应用范围都有效。

对电压 $U_i \leq 50$ kV 的乳腺成像,采用的公式和参数 $k \sim o$ 的值如下：

$$w(U_i) = \exp\{k \cdot U_i^4 + l \cdot U_i^3 + m \cdot U_i^2 + n \cdot U_i + o\} \dots\dots\dots (B.5)$$

式中：

$$k = -2.142\ 352\text{E-}06$$

$$l = +2.566\ 291\text{E-}04$$

$$m = -1.968\ 138\text{E-}02$$

$$n = +8.506\ 836\text{E-}01$$

$$o = -1.514\ 362\text{E+}01$$

注：本公式的定义仅用于电压峰值不大于 50 kV 的波形。

图 B.1 及图 B.2 给出了使用上述公式测定实用峰值电压(图中的直线)的两个例子,两个例子的波形完全不同。

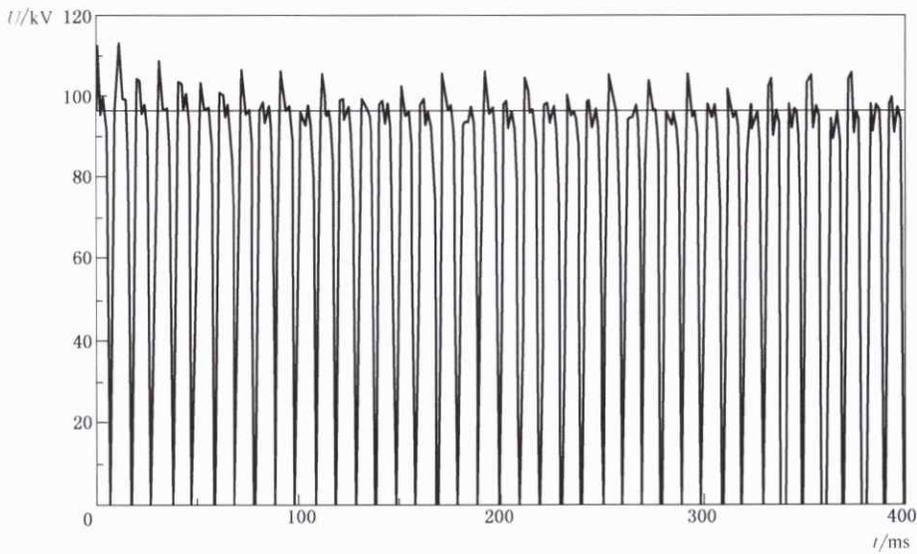


图 B.1 双脉冲发生器波形示例

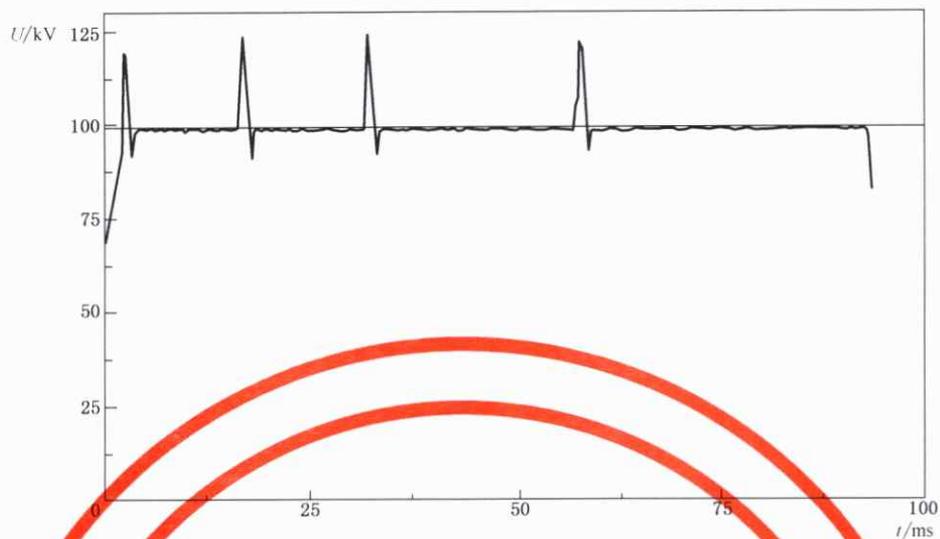


图 B.2 恒压发生器波形示例

下面的例子(见图 B.3)给出了对于一个下降负载波形情况,如何使用简化公式测定实用峰值电压 \bar{U} 。抽样的数目减少到 20 个,仅用于演示计算原理性,20 个抽样的值见表 B.3。

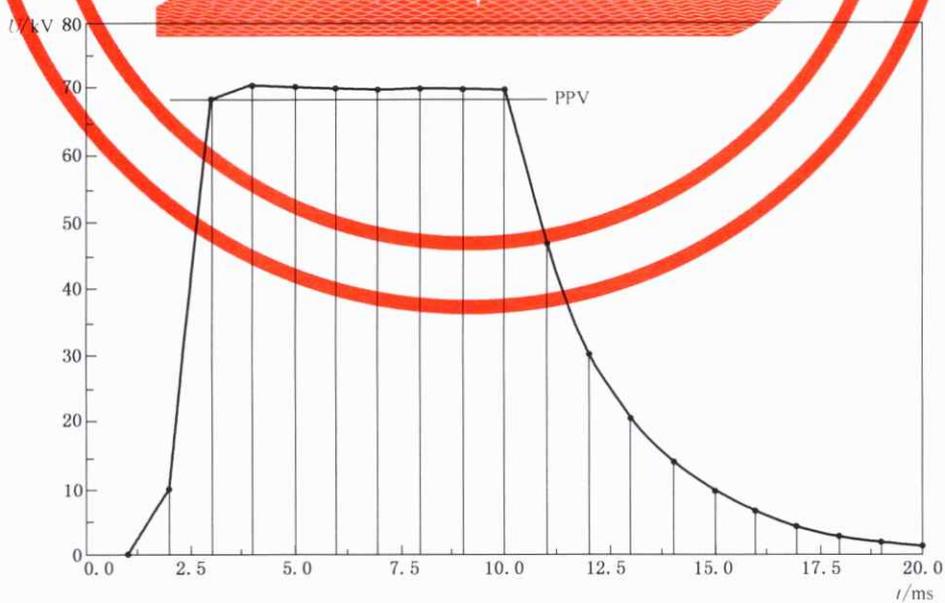


图 B.3 下降负载波形示例

表 B.1 图 B.3 中下降负载波形的 20 个抽样值

抽样编号 i	抽样数值 U_i kV
1	0.00
2	10.00
3	68.60
4	70.60
5	70.20
6	70.20
7	69.90
8	70.20
9	70.00
10	69.90
11	46.60
12	30.10
13	20.80
14	13.90
15	9.80
16	6.80
17	4.20
18	2.60
19	2.10
20	1.50

取间隔 ΔU 为 0.1 kV, 从表 B.1 中抽样电压中可以得到表 B.2 中第二列和第三列给出的电压带宽 $U_i - \Delta U/2 \sim U_i + \Delta U/2$ 和概率分布 $p(U_i)$ 。使用指定的公式(见第四列), 可计算 $w(U_i)$ 、 $p(U_i) \cdot w(U_i) \cdot U_i$ 和 $p(U_i) \cdot w(U_i)$ 的值, 最后两列和的商给出实用峰值电压的值[式(B.6)]。

表 B.2 图 B.3 中用于下降负载波形 20 个抽样值的电压带宽、概率和权重因子

U_i kV	$U_i - \Delta U/2 \sim U_i + \Delta U/2$ kV	$p(U_i)$	公式	$w(U_i)$	$p(U_i) \cdot w(U_i) \cdot U_i$	$p(U_i) \cdot w(U_i)$
<20	<20.05	9	(B.2)	0.000 0E+00	0.000 0E+00	0.000 0E+00
20.80	20.75~20.85	1	(B.3)	4.429 9E-05	9.214 1E-04	4.429 9E-05
30.10	30.05~30.15	1	(B.3)	1.474 7E-03	4.438 9E-02	1.474 7E-03
46.60	46.55~46.65	1	(B.4)	1.834 7E-02	8.549 5E-01	1.834 7E-02
68.60	68.55~68.65	1	(B.4)	4.775 0E-02	3.275 7E+00	4.775 0E-02

表 B.2 (续)

U_i kV	$U_i - \Delta U/2 \sim$ $U_i + \Delta U/2$ kV	$p(U_i)$	公式	$w(U_i)$	$p(U_i) \cdot w(U_i) \cdot U_i$	$p(U_i) \cdot w(U_i)$
69.90	69.85~69.95	2	(B.4)	4.955 5E-02	6.927 8E+00	9.911 0E-02
70.00	69.95~70.05	1	(B.4)	4.969 4E-02	3.478 6E+00	4.969 4E-02
70.20	70.15~70.25	3	(B.4)	4.997 2E-02	1.052 4E+01	1.499 2E-01
70.60	70.55~70.65	1	(B.4)	5.052 9E-02	3.567 3E+00	5.052 9E-02
		$\Sigma=20$			$\Sigma=2.867 4E+01$	$\Sigma=4.168 6E-01$

$$\hat{U} = \frac{28.674 1}{0.416 86} = 68.78 \text{ kV} \quad \dots\dots\dots (B.6)$$

对于多数情况,如果抽样率是恒定不变的,也就是在相等的时间间隔内进行抽样,则对所有的抽样其概率分布可设定为 1,式(B.1)可简化为式(B.7):

$$\hat{U} = \frac{\sum_{i=1}^n w(U_i) \cdot U_i}{\sum_{i=1}^n w(U_i)} \quad \dots\dots\dots (B.7)$$

实用峰值电压可由表 B.3 中的值和式(B.8)计算。

表 B.3 图 B.3 中下降负载波形的 20 个等间距抽样

i	U_i kV	公式	$w(U_i)$	$w(U_i) \cdot U_i$
1	0.00	(B.2)	0.000 0E+00	0.000 0E+00
2	10.00	(B.2)	0.000 0E+00	0.000 0E+00
3	68.60	(B.4)	4.775 0E-02	3.275 7E+00
4	70.60	(B.4)	5.052 9E-02	3.567 3E+00
5	70.20	(B.4)	4.997 2E-02	3.508 1E+00
6	70.20	(B.4)	5.000 0E-02	3.511 0+00
7	69.90	(B.4)	4.955 5E-02	3.463 9+00
8	70.20	(B.4)	4.994 5E-02	3.505 1+00
9	70.00	(B.4)	4.969 4E-02	4.478 6+00
10	69.90	(B.4)	4.955 5E-02	3.463 9+00
11	46.60	(B.4)	1.834 7E-02	8.549 5E-01
12	30.10	(B.3)	1.474 7E-03	4.438 9E-02
13	20.80	(B.3)	4.429 9E-05	9.214 1E-04

表 B.3 (续)

i	U_i kV	公式	$w(U_i)$	$w(U_i) \cdot U_i$
14	13.90	(B.2)	0.000 0E+00	0.000 0E+00
15	9.80	(B.2)	0.000 0E+00	0.000 0E+00
16	6.80	(B.2)	0.000 0E+00	0.000 0E+00
17	4.20	(B.2)	0.000 0E+00	0.000 0E+00
18	2.60	(B.2)	0.000 0E+00	0.000 0E+00
19	2.10	(B.2)	0.000 0E+00	0.000 0E+00
20	1.50	(B.2)	0.000 0E+00	0.000 0E+00
			$\Sigma=4.168\ 7E-01$	$\Sigma=2.867\ 4E+01$

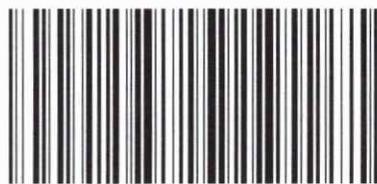
$$\hat{U} = \frac{28.674}{0.416\ 87} = 68.78\ \text{kV} \quad \dots\dots\dots (B.8)$$

附录 C
(资料性附录)
术语表

参考编号	本标准的术语	本标准术语出现的条款
3.1	修正因子(CORRECTION FACTOR)	3.11、3.19、4.4.5、A.2
3.2	有效范围(EFFECTIVE RANGE)	4.2.2.1、4.2.2.2、4.2.3、4.2.4、4.2.5
3.3	指示值(INDICATED VALUE)	3.1、3.2、3.6、3.11、3.12、3.21、5.3
3.4	影响量(INFLUENCE QUANTITY)	3.17、3.18、3.19、3.22、3.23、3.24、4.3.1、4.3.2、4.3.3、4.3.4、4.3.5、4.4.1
3.5	仪器参数(INSTRUMENT PARAMETER)	3.17、3.18、3.19、3.22、3.23、3.24
3.6	固有误差(INTRINSIC ERROR)	3.20、4.2.2.2、4.2.5、表 2
3.7	接入式测量(INVASIVE MEASUREMENT)	引言)
3.8	变异限值(LIMITS OF VARIATION)	引言、3.17、4.3、4.3.5、表 2、4.4.2、4.4.3、4.4.4、4.4.5、4.4.6、4.4.7.1、4.4.7.2、4.4.8、4.4.9、4.4.10.1、4.4.10.2、4.4.11、4.4.12.1、4.4.12.2、4.4.12.3
3.9	最大峰值电压(MAXIMUM PEAK VOLTAGE)	A.2
3.10	平均峰值电压(MEAN PEAK VOLTAGE)	引言
3.11	测量值(MEASURED VALUE)	3.6、4.2.2.1、4.2.2.2、4.4.5
3.12	最小有效范围(MINIMUM EFFECTIVE RANGE)	4.1、表 1、4.2.2.1、4.2.2.2
3.13	非接入式测量 (NON-INVASIVE MEASUREMENT)	标题、引言、1、3.4
3.14	性能特性 (PERFORMANCE CHARACTERISTIC)	3.8、3.24、4.2、4.2.1
3.15	电压纹波(VOLTAGE RIPPLE)	表 2 备注 1、4.4.2
3.16	实用峰值电压(PRACTICAL PEAK VOLTAGE)	引言、4.1、4.2.2.1、4.2.2.2、4.2.3、表 3、6.4、A.1、B.1、B.2
3.17	使用的额定范围(RATED RANGE (OF USE))	4.2.3、4.2.4、4.3.2、4.3.5、表 2、4.4.1、4.4.2、4.4.3、4.4.4、4.4.5、4.4.6、4.4.7、4.4.7.1、4.4.8、4.4.9、4.4.11、4.4.12.1、4.4.12.2、4.4.14
3.18	参考条件(REFERENCE CONDITIONS)	3.1、3.6、4.3.3、表 2、4.4.2、4.4.6
3.19	参考值(REFERENCE VALUE)	3.18、4.3.3、表 2、4.4.12.2
3.20	相对固有差错(RELATIVE INTRINSIC ERROR)	4.2.2.1、4.2.2.2、4.2.5

表(续)

参考编号	本标准的术语	本标准术语出现的条款
3.21	响应(RESPONSE)	引言、3.14、4.2.5、4.3.5、4.4.2、4.4.3、4.4.4、4.4.5、4.4.6、4.4.7、4.4.7.1、4.4.7.2、4.4.8、4.4.9、4.4.10.1、4.4.10.2、4.4.11、4.4.12.1、4.4.12.2、4.4.12.3、4.4.13、4.4.13.2、4.4.14、A.1、A.2
3.22	标准试验条件 (STANDARD TEST CONDITIONS)	3.6、4.2.2.1、4.2.2.2、4.2.3、4.2.4、4.2.5、4.3.4、表2、4.4.1、4.4.5
3.23	标准试验值(STANDARD TEST VALUES)	3.22、3.24
3.24	变异(VARIATION)	引言、3.8、3.17、4.4.5
3.25	X射线管电压(X-RAY TUBE VOLTAGE)	标题、引言、1、3.4、3.7、3.9、3.10、3.13、A.1



YY/T 0722-2016

版权专有 侵权必究

*

书号:155066·2-31507

定价: 36.00 元