



# 团 体 标 准

T/CMEAS 060—2025

## 双层探测器 CT 能量成像技术临床操作及 质量控制规范

Clinical operation and quality control specification for energy imaging  
technology of dual-layer detector CT

2025-10-28 发布

2025-10-28 实施

中国医药教育协会 发布  
中国标准出版社 出版



## 目 次

前言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 一般要求 .....	3
4.1 受检者要求 .....	3
4.2 设备要求 .....	3
4.3 操作人员要求 .....	3
5 能量成像技术临床操作要求 .....	3
5.1 成像参数 .....	3
5.2 能量图像处理与应用 .....	5
6 能量成像技术质量控制 .....	8
6.1 通则 .....	8
6.2 SBI 数据包浏览模式 .....	8
6.3 能量图像感兴趣区(ROI)绘制 .....	9
6.4 能量图像应用 .....	9
6.5 能量图像数据存储和传输 .....	11
附录 A (资料性) 光谱多参数名称 .....	12
附录 B (资料性) 能量图像处理方法 .....	13
附录 C (资料性) 人体元素或物质的原子序数和线性衰减系数对照表 .....	14
参考文献 .....	15

## 前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

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专利的责任。

本文件由中国医药教育协会医学影像技术学专委会提出。

本文件由中国医药教育协会归口。

本文件起草单位：中国医药教育协会医学影像技术学专业委员会、首都医科大学附属北京友谊医院、首都医科大学附属北京同仁医院、四川大学华西医院、山东第一医科大学附属省立医院（山东省立医院）、华中科技大学同济医学院附属协和医院、中国医学科学院北京协和医院、中国中医科学院广安门医院、北京大学人民医院、河北省人民医院、天津医科大学总医院、中南大学湘雅三医院、温州医科大学附属第一医院、厦门医学院附属第二医院、首都医科大学宣武医院、飞利浦（中国）投资有限公司、中国医药教育协会标准管理委员会。

本文件主要起草人：牛延涛、刘丹丹、张永县、李真林、马新武、雷子乔、王沅、石凤祥、綦维维、暴云锋、李锋坦、胡鹏志、曹国全、杨永贵、赵澄、吴柯薇、关光华、于胜会、周一楠、韩太林、林进。

# 双层探测器 CT 能量成像技术临床操作及 质量控制规范

## 1 范围

本文件规定了双层探测器 CT 能量成像的一般要求、能量成像技术、能量图像处理及其质量控制的相关要求。

本文件适用于双层探测器 CT 成像设备对受检者进行能量 CT 成像检查。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;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。

GBZ 130 放射诊断放射防护要求

WS/T 391 CT 检查操作规程

WS 519 X 射线计算机体层摄影装置质量控制检测规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**CT 能量成像技术** **computed tomography energy imaging technology**

通过采集不同能量的 X 射线并利用不同能量衰减信息重建图像的 CT 技术。

注 1: CT 指计算机体层成像。

注 2: 简称“能量 CT”。与传统 CT 成像技术相比,能量 CT 能提供更多的组织特征性信息,并能基于不同能量水平的数据分析组织成分。

### 3.2

**光谱基影像数据** **spectral base images**

基于光电效应和康普顿散射生成的多参数光谱数据。

注: 该数据用于光谱多参数数据的集成化储存和传输,其存储需求约为常规 CT 图像的 1.5 倍~2 倍,能实现不少于 16 大类参数图像的再现或回顾性分析。

### 3.3

**单能量图像** **monoenergetic images**

通过能量 CT 技术重建的特定单一 X 射线能量的灰阶图像。

注: 该图像可模拟不同能量 X 射线照射下的组织衰减特性,具有降低伪影、提高对比度等优点,常见能量范围为 40 keV~200 keV。

3.4

**碘图 iodine map**

利用能量 CT 技术重建的反映人体内碘对比剂分布的图像。

注：碘图包括无水碘图和碘密度图，前者保留骨骼、支架等高密度背景，后者仅显示碘的分布信息，有助于病灶碘摄取或血管充盈评估。

3.5

**虚拟平扫图 virtual non-contrast images**

通过分离水和碘成分获得的不含碘对比剂的图像。

3.6

**钙抑制图 calcium suppression images**

通过钙分解算法抑制钙成分显示的图像。

注：该图像能用于显示骨质及周边病变，常用于诊断骨转移、骨髓水肿及血管系统病变。

3.7

**有效原子序数图 Z-effective images**

根据体素内物质有效原子序数生成的图像。

注：该图像有助于区分不同组织，尤其在复杂病变区域中。

3.8

**电子密度图 electron density images**

反映体素内电子密度分布的图像。

注：电子密度以组织电子密度与水电子密度的相对值来表示，常用于提高脑梗死、肺炎、椎管内血肿和椎间盘突出等病变的诊断敏感性。

3.9

**光谱曲线 HU attenuation plot**

显示感兴趣区内物质在不同单能量下衰减变化趋势的曲线。

注：光谱曲线能用于分析组织的能谱特性，区分不同类型组织或识别特定物质以实现同源性分析，如肿瘤来源和淋巴结性质分析。

3.10

**光谱散点图 spectral scatter plot**

以不同单能量参数为坐标绘制的二维图像。

注：光谱散点图通过像素或区域在不同能量点的衰减值形成散点分布，用于组织区分和图像分割。

3.11

**光谱直方图 spectral histogram**

反映图像中某一光谱参数分布特征的统计图。

注：光谱直方图常用于评估病变区域的组成和组织特性。

3.12

**尿酸图与去尿酸图 uric acid images and uric acid removed images**

反映或去除组织中尿酸成分的图像。

注：尿酸图用于痛风和结石的诊断；去尿酸图通过去除尿酸成分使其他组织或病灶观察更清晰。

3.13

**黑血成像 black-blood images**

通过去除血管内碘对比剂后获得的血管壁成像方法。

注：黑血成像能增强血管壁与周围组织的对比度，常用于血管壁病变及肿瘤术前血管壁完整性评估。

### 3.14

#### 融合图 fusion images

将两种或多种不同类型的图像进行叠加显示后生成的图像。

注：该图像能增强病灶的可视化效果与组织识别能力，常用类型包括常规图像与单能量图、碘密度图、有效原子序数图的融合，在软组织病变界限判断、组织成分分析等场景中具有重要临床价值。

## 4 一般要求

### 4.1 受检者要求

在进行双层探测器 CT 检查前，受检者应去除检查部位体外的金属异物。成像流程与常规 CT 检查一致，应符合 WS/T 391 的要求。

### 4.2 设备要求

#### 4.2.1 设备质控

成像前，操作人员应巡视和检查双层探测器 CT 设备的硬件和软件系统，确认其运行正常，机架表面无对比剂或其他污染物。设备性能应符合 WS 519 的状态检测及稳定性检测要求。

#### 4.2.2 光谱基影像数据包管理

双层探测器 CT 生成的光谱基影像(SBI)数据包可通过影像归档和传输系统(PACS)进行存储与传输，并应支持与医学影像云平台和医院信息系统(HIS)互联互通，确保数据的完整性、准确性与追溯性。

### 4.3 操作人员要求

操作人员应严格核对受检者身份信息和检查部位。对儿童、孕妇等特殊人群，应加强辐射防护，防护措施应符合 GBZ 130 的要求，并遵循辐射剂量可合理达到尽量低(ALARA)原则，选择适宜的扫描参数及对比剂注射方案。

操作人员应具备常规 CT 检查技术与辐射防护知识，应掌握双层探测器 CT 的系统特性、能量成像技术要点、SBI 数据包管理流程及各类能量参数(见附录 A)的临床应用场景。

操作人员应定期核查图像质量，确保影像满足临床诊断及能量成像的应用要求。

## 5 能量成像技术临床操作要求

### 5.1 成像参数

#### 5.1.1 平扫

CT 能量成像的扫描体位、范围、模式、层厚、重建算法、照片排版方式等应与常规 CT 检查一致，应符合 WS/T 391 的要求。

常见能量成像检查项目的推荐参数见表 1，扫描数据应包含常规序列图像及 SBI 数据包。

表 1 常见 CT 能量成像检查项目和参数设置(成人)

检查项目	管电压/kV	管电流量/mAs	准直宽度	螺距	矩阵
颅脑 CT	120	100~300	16×0.625 或 自动准直	轴扫或 0.5~1.0	512×512
眼耳鼻喉 CT(除内耳)	100 或 120	100~200	(16~128)×0.625 或 自动准直	0.5~1.0	512×512
内耳	140	120~180	16×0.625	0.4~0.6	512×512
颈部 CT	100 或 120	自动调制(DRI:15~20)	(64~128)×0.625 或 自动准直	0.8~1.0	512×512
胸部 CT	100 或 120	自动调制(DRI:5~15)	(64~128)×0.625 或 自动准直	0.8~1.0	512×512
腹盆部 CT	100 或 120	自动调制(DRI:18~24)	(64~128)×0.625 或 自动准直	0.8~1.0	512×512
脊柱 CT	100 或 120	100~200	(64~128)×0.625 或 自动准直	0.8~1.0	512×512
四肢骨关节 CT	100 或 120	100~200	(64~128)×0.625 或 自动准直	0.8~1.0	512×512
冠状动脉钙化积分	120	45	(64~128)×0.625 或 自动准直	轴扫	512×512
心脏 CT(回顾性)	100 或 120	自动调制 (DRI:回顾性 25~30 前瞻性 15~20)	(64~128)×0.625 或 自动准直	自动 (0.18~0.33)	512×512
心脏 CT(前瞻性)		轴扫			
外周血管 CT(肺动脉、 头颈动脉、上下肢动脉)	100 或 120	自动调制(DRI:15~20)	(64~128)×0.625 或 自动准直	0.5~1.0	512×512
<p>注 1: DRI 指剂量调制指数。</p> <p>注 2: 扫描参数需根据设备型号、受检者体型与检查部位进行调整,包括管电压、管电流量、DRI、准直宽度等。</p> <p>注 3: 儿童成像时,管电压优先选择 100 kV,具体参数选择参照《儿童 CT 检查辐射剂量标准中国专家共识》,确保容积 CT 剂量指数与剂量长度乘积处于适宜水平。</p>					

### 5.1.2 增强扫描

CT 能量增强扫描的对比剂注射可参照常規增强 CT 方案执行。

对血管条件差或肾功能异常的受检者,宜将对比剂用量和流速降低至常规方案的 30%~50%,或采用较低浓度的对比剂(肾功能异常受检者,宜选用有循证证据支持的非离子型次高渗或等渗碘对比剂,避免使用高渗离子型对比剂),扫描后宜使用较低能级单能量图像,以增强血管、组织对比度。

如仅实施增强扫描序列,可重建虚拟平扫图像作为诊断参考。

## 5.2 能量图像处理与应用

### 5.2.1 通则

能量图像处理方法的选择应依据解剖部位、组织学特征及临床问题(见附录 B),必要时结合常规图像对照判读。

### 5.2.2 一般应用

#### 5.2.2.1 占位性病变

单能量图像(40 keV~50 keV):宜用于增强病灶与背景组织之间的密度差,提高可视化与边界显示。

碘密度图:能定量测量碘浓度值。应用于定量评估摄碘程度,辅助血流动力学判断与良恶性/分型推断。

虚拟平扫图:可用于显示肿瘤内部钙化,并鉴别增强图像中的钙化与局灶性强化;涉及钙化定量时应与常规平扫联合评估。

有效原子序数图:能定量测量有效原子序数值。宜与碘密度图联合,提高病灶显示与边界识别。

电子密度图:可用于引导骨髓转移瘤活检或辅助放疗定位。

钙抑制图:可提高骨肿瘤、骨转移瘤检出率。

光谱曲线:能根据曲线斜率差异,可区分病变与正常组织并判断感兴趣组织的同源性。

融合图:可用于提升肿瘤及边界可视化。

#### 5.2.2.2 炎性病变

碘密度图:能定量测量碘浓度值,可用于显示目标病变组织和正常组织摄碘差异。

有效原子序数图:能定量测量有效原子序数,可用于量化病变组织和正常组织差异,并提升病变可视化及边界。

电子密度图:可用于显示隐匿性炎症改变,提升病变可视化及边界,其中对肺组织炎症改变可能较为敏感。

光谱曲线:宜用于炎性病变与正常组织或炎性病变与肿瘤组织的鉴别。

融合图(电子密度图与常规图像融合):可用于提升肺部微小炎性灶的可视化。

#### 5.2.2.3 血管

单能量图像:40 keV~50 keV 宜用于血管狭窄评估、细小血管显示与降低对比剂用量。140 keV~200 keV 宜用于抑制金属支架伪影。

碘密度图:能定量测量碘浓度值,应作为狭窄或闭塞情况下的腔内对比度定量依据,减少均值CT值误判。

虚拟平扫图:可用于血管壁钙化评估。

有效原子序数、光谱曲线:可辅助斑块成分分析。

黑血成像:宜用于血管壁与周围组织对比度提升,辅助评估动脉炎、血管破裂等。

#### 5.2.2.4 金属伪影抑制

单能量图像:宜选用 140 keV 及以上高能级图像联合去金属伪影重建算法(如 O-MAR),能抑制金属伪影。

### 5.2.3 头部

#### 5.2.3.1 脑梗死

单能量图像(40 keV~50 keV)、有效原子序数及电子密度图:可用于增加脑梗死区域与正常脑组织的差异。

碘密度图:可提示脑梗死区域灌注缺损。

电子密度图:宜用于突出显示含水成分较高的组织,可提高超急性期缺血性脑卒中病灶的检出率。

#### 5.2.3.2 脑梗死溶栓术后

碘密度图、虚拟平扫图:碘密度图中高密度倾向对比剂外渗,虚拟平扫图中高密度倾向出血。两者同时高密度时,应考虑混合情形,并结合临床与随访判定。

#### 5.2.3.3 原发性脑出血

碘密度图:出现高密度“碘征”,提示可能为活动性脑出血。

#### 5.2.3.4 胆脂瘤

有效原子序数图:宜用于组织成分差异显示,如区分胆脂瘤和其他病变组织。

光谱曲线:上升型可提示含有脂肪组织。

#### 5.2.3.5 颞颌关节

融合图(钙抑制图与常规图像融合):宜用于颞颌关节的形态、位移、关节面与骨质改变评估。

### 5.2.4 肺栓塞

单能量图像(40 keV~50 keV):应用于提升栓子与正常肺动脉的密度差,利于栓子检出。

碘密度图、有效原子序数图、融合图(碘密度图或有效原子序数图与常规图像融合):能定量测量碘浓度值和有效原子序数,应用于肺灌注评价及责任血管定位。

电子密度图:平扫条件下,可辅助提高肺栓塞检出率。

### 5.2.5 腹部

#### 5.2.5.1 移植供受体评估

单能量图像(40 keV):宜用于细小血管显示和吻合口评价。

碘密度图:能定量测量碘浓度,应用于器官血供监测与随访。

#### 5.2.5.2 血栓和癌栓的鉴别

碘密度图:能定量测量碘浓度,碘密度值高提示可能为有血供的癌栓,碘密度值低提示可能为无血供的血栓。

#### 5.2.5.3 肝脂肪变

虚拟平扫图:可提高脂肪肝的检出率,如长期服用胺碘酮等含碘药物的受检者。

光谱曲线:上升型可提示含脂肪组织。

#### 5.2.5.4 肝铁沉积

单能量图像:50 keV 和 120 keV 的差值可辅助肝脏铁过载评估。

光谱散点图:宜用于肝铁沉积评估。

#### 5.2.5.5 碘油栓塞/或其他疗效评估

碘密度图:能定量测量碘浓度,可用于治疗后肿瘤组织活性的评估,并提升碘油栓塞后残余肿瘤组织的可视化。

#### 5.2.5.6 胆石症

有效原子序数图、融合图(有效原子序数图与常规图像融合):宜用于阴性结石检出。

光谱曲线:上升型可提示胆固醇结石特征。

#### 5.2.5.7 异位胰腺/脾脏

光谱曲线:目标器官光谱曲线与胰腺或脾脏组织的曲线平行或重叠时,可提示同源性。

#### 5.2.5.8 泌尿系结石

尿酸图和去尿酸图:应用于结石中尿酸成分分析及定位。

### 5.2.6 脊柱

#### 5.2.6.1 椎间盘突出

钙抑制图、电子密度图、融合图(钙抑制图或电子密度图与常规图像融合):宜用于突出物与终板或骨性结构的对比显示与边界清晰化。

#### 5.2.6.2 椎体骨折

钙抑制图、融合图(钙抑制图与常规图像融合):宜用于骨髓水肿显示与隐匿骨折检出。

### 5.2.7 骨与关节

#### 5.2.7.1 骨髓水肿

钙抑制图、融合图(钙抑制图与常规图像融合):钙抑制图宜使用高级别钙抑制指数,与常规图像的融合图,宜用于骨髓水肿显示与范围评估。

#### 5.2.7.2 软骨

钙抑制图、融合图(钙抑制图与常规图像融合):可进行软骨定量与显示优化(如膝关节)。

#### 5.2.7.3 关节造影

单能量图像(40 keV~50 keV):宜用于提升造影图像信噪比与腔面显示。

#### 5.2.7.4 骨质疏松

钙抑制图、虚拟平扫图:可用于骨量评估与随访。

## 5.2.8 心脏

### 5.2.8.1 冠状动脉

单能量图像:40 keV~50 keV 能提高血管 CT 值与信噪比,宜用于低对比剂用量、低流速和低浓度成像技术。100 keV 可减少钙化斑块伪影。120 keV~150 keV 能显著抑制伪影,宜用于支架内通畅性评估。

碘密度图:能定量测量碘浓度,宜作为经皮冠状动脉介入治疗术前指导。无水碘图能减少金属支架伪影,有助于清晰显示支架内部情况。

光谱曲线:能用于鉴别斑块内组织成分。

黑血成像:可提高血管壁与周围组织的对比度,提高粥样硬化患者血管壁的确切性及清晰度。

### 5.2.8.2 心肌疾病

单能量图像(40 keV~50 keV):宜用于提升缺血(损害)心肌与正常心肌的密度差。

碘密度图:能定量测量碘浓度,应用于缺血(损害)心肌组织显示。延迟期扫描获取碘密度图可直接计算细胞外容积(ECV),定量评估心肌纤维化程度。基于碘浓度的ECV计算公式: $ECV = (1 - HCT) \times [\text{碘浓度(心肌)} / \text{碘浓度(血池)}] \times 100\%$ ,HCT 指红细胞压积。

有效原子序数图:能定量测量有效原子序数,可辅助受损区范围与边界评估。

融合图(有效原子序数图或碘密度图与常规图像融合):可辅助受损区范围与边界评估。

### 5.2.8.3 先心病

单能量图像(40 keV~50 keV):能提高心腔 CT 值与信噪比,宜用于低对比剂用量、低流速和低浓度成像技术。

碘密度图和无水碘图:可辅助鉴别先心病术后高密度缝线与再发瘘管。

### 5.2.8.4 心耳血栓

单能量图像(40 keV~50 keV):应用于提高栓子与心腔的密度差,利于心耳血栓检出。

碘密度图和无水碘图:能定量测量碘浓度,应用于区分血栓与涡流。

### 5.2.8.5 心脏肿瘤

单能量图像(40 keV~50 keV):应用于提升肿瘤与正常结构的对比。

碘密度图和无水碘图:能定量测量碘浓度值,可辅助鉴别肿瘤、涡流或栓子。

## 6 能量成像技术质量控制

### 6.1 通则

CT 能量成像检查应生成两类影像数据,包括常规图像和 SBI 数据包。常规图像的处理和质量控制应符合 WS/T 391 的相关要求。SBI 数据包的浏览、分析、应用、存储与传输应符合 6.2~6.5 的规定。

### 6.2 SBI 数据包浏览模式

SBI 数据包应使用配套工作站的光谱数据浏览器(Spectral CT viewer)进行浏览。浏览布局宜根据

临床需求选择,推荐布局见表 2。

表 2 SBI 数据包浏览布局

浏览需求	浏览布局
单一能量图像横断面	2D 模式
单一能量图像多平面图像	Slab 1+2 模式
单一能量容积图像	Volume 模式
单一能量横断面或多平面图像对照	两分/四分窗格(slab 模式)
常规图像与单一能量容积图像对照	Compare full volume(两分窗格)
常规图像与三种能量图像对照	四分窗格
常规图像与两种能量图像和一组融合图像对照	四分窗格(fusion 模式)

### 6.3 能量图像感兴趣区(ROI)绘制

能量图像定量测量时,ROI 形状可为圆形、方形或不规则形,应根据测量目的选择。ROI 应置于组织均质区域,避开金属异物、义齿及致密碘对比剂充盈的血管,以避免因信号不均造成测量误差。圆形 ROI 的直径宜控制在 3 mm~10 mm 之间,不宜过大或过小。

### 6.4 能量图像应用

#### 6.4.1 单能量图像

单能量图像能量范围为 40 keV~200 keV,共 161 能级。应根据临床需求选择低能级、等效能级或高能级图像进行重建。

低能级图像(40 keV~65 keV),宜用于增强病变组织与背景组织间的密度差,提高组织可视化。血管增强时,宜选择主动脉 CT 值在 300 HU~500 HU 之间的低能级图像。普通增强时,宜选用 40 keV 能级图像,可根据不同时相调整窗宽、窗位,推荐值见表 3。

表 3 低能级图像窗技术

项目	窗宽	窗位
动脉期	1 600 HU~2 000 HU	400 HU~600 HU
静脉期	1 000 HU~1 500 HU	300 HU~500 HU
延迟期	1 000 HU~1 500 HU	300 HU~500 HU

等效能级图像(66 keV~70 keV),常用于后颅窝及脑部成像。

高能级图像(71 keV~200 keV),宜用于减轻高密度组织或异物引起的射线硬化伪影。去除冠状动脉钙化产生的伪影,宜使用 90 keV~100 keV。骨关节术后的金属植入物产生的伪影,宜使用 140 keV~200 keV,如植入物体积较大,应与去金属伪影技术联合使用。

#### 6.4.2 碘图

碘密度图与无水碘图的体素值表示组织的碘浓度,图像应根据目标组织的碘浓度值调整窗宽窗位,窗位宜设定为参考目标组织的碘浓度值,窗宽宜设定在 2 mg/mL~5 mg/mL。当感兴趣区直径 <0.5 mm 时,宜使用碘密度图进行测量。

### 6.4.3 对比增强组织/碘移除图

对比增强组织和碘移除图宜用于增强扫描序列。

对比增强组织图:软组织体素与 70 keV 单能量图像相同。骨及钙化组织显示为黑色(像素值为 -1 024 HU),有助于在无骨或无钙化的情况下显示血管结构。

碘移除图:不含碘的体素与 70 keV 单能量图像相同。含碘的体素显示为黑色(像素值为 -1 024 HU),用于去除增强结构后观察非增强组织。

### 6.4.4 虚拟平扫图

虚拟平扫图不能完全替代常规平扫,可在无平扫序列时作为辅助参考。钙化定量、出血诊断等关键应用时,应与常规平扫图像联合评估。虚拟平扫图像可去除每个像素中的碘信号,但也可能抑制非碘信号,对血管钙化斑块进行定量测量时可能存在偏差,如虚拟平扫图像钙化积分计算值与常规平扫图像的钙化积分计算值之间可能存在偏差,两者差值 $\leq 15\%$ 可用于风险分层,超出时应在报告备注中声明“不推荐用于冠心病风险计算”。虚拟平扫图像可能不能完全去除血管内滞留对比剂造成的线束硬化伪影,诊断时应注意甄别。

### 6.4.5 钙抑制图

钙抑制图用于平扫序列,不应在增强扫描中使用。钙抑制指数可设定在 25~100,应根据目标组织含钙量调整,指数越低抑钙程度越强,推荐指数见表 4。

表 4 不同疾病钙抑制指数推荐值

目标组织	钙抑制指数
骨小梁细节显示	80~100
脊柱:骨髓水肿	50~70
脊柱:骨肿瘤	60~80
脊柱:椎间盘显示	25~60
四肢:骨肿瘤	70~85
四肢:骨髓腔	60~75
四肢:骨髓水肿	60~70
四肢:尿酸沉积	50~100

### 6.4.6 有效原子序数图

有效原子序数图为彩色色阶图像,每个体素代表特定的有效原子序数。显示效果随窗宽窗位调整而变化,特定颜色代表的有效原子序数不同,不可按色阶颜色判定组织成分。平扫时人体内大部分组织的有效原子序数差异较小(见附录 C),气道及消化道内气体统一显示为 0。

### 6.4.7 电子密度图

电子密度图宜用于平扫检查,以显示组织间含水量差异。人体内组织电子密度值较大,因此测量值显示为感兴趣区电子密度与水的电子密度的比值,以百分数表示,故纯水的电子密度值应为 100%。感兴趣区实际电子密度值为测量结果乘以水的电子密度( $3.34 \times 10^{29}$  电子/ $\text{cm}^3$ ),即为其绝对电子密度值。

#### 6.4.8 光谱曲线/光谱直方图/光谱散点图

光谱曲线/直方图/散点图仅适用于圆形 ROI,最多可设置为 9 个 ROI,系统应自动标注颜色以便区分。

光谱曲线:用于组织同源性及特定组织成分分析(如脂肪)。X 轴应为 0 keV~200 keV,每 5 keV 为一间隔,Y 轴应为从 40 keV 起每个 keV 对应的 CT 值。相同组织增强后扫描各期因碘摄入量不同,光谱曲线斜率可能发生变化。

光谱直方图:显示 ROI 内体素测量值的频率分布。可选择任意单一参数,反映其变化,如常规图像 CT 值、碘密度值、有效原子序数等。X 轴应为参数测量值,Y 轴应为每一测量值的体素数量。ROI 直径宜 >3 mm,以避免数据稀疏。

光谱散点图:显示 ROI 内体素测量值分布情况及离散程度。X 轴和 Y 轴应分别选择不同的参数(如常规图像 CT 值、碘密度值、有效原子序数值等),相同组织散点图分布状态应相近,用于辅助组织同源性分析。

#### 6.4.9 尿酸图/去尿酸图

尿酸图宜采用滤过核为标准(B)的软组织算法图像,算法过度锐利可能引起尿酸误识别。

#### 6.5 能量图像数据存储和传输

SBI 数据包的数据量为常规图像的 1.5 倍~2 倍。应依据医疗机构信息管理规范,采用 PACS 系统、光盘或移动硬盘等方式安全存储,以支持病例的回顾性多参数分析。

SBI 数据包应使用专用程序读取,不宜打印和云胶片形式传输。单能量图像、碘图等能量参数图像在打印或传输时,应去除“光谱标签”,以防遮盖图像信息。

附 录 A  
(资料性)  
光谱多参数名称

光谱多参数名称的中英文对照见表 A.1。

表 A.1 光谱多参数名称中英文对照表

光谱参数	英文名称	英文缩写
单能量图像	MonoEnergetic imaging	MonoE
碘密度图	Iodine Density	ID
无水碘图	Iodine No Water	INW
对比增强组织	Contrast-Enh.Structures	CES
碘移除图	Iodine Removed	IR
虚拟平扫图	Virtual Non-Contrast	VNC
钙抑制图	Calcium Suppression	CaSupp
有效原子序数图	Z Effective	Zeff
电子密度图	Electron Density	ED
光谱曲线	HU Attenuation Plot	—
光谱直方图	Histogram	—
光谱散点图	Scatter Plot	—
尿酸图	Uric Acid	UA
去尿酸图	Uric Acid Removed	UAR

**附录 B**  
(资料性)  
**能量图像处理方法**

根据临床疾病诊疗的具体需求,选择适宜的能量图像处理方法,见表 B.1。

**表 B.1 能量图像处理方法的选择**

病变	能量图像										
	单能量图像	碘密度	无水碘图	虚拟平扫	钙抑制	有效原子序数	电子密度	光谱曲线	融合图	尿酸/尿酸移除	黑血成像
占位性病变	★	✓	□	✓		★	✓	★	✓		
炎性病变	□	✓	□			✓	✓	✓	✓		
血管	✓	✓	□	✓		✓		✓	□		□
金属伪影抑制	★										
脑梗死	★	✓	□			✓	✓				
脑梗死溶栓术后		✓	□	★							
原发性脑出血		✓	□								
胆脂瘤	□					✓	□	✓	□		
颞颌关节		□			✓	□			✓		
肺栓塞	★	✓	□			★	✓		✓		
移植供体和受体评估	✓	✓	□						□		
血栓和癌栓的鉴别		✓	□								
肝脂肪变				✓				✓			
肝铁沉积	✓										
碘油栓塞/或其他疗效评估	□	✓	□						□		
胆石症	□			□		✓		✓	✓		
异位胰腺/脾脏								✓			
泌尿系结石						□				★	
椎间盘突出					★		✓		✓		
椎体骨折					★		□		✓		
骨髓水肿					★		★		✓		
软骨					★				✓		
关节造影	✓	□	□	□	□				□		
骨质疏松				✓							
冠状动脉	★	✓	□					✓			□
心肌疾病	★	✓	□			✓			✓		
先心病	✓	✓	□								
心耳血栓	★	✓	□						□		
心脏肿瘤	★	✓	□						✓		

注: ★表示应使用, ✓表示宜使用, □表示可选用。

## 附 录 C

(资料性)

## 人体元素或物质的原子序数和线性衰减系数对照表

人体元素或物质的原子序数和线性衰减系数见表 C.1。

表 C.1 人体元素或物质的原子序数和线性衰减系数

元素或物质	原子序数或有效原子序数	50 keV 时的线性衰减系数/cm <sup>-1</sup>
氢	1	0.000 028
碳	6	0.417
脂肪	6.46	0.1925
水	7.51	0.224 5
肌肉	7.64	0.233 0
空气	7.78	0.000 25
氮	7	0.000 23
氧	8	0.000 28
骨	12.31	0.572 7
钛	22	7.57
铁	26	15.2
钴	27	18.8
碘	53	45
钡	56	58
钽	73	111
铂	78	108
金	79	101
铅	82	88.7
铋	83	108

参 考 文 献

- [1] 中华医学会儿科学分会影像学组,中华医学会放射学分会儿科学组.儿童CT检查辐射剂量标准中国专家共识[J].中华放射学杂志,2024,58(2):158-164.
- 

全国团体标准信息平台