

上海市地方标准

DB31/T 527—2020
代替 DB31/ 527—2011

医用电子加速器治疗机房 放射防护与检测要求

Specifications of radiological protection and monitoring
requirement for the radiotherapy room of medical electron accelerator

地方标准信息服务平台

2020-02-28 发布

2020-05-01 实施

上海市市场监督管理局 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 机房屏蔽目标 2

5 机房屏蔽防护与安全要求 2

6 机房放射防护检测方法 4

附录 A（资料性附录） 不同场所的居留因子 7

附录 B（资料性附录） 医用电子加速器治疗机房检测报告原始记录 8

地方标准信息服务平台

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 DB31/ 527—2011《医用电子加速器治疗机房卫生防护与检测评价规范》，与 DB31/ 527—2011 相比，除编辑性修改外主要技术变化如下：

- 修改了适用范围；
- 增加了规范性引用文件；
- 修改了部分术语和定义；
- 修改了机房的布局要求；
- 修改了机房辐射安全。

本标准由上海市卫生健康委员会提出并组织实施。

本标准由上海市职业卫生标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：同济大学附属第一妇婴保健院、复旦大学放射医学研究所、上海理工大学医疗器械与食品学院。

本标准主要起草人：路鹤晴、王文刚、卓维海、章浩伟、张晓峰、孙思。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- DB31/ 527—2011。

地方标准信息服务平台

医用电子加速器治疗机房 放射防护与检测要求

1 范围

本标准规定了医用电子加速器治疗机房的屏蔽目标、屏蔽防护与安全要求、放射防护检测方法。
本标准适用于利用医用电子加速器系统实施放射治疗的机房,以下简称“机房”。
本标准不适用于移动式医用电子加速器治疗所在机房。

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 18871—2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准

GBZ 126—2011 电子加速器放射治疗放射防护要求

GBZ/T 201.1—2007 放射治疗机房的辐射屏蔽规范 第1部分:一般原则

GBZ/T 220.2—2009 建设项目职业病危害放射防护评价规范 第2部分:放射治疗装置

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

工作负荷 workload

距医用电子加速器靶点1 m处等中心点的有用线束的周累积剂量,通常用“Gy·m²/周”表示。

3.2

居留因子 occupancy factor

在医用电子加速器出束时间内,在屏蔽设施外某一区域人员可能驻留的平均居留时间占出束时间的份额。

3.3

利用因子 use factor

医用电子加速器有用线束向某一特定屏蔽设施方向照射的时间占出束时间的份额。

3.4

周围剂量当量 ambient dose equivalent

辐射场中某点处的周围剂量当量 $H^*(d)$ 定义为相应的扩展齐向场在ICRU球内逆齐向场的半径上深度 d 处所产生的剂量当量。

注:对于强贯穿辐射,推荐 $d=10$ mm。

3.5

天空散射辐射 skyshine radiation

穿过加速器治疗机房顶棚的辐射与顶棚上方空气作用产生的、在机房外一定距离处地面附近人员驻留位置的散射辐射。

4 机房屏蔽目标

4.1 基本要求

4.1.1 机房的辐射屏蔽可保证机房外的放射工作人员和公众可能受到的照射符合 GB 18871—2002 中附录 B 剂量限值的要求。

4.1.2 机房的辐射屏蔽应符合 4.2.1 和 4.2.2 的要求。

4.2 年剂量目标值

4.2.1 机房外的放射工作人员受到照射的年有效剂量不大于 5 mSv(相应的周有效剂量不大于 100 μ Sv)。

4.2.2 机房外的公众受到照射的年有效剂量不大于 0.25 mSv(相应的周有效剂量不大于 5 μ Sv)。

4.3 机房外的周围剂量当量率目标值

4.3.1 机房墙、机房门和机房顶外的周围剂量当量率同时满足 4.3.2 和 4.3.3 的要求。

4.3.2 距机房墙、机房门和机房顶外表面 30 cm 处的周围剂量当量率满足式(1)。

$$\dot{H}_c \leq H_c / (t \cdot U \cdot T) \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$\dot{H}_c$ —— 周围剂量当量率, μ Sv/h;

H_c —— 周有效剂量目标值, μ Sv/周;

U —— 利用因子,主屏蔽墙和顶棚的典型值取 1/4;

T —— 居留因子,取值参见附录 A;

t —— 加速器周最大累积照射时间, h/周。对建设项目职业病危害放射防护评价中的 t 值由加速器使用单位给定的治疗工作量导出,参考示例见 GBZ/T 201.1;对常规检测中的 t 值取加速器使用单位记录的 1 年内加速器周高压小时数的最大值,累积高压小时数可由加速器读出。

4.3.3 距机房墙、机房门和机房顶外表面 30 cm 处的周围剂量当量率:

$$\dot{H}_c \leq 2.5 \mu\text{Sv/h (人员全居留场所, } T=1);$$

$$\dot{H}_c \leq 10 \mu\text{Sv/h (人员部分和偶然居留场所, } T \leq 1/2)。$$

5 机房屏蔽防护与安全要求

5.1 机房设置的环境要求

5.1.1 机房设置在单独的建筑物内或建筑物最底层的一端。

5.1.2 机房周围和顶上避免设置公众全居留的邻室。

5.1.3 机房旁邻近建筑物的高度若在加速器所张最大立体角内时,该立体角区域内尽量避免设置公众全居留的场所。

5.2 机房的布局要求

5.2.1 新建机房实际使用面积不小于 38 m²(不包括迷路面积),机房内混凝土顶板下净层高宜不低于 3.5 m,并且机房尺寸不小于加速器厂商推荐的最小尺寸。

5.2.2 机房入口处设置防护门和迷路。新建机房 L 型迷路的长度不小于 7 m, 迷路内口和迷路宽度不大于 2 m, 迷路内口设置过梁(迷路内口上部的横截墙)。

5.2.3 加速器控制室与机房分离。可以与加速器分离的辅助机械、电器设备应设置在机房外。

5.2.4 新建机房迷路、与机房相邻的控制室及居留因子不小于 1/2 的邻室的设置宜避开有用线束直接照射区域。

5.3 机房屏蔽防护核实的要求

5.3.1 机房屏蔽防护设计的核实

5.3.1.1 机房屏蔽防护设计核实采用的剂量目标值符合 4.1.2 的要求。

5.3.1.2 屏蔽核算参数与条件采用 X 射线、最大野、最高能量、常用的最高输出量率、相应考察位置可能的较高剂量的照射方向及周最大工作负荷。

5.3.1.3 有用线束直接照射的防护墙(包括顶棚)按有用线束屏蔽设计核算方法核实, 其余墙壁按泄漏辐射和散射辐射屏蔽设计核算方法核实, 机房屏蔽设计核算方法按照 GBZ/T 220.2—2009 中附录 D 的规定执行。

5.3.1.4 当屏蔽核算给出的泄漏辐射和散射辐射所需屏蔽厚度相差不小于一个十分之一层厚度时, 采用较厚的屏蔽厚度; 若相差小于一个十分之一层厚度, 采用较厚的屏蔽厚度并增加一个半值层厚度。

5.3.1.5 对于 X 射线标称能量不小于 10 MeV(MV) 的加速器, 当机房采用单一混凝土屏蔽时, 屏蔽核算仅考虑对 X 射线的屏蔽; 当机房部分屏蔽体和防护门采用铅、铁等物质时, 同时考虑中子和中子俘获 γ 射线的屏蔽。机房的中子屏蔽核算参数采用加速器生产厂家给出的且不高于我国国家标准的指标。

5.3.1.6 当直接与机房相邻的邻室的人员居留因子不大于 1/8 时, 屏蔽核算应考虑在距机房更远处, 与机房不直接相邻的居留因子较大场所的公众。

5.3.1.7 若调强放射治疗工作量(人/周)同常规放射治疗, 其有用线束和散射辐射屏蔽设计核实的工作负荷同常规放射治疗, 但其泄漏辐射屏蔽设计核实的工作负荷为常规放射治疗的 5 倍。

5.3.1.8 机房主屏蔽墙宽度的核算按照 GBZ/T 201.1—2007 中 4.3.3 的规定执行。

5.3.1.9 迷路内墙和迷路外墙的屏蔽设计核实应作为一面墙整体考虑, 将核算出的总厚度均分为内墙和外墙, 内墙可适当厚一些, 但与迷路内口相对处的外墙厚度应达到总厚度。

5.3.2 机房屏蔽防护效果的核实

对机房四周屏蔽墙、顶棚、防护门外表面进行巡测, 核查屏蔽设施是否存在防护上的薄弱环节。根据机房卫生防护检测结果评价机房屏蔽防护效果。

5.4 机房屏蔽防护的其他要求

5.4.1 穿过机房墙的管线孔应避开控制台等人员高驻留区, 并采用多折曲路, 有效控制管线孔的辐射泄漏。

5.4.2 防护门宽于门洞的部分应不小于门与墙间隙的 20 倍, 并且防护门两侧与墙面的重合均应不小于 15 cm。

5.4.3 机房以混凝土作为屏蔽体时, 应一次整体浇筑并充分捣实, 防止出现裂缝和气孔。

5.4.4 机房内、外墙上安装电器部件的位置, 应与同侧墙具有同等的屏蔽, 对嵌入式安装造成局部屏蔽减弱的位置, 应进行屏蔽补偿。

5.5 机房辐射安全

5.5.1 机房和控制室之间安装监视和对讲设备。

5.5.2 防护门与加速器连锁。

5.5.3 机房内和控制台均安装能紧急终止照射的应急按钮,机房内宜配置应急灯。

5.5.4 机房入口处设置工作状态指示灯和电离辐射警告标志及在线辐射监测报警装置,工作状态指示灯与加速器连锁。

5.5.5 机房内通风换气次数达到每小时 3 次~4 次。

5.5.6 防护门具备关闭防碰撞装置。

6 机房放射防护检测方法

6.1 检测仪器的要求

6.1.1 配置环境级 X、 γ 巡测仪和便携式中子剂量仪。

6.1.2 仪器的测量范围、能量响应、响应时间等性能符合被测辐射源性能。

6.1.3 仪器具有计量检定合格证书并在其有效期内。

6.1.4 仪器的测量结果以周围剂量当量率 $\dot{H}^*(10)$ 给出。

6.2 检测条件

6.2.1 加速器等中心处照射野调至最大野,但感生放射性和防护门外中子测量时,照射野为 10 cm×10 cm。

6.2.2 加速器辐射能量选取最高能量档。

6.2.3 有用线束输出量率选取常用的最高输出量率。

6.2.4 有用线束照射方向调至相应检测位置可能的较高剂量的照射方向。

6.2.5 辐射类型选取 X 射线。

6.2.6 对于主屏蔽墙和顶棚的防护检测,加速器准直器旋转 45°。

6.2.7 对于主屏蔽墙和顶棚以及感生放射性的防护检测,有用线束辐射场中不放置模体;对于次屏蔽墙、治疗机房门及电缆通道出口处的防护检测,在等中心处放置仿真成人人体模型或面积不小于 30 cm×30 cm 和水深不小于 20 cm 的水箱。

6.2.8 对于机房门的防护检测,在机架角 0°、90°、180°、270° 分别进行测量。

6.3 检测布点与测量要求

6.3.1 基本要求

6.3.1.1 测量时,先使用环境级 X、 γ 巡测仪在布点位置附近巡测,找出最高周围剂量当量率的位置进行定点测量,并将检测结果记录在原始记录上。

6.3.1.2 每个定点测量位置重复测量 6 次。

6.3.2 机房四周屏蔽墙和顶棚

6.3.2.1 对于四周屏蔽墙的检测,仪器均离地面高度 1.3 m,距屏蔽墙外表面 30 cm 测量;对于顶棚的检测,仪器距顶棚外表面 30 cm 测量。

6.3.2.2 对于四周屏蔽墙,使用环境级 X、 γ 巡测仪在布点位置附近沿水平方向巡测,找出最高周围剂量当量率的位置进行定点测量。

6.3.2.3 对于主屏蔽墙,测凸出宽度的中点及与两侧次墙连接处 3 个点,并测两侧次墙中点各 1 个点。

6.3.2.4 对于次屏蔽墙,测左、中、右 3 个点,间隔为墙宽度的 1/4。

6.3.2.5 对于迷路内口相对处的外墙部分,测其墙外中点 1 个点,此点可代替次屏蔽墙外与之相邻的左

侧或右侧检测点。

6.3.2.6 对于顶棚,测顶棚主屏蔽区左、中、右 3 个点,间隔为主屏蔽区长度的 1/4,以及主屏蔽区与两侧次屏蔽区连接处中点 2 个点;另外测两侧次屏蔽区中心位置 2 个点。

6.3.3 机房防护门

6.3.3.1 对于防护门的检测,仪器距防护门外表面 30 cm 测量。

6.3.3.2 使用环境级 X、 γ 巡测仪沿防护门四周门缝巡测,并沿距地面高度 1.3 m 的水平方向和过门中心点的垂直方向上巡测,找出最高周围剂量当量率的位置进行定点测量。

6.3.3.3 测防护门左、右、上、下侧门缝及门中心点位置 5 个点。

6.3.4 控制室和全居留及部分居留的邻室

6.3.4.1 在距地面高度 1.3 m 处测控制室和全居留及部分居留的邻室室内中央各 1 个点。

6.3.4.2 在距控制室操作台上方 20 cm 处测操作台左侧边缘中点、台面中心点、右侧边缘中点 3 个点。

6.3.4.3 在放射工作人员操作位和邻室人员工作位处各测 1 个点,仪器贴近人员胸口,高度与胸口持平。

6.3.5 候诊区

使用环境级 X、 γ 巡测仪沿屏蔽墙外的候诊区域边界巡测,找出最高周围剂量当量率的位置进行定点测量,仪器高度距地面 1.3 m。

6.3.6 通风管道与穿墙管线洞口

在治疗机房所有穿墙管道口或洞口 30 cm 处各测 1 个点,若管道口或洞口宽度超过 0.5 m,等间隔测左、中、右 3 个点。

6.3.7 其他应设置的检测点

6.3.7.1 当机房上方无建筑室时,在天空散射可能的剂量相对高的区域,一般取机房的东、西、南、北方向上距机房内等中心点 20 m 处的位置巡测,找出最高周围剂量当量率的位置进行定点测量,仪器距地面高度 1.3 m。

6.3.7.2 机房旁邻近建筑物的高度若在加速器所张最大立体角内时,应在该立体角区域内距机房最近的层面房间的朝向机房的内墙表面 30 cm 处巡测,找出最高周围剂量当量率的位置进行定点测量,仪器距地面高度 1.3 m;另应在该立体角区域外且不低于治疗机房顶棚的距机房最近的层面房间设置检测点,要求同上。

6.3.7.3 当直接与机房相邻的邻室居留因子不大于 1/8 时,在距机房更远处,与机房不直接相邻的居留因子不小于 1/2 的房间,在室内中央测 1 个点,在朝向机房方向的墙体内侧 30 cm 处巡测,找出最高周围剂量当量率的位置进行定点测量,仪器距地面高度 1.3 m。

6.3.8 机房内感生放射性

6.3.8.1 加速器 X 射线标称能量不小于 10 MeV(MV),应测量感生放射性;感生放射性的检测条件按照 GBZ 126—2011 中附录 A 的规定执行。

6.3.8.2 在加速器机头前、左、右距机头外表面 5 cm 处各测 1 个点,再在机头前、左、右距机头外表面 1 m 处各测 1 个点。

6.3.9 检测项目要求

6.3.9.1 所有检测点均测量 X、 γ 射线周围剂量当量率。

6.3.9.2 加速器 X 射线最高标称能量不小于 10 MeV(MV),6.3.3 的检测点应加测中子周围剂量当量率。

6.4 检测报告的要求

6.4.1 所有检测点位置均标注在检测报告原始记录的加速器治疗机房平面图上。

6.4.2 检测报告原始记录格式参见附录 B。

6.5 检测结果评价

6.5.1 加速器在 6.2 所述检测条件下,机房墙、门及顶外表面 30 cm 处的周围剂量当量率符合 4.2.2 的要求,其中机房门外表面 30 cm 处的周围剂量当量率为 X、 γ 射线周围剂量当量率与中子周围剂量当量率之和。

6.5.2 其余检测点的评价,先按式(1)计算该检测点处的 $\dot{H}_e$,再按 4.2.2 计算相应的机房外表面 30 cm 处的剂量率,按距离平方反比规律推算出该检测点处的 $\dot{H}_e$,并与式(1)的结果比较,取两者中较小的值作为该检测点处的周围剂量当量率目标值。

6.5.3 机房内感生放射性符合 GBZ 126—2011 中 3.6 的要求。

6.6 检测周期

6.6.1 机房在竣工后、重大维修后或设备运行参数及屏蔽条件等发生改变时,由有资质的放射卫生技术服务机构进行建设项目职业病危害放射防护评价。

6.6.2 机房运行后应每年进行 1 次机房卫生防护的常规检测。

附 录 A
(资料性附录)
不同场所的居留因子

不同场所的居留因子见表 A.1。

表 A.1 不同场所的居留因子

场所类别	居留因子(T)		场所示例
	典型值	范围	
全居留	1	1	管理人员或职员办公室、治疗计划区、治疗控制室、护士站、咨询台、有人护理的候诊室以及周边建筑中的驻留区
部分居留	1/4	1/2~1/5	1/2:相邻的治疗室、与屏蔽室相邻的患者检查室; 1/5:走廊、职员休息室
偶然居留	1/16	1/8~1/40	1/8:屏蔽室门口; 1/20:厕所、储藏室、设有座椅的户外区域、无人护理的候诊室、患者滞留区域、屋顶、门卫室; 1/40:仅有来往行人车辆的户外区域、无人看管的停车场、楼梯、无人看管的电梯、上方无建筑室的屏蔽室顶

地方标准信息服务平台

附录 B

(资料性附录)

医用电子加速器治疗机房检测报告原始记录

医用电子加速器治疗机房检测报告原始记录如下所示。

检测原始记录

共 页 第 页

装置名称 _____ 型号 _____

生产厂家 _____ 出厂编号 _____

检测项目 _____ 检测日期 _____

检测地点及环境条件 _____

检测方法和仪器 _____

检测结果与记录

一、医用电子加速器治疗机房屏蔽墙周围辐射水平

检测时工作条件: X射线标称能量 MeV(MV) 有用线束输出量率 cGy/min 照射野 cm× cm

检测点	有用线束 朝向	X、γ 射线周围剂量当量率 μSv/h	检测点	有用线束 朝向	X、γ 射线周围剂量当量率 μSv/h
1			13		
2			14		
3			15		
4			16		
5			17		
6			18		
7			19		
8			20		
9			21		
10			22		
11			23		
12			控制室 内中央		

测试人:

复核人:

被检测单位代表:

日期:

日期:

日期:

检测原始记录

共 页 第 页

检测点	有用线束朝向	X、 γ 射线周围剂量当量率 $\mu\text{Sv/h}$	检测点	有用线束朝向	X、 γ 射线周围剂量当量率 $\mu\text{Sv/h}$
操作台 左侧			操作台 中心		
操作台 右侧			操作位		
候诊区			通风管道或穿墙管线洞口		
机房东 侧 20 m			机房西 侧 20 m		
机房北 侧 20 m			机房南 侧 20 m		
邻近建 筑物某 层房间					
环境 本底					
注 1: 检测点编号见图 1、图 2、图 3。 注 2: 以上检测数据未扣除环境本底值。 注 3: 检测仪器检定证书中的校正因子为 。					

二、医用电子加速器治疗机房防护门外辐射水平

检测时工作条件: X 射线标称能量 MeV(MV) 有用线束输出量率 cGy/min

测 X、 γ 射线周围剂量当量率时的照射野 cm $\times$ cm测中子周围剂量当量率时的照射野 10 cm $\times$ 10 cm

检测点	有用线束朝向	X、 γ 射线周围剂量当量率 $\mu\text{Sv/h}$	中子周围剂量当量率 $\mu\text{Sv/h}$
机房门 中心	0°		
	90°		
	180°		
	270°		

检测原始记录

共 页 第 页

检测点	有用线束 朝向	X、 γ 射线周围剂量当量率 $\mu\text{Sv/h}$	中子周围剂量当量率 $\mu\text{Sv/h}$
防护门 左门缝	0°		
	90°		
	180°		
	270°		
防护门 右门缝	0°		
	90°		
	180°		
	270°		
防护门 上门缝	0°		
	90°		
	180°		
	270°		
防护门 下门缝	0°		
	90°		
	180°		
	270°		
注 1：以上检测数据未扣除环境本底值。			
注 2：检测仪器检定证书中的校正因子为 。			

三、医用电子加速器治疗机房内感生放射性

检测点	γ 射线周围剂量当量率 $\mu\text{Sv/h}$	检测点	γ 射线周围剂量当量率 $\mu\text{Sv/h}$
距机头前表面 5 cm 处		距机头前表面 1 m 处	
距机头左表面 5 cm 处		距机头左表面 1 m 处	
距机头右表面 5 cm 处		距机头右表面 1 m 处	
注 1：以上检测数据未扣除环境本底值。			
注 2：检测仪器检定证书中的校正因子为 。			

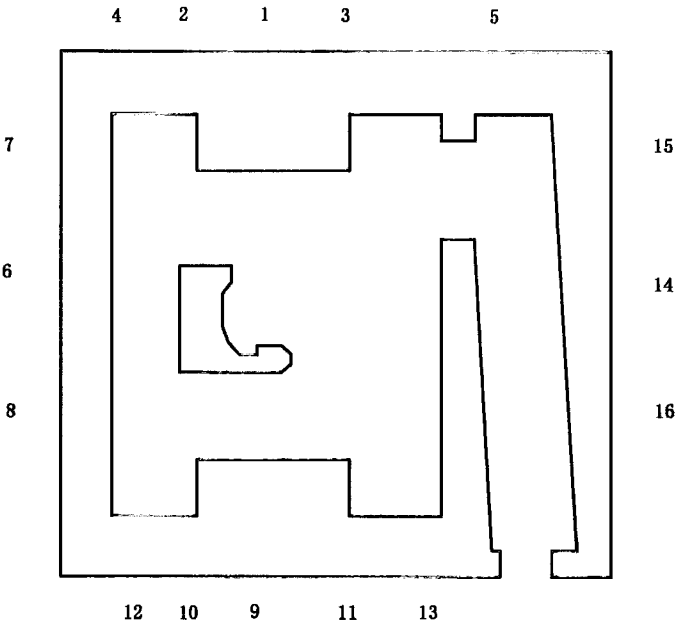


图 1 医用电子加速器治疗机房平面图及布点示意图

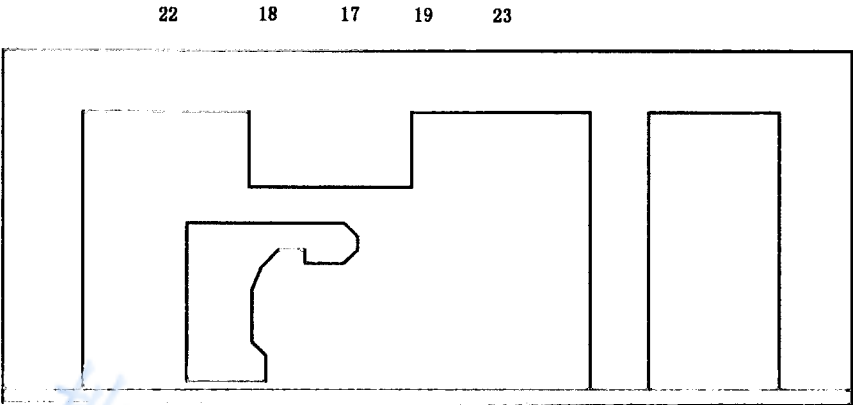


图 2 医用电子加速器治疗机房立面图及布点示意图

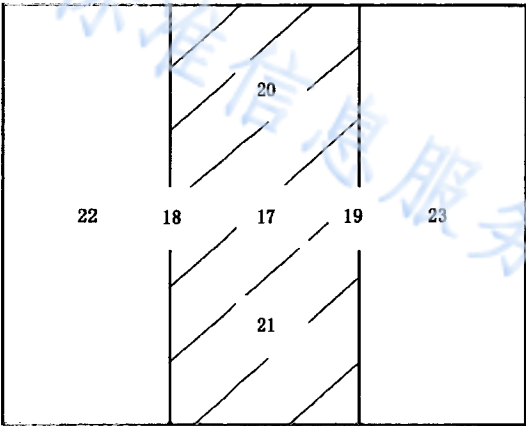


图 3 医用电子加速器治疗机房顶棚平面图及布点示意图

上海市地方标准
医用电子加速器治疗机房
放射防护与检测要求
DB31/T 527—2020

*

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 1 字数 26 千字
2020年11月第一版 2020年11月第一次印刷

*

书号: 155066·5-2351 定价 18.00 元



DB31/T 527-2020

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