

粘土砖在屏蔽防护中的应用

张冰洁¹, 王建伟¹, 贾天合¹, 刘桐桢¹, 丁为民¹, 张丹枫²

中图分类号: R143 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2008)03-0301-02

【摘要】目的 探讨普通及传统建筑材料作为屏蔽防护时最佳应用。方法 依据砖和砂浆等建筑材料的理化性质, X射线的屏蔽厚度要求, 及以往工作经验。结果 推算并列出了普通建筑材料屏蔽不用强度 X射线相应铅当量的换算关系, 指出了施工中的操作要求及注意事项。结论 合理应用普通建筑材料是构建防护设施时必然要求。

【关键词】 铅; 射线; 防护

砖被广泛应用于对医用诊断 X射线和工业探伤 X射线的防护, 但在实际应用中有些易被忽略的问题, 例如砌砖时所用砂浆的类型、砖缝砂浆的饱满度等均会影响砖墙的屏蔽效果, 笔者旨在介绍一些有关利用砖墙作屏蔽防护的实践经验, 供同道参考。

1 砖的理化性质^[1]

粘土砖的密度 ρ 为 1.6 g cm^{-3} , 标准尺寸为 $240\text{ mm}\times 115\text{ mm}\times 53\text{ mm}$ 砌体每立方米为 512块, 24 mm厚的 1砖眠墙, 每平方米需用 128块红砖。砖的吸水率为 $16\% \sim 18\%$, 砖的吸水性能与砖的质量优劣有关, 因此砖的吸水率过大会影响其强度, 普通粘土砖一般为红色, 也有青色者, 但青砖价格较红砖贵 1/4左右。砖的大面 ($240\text{ mm}\times 115\text{ mm}$) 的强度等级为 MU20 抗压强度单块最小值不小于 13.73 MPa , 抗折强度单块最小值不小于 2.55 MPa 。泛霜试验, 每块砖不应出现起砖粉掉屑和脱皮现象, 抗冻性: 每块砖样均需符合下列要求: ①干重损失不大于 2% ; ②被冻裂砖样的裂纹长度不大于 110(大面宽度方向延伸到条面的长度) $\sim 150\text{ mm}$ (大面上长度方向延伸到顶面上的长度)。

2 砌砖墙用的砂浆

砌砖墙用的砂浆有 3种标号, 每平方米墙面的耗料列于表 1

3 砖的铅当量

粘土砖的铅当量与射线的能量和砖的厚度有关, 表 2列出了对不同管电压 (kV) 和不同砖厚度条件下 1mm厚砖的铅当量 (比铅当量) 近似值。表 2中的数据显示, 对同一种能量 (kV) 的 X射线, 砖的比铅当量随砖的厚度而略有增加, 据此,

在实际应用时, 从安全考虑, 对 24 mm厚的砖墙, 可按 200mm厚砖墙的比铅当量来计算其铅当量; 对 37 mm的砖墙, 可按 300mm砖墙的比铅当量来计算其铅当量。

表 1 两种 24 mm厚的砖墙每平方米墙面的耗料^[1]

名称	厚度 (mm)	砂浆 标号	每平方米墙面耗料			
			红砖 (块)	水泥 (kg)	沙 (m ³)	石灰 (kg)
1 砖一眠一斗墙	24	4	103	0.5	0.031	6.87
		10	103	3.03	0.031	3.99
		25	103	4.51	0.031	3.39
1 砖眠墙	24	4	128	0.5	0.0554	12.95
		10	128	5.31	0.0554	7.14
		25	128	7.68	0.0554	6.15

注: 由于水泥和沙的密度高于石灰, 为提高砖缝所用砂浆的密度, 增强其屏蔽效果, 故应选择水泥和沙用量大而石灰用量小的高标号砂浆, 即 25 号砂浆。

表 2 粘土砖的比铅当量

管电压 (kV)	比 铅 当 量 (mmPb/1mm砖)		
	200mm厚的砖	300mm厚的砖	400mm厚的砖
50	7×10^{-3}	7.3×10^{-3}	—
75	8.5×10^{-3}	9.0×10^{-3}	9.5×10^{-3}
100	9.5×10^{-3}	1.0×10^{-2}	1.13×10^{-2}
150	8.5×10^{-3}	8.7×10^{-3}	9.25×10^{-3}
200	8.5×10^{-3}	8.7×10^{-3}	9.25×10^{-3}
250	1.2×10^{-2}	1.3×10^{-2}	1.5×10^{-2}
300	1.5×10^{-2}	1.8×10^{-2}	2.1×10^{-2}
400	2.3×10^{-2}	2.8×10^{-2}	3.2×10^{-2}

注: 本表取自 郑均正等译 ICRP第 33号出版物 80页表 5 经换算而得。

作者单位: 1 新乡市职业病防治所, 河南 新乡 453003;
2 山东省医学科学院放射医学研究所
作者简介: 张冰洁 (1966-), 女, 河南新乡市人, 副主任医师, 从事放射卫生防护与管理工作的。

为 433 rGy/h 和 $2.01\times 10^{-3}\text{ nSv/h}$ 则工作人员作为受照人员, 可能受到的最大年有效剂量为 4.86 mSv (按受照时间取 2 000 h/a , 居留因子取 1估算), 符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB18871-2002) 中工作人员为 20 mSv/a 的年有效剂量限制。

3 讨论

中子源除了产生中子外, 还发射一定能量的 γ 射线, 对人体造成混合射线外照射。从上面的监测结果可以看出, 即使衰变类型为 α 、 β 型的中子源, 其所产生的 γ 射线在空气中的剂量当量率也是不容忽视的, 也就是说不管哪种类型的中子源, 在考虑它的外照射辐射危害时, 其所产生的这两种射线对人体的辐射危害都不能忽略。所以在日常工作中, 对密封中子源的剂量监测既要监测其所产生的中子的强度, 又要监测其所产生的

γ 射线的强度, 只有把两者结合起来才能对中子源的辐射危害做出合理的评价。另外, 不管是中子还是 γ 射线, 在相同的条件下, 如果剂量当量相同, 在组织权重因子相同的情况下, 其对人体所造成的有效剂量就相同, 故认为《含密封源仪表的卫生防护标准》(GBZ125-2002) 同样适用于中子源, 结果评价时将距每个中子源源容器表面 5 mm和周围 1m处的中子和 γ 射线剂量当量率相结合, 然后和表 3 进行对照, 以判断该源周围应该采取何种防护措施。

参考文献:

[1] HJ/T61-2001 辐射环境监测技术规范 [S].
[2] GBZ125-2002 含密封源仪表的卫生防护标准 [S].
(收稿日期: 2008-01-04)

4 砖与普通混凝土(砼)之间的换算关系
有时计算出了混凝土的屏蔽厚度而改用砖墙,就需要知道 1mm厚的混凝土相当于多厚的砖墙,表 3 列出了两者之间的换算关系。

表 3 屏蔽 80~400 kV X射线 1mm厚的 砼(ρ=2.3 g/cm³)相当于砖(ρ=1.6 g/cm³)的厚度(mm)

管电压(kV)	铅厚度									推荐值 (mm砖)
	1mmPb	2mmPb	3mmPb	4mmPb	5mmPb	6mmPb	8mmPb	10mmPb	15mmPb	
80	1.37									1.4
100	1.41	1.4								1.45
120	1.33	1.34								1.4
160	1.32	1.2	1.31	1.31	1.37	1.39				1.4
200	1.3	1.2	1.214	1.18	1.28	1.29				1.3
300	1.78	1.69	1.71	1.71	2.0	2.17				2.2
400	1.91	1.86	1.7	1.61	1.58	1.71	1.68	1.62	1.67	2.0

注:① 不同厚度的铅是指达到相同的铅当量所需砼的厚度与砖厚度之比,即用砼的厚度除砖的厚度得出表内之数值,表中数值显示,对相同能量(kV)的 X射线,达到不同厚度的铅当量,砼与砖厚度之比虽有差异,但差别不大,最低与最高值仅相差 0.1~0.32mm,个别的如 300 kV者相差 0.48 mm。从安全考虑,推荐值均取其最大值,并进为整数。② 本表取自张丹枫、赵兰才编著《辐射防护技术与管理》第一卷 80~81 页表 5-4 和表 5-6 经整理、换算而得。

5 粘土砖的替代品—煤渣砖

用于建筑材料的粘土砖,由于国家的限制日趋减少,而煤渣砖是其替代品之一。煤渣砖又称炉渣砖,系由工业废料煤灰渣 75%~80%,电石渣 18%~22%,石膏渣(炼铝厂的)3%~2%混合碾压成型,经蒸汽养护硬化而成。用于墙体的规格为 240mm×115mm×53mm,密度为 1.2 g/cm³,强度等级 MU7.5~15。煤渣砖的铅当量列于表 4。

表 4 煤渣砖对 150~400 kV X射线的铅当量

管电压 (kV)	不同铅当量(mmPb)的煤渣砖厚度(mm)							
	1mmPb	2mmPb	3mmPb	4mmPb	6mmPb	8mmPb	10mmPb	15mmPb
150	100	250	350					
200	150	270	280	490				
300	120	190	240	290	380	460	550	
400	110	110	200	280	300	300	400	510

注:本表取自阿格林采夫(А.Пинцеев)引用的资料。

6 砖用作屏蔽材料值得注意的问题

6.1 核实砖的质量与表观密度 作为屏蔽材料其烧结质量和表观密度与防护效果有关,因此,必需选择烧结质量合格的纯粘土砖或煤渣砖。若想知道砖的实际密度,可将一块标准规格

(240mm×115mm×53mm)的砖称重,用其体积(cm³)除其重量(g),即求出其表观密度(容重)。

6.2 选用沙浆和砖缝沙浆的饱和度 用于屏蔽防护的砖墙,一定要告知承建者选用高标号的水泥砂浆,最好采用较高密度的钡沙替代常用的河沙与水泥制成的水泥钡沙砂浆,以保证砖缝达到与实心砖同样的防护效果。另外 24mm厚的砖墙,在 1m²的面积上就有 128块砖的缝隙。笔者曾对已建成尚未抹墙面的 CT机房的墙体缝隙用丝进行探查,有的砖缝空隙可深达 10mm以上。笔者留意观察一些被拆除的普通砖墙,在砖面两端凝结的砂浆多于中间。因此,在用砖建造 X射线机房或屏蔽室时,一定要告知承建者做到砂浆饱满、不留空隙,并要有人监督施工,以确保施工质量。

6.3 旧砖房改造为 X射线机房 由于对旧砖房当时的施工情况不明,为弥补砖缝可能存在的缺陷,可采用钡沙砂浆抹墙面。根据笔者经验,用容重为 2.7 g/cm³的硫酸钡沙 25kg与适量水泥和水混合制成泥状,抹 1m²的墙面约 1.5mm厚,对医用诊断 X射线约相当于 1mm铅当量。

参考文献:

[1] 吴玉荣主编.现代建筑材料手册[M].长沙:湖南科学技术出版社,1994

(收稿日期:2008-03-27)

【工作报告】

皮肤防护剂预防乳腺癌放射性皮肤损伤的观察

陈姣红,赵军梅

中图分类号:R818 文献标识码:D

放射治疗是预防乳腺癌术后局部复发的最有效手段之一。无论是根治术还是改良术后的放疗,首先发生的反应就是皮肤反应。皮肤反应的预防和处理是否及时得当,不仅影响放射治疗顺利完成,而且关系到患者的生存质量和预后。自 2004 年元月~2007 年元月,本科使用皮肤防护剂在放疗前后外涂患者照射野皮肤,在预防或减轻放疗引起的放射性皮肤损伤方面取得了一定效果,现报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 2004 年元月~2007 年元月单侧乳腺癌根治术及改良根治术后行放疗者 69 例。随机分为观察组 34 例,对

作者单位:三门峡市中心医院,河南 三门峡 472000

照组 35 例,两组病人在性别、年龄、临床分期及 KPS 评分差异无统计意义。胸壁放疗采用钴-60 治疗机切线野照射,常规剂量分割,总剂量 50Gy。

1.2 方法 观察组应用青岛软新特医疗器械公司生产的放射治疗皮肤防护剂,从第 1 天放疗前开始使用 2 次/d(放疗前后各一次)。直至放疗结束。在照射野范围内均匀涂抹 1~2mm,同时遵循放疗的常规皮肤护理。如保持皮肤干燥,避免摩擦或接触刺激性物质。对照组给予常规皮肤护理。

1.3 放射皮肤损伤判定标准 按照 WHO 对急性放射性皮肤损伤的分级标准:Ⅰ级皮肤色素沉积,继之出现红斑。Ⅱ级皮肤干性脱皮。Ⅲ级湿性皮炎,渗液,水泡形成或继之出现糜烂、表皮脱痂。Ⅳ级皮肤发生溃疡。