

保温板和加热管的选择——《和红塔地暖 学地暖》谈选材

摘要：保温板的选择涉及到表观密度、氧指数等参数；加热管的选择涉及到温度、压力等级等参数。就请各位朋友和红塔地暖 在此一起总结下吧。

关键字：保温板；加热管

正文：

1. 保温板的选择

地面辐射供暖工程中我们最常用的是苯板，全名应该是聚苯乙烯泡沫塑料。供暖地面的绝热层所用的苯板，分模塑板和挤塑板。鉴于价格上的优势，模塑的比较常见。模塑苯板的主要技术指标如下：

项 目	单 位	性能指标
表观密度	kg/m ³	≥20.0
压缩强度	kPa	≥100
导热系数	W/m·k	≤0.041
吸水率（体积分数）	% (v/v)	≤4
尺寸稳定性	%	≤3
水蒸汽透过系数	ng/(Pa·m·s)	≤4.5
熔结性（弯曲变形）	mm	≥20
熔结性 （断裂弯曲负荷）		25
氧指数	%	≥30
燃烧分级	达到B2级	

新地暖规程还对挤塑板和预制沟槽保温板做出规定，请参阅该规范第 4.2.2 条。作为保温板应该有一定的强度，并且对抗潮湿、防火有一定的要求。需要指出的是，像车库、车间等对地面承载力要求比较高的地面，此表的规定就需要校核了，应会同结构工程师对地面进行专项设计。挤塑板价格较贵，但各项性能指标优于模塑板，条件允许时，规程推荐优先考虑。

保温板的厚度的也是有规定的：老的地暖规程曾经有这么个表：

楼层之间楼板上的绝热层	20
与土壤或不采暖房间相邻的地板上的绝热层	30
与室外空气相邻的地板上的绝热层	40

新的地暖规程第 3.2.5 条有如下规定：混凝土填充式地面辐射供暖系统，采用泡沫塑料绝热板时，绝热层热阻不应小于表 3.2.5-1 的数值：

楼层之间地板上	0.488
与土壤或不采暖房间相邻的地板上	0.732
与室外空气相邻的地板上	0.967

规程编制组的专家们给大家准备了一个似乎更加合理的规定：不管你用模塑板还是挤塑板，只要达到规定的热阻就可以了，这个表格固定会愁坏非科班出身的地暖同行：不会计算。

其实，就连很多设计院的建筑设计师都不会计算。下面我就讲讲这个神秘的核心技术：

单一材料层的热阻应按下式计算：

$$R = \delta / \lambda$$

式中：

R——材料层的热阻 (m²·K/W)；

δ——材料层的厚度 (m)；

λ——材料的导热系数 [W/(m·K)]，应该按照本规程附录四附表 4.1 和表注的规定采用。

我们先把公式变个形：

$$\delta = \lambda \times R$$

以模塑苯板为例：导热系数的数值取 0.041，那么：

$$\text{当 } R=0.488; \delta = \lambda \times R = 0.041 \times 0.488 = 0.02$$

$$\text{当 } R=0.732; \delta = \lambda \times R = 0.041 \times 0.732 = 0.03$$

当 $R=0.967$; $\delta=\lambda\times R=0.041\times 0.967=0.04$

由此我们可以看到，当采用导热系数为 $0.041\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 的苯板时，我们仍可以使用老规范的厚度选用表。

该规程还规定了发泡水泥和预制沟槽保温板的厚度，请参阅该规范 3.2.5~3.2.6 相关条文。

写到这个，红塔地暖想到了有的朋友问我是否可以用灰渣做回填层。用苯板做保温层的时候，规程规定用豆石混凝土。如果说用水泥砂浆回填的话，还说得过去，因为它可以满足规范 3.2.4 条，地面热阻 $0.05\text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ 的要求。我们知道灰渣是有疏松多孔结构的渣块，热阻相对较大，用灰渣恐怕达不到要求。

2. 地暖的加热管的选择，常用的管材如下：

铝塑复合管 polyethylene-aluminum compound pipe 通常以 XPAP 或 PAP 标记；

聚丁烯-1 管 polybutylene pipe-1 通常以 PB 标记；

无规共聚聚丁烯管 Polypropylene random copolymer pipe 通常以 PB-R 标记；

交联聚乙烯管 cross linked polyethylene pipe 通常以 PE-X 标记；

耐热聚乙烯管 polyethylene of raised temperature resistance pipe 通常以 PE-RT 标记；

地暖加热管的选择：

对于低温热水地面辐射供暖工程，一般可按使用条件 4 级选用。

表C. 1. 2-1 塑料管使用条件级别

使用条件级别	工作温度 T_0 (°C)	在 T_0 下的使用时间 (年)	最高工作温度 T_{max} (°C)	在 T_{max} 下的使用时间 (年)	故障温度 T_{md} (°C)	在 T_{md} 下的使用时间 (h)	典型的应用范围
1	60	49	80	1	95	100	供应热水 (60°C)
2	70	49	80	1	95	100	供应热水 (70°C)
3*	30 40	20 25	50	4.5	65	100	低温地面采暖
4	20 40 60	2.5 20 25	70	2.5	100	100	地面采暖和低温散热器采暖
5**	20 60 80	14 25 10	90	1	100	100	校稿温散热器采暖

本表取自新地暖规程附录 C。

按使用条件 4 级和设计压力选择对应的管系列。

表C. 1. 2-2 管系列 (S) 值

设计压力 P_d (MPa)	管系列 (S) 值					
	PB管 $\sigma_s=5.46$ MPa	PE-R管 $\sigma_s=4.34$ MPa	PE-X管 $\sigma_s=4.00$ MPa	PE-RT II型 $\sigma_s=3.50$ MPa	PE-RT I型 $\sigma_s=3.25$ MPa	PP-R管 $\sigma_s=3.30$ MPa
0.4	10	6.3 (10)	6.3	5	5	5
0.6	8	6.3	6.3	5	5	5
0.8	6.3	5	5	4	4	4
1.0	5	4	4	3.2	3.2	3.2

本表取自新地暖规程附录 C。

表C. 1. 3 管材公称壁厚 (mm)

系统工作压力 $P_d=0.4MPa$						
公称外径 (mm)	PB管	PE-R管	PE-X管	PE-RT II型	PE-RT I型	PP-R管
16	1.3	1.5	1.8	1.8	1.8	1.5
20	1.5	1.5	1.9	2.0	2.0	2.0
25	1.3	1.9	1.9	2.3	2.3	2.3
系统工作压力 $P_d=0.6MPa$						
公称外径 (mm)	PB管	PE-R管	PE-X管	PE-RT II型	PE-RT I型	PP-R管
16	1.3	1.5	1.8	1.8	1.8	1.5
20	1.3	1.5	1.9	2.0	2.0	2.0
25	1.5	1.9	1.9	2.3	2.3	2.3

然后在对应压力下，选择管材公称壁厚。

考虑施工及使用中的一些不利因素，为安全起见，塑料管材壁厚应适当加厚；对于管径

≥15mm 的管材，其壁厚不应小于 2.0mm，对于管径≤15mm 的管材，其壁厚不应小于 1.8mm；

需进行热熔焊接的管材，其壁厚不得小于 1.9mm。如需查询其他管材参数请参阅新地暖规程附录 C。

以某六层的住宅为例，选择户内加热管。一般来说，多层住宅的系统工作压力可以取 0.4MPa，取平均运行水温为 40℃，我们可以选用使用条件分级为级别 4，然后选择压力是 0.4MPa 下的 PE-RT 管，得到管系列 S 值为 S5。系统工作压力 0.4MPa，我们选择外径是 20mm 的加热管，所需壁厚为 2mm。在进行校核时，按照规程“对于管径≥15mm 的管材壁厚不应小于 2.0mm”我们选壁厚 2mm。最后选定管系列 S 值为 S5，壁厚为 2mm 的 PE-RT 管。请朋友们自己查查如果是个小高层，系统工作压力 0.6MPa，管系列 S 值为 S5，壁厚为 2mm 的 PE-RT 管是否够用呢？如果你的答案是肯定的，那么恭喜你选对了。鉴于系统工作压力较大，建议选用稍微厚一点的管材，比如壁厚为 2.3mm。

最后，谢谢你和红塔地暖 一起学完此篇，希望您从中得到启示。如果您在工作或学习遇到什么问题，欢迎发邮件到编辑部，让我们一起探讨，共同进步。红塔地暖 诚挚欢迎您的参与！

参阅资料：

《实用供热空调设计手册》（最新版上、下册）

《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》（GB50242-2002，本文简称为“水暖验收”）

《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》（GB50736-2012，本文简称“新暖规”）

《辐射供暖供冷技术规程》（JGJ142-2012，本文简称“新地暖规程”）

www.bjht.com.cn