

冷热水用聚丁稀管材的特性、质量要求及应用

胡新斌

新乡爱康建材有限公司 河南新乡 453011

摘要: 介绍了聚丁烯(PB)管材的原料、生产工艺及特性。通过相应标准阐述对PB管材的质量要求,通过参考使用条件级别、使用条件级别和设计压力选择对应的管系列S值及预测静液压强度参照曲线来设计选用PB管材。

关键词: 聚丁烯(PB); 塑料管材; 管系列S值

Characteristics, quality requirements and application of polybutyl pipe for hot and cold water

Xinbin Hu

Xinxiang Aikang Building Materials Co., Ltd. Henan, Xinxiang 453011

Abstract: This paper introduces the raw material, production technology, and characteristics of polybutene (PB) pipes. The quality requirements of PB pipe are described through the corresponding standards, and the corresponding tube series S value and the predicted hydrostatic strength reference curve are selected by referring to the service condition level, service condition level, and design pressure to design and select PB pipe.

Keywords: polybutene (PB); plastic pipe; pipe series S value

1 聚丁烯(PB)管材概况

近年来,我国建筑内用冷热水塑料管材的用量猛增,到2007年总量已经达到40万吨。其中聚丙烯管材,包括PPR、PPB约22万吨;聚乙烯管材,包括PEX、PE-RT、HDPE、铝塑复合管及各种钢(铜)塑复合管约12万吨;聚氯乙烯管材,包括PVCU、PVC-C、PVC-M约5万吨;其他管材比如聚丁烯(PB)、ABS约1万吨。建设部一项调查表明,我国除去两广等少数地区外,绝大多数属于冬冷夏热四季分明气候,有90%的人口冬季需要采暖,夏季需要空调,而近年发展起来具有节能、舒适等特点的地面辐射供暖正在快速普及,极大的推动了新型塑料管材的发展。

聚丁烯(PB)树脂是以丁烯为原料的聚合物。是一种线型分子结构的等规半结晶性聚烯烃热塑性塑料,结晶度一般为50-55%。ISO8986-1:1993规定了聚丁烯(PB)树脂可以是丁烯均聚物,也可以是丁烯含量在50%以上的共聚物^[1]。聚丁烯的商业产品是基于等规立构(98-99.5%)、高分子量(平均分子量为23万-75万)的聚合物。聚丁烯已知的有五种结晶型态变

异:型态I:型态II:型态III:型态IV:型态V。玻璃化转变温度范围从均聚物的约-20℃到高乙烯含量共聚物的-34℃。熔体的结晶反应首先产生四方晶型的亚稳态型态II:在环境温度和常压下,均聚物经过5-7天,从型态II不可逆地转变到孪生六方晶型的稳定状态,对共聚物来说这一过程则需要1-3天。

2 PB管材的特性

2.1 PB管材的原材料

PB是由丁烯-1在催化剂作用下聚合而成的,具有线型、高等规度、结晶度较低的聚合物。目前世界上能生产PB树脂的厂家很少,Basell是主要生产厂家之一。该公司不仅生产管材用的PB树脂,还生产其他用途(如薄膜等)的PB树脂。下面介绍Basell公司的管材用PB树脂。PB有4种晶型,PB从熔融状态凝固的过程中主要形成亚稳定的晶型II(四方晶系),经过几天其结晶形态由晶型II转变成稳定的晶型I(孪生六方晶系),这种特性在管材的生产工艺中有所体现。

2.2 PB管材的成型工艺

在一般的挤出工艺中,刚挤出成型的PB管材制品的

结晶形态为亚稳定的晶型Ⅱ（四方晶系），制品较软，易变形。在常温常压下放置7~10d，其结晶形态由晶型Ⅱ转变成稳定的晶型Ⅰ（孪生六方晶系）。结晶度、硬度、刚性和力学性能亦随之增加。所以，挤出的PB管材应松散成卷或松散水平放置，让其有7~10d的存放期以适应晶型改变过程以及由此产生的约2%的收缩率。PB管挤出工艺中的另一个特点是，由于PB树脂的相对分子质量较大，分子链较长，挤出成型时，需要将卷曲的大分子链拉直，易于从机头口模中挤出成型，因此，在机头上需要加装一台马可泵^[2]。

2.3 PB管材的特性

PB是聚烯烃材料之一，它除具有聚烯烃共有的耐化学腐蚀、易焊接等性能，还具有优异的抗蠕变性、高柔韧性等独特的性能。因此，PB管材也具有独特性能，主要如下：耐高温和高压，可在较宽的温度和压力范围内应用；低温下具有好的柔韧性；优异的抗蠕变性能；多种连接方式；安装简便；传输声音小；可再生利用，有利于环保。

2.4 PB管材的连接

PB管材与管件的连接方式有三种方式：机械连接（M），即用金属接头夹紧式连接；热熔承插连接（SW）和电熔焊连接（EF），是采用与PB管材相同材质的管件与管材或管材间的熔融连接。

3 PB管材优势

3.1 优秀的耐压能力

它除了具有其它塑料管的抗冻、不结垢等的共性以外，在众多管材中，它是最优秀的耐压管材。其长期使用环向应力承受能力最高。在介质20℃、系统压力16bar，介质70℃、系统压力10bar及介质95℃、系统压力6bar三种不同情况下都可保证安全、可靠运行50年，安全系数1.5^[3]。

3.2 水力损失极小

由于PB材料具有高的耐热强度，故在确定管子壁厚方面，在所有塑料管中PB管可以有最小的壁厚而不影响安全可靠。这样与外径尺寸相同的其它塑料管相比，PB管具有内径最大的优点。使液体具有良好的流动性和相对大的流量，从而节约了水力、能源和原材料。其导热系数仅为钢管的1/250、铜管的1/1700，故其保温效果强。

3.3 优秀的饮用水管材

聚丁烯是一种高惰性的聚合物材料，具有很高的化学稳定性。微生物不能寄生滋长，是目前世界上最符合

卫生标准的饮用水给水管材。

3.4 优秀的耐磨性能

PB管材的耐磨性能已被证明比其它热可塑性管材的性能高。特别是在82℃的高温下也具有长期的持久力。在23℃时，PB管比PE管的耐磨性高出2.6倍。在82.2℃时，PB管比PE管耐压性能高出60倍。

3.5 极强的抗温度应力能力

以同样直径32mm，长10m，温差50℃的管材作膨胀力的试验，聚丁烯为48kg，聚丙烯为178kg，交联聚乙烯为253kg，聚氯乙烯310kg，铜15kg，钢2050kg。

3.6 管材的蠕变性极佳

聚丁烯管在挤压成型过程中，部分晶状的聚烯烃会生成不同的晶体形状，在冷却时，首先生成半稳定性的晶体形状，最后过渡到稳定的形状^[1]。结晶度在这个过程中由25%提高到50%。因此，PB管对应力裂纹具有很大的抵抗能力。这种耐内力的性能，也可从抗蠕变中得到证实。同时，由于聚丁烯（PB）抗蠕变强度的作用，随着时间的增加，使管道在变形时引起的应力变化不大，或者说应力下降率变化不大。在这个应力的作用下，将保持管道固定部位的良好抗热伸缩性。

3.7 优秀的管接头连接方式

兴纪龙聚丁烯管使用世界公认的安全连接方式——热熔连接。

3.8 节能及环保

塑料是一种节能的材料，每生产1升的塑料、钢、铜、铝所消耗的石油分别为1.5kg、4.5kg、11kg、15kg。对于聚丁烯（PB）管道而言，还由于管壁厚度小节省材料，加之在相同管外径条件下具有断面积大单位长度水头损失小的水力工况，使聚丁烯（PB）管道有着比其它塑料管道更加节能的优点。对于塑料而言，考虑重复利用的主要为PB、PE、PP、PVC-C，而PEX是不能重复利用的。

3.9 氧化稳定性好（抗老化性能好）

通过氧化诱导试验（OIT试验），即将管材置于220℃的氧气流中，观察它的稳定时间。其中PB管为35.78分钟，而交联聚乙烯因聚合方法不同，聚合度也不一，则稳定的时间在1.71~28.3分钟的范围内变化。从而说明PB管具有优异的抗老化性能。

3.10 施工性能极佳

低温地板采暖是将管道打在砼内，使用寿命基本要同房室同步，随着时间的推移，其它塑料管材的损坏机率要比聚丁烯大得多。塑料管埋设在砼内，虽然施工要

求很精细,对装修地面也有要求,但在施工过程中、在装修房屋的过程中,有意无意的遭到局部破坏是很难避免的,那么采用聚丁烯管就很容易补救,其耐久性能同管材一样^[2]。然而用交联聚乙烯或铝塑管解决的唯一途径是用金属接头连接,这样在砣内便埋下了隐患,收缩、腐蚀要不了多少年就会出现渗水。国外一些国家明确规定金属接头不允许暗敷,只能明装。上海明确规定金属接头不允许进墙。

4 PB管材的应用

4.1 使用条件级别

PB管道系统按国标GB/T18991-2003《冷热水系统用热塑性塑料管材和管件》的规定,按使用条件选用其中的1、2、4、5这四个使用条件级别,每个级别均对应于一个特定的应用范围及50年的使用寿命,在实际应用时,还应考虑0.4MPa、0.6MPa、0.8MPa、1.0MPa不同的设计压力。表3中的任意级别都应同时满足在20℃和1.0MPa下输送冷水达50年的使用寿命。所有加热系统的介质只能是水或经处理的水。

4.2 使用条件级别和设计压力选择对应的管系列S值

PB管材的使用条件级别和设计压力选择对应的管系列S值,如果实际使用的PB管道系统符合其中一级别,设计压力为0.4MPa、0.6MPa、0.8MPa及1.0MPa之一,即可从表7中方便地选择出所需要的管材系列,从而给设计和使用者带来了便利。

4.3 PB管材的用途

4.3.1 冷热水用管

PB管材属于聚烯烃管材中的一种,无毒、无味,可用于饮用水管道系统中。同时它更适用于热水管道中,如建筑物内的热水管道、温泉用管、太阳能用的热水管等。

4.3.2 供暖用管

PB管材可在较宽的温度和压力

范围内长期应用,这种管材用于供暖管道上具有优越性,也更加适合,如散热器供暖系统和地面辐射供暖系统等。

4.3.3 农业用管

PB管材具有耐腐蚀、柔软性及抗紫外线性强等特点,故用于灌溉、高尔夫场喷水器及喷药之配管^[3]。

4.3.4 除雪用管

PB管材具有寿命长和很强的耐冲击性,特别适合作道路、停车场和操场的除雪用管。

4.3.5 工业用管

PB管材具有耐腐蚀性(抗酸碱盐性)强,无毒无味,可用于化学工程、食品加工工程、医院、工业等方面用的管材。

5 结语

聚丁烯管材系统是建筑内冷热水用塑料管材的一个重要品种。一般聚丁烯用PB(Polybutene)表示,但比较确切的化学名称为Polybutene-1(PB-1)。由于PB具有耐热性、抗蠕变性能及化学稳定性好、在低温下柔韧抗裂、安装简便及安全卫生等优点,近几年PB管材系统在我国的应用,尤其在建筑物内热水及采暖系统上的应用不断增长,但其价格较高也限制了PB管材系统在我国应用的速度。

参考文献:

[1]吴大鸣,等.特种塑料管材[M].中国轻工业出版社,2000.

[2]GB/T19473.1-2004,冷热水用聚丁烯(PB)管道系统第1部分:总则[S].

[3]GB/T19473.2-2004,冷热水用聚丁烯(PB)管道系统第2部分:管材[S].