

建筑屋面节能技术 PDF转换可能丢失图片或格式，建议阅读原文

https://www.100test.com/kao_ti2020/339/2021_2022__E5_BB_BA_E7_AD_91_E5_B1_8B_E9_c57_339890.htm 建筑能耗在我国总能耗中所占的比例是很大的，约为25%-40%。与世界发达国家相比还有相当大的差距，例如，我国绝大多数采暖地区围护结构的热功能性都比气候相近的发达国家要差许多，外墙传热系数为他们的3.5-4.5倍，外窗为2-3倍，屋面为3-6倍；而且单位建筑面积的能耗还很高，能源利用率还很低，仅为28%，欧美平均近50%，日本为57%。但是我国的可利用能源是极为有限的，这已经引起了我国的高度重视。提高围护结构的保温性能是降低建筑能耗的关键。屋顶作为一种建筑物外围护结构所造成的室内外温差传热耗热量，大于任何一面外墙或地面的耗热量。华中大部分地区属湿热性气候，全年气温变化幅度大，干湿交变频繁。如武汉市区年绝对最高与最低温差近50℃，有时日温差接近20℃，夏季日照时间长，而且太阳辐射强度大，通常水平屋面外表面的空气综合温度达到60~80℃，顶层室内温度比其下层室内温度要高出2~4℃。因此，提高屋面的保温隔热性能，对提高抵抗夏季室外热作用的能力尤其重要，这也是减少空调耗能，改善室内热环境的一个重要措施。在多层建筑围护结构中，屋顶所占面积较小，能耗约占总能耗的8%-10%。据测算，每降低1℃，空调减少能耗10%，而人体的舒适性会大大提高。因此，加强屋顶保温节能对建筑造价影响不大，节能效益却很明显。本文就屋面节能方面的技术进行了初步的理论探讨，期望能对工程设计起到某种参考作用。

- 1、倒置式屋面 倒置式屋面是与传统屋

面相对而言的。所谓倒置式屋面，就是将传统屋面构造中的保温层与防水层颠倒，把保温层放在防水层的上面。倒置式屋面的定义中，特别强调了“憎水性”保温材料，工程中常用的保温材料如水泥膨胀珍珠岩、水泥蛭石、矿棉岩棉等都是非憎水性的，这类保温材料如果吸湿后，其导热系数将陡增，所以才出现了普通保温屋面中需在保温层上做防水层，在保温层下做隔气层，从而增加了造价，使构造复杂化。其次，防水材料暴露于最上层，加速其老化，缩短了防水层的使用寿命，故应在防水层上加做保护层，这又将增加额外的投资。再次，对于封闭式保温层而言，施工中因受天气、工期等影响，很难做到其含水率相当于自然风干状态下的含水率：如因保温层和找平层干燥困难而采用排汽屋面的话，则由于屋面上伸出大量排汽孔，不仅影响屋面使用和观瞻，而且人为地破坏了防水层的整体性，排汽孔上防雨盖又常常容易碰踢脱落，反而使雨水灌入孔内。倒置式屋面与普通保温屋面的比较如下表，由表可知，倒置式屋面的优越性显而易见。

节能屋面优劣比较表		性能\工法	
USD屋面	(XPS)	BUR屋面	水泥珍珠岩屋面
保温隔热性	极佳	视选用材料	高厚度才能达到XPS的标准
施工方便性	施工简易、质轻好搬、易切割、施工期短、成本无形中降低	需考虑防水层的施工与防水材料的选用，要配合绝热材增加施工麻烦	施工困难、搬运慢且需要做隔气层与排气孔，施工期长，成本无形中增加
屋顶结构负荷	极小 (40kg/m ³)	视选用材料	极大 (400kg/m ³)
老化性	几乎不老化，可以说与建筑物同寿无翻修问题	防水层一旦破裂，绝热材可能也会老化分解	一旦受潮就开始有老化分解现象,时候一到就要翻修
排气孔隔气层	不需要	某些情况需要，	

如室内是潮湿环境 一旦受潮就开始有老化分解现象,时候一到就要翻修 屋顶使用性 屋顶可再利用, 如花园高 因有隔气层 再利用性低与不便 施工气候性 无特别要求甚至雨天也可施工 需晴天 需好天气 施工队专业性 不需专业训练施工极为简易人人都会 因在防水层下方先选用材料决定施工难易 施工人员需训练过 防水层日后维修性 方便只要移开XPS即可 一旦修补可能连绝热层都一齐伤损 不易注: USD工法将绝热层放在防水层上方的工法。(UPSIDEDOWN) BUR工法将绝热层放在防水层下方的传统工法。 XPS挤塑式聚苯乙烯保温板

2、屋面绿化

随着我国城市化进程的高速发展和建筑面积的急剧增加, 建筑能耗将更加巨大, “城市热岛”现象将更为严重。城市建筑实行屋面绿化, 可以大幅度降低建筑能耗、减少温室气体的排放, 同时可增加城市绿地面积、美化城市、改善城市气候环境。

2.1屋面绿化的保温隔热性能

当平屋面上的找坡层平均厚100mm, 再加上覆土厚度为80mm的屋面, 其传热系数K

2.2屋面绿化对周围环境的影响

建筑屋顶绿化可明显降低建筑物周围环境温度(0.5 4.0), 而建筑物周围环境的温度每降低, 建筑物内部空调的容量可降低6%, 对低层大面积的建筑物, 由于屋面面积比墙面面积大, 夏季从屋面进入室内的热量占总围护结构得热量的70%以上, 绿化的屋面外表面最高温度比不绿化的屋面外表面最高温度(可达60 以上)可低20 以上。而且城市中心地区热气流上升时, 能得到绿化地带比较凉爽空气流的自然补充, 以调节城市气候。种植屋面保温效果很明显。不论北方或南方都有保温作用。特别干旱地区, 入冬后草木枯死, 土壤干燥, 保温性能更佳。保温效果随土层厚增加而增加。种植屋顶有很好的热惰性,

不随大气气温骤然升高或骤然下降而大幅波动。冰岛和斯堪的那维亚半岛的种植屋面，已有百年历史，证实上述情况。绿色植物可吸收周围的热量，其中大部分用于蒸发作用和光合作用，所以绿地温度增加并不强烈，一般绿地中的地温要比空旷广场低 $10\sim 17.8$ 。另外屋面绿化可使城市中的灰尘降低40%左右；可吸收诸如 SO_2 、 HF 、 Cl_2 、 NH_3 等有害气体；对噪声有吸附作用，最大减噪量可达10分贝；绿色植物可杀灭空气中散布着的各种细菌，使空气新鲜清洁，增进人体健康。

2.3 绿化屋面的防水

不少人认为屋顶绿化对抗渗防漏不利，这是一种比较片面的看法。实际上土壤在吸水饱和后会自然形成一层憎水膜，可起到滞阻水的作用，从这个角度看对防水有利。并且覆土种植后，可以起到保护作用：使屋面免受夏季阳光的曝晒、烘烤而显著降低温度，这对刚性防水层避免干缩开裂、缓解屋面震动影响，柔性防水层和涂膜防水层减缓老化、延长寿命十分有利。当然也有不利影响：当浇灌植物用的水肥呈一定的酸碱碱性时，会对屋面防水层产生腐蚀作用，从而降低屋面防水性能。克服的办法是：在原防水层上加抹一层厚 $1.5\sim 2.0\text{cm}$ 的火山灰硅酸盐水泥砂浆后再覆土种植。同普通硅酸盐水泥砂浆相比，火山灰硅酸盐水泥砂浆具有耐水性、耐腐蚀性、抗渗性好及喜湿润等显著优点，平常多用于液体池壁的防水上。将它用于屋顶覆土层下的防水处理，正好物尽其用，恰到好处。在它与覆土层的共同作用下，屋顶的防水效果将更加显著。

2.4 绿化屋面的荷重及植被

屋顶绿化与地面绿化的一个重要区别就是种植层荷重限制。应根据屋顶的不同荷重以及植物配置要求，制定出种植层高度。种植土宜采用轻质材料（如珍珠岩、蛭石、草炭腐殖土等

)。种植层容器材料也可采用竹、木、工程塑料、PVC等以减轻荷重。若屋顶覆土厚度超过允许值时，也会导致屋顶钢筋砼板产生塑性变形裂缝，从而造成渗漏。所以必须严格按照前面所述，确定覆土层厚度。由于层顶绿化的特殊性，种植层厚度的限制，植物配植以浅根系的多年生草本、匍匐类、矮生灌木植物为宜。要求耐热、抗风、耐旱、耐贫瘠，如彩叶草、三色堇、假连翘、鸭跖草、麦冬草等。屋面绿化的造价为70120元/m²，与普通隔热屋面相似，从使用角度分析，改造一个上人活动的绿化屋面每平方米只需增加100元左右。总之，屋面绿化的普及和实施是有利于环境、有利于城市、有利于居民的综合性好事，应积极推广。

3、蓄水屋面

蓄水屋面就是在刚性防水屋面上蓄一层水，其目的是利用水蒸发时，带走大量水层中的热量，大量消耗晒到屋面的太阳辐射热，从而有效地减弱了屋面的传热量和降低屋面温度，是一种较好的隔热措施，是改善屋面热工性能的有效途径。

3.1蓄水屋面的隔热性能

在相同的条件下，蓄水屋面比非蓄水屋面使屋顶内表面的温度输出和热流响应要降低得更多，且受室外扰动的干扰较小，具有很好的隔热和节能效果。对于蓄水屋面，由于一般是在混凝土刚性防水层上蓄水，既可利用水层隔热降温，又改善了混凝土的使用条件：避免了直接暴晒和冰雪雨水引起的急剧伸缩；长期浸泡在水中有利于混凝土后期强度的增长；又由于混凝土有的成分在水中继续水化产生湿胀，因而水中的混凝土有更好的防渗水性能。同时蓄水的蒸发和流动能及时地将热量带走，减缓了整个屋面的温度变化；另外，由于在屋面上蓄上一定厚度的水，增大了整个屋面的热阻和温度的衰减倍数，从而降低了屋面内表面

的最高温度。经实测，深蓄水屋面的顶层住户的夏日温度比普通屋面要低2~5℃。因此，由于上述优点，蓄水屋面现在已经被大面积推广采用顶层保温、隔热问题蓄水屋面和种植屋面。

3.2 蓄水屋面的水深

但是，要设计一个隔热性能好，又节能的蓄水屋面，必须对它的传热特性进行动态分析和计算，以确定蓄水的深度究竟取为多大才比较合适。蓄水屋面有普通的和深蓄水屋面之分。普通蓄水屋面需定期向屋顶供水，以维持一定的水面高度。深蓄水屋面则可利用降雨量来补偿水面的蒸发，基本上不需要人为供水。不同水深与屋面外表和内表的最高温度如图1所示。由图可知当水深 $H=0$ 时，即屋面仅作防水处理时其屋顶外表面及屋顶内表面的最高温度都远远高于最高气温。水深为50mm时，屋顶外表面及顶棚面最高温度比不蓄水时降低了许多。由水深曲线可知，单纯增加水深对降温效果不很明显。气象资料表明，华中地区由于夏天天气炎热，蒸发量较大，日平均蒸发量在9mm左右，若无降水期长达3050天，水太浅无人看管时，可蒸发掉水深270450mm水，一般说来水深400mm较适宜。蓄水深度超过一定程度则降温效果不明显，且蓄水过深，使屋面静荷载增加，将会增加结构设计难度。

3.3 蓄水屋面的防水

蓄水屋面除增加结构的荷载外，如果其防水处理不当，还可能漏水、渗水。因此，蓄水屋面既可用于刚性防水屋面，也可用于卷材防水屋面。采用刚性防水层时也应按规定做好分格缝，防水层做好后应及时养护，蓄水后不得断水。采用卷材防水层时，其做法与卷材防水屋面相同，应注意避免在潮湿条件下施工。例如，可设置一个细石混凝土防水层，但同时也可在细石混凝土中掺入占水泥重量0.05%的三乙醇胺或1%的氧化铁

，使其成为防水混凝土，提高混凝土的抗渗能力，防止屋面渗漏。为了避免池壁裂缝，应采用钢筋混凝土池壁或半砖、半钢筋混凝土池壁。前者用于现浇钢筋混凝土屋面，后者适应于预制板屋面。采用砖砌池墙时，靠近池底应做60100mm高混凝土反边，且砖池壁应适当配置水平钢筋。以上几种做法，均避免了池墙渗漏现象。不再出现池壁裂缝，池壁内抹灰可同池底。

4、浅色坡屋面

目前，大多数住宅仍采用平屋顶，在太阳辐射最强的中午时间，太阳光线对于坡屋面是斜射的，而对于平屋面是正射的，深暗色的平屋面仅反射不到30%的日照，而非金属浅暗色的坡屋面至少反射65%的日照，反射率高的屋面大约节省20%30%的能源消耗，美国外境保护署U.S.EnvironmentalProtectionAgence（EPA）和佛罗里达太阳能中心FloridaSolarEnergyCenter的研究表明使用聚氯乙烯膜或其他单层材料制成的反光屋面，确实能减少至少50%的空调能源消耗。在夏季高温酷暑季节节能减少10%15%的能源消耗。因此，隔热效果不如坡屋面。而且平屋面的防水较为困难，且耗能较多。若将平屋面改为坡屋面，并内置保温隔热材料，不仅可提高屋面的热工性能，还有可能提供新的使用空间（顶层面积可增加约60%），也有利于防水，并有检修维护费用低、耐久之优点。特别是随着建筑材料技术的发展，用于坡屋面的坡瓦材料形式多，色彩选择广，对改变建筑千篇一律的平屋面单调风格，丰富建筑艺术造型，点缀建筑空间有很好的装饰作用。在中小型建筑如居住、别墅及城市大量平改坡屋面中被广泛应用。但坡屋面若设计构造不合理、施工质量不好，也可能出现渗漏现象。因此坡屋面的设计必须搞好屋面细部构造设计，保温层的热工设计，使其能真

正达到防水、节能的要求。限于篇幅，本文对其细部构造及保温层热工设计不作探讨。

5、结语 如今建筑节能工作已在全国启动，节能住宅也是一项正在兴起的崭新事业，体现了建筑节能的前进方向。我们必须跟随世界和中国建筑节能发展的大趋势和大潮流，抓住机遇，迎接挑战、开拓进取，搞好建筑屋面的节能，改善市内热环境，促进建筑技术和建筑产业的发展，为合理利用资源、保护生态环境、提高人民生活质量而努力。

100Test 下载频道开通，各类考试题目直接下载。详细请访问 www.100test.com