

液化天然气储罐隔热措施的专利技术分析

李晓飞（国家知识产权局专利局专利审查协作广东中心，广东 广州 510700）

摘 要：液化天然气是一种优质的清洁能源，对环境的污染较小。随着液化天然气作为燃料的大量使用，液化天然气储罐在储存过程中的隔热储存措施也受到大家的日益重视，掌握对液化天然气储罐隔热相关专利技术发展，有利于提高液化天然气的利用率，改善地区燃料结构，促进区域经济技术发展。

关键词：液化天然气；储罐；隔热；专利分析

1 液化天然气储罐隔热措施的技术概况

随着社会的不断发展和能源结构的调整，液化天然气在能源市场上日益受到重视。天然气的主要成分为甲烷，当将甲烷冷却到 -161°C 以下时，在常压下即转为液体，即液化天然气，并且作为燃料燃烧的热效率较高，燃烧产物主要是水和 CO_2 ，是一种清洁能源，对环境的污染较小。

LNG 的低温常压储存是在液化天然气的饱和蒸汽压接近常压时的温度进行储存，即是将 LNG 作为一种沸腾液体储存在绝热储罐中。常压下 LNG 的沸点在 -161°C 左右，因此 LNG 的储存、运输、利用都是在低温状态下进行的。LNG 的低温特性除了表现在对 LNG 系统的设备、管道的材料要注意防止低温条件下的脆性断裂和冷收缩对设备和管路引起的危害外，也要解决系统保冷、蒸发气处理、泄漏扩散以及低温灼伤等方面的问题^[1]。

液化天然气的储存要求储罐必须具有良好的隔热性，防止储罐内液化天然气与外界进行热交换。通常在内层罐壁的外侧安装保温毯，内罐和外罐之间的环形空间内填充膨胀珍珠岩，为了防止储罐罐顶的热泄漏，在吊顶上需要安装保温材料。

LNG 储罐其容积根据用气量、储存天数、运输距离和运输工具等因素确定。LNG 气化站储罐主要包括金属储罐和钢筋混凝土储罐两类。LNG 气化站常用立式 LNG 储罐，其隔热方式有真空粉末隔热、正压堆积隔热和高真空多层隔热三种类型^[2]。

2 液化天然气储罐隔热措施的专利技术概况

本文主要涉及包含国际专利分类表中分类号 F17C1/00 压力容器，例如气瓶、气罐、可替换的筒小组 F17C1/12 带有隔热措施的压力容器的相关专利文件分析，主要分析关于液化天然气隔热措施的相关专利技术。

对于常规的无机材料作为绝热材料，存在绝热性

能差、蒸发率高、储罐重，耗材多的缺点，专利公告号为 CN201228850Y 公开了一种液化天然气绝热保温装置，其在内壳层的外壁上通过酚醛聚氨酯胶粘剂粘接有绝热层，绝热层是由酚醛微孔材料制成的绝热层。绝热层采用酚醛微孔材料超低温下绝热性能好，尺寸稳定，所述绝热层采用酚醛微孔材料取代了现有传统的绝热材料，能大量减少液化天然气在运输过程中的损耗，保护环境，消除火灾隐患，节省工业能耗。

针对常规的船体空间内的温度较高导致液化天然气的蒸发率较高的技术问题，专利公开号为 CN101634396A 公开了船用低温储罐的隔热保冷装置及隔热保冷方法，在储罐保温层的外表面形成冷空气的循环，使储罐保温层外表面的温度维持在 $2\sim 5^{\circ}\text{C}$ 的恒温状态，能够减小液化天然气的蒸发率。而天然气的蒸发需要压缩和再液化，蒸发率减小，能够减少能量消耗。同时可减少储罐内液化天然气的老化，冷空气在循环过程中，进入排气汇管前会流经装有可燃气体探测器的管段，可以检测出储罐泄漏的天然气。本发明将冷空气循环的气套分隔成多个通道，使冷空气在气套通道内定向流动，从而能够快速有效地检测液化天然气储罐的泄漏。尽早检测出小的泄漏，以便及时采取应对措施，防止灾难的发生。

为了实现低温储罐更好地保温，专利公开号为 CN103968234A 公开了一种提高运输安全性的低温储罐，在储罐的外筒体的左外封上还设置有抽真空装置，该抽真空装置的吸管伸入真空隔热空间内。通过抽真空装置可以将隔热空间抽空，避免外界的温度影响内筒体。

对于内罐中的液体可通过支撑结构与内罐的接触位置直接进行热传递导致漏热的技术问题，专利公开号为 CN107228273A 公开了一种低温储罐，热量经设于内筒体上的支撑件传递到设于外筒体外侧的连接结构上，由于连接结构的支撑帽与盖体之间形成第二夹

层。并且,第二夹层与内筒体与外筒体之间的第一夹层导通。当第一夹层为真空状态的时候,则第二夹层也处于真空状态。连接结构的第二夹层使内筒体传递到外筒体之间的导热距离增大,从而热量较难通过真空的第二夹层,传递到连接结构的最外层,有效减少漏热,提高低温储罐的绝热性能。

为了增强储罐的隔热性能发的同时提高储罐的承载性能以及防火能力,专利公开号为 CN108591817A 公开了一种低温储罐,包括罐体、支撑支座及底座,所述罐体包括外罐及内罐,外罐与内罐之间形成中间中空层,所述中间中空层填充有 SiO_2 气凝胶层并抽真空,所述内罐为 06Ni9DR 钢制造,所述外罐与底座为氧化石墨烯钢筋混凝土结构,其氧化石墨烯钢筋混凝土结构中掺入了 0.03% ~0.06% 的氧化石墨烯;外罐所用氧化石墨烯混凝土,氧化石墨烯具有高强度、高导电性、高导热性等优点,将其用于水泥基复合材料中,可以提高其强度,改善其耐久性能,提高外罐的承载能力;在所述中间中空层填充 SiO_2 气凝胶层,具有低密度、高孔隙率、低热导率和低折射率等优点,并大大减轻储罐自重,并能起到防火作用,是一种新型绿色高效隔热保温材料。

为了提高隔热材料在夹层中的充填效率,专利公告号为 CN208779121U 公开了一种液化天然气真空绝热保温储罐,通过螺旋状导流槽的设置能够显著提高珠光砂填充效率;通过两层防渗层的设置能够确保储罐的防渗效果;通过酚醛泡沫的设置一方面能够与铝箔共同起到隔热保温的作用、另一方面能够还能够起到抗冲击、抗振缓冲的作用。

为了解决低温压力容器的内容器容积增大时,与外容器之间的夹层间隙减小时绝热性能不佳的问题,专利公告号为 CN204083776U 公开了一种低温压力容器及其支撑结构,通过在所述隔热支撑管与所述定位堵板之间增加夹层板,有效的解决了当所述内容器容积增大时,与所述外容器之间的夹层间隙减小时绝热性能不佳的问题,提高了外壳的稳定性。

为了提高液化天然气储罐的保温性能,专利公告号为 CN219414388U 公开了一种液化天然气存储罐用的散热底座,通过导热层、储水箱和换热机构的配合设置,能够利用底座板上的储水箱储存用于换热的冷却水,导热层能够吸收和传导内层储存罐的热量,再利用换热机构将低温的冷却水循环导入导热层内部,将导热层的热量带走,从而实现对导热层的快速换热

降温,提高散热效果;通过集水盒和喷水机构的配合设置,集水盒能够收集储存喷洒用水,喷水机构能够将集水盒内的水引导至罐体的顶部,并将水从顶部喷向罐体的外表面,实现对罐体的喷洒降温,进一步提高散热效果。

由此可见,关于液化天然气的隔热措施的相关专利技术中,一般涉及到的技术为内罐或外罐的相关隔热材料的使用来提高储罐的保温性,内罐和外罐相关支撑结构的阻断隔热以降低内罐液化天然气与外界的热传导,通过抽真空实现夹层的隔热以及通过热传递的方式实现夹层的散热,通过外罐设置热交换结构实现储罐环境的快速降温等。

3 液化天然气充装的基础状况分析

在中文数据库中,通过对 F17C1/12 分类号进行技术结构分析,截至目前,涉及到液化天然气隔热措施的专利文献共 866 篇。且中文数据库液化天然气储罐隔热专利申请量排名前五的国家为中国、法国、韩国、日本和美国。

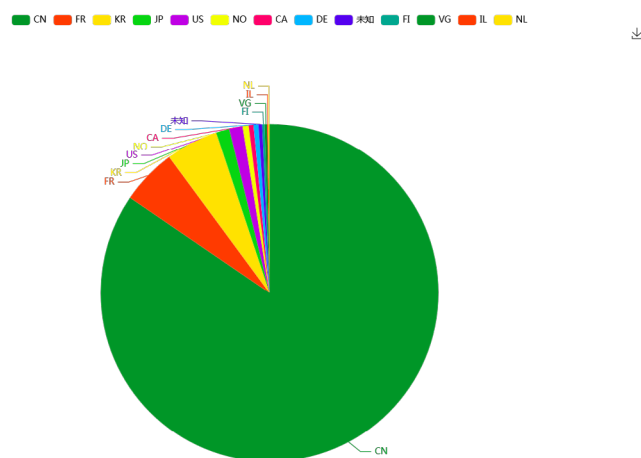


图1 中文库液化天然气储罐隔热专利申请量

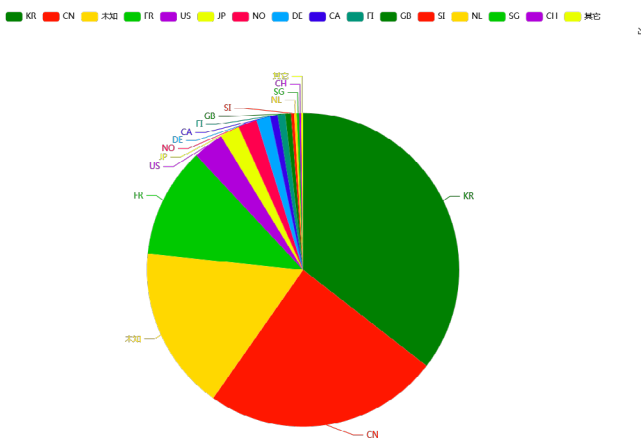


图2 外文数据库液化天然气储罐隔热专利申请量

在外文数据库中，通过对 F17C1/12 分类号进行技术结构分析，截至目前，涉及到液化天然气充装的专利文献共 837 篇。且外文数据库液化天然气充装专利申请量排名前五的国家为韩国、中国、法国、美国和日本。

从图 1 和图 2 中液化天然气储罐隔热专利申请量中可以看出，在中文库中国专利申请量排在第一位，且其申请量远远超过其他国家。在外文库中，韩国专利申请量排在第一位，中国专利申请量排在第二位，这表明，在液化天然气储罐领域的我国专利技术发展相对较快，技术发展格局良好，但综合外文库申请量来看，在液化天然气储罐领域相关专利发展仍然有一定的上升空间，我们需要研判该领域的技术发展趋势，合理布局技术发展方向，做好相关研发准备，争取保持良好发展态势且稳中有进。

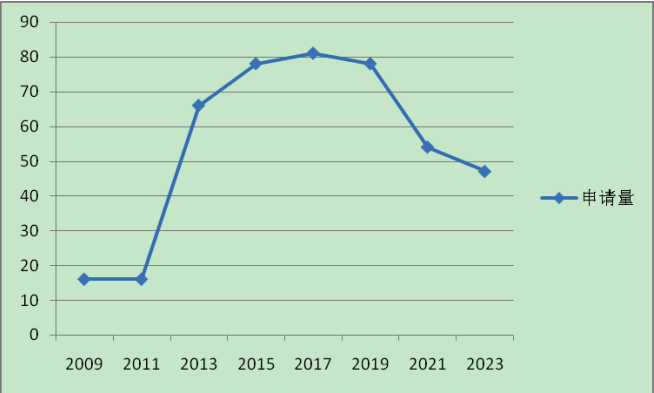


图 3 中国液化天然气储罐隔热专利申请量年度分布图

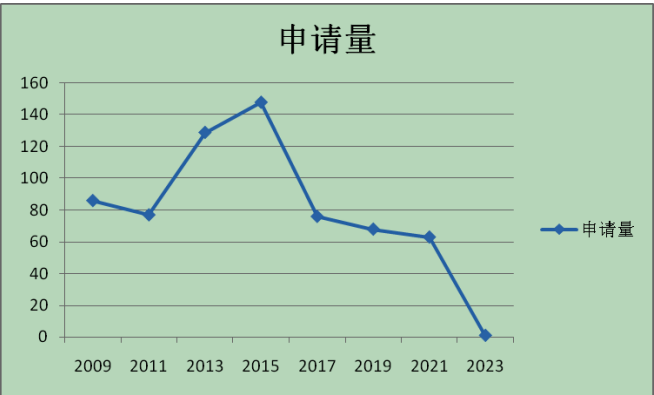


图 4 外文数据库液化天然气
储罐隔热专利申请量年度分布图

本文对国内外的数据库液化天然气储罐隔热专利申请量进行了年度分析。图 3 和图 4 为从 2009–2022 年的液化天然气储罐隔热专利申请量年度分布图，从图 3 和图 4 中可以看出液化天然气储罐隔热领域专利

技术领域专利申请量大致呈现先上升后下降的趋势，这表明在液化天然气储罐隔热领域，相关的技术发展在 2016 年左右达到一个峰值，之后由于行业发展或者市场需要等因素，该领域专利申请量逐年下降，这表明液化天然气储罐隔热技术的行业发展已经进入了一个技术瓶颈期，或者市场上有其他可替代的储存液化天然气的方式出现。相关行业的决策人员应该关注液化天然气储罐隔热储存的行业态势和发展方向，寻求新技术或进行行业转型，避免出现高投入低回报的经济损失。

表 1 中国液化天然气储罐隔热专利主要申请人

排名	申请人	国别	总计
1	中国国际海运集装箱（集团）股份有限公司	CN	57
2	中集安瑞科投资控股（深圳）有限公司	CN	53
3	气体运输技术公司	FR	42
4	张家港中集圣达因低温装备有限公司	CN	36
5	新兴能源装备股份有限公司	CN	24

通过研究中国液化天然气储罐隔热专利主要申请人，在液化天然气储罐隔热领域的主要申请人涉及到国内外的公司，且该领域主要的专利申请主体均为大中型公司，其申请主体资本雄厚，具有一定的申请量，且研发能力较强。这表明在该领域中行业发展的主体力量较强，相关主体需要准确把握行业发展的方向，并引领相关行业的突破和发展。

4 结语

本文以液化天然气储罐隔热领域的专利大数据分析为依托，综合运用专利申请数据进行研究分析，确定该领域的专利发展路径，给特定创新主体在相关领域的可能的发展方向提供理论支撑。

积极研究化天然气储罐隔热专利发展，可以为相关行业的技术发展和管理人员制定决策提供技术导航和决策支持。通过对液化天然气储罐隔热专利进行分析可知，近年来，相关领域的申请量呈现先上升又下降的趋势，这表面该领域的技术发展已经经历了高速发展时期，由于没有关键核心技术，该行业没有经历稳步发展时期就呈现疲态，出现了行业发展的瓶颈或倒退。相关领域管理人员应该准确找出技术发展疲态的原因，制定相关的研发决策或发展决策。

参考文献：

[1] 中石化广东分公司编著. 天然气加气站建设与管理 [M]. 北京：中国质检出版社, 2013(04).
[2] 张爱凤主编. 燃气供应工程 [M]. 合肥：合肥工业大学出版社, 2009(08).