

# 厂房中丙类燃油储存防火技术研究

王宗存、王晓舟、郝爱玲、杜霞

**摘要：**本文以空中客车（天津）总装有限公司总装厂房燃油测试系统储罐为研究对象，开展工程应用研究。对于燃油测试系统储罐防火设计的可行性，从工艺、点火源、建筑结构、通风和消防安全措施等方面进行分析，对因生产工艺的需要，在厂房内设置丙类液体中间储罐的储量超出规范规定的防火设计要求提出了有关建议。

**关键词：**丙类、中间储罐、防火分隔

## 1 概述

随着新的生产技术的发展，以及生产工艺的需要，厂房内设置的丙类液体中间储罐的储量往往超出规范规定，例如油箱密封试验油品储罐达到  $36\text{m}^3$ 、实验室燃料储罐达到  $5\text{m}^3$ 、轧机冷却油品储罐达到  $50\text{m}^3$  等。现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 第 3.3.11 条规定，厂房中的丙类液体中间储罐应设置在单独房间内，其容积不应大于  $1\text{m}^3$ 。规范对于厂房中丙类液体中间储罐储量  $1\text{m}^3$  的限制，难以满足该类工程实际的需要。

厂房内存在爆炸危险性物质，以及危险物质失去控制，是生产过程中发生火灾爆炸事故的根本原因。对于厂房内设置的丙类液体中间储罐，其可燃液体的燃烧特性和数量，则直接决定着发生火灾爆炸事故后对建筑的影响。国内外有关标准根据可燃液体的闪点等对其进行了分级，并对建筑物内可燃液体的最大允许储量作了规定。

因此，需要对这些因使用功能或生产工艺需要而设置的超过规范规定储量的丙类液体储罐的储量要求及其防火技术措施开展专题分析研究，并提出相应的防火技术要求，在满足生产需求的同时，达到规范规定相应的消防安全水平。

## 2 标准规范规定

### 2.1 火灾危险性分类

美国消防协会标准《防火规范》NFPA 1 以及美国国际规范委员会标准《国际建筑规范》对液体的火灾危险性分类采用同一个标准，均按照其闪点将液体分为易燃液体和可燃液体两类其中 IIIA 类液体为闪点大于等于  $60^\circ\text{C}$ ，小于  $93^\circ\text{C}$  的液体，IIIB 类液体为闪点大于等于  $93^\circ\text{C}$  的液体。

我国国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 根据闭杯法测定的液体闪点，分为甲、乙、丙三个级别。其中丙类液体为闪点大于等于 60℃的液体。此外，规范对于使用闪点超过 120℃丙类液体的场所的防火设计要求作了专门规定，以区别于其他丙类液体场所。

可见，有关液体的火灾危险性分类，国内外标准均采用闪点作为划分的主要依据，但取值并不完全对应。美国标准规定的 IIIA 类液体、IIIB 类液体，闪点均大于 60℃，与我国关于丙类液体的规定一致。对于闪点大于等于 60℃的液体这一级别，国外的有关规定具有一定的参考性。

## 2.2 最大允许储量

美国消防协会标准《防火规范》NFPA 1 规定，在工业建筑中储藏和密闭使用的可燃和易燃液体的最大容许量，当厂房内储存 IIIA 类、IIIB 类可燃液体时，其允许存储的最大量对于闪点大于等于 60℃，小于 93℃的 IIIA 类液体，不应超过 6m<sup>2</sup>；对于闪点大于等于 93℃的 IIIB 类液体，不应超过 60m<sup>3</sup>，同时均限制单罐最大储量不超过 3m<sup>3</sup>。

国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 第 3.3.11 条规定，厂房中的丙类液体中间储罐应设置在单独房间内，其容积不应大于 1m<sup>3</sup>。此外，根据国家标准《石油库设计规范》GB 50074 第 11.0.1 条对车间供油站的规定，当车间供油站为单层建筑且靠厂房外墙布置时，采用耐火极限不低于 3.00h 的不燃烧体墙和耐火极限不低于 1.50h 的不燃烧体屋顶分隔，丙类油品的储存量不宜大于 10m<sup>3</sup>；当油品储罐（箱）直接设置在丁、戊类生产厂房内的固定地点时，丙类油品的储存量不应大于 5m<sup>3</sup>。

## 3 工程实例分析

### 3.1 工程概况

空中客车（天津）总装有限公司总装厂房设有燃油测试系统，对飞机油箱进行密封试验。根据该生产工艺环要求，系统所需燃油量为 36m<sup>3</sup>，该测试系统设备及储罐设于地下室。为了兼顾生产工艺和消防安全的需要，加强对可燃液体的控制，燃油测试系统采用了闪点为 101℃的油品替代常用航空煤油。

根据生产工艺的要求，在飞机油箱密封试验过程中，储罐内油品温度应尽量与使用环境温度一致，如果储罐设置在厂房外，则较长的输送管线难以保证操作过程中油品温度的稳定，因此系统的油品输送管线不宜太长，需要将该燃油储罐

设置在室内，以满足生产的需要。因此，需要对该燃油测试系统燃油的储量及储罐所需采取的防火设计措施进行分析，以降低因储量增加所带来的火灾危险，满足消防安全的要求。

### **3.4 安全措施的可性分析**

#### **3.4.1 储存工艺**

测试系统燃油在封闭系统中储存和装卸，避免了可燃液体与空气和外界点火源接触，也可避免蒸气损耗，减少了火灾危险。为进一步提高测试系统安全的可靠性，其生产设备设计有安全防护装置，最大限度地预防和控制危险。在测试系统上设计有联锁控制装置，当设备运行一旦达到危险状态，如设备发生故障、阀门或开关泄漏、人员误操作时，可以通过自动报警、自动切断燃油、启动联锁保护装置和安全装置，中止危险的发生。

该燃油测试系统较高的产品质量、密封的管路系统以及配备的安全防护装置，可以避免系统储罐、设备、开关、阀门等的泄漏。即使系统储罐出现少量的泄漏情况，只要没有外界点火源存在，也不会发生火灾事故。

储罐储存燃油比较严重的火灾危险在于储罐暴露于其他部位的火灾时可能过压损坏，泄漏出燃油。但是，发生上述事故的前提是需要持续的外部热源条件。正常工作环境下，储罐周围没有可燃物，属于禁烟、禁火环境，不存在受到外部热源持续加热的条件。因此，不会发生储罐暴露于火灾可能过压损坏，或者因储罐内压力急剧升高而发生储罐爆炸等情况。在极端情况下，如恐怖事件、地震情况发生，不排除发生储罐爆炸的可能。

因此，如果储罐周围没有点火源，且储罐不会受到外力的碰撞，只要储罐、基础、支撑等具有足够的强度，构造坚固、安装适宜、维护良好，储罐发生火灾事故的可能性很小。在储罐储存燃油的特性和储存数量确定的条件下，防止发生火灾事故的首要要求是正确设计各种容器、设备和管线，使系统的工艺布置、工艺流程、工艺设备、工艺管线具有本质安全性能。应避免储罐上的控制、装卸等用途的开孔与各种接头的设计或防护不当，出现泄漏和溢出的可能性，尽可能从根本上消除危险。

#### **3.4.2 控制点火源**

燃油测试系统使用的燃料闪点较高，即使不存在可燃蒸气，为保证消防安全，消除点火源也是重要的措施。燃油储罐周围存在火源是罐内燃油的最大威胁，且

不应忽视有的工业电气装置产生的高能量电火花。设计提出的这些控制火焰、明火、电气火花等措施，是储罐燃油使用中控制火源的主要措施。

在大多数场合，可燃物和助燃物的存在是不可避免的，因此，消除或控制点火源就是防火、防爆的关键手段。判断一个生产环境是否有火灾危险，要仔细考虑可燃物质在该场所内的数量、危险属性和配置，以及是否有引起火灾的点火源，不能认为只要有可燃物质，就会发生火灾事故。

总装厂房应在适当部位张贴警告、提示人员的禁火禁烟标志，设置醒目的安全色、安全标志等。在测试系统储罐间和油泵房入口外，应设置警告标志，表示房间内是禁火禁烟环境和危险环境。

### 3.4.3 防火分隔

如果不考虑储罐设备、储罐间和厂房环境等安全因素，燃油测试系统储罐可能会产生燃油泄漏火灾和燃油无泄漏火灾爆炸事故。储罐如果发生火灾事故，会影响周围场所及上面楼层的安全，发生大的火灾事故可能对总装厂房的结构造成损坏。因此，为避免发生这些事故，需要为储罐设计有效的建筑防火分隔等安全措施，要求采用耐火极限不低于 3.00h 的隔墙、1.50h 的楼板与周围其他部位分隔，隔墙上的门采用甲级防火门，设计为单独的防火分隔单元。

### 3.4.4 消防措施

从火灾的发生、发展和减少火灾对人员生命财产造成的损失看，做到预防火灾发生是最理想的状态。火灾一旦发生，应依靠建筑物内的自动灭火设施、建筑物内工作人员使用灭火器等扑灭初期火灾。如果发生火灾蔓延扩大，主要依靠建筑的耐火构件阻止火灾蔓延扩大以及依靠消防队来扑救。总装厂房即使采用本质安全性能较高的自动化生产装置，也很难彻底预防、控制所有的危险。因此，必须为总装厂房和燃油储罐间、油泵房设计适用的消防设备。

由于测试系统燃油比水轻，15℃时密度 0.815，用水灭火可能造成溢流，扩大灾害区域，厂房内设计有泡沫消火栓系统，确保对可燃液体火灾的灭火能力。此外要求，在厂房内按照现行国家标准《建筑灭火器配置规范》GB50140 设置扑救可燃液体和电气火灾的灭火器，并在储罐间和油泵房附近增设扑救可燃液体和电气火灾的灭火器。

### 3.4.5 安全管理措施

工艺安全技术措施、建筑结构防火措施、消防设施等是减少火灾危险的基本

的硬件设施，而作业人员的培训，设施的维护保养，以及厂房的安全管理这种软件措施对保证安全是同等重要的。

必须为保护人员和储罐的安全制定消防应急预案，采取有效的安全管理措施，建立健全企业安全生产责任制，制定各项安全生产规章制度和操作规程，进行安全教育和安全培训等，预防火灾事故和减少火灾危害，保证安全生产。

燃油测试系统应由受过操作方法培训、能正确使用的人员操作和维护。应当对测试系统的设备、溢流管的进口与出口、排放、电气设备与线路、接地、灭火设备等状况作定期检查，一旦发现有问题的设备、出现泄漏的容器和不安全的状况等，必须立即检修与改正。

### 3.4.6 小结

设计把测试系统燃油储量为  $36\text{m}^3$  的储罐设置在地下室中，考虑到燃油的储量及燃油特性，发生火灾后将会增加对厂房的危害。因此，设计采取了预防和减弱测试系统火灾事故的措施，确保测试系统工艺安全，使封闭系统的储罐、设备和管线的开关、阀门等不发生泄漏，避免出现燃油泄漏后发生火灾危险。该系统采用闪点较高的燃油替代常用航空煤油，采用封闭系统储存和装卸燃油，采用高强度、高质量的设备、管道及其附件材料的生产工艺，来确保测试系统本质安全的设计，体现了预防为主，关口前移的事故预防措施的思路。

通过对测试系统储罐的燃油储量及其设置位置的火灾危险性和设计中采取的安全措施进行分析，参考国外标准规定，可以认为测试系统的储罐、设备和管道的可靠性，工艺设施的合理设计，系统检测和事故报警的应用，储罐间、油泵房、厂房建筑结构和消防设施的合理设计，作业人员的培训，设施的维护保养以及厂房的安全管理措施等是预防和减弱测试系统火灾事故的关键。在综合考虑现有的设计措施和提出的建议措施的基础上，总装厂房燃油测试系统储罐容量及防火设计可以满足消防安全的需要。

## 4 结论

以空中客车（天津）总装有限公司总装厂房燃油储罐为研究对象，开展工程应用研究。对于燃油测试系统储罐防火设计的可行性，从工艺、点火源、建筑结构和消防安全措施等方面进行分析，在综合考虑现有的设计措施和提出的建议措施的基础上，其燃油测试系统储罐容量及防火设计可以满足消防安全的需要。结合该工程实例分析，当因生产工艺的需要，厂房内设置丙类液体中间储罐的储量

超出  $1\text{m}^3$  的规定时，可以采取如下措施：

#### 1、限制储量

国内外标准对厂房储存丙类可燃液体数量的规定不太一致，但都限制了其最大储量。参照有关要求建议限制丙类液体的储量不大于  $5\text{m}^3$ ，当闪点大于  $120^\circ\text{C}$  时，不大于  $10\text{m}^3$ 。如果该储量仍不能满足工程实践的需要，可结合相应的防火技术措施进行分析研究。

#### 2、防火分隔

丙类液体储罐设如果发生火灾，会影响所在建筑的安全，因此要求储罐所在房间采用耐火极限不低于  $3.00\text{h}$  的不燃烧体实体墙、 $1.50\text{h}$  的楼板与周围其他部位分隔，隔墙上的门应采用甲级防火门。

#### 3、可燃物及点火源

储罐所在厂房应设置警告、提示人员的禁火禁烟的标志。储罐周围不应有可燃物。

#### 4、消防安全管理

必须为保护人员和储罐的安全制定消防应急预案，采取有效的安全管理措施，建立健全安全生产责任制，制定各项安全生产规章制度和操作规程，进行安全教育和安全培训等，预防火灾事故和减少火灾危害。

——本文发表于《消防科学与技术》（2011年第7期）