

浅谈新版 GB 50074 安全防护标准的提高

檀伟^{1*}, 闫夏云², 隋民³, 徐鹏⁴, 滕孔先¹

- (1. 中国石油天然气管道工程有限公司天津滨海分公司, 天津 300457;
2. 中国石油大港油田天然气公司, 天津 300280;
3. 中国石油管道公司(管道销售公司), 河北 廊坊 065000;
4. 中国石油天然气管道局, 河北 廊坊 065000)

摘要:对《石油库设计规范》GB 50074—2014、GB 50074—2002 版本进行了对照,指出了新版规范修订的主要技术内容。从石油库等级、平面布置、防泄漏措施等多方面重点论述了新版规范安全防护标准要求,为以后的石油库设计工作提供参考。

关键词:石油库;安全防护标准;储罐

中图分类号:TE88

文献标志码:A

文章编号:0253-4320(2016)05-0193-03

DOI:10.16606/j.cnki.issn.0253-4320.2016.05.049

The improvement of safety standards in GB 50074 new version

TAN Wei^{1*}, YAN Xia-yun², SUI Min³, XU Peng⁴, TENG Kong-xian¹

- (1. China Petroleum Pipeline Bureau Tianjin Design Institute, Tianjin 300457, China;
2. Dagang Petrochina Naturalgas Company, Tianjin 300280, China;
3. Petrochina Pipeline Company (Pipeline Marketing Company), Langfang 065000, China;
4. CNPC China Petroleum Pipeline Bureau, Langfang 065000, China)

Abstract: By comparing “Code for design of oil depot” GB 50074—2014 with GB 50074—2002, the modification of main technical content in the new revised specification was distinguished. This paper mainly discussed the safety standards of new specification about oil depot level, layout, leakage prevention and many other aspects, and it would provide a reference for future oil depot design work.

Key words: oil depot; safety standard; tank

随着我国国民经济的发展,市场对石油及其附属产品的需求量越来越大,中国已经成为世界上主要石油生产和消费国之一。同时,由于近年来国内原油产量增长率低,导致缺口量逐年扩大,国外原油进口量迅速增加,我国对进口原油的依存度已经超过了50%。在此背景下,石油库的建设数量和规模越来越大。伴随石油库建设步伐的加快,近几年,石油库事故也是屡有发生,特别是2010年大连“7.16”输油管道爆炸事故的发生,对石油库的安全防护标准提出了更高的要求。

《石油库设计规范》GB 50074 是石油库设计的国家标准,上版规范的实施日期是2002年,距今已有13年之久。为保证石油库更加安全地运行,新版《石油库设计规范》GB 50074—2014 于2015年5月1日正式实施。

1 新旧版本规范对照

新版《石油库设计规范》在老版本的基础上,按照运用科学方法、充分评估易燃和可燃液体及其储

运设施的火灾危险性,采取有针对性的防范措施;总结以往事故经验教训,不断完善规范内容;参考和借鉴发达国家的相关标准,采纳新技术、新工艺、新材料的原则修订而成。

与上版相比,新版规范修订的技术内容主要有以下变化。

(1)适用范围扩大到非燃烧类的易燃和可燃液体(通常称为液体化工品),填补液体化工品库没有适用标准的空白。适用范围不再包括人工洞石油库。

(2)在石油库的等级划分上,对石油库的总容量,按储存不同火灾危险性的液体给出了相应的折算系数。

(3)增加了库外管道内容。

(4)增加了石油库自动控制和安全监控内容。

(5)加强了石油库安全和环保措施。

(6)与其他相关规范在相同或相似问题上协调一致。

(7)修订本规范2002年版在执行中遇到的问

题,使规范内容更加完善、合理^[1]。

2 新版规范安全防护标准要求

新版规范较旧版规范在很多方面都有变化,以下仅就安全防护标准方面的变化进行论述。主要包括石油库等级划分、液体火灾危险性等级、库址选择、平面布置、油品泄漏保护和库区围墙道路等方面。

2.1 石油库等级

2.1.1 规范变化

新版规范第3.0.1条对石油库的等级划分进行了规定,增加了特级石油库的定义,将储罐计算总容量为 $120 \times 10^4 \text{ m}^3 \leq TV \leq 360 \times 10^4 \text{ m}^3$ 的石油库定为特级石油库^[1]。未对大于 $360 \times 10^4 \text{ m}^3$ 的石油库进行定义。

同时,新版规范还规定了特级石油库的设计应符合现行国家标准《石油储备库设计规范》GB 50737的有关规定^[1]。

2.1.2 安全防护标准变化

新版规范在石油库等级方面提高了石油库的安全防护标准。

随着我国国民经济的发展,石油库大型化是大势所趋,我国于2011年发布了《石油储备库设计规范》GB 50737—2011。因此,新版《石油库设计规范》中定义了特级石油库,并明确对于特级石油库的安全防护标准依据《石油储备库设计规范》GB 50737进行设计。对《石油库设计规范》与《石油储备库设计规范》的适用范围进行了明确,为各个部门针对不同类型的石油库进行安全防护核校提供了依据。

2.2 液体火灾危险性等级

2.2.1 规范变化

新版规范第3.0.3条对石油库储存液化烃、易燃和可燃液体的火灾危险性分类进行了规定,对甲类油品进行了细分,分成了甲A类和甲B类。同时,明确甲A类易燃液体设施的防火设计,按照现行国家标准《石油化工企业设计防火规范》GB 50160的有关要求执行^[1]。

2.2.2 安全防护标准变化

新版规范在液体火灾危险性等级方面提高了石油库的安全防护标准。

新版规范参照现行《石油化工企业设计防火规范》GB 50160对液体火灾危险性进行了重新分类。相对于甲B类和乙A类液体,甲A类液体危险性要

大得多。本次修订主要是针对不同火灾危险性的易燃和可燃液体,规定了不同的安全防护措施,提高了石油库设计的安全防护标准。

2.3 库址选择

2.3.1 规范变化

新版规范第4章对石油库库址选择进行了规定。

第4.0.8条,将一级石油库的洪水重现期应为50年提高到了不小于100年^[1]。

第4.0.10条,对石油库内不同设施距离周边居住区、公共建筑、企业、铁路、道路灯安全距离进行了细化;特别是石油库与周边居民区的安全距离中,对少于100人或30户居住区的安全距离单独进行了规定^[1]。

第4.0.14条,规定了石油库与石油化工企业、石油储备库和石油天然气站场、长距离输油管道站场之间的距离,应分别符合其他现行国家标准的要求^[1]。

第4.0.17条,明确了当重要物品仓库(或堆场)、军事设施、飞机场等,对与石油库的安全距离有特殊要求时,应按有关规定执行或协商解决^[1]。

2.3.2 安全防护标准变化

新版规范在库址选择方面提高了石油库的安全防护标准,特别是一级石油库。

对石油库与周边建(构)筑物的安全距离进行了细化,使规范易于操作使用。并对人口居住较少的居民区的情况进行了单独规定,更加科学地制定了安全距离。石油库与周边企事业单位、重点场站的间距,根据不同类型进行了确定。以上变化,在提高石油库安全防护标准的基础上,既达到了石油库事故状态对周边环境减小破坏的目的,又达到了节约用地的目的。

2.4 平面布置

2.4.1 规范变化

新版规范第5章和第6章对平面布置要求进行了规定。

表5.1.3中增加了储存甲B、乙类液体的立式固定顶储罐、柴油发电机房、办公用房、中心控制室、宿舍、食堂等人员集中场所,河(海)岸边、有油气回收装置的装卸设施、有盖板的隔油池与石油库内其他建(构)筑物设施之间的防火距离;并对石油库内建(构)筑物设施之间的防火距离进行了调整^[1]。

第5.1.6条为新增加条款,规定了储存I、II级毒性液体的储罐应单独设置储罐区。储罐计算

总容量大于 600 000 m³ 的石油库,应设置 2 个或多个储罐区,每个储罐区的储罐计算总容量不应大于 600 000 m³[1]。

第 5.1.13 条为新增加条款,规定了储罐区泡沫站应布置在罐组防火堤外的非防爆区,与储罐的防火间距不应小于 20 m[1]。

第 5.1.14 条,增加对棚式或露天式泵站的安全间距,规定其与储罐的间距可不受限制,与其他建(构)筑物或设施的间距应以泵外缘确定[1]。

表 6.1.15 中,主要是取消了浮顶油罐、内浮顶油罐之间的防火距离按照 0.4D 计算大于 20 m 时,特殊情况下最小可取 20 m,但应符合规范相关消防要求的规定[1-2]。即新版规范中不允许此种特殊情况的存在。

2.4.2 安全防护标准变化

新版规范在平面布置方面提高了石油库的安全防护标准。

首先,增加了多项建(构)筑物设施,为石油库设施间更加准确地确定安全距离提供了依据;新增加的建(构)筑物设施均在原来参考设施的情况下增大了与其他建(构)筑物设施之间的安全距离。其次,增加了储存 I、II 级毒性液体储罐、泡沫站、棚式或露天式泵站的安全间距要求,这几项要求均提高了设施的安全防护标准。还有一项特别重要,取消了储罐间距按照 0.4D 计算大于 20 m 时,特殊情况下最小可取 20 m 的规定;此项规定将大型储罐间距严格控制在 0.4D 以上,大大提高了石油库的安全防护标准;旧版规范虽然有保护措施,但是归于依赖消防系统,不是本质安全。以上变化,在提高石油库安全防护标准的基础上,既适应了新的安全生产需要,又更好地体现了以人为本的原则。

2.5 油品泄漏保护

2.5.1 规范变化

新版规范第 6 章和第 13 章对油品泄漏保护措施进行了规定。

第 6.5.1 条规定,防火堤内的有效容积不应小于罐组内一个最大储罐的容量[1]。旧版规范中要求,浮顶油罐或内浮顶油罐有效容积不应小于罐组内一个最大储罐容量的一半[2]。

第 6.5.3 条,将防火堤的实高从不宜高于 2.2 m 提高至不应大于 3.2 m[1]。

第 13.4 节为新增加内容。第 13.4.1 条,库区内应设置漏油及事故污水收集系统;收集系统可由罐组防火堤、罐组周围路堤式消防车道与防火堤之

间的低洼地带、雨水收集系统、漏油及事故污水收集池组成。第 13.4.2 条,一、二、三、四级石油库的漏油及事故污水收集池容量分别不应小于 1 000、750、500、300 m³;五级石油库可不设漏油及事故污水收集池;漏油及事故污水收集池应采取隔油措施。

2.5.2 安全防护标准变化

新版规范在油品泄漏保护方面提高了石油库的安全防护标准。

首先,新版规范将所有类型储罐的有效容积均提升至不应小于一个最大储罐的容量。大大提高了防火堤对泄漏油品的保护,使泄漏油品尽量多地控制在防火堤范围内。其次,结合《石油储备库规范》的规定,在满足消防车辆实施灭火,尽量节约土地的前提下,将防火堤实高提高至不应大于 3.2 m。然后,为防止漏油及含油污水四处蔓延,避免漏油及含油污水流到库外,新版规范增加了漏油及事故污水收集系统的相关规定,最大限度地降低事故状态对周边环境的影响。以上变化,在提高石油库安全防护标准的基础上,既满足了新的安全生产需要,又最大限度地保护了环境。

2.6 库区围墙道路

2.6.1 规范变化

新版规范第 5 章对库区围墙道路的设置进行了规定。

第 5.2.3 条,增加了除丙 B 类液体储罐和单罐容量小于或等于 100 m³ 的储罐外,储罐中心至少与 2 条消防车道的距离均不应大于 120 m 的要求[1]。

第 5.2.4 条,增加了消防车道与铁路罐车装卸线的距离不应大于 80 m 的要求[1]。

第 5.2.6 条为新增加条款,规定了储罐组周边消防车道路面标高宜高于防火堤外侧地面 0.5 m 以上等要求[1]。

第 5.2.4 条,将一级石油库消防车道的宽度改为不小于 9 m,路面宽度不小于 7 m;覆土立式油罐和其他级别石油库的储罐区、装卸区消防车道的宽度改为不小于 6 m,路面宽度不小于 4 m。[1]

第 5.2.10 条,增加了 2 个路口间的消防车道长度大于 300 m 时,应在该消防车道的中段设置回车场的要求[1]。

第 5.2.11 条,增加了储罐区的车辆出入口不应少于 2 处的要求[1]。

第 5.3.2 条为新增加条款,规定了行政管理区、消防泵房、专用消防站、总变电所宜位于地势相对

(1) 对流传递

在层流或者湍流强度不大的流动情况下,管道横截面上油流流速分布不均匀造成的对流传递是沿程混油的主要原因,它完全依靠分子扩散。有时这种情况下的混油量之大得惊人,可能达到管道总容积的若干倍。故一般情况下不允许在层流状态下进行输送,且要求在较高流速下运行。

在湍流时,管道截面上的流速接近平均流速,没有抛物型流速断面,对流传递不显著,仅在层流底层由于局部流速不均匀而存在,扩散传递过程成为影响混油形成的主要原因。湍流中的涡流扩散引起一个附加的扩散,在径向上,该附加扩散比分子扩散大很多,大大加强了径向分子扩散的作用,使得湍流时的混油大大少于层流。

(2) 扩散传递

被输送的介质是能互相溶解的2种石油产品,则在管内2种油品的接触界面处,由分子的互相扩散和液体质点的湍流脉动会使接触界面处形成一段混油。

4 混油量计算

到目前为止国内外研究人员对顺序输送过程中混油量的计算进行了大量的研究,根据不同的经验和理论也得到了一些混油量的计算公式,但由于在实际的顺序输送过程中影响混油量大小的因素非常多,所以大部分的混油量计算公式都有很大的局限性,到目前为止还没有与实际产生的混油量完全相符的混油计算公式^[2]。目前国内外广泛采用的是奥斯汀-柏尔弗莱经验公式,该公式是奥斯汀和柏

尔弗莱于1960年根据大量的顺序输送管道试验和生产数据归纳出的顺序输送混油计算经验公式,该经验公式认为混油段的长度为后行油品的浓度为1%~99%的两个油品界面间的距离且没有考虑油品输送次序对混油量大小的影响^[3]。

目前国内外广泛采用的是奥斯汀-柏尔弗莱经验公式:

$$\lg \lg(\nu \times 10^6 + 0.89) = 0.5 \lg \lg(\nu_A \times 10^6 + 0.89) + 0.5 \lg \lg(\nu_B \times 10^6 + 0.89) \quad (1)$$

$$Re = 4q_v / \pi d \nu \quad (2)$$

$$Re_{ij} = 10\,000 e^{2.72d^{0.5}} \quad (3)$$

$Re > Re_{ij}$ 时:

$$C = 11.75(dL)^{0.5} Re^{-0.1} \quad (4)$$

$Re \leq Re_{ij}$ 时:

$$C = 18\,385(dL)^{0.5} Re^{-0.9} e^{2.18d^{0.5}} \quad (5)$$

式中, C 为混油段长度,m; D 为管道内径,m; L 为计算管段长度,m; q_v 为输油平均温度下的体积流量, m^3/s ; Re 为雷诺数; Re_{ij} 为临界雷诺数; ν_A 为前行油品在输送温度下的运动黏度, m^2/s ; ν_B 为后行油品在输送温度下的运动黏度, m^2/s ; ν 为各50%的混油在输送温度下的运动黏度, m^2/s 。

(1) 汽、柴油混油量计算

汽、柴油混油量计算见表2~表6。

表2 2016年每个批次柴汽油界面混油量(年输量42万t)

末站	-10 [#] 柴油/93 [#] 汽油 混油量	0 [#] 柴油/97 [#] 汽油 混油量	单批次 混油总量
混油体积/ m^3	42.67	42.64	85.31
混油质量/t	33.05	33.41	66.46

(上接第195页)

较高的场地处,或有防止事故状态下流淌火流向该场地的措施的要求^[1]。

第5.3.3条,增加了行政管理区与储罐区、易燃和可燃液体装卸区之间应设置围墙的要求^[1]。

2.6.2 安全防护标准变化

新版规范在库区围墙道路方面提高了石油库的安全防护标准。

首先,增加了消防车道与储罐、铁路罐车装卸线的安全距离要求。其次,加大了消防车道的宽度,提高了消防车道的标高。还增加了储罐区车辆出入口的数量。同时,为保证发生事故时人员较多场区的安全,增加了防止流淌火流向该场地的措施,最大限度地保护了人员的安全。以上变化,在提高石油库安全防护标准的基础上,既适应了新的消防安全的需要,又有利于石油库的安全与管理。

3 结论

石油库属于爆炸和火灾危险性设施,所以安全防护标准和措施是设计的重要内容。技术先进是安全的有效保证,在保证安全的前提下也要兼顾经济效益。新版规范的条文变化更适合目前的安全防护要求,在提升石油库安全防护标准的基础上,也兼顾了安全管理、环境保护、节约土地、以人为本的需求,为我国石油库的工程建设、安全平稳运行提供了基础保障。

参考文献

- [1] 中华人民共和国住房和城乡建设部. GB 50074—2014. 石油库设计规范[S]. 北京:中国计划出版社,2015.
- [2] 中华人民共和国建设部. GB 50074—2002. 石油库设计规范[S]. 北京:中国计划出版社,2003. ■