

对LNG气化站消防给水系统设计的探讨

□ 中国市政工程西南设计研究院 (610081) 邱鸣 万云 曹毅

摘 要: 根据相关规范及LNG特点,就LNG气化站消防给水系统的设置、消防水量的确定及存在问题进行探讨。

关 键 词: LNG 消防给水 设计

近几年,随着LNG资源及技术的发展,LNG气化站承担着气源供应或调峰的作用,已成为城镇天然气工程中重要的组成部分。LNG气化站生产对象为天然气,其中LNG装卸区、储存区、气化区及调压计量区等属甲类火灾危险性区域,按有关规范必须进行消防工程设计。LNG气化站消防设计主要包括消防安全间距、消防给水系统、消防车道、消防灭火器材、检漏报警系统等,其中消防给水系统设计是最重要的一部分。

LNG气化站消防设计遵循的主要规范包括:《城镇燃气设计规范》GB50028-2006、《建筑设计防火规范》GB50016-2006、《石油天然气工程设计防火规范》GB50183-2004及《液化天然气(LNG)生产、储存和装运》GB/T20368-2006等。各种规范对消防给水系统均做了详细规定,但要求略有不同。

1 消防水量的计算

不同规范对于火灾延续时间、固定喷淋装置供水强度、水枪用水量等相关参数是基本一致的。不同的是储罐容积大小分类界限略有不同。因此,设计时,无论采用哪种规范,固定喷淋水量和水枪用水量计算结果基本一致。

《石油天然气工程设计防火规范》另外规定,在上述消防水量计算的基础上,需增加 $200\text{m}^3/\text{h}$ 的消防水余量。这是套用了NFPA59A的相关规定。我们建

议,作为城市LNG气化站,储罐总容积小于 $1\,000\text{m}^3$ 时,可不考虑消防水余量,当储罐总容积大于 $1\,000\text{m}^3$ 时,可考虑增加消防水余量。

值得注意的是,如因场地紧张,低温储罐布置较紧凑时,采用立式罐和卧式罐有较大的差别。以 150m^3 低温储罐低温储罐为例。立式罐外直径为 3.73m ,高 22.70m ,卧式罐外直径为 3.70m ,长 23.00m 。如罐间净间距为 5.60m 时(1.5倍罐直径),立式罐不用考虑着火罐相邻罐的冷却水量,但卧式罐只有在罐间净间距大于 13.40m 时(罐直径加长度的一半),才不用考虑着火罐相邻罐的冷却水量。

所有规范中,对高倍泡沫发生器的用水量均无明确要求。根据发生器设备的实际情况,建议每台按 10L/s 考虑。

2 消防给水系统

消防给水系统由消防泵房、消防水池、消防给水管网及消火栓、消防水炮等组成。

2.1 消防泵房

根据气化站所需消防水量水压的要求,消防泵房内应设置两台以上消防水泵。采用自灌式吸水。火灾时,由压力联动装置在火警 2min 内启动消防泵,使管网中最不利点的水压和流量达到灭火要求。消防泵房内还应设置稳压泵,当管网压力低于一定值时,稳压

泵自动启动补水。

消防水泵设置回流设施，定期开启消防水泵，确保水泵运行状况的正常。水泵出水管上设置试验消火栓。泵房应设有值班人员与报警电话，并保证能直接开启、停止消防水泵的运行。

消防水泵的扬程计算十分重要，扬程过低则无法达到消防要求，扬程过高有会造成供电设备和水泵的浪费。《城镇燃气设计规范》及《石油天然气工程设计防火规范》对LNG立式罐的消防水泵的最大扬程均无明确规定。过去设计中，通常以水枪射出的水束能达到立罐顶部作为水泵的最大扬程标准。因此，虽然立罐高度约25m左右，却要选择70m—80m高的水泵扬程才能达到。我们认为这种做法过于保守。

实际上参考《城镇燃气设计规范》中关于LPG球罐的消防水泵要求，不管LPG球罐有多高，只要满足顶部喷淋装置出口供水压力大于0.20MPa，水枪出口的供水压力大于0.35MPa。因此，满足此条件时，消防水泵的最大扬程选择在60m高左右即可。

2.2 消防水池

根据计算的消防水量设置消防水池。如消防水池体积大于500m³应分为两座。两座消防水池之间的联络管建议设为两根。消防水池设液位显示。消防水池不定期换水，可保持池内水质良好。各站消防给水水源从邻近的市政管网中引入。

2.3 消防给水管网

气化站内消防管网采用闭合环状，消防给水管材选用钢制管道。配置地上式室外消火栓及固定式消防水炮。LNG储罐上设置水喷雾装置，对储罐进行冷却。

室外消防栓旁应设水带箱，箱内配置2盘直径65mm、长度20m的带快速接口的水带，及2支口径65mm×19mm水枪、一把消火栓钥匙，水带箱距消火栓距离2m。

LNG储罐上设置水喷雾装置，目前国内可为五花八门，罐上喷淋环管从1根到8根，有些工程甚至从顶部到底几乎全部被环管缠绕。这也是对规范的理解差异造成的。

《城镇燃气设计规范》中要求“液化天然气立式储罐固定喷淋装置应在罐体上部和罐顶均匀分布”。因此，绝大部分设计中，只在罐体上部和罐顶设置1根—3根喷淋环管即可。

《石油天然气工程设计防火规范》中要求“储罐采用水喷雾固定式消防冷却水系统时，喷头应按储罐的全表面积布置，储罐的支撑、阀门、液位计等均宜设喷头保护”。因此，有部分设计中就采用了多环喷淋甚至满环喷淋的布置。

3 关于消防给水几个问题的探讨

3.1 消防给水在LNG气化站的作用

尽管LNG气化站工艺装置区属甲类火灾危险性区域。但由于LNG低温及液态的特性，消防给水有其独特的作用和局限。在LNG气化站内消防水有着与其他消防系统不同的用途。水既不能控制也不能熄灭液化天然气液池火灾，水在液化天然气中只会加速液化天然气的气化，进而增加其燃烧速度，对火灾的控制只会产生相反的结果。因此，在LNG气化站内消防水的



单环管布置



多环管布置



满环管布置

图1 水喷雾环管布置方式

作用主要是用于冷却受到火灾热辐射的储罐和设备。

3.2 关于喷淋阀组的设置

根据《水喷雾灭火系统设计规范》GB50219-95规定，在有喷淋冷却的系统中应设置雨淋阀组并具备接收电控信号可电动开启的功能。但根据LNG的特点，着火罐不易采用水灭火。因此建议改雨淋阀组为手动喷淋阀组。

3.3 强化高倍泡沫发生器在低温罐区的消防安全作用

鉴于LNG低温及液态的特性，一旦低温储罐发生泄漏，大量液态天然气会不断在液池中流淌及气化。由于该区域大面积低温环境和无任何点火条件，液池短时间尚不会着火燃烧。此时，启动高倍泡沫发生器，使泡沫迅速覆盖整个液池，隔断液态天然气与大气的接触，减少气化量，防止天然气飘逸到其他区域，这才是消防安全的关键。因此，在设计中除按规

范规定设置固定高倍泡沫发生器外，建议强化高倍泡沫发生器在低温罐区的消防安全作用，在液池增设1个-2个移动式高倍泡沫发生器并对角设置。

4 关于LNG储罐上设置水喷雾装置

既然消防给水的作用主要是用于冷却受到火灾热辐射的储罐和设备。由于目前我国200m³以下低温储罐多采用真空粉末绝热。这种绝热方式既可以保低温，同时也可以起到一定的耐高热的作用，与纯金属储罐有本质的区别，因此在立式储罐上设置过多的喷淋环管意义不大。在喷淋强度满足规范要求的前提下，建议罐顶部设置1条-2条喷淋环管即可。而罐的支撑、阀门、液位计等部位的冷却保护主要依靠分布于低温储罐周围的固定水炮及移动水枪来承担。



启动发泡



迅速覆盖



固定式高倍泡沫发生器



移动式高倍泡沫发生器

图2 高倍泡沫发生器