

混凝土消防水池设计与施工

董秧生 王 进

中国石油集团工程设计有限责任公司西南分公司, 四川 成都 610041

摘 要:混凝土消防水池应用广泛,地下水位较高的地区,需高度重视消防水池的抗浮设计;施工过程中应采取可靠措施,避免出现渗漏缺陷。抗浮设计常用自重抗浮、压重抗浮、降水抗浮、锚杆抗浮等方法,根据消防水池的容积及地基条件选择合适的抗浮设计方法,以减少工程建设成本,降低施工难度。针对消防水池施工缝、池壁转角、预埋套管等部位的渗漏原因,采取相应的预控措施,能有效地避免渗漏缺陷。对孔洞、裂缝、蜂窝麻面等不同形式的渗漏缺陷,采取相应的方法进行堵漏,能保证消防水池施工质量。

关键词:消防水池;抗浮;防漏

DOI:10.3969/j.issn.1006-5539.2014.06.021

0 前言

油气田地面建设工程中,混凝土消防水池具有施工方便、运行可靠的特点,应用较广泛。但地下水位较高的地区,如设计、施工措施不当,消防水池很容易发生漂浮事故,导致池体受损。消防水池池深壁薄,钢筋密布,混凝土浇筑振捣死角多,容易产生蜂窝、麻面等缺陷,出现渗漏。从经济性方面对消防水池抗浮设计方法进行比较,总结混凝土消防水池常见的设计及施工问题,介绍了消防水池易出现渗漏的部位、原因及堵漏方法。

1 消防水池结构

混凝土消防水池一般由底板、池壁、隔板、顶板、内柱等构成,半地下结构,自防水,池壁地面以上及顶板做外保温^[1]。消防水池剖面图见图 1。

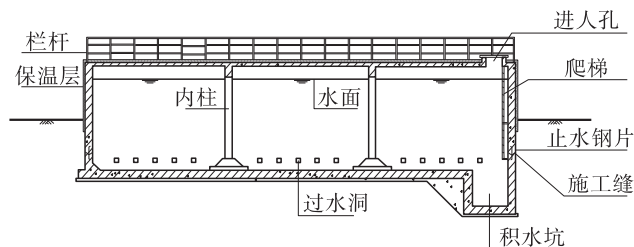


图 1 消防水池剖面图

2 抗浮设计

2.1 消防水池飘浮的后果

消防水池在施工、使用过程中,如果消防水池的重量(含覆土及池内载水重量)小于地下水及地表水渗到地下引起的浮力,消防水池池体就会发生漂浮。消防水池漂浮后,产生不良后果:池底局部架空,底板产生裂缝;内柱与池底交接面发生剪切破坏;池体整体倾斜或偏移;与池体连接的管道变形或拉裂,无法实现应有的使用功能等。

2.2 抗浮设计方法

2.2.1 自重抗浮

通过增加水池底板及池壁等混凝土构件体积,增加消防水池自重,使其重量大于地下水的浮力。

该方法的优点是设计、施工简单,可靠性好,适用于容量较小的消防水池或地下水位较低的地方。如某座 300 m³ 消防水池,长 12.4 m,宽 8.4 m,高 4 m(地上 1 m,地下 3 m),最高地下水位-1.0 m。设计顶板厚度 150 mm,池壁厚度 250 mm,底板厚度 300 mm,利用水池自重即可满足水池抗浮要求。

缺点是混凝土用量较多,特别是对于大型消防水

收稿日期:2014-08-11

基金项目:中国石油天然气集团公司重点工程资助项目(Z 2010-4)

作者简介:董秧生(1964-),男,江苏兴化人,国家一级注册结构工程师,国家一级注册建造师,学士,主要从事油气田土建设计与施工工作。

池,地下水位较高时,经济性差。如某座 2 000 m³ 消防水池,长 30 m,宽 18 m,高 4 m(地上 1 m,地下 3 m),地下水位高-0.5 m。通常情况下,如不考虑抗浮设计,顶板设计厚度 150 mm,池壁及底板厚度 300 mm;如考虑抗浮设计,底板厚度需增加到 800 mm,增加混凝土 270 m³,混凝土综合单价按 550 元/m³ 计算,水池的抗浮成本约 15 万元,费用高。

2.2.2 压重抗浮

利用底板外伸增加消防水池压载土体的重量,使消防水池自重与外伸底板压载土体的重量大于地下水的浮力。

该方法的优点是设计及施工较简单,混凝土用量较少,经济性好。如 2.2.1 中某座 2 000 m³ 消防水池,若采用增加压载土体重量法,底板外伸长度 1.1 m,所需混凝土量仅 30 m³,是自重抗浮法的 1/9^[2]。

缺点是基坑回填前,若突发暴雨,池外的水位高于池内,有可能发生漂浮。为避免发生漂浮,基坑回填前,消防水池的出水口要开启,池外的雨水能通畅地流入池内,保证消防水池内外水位平衡。

2.2.3 降水抗浮

在消防水池四周及基底修建排水盲沟,盲沟将地下水汇集到集水井,通过管沟外排到地势较低的冲沟、河流或城市排水系统。通过排水盲沟的使用,使地下水位始终低于能使消防水池浮起的警戒水位,避免消防水池飘浮^[3]。

该方法的优点是施工方便,可靠性好,成本较低。适用于地基土渗透性较差,由地表积水下渗导致的上浮水池。

缺点是适用范围较小,外排管沟的制约因素较多。

2.2.4 锚杆抗浮

在地基上设置一定数量的锚杆或锚桩,将水池底板与地基连到一起,当水池受到浮力作用时,固定在地基里的锚杆或锚桩将水池牢牢拉住,使其不会漂浮。单根抗拔承载力特征值计算公式为:

$$R_t = 0.8 \pi d_l f$$

式中: R_t 为单根锚杆抗拔承载力特征值,kN; d_l 为锚杆直径,m; L 为锚固段锚杆的有效长度,m; f 为砂浆与岩石间的粘接强度特征值,kPa^[4]。

锚杆主筋一般采用单根Ⅲ级螺纹钢,直径不宜小于 30 mm,尽量采用锥螺纹连接方式。孔径宜取锚筋直径的 3 倍,注浆体采用 1:1 水泥砂浆,水泥砂浆强度等级不宜小于 25 MPa。为避免锚杆对地基强力上拉作用,出现局部地基隆起现象,主筋上部应设置一定长度的自由段,自由段长度通常由被锚固的地基节理裂隙位置确定,自由段的钢筋一般利用塑料布包裹与注浆体之间形成隔离层^[5]。

该方法的优点是施工费用适中,可靠性较高。

缺点是受地质情况、设备水平的限制,一般适用于岩石地基,施工技术要求较高。

3 设计及施工常见问题

3.1 池壁腋角不利于施工

消防水池池壁为双层钢筋,池壁腋角上部距止水钢片距离很近,受止水钢片影响,浇筑混凝土时,振动棒很难插入腋角部位,形成振捣盲区,易导致混凝土振捣不密实,产生蜂窝。同时由于腋角模板位于混凝土上方,混凝土浇筑过程中产生的气泡不易排出,易产生麻面,坡度较小的腋角问题更突出。腋角结构见图 2。

改进措施:设计时,腋角的坡度不宜过小。施工时,在池壁外侧高出腋角的部位设置振捣口,从外向内进行振捣;腋角模板密开排气孔;降低腋角部位混凝土浇筑速度,充分振捣排气。

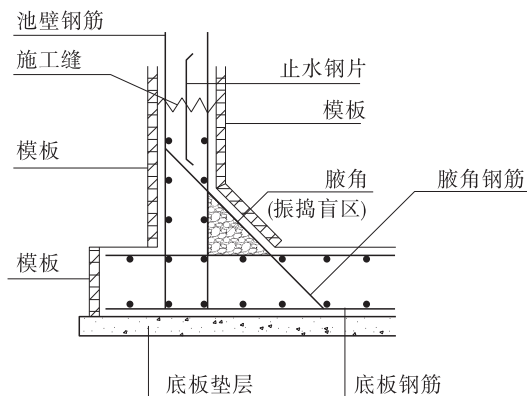


图 2 腋角结构

3.2 顶板未考虑雨水排放

消防水池顶板结构由上至下分别为:钢筋细石混凝土保护层、聚酯无纺布隔离层、聚苯板保温层、水泥砂浆找平层、钢筋混凝土顶板。设计一般未说明顶板的坡度及雨水排放方式,导致顶板坡度过小,雨水沿消防水池壁外表面漫排,形成若干水痕,影响消防水池外观。

改进措施:消防水池顶板平层改为坡层,坡度不小于 0.5%,顶板四周上翻边沿,设置雨水管集中排水。

3.3 防渗设计不合理

消防水池设计通常要求所有构件均采用 C 30 混凝土,抗渗等级 S 6。而顶板、内柱、隔墙从功能上来说,对抗渗没有要求。2 000 m³ 消防水池,顶板、内柱等采用普通混凝土,其余采用抗渗混凝土,能减少工程费用约 3 万元。

3.4 水池顶板未设置施工洞

消防水池顶板设计进入孔直径 700 mm,可以满足施工及检修人员进出的要求,但影响消防水池内部模板拆除完整取出,模板损耗很大,增加工程费用。

改进措施:在池顶紧邻梁边,弯矩较小位置,经设计确认后设置施工洞^[6],施工洞口尺寸一般 900 mm×1 800 mm。模板取出后,施工洞封堵施工按后浇带的要求进行。

4 渗漏

4.1 施工缝部位

渗漏原因:施工缝部位在浇筑第二道混凝土前,浮浆处理不彻底,断面光滑,未凿毛;钢板止水带连接处拼缝焊接不严密;钢筋与止水带间空间狭小,池壁高,混凝土振捣不密实。

预控措施:施工缝表面浮浆、浮石清除彻底后,方可支模;保证钢板止水带的焊接质量;浇筑混凝土采用细震动棒;安排有经验的工人施工。

4.2 池壁与底板交接处

渗漏原因:池壁腋角部位混凝土振捣难度大,气体不易排出,易形成蜂窝、麻面;池壁与底板交接处应力较大,养护不及时,形成干缩裂缝。

预控措施:在池壁根部外侧设置振捣孔,尺寸 $200\text{ mm} \times 200\text{ mm}$,间距 1 m ,池壁根部浇筑完成后,封堵振捣孔,进行后续施工;及时拆模,加强养护。

4.3 预埋套管部位

渗漏原因:预埋套管固定不牢,混凝土振捣时发生松动、移位,产生缝隙。

预控措施:预埋套管的制作及安装严格执行图集做法,采取可靠的方法固定套管。

4.4 模板拉杆部位

渗漏原因:拉杆中部无钢板止水环,或钢板止水环焊缝不严密;拆模过早,拉杆松动。

预控措施:保证拉杆止水带的焊接质量,彻底清除拉杆表面的油污及锈迹;混凝土强度达到50%后拆模。

4.5 混凝土沉陷裂缝

渗漏原因:振捣下一步底板混凝土时,对已振捣完毕底板及池壁根部的混凝土产生扰动,导致混凝土不密实;混凝土初凝前,池壁混凝土内部粗骨料处于下沉状态,受钢筋的牵制作用,水平钢筋下方形成水平裂缝。

预控措施:底板混凝土初凝后再进行浇筑池壁;池壁采用细骨料混凝土,降低混凝土的浇筑速度。

5 堵漏

5.1 孔洞漏水

a) 凿除漏水部位的混凝土,孔洞凿成里大外小,尽量露出钢筋,并清洁孔洞内部。

b) 堵漏粉拌合成团,塞入孔洞,木锤砸实。

c) 孔洞周围 10 cm 用堵漏粉兑成浆料刮抹,养护 3 d 。

5.2 裂缝渗漏

a) 将裂缝凿成八字形沟槽,并清理干净。

b) 堵漏粉拌合成条,压进沟槽。

c) 水泥砂浆抹平沟槽,并扫成毛面。

5.3 蜂窝、麻面渗漏

a) 清洁渗漏部位,堵漏粉拌合成胶浆,均匀抹 2 mm 厚。

b) 浆料表面撒干水泥,根据干水泥上的湿点找出漏点,逐点用手指将胶浆压入漏点。

c) 抹水泥砂浆一道,并扫成毛面。

5.3 结果验证

修补部位的混凝土强度达70%后进行试水,若 48 h 内池壁无漏水、无大面积渗水;总湿渍面积小于总防水面积的0.2%;任意 100 m^2 防水面积上的湿渍不超过3处,单个湿渍的面积不超过 0.2 m^2 ^[7],即表明堵漏完成。

6 结论

消防水池设计过程中,抗浮设计宜优先选用压载土体重量法,减少混凝土用量;对消防水池细部结构应进行优化设计,降低工程施工难度及造价。施工过程中,针对易发生渗漏的部位,根据渗漏的原因,采取预控措施;针对渗漏问题,根据渗漏特点,采取对应的补漏方法。

参考文献:

- [1] 胥杰. 昆仑能源西藏有限公司 $100 \times 10^4\text{ Nm}^3$ 液化天然气项目拉萨市LNG接收站消防水池[Z]. 成都: 中国石油集团工程设计有限责任公司西南分公司, 2011.
Xu Jie. $100 \times 10^4\text{ Nm}^3$ LNG Project's LNG Receiving Station Fire Pool in Lhasa of Kunlun Energy Co., Ltd in Tibet [Z]. Chengdu: China Petroleum Engineering Co., Ltd Southwest Company, 2011.
- [2] 胡道华. 桩筏基础计算与分析[J]. 天然气与石油, 2000, 18(1): 39-42, 55.
Hu Daohua. Calculation and Analysis of Pile Foundation [J]. Natural Gas and Oil, 2000, 18(1): 39-42, 55.
- [3] 吴克信. 浅谈基础合理的埋置深度[J]. 天然气与石油, 1994, 12(1): 44-48.
Wu Kexin. Discussion on the Reasonable Depth of Foundation [J]. Natural Gas and Oil, 1994, 12(1): 44-48.
- [4] GB 50007-2011, 建筑地基基础设计规范[S].
GB 50007-2011, Code for Design of Building Foundation[S].
- [5] 王国良. 圆形消防水池施工工艺的改进[J]. 浙江建筑, 2003, 19(5): 34-35.
Wang Guoliang. The Improvement of Circular Fire Pool Construction Technology [J]. Zhejiang Construction, 2003, 19(5): 34-35.
- [6] GB 50666-2011, 混凝土结构施工规范[S].
GB 50666-2011, Code for Construction of Concrete Structures [S].
- [7] GB 50108-2008, 地下工程防水技术规范[S].
GB 50108-2008, Technical Code for Waterproofing of Underground Works [S].