

浅议高层建筑人防地下室污水池提升泵设计

姜宁, 刘贺

(兰州寰球工程公司, 甘肃 兰州 730060;)

摘要:结合某高层住宅楼人防地下室工程,根据现行的人防设计规范《人民防空地下室设计规范》(GB50038-2005),对高层建筑地下人防工程的排水系统的分类、特点进行说明,对污水集水池的容积进行计算,对污水提升泵的选型进行确定。

关键词:人民防空地下室;排水设计;污水集水池;污水提升泵

中图分类号: TU976L 4

人民防空地下室(以下简称人防地下室)均位于地面以下,其污水、废水一般不能自流排出,需用机械排水,通常做法是设污水集水池,用于收集在战时防护期内掩蔽人员产生的生活污水、废水,并通过污水提升泵,排至室外排水系统中。结合某高层住宅楼人防地下室工程,根据现行的人防设计规范《人民防空地下室设计规范》(GB50038-2005),对高层建筑人防地下工程的排水系统的分类和特点进行了说明,对污水集水池的容积进行了计算,对污水提升泵的选型进行了确定。

1 人防地下室工程污水集水池及提升泵的设计

1.1 排水设计参数

以某15层小高层住宅(以下用A高层表示)为例,地下一层平时作为自行车库使用,战时为6级2等人员掩蔽工程。战时掩蔽人数484人,生活用水量4L/(人·日),储水时间7d,生活饮水量3L/(人·日),储水时间为15d。人防用水量为21.8m³,生活用水量为15.6m³(含口部洗消2m³),储存于40m³(4000mm×4500mm×2500mm)战时安装装配式储水箱内,由战时生活水泵及手摇泵供生活及洗消用水。

本工程人防地下室集水池根据其所处位置、功能及收集的污废水性质不同,设置有污水集水池,染毒区污水集水池,消防电梯集水池。主要对清洁区污水集水池的容积进行详细计算。

1.2 污水集水池容积的设计计算

A高层住宅楼的人防地下室为二等人员隐蔽所,通常一、二等人员掩蔽所在清洁区内,战时设有贮水间,但不设水冲厕所,只设旱厕,污水集水池主

要收集战时掩蔽所人员生活污水和部分消防废水。本工程污水池采用提升泵排水,则容积计算中除具有一般地下室集水池所具备的条件外,主要表现在集水池的有效容积上,有效容积是调节容积和贮备容积之和。清洁区集水池的容积,由保护容积,贮备容积,调节容积和停泵容积组成。调节容积的计算按《建筑给水排水设计规范》(GB50015-2003)的要求,贮备容积按战时隔绝防护时间内产生的全部污水量的1.25倍计算。

根据下式计算贮备容积:

$$V_{\text{贮}} = \frac{qKmT}{24 \times 1000} + Q_{\text{机}} T$$
$$= \frac{(3+4) \times 1.25 \times 484 \times 3}{24 \times 1000} = 0.53\text{m}^3$$

式中:q——战时人员生活饮水量(L/日·人),生活饮水量包括生活用水及饮水量;

m——防护单元掩蔽人数;

K——安全系数,一般取1.25;

$Q_{\text{机}}$ ——机械设备在隔绝通风时排入污水池的排水量(m³/h),本工程的污水池无机废液排入;

T——战时隔绝防护时间(h)。一等人员掩蔽所 T=6(h),二等人员掩蔽所 T=3(h)。

根据计算得调节容积:

$$V_{\text{调}} = 5\text{min} \times \frac{40\text{m}^3/\text{h}}{60\text{min}} = 3.3\text{m}^3$$

其中污水池的保护高度按0.3m考虑,污水池的停泵高度按0.1m考虑。

污水池的容积为:

$$V_{\text{污}} = V_{\text{调}} + V_{\text{贮}} + V_{\text{保}} + V_{\text{停}}$$
$$= 3.3 + 0.53 + 1.125 + 0.375 = 5.33\text{m}^3$$

实际设计中取污水池的容积为5.625m³

(2500mm × 1500mm × 1500mm) > 5.33m³, 污水池容积能满足隔绝防护时间的排放要求。

1.3 污水池提升泵的选型

本工程内的污水不能自流排至室外, 因此必须

提升排出, 以保持室内良好的环境卫生。常用的污水提升设备有离心污水泵、手摇泵、潜污泵等。通过对各设备的性能、适用性、安装维护、投资等方面进行比较来确定。

表1 常用污水提升设备比较

名称	性能	适用条件	占地面积	投资	维修
离心污水泵	效率较高, 工作可靠, 容易堵塞, 抽吸式安装时需灌水或排气	适用不同性质的污水的经常性抽升	较大	较高	维修管理方便
手摇泵	不需要动力, 一般启动时不需要灌水和排气	适用于非经常性的小型污水抽升, 抽升高度不大于10m	较大	低	维修管理方便
气压扬液器	效率低, 能耗大, 工作可靠, 不易堵塞, 容易防腐	适用于有压缩空气管道的工业厂房和卫生要求较高的民用建筑, 常用于经常性的抽升	较小	低	维修管理方便
喷射器	效率低, 能耗大, 工作可靠, 容易防腐	适用于小流量, 较经常性的污水抽升, 抽升高度不大于10m	较小	低	维修管理方便
潜污泵	效率高, 能耗低, 能抽送带纤维、大颗粒悬浮物污水	适用污水范围较广	较小	适中	维护不方便

从表1可以看出, 离心污水泵启动时需灌水或排气, 占地面积较大, 叶轮间隙较小, 容易堵塞, 本工程污水池主要收集的是战时掩蔽所人员生活污水, 故离心污水泵不太适用, 不建议使用。手摇泵的设置简单, 不需要动力, 一般启动时不需要灌水和抽气, 在人防地下室工程内无电源保障时设置手摇泵将污水排出, 因此在污水池内设置备用的人力手摇泵是必要的。气压扬液器适用于有压缩空气管道的工业厂房和卫生要求较高的民用建筑, 其效率低, 能耗大, 需要压缩空气设备, 不符合人防地下室污水提升的要求, 故不予考虑。喷射器适用于小流量, 较经常性的污水抽升, 抽升高度不大于10m, 其效率低, 能耗大, 适用条件不满足人防地下室工程, 因此不选用。潜污泵可以直接安装在污水池的池底, 不占场地, 在水面以下运行, 无噪声和震动, 自灌问题也自然解决, 泵吸水口有粉碎装置, 性能也比较稳定, 对于人防地下室污水提升有较好的效果, 所以应优先选用。

根据对以上提升设备的比较, 对人防地下室工程生活污水的提升, 宜选用防堵塞性能好的潜污泵和手摇泵。

1.4 泵流量的确定

本工程人防地下室厕所地面标高低于通道及其他房间的标高, 一部分消防废水还可以由厕所地面地漏直接流入污水池, 因此污水池收集战时掩蔽人员的生活污水和部分消防废水。

根据基本设计参数, 战时掩蔽人员生活污水量为:

$$Q_{\text{生活}} = \frac{qm}{24 \times 1000} = \frac{(3+4) \times 484}{24 \times 1000} = 0.141 \text{ m}^3/\text{h}$$

部分消防废水量按同时使用2只消防水枪的水量计算, 每支消防水枪的水量按5L/s计算。

$$Q_{\text{消防}} = 5\text{L/s} \times 2 = 10\text{L/s} = 36\text{m}^3/\text{h}$$

因此污水池收集的污水量为

$$Q_{\text{生活}} + Q_{\text{消防}} = 0.141 + 36 = 36.141 \text{ m}^3/\text{h}$$

为了满足要求, 在泵的实际选型中, 流量确定为40m³/h。

1.5 泵扬程的计算

泵的扬程按下式计算:

$$h = D - S + h_{f1} + h_{f2} + P_d - P_s \text{ (m)}$$

式中: D ——排出几何高度, m; 取值: 高于泵入口中心线为正, 低于泵入口中心线为负;

S ——吸入几何高度, m; 取值: 高于泵入口中心线为负, 低于泵入口中心线为正;

P_d, P_s ——容器内操作压力, m液柱(压力表); 取值: 以表压正负准。

污水量 $Q_{\text{污}} = 40\text{m}^3/\text{h}$, 流速 $V = Q/A = 4Q/\pi d^2$ 带入已知数据得,

$$V = \frac{4Q}{\pi d^2} = \frac{4 \times 40/3600}{3.14 \times 0.1^2} = 1.4 \text{ m/s}$$

水温 $T = 20^\circ\text{C}$; $D = 5\text{m}$, $S = -5.5\text{m}$,

$$D - S = 10.5; P_d - P_s = 0$$

1.5.1 沿程水头损失 h_n

先确定流态, 查水的粘度表得 20°C 的水的运动粘滞系数 $\nu = 1 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ 。

雷诺数 $Re = Vd/\nu = 1.4 \times 0.1/1 \times 10^{-6} = 140000 > 2300$ 。

根据所选的管材,管壁的绝对粗糙度 $\Delta = 0.25\text{mm}$,

由于 $40\left(\frac{d}{\Delta}\right)^{0.7} < Re < 396\left(\frac{d}{\Delta}\right) \lg\left(\frac{3.7d}{\Delta}\right)$, 属于紊流粗糙管过渡区。

代入达西公式得沿程水头损失:

$$h_f = \lambda \cdot \frac{l V^2}{d 2g} = 0.0257 \times \frac{20}{0.1} \times \frac{1.4^2}{2 \times 9.8} = 0.514\text{m}$$

1.5.2 管件阻力 h_p 的计算

确定管件阻力 h_p , 其中标准弯头 90° 的单项阻力系数 $\zeta_1 = 0.75$, 数量为 5 个; 闸阀的单项阻力系数 $\zeta_2 = 0.17$, 数量为 2 个; 止回阀单项阻力系数 $\zeta_3 = 2$, 数量为 1 个。

代入公式计算:

$$h_p = \zeta \frac{V^2}{2g} = (\zeta_1 + \zeta_2 + \zeta_3) \frac{V^2}{2g} = 0.609\text{m}$$

因此, 总阻力 $h_f = h_{f1} + h_p = 1.123\text{m}$

取修正系数为 1.25 则, $h_o = 1.25h = 1.25 \times 11.623 = 14.53\text{m}$

故理论计算值扬程要 $> 14.53\text{m}$

为了满足要求, 在实际中选择流量为 $40\text{m}^3/\text{h}$, 扬程为 15m 的潜污泵。

根据计算选择潜水排污泵的型号为 80JYWQ40-15-1600-4, 流量 $Q = 40\text{m}^3/\text{h}$, 功率为 4kW , 扬程 15m , 一用一备。通过自动控制系统实现泵的自动开停, 从而保证泵的随时抽送污水和防止液面过高造成溢流, 并污染环境。战时无电源保证时, 设置一

台备用的人力手摇泵排水。

2 小结

高层建筑人民防空地下室排水系统非常重要, 在设计中, 污水集水池容积计算除具有一般地下室集水池所具备的条件外, 主要表现在集水池的有效容积上, 计算中要确保集水池的容积能满足隔绝防护时间内生活污水排放的要求。污水提升泵的选型也要根据实际, 结合多方面因素综合考虑, 尽可能节约投资、减少能耗、提高效率。从技术上对流量、扬程进行合理计算。一定要以“防护可靠、保障使用、适于生存”为准则进行设计计算, 最终目的是为了保障战时人防地下室掩蔽人员的安全生存。

参考文献:

- [1] GB 50038 - 2005, 人民防空地下室设计规范[S]. 2003.
- [2] 中华人民共和国国家标准图集·防空地下室给排水设计(FS01-02)[S]. 北京: 中国建筑标准设计研究院, 2004.
- [3] 中华人民共和国国家标准图集·人民防空地下室设计规范图示(05FSF10)[S]. 北京: 中国建筑标准设计研究院, 2004.
- [4] GB50015 - 2003, 建筑给水排水设计规范[S]. 北京: 中国计划出版社, 2003.
- [5] 中华人民共和国国家标准·给水排水设计手册(第二册, 建筑给水排水)[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2001.