

一体化预制泵站设计的技术探讨

孟令智

(济南市市政工程设计研究院<集团>有限责任公司 新疆分院, 新疆 乌鲁木齐 830001)

摘 要: 一体化预制泵站起源于欧洲, 由于其具有占地面积小、施工速度快、对环境影响小等特点, 因此在国内的应用越来越广泛, 但在实施过程中往往存在场地标高难以控制, 预制泵站出露地面过高或者低于场地标高, 忽略预制泵站与前、后端设施联动控制等情况, 同时设计中容易忽视西北寒冷地区泵站保温设施、干式泵站的冬季运行控制方式等问题。为此, 根据多年的市政工程设计经验, 结合工程实际, 提出了不同场地情况的设置方式, 通过集成控制柜解决泵站与前、后端设施联动控制, 以及针对冬季运行的保温措施及泵站运行注意事项等, 对一体化预制泵站的设计规范化、安全运行具有指导意义。

关键词: 一体化预制泵站; 地面标高设计; 控制方式设计

中图分类号: TU991 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2020)04-0075-04

Technical Discussion on Design of Integrated Prefabricated Pumping Station

MENG Ling-zhi

(Xinjiang Branch, Jinan Municipal Engineering Design & Research Institute <Group> Co. Ltd.,
Urumqi 830001, China)

Abstract: Integrative prefabricated pumping station originated in Europe. Because of its small area, fast construction speed and little impact on environmental, it has been widely used in China. However, in the process of implementation, it is often difficult to control the site elevation, excessive or below the surface elevation of the prefabricated pumping station, and the linkage control of the prefabricated pumping station with the front and back end facilities is ignored. At the same time, it is easy to ignore the heat preservation facilities of pumping stations and the winter operation control mode of dry pumping stations in the cold area of northwest China. Therefore, based on the experience of municipal engineering design for many years and combined with engineering practice, this paper put forward the setting mode of different site conditions, and solved the linkage control between pumping station and front and back end facilities through integrated control cabinet, as well as the heat preservation measures for winter operation and matters needing attention for pumping station operation, etc., which was of guiding significance for the standardization of design and safe operation of integrated prefabricated pumping station.

Key words: integrated prefabricated pumping station; site elevation design; design of control mode

一体化预制泵站起源于欧洲, 在欧洲已有 50 多年的使用历史, 预制泵站占泵站总数的比例达 70%

以上。由于其占地面积小、施工速度快、操作简单易运维、对环境影响小, 在我国也越来越受欢迎。

一体化预制泵站是提升污水、雨水、饮用水、废水的设备,是由工厂统一生产组装后运至现场安装的加压泵站,是近年来发展起来的较为流行、实用的加压设备,其玻璃钢筒体完美地代替了混凝土水池,大大节约了人力、物力、财力,在一定程度上讲,也是预制泵站技术创新的一个质的飞跃,是新一代环保设备。可分为干式和湿式一体化预制泵站^[1]。

1 一体化预制泵站的优点

一体化预制泵站由井筒、格栅、水泵、管道、阀门、传感器、控制系统和通风系统等部件组成,全部由环保设备厂家预制完成,并组装好整体运送至现场吊装,在出厂前已进行预装和测试的泵站,施工现场只需进行基坑开挖及现浇混凝土基础即可,施工周期短,施工方便,无需进行设备安装;更为关键的是一体化预制泵站造价可比传统泵站更低。与传统混凝土现浇泵站相比,有如下优点:占地面积小;施工速度快,基坑开挖完成后,仅需一周时间即可安装、调试完成;外观美观,筒体100%无泄漏,绿色清洁;针对泵站底部杂质淤积和臭气问题,采用自清洁底部设计,泵站无需人工清淤(目前行业内多采用CFD模拟设计的自清洁底部,最大程度地降低泵站底部淤积和臭气产生);可配备先进的泵站专用监测系统和远程管理系统,可实现泵站远程控制、无人值守;玻璃钢材质有较强的抗化学腐蚀能力,使用寿命长达50年,而混凝土为多孔材料,可与土壤中的气体和酸性物质发生反应,易腐蚀、泄漏;工厂组装和预制,各部件100%匹配,确保泵站系统的高效;全地下安装,在运行中只产生极低的噪声,可放心安装在对环境要求较高的场合;可广泛安装于室外、绿化带、道路等场所;可按需定制,为项目量身定做。

2 设计过程中需要特别注意的几个问题

一体化预制泵站主体由通风系统、井筒、出水管路、阀门、进水管路、控制柜、服务平台、水泵及外部配套设施等部件组成。集成度相对较高,也正是由于其高集成度,导致在项目实际实施过程中,往往会出现一些非常严重的问题,笔者结合工程经验,分析总结一体化预制泵站设计过程中需要特别注意的几个问题,以便从设计阶段解决和避免相关问题。

2.1 一体化预制泵站顶地面标高设计

一体化预制泵站是一种地下泵站,除顶盖、控制系统出地面外,其余均位于地面以下,以其占地小的独特优势,可广泛应用于各种可以应用的地点,为保

证城市美观协调,通常将其设置于非机动车道或者绿化带内,根据设置地点的不同,地面场地一般呈现位于平整场地和位于倾斜场地两种情形。

2.1.1 一体化预制泵站位于平整场地

一体化预制泵站位于平整场地或者可以通过后期工程实施整理成平整场地的情况,泵站顶面标高存在如下几种方式[参见《一体化预制泵站应用技术规程》(CECS 407:2015)]^[1]:

① 设置于绿化带内的湿式泵站的顶盖应高出周围地面200 mm以上,如图1所示。



图1 绿化带内湿式预制泵站安装示意

Fig. 1 Installation diagram of wet prefabricated pumping station in green belt

② 设置于绿化带内的干式泵站的顶盖应高出周围地面450 mm以上,并进行防水设计,见图2。

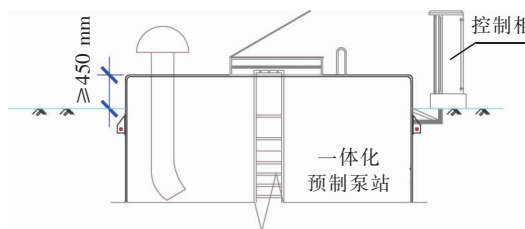


图2 绿化带内干式预制泵站安装示意

Fig. 2 Installation diagram of dry prefabricated pumping station in green belt

③ 设置于非机动车道、广场等区域内的一体化预制泵站,应设置足够承载力和稳定性的顶盖,顶盖宜与路面持平,如图3所示。

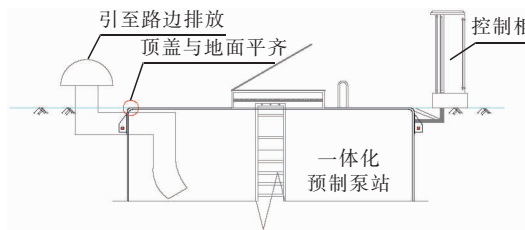


图3 非机动车道内预制泵站安装示意

Fig. 3 Installation diagram of prefabricated pumping station under non-motor vehicle lane

④ 设置于车行道的一体化预制泵站应设置足够承载力和稳定性的混凝土井盖基座,井盖应与路面持平,如图4所示。

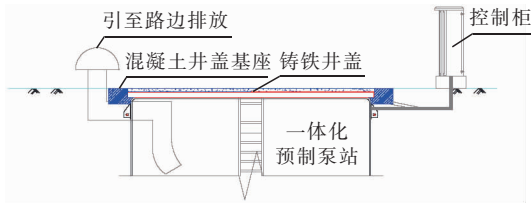


图4 机动车道内预制泵站安装示意

Fig. 4 Installation diagram of prefabricated pumping station under motor vehicle lane

2.1.2 一体化预制泵站位于倾斜场地

当一体化预制泵站位于有微地形塑造的绿化带内时,微地形又有景观、美化等要求,不能整理成平整场地,下面以直径为3.8 m的一体化预制泵站为例,说明场地坡度要求及一体化预制泵站顶标高控制原则。

根据 CECS 407:2015 要求,设置于绿化带内的干式泵站的顶盖应高出周围地面450 mm以上。如图5所示,当一体化预制泵站直径为3.8 m、地面坡度为6.76°时,泵站顶盖一侧将与地面平齐。

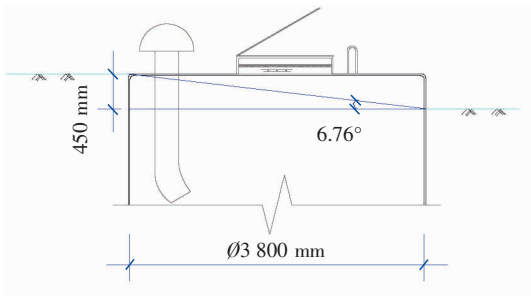


图5 坡地预制泵站安装示意

Fig. 5 Installation diagram of prefabricated pumping station under hillside fields

若坡度 $>6.76^\circ$,则泵站顶盖将不满足规程要求的规定值,易形成积水洼地,此时应将井筒整体加高,加高露出地面部分井筒应该做防晒处理,避免阳光直射加速玻璃钢井筒老化。

为方便设计人员在设计过程中进行控制,将地面坡度与高程差及泵站直径的关系整理如下:

$$\alpha \geq \arctan(h/D) \quad (1)$$

式中 α ——地面坡度, ($^\circ$)

h ——一体化预制泵站需高出地面高度,通常为200、450 mm

D ——一体化预制泵站泵筒直径,常见规格

有3 800、3 000、2 500 mm等

一体化预制泵站露出地面部分井筒最高一侧高度 H 见下式(露出地面部分井筒应该做防晒处理,避免阳光直射加速玻璃钢井筒老化):

$$H \geq h + D \cdot \tan \alpha \quad (2)$$

2.2 干式泵站进水控制

当一体化预制泵站应用于给水工程时,为了保证水质,通常选择干式一体化预制泵站,前端配套蓄水池,工作流程如图6所示。

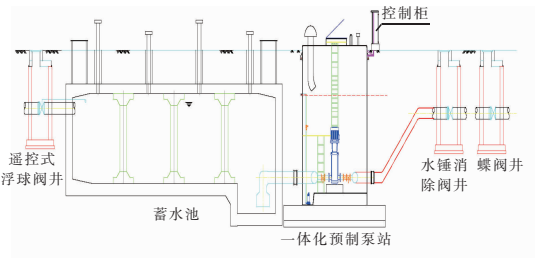


图6 干式一体化预制泵站工作流程

Fig. 6 Flow chart of dry prefabricated pumping station

2.2.1 前端水池进、出水自动控制

一体化预制泵站是一种自动化程度高的设备,设备全自动化运行,实现异地监控与管理,可以实现无人值守,将控制系统集成于控制柜内。该控制系统由泵站厂家与一体化预制泵站一并提供,通常厂家仅考虑一体化预制泵站本体的控制,从而忽略了前端水池进、出水自动控制。因此,作为设计人员,应该重视干式泵站的整体系统设计,设定好前端水池的进、出水控制方式与设备,并就设备所需控制系统进行设计,与一体化预制泵站控制系统作为一个整体,集成于控制柜内,并着重说明和提醒,避免在采购过程中业主及供货厂家遗漏。

2.2.2 前端水池水位控制设备选型

前端水池的水位控制设备通常有机械式浮球阀、电磁阀等,各设备使用条件、优缺点各不相同,应根据具体使用环境,合理选择设备,如有必要,也应将该设备的控制系统集成入控制柜内。如周边环境要求有严格的防水,则尽量不要选择机械式浮球阀,避免阀门关闭不严引起水患。

2.3 干式泵站排水泵的运行方式

一体化预制泵站以其高集成度来实现减少占地面积,这也带来了一个弊端,就是泵筒内设备检修相对困难,维修代价大,因此在设计及运行过程中应尽可能地保障泵站的运行安全。

根据《一体化预制泵站应用技术规程》(CECS 407:2015)要求,应在干式泵站泵筒内设置集水坑和排水泵,这是泵站运行安全保障措施之一。在项目进行电气及自动化控制设计时,应着重考虑排水泵的供电及自动化控制,以保证泵筒内只要进水,便可通过排水泵直接排除。在后期运行过程中,应保证排水泵一直通电,自动化控制程序运行正常,并定期进行检查维护。

2.4 泵站保温防冻措施

在我国东北、西北等冬季温度较低的寒冷地区,为保证一体化预制泵站在冬季寒冷天气能稳定运行,应特别注意一体化预制泵站的保温防冻措施。

2.4.1 泵站外部保温防冻控制措施

泵站外部回填土时要严格按照安装回填规范要求执行,尤其回填时不能采用冻胀土,泵站承受的冻胀力可以忽略不计,因此只需要考虑保证泵站内温度、使泵站和外界土壤隔离开即可。

2.4.2 泵站内部保温防冻控制措施

根据泵站安装特点,泵站内部需要做保温防冻的部位分别为顶盖、冻土层以上筒体。

设计泵站时,根据泵站使用地点冬季温度、冻土层深度,一体化预制泵站保温防冻措施:

① 顶盖内部设置 25 ~ 100 mm 厚的保温层。

② 确保顶盖检查孔闭合严密,减少外部冷空气进入泵筒内部,降低热交换量以避免出现结霜、结冰现象。

③ 筒体外部根据冻层深度增加 25 ~ 100 mm 厚的保温层,从泵站顶部向下高度为 1.2 ~ 2.5 m (高度需大于冻土层厚度)。

④ 距井筒外壁 0.5 m 处做 0.4 m 厚,从地面向下 1.5 ~ 3 m 深的混凝土隔离层,进一步降低泵站外部冻胀土对筒体的影响。

通过上述处理措施可以有效隔离泵站与外界环境,保持泵站内部温度,起到保温防冻的作用。

保温材料的选用应因地制宜,市场上常见的有聚乙烯开口保温管、橡塑保温板、珍珠岩、聚乙烯泡沫塑料等。其中聚乙烯泡沫塑料密度低、质量轻、强度高,其强度随密度增加而增大,有吸收冲击载荷的能力、缓冲减震性能优良、隔音吸音性能优良、热导

率低、隔热性能好、电绝缘性能优良,且具有耐腐蚀、耐霉菌及软质泡沫塑料弹性优良等性能,是一种使用较广泛、安装操作方便的保温材料。

3 结论

伴随着更多一体化泵站的应用,在设计过程中应特别重视如下几点:

① 一体化预制泵站位于倾斜场地时,其地面坡度与高程差及泵站直径的关系应满足 $\alpha \geq \arctan(h/D)$,并要求露出地面部分井筒做防晒处理,避免阳光直射加速玻璃钢井筒老化,处理高度应满足 $H \geq h + D \cdot \tan \alpha$ 。

② 应该重视干式泵站的整体设计,设定好前端水池的进、出水控制方式与设备,并就设备所需控制系统进行设计,与一体化预制泵站控制系统作为一个整体,集成于控制柜内,并着重说明和提醒。

③ 为保证一体化预制泵站的整体运行安全,应根据具体使用环境,重视设备选择工作,合理选择前端水池的水位控制设备。

参考文献:

- [1] CECS 407:2015, 一体化预制泵站应用技术规程[S]. 北京:中国计划出版社,2015.
CECS 407:2015, Technical Specification for Application of Integrated Prefabricated Pumping Stations [S]. Beijing: China Planning Press, 2015 (in Chinese).



作者简介:孟令智(1984—),男,内蒙古赤峰人,大学本科,工程师,从事市政给水排水工程设计。

E-mail:395035689@qq.com

收稿日期:2019-04-29