

市政结构顶管工程沉井结构设计研究

文/ 余丽华 丁思

(中国市政工程中南设计研究总院有限公司, 湖北 武汉 430000)

摘要: 在经济发展的带动下城市得到了快速扩张的空前发展机遇, 市政工程项目是承载城市稳定运转的基础工程。市政管道项目的推进对城市各类水治理工程项目有更大的助力, 对管道施工的需求也变得更多。而在城市内部进行施工必然会对城市的交通和出行带来影响, 但是为了达成管道实际需求的目标, 这种空间冲突是必然的。每个城市在发展之初的设计都是不同的, 一部分设计方式较为复杂, 在面对这种情况, 施工企业为了确保工程进度常常会采用非开挖的技术来达成既定目标。在管道施工技术应用过程中, 顶管施工技术是最常用的技术类型, 不仅能减少对路面的开挖需求, 同时也能稳定工程进度, 确保施工单位获得相应的工程效益。

关键词: 市政工程; 顶管工程; 沉井结构; 设计研究
中图分类号: TU990.3 **文献标志码:** A



沉井结构的设计应用在当代市政工程施工尤其是顶管工程施工过程中常见, 这种结构设计能有效地避免管道施工大面积开挖需求, 可以通过半地下的施工方式来推进工程, 不仅让工程作业变得更加灵活, 而且整体的投入成本较低, 占用的道路空间较小, 甚至在一些区域可以实现不开挖的操作目标, 与传统的施工技术相比不仅噪声低而且施工周期较短, 工程项目对周边环境以及周边居民的影响相对较小, 在实际施工过程中具有较高的应用价值。所以行业工作人员应更加注重这种沉井结构的应用, 通过不断地实践和优化让这个设计更加契合工程施工需求, 使其发挥出更大的价值。

1 沉井结构的具体特点

城市发展吸引众多的人口安家落户, 无论是日常生活还是工业生产, 必然会产生各类的城市功能的需求, 而要满足这个功能需求的覆盖率且不影响城市景观和城市空间, 就需要在地下铺设不同类型的管道来满足不同的用途需求。在顶管施工过程中所设置的顶管径实际上是一种临时性的设施^[1]。在应用过程中它能临时满足施工需求而且投入较低, 具备后续拆除简单等优势, 成为顶管施工过程中常见的一种结构。而沉井则是顶管井中的一个类型, 和一般的市政顶管工程相比, 沉井结构无论是在刚度还是在深度设计方面, 都会偏大而且具有一定的整体性。这种井的整体

结构较深, 所以很容易出现结构内力大或沉井井壁过厚的情况, 对后续顶管工程的施工带来一定的影响。为了保障工程施工质量, 需要设计者充分了解工程施工的具体情况以及顶管的管径等数据, 从而严格依照施工工程的标准对工程项目中的沉井结构进行完善和优化。

2 工程结构方案

2.1 沉井结构

沉井结构在工程项目中的应用能有效提升结构的刚度性能而且具有良好的整体性, 所以在顶管工程施工中是常见的结构类型。但是在具体施工的过程中还需要注意不同工程之间的特点。沉井结构对深度的要求较高, 需要尽可能缩小其内力, 通过外紧内松的方式来确保整个工程的稳定性^[2]。采用这种方式不仅能有效地减小构建自身的厚度, 同时也能优化工程施工的质量。所以在进行施工结构设计和具体工程施工应用的过程中, 作为工程方案设计者必须到现场对相关的区域充分地考察核对地质测绘数据, 科学地分析和对比施工现场的不同地形和地质情况, 从而制定更加确切的施工方案。

2.2 地下连续墙

地下连续墙在施工设计中隶属于平面构件, 这种情况也导致其在实际应用过程中出现各类问题。例如结构自身的整体性能较差或者在实际使用过程中出

现结构性变形或开裂的问题。所以在设计与施工阶段必须充分考虑这一不利因素,配合合理的支撑结构或者增加平面环向加强筋的方式来提升结构整体的稳定性^[3]。一般情况下这种结构的应用通常都是在深度较深位置的顶管井施工中,所以在选择使用这种结构进行施工时必须充分考虑结构域周边地质环境的情况,做好充分的准备和应对方案。

2.3 排桩结构

在正常施工的过程中我们采用顶管井的施工方式时,常常会发现顶管井的上方出现不规则的情况或者深度较大的问题,如果出现此类问题就需要核验是否是排桩结构的设计问题。在具体应用过程中为了进一步地提升结构自身的稳定性,同时确保整个结构达到预期,就需要做好先期的止水工程设计,借助摆喷或者旋喷的方式,这种工程设计方式能避免地下水对整个结构稳定性的影响,减少后续在工程施工或应用过程中存在的麻烦。

2.4 钢板桩

钢板桩无论是在结构设计方案还是在造价成本以及施工便捷性方面都具有明显的优势。同时钢板桩的硬度较强,所以支撑性较高,是目前顶管工程中常见的一种结构类型。但是这种结构也存在一定的劣势,容易受到外部因素的干扰,包括施工区域周围的地质环境以及地下水水位等因素^[4]。所以在实际施工过程中必须做好前期工程方案的研判,提前确定好钢板桩的具体施工位置,避免在打桩的过程中将桩打入透水层,影响整个工程的施工质量。

3 沉井结构的设计

3.1 沉井壁厚设计

在市政工程施工的顶管工程作业中,沉井的设计原理实际上就是借助沉井自身的重力来实现下沉的目标。在设计过程中如果沉井井壁过薄会导致沉井自重不足的情况出现,如果单纯依靠沉井自身的重力必然无法达到预定下沉的要求。而如果沉井井壁过厚,虽然可以达到预期的自重目标同时达成下沉目标,但是因此所带来的成本增加和物资浪费也是不容忽视的问题。

所以在前期设计过程中设计工作人员必须充分考虑施工区域的地质情况和土壤状况,科学地分析、设计沉井的井壁厚度,确保沉井自身在下沉时具备稳定性和抗浮性能。结合工程相关要求,在沉井下沉之后的稳定系数应保持在0.8~0.9,如果沉井结构自身的水位较高,那么稳定系数的要求则需要上升到1。

3.2 标高设计

3.2.1 井顶设计标高

设计人员在开展沉井结构设计的过程中必须充分考虑其特点,结合沉井井顶的标高进行设计。结合相关标准要求以及工程施工的安全因素的考虑,在对沉井井顶的标高设计时,应使标高比市政顶管工程周围的水位高度高出0.5 m,这样能有效地避免沉井结构在完成最终沉降之后因为地势差导致大量的地面水流入沉井内部。所以在进行顶管工程的沉井设计过程中,设计工作人员必须做好对施工区域水分、地质以及工程设计等具体情况分析。举例说明,如果在分析完众多因素之后得出工程周围的水位达到10 m,那么在沉井结构的设计中井顶标高的设定则为10.5 m。除了这一问题,在设计时还需要确保道路路面低于沉井井顶标高0.3 m,这样的设计可以确保沉井结构的下沉作业在施工时的安全性和可靠性。在这里需要特别说明的是,在一些工程施工过程中会选择使用圆形沉井排水下沉的方式。沉井在下沉过程中会受到外部水和土荷载力的影响,此时工作人员可以将沉井下沉至标高位置之后便可开展干封底的施工作业^[5]。

3.2.2 刃脚踏面标高

在进行刃脚踏面标高的设计过程中,相关工作人员必须对沉井结构自身的抗冲刷强度进行计算。设计人员需要在设计过程中将实际工程的情况数据与沉井结构的各部位尺寸进行充分的结合,以保障沉井结构自身可以发挥出更好的作用,能有效地发挥抗移滑性以及具备良好的抗颠覆的能力,结合各项数据能精准地预估出沉井刃脚踏面的具体标高值。在完成这项工作之后,后续所开展的各项工作应严格依照工程相关的规范标准,并为刃脚踏面的具体标高预留出一定的误差范围,以确保在后续的工程施工作业过程中,施工工作人员能结合实际工程施工的具体情况进行适当的调整和方案的优化。

3.2.3 平面尺寸

在开展顶管工程施工过程中,沉井结构的相关设计尺寸会直接关系到沉井的结构强度以及沉井自身的刚度,对后续的工程项目来说其所具有的抗压性能将显得至关重要。所以在前期进行沉井结构设计的过程中对其平面尺寸的设计也是整个工程项目顶管施工中的重点内容。结合工程施工标准的相关规范和要求,设计人员进行沉井结构的平面设计过程中必须确保后续所搭建的沉井结构下沉的深度不得 >10 m,而其结构出现水平偏移的距离也不得 >100 mm,同时要求沉井下沉的深度比

水平位置的整体数值高出1%。

3.2.4 顶力计算

在市政工程中的顶管工程项目中，为了保障工程项目的质量，工程人员通常会选择使用更加专业的工程井顶管设备来实施管道顶进的操作。专业设备能让顶进施工得到更好的把控，同时也能有效地减小管道在顶进过程中产生的阻力。所以对顶力的计算是确保这项技术应用的关键内容之一，需要工作人员严格计算工程所需要的顶力。如果涉及沉井结构设计，那么顶管设备所发出的顶力要比规定的工作井所要求的理论值更大，这时就需要操作人员结合实际环境情况以及具体的施工要求适当地降低管道顶进的阻力^[6]。

3.2.5 环向计算

在一些顶管工程项目中会用到圆形的沉井井壁作为筒壳，但是具体施工过程中井壁会受到来自各方的压力作用。这就导致沉井的横截面一直处于受压的状态下，所以自身的拉应力就会相应缩小^[7]。当然在前期设计的过程中我们已经将这种情况进行了充分的考量，在材料选择时会考量选择砖砌体以及素混凝土进行井壁砌筑，从而确保井壁的受压性能。在实际工程施工中选择使用圆形沉井的整体数量并不多。但是如果工程施工过程中需要用到大型的圆形沉井，那么就必须要考虑外力所带来的荷载力产生的影响。它会造成沉井横截面出现受压不均匀的情况，造成可能沉井的井壁出现倾斜甚至因为压力过大而出现下沉的情况。而出现这种情况的主要原因还在于沉井自身的横截面较大，施工区域周围的土质情况各有不同，所以在后期因为不同的水土压力作用下而出现受力不均匀而导致的下沉。当然出现下沉的原因还有可能是因为开展下沉施工作业时，操作人员出现的失误或者还有其他外在因素的影响。在沉井下沉之后，出现了较大的倾斜角度，那么土层所受的压力值必然增加。为了避免出现这种情况，在进行圆形沉井环向计算的过程中，不仅要考虑沉井与井壁在下降过程中产生的摩擦值，同时还需要结合圆形沉井的实际直径情况。如果直径较大，就必须调整计算数据将井壁与内摩擦角差值设定在 5° ，而如果直径较小，则设置在 10° 最佳。

3.2.6 竖向抗拉计算

对沉井竖向抗拉计算也是工程施工中非常重要的一项内容，结合一些工程项目的具体环境，我们发现一些地区的工程施工区域的土质多为淤泥或者淤泥质土壤，整个土层的含水量较高，稳定性差^[8]。在这种情

况下依照施工相关规范和标准，则能忽略对竖向抗拉力的计算需求。这是由于沉井在下沉的过程中，如果施工区域刚好是软土层，沉井可能达到的下沉系数将是1.5，此时沉井的刃脚会埋入土壤中，所以并不会出现悬空的情况，当然也就不会出现沉井竖向拉断的问题。如果当这个下沉系数刚好处于1.5之内，则必须针对竖向抗拉进行计算。

3.2.7 稳定性的验算

结合顶管工程施工的要求和标准规范，在工程施工过程中沉井会受到周围土层的顶力继而影响其稳定性，而要满足稳定性的要求就需要结合相关计算公式来调整沉井刃脚底部的主动土和被动土的相关压力值。对工程项目在施工中的实际情况进行分析，可知圆形沉井在实际应用过程中的定力小于井壁的设计定力，这样能保障沉井稳定性的要求。

4 结束语

沉井结构作为工程施工中的一项临时使用的设置，不仅能节约施工成本投入，而且不会产生噪声，对周围环境带来的干扰较小，所以对市政工程施工来说具有良好的应用成效。在具体的结构设计过程中，设计工作人员一定要充分考虑施工区域的地质情况、土壤情况等信息，结合沉井结构需求进行井壁厚度的计算，确保通过合理精准的计算来使沉井结构更加稳定和安全，为后续的施工作业提供保障。

参考文献

- [1] 魏冬冬.浅析顶管工程中沉井结构设计[J].山东化工, 2021, 50(12): 183-184, 186.
- [2] 肖蕾.市政工程中沉井的构造及其施工工艺分析[J].四川建材, 2019, 45(12): 139-140.
- [3] 范娜.市政结构顶管工程沉井结构设计研究[J].价值工程, 2019, 38(31): 178-180.
- [4] 王婷.沉井施工技术 in 顶管工程中的应用研究[J].邢台职业技术学院学报, 2019, 36(5): 84-87.
- [5] 陈浩铭.大型顶管沉井的设计与下沉技术综述[J].居舍, 2019(29): 46.
- [6] 杨剑.市政工程沉井施工相关问题分析[J].现代物业(中旬刊), 2019(7): 236.
- [7] 潘迎, 陈宇.市政顶管工程沉井结构设计要点及应用探究[J].工程技术研究, 2019, 4(9): 189-190.
- [8] 黄迪, 朱劲松, 祁海东.大型沉井下沉过程的应力变化规律[J].交通科学与工程, 2018, 34(1): 40-49.