

市政顶管工程沉井结构设计要点及应用

杨伟

中国市政工程西南设计研究总院有限公司

摘要：随着我国城市化建设步伐的不断加快，各类市政基础设施工程的建设力度也进一步增大。在各类市政地下管道工程与管线工程的建设期间，顶管施工技术能够在保障工程项目顺利推行基础上，同时降低施工噪音以及对外界建筑结构造成的影响，并且具备施工噪音小、效率高以及成本低的应用优势，在各类市政工程建设中也得到了广泛的应用。为了获得良好的顶管施工技术应用效果，还需要结合现场施工情况进行沉井结构的合理设计，以为后续工程项目的顺利推行奠定良好基础，本文就市政顶管工程沉井结构的设计要点与应用进行了探究。

关键词：沉井结构；市政工程；设计要点

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.18.087

在市政顶管工程项目建设期间，其地下隐蔽施工环节比较多，这就需要做好沉井结构的合理设计，才能够推动后续施工作业的有序进行。施工单位还需要加强对沉井结构设计工作的重视力度，对沉井结构的设计要点跟设计的具体应用进行明确，来不断提升沉井结构的整体设计水平，推动市政顶管工程作业的顺利开展。

一、市政顶管工程的沉井结构方案

顶管井作为市政顶管工程建设中的重要临时设施，在沉井结构设计期间，要求设计人员能够严格遵循工程区域的实际地质情况、市政顶管工程施工要求以及地下水文水质条件等基础上，进行沉井结构方案的合理设计与选择，才能够为后续顶管施工奠定良好的基础。目前在市政顶管工程建设期间，常用的顶管井结构类型主要包含有以下几种结构。

（一）沉井结构

通过沉井结构进行市政顶管工程的施工时，其有着刚度高跟稳定性强的良好运用优势。在实际施工期间，因为沉井结构的深度比较大，因此在设计过程中要对沉井结构的内部应力情况进行充分考虑，通过对沉井结构的厚度进行控制以及选用内撑方式，将沉井结构内部盈利进行控制，满足市政顶管工程的实际施工需求。此外在沉井结构设计期间，设计人员需要对流砂、涌水等复杂情况进行充分考虑，做好应急预案的设计，保障沉井结构建设活动的顺利进行。

（二）地下连续墙

地下连续墙也是市政工程沉井结构中的一种常见类型，在实际应用期间还有着占比面积小以及防渗性能佳的应用优势。一般在深度较大的顶管井工程中会应用地

下连续墙进行作业，作为一种平面构件，地下连续墙虽然能够起到良好的地下结构支撑效果，但是在实际运行期间有着墙体容易发生变形以及空间整体性比较差的问题。因此在地下连续墙的结构设计期间，设计人员要采取相应的内撑方式，进一步提高地下连续墙的结构稳定性。

（三）排桩结构

在市政顶管工程施工期间，所面临的施工环境是复杂多变的。在施工期间如果存在有顶管井面不规则或者施工深度比较大的情况下，可以将排桩结构作为沉井结构，为后续顶管施工营造出良好的施工环境。在排桩结构设计期间，设计人员要结合现场施工情况进行止水设施的合理设置，避免地下水等因素对顶管沉井工作所造成的影响。

（四）钢板桩

在应用钢板桩开展市政顶管工程施工时，其具备施工操作简单以及成本低廉的应用优势，并且能够显著提高顶管沉井工程的整体强度。但是在钢板桩应用期间还容易受到工程地质条件与地下水因素的影响，因此在设计期间，设计人员需要对这些问题进行综合考虑。在钢板桩设置期间要尽量打入到不透水层，并且结合现场施工情况进行止水设施的合理选择，避免地下水对钢板桩结构性能造成的影响，满足市政顶管工程的实际施工需求。

二、市政顶管工程中沉井结构的设计思路

（一）明确各项设计参数

为了提高沉井结构设计质量跟适用性，要求设计人员能够做好各设计参数的反复核对跟规划工作，避免设计参数不合理对沉井结构整体施工质量所造成的影响。在设计参数明确期间，设计人员需要将沉井的施工跟下沉两个施工步骤作为重点内容，在对沉井施工期间的设计参数进行控制期间，设计人员需要将施工完成后的尺寸跟标准尺寸偏差控制在20mm以内，对于沉井壁的厚度偏差要控制在8mm以下。对于沉井结构所设计的保护层之中，与实际建设完成之后的保护层偏差则要保持5mm以内。在沉井下沉环节的设计参数控制期间，设计人员要对沉井的下沉位置做好控制工作，在下沉之后的位移量跟深度比例要控制在1%以内。在市政顶管工程的沉井结构施工期间，只有做好各设计参数的规范化管理工作，才能够为实际施工起到良好的指导效果，促进沉井结构施工质量进一步提高。

（二）采取因地制宜的设计原则

我国各个城市的主体条件跟地下结构都存在有非常大的差异性，外加上市政顶管工程多是在城市繁华区域进行施工，导致沉井结构设计施工作业的复杂性进一步提升。在市政顶管工程施工期间如果存在地质条件跟水文条件比较复杂的情况下，设计人员不仅要根据常规施工标准做好沉井结构设计参数的核对跟管控工作之后，还要针对施工区域的复杂条件，因地制宜的进行施工设计方案的优化。这样能够将影响到沉井结构施工的各种因素充分考虑，在设计方案中对这些影响因素的应对措施进行明确，提升沉井结构设计方案的全面性跟可行性。比如在市区内进行顶管工程施工过程中，设计人员还要对施工区域的地下管线分布情况进行明确。如果施工区域内地下供水或供气管道比较密集时，要加强对沉井结构制作参数与下沉施工参数的精细化管理水平，对各建设环节跟施工环节的偏差进行严格控制，促进沉井结构施工精准度进一步提升。在施工区域如果存在有降水比较密集的情况时，沉井施工作业时也会受到自然降水等因素的侵害，因此在施工设计期间，设计人员要对施工区域的土体力学参数进行综合分析，做好对周围土体形变或者位移问题的考虑力度，提升顶管施工作业的整体安全水平。

（三）沉井结构的设计要点

在沉井结构的施工设计过程中，设计人员要对各环节的设计要点进行明确，做好设计质量管理工作，满足后续沉井结构的施工需求。设计人员在沉井结构设计期间，要加强对下面设计环节的重视力度：①在进行井壁厚度的设计过程中，在沉井下沉施工期间，工作人员要根据沉井结构的具体重量来进行下沉规划的合理制定。如果井壁厚设计工作开展期间对沉井的重量需求没有充分重视，在后续施工中还有可能诱发一系列施工质量问题的发生。因此设计人员可以适当通过外力来增加沉井的重量，确保其下沉环节的稳定性，从而将沉井下沉安装到设计位置，保障后续作业的顺利进行。②在进行沉井标高的优化设计过程中，工作人员要在结合了市政顶管工程沉井结构特点基础上，在井壁下沉标高设计过程中，要综合考虑各个方面的施工需求要素来进行标高的合理设计。从而在保障沉井结构施工期间不会受到外界因素干扰，避免沉井结构各类质量损害的发生。③平面设计工作。在沉井结构的施工设计期间，设计人员要根据现场施工需求来进行平面尺寸的合理规划设计，确保平面尺寸能够充分满足后续工程的施工需求，这也是保障市政顶管工程能够顺利开展的重要基础。在顶管工程沉降结构的设计期间，设计人员也要根据沉井结构的深度参数基础上，做好沉井平面尺寸的合理规划，保障各施工环节的顺利开展。

三、顶管工程中沉井结构的设计方法

（一）井壁厚度设计

在市政顶管工程施工期间，设计人员需要向做好沉井结构的整体设计工作，对于井壁厚度、沉井深度等参数要进行明确，才能够保障沉井结构的整体设计效果。井壁厚度的设计合理性直接关系到沉井结构的施工质量，因此设计人员要对井壁厚度进行全面分析与合理规划，构建一套科学合理的参数标准。为了保障沉井结构中井壁厚度的设计水平，设计人员需要就沉井结构的下沉需求、稳定下沉需求跟抗浮需求等参数进行明确。因为沉井在下沉期间要遭受到巨大的摩擦力，在设计期间则要做好对沉井结构重量的控制，确保其能够下沉到设计深度，满足后续工程项目的施工需求。在市政顶管工程建设过程中，部分沉井结构还会受到建设区域周围水体的影响，在该过程中就要对沉井结构的抗浮需求进行明确，让沉井井壁能够依靠自身重量维持在相对稳定的位置上面，满足沉井的抗浮施工需求。下沉需求作为沉井井壁厚度设计中的重要内容，设计人员要结合现场施工情况进行下沉擦书的合理计算，避免沉井结构无法下沉或者下沉过程中出现速度较快的情况，从而保障沉井结构的整体施工质量。

（二）井底设计标高

在市政顶管工程建设期间，要做好沉井的井底标高设计工作，因此设计人员要对沉井结构的特点跟施工中的实际需求进行明确，做好沉井结构底部标高的合理规划，满足后续工程项目的具体建设需求。在进行井底标高设计过程中，设计人员需要对各种安全因素进行综合考虑，一般情况下沉井结构的井底设计标高要高于市政顶管工程水位，这样可以使沉井结构在到达了最终的沉降位置之后需，地面水流不会流入到沉井内部之中，为后续施工作业奠定良好的基础。比如在我国以往的市政顶管工程项目建设期间，设计人员在施工区域的地质水文情况进行明确之后，得知工程施工区域内的周围水位标高为10m，因此将井底标高参数选择为10.5m，从而规避了周围水流对后续市政顶管工程建设所造成的影响。在顶管工程项目建设期间，如果有工程管道标高位置处于地下水位上面的情况下，施工单位需要先通过相应措施进行地下水位的下降处理，将地下水位降低到沉井结构底部标高的0.5m以下，保障后续沉井结构施工作业的顺利开展。

（三）刃脚踏面标高设计

为了推进顶管施工作业的顺利开展，设计人员需要对沉井设计工作的设计规范跟具体要求进行明确。在设计期间要做好沉井结构抗倾覆性能的不断优化，让沉井结构在后续应用中的稳固性跟安全性得到进一步的提升。此外在具体施工期间，设计人员也需要做好对沉井结构刃脚踏面标高以及角度等施工参数的合理计算，在满足沉井结构整体建设质量基础上，地域结构防滑性跟防倾覆性的提升也有着重要意义。

（四）强化稳定性设计

沉井结构在市政顶管工程施工中发挥着非常重要的作用，只有保障了沉井结构的整体建设效果，方能保障后续施工作业工作的开展。设计人员在沉井结构设计期间，要对沉井结构的稳定性进行综合考虑。因此设计人员要对周围土体在受到扰动情况下的具体形变情况进行明确，避免周围土体在发生了形变问题之后对后续施工作业所造成的影响。此外在沉井结构施工期间，还会受到管道材料、推进力量等多种因素的影响，如果没有做好稳定性设计工作，势必会导致土体破坏或者顶进位移等施工问题发生，对顶管工程的施工质量与安全性均会造成严重威胁。因此设计人员在沉井结构设计期间，要对整体结构的稳定性进行综合分析，采取针对性的措施来应对非必要因素对沉井结构正常施工所造成的影响，促进沉井结构的施工质量跟施工效率进一步提升。在沉井结构的稳定性设计期间，设计人员要对顶进力量因素进行综合分析。设计人员要做好施工现场的各项数据的测量工作，通过相应的计算式对沉井工程的各施工参数进行明确，这样能够就施工作业开展期间对周围土体环境所产生的影响进行明确，避免施工中周围土体形变等问题发生。在设计期间如果施工中的土体扰动压力超出了周围土体压力情况下，表明后续沉井结构施工中还容易出现土体位移的情况。要求设计人员能够重新进行沉井结构的设计工作，优化各项设计参数，在必要情况下还要对沉井结构的施工位置进行更换处理。

四、顶管工程中沉井结构的设计要点

（一）做好力学结构设计工作

在市政工程顶管工程的沉井结构施工期间，要求设计人员能够对沉井结构施工中的力学结构情况进行综合分析，随后根据周围施工区域的地质跟水文情况，就顶进力量、周围土体对沉井井壁的压力以及沉井自重等施工参数进行明确。在力学结构的设计优化期间，要对上述施工参数进行综合分析跟优化，降低外界影响因素对沉井结构正常施工所造成的影响。设计人员首先要做好沉井结构顶进力量的计算工作，随后才能够对各项力学因素进行分析工作。在及建设区域内的土体如果呈现出来了密度不均或者受压不均的问题时，需要根据工程项目的具体建设需求对现有的设计方案进行不断优化，并且做好沉井结构力学机构的分析跟评估，从而为后续的沉井结构施工提供良好的参考价值。

（二）做好原始施工数据的收集工作

在进行沉井结构施工方案的设计过程中，需要有大量的原始数据信息作为支撑，才能够保障设计方案的合理性跟可行性。因此设计人员要加强对原始施工数据采集工作的重视力度，并且要不断扩充原始信息的存储量，提高后续沉井力学结构设计跟模拟施工分析的合理性。在沉井工程的施工期间，设计人员要做好施工全过

程的数据手机架工作，不断对各类关键数据信息进行补充与分析，通过汇总计算的方式就最终施工结果进行明确。通过做好各施工数据的分析以及把控的方式，其能够实现对现有施工方案的可行性评估工作，及时发现施工设计方案中存在的不足之处，采取针对性的设计优化措施加以处理。这样能够进一步提升沉井结构的设计水平，为后续沉井结构的顺利施工奠定良好基础。

（三）做好施工方案的设计模拟

在完成沉井结构施工方案的设计工作之后，设计人员可以通过BIM软件等计算机软件技术，就沉井结构施工方案进行模拟演练，促进该施工设计方案的可行性进一步提升。在施工设计方案的模拟施工期间，要对可能影响到沉井结构施工的各项因素记性综合考虑，并且要开展实时环境下的模拟施工作业。设计人员通过将收集到的原始信息作为默认参数，代入到BIM软件中进行力学分析与施工分析，能够促进沉井结构设计的可行性跟精准度进一步提升，对于沉井结构整体设计质量的提升也有着重要意义。

结束语

综上所述，沉井结构作为市政顶管工程施工体系中的重要组成，因此施工单位还要在结合现场施工情况基础上，严格遵循相关规范进行沉井结构的设计工作，对沉井结构的井壁厚度、下沉深度以及各项稳定性指标进行把控，促进沉井结构设计方案的合理性跟可行性进一步提升，为市政顶管工程的顺利施工奠定良好基础。

参考文献

- [1] 上海市政工程设计研究总院. 给水排水工程顶管技术规程 [M]. 中国计划出版社, 2009.
- [2] 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.
- [3] 胡锋妹. 市政给排水施工中长距离顶管施工技术的研究与应用 [D]. 2019.
- [4] 刘力琼, 孙雁宾. 市政顶管工程沉井结构设计要点及应用探究 [J]. 空中美语, 2021 (12): 297-298.
- [5] 杨琨. 市政顶管工程沉井结构设计要点及应用探究 [J]. 建筑工程技术与设计, 2020 (4): 517.
- [6] 郑林. 沉井、顶管在岩石地区综合管廊工程中的应用 [J]. 城市道桥与防洪. 2020, (9).
- [7] 钟晓琳. 市政顶管工程沉井结构设计要点及应用 [J]. 工程技术研究. 2021, 6 (20).
- [8] 杨松, 李铁军. 市政结构顶管工程沉井结构设计研究 [J]. 建材发展导向 (上), 2021, 19 (11): 159-160.
- [9] 刘丹. 市政结构顶管工程沉井结构设计分析 [J]. 智能建筑与工程机械, 2019, 1 (5): 31-33.
- [10] 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.