

水下基坑的水下基坑结构设计及施工方法

朱灿明¹ 王强² 卢涛³

1.常州南天建设集团有限公司 江苏常州 213100

2.南京市江宁区东山街道水务站 江苏南京 211100

3.南京市江宁区横溪街道水务站 江苏南京 211100

摘要：一种水下基坑的施工方法及水下基坑结构。所述施工方法包括：施作基坑四周的连续墙并开挖基坑；基坑的底部包括下混凝土封底层和上混凝土封底层；在下混凝土封底层中浇筑混凝土；在上混凝土封底层中将型钢吊装至连续墙的抗剪槽处，并在连续墙的抗剪槽内固定型钢；在上混凝土封底层中浇筑混凝土，使上混凝土封底层中的混凝土内包括型钢，并使基坑底部的混凝土、型钢和连续墙构成水下封底结构。根据技术方案，可以有效减薄封底混凝土厚度，从而减少基坑水下开挖深度，保证基坑施工安全。并且，本方法结构易于操作、施工工序简单，无需潜水员在地下水下的基坑内进行复杂的钢筋捆绑操作。

关键词：水下基坑；施工方法；水下基坑结构

一、背景技术

涉及施工建设技术领域，具体涉及一种水下基坑的施工方法及水下基坑结构。受制于已建成地铁车站、区间及其他地下建构筑物影响，城区内新建地下轨道交通工程进入深埋阶段。在无明显隔水层的深厚富水砂卵石地层且周边不具备大流量排水条件的环境中修建深埋轨道交通工程，如何处理地下水成了工程能否顺利实现的重难点。

在具备明挖条件的情况下，地下水位以上基坑可采用常规干开挖法，地下水位以下基坑可采用水下开挖。而基坑水下开挖的深度，除受结构底板埋深影响外，还受封底混凝土厚度影响。现有技术中，为保证结构稳定，通常采用非常厚的封底混凝土，这就增加了基坑深度，也增加了施工难度和安全风险。而如果不采用厚封底混凝土，又会影响结构的稳定。因此，如何在保证基坑结构稳定的同时，减小封底混凝土的厚度，成为了本领域需要解决的问题。

二、技术方案

提出了一种水下基坑的施工方法，所述基坑的底部位于地下水位以下，所述方法包括：施作基坑四周的连续墙并开挖基坑；所述基坑的底部包括下混凝土封底层和上混凝土封底层；在所述下混凝土封底层中浇筑混凝土；在所述上混凝土封底层中将型钢吊装至所述连续墙的抗剪槽处，并在所述连续墙的抗剪槽内固定所述型钢；

在所述上混凝土封底层中浇筑混凝土，使上混凝土封底层中的混凝土内包括所述型钢，并使所述基坑底部的混凝土、所述型钢和所述连续墙构成水下封底结构。

优选的，所述施作连续墙并开挖基坑，包括：从地面向下施作所述连续墙；在所述连续墙内开挖基坑至地下水水位处，并在所述地下水位以上架设内支撑结构后，在地下水位以下继续开挖所述基坑。

优选的，在所述上混凝土封底层中将型钢吊装至所述连续墙的抗剪槽处之前，所述方法还包括：在所述基坑的底部施作分仓墙，所述分仓墙的顶部与所述上混凝土封底层的顶部齐平。

进一步优选的，所述分仓墙包括：与所述连续墙的抗剪槽对应的抗剪槽；所述固定所述型钢，包括：将所述型钢分别固定于所述分仓墙和所述连续墙的抗剪槽内。进一步优选的，所述连续墙和所述分仓墙均包括：预埋钢板，将所述在型钢分别固定于所述分仓墙和所述连续墙的抗剪槽内，包括：在所述分仓墙和所述连续墙的抗剪槽内，分别焊接所述型钢和所述分仓墙的预埋钢板，以及所述型钢和所述连续墙的预埋钢板。进一步优选的，在所述上混凝土封底层中浇筑混凝土之后，所述方法还包括：对所述基坑内的地下水进行抽排；在抽排后的基坑内施作永久结构。进一步优选的，所述在抽排后的基坑内施作永久结构，包括：利用所述内支撑结构在抽排后的基坑内施作永久结构。

第二方面，本方法还提供了一种水下基坑结构，所述结构利用如第一方面所述的水下基坑的施工方法建造，包括：型钢、设置于基坑四周的连续墙，以及设置于所述基坑底部的封底混凝土；所述连续墙在与所述封底混凝土的连接处包括抗剪槽；所述型钢固定于所述抗剪槽中，使封底混凝土内包括所述型钢，并使所述基坑底部的混凝土、所述型钢和所述连续墙构成水下封底结构。

优选的，所述基坑结构还包括：分仓墙；所述分仓墙设置于所述基坑的底部，且顶部与所述封底混凝土封的顶部齐平；所述分仓墙包括与所述连续墙的抗剪槽对应的抗剪槽，所述型钢分别固定于所述分仓墙和所述连续墙的抗剪槽内。

进一步优选的：所述连续墙和所述分仓墙均包括预埋钢板；在所述分仓墙和所述连续墙的抗剪槽内，分别焊接所述型钢和所述分仓墙的预埋钢板，以及所述型钢和所述连续墙的预埋钢板。

三、附图说明

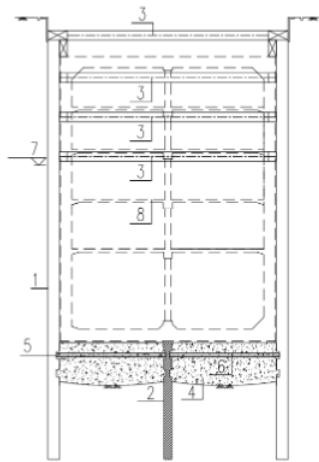


图2为优选实施方式的水下基坑结构的结构示意图

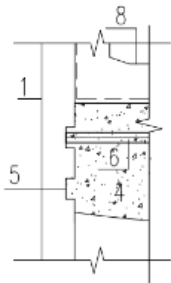


图3为优选实施方式的型钢与抗剪槽连接节点的结构示意图

附图编号：1-连续墙；2-分仓墙；3-内支撑结构；4-封底混凝土；5-抗剪槽；6-型钢；7-地下水位；8-永久结构。

四、具体施工方法

在第一方面，的水下基坑的施工方法，如图2所示，基坑的一部分处于地下水位以上，另一部分处于地下水位以下，也即基坑的底部是位于地下水位以下。

本方法正是提出了一种在富有地下水的基坑内进行封底以形成稳定基坑结构的水下基坑的施工方法，再结合图1、2所示，该方法包括步骤110-160：

步骤110，施作基坑四周的连续墙并开挖基坑；具体的，连续墙可以理解为在地下筑成的连续的钢筋混凝土墙壁，其可作为截水、防渗、承重、挡水结构。

在一个具体的实施例中，施作连续墙的方法可以具体为：在地面上利用挖槽机械，沿深开挖工程的周边轴线，挖出两条狭长的深槽，清槽后在槽内吊放钢筋笼，然后用导管法灌注水下混凝土筑成单元槽段。重复逐段进行上述步骤，即可在基坑四周施作连续墙。在开挖基坑时，以连续墙为基坑的边界，从地上向地下开挖。而由于地上水位以上和地上水位以下具有不同的地层结构特点，可以在地上水位的两侧采用不同的基坑开挖模式。在地上水位以上，采用普通深挖法在连续墙内开挖基坑至地下水位处，此时需要在地下水位以上架设内支撑结构，然后在地下水位以下利用水下开挖法继续开挖基坑直至所需深度。其中，内支撑结构作为一种临时结构，可以在地上水位以上提供一个支撑已挖基坑不塌陷的结构，且施工人员可以利用该内支撑结构作为落点进行后续施工。步骤120，在下混凝土封底层中浇筑混凝土；具体的，基坑挖至所需深度后，需要对基坑底部利用混凝土进行封底。

本方法中的混凝土封底层包括两层，也即，基坑的底部包括下混凝土封底层和上混凝土封底层。下混凝土封底层和上混凝土的封底层的以所需固定型钢为界，也即以连续墙的抗剪槽处为边界。型钢以下为下凝土封底层，下混凝土封底层的底面即为基坑的最底面，型钢以上为上凝土封底层，上凝土封底层的顶面高度为设计标高。在浇筑下混凝土封底层的混凝土时，需浇筑至抗剪槽顶部，以预留出固定型钢的空间。步骤130，在上混凝土封底层中将型钢吊装至连续墙的抗剪槽处，并在连续墙的抗剪槽内固定型钢；具体的，待下混凝土封底层中的混凝土达到一定强度后，将型钢吊装至连续墙的抗剪槽处，并与连续墙中的预埋钢板焊接固定，以在连续墙的抗剪槽内固定型钢。这一过程也可以理解为，在下混凝土封底层中的混凝土上，加设一个与连续墙固定的

型钢。并且，为在施工中增加工程的抗浮、支护和结构稳定性，本方法在基坑的底部、两个连续墙的中间，还施作有分仓墙，也即抗拔墙。该分仓墙的顶部与所述上混凝土封底层的顶部齐平。并且，分仓墙与连续墙一样，也包括抗剪槽和预埋钢板，且分仓墙的抗剪槽的位置与连续墙的抗剪槽的位置相对应。型钢被分仓墙分为两部分，在分仓墙和连续墙的抗剪槽内，分别焊接型钢和分仓墙的预埋钢板，以及型钢和连续墙的预埋钢板，以分别将型钢固定于分仓墙和连续墙的抗剪槽内。

步骤140：在上混凝土封底层中浇筑混凝土，使上混凝土封底层中的混凝土内包括型钢，并使基坑底部的混凝土、型钢和连续墙构成水下封底结构；具体的，在型钢吊装固定完成之后，在上混凝土封底层中浇筑混凝土至设计标高。此时，上混凝土封底层中的混凝土内是包括型钢的，整个基坑底部的混凝土、型钢和连续墙共同构成了水下封底结构。在本方法中，内部设置型钢的水下封底混凝土结构体系结构整体性更好、抗弯能力更强，可以有效地减薄封底混凝土厚度，从而减少基坑水下开挖深度，保证基坑施工安全。而在混凝土封层后，即可形成基坑稳定的底部结构，可以在该底部结构之上对基坑内的地下水进行抽排，也即执行步骤150-160。

步骤150，对基坑内的地下水进行抽排；具体的，利用混凝土封底做行程的底部结构，对基坑内的地下水进行抽排，以形成基坑内无水空间。步骤160，在抽排后的基坑内施作永久结构；具体的，利用内支撑结构在抽排后的基坑内从下向上施作永久结构，永久结构施工完成后，拆除内支撑结构即可。其中，永久结构可以理解为用于长期存在、承载和传递荷载、满足特定功能要求且不易被拆除或替代的建筑组成部分，包括地基、承重墙、梁、柱等结构。

提供了一种水下基坑的施工方法，在水下封底的过程中，在封底混凝土中增加了与连续墙固定的型钢，使基坑底部的封底混凝土、型钢和连续墙共同构成稳定的水下封底结构。内部设置型钢的水下封底混凝土结构体系结构整体性更好、抗弯能力更强，可以有效减薄封底混凝土厚度，从而减少基坑水下开挖深度，保证基坑施工安全。并且，本方法易于操作、施工工序简单，无需潜水员在地下水下的基坑内进行复杂的钢筋捆绑操作。

在第二方面，还提供了一种水下基坑结构，该结构利用上述第一方面的水下基坑的施工方法建造，如图2-3所示，该结构包括：型钢6、设置于基坑四周的连续墙1，以及设置于基坑底部的封底混凝土4。连续墙1在与封底混凝土4的连接处包括抗剪槽5。型钢6固定于连续墙1的抗剪槽5中，使封底混凝土4内包括型钢6，并使基坑底部的封底混凝土4、型钢6和连续墙1构成水下封底结构。

另外，基坑结构还包括：分仓墙2。分仓墙2设置于基坑的底部，且顶部与封底混凝土封4的顶部齐平。且分仓墙2包括与连续墙1的抗剪槽5对应的抗剪槽5，型钢1分别固定于分仓墙2和连续墙1的抗剪槽5内。并且，连续墙1和分仓墙2均包括预埋钢板（图中未示出）。在分仓墙2和连续墙1的抗剪槽内，分别焊接型钢6和分仓墙2的预埋钢板，以及型钢6和连续墙1的预埋钢板。在地下水位7以上的基坑内，还包括内支撑结构3，并可利用内支撑结构3在基坑内从下向上施工永久结构8，永久结构8施工完成后可拆除内支撑结构3。

结语

提供了一种水下基坑的施工方法，在水下封底的过程中，在封底混凝土中增加了与连续墙固定的型钢，使基坑底部的封底混凝土、型钢和连续墙共同构成稳定的水下封底结构。内部设置型钢的水下封底混凝土结构体系结构整体性更好、抗弯能力更强，可以有效减薄封底混凝土厚度，从而减少基坑水下开挖深度，保证基坑施工安全。并且，本方法易于操作、施工工序简单，无需潜水员在地下水下的基坑内进行复杂的钢筋捆绑操作。

参考文献

- [1] 鲜云兵. 闽江特大桥深水基础水下基坑控制爆破施工技术[J]. 建材发展导向, 2020, 18(1): 2.
- [2] 王明海. 水下深基坑爆破施工技术[J]. 华东科技: 综合, 2020(3): 1.
- [3] 陈扬勋, 徐巍, 桑运龙, 等. 富水区深基坑水下开挖工法的设计探索[C]//2022年全国工程建设行业施工技术交流会论文集(上册). 2022.
- [4] 郑来灰, 崔琼花, 陈小平. 水下承台基坑开挖方法技术研究[J]. 2023(2): 172-173.