

地连墙套铣接头的施工工艺及建议

李超

保利长大工程有限公司

摘要：当前，建筑施工时常遇到复杂地层的影响，深基坑成为地下空间建设的必要组成部分，在做深基坑工程时，地下连续墙成为这个工程的主要结构形式之一，尤其是在接头工艺上，以双轮铣槽机进行施工有大大的好处。这些年这个工艺也在不断提升质量和效率，对二期槽施工的进度有推动和保障作用。因为深基坑施工难度较大，且长期的降水会对施工周边环境带来破坏和巨大的影响，利用套铣工艺施工地下连续墙能够保障其抗渗透、抗压性能，做好承压层。因此，本文以此为研究对象，重点研究套铣接头工艺，并提出相关措施和建议。本文观点仅供参考。

关键词：地连墙；施工；套铣接头；施工工艺；施工建议

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.11.034

引言：

进入21世纪以来，我国国家经济、科学技术都在迅猛发展，城市化进程不断推进，生态文明建设不断加强。在城镇化推进的同时，城市用地越来越拥挤，地面上的用地面积越来越满足不了人们的日常需求，探寻开阔的地下空间成为解决此问题的重要的方法和举措。同时，拓展地下城市空间能够大大提高我国运输业的发展速度和发展力度，更多的地下停车场、地下地铁站，可以让地下资源利用率不断提高，既节约了空间又带来经济的提升。但是，地下施工无法避免的会受到周边地质环境的影响，也会面临来自地面上方一些自然环境的压力，所以，保证地下工程建设的安全性成为关键。地下连续墙由于其自身在施工时产生的震动声音小、对周边环境带来噪音音量低，对施工的墙体墙面具有较强的防水性能等优势，在地下工程建设中被广泛采用，同时，地下连续墙通过接头的不同可以灵活选择和更换，对不同的地质施工都有较好的作用，满足了不同地质条件施工需求。

一、地连墙施工

（一）地连墙施工流程

总的来说，地连墙施工主要是在地下层面引孔、钻槽并下放槽钢筋，最终通过两期铣削做出一期槽和二期槽，对槽内进行混凝土的浇筑，形成地面的墙体。主要施工流程如下：

步骤一：施工前的准备。在施工之前，要准备好地连墙具体施工所需要设备的安装，并且对需要使用的泥浆进行标准范围内配比、制储，并输送到施工地点。

步骤二：成槽施工。这一步骤主要是将泥浆的材料

进入挖好的钻孔，并进行初步铣削边槽，然后对中间地层铣削，削出中槽。因为铣削工作不是一下就能完成的，所以需要泥浆进入循环系统多次做铣削工作，最终成槽清孔。

步骤三：钢筋笼制安。这一步骤是在两孔和一期铣削槽完成后进行的工作，主要向做好的墙体槽内放入钢筋笼，在放之前要把控钢筋原材料的质量和合格标准，并对其按要求进行加工，加工时主要是检查钢筋的连接器、灌浆管等预埋是否到位，检查合格就正式下方入槽，并将水密导管安置到合适的位置。

步骤四：混凝土浇筑。这个工作是地连墙质量保证最重要的一个步骤，同泥浆成槽一样，它需要把控混凝土原材料进入浇筑场地，并将水泥、砂、石子等材料按比例进行配置混凝土，在浇筑之前先进行入模实验，在搅拌混凝土时要控制好时间和温度，运输时要注意密闭性，避免材料的浪费，运输完成后就需进行混凝土的水下浇筑。

步骤五：墙体压浆及高压旋喷施工。这是整个地连墙工程施工的最后一个步骤，这个步骤要对灌浆进行配比，并在施工现场根据比例拌制，在施工时主要是根据抽水试验看是否符合标准，如果不合格，就需要进行高压旋喷工作进行止水，这样才能保障地连墙整体施工的质量。

（二）地连墙铣槽施工要点

一般情况下，进行铣槽施工时会选取较大的机械设备。因为开挖的地质较厚，有些地层还经过风化，容易坍塌和变形，岩石埋藏较深。需要考虑后期的施工质量和安全问题。所以，在铣槽施工时要选择合适的铣槽机，方便更换套铣接头，应对不同的地质情况。

在使用铣槽机施工时，如果速度太慢，可以根据具体施工状况搭配不同的辅助工具，使其开槽更深，在开槽的过程中，还要注意地连墙墙角基坑的稳定性，避免发生基坑破坏从而带来渗漏等不良后果，要加强钻探的数量和范围，对所有槽段的基坑都要检测。如果发现倾斜、偏离的状况，要尽早修正。一般情况下，一期成槽要以“Y”字形为主要标准，先对墙体两侧进行铣削，左右两侧保持同样的夹角，并形成特殊槽，成槽后，用旋钻机开挖破坏表层岩石并打孔成槽。

（三）地连墙施工的接头方法

地连墙工程后期工作能否顺利展开，就要看前期铣削工作能否做到位，它直接影响后期工程的顺利展开和整个工程的进度，并大大影响最终的质量。所以这一步骤必须按照标准去提高质量，尤其对于二期槽要有不

同的施工接头方式，下面主要介绍我国现采用的常见方式：

(1) 接头管接头。这种接头方式是在二期施工成槽锥形形成之后进行的，在一个单元槽的土方施工完成后，放入光滑的接头管，因为接头管较大，一般都是采用吊车等重型机械进行放置，放置时以端口为主，然后再吊放钢筋笼并浇筑混凝土，等到混凝土放置3到5小时后，在进行管与管的接头工作。这种施工接头的优点是，构造简单；施工方便，工艺成熟；刷壁易行，易清除干净墙段侧壁泥浆，有利于确保接头混凝土质量；后施工槽段下放钢筋笼方便；造价较低。缺点是，接头刚度较差，属柔性接头，整体性较差；抗剪能力较差，受力后易变形；接头呈圆弧光面，无拐点，抗渗止水性能差，易发生接头处墙面渗水。因此，在高水位区域不易使用此类接头，若采用须在墙后接头处做一定宽度的旋喷桩或压密注浆封住接缝。（具体如下图图1所示）

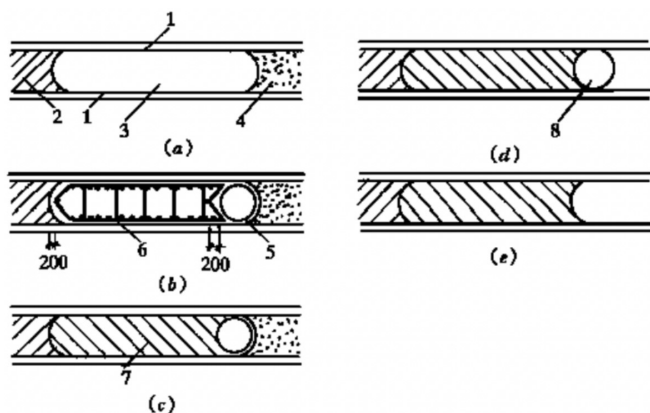


图1 接头管接头

(2) 接头箱接头。这种连接是一种可以进行剪力和拉力的刚性连接。其施工方式类似于连接式管道，不同之处在于采用接头箱来替代连接管道。挖好了槽段后，把接头箱吊下。因为接头箱是在浇注混凝土的一边打开的，所以可以将钢筋笼末端的横向钢筋或纵向连接的钢板插入到接头箱中。浇注混凝土时，浇注的混凝土不会流入接头箱，因为接头箱的开口是用钢板包住的，钢筋笼内焊有钢筋。接头箱取出后，挖出后一单元槽段，再将后一段的钢筋笼吊起，再浇注混凝土，形成新的连接。该连接的优势在于，相邻的单元槽处的横向钢筋可以相互错位，从而构成一个刚性的整体连接；抗弯、抗剪承载力强、变形小、防渗效果好。其不足之处在于，接线箱的构造较为复杂，施工过程繁琐；墙体粉刷不易，墙体侧壁淤泥不易清理；钢筋笼外伸的钢筋易弯曲，对墙体的清理及下一槽段的设置造成了难度。

(3) 工字钢型接头。U型连接管用于安置有方形孔洞的连接钢板，在两个相邻的凹槽连接部位与顶部连接，以加强连接。为了增强接缝钢板和混凝土的结合，在接缝钢板上有许多方形孔洞。在滑动接触箱的末端装

有尼龙塑料管，用于密封注浆，防止新浇筑的混凝土渗入。为方便拔出接头箱，在接头箱与封头和U型接头的接合部连接处设置PTFE滑块。其优势在于，在接头处安装有连接板，从而改善了其抗渗性；同时，该节点具有良好的剪切能力。其不利之处在于，将滑板接线盒的安装和拆卸过程比较复杂；在墙体上刷墙、清理墙体侧壁的淤泥很困难，抗弯性差；连接部位采用了更多的钢板，而且价格也很高。

二、套铣接头的施工工艺

一般情况下，地连墙工程都会采取“铣接法”，这样在一期槽和二期槽施工时，能够根据不同的岩石层特点，安装不同的接头，整个施工的泥土层最终以锯齿形为搭接，能更有效率完成施工。接头工艺对地连墙施工非常重要，要灵活选择和运用。在所有接头方式中，套铣接头利于灌注，密闭性好，又有成本低等优势，被经常采用。

(一) 套铣接头的优势

套铣接头主要是以双轮铣槽机旋转显的铣轮，对混凝土进行铣削形成锯齿状，对新老混凝土达到良好的咬合有重要的作用，让一期槽和二期槽在浇筑后更好的连接。它在接头的处理时比较简单方便，施工的过程简洁不复杂，并让两者接头的缝隙缩小到最低值，具有较好的抗渗性。而且，利用铣槽机来施工，让最终的成槽稳定性大大提高，垂重度也高。并且整个泥浆循环过程产生的环境影响小，文明度高。

(二) 套铣泥浆技术

1. 泥浆类型的选择

双轮槽车是靠铣齿加工而成的。从泥浆泵抽吸的施工特性来看，槽铣机施工中的泥浆与干钻相比，具有三种功能：护壁、运渣和冷却铣轮。为克服普通钻井液的缺陷，在钻井机的钻探过程中，必须选用复合钠基膨润土泥浆。该泥浆的成泥率高，适合于不同的地质条件。采用聚合物在罐壁上的分散性作用，形成护壁胶层，其致密程度高，从而大幅度降低了泥浆的脱水。

2. 泥浆指标

在地下连续墙工程中，其开挖面的稳定性是影响其施工质量的重要因素。在工程中，采用了泥浆护壁的方法。但在软弱地基的沙土中，由于沟槽的稳定性和黏性土壤的稳定性存在着明显的差异，因此，在沟槽段进行两种不同性质的泥浆分层是非常困难的。因此，在地下连续墙中设置一种适合于两种地质特点的护壁泥浆，是保证其稳定的关键。在施工之前，要对各种地质情况进行检验和计算，以确定其合理的泥浆性能指标。以某工程为例，采用了三维有限元模型，对该工程进行了数值模拟。经测算，该项目的浆液配比为1.15~120，黏度为25~30秒，理论上预测的最大侧向位移为10.5mm，而实际的沟槽断面的横向变形应该小于10mm，说明该断面的变形与现场监测结果是吻合的。

3. 循环泥浆净化技术

(1) 除砂机净化。该设备通过筛网、振动脱水、旋流分离三个阶段对从槽段抽吸的泥浆进行了处理。经处理后的淤泥进入淤泥回收池进行再利用。

(2) 粉细砂净化。用脱砂机进行了处理,得到的泥浆中仍然含有一定数量的极细粉砂(小于0.026毫米)。这些微粒漂浮在淤泥里。一般采用钠基膨润土+泥浆微粒,通过聚合物分子的吸收与凝聚,使其逐步聚合。经过一段时间的循环沉淀,再在泥浆循环槽中进行分离。但在高含粉量的10层沉积物中,干粉细沙的数量大于每单位体积的聚合物分子对其的吸附和凝结。即使在长期沉淀后,仍然存在未聚合和沉淀的细粉。当泥浆进入循环体系时,会对地下连续墙的施工造成一定的影响。在此条件下,可以将新的钻井液添加到循环泥浆中,从而减少每体积泥浆中的细粉颗粒与聚合物分子的比例,从而可以有效地进行吸附和凝结,从而达到沉淀与分离的目的。在实际生产中,应根据不同的地质条件和粉质细沙情况,采用实验方法确定新泥浆的用量。在二段槽段铣削时,由于在切削混凝土时会产生相似的粉细沙,因此,在二段槽段铣削时,可以适当地提高新浆的用量。

(三) 成槽后续工作

1. 成槽检测

当地连墙成槽之后,可采用超声波成孔检测仪进行终孔检测,主要检测项目有平面位置、深度、宽度、垂直度、沉渣厚度、泥浆指标等,其各项检测指标满足设计和规范要求后,向监理工程师报验,验收合格后,进行下一工序的施工。

否则应进行修槽工作,使其符合设计要求再清槽。

2. 清孔换浆。

成槽之后不仅要检测,还要通过系统自带的分离系统进行清孔换浆。可以使用泥浆泵进行吸取,并结合除砂的装置筛出里面存留的残渣,最终保证循环,这一步的细节在上文已经描述。

3. 刷壁作业。

在二期成槽接头完成后,接头周围都被泥浆和残渣包裹,所以必须进行刷洗,从而保证其洁净。在刷洗时,由于泥浆附着性较高,所以采用钢丝刷最好,从上面开始对每个接头的孔槽都进行刷洗,刷洗时要保证上下都刷洗干净,刷洗之后还要进行吸附,从而排除所有残渣。同时要注意刷洗时尽量保证垂直状态,这样可以不伤害槽体表面。

4. 钢筋笼下放及浇筑。

因为地连墙施工范围大,施工强度难,所以在进行钢筋笼制作和安装时,要先进行局部制作,然后通过拼接形式保证其完整性,在下放时,可以采用错位形式进行对接,并且为了保证钢筋不被破坏,要在钢筋笼两侧焊接保护层,这样在具体连接时能保证其性能和质量,将钢筋笼放到合适的成槽中,在进行加固后用吊车进行放置,放置前要对具体的吊点进行主筋的焊接,下放时

保证其稳定性。

三、套铣接头施工的一些建议

在工程实践中,由于地下连续墙工程的施工现场存在大量的大型机械和场地,所以对其进行合理的设计是十分必要的。在二期槽套铣缝施工中,一期槽段浇筑时间较长,导致混凝土固化后强度增大,从而影响了二期槽的施工效率,并加大了工程造价。提出了以后在进行套管铣接地墙施工时,应对施工槽段的现场布局与顺序进行合理的设计,并适时实施二期槽段的施工。为了提高铣削的效果,建议在混凝土初凝后进行二段槽段的施工。在施工现场安装了两台双轮式铣槽机,用于一期、二期槽段的施工。一种是一相槽段结构的标准齿形,一种是二相槽套的磨削接头结构。该方法可消除在磨入砂层时产生的砂坑现象,同时也降低了磨削二相槽时的标准齿损耗。在安装铣槽机之前,必须将导向架严格按槽段中心线安装,导向架的油缸必须支持牢固。前、后、左、右三个位置与凹槽的边沿相平行,而中间的位置则与凹槽的剖面中心相一致。在施工过程中,要注意调整刀架的倾斜角度,并耐心地观察斜度的变化。在坡口段发生倾斜的情况下,及时将刀架抬起1~2米,以便进行坡口的修复和清理。可以考虑用专用的缝线清理工具来清理墙壁。可同时刷左、右两头,确保刷头与左、右两端有充分的接触区域,以确保刷壁的品质。

结语:

随着地下连续墙的施工工艺不断提高,其向超厚、超深、超硬地层发展。地下连续墙在城市轨道交通,高速铁路车站,机场,城市建筑,隧道竖井,桥梁锚块,大型水库等地下连续墙,河湖堤坝和围堰,高层建筑地下室,具有广泛的应用前景。

参考文献

- [1] 赵亮. 砂岩地下连续墙套铣施工技术研究[J]. 中国高新科技, 2021(04): 29-30.
- [2] 高智. 地连墙套铣接头的施工工艺及建议[J]. 地质装备, 2020, 21(03): 41-43.
- [3] 林峰. 杭州地铁连续墙成槽入岩施工技术研究与实践[J]. 价值工程, 2019, 38(17): 134-137.
- [4] 张伟文. 超深地下连续墙施工与质量控制技术[J]. 建筑施工, 2017, 39(08): 1163-1165.
- [5] 徐安军. 地下连续墙套铣接头工艺施工中一期槽段内的钢筋笼定位技术研究[J]. 建筑施工, 2014, 36(05): 507-508.
- [6] 吴洁妹. 软土地基中地下连续墙套铣接头工艺施工技术及施工设备研究. 上海市, 上海市基础工程集团有限公司, 2013-12-27.
- [7] 孙静. 套铣接头在地下连续墙施工中的应用[J]. 建筑技术, 2011, 42(11): 1036-1038.
- [8] 施振东. 超深地连墙槽段连接方式的比选[C]// 第四届中国岩石锚固与注浆学术会议论文集. 2007: 395-400.