

超高建筑双向同步施工技术

王安慰

(海陆建设<青岛>有限公司, 山东 青岛 266000)

【摘要】近年来我国城市化进程不断加快,而在城市发展过程中为缓解建设用地资源匮乏的问题,城市建筑的高度逐步增加,出现了越来越多的超高层建筑。但超高层建筑由于工程规模较大,其施工周期也相对较长,难以满足城市建设的实际需要。因此为加快超高层建筑工程的施工进度,双向同步施工受到了广泛的关注。本文将对超高层建筑工程的双向同步施工的基本技术原理及技术重难点进行分析,并结合某超高层建筑工程实践探讨该项技术的施工要点。

【关键词】 超高层建筑; 双向同步; 施工技术; 技术要点

为提高城市建筑用地资源的利用率以及建筑工程的容积率,在现代城市建设中出现了越来越多的超高层建筑工程。但是超高层建筑工程的施工不仅对施工技术水平有很高的要求,而且其建设周期也明显较长,这使得其成为了制约现代城市发展速度的重要因素。为有效缩短超高层建筑工程工期,尽快完成超高层建筑工程的施工任务,可以采用双向同步技术来进行超高层建筑的施工建设。施工单位应加强对双向同步技术的研究,充分了解其技术原理,准确把握双向同步施工中的重难点技术环节,且应在施工实践中结合超高层建筑工程的实际情况制定科学的施工技术方案,确保施工技术的应用科学规范,以提高施工质量和效率。

一、概述超高层建筑工程施工中的双向同步技术

所谓双向同步施工技术主要指的是在施工中,同时开展超高层建筑工程地下结构以及上部结构的施工作业,是一项较为先进的超高层建筑施工技术^[1]。具体来说,双向同步施工就是在超高层建筑工程的施工中将所选定的表层楼板作为作业基面,并利用桩基结构以及地下楼面梁板结构作为垂直方向以及水平方向上的支撑结构,以便以交叉作业方式同时进行地表上的正向施工以及地表下方的逆向施工。双向同步施工技术的应用不仅能够加快超高层建筑工程的施工进度,有效缩短其施工周期,而且也有利于控制施工成本,因此在超高层建筑工程的施工中受到了越来越多的关注。

二、超高层建筑工程施工中双向同步技术的关键环节

(一) 超高层建筑双向同步施工的桩基技术环节

在采用双向同步技术进行超高层建筑工程的施工时,由于建筑高度较高,其结构重心的稳定性相对较差,较容易出现结构倾斜甚至倒塌等问题,因此对建筑基础施工技术提出了很高的要求。特别是在双向同步施工过程中,其基础桩结构和立柱的成桩时间存在一

定的差异,立柱桩的施工往往早于基础桩,因此在未完成建筑工程基础底板浇筑施工前需要由立柱桩来单独负荷上部荷载。且随着施工进度推进,建筑基础土方逐步减少,对立柱桩所需承载的负荷相应的加大,可能会引起立柱桩产生不均匀沉降等问题,影响超高层建筑工程整体结构的质量安全,因此这是超高层建筑工程双向同步施工中的重难点技术环节之一^[2]。在施工实践中,施工单位应合理选择桩基基础结构,利用采用大承载力的钻孔灌注桩等结构形式,且应准确计算单桩承载力,并可以通过设置支撑柱等方式来进一步提高其承载性能,从而为保证超高层建筑结构的稳定性奠定坚实的基础。同时,在双向同步施工中,施工单位还应合理选择桩基施工设备,准确确定各项技术参数,加强对成桩质量的检测监督,从而更好地保证超高层建筑基础结构的施工质量安全。

(二) 超高层建筑双向同步施工的表面基准层技术环节

应用双向同步技术进行超高层建筑工程的施工时,由于在未浇筑基础底板时,需要由围护结构以及立柱桩来承载施工荷载以及建筑工程的上部结构荷载,而随着建筑施工的推进,上部结构荷载不断加大,而为围护结构以及立柱桩提供支撑的土方则逐步减少,因此表面基准层的合理选择就成为了超高层建筑工程双向同步施工中的关键性技术环节之一。施工单位应结合现场施工的实际情况对表面基准层受力情况进行客观的分析,以确保表面基准层的选择科学合理。

(三) 超高层建筑双向同步施工的交叉衔接技术环节

在超高层建筑工程中采用双向同步技术施工时,其上下结构的施工虽然同步进行,但仍在具体时间上存在一定的差异。而且当上部结构施工开始后,会对下部结构施工材料设备的进场开挖土方的外运以及

混凝土浇筑等施工工序的作业产生不同程度的影响，因此施工单位应合理安排施工工序以及上下结构施工之间的衔接时间，一般应按照尽早介入原则在不影响建筑工程下部逆作施工的前提下，合理安排上部结构的正作施工的开始时间。施工单位可以利用模拟仿真技术来虚拟模拟不同介入时间下的施工情况，以准确判断上部结构施工介入的最佳时间点，从而切实提高施工效率，节约工时。

（四）超高层建筑双向同步施工的上下结构交接技术环节

在超高层建筑工程中应用双向同步技术施工时，一般是以地面为分界线，分别采用顺作以及逆作方式来进行上部结构以及下部结构的施工作业，但在地面上方的顺作中需同步完成剪力墙的施工；而在地面以下的逆作中则需要将剪力墙的施工延后。这种施工方式使得超高层建筑双向同步施工中的上下部分的交接处稳定性相对较差，且受力较为复杂，容易存在安全风险，因此这也是双向同步施工中的一个重难点技术环节。施工单位可以采取设置临时转换梁等技术方法来提高交接部分的稳定性，且应合理确定转换梁位置。同时，当超高层建筑工程的整体结构施工完毕后，施工单位还应拆除临时转换梁。

（五）超高层建筑双向同步施工的混凝土浇筑技术环节

在超高层建筑工程的双向同步施工中，降低上部结构自重、尽量减少对下部结构的影响，保证建筑整体结构的安全性和稳定性是施工的重点，因此施工单位可以采用高强度混凝土作为主要施工材料。与普通混凝土相比，高强度混凝土浇筑技术能够有效减少出现肥梁或者厚板等问题，从而可以在一定程度上减轻对下部结构的挤压影响。

三、超高层建筑工程双向同步施工实践技术要点分析

（一）某超高层建筑工程概况分析

某建筑工程项目的建筑面积达到了 27700 m² 左右，共包括 2 幢主楼和裙房，主楼地上部分为 30 层，地下部分为 5 层，属于超高层建筑。该工程项目中主楼基坑的开挖深度在 26.2 m 到 23 m 之间。由于该超高层建筑工程的施工现场周边环境较为复杂，而且基坑开挖工程量较大，对施工工期有较高的要求，因此综合施工现场的实际情况，决定采用双向同步技术进行该工程的施工建设。该工程下部结构施工中，其围护结构采用的是地下连续墙，并采用了钻孔灌注桩与筏板构成的桩筏基础结构，施工单位应在基础大底板施工完毕前及时介入上部结构的施工作业，以便通过双向同步施工方式来加强施工进度，确保工程能够按期交付。

（二）施工技术方案的制定

在该超高层建筑工程的施工准备阶段，施工单位利用三维仿真技术对双向同步施工过程进行了虚拟模拟，以进一步明确施工技术要点，优化施工技术方案。通过模拟分析发现，应先以逆作方式进行地下结构的施工，且上部结构的施工应在下部施工至 4 层时开始进行，以便同步完成裙房上部 and 基础底板的施工，此时主楼部分应完成第 10 层上部结构的施工。在上部结构施工过程中应先开展梁柱结构、楼板以及剪力墙暗梁和预留竖向钢筋的施工，且应在主楼部分施工至第 10 层上部结构时，同步开展剪力墙的施工。同时，在同步进行主楼部分剪力墙的施工时，应同步设置转换结构，从而保证建筑整体结构的稳定性和安全性。此外，在双向同步施工过程中，应严格控制桩基结构极限承载能力、最大沉降值、桩体倾斜值以及柱墙和两相邻立柱之间的沉降差异等关键性技术参数，以保证施工质量。

（三）该超高层建筑工程施工中双向同步技术要点分析

1. 桩基施工技术要点分析

在该工程的桩基施工中采用的是钻孔灌注桩，施工单位在准确测定桩位后，将钻机平台平稳安装在孔位上，且应合理选择钻杆以及钻头 etc 钻具设备。在钻进成孔过程中，施工的人员应合理控制钻速。加接钻杆时则应注意钻杆是否与钻盘中心对正^[3]。在完成钻孔作业后，施工人员应对钻孔位置、孔径、孔深以及孔壁垂直度等进行检测，且应进行两次清孔，为保证成桩质量奠定良好的基础。本次施工中的第一次清孔采用的是反循环泵吸技术，施工人员应上下活动钻具，使其慢速转动，以便将孔底沉渣破碎清出。而二次清孔则采用了反循环气举技术，施工人员应注意控制气液混合装置的安装深度，且应在清孔过程中加强对风量以及风压的控制。清孔时应根据实际清孔需要合理确定泥浆密度、黏度以及清孔作业时长，以确保孔底沉渣厚度符合施工要求。

为提高桩基结构的承载性能，在本次施工中采用了钢管作为支撑材料。钢管吊装应一次性完成，且应利用自动化三层双轴定位结构来对钢管进行定位。施工人员应在完成钢筋笼的施工后，对桩孔周围进行清理，并在地坪上固定好定位架，确保定位架中心重合于桩位中心。之后，施工单位应利用汽车吊来进行钢管的吊装作业。当钢管在空中呈立直状态后，再将其缓缓置入桩孔中。在浇筑混凝土时，施工人员应对钢管垂度进行动态监测。特别是当混凝土液面处于钢管下方时应进行一次观测，如钢管出现倾斜等情况时应立即采取调直措施。当混凝土液面接近钢管底部时应再次观测钢管状态，确认其垂直度符合施工要求后

才能继续进行浇筑施工。在钢管下端进入混凝土液面内,且深度在0.5 m到1 m之间时,施工人员应再次检测钢管垂度,且应减少抽动导管的频率及次数,并将混凝土浇捣速度适当降低,从而避免混凝土浇筑对钢管造成冲压,影响钢管安装质量。

在浇筑混凝土施工时,施工人员应注意空中导管位置以及混凝土面标高,且应根据混凝土浇筑进度将导管逐节拆除。一般应在混凝土浇筑面上升2.5 m左右时即将一节导管拆除。当发现钢管内有混凝土返出时,应及时停止浇筑作业。在完成桩体浇筑的3天到7 d左右,施工单位方可进行桩端部分的注浆施工。制备浆液时应严格按照设计标准控制水泥掺量以及水灰比。本次注浆施工同时采用了3根注浆管,并通过高压柱塞泵将浆液注入,以确保注浆均匀饱满。施工人员应注意控制注浆压力以及注浆量。

2. 转换结构施工技术要点分析

在超高层建筑工程下部结构的双向同步施工中,通常应在完成基础底板的浇筑后,以顺作方式进行剪力墙结构的施工。同时,为保证建筑结构具有较好的抗震以及抗风能力,施工单位在上部结构的同步施工中应同步进行该部分剪力墙结构的施工。为避免上部结构荷载较大,影响下部结构的稳定性,施工单位在本次施工中采用了设置临时转换梁的及时方法来提高其承载性能。通过前期的模拟分析,施工单位决定在建筑首层底板上约300 mm处设置临时转换梁,以便与剪力墙暗梁形成较为稳定的结合体。临时转换梁的宽度应与剪力墙结构保持一致。在该项目主楼部分的施工中,施工单位应确保临时转换梁能够有效连接地下部分的立柱结构,以形成封闭式结构,从而使立柱能够与转换梁共同承受上部荷载以及施工荷载,并可以实现对各立柱沉降的有效控制,避免出现沉降不均匀等问题。当地下部分剪力墙结构的顺作施工完成后,施工单位应及时拆除临时转换梁。

3. 降模逆作施工技术要点分析

在该超高层建筑工程的双向同步施工中,施工单位采用了逆作降模及时来进行下部结构的施工,以加快基础底板的施工进度,并为上部结构的同步施工奠定良好的基础。逆作降模技术在施工时不需要进行垫层的浇筑,且省略了结构养护环节,可以直接开展土方开挖作业,因此能够使地下结构施工进度明显加快。该逆作模板系统主要包括吊杆、主次梁以及手动葫芦等部分,施工单位采用工字钢作为主梁,而次梁则采用了槽钢。在施工时,施工人员应精确控制主次梁的间距,且应根据施工要求选择相应承载能力的手拉葫芦。同时,施工人员应用高强螺栓连接吊杆,并要合理控制主梁上的吊点数量。在本次施工中,次梁在楼板与柱帽间的搭接长度应控制在350 mm,

施工人员应用螺栓将槽钢连接牢固。而在连接主梁时则应采用螺栓与加肋钢板相配合的方式来确保连接可靠。施工人员在水平方向上连接主次梁时应综合适宜螺栓以及钢板来保证连接的可靠性。在次梁上支立模板时可以利用木方以及九夹板等,按照常规模板安装技术规范要求将模板安装就位。此外,在逆作降模系统中还应合理设置手拉葫芦和螺杆的预留孔,通常应在柱帽周围设置预留孔,且应将每个柱帽周围预留孔的数量控制在8个左右。在安装逆作模板施工时,施工人员应对型钢和所有配件的尺寸规格以及外观进行检查,确认支立合格后才能用于施工。模板的拼装可在地面进行预拼,且施工人员应准确弹放柱帽边线和模板位置轴线,作为模板安装的参照基准。在安装模板时应精确控制降模标高以及平整度。施工人员应先进行柱帽模板的降模作业,之后才能对柱帽间模板进行降模。施工人员应在确认手拉葫芦受力后,将升降螺母向上转动,同时下降手拉葫芦挂后,直至达到制定楼层后,再将升降螺母拧紧。

4. 混凝土浇筑施工技术要点分析

在该超高层建筑工程的双向同步施工中,施工单位通过三维仿真技术分别模拟了采用C 50和C 60混凝土的双向同步施工进度以及结构荷载。经分析发现,当混凝土强度等级达到了C 60时,能够在完成工程基础底板浇筑施工的同时,同步完成10层主楼的施工,且上部结构自重相对较轻,对下部结构的挤压影响相对较小。因此施工单位在施工中决定采用强度为C 60的高强度混凝土材料进行结构浇筑施工。

四、总结

双向同步是超高层建筑工程施工中的重要技术方法,其能够有效提高超高层建筑的施工效率,加快施工进度,缩短施工周期,减少施工成本。因此施工单位应加强对双向同步施工技术的研究,充分了解其技术要点。同时,施工单位在应用双向同步技术施工时,应根据超高层建筑特点,制定科学的施工方案,提高技术应用的科学性以及有效性。此外,施工单位还应积极总结双向同步技术应用经验,并在此基础上不断进行技术改进和创新,以全面提高我国超高层建筑施工技术水平。

参考文献:

- [1] 唐际宇,林忠和,唐阁威,等.南宁华润中心东写字楼核心筒水平与竖向同步施工技术[J].施工技术,2018,47(4):5-9.
- [2] 王宁.角部双向悬挑爬模支撑结构承载力研究[D].黑龙江:哈尔滨工业大学,2021.
- [3] 张广增.超高层建筑基础结构施工技术探究[J].工程建设与设计,2023(14):194-196.