

南通土木建筑



第三十七卷第4期 (总第151期)

2022年12月印刷

主编 崔建生

副主编 成一峰

编委 于 雯 王玉章

成一峰 崔建生

刘永勤 陈 钰

易兴中 周金泉

施 中 徐 进

姚富民 崔开太

顾静忠 季晓健

于 斌 丁祥勇

编辑:

《南通土木建筑》编辑部

编印:

南通市土木建筑学会

地址:南通市人民中路95号

纺织大厦17楼

电话:0513-85516378

传真:0513-85516378

邮编:226006

E-mail:228855476@qq.com

QQ:228855476

QQ群:326669422

印刷:南通华民彩印有限公司

印数:1000册

发送对象:学会会员

准印证号:S(2022)06000115

内部资料,免费交流

目 录

学会动态

- 02 南通市土木建筑学会十三届七次常务理事会工作报告钢结构工程
- 05 十三届七次常务理事(通讯)会议决议
- 06 南通建工集团等3家会员单位获江苏省建筑施工技术先进团体
- 06 学会举办首届“喜利得杯”植筋技能比赛暨机队管家技术交流会
- 07 市政道桥专委会组织南通绕城高速公路施工现场观摩活动
- 08 2022年苏中(南通)建筑电气学术年会成功召开
- 09 “劲扩桩技术与岩土工程勘察”研讨会
- 10 建筑结构专业委员会举办结构新技术研讨会
- 11 南通市土木建筑学会给水排水专业委员会技术交流活动

深基坑工程

- 12 地铁工程水平冷冻加固概述 顾诚诚
- 20 对支护式法桩中水泥土搅拌墙变形的控制 吴边祥,黄 静

钢结构

- 24 80m跨四弦杆超大截面管桁架结构施工和安全监测技术研究 曹世阳,周 安

环境检测

- 33 吸附管对室内空气中TVOC检测结果的影响分析 周华倩,郭陈成,梁晓晖

结构监测

- 37 预应力装配式混凝土框架结构健康监测 高沈欢,唐冬均

会员论坛

- 44 用钢结构稳定设计理论推演新冠防疫措施 仲跻峰

企业介绍

- 46 上海开艺设计集团有限公司简介
- 47 《南通土木建筑》理事单位

南通市土木建筑学会十三届七次常务理事会工作报告

马建明

各位常务理事：

今年以来，面对严峻疫情形势，学会认真学习贯彻党的十九大和十九届六中全会精神，紧密联系我市经济社会发展和城乡建设实际，团结广大会员和科技工作者，组织开展学术交流、科技咨询、专业培训、科普宣传和党建等活动，取得了一定成绩，为完成全年工作任务打下了良好基础。原准备线下召开常务理事会，鉴于目前疫情形势，根据市疫情防控部门有关规定，决定以通讯会议方式召开十三届七次常务理事会。

现将今年前阶段学会主要工作和下阶段工作安排向常务理事会书面汇报如下，请予审议，请列席会议的同志提出意见和建议。

第一部分 今年以来学会主要工作

一、开展学术交流活动，促进建筑科技发展

今年以来，有关专业委员会克服疫情影响，积极组织开展学术交流活动，取得了一定成绩。

8月10日—12日，在江苏省土木建筑学会建筑施工专业委员会2021年会上，南通建工集团股份有限公司、江苏中南建筑产业集团有限责任公司、江苏省苏中建设集团股份有限公司等3家单位荣获2021年度江苏省土木建筑学会建筑施工技术(学术)先进团体；江苏信拓建设集团陈德华、南通四建顾东锋、龙信建设集团郑加富等3人荣获2021年度江苏省土木建筑学会建筑施工技术(学术)先进个人，受到表彰。我市中南建筑产业集团有限责任公司陈洪军等撰写的《60m高空大跨度钢结构连廊施工应用技术》等8篇论文获得一等奖，占全省一等奖的27.6%；南通二建集团陆建冲等撰写的《大跨度大截面后张法预应力梁施工技术》等16篇论文获得二等奖，占全省二等奖的24.2%；南通二建集团周正刚等撰写的《浅谈与轨道交通连通的复杂深基坑施工技术》等13篇论文获得三等奖，占全省三等奖的

15.3%。获奖论文数量和等次均名列前茅。

9月23日，工程鉴定(抗震)与加固专业委员会、喜利得(中国)商贸有限公司在南通市规划设计院联合举办首届“喜利得杯”植筋技能比赛暨机队管家技术交流会，弘扬“工匠精神”，推广应用加固行业“四新成果”，提升加固行业整体水平和从业者专业技能。通过激烈角逐，南通市建筑科学研究院有限公司参赛队获得第一名。南通市土木建筑学会向获奖人员颁发了荣誉证书。十余家设计、监理、施工及材料生产单位的相关行业专家、技术负责人共五十多人参加会议并进行交流研讨。学会理事长参加会议并讲话。

9月24日，市政道桥专业委员会携手同济大学南通校友会、东南大学南通校友会联合开展南通绕城高速公路建设成果观摩活动。参加活动人员假座中建一局南通绕城高速公路指挥部会议室，针对市政道桥工程的重点、难点问题进行了研讨，学术气氛浓厚，全体参加人员受益匪浅。

“2022年苏中(南通)建筑电气学术年会”，于2022年11月11~12日在南通市银座花园酒店举行。年会以“双碳”为主题，从电气设计绿色、低碳、节能、环保、智慧等方面分享新设计理念和技术，提升工程设计水平，促进产业链单位之间的合作，推动建筑电气领域“双碳”目标落地实施。围绕工程实际需求、积极拓展设计边界，重视交叉专业协调，充分发挥学会、高校、科研院所、施工企业和政府各方优势，持续推动建筑电气行业科学发现和技术创新及其高质量发展。

会议邀请国内知名行业专家做了专题报告：江苏省土木建筑学会建筑电气专业委员会管清宝主任做“助力碳达峰碳中和、智能化数字为建筑减碳赋能”专题报告；江苏省土木建筑学会智能建筑与智慧城市专委会主任臧胜做“基于绿色医院运营的电气设计探讨”专题报告；南京长江

都市建筑设计股份有限公司电气总工宋建刚做《住宅小区电气成本设计控制点》专题报告。会议还邀请江苏省建筑设计研究院股份有限公司电气总工程师陈礼贵等专家就《电气施工图审查常见问题》进行现场答疑，现场气氛热烈！

本次会议汇集了20余家建筑电气及智能化、开关制造、照明、消防、电线电缆等优秀企业，带来了新产品、新技术、新方案的展示，展位人潮涌动，互动交流，气氛热烈！

来自江浙沪的专家、相关部门领导及近100多个单位的200多位代表出席会议。

11月19日，由南通宝得利机械制造有限公司、南通市土木建筑学会给水排水专业委员会联合组织南通市建筑设计研究院等单位的相关专家及会员20余人到南通宝得利海安市南莫镇生产基地参观交流。宝得利公司组织参观公司新型压接式涂覆碳钢管生产线，现场感受压接式涂覆碳钢管管道及管件的全流程生产过程。在参观活动后的技术交流会上，由宝得利公司常务副总详细介绍该公司“安耐捷”品牌压接式涂覆碳钢管的工艺特点及应用等技术特点，参会各方在会上进行了互动和交流，活动取得了很好的技术交流效果。下午还组织参观了附近的青墩遗址博物馆、青墩护国寺、高凤英革命烈士纪念馆。青墩遗址为全国重点文物保护单位，是江淮东部一处重要的新石器时代遗址，距今有6000年左右的历史。通过参观青墩遗址博物馆，提高了大家文化自信的底气。高凤英烈士是被誉为和刘胡兰齐名的苏中女英雄，通过向烈士行鞠躬礼、瞻仰烈士纪念碑、聆听烈士生平事迹介绍等，进一步弘扬了革命精神，传承了红色基因。

二、完善并严格落实各项制度，规范学会运作

(一)按时召开十三届四次理事(通讯)会议。在严重疫情影响的态势下，4月25日，首次以通讯会议方式召开了十三届四次理事会议。

会议全面总结了2021年学会“坚持学术引领，促进技术进步”、“发挥科技社团优势，服务行业发展”、“加强组织建设，助推学会发展”、“建好两个平台，畅通交流渠道”、“抓好党建强会工作，发挥党组织战斗堡垒作用”等方面的工作成绩，

结合新时期学会面临的形势任务，提出“加强自身建设，保持学会健康有序发展”、“结合实际，组织开展各类学术活动”、“办好会刊和网站，发挥交流平台作用”、“发挥科技社团优势，积极承接政府转移职能”、“加强政治引领，发挥党组织作用”等项要求。

理事会充分肯定了学会2021年在组织开展各类学术活动以及科技咨询、专业培训、科普宣传等方面取得的成绩，号召全体会员在新的一年里，全面落实十三届四次理事会确定的各项目标任务，开拓创新，锐意进取，以优异成绩迎接党的二十大胜利召开。

(二)完善专业委员会和会员考核评比办法。《南通市土木建筑学会专业委员会年度工作考核办法(试行)》、《南通市土木建筑学会先进工作者评选办法(试行)》经过两年的试行，对提高学会各专业委员会学术活动积极性、活跃学术气氛起到明显的促进作用，但也存在不太科学、比较繁琐等一些需要改进完善的地方。秘书处在广泛征求各专业委员会意见后讨论修改了《专业委员会年度工作考核办法》和《先进工作者评选办法》。新的办法密切结合实际，删繁就简，具有较强的可操作性，对于我会专业委员会组织建设和学术建设将会产生重要指导作用。

三、认真办好会刊，为会员搭建学术交流平台

今年会刊1-3期共发表论文17篇，内容涉及交通工程、城市轨道、预应力结构、钢结构、燃气工程、装配式建筑、桥梁工程、深基坑支护等专业领域，刊登学会动态20篇。

四、开展科普宣传，服务人民群众

积极响应市委宣传部、市科协等部门关于举办“2022年南通市‘全国科技活动周’暨南通市第34届科普宣传周”的倡导，学会充分发挥科技型社团作用，坚持以人民为中心的理念，针对长沙自建房倒塌的严重事故影响，开展“房屋安全科普进社区”活动。6月1日，学会联合南通市房屋安全鉴定中心组织相关专业技术人员到崇川区高店社区开展“房屋安全知多少”科普进社区宣传活动，围绕市民关注的既有房屋安全问题开展特色专题科普宣传活动。通过制作科普宣传展

版、发放宣传资料、与市民面对面交流等形式为市民提供科普服务，共发放260多份宣传资料，先后有200多位市民到现场观看科普宣传展版，部分市民带着关心的问题向现场专家进行了咨询，科普宣传活动取得了良好效果。学会被市科协评为2022年度科普工作先进集体。

五、与时俱进，开拓创新，为社会提供全方位科技咨询服务

学会与时俱进，开拓创新，发挥在建设工程领域的人才、技术等资源优势，为社会提供优质、满意的技术咨询服务，为社会经济发展和构建和谐社会作出了积极贡献，提高了学会的社会影响力。

(一)为政府决策提供人才、技术支撑。2022年6月，学会推荐徐进、邬建华、陈霞、邹科华、沈子友、张赤宇、韦承荣、傅明等8名科技人员为南通市科协高层次人才专家库专家。张赤宇、邬建华被市科协聘为南通市首批服务企业专家团成员。2022年5月，学会建筑创作专业委员会常务副主任委员徐进、城乡规划专业委员会主任委员邱旸民、市政道桥专业委员会主任委员沈子友等3人被南通市政协聘任为市政协应用型智库专家(环资城建组)。2022年6月27日，省住建厅印发《省住房和城乡建设厅关于公布省房屋安全鉴定专家的通知》，学会副理事长、专家咨询中心主任陈建明，学会建筑结构专业委员会主任委员陈钰，学会副秘书长许晓峰等3人被聘为省房屋安全鉴定专家。

(二)积极配合职称主管部门做好南通市建设工程系列职称评审工作。今年继续承担申报中级、副高级专业技术职称技术人员的职称论文和重大项目的评价工作。至8月底，受理申请评价的论文1600余篇，受理申请对解决复杂(疑难)技术问题、参与处理复杂的工程质量、安全事故或工程隐患等重大项目和推广应用“四新”成果的评价项目185个。

(三)为城市建设、经济发展、社会矛盾纠纷调解等方面提供专业技术支撑和保障。2022年3月，学会与崇川区人民法院建立了“建设工程纠纷咨询联会化解机制”，学会相关专业的28名具有丰富实践经验的专业技术人员被崇川区人民

法院聘为咨询专家，为建设工程领域矛盾纠纷的化解，降低诉讼成本提供技术咨询服务。目前，已协助人民法院成功调解了4起工程质量纠纷及工程合同纠纷案件，受到人民法院和当事人的认可和赞同，调解成功案例在相关媒体上发布。组织专业技术人员为崇川区住建局开展房屋安全管理提供技术支持。在全市开展的危旧房屋安全隐患排查和经营性自建房安全隐患排查专项整治工作中，组织专家深入街道、社区开展房屋安全隐患排查技术培训，对初步排查结果进行复查，对危险房整治工作进行技术指导，为排查工作提供了技术支撑和保障。到8月底，对街道初步排查出存在疑似隐患的459幢房屋进行了复查，为下一步房屋安全隐患整治提供了依据。为配合住建部门加强房屋装饰装修管理，组织专业技术人员对违规变动建筑主体，拆改承重结构构件的装修行为进行技术认定。出具房屋装饰装修拆改认定意见书224份。

(四)积极开展科技咨询服务活动，增强学会造血功能。1~11月完成科技咨询服务项45个，涉及到房屋安全性评价、房屋鉴定报告的论证、设计方案的论证、加固方案的技术咨询、房屋安全隐患排查等，参与科技咨询服务的专业技术人员140人次。实现了社会效益、经济效益双丰收。

六、积极开展党建活动，强化政治引领

(一)学会党支部召开党员会议，认真学习党的十九届六中全会文件。5月27日，学会党支部召开全体党员会议，学习十九届六中全会文件，讨论通过2022年度学会党支部工作计划，增补党支部委员。

(二)七一前夕，为加强学会党的建设，加强党组织对广大科技工作者的政治引领，学会党支部于6月28日组织“学习我军优良传统，促进党建强会建设”专题党课教育活动，邀请海军西宁舰原舰长、市人防办党组成员、副主任徐宏军用亲身经历，作海军亚丁湾护航任务中加强党建和思想政治工作，顺利完成护航任务的事迹报告。报告会对充分发挥党支部战斗堡垒作用；坚持“四个服务”，更广泛地把广大科技工作者团结在党的周围，听党话、跟党走起到重要促进作用。

第二部分 下阶段主要工作安排

一、积极开展学术活动。前期,由于新冠疫情影 响,根据市防疫部门“非必要不举办”等要求,秘书处和各专业委员会年初制订的学术活动计 划有不少未能落实。这是服从抗疫大局的需要。各专业委员会要在今年剩下的不多时间里抓住 疫情相对稳定窗口期积极开展各类学术活动。

二、发挥科技社团优势,开展各类科技咨询 活动。加强与崇川区人民法院的合作,充分发挥 行业学会在专业领域的优势,组织受聘专家开展 专业技术服务,在建设工程合同纠纷咨询化解机 制中充分发挥各自优势,为营造良好的建筑市场 营商环境,维护建筑行业健康、有序、稳定的发展,为南通建筑业保驾护航作出贡献。

三、注重刊物质量,抓好会刊编辑发行工作。 充分发挥网站作用。《南通土木建筑》会刊和学会 网站是会员交流学习和了解学会动态的平台,会 刊要进一步提升论文的质量,同时扩大论文的专

业领域,使会刊真正成为全体会员交流学习的平 台。学会网站要及时发布学会各专业委员会组织 学术活动的文件,使会员能够及时了解信息。

四、各专业委员会要按照学会2022年度《专业 委员会年度工作考核评价办法》和《先进工作者 评选办法》有关要求,积极做好2022年度专业 委员会评比考核准备工作和先进工作者评选推 荐工作。

五、继续抓好党建强会建设,开展“学习贯彻 二十大精神,促进新时期社团建设”专题党课教 育活动。11月下旬学会拟邀请市科协领导作党的 二十大精神宣讲活动,掀起学习贯彻二十大精 神的热潮。学会党支部要认真组织,各专业委员 会要积极配合。

六、组织监事会成员学习贯彻党中央、国务 院关于“推进减税降费和坚决制止‘乱收费’”部 署要求,讨论制订学会收费自律标准,发挥监 事会在学会收费、开支等方面的监督作用。

十三届七次常务理事(通讯)会议决议

南通市土木建筑学会第十三届七次常务理 事(通讯)会议于2022年11月22日召开。57名 常务理事参加会议。学会名誉理事长、监事,各专 业委员会主任委员、秘书长列席会议。

会议经通讯表决,审议通过了理事长马建明 作的十三届七次常务理事会工作报告。

会议经表决,吸收南通和筑建设工程有限公 司等24家企业为学会理事单位,江苏中天互联 网科技有限公司等6家企业为学会常务理事单 位,南通中房建设工程集团有限公司等5家企业 为学会副理事长单位。

增补管俊杰等24人为十三届理事会理事, 时宗胜等6人为十三届理事会常务理事,张昕 等6人为十三届理事会副理事长。

同意张敬东任学会工业化建筑专业委员 会主任委员。

同意学会参与工业互联网建筑业标识解析

二级节点建设的建议。

会议认为,今年以来,理会在市科协、市民 政局的领导和支持下,认真学习贯彻党的十九大 和十九届六中全会精神,虽然面临严重的疫情影 响,学会秘书处、专家咨询中心、党支部和有关专 业委员会仍能抓住时机,以积极的态度,组织开 展各类学术交流、科技咨询、专业培训、科普宣 传、党建强会等活动,各方面工作取得了一定成 绩,为圆满完成十三届四次理事会确定的全年各 项目标任务打下了良好基础。

会议要求在今年剩下的不多时间里,理 会要以习近平新时代中国特色社会主义思想为 指导,认真学习贯彻党的二十大精神,围绕中心,服 务大局,以提升学会服务科技创新能力为主线, 团结广大会员和科技工作者,开拓创新,锐意进 取,以实际行动贯彻落实党的二十大精神。

南通建工集团等3家会员单位获 江苏省建筑施工技术先进团体

江苏省土木建筑学会建筑施工专业委员会2021年会上，南通建工集团股份有限公司、江苏中南建筑产业集团有限责任公司、江苏省苏中建设集团股份有限公司等3家单位荣获2021年度江苏省土木建筑学会建筑施工技术(学术)先进团体，受到表彰。

(建筑施工专业委员会供稿)



学会举办首届“喜利得杯”植筋技能比赛 暨机队管家技术交流会



马建明理事长讲话

2022年9月23日，南通市土木建筑学会工程鉴定(抗震)与加固专业委员、喜利得(中国)商贸有限公司在南通市规划设计院联合举办首届“喜利得杯”植筋技能比赛暨机队管家技术交流会，旨在弘扬“工匠精神”，推广应用加固行业“四新成果”，提升加固行业整体水平和从业者的专业技能水平。马建明理事长参加会议并讲话。市质监站、市安监站、市房鉴中心、市审图办等专家到会指导，工程鉴定(抗震)与加固专业委员委



专业委员会主任委员姚富民主持会议



专业委员会副主任委员姜记冰主持会议

员、南通市规划设计院有限公司、南通市建设监理有限责任公司、南通市建筑科学研究院有限公司、南通巨能建筑工程技术有限公司、南通固威建筑加固工程有限公司、喜利得(中国)商贸有限公司等十余家设计、监理、施工及材料生产单位的相关行业专家、技术负责人共五十多人参加会议并进行交流研讨。

上午进行了植筋技能大赛，通过激烈的比赛，角逐出一等奖1名、二等奖2名、三等奖3名，南通市建筑科学研究院有限公司参赛队获得第一名。南通市土木建筑学会向获奖人员颁发了荣誉证书。

在下午的技术交流会上，南通市规划设计院赵勇杰副总工、南通市建设监理有限公司张永新总监、南通市建筑科学研究院有限公司张建经理、南通巨能建筑工程技术有限公司陆建明总经理、南通固威建筑加固工程有限公司杨益文经理、喜利得(中国)商贸有限公司郑崇浹总监分别介绍了植筋设计、施工、监理等方面注意事项及喜利得机队管家应用情况等，并与参会人员进行了深入交流。各位专家从各自的专业角度对植筋工艺的质量控制、施工难点、存在问题及应对措施等提出建设性意见。

(工程鉴定(抗震)与加固专业委员供稿)

市政道桥专委会组织 南通绕城高速公路施工现场观摩活动



根据市政道桥专委会2022年度工作安排，9月24日下午，市土木建筑学会市政道桥专业委员会部分委员携手同济大学南通校友会、东南大学南通校友会部分会员联合开展南通绕城高速公路建设成果观摩活动，南通市市政和园林局党组成员、总工程师、二级调研员顾强亲临现场指导。

南通绕城高速，是海太长江隧道的连接道路，是南通市高速公路网规划“一环通苏南、二环接浦西、三环连浦东”中的“二环”高速。项目全长约65.4公里，起于规划崇海通道北接线、终于沪

苏通大桥北接线新联枢纽，为双向六车道、时速120公里高速公路。全线共设置7处互通式立交、13处分离式立交、主线收费站一处、服务区一处(西亭服务区)。项目于2020年9月开工，计划于2024年建成通车。

参加活动人员在中建一局南通绕城高速公路指挥部听取了项目建设情况介绍，观看了南通绕城高速沙盘和项目党建活动室。

参加活动人员现场观摩了项目拌和站、PC构件预制场、疏港航道特大桥施工现场。疏港航道特大桥先后跨越渔场匡河、海五线和通州湾港区疏港航道，桥梁全长1266.0m。疏港航道特大桥主桥上跨疏港航道，主桥跨径采用57+95+57m。为了保证施工期间疏港航道通航，主桥采用挂篮悬臂浇筑施工工艺。

现场观摩结束后，参加活动人员假座中建一局南通绕城高速公路指挥部会议室，针对市政工程的重点、难点问题进行了研讨，学术气氛浓厚，全体参加人员受益匪浅。

(市政道桥专业委员会供稿)

2022年苏中(南通)建筑电气学术年会成功召开

为推动新形势下苏中建筑电气行业的发展，充分发挥学会在推动科技创新和服务社会经济发展中的重要作用，由南通市土木建筑学会建筑电气专业委员会、扬州市土木建筑学会建筑电气专业委员会、泰州市土木建筑学会建筑电气专业委员会联合主办，常熟开关制造有限公司协办、南京智慧路信息科技有限公司承办的“2022年苏中(南通)建筑电气学术年会”，于2022年



11月11~12日在南通市银座花园酒店举行。

南通土木建筑学会建筑电气专业委员会副主任委员黄炜主持开幕式，南通市科协副主席薛云，南通市土木建筑学会理事长马建明，中国建筑学会建筑电气分会常务理事兼秘书长洪伟，江苏省建筑电气专委会主任管清宝，常熟开关制造有限公司董事长王春华等在开幕式上发表了热情洋溢的讲话，对本次会议的召开表示支持和祝贺。



年会现场



会议主席台



理事长马建明致辞

市科协副主席薛云致辞

马建明理事长在讲话中代表南通土木建筑学会对各主办单位的辛勤工作表示感谢，对前来参会的各位朋友表示热烈的欢迎，并预祝本次大会圆满成功。

南通市科协副主席薛云在致辞中希望苏中片建筑电气专业委员会的领导和专家们在今后的学术研究、推广四新以及学会建设等方面加强合作与沟通，为苏中片经济社会发展和建筑电气科技水平的不断提升作出更大的贡献！

年会以“双碳”为主题，从电气设计绿色、低碳、节能、环保、智慧等方面分享新设计理念和新



会上举行协办单位、金牌合作单位授牌仪式

技术,提升工程设计水平,促进产业链单位之间的合作,推动建筑电气领域“双碳”目标落地实施。围绕工程实际需求、积极拓展设计边界,重视交叉专业协调,充分发挥学会、高校、科研院所、施工企业和政府各方优势,持续推动建筑电气行业科学发现和技术创新及其高质量发展。

会议分别邀请国内知名行业专家做了专题

报告:

邀请常熟开关制造有限公司等多家优秀企业围绕新产品、新技术作了精彩演讲!会上还邀请江苏省建筑设计研究院股份有限公司电气总工程师陈礼贵等专家就《电气施工图审查常见问题》进行现场答疑,现场气氛热烈!

本次会议汇集了20余家建筑电气及智能化、开关制造、照明、消防、电线电缆等优秀企业,带来了新产品、新技术、新方案的展示,展位人潮涌动,互动交流,气氛热烈!

江浙沪各省市专家、相关部门领导及近200位来自100多个相关单位的代表出席会议,通过会议交流,对苏中建筑电气行业发展具有很好的推动和提高作用。

(建筑电气专业委员会供稿)

“劲扩桩技术与岩土工程勘察”研讨会

2022年12月11日,南通市土木建筑学会地基与基础专业委员会主办、南通同创建筑设计有限公司、江苏劲桩基础工程有限公司协办的“劲扩桩技术与岩土工程勘察”研讨会暨2022年地基专委会年会在如东掘港举行。

出席本次会议的有学会领导朱洪祥、崔建生,专委会领导李冲、吉敏根、包华、杨国胜、张伟明,劲桩基础公司领导姚锋祥、邓亚光等。

会议由副主任委员吉敏根主持,主任委员李冲对地基专委会年度工作进行了总结,并结合省年会精神对我市勘察面临的问题与机遇进行了介绍与分析。

劲桩基础公司的姚锋祥、邓亚光分别对劲性复合桩、劲扩桩技术与工程应用进行了详细的介绍,并针对与会人员提出的技术问题,进行了技术解析。

市、区、县数家施工图审查机构岩土专业审图人员吕建军、陆洪斌、周小华、龚雨明对岩土审查中发现的问题进行了剖析,并与地勘单位领导、专家对当前南通市场岩土勘察中一些常见问



题以及如何进一步提高勘察质量、为工程设计与建设提供可靠的第一手岩土资料进行了探讨与交流。

最后,吉敏根常务副主任委员对本次交流会进行了总结。

地基与基础专业委员会委员及审图、勘察、设计、施工等岩土相关单位的50多名专业技术人员参加了活动。

(地基与基础专业委员会供稿)

建筑结构专业委员会举办结构新技术研讨会

为促进技术交流，共同提高结构专业水平，南通市土木建筑学会建筑结构专业委员会于2022年11月24日下午举办结构新技术研讨会。

由于受疫情影响，本次会议采用腾讯会议方式交流。会议由结构专业委员会主任委员陈钰总工拉开序幕，同济大学建筑设计研究院第三分院结构专家杨宁介绍了南通大学艺术中心设计特点，艺术中心含剧院、音乐厅、美术馆，体型复杂，设计过程中经过多轮专家论证；中建二局技术总工屠军介绍了南通大学艺术中心现场施工情况；

天津卡本科技集团副总经理汤飞介绍了碳纤维板材加固应用的情况；南通市建筑设计研究院副主任工程师时境晶介绍了南通市区100米高层采用800mm直径超高强管桩的试桩情况。

虽然不能像过去在会场相聚，却可以方便的邀请外地专家在线上交流，此谓失之东隅收之桑榆。虽然会议时间仅有半天，但与会专家都精心准备，报告非常精彩，讲解生动全面，听众收获满满，地级市的学会，办出了国家级的专业水平。

(建筑结构专业委员会供稿)



图1 艺术中心效果图以及线上听众截屏

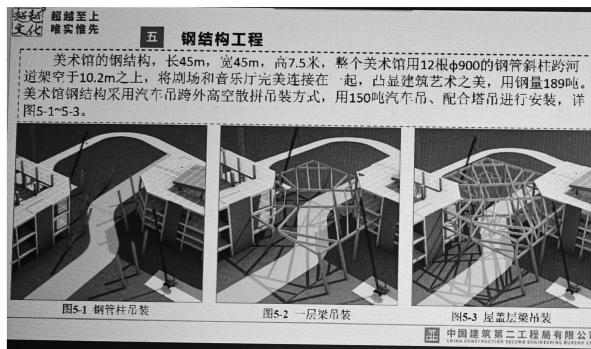


图2 艺术中心平面布置截屏

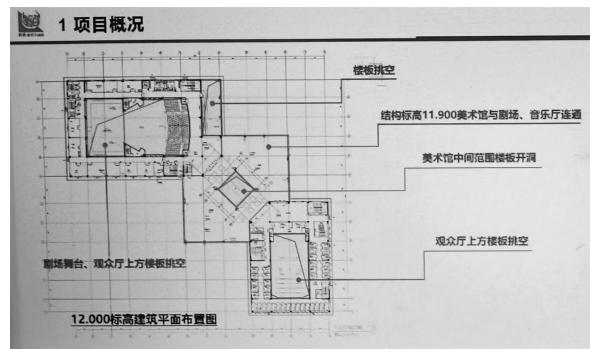


图3 艺术中心施工过程截屏

南通市土木建筑学会给水排水专业委员会 技术交流活动



2022年11月19日，由南通宝得利机械制造有限公司、南通市土木建筑学会给水排水专业委员会联合组织南通市建筑设计研究院、南通市规划设计院、南通市勘查设计院、南通市港闸设计院、如皋市建筑设计院、南通市海门区建设工程施工图审查中心等单位的相关专家及会员到南通宝得利海安市南莫镇生产基地参观交流。到达生产基地后，宝得利公司组织参观公司新型压接式涂覆碳钢管生产线，现场感受压接式涂覆碳钢管管道及管件的全流程生产过程。在参观活动后的技术交流会上，由宝得利公司常务副总沈宏山详细介绍该公司“安耐捷”品牌压接式涂覆碳钢管的工艺特点及应用等技术特点，参会各方在会上进行了互动和交流，活动取得了很好的技术交流效果。

下午还组织参观了附近的青墩遗址博物馆、青墩护国寺、高凤英革命烈士纪念馆。青墩遗址为全国重点文物保护单位，是江淮东部一处重要的新石器时代遗址，



距今有6000年左右的历史。通过参观青墩遗址博物馆，提高了大家文化自信的底气。高凤英烈士是被誉为和刘胡兰齐名的苏中女英雄，通过向烈士行鞠躬礼、瞻仰烈士纪念碑、聆听烈士生平事迹介绍等，进一步弘扬了革命精神，传承了红色基因。

本次技术交流活动，有助于建筑行业新产品新材料的推广应用，契合当前的新时代新发展理念。新材料的推广应用有助于解决当前建筑行业面临的严重的人力资源问题，减少碳排放和对环境带来的扬尘和噪声污染，有利于改善城市环境、推进生态文明建设。

(给水排水专业委员会供稿)



地铁工程水平冷冻加固概述

顾诚诚

(南通建工集团股份有限公司三分公司)

[摘要] 在含水复杂的地质条件下采用水平冻结法进行盾构出洞施工,可以通过延长(加深)水平冻结外围冻结深度,是冻结加固体全方位包裹并超过盾构机体,利用外围冻结孔围护冻结加固土体将盾构机外围土体内微小水流通道中的泥土冻结为冻土,封闭水流通道,形成强度高、封闭性好、圆柱加板块的冻结帷幕,较为有效地防止流水、涌砂、突涌等现象发生,保障了盾构出洞安全。

[关键词] 复杂地质条件;恶劣施工环境;盾构进出洞;风险控制;冻结施工

1 工程概况

1.1 工程简介

南通市轨道交通2号线一期工程04标永怡路站~北城大桥站盾构区间出永怡路站后沿北大街向南前行,先后下穿北大街与江海大道交叉口北侧盖板涵、花墙中心河(桥)及江海大道高架后

到达北城大桥站。区间隧道断面型式为圆形,内径5.5m,外径6.2m。北城大桥站为盾构接收端,洞门中心埋深为21.76m,车站结构为厚度1.0m内衬墙+1.0m地连墙。端头冻结加固采用“杯型”冻结壁,“杯底”厚度3m,“杯壁”纵向长度11m,杯壁厚度1.80m。

北城大桥站端头加固方法及范围

位置	加固方法	加固范围
北城大桥站接收端头冻结加	水平冻结法加固+钢套筒接收	冻结壁“杯型”冻结壁,“杯底”底厚度3m,“杯壁”纵向长度11m,杯壁厚度1.80m。接收加固总长度14m;

1.2 工程地质

北城大桥站小里程端接收洞门所处地层主要为③-2粉砂、③-4粉砂、③-5含砂性土粉砂。地层特性为具体如下:

③-2粉砂:灰色,饱和,中密,压缩性中等,含云母,局部夹粉土及少量粘性土。

③-4层粉砂:含云母碎片和贝壳碎屑,局部夹粘性土薄层,含石英、长石颗粒,级配一般,一般层厚2.90~5.80m。

③-5层砂质粉土夹粉砂:含云母碎片和贝壳碎屑,夹粉砂和粉质粘土薄层,摇振反应迅速,切面无光泽,干强度低,韧性低,层厚6.50~14.80m。

1.3 水文条件

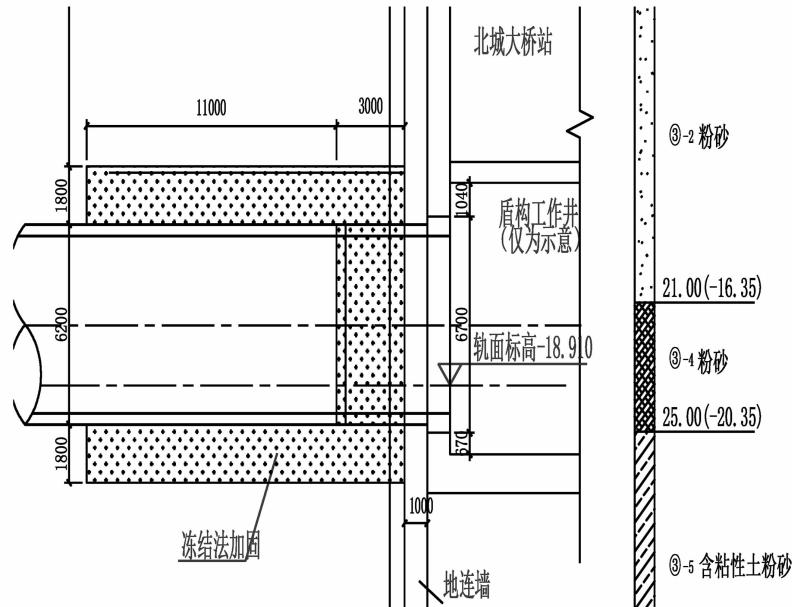
潜水主要赋存于浅部①填土、②砂质粉土夹粉质粘土、③1砂质粉土夹粉砂、③2粉砂、③2t砂质粉土夹粉质粘土、③4粉砂、③5砂质粉土夹

粉砂层中。以自然蒸发为主要排泄途径,水位随季节性变化明显。建议地下高水位取地面标高下0.50m。根据本次勘察成果,场地潜水水位埋深为1.70m~2.60m,平均水位埋深为2.06m,相应水位埋深标高为1.62m~2.40m,平均水位埋深标高为1.97m。

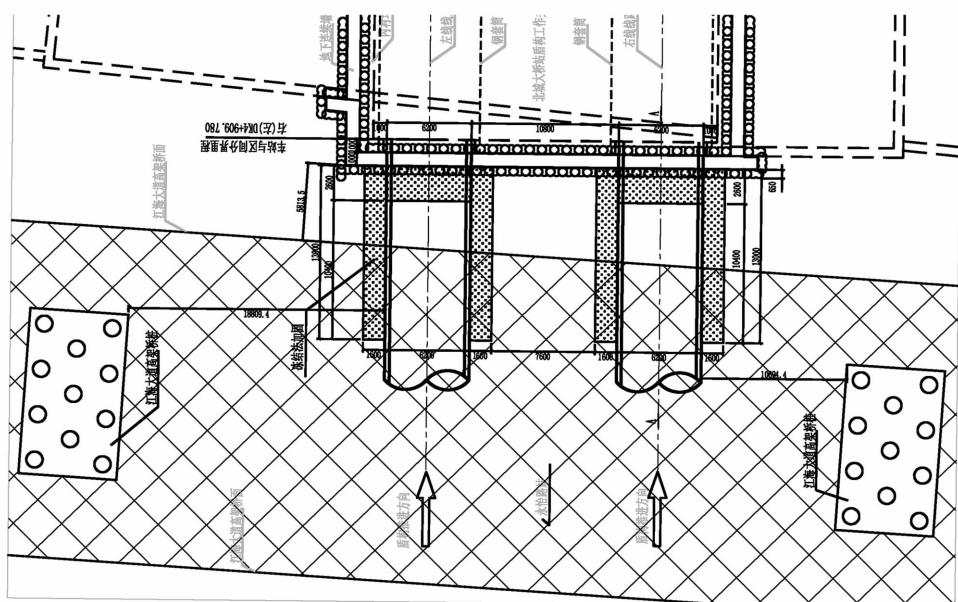
拟建场地内第I承压水一般赋存于④-2层以下的砂土、粉土层中,即⑤1砂质粉土层、⑤2层砂质粉土夹粉质粘土、⑤3粉砂夹粉土,主要接受径流及越流补给,根据区域水文地质资料,水头埋深2~5m。承压水对本区间工程影响不大。

2 冻结方案的确定

北城大桥站小里程端接收洞门加固区上方有江海大道高架桥,高架桥距接收端水平距离为5.8m,不能满足三轴加固的施工条件。盾构出洞地基加固采用水平冻结法。



北城大桥站小里程端头地层示意图



北城大桥站小里程端头周边平面图

3 施工工艺

3.1 施工平面布置

拟定在北城大桥站小里程端头地面安装一个冷冻站, 站内布设冷冻机3台、盐水泵2台、清水泵2台、盐水箱1个、冷却塔4台、清水箱1个。使用159盐水管路分别输送盐水至车站端头洞门冻结面。

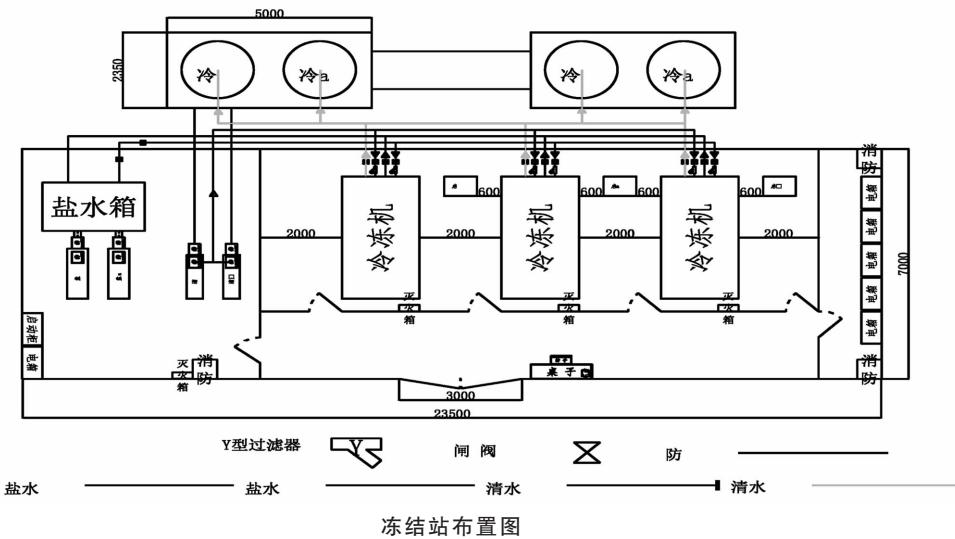
3.2 冻结施工参数

3.2.1 冻结壁设计

北城大桥站小里程端为盾构接收端。因本端

头临近江海大道高架, 端头井地连墙至桥面水平净距约5.8m; 端头加固区局部位于高架桥下, 桥下净空约9.5m。且本端头位于北大街与江海大道交叉口地面加固对交通影响较大, 受净空和交通影响, 采用水平冻结法加固。冻结加固采用“杯型”冻结壁, “杯底”厚度3m, “杯壁”纵向长度11m(不小于盾构机长度+1.20m管片宽度), 杯壁厚度1.80m。

冻结壁“杯壁”冻土设计平均温度为-10℃, 对应强度的指标取值为: 单轴抗压3.64MPa, 抗



折 3.50MPa ,抗剪 1.933MPa ;“杯底”冻土设计平均温度为 -15°C ,对应强度的指标取值为:单轴抗压 4.01MPa ,抗折 2.24MPa ,抗剪 1.933MPa 。

3.2.2 水平冻结施工

水平冻结主要技术参数:设计冻结壁为水杯状,杯底有效厚度 3.0m 。杯壁长度为 11m ,厚度为 1.8m 。冻结孔数:单个洞门水平冻结孔 57 个,其中外圈冻结孔 32 个,每个冻结孔长度为 16m

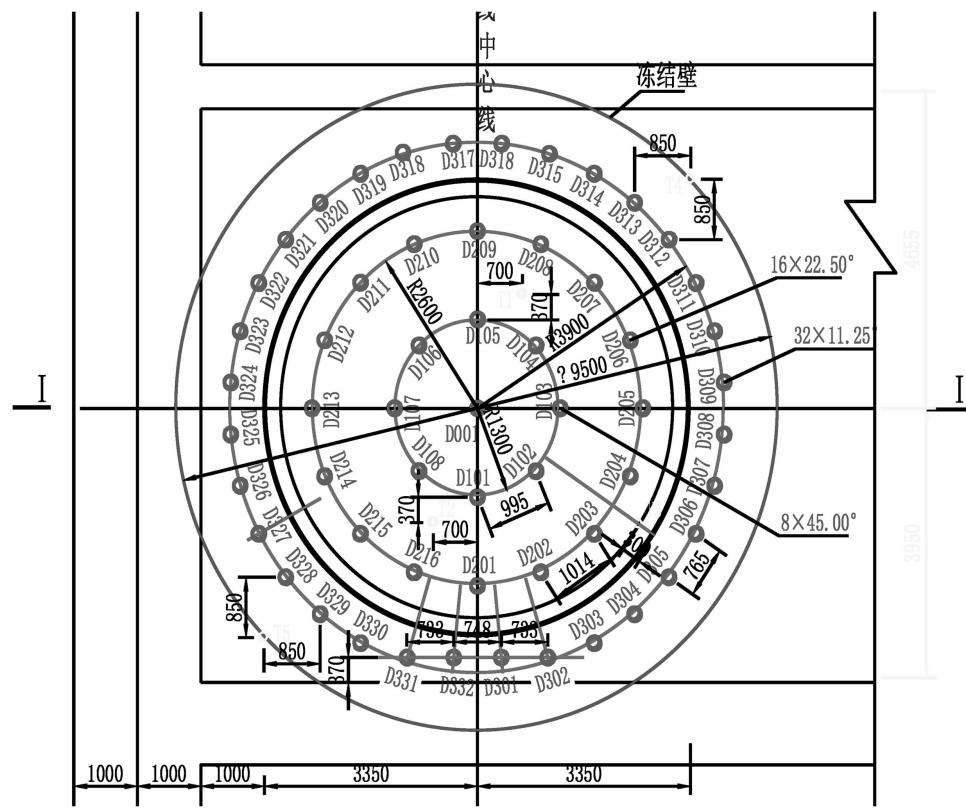
(进入土体 14m),内圈冻结孔 25 个,每孔长度为 4m (进入土体 3m),测温孔 6 个。

3.2.3 冻结加固技术要求

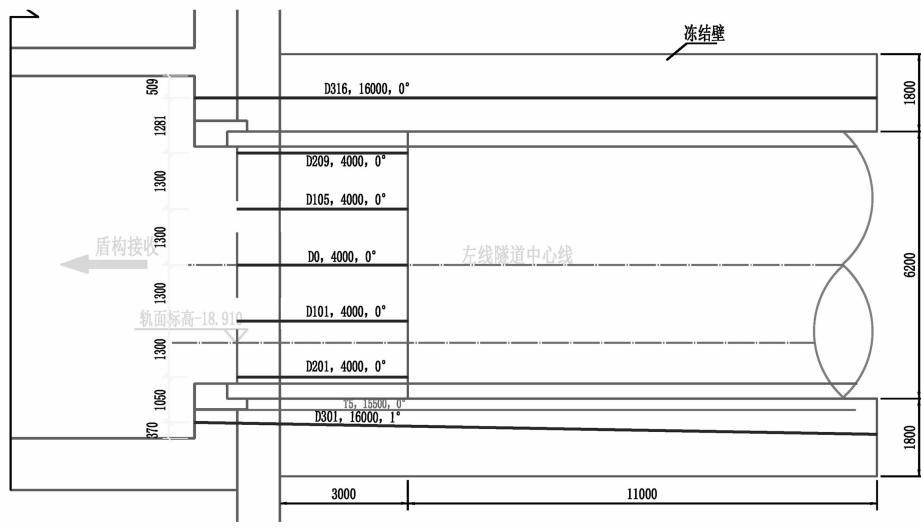
1)施工冻结孔时的土体流失量不得大于冻结孔体积,否则应及时进行注浆控制地层沉降。

2)冻结孔开口相对位置误差不大于 100mm 。

3)洞门设计积极冻结时间为 45 天。要求冻结孔单孔流量不小于 $5\text{m}^3/\text{h}$;积极冻结 7 天盐水温



水平冻结平面布置



水平冻结剖面示意图

度降至-18℃以下；冻结15天盐水温度降至-24℃以下；凿除洞门时盐水温度降至-28℃以下，去、回路盐水温差不大于2℃。如盐水温度和盐水流量达不到设计要求，应延长积极冻结时间，保证达到设计的冻结壁厚度及温度。

4)积极冻结时，在冻结区附近200m区域内的透水砂层中不得采取降水措施，并且在冻结区内土层中不得有集中水流。

5)在洞门圈内侧敷设保温层，敷设范围为整个洞门圈内侧。保温层采用阻燃的软质塑料泡沫材料，导热系数不大于0.04W/mk。保温板采用铁丝绑扎牢固，板材之间搭接宽度不小于150mm，厚度不小于40mm。

6)洞门圈内冻结孔布置圈上冻结壁与连续墙槽壁交界面处平均温度不高于-5℃，杯壁处平均温度不高于-10℃，杯底处平均温度不高于-15℃。

7)冻结需冷量计算公式采用 $1.3 \cdot \pi \cdot d \cdot H \cdot K$

式中：冷量损失系数取1.3

d —冻结管直径 $d=0.089$ （水平冻结孔）、 0.159m （盐水主管路）

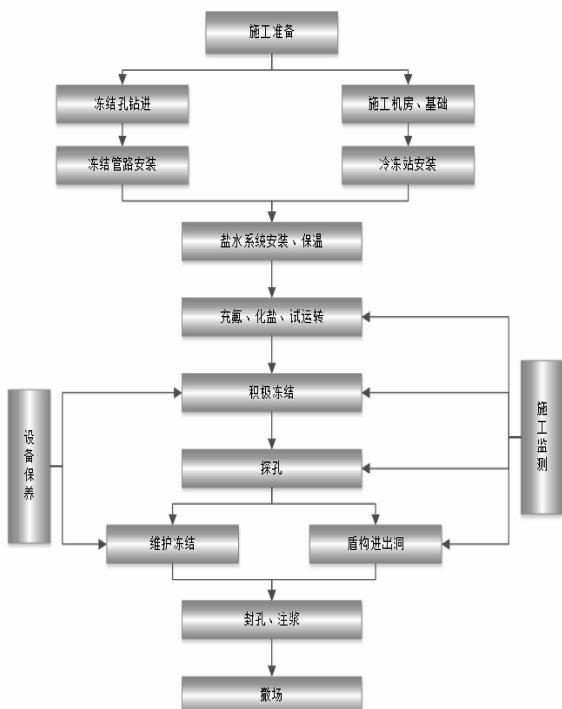
H —冻结管总长度 $H=$ 水平冻结 612m，经保温处理的盐水主管路约 200m

K —冻结管的散热系数 K_{mc} 取 $250\text{kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$

计算得出：北城大桥站单个洞门水平冻结所需制冷量为 6.6401 万 kcal/h

3.3 冻结施工流程

3.3.1 水平钻孔



洞门冻结施工流程图

1)冻结管、测温管和供液管规格

冻结管、测温管均选用 $\varphi 89 \times 8\text{mm} 20\#$ 低碳钢无缝钢管，采用内管接连接加焊接；供液管使用 $\varphi 40 \times 3\text{mm}$ PVC管。

2)打钻设备选型

水平冻结孔施工，选用MD-80A型钻机进行施工，冻结管连接采用丝扣加焊接方式。钻孔使用灯光测斜，冻结孔终孔偏斜控制在150mm以内。

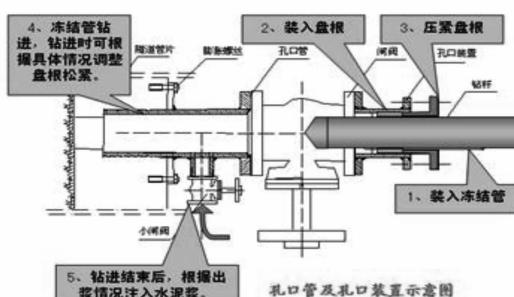
选用BW-250/50型泥浆泵1台，电机功率14.5KW。

3)水平冻结孔施工方法:

水平冻结孔施工工序为:定位开孔及孔口管安装→孔口装置安装→钻孔→测量→封闭孔底部→打压试验。水平冻结孔开孔顺序为先开外圈孔,外圈孔钻孔完成后在钻洞门圈内冻结孔。

(1)定位开孔及孔口管安装:根据设计在车站侧墙定好各孔位置。根据孔位在侧墙上定位开孔,首先注意侧墙内主筋干涉时,调整孔位,用开孔器(配金刚石钻头取芯)按设计角度开孔,开孔直径130mm。

北城大桥站车站地连墙厚度为1000mm、内衬墙厚度为1000mm,外圈开孔到深度1800mm



孔口装置安装示意图

继续开孔施工,但继续开孔仍要装孔口装置,防止突发涌水涌砂现象出现;若涌水涌砂较厉害,应当进行注水泥浆(或双液浆)止水及地层补浆。

(3)钻孔:按设计要求调整好钻机位置并固定好,在孔口装置安装完成后使用冻结管作为钻杆安装在钻机上,再将钻杆头装入孔口装置内,在孔口装置上接上1寸阀门,并将盘根轻压在盘根盒内。首先采用干式钻进,当钻进费劲不进尺时,从钻机上进行注水钻进,同时打开小阀门,观察出水、出砂情况,利用阀门的开关控制出浆量,保证地面安全,不出现沉降。钻机选用MD-80A型锚杆钻机。

若钻孔过程中遇到较大块的加固体无法钻进时,在冻结管顶部三角板上加焊合金刀齿,或先使用合金钻头钻进,成孔后再逐根下入冻结管。钻孔顺序为先打外圈孔,外圈孔钻孔完成后再打内圈孔,外圈孔成孔后要逐孔进行注浆封堵孔口,每孔注浆量不小于0.2m³。

洞门圈内冻结孔孔深较浅且需要拔管施工,钻孔时使用整根冻结管,防止断管。

时、内圈开口到深度800mm时停止钻进(保留100mm以上的保护层),安装孔口管;孔口管的安装方法为:首先将孔口处凿平,安好四个膨胀螺丝,而后在孔口管的鱼鳞扣上缠好麻丝或棉丝等密封物,将孔口管砸进去,用膨胀螺丝紧固孔口管,上紧后再去掉螺母,装上DN125球阀,再将球阀打开,用开孔器从球阀内开孔,开孔直径为120mm,一直将地连墙或剩余侧墙开穿。

(2)孔口装置安装:用螺丝将孔口装置装在球阀上,注意加好密封垫片,孔口管安装角度均为0度。详见如下示意图。

施工中当第一个孔开通后,没有涌水涌砂,可



孔口装置安装示意图

(4)封闭孔底部:用丝堵封闭好孔底部,具体方法是:利用接长杆将丝堵上到孔的底部,利用反扣在卸扣的同时,将丝堵上紧。

(5)打压试验:封闭好孔口用手压泵打水到孔内,至压力达到0.8MPa时,停止打压,关好阀门,经试压30min压力下降不超过0.05MPa,再延续15min压力保持不变为合格。

(6)管漏:设计在管漏发生时的处理方法是:逐根提出孔内管子,并用泥浆泵逐个焊缝打压,



水平钻孔成孔示意图

找出泄漏焊缝及原因,及时处理,并作好记录,二次下入后仍须自检。在实际施工中,发生冻结孔打压保压不合格的冻结孔,要采用在泄漏孔冻结管内下入小一级冻结管(套管)的方法处理此类事故。

3.3.2 冻结施工

全部冷冻系统安装完成后,首先进行盐水系统试运转,清水系统不参与运转、冷冻机处于停机状态运转12小时并观察液位,液位无变化方可确认制冷系统密闭无漏点。

盐水系统试漏完成后,检查确认冷冻电路系统、冷却水循环系统参数正常后方能开冷冻机。冷冻机先空转1~3h,观察运转是否异常。在试运转时,要逐步调节能量、压力、温度和电机负荷等各状态参数,使机组在有关设备规程和运行要求的技术参数条件下运行。

冷冻站正常运转7天盐水温度降至-18℃以下,积极冻结15天盐水温度降到-24℃以下。开始冻结后,要巡回检查冻结器是否有断裂漏盐水的情况发生,一旦发现盐水漏失,立即关闭阀门。并根据盐水漏失情况采取补救措施。

在冻结过程中,每天检测去、回路干管盐水温度、冻结器回路盐水温度、盐水箱液位变化、冷却水温度,观察冻结器头部结霜是否有异常融化。在冻结运转初期,检测各冻结器的盐水流量,如发现检测流量小于设计要求,则应用控制阀门进行调节,或者加大盐水泵泵量,使其满足设计要求。

每天必需巡视冻结情况,每天监测测温孔温度,并根据测温数据,分析冻结壁的扩展速度和厚度,预计冻结壁达到设计厚度时间。



冻结站安装效果图

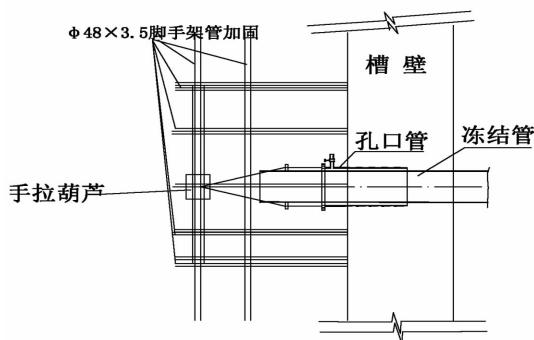
3.3.3 圈内冻结管拔管

在盾构机接收前,洞门地连墙内迎土侧钢筋及剩余混凝土保护层暂不凿除,先拔除洞口前方影响范围内的冻结管。冻结管拔出时,严格按照停一根冻结管,清一个冻结孔,拔一处冻结管,封一个冻结孔的次序进行,洞门内冻结孔完全拔出后进行探孔检测,达到要求后即可凿除剩余钢筋砼、盾构机接收。

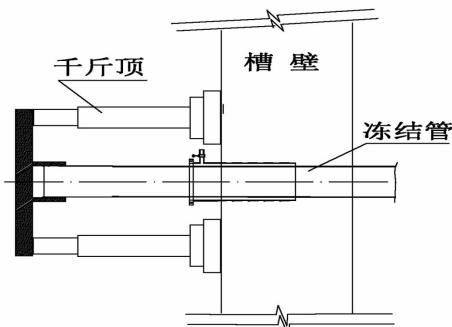
水平冻结在盾构接收前需要将洞门圈内的冻结孔及测温孔全部拔出,洞门钢圈外的冻结孔继续冻结直至盾构接收完成。水平拔管在热盐水循环解冻达到要求后使用48#大牙钳转动冻结管,用3吨手拉葫芦拔出冻结管(连同孔口管一起拔除)。手拉葫芦固定在搭设的脚手架上,冻结管范围内的脚手架须特殊加固使其与侧墙紧密连接便于力的传递。

上述方法不能拔出冻结管时,利用两个千斤顶架设在侧墙上,水平向外顶推冻结管。

单根水平冻结管拔除后要立即使用水泥一双快水泥拌合料填充拔管后的孔洞,充填长度不小于1.2m。



手拉葫芦拔管示意图



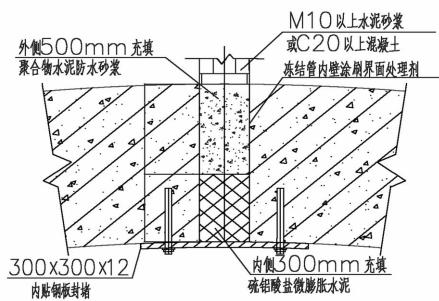
千斤顶拔管示意图

3.3.4 停止冻结及割封冻结管

盾构接收完成且洞门注浆封堵完成后可停止冻结。水平冻结管外圈孔在停机后需要进行割除封孔处理。水平冻结孔割孔步骤:先将盐水主管及分组阀门关闭,再使用氧气乙炔将冻结管管头割除,拔除供液管,在冷冻管内填塞不少于120cm长的素混砂浆(内添加速凝剂),然后打设2根膨胀螺丝焊接钢筋拦阻后使用速凝水泥封孔找平。

(1)施工工艺流程

1)冻结结束后应割除地连墙上的孔口管和冻



冻结孔封堵示意图

结管,割除深度要求进入地连墙不得小于60mm。

2)所有冻结孔应用压缩空气吹干管内盐水,用强度不低于M10的水泥砂浆压实充填封孔,仰角冻结管充填长度不宜小于1500mm,俯角冻结管宜全段充填。

3)地下墙上的冻结孔封堵应按以下步骤进行:冻结管内壁涂刷界面处理剂→地下墙厚度范围外侧500mm充填聚合物水泥防水砂浆→地下墙厚度范围内侧300mm充填硫铝酸盐微膨胀水泥→地下墙内侧贴300×300×12mm钢板,并通过4根植入地连墙内的M12锚栓固定。



(2)应急处理方法

1)如割除后的孔口管和冻结管之间有流水、流砂现象应用速凝水泥将此处空隙塞填密封后进行下一步施工。

2)如割除后的孔口管和砼之间有漏水现象也应在孔口管和管片之间用速凝水泥进行封堵,密封后进行下一步施工。

3)如以上两种流水、流砂现象比较严重可进行注双液浆或聚氨酯进行强制封堵。

4 冻胀与融沉控制措施

4.1 地层冻胀和融沉防治措施

(1)采取快速冻结,以减小冻胀量,同时也有利于冻融时的土体收缩。

(2)冻结壁解冻时有少量收缩,从而使地层产生融沉。为了消除地层融沉引起的地面沉降,使用管片上的注浆管,采取跟踪注浆的方法加以补偿。

(3)实时监测施工过程中地表、管线、建筑物和隧道结构的变形,分析、预计施工对地面建筑物可能产生的最终影响,为调整、确定冻结施工参数提供可靠依据。

(4)如地面有条件,融沉注浆时视地面沉降情况可采取地面注浆的方式,以提高控制地层沉降的效果。

4.2 融沉控制和环境保护措施

根据施工经验和土工试验,冻土融化后其标高可能略低于原始地层的标高,为减少融沉量,停止冻结后需对冻结土层进行融沉注浆,当单次及累计沉降达到预警值时应分析原因并根据监测沉降值调整注浆量、注浆位置及频率。在融沉注浆阶段要加强对管线及构筑物测点的监测,以便及时调整融沉注浆孔位和注浆量。当停止冻结后地面单日沉降大于0.5mm或累计沉降大于1mm时开始进行注浆。

4.3 融沉注浆

(1)注浆要求

注浆加固应根据设计要求,采用适当的注浆工艺、注浆材料及注浆工序,注浆过程中应遵照“多点、少量、多次、均匀”的循序渐进原则,并根据地面沉降和解冻温度场的监测,适时调整注浆量和注浆时间间隔,确保沉降稳定。注浆过程中填写的各项注浆记录表与质量抽检报告作为注

浆加固质量验收依据。

(2)注浆材料

注浆主要采用单液水泥浆，辅助使用C-S双液浆，单液浆水泥等级强度为P.O 42.5级，水灰比一般为0.8~1；双液浆水泥等级强度为P.O 42.5级，水玻璃为35~42°Be，可根据地层适当调整，将配好的水泥浆液和水玻璃浆液按照1:1混合注入。充填注浆采用水泥单液注浆。

双浆液配合比(1m³)

甲液(kg)		乙液(kg)	
水	水泥(P.O 42.5)	水玻璃(42 °Be)	水
310	390	235	335
甲液和乙按照体积比1:1混合注入			

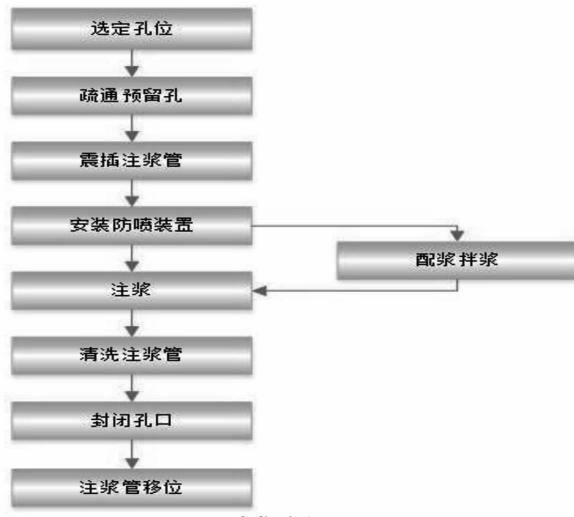
单液浆配合比(1m³)

水(kg)	水泥(P.O 42.5)(kg)
620	780

(3)融沉注浆

1)注浆时机：停止冻结后应加强地面沉降监测，当停止冻结后地面累计沉降值大于1mm时开始进行融沉注浆，但不大于15天。融沉注浆持续时间约为4个月，具体时间应以沉降监测数据为准，连续一个月每半月沉降不大于0.5mm即可结束注浆。洞门冻结融沉注浆采用单液浆为主，双液注浆为辅。

2)注浆流程



注浆流程图

3)注浆压力：融沉注浆，注浆压力为0.3~0.5 MPa，不高于管片设计要求允许值。

4)注浆流量：注浆流量宜控制在15~20L/min。

5)注浆量：注浆总量一般参照冻土融化体积

的10%计算，单孔单次注浆量根据注浆压力控制，单孔单次注浆量不大于1m³。

6)洞门融沉注浆顺序为：先下后上、由内到外，跳环跳孔。

5 监测监控

5.1 冻结系统监测

(1)去、回路盐水温度监测

在去、回路盐水干管上安装精密水银温度计和数字温度传感器。测量频度为每天1次。

(2)冻结器盐水流量检测

与集液圈并联盐水流量计，测量回路冻结器的盐水流量。在开冻时检测，或在发生问题时检测。

(3)冻结器盐水温度监测

在每个冻结器回路上设数字温度传感器，测量冻结器盐水回路温度。

(4)在盐水箱中安装液面监测、报警装置。

(5)其它：包括去、回路盐水压力、冷却水压力与温度等。测量频度不少于每天1次。

5.2 冻结壁监测

(1)测温孔温度监测

每个洞门设置水平测温孔6个，根据设计要求各个测温孔测点个数为2~5个，测温频率为1次/天，温度量测用仪表为多点半导体测温仪，精度为0.5℃。

(2)盐水进、回水温度监测

盐水干管进、回水区域各布置一个测温点，监测频率与测温孔监测频率相同。

(3)卸压孔内空隙水压力变化监测

通过在泄压管口安装压力表测量未冻土空隙水压力变化。测量频度每天1次，可根据实际情况加测实施。

6 结语

通过该工程出洞过程中冻结方案的选择实施，水平冻结加固较三轴加固解决了加固场地狭小的问题，而且在地质条件软弱的地区，在盾构出洞时采用普通加固方式很难保证破壁时土体的稳定和有效隔水，水平冻结法加固技术所加固土体强度高、均匀性好、隔水性好、封闭性好、对环境的扰动小、无污染，降低了盾构出洞的风险，水平冻结法在此工程的应用在盾构出洞过程中是可行的。

对支护工法桩中水泥土搅拌墙变形的控制

吴连祥¹,黄 静²

(1.启东市建筑设计院有限公司,226200;2.启东市保障房建设投资有限公司,226000)

[摘要] 在基坑工程中,支护结构的过大变形对基坑本身或周边环境将带来不利影响,甚至破坏,因此控制支护结构的变形对保证施工安全,消除潜在的安全风险有着十分重要的作用。由于基坑工程的复杂性,计算理论往往不能准确反映施工过程中出现的各种复杂变化,通过基坑开挖过程中的监测,对支护结构的变形进行预警,实行及时控制,是杜绝基坑事故发生最有效的方法之一。结合工程案例,分析基坑开挖过程中水泥土搅拌墙变形出现的问题及原因,介绍采取的控制措施及效果,为类似工程提供经验与参考。

[关键词] 基坑支护;工法桩;水泥土搅拌墙;变形控制

1 引言

基坑支护工程是一个复杂、动态的系统工程,它面对的岩土工程条件、环境条件、施工条件存在着诸多不确定性、多元性、时域性,基坑支护设计如何做到既安全,又经济,这是困扰基坑工程技术人员的一个难题,尽管设计人员根据岩土工程勘察报告和使用要求进行了理论计算,但是,在基坑工程实践中,常常会发现计算结果与实际工作状态存在一定的差距,设计理论值不能全面准确地反应工程施工过程中的各种变化,所以在基坑的开挖过程中有必要实现信息化施工,动态化设计,对支护结构的变形控制是信息化施工,动态化设计的一项重要内容。

由于支护结构在达到极限平衡状态之前,其变形有一个发展和积累的过程,在这个过程中潜伏着强度破坏因素的积累,有效控制变形就可以预防破坏的发生,因此,对支护结构变形的控制也是有效遏制基坑事故发生的有效方法。结合工程案例,分析某基坑在开挖过程中,支护工法桩中水泥土搅拌墙变形出现的问题及原因,介绍采取的控制措施及效果,可供类似工程参考。

2 工程概况

位于启东市紫薇中路南侧、和平路西侧的紫薇公寓项目,用地面积 5623m²,场地北部新建 1 栋 25 层公寓,地下及周边设 1 层地下室,南部新

建 1 栋 9 层公寓,不设地下室。总建筑面积 21355m²,其中:地上面积 18555m²、地下面积 2800m²。公寓楼为剪力墙结构,部分地下室采用框架结构,整体桩筏基础。

基坑形状近似正方形,开挖边线后退基础边线 0.5m,基坑边长 56m,周长 224m,面积近 3200m²。基坑一般挖深 5m,高层公寓部位挖深 5.8m,局部坑中坑超挖 1.5~2.5m。

基坑边线北侧距红线 0.3~5.2m,距人行道路牙 6.7~10m;东侧距红线最近处仅 3m,东侧南段红线处是已建小区围墙,东侧北段为公共绿地;南侧距红线 26m,红线外侧是已建多层住宅区,粉喷桩复合地基,条形基础,红线内侧是拟建 9 层公寓,采用 PHC 管桩基础,管桩距基坑边线最近处 3m;西侧距红线(已建小区围墙)8.3~9.1m,红线西 6.3m 处是两幢高层住宅;基坑总平面示意如图 1。

根据岩土工程勘察报告,地基土自上而下分层及其主要特性见表 1:

建筑场地浅层地下水为孔隙水潜水含水层(Q4),赋存于层②~层⑤土层中。主要补给来源为大气降水、地表水以及区域水系,排泄方式:大气蒸发及侧向径流。地下水位年变化幅度为自然地面下 0.5~1.5m。层②~层④淤泥质粉质粘土层水平、竖向渗透系数约 10⁻⁵cm/s,层⑤砂质粉土水

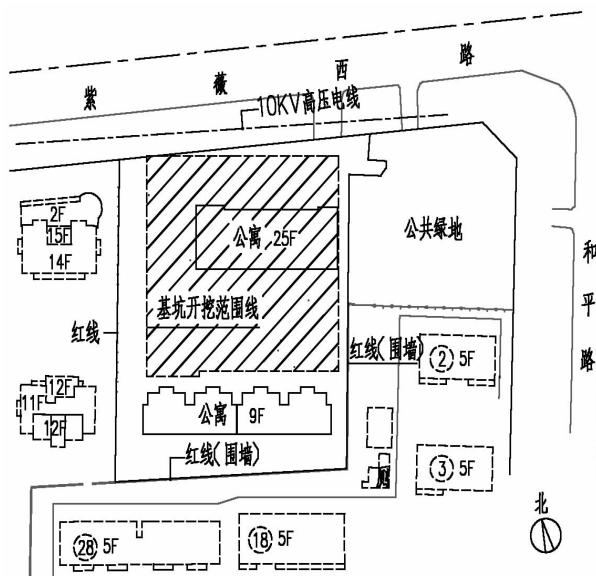


图1 基坑总平面示意图

平、竖向渗透系数为 $4 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$ 左右。

支护结构安全等级二级,以重力式水泥土挡墙支护为主,采用 $\Phi 700$ 双轴水泥土搅拌桩格栅式布置,纵、横向搭接 200mm,墙宽 3.2m,墙顶设置 200mm 厚钢筋混凝土压顶梁。

基坑东南角及西北角由于受场地限制,不具备设置重力式水泥土挡墙的条件,采用工法桩(双轴型钢水泥土搅拌墙)加角撑的支护方案,在两排 $\Phi 700$ 双轴水泥土搅拌墙中间插入 $700 \times 300 \times 13 \times 24$ 型钢,间距 1.6m,型钢长 12m,搅拌墙水泥掺入比 14%,42.5 级普通硅酸盐水泥,墙顶设 700×1200 (h×b)钢筋混凝土冠梁,冠梁中心标高处设角撑,采用 $\Phi 609 \times 16$ 钢管,间距 7m。支护平面图、剖面图如图 2、图 3。

表1 各土层主要特性表

土层编号	土层名称	土层平均厚度(m)	重度(kN/m^3)	固结快剪	
				$c_J(\text{kPa})$	$\varphi_J(\text{度})$
①	杂填土	1	17.8	(12)	(10)
②	淤泥质粉质粘土	3.5	17.4	10.5	6.1
③	淤泥质粉质粘土	4	17.6	11.2	6.7
④	淤泥质粉质粘土	1	17.7	11.1	7.9
⑤	砂质粉土	8	18.6	2.2	31.4
⑥	淤泥质粉质粘土	8	17.4	11.8	8.3

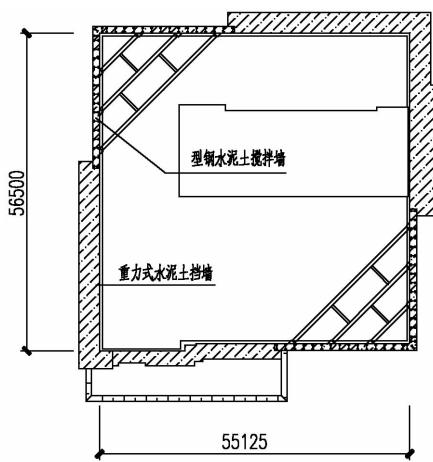


图2 支护平面图

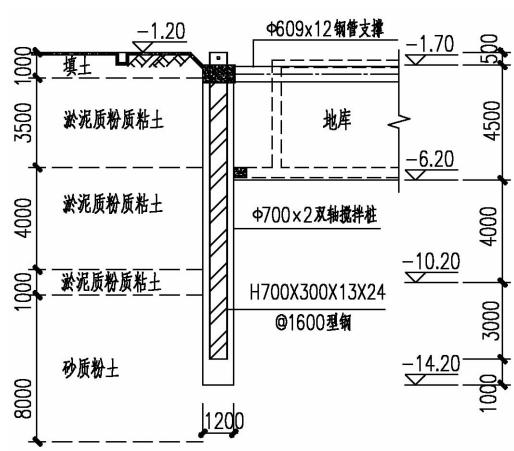


图3 支护剖面图

坑内采用管井降水,坑外采用排水沟、集水坑拦水、排水方案。

3 变形出现问题及原因

基坑挖土于 2021 年 11 月 25 日开始,根据监测资料,挖土过程中,重力式水泥土挡墙支护段及东南角工法桩(型钢水泥土搅拌墙)支护段

位移均正常,但西北角工法桩(型钢水泥土搅拌墙)支护段变形出现异常,2021 年 12 月 30 日挖土至坑底,该支护段设置的 4 个水平位移观测点、2 个深层位移观测点数据均超报警值 40mm,型钢之间水泥土搅拌墙坑内一侧开始出现裂缝。

2021 年 12 月 30 日~2022 年 1 月 2 日连续

下雨，西北角水泥土搅拌墙水平位移显著增大，2022年1月3日4个观测点水平位移均超过了50mm，最大位移达60.8mm，水泥土搅拌墙坑内一侧均有明显的竖向裂缝，最大深层水平位移达到60.9mm(距坑顶2m处)，型钢部位坑内一侧的水泥土搅拌墙部分脱落，支护结构外侧土体沉降明显，基坑西侧施工道路因沉降而开裂。

造成基坑西北角型钢水泥土搅拌墙水平位移过大的主要原因是：

(1)场地西侧为唯一施工通道，土方车及混凝土泵车都由此进出，车辆通过频次高、载荷重、振动大。基坑外侧场地未硬化、排水沟未形成，层①杂填土，土质不均匀，主要成分为粉质粘土和淤泥质粉质粘土，含碎砖、砼块和植物根茎，结构松散，连续阴雨，场地雨水下渗，致使杂填土下沉，水荷载增大。

(2)场地土层②、③均为淤泥质粉质粘土，厚度达7.5m，含水量高，孔隙比大，属高压缩性土，流塑，水泥土搅拌不均匀，强度偏低，经现场取芯检测无侧限抗压强度仅达到0.3MPa，两排双轴搅拌墙厚度1.2m，型钢间距1.6m，经验算型钢之间水泥土搅拌墙抗弯强度不满足设计要求。

4 变形控制措施及效果

对水泥土搅拌墙出现的严重变形，应迅速采取措施，加以控制，以防水泥土搅拌墙坍塌失效。2022年1月3日现场立即启动应急预案，确定在插入搅拌桩的型钢翼缘之间加设挡板，用角钢与钢筋作受力骨架的加固方案，传力路径：坑外水土压力→挡板→钢筋→角钢→H型钢，结构计算如下：

(1)挡板所受侧压力估算采用同济启明星FR-WS9.0软件，求解搅拌墙外侧的水土压力，距墙顶3m处为32.85kN/m²，但传至搅拌墙内侧加固挡板的侧向力却很难精确计算，先按30%折减估算，约合10kN/m²，加固方案实施后再酌情调整，必要时可加密龙骨(钢筋和角钢)。

(2)挡板强度验算

挡板采用胶合板，受力按4跨连续板计算，竖向钢筋间距0.4m。

$$M_{\max} = aq l^2 = 0.107 \times 10 \times 1 \times 0.4^2 = 0.1712(\text{kNm})$$

$$W = \frac{1}{6} \times 1000 \times 15^2 = 37500(\text{mm}^3)$$

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{0.1712 \times 10^6}{37500} = 4.57(\text{N/mm}^3)$$

$\sigma < f = 15\text{N/mm}^3$ 可以

(3)竖向钢筋强度验算

竖向钢筋受力按多跨连续梁计算：水平向角钢间距0.8m。

$$p = qb = 10 \times 0.4 = 4(\text{kN/m})$$

$$M_{\max} = \frac{1}{10} p l^2 = \frac{1}{10} \times 4 \times 0.8^2 = 0.256(\text{kNm})$$

$$W = \frac{\pi}{32} 22^3 = 1045.36(\text{mm}^3)$$

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{0.256 \times 10^6}{1045.36} = 245(\text{N/mm}^3)$$

$\sigma < f = 330\text{N/mm}^3$ 可以

(4)水平向角钢强度验算

水平向角钢受力按单跨简支梁计算，受力简图如图4所示。

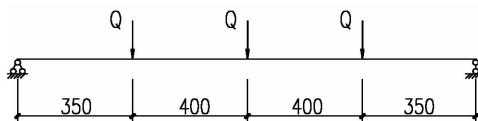


图4 水平向角钢计算简图

$$Q = abq = 0.4 \times 0.8 \times 10 = 3.2(\text{kN/m})$$

$$M_{\max} = Ql_1 + \frac{1}{4} Q \times l_2 = 3.2 \times 0.35 + \frac{1}{4} \times 3.2 \times (0.35 +$$

$$0.4) = 1.72\text{kNm}$$

75×7角钢截面几何特性： $A = 1016\text{mm}^2$, $W_{x\min} = 9930\text{mm}^3$,

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{1.72 \times 10^6}{9930} = 17.321(\text{N/mm}^3)$$

$\sigma < f = 215\text{N/mm}^3$ 可以

具体做法：先铲除型钢部位坑内一侧开裂松脱的水泥土，在相邻两根型钢之间插入胶合板作挡板，型钢翼缘外侧焊接螺栓，将角钢两端通过螺栓、螺母与型钢固定，上下间距0.8m左右，在胶合板与角钢之间竖向插入钢筋，水平间距0.4m，将挡板所受的侧向力最后传给H型钢，在挡板内侧用水泥砂浆或细石混凝土填补与搅拌墙之间的空隙，详见图5、图6。

基坑西北角型钢水泥土搅拌墙段加固施工于2022年1月7日完成，跟踪监测结果表明：加

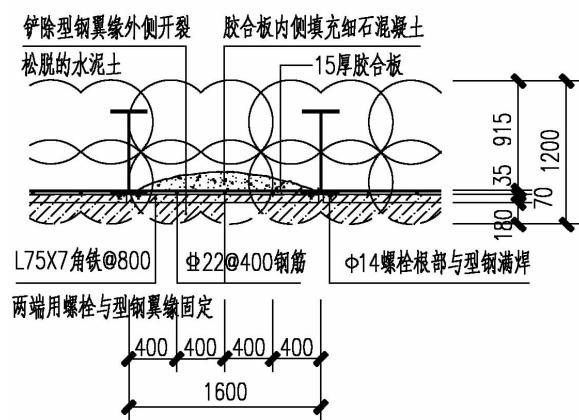


图5 加固方案剖面图

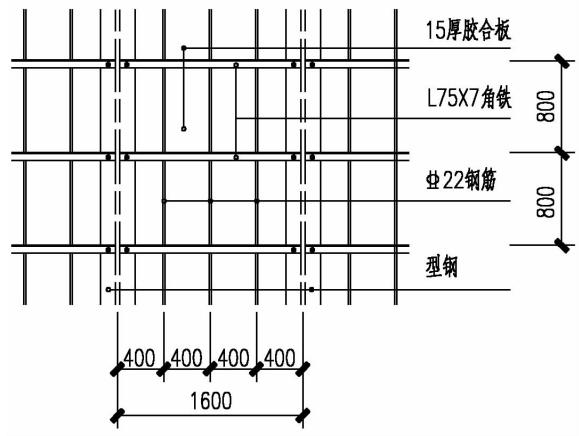


图6 加固方案立面图

固结结束后水泥土搅拌墙的变形明显变慢,加固挡板、钢筋、角钢均处于正常受力状态,未发现变形异常迹象,说明挡板侧压力估算合适,控制方案可行,未对钢筋和角铁采取加密措施。至2022年3月29日地下室施工结束,基坑原设置的观测点水平位移平均增加20.8mm,最大深层水平位移增加17.1mm,西北角水泥土搅拌墙没有出现坍塌迹象,加固方案达到了预期效果,有效遏制住水泥土搅拌墙的变形,保证了地下室施工的正常进行。

5 结语

(1) 只有对支护结构变形做出准确的监测,并及时反馈,才能及时和有效地对支护结构的变形进行控制,才能在必要时因地制宜,采取相应的控制措施,将基坑的施工置于安全受控状态,避免工程事故的发生。因此,监测数据的准确性、有效性是支护结构变形实施控制的关键。

(2) 由于基坑工程实际施工过程中存在许多不可预见的因素,理论计算不可能完全模拟所有因素,因而,支护结构理论计算的变形值与实测值总是会存在一定的差异,必须坚持动态控制的原则,保证基坑安全。

(3) 基坑支护设计除详细调查基坑周边环境外,还要慎重考虑主体结构施工场地布置,如出土及材料运输线路、材料堆场及塔吊位置等,这些均会造成基坑局部地面荷载增大,支护设计时需要对相应位置局部加强,控制其部位支护结构的变形。

参考文献:

- [1] 刘国彬,王卫东主编,基坑工程手册(第二版)[M].北京:中国建筑工业出版社,2009.
- [2] (JGJ120-2012)建筑基坑支护技术规程[S].北京:中国建筑工业出版社,2012.
- [3] (JGJ/T199-2010)型钢水泥土搅拌墙技术规程[S].北京:中国建筑工业出版社,2010.
- [4] (GB50017-2017)钢结构设计标准[S].北京:中国建筑工业出版社,2017.

作者简介 吴连祥,启东市建筑设计院有限公司工作,研究员级高级工程师,一级注册结构工程师,注册岩土工程师,通讯地址:启东市紫薇中路450号,手机号:13773873388,Email:qdsjywlx@126.com。

80m跨四弦杆超大截面管桁架结构施工和安全监测技术研究

曹世阳¹,周安²

(1.中南集团山东锦城钢结构有限责任公司,山东淄博,255100;2.合肥工业大学,安徽合肥230009)

[摘要]霍山县体育中心项目总建筑面积40123平方米,包含一座4829席体育馆和一座1501席游泳馆及全民健身设施,其中体育馆18241平方米,地上1层,局部4层。体育馆建筑总高度31.95米,采用SRC柱钢框架结构+管桁架结构。

体育馆屋盖钢结构投影尺寸长140.48m,宽90.65m,屋盖分为三个层次,各层级均向外侧悬挑,最大悬挑长度为13.4m。屋盖结构由4榀跨度80m的四弦杆主桁架、桁架与桁架及桁架与支座之间的联系桁架和外悬挑桁架组成。

由于桁架构件尺寸超大,受运输条件限制,采用散件在工厂制作加工,现场设置拼装场地,构件在工厂加工完成后运输至现场,在拼装场地上预拼装后拆解驳运至吊装位置吊装就位。为保证桁架结构主弦杆对接接口的吻合,桁架在拼装场地上进行整体预拼装,受现场拼装场地条件限制,部分超长主桁架构件采用循环预拼装的方式,确保构件制作精度满足安装要求。

由于施工作业面下方存在大面积地下室,综合考虑结构受力特点、构件的分段尺寸、场内运输路线通行条件、施工全过程支撑系统承载力、卸载方案、结构加固、吊装机械选型等各种因素影响,制定了主辅支撑系统临时支撑+主桁架分段安装、分区施工、两次多级卸载方案,在技术可行性、施工便捷性和经济性找到平衡,取得了良好的效果,为今后类似工程的施工提供了宝贵的经验,具有一定的参考价值和指导作用。

[关键词]80m跨四弦杆超大截面管桁架结构;主副支撑系统临时支撑;结构加固;应力和变形监测;从两侧往中间合拢安装;循环预拼装;分区施工多级卸载



图1 项目整体效果图

1 工程概况

1.1 体育馆建筑总高度31.95米(从室外-0.150标高至金属屋面31.8),下部均设有整体地下室,体育馆内从地面至标高13.0m设有看台。

1.2 体育馆屋盖钢结构立面分为三个层次,01

区为中部屋盖结构,依次向两侧展开为02区、04区和03区、05区屋盖。其中01区悬挑最大部位为5.5m,02区和03区悬挑最大部位为2.56m,04区和05区悬挑最大部位约为13.4m。

1.3 体育馆钢结构屋盖构件主要分为三类:第

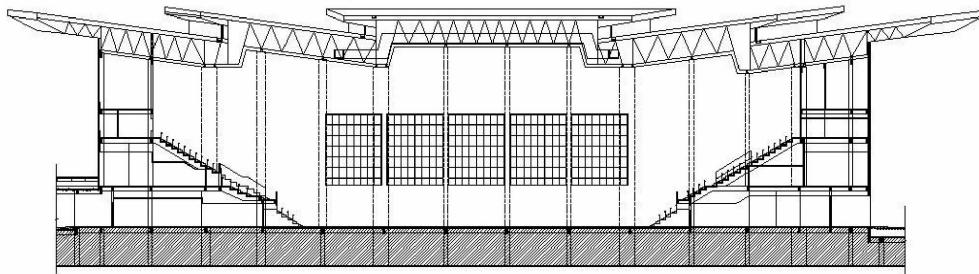


图2 体育馆正立面示意

一类为主桁架,跨度80m,含外挑长度最大长度为95m,单榀桁架最大220吨,以管桁架杆件中心计算,桁架竖向高度6m,上口宽度3.1m,下口

宽度1m。第二类为主桁架之间的连系桁架,第三类为悬挑桁架。

1.4 主材均采用Q355B材质,杆件规格种类杂、

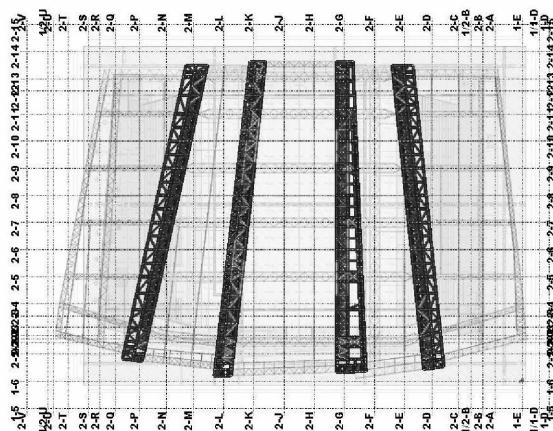


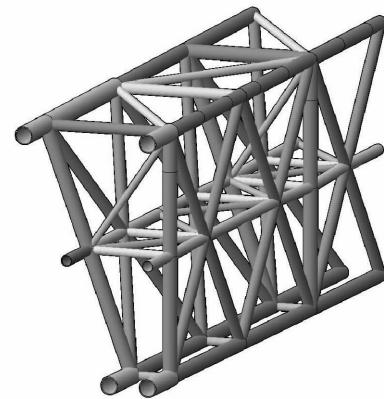
图3 体育馆主桁架平面布置及分段模型图

管构件数量多,体育馆8484件杆件弦管(含上、下弦)与腹杆在现场拼装的焊缝数量达14106余米。

2 施工难点

2.1 本工程结构形状特殊,场地条件复杂,结构下部为整体地下室,室内存在看台,屋盖结构层次多,大型吊装设备入场吊装条件受限,屋面桁架安装高度高、跨度大、构件重,施工难度大,方案制定要综合考虑结构受力特点、构件的分段、施工全过程支撑系统承载力、卸载方案、结构加固、吊装机械选型及方案的经济性和施工便捷性等多种因素。

2.2 由于本工程主桁架结构采用的不规则梯



形,上口中心线宽度3.1m,下口中心线宽度1m,竖向中心线高6m,构件重心线位置与管桁架结构主弦杆不重合,支撑点的布置、支撑系统的承载力、卸载工艺、支撑系统与主桁架的连接等需要统筹施工全过程施工需要进行针对性的分析和设计。

2.3 结构施工过程中支撑系统承受的荷载处于不断的变化中,其上部结构吊装施工顺序不同,卸载顺序和工艺的不同均会导致支撑系统实际承受荷载产生变化,需要考虑各种因素,对施工全过程进行模拟分析,需要对最不利工况下支撑系统及下部结构加固进行复核和验算,既要确保安全、方便施工,又不能改变设计意图。

2.4 本工程存在整体地下室,构件分布广,且局部有高差,造成吊装运输困难。考虑构件安装后顶部封闭,造成吊装只能采取分单元立体退位吊装的施工顺序,吊装工效低。受吊装设备、结构加固、场内二次运输路线通行条件、支撑系统承载力等等多种因素影响,造成构件分段数量多,吊次多,吊装工效低。构件在拼装场地拼装后需要驳运,构件二次倒运量大,降低工效。

2.5 本工程安装杆件多,安装、焊接、卸载作业等等施工工序多,与维护系统施工交叉多,工期短,施工组织与协调困难。

3 施工技术工艺简述

3.1 体育馆主构件尺寸长度较大,结合现场条件,采用临时支撑+高空分单元安装方案,ZH-01和ZH-04各分为六个吊装单元,ZH-02分为10个吊装单元,ZH-03分为9个吊装单元,分单元吊装。

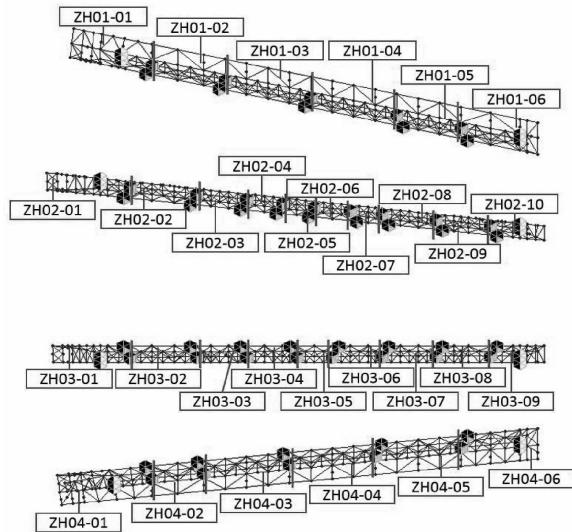


图4 主桁架分段位置及编号图



3.2 主桁架下口设置临时组合支撑胎架作为主桁架吊装单元构件吊装临时搁置点,由于主桁架结构为不规则横断面,采用主副支撑系统为一组,共27组54个组临时组合支撑胎架。

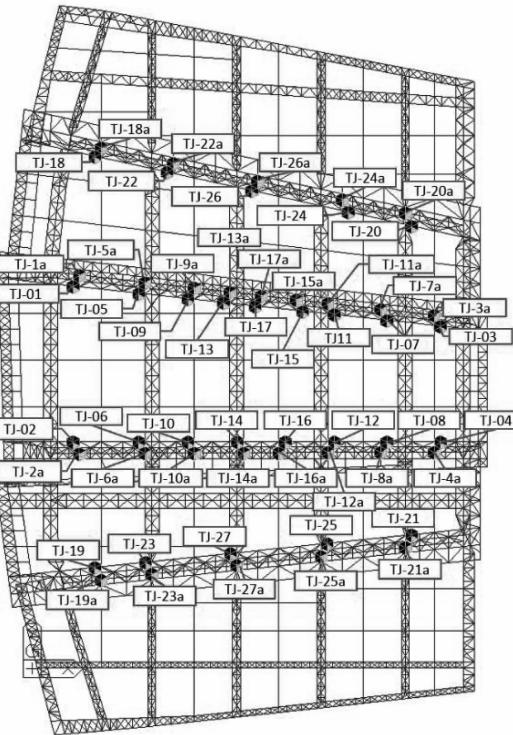


图5 体育馆临时组合支撑胎架布置及编号图

3.3 两个支撑胎架组成一组支撑单个吊装单元,下口主弦杆支撑于主支撑系统上,上部主弦杆偏心一侧支撑于辅支撑系统上。

3.4 主支撑系统上口节点设计考虑到卸载需要,在顶部的钢套框上设有两根型钢,一根型钢设置于钢套框上部用于焊接月牙板临时搁置主桁架,一根型钢设置于钢套框内用于搁置千斤顶卸载。

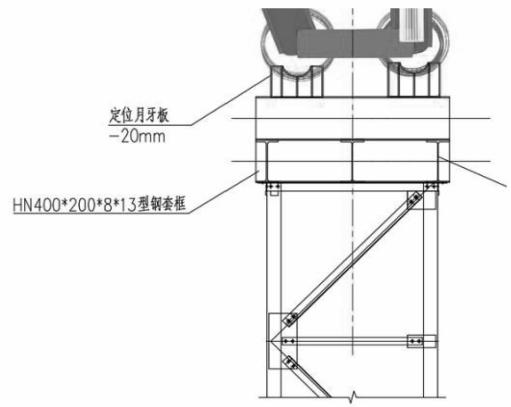


图6 主辅支撑系统

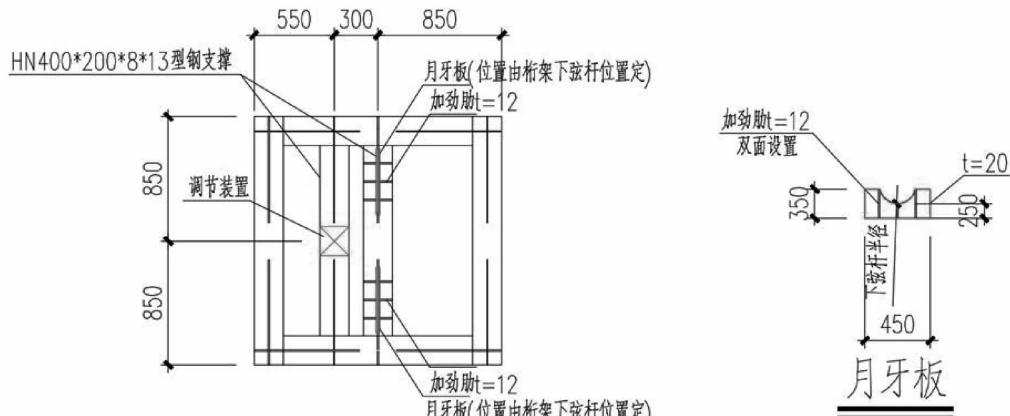


图7 主支撑系统卸载点设计

4 施工步骤

钢结构安装和卸载共分为29步,见表1。

表1 施工步骤

序号	步骤	内容	备注
1	Step01	安装 ZH02-01、ZH02-10、ZH03-01、ZH03-09	
2	Step02	安装 ZH02-02、ZH02-09、ZH03-02、ZH03-08	
3	Step03	安装 ZH02-03、ZH02-08、ZH03-03、ZH03-07	
4	Step04	安装 ZH02-04、ZH02-07、ZH03-04、ZH03-06	
5	Step05	安装 ZH02-05	
6	Step06	安装 ZH02-06、ZH03-05	
7	Step07	安装 ZH-02 和 ZH-03 之间的连系桁架	
8	Step08	安装次桁架	
9	Step09	安装主桁架侧挑檐桁架	
10	Step10	安装外悬挑桁架	
11	一次卸载 01	拆除 TJ-01 至 TJ-17 临时支撑胎架	
12	一次卸载 02	TJ-01a 至 TJ-17a 支撑点一级卸载	
13	一次卸载 03	TJ-01a 至 TJ-17a 支撑点二级卸载	
14	一次卸载 04	TJ-01a 至 TJ-17a 支撑点卸载完成	
15	Step11	安装 ZH01-01、ZH01-06、ZH04-01、ZH04-06	
16	Step12	安装 ZH01-02、ZH01-05、ZH04-02、ZH04-05	
17	Step13	安装 ZH01-03、ZH04-03	
18	Step14	安装 ZH01-04、ZH04-04	
19	Step15	安装 ZH-01 和 ZH-02、ZH-03 和 ZH-04 之间的连系桁架	
20	Step16	安装次桁架	
21	Step17	安装外侧挑檐桁架	
22	二次卸载 01	拆除 TJ-18 至 TJ-27 临时支撑胎架	
23	二次卸载 02	TJ-18a 至 TJ-27a 支撑点一级卸载	
24	二次卸载 03	TJ-18a 至 TJ-27a 支撑点二级卸载	
25	二次卸载 04	TJ-18a 至 TJ-27a 支撑点卸载完成	
26	Step18	边侧主桁架安装	
27	Step19	主桁架之间的连系桁架安装	
28	Step20	次桁架安装	
29	Step21	外侧挑檐桁架安装	

5 卸载方案简述

5.1 卸载分为两次卸载,安装至Step10施工阶段,ZH-02和ZH-03主桁架及其之间的连系桁架全部安装完成,经验收合格后,开始第一次卸载。

5.2 第一次卸载中间段ZH-02和ZH-03桁架组成的结构体系,即TJ-01至TJ-17和TJ-01a至TJ-17a支撑系统的卸载。

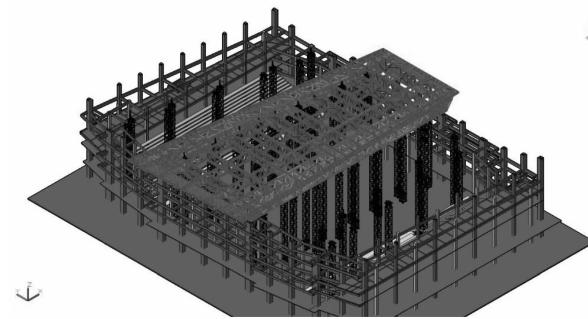


图8 一次卸载完毕三维示意图

5.3 Step17施工阶段,ZH-01和ZH-04主桁架与ZH-02和ZH-03之间的连系桁架全部安装

完成,经验收合格后,开始二次卸载。

5.4 ZH-01和ZH-04与ZH-02、ZH-03组成的结构体系,即TJ-08至TJ-27和TJ-18a至TJ-27a支撑系统的卸载。

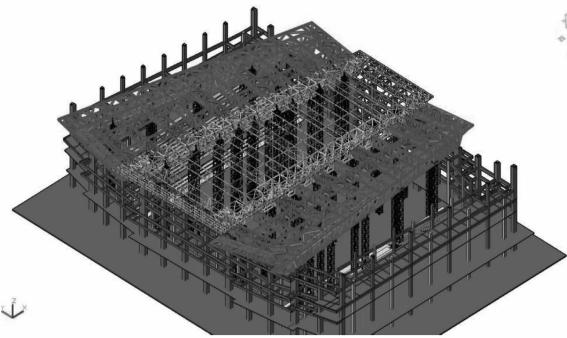


图9 二次卸载完毕三维示意图

6 施工仿真分析

6.1 为确保施工安全,在结构施工前对施工过程中的每一道工序进行施工模拟分析,分析施工过程中构件的应力和变形情况。

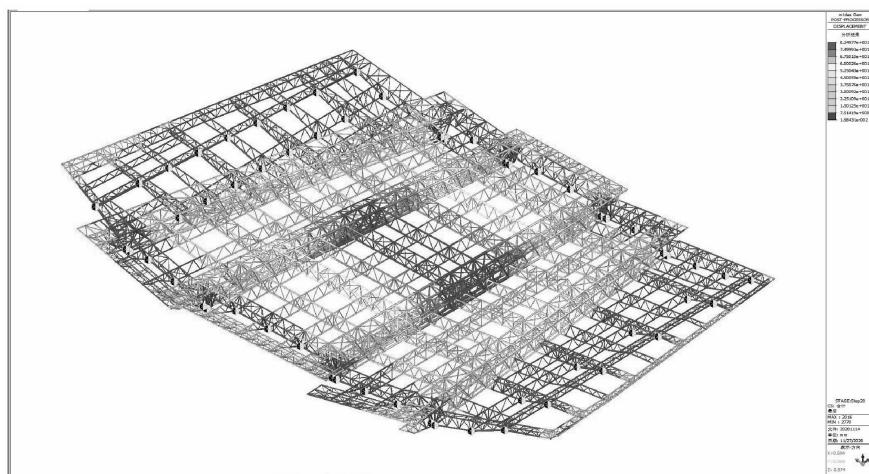


图10 结构施工过程应力和变形分析

6.2 通过对本工程施工过程中每一步骤结构的应力和变形情况进行验算分析,最大位移82.49mm,挠度值为1/970,,在规范允许范围内。应力最大91.99MPa,组合验算比最大值发生在第Step16步,为0.584,满足要求。

7 应力和变形监测技术

7.1 监测内容

1、桁架应变监测及变形监测;
2、胎架支撑应变监测及其变形监测。对于体育馆钢桁架屋盖,选取中间1区ZHJ-2、ZHJ-3主桁架及TJ-13、TJ-14胎架支撑作为监测对象。

7.2 测点布置

1、应变测点布置每榀桁架跨中区域在上下弦杆表面布置应变测点,支座处则在腹杆表面布置,每根杆在对称的位置有两个测点,安装应变传感器,数据线接入无线收发机箱,进行实时监测。每榀桁架布置12个测点,测点位置示意图如图11和图12。

为了反映卸载过程对胎架支撑架受力状况的影响,选取距离跨中最近位置的胎架作为监测的对象,将测点布置在胎架四根立柱上,每根立柱在对称位置安装两个应变仪,TJ-13、TJ-14各

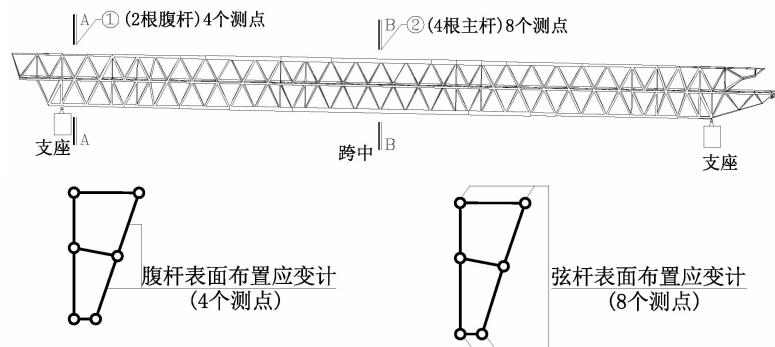


图 11 ZHJ-2 应变监测点布置

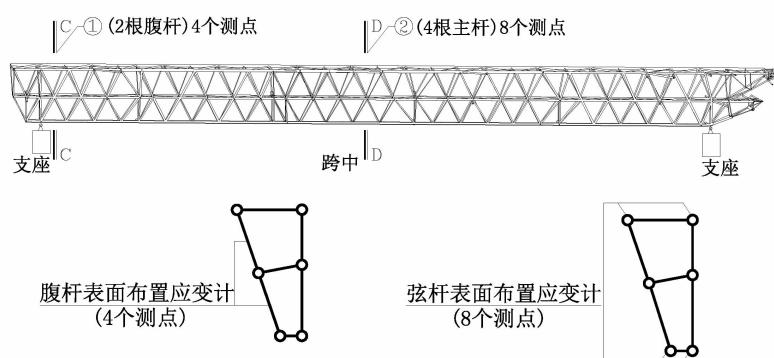


图 12 ZHJ-3 应变监测点布置

布置 8 个应变测点, 测点布置如图 13。

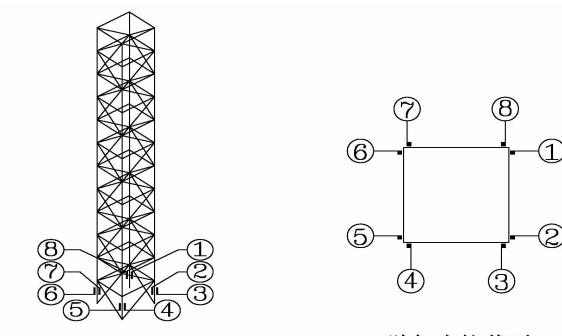


图 13 胎架应变监测点布置

2、位移测点布置

位移监测采用全站仪设备, 在各测点位置贴上徕卡反光片, 在卸载前记录下各测点的三维坐标, 通过与卸载后所得的坐标对比可测得桁架以及胎架的位移变化。在两侧支座上、下弦杆处各布置测点。选取距离跨中最近的胎架 TJ-13、TJ-14, 在该胎架顶和胎架支撑位置上的上、下弦杆分别布置测点, 此外作为对照, 在跨中位置与支座间选取胎架 TJ-11、TJ-12 按相同的方式布置位移测点, 如图 14。

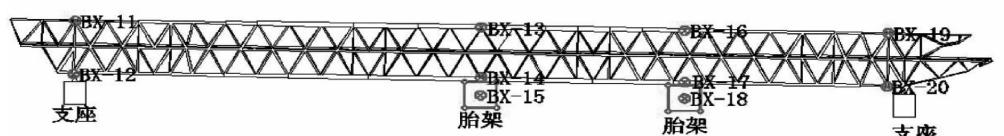
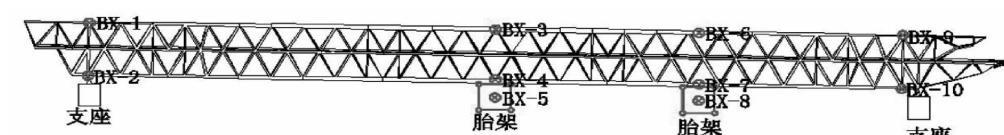


图 14 桁架位移测点布置

7.3 监测结果

1、应变监测

屋盖钢结构卸载操作于2021年4月24日上午08:17分开始,卸载过程分三次卸载完成,第三次卸载操作于上午9:05分结束。对各测点在施工过程中采用数据采集仪自动记录,绘制出各测点应变增量的时间变化曲线如下。

图15为ZHJ-2支座处腹杆应变值,其中测点4因为现场施工机械操作损坏。各测点应变数值在 $-45.1\sim-1.9\times10^{-6}$ 范围内,在各级卸载过程中有明显阶梯状变化,曲线有明显的下降段,在卸载完成后曲线变化恢复平稳状态。

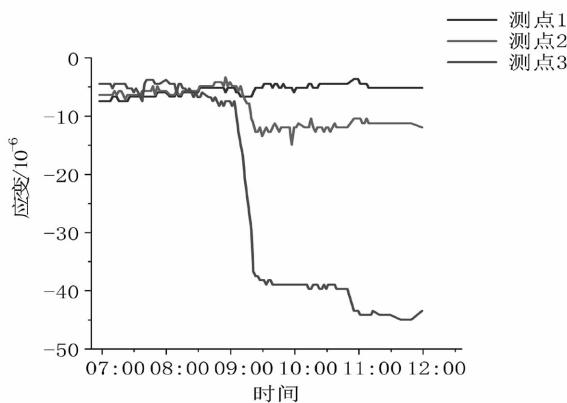


图15 ZHJ-2 2-2/G 支座腹杆应变增量-时间曲线

图16、图17分别为ZHJ-2桁架跨中上、下弦杆的应变增量-时间关系曲线图。图16显示各上弦杆测点处在卸载完成后均呈受压状态,应变值在 $-489.18\sim38.72\times10^{-6}$ 范围内。图17中下弦杆各测点值在卸载完成后均呈受拉状态,应变值在 $-10.5\sim117.1\times10^{-6}$ 范围内。

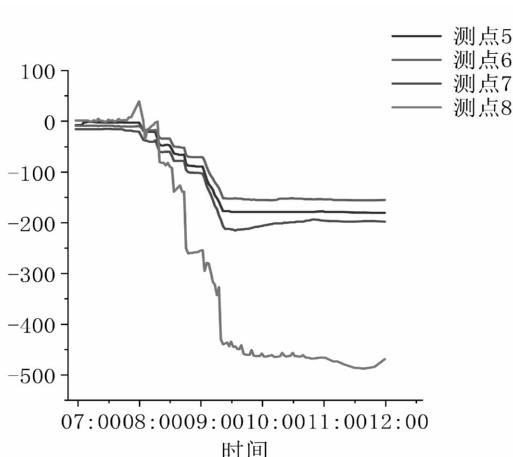
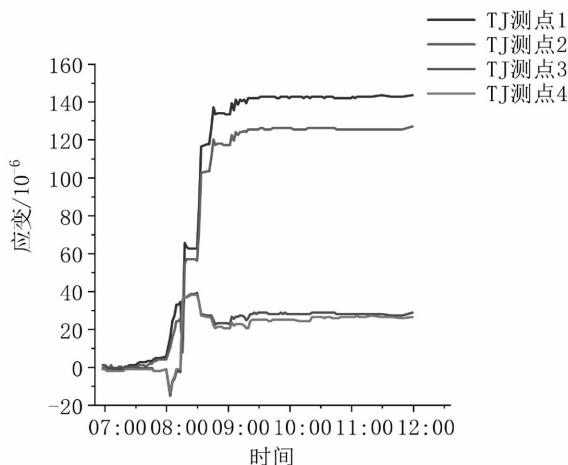


图16 ZHJ-2 跨中上弦杆应变增量-时间曲线

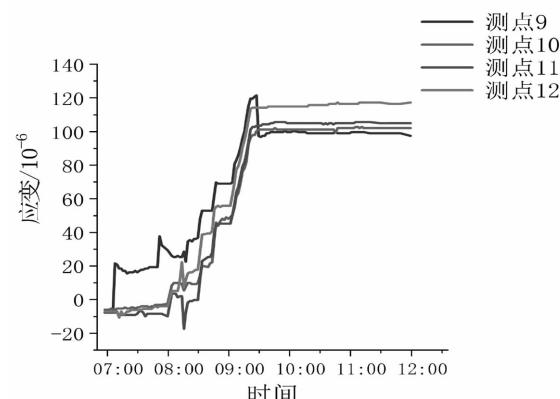


图17 ZHJ-2 跨中下弦杆应变增量-时间曲线

胎架TJ-14的8个测点应变增量-时间关系图如图18所示。TJ-14各测点在卸载过程中拉应变值都有所增大。卸载完成后桁架千斤顶与胎架分离,此后胎架应变无明显改变。应变增量在 $-15.4\sim255.7\times10^{-6}$ 范围内。

图19为ZHJ-3支座处腹杆应变值。其中测点3在安装过程中损坏,读数缺失。各个测点变

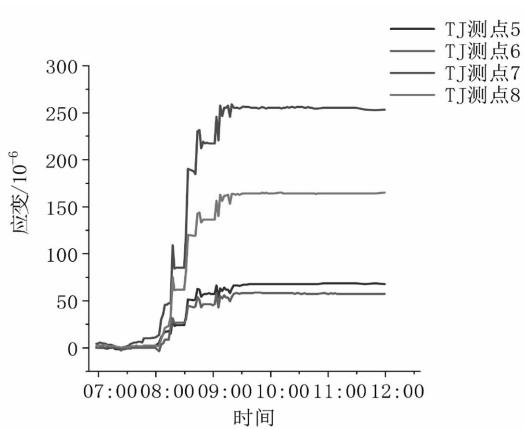


图18 TJ-14 胎架应变增量-时间曲线

化趋势与 ZHJ-2 大致相似,但是应变增量幅值要小于 ZHJ-2 桁架。应变增量在 $-45.1\sim-4.5\times10^{-6}$ 范围内。

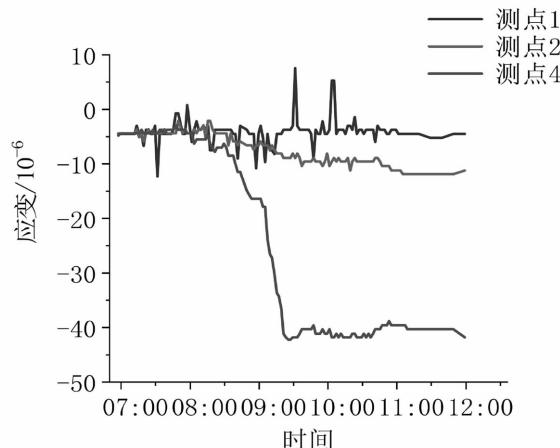


图 19 ZHJ-3 桁架 2-2/L 支座腹杆应变增量-时间曲线

图 20、图 21 分别为 ZHJ-3 跨中上、下弦杆的应变增量-时间关系曲线图。显示各上弦杆测点处应变增量在 $-208.7\sim-4.5\times10^{-6}$ 范围内。下弦杆各测点值在卸载过程前后的应变增量在 $-11.3\sim189.2\times10^{-6}$ 范围内。

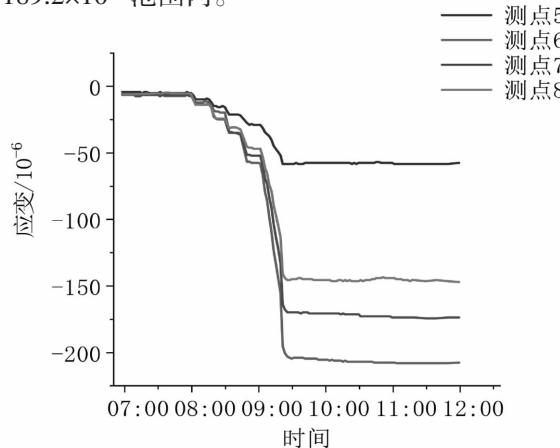


图 20 ZHJ-3 跨中上弦杆应变增量-时间曲线

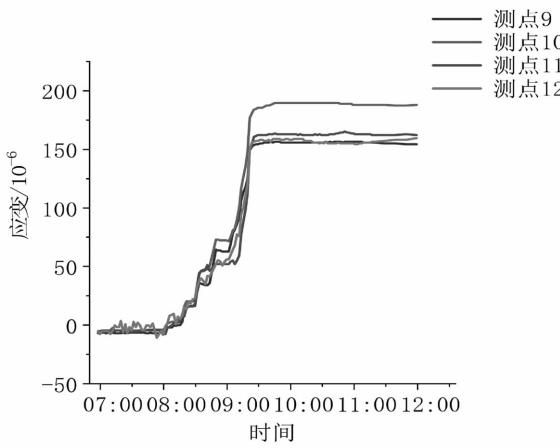


图 21 ZHJ-3 桁架跨中下弦杆应变增量-时间曲线

胎架 TJ-15 的 8 个测点应变增量-时间关系图如图 22 所示。除测点 2 以外,其余测点应变变化趋势与 TJ-14 大致相同。测点 2 在卸载开始出现拉应变,在卸载完成拆除胎架顶千斤顶时应变状态发生改变。应变增量在 $-15.4\sim255.7\times10^{-6}$ 范围内。

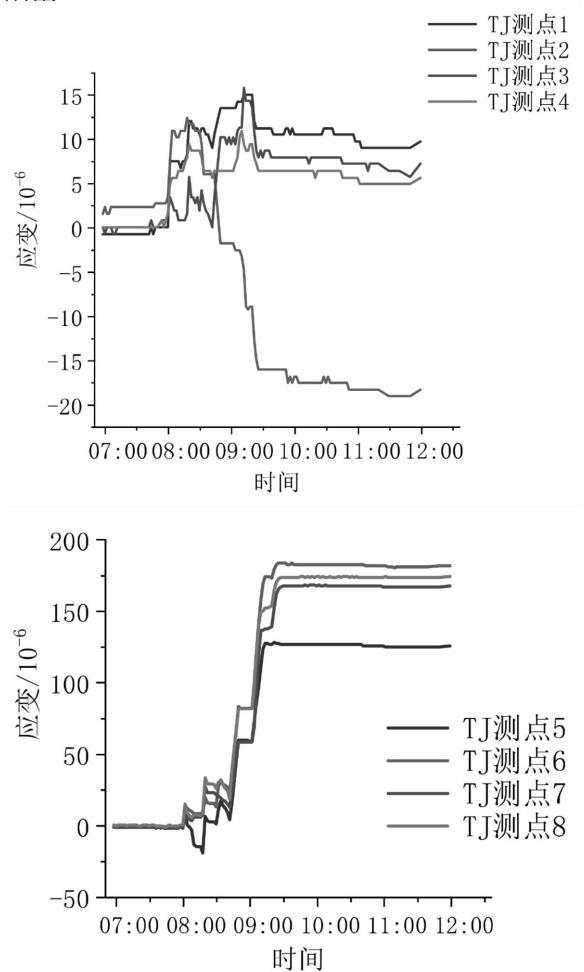


图 22 TJ-15 应变增量-时间曲线

2. 位移监测

在卸载过程中用全站仪测量各测点三维坐标值,分析可得各测点位移变化量,位移变化记录表如表 2 所示。其中 ZHJ-2 桁架跨中最大下挠值为 59.67mm,支座处东西向(沿梁方向)最大变形为 9.98mm;ZHJ-3 桁架跨中最大下挠值为 50.33mm,支座处东西向(沿梁方向)最大变形为 8.40mm; 卸载施工过程中胎架顶部最大侧移约 40.96mm。

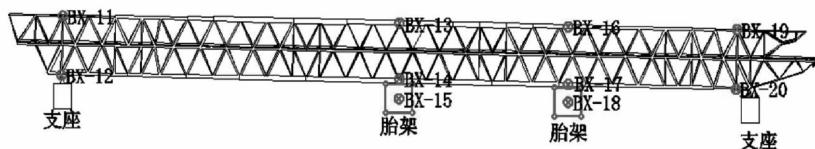
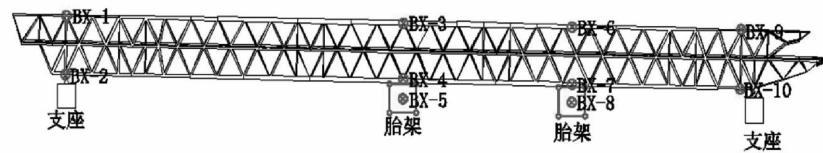
7.4 结论

桁架在卸载施工过程中支座处腹杆应力增量范围为 $-9.29\text{ MPa}\sim-0.39\text{ MPa}$; ZHJ-2 桁架跨中

表2 位移监测数据

点号	监测时间: 2021年4月23号(卸载力前)			监测时间: 2021年4月24号(卸载力后)			变化量			监测点位置
	X(m)	Y(m)	Z(m)	X(m)	Y(m)	Z(m)	X(mm)	Y(mm)	Z(mm)	
BX-1	1080.8697	986.3077	48.6093	1080.8653	986.3176	48.6081	-4.43	9.98	-1.20	上弦
BX-2	1082.5226	987.9282	42.2081	1082.5247	987.9234	42.2024	2.07	-4.77	-5.68	下弦
BX-3	1058.2185	1020.5930	47.8768	1058.2244	1020.6006	47.8172	5.90	7.65	-59.67	上弦
BX-4	1060.0035	1021.7367	42.0591	1060.0051	1021.7437	42.0026	1.60	6.93	-56.50	下弦
BX-5	1060.3433	1021.6595	41.1450	1060.3078	1021.6390	41.1445	-35.47	-20.48	-0.53	胎架
BX-6	1051.3185	1031.2411	47.6683	1051.3239	1031.2465	47.6168	5.37	5.47	-51.52	上弦
BX-7	1053.2863	1031.9671	41.9650	1053.2873	1031.9722	41.9148	1.03	5.13	-50.15	下弦
BX-8	1053.4083	1031.8349	40.9951	1053.3884	1031.8249	41.0014	-19.95	-10.00	6.28	胎架
BX-9	1038.1333	1051.3905	47.0716	1038.1372	1051.3863	47.0629	3.92	-4.15	-8.70	上弦
BX-10	1039.1804	1053.1938	41.6776	1039.1801	1053.2030	41.6768	-0.35	9.20	-0.80	下弦
BX-11	1050.8205	971.1134	48.6485	1050.8185	971.1218	48.6492	-1.93	8.40	0.70	上弦
BX-12	1050.6472	971.2615	42.0573	1050.6475	971.2565	42.0572	0.25	-5.00	-0.08	下弦
BX-13	1034.1059	1003.6774	48.0789	1034.1122	1003.6812	48.0291	6.22	3.80	-49.85	上弦
BX-14	1034.1280	1003.3418	41.8974	1034.1367	1003.3450	41.8470	8.73	3.22	-50.33	下弦
BX-15	1034.1583	1003.5445	40.6493	1034.1615	1003.5499	40.6520	3.23	5.35	2.72	胎架
BX-16	1026.7133	1018.2761	47.7640	1026.7243	1018.2745	47.7203	11.00	-1.58	-43.68	上弦
BX-17	1026.7195	1018.0552	41.8665	1026.7262	1018.0598	41.8228	6.62	4.55	-43.65	下弦
BX-18	1026.8418	1018.1243	40.8264	1026.8265	1018.1190	40.8269	-15.23	-5.37	0.45	胎架
BX-19	1014.9907	1041.3094	47.0754	1014.9967	1041.3031	47.0736	6.00	-6.33	-1.78	上弦
BX-20	1014.9824	1041.0529	41.4841	1014.9793	1041.0567	41.4817	-3.07	3.75	-2.45	下弦

备注: X数据变化方向: +值往北-值往南; Y数据变化方向: +值往东, -值往西; Z数据变化方向: +值上升, -值下沉



处上弦杆应力增量范围为-100.77MPa~-7.98MPa; 桁架跨中处下弦杆应力增量范围为-2.16MPa~-24.12MPa; ZHJ-3 桁架跨中处上弦杆应力增量范围为-42.99MPa~-0.93MPa; 桁架跨中处下弦杆应力增量范围为-0.23MPa~38.98MPa。胎架支撑在卸载过程中靠近地面部位构件受力较大, 靠近桁架部分受力较小, 胎架底柱应力增量范围为-3.17MPa~52.67MPa。

桁架在卸载施工过程中跨中最大挠度为59.67mm, 支座处沿梁长度方向最大变形为9.98mm; 卸载施工过程中胎架顶部最大侧移为40.96mm。

监测结果与理论分析基本吻合, 卸载施工过程中未出现异常。

8 总论

霍山县体育中心体育馆工程采用通过实践创新多项技术, 解决了由于结构形状特殊, 场地条件复杂, 结构下部为整体地下室, 室内存在看台, 屋盖结构层次多, 大型吊装设备入场吊装条件受限, 屋面桁架安装高度高、跨度大、构件重带来施工难度增加的难题。综合考虑结构受力特点、构件的分段、施工全过程支撑系统承载力、卸载方案、结构加固、吊装机械选型及方案的经济性和施工便捷性等多种因素。通过制定了一系列的措施和针对性方案, 降低施工成本, 既确保了施工安全, 又能保证工程质量, 为今后类似工程的施工提供了宝贵的经验, 具有一定的参考价值和指导作用。

吸附管对室内空气中TVOC检测结果的影响分析

周华倩¹,郭陈成²,梁晓晖²

(1.南通市建筑工程质量检测中心;2.南通市建筑科学研究院有限公司)

[摘要] 以国家标准GB50325-2020中规定检测方法为依据,从吸附管活化时间、样品保存时间以及吸附管使用频次三个方面开展试验,分析吸附管对室内空气TVOC检测结果的影响,并就提供该检测项目的检测准确度提出建议。

[关键词] 吸附管;TVOC检测;影响分析;检测结果

0 引言

随着近几年国内房地产行业的飞速发展,尤其是2019年以来各大房地产商纷纷推出形式不同,令人无限神往的精装修住宅,使得一度远离人们视线的室内空气环境污染,又一次的成为人们津津乐道的热门话题。

每当提及室内空气污染时,人们的脑海里第一时间会出现甲醛,甚至也有人会想起氨对人体的种种危害,却鲜有人知道总挥发性有机化合物的危害,也就是专业人士所说的TVOC。国家标准《民用建筑工程室内环境污染控制标准》(GB50325-2020)中规定:“在本标准规定的检测条件下,所测得的空气中总挥发性有机化合物的总量,简称TVOC。”

空气中总挥发性有机化合物,是室内空气中三大有机污染中影响较为严重的一种,它在住宅室内空气,尤其是新装修住宅中普遍存在,它的毒性、刺激性、致癌性和特殊的气味性,能引起机体免疫水平失调,影响中枢神经系统功能和消化系统功能。轻者出现皮肤过敏、咽喉疼、头痛、头晕、嗜睡、胸闷、乏力,重者可引起支气管炎、过敏性哮喘、肺炎、肺水肿,严重时可损伤肝脏和造血系统功能,出现变态反应等。鉴于此,本文主要介绍TVOC检测的原理,分析吸附管的使用对检测结果的影响,以达到完善空气中TVOC检测过程,继而提高检测水平的目的。

1 检测原理和影响因素

1.1 检测原理

用以Tenax-TA或2,6-对苯基二苯醚多孔聚合物-石墨化炭黑作为吸附剂的TVOC吸附管收集一定体积的空气样品,空气流中的挥发性有机化合物保留在吸附管中。采样后,将吸附管加热,被吸收的挥发性有机物通过惰性气体输入气相色谱仪。在一定色谱柱条件下,经过毛细管分离后,FID检测,工作站记录谱图和数据,用保留时间定性,峰面积定量。最后通过标准状态下体积换算,计算出被测部位空气中TVOC的浓度。

1.2 影响因素

室内空气检测TVOC是在一密闭空间中采集气体后进行仪器分析,因此采集现场的环境布置、环境温度、大气压,当时的环境条件以及所有参与检测过程的仪器性能都将极大的影响最终的检测数据,因此对于检测机构而言,一些重要设备和配套物质如气相色谱仪、活化仪和标准物质等都是会通过日常的维护,期间核查等手段来保证其有效性,鉴于此,本文主要就吸附管的使用对检测本身产生的影响展开分析。

(1) 吸附管活化时间

GB50325-2020中规定活化时间不少于30min,活化至无杂质峰为止。众所周知无论是Tenax-TA吸附管,还是X复合吸附管,活化时间长短将直接影响吸附剂的吸附效果,往往厂家会建议不超过30min,或者说不超过太多,这点与规范要求有一定的背离,而且一般情况下吸附管很难做到完全无杂质峰,由于最终计算过程是将杂质峰作为甲苯计算,这便直接导致TVOC检测

结果偏大,从而影响数据的准确性。

(2) 样品保存时间

GB50325-2020 中规定现场采样后,应尽快分析,样品保存时间不应大于 14d。这从尽快分析到不大于 14d,认为这个跨度有点大,本文将通过试验设计来分析较为合理的样品保存时间。

(3) 吸附管使用频次

吸附管是室内空气检测中必不可少的配件,而且是易耗品,其吸附能力直接影响 TVOC 浓度检测的准确度,GB50325-2020 中明确规定了其材质和填充材料的要求,但是对其使用频次,使用多久要求更换并没有明确的说明。

2 试验方案

试验采用新购置的 X 复合吸附管,设定活化温度为 300°C,高纯氮气流量为 0.5L/min,活化时间分别是 30min、40min、50min、60min,吸附管保存时间分别为立即、7d、14d 和 21d 后进样检测,吸附管使用频次使用新管子、使用 20 次和 50 次的管子。

为使试验分析能有个定量的分析,试验管制备选用标准浓度 100ug/ml 的标准样品,采用 1ul 进样器注入上述吸附管中,即本次试验的甲醛含量标准为 0.1ug,用塑料软套封堵,放在干燥器中备用。

色谱仪分析,试验采用北京中惠普 JX-6AT 型号自动解析仪和韩国漾林 YL6500 型气相色谱仪进行检测。按照表 1 设置条件开展。

3 数据分析

3.1 吸附管活化时间

图 1-图 4 中发现活化时间 50min 和 60min

表 1 试验管号分布

管号	类别	管号	类别
1	活化时间 30min	2	活化时间 40min
3	活化时间 50min	4	活化时间 60min
5	立即检测	6	放置 7d 后进样检测
7	放置 14d 后进样检测	8	放置 21d 后进样检测
9	使用 20 次后活化 30min,立即检测	10	使用 50 次后活化 30min、立即检测

的杂质峰明显比 30min 和 40min 的少很多,其中 4 号管的杂质峰含量 0.003ug,较 1 号管杂质峰含量 0.012ug 少了近 3 倍。而且检测值与标准值 0.100ug 相比,1 号和 2 号管的误差近 30%,4 号管误差 15%,3 号管误差最小为 6%,但是超过 50min 后,活化效果有所下降,检测值又开始偏高。由此可见,活化时间对吸附管中杂质的去除起到了较大影响,活化时间在 50 分钟左右去除杂质峰的效果较好,如果活化时间不足,将造成检测数据偏大。

表 2 数据汇总表 1

序号	管号	检测值 ug	杂质峰含量 ug
1	1	0.138	0.012
2	2	0.135	0.009
3	3	0.106	0.004
4	4	0.115	0.003

3.2 样品保存时间

通过对注入同样体积的标准样品的吸附管,存放不同时间后分析结果可以看出,立刻检测和 7 天检测的数据相近,14 天和 21 天数据比 1 号和 6 号数据下降 4.3% 和 7.2%,原因有两种,一是人为原因,因为 1ul 进样针量十分的小,不像 1ml 以上的进样量肉眼能看到刻度线,能保

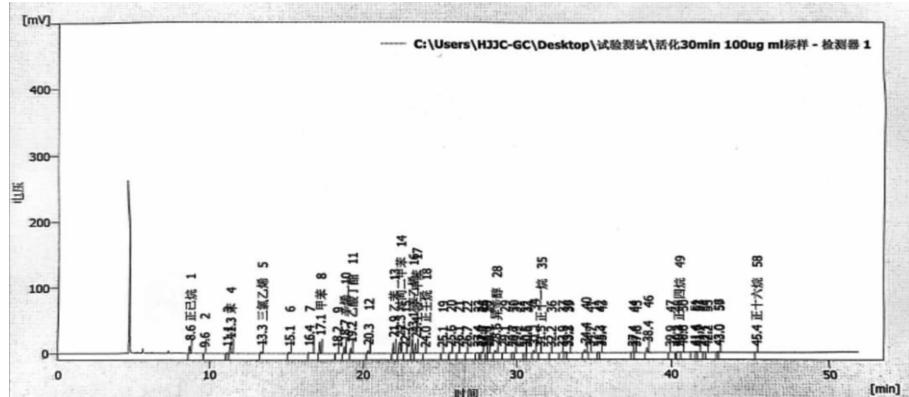


图 1 1 号管色谱图

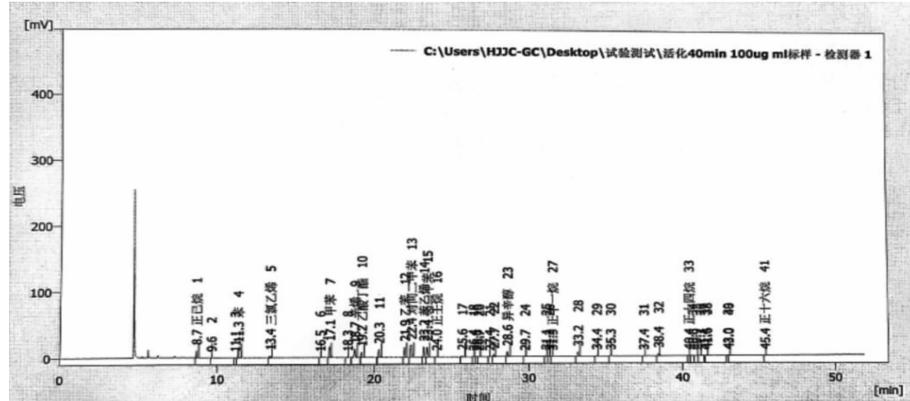


图 2 2号管色谱图

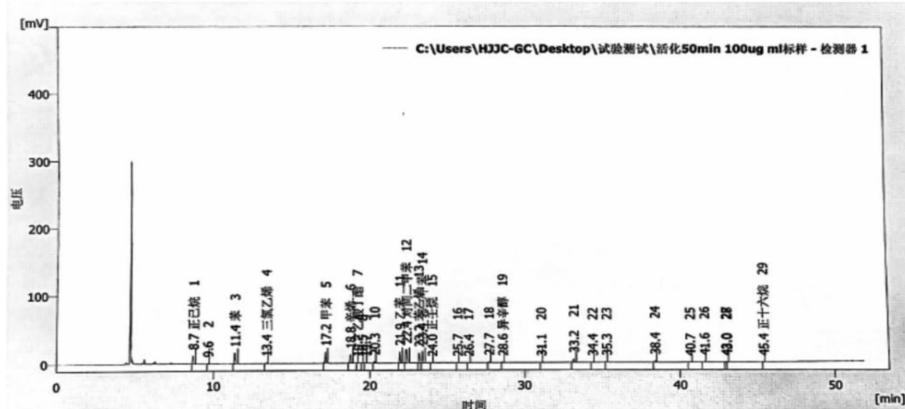


图 3 3号管色谱图

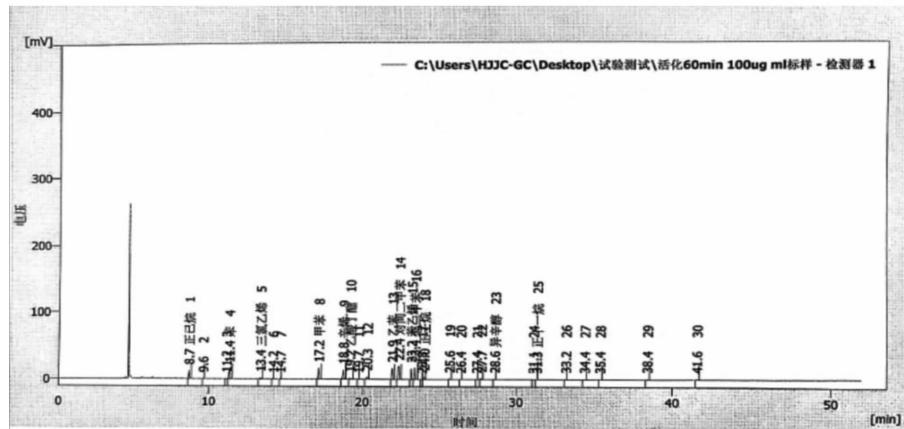


图 4 4号管色谱图

证进样量一样,1ul的几乎看不见液面刻度,完成依靠检测人员的熟练程度来确保每一针的进样量,所以7号管和8号管检测值降低也很有可能

表 3 数据汇总表 2

序号	管号	检测值 ug	杂质峰含量 ug
1	1	0.138	0.012
2	6	0.137	0.007
3	7	0.132	0.008
4	8	0.128	0.008

是进样量不足造成的,但鉴于本试验是同一人操作,而且进样的熟练程度较高,基本可以排除这种情况;二是由于保存时间较长,吸附管内的标准样品自行损耗或失效造成数据减少。

3.3 吸附管使用频次

吸附管作为直接影响采样效率的主要耗材,其有效性将会影响检测值的准确性,使用越久,吸附管内的填充料的活性效果会受影响。表4显示,在同样活化30min的前提下,使用20次的吸

附管活性较好,用到50次后活性效率有所下降,但都比崭新吸附管的效率高,杂质峰含量也少许多。原因是新购置的吸附管,在活化30min后,填料中的杂质去除的不彻底,在单次不延长活化时间的情况下,反复使用后就变相的增加了活化时间,造成检测杂质峰含量下降。这就说明吸附管在一定限度范围内,反复使用是有利于提高检测精度的。

表4 数据汇总表1

序号	管号	检测值 ug	杂质峰含量 ug
1	1	0.138	0.012
2	9	0.114	0.002
3	10	0.118	0.005

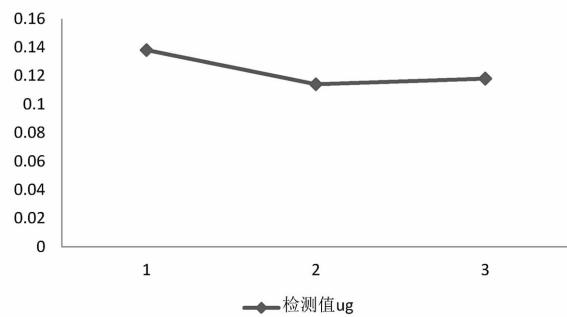


图5 检测值折线图

4 结语及建议

(1)新购置的吸附管单次活化时间对活化效率的影响规律,在一定的时间区间内,随时间的增加先增加后减少,为减少吸附管杂质峰含量,

提高检测准备度,建议首次活化时间50–60min之间。

(2)采集后吸附管只要按照规范要求进样保存,在14天内随着保存时间增加,检测结果影响越来越大,最大偏差达到4.3%,保存21天更是高达7.2%,因此建议现场采集后应尽快安排检测。

(3)吸附管使用频次对吸附效率的影响规律是先增大后减少,也是说一定使用频次范围内,是老管子比新管子更利于检测精度的提高,但是也不是无限制使用,通过试验建议,一个吸附管最佳使用频次在50–60次左右,超过该期限就可以更换了。

通过以上试验分析,建议在现场检测前,对新购置的吸附管进行反复的活化后,也就是单次时间控制在50–60min之内,反复10–20次后,再投入现场采样,这样有助于减少吸附管本身的杂质对现场空气中TVOC浓度的影响;再者在做标准曲线工作中,必须同一人进行操作,而且要熟练使用进样针,吸取标准样品时达到匀速、等时,确保进行量相同,以提高标准曲线的准确度。

参考文献:

- [1] 民用建筑工程室内环境污染控制标准:GB 50325–2020[S].

预应力装配式混凝土框架结构健康监测

高沈欢,唐冬均

(龙信建设集团有限公司,226100)

[摘要] 结构体系较为新颖,施工工艺较为复杂,为验证设计假定,控制施工质量,确保整个结构的安全使用,需对其施工阶段及使用阶段进行结构健康监测。

[关键词] 预应力;结构;监测

1 工程简介

海门麓园项目位于南通市海门区瑞江路与南海路交叉口,商铺9#楼建筑高度8.6m,建筑面积916.34m²,采用后张无粘结预应力装配式混凝土框架结构。

9#楼结构体系新颖,施工工艺复杂,为验证

设计假定,控制施工质量,确保整个结构的安全运营,对其施工阶段及使用阶段进行结构健康监测。被测构件主要集中于B轴线,监测和检测内容包括:柱垂直度、预应力筋有效应力、钢筋应变、水平构件挠度、施工荷载等。采用的传感器包括:振弦式应变计、光纤光栅传感器、倾角仪等。

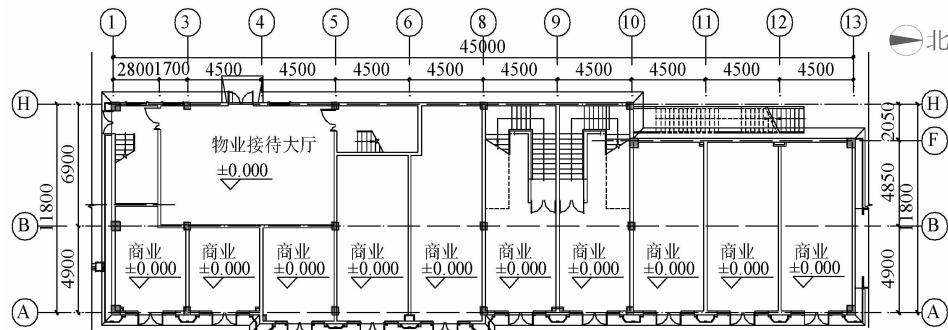


图1 麓园9#楼一层平面布置

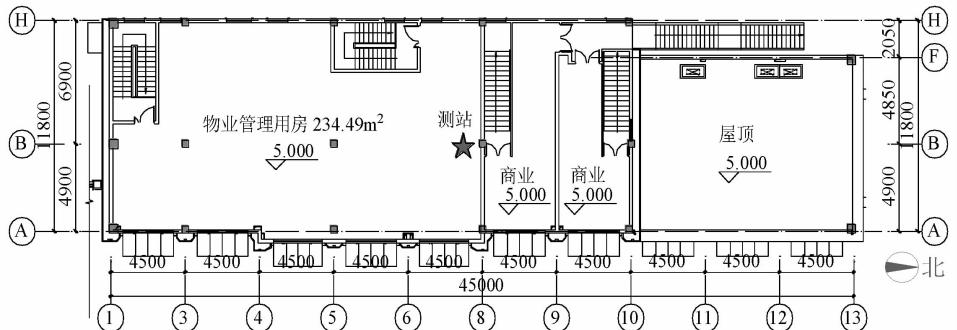


图2 麓园9#楼二层平面图



图3 振弦式应变计



图4 光纤光栅传感器



图5 倾角仪

2 监测内容

2.1 预应力筋应变

对于预应力构件而言,预应力筋有效应力直接影响构件的力学性能,也是进行受力分析的重要参数,故需对预应力梁和预应力叠合板的预应力筋应力进行监测。拟采用光纤布拉格光栅(FBG)传感器测量叠合板有粘结预应力钢丝及预应力梁无粘结钢绞线应变,光纤光栅需提前封装于钢绞线中丝或预应力钢丝上。

2.2 非预应力筋应变

梁、板、柱构件非预应力纵筋的应变可以反映材料的应力水平，从而判断构件的受力状态，其中梁、柱构件测量其关键截面纵筋应变，板构件测量拼缝附加钢筋应变。拟采用振弦式应变计测量非预应力筋的应变(测得的应变也是同一位置处混凝土的应变)。振弦式应变计需在构件生产时预埋。

2.3 预制柱垂直度

预制通高柱的垂直度不仅影响预制梁的安装，还影响构件本身及整个结构的受力状态，是一项关键参数。本项目采用的预制柱构件为通高柱，垂直度不易控制，故需对其垂直度进行监测。拟采用倾角仪测量柱构件垂直度，传感器安装柱身标高 6.5m 处（二层楼面以上 1.5m），并采用经纬仪、靠尺等辅助测量。施工过程中同步开展预制柱垂直度智能检测。

2.4 梁、板竖向变形

预应力混凝土受弯构件的挠度由预加力引起的反拱和外荷载产生的下挠两部分组成，而

反拱值受预应力损失、混凝土收缩、徐变等因素影响，处于长期变化的状态，故需对其进行监测。施工阶段，采用百分表、位移计、水准仪等设备监测竖向变形，使用阶段采用全站仪监测竖向变形。

2.5 环境温度和湿度

环境的温、湿度对混凝土材料的收缩、徐变影响较大,故需对建筑中的环境温、湿度进行监测。采用温、湿度传感器获取环境温、湿度数据。

2.6 混凝土材料性能

混凝土强度和弹性模量是进行结构变形计算的关键参数,但混凝土材料的强度、弹性模量均会随时间而变化,故需制作多组试块,以满足不同阶段(后张施工、预应力钢丝放张、构件吊装、拆模、建筑运营等)混凝土材料性能测试需求。

2.7 支架立杆应变

为监测施工过程中桁架预制板上实际施工荷载,对架体立杆进行应变监测,结合立杆截面积和弹性模量数据计算获得施工荷载。采用表面型振弦式应变计测量支架立杆应变数据。

3 测点布置

测站设置于二层物业管理用房中,如图 2 所示。围绕测站进行各测点的布置。相关预制构件及其编号如图 6、图 7 所示,各构件监测内容及测点数量见表 1。

为方便预制构件的追踪及相关信息的存储，在被测构件中埋入 RFID 标签，并通过 RFID 读写器进行数据交互。

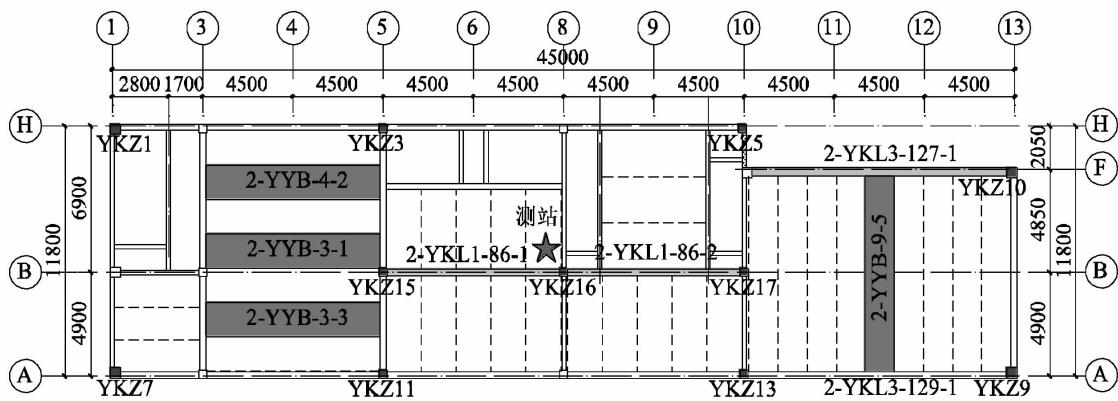


图 6 麓园 9# 楼二层结构监测构件示意图

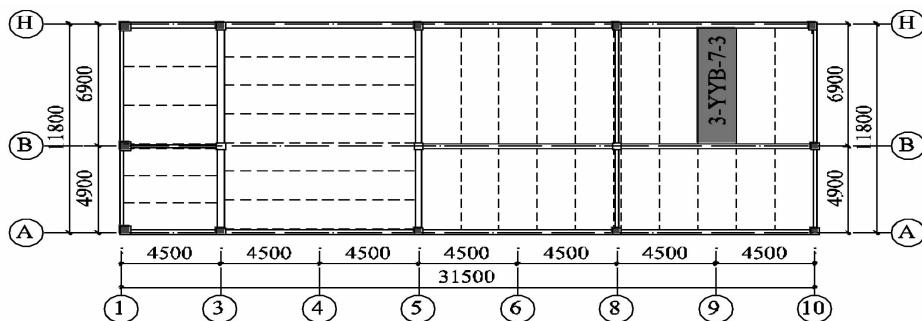


图7 麓园9#楼顶层结构监测构件示意图

表1 构件监测内容及测点数量

构件类型	构件编号	监测内容	测点数量
梁	2-YKL1-86-1/YKL1-86-2	钢绞线应变	3
	2-YKL3-127-1	普通钢筋应变	6
		挠度	3
	2-YKL3-129-1	挠度	3
板	2-YYB-9-5 3-YYB-7-3	预应力钢丝应变	4
		挠度	3
		非预应力方向钢筋应变	1
		拼缝搭接钢筋应变	2
	2-YYB-3-1	预应力方向普通钢筋应变	3
		非预应力方向钢筋应变	1
		拼缝搭接钢筋应变	2
	2-YYB-3-3/2-YYB-4-2	非预应力方向钢筋应变	1
柱	YKZ15/YKZ16/YKZ17	垂直度	2
		纵筋应变	8
	YKZ1/YKZ3/YKZ5/YKZ7/ YKZ9/YKZ10/YKZ11/YKZ13	沉降	1

3.1 预应力筋应变

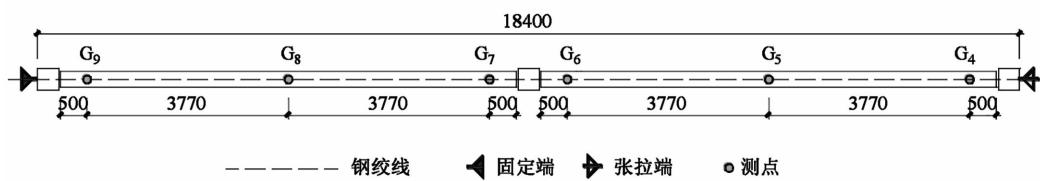


图8 预应力梁2-YKL1-86-1、2-YKL1-86-2a钢绞线应变测点布置

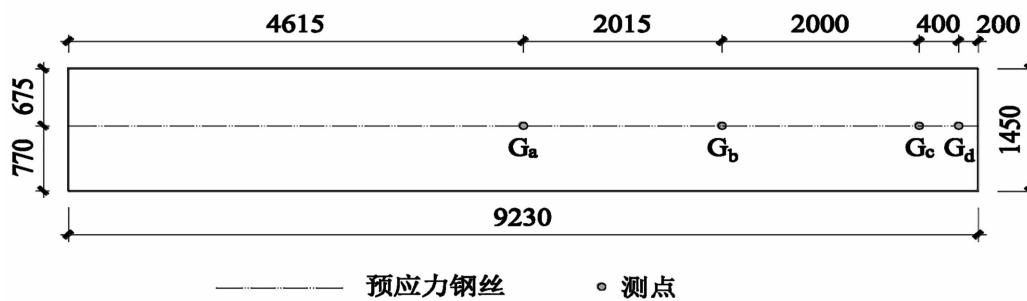


图9 预制板2-YYB-9-5预应力钢丝应变测点布置

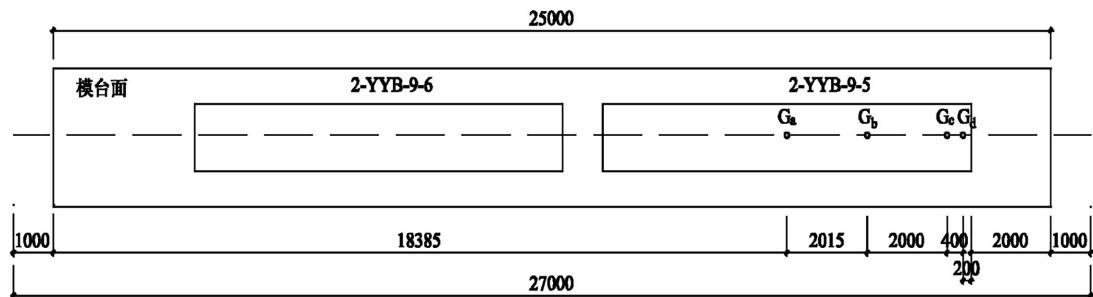


图 10 预应力预制板 2-YYB-9-5 生产布置图

注:预应力板采用先张法生产,钢模台座长度 25m,单根预应力钢丝长度取 27m,预应力钢丝应变测点在两根预应力钢丝上的分布如图 10 所示。

3.2 非预应力筋应变

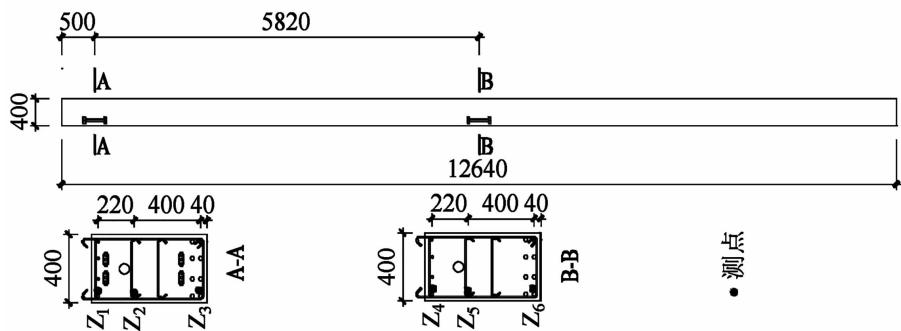


图 11 梁 2-YKL3-127-1 非预应力筋应变测点布置

3.3 柱垂直度

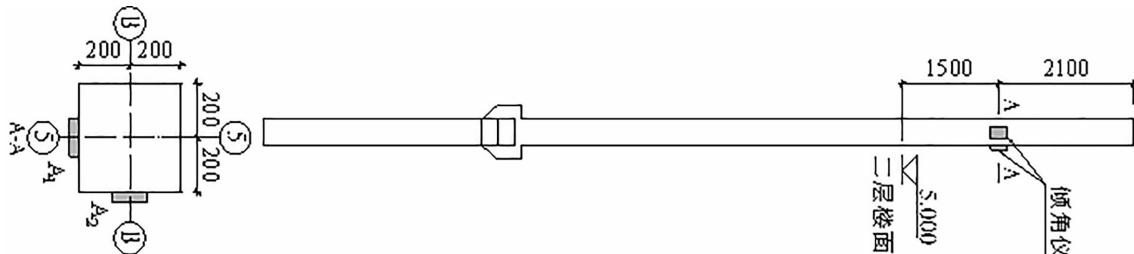


图 12 柱 YKZ15 顶倾角仪布置

3.4 梁、板竖向变形

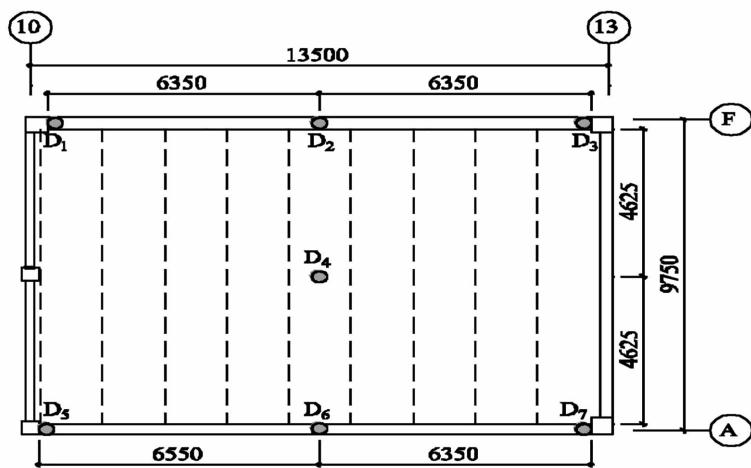


图 13 梁 2-YKL3-127-1、板 2-YYB-9-5 竖向变形测点布置

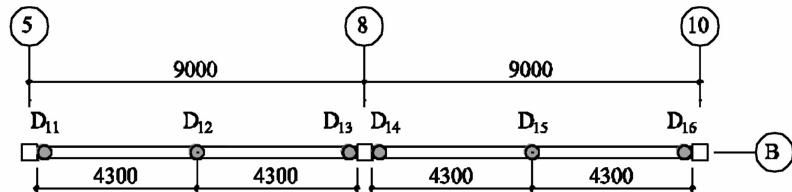


图 14 梁 2-YKL1-86-1、2-YKL1-86-2a 变形测点布置

3.5 支架立杆应变

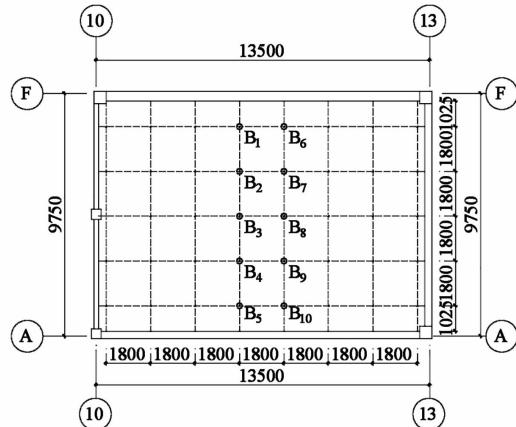


图 15 应变测点编号

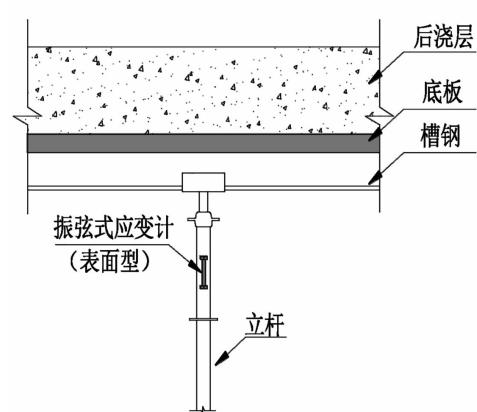


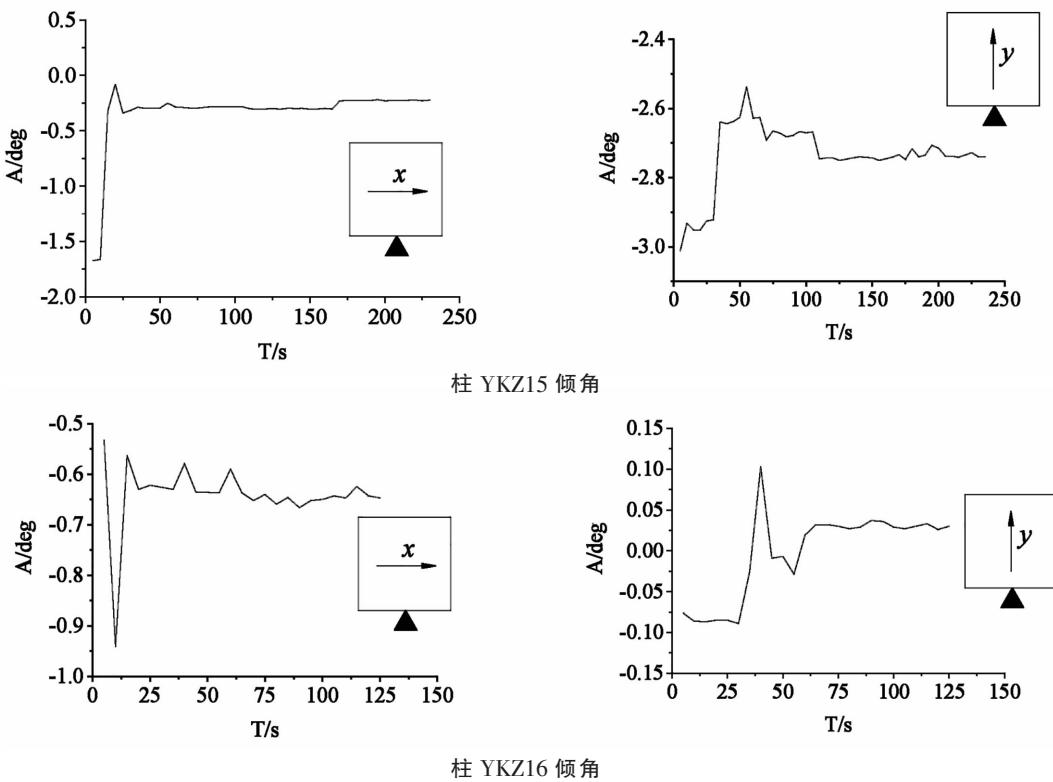
图 16 应变计焊接位置

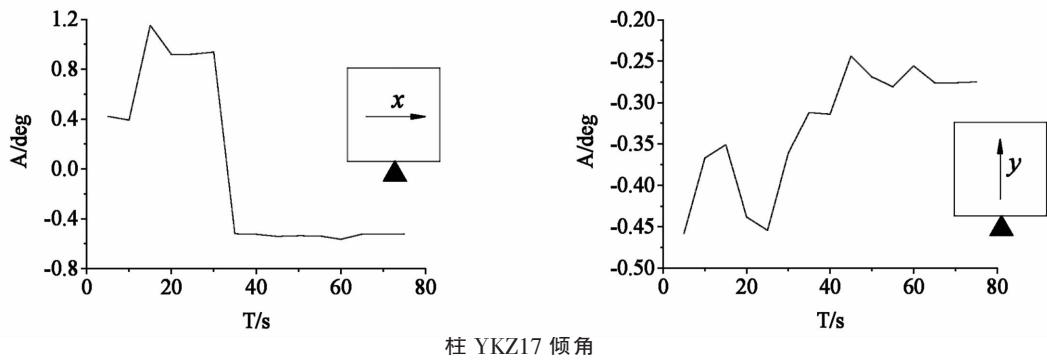
4 监测结果

4.1 柱监测

预制柱安装施工阶段，对三根预制柱

(YKZ15、16、17)的倾角变化进行了监测。预制柱倾角在垂直度调整阶段波动较大，调整完毕后趋于稳定。





4.2 张拉监测

张拉施工阶段,对B轴线钢绞线应变及框架内力进行了监测。张拉完成后钢绞线实测应力为

张拉控制应力的76%(1067MPa),梁平均轴力(821.3kN)为预应力筋合力(889.2kN)的92%。

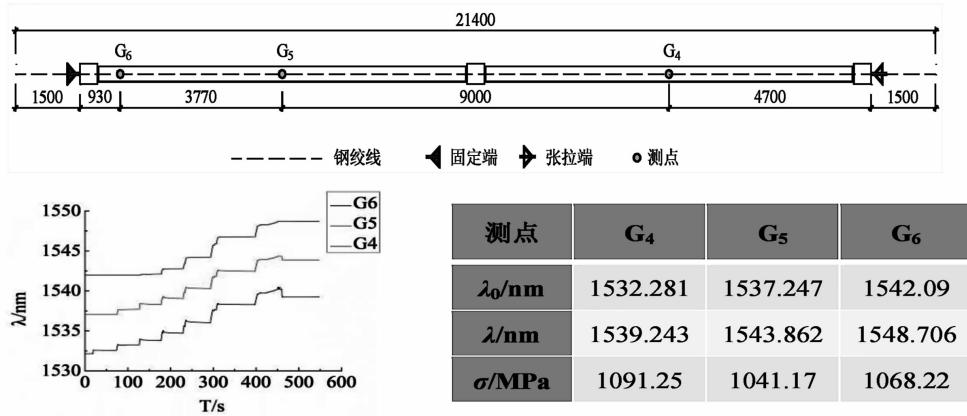
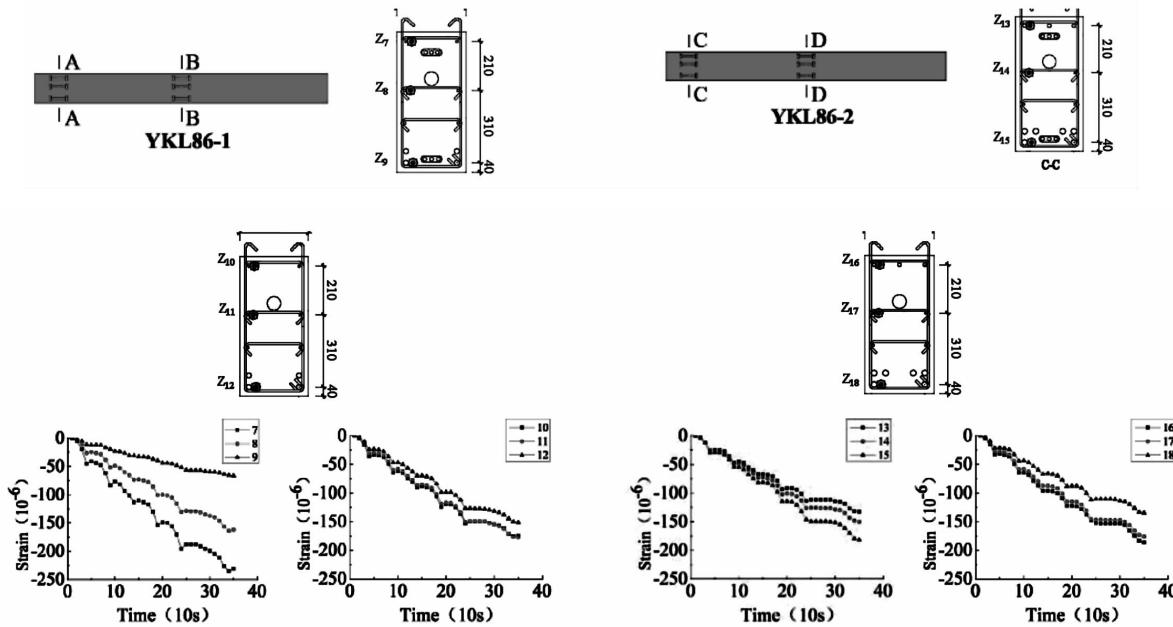


图 14 钢绞线应变监测数值

4.3 结构应力监测



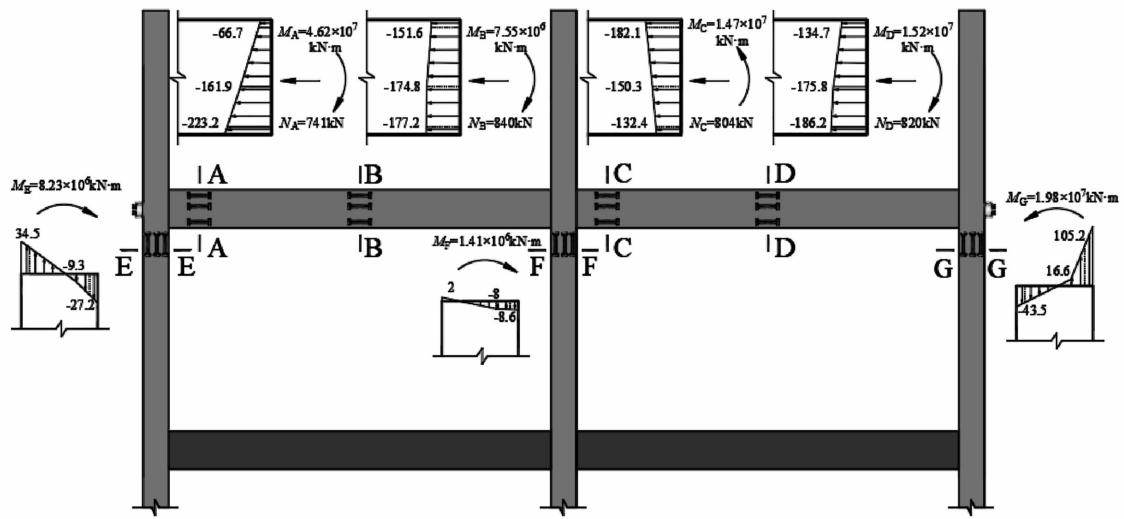


图 15 实测框架内力

5 结束语

结构健康监测对于施工过程起到验证设计假定,把控施工质量的作用,这对于结构形式复杂,施工难度大的建筑结构尤为重要。通过对施工过程中各项参数的处理与分析,可及时发现问题,并结合实测数据提出必要的调整与改进,从源头上解决施工质量问题,保证建筑结构的安全建造。对于使用过程,大部分建筑结构变化不是瞬间发生的,而是在各种因素的综合影响下缓慢发展的,因此,通过各项监测手段探知建筑的结构变化信息,分析建筑的结构健康状况,并按照分析结果对建筑结构采取一定的维护措施,从而

避免因未及时探知建筑结构变化而带来的严重后果,保证建筑结构的健康运营。

参考文献:

- [1]《结构健康监测系统施工及验收标准》T / CECS 765-2020.
- [2]田雪,大型建筑结构健康监测和基于监测研究[J].现代交际,2016,(15)

作者简介 高沈欢,大专,工程师,13122363663,292971210@qq.com
唐冬均,本科,工程师,13912239375,564145553@qq.com

用钢结构稳定设计理论推演新冠防疫措施

仲跻峰

(南通市建筑设计研究院有限公司)

在结构设计工作中,钢结构稳定设计是很重要的内容,根本原因是如果结构失稳,会从一个平时稳定的状态突然剧烈地变化到另外一个状态,导致结构失效,引起建筑物倒塌。结构失稳可以造成突然的、不可撤销、不可 UNDO 的破坏,是结构设计师非常忌惮的,设计时会格外小心把握、避免出现这种情况。

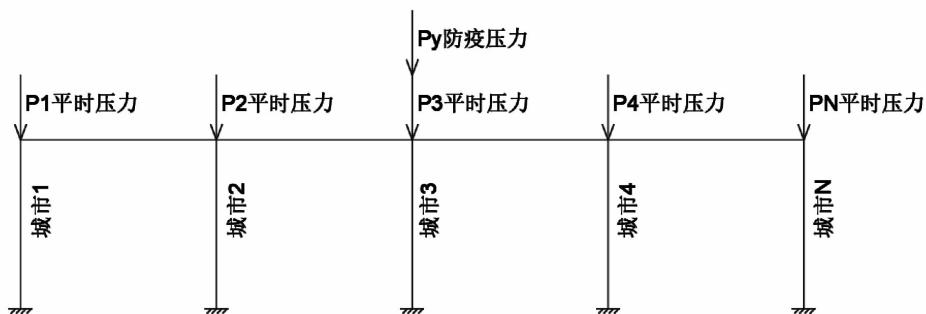
新冠疫情对人类社会的影响,也有类似失稳的特征,设计师为了防止失稳,必然采取很多措施。以此类推,也就能理解党和政府小心处置的原因和措施,可以从几个相通的关键词来比较。

1 突发疫情与构件失稳

单层钢结构框架稳定计算的假定是所有柱同时抗压同时失稳,可以得到所有柱公用的稳定

系数,计算方法见文末附图 1。当一个柱子出现失稳,可假定为两端铰接的摇摆柱,为了帮助这个摇摆柱能够维持稳定,其它受力柱必然要能承担额外的负担,如果能承受,这个结构体系仍能够保持稳定,计算方法见文末附图 2。

每个柱子可以假定为一个城市,组成一个整体,共同承担国际国内的压力,如本图所示。当其中一根柱因为突然增加附加压力而失稳(例如武汉爆发疫情),其它城市要承接外溢的病例,就会增加压力。如果摇摆柱持续增多时,其它柱子的负担继续增大,离失稳的临界点就快速接近了,所以武汉要封城,迅速把武汉恢复为正常柱,同时避免其它城市变为摇摆柱,国家就继续保持稳定。



2 支撑和无侧移失稳

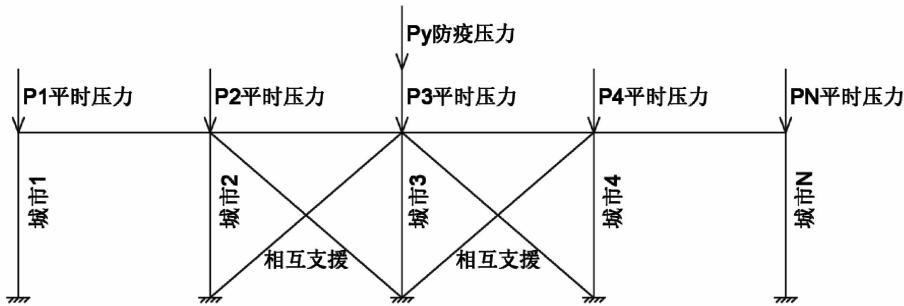
没有支撑的钢框架失稳形态为有侧移失稳,其稳定承载力很小,很容易失稳。为了提高整体稳定性,有两个办法,一个是加大构件自身截面,提高自身刚度;另一个是增加支撑,把刚架的有侧移失稳变为无侧移失稳,大大提高稳定承载力。

鼓励每个人注射疫苗,提高免疫力,在每个城市增设隔离医院,医院增设隔离病房、发热门诊等,就是增加每根柱的截面刚度;城市之间相互支援,就是增加防疫相互支撑,很快提升整体

防疫能力。如图所示的带支撑框架可以假定为无侧移失稳。

3 核酸检测和结构监测

为了准确了解结构承载状态,需要监测结构,监测内容有很多,例如桩的极限承载力检测、沉降观测、挠度监测、试块强度检测等。为了实时了解疫情动态,目前选择的是咽拭子核酸检测。检测样本数量不可能实时 100%,这样的经济成本太高,只要满足统计方法需要的抽样数量要求,虽然有风险,但只能这么做。所以核酸检测的范围和频率随着病例的数量和分布随时调整,在



财政支出和抽样风险之间寻找平衡点。推测应该有专业人士在统计分析每次核酸检测人数与阳性异常人数之间的概率分布模型,为政府决策提供理论依据。

4 清零与荷载组合

用结构计算模型来模拟疫情,就是落在结构上的一种特殊压力工况。结构设计时不能忽略它,只能增加荷载组合,放大荷载作用效应,必然需要增大结构的承载能力才能保证结构安全。从来没有设计师会自作主张人为减少荷载,否则结构就有安全隐患。当出现疫情而紧急封城封村,追求“动态清零”,其实就是人为减少附加压力值,避免城市失稳。但是这种方法治标不治本,副作用太大,疫情随时有,没有人愿意被随时限制自由。用结构设计思路推演,会选择提高个人健康水平和社会医疗保障支撑,也就是增强城市和国家抵抗疫情的综合能力。毕竟疫情一直在反复,将来还会遇到其它病毒,抵抗能力强,来谁都不怕。

5 防疫目标与可靠性指标

由式(4.90a)还可导出如图4.32(a)所示单层多跨有侧移刚架中任意柱的计算长度系数 μ_i 的近似值,此柱承受的轴心压力为 P_i ,屈曲荷载为 $P_{cn} = \frac{\pi^2 EI_a}{(\mu_i h_i)^2}$,此处 P_B 为任意柱的欧拉荷载。刚架全部轴心压力之和为 $\sum P_i$,在水平力 H 作用下柱顶的一阶侧移为 Δ_1 ,二阶侧移为 Δ_2 ,用 $S=H/\Delta_0$ 表示刚架的一阶侧移刚度,即在柱顶产生单位侧移需施加的力。由于用 $P\Delta$ 法得到的位移 Δ 值偏小,对于侧移刚度柔弱的轻型门式刚架,可在式(4.90a)分母的 $\Delta_0 = (\Delta_{i+1} - \Delta_i)$ 乘一经验放大系数 $f = 1, 2 \frac{P_{cn}}{P_i}$,这样对于图4.32(a)所示刚架,式(4.90a)可改写为

$$\Delta = \frac{\Delta_0}{1 - \frac{1.2 P_{cn} \sum P_i}{P_i S h_i}} = \frac{\Delta_0}{1 - \frac{1.2 P_B \sum P_i}{P_i S h_i \mu_i^2}} \quad (4.93)$$

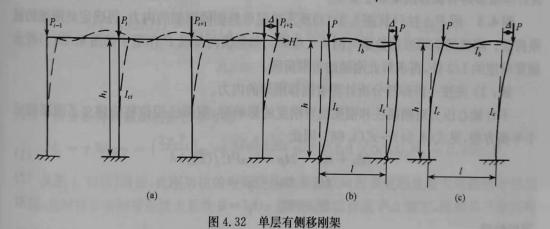


图4.32 单层有侧移框架稳定承载力计算方法

结构设计采用概率论为基础的极限状态设计方法,用统计手段先确定荷载值,再根据概率模型预定的可靠性指标,就可以计算出构件的截面形状和用才多少。结构设计理论中没有可靠性是100%的安全措施,类推防疫目标达到国家和社会都认可的安全概率即可。随着经济发展,安全概率可以逐步提高。“清零”的说法,在专业内是不敢随便说的,怕做不到。所以防疫提“动态清零”,细品真的很有智慧。

6 防疫过度与限值使用

只要使用荷载没超过预设的极限荷载就认为是安全的,没必要给极限荷载打折,限制使用。同样,如果确认某地区为常态化管理地区,暂时没有失稳的可能,就避免增加额外防疫措施。

7 放开与荷载长期作用

疫情短期内不指望自动消失,也就是作用在结构上的压力持续存在甚至增加,那就要继续提高结构的承载能力。随着抗疫能力的增强,很多限制措施逐步解除,人类和病毒又达到新的平衡稳定状态。

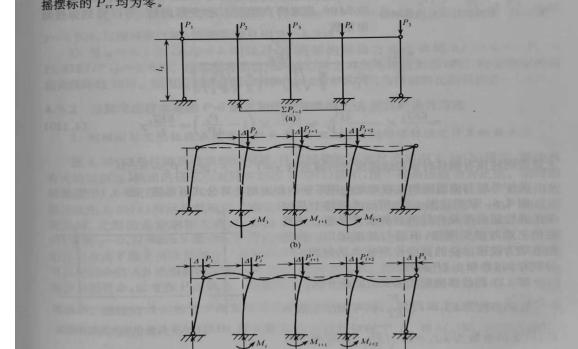
式(4.106)也可以写作:

$$\frac{P'_i (1 + a_{i+1} + a_{i+2}) + P_1 + P_3}{P'_i (1 + a_{i+1} + a_{i+2})} = \frac{P_i}{P'_i} = \left(\frac{\mu'_i}{\mu_i}\right)^2 \quad (4.107)$$

这样,任意柱计算长度系数修正值的公式为

$$\mu'_i = \mu_i \sqrt{\frac{\sum P_i}{\sum P_{i-1}}} > \mu_i \sqrt{5/8} \quad (4.108)$$

式中: μ_i 为按照常规方法确定的有侧移刚架柱的计算长度系数; $\sum P_{i-1}$ 为扣除了作用于摇摆柱的轴心压力后同一层柱的总荷载。系数 μ'_i 也可由式(4.103)直接得到,但在式中摇摆标的 P_{ci} 均为零。



附图2 单层有摇摆柱的有侧移框架稳定承载力计算方法

上海开艺设计集团有限公司简介

上海开艺设计集团有限公司是以设计为主业的综合性设计集团，源自美国 KEY 建筑师事务所，拥有国家住建部建筑行业(建筑工程)甲级设计资质，同时拥有城市规划甲级、风景园林乙级、市政(道路、桥梁、给水、排水)乙级等设计资质，其控股子公司拥有房地产开发、房屋施工、市政施工、机电施工和装修施工资质。

目前集团已拥有职工 400 多人，其中高级工程师 125 人，工程师 239 人，各类注册设计师人员 36 人。到 2019 年底开艺共完成各类设计作品近千项，分布在除西藏青海外的中国大陆各省市自治区，最东的项目为上海保利林语溪(约 16 万 m²)，最南的项目为海南和鑫家园(约 10 万 m²)，最西的项目为新疆克拉玛依家居建材城(约 90 万 m²)，最北的项目为黑龙江双鸭山市南市新城商业综合体(约 27 万 m²)。从项目的前期策划、各

专业图纸设计到现场施工服务，开艺都尽心尽力，力争打造出最符合人性化的设计作品。开艺在居住区规划设计、星级酒店、商业办公、医疗养老和文化教育建筑设计方面积累了一批具有相当专业技术水准的专家型人才和丰富的服务经验，与一百多家建设单位建立了长久的良好合作关系。

开艺集团是一个以上海为基地的全国性集团公司，集团在全国 28 个城市设有办事处分公司。开艺集团南通分公司成立于 2018 年，成立以来我们始终将超前的设计哲学和先进技术有机地结合于本地经验和知识，因此我们可以将客户的利益最大化，这些利益包括开发附加值、楼宇效率、有效成本控制、能耗优化以及形象创意等等。



公司业绩：通州区石港镇富港商业街项目

《南通土木建筑》理事单位

南通原点建筑工程设计有限公司	总经理	王安华
南通宏亚建设工程有限公司	董事长	何美香
南通市建设监理有限责任公司	董事长	马 达
江苏嘉利基础工程有限公司	总工程师	周海军
新海通有限公司	总经理	张 岩
江苏省苏中建设集团股份有限公司	董事长	笪鸿鹄
江苏诚嘉工程监理咨询有限公司	董事长	陈厚基
南通四建集团建筑设计有限公司	院 长	戴夕华
南通安装集团股份有限公司	董事长	丁建华
南通光华建筑工程有限公司	董事长	储开俊
南通华通建设集团有限公司	董事长	胡 建
南通东之方基础工程有限公司	法 人	尹苏伟
南通万佳泰建设发展有限公司	总经理	江 春
南通成龙建设集团有限公司	总经理	关 键
南通永恒建设监理有限公司	总经理	钱锦华
江苏仁禾中衡工程咨询房地产估价有限公司		
南通分公司	总经理	高 燕
江苏科泰岩土工程有限公司海安分公司	总经理	周朋友
上海林同炎李国豪土建工程咨询有限公司		
苏通分公司	总经理	谭新浩
江苏元辰安装集团有限公司	董事长	张 彬
南通市中房建设工程集团有限公司	董事长	曹 毅
江苏炜赋集团建设开发有限公司	总经理	樊裕华
南通利元市政工程有限公司	董事长	钱志峰
南通新建市政工程有限公司	董事长	丁建新
南通市豪城市政建设有限公司	董事长	崔建堂
南通蓝星装饰工程有限公司	董事长	徐 华
南通城欣市政工程有限公司	董事长	陈德元
江苏新源建筑工程有限公司	董事长	许 锋
江苏省纺织工业设计研究院有限公司		
南通勘察分公司	总经理	秦建清
南通建威建设工程质量检测有限公司	总经理	周俊明
江苏省苏通建工项目管理有限公司	董事长	高 峰
南通宏华建筑安装有限公司	董事长	沈 楠
江苏南通三建集团股份有限公司	执行总裁	沈宏生

江苏新龙兴建设集团有限公司	董事长	孙 剑
海门市三联建筑安装工程有限公司	董事长	钱玉平
通州建总集团有限公司	常务副总、总工	季 斌
中铁工程设计院有限公司南通分公司	总经理	王 中
南通联泷装配式建筑科技有限公司	总经理	龚徐华
南通精诚建设集团有限公司	总经理	赵 健
南通新华钢结构工程有限公司	总 工	徐建华
江苏中南建筑产业集团有限责任公司	总 裁	李振兴
江苏省苏中建设集团股份有限公司第十六工程公司	经 理	曹华春
南通龙华建筑安装有限公司	总经理	王金龙
江苏科建工程项目管理有限公司	常务副总、总工	徐远兵
南通君时岩土基础工程有限公司	总经理	冯新林
江苏润宇建设有限公司	董事 长	任 建
中建八局第三建设有限公司苏中分公司	总工程师	陈 洁
江北建设有限公司	总经理	刘 军
江苏中建工程设计研究院有限公司南通分公司	总经理	张 铁
南通昊天建筑工程有限公司	董事 长	钱 达
南通十建集团有限公司	董事 长	司光吾
南通长兴人防设备有限公司	董事 长	秦 熙
南通伟创建设工程有限公司	董事 长	崔 伟
南通泛华建设有限公司	总经理	王 军
建银工程咨询有限责任公司南通分公司	负责人	郭海峰
南通源丰建设工程有限公司	董事 长	薛金余
南通弘祥建设工程有限公司	董事 长	张余志
江苏南通二建集团有限公司	董事 长	杨晓东
上海建惠建设咨询有限公司海安分公司	总经理	仲从林
江苏宏信工程咨询有限公司南通分公司	总经理	周伟琦
江苏伟瑞建筑工程有限公司	董事 长	王兴明
江苏瑞利山河建设工程质量检测有限公司	总经理	郭海波
上海开艺设计集团有限公司南通分公司	总经理	成 伟
南通昌睿建设发展有限公司	董事 长	徐志伟
南通苏通人防防护设备有限公司	董事 长	顾明德
江苏首城工程设计有限公司	董事 长	张新华