

航空工程建设

AERO-INDUSTRY ENGINEERING CONSTRUCTION

2017年第1期 总第129期



主管单位 中国航空工业集团公司
业务指导 中国航空工业建设协会
编印单位 中国航空规划设计研究总院有限公司

内部资料 免费交流
准印证号：京内资准字9914-L0337号

总理部署《中国制造2025》20多部委通力落实

在国务院印发《中国制造2025》一年多后，20多个国务院部委通力配合，为细化落实这一“建设制造强国的行动纲领”编制出一套细致的“框架图”。

“国家制造强国建设领导小组启动的《中国制造2025》‘1+X’规划体系的编制工作已于近日全部完成，11个配套实施指南已经全部发布实施。”工业与信息化部有关负责人日前透露。

国家制造强国建设领导小组以马凯副总理为组长，20多个国务院部委参与。而该领导小组编制的“1+X”规划体系，“1”是指《中国制造2025》，“X”则包括国家制造业创新中心建设、工业强基、智能制造、绿色制造、高端装备创新等5大工程实施指南，发展服务型制造和装备制造业质量品牌2个专项行动指南，及新材料、信息产业、医药工业和制造业人才4个发展规划指南。

“编制‘1+X’规划体系的目的，是要通过加强政府引导，凝聚行业共识，汇集社会资源，围绕重点、破解难点，着力突破制造业发展的瓶颈短板，抢占未来竞争制高点。”这位负责人说。

“中国制造2025”这一概念最早进入民众视野，源自2015年的《政府工作报告》。李克强当时提出，“要实施《中国制造2025》，加快从制造大国转向制造强国”。而在此后的多次会议、活动中，总理也不断身体力行，为中国制造加油、“站台”。（摘自《新京报》）

《制造业人才发展规划指南》印发《中国制造2025》全面转入实施阶段

据介绍，《制造业人才发展规划指南》的发布，标志着《中国制造2025》“1+X”规划指南全部发布，标志着《中国制造2025》顶层设计基本完成，已全面转入实施阶段。

《指南》提出要推进制造业人才供给结构改革，在教育过程中，鼓励招生单位扩大制造业重大基础研究、重大科研攻关方向的博士研究生培养规模，提高重点领域专业学位研究生培养比例。及时发布人才需求预测，引导高校招生计划向本科电子信息类、机械类、材料类、海洋工程类、生物工程类、航空航天类和高职装备制造大类、电子信息大类、生物与化工大类、能源动力与材

料大类中对应制造业十大重点领域的相关专业倾斜。

《指南》提出，在制造业领域全面推进学习型企业建设，坚持并完善企业职工全员培训制度，规模以上企业要有专门机构和人员组织实施职工教育培训，加强企业大学、培训中心等企业培训机构建设。职工教育培训年参与率要达到50%以上。（摘自《经济日报》）

《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》出台明确航空产业四大发展目标

战略性新兴产业代表新一轮科技革命和产业变革的方向，是培育发展新动能、获取未来竞争新优势的关键领域。日前国务院印发《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》（以下简称《规划》），《规划》提出，到2020年，战略性新兴产业增加值占国内生产总值比重重要由2015年的8%达到15%。同时，要形成新一代信息技术、高端制造、生物、绿色低碳、数字创意等5个产值规模10万亿元级的新支柱。

航空产业是高端制造领域的重要组成，《规划》聚焦航空发动机、民用飞机、产业配套、航空运营四个方面，并对航空产业“十三五”发展提出了加快航空发动机自主发展、推进民用飞机产业化、完善产业配套体系建设等具体要求。（来源“中国航空报”）

“顶层设计”促建筑业健康发展

国务院办公厅近日印发《关于促进建筑业持续健康发展的意见》。作为建筑业改革发展的顶层设计，《意见》从深化建筑业简政放权改革、加强工程质量安全管理、提高从业人员素质、推进建筑产业现代化等七个方面提出20条措施，对促进建筑业持续健康发展具有重要意义。

《意见》提出，全面落实各方主体的工程质量责任，特别要强化建设单位的首要责任和勘察、设计、施工单位的主体责任。提升工程质量的基础是落实主体责任、强化政府监管。《意见》提出深化建筑业简政放权改革，优化资质资格管理，完善招标投标制度，防止工程建设项目实行招标“一刀切”。（摘自“新华网”）

2016年国民经济各项数据正式发布：全国建筑业总产值同比增长7.1%

1月20日，国家统计局公布了2016年全国经济运行情况。经初步核算，去年，国内生产总值744127亿元，按可比价格计算，比上年增长6.7%。备受业内人士关注的建筑业总产值数据也同时公布，2016年，全国建筑业总产值达193567亿元，比上年增长7.1%。与2015年增长2.3%相比，中国建筑业正走出低迷慢慢回暖。

国家统计局在《2016年国民经济实现“十三五”良好开局》的统计报告指出，去年，全国建筑业房屋建筑施工面积126.4亿平方米，比上年增长2.0%；施工项目计划总投资1120561亿元，比上年增长10.0%；新开工项目计划总投资493295亿元，比上年增长20.9%；新开工项目617450个，比上年增加122848个。（摘自《建筑时报》）

中央政治局会议传递2017年经济发展六大信号

12月9日，中共中央政治局9日召开会议，分析研究2017年经济工作。会议认为，2016年我国实现了“十三五”良好开局。2017年要召开党的十九大，也是实施“十三五”规划的重要一年和推进供给侧结构性改革的深化之年，做好经济工作意义重大。会议字里行间的表述，传递出2017年我国经济发展六大重要信号。

信号一：明确稳中求进工作总基调是治国理政重要原则；

信号二：供给侧结构性改革步入“深化之年”；

信号三：加快推进一批基础性关键性改革；

信号四：大力振兴实体经济；

信号五：加快研究建立房地产平稳健康发展长效机制；

信号六：多举措释放扩大开放积极信号。

（摘自《中国航空报》）

推动信息化与勘察设计行业融合发展 《“十三五”工程勘察设计行业信息化工作指导意见》发布

针对我国工程勘察设计行业存在的信息化标准体系不完善、各专业软件集成化应用水平不高、信息安全与知识产权保护薄弱、各专业领域和地区之间发展不够平衡等一系列问题，为推动信息化与勘察设计行业整合发

展，12月1日，中国勘察设计协会发布的《“十三五”工程勘察设计行业信息化工作指导意见》（以下简称《意见》）明确，“十三五”期间将通过推进企业综合管理信息系统建设、积极采用前沿信息技术、建立健全信息安全保障体系、推进信息化标准体系建设等工作，推动勘察设计企业核心竞争力的提升、勘察设计业态的创新。

《意见》明确“十三五”期间工程勘察设计行业信息化工作的发展目标，即：大数据、云计算与“互联网+”等信息技术在勘察设计行业得到系统集成应用，建筑信息模型（BIM）和数字化工厂（DF）技术在工程建设项目全生命周期充分发挥作用，信息化促进勘察设计企业转型升级、创新发展。综合类勘察设计企业普遍建立企业级信息资源库、知识管理系统和综合管理信息系统；大型企业和工程公司进一步建立智能化综合管理信息系统，实现覆盖设计、施工和运营管理等多项业务的集成化协同应用。全行业信息化水平普遍提高，企业之间差距逐步缩小。（摘自《中国建设报》）

全国住房城乡建设工作会议在京召开 总结今年九大工作 部署明年九大任务

12月26日，全国住房城乡建设工作会议在京召开。住房城乡建设部党组书记、部长陈政高全面总结了2016年住房城乡建设工作，对2017年工作任务作出部署。

陈政高指出，2016年是“十三五”规划的开局之年，是全面落实中央城市工作会议的第一年。住房城乡建设系统在党中央、国务院的正确领导下，狠抓各项工作落实，不断开创工作新局面。

一是努力推进房地产去库存；

二是着力稳定热点城市房地产市场；

三是顺利完成棚户区改造任务；

四是不断加强城乡规划工作；

五是继续强化城市基础设施建设；

六是认真落实城市执法体制改革任务；

七是全面理清建筑业改革发展思路；

八是全力推动装配式建筑发展；

九是深入开展农村人居环境改善工作。

在部署明年住房城乡建设工作时，陈政高强调，2017年，住房城乡建设系统要全面贯彻党的十八大和

十八届三中、四中、五中、六中全会精神，认真学习贯彻习近平总书记系列重要讲话精神，贯彻落实中央经济工作会议和中央城市工作会议的决策部署，牢固树立和贯彻落实新发展理念，坚持稳中求进工作总基调，坚持以推进供给侧结构性改革为主线，全力推动住房城乡建设事业迈上新台阶。

- 一是千方百计抓好房地产调控，确保房地产市场平稳健康发展；
- 二是继续加快棚户区改造工作，不断完善住房保障体系；
- 三是切实提高城市规划权威性，充分发挥规划龙头作用；
- 四是加快补齐城市基础设施短板，努力促进“城市病”治理；
- 五是深入推进城市执法体制改革，努力开创城市管理工作新局面；
- 六是狠抓农村人居环境改善十项工程，促进城乡统筹发展；
- 七是认真推动改革与发展，加快迈进建筑业强国步伐；
- 八是加大工作力度，不断推进装配式建筑向前发展；
- 九是加快工程建设标准改革步伐，切实树立标准权威。

最后，陈政高强调，住房城乡建设系统要紧密团结在以习近平同志为核心的党中央周围，不忘初心，继续前行。要把全面从严治党的要求落实到每一个党组织、每一个党员和每一项工作中，扎实推进住房城乡建设各项工作，以优异成绩迎接党的十九大胜利召开！（摘自《中国建设报》）

中国航空工业集团公司2017年工作会议在京召开

“坚决落实习近平总书记治国理政新思想新理念新战略和中央各项决策部署，始终坚守‘航空报国’的初心不懈怠，坚定战略自信与能力自信不动摇，坚持目标导向与问题导向不畏难，破旧除弊，真心改革，加快做强做优做大，强力支撑国家战略。”站在改革发展新的起点上，中航工业2017年工作会议为中航工业当前和今后一个时期发展定调、定盘，要求面对新阶段、新形势、新任务，全集团要永葆军工央企的政治本色，肩负航空报国的神圣使命，始终不忘初心、开拓前行，为党和国家的航空事业发展拼搏奋进。

1月16日，中航工业2017年工作会议在北京召开。中航工业总经理、党组书记谭瑞松做了题为《不忘初心，开拓前行，以优异成绩迎接党的十九大胜利召开》的工作报告。2016年，中航工业营业总收入3706亿元，同比增长6.3%；实现利润总额167.3亿元，同比

增长5.4%。EVA23.8亿元，同比增长10.2%；成本费用总额占营业收入同比改善0.2个百分点，“两金”占流动资产比重好于国资委考核要求3.26个百分点，国资委考核的核心主业收入占总收入比重50.4%，同比提高5.7个百分点。

会议明确了集团公司当前和今后一个时期的发展思路：必须立足新形势新任务，全面贯彻中央“五位一体”总体布局、“四个全面”战略布局和五大发展理念，坚决落实习近平总书记治国理政新思想新理念新战略和中央各项决策部署，始终坚守航空报国的初心不懈怠，坚定战略自信与能力自信不动摇，坚持目标导向与问题导向不畏难，破旧除弊，真心改革，加快做强做优做大，强力支撑国家战略。（摘自《中国航空报》）

《工业与民用供配电设计手册（第四版）》新书首发仪式在京召开

2月17日，由中国航空规划设计研究总院有限公司和英大传媒集团中国电力出版社有限公司联合举办的《工业与民用供配电设计手册（第四版）》新书首发仪式在北京召开。中国照明学会理事长邴树奎、中国建筑学会建筑电气分会理事长沈育祥、中国勘察设计协会智能化及节能协会理事长欧阳东、全国建筑电气设计情报网理事长杨德才、北京土木建筑学会电气设计委员会主任王勇、全国勘察设计注册工程师电气专业管理委员会秘书长郝士杰等专家，以及国内各大设计院电气专业专家、学者近80家单位180余人参加了首发式。

首发仪式上，中国航空规划设计研究总院有限公司总工程师、设计大师陆国杰致辞，英大传媒投资集团有限公司副总经理、中国电力出版社总编辑刘广峰介绍了手册的出版历程及社会效益。各位嘉宾对《工业与民用供配电设计手册（第四版）》的出版给予高度评价，主编刘屏周先生分享了第四版的内容特色，重点介绍了第四版新加内容，畅谈感想和体会。

《工业与民用配电设计手册》作为工业与民用项目供配电设计的必备工具书，自1983年由中国电力出版社推出第一版以来，就因受到电气工程师的喜爱而广泛使用。2016年，在中国航空规划设计研究总院的大力支持下，在各参编单位的协作下，隆重推出第四版。（电气专业委员会供稿）

科研楼平面尺寸60m×90m，建筑主体形态呈矩形，体量单纯、稳定。建筑表皮采用古典与现代相融合的设计手法，利用白色花岗岩石材与银灰色玻璃幕墙对比、组合、排列创造了干净、典雅并带有地域文化元素的立面形态。建筑南北两面，竖向花岗岩石材线脚增强了建筑挺拔向上的气势。建筑天际线上，空间围合、连续的石材屋檐适时地终止了纵深向上的石材线脚，使建筑体量挺拔的同时不失开阔与稳重。建筑东立面，大面积的白色花岗岩实墙，与屋面大跨度网架造型共同向来往的人群展示出内部建筑、景观的美好。这一侧保留下来的两株高大的槐树更成为重要的景观要素。建筑西立面面向山体，大面积的玻璃幕墙很好地将自然景观引入室内，使这一侧的室内空间别有一番味道。

平面上，主体科研楼呈U形，五层主楼环抱着单层椭圆形报告厅。建筑围合形成的院落朝向东侧厂区主要道路。结合院落平面设计的黑色大理石镜面卵石水景使总图形态更加完整圆满，也把最美好的景观展现给这一侧来往人群。建筑南北

北京航空材料研究院某科研信息楼

建设地点：北京海淀

设计单位：中航规划动力院

建设情况：建成

总建筑面积：1.6万m²

两侧为主办公楼出入口，北侧面向厂前区成为建筑主要人流来向。建筑北入口与道路高差近3m。入口通过白色花岗岩大台阶在解决高差的同时也增强了建筑挺拔向上的气势。建筑南入口连接了新旧科研楼。这一侧保留下来的高大雪松继承了与原有建筑的空间关系。建筑南入口与场地高差0.2m，除供内部人员往来外，无障碍出入口也设置在这一侧。

功能上，北主楼面向厂前区，承担了展示、接待、会议、办公等功能空间。南主楼面向厂区内部，联系新旧科研楼，主要布置档案室、网信中心、办公室、科研实验室等功能。南主楼下设有单层地下设人防、设备用房。建筑东侧面向厂区主要道路，建筑围合形成的院落朝向此侧。院内主要布置单层椭圆形报告厅。主楼西侧面对自然山体，主要集中了办公室、会议室、楼梯间、设备机房等功能。





本厂房单体的建筑面积超过15万 m^2 ，为国内乃至亚洲体量最大、产品最多、工艺最为复杂的海缆/陆缆复合综合性生产厂房。建设项目地点位于扬州市开发区，厂区地质条件较差，厂房内重载运输、结构设计面临技术挑战；由于属超大型生产厂房，屋面排水、室内通风、动力配置等均难度较大。此项目设计难度极大，对于我院开辟全新领域的工程咨询具有重大意义。

项目位于用地东侧。现代独特的建筑形体——创造出“高效、简洁”的建筑，凸显宝胜公司“团结有力、市场有为、创新有效、和谐有情”的企业理念，体现新时代的建筑潮流风格。

项目平面为长方形，长度达510m，宽度达302m。如此巨大的建筑，在设计手法上采用以横线条为主，竖线条点

中航宝胜海洋工程电缆项目电缆车间

建设地点：江苏扬州

设计单位：中航规划动力院

建设情况：在建

面积规模：13.6万 m^2

用地面积：13.4万 m^2

缀的手法，避免了立面的零散。材料上采用波纹板与平钢板搭配设计，富有极强的现代工业感又不失活泼。色彩上传承了航空蓝的风采，通长银白色横条与蓝色横条交相呼应，稳重大气。

项目建筑立面新颖、优雅。整个建筑体块摒弃了大家对工业建筑方正、死板的形象认知。建筑形体在长方形四周采取了抹圆角的处理，在满足建筑功能的前提下提高了建筑的活泼性和新颖度。建筑整体形象简洁而单纯。二、三层的立面采用了层间的水平划分与落地长窗的竖向分隔。外墙材料二、三层选用有凹槽的白色铝板，首层采用灰色石材。这两种变化既有颜色的区别，也有材质的对比。理性而优雅的将2号厂房从周边的建筑中呈现出来。首层采用横向线条形成了稳定的支撑，二三层采用不同方向的隔片分隔出不同宽度的落地长窗，光影疏密，开合有度。

入口室外庭院，极大提升了建筑品质。半围合的入口共享室外庭院是在有限的空间中对公共性的积极回应，体现出设计者所强调的空间“社会性责任”。在连廊中间种植高大树木，把绿色引入到了建筑中间，同时起到了汇聚风水的作用。

室内休闲阳光中庭提升了办公环境。在中庭中充分运用了光在空间中的作用。光线自顶部采光天窗洒落，随时间的变化，光影更迭。中庭空间也是对“小桥、流水”形式的一种转化，光影之下，桥连接了中庭两侧的实验空间，挑向中庭的平台及景窗则给使用者一种立于河边的感觉。中庭布置了种植竹子的花池，加宽的花池边缘是人们交谈和静思的私密空间。中庭设置木质钢梯，提升了建筑的工业性。

由于传统的混凝土楼梯必须增加结构柱子，为了空间的通透性和美观，采用钢制楼梯。由于整

中航工业基础院顺义园区 复合材料建设项目实验厂房

建设地点：北京顺义

设计单位：中航规划动力院

建设情况：在建

面积规模：3.4万 m^2

用地面积：1.0万 m^2

个工业建筑的室内色调为黑白灰，采用木质楼板，丰富了室内颜色，增加了亲切感。

建筑入口门厅设置鱼池和休闲空间。流动的水、温暖的木地板，静谧的光影，能让刚进入建筑的人感受到不同于周边环境的内敛氛围。希望研发人员能在具有特定表情和品相的场所氛围中，不生浮躁，自信工作。





项目建筑主体外立面采用横向蓝色夹芯钢板外饰，生产附楼、电气试验附楼采用灰蓝色玻璃幕墙、白色铝板及浅灰色外墙涂料，建筑形象舒展大气、简洁内敛。

在满足功能使用的前提下，建筑着力刻画细节，赋予灵动的生命。晶莹剔透的入口造型，纯粹而简单。挺拔通高的三层柱列整齐划一，在舒展的幕墙上，形成疏密有致、开合有度的落影。蓝、白、灰三色的对比典雅庄重，把严谨的航天精神展现得淋漓尽致。

建筑内部由生产管理流线和参观展示流线构成，层次清晰的两条主流线，既保证生产的顺利进行，同时为保密对外参观提供了最大的可能性。参观走廊位于生产附楼三层，装配大厅南侧高位。

室内高侧窗及屋面采光带的设置，为建筑提供自然舒适的光环境，大大降低了照明能耗；均匀布置的高侧球形风口穿梭于格构柱之间，在节省使用空间的同时，保证了生产环境的舒适度。

中国运载火箭技术研究院(天津基地)试验厂房

建设地点：天津滨海新区

设计单位：中航规划动力院

建设情况：建成

面积规模：2.9万 m^2

用地面积：2.3万 m^2

试验厂房为单层装配厂房，具有大空间、大跨度、大层高等多项特点，其中声振联合实验室为国内声强最高的实验室。该厂房已成为天津经济技术开发区西区标志性的建筑之一。至2015年底，二期工程也已扩建完成，成为中国大火箭技术展示的重要窗口。

住房和城乡建设部关于发布行业产品标准《建筑装饰用无纺墙纸》的公告

现批准《建筑装饰用无纺墙纸》为建筑工业行业产品标准，编号为JG/T509-2016，自2017年6月1日起实施。

住房和城乡建设部关于发布行业产品标准《纺织面墙纸（布）》的公告

现批准《纺织面墙纸（布）》为建筑工业行业产品标准，编号为JG/T510-2016，自2017年6月1日起实施。

住房和城乡建设部关于发布国家标准《建筑信息模型应用统一标准》的公告

现批准《建筑信息模型应用统一标准》为国家标准，编号为GB/T51212-2016，自2017年7月1日起实施。

住房和城乡建设部关于发布国家标准《建筑施工脚手架安全技术统一标准》的公告

现批准《建筑施工脚手架安全技术统一标准》为国家标准，编号为GB51210-2016，自2017年7月1日起实施。其中，第8.3.9、9.0.5、9.0.8、11.2.1、11.2.2条为强制性条文，必须严格执行。

住房和城乡建设部关于发布行业标准《体育场馆照明设计及检测标准》的公告

现批准《体育场馆照明设计及检测标准》为行业标准，编号为JGJ153-2016，自2017年6月1日起实施。其中，第4.4.11、4.4.12条为强制性条文，必须严格执行。原《体育场馆照明设计及检测标准》JGJ153-2007同时废止。

住房和城乡建设部关于发布行业产品标准《建筑装饰用彩钢板》的公告

现批准《建筑装饰用彩钢板》为建筑工业行业产品标准，编号为JG/T516-2017，自2017年7月1日起实施。

住房和城乡建设部关于发布国家标准《机械工业工程设计基本术语标准》的公告

现批准《机械工业工程设计基本术语标准》为国家标准，编号为GB/T51218-2017，自2017年7月1日起实施。

住房和城乡建设部关于发布行业标准《绿色建筑运行维护技术规范》的公告

现批准《绿色建筑运行维护技术规范》为行业标准，编号为JGJ/T391-2016，自2017年6月1日起实施。

住房和城乡建设部关于发布国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》的公告

现批准《装配式混凝土建筑技术标准》为国家标准，编号为GB/T51231-2016，自2017年6月1日起实施。

住房和城乡建设部关于发布国家标准《装配式钢结构建筑技术标准》的公告

现批准《装配式钢结构建筑技术标准》为国家标准，编号为GB/T51232-2016，自2017年6月1日起实施。

住房和城乡建设部关于发布国家标准《装配式木结构建筑技术标准》的公告

现批准《装配式木结构建筑技术标准》为国家标准，编号为GB/T51233-2016，自2017年6月1日起实施。

住房和城乡建设部关于发布行业标准《宿舍建筑设计规范》的公告

现批准《宿舍建筑设计规范》为行业标准，编号为JGJ36-2016，自2017年6月1日起实施。其中，第4.2.5、7.3.4条为强制性条文，必须严格执行。原行业标准《宿舍建筑设计规范》JGJ36-2005同时废止。

住房和城乡建设部关于发布行业标准《房屋建筑和市政工程项目电子招标投标系统技术标准》的公告

现批准《房屋建筑和市政工程项目电子招标投标系统技术标准》为行业标准，编号为JGJ/T393-2017，自2017年7月1日起实施。

住房和城乡建设部关于发布国家标准《公共建筑标识系统技术规范》的公告

现批准《公共建筑标识系统技术规范》为国家标准，编号为GB/T51223-2017，自2017年7月1日起实施。

（来源“国家工程建设标准化信息网”）



主管单位 中国航空工业集团公司
业务指导 中国航空工业建设协会
编印单位 中国航空规划设计研究总院有限公司

顾问委员会

主任 李平
副主任 廉大为
委员 (按姓氏笔画排序)
 王伟 刘晋忠 李世民
 陈远明 张志良 杨锐
 周训文 周凯 贺沂
 张继超 常洪亮 梁相文

编辑委员会

主任 陆国杰
副主任 米敬明 刘子彦
委员 (按姓氏笔画排序)
 丁杰 卜国磊 王玮
 王玉平 王锋 王笃礼
 刘国新 李纲 李中强
 肖武 张卫才 张立峰
 陈阳 陈丹瑜 金来建
 黄春晖 贺宏斌 傅绍辉
 葛家琪

总编 陆国杰
主编 陈海风
执行主编 王蕊
责任编辑 李楠
出版 《航空工程建设》编辑部
地址 北京德外大街12号
邮编 100120
E-mail hkgcjs@avic-apc.com
印刷单位 北京奇麒麟印刷有限责任公司分公司
发送对象 公司内部及本系统内部
印刷日期 2017年2月
印数 1500册
电话 (010)62038276 62038235
传真 (010)62038297
封面 中国航发商发临港基地科研楼

CONTENTS

目录 2017年第1期 总第129期

航空能力建设

- 02 设施规划推进航空工业智能工厂建设
 杨骥 陆国杰 卜国磊 张立峰 张超 孙元亮
- 09 通用航空产业创新发展路径浅述
 徐学民
- 11 航空发动机燃气涡轮试验特殊工艺需求对专业设计的影响
 刘炳伟 门艳杰 陈宣任 高福山
- 16 基于粒子群算法和仿真分析的飞机移动装配线平衡研究
 张超 李慧

研究与探讨

- 22 钢筋混凝土结构中受扭预埋件受力特点研究
 贾洁 王军
- 28 洁净厂房夹层电击防护措施应用
 刘叶语
- 32 建筑工程造价控制现状及问题分析
 郝利平
- 35 基于指标规范变换TOPSIS法的地表水环境质量评价
 问国强
- 40 全热冷凝热回收空调系统优化研究
 邹立成 潘茜 张晓莉 孙世川
- 45 论安全防范工程的建设构思与需要注意的问题
 赵芑
- 49 投放水道在发射车高速运行下的动力响应分析
 宋晓璐 裴永忠

工程设计

- 54 高温循环风机在铝合金热处理设备中的应用
 崔清链
- 60 论网络硬盘在项目管理中的应用
 董鹏鸣 谢启良

设施规划推进航空工业智能工厂建设

■ 杨骥 陆国杰 卜国磊 张立峰 张超 孙元亮 [工艺]

摘要: 在国家战略的推动下,智能化成为制造业产业发展的未来方向。为了促进航空工业转型升级,本文从设施规划的角度出发,提出了智能制造的体系框架模型,分析了设施规划在智能制造推进过程中的重要意义,用实例说明了数字仿真在实现智能工厂设施规划时起的关键作用,最后,基于智能制造框架模型提出了做好智能制造的几点建议。

关键词: 设施规划;智能制造;数字仿真;航空工业

为了抢占新一轮产业竞争制高点、打造国家竞争新优势,工业发达国家和我国周边国家纷纷出台新时期制造业发展战略。我国颁布的《中国制造2025》为全面提升企业研发、生产、管理和服务的智能化水平,为制造业的转型升级指明了方向^[1]。

在机械化、电气化、自动化三次工业革命后,工业在计算机及网络技术快速发展的背景下继续向智能化发展,形成以“动态感知、实时分析、自主决策、精准执行”为特征的先进智能生产模式,成为保障制造业适应工业产品定制模式的有效途径。如何建设能够落地的智能工厂,设施规划与设计又将如何发挥作用呢?中国航空规划设计研究总院有限公司在这两个问题上一直在做积极的探索和实践。

1 智能制造的体系框架模型^[2]

结合航空工业制造企业的需求,提出了如图1所示的智能制造体系框架模型。整个智能制造

体系框架类似一个“房子”,房子的根基包括工业互联网,智能制造规划、实施与服务等相关技术;房子的主体包括5个层级,从底层的智能设备到智能生产线、智能车间、智能工厂,再到最上层的智能产业链,各层内容相互关联;立柱是指实现智能制造的重要支撑手段,包括标准规范化建设和安全可靠性建设;而房梁则是系统集成技术,要实现智能化就必须把单点的关键技术集成起来;房顶则是智能制造的最终目标,包括降本增效、提高产品质量等。

1.1 智能制造的基础

智能制造的基础应该包括产品数字化定义、工业互联网、精细化管理,以及智能制造规划、实施与服务等相关技术。

1.2 智能制造的主体层次结构

根据航空工业制造行业的特征,智能制造的主体可分为五个层级:

第一层是智能设备。智能设备应当能实现生产制造状态的自主感知,能实现与信息化系统及其他设备等实体的数据交换,具备精准执行能力,具备一定程度的自主决策和控制能力。

第二层是智能生产线。智能生产线能够基于工业互联网及物联网实现相关设备的数据采集、通信及交互能力;应该能够对设备进行生产计划

作者简介:杨骥,男,助理工程师,2015年毕业于清华大学材料科学与工程专业,现就职于中航规划技术研究院。



图1 智能制造的体系框架模型

分配；应该能够实现对生产过程的智能监控；应能够获取各工位的物料需求，实现物料的自动准时配送；应具有质量的在线检测与反馈功能。

第三层是智能车间。智能车间应当具备对生产任务的优化和自主排产能力；具备对生产过程的状态实时监控与控制能力；能够实现仓储物流的集中管理与配送，能够进行各条生产线、车间仓储、支援办公室之间的资源协调，保证各条生产线生产能力均衡。

第四层是智能工厂。智能工厂的典型功能特征包括：全厂级的精细化管理及智能决策；基于网络的客户订单管理；基于CPS的生产设计及制造；基于价值链的销售及回收等。而且，智能工厂应追求产品生命周期的绿色化。

第五层是智能产业链。智能产业链可以实现各企业的能力匹配，并保证供应链的同步。随着互联网技术的提高及深化应用，整个产业链将会

更加智能及优化：一是网络化的销售及服务模式将会有效提高企业销售和维修能力；二是产业链中有竞争力的企业将会获得更大的竞争优势，从而更加强化自身的核心能力；此外，企业间的协同设计和制造也会更加方便。

1.3 智能制造的立柱：标准规范化及安全可靠性建设

智能制造需要基于优化的工艺及管理流程，因此对工业基础的要求较高，通过对生产过程进行优化改造，并制定对应的标准化管理流程，才能够确保生产更加高效有序^[4]；而且制造系统通常由多个模块构成，各模块间也需要标准的交互。因此，推进智能制造，标准化建设势在必行，应制定出完备的标准化路线图。

智能制造依赖大数据、互联网等信息技术，这对航空工业各种数据和信息的安全性产生了巨大的威胁。因此，安全和可靠性建设是关乎智能制造成功的关键和重要保障，要确保生产设施和

产品以及它们所包含数据的安全性，杜绝滥用和未经授权的获取。

1.4 智能制造的房梁：系统集成技术

系统集成技术是将各种单独的硬件技术与软件技术集成到一起，使各个分离的设备设施、功能和信息集成到一个协调的系统之中，使资源达到充分共享，实现集中高效管理的技术。如何解决软硬件集成，最终实现智能制造的各种功能需求是目前亟待解决的关键问题。

1.5 智能制造的房顶：提高生产率、降低成本、提高质量

智能制造的最终目标是实现客户定制化要求下的生产率提升、产品质量提高和成本降低。在智能制造的基础、立柱、主体、房梁都建设好之后，实现这一目标将成为必然。

2 设施规划和设计是推进智能工厂建设的源头

2.1 设施规划对智能制造的实现发挥着关键作用

智能制造的两大主题，一是智能工厂（从更小层面来说，即智能车间或智能生产线），是指通过工业互联网或物联网，实现设备与设备、设备与零件、零件与零件、零件与产品之间的数据自主感知和反馈的自适应物理系统；二是智能生产，是指智能化生产过程的实现，例如生产计划的自动制定、智能物流的实现、人机界面的应用等。智能工厂为智能生产的实施提供了载体；设施规划与智能制造的关系见

图2，设施规划为智能工厂的实现提供了系统化的设计方案，涵盖设备设施、人员、物资等要素；智能生产则为设施规划提供了各类约束，包括制造工艺约束、物流约束等。从完整的工厂建设周期来看，设施规划与设计是智能工厂的源头，是确保智能制造落地实现的重要前提和基础环节。

2.2 设施规划手段随着工业进程的发展而不断进化

设施规划手段发展的根本动力是它要适应生产方式的变化，不断进化的生产组织模式要求设施规划向着更加科学和智能的方向发展。设施规划的关键环节包括产品工艺分析、生产线布局规划、方案的评价及选择等，不同工业发展时期设施规划各环节的主要手段见表1。现阶段，我国正处于工业1.0、2.0和3.0混合期，在设施规划中，工艺分析能部分应用数字化分析手段，布局规划则是计算机平面制图与三维建模手段并存，方案的评价则是定性讨论为主，部分采用计算机辅助分析。

在工业4.0时代，智能工厂建设需求给设施规划带来了新的要求和挑战，必须采用更加智能化的手段进行生产线布局规划，包括：①采用智能算法进行制造工艺分析、物流分析；②建立基于知识库、专家库的三维布局规划平台，进行智能的布局、优化等工作，将设计者从大量经验思维中解放出来；③规划平台与工厂的运行管控平台进行互联，将工厂运行数据用于规划分析、方案评价。因此，必须积极探索智能制造背景下设施规划的各项关键技术，逐步实现上述方法。

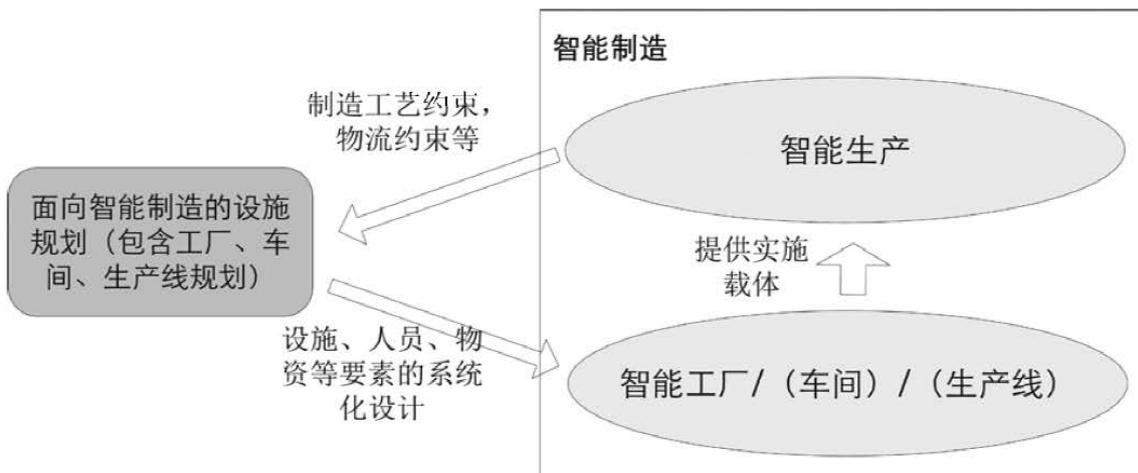


图2 设施规划与智能制造的关系

表1 不同工业发展时期设施规划各环节的主要手段

设施规划关键环节 工业发展阶段	工艺分析（包括产品工艺分析、物流分析等）	生产布局规划	方案的评价及选择
工业1.0 （机械制造时代，18世纪60年代至19世纪中期）	手工分析	手工绘图	定性分析
工业2.0 （电气化与自动化时代，19世纪后半期至20世纪初）	手工分析为主，Excel等手段作为辅助	手工绘图逐渐向发展计算机平面制图	定性分析
工业3.0 （信息化时代，20世纪70年代开始至今）	PQ、PR、计算机辅助物流分析等数字化分析手段	三维建模	计算机辅助分析（节拍分析、物流量分析、几何干涉分析），由定性逐渐转为定量
工业4.0 （智能化时代）	基于智能算法的制造工艺分析、物流分析	基于知识库、专家库的三维布局规划平台	规划平台与工厂运行数据互联，基于运行数据进行方案评价，各项指标的智能分析与综合

3 设施规划的数字仿真是智能工厂实现的关键

中国航空规划设计研究总院有限公司（以下简称“中国航空规划”）把握时代脉搏，紧扣政策方向，长期以来一直着力探索数字化生产线设计方法，经过各种项目设计的历练，逐步形成了一系列智能生产线设计技术，串联工艺分析、布局优化和结果呈现，基于三维协同设计平台，以智能工艺布局优化、生产线仿真技术、智能制造部分关键技术为重点，在航空智能生产线设计上，拥有了出色的技术能力和广泛的实践经验，能够对航空工业智能制造的落实起推动作用。

在生产线布局规划阶段，以实现精益制造为目标，中国航空规划开发了智能化的产品产量分析工具、产品工艺路线分析工具、基于自组织映射神经网络的精益单元自动划分工具、单元内载荷平衡工具和脉冲移动装配线站位负荷自动平衡工具，应对不同加工工艺特点的航空产品生产线规划需求。例如，航空制造普遍具有多品种、少

（变）批量的特征，在品种数量巨大且各品种差异明显的情况下，使用电子表格等传统工具辅助划分精益单元难度很大且难以保证最优，而我们针对开发的精益单元自动划分工具（见图3）能够实现工艺路线相似零件的快速聚类，对工作效率和质量均有明显提升，有效推进对精益单元的设计工作。

在生产线布局优化阶段，中国航空规划综合使用三维协同设计平台和生产线仿真技术。设计时的“错漏碰缺”等问题可以通过三维协同设计有效避免，生成虚拟生产线模型并满足向客户交付的条件。同时，通过生产线仿真手段，建立起普通数学模型无法处理的复杂系统，能够准确的描述生产现实情况，确定影响系统行为的关键因素，通过量化对比不同设计方案，为决策提供支持。利用仿真模型的持续运行，能够暴露出实际生产过程中可能出现的隐性问题。此外，中国航空规划将仿真平台与优化算法结合，自动优化生产线，避免在真实系统上进行试验所带来的成本（见图4）。

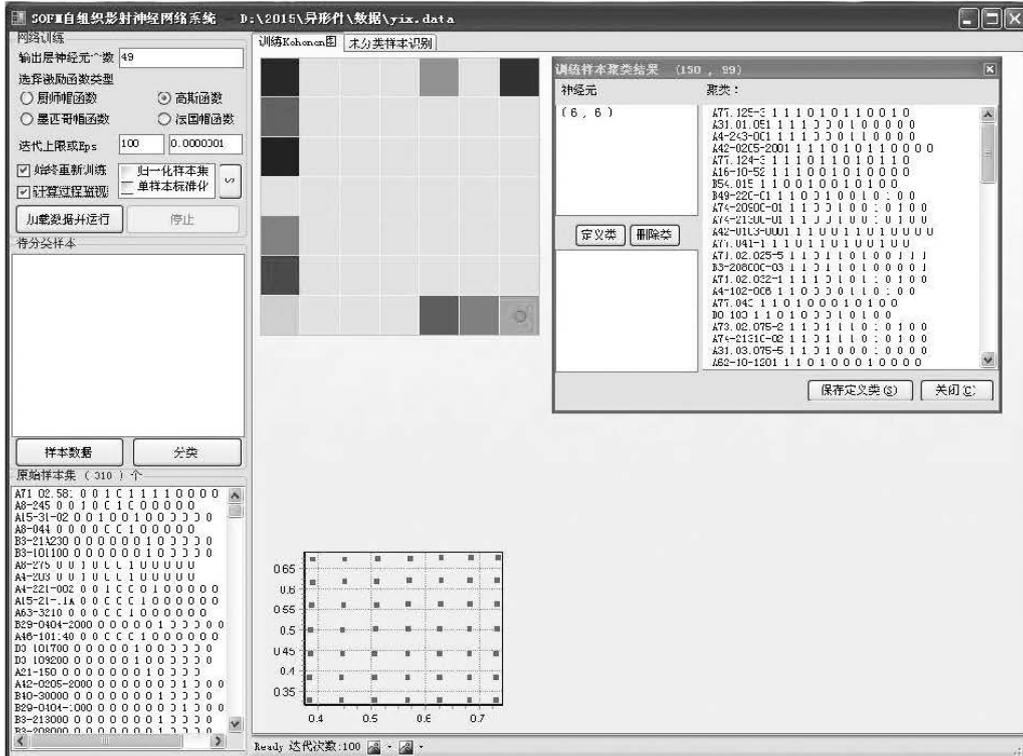


图3 聚类工具图

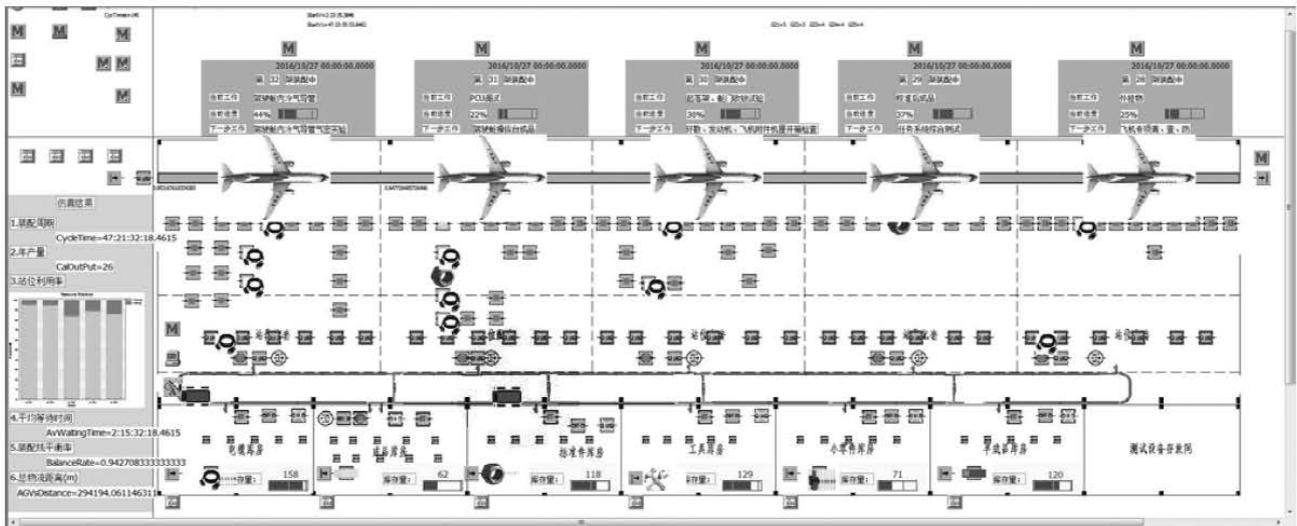


图4 移动生产线仿真

在生产线规划成果呈现阶段，基于生产线布局优化阶段生成的虚拟生产线模型，利用仿真平台对制造过程进行三维渲染，产生的动画可以直观展现虚拟生产线的运行过程，视觉效果突出，能够把难以想象的复杂系统通过视觉进行直观表现，从而指导一线工人开展生产（见图5）。

除了生产线布局建模仿真与优化等与智能车

间/生产线规划设计相关的核心技术以外，涉及运营层的关键技术包括：生产资源规划与动态调度、对多源信息的全面和实时采集、多源信息在生产系统各要素间的动态通讯、基于实时生产状态的数据资源聚合和分析决策、数字量驱动的车间/生产线精准运行等关键技术，这些关键技术是赛博物理生产系统技术的重要组成部分，是建立

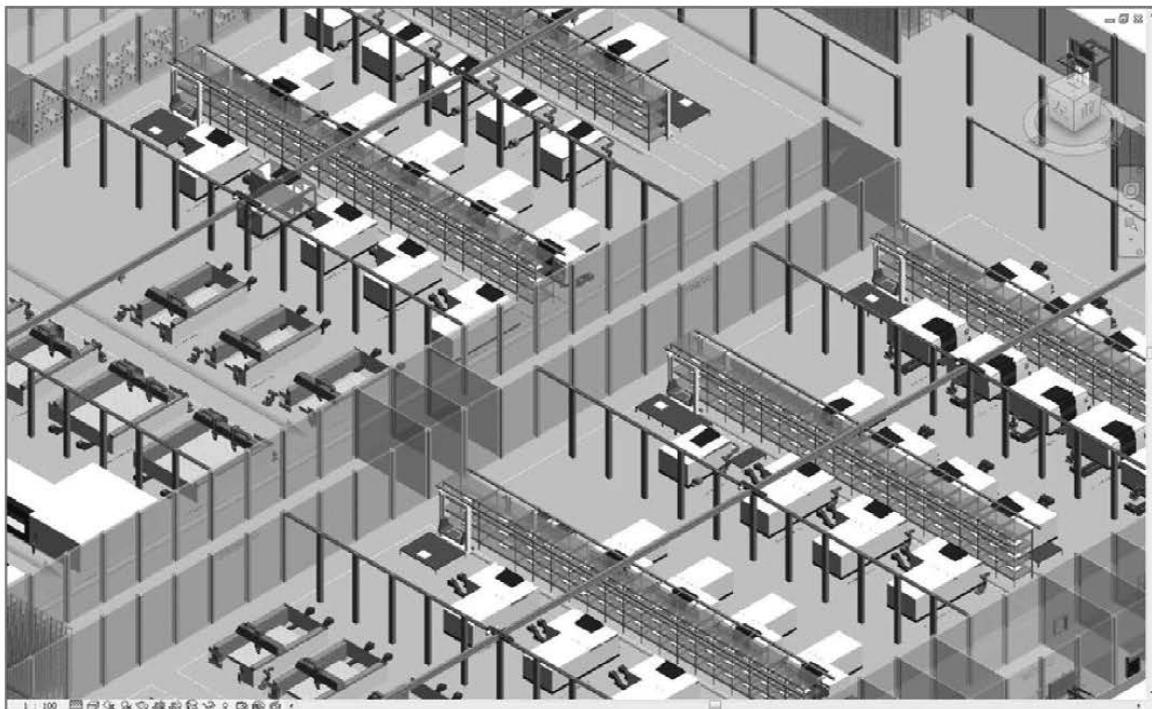


图5 生产线规划三维呈现

自组织、自学习、自适应和自优化的生产系统的核心技术，但是其应用效果的发挥都是以生产线科学合理的规划设计成果为前提的。

中国航空规划正以丰富的航空工业生产设计经验为基础，结合各类产品特点研究具有针对性和适用性的智能制造应用模型，立足于精益思想指导下的设施规划设计，利用CPS，打通实物工厂与虚拟工厂的边界，设备之间、设备与产品之间、设备与人之间基于信息通讯技术实现互联互通，实现数字量的传递；制造数据作为生产过程处理的基本对象，贯穿生产活动的全过程；借助于自控技术及AI技术，实现数据传输与处理、物流运输与交换、智能处理作业流程，充分发挥智能制造的价值。

4 做好智能制造的建议

4.1 面向整个产业链，构建航空工业智能制造能力建设布局模型，加强基础设施建设^[2]

智能制造的最顶层是智能产业链，规划时也必须最先考虑。因为智能制造实际是整个管理和组织结构的变革，实施智能制造，就必须放弃孤岛式的规划思路，把航空工业作为一个大的整

体，综合考虑各工厂的信息互通、行业协作，进行全行业智能制造能力建设布局规划，加强面向智能化能力提升的基础设施建设。在规划中，应当定义智能制造的标准功能模型，用以指导建设过程，并作为考核、评价建设效果的基准；应当从产品对象的分解出发，定义各产品、部件、零件的智能制造实施步骤，规划各工厂的建设重点、目标，避免重复建设及投入；应当定义航空工业各工厂之间、航空工业与行业外其他产业链实体的互联及协作方式等。能力建设布局模型相当于为航空工业绘制了一幅完整的智能制造蓝图，各项能力建设必须围绕该蓝图，有条不紊、循序渐进地进行。

4.2 强化基础，扎实推进数字化工厂设计

我国正处于工业2.0和3.0之间的过渡期^[3]，要实施智能制造，实现现代工业体系的跨越式发展，其前提条件是深入实施数字化、精益化的生产线规划设计，通过新建或改建生产线为智能制造提供基础设施条件。进一步丰富三维模板库，包括零件模型库、设备模型库、产品模型库等，结合历史设计经验进行模块化梳理形成知识库，从而实现设计的重用。以三维模板库为基础，由人工智能算法抽取需要的数据和知识，实现自动化、智能化的生产线

设计,将数字化工厂设计做扎实。

4.3 推进面向智能制造的标准化、规范化建设,加强安全可靠研究^[4]

标准化建设是智能制造能否成功的关键,标准在推进智能化改造的过程中能起到规范和引领作用。标准建设一是要符合数字化发展要求,二是企业之间标准协调、统一,三是各标准之间互为补充,满足智能制造全部需求。航空工业涉及国家安全,加强安全可靠研究也显得尤为重要,必须确保智能制造系统的安全可控。

4.4 推进生产运营数据对设施规划的有效支撑

智能工厂设计要求设施规划与工厂生产运营有效衔接,基础数据的积累是先决条件,需要将工厂运营数据(设备数据、工艺数据、生产过程数据、管理数据、行业数据等)作为规划分析的数据来源和依据。因此,应当做好工厂规划与实际生产的衔接工作,推进连接工厂运行管控系统的规划平台建设。

4.5 循序渐进,从智能生产线做起,逐渐向智能车间、智能工厂、智能产业链各层扩展

航空工业制造涉及面非常广,行业内不同产品的制造过程对应的工艺、管理基础参差不齐。发展航空工业智能制造,应从具有典型产品及稳定工艺的生产线做起,循序渐进,逐渐向智能车间、智能工厂、智能产业链各层扩展。当然,智能制造的建设要考虑建设成本与预期收益的平衡^[5],从技术可行性和经济可行性两方面综合判断,实现现有资源的最大化利用,使投入效费比更高。

总之,对标国际先进航空制造业,我们需要在智能制造核心技术、基础数据储备、两化深度融合、高端装备、设施规划等方面加强研究投入,梳理制造企业的现状和需求,结合智能制造总体架构,探索并提出智能制造应用模型,实现生产线规划与智能制造的有效衔接,形成以数字化、网络化、自动化为基础的航空产品智能制造工厂模式,并在行业内发挥示范作用。

参考文献

- [1] 张曙. 工业4.0和智能制造[J]. 机械设计与工程, 2014, 43(8): 1-5.
- [2] 陆国杰, 卜国磊. “工业4.0”背景下我国航空制造能力建设思路探讨[J]. 国防科技工业, 2016, (6): 36-38.
- [3] 王焱, 王湘念. 智能制造的基础、组成及发

展途径[J]. 航空制造技术, 2015, (13): 32-37.

[4] 陶剑. 实践“工业4.0”的关键技术与思考[J]. 航空制造技术, 2014, (18): 41-43.

[5] Eckart Frankenger. Concurrent Design and Realization of Aircraft Production Flow Lines Process Challenges and Successful Design Methods [C]. International Conference on Engineering Design, 2007.8, Paris, France. pp1-11.

通用航空产业创新发展路径浅述

■ 徐学民 [工艺]

摘要: 近年来,受内外部诸多因素的影响,国民经济的增速有所放缓,亟需寻找新的经济引领点,实现对经济的持续拉动。在当前的产业中,通用航空产业由于其覆盖面广,能够实现对经济发展的有力推动作用。从发展水平来看,目前国内该行业的发展相对落后,提升空间巨大,加之其与社会多个行业的密切关联,对其进行发展促进是极为必要的。本文就通用航空产业创新发展路径进行简要阐述。

关键词: 通用航空; 产业; 创新; 发展路径

众所周知,通用航空产业属于高技术、大投入的综合性产业,该行业的发展对于社会和经济的发展带动作用显著,能够引领产业和消费提升,提供大量的就业岗位,应该给予足够的关注,积极促进产业的发展。

1 通用航空产业介绍

1.1 通用航空

所谓通用航空是指使用航空器从事公共航空运输以外的民用航空活动,包括从事工业、农业、林业和建筑业的作业,以及卫生、抢险救灾、气象探测、海洋监测、科学实验、教育训练、文化体育等方面的飞行活动。

通用航空产业覆盖的产业种类极多,参与的企业多,有利于对各方资源的有效整合。要想实现对产业有序发展的促进,就必须从多方面入手并进行前后延伸,为通航快速发展提供必要的基础保障。本文运用产业链理论,分析通航产业链,明确整个产业的发展重点,结合我国通航产业现状和资源,借鉴国外通航产业的发展经验,找准发展切入点,为我国通航提供发展路径参考。

1.2 通用航空产业链

通用航空的产业链是项内容杂乱的庞大体系,由横向和纵向的诸多企业和产品构成,根据

个体在产业链中的位置和相互之间的关系,将其总结为4个节点,即:通用航空器研发与制造、运营、综合基础保障、支持服务。

图1为我国的通航产业链的具体组成和相互关系,是对通航产业链的高度概括。通过对图1的解读可知,通航产业链由上游,中游和下游构成。其中,上游属于设备研发,即航空器的研制,由相关企业构成;中游则为航空运营,是整个产业链的核心,直接面对客户;下游则是服务保障类项目,负责提升航空运营的质量,包括通航综合基础保障和通航支持服务两个部分。通过上、中下游的有机关联构成统一的通航产业链整体,为客户提供优质的通航服务。

2 我国通用航空发展面临的问题

从产业链的视角分析,我国通用航空还没有形成完整成熟的产业链;由于通用航空产业投资成本高回报周期长,以及通用航空产业技术和人才壁垒等因素,造成我国通航市场不成熟,产业链不发达的现状,直接制约着我国现代通用航空的发展,亟需进行优势资源的整合。

3 我国通航产业发展路径选择

通航产业的发展应该立足当前,以基本国情为出发点,探寻产业发展的路径。根据分析,对

作者简介:徐学民,女,高级工程师,1995年毕业于陕西理工学院机械制造专业,现就职于中航规划飞机工程设计研究院。

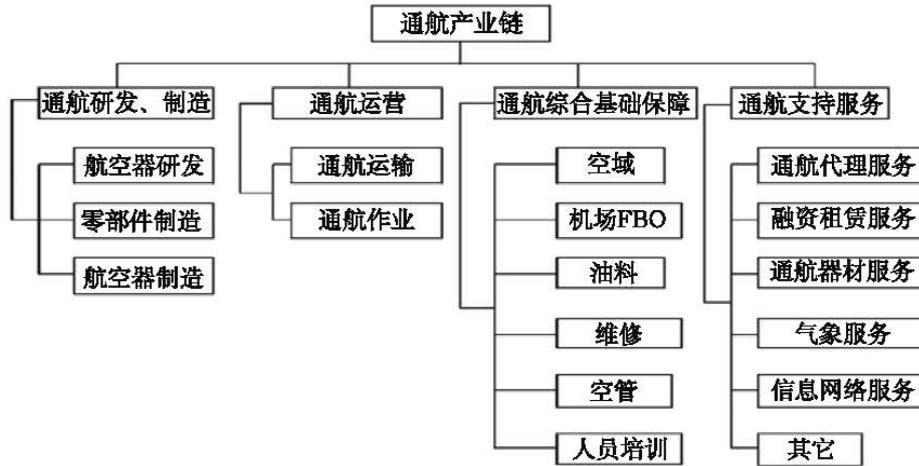


图1 我国通航产业链构成

照本文开始提出的通航产业链构成图，短期可以发展的项目有：飞机制造与销售、通航培训、旅游观光。中期有望获得发展的项目包括：运营、FBO、商务包机、整机生产、通用飞机“4S”店等提供保障服务的企业。通航机场建设、飞机研发项目则需要长期投资建设。在发展方面，应该在以下方面进行产业发展建设。

3.1 通航研发、制造速度提升

相关企业应当加快具有自主知识产权的通用飞机研制，同时积极地进行国际并购和国际联合生产。通航运营企业作为消费者，应与飞机制造商协调，向国家申请购买国产飞机的补贴或贴息贷款制度，更多地使用、购置国产飞机，及时向制造商反馈国产飞机的使用需求，提高国产飞机的性价比；帮助制造业完善售后服务，降低使用、维护成本。

3.2 基础保障强化

目前，最主要的问题是实现规模生产，解决利益分配。但相关基础设施不齐全和政策的不开放，制约整个产业规模的扩大。具体来说，应该首先建立试验区进行运营经验的积累，再逐步推广。给予试验区更多的空域和机场及相关基础设施，通过试验区的运行来完善相关规章制度。引入民营资本投资兴建相对薄弱的基础配套设施；放宽投资政策限制，促进国内外资本投资通用航空相关的服务企业。最终实现基础设施的大规模生产和快速发展。

3.3 通航支持服务

产业发展的同时应逐步完善保障体系。提供该业务的企业一方面应加强与国家有关部门的协调，掌握产业的发展状况及现实需求，及时制定、

调整相关产业政策；另一方面应重视综合服务站的建设，从规划、制度设计、管理规则、设施设备建设、人才培养等方面起步，建立集通信、气象服务、监理导航为一体的服务站。鼓励民营资本的加入，对促进作用大而运行成本高的企业给以补贴。

3.4 通航运营

就通用航空企业的运营而言，企业个体的业务范围难以涵盖整个航空领

域，应该对企业自身的优势有极为清楚的了解。在此基础上，对航空市场进行细分，确定企业的目标客户群，进而制定详细的运营策略，确保企业对目标客户群的占有率，以此保证企业的运营质量，实现企业资源的高效利用。

4 结束语

总体而言，国内的通用航空产业链还处于发展阶段，存在诸多的缺失和不完善之处，应该给予帮扶和支持，促进产业的快速发展和产业链的尽快完善。要想实现上述内容，就应该对通航产业链的上、中、下各环节进行梳理和强化，形成统一的产业链整体，实现上、下游对中游的保障和支持，以此为通用航空产业的发展提供可靠的制造、技术服务和完善的市场环境。

参考文献

- [1] 李连梦.我国各省市通用航空产业发展路径选择分析[J].环渤海经济瞭望,2015(11):21-25.
- [2] 赵刚.我国通用航空产业发展的制约因素与路径探析[J].华东科技:学术版,2015(1):410.
- [3] 叶呈斌.中国通用航空的盈利模式与发展路径分析[J].商情,2014(5):77.

航空发动机燃气涡轮试验特殊工艺需求对专业设计的影响

■ 刘炳伟 门艳杰 陈宣任 高福山 [工艺]

摘要: 航空发动机燃气涡轮部件试验工况复杂多变, 试验指标特殊苛刻, 对工艺设备、土建工程等方面都提出了特殊的工艺要求。本文初步分析涡轮试验特殊工艺需求, 并论述由此引起的专业设计的影响, 有利于充分掌握航空发动机零部件试验设施的建设特点和难点, 增强公司零部件试验建设领域技术储备。

关键词: 航空发动机; 涡轮; 试验; 工艺; 设计

0 前言

航空发动机燃气涡轮部件试验工况复杂多变, 试验指标特殊苛刻, 对建设方案的落实提出了新的要求, 主要表现在试验厂房工艺尺寸的确定、建筑物火灾危险性定性、试验频率评估、综合管线的布置等方面。本文初步分析航空发动机燃气涡轮试验特殊工艺需求, 并论述由此引起的专业设计的影响。

1 航空发动机燃气涡轮简介

燃气涡轮是航空涡轮发动机的重要部件之一, 其功用主要是将燃烧室产生的高温、高压燃气的部分热能、压力能转化为机械能, 从而带动前端压气机、风扇及其他附件工作。

目前, 航空涡轮发动机主要采用轴流式燃气涡轮(见图1), 其几何尺寸小、流量大、效率高、适用大功率动力装置, 应用广泛。

燃气涡轮工作特点为工作包线宽广, 燃气温度高、功率大、转速高、负荷大。先进大推力涡轮发动机涡轮进口温度超过2100K, 平均涡轮叶片功率超过200kw, 转速超过10000r/min。^[1]

2 航空发动机燃气涡轮试验任务、工艺需求和特点

2.1 试验任务

航空发动机燃气涡轮工作环境决定其气流场复杂、温度场变化剧烈、机械负荷较大, 需要在整机试车前进行部件试验以确定涡轮气动性能、冷却效果、特性匹配等, 因此部件试验科目主要有涡轮导向器气动性能试验和流场试验、涡轮部件气动性能试验、高低压涡轮匹配特性试验、冷气参数(流量、压力、温度)对涡轮气动性能影响试验、转子叶尖间隙对涡轮气动性能影响试验等。典型涡轮叶片气膜冷却示意及内部结构图见图2。

2.2 工艺组成

综合涡轮实际工作特点, 为了满足上述任务需求, 需要建设涡轮部件试验器以实现试验目标, 该试验器实现的试验要素(见图3): 高温气流、冷却气流、试验环境、功率吸收、排气、测试控制、配套设备等。

高温供气, 通过供气闸阀和进气调节阀调节供气压力和所需流量, 通过管道上的空气过滤器, 进入测量装置, 加热器加温至涡轮叶片栅前所需温度进入试验段, 在试验段高温气和冷气掺混试验完成流入排气降温段, 经冷却降温, 经过排气蝶阀和旁路排气调节阀进入消音塔。试验过

作者简介: 刘炳伟, 男, 工程师, 2008年毕业于北京航空航天大学飞行器设计与工程专业, 现就职于中航规划第七设计研究院。

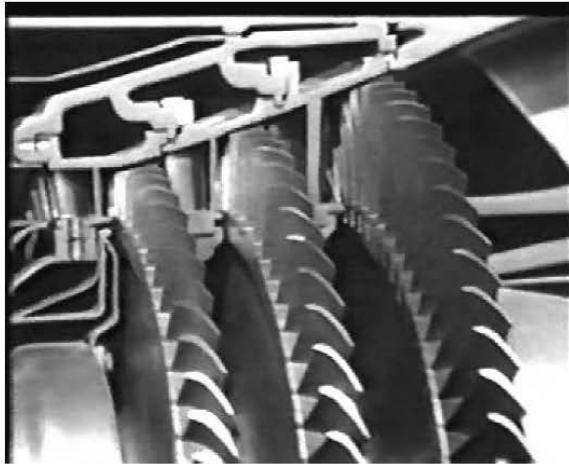


图1 航空发动机燃气涡轮

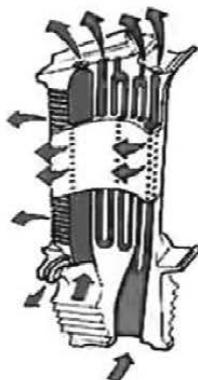
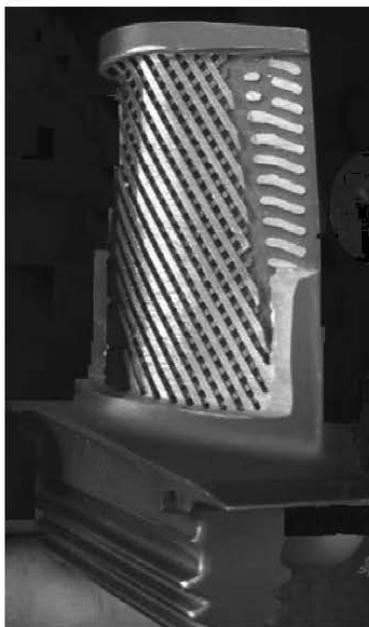
多路内部冷却
外部气膜冷却

图2 典型涡轮叶片气膜冷却示意及内部结构图

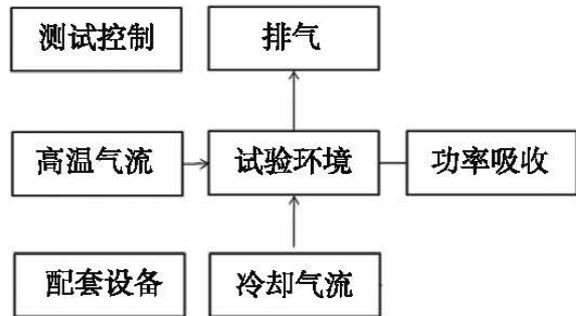


图3 典型涡轮试验要素示意图

程多余气体经放空蝶阀和旁路放空调节阀直接排入消音塔。

高温气流由试验气源站提供，经过增压、干燥、除尘、加热，进入试验段（舱）内，流过涡轮叶栅通道，模拟发动机燃烧室产生的涡轮进口气流。

冷却气流由试验气源站提供，经过增压、干燥、除尘、加热，进入试验段（舱）内，流过涡轮叶片内部流动通道，带走壁面热量并形成气膜等，模拟涡轮叶片冷却需用的冷却空气。

试验环境主要是用于夹装试验叶片并留有栅前静压接嘴和通入冷气位置，为试验件提供试验环境和条件，又称试验段、试验舱。

功率吸收是指高温气流在涡轮中膨胀做功，涡轮所发出的功由水力测功器等设备吸收并测量。

排气是指高温气流在涡轮膨胀做功，做功后的气流通过排气冷却器或者喷水冷却至某一温度以下被抽气机组抽走或排入大气。

测试控制是指各管路、设备测量截面的气体压力、温度、气体质量流量、转速、扭矩等参数由数据采集处理系统采集并予以处理；试验过程中设备、管网调度和控制管理、实时试验状态监控、应急安保等由控制系统实现。

配套设备主要包括水电油气等试验器必须的能源组成等。

2.3 工艺设计特点

涡轮部件是将燃烧室产生的高温、高压燃气的部分热能、压力能转化为机械能，从而带动前端压气机、风扇及其他附件工作。涡轮气动性能、冷却效果、特性匹配等试验要求决定试验工艺特点是试验器输出功率大，试验冲击叶片气流温度高、流量大、压力高，试验包线宽广，配套能源需求差异性很大等，其中主要特点集中在以下几个方面：

(1) 试验件进口高温高压气流温度模拟实际工况 ($>1800\text{K}$), 需要进行进气加温。

一般认为单纯机组压缩做功, 温升在 200K 左右, 采用一级电加温器温度可升至 $900\sim 1000\text{K}$, 由于涡轮试验所需的温度范围远远超过上述条件, 因此需要在一级加温的基础上再进行燃气二级加温。试验陪衬叶片和试验叶片用冷气, 由供气管道供应并经电加温器加温, 统一流量调节后, 满足试验用气要求。二级加温燃烧头部示意图见图4。

(2) 试验产生的高温燃气需降温并排入大气, 一般采用高压喷水降温方案。

(3) 在试验过程及调试状态前后所需的排气、排气等措施均需要将噪声降低再行排出, 在相应气流塔内设置消声系统, 对应的检修用通道设置消声门等。试验器调试试验过程中存在水泵、油泵等设备的运行噪声, 均需要在建构筑物内进行消声门窗、吸声贴面等的设置, 以控制劳动环境卫生。矩阵式消声元件示意图见图5。

(4) 电加温器及其他设备需提供相应等级用电, 其中大功率电加温器、水泵一般采用 10kV 供电。

(5) 试验用二级燃油加温器需要提供高压洁净燃油。

(6) 试验所需电加温器、燃油加温器、测量段、试验段、排气段等水系统, 需根据不同的使用工况和应用环境进行压力、流量设置, 并在水完成后对污水进行分流回收处理。

(7) 试验测试需要布置较多温度、压力、流量测点, 电气控制及监控系统需要对气、水、油、电、数采、数据处理等系统进行监控并发出指令进行工况调节, 因此对于网线、信号线等长距离线缆, 需要考虑路由和管线布置。

(8) 涡轮试验器主体、电加温器等在设备工艺尺寸、重量上均存在特殊需求, 需要满足其空间范围、运输安装、调试检修等需要。

2.4 对专业咨询设计产生的影响

工艺设计特点决定了涡轮试验器的建设对各专业咨询和设计均提出了特殊的要求, 尤其是在工艺、土建等方面。

(1) 工艺专业

工艺专业需要充分掌握发动机涡轮部件试验工艺流程, 合理布置工艺管路和试验设备, 进而确定试验厂房工艺尺寸、管网平台、设备基础布置等, 根据试验所需危险品使用情况分析结果, 与建筑专业合理确定建筑物火灾危险性, 尤其是

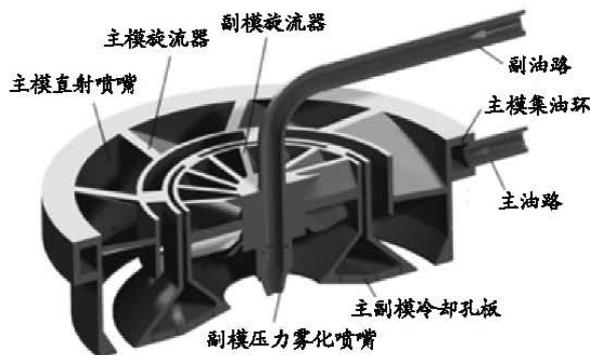


图4 二级加温燃烧头部示意图^[2]



图5 矩阵式消声元件示意图

对试验段内局部航空煤油燃烧工况的界定应充分考虑《建筑设计防火规范》(GB50016-2014)中3.1.1和3.1.2条文的理解; 对大直径热力管道设计和计算方法的掌握直接影响设备基础、厂房结构等受力情况, 需重点关注工艺尺寸较大、流体参数苛刻的管路固定支点; 对试验周期中调试准备时间长、试验时数少、短期能源消耗峰值高等的评估决定了水电油气消耗的特点; 由于零部件试验器往往不是单独建设, 因此在能源消耗等方面可以错峰使用或者容量合并设计; 各主要专业的管线走向统一协调, 有利于综合管线的合理布置; 涡轮试验器主体、电加温器等在设备工艺尺寸、重量上均存在特殊需求, 需要满足其空间范围、运输安装、调试检修等需要, 根据相应的人员、物料运输情况, 布置上部运输、地面转运设备并明确相应的运行服务范围和通道; 试验器试验时噪音大、危害严重, 需控制《航空发动机试车台设计规范》GB50545、《工业企业噪声控制

设计规范》GBJ87、《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB12348等规范规定，对噪声进行处理，满足当地环保部门的要求。大直径热力管道设计计算三维图见图6。

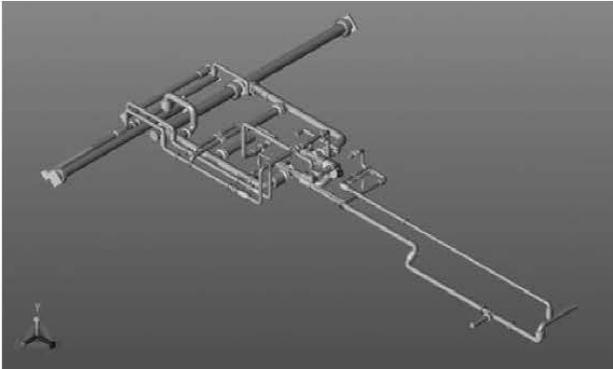


图6 大直径热力管道设计计算三维图^[3]

工艺专业还应注意满足基本试验需要之外的输送高温压缩空气的管道外壁敷设保温材料进行保温隔热，保障工作人员的人身安全。

(2) 总图专业

需要充分考虑厂房建设地点，对周边水电油气的供给外线需充分平衡利弊，在工艺需求的基础上尽量减小室外工程量。

(3) 土建专业

涡轮试验器所需厂房具有厂房高，噪声大，排气温度高，大型设备多等特点。因此在设计过程中辅楼采用钢筋混凝土框架结构，试验厂房采用门式刚架结构，屋面采用压型钢板与现浇混凝土组合屋面板，增加屋盖重量，相关房间门窗采用隔音门窗，以达到隔音目的，同时，压型钢板可以做屋面混凝土的模板，减少了混凝土施工时

的支模板工程量，降低了工程造价；排气道有耐热和防水双重要求，采用C30耐热防水混凝土，并设伸缩缝解决结构超长的温度应力问题；重要设备的地面承受荷载以及隔振，管路平台、基础、支架布置均需要精细化设计，并考虑打压试验情况下的充水荷载。

土建还需关注现代工业建筑风格的问题，满足工艺需求情况下，统筹试验厂房、辅楼、进气塔、排气塔等建构物之间的关系，并协调专业采用暗装避雷带等措施，使建筑物外立面整体统一、协调、美观并符合建设单位总体的建筑风格。某零部件试验厂房三维建筑效果图见图7。

(4) 水道专业

由于涡轮试验器工艺用水存在供回水水质、压力、温度等的差异，水道专业需要解决多压力、大流量、不同水质供回、处理等问题。

一般认为，供水水质、压力由水力测功机、电加热器、排气喷水、测试受感部等设备或工艺流程决定，水质有软化水、一般水、市政水等，不同的供水压力采用相应的增压水泵进行压力调节。在经过设备冷却、喷水降温等流程后，水质、压力、温度等均产生差异，一般包括混合燃气污染水、冷却水等，压力、温度也各不相同，因此需要相应的回水处理方案。典型涡轮试验器工艺用水需求表见表1。

(5) 电气专业

电气专业主要解决为电加热器及其他设备提供相应等级用电，其中大功率电加热器、水泵一般采用10kV供电，这部分动力供电功率往往占整个试验器电力负荷的70%~90%。由于涡轮试验器电力消耗很大，与其他试验器错峰试验或者统筹建设对项目整体投资和合理规划均有积极意义。



图7 某零部件试验厂房三维建筑效果图

表1 典型涡轮试验器工艺用水需求表

序号	水路名称	压力 (MPa)	流量 (t/h)	冷却部位
1	自然循环水	0.6	—	加温部件
2	加压水1	3.0	—	测量段、转接段、试验段、排气段、测试受感部
3	加压水2	3.5	—	排气段
4	纯水	0.3	—	电极

因此设计过程中需要解决集中大功率变配电的负荷配置和供电分配问题。

此外, 配电系统采取工艺试验设备配电系统和建筑设备配电系统相互独立, 达到试验时不影响办公照明、空调等设备, 使负荷分配更加合理, 达到节能效果。

(6) 弱电专业

弱电专业完成专业内设计之外, 还应着重考虑涡轮试验器由于投资较大, 存在后期改造升级的可能, 相应的测试、试验监控等弱电桥架考虑预留, 并与土建专业就可能的预留路由寻找位置。

(7) 供油专业

涡轮试验二级燃油加温器一般采用先进的主副模分区燃烧组织方式进行加温, 因此需要考虑不同流量下的航空煤油供油及使用分配问题。

(8) 暖通专业

由于工艺设备发热量较大, 一般的通风措施已经不能满足试验需求, 因此设计过程中主要解决高热设备的厂房内散热、强制通风等问题。同时由于厂房通风设备及系统、多联空调机系统的数量繁多。通风管道尺寸大、数量多且密布厂房, 应加强与其它专业管道协调工作。

4 结论

零部件试验厂房是复杂单体试验厂房的代表, 通过对其中涡轮部件试验器的设计总结, 有利于掌握航空发动机零部件试验设施的建设特点和难点。

在该类非标准试验设施咨询设计过程中, 试验工艺方案是设计的基础, 各专业在过程中也部分地采用了超常规的非标设计。通过项目积累, 储备了相应的技术能力, 提高了团队整体咨询设计水平。

参考文献

- [1] 刘长福 邓明. 航空发动机结构分析. 西北工业大学出版社, 2006年3月第1版.
- [2] 王铮钧 索建. 基于贫油预混蒸发(LPP)的多点喷射低污染燃烧室头部方案研究. 科学技术与工程, 2013年12月 第13卷第34期.
- [3] 陈宣任 郑国华CAESAR II 软件在大型非标试验类空气管网应力分析中的应用. 航空工程建设, 2013年增刊.
- [4] 常峰 索建秦. 同心圆式主副模分区燃烧组织燃烧室数值研究. 推进技术, 2012年10月第33卷第5期.
- [5] 王成军 陈海耿. 双路离心式喷嘴的实验与数值模拟. 工程热物理学报, 2010年10月 第31卷第10期.
- [6] 苗辉 王慧汝. 航空发动机燃烧室喷嘴内燃油传热特性的数值研究. 燃气涡轮试验与研究, 2015年6月 第28卷第3期.
- [7] 钟山 刘志刚. 涡轮导叶综合冷放试验件设计及验证. 燃气涡轮试验与研究, 2014年6月第27卷第3期.
- [8] 李杨. 航空发动机涡轮叶片温度测量技术现状与发展. 第十五届中国科协年会第13分会场: 航空发动机设计、制造与应用技术研讨会论文集, 2013年5月.
- [9] 朱兰 张剑. 高压涡轮导向器扇形叶栅试验及改进设计验证. 燃气涡轮试验与研究, 2014年10月 第27卷第5期.
- [10] 张宝诚. 航空发动机试验和测试技术. 北京: 北京航空航天大学出版社.
- [11] 张虎 李世伟. 非接触高温测量技术发展现状. 2012国防计量与测试学术交流会议论文集.

基于粒子群算法和仿真分析的飞机移动装配线平衡研究

■ 张超 李慧 [工艺]

摘要: 针对飞机移动装配线平衡问题,提出一种改进的逆向差分粒子群算法,采用一种基于作业优先图的随机权重排列编码方法来表征问题的解,通过随机权重零入度排序算法进行解码将粒子编码映射为可行解,直接采用逆向差分变异算子更新粒子位置。为加速算法收敛,采用随机权重法和逆向位置法来初始化种群并在迭代过程中执行种群进化停滞判断及变异扰动策略。结合实际飞机脉动线项目应用本方法进行了设计,并在离散事件仿真平台Plant Simulation上建立了模型,通过仿真验证了本算法的有效性。

关键词: 装配线平衡;逆向差分进化;粒子群算法;可行作业序列;零入度排序

移动装配线是一种被广泛使用的生产系统形式,它一般由若干个工作站和连接工作站的输送装置组成。为了满足产品装配连续性的要求,各工作站的作业时间需要满足一定的节拍。对于飞机总装作业这类工艺特别复杂、作业量大,特定约束多的产品,移动装配线对提高飞机生产效率效果显著,但其实现需要确定合理的装配线平衡方案,以实现各站位工作时间的均衡,保证移动生产的连续。因此,提高装配线的站位工作平衡性对企业经济效益将产生直接影响。

飞机脉冲移动式装配线(简称脉动线)是介于固定站式与连续移动式装配之间的一种装配生产形式,具有以下优点:①可以有效地缩短装配工时;②可以合理安排工装夹具摆放位置,改善现场环境;③使装配作业标准化;④拉动整个生产供应链的协同工作^[1]。对于国内航空制造企业多品种、小批量的装配生产特点和现状,研究脉动线生产模式在航空制造企业的应用更具有实用意义。

装配线平衡是脉动线设计的关键之一,是指在工序先后关系等约束下,将作业集合分配到一定数量的工作站中,使得每个工作站的作业时间满足一定的节拍要求,减少工作站的闲置和过载时间,最小化平滑指标^[2]。本文研究第二类装配线平衡问题^[3],即给定装配线的工作站数目,求节拍时间最小,以寻求最大的生产率,记为ALB-II。

由于ALB问题是一个典型的NP型组合优化难题,计算复杂度随作业数目的增加呈指数级数爆炸增长。因此,研究能在合理时间内求解大规模问题的算法尤为重要^[4]。多数装配线平衡问题是以节拍最小、总空闲时间最少、负荷均衡为目标建立数学模型,然后采用遗传算法、蚁群算法、混合粒子群算法和禁忌搜索等算法进行求解。如文献^[5]针对第一类平衡问题提出了一种离散粒子群优化算法,采用位置交叉的粒子位置更新机制,本质是将遗传交叉算子嵌入粒子群算法。文献^[6]联合应用混合粒子群算法和模拟退火算法求解ALB-II问题,获得了优于标准粒子群算法的结果,但众多算子参数的选取问题还需要进一步探讨。

本文针对ALB-II问题的特点,采用了作业优先图表达装配关系,用随机权重排列编码方法来

作者简介:张超,男,高级工程师,2008年毕业于清华大学水利工程专业,现就职于中航规划技术研究院。

表征问题的解,引入差分变异算子作为粒子速度更新机制;为克服传统粒子群的早熟问题,混和采用随机权重法和最长加工时间优先法来初始化种群,施加种群停滞判断及变异扰动策略,从而导出一种混合粒子群算法。以某型飞机的移动装配线为对象,通过C#.net开发的脉动线站位负荷平衡程序计算装配线的站位划分以及作业分配方案,并使用生产线仿真软件Plant Simulation模拟计算出该脉动线方案的节拍、生产周期以及站位负荷率等参数进行论证。

1 装配线平衡相关定义

1.1 作业优先图

装配作业中的紧前、紧后等先后顺序约束通常采用优先图(Precedence Graph, PG)来表征。PG从计算机数据结构上也称为有向无环图,记为 $G(N, A)$,其中 N 表示作业节点集合, A 表示有向弧集合。在优先图上(见图1),如果存在从节点 P_1 到节点 P_2 的有向弧,则节点 P_2 代表的作业必须后于节点 P_1 代表的作业进行操作。可行作业序列(Feasible Operation Sequence, FOS)^[7]是沿产品流动方向分配到各个站位的作业序列集合,其本质是作业优先图的一种拓扑排序。设 $J_1-J_2-J_4-J_3-J_6-J_5-J_7-J_8$ 是拓扑排序后的作业序列,观察该序列的任意两个作业可知,其先后顺序始终符合优先图中的约束关系。

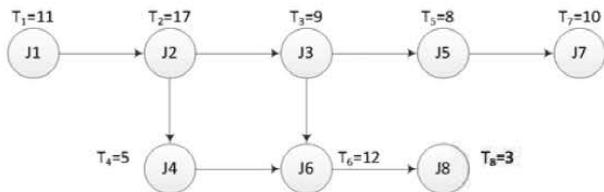


图1 作业优先图

1.2 目标函数

对ALB-II问题作如下约定:①工作站数为指定值,工作站串行排列且站内任务无并行,作业不可跨站进行,每个工作站都至少分配一个作业;②各作业耗时为已知常量,任意作业都可分配到任意工作站,所有作业都应被分配;③作业优先关系约束(由优先图表达)是作业分配的唯一强约束;④装配线只生产单一类型的产品;⑤忽略各零部件在装配线上的传输时间。通过观察

实际装配线可知,在这些约定条件合理简化了模型且符合生产实际。

装配线站位数量为设定值,首要的优化目标是在给定站位数量 m 和优先关系约束的条件下,寻求最小的节拍 c ,并使装配线的负荷尽可能均衡,即各站位的工时负荷标准差最小。设定目标函数如下:

装配线最大节拍最小化:

$$Obj.1: \min c = \max(T_k), k \in (1, m) \quad (1)$$

站位负荷标准差:

$$Obj.2: \min S_f = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^m (T_k - \bar{c})^2}{K=1}} \quad (2)$$

约束条件为:

$$S_x \cap S_y = \emptyset \quad (3)$$

$$x \neq y, x \in [1, K], y \in [1, K]$$

$$\bigcup_{k=1}^m S_k = J \quad (4)$$

$$\forall i \in S_x, j \in S_y, fp_{ij} = 1, x \leq y \quad (5)$$

其中: n 为装配线作业数量; J 为所有装配线的作业集合, $J = \{j_1, j_2, \dots, j_n\}$; c 为装配线生产节拍; η 为装配线的效率,装配作业总时间与 $m \cdot c$ 之比; S_k 为分配到第 k 个工作站的作业集合; $T_k = \sum_{i \in S_k} t_i$ 为第 k 个工作站的总作业时间; t_i 为完成作业 i 所需的时间; $P = (p_{ij})_{n \times n}$ 为装配作业优先关系矩阵,当作业 i 为作业 j 的紧前工序时 $p_{ij} = 1$,否则 $p_{ij} = 0$ 。式(3)表示任何作业都只能一次分配到一站位上;式(4)表示所有作业都必须分配;式(5)约束了作业先后约束关系。鉴于ALB-II问题的复杂性,两个目标不一定能同时达到最优,本研究以追求最大生产节拍最小化为第一目标,在此前提下追求站位符合平衡。

2 改进的逆向差分粒子群算法

2.1 粒子编码与解码

ALB问题的编码方法有直接编码和间接编码两类。直接编码置入了作业的编号及分配的站位号,但保证编码后的解符合作业顺序困难且计算开销大;间接编码方法优势明显,能保证解的可行性且适用于各类ALB问题^[8]。对于 n 个装配作业,将作业序列编码为以 n 个浮点数构成的权重序列,粒子的第 i 维对应着第 i 个作业的选择优先权值,权值越大则该作业的优先级越高。基于

该编码方式,采用带权重的零入度拓扑排序算法(Priority based Zero in-degree Topological Sorting, PZTS)^[7]可将关联优先图映射为一个拓扑排序。采用该编码方式结合PZTS算法的显著优点是任意编码都可解析为可行作业序列,同时也将一个离散优化问题映射为一个连续空间的优化问题。

PZTS算法每次从优先图中选择入度为0且优先权值最大的一个顶点,随后删除所选择顶点的出弧,重复该过程直到所有顶点均被选出。

在解码步骤,需要将拓扑排序后的作业分配到工作站中。对于ALB-II型问题,工作站的数量是固定的,因此用节拍时间来控制工作站作业分配,算法如下:

对于拓扑后序列的每一个作业 i ,将其分配到当前工作站 k ,站内的 s 个作业满足 $\sum_{s=1}^i t_s \leq \theta \cdot c$,即工作站 k 的总工时不超过节拍时间 $\theta \cdot c$; θ 为调节系数,控制站位工时允许超出理想节拍的程度,如果超过了节拍时间 c ,则分配到工作站 $k+1$;重复以上过程直至所有作业被分配完成。

各作业分配完成后,即可通过式(1)、

(2)获得目标函数值。采用这样的编码和解码方式,使ALB问题由离散空间转换到连续空间,既发挥了粒子群算法求解连续函数的优势,也可以通过解码计算目标函数,便于问题求解及最佳方案的选取。

2.2 种群初始化

粒子群算法的初始解对收敛速度有较大影响,仅采用随机初始化方法不利于加快收敛。根据装配线平衡问题的一般经验,采用最长加工时间优先法^[9]生成作业序列可作为经验解。本文采用基于随机权重的零入度有向无环图排序法、最长加工时间优先法的混合初始种群生成策略,保证初始粒子种群的性能。

2.3 差分变异算法

粒子在空间飞行中出现聚集时,一般利用变异算子来对粒子进行随机扰动。众多研究者已经设计了很多的变异算子,如均匀性变异、自适应变异、多级变异、正态变异、差分变异等。其中Hendtlass^[10]提出的群差分进化算法使用差分变异算子帮助粒子跳出局部最优。本文采用的逆向差分进化算法^[11]是一种简单有效的全局优化算法^[12],它完全取消了粒子飞行速度的概念,算子直接对粒子位置发生作用。经典差分格式包括变异、交

叉和选择算子,下文将分别介绍。

2.3.1 变异算子

初始化后种群 $\{X_i\}$ 中的某个粒子 $x_i=[x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}]$ 的变异后的位置向量为 V_i :

$$V_i^{t+1} = X_a^t + F(X_a^t - X_b^t) \quad (6)$$

其中, F 为波动系数,对差分项起调节作用,取值范围 $(0,2)$; a 、 b 、 c 是随机的粒子下标, $a|b|c \in [1, P_n]$,且约束 $a \neq b \neq c \neq i$ 。

2.3.2 交叉算子

经典差分算法采用位置向量各维度的竞争性交叉来增加种群的多样性,交叉后的位置向量为 $U_i=(u_{ij})$:

$$u_{ij}^t = \begin{cases} rand(0,1) \leq C_r \vee j = \bar{k} \\ X_{ij}^t \text{ otherwise} \end{cases} \quad (7)$$

其中, C_r 为交叉概率,一般取值范围 $(0.4,1]$; $\bar{k} \in \{1, 2, \dots, n\}$ 为随机维度下标,用于确保每个迭代步骤中对各粒子至少有1维发生交叉操作。

2.3.3 选择算子

用于在粒子群 $\{X_i\}$ 及 $\{U_i\}$ 间确定构成下一代的粒子,通过式(1)、(2)评价粒子择优选取。

2.3.4 逆向跃迁算子

与种群初始化时使用的逆向算子类似,通过该算子可能让种群跃迁产生更优的候选解。在一次迭代过程中,种群 S 完成变异、交叉、选择算子后,当产生的随机数满足跃迁概率 J_t 时按式(9)计算种群的逆向种群 OS ,从 $\{S \cup OS\}$ 中选择个最优粒子。应注意,计算粒子的逆向粒子时,其第 j 维变量的最大、最小值 $[Min_j^p, Max_j^p]$ 应基于粒子的当前位置状态动态计算。 J_t 的一般取值范围为 $(0,0.4]$ 。这种跃迁方式在一定程度上可以使粒子跳出局部最优陷阱,但随着迭代的进行,相较于设定的值域,粒子各维极值所张成的空间将逐步缩窄,跃迁的效果将逐步退化。

2.4 进化停滞扰动

种群多样性的匮乏将导致早熟,因此维护种群多样性是防止陷入局部最优的常用策略。平均粒距 D 是评价粒子空间分布聚集程度的常用指标,可用于判断进化是否停滞:

$$D = \frac{1}{Pn \cdot \ell} \sum_{i=1}^{Pn} \sqrt{\sum_{j=1}^{\ell} (p_{ij} - \bar{p}_j)^2} \quad (8)$$

其中, ℓ 为搜索空间的最大对角线长度; p_{ij} 为粒子 i 第 j 维位置值; \bar{p}_j 为所有粒子第 j 维位置的平均值。 D 是从空间角度反映各个个体相互之间的分布离散程度,独立于种群规模大小、解空间

的维数以及每维搜索范围。D越小，表示种群越集中，反之表示种群越分散。当粒子群陷入早熟时，粒子将在搜索空间形成聚集。在本研究中，当种群平均粒距小于某阈值，或全局极值较长迭代次数（如10次）无变化时，对种群中部分粒子按一定的概率 p_m 执行跃迁操作， p_m 的建议取值范围[0.1,0.3]。具体步骤为：

根据适应度值大小对种群所有粒子进行排序，

取适应值最好的m个粒子，依次生成均匀分布于[0,1]的随机数 r_i , $i=1,2,\dots,m$;

如果 $r_i < p_m$ ，则按 $x_{id}^{t+1} = (1+0.5\eta) \cdot x_{id}^t$ 更新粒子各维位置值，其中 η 是服从Gauss(0,1)分布的随机数。

2.5 算法流程

改进的逆向差分进化算法流程见图2。

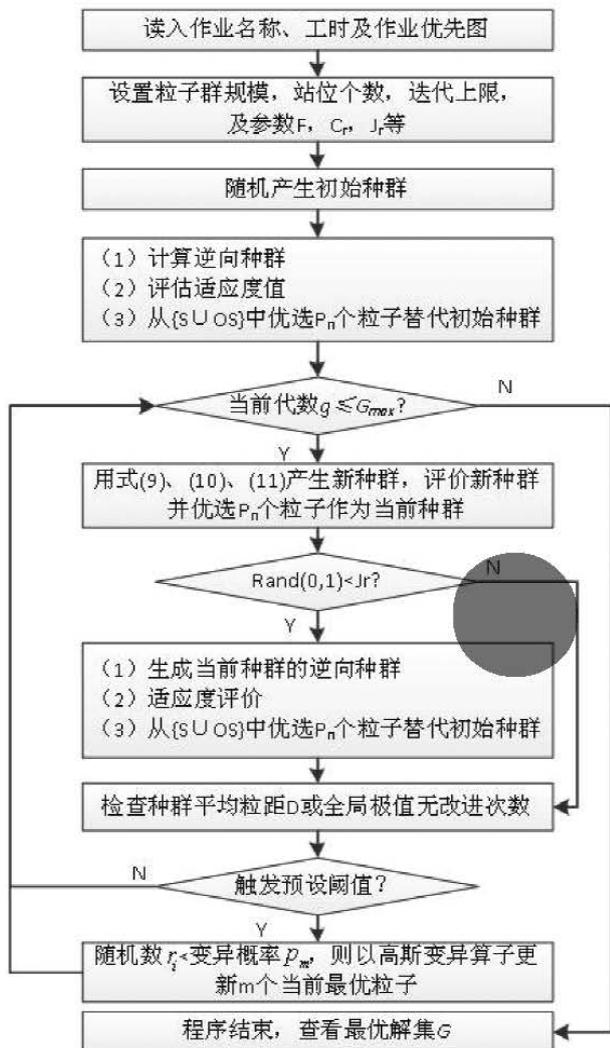


图2 M-ODE算法流程

初始种群的生成采用2.2节所述方法。由图2可知，本逆向差分进化算法在一次进化中，通过变异、交叉、选择算子后，由逆向种群生成拓展搜索范围，通过定期的观察种群进化情况对种群施加高斯变异扰动。

3 某型飞机脉动线设计

3.1 生产现状

某企业在该型号飞机生产中达到了批产条件，传统的固定站式生产模式已经不能满足要求。因此，该企业想要尝试脉动式总装生产线来大幅度提高生产效率。

该型飞机总装作业共计66项，见表1所示。

表1 总装工序表

序号	工序名称	紧前工序	工时
1	机身就位	—	1
2	制孔、过框	1	1
3	舱内插头	2	1.5
4	舱内冷气导管	3	2
5	冷气导管实验	4	2
6	敷设导管	5	2
7	线束敷设	6	6
8	高频总线固定	2	6
9	机身导管	2	4
10	低频电缆敷设	9, 8	4
.....
65	交付前试验	64	1
66	水平测量	62、65	1

根据表1，构建了装配作业的优先图，按关键路径法测算了关键路径的串行时间，即装配单架次的节拍时间T单。

站位数量：

$$N = \frac{T \cdot \text{年产量} \cdot \beta}{\text{年时基数}} \quad (9)$$

其中， $\beta \geq 1$ 是装配线生产能力储备系数。本文取 $N=5$ 。

3.2 装配线设计

调用研究过程中所开发的程序（见图3），将

工作站数设置为5。经过反复调试,程序计算的各种系数设置见图3。最终计算结果见表2。

此时的站位负荷标准差为0.76,此时各站位负荷平衡性最高。根据本装配线平衡方案,即可形成工艺布置图设计。

4 仿真验证

采用离散事件系统仿真软件Plant Simulation对求解的平衡方案进行仿真验证,分析该分配方案下装配线的性能情况。

在仿真模型中建立了直线式轨道,分列5个站位,按工序工时表配置各站位内的装配工序和工序所需物料表,并建立了主动物流配送系统。本装配线模型见图4。

在仿真运行中,飞机主体每隔一段时间(装配节拍)移动到下一站位,所有站位同步移动,整条生产线上的飞机由软件中的源控件产生。飞机移动时,必须保证该站位内的所有工序都已完成,且其余站位的所有工序也全部完成。每个工序开始前,判断其所有紧前工序是否全部完成,若有紧前工序未完成,则该工序不启动;该工序完成后,驱动其后继工序开始。且各工序都有一个初始计划,标志着该工序的预计开始时间。仿真控制器对该时间进行扫描,如果仿真时刻距离

表2 某飞机移动装配线的平衡方案

站位	完成的主要装配工序*	站位工作时间
1	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 24, 31, 29, 42, 43	8
2	14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 30, 32, 33	8.75
3	21, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 44, 45, 46, 47, 48, 49	9
4	50, 51, 52, 53, 54, 55	9
5	56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66,	7.25

注: *工序名称从略

该工序的预计开始时间不足24小时,则发送配送指令,物流配送系统对该工序所需物料进行配送。装配工序所需的物料包括电缆、成品、标准件、半成品等等,每一个工序所需的物料要在配套库房完全配套,再统一运送至各工位。仿真结束后,可以输出仿真结果,指导设计者对其进行分析。仿真分析的指标项主要包括装配周期、年产量、站位利用率、平均等待时间、装配线平衡率、总物流距离等。站位负荷见图5。



图3 装配线平衡程序

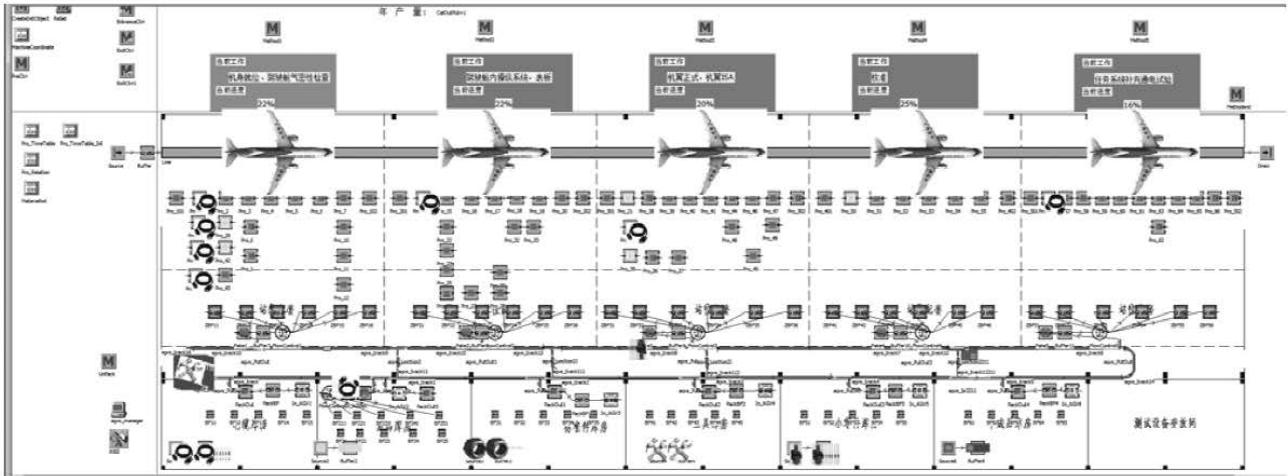


图4 装配线仿真模型

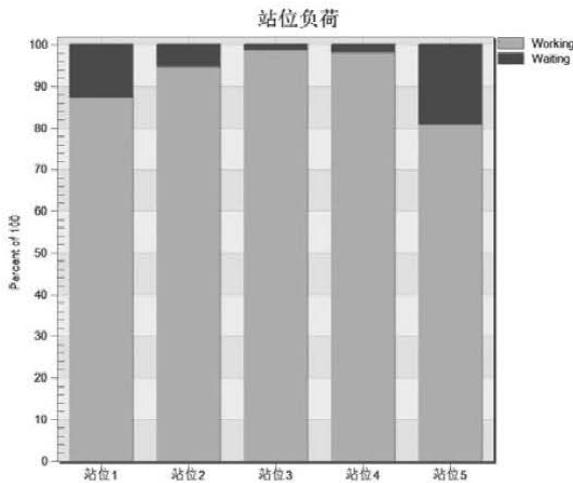


图5 站位负荷

根据图5所示站位负荷比较可以看出,该装配线各站位利用率比较均匀,站位平均负荷率为94.3%,其中站位3、4负荷率较高,这两个站位是瓶颈所在,也是进行工艺优化改进的重点。生产线年产量可达26架。

5 结论

本文针对飞机脉动线平衡问题,提出一种改进的逆向差分进化粒子群算法,采用了一种面向装配作业序列的权重排列编码方法来间接表征问题的解,直接采用差分变异算子作为粒子位置更新机制。联合运用随机权重法和最长加工时间优先法来初始化种群。此外,在迭代过程中执行种群进化停滞判断及变异扰动策略。结合飞机脉动线实际项目进行了设计,并通过在Plant

Simulation平台上建立了离散事件仿真模型进行了验证,测试结果表明:改进的逆向差分进化粒子群算法可有效地计算飞机脉动线站位平衡,实现了以节拍最小化为首要目标,同时兼顾站位负荷均衡。下一步的研究可以考虑在目标函数中引入空间干涉等约束条件。

参考文献

- [1] 陈绍文. 精益制造和飞机移动式装配线[J]. 航空制造技术, 2011, (16): 34-37.
- [2] 周金平. 生产系统仿真[M]. 北京: 电子工业出版社, 2011: 109-110.
- [3] 胡俊逸, 张则强, 张宇等. 求解第1类装配线平衡问题的一种改进粒子群算法[J]. 现代制造工程, 2012, (3): 1-5.
- [4] OZCAN K. A Petri net-based heuristic for simple assembly line balancing problem of type 2 [J]. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2010, 46(1-4): 329-338.
- [5] 窦建平, 苏春, 李俊. 求解第1类装配线平衡问题的离散粒子群优化算法[J]. 计算机集成制造系统, 2012, 18(5): 1022-1030.
- [6] 鲁建厦, 蒋玲玲, 李修琳. 基于混合粒子群算法求解装配线第二类平衡问题[J]. 中国机械工程, 2010, 21(4): 420-424.

(以下从略)

钢筋混凝土结构中受扭预埋件 受力特点研究

■ 贾洁 王军 [结构]

摘要: 预埋件作为受力构件,在设计中经常被采用,尤其在各类工业建筑中,预埋件的受力往往比较大,受力状态也比较复杂。在一些大型试验设施或设备中已经出现拉、弯、剪、扭复合受力工况的预埋件。而现行《混凝土结构设计规范》中关于预埋件的计算公式是基于单纯受剪、受拉、受弯的构件试验结论为主,辅以一定的理论假定推导出来的,其应用的限制条件为:埋件的尺寸不大、力值相对较小、工况相对简单。对于在扭矩或扭弯剪复合受力状态下的预埋件计算,现行规范并无规定。通过对两组剪扭受力状态的预埋件的承载力试验,以及与试验件相符的有限元计算,探讨预埋在混凝土结构中埋件的受扭特点,以此得出一些设计建议。

关键词: 预埋件;复合受力;剪扭;受扭

0 研究背景

在《钢筋混凝土结构设计规范》TJ 10-74^[1]中,还没有关于预埋件计算的规定。为解决实际问题,在《钢筋混凝土结构设计规范》GBJ 10-89^[2]的编制过程中,专门成立预埋件专题研究组,包括冶金工业部建筑研究总院、四川省建筑科学研究所、水电部华北电力设计院、包头钢铁设计院及航空工业部第四设计院等单位对预埋件进行了系统的试验研究,研究对象的受力状态包含受剪、拉剪和弯剪等荷载工况^[3、4]。

通过对大量试验数据的总结分析,以及对埋件处钢筋和混凝土微观的理论推导并结合国外试验成果和规范基础上,提出了关于预埋件计算公式,即《钢筋混凝土结构设计规范》GBJ10-89中公式(7.8.1-1~4),并沿用至今,但并未提出受扭或有扭矩存在的复合受力状态的埋件计算方法。

前苏联曾经做了8个剪扭预埋件的试验,但试验数据少、而且不够完整,且变化参数不多,之后未见其他试验论证。

实际工程中大型工业建筑或复杂压力管道的支座埋件,扭矩不仅经常存在还往往是控制工况,也有人参照文献^[5]的方法进行计算,此公式来源不得而知。

因此预埋件的受扭承载力计算方法有待研究。在此背景下,有必要对受扭预埋件进行试验研究,分析其受力状态,提出适当的设计建议。

1 试验研究

1.1 试件制作

试件分为两组,每组各3个试件。试件混凝土强度等级为C30,尺寸均为400×600×800mm,内配构造钢筋。埋件由锚板和锚筋焊接而成,锚板材质为Q235-B,锚筋采用HRB400钢筋。

第一组埋件设4根锚筋,放置在锚板四角,第二组埋件设8根锚筋,除四角外在每边中间增加一根。每组试件中,有两个将锚板嵌入混凝土中、

作者简介:贾洁,女,研究员,1992年毕业于同济大学结构工程专业,现就职于中航航划动力工程设计研究院。

表3 预埋件在各级荷载下转角结果汇总

试件编号	荷载 (kN)									
	20	35.9	40	60	67.6	80	100	100.1	106.3	125.4
1	1/3273	未统计	1/947	1/480	未统计	1/279	1/153	1/141	已破坏	已破坏
3	1/4500	未统计	1/1565	1/679	未统计	1/350	1/159	已破坏	已破坏	已破坏
5	1/343	1/46	已破坏	已破坏	已破坏	已破坏	已破坏	已破坏	已破坏	已破坏
2	1/4500	未统计	1/1059	1/581	未统计	1/303	1/126	未统计	1/82	已破坏
4	1/3600	未统计	1/1161	1/590	未统计	1/360	1/224	未统计	未统计	1/92
6	1/643	未统计	1/259	1/109	1/53	已破坏	已破坏	已破坏	已破坏	已破坏

表4 预埋件极限转角结果汇总

试件编号	峰值荷载 (kN)	峰值荷载时转角	破坏荷载 (kN)	破坏荷载时转角
1	100.1	1/141	85.1	1/89
3	100.0	1/159	85.0	1/92
5	35.9	1/46	30.5	1/26
2	106.3	1/82	90.4	1/45
4	125.4	1/92	106.6	1/48
6	67.6	1/53	57.5	1/30

注：峰值荷载为试件的最大试验荷载，破坏荷载指峰值荷载下降到85%时对应的荷载。

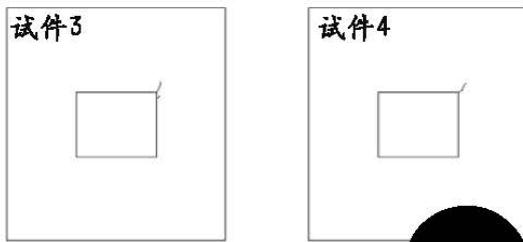


图2 试件3、4在40kN时出现初始裂缝

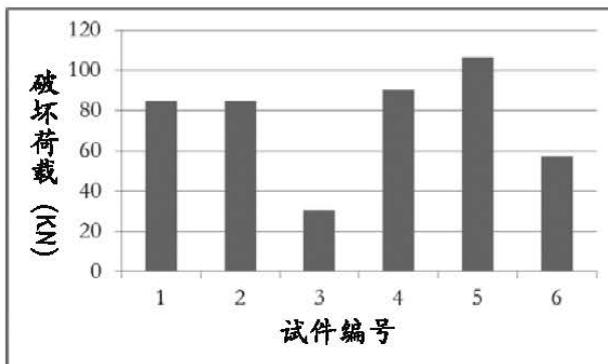


图3 试件破坏荷载对比图

验中此作用极限值约50kN。

(2) 如不考虑混凝土承压作用，沿周边增加锚筋数量可提高埋件的承载力，但提高的幅度与钢筋数量并不是线性关系。原因在于抵抗扭矩作用时，角部钢筋比周边钢筋发挥的作用更大。

(3) 对于嵌入式埋件，锚筋数量较多时，混凝土的承压作用较小。

(4) 埋在试件3、试件4锚筋上的应变片应变发展记录表明，在试件达到极限荷载时，所有锚筋中部均未达到屈服。分析其加载-应变曲线可知：在加载至破坏荷载的60~70%以后，随着荷载的增加锚筋应变几乎不变，其承载力源自随着锚板转动而增大的混凝土对锚板边缘的局部压力及锚板内侧与混凝土之间的摩擦力。最终混凝土压酥、锚筋根部屈服达到破坏状态。

(5) 对于设计采用的承载力设计值，受混凝土开裂的影响，以增加锚筋数量使承载力提高的作用有限。

2 有限元分析

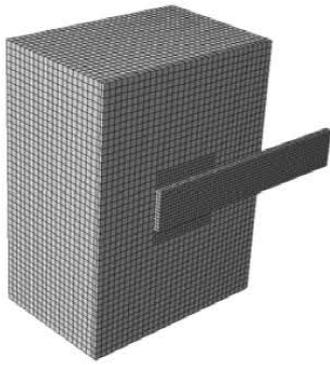
为清晰地理解结构受力性能和破坏机理，采用大型通用有限元程序ABAQUS对试验过程进行了计算机仿真模拟分析。

2.1 有限元模型

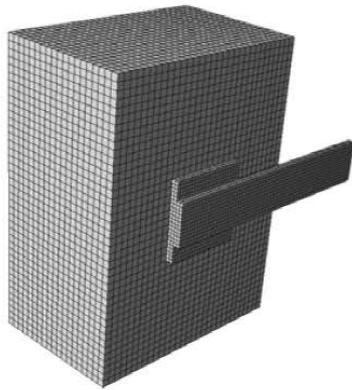
模型按试件的实际规格和尺寸进行建立，包括锚板、锚筋、钢筋和混凝土三部分（见图4、图5）。锚筋和混凝土采用Embedded Region进行相互约束。锚板及混凝土采用实体单元C3D8：8-node brick类型。

2.2 材料本构关系

钢板和钢筋的本构关系为二折线模型，无刚

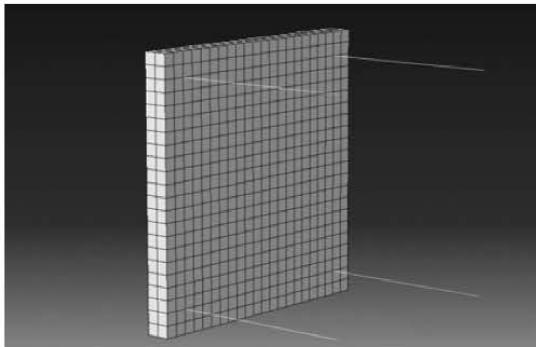


(a) 试件1、4

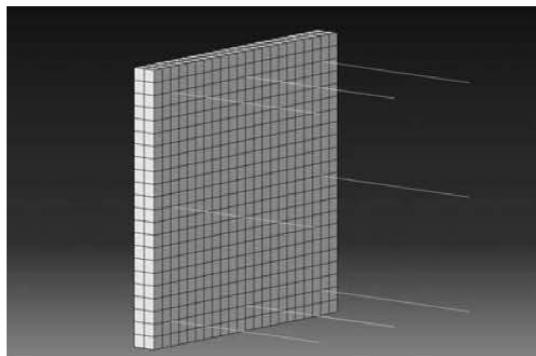


(b) 试件5、6

图4 试件整体模型



(a) 试件1、5



(b) 试件4、6

图5 埋件锚板和锚筋模型

度退化。混凝土采用弹塑性损伤模型，见图6，该模型能够考虑混凝土材料拉压强度差异、刚度及强度退化以及拉压循环裂缝闭合呈现的刚度恢复等性质。

钢板、钢筋和混凝土均采用强度实测值计算，混凝土材料轴心抗压和轴心抗拉强度采用强度标准值，混凝土不考虑截面内横向箍筋的约束增强效应，单独创建箍筋模型。

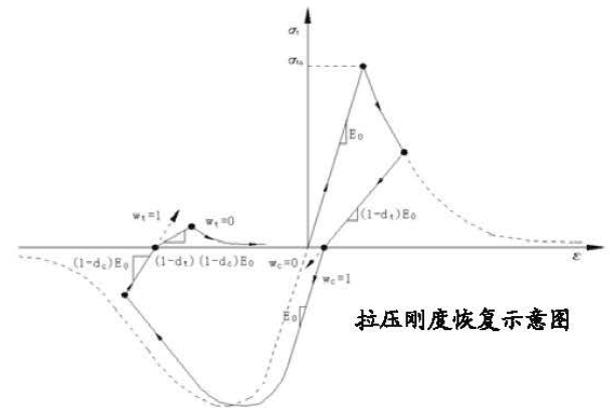
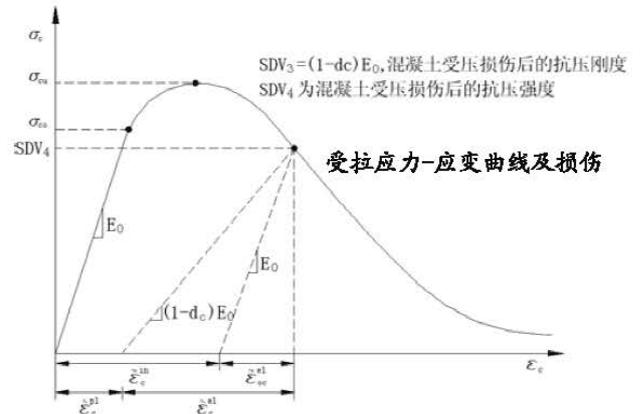
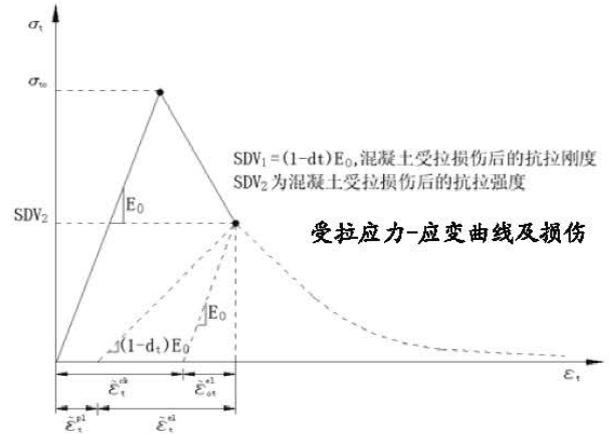
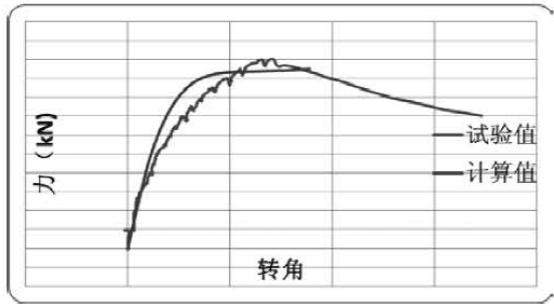
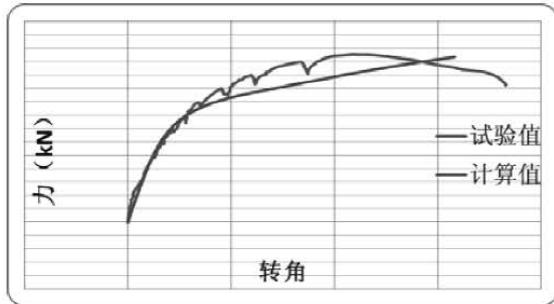


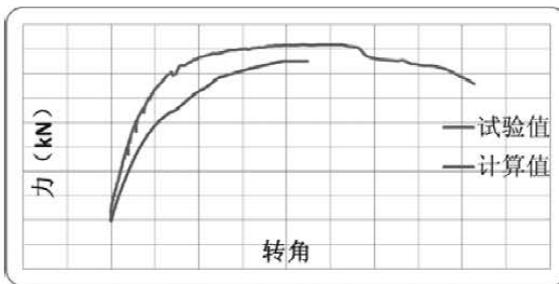
图6 混凝土本构关系



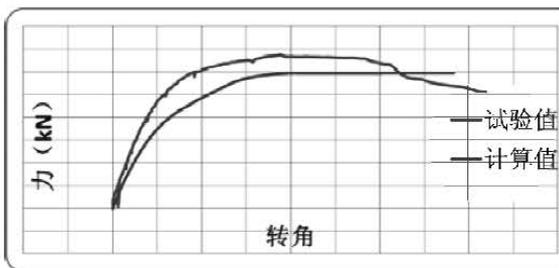
(a) 试件1



(b) 试件4



(c) 试件5



(d) 试件6

图7 有限元与试验结果对比图 (荷载-转角曲线)

2.3 分析结果

为达到对比分析的目的,有限元分析的加载制度模拟试验工况,在加载板端部施加竖向荷载,直至试件破坏。

从4个试件有限元分析与试验的加载曲线对比

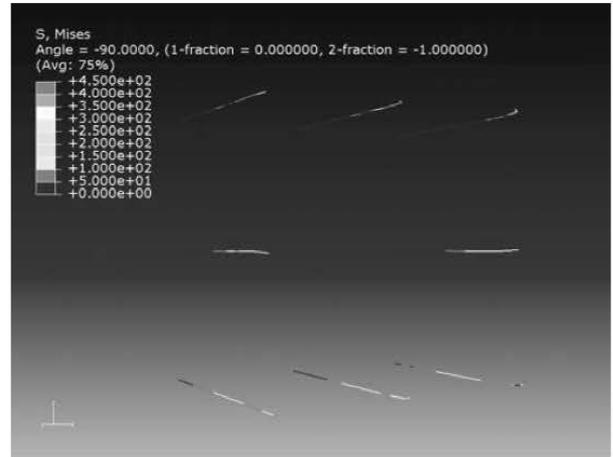


图8 试件6锚筋应力分布

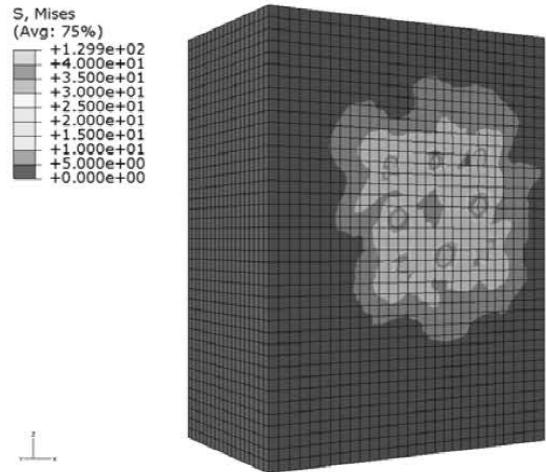


图9 试件6混凝土应力分布

(见图7)可以看出,二者吻合度均较好,说明计算假定与实际情况比较一致。

计算结果还显示,在加载力达到最大值时,锚筋根部应力基本达到屈服,但范围较小,锚筋从根部到端部应力逐渐减小,锚筋中部应力水平与实测值相差不大(见图8);试件1、试件4锚板四周混凝土表现为锚板4个角附近混凝土应力水平较高,其余部分混凝土应力水平处于较低的水平(见图9)。

3 结论与建议

(1) 受扭预埋件的承载力试验及有限元分析均表明,嵌入式埋件极限承载力由锚板转动时混凝土对其边缘的局部承压作用及锚筋提供的拉应

力两部分组成（锚板内侧与混凝土之间的摩擦力可以忽略）。

(2) 在极限状态下，嵌入式埋件受锚板周边混凝土挤压作用，承载力比外贴式埋件提高很多。

(3) 埋件锚筋在扭矩荷载作用下应力分布是非均匀的，只有根部很小范围内应力较大，最终以锚筋根部屈服达到破坏。

(4) 对于嵌入式，在弹性阶段，混凝土的开裂时埋件的承载力处于较低水平，此时锚筋的承载力还远远没有发挥出来。

(5) 对于嵌入式埋件，由于混凝土对其提供局部承压的形态与受剪埋件有所不同，是否可以按文献^[5]的方法进行简化计算有待进一步研究。

根据以上结论，对存在扭矩工况预埋件设计提出如下建议：

(1) 扭矩作用下，预埋件承载力有相当一部分由混凝土在锚板边缘的承压作用提供。故混凝土的施工质量及其耐久性不容忽视，设计人员应在设计文件中提出相应的施工注意事项，对大型埋件应开浇注孔以保证浇筑质量。混凝土强度等级不宜太低，对于大体积混凝土还要考虑水化热可能产生的影响。

(2) 预埋件中锚筋应力集中在根部，这个部位恰恰是锚筋与锚板焊接连接处。故埋件中锚筋

与锚板的焊接质量及焊缝的检测应予以重视，保证焊缝不先于锚筋破坏。

(3) 当预埋件存在扭矩时，周边特别是角部的锚筋提供更大的承载力，加大角部锚筋直径可提供更大承载力。

(4) 因锚筋层数对预埋件的抗剪承载力有一定影响，设计时每边受力锚筋数量不宜多于3根，通过加大锚筋直径的方式满足承载力需要。对于大尺寸埋件可在受力锚筋之间设置一定数量的构造锚筋，防止锚板变形。

参考文献

- [1] TJ10-74钢筋混凝土结构设计规范[S].北京：中国建筑工业出版社，1974.
- [2] GBJ10-89混凝土结构设计规范[S].北京：中国建筑工业出版社，1989.
- [3] 预埋件专题研究组.预埋件的受力性能及设计方法[J].工业建筑，1987,03.
- [4] 殷芝霖,李玉温.钢筋混凝土结构中预埋件的设计方法（一）[J].工业建筑，1988,04.
- [5] 喻纯诚,陈家坤,李光.钢筋预埋件和角钢预埋件的新设计法（四）[J].工业建筑，1990,07.
- [6] GB50011-2010建筑抗震设计规范[S].北京：中国建筑工业出版社，2010.

洁净厂房夹层电击防护措施应用

■ 刘叶语 (电气)

摘要: 洁净厂房设备夹层内管线多,空间狭小,电击危险性较高;照明灯具、手持/移动式用电设备、固定设备供电电压的选择具有重要意义。本文结合实际情况,从电击安全的角度提出了一些建议。

关键词: 0类灯具; I类灯具; 安全隔离变压器; SELV回路; PELV回路; 洁净厂房

0 前言

洁净厂房工艺流程复杂,设备夹层内有大量专业管线,包括空调系统送回风管线、各种水系统管线、强弱电电缆槽盒、压缩空气管线、特种气体管线等。各类管线纵横交错,设备的维护和检修十分不便。因此,设备夹层的照明及各种用电设备的用电安全显得尤其重要。

洁净厂房设备夹层照明的习惯做法是采用特低电压,当采用220V电压时,其安全性经常受到质疑。但是夹层内的220/380V风机、手持工具的用电安全却很少有人关注。本文将简单介绍洁净厂房设备夹层照明采用特低电压的由来,针对洁净厂房设备夹层的特点,对照明及其他用电设备电击防护措施逐一进行介绍。

1 洁净厂房夹层照明采用特低电压的由来

工厂的设备夹层层高较低,一般不超过2.2m。早期有大量0类灯具在工厂应用,0类灯具具有金属外壳,只有一层基本绝缘,不具备经PE线接地的手段。一旦基本绝缘损坏,其接触电压

可高达220V(见图1),极易发生电击事故。为了安全起见,设备夹层内安装0类灯具时采用36V特低电压供电。洁净厂房也沿袭了36V特低电压这一做法。

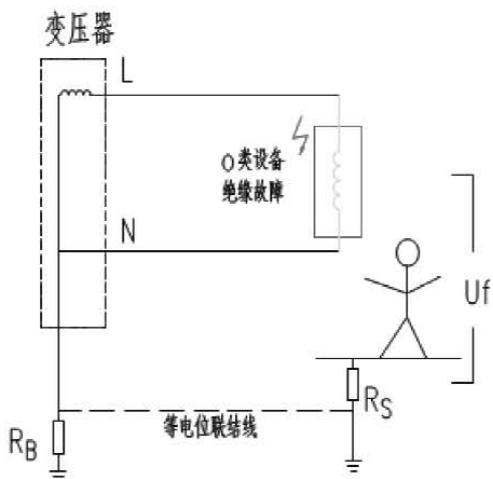
2 洁净厂房设备夹层照明采用特低电压的做法及注意事项

2.1 采用特低电压时,洁净厂房设备夹层照明应采用SELV

特低电压包括SELV、PELV两种,洁净厂房设备夹层照明应采用SELV,设备夹层内环境不属于潮湿环境,交流接触电压限值为50V,SELV电源二次侧电压多采用36V。对于固定安装的灯具,其接线图见图2。

GB 16895.21—2012/IEC 60364-4-41-2005《低压电气装置 第4-41部分:安全保护—电击防护》规定,SELV回路内的外露可导电部分不得与地、保护导体以及其他回路的外露可导电部分作电气连接,所以I类灯具虽然有PE线连接端子,但不能与PE线连接。布线系统也应满足相关要求,SELV电源至灯具的回路导体应采用双重绝缘或套绝缘管,这样可以避免从外界引入高电位,引发电击事故。当SELV回路的外露可导电部分可能与其他回路的外露可导电部分接触时,同样存在引入高电位的风险,电击防范不能仅依靠

作者简介:刘叶语,女,研究员,1994年毕业于上海交通大学电力工程系,现就职于中航规划电子工程设计研究院。



注：RB为变电所接地电阻；Rs为地板电阻；Uf为故障电压（等于预期接触电压），其值~220V。

图1 早期夹层照明接线图

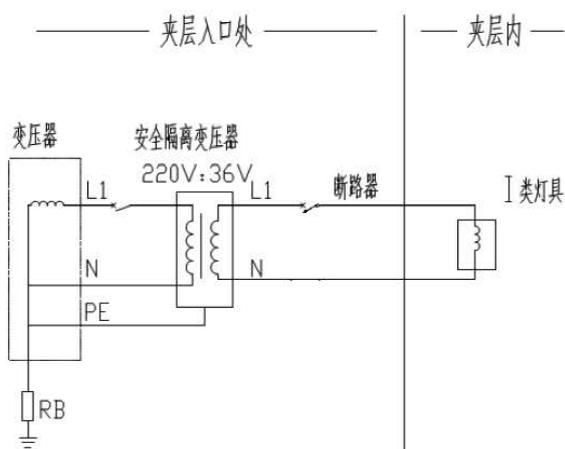


图2 固定灯具安装接线图

SELV来实现，其他回路也应采取电击防护措施，避免其外露可导电部分带危险故障电压。

2.2 洁净厂房设备夹层照明采用PELV存在隐患

夹层采用PELV供电，其接线图见图3，灯具金属部分与PE线连接，当PELV电源一次侧的PE线或中性线在某些故障情况下可能会持续带上危险故障电压Uf，Uf将沿着PE线传至安全隔离降压变压器二次侧回路以及灯具外露的金属可导电部分，一旦Uf超过交流接触电压限值50V，即使灯具没有发生绝缘故障，也会引起电击事故，而且事故原因往往无从查起。很多“安全电压电死人”的情况就是这样发生的。

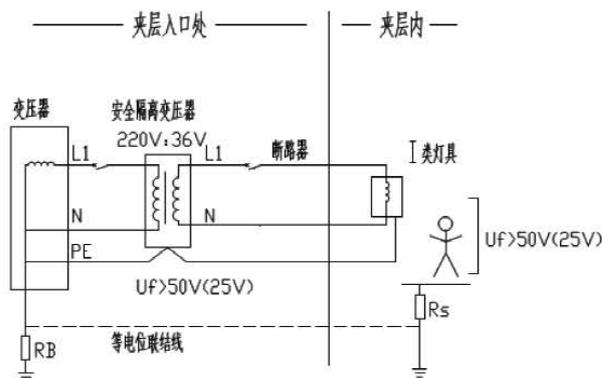


图3 采用PELV供电接线图

综上所述，为了安全起见，当设备夹层照明采用特低电压供电时，应采用SELV，不应采用PELV，布线系统应满足上述SELV回路的要求。

2.3 特低电压电源选型

采用特低电压供电时，对电源的选型应予以重视。GB 16895.21—2012/IEC 60364-4-41-2005《低压电气装置 第4-41部分：安全保护—电击防护》中414.3节的规定，符合相关标准的安全隔离变压器或安全等级与其等同的电流源可以作为SELV电源，设计中经常采用的局部照明变压器显然不符合此要求。

局部照明变压器一次侧供电电压为单相220V，二次侧电压采用24V或36V，其接线图见图4。

局部照明变压器的一、二次绕组之间并不满足隔离绝缘要求。当一次、二次侧绕组之间的

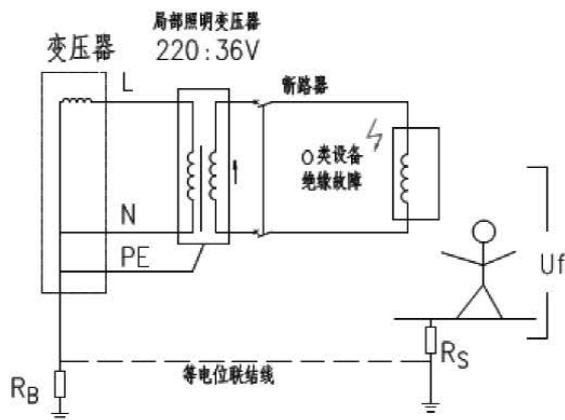


图4 局部照明变压器220V接线图

绝缘损坏时,危险电压可能由一次侧窜入二次绕组,形成电击事故。所以SELV电源装置应该选用一般用途的安全隔离变压器,满足《电力变压器、电源装置和类似产品的安全》第7部分:一般用途安全隔离变压器的特殊要求(GB19212.7-2012)(IEC61558-2-6:2009),输入和输出绕组之间的绝缘应为双重绝缘或加强绝缘,如果忽略了这些,就有可能发生电击事故。

设备夹层里有时会使用行灯,曾因一次、二次侧绕组之间的绝缘故障引发电击事故。行灯由行灯变压器和低压照明灯具构成。行灯变压器一般为220V/36/24/12V,手持灯具带有金属网的防护罩。由于行灯变压器二次侧为安全电压(见图5),即使人体触及也不会受到电击,因此是一种安全的移动照明灯具。但就是这安全的移动照明灯具却造成了人身电击死亡事故。原来工人在使用行灯时,手触及了螺口灯头的导电部位,突然受到电击,经抢救无效而死亡。事后检查发现,行灯变压器一次、二次绕组之间的绝缘电阻只有 $1.4\text{k}\Omega$,表明绕组之间的绝缘已经损坏,经实测加在人身上的电压为150V左右,所以导致电击伤亡。人员触电时的接线示意图见图5。

这一电击事故的原因也是由于电源装置不合格,一、二次绕组之间的绝缘强度不够,一次侧的电压窜入二次侧,致使二次侧产生一个远远超过安全电压限值的接触电压,从而导致了电击事故。

由此可见,特低电压电源选型非常重要,一定要符合相关产品标准,否则无法实现安全保障。设计者除了依照规范采取适当的电击防护措施,还要重视电气设备的正确选型。

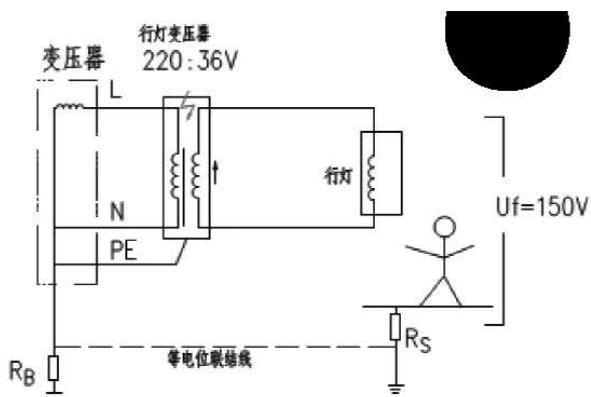


图5 人员触电时接线图

3 洁净厂房夹层照明能否采用220V供电

一般说来,特低电压是在一些电击危险大的特殊场所使用的故障防护措施。比如在活动范围受限制的导电场所,最典型的例子就是锅炉炉膛内部、金属罐槽内部或空调机组风管内部。这些场所内部一旦电气设备绝缘损坏,人体接触电压为最大值,而该场所内人体难以脱离与故障设备及带地电位的金属可导电部分的同时接触,电击危险很大(见图6)。正因为如此,该场所内小功率设备、照明灯具、手提行灯都采用特低电压SELV回路供电。其SELV供电回路接线图及其要求前面已经谈及,此处不再赘述。

洁净厂房设备夹层金属管线纵横交错,夹层地面为金属壁板,上面安装有金属检修马道,还会设置金属支吊架平台安装风机等用电设备,所以夹层的电击危险性高于正常环境,但并不属于活动范围受限制的导电场所,夹层照明采用220V供电电压不会存在安全隐患,原因如下:①灯具产品制造标准发生变化,0类灯具已经被淘汰,一般采用I类灯具;灯具发生绝缘故障时,过电流保护电器会在规定时间内自动切断电源。②洁净厂房设备夹层高度一般不低于3m,I类灯具吸顶安装,设备维修人员站在地面上触碰不到灯具。所以洁净厂房的设备夹层照明采用220V供电是安全的,而且这种做法相较SELV而言,更为简单经济,无需考虑回路压降、光源选择等问题。

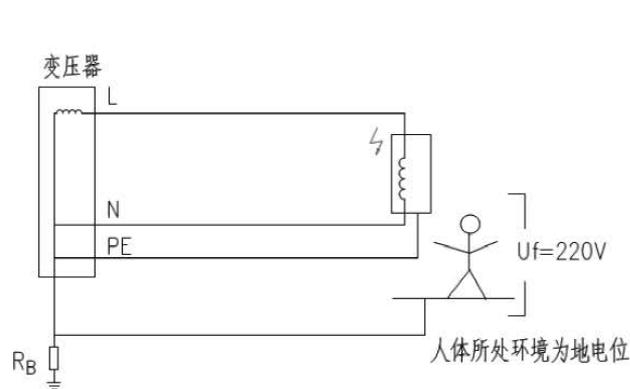


图6 接线图

4 洁净厂房夹层其他用电设备电击事故的防范措施

洁净厂房设备夹层内有大量的风机、电加热器、电加湿器等用电设备，检修时经常会使用手持式设备或移动式工具，这些设备的电击事故风险要高于固定照明灯具，设计中应该考虑采取适当的电击防护措施。

例如检修人员在设备夹层内采用手提行灯时，可以考虑采用特低电压SELV供电回路，安全隔离变压器应设置在夹层以外的地方或者夹层入口处，也可以在夹层柱子上每隔一段距离预留一个特低电压插座，方便行灯就地取电。

手持设备同样会有电击危险。由于手持用电设备功率较大，不宜采用特低电压供电，可采用1:1的隔离变压器供电。隔离变压器可以放在设备夹层入口处，供电插座采用两孔插座，不允许连接PE线，避免PE线从其它地方传导故障电压。手持设备应尽量采用Ⅱ类设备，当采用Ⅰ类设备时，设备的手柄应有绝缘材料制成或至少覆有绝缘材料。

至于设备夹层内风机等固定用电设备，其数量众多，且位置分散。如果采用1:1的隔离变压器为相邻的一组风机配电，则这些相邻的风机之间需要设置辅助等电位联结（见图7）。如果为每一台风机配置一台1:1隔离变压器，这样实际实施起来困难较大，造价也高，不太容易做到。比较简单可行的办法是设置 $I\Delta n = 30\text{mA}$ 的RCD作为附加保护，这种做法更加经济实用，易于实施，但是要考RCD误动作有可能给洁净环境带来严重影响。对于高洁净度等级要求的环境，夹层内的风机要慎装RCD。

5 结论

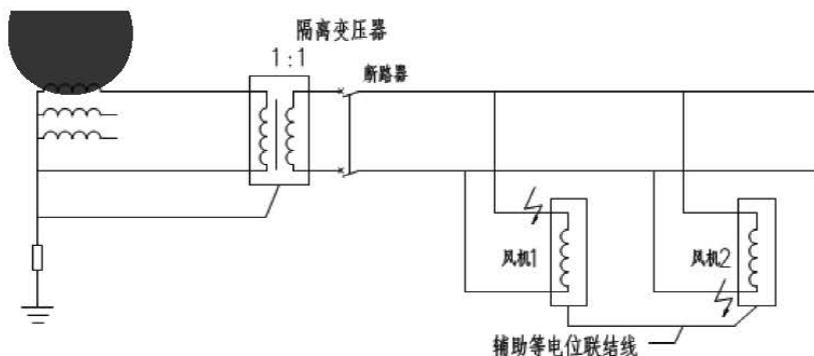
洁净厂房设备夹层层高较高，固定安装的照明灯具一般采用Ⅰ类灯具，可以采用特低电压（SELV）供电，也可以采用220V供电，后者更为经济简单。当采用SELV供电时，SELV电源选型及其布线系统应满足相关规范要求。

除了照明灯具外，设备夹层内的手提行灯、移动式用电设备、固定用电设备都应该充分考虑其电击危险性，根据设备类型选取适当的电击防护措施，如特低电压（SELV）、电气分隔、RCD附加保护措施等。

设计中的一些做法沿袭了以前的习惯，随着设计标准与产品标准的更新、完善，设计也应不断改进，选取更安全、简单的做法。设计标准难以涵盖各种实际情况，应根据不同项目的特点，分析电击危险因素，从而确定合适的电击防护措施。

参考文献

- [1] 《低压电器装置的设计安装和检验》 王厚余著。
- [2] 《建筑照明设计标准》（GB50034—2013）。
- [3] 《建筑物电气装置，第4部分 安全防护 第41章 电击防护》（GB16895.21—2011/IEC 60364-4-41-2005）。
- [4] GB7000.1—2015 灯具 第1部分：一般要求与试验。
- [5] 《电力变压器、电源装置和类似产品的安全 第7部分：一般用途安全隔离变压器的特殊要求》（GB19212.7—2012/IEC61558-2-6: 2009）。



注：由隔离变压器供电的多台设备之间，当两台同时发生碰壳故障时，若人体同时接触到这两台设备，则人体承受的故障电压接近线电压380V，故需在设备之间做辅助等电位联结。

图7 相邻风机等电位联结接线图

建筑工程造价控制现状及问题分析

■ 鄢利平 [工程造价]

摘要: 2015年1月21日住建部发布了关于征求《关于进一步推进工程总承包发展的若干意见(征求意见稿)》意见的函(建市设函(2015)10号文,其目的是要进一步落实中央深化工程建设项目组织实施方案改革。在这样的宏观背景下,建筑工程造价控制的重要性更加凸显。本文针对目前建筑工程造价控制的现状,对建筑工程造价控制中存在的主要问题进行分析,并针对上述问题提出对策。分析表明造价管理贯穿项目建设全过程,且越前置越主动越有效,提出建筑工程各阶段造价控制管控措施及其要点。

关键词: 建筑工程; 造价控制; 现状; 问题; 分析

1 建筑工程造价控制的意义和现状

工程造价是指进行一项工程花费的所有资金,为工程的建设投资费用。工程造价的管理和控制是建筑工程的重要组成部分,是运用一定的技术手段和科学原理,对工程建设所需要的资金进行有效地控制,从而实现合理降低工程造价的目标。从工程决策到工程竣工的全过程工程造价控制和管理都具有十分重要的意义,也可以说是全方位贯穿工程建设的各个环节,其意义不仅仅是只针对节省工程建设投资费用,同时对加强工程质量管理、规范施工管理及减少并优化工程设计变更等方面也作用巨大,对实现项目建设投资的经济效益和社会效益的最大化的作用不容忽视。轻决策重实施是我国传统工程造价控制管理方案,重技术轻经济,着重先建设后算账,以致

出现很多三角债、烂尾楼等不良投资。为了避免这一问题,我国采用建设全过程投资控制的管理方法,针对工程造价进行及时地调整和修改方案,并从中总结管理经验。逐步完善工程造价控制的管理方法,形成了符合我国国情的工程造价管理体系。本文将针对目前建筑工程造价控制的现状,在设计阶段、施工阶段、结算阶段提出全程造价管理控制措施。

2 建筑工程造价控制中存在的问题

在建筑工程造价控制的过程中,总会出现各种各样的问题,影响工程的进度、质量、施工方法等,这些问题最终都会以影响工程造价为结果,从而影响到建设单位、承包单位等各方利益,故而也会给建筑工程造价控制造成巨大影响。下面,我们就对建筑工程造价控制过程中的几个主要问题进行分析。

2.1 工程前期的造价控制力度不足

对于一部分企业来讲,工程的造价控制工作

作者简介:鄢利平,女,高级经济师,2000年毕业于山西省太原理工大学建筑工程专业,现就职于中航规划设计研究院。

只发生在工程的施工阶段。这些企业没有在建筑工程的设计阶段开展工程造价控制,也没有认识到工程投资决策阶段中工程造价的意义。在工程前期,如果没有从造价控制的角度对投资的可行性进行分析,就很容易引发建筑工程投资方面的失误,过高的估计往往会提高工程的成本,加大工程造价控制的难度。在工程的设计阶段,如果没有考虑到工程施工中可能会产生的设计变更问题,就会让实际的工程成本超过预算,影响工程进度。

2.2 施工过程中的成本控制不足

施工阶段的成本控制对建筑工程的造价控制工作有着重要影响。在施工过程中,材料、人员和机械方面的成本都影响着建筑工程成本控制的水准。施工过程中的成本控制不足主要表现在以下两个方面:一些企业在材料成本控制方面做得不到位。在购买材料的时候,购买者没有做到货比三家,也很少对供货商的场地进行考察,没有正确估计材料的购买成本,提高了材料的购买价格。另外,一些采购者也没有根据材料存量购买,使材料的存量与工程的实际需求不符。在材料进场时,受到监督管理工作质量的影响,导致不合格的材料进入场内,一旦被使用,就会造成工程质量问题,加大工程成本。部分企业的人工成本控制力度不足。一些企业没有做好人工的安排工作,使人员的分工不尽合理,企业内部的员工没有得到有效利用,在一定程度上增加了人工成本。另外,在人力资源的利用方面,企业一直关注事后控制,很少关注事前和事中控制,增加了企业的人工成本。另外,缺少激励机制,同样会影响工作人员的工程造价控制意识,将个人利益与企业相分离,从而影响企业的成本。

3 针对上述问题提出对策

3.1 实施设计招标策略,控制工程投资

为了促使设计单位增强竞争意识,工程设计通过招投标竞争制度。促使设计人员具有风险意识和危机感,提高经济核算质量和设计水平,从而促进提供优秀合理的设计方案,从而使其达到降低工程投资的目的和优化设计。以目前设计投标来说,往往只注重设计方案,从而忽视了施工图设计,把工程经济性的审核引入到招标的评审当中才是重中之重。评标定标中应把设计构思的

实用性、创造性、投资估算的合理性等,来综合进行评选。通过效果、技术和造型,以最少的投入创造最大经济效益,符合设计要求的投标单位为中标单位。

3.2 强化监督,实施动态的管理

根据工程造价存在的缺陷,组织制定项目管理组织,定期对工程造价控制人员进行培训,增强人员的综合素质。坚持原则,秉公办事,从严把关是审计人员的职责所在。根据工程实际情况,编制施工阶段投资资金控制详细的流程,使造价控制能井然有序。深入了解工程变更内容的流程,熟练掌握工程变更,增减工程量,为减少工程成本体系打下坚实的基础。坚持严格的程序,遵循处理框架流程才能保证决算的真实性和严肃性。工程造价人员具有专业知识才能熟练掌握决算审核的计算流程,还要不断提高自身综合素质,适应新时代的需求,还必须确保三方签证制度的实施,规范签证行为,造价控制人员还要深入施工现场跟进现场签证变更的情况,整合多方信息,合理规范变更签证,按照流程对现场签证统一管理编号,在此同时还要增强对隐蔽工程量的审核,建设项目成本责任制框架机构,同时还要清晰分析建设单位的造价的增减和工程量,掌握准确的变更成本。把坚持完善成本原始记录,成本管理责任到人,从而建立健全的项目成本责任制。

3.3 加强工程结算审计环节的造价控制

控制投资的最后一个环节是竣工时的结算审核。在这一重要阶段,所有参与价款结算的预算人员必须仔细、认真核对,不能出现放松心理。各种竣工资料的整理和收集,要做到完整无疏漏。补充协议、招投标资料、图纸会审记录、工程合同、工程竣工图、工程签证、材料签证单、隐蔽验收资料等都是重要的竣工资料,检查隐蔽验收纪录,所有隐蔽工程必需现场签字和验收。实行工程监理的项目应经监理工程师签证确认。审查变更和签证是否真实、规范,设计变更需有设计单位出具的设计变更通知单或者变更图纸,签证应有监理、建设、施工三方的相关人员签字确认。

3.4 加强对工程前期造价控制的重视

首先,建筑工程企业要做好投资估算工作,在最开始阶段严格控制工程造价。在做投资估算时,要针对工程的实际需求与实际水平收集资

料,然后深入分析工程资料。通过多个方案的对比,实现工程投资方案的优化。其次,相关工作人员要加强设计阶段的工程造价控制力度。在工程的设计阶段,利益相关者应当开一次多方会审,制订建筑工程建设、施工和监督等多个方面的方案,从而在设计阶段将工程成本降到最低。最后,工程造价管理者要做好工程的预算控制,根据投资成本的控制要求进行预算控制工作,尽最大努力避免超支问题的出现。

3.5 加强施工阶段的成本控制力度

首先,从建筑材料的成本上来讲,管理者要通过规范多方行为来降低材料成本。在购买建筑材料的时候,采购者要做到货比三家,根据材料的实际成本,将材料的购买价格降到最低。另外,采购者要根据材料的存量与工程的施工进度做好材料的配置工作,杜绝材料库存过大或者库存不足问题的产生。在采购中,工作人员要随机应变,发现材料的价格要上涨时,就在条件允许的情况下多储存一些。如果材料价格要下跌,则要适当购买。在建筑材料入场前,需要进行全面检查,只有合格的材料才能进入场内,以提高建筑工程的施工质量。

其次,企业要合理利用人力资源,大幅度降低人工成本。在施工过程中,管理者要针对建筑施工的需求对人员进行安排,从而促进建筑工程生产效率的提高,同时有效降低人工成本。建筑工程企业应当加强人力资源激励制度的建立,将建筑工程的成本控制工作质量与工作人员的个人利益相联系,将企业成本控制的结果与员工的个人福利相挂钩。

最后,在机械成本管理方面,最重要的是要根据工程的需求选择机械设备,保障数量充足,但绝不浪费,促进机械使用效率的提高。另外,要注意机械设备的使用效率,定期进行保养与维护,从而减少机械设备的故障率,降低机械设备的维修成本。

3.6 加强工程造价队伍的建设

工程造价控制人员的个人素质对建筑工程企业的工程造价工作水平有着重要的影响。企业要加强人才引进激励机制的建立,给工程造价控制人才提供更好的福利待遇,适当提高薪酬,吸引更多优秀人才,更要定期组织人员进行培训,让建筑工程造价人员在不断学习中得以成长。

4 结束语

综上所述,建筑工程企业的工程造价管理工作质量对其经济效益的提高有很大的影响。在工程管理中,造价管理工作占有重要地位。所以,作为建筑工程企业的一分子,应当认识到工程造价管理的重要性和工程造价改革必要性。加强建筑工程每一个阶段的造价管理,促进造价管理工作的综合化和动态化。只有这样,才能让每一个人员参与到工程造价管理中来,实现工程造价的有效控制。

参考文献

- [1] 工程造价对工程质量影响的分析—城市建设与商业网点—2014(6).
- [2] 建筑工程概预算编制对工程造价的影响—城市建设理论研究—2014(15).
- [3] 建筑工程装饰企业工程造价研究—现代商贸工业—2011,21(9).
- [4] 新形势下如何强化建筑工程项目的造价控制综述—建材与装饰—2012(29).

基于指标规范变换TOPSIS法的地表水环境质量评价

■ 问国强 [环评]

摘要: 对于指标数较多且复杂的地表水环境,传统的TOPSIS法计算工作量大,没有规范统一的正、负理想点,且主观性强。通过设定参照值和规范变换式对指标进行规范变换,使不同指标同级标准处于一定范围内,差异尽可能小,因此同一级标准下的各指标正、负理想点可统一确定,从而减少了计算工作量。将基于指标规范变换的TOPSIS法用于延河和南宁市内河两地地表水环境质量评价,证明了该方法的可行性、准确可靠性以及简单实用性。

关键词: 指标规范变换;水环境质量;评价;TOPSIS法

0 引言

水环境是环境质量的重要部分,而地表水环境质量关系着人类的健康生活与长久生存。随着工业发展,现代化技术的突飞猛进,工业废水(尤其是重工业)、生活污水等直接影响着地表水环境质量^[1]。因此,对地表水环境质量的准确评价可为环境规划部门、环境管理部门以及环境污染治理部门后期工作提供可靠的理论参考依据^[2,3]。水环境质量评价的方法众多,比较常用的有集对分析法,投影寻踪模型,模糊综合评价法,灰色评价法,指数评价法等^[2-8]。这些方法各有其优缺点,但由于影响水环境质量各指标的原始数据取值范围和度量单位不完全相同,且指标间存在线性与非线性的复杂关系,相互之间不能直接进行比较。若直接将指标值代入公式和模型,计算过程复杂,主观性较大,使计算结果不准确。传统

的TOPSIS法用于地表水环境质量评价^[9-11]时,构造标准化决策矩阵的工作量随指标数的增加而变大;没有规范统一的正、负理想点,主观性大,而不统一的正、负理想点对评价结果有影响;随着指标数和问题的不同,分级判别标准也随之改变,具有一定的局限性。因此,需要探索简单而准确可靠、规范统一且广泛实用的地表水环境质量的TOPSIS评价法。但若对地表水环境各指标(包括分级标准值和待评价指标)按照文献^[11-12]的方法进行规范变换,使同级标准不同指标之间的差异变小,从而对所有指标均能确定一个统一的正、负理想点。再运用各级标准和待评价对象与规范统一的正、负理想点的方均根距离来计算其对应贴适度,进而得出相应的评价结果。

1 地表水环境质量各指标的规范变换

依照《地表水环境质量国家标准》(GB/3838—2002),选取地表水中具有代表性的24项指标及其分级标准值 c_{jk} 构建地表水标准评价体系,如表1所示。

作者简介:问国强,男,工程师,2007年毕业于太原理工大学高分子化学与物理专业,现就职于中咨规划综合规划研究院。

表1 地表水指标名称及对应的参照值 c_{p0} 、分级标准值 c_{jk} 和标准规范变换值 x'_{jk}

指标	c_{p0}	c_{jk}					x'_{jk}				
		k=1	k=2	k=3	k=4	k=5	k=1	k=2	k=3	k=4	k=5
DO	20	7.5	6.0	5.0	3.0	2.0	0.1962	0.2408	0.2773	0.3794	0.4605
COD _{Mn}	0.2	2	4	6	10	15	0.2303	0.2996	0.3401	0.3912	0.4318
COD _{Cr}	5	15	15	20	30	45	0.2197	0.2197	0.2773	0.3584	0.4394
BOD ₅	1	2	3	4	6	10	0.1386	0.2197	0.2773	0.3584	0.4605
NH ₃ -N	0.03	0.15	0.50	1.00	1.50	2.00	0.1609	0.2813	0.3507	0.3912	0.4200
TP	0.005	0.02	0.10	0.20	0.30	0.40	0.1386	0.2996	0.3689	0.4094	0.4382
TN	0.03	0.2	0.5	1.0	1.5	2.0	0.1897	0.2813	0.3507	0.3912	0.4200
NO ₃ -N	0.5	5	10	20	20	35	0.2303	0.2996	0.3689	0.3689	0.4249
NO ₂ -N	0.01	0.06	0.10	0.15	0.80	1.00	0.1792	0.2303	0.2708	0.4382	0.4605
Zn	0.0015	0.05	1.00	1.00	2.00	4.00	0.1753	0.3251	0.3251	0.3598	0.3944
Hg	5×10^{-7}	5×10^{-5}	5×10^{-5}	1×10^{-4}	0.001	0.002	0.2303	0.2303	0.2649	0.3801	0.4147
Cr ⁶⁺	0.0015	0.01	0.03	0.05	0.05	0.10	0.1897	0.2996	0.3507	0.3507	0.4200
Oil	0.0002	0.02	0.05	0.05	0.50	1.00	0.2303	0.2761	0.2761	0.3912	0.4259
粪大肠菌	0.005	0.2	0.2	10.0	20.0	40.0	0.1844	0.1844	0.3801	0.4147	0.4493
挥发酚	1×10^{-5}	0.001	0.002	0.005	0.01	0.05	0.2303	0.2649	0.3107	0.3454	0.4259
Pb	0.001	0.01	0.01	0.05	0.05	0.10	0.2303	0.2303	0.3912	0.3912	0.4605
HDS	10	100	150	300	600	1000	0.2303	0.2708	0.3401	0.4094	0.4605
CN	0.00015	0.005	0.05	0.20	0.20	1.00	0.1753	0.2905	0.3598	0.3598	0.4402
SO ₄ ²⁻	0.01	0.05	0.1	0.2	0.5	1.0	0.1609	0.2303	0.2996	0.3912	0.4605
Fe	0.1	0.2	0.3	0.5	0.5	1.0	0.1386	0.2197	0.3219	0.3219	0.4605
溶固	40	300	500	1000	2000	4000	0.2015	0.2526	0.3219	0.3912	0.4605
非离子氨	0.0015	0.01	0.02	0.02	0.10	0.15	0.1897	0.2590	0.2590	0.4200	0.4605
Mn	0.008	0.05	0.1	0.1	0.5	1.0	0.1833	0.2526	0.2526	0.4135	0.4828
Cd	1.5×10^{-5}	0.001	0.003	0.005	0.005	0.010	0.1897	0.2996	0.3507	0.3507	0.4200

注：粪大肠菌单位为个/mL；其余为mg/L。

通过仔细观察、分析和比较地表水环境指标各级标准的取值和度量单位,发现其同级标准不同指标之间差异较大,指标各级之间存在线性和非线性等复杂关系。将水环境各指标j (j=1,2,...,24),分别设定一个适当的参照值c_{j0},并构建如式(1)和式(2)所示的规范变换式,使计算出的同一等级不同指标的规范变换值x_k'差异尽可能小,同一指标不同等级之间的差异尽可能大,则可以认为同级标准所有原始指标皆可与某个规范指标“等效”。

公式(1)、(2)中,c_j为指标j的分级标准值c_{jk}或实际值c_j;c_{j0}为指标的参照值;x_j为指标的变换值;x_j'为指标的规范变换值。

2 基于指标规范变换的地表水环境质量评价的TOPSIS法

2.1 用指标规范变换值表示的TOPSIS法(NV-TOPSIS)中正、负理想点的确定

通过对表1中各指标的1级和5级标准规范变换值及k(k=1,2,...,5)级变化范围的仔细观察和分析比较,地表水24项指标的k级标准规范变换值正理想点x_{0M}⁺与负理想点x_{0M}⁻(M=1,2,...,j,...,m;m为样本指标总数)可分别确定为0.05和0.55。

2.2 5级标准样本及待评价样本与正、负理想点的方均根距离的计算

经指标规范变换后的m项地表水指标,其k(k=1,2,...,5)级指标标准规范变换值与正、负理想点的方均根距离分别为S_k⁺和S_k⁻,计算过程如式(3)和式(4)所示。

$$S_k^+ = \|x'_k - x_{0M}^+\| = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{j=1}^m (x'_{kj} - x_{0j}^+)^2} \quad (3)$$

$$S_k^- = \|x'_k - x_{0M}^-\| = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{j=1}^m (x'_{kj} - x_{0j}^-)^2} \quad (4)$$

公式(3)、(4)中,x_k'代表第k(k=1,2,...,5)级标准样本规范变换值;x_j'为指标j的第k级标准规范变换值;x_{0j}⁺为指标j的k级标准值的正理想点;x_{0j}⁻为指标j的k级标准值的负理想点。

同理,地表水待评价样本i(i=1,2,...,n)与正、负理想点的方均根距离S_i⁺与S_i⁻,其计算过程如式(5)和式(6)所示。

$$S_i^+ = \|x'_i - x_{0M}^+\| = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{j=1}^m (x'_{ij} - x_{0j}^+)^2} \quad (5)$$

$$S_i^- = \|x'_i - x_{0M}^-\| = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{j=1}^m (x'_{ij} - x_{0j}^-)^2} \quad (6)$$

以上诸式中,x_i'为地表水待评价样本i的规范变换值;x_j'为地表水待评价样本i的第j项指标的规范变换值。若x'ij < x⁺ij,令x'ij = x⁺ij;若x'ij > x⁻ij,令x'ij = x⁻ij。

2.3 各级标准样本及待评价样本与正、负理想点的贴近度计算

地表水各指标k级标准和待评价样本i与正、负理想点的相对贴近度c_k和c_i,其计算公式分别见式(7)和式(8)。

$$c_k = S_k^- / (S_k^+ + S_k^-) \quad (7)$$

$$c_i = S_i^- / (S_i^+ + S_i^-) \quad (8)$$

由式(5)~式(8),可以看出,当x_i' = x_i⁺时,c_i = 1;当x_i' = x_i⁻时,c_i = 0。当c_i → 1和c_i → 0时,样本i分别趋近于正、负理想点,则样本质量越好和越差。

2.4 NV-TOPSIS决策评价准则

将任意m项指标构成的样本i对正、负理想点的贴近度c_i与各级标准样本k对正、负理想点的贴近度c_k作比较,若c_i ∈ (c_k, c_{k-1}),则将样本i的等级划分在k级。

$$x_j = \begin{cases} (c_{j0}/c_j)^2 & c_j \leq c_{j0} & \text{对指标DO} \\ (c_j/c_{j0})^{0.5} & c_j \geq c_{j0} & \text{对Zn、Hg、挥发酚、CN、石油类、大肠杆菌} \\ (c_j/c_{j0})^2 & c_j \geq c_{j0} & \text{对指标COD}_{Cr}、BOD_5、Fe \\ c_j/c_{j0} & c_j \geq c_{j0} & \text{对其余14项指标} \\ 1 & c_j > c_{j0} & \text{对指标DO} \\ 1 & c_j > c_{j0} & \text{对除DO外的其余23项指标} \end{cases} \quad (1)$$

$$x'_j = \frac{1}{10} \ln x_j \quad (2)$$

3 实例分析

3.1 实例分析1——延河水水质评价

以2011年延安市环境监测站的5个省控断面(杨家湾、柳树店、四联对、七里村、王家川)的6项监测指标(分别是高锰酸盐指数(COD_{Mn})、化学需氧量(COD)、5日生化需氧量(BOD_5)、氨氮(NH_3-N)、石油类(oil)、大肠菌)作为主要评价指标^[13],各指标单位与地表水24项对应指标单位一致。各指标的分级标准值 c_{jk} 及对应的标准规范变换值 x'_{jk} ,亦见表1。

5个省控断面的各指标实测值 c_j 见表2,根据式(1)和式(2)及表1中的参照值,算出各实测指标的规范变换值 x'_j ,见表2。将6项指标的 x'_{jk} 和 x'_j 分别代入式(3)~式(8),算出其标准样本及实测样本与正、负理想点的贴近度 c_k 与 c_l ,见表3。作出的对延安市5个省控断面的评价结果,亦见表3。表3中还列出了文献^[13]用熵权集对分析法和组合模型评价法对此作出的评价结果,可见,NV-TOPSIS法对5个监测断面除杨家湾断面与其他几种方法的评价结果相差近一级,四联对断面与熵权集对分析法相差一级外,其余几个断面完全一致。由

于,杨家湾的6项指标中有4项属于2级,2项属于3级,综合考虑其介于2级与3级之间;四联对则有1项属于2级,2项属于3级,3项属于4级,因此,综合考虑将其评价为3级或4级均可。

3.2 实例分析2——南宁市内河水水质评价

以2006年南宁市内河水水质数据^[11]为例,选取 BOD_5 、 COD_{cr} 、Oil、挥发酚、 NH_3-N 、总磷(TP)6项指标作为主要评价指标,各指标单位与地表水24项对应指标单位一致。各指标的分级标准值 c_{jk} 及对应的标准规范变换值 x'_{jk} ,见表1。

与实例分析1的计算方法完全一样,各项指标的实际值 c_j 和得到的相应规范变换值 x'_j ,如表4所示。根据表1和表4中的 x'_{jk} 和 x'_j 分别计算出的标准样本和实测样本与正、负理想点的贴近度 c_k 与 c_l ,见表5。同时,作出对南宁市内河水质的评价结果。表5中还列出了文献^[11]用BP网络法对此作出的评价结果,可见,除竹排冲地区的评价等级相差近一级外,其余几个地区的评价结果完全一致。由于,竹排冲地区的6项指标中有1项属于1级,1项属于4级,4项属于5级,综合考虑该地区评价结果应为介于4级到5级之间,偏向5级。

表2 延河各指标实测值 c_j 及其规范变换值 x'_j

监测断面	c_j						x'_j					
	COD_{Mn}	COD	BOD_5	NH_3-N	oil	大肠菌	COD_{Mn}	COD	BOD_5	NH_3-N	oil	大肠菌
杨家湾	3.4	15	3.01	0.23	0.043	2.602	0.2833	0.2197	0.2204	0.2037	0.2685	0.3127
柳树店	6	22.3	4.3	0.633	0.138	1.962	0.3401	0.2990	0.2917	0.3049	0.3268	0.2986
四联对	6	22.8	4.6	0.326	0.172	1.358	0.3401	0.3035	0.3052	0.2386	0.3378	0.2802
七里村	5.5	19.5	4.1	0.288	0.146	1.341	0.3314	0.2722	0.2822	0.2262	0.3297	0.2796
王家川	5.24	18.8	4	0.3	0.133	0.882	0.3266	0.2649	0.2773	0.2303	0.3250	0.2586

表3 延河各指标标准值和实测值与正、负理想点的贴近度 c_l 和 c_k 及评级结果

贴近度				评价等级		
c_k	c_l			NV-TOPSIS法	熵权集对分析法	组合模型评价
k=1	0.7021	杨家湾	0.5948	3、2	2	2
k=2	0.5959	柳树店	0.4797	3	3	3
k=3	0.4616	四联对	0.4982	3	4	3
k=4	0.3254	七里村	0.5257	3	3	3
k=5	0.2166	王家川	0.5384	3	3	3

表4 南宁市内河各指标实测值 c_j 及其规范变换值 x'_j

监测断面	c_j						x'_j					
	BOD ₅	COD _{Cr}	oil	Phenol	NH ₃ -N	TP	BOD ₅	COD _{Cr}	oil	Phenol	NH ₃ -N	TP
朝阳溪	31	85	0.4	0	16.26	1.43	0.6868	0.5666	0.3876	0.0000	0.6295	0.5656
二坑溪	37	118	0.78	0.01	31.87	2.68	0.7222	0.6322	0.4217	0.3454	0.6968	0.6284
亭子冲	129	279	0.9	0.03	8.61	1.29	0.9720	0.8044	0.4290	0.4003	0.5659	0.5553
水塘江	13	90	0.53	0.02	6.32	1	0.5130	0.5781	0.4020	0.3800	0.5350	0.5298
八尺江	5	31	0.03	0	0.22	0.2	0.3219	0.3649	0.2555	0.0000	0.1992	0.3689
马巢河	12	42	0.06	0	2.19	0.33	0.4970	0.4256	0.2909	0.0000	0.4290	0.4190
可利江	12	58	0.03	0	1.47	0.27	0.4970	0.4902	0.2555	0.0000	0.3892	0.3989
凤凰江	42	90	0.23	0.01	17.44	1.64	0.7475	0.5781	0.3594	0.3454	0.6365	0.5793
心圩江	28	68	0.15	0.01	11.73	1.78	0.6664	0.5220	0.3376	0.3454	0.5969	0.5875
竹排冲	16	73	0.11	0	16.68	2.1	0.5545	0.5362	0.3218	0.0000	0.6321	0.6040

表5 南宁市内河各指标标准值和实测值与正、负理想点的贴近度 c_k 和 c_i 及评级结果

贴近度 c_k					贴近度 c_i		评价等级	
k=1	k=2	k=3	k=4	k=5			NV-TOPSIS法	BP网络法
0.7130	0.5709	0.4727	0.3403	0.2181	朝阳溪	0.3325	5	5
					二坑溪	0.1791	5	5
					亭子冲	0.1461	5	5
					水塘江	0.1757	5	5
					八尺江	0.5664	3	3
					马巢河	0.4238	4	4
					可利江	0.4329	4	4
					凤凰江	0.2045	5	5
					心圩江	0.2170	5	5
					竹排冲	0.3481	4、5	5

4 结论

(1) 在原有TOPSIS评价法的基础上进行了改进, 结合指标规范变换的新思想, 能够确定地表水环境质量的正、负理想点, 运用方均根距离和贴近度思想, 通过对各级标准与待评价样本与正、负理想点的对应贴近度大小的比较, 克服了其分级标准随指标变化和指标数量的变化而改变的缺陷。

(2) NV-TOPSIS法用于地表水环境质量评价时, 不需要编程计算, 比原有的TOPSIS法计算简单, 克服了其主观性大的缺陷, 且更加广泛适用。

参考文献

- [1] 廖岳华, 樊娟, 陈世雄, 等. 我国地表水环境质量评价存在的问题与建议[J]. 安全与环境工程, 2010, 17(3): 55-58, 83.
- [2] 缪萍萍, 董增川, 李庆航, 等. 投影寻踪模型在地表水环境质量后评价中的应用[J]. 水电能源科学, 2010, 28(5): 33-35.
- [3] ZHANG Chi, DONG Sihui. A new water quality assessment model based on projection pursuit technique[J]. Journal of Environmental Sciences Supplement, 2009, S: 154-157.

(以下从略)

全热冷凝热回收空调系统优化研究

■ 邹立成 潘茜 张晓莉 孙世川 [暖通]

摘要: 本文从全热冷凝热回收空调系统的特点出发,研究分析该系统方案设计过程中,各个参数的选取与设定对系统的影响,并以某综合医院住院部大楼的全热冷凝热回收空调、生活热水系统方案为研究对象,利用TRNSYS软件建模优化,模拟计算各个参数对系统总能耗、系统热回收量的影响,最终优化各影响因素,以寻求一个低能耗、高热回收量、节能环保的生活热水和空调系统的优化设计方案。

关键词: 全热冷凝热回收;系统能耗;热回收量;优化方案;TRNSYS

0 引言

随着人们生活水平的不断提高,生活热水的需要量也越来越大,加热生活热水所需的能量也越来越大,如果能将冷凝热全部或部分回收来加热生活热水,不但可以减少冷凝热对环境造成的污染,而且还可以节省不少的能源^[1]。回收空调冷凝热提供生活热水确实是一条变废为宝的节能、环保途径^[2]。因此,目前对于有中央空调系统并有生活热水供应的项目,运用冷凝热回收技术也越来越普遍。

空调冷凝热回收按热回收程度可分为部分冷凝热回收和全热冷凝热回收^[1]。全热冷凝热回收是指利用制冷机组释放的全部冷凝热,包括显热部分、潜热部分,甚至过冷部分。其特点是热回收量大,热回收率较高,节能效果好,但获得的生活热水温度较低,一般用于生活热水的预热。根据全热冷凝热回收的特点,本文主要研究全热冷凝热回收系统设计方案,并从几个重要参数的选取与设定,选用乐山某综合医院住院大楼的全热冷凝热回收系统方案为研究对象,利用TRNSYS软件,模拟计算各参数对系统能耗、系统热回收量的影响,以得到最优设计参数组合。

1 系统方案简介

1.1 工程概况

本项目为某综合医院住院部大楼,总建筑面积为79000m²,建筑高度为42.1m,主要功能用房包括各种普通病房、ICU病房、VIP病房、会诊、办公、治疗处置等区域。利用TRNSYS软件对其空调、生活热水进行全年逐时负荷计算可得,空调系统最大冷负荷为7162KW,高区生活热水日热水用量为295.68m³/d,最大小时热水用30.91m³/h,生活热水峰值负荷为1602kW(热水出水温度为60℃的热水负荷)。

1.2 全热回收系统方案

全热冷凝热回收方式系统原理图见图1,本系统按照冷冻水进出温度为7/12℃,热回收器出水温度设定为45℃,从热回收器出来的热水再经辅助热源加热至60℃供用户使用。选择2台常规离心冷水机组,制冷量为2813KW,输入功率为483KW和1台螺杆式全热热回收冷水机组,制冷量为1587KW,输入功率为302.5KW;热水箱容积大小,根据相关设计标准以及已往实际使用情况,按照2小时的最大生活热水量为计算依据,即61.8m³,考虑一定的容积余量,取蓄热水箱的容积为70m³;辅助加热系统采用燃气热水锅炉和2台半容积式热水换热器。

作者简介:邹立成,男,工程师,2012年毕业于华中科技大学暖通专业,现就职于中航规划飞机工程设计研究院。

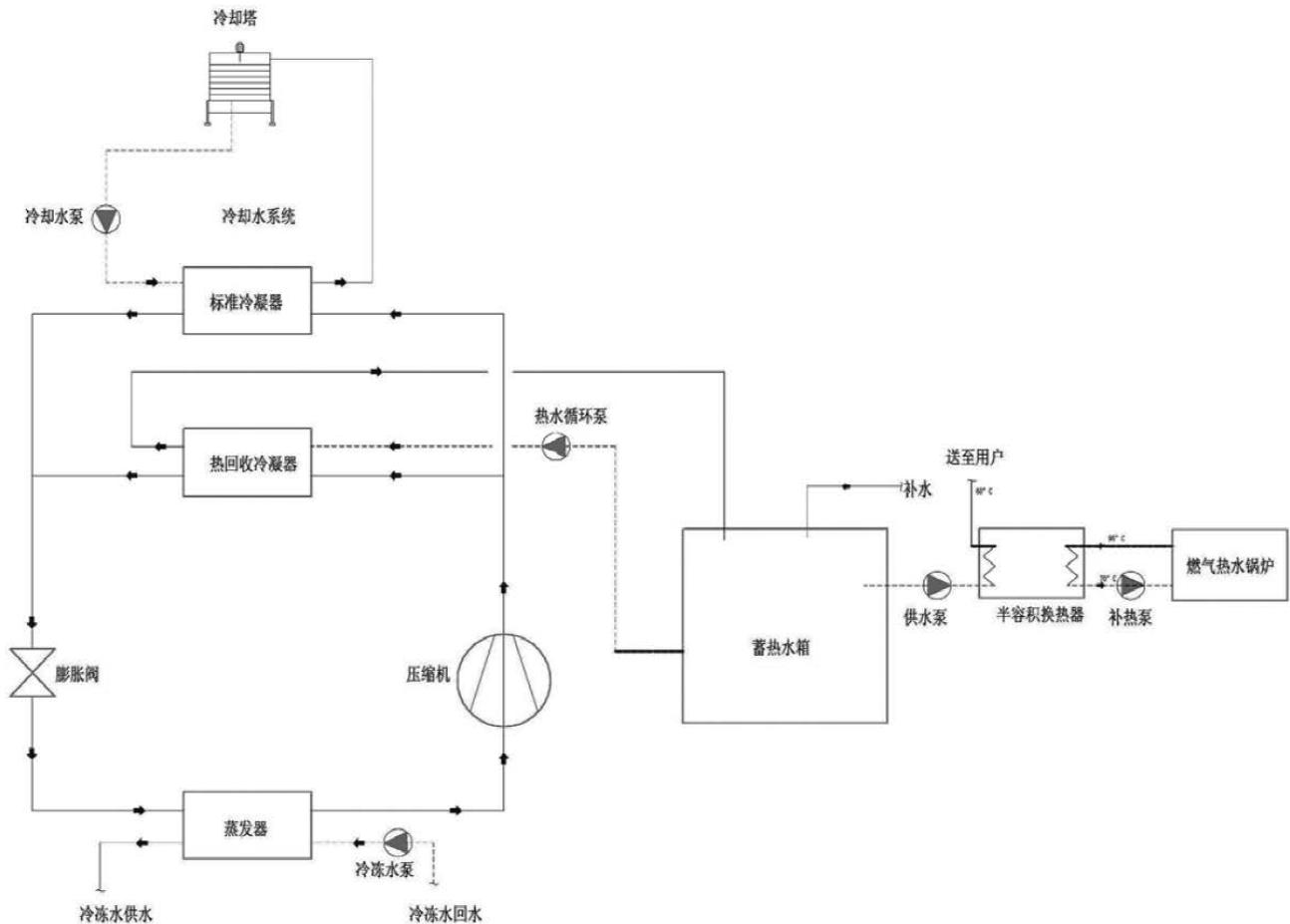


图1 全热冷凝热回收系统原理图

2 全热冷凝热回收系统优化

本文选用TRNSYS软件为平台，根据全热回收系统原理图和系统配置，建立全热冷凝热回收系统计算模型，通过改变各模块中的参数设置，模拟计算相应参数下系统各个模块的动态能耗以及系统热回收量，从而得出各影响因素的最优值。在进行逐时能耗计算时，根据当地室外天气条件和业主运行要求，供冷季运行时间为5月15日至9月25日，共3200小时。

2.1 全热回收出水温度优化分析

根据全热冷凝热回收系统特点，热回收器出水温度的设定对系统运行至关重要。当热回收器出水温度越高，热回收量越大，但机组的制冷量及效率越低，安全性越差^[3]；当热回收器出水温度越低，则热回收率越小，热回收量越低。根据厂家调研，目前全热回收系统热回收器出水温度一般不超过45℃。

本文研究热回收器出水温度为40~45℃时，系统能耗和热回收量的变化。根据TRNSYS模拟计算的结果，系统各部分能耗变化情况见表1（冷却水泵和冷冻水泵能耗变化不大，在表中不予体现）所示，系统热回收量变化见图2。从表1可以看出几种工况下系统总能耗差别不大，空调系统与生活水泵总能耗在出水温度为45℃与40℃相比，其总能耗只高于39659KWh，而从图2可以看出，各个出水温度下累计热回收量差距显著，累计热回收量基本与热回收器出水温度成线性关系，累计热回收量在出水温度为45℃与40℃相比，其累计热回收量增加达到20万KWh，累计热回收量增加非常明显，因此结合其系统总能耗与累计热回收量考虑，本项目全热回收出水温度最优为45℃。

2.2 全热回收冷水机组配置优化

确定冷凝热回收冷水机组的设计容量是一个核心问题。容量太大，不仅设备费用高，而且当

表1 热回收出水温度为40~45℃下系统能耗统计

温度	冷机能耗 kWh	空调系统总能耗 kWh	冷却塔能耗 kWh	生活水泵能耗 kWh	空调系统+生活水泵能耗 kWh
45℃	1359918	2049577	63809	49359	2098936
44℃	1358545	2047508	63744	50071	2097579
43℃	1355664	2043166	63609	50755	2093921
42℃	1350627	2035574	63373	51448	2087022
41℃	1342732	2023675	63002	52075	2075750
40℃	1331460	2006686	62474	52591	2059277

空调实时冷负荷太低时,机组无法正常启动,使系统运行时间减少,影响冷凝热回收效率。而如果选择机组容量太小,回收冷凝热不能满足大多数时间生活热水的需求,经常性地需要借助辅助热源供热,也会影响冷凝热回收效率^[4]。而一般设计是以满足生活热水供应需求进行选取的。

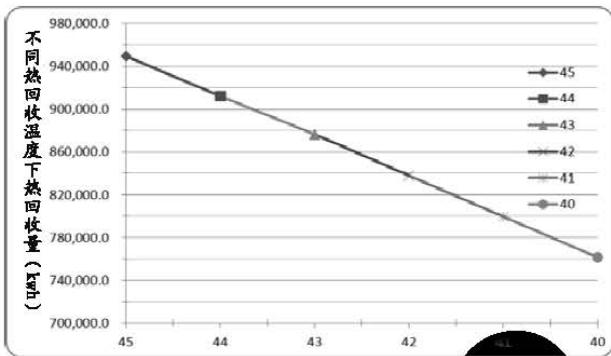


图2 全热回收不同出水温度下累计热回收量

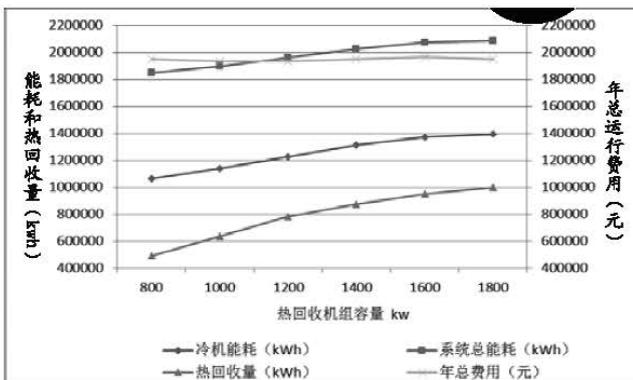


图3 全热回收冷水机容量从800~1800kW时系统能耗、热回收量及系统运行费用

本文通过改变全热回收冷水机组的容量,计算研究变化范围为从800KW到1800KW,其每个容量配置下冷机能耗,系统能耗、热回收量以及年运行费用。TRNSYS模拟计算的结果见图3。通过曲线的变化,可以分析出系统中螺杆机的最优配置,进而得出系统容量的组合。

从图3的计算结果分析可得,容量配置较低时,冷机能耗和系统能耗明显降低,这主要由于本项目建筑负荷率普遍较低而且螺杆机调节性能较好,并且当全热回收冷水机容量在1000~1200KW时,系统运行费用最低。因此,对于本项目,其最优的全热回收冷水机组容量为1000~1200KW左右。

2.3 蓄热水箱容积大小优化

由于空调冷负荷与生活热水负荷具有不同步性,为了解决负荷不平衡问题,使冷凝热回收系统安全高效运行,需将蓄热水箱引入至空调和热水供应系统设计中,以平衡空调冷凝热负荷与热水供应负荷之间日逐时的波动特性,延长空调冷凝热的利用时间,从而达到最佳的节能效果^[5]。因此,蓄热水箱容积设计合理与否,是应用空调冷凝热全热回收系统的关键所在。而水箱容积与许多因素有关,如空调热回收机组的出力及运行方式、热水的使用方式和生活热水的使用方式和用量等等。

当热回收出水温度为45℃时,通过改变水箱的容积,容积变化范围为30~130m³,研究计算系统能耗和系统热回收量,经过计算可得:系统的能耗差别不大,而系统的热回收量见图4。

从图4中可见,从30~70m³热回收量显著上

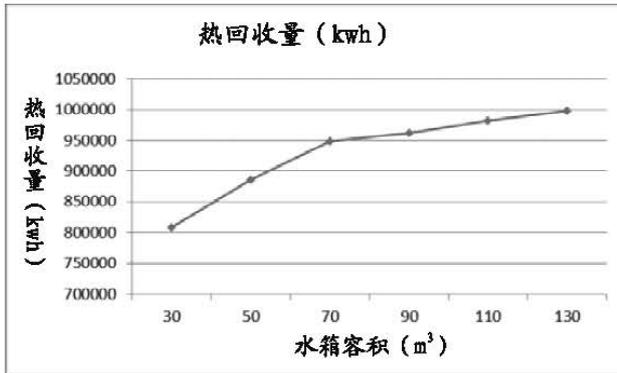


图4 全热回收不同水箱容积下累计热回收量

升, 而从70~130m³热回收量上升幅度大幅降低。因此, 综合考虑初投资以及平衡空调冷负荷与生活热水负荷, 本项目最优化的水箱容积为70m³左右。这与工程经验中蓄热水箱通常为小时最大生活热水量的2倍左右相符, 即蓄满后能满足2个小时最大生活热水需求。

2.4 生活热水量变化对热回收性能影响分析

本研究计算中, 生活热水取值为根据标准规范中数值计算而来。标准中数值为某一区间, 且根据工程经验, 标准规范中对生活量的规定往往较实际工程偏大。在很多项目, 实际的生活热水量甚至只有规范中数值一半左右。因此, 应对生

活热水量发生变化时热回收量进行分析, 从而对热回收的性能做出合理的评估。

根据模拟计算的结果, 可得到当生活热水量从40%到100%变化时, 系统各部分能耗和热回收量变化情况见表2。图5为生活热水量从40%到100%变化时, 系统热回收量的变化图。从图5中可以看出, 生活热水量降低时系统热回收量显著下降, 呈现出线性下降的趋势。

通过40%~100%生活热水量时系统能耗以及热水回收量(见表2)计算生活热水量变化时热回收系统的经济效益。计算过程中将能源消耗直接乘以能源价格, 将40%~100%生活热水量采用热回收与不采用热回收系统比较, 计算结果见图6。从图6中可以看出, 生活热水量越大, 节约运行费用也越大, 但即使在生活热水量降低到40%时, 热回收节约的能源费用也在10万元以上, 仍然有较为显著的经济效益。

3 结论

通过以上分析可得以下结论:

1) 综合考虑系统能耗与系统热回收量, 该项目的全热回收的最佳出水温度应设定为45℃, 此时系统总能耗相差略小, 且与其他温度差异不

表2 40~100%生活热水量下系统能耗以及热回收量统计

	冷机累计能耗 kWh	空调能耗 累计 kWh	累计热回收量 kWh	冷冻水泵kWh	冷却水泵kWh	冷却塔风机kWh	生活热水泵kWh
100%	1374898	2049577	949564	285355	320429	68896	49360
90%	1374931	2050243	872590	285355	320429	69528	48199
80%	1374607	2050603	791891	285355	320429	70213	46872
70%	1373755	2050192	706733	285355	320429	70653	45973
60%	1372976	2049960	617360	285355	320429	71200	44974
50%	1372091	2049583	523021	285355	320429	71709	44056
40%	1371093	2049078	422616	285355	320429	72201	42976

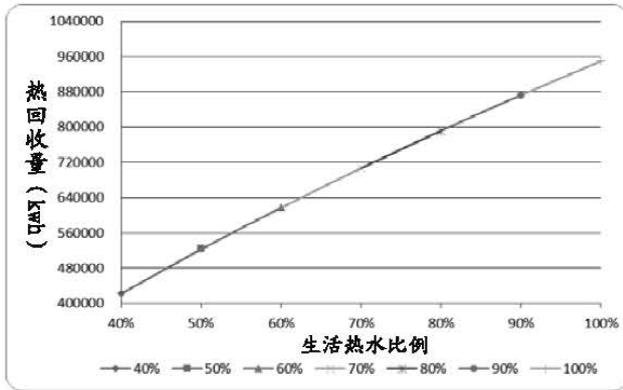


图5 生活热水量40%~100%时热回收情况变化

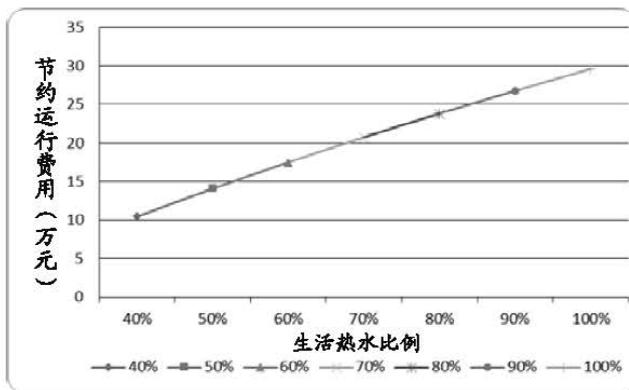


图6 生活热水量40%~100%时相对于常规系统节约运行费用

大,但系统累计热回收量较大。

2) 全热回收冷水机组的配置应根据建筑物冷负荷与生活热水负荷,以及冷负荷与热负荷的负荷率变化等情况进行配置,对于本项目,结合其系统能耗、热回收量以及运行费用考虑,全热回收冷水机组的容量为1000~1200KW最佳。

3) 蓄热水箱主要作用是解决空调冷凝热负荷与生活热水负荷不同步、不平衡问题。其容积大小不是越大越好,越大初投资高、占用建筑面积大,应以能有效地解决冷凝热与生活热水负荷匹配关系确定即可,对于本项目,蓄热水箱容积大小为70m³适宜。

4) 生活热水量相对冷凝热比率越高,采用全热回收的热回量越大,热回收效果越好。然而对于本项目,即使生活热水量降低至40%,从其节约运行费用角度考虑,仍有较为显著的经济效益。

参考文献

- [1] 周光辉,余娜,张震,王慧.空调冷凝热热回收技术研究现状及发展趋势[J].制冷技术,2008,36(10):65-68.
- [2] 罗燕.冷凝热回收热水系统的模拟与经济性分析[D].湖南大学,2010.
- [3] 肖皓斌.水冷螺杆机组热回收的设计与应用[J].制冷与空调,2010,10(6):63-65.
- [4] 梁增勇.水冷冷水机组冷凝热回收的设计[J].暖通空调,2009,39(11):107-110.
- [5] 黄璞洁,许伊那.酒店空调冷凝热回收技术的应用研究[J].节能技术,2011,29(168):357-383.

论安全防范工程的建设构思与需要注意的问题

■ 赵其 [电气]

摘要: 安全防范工程是依托于安全防范技术,为建立具有各种防护功能而实施的工程。如果说安全防范系统是为达到安全防护而实施的各种智能化技术手段,那么安全防范工程则是一个涵盖了物理防护、人员(生物)防护、应急指挥的跨专业工程。现实设计中,仅从建筑自身出发,通过经验性的设计视频监控安防监控系统、入侵报警系统、出入口控制系统等内容,自下而上的搭建安全防范系统,忽视安全防范工程的系统性规划,很可能会导致设计实际与使用需求不相匹配的状况。本文从安全防范工程的设计理念与构建方式出发,提出该类工程应具备的规划内容与一些容易疏漏的考虑方向,帮助设计人员加深对安全防范工程规划设计理念的理解,提高工程设计效果。

关键词: 安全防范工程;防护体系;风险分析

0 引言

随着社会经济水平的提高,业主普遍对智能安全防范工程的建设代价表示认可与接受,安全防范乃至公共安全理念亦越来越深入人心。需要引起设计人员注意的是,通常智能化设计范畴内的安全防范系统并不等同于安全防范工程,前者所代表的技术手段并不是万能的,它是依托于物理防护之下的、为管理人员提供必要支持的各种手段。仅从安全技术防范系统的设计角度出发、不考虑安全防范工程整体性的方案往往是片面而不准确的。下面将从安全防护体系的构建出发,分析安全防范工程中应引起注意的一些问题,以供大家思考。

1 安全防护体系的规划与设定

1.1 风险等级与防护级别的确定

一个标准的安全防范工程构建需要从确定防护目标的风险等级和防护级别开始。一般情况下,防护目标的风险等级和防护级别主要受到以四方面因素的影响:

(1) 防护目标本身的重要性,包含物质价值及非物质价值。物质价值及非物质价值越高的保护对象、或者因为国家/商业机密易受到入侵的保护对象,其风险等级和防护级别越高。

(2) 防护目标所服务的人员本身的安全保障需求。如交通枢纽、公共人员密集活动场所、科教文卫场所,需要服务的人员越多、发生事故影响越大的,其风险等级和防护级别越高。

(3) 业主对于防护目标业内定位的需求。同一领域定位越高的,其防护级别越高。

(4) 防护目标周边的环境影响,包含物理

作者简介:赵其,男,高级工程师,2005年毕业于北京工业大学通信工程专业,现就职于中航规划动力工程设计研究院。

环境及人文环境。周边物理环境越杂乱而不受控（如闹市街区），人文环境越混乱（如周边存在外籍人员或社会人员活动场所），防护目标的风险等级和防护级别越高。

一般情况下，以上四方面因素的建议性影响权重从高至低为：防护目标本身的重要性=防护目标所服务的人员安全保障需求>业主对于防护目标业内定位的需求>防护目标周边的环境影响。从规范的角度分析，权重较高的因素对设计防护级别具有决定性，权重较低的因素具有参考性。

1.2 防护体系的设定与构成

防护目标的防护体系应根据其风险等级对应的防护级别来确定，重要的防护目标应具有一定纵深性。一个标准纵深防护体系包含周界、监视区、防护区和禁区4个层级：

(1) 周界：指需要进行实体防护或电子防护的某区域的边界，该边界应是受控的。在防护体系中，周界起到拦阻一般性无关人员的作用。针对较为重要的、不允许普通公众进入的园区（例如工厂区、军工企业、高档小区），该周界需要建立以实体围墙为基础、配套以各种安全防范技术手段的防护边界；对于平常允许公众自由活动的区域（例如大型体育场馆的周边广场区域），则可建立常备的视频监控系统，举办重大比赛等活动时，以临时隔挡或电子光栅的方式构建临时防护周界。

(2) 监视区：通常指由实体防护或电子防护所构成的防护周界警戒线与防护区边界之间的区域。监视区在防护体系中起到缓冲监视作用。对于重要的防护目标或有特定需求的防护场所，监视区亦可扩大至防护周界之外（例如：幼儿园园区大门外侧一定范围内的监视防护）。

(3) 防护区：防护区是指允许一般性人员出入的、防护目标所在的区域或部位。这里所描述的一般性人员是指允许进入防护周界的、但不具有特定禁区授权的人员。防护区应当具有实体防护措施，并宜配备包含视频监控、入侵报警、出入口控制在内的多种安全防范技术手段。

(4) 禁区：禁区是指不允许未经授权人员进入的防护区域或部位。禁区应具有实体防护措施，并配备包含视频监控、入侵报警、出入口控制、声音复核在内的多种安全防范技术手段。

2 技术防范手段与物理防护、人员防护的关系

2.1 对防护目标实施技术防范手段的必要性

在以安全防范系统为主体的技术防范手段出现之前，对一个目标的防护主要集中于物理防护和人员（动物）防护两方面。高厚的围墙、各种巡视站岗人员（警犬）的存在可以给人以安全感，但是正如围墙可以被破坏，人员可以被胁迫、收买或短暂失位，仅靠物理防护和人员（动物）防护是难以长时间对目标进行确实可靠防护的。

因此，当安全防范系统出现以后，其通过多种多样的探测手段对防护目标的人员与物流进行实时监视与保护，并对突发事件提供调查资料与证据，对安全防护起到了相当重要的补充作用。

2.2 以安全防范系统为主体的技术防范手段的局限性

安全防范系统的五个主要构成子项为入侵报警系统、视频安防监控系统、出入口控制系统、电子巡查系统、以及停车库（场）管理系统。其中，入侵报警系统本身不具有阻挡作用，需要依托于一定的实体防护围挡（电子围栏由于本身具有一定的实体防护功能，是少数可以独立构建可控防线的入侵报警系统）；视频安防监控系统只能起到辅助观察监视及事后调查取证作用；出入口控制系统及停车库（场）管理系统可以起到防护、控制的双重作用，但需要和实体防护措施进行配合使用；电子巡查系统自身不具备防护功能，仅作为指引巡查路线使用。

由上述分析可见，作为技术防范主要措施的安全防范系统无法脱离于物理防护或人员防护独立运行。

2.3 三位一体的安全防护体系的构建

在以技术防护、物理防护、人员防护构成的安全防范三位一体框架中，物理防护是安全防范工程的底层基础，技术防护是实现整体防护的重要手段，人员防护是整体系统可靠运行的必要条件。诚然，随着技术的发展与进步，技术防护越来越受到人们的重视，但当人工智能发展到一定程度之前，人员防护的作用不会被技术手段完全替代。

因此，当明确了防护目标的风险等级与防护级别，确定防护体系之后，应根据建筑方案、投资状况、业主管理模式及当地公安要求综合考量安全防范工程的总体方案，同时向建筑方案和业主管理提出建设性意见与建议。

2.4 日常管理与应急指挥平台

防护体系构建完毕之后,设计者应就使用方管理的功能需求,确定是否配置相应的管控平台或应急指挥平台。

一个运行良好的管控平台可以实现对管辖区域内安全防范设施的整体管理,对安全防范管理工作的全面性、准确性及实效性方面提升明显。当该平台加入了应急指挥及决策、动态车辆管理、重点要害部门管理、报警事件策略管理等针对用户定制开发的特色功能模块时,更可为用户进一步细化、完善安防管理提供必要支持。

安防管控平台可以实现的功能如下:

(1) 实现实时视频推送及管理、自动视频接力、快速抓拍截图及事件标注、快速智能视频撤布防管理。

(2) 实现安全防范系统各子系统之间的联动。

(3) 提供智能分析功能及信息数据查询功能。

(4) 对报警信息及安防设备信息进行集成。

(5) 提供应急预案信息及应急指挥管理。

3 安全防范工程设计中一些需要注意的问题

3.1 需要强化对管控者实际需求的分析意识

一般工程中对于安全防范系统终端设备的需求分析与设置较为到位,但关于管控中心内人员的生理/心理需求、以及紧急状况下的功能需求则容易为设计者所忽视。

实际工程中对管理者生理/心理需求的影响因素包含但不限于:管控中心空间格局、周边环境噪声、管控中心内设备噪声、灯光环境、系统误报、以及有无配套休息及卫生间。紧急状况下的功能需求包含但不限于:发生入侵事件时的紧急求助需求;紧急状况下的应急指挥功能及空间需求。实际工程设计中,以下几点应特别引起注意:

(1) 针对网络数字化安防核心设备及存储设备所引起的噪声问题。

当采用高清网络数字化监控系统时,其核心服务器及存储的噪声值普遍超过80dB,该噪声对值班人员的生理及心理影响不容忽视。因此,单独分隔出专用于放置以上设备的设备间是十分必要的。

(2) 因系统配置方案所引起的系统误报率和设备故障率问题。

安全防范系统,尤其是室外围界沿线的人

侵防护系统会受到室外环境的影响,例如雨、雾可能引起红外对射式防入侵探测器误报,重载车辆引起的震动或室外变压器等强电磁干扰源可能造成感应电缆误报,大风、冰雹可能引起震动电缆误报等问题。当系统误报频繁出现时,势必引起值警人员心理及生理上的疲劳,甚至造成其主动关闭或屏蔽报警设备的情况发生。因此,确定安全防范系统配置方案时,项目当地的室外气候及周边环境情况应作为影响因素之一进行统一评估。

(3) 紧急状况下应急指挥的面积需求。

在一般的商业项目中,建设方为保证商业利益最大化,一般要求管控中心面积越小越好,加之现行的相关规范中对安防管控中心面积仅做了推荐性要求(在满足各设备间距的情况下不宜小于 20m^2),安防管控中心面积普遍较小,仅能满足平常职守要求。但是,安防管控中心的设置还应考虑发生紧急事件或群众性事件时,多名决策人员或公安人员的临时聚集指挥的功能应用。从该角度出发,现行国家规范《安全防范工程技术规范》GB50348-2004中对控制台距离正面墙的间距1.2m的要求明显偏小,有条件的情况下宜将该间距提高到3m或以上。

3.2 需要避免因特定安防措施可能引起的人员伤害事故

作为兼有物理隔离及入侵防护功能的入侵防护报警系统,电子脉冲围栏于国内的应用越加广泛。其防护机理为利用高压低电流脉冲击退入侵者,由于能量较低,对一般人体不构成直接损害,一般被认为一种较为理想的围界防护措施;但是,当电子脉冲围栏安装于具有一定高度的围墙之上时,入侵者因其击退造成摔伤等间接伤害可能会对业主造成不良影响或经济损失。故实际选用时,设计者宜向业主讲清相关系统的运作机理及可能引起的后果,以供业主决策。

3.3 需要增强设备选型与周边环境配合的意识

针对安全防范工程所具有的事前威慑、事中追踪、事后追查的三大主要功能,设计者宜根据其侧重的需求选择对应的探测及防护形式。如果安全防范工程侧重于威慑,则宜选用一目了然的、具有一定威慑作用的产品,例如围界区域选择实体围墙+电子围栏,并配以安装明显的摄像装置;如果安全防范工程偏向于事中追踪或事后追查,并不强调其威慑作用、且防护目标具有美观

度要求的情况下,则宜选用一些本身较为隐蔽的设备,例如绿篱+泄露电缆,并配以较为隐蔽安装的摄像装置。特别需要注意的是,当所服务的对象属于文化保护区域或当地市容部门有特别要求时,应以其要求优先。

4 结束语

上文主要分析了安全防护体系的构思、以及实际设计中容易被人忽略的一些问题,不涉及具体设计内容的讨论。国家现行规范中,对诸如银行、文博场所、机场/车站等重点场所的安全防范工程构建及终端设置要求描述十分详实,而对实际设计中会遇到的大量一般性防护目标的安全防范工程构建要求描述较为粗略,这诚然为设计者留下了独立设计构思空间,但也使设计者在面对一些强势业主时难以提供强力设计依据,亦为上级部门安防管理带来不利影响。针对此类问题,上海市等地区公安部门通过出台地方性法规的方式强制推行符合安全主管部门意志的做法具有一定可取性。但当地方法规没有明确要求时,设计

者对安全防范工程的设计便可能受到其自身经验与对规范的理解影响,致使不同设计人员对同一地区同一类项目的设计构思大相径庭。针对此问题,在政府性安全防护评价体系未建立之前,设计公司宜优先建立自己的评价体系主管部门,并从“投资方+应用方+管理方+指挥方”的多重角度对设计方案进行多方面评估,以使设计作品既好评,又好用。

参考文献

- [1] 《智能建筑设计标准》GB50314—2015.
- [2] 《安全防范工程技术规范》GB50348—2004.
- [3] 《入侵报警系统工程设计规范》GB50394—2007.
- [4] 《视频安防监控系统工程设计规范》GB50395—2007.
- [5] 《出入口控制系统工程设计规范》GB50396—2007.
- [6] 《建筑智能化系统设计技术规程》DBJ01—615—2003.
- [7] 《重点单位重要部位安全技术防范系统要求》DB31/329—2007.

投放水道在发射车高速运行下的动力响应分析

■ 宋晓璐 裴永忠 [结构]

摘要: 投放水道为用于进行飞机水动力试验的特种结构,在发射车高速运行下对结构的竖向变形要求极高。本文研究了投放水道结构在发射车高速运行下的动力响应,采用通用有限元软件MIDAS/GEN对发射车高速运行下的投放水道进行了模拟,分析了结构在移动荷载下的变形及轨道缺陷对动力响应的影响,给出了结构在移动荷载作用下的动力放大系数,确保了结构能够满足发射车高速运行下的变形要求。

关键词: 投放水道;移动荷载;初始缺陷

0 引言

飞机水上迫降试验是验证飞机适航能力的重要环节。我国民航规章CCAR-25部^[1]对运输类飞机的水上迫降符合性作了明文规定,要求必须通过模型试验或与已知其水上迫降特性的类似机型进行比较来检查新机在水上降落时可能的运动状态。随着我国航空工业的发展,建造功能全面并满足发射车高速运行要求的投放水道成为迫切需求。投放水道为用于进行飞机水动力试验的特种结构,根据工艺条件,结构在发射车高速运行下的竖向变形要求极高,研究投放水道结构在发射车高速运行下的内力和变形,探讨超长投放水道的设计方法,对于今后同类型特种结构设计具有重要意义。

1 工程简介

本投放水道为大型飞机进行水动力试验而设计,水道和悬挑端总长120m。投放水道为长98m

的条形水道,水深为5m,中间水道净宽8m。水道+0.400m以下为钢筋混凝土侧壁和底板,以上为钢筋混凝土框架,柱距4m。框架2.9m标高处有L型挑板,支承试验机车和轨道,挑板跨度3.2m。投放水道末端设倒V字塔架,每边设6道预应力斜拉索,支承悬挑于水道末端的22m轨道平台板。图1和图2分别为投放水道的侧立面和剖面。

为满足试验飞机的悬吊要求,投放水道的轨道按工艺要求需安装于由悬挑梁支撑的轨道纵梁上(见图2),因而结构刚度相对较小。而投放水道需满足发射车携带飞机模型进行高速运行并在投放模型后快速制动的要求,设备厂家对轨道平整度提出了很高的要求,水道上方轨道在发射车匀速(最高速度)运行时的竖向位移应保证小于0.8mm,因此结构在移动荷载下的内力和变形是投放水道设计的重点和难点。

2 动力荷载作用

作用在投放水道结构上的荷载有:恒、活荷载,斜拉索预应力,土、水压力,发射车的移动荷载和冲击荷载,风荷载和温度作用。本文主要研究投放水道在发射车高速运行下的动力响应,需要研究的动力荷载主要为移动荷载和冲击荷载。

作者简介:宋晓璐,女,工程师,2013年毕业于清华大学土木工程专业,现就职于中航规划飞机工程设计研究院。

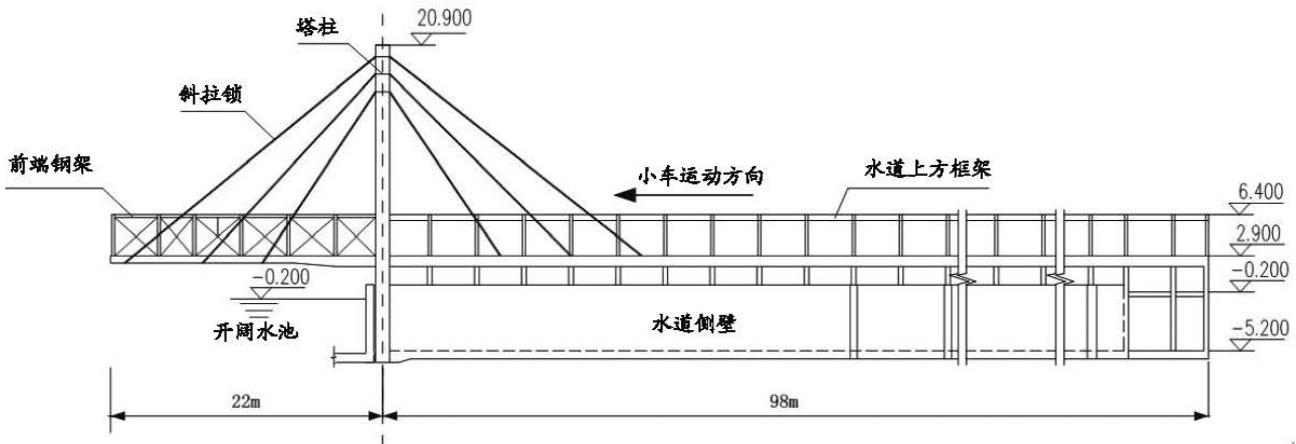


图1 投放水道侧立面

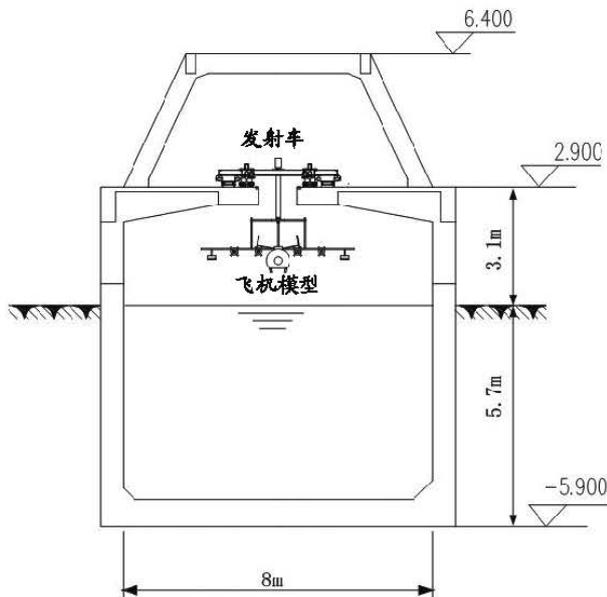


图2 投放水道剖面

本工程在使用过程中,发射车在直线电机的牵引下,沿钢轨、滑触线作直线运动,最大速度达到30m/s。发射车和模型总重为3t,运行时相当于在轨道纵梁上施加移动荷载。发射车的移动荷载在整个运动过程分加速、匀速和减速三个阶段,各阶段对轨道施加的作用力见表1。竖向力和

水平力均分至4个车轮位置对结构产生作用力。

考虑制动系统失效的特殊工况,在轨道末端设置了两套非常规制动防线,非常规制动时结构受到冲击荷载的作用。第一道防线为阻拦索系统,其启用时作用在轨道上的水平冲击荷载为225kN,第二道防线为液氮缓冲制动系统,其启用时作用在轨道上的水平冲击荷载为150kN。水平冲击荷载考虑了动力放大系数,视为静力荷载以偶然作用组合施加于结构上。

3 发射车移动荷载的动力效应分析

移动荷载将使结构产生动力响应,对内力和挠度均有放大效应,因此需研究移动荷载对结构产生的影响。采用通用有限元设计软件MIDAS/GEN来模拟投放水道在发射车高速运行下的受力状态,分析其动力响应。

(1) 建立模型

水道上方框架、末端悬挑钢架、塔架及侧壁柱采用梁单元模拟;水道平台板、水道侧壁及底板采用板单元模拟;斜拉索采用桁架单元模拟,对桁架单元施加初拉力荷载来对斜拉索施加预应力。图3为MIDAS/GEN模型。

表1 发射车运行过程

阶段	持续时间 (s)	位置 (m)	速度 (m/s)	竖向力 (kN)	水平力 (kN)
加速	0~4.53	0~68	0~30	30	-
匀速	4.53~5.53	68~98	30	30	-
制动	5.53~6.53	98~113	30~0	30	90

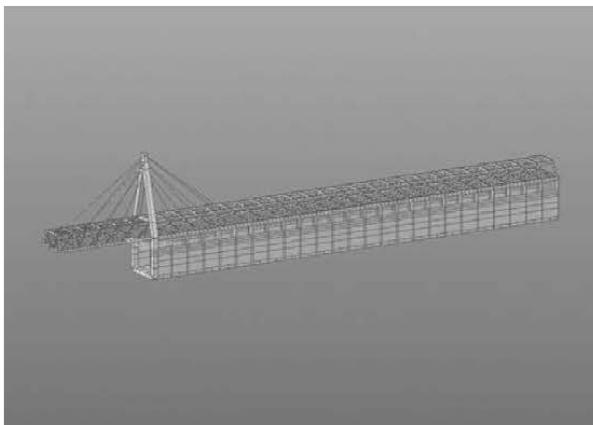


图3 MIDAS/GEN模型

(2) 移动荷载模拟

发射车(含模型)总重为3t,一共4个车轮,前后轮距取为1m。发射车的运行过程分为加速、匀速和制动三个阶段,将竖向力按车轮位置分4个节点施加,各阶段对轨道施加的作用力见表1,每个节点最大竖向力为7.5kN。轨道纵梁单元长度为1m。

在MIDAS/GEN中定义时程荷载函数。时程荷载函数为发射车车轮对轨道纵梁上每个节点作用的“力-时间曲线”,见图4。其中“ t_1 ”为车轮到达前一节点时刻即对当前节点作用开始时刻,“ t_2 ”为车轮到达当前节点时刻即作用最大时刻,“ t_3 ”为车轮到达下一节点时刻即作用结束时刻。

输入时程分析的荷载工况,根据经验,分析时间步长一般取自振周期和荷载周期中的最小值的1/10。经计算对比,本工程时间步长取为0.001s可以保证分析精度。时程分析阻尼采用质量和刚度因子计算方法。

在轨道纵梁各节点上输入节点动力荷载,即按照车轮到达的时间对各节点指定时程荷载函数来模拟发射车在轨道纵梁上施加的移动荷载。

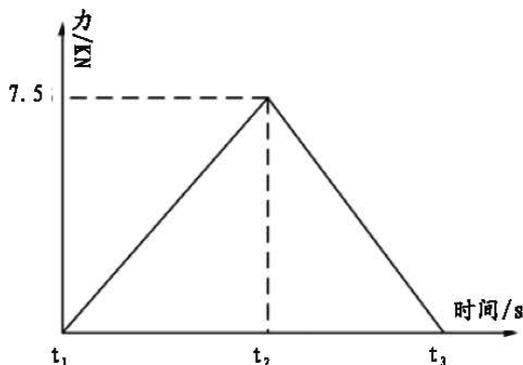


图4 时程荷载函数

运行特征值分析和时程分析,得到时程分析结果。

(3) 计算结果及分析

由时程分析得到各节点在移动荷载下的位移和加速度时程,分别取加速段、匀速段和制动段振幅最大的节点进行分析。表2为各节点时程分析结果,其中静位移为发射车静止置于该节点时该节点的位移。另外为了考察移动荷载对结构变形的动力放大效应,将节点最大振幅与静位移的比值定义为“动力放大系数”。图5为轨道纵梁各节点在时程荷载下的最大振幅曲线。

根据分析结果可以得到,发射车运行时,加速和匀速段轨道的竖向位移小于0.8mm,制动段由于为悬挑端,刚度较小,最大位移达到1.212mm。节点最大加速度为0.02g,位移动力放大系数最大为1.14,均出现于制动段。加速和匀速段的最大加速度为0.02g,位移动力放大系数为1.05。

根据工艺条件,轨道的竖向位移在高速运行也就是匀速段满足位移限值即可,因此这个结果可以满足要求。

4 轨道缺陷对动力响应的影响

从以上分析可以看出发射车和投放水道结构形成一个振动系统,实际上,引起这个系统振动的原因除了发射车作为移动荷载带来的外部激励,还包括轨道不平顺引起的系统内部自激激励^[2]。轨道不平顺通过输入初始缺陷来进行模拟,本文通过两种不同的初始缺陷模型来初步考查初始缺陷对移动荷载时程分析的影响。

两种初始缺陷模型分别采用的形态为:第一阶屈曲模态和正弦函数曲线,初始缺陷仅施加于轨道纵梁上,考虑Z(竖向)和Y(水平垂直于轨道)两个方向的不平顺缺陷。第一阶屈曲模态是结构设计中用来模拟初始缺陷的通用做法,投放水道的第一阶屈曲模态见图6,为了考虑轨道纵梁每一跨内均出现的高频不平顺缺陷,采用周期为一跨(4m)的正弦曲线来模拟初始缺陷形态(图7),缺陷计算公式为: $\Delta = a \sin\left(\frac{\pi}{2}x + \frac{\pi}{2}\right)$,其中x为节点横向坐标,以塔柱为原点,a为施工偏差的最大值,在两种模型中施工偏差最大值均取为10mm。

将带有初始缺陷的投放水道模型进行发射车高速运行下的移动荷载时程模拟,得到各节点的位移和加速度时程,分别取两个方向加速段、匀

表2 节点时程分析结果

运行阶段	节点位置	最大振幅/mm	最大振幅出现时刻	最大加速度	静位移/mm	动力放大系数
制动段 (98~113m)	112m	1.212	6.283s	0.207m/s ² (0.02g)	1.140	1.06
	106m	0.895	5.968s	0.208m/s ² (0.02g)	0.782	1.14
匀速段 (68~98m)	68m	0.542	4.542s	0.241m/s ² (0.02g)	0.518	1.05
加速段 (0~68m)	32m	0.544	3.122s	0.147m/s ² (0.01g)	0.520	1.05

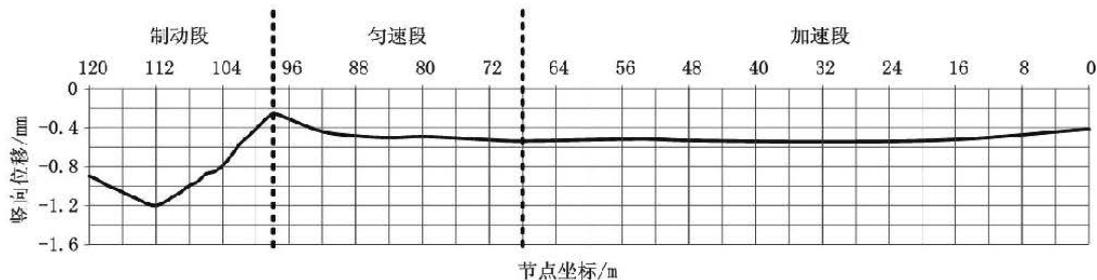


图5 轨道纵梁最大振幅曲线

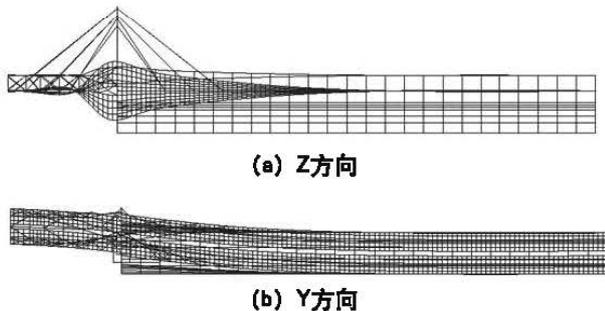


图6 第一阶屈曲模态

速段和制动段振幅最大的节点进行分析对比，见表3和表4。

从表格中可以看出，对于Z方向的竖向振动，基于第一阶屈曲模态的初始缺陷对振动的振幅和加速度基本不造成影响，而基于正弦曲线的初始缺陷对振幅和加速度有更为明显的影响。添加了基于正弦曲线初始缺陷的模型计算结果中，

对竖向振幅影响最大的点为制动段末端，最大竖向振幅为1.22mm，相对于无初始缺陷模型增加了0.7%；对竖向加速度影响最大的点在制动段中部，该点竖向加速度达到0.236m/s²，相对于无初始缺陷模型增加了13.5%；匀速段和加速段初始缺陷对竖向振幅和竖向加速度的影响不明显。对于Y方向的横向振动，只有添加了基于正弦曲线初始缺陷的模型制动段的最大横向加速度有3.8%的增大，横向振幅以及匀速段和加速段的横向加速度基本不受初始缺陷影响。

基于以上计算分析结果可以得出初步结论：投放水道的加速段和匀速段在发射车高速运行下的振动基本不受初始缺陷影响。对于悬挑于水道末端的制动段，基于第一阶屈曲模态的初始缺陷过于平顺，对竖向振动和横向振动基本没有影响；基于正弦曲线的初始缺陷增大了不平顺频率，对竖向和横向振动均能产生影响，其中对振

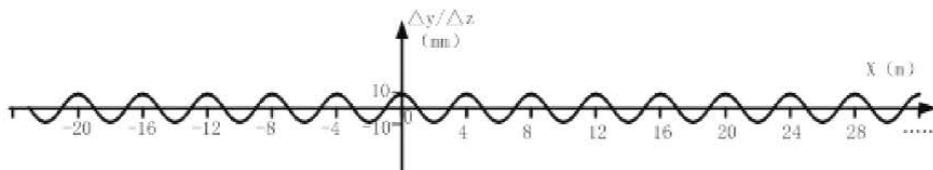


图7 正弦缺陷曲线

表3 考虑初始缺陷影响节点时程分析结果 (Z方向)

运行阶段	节点位置	第一阶屈曲模态		正弦曲线		无初始缺陷	
		最大振幅/mm	最大加速度/ m/s ²	最大振幅/mm	最大加速度/ m/s ²	最大振幅/mm	最大加速度/ m/s ²
制动段 (98~113m)	112m	1.214	0.208	1.220	0.220	1.212	0.207
	106m	0.897	0.209	0.900	0.236	0.895	0.208
匀速段 (68~98m)	68m	0.542	0.241	0.543	0.242	0.542	0.241
加速段 (0~68m)	32m	0.544	0.147	0.546	0.147	0.544	0.147

表4 考虑初始缺陷影响节点时程分析结果 (Y方向)

运行阶段	节点位置	第一阶屈曲模态		正弦曲线		无初始缺陷	
		最大振幅/mm	最大加速度/ m/s ²	最大振幅/mm	最大加速度/ m/s ²	最大振幅/mm	最大加速度/ m/s ²
制动段 (98~113m)	107m	0.080	0.343	0.080	0.356	0.080	0.343
匀速段 (68~98m)	76m	0.051	0.100	0.051	0.100	0.051	0.100
加速段 (0~68m)	25m	0.028	0.053	0.028	0.053	0.027	0.053

幅影响较小,对竖向加速度影响较大,放大系数达到1.135。

根据以上结果,在考虑了初始缺陷影响的情况下,投放水道在发射车高速运行阶段的竖向位移仍小于0.8mm,可以满足要求。

5 结论

(1) 采用有限元软件MIDAS/GEN对投放水道在发射车高速运行下的移动荷载进行了时程分析,通过计算可以得到,投放水道在发射车高速运行下会产生动力响应,且发射车高速运行阶段的最大竖向振幅小于0.8mm,可以满足试验要求。

(2) 在发射车高速运行的移动荷载作用下,动力效应在发射车运行的加速和匀速段对结构变形产生的动力放大系数为1.05,制动段也就是结构悬挑段的动力放大系数最大达到1.14。

(3) 经过对比,屈曲模态不适用于模拟本工程的初始缺陷,可采用基于正弦曲线的初始缺

陷模型来近似模拟。经过模拟可得到初步结果:正常施工精度的初始缺陷对发射车高速运行下结构振动的影响并不大,不会造成最大竖向振幅超限,更为准确的初始缺陷的模拟方法需要结合实际工程使用时的监测数据来做进一步的研究。

参考文献

- [1] 中国民用航空总局.中国民用航空规章第25部:运输类飞机适航标准CCAR-25-R4[Z],2011
- [2] 夏禾等.车辆与结构动力相互作用(第二版).北京:科学出版社,2005

高温循环风机在铝合金热处理设备中的应用

■ 崔清链 [设备]

摘要: 本文初步介绍了高温循环风机的一些理论性能及性能参数的确定。根据风机气流流动原理进行了风机分类及相关风机的简单介绍。在铝加工的热处理设备中,因为不同的产品材料及产品外形规格,对热风循环流场有不同的要求。该文分析了不同产品和形状的工件所对应的空气流场,对应不同的流场如何确定风机的类型和参数,是设备性能优劣的关键。通过以往热处理设备的理论设计和实际应用,总结经验加以整理,对风机选型加以总结和分类,从而为热处理设备高温风机选型的合理性和经济适用性提供一定的参考。

关键词: 高温循环风机; 热处理设备; 热流场

近十多年来,世界铝加工产业发展十分迅猛,成了很多国家和地区的支柱产业之一,世界铝及铝加工产业发展已具有相当规模,技术水平得到空前发展。中国从产能上已成为铝加工大国,但还不是铝加工强国,而且产品的比例仍不够合理,铝板、带材的产量和品种仍落后于发达国家,工业型材的比例也较低,特别是年人均铝和铝材消耗量远远低于发达国家。最主要的是,我国在高精产品研发方面严重滞后,长期以来出口中低档产品而进口高精度产品的问题没有根本解决,主要问题集中在产业和产品结构不合理,综合技术经济指标不高。尤为主要的是加工技术和工艺相对落后,装备和加工器具的设计制造水平还较低,高精产品加工能力不足。虽然目前全行业装机水平已相当高,但高精度设备主要还是靠进口,依靠进口使装机水平得到迅速提高。在铝加工的装机设备中,热处理设备是尤为关键的

一环。热处理设备的工艺性能优劣,温度控制、升温 and 冷却等性能实现的精准度,对铝加工产品的材质机理性能和表面品质都有至关重要的影响。尤其是随着近几年航空航天及轨道交通的发展,对高端铝合金产品的需求越来越多,而相关铝加工产品的生产要么采购国外热处理设备进行加工,要么直接从国外采购铝合金的成品件。因而严重影响了国内铝加工行业的发展。铝合金热处理设备中影响产品品质的重要参数是温度精度的控制,影响温度精度的关键因素是设备内部气体流场,而风机的结构和参数性能是气体流场的主要决定因素。

本文主要描述铝合金空气循环热处理炉设计应用过程中高温循环风机的性能确定和选型,并做相关探讨。

1 风机的性能特点

1.1 风机的基本性能

风机是依靠输入的机械能提高气体压力,并排送气体的机械的统称。

作者简介: 崔清链,男,高级工程师,2002年毕业于沈阳建筑工程学院机械制造与工艺专业,现就职于中葡工程集成设备有限公司。

风机性能主要由风压、流量、主轴转速、轴功率和效率等参数表示，这些参数之间存在着一定的关系（见表1）。

风机所需功率按下式求出：

$$P = \frac{q \times p}{3600 \times 1000 \times \varphi} \times K$$

式中：q—流量（m³/h）；p—全压（Pa）；P—轴功率（kW）；η—效率；K—电机容量安全系数；轴流风机η取值范围0.55~0.65，多翼式离心风机η取值范围0.65~0.75，后向叶轮离心风机η取值范围0.8~0.9，炉用高温循环风机K值一般取1.05。

风机性能一般均指标准状态下的风机性能，特殊要求除外。标准状态系指大气压力为101302 Pa，大气温度t=20℃，相对湿度φ=50%时的空气状态，标准状态下的空气密度：

$$\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3 \text{。}^{[1]}$$

1.2 风机功率的确定

风机选型时，若使用状态为非标准状态，则应将非标准状态下性能转化为标准状态性能后，再根据换算性能进行选取。

高温炉用循环风机，从启动开始到炉温达到最高，需要经过几百摄氏度的炉温变化。在选取电机时，既不会按照最高使用温度选取，也不会按照风机启动时即达到额定转速进行选取。而是选择一款能够支持风机在炉温升至

0.5t_{max}时达到额定转速运转的电机。这样做的目的，是为了使风机运行达到最佳的经济性。举例如下，加以说明：

我们设某热处理炉，其炉内温度变化范围从20℃到600℃，选定一台高温循环风机，此风机在20℃时以额定转速运转需要消耗功率100kW，那么它在600℃时消耗的功率为多少？

我们将已知条件P₂=100kW，t_{min}=t₂=20℃，t_{max}=t₁=600℃（由于均达到额定转速故n₁=n₂）代入 $\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 \left(\frac{273+t_2}{273+t_1}\right)$ ，可以求出P₁=33.5kW。即当炉温升至600℃时，风机额定转速运转时，只需消耗约33.5kW的功率。

根据上述计算结果，如果按照风机常温启动就达到额定运转，那么必须选取≥100kW的电机，查电机样本满足条件的电机最小功率等级为110kW，如果这样选取，风机可直接50Hz全速启动，但当炉内温度升高后，风机大部分运转时间内所需的电机功率都远小于110kW，造成能源浪费。反之，按照600℃风机达到最高转速选取电机即选取≥33.5kW的电机，查电机样本满足条件的电机最小功率等级为37kW。但这样选取又会造成风机从启动一直到炉温达到600℃前，风机都不能达到50Hz运转，由此又导致炉子不能在最短时间内达到热处理炉所需的相关性能。为了兼顾设备运转经济性并尽量满足设备在各个温度段的设备性能，选取t=1/2t_{max}=300℃，按此代入

表1 风机性能参数关系式

改变介质密度ρ，转速n时的换算式	改变转速n，气体温度t时换算式
$\frac{q_1}{q_2} = \frac{n_1}{n_2}$ $\frac{p_1}{p_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 \frac{\rho_1}{\rho_2}$ $\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3 \frac{\rho_1}{\rho_2}$ $\eta_1 = \eta_2$	$\frac{q_1}{q_2} = \frac{n_1}{n_2}$ $\frac{p_1}{p_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 \left(\frac{273+t_2}{273+t_1}\right)$ $\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 \left(\frac{273+t_2}{273+t_1}\right)$ $\eta_1 = \eta_2$

注：1. q—流量（m³/h）；P—全压（Pa）；P—轴功率（kW）；φ—全压效率；ρ—介质密度（kg/m³）；n—转速（r/min）；t—介质温度（℃）；2. 注脚符号“2”表示已知的性能及其关系参数，注脚符号“1”表示所求的性能及其参数。

$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 \left(\frac{273+t_2}{273+t_1}\right)$, 可以求出 $P_1=51\text{kW}$, 查电机样本满足条件的电机最小功率等级为 55kW 。这样 $20\sim 300\text{℃}$ 之间风机低速运转, 300℃ 时切换至高速运转。

2 风机的分类

循环风机按照不同的应用环境和工作原理可以有多种分类方式, 本文涉及到的风机主要是应用在高温环境下, 因此主要就铝合金用热处理设备中高温工作环境下的风机做一探讨。按照风机的工作原理分类, 风机主要分为轴流风机、离心风机和混流风机, 其中高温轴流风机和高温离心风机在热处理设备中应用最为广泛。

2.1 高温轴流风机

轴流风机是气流通过风机叶轮后依然沿轴向运动的风机, 其核心部件叶轮由轮毂和围绕轮毂一周均布的叶片组成。热处理设备用高温轴流风机设置了保温塞体, 用于风机叶轮和风机电机的隔热, 风机叶轮的导流筒体一般固化于炉内的导

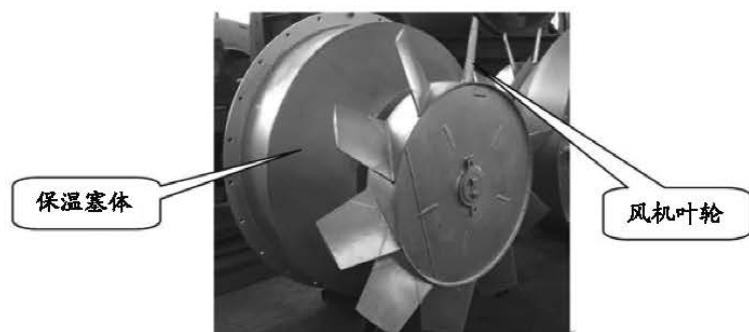


图1 轴流风机

流板之上(见图1)。

2.1.1 炉用轴流风机的传动方式

热处理设备用高温轴流风机根据传动方式不同分为两种即: D式传动(直联)方式和C式传动(皮带)方式。

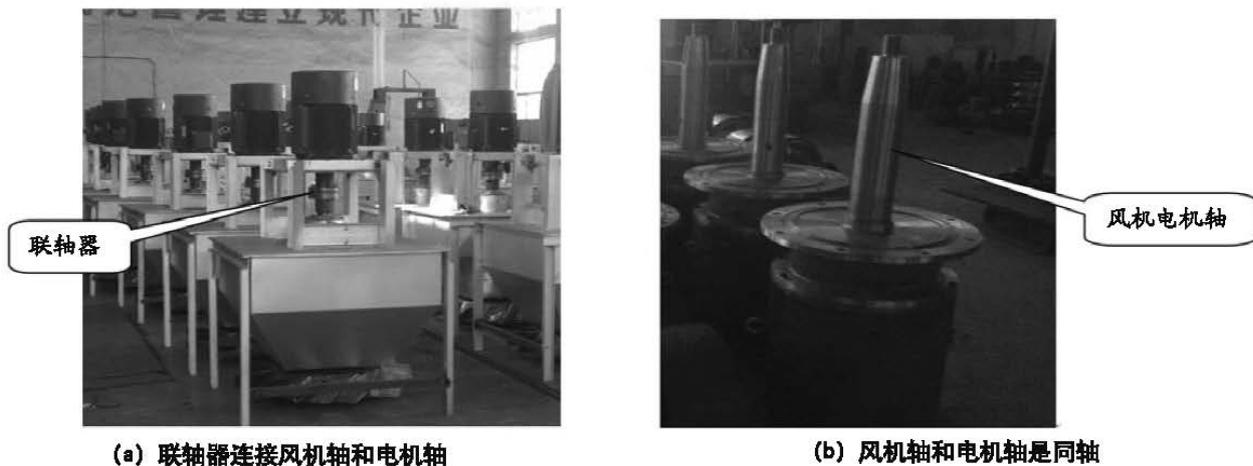
D式传动方式, 即采用联轴器连接风机主轴与电机主轴, 或者在特殊场合下风机主轴和电机传动轴是同一根轴, 见图2。前者是比较传统的风机直联方式, 后者需对电机进行改造, 或者采用专门制造的风机电机。采用D式传动方式的风机, 其转速与所采用的电机额定转速时刻保持一致, 但要求风机轴和电机轴的同轴度较高。

C式传动方式, 是通过皮带及皮带轮连接风机主轴与电机主轴。采用C式传动方式的风机轴和电机轴在一些特殊情况下会出现转速不一样的现象(丢转), 但因采用皮带属于挠性传动, 可以避免因风机轴和电机轴不同轴带来的问题, 见图3。

鉴于安装位置的不同, 装在热处理炉顶部风机轴垂直安装的轴流风机称为立式轴流风机(如W63B型), 装在炉侧壁风机轴水平安装的轴流风机称为卧式轴流风机(如W63A型)。

2.1.2 选型建议

安装于热处理炉顶部的立式轴流风机最好选用D式连接的风机, 这种连接的风机可以有效的减少风机对炉顶面积的占用, 同时传动效率高且便于安装和维护。安装于热处理炉侧的风机由于结构强度的问题, 功率 $\geq 37\text{kW}$ 的侧装轴流风机基本都选用C式皮带连接。



(a) 联轴器连接风机轴和电机轴

(b) 风机轴和电机轴是同轴

图2 轴流风机D式传动(直联)方式

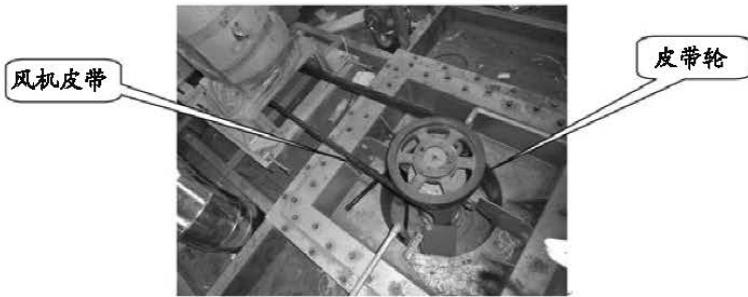


图3 轴流风机C式传动（皮带）方式

2.2 高温离心风机

离心风机的气流沿轴向进入叶轮，高速旋转叶轮对其施加离心力，最终气流沿垂直于主轴方向远离叶轮的风机。离心风机叶轮由轮毂、后盘、前盘及叶片组成。根据风量和风压以及其他方面的需要，风机的叶轮分为后向风机叶轮和前向风机叶轮。在基本相同的情况下一般前者风量和风压均较后者小。在同一种风机叶轮结构下为了调整风机风量和风压，可以通过调整风机叶片片数、角度和长度来实现。如果叶片比较长，一般设置中间盘，用以加强风机叶轮强度，见图4。

2.2.1 炉用高温离心风机的安装方式

炉用高温离心风机有两种安装方式，一是安装于炉顶的离心风机，风机轴垂直于地面，称为立式离心风机；另外一种安装于炉体的侧面，风机轴平行于地面，称为卧式离心风机。小型的离心风机一般直联的比较多，而对于叶轮较大的离心风机目前热处理炉上应用的多为皮带传动，见图5。

2.2.2 离心风机蜗壳

对于离心风机而言，蜗壳具有导向增压的作用，对风机最终所需要的风量和风压等参数起着重要的影响。一般立式离心风机，限于安装的需要，其蜗壳或导流板在炉体制作时直接固化于水平导流板和炉顶之间。卧式离心风机的蜗壳一般由风机厂家设计生产并最终组装于炉体上。

轴流风机的压力一般不大于700Pa，经增压改造的不超过1100Pa，因此适用于对压力要求不高的场所。离心风机所能提供的压力比轴流风机高的多，炉用离心风机一般风压集中于1500~4000Pa之间。目前热处理炉上用到的轴流风机叶轮尺寸一般限定在2000mm以内，离心风机限定在1600mm以内，所能提供的风量均不大于25万m³/h。

3 风机在不同铝合金热处理设备中的应用

铝合金热处理设备根据所加工工件的性能要求以及工件形状和装料方式，分为多种形式，每种形式采用不同种类和安装形式的风机，以满足循环热风流场的需要。下面就相关内容予以探讨。

3.1 空气循环炉风机参数的确定

风机的风量、风压是其主要的性能参数，而参数的确定和炉温均匀性的要求及炉体导流系统流场的形式密切相关。

确定风机风量时，如果炉温均匀性要求 $\leq \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，流场内的热风循环次数一般是0.8~1次/s，均匀

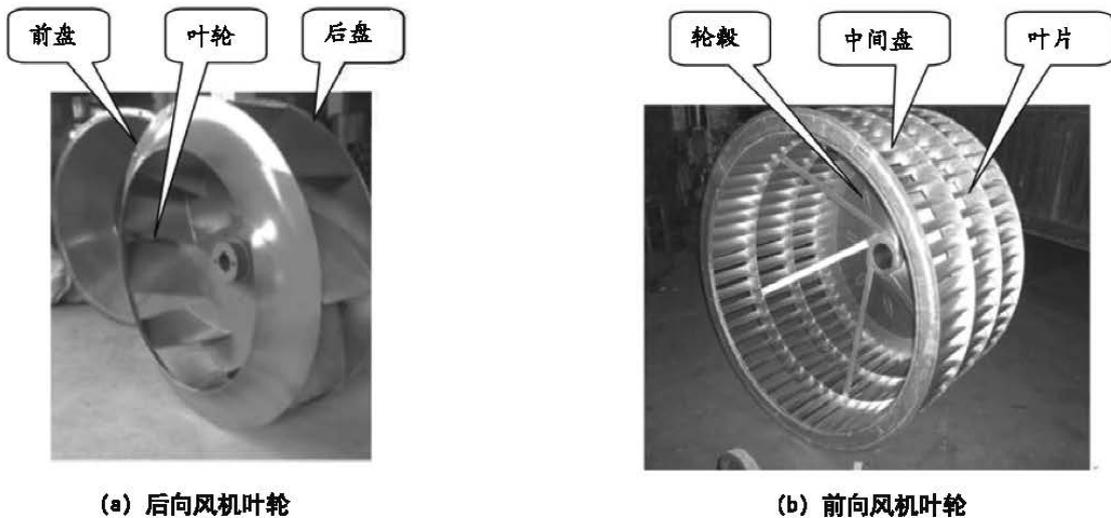
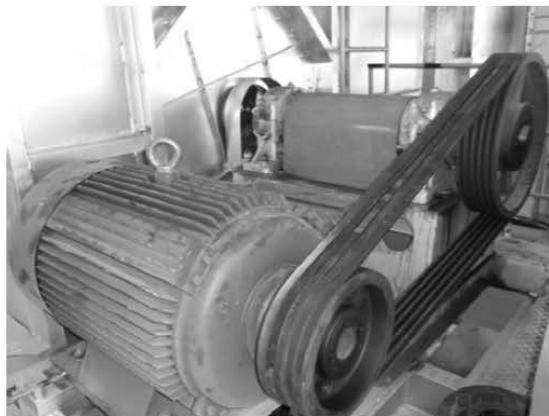


图4 离心风机叶轮



(a) 立式离心风机



(b) 卧式离心风机

图5 高温离心风机安装方式

性要求 $\leq \pm 5^{\circ}\text{C}$ 时,热风循环次数一般是 $0.5\sim 0.8$ 次/s。风压则根据导流系统的流场结构所涉及到的局部压力损失和沿程压力损失确定。其中局部压力损失占较大比重。流场压力损失的确定,之前主要根据相关资料中按不同流场结构确定局部和沿程阻力系数,然后根据公式计算压损。常因边界条件不是特别准确,所以一般计算出来的压损也不是非常准确,但具备参考性。现在Fluent及Ansys软件的应用,提高了该数据的准确度。^[2]

风机风量的确定也因多重因素的影响和手册给出的参考方法有所不同。首先确定流场气流的流程,然后根据所需气流的循环频率即可得出气流的流速,其次计算出气流流通截面积,与之相乘便得出流量,然而很多情况下流场并不规则。编者根据几年来的理论和实践经验,一般取流场循环的中线作为气流流程线。截面积一般是计算气流所经过的所有不同截面面积的算术平均值作为最终计算面积。

3.2 热处理设备流场的分类

热处理设备按照热处理工艺分时效炉、退火炉、淬火炉、均热炉、加热炉等多种炉型。各种炉型中按照产品性能要求、放料形式不同对于热处理炉内热风循环流场的需求也有所不同。下面根据编者的总结初步分成了圆型流场和箱型流场。箱型流场又分成热循环风侧吹和热循环风顶吹。

另外流场的结构形式对流量和压损的影响也非常大。在同样风机参数性能的情况下,圆型流场较箱型流场而言气流稳定,流场效率高。在箱型流场中,是否采用合理的导流片及风道结构,所需风机提供的风量和风压也大不相同。

3.2.1 圆型流场

铝合金热处理设备中的圆型流场多为立式结构,主要是由工件在炉内放置的方式确定的,处理的工件多数是长细比较大的管、棒、线等型材产品,工件在炉内吊挂装料。

通常因流场比较高,所需循环热风的风量和风压都很大,在圆形炉炉膛中很难有合理空间放置风机,因此一般设置单独的风机箱放置风机,并在风机的附近设置加热系统,实现热交换。该种设备风机一般为卧式离心风机,风量在 10 万 ~ 14 万 m^3/h ,风压为 $2000\sim 4000\text{Pa}$ 之间。有效区是一个圆柱形空间,有效区外侧是一个环形风道,气流从风机吹出后沿环形风道上升,之后从有效区的上端进入,然后经过有效区从有效区的下端进入风机吸风口,实现热风循环。该炉型一般用于硬质铝合金的时效和淬火热处理,见图6。

3.2.2 箱型流场

箱型流场顾名思义一般是指箱型炉体结构中的空气流场。根据近几年市场上所需的铝合金热处理设备的使用情况,箱型炉体的热风循环流场一般分为两种,一般是根据有效区内气流的方向进行分类。其中一种是每区的高温风机顶置,风机吸风,循环热风通过炉体两侧的风道和加热器热交换后进入炉体有效区(即有效区内循环热风上下流动)。一种是风机顶置或侧装,循环热风和加热系统换热后从有效区的一侧进入有效区(即有效区内循环热风水平流动)。风机顶置循环热风上下流动,见图7。

对于轴流风机顶置的设备,因流场均为畅通大循环,流场压损小,所以采用轴流风机即可。对

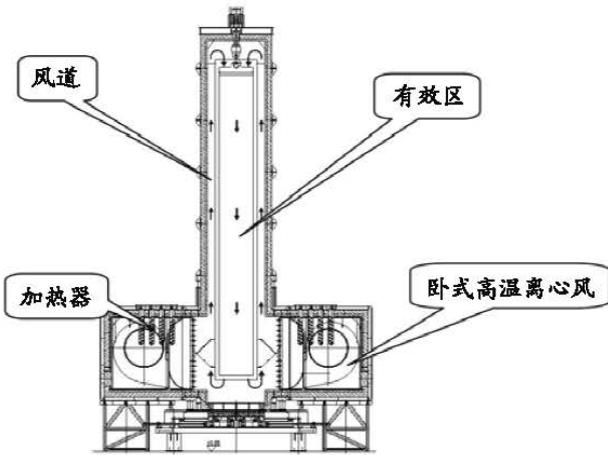
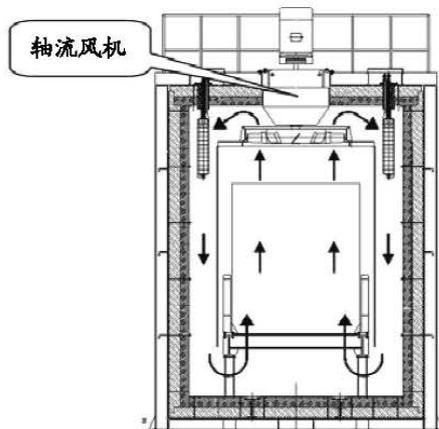
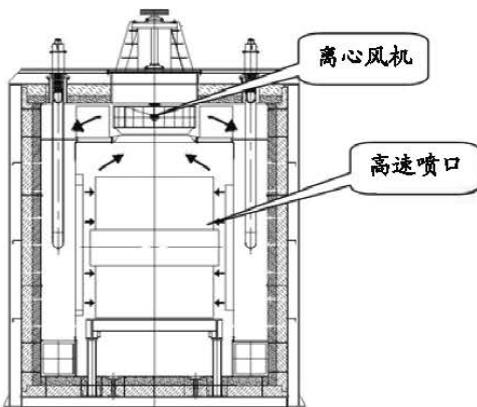


图6 铝合金淬火炉结构示意图



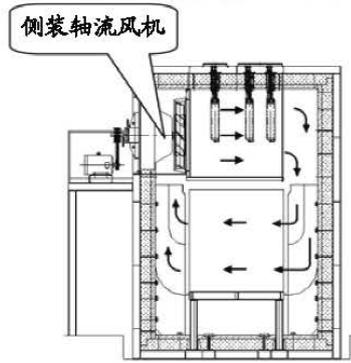
(a) 轴流风机顶置



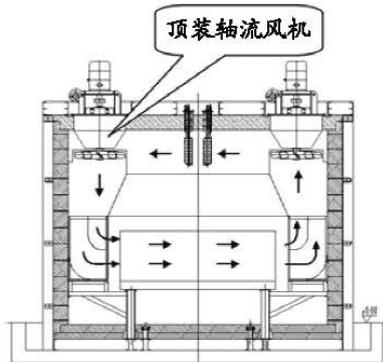
(b) 离心风机顶置

图7 风机顶置循环热风上下流动示意图

于离心风机顶置设备，因热循环风从炉顶导流进入炉侧静压箱，从有效区左右两侧高速喷出，所以所需风压较大，因此采用大流量高风压的离心风机。风机顶置或侧装循环热风水平流动，见图8。



(a) 轴流风机侧装



(b) 轴流风机顶置

图8 风机顶置或侧装循环热风水平流动示意图

对于有效区内循环热风水平流动的情况，在轴流风机侧装的设备中，导流系统压损较小，循环热风循环流场，所以一般的轴流风机侧装方案即可满足。而对于侧吹带静压整流箱的设备，压损较大，所以图8中采用两个轴流风机串联，提高流场中的风压，满足设备使用需求。

4 结论

高温循环风机在铝合金热处理设备中的应用至关重要，直接关系到热处理设备炉温均匀性的优劣及加热效率的高低。深入了解风机的相关性能及应用环境，并在实际应用过程中根据热处理设备中不同的流场形式和性能要求选用不同的风机及风机的安装方式，从而使整个热风循环系统更加合理，在提高热处理设备技术参数的前提下，做到节能高效。

参考文献

- [1] 续魁昌. 风机手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 1999.
- [2] 王秉铨. 工业炉设计手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2006.

论网络硬盘在项目管理中的应用

■ 董鹏鸣 谢启良 (工程管理)

摘要: 网络硬盘是一种新兴的具有独立、开放、可操纵的网络存储空间,随着个人互联网接入速度与接入方式的变化,出现了比移动存储介质、电子邮箱等更多样化的应用前景。本文介绍了网络硬盘的特点与优势,分享了实际项目中网络硬盘的应用经验。经分析表明,在工程管理实践中,网络硬盘在传递信息与提高项目管理水平等方面,相比电子邮件、移动存储介质等具有较为突出的优点。

关键词: 工程管理;网络存储空间;网络硬盘

随着IT技术和互联网技术的发展,信息化的浪潮席卷了各行各业。建筑行业的方方面面,从设计到施工都产生了巨大的变化。设计从手工绘图变成了CAD绘图、再变成BIM绘图,甚至新出现了利用VR技术的体验式设计;施工也享受到了信息化带来的从施工工艺到施工质量的飞跃式发展。在企业管理方面,信息化大大提高了企业的管理水平和效率,降低了企业成本。

0 概述

网络存储空间是指网络环境下一切具有信息存储功能的虚拟空间,包括服务器存储空间和具有存储功能的其他非本地的空间(如电子邮箱、博客、网络硬盘等),具有独立性、开放性、承载性、可操纵性、私密性和稀缺性等特点,它是伴随着互联网发展而出现的新生事物。

(1) 独立性、开放性

独立性就是用户可以识别到该空间的存在,用户的个人空间与其他用户的个人空间是独立

的。开放性是指空间与空间之间可以交换数据以实现功能,同时用户还可以把空间中的内容与其他人共享。

(2) 承载性

网络存储空间是一个信息载体,可以承载各种信息和数据,具有存储功能。

(3) 可操纵性和私密性

每个网络存储空间的用户可以对这个空间进行操作,如上传数据、删除数据、更改共享方式等,如果未共享或未经同意,外界一般无权访问。

(4) 稀缺性

运营商的服务器硬件环境决定了网络存储空间的总容量是有限的,具有稀缺性。用户的网络存储空间大小是由网络硬盘服务商来决定的,如想扩充容量,需要购买服务商的增值服务或等待服务商扩容。

从上面的叙述可以看出,网络存储空间产生的时间较早,电子邮箱、博客已有几十年的历史,网络硬盘的产生也近十年了。

直到近几年,随着很多地区、家庭的互联网接入速度的提升(已经达到10Mb、20Mb、50Mb甚至100Mb),移动终端进入高速的3G、4G时代,个人上传和下载大量文件更为便捷,为网络

作者简介:董鹏鸣,男,助理工程师,2016年毕业于北京林业大学风景园林专业,现就职于中航规划建筑设计研究院。

硬盘的兴起奠定基础。加之各个服务商提供的诸如云盘、云空间等服务，或免费或收费的产品大量出现，网络硬盘才进入了大众的视线。

1 网络硬盘的应用及优势

1.1 网络硬盘的应用

(1) 网络硬盘的用户可以将自己需要保存的信息上传到个人所有的网络硬盘空间。之后再由互联网接入，可以访问网络硬盘服务商的终端，均可登陆自己的网络硬盘，查看并下载已经保存在网络硬盘内的信息。

(2) 大部分服务商在其提供的网络硬盘服务内均包括共享空间与私人空间。在共享空间内存储的信息，对所有用户都是可见的。在私人空间内存储的信息，对于其他用户是不可见的，不能查看也不能下载（见图1）。

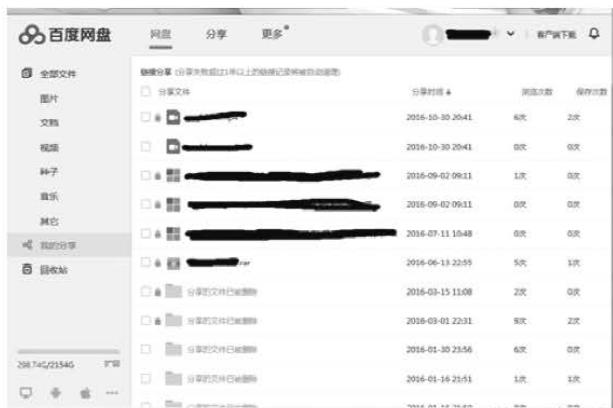


图1 百度网盘分享界面

(3) 用户可以分享自己上传到网络硬盘空间内的数据，可以从好友名单中选择个人或分组，为他们分配权限。有些网络硬盘会为分享的文件创建链接，只要把链接发给好友，就可以下载分享文件（见图2）。

(4) 一些网络硬盘还提供一键分享到论坛、微博或其他网站的功能。这样用户可以方便地通过网络硬盘向论坛、淘宝或其他非定向用户分享资源。

1.2 网络硬盘的优势

1.2.1 与传统存储介质相比的优势

网络硬盘是网络存储空间的一种形式，相比传统的可移动存储介质与个人计算机中的存储介质，主要有以下三点优势：

(1) 方便携带



图2 分享方法

可以将常用的文件存入网络硬盘，在需要的时候既可以用来展示也可以拷贝，避免了携带太多文件的麻烦。

(2) 避免丢失

将文件传入网络硬盘，避免了随身携带可移动存储介质可能存在的遗失的风险。同时重要的文件传入网络硬盘保存，防止因为电脑出现意外损坏或遗失造成信息丢失的风险。

(3) 方便共享

只要把文件传入网络硬盘，之后在网络硬盘里设置共享，就可以分享给好友或其他人，无需双方当面拷贝或传递可移动存储介质，方便快捷。

(4) 容量巨大

由于网络硬盘的存储是放在服务提供商的服务器上，不受使用者使用环境的限制，理论上可以无限升级扩大容量，比如图1贴出的百度网盘的账号内目前提供的空间是2154GB，远远大于一般使用者的个人计算机、移动存储介质的容量。

1.2.2 与其他网络产品相比的优势

相比于很早就出现并被大众所认知的电子邮箱、博客等信息化产品，最近几年才流行开来的网络硬盘也有自己独特的优势。

(1) 与电子邮箱比较

电子邮箱伴随着中国互联网的发展，几乎每个网民都有一个或几个电子邮箱账号，大部分还是免费的。但是电子邮箱存在以下缺点：

- a) 基本上以传播文字信息，少量文件为主，上传大量文件不方便；
- b) 需要写明收件人，对方才能收到文件；

c) 单个文件太大的话, 只能作为超大附件上传到邮件服务器并发送, 文件在邮件服务器上存在的时间有限, 超过一定时间之后, 邮件服务器将自动删除超大附件, 收件人将不能下载收到的文件。如果想重复发送给其他人, 还需要重新上传;

d) 部分邮箱无法收到包含大量文件的电子邮件, 尤其是企业邮箱, 给文件的共享造成了一定的麻烦。

而网络硬盘的出现, 则避免了电子邮箱存在的诸多不便于分享文件的弊端:

a) 网络硬盘的客户端可以很方便地上传大量文件, 还支持断点续传, 避免因一时网络状况不好造成上传失败;

b) 用户上传文件之后, 只需要将文件共享, 之后将文件链接发给对方, 对方就可以通过点击链接下载文件;

c) 文件被分享之后, 只要用户不删除网络硬盘上的文件, 下次依然可以共享给其他人, 不需要重新上传;

d) 完全避免了部分邮箱无法接收到大量文件的问题, 只要对方能正常连接上互联网, 就可以下载文件;

e) 对单个文件大小的限制只受用户存储系统与服务器存储系统的文件系统影响。例如早期Windows 9X系列视窗系统中最常用的FAT16和FAT32文件系统支持单个文件大小2GB和4GB, 基于NT内核的Windows 2000、Windows XP及以后的视窗系统支持NTFS文件系统, 最新版本理论上支持的单个文件大小只受分区大小控制, 可达TB级别(1TB=1024GB); 在服务器等环境中常用的Unix/Linux等系统使用的文件系统, 如Ext2、Ext3、Ext4等, 支持的单个文件大小也均能达到TB甚至EB级别(1EB=1024TB)。以上数据相比于电子邮件普通附件的几百MB甚至只有几十MB而言, 完全不会影响使用。

(2) 与博客相比

博客一词来源于英文的“Blog”, 是一种类似于个人网站, 个人可以在上面发表文章、少量文件的产品。顾名思义, 博客主要是用来发表个人见解的地方, 基本没有考虑过传播文件的需求, 不适用于共享大量文件。

(3) 即时通讯工具

国内最常用的即时通讯工具就是QQ, 经过十多年的发展, 目前QQ已经具备了如传递文件,

视频通讯等各种功能, 但是它的文件传递功能是单一对象间的传递。目前QQ也可以通过建立QQ群, 然后把资料传递到群空间的方式, 实现对多人共享文件。虽然群空间也可以算是网络硬盘, 但是其的文件管理能力较弱, 无法建立文件夹, 更多的是向群成员发布文件, 群成员下载后即可删除, 仅需短期保存即可, 不需要长期保存。

2 网络硬盘在项目中的应用

通常企业信息化主要侧重于实现企业内部形成网络, 人员流、资金流、物资流和信息流的科学管理与流通, 使企业整体高速运行。但在项目管理实践中, 会有大量不同企业的项目部间的信息传递, 这是通常意义上的企业信息化建设中所关注不到的地方。

2.1 在项目中的应用

笔者在工作实践中, 参与的规模较小的项目在管理过程中, 项目相关方较少, 采用电子邮箱或可移动存储介质传递所需的电子版文件, 可以满足项目的需要。

但是随着建筑的规模越来越大, 建筑内的系统也更加专业、综合与复杂, 这些项目大多会涉及到很多参建单位以及大量的信息资料, 这时候电子邮箱和可移动存储介质就有些力不从心。下面笔者就以中航资本大厦为例, 介绍一下网络硬盘在项目上的应用。

2.1.1 中航资本大厦项目概况

中航资本大厦总建筑面积为13.54万m², 分为塔楼和裙房两部分, 塔楼地上43层, 裙房地上4层, 两部分地下室5层。项目参建单位超过40家, 其中设计、顾问等资讯服务类单位18家, 施工总包、分包单位24家。

2.1.2 网络硬盘在中航资本项目中的应用

(1) 前期设计阶段

本项目在前期设计时, 设计参与方较多, 各个专项设计之间需要配合的工作量繁多, 传递的文件大多为过程稿, 需要电子版图纸。

项目运行过程中曾经碰到过这样的状况: 主设计和专项设计异地办公, 专项设计提供了一版过程稿的图纸, 需要交给北京的设计顾问单位审核。联系双方对接人员, 让他们通过邮箱传递图纸, 但是设计顾问提供的邮箱为公司的邮箱, 无法接收大容量附件, 尝试过多次后依然没有收到

专项设计单位的邮件，后来协调双方通过QQ传递图纸。但是这种方式不能一次传递多个单位，如果需要传给其他单位，还是要通过邮箱或者QQ，这时候如果将需要传递的图纸先上传到网络硬盘，然后将共享的链接发给需要的单位，方便、快捷，提高图纸传递的效率。

(2) 后期施工阶段

设计完成后，进入到施工阶段，网络硬盘依然也可以起到快速下发文件，在线存储文件便于随时随地查看的作用。

没有众多信息化工具的时候，施工单位技术人员经常需要复印多套图纸交给施工人员，施工人员按照图纸进行施工。图纸长期在现场受到风吹日晒，可能会污损及变色，造成查看困难，影响了现场施工的准确性与时效性。现在借助于网络硬盘与手持移动终端的协同配合，可以把大量的施工图纸存到网络硬盘里，然后通过手持移动终端里的各种APP，随时随地的下载并查看图纸，作为纸质图纸的补充，及时指导施工，减少返工。同时，施工过程中各参建单位沟通协调的工作非常繁杂，这时提前把工程的洽商、变更等技术资料以及合同等商务资料传到网络硬盘中，可以在任何有网络的地方，使用这些资料，讨论工程事宜，打破了地域的限制。

(3) 网络硬盘管理制度

项目部经过前期调研，及以前使用网络硬盘的经验，针对网络硬盘使用中可能出现的问题，制定了电子版资料管理办法，以便更好地在项目管理中使用网络硬盘。要点简述如下：

a) 选择品牌知名度高的云盘，确保服务的质量，保证可以随时随地地访问网络硬盘；

b) 由于涉及的专业较多，图纸量较大，为了便于管理，事先约定了文件夹的命名规则，见表1；

c) 为了便于识别各个文件，减少查找时间，图纸名称严格按照“图号+图纸名称”等方式命名，如“建施-3 建筑设计总说明一”；

d) 各专业图纸由制定的专业负责人负责上传至相应文件夹、登记图纸台账，并定期维护、及时更新；

e) 当设计单位下发新版本图纸，对原有版本图纸进行替换时，负责人将“1.1最新版图纸”文件夹内被替换的图纸移动到“1.2旧版图纸”文件夹内，并更新图纸台账。

这样，在图纸需要下发给有关单位时，可以直接共享，减少了多次上传的时间，减少了因各单位所用网络、邮箱不同，可能造成的图纸传递出现问题的几率。

这一制度的实施，减少了图纸传递工作的劳动强度，有需要的项目部其他成员也可以自行去云盘查找，提高了工作效率。

2.2 应用网络硬盘可能存在的问题与解决途径

2.2.1 可能存在的问题

(1) 网络硬盘本身的问题

对于被广泛使用的免费网络硬盘，其对服务商的法律责任规定不全面，用户的权利难以得到保护。近年来某些品牌网络硬盘的关闭，虽然有各种如涉黄、侵权等外在因素推动，但是其中用户的权利依然追索无门，给在项目管理中利用网

表1 文件夹命名规则

一级文件夹	二级文件夹	三级文件夹	四级文件夹	五级文件夹
1.设计文件	1.1最新版图纸	1.1.1土护降	...	...
		1.1.2中航建筑院	1.1.2.1建筑	PDF
			1.1.2.2结构	CAD
		
		1.1.3桩基	...	...
	
	1.2旧版图纸	...	...	...
2.变更文件	...	...	...	...

络硬盘造成了一定的不便。

(2) 涉密项目的问题

网络硬盘内存储的信息是存储在服务商的互联网服务器内,没有与外网隔离。如果项目资料涉密,则按照规定是不能使用这种非密的网络硬盘。

(3) 文件管理的问题

因为电子版文件的易修改、易拷贝的特性,在文件传递过程中,务必甄别传递文件的版本,确保发送出去的文件准确。

由于网络硬盘是开放性的,有权限的人都可以对文件进行添加、删除、修改等操作,必须制定严格的使用管理程序。

2.2.2 问题的解决途径

对于以上的问题,笔者建议可以这样解决:

(1) 指定专人维护网络硬盘中的内容,定期在本地备份网络硬盘中的资料,负责人定期进行检查。确保即使网络硬盘服务取消,资料也不会丢失。另外可以考虑使用收费的企业级网络硬盘,相对来说比免费的更有安全保证;

(2) 对于涉密项目,企业可以自行建立网络硬盘使用保密网为项目部提供服务,或使用保密网络运营商的服务产品;

(3) 制定相关规定,由专人负责维护网络硬盘上的数据,确保数据的准确性。可以按文件夹分类,不同的文件夹分别指定责任人负责,对于一些不能对所有人公开的资料,可以由责任人对文件夹进行加密,仅对需使用的人员告知密码。

2.3 网络硬盘在项目管里中使用的展望

当前免费的网络硬盘存在各种问题,很多服务商都已关闭或准备关闭,同时积极开拓企业级网络硬盘市场。这给了在工程项目中继续使用这个工具一个很好的前景。各企业根据缴纳的服务费,享受不同级别的服务。服务商有了可靠的资金收入,可以长时间、稳定提供服务,同时改进网络接入速度,提升服务体验,更好地为企业用户服务。

企业在使用中可以建议服务商对网络硬盘设定更详细、类似于操作系统一样的权限管理功能。例如对一个网络硬盘空间设置多个账户,每个账户的权限不一样,权限高的账户可以给权限低的账户授予或取消权限。这样甚至可以把低权限的账户交给项目参与方,各方共同在一个网络硬盘空间进行资料传递,更加简化了分享步骤,提高了工作效率。

3 结束语

计算机技术和互联网高速发展,为企业的信息化建设构建了良好的外部环境。积极利用各种新出现的信息化工具为项目服务,可以提高工作效率,为项目高速、合理运转添砖加瓦。本文只是笔者工作经验的简单分享,希望同行多提宝贵意见,共同促进项目管理工作的的发展。

参考文献

- [1] 吴家福,建筑企业的信息化管理及发展的研究[D],南昌航空大学硕士学位论文,2014.
- [2] 王洋,浅谈网络硬盘的应用及其优势以及缺点[J],电脑学习,2009(4):60-61.
- [3] 祝连波,任宏,论信息化与建筑企业核心竞争力[J],重庆大学学报(社会科学版),2006(6):42-47.
- [4] 彭畅,浅议网络存储空间的财产属性与法律保护[J],法制与经济,2011(12):215-217.



中国航发商发临港基地科研楼