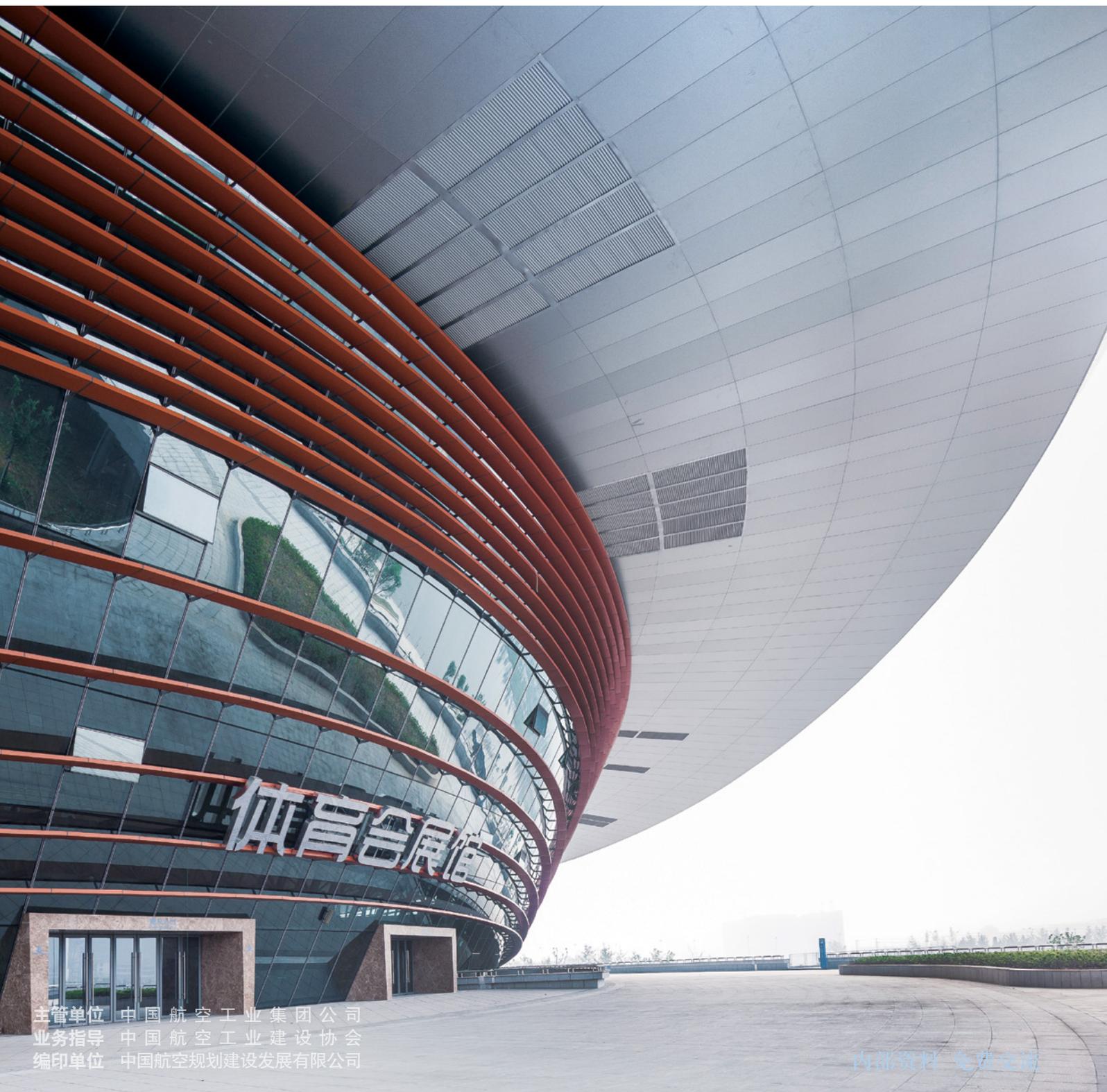


航空工程建设

AERO-INDUSTRY ENGINEERING CONSTRUCTION

2015年第1期 总第117期



体育会展中心

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 中国航空规划建设发展有限公司

内部资料 免费交流

项目概况

绍兴市体育会展馆总建筑面积72010m²，总高度为33.5m。体育馆内观众坐席总数9880座，比赛场地70×43m，体按甲级体育馆进行设计。观众看台呈四边围合状布置，包括20排固定座位和8排临时座位。在3.0~11.6m标高范围内布置固定坐席8180个，场地内布置1700个活动坐席，共9880座。正式比赛时可搭建体操台或进行篮球、排球、手球、羽毛球、乒乓球、击剑等比赛项目；赛后可举办大型文艺演出、展览会、综合杂技表演等活动，与会展部分共同利用为会展空间。会展馆共两层，一层会展部分采用18×18m大跨度柱网，11.6m层高，二层会展部分高度随建筑形体而变化，低处高度约7m。结构形式的选择既满足会展要求，又可在展后作为群众文体娱乐场地，布置羽毛球、乒乓球等功能，增加空间的利用率。非比赛及会展期间，可利用体育馆、训练馆及展厅做为群众群众文体娱乐场地，布置羽毛球、乒乓球等功能，场地内共可布置标准羽毛球场地67块。

建筑造型设计利用简洁的建筑语言，使场馆具有体育建筑的标识性。建筑造型追求简洁、大气，形成整体恢宏的建筑体量。整体建筑控在一个体量中，平台上流线状的场地沿建筑边缘旋转至建筑屋顶，形成为一条与场地连贯的立面飘带。屋顶用同样的处理方法，用线状的构图，强调建筑的流线感。富有张力的曲线表达了场馆的运动精神，简洁的体量凸显了建筑的个性和视觉冲击力。夜色中，灯光随流动的曲线闪亮，形成一道靓丽的光带，宛若银河一般，形成独特的景致。

项目已获得绿色二星设计标识，采用多项先进技术节约工程造价和运营费用：

1. 体育馆比赛场地上空设置108套光导照明系统，实现非赛时的电能节约，满足平时使用要求，赛时可控制关闭满足比赛照明的要求。

2. 比赛运动员淋浴生活热水采用屋面的太阳能系统集中供应并辅助采用电加热，充分利用自然能源。

3. 屋面雨水采用虹吸压力流内排水系统，减少雨水斗数量，快速排除屋面雨水。节约造价同时较少金属屋面漏水隐患。

4. 采用地源热泵系统供冷供热，利用天然能源，环保效益显著，污染物排放低，其节能减排效益非常明显，较常规冷源，减少温室气体排放。

5. 采用智能照明控制系统对会展馆展厅、体育馆观众席、观众休息厅、疏散平台、疏散通道等公共场所照明进行控制，按预先设置的多种灯光场景对体育场场地照明进行控制，实现照明能源的节约。

6. 工程钢屋盖外观呈近似椭圆形的流线状造型，长边尺寸约240米，短边尺寸约137米。为实现建筑造型及使用要求，保证结构安全、合理，设计采用预应力张弦桁架结构，增加大跨度结构刚度，调整结构内力分布，增强结构稳定性，优化结构用钢量，同时保证结构规则、抗震性能合理不超限，并且充分实现了优美、流畅的建筑屋面造型要求，节约了约30%的钢材用量。



协会开展第五届会员大会换届筹备工作

根据民政部《社会团体登记管理条例》的有关规定，中国航空工业建设协会按照《民政部关于印送全国性社会团体2014年度年检事项公告的函》民函【2015】80号文件，积极

配合民政部、科工局的有关年检的规定和要求，正在准备年检材料的网上填报、集团送审等工作。

协会组织进行《2015年从事工程项目管理和工程总承包企业完成合同额百名排序》申报工作

根据中国勘察设计协会《关于2015年开展从事工程项目管理和工程总承包企业完成合同额百名排序工作的通知》中

设协字【2015】11号文件，协会按照文件规定和要求，推荐会员单位开展申报工作。

协会组织进行《2015年度国家工程建设（勘察设计）优秀质量管理小组、质量管理小组活动优秀企业和优秀推进者》申报工作

根据中国勘察设计协会质量分会《关于申报2015年度国家工程建设（勘察设计）优秀质量管理小组、质量管理小组活动优秀企业和优秀推进者的通知》中设协字【2015】12

号文件，协会按照相关规定和要求，将通知转发给各会员单位，正积极组织、推荐会员单位开展申报工作。

协会组织进行《开展第五批工程项目经理资格考评》申报工作

根据中国勘察设计协会《开展第五批工程项目经理资格考评工作的通知》中设协字【2015】10号文件，协会按照相

关规定和要求，将通知转发给各会员单位，正积极组织、推荐会员单位开展申报工作。

中国航空工业建设协会收取2015年会员会费

依据《中国航空工业建设协会章程》、中国航空工业建设协会《会费收取标准和使用管理办法规定》规定，为了促进协会工作的开展，保证协会工作正常运转，协会于

2015年3月2日下发了《关于收取2015年度会费的通知》中航协函【2015】01号文件，目前2015年会费的收取工作正在进行中。



住房城乡建设部出台四个规定建筑工程质量安全责任落实到人

为进一步落实建筑工程各方主体项目负责人的质量安全责任，住房城乡建设部近日出台《建设单位项目负责人质量安全责任八项规定(试行)》、《建筑工程勘察单位项目负责人质量安全责任七项规定(试行)》、《建筑工程设计单位项目负责人质量安全责任七项规定(试行)》、《建筑工程项目总监理工程师质量安全责任六项规定(试行)》四个规定，要求建设、勘察、设计、监理等单位法定代表人，在建筑工程开工建设前，签署授权书，明确本单位项目负责人。同时，四个规定明确了各单位项目负责人应当承担的质量安全责任及相应的行政处罚。

住房城乡建设部专项整治危大工程

自即日起到今年年底，全国开展房屋市政工程危险性较大的分部分项工程（以下简称“危大工程”）落实施工方案专项行动，有效遏制和防范建筑起重机械、模板支撑系统、深基坑等群死群伤事故的发生。住房城乡建设部安全生产管理委员会近日下发通知，对专项行动进行部署。

此次专项行动分部署启动、自查自纠、检查督导、总结分析4个阶段进行，突出整治基坑支护、土方（隧道）开挖、脚手架、模板支撑体系以及起重机械安装、吊装及拆卸5类危大工程，整治内容包括安全专项施工方案的编制和实施情况、从业人员持证上岗情况以及建设、监理单位履责情况。住房城乡建设部将在各地检查的基础上，适时对部分地区专项行动开展情况进行督察。

2月全国工程质量终身责任制落实情况通报

全国工程质量治理两年行动开展以来，各地持续加大监督执法检查力度，重点加强市县一级工程质量监督执法检查，对发现的问题要求立即整改到位，对存在严重违法违规行为的企业和个人进行严肃查处，保持工程质量治理高压态势，确保工程质量。据统计，2月份，各地共检查工程23207项，其中省级住房城乡建设主管部门检查工程814项、市县级住房城乡建设主管部门检查工程22374项。

国家统计局发布2014年国民经济数据 全国建筑业总产值17.67万亿元

1月20日，国家统计局官网上正式发布2014年国民经济各项数据。初步核算，全年国内生产总值高达636463亿元，按可比价格计算，比上年增长7.4%。令业内人士十分关注的建筑业总产值数据也同时公布，数据显示，2014年全国建筑业总产值达176713亿元，比上年增长10.2%。业内人士认为，与2013年增长16.1%相比，2014年建筑业总产值增速明显放缓。

通用航空布局一带一路主线 五大产业链存良机

“一带一路”正在被通用航空产业视为新的借力点。日前，多个城市加入到布局通航的队伍中，中航工业通飞公司谋划以“一带一路”为主线，扩大网络覆盖面。民航局局长李家祥表示，通航还存在巨大投资空间，机场建设及配套投入都可作为拉动经济的亮点。分析人士认为，围绕通航产业可形成通航服务、交通与物流、文化旅游、通航作业和通航制造五大产业链，预计中短期内最先受益的是通用航空地面基础设施设备企业。

随着业界呼吁的低空空域有望进一步开放，加上“一带一路”国家战略推进，通用航空产业正迎来更多的投资机遇。3月11日，中航工业通飞公司与鞍山、鄂州、湖州、江门、临沂、宁波、芜湖、温州、肇庆、枣庄等十个城市签订爱飞客航空综合体合作协议，爱飞客产业发展基金还与中国银行等签订合作协议以解决建设融资问题。通飞公司相关负责人表示，航空综合体将以“一带一路”为布局主线，争取建设覆盖全国80%以上人口的通航网络。

动作快的省市已经抓住先机。此前，北京、重庆、沈阳等城市已经着手布局航空综合体的建设。据获悉，2015年中航工业通飞将加快启动海南、广东、湖北、江苏等地爱飞客航空综合体项目，建设区域通用航空网络。爱飞客航空综合体将以“空中丝绸之路经济带东西路线、空中丝绸之路长江经济带路线、21世纪海天丝绸之路”为布局主线。

质检总局今年将深入开展建筑防水卷材等10类产品质量提升活动

日前，国家质检总局召开专题新闻发布会，产品质量监督司副司长孙会川在介绍国家质检总局2015年产品质量监督工作重点时指出，2015年产品质量监督工作将深入开展重点产品质量提升行动。国家质检总局将以装饰装修材料、节水产品、建筑防水卷材等10类产品为重点，集中力量，狠抓质量提升，以质量提升凸显监督效能，以质量提升促进转型升级。

最高法：建设工程项目环评未完成便已审批属违法

近期，最高法院公布了环境保护行政案件十大案例。最高法院行政庭庭长赵大光称，个别地方政府对建设工程的环评工作不够重视，从司法实践来看，个别项目环评没有完成就已经审批，这是严重的失职行为和违法行为。

对于环保部门审批建设工程是否应告知存在利益关系的群体保障其权利的问题，赵大光表示，行政许可法规定了此类项目是否存在“重大利益关系”以及听证程序的适用条件。涉及到民生利益的项目，环保部门应告知存在利益关系群体，并保证其陈述、申辩和听证的权利。

“2014年度中国建筑设计奖”评选结果公示

中国建筑设计奖是经国务院国评办核定，中国建筑学会主办的全国建筑设计领域最高荣誉奖。根据《中国建筑设计奖申报及评审条例》，经会员（会员单位）申报、分会（地方学会）初评及中国建筑设计奖评审专家委员会终评，2014年度中国建筑设计奖已圆满结束。

2014年度中国建筑设计奖共评选出中国建筑设计奖获奖作品104项，其中建筑创作16项、工业建筑20项、建筑防火1项、建筑电气17项、室内设计8项、建筑给排水11项、建筑暖通29项、施工组织设计1项、建材产品应用1项。

中国建筑设计奖评审结果（部分）

序	类别	项目名称	获奖单位	设计人员
1	建筑创作	东莞万科塘厦双城水岸住宅区建筑工程	天津华汇工程建筑设计有限公司	周恺等
2	建筑创作	广州市气象监测预警中心	广州珠江外资建筑设计院有限公司	陈杰等
3	建筑创作	侨福芳草地	北京市建筑设计研究院有限公司	徐腾等
4	建筑创作	汶川大地震震中纪念馆	华南理工大学建筑设计研究院	何镜堂等
5	建筑创作	嘉那嘛呢游客服务中心	清华大学建筑设计研究院有限公司	张利等
6	建筑创作	凤凰中心	北京市建筑设计研究院有限公司	邵韦平等
7	建筑创作	玉树州地震遗址纪念馆	深圳市建筑设计研究总院有限公司	孟建民等
8	建筑创作	天津大学冯骥才文学艺术研究院	天津华汇工程建筑设计有限公司	周恺等
9	建筑创作	钟祥市博物馆	清华大学建筑设计研究院有限公司	单军等
10	建筑创作	中央电视台新台址建设工程CCTV主楼	华东建筑设计研究院有限公司	汪孝安等
11	建筑创作	上海衡山路十二号豪华精选酒店	华东建筑设计研究院有限公司	李瑶等
12	建筑创作	德阳市奥林匹克后备人才学校	中国建筑设计研究院	崔 等
13	建筑创作	同济科技园A2楼（巴士一汽改造项目——设计院新大楼）	同济大学建筑设计研究院（集团）有限公司	丁洁民等
14	建筑创作	上海当代艺术博物馆	同济大学建筑设计研究院（集团）有限公司	章明等
15	建筑创作	金陵美术馆	西安建筑科技大学建筑学院	刘克成等
16	建筑创作	北川羌族自治县新县城抗震纪念馆	天津华汇工程建筑设计有限公司	周恺等
17	工业建筑	北京经济技术分开发区路东区B7生物医药产业园	中国中元国际工程有限公司	丁建等
18	工业建筑	怀来迦南葡萄酒厂	中国电子工程设计院 北京时空筑诚建筑设计有限公司	李瑞林等
19	工业建筑	成都飞机设计研究所新区	中国航空规划建设发展有限公司	王玮等
20	工业建筑	吴江市变压器厂有限公司大型变压器厂房	中国新时代国际工程公司	王晖等

住房和城乡建设部关于印发 《建设单位项目负责人质量安全责任八项规定（试行）》 等四个规定的通知

建市[2015]35号

各省、自治区住房城乡建设厅，直辖市建委、北京市规委、新疆生产建设兵团建设局：

为进一步落实建筑工程各方主体项目负责人的质量安全责任，我部制定了《建设单位项目负责人质量安全责任八项规定（试行）》、《建筑工程勘察单位项目负责人质量安全责任七项规定（试行）》、《建筑工程设计单位项目负责人质量安全责任七项规定（试行）》、《建筑工程项目总监理工程师质量安全责任六项规定（试行）》。现印发给你们，请遵照执行。执行中的问题和建议，请反馈我部建筑市场监管司、工程质量安全监管司。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2015年3月6日

（节选）

建筑工程勘察单位项目负责人质量安全责任七项规定 （试行）

建筑工程勘察单位项目负责人（以下简称勘察项目负责人）是指经勘察单位法定代表人授权，代表勘察单位负责建筑工程项目全过程勘察质量管理，并对建筑工程勘察质量安全承担总体责任的人员。勘察项目负责人应当由具备勘察质量安全管理能力的专业技术人员担任。甲、乙级岩土工程勘察的项目负责人应由注册土木工程师（岩土）担任。建筑工程勘察工作开始前，勘察单位法定代表人应当签署授权书，明确勘察项目负责人。勘察项目负责人应当严格遵守以下规定并承担相应责任：

一、勘察项目负责人应当确认承担项目的勘察人员符合相应的注册执业资格要求，具备相应的专业技术能力，观测员、记录员、机长等现场作业人员符合专业培训要求。不得允许他人以本人的名义承担工程勘察项目。

二、勘察项目负责人应当依据有关法律法规、工程建设强制性标准和勘察合同（包括勘察任务委托书），组织编写勘察纲要，就相关要求向勘察人员交底，组织开展工程勘察工作。

三、勘察项目负责人应当负责勘察现场作业安全，要求勘察作业人员严格执行操作规程，并根据建设单位提供的资料和场地情况，采取措施保证各类人员，场地内和周边建筑物、构筑物及各类管线设施的安全。

四、勘察项目负责人应当对原始取样、记录的真实性和准确性负责，组织人员及时整理、核对原始记录，核验有关现场和试验人员在记录上的签字，对原始记录、测试报告、土工试验成果等各项作业资料验收签字。

五、勘察项目负责人应当对勘察成果的真实性和准确性负责，保证勘察文件符合国家规定的深度要求，在勘察文件上签字盖章。

六、勘察项目负责人应当对勘察后期服务工作负责，组织相关勘察人员及时解决工程设计和施工中与勘察工作有关的问题；组织参与施工验槽；组织勘察人员参加工程竣工验收，验收合格后在相关验收文件上签字，对城市轨道交通工程，还应参加单位工程、项目工程验收并在验收文件上签字；组织勘察人员参与相关工程质量安全事故分析，并对因勘察原因造成的质量安全事故，提出与勘察工作有关的技术处理措施。

七、勘察项目负责人应当对勘察资料的归档工作负责，组织相关勘察人员将全部资料分类编目，装订成册，归档保存。

勘察项目负责人对以上行为承担责任，并不免除勘察单位和其他人员的法定责任。

勘察单位应当加强对勘察项目负责人履职情况的检查，发现勘察项目负责人履职不到位的，及时予以纠正，或按照规定程序更换符合条件的勘察项目负责人，由更换后的勘察项目负责人承担项目的全面勘察质量责任。

各级住房城乡建设主管部门应加强对勘察项目负责人履职情况的监管，在检查中发现勘察项目负责人违反上述规定的，记入不良记录，并依照相关法律法规和规章实施行政处罚（勘察项目负责人质量安全违法违规行为行政处罚规定见附件）。

附件：勘察项目负责人质量安全违法违规行为行政处罚规定

附件

勘察项目负责人质量安全违法违规行为行政处罚规定

一、违反第一项规定的行政处罚

勘察单位允许其他单位或者个人以本单位名义承揽工程或将承包的工程转包或违法分包，依照《建设工程质量管理条例》第六十一条、六十二条规定被处罚的，应当依照该条例第七十三条规定对负有直接责任的勘察项目负责人进行处罚。

二、违反第二项规定的行政处罚

勘察单位违反工程强制性标准，依照《建设工程质量管理条例》第六十三条规定被处罚的，应当依照该条例第七十三条规定对负有直接责任的勘察项目负责人进行处罚。

三、违反第三项规定的行政处罚

勘察单位未执行《建设工程安全生产管理条例》第十二条规定的，应当依照该条例第五十八条规定，对担任勘察项目负责人的注册执业人员进行处罚。

四、违反第四项规定的行政处罚

勘察单位不按照规定记录原始记录或记录不完整、作业资料无责任人签字或签字不全，依照《建设工程勘察质量管理办法》第二十五条规定被处罚的，应当依照该办法第二十七条规定对负有直接责任的勘察项目负责人进行处罚。

五、违反第五项规定的行政处罚

勘察单位弄虚作假、提供虚假成果资料，依照《建设工程勘察质量管理办法》第二十四条规定被处罚的，应当依照该办法第二十七条规定对负有直接责任的勘察项目负责人进行处罚。

勘察文件没有勘察项目负责人签字，依照《建设工程勘察质量管理办法》第二十五条规定被处罚的，应当依照该办法第二十七条规定对负有直接责任的勘察项目负责人进行处罚。

六、违反第六项规定的行政处罚

勘察单位不组织相关勘察人员参加施工验槽，依照《建设工程勘察质量管理办法》第二十五条规定被处罚的，应当依照该办法第二十七条规定对负有直接责任的勘察项目负责人进行处罚。

七、违反第七项规定的行政处罚

项目完成后，勘察单位不进行勘察文件归档保存，依照《建设工程勘察质量管理办法》第二十五条规定被处罚的，应当依照该办法第二十七条规定对负有直接责任的勘察项目负责人进行处罚。

地方有关法规和规章条款不在此详细列出，各地可自行补充有关规定。

建筑工程设计单位项目负责人质量安全责任七项规定 (试行)

建筑工程设计单位项目负责人（以下简称设计项目负责人）是指经设计单位法定代表人授权，代表设计单位负责建筑工程项目全过程设计质量管理，对工程设计质量承担总体责任的人员。设计项目负责人应当由取得相应的工程建设类注册执业资格（主导专业未实行注册执业制度的除外），并具备设计质量管理能力的人员担任。承担民用房屋建筑工程的设计项目负责人原则上由注册建筑师担任。建筑工程设计工作开始前，设计单位法定代表人应当签署授权书，明确设计项目负责人。设计项目负责人应当严格遵守以下规定并承担相应责任：

一、设计项目负责人应当确认承担项目的设计人员符合相应的注册执业资格要求，具备相应的专业技术能力。不得允许他人以本人的名义承担工程设计项目。

二、设计项目负责人应当依据有关法律法规、项目批准文件、城乡规划、工程建设强制性标准、设计深度要求、设计合同（包括设计任务书）和工程勘察成果文件，就相关要求向设计人员交底，组织开展建筑工程设计工作，协调各专业之间及与外部各单位之间的技术接口工作。

三、设计项目负责人应当要求设计人员在设计文件中注明建筑工程合理使用年限，标明采用的建筑材料、建筑构配件和设备的规格、

• 政策信息

性能等技术指标，其质量要求必须符合国家规定的标准及建筑工程的功能需求。

四、设计项目负责人应当要求设计人员考虑施工安全操作和防护的需要，在设计文件中注明涉及施工安全的重点部位和环节，并对防范安全生产事故提出指导意见；采用新结构、新材料、新工艺和特殊结构的，应在设计中提出保障施工作业人员安全和预防生产安全事故的措施建议。

五、设计项目负责人应当核验各专业设计、校核、审核、审定等技术人员在相关设计文件上的签字，核验注册建筑师、注册结构工程师等注册执业人员在设计文件上的签章，并对各专业设计文件验收签字。

六、设计项目负责人应当在施工前就审查合格的施工图设计文件，组织设计人员向施工及监理单位做出详细说明；组织设计人员解决施工中出现的设计问题。不得在违反强制性标准或不满足设计要求的变更文件上签字。应当根据设计合同中约定的责任、权利、费用和时限，组织开展后期服务工作。

七、设计项目负责人应当组织设计人员参加建筑工程竣工验收，验收合格后在相关验收文件上签字；组织设计人员参与相关工程质量安全事故分析，并对因设计原因造成的质量安全事故，提出与设计工作相关的技术处理措施；组织相关人员及时将设计资料归档保存。

设计项目负责人对以上行为承担责任，并不免除设计单位和其他人员的法定责任。

设计单位应当加强对设计项目负责人履职情况的检查，发现设计项目负责人履职不到位的，及时予以纠正，或按照规定程序更换符合条件的设计项目负责人，由更换后的设计项目负责人承担项目的全面设计质量责任。

各级住房城乡建设主管部门应加强对设计项目负责人履职情况的监管，在检查中发现设计项目负责人违反上述规定的，记入不良记录，并依照相关法律法规和规章实施行政处罚或依照相关规定进行处理（设计项目负责人质量安全违法违规行为行政处罚（处理）规定见附件）。

附件：设计项目负责人质量安全违法违规行为行政处罚（处理）规定

附件

设计项目负责人质量安全违法违规行为行政处罚（处理）规定

一、违反第一项规定的行政处罚

设计单位允许其他单位或者个人以本单位名义承揽工程或将承包的工程转包或违法分包，依照《建设工程质量管理条例》第六十一条、六十二条规定被处罚的，应当依照该条例第七十三条规定对负有直接责任的设计项目负责人进行处罚。

二、违反第二项规定的行政处罚

设计单位未依据勘察成果文件或未按照工程建设强制性标准进行工程设计，依照《建设工程质量管理条例》第六十三条规定被处罚的，应当依照该条例第七十三条规定对负有直接责任的设计项目负责人进行处罚。

三、违反第三项规定的处理

设计单位违反《建设工程质量管理条例》第二十二条第一款的，对设计项目负责人予以通报批评。

四、违反第四项规定的处罚

设计单位未执行《建设工程安全生产管理条例》第十三条第三款的，按照《建设工程安全生产管理条例》第五十六条规定对负有直接责任的设计项目负责人进行处罚。

五、违反第五项规定的处理

设计文件签章不全的，对设计项目负责人予以通报批评。

六、违反第六项规定的处理

设计项目负责人在施工前未组织设计人员向施工单位进行设计交底的，对设计项目负责人予以通报批评。

七、违反第七项规定的处理

设计项目负责人未组织设计人员参加建筑工程竣工验收或未组织设计人员参与建筑工程质量事故分析的，对设计项目负责人予以通报批评。地方有关法规和规章条款不在此详细列出，各地可自行补充有关规定。

建筑工程项目总监理工程师质量安全责任六项规定 (试行)

建筑工程项目总监理工程师（以下简称项目总监）是指经工程监理单位法定代表人授权，代表工程监理单位主持建筑工程项目的全面

监理工作并对其承担终身责任的人员。建筑工程项目开工前，监理单位法定代表人应当签署授权书，明确项目总监。项目总监应当严格执行以下规定并承担相应责任：

一、项目监理工作实行项目总监负责制。项目总监应当按规定取得注册执业资格；不得违反规定受聘于两个及以上单位从事执业活动。

二、项目总监应当在岗履职。应当组织审查施工单位提交的施工组织设计中的安全技术措施或者专项施工方案，并监督施工单位按已批准的施工组织设计中的安全技术措施或者专项施工方案组织施工；应当组织审查施工单位报审的分包单位资格，督促施工单位落实劳务人员持证上岗制度；发现施工单位存在转包和违法分包的，应当及时向建设单位和有关主管部门报告。

三、工程监理单位应当选派具备相应资格的监理人员进驻项目现场，项目总监应当组织项目监理人员采取旁站、巡视和平行检验等形式实施工程监理，按照规定对施工单位报审的建筑材料、建筑构配件和设备进行检查，不得将不合格的建筑材料、建筑构配件和设备按合格签字。

四、项目总监发现施工单位未按照设计文件施工、违反工程建设强制性标准施工或者发生质量事故的，应当按照建设工程监理规范规定及时签发工程暂停令。

五、在实施监理过程中，发现存在安全事故隐患的，项目总监应当要求施工单位整改；情况严重的，应当要求施工单位暂时停止施工，并及时报告建设单位；施工单位拒不整改或者不停止施工的，项目总监应当及时向有关主管部门报告，主管部门接到项目总监报告后，应当及时处理。

六、项目总监应当审查施工单位的竣工申请，并参加建设单位组织的工程竣工验收，不得将不合格工程按照合格签认。

项目总监责任的落实不免除工程监理单位和其他监理人员按照法律法规和监理合同应当承担和履行的相应责任。

各级住房城乡建设主管部门应当加强对项目总监履职情况的监督检查，发现存在违反上述规定的，依照相关法律法规和规章实施行政处罚或处理（建筑工程项目总监理工程师质量安全违法违规行为行政处罚规定见附件）。应当建立健全监理企业和项目总监的信用档案，将其违法违规行为及处罚处理结果记入信用档案，并在建筑市场监管与诚信信息发布平台上公布。

附件：建筑工程项目总监理工程师质量安全违法违规行为行政处罚规定

附件

建筑工程项目总监理工程师质量安全违法违规行为行政处罚规定

一、违反第一项规定的行政处罚

项目总监未按规定取得注册执业资格的，按照《注册监理工程师管理规定》第二十九条规定对项目总监实施行政处罚。项目总监违反规定受聘于两个及以上单位并执业的，按照《注册监理工程师管理规定》第三十一条规定对项目总监实施行政处罚。

二、违反第二项规定的行政处罚

项目总监未按规定组织审查施工单位提交的施工组织设计中的安全技术措施或者专项施工方案，按照《建设工程安全生产管理条例》第五十七条规定对监理单位实施行政处罚；按照《建设工程安全生产管理条例》第五十八条规定对项目总监实施行政处罚。

三、违反第三项规定的行政处罚

项目总监未按规定组织项目监理机构人员采取旁站、巡视和平行检验等形式实施监理造成质量事故的，按照《建设工程质量管理条例》第七十二条规定对项目总监实施行政处罚。项目总监将不合格的建筑材料、建筑构配件和设备按合格签字的，按照《建设工程质量管理条例》第六十七条规定对监理单位实施行政处罚；按照《建设工程质量管理条例》第七十三条规定对项目总监实施行政处罚。

四、违反第四项规定的行政处罚

项目总监发现施工单位未按照法律法规以及有关技术标准、设计文件和建设工程承包合同施工未要求施工单位整改，造成质量事故的，按照《建设工程质量管理条例》第七十二条规定对项目总监实施行政处罚。

五、违反第五项规定的行政处罚

项目总监发现存在安全事故隐患，未要求施工单位整改；情况严重的，未要求施工单位暂时停止施工，未及时向有关主管部门报告；施工单位拒不整改或者不停止施工，未及时向有关主管部门报告的，按照《建设工程安全生产管理条例》第五十七条规定对监理单位实施行政处罚；按照《建设工程安全生产管理条例》第五十八条规定对项目总监实施行政处罚。

六、违反第六项规定的行政处罚

项目总监未按规定审查施工单位的竣工申请，未参加建设单位组织的工程竣工验收的，按照《注册监理工程师管理规定》第三十一条规定对项目总监实施行政处罚。项目总监将不合格工程按照合格签认的，按照《建设工程质量管理条例》第六十七条规定对监理单位实施行政处罚；按照《建设工程质量管理条例》第七十三条规定对项目总监实施行政处罚。

工艺专业

加强标准和流程建设 提升核心技术能力

1月27日，工艺专业技术委员会组织召开了2014年度工艺专业技术交流暨总结大会，全体工艺人员参加了本次大会。此次技术交流总结的主题是“工艺设计流程、标准和办法”。会议由总工艺师卜国磊主持。

郭志海总工艺师代表工艺技术委员会做了工作报告，重点围绕项目质量、研发课题、团队建设三个方面对2014年工作做了全面、细致总结。2014年，在公司的领导下，工艺专业高质量完成了多项型号设计任务，再创历史新高；科研技术研究工作也取得重大进展，智能设计平台在生物医药工程率先应用。

二、三、四、六、九、技术院围绕年会主题，结合各院业务领域，介绍了在工艺设计流程和标准建设方面的实践、方法和经验；结合2014年完成的研发课题进行技术交流，充分展示了各院工艺专业团队的技术进步和能力提升。

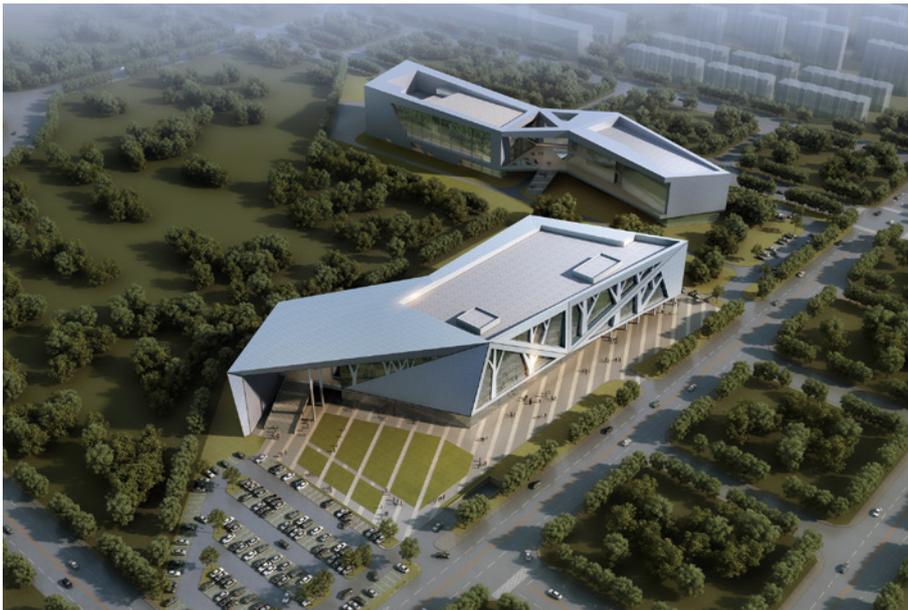
2015年，围绕公司发展战略，工艺专业将突出做好两方面的工作：一是以集团公司AOS为指导，进一步推进工艺



设计的流程化、标准化建设；二是落实公司《人才品牌体系建设方案》以及《人才成长指引》的要求，打造在各业务领域、专业领域做专、做精的工艺技术人才和技术团队。

结构专业

唐山科技馆新馆顺利通过抗震设防结构方案论证评审



2月12日，河北省唐山市住建局组织专家对唐山科技馆新馆进行了高层建筑工程抗震设防结构方案可行性论证，与会专家有苏幼坡、王连柱、吴晓坤、高振宇和谢生祥，我公司金来建、崔巨宏、王亚曼、吕敬辉、王建国（项目主持人）及甲方代表参加了会议。

专家对我方所做的工作给予了充分肯定，评审顺利通过。



设备专业

2014年度设备专业组织业务交流

1月15~24日，设备专业组织了2014年度业务交流活动。本次业务交流的主题是“方案是设计之源头”，设备专业四个部门“表面”、“航空”、“热工”、“有色”分别组织了各自交流活动。总计有60余人参加了本年度技术交流。

表面专业近期签订了两个汽车涂装线的总承包合同，本次外请

专家就汽车整车及零部件涂装技术方案做了详细介绍，让设计者了解最新技术动态，开拓了设计思路。

表面专业另一个重点是正在开发的精密铸造自动制壳系统，主要交流了该套方案的形成过程，是通过对相关技术、工艺和组成设备的详细分析和大量调研而最终定型的。该系统工艺设备属于多个

功能设备通过与机械手集成，形成的设备集成自动化，与中航设备公司发展理念吻合。

航空未来的发展聚焦风洞设备，是航空所本次交流重点。主要



介绍风洞总体布局、稳定段、收缩段、驻室、亚声速扩散段、拐角段（4个）、低速段、换热器等。并结合现场制造及施工，分析了方案设计过程中几个容易忽视的问题。

热工所介绍了本年度业务建设课题中大吨位快速淬火装置方案，该方案解决了高温和大吨位在要求快速淬火时的两个难题，其方案的起点是源自水利系统大型闸门传动设计，该方案计划申请专利。

有色专业的交流内容是导流系统设计方案对设备高温性能的影响，通过实际调试中测试的数据和软件模拟计算，对导流方案设计进行了详细的介绍。

设备专业交流共策划了10位设计者进行交流，交流内容除上述以外还包括：热压罐系列化检索应用——新的设计方式，CATIA特殊功能使用(动画/计算)，体热压罐系列化图纸问题汇总交流，发动机试车台现场问题汇总交流等。总体看设计人员参与度高，积极性高，交流内容对今后方案设计提供了较强的借鉴作用，效果良好。

工程造价专业

工程造价专业举办“精细化造价管理”主题技术交流活动

1月22日，工程造价专业技术委员会组织举办了“精细化造价管理”主题技术交流活动，公司全体工程造价专业人员参加了活动。

围绕“精细化造价管理”主题，工程造价专业技术委员会选取了典型课题和业务建设，重点项目造价过程管理，不同阶段造价编制中应注意的问题及与单价联系最紧密的清单项目特征描述为工程造价专业人员做了交流。交流人员围绕自己的交流题目，总结规律，提炼经验，在提升自己的同时为大家提供借鉴。

此次交流活动对提高工程造价专业技术人员业务能力与水平，促进技术经验在公司内共享和借鉴，为公司实现跨越式发展提供强有力的技术支撑有重要意义。



工程管理专业

工程管理专业技术委员会组织召开《EPC项目实操经验交流/EPC项目运作实例》项目经理交流培训会

2014年12月30日至31日，公司工程管理专业技术委员会组织召开《EPC项目实操经验交流/EPC项目运作实例》的交流培训会。项目经理、项目副经理、专业经理、业务相关的部分项目总设计师/工程主持人、各院及相关职能人员近百人参加。

此次交流培训会是继《项目管理知识体系及项目管理工具与技术》主题培训会之后的又一次大型交流培训活动，本次交流培训会是适应了公司业务转型的能力要求，重在增强关键岗位人员的实战经验和能力。公司分党组书记沈顺高十分重视关心项目经理队伍的建设，亲自到会讲话，明确公司改革举措和关注要点。公司总会计师周全做了题为《营改增对工程总承包业务的影响》的专题发言，对即将到来的建筑行业营业税改增值税的影响做出分析。公司副总工程师米

敬明以《项目管理中的几个重点问题剖析及实施要点》为题，对项目管理中的重点难点进行剖析，并以实际案例讲解实施要点。技术质量安全部部长刘子彦做了题为《加强项目质量安全责任意识》的发言。会议内容紧紧围绕项目投资、质量、安全和采购等实际，探讨如何更加有效提高项目管控和实际操作能力。科研综合楼项目部介绍了项目所采用新理念、新技术等亮点，并就BIM应用心得与大家分享交流，会后参观了科研综合楼项目现场。

最后，公司分党组书记纪检组副组长王莹与大家一起学习《作风建设永远在路上》，提醒项目经理团队从点滴小事做起，带领项目团队健康成长。

中航资本大厦

建设地点：北京市朝阳区望京2号地626地块1号楼

设计单位：中国航空规划建设发展有限公司
建筑设计研究院

建设情况：在建

用地面积：1 2037m²

总建筑面积：13 5382m²



中航资本大厦位于朝阳区崔各庄乡大望京村、望京2号地中626地块北侧的1[#]楼。本项目地理位置好，是沿五环路和机场高速路方向的标志性建筑之一；地块东北方向为望京外环路及大望京公园，西北方向为望京四号街、与623地块相望，西南方向为规划一路，东南侧为626地块2[#]楼，626地块东南侧为大望京街。

中航资本大厦是一栋220m的超高层写字楼，将建设成中航工业集团公司在北京的一个重要的财富标志性项目；体现开放的、国际化的风格。本工程将取得国家绿色二星设计、运营标识；LEED-CS金级认证标识。

本项目用地面积为12037m²；总建筑面积为135382m²，其中地上43层、建筑高度220m、建筑面积约为91482.87m²，地下五层、建筑埋深20.9m、建筑面积约43900m²。建筑类型为超高层5A甲级写字楼，商业主要为写字楼配套商业。

望京2号地整体方案由凯达环球进行了前期的规划设计。其中626地块1号楼——中航资本大厦的建筑方案由中国航空规划建设发展有限公司完成全面的深化设计工作；利用BIM技术建立三维电子模型，推敲建筑体量关系、结构构件形式和尺寸、细化幕墙体系，取得了较好的建筑效果。

本项目还是一个全价值链项目，由中国航空规划建设发展有限公司开展项目的全过程设计和工程管理，参与到房产开发程序的各个领域，为业主提供更多的增值服务。





唐山金融中心

建设地点：唐山市凤凰新城

设计单位：中国航空规划建设发展有限公司
建筑设计研究院

建设情况：在建

用地面积：6 0532.54m²

总建筑面积：40 6766m²



本方案位于唐山市凤凰新城学院路和翔云道交叉口，用地内部设置下沉庭院，使建筑群体形成围合式空间，下沉庭院周边布置商业配套，使整个地下一层的商业空间连成整体。项目功能主要定位为金融决策监管中心、金融支付结算中心、资产管理、融资租赁、金融会议交流、商务服务、大型企业总部办公等。

规划按照“布局集中、用地集约、效应聚集”的原则，采用疏密有致的设计手法，将建筑沿用地周边相对集中布局，反衬出各入口区、内部广场及下沉庭院的开敞疏朗，建筑群形成围合式空间形态，有效界定出内部和外部空间。考虑到学院路和翔云道的重要性，在用地东南角布置120米高的双塔。体量高耸的双塔成为金融中心的标志性形象，同时按中国传统规划思想和风水的理论，双塔在东南角形成了门户的作用。从空间角度分析，虚空的门户空间和建筑围合的内庭院形成一条弧线的空间轴线。

规划通过棋盘网格将建筑、室外空间有机的统一在一起，有效地控制使建筑形态理性、有序，同时也使地下空间在功能使用上合理流畅。规划在技术上重视理性的同时，特别注重非正式交流空间的规划。坚持以人为本，通过人与自然、人与人的交流，营造理性的空间氛围。下沉庭院、建筑之间的连廊、建筑的绿化休息平台等都提供了交流的场所。

唐山是历史悠久的古地、文化灿烂的名城，唐山地处环渤海经济的核心，是整个环渤海经济腾飞的重要枢纽。唐山金融中心作为环渤海经济的支柱，整体规划造型简洁大气，造型犹如坚石般拔地而起，简洁、干净，给人肃然起敬的感觉。酒店及办公的设计以竖线条为主，强调建筑的竖向感，增加建筑的挺拔度。建筑风格以控制整体效果为主，同时注重细节设计，在近地面位置，增加建筑细节刻画，通过形体的变化，材质的转换、商业橱窗、百叶、景观小品等增设，丰富了近人尺度的空间感受。



住房城乡建设部关于发布国家标准《建设工程文件归档规范》的公告

现批准《建设工程文件归档规范》为国家标准，编号为GB/T50328-2014，自2015年5月1日起实施。原国家标准《建设工程文件归档整理规范》GB/T50328-2001同时废止。

住房城乡建设部关于发布国家标准《石油库设计规范》的公告

现批准《石油库设计规范》为国家标准，编号为GB50074-2014，自2015年5月1日起实施。其中，第4.0.3、4.0.4、4.0.10、4.0.11、4.0.12、4.0.15、5.1.3、5.1.7、5.1.8、6.1.1、6.1.15、6.2.2、6.4.7、6.4.9、8.1.2、8.1.9、8.2.8、8.3.3、8.3.4、8.3.5、8.3.6、12.1.5(1)、12.2.6、12.2.8、12.2.15、12.4.1、14.2.1、14.3.14条(款)为强制性条文，必须严格执行。原国家标准《石油库设计规范》GB50074-2002同时废止。

住房城乡建设部关于发布行业标准《变风量空调系统工程技术规程》的公告

现批准《变风量空调系统工程技术规程》为行业标准，编号为JGJ343-2014，自2015年3月1日起实施。其中，第5.3.2条为强制性条文，必须严格执行。

住房城乡建设部关于发布国家标准《建筑设计防火规范》的公告

现批准《建筑设计防火规范》为国家标准，编号为GB50016-2014，自2015年5月1日起实施。其中，第3.2.2、3.2.3、3.2.4、3.2.7、3.2.9、3.2.15、3.3.1、3.3.2、3.3.4、3.3.5、3.3.6(2)、3.3.8、3.3.9、3.4.1、3.4.2、3.4.4、3.4.9、3.5.1、3.5.2、3.6.2、3.6.6、3.6.8、3.6.11、3.6.12、3.7.2、3.7.3、3.7.6、3.8.2、3.8.3、3.8.7、4.1.2、4.1.3、4.2.1、4.2.2、4.2.3、4.2.5(3、4、5、6)、4.3.1、4.3.2、4.3.3、4.3.8、4.4.1、4.4.2、4.4.5、5.1.3、5.1.4、5.2.2、5.2.6、5.3.1、5.3.2、5.3.4、5.3.5、5.4.2、5.4.3、5.4.4(1、2、3、4)、5.4.5、5.4.6、5.4.9(1、4、5、6)、5.4.10(1、2)、5.4.11、5.4.12、5.4.13(2、3、4、5、6)、5.4.15(1、2)、5.4.17(1、2、3、4、5)、5.5.8、5.5.12、5.5.13、5.5.15、5.5.16(1)、5.5.17、5.5.18、5.5.21(1、2、3、4)、5.5.23、5.5.24、5.5.25、5.5.26、5.5.29、5.5.30、5.5.31、6.1.1、6.1.2、6.1.5、6.1.7、6.2.2、6.2.4、6.2.5、

6.2.6、6.2.7、6.2.9(1、2、3)、6.3.5、6.4.1(2、3、4、5、6)、6.4.2、6.4.3(1、3、4、5、6)、6.4.4、6.4.5、6.4.10、6.4.11、6.6.2、6.7.2、6.7.4、6.7.5、6.7.6、7.1.2、7.1.3、7.1.8(1、2、3)、7.2.1、7.2.2(1、2、3)、7.2.3、7.2.4、7.3.1、7.3.2、7.3.5(2、3、4)、7.3.6、8.1.2、8.1.3、8.1.6、8.1.7(1、3、4)、8.1.8、8.2.1、8.3.1、8.3.2、8.3.3、8.3.4、8.3.5、8.3.7、8.3.8、8.3.9、8.3.10、8.4.1、8.4.3、8.5.1、8.5.2、8.5.3、8.5.4、9.1.2、9.1.3、9.1.4、9.2.2、9.2.3、9.3.2、9.3.5、9.3.8、9.3.9、9.3.11、9.3.16、10.1.1、10.1.2、10.1.5、10.1.6、10.1.8、10.1.10(1、2)、10.2.1、10.2.4、10.3.1、10.3.2、10.3.3、11.0.3、11.0.4、11.0.7(2、3、4)、11.0.9、11.0.10、12.1.3、12.1.4、12.3.1、12.5.1、12.5.4条(款)为强制性条文，必须严格执行。原《建筑设计防火规范》GB50016-2006和《高层民用建筑设计防火规范》GB50045-95同时废止。

住房城乡建设部关于发布国家标准《城市消防站设计规范》的公告

现批准《城市消防站设计规范》为国家标准，编号为GB51054-2014，自2015年8月1日起实施。其中，第3.0.9、4.1.7、4.2.2、4.2.8、4.2.9(8、9)、4.15.2、5.1.10(3、6)、6.5.4条(款)为强制性条文，必须严格执行。

住房城乡建设部关于发布国家标准《精神专科医院建筑设计规范》的公告

现批准《精神专科医院建筑设计规范》为国家标准，编号为GB51058-2014，自2015年8月1日起实施。其中，第4.2.4(2)、4.7.8条(款)为强制性条文，必须严格执行。

住房城乡建设部关于发布国家标准《汽车库、修车库、停车场设计防火规范》的公告

现批准《汽车库、修车库、停车场设计防火规范》为国家标准，编号为GB50067-2014，自2015年8月1日起实施。其中，第3.0.2、3.0.3、4.1.3、4.2.1、4.2.4、4.2.5、4.3.1、5.1.1、5.1.3、5.1.4、5.1.5、5.2.1、5.3.1、5.3.2、6.0.1、6.0.3、6.0.6、6.0.9、7.1.4、7.1.5、7.1.8、7.1.15、7.2.1、8.2.1、9.0.7条为强制性条文，必须严格执行。原国家标准《汽车库、修车库、停车场设计防火规范》GB50067-97同时废止。



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 中国航空规划建设发展有限公司

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 张忠良 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 刘子彦
委员 (按姓氏笔画排序)
 丁杰 卜国磊 马培贤
 王玉平 王坚 王笃礼
 王锋 朱丹 向立学
 米敬明 陈丹湖 李中强
 李守旭 李纲 肖武
 杨杰 陈海风 金来建
 周桂 贺宏斌 唐永堃
 郭志海 徐克利 黄春晖
 傅绍辉 葛家琪 魏旗

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 北京奇志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 2015年2月
印数 1500册
电话 (010)62038276 62038235
传真 (010)62038297
封面 绍兴市奥林匹克体育场馆工程
 体育会展馆

CONTENTS

目录 2015年第1期 总第117期

航空能力建设

- 02 时间序列方法在民航市场预测中的应用 郑应平
- 05 从S-37到T-50看俄罗斯空军主战装备发展思路变迁 佟京昊
- 07 飞机制造类企业核心能力识别研究 崔晶 王明珠
- 12 美国通用航空产业成功经验对我国的启示 马杰 陈阳

研究与探讨

- 16 索钢节点疲劳性能试验研究 张国军 刘轶群 葛家琪 杨维国
- 22 大型飞机总装厂房结构分析 周青 裴永忠 赵伯友 郭鹏 朱丹
- 27 矿区开发规划环评中生态适宜性分析研究 朱洪利 刘艳菊 李廷锋
- 31 BIM在医药工程给水排水设计中的应用 王若宇 王艳
- 34 EPC总承包模式下承包商的工程变更造价控制研究 王晓旭 房健
- 38 基于自适应遗传算法的车间调度问题研究 唐文婷 徐学民
- 42 蒸汽疏水阀正确选型方法 高江玲 李昕昞
- 46 浅谈锅炉房工程总承包项目设计岗位成本控制方法 张声远 安玉生
- 49 广联达民用机场工程计价软件GCA2013常见问题及处理方法探究 郭钺玮 田京精

工程设计

- 51 浅谈唐山金融大厦供配电系统设计 赵雨播 陈泽毅
- 58 多电源10/0.4kV变电所系统接地的实施 王颖
- 61 某兽药厂洁净空调风系统设计 丁小辰 董秀芳

时间序列方法在民航市场预测中的应用

郑应平 「工艺」

摘要: 随着国内民航事业的迅猛发展,民航基础设施建设远远跟不上民航发展的速度,如何准确的把握民航基础设施的建设时机和建设规模是摆在所有民航人面前的一道难题。本文通过对民用航空市场运输的历史数据进行分析,重点探讨时间序列预测方法在民用航空市场中的应用,进而准确的预测民航未来发展态势,为科学决策民航基础设施建设提供基础数据支持。

关键词: 民航;定性;时间序列;预测

“十五”期间,我国民航运输市场高速发展,随着我国民航运输的发展,必然带来民航基础设施的大规模建设。

民航基础设施都由业务量决定其规模,如航站楼、货运站、维修机库等等,因此,准确的预测业务量至关重要,本文在分析各项历史数据的基础上,探讨时间序列方法在民航运输市场预测中的应用。

1 预测方法

民航市场预测基本方法有定性预测法、时间序列预测法和回归分析预测法。

定性预测是根据经验对民航市场的发展做出判断,此方法受个人认识水平、经验的影响,误差较大。

时间序列预测法是根据历史数据所呈现出的规律性,采用连续性原理,分析其与时间序列之间的关系,进而预测未来的发展趋势。

各种预测方法中,都不可避免的存在预测误差,实际值 Y_s 与预测结果 Y 之差即为预测误差。预测误差有以下表示方法:

绝对误差 $e=Y_s-Y$

相对误差 $E = \frac{e}{Y_s} \times 100\% = \frac{Y_s - Y}{Y_s} \times 100\%$

均方误差 $MSE = \frac{1}{n} \sum e_i^2 = \frac{1}{n} \sum (Y_{s_i} - Y_i)^2$

均方根误差 $RMSE = \sqrt{MSE}$

对于预测结果的检验,也有多种方法:

可决系数 $R^2 = 1 - \frac{\sum e_i^2}{\sum (Y_{s_i} - Y_{\text{均}})^2}$

可决系数是衡量因变量与自变量关系密切程度的指标, R^2 值越大,说明因变量与自变量之间的关系越密切。

相关系数 R ,是可决系数的平方根, R 的绝对值越接近1,表明自变量与因变量的关系很密切,预测结果较好。

2 定性预测

定性方法使用较多,通常一些权威机构、人士的预测比较有说服力,在使用定性预测方法的时候,我们更多的是参照权威机构的数据。

以1985年至1999年的旅客运输量和货邮运输量为例,预测2000年的旅客运输量和货邮运输量(在此不取2001年的数据,主要是因为2001年的航空运输量受“9.11”事件影响较大,不具代表意义),并与实际数据相比较,我们对民用航空预测方法做一探讨。

表1为1985年至1999年中国民航旅客运输量和货邮运输量统计,并据此绘出增长曲线图,见图1、2。

作者简介:郑应平,男,高级工程师,2000年毕业于西北工业大学飞行器制造专业,现就职于中航建发民航工程设计研究院。

表1 1985—1999年中国民航旅客运输量和货邮运输量统计表

年份	旅客运输量 (万人次)	货邮运输量 (吨)	GDP (亿元)
1985	747	195059	8964.4
1986	996	224341	10202.2
1987	1310	298758	11962.5
1988	1442	327232	14928.3
1989	1283	309707	16909.2
1990	1660	369721	18547.9
1991	2178	451984	21617.8
1992	2886	575269	26638.1
1993	3383	693935	34634.4
1994	4039	829434	46729.4
1995	5117	1011145	58478.1
1996	5555	1149715	67884.6
1997	5630	1246590	74772.4
1998	5755	1400556	79552.8
1999	6094	1704296	82067.4
2000	6722	1967123	89403.5

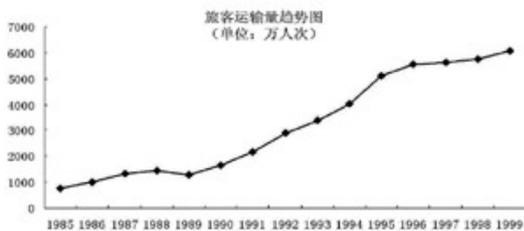


图1 旅客运输量趋势图

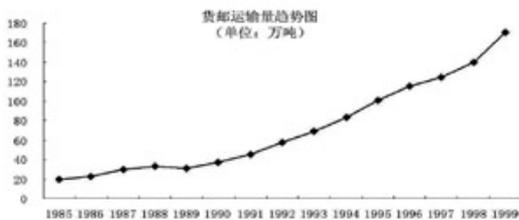


图2 货邮运输量趋势图

分析历史数据, 得出1985年至1999年旅客运输量和货邮运输量的年均增长速度为16.18%和16.75%, 但实际上其发展速度已经逐步放慢, 1999年旅客运输量增长速度为5.89%, 因此取2000年旅客运输和货邮运输的增长速度分别为12%、15%, 从而预测2000年的旅客运输量和货邮运输量为6825万人次和1959940吨。

与2000年的实际业务量比较:

旅客运输量绝对误差 $e=6722-6825=-103$ 万人次
货邮运输量绝对误差 $e=1967123-1959940=7183$ 吨

从上述预测过程, 我们可以看到, 定性预测方法对于不同人员, 预测结果可能相差很大, 因此在现实中, 往往采用定性方法与定量预测方法相结合, 综合运用, 提高预测的精度。

3 时间序列预测

利用上述1985年至1999年的基础数据, 我们采用时间序列预测方法进行预测。

从趋势图上, 可以判断出旅客运输量呈现线性变化, 采用一元线性模型, 时间作为自变量, 预测模型为: $y=a+b(t-1985)$

a 、 b 为参数, t 为时间, y 为预测值。通过最小二乘法可以求得 $a=167.5$, $b=433.9$, 预测2000年的业务量为6676万人次。绝对误差 $e=46$ 万人次; 可决系数 $R^2=0.95$ 。在此, 只计算绝对误差和可决系数, 关于相对误差、均方误差、均方根误差可根据公式计算, 不再列举, 下同。

从可决系数判断, 此预测模型基本符合要求。如果可决系数较小, 此时我们就要考虑更换模型、更换自变量或者增加自变量数量, 如GDP或者人均GDP等等。对于此例, 我们增加一个自变量GDP, 看看预测结果发生什么变化。

预测模型为: $y=a+bt+cg$

a 、 b 、 c 为参数, t 为时间, g 为GDP, y 为预测值。通过最小二乘法可以求得 $a=309.9$, $b=148.5$, $c=0.049$, 预测2000年的业务量为6873.6万人次。绝对误差 $e=-151.6$ 万人次; 可决系数 $R^2=0.9824$; 多重共线性检验值为0.9625。

虽然可决系数很好, 但查相关系数分布表, 取置信度 $\alpha=0.05$, 其相关系数临界值为0.627, 存在多重共线性问题, 也就是说本例中的两个自变量之间高度线性相关, 应该去掉一个自变量, 所以本例不适合采用时间、GDP的多元线性模型。

对于多元线性模型, 不仅要检验可决系数, 而且还需要进行F检验、t检验、达宾-沃尔森检验等等, 只有进行了所有这些检验之后, 才能准确的判断该模型是否符合要求。

通过本例, 我们也基本可以总结出自变量选择的规律是: 如果两个自变量之间存在线性关系, 那么这两个自变量不合同同时作为决定因素, 必须另外寻找自变量。

航空运输量拟合方法有多种, 常用的有: 多元线性模型、双曲线函数、幂函数、指数函数、对数函数、S型函数、皮尔曲线、龚帕兹曲线、牛顿万有引力模型等等, 不同的函数模型预测的结果相差很大。因此, 在拿到原始数据的时候, 我们一定要仔细分析其变化规律, 找出一种合适的函数模型, 并通过计算各种误差检验该模型是否合适。

4 时间序列方法在项目中的应用

在“某省民用机场建设规划”项目中，需要对所有有机场以及拟新建机场的旅客吞吐量、货邮吞吐量进行短期、中期、远期预测，此部分工作与其他单位合作进行，反观当时的预测结果，可以从中学到关于预测的一些基本思路。

1) 对于各个机场航空运输量的预测，采用三种方法：

a) 增长速度法。根据个人经验以及历史数据，确定未来的发展速度，进而预测航空业务量；

b) 一元线性模型。以时间为自变量，航空业务量为因变量，确定两者之间的线性关系，进而预测航空业务量；

c) 相关分析法。根据各个机场与该省整体航空运输发展的相互关系，确定发展速度，进而预测航空业务量。

详细分析各机场的历史数据后，我认为所有机场均采用相同模型进行预测，不符合各个机场的实际情况，应该对上述方法进行适当调整。建议采用以下三种方法进行预测：

a) 增长速度法；

b) 多元线性模型。对于各旅游城市机场，以时间和旅游人数或者旅游收入作为自变量，将影响航空运输量的因素扩为两个，减少每个变量的影响程度，从而使结果更准确；对于各商贸机场，以时间和固定资产投资作为自变量；对于商贸和旅游结合机场，采用时间和人均收入作为自变量；采用多元线性模型后，需要对两个自变量进行多重共线性等统计检验，从而判断该模型是否合适；

c) 递减法。首先预测该省整体的航空业务量，然后确定各个机场的权值，从而预测机场的航空业务量。

2) 对于各个机场航空运输量的预测，在使用时间序列方法时，各项参数计算结果不是十分精确，影响预测结果。

例如机场旅客吞吐量原始数据见表2。

预测模型是 $Y=58.24 \times (T-1990)+38.02$

经核算，该模型 $Y=73.37 \times (T-1990)+54.78$

因此预测结果也存在一定差异，见表3。

此处两者差别不是很大，但还是应该严谨一

些，只有这样结果才会更准确，决策部门才能够根据预测结果做出正确的决定。

表3 预测结果

年份		2005	2010	2015	2020	2030
机场旅客吞吐量(万人)	原始值	912	1203	1494	1785	2368
	校正值	895	1169	1443	1717	2264

5 总结

在很多民航项目中，我们都面临着业务量预测的问题，而且该业务量预测结果直接影响到机场总体设计规模、维修设施、货运设施、配餐设施的建设规模和建设时间安排等等，因此如何在项目中提高行业的预测水平至关重要。

在预测过程中，最主要的并不是计算过程，计算过程可以依靠计算机十分方便的实现，真正决定预测是否准确的是是否找出了影响航空运输量的决定性因素，国民经济发展、空中交通管制、航空技术发展、政府政策限制、航空运价等等均是决定航空运输发展的因素，不同的因素对航空运输的影响程度各不相同，其权值也不一样，需要我们在预测时多加分析。

需要说明的是，很多时候给定的数据在曲线图上并不呈现出明确的变化规律，此时我们就需要对原始数据进行分析和处理，从而使其达到可以进行预测的程度。

同时在我们的项目中，经常遇到一些新建项目，如新建机场，此时我们的预测就没有任何历史数据可以借鉴，需充分分析现状，采用定性预测方法，并请有关专家对预测结果进行评审。

参考文献

- [1] 都业富, 航空运输管理预测[M]. 北京: 中国民航出版社, 2000: 6-55.
- [2] 中国民用航空总局规划发展司, 从统计看民航[M]. 北京: 中国民航出版社, 2003: 104-144.
- [3] 孙祝岭, 徐晓岭. 数理统计[M]. 北京: 高等数学出版社, 2009: 32-69.
- [4] 张晓东, 概率与数理统计[M]. 上海: 同济大学出版社, 2007

表2 机场旅客吞吐量原始数据表

年份	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
旅客吞吐量(万人)	61.3	334.8	399	442.6	489.7	758	556.4	639.1	704.2

从S-37到T-50看俄罗斯空军主战装备发展思路变迁

佟京昊 「工艺」

摘要： 通过回顾美国与俄罗斯空军主战装备发展情况，并对比两国装备发展思路，展示俄罗斯空战装备发展变迁及影响，以历史实证说明在当前实战要求前，空军装备体系化发展思路具有极大优势，需要予以高度重视。

关键词： 装备；体系化；发展思路

1997年9月25日，在美国“YF-22猛禽”首次试飞仅仅18天后，俄罗斯在莫斯科茹科夫斯基空军基地试飞成功了一型设计新颖的战斗机。这款代号为S-37被命名为金雕的战斗机，由著名的苏霍伊设计局，采用三翼面设计，包括前翼、前掠翼和常规尾翼，其机体结构的90%由复合材料制成。S-37由于综合采用了前掠翼和推力矢量技术，能满足在近距离空中格斗中的高机动性要求。S-37试飞的成功，引起了全世界的广泛兴趣，S-37“金雕”采用苏霍伊设计局得意的“纵向一体化三翼面”布局，最大的特点就是使用前掠翼。前掠翼技术可以大幅提供飞机的空中机动性能，根据美国方面在研制SFW/F-16时的计算数据，在机翼后掠角为 -20° ~ -25° 的条件下，按计算，飞机的转弯角速度可提高14%，飞机的活动半径可增大34%，起飞着陆距离可缩短35%~50%，但会引起结构发散的问题。这一技术当年美国试飞了616次也没能成功，最后只好放弃。伴随S-37的多次成功试飞，俄罗斯宣布，他们的中央流体动力学研究院已经从理论上解决了前掠翼布局飞

机的结构不稳定性问题。

S-37的巨大突破，不是短时期一蹴而就的。S-37验证机于1980年开始研制，是苏霍伊设计局在SU-27基本定型后瞄准俄罗斯空军对新一代战斗机要求设计的，其多项性能指标优于YF-22，特别是先进气动布局使这款战斗机的空中机动性能获得了极大提升，S-37具有良好的低空低速机动能力和超机动能力，由于机上将装自动化程度很高的操纵系统和火控系统，故飞机可完成0速的机动动作，也可在保持航迹不变的情况下，完成0半径的转弯（定点转弯）和完成0半径的筋斗（定点筋斗），因此在空战中机头可以随时指向敌机，并实施攻击。由于飞机的升阻比大，故飞机的作战半径和留空时间都较大，加上飞机能不加力超音速巡航，它可迅速到达作战空域。此外，“金雕”装备的R-73后射型空空导弹，可以直接攻击尾追的敌人。该机的研制体现了苏联—俄罗斯一贯的飞机设计思想，但是这款验证机最终无疾而终，截止2002年S-37进行了上百次试飞，但最终俄军方称，这架战斗机无法满足2010年后的空战需求。2002年，苏霍伊公司在融合S-37和米格1.44的部分技术的基础上大量借鉴美国F-22“猛禽”研制思想，制造出了T-50原型机。2010年1月29日，T-50进行

作者简介：佟京昊，男，高级工程师，2007年毕业于北京理工大学工商管理专业，现就职于中航建发规划咨询研究院。

了首次试飞，俄方立刻宣布T-50将作为21世纪主力空战装备于2015年批量交付部队，

对比S-37、T-50、F-22的历程可以发现，S-37和F-22是同时期起步，是美苏两个超级大国按照各自装备发展思路，发展的第四代主力空战装备（俄称第五代），体现了各自对新世纪空军作战任务的判断和认识。但是，S-37最终被放弃，俄罗斯追随美国的设计思想开始了T-50的研制。虽然关于S-37最终的无疾而终，各方面会有不同的解读，但要了解其根源，需要从对前苏联—俄罗斯和美国的装备发展思路的差异开始研究。

在上世纪七十年代以前，也就是传统的一、二代战斗机时代，美苏两国在主战战机设计思路虽有所侧重不同，但基本追求的仍是速度、火力、空中机动性能等传统技术指标的领先，但是从第三代战斗机开始，美苏对于空战装备的发展思路差异开始逐渐显现。

对比美、苏第三代主力空战装备的主要性能指标和各项系统可以发现，美军的长项是电传操作系统、雷达系统、火控系统，超视距空空武器，各型第三代战斗机平台，均经过以更新各机载装备为主要内容的多次升级，在基本保持战斗机平台不做变更的情况下，研制了一系列改进型号；而前苏联追求的则是平台的整体成熟稳定和优异的空中机动性能，在保留核心设计思想的情况下，气动布局逐步改进。当年俄罗斯空军驾驶员用SU-27战斗机实现的普加乔夫机动令世界侧目。这其中反映的更深层次装备发展思想差异是值得重视研究的。

美军在经历了异常残酷的太平洋战争和朝鲜战争之后，对于大规模空战战法有了广泛和深刻认识。为了在持久和广泛的战争中取得空战优势，保持以有经验的空军飞行员为主的有生力量无疑是巨大优势。因此，美军在装备发展思路，开始通过提高装备的各项机载系统自动化水平，在减轻飞行员操纵强度的同时，使飞行员可以掌握更多、更广泛的战场信息，并通过超视距攻击确保自身安全。

而苏联则根据两次世界大战和战后各地区冲突中总结的宝贵经验，既个别优秀飞行员通过在关键的时间和地点采取果断勇敢的行动可以一定程度上改变整个战场局势，因此希望给其飞行员提供操纵熟悉，并适应各种情况，具备超机动能力以最大化发挥飞行员战斗技巧的战斗机平台。

对于美方推崇的远距超视距攻击战法，苏联方面认为，由于超视距空空武器空中运行时间较长，飞行员完全可以通过战斗机的超机动能力摆脱其攻击，战斗机间的对决最终还是要在中近距离一决胜负。

如果仅从航空武器“平台对平台”的发展思路来看，这两种装备发展思路很难说孰优孰劣。两国在开始研制瞄准二十一世纪空战的第四代战斗机时，也都延续了各自的装备发展思路。但事实上，在美军开始为其第三代战斗机平台升级改造的同时，美军已开始构筑其第一代空战装备体系（空战装备体系及相关概念参加拙作《美军第二代空战装备体系研究》）。在上世纪六、七十年代，美军开始细化其空军装备库，开发了以预警机为代表的众多功能化空战装备，通过对这些装备协调运用，成功构建了以预警机为核心的第一代空战装备体系。既美军不在将战争的胜负寄希望于一两型设备的领先，而是着力构建一种复杂多变能适于各种战场情况和作战任务，难于被仿制的空战装备体系。而随后开展的F-22的设计，只是其第二代装备体系中的一件关键装备而已，作战背景和承担任务都很清晰（这里需要指出F-22的研制有美国军方一系列技术验证的需求，真正基于体系设计的前线综合战斗机应是F-35）。而另一方面，苏—俄历时20余年研制的S-37仍是基于平台对平台的空战装备发展思路，追求的是无特定作战方式下完全超越上一代空战装备的新型装备。因此，虽然在诸多技术领域，S-37取得了令人瞩目的重大突破，但正如俄军方所说，它无法满足2010年后俄军作战需求。既先进如S-37金雕的战斗机也不可能与美军正逐步成熟的第二代空战装备体系相抗衡。其后，T-50的设计大量参考了F-22的设计思路，特别是一直是俄罗斯弱项的控制和雷达系统得到了大大加强。这种设计思路的改变，标志着俄方对空战装备的发展有了新的认识，并开始仿照美国模式开始构建自己第二代的空战装备体系。

前苏联—俄罗斯对S-37的研制斥以巨资，并历时20余年之久。S-37的研制虽然为俄罗斯积累和试验了大量航空相关技术，但是二十余年宝贵的发展时光过去，作为曾与美国并驾齐驱的航空技术创新型国家俄罗斯在新一代空战装备发展的先机已基本丧失殆尽。这一历程，值得我们深入思考、研究、借鉴。

飞机制造类企业核心能力识别研究

崔晶 王明珠 「工艺」

摘要: 本文以能力观的核心能力理论为载体,结合飞机制造类企业的业务特点,建立适用的飞机制造类企业核心能力识别指标体系。采用模糊综合评价法对某飞机制造类企业五种典型业务产品进行评价分析,进行理论的实践应用,验证模型的有效性和实用性。

关键词: 飞机制造类企业;核心能力;模糊综合评价

0 引言

航空制造业作为典型的知识、技术和资本密集的高技术、高附加值、高风险的战略性产业,正日益成为衡量一个国家科技水平、工业能力和综合国力的重要标志之一。在当前经济全球化和网络技术高速发展的背景下,随着飞机产品性能要求越来越高、技术越来越复杂,部分飞机制造类企业开始逐渐改变“全能工厂”模式,不再包揽生产的所有阶段,而是专注于打造自身专长优势。例如,国际上的大型航空制造企业Boeing公司、Airbus公司等开始用社会化和国际生产协作的“主制造商-供应商”模式,它们作为主制造商,借助通信、网络和物流等快速发展的新技术、新手段,主要负责价值链中知识密集、利润高端和具有品牌效应的研发设计、总装集成、销售以及售后服务等,将劳动密集、利润低端以及较少或不涉及知识产权的零部件制造交给供应商负责,实行全球化的协作生产。在此过程中,核心能力识别成为企业认识自我,为外包决策提供依据的关键环节。

本文以能力观的核心能力理论为载体,结合飞机制造类企业的业务特点,尝试建立适用的飞机制造类企业核心能力属性识别体系。首先对飞机制造类企业全流程生产的业务产品进行梳理,从有行业共性的零件产品角度出发进行研究分析。然后以某飞机制造企业为案例进行实证研究,其中体系的各级指标权重采用专家调查法与行业内30位相关专家调研获取。采用模糊综合评价法对获得的某飞机制造集团现场调研数据进行分析研究。

1 飞机制造类企业核心能力识别指标体系

1.1 企业核心能力内涵综述

企业核心能力一直受到研究者和企业管理者的关注。总的说来,对于企业核心能力的研究多以理论探讨为主,有的研究侧重于对核心能力主要观点的介绍与探讨^[1];有些侧重指标体系框架的建立与理论分析^[2];有些侧重研究模型评价方法^[3];也有研究者结合企业实践做了一些实证分析^[4]。针对飞机制造类企业实际情况和业务特点进行核心能力识别的研究较为稀少。

1990年,Hamel和Prahalad^[5]在《哈佛商业评论》首次提出“核心能力”,开创了企业核心能

作者简介:崔晶,女,助理工程师,2012年毕业于北京航空航天大学管理科学与工程专业,现就职于中航建发工程技术研究院。

力理论的研究。自此衍生出了诸多的研究流派，从不同的角度对核心能力进行了深入的诠释。Meyer和Utterback^[6]是基于技术观分析企业核心能力的典型代表。他们认为核心能力在更大的程度上就是在产品族创新的基础上，把产品推向市场的能力，并把企业核心能力分解为四个维度：产品技术能力、对用户需求理解能力、分销渠道能力以及制造能力。从知识观考察，研究者从知识能否为外部获得或模仿的角度来定义企业核心竞争力，Barton^[7]提出核心竞争力是使企业独具特色并为企业带来竞争优势的知识体系，包括技巧和知识系统、技术系统、管理系统、价值观系统；麦肯锡咨询公司的凯·科因、斯蒂芬·霍尔和帕特里夏·克里福德等^[8]也提出，核心能力是某一组织内部一系列互补的技能和知识的组合，它具有使一项或多项关键业务达到业界一流水平的能力。资源观的研究强调资源和能力对企业获取高额利润回报率和持续市场竞争优势的作用，Oliver^[9]等人把核心竞争力看作是企业所拥有的资源的组织能力，包括知识、企业文化、人力资源、组织结构，并强调异质性资源对企业的独特作用，企业拥有独特的资源，才能在同行业中拥有独特的地位。组合观的研究认为，核心能力是提供企业在特定经营中的竞争能力和竞争优势基础的多方面技能、互补性资产和运行机制的有机融合，比如Coombs提出核心竞争力是企业能力的一种特定组合，包括技术专长和组织能力，表现为技术性、组织性，是使企业、市场、技术发生相互作用的特定经验的积聚。Stalk、Teece等人是能力观学派的研究代表，该学派认为能力的差异是持续竞争优势的来源，把核心竞争力具体分为战略管理能力、核心制造能力、核心技术能力、核心营销能力等，认为企业应以累积性学识为知识基础塑造竞争优势，并成为同行业企业的领导者。

1.2 飞机制造类企业的业务特点分析及核心能力要素识别

很多研究者针对不同企业进行了研究，提出了多种核心能力识别模型。文^[10]从研发能力、营销能力、企业能力、投资规模、获利能力、管理水平、社会责任等方面对汽车制造企业的核心能力进行评价。文^[11]提出从生产能力、研发能力、市场开拓能力、战略管理能力方面识别高新技术企业的核心能力。文^[12]针对一汽轿车企业进行研

究，提出其核心能力识别要素主要有软资源、硬资源、经营管理能力、基础创新等。上述成果为本文研究提供了诸多参考思路。

但与一般的制造类企业不同，飞机制造类企业属于知识、技术和资本密集的高技术产业，部分企业具有国防军工背景，其发展战略由国防主导，产品具有系统化、集成化、高技术化、信息化以及投入大等特点，因此构建其核心能力识别模型必须结合企业业务特点。飞机主机制造企业的整个业务流程从原材料加工到整机交付出厂，主要可以分为机体制造、总装、试飞三大环节，即企业负责飞机机体的生产制造，同时在动力装置、机载系统等辅机厂配套提供所需产品或部件后，开展飞机的总体装配和出厂试飞工作，其中机体制造占据了相当大比重的业务内容。从飞机结构上进一步细分，机体制造又可以分为机身、机翼、尾翼、起落架等大部件的制造。每一种大部件产品可以进一步细化为部件、组件产品，比如机身部分由蒙皮、纵向骨架、横向骨架、地板、发动机舱、舱门等部件产品构成，其中纵向骨架部件产品由桁条、桁梁、纵向局部加强件等组件产品构成。虽然各飞机制造企业生产的飞机产品型号不同，但零件层级产品类型具有共性，主要可以分为以下几类：锻铸毛坯件、系统件、中小型结构件、大型结构件、蒙皮类零件、导管、复合材料零件、标准件等。

本文从能力观出发，结合技术观、知识观，从技术能力、市场能力和组织能力三方面分析建立飞机制造类企业核心能力识别模型。在技术能力方面，飞机制造类企业某些产品的生产制造技术具有国防和商业保密性的要求，与一般制造企业相比，制造技术在技术密集度、技术综合度上的要求更高，同时由于行业特殊性，产品创新和技术研发形成的知识产权很多是国防知识产权，常以专利和国防科技奖励的形式表现。在市场能力方面，由于飞机制造多为多品种小批次生产，因此本文引入产品族的概念体现产品衍生类型较多的特点，也体现其对其它产品、其它行业的技术带动性和扩散性，同时引入产品利润贡献率，纳入商业化考虑因素，一定程度上摆脱军用产品利润体系的弊端。在组织能力方面，主要考虑企业人才比例及研究投入，体现飞机制造企业知识储备，同时飞机制造环节众多，对产品的评价还应当包括其在整个制造流程中的协调作用及其对

企业发展战略的支撑作用。

1.3 飞机制造类企业核心能力识别指标体系

在综合上述研究理论的基础上,本文以能力观的核心能力理论为载体,融合了技术观、知识观等理论,同时结合飞机主机制造企业的业务,构建出飞机制造类企业核心能力识别指标体系,如图1所示。

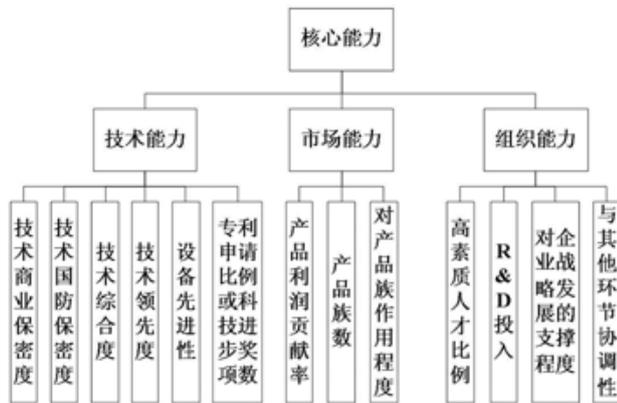


图1 飞机制造类企业核心能力识别指标体系

2 案例分析

2.1 案例对象概述

**飞机制造企业(以下简称A企业)以航空产品制造为主业,先后研制生产了多个型号数千架飞机,是集科研、生产、试验、试飞为一体的大型现代化飞机制造企业。其主营业务为各类军用机的研制生产,具备较强的飞机装配和系统集成能力,同时拥有国际先进水平的飞机装配、整机试验、可靠性试验、飞行试验的技术及装备和先进完整的航空产品制造生产线。

2.2 核心能力指标体系权重分析

指标权重的确定是多目标决策中的一个重要环节。根据原始数据来源及计算过程的不同,指标权重的确定方法可分为主观赋权法和客观赋权法。鉴于本文所评价对象的特殊性,难以获得客观数据,客观赋权法的应用有较大难度;另一方面专家调查法易于实施,决策人根据自己对企业的了解给出权重,不仅能够反映各指标的相对重要程度,而且能够体现出行业的特点。

本文通过问卷调查方式采集核心能力识别指标体系各指标权重数据,向行业内相关领域专家发放,回收有效问卷共30份。评判核心能力的专家来自行业内不同企业,总体来说,可将这些企

业分为两类:设计型企业和制造型企业。选取中位数法使用SPSS软件对数据进行统计分析并绘制数据箱型图,以制造型企业为例,图2、3、4分别是技术能力、市场能力、组织能力的权重数据统计结果及箱型图。

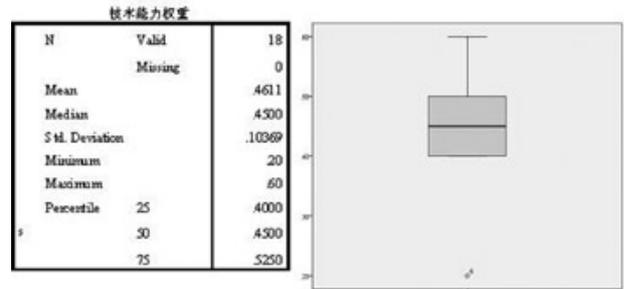


图2 制造型企业技术能力权重数据统计及箱型图

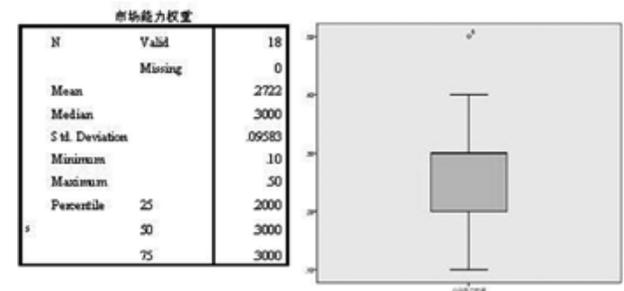


图3 制造型企业市场能力权重数据统计及箱型图

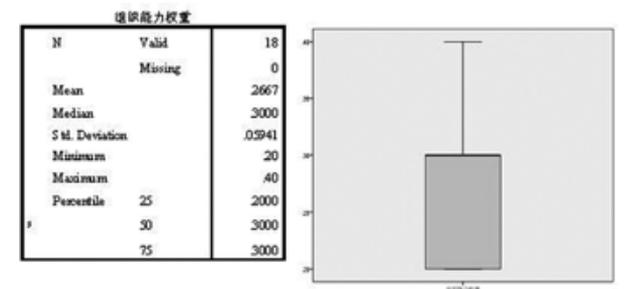


图4 制造型企业组织能力权重数据统计及箱型图

就制造类企业对指标权重的评判结果来看,各指标的中位数和平均数基本相同,且置信区间长度即上下四分位数之差很小,基本在0.1左右,可见专家评判结果较为集中,因此选取中位数作为最终的评判结果是科学合理的,可信程度较高。同时,为了更加直观的比较两类企业的异同点,总结两类企业对各一级指标评判结果,如表1、2、3所示。

从表1、2、3中,可以看到核心能力识别指标

表1 两类企业技术能力权重评判结果对比

企业类型	中位数	平均数	上四分位数	下四分位数	置信区间长度
设计型企业	0.5	0.46	0.4	0.5	0.1
制造型企业	0.45	0.4611	0.4	0.525	0.125

表2 两类企业市场能力权重评判结果对比

企业类型	中位数	平均数	上四分位数	下四分位数	置信区间长度
设计型企业	0.2	0.22	0.2	0.2625	0.0625
制造型企业	0.3	0.2722	0.2	0.3	0.1

表3 两类企业组织能力权重评判结果对比

企业类型	中位数	平均数	上四分位数	下四分位数	置信区间长度
设计型企业	0.325	0.32	0.275	0.4	0.125
制造型企业	0.3	0.2667	0.2	0.3	0.1

体系中三个一级指标对于设计型企业和制造型企业，其评判结果中位数、平均数以及上下四分位数相差均不大。鉴于本文的案例研究对象为制造型企业，因此我们选取制造型企业的权重评判结果作为最终的权重，对其进行归一化处理得到，技术能力权重0.428，市场能力权重0.286，组织能力权重0.286。与一级权重的分析相类似，可以得到对二级指标权重的统计分析结果。最终，得到赋有权重的核心能力指标体系，如表4所示。

2.3 核心能力指标体系综合评价

本文选取了A企业五种典型产品作为研究对象，分别是复材零件、钛合金件、导管、标准件

和蒙皮类产品，在实地调研中，采用专家评价法向该企业零件生产部及各制造分厂相关专家发放调研问卷获取各类产品的评价得分，使用模糊综合评价方法从定量和定性相结合的角度进行数据处理和评价分析。文^[6,7]给出了模糊综合评价法的算法，在此就不再赘述。根据指标体系和上小节获得的权重数据，可以建立指标集和权重集，本文定义评价集 $V=\{\text{强, 较强, 一般, 较弱, 弱}\}$ ，表征被评价的业务产品核心能力的强弱，根据调研获得的评分数据进行模糊综合评价。根据最大隶属原则评判各业务产品核心能力的强弱，结果如表5所示。

表5 某飞机制造类企业典型业务产品核心能力评判结果-1

业务产品	最终目标评判向量B	能力强弱
复材零件	(0.3512, 0.3983, 0.2024, 0.0477, 0.0000)	较强
钛合金件	(0.4727, 0.4166, 0.1103, 0.0000, 0.0000)	强
导管	(0.0000, 0.1085, 0.3854, 0.5057, 0.0000)	较弱
标准件	(0.0000, 0.0635, 0.1145, 0.4729, 0.3486)	较弱
蒙皮类零件	(0.1572, 0.3472, 0.4419, 0.0532, 0.0000)	一般

将B中前两项相加，并与所设置的作为核心能力的可接受阈值 $\alpha \in [0.75, 0.95]$ 相比，从而判断各业务产品的能力属性，结果如表6所示。

结合现场调研获得的实际情况，对A企业而言，复合材料零件的生产制造对技术和知识积累要求较高，其研发资金、人员投入均较大，该企业复材产品也正处于大力发展阶段，作为核心能力发展是提高自身技术能力的很好突破点；该企业钛合金件的加工技术在国内同行业内处于较先进的水平，目前已引进了钛合金加工线、成立了数控钛合金加工中心，钛合金产品属于该企业核心能力；该企业

表4 核心能力指标体系各指标权重

指标	权重值	指标	权重值	指标	权重值
技术能力	0.428	市场能力	0.286	组织能力	0.286
技术商业保密度	0.108	产品利润贡献率	0.333	高素质人才比	0.275
技术国防保密度	0.189	产品族数	0.333	R&D投入	0.3
技术综合度	0.216	对产品族作用程度	0.333	对企业发展战略支撑	0.225
技术领先度	0.216			与其他环节协调性	0.2
设备先进性	0.162				
专利申请等	0.108				

表6 某飞机制造类企业典型业务产品核心能力评判结果-2

业务产品	最终目标评判向量B	前两项之和	判别结果
复材零件	(0.3512,0.3983,0.2024,0.0477,0.0000)	0.7495	核心能力
钛合金件	(0.4727,0.4166,0.1103,0.0000,0.0000)	0.8893	核心能力
导管	(0.0000,0.1085,0.3854,0.5057,0.0000)	0.1085	外围能力
标准件	(0.0000,0.0635,0.1145,0.4729,0.3486)	0.0635	外围能力
蒙皮类零件	(0.1572,0.3472,0.4419,0.0532,0.0000)	0.5045	次核心能力

蒙皮制造能力在行业内虽处于较先进水平,但部分技术能力如喷丸成型等由于受设备、技术制约,产品需要外协生产,因此该企业蒙皮产品属于企业次核心能力。而标准件多是飞机上的标准零件,零件附加值较低,技术要求较低,加工工艺对专业化技术要求低;导管产品行业内各飞机制造企业的导管生产能力相差不大,产品对公司战略发展的支持作用相对不强,这两类产品应属于企业外围能力。该模型的评价结果获得了行业和企业内有关专家的认同。综上,上述典型产品的核心能力评价结果与实际情况相符,验证了本文所建立模型的有效性和实用性。

3 结论

本文对核心能力理论进行了综述,在对飞机制造类企业全流程生产的业务产品进行梳理的基础上,分析飞机制造企业的业务特点,建立了适用的飞机制造企业核心能力识别模型。考虑到指标体系的实用性和可操作性,以A企业为案例,进行了理论模型的应用实践研究。本文选取了A企业的5类典型产品,使用模糊综合评价法给出了定量分析和定性结论,评价结果与企业的实际情况相符,研究成果具有有效性和适用性。目前,我国飞机制造类企业的发展已经被提升至国家战略层面,如何迅速提升企业核心能力是当前急需解决的问题。而国内大多数飞机制造类企业仍然是“全能工厂”模式,导致企业生产资源分散,核心能力发展所需资源不足,不利于提升企业竞争力和品牌效益。本文的研究成果为我国飞机制造类企业打造核心竞争力提供建议,为行业进行专业化资源整合和固定资产投资决策提供思路,促使中航工业产业升级过程中塑造品牌价值、创新

商业模式、构建集成网络,集中形成中航工业整体的核心竞争实力,在嵌入全球价值链的同时不断向高端环节攀升。

参考文献

- [1] 魏江. 基于知识的核心能力载体和特征[J]. 科研管理, 1999, 20(2): 55-60.
- [2] 郑克俊, 迟清梅. 企业核心竞争力的识别与评价研究[J]. 科技管理研究, 2006, 26(5): 81-84.
- [3] 杜纲, 程继川, 陈卫东. 企业核心能力分析及其评价方法研究[J]. 天津大学学报(社科版), 2000, (3): 56-60.
- [4] 王毅. 我国企业核心能力实证研究[J]. 管理科学学报, 2000, 5(2): 74-82.
- [5] Prahalad C K, Hamel G. The Core Competence of the Corporation[J]. Harvard Business Review, 1990(3): 79-91.
- [6] Meyer M H, Utterback J M. The Product Family and the Dynamics of Core Capability[J]. Sloan Management Review, 1993, Spring: 29-47.
- [7] Dorothy Leonard Barton. Wellsprings of Knowledge: Building and Sustaining the Sources of Innovation. Boston: Harvard Business School Press, 1995.
- [8] 凯文·科因, 斯蒂芬·霍尔, 帕特里夏·克里福德. 公司的核心竞争力是否只是一个幻影[J]. 麦肯锡高层管理论丛, 1997 (III): 195-105.
- [9] Christine Oliver. Sustainable Competitive Advantage: Combining Institutional and Resource Based Views[J]. Strategic Management Journal, 1997, 18 (9) : 697-713.
- [10] 陈浩. 一汽轿车企业核心能力研究[D]. 吉林大学硕士论文, 2010.
- [11] 侍文庚, 蒋天颖. 社会资本、知识管理能力和核心能力关系研究[J]. 科研管理, 2012, 33(4): 62-72.
- [12] 刘宇, 王宗水, 王坤明. 汽车制造业企业核心能力及其影响因素研究[J]. 科技管理研究, 2013, 16: 34-37.

美国通用航空产业成功经验对我国的启示

马杰 陈阳 「规划」

摘要: 近年来,随着我国低空试点开放和逐步推广,通用航空产业已成为一个备受关注的话题。一方面,在全国范围内通用航空机场规划、通用航空产业园、航空城等项目屡见不鲜,我国通用航空产业发展氛围正在形成;另一方面,由于我国通用航空产业尚处在起步阶段,经验的缺乏导致各地通用航空项目建设找不到合理路径、进展缓慢;此外,美国是通用航空产业最为发达的国家,有许多值得我国通用航空产业借鉴的成功经验。因此,通过对美国通用航空产业发展历程进行深入剖析,寻找适合我国国情的经验借鉴,对我国未来的通用航空产业发展和通用航空项目规划建设有着实际意义。

关键词: 通用航空;美国经验;机场体系

纵观世界各国发展历程,国土面积大的国家无一不在大力发展航空产业,究其原因,由于这些国家幅员辽阔,国民出行距离远、时间长,单凭铁路运输、公路运输或水上运输已无法满足人们对便捷出行日益严苛的要求,因此航空运输以其快速、便捷、舒适的特点成为越来越多人出行首选的交通方式。

航空运输也有缺点,那就是费用相对较高,但随着人们生活水平的不断提高,买张机票出行已不再是什么奢侈的需求,近些年航空业务量持续攀升,但民航机场和飞机数量有限,航班时刻不断紧张,导致航班延误事件屡见不鲜,因此通用航空逐渐被人们重视,就成为另外一种航空出行的选择。通用航空有多种定义,究其大意可以理解为:除了大型民用航班和军事飞行外的一切航空形式都可归为通用航空范畴。通用航空既有快速、便捷、舒适的特点,同时也有线路丰富灵活、成本低廉等优势,是航空运输不可分割的组成部分。

我国通用航空产业起步较晚,近些年随着一系列鼓励通用航空产业发展的政策出台才逐渐形成了通用航空产业发展的氛围,但这不说明我国不需要发展通用航空,恰恰相反我国亟需发展通用航空产业。与美国、加拿大、澳大利亚、俄罗斯、巴西等世界上几个国土面积较大的国家相比,我国的通用航空产业差距很大。据通用航空制造商协会GAMA(General Aviation Manufacturers Association)统计,目前全球约有通用飞机33.6万架,年飞行小时达5100万小时。美国约有通用飞机22.4万架,约占全世界通用飞机总量的2/3,年飞行约2700万小时;加拿大约有通用飞机3.1万架,年飞行450万小时;巴西虽是发展中国家,但由于全民对通用航空的热爱,通用航空产业也较发达,其通用飞机约有1万架,年飞行约170万小时;与我国的紧邻俄罗斯和澳大利亚的通用飞机也有1万架以上。除此以外,在英国、德国、新西兰、南非等许多国家,通用航空也是航空运输系统的重要组成部分,是国家高度重视的产业。

造成我国通用航空产业不景气的原因十分复杂,除了通用航空运营环境不畅通,机场建设、

作者简介:马杰,男,工程师,2012年毕业于北京工业大学城市规划专业,现就职于中航建发规划咨询研究院。

飞行程序审批不规范,机师等行业人才短缺,基础设施严重不足,配套法规和政策不匹配等因素外,经验不足也阻碍我国通用航空产业的发展。美国是世界上通用航空产业最发达的国家,是各国借鉴的对象,同样也有许多经验值得我国借鉴。2012年美国通用航空产业直接或间接带动了约1500亿美元的经济产值,带来120万个以上就业岗位,而我国仅不足5亿美元。

客观的说,美国通航产业的成功在一定程度上得益于其自身的一些先天条件,诸如:首先,两次世界大战后美国过剩航空器和机师流入民间,形成通用航空重要的起步资源;其次,美国地缘政治环境优越,西邻太平洋、东邻大西洋是天然屏障,邻国加拿大和墨西哥与美国有良好的国际关系,为美国发展通用航空产业提供了良好的发展环境。美国的通航环境是别的国家无法企及的,同时也是我国所不具备的,其经验无法照搬,但仍有许多值得借鉴。纵观美国通用航空产业的发展历程,对我国通用航空产业发展最具启示意义的主要有以下几个方面。

1 管理体系统筹通用航空发展

1.1 精简管理体系

美国通用航空管理体制清晰,各职能部门分工明确,主要的管理机构有:美国联邦交通运输部DOT(United States Department of Transportation),主管通用航空政策,负责制定和完善通用航空产业的政策和法规,协调各环节的平衡发展;美国联邦航空局FAA(Federal Aviation Association),隶属于联邦交通运输部,主管美国通用航空产业的监管,负责促进和保证通用航空产业的发展。由于美国的通用航空管理法规、标准十分全面,因此省去了繁冗的行政审批程序,基本都依照法律规范进行,以通用航空飞行来说,除涉及到管制区内的飞行计划(“911”以后,美国也不得不划定若干空中管制区),普通的飞行计划不需要审批或备案。但审批简单并不等于监管松懈,FAA在市场和行业监管方面非常谨慎和严格,保障着通用航空产业的健康发展。

除此之外,美国还注重和发展民间通用航空组织,美国有70余家全国性和地方性通用航空协会,如始于1939年的飞机拥有者和飞行员协会(Aircraft Owners&Pilots Association)和

美国机场管理协会(Aeronautical Chamber of Commerce),成立于1943年的航空经销商和制造商协会(Aviation Distributor&Manufacturers Association)等。这些民间通用航空协会都是非营利性组织,他们代表着通用航空企业、爱好者、从业者的利益,在制定通用航空产业法律法规和政策标准、维护市场秩序、规范行业行为、培训专业人才等方面都发挥着不可替代的作用。

1.2 重视发展计划

在美国通用航空发展史上,有一系列专项发展计划,促进其通用航空产业不断跨越发展。通过实施联邦投资计划大纲、通用航空实验飞行计划AGATE、通用航空推进计划GAP、空中高速公路计划HIIS、小飞机运输计划SATS等行业战略规划,促进通用航空行业不断的发展。

其中最重要的是1994年,美国为发展通用航空运输,成立了名为“先进的通用航空运输实验”AGATE (Advanced General Aviation Transport Experiments)的专门机构,由美国航空航天局NASA牵头,联同联邦航空局FAA以及若干航空制造企业和研究机构组成。AGATE负责将公务飞行、包机飞行、私人飞行统一纳入了国家运输系统规划,以缓解高速公路和枢纽机场的交通压力,提升通用航空运输能力,促进通用航空产业的发展,因此也被称为“国家通用航空蓝图”。AGATE最终目标是建立“小型飞机运输系统”SATS (Small Aircraft Transportation System),使其成为21世纪新的高速交通运输工具。

1.3 完善扶持政策

在税收政策方面,美国政府认为民用机场属于公共基础设施,因此稍有规模的机场及附属设施均由政府进行规划和修建,所有纳入到国家通用航空网络的机场均免费向用户开放(除加油和租用机库外没有任何费用),机场未来的扩建费用、运营亏损也大都由政府买单;通过税费优惠政策,减轻通用航空企业的负担(在上世纪80~90年代,美国也曾取消消费优惠政策,加上金融危机的影响导致美国通航产业几年内停滞不前);对致力于技术创新的通用航空企业,给予财政补贴。

在融资信贷政策方面,美国联邦和地方政府通过设立通用航空专项发展资金的方式,为通用航空产业提供优先的信贷资金支持;鼓励民间资本参与通用航空产业发展,广泛吸纳社会资金投入;对通用航空基础设施建设贷款予以贴息。

2 基础设施保障通用航空发展

2.1 完善的机场布局

至2012年,美国约有19000余个机场(包括直升机起降场、水上飞机基地以及其他一些着陆设施),其中颁证开放机场共有5000余个,私人机场14000余个,见图1。FAA最新发布的国家一体化机场规划(NPIAS: National Plan of Integrated Airport Systems 2013-2017)将3355个机场(3330个已有机场和25个规划机场)纳入到国家机场系统中,其中共有2952个通用航空机场。按照这些通用航空机场的功能可以分为国家枢纽级、区域级、地方级和基础级。这些纳入到NPIAS的通用航空机场有资格获得机场发展项目(AIP)的国家资助,同时也需向公众开放并提供服务,任何通用航空飞行都可以使用这些机场。

此外,建设所需资金少、运营管理简捷是美国通用航空机场如此众多的一个重要原因,像塔台、气象设施等运输机场必备的设施,对于某些通用航空机场来说都可以不设置,且受到环境因素限制也较小,因此其建设标准、造价等方面均比民用运输机场低。

2.2 完备的地面设施

美国通用航空的快速、安全、健康的发展

除了因其拥有数量众多的通用航空机场外,还有赖于完善的地面服务保障设施体系,经过几十年的发展,美国已经建立起一个先进的通用航空通信、导航体系,虽然低空空域非常开放,但凭借严密的飞行管制措施和完备的地面设施使得通用航空成为美国最安全、最有效的航空运输系统。要实现通用航空的顺利运营,除了雷达、气象、监视和广播设施等一系列基础设备外,还需要一整套完备的服务保障设施系统,这一般由固定运营基地FBO(Fixed-Base Operator),飞机保养维修站MRO(Maintenance Repair Operations)和飞行服务站FSS(Flight Service Station)构成。美国拥有3000余家符合标准的固定运营基地,负责提供加油、计划、培训、租赁、值机、餐饮、托管等地面服务;180个人工和58个自动飞行服务站,负责提供气象信息、飞行实时信息支持等服务;上万个飞机保养维修站,为飞机提供保养、维修服务。正是所有这些地面设施联成的网络,保障美国的通用航空安全、高效的运营。

3 航空氛围促进通用航空发展

3.1 航空制造业与维修业发达

在美国通用航空产业链中,不仅通用航空运

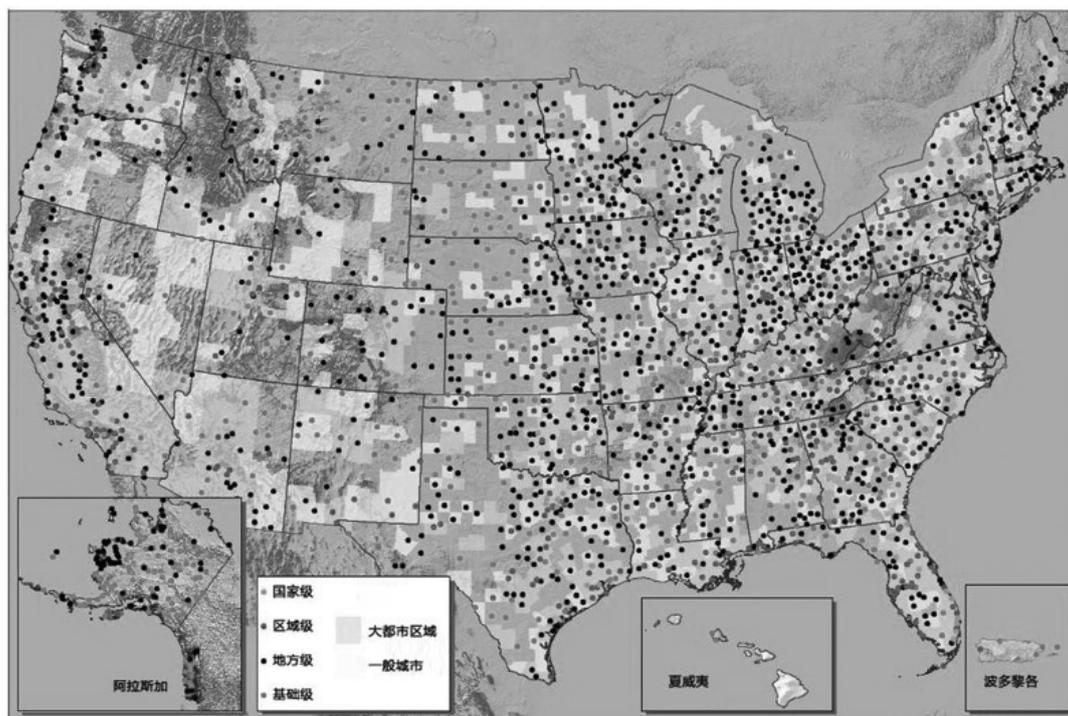


图1 NPIAS通用航空机场布局(资料来源:FAA)

营行业繁荣，其航空制造与维修行业也十分发达。制造、销售、运营、维修等环节紧密关联，共同组成了通用航空产业链，其中任何一个环节都能影响通用航空的发展，经历两次世界大战的洗礼，美国的航空制造业得到了跨越式的发展，航空制造业强大的生产能力刺激了美国通用航空的消费市场，而良好的消费市场与航空氛围又反过来促进其制造业的进一步发展。经过多年的发展，美国的通用航空制造业已经具备较高水平，在市场作用下形成了产量大、型号多、成本低的行业特点，据统计2012年全球销量最高的通用飞机是172S天鹰SP(172S SKYHAWK SP)销售113架，每架仅售36.4万美元，相当于一部中高端汽车的价格水平，价格亲民也是普及通用航空的基本前提。

除了航空制造业，美国的航空维修业也十分发达，根据GAMA研究，通用航空飞行器的平均使用寿命为39年，除了单引擎涡轮螺旋桨飞机和多引擎喷气飞机是十余年外，其他类型的飞机使用寿命均在30~50年左右，每架飞机均需要保养与维修，因此通用航空维修产业需求巨大。在前文中提到的美国拥有上万个飞机保养维修站为通用飞机提供日常的保养与维修，航空维修业可以说是通用航空产业的后勤保障行业，直接关系到通用航空飞行的安全性，同时也能有效延长飞机的使用寿命，从而降低用户的使用成本。

3.2 航空兴趣培养与专业培训

航空培训在美国通用航空产业链中有着重要的地位，而且是一个规模相当可观的产业，直接反映着通用航空产业的繁荣程度。在美国，航空教育十分普及，航空氛围良好，众多的航空博物馆、科技馆是航空爱好者了解航空知识、培养航空兴趣的理想去处。1992年美国提出“雏鹰计划”，目的是为未来培养更多的航空人才和爱好者。据统计，截止目前美国拥有超过60万个飞行员。同时，美国在航空专业教育方面也有很高的水平，针对不同的目标人群设立各类专业教育培训机构，为通用航空产业培养了大批的中高端专业人才。正是这些培养、培训行动，为美国通用航空产业发展源源不断的输送人才和消费者，形成良好的氛围，促进通用航空产业的发展。

3.3 积极的商业运营模式

美国如此密集的通用航空机场在带来便利的同时也自然会产生竞争，为应对竞争，各机场运营商除了降低油费争取薄利多销外，最重要的是

举办各类航空活动和商业活动，吸引周边的航空爱好者、游客甚至是居民来到机场，从而增加机场活力、促进地方经济的繁荣。这种积极的商业运营模式，能保证机场可以持续的运作下去，在多数情况下，因机场活动所带来的经济回报非常可观；此外由于商业景气，地方政府的税收也有所增加，从而能够保证有更多的财政支出可以用于机场未来发展。

美国通用航空处于世界领先水平，除了上述的三大因素外，也和行业的自我发展、国民的消费需求等原因是分不开的。

综上所述，美国通用航空的发达程度可见一斑，我国符合手续的通用航空机场只有约43个，其中大部分是为了满足农业和培训需求，无论从规模还是功能，都还有很长的路要走。虽说中美两国国情不同，我国不可能照搬美国经验，但美国的经验对我国通用航空产业的发展也确实有很多启示：

1)在进一步放开低空空域的背景下，不断完善国家通用机场规划，逐步建立起我国的通用航空运输网络体系，加大对通用航空基础设施建设的投入，逐步完善地面通信、导航设备等基础设施网络。

2)通过出台扶持政策来鼓励社会资金投入通用航空基础建设和运营领域，只有这样才能调动社会积极性，形成通用航空产业的发展氛围，进而加快通用航空产业的发展速度。

3)注重人才培养，通过培养青少年的航空热情、推广通用航空飞行培训等方式为通用航空产业培育更多爱好者和专业人才，此外，通过降低税费等手段，逐步放开通用航空产品消费市场，提升市场购买力，从而刺激我国通用航空制造业的发展。

参考文献

- [1] FAA: U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration; General Aviation Airports: A National Asset; 2012.
- [2] FAA: U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration; Aerospace Forecast (Fiscal Years 2013-2033); 2013.
- [3] FAA: U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration; Report to Congress National Plan of Integrated Airport Systems (NPIAS); 2013.

索钢节点疲劳性能试验研究

张国军 刘轶群 葛家琪 杨维国 「结构」

摘要: 大型体育场索-膜结构屋盖通常会设置一道环形索,索钢连接点处索夹对索及索体防护镀层产生挤压和磨损,在常年风荷载作用下易发生疲劳破坏。本文以盘锦体育中心体育场为背景,对索节点进行往复加载疲劳试验分析,结合相关参数建立“索丝-索夹-垫层”仿真有限元模型,通过数值模拟的方法计算节点处索夹对索丝的挤压应力以及索丝间的相互作用,将分析结果进行评价并与试验结果对比,对工程中一些常用的改进措施效果进行研究。结果表明:数值分析结果所得应力分布与试验中构件局部损伤情况基本吻合,并且采用倒角索夹和加入垫层对节点整体受力改善效果明显,而垫层材料不同,效果有所差异。

关键词: 环索节点疲劳试验; ABAQUS仿真分析; 索丝; 索夹; 应力分布

1 引言

盘锦体育中心坐落于辽宁省盘锦市辽滨新区,临近辽河入海口,南临渤海辽东湾。体育场属于大跨度空间张拉索膜结构工程,屋盖体系设置环向索及径向吊索、谷索和脊索,环索平面投影呈椭圆形,屋面整体为非对称马鞍形,索钢连接点处索夹对索及索体防护镀层会产生挤压和磨损,在常年海风往复荷载作用下,易产生疲劳破坏,因此,必须对索钢连接点处的耐久性进行试验考察。

本文以该工程为背景,选取了直径46mm高钒钢索、直径38mm高钒钢索以及直径42mm高钒钢索这三种索体针对节点处的接触材料、接触面形状进行了试验测试。同时,将ABAQUS数值模拟结果和试验加载结果进行对比,分析环形索丝在不同情况下受索夹挤压的疲劳性能和索体防护镀层的破坏情况,为实际工程的设计提供技术支持。

作者简介:张国军,男,高级工程师,2006年毕业于北京工业大学结构工程专业,现就职于中航建发工程技术研究院。

2 试验方案和现象

2.1 试验目的和试验内容

本试验试验目的如下:

在应力比一定($\mu=0.4$)的情况下,考察高强索经100万次往复荷载后,索体镀层及索夹的损伤情况及其对节点耐久性的影响。

本试验中将两根相同直径的高帆索作为一组,在完全相同的试验条件下,进行100万次往复加载试验。通过观察加载试验过程中索体的工作情况及比较加载结束后两根索及索体防护镀层的损伤,索与索夹连接处的相对滑移以及锚头端部挤压状况等几方面的相同或不同之处,研究经100万次往复荷载后索体及防护镀层的损伤情况,及其对节点耐久性的影响。

2.2 试验装置

如图2所示,本试验的试验仪器和装置有:量程为150t的水平千斤顶和50t的竖向疲劳加载头,油压泵,竖向承压架,试验架(为左右对称式,可左右两侧各放入一根索进行比较),量程为200t的钢弦式索力传感器(2个),索夹(按照实际工程约束情况进行设计),数块相应尺寸的垫板。

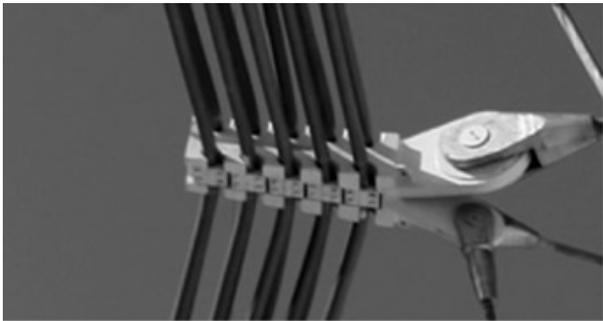


图1 环索钢节点

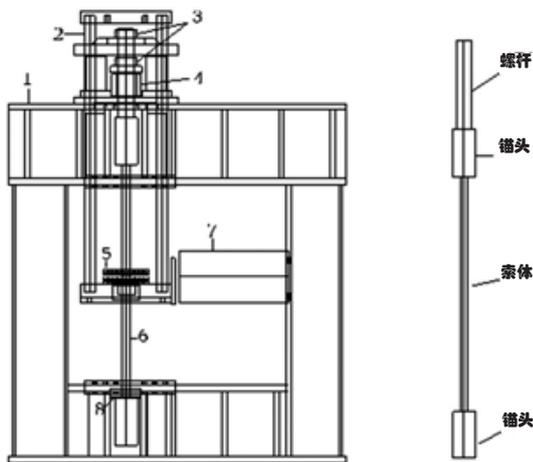
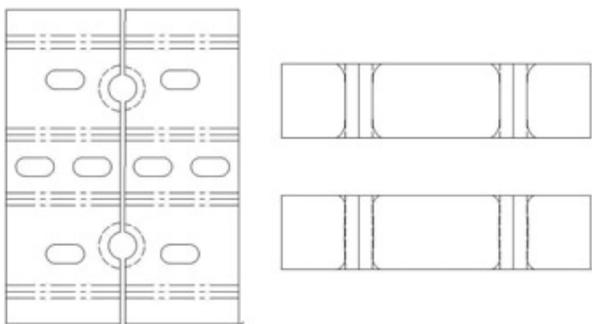


图2 试验机模型图



(a)索夹平面图 (b)索夹左右侧剖面图

图3 带倒角索夹模型示意图

试验机模型图说明：1. 试验架；2. 竖向承压架；3. 螺母；4. 传感器；5. 索夹；6. 索体长垫板；7. 水平千斤顶；8. 底垫板。

2.3 试验组设置

如表1所示，本实验中，共进行7组试验，通过控制单一变量设置对照组(如表2、3、4)，分析索体直径、索夹垫层以及防护镀层材料分别对索体弯曲时疲劳性能和防护镀层摩擦情况的影响。

根据试验情况将加载信息列于表5中。

表1 试验组设置

分组	直径	接触材料
1	Φ46	直接接触
2	Φ42	普通橡胶弹性垫层
3	Φ46	普通橡胶弹性垫层
4	Φ38	普通橡胶弹性垫层
5	Φ38	超耐磨橡胶弹性垫层
6	Φ38	镀锌垫层
7	Φ38	铝皮垫层

表2 对照组1

组号	直径	接触材料
1	Φ46	直接接触
3	Φ46	普通橡胶弹性垫层

表3 对照组2

组号	直径	接触材料
2	Φ42	普通橡胶弹性垫层
3	Φ46	普通橡胶弹性垫层
4	Φ38	普通橡胶弹性垫层

表4 对照组3

组号	直径	接触材料
4	Φ38	普通橡胶弹性垫层
5	Φ38	超耐磨橡胶弹性垫层
6	Φ38	镀锌垫层
7	Φ38	铝皮垫层

表5 疲劳试验加载信息统计

分组	直径 (mm)	截面面积 (mm ²)	最小破断压力(kN)	理论预张拉力(kN)
1	46	1256.4	1910	764
2	42	1047.0	1650	660
3	46	1256.4	1910	764
4	38	853.0	1230	492
5	38	853.0	1230	492
6	38	853.0	1230	492
7	38	853.0	1230	492

注：应力比均为0.4。

2.4 试验现象

为方便对照组之间的试验现象进行对比，得出结论，现将对照组的试验结果分别列于表6、7、8中。

表6 对照组1

组号	整体破损情况	索体接触处磨损	索夹孔内壁材料磨损
1	较完整, 未出现断丝	表层镀层一定磨损和脱落	磨损严重
3	较完整, 未出现断丝, 锚头不均匀拔出	表层镀层脱落, 钢丝磨损均匀, 凹状弧线一侧的磨损严重	十分严重, 凹状弧一侧垫层几乎挤碎, 有磨损印痕

表7 对照组2

组号	整体破损情况	索体接触处磨损	索夹孔内壁材料磨损
2	较完整, 未出现断丝	表层镀层脱落, 钢丝磨损均匀, 凹状弧线一侧的磨损严重	十分严重, 凹状弧一侧垫层几乎挤碎, 有磨损印痕
3	较完整, 未出现断丝, 锚头不均匀拔出	表层镀层脱落, 钢丝磨损均匀, 凹状弧线一侧的磨损严重, 出现暗红锈斑	十分严重, 凹状弧一侧垫层几乎挤碎, 有磨损印痕
4	橡胶脱落, 部分被撕裂, 温度上升	表层镀层大面积脱落, 磨损均匀, 凹状弧线一侧的磨损严重	有明显的磨损印痕, 印痕最深处达1mm

表8 对照组3

组号	整体破损情况	索体接触处磨损	索夹孔内壁材料磨损
4	橡胶脱落, 部分被撕裂, 温度上升	表层镀层大面积脱落, 磨损均匀, 凹状弧线一侧的磨损严重	有明显的磨损印痕, 印痕最深处达1mm
5	橡胶脱落, 部分被撕裂	表层无磨损	有挤压印痕, 但无磨损印痕
6	薄铝层在边缘接触地方有挤压塑性变形, 其他铝层比较完整	表层镀层大范围均匀磨损脱落, 但表层钢丝束的磨损不太明显	有明显的磨损印痕, 印痕最深处达1mm
7	薄铝层在边缘接触地方有挤压塑性变形, 其他铝层比较完整	表层无磨损	有挤压印痕, 但磨损印痕不明显

3 有限元数值模拟分析

为验证试验现象以及采取的改善措施是否合理有效, 现应用通用有限元分析程序ABAQUS建立7丝、索丝直径4mm、长度120mm、捻距240mm的简化索钢节点模型, 如图4-7, 在各种仿真工况下进行加载和计算, 分析其应力和应变, 找出应力集中和磨损严重的危险区域, 为实际工程的建设提供理论参考依据。

索体采用实体线性减缩积分单元C3D8R, 索夹采用实体线性非协调模式单元C3D8I, 为使计算结果更为精确, 索丝与索夹的接触部位以及索夹倒角开始的部位进行了网格的细化。所有接触面均采用面-面接触方式, 法向刚度为“硬接触”, 切向摩擦系数设置为0.2, 索体两端端面铰结, 分别与两个参考点耦合, 并对其中一参考点施加58.76kN(应力比为0.4)的轴向拉力, 同时对索夹底面施加了沿索体垂直方向的位移约束1.5mm。

索丝材料采用线弹性的本构模型, 而索夹的钢材Q345具有良好的塑性, 并且有相当长的屈服



图4 有限元整体模型

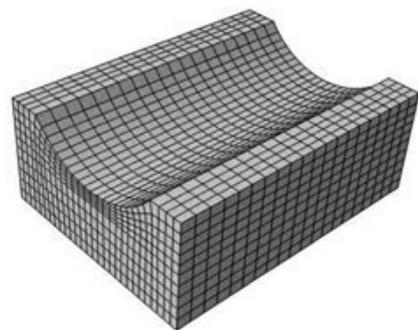


图5 不带倒角索夹模型



图6 带倒角索夹模型

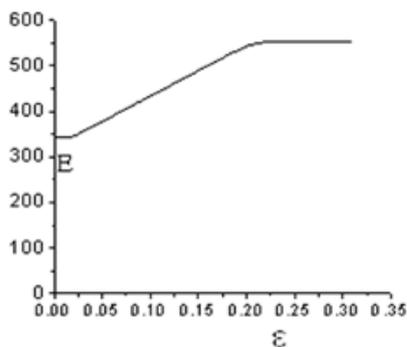


图7 Q345钢的应力-应变曲线

阶段，因此简化弹塑性模型，其应力-应变曲线如图7所示，材料参数见表9。

3.1 倒角对节点应力分布的影响

在实际工程中，由于索体与索夹直接接触，并且环形索有一定的弯曲角度，因此，索夹接触面的形状会对被索夹夹住索段两端受力状况产生直接的影响。目前设计的索夹主要有两种：边端带倒角和不带倒角。在弯曲索体中，不带倒角的索夹棱边会对索体产生非常明显的应力集中效果，导致索体弯折，在往复荷载作用下更是加快了索丝的破坏。而在边端设置倒角后，接触面到端面平滑度过，倒角角度大致符合索体弯曲角

表9 材料参数

	$E/(N \cdot mm^{-2})$	泊松比 λ
索丝	1.6×10^5	0.25
索夹	2.1×10^5	0.30

度，这样索夹与索体的接触面增加，索夹挤压索体时，索体的受力也会更加均匀。

通过计算，可以看到(图8)，不带倒角索夹的接触应力主要集中在径向面和端面交界处的棱边周围，而且挤压非常严重，在棱边上达到最大622Mpa。应力集中区域发生塑性变形，并向周围区域发展扩散。在带倒角的索夹中，应力分布均匀、大小在550Mpa左右，由于接触面积的增大，应力分布的范围也扩大，部分单元出现少许的塑性变形，整体受力合理。

由图9、10可以看到，索夹不带倒角时，索夹的棱边对索丝应力集中作用非常明显，具体表现为受力区域狭小，挤压范围内应力高，并与周围区域形成显著突变。在往复荷载作用下，此部位的索丝易发生脆断破坏。而索夹带倒角时，应力集中的现象得到明显的缓解，材料同在线弹性范围内，受力区域扩大，挤压部位至周围单元的应力过渡平缓，在一定程度上提高了环形索的疲劳寿命。因此，在有环索参与的工程中，索夹应设置倒角以提高节点整体的受力性能。

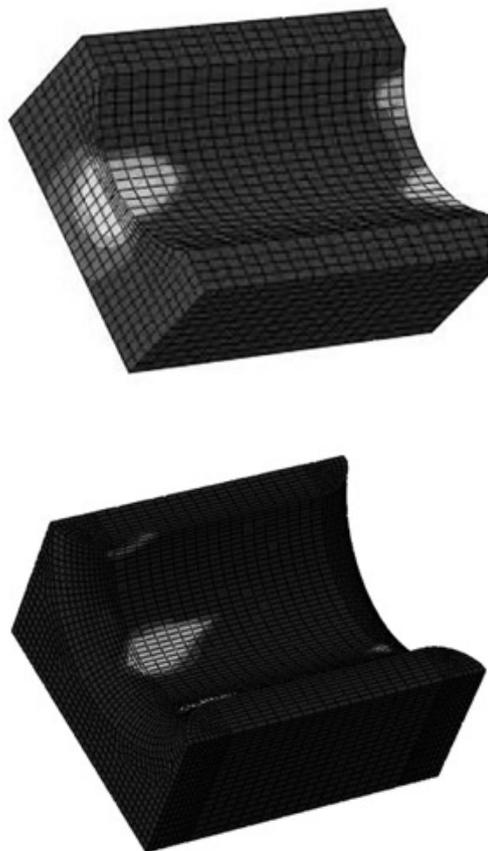


图8 索夹等效应力图



图9 不带倒角节点挤压段索丝接触应力图

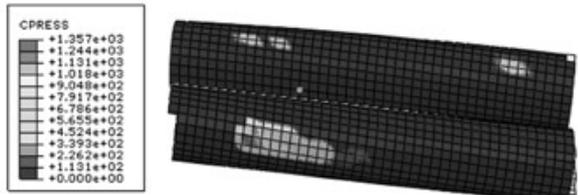


图10 带倒角节点挤压段索丝接触应力图



图11 索夹垫层有限元模型

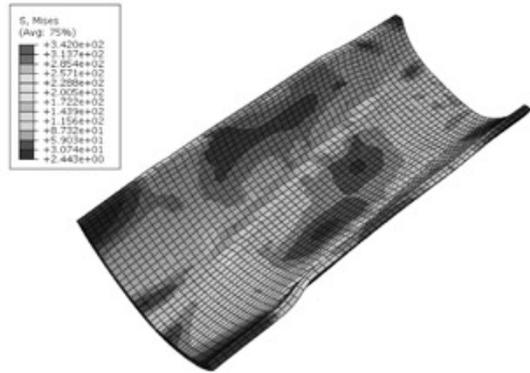


图12 垫层等效应力图

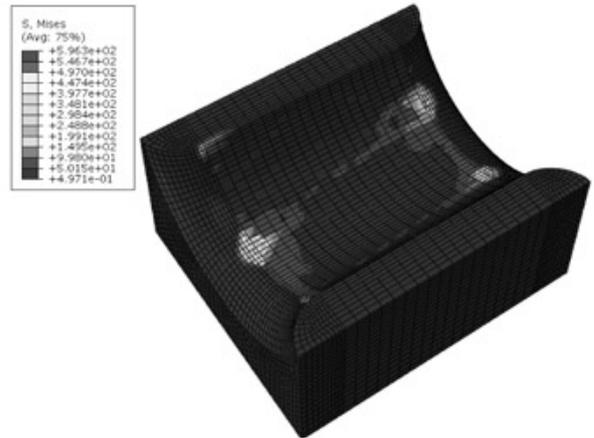


图13 索夹等效应力图

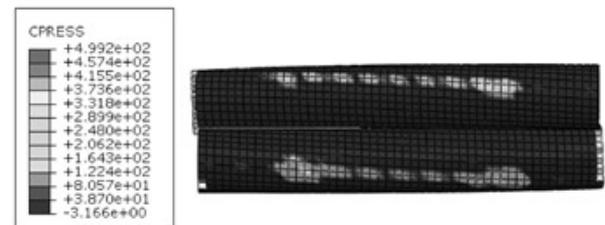


图14 挤压段索丝等效应力图

3.2 索夹垫层对节点应力分布的影响

建筑中索夹的材料通常为钢材，环形容体若与索夹直接刚体硬接触，不仅法向应力集中作用明显，而且在往复荷载下，索丝与索夹之间有相对滑动的驱势，由于摩擦力的作用，索丝与索夹相互的磨损也会非常严重，为尽量避免这种情况发生，通常在索夹孔内侧加入一层较软的保护垫层，使得索丝与索夹不直接接触，这样尽管会导致垫层挤压磨损甚至撕裂破坏，但同时较大的变形却增大了索丝与垫层的接触面积，使索丝、索夹应力均布、合理，避免小区域应力突增。

垫层采用了纯铝弹塑性模型(见图11)，由应力图12、13、14，各构件应力几乎分布于整个接触区域，大小均匀，垫层在与索夹倒角接触处边缘，应力较大，实际可能会发生撕裂破坏。相比于设置倒角，加入垫层对应力分布的改善效果更为良好，受力更加合理，节点的疲劳性能显著提升。

3.3 索丝弯曲的应力分析

索弯曲时，索夹对索的挤压体现在索丝与索丝接触之间压力的相互传递。本模型采用0.4的应力比，直线拉应力理论上只有668Mpa，但实际弯曲后，等效应力在跨中处最上层索丝顶部达到(见图15中深色区域)最大值1158Mpa，其中95%由沿索轴向方向的拉应力构成，远高于理论值668Mpa。而在可能出现破坏的危险区域中，索夹挤压部位索丝的等效应力约为626Mpa，曲率最大处索丝与索丝接触的等效应力约为670Mpa，相比于1158Mpa均较小。以上数据为有限元模拟计算



图15 索丝整体等效应力图

值,均只作参考,并不代表实际真实值。由此可见,索体弯曲时,其内部受力不均匀,顶部索丝弯曲产生的应力最大。因此,在实际工程中,除了保护好索体与索夹接触处,防止小区域塑性破坏外,还应该重视并采取相应的措施,防止顶部索丝发生脆断破坏。

4 结论

通过环形索节点疲劳试验和对索丝、索夹、垫层纵向挤压与静力加载的全过程仿真分析可以得到如下结论:

1)索夹挤压使索夹和索丝应力集中作用非常显著,受力区域狭小,挤压范围内应力高,与周围区域形成显著突变,部分高应力区可能发生塑性变形甚至退出工作。轴向疲劳荷载下,索丝与索夹表面磨损严重,而凹凸不平的表面反过来会加剧上述的应力集中作用,索丝易发生脆断破坏。

2)索夹两端设置与索体曲率近似的倒角可有效缓解应力集中,接触面积的扩大使得应力分布的范围增加,挤压部位至周围区域的应力过渡平缓,疲劳寿命也有一定的提升。

3)索夹孔内加入垫层后,纵向挤压作用使垫层磨损严重甚至在两端撕裂破坏,但较大的变形增加了索丝与垫层的接触面积,应力均匀分布于整个索夹表面,实际改善非常明显。同时,不同的垫层材料效果也会产生一定的差异,同等条件下,超耐磨橡胶和薄铝皮效果最显著,普通橡胶和镀锌次之。

4)索体弯曲时,跨中处最上层索丝顶部由弯曲产生的拉应力最大,其次是索夹对索丝挤压产生的应力和跨中索丝与索丝接触的应力。

以上环形索节点的受力分析和改善措施均以

盘锦体育中心体育场为基础并通过疲劳试验进行验证,真实有效具有可确定性,为大跨预应力钢结构的建设优化提供了明确的参考建议和工作目标。

参考文献

- [1] 葛家琪, 张爱林. 索穹顶结构整体张拉成形模型试验研究[J]. 建筑结构学报, 2012, 33(4):23-30.
- [2] 刘学春, 张爱林. 大跨度索穹顶新型索撑节点模型试验及性能分析[J]. 建筑结构学报, 2012, 33(4):46-53.
- [3] 张爱林, 刘学春. 大跨度索穹顶结构模型静力试验研究[J]. 建筑结构学报, 2012, 33(4):54-59.
- [4] 萧红, 王时龙. 多股簧的设计计算及有限元仿真分析[J]. 重庆大学学报, 2011, 34(7):20-27.

大型飞机总装厂房结构分析

周青 裴永忠 赵伯友 郭鹏 朱丹 「结构」

摘要: 大型飞机总装厂房跨度大, 高度高, 屋盖有大型悬挂吊车, 其结构形式通常有网架和桁架两种。通过总结天津空客A320总装厂房与沈阳某总装厂房钢结构设计, 并对计算模型选取、自振模态、支撑系统、钢柱计算长度以及悬挂吊车影响进行比较分析, 探索大跨度总装厂房屋盖采用平面桁架与网架钢结构体系在设计中的特点和规律。

关键词: 总装厂房; 平面桁架; 空间网架; 悬挂吊车

1 引言

伴随着我国大型飞机项目的启动, 大型飞机总装厂房的建设已经成为中国航空工业发展的迫切需要。大型飞机总装厂房跨度大, 高度高, 通常悬挂有大型悬挂吊车及设备, 其结构形式通常有网架和桁架两种。2007年设计的空客A320总装厂房与沈阳某总装厂房, 二者均为跨度70m左右的全钢结构形式, 其中天津空客A320总装厂房屋盖为平面桁架、沈阳某总装厂房屋盖为网架。结合以上两个工程实例, 介绍设计中对一些问题的考虑和处理方法, 并进一步比较分析, 探索大跨度总装厂房屋盖采用平面桁架与网架钢结构体系在设计中的特点和规律。

2 工程概况

天津空客A320总装厂房由总装大厅及大厅内附属用房组成。总装大厅跨度70m, 长255m, 柱距8.5m, 屋架下弦标高23.225m。屋盖下弦设6台悬挂吊车(2台4×6.3t、2台3×3.2t、1台5t及1.5t)。厂房屋盖桁架一端支承柱为实腹式柱, 另一端支承柱为格构柱与实腹柱间隔布置的排架柱。屋架为上

弦折线形的钢屋架, 屋架上、下弦设平面和垂直支撑。厂房纵向设柱间支撑。总装厂房钢柱、屋架上下弦杆及腹杆采用轧制H型钢或焊接H型钢, 屋盖支撑采用热轧型钢。大厅内除吊车外还悬挂风管等设备管道。厂房平面见图1, 桁架剖面见图2。

沈阳某总装厂房由装配大厅及附属用房组成。主厂房跨度72m, 长171m, 柱距9m。排架柱采用双肢钢柱, 屋盖采用两层正放四角锥网架, 下弦支承, 下弦标高21.0m, 最小厚度5m, 屋面坡度3%, 焊接球节点, 网格尺寸4.5m×4.5m。网架下弦设2台20t五支点悬挂吊车。厂房纵向设柱间支撑。厂房钢柱采用焊接H型钢, 双肢柱截面为2H600×300×14×22, 采用L100×10单角钢缀条, 柱间距1.4m, 柱顶与网架铰接。厂房平、剖面见图3。

以上两个总装厂房功能、跨度、高度和长度均比较相似, 由于所在地区不同, 具体设计参数稍有差异。具体设计参数见表1、2、3。

两个厂房主体结构钢材材质为Q345B钢。设计中安全等级均为一级, 考虑1.1的重要性系数。

3 分析及比较

3.1 计算模型

天津空客A320总装厂房采用SAP2000软件进行桁架和钢柱整体分析; 沈阳某总装厂房的网架结

作者简介: 周青, 男, 研究员, 2002年毕业于中国航空规划设计研究院研究生部结构工程专业, 现就职于中航建发民航工程设计研究院。

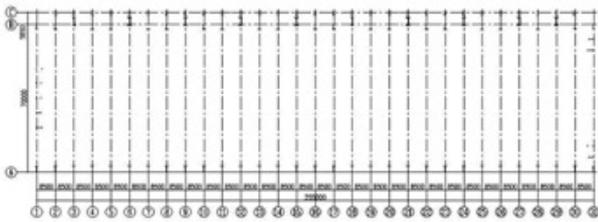


图1 天津空客A320总装厂房柱平面布置图

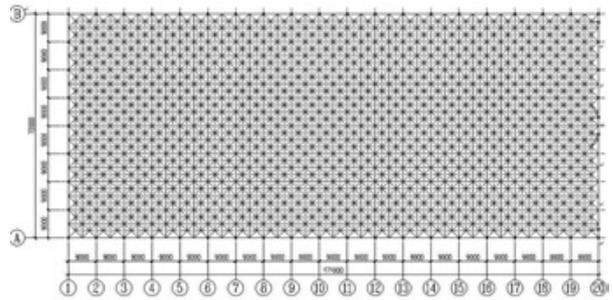


图3 沈阳某总装厂房网架及柱平面布置图

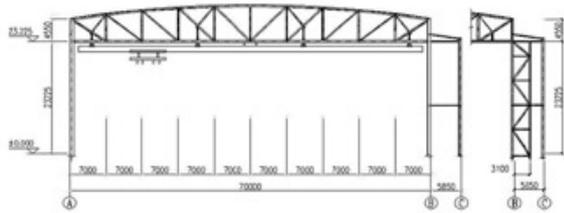


图2 天津空客A320总装厂房桁架剖面图

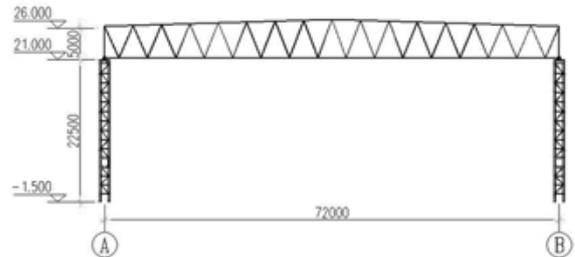


表1 结构形式比较

项目名称	屋盖型式	排架柱型式	跨度	长度	柱距	下弦标高
天津A320	平面桁架	双肢/实腹钢柱	70m	255m	8.5m	23.225m
沈阳某总装	网架	双肢钢柱	72m	171m	9m	21.000m

表2 设计荷载标准值 (kN/m²)

项目名称	静载	活载	吊车荷载	基本风压	基本雪压	温差
天津A320	1.1	0.5	2台4×6.3t	0.5	0.4	±25℃
沈阳某总装	0.75	0.5	2台20t	0.55	0.5	±30℃

表3 抗震设计参数

项目名称	抗震设防烈度	设计基本地震加速度	设计地震分组	场地类别	抗震设防类别	地区
天津A320	7度	0.15g	第一组	III类	乙类	天津
沈阳某总装	7度	0.10g	第一组	III类	乙类	沈阳

构采用SFCAD2000软件进行计算,采用SAP2000软件进行整体分析并对屋盖网架进行校核。

与一般平面结构有所不同,天津空客A320总装厂房屋盖桁架一端支承柱为实腹式柱,另一端支承柱为格构柱与实腹柱间隔布置的排架柱。由于格构柱的刚度远大于其它实腹柱,结构跨度方向的主要抗侧力构件为格构柱,所以通常桁架设计计算中所采用的单榀桁架平面模型对于本工程不适用。为了能准确反映结构的实际受力状态,选取了三榀空间桁架模型作为平面计算模型,同

时还建立了整体空间模型对比分析,见图4。

沈阳某总装厂房整体模型见图5,在模型中以等代刚度来输入格构柱。

3.2 结构变形

总装厂房跨度大,屋面轻,悬挂吊车所占变形量比例大,且为多支点吊车,对悬挂支点之间的变形差要求严格,因此对屋盖变形和柱顶侧移的控制十分重要。两个工程结构变形计算结果见表4,其中括号中数值为变形值与跨度或柱高的比值。

《钢结构设计规范》(GB50017-2002)中

要求对有悬挂吊车的屋架，按永久和可变荷载标准值计算的挠度容许值可取跨度的 $1/500$ ，按可变荷载标准值计算时可取 $1/600$ 。从计算结果看到，挠度在可变荷载（活载和吊车荷载组合）下均控制在 $<1/600$ 。而全部荷载标准值产生的挠度空客A320总装厂房为 90mm （ $1/750$ ），沈阳某总装为 210.6mm （ $1/340$ ），计算结果表明，空客A320总装厂房刚度控制更加严格。通过屋盖起拱来实现全部荷载标准值下挠度容许值和悬挂吊点间变形差值要求。柱顶水平侧移按《钢结构设计规范》中规定控制在风荷载作用下 $<1/400$ 。

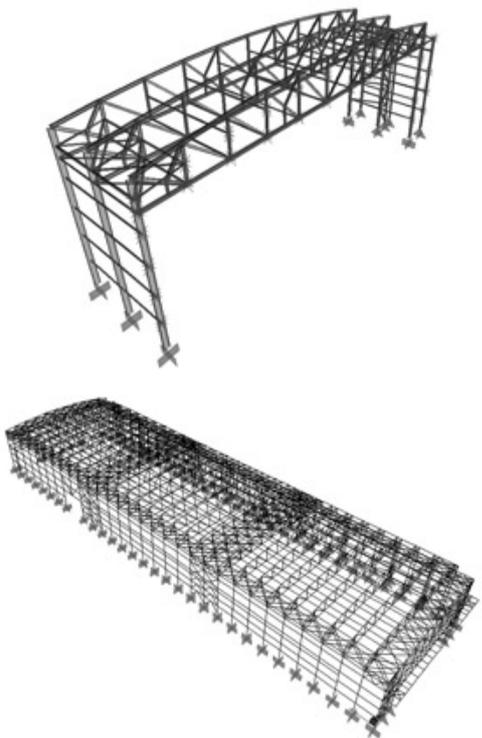


图4 天津空客9号总装厂房计算模型

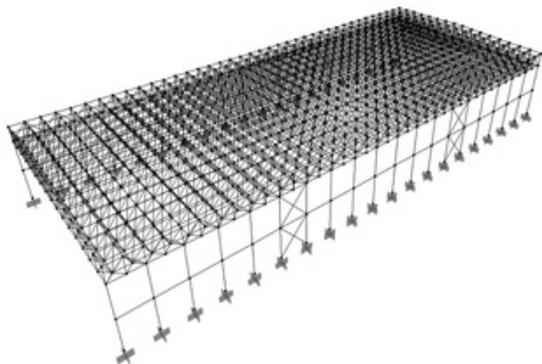


图5 沈阳某总装厂房计算模型

3.3 振型和周期

设计中天津空客A320总装厂房整体模型与沈阳某总装厂房整体模型选取前20阶振型，结果表明振型参与质量系数均能达到90%以上，振型个数选择合理。前三阶振型周期比较见表5。天津空客A320总装厂房和沈阳某总装厂房整体模型的前三阶振型分别见图6、7。

通过比较，两个厂房的第一振型均为跨度方向的平动振型，第二振型均为扭转振型，但第三振型天津空客A320总装厂房表现为竖向振动为主，而沈阳某总装厂房表现为结构纵向的平动为主。天津空客A320总装厂房纵向的平动振型出现在第五振型，沈阳某总装厂房竖向振型出现在第六振型。

3.4 支撑系统

总装厂房接近于机库结构，比一般工业厂房体型大很多，另外屋盖悬挂吊车及设备重量大，其水平力也相应增大。因此必须加强结构的整体刚性，提高抵抗水平荷载的能力。

沈阳某总装厂房，屋盖为网架结构，空间整体性能较好，刚度大，无需设置单独的屋面支撑系统；柱间支撑分层设置，做十字撑。由于钢柱为双肢柱，截面较高，柱间支撑横杆亦采用双槽钢格构式截面，满足传递水平荷载的要求。

天津空客A320总装厂房屋盖为平面桁架，平面外刚度较弱，悬挂设备轨道复杂，另外上弦水平支撑兼作屋面主檩，支撑系统必须相应加强。设计中布置了上下弦水平支撑及竖向支撑，使屋架支撑系统封闭完整，水平荷载传递简单直接。

3.5 钢柱计算长度

天津空客A320总装厂房屋盖桁架一端支承柱为实腹式柱，另一端支承柱为格构柱与实腹柱间隔布置的排架柱。根据本工程的构造，格构柱下端与基础刚接，上端铰接，格构柱做为另一端实腹柱的侧向支撑，考虑极端情况下格构柱的平面内计算长度 μ 约为2.69。实腹式排架柱计算长度按以下三种方式得到：

1)按《钢结构设计手册》，有侧移排架等截面柱的计算长度 μ 根据屋架线刚度 I_0/L 和柱线刚度 I/H 之比值 K_0 ，以及柱与基础连接方式确定。计算结果 $K_0=74$ ，柱脚刚接时，查表得到 $\mu=1.03$ ；

2)计算得到实腹柱抗侧刚度 $K_1=0.18\text{kN/mm}$ ，格构柱抗侧刚度 $K_2=6.37\text{kN/mm}$ 。由于 $K_2/K_1=35>5$ ，按89钢结构规范实腹柱可以按照无侧移排架柱计算，偏于安全取 $\mu=1.0$ 。

表4 结构变形 (mm)

项目名称	静载	活载	吊车荷载	活+吊车	风载
天津A320	55(1/1250)	10	28	38(1/1800)	42 (1/550)
沈阳某总装	108(1/670)	38	72	105(1/685)	49 (1/430)

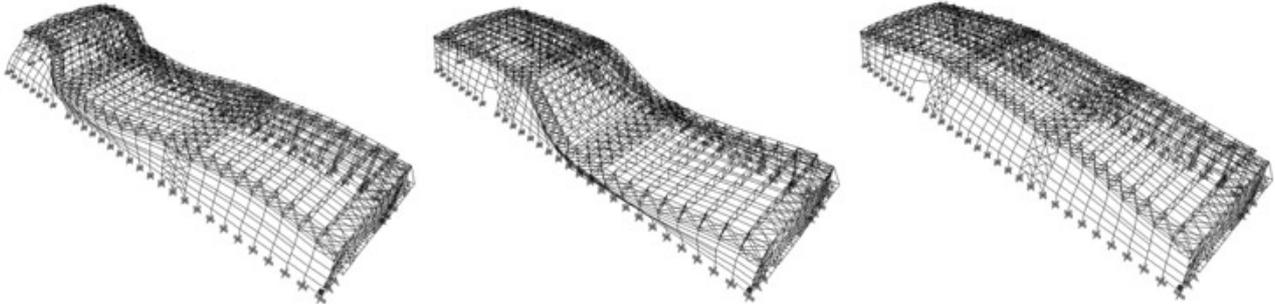


图6 天津空客A320总装厂房整体模型前三阶振型

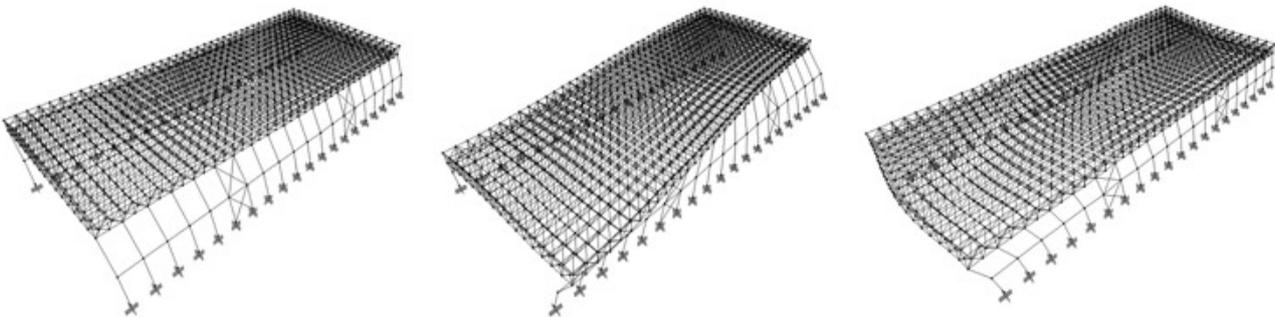


图7 沈阳某总装厂房整体模型前三阶振型

表5 两厂房周期比较 (s)

周期数	1	2	3
天津A320	1.66	1.45	1.08
沈阳某总装	1.62	1.39	1.21

3)按《钢结构设计规范》(GB50017-2002) 5.3.3条规定:当支撑结构的侧移刚度(产生单位侧倾角的水平力) S_b 满足公式 $S_b \geq 3(1.2 \sum N b_i - \sum N 0_i)$ 的要求时,为强支撑框架,框架柱的计算长度系数 μ 按规范附录中无侧移框架柱的计算长度系数确定。经过计算为强支撑框架按规范附录中无侧移框架柱计算长度系数表D-1得到 $\mu = 0.549$,偏于安全取 $\mu = 1.0$ 。综合以上分析,实腹式排架柱计算长度 μ 取1.0。

沈阳某总装厂房屋盖网架两端支承柱均为格构柱,格构柱下端与基础刚接,上端铰接,可以直接引用规范公式,格构柱的平面内计算长度 μ

取2.0。值得说明的是,规范中计算长度取值系按平面桁架给出,考虑到网架屋盖整体刚度远大于平面桁架,参照《钢结构设计规范》有关单层厂房阶形柱计算长度的折减系数,平面内计算长度折减系数为0.8,取 $\mu = 2.0$ 是偏于安全的。

3.6 悬挂吊车的影响

悬挂吊车对于屋盖结构的设计影响很大。悬挂吊车导致屋盖荷载增加,而且吊车节点处杆件(主要是腹杆)受力增大,有悬挂吊车时屋架的变形控制比没有吊车时严格许多。

设计中吊车荷载、可变荷载组合及最不利荷载组合下的最大杆件内力及挠度见表6、表7。悬挂吊车产生的杆件内力可占可变荷载组合下内力的比例为70%左右,最不利荷载组合下内力的比例分别为40%左右。悬挂吊车占可变荷载下挠度为70%左右,占全部荷载下挠度30%左右,可见桁架、网架对吊车荷载都十分敏感,设计中必须充分考虑到吊车运行各种工况。

3.7 用钢量与施工周期

天津空客A320总装厂房和沈阳某总装厂房的用钢量指标见表8。由表中可见,两个工程下部支承系统(钢柱和柱间支撑)用钢量基本一致,可见在厂房高度相同情况下,即使建设地区有差异,不同屋盖结构形式的下部支承结构用钢量差异并不大。而对于屋盖结构,天津空客A320总装厂房比沈阳某总装厂房用钢量高约60%,这一方面是由于网架系杆件优化设计,一般情况下空间网架比平面桁架用钢量要省;另一方面,天津空客A320总装厂房屋面恒载比沈阳某总装厂房大近50%,且其屋面有天窗,桁架弦杆本身系天窗架的一部分。因此单对这两个工程来说,并不能完全反映平面桁架和空间网架两种屋盖形式在大型飞机总装厂房用钢量指标方面的差异。

天津空客A320总装厂房钢结构由天津建工总承包公司承建,从2007年9月11号构件进场,到11月20号共历时两个月时间,钢柱、主桁架及屋面支撑、墙面檩条系统即安装完成。沈阳某总装厂房钢结构由中冶东北建设公司施工,格构柱2008年3月8号进场,4月中旬完成;屋盖网架4月20号开始拼装,8月底结束,共计6个月时间完成。由此可见,由于平面桁架大部分工厂加工,节省现场工作量,可以缩短工期。

表7 吊车荷载工况下挠度比较 (mm)

项目名称	吊车荷载	可变荷载		最大挠度	
天津A320	28	38	(74%)	103	(27%)
沈阳某总装	72	105	(69%)	211	(34%)

表8 两厂房用钢量比较 (kg/m²)

项目名称	屋盖系统	下部支承系统	总用钢量
天津A320	103	34	137
沈阳某总装	65	33	98

表6 吊车荷载工况下最大杆件内力比较 (kN)

项目名称	吊车荷载		最不利荷载组合		可变荷载组合	
	拉力	压力	拉力	压力	拉力	压力
天津A320	928	-1112	4116	-4459	1288	-1485
沈阳某总装	1397	-962	4246	-2951	1885	-1321

4 结论

通过以上的分析比较,可以看到:

1)平面桁架和空间网架两种结构形式均能满足大型飞机总装生产工艺的要求。

2)屋盖采用桁架、排架柱采用格构柱结构受力明确,构件布置简洁;屋盖采用网架、排架柱采用格构柱结构空间整体性强,屋盖刚度大,抗震性能好,这两种结构都是比较好的结构形式。

3)两种结构形式下部支承系统用钢量基本相同;屋盖用钢量与具体荷载条件有关,若在相同荷载条件下,平面桁架用钢量更大一些。空间网架结构用钢量小,总体造价低,更适合现阶段中国国情。

4)平面桁架结构杆件数目少,现场工作量小,施工周期短。空间网架结构现场工作量大,施工质量不易控制,施工周期偏长。

5)平面桁架结构其建筑感观简约大气,厂房内采光效果好。空间网架结构当厂房高度较低时视觉效果略显零乱。

6)两种结构形式均应注意悬挂吊车对屋盖刚度及杆件内力的影响,设计中必须给予足够重视。

参考文献

- [1] 《钢结构设计规范》GB50017-2003. 北京:中国计划出版社,2003.
- [2] 《钢结构设计手册》编辑委员会. 钢结构设计手册(上册). 北京:中国建筑工业出版社,2003.
- [3] 童根树. 钢结构设计方法[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2007.
- [4] 蓝天 张毅刚. 大跨度屋盖结构抗震设计[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2000.

矿区开发规划环评中生态适宜性分析研究

朱洪利 刘艳菊 李廷锋 「环评」

摘要: 生态适宜性分析是建立在对区域生态环境充分认识的基础上,为寻求最佳可行的土地利用方案,在评价区域内对土地的可开发利用条件进行的评价。本文针对矿区开发特点及其环境影响方式等,结合内蒙古生态环境特点,构建了能反映内蒙古上海庙矿区开发特征的指标体系,并基于GIS软件系统,对矿区开发的生态适宜性进行了分级、分区,对不同生态适宜性的土地提出了针对性的控制措施。

关键词: 矿区;生态适宜性;规划环评

0 引言

矿产资源开发一般占地面积较大,且易引起水土流失、土地荒漠化、次生地质灾害等生态负效应^[1],因而对该类规划的环境影响进行评价时,需特别关注所在区域的土地资源生态条件是否适宜。从生态学角度,根据土地的各项生态要求,分析区域土地质量的供给能否满足各项土地发展的需求,给出区域土地质量能够满足生态需求程度的评价和空间布局意向,继而根据评价结果,有针对性的采取必要的控制措施,对于降低和缓解矿产资源开发造成的生态环境影响,具有重要意义^[2]。

1 研究区概况

评价矿区位于内蒙古自治区鄂尔多斯市鄂托克前旗西部,处黄河中游南岸、鄂尔多斯高原北端。地势北高南低、东高西低,呈缓波状起伏,由东北向西南倾斜。主要以鄂尔多斯波状高原和毛乌

素沙地两大地貌类型为主。生态环境脆弱,地表植被稀疏,固定、半固定沙丘分布较广。属干旱、半干旱沙漠大陆性气候,植被稀少,干旱少雨。区域为黄河水系,地表水系不发达,基本无常年河流及沟溪,区外主要水系为黄河和水洞沟。

矿区总面积为870km²,共包括13个矿井,“十二五”期间,矿区规划建设完成8个矿井,煤炭生产能力将达到2860万吨;“十三五”期间,13个矿井全部开发,煤炭生产能力将达到5380万吨。考虑到伴随煤炭资源开发,煤电、煤化工产业也将占用一定的土地面积,同时考虑到煤炭开发生态影响范围较大,生态适宜性评价范围为矿区及其周边共计约1800km²的区域。

2 研究方法

根据内蒙古自治区的生态环境特点,以及煤炭矿区开发可能的生态环境影响,设立生态适宜性分析的目标层、准则层与指标层,采用专家打分法确定各指标权重;在GIS软件系统支持下分析各指标在区域空间的分布,继而叠加各因子数据指标与图层,得到综合的生态适宜性空间分区。

作者简介:朱洪利,女,助理工程师,2013年毕业于北京师范大学环境经济专业,现就职于中航建发规划咨询研究院。



图1 内蒙古上海庙矿区布局结构图

(1)建立指标体系及权重

评价指标的选择应遵循区域特征代表性、环境影响特殊性、空间变化分异性的原则。根据国内外已有研究，结合基础数据可得性，建立内蒙古上海庙矿区生态适宜性分析的指标体系，并采用AHP法确定权重。指标体系构建见表1。

地形地貌是影响煤炭矿区建设的重要因素之一，直接关系到矿区布局；而煤炭开采会直接影响地表覆盖类型；坡度是影响水土流失的重要因素，而对于矿区的开发，易受水土流失的影响，同时也容易产生水土流失，因而选择坡度作为重要指标；沙漠化是内蒙古地区的普遍现象，也是矿区开发容易产生重要生态环境影响；由于工业用地的特殊性，其土地开发利用不仅受到自然地理条件制约，还要考虑到对限制区域的保护需求；人文生态中生态环境质量指的是现状区域的生态环境质量状况，生态环境质量越好则越能承载矿区开发的影响。

(2)评价因子分级与量化

表1 内蒙古上海庙矿区生态适宜性分析指标体系

目标层	准则层	指标层	具体因子	权重
土地生态适宜性	自然地理	地形地貌	地貌	0.15
		地表覆盖类型	覆被类型	0.15
	生态敏感性	水土流失	坡度	0.2
		土地沙漠化	沙漠化程度	0.2
		生态敏感区	限制性区域	0.2
	人文生态	生态环境质量	生态环境状况级别	0.1

地形地貌：一般来说，平缓地形有利于矿区建设和发展，既节约建设投资，又有利于布局；丘陵地区施工较困难；山地地区的矿区建设则需要更大的经济投资和工程措施，矿区的产业组成和发展规模也受到限制，见表2。

地表覆盖类型：矿区建设占地应优先利用土地质量较差的未利用土地、工矿废弃地等，实现矿区发展和生态保护的“双赢”。地表覆盖类型分级指标见表3。

表2 地形地貌分级指标

适宜程度	不适宜	适宜	很适宜
地貌	山地	丘陵	平原
分值	1	4	7

表3 地表覆盖类型分级指标

适宜程度	不适宜	较适宜	适宜	很适宜
覆盖类型	水域、湿地、林地	水田、草地	旱地	建设用地、裸土地等未利用土地
分值	1	3	5	7

水土流失：矿区建设用地应尽量选择地形平坦的区域，地表崎岖不平和地面沟谷密布，开发会引起区域水土流失，并造成整地工程量的增加，最终增加建设难度和治理成本。建立分级标准见表4。

土地沙漠化：在考虑矿区用地的建设布局时，应避免沙漠化程度严重的地区，在煤炭开采过程中也要注意地表植被的保护和地表沉陷的防护，以免造成进一步的生态破坏。沙漠程度分级指标见表5。

限制区域分析：在限建区域不适宜进行开发建设活动。根据上海庙矿区周边的敏感目标确定限制区域，范围见表6。

表4 坡度、植被盖度分级指标

适宜程度	不适宜	较适宜	适宜	很适宜
坡度	≥25°	20° ~25°	20° ~10°	小于10°
分值	1	3	5	7

表5 土地沙漠化程度分级指标

适宜程度	不适宜	较适宜	适宜	很适宜
沙漠化程度	河湖岸沙地、古河床洪积沙地	严重沙漠化土地、重沙漠化土地、潜在风移沙地	潜在沙漠化土地、在沙漠化土地、轻度沙漠化土地	无沙漠化土地
分值	1	3	5	7

表6 限制区域分析

环境保护目标	禁止开发范围
古长城	两侧300米
上海庙镇区	边界外延2千米范围内
水洞沟水库	边界外延150米范围内
地下水源地	外延300米范围内
公路国道和省道	两侧100米
三江铁路	两侧1000米
普通公路	两侧50米
输水线路	两侧50米

生态环境质量：人为的影响可能导致各基地内不同产业布局区域生态环境状况不尽相同，对于环境质量较差的区域，其容量可能已接近饱和或超容量，则该区不适合开展可能加剧生态恶化的基地建设和煤炭开采等。生态环境质量分级指标见表7。

表7 生态环境质量状况分级指标

适宜程度	不适宜	较适宜		适宜	很适宜
生态环境状况级别	差	较差	一般	良	优
分值	1	3		5	7

(3)因子图层叠加

综合上述评价指标选取、权重确定、分级标准制定，对每个栅格单元进行打分，然后采用加权叠加公式来计算开发用地生态适宜性分值：

$$A = \sum_{i=1}^n W_i \times C_i$$

其中A：生态适宜性综合指数；

W_i：i因子权重值；

C_i：i因子无量纲量化值。

3 结果与分析

3.1 单因子评价结果

根据所建立的指标体系及分级标准，利用GIS软件构建矿区单因子生态适宜性的空间分布图，具体如图2中所示。

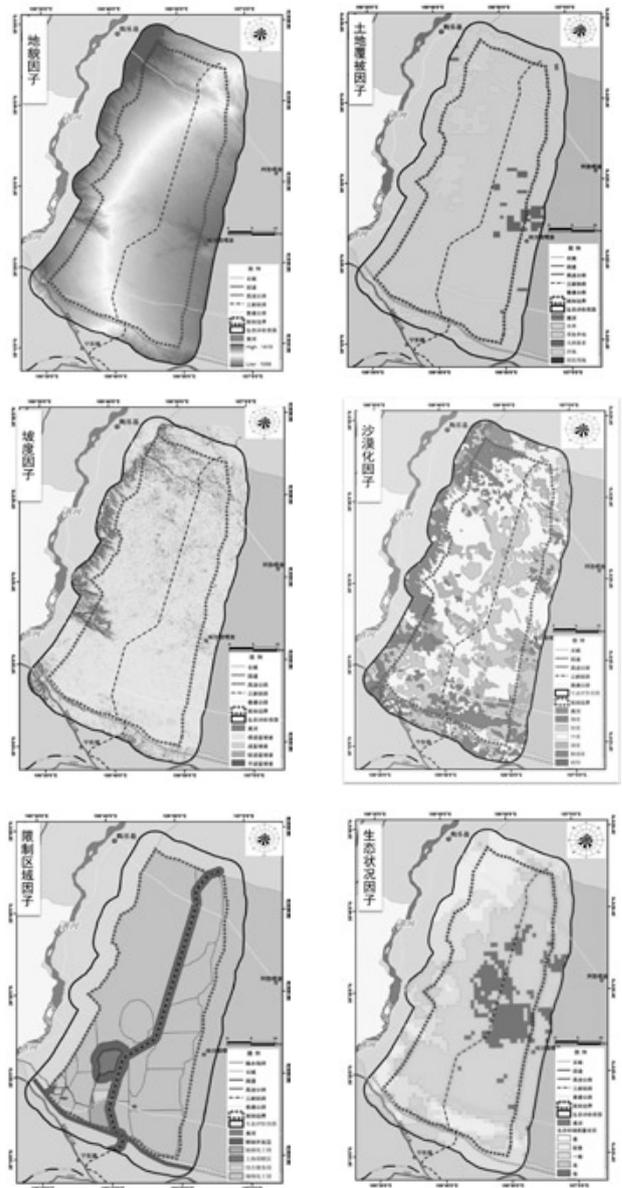


图2 单因子分析结果图

3.2 生态适宜性结果

根据评价分值，将内蒙古上海庙矿区土地生态适宜性分类，结果见图3，包括：适宜开发、较适宜开发、较不适宜开发和不宜开发等四类区块或单元。

(1)很适宜开发：指可持久的用于工业用地而不受重要限制，或受限制较小，不至于破坏生态环境，降低生产力或效益的用地。

(2)适宜开发：土地开发有限性，需采取一定的工程措施，条件改善后方能适应建设要求，当持久用于规定用途或出现中等程度不利，不至于破坏生态环境、降低效益的用地。

(3)较适宜开发：必须采取特定的工程措施后才能适应建设要求，或具有一定的生态或人为因素影响限制的用地。

(4)不宜开发：具有较强的生态脆弱性或无法从人为干扰中恢复的用地单元，其对开发的限制性较强。

上海庙矿区的土地以适宜开发区为主(适宜性分析见表8)，占矿区总面积的近60%，在这些区域开展煤炭开采应注意落实相应的环境保护措施，防治生态质量或功能下降。此外，由于区域本身的生态条件限制，矿区内存在大片的较适宜开采区，若要在该区域内进行煤炭开采，必须加强工程防护和生态恢复措施，包括预留煤柱、矿坑回填、积极开展生态修复等措施，防止地表塌陷，恢复区域生态质量，以保护该区块或单元的生态功能。

4 建议

评价范围内不宜开发的土地主要为道路两侧、上海庙镇区。根据《公路安全保护条例》和《铁路运输安全保护条例》，在国道省道两侧

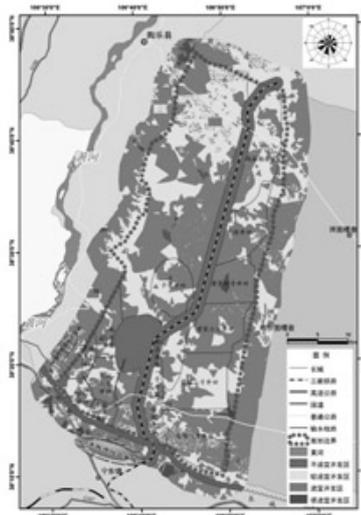


图3 内蒙古上海庙矿区土地生态适宜性评价结果图

100米，乡道公路两侧50米，铁路两侧1000米内禁止采矿，划定为不宜开发区。三新铁路沿着多个矿区边缘布设，在煤炭开采时要注意对其的保护。长城三号井田和新上海庙一号井田距离上海庙镇区较近，在开采时要注意在边缘地带预留煤柱，防止煤炭开采可能引起的地表沉陷，土地沙化对其造成影响。输水线路从芒哈图矿区中穿过，基本沿着规划井田的边缘，在开采过程中注意避让并加强保护。

参考文献

- [1] 夏既胜, 陈佩妍, 蒋顺德. 金沙江流域(云南段)典型露天矿区开采条件生态适宜性评价[J]. 长江流域资源与环境, 2012, 21(4): 459-465.
- [2] 程吉宏, 王晶日. 区域环境影响评价中土地使用生态适宜性分析[J]. 环境保护科学, 2002, 28(4): 52-54.

表8 矿区开发的生态适宜性分区面积及比例

矿区	不适宜		较适宜		适宜		很适宜	
	面积(km ²)	比例(%)						
芒哈图区	16.83	12.30	36.26	26.49	82.80	60.50	0.98	0.72
雷家井区	12.92	3.40	100.09	26.32	262.66	69.06	4.67	1.23
卡普区	0.00	0.00	24.69	37.55	40.68	61.88	0.38	0.57
榆树井区	16.18	25.69	23.17	36.78	23.63	37.52	0.00	0.00
色贝梁区	18.42	8.22	96.23	42.95	109.41	48.83	0.00	0.00
合计	64.35	7.40	280.44	32.23	519.18	59.68	6.03	0.69

BIM在医药工程给水排水设计中的应用

王若宇 王艳 「给排水」

摘要: 本文以Revit软件为例,主要结合医药工程给水排水设计的特点研究BIM在医药工程给水排水设计中的应用及目前存在的问题。

关键词: BIM; Revit; 医药工程; 给水排水

0 引言

随着社会经济的快速发展,信息技术和传统产业的结合,使人类向着以信息技术为核心的知识经济时代前进。建筑业充分利用信息技术的优势来实现我国建筑业的跨越式发展,而建筑信息模型(BIM)技术可以有效地提高建筑业提高生产效率。本文通过分析当前医药工程给水排水设计的特点,结合了设计中需要的BIM技术,对Revit软件进行了研究,为BIM应用于医药工程给排水设计提供了丰富的理论和应用依据。

1 医药工程给水排水设计的主要特点

1.1 管道种类多、数量多

与建筑给排水相比,医药工程给水排水系统新增纯化水、注射用水、高温排水、酸碱中和水等工艺用水系统,除满足相关给排水设计规范外,还需满足药品生产质量管理规范(GMP)认证的要求,因此合理地设计给水排水系统显得尤为重要。

1.2 材料丰富,安装复杂

医药工程中不同功能的给水排水管道材料有所不同,其安装要求也不同。其中纯化水系统和

注射用水系统管道管件采用316L不锈钢材质,符合ISO2037标准或ASME BPE标准。在安装时,为防止微生物滋生和避免出现死水管段,应保证坡度要求且管段内的水能全部放空。

1.3 GMP认证的关键内容

药品的制备离不开水,而且生产过程中的用水量很大,水质的好坏是保证药品质量的关键因素,也是GMP认证的关键内容。另外给排水设计的合理性决定了建筑是否安全和舒适,因此给排水工程是医药工程设计中必不可缺的组成部分。

2 BIM在医药工程给水排水设计中的应用

2.1 碰撞检查,预留洞口

参照CAD图纸进行给排水专业三维模型搭建工作,在Revit里按施工图模拟施工,查找图纸中的错、漏、碰、缺问题,并将问题汇总成问题报告,及时反馈给相关设计人员,清除图纸中的盲点,优化施工图纸。

通过将BIM各专业模型进行合模,可以检查各专业之间的碰撞情况,并核查土建预留洞口位置,大大提高图纸精度,减少因碰撞而带来的设计变更,节约了由于拆改增加的费用,也保证了工程的施工进度。图1为给排水模型与结构模型合模后直观发现某药厂地下室外墙结构预留洞口与排水出户管线标高位置不符,而在CAD图中找出此类问题需要逐一核对标高,效率较低且效果不好。

作者简介:王若宇,男,助理工程师,2010年毕业于北京建筑大学给排水专业,现就职于中航建发医药工程设计研究院。

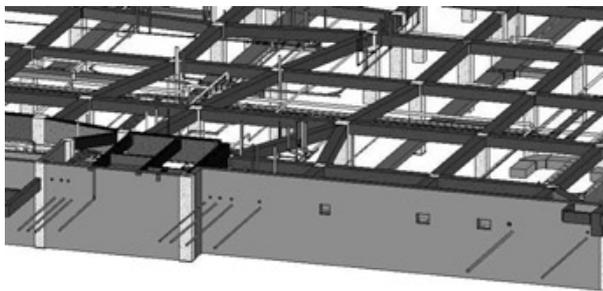


图1 某药厂地下室合模后模型

2.2 管线综合, 优化方案

根据碰撞报告和管线优先排布原则以及施工方案, 对模型进行修改, 逐一消灭碰撞点。医药工程设计中机电各专业系统多, 管线排布密集且复杂, 对空间利用的要求较高, 通过BIM技术对原先的管线排布方案进行优化, 以满足美观、净高、施工、检修等要求。

图2、图3为某药厂走廊管线排布模型俯视图, 优化前(图2)中各管线将走廊空间完全占满, 风管与桥架间无检修空间, 优化后(图3)解决了此问题。

2.3 生成图纸, 指导施工

将机电管线调整至“0”碰撞后, 通过模型直接导出机电施工图。图4、图5是通过BIM模型导出的CAD图纸。

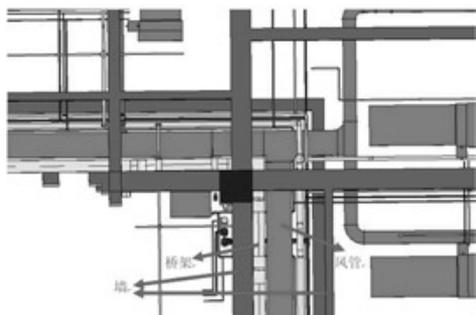


图2 优化前

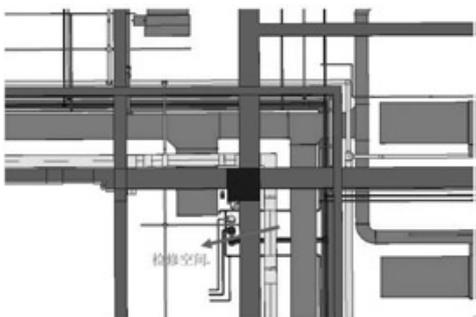


图3 优化后



图4 管综平面图

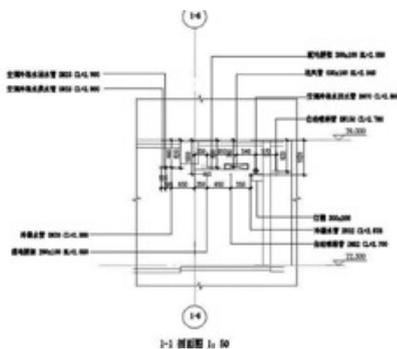


图5 管综剖面图

2.4 精确算量, 核算成本

运用Revit软件可以对已完成的模型直接生成精确工程量, 机电专业可按系统、材质、管径等进行统计。图6为某药厂给排水管道统计明细表。

2.5 辅助施工, 缩短工期

在项目模型制作完成后, 对项目的施工方进行BIM软件培训, 让项目参与者掌握2D+3D的模式阅读设计并进行施工, 大大提高工作效率, 不仅能明显减少返工现象, 还能缩短施工工期, 见图7。

2.6 协助运维, 精确管理

在BIM参数模型中, 项目施工阶段做出的修改将全部实时更新并形成最终的BIM竣工模型, 该竣工模型将作为各种设备管理的数据库, 为系统的运行维护提供依据。建筑物的结构设施(如墙、楼板、屋顶等)和设备设施(如设备、管道等)在建筑物使用寿命期间, 都需要不断得到维护。BIM模型则恰恰可以充分发挥数据记录和空间定位的优势, 通过结合运营维护管理系统, 制定合理的维护计划, 依次分配专人做专项维护工作, 从而使建筑物在使用过程中出现突发状况的概率大为降低。例如当某处发生漏水事件, 运营方可以通过在BIM模型中查找此处的阀门、管道接口情况, 从而迅速判断漏水原因, 在第一时间解决问题。

属性		给排水管道明细表			
A		B	C	D	
系统类型		材质	公称直径	长度(m)	
预处理	不锈钢	50	35		
预处理	不锈钢	50	35		
预处理	不锈钢	50	35		
预处理	不锈钢	40	2842		
预处理	不锈钢	40	2395		
预处理	不锈钢	40	5910		
预处理	不锈钢	40	6110		
预处理	不锈钢	40	7567		
预处理	不锈钢	40	6671		
预处理	不锈钢	50	5360		
预处理	不锈钢	50	5022		
预处理	不锈钢	50	23055		
预处理	不锈钢	50	33		
预处理	不锈钢	50	180		
预处理	不锈钢	50	45		
预处理	不锈钢	50	4150		
预处理	不锈钢	50	6718		
预处理	不锈钢	50	70		
预处理	不锈钢	50	42		
预处理	不锈钢	50	36		
预处理	不锈钢	50	35		
预处理	不锈钢	50	35		
预处理	不锈钢	50	3998		
预处理	不锈钢	50	3758		
预处理	不锈钢	50	2458		
预处理	不锈钢	50	1098		
预处理	不锈钢	50	1098		
预处理	不锈钢	50	2613		
预处理	不锈钢	50	2558		
预处理	碳钢	15	70		
预处理	碳钢	15	70		
预处理	碳钢	20	560		
预处理	碳钢	15	70		
预处理	高温承压	65	4463		
预处理	高温承压	65	524		
预处理	高温承压	65	806		
预处理	高温承压	65	9657		
预处理	铸铁	50	3450		
预处理	铸铁	50	429		
预处理	铸铁	50	77		
预处理	铸铁	150	24		
预处理	铸铁	100	794		
预处理	铸铁	100	677		
预处理	铸铁	150	1739		

图6 给排水管道统计明细表

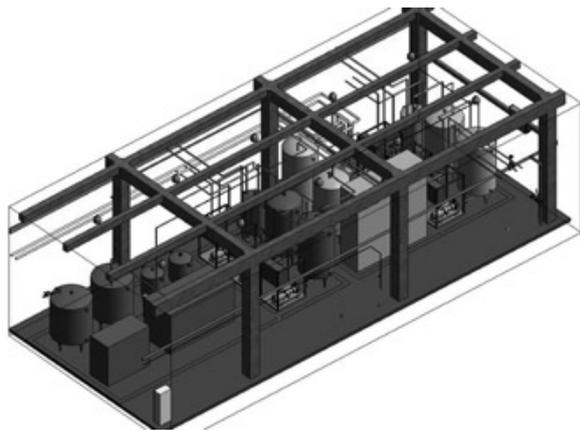


图7 某药厂制水间截图

3 BIM在医药工程给水排水应用中存在的问题

- 1) 缺少符合中国建设标准的常用管道、管件类型、机械设备等，族库不够完善；
- 2) 缺少制药工艺用水相关设备族，由于设备结构复杂且缺乏相关数据，因此自行建族过于繁琐；
- 3) 生成二维图纸功能较弱，无法自动标注，需二次深化；
- 4) BIM协同设计有两种模式，工作集和链接

模式。链接模式下管道综合时调整管道较麻烦，工作集方式中权限的获得与释放需要一定的网络支持，操作较复杂。

4 结语

虽然目前BIM技术的运用还存在一些问题，但随着软件的升级及一些第三方软件的推出，这些问题都将一一得到解决。因此，将BIM技术运用在药厂给水排水设计中，可以优化设计方案、提高图纸精度、减少设计变更、节约工程成本、缩短施工工期、保障运维管理，全过程体现BIM技术的优势。

本文意在抛砖引玉，但愿以此为契机，在今后的项目中充分发挥BIM技术的优势，将其全面应用在医药工程给水排水设计中。

参考文献

- [1] 赵志良. BIM理念在给排水工程设计中应用的研究. 城市建设理论研究, 2013(10).
- [2] 李昂, 石振武. BIM技术在建筑工程项目中的应用价值. 经济师, 2014(1).
- [3] 任佳. BIM带来建筑产业革命. 中国建设报, 2013(2).
- [4] 卢班. 让地标酒店更精致——陕安集团在王府井大饭店改造机电安装工程中的BIM实践. 建筑时报, 2014(10).

EPC总承包模式下承包商的工程变更 造价控制研究

王晓旭 房健 [工程造价]

摘要: EPC总承包模式是一种承包商向业主提供设计、采购、施工、试运行等服务,提供完整可交付使用的工程项目的建设模式。本文基于承包商的角度,按照责任主体不同对EPC总承包模式下的工程变更进行了分类,分别对两种类型的变更造价控制中常见的问题及对策进行分析,并提出了以EPC承包商为视角的标准化的工程变更造价控制流程,以供EPC承包商参考。

关键词: EPC总承包;承包商;变更;造价控制

0 引言

EPC总承包模式是指业主选择一家总承包商或者总承包联营体负责整个工程项目的设计、采购、施工、试运行工作,提供完整的可交付使用的工程项目的建设模式。该模式的规范运作起源于国际咨询工程师联合会(FIDIC)1995年出版的《设计-建造总承包与交钥匙工程合同条件》等合同范本。随着建设部《关于培育发展工程总承包和工程项目管理企业的指导意见》(建市[2003]30号)等文件的颁布,该模式在国内建筑市场中逐渐得到了越来越广泛的应用,2014年7月1日颁发的《住房城乡建设部关于推进建筑业发展和改革的若干意见》(建市[2014]92号)文件更是明确了要“加大工程总承包推行力度”。在国家政策的支持下,国内越来越多的设计院开始转型为以设计为龙头的工程公司,承接EPC总承包项目,EPC总承包模式已成为国内建筑市场的发展趋势。

以设计为主体的EPC承包商在项目实施阶段,不但要为业主提供设计、采购、施工等服务,还要对各分包商进行管理。对于承包商来说,EPC项目中其与业主签订的EPC总承包合同为总价合同,而与分包商签订的分包合同一般为单价合同,因此工程变更成为EPC承包商造价控制的主要风险之一。由于工程项目存在各种不确定性因素,工程变更的产生不可避免。作为EPC承包商,如何做好上对业主、下对分包商的工程变更造价控制,对于项目成本控制是否成功至关重要。

1 EPC项目中变更的主要原因及分类

引起工程变更的主要原因有业主需求变化、设计疏漏、现场施工条件限制、设备材料采购限制等。根据责任主体划分,工程变更可分为:①业主方引起的变更:包括推迟提交合同约定的条件文件、在图纸基础上发生的功能改变、进度计划调整、工程暂停、合同终止等;②EPC承包商引起的变更:包括由于图纸

作者简介:王晓旭,女,助理工程师,2013年毕业于天津大学管理科学与工程专业,现就职于中航建发电子工程设计研究院。

漏项产生的设计增补、由于图纸内容不清无法施工产生的设计理解确认、优化设计、材料设备变更、设备供应商变更、施工措施变更、分包商履行合同失败、有缺陷的工序和低劣工程等；③其他方引起的变更：包括不可预见的工程地质条件或其他自然条件改变、法律变动、政策性调整等。

目前常用的EPC总承包合同中一般约定，由于业主需求变化、国家法律法规变动、地质等自然条件改变等情况产生的变更，业主应按合同规定与承包商协商调整EPC合同价款。由于承包商原因引起的变更，对EPC总价不予调整，但承包商需要就变更内容与相关分包商进行工程量确认和价格调整工作，并自行承担此部分差值费用。因此明确变更的责任主体有助于帮助承包商提早进行相关资料证据的收集，开展费用核算工作，对成本超控的情况及时预警并采取相应措施，以实现EPC项目进行全过程的造价控制。本文分别从变更责任主体为业主、承包商两个角度进行EPC承包商变更造价控制的分析，并给出标准化的变更造价控制流程。

2 变更责任主体为业主时的变更造价控制主要问题及解决措施

2.1 主要问题

目前EPC总承包模式在国内建筑市场的应用中，由于EPC承包商经验不足、业主前期需求不明确等原因，当业主根据合同约定就应该就变更内容调整EPC合同价格时，承包商对于变更的控制主要存在以下问题：

(1)EPC项目承包范围界定不清

在EPC合同签订时，部分业主、甚至承包商对EPC合同的工作范围界定不清，或由于合同约定不严谨，造成双方对工作范围的理解不一致，对于同一工作事项是否属于变更、变更责任主体是谁、变更开展程序等问题无法达成一致，导致了双方推诿扯皮，延误工期的同时也给项目的结算带来麻烦。

(2)变更书面证据资料不足

在项目执行过程中，由于工期紧张、EPC承包商管理经验不足、资料管理制度不完善、业主操作不规范等原因，部分责任主体为业主的变更在无业主书面确认的情况下即开始实施，当EPC

承包商接到分包商变更索赔时，无有力证据向业主提请价款调整。

2.2 解决措施

(1)明确EPC项目承包范围

EPC项目承包范围不明确是导致一部分变更发生的原因。在项目初期合同签订过程中，明确EPC项目承包范围既有利于EPC承包商控制变更造价，又有利于业主、EPC承包商双方就变更范围达成一致意见，顺利推进项目施工及付款、结算工作的开展。EPC承包商在签订总承包合同时，应充分了解业主意图，对承包范围的准确性和全面性进行严格审查，对于自身能力无法承包的部分应在合同条款中说明清楚，避免在项目推进过程中出现不必要的合同变更。

(2)在变更实施前明晰变更责任人，加强变更资料管理

EPC合同一般规定，当业主作为变更责任主体导致了变更的发生，业主应按其产生的费用作相应的合同价款调整，如果该变更造成了工程进度计划关键路径上的工序延期，业主应该给予相应的工期顺延。因此，明晰变更责任人，有利于EPC承包商将不是自身原因导致的成本增加风险进行转移。

对于EPC承包商来说，变更责任人的确认工作需要严谨的分析及充分及时的证据资料支持，这些证据文件主要包括：

- 1)标准化的设计变更修改通知单，包括变更编号、专业名称、变更提出单位、日期、变更的原因、变更的依据、变更的具体内容等；
- 2)该变更产生的衍生影响依据，包括费用影响、工期影响等；
- 3)现场照片等证据资料；
- 4)变更的相关各方对于该变更的确认签字文件；
- 5)造价人员核算的变更费用文件。

一般来说，一个专业的变更可能会对其他专业同时造成影响，对于由于业主需求变化衍生出的工作，应及时记录变更出现的原因、造成的影响、为完成该变更工作所采取的措施及相应发生的费用，及时收集现场情况资料，并尽早获得业主对于此变更责任人确认的书面资料，防止出现施工完成后业主不承认自己为责任主体，不予调整合同价款的情况。

3 变更责任主体为承包商时的变更造价控制主要问题及解决措施

3.1 主要问题

当承包商作为变更责任主体时，承包商的施工经验、项目管理能力对于变更的造价控制至关重要，在实际项目执行中，承包商对于变更的控制主要存在以下问题：

(1) 分包商申请变更费用计价偏高

对于分包商的申请变更费用审核是EPC承包商的造价控制主要工作之一。目前分包商为增加利润，有时会存在申请变更费用偏高的情况，如果承包商审计不仔细，则增加自身成本。

(2) 存在因设计原因造成的变更

设计能力是EPC承包商在承接项目时的一个主要优势，设计质量的好坏直接影响了项目的质量和成本。目前一些EPC项目为赶工期，可能会出现压缩设计周期，出现错漏及不满足业主或施工要求的设计，或在前期条件不明确的情况下即开始设计等情况，造成后期变更修改多，甚至已施工完成的部分需要拆除重做，增加了施工成本。

(3) 设计变更未核算费用即开始施工

EPC承包商的设计人员在出具了业主承认的设计变更单后，有时会由于项目时间紧、现场着急施工等原因，未经费用核算，直接发至项目部进行施工。实施后再次核算此部分变更费用，发现费用超控问题，但此时已经错过了最佳补救期，且给日后与施工单位关于变更费用的谈判造成了一定的困难，可能出现扯皮现象。

3.2 解决措施

(1) 提高变更费用审查水平

变更费用的审核工作是一项具备专业性、技术性的工作，也是一项非常细致的工作，需要EPC承包商的造价人员不仅从规范文件方面，还要从现场施工情况方面着手工作，不能仅凭设计图纸、变更修改通知单审核分包商送审的变更费用。

目前分包商提高费用申请的手段主要包括：

1) 高套定额，如市政定额和房屋修缮定额中都有该子目的，选择基价较高的房屋修缮定额；

2) 重复套用定额，如风管安装子目中包含了支架安装，仍重复套用支架安装子目；

3) 随意调整取费费率；

4) 在原清单中已有项综合单价偏低的情况下，不采用原清单中已有的同类项目综合单价，重新报价；

5) 变更费用只计增项，不计减项。

针对上述情况，需要EPC承包商的造价人员结合现场实际情况和EPC合同、工程量清单计价规范、定额规定等，对分包商提交的工程量、计价规则、定额含量、取费费率一一进行审核。变更费用的审核工作需要EPC承包商的造价人员不断提高自身的业务水平，增加工程施工技术知识、技术经济知识、合同管理知识、工程谈判知识等，并辅有良好的职业道德，才能从公平的角度做好审核工作。

(2) 加强前期设计管理

EPC承包商提供的服务包括设计、采购、施工，在目前建筑市场环境下，一些传统设计院开始转型为具备EPC总承包资质的工程公司，提供优质的设计服务是该类公司的主体优势。在项目运行过程中，最大的节约就是设计的节约。EPC承包商应在项目前期即做好准备工作，详细了解业主的需求、现场实际情况，对后期可能出现的问题进行预判。即使在项目时间较紧的情况下，也应将更多的时间花在方案设计阶段，积极进行方案比选，从根源处严控设计质量，通过优化的设计节约项目变更成本。

(3) 及时核算变更费用，以作为造价控制依据

在设计变更修改通知单发到项目部实施前，应由EPC承包商事先核算该变更涉及到的费用，以防止出现变更费用超控的情况。根据EPC合同相关调价条款，EPC承包商应核算变更费用明细，做到事前控制。对于成本过高、超过投资控制的变更，EPC承包商应及时进行成本超控预警，并采取补救措施。

4 标准化的设计变更控制流程

对于EPC承包商来说，不论变更的责任主体是谁，标准化的设计变更控制流程都有利于承包商将上述解决措施规范地应用于项目实施中。标准化的设计变更控制流程应在变更前期论证该变更的必要性，并在发出变更前首先明确变更责任主体，由EPC承包商的造价人员提前核算变更费用，得到业主书面确认事项，再予以实施。当变更责任主体为业主时，造价人员应分别估算与业

主、与分包商的同口径变更费用，当变更主体为承包商时，造价人员只需估算与分包商的变更费用。推荐的设计变更控制流程详见图1。

5 结论

在目前国家大力发展工程总承包的大环境下，EPC承包商对于变更的控制是其造价管理、施工管理、设计管理能力的综合体现，也是保证项目成功完成的关键。本文以业主与承包商就变更事项是否能够调整EPC合同价为标准，分别分析了两种情况下承包商在变更控制中存在的问题及解决措施，并据此提出了建议的标准化变更控制流程，对EPC承包商进行变更控制给予一定的指导。

参考文献

- [1] 明源地产研究院. 成本制胜[M]. 中信出版社, 2013, 138~139.
- [2] 张浩. 国际EPC合同的“变更”探讨[J]. 国际石油经济. 2013, 9: 53~57.
- [3] 尹贻林, 李莹. 工程变更估价原则适用范围研究[J]. 建筑经济. 2012, 9(359): 45~47.
- [4] 位春苗. 建筑设计对工程造价的影响分析[J]. 建筑经济. 2014, 12(35): 62~64.
- [5] 刘然, 孟祥龙, 颀建新, 王璇, 焦娜. 工程设计变更产生原因及改进建议[J]. 建筑经济. 2015, 1(36): 76~79.
- [6] 陈长海. 建筑工程洽商变更格式标准化及其计价研究[D]. 北方工业大学. 2010. 5.

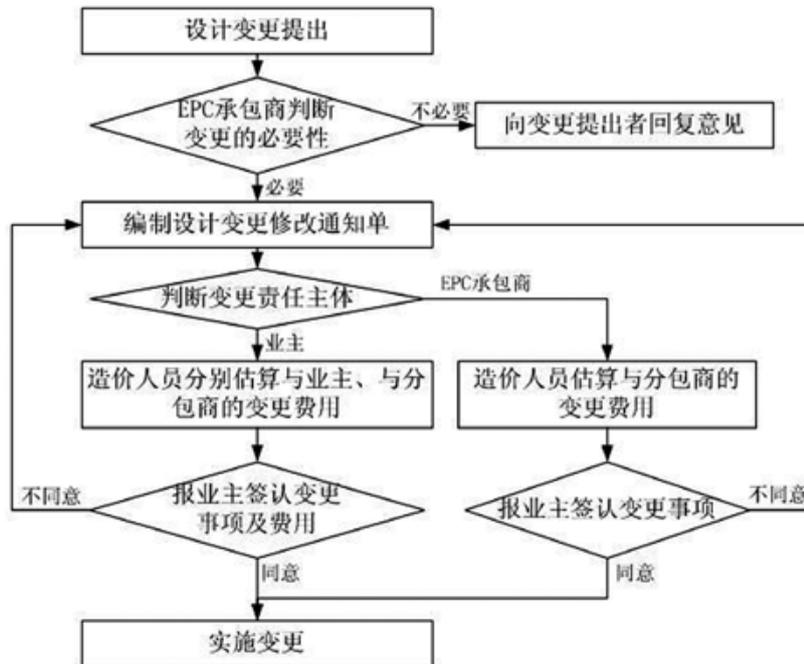


图1 EPC承包商设计变更控制流程

基于自适应遗传算法的车间调度问题研究

唐文婷 徐学民 「工艺」

摘要: 车间调度问题(Job Shop scheduling Problem)是计算机集成制造系统(CIMS)中的一个重要组成部分,它对企业的生产运行和系统控制有着重要的影响。该论文在研究了作业车间调度问题数学模型和优化算法的基础上,将一种改进的自适应遗传算法应用在实际问题中。该算法将sigmoid函数的变形函数应用到自适应遗传算法中,并将作业车间调度问题中的完工时间作为算法的评价指标,实现交叉率和变异率随着完工时间的非线性自适应调整,通过对实例的仿真计算并与标准遗传算法和自适应遗传算法进行比较,验证了改进的自适应方法在车间调度应用中的有效性和优越性。

关键词: 遗传算法;车间调度;自适应;适应度

0 引言

车间作业调度和控制技术是实现生产高效率、高柔性和高可靠性的关键。有关资料表明,机械制造过程中95%的时间消耗在非切削过程中,及时准确的调度可以提高资源的利用率,均衡生产,减少在制品的资金占用^[1]。

车间作业调度问题是一个经典而又传统的问题,近年来,随着计算机应用技术的发展,大量人工智能算法被广泛用于车间调度问题的研究^[2-4]。已有研究表明,遗传算法的优越性主要表现在搜索过程中不易陷入局部最优,即使在所定义的适应度函数不连续的情况下,也能以极大的概率找到最优解。然而,与传统的启发式算法相比,遗传算法中交叉概率和变异概率的选择是影响遗传算法行为和性能的关键,直接影响算法的

收敛性。针对不同的优化问题,需要反复试验来确定交叉概率和变异概率,这是一件繁琐的工作,而且很难找到适合于每个问题的最佳值。

本文将自适应遗传算法应用于求解车间调度问题,并提出一种新的改进自适应遗传算法。该算法能够在优化过程中,自动给出比较合适的交叉概率和变异概率,从而提高搜索效率,自适应遗传算法在保持群体多样性的同时,改进了遗传算法的收敛性能。

1 基于遗传算法的优化理论

1.1 标准遗传算法

遗传算法是一种借鉴生物界自然选择和进化机制发展起来的高度并行、随机的搜索算法,由于其思想简单、易于实现以及表现出来的鲁棒性,已经得到了许多应用,在优化和搜索、智能控制、模式识别以及人工生命等领域得到了大量的应用。特别是对于那些传统搜索算法难以解决的、复杂的和非线性的问题尤其适用。

作者简介:唐文婷,女,助理工程师,2013年毕业于北京航空航天大学机械工程专业,现就职于中航建发飞机工程设计研究院。

遗传算法和传统的搜索算法不同，它从一组随机产生的初始解（称为种群）开始搜索，种群中的每个个体是问题的一个解（称为染色体），这些染色体在后续迭代中不断进化，在每一代中用适应度来评价每个染色体的好坏。后代是由前一代染色体通过交叉或者变异运算形成的，在遗传操作过程中，根据适应度的优劣来淘汰部分后代，重复此过程直至满足某种收敛指标为止。

1.2 自适应遗传算法

M.Srinivas所提的自适应遗传算法是当群体适应度比较集中时，使交叉概率 P_c 和变异概率 P_m 增大；当群体适应度比较分散时，使 P_c 和 P_m 减小。 P_c 和 P_m 的具体定义为：

$$P_c = \begin{cases} k_1 \frac{fit_{max} - fit'}{fit_{max} - fit_{ave}} \dots fit' \geq fit_{ave} & (1) \\ k_2 \dots \dots \dots fit' < fit_{ave} \end{cases}$$

$$P_m = \begin{cases} k_3 \frac{fit_{max} - fit'}{fit_{max} - fit_{ave}} \dots fit' \geq fit_{ave} & (2) \\ k_4 \dots \dots \dots fit' < fit_{ave} \end{cases}$$

其中， fit_{ave} ——群体的适应度平均值； fit_{max} ——群体的最大适应度； fit' ——交叉双方适应度大者的适应度； fit ——个体的适应度； $0 < k_1, k_2, k_3, k_4 \leq 1$ ——常数。

这种算法根据每代个体适应度的改变来自适应地改变 P_c 和 P_m ，在保护最优个体的同时，加快了较差个体的淘汰速度。但是该算法以个体为单位改变 P_c 和 P_m ，缺乏整体的协作精神，因此在某些情况(如整体进化的停滞期)下，该算法不容易跳出局部最优解^[5]。同时，由于对每个个体都要分别计算 P_c 和 P_m ，会影响程序的执行效率，不利于硬件实现。

1.3 改进的自适应遗传算法

针对上述自适应遗传算法在进化过程中的缺陷，本文提出了一种改进的自适应遗传算法。这种算法能使交叉率和变异率的自适应调整曲线在 f_{avg} 处缓慢改变，从而大幅度地提高适应度接近平均适应度的个体的交叉率和变异率。同时，保证了种群中较优个体仍具有一定的交叉率和变异率。

为了满足上述条件，在自适应遗传算法中引入sigmoid函数，sigmoid函数是一个良好的阈值函数，连续、光滑、严格单调，常在神经网络中用于神经元的激活函数，表达式如公式(3)所示。

本文根据文献^[6]中算子改进的经验，将以上函数应用在自适应遗传算法交叉率和变异率的改进上，得出的算子改进公式如式(4)、(5)所示。

$$f(x) = \frac{1}{1 + \exp(-ax)} \dots a \geq 0 \quad (3)$$

$$P_c = \begin{cases} P_{c_1} - \frac{P_{c_1} - P_{c_2}}{1 + \exp\left\{-a\left(\frac{f' - f_{avg}}{f_{max} - f_{avg}}\right)\right\}} \dots f' \geq f_{avg} & (4) \\ P_{c_2} \dots \dots \dots f' < f_{avg} \end{cases}$$

$$P_m = \begin{cases} P_{m_1} - \frac{P_{m_1} - P_{m_2}}{1 + \exp\left\{-a\left(\frac{f' - f_{avg}}{f_{max} - f_{avg}}\right)\right\}} \dots f' \geq f_{avg} & (5) \\ P_{m_2} \dots \dots \dots f' < f_{avg} \end{cases}$$

由以上公式可得，交叉率和变异率按照个体的适应度在平均适应度和最大适应度之间随优化函数曲线进行非线性调整。

在本文中，要用完工时间来表示适应度值，完工时间小代表着适应度高，所以，完工时间与交叉率和变异率是一种递增函数关系。基于这样的事实，将交叉率和变异率的公式进行改进，改进后的公式如(6)、(7)所示。

$$P_c = \begin{cases} P_{c_1} - \frac{P_{c_1} - P_{c_2}}{1 + \exp\left\{a\left(\frac{T_{avg} - T'}{T_{avg} - T_{min}}\right)\right\}} \dots T' \leq T_{avg} & (6) \\ P_{c_2} \dots \dots \dots T' > T_{avg} \end{cases}$$

$$P_m = \begin{cases} P_{m_1} - \frac{P_{m_1} - P_{m_2}}{1 + \exp\left\{a\left(\frac{T_{avg} - T'}{T_{avg} - T_{min}}\right)\right\}} \dots T' \leq T_{avg} & (7) \\ P_{m_2} \dots \dots \dots T' > T_{avg} \end{cases}$$

其中， T_{min} ——最小完工时间； T_{avg} ——平均完工时间； T' ——参与交叉的两个个体中较小的完工时间； T ——变异个体的完工时间。

由以上公式得到两个算子的自适应函数，交叉率和变异率按照个体的完工时间在最小完工时间和平均完工时间之间随函数曲线进行非线性调节。完工时间较大的个体的交叉率和变异率被提高，而且提高的幅度非线性；完工时间较小的个体的交叉率和变异率被减小，尽可能的保留这些优秀的个体。这样对于车间调度问题，在种群个体处于相对稳定的情况下，带动演化的前进，有利于摆脱局部收敛，防止算法停滞不前出现早熟现象具有积极意义。

2 基于遗传算法的车间调度模型建立

2.1 车间调度问题研究的假设条件

在车间作业调度模型的建立过程中，需明确

以下假设条件:

- (1)工艺路径约束: 工件的任一工序必须在其前道工序完成后才能开始, 并保证同一工件不会同时在两台机器上加工, 反映了工件不同工序间的时序关系。
- (2)资源(机器)独占性约束: 任一机器每次只能加工一个工件, 且一旦开工就不能中断, 反映了加工队列中工件间的时序关系。
- (3)各工件经过其准备时间后可开始加工。
- (4)不考虑工件加工的优先权, 即工件之间没有优先约束关系限制。
- (5)工序允许等待, 即前一个工序未完成, 则后面工序需要等待。
- (6)所有机器处理的加工类型均不同。
- (7)工件的加工时间事先给定, 且在整個加工过程中保持不变。
- (8)缓冲区容量为无穷大。

2.2 车间作业调度问题的数学模型

假设有 n 个工件, 要在 m 台机器上加工, 每个工件有若干道工序组成, 每台机器上需要加工若干个工件。如果对应于一个确定的 M_j^* (其中 M_j 为工件排列阵, $M_j(i, j)$ 表示 i 机器上排在第 j 个加工的工件号), 满足 $f(M_j^*) = \min \{f(M_j^1), f(M_j^2), \dots, f(M_j^n)\}$ 或 $f(M_j^*) = \max \{f(M_j^1), f(M_j^2), \dots, f(M_j^n)\}$ 。即 M_j^* 使得目标函数 $f(M_j)$ 取值最小(或最大), 则称 M_j^* 为车间作业调度问题在此目标函数下的最优解。

3 仿真验证与结果分析

3.1 仿真实例

LA01问题是解决车间计划调度的经典实例, 且已知其最优解。为了验证本文提出的遗传算法的有效性, 故本文中仿真验证使用LA01问题作为研究对象, LA01(10×5)问题的数据如表1所示。

表1 LA01(10×5)问题的数据

工件号	加工工序号、加工机器号及加工时间				
1	1,2,21	2,1,53	3,5,95	4,4,55	5,3,34
2	1,1,21	2,4,52	3,5,16	4,3,26	5,2,71
3	1,4,39	2,5,98	3,2,42	4,3,31	5,1,12
4	1,2,77	2,1,55	3,5,79	4,3,66	5,4,77
5	1,1,83	2,4,34	3,3,64	4,2,19	5,5,37
6	1,2,54	2,3,43	3,5,79	4,1,92	5,4,62
7	1,4,69	2,5,77	3,2,87	4,3,87	5,1,93
8	1,3,38	2,1,60	3,2,41	4,4,24	5,5,83
9	1,4,17	2,2,49	3,5,25	4,1,44	5,3,98
10	1,5,77	2,4,79	3,3,43	4,2,75	5,1,96

3.2 仿真验证

本文采用Java语言, 在Windows 7运行环境下, 对标准遗传算法、自适应遗传算法和改进的自适应遗传算法进行编程。编程后得到的用户输入界面如下图所示。



图1 用户输入界面

通过多次仿真试验, 发现对于LA01问题, 当种群数量大于300, 迭代次数大于5000时, 该问题的最优解相差不大, 因此本文中所有仿真试验的种群数量设定为300, 迭代次数设定为5000。通过对标准遗传算法、自适应遗传算法和改进自适应遗传算法进行仿真试验, 相应的输入和输出如下:

表2 标准遗传算法参数设置

种群规模	迭代次数	Pc	Pm	最优解
300	5000	0.9	0.1	714
300	5000	0.8	0.05	710
300	5000	0.7	0.025	729
300	5000	0.6	0.01	731

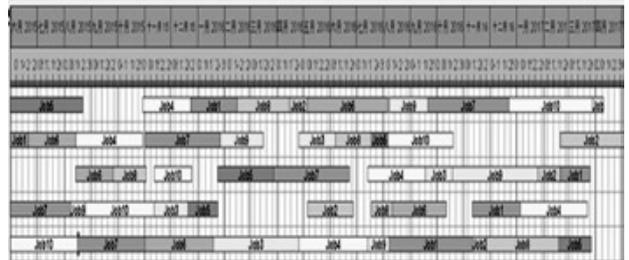


图2 标准遗传算法的最优调度方案

表3 自适应遗传算法参数设置

种群规模	迭代次数	Pc1	Pc2	Pm1	Pm2	a	最优值
300	5000	0.9	0.6	0.1	0.01	20	717
300	5000	0.8	0.6	0.2	0.01	20	687
300	5000	0.7	0.5	0.05	0.01	20	707
300	5000	0.8	0.6	0.1	0.01	20	714



图3 自适应遗传算法的最优调度方案

表4 改进自适应遗传算法参数设置

种群规模	迭代次数	Pc1	Pc2	Pm1	Pm2	a	最优值
300	5000	0.9	0.6	0.1	0.005	20	669
300	5000	0.8	0.6	0.2	0.01	20	684
300	5000	0.7	0.5	0.05	0.005	20	701
300	5000	0.8	0.6	0.1	0.01	20	701

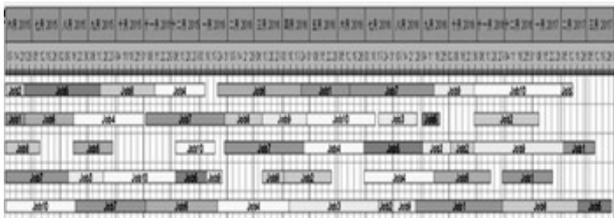


图4 改进自适应遗传算法的最优调度方案

通过分析仿真试验结果,在种群数量为300,迭代次数5000次的情况下,改进的自适应遗传算法得到的最优解优于自适应遗传算法优于标准遗传算法。改进自适应遗传算法解决该车间调度问题的最优解为669。通过以上试验结果分析可知,本文设计的算法能够达到优化调度的目的,其有效性也得到了验证,是一种可行的设计方案。

4 结论

本文选择车间作业调度为研究和开发对象,以遗传算法为基础,综合运用车间调度问题的基本理论,完成车间作业调度模型的建立以及用于该调度问题的遗传算法的设计与实现,并分析三种不同遗传算法在解决车间作业调度问题上优劣性,这些研究成果为进一步研究和开发车间调度理论和实用的调度软件打下了一定的基础。

参考文献

- [1] 何燕. 基于遗传算法的车间调度优化及其仿真[D]. 武汉: 武汉理工大学, 2006.
- [2] 杨玉珍. 基于元启发式算法的带生产约束作业车间调度问题若干研究[D]. 华东理工大学博士论文, 2014.
- [3] 彭建刚, 刘明周, 张铭鑫. 多目标柔性作业车间调度算法研究综述[J]. 中国机械工程, 2014, 23.
- [4] 张超勇, 董星, 王晓娟, 李新宇, 刘琼. 基于改进非支配排序遗传算法的多目标柔性作业车间调度[J]. 机械工程学报, 2010, (11): 156-164.
- [5] 陈超. 自适应遗传算法的改进研究及其应用[D]. 华南理工大学硕士论文, 2011.
- [6] 杨建斌, 孙树栋, 牛刚刚. 自适应遗传算法求解模糊作业车间调度问题[J]. 机械科学与技术, 2013.01.

蒸汽疏水阀正确选型方法

高江玲 李昕昉 「动力」

摘要: 蒸汽输送及使用过程中由于散热会形成凝结水,还会夹杂少量空气和二氧化碳,引起管道及设备水击、结垢以及腐蚀。正确地选择蒸汽疏水阀是排除以上危险因素的有效方法。本文介绍了蒸汽疏水阀的工作原理及分类,蒸汽疏水阀的正确选型方法。

关键词: 蒸汽疏水阀;冷凝水;选型

1 前言

蒸汽的输送及使用过程中,会产生影响系统安全性的产物:凝结水、非凝结气体(主要是空气)和二氧化碳。凝结水会产生水击,损坏管道及设备;二氧化碳会腐蚀管道及设备;空气作为最主要的非凝结气体,不能及时的排除系统时,会逐渐充满整个设备,阻止蒸汽的进入,形成“气阻”。蒸汽疏水阀就是要尽快的把积存在系统中的凝结水、不凝气体(主要是空气)以及二氧化碳排到系统之外。

2 疏水阀的分类

疏水阀按照工作原理可分为三类,热静力型,机械型及热动力型,具体特性见表1。

3 疏水阀的安装与维修

3.1 疏水阀典型连接形式

疏水阀的典型连接形式如下图1所示。

- (1)集水管:需保温(按表2选择);
- (2)截止阀:便于检修;
- (3)Y型过滤器:防止疏水阀阻塞,安装时注意水平方向安装,以避免存水;
- (4)止回阀:疏水如排至大气或单独流至集水箱,止回阀可以取消;
- (5)旁通管:初次运行时,用于排放大量的凝结水。由于蒸汽混入回水系统,会影响蒸汽管网回水压力的平衡,故在运行中,检修疏水阀时,只能短时间使用旁通管;
- (6)冲洗管:放气和冲洗管路;
- (7)检查管:检查疏水阀的工作情况。

3.2 疏水阀的安装与维修

- (1)安装前须清洗管道设备、除去杂质,以免堵塞;
- (2)疏水阀应按产品说明书规定的安装方位及阀体上箭头标示的流动方向进行安装;
- (3)对于不带过滤器的疏水阀,应在阀前安装过滤器,其过流面积不得小于通道面积的1.5倍,过滤器应安装在便于拆装的位置;
- (4)用汽设备疏水点必须选在用汽设备汽室最低点的下方,使凝结水能自然顺畅地流入蒸汽疏水阀;
- (5)机械型蒸汽疏水阀和热动力型蒸汽疏水阀

作者简介:高江玲,女,助理工程师,2010年毕业于华北电力大学热能与动力工程专业,现就职于中航建发市政工程设计研究院。

表1 疏水阀特性

疏水阀型号	机械型		热静力型		热动力型
	浮球型	倒置桶型	双金属型	波纹型	圆盘式
工作原理	机械型疏水阀通过感应蒸汽和凝结水温度、密度以及压力的不同,利用凝结水液位的变化,使“浮球”、“浮筒”上升和下降来控制疏水阀的启闭。		通过蒸汽增加感温元件内部的压力,使疏水阀关闭;随着凝结水和不凝结气体(主要是空气)在集水管内积存,温度逐渐下降,感温元件收缩,使疏水阀开启,凝结水排除阀体外。		热动力型疏水阀根据冷凝水通过疏水阀时产生二次蒸汽,进而产生一个低压区,通过流速来控制阀门的开启。
排水方式	连续	不连续	连续	连续	连续
排饱和水能力	可以	可以	排除低于饱和水温度的凝结水	排除低于饱和水温度的凝结水	可以排除接近饱和水温度的凝结水
排除空气能力	加排空装置	排空气速度慢	加排空装置	加排空装置	加排空装置
蒸汽损耗	小	小	小	小	小
能否适应压力的变化	可以	否	无影响	否	无影响
背压率	80%	80%	超过范围,需重新调整	75%	50%
能否用于过热蒸汽	带波纹管排气阀时不可以	可以,疏水阀前需加止回阀	可以	否	可以
是否抗冻	不抗冻	不抗冻	抗冻	抗冻	抗冻
是否抗水击	不抗水击	抗水击	抗水击	不抗水击	抗水击
应用	换热器、汽水分离器以及分汽缸底部	倒置桶型不适合低于0.1Mpa蒸汽管道	适用于低压蒸汽采暖设备	适用于低压蒸汽采暖设备	主管疏水,蒸汽管上升管段前,管道末端(加排空气阀)适合用于蒸汽管道补偿弯放净处

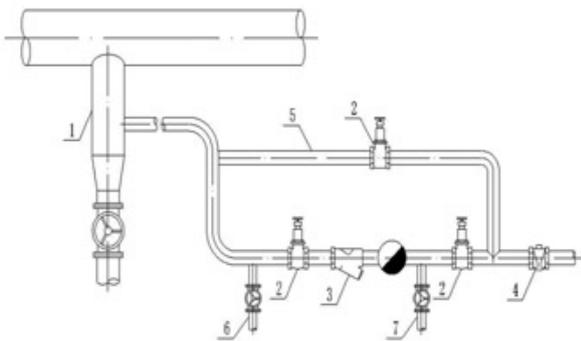


图1 疏水阀典型连接示意图

应尽量靠近用汽设备;

(6)热静力型蒸汽疏水阀安装位置应离开用汽设备1m左右的距离;

(7)蒸汽疏水阀的安装位置必须便于检修;

(8)用汽设备至蒸汽疏水阀之间的连接管一般不应保温,用在可能发生冻结的地方,应采取防冻措施;

(9)蒸汽疏水装置安装完成后,需进行水压试验,试验压力与所在管道系统的试验压力相同;

(10)疏水装置应定期进行维修保养及清洗过滤网;

(11)蒸汽疏水阀使用六个月至一年应大修一次。

4 疏水阀的正确选型

设计规范及设计手册中多处强调疏水装置的应用及其重要性，而疏水阀作为疏水装置不容忽视的一部分，其正确的选型至关重要。

《城镇供热管网设计规范》中8.5.6~8.5.8提到蒸汽管道安装疏水装置的要求。蒸汽管道的低点和垂直升高的管段前应设启动疏水装置和经常疏水装置。同一坡向的管段，顺坡情况下每隔400m~500m，逆坡时每隔200m~300m应设启动疏水和经常疏水装置。经常疏水装置与管道连接处应设聚集凝结水的短管，短管直径应为管道直径的1/2~1/3。经常疏水装置排出的凝结水，宜排入凝结水管道。当不能排入凝结水管时，应按规定降温后排放^[1]。

《城镇供热管网设计规范》中10.4.3中提到蒸汽热网热力站疏水装置的要求。蒸汽管路的最低点、流量测量孔板前和分汽缸底部应设启动疏水装置；分汽缸底部和饱和蒸汽管路安装启动疏水装置处应安装经常疏水装置；无凝结水水位控制的换热设备应安装经常疏水装置。

《动力管道设计手册》中4.3.6提到蒸汽直埋管道疏排水的要求。蒸汽直埋管道疏排水一般采用上排水方式，依靠管道内的蒸汽压力，将凝结水排出。凝结水量较大时，还应设置自动疏水装置。整套疏水装置应放在阀门井内，疏水管应尽量靠近固定端安装，并应充分考虑疏水管本身的热补偿，以免疏水管因管道热位移较大而受到损坏^[2]。

蒸汽疏水阀应按其工作性能、条件和凝结水排放量进行选择，不得以疏水阀的公称通径作为选择依据。

4.1 集水管

蒸汽供应系统主管，隔一段就要安装一个集水管，如图2所示。

集水管作用：

(1) 凝结水利用自身重力，快速地从蒸汽中分离出来；

(2) 积存凝结水，直到压差能够使它通过疏水阀排放出去。

集水管管径选取如果太小，会使凝结水被蒸汽高速流动产生的压力降抽回主管。DN100以下的蒸汽主管道，集水管管径与主管相同；DN100以上的管道，集水管径至少是主管道管径的1/2，不应小于DN100，如表2所示。

表2 集水管推荐尺寸

蒸汽主管线直径	集水管线直径
DN100	DN100
DN150	DN100
DN200	DN100
DN250	DN150
DN300	DN150
DN350	DN200
DN400	DN200
DN450	DN250
DN500	DN250
DN600	DN300

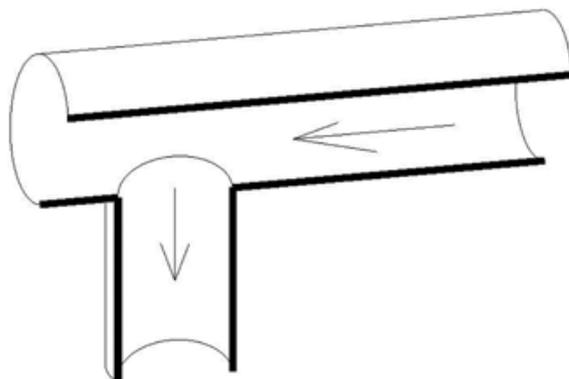


图2 集水管示意图

4.2 凝结水量

保温管道的冷凝水量按公式(1)计算：

$$C = \frac{A \times Q}{H} \quad (1)$$

式中：

C——凝结水量，t/h

A——管子外表面积，m²/m

Q——热损失，w/m

H——蒸汽潜热，kJ/kg

4.3 安全系数

安全系数是指蒸汽使用设备实际的冷凝水产量与所标出容量有误差时也能确保蒸汽疏水阀正常工作的系数。其数值可以从1.5到10，因无法通过计算求得，故在选择安全系数时，可直接询问生产厂家。一般来说，安全系数的选取可按表3所示。

表3 安全系数选择

供热系统	安全系数
蒸汽主管	3
支管	3
汽水分离器	3
分汽缸	3

4.4 疏水阀设计排量

疏水阀排量=安全系数×凝结水量(kg/h)。

4.5 压差

疏水阀前后压差是疏水阀选型的重要因素。压差是指疏水阀入口与出口的压力之差，出口压力又称为背压。

4.5.1 疏水阀入口压力 P_1 的确定

蒸汽管道连续疏水阀的入口压力可取蒸汽管道的0.95~1。

供蒸气加热设备连续疏水用疏水阀的入口压力可比加热蒸汽入口压力低0.05~0.10Mpa。

4.5.2 疏水阀出口压力 P_2 的确定

当凝结水回收时，疏水阀的背压为管道系统的压力降、位差以及凝结水回收系统压力的总和。

$$P_2 = 0.01 \times h + P_3 + P_4 \quad (2)$$

式中：

h ——疏水阀后系统管道上升的高度，m

P_3 ——疏水阀后管道系统阻力，Mpa

P_4 ——凝结水回收装置压力，Mpa

4.6 最高允许背压

疏水阀必须能够承受系统最高压力或设计压力。

5 实例分析

现有蒸汽热网热力站设计工程，饱和蒸汽温度180℃，压力0.8Mpa，疏水接入凝结水回收装置，且凝结水回收装置的背压为0.3Mpa。蒸汽管径DN250。疏水阀距离与凝结水回收装置之间距离为20m。(管道系统压力降取70pa/m)

(1)根据上述条件，选择浮球式疏水阀w

(2)凝结水量计算

根据公式(1)，计算出凝结水量为0.095t/h。

(3)疏水阀排水量计算

由表2可知换热站内的疏水阀安全系数取3，故疏水阀排水量为0.28t/h。

(4)疏水阀工作压差

疏水阀进口压力0.8Mpa

疏水阀出口压力0.3014Mpa

压差为0.49Mpa

阀门型号根据斯派莎克、阿姆斯壮阀门样本中工作压差与冷凝水量曲线图进行选择。

根据曲线图，本实例应选择斯派莎克FT14 DN25；根据阿姆斯壮阀门样本中AIC-F系列疏水阀排量图应选择75-AIC-F-DN25疏水阀。

参考文献

- [1] CJJ 34-2010, 城镇供热管网设计规范[S].
- [2] 施振球. 动力管道设计手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2006.
- [3] 阿姆斯壮蒸汽、空气和热水系统解决方案.
- [4] 斯派莎克产品手册.

浅谈锅炉房工程总承包项目 设计岗位成本控制方法

张声远 安玉生 「动力」

摘要: 锅炉房工程总承包(EPC)项目作为一种特殊的产品,需要经营、设计、施工、工程管理等部门及各相关单位的协调配合才能实现。近年国内外EPC市场竞争日趋激烈,降低EPC成本是保证中标及利润最大化的必要途径。设计作为EPC项目的重要一环,无论在前期阶段设备选型、布置、技术标书的编写,还是在后期阶段现场配合,均存在节约成本的可能性。笔者作为某项目锅炉改造EPC项目的团队人员,参与了该EPC项目的整个流程。本文总结了本人对设计岗位的成本控制方法,希望能对其它EPC项目有一定借鉴价值。

关键词: 锅炉房EPC项目;设计岗位;成本控制

1 绪论

1.1 背景及意义

EPC模式是现代西方工程项目管理的主要模式,是工程管理和设计的完美结合,也是缩短工期、减低投资项目的典范,符合“绿色工程”项目要求^[1]。在日趋激烈的EPC项目竞争中,谁能在保证产品质量的前提下更好的控制成本,谁就能在今后的竞争中成为最大赢家。设计岗位在EPC整个阶段均有参与,通过设计岗位进行成本控制,是最为主动和准确的方式。

某项目锅炉改造EPC项目于2014年4月开始设计,于2015年末竣工,笔者作为该项目的团队人员,在项目的设计、招标、现场施工配合阶段均有参与。在现场施工配合过程中,发现设计在成本控制方面具有较大的潜力,在此笔者总结相关经验,希望能对其它EPC项目的有一定帮助。

1.2 研究内容及方法

本篇论文主要根据设计岗位成本控制现状,结合现场遇到的问题,提出设计岗位在各阶段成本控制方法。

2 项目简介及设计岗位相应职责

2.1 项目简介

该项目需拆除原有中温中压抛煤机蒸汽锅炉及其尾部的麻石水膜除尘脱硫系统,在其原位置安装两台链条炉排低压蒸汽锅炉,烟气处理采用袋式除尘器以及石灰-石膏法脱硫装置进行除尘和脱硫。

按照EPC合同要求,本项目需要在7个月的时间完成施工图设计、土建安装招标、设备招标、原有厂房改造、新设备的现场安装、调试等任务。项目整体工期安排紧,需各个环节交错进行。且本EPC项目业主支付价格为固定合同价,不会因工程量的增加而增加,成本控制至关重要。

作者简介:张声远,男,助理工程师,2013年毕业于华北电力大学热能动力工程专业,现就职于中航建发市政工程设计研究院。

2.2 设计岗位相应职责

- 1)设计阶段：设计计算，向其他专业提设计条件，绘制施工图。
- 2)招标阶段：划分施工界限，提出技术要求。
- 3)施工阶段：现场配合，确保施工质量及进度。

3 项目设计岗位产生的额外成本

3.1 设计阶段

设计阶段为EPC前期阶段，虽然EPC产品的设计成本主要是劳动力成本，费用不及产品总成本的5%，但设计阶段中各项参数的确定均影响后期设备的选型、采购、安装及调试成本。设计阶段是设计岗位的主战场，设计参数足够准确，施工图足够细致，设计及施工说明足够完整，才能保证后续各阶段的顺利进行。设计阶段的额外成本主要分为以下几类：

3.1.1 前期资料收集不细致产生的额外成本

由于本次EPC为改造项目，现场有较多已存在的管道及设备，其中一部分为厂房在建时或建成后由业主自行调整和改造的，在原有蓝图中并未标明。设计人员现场勘测不够细致，设计时过分依赖蓝图，导致多处设备及管道碰撞，造成了后期现场施工困难。如锅炉间原有自来水管走向与原有蓝图不符，造成该管道与二次风机碰撞，最后协商由业主将原有水管挪走，增加了业主的工作量；又如引风机间原有的一根贯穿整个引风机间的次梁，其实际标高比原有蓝图低1米，使设计者对引风机间内数十个烟管零件重新进行了设计，增加了设计的劳动力成本。

3.1.2 设计数据保守产生的额外成本

设计过程中使用的数据有些是可在一定范围内选取的，保守的设计数据可以保证设备的更加安全、可靠，但过于保守会导致更高的施工成本。如热力除氧器水箱液面与给水泵中心线高差按《锅炉房工艺计算手册》中校核公式计算，7m可满足要求，而按设计经验一般取9m。本项目在前期已确定将除氧器放在原有的5m汽轮机平台上，高差越小，下挖泵坑的深度越浅，土建施工成本越低。设计者经综合考虑最终选择了7.5m高差，需从地面下挖深2.5m，面积约50m²的泵坑。笔者认为该值存在进一步细化的可能。通过理论计算、考察同型号设备的使用单位、咨询设备厂家等方法可使设计数

据更为准确，进而降低工程造价，使EPC项目利润最大化。

3.1.3 施工图绘制不细致产生的额外成本

施工图绘制不细致包括某一专业设计不细致及各专业会签不细致。前者如将锅炉钢梁和钢梁上预埋件的锚固钢筋分别绘制，导致二者钢筋重叠，无法施工；后者如热机和结构专业会签不细致，导致引风机间主烟道和除尘器钢梁碰撞，增加了辅机安装的时间成本和材料成本。

3.2 招标阶段产生的额外成本

招标分为施工招标及设备招标。施工招标最常出现的问题是标书中对施工界限划分不明确，导致施工人员对未划分清楚的施工内容互相推诿。为保证工程顺利进行，该内容在施工中往往会算作额外工作量，增加额外成本。如锅炉吹灰器、设备进出口电缆线，设备接口的反法兰、螺栓、垫片等安装对象，在划分施工界限是应格外注意。

设备招标中由于疏忽，或对设备的不了解，都会使招标文件中技术要求编写不够细致，使厂家借此简化产品，为今后施工与运行留下隐患。如除氧器招标时声明除氧器要带二级水封，而未标明具体数量，导致三台除氧器到货时仅有一个除氧器带有二级水封，其它只能现场安装，产生了额外成本。

3.3 施工阶段产生的额外成本

现场额外成本分为两类情况，一是施工图、招标文件及合同中均未做说明，但在施工过程中不得不增加的额外成本；二是本可以节约的成本，但由于种种原因在施工图、招标文件或合同中出现而不得不进行施工所产生的额外成本。第一类情况如锅炉烘炉时由于管路未完全连通，需在主蒸汽阀门前加临时疏水管路及阀门，产生额外成本。第二类情况如设计时除氧器辅助加热管安装了电动调节阀，并以此蓝图为准与业主签署了技术协议，设备招标时与除氧器厂家沟通得知此处没必要装电动阀，但业主坚持要求我方按施工图施工，拒绝此处修改，产生了额外成本。

4 设计岗位产生额外成本的原因

根据上述额外成本现象，笔者认为，设计岗位成本控制的不足主要有以下几点：

4.1 对产品经济性重视不足——工程质量与施工成本的矛盾

设计者习惯选择较大的安全系数进行设计，因为选取的安全系数越大，设备越安全，但相关专业的施工成本越高。

4.2 施工图不准确，招标文件不全面——设计质量与时间成本的矛盾

EPC项目工期往往由竣工日期反推进度计划，留给设计人员绘制施工图、编写招标技术文件的时间较紧，容易产生错误。

4.3 设计阶段缺乏先进成本控制方法——全面的成本统计需求与落后成本统计方法的矛盾

现阶段设计的成本控制方法一般是事后控制，即每个项目完成后，进行成本统计。虽然项目进行前，单位根据以往施工经验、耗费的金属材料及外购设备的价格计算等项目成本，但未能对产品功能、产品质量进行系统的对比分析，也未能对施工队伍水平对项目的工期、质量、成本造成的影响进行全面预测，会使实际项目成本与前期得到的预测成本有较大差异。

4.4 忽略产品的隐形成本——企业内部的各类矛盾

隐形成本指制度成本、内耗成本、机会成本等不被重视、不易计算的支出。如项目过程中因经营、工程、设计等部门的职责划分不明确而互相推诿产生的内耗成本；各人员职责分配不合理产生的制度成本等。

5 改进方法及展望

针对上述不足，笔者提出以下几点建议：

5.1 保证产品质量，提高经济意识

过高的产品质量会产生过高的施工成本，却未必会讨得业主的欢心。设计者应通过“设计-施工-回访-总结-再设计”这一循环，一方面不断提高对设计参数的把控能力，能够根据项目准确选择最为经济的设计参数，另一方面收到业主的反馈信息，站在业主角度思考问题，提高业主对产品的满意度。

5.2 图纸全面，细节合理

全面勘测现场，提高设计者设计水平，充分发挥设计-校对-审核-总师逐级审核制度，提高会签质量，对控制EPC项目额外成本有巨大的作用。

5.3 部门间合作，完善招标文件

设计者需完整、准确的表达对产品和服务的

要求，并详细规划施工界限以保证相应产品质量过硬、服务到位、厂家无漏洞可以利用。同时招标文件其它部分应有防止因设计者疏忽而产生额外成本的相关规定。如招标文件规定施工单位的工程量以整个图纸所示工程量为准，可以避免设计者因材料表统计不完整而产生的额外成本；招标文件规定施工范围与施工图所示施工内容为相互补充关系，可以避免图纸内容不全或施工范围划分不清而产生的额外成本。

5.4 采取先进成本控制方法

先进成本控制方法有许多种，其大致流程为：通过学习国内外先进经验方法，加强成本控制理论研究，推广成本控制思想，以建立成熟的成本控制制度，并用该制度树立员工的成本管理观念，提高员工的成本控制水平，同时加强市场调研，整合工作流程，重视人才、减少摩擦、稳步推进新制度，建立设计案例管理数据库及检索方法^[2]，运用现代先进成本管理方法增强企业在EPC市场的竞争力。

参考文献：

- [1] 王建廷，李迎迎，肖忠钰.绿色工程管理及其工程价值观研究[J].工程管理学报.2010，24(1): 41-45.
- [2] 钟威，唐宁，周鸿波等.锅炉设计计算案例管理的技术和方法[J].浙江大学学报(工学版).2008，42(5): 810-814.

广联达民用机场工程计价软件 GCA2013常见问题及处理方法探究

郭铨玮 田京精 「工程造价」

摘要: 本文结合工作实际,针对最新版民用机场工程计价软件在实际应用中出现的不问题进行研究,提出处理方法,并对软件自身功能、使用技巧进行归纳整理。

关键词: 民用机场工程;GCA2013;常见问题;处理方法

1 引言

自从2012年《民用机场场道工程预算定额》与《民用机场目视助航设施安装工程预算定额》(以下简称“12定额”)发布实施以来,民用机场工程预算定额得到了进一步完善。

随着广联达民用机场工程计价软件GCA2013(以下简称“软件”)的应运而生,民航工程概预算编制工作也随之发生转变。但是,由于12定额特点及软件自身局限性,在日常工作的使用中出现诸多问题,对项目造价全过程产生影响。本文旨在通过对软件进行深入、细致的研究,力求最大限度解决目前软件功能不足所带来的相应问题,并对使用技巧进行探究。

2 常见问题及处理方法

2.1 “量价分离”相应问题及处理

民航2012定额说明(以下简称“说明”)第十三条指出,“本定额是按照‘量价分离’原则编制的,因此本定额未反映人工、材料、设备和机械的价格,其价格应按工程所在地的市场价格计算”。故软件中“预算价”一栏所有人材机价格均为0。

同时,说明第十九条指出,“本定额的措施费、间接费(规费与企业管理费)、利润及税金也按

工程所在地造价管理部门的相关规定执行”。这就决定了不同工程所在地的项目,其取费程序是根据各地不同的费用定额及相关取费文件执行。

目前我国各地取费程序大致分为两类,即“市场价组价+取费”与“定额价组价+取费计价差”两种模式(详见表1)。如根据以上两条说明,在第二种取费模式情况下使用软件就会出现定额价合计为0,直接费、企业管理费、利润、规费均为0,无法正常取费的情况。

基于此种情况,软件在后续的更新版本中(广联达民用机场工程计价软件GCA2013(程序+定额库)4.200.101.87)增加了“准备数据”功能,可在当前库人材机列表中输入预算价(详见图1)。

这一功能完善了此前软件的不足之处,虽然因此增加一部分工作量,但使整个项目的造价严谨性与合理性得到提升。特别是对于同地区项目而言,一次性输入全部基础预算价将为今后项目计算提供便利条件。

2.2 换算问题及处理

软件对于12定额的换算从推出伊始就存在问题,经过咨询广联达公司技术人员及几个版本的升级之后,最初存在的换算单位步矩错误等严重问题已经得到解决,但目前版本仍存在换算通性问题。

例如,在套用子目“2-1 石灰土基层 现场机械拌合含灰量5% 厚20cm”时,如果出现设计厚度低于20cm的情况,则此时自动换算功能报错,并提示“您所输入的数据必须大于20!”(详见图2)。即定额子目中“2-2石灰土基层 现场机械拌

作者简介:郭铨玮,男,助理工程师,2010年毕业于天津理工大学工程造价专业,现就职于中航建发民航工程设计研究院。

表1 我国各地主要取费程序模式

“市场价组价+取费”模式		“定额价组价+取费计价差”模式	
A	直接费	A	直接费
A1	直接工程费 (市场价)	A1	直接工程费 (定额价)
A2	措施费	A2	措施费
B	企业管理费	B	企业管理费
C	利润	C	利润
D	规费	D	规费
E	税金	E	人材机价差
F	建筑工程造价	F	税金
		G	建筑工程造价

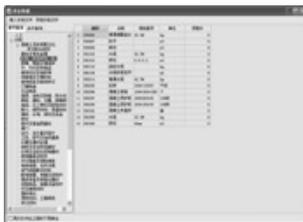


图1 数据准备界面



图2 换算问题

合 含灰量5% 每增减1cm”，在软件中却无法实现减的自动换算。

基于目前软件情况，遇到此类需要减少厚度的情况，就需要单独套用子目2-2，并且输入相应负值工程量。

此类无法减少厚度的问题多见于场道基础工程、道面工程等需要换算的子目，现阶段可通过以上方法实现，未来希望通过与广联达公司技术人员进一步沟通在软件新版本上实现自动换算。

2.3 机械方案选择问题及处理

12定额编制中，部分子目同时列出两种主要施工机械，如土石方工程中的推土机与平地机，场道基础工程中履带式拖拉机拌合与稳定土拌和机拌合等，说明中要求套用此部分子目时应根据施工组织设计方案确定。在软件中，此类定额子目将两种方案分类别设置，一种类别为“机械”，另一种类别为“主材”。

在实际操作中，此种设置就会导致以下情况的发生：一种情况是如果没有仔细阅读定额说明，很有可能同时输入两种机械台班单价，造成机械费用计算重复，导致价格升高。另外一种情况是，如果选择了“主材”类别的施工机械，在取费程序中，主材费是同材料费合并计算的，对于以“人工费+机械费”作为取费基数的地区，就有可能导致基数错误，从而影响整个项目真实价格的形成。

此外，由于软件默认设置的机械组价形式为“二次分解”，但12定额未给出机械按照折旧费、大修理费、经常修理费等详细的费用构成比例，因此，还可能无法输入机械价格的情况。

针对以上常出现的问题，我们应当按照如下的基本步骤进行(详见图4)。

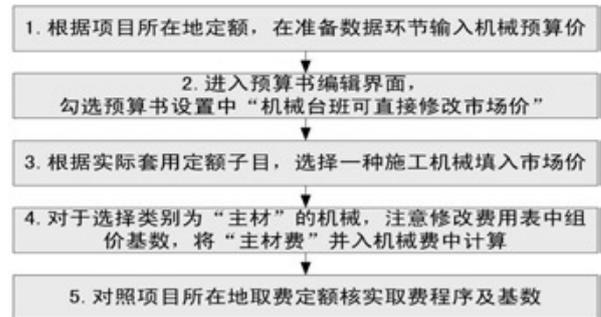


图4 机械方案选择操作流程

3 小结

不可否认，广联达民用机场工程造价软件为民航领域造价工作带来了巨大的便利条件，告别了以往只能借助Excel软件人工输入计算的落后局面，为今后民用机场各类工程编制施工图预算、工程量清单综合单价、进行招投标、签订工程合同、拨付工程价款和办理竣工结算等全生命周期造价管理提供了强大的平台。

同时还可以看到，虽然现阶段的软件还存在着某些瑕疵，对于12定额的理解还有偏差，但软件还在不断完善、优化中。

当下正是民用航空全面大发展的时期，想要在民航、通航等领域大展拳脚，就要求每一个专业人员打牢自己的基本功。站在一个从事造价专业的民航从业者角度来说，随时关注民航业界动态，掌握专业最新技术、资讯也成为必备素质。

本文列出的三类问题，属于软件在实际工程应用中普遍存在，也是通过一段时间使用与总结出来的，对于其他技术性问题本文未有提及，如果文中所述有不当之处，还望专业人士批评、指正。

参考文献

- [1] 民用机场场道工程预算定额(2012年试行版).
- [2] 民用机场目视助航设施安装工程预算定额(2012年试行版).
- [3] MH 5028-2014, 民航专业工程工程量清单计价规范[S].北京:中国民航出版社,2014.

浅谈唐山金融大厦供配电系统设计

赵雨播 陈泽毅 「电气」

摘要: 以唐山金融大厦项目为例介绍了大型商务办公中心电气设计中的负荷计算及系统架构,重点论述金融办公类项目特有的数据机房配电方案及保障供电可靠性的措施。

关键词: 商务办公中心;金融类综合体项目;供配电系统;A级电子信息系统机房;负荷计算;用电指标;一级负荷中特别重要的负荷;UPS供电方案

0 绪论

随着中国经济和城市的发展,各地纷纷建设大型商务办公中心,有些经典作品甚至成为所在城市的标志性建筑。我院近几年设计的大型商务办公中心作品有“凤凰苑公建区(东区)”(12.7万 m^2)、“安邦保险燕郊后援项目”(30万 m^2)、“中航投资总部办公楼”(13万 m^2)等等。这些项目的共同特征是:项目建筑面积庞大,多为高层甚至超高层;项目功能复杂,常为办公、酒店、商业、购物、餐饮娱乐等综合体。

而在这些综合体项目中,金融类建筑是较为特殊的一种,考虑此类建筑在经济生活中的重要性和特殊性,其金融信息及用户数据的安全性尤为重要。作为电气专业,如何保障金融电子信息系统运行的安全性和可靠性是项目设计的关键环节。

下面就以“唐山金融大厦”项目为例,浅析大型商务办公中心负荷、供配电系统架构,以及非常重要的数据机房配电系统方案设计。

1 工程概况

唐山金融大厦项目位于唐山市路北区,南临

翔云道,东侧为学院路。建筑面积:131145 m^2 ,其中地上96580 m^2 ,地下34565 m^2 。建筑层数:地上24层,地下3层。结构高度:99.90m。算上顶部广告牌达120m,为A/B双子座高层。

唐山金融大厦体量高耸的双塔成为唐山区域中心的标志,地上裙房设置公共服务的大堂、银行营业厅和办公区,并设置有银行数据中心;标准层(6~24层)为出租办公区,并在每层预留租户数据机房;地下部分包括商业、餐厅、汽车库(战时为人防物资库)和设备机房等。

2 负荷分级及电源情况

2.1 负荷分级

根据GB 50045-95《高层民用建筑设计防火规范》(2005年版),本项目为一类高层建筑。根据JGJ 284-2012《金融建筑电气设计规范》第3.0.4规定,本项目金融设施分级为二级。

本项目所涉及负荷分级如表1所示。

2.2 电源

根据GB 50052-2009《供配电系统设计规范》第3.0.2条的规定:“一级负荷应由双重电源供电。”第3.0.3条“一级负荷中特别重要的负荷……除应由双重电源供电外,尚应增设应急电源,并严禁将其他负荷接入应急供电系统。”

2.2.1 市政电源

为确保本工程满足一级负荷及一级负荷中特

作者简介:赵雨播,男,工程师,2009年毕业于福州大学电气工程与自动化专业,现就职于中航建发建筑设计研究院。

表1 负荷分级

用电负荷	负荷级别	依据规范
银行、金融中心、证交中心重要的计算机系统和安防系统用电	一级负荷中特别重要的负荷	JGJ16-2008 《民用建筑电气设计规范》
网络机房、通信机房、网络接入机房等	一级负荷中特别重要的负荷	《民用建筑电气设计规范》第3.2.5条“重要电信机房的交流电源，其负荷级别应与该建筑工程中最高等级的用电负荷相同”
为网络机房、通信机房、以及银行金融数据中心服务的精密空调	一级负荷	《民用建筑电气设计规范》第3.2.4条“当主体建筑中有一级负荷中特别重要负荷时，直接影响其运行的空调用电应为一级负荷”
大型银行营业厅及门厅照明、安全照明用电	一级负荷	《民用建筑电气设计规范》附录A
客梯用电、排污泵、生活水泵等	一级负荷	《民用建筑电气设计规范》
消防负荷	一级负荷	《高层民用建筑设计防火规范》

别重要的负荷的供电要求，经与唐山电力公司协商，市政电源为2路10kV电源供电，且分别来自不同上级110kV变电站。满足当一个电源发生故障时，另一个电源不应同时受到损坏的要求。

2.2.2 内部电源

设置了消防专用的应急柴油发电机组，数据机房、网络机房等设置备用柴油发电机组及相应UPS电源。

3 用电负荷及变电所设置

3.1 负荷估算

根据《全国民用建筑工程设计技术措施（2009）电气》（以下简称《技术措施》），第2.7.6条：各类建筑物的单位建筑面积用电指标对本项目进行负荷估算。

3.1.1 地上A/B座高塔负荷及估算

A/B两塔平面布局相同，分析单塔即可。单塔楼地上总面积41692m²，标准层每层面积1704m²，其中核心筒面积为400m²。

2层设银行数据中心，6层及以上每层设置租户小IT机房，数据机房总面积约为900m²。塔楼地上主要负荷为办公照明、空调风机、电梯以及数据机房用电等。

估算主要考虑两个方面：

a)普通办公楼用电估算（包含办公照明、空调风机、电梯等）。普通办公楼面积按单塔总面积减去数据机房面积计算。

根据《技术措施》2.7.6条以及项目经验：办公楼单位面积用电指标为100VA/m²，其中包括空

调冷水机组用电量。本建筑制冷站设置在地下三层且主要为10kV高压冷机，单独估算塔楼变压器应扣除冷机、水泵部分，经验值为40VA/m²。

则办公用电估算： $(41692-900)m^2 \times (100-40) VA/m^2 \approx 2400 kVA$

b)数据机房用电估算。

本项目所含数据机房为A级机房。根据专业条件计算可知，数据机房用电量约2kVA/m²。

数据机房用电估算：

$900m^2 \times 2kVA/m^2 = 1800 kVA$

综上，A/B座高塔估算分别为：

$1800+2400=4200kVA$

3.1.2 裙房用电估算

裙房共五层，13200m²，参考上文A/B座估算方法，裙房用电：

$13200m^2 \times (100-40) VA/m^2 \approx 790kVA$

3.1.3 地下层用电估算

地下层用电估算包括两部分：

a)车库区域。

地下二、三层，车库共：17000m²，根据《技术措施》2.7.6条，车库（非机械停车）按30VA/m²估算： $17000m^2 \times 30VA/m^2 = 510kVA$

b)各种功能配套区。

地下一层商业预留、厨房餐厅预留共4500m²，根据工程经验按200VA/m²估算： $4500m^2 \times 200VA/m^2 = 900kVA$ 。

地下一层各电信机房及配套精密空调估算：200kVA。

地下一层物业办公用电估算： $1500m^2 \times 60 VA/m^2 = 90kVA$ 。

地下三层制冷站专业条件：1040kW，取0.7需要系数折为视在功率约为：900kVA。

3.1.4 屋顶LED大屏

300kW，取0.7需要系数折为视在功率为：250kVA。

综上，裙房、地下层及屋顶LED用电估算：

$$790+510+900+200+90+900+250=3640\text{kVA}。$$

3.2 变电所

3.2.1 变电所设置

在B座地下一层设10kV总配变电所1座，由

于建筑条件的限制，仅安装2台10/0.4kV、2000kVA干式变压器1T、2T，负责B座塔楼用电；在A座地下一层设10kV分变电所1座，4台10/0.4kV、2000kVA干式变压器，其中2台3T、4T负责A座，另2台5T、6T负责裙房地下室及屋顶LED大屏用电。10kV制冷机由B座总配电所高压直接配电。

3.2.2 负荷计算

根据各专业条件，采用需要系数法进行负荷计算如表2所示。

表2 变压器设置及负荷表

变压器编号	变压器容量/kVA	安装功率/kW	计算负荷		
			Pj/kW	Qj/kvar	Sj/kVA
1T	2000	3170	1607	470	1674
2T	2000	3242	1608	549	1699
3T	2000	3085	1600	466	1667
4T	2000	3236	1613	525	1696
5T	2000	2665	1539	405	1591
6T	2000	2553	1491	488	1569

3.2.3 本项目安装总量

(1)变压器2000kVA/台×6台=12000kVA

(2)高压冷机655×3=1965kW，换算为视在功率2456kVA，

(3)总量为：12000+2456=14456kVA。

(4)每m²用电指标：

$$14456\text{kVA} \div 131145\text{m}^2 \approx 110\text{VA}/\text{m}^2。$$

3.2.4 小结

a)需要系数算法结果与估算结果一致。

b)大型金融类商务办公楼（含租户小IT机房）单位建筑面积用电指标（含冷机）约为110VA/m²。

3.2.5 供电系统简图（如图1所示）

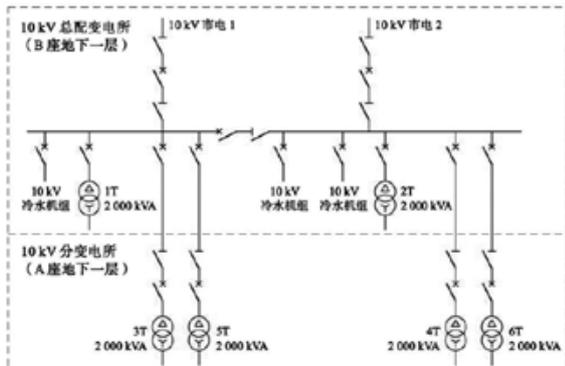


图1 唐山金融大厦供电系统简图

4 消防负荷分析及消防专用柴油发电机设置

4.1 消防负荷分析

根据前文分析：一类高层建筑的消防负荷应按一级负荷要求供电。

消防用电设备：消防控制室、消防水泵、防火卷帘、防烟排烟设施、火灾自动报警系统、电气火灾监控系统、火灾应急照明及疏散指示标志等，安装容量1132kW。经暖通专业及消防部门确认，防排烟风机最大同时用电：考虑满足最大一个防火分区、一层疏散走廊、所有楼梯间的加压，该值为210kW。经计算得消防计算负荷为617kW。

4.2 消防专用柴油发电机设置

考虑本项目消防重要性，根据上述计算结果设置1台消防专用230/400V、800kW应急柴油发电机组。变压器1T、3T、5T分别设置消防应急母线段。

5 保障一级负荷中特别重要的负荷供电可靠性的措施

5.1 数据机房供配电系统概述

GB 50174-2008《电子信息系统机房设计规范》(以下简称《机房规范》)第3.1.1条依据数据机房的使用性质、管理要求及重要数据丢失或网

络中断在经济或社会上造成的损失或影响程度，将数据机房从高到低划分为A、B、C三级。

本项目从业主使用性质、管理要求等出发将二层银行用数据机房、标准层出租小IT数据机房，地下一层网络机房、网络接入机房定性为A级机房。

5.1.1 数据机房供配电系统分类

按照数据中心需要动力电源的设备用途及特点，可将机房的供配电系统分为两部分。

第一部分是根据计算机设备、计算机外部设备、辅助设备对供电系统的要求，合理地选择电力设备，构成符合要求的供配电系统，以保证计算机设备和外部设备等的可靠运行，将这部分供配电系统称为“电子信息设备供配电系统”。

第二部分为保证计算机设备正常运行的机房设备，如空调设备、动力设备、照明设备、测试设备等提供动力电源支持的供配电系统，称为“机房辅助供配电系统”。

5.1.2 A级信息系统机房系统要求

根据GB 50174-2008第3.2.1条规定：“A级电子信息系统机房内的场地设施应按容错系统配置，在电子信息系统运行期间，场地设施不应因操作失误、设备故障、外电源中断、维护和检修而导致电子信息系统运行中断。”

本项目金融类数据机房作为A级电子信息系统机房，其断电造成的损失尤为严重，如何保证A级机房供电可靠性是本项目供配电设计的重中之重。下面阐述本项目保障金融类等A级电子信息系统机房供电可靠性的措施。

5.2 备用柴油发电机

5.2.1 柴油发电机设置要求

为确保网络数据中心、金融数据中心等关键设备能得到不间断的电源供电，本项目采用“市电供电 + 柴油发电机组备用”的供电系统。柴

油发电机系统主要是作为后备电源，一旦市电失电，迅速启动为后级低压设备提供备用电源。

在GB 50174-2008的8.1.12、8.1.13条对柴油发电机的使用特性进行了规定，“A级电子信息系统机房应配置后备柴油发电机系统，当市电发生故障时，后备柴油发电机应能承担全部负荷的需要”；“后备柴油发电机的容量应包括不间断电源系统、空调和制冷设备的基本容量及应急照明和关系到生命安全等需要的负荷。”即需要同时满足“电子信息设备供配电系统”和“机房辅助供配电系统”的电源要求。

5.2.2 柴油发电机容量计算

按供电范围内的总设备容量计算柴油发电机容量，计算公式如下： $P_e = K \times K_x \times P_n / \eta$

式中： P_e ——发电机的额定功率，kW；

K ——可靠系数（取1.1~1.2）；

K_x ——需要系数；

P_n ——总设备容量，kW；

η ——并联机组不均匀系数，一般取0.9，单台时取1.0。

发电机总负荷包括：数据中心机房的IT负荷、网络机房设备（不间断电源系统）；恒温恒湿空调负荷（空调和制冷设备的基本容量）；照明负荷等设备。

A塔备用柴油发电机根据上述公式计算如表3所示。

$825\text{kW} \times 1.2 = 990\text{kW}$ ，选用1000kW的备用柴油发电机。

B塔备用柴油发电机负荷计算方法同A塔，不赘述。

结果：A塔柴油发电机 G1选用230/400V，1000kW；B塔柴油发电机G2选用230/400V，1000kW。

表3 A塔备用柴油发电机（G₂）容量计算表

负荷名称	安装功率 P_e / kW	计算系数			计算功率		
		K_x	$\cos\Phi$	$\text{tg}\Phi$	P_j / kW	Q_j / kva	S_j / kVA
精密空调 A塔/裙房C	900	0.45	0.8	0.75	405	304	—
IT设备 A塔、裙房C	750	0.5	0.8	0.75	375	281	—
地下室弱电间	15	0.7	0.85	0.62	11	7	—
弱电	54	0.7	0.85	0.62	38	24	—
网络机房，网络接入机房	70	0.7	0.8	0.75	49	38	—
网络机房等精密空调	65	0.6	0.8	0.75	39	30	—
小计	1854	—	—	—	917	684	1144
同时系数	0.9	—	—	—	—	—	—
合计	1669	—	—	—	825	616	1029

5.2.3 柴油发电机房进排风设计

本项目考虑地上部分美观，未在室外广场设置柴油发电机进排风井，而是将排风井设置在裙房屋面。为达到这个目的，本项目借助地下一层6m的层高，在±0.00板底设计了高1m的建筑风道，巧妙地连通了柴油发电机房进排风口和直通裙房屋顶的风井。

5.3 不间断电源 UPS

数据机房中电子信息设备应由不间断电源系统供电。UPS的作用是电能后备、电能净化，为IT负载提供可靠、纯净的用电保证。

5.3.1 UPS供电方案

在UPS应用中，通常有下列5种供电方式：

- a) 单机工作供电方案；
- b) 热备份串联供电方案；
- c) 直接并机供电方案；
- d) 模块并联供电方案；
- e) 双总线输出冗余供电方案。

5.3.1.1 单机工作供电方案

单机工作供电方案是UPS供电方案中结构最简单的一种，就是单台UPS输出直接接入用电负荷。该方案一般用于20kVA以下且不是关键负载的情况下，其优点是安装快捷、成本低廉，缺点是没有备份、可靠性低。

5.3.1.2 热备份串联供电方案（如图2所示）

串联并机是一种比较早期、简单的技术。串联备份的定义是：备机UPS的逆变器直接接到主机的旁路输入端，在运行中，一旦主机逆变器出现故障，能快速切换到旁路，由备机的逆变器输出供电，保证负载不停电。

UPS串联的特点是，两台UPS均为完整的具有独立旁路的在线式UPS单机。两台UPS除了电源线的连接外，不需要其它信号的连接。在正常情况下，主机100%地给负载供电，从机的负载为零。

优点是：结构简单、安装方便；不同公司、不同功率的UPS也可串联。

缺点是：不中断负载用电的扩容必须带电操作，十分危险；主、从机电化状态不一致，从机电池长期不处于浮充状态，影响电池寿命。

5.3.1.3 直接并机供电方案（如图3所示）

直接并机供电方案是将多合同型号、同功率的UPS，通过并机柜、并机模块或并机板，把输出端并接而成。目的是共同分担负载功率。基本原理是：在正常情况下，多台UPS均由逆变器

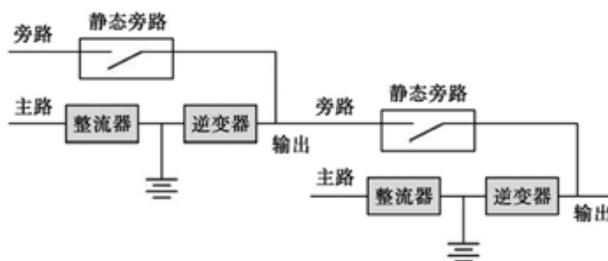


图2 热备份串联供电方案

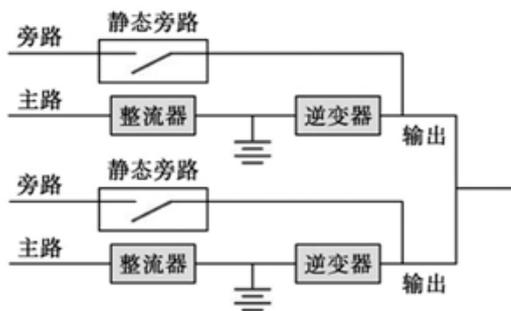


图3 直接并机供电方案

输出，平分负载和电流，当一台UPS故障时，由剩下的UPS承担全部负载。并联冗余的本质，是UPS均分负载。实现组网形式有N+1(N台工作，一台冗余)或者M+N(M台工作，N台冗余)。在“1+1”情况下，正常工作时，两台UPS各承担50%负载；其中一台出现故障，另一台UPS自动承担100%负载，故障UPS自动退出并机模式。并机提高了可靠性，可在同一程序下协调工作，并机之间需要通信连接。

优点：多台UPS均分负载，可靠性大大提高；系统寿命和可维护性大大提高。

缺点：并机需是同品牌、系列、规格的UPS。

5.3.1.4 模块并联供电方案

模块并联供电方案，实质上就是直接并机供电方案的一种，只不过具体实现方式和传统直接并机有所不同：模块化UPS包括机架、可并联功率模块、可并联电池模块、充电模块等。

5.3.1.5 双总线输出冗余供电方案

虽然N+1并联冗余UPS供电系统的可靠性很高，但是均存在输出单点故障瓶颈问题，如接线端子老化、保险丝烧断、断路器跳闸等。所以，双总线输出冗余UPS供电方案适时而出，即2N（如图4所示）或2(N+1)双总线UPS系统。两套UPS是独立的，直接供给双电源负载；单电源

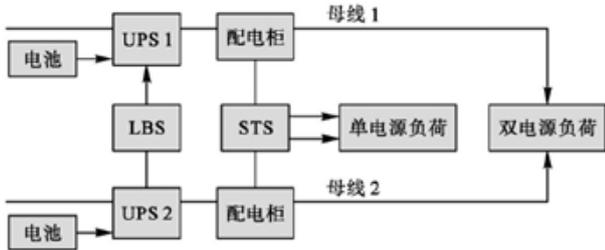


图4 双总线输出冗余供电方案(2N供电方案)

注: STS: 静态转换开关; LBS: 负载母线同步跟踪控制器, 用来保证两套UPS输出系统的同步

负载通过STS切换得到两套UPS系统电力保障; 正常工作时, 两套母线系统各承担50%负载, 从而使整个配电系统得到更稳定可靠的保障。

双总线系统真正实现了系统的在线维护、在线扩容、在线升级; 解决了供电回路中的“单点故障”问题; 极大地增加了整个系统的可靠性, 提高了输出电源供电系统的“容错”能力。

缺点是: 建设成本高。

5.3.1.6 小结

基于以上分析及规范对A级电子信息系统机房“容错配置”要求, 本项目UPS供电方案采用双总线输出冗余供电方案, 即2N供电方式。

5.3.2 UPS容量计算

本项目UPS除为数据机房电子信息设备供电外, 还需要保证安防系统、网络系统等供电中断时间只允许为毫秒级的用电设备的供电, 在地下一层集中设置不间断电源。不间断电源的基本容量可按式计算: $E \geq 1.2P$

式中: E——不间断电源系统的基本容量(不包含备份不间断电源系统设备), kW/kVA;

P——电子信息设备的计算负荷, kW/kVA。

A塔电子信息设备负荷计算如表4所示。

$550\text{kVA} \times 1.2 = 660\text{kVA}$, 考虑扩容等因素,

UPS的容量取750 kVA。

B塔UPS负荷计算方法同A塔(B塔除数据机房外, 还包含安防等用电)。

在柴油发电机作为后备电源时, 不间断电源系统电池备用时间15min。

5.4 系统概略图

由上文分析, 给出唐山金融大厦单线系统图如图5所示。

共设置6台变压器, 3台柴油发电机。其中G1、G2为备用柴油发电机, G3为消防专用发电机, UPS为2N方式运行。

5.5 配电方式及线路敷设

为满足一级负荷中特别重要的负荷供电可靠性, 除了供配电系统外, 在配电方式以及线路敷设中也有相应要求, 根据《金融建筑电气设计规范》4.3.1“当采用低压供电时, 金融设施数据机房应自配电所低压配电室起, 采用放射式专线供电。”

A座、B座各设置2个强电竖井, 保证重要负荷的双电源供电能够沿不同的路由敷设, 提高供电可靠性。

在每个强电竖井内垂直敷设UPS专用母线槽、精密空调专用母线槽, 预留电源插接箱, 可根据实际需求每层“T”接出UPS双电源和精密空调电源, 供租区内小IT机房用电。

6 结论

通过本项目, 笔者总结出以下金融类商业办公综合体供配电设计要求及体会:

a)金融类综合体(含数据机房)的用电指标约为 $100 \sim 120\text{VA}/\text{m}^2$ 。

b)大型金融商务综合体, 因其消防重要性, 宜设专用消防应急柴油发电机。

表4 A塔电子信息设备负荷计算表

负荷名称	安装功率 P_e / kW	计算系数			计算功率		
		K_x	$\cos\Phi$	$\text{tg}\Phi$	P_j / kW	Q_j / kvar	S_j kVA
IT设备 (A塔/裙房C)	750	0.5	0.8	0.75	375.00	281	—
地下室弱电间	10	0.7	0.8	0.75	7.00	5	—
A塔弱电	54	0.7	0.85	0.62	37.80	23	—
网络机房	30	0.7	0.85	0.62	21.00	13	—
网络接入机房	40	0.7	0.85	0.62	28.00	17	—
合计	884	—	—	—	469	339	579
同时系数	0.95	—	—	—	—	—	—
合计	840	—	—	—	446	322	550

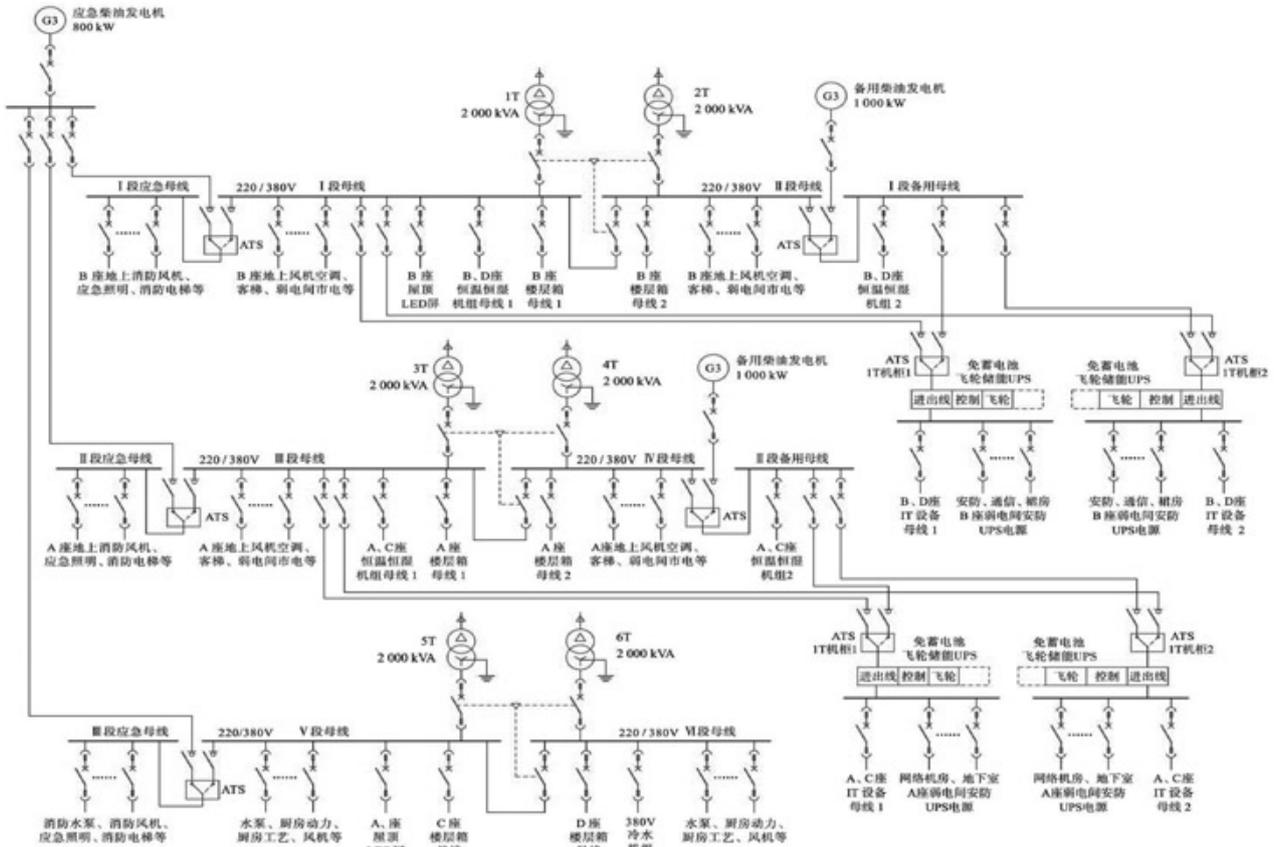


图5 唐山金融大厦系统概略图

c)为保障数据机房IT设备、网络机房IT设备等一级负荷中特别重要的负荷的供电可靠性,除市政双路电源外,还需设置备用柴油发电机、不间断电源等内部应急电源。

d)机房供配电系统需根据机房等级以及容量进行设置。A级电子信息系统机房场地设备应按容错系统配置,即具有两套或两套以上相同配置的系统,在同一时刻,至少有两套系统在工作。在电子信息系统运行期间,场地不应因操作失误、设备故障、外电源中断、维护和检修而导致电子信息系统运行中断。

参考文献

[1] 中国电子工程设计院. GB 50174-2008 电子信息系统机房设计规范[S]. 北京: 中国计划出版社, 2009.
 [2] 中国航空工业规划设计研究院. 工业与民用配电设计手册[M]. 第3版. 北京: 中国电力出版社, 2005.
 [3] 中国建筑标准设计研究院. 国家建筑标准设

计图集09DX009 电子信息机房工程设计与安装[M]. 北京: 中国计划出版社, 2009.
 [4] 公安部四川消防科学研究所. GB 50045-95 高层民用建筑设计防火规范(2005年版)[S]. 北京: 中国计划出版社, 2005.
 [5] 钟景华, 朱利伟, 曹播, 等. 新一代绿色数据中心的规划与设计[M]. 北京: 电子工业出版社, 2013.
 [6] 住房和城乡建设部工程质量安全监管司, 中国建筑标准设计研究院. 全国民用建筑工程设计技术措施(2009) 电气[M]. 北京: 中国计划出版社, 2009.
 [7] 上海建筑设计研究院有限公司. JGJ284-2012金融建筑电气设计规范[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2012.
 [8] 中国联合工程公司. GB 50052 2009 供配电系统设计规范[S]. 北京: 中国计划出版社, 2010.
 [9] 中国建筑东北设计研究院. JGJ 16-2008 民用建筑电气设计规范[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2008.

多电源10/0.4kV变电所系统接地的实施

王颖 「电气」

摘要: 对多电源10/0.4kV变电所系统接地实施的两种做法——变压器中性点直接就地接地法及一点接地法作一比较。通过比较,一点接地法在防范杂散电流方面明显优于变压器中性点直接就地接地法。最后给出实施一点接地法应注意的问题。

关键词: 系统接地;多电源TN系统;杂散电流;一点接地;中性点直接就地接地

0 引言

10/0.4kV变电所含变压器低压中性点的系统接地和高低压电气设备外露导电部分的保护接地两个接地^[1],本文主要讨论的是10/0.4kV变电所含多电源时,其系统接地的实施。GB/T 16895.1-2008/IEC 60364-1:2005《低压电气装置 第1部分:基本原则、一般特性评估和定义》、GB/T50065-2011《交流电气装置的接地设计规范》规定:“对于具有多电源的TN系统,不应在变压器的中性点或发电机的星形点直接对地连接;变压器的中性点或发电机的星形点之间相互连接的导体应是绝缘的,这种导体的功能类似于PEN,然而,不得将其与用电设备连接;在诸电源中性点间相互连接的导体与PE导体之间,应只连接一次。这一连接应设置在总配电屏内;对装置的PE导体可另外增设接地^[2、3]”。虽然这两本规范均已实施,但设计、审图、施工、质检等部门目前执行的仍是GB50303-2002《建筑电气工程施工质量验收规范》第5.1.2条规定:“接地装置引出的接地干线与变压器的低压侧中性点直接连接;接地干线与箱式变电所的N母线和PE母线直接连接;变压器箱体、干式变压器的支架或外壳应接地(PE)。所有连接应可靠,紧固件及防松零件齐全^[4]。”以及国标图集99D201-2《干式变压器安装》中变压器低压侧中性点引出线

与接地端子直接连接的做法。在系统接地的设置问题上,现行国家标准与IEC转换标准之间为什么会有这么大的差异?这就不得不提到“杂散电流”。

1 杂散电流

中性线电流除通过本回路的中性线返回电源,还通过其他并联通路返回电源,这部分中性线电流被称作杂散电流^[5]。

杂散电流可能引起下述电气灾害:

- 1)杂散电流可感应产生杂散电磁场,干扰重要敏感信息技术设备的正常工作。
- 2)杂散电流可能因不正规通路导电不良而打火,引燃可燃物起火。
- 3)杂散电流如以大地为通路返回电源,可能形成电池,因电化学腐蚀接地极、地下基础钢筋或金属管道等金属部分。

GB/T16895.1-2008/IEC 60364-1:2005、GB/T50065-2011的一点接地规定正是基于消除多电源TN系统杂散电流以满足电磁兼容性要求,而GB50303-2002对此未作考虑^[6]。下面就对两种做法作一比较。

2 变压器中性点直接就地接地

长期一段时间以来,对于含多电源的10/0.4kV变电所系统接地,我国的做法为变压器中性点直接就地接地法,即按照GB50303-2002

作者简介:王颖,女,工程师,2008年硕士毕业于湖南大学电气工程专业,现就职于中航建发动力工程设计研究院。

《建筑电气工程施工质量验收规范》第5.1.2条规定执行。按此规定，两台变压器主进开关为3P、联络开关为3P的实施如图1、图2所示。图1为两台变压器分列运行时（即两台主进开关合，联络开关分），正常单相电流 I_n 的流向，由图1可知正常单相电流除通过本回路的中性线返回电源（ I_n' ），还通过另外的并联通路返回电源（ I_n'' ），这就是所谓的杂散电流。图2为两台变压器分列运行时（即两台主进开关合，联络开关分），单相接地故障电流 I_d 的流向，由图2可知单相接地故障电流除通过本回路的中性线返回电源（ I_d' ），还通过另外的并联通路返回电源（ I_d'' ）。在实际使用中，两台变压器仅单台运行的情形也是存在的，即两台主进开关合其中一台，联络开关合。通过分析，此种情形下正常单相电流 I_n 及单相接地故障电流 I_d 均有杂散电流。分析过程可参考图1及图2，此处不赘述。

当两台变压器的主进开关为3P、联络开关为4P以及主进开关、联络开关均为4P时，杂散电流是否存在呢？分析过程同上，限于篇幅原因，此处不一一绘图，仅列表如下（表1）。从防范杂散电流的角度讲，主进、联络开关均4P的效果是最好的，主进开关3P、联络开关4P的效果次之，主进、联络开关均3P的效果是最差的。

但是主进开关用4P有以下几点问题：1) N母排装设开关，增加“断零”危险；2) 4P开关浪费；3) 中性点这段出线是PEN线，主进用4P违反了“PEN线不得断开”的强制性条文。尽管如此，各别地区审图仍要求采用4P开关。

按中性点直接就地接地实施后，低压屏内带

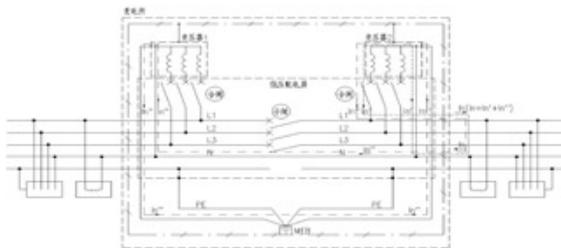


图1 两台变压器分列运行，正常单相电流流向

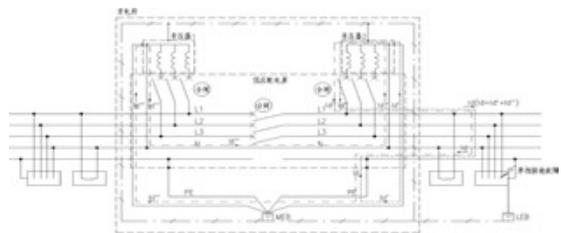


图2 两台变压器分列运行，接地故障电流流向

表1 中性点直接接地时
双变压器开关级数与杂散电流的关系

开关级数	杂散电流	
	两台变压器分列运行（两台主进开关合，联络开关分）	两台变压器仅单台运行（两台主进开关合一台，联络开关合）
主进3P开关、联络3P开关	有	有
主进3P开关、联络4P开关	有	无
主进4P开关、联络4P开关	无	无

电导体除相母线外，另外的母线标注为N母排，此时，联络开关用4P值得推荐，因为单台变压器带两组低压屏的运行状态较少，而两台变压器分列运行时此种方式有效减少了杂散电流。因此，GB50054-2011《低压配电设计规范》3.1.16条规定“在电路中需防止电流流经不期望的路径时，可选用具有断开中性极的开关电器^[6]。”JGJ16-2008《民用建筑电气设计规范》第7.5.3条规定“TN-C-S、TN-S系统中的电源转换开关，应采用切断相导体和中性导体的四级开关^[7]。”

减少杂散电流和采用3P开关是一对矛盾体：采用3P开关，必然会产生杂散电流；而减少杂散电流，需要采用4P开关。有没有解决的办法？有。那就是IEC标准规定的一点接地方法。

3 一点接地

引言中已提到GB/T16895.1-2008/IEC 60364-1:2005《低压电气装置 第1部分：基本原则、一般特性评估和定义》、GB/T50065-2011《交流电气装置的接地设计规范》关于一点接地的文字规定。其实施如图3、4。图中，各处标注的含义如下：1)不允许电源中性点直接就地接地。2)两电源中性点间的连接线必须加以绝缘，这根线的作用类同PEN线，但不得从这根连接线的回路上连接用电设备。3)只能在此处将此连接线和PE线相连接而实现系统接地，此连接点可在多台变压器的变电所低压配电盘内，也可在电气装置电源进线的总配电箱内。4)电气装置内的PE线可多次重复接地^[1]。

在这两本规范中，多电源TN系统没有TN-S系统，规范对此系统的表述为“对用电设备采用单独的PE和N的多电源TN-C-S系统”。也就是说对于楼内设有变电站的建筑物来说，其整体是TN-S

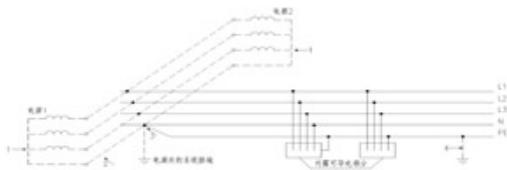


图3 GB/T16895.1-2008/ IEC60364-1:2005/、GB/T50065-2011中多电源TN-C-S系统内系统接地的设置

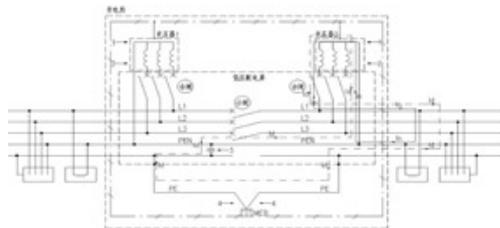


图4 含两台变压器变电所的系统接地实施

系统，但变电所这个小系统是TN-C-S系统。

“一点接地”并不是指PE保护接地线的接地，而是指从变压器或发电机中性点引出的PEN线的接地。即从电源中性点引出的PEN线只能在低压配电柜或总配电屏处与PE线一点接地。在同一建筑物内，不得再在其他处接地。这是对于电源处的系统接地所作的规定。当从此系统引出TN-C和TN-C-S系统时，在电气装置外的低压配电线路上只要有可能就需将PEN线做重复接地，因为PEN线内有中性线电流产生的电压降导致PEN线的对地电位，重复接地可降低这一电位。而对PE线而言，无论是哪一种接地系统，也不论是在电气装置内或外，只要有可能，将PE线多次重复接地以降低电气装置外露导电部分的电位总是有好处的。

图4所示为两台变压器分列运行时，正常单相电流 I_n 及单相接地故障电流 I_d 的流向，均无杂散电流。同理可分析两台变压器主进开关只合其中一台且联络开关合的情形，也是没有杂散电流的。

4 实施一点接地应注意的问题

从以上分析可看出，一点接地既能防范杂散电流，又不必为此使用4P开关，好处显而易见。但是目前全盘否定中性点直接就地接地的做法不大现实，从设计角度看有以下两点原因：其一，很多设计者还没有意识到杂散电流的危害，毕竟多年来一直采用多点接地似乎也没有造成很大的危害，况且作为实际存在的杂散电流，无测量出的定量值以及计算方法，让人感觉杂散电流仅停留在理论阶段。其二，在新的强制性国家标准和国家标准图集实施之前，现有规范

间存在矛盾，供电部门也不认可变压器中性点在低压屏内一点接地的实施方法，使得设计者执行起来难度很大。好在《建筑电气工程施工质量验收规范（征求意见稿）》中删除“接地装置引出的接地干线与变压器的低压侧中性点直接连接”的规定，改为“变压器中性点的接地连接型式及接地电阻值必须符合设计要求。”这为我们设计院执行并推广“一点接地”提供了可能。目前过渡阶段可先在数据中心、爆炸危险场所等杂散电流对其影响较大的场所采用一点接地法，并逐步实现所有多电源系统的一点接地。

实施一点接地应注意的问题：1)变电所实施一点接地，低压屏内带电回路导体名称分别为L1、L2、L3、PEN，不带电回路导体名称为PE。因此低压配电屏的主进及联络开关切不可使用4P开关。2)对于多电源系统的一点接地，不是每台电源都需在其各自的低压屏内一点接地，而是多电源作为整体，在任一台电源的低压屏内将PEN线与PE线一点连接。3)此系统可引出除IT系统外的TN-C、TN-S、TN-C-S及TT系统。引出TN-C-S系统时需注意：TN-C-S系统使用剩余电流动作保护器时，PEN导体不得接在其负荷侧，保护导体与PEN导体的连接应在剩余电流动作保护器电源侧进行。

参考文献

- [1] 王厚余. 低压电气装置的设计安装和检验 (第三版) [M]. 北京: 中国电力出版社, 2012.
- [2] 中机中电设计研究院. GB/T16895.1-2008/IEC 60364-1:2005 低压电气装置 第1部分: 基本原则、一般特性评估和定义[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
- [3] 中国电力科学研究院. GB/T50065-2011 交流电气装置的接地设计规范[S]. 北京: 中国计划出版社, 2012.
- [4] 浙江省开元安装集团有限公司. GB 50065-2002 建筑电气工程施工质量验收规范[S]. 北京: 中国计划出版社, 2002.
- [5] 王厚余. 变电所的系统接地和杂散电流[J]. 建筑电气, 2007, 26(9): 4-7.
- [6] 凌智敏. 多电源TN系统的N线在哪里一点接地[J]. 建筑电气, 2013, 32(5): 3-11.
- [7] 中机中电设计研究院有限公司. GB50054-2011 低压配电设计规范[S]. 北京: 中国计划出版社, 2012.
- [8] 中国建筑东北设计研究院. JGJ16-2008 民用建筑电气设计规范[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2004.

某兽药厂洁净空调风系统设计

丁小辰 董秀芳 「暖通」

摘要: 结合某兽药厂洁净空调风系统设计实例, 阐述洁净空调风系统设计中的关键步骤。包括工艺设备冷负荷的计算及洁净室风量计算、各房间之间压差梯度设置、房间气流组织设计及送、回、排风管布置。

关键词: 洁净空调; 冷负荷; 风量计算; 风管

1 工程概况

本工程位于山东省济南市, 总占地面积5415m², 总建筑面积18368m², 厂房火灾危险性为丙类。局部地下一层, 地上三层, 局部四层, 建筑高度27.25米。其中一层面积为5415平方米, 分为生产区和辅助区两部分, 生产区有半成品原液生产区、分包装区, 辅助设施有制水、变配电、动力、空调机房等。

2 洁净空调风系统简述

根据工艺生产要求, 首层生产区的洁净区域设计了全空气一次回风双风机空调系统, 全空气空调系统气流组织形式为上送下回/排风方式。空调机组处设置粗、中、中高效过滤器, 各风管末端设置高效过滤器。生产区中的有菌区及有毒区的回风口部及室外排风机处设置高效过滤器, 消除室内气体对大气环境的影响。其他洁净分区排风机设置中效过滤器。

3 洁净空调系统设计计算

3.1 洁净空调设计计算的一般步骤

洁净空调系统的设计计算是整个施工图设计中最基础的环节, 一般步骤如下:

- 1) 根据工艺提供的各房间的洁净等级, 房间功能, 工艺流程等条件设置空调系统分区。某药厂一层洁净空调分区图, 见图1;
- 2) 确定各洁净的室内设计参数;
- 3) 计算各洁净室内冷负荷;
- 4) 风量计算;
- 5) 根据计算结果选择空气处理机组。

3.2 室内设计参数的选取

本工程中一层洁净区根据《医药工业洁净厂房设计规范》^[1]3.2.3条的规定及实际工作环境条件的要求, 空气洁净度100、10000级的医药洁净室(区)温度应为20~24℃, 相对湿度应为45%~60%, 本工程夏季计算参数为22℃, 55%; 空气洁净度100000级、300000级的医药洁净室(区)温度应为18~26℃, 相对湿度应为45~65%, 本工程夏季计算参数为24℃, 55%。

3.3 洁净室冷负荷计算

本工程中, 由于洁净区域处于建筑的内区,

作者简介: 丁小辰, 男, 助理工程师, 2010年毕业于沈阳建筑大学建筑环境与设备工程专业, 现就职于中航建发医药工程设计研究院。



图1 某兽药厂一层洁净空调分区图

全年受外围护结构热传导的影响微乎其微，所以夏季与冬季冷负荷等同考虑。又由于各洁净室温度差异很小，内围护结构的热传导量不计。所以房间冷负荷的大小主要取决于房间内照明，工艺设备电动、电热及热容器的冷负荷。

1) 灯具冷负荷计算考虑洁净厂房300LZ照度的要求，本工程取 $25\text{W}/\text{m}^2$ 。

2) 电热工艺设备的散热量 $q_s(\text{W})$ 可按下列式计算： $q_s=n1 \times n2 \times n3 \times n4 \times N$

根据实际工程经验取 $n1 \times n2 \times n3 \times n4=0.6$ ，房间内设置百级层流罩及FFU等发热量大的设备，可以按安装功率100%转化成热量进行计算。

3) 电动工艺设备散热量 $q_s(\text{W})$ 可按下列式计算： $q_s=n1 \times n2 \times n3 \times N$

根据实际工程经验一般取
 $n1 \times n2 \times n3=0.3$

4) 热容器散热量 Q_s 可按《空气调节手册》(第二版)^[2]中工业炉的散热量计算方法进行计算：

$$Q_s=a_w(t_w-t_n)F$$

式中： Q_s —工业炉散热量(W)；

a_w —外表面散热系数，当室内风速为 $0.2 \sim 0.3\text{m}/\text{s}$ 时可取 $11.63\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{C}$ ；

t_w —炉外表面温度($^{\circ}\text{C}$)；

t_n —室内温度($^{\circ}\text{C}$)；

F —炉体外表面温度($^{\circ}\text{C}$)。

对于发热罐体设备较多的工艺房间，工艺设备冷负荷量不容忽视，所以计算时应与工艺专业积极配合，了解房间内工艺设备的生产流程，发热机制，表面温度及排风要求。务必准确反映各房间内冷负荷状况，避免漏项。

3.4 风量计算

3.4.1 送风量计算

洁净空调系统的风量计算是设计计算中最重

表1 空气洁净度等级和送风量(静态)

空气洁净度等级	气流流行	平均风速	换气次数
100	单向流	0.2~0.5	—
10000	非单向流	—	15~25
100000	非单向流	—	10~15
300000	非单向流	—	8~12

要的环节之一。根据《医药工业洁净厂房设计规范》9.3.4条规定，医药洁净室(区)的送风量，应采取下列最大值：

- 1)按表1中有关数据计算或按室内发尘量计算；
- 2)根据热、湿负荷计算确定送风量；
- 3)向医药洁净室(区)内供给的新鲜空气量。

(1)按有关数据计算的送风量

在实际洁净空调工程设计中的送风量计算结合表1以及经验换气次数进行计算。一般情况下，室内人员少、发尘少、热源少时应采用下限值，反之则采用上限值。考虑到本工程洁净室面积较小、房间内工艺设备的冷负荷较大、人员流动、密闭性等因素，换气次数100000级房间取20次/h，10000级房间取30次/h。在特殊环境中，例如kJ1-2灌装冻干间为10000级+100级区域，需按1000级设计，换气次数应大于50次/h，考虑到传送带和工艺设备上方大面积使用FFU，从而造成电热冷负荷很高，按冷负荷计算的风量，实际换气次数达到了60次/h。

(2)根据热、湿负荷计算确定送风量

送风温差数值的大小，对送风量有显著的影响。本工程10000级室内温度取 22°C ，湿度为55%。空调冷媒为 $7 \sim 12^{\circ}\text{C}$ 冷水。根据《采暖通风与空气调节设计规范》^[3]6.6.7条规定，空气冷却器的冷媒进口温度，应比空气的出口干球温度至少低 3.5°C 。也就是在理想状态下，室内回风与室外新风混合后可以处理到 10.5°C 的露点温度。但由于运行时表冷器内部水垢和沿程等各种损失的存在，实际空气仅可处理到 14°C 左右，经过机组内部和管道沿程的 $2 \sim 3^{\circ}\text{C}$ 温升，送风温差约为 $6 \sim 8^{\circ}\text{C}$ 。综合考虑，本工程送风温差取 6°C ，即可确定洁净室的送风量。

(3)向医药洁净室(区)内供给的新鲜空气量

根据GB 50457-2008《医药工业洁净厂房设计规范》9.2.4条规定，洁净室内的新鲜空气量应

取下列两项中的最大值：

- 1) 补偿室内排风量和保持室内正压值所需的新鲜空气量之和。
- 2) 保证供给洁净室内每人每小时的新年空气量不小于 40m^3 。

第一项出现的条件一般为室内布置的工艺设备需要排热、排湿处理维持室内温湿度，或者设备根据生产要求本身就需要进行排风，可能会出现室内的排风量大于按表1及热、湿负荷确定的送风量。所以在这种情况下，排风量会决定送风量。

3.4.2 回风量与排风量的计算

在洁净空调系统的运行过程中。洁净室的送风量等于新风量与回风量之和，而新风量等于保持房间正压的进风量与房间排风量之和。所以总送风量应为房间排风量、回风量与压差风量之和：

$$\text{送风量} = \text{回风量} + \text{新风量}$$

$$\text{新风量} = \text{排风量} + \text{正压风量}$$

通过以上的平衡关系，可以有效的校核计算结果。

3.4.3 新风比的确定

通常情况下，考虑到系统人员新风及室内正压值的要求，洁净空调系统新风比例约为10%~20%左右。如果某个系统总送风量很大，新风量比取下限值。如果室内设置工艺排风或者排热排湿，新风量比例会加大。

3.5 静压差

洁净室与普通房间必须维持一定的压差，并应该按生产工艺要求决定维持正压差或负压差。根据《洁净厂房设计规范》^[4]6.2.2规定，不同等级的洁净室之间的压差不宜小于5Pa，洁净区与非洁净区之间压差不应小于5Pa，洁净区与室外的压差不应小于10Pa。

根据各洁净室功能用途和污染物种类等因素设计房间压差阶梯顺序，按生产或灌装用房且污染物较少的房间到污染物较多的更衣室、缓冲间的顺序，房间压差由高至低，呈现一个压力梯度，例如本工程KJ1-6洁净空调分区：



本工程压差风量计算采用类似于缝隙的经验值算法，即不同压差房间为 $100\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{门}$ ，压入风量为负，压出风量为正。

4 风口与风管的布置

4.1 气流组织设计

气流组织的合理设计是体现洁净室功能的关键。合理的气流组织，即通过送风口与回风口位置、大小、形式的设计，使室内气流沿一定方向流动。本工程10000、100000级气流流行采用非单向流，送、回风方式采用顶送下侧回形式。气流组织示意图见图2。

4.2 送风口布置

洁净室送风口在顶板均匀布置，洁净室的送风口均为高效过滤器风口，每种型号对应一档额定风量，按70%额定风量选型即可。所以只要计算出房间总送风量，制定合理的送风口数量，便可选出送风口规格。

4.3 回风口布置

侧回风口采用单层百叶风口，布置在房间的下风方向。回风口尺寸确定步骤：

- 1) 根据《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》^[5]表7.4.13规定，房间下部靠近人经常停留的地点时，回风口最大吸风速度 $\leq 1.5\text{m/s}$ ；
- 2) 确定房间内回风口数量平均分配每个风口的风量；
- 3) 风口面积(m^2)=(风量/风速)/风口有效面积系数(本工程取0.7)；
- 4) 选择合适的长宽比，确定风口尺寸。

提起注意的是，如果回风口不设置高效过滤器，回风道净厚度通常取300mm，反之则至少取500mm。

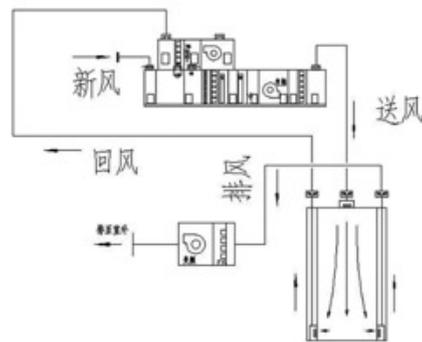


图2 非单向流气流组织

4.4 送风管布置

以本工程一层洁净空调送风管为例，洁净空调划分为9个系统，除KJ1-9机组吊装在房间上，其余空调分区的空调机组均在空调机房内。由于吊顶内高度的限制，各区域的送风管要避免相互交叉，这就要求空调机组布置时尽量各自靠近所负责的空调分区。风管敷设原则为：作用半径最短；每个房间单独设置支管；主要支路设调节阀便于调节等。一层送风管平面图，见图3。

4.5 回、排风管布置

回风与排风系统采用回风道的下回风形式。房间回风通过回风管道回至空调机组，各个区域的排风则通过排风机排出，其中有毒区排风的排风机应设置在屋顶，满足高空排放的要求。无毒区的排风机可在吊顶内设置，风从侧墙排出。

由于送风管的支路最为复杂，末端风口最多，所以在空间排布上，基本原则为送风管应在所有风管的最下层，往上依次为回风管和排风排烟管。风管之间应尽量避免三层以上交叉，尤其是在吊顶局部升高部位更应该合理布置，而且设计时应尽量考虑风管后期维修及清洁的空间。

5 结语

洁净空调相对于普通空调系统，管线复杂，

风量、负荷更大，还需要与工艺、建筑、给排水、电气专业之间紧密配合。所以在设计中需要着重注意的问题有：

(1)应根据相关规范手册，结合工程实际情况合理选择洁净室相关参数和技术指标，为后面的计算打好基础。

(2)了解各种工艺设备的工作原理，工艺流程，合理计算设备的冷负荷。

(3)合理配置各洁净室之间的压差梯度，风量平衡关系要明确清晰。

(4)机房布置和风管布置要结合实际合理布置，管路尽量简洁，避免风管与风管、风管与其他专业管线出现打架的现象。

参考文献

- [1] GB 50457-2008 《医药工业洁净厂房设计规范》
- [2] 《空气调节手册》(第二版). 中国建筑工业出版社, 1995.
- [3] GB 50073-2013 《洁净厂房设计规范》
- [4] GB 50019-2003 《采暖通风与空气调节设计规范》
- [5] GB 50736-2012 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》

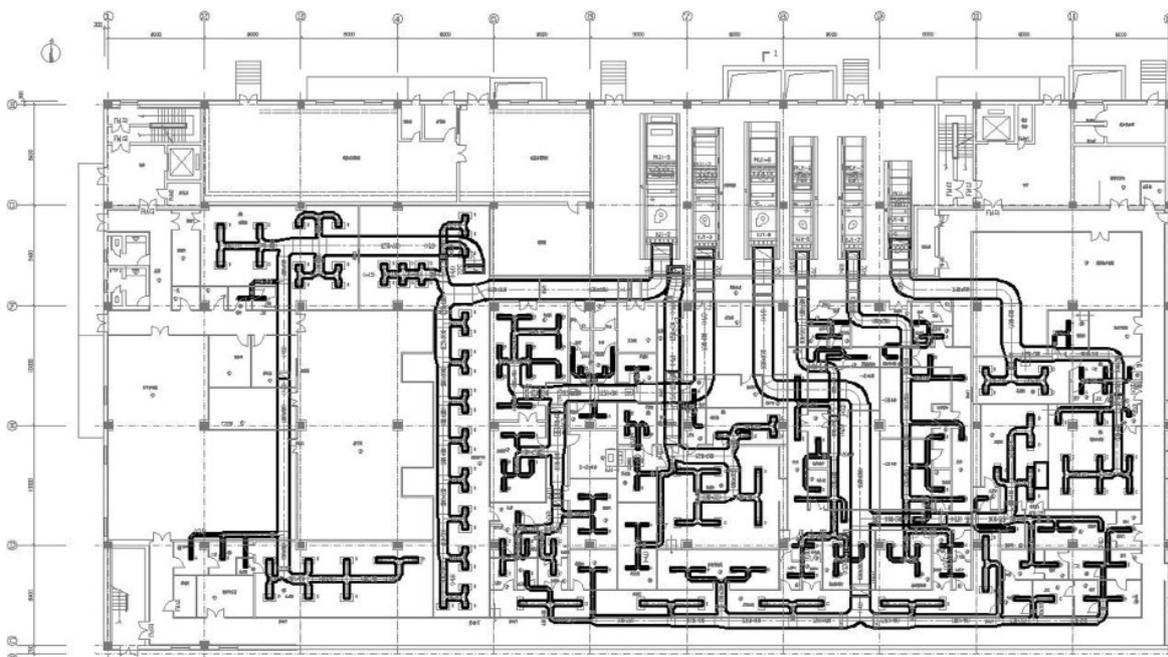


图3 一层送风管平面图

中航建发建筑设计研究院简介

中航建发建筑设计研究院（简称“中航建发建筑”）隶属于中国航空规划建设发展有限公司，从成立到现在已经培养了大批优秀建筑工程设计人员，随着民用建筑项目的设计完成到建成实施，中航建发建筑也已经逐步从单纯的工程设计院转变成为工程建设领域的价值集成商。

中航建发建筑共享规划建设公司ISO9001质量体系认证；建设工程总承包的质量、环境和职业健康安全管理体系认证；工程设计综合甲级资质和城乡规划甲级资质；及房屋建筑工程、机电安装工程施工总承包壹级资质。

建筑院承接的市场项目主要遍及五大业务领域包括科技博览建筑、文化教育建筑、酒店办公建筑、体育健身建筑、地产人居建筑等；同时我们积极践行公司战略，工程总承包业务持续稳定、发展，目前已遍布全国以及海外。

中航建发建筑现有工程设计人员170余人，拥有着一支技术力量雄厚的专业人才队伍。所涵盖的专业达到了11个，即总图、建筑、景观、室内、结构、给排水、暖通、强电、弱电、技术经济及项目管理专业。其中现有国家一级注册建筑师19名，一级注册结构师12名，注册公用设备工程师5名，注册电气工程师3名，注册造价工程师3名，一级注册建造师2名。中级职称以上人员比例达到了63%。

中航建发建筑一直以来秉承“创新成就梦想 实干铸就辉煌”的核心价值观，通过精心设计和专业化管理，建筑设计研究院为社会和客户奉献了众多的建筑精品，如贵阳奥体中心、中关村自主创新园区，中国低碳（杭州）科技馆、河南艺术中心、国家话剧院等。这些建筑精品作为标志性建筑已经成为凝固的艺术在当地熠熠闪光。

中航建发建筑将持续以“客户满意的产品和服务是我们的第一目标”，以实力和智慧为客户创造更大的价值，为社会奉献更多的建筑精品。

2015年第1期（总第117期）
2015年02月出版
准印证号：京内资准字9914-L0337号



绍兴市奥林匹克体育馆游泳馆