

2014-2015 中国建筑学会科技进步奖（建筑施工）一等奖

2014-2015 中国建筑设计奖（施工组织设计）

建筑施工技术创新实例

中国建筑学会建筑施工分会 组编

吴学松 刘子金 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

建筑施工技术创新实例

中国建筑学会建筑施工分会 组编

吴学松 刘子金 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

近年来建筑施工技术呈现出不断向高新技术发展的趋势,创新、集成的科技成果不断涌现。本书以2014年和2015年“中国建筑学会科技进步奖(建筑施工)”一等奖及“中国建筑设计奖(施工组织设计)”项目创新成果为素材,将这些项目的关键技术以摘要的形式,图文并茂地进行介绍。

本书可作为从事土木工程专业的设计、施工等方面科研人员、工程技术人员,以及相关专业大中专院校师生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑施工技术创新实例 / 吴学松, 刘子金主编; 中国建筑学会建筑施工分会组编. —北京: 中国电力出版社, 2016. 6

ISBN 978-7-5123-9429-2

I. ①建… II. ①吴… ②刘… ③中… III. ①建筑工程-工程施工 IV. ①TU74

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 121895 号

中国电力出版社出版发行

北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>

责任编辑: 周娟华 联系电话: 010-63412601

责任印制: 蔺义舟 责任校对: 闫秀英

北京博图彩色印刷有限公司印刷 · 各地新华书店经售

2016 年 6 月第 1 版 · 第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16 · 7.75 印张 · 183 千字

定价: 58.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签, 刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

编委会成员

顾问 毛志兵 黄 强 顾勇新

主编 吴学松 刘子金

编委 贾泽辉 张磊庆 许 慧 杨 剑 郑 群

张中善 度明贝 曹爽秋 谢 庆 万刚强

唐 俊 郭 海 张文格 周予启 邓程来

黄 勇 李庆达 汪黄东

施工创新成就建筑之美

建筑施工技术是建筑行业发展的力量和支撑。随着科学技术的日益发展和国家实力的不断增强，建筑工程规模不断扩大，建筑标准和技术要求越来越高，施工技术得到不断发展与应用，这不仅有效地解决了建筑施工中一系列困难和问题，而且成为了建筑施工行业技术发展的必然趋势。又因人民生活水平与质量不断提高，生态环境保护意识越来越强烈，建筑施工技术呈现出不断向高新技术发展的趋势。

建筑工程技术在社会发展中占有重要地位，正是依靠专业的建筑工程技术和不断发展、进步的专业技术手段，才能为建筑行业在快节奏的社会发展中提供必要的技术支持。当前的建筑市场竞争激烈，要想开拓市场、站稳脚跟，谋求更大的发展，就必须依靠科技来提高工程质量，降低生产成本，创造最佳效益。

为了表彰在我国建筑施工科技工作中作出突出贡献的组织和个人，鼓励建筑施工领域广大科技工作者的创新精神，促进建筑施工科学技术的发展，提高建筑施工组织设计水平，提高我国建筑施工技术的综合实力和水平，促进我国建筑事业的繁荣发展，中国建筑学会自2014年起设立了“中国建筑学会科技进步奖”，将建筑施工列为其中重要评审对象；同时将“施工组织设计”纳入“中国建筑设计奖”评审范围。

关于中国建筑学会科技进步奖（建筑施工）

中国建筑学会科技进步奖是根据科技部《社会力量设立科技进步奖管理办法》而设立的，在国家科技奖励主管部门注册，由中国建筑学会主办的面向全国建筑行业的综合性奖项。建筑施工分会负责建筑施工领域科技进步奖的初评和推荐工作，其推荐、评审遵循公开、公平、公正以及宁缺勿滥的原则。

中国建筑学会科技进步奖（建筑施工）评选范围是在建筑施工科技领域中取得的理论研究、技术开发、推广应用、建设实践等方面的优秀科技成果，具体包括理论研究、施工技术创新及推广应用、实用新产品或新技术、重大工程建设项目等四类成果，建筑施工包括但不限于公共建筑和市政、城市轨道交通、园林工程、住宅工程、工业建设项目等工程施工（含中国企业承建的海外项目）。

获得中国建筑学会科技进步奖（建筑施工）的成果均具有技术创新性突出、推动建筑施工行业科技进步作用明显、经济效益或者社会效益显著等条件。尤其一等奖是在关键技术、系统集成上有重大技术创新，技术难度大，总体技术水平和主要技术经济指标达到国际同类技术先进水平，对推动行业技术进步有重大作用，取得显著经济、社会和环境效益的项目。二等奖须达到国内同类技术领先水平，三等奖须达到国内同类技术先进水平。

中国建筑学会科技进步奖（建筑施工）自2014年开始已连续评审两年。两年来共有184个项目参加了评审，既有大型城市公共建筑、大型综合体等施工技术创新成果，也有反映高速铁路建设、大型桥梁、地铁隧道等项目建设成果，项目总体水平较高。经过企业申

报、建筑施工分会组织专家初评、中国建筑学会组织终评，2014 年共评出“南极中山站工程综合施工技术研究”等 4 项成果为中国建筑学会科技进步一等奖；二等奖 25 项、三等奖 34 项。2015 年共评出“大跨度新型弦支穹顶组合网壳结构关键施工技术研究”等 7 项成果为中国建筑学会科技进步一等奖；“高海拔、高寒及高温差地区大跨度钢网架屋盖与预应力斜柱结构施工技术研究”等 25 项成果为二等奖；“岩溶隧道水防护利用与安全施工技术研究”等 32 项成果为三等奖。其名单见本书附录 A、B。

关于中国建筑设计奖（施工组织设计）

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。施工组织设计是“中国建筑设计奖”评选范围之一，中国建筑学会建筑施工分会负责该奖项组织、评审和推荐工作。评审时，既考察施工组织设计编制水平，又查看实施情况及效果，从这两个方面综合考评，重点关注项目施工组织设计的实用性、针对性、科学性、技术和管理创新性，施工管理计划及保证措施等。中国建筑设计奖（施工组织设计）包括两个层次：第一层次由中国建筑学会建筑施工分会组织评选并向获奖项目颁发“中国建筑学会优秀施工组织设计奖”；第二层次由建筑施工分会向中国建筑学会推荐其中的一等奖项目，学会评审核定后，向获奖项目颁发中国建筑设计奖。

施工组织设计（Construction organization plan）是用来指导施工项目全过程各项活动的技术、经济和管理的综合性文件，是施工技术与施工项目管理有机结合的产物，它能保证工程开工后施工活动有序、高效、科学、合理地进行并安全施工。施工组织设计是对施工活动实行科学管理的重要手段，具有战略部署和战术安排的双重作用，体现了实现工程建设计划和设计的要求，提供了各阶段的施工准备工作内容，协调施工过程中各施工单位、各施工工种、各项资源之间的相互关系。由于建筑产品的单一性，一成不变的施工组织设计难以适用于所有的建筑工程项目，所以，如何根据各建筑工程项目不同特点编制相应的施工组织设计则成为施工管理中的重要一环。搞好施工组织设计，不仅有利于降低成本，加快工期，提高质量，提高现场的管理水平，更有利于工程预算、结算与索赔工作，提高施工企业的经济效益。

经过企业申报、建筑施工分会组织专家初评，中国建筑学会组织终评，2014 年获“中国建筑设计奖”的是天津津塔项目施工组织总设计（并被评为中国建筑学会优秀施工组织设计奖一等奖）、广州富力盈凯广场施工组织总设计等 6 项获中国建筑学会优秀施工组织设计奖二等奖，台山核电厂一期 1、2 号机组常规岛土建工程（汽轮机厂房钢结构工程）施工方案等 7 项获中国建筑学会优秀施工组织设计奖三等奖。其名单见本书附录 D。这些工程项目的施工企业通过编制施工组织设计，开展施工方案分析与优化，从技术、经济上反复进行对比、分析，选择出一个最佳施工方案，使之不仅技术上可行，而且经济上合理，达到加快进度、降低成本、减少浪费的目的。以天津津塔项目的施工组织设计为例，其施工部署合理，施工方法正确，整体施工技术含量高，文件内容编制严谨，图文并茂，体现出了一个优秀施工组织设计应有的特点；该施工组织编制的总承包管理细则到位，保证了总承包管理的效果。

2015 年获“中国建筑设计奖”的是“北海富丽华大酒店项目施工组织总设计”“天津嘉里中心项目施工组织总设计”“融科智地联想园区 B 座综合办公楼”“天津恒隆广场施工

组织总设计”等4项工程施工组织设计。这4个项目及“望京SOHO中心T1工程施工组织总设计”“北京雁栖湖国际会都（核心岛）会议中心及8-10号别墅施工组织总设计”同时被评为中国建筑学会优秀施工组织设计一等奖；“华邦·世贸城二期工程（商业综合体及住宅）施工组织设计”等15项成果获得2015年中国建筑学会优秀施工组织设计二等奖；“淄博华润中心五彩城施工组织总设计”等19项成果获得2015年中国建筑学会优秀施工组织设计三等奖。其名单见本书附录C。

施工创新成就建筑之美

两年来，评选出的中国建筑学会科技进步奖（建筑施工）、中国建筑设计奖（施工组织设计）中，既有大型城市公共建筑、大型综合体等施工技术创新成果，也有反映高速铁路建设、大型桥梁、地铁隧道等项目建设成果，具有一定的代表性，尤其评为一等奖的项目技术难度大，施工质量佳，在关键技术上有重大技术创新，总体技术水平和主要技术经济指标达到国际同类技术先进水平，对推动行业技术进步有重大作用，施工创新成就了建筑之美。

比如“大跨度新型弦支穹顶组合网壳结构关键施工技术研究”，成功解决了大跨度、钢桁架弦支穹顶组合网壳结构这一新型复杂结构的施工方法和技术难题，填补了国内外施工空白，形成了一套大跨度新型弦支穹顶组合网壳结构全新的施工技术方案，充分体现了“四节一环保”的绿色建造技术理念，经济效益突出，实现了工程施工安全、质量、工期均优。

又如“深厚软土地区超高层建筑逆作法高效建造关键技术”，依托南京青奥中心两座超高层建筑逆作法施工，对深厚软土地区超高层建筑逆作法高效建造关键技术进行研究，形成了一系列创新成果，在南京青奥中心双塔楼及裙房工程建设中得到成功应用，实现了高效建造，创新性强，技术含量高，总体达到国际先进水平，并取得了显著的社会效益和经济效益，具有广泛的推广和应用前景。

又如“空间变曲率超高层钢结构综合技术研究与应用”，针对造型复杂的曲面外形结构超高层建筑、空间多变斜率钢管混凝土柱结构的设计施工要求，运用BIM技术、仿真模拟技术、三维扫描技术等手段，解决了超高层空间多变曲率钢管混凝土结构的抗震设计、全曲超高层测量控制、变斜率相贯斜柱的快速就位安装、屋顶变曲率钢桁架穹顶的设计施工一体化等难题，实现了大幅提高测量、加工、安装精度，从而保证设计要求，最终形成了一整套空间变曲率超高层建筑综合技术研究与应用成果。

又如国家重点建设项目“南极中山站工程综合施工技术研究”，则针对工程所处极端特殊、艰难的地理气候环境，通过不断的技术革新，解决了一系列技术难题，对南极站施工组织部署（包含物资及机械运输及卸货、极地建筑施工的环境保护及生态保护和安全生产组织和劳动力保护）、南极地区的基岩钻孔施工和南极地区低温条件下的钢结构安装、建筑保温及气密性施工、混凝土施工、室外安装等多项极地关键施工技术进行了详细、深入的研究，有效解决了工程难题，取得了一系列的技术成果，保证了工程建设的顺利开展，工程质量满足设计要求，社会效益和经济效益显著。该综合技术创新性强，技术含量高，达到国际先进水平。

再如“大跨度单主缆宽幅悬索桥施工技术研究”项目开发的宽桥面钢箱主梁大跨径（510m）单滑道柔性高墩多点连续顶推技术，填补了国内“单滑道顶推”施工技术的空白，克服了深水光板河床柔性支墩施工、单滑道钢箱梁线形控制及纠偏，形成了单滑道柔性高墩

多点连续顶推成套施工工法，经济效益佳，实用价值大；开发的高空间（108m）支架安装 A 形变截面钢主塔施工技术、溶蚀透水复杂地质条件超大直径深基支护技术，具有很好的推广应用价值。

在优秀施工组织设计方面，北海富丽华大酒店项目施工组织总设计针对性较强，符合该群体工程实际情况，达到指导施工的目的，对于工程的难点如高支模、型钢混凝土、异形现浇构件、系统调试等施工方案进行重点考虑，空间曲线的定位放线、轴线、标高控制精心组织安排，主要分部分项施工方法总体统筹安排，对关键部位工期控制点、主要施工项目的工期控制点等建立确保工期的组织机构及相关的保证管理措施。对不同施工阶段，如基础、主体、装饰安装阶段施工总平面分别布置，对施工前期准备和各种资源配置总体规划，劳动力组织、机械调配合理安排。在施工过程中，按照施工组织总设计确定的总体施工部署、主要施工方案及组织措施和管理措施指导施工。工程建设过程中，项目部注重科技总结，获得国家专利 4 项，广西区工法 3 项，省部级以上 QC 成果 8 项，受到了社会各界好评。

天津津塔项目施工组织设计也是一个优秀案例。天津津塔主塔楼结构设计采用钢管混凝土柱框架+全焊接纯钢板剪力墙+外伸刚臂及带状桁架抗侧力体系，是目前世界上采用该体系的最高建筑。施工中采用了 6 项关键技术，其中“超高层全焊接纯钢板剪力墙施工技术”所施工的钢板剪力墙高度达到了创世界纪录的 236.5m，施工难度大，施工技术复杂，其施工整体技术达到了国际先进水平。另一关键技术“超高层钢管混凝土柱施工技术”混凝土顶升高度高（国内最高的 312.8m），施工难度大，整体施工技术也达到了国际先进水平。此外，软土地区超大深基坑设计与施工技术、超长大直径工程桩施工技术、超厚大体积混凝土底板裂缝控制施工技术、一体化的超高层钢结构综合管理等技术也具有很高的科技含量。

为了让广大读者了解这些创新成果，我们特编辑出版《建筑施工技术创新实例》一书，将获得一等奖项目的关键技术以摘要的形式一一介绍，希望对读者有所启迪。

创新是企业发展的灵魂和动力

随着当今世界迈入信息化、智能化、产业化社会，各行各业都在寻求创新发展的途径，新时期对建筑业提出了新的发展要求：既要不断提高工程施工技术水平，又要加强建筑工程项目管理；既要提高建筑企业经济收益，又要促进建筑业科学、健康、持续发展。提高建筑工程施工技术水平是促进建筑业健康发展的关键，所以在新时期的建筑工程施工技术发展要适应时代发展需求，不断进行技术革新，提高建筑工程施工技术创新水平，改变旧的管理模式，推进工程技术创新管理，这样才能使建筑业发展有新的突破，促进建筑业健康、可持续发展。

提升建筑工程施工技术创新水平，首先要完善企业自身创新机制，这就要求建筑施工企业搭建具有创新精神的团队和组织结构，形成自己独特和强大的核心竞争力。不仅要加强企业内部人才引进，更要加强施工技术人员继续教育和考核激励机制的施行，加强从业人员专业性的培训和培养，领会建筑工程技术创新的本质和精髓，使建筑工程施工人员的素养有质的提高。为了竞争中获取可持续的竞争优势，促进行业的持续增长，建筑施工行业应积极开展技术创新，努力将自身打造成为带动建筑企业持续发展的先驱，塑造企业具有适应性的综合发展潜力。

坚定以施工技术创新来加强企业可持续发展性的理念，紧密联合施工创新与市场发展的

双向性，汲取其他企业技术创新发展的成功经验，以建筑行业的标杆企业作为榜样，首先要学习它们先进的施工技术方法，然后要在企业内引入竞争机制、创新机制，引入创新型科技人才，最后要以构建适应自身企业的创新制度为支撑，才能保证在技术创新研发与实践应用中，紧跟行业先驱者的步伐。

创新是建筑施工企业转型升级的关键和支撑，是企业发展的灵魂和不竭动力，是企业增强综合竞争力的必由之路。面对经济发展的新常态，现代建筑企业必须审时度势，把握社会发展的潮流，紧跟时代发展需要，重视加强建筑工程技术管理的重要性，从健全科学技术管理机制、建立高水平技术管理队伍、推进创新成本管理三方面做起，建立建筑工程创新技术管理体系，确保建筑工程质量、进度和安全，提高企业创新管理水平，提高企业利润，为企业获得更大经济效益，促使企业在激烈的市场竞争中站稳脚跟，提高自身综合实力，增添发展后劲，为社会创造出更多优质工程，让施工创新造就更多建筑之美。

中国建筑学会建筑施工分会愿和业界一道，通过各种积极有效的学术活动，为我国建筑行业的繁荣发展作出新的贡献，为促进建筑业转型升级和可持续发展作出更大贡献。

本书的出版，得到了中国建筑学会及各相关企业的大力支持，在此表示衷心感谢！

特别鸣谢以下单位：

中国建筑学会
中国建筑工程总公司
中建三局集团有限公司
中国建筑第七工程局有限公司
中国建筑第八工程局有限公司
中建一局集团建设发展有限公司
中国中铁股份公司
中铁建工集团有限公司
中铁二局集团有限公司
中铁三局集团有限公司
中铁六局集团有限公司
中铁七局集团有限公司
中铁上海工程局集团有限公司
天津市建工工程总承包有限公司
中国建筑科学研究
中国建筑科学研究建筑机械化研究分院

中国建筑学会建筑施工分会
2016年5月5日

目 录

施工创新成就建筑之美

南极中山站工程综合施工技术研究	001
深厚软土地区超高层建筑逆作法高效建造关键技术	007
空间变曲率超高层建筑综合技术研究与应用	015
大跨度新型弦支穹顶组合网壳结构关键施工技术研究	023
767m 长超高劲性环梁与超高 V 形柱组合结构体育场看台关键施工技术研究	029
天津图书馆钢框架-支撑与空间桁架相融合结构体系施工技术	035
深圳北站工程关键施工技术	041
深谷高墩大跨连续刚构桥快速施工技术研究	045
大跨度单主缆宽幅悬索桥施工技术研究	050
长距离全断面砂卵石地层盾构高效施工关键技术研究	055
下穿铁路道岔群顶进大跨度箱桥施工技术研究	060
天津津塔项目施工组织总设计	065
北海富丽华大酒店项目施工组织总设计	072
天津嘉里中心项目施工组织总设计	078
融科智地联想园区 B 座综合办公楼等四项工程施工组织设计	084
天津恒隆广场项目施工组织总设计	090

附录	095
----------	-----

附录 A 2015 年度中国建筑学会科技进步奖（建筑施工）获奖项目名单	096
附录 B 2014 年度中国建筑学会科技进步奖（建筑施工）获奖项目名单	101
附录 C 2015 年度中国建筑设计奖（施工组织设计）获奖项目名单	106
附录 D 2014 年度中国建筑设计奖（施工组织设计）获奖项目名单	110
附录 E 中国建筑学会建筑施工分会简介	112

南极中山站工程综合施工技术研究

(2014 年度中国建筑学会科技进步奖一等奖)

完 成 单 位：中铁建工集团国际工程公司

主要完成人：许 慧、汪嗣活、穆亦龙、杨海林、徐 华、董生义、
姜秀鹏、罗煌勋、郑 迪、牛 妞、孙 磊

1. 项目概况

南极中山站“十五”能力建设工程是国家重点建设项目，如图 1 所示。针对工程所处的低温、狂风、暴雪、极夜的极端特殊、艰难的地理气候环境，项目承担单位通过不断的技术革新，克服重重困难，对南极施工组织部署、南极地区的基岩钻孔施工、低温条件下的钢结构安装、建筑保温及气密性施工、极地混凝土施工、室外安装等多项极地关键施工技术进行了详细、深入地研究。南极中山站工程综合施工技术的实施，有效地解决了工程难题，保证了工程建设的顺利开展，工程质量满足设计要求。该综合技术创新性强，技术含量高，达到国际先进水平。

该成果获 2014 年度中国建筑学会科技进步奖一等奖。

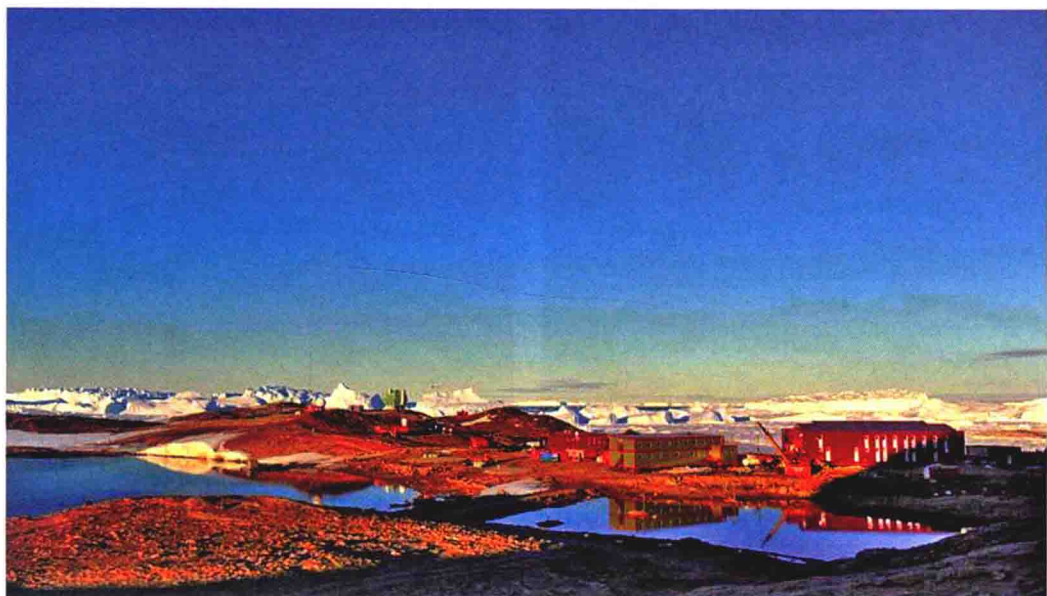


图 1 南极中山站鸟瞰图

2. 主要技术创新

2.1 南极项目施工组织部署研究

南极项目中所有施工材料均是通过雪龙船运输到中山站的，对于装卸船和货物运输需要精密组织和精心部署。装船主要研究如何根据南极的特殊情况确定当次装船的物资设备；确定装船的日期、顺序、位置、包装、固定方式等。在雪龙号出发之前，根据物资、机械的种类确定不同的包装形式，并根据海洋局运输的其他设备和物资，申请舱位和集装箱。

南极科考和项目建设是否能够成功，取决于能否在有限的时间内，利用气候和海事环境在复杂多变的冰盖上成功卸货。卸货主要研究的内容是：如何在雪龙号停靠冰架的有限时间内，安全、无损地将所有的施工物资从雪龙号卸下来并安全、无损地运输至施工现场。事先周密考虑各种气候情况和海洋水文情况，制订卸货计划和卸货方案。雪龙船在抵达南极冰川后，需要根据气候情况和海洋冰封的情况确定卸货的时间。密切关注气候变化，根据不同的气候条件、冰架情况，采用各种运输机械和搭设临时冰缝栈桥，将施工物资和机械卸下雪龙号并运至中山站，同时协助科考人员搬运其他的物资和设备。如图 2~图 4 所示。

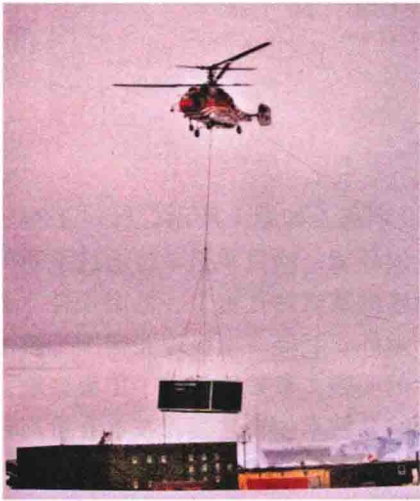


图 2 直升机运输



图 3 搭建钢桥



图 4 雪地牵引车运输

南极大陆的主要污染源均是南极科考站产生。主要研究如何最大限度地减少对南极地区的污染，尽可能地保护自然环境和生态环境。对现场垃圾进行分类、整理，将可能造成污染的生活垃圾、建筑垃圾与其他垃圾分别包装、装运。粉状、小的块状垃圾装入编织袋；大的块状垃圾直接装船，并对由于装卸、运输造成的粉末、颗粒垃圾随时进行清扫，避免污染环

境。集装箱要捆扎结实，避免在运输途中散开。原有的钢筋、钢架等垃圾进行捆扎。如存在困难，则用电钻钻孔、钢丝绳穿孔，绑扎结实。及时清理现场，避免粉尘飞扬、油污泄漏，切实做到保护南极的自然环境，争取不留下一丝一毫污染痕迹。

2.2 南极地区的基岩钻孔施工技术研究

为了抵抗强风，南极中山站的基础采用在基岩上钻孔，然后进行钢筋锚固的基础形式。孔深 1.5~2.5m，直径 100mm。基岩抗压强度达到 80MPa。要研究在不同基岩硬度条件下和起伏坡地上进行基岩钻孔，并要选择适应南极气候的灌浆料。

由于南极地势高低不平，没有正常的道路可寻，常规的钻机都无法进入施工场地，且设备成本高、体积大、自重大，必须靠汽车等其他机械辅助施工，而在南极这是不可能实现的。根据南极的地势、地质条件，总结以往南极的施工经验，通过对钻孔设备结构、性能的熟悉和掌握，对钻孔设备进行大胆的革新，采用可拆卸、便调节的轻型钻头并辅以大型空压机辅助工作。改进后的钻机与常规钻孔施工技术相比，其优越性在于：全自动工作，多角度凿岩，爬坡能力强，自动找平，回转速度快，机动灵活，不受地质条件限制，不受地势高低约束，高风压、露天作业性能良好。在加快施工速度、缩短工期的同时，减少劳动力投入。对钻孔的控制点定位准确，精确度高，减少了施工中的误差，为保证工程质量提供了技术保障。如图 5、图 6 所示。联合清华大学和美国德美建筑材料（太原）工程有限公司，根据已有资料及大量试验研究，研制出适合南极的具有高流动性、高强、早强、微膨胀、耐低温（-40℃）、抗腐蚀等特点的材料。



图 5 基岩钻孔成孔



图 6 基岩钻孔设备

2.3 低温条件下钢结构安装技术研究

由于南极的气温常年较低，要研究选择适合低温的耐候钢、螺栓和焊接材料，同时通过低温模拟实验确定了低温情况下钢材的焊接、连接和涂装工艺，研究如何在南极有限条件下进行钢结构必要的检测。本项研究的关键技术在于：低温焊接工艺模拟实验和实践、焊接预热措施研究和实施、焊后保温隔冷措施研究和实施、钢结构预拼装、钢结构涂装模拟试验和实施。如图 7~图 9 所示。



图 7 钢结构吊装

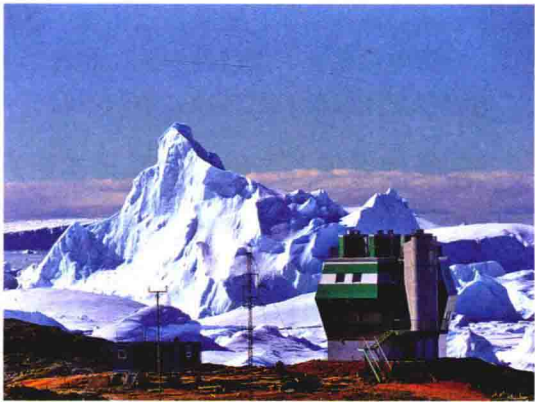


图 8 物理观测栋

2.4 低温条件下建筑保温及气密性施工技术研究

(1) 围护结构技术：通过考察南极的其他国家的科考站，在综合考虑了造价和功能的情况下，本工程外围护墙体采用双层保温板结构，墙体材料既为围护性结构又属于保温材料。外围护墙采用聚氨酯夹芯板内外金属板材+钢结构框架+岩棉板，既要满足相应的保温要求，也要满足防火要求。

(2) 屋面保温结构技术：屋面采用钢承板混凝土复合保温层施工技术或者聚氨酯彩钢夹心板复合岩棉板保温。如图 10 所示。



图 9 卫星天线栋

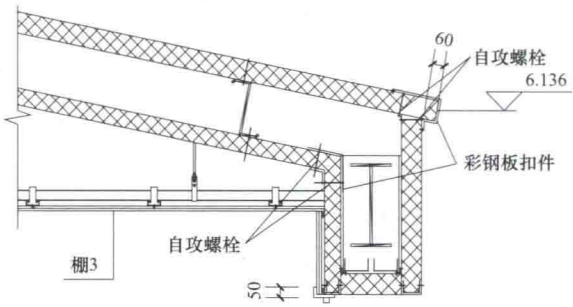


图 10 屋面结构拼接节点

(3) 门窗施工技术：设计采用的是保温门，经过实践和论证，保温门不能满足相应的保温要求，因此所有的外门变更为冷库门；外窗采用双层玻璃钢窗户。玻璃采用第三面 Low-E 玻璃。玻璃钢的保温性能优于塑钢窗和铝合金窗，基本上杜绝了冷桥的出现。如图 11 所示。

(4) 节点处细部处理：钢结构与永久冻土的导热节点、地面与基础的节点、外墙与地面的节点、门窗与外墙的节点、屋面和墙面的节点、屋面老虎窗处的节点等部位均要仔细考虑，同时要考虑巨大温差产生的冷凝水对保温效果的影响，在必要的部位加设隔汽层。如图 12 所示。

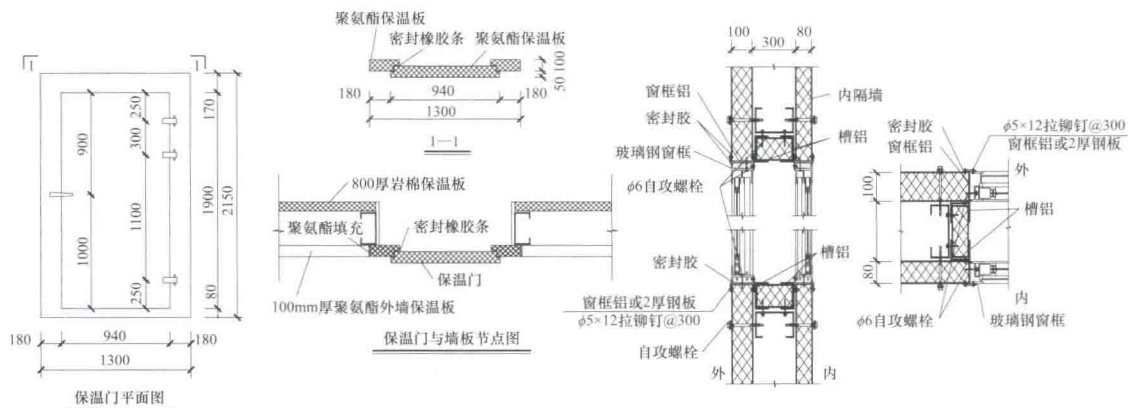


图 11 门窗洞口拼接节点

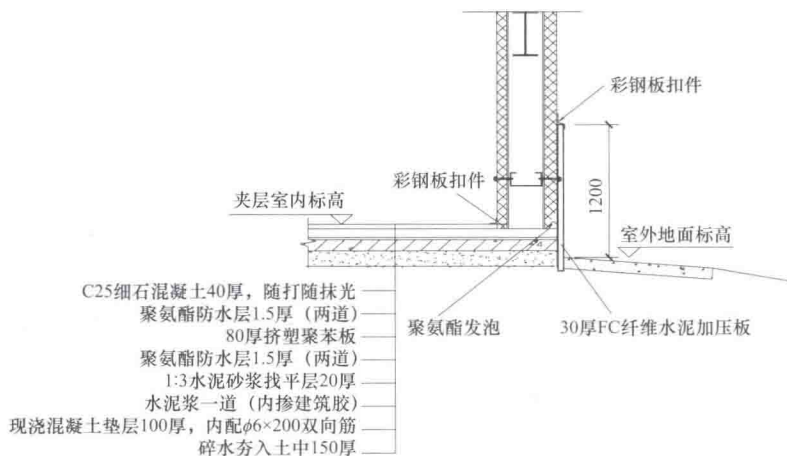


图 12 与地面连接拼接节点

(5) 辅助材料的选择: 综合考虑各种辅助材料的耐久性、气密性、水密性。彩钢板的拼缝采用转用彩钢板密封胶, 永不固化; 门窗采用耐候硅酮胶, 要求耐低温 -50°C ; 同时, 注重施工温度和使用温度的差别, 预先考虑热胀冷缩的影响, 在施工中留出适度的富余量。

南极项目的核心是保温隔冷, 要从各方面进行综合考虑, 认真处理各种细部节点, 最终达到良好的保温效果。

2.5 超低温混凝土施工技术研究

首先在国内根据南极的气候条件及砂石的试验室筛分析报告, 与清华大学合作研制开发合适的防冻剂和其他外加剂, 综合考虑南极的施工条件, 在国内进行混凝土配合比试配。试配以后进行试块见证试验, 合格并经监理公司批准后, 选择二个能达到设计强度的配合比带至南极现场使用。现场搅拌混凝土时采用暖棚法, 并加热水以保证混凝土的入模温度; 混凝土浇筑后采用综合蓄热法和电伴热法相结合进行养护。混凝土浇筑后做好测温记录, 回国时将试块带回进行试压测定强度和抗冻融性。

2.6 超低温条件下室外安装工程技术研究

由于南极的特殊地理环境，南极中山站的饮用水是从附近的湖水中抽取后经净化后使用。站区供水的管道为了防冻，平时要不停地依靠供电加热。经过反复试验和摸索后，采用了非常规方法，利用发电机热循环水为饮用水水管加热，使水管保持恒温而不结冰。

本工程中排水干管采用 UPVC 排水管，铺设在综合桥架内，采用成品电伴热管道，聚氨酯发泡保温。排水管道按照图纸要求设置成多个区段，每个段设置加热配电柜。切断管材处理的接头部位，采用人工剥离保温材料，电伴热的接头断开后重新连接处理，达到要求后重新进行保温处理。管道施工前，确保通路无断路情况。管道施工完毕后，还需进行检测，确保每个段无断路情况。

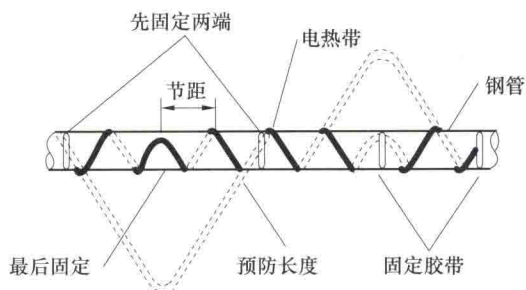


图 13 电伴热螺旋缠绕管道示意图



图 14 天线基础阵主阵

3. 应用效果及取得成果

南极中山站“十五”项目，历经 5 年时间，项目实施单位在整个施工过程中（包括施工准备期），针对综合技术展开科研攻关，通过事先试验、专家研讨、其他科考站考察、实践探索和持续改进等研究方法，克服了各种常人无法想象的困难，在保证施工质量的同时缩短了施工周期、节约了施工成本，达到了预期的使用效果，建成了历史上功能最为完善的科考站，为广大科考人员提供了良好的后勤保障。在后期的中山站“十一五”能力建设，继续进行相关功能和设备的改造，为我国的极地科考事业作出持续的贡献。

深厚软土地区超高层建筑逆作法 高效建造关键技术

(2015 年度中国建筑学会科技进步奖一等奖)

完成单位：中建三局集团有限公司

中国建筑设计研究院

南京河西新城区开发建设指挥部

中建钢构有限公司

主要完成人：张 琨、任庆英、刘芝平、杨 剑、朱惠清、丁勇祥、
施文一、彭 飞、刘文琰、王占奎

1. 项目概况

“深厚软土地区超高层建筑逆作法高效建造关键技术”对深厚软土地区超高层建筑逆作法高效建造设计、施工等关键技术进行研究，创新性地将密柱框架-核心筒无加强层结构体系应用于逆作法超高层建筑，克服了深厚软土地区地基承载力和加强层结构对超高层建筑逆作法协同控制高度的不利影响，消除了多道加强层对施工总工期的占用，实现了高效建造（图1）；创新性地采用核心筒地下密排桩柱体系作为核心筒剪力墙逆作法支承体系，解决了超高层建筑核心筒剪力墙逆作法的临时支承体系承载力不足的问题；自主研发出大截面高承载力工程桩施工技术和超长超重钢管柱的超高精度水下安插技术，保证了超高层建筑逆作法一桩一柱基础的高承载力；创新性开发了先置式地下连续墙接头施工技术，解决了常规地下连续墙接头渗漏问题；研发了逆作法先期结构与后期结构界面处理技术，解决了先期结构与后期结构界面连接难题。本研究成果改变了常规超高层建筑结构设计以建筑实现为目的的常规思路，形成了以施工实现为导向，施工方案设计、施工过程分析与永久结构分析相结合的逆作法设计思路。形成了一系列创新成果，技术含量高，总体达到国际先进水平，其中超高层建筑密柱框架-核心筒无加强层结构体系在逆

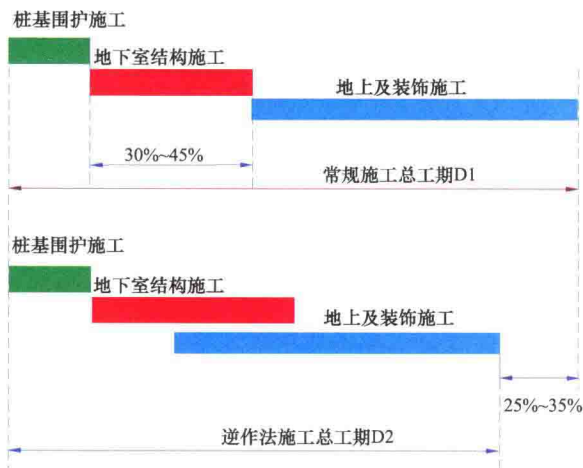


图1 超高层建筑施工工期模型对比