

Architecture

建筑安装 工程学

杨文柱 ◎ 等编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

建筑安装工程学

杨文柱 张文礼 杨晓杰 编著
伍光渝 杨晓燕

机械工业出版社

本书共分十九章,涵盖了我国安装业的发展和展望、钢结构“拆撑卸载”技术、钢绞线承重液压提升技术、气垫和水垫搬运装置运用、核电和风电安装技术、安装工程中焊接和吊具设计、动臂桅杆式起重机的计算、安装行业的安全技术与文化等内容,可供广大建筑行业安装施工技术人员使用,也可供高等院校相关专业的师生参考。

本书的出版发行对我国建筑安装技术的提高,推动安装行业的发展将起到积极的促进作用。

图书在版编目(CIP)数据

建筑安装工程学/杨文柱等编著. —北京:机械工业出版社, 2015. 11
(2016. 1 重印)

ISBN 978-7-111-51888-4

I. ①建… II. ①杨… III. ①建筑安装 IV. ①TU758

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 251352 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 范秋涛 责任编辑: 范秋涛

封面设计: 张 静 责任印制: 李 洋

责任校对: 刘时光

北京圣夫亚美印刷有限公司印刷

2016 年 1 月第 1 版第 2 次印刷

184mm×260mm · 21.5 印张 · 529 千字

标准书号: ISBN 978-7-111-51888-4

定价: 68.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线: (010)88361066

机工官网: www.cmpbook.com

读者购书热线: (010)68326294

机工官博: weibo.com/cmp1952

(010)88379203

教育服务网: www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

金书网: www.golden-book.com

序

在中国安装协会成立 30 年之时，也是中国安装业走过 66 年之际，杨文柱教授邀请我们为他编著的《建筑安装工程学》一书作序，我们欣然同意。杨文柱教授是白族，重庆大学教授，是我国现代建筑安装工程领域的著名安装专家。曾主持和参加国内外石油、化工、冶金、电力、核电站、奥运会场馆设备与钢结构工程等百余项高、重、大型设备及特种结构吊装方案设计、工程安装，并参与重大安装工程的科技成果评审。这些重点工程中的设备与结构造型复杂，荷载传递复杂多变，给安装工作带来很多难点。他始终带领技术团队深刻理解每项工程的重点、难点和特点。深刻理解这些工程中复杂的设备与结构的组成，特别是荷载与力的传递，成功地运用和创造了许多新技术。在他经历的上百项安装工程中，没有发生过一起大、小事故，实属难得可贵。

杨教授是我国工业设备安装工程专业的主要创建人，也是安装工程学科领域的奠基人和开拓者之一，是我国知名的安装专业及学科带头人，他在安装专业及学科创建过程中做出了重要贡献。他撰写参编教材、辞典、国家规范等 32 本。发表论文与科普文章 100 多篇，也是国内知名的科普作家，培养了上千名安装技术骨干和 10 多名研究生，他们已成长为安装业的精英与专家。他曾获部、省、市级学会、协会、院校各种奖 49 项，是中国钢结构协会杰出贡献专家学者。

《建筑安装工程学》是杨文柱教授近年来的工程实践的总结，是现代安装技术的财富，从书中可看出作者创造的激情和创新的灵感，使读者看得懂、学得会、用得上、提得高。

本书共分十九章，涵盖了中国安装业的发展和展望、钢结构“拆撑卸载”技术、钢绞线承重液压提升技术、气垫和水垫搬运装置运用、核电和风电安装技术、安装工程中焊接和吊具设计、动臂桅杆式起重机的计算、安装行业的安全技术与文化等内容，可供广大建筑行业安装施工技术人员使用，也可供高等院校相关专业的师生参考。

本书的出版发行对我国建筑安装技术的提高，推动安装行业的发展将起到积极的促进作用。

中国工程院院士 曾恒一

原中国建筑金属协会会长，建设部总工程师 姚兵

中国钢结构协会顾问，专家委员会名誉主任 陈禄如

中国钢结构协会杰出贡献企业领军人物
长江精工钢结构(集团)股份有限公司董事长 方新印

前言

中国安装协会成立30年之时，也是中国安装业走过66年之际。30年与66年的跋涉与开拓，30年与66年的探索与成就，30年与66年的弘扬与支撑，中国安装业技术和力量的沉淀与积聚，书写了中国安装人的追求与梦想。赶路者心中必有梦想，追梦人脚下定是征途，弹指挥间，沧桑巨变，中国安装业走过一条梦想辉耀下的金光大道，“这条道路既不是‘传统的’，也不是‘外来的’，更不是‘西化的’，而是我们‘独创的’，是一条人间正道。”正如习近平总书记的宣告，昭示着一个文明古国的道路自觉、制度自信。

值此中国安装协会三十而立的历史时刻，让我们共同回忆中国安装协会30年和中国安装行业66年走过的历程，记录中国安装协会30年发展过程中的重大事项，书写安装行业66年来的发展和举世瞩目的成就，再现几代安装人的共同奋斗经历，以弘扬光大中国安装人的奉献精神，讲述30年与66年的光荣与梦想。特编著《建筑安装工程学》献给广大读者。

建筑安装工程学是一门综合性、系统性、实用性很强的科学技术，涉及知识面广，并与其他学科相互渗透交叉，难度较大，有时计算条件随安装施工的不同条件而千变万化。有较多的复杂计算问题还需我们不断去探索、研究、完善，以适应安装施工学科发展的需要。书中介绍近30年安装技术与学科发展、安装工程的前沿技术、起重技术崛起，例举国家精品工程“鸟巢”等安装技术亮点；还介绍了起重吊具卸扣、起重滑轮组的计算、动臂桅杆式起重机设计计算、拆撑卸载、钢结构安装工程深化设计详图表达与人才整合等。这些是作者在安装实践中理论与经验的积累，首次撰写在书中。本书取材注重实用，内容精炼，系统性、完整性、可读性较好，图文并茂，数据齐全。便于读者加深理解，掌握和参照应用，以期达到触类旁通的目的。

特邀现任中国海洋石油总公司副总工程师中国工程院院士曾恒一和原中国建筑金属协会会长、建设部总工程师姚兵，中国钢结构协会专家委员会名誉主任、钢结构领军人物、教授级高工陈禄如，中国钢结构协会杰出贡献企业领军人物、长江精工钢结构（集团）股份有限公司董事长方朝阳为本书作序。中国钢结构协会杰出贡献企业家、长江精工钢结构（集团）股份有限公司执行董事长孙关富、重庆交通职业学院常务副院长张文礼为本书作跋。

全书共分十九章。

第一章，中国安装业的发展。其内容为：建筑安装业的发展，我国安装业的发展。

第二章，促使我国安装业发展的因素与特点。其内容为：土木与钢结构工程日益同它的使用功能或生产工艺紧密结合，城市建设立体化，交通运输高速化，工业与建筑材料的轻质高强度，安装施工过程的工业化、装配化，设计理论的精确化、科学化、综合化，安装协会的成立促进了安装业的发展，我国安装业的现状。

第三章，我国钢结构安装工程的辉煌成就。其内容为：国家体育场“鸟巢”安装工程，国家精品工程——国家体育馆安装工程机器人的运用，南通体育场开合屋盖工程——钢结构与机电设备安装一体化的典范，钢结构桥梁安装，塔桅与高耸钢结构安装，钢结构住宅与轻

型房屋安装工程,海洋钢结构安装工程,钢结构与安装战略性新兴产业崛起。

第四章,我国安装业起重技术的崛起。其内容为:起重内涵与起重技术发展方针,上海万人体育馆600t网格整体同步提升、高处旋转关键技术及计算,缆风绳初拉力与工作拉力的计算方法,神华宁夏煤业集团50万t/年甲醇制烯烃项目,烟台新火车站标志性建筑——“城市之门”,国家数字图书馆钢结构安装工程,万达青岛东方影都展示中心前沿安装技术BIM技术的应用,利用飞行器吊装技术,超高层建筑钢结构安装技术,大跨空间钢结构安装技术。

第五章,钢结构安装工程的拆撑卸载技术。其内容为:钢结构拆撑卸载技术,国家体育场“鸟巢”拆撑卸载,深圳证券交易所营运中心拆撑卸载技术,贵阳奥体中心等项目拆撑卸载点的个数,

成都麓湖新城艺展中心访客大厅钢结构拆撑卸载技术,异型空间钢结构卸载技术的工法,桅杆式起重机设计计算(W200×56-35-YG型),桅杆式起重机设计计算(W200×56-35FG型)。

第六章,钢绞线承重液压提升技术。其内容为:钢绞线承重液压提升技术特点,整体提升系统的构成及功能,北京首都机场A380机库钢结构屋盖整体提升。

第七章,气垫与水垫搬运装置的应用。其内容为:气垫运输设备,气垫分类,薄气垫的工作原理,气垫搬运构件与设备时牵引力的计算,气垫搬运的结构特点,气垫搬运装置,气垫悬浮运输系统。

第八章,物料搬运对生产率的影响。其内容为:搬运费用,企业的搬运费用,物料搬运和机械化搬运,物料搬运和有效的生产条件,有效的物料搬运优点,把全厂看作整体,从哪里着手?如何着手?

第九章,核电发展与核电安装工程的前沿技术。其内容为:核电成就,总体发展趋势,坚定发展信心,发展重点,核电建造安装施工关键核心技术。

第十章,风电发展与风电安装技术。其内容为:风力发电科技发展“十二五”专项规划,中国风能资源,风电安装技术。

第十一章,安装工程中焊接的重点、难点及技术措施。其内容为:焊接注意事项,焊条(电焊),焊接种类,焊接温度控制焊接应力与变形的控制,焊缝质量,焊接常见缺陷的预防措施,安装施工准备,质量标准,焊接残余应力对结构的不利影响,焊接残余应力的控制与消除方法,焊接裂纹,层状撕裂。

第十二章,成都玉垒阁山顶钢结构安装施工的技术难点及对策。其内容为:工程概况,吊装设备的选择,吊装方案的实施,焊接安装施工的控制,结论。

第十三章,安装工程中吊具的设计计算。其内容为:卸扣系列设计计算,用柱比法解超静定结构,差分方程方法在多门滑轮组中轴设计中的运用。

第十四章,动臂桅杆式起重机设计计算。其内容为:计算任务及原则,计算工况,桅杆金属结构的受力分析,动臂主臂主体、缀条稳定性验算,焊缝设计,零部件计算,机具汇总。

第十五章,起重滑轮组钢丝绳的穿绕方法。其内容为:概述,起重滑轮组钢丝绳的穿绕方法,在钢丝绳滑轮槽中允许偏角,几点看法。

第十六章,钢结构安装工程设计深化及详图设计、加工制作、安装施工整合及创新。其

内容为：钢结构安装施工图设计深化的必要性，钢结构安装工程设计深化及详图设计的主要内容，扎扎实实做好钢结构构件加工质量的监控，严、准、细控制好钢结构安装施工技术，钢结构工程人才与设计、制作、安装整合、集成和一体化创新点，结语。

第十七章，安装行业的安全技术与安全文化。其内容为：安全技术，安装工程安全事故的原因，安全意识不强的主要表现，强化安全意识要强化四个群体的安全意识，强化安全意识，要树立五个安全观念，强化安全意识要做好六个方面的工作安全技术与人才结构的要素，安全文化，安全人与机的轨迹交叉理论。

第十八章，打造安装行业的技术文化，不断提升安装技术人员的综合素质。其内容为：打造“学习型”“技能型”“技术型”“研究型”人才相整合的安装企事业单位，打造安装业“四个一”精神，五小项目管理规程。

第十九章，我国安装业的展望。其内容为：我国经济发展新常态，安装业发展方向，“百年安装路，共筑中国梦”。

“百年安装路，共筑中国梦”，中国梦实质上是人才梦，其核心包括两点：一是重拾春秋时期的人才观，即天下人才为我所用；二是树立开放的人生观，让每一个生活在中国的人都能够自由地、不受束缚地生长、成长，实现自己的梦想。我国安装业通过上百万安装项目实践，总结出“安装是赋予产品、生产服务、建筑生命和灵魂的过程”，一种产品、一种生产服务、一幢建筑的实用性如何、有哪些功能等，都需要通过安装来实现。

本书由重庆大学与重庆交通职业学院顾问（客座教授）杨文柱教授编著。其中部分资料由张文礼（十七、十八章部分内容）、杨晓杰（第二章到十九章部分内容）、伍光渝（十七、十八章部分内容）、杨晓燕（第三章到十九章部分内容）等提供，并参与编著。

由于编著者的水平有限，书中难免有缺点和不妥之处，请读者批评指正。

目 录

序 前言

第一章 中国安装业的发展	1
第一节 建筑安装业的发展	1
第二节 我国安装业的发展	4
第二章 促使我国安装业发展的因素与特点	11
第一节 土木与钢结构工程日益同它的使用功能或生产工艺紧密结合	11
第二节 城市建设立体化	11
第三节 交通运输高速化	12
第四节 工业与建筑材料的轻质高强度	17
第五节 安装施工过程的工业化、装配化	18
第六节 设计理论的精确化、科学化、综合化	18
第七节 安装协会的成立促进了安装业的发展	18
第八节 我国安装业的现状	19
第三章 我国钢结构安装工程的辉煌成就	21
第一节 国家体育场“鸟巢”安装工程	21
第二节 国家精品工程——国家体育馆安装工程机器人的运用	39
第三节 南通体育场开合屋盖工程——钢结构与机电设备安装一体化的典范	55
第四节 钢结构桥梁安装	66
第五节 塔桅与高耸钢结构安装	69
第六节 钢结构住宅与轻型房屋安装工程	71
第七节 海洋钢结构安装工程	73
第八节 钢结构与安装战略性新兴产业崛起	74
第四章 我国安装业起重技术的崛起	76
第一节 起重内涵与起重技术发展方针	76
第二节 上海万人体育馆 6000kN 网格整体同步提升、高处旋转关键技术与计算	76
第三节 缆风绳初拉力与工作拉力的计算方法	82
第四节 神华宁夏煤业集团 500 万 kN/年甲醇制烯烃项目	89
第五节 烟台新火车站标志性建筑——“城市之门”	105
第六节 国家数字图书馆钢结构安装工程	106
第七节 万达青岛东方影都展示中心前沿安装技术 BIM 技术的应用	114
第八节 利用飞行器吊装技术	116

第九节	超高层建筑钢结构安装技术	120
第十节	大跨空间钢结构安装技术	129
第五章	钢结构安装工程的拆撑卸载技术	132
第一节	钢结构拆撑卸载技术	132
第二节	国家体育场“鸟巢”拆撑卸载	135
第三节	深圳证券交易所营运中心拆撑卸载技术	138
第四节	贵阳奥体中心等项目拆撑卸载点的个数	141
第五节	成都麓湖新城艺展中心访客大厅钢结构拆撑卸载技术	142
第六节	异型空间钢结构卸载技术的工法	143
第七节	桅杆式起重机设计计算 (W200 × 56-35-YG 型)	156
第八节	桅杆式起重机设计计算 (W200 × 56-35-FG 型)	162
第六章	钢绞线承重液压提升技术	170
第一节	钢绞线承重液压提升技术特点	170
第二节	整体提升系统的构成及功能	171
第三节	北京首都机场 A380 机库钢结构屋盖整体提升	175
第七章	气垫与水垫搬运装置的应用	178
第一节	气垫运输设备	178
第二节	气垫分类	179
第三节	薄气垫的工作原理	179
第四节	气垫搬运构件与设备时牵引力的计算	179
第五节	气垫搬运的结构特点	180
第六节	气垫搬运装置	180
第七节	气垫悬浮运输系统	181
第八章	物料搬运对生产率的影响	183
第一节	搬运费用	183
第二节	企业的搬运费用	183
第三节	物料搬运和机械化搬运	185
第四节	物料搬运和有效生产的条件	186
第五节	有效的物料搬运优点	186
第六节	把全厂看作整体	186
第七节	从哪里着手? 如何着手?	187
第九章	核电发展与核电安装工程的前沿技术	191
第一节	核电成就	191
第二节	总体发展趋势	192
第三节	坚定发展信心	193
第四节	发展重点	194
第五节	核电建造安装施工关键核心技术	195
第十章	风电发展与风电安装技术	199
第一节	风力发电科技发展“十二五”专项规划	199

第二节	中国风能资源	200
第三节	风电安装技术	201
第十一章	安装工程中焊接的重点、难点及技术措施	205
第一节	焊接注意事项	205
第二节	焊条(电焊)	206
第三节	焊接种类	207
第四节	焊接温度控制	209
第五节	焊接应力与变形的控制	210
第六节	焊缝质量	211
第七节	焊接常见缺陷的预防措施	212
第八节	安装施工准备	213
第九节	质量标准	215
第十节	焊接残余应力对结构的不利影响	217
第十一节	焊接残余应力的控制与消除方法	218
第十二节	焊接裂纹	223
第十三节	层状撕裂	235
第十二章	成都玉垒阁山顶钢结构安装施工的技术难点及对策	242
第一节	工程概况	242
第二节	吊装设备的选择	243
第三节	吊装方案的实施	244
第四节	焊接安装施工的控制	246
第五节	结论	248
第十三章	安装工程中吊具的设计计算	249
第一节	卸扣系列设计计算	249
第二节	用柱比法解超静定结构	263
第三节	差分方程方法在多门滑轮组中轴设计中的运用	267
第十四章	动臂桅杆式起重机设计计算	271
第一节	计算任务及原则	271
第二节	计算工况	273
第三节	桅杆金属结构的受力分析	277
第四节	动臂主臂主体、缀条稳定性验算	280
第五节	焊缝设计	284
第六节	零部件计算	285
第七节	机具汇总	289
第十五章	起重滑轮组钢丝绳的穿绕方法	291
第一节	概述	291
第二节	起重滑轮组钢丝绳的穿绕方法	292
第三节	在钢丝绳滑轮槽中允许偏角	297
第四节	几点看法	297

第十六章 钢结构安装工程设计深化及详图设计、加工制作、安装施工整合及创新..... 299

 第一节 钢结构安装施工图设计深化的必要性..... 299

 第二节 钢结构安装工程设计深化及详图设计的主要内容..... 300

 第三节 扎扎实实做好钢结构构件加工质量的监控..... 303

 第四节 严、准、细控制好钢结构安装施工技术..... 304

 第五节 钢结构工程人才与设计、制作、安装整合、集成和一体化创新点..... 305

 第六节 结语..... 305

第十七章 安装行业的安全技术与安全文化..... 307

 第一节 安全技术..... 307

 第二节 安装工程安全事故的原因..... 308

 第三节 安全意识不强的主要表现..... 308

 第四节 强化安全意识要强化四个群体的安全意识..... 309

 第五节 强化安全意识要树立五个安全观念..... 310

 第六节 强化安全意识要做好六个方面的工作..... 311

 第七节 安全技术与人才结构的要素..... 312

 第八节 安全文化..... 314

 第九节 安全人与机的轨迹交叉理论..... 315

第十八章 打造安装行业的技术文化，不断提升安装技术人员的综合素质..... 319

 第一节 打造“学习型”“技能型”“技术型”“研究型”人才相整合的
 安装企事业单位..... 319

 第二节 打造安装业“四个一”精神..... 320

 第三节 五小项目管理规程..... 322

第十九章 我国安装业的展望..... 325

 第一节 我国经济发展新常态..... 325

 第二节 安装业发展方向..... 326

 第三节 “百年安装路，共筑中国梦”..... 329

参考文献..... 331

跋..... 332

第一章 中国安装业的发展

第一节 建筑安装业的发展

世界各国经济发展的实践证明：一个产业要成为国民经济的支柱，必须具备基础作用、先导作用和带动作用。

一、建筑安装业是建筑业的基础性产业

国家标准《国民经济行业分类与代码》（GB/T 4754—2011）将建筑业划分为房屋建筑业，土木工程建筑业，线路、管道和设备安装业，装修装饰业四大类。房屋建筑业是指房屋的主体施工活动。土木工程建筑业包括从事矿山、铁路、公路、隧道、桥梁、堤坝、电站、码头、飞机场等、运动场、房屋（如厂房、剧院、旅馆、商店、学校住宅设计、制作、安装施工）等建筑活动，也包括专门从事土木建筑物的修缮和爆破等活动。线路、管道和设备安装业包括专门从事电力、通信线路、石油、燃气、给水、排水、供热等管道系统和各类机械设备、装置的安装活动。装修装饰业包括从事对建筑物的内、外装修和装饰的安装施工活动、车、船、飞机等装饰、装潢活动。建筑安装业的任务是在建筑安装工程中，按设计要求将所需的工业设备、管路、电气、结构、炉窑等装置就位、组装、连接、检测达到使用和投产要求。从社会功能上来认识，房屋和土木建筑工程的主要社会功能是为各类建（构）筑物中的各种工艺设备和技术装备提供可靠的支撑和依托，为各种生产活动及人的生活需要提供必要的活动场所和操作技术环境等。对线路、管道设备安装业来说，其主要社会功能就是直接为生产及生活提供必要的条件。如果将建筑业比拟成一架飞机，房屋和土木建筑工程与装饰装修工程比拟成飞机壳，那么安装工程则是飞机的发动机和心脏部分，三者相辅相成，缺一不可。从关系上看，房屋和土木工程与装饰装修工程服务于安装工程，安装工程服务于生产与生活，所以安装工程在房屋建筑工程、土木建筑工程、装饰装修工程与新建建（构）筑物的使用功能之间起到重要的桥梁和纽带作用。

二、建筑安装业是国家的先导性产业

建筑安装业是社会产品的重要生产者。线路、管道与设备安装工程中的各种装置和系统，是由各种技术装备和各种工厂材料组合加工而成的。所有的机组、生产线、工艺装置、车间和工厂都是经过安装工程技术人员、30多个安装工种，利用8000多种设备材料经过深化与详图设计、起重搬运、精平找正、安装检测与装配调试等综合加工而成的。在安装过程中，安装人员既要了解这些产品的性能、规格和使用要求，同时也要用各种手段对每种产品的质量进行检查，并进行筛选、维修、调整或更换。设计不妥、缺损等原因造成的问题，通

过安装调试可被检查出来,所以,安装过程也是检验社会工业产品质量好坏的过程,它能保证工厂生产出合格的工业产品或使安装的设备与构筑物达到最佳使用效果。因此,国内外早已对安装下了准确定义:使产品或服务构成系统或结构的组成部分,并对其运行的有效性、设计意图的符合性进行验证。

安装工程是依据设计与生产工艺的要求,应用科学知识直接为产品生产服务提供条件的一种专门技术,是将系统设备整体或其组合件依据设计与生产工艺的要求,按照安装施工组织设计、有关的随机技术文件和安装规范的要求进行搬运、组合连接、吊装就位、精平找正、调试运转和交付投产等工序,使之成为一个机组、一条生产线、一套工艺装置或形成一个完整的车间或工厂,具备投产和使用的条件,并确保整个工程符合设计和产品的要求的生产活动,是形成生产力的关键环节,是建设与生产的重要纽带。安装是赋予产品、生产服务、建筑生命和灵魂的过程,一种产品、一种生产服务、一幢建筑的实用性如何、有哪些功能等,都需要通过安装来实现,所以说,建筑安装业是国家的先导性产业。

三、建筑安装业具有带动作用

1. 建筑安装业是先进科技成果的应用者和传播者,带动建筑行业的科技进步

国内新建和国外引进的各种装置和一切民用与工业设备的技术创新,其先进性首先是通过安装工程中的检测、调试与运转来实现的。因此,建筑安装工程是应用和传播新技术、新工艺、新材料、新机具新的先驱。通过几十年的应用和传播,安装业已形成了一套适用的、有特色的技术体系,在技术上和管理水平上有自己的“绝招”。如在高、重、大、新、尖、柔、新、难设备与构件的搬运和吊装中,创造了10大吊装技术体系,并应用计算机完成了吊装机具的优化设计与造型、布置及吊装过程的受力分析等,在超速、超温、超振的设备安装找正、间隙检查、密封试验、油循环及联锁试车等方面不仅总结了很多经验,而且掌握了较成熟的技术。焊接新工艺也层出不穷,各种高强钢焊接、低温钢焊接、高温钢焊接、合金钢的焊接都建立起了焊接工艺评定技术档案;仪表安装也已从电子管到集成电路,并已步入了计算机控制阶段。我国自行设计和建造的秦山核电站于1985年6月1日破土动工,1992年4月并网发电。我国第一台60万kW机组已经在河南投入运行,90万kW超临界机组在上海外高桥投入发电。MW级超临界机组,先后依托浙江、山东和江苏开始兴建。在核电建设方面我国已经进入快速发展时期。我国成功引进技术,并逐步提高国产化率,建设大亚湾和90万kW核电站以后,核电站国产化达到了70%。如秦山二号完全自主知识产权的核电站、清华大学自主开发的具有新一代核电技术水平的10kW高温气冷堆技术、三峡70万kW的标准机。可再生能源发电也进入了一个新的发展时期。最近全国人大常委会通过了《可再生能源法》,国家发改委计划到2020年,建设2000万kW左右的可再生能源发电厂,其中以风力发电为主。在江苏、内蒙古、吉林通辽等建设100万kW的大型风力电。由新疆公司生产的千瓦风力发电机组被广东批量使用,并已开始生产单机1500万kW的风电机组。电力建设到21世纪末达到1.2亿kWh以上,设备容量达到2.6万kW。机械系统安装业利用其悠久的历史 and 集团的优势,在国内基本建设中发挥了很大作用,并在引进成套高温设备的拆迁工作中开创了新道路,为建筑安装企业提供了可资借鉴的经验。电子工业安装业几十年来承接安装工程上千余项,援外工程多项。如773厂300万支显像管玻壳生产引进工程的玻璃熔窖点火一次成功,日产4100支玻壳,获国家优质工程金奖。航天工业安装涉及导弹、

火箭、卫星等航天航空器，安装企业承建了这些地面实验室装置，各种风洞、发动机试车台、全弹试车台、试验设备及配套的低压输配电工程、低温冷冻工程、工艺管道工程等。电信建筑安装队伍承接了 1800 路电缆载波系统、1800 路微波系统，1920 路四次群兴通信系统、万门程控交换机、卫星通信地球站、移动通信、无线传呼、电报机械、计算系统等，目前正在积极掌握当前发达国家正在开发的五交群光纤通信设备安装和综合业务数字通信网的安装技术。港口建设安装工程大都在水上、高空、立体交叉作业，码头构件庞大、笨重，如重力式码头，沉箱已达 2800t，高达 24.5m，并采用了中央控制室自动计算机控制新技术等。轻工建筑安装工程安装了不少从法国、英国、日本、瑞典、美国等国家进口的各种Ⅱ型或Ⅲ型电动、气动仪表，这些仪表广泛用于生产设备的自动调整系统和自动控制系统。纺织建筑安装业已安装化纤企业 1 万多个、布机 70 多万台，化学纤维年出口额达百亿美元，占全国商品出口创汇总额的 1/5 左右，仅 2014 年上半年化纤业实现利润总额 80.66 亿。林业建筑安装队伍近年完成国外引进成套设备的大型项目 21 个，产品有胶合板、刨花板、纤维板、中密度纤维板、软质纤维板、细木工板，并对素板进行单板贴面、浸渍纸贴面、塑料薄膜贴面、超脱水纹印刷等二次加工。建材安装队伍先后承接了越南、蒙古、阿尔巴尼亚、柬埔寨、巴基斯坦等国的水泥厂和玻璃厂的机电设备安装，应用了先进的激光准真工艺、无脚手架施工工艺、蓖式冷却机采用流水作业法吊装工艺等。总的来说，安装行业，特别是在核电站安装、石油化工业塔、罐、容器、管廊、火炬塔架安装，机械设备、高、重、大、精、尖、柔、新、难设备与钢结构安装，安全成套技术的研发、应用及项目管理方面都已形成前沿技术与自己的学科体系。

2. 建筑安装业是工业生产的主要创造者，带动国民经济发展

我国建筑安装业完成的总产值占全社会总产值的 9.3%，净产值占国民收入的 7.4%，而发达国家的建筑安装业在经济发展时期，净产值占国民收入的比例大致是 7%~8%，说明我国建筑安装业已经与发达国家建筑业在经济发展时期在国民经济中所占的比重十分接近。众所周知，现代化建设所需要的先进设备和场所，只有通过建筑安装业的生产活动才能实现。例如：为了发展能源和交通运输事业，需要加强各种厂矿、铁路、码头、机场、通信设施的建设等。这些工程，最基本、最重要的条件是各项安装任务全部完成，并达到最佳的运行状态。由于我国建筑安装业积累的丰富经验，拥有本行业技术优势和特长，努力为新建、扩建或改建厂矿创造了良好的开工条件，受到国内外建设单位的高度评价。所以说，建筑安装业不仅为社会创造了物质财富，而且为国民经济部门再生产提供物质条件，是工业生产的主要创造者，带动了国民经济的发展。

3. 建筑安装业有广阔的就业容纳性，带动农村剩余劳动力转移

从整体看，我国建筑业目前仍是劳动密集型部门，容纳了大量的就业人员，在整个国民经济就业人数的构成中占有较大的比例。据估算，每增加一名职工，工业部门平均投资为 1.2 万元，而建筑安装业仅为 3000~4000 元，因而建筑安装业可以吸收比工业企业多得多的劳动力，成为主要的就业部门。

我国自 1978 年以来，建筑施工队伍规模迅速扩大，最主要的表现就是农村建筑队伍的异军突起。据统计，到 1995 年底，我国农村建筑队伍的人数已超过 1500 万。而近 10 年中，安装业容纳的农村富余劳动力更达 1800 多万人。在解决农村转移劳动力就业问题上做出了巨大贡献。

综上所述,我国建筑安装业已成为国民经济的支柱产业。我国建筑安装业的进一步发展必须加大改革力度,发展六大战略。第一大战略是培育建筑市场、健全市场机制战略:培育合格的市场主体、健全市场机制、培育要素市场、发展中间服务组织、健全社会保障制度、强化市场风险机制、建立健全法规体系。第二大战略是体制创新的战略:产业管理体制的改革、企业体制的创新、企业组织架构的调整。第三大战略是营销战略:企业由生产型向经营转变、由施工型向规模转变、由单一经营向多向经营转变、由独立承包向联合承包联合经营转变、由国内经营向国际经营转变、任意型经营向责任型经营转变。第四大战略是国际化战略:研究国际惯例、加强涉外工程管理、参与国际组织和参加国际会议、开拓国际市场。第五大战略是建筑工业化:完善建筑安装技术政策、加大新技术应用的力度、加大科学管理力度、加强职业道德教育。第六大战略是名牌战略:对市场经济条件下质量问题的再认识、建立企业的质量保证体系、强化政府的质量监督、推行法人负责制及配套的建设监理制、加强标准化建设。形成一套完整的建筑业发展的战略体系,从而全面振兴和繁荣我国的建筑安装业。

第二节 我国安装业的发展

安装业覆盖了石油、化工、冶金、电力、核电、建筑、轻工、航天、林业、港口……行业,具有范围广、涉及面大的特点。

一、66年的发展足迹

20世纪50年代是我国安装业的初创时期。安装企业主要承担了著名的第一汽车制造厂、第一拖拉机制造厂和哈尔滨三大动力厂等156项国家重点工程的建设,使这支年轻的队伍受到洗礼。相继建成的长春、富拉尔基、洛阳、兰州、包头、武汉、太原、西安等新兴工业基地的建设,彰显安装创业者不可磨灭的业绩。

20世纪60年代,中国安装业经受了严峻的考验。面对天灾人祸,靠自力更生、艰苦奋斗的精神,拿下了大庆油田等一批在国民经济中举足轻重的大项目。虽深陷十年浩劫,中国安装人仍能排除干扰,坚持生产,雄伟壮丽的南京长江大桥等显示了我国安装人的英雄本色。

20世纪70年代,我国安装人在内地建设中洒下了辛勤的汗水。奔驰四方的二汽卡车,钢花吐艳的攀枝花钢城,高耸蓝天的卫星发射塔……无不凝结着安装企业的科技人员、管理人员和工人的心血与奉献。

20世纪80年代,改革开放的大潮把我国安装业涌上前所未有的蓬勃发展时期。这10年,安装业发生了历史性巨变,一幢幢现代化高级建筑拔地而起,一座座现代化工厂如雨后春笋出现。改革为安装业注入了生机和活力,开放使安装业跨出国门,远涉重洋,把视野投向天涯海角,五洲四海……。遵循“经济建设必须依靠科学,科学技术必须面向经济建设”的方针,1980年,安装技术情报网中心组织出版了《安装技术通讯》(即公开发行的《安装》杂志的前身),为广大安装企业的科技人员、管理人员和工人,提供沟通信息、交流经验、相互切磋,提高水平的平台。安装技术情报网在1985年末划归全国安装协会领导。

20世纪90年代,我国安装业任务更艰巨、挑战更严峻。体制改革要进一步深化、经营

管理要进一步加强,科学技术要进一步发展,企业素质要进一步提高。这些,对安装企业来说既是挑战更是机遇,既是任务更是动力,既是问题更是希望!

跨入新世纪,建筑业市场已进入完全竞争状态,到2013年,建筑工程贡献了建筑业总产值的绝大部分,其产值占比达到了88.6%,安装工程产值占比8.4%,其他产值占比3%。到2014年,全国建筑业总产值达176713亿元,占GDP的比重高达7.03%。建筑业企业发展到79528家,从业人数4499.31万人。66年中已建成上百万个各类工业项目。建筑安装业无可争议的已发展成为国民经济的支柱产业,在国民经济发展中起到基础作用。2015年,是我国改革开放进入37年的深入发展阶段,国民经济建设的快速发展提升了我国的综合实力,安装业与我国工业化、城镇化、信息化、农业现代化紧密相连,在国民经济建设各个领域发挥着积极作用并已逐步成为战略性新兴产业。

二、安装业发展的技术政策与方针的编制

1996年国家原建设部编制了《1996~2010年中国建筑技术政策》,提出“合理使用钢材,发展钢结构、开发钢结构制造和安装施工新技术”。1998年10月原建设部发文《关于建筑业进行推广应用10项新技术的通知》,其中第9项“大型构件和设备的整体安装技术”的推广依托单位为中国安装协会。重庆建筑大学建筑安装工程系与安装技术研究所在原建设部科技司获准《起重工程成套技术及计算机仿真系统研究》项目,完成50~1000kN角钢型、圆管形、方管形桅杆式起重机标准系列设计。中国安装协会完成了《安装名词术语》的编制,共十二章,并分期在《安装》杂志发表。

三、安装工程规范、规程、标准、专利及工法日益发展

我国安装工程的规范、规程、标准,有关安装工程的设计、制造、施工验收规范均已形成比较完整的体系,并随着技术进步和科技创新发展,需要不断更新和修订。目前安装行业经常使用和强制执行的规范标准达100余种。专利及工法也达到100余项。诸如由原机械工业部负责主编、具体由机械工业部安装标准定额站组织,会同冶金部第一冶金建设总公司、化工部施工技术研究所、全国安装协会技术标准中心和重庆建筑大学等单位共同修订而成的《机械设备安装工程施工及验收通用规范》(GB 50231—1998)、《起重设备安装工程施工及验收规范》(GB 50278—1998)等10本。还有石化等各安装业编制的《工业设备及管道绝热工程施工规范》(GB 50126—2008)、《水泥基灌浆材料应用技术规范》(GB/T 50448—2008)、《钢质石油储罐防腐工程技术规范》(GB 50393—2008)、《立式圆筒形钢制焊接储罐施工及验收规范》(GB 50128—2005)、《工业设备化学清洗质量验收规范》(GB 25146—2010)、《工业炉砌筑工程施工及验收规范》(GB 50211—2004)、《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》(GB 50236—2011)、《现场设备、工业管道焊接工程施工质量验收规范》(GB 50683—2011)、《工业设备及管道绝热工程施工质量验收规范》(GB 50185—2010)、《工业安装工程施工质量验收统一标准》(GB 50252—2010)、《管式炉安装工程施工及验收规范》(SH 3506—2007)、《钢制换热设备管束复合涂层施工及验收规范》(SH/T 3540—2007)、《石油化工设备安装工程施工技术规程》(SH/T 3542—2007)、《石油化工静设备现场组焊技术规程》(SH 3524—2009)、《球形储罐工程施工工艺标准》(SH/T 3512—2002)、《石油化工特殊用途汽轮机工程技术规定》(SH/T 3145—2004)、《石油化工

无密封离心泵工程技术规定》(SH/T 3148—2007)、《石油化工重载荷离心泵工程技术规程》(SH/T 3139—2004)、《石油化工转子泵工程技术规定》(SH/T 3151—2007)、《石油化工工程起重施工规范》(SH/T 3536—2002)、《大型设备吊装工程施工工艺标准》(SH/T 3515—2003)、《工程建设安装工程起重施工规范》(HG 20201—2000)等的编制与实施,使安装工程设计按规范、操作按规程、检验按标准得以实现。

目前,在安装工程建设领域,熟悉相关标准与规范的设计、研究单位和人才相对来说比较缺乏。更忧心的是当今技术和产业日新月异,许多标准和应用规范的修订、编制严重滞后。而规范标准的修订、编制必须依靠行业和企业力量才能完成,这也是行业协会任重道远的职责和任务。此外,更多具有自主知识产权的专利、发明和创新技术及产品如何受到保护和扩大市场领域是市场经济发展中的重大问题。

四、安装技术与安装学科带动并促进了安装业兴起

30年与60年的沉淀与积聚,我国安装业已建立了一系列安装技术体系,如起重技术体系;机械设备安装技术体系;管道安装技术体系;电气与仪表工程安装技术体系;大型塔、罐、金属容器建造安装技术体系;电梯安装技术体系;通风与空气调节体系;核电站安装技术体系;焊接技术体系;窑炉安装技术体系;大型钢结构拆撑卸载技术体系;超高层钢结构与设备安装技术体系等。

随着时代发展,新技术、新材料、新成果日新月异,满足了各种各样的国家建设发展需要,同时也面临社会发展进程中对人居环境、智能化、生态文明的各种挑战。特别是近15年来,我国建设规模空前巨大,促进了安装技术体系与安装学科的繁荣和发展,国内各地一批又一批规模宏大、技术复杂的基础设施、大型公用工程和住宅、石油化工、核电站、奥运工程、航天工程、桥梁、海洋采气采油平台、超高层的钢结构工程与大跨度双向张弦的钢屋盖工程的相继建成,大大地增强了我国的国力,使广大人民的物质文化生活水平和城乡面貌得到了显著的改善和提高。同时也标志着我国的建筑安装技术水平,又上了一个新的台阶。

如国家奥林匹克体育场(鸟巢)工程;国家体育馆钢屋盖工程;上海环球金融中心钢结构工程;国家数字图书馆;中央电视台新址大楼;国内第一个可开合屋盖南通体育场;秦山核电站和大亚湾核电站二、三期工程;世界上最安全、最先进、经过验证的三门 AP1000 核电站;上海浦东机场;广州会展中心;广州白云国际机场迁建工程;广州白云国际会议中心;广州博物馆;高610m的广州新电视塔钢结构与机电安装工程;世界第一跨海大桥—杭州湾跨海大桥;世界第一跨重庆朝天门;神华煤矿,煤制油、煤化工一体化等项目的建成,都是奇特、博大、精深、安装技术含量很高的工程项目。

如在奥运工程国家体育场(鸟巢)、国家体育馆、国家数字图书馆等项目中,成功将计算机应用技术、网络技术、多媒体技术、数据库、数字传真、光纤通信、机器人、CAC、CAD、CAM、BIM 高新技术应用到安装施工吊装作业中,使吊装作业面的实景监控、数据和参数的自动采集、传输和处理、三维传真模拟、变形的预测预报、施工参数的自动调整和控制等得以实现,在很大程度上提高了我国传统学科的现代化水平。

又如建筑安装用机器人的应用。目前,在国内外已发明了近百种机器人,应用于安装、混凝土布料、钢筋焊接、混凝土地面压光、隧道开掘、喷涂等危险作业中。

美国《时代》周刊评选出2007年世界10大建筑奇迹,其中第6位、第7位和第8位分