

建筑安装企业专业管理人员岗位培训教材

工业建设安装工程 施工技术基础

建设部人事教育劳动司

中国安装协会

组织编写

包其国 著

四川科学技术出版社

1995年·成都

建筑安装企业专业管理人员岗位培训教材

工业建设安装工程 施工技术基础

建设部人事教育劳动司

中国安装协会

组织编写

包其国 著

四川科学技术出版社

1995年·成都

(川)新登字004号

责任编辑: 罗孝昌 刘阳青

封面设计: 曹辉禄

版面设计: 罗孝昌

建筑安装企业专业管理人员岗位培训教材

工业建设安装工程施工技术基础

包其国 著

出版、发行: 四川科学技术出版社(成都盐道街三号)

印刷: 四川科学技术出版社资中印刷厂

经销: 新华书店重庆发行所

开 东: 787×1092毫米1/16

印 张: 10.5 插页 2

字 数: 259千字

印 数: 15021—19000

版 次: 1988年10月第一版

印 次: 1995年3月第三次印刷

ISBN7-5364-0773-4/TU·37

定 价: 8.75元

目 录

第一章 概论

- 第一节 安装工程在经济建设中的地位
和 作用..... (1)
- 第二节 安装工程的 范 围..... (2)
- 第三节 施工前的主要准备 工 作... (2)
- 第四节 建筑工业 化..... (4)

第二章 机械设备安装工程

- 第一节 工程范围和施工前的 准 备 (7)
- 第二节 基础螺栓 (地脚螺栓) 偏差的
处 理..... (8)
- 第三节 钢垫板的放置与二次 灌 浆 (12)
 - 一、垫板技术..... (12)
 - 二、垫板施工和二次灌浆..... (13)
- 第四节 现 场 运 输..... (16)
 - 一、滚杠运输和大型汽车运输..... (16)
 - 二、气垫和水垫搬运技术..... (18)
- 第五节 吊 装 就 位..... (19)
 - 一、吊装方法..... (19)
 - 二、吊点位置的选择..... (23)
 - 三、塔类设备壁壳的局部加固..... (25)
- 第六节 找正、找 平、对 中..... (28)
 - 一、找正、找平..... (28)
 - 二、对中..... (30)
 - 三、必要的说明..... (33)
- 第七节 金属容器的现场 施 工..... (36)
 - 一、升降式气柜..... (38)
 - 二、浮顶贮罐..... (39)
 - 三、直立式圆筒形贮罐..... (41)
 - 四、球罐..... (43)
 - 五、焊接与焊缝检查..... (57)

第三章 工艺管道工程

- 第一节 管 道 分 类..... (52)
- 第二节 管段 预 制..... (53)
 - 一、分段和组对..... (53)
 - 二、碳钢管预制..... (55)
 - 三、不锈钢管道..... (56)
 - 四、夹套管预制..... (56)
 - 五、管道单线圈的绘制..... (57)
- 第三节 管 道 安 装..... (58)
 - 一、开工前的工作..... (58)
 - 二、管道的连接..... (58)
 - 三、塑料管道..... (60)
 - 四、地下管网..... (62)
 - 五、管线穿越道路, 建筑物的施工..... (62)
 - 六、架空管道网..... (65)
 - 七、夹套管的安装..... (67)
 - 八、伴热管安装..... (67)
- 第四节 管 道 焊 接..... (68)
 - 一、碳钢及合金钢管道..... (68)
 - 二、不锈钢管道..... (69)
 - 三、引起焊缝缺陷和返工的原因..... (70)
 - 四、碳钢及合金钢的焊后热处理..... (71)
 - 五、管道焊接的一些技术动向..... (72)
- 第五节 质 量 检 查..... (73)
 - 一、安装过程中的检查..... (73)
 - 二、焊口的检查..... (74)
- 第六节 管 道 防 腐..... (75)
 - 一、地下管道..... (75)
 - 二、管内壁的防腐处理..... (76)
- 第七节 吹扫、冲 洗、试 压..... (77)
 - 一、试压..... (77)
 - 二、液压、润滑管道的酸洗..... (78)
 - 三、通球扫线..... (79)

四、吹扫、冲洗·····	(80)
五、爆破法吹扫·····	(81)
六、循环水管道的冲洗·····	(82)
七、天然气管道的吹扫·····	(82)
八、蒸汽管道(供汽轮机用蒸汽)的吹扫 ·····	(82)

第四章 电气工程

第一节 输电线路·····	(84)
一、托盘敷设·····	(84)
二、塑料管配线·····	(87)
三、电视、音响系统、火灾报警系统的管 线安装·····	(88)
四、电缆敷设和电缆接头·····	(89)
五、屏蔽电缆·····	(91)
第二节 高低压电器与配电柜·····	(91)
一、高、低压电器·····	(92)
二、配电柜(盘)·····	(93)
第三节 变压器、电动机·····	(94)
一、变压器·····	(94)
二、电动机·····	(96)
第四节 接地、防雷·····	(97)
第五节 共用天线电视系统·····	(100)
第六节 模拟负载试验·····	(102)
一、小型发电机组模拟负载试验·····	(102)
二、35kVA变电站·····	(102)

第五章 仪表工程

第一节 工业自动化仪表的类型·····	(105)
第二节 常用简单图例符号·····	(107)
第三节 取源件的安装·····	(109)
第四节 管道敷设·····	(110)
第五节 电气设备、仪表盘安装·····	(111)
第六节 仪表设备安装·····	(111)
第七节 仪表设备和管道的脱脂·····	(112)
第八节 仪表调校·····	(112)

第六章 空调工程

第一节 空调的意义·····	(115)
第二节 调节和净化空气的手段·····	(115)
一、空气洁净度标准·····	(115)
二、空气洁净手段·····	(117)
第三节 风管的制作·····	(120)
第四节 安装·····	(124)
一、对洁净室安装的注意事项·····	(124)
二、风管安装·····	(125)
三、过滤器的安装·····	(126)
第五节 空调系统的测试·····	(129)

第七章 筑炉、保温工程

第一节 耐火砖材的加工·····	(131)
第二节 砌筑·····	(132)
第三节 保温工程·····	(134)

第八章 防腐、衬里工程

第一节 耐腐蚀砖板衬里·····	(137)
一、耐腐蚀砖板衬里·····	(137)
二、瓷砖耐酸衬里·····	(138)
三、砖板衬砌工艺流程·····	(138)
第二节 橡胶衬里·····	(140)
第三节 塑料衬里·····	(142)
第四节 铅衬里·····	(143)
第五节 玻璃钢衬里·····	(145)
第六节 金属喷涂·····	(147)
第七节 涂料防腐层·····	(150)
一、无机富锌涂料·····	(150)
二、环氧粉末涂料·····	(151)

第九章 试运转

第一节 准备工作·····	(153)
第二节 单机试运转·····	(154)
第三节 联动试车·····	(156)
第四节 化工投料试车和试生产·····	(155)
附录 安装工程常用法定计量单位及换算 ·····	(157)

第一章 概 论

第一节 安装工程在经济建设中的地位和作用

建筑业是一个广阔、复杂而又变化多端的行业，从事极大分散性的施工工程，是国家进行基本建设的主要行业，是我国的一个重要物质生产部门。它从事二大施工工程，一是土建工程，二是安装工程。土建工程的主要功能，一是为工厂的各种工艺生产设备提供可靠的维护结构，二是为各种生产活动和人的生活提供必要的活动场所，三是从美学观点、环境保护及社会需要等角度出发而提供的其他功能。安装工程直接为产品的生产工艺提供完备和良好的工艺装备和生产条件。因此，可以说先有生产的需要，才能产生和确定土建工程的规模。目前，一个新厂的建设，都是先根据生产产品的要求和规模，设计产品的生产工艺并根据工艺选用工艺装备，然后根据生产工艺和装备，设计各种建筑物。一幢商业楼、影剧院、住宅等的建造，一般也都是根据使用功能设计照明、电讯、给水、排污、消防等设施以及房屋的结构、层数等。对土建工程人们比较熟悉，而对安装工程则无所强调。试想，一个工厂所有厂房都盖好了，没有安装好各种生产工艺设备并进行调试和试运转，使之达到生产出产品的条件，工厂就不能正式投产，发挥不了经济效益。一幢住宅盖好了，没有照明和给水及排水、排污设施，人们就不能长期住下。因此对土建和安装工程是不能分割和有偏见的，二者既是各自独立成为一个系统，又是相依相存、互相促进发展，是建筑业的二大支柱，缺一不可不能成为一个完整的行业。随着我国石油化工、化纤、钢铁冶金、轻纺工业的发展，安装工程在建筑安装工程量中的比重越来越大，在一些石油化工工程中，安装工程量已超过土建工程量，约占建筑安装工程量的60~70%；如钢铁冶金联合企业中约占40~50%，中小型电站（5万kW以下）约占30~40%。就住宅建设的投资而言，在高级或高层建筑中其安装工作量也由15~20%的比重逐步增多，高的已接近50%左右。因此，如何加快安装企业的技术改造，提高施工水平，从而大幅度地缩短安装工程施工周期，对于加快我国现代化建设的步伐，具有重大的意义。

安装工程是根据工厂设计和生产工艺的要求，将各种工艺装备在指定的部位安装并进行调试，使之成为一个完整的产品工艺生产系统，而且确保整个工程符合设计和生产要求，从而使所新建的工厂正式投入生产。安装工程是建设中的最后施工阶段，通过安装工程中的最后试生产，即可转入正式使用和投产，因此是形成生产力的关键环节，是建设与生产的重要纽带。一般每个建设项目都经定项目——选建设地点——勘察设计——土建施工——安装施工——试生产——正式投产等阶段，所以安装工程是建设通向生产，新建企业发挥经济效益的桥梁。安装工程施工质量的好坏，不仅关系到整个建筑产品的质量，更重要的是，它直接影响着产品质量和工厂安全运转周期。

国外引进装置和工厂的技术改造，它们的先进性，首先是通过安装工程中的检测、安装、调试和试运转来实现的。高层建筑的安装工程中，消防、供电、供水、排污、通讯、音响、高速电梯以及经营管理中采用微电脑技术等新设备、新技术也是通过安装工程来实现的，为

人们提供安全、舒适的现代化活动场所，因此，安装工程又是应用传播先进技术、新工艺、新设备、新材料的先驱。

发展安装工程施工技术，实行专业化生产，加速实现“四化”，顺利达到本世纪末我国工农业年总产值翻两番的宏伟目标，是符合我国国情，建设中国特色的社会主义的有力措施之一。

第二节 安装工程的范围

安装工程与土建工程一样，根据建设项目的不同，也可分为工业安装工程和民用建筑安装工程。民用建筑安装工程即一般通称“水、暖、电、卫”等工程项目。工业安装工程所包括的项目和内容是较广泛的，在一个工厂建设中，各种类型的机械设备（转动的和静置的）、电气设备（发电机、电动机、变配电设备等）是工厂的主体；工艺管道是供给工厂生产需用各种工艺物料，各种气体、液体原料，半成品和成品的通道，好似人体中的血管；电气系统是转动设备的动力，好似人体中的神经系统；仪表、自动化控制系统是工艺设备向外传递信号和控制正常生产的装置，象人身上的耳目和神经中枢。这些装置和系统不但都要安装到生产工艺布置的指定位置，而且还要达到规定的各种技术要求，是一项技术性很强和具有各种专业的工程。

根据目前国内各安装企业所担负工程的情况，概括起来，工业安装工程一般分为：（1）机械设备安装工程；（2）工艺管道安装工程；（3）电气、仪表安装工程；（4）空气调节工程；（5）筑炉、保温工程；（6）防腐及设备衬里工程等等。通过这些主要的安装工程构成一个现代化工厂的技术装备系统。

第三节 施工前的主要准备工作

施工准备是施工的一个重要阶段，也是保证多快好省地完成各项施工任务的重要前提，是一项重要的组织工作和技术工作。施工准备工作贯穿在整个施工过程中，工作涉及面广，要按计划进行，有阶段性，从粗到细，逐步进行，延续到正式施工阶段。

合理的施工程序是保证正确贯彻建设方针的重要条件之一，也是提高劳动生产率的重要因素，是衡量一个施工单位管理水平高低的一把标尺。作到按程序施工，可以防止那些不应当产生的差错，达到均衡施工，文明生产。所谓按程序施工，就是依照着合理的工序安排施工，使施工能顺利地进行。例如对管道工程而言，如按工种排列的程序是：土建——钢结构——设备——管道——电气——仪表——油漆——保温；它们之间的衔接，后一道工序应在前一道工序完成一定的百分比后才能开工，目的是为了防止造成施工程序颠倒或停工、窝工情况的产生。衔接时，下道工序投放的劳动量应与上道工序进度的百分比成正比。

在全面开展施工活动前，必须充分做好各项施工准备工作，才能保证安装工程的顺利进行。施工准备工作的基本任务是：掌握建设项目的特点；了解对施工进度和安装技术的要求；摸清土建工程进度，设备和材料的交付日期；编制施工组织设计；全面规划生产基地，安排施工力量和施工机具；制订合理的施工方案等。

施工方案是将工程建设项目付诸实施的、带有指导性的文件。方案是否科学、可靠，办法是否先进可取，不仅直接关系着工程的建设速度，而且在很大程度上决定着财力和物力消耗的大小，造价的高低，投资的多少。

施工方案的内容包括：计划工期和进度，劳动组织和编制，机械设备（包括专用工具），施工程序（即工艺方法），技术措施（包括技术课题的攻关、安全操作等）以及降低成本的途径，保证工程质量措施等。由于施工技术的日益发展和机械化水平的不断提高，往往使完成一项工程的施工工艺和手段有很多的选择，因此对一项工程有可能同时存在几种施工方案，这就需要对可以采用的几种方案进行技术经济分析比较，择优采用。实质上，施工方案的技术经济分析，是以提高经济效益为宗旨的可行性研究。方案的经济效果是整个活动中各种影响因素的综合反应，这些因素是互有联系、互有制约、互为因果的。如为了高速度而不计消耗，不讲核算，工期虽有缩短，但实际成本却超过预算，显然，这种方案不是最佳方案。不从实际出发，不因工程具体情况制宜，一味片面强调提高施工机械化水平，在采用施工机具上“杀鸡用牛刀”，则必然导致机械费用大大上升，这种方案当然也是不足取的。因此，经济效果最佳的施工方案，应该以满足工程质量（即设计规定的技术条件及采用的规范、标准）和建设工期要求为前提，消耗最小、成本最低的方案。

施工前的准备工作，归纳起来，主要可分成二大部分：

一、技术方面的准备

（一）收集和掌握有关技术资料和施工依据。

（1）工厂的技术设计任务书、设计图纸，有关规范、规程、标准，设计概算，特殊的技术要求。（2）弄清工厂的建设规模。（3）了解产品的工艺流程及生产要求，建设进度，设备的交付日期和最后一批设备的到达期。（4）对超重、超限设备，精密设备的安装技术要求。（5）在现场制作和组装的大型金属塔、罐、槽类设备。（6）土建进度和设备基础、管道构架的完工日期。

（二）对特殊焊接，仪表调试，大型精密机械等安装技术要求比较高，专业性较强的工种进行培训。

（三）对关键或精密设备的安装、起重吊装，超限的塔、罐类设备的吊装就位，工艺管道的敷设和清洗、试压，现场制作和组装的大型金属塔、罐类静置设备等主要单项工程，编制单项施工方案。

（四）详细核对设计图纸，对国外引进工程还要注意图纸的版次。

（五）与土建等单位共同编制施工组织总设计，这是保证整个建设项目顺利进行的首要条件，是指导各项施工准备工作的重要依据，是全面部署和规划全部施工活动的重要技术文件。

（六）建立技术档案。

二、施工条件的准备

创造良好的施工条件，是保证顺利施工的重要措施，是重要的施工准备工作之一。应依据施工组织总设计在现场建立相应的施工生产基地和配备加工机械设备，以及材料库、设备库、加工场地等大型临时设施。对施工需用的大型机具和运输车辆作生产的准备，如检修、配套（安排自制或外购），按施工进度定期进入现场。

施工生产基地，根据施工情况，可建立机械工场、管道工场、电气工场、防腐、保温瓦制作工场等，其规模应根据施工任务来确定，并装备相应的生产设备。

机械工场的主要任务有三大类：

(一) 制造现场加工制作的各种大型金属塔、罐、槽类设备的半成品以及零部件。

(二) 对所安装的各类设备, 在安装前进行检查、清洗、除锈、试压、油漆防腐以及预组装等工作。

(三) 制造或修理被损坏的设备部件, 制作一些安装专用机具等。

此工场应配备铆焊设备及各种机械加工的金属切削机床, 锻压设备等。

管道工场的主要任务是预制管段和检修各类阀门, 制造各种管件。要配备管子加工的各种机具: 如砂轮机、坡口机、弯管机等, 阀门研磨机、焊接和无损检测机械, 试压泵等。

电气工场是为电气设备的检查、试验、整修、调试仪表等工作而建立的, 应配备各种试验、测量仪器, 以及建立无油、洁净压缩空气的供应点。

防腐、保温瓦制作工场的主要工作是为管道防腐, 管材和塔、罐类设备的除锈、防腐衬里, 各种管道和设备需用保温瓦的制作等。要配备检查防腐层质量的仪器以及相应的生产机具。

其他的准备工作如在正式施工前要编好施工预算、签订合同, 做好会审图纸、技术交底, 等都要一一安排和落实。

第四节 建筑工业化

建筑业的产品特点是: 式样多, 定型少, 地点固定, 施工流动, 体积庞大, 材料零碎, 种类多, 费用大, 旷时久。要改变建筑业的这种落后面貌, 就有必要将其不利因素转化为有利因素, 采取类似现代化工业生产的方式来建造房屋和安装各种生产工艺装备, 也就是实现建筑工业化。

建筑工业化是把不同类型的房屋作为工业产品, 分别采用统一的结构形式和成套的标准构、配件, 采用先进工艺, 按专业分工集中在工厂进行均衡的连续的大批量生产, 所有构成建筑产品的各种构、配件为商品生产; 在建设现场对包括混凝土现浇以及装修、设备安装在内的各项工程进行机械化施工, 使建筑业那种分散的、落后的手工业生产方式转到现代化工业生产方式的轨道上来, 从根本上来一个全面的技术改造。建筑工业化不仅是生产力本身的革命, 而且带来了生产关系, 上层建筑的革命; 它有利于采用新技术、新工艺、新材料, 大幅度的提高劳动生产率, 大大加快工程进度, 缩短工期, 有效的提高工程质量, 降低成本, 提高经济效益。

建筑施工要向工业化方向发展, 就要大大发展工厂预制加工, 减少现场制作, 只有这样才能实行机械化、联动化、自动化, 进一步实行科学管理。不仅建筑构、配件可以集中预制加工, 水暖管道也可集中预制加工, 卫生设备的安装也可在工厂预制(如盒子结构、管道壁板等)。生产工艺设备可先在工厂组装成各种组合件, 经检验调试合格后, 运至现场安装。工艺管道在解决管配件生产系列化、通用化、商品化的情况下, 将直线管段在工厂内组装成预制组合管段, 运至现场进行全管线的组装。这种工业化生产方式必须走专业化道路, 才有利于采用先进的施工方法, 有利于采用新的科研成果。随着建筑施工技术水平的提高, 搞专业化协作, 要破除旧的习惯势力和小生产经营观念的影响, 克服“小而全”, “万事不求人”的思想, 此外, 还要创造一些条件, 如要有一定的场地、设备、资金等, 以及培训人才、搞好标准化工作。

从国外建筑工业化发展过程来看, 其基本共同特点表现在以下几个方面:

(一)以机械化为核心,在整个施工生产过程中,用各种机械代替手工操作,并逐步从机械化向联动化、自动化方向发展。

(二)以标准化为前提,发展工业化建筑体系,加速实现建筑现代化的进程,不仅对房屋的构、配件进行标准化,而且对施工机具(包括装修用机具)和住宅建筑安装工程的各类装置和设备也进行标准化,并配套定型生产。构、配件和设备可以通用和互换,逐步从专业体系向通用体系发展。

(三)以工厂化为手段,保证产品成批连续生产,产品走向商品化、社会化。

(四)组织管理科学化是实现建筑现代化的保证。工业化程度越高,分工越细,专业生产越强,更需要生产的全过程中从规划、计划、设计、生产、施工管理等各个环节统一指挥,紧密配合,采用现代化的科学技术和方法组织生产。在工程管理上广泛采用统筹法,通过网络技术,在千头万绪的工程项目中,分清“主、次、急、缓”,找出问题及对策,对整个工程进行控制和掌握。用电子计算机编制网络图,普遍推广和采用电子计算机对工程进行科学管理。

(五)开展有组织、有系统的科学研究和实验,加强技术情报工作,使科研、情报工作走在生产前面,不断创新,不断前进。

美国、日本及欧洲各国对住宅建筑安装工程(水、暖、电、卫等工程项目)的工业化,主要途径是在工厂内组合设备部件,如给、排水和卫生设备工程是把房屋内的管路分成若干相同的单元,在工厂内预制和装配为管道排列并固定在金属框内,在现场装配成墙板或楼板,后又发展把预制管井和卫生设备组合成一起的预制设备墙板、楼板和预制卫生间,预制浴室,厕所、厨房组合间等。对采暖工程一般有二种方法,一是将设备预制装配和施工,如预制管道,预制散热器等;另一种是将设备、管道与主体工程的构件结合起来,如采暖墙板、采暖地板,即把采暖管道预埋在预制墙板和预制楼板内。

工业安装工程工业化发展的途径,主要是扩大预制装配程度,在工厂内组装成各种组合件,经检测调试合格后,运至现场安装。如生产工艺设备安装,美国、日本和苏联等国家广泛采用“大型组合件”施工法,即把生产装置的一个单元在工厂内成套预装配好,经检验和调试合格后,整体运至现场进行安装;如苏联石油开采工业在用管道输油装置中要建设大量的中间连接泵站,每个中间泵站配备一个输电变压器站;在工厂内将中间泵站组装成泵机组、增压室、变压器站三个“大型组件”,这样劳动力消耗减少48%,造价降低19%。“大型组件”的组合程度在一般情况下,对转动设备是把主机、副机和设备附属件以及仪表和配接的管道连接组装成一体。对塔、罐类静置设备是把塔内的附件(如塔盘等)、塔外平台、扶梯、保温层以及塔的附属管线等组装起来。但大型组件的总重量必须考虑运输和吊装设备的能力。在70年代初期,国内对大型静置设备的安装已能做到现场预制装配整体吊装,对金属塔、罐类设备能做到塔起、灯亮、管线通。在燕山石油总公司扩建工程中,北京化工建设公司自制高64米的金属桅杆、双桅杆,起重能力为700吨,成功地吊装高83.4米、直径4.5米、总重680吨的丙稀塔。四川省建工局将原德意志民主共和国50年代的40吨塔式起重机设计改装为400吨塔桅起重机,顺利地解决了四川化工厂大型化肥引进装置工程中尿素合成塔等多台超重、超限设备的吊装就位,加快了整个工程的建设进度。

工艺管道工程工业化,首先要解决管配件工厂化生产,做到管配件生产标准化、系列化、商品化,在此基础上实现管段预制工厂化。国外的石油、化工企业,在量大的管道工程中,将直线管段预制成组合件,整体运至现场安装,这样使工程中的管件配制更为合理,可节约

管材、管件和阀门。在国内有的安装企业已发展在工厂集中生产各种管配件，并根据施工条件预制成运输界限尺寸的管段，然后运至现场进行全管线的安装。

空调工程的工业化是在风管、风帽等配件工业化生产的基础上发展组件法安装。

仪表、电气工程的安装随着安装工业化的发展，逐步扩大预制装配程度。

工业炉的砌筑在工厂内将炉壳内衬的保温层和耐热层用耐火材料喷涂成形，然后将工业炉运至现场。对内衬防腐层的罐、槽类设备，在工厂先将防腐层做好并达到技术要求后运至现场安装。

上述“组件法”施工工艺的优点是：

(1) 原来在现场进行的工作，可以在工厂条件下进行，充分利用工厂的设备进行装配、焊接和试验，从而提高工程质量，提高劳动生产率；同时不受气候条件的影响。

(2) 提高安装速度，减少高空作业，降低劳动力消耗。

(3) 缩短工期，节约工程投资。

第二章 机械设备安装工程

第一节 工程范围和施工前的准备

机械设备安装是工业安装工程中最先施工的工程,随后进行管道、电气、仪表工程等的安装施工,安装质量的好坏,直接影响着其他安装工程的施工质量和施工进度。

每个工业企业,根据生产性质、生产规模、产品质量等规定,配备各种类型的机械设备,如:(1)工艺装备:机器制造厂的各种金属切削机床,锻压、铸造、焊接设备等。纺织印染厂的纺织机、印染机等。化纤厂的纺丝机、醛化机等。化肥厂的合成压缩机、合成塔、再生塔等。(2)动力设备:锅炉、汽轮机、空气压缩机、电动机、变压器等。(3)通用设备:通风机、鼓风机、水泵等。(4)起重设备:螺旋输送机、皮带运输机、提升机、桥式起重机等。(5)加热炉、转化炉,各种热处理炉等各种工业炉。(6)各种受压容器以及金属塔、罐、槽类设备。(7)材料检验设备等等。将这些机械设备按工艺设计的要求安装到指定位置,并进行调试,使达到原机的性能并符合工艺生产系统生产出合格产品的要求。这类施工的任务。即所谓机械设备安装工程。

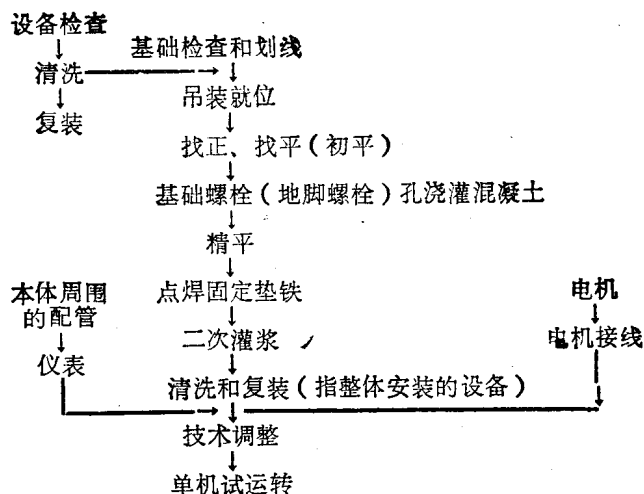
大型金属塔、罐、槽类等静置设备,由于体大、量重、体高或长,为了减少运输困难以及运输途中造成变形,这类设备的筒体、顶盖、底板和各种附件,一般都先在工厂内分块、分段压制、组焊成型,然后运至现场进行整体组装、焊接、试验。在现场进行的这类工作亦属于机械设备安装工程的范围内。对某些机械设备(如锅炉)来说,机械设备安装也可说是这类机械产品的最后一道组装工作,将散装的机械零、部件组装成完整的机械产品,并进行性能测试和试运转(冷态和热态)。因此,工程范围大,还必须熟悉机械设备的正确操作方法。

由于机械设备的类型多,构造各异,用途不同,在安装前必须了解和熟悉它的主要构造、性能、装配的要求和特点,它在生产工艺流程中所起的作用。

安装开始前,首先对机械设备进行清洗,检查以及测量必要的几何尺寸。核对底座上的基础螺栓(地脚螺栓)的孔距和孔是否与设备基础上预留的螺栓孔和孔距相符,对塔、罐类设备还要核对管口位置与设备基础上相对应的“o”位是否一致。对机械设备的缺陷和附件,使用的特种工具等都要一一检查和作好记录。其次要编制施工组织设计(或施工方案)和安装工艺卡;如对高、大、超重的塔、罐类设备的吊装,要制订吊装方案,选择合适的吊装方法和合理的吊点位置;对大型精密、高速的转动机械应选择有效的找正、找平方法和对中的技术措施以及检测工具。

安装方法应根据制造厂对设备的技术要求来确定,如已在工厂总装调试不允许在吊装就位前进行拆卸的机械设备,可采用整机安装,在单机试运转前进行拆卸、清洗、复装、调试。有的虽在工厂已总装调试,但考虑便于运输,解体包装运到建设工地,在施工中,可根据起重机械的能力,进行解体安装、部分整体安装或进行整体吊装就位。

传统的机械设备安装程序是:



安装工艺流程根据机械的类型、结构和安装技术标准来确定，一般大型传动机械的主要安装工序，如采用分件安装，它的工序通常是：机座就位→找正、找平→装主轴→测各轴承的间隙→吊装机盖→二次找正、找平（精平）→基础螺栓孔浇灌混凝土→装各种附件→装附属的电气、仪表件→调整测试→动力机试运转→单机试运转。塔、罐类设备在二次灌浆后进行附件安装、配管、吹扫、试压、试漏、装填充料等工作。

第二节 基础螺栓（地脚螺栓）偏差的处理

机械设备与基础的连接有三种方法：一是设备直接用水泥砂浆固定在混凝土基础上，这种方法仅用于安装轻型和平衡良好、重量小于1.5吨的机械设备。如图2—1所示。

二是用基础螺栓（地脚螺栓）把设备固定在混凝土基础上。根据设备的要求，有三方种法固定基础螺栓：（1）基础螺栓除留够一定的长度外，其余部分全部埋在基础内；（2）在装螺栓部位的上部预留调整孔，如图2—2所示，其预留孔的尺寸如表2—1。（3）在基础上预留基础螺栓方孔，在安装设备的同时将螺栓装入，设备初平后对预留螺栓孔浇灌混凝土将螺栓固定，如图2—3所示。金属切削机床很多是采用这种方法。

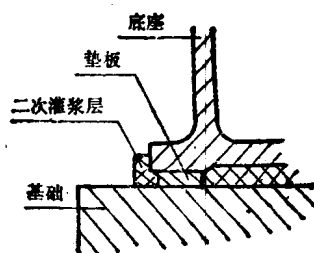


图2—1

表2—1

d（螺栓直径）（mm）	20~24	30~36	42~48	56
A（孔的每边尺寸）（mm）	100	130	160	180
h（孔的深度）（mm）	200	300	400	500

三是采用可换基础螺栓即活动式螺栓。此螺栓固定在预先埋入混凝土基础内的固定板上，如图2—4。固定板一般为铸铁件，在板上有矩形或方形孔或车削有螺纹，基础螺栓可插入孔内或与螺纹连接。

基础螺栓露出混凝土基础平面的长度和螺纹长度太长或太短都会影响设备安装，所以应

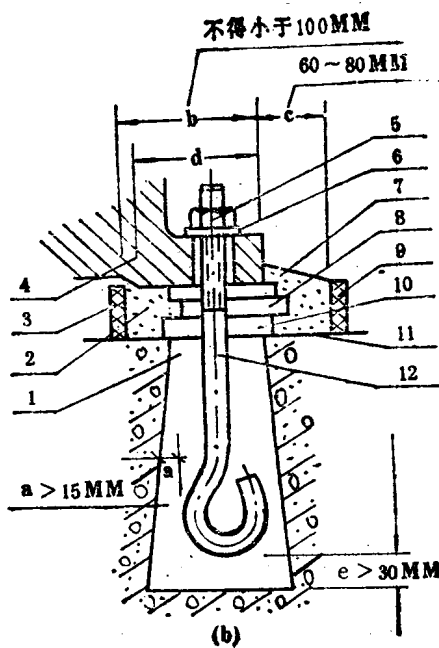
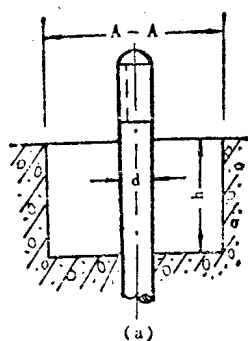


图2-2 (a)、(b) 固定式地脚螺栓
1、基础 2、灌浆层 3、内模板 4、设备底座 5、螺帽 6、垫圈 7、灌浆层斜面 8、成对斜垫铁 9、外模板 10、平垫铁 11、基础表面 12、地脚螺栓

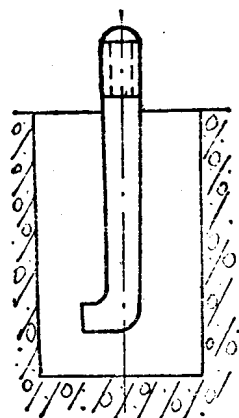


图2-3

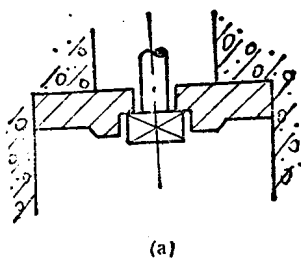


图2-4 (a)

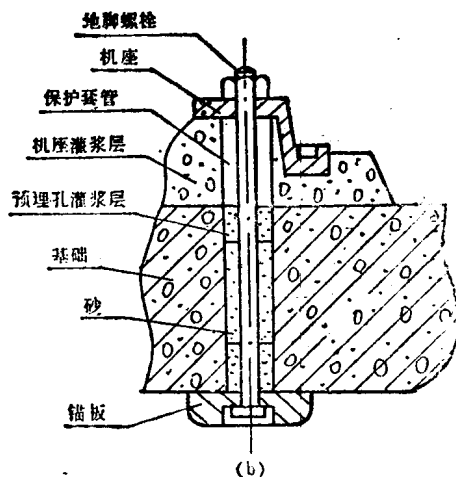


图2-4 (b) 活动式地脚螺栓

留合适的长度，尚要考虑基础下沉量的大小。一般可用下式计算长度（图2-5）：

基础螺栓外露长度

$$l = h_1 + h_2 + h_3 + l_2$$

$$= h_1 + l_3$$

$$\text{螺纹长度: } l_0 = l_1 + h_3 + l_2$$

式中： h_1 —设备底座厚度

h_2 —垫圈厚度

h_3 —螺帽高度（根据设计要求需

用一个或二个，用二个螺帽时，一个为标准型，

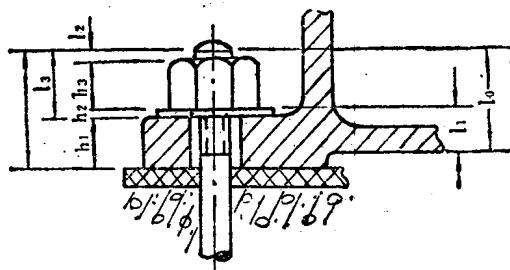


图2-5

另一个为扁螺帽)。

l_1 —螺纹多留长度

l_2 —螺栓尾部留出长度，一般取：

$$l_2 = 1.5t \sim 5t \quad (t \text{ 为螺距})$$

设备底座螺栓孔与基础螺栓直径的关系如表2—2(单位为mm)，

表2—2

孔 径	12~13	>13~17	>17~22	>22~27	>27~33	>33~40	>40~48	>48~55	>55~65
螺栓直径	10	12	16	20	24	30	36	42	48

安装设备时，如发现混凝土基础上预留的孔位与设备底座螺栓孔不符、有偏差，应作相应的处理。

1. 方位及位置偏差的处理 可根据偏差情况分别采用下述几种方法进行纠偏

(1) 螺栓直径在24~30mm以下，中心线位置偏斜在10mm以下的，可先用氧—乙炔焰将螺杆烤红，用手锤把杆打弯，或用千斤顶顶弯螺杆矫正达到要求后焊钢板一块加固如图2—6所示。

(2) 螺栓直径小于30mm，中心偏差在10~30mm以内，可用氧—乙炔焰烤红后用手锤打弯螺杆，焊上钢板加固，以免拧紧螺栓时，螺杆又有回复伸直现象，如图2—7所示。

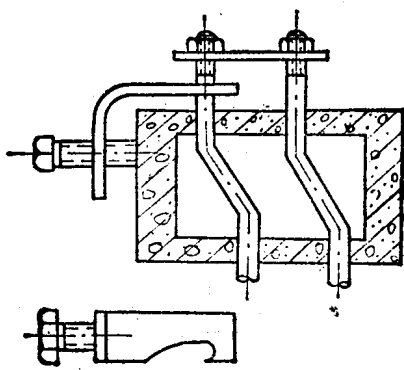


图2—6

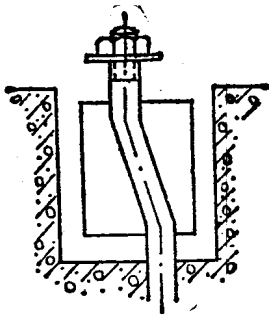


图2—7

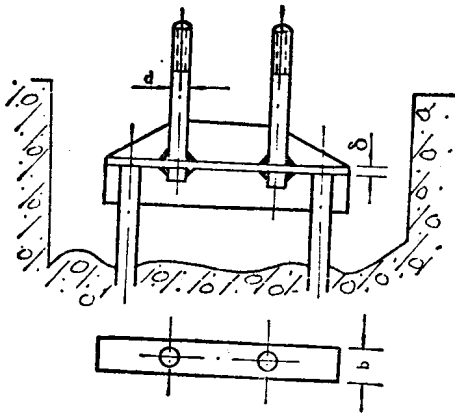


图2—8

(3) 如螺栓中心偏差较大，可先将螺栓切断，把螺栓的上部杆段焊在钢板上，然后把钢板焊接在原螺栓的下端头，钢板必须埋入凿挖的混凝土槽内，保证所规定的标高和位置，如图2—8所示。钢板的厚度： $\delta = d$ ，宽度 $b \geq 2d$ ，长度按实际情况确定。

(4) 如螺栓中心距与设计或设备底座基础孔距不符，可将螺杆用氧—乙炔焰烤红并打弯，在二个螺杆间焊一块钢板固定埋入混凝土槽中并用混凝土灌坑，恢复原基础的形状，如图2—9所示。

(5) 大直径螺栓(M30以上)发生偏差时，可先将螺栓切断，用方钢焊在螺杆中间，如考虑螺

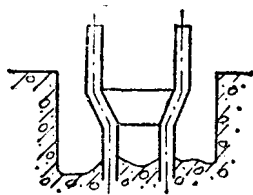


图2-9

栓的强度要加强，则在螺杆的二侧再焊钢板加固。如受力不大时，两螺杆间可不加焊方钢，在二侧加焊钢板加固即可，如图2-10所示。加固钢板的宽度为螺栓直径的3~4倍左右。

2. 螺栓过高或过低的矫正 一般有下列三种方法

(1) 螺栓过高时，可将高出部分割掉，重新切削螺纹，在无法车削螺纹时，可用一根厚壁短管作为垫圈，套在螺栓外面，再拧上螺帽，如图2-11。

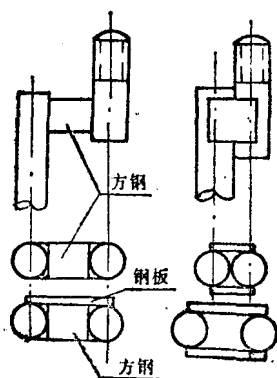


图2-10

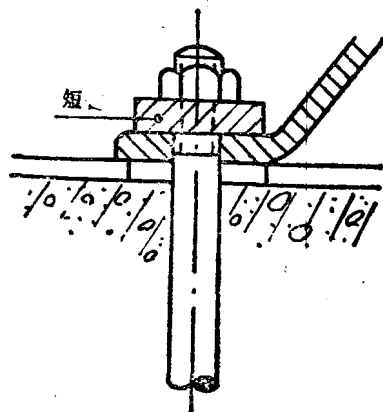


图2-11

(2) 螺栓短而差数不大时，在15mm以内，可用氧—乙炔焰烤红拉长，在螺杆直径变细的位置焊钢板加固，如图2-12。

(3) 螺栓短而差数较大，在15mm以上，不能采用加热拉长时，可在距预埋孔底部100mm处将螺栓切断，另焊接一根新螺栓。如图2-13。

3. 螺栓拔活后的处理 在拧紧螺栓时，有可能发生把螺栓拔活的情况，则应将螺栓打回原来的位置，并将基础上的螺栓孔位铲成如图2-14所示的形状，然后在螺杆上焊纵横十字形的二节短圆钢，最后用水把坑冲洗干净，并补浇满混凝土恢复原基础的形状。根据螺栓拔活或受力情况，在螺杆单侧焊固单十字形二节圆钢或在两侧焊固双十字形的短节圆钢。

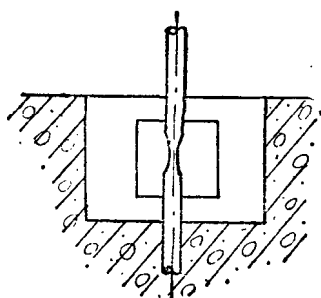


图2-12

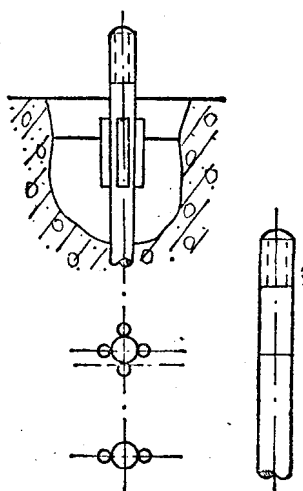


图2-13

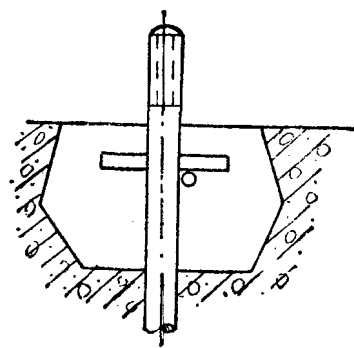


图2-14

第三节
 钢垫板的放置与二次灌浆

一、垫板技术

设备与基础之间要垫放钢垫板（俗称垫铁），它的作用一是调整设备的标高水平，二是可将设备重量和工作负荷传递给基础，此外，它使设备与基础保持一定的间隙以便二次灌浆。垫板的形状，一是平板式的平垫板，一是楔形的斜垫板。现在垫板很少采用铸铁，一般是用不同厚度的钢板剪切或气割而成的，特殊设备还采用不锈钢材料；斜垫板虽然需要机械加工，但成对使用时微调设备的高度很方便，所以在设备安装中广泛采用。垫板面积通常是根据基础螺栓公称尺寸来选定的。如表2—3。使用时，一般在平垫板上叠加斜垫板。平垫板的厚度没有严格要求，斜垫板的斜度通常是1：25~1：50。为了减少垫板层间的累计间隙，对成组垫板的块数作了限制，按照我国有关规范，垫板组有斜垫板时不宜超过五块（即成对斜垫板和三块平垫板），全部是平垫板多达六块，且要求厚块放在底层，薄片夹在中间。

表2—3

基础螺栓（直径）	垫板规格（长×宽）mm
M16 M20 M22	100×50
M24 M30 M36	140×70
M42 M48 M56	180×90
M64 M72 M80	220×110
M90 M100 M110	300×150
M125 M140 M160	400×200

在现行设备安装及验收规范中，我国是按垫板单独承载来考虑的，普遍推荐的垫板面计算式是：

$$A = C \frac{Q_1 + Q_2}{R}$$

- 式中：
 A—垫板面积（cm²）
- C—安全系数，一般取1.5~3
- Q₁—设备重量及工作负荷
- Q₂—拧紧基础螺栓后（可采用基础螺栓的许用抗拉强度），所分布在该垫板上的压力（公斤力）
- $Q_2 = [\sigma] \cdot s$
- [σ]—基础螺栓的许用应力
- s—基础螺栓的有效面积
- R—基础的单位面积抗压强度（可采用混凝土设计强度）

国外对垫板面积有不同的理解，如日本JISMD~1010的垫板面积计算公式为：

$$A \geq \frac{Q - A_1 \sigma_1}{R}$$

式中：Q—基础承受的全部负荷，由基础螺栓紧固力、设备重量、工作负荷三部分