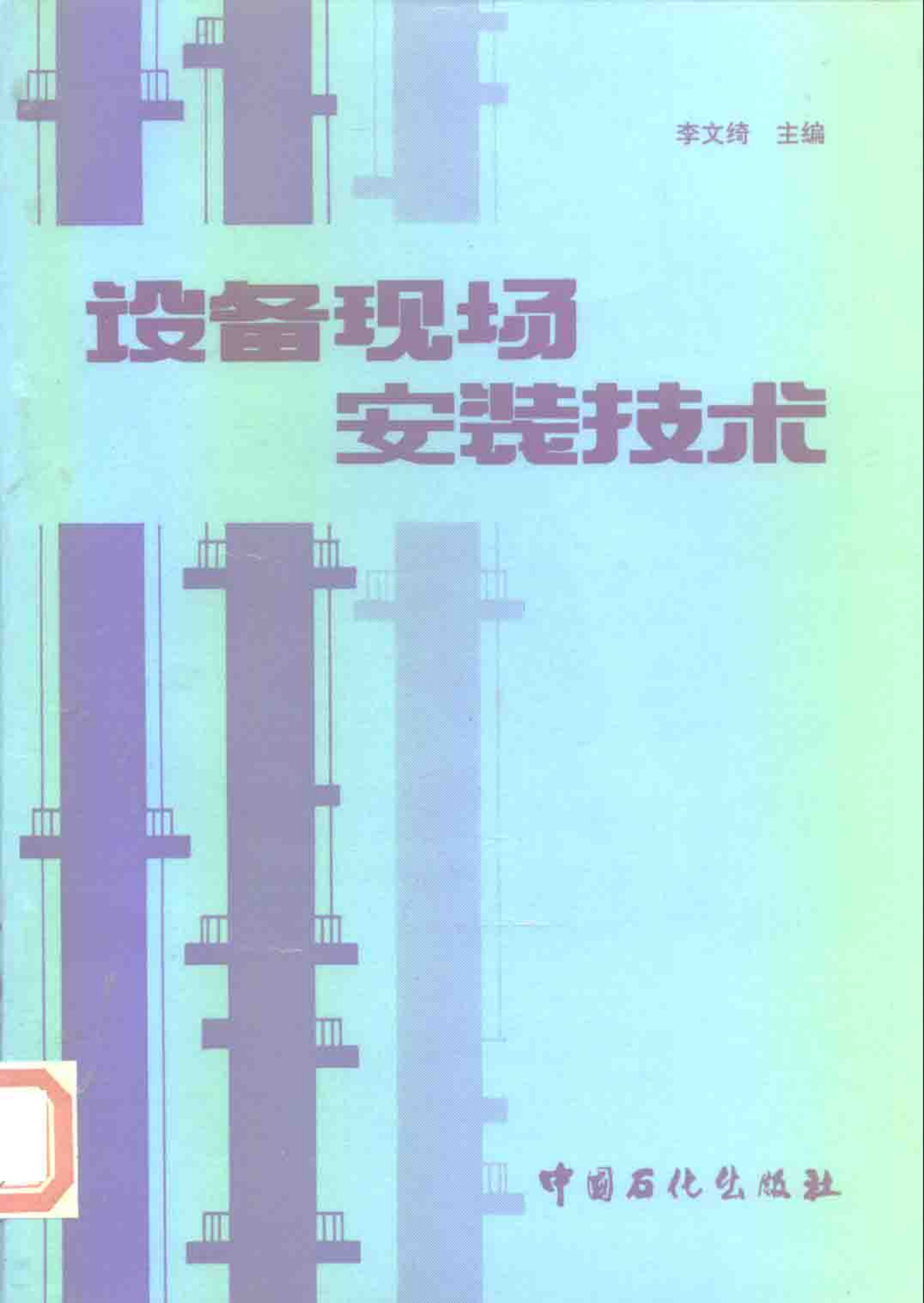




李文绮 主编

设备现场 安装技术



中国石化出版社

内 容 提 要

本书详细介绍了石油化工厂设备安装工程中常用工具、机械的性能及选用；叙述了厂外和厂内大型设备运输、装卸所采用的设备和技术；叙述了石油化工厂反应器、贮罐、机泵等各类设备的安装技术。书中总结了提高安装效率、降低人力消耗、提高机械化水平取得的成果，并介绍了国外化工设备吊装的成功经验。

本书是一本实用的工程技术参考书，适用于从事机械、化工、建筑等行业设备吊装、检修的工程技术人员、石油化工厂设备工程师阅读。

本书由李文绮高级工程师主编，李文绮、宋磊、卢丽平执笔编写。

设备现场安装技术

李文绮 主编

宋磊 卢丽平 编

*

中国石化出版社出版发行

(北京朝阳区太阳宫路甲1号 邮政编码: 100029)

中国纺织出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所经销

*

787×1092毫米 16开本 12印张 307千字 印1—3 000

1995年9月北京第1版 1995年9月北京第1次印刷

ISBN 7-80043-576-8/TQ·364 定价: 12.00元

目 录

第一章 设备安装基础.....	(1)
第一节 安装基本工序.....	(1)
第二节 安装工程机械化水平测定.....	(2)
第三节 安装工程计划.....	(3)
第四节 整体组装的一般知识.....	(5)
第五节 用传送方法进行整体组装.....	(7)
第二章 基本手工操作.....	(9)
第一节 手持式机械的用途.....	(9)
第二节 金属切割.....	(9)
第三节 表面刮削和打磨	(10)
第四节 螺栓联结接头的组装	(10)
第五节 钻孔	(19)
第六节 其它手工操作	(20)
第三章 手持式机械工作原理	(22)
第一节 手持式机械分类	(22)
第二节 手持式机械动力	(22)
第三节 传动机构	(27)
第四节 配套工具	(29)
第五节 旋转式机械	(30)
第六节 冲击式机械	(31)
第七节 旋转冲击式机械	(32)
第八节 手持式机械的动力源	(34)
第四章 手持式机械的选用	(35)
第一节 金属切割机械	(35)
第二节 打磨机械	(40)
第三节 螺栓联结接头装配机械	(43)
第四节 螺栓预应力张拉装置	(49)
第五节 钻孔机	(50)
第六节 其它机械和器具	(51)
第七节 使用手持式机械的防护措施	(55)

第五章 辅助设施供应	(57)
第一节 安装公司的工具储存	(57)
第二节 中心工具室和工具维修车间	(58)
第三节 工段工具分配站和班组工具箱	(59)
第四节 流动工具站	(59)
第六章 设备的场外运输	(60)
第一节 概述	(60)
第二节 反应器的公路运输设施	(61)
第三节 牵引力计算	(63)
第四节 公路运输的稳定性	(67)
第五节 反应器的装与卸	(68)
第七章 设备的场内运输	(73)
第一节 运输设备的方法	(73)
第二节 安全措施	(76)
第八章 一般起重机具	(78)
第一节 概述	(78)
第二节 缆绳	(78)
第三节 吊索	(80)
第四节 悬框	(85)
第五节 滑轮和滑轮组	(90)
第六节 千斤顶和卷扬机	(95)
第七节 制动器和刹车器	(101)
第八节 锚桩	(103)
第九章 安装用起重机具	(108)
第一节 安装用抱杆	(108)
第二节 抱杆的检验	(115)
第十章 反应器安装总则	(117)
第一节 准备工作	(117)
第二节 反应器安装技术	(119)
第三节 选择有效的安装方法	(121)
第四节 吊挂反应器	(122)
第十一章 用起重机吊装立式反应器	(126)
第一节 滑动法	(126)

第二节	旋转法·····	(132)
第三节	提高额定起重能力的方法·····	(141)
第十二章	用抱杆吊装立式反应器·····	(148)
第一节	抱杆的安装·····	(148)
第二节	用滑动法吊装反应器·····	(150)
第三节	用旋转法吊装反应器·····	(153)
第四节	用液压千斤顶吊装反应器·····	(156)
第五节	用悬吊抱杆吊装反应器·····	(157)
第六节	用滑动法吊装反应器·····	(159)
第十三章	用无锚桩技术吊装立式反应器·····	(160)
第一节	用挤压技术吊装反应器·····	(160)
第二节	用悬吊抱杆吊装反应器·····	(161)
第十四章	反应器群的安装·····	(163)
第一节	概述·····	(163)
第二节	用抱杆安装反应器群·····	(163)
第十五章	反应器部件现场组装·····	(167)
第一节	概述·····	(167)
第二节	现场组装·····	(167)
第十六章	卧式反应器的安装·····	(170)
第一节	在露天场地安装反应器·····	(170)
第二节	在厂房内安装反应器·····	(172)
第十七章	球罐和气柜的安装·····	(173)
第一节	概述·····	(173)
第二节	安装球罐·····	(173)
第三节	滴状罐和气柜·····	(175)
第十八章	机、泵及其模块的安装·····	(177)
第一节	基础上模块的安装与紧固·····	(177)
第二节	基础上设备的安装与紧固·····	(180)
第三节	齿轮校正·····	(182)
第四节	部件校正的检验·····	(183)
第五节	设备的检验·····	(184)

第一章 设备安装基础

第一节 安装基本工序

各种不同类型的设备千差万别，其安装方式虽然很多，但安装过程却有共同之处。一般地说，安装过程可分为以下几个工序：

(1) 从运输装置上卸下设备，对设备进行启封和归类。目前，此工序大部分是由机械来完成的。需要装配的零部件按所使用的起重装置进行归类。

(2) 把运到安装现场的绳索截成所需的长度，或根据零件的需要连接绳索。这一工序通常是在工作间内借助机械来完成。其它工序如装置（设备）和构架的绳索加固以及起吊、解扣或松扣工序还没有完全实现机械化。

(3) 从运输装置上卸下设备，在规定的场地装箱，或在安装工地存放、运输设备等。这些作业都是由不同的装备来完成的。

(4) 清洗金属构件和设备表面的灰尘和涂料，除去防护油。这一工序通常是在安装工地的车间里用化学药剂或机械来完成。

(5) 做好装配前的准备工作，即锉磨表面，切削、清洗毛坯和其它零部件，给毛坯划线等。这些操作很少是由机械来完成的。

(6) 在金属构件中镗孔和绞孔。这一工序可在车间或在设备安装工地完成。

(7) 切割金属板材、角钢、槽钢（用于制造各种辅助设施）和管材；切割焊接的坡口；在金属板材和管材上切削不规则孔洞。许多这种工作是靠手持式机械来完成的。

(8) 把处理过的部件组装起来并进行检验。在安装所有各类设备时都要经过在基础上固定设备，连接压缩机、泵、齿轮箱等各类设备。这些工作要靠各类不同的大量扳手和手持式机械（如螺母紧固器）来完成，因特殊工作的需要或在特殊条件下，还要使用特种扳手、扳钳等工具。

(9) 验收基础，装配并调整垫圈和衬垫，调整地脚螺栓。

(10) 按设计位置吊装设备。

(11) 校正设备的各个部件，以便正确地安装。矫正组装部件、中轴、机座部件的中心，调整所组装设备使之定位。

(12) 联接设备与工艺管道，以进行水压、气压、真空检验。这项工序包括：联接管道；安装并启动泵或压缩机；安装仪表、压力表和真空仪；校准仪表；用机械方法检验设备；接通检测仪表；测量其运行、噪音和油温情况。

此外，还有一些工序也是必不可少的。这包括安装衬垫和密封，给部件注润滑油，校准设备部件、胀管等等。

焊接工序是另外分类的。但其中一些作业也可划分为安装工序，如打磨坡口和焊缝，在焊接前预先校准部件等等。

第二节 安装工程机械化水平测定

上述大部分工序是靠机械来完成的,然而还有许多安装工序是靠人工来进行的。因此,重要的是要把手工工序减少到最低程度,即安装工序应尽可能使用机械。显然,这可以提高劳动生产率,降低安装成本并缩短安装工期。在大多数情况下,机械化还可以提高工程的质量。

机械化可分为部分机械化和完全机械化。如果设备靠机械来吊装,而其它工序,如刮削法兰盘接头、在基础上安装设备、进行设备找正等靠人工来完成,这种情况即视为部分机械化。完全机械化或高度机械化是指在技术上密切相关的主要辅助工序中使用机械,而安装则全部靠机械来完成。机械化程度极大地影响着生产率的高低。

一切难度较大的和劳动密集型的工序和工艺由机械来完成,可保证工程的进度,并在特定条件下达到最高而可行的技术经济指标,即以最小的消耗取得最高的劳动生产率。

有许多评价机械化程度的指标。如前所述,由于劳动生产率基本上可以表明安装工作的机械化水平,所以,可用下式中的指标“ P ”来估计和比较劳动生产率。

$$P = \frac{Q}{T}$$

式中 Q ——工程量, t ;

T ——劳动消耗量, 人·日。

对于按数量完成的工序来说,如刮削接头或打磨焊缝,劳动生产率可用下式中的比率 P 来估计:

$$P = \frac{K}{T_1}$$

式中 K ——刮削的螺帽数量或打磨的焊缝长度, 个或 m ;

T_1 ——作业所需要的时间, h 。

上述公式中 K 值的计算应有特定的条件,如相同的处理直径和相应的刮削长度;相同的或相似的可移动材料的敷设量;相同的材料种类等。

安装工程真实的机械化水平是用公认的表示劳动机械化水平的指标—— $L_{i.m}$ 来测定的,它是机械化劳动消耗量与实施类似工作或工序的所有工人的总劳动消耗量的比率,用下式计算:

$$L_{i.m} = \frac{T_m}{T_m + T_{\text{体}}} \times 100\% = \frac{T_m}{T} \times 100\%$$

式中 T_m ——机械化劳动消耗量, 人·日或人·时;

$T_{\text{体}}$ ——人工劳动消耗量, 人·日或人·时;

T ——总劳动消耗量, 人·日或人·时。

安装工程的完全机械化程度是用表示完全机械化水平的指标—— $L_{i.m}$ 来表示,即

$$L_{i.m} = \frac{Q_i}{Q} \times 100\%$$

式中 Q_i ——用高度机械化完成的、以自然指标表示的工程量;

Q ——在完成 Q_i 的工期内、以相同的指标表示的总工程量。

完全机械化水平表明在各项作业中的机械化程度。然而,这并不意味着我们可以用它来

估计安装单项工程或整个工程的生产率。例如，安装一台压缩机， L_m 一般为80%~85%，因为压缩机组只有75%~80%的汽缸构件需要用机械来起吊，用这些工序完成的安装量不超过10%，剩下的15%~20%的工程量是靠90%的人工量来完成的。在安装其它类型设备时也有类似的情况。这就是为什么不能单独用完全机械化水平来评价安装效率，而应当同时使用其它指标，如用手动机械完成的工程量、校准找正时所需的工程量等来评价。

第三节 安装工程计划

在进行各种安装工作时，所谓工程计划就是实施一种最有效的施工安装程序，以降低成本和劳动投入量，缩短施工工期，提高机械设备使用量，改进土木工程和安装工程的质量。严格说来，如果没有一份经认可的工程计划，就无法承担安装工程。

工程计划是由专业设计计划人员制订的。它明确规定组织施工所必需的工作内容，列出安装工作的规范，给出详细的建筑及维护规则，说明必须要做的特殊或复杂的工作。

负责工程项目的施工单位一般要聘用一名合格的项目计划人员来制订安装工程计划。在制订计划时要向他提供必要的技术数据，并注明应对安装和设计事宜负责的单位。

安装工程计划应考虑到安装组织中的工程条件。因此，参与制订安装工程计划的人员应当事先准备好施工进度图。

安装工程计划包括下列内容：

(1) 标明项目名称的标题页，写明计划制订人员以及使用单位的名称。

(2) 附属文件目录。

(3) 对安装设备的简要说明和对安装工程中特殊情况的注释。这些注释是用来强调最难的工序，在安装现场组织施工的建筑与维护规则和强制性要求，还应包括一系列对施工组织工作的说明和建议等。

该注释中还应包括对实施各种工序的指导、检测设备和管道的说明以及检查工程质量的要求。

注释的另一部分是综合说明，其中包括设计项目的技术经济指标、安装工期以及起吊机具和各种装配设备的最有效组合。这部分还包括有如何在安装不同设备时，保证最高的生产效率以及阐明所需的劳动消耗量的建议。

注释中还包括一般性防护措施或安装工程所需的具体指导，而技术标准手册是不可能包括这些内容的。注释中还要给出对所有放大图纸的参考目录。

(4) 图1—1所示的某安装工程总计划是按最新科学技术数据制订的安装技术与施工组织设计。总安装计划一般是为实施整个工程而制订的。在某些情况下，这种计划还分车间或工段来制订。

该计划指明了设备安装现场和安装工序的位置。在制订计划时，要确保所安装的设备不会受到阻碍，地面或地下辅助管道也要在总计划中标明，或者分别提供这些管道的图纸。所有这一切都是为了保证安装工程的顺利进行。如果妥善地安排这些工作，不仅不会破坏这些辅助管道，而且还可以在安装工程中充分利用它们。总安装计划要提供设备存放场地、总体组装现场以及必要的道路。该计划要标明所安装设备的地基位置和面积，必要时还要标明起重机械、发电机或压缩空气站的地基位置、现场照明（照明灯或探照灯）、危险区域、围墙（行人隔墙和交叉路口）的位置和设计。

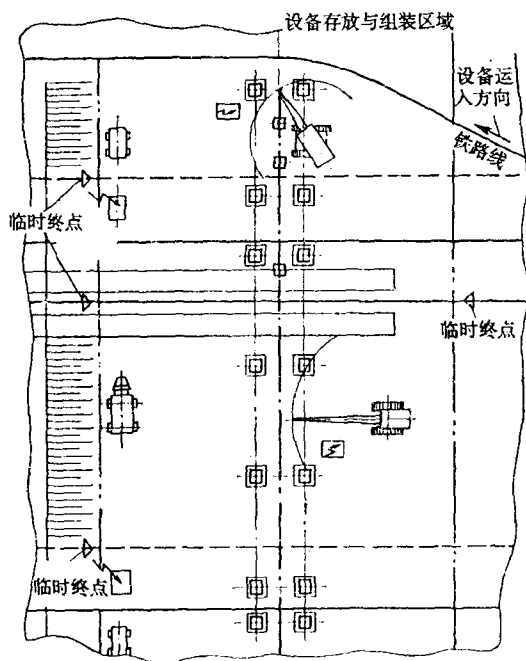


图 1—1 安装工程总计划

程。如果安装单位没有必需的机械设备，则要加上关于租赁装备的条款，例如可从专业机械公司租赁大功率起重机等。

安装工程计划要包括起重机安装地点、活动区域、吊钩最大可能伸出范围（这取决于设备与起重机的位置以及桥式吊车的位置）等机械化方案。这些方案应确保起重机移动的距离最小。

安装工程计划要为设置 2~3 台起重机或桥式吊车创造条件。同时，机械化方案要标明起重机和桥式吊车的位置。

“工程机械化”这部分中应列出以下内容：

(1) 运输设施；(2) 起重装备；(3) 安装机械；(4) 起重工具；(5) 焊接设备；(6) 配件台架；(7) 工具组织方案；(8) 手持式机械；(9) 测量工具和仪表。另外，还要提供关于机械化的工程进度表。

在安装工程计划中，要充分考虑到起吊设备所用吊具的问题；要考虑到起吊重型设备或处理较长的非对称性结构的问题，以及必须由数台吊车同时起吊设备的方法等。在某些安装条件下，设计吊装技术所消耗的工作量并不少于吊装设备时所需的劳动消耗量，有时甚至于难度很大。例如，设计在高空安装工程的吊装技术。因此，安装工程计划不但要指明吊装技术、起吊地点和防护装置，还要提供图解。

在很多情况下，如果得到设计单位的允许，则可利用现有的负重物、建筑物或设备来作为吊装设备的支撑点。为此，安装工程计划应包括在建筑上吊装的图解。当然，应选取在建筑物上最小负载的图解。

如果现场有组装好的设备或模块（安装工程计划应对此做出规定），则劳动消耗量可以达到最小，而安装工程能有较好的质量。不过，通常情况下单体设备本身（如泵、小型压缩机和加热器）不需要组装，而把它们安装到装置上需要耗费很多劳动。如果安装在装置上的模

铺设完辅助管道，平整好安装场地，并把设备运往现场，这就意味着安装工程正式开工。如果设备可通过铁路或公路用拖车或特种运输车运进工地，则安装工程计划应标明现场运输设施的活动范围。如果设备可以运入安装现场，则该计划应标明存放区域以及运输方案，以说明设备如何由存放场地运至安装现场。该方案要设计好安装现场的无障碍通道，还要标明设备运至安装现场后的卸货区域。

在安装工程总计划的注释“设备运输”一项中，要标明在运输设施上固定设备的方法，以确保安全。此方法包括装卸，均应在注释中通过计算加以说明。

在安装工程总计划的注释中，有一部分称之为“工程机械化”，它要阐明选择机械装备的理由，以及选择在该工程条件下最有效的装备和最大限度利用安装装备的计算过程。

块越大，总劳动消耗量和安装时间就越少。但是，应当考虑到起重设备的能力。

安装工程计划还应列出在现场制做各种非标准器具的必需材料。

为了做好上述工作，应编制工程进度表和工程与人力分配表。开工前与安装工程计划同时提供的文件系列见表 1—1。

表 1—1 文 件 系 列

有 关 的 文 件					
施工组织设计	安装工程	小型机械化	焊接、热处理、检验	验收文件	安全措施
安装工程总 计划方案	(1) 示意图包括： 运输、安装、 装置的机械化 起吊、装卸 (2) 装配图包括： 设备、材料、工程量 (3) 执行计划 包括：起吊工程、 人力分配、 机械作业	(1) 机械化手册说 明书、工序图纸、 装配图纸、详图 (2) 系列表包括： 设备、材料	(1) 安装工程总计 划方案包括： 安装、装置起吊 (2) 系列表包括： 设备、工程量 (3) 执行计划 包括：安装工程、 人力分配	成套验收文件	

第四节 整体组装的一般知识

现代安装技术的趋势是把生产线的成套设备发运到安装现场。

研究结果表明，如果把成套设备一次性发运到安装现场，发运时间至少可减少 40~50%，而安装时间可减少到原来的 25%。因此，由专业企业负责发运并安装成套设备是最好的方式。这样做虽然看起来发运工作量增加了，但安装成套设备的资金投入量却减少了 20%以上，能源消耗量也可减少 30~50%。

所谓整体组装，是把生产线上—组相关的设备和机械安装在同一结构上。这些设备必须与工艺管道、仪表和辅助设施连接在一起，在工厂制造、组装、检验后发运至安装现场。这种成套设备发运并安装的方式可有效地防止设备在运输与存放期间被腐蚀和损坏。人们通常把这种组装在一起的装置称之为“模块”。

下面举例说明预先组装设备的效果。分离车间的油冷却器是由 1000 多个不同的部件组成的，冷却器整体重量为 6.4t，其中，主机重量为 4.2t，辅机重量为 0.8t，管道重量为 0.9t，金属构件重量为 0.4t，金属器皿和其它部件重量为 0.1t。该设备预先组装约需 5 小时，否则安装时至少需 20~22 个小时。把设备组装成整机，可使费用减少 15%~25%。安装工程质量明显得到提高，而且检验与竣工后的工作量也减少了。

整体组装时必须注意以下几点：

- (1) 整机的重心应通过基础的重心，而且吊装点应垂直通过整机的重心。
- (2) 整机吊装方式应取决于准确的重心位置，结构的基本平面水平度偏差不得超过 10°。
- (3) 整机应以水平位置进行运输，水平度允许偏差不得超过 10°。

- (4) 装配各部分时，应当同时移动各垂直面，或给设备加上配重。
- (5) 整机组装时用螺栓接头、垫圈、阀门及其它构件等进行连接装配。
- (6) 在运输和安装整体时，要妥善包装好易损的计量装置和突出的构件，以防损坏。

整体组装的主要优点是，在现场车间或预制厂里可以进行整体检测。这比在安装现场检测要方便得多，因为无需搬运试压泵和检测装置。此外，处理检测出的问题比在安装现场要容易得多。当然，有时根据需要，设备在安装现场还可能进行检验并做一些必要的调整。

图 1—2 是一套异丁烯反应生成异戊二烯的反应器整机。这套装置由管道连接组装在一起，约有 550 个部件，体积为 $(4800 \times 2350 \times 1745\text{mm}) 19.6536\text{m}^3$ 。

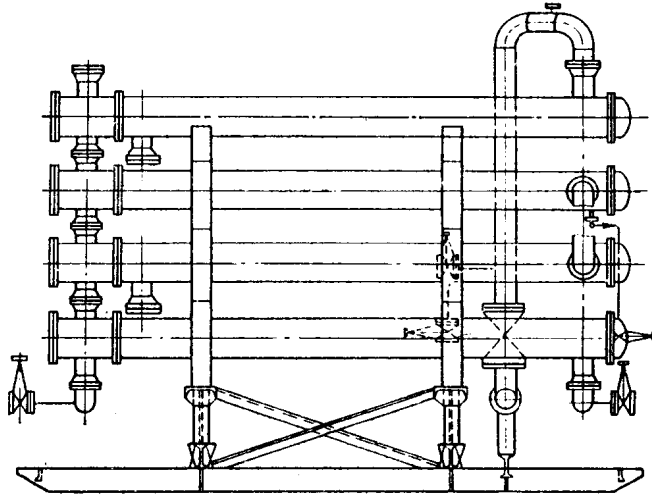


图 1—2 异戊二烯反应器

图 1—3 是另一套异丁烯反应生成异戊二烯的油水分离装置，体积为 $(7640 \times 21915 \times 1000\text{mm}) 167.889\text{m}^3$ 。这两个反应器是靠 4 根钢筋吊焊在构件上 (图 1—4)。这套装置包括接头约有 400 个部件。

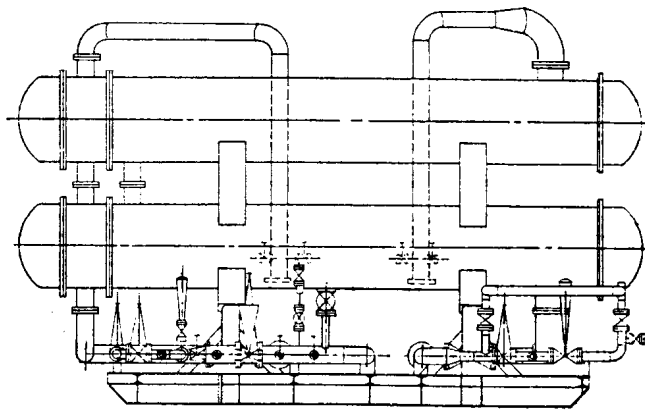


图 1—3 油水分离装置

在这里还需强调一点，在模块上组装金属构件与组装生产设备同等重要。有关金属构件生产费用的分析表明，金属构件的安装成本相当于其总成本的 20~25%。因此，如果空间和

安装条件允许,则可在模块上预先组装金属构件,当然,安装精度应符合有关技术要求。

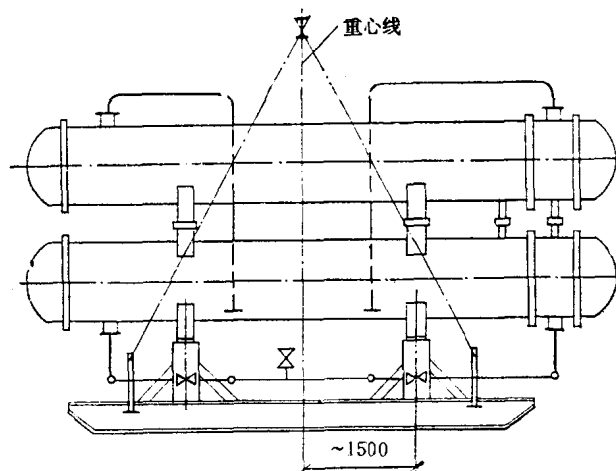


图 1-7-4 起吊装置示意图

第五节 用传送方法进行整体组装

传送组装方法可以较精确地把金属构件组装在模块上,然后把模块固定在运输车上直接运往安装现场。这种运输方法最适用于批量模块的组装。组装设备的传送方法不仅可用于金属构件的安装,而且可用于保温层的安装和其它工作。

在采用这种方法时,需要变更被组装的生产设备负荷结构的设计,使之符合组装要求。在组装前首先需要决定哪些模块需要用这种方法组装,为了获得最好的效果,应选择尽可能相似的模块。例如,在安装管道架时,通常选择长度分别为 6m、9m、12m、18m 的四台模块,其总重量为 12~30t。

图 1—5 是某前期工程与传送组装区的组织设计。将焊接好的构架、横梁和筋梁配置到传送车(9)的位置(I)处。在这里,要安装模块下部结构的横梁、两套带支架的构架和模块的末端。首先,要校正所组装的模块。在位置(II)处,把横梁和槽钢焊接到构架上,然后安装模块下部的支柱。在位置(III)处,要安装模块上部的管道、横梁和拉杆,在上部焊接金属构件恰好可与移往下一个传送位置保持相同的速度。在此位置用桁条和电缆管安装仪表。在位置(IV)处,焊接模块上的成套金属构件,固定管道,安装带护栏的平台。管道保温层的安装从位置(V)开始,到位置(VI)结束。至此完成了模块的全部组装工作。组装好的模块由龙门吊(10)吊起,装在由牵引车和传送车组成的运输设施上。用卷扬机(11)牵引传送车。在位置(VI)把模块从传送车上卸下,然后传送车回到位置(I)。为了方便传送组装作业,应使保温层材料存放库(12)、仪表库(13)、金属构件存放库(14)、管道与牵条存放库(15)和(16)靠近传送车。在安装时用起重机(17)把上述材料和部件吊装到传送车上。

这种传送方法不仅可用于安装金属构件和管道,而且还可用于在模块上组装生产设备,特别是安装成批同类型模块的生产设备。在推广这种传送方法时,重要的是选择在模块上的安装位置、设备及金属构件的数量和确定在这些位置上完成的工作,以便模块组装和安装工程

能连续进行。在确定每个位置上应进行的工序时，需考虑向每个位置供料或设备所用的时间。组装用部件的存放应靠近相应的位置，以便供料时间最短。这种传送方法的工作程序应安排得十分紧凑，每名工人要兼2至3道工序。经验证明，传送组装方法的劳动消耗量和安装时间可减少到40%，起重机和牵引车等的需用量可减少到50%。

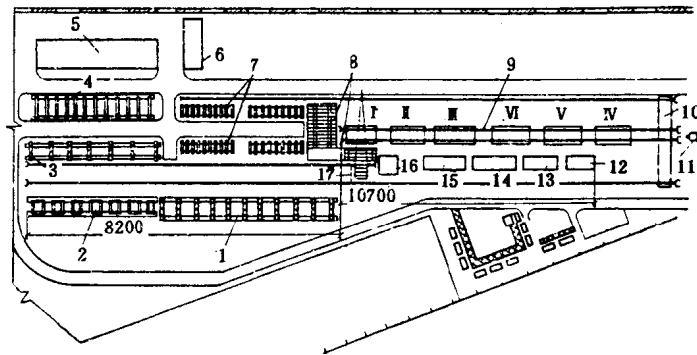


图 1—5 传送组装系统示意图

- 1 ~ VI —— 组装位置；1—金属构件存放库；2、3—构件半成品和 6m 长以上金属构件货架；4—结构架半成品存放库；
5、14—金属构件存放库；6—备用库；7—焊接构架货架；8—横梁和筋梁存放库；9—传送车；10—龙门吊；
11—卷扬机；12—保温材料存放库；13—仪表库；15、16—管道与牵条存放库；17—起重机

目前有一种最新的安装方法越来越普及，即把全部设备和结构件完全预先组装好。主机模块、反应器、锅炉和金属构件等在安装现场和装配架或其它组装设备组装好。然后靠起重设施把组装好的装置牵引设计位置。这种方法可以在基础施工的同时组装装置，以简化工程施工。

第二章 基本手工操作

第一节 手持式机械的用途

在安装作业中，人们越来越愿意用手持式机械来代替手工工具（扳手、扁凿等）。用手持式机械可减少劳动投入量，因此，只要可能，就应该发挥其优越性，这不仅可提高劳动生产率，同时还可减轻工人的劳动强度。

根据搜集的资料统计，每采用 10 台手持式机械可减少 1 名劳动力。而且，用 4~10 周时间就可以熟练地掌握这些机械。因此，采用手持式机械就列为安装单位的重要议事日程。

近年来人们发明了一系列手持式机械，这样一来就无需手工作业了。

第二节 金属切割

在安装工程中，金属切割最常用于制备安装部件、制做栏杆与防护装置等。在制做过程中，型钢、钢板以及管子等都需要切割。现场的金属切割通常是用手持式机械来进行。这些手持式机械有电动切剪机，带有高强度砂轮的高速磨削机，管道切割机，平面切割机和斜面切割机。

手持式机械一般用于有较高质量要求的表面切割，或避免在金属结构上产生振动时的切割。手持式机械还用于切割高碳钢和合金钢。

电动或气动刀式切剪机（图 2—1）（a）用于剪切 2.5mm 厚的钢板。2.5~8mm 钢板一般用冲击式切剪机（图 2—1）（b）剪切。型钢和管子一般用电动或气动高速磨削机（图 2—2 及图 2—3）来切割。切割大截面钢材或大口径管子时，应选择相应直径为 50~100mm 的电动管子切割机。它亦可用于在端面切割坡口，以便焊接。

电动或气动平面切割机或斜面切割机（图 2—4）一般用于钢板和直径为 20mm 以上的管子末端的坡口切割。

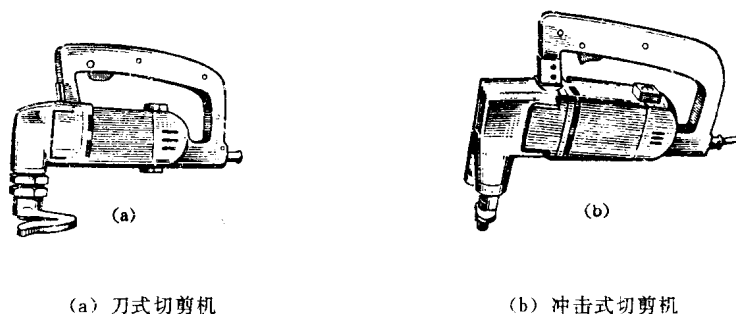


图 2—1 切剪机

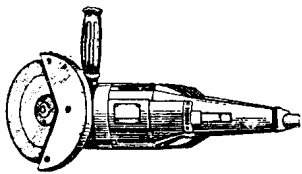


图 2—2 磨削机

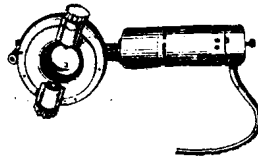


图 2—3 电动管子切割机

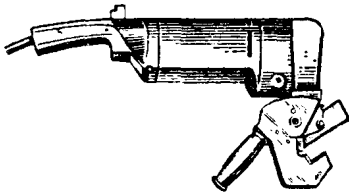


图 2—4 斜面切割机



图 2—5 直角磨削机

第三节 表面刮削和打磨

刮削和打磨工序一般用于打磨焊缝、管子接口和部件等等。一般说来，这些工作是靠带有砂轮的手持式打磨机来完成的。

依靠高强度砂轮完成的刮削工序分为两类：

- (1) 刮削金属表面，包括金属气割坡口的打磨，并清除铁锈。
- (2) 除去金属表层，包括清除焊缝的表面缺陷，刮削焊瘤等。焊缝的清根也可划分为这个工序。

用于刮削的高速斜面磨削机（图 2—2）带有厚 4.5mm 以上的高强度砂轮。厚度为 3mm 的砂轮一般用于焊缝的清根。直径为 180~230mm 的高强度砂轮的圆周速度约为 80m/s。

直径为 20~80mm 的高强度砂轮直角磨削机（图 2—5）用于打磨空间狭窄、难以操作的部分。

第四节 螺栓连接接头的组装

近年来，在机械组装和土木工程中已经开始使用螺栓连接接头来代替铆接和焊接接头。在金属构件安装中更明显地使用高强度螺栓来代替铆接。

螺栓连接接头、特别是粗螺纹螺栓连接接头组装，属于劳动消耗量较大的工序，大约占安装工程量约 10%。

螺栓连接接头组装主要应用于设备、管道和金属构件的安装。

如图 2—6 所示，M16~M20 的螺栓在安装工程中最常用，其用量约占 52%。M48 以上

螺栓使用很少,而且用它来组装接头耗费劳动量很大。

螺栓连接接头组装的劳动投入量是根据以下因素来决定的:

- (1) 前期工程的准备工作是否充分;
- (2) 安装工人是否有固定的工作地点;
- (3) 安装的操作空间是否狭窄、拥挤;
- (4) 检查螺栓连接接头的难度;
- (5) 气候条件的好坏;
- (6) 是否有严格的安全要求。

安装工人不象机械制造厂的工人那样,有一个固定的工作场所,他们必须从一个工作地点流动到另一个工作地点,这是其工作的最大特点。因此,难以使用高效的固定式和半固定式装备,劳动生产率也难以得到提高。

安装工程,尤其是管道安装,通常是在操作空间狭窄、拥挤的条件下实施的,因此很难采用螺栓连接的形式,如法兰盘连接。

可拆式接头最通用的类型是用螺栓紧固的法兰盘接头。在石油化工安装工程中,法兰盘接头用量约占螺栓连接总量的 65%。

根据其类型和在空间的方位,法兰盘有以下几种:

(1) 可动式法兰盘(图 2—7a)。当设备和管道靠近某构筑物、拧螺栓的操作发生困难时,用此种法兰盘。

(2) 靠地面式法兰盘。当设备底部的法兰盘离地面很近,其下部螺栓之间距离不能自由地使用扳手操作时,用此种法兰盘。

(3) 靠墙式法兰盘。当墙壁和法兰盘螺栓之间的间隙不能自由转动扳手,且因螺栓之间的距离较小而难以紧固时,用此种法兰盘。

(4) 靠直角形面法兰盘(图 2—7b)。当法兰盘靠近两相互垂直面而拧螺栓的扳手难以自由操作时,用此种法兰盘。

(5) 对式法兰盘。当一对法兰盘安装于两条平行管道、并在同一平面内相互靠近时,用此种法兰盘。

(6) 并列式法兰盘。当几个法兰盘安装在 3、4 条相互平行的管道上,并在同一平面内相互靠近时,用此种法兰盘。

当法兰盘相互之间位于不同平面时,组装螺栓连接接头就要容易得多。

生产设备的盖板、人孔和盲板法兰可以是平面式的(图 2—8a)和凸面式的(图 2—8b);根据其在空间中的方位,它们又可分为垂直式和水平式。

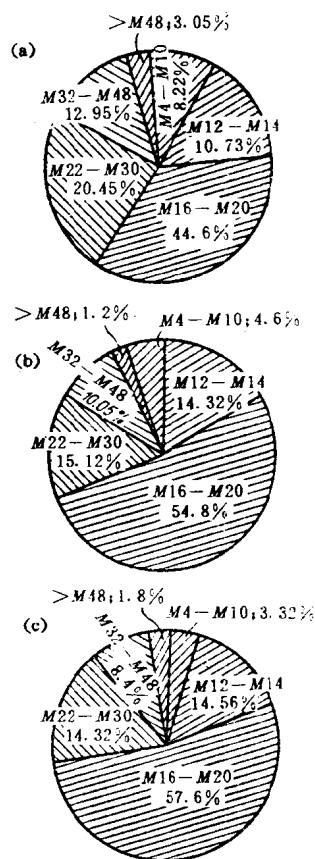


图 2—6 安装工程中不同直径螺栓连接接头用量百分比

(a) 生产设备; (b) 工艺流程管道;
(c) 金属构件

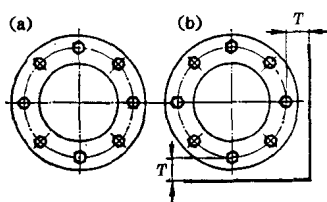


图 2—7 法兰盘

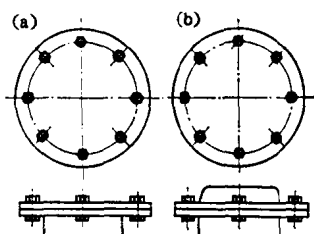


图 2—8 盖板、入孔、盲板法兰



图 2—9 螺栓联接接头

在金属构件中，许多螺栓连接接头是根据固定方式确定的，如角形、凹形和工字形（图 2—9）。图 2—10（a）所示的是锚栓连接方式。

目前，已广泛采用不同设计的自锚栓（图 2—10b）和膨胀锚栓（图 2—10c）。这种螺栓和锚栓很适用于把设备和金属构件紧固在基础上或承重结构上。使用这种联接方式，其费用低于直径小于 M36 螺栓的锚栓联接方式。

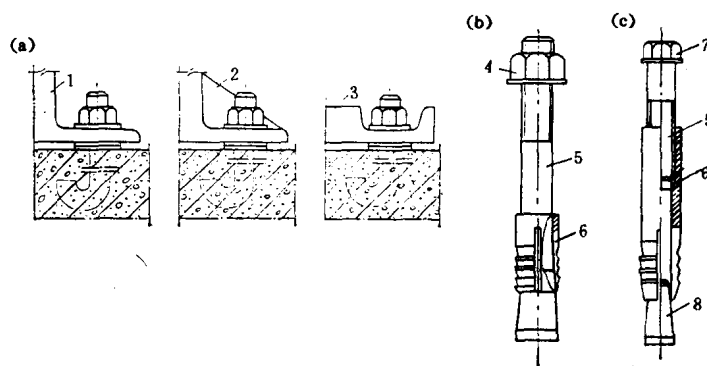


图 2—10 紧固设备与承重结构所用的锚栓

(a) 锚栓；(b) 自锚栓；(c) 膨胀锚栓

1—敞口固定式连接件；2—凸缘固定式连接件；3—锥口固定式连接件；4—螺母；5—螺栓；6、7—套管；8—锥体

基础上安装设备时，在其凹部、凹槽和槽沟里组装螺栓连接接头耗费的劳动量比较大。在组装前，一般要预先固紧螺栓联接接头，这样一来，接头就不会在外力 P 的作用下松动。如果接头松动，承载物就会从螺栓上脱开，而且一旦有交变荷载作用，就会对螺栓产生疲劳应力，这将会大大降低接头的寿命。

为了高质量地进行组装，需要了解预先紧固力 Q_t （见图 2—11），它是沿着螺栓的轴线而作用的。在该力的作用下，螺栓被拉伸了 δ_b 值，联接部件压缩了 δ_p 值。这里 $\delta_p = \delta_{p1} + \delta_{p2}$ 。

δ_b 值和 δ_p 值取决于螺栓和联接部件所用材料的韧性，螺栓的韧性和联接部件的韧性分别