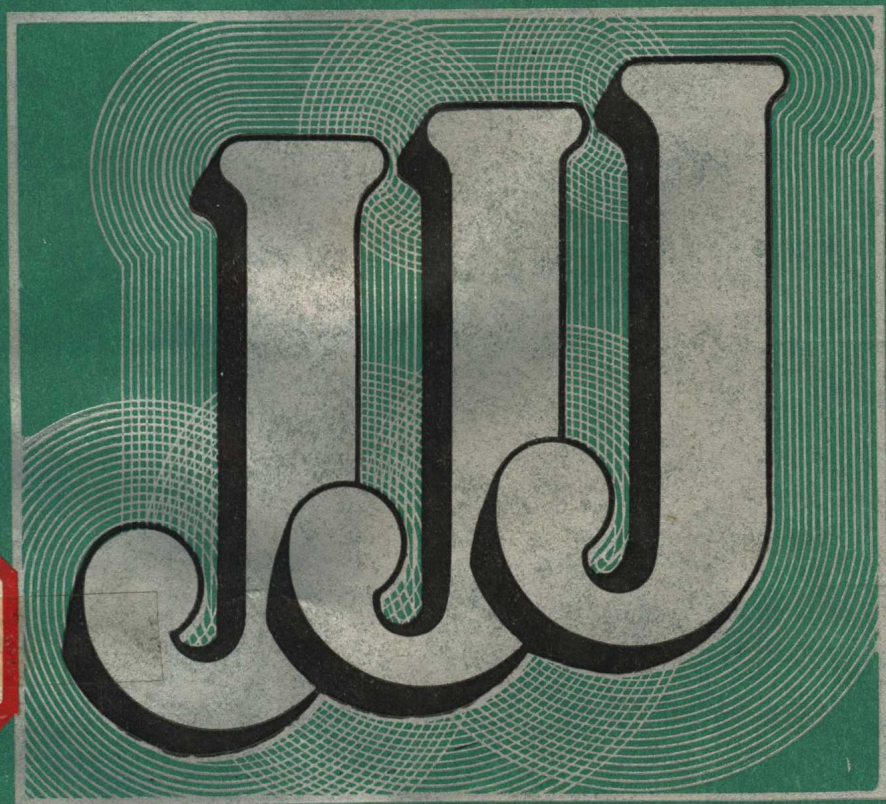


国家机械工业委员会统编

初级管道工工艺学

机械工人技术理论培训教材

JIXIE GONGREN JISHULILUN PEIXUN JIAOCAI



机械工业出版社

机械工人技术理论培训教材

初级管道工工艺学

国家机械工业委员会统编



机械工业出版社

本书深入浅出地叙述了管道安装工艺的基本知识和操作技能。较详细地阐述了管道工所必须掌握的基本知识和安全技术知识；着重介绍了管道安装的工机具、材料器材，以及一般管道及附件的加工、连接、敷设安装、试压和防腐保温的工艺操作及设计施工要求，还介绍了常用水暖器具及其安装。

本书紧密结合生产实践，采用了较多的实用数据、图表，为现场施工提供了有用的资料，因此实用性较强。

本书为管道工培训教材。也可供从事管道工程施工、设计的工程技术人员参考。

本书由沈阳重型机器厂严丹、沈阳水泵厂林亲深编写，沈阳重型机器厂穆广云付出了艰巨劳动。沈阳重型机器厂马福安、沈阳第一机床厂刘永和审稿。

初级管道工工艺学

国家机械工业委员会统编

★

责任编辑：俞逢英 版式设计：张伟行
封面设计：林胜利 方 芬 责任校对：熊天荣
责任印制：郭 炜

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业许可出字第 117 号）

机械工业出版社印刷厂印刷

机械工业出版社发行·新华书店经销

★

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ · 印张 12 · 字数 263 千字

1988 年 12 月北京第一版 · 1988 年 12 月北京第一次印刷

印数 00,001—33,700 · 定价：4.40 元

★

ISBN 7-111-01167-8/TU·3

前 言

1981年,原第一机械工业部为贯彻、落实《中共中央、国务院关于加强职工教育工作的决定》,确定对机械工业系统的技术工人按照初、中、高三个阶段进行技术培训。为此,组织制定了30个通用技术工种的《工人初、中级技术理论教学计划、教学大纲(试行)》,编写了相应的教材,有力地推动了“六五”期间机械行业的工人培训工作,初步改变了十年动乱造成的工人队伍文化技术水平低下的状况,取得了比较显著的成绩。

鉴于原机械工业部1985年对《工人技术等级标准(通用部分)》进行了全面修订,原教学计划、教学大纲已不适应新《标准》的要求,而且缺少高级部分;编写的教材,由于时间仓促、经验不足,在内容上存在着偏深、偏多、偏难等脱离实际的问题。为此,原机械工业部根据新《标准》,重新制定了33个通用技术工种的《机械工人技术理论培训计划,培训大纲》(初、中、高级),于1987年3月由国家机械工业委员会颁发,并根据培训计划、大纲的要求,编写了配套教材148种。

这套新教材的编写,体现了《国家教育委员会关于改革和发展成人教育的决定》中对“技术工人要按岗位要求开展技术等级培训”的有关精神,坚持了文化课为技术基础课服务,技术基础课为专业课服务,专业课为提高操作技能和解决生产实际问题的能力服务的原则。在内容上,力求以

IV

基本概念和原理为主，突出针对性和实用性，着重讲授基本知识，注重能力的培养，并从当前机械行业工人队伍素质的实际情况出发，努力做到理论联系实际，通俗易懂，具有工人培训教材的特色，同时注意了初、中、高三级之间合理的衔接，便于在职技术工人学习运用。

这套教材是国家机械工业委员会委托上海、江苏、四川、沈阳等地机械工业管理部门和上海材料研究所、湘潭电机厂，长春第一汽车制造厂、济南第二机床厂等单位，组织了200多个企业、院校和科研单位的近千名从事职工教育的同志、工程技术人员、教师、科技工作者及富有生产经验的老工人，在调查研究和认真汲取“六五”期间工人教材建设工作经验教训的基础上编写的。在新教材行将出版之际，谨向为此付出艰辛劳动的全体编、审人员，各地的组织领导者，以及积极支持教材编审出版并予以通力合作的各有关单位和机械工业出版社致以深切的谢意！

编好、出好这套教材不容易，教好、学好这些课程更需要广大职教工作者和技术工人的奋发努力。新教材仍难免存在某些缺点和错误，我们恳切地希望同志们在教和学的过程中发现问题，及时提出批评和指正，以便再版时修订，使其更完善，更好地发挥为振兴机械工业服务的作用。

国家机械工业委员会
技工培训教材编审组

1987年11月

目 录

前言

第一章 管道工安全技术	1
第一节 管道工及管道工程	1
第二节 管道工一般安全技术常识	3
第三节 作业现场安全技术	6
第四节 防火防爆安全技术	10
复习题	19
第二章 管道工基本常识	20
第一节 常用计量单位及其换算	20
第二节 长度、面积、体积和重量的计算	26
第三节 材料的物理和机械性能	33
第四节 流体的性质	33
第五节 压力与真空、流速、流量与阻力	41
第六节 热量、温度与水的三态	48
复习题	56
第三章 管道工常用工、机具	59
第一节 一般工具及其使用	59
第二节 千斤顶与管压钳	69
第三节 手电钻、台钻与砂轮机	71
第四节 试压泵与活动水泵	75
复习题	78
第四章 常用材料器材	79
第一节 金属材料	79
第二节 非金属材料	93
第三节 常用管材	96

VI

第四节	常用管件	115
第五节	其它材料	125
第六节	常用阀门	127
第七节	常用仪表	156
	复习题	161
第五章 手工电气焊基本知识		164
第一节	手工电弧焊及其焊接设备	164
第二节	电焊条的选用	166
第三节	手工电弧焊的一般焊接技术	168
第四节	气焊气割用的气体、设备和工具	172
第五节	气焊焊接的一般技术	180
第六节	手工气割技术	182
第七节	焊接变形与焊缝缺陷	185
	复习题	188
第六章 管道及附件的加工		190
第一节	管子校直与切断	190
第二节	管子套丝与缩扩口	196
第三节	管子的煨弯	200
第四节	焊接弯头及三通制作	212
第五节	管卡制作	220
	复习题	223
第七章 管道连接		225
第一节	螺纹连接	225
第二节	法兰连接	229
第三节	焊接连接	242
第四节	承插连接	247
	复习题	251
第八章 管道吊装及敷设		253
第一节	管道吊装机具	253
第二节	管道吊装基本方法	259
第三节	管道埋地敷设	261
第四节	管道地沟敷设	266

第五节 管道架空敷设	269
复习题	283
第九章 常用管件及暖卫器具的通用安装	285
第一节 管道及附件安装的一般要求	285
第二节 常用阀件安装	288
第三节 常用支架安装	292
第四节 常用卫生器具及其安装	295
第五节 常用散热器及其安装	306
复习题	314
第十章 管道试压与清洗	316
第一节 管道试压常识	316
第二节 试压前的准备工作	322
第三节 压力管道的液压试验	324
第四节 压力管道的气压试验	328
第五节 无压管道的闭水试验	331
第六节 管道的清洗	332
复习题	335
第十一章 管道防腐与绝热	337
第一节 管道的腐蚀与防腐	337
第二节 管道防腐材料及其使用	340
第三节 一般管道的防腐施工	347
第四节 地下金属管道的防腐	351
第五节 管道的绝热	355
第六节 常用绝热材料	356
第七节 绝热层厚度的确定	362
第八节 绝热工程施工	365
复习题	373

第一章 管道工安全技术

第一节 管道工及管道工程

一、管道工

管道工是负责工业及民用建筑中管道工程安装和维修的技术工人，是社会主义建设中不可缺少的一支重要技术力量。

随着国民经济的发展和人民生活的不断提高，管道工程的应用范围越来越广泛。从民用建筑中的供水、供热、供煤气，到现代工业中的各种气体、液体、甚至固体物质的输送都离不开管道工程。现在，几乎所有的工厂、矿山、公用建筑及民用建筑无不安装管道设施，无不需要管道工。在机械行业中，工厂不仅有给水排水、供热采暖、制冷空调工程，而且还有各种各样的动力设施，如锅炉房、煤气站、氧气站、乙炔站、空气压缩站、燃油站、各种加压泵站，以及机器产品中的油冷、液压传动系统等等，这些较复杂的工艺管道的安装和维修，都需要大批技术熟练的管道工。

随着我国科技事业的日益发展，管道工程技术水准也不断提高，施工技术难度也越来越大，验收技术标准也越来越高。近年来，新材料新工艺不断涌现，这对管道工来说既是动力，又是压力，不仅要学会传统的工艺操作方法，而且更要善于学习、吸收、运用新工艺，用最新技术武装自己，只有这样，才能圆满地完成工作任务。

特别是机械工厂的管道工，还要承担工厂动力管道工程

的安装和维修工作，这些管道工程输送的介质，大都是易燃易爆的物质，如煤气、氧气、乙炔气、燃料油等，其施工质量和安全技术要求十分严格。因此，从技术上对管道工提出了更高的要求，每个管道工必须了解自己肩负的重任，刻苦学习、熟练掌握管道施工中的基本知识和各种技能，使自己的工作能满足施工安装标准的要求，高速度高质量地完成任任务，为社会主义现代化做出贡献。

二、管道工程

在现代工业及民用建筑中，管道工程分布很广。它分属于不同的学科，涉及的领域较多，内容也比较庞杂。对于机械工厂来说，管道工程不仅是重要的辅助设施，而且是输送各种动能介质的主动脉，特别是热加工车间离开管道工程是无法进行生产的。

目前，管道工程的分类还没有统一的方法。根据机械工业的特点，分类如下。

（一）按输送的介质（物料）分类

有给水排水管道、热力（蒸汽和热水）管道、空调制冷管道、煤气管道、氧气管道、乙炔管道、燃油管道、压缩空气管道、化工产品管道，以及固体物质的水力、气动输送管道。

（二）按设计压力 p 分类

1. 真空管道 一般指 $p < 0$ MPa 的管道。

2. 低压管道 一般指 $0 \leq p \leq 1.6$ MPa 的管道。这类管道用得最多。

3. 中压管道 一般指 $1.6 \text{ MPa} < p \leq 10 \text{ MPa}$ 的管道。这类管道也经常用。

4. 高压管道 一般指 $10 \text{ MPa} < p \leq 100 \text{ MPa}$ 的管道。如高压氧气管，水压机、油压机用管道。

（三）按工作温度分类

1. 低温管道 一般指工作温度低于 -20°C 的管道。
2. 常温管道 一般指工作温度为 $-20\sim 200^{\circ}\text{C}$ 的管道。
3. 高温管道 一般指工作温度高于 200°C 的管道。

（四）按材质分类

有钢管、铸铁管、石棉水泥管、钢筋混凝土管、塑料管、陶土管、玻璃管，以及其它有色金属管。

（五）按敷设方式分类

1. 明设管 架设在支架或支墩上的管道。
2. 暗设管 敷设在通行地沟、半通行地沟、不通行地沟里的管道。
3. 埋设管 直接埋设在地下的管道。

第二节 管道工一般安全技术常识

一、管道工一般安全事故

管道工工作的特点是流动性大、作业面宽，施工现场较为复杂，所以安全生产特别重要。

在管道安装和维修作业中，通常易发生以下事故。

- 1) 被高空下落的物体打伤；
- 2) 不小心摔伤或跌伤；
- 3) 被工具及运输车辆撞伤；
- 4) 被动力机械绞伤、碰伤；
- 5) 被土石塌方压伤；
- 6) 触电；
- 7) 被高温物体烫伤、烧伤；
- 8) 缺氧窒息或中毒等。

造成这些事故的主要原因，一是思想麻痹，不重视安全

生产；二是对工人缺乏必要的安全技术教育和训练，在作业中缺少一套完整的安全管理制度和作业规程，职工不懂得安全技术，不知道如何注意安全生产，无章可循；三是不认真贯彻执行安全技术规程和安全管理制度，有章不循。

二、一般安全技术知识

为确保人身和设备安全，防止事故的发生，应掌握以下一般的安全技术知识。

1. 安全技术教育 工人在作业前，都要经过严格的安全技术教育，学习国家有关部门关于安全施工和安全生产的各项规定，学习安全技术规程，并经考试合格后，方可进入现场进行作业。没有接受过安全技术教育和训练的人员不能进行施工作业。

每天作业前，施工负责人应根据当天作业的特点，具体交待安全注意事项。集体操作的作业，操作前应分工明确，操作时统一指挥，互相配合，步调一致。特殊部位、特殊现场，应制定专门的安全措施，认真执行。作业前，禁止喝酒。工作时思想集中，严禁在工作中争吵或打闹。作业中，除应注意自己的安全外，还应经常注意周围人员的安全，对违章违纪行为应设法制止或报告领导。

2. 安全防护 安全防护是保证安全的重要手段，一般要注意以下几个方面。

(1) 穿戴好劳动保护用品。进入现场时，一定要穿好防护衣、鞋，戴好防护手套；进入有高空作业的地方，要戴好安全帽；配合电气焊作业时，要戴好黑色护目镜；与火、热水、蒸汽接触时，还应戴上防护脚盖或穿上石棉防火衣。

(2) 在有毒性、窒息性、刺激性或腐蚀性气体、液体和粉尘管道的现场作业或抢修时，除了预先进行良好通风

和除尘外，施工人员必须戴上口罩、护镜或防毒面具。必要时要进行取样化验分析，合格后方能进入，特别是进入空气停滞、通风不畅的死角，如管道容器、地沟隧道时更应注意。

(3) 在进入阴暗、潮湿的场所(如地沟、地下井)及有水的金属容器内施工和检修时，除了采用电压为12V的安全照明灯外，还应穿好绝缘胶鞋，戴上绝缘手套。

3. 安全施工 在进入施工现场前，要检查施工现场周围环境是否符合安全要求，道路是否畅通，机具设备是否牢固可靠，安全设施是否完好。发现有危险因素时，应向安全技术主管部门或施工负责人报告，待采取补救措施，消除隐患后，再进行施工。

在作业现场，要随时注意运转的机器、尖锐的物体、木板上的钉子等，以免受到意外伤害。不得任意从危险地区通过，严禁在起吊的物件下面停留或行走。需要在高空作业现场下面通过时，要先与上面作业人员取得联系。未经允许不得乱动非本职工作范围内的一切设施、机具。严禁乱动施工现场内的电气开关和电气设备。

施工现场应整齐清洁、有条不紊，各种设备材料和废弃物要堆放整齐，保持道路畅通。施工中，室内外出现的孔、洞、井、坑要设防护栏杆或防护标志，特别是在有车辆或行人通过的道路上施工时，警戒标志要醒目，白天设红旗，夜间设红灯。

禁止在施工现场随意存放易燃易爆材料，这些材料应存放在指定地点。氧气瓶、乙炔瓶(或乙炔发生器)与火源的距离应不小于10m。现场动火一定要谨慎，在易燃易爆区域动火必须事先办理动火申请手续，在采取了有效安全措施并拿

到批准的动火证后，方可动火。一般现场用火（如气焊、烘炉等）可在指定的安全地点设置，周围不得有易燃物，必要时，设专人看管，并设水桶、砂箱及泡沫灭火器等消防器材。

第三节 作业现场安全技术

一、高处作业

凡在坠落高度基准面 2 m 以上（含 2 m）有可能坠落的高处进行作业称为高处作业。管道安装与维修中，经常需要进行高处作业。高处作业容易发生作业人员从脚手架或高处坠落，或材料、工具掉下打伤地面作业人员的事故。为杜绝这类事故的发生，应努力做到：

（1）高处作业人员，必须经体检合格，并熟悉高处作业安全知识。凡患有心脏病、高血压、低血压等病，或年老体衰、酗酒、精神不佳等人员，均不准参加高处作业。

（2）高处作业人员（除在大面积稳定的脚手架上操作的人员外）必须戴好、挂牢安全带；行走时要把安全带缠在身上，不准拖着走。衣袖和裤脚要扎好，且不得穿硬底鞋和带钉子鞋。

（3）高处作业人员操作前，必须对脚手架、跳板、斜道、靠梯等和防护设施进行检查，看其是否牢固可靠。跳板宽度、厚度必须能保证安全作业，探头板必须捆牢。所用一切跳板、踏板严禁装在活动的跳板头上，高处作业人员不许踏跳板头。

（4）梯子和高凳必须放稳放牢，防止滑倒。梯子对地面的角度以 $60^{\circ} \sim 70^{\circ}$ 为宜。作业人员不得站在梯子的最上两级工作，也不得有二人以上同时在一个梯子上工作，梯阶的

间距不得大于 400mm。使用人字梯时，梯子应放稳，两梯间的安全挂钩应挂牢。

(5) 高空作业使用的工具，应放在工具袋里，工具袋配带在身上。不便入袋的工具放在稳妥的地方，使用中要严加注意，防止掉落伤人。

(6) 高空堆放的物品、材料或设备，不准超过负荷，堆积材料和操作人员不可聚集在一起。

(7) 多层交叉作业时，如上下空间同时有人作业，其中间必须有专用的防护棚或其它隔离设施，否则不得在下面工作。从事高处作业人员和在高处作业区工作的人员必须戴好安全帽。

(8) 高处作业人员距普通电线至少保持 1m 以上；距普通高压电线须在 2.5m 以上；距特高压电线须在 5m 以上。运送管道等导体材料，严防触碰电线。在车间内高处作业时，要注意吊车滑线，防止触电。如必须在吊车附近工作时，应事先联系停电，并设专人看管电源开关或设警告牌。

(9) 高空使用火炉时，不准放在木质跳板或木架上。高空焊接作业的下方或附近严禁有易燃易爆物品，必要时应采取隔离措施。

(10) 凡遇六级以上的强风或暴雨、雷电、大雾时，禁止在露天从事高处作业。冬季施工遇有大霜雪时，工作前应将斜道、平台、跳板上的积雪打扫干净，并采取防滑措施。

二、地槽和地沟作业

在地槽、地沟中作业，易发生塌方压人、中毒窒息或因光线不足而发生跌伤碰伤等事故，为此应做到：

(1) 在开挖管道沟槽或路堑时，要根据土质、地下水情况和开挖深度，确定合理的边坡坡度，必要时采取加固措施。

(2) 在开挖较深沟槽(松软土壤挖深在0.75m、中等紧密土壤挖深在1.25m、紧密土壤挖深在2m以上)作业时,沟槽壁应加适当支柱和支撑。

(3) 进入封闭式地沟或热力管沟作业时,应事先打开两个沟口,经对流通风换气,确认(有条件的取样化验分析)合格后,方可进入。

(4) 在已盖好沟盖的地沟中进行安装检修时,必须有充分的照明设备。

三、吊装作业

在管道工程的安装和检修中,需要移动、拆卸或升运管件、阀门等设备。在进行这项工作中,易发生物件掉下或脱落,造成人身设备事故。其主要原因是绳索或吊链断裂、起动机构失灵、悬吊不准确,或指挥有误等等。为防止这类事故发生,必须做到:

(1) 思想上重视。吊装作业是群体作业,工作前要制定方案和规程,作业中要统一步调、统一指挥、统一行动,由一人指挥操作,不得各行其事。

(2) 参加吊装作业人员,必须熟悉各种指挥信号,并能准确地按信号行动。

(3) 吊装前,必须严格细致地检查起重所用机具是否符合使用要求,所用绳索和钢丝绳必须有足够的备用强度。采用麻绳时,一般情况下安全系数 $n \geq 6 \sim 8$ 为宜;用于重要起重工作时, $n = 10$;用于捆扎时, $n \geq 12$ 。采用钢丝绳时,一般情况下 $n = 5 \sim 6$ 为宜;用于重要起重和做吊索时, $n = 8 \sim 10$ (绳索拉力计算见第八章)。

(4) 在系结管材及设备时,应避免用打结的方法,应借用特制的长环。重物的重心必须处于重物系结处之间的中

心，以保持平衡。绳索系结尽量避免放在重物棱角处。当无法避开时，在棱角处垫入木板或软垫物。当物件吊离地面后应用木棒敲打系结绳索，检查是否牢固，确认没有问题后，方可升运。重物悬吊后不应快速旋转或摆动，应设牵引绳控制方向。

(5) 起重吊装工作区域，严禁非工作人员入内，并应设置临时围障。吊起的重物下面绝对禁止有人停留或通过。

(6) 大风或雨天不得在露天进行吊装作业。

四、电气焊作业

管道安装和检修中，经常使用电焊、气焊和气割。电气焊作业易发生烧伤、触电、火灾等事故，应按下列要求进行工作：

(1) 从事电、气焊工作的人员，必须通过专门训练，并经考试合格后，方能独立操作。电气焊作业人员，应穿戴好白色工作服、皮手套、绝缘胶鞋等劳动保护用品；电焊时应戴面罩，清除熔渣时应戴上平光眼镜；气焊时，要戴适度的有色眼镜，以免损伤视力。

(2) 电焊机的电源线路安装及检修必须由电工完成。开关应装在能防火防水的闸箱内，严禁两台电焊机使用一把刀闸开关。经常移动的电焊机须设防雨罩，其裸线和传动部分，需设有防止接触的防护罩。当发现电焊机外壳有电时，应立即停止工作，并切断电源，请电工进行检修。

(3) 交流电焊机的工作电压不得超过80 V；直流电焊机的工作电压不得超过110 V；电焊机运转时温度不得超过60℃。

(4) 焊接前应注意周围不得有易燃物，焊接地点与易燃物品距离要在10 m以上。在易燃易爆场所焊接时，应事先办理动火手续，采取防火措施，并设专人看护。高空焊接时，