

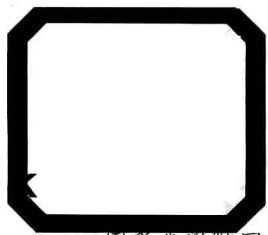
四川建筑职业技术学院
国家示范性高职院校建设项目成果
GUOJIA SHIFANXING GAOZHI YUANXIAO JIANSHE XIANGMU CHENGGUO

金属件焊接加工

(建筑设备工程技术专业)

刘俊清 主编
冯 涛 主审

中国建筑工程工业出版社



职业技术学院
国家示范性高职院校建设项目成果

金属件焊接加工

(建筑设备工程技术专业)

刘俊清 主编

冯 涛 主审

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

金属件焊接加工/刘俊清主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2010

四川建筑职业技术学院国家示范性高职院校建设项目成果.
建筑设备工程技术专业

ISBN 978-7-112-11889-2

I. 金… II. 刘… III. 金属材料-焊接-高等学校: 技术
学校-教材 IV. TG457.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 037213 号

本书针对建筑设备安装工程专业的学生, 以形成职业能力为核心、以工作过程为导向来确定培养目标。具体内容包括: 学习情境 1 金属支架的制作; 学习情境 2 钢管的焊接; 学习情境 3 有色金属管焊接; 学习情境 4 三通管件的焊接加工。

* * *

责任编辑: 朱首明 张 健

责任设计: 张 虹

责任校对: 兰曼利

四川建筑职业技术学院
国家示范性高职院校建设项目成果
金属件焊接加工
(建筑设备工程技术专业)

刘俊清 主编

冯 涛 主审

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

世界知识印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 16 $\frac{3}{4}$ 字数: 408 千字

2010 年 7 月第一版 2010 年 7 月第一次印刷

定价: 36.00 元

ISBN 978-7-112-11889-2

(19137)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

序

2006年以来,高职教育随着“国家示范性高职院校建设计划”的启动进入了一个新的历史发展时期。在示范性高职建设中教材建设是一个重要的环节,教材是体现教学内容和教学方法的知识载体,既是进行教学的具体工具,也是深化教育教学改革、全面推进素质教育、培养创新人才的重要保证。

四川建筑职业技术学院2007年被教育部、财政部列为国家示范性高等职业院校立项建设单位,经过2年的建设与发展,根据建筑技术领域和职业岗位(群)的任职要求,参照建筑行业职业资格标准,重构基于施工(工作)过程的课程体系和教学内容,推行“行动导向”教学模式,实现课程体系、教学内容和教学方法的革命性变革,实现课程体系与教学内容改革和人才培养模式的高度匹配。组编了建筑工程技术、工程造价、道路与桥梁工程、建筑装饰工程技术、建筑设备工程技术五个国家示范院校立项建设重点专业系列教材。该系列教材有以下几个特点:

——专业教学中有机融入《四川省建筑工程施工工艺标准》,实现教学内容与行业核心技术标准的同步。

——完善“双证书”制度,实现教学内容与职业标准的一致性。

——吸纳企业专家参与教材编写,将企业培训理念、企业文化、职业情境和“四新”知识直接融入教材,实现教材内容与生产实际的“无缝对接”,形成校企合作、工学结合的教材开发模式。

——按照国家精品课程的标准,采用校企合作、工学结合的课程建设模式,建成一批工学结合紧密,教学内容、教学模式、教学手段先进,教学资源丰富的专业核心课程。

本系列教材凝聚了四川建筑职业技术学院广大教师和许多企业专家的心血,体现了现代高职教育的内涵,是四川建筑职业技术学院国家示范院校建设的重要成果,必将对推进我国建筑类高等职业教育产生深远影响。但加强专业内涵建设、提高教学质量是一个永恒主题,教学建设和改革是一个与时俱进的过程,教材建设也是一个吐故纳新的过程。衷心希望各用书学校及时反馈教材使用信息,提出宝贵意见,为本套教材的长远建设、修订完善做好充分准备。

衷心祝愿我国的高职教育事业欣欣向荣,蒸蒸日上。

四川建筑职业技术学院 院长:李辉

2009年1月4日

前 言

金属件焊接加工是建筑高等职业技术院校培养高等工程技术应用型人才、建筑设备安装工程专业学生的一门必修的专业基础课。根据国家示范性高职院校专业建设的要求,同时结合本专业的特点,通过理论学习,学生应达到以下要求:

1. 了解建筑设备安装工程中金属构件常用焊接方法的分类、原理、特点及应用。
2. 了解建筑设备安装工程中金属构件所用金属材料的分类、牌号、性能和用途。
3. 基本掌握建筑设备安装工程中常用金属材料的焊接方法。
4. 掌握建筑设备安装中常用焊接方法的专业基础知识和工艺知识。
5. 了解焊接质量检验及其生产管理的基本知识。
6. 掌握焊接安全技术。

通过实际动手操作,学生应具有以下技能:

1. 初步具有焊条电弧焊基本操作技能。
2. 初步具有氩弧焊基本操作技能。
3. 初步具有气焊气割的操作和应用技能。
4. 具有综合运用上述焊接方法和技能,完成建筑设备安装中金属支架的制作、钢管的焊接、有色金属管焊接和三通管件的焊接加工等典型焊接施工的能力。
5. 查阅焊接国家标准、相关技术资料 and 手册的能力。
6. 具有焊接现场组织施工、管理及质量监督与检查的基本能力。

本课程的内容及其要求,是根据建筑设备安装工程专业的学生,应以形成职业能力为核心、以工作过程为导向来确定的;即基于建筑设备安装工程中常见金属构件的焊接加工制作工艺过程和方法来确定教学内容及其要求的,具体包括:

学习情境1 金属支架的制作——主要学习金属支架的作用与结构类型;金属支架的制作所用金属材料的基本知识;金属支架的焊接方法及其焊接工艺过程;金属支架制作的焊接组织施工。

学习情境2 钢管的焊接——主要学习钢管材料的基本知识;室外钢管固定水平位置的对接焊方法及其焊接工艺过程;平焊位置法兰与钢管的对接焊方法及其焊接工艺过程;不锈钢管的对接焊方法及其焊接工艺过程。

学习情境3 有色金属管焊接——主要学习有色金属管材料的基本知识;有色金属的焊接方法及其焊接工艺;铜管的承插焊方法及其焊接工艺过程。

学习情境4 三通管件的焊接加工——主要学习三通管件的结构类型;三通管件展开开放样的基本知识;等径、异径正交三通管件的焊接加工方法及其焊接工艺过程;等径斜交三通管件的焊接加工方法及其焊接工艺过程。

本课程具有理论性和实践性强、涉及知识面广、教学难度大等特点。因此,要求在整个教学过程中,应采用现场讲解、重点演示、讲与练结合、强化训练的教学方式,真正实现理论与实践的有机结合,做到“学中做、做中学”。同时采用工学交替的教学模式,学生每在课堂学习一定时间,就到实训中心和企业实习一段时间,使教

学方法符合学生职业能力形成的规律。在教学实施过程中，如果按照上述教学内容、教学方法和过程组织教学，则真正体现了以学生形成职业能力为核心、以建筑设备安装（包括安装中所涉及的焊接施工）施工过程为导向的高等职业技术教育的办学特色。

本教材是由四川建筑职业技术学院刘俊清主编，参编人员有四川建筑职业技术学院骆国祥老师，中国机械工业第一建设工程公司李晓琼、黄莲花、唐前军，青海建筑职业技术学院余增元。在编写过程中，一方面征求了建筑设备安装工程企业、机械制造企业等有关专家和工程技术人员的意见，另一方面经过我院建筑设备安装工程、国家示范专业建设试点班一学期的试用后，将原试用教材进行了重新修订。在此也对支持和帮助本教材编写工作的有关专家、工程技术人员和领导们表示衷心感谢！

由于编者水平有限，同时时间非常仓促，书中失误之处在所难免，希望同行和广大学生提出宝贵意见，我们将在后续重新修订时加以改进。

编者

2009年5月

目录

CONTENTS

学习情境 1 金属支架的制作	1
项目 1 金属支架制作概述	1
项目 2 金属支架制作的相关专业基础知识	8
项目 3 金属支、吊架的焊接制作工艺过程及其组织施工	99
学习情境 2 钢管的焊接	111
项目 1 钢管焊接概述	112
项目 2 钢管焊接的相关基础知识	113
项目 3 碳素钢钢管的对接焊	162
项目 4 法兰盘与钢管的焊接	176
项目 5 不锈钢管的对接焊	187
学习情境 3 有色金属管焊接	199
项目 1 有色金属管焊接概述	199
项目 2 铜管的氩弧焊工艺及操作技术	214
项目 3 铜管承插式钎焊工艺及操作技术	218
学习情境 4 三通管件的焊接加工	228
项目 1 弯头、三通管件的焊接加工概述	228
项目 2 弯头、三通管件的焊接加工相关基础知识	232
项目 3 弯头管件的焊接加工	238
项目 4 三通管件的焊接加工	248
参考文献	262

学习情境 1

金属支架的制作

〔学习目的〕 金属支架是建筑设备安装工程中常见金属构件。在建筑设备安装中，它对建筑设备主要起着支撑、位置固定和连接等作用。金属支架的制作则是建筑设备安装工程中重要的工作环节之一。因此，学习金属支架的制作，其目的是基本掌握金属支架的制作工艺过程中所涉及的金属材料、焊接方法及设备、焊接工艺方案设计、焊接组织施工、焊接质量检验、焊接安全技术等必备的专业基础知识及焊接基本操作技能，最终能按技术图纸要求完成金属支架的制作任务。

〔学习内容〕

1. 金属支架制作概述：金属支架的概念；金属支架的作用；金属支架的结构类型及结构组成；金属支架制作工艺过程。

2. 金属支架制作时所应该具备的相关专业基础知识：金属支架制作中所用金属材料的基本知识，金属支架焊接所涉及的焊条电弧焊方法、设备、工器具、焊接质量检验、焊接安全技术和焊条电弧焊的基本操作技术等方面的基本知识。

3. 金属支架制作的焊接组织施工。

本学习情境共有 3 个子项目。

〔学习要求〕 同学们首先具有建筑设备识图、建筑水暖设备安装等方面的专业知识，然后才能够综合运用本学习情境所学专业基础知识与焊接基本操作技能，按照金属支架、吊架技术图纸要求，在老师和实习师傅的指导下，最后独立完成建筑设备安装中常见金属支架的制作任务。

项目 1 金属支架制作概述

〔学习任务〕 本项目主要学习金属支架在建筑设备安装工程中所起的作用、

结构组成和制作焊接工艺流程。

[能力标准及要求] 使学生了解金属支架的概念；了解金属支架在建筑设备安装工程中的作用、类型和结构组成；领会金属支架制作所采用焊接方法的生产工艺流程。

[相关知识学习]

1.1.1 金属支架的概念

在建筑设备安装工程中常见的金属支架，主要是指管道支架、吊架和其他建筑设备安装使用的金属结构架。

例如，大家常常看到的安装供水、供热、通风管道所采用的金属支架、吊架、托架；安装空调机、抽排气机、水箱、水罐所采用的金属支架等，这些都是建筑设备安装工程中常见的金属支架。如图 1-1 所示为安装供水管道时常用支架、吊架的结构形式；图 1-2 所示为安装风机的三角支架；图 1-3 所示为安装风管时常用支架、吊架；图 1-4 所示为安装供热管道时常用低支架和中高支架的结构形式。

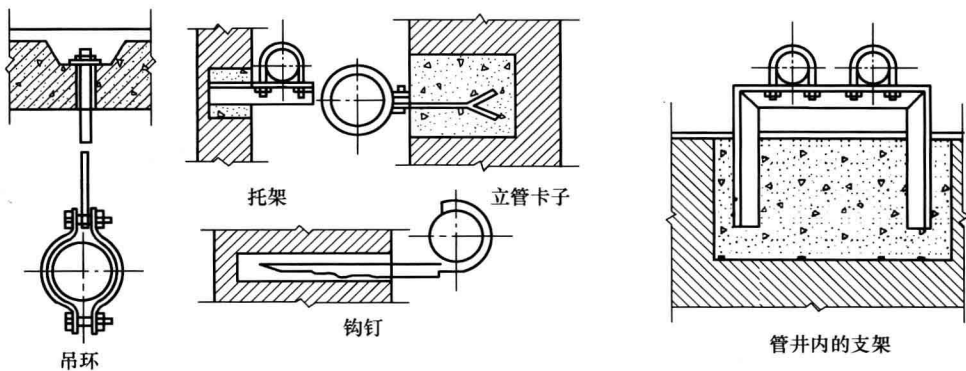


图 1-1 安装供水管道常用支架、吊架

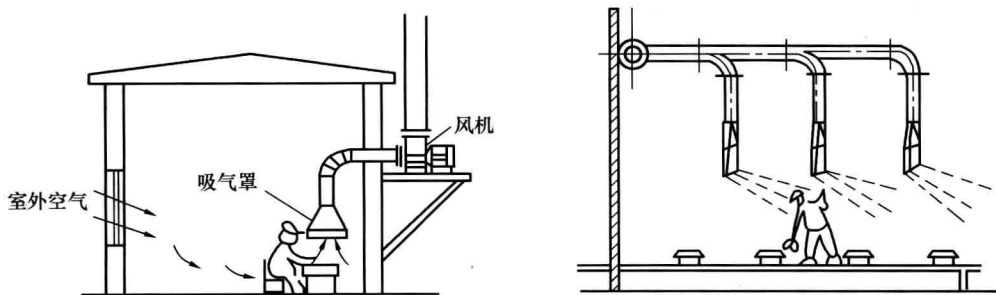


图 1-2 局部排风系统安装风机的三角支架

1.1.2 金属支架的作用

金属支架是建筑设备安装工程中常见金属构架，它用于供水、供热、通风管道及其他建筑设备的支撑与位置固定，主要起着支撑、位置固定和连接等作用。如图 1-5 所示水箱安装时需要采用金属支架支撑与位置固定。

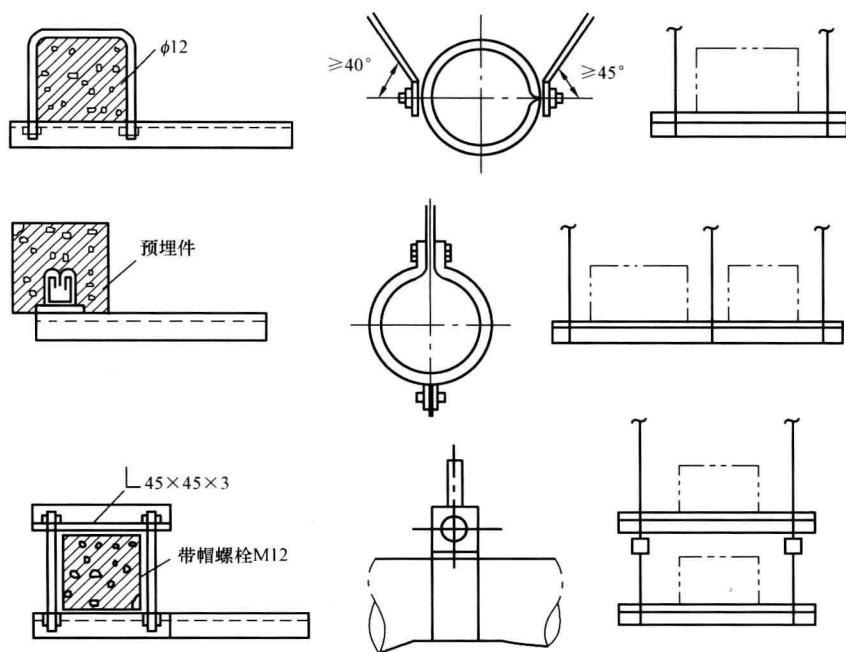


图 1-3 安装供风管道常用支架、吊架

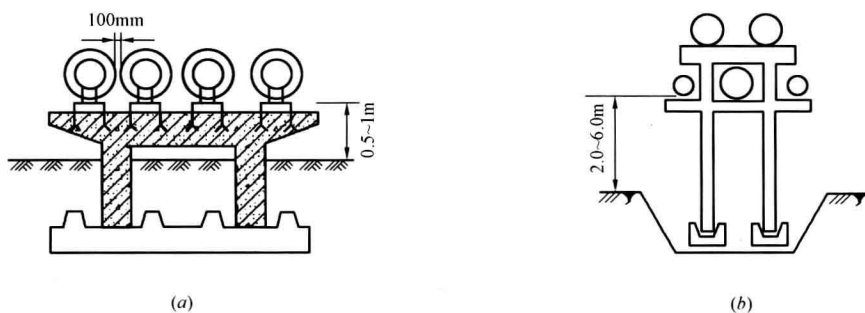


图 1-4 安装供热管道时常用低支架和中高支架
(a) 低支架；(b) 中高支架

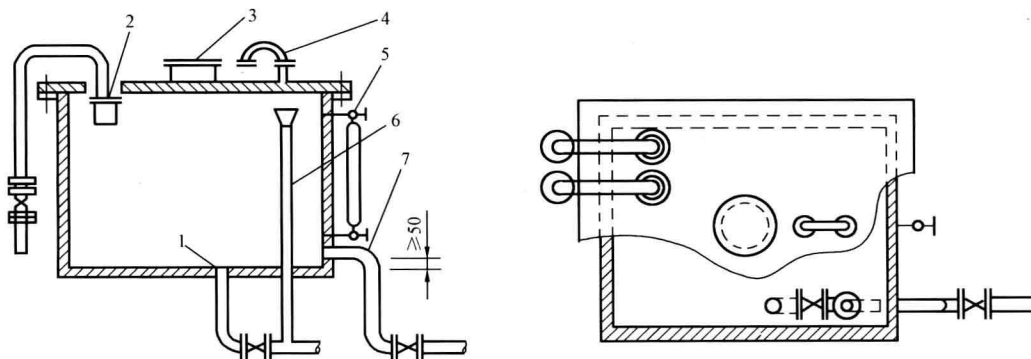


图 1-5 供水系统水箱附件剖面图

1—泄水管；2—水位控制阀；3—入孔；4—通风管；5—液位剂；6—溢水管；7—出水管

1.1.3 金属支架的结构类型

建筑设备安装中的金属支架种类较多,但无论哪种金属支架,它们都是采用各类型钢(例如:角钢、槽钢、H型钢、钢板、圆钢、扁钢等),通过焊接、铆接或螺纹连接的方式制作成各种类型的金属框架结构件。

根据金属支架在建筑设备安装工程中所起的作用不同,主要有支架、吊架、托架等。例如:空调机支架、抽排气机支架、水箱支架、水罐支架等。这里主要介绍管道支架、吊架。管道的支撑结构件我们称之为支架,而吊挂管道的结构件我们称之为吊架。金属支架、吊架是建筑设备管道系统安装的重要组成部分。

管道支架、吊架总称为管道架,它的作用是支撑管道,限制管道的变形和位移,并且承受从管道传递来的内压力、外载荷及管道温度变形的弹性力;同时通过管道支架、吊架把这些力传递给支撑结构或地基。

根据管道支架、吊架工作性质的不同,管道架可分为固定支架、移动(活动、滑动)支架和吊架。无论是管道固定支架,还是活动支架,一般都是由支架和管托组成。

1. 管道固定支架

在固定支架上,管道被牢牢固定住,不能产生任何位移。在建筑设备安装工程中,固定支架除了承受管道自身的重量、管内流体的重量、保温材料的重量或外来力外,还分段控制着管道的热胀冷缩带来的变形,因此固定支架必须有足够的强度和刚性。

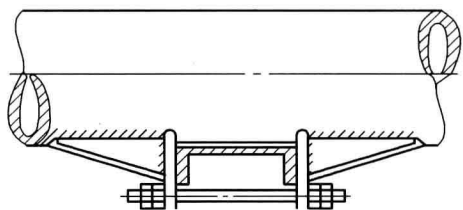


图 1-6 安装在水平梁上支撑管道的固定支架

管道固定支架用于不允许管道有轴向位移的场合。根据固定支架在建筑设备安装工程中所处的位置不同,它有时也分为中间支架和转角固定支架。如图 1-6 所示是一个典型的采用螺杆固定在水平钢梁上支撑管道的固定支架;图 1-7 所示是安装风管的固定支架。

常用的管道固定支架有卡环式(U形管卡)和挡板式两种形式,如图 1-8、图 1-9 所示。

2. 管道活动支架

在建筑设备安装工程中,移动(活动、滑动)支架主要承受管道自身的重量和因管道的热位移摩擦而产生的水平推力;同时保证管道在发生温度变化时能够使其自由移动。活动支架可分为滑动支架(双向移动)、导向支架(单向移动)、滚动支架和吊架四种。

1) 滑动支架

管道可以在其支撑面上自由滑动,分为低滑动支架(用于常温管道支撑)和高滑动支架(用于保温管道支撑)。如图 1-10 所示为安装不保温(常温)单管道滑动支架的结构示意图;图 1-11 所示为安装管道的高滑动支架结构示意图。

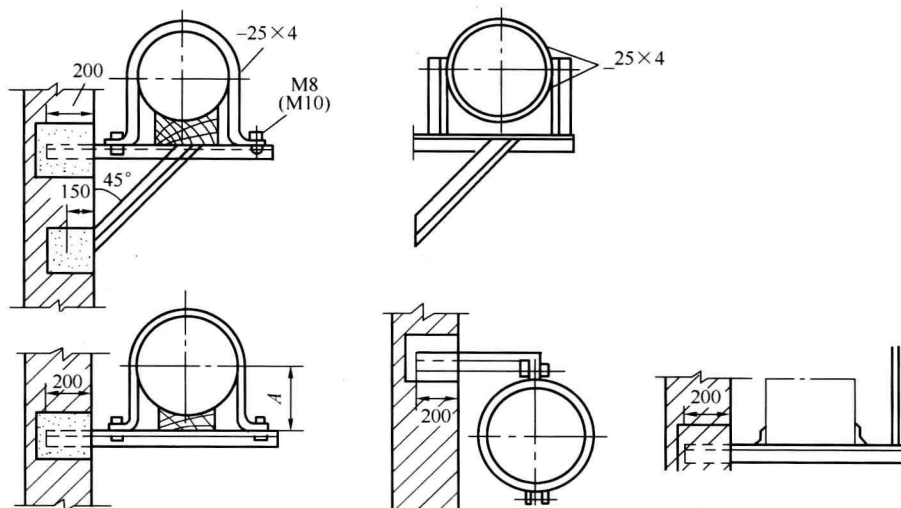


图 1-7 安装风管的固定支架

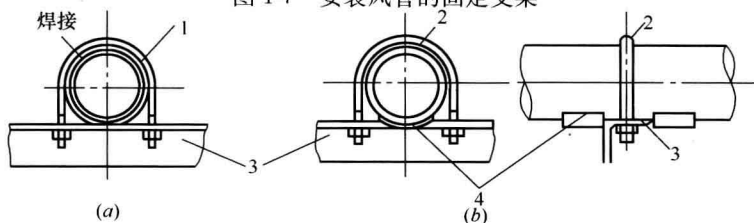


图 1-8 安装管道的卡环式固定支架

(a) 卡环式；(b) 带弧形挡板的卡环式

1—固定管卡；2—普通管卡；3—支架横梁；4—弧形挡板

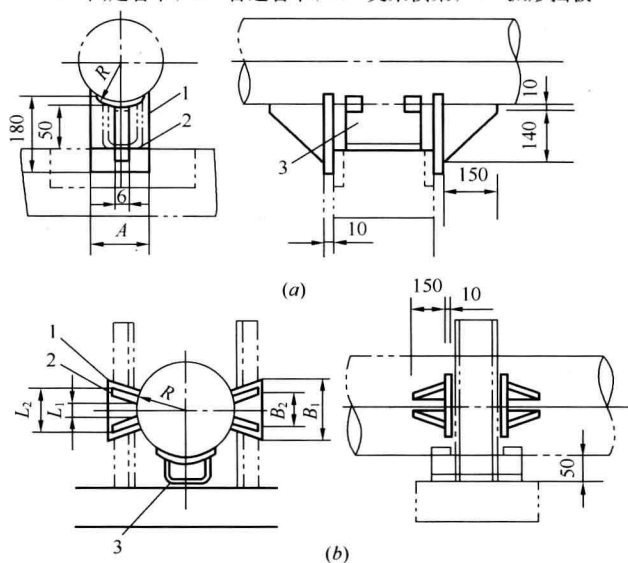


图 1-9 安装管道的单、双面挡板式固定支架

(a) 单面挡板式；(b) 双面挡板式

1—挡板；2—肋板；3—U形槽

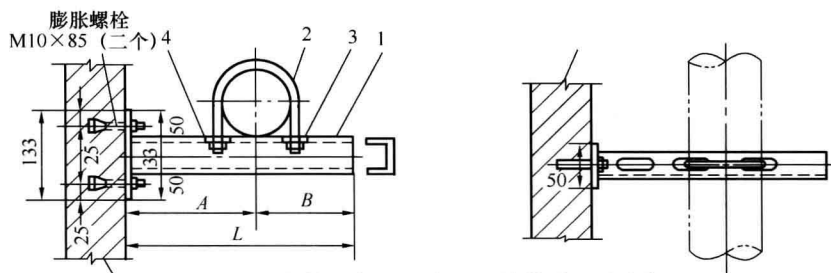


图 1-10 安装不保温（常温）单管道滑动支架

1—支架；2—圆钢管卡；3—螺母；4—垫圈

2) 导向支架

导向支架的作用是为了限制管道径向位移，使管子在支架上滑动时，不至于偏移管子轴心线，从而保证管道沿同一轴心线滑动。图 1-12 所示为导向支架的结构示意图。

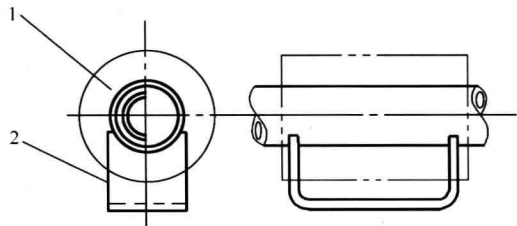


图 1-11 安装管道高滑动支架结构示意图

1—绝热层次；2—管子托架

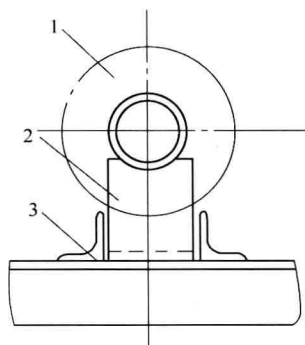


图 1-12 安装管道的导向支架

1—保温层；2—管子托架；3—导向板

3) 滚动支架

滚动支架是指安装有滚筒或球盘，使管子在位移时产生滚动摩擦的支架；其结构形式有滚珠式和滚柱式两种。如图 1-13 所示。

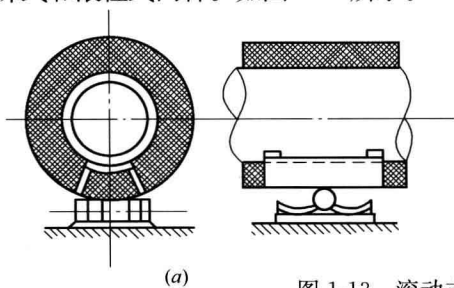


图 1-13 滚动支架

(a) 滚珠支架；(b) 滚柱支架

3. 管道吊架

吊挂管道的结构件我们称之为吊架。吊架是悬空架，其作用与管道活动（滑动）支架相同。管道吊架主要用于不便安装滑动支架的场合。吊架可分为普通吊架和弹簧吊架两种。

1) 普通吊架

普通吊架通常由根部、连接部分、吊杆及管卡等组成，可根据需要进行组合选用。

完整的吊架是由根部、吊耳、吊杆、管卡及花篮螺栓等组成,如图 1-14 所示为普通吊架结构。

吊耳是管卡与吊杆之间的连接件,花篮螺栓用来调节吊杆的伸缩长度。

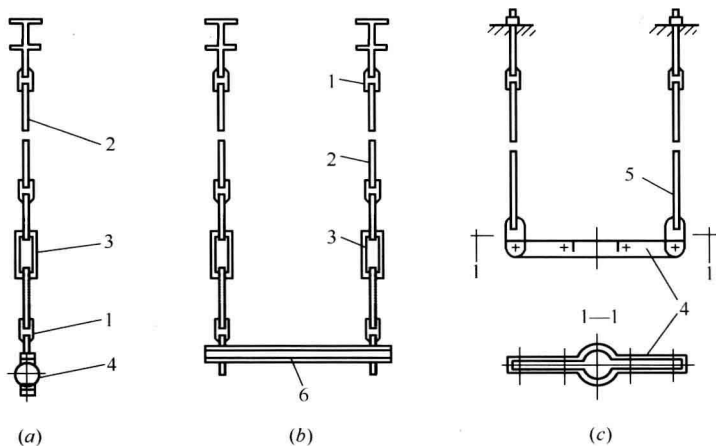


图 1-14 吊架结构图

1—吊耳; 2—吊杆; 3—花篮螺栓; 4—管卡; 5—带吊耳的吊杆; 6—横梁

2) 弹簧吊架

弹簧吊架(减振吊架)与普通吊架的区别在于吊杆中接有弹簧组件,如果管道有振动,则应设置减振吊架。弹簧吊架有单杆弹簧吊架、双杆弹簧吊架和立管弹簧吊架,如图 1-15 所示。

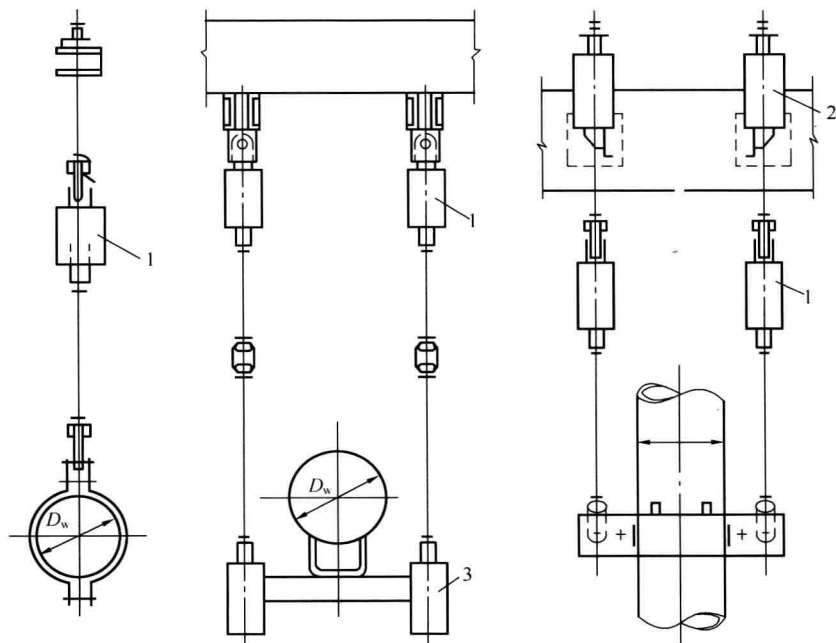


图 1-15 单杆、双杆、立管弹簧吊架

1—弹簧组件; 2—上方弹簧组件; 3—横担弹簧组件

1.1.4 金属支架制作的工艺方法及工艺流程

1. 金属支架制作的工艺方法

我们知道,无论哪种结构类型的金属支架,如果根据其结构组成的特点来看,它们都主要是将各类型钢(例如:角钢、槽钢、H型钢、钢板、圆钢、扁钢等),通过焊接、铆接、螺纹连接等各种连接方法制作而成的。其中,最常见的连接工艺方法主要是焊接,其次是铆接、螺纹连接方法。因此,本学习情境主要学习焊接方法。在焊接方法中,又以金属支架制作中常用的焊条电弧焊为重点。

2. 焊条电弧焊制作金属支架的工艺流程

基于工作工程导向为教学指导思想的学习情境教学过程,即:资讯(明确任务)→决策(选择制作工艺方案)→计划(制订制作工艺计划)→实施(实施制作计划)→检查(检查控制)→评估(评价质量)教学过程,则采用焊条电弧焊焊接金属支架的工艺流程为:

金属支架结构图纸设计(或分析)→焊接工艺方案设计→制订焊接工艺实施计划→型钢展开下料→焊前准备→点焊组装→焊缝成形→其他工序(例如钻连接螺栓孔)→质量检验→金属支架。

上述各道工序的具体实施步骤及方法,在管道支架的制作训练中加以阐述。

思考与练习题

1. 何谓金属支架?试举例说明在建筑设备安装中金属支架的应用。
2. 在建筑设备安装中金属支架的作用是什么?
3. 简述建筑设备安装中的金属支架的结构及类型。
4. 简述建筑设备安装中金属支架制作工艺方法和工艺流程。
5. 从金属支架制作工艺方法和工艺流程中看出,我们应该具备哪些相关专业基础知识?

项目2 金属支架制作的相关专业基础知识

[学习任务] 本项目主要学习:金属支架制作常用金属材料;金属材料的下料方法、设备及工器具;金属支架所采用焊接工艺方法、焊接设备及工器具;焊接接头及焊缝表示符号;焊接缺陷及质量检验;焊条电弧焊基本操作技术;焊条电弧焊安全技术等专业基础知识。

[能力标准及要求] 主要使学生了解金属支架制作常用金属材料的种类、性能、规格及用途;懂得金属材料的下料方法,会正确下料及使用下料设备和工器具;了解金属支架所采用焊条电弧焊方法的原理、特点;了解焊接缺陷的种类、产生原因及防止措施,了解焊接质量检验方法;掌握焊条电弧焊基本操作方法和

技能,懂得其设备及工器具的正确使用方法;掌握焊条电弧焊安全技术。

[相关知识学习]

1.2.1 金属支架的制作所用金属材料的基本知识

金属材料的基本知识主要包括:金属材料的性能、金属支架制作常用金属材料、金属材料热处理基本知识。

1.2.1.1 金属材料的性能

金属材料的性能包括使用性能和工艺性能,其中,使用性能是金属对不同工作条件的适应性,工艺性能是金属材料在生产加工过程中所表现出来的性能。

1. 金属材料的使用性能

金属材料的使用性能,分为力学性能、化学性能及物理性能。

1) 金属材料的物理性能

(1) 密度 金属的密度是指单位体积金属的质量。例如:铁的密度为 $7.87 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 。

(2) 熔点 纯金属和合金从固态向液态转变时的温度称为熔点。纯金属都有固定的熔点,例如:铁的熔点为 1538°C 。但合金的熔点决定于它的成分。

(3) 导热性 金属材料传导热量的性能称为导热性,其大小通常用导热率来衡量。导热率越大,则导热性越好。制订焊接、铸造和热处理工艺时,必须考虑材料的导热性,以防止金属材料在加热或冷却过程中产生过大的内应力,以免金属材料变形或破坏。

(4) 热膨胀性 金属材料随温度变化而膨胀、收缩的特性称为热膨胀性,其大小用线膨胀系数和体膨胀系数表示。焊接异种金属时要考虑它们的热胀系数是否接近,否则会因热胀系数不同使金属构件变形或破坏。

(5) 导电性 金属材料传导电流的性能称为导电性,用电阻率来衡量。电阻率越小,则导电性越好。

(6) 磁性 金属材料在磁场中受到磁化的性能称为磁性。

2) 金属的力学性能

金属材料的力学性能是指金属在不同环境因素(温度、介质)下,承受外加载荷作用时表现的行为。这种行为通常表现为金属的变形和断裂。或者说金属在一定的温度条件和外力作用下抵抗变形和断裂的能力称为力学性能。因此,金属材料的力学性能可以理解为金属抵抗外加载荷引起变形和断裂的能力。常用的力学性能包括强度、塑性、硬度和冲击韧度等;高温力学性能还包括抗蠕变性能、持久强度和瞬时强度以及热疲劳性能等;低温力学性能还包括脆性转变温度等。金属材料力学性能指标通过试验获得。

(1) 强度

强度是指材料在静载荷作用下,抵抗塑性变形和断裂的性能。载荷的作用方式有拉伸、压缩、弯曲、剪切、扭转等形式,所以强度也分为抗拉强度、抗压强度、抗弯强度和抗剪强度等。载荷的作用方式、类型不同,故金属的强度指标也

不同。测定金属强度最普遍的最简单的方法是拉伸试验法。

拉伸试验是将加工好的试样（如图 1-16 所示）放在拉伸试验机上逐渐增加拉力，直至拉断为止，通过自动记录装置，可测得如图 1-17 所示的拉力与变形量的关系曲线，这种图形称为拉伸曲线。

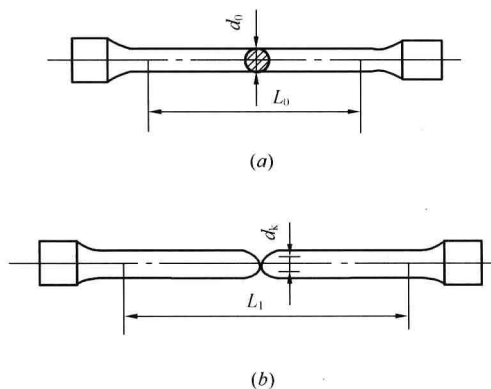


图 1-16 圆形拉伸试样

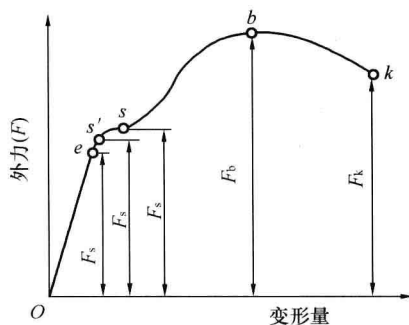


图 1-17 低碳钢拉伸曲线

常用的强度特性指标有屈服点和抗拉强度。

①屈服强度 σ_s 从拉伸试验可观察到：当金属材料呈现屈服现象时，在试验期间达到塑性变形发生而力不增加的应力点称为屈服强度，即金属材料发生屈服现象时承受的应力。屈服点与屈服强度是材料产生明显塑性变形时的最低应力值。它表明材料抵抗塑性变形能力的大小，通常以符号 σ_s 表示，可按下式计算：

$$\sigma_s = \frac{F_s}{A_0}$$

式中 F_s ——试样发生屈服时的载荷，即屈服载荷（N）；

A_0 ——试样的原始横截面积（ mm^2 ），

有些材料没有明显的屈服现象，测定 σ_s 很困难，工程技术中一般规定以变形量达到标准试样基准长度的 0.2% 时的应力作为条件屈服点，以 $\sigma_{0.2}$ 表示。当材料具有上、下屈服点时，应测其 F 屈服点。

②抗拉强度 σ_b 是指金属材料在拉断前承受的最大拉应力。在现行国家标准《金属材料室温拉伸试验方法》GB/T 228—2002 中规定抗拉强度为相应最大力的应力计算：

$$R_m = \frac{F_m}{S_0}$$

式中 R_m ——抗拉强度（ N/mm^2 ）；

F_m ——最大力（N）；

S_0 ——原始横截面积（ mm^2 ）。

如果按原国家标准《金属拉伸试验方法》GB 228—87 中规定，其所采用的符号有所不同，原国家标准所采用的符号如下：