

职业技能培训教程与鉴定试题集

ZHIYEJINENGPEIXUNJIAOCHENGYUJIANDINGSHITIJ

石油金属结构制作工

SHI YOU JIN SHU JIE GOU ZHI ZUO GONG

(下 册)

中国石油天然气集团公司人事服务中心 编



石油工业出版社

PETROLEUM INDUSTRY PRESS

职业技能培训教程与鉴定试题集

石油金属结构制作工

(下册)

中国石油天然气集团公司人事服务中心 编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书是由中国石油天然气集团公司人事服务中心,依据石油金属结构制作工工人技术等级标准,统一组织编写的《职业技能培训教程与鉴定试题集》中的一本。本书包含石油金属结构制作工高级工、技师和高级技师三个级别的内容,分别介绍了应掌握的基础知识、技能操作与相关知识,并给出了部分理论知识试题和技能操作试题。本书语言通俗易懂,理论知识重点突出,且实用性强,可操作性强,是石油金属结构制作工职业培训和鉴定的必备教材。

图书在版编目(CIP)数据

石油金属结构制作工. 下册/中国石油天然气集团公司人事服务中心编.
北京:石油工业出版社,2006.6

(职业技能培训教程与鉴定试题集)

ISBN 7-5021-5540-6

I. 石…

II. 中…

III. 油田工厂-金属结构-制作-技术培训-习题

IV. TE68-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 057795 号

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址:www. petropub. cn

总 机:(010)64262233 发行部:(010)64210392

经 销:全国新华书店

排 版:北京乘设伟业科技排版中心

印 刷:石油工业出版社印刷厂

2006 年 6 月第 1 版 2006 年 6 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本:1/16 印张:33.25

字数:850 千字 印数:1—5000 册

书号:ISBN 7-5021-5540-6/TE·4223

定价:38.00 元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

《职业技能培训教程与鉴定试题集》

编审委员会

主 任：孙祖岭

副主任：刘志华 孙金瑜 徐新福

委 员：向守源 任一村 职丽枫 朱长根 郭向东
史殿华 郭学柱 丁传峰 郭进才 刘晓华
巩朝勋 冯朝富 王阳福 刘 英 申 泽
商桂秋 赵 华 时万兴 熊术学 杨诗华
刘怀忠 张 镇 纪安德

前 言

为提高石油工人队伍素质,满足职工培训、鉴定的需要,中国石油天然气集团公司人事服务中心组织编写了这套《职业技能培训教程与鉴定试题集》。这套书包括44个石油天然气行业特有工种和21个社会通用工种的职业技能培训教程与鉴定试题集,每个工种依据《国家职业(工人技术等级)标准》分初级工、中级工、高级工、技师、高级技师五个级别编写。

本套书的编写坚持以职业活动为导向,以职业技能为核心的原则,打破了过去传统教材的学科性编写模式。依据职业(工种)标准的要求,教程分为基础知识部分和技能操作与相关知识部分。基础知识部分是本职业(工种)或本级别应掌握的基本知识;技能操作与相关知识是本级别应掌握的基本操作技能与正确完成技能操作所涉及到的相关知识。试题集中理论知识试题分为选择题、判断题、简答题、计算题四种题型,以客观性试题为主;技能操作试题在编写中增加了考核内容层次结构表,目的是保证鉴定命题的等值性和考核质量的统一性。为便于职工培训和鉴定复习,在每个工种、等级理论知识试题与技能操作考核试题前均列出了《鉴定要素细目表》。《鉴定要素细目表》是考核的知识点与要点,是工人培训的知识大纲和鉴定命题的直接依据。为保证职工鉴定前能够进行充分的考前培训、学习,真正达到提高职工技术素质的目的,此次编入试题集中的理论知识试题只选取了试题库中的部分试题,职工鉴定前复习时应严格参照教程与试题集的《鉴定要素细目表》,认真学习本等级教程规定内容。

为使用方便,本套书中《石油金属结构制作工》分上、下两册出版,上册为初级工和中级工两个级别的内容,下册为高级工、技师和高级技师三个级别的内容。《石油金属结构制作工》由华北石油管理局组织编写,王会江、刘军、刘荣主编。基础知识部分由段建(新疆石油管理局)、白青山、高峰、陈玉忠、董殿坤编写;技能操作与相关知识部分,初级工和中级工由王会江、曹淑芳编写,高级工由大庆石油管

理局刘军、姚云江、马云飞、王春华、李民编写,技师和高级技师由中国石油天然气第一建设公司刘科发、刘新儒、粘桂莲、史玉峰、赵志明、王喜荣、覃生编写;初级工、中级工和高级工的理论知识试题部分,由段建和王会江编写,技能操作试题部分,由王会江、赵国岗、白青山、刘永峰、马金生编写;技师和高级技师的理论知识试题部分和技能操作试题部分,由中国石油天然气第一建设公司刘庆国、卫建良、粘桂莲、董秋英、史玉峰、赵志明、王健、曾小海、覃生编写。最后经中国石油天然气集团公司职业技能鉴定指导中心组织专家进行审定,参加审定的人员有中国石油天然气第一建设公司刘科发、武小芒,华北石油管理局李纪刚。在此表示衷心感谢!

由于编者水平有限,书中难免有疏漏和错误,恳请广大读者提出宝贵意见。

编者

2006年2月

目 录

高 级 工

工人技术等级标准(高级工工作要求)	(3)
-------------------------	-----

第一部分 高级工基础知识

第一章 复杂结构件的展开与放样	(5)
第二章 高强钢	(16)
第三章 装配基础知识	(27)
第四章 胎具设计知识	(45)
第五章 气柜的工艺知识	(52)

第二部分 高级工技能操作与相关知识

第一章 制作球罐胎模	(57)
第二章 放样下料	(68)
第三章 高压、低温容器制作及安装	(91)
第四章 制作安装 $\phi 3800\text{mm}$ 以下塔类容器	(104)
第五章 锅炉设备的安装	(116)
第六章 制作安装浮顶罐和气柜	(145)

第三部分 高级工理论知识试题

鉴定要素细目表	(158)
理论知识试题	(161)
理论知识试题答案	(186)

第四部分 高级工技能操作试题

考核内容层次结构表	(192)
鉴定要素细目表	(193)
技能操作试题	(194)
组卷示例	(253)

技师和高级技师

工人技术等级标准(技师工作要求)	(259)
工人技术等级标准(高级技师工作要求)	(261)

第五部分 技师和高级技师基础知识

第一章 焊接图知识	(263)
第二章 设计计算的基本知识	(268)
第三章 钢制球形储罐的制造工艺	(281)
第四章 金属结构、容器的缺陷检查、补强与修理	(288)
第五章 金属结构制造工艺	(298)
第六章 管理基本知识	(306)
第七章 培训的基本知识	(331)

第六部分 技师和高级技师技能操作与相关知识

第一章 金属结构制作的模(胎)具设计与制作	(340)
第二章 金属结构的展开放样及下料	(346)
第三章 50000m ³ 浮顶油罐的制作与安装	(353)
第四章 1000m ³ 球罐的制作安装	(369)
第五章 大直径塔类设备的制作安装	(395)
第六章 大型气柜制作	(414)
第七章 复合钢板及有色金属容器制作与安装	(428)
第八章 大型复杂钢结构构架制作与安装	(433)
第九章 压力容器整体退火热处理和容器内壁脱脂	(441)
第十章 培训	(447)

第七部分 技师和高级技师理论知识试题

鉴定要素细目表	(449)
理论知识试题	(452)
理论知识试题答案	(484)

第八部分 技师和高级技师技能操作试题

考核内容层次结构表	(499)
鉴定要素细目表	(500)
技能操作试题	(501)
参考文献	(524)

高级工

工人技术等级标准(高级工工作要求)

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识
一、施工准备	(一) 准备预制安装所需设备、工具、卡具、模具、胎架	(1)能排除设备故障 (2)能检修常用的机械设备 (3)能使用本工种需要的各种设备	
	(二) 准备球形罐球瓣冷压成形胎模	能制作球罐瓣片冷压胎模	冲压胎模制作工艺
二、放样、下料	(一) 展开球形罐球壳瓣片	能用算法对球壳进行展开计算及下料	球体制件不可展开曲面的近似展开及计算知识
	(二) 展开 $\phi 2600\text{mm}$ 以上分瓣椭圆封头	能用放样法(即弧线分割和直线分割法)对瓣片展开及下料	
	(三) 求圆管与球表面相交的相贯线	能用辅助截平面截切相贯体法求相贯线	
三、钢结构、容器的制作与安装	(一) 制作、安装 5000m^3 以下浮顶罐和气柜	(1)能制作、安装浮顶罐浮顶及附件 (2)能绘制气柜中节、钟罩、水槽壁的排版图 (3)能制作、安装气柜水槽和螺旋导轨	钢制储罐制作、安装工艺流程、技术标准及验收规范
	(二) 制作、安装高压容器、低温容器	(1)能选择压力容器用材 (2)能制作、安装高压容器、低温容器	(1)压力容器分类与构造 (2)压力容器制作工艺、设备及制造工艺 (3)压力容器制作标准规范
	(三) 制作、安装 $\phi 3800\text{mm}$ 以下塔类	(1)能分段预制和现场组装塔体 (2)能安装塔内固定件 (3)能安装塔类附件	塔类设备安装基本知识
	(四) 安装锅炉设备	能安装立式、卧式锅炉设备及其附件	锅炉设备安装知识
	(五) 大直径分瓣椭圆封头成形加工	(1)能设计并指导制作较复杂的胎具、模具、卡具和胎架 (2)能在组装胎具上组对分瓣椭圆封头 (3)能修正分瓣椭圆封头的瓜瓣板和中心顶圆板	模具设计的基础知识

续表

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识
四、 检 验	(一) 检查较复杂 钢结构质量	(1)能进行展开下料的壁厚、预留量、焊接收缩量等的处理 (2)能对构件进行去应力退火处理 (3)能鉴定工具、模具、卡具的使用情况并进行修复	钢结构制作、安装的质量要求,组装工具及使用方法,防止结构变形的措施和焊接工艺
	(二) 检查容器部件 加工质量	(1)能检查受压元件的标记移置质量 (2)能检查受压元件钢板的表面质量 (3)能检查封头、筒节对接的几何尺寸 (4)能检查坡口、钝边质量及筒节对口间隙和错边量 (5)能检查分瓣封头板的几何尺寸	(1)标记移置要求 (2)GB 150 封头尺寸及对接质量要求 (3)分瓣封头尺寸、组对要求及检查方法 (4)工具、卡具使用注意事项,模具制作及检验要求
	(三) 压力容器 成品检验	(1)能对压力容器进行气压试验和液压试验 (2)能控制容器气密性试验和耐压试验的重要环节 (3)能检查容器试验的升压、停压和降压情况 (4)能评定容器耐压试验结果	压力容器液压试验和气压试验方法及试压技术要求
五、 管 理	(一) 质量管理	能根据质量管理体系要求,进行本工种范围内的质量管理	质量管理体系有关知识
	(二) 执行施工工艺	能按施工的实际情况组织设计、实施施工方案及提出合理化建议	施工工艺规程

第一部分 高级工基础知识

第一章 复杂结构件的展开与放样

一、几何形体的截交线

平面与立体表面相交,可以看作是立体表面被平面切割,如图 1-1-1 及图 1-1-2 所示。图 1-1-1 为一平面与三棱锥相交,切割立体的平面 P 称为截平面,截平面与立体表面的交线 1—2、2—3、3—1 为截交线,截交线所围成的平面图形 $\triangle 1-2-3$ 称为截面。研究平面与立体表面相交的主要目的是求截交线。

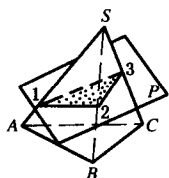


图 1-1-1 平面与立体相交

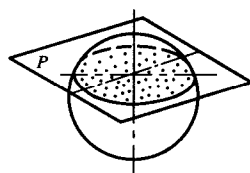


图 1-1-2 球形截面

(一) 截交线的性质

不论是平面立体还是曲面立体,尽管因被截平面切割的位置不同,所得到的截交线形状各异,但任何截交线都具有下面的性质:

- (1) 由于形体在空间有一定的范围,所以截交线一定是由直线或曲线围成的封闭平面图形;
- (2) 截交线是被截切体与切面的公共线,同时也是相交两物体的分界线;
- (3) 一般情况下,曲面体的截交线是曲线,平面体的截交线是直线或折线。

(二) 截面实形和截交线的求法

由于构件形状和截切位置不同,截面实形的求法也不相同。但大体上可按以下步骤求实形:

- (1) 画出构件的主视图、俯视图或有关视图;
- (2) 画出截交线的两面投影;
- (3) 若截平面为水平面时,截交线的水平投影反映实形,不必另求;若截平面为垂直面时,用旋转法或交换投影面法求截面实形;若截平面为正垂面或侧垂面(需画出左视图)时,用变换投影面法求实形;若截平面为一般位置平面时,需将截平面变换成投射面(垂直面)的视图,再进行变换投影(二次变换投影法),即可求出截面实形。

例 1 曲面立体:矩形管。

图 1-1-3 所求为正垂面 P 斜切矩形管,主视图 $A-A$ 为剖切迹线,1—2 为截交线的正面投影,截交线的水平投影与俯视图重合, $A-A$ 截面为矩形。

- ① 选用已知尺寸画出主视图、俯视图和剖切迹线 $A-A$ 。连接 $A-A$ 得交点 1、2。
- ② 过 1、2 两点引 1—2 的垂线,并作一矩形,使其长等于 1—2,宽等于俯视图中的 a ,即为

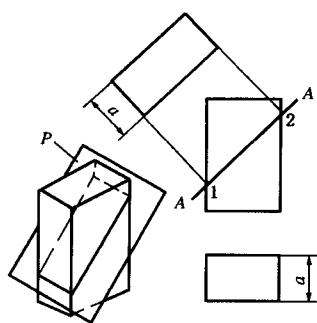


图 1-1-3 正垂面 P 斜切方管

$A-A$ 断面实形。

例 2 平面和曲面构成的立体: 切平面水平截切不反映实形的圆管。

从图 1-1-4 的主视图和俯视图可知圆管上端向右后方倾斜, 切平面迹线距离管底中心线高度为 h_1 水平截切, 由于主视图不反映圆管实形, 因此断面实形不能直接求出。需先求出圆管实形图及剖切迹线。

① 圆管实形图的画法: 在由俯视图 O_1 、 O_2 点引对 O_1O_2 直角线上作垂线 BO_1'' , 取 $B5'$ 、 BO_2'' 分别等于主视图 h_1 、 h_2 , 得 $5'$ 、 O_2'' 两点。连接 $O_1''O_2''$ 为圆管轴线实长。由 O_1'' 、 O_2'' 左右以圆管半径画轮廓线, 即得圆管实形图。再由 $5'$ 点引 BO_1'' 的平行线 $A'-A'$, 表示截切迹线。

② 以 O_1'' 为圆心, 用圆管半径画 $1/2$ 断面, 6 等分断面半圆周, 等分点为 $1, 2, 3, \dots, 7$ 。由等分点引与 $O_1''O_2''$ 平行线, 得与截切迹线 $A'-A'$ 的交点, 分别为 $1', 2', 3', \dots, 7'$ 。再由截切迹线与管轮廓 O' 向左引与轴线平行线, 交圆管断面于 0 。

③ 断面实形的画法: 在由截交线 $1'-0'$ 各点, 引对 $1'-0'$ 直角线上作垂线 $1''-0''$, 得与各线交点, 由各交点左右对称截以圆管断面各点至 $1-7$ 的距离, 得出各点, 并连成椭圆曲线, 即得所求断面实形。

(三) 相交构件相贯线及相贯线的求法

断面实形应用: 为使相交构件符合质量要求, 在制作过程中, 需用样板检验构件的断面尺寸, 因此需要求出构件的断面实形或两面夹角实形。

例 3 画等径三通补料带的检验样板。

等径斜交三通补料带的检验样板为沿该带中线 $A-A$ 断面的里口实形, 如图 1-1-5 所示。

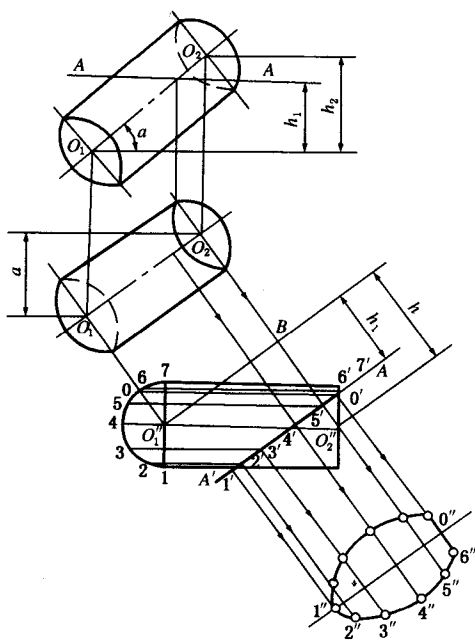


图 1-1-4 截切不反映实形的圆管

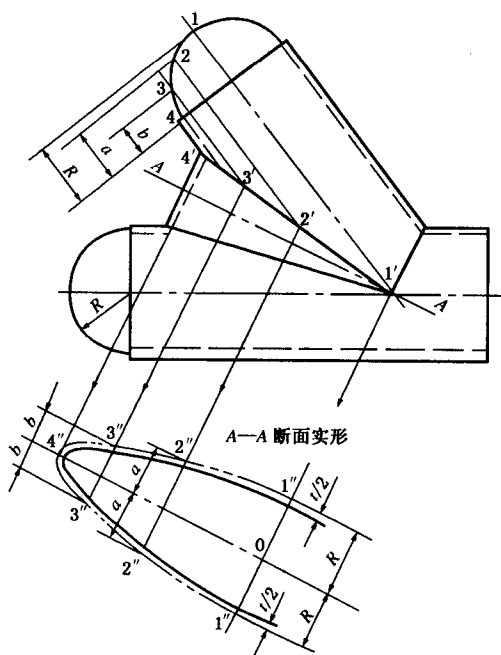


图 1-1-5 等径三通补料带的检验样板

① 先用已知尺寸画出主视图。断面图(按平均直径)和剖切迹线 $A-A$ 。

② 3 等分支管 $1/4$ 断面,等分点为 1、2、3、4。由等分点引支管素线,得与相贯线 $1'-4'$ 交点(等径相交相贯线正面投影为直线,可直接画出)。

③ 断面实形画法:在相贯线 $1'-4'$ 各点引对 $A-A$ 直角线上作的垂线 $0-4''$ 上得到与各线交点。由各交点左右对称截取断面图 R 、 a 、 b ,得 $1'', 2'', 3'', 4'', 3'', 2'', 1''$ 。将各点连成光滑曲线,再由曲线各点向内截取板厚的一半($t/2$),画与外曲线平行的内曲线,得 $A-A$ 断面的里口实形。

二、复杂结构件的展开

(一) 锥柱形体的复杂相交构件

下面的例子,重点将放在求相贯线方面。虽然这里是锥、柱形体相交构件的例子,但其他类型的相交构件,也可参照进行。

例 4 圆—圆锥—圆管三节直角换向连接管。

图 1-1-6(a) 为实物投影图,已知尺寸为 a 、 b 、 c 、 d_1 、 d_2 、 h_1 、 h_2 、 t 。

(1) 相贯线的求法。已知的三个图面都不能表示实角,故必须求出实角才能求出相贯线。先画俯视图的中心 $A-B-C$,如图 1-1-6(b)。在由 A 点对引 AB 的垂直线上截取 h_1 、 h_2 ,得 G 、 A' 、 H 各点。 $\angle HA'B'$ 即为管 I 与管 II 中心线的实角, $A'B'$ 为管 II 中心线实长。以点 A' 、 B' 分别为圆心,画管 I 管 II 的断面。连两个圆的公切线,与由 A' 圆切点引与 HA' 平行线得交点为 F_1 、 F_2 。 F_1F_2 即为管 I 与管 II 的相贯线。再求管 II 与管 III 的相贯线。以 B 点为圆心, $A'B'$ 作半径画圆弧,与 DA 延长线交点为 A' 。 $\angle A'BC$ 即为管 II 与管 III 中心线的实角。以点 A' 、 B 分别为圆心画管 I、管 II 断面。连接两个圆的公切线,得交点为 B_1 、 B_2 , B_1B_2 即为管 II 与管 III 的相贯线。由管 II 中间任意垂直中心线切断,分为两部分,如图中 f_1 和 f_2 。在 $A'B'$ 延长线上画 E_1 、 E_2 断面,即得出两段错心差 t_2 。

(2) 管 I 的展开图画法。如图 1-1-6(c)。在水平线取 3—3 等于管 I 板厚中心径展开长度。再由 3 点引上垂线,取图 1-1-6(b) 的 h_2' 、 r 、 r 得点为 1、0、5。以 0 点为圆心, r 作半径画半圆,由 4 等分半圆周的等分点向右引水平线,与由 8 等分水平线 3—3 的等分点分别引的上垂线的对应交点连成曲线,即得出所求 I 展开图。用同样的方法画管 III 的展开图,如图 1-1-6(e) 所示。说明省略。

(3) 管 II 的展开图画法。将图 1-1-6(b) 管 II 两部分画在一起,如图 1-1-6(d)。由 4 等分半圆周的等分点引与 E_1O 的平行线,与 E_1E_2 得出的交点与 O 连线并延长,与 F_1F_2 、 B_1B_2 得出的交点,引与 E_1E_2 平行线,其与 F_2O 得出交点。再以 O 点为圆心,以 E_2O 作半径画的圆弧上截取 1—1 等于 E_1 圆周长,并截取各等分点与 O 连线并延长,与以 O 点为圆心,以 5—0 上各点至 O 分别作半径,画同心圆弧,对应交点连成曲线,即得 $A'E'$ 段展开图。再将各等分点向左移 L_2 长度,得出各点与 O 连线,与以 O 点为圆心,以 B_2O 上各点至 O 分别作半径,画同心圆弧,对应交点连成曲线,即得出管 II 的展开图。

(二) 螺旋面构件的近似展开

1. 螺旋线

螺旋线是工程上应用较广的空间曲线之一。螺旋线可以在不同的面上形成,分为圆柱螺旋线、圆锥螺旋线等等,其中最常见的是圆柱螺旋线。

圆柱螺旋线是一个点运动的轨迹:点顺着圆柱面的母线做匀速直线运动,同时,该母线绕着柱轴匀速转动,点的这种复合运动的轨迹,称为圆柱螺旋线。这里的圆柱称为螺旋线的导圆柱。

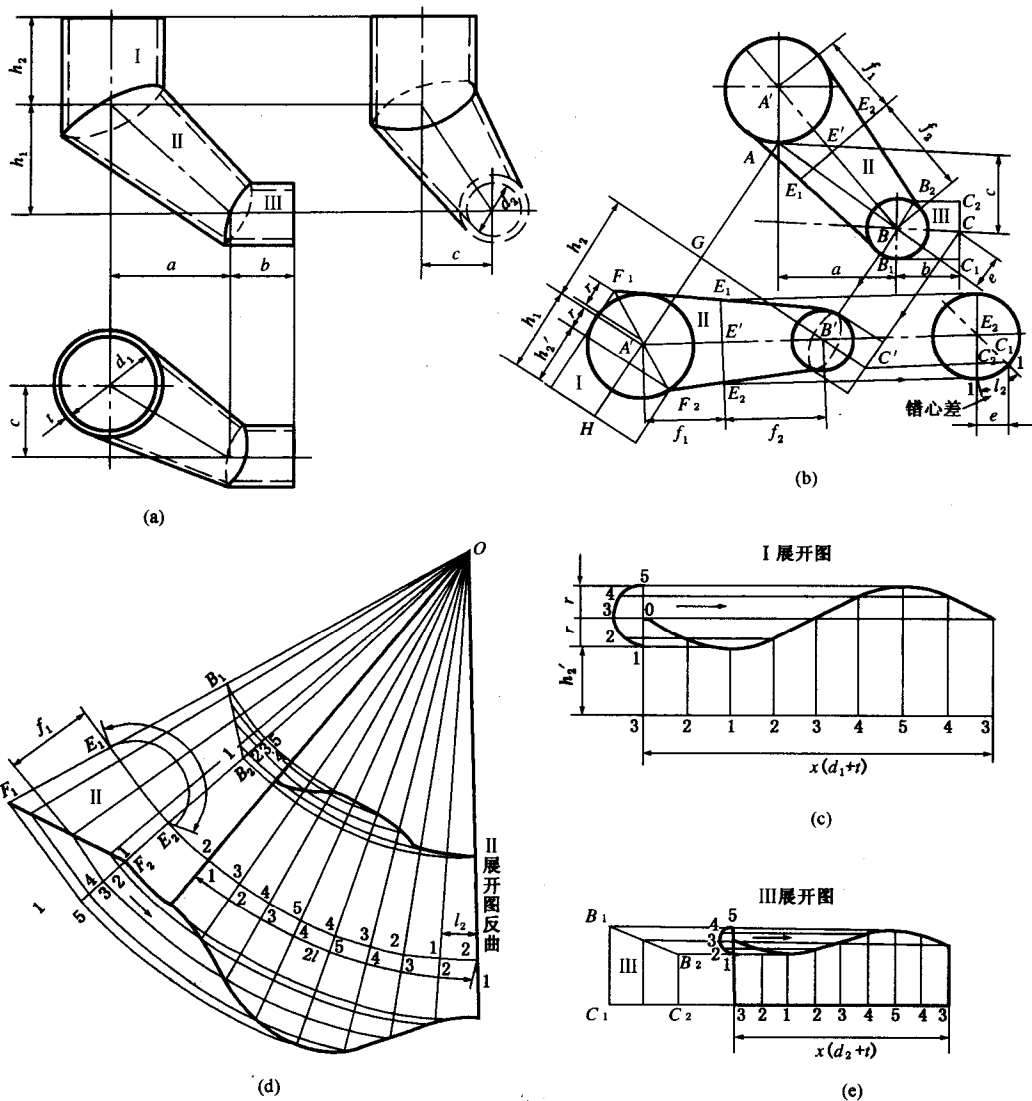


图 1-1-6 圆—圆锥—圆管三节直角换向连接管

(a) 实物投影图; (b) 管 II 中心线实长; (c) 管 I 展开图;
 (d) 管 II 展开图; (e) 管 III 展开图

现在研究如给定圆柱螺旋线的三个基本要素,怎样作螺旋线的投影图。图 1-1-7(a)所示为画右旋螺旋线的过程。首先根据导圆柱的直径,作出它的投影图,将圆周分为 12 等分,用 $0, 1, 2, \dots, 11, 12$ 按逆时针方向依次将各等分点标注在俯视图上,取一段高为导程 p ,将这段也分成相同的等分数,各分点自下而上依次编号。最后自正面投影各分点作水平线,自水平投影各分点作 $O-x$ 轴垂线,与正面投影上相对应的水平线的交点(如 $1', 2', \dots, 10', 11', 12'$),即为圆柱螺旋线上点的正面投影,用曲线板将这些点连接起来,就完成了该圆柱螺旋线的正面投影。圆柱螺旋的水平投影是一个圆。它的正面投影是正弦曲线。

图 1-1-7(b)所示为圆柱螺旋线展开后的图形,由于圆柱螺旋线的形成规律,点在展开

图中水平方向与垂直方向都是匀速运动,因此圆柱螺旋线的展开为一直线。它是以导柱正截圆周之长(πd)和导程(p)为两直角边的直角三角形的斜边,在一个导程内,圆柱螺旋线的长度等于 $\sqrt{(\pi d)^2 + p^2}$ 。

根据上述几何关系,可以看到圆柱螺旋线的两个基本特性:

(1) 圆柱螺旋线是属于圆柱表面不在同一素线上的两点之间最短距离的连线,也称为圆柱面上的测量线。

(2) 圆柱螺旋线与圆柱上任何素线交于相等的角度,如图 1-1-7(b) 中的 β 角,称 β 角为该圆柱螺旋线的螺旋角。它的余角 α ,称为该圆柱螺旋线的升角。对一条螺旋线来说,它的 α 、 β 角是常数,从圆柱螺旋线上任一点所作的切线,都与水平面成相等的 α 角(图 1-1-7(c))。

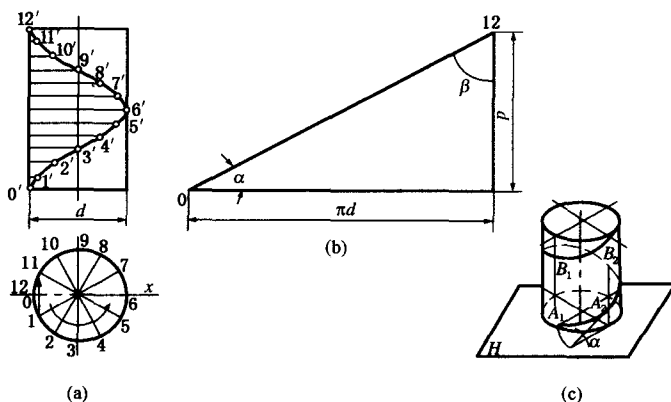


图 1-1-7 圆柱螺旋线

(a) 螺旋线的投影;(b) 圆柱螺旋线的展开;(c) 螺旋立体图

2. 螺旋面

螺旋面母线做螺旋运动形成的曲面,称为螺旋面。其导线为螺旋线及轴线,工程上用得最多的是直母线螺旋面,母线与轴线相交成直角者,称为正螺旋面,斜交者,称为斜螺旋面。

(1) 正螺旋面:正螺旋面是母线一端沿着圆柱作螺旋线运动,并且母线始终保持垂直于轴线而形成的曲面。

作正螺旋面的投影图时,除了画出导线的投影,还需画出一系列素线的投影。图 1-1-8 中的投影,正螺旋面的轴线为铅垂线,而其素线与轴线交成直角,因此各条素线皆处于水平线位置,其正面投影皆平行于 $O-x$ 轴,水平投影则皆交于圆心 O_1 点。

正螺旋面的母线运动时,母线上所有各点分别作半径不等的螺旋运动,但它们的导程都是相等的,图 1-1-8 表示出当正螺旋面有一小圆柱的轴心时,则螺旋面与小圆柱相交,在小圆柱面上形成一条螺旋线。

(2) 斜螺旋面。斜螺旋面是母线的一端沿着圆柱螺旋线运动,并且母线始终保持与轴线斜交成一定角度而形成的曲面。图 1-1-9 是一斜螺旋面的投影图。该螺旋面的母线与轴线相交成 α 角。根据已知导线(动点沿圆周方向移动的距离)螺旋线的投影,先作平行于锥面的素线,从 O' 点开始,作正平线的正面投影 $O'O_1'$,其与轴线交角反映 α 角的实形。水平投影 OO_1 ,为自 O_1 点引的圆半径。其余素线根据两端点的轨迹作用,即素线每旋转一角度时,母线两端点升高一相同的高度,这样母线始终保持与轴线相交成 α 角。图中当 O 点转过 $360^\circ/16$ 度到