

机械工业部 统编

# 冷作工 操作技能与考核

(中级工适用)

机械工人操作技能培训教材

JIXIEGONGRENCIAOZUO JINENGPEIXUN JIAOCAI



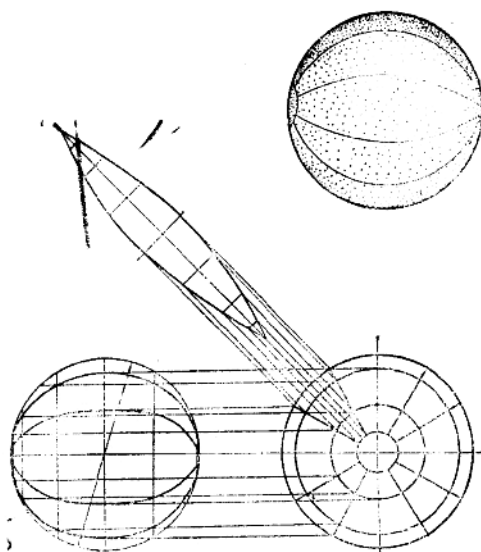
机械工业出版社

机械工人操作技能培训教材

# 冷作工操作技能与考核

(中级工适用)

机械工业部 统编



机械工业出版社

本套教材是依据机械工业部审定的《机械工人中级操作技能培训大纲》编写的，教材的基本内容及所包涵的技能知识、技能水平同《工人技术等级标准》和《职业技能鉴定规范》相关工种的中级工技能要求一致。本工种教材包括以下主要内容：构件的放样与展开；简单工具与模、夹具的制作；模具的安装与调整；铆工装配；结构件变形的矫正；桁架类、板架类和压力容器类产品制造工艺规程的编制以及考核实例等。

本教材供中级工培训和考核使用，也可作为机械类技工学校、职业学校生产实习课参考教材。

## 图书在版编目(CIP)数据

冷作工操作技能与考核/机械工业部统编.-北京：机械工业出版社，1996

机械工人操作技能培训教材 中级工适用

ISBN 7-111-04975-6

1. 冷… I. 机… II. 冷加工-技术工人-考核-技术培训-教材 W. ①TG3②TG5

中国版本图书馆CIP数据核字(95)第18753号

出 版 人：马九荣(北京市百万庄南街1号 邮政编码100037)  
责任编辑：俞逢英 版式设计：冉晓华 责任校对：姚培新  
封面设计：姚 毅 责任印制：王国光  
机械工业出版社京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行  
1996年6月第1版第1次印刷  
787mm×1092mm<sup>1</sup>/<sub>16</sub>·12印张·285千字  
0 001—4 000册  
定价：15.00元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

**机械工业部**  
**机械工人操作技能培训教材**

**编审委员会名单**

(均按姓氏笔画排列)

**主任委员:**陆燕荪

**副主任委员:**王文光 谷政协 吴关昌 郝广发(常务) 郭洪泽

**委 员:**丁占浩(常务) 于新民(常务) 王治中 王贵邦

王 斌(常务) 刘亚琴(常务) 刘起义 汤国宾

关连英 关荫山 孙 旭 沈 宇(常务) 沈富强

李国英 李炯辉(常务) 李震勇(常务) 杨国林

杨晓毅(常务) 杨溥泉 吴天培 吴铁钢 房志凯

林丽娟 范广才 苗 明(常务) 张世银 胡有林(常务)

胡传恒 施 斌 唐汝均 董无岸(常务)

**本工种教材由**金光辉、张广杰、张帆、滕东昇**编著** 徐德林**审稿**

## 前 言

继1991年我们组织编写出版初级技术工人基本操作技能培训教材之后,经过几年努力,一套中级技术工人操作技能与考核培训教材又将问世了。这套教材共35种,包括34个技术工种,是建国以来首次为我国机械工业中级技术工人组织编写的正规的操作技能培训教材。

当前,我国正在建立社会主义市场经济体制。在市场经济体制下,企业的竞争,产品的竞争,归根结底是人才的竞争。谁拥有人才,谁就能够在激烈的市场竞争中立于不败之地。

在机械工业企业中,技术工人是职工队伍的主体,是生产第一线的主力军和骨干力量,是高技能人才的后备军,是企业人才群体中重要的组成部分。但是,据调查,目前机械工业企业中,有相当一部分中级技术工人(包括一部分技工学校毕业生),其实际业务水平同国家颁布的《工人技术等级标准》和《职业技能鉴定规范》的要求相比,尚存在差距,而在操作技能方面,差距更大。这种状况,是造成企业产品质量不稳定,影响产品质量进一步提高,使产品缺乏市场竞争力,制约机械工业产品结构调整、科技进步和生产发展的重要因素之一。

因此,继续加强中级技术工人的业务培训,特别是操作技能培训,不仅是提高企业职工队伍素质、改善企业整体素质的需要,同时也是实施机械工业高技能人才工程、加强企业“能工巧匠”队伍建设的一项基础性工作,对于振兴我国机械、汽车工业也具有重要的战略意义。本套教材的编写和出版,为机械工业企业开展工人中级操作技能培训,并使培训工作制度化、正规化、规范化提供了条件。

本套教材是依据机械工业部审定的《机械工人中级操作技能培训大纲》编写的,教材的基本内容及所包涵的基本技能知识、技能水平同《工人技术等级标准》和《职业技能鉴定规范》相关工种的中级工技能要求一致。因此,这套教材也可以作为机械类技工学校、职业学校生产实习课参考教材。

本套教材的编写贯彻了“从实际出发,面向企业,面向生产,学以致用”的岗位培训原则,以培养能够熟练地综合运用基本操作技能,全面掌握中级操作技能,并具有一定的工艺分析能力和解决生产中实际问题能力的中级技术工人之目的。教材内容分为操作技能训练课题和考核实例两大部分。

操作技能训练课题的设计和安排,遵循由浅入深、由易到难、由简单到复杂循序渐进的教学规律,注意了与工艺学教材的区别,内容包括:加工工艺和具体的、规范的操作方法,加工步骤,工艺分析和加工过程中的质量检验,重在解决“会做和做好”的问题。若干个技能训练课题之后,插入一个工艺分析能力训练课题,以集中培养、提高工人这方面的能力。

考核实例的设计和选定,紧密结合课题,结合生产实际,力求照顾到不同产品的生产企业和不同地区的实际,体现行业的针对性,具有典型性、通用性和可行性,不仅可供培训、考核使用,还可供技能竞赛、技能鉴定命题参考或选用。

本套教材图文并茂、形象直观,叙述文字简明扼要,通俗易懂,较好地体现了工人培训教材的特点;严格贯彻了最新国家标准和法定计量单位。

本套教材的编写，借鉴了我部技术工人教育研究中心和天津市机械局教育教学研究室编写的《工人中级操作技能训练辅导丛书》的经验，参考了《丛书》中的部分内容，特此说明。

参加本套教材编写工作的有天津、上海、四川、江苏、沈阳等地区机械厅（局）和中国第一汽车集团公司、湘潭电机厂、上海材料研究所等单位。在此，谨向这些地区和单位的领导、组织者和编、审人员以及其他热心支持这项工作的单位和同志表示衷心的感谢！希望行业广大技工培训工作者和读者对本套教材多提宝贵意见，以便今后修改完善。

机械工业部技工培训教材编审组

1995年3月10日

# 目 录

## 前言

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| <b>课题1 构件的放样与展开</b>     | 1   |
| 作业一 平行线展开法的练习           | 1   |
| 作业二 放射线展开法的练习           | 6   |
| 作业三 三角形展开法的练习           | 10  |
| 作业四 不可展曲面的近似展开          | 16  |
| 作业五 相贯构件的放样与展开          | 22  |
| 作业六 钢材展开长度的计算           | 40  |
| <b>课题2 简单工具与模、夹具的制作</b> | 46  |
| 作业一 简单工具的制作             | 46  |
| 作业二 常用夹具的制作             | 50  |
| 作业三 简单拼装模的制作            | 53  |
| <b>课题3 模具的安装与调整</b>     | 55  |
| 作业一 典型冲裁模的安装与调整         | 55  |
| 作业二 典型弯曲模的安装与调整         | 58  |
| 作业三 典型压延模的安装与调整         | 64  |
| <b>课题4 铆工装配</b>         | 67  |
| 作业一 桁架类构件的装配            | 67  |
| 作业二 板架类构件的装配            | 78  |
| 作业三 压力容器类构件的装配          | 99  |
| <b>课题5 构件变形的矫正</b>      | 111 |
| 作业一 构件变形矫正位置的选择         | 111 |
| 作业二 构件变形的机械矫正           | 112 |
| 作业三 板材构件变形的矫正           | 113 |
| 作业四 型钢构件变形的矫正           | 117 |
| <b>课题6 编制工艺规程</b>       | 130 |
| 作业一 编制桁架类产品制造工艺流程       | 130 |
| 作业二 编制板架类产品制造工艺流程       | 133 |
| 作业三 编制压力容器类产品制造工艺流程     | 148 |
| <b>考核实例</b>             | 161 |
| 1. 斜截斜圆锥管的制作            | 161 |
| 2. 导轨防护罩的制作             | 163 |
| 3. 圆锥筒的滚制               | 164 |

|                                         |            |
|-----------------------------------------|------------|
| 4. 圆-矩形过渡接头的制作 .....                    | 165        |
| 5. 固定防护罩的制作 .....                       | 166        |
| 6. 矩形斜漏斗的制作 .....                       | 167        |
| 7. 圆锥管直交圆管的制作 .....                     | 168        |
| 8. 五节变径弯头的制作 .....                      | 169        |
| 9. 矩形管直交正圆锥管的制作 .....                   | 171        |
| 10. 变径三通管的制作 .....                      | 173        |
| 11. 半球面的展开 .....                        | 175        |
| 12. 180°螺旋管的制作 .....                    | 176        |
| 13. 蛟龙螺旋面的展开 .....                      | 177        |
| 14. 薄钢板(2mm×1000mm×1000mm)变形的手工矫正 ..... | 178        |
| 15. 管架的手工弯曲 .....                       | 179        |
| 16. 正五边形角钢框的制作 .....                    | 180        |
| <b>附录 样板的标注符号及其含义 .....</b>             | <b>182</b> |

## 课题 1

### 构件的放样与展开

#### 作业一 平行线展开法的练习

●要点 确定构件的接口位置,作板厚处理,并用平行线法作展开图

●训练1 叶片的放样与展开

1. 零件图 叶片结构图如图1-1所示。

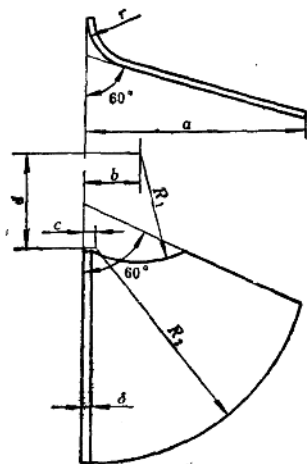


图 1-1

2. 形体分析 由图1-1分析可知,叶片主视图的投影,一段为曲线,另一段为直线,而俯视图的投影为平面图形。由此可知叶片的表面一部分为圆柱面,另一部分为平面。用平行线法展开的原理,就是将零件的表面,看作是由无数条相互平行的素线组成的。若取相邻两素线及两端线所围成的微小平行四边形作为平面,只要将每一个平面的真实大小,依次顺序地画到平面上,就得到了零件表面的展开图。平行线展开法适用于柱体及其截体的侧表面展开。

3. 结构放样 结构放样就是在线型放样的基础上,依施工要求进行工艺性处理的

过程。它主要包括:

1) 确定各部分连接的形式及结合位置。

2) 计算或量取零、部件料长,以及划出平面零件的实际形状,绘制号料草图、制作号料样板、样杆和样箱或按一定格式填写号料数据,供数控切割使用。

3) 根据图1-2加工工序的要求,设计胎具或胎架,绘制各类加工装配用样板。

叶片成形模具是结构放样中的一项,其成形模具简图如图1-2所示。

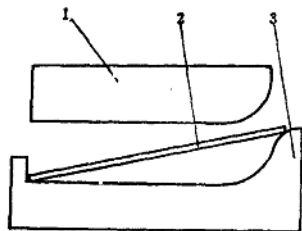


图 1-2

1—凸模 2—叶片 3—凹模

#### 4. 展开放样

(1) 板厚处理: 叶片板厚 处理后的图样及尺寸如图1-3所示。由于金属材料在卷弯时其外表面(也称外皮)受拉而内表面(也称里皮)受压的缘故,在断面上从拉伸到压缩的过渡中,必有一层金属材料既不伸长又不缩短,一般将这一层称为中性层,因中性层长度在弯曲前后不发生任何变化,所以可作为板厚处理展开的依据,图1-3中  $r - \delta/2$  就是板厚处理后的尺寸。

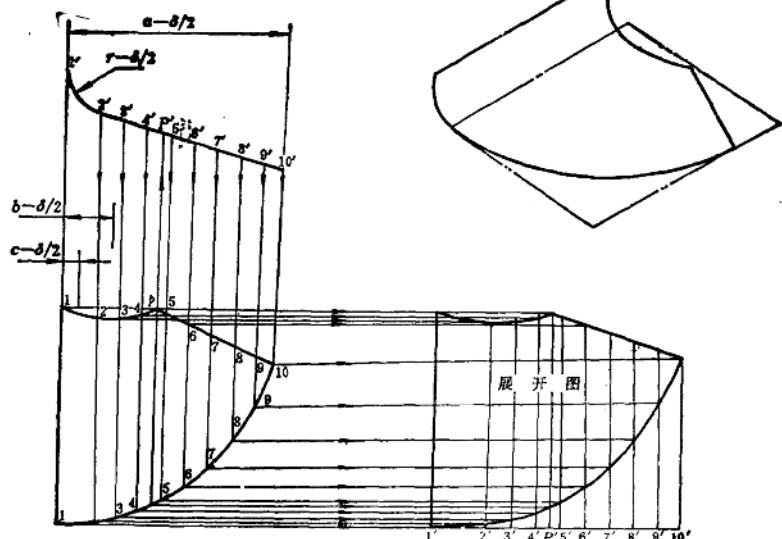


图 1-3

## (2) 展开作图

1) 将叶片主视图的投影部分  $1'-10'$  线段分成若干小段, 得  $1', 2', 3' \dots 10'$  各点, 过各点向俯视图作投影线, 得到各素线的实长。例如, 图 1-3 俯视图中  $1-1$  段线段即为实长线中的一条。

2) 在俯视图中选取展开基准线, 过 1 点作垂直于  $1-1$  的圆弧切线, 以此线作为展开作图的基准线。

3) 展开作图。将主视图投影线上各点截取在基准线上, 在展开图上, 得  $1', 2', 3' \dots 10'$  点。

过各点作展开图中  $1'-10'$  线段的垂线, 并将俯视图中各素线实长对应地投影到垂线上, 得到各交点。

由俯视图可知, 在 4、5 两点间有一过渡点  $P$ , 为在展开图上划出该点的位置, 必须过  $P$  点向主视图作投影线, 得  $P'$  点, 则  $P'$  点在展开图的位置与  $1', 2', 3' \dots 10'$  各点确定的方法相同。最后将所得各点用光滑曲线连接, 即得叶片的展开图。

## ●训练2 扭曲矩形管的放样与展开

1. 零件图 扭曲矩形管的结构图如图 1-4 所示。

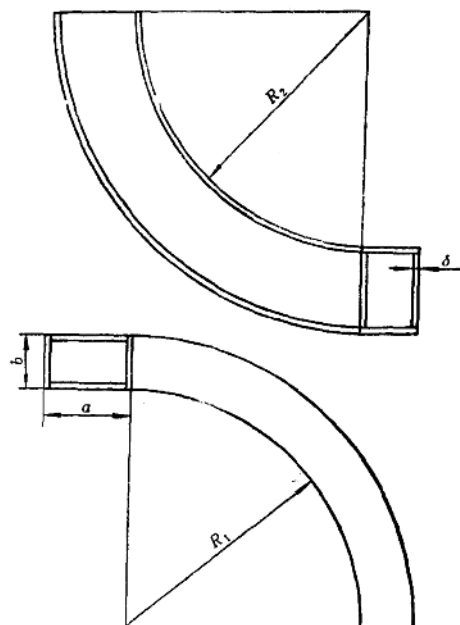


图 1-4

2. 形体分析 由图1-4分析可知, 扭曲矩形管是由四块大小不等的钢板经加工后拼焊而成的。其上、下两个面在主视图上的投影为有积聚性的两条线, 而在俯视图的投影为两个平面图形, 其前、后两个面在俯视图上的投影为有积聚性的两条线, 当主视图的投影为两个平面图形, 从四个面的投影分析得知, 四个面均可以看成是圆柱面的一部分, 故应选用平行线展开法。这里只介绍Ⅱ面的展开, 其余三个面的展开方法都基本相同。

### 3. 结构放样

(1) 确定各围板的连接形式: 由图1-4分析可知, 为提高零件装配质量, 并留出焊缝的位置, 可将扭曲矩形管围板之间连接形式按图1-5a处理。侧围板板边同上、下围板的板厚中间搭接。

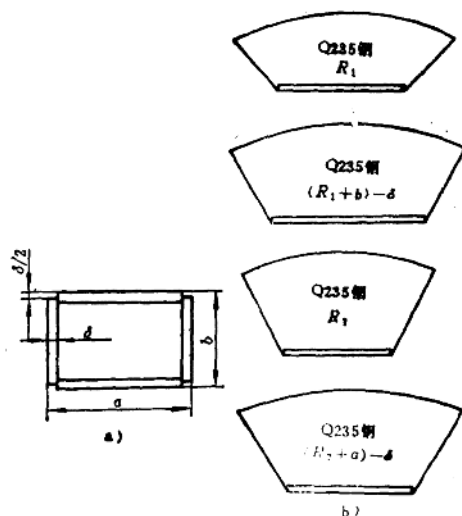


图 1-5  
a) 结构放样图 b) 成形样板图

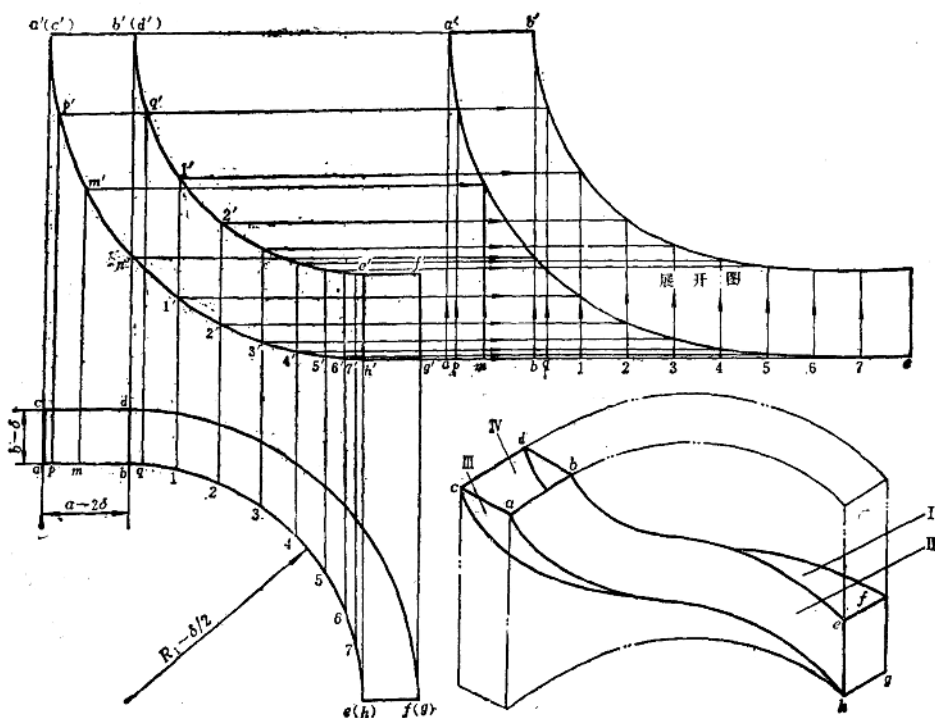


图 1-6

(2) 制作围板成形样板: 确定扭曲矩形管围板之间连接位置后, 制作围板成形样板, 按零件内径尺寸制作的成形样板尺寸, 如图 1-5b 所示。

#### 4. 展开放样

(1) 板厚处理: 板厚处理的方法与本作业中训练 1 基本相同, 图中  $a - 2\delta, R_1 + \delta/2$  就是板厚处理后的尺寸如图 1-6 所示。

(2) 展开作图 (图 1-6)

1) 适当等分俯视图上的  $be$  曲线。在俯视图  $be$  曲线上任取 1、2、3...7 各点, 曲线  $ah$  段可借用  $be$  曲线的等分点, 等分后各点向主视图投影, 但主视图中有一部分曲线之间的间距太大, 如曲线  $a'n'$  和  $b'1'$ , 此时若将曲线  $a'n'$  和  $b'1'$  展开, 其圆弧形状不能完全按实际形状确定, 所以应再增设一些辅助点, 如主视图中的  $p'$ 、 $m'$  和  $q'$  点。

2) 求素线实长。通过 1、2、3...7 各点向主视图作投影线, 与主视图相交于  $1'$ 、 $2'$ 、 $3'$ ... $7'$  各点, 再通过  $p'$ 、 $m'$ 、 $q'$  点向俯视图作投影线, 即得各素线的实长。例如:  $b' - n'$  段线段长即为实长线中的一条, 其余各线实长的作法与  $b' - n'$  线相同。

3) 选取展开基准线。将主视图上的  $h'e'$  线向右延长作为展开基准线 ( $a - e$ )。

4) I 面的展开。在基准线的延长线上量取俯视图中的  $ame$  曲线的长度, 在展开图中过  $a$ 、 $p$ 、 $m$ ... $e$  各点作  $a - e$  线的垂线, 再将主视图上实长线的各点平行投影到垂线上, 得  $a'$ 、 $b'$ 、 $p'$ ...各交点, 最后光滑连接各点, 得 I 面的展开图。其余三个面也可用同样方法展开。

●训练 3 圆顶细长圆底连接管过渡接头的放样与展开

1. 零件图 圆顶细长圆底连接管过渡接头零件图, 如图 1-7 所示。

2. 形体分析 由图 1-7 分析可知, 圆顶细长圆底过渡连接管是由一个半圆柱管表面, 两个三角形平面和一个半斜圆柱面组合

而成的。其柱面和平面三角形的展开都应采用平行线法。又因该构件有对称, 所以只需作  $1/2$  的展开图即可。

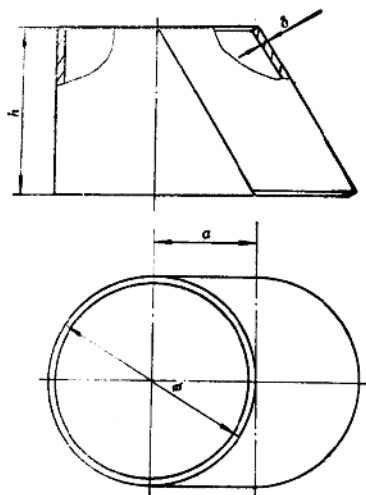


图 1-7

3. 结构放样 由图 1-7 分析, 可将零件表面分成两部分进行下料, 便于加工。零件正圆柱面和斜圆柱面的直径相同, 故只需作一个内成形样板 (卡圆样板) 如图 1-8 所示。

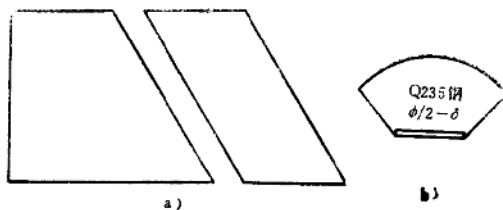


图 1-8

a) 结构放样图 b) 成形样板图

#### 4. 展开放样

(1) 板厚处理: 零件的板厚处理方法与本作业训练 1 相同。图中  $\phi - \delta/2$  就是板厚处理后的尺寸, 如图 1-9 所示。

(2) 展开作图 (图 1-9)

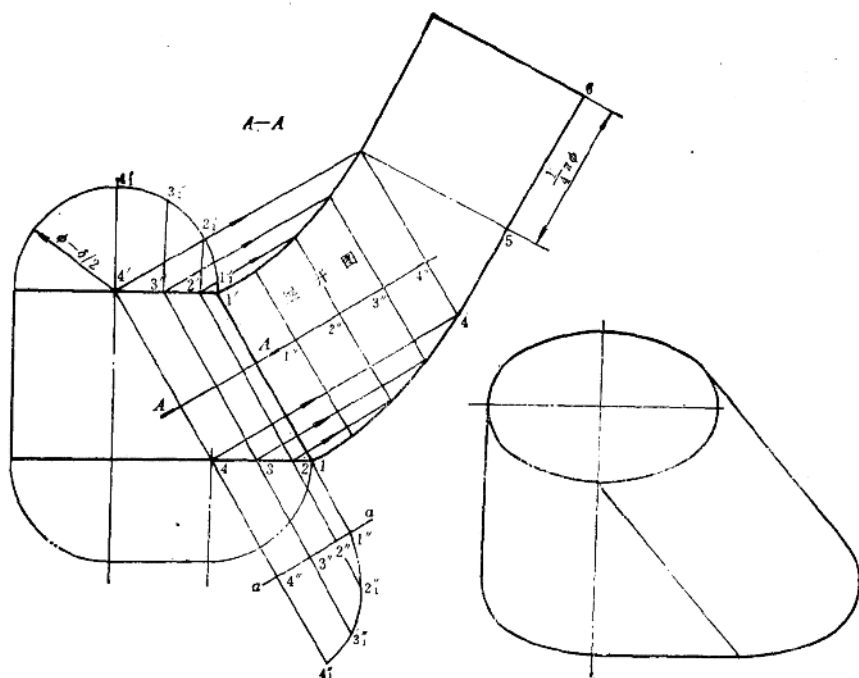


图 1-9

1) 适当等分圆周。如图1-9所示, 首先三等分顶端断面的1/4圆周, 等分点为 $1'_1$ 、 $2'_1$ 、 $3'_1$ 、 $4'_1$ 。由等分点引下垂线得与顶口线交点 $1'$ 、 $2'$ 、 $3'$ 、 $4'$ , 再由顶口交点引与 $1'-1$ 线段平行的素线交于底口 $1$ 、 $2$ 、 $3$ 、 $4$ 各点, 将斜圆柱的表面用素线分为6个(前后对称各三个)平行四边形的小平面。

2) 选取展开基准线。作 $1'-1$ 线段垂面 $A-A$ , 并向右延长作为展开基准线。

3) 求 $A-A$ 断面实形。用换面法求 $A-A$ 断面的实形。

①延长 $1'-1$ 、 $2'-2$ 、 $3'-3$ 、 $4'-4$ 各素线。

②作各素线的垂线 $a-a$ 得四个交点 $4''$ 、 $3''$ 、 $2''$ 、 $1''$ 。

③通过四个交点分别作 $a-a$ 的垂线, 再在垂线上量取线段 $2'_1-2'=2'_1-2''$ 、 $3'_1-3'=3'_1-3''$ 、 $4'_1-4'=4'_1-4''$ 。

④用光滑曲线连接 $1'_1$ 、 $2'_1$ 、 $3'_1$ 、 $4'_1$ 各点得 $A-A$ 断面实形的1/2。

4) 零件展开。在主视图 $A-A$ 延长线上截取 $1''-4''$ 的直线段长等于 $\widehat{1'_1-4'_1}$ 曲线段长, 再由所得的各素线实长向右平行投影到相应的展开图中得各交点, 然后用光滑曲线连接, 再以展开图上 $4-4$ 线段为三角形斜边, 照划主视图正平面位置的直角三角形。再以展开图上 $4-5$ 线段为圆管高度, 取 $5-6$ 长等于圆管断面1/4周长 $\left[\frac{1}{4}\pi(\varphi-\delta)\right]$ 作矩形, 即得1/2展开图。

## 作业二 放射线展开法的练习

●要点 确定构件的接口位置,作板厚处理,并用放射线法作展开图

●训练1 圆柱面截切方锥管的放样与展开 块,加工各块钢板之间的连接形式如图1-11所示。

1. 零件图 圆柱面截切方锥管如图1-10所示。

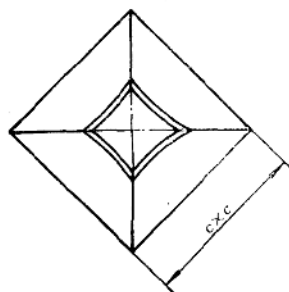
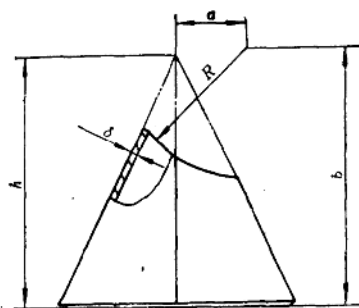


图 1-10

2. 形体分析 由图1-10分析可知,延长棱锥各素线,得知各素线相交于一点。放射线的展开原理就是将零件的表面由锥顶起作出一系列放射线,将锥面分成一系列小三角形,以每一小三角形作为一个平面,将各三角形依次展开画在平面上,就得出所求展开图。放射线法适用于零件表面的素线相交于一点的形体。

3. 结构放样 确定零件各侧板之间的连接形式,由图1-10分析可知,从零件加工成形和节省材料考虑,将零件表面划分成四

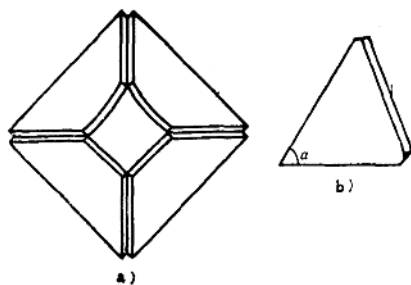


图 1-11

a) 结构放样图 b) 成形样板

### 4. 展开放样

(1) 板厚处理: 此零件的板厚处理,按零件表面成形后的里皮尺寸计算,图中 $c-2\delta$ 为板厚处理后的尺寸,如图1-12所示。

#### (2) 求截交线

1) 先找特殊点,在图1-12中,先确定 $e$ 、 $g$ 两点,首先将主视图的 $e'$ 、 $g'$ 两点投射至俯视图的 $s-a$ 、 $s-c$ 上,即求得 $e$ 、 $g$ 两点。再确定 $f$ 点,在主视图上,过 $f'$ 点作 $a'-c'$ 线的平行线交 $s'-c'$ 于 $f''$ 点,将 $f''$ 点投影到俯视图的 $s-c$ 线上得一交点,过此交点作 $d-c$ 的平行线交于 $s-d$ 得 $f$ 点。

2) 增设辅助点。先在主视图的 $\widehat{e'f'}$ 和 $\widehat{f'g'}$ 曲线上增设 $1'$ 和 $2'$ 点,连接 $s'1'$ 、 $s'2'$ 并延长交 $a'-d'$ 、 $d'-c'$ 于 $3'$ 、 $4'$ 点,然后将 $3'$ 、 $4'$ 点投影到俯视图的 $a-d$ 、 $d-c$ 上得 $3$ 、 $4$ 点,连接 $s3$ 、 $s4$ ,将主视图的 $1'$ 、 $2'$ 点投至俯视图的 $s3$ 、 $s4$ 上,然后用光滑曲线连接即得俯视图上的截交线。

#### (3) 展开作图

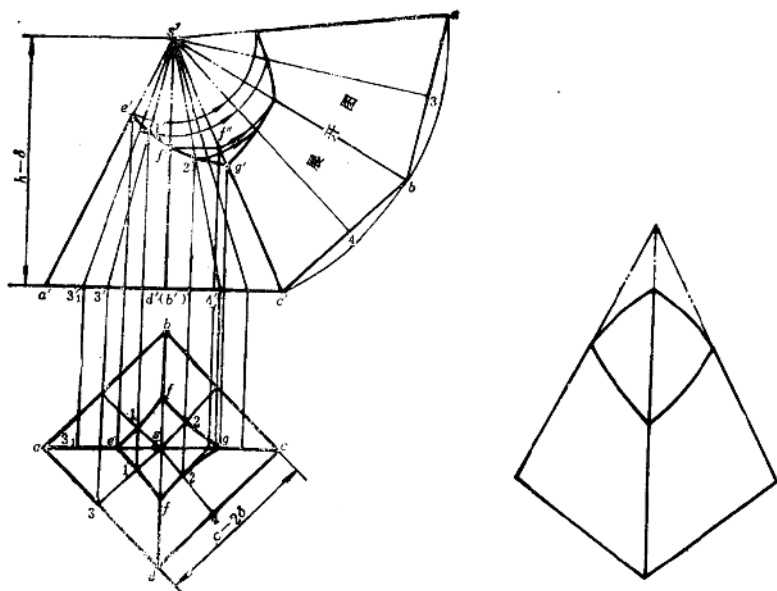


图 1-12

1) 在图1-12中求出必须的实长线, 如  $e'-a'$  反映实长及  $f'-d'$  实长的求法。因  $s'-a'=s'-d'$ , 所以过  $f'$  点作  $d-c$  的平行线与  $s'-c'$  相交于点  $f''$ , 则  $f''-c'$  为实长。1'-3' 实长线的确定, 首先以俯视图的  $s$  点为圆心,  $s-3$  为半径划弧交  $s-a$  于  $3_1$ , 然后将俯视图的  $3_1$  点投影至  $a'-d'$  上, 得一交点  $3'_1$ , 连接  $s'_1-3'_1$ , 过  $1'$  点作  $a'-d'$  的平行线, 得一交点, 则交点至  $3'_1$  点的距离即为  $1'-3'$  所求实长。2'-4' 实长的确定与此相同

2) 零件的展开。图1-12中, 以  $s'$  为圆心, 侧棱实长为半径划圆弧, 在圆弧上顺次截取  $(ab)$ 、 $(bc)$  等于  $a-b$ 、 $b-c$  线段长, 再将  $a$ 、 $b$ 、 $c$  各点与  $s'$  点直线相连, 在展开图中, 量出 3、4 点在  $a-b$ 、 $b-c$  边的位置, 并与锥顶相连, 将求出的实长线用旋转法投影到相对应的素线上, 得到一系列交点, 然后用光滑的曲线连接各点, 便得到该构件的展开图。因这种构件有对称性, 这里只作 1/2 展开图即可。

## ●训练2 平面截切直角圆锥台

1. 零件图 平面截切直角圆锥台的结构图如图1-13所示。

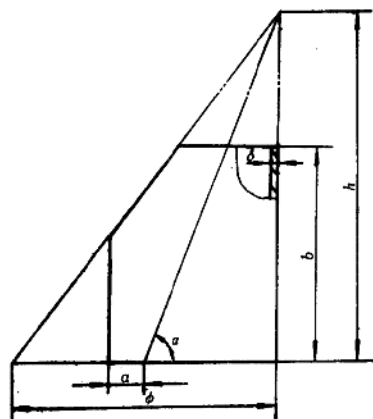


图 1-13

2. 形体分析 由图1-13分析可知, 直角圆锥台表面素线的延长线相交于一点, 故圆锥台应选择放射线展开法。

3. 结构放样

(1) 确定零件连接形式: 为加工方便, 节约材料, 可将零件分半加工, 如图1-14a所示。

(2) 制作零件成形样板: 零件成形样板如图1-14b所示。

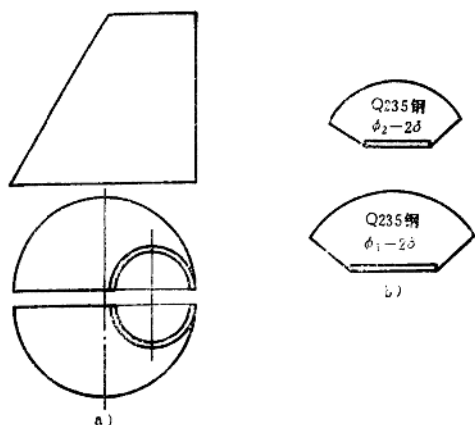


图 1-14  
a) 结构放样图 b) 成形样板图

(1) 板厚处理: 因零件表面加工弯成一定的曲率, 故板厚处理应按零件中性层的尺寸计算, 图中 $\phi_1 - \delta$ 为板厚处理后的尺

寸, 如图1-15所示。

(2) 展开作图

1) 适当等分圆周。首先由图1-15的主视图划出零件底断面的半圆周, 并作6等分, 等分点分别为1、2、3...7。各等分点分别与s连接, 各线表示锥顶与锥底圆周等分所连素线的水平投影, 为使图面保持清晰, 部分素线的正面投影从略。

2) 求实长线。以s为圆心, 分别以s到2、3、m、4、5、6各点距离为半径划同心圆弧与1—7线段得一系列交点, 分别连接各交点与s', 即得所求各素线实长, 再将s'—2'、s'—3'、s'—4'线与截交线交点水平投至相对应实长素线上, 即得出线段实长, 如图中K'点投至方法。

3) 构件展开。先以s'为圆心, 各实长线为半径划同心圆弧, 然后再以展开图中1点为圆心, 弧长 $\widehat{1-2}$ 为半径划弧交于2点, 用同样方法便可求出展开图中3、4、5、6、7点, 再将所得各点用光滑曲线连接, 即得此构件展开图。因构件有对称性, 这里只作1/2展开图即可。

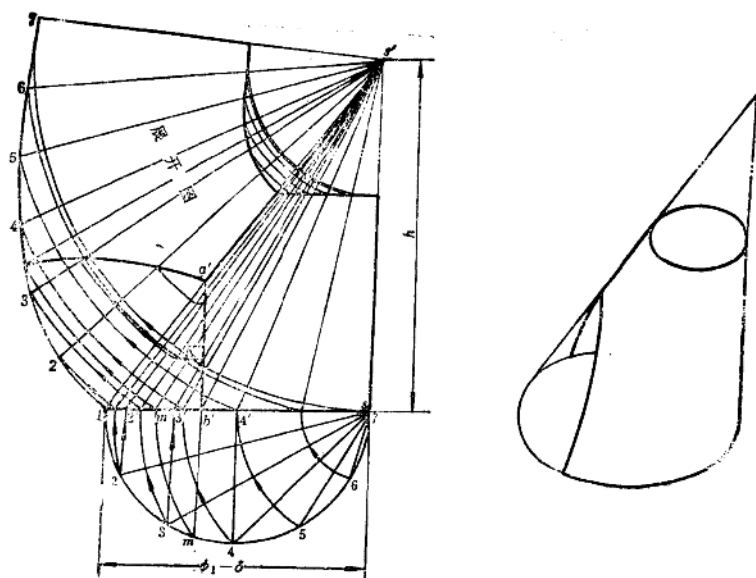


图 1-15

### ●训练3 圆锥体孔的放样与展开

1. 零件图 圆锥体孔的结构图如图1-16所示。

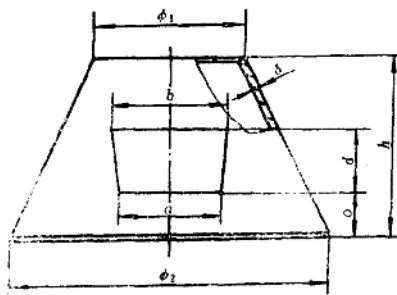


图 1-16

2. 形体分析 由图1-16分析可知,孔开在圆锥体的表面上,即孔上的所有点都在圆锥体表面的素线上,所以同样应采用放射线法进行展开。

3. 结构放样 零件的成形样板,可按零件成形后的内径制作,其样板如图1-17所示。

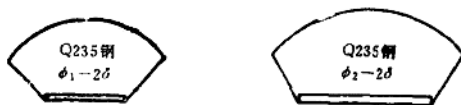


图 1-17

#### 4. 展开放样

(1) 板厚处理: 将零件表面加工后弯曲成一定的圆弧曲率, 所以板厚处理时应以中性层的尺寸为准计算。图中 $\phi_1 - \delta$ 、 $\phi_2 - \delta$ 为板厚处理后的尺寸, 如图1-18所示。

#### (2) 展开作图

1) 先找特殊点。在图1-18中, 由锥体顶点 $o'$ 引与孔相切的 $o' - 1'$ 与 $o' - 2'$ 线, 并延长与底面交于 $a'$ 、 $b'$ 点, 用同样方法作出孔的 $3'$ 、 $4'$ 两点。

2) 增设一般点。显然仅上述四个点不能准确地描述孔的展开形状, 故应增设辅助点, 如图1-18中的 $5'$ 、 $6'$ 两点。

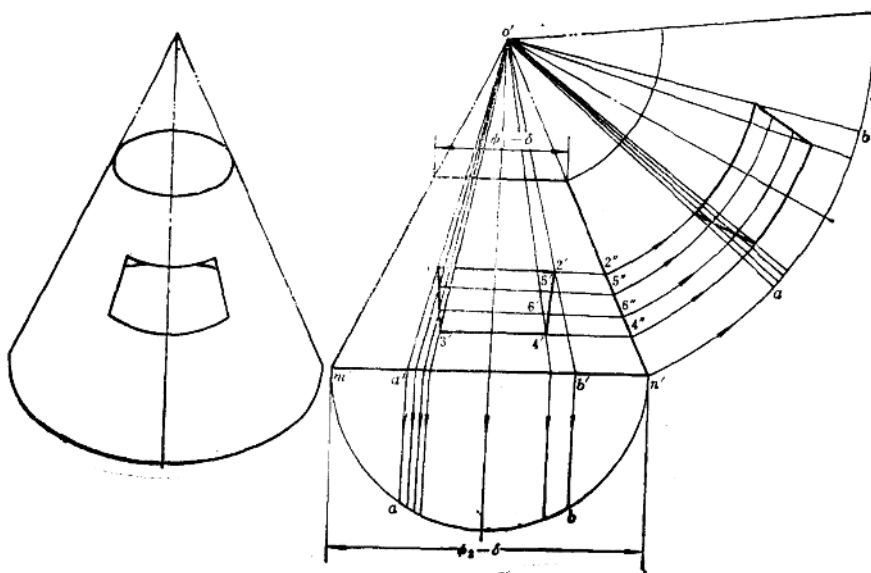


图 1-18