

专用于国家职业技能鉴定

国家职业资格培训教程

焊工

(技师技能 高级技师技能)

劳动和社会保障部 组织编写
中国就业培训技术指导中心

中国劳动社会保障出版社

版权所有

翻印必究

图书在版编目(CIP)数据

焊工：技师技能 高级技师技能/劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心组织编写．—北京：中国劳动社会保障出版社，2002

国家职业资格培训教程

ISBN 7 - 5045 - 3627 - X

I．焊…

II．劳…

III．焊接 - 技术培训 - 教材

IV．TG4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 043317 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码：100029)

出 版 人：张梦欣

*

印刷厂印刷 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 15 印张 370 千字

2002 年 10 月第 1 版 2002 年 10 月第 1 次印刷

印数： 册

定价：27.00 元

读者服务部电话：64929211

发行部电话：64911190

出版社网址：<http://www.class.com.cn>

国家职业资格培训教程

焊 工

编审委员会名单

主 任 陈 宇

委 员 (以姓氏笔画为序)

于淑香	王承福	闫玉芹	李永安	李宝良
苏 毅	宋 建	宋福祥	张远温	张士相
吴文禄	邱建新	陈伯蠡	杨鸿钧	苗文光
林 杰	袁 芳	葛 玮		

主 编 张士相

副主编 王承福 闫玉芹

编 者 (以姓氏笔画为序)

于淑香	王承福	王敏廷	闫玉芹	李宝良
苏立昭	吴文录	苗文光	张秀英	张士相
陈伯蠡	邱建新	杨鸿钧	黄 勇	黄鹏飞

主 审 张远温

前 言

为推动焊工行业职业培训和职业技能鉴定工作的开展，在焊工从业人员中推行国家职业资格证书制度，劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心在完成《国家职业标准—焊工》制定工作的基础上，组织参加标准编写的专家及其他有关专家，编写《国家职业资格培训教程—焊工》。

《教程》紧贴标准，内容上力求体现“以职业活动为导向，以职业技能为核心”的指导思想，突出职业培训特色；结构上，《教程》针对本职业的职业活动的领域，按照模块化的方式，分初级、中级、高级、技师、高级技师五个等级进行编写的。《教程》的章对应于《标准》的“职业功能”，节对应于《标准》的“工作内容”，节中阐述的内容对应于《标准》的“技能要求”和“相关知识”的内容。另外，针对标准中的“基本要求”，还专门编写了《焊工（基础知识）》一书，内容涉及焊工职业道德、识图知识、金属热处理与金属材料知识、电工基本知识、化学基本知识、冷加工基础知识、焊接概述、安全保护和环境保护知识。

本《教程》适用于焊工的初、中、高、技师、高级技师培训，是焊工职业技能鉴定的指定辅导用书。

本《教程》由于淑香、王承福、王敏廷、闫玉芹、李宝良、苏立昭、吴文录、苗文光、张秀英、张士相、陈伯蠡、邱建新、杨鸿钧、黄勇、黄鹏飞编写；张士相主编；王承福、闫玉芹副主编；张远温主审。由于时间仓促，不足之处在所难免，欢迎提出宝贵意见和建议。

劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心

目 录

第一部分 技师技能

第一章 焊前准备	(1)
第一节 安全检查	(1)
第二节 工件准备	(6)
第三节 设备准备	(16)
第四节 焊接工艺规程的制订	(25)
第二章 焊接	(41)
第一节 特种焊接方法	(41)
第二节 新型材料的焊接	(89)
第三节 焊接接头静载强度计算和结构可靠性分析	(101)
第四节 焊接结构生产	(117)
第三章 焊后检查	(126)
第一节 焊接结构质量检查	(126)
第二节 焊接结构验收	(127)
第四章 焊接生产管理	(137)
第一节 焊接生产管理	(137)
第二节 技术论文编写	(145)
第五章 焊工培训和考核	(149)
第一节 焊工培训和考核的意义	(149)
第二节 国内焊工培训和考核标准	(149)

第二部分 高级技师技能

第六章 焊前准备	(154)
第一节 工件准备	(154)
第二节 设备准备	(162)
第七章 焊接	(176)
第一节 焊接结构生产	(176)

第二节 焊接自动控制·····	(190)
第八章 焊后检查·····	(200)
第一节 焊接检查·····	(200)
第二节 质量验收·····	(201)
第九章 管理·····	(204)
第一节 施工组织设计·····	(204)
第二节 质量管理·····	(209)
第三节 计算机的基本知识及在焊接领域中的应用·····	(214)
第四节 试验研究·····	(223)
第十章 焊工培训和考核·····	(230)

第一部分 技师技能

第一章 焊前准备

第一节 安全检查

学习目标：能够遵循焊接安全技术的规定进行安全生产并能对初级、中级、高级焊工进行安全生产指导。

一、焊接安全生产的意义

焊接作业存在一定的危险性，容易发生火灾、爆炸、触电、高空坠落等重大安全事故，而且还有烟尘、弧光、有毒气体等，会使焊工产生尘肺、锰中毒等职业病而伤害身体。所以焊接作业是属于容易发生人员伤亡事故，以及对周围设施的安全有重大危害的作业。因此，我国把焊接、切割作业定为特种作业。《特种作业人员安全技术考核管理规则》（GB5306—85）中规定，对从事特种作业的人员，必须进行安全教育和安全技术培训，经考核合格取得操作证者，方准独立作业。

我国对焊接工人的安全与健康一贯非常重视，为此，颁布了一系列与焊接安全卫生有关的国家标准，如《焊接与切割安全》（GB9448—1999）等。1980年中国焊接学会成立了焊接安全与卫生委员会，专门研究焊接安全与卫生技术。

焊接安全生产不仅可以保护焊工及其他有关生产人员的安全与健康，而且可使国家财产免受严重损失，保证生产顺利进行。

二、工程技术和管理人员对焊接安全生产工作的职责

焊接作业发生安全事故的原因很多，一般来说，主要是由于安全技术措施不完善或安全管理措施不健全等原因造成的。因此，为了保证焊接安全生产，在《焊接与切割安全》（GB9448—1999）标准中明确地规定焊接管理者的责任是：

（1）必须对实施焊接及切割操作的人员及监督人员进行必要的安全培训。培训内容包括：设备的安全操作、工艺的安全执行及应急措施等。

（2）有责任将焊接、切割可能引起的危害及后果以适当的方式（如：安全培训教育、口头或书面说明、警告标识等）通告给实施操作的人员。

（3）必须标明允许进行焊接、切割的气源，并建立必要的安全措施。

(4) 必须明确在每个区域内单独的焊接及切割操作规程，并确保每个有关人员对所涉及的危害有清醒的认识并且了解相应的预防措施。

(5) 必须保证只使用经过认可并检查合格的设备（诸如焊割机具、调节器、调压阀、焊机、焊钳及人员防护装置）。

此外，在采用焊接新技术、新工艺时，必须在安全技术问题得到解决的前提下，才能被推广和应用。

总的来说，工程技术和管理人员对焊接安全生产工作的职责是：能够对焊工进行安全教育和指导安全生产，能够制定安全操作规程，建立安全措施，确保焊接安全生产。为了做到这一点，就要求工程技术和管理人员本身应深刻了解和掌握焊接安全技术，有安全第一的思想和高度的责任感。

三、焊工安全教育的目的、内容和方法

1. 焊工安全教育的目的

焊工是焊接、切割工作的直接操作者，《焊接与切割安全》（GB9448—1999）标准中规定，焊接或切割操作者的责任是：

(1) 必须具备对特种作业人员所要求的基本条件。

(2) 懂得将要实施操作时可能产生的危害以及适用与控制危害条件的程序。

(3) 必须安全地使用设备，使之不会对生命及财产构成危害。

(4) 只有在规定的安全条件得到满足，并得到现场管理及监督者准许的前提下，才可实施焊接或切割工作。

因此焊工安全教育是搞好焊接安全工作的一项重要内容，它的意义和作用使焊工经过培训和考核合格，可以具备焊工上岗操作的基本条件，提高广大焊工搞好焊接安全卫生工作的责任感和自觉性，掌握焊接、切割安全技术的科学知识，提高焊接、切割安全操作技术水平，自觉遵守安全操作规程，避免事故的发生。只有这样才能使焊工成为合格的操作者，才能使各项有关的焊接安全防护措施行之有效。

2. 焊工安全教育的内容

(1) 理论教育内容

1) 安全教育。焊接的实质与分类；焊接技术的发展概况；焊接安全与防护的重要意义。

2) 焊接安全基础理论知识。燃烧、爆炸的概念，防水、防爆知识；焊接安全用电知识，防止触电的措施，触电事故的急救方法。

3) 各种焊接方法及安全技术。各种焊接方法（如气焊气割、焊条电弧焊、埋弧焊、气体保护焊、压焊、钎焊等，可根据焊工的工作内容确定）的工作原理，所用焊接设备和工具，主要焊接工艺，安全技术要求，容易发生的安全事故及防止措施。

4) 特殊焊接作业的安全技术。燃料容器焊补安全技术；高空焊割作业安全技术；水下焊割安全技术。

5) 焊接、切割作业劳动卫生与防护。焊接、切割作业环境；焊接、切割作业中的有害因素及影响；焊接、切割作业劳动卫生防护技术措施。

(2) 操作技能教育内容

- 1) 正确穿戴使用各种防护用品、用具。
- 2) 正确使用焊接设备和工具。
- 3) 正确掌握焊接工艺和操作技能，熟练完成焊接工作。
- 4) 掌握焊接方法的安全操作规程。

3. 焊工安全教育的方法

(1) 培训

根据焊工的实际工作内容，进行相应的理论和操作技能培训。

(2) 考核

根据实际工种，让焊工参加相应的考核，取得相应证书，如特种作业安全操作证、锅炉压力容器焊工合格证、焊工职业等级证书，以及本行业、本单位所规定的证书等。

(3) 复审

对焊工在规定的期限内进行复审，换证，以保持操作者的资格。

(4) 安全检查

进行经常性的或定期的安全检查，做到安全第一，预防为主。

(5) 安全宣传

安全生产教育应做到经常化、多样化，例如，图片、标语、广播、电视、报告、参观等，都是可以采用的安全宣传教育方式。

四、特殊焊接安全技术

一般焊接安全技术在《焊工》(初级技能 中级技能 高级技能)第一章第一节安全保护部分中已有介绍，此处不再重复。

1. 登高焊割作业安全技术

焊工在离地面 2 m 或 2 m 以上的地点进行焊接与切割作业，即为登高焊割作业。登高焊割作业容易发生的事故是高空坠落、高空火灾、高空触电和高空物体打击。登高焊割作业的安全技术措施是：

(1) 应根据作业高度及环境条件定出危险区的范围，一般认为在地面周围 10 m 内为危险区，禁止在作业下方及危险区内存放易燃易爆物品及停留人员，在工作过程中应设有专人监护。作业现场必须备有消防器材。

(2) 作业人员必须戴好符合规定的安全帽，使用标准的防火安全带(安全带的长度不超过 2 m，上面的挂钩应挂牢)，穿防护胶底鞋。

(3) 应使用符合安全要求的梯子，梯脚需包橡皮防滑，与地面夹角应小于 60°，上、下端均应放置牢靠；使用人字梯时，要有限跨钩；不准两人在同一梯子上作业。

作业平台应带有栏杆，事先应做检查，不得使用有腐蚀或机械损伤的木板或铁木混合板制作。平台要有一定的宽度，以利焊接操作，平台不得有大于 1:3 的坡度，板面要钉防滑条。安全网要张紧、结实，不准有破损。

(4) 使用的工具、焊条等物品应装在工具袋内，并防止操作时落下伤人。不得在高处向下投掷材料、焊条头或物品，以免砸伤、烫伤地面人员。

(5) 不得使用带有高频振荡器的焊接设备。登高作业时，禁止把焊接电缆、气体胶管及钢丝绳等混绞在一起或缠在焊工身上操作。在高空靠近 10 kV 高压线或裸导线操作时，水

平、垂直距离不得小于 3 m；在 10 kV 以下时，其水平、垂直距离不得小于 1.5 m，否则必须搭设防护架或停电，并经检查确实无触电危险后方准操作。

(6) 应设有监护人，密切注意焊工动态，遇有危险，可立即组织抢救。

(7) 作业结束后，应整理好工具及物件，防止坠落伤人。此外，还必须仔细检查工作地及下方地面是否留有火种，确认无隐患后，方可离开现场。

(8) 患有高血压、心脏病、精神病、癫痫病者以及医生认为不宜登高作业的人员，应禁止进行登高作业。

(9) 在 6 级以上大风、雨、雪及雾等气候条件下，无措施时应停止登高焊割作业。

(10) 酒后或安全条件不符合要求时，不能进行登高焊割作业。

2. 燃料容器检修焊补安全技术

燃料容器、管道的焊补，目前主要有置换焊补与带压不置换焊补两种方法。

(1) 置换焊补安全措施

1) 可靠隔离。燃料容器、管道停止工作后，通常采用盲板将与之连接的管路截断，使焊补的容器管道与生产的部分完全隔离，并派人看守。将可拆卸并有条件移动到动火区焊补的物体，必须移到动火区内进行焊补。

2) 严格控制可燃物含量。焊补前要严格采用惰性介质置换等方法，将容器内部的可燃物质和有毒物质置换排除，在置换过程中要不断取样分析，使可燃物含量在爆炸下限以下。

3) 严格清洗工作。检修动火前，应仔细清洗吸附在设备管道内外表面的易燃易爆介质，以免在焊补过程中散发出来，而造成火灾爆炸事故。

4) 空气分析和监视。置换和清洗后，应从容器内外的不同部位取样进行化验，分析气体成分，必须合格后，才可以开始焊补工作。

开始焊补前，应将容器的人孔、手孔及放空管等打开，切忌在密封、不通风的状态下进行焊补，以免发生危险。

5) 安全组织措施

①检修焊补前必须制定计划，包括检修焊补作业的程序、安全措施和施工草图。施工前应 与生产人员、救护人员、消防人员联系，做好准备。

②工作地点 10 m 内停止其他用火，电焊机二次线及气焊设备要远离易燃物。

③在黑暗处或夜间工作，应有足够的照明，应使用带有防护罩的安全行灯或其他安全照明灯具。

(2) 带压不置换焊补安全措施

带压不置换焊补比置换焊补危险性大，所以安全措施更要严格。

1) 严格控制含氧量。焊补前和焊补过程中，必须进行容器内气体成分分析，以控制含氧量低于安全值，安全值就是混合气中的含氧量不会形成爆炸混合气，即可燃物的含量不得高于爆炸上限。

2) 正压操作。在焊补过程中，设备、容器、管道内必须连续保持稳定的正压，以免进入空气，而引起爆炸。

3) 严格控制动火点周围可燃物的含量。焊补时还必须分析动火点周围空间可燃物的含量，使之低于爆炸下限。

4) 焊接操作的安全要求

①焊补前应先弄清待焊部位的具体情况，然后采取相应措施，再进行焊补。

②焊补时工作人员不得正对动火点，以免烧伤。

③焊接电流大小要适当，以免烧穿工件，以及在介质压力下产生更大的孔。

④当动火条件发生变化，如系统内压力急剧下降或含氧量超标时，应立即停止动火，并检查原因，采取措施。

⑤焊补中如着火，应立即采取消防措施，在火未熄灭前，不得切断可燃气体的来源，不得降低或消除系统的压力，以防止空气进入容器或管道，而形成爆炸性混合气。

5) 安全管理措施。除遵循置换焊补的安全组织措施以外，还需注意以下几点：

①准备防护器材，现场要准备灭火器材和防毒面具。

②做好严密的组织工作，要做到统一指挥，各重要环节都要有专人负责。

③用有较高技术水平和丰富焊接经验的焊工进行焊补，焊条选择要合适，操作时要准确快速。

3. 水下焊接与切割安全技术

水下焊接与切割的热源目前主要采用电弧热和化学热。在水下这种特殊的环境下进行焊接、切割作业具有更大的危险性，容易发生爆炸、触电、灼伤、物体打击、溺水等事故，所以应特别注意安全。

(1) 准备工作的安全要求

1) 进行设备、胶管和工具等的安全、绝缘、防水、耐压检查，应保证处于完好状态。并且在水下的任何时候，都不得使这些设备和焊工处于熔渣溅落和流动的路线上。

2) 焊割前应查明作业区的周围环境，了解作业水深、水文、气象和被焊割物的情况，使焊工在水下有一个安全的工作位置，禁止在悬浮状态下进行操作。

3) 潜水焊工应配备通话设备。水下作业时，在作业点的水面上，半径相当于水深的区域内，禁止其他作业同时进行。

4) 作业点的水流速度超过 $0.1 \sim 0.3 \text{ m/s}$ 、水面风力超过 6 级时，禁止作业。

(2) 预防爆炸的安全措施

1) 水下作业前，必须清除被焊割结构内部的可燃易爆物。

2) 进行密闭容器（贮油罐、贮气罐）、油管等水下焊割工程时，必须按燃料容器焊补的安全技术要求采取相应措施后，方可进行焊割作业。

3) 任何情况下，都禁止利用油管、船体、缆绳或海水等作为焊接回路。

(3) 预防触电的安全措施

1) 水下焊接必须采用直流电源，禁止使用交流电。

2) 电焊机应有良好的接地。水下焊接设备和电源应具有良好的绝缘和防水性能，还要有抗盐雾和海水腐蚀的性能。壳体应有水密保护。所有触点和接头都应进行抗腐蚀处理。

3) 水下更换焊条时，必须先发出拉闸信号，确认电路已经切断，方可更换。

4) 焊工在水下作业时必须戴干燥绝缘手套、穿干式潜水服。任何时候都不可使自身成为回路的一部分。

(4) 预防灼伤的安全措施

1) 水下焊工在任何情况下都不准将割炬、电极对准自身和潜水装具。应避免在自己头顶上方作业，以防坠落的金属熔滴灼伤和烧坏潜水装具。

2) 为防止回火可能造成的伤害，除在供气总管处安装回火防止器外，还应在割炬柄与供气管之间安装防爆阀。此外，更换空瓶时一般应将割炬熄灭，待换好后再点燃，避免发生回火而烧坏潜水服和气管，以及烫伤或烧伤焊工。

(5) 预防物体打击的安全措施

1) 应随时注意割件发生的塌落危险。

2) 定位焊时应检查确认点焊牢固后，方能通知松开安装吊索。

3) 焊工在水下应给自己留出足够的避让位置。

注：高级技师的“安全检查”内容与技师相同。

第二节 工件准备

学习目标：能够看懂一般的焊接装配图并能进行一般结构的放样和下料。

一、一般结构焊接装配图

设计人员要使自己设计的结构或产品由制造者准确无误地按其要求进行焊接装配，就必须把结构的焊接装配施工条件在设计文件图样上详尽地表述出来。但对于焊接接头的焊接加工要求及注意事项都要一一用图形及文字详细地表达则是非常复杂的。焊接装配图就是采用各种代号和符号，简单明了的画出结构焊接接头的类型、形状、尺寸、位置、表面状况、焊接方法以及与焊接有关的各项标准的质量要求，以满足施工要求。作为焊接工程技术人员只有全面理解、搞清设计意图、看懂焊接装配图才能按图样要求完成结构的焊接装配，制造出优质合格的产品。

1. 焊接装配图的特点

一般焊接装配图是用焊缝符号和焊接方法代号在图样上表述的，这种符号与代号是专供在焊接装配图上使用的统一符号和代号，也是一种工程语言。世界各国使用的焊接接头符号和焊接方法代号不尽相同。我国的焊缝符号和焊接方法代号分别执行《焊缝符号表示法》(GB324—88)和《金属焊接及钎焊方法在图样上的表示代号》(GB5185—85)的规定，为了国际交流，我国这两个标准与国际标准《焊缝在图样上的符号表示方法》(ISO2553—84)和《金属焊接及钎焊方法在图样上的表示方法》(ISO4063—78)基本相同，可以等效采用。有关《焊缝符号表示法》(GB324—88)的内容已在《焊工》(初级技能 中级技能 高级技能)中进行了全面的表述。关于焊接方法代号在焊接装配图上的表示方法，为了简化焊接方法的标准和说明，可以采用 GB5185—85 中规定的用阿拉伯数字表示金属焊接及钎焊等各种焊接方法的代号。

2. 焊接装配图的要求

在图样和有关技术文件中如何正确地表示焊接装配图中的焊接接头，在《技术制图、焊接符号的尺寸、比例及简化表示方法》(GB12212—90)中已有明确的规定。该标准规

定，在图样中一般应按 GB324—88 规定的焊缝符号表示焊缝，也可以按《机械制图、图样画法》(GB4458.1) 和《机械制图、轴测图》(GB4458.3) 规定的制图方法表示，如图 1—1 所示。

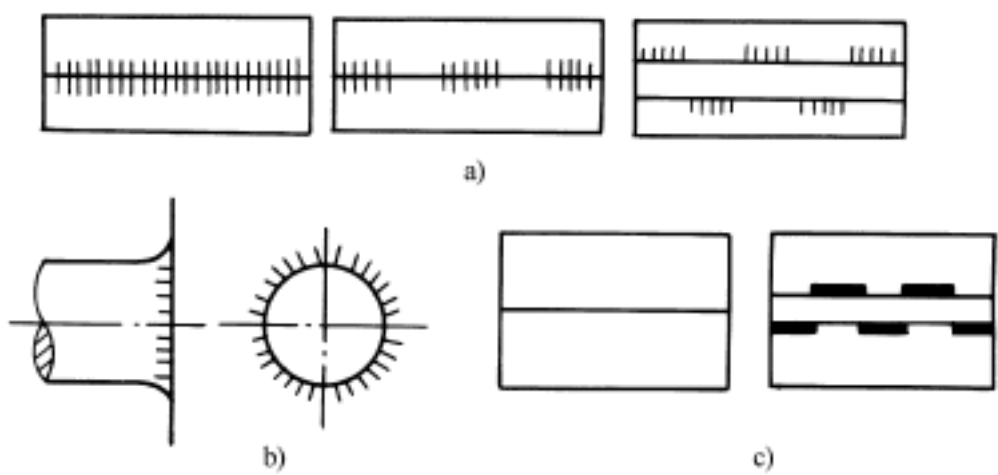


图 1—1 焊缝图示的画法

(1) 焊缝的图示要求

GB12212—90 规定，需要在图样中简易绘制焊缝时可以用视图、剖视图或剖面图表示，也可以用轴测图示意表示，焊缝视图的画法如图 1—2、图 1—3 所示。图中表示焊缝的一系列实细线允许徒手绘制，也允许用粗线表示焊缝，但同一图样中只允许用一种线型表示，在表示焊缝端面的视图中，一般只用粗实线绘出焊缝的轮廓，必要时可用细实线同时画出坡口的形状等，在剖视图上或剖面图上通常焊缝区涂黑。若同时需要表示坡口形状可用图 1—2c 表示，必要时也可放大并标注焊缝尺寸符号或数字，如图 1—4 所示。

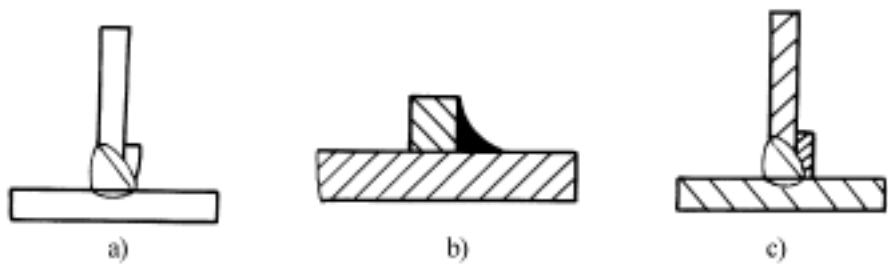


图 1—2 焊缝端面视图、剖视图和剖面图的表示方法

a) 端面视图 b) 剖视图 c) 剖面图

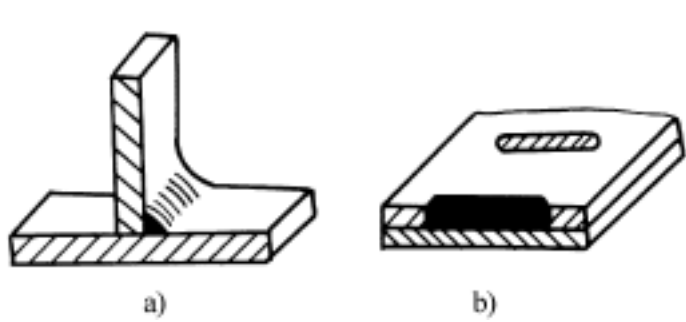


图 1—3 轴测图上焊缝的表示方法

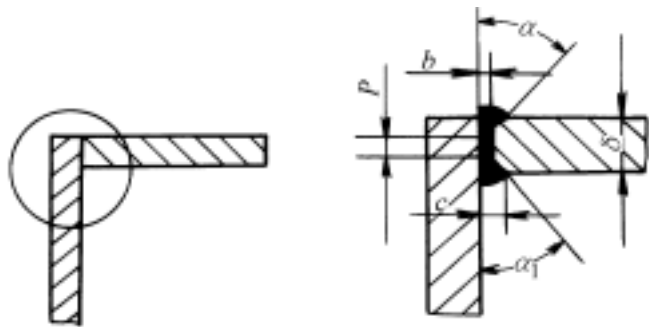


图 1—4 焊缝局部放大图

(2) 焊接符号和焊接方法代号的标注

在 GB324—88、GB12212—90 和 GB5185—85 中对焊缝符号和焊接方法都有明确的规定。焊缝符号和焊接方法代号必须通过指引线及有关规定才能准确无误的表示焊缝。指引线

一般由带有箭头的箭头线和两条基准线组成，箭头线相对焊缝位置一般没有特殊要求，但在标准 V 形、单边 V 形、J 形等形式焊缝时，箭头应指向带有坡口一侧的工件，必要时允许箭头线弯折一次。基准线的虚线可以画在基准线的上侧或下侧，基准线一般应与图样的底边相平行，但在特殊条件下也可与底边相垂直。如果焊缝和箭头在接头同一侧，则将焊缝基本符号标在基准线的实线一侧；如果焊缝和箭头线不在接头的同一侧，则焊缝基本符号标在基准线的虚线侧。此外，标准还要求在必要时基本符号可以带有尺寸符号及数据，其标注原则如下：①焊缝横截面上的尺寸标注在基本符号的左侧；②焊缝长度方向的尺寸标注在基本符号的右侧；③坡口角度、坡口面角度、根部间隙尺寸标注在基本符号的上侧或下侧；④相同焊缝的数量符号标注在尾部；⑤当需要标注尺寸数据较多又不易分辨时，可在数据前面增加相应的尺寸符号。

在充分看懂焊接装配图后，作为施工和工程技术人员还要在产品制造工艺中考虑以下几个方面的问题：①要保证焊接接头满足设计要求；②工装顺序合理以防止焊接变形；③要由满足施焊所要求的技术人员和合格的装配、焊接工人进行制造与焊接工作；④注意在保证产品质量、进度的同时要降低成本，提高经济效益。如坡口的加工方法、焊缝金属的填充量及配备合理的辅助工时等。

3. 焊接装配图举例

(1) H 形钢柱与梁的连接构造焊接装配图例

在建筑结构中，常用 H 形钢柱与梁连接，图 1—5 所示是采用全焊透的坡口形式，在《高层建筑钢结构设计与施工规程》的规定中对此已做了明确的要求。为了保证现场的焊缝质量，一般都采取将焊缝设计成平位焊接，对接接头开 V 形坡口，并需要设置焊接垫，翼缘坡口两侧还要加引弧板，梁腹板上、下两端做弧形缺口，图 1—5 所示就是在焊接装配图上 H 形钢柱与梁的拼装焊接方法。

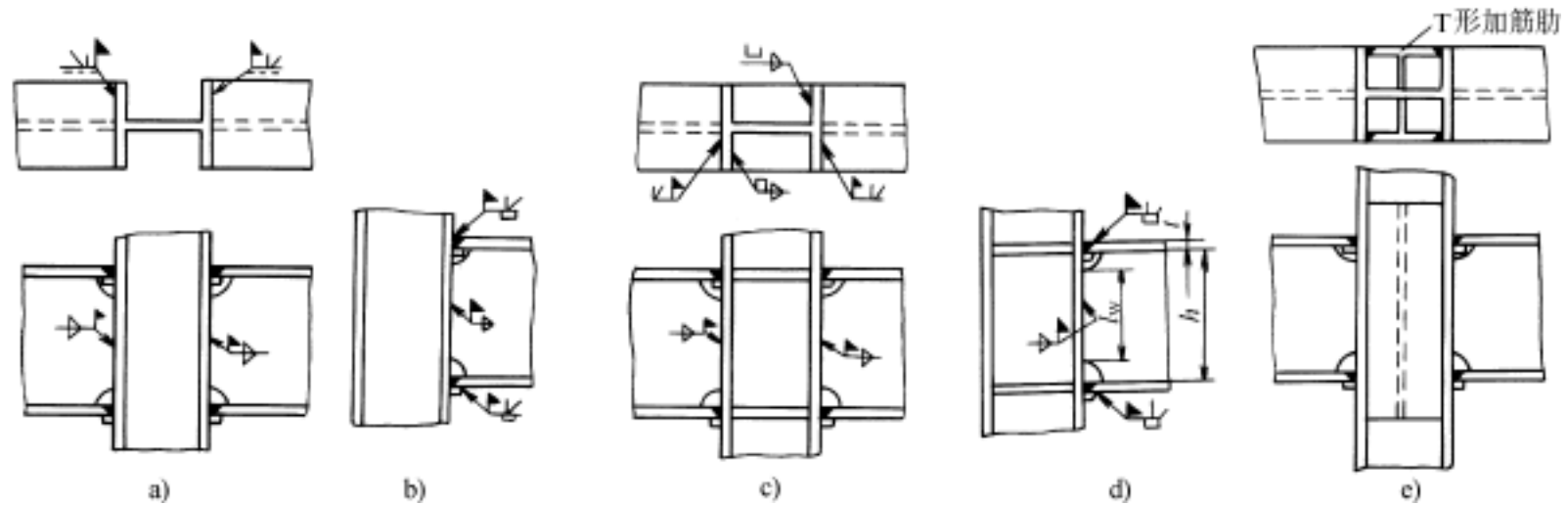


图 1—5 H 形钢柱与梁的拼接

a)、b) 柱腹板不加肋 c)、d) 柱腹板加水平加筋肋 e) 柱腹板加 T 形加筋肋

(2) 压力容器焊接装配图例

下面是一组多层压力容器焊接装配图例，分别介绍了在焊接装配图中的不同形式。

1) 多层压力容器内筒的纵焊缝应采用全焊透的双面焊对接接头形式与双面焊相同的单面焊对接接头，内筒的环缝应采用全焊透双面焊对接接头，多层筒节层板间的纵缝可以采用单面焊对接接头，多层筒节之间的环缝或多层筒节与单层筒节之间的环缝应采用双面焊对接接头或带衬环的单面焊对接接头，按其接头形式、位置及布置方式可按图 1—6 所示的方法处理。

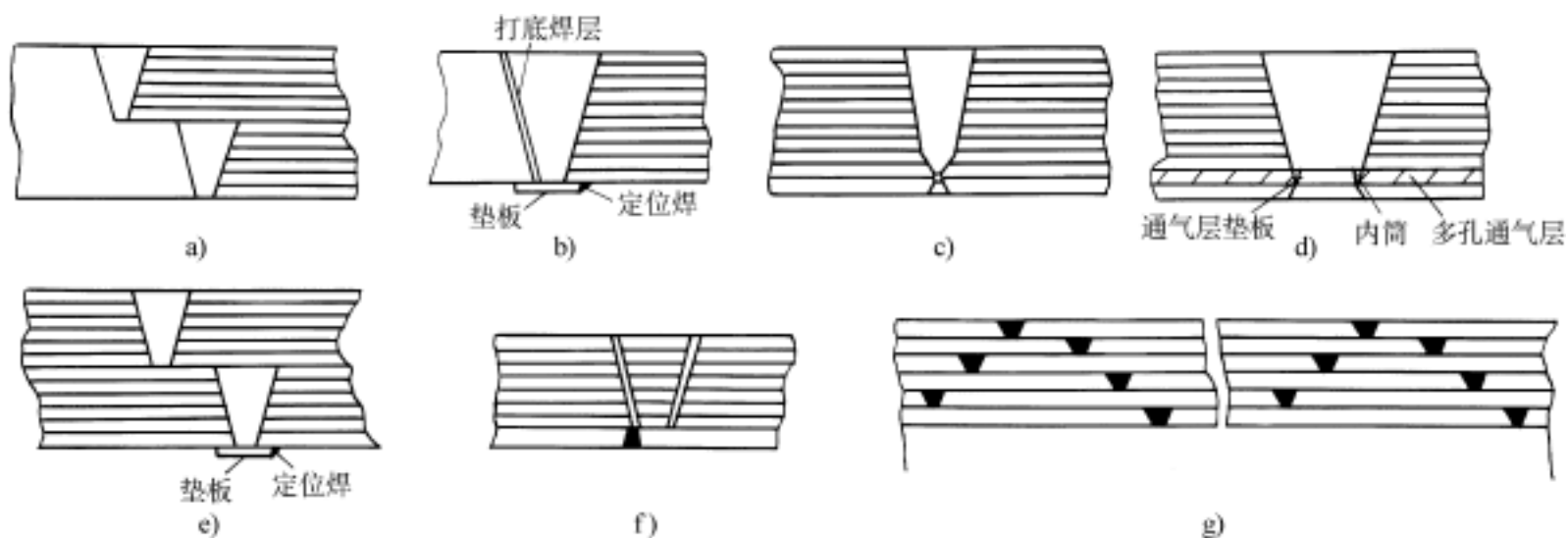


图 1—6 多层容器环缝的接头形式、位置及布置方法

2) 不等厚多层筒节之间及多层筒节和不等厚单层筒节之间环向接头斜坡过渡的形式, 在焊接装配图上如图 1—7 所示。

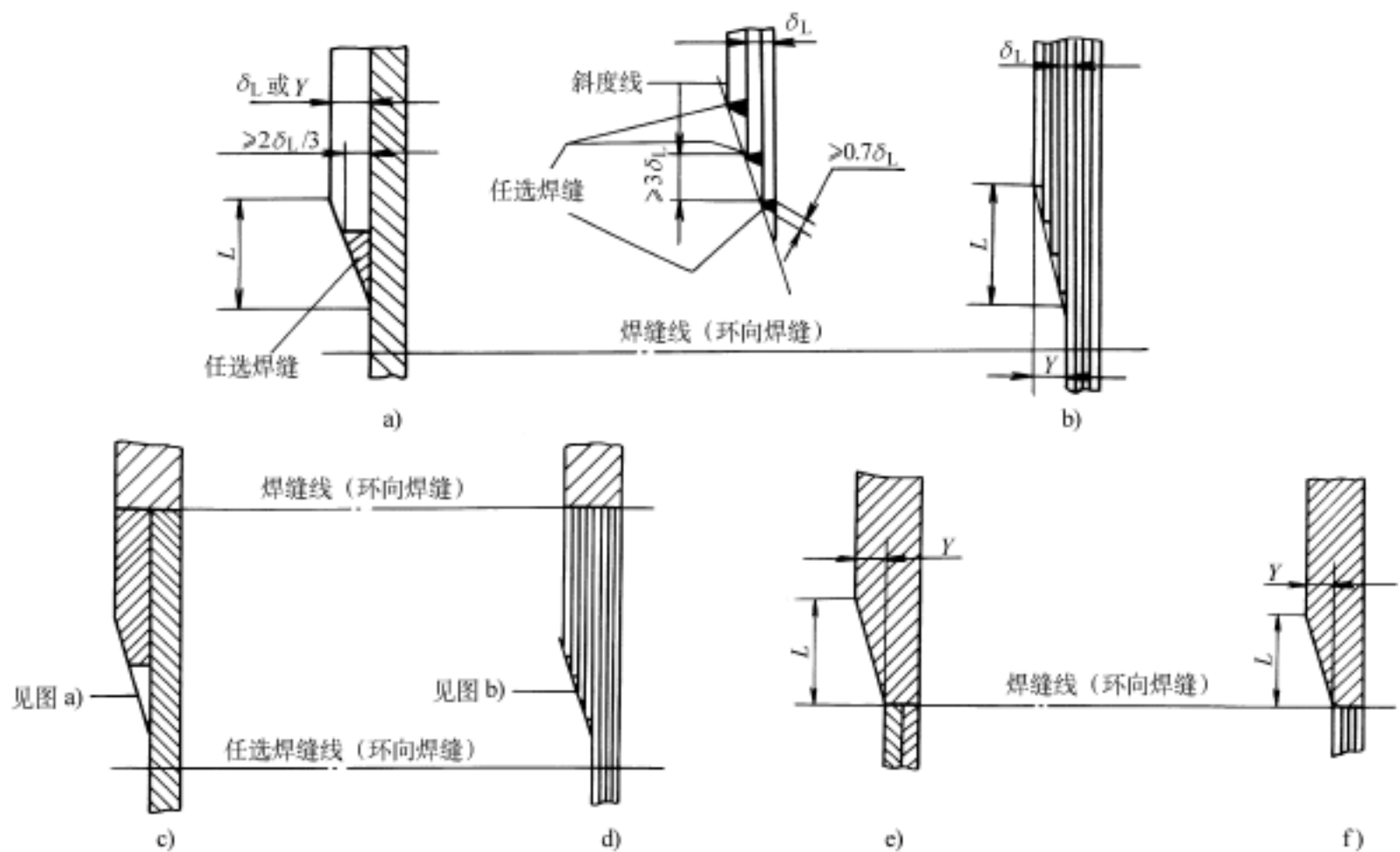


图 1—7 不等厚多层容器筒节之间环缝接头斜坡过渡的形式和尺寸

a) 层板厚度 $\delta_L > 16 \text{ mm}$ b) 层板厚度 $\delta_L < 16 \text{ mm}$ c) 层板厚度 $\delta_L > 16 \text{ mm}$
d) 层板厚度 $\delta_L < 16 \text{ mm}$ e) 层板厚度 $\delta_L > 16 \text{ mm}$ f) 层板厚度 $\delta_L < 16 \text{ mm}$

3) 多层筒节和封头与支座、托架、支撑环的连接, 在焊接装配图上如图 1—8 所示, 必要时可在多层筒节或封头外层加设支撑板或支撑环。

二、一般结构的放样和下料

钣金件是通过一定的转换方式和手段将平板板材加工成立体的制品, 它在成型的过程中

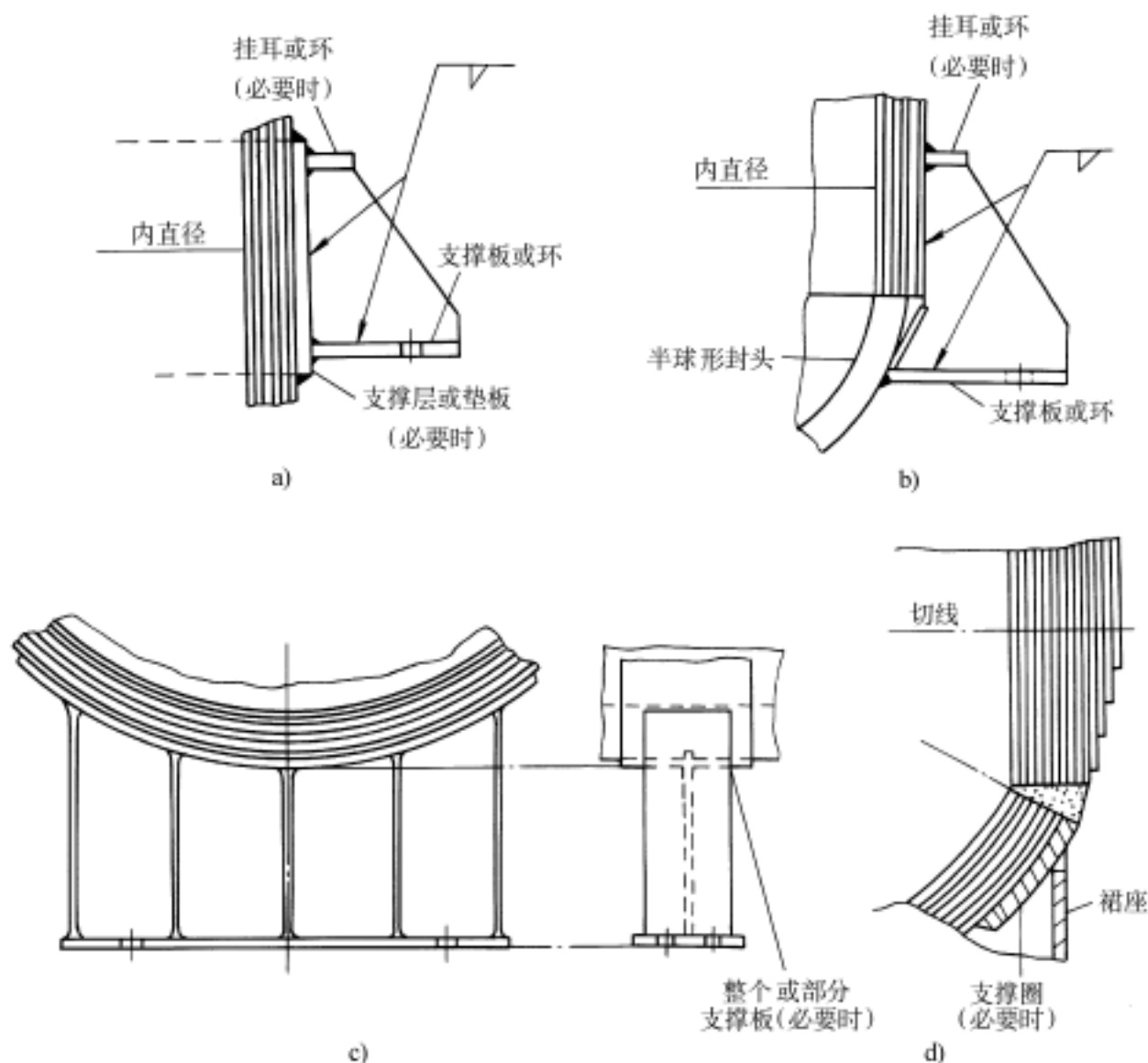


图 1—8 多层筒节与支座的连接形式图

产生了完全的形状变化，这个形状变化的方式就是钣金展开放样法，我们常简称为展开法。

钣金展开法就是将立体板制品件按一定的方法将表面全部或部分形状在板材上或样板材料上作出其平面图形的方法。其所获得的图形就是该制品件的展开图。

1. 展开放样的基本知识

(1) 素线的认识

钣金制品有可展开体，也有不可展开体（如风扇叶片、封头、球体等只能进行近似展开）。所谓的可展开体是一条直线段以一定的倾斜角度围绕固定的轴线旋转所形成的回转体的素线，如图 1—9a 所示的 AB 线和图 1—9b 所示的 CD 线。本书涉及的展开图，都是选取其表面中的若干条素线实施表面展开的。

素线的定义：一条线段在空戒的运动轨迹是曲面，这个线段称之为母线，母线在曲面上的任一位置称为素线。

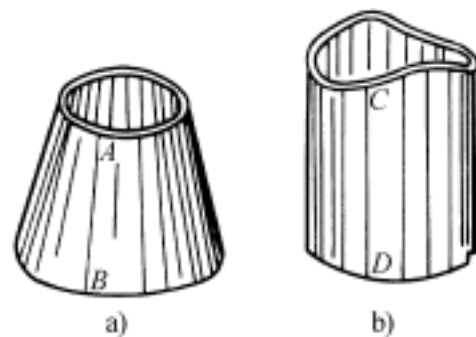


图 1—9 素线示意图

(2) 展开的方法

钣金件无论外形多么复杂，都可以依其性质用各种不同的方法把表面分成若干部分在平面上展开。常用方法有如下三种：

1) 平行线法。平行线法是素线法的一种表现方式，它是展开图的基本方法，主要应用于表面素线相互平行且平行于轴线的钣金制品，如我们常用的圆管、椭圆管等制品，其实质就是把制品表面分成若干平行的部分在平面上进行展开。

平行线展开法的步骤大致如下：

①画出实物体的放样简图，这个简图必须经过板厚处理（板厚处理方法后面再以实例分别叙述）。放样简图一般含立面图和平面图，立面图反映实物体表面的素线长度，平面图反映实物体圆弧的弧长。

②将平面图圆周分成若干等分（棱形管件用棱线的垂直距离），等分越多，所画出的展开图越精确。

③由平面图的各等分点（或棱点）向立面图画垂直、平行线（遇平面图上有折线时，可加画垂直、平行线，线的顶点即表示折点）。在立面图中被立面图所截得的线段就是该实物体各等分点处的素线长度。

④在准备下料的板材上或样板材料上（画线之前应尽量支垫成平面）画一条水平辅助线，在辅助线截取平面图圆周的伸直长度，并按照平面图的等分数（或棱线垂直距离）分成若干线段。

⑤由辅助线各分点向上画垂直线段，使该线段长度分别等于立面图上各线段长。

⑥用直线或曲线连接辅助线上各垂直线段的顶点，就得出一个封闭的平面图形，这个图形就是所求的展开图。

2) 放射线法。放射线法是素线法的另一种表现方式，它主要应用于表面素线与轴线倾斜一定角度并共同相交于轴线的制品，如圆锥体、椭圆锥体等，其实质就是将制品的表面分成若干个梯形部分在平面上进行展开。

放射线展开法的步骤大致如下：

①画出经板厚处理的立面图及平面图，立面图表示出顶点高度。

②将平面图圆周分成若干等分（棱形管件用棱线垂直距离），由等分点（或棱点）向立面图底边画垂直线，将各垂直线与底边的交点向顶点画放射线。

③以放样图的斜边（作放样图时斜边延长至与轴线相交）为半径画辅助圆弧使其等于平面图上圆周的弧长，将辅助圆弧按照平面图圆周等分数分成相同的等分（或照棱点距离划分），并将各等分点向圆弧中心点连放射线。

④将立面图各放射线的实长移到辅助弧对应的放射线上，连接各线端点或辅助圆弧上的棱点，即得到该实物体的展开图。

3) 三角形法。有些钣金制品件的轮廓是由两种或多种的曲面或平面组成的，它既不能用平行线法展开，也不能用放射线法展开，这样的制品只能用三角形法进行展开。

三角形展开法的实质是将制品表面依据其形状的不同分别分成不同的一组或多组三角形，依据投影原理画出各三角形的三个边长，并依次在平面上逐一展开。

对于焊工而言，三角形展开法只作为基本知识进行了解，所以本单元不作展开叙述。

4) 展开法的比较。任何形状的实物体都可以用三角形法进行展开，但不一定能用平行线法和放射线法进行展开。放射线法和平行线法的原理完全一样，只不过放射线法的素线是在有限距离内交于一点，而平行线法的素线虽不能相交，但我们可以认为它们在无限远处可以相交，这好比太阳的光线本身是放射的，但我们在地球上所感受到的光线却是平行的一样。

2. 展开放样的实例

例 1—1 正圆锥台的展开放样

正圆锥台也叫渐缩管，俗称大小头，如图 1—10 所示。此件看上去很简单，但由于其大小和板厚的不同，所采用的展开方法也就不同，但最常用的是放射线法和计算法。正圆锥台