



计算机辅助船舶 舾装生产设计

陈宁 等编著 姚寿广 审



国防工业出版社

National Defense Industry Press

计算机辅助船舶 舾装生产设计

陈 宁 等编著 姚寿广 审

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书围绕着船舶计算机辅助舾装设计对船舶管、风、电的布置及其工艺;生产设计编码;托盘管理;船舶管、风、电 CAD 设计平台 - Tribon M1 系统应用;管子加工及管路安装调试等五部分进行了详细的介绍。

本书是一门实践性很强的课程,可作为高等院校本、专科相关专业的“计算机辅助船舶舾装生产设计”、“船舶管、风、电舾装生产设计”的教材。也可作为船厂设计部门职工 Tribon M1 软件 Outfitting 模块的培训教材和对船舶舾装专门化技术进行研究的研究生的教学参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机辅助船舶舾装生产设计/陈宁等编著. —北京:
国防工业出版社, 2006. 1
ISBN 7 - 118 - 04104 - 1

I. 计... II. 陈... III. 舾装 - 计算机辅助设计
IV. U671.91 - 39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 089303 号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

国防工业出版社印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787 × 1092 1/16 印张 14½ 358 千字

2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月北京第 1 次印刷

印数:1—4000 册 定价:20.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店: (010) 68428422

发行邮购: (010) 68414474

发行传真: (010) 68411535

发行业务: (010) 68472764

前 言

计算机辅助船舶舾装生产设计是一门多学科综合应用的新技术,它包含了船舶设计中轮机、管、电、机装、甲装等多个专业的内容。经过“八五”、“九五”全国各大船厂的开发、引进、应用和发展,我国船舶制造业的数字化生产设计已奠定了良好的基础。进入 21 世纪后,我国的造船工业又有了迅猛的发展。为了适应我国造船工业的发展和以中间产品为对象的转换造船模式工作的需要,船舶舾装综合生产设计更加依赖于计算机和 CAD 平台来实现设计的现代化和自动化。为了培养更多的计算机辅助舾装综合设计人才,我们在多年教学和科研工作,特别是近年来参与国内大型造船企业的船舶计算机辅助管、风、电生产设计应用技术的推广与技术设计的基础上,收集了目前国内各大船厂的舾装管、风、电计算机辅助放样的编码标准与工艺资料,加以总结整理,编写了本书。

本书主要包括:船舶管、风、电的布置及其工艺、生产设计编码、托盘管理,船舶管、风、电 CAD 设计平台——Tribon M1 系统应用、管子加工及管路安装调试等五部分。全书共 7 章,前两章介绍船舶管、风、电的布置及其工艺理论基础,主要有船舶管、风、电的布置及其布置的基本原理、综合布置的步骤、工艺处理方法、系统管路的布置等,从基础理论的介绍出发,为以后的学习和实际应用打下基础。第三、四、五章介绍了以中间产品为对象的船舶舾装数字化设计平台、设计过程。主要针对 Tribon M1 系统 Outfitting 模块,介绍了模型库的生成;管、风、电的计算机综合放样的方法以及工程图表的生成方法,为学员在 Tribon M1 系统上进行船舶舾装综合放样打下了基础。第六、七章介绍了管子单件及单元体的制作、船舶管路安装及系统运行调试的方法。

在编写过程中,我们突出三点:一是强调船舶舾装综合放样理论基础的完整性;二是注重 Tribon M1 系统 Outfitting 模块用户可操作能力的培训;三是重视以中间产品为对象的管子零部件单元的制作与系统的调试。在理论体系方面,将船舶舾装综合放样理论基础、Tribon M1 系统 Outfitting 模块的运用与零部件的生产制造、系统的安装与调试有机地融为一体,形成一个完整的计算机辅助船舶舾装生产设计技术体系结构,作为应用层面的教学,便于学生建立整体概念和内容的理解掌握。在实践和应用方面,强调了 Tribon M1 系统 Outfitting 模块的 CAD 技术掌握与实际操作的能力的培训,考虑到学生对软件使用和操作命令的自学能力和独立使用的特点,对 Tribon M1 系统 Outfitting 模块的命令介绍从简,突出应用和实践的经验性和心得体会的介绍,并就工程图表的生成方法以及如何解读船舶舾装工程图纸进行了较为详细的介绍。因此,本书注重船舶舾装综合放样生产设计基本原理与计算机辅助生产设计放样系统的介绍,以便通过教学掌握船舶舾装综合放样方法与计算机辅助生产设计系统的操作方法,为以中间产品为对象的船舶生产设计在 Tribon M1 平台上的有效应用打下基础,有利于学生掌握现代造船技术和 CAD 技术的最新发展。

本书可作为高等院校本专科相关专业的“计算机辅助船舶舾装生产设计”、“船舶管、风、电舾装生产设计”的教材,也可作为船厂设计部门工程师再教育的教材和对船舶舾装专门化

技术进行研究的研究生教材。上述各章可按相近内容组成若干模块,实现模块化教学,模块之间内容相互独立。在教学过程中,可根据学时数,选择和组织教学内容。本课程是一门实践性很强的课程,教材上所有实例均通过上机验证,并在实际生产中得到应用,可以提供学生作为上机动手实践的实例。

本书第一、二、五章由陈宁编写,第三、四章由王军编写,第六、七章由高霆编写,全书由陈宁主编,并负责统稿。

本书由姚寿广教授、赵良才教授和陈剑夫教授在百忙中仔细审阅全稿并提出了许多宝贵意见,在此深表谢意。

由于水平有限,时间仓促,书中难免有欠妥之处,请读者不吝指教。

编 者

2005年2月16日

目 录

第一章 船舶管、风、电的布置及其工艺处理	1
第一节 船舶管、风、电布置的发展及其布置基本原理	1
第二节 管、风、电综合布置步骤	12
第三节 管、风、电布置的工艺处理	24
第四节 船舶系统的管路布置	34
第五节 动力系统管路布置	47
第二章 管、风、电节点坐标及弯管参数计算	53
第一节 管、风、电节点坐标计算	53
第二节 弯管参数计算	58
第三章 Tribon M1 管、风、电生产设计系统简介	78
第一节 Tribon M1 系统简介	78
第二节 Tribon M1 舾装设备的编码	90
第三节 Tribon M1 系统铁舾装件的设计	107
第四节 Tribon M1 系统实体模型的设计 (Volume)	122
第四章 以中间产品为对象的舾装数字化生产设计	132
第一节 系统的规划 (Design Manager)	132
第二节 以中间产品为对象的管系布置	136
第三节 以中间产品为对象的风道布置	153
第四节 以中间产品为对象的电缆布置	158
第五章 以中间产品为对象的工程图处理	161
第一节 碰撞检查	161
第二节 管子小票的生成	163
第三节 安装图的生成	167
第四节 消影安装图的生成	173
第五节 管系开孔图、通海阀布置图的生成及管支架图、管子护罩图的绘制	175
第六节 托盘、规格书的自动生成	180

第六章 管子单件及单元体的制作..... 186

 第一节 管子单件制作..... 186

 第二节 管子单件加工流水线..... 194

第七章 船舶管路安装及系统运行调试..... 196

 第一节 管路安装方法..... 196

 第二节 管路的完整性及系统的密闭性试验..... 210

 第三节 系泊试验..... 215

参考文献..... 224

第一章 船舶管、风、电的布置及其工艺处理

第一节 船舶管、风、电布置的发展及其布置基本原理

船体与管子的设计与生产在船舶建造中占有相当重要的地位,就工作量而言,船体的设计与生产约占总工作量的 30% ~ 40%,管子设计与生产约占总工作量的 8% ~ 12%,管、风、电三项工作的设计与生产占到总工作量的 30% ~ 40%,而整个管、风、电的安装与调试占全船建造周期的 80% 左右。

生产设计是施工设计的深化和发展,对于船舶管路的生产设计,其基本手段正逐步向“虚拟船舶数字化模型”的方向发展,按 1:1 的比例在计算机中虚拟地设计建造一条船,为船厂解决怎样造船的问题,因此,这一技术的发展,船舶生产设计内容的深度和广度都发生了很大变化。它不仅包括管路的布置,电缆及风管的综合布置设计,还包含了对于整个船舶大装配过程的完整的 CIMS 集成。

一、管、风、电布置的基本原理

空间任意一点的位置必须由 3 个坐标值来确定,如图 1-1 中 A 点的空间位置可用坐标值 x, y, z 来描述。推而广之,空间的一根直线段也可用两端点坐标值来表示;对于空间任何线段的形状,则必须应用投影法画出它的三面视图来表示,图 1-2 所示为直线段 AB 在互成直角的 3 个坐标平面中的投影。

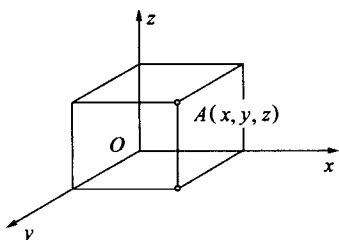


图 1-1 A 点的空间坐标

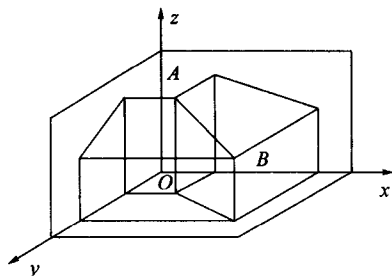


图 1-2 空间直线段的投影

把坐标值与投影图结合起来,就可以用一个或两个视图清楚地表达出空间某一管段的几何形状、具体尺寸和安装位置。这就是管、风、电布置施工图的基本原理。

根据船体空间的特性,管路布置作业大多在三维空间上进行,并将三维空间布置的结果转化为管子和电缆通道弯曲形状数据的直角坐标系投影,如图 1-3 所示。

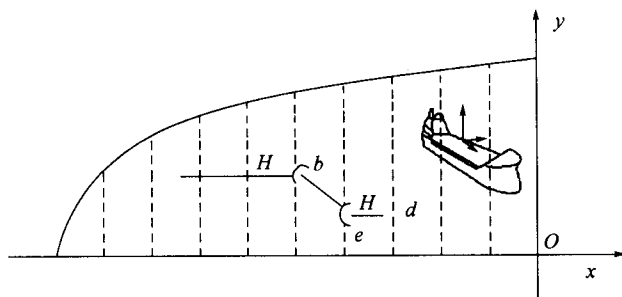


图 1-3 管子弯曲形状数据坐标系

二、管、风、电布置的手段

在管、风、电布置施工图中,由于设计人员使用的软件平台的不同,有的施工图可直接用三线图表示,有的设计平台比较简单,可用单线来表示。为简化绘图起见,除风道、电缆通道和个别大口径管路(总海水管)需用三线图画出外,一般都以管子中心实线代表一根管子,而用折线代替管子弯头。由于最初的设计平台都是用单线和折线表示直管和弯管的,因此,目前有些高端的设计平台也保留了用单线和折线来描述施工图的方式,来适应施工人员已形成的读图习惯,但在软件平台上输出的平面视图中要正确地表达出管段的几何形状,还需要解决以下几个问题。

(一) 符号

在布置图中仅用一段实线来代表一根管子,因此,当该线段向某一平面上投影时,就需要一定形式的辅助符号才能反映出它的几何形状(管子弯曲形状)。如图 1-4 所示,管段 $ABCD$ 具有两个弯头,当它所在平面垂直于图面时,它在该平面上的投影 $abcd$ 是一根直线。此投影不能反映出它正确的几何形状;同理,它也不能反映出 ab 与 cd 的空间位差。由此可见,在布置图上采用一定形式的辅助符号是完全必要的。

管路布置施工图常用的符号归纳起来有以下 4 种。

1. 管子弯曲形状符号

管子基本弯曲形状只有两种:弯曲成 90° 的直角弯(角天弯)和大于 90° 的别弯(小于 90° 也称别弯,但用得很少),如图 1-5 所示。由于这两种弯曲形状在平面图上有各种不同的位置,

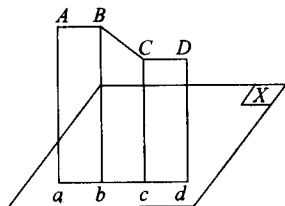


图 1-4 空间线段在俯视图上的投影

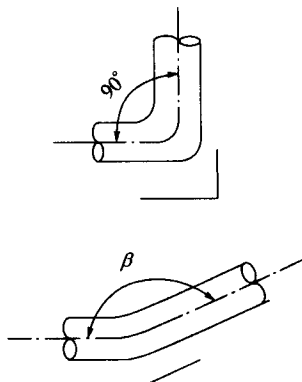


图 1-5 管子基本弯曲形状

因而其弯曲形状符号也有相应的变化,但归纳起来不外乎 6 种基本情况。管子基本弯曲形状符号如表 1-1 所列。从表 1-1 中可以看出,在绘制管子弯曲形状符号时应注意下述两点。

表 1-1 管子基本弯曲形状符号

图形及名称	符 号		
	正视图	俯视图	侧视图
 上直角弯			
 下直角弯			
 上别管			
 下别管			
 上直别管			
 下直别管			

(1) 符号中的圆、半圆的直径等于所表示的管子的外径,它应按比例画在施工图上;

(2) 通常离投影面远的管子画至圆心,离投影面近的管子画至圆周。

根据表 1-1 所示管子基本弯曲形状符号就可组成绘制管系布置图的各种类型管段,以及管子预制图。为简化起见,管段的类型应越少越好。

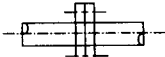
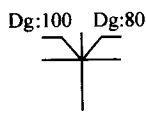
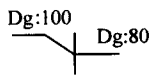
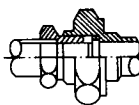
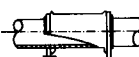
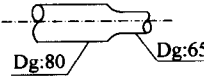
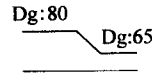
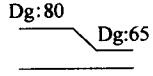
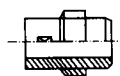
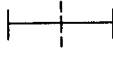
2. 连接件符号

管子连接件符号,原则上可使用 CB510-75 的规定,但有些附件未列入。因绘图工作需要及管子单件图的特殊要求,各造船厂根据实际使用情况增编了某些符号。管子的连接件最常用的有法兰连接、螺纹连接、软管连接、套管连接、异径管连接及通舱管件等,这些连接件的符号如表 1-2 所列。各连接件的大小,应根据它的具体规格按比例输出在安装图和零件图上。在国家标准中,根据螺孔的数目可分为两类:一类是螺孔数为 4 的整数倍;一类是 4 的非整数倍。例如,螺孔数 $n=8$ 和 $n=6$,如图 1-6 所示。无论是 6 孔还是 8 孔,它们对 $o-o$ 线来说都是对称的,但当 $o-o$ 线转过 90° (法兰不动)后,8 孔法兰的螺孔对 $o-o$ 线仍是对称布置的,而 6 孔法兰螺孔的布置与 $o-o$ 线未转 90° 前不同了,这时有一对螺孔落在 $o-o$ 线上。因此,产生了法兰螺孔的标注问题,此问题通常是针对螺孔数目为 4 的非整数倍的法兰而言的。

法兰螺孔的标注方法是这样规定的:以布置图的管子中心线为基准,当法兰螺孔的投影有一个落在此中心线上时称为“单”;而对称分布在中心线两边时称为“双”。通常不论管子朝什么方向,法兰上注“单”或“双”都是依据这个而规定的。在一般情况下,在管子单件图上均采用法兰“双”的布置,遇到这种情况,“双”也可不用标注。所以,法兰上没有注明“单”或“双”

时,一律按“双”的要求装配法兰。特别要注意的是螺孔数为4的非整数倍的法兰,虽然一般均按“双”孔布置,但当管子为上正或下正管段时,无论是“单”还是“双”,必须全部加以标注,以免混淆而造成不必要的差错。法兰螺孔位置符号如表1-3所列。

表 1-2 管子连接符号

图形及名称	符 号	
	样台安装图	零件图
 法兰		
 异径法兰		
 螺纹接头		
 套管连接		
 焊接套管		
 异径管连接 Dg:80 Dg:65		
 支管螺纹连接		
 过舱管件		

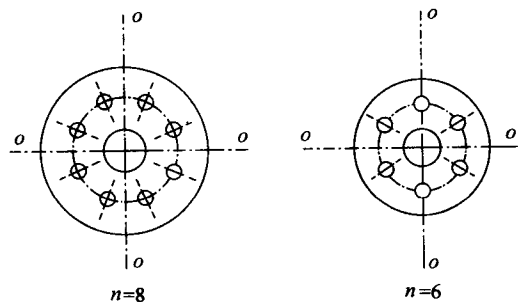
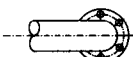
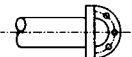
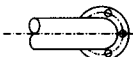


图 1-6 法兰螺孔数

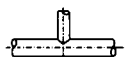
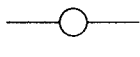
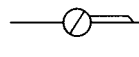
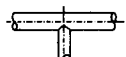
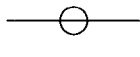
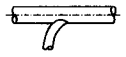
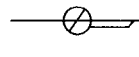
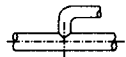
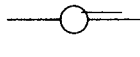
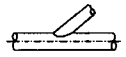
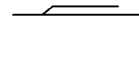
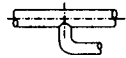
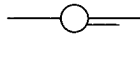
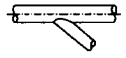
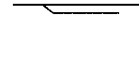
表 1-3 法兰螺孔位置符号

图形及名称	符 号	图形及名称	符 号
 双眼向上		 双眼垂直	
 单眼向上		 单眼垂直	

3. 支管弯曲形状符号

管路上的支管也需要符号加以规定。一般支管端必有连接件。支管接头类型通常有法兰支管、螺纹支管等,其画法应统一采用管子附件符号表示。管路上的支管类型大致可分为 4 种:垂直支管、平行支管、圆弧支管和斜直支管。支管的画法应使它在一个图面上而没有其他剖视图的情况下,要同样能够正确地反映其几何形状。因此,采用若干画法(见表 1-4),同时必须注以相应尺寸和文字说明。

表 1-4 管子支管符号

图形及符号	符 号	图形及符号	符 号
 上正支管		 上直下别弯支管	
 下正支管		 下直上别弯支管	
 上直角弯支管		 上斜直支管	
 下直角弯支管		 下斜直支管	

4. 附件符号

这里指的附件是除了上述连接件外的各种阀件、旋塞、阀箱、器具等,它们的符号基本上仍按 CB510-66 的规定表示。在施工安装图上按比例输出,并应注意将主要尺寸标于图中。有了这 4 种符号才能使施工比较完整地表达其内容。前 3 种符号在安装图和管子预制图上经常出现,第 4 种符号只用于安装图上。

必须注意的是:尽管绘图符号是在投影原理基础上加以简化的,具有形象直观的特点,但也只能抽象说明所代表的弯曲形状、连接件、支管或附件属于哪一种型式;尚不能全面反映它的真实几何形状及具体尺寸和安装位置,因而它必须与尺寸数据及其他符号相配合,才能确切地反映它的空间几何形状和安装位置,同时调用数字化的等轴测图加以形状及方向上的说明。这是管路施工图的一个基本特点。

(二) 管、风、电布置基准面选择

管、风、电布置施工图中的符号,解决了用平面图形示意表达一个空间物体的几何形状的画法,但是要确定该物体在空间的位置还必须知道它的坐标值。要确定坐标值就需要有基准

坐标轴。管系布置都是在三维空间上依据其在 xy 、 xz 、 yz 3 个投影平面考虑的,因此确定管路、风道、电缆通道在空间的位置时,必须选择几个恰当的基准面作为确定坐标的起始平面。通常在管、风、电系统放样时,均以船体的常用剖面或平台作为基准面。

1. 高度基准面

此基准面作为确定管路在高度方向坐标的起始平面。通常以船体的基线平面作为高度基准面,在管路、风道、电缆通道上注明 $H \times \times \text{mm}$,即表示此管路的某一段或某一点距基准线高 $\times \times \text{mm}$ 。对于不同类型的船舶或船舶的某一部位,在放样时此基准面可以有不同的处理。对于大型船舶,它具有内底、平台、下甲板、起居甲板等层次。为了简化标注尺寸的数值,根据各层平面管路、风道、电缆通道放样的要求,可在高差数值前加上不同平面的符号(见表 1-5),例如,管子在平台甲板上方 300mm 处,当以平台甲板作为高度基准面。为避免混淆起见,可用“上平 300mm”,表示此管段在平台甲板上方 300mm 处。机舱花铁板以下的管子均以内底作为高度基准面。但在大型船舶上,由于内底板的厚度是不一致的,船中部较厚,舷边较薄,因此,以内底板作为基准面时一律以内底板的下边线起算。这一点对于机舱采用区域型单元组装工艺时特别显得重要,因为区域性单元在内场组装时,其高度坐标在放样时以内底板下边线为准;在安装时,换算至以花铁板的上边线为准。花铁板上边线与内底板的下边线是等距的,无论是设备定位也好,还是管子定位也好,其高度尺寸均不会受内底板厚度变化的影响。对于某些单底船或有斜内底的船舶,只能以基线平面作为高度基准面。在机舱部分放样时,可根据需要换算至以花铁板平面为准的标注高度。

表 1-5 各层平台符号

序号	船体结构名称	符号	序号	船体结构名称	符号
1	船体基线	H	10	起居甲板	起
2	内底板	内	11	遮阳甲板	阳
3	花钢板	花	12	游步甲板	步
4	平台甲板	天	13	露天甲板	天
5	下平台甲板	下平	14	救生艇甲板	救
6	上平台甲板	上平	15	驾驶甲板	驾
7	下甲板	下	16	罗经甲板	罗
8	上甲板	上	17	甲板上面	+
9	桥楼甲板(包括艏、艉楼)	桥	18	甲板下面	-

2. 横向基准面

横向基准面是确定管路在左舷或右舷的坐标。习惯上取船体的纵中剖面作为横向基准面。纵中剖面可用符号 B 表示,“-”表示左舷,“+”表示右舷。例如 $B + 200\text{mm}$,即表示右舷距船体纵中剖面(船体中线)200mm 处。有时,如用某一纵向舱壁作基准面,对标注放样坐标值较为方便,则可用此纵向舱壁作为横向基准面。这种情况在船体上层建筑管系放样时遇到的机会较多,因为即使标注了距船体纵中剖面(距船中)的尺寸,但为安装工作方便起见,还需进行尺寸换算,不如一开始就选择以某纵舱壁作为横向基准面为宜。

在某些舷侧布置的管路(如透气管、测深管等)就没有严格规定的横向基准面,因为这些管路往往与船体板走向平行,这时可用距舷侧 $\times \times \times \text{mm}$ 等数字表示即可。而风道、电缆往往在平台甲板下与平台甲板平行,这时可用距平台下 $\times \times \times \text{mm}$ 等数字表示即可。

3. 纵向基准面

纵向基准面用以确定管路在船舶纵向坐标值,即艏、艉方向的位置。一般以船舶某一肋骨线或某横隔舱壁作为纵向基准。通常规定自大号码肋骨向小号码肋骨的尺寸,应用符号“-”表示,例如“FR36—200”意思就是在 36 肋骨向 35 号肋骨减 200mm 处;自小号码肋骨向大号码肋骨的尺寸,应用符号“+”表示。

(三) 尺寸标注

在管、风、电布置施工图与部件单件图上,必须标注足够的尺寸。由于这两种图纸的用途不同,对尺寸标注的要求也不相同。

管、风、电布置施工图用于安装工作,尺寸标注应满足安装的要求。一般应标注以下几项尺寸:

(1) 机械设备的安装定位尺寸。机械设备的定位尺寸通常都标注在机械设备布置图上。在安装管子、风道、电缆前,机械设备均已安装就绪,因此,有关的定位尺寸在施工图上可以省略;在采用区域性单元组装时,这些尺寸在区域型单元组装图上仍应标明。

(2) 船体结构上的开孔定位尺寸。这是指管子通至双层底舱、舷旁以及附于船体结构上的油水舱进出管的定位尺寸。安装管子前,根据图中算出的定位尺寸预先开孔。

(3) 管、风、电布置的定位尺寸。沿船舶纵向布置的管、风、电,在直段上须注有距船中的尺寸;沿船舶横向布置的管、风、电,在直段上注有距某肋位的尺寸;平行布置的管、风、电须注有彼此间的间距;带有弯头的管子须注出弯头两边的高度定位尺寸。

以管子为例,管子单件图(小票)用于管子的备料、弯制、校管和安装定位,因而图上的尺寸标注必须满足上述 3 个要求。

(四) 尺寸标注方法

由于管子在舾装中生产设计的复杂性,因此这里重点讨论管子的尺寸标注方法。管子零件图上的尺寸标注方法与机械制图的尺寸标注方法有所不同。为便于管子制造起见,采用封闭尺寸标注法。下面选择一些弯曲形状的管子说明管子零件图上的尺寸标注方法。

1. 无支管的管子尺寸标注方法

图 1-7 为标注完整尺寸的斜角上别弯零件图。管段 1—2 及 3—4 平行于投影面,此两段管子不在一个平面内,所以分别在此两管段上注以 H_0 与 H_{235} ,表示它们之间的高差为 235mm。根据图中标注的尺寸及附于零件图下面表格中的所填弯角数值,即可加工这根管子。

图 1-8 所示为斜角上别弯的尺寸标注。这根管子的角弯与投影面平行,而管段 3—4 为斜管段,不与投影面平行,因此,点 4 的高度坐标必须注在端点 4 上,注法如图所示。

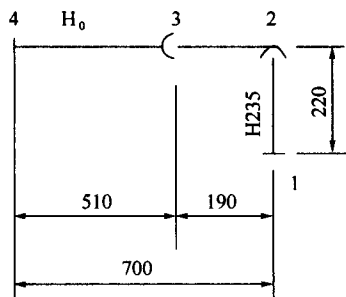


图 1-7 斜角尺别弯

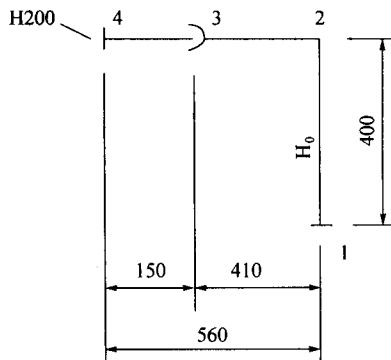


图 1-8 角尺上别弯

从上述两个图可知,管段2—3(图1-7)和管段3—4(图1-8)为斜管段,尺寸190和150只表示它们的投影长度,而它们的实长还需经计算后填在零件图(小票)的附表中,如图1-9管子小票图。如果附表中未列出实长,则可用图1-8中加画辅助视图的方法标注出它的尺寸。

图1-10所示为一根斜定伸弯管子的尺寸标注。零件图上绘制的这根管子,相当于一根平定伸弯与投影面成某一角度后的投影。在校管时必须用这个投影图,而在弯制时又只能弯制平定伸,因此必须在图中绘出平定伸的中心距和管段2—3的实长。所以,在零件图上可注明这两个尺寸的图形,算出中心距为618mm,实长为753mm,同时顺便也把成形角 $\alpha = 124^{\circ}$ 注出,这样绘制后无论是弯管还是支管均很方便。

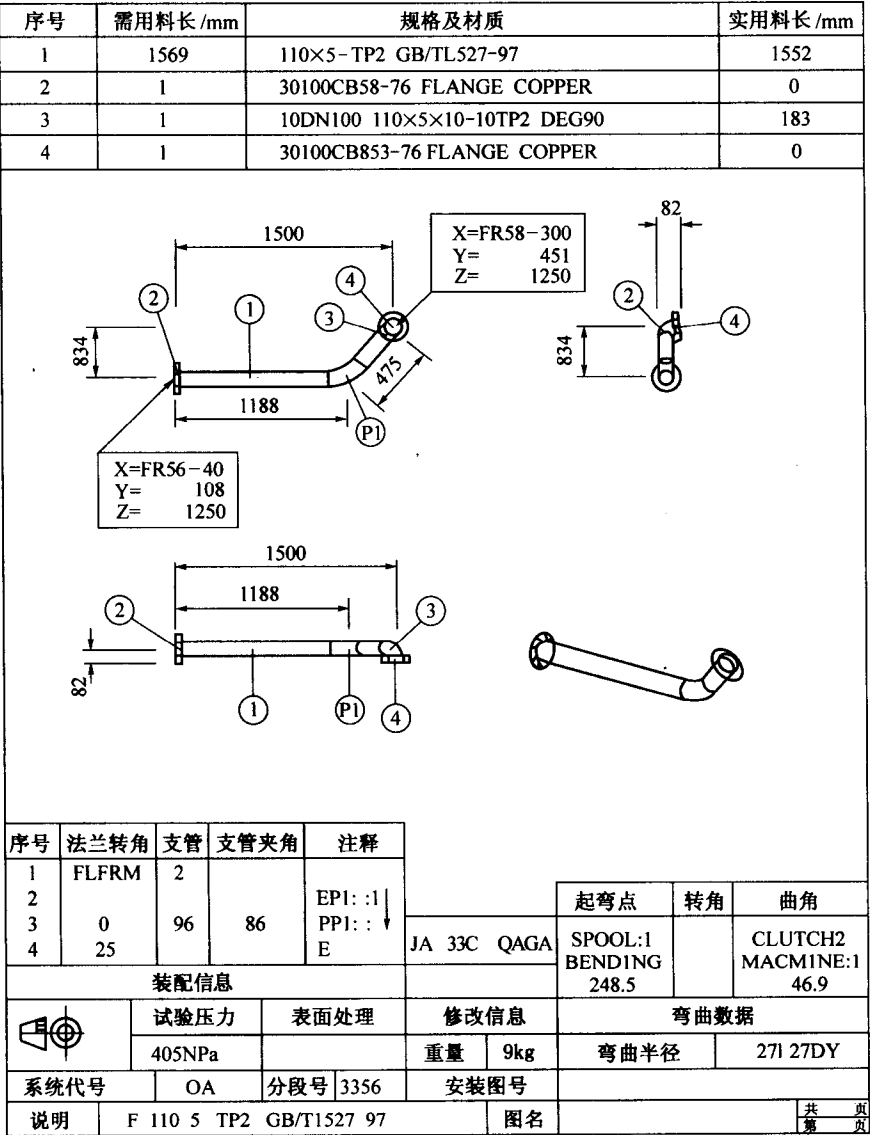


图1-9 管子小票图

图1-11所示为另一根管子的标注方法。这根管子一共有4段:中间为一个别弯2—3—4,两端为两个直角弯。右端直角弯的一根管段(1)—2指向图里,左端直角弯的一根管段

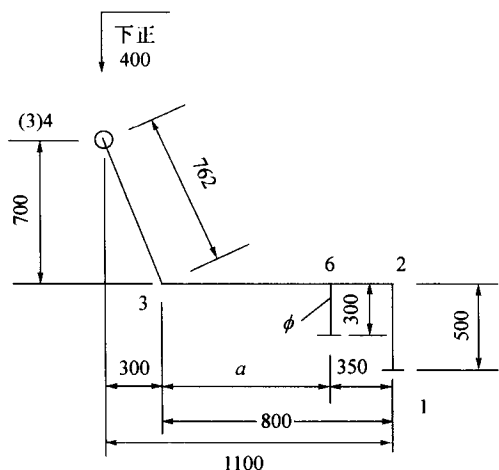


图 1-13 垂直支管尺寸标注(一)

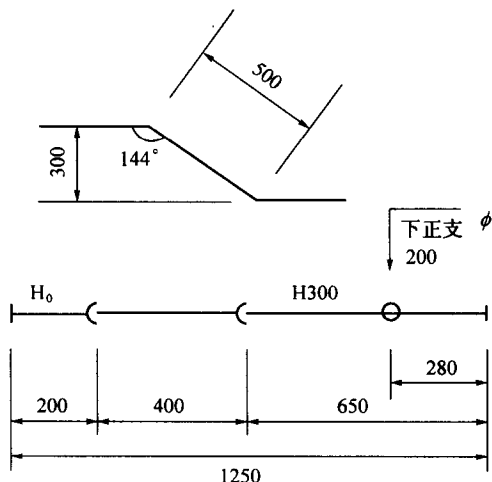


图 1-14 垂直支管尺寸标注(二)

(2) 平行支管。支管本身是一个直角弯,它与主管可以平行安装。图 1-15 所示为平行支管的尺寸标注(为清楚起见,其他尺寸省略), a 、 b 为表示支管本身的尺寸, c 为支管在主管上的安装尺寸。如果左端两法兰平齐, a 与 c 的尺寸相同,可省去 a ,而把尺寸线拉至两个法兰端。当平行支管垂直于投影面时,可用图 1-16 所示标注方法表示。从图形看,在离点 1 距离为 c 处安装一个下正直角弯支管,支管的水平长度为 a ,但支管尺寸 b 在图中没标注出,因此可采用“支 H_0 ”的标注法来间接表示该管段尺寸。由图 1-16 可见 $b = H - H_0$ 。

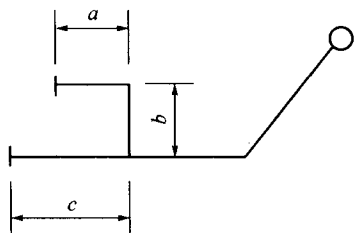


图 1-15 平行支管尺寸标注(一)

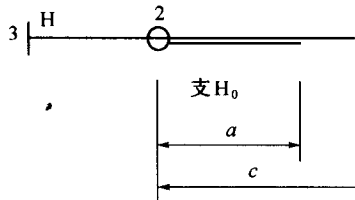


图 1-16 平行支管尺寸标注(二)

(3) 斜直支管。斜直支管的尺寸标注方法基本上与前面的方法相同。图 1-17 所示为不同投影图上的标注方法。图(a)中的尺寸 a_1 、 b_1 、 a_2 、 b_2 为支管坐标尺寸,支管的实长由这些尺寸计算确定; c_1 与 c_2 为支管在主管上的定位尺寸。图(b)中,由于直支管与主管重叠,因而需加上标注符号“上 b_2 ”与“下 b_1 ”,它们表示支管端点的高度坐标值。当然,支管的管径与主管不同时也需加以注明。

(4) 圆弧支管。图 1-18 所示为圆弧支管的尺寸标注法,基本上同以上支管尺寸标注法,一般情况下不会误解。

3. 管子余量的尺寸标注

有一些管子必须现场确定它的长度,如嵌补管。为此,某部分长度需适当加放余量,其标注方法如图 1-19 所示。图中 550^{+30} 即为标注余量的尺寸,550 是放样要求的尺寸, +30 是