

国外技术参考资料译文选之二十七

计算机在管子放样和 加工中的应用

国外造船技术资料编辑部

一九七二年一月

* * * *

說 明

本譯文選的三篇文章介紹电子計算技术和数字控制技术在管子放样（設計）和弯曲上的应用。前二篇文章，内容相当简单，关键地方避而不談。但是，从中可以看出：管子放样，同船体放样一样，其发展趋势也是从手工放样发展到计算机放样；在研制数控弯管机等硬设备的同时，应努力研究軟设备，发展綜合計算机系統，使管子的放样、加工和生产管理形成一体，实现計算机化。第三篇文章，較詳細介紹了日本石川島播磨重工业公司的数控弯管机，讀者在閱讀時可与日立造船公司的数控弯管机对照比較（后者刊登于六机部十一所的《国外造船技术》1972年第1期上）。

目 录

一、管路综合计算机系统	(1)
二、 PAR 计算机系统在船用管子加工和安装中的应用	(8)
三、数控弯管机的研制	(10)

管路综合计算机系统

提 要

管路综合计算机系统(简称 PIPE 系统)是一种基本软设备系统,研究这种系统的目的是使管路从设计到加工、生产管理的全部工作实行计算机化。文中讨论了该系统的基本概念、所用语言、信息处理和数据存储,介绍了几个应用实例。

一、前 言

电子计算机的应用技术,随着数控绘图机等外围设备的发展,除了象以往那样用在振动、强度、热应力和管网之类个别技术计算和材料统计之外,最近还渗透到管路设计加工方面,许多公司积极研究管路的电子计算机系统,看来会实际应用到船舶管路、化工设备管路和发动机管路等各个方面。

二、管路综合计算机系统的特点

该系统有两个基本机能。第一个机能,是把管路布置模型或管路布置图中的大量信息用尽可能简单的方法正确地输入电子计算机,也就是存储到数据库(data file)中。

过去的图纸,从信息流动观点来看,可以说是一种非常富有柔软性的数据库。如图 1 所示,这种图纸是对管路初始设计信息作性能、布置和强度等方面的判断,根据零件规格,通过制图这样一种“输出工序”产生出的数据库;图纸又是下一道工序的出发点。

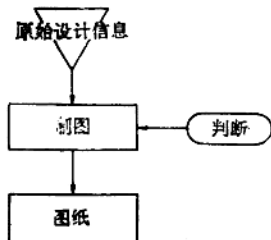


图 1

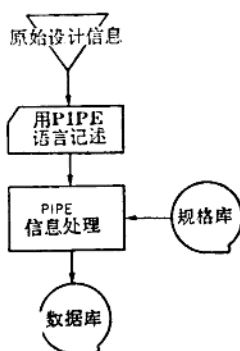


图 2

把上述过程改换成图 2 那样的电子计算机方法,就是第一机能的目的。

第二机能就是从数据库中取出为管路图和统计表所需的信息(图3)。进行这项工作的程序就叫做应用程序。基本的程序只有制图程序,其他程序都是根据所用工作编出。

PIPE 系统不只是为了绘出管路图或零件图这类特定的目的,也是为了能应用到管子工作的各个阶段,因此,应用程序是按应用对象而不同。制图程序也可以作为 PIPE 语言数据的检查手段,所以是预先准备好。

把图 2 和图 3 组合起来, 就得出图 4 所示的系统形式; 这就叫做 PIPE 系统的基本形式。该系统的特点是: 这种基本形式适用于管子工作的各个阶段, 产生出满足于各种资料的应用系统; 如再进一步组合起来, 就产生出管路的综合电子计算机系统。

```

graph TD
    DB((数据库)) --> DP[制图程序]
    DB --> ST[统计程序]
    DB --> CP[计算程序]
    DP --> D[图纸]
    ST --> PL[零件表]
    CP --> CR[计算结果]
    subgraph APP [应用程序群]
        DP
        ST
        CP
    end
  
```

```

graph TD
    A[原始设计信息] --> B[用PIPE语言记述]
    B --> C[PIPE信息处理]
    C --> D((数据库))
    D --> E[应用程序群]
    D --> F[检验图纸]
    F --> G[误差表]
    G --> H{判断}
    H -- 修正 --> B
    H -- OK --> I[ ]
    D -.- I
  
```

```

graph TD
    Design([设计]) --> Orig[原始设计图]
    ConstDesign([施工设计]) --> AddData[追加工作数据]
    Orig --> PipeLang[用PIPE语言记述]
    AddData --> PipeLang
    PipeLang --> PipeInfo[PIPE 信息处理]
    PipeInfo --> DB[(数据库)]
    DB --> AppGroup[应用程序群]
    AppGroup --> DrawProg[制图程序]
    DrawProg --> Insp[检验图纸]
    DrawProg --> PipeInst[管路装置图]
    Insp --> Orig
    AppGroup --> PipePart[管零件图]
    AppGroup --> BOM[材料表]
    AppGroup --> Accum[(资料积累库)]
    Accum --> MainMgmt[主管理]
    MainMgmt --> Sched[日程]
    Sched --> CompLib[(完工资料库)]
    CompLib --> MatCost[材料成本]
    CompLib --> MainMgmt
    CompLib --> CompTable[完工资料表]
    CompTable --> MainMgmt
    MainMgmt --> AddData
    MainMgmt --> Plan[往制订生产计划]
    MainMgmt --> Manage([管理])
  
```

三、管路综合计算机系统的技巧

1. PIPE语言（即管路综合表达语言）

在PIPE系统中，用PIPE语言解译管路设计图纸，这种方法取代了向计算机输入数据的手续。PIPE语言分为控制文、宣言文和记述文等；比如在表示管路构造的记述文中，关于构成管系的要素，用文章形式记述名称、位置、方向和规格。对于未定和不要之类的表示，可在PIPE语言的文法和数据处理规定所允许范围内随便省略，但就其省略程度的自由度和文法限制，只有在理解了PIPE系统特有的要素分类规则之后才能明确懂得。所谓名称，就是零件名称或是制造厂和工业规格名，但要根据零件规格库的内容的效果好坏，改变其表示方法。作为位置的表示，可以用“在67号肋骨以后100毫米”、“接上一个零件”、“累计管长达到一定长度”等，使能表示出在图纸中可能出现的各种情况；在方向表示方面，也是如此。

为表示出PIPE系统能处理的所有要素，需要的规格的种类达到数十种，有名义口径、规格、重量和端部形状等。这些几乎均从规格库中得出；所以在记述文中所写的规格表示，除了很少用到的要素以外，几乎都没有记述。

管系的要素，按其种类有位置、方向和规格等各种表示。

采用语言形式的原因是：要输入的信息变化太多，而这是填入一定的形式，不产生很大的柔软性。由此，具有如下优点：

1. 易懂，
2. 易检验，
3. 数据安排形式自由，
4. 容易改变工作，
5. 将来可以与带有图形显示装置的计算机进行对话。

PIPE语言本身是逐个表示管系的要素，但是，如果把名称加到数语句的PIPE语群上，也可以用这个名称代表类似管路的记述。用PIPE语言记述和记载标准化的管路组件，可以简化输入工作。

PIPE语言，不仅可以自由地记述在管路设计到加工各阶段所产生的所有信息，也可以自由地省略其中不需要的部份，因此在设计中可以只记述设计所需的数据，在施工设计中可以只记述为施工设计所需的数据，用一种语言系统就可以满足各阶段的需要。

2. 数据外存储器

PIPE系统的数据外存储器（数据库）的构造，为兼顾通用性和处理速度，采用行列构造和表格构造的混合型；为确定其构造的数据提取方式则是出自PIPE系统特有的观点。

构成管路的要素，例如法兰、阀等，根据其信息及处理方法的性质，整理分类成40种左右，信息就以合乎各自分类基准的形式存储起来。这种分类就是按极为一般的基准把在空间内布置构件这样一种工作进行整理得出的，因此即使要增添新机器，也只需把它插入分类之中，信息处理的顺序不作任何变更就可以增添进去。

3. 信息处理

PIPE信息处理的目的是把用PIPE语言记述的数据变换成一定的数据存储器构造。其处理的内容如下:

- (1) 句子结构的解析,
- (2) 必要的规格数据的探索,
- (3) 定位计算,
- (4) 产生数据库,
- (5) 检查差错。

四、应用实例

把PIPE系统使用到管子工作的各个阶段就可以得到各种应用实例。图6和图7所示的就是三菱重工业公司在绘制管路装置图阶段的应用实例。从PIPE语言的数据产生出数据外存储器。然后接上制图程序,进行各种制图。这不仅用于输入的检查,也用于设计本身的检查。

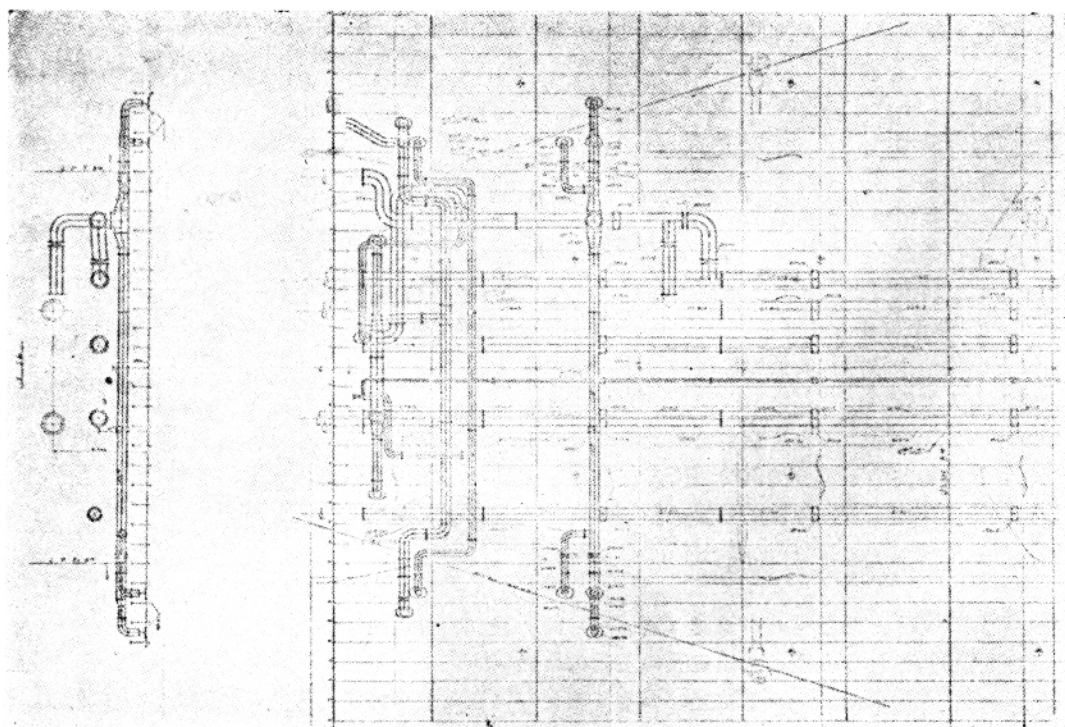


图6 用绘图机绘出的管路布置图

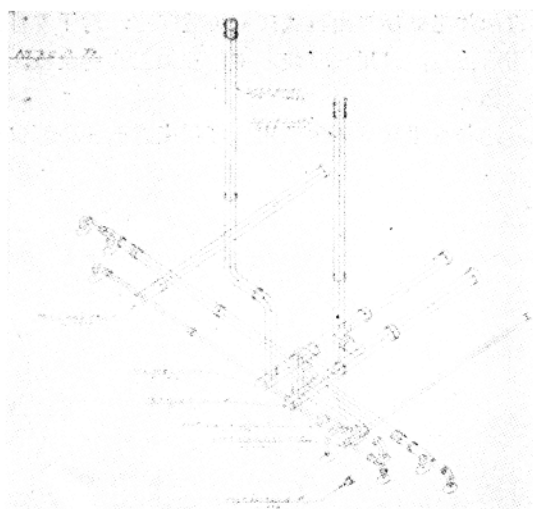


图7 斜投影图

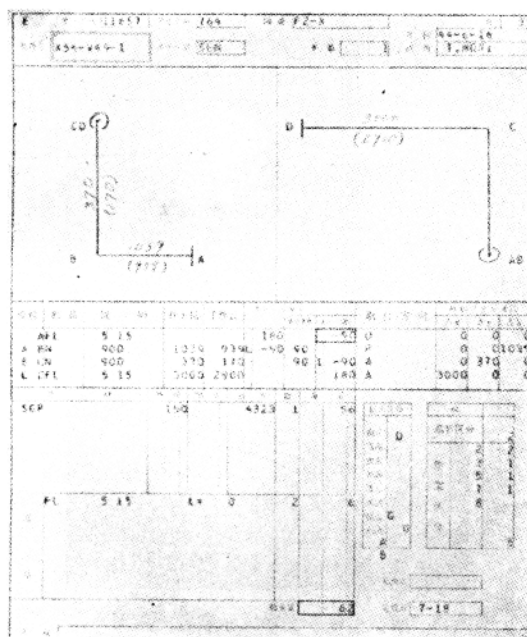


图8 管子零件图

在绘图和数据修正的反复过程中适当地作出判断之后，就绘制出管路装置图（图6）。

制图程序可以绘出向任意面的投影图，无论象图6那样的三面图，还是象图7那样的斜视图同样都可以绘出。图7可用于设计中判断，作为装配参考图也很有用。

图8是船舶管系内场加工用的管子零件图。编制这种图的数据，既可以对设计图纸考虑进施工设计要素用PIPE语言记述，也可以在绘制图6的过程中在得出的PIPE语言中增补进施工设计信息。

所需材料、尺寸和弯曲加工顺序等由行式印刷装置印出。对于零件图，由于考虑到印刷装置的速度很高，不使用绘图机，只用记号表示零件和加工点的位置。对于形状复杂的管子，也有由手工画出图（图8）。

图9是施工统计表，这是根据数据库编制出，可用来对到某一天以前的施工完工量和计划量作比较。

Figure 9 is a detailed construction statistics table. It features a header section with various identifiers and a main body consisting of numerous rows and columns of numerical data. The data appears to be organized into several distinct sections or categories, possibly representing different stages of construction or different types of work. The table is used for comparing actual construction completion against planned quantities over time.

图9 施工统计表

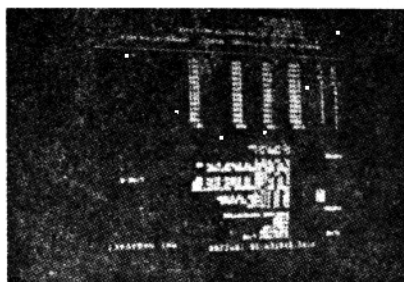


图10 阴极射线管图形显示装置的应用

这种统计表用于仓库管理，也可用作以后编制计划的参考资料。此外，积累的数据库还可以用来作生产管理系统和数控加工的正确原始信息。图10是使用图形显示的例子，这是今后的研究方向。

五、结 语

PIPE 系统，至今已作过两次研究。首先是研究出船舶专用的系统，第二次是研究综合

的系统。

在第一次研究中，对于船舶管系，把 PIPE 语言的手法同绘图机制图结合起来，研究出了用于 IBM7040 型电子计算机的管路设计和施工设计用的系统，1968 年 5 月购置了 EAI 3500 型绘图机，系统正式得到实际应用。然后增加材料和成本计算，使技术信息系统和管理信息系统实现了一元化。这种初始的 PIPE 系统，可以适用于原有的业务体制，这是一种船舶专用的系统。

第二次，在一年左右使用经验的基础上研究了 PIPE 系统的基本形式，产生出综合的电子计算化系统。这种新的系统，除了可以替代旧的系统外，还可以用来研究各种新的应用系统。

今后的研究课题看来是往计算机设计 (CAD) 方向进行研究；计算机设计的前提是建立管子工作的数据基地，采用图形显示方式。

〔译自日刊《三菱重工技报》1970 年，第 7 卷，
第 2 期，第 92~95 页〕

PAR计算机系统在船用管子 加工和安装中的应用

几年前，西班牙赛纳（sener）公司在设计中应用了用等角投影图表示管路的一种系统，并已为一些工厂和造船厂所应用。这种计算机系统和许多计算机程序可以使一台与计算机直接相连的绘图机绘制出等角投影图。这种系统，名叫PAR系统，最初适用于工业设备中管路的表示，最近赛纳公司的船舶部把PAR系统予以修改，已可用于船舶管路的加工和安装。

一、老方法

直到几年以前，船厂所用的管子加工方法基本上还是根据从船上取来的样棒。必然地，在加工管子时船体的相应部份都应已装配和安装好，机器和非结构件已装上船；除非是管子与机器不连接（如测深管、通风管等）。

这种老方法的缺点很多，例如，工人要不断上船下船，搬运材料；为装拆管子化费大量工时；耗费材料多（特别是化学处理管），只有少量是预加工管；由于大量工作是在船上做就难于作技术指导；与其它工作容易干扰；由于人员波动大，产量不均匀；安装时间长。

二、手工绘制等角投影图方法

等角投影图系统目的在于用等角投影法绘出每一长度，而给定的管线就由这些长度组成。图纸是根据每一管线在几个视角、几个不同平面上的比例表示以及机器、基座和船体非结构件的比例表示得出。

采用这样的系统，必须要使设计人员深入研究安装问题，船体结构完全合乎图纸规定，机座和附件的位置精确。采用这种方法之后，船舶还未上船台，甚至还未开工建造，就可以开始管子加工。

如果管子形状复杂，可使用模型，这样根据图纸所有管子在车间里均可预先加工组装好，造船中所需要的每个零件都可预先确定。预先组装好的管子组件直接可以安装到船体分段上或船仓里。通过恰当的组织管理，95%的管子可以在车间里加工组装好，70%以上的管子可以直接安装上分段。至于与机器相连的最后一段管子在车间组装时并不装上，待到机器安装完毕后再接上。

如果车间预先充分地得到所需的图纸，则不会有什么麻烦。虽然在第一次应用这种新方法时人们不适应这种新方法，但很快就能适应。经验证明，只要经过二个星期，就能充分掌握这种方法。

新方法有许多优点，诸如：可以减少专业工人数，所有细节预先可以确定，不再需要作

全面的监督去预防工种间干扰或距离过短因为这些问题，在设计阶段均已解决。

制订计划十分简单、准确，并可以作长期计划，定时也较简单。制订计划可以根据需要提前进行，不需进入船仓，而只需直接根据图纸进行。工程监督得到简化，因为工程进度可以根据图纸检查，计划日期、生产效率和材料可以进行控制，不会与其它工种干扰。

由于可以更好地利用人力，产量可以增加；再由于可以制订长期计划，不会发生缺乏动力的问题。船舶交货时间可以缩短，这样在相同时间内就可以造更多的船。经验证明。交货时间（从上船台到交货）至少可以缩短14%。

采用等角投影图设计法以后，要对管路的每一个细节都要作详细分析，对整个装置作大量研究，各种建造问题在设计阶段已经解决。当然，这样会使船舶设计的工作量增加，设计费用提高。但总的说还是合算的，因为管子加工安装工时至少可以减少35%，材料消耗可以减少5%，交货时间有所缩短。

三、PAR 计 算 机 系 统

PAR 计算机系统是在手工绘制等角投影图基础上进一步发展的，采用了计算机。在 PAR 系统中，起始点是管路比例图和机械总布置图。首先，确定计算机的输入信息；输入信息有每种管路系统的管子和附件的技术特性的说明，各管子的特点，每根管子上的特殊接头。根据这些输入信息，计算机产生出比例等角投影图，材料和附件清单。

由于使用了计算机，PAR 方法比一般的等角投影图法优点更多，诸如绘图和计算中更为精确，不会产生手工绘图误差；可以同时探讨各种方案，以得出最佳方案，使工时和材料得以节省。另一个突出优点是可以更早地得到施工图纸，这一点对当前尤为重要，因为要求造船周期不断缩短，难以迅速获得机器等方面的资料，为得到船级社批准图纸需要时间。所有这些要求缩短等角投影图的交图时间，以便按时开始管子的加工组装工作。用 PAR 计算机系统之后，交图时间可以比采用手工绘制等角投影图方法时提前25%。这就大大缩短船舶交货周期。计算机的使用，使图纸费用略有降低，管子工时比原先也减少40%。

根据一个船厂的统计分析，采用等角投影图法，在经济上有很大好处；如果进一步采用 PAR 计算机法，则好处更大。

〔摘译自英刊《FAIRPLAY》1971年5月20日，第33,35页〕

数控弯管机的研制

日本石川岛播磨重工业公司为了在管子弯曲加工中提高效率、改进加工精度、增加产量和减少图纸,着手研究了一种从图纸准备到弯曲加工的管子数控系统;下面将其中的数控弯管机作简单介绍。

一、规格

整个数控弯管机由弯管机本体、管子自动搬入装置、控制装置和操纵台组成,其主要规格如下。

弯管机本体	参见表 1
管子自动搬入装置	参见表 1
控制装置	
控制轴	驱动形式 4 轴 (或 3 轴) 同时 1 轴
	工作方式
	连 动 全自动, 成组, 字盘
	弯管机单动 全自动, 成组, 字盘
	搬入装置单动 全自动, 成组
	手 动 单轴数控, 微动
输入指令	8 单位纸带或 12 位 80 列卡片
读数器	机械式纸带读数器或卡片读数器
输入给定单位	弯曲角度 0.1 度
	扭转角度 ± 0.1 度
	进给量 ± 1.0 毫米
	法兰螺栓孔测量 0.1 毫米
座标方式	增量方式
控制方式	由数字反馈作闭合电路回弹修正
外部程序方式和拨号预置方式	
修正项目	超限
	螺距的误差
	卡盘原点的取消
	一定进给的取消
光电表示	管号、给定值和实行值
警 报	油温、停电、心轴异常和空气源
周围温度	0 ~ 40°C
电 源	100/110 伏, 50/60 周, $\pm 10\%$

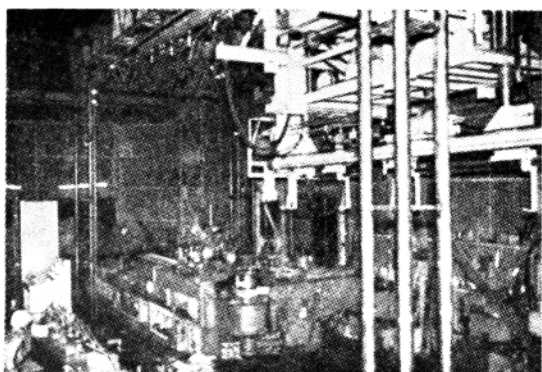


图 1 数控弯管机和管子自动搬入装置

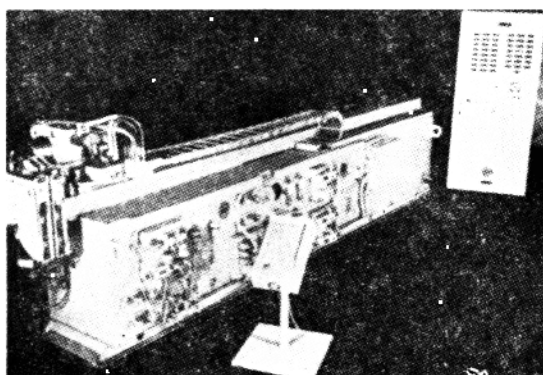


图 2 DB15N型弯管机

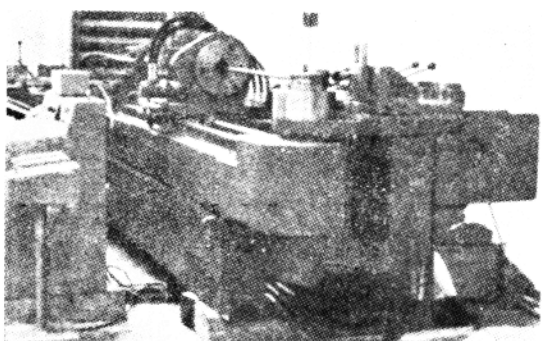


图 3 DB50N型弯管机

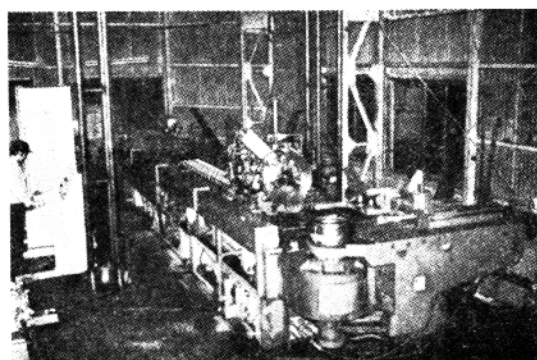


图 4 DB100NZ型弯管机

表 1 弯管机和管子自动搬入装置的主要规格

弯管机本体

项 目 \ 型 号		DB15N型	DB50N型		DB100N型	
口 径		6~15毫米	50A (最大)		100A (最大)	
长 度 (毫米)		90~5500	300~5500		450~5500	
法 兰 直 径 (毫米)		—	200 (最大)		250 (最大)	
弯 曲 半 径 (毫米)		100 (最大)	350 (最大)		600 (最大)	
弯 曲 角 (度)		0~195		0~190		
扭 转 角 (度)		0~360				
弯曲速度 (秒/180度)		2	高 速	4	高 速	10
			低 速	7	低 速	15
进 给 速 度 (毫米/秒)		320	300		250	
扭 转 速 度 (秒/180度)		3	5		8	
定 位 精 度	弯 曲 (度)	± 0.1				
	扭 转 (度)	± 0.1				
	进 给 (毫米)	± 1.0				
	法兰螺栓孔测量 (毫米)	—	± 0.1			
法兰螺栓孔测量装置		—	电气接点信号式			
卡 盘 装 置		筒夹式	三爪式			
夹 紧 装 置		夹紧力油压转换式直接方式				
心 轴 润 滑		—	自动注油			
电 动 机 (千瓦)		3.7	7.5		22	
干 重 量 (公斤)		2800	5500		12000	

管子自动搬入装置

项 目		型 号	LA50型	LB100Z型
适 用 管 子	口 径 度 (A) 长 度 (毫米)		10~50	25~100
			400~5500	450~5500
速 度 (米/分)	移 动	动	15	48
	横 移	移	—	9
	升 降	降	—	10
	管 子 送 入	入	18	40
重 量 (公斤)			1000	1700

二、构造和性能

各种型号的弯管机其基本构造和性能是相同的,为此下面选 LB100Z 型管子自动搬入装置和DB100NZ型弯管机进行介绍。

1. 管子自动搬入装置 (图5)

本装置的设计条件如下:

- (1) 不管管上有否法兰之类接头,都可以同样操作条件搬入;
- (2) 凡是弯管机能够弯曲的管子长度和口径都可以搬入;
- (3) 充分考虑与弯曲之前的工序(切割或焊接)的关系;
- (4) 避免干涉弯管机的弯曲动作,可以缩短总的周转时间。

LB100Z 型搬入装置,就是为与 DB100NZ 型数控弯管机配套使用根据上述条件设计的。

(一) 移动台车

在大梁中部装有电动机和蜗轮减速装置,使链轮与装在移动构架中央的链条啮合来使之移动。由 I 字钢和 8 个车轮作移动导向。

(二) 横移台车

横移台车由 4 个车轴连接到移动台车上。它的驱动是通过电动机(带制动闸)、减速装置和滚子链,由在长车轴的两端装有小齿轮的齿条小齿轮驱动。相应于弯管机弯曲半径的变化,自动确定横向位置。

(三) 升降台 (图6)

升降台的上下是采用导向方式,在停止定位时管子不产生大的摇动;由装在横移台车上的带制动闸的电动机提升。此外,升降台上还有油罐,装有液压装置、管子送入装置以及前支承机构。

装在升降台下部的管钩,从储料器上取来管子,送上弯管机。管钩布置得可以对长度在 450~5500 毫米范围内的管子不论有无法兰都能按同样动作搬入管子。

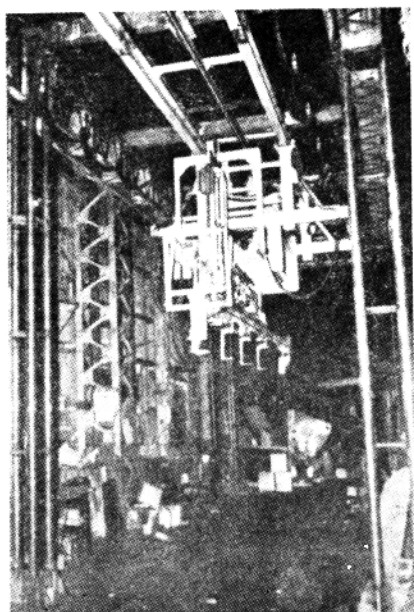


图5 LB100Z型管子自动搬入装置

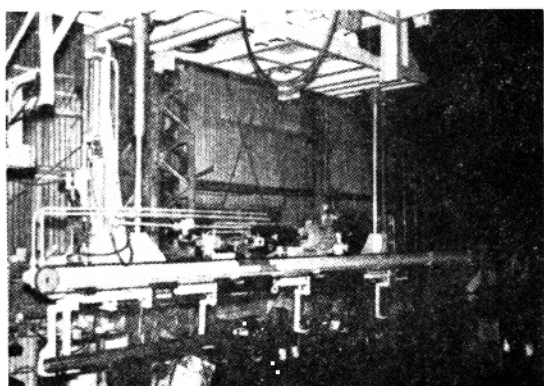


图6 LB100Z型升降台

(四) 管子送入装置

对长短不一的管子均搬上弯管机上的同一装载原点，由卡盘装置与卡紧原点无间隙地卡住管子的一端，所以可以移动5米。此外还装有以一定大小的力把管端压紧在卡紧原点的机构。驱动是采用油压马达，防止过度压紧。

(五) 前支承机构 (图7)

由于是在弯管机的压紧模和夹紧模的干涉范围内使前支承机构动作，故用特殊的连杆机构与数控弯管机的动作相配合。

2. 弯管机本体

弯管机本体是对原来的拉拨式弯管机增加下列各单独装置组成：卡盘装置、扭转装置、法兰螺栓孔测量装置、进给机构和油压装置等。

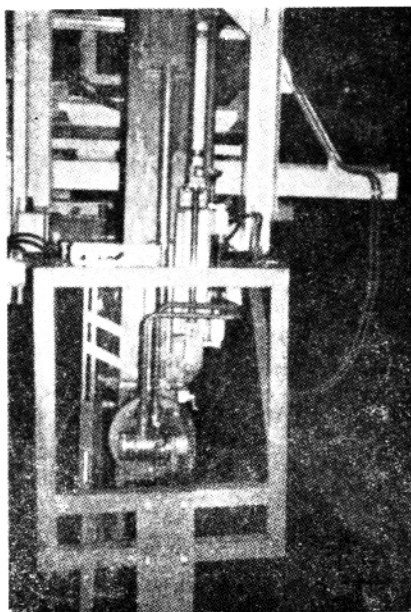


图7 管子前支承机构