

预应力预埋管弯管机的研制

王日艺

【摘要】 本文提出了一种能为预应力工程量身定做预埋弯曲钢管的弯管机（以下简称弯管机），并论证了利用磨擦力学原理及钢管自身自适应塑性变形来加工成型弯管的可行性。

【关键词】 自适应塑性变形 摩擦力 CAD CAE

一、引言

作为一项综合性应用的高新技术预应力混凝土，越来越广泛地应用到建设的各个领域，目前在大型桥梁、核电站核岛、大型供排水工程、水电工程等都广泛采用预应力结构。其中需要使用到许多弯曲半径不同，管径不同的钢管（特别是随着体外预应力技术的发展，这种需求将更有广阔的前景）。目前国内用于这一领域的弯管设备很少，需弯的钢管往往用人工热弯或由工厂定做。这两种方法存在的缺点是显而易见的，前者工作效率低，占用场地大，弯曲半径可控性差。后者成本高，而且往往工程实际应用中用到钢管的弯曲半径及钢管的长度是非常多的，并且没有定值的，也就是说，弯钢管的这两个参数是随机的，应能柔性地适应工程结构造型上的需要，仅此而言，是不宜于工厂化生产的。这些问题的存在使开发一种弯曲半径可在一定范围内无级调整、方便转移的弯管设备变成客观需要。目前，国内外一些研究人员对化工、石油管道、车辆用排气管的弯管设备进行了研发、改型，这些成果多是采用推弯、压弯成型的方法来加工形成弯管。本文提出一种新的利用磨擦力学原理及钢管自身的自适应塑性变形来加工成型弯管的新方法。

二、预应力预埋弯管的要求及弯管机技术参数

1、预应力预埋弯管的要求

王日艺：柳州欧维姆机械有限责任公司

预应力工程中的预埋弯钢管，在后张法预应力施工中其主作用一是作为预应力筋穿束的预留管道，二是作为灌注砼浆管道用。以 37 孔的预应力钢束为例，其采用的钢管为 $\phi 165 \times 2.9$ 薄壁钢管，要求如下：

加工成型正常外径： $\phi 165 \pm 1 \text{ mm}$ ；

直管内径：155 mm；

弯管内径： $\phi 150 \text{ mm}$ 包括弯曲后随圆成形的钢管，其垂直面的直径应大于 155 mm，钢管的末端可根据椭圆剖面的钢管的轴线逐步扩大；

壁厚： $2.9-0.2+0.4 \text{ mm}$ ；

平直度：总偏斜不能超过长度的 0.2%，局部偏斜在 1 米长度内最大为 3 mm；

承压能力：内部 30bar 预应力钢筋束施加的压力；

弯曲半径的精度：所需精度为一个量值的函数，以达到规定的安装偏差要求，参数如下表：

弯曲半径	精度 (m)
$8\text{m} \leq R < 10\text{m}$	± 0.25
$10\text{m} \leq R < 20\text{m}$	± 1.00
$20\text{m} \leq R < 30\text{m}$	± 2.00
$R > 30\text{m}$	± 5.00

2、弯管机的技术参数如下：

外形尺寸：长×宽×高 1521mm × 780mm × 1345mm

最小弯管半径：4m

弯管速度：11.03m/分钟

电机功率：5.5Kw. (1440 转 / 分钟)

电机型号：Y132M-4

整机质量：1625kg

三、弯管机的结构及弯曲机理

弯管机的结构如图 1 所示。

1、弯曲机理

通过调整两端的调整螺母，可带动转臂向右上方摆动到相应位置，然后将钢管（此时，钢管两端塞入弯管塞以防钢管两端口变形过大）装入滚轮 1 与滚轮 2 形成的槽中，这时钢管将靠自重与滚轮 1、滚轮 2 夹紧，启动电机，电机驱动滚轮 1、滚轮 2、滚轮 3 如图示箭头方向旋转（滚轮 1 通过齿圈分别与滚轮 2、滚轮 3 始终保持啮合），滚轮 1、滚轮 2 将依靠摩擦力将钢管挤压向滚轮 3，钢管碰到滚轮 3 后，钢管将产生弯曲的同时产生微变形，故此钢管充满由滚轮 1、滚轮 2、滚轮 3 构成的管模，摩擦力随着钢管的弯曲继而增大，钢管在管模内发生自适应塑性变形并被强制通过滚轮 3，从而得到设定的弯曲半径。

2、转臂系统工作原理

转臂 1、转臂 2 为两三角形板，通过上端的孔

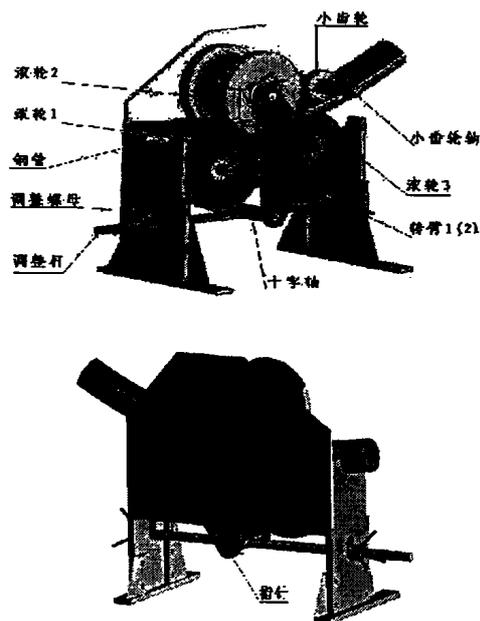


图 1 弯管机的结构

可绕滚轮轴 2 旋转，十字轴通过转臂 1 和转臂 2 下端部的孔可绕转臂 1、转臂 2 旋转；滚轮 3 通过滚轮轴如图固定在转臂 1 和转臂 2 上；调整杆通过螺钉与十字轴连接为一体，这样通过调整两端的调整螺母，即可使滚轮 3 摆动且保证滚轮 2、滚轮 3 始终保持啮合。于是，可实现滚轮 1、滚轮 2、滚轮 3 按图示方向旋转。

3、指针系统机理

指针大端固定在转臂 2 上，另一端通过销钉长槽固定在机架上，转臂转动时，指针将随动且旋转。指针对应机架上的刻度盘的每一刻度值，可唯一读出滚轮 3 的唯一位置，进而确定所需弯曲的钢管的弯曲半径。

四、试验情况

为检验上述理论的可行性及正确性，欧维姆公司于 2002 年试制了一台样机。通过弯管试验，实测数据如表 1。

表 1 试验结果：钢管规格为 $\phi 165 \times 2.9$ ，长 4m

组号	设定弯曲半径 m	实测弯曲半径 m	误差 m	弯管垂直面的直径 mm
1	9	9.15	0.15	155
2	15	15.5	0.5	156.5
3	35	37	2	157

从以上试验数据可看出，弯曲的结果是符合预应力预埋钢管技术要求的。

五、结束语

弯管机的研制过程充分利用了先进的计算机三维 CAD 及 CAE 技术，对各方面的参数都进行了优化。其研制的成功也大大方便了预应力预埋弯钢管的制作，提高了制作效率，同时也适用于其它领域弯管的制作。

参考文献

- [1] 陈慧玲等：《预应力混凝土结构设计与施工》，中国工业出版社，1970 年

[2] 徐灏主编:《机械设计手册.4》,机械工业出版社,2000.6

[3] 卜炎主编:《中国机械设计大典》,江西科学技术出版社,2002.1

[4] 拉里·G·艾德里曼:《摇臂式弯管机用带靠模导轨的随动垫铁》,1987.9

[5] 蒋大舜:《顶推有芯钢管冷弯精密弯管机》,1990.11

[6] 刘复麟:《液压弯管机》,1987.10

[7] 文成秀、姚玉玺:《重型落地铣床铸造立柱有限元分析》、《结构工程有限元计算》,北京科学出版社,1995

[8] 谢贻权、何保福等:《绕弹性结构静动态有限元法》,东北工学院出版社,1990

[9] 吴宗泽主编:《机械结构设计》,北京机械工业出版社,1998

OVM COMMUNICATION OVM COMMUNICATION

●信息窗●

区、市领导到 OVM 公司考察工作

六月份以来,广西壮族自治区、柳州市有关领导相继到 OVM 公司考察工作。

6月6日,新上任的柳州市委书记吴集成同志一行到 OVM 公司调研和考察工作。调研会上吴书记对公司的生产和经营情况、公司改制进度、资产状况以及产学研合作成果等进行了深入地了解。公司党委书记、副董事长陈谦、总经理王柳平就公司的产品结构调整、技术开发异地化、产品施工技术的国际化、人才聚集的平台等情况作了重点阐述。

6月22日,广西壮族自治区代主席陆兵同志

也来到 OVM 公司进行调研,柳州市委书记吴集成、市长陈向群等领导同志陪同考察。

6月24日,由自治区人大副主任张正铀带队的区人大常委会《专利法》执法检查组到 OVM 公司进行大检查,了解 OVM 公司的专利申报和应用情况。OVM 公司是全国专利系统先进集体,国家和广西壮族自治区的专利工作试点企业,《夹片式群锚拉索及安装方法》还获得了中国专利金奖。

(编辑部)

OVM COMMUNICATION OVM COMMUNICATION

(上接第32页)

较大难题。施工中通过一次、二次加压注浆,孔口采用止浆袋封孔的施工方法保证了孔道浆体的密实。通过最终的张拉检验,所有锚索的锚固力均达到设计要求,证明灌浆手段和方法是成功的。

(4) 关于进水口25m高垂直壁上的悬吊平台施工难的问题。根据整体进度计划要求,为了不

影响进水塔塔基的施工,垂直壁上的锚索施工应增设反吊工作平台。通过详细研究和理论计算,我们确定了反吊平台的结构实施方案,此平台结构十分安全、可靠,工效高,保证了整体施工提前顺利完成。

(OVM 工程公司 李海民)