

CN9100793

CNIC-00357

NINF-0002

中国核科技报告

CHINA NUCLEAR SCIENCE & TECHNOLOGY REPORT

锆合金变径导向管成型研究

FORMING OF Zr-4 ALLOY GUIDE TUBE

WITH VARIED DIAMETER

(In Chinese)



原子能出版社

中国核情报中心

China Nuclear Information Centre

CNIC-00357

NINF-0002

锆合金变径导向管成型研究

FORMING OF Zr-4 ALLOY GUIDE
TUBE WITH VARIED DIAMETER

(In Chinese)

魏松彦 田振业

(西北有色金属研究院, 宝鸡)

中国核情报中心

原子能出版社

北京·1989.10

FORMING OF Zr-4 ALLOY GUIDE TUBE WITH VARIED DIAMETER

Wei Songyan Tian Zhenye

(Northwest Institute for Non-ferrous Metal Research, Baoji)

ABSTRACT

A new built-up mould method to process Zr-4 alloy guide tube with varied diameter at the middle of tube is introduced. The guide tube is used in nuclear power plants for guiding the control rods. This method has many advantages such as simple in forming, low cost of processing, no need of special devices and favour of batch processing. The test results show that the accuracy of size, mechanical properties, resistance to corrosion, grain size and hydrogenate orientation of the end-products have met the technical needs for nuclear reactor operation,

锆合金变径导向管成型研究

魏松彦 田振业

(西北有色金属研究院, 宝鸡)

摘 要

介绍了用新型组合模具加工方法研制中间带有缩径段的Zr-4合金核电站控制棒导向管, 这种方法不需要专用设备、成型简便, 加工成本低、有利于批量生产, 测试结果表明, 加工出的成品几何尺寸精度、机械性能、腐蚀性能、晶粒度和氢化物取向等指标均可满足堆内使用的技术要求。

关键词 Zr-4合金 控制棒 导向管 加工工艺

一、前 言

为提高核电站的中子利用率, 控制棒导向管有的已采用中间带有缩径段的锆合金变径管代替不锈钢管。这种管材的加工成型比较困难, 作者研究了新型的组合模具成型方法, 并对所加工的Zr-4合金变径管材性能进行了测试。

二、成型方法研究

锆合金变径导向管的设计要求见图1, 这种管材的尺寸精度高, 加工比较困难。采用不同的加工方法进行了变径段的成型实验。

轧制成型:采用多辊轧机, 一道次加工成型, 因径向收缩率大, 局部变形不均匀, 出现折叠现象, 且变径段长度难于控制。

旋锻成型:采用多模无芯杆旋锻成型缩径段, 一道成型时, 容易产生折叠, 而多道次成型时, 变径段长度, 锥度等几何尺寸不易控制, 需要专门的附属设备来保证。

旋压成型:采用高精度卧式自动仿型旋压设备, 配合特制组合仿型芯杆可以加工成型变径导向管。但设备造价高, 加工费用大, 不利于工业化批量生产。

组合模具成型:根据变径导向管的设计要求, 综合了各种加工方法的特点, 研制出新型的组合模具, 将其固定在普通车床上, 如图2所示。缩径段的长度可直接利用刀架行走尺寸刻度盘上的刻度显示出来。这种方法不需要专用设备, 成型简便, 加工成本低, 有利于批量生产。

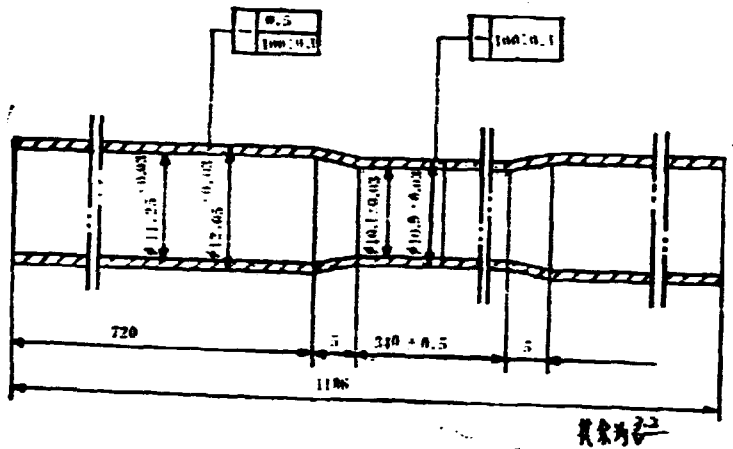


图1 变径导向管尺寸

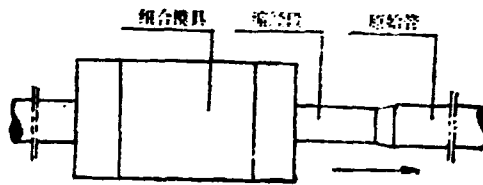


图2 缩径示意图

三、变径管性能

利用组合模具加工的变径导向管材的尺寸精度、机械性能、腐蚀性能、氢化物取向等见表1、2及图3所示。实验数据表明：变径导向管材具有良好的机械性能、抗腐蚀性能和高的尺寸精度。加工过程对原始管材的氢化物取向没有明显的影响。

表1 变径导向管尺寸精度

管 材 部 位	原 始 管	变 径 管	过 渡 段
管 材 外 径 (mm)	12.05 ± 0.03	10.90 ± 0.02	12.05 ~ 10.90
管 材 壁 厚 (mm)	0.40 ± 0.02	0.40 ± 0.02	0.40 ± 0.02
管 材 内 径 (mm)	11.25 ± 0.03	10.1 ± 0.02	11.25 ~ 10.10
椭圆度 (mm)	± 0.015	± 0.010	
管 材 长 度 (mm)	1200 ~ 1700	340 ± 0.5	5.0
直 线 度 (mm)	< 0.5/100	< 0.1/100	
光 洁 度 (mm)	> √7	> √7	> √7

表2 变径管机械性能

管 材 样 品	样 品 状 态	温 度	机 械 性 能		
			σ_b , MPa	$\sigma_{0.2}$, MPa	δ_5 , %
$\phi 12.05 \times 0.40$	540℃ 2小时退火	室 温	5.07	3.40	36.9
$\phi 12.04 \times 0.40$	535℃ 2小时退火	室 温	5.08	3.58	36%
$\phi 10.90 \times 0.40$	同 上	室 温	5.73	4.15	24%
$\phi 12.05 \times 0.40$	同 上	375℃	2.12	1.25	43%
$\phi 10.90 \times 0.40$	同 上	375℃	2.79	2.10	25%

注：机械性能取平均值

表3 变径管腐蚀性能

性 能	原 始 管	变 径 管	变 径 过 渡 段
腐蚀增重 (mg/dm^2)	12.7~13.7	12.3~12.7	10.8~12.0
标准要求 (mg/dm^2)	≤ 22	≤ 22	≤ 22

注：400℃，103MPa蒸汽腐蚀72小时

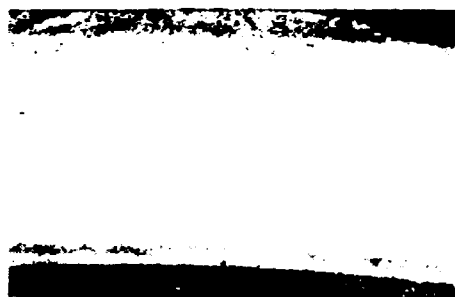


图3 变径段的氢化物取向

(F_{As}=0.09)

四、结 论

采用组合模具加工成型的钴合金变径导向管，其几何尺寸精度、机械性能、腐蚀性能、晶粒度和氢化物取向等均可满足堆内使用的技术要求。证明采用组合模具成型钴合金变径导向管的成型方法是可行的。

CHINA NUCLEAR SCIENCE & TECHNOLOGY REPORT

书号：15175-00357

P.O.Box 2103

Beijing, China

China Nuclear Information Centre