

超声振动辅助切削UHMWPE纤维的 实验研究



廣西大學
GUANGXI UNIVERSITY

答辩人：张宗轩

机械工程学院
--机械设计制造及其自动化专业
指导老师：胡珊珊



廣西大學

GUANGXI UNIVERSITY

让我们开始吧!

目录

CONTENTS

01

选题背景及意义

Background of Topic Selection

02

工作内容简介

Introduction to Main Work

03

研究分析与结论

Analysis and Conclusion

04

未来工作展望

Future Work Plan

01 Section 1

01

选题背景及意义

Background of Topic Selection

02

工作内容简介

03

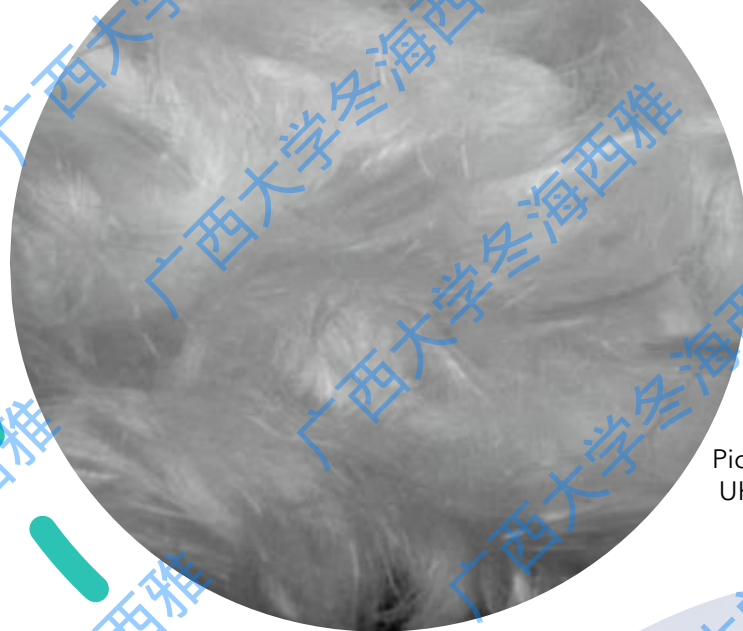
研究分析与结论

04

未来工作展望

01 选题背景及意义

Ultra-high Molecular Weight Polyethylene
超高分子量聚乙烯纤维



Pic 1.1
UHMWPE 短纤



Pic 1.2
UHMWPE
纤维卷

01 选题背景及意义

Ultra-high Molecular Weight Polyethylene 超高分子量聚乙烯纤维



Pic1.3 UHMWPE纤维在各领域应用占比

需求大

应用广

加工难

解决方案



天线罩



防弹衣



高性能绳



建筑材料

Pic1.4 UHMWPE纤维在各领域应用

性质决定用途

塑性和韧性高 → 伞绳、渔网

电磁波穿透特性 → 导引天线罩

耐腐蚀、密度小 → 风电机叶片

01 选题背景及意义

Ultra-high Molecular Weight Polyethylene
超高分子量聚乙烯纤维

原因

比强度高(N/tex)

(相当于优质钢丝的15倍)
(是碳纤维的2.6倍)

较低的熔点

(应力情况下熔点约在135-150摄氏度)

较强的塑性及韧性

(加剧刀具磨损)

需求大

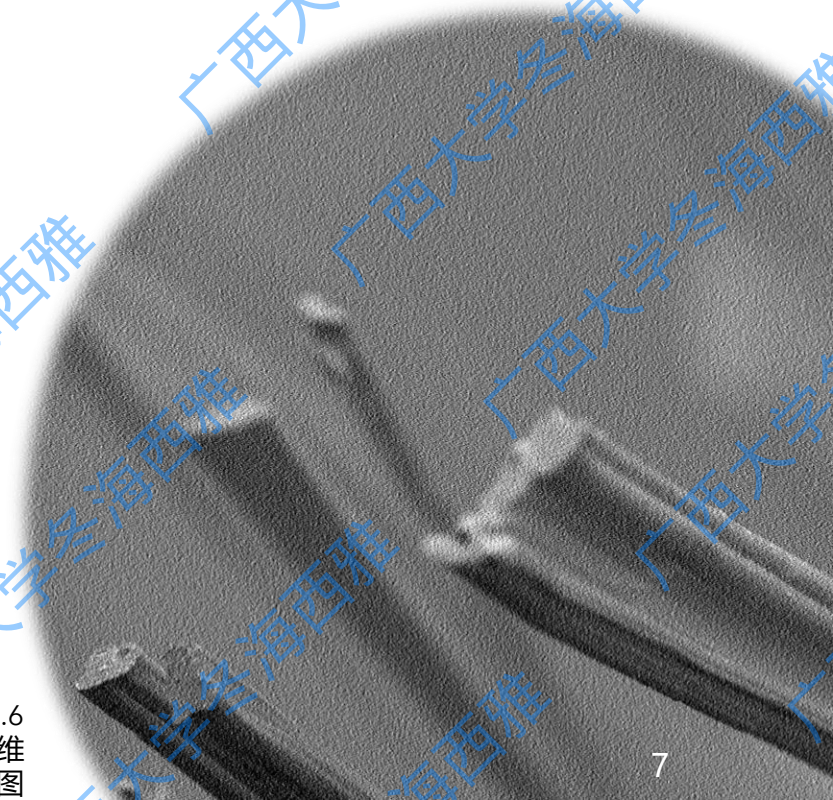
应用广

加工难

解决方案

	UHMWPE 纤维	碳纤维
密度/(g/cm ³)	0.97	1.78
抗拉伸强度/GPa	3.0	2.3
比强度(N/tex)	3.1	1.2
弹性模量/GPa	172	390
比模量(N/tex)	177	210
断裂伸长率/(%)	2.7	0.5

Pic 1.5
纤维物理性质图表



Pic 1.6
UHMWPE纤维
微观形貌图

02 Section 2

01 选题背景及意义

02 工作内容简介

Introduction to Main Work

03 研究分析与结论

04 未来工作展望

02 工作内容简介

主要内容

实验部分

原理部分

切削
材料
纤维

拍摄
电镜
图片

分析
采集
数据

切削
力部
分

表面
质量
部分

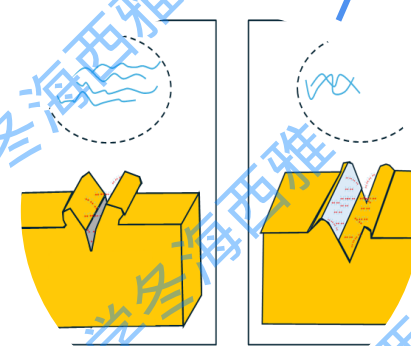
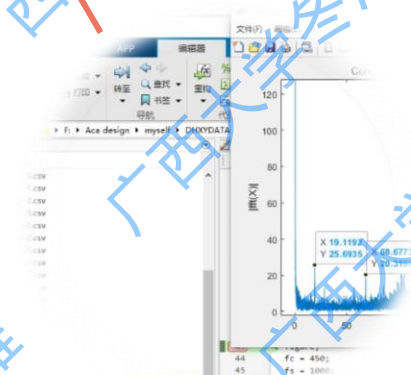
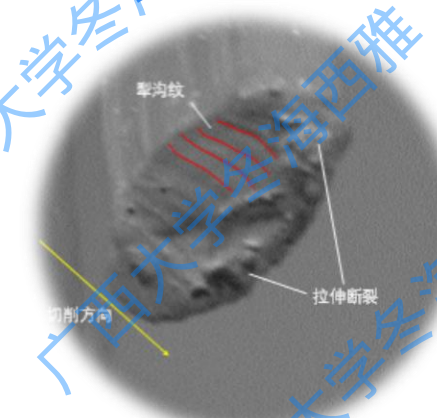
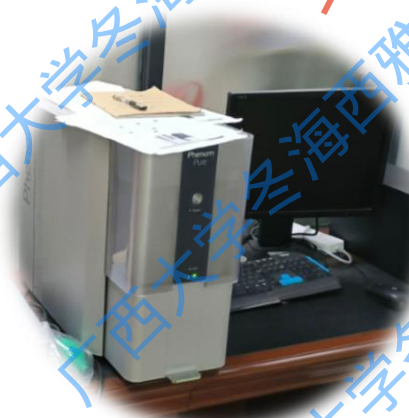
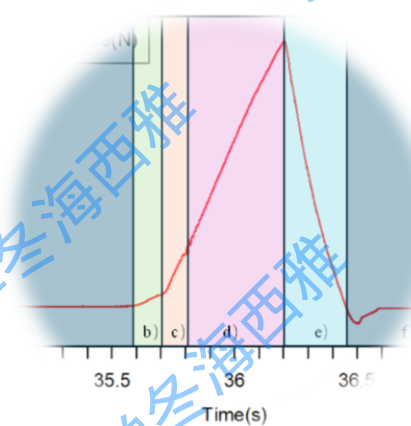
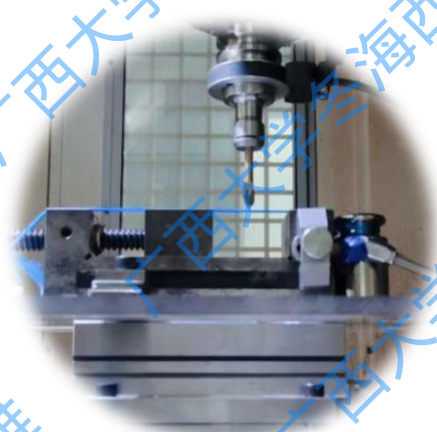
摩擦
流变
部分

论文 结构

切削纤维

拍摄电镜

处理数据

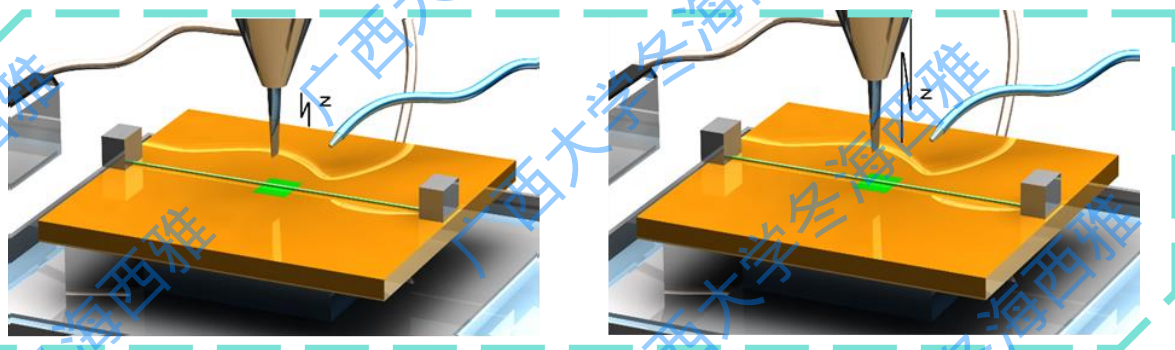
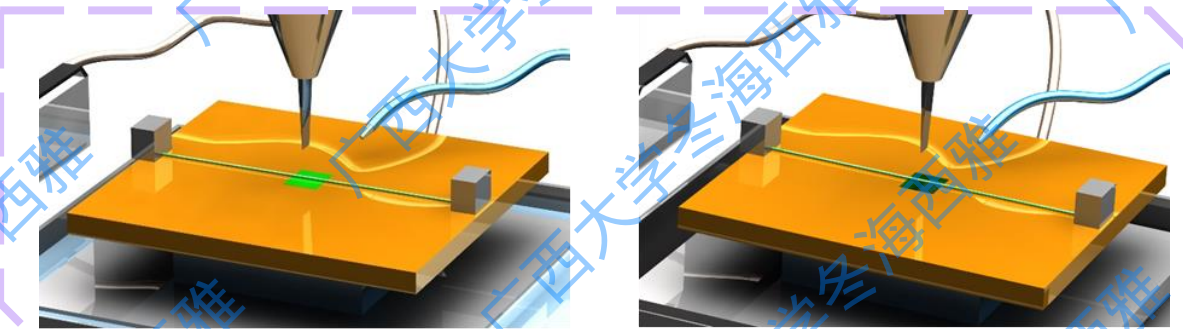


Pic2.1 主要工作内容图

02 工作内容简介

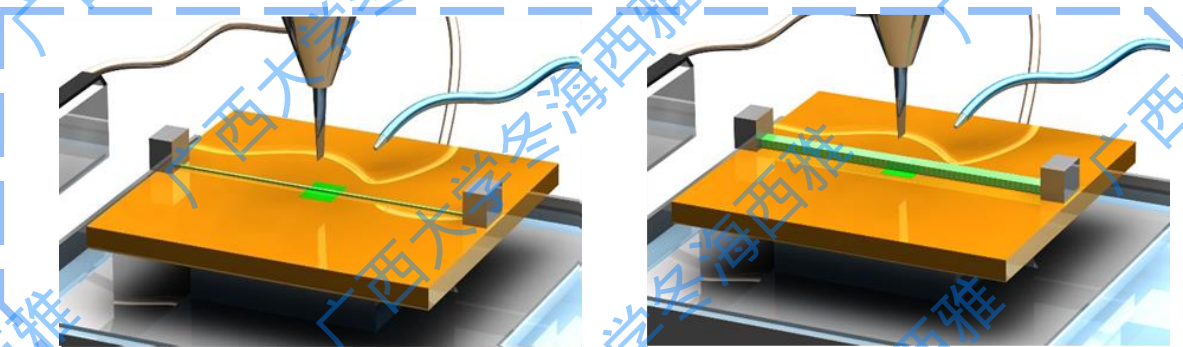
三组单因素试验

实验一 不同支撑
UHMWPE纤维
切削



实验二 不同超声能量
UHMWPE纤维
切削

实验三 不同丝束数
UHMWPE纤维
切削



Pic2.2 单因素对比试验图

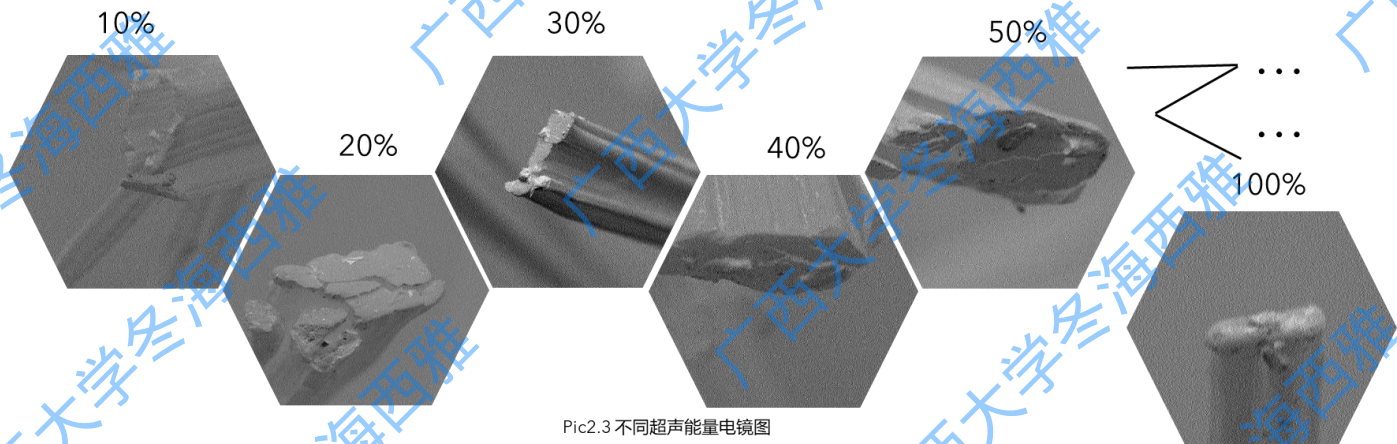
论文结构

切削
纤维

拍摄电镜

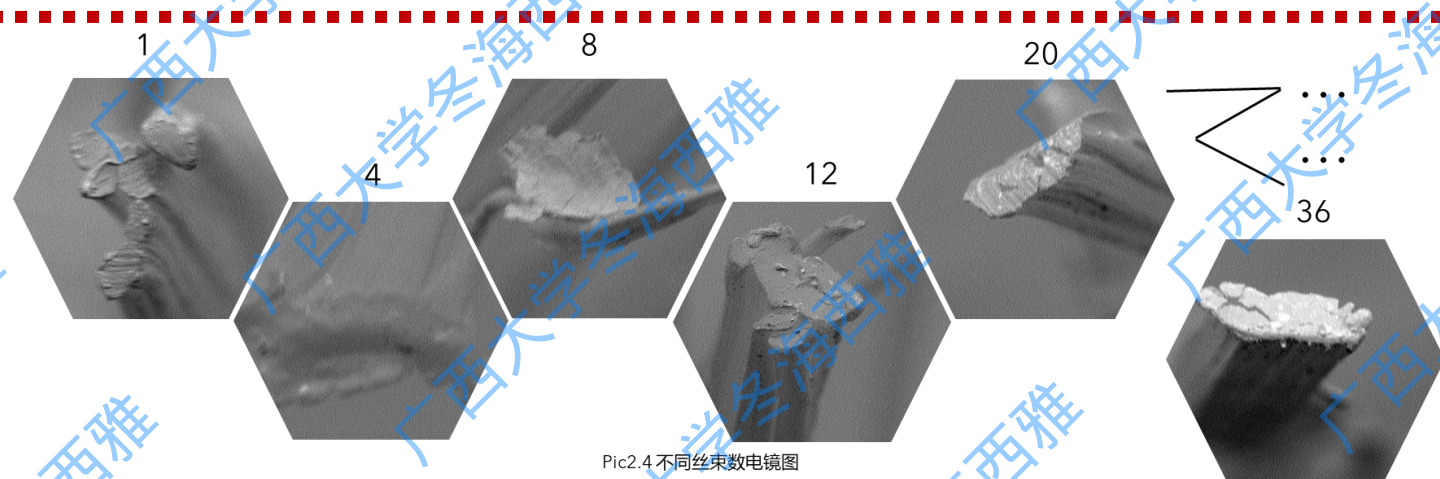
处理数据

02 工作内容简介



Pic2.3 不同超声能量电镜图

随着超声能量增长的断面图 小→大



Pic2.4 不同丝束数电镜图

随着丝束数增长的断面图 小→大

论文结构

切削纤维

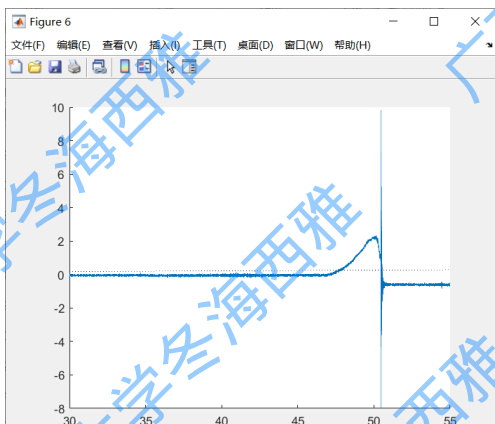
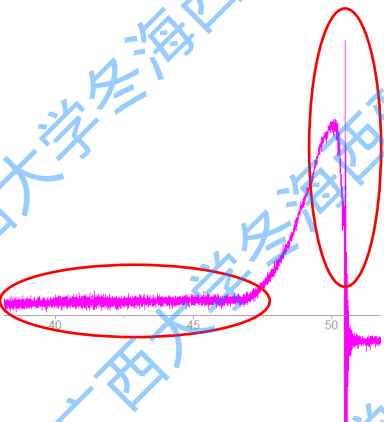
拍摄电镜

处理数据

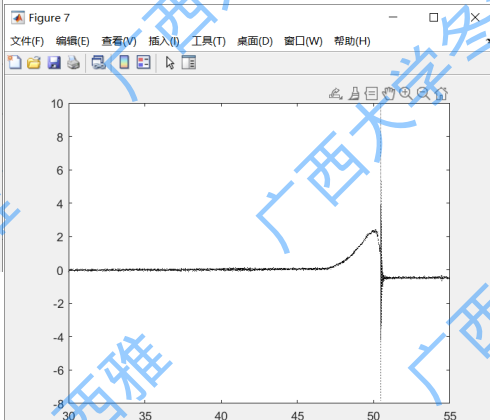


工作内容简介

发现问题



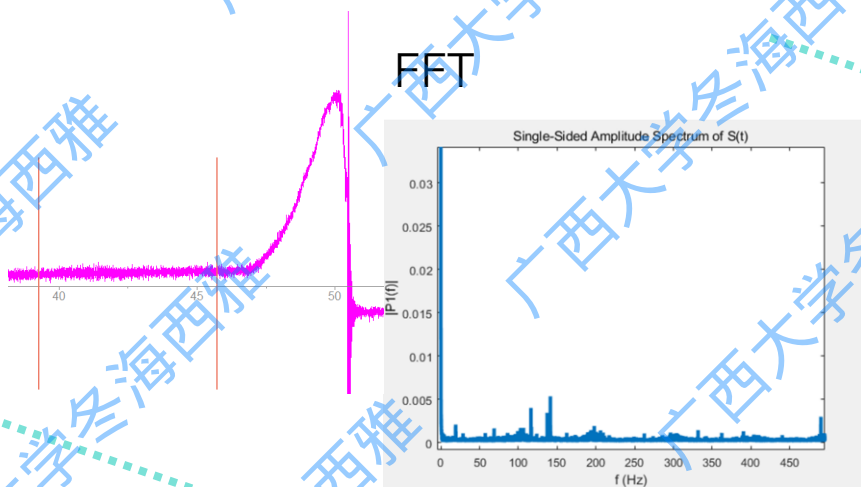
降低噪声值



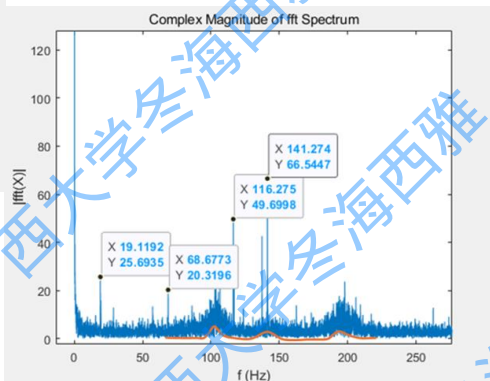
Pic2.6 滤波消趋图

处理数据

FFT



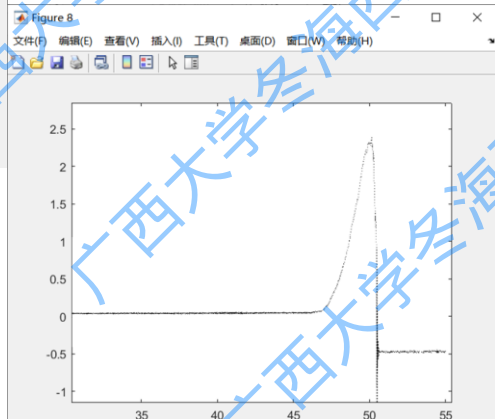
放大研究



初步分析

Pic2.5 FFT图

消除趋势项



滤去突变值

查找最大切削力并记录时间戳

查找入切时间戳及切断时间戳

论文结构

切削纤维

拍摄电镜

03 Section 3

01 选题背景及意义

02 工作内容简介

03 研究分析与结论

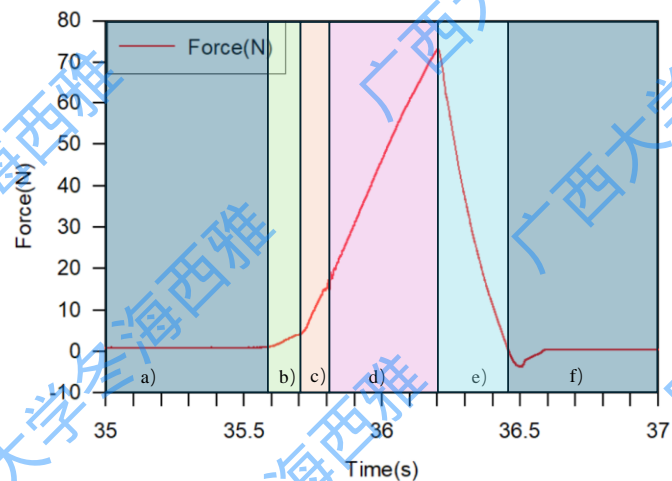
Analysis and Conclusion

04 未来工作展望

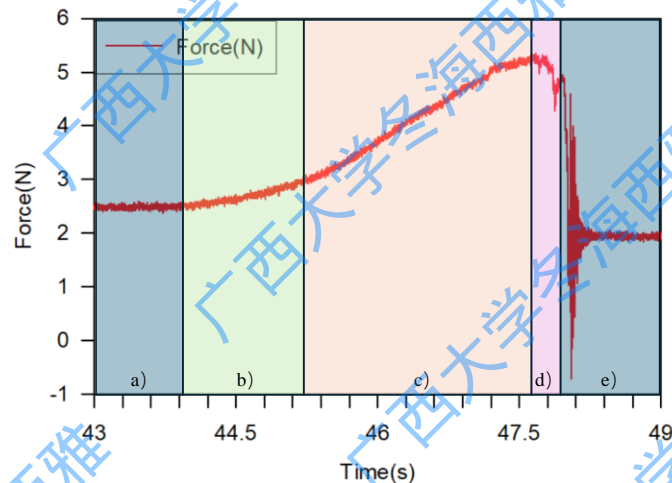
03 研究分析与结论

不同支撑

不同能量 不同丝束 加工效率 摩擦流变



Pic3.1 有支撑最大切削力图



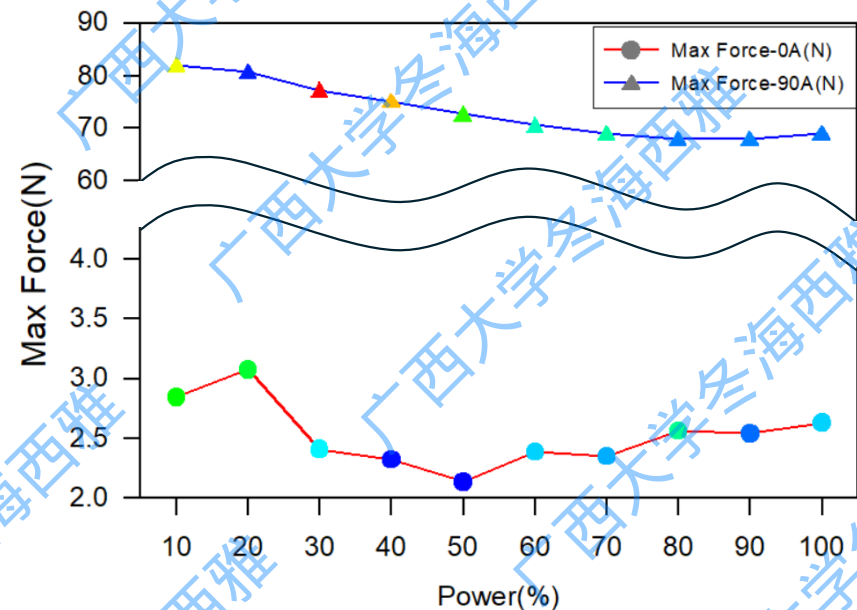
Pic3.2 无支撑最大切削力图

曲线特征

最大切削力有支撑
大于无支撑30倍

对比分析

小结分析

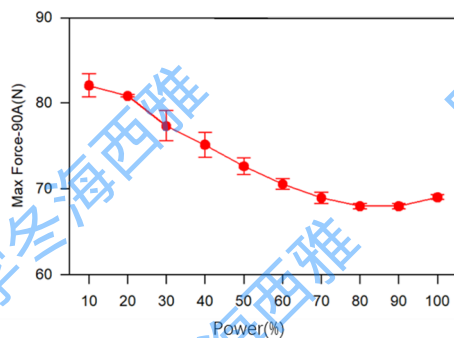


Pic3.3 有无支撑最大切削力图

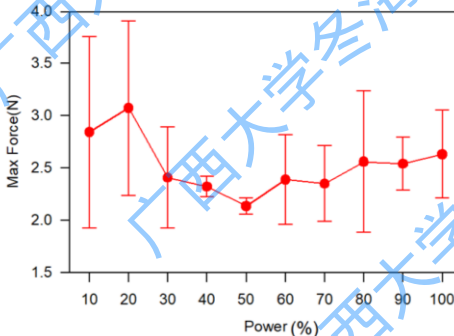
03 研究分析与结论

不同支撑

不同能量 不同丝束 加工效率 摩擦流变



Pic3.4 有支撑最大切削力图



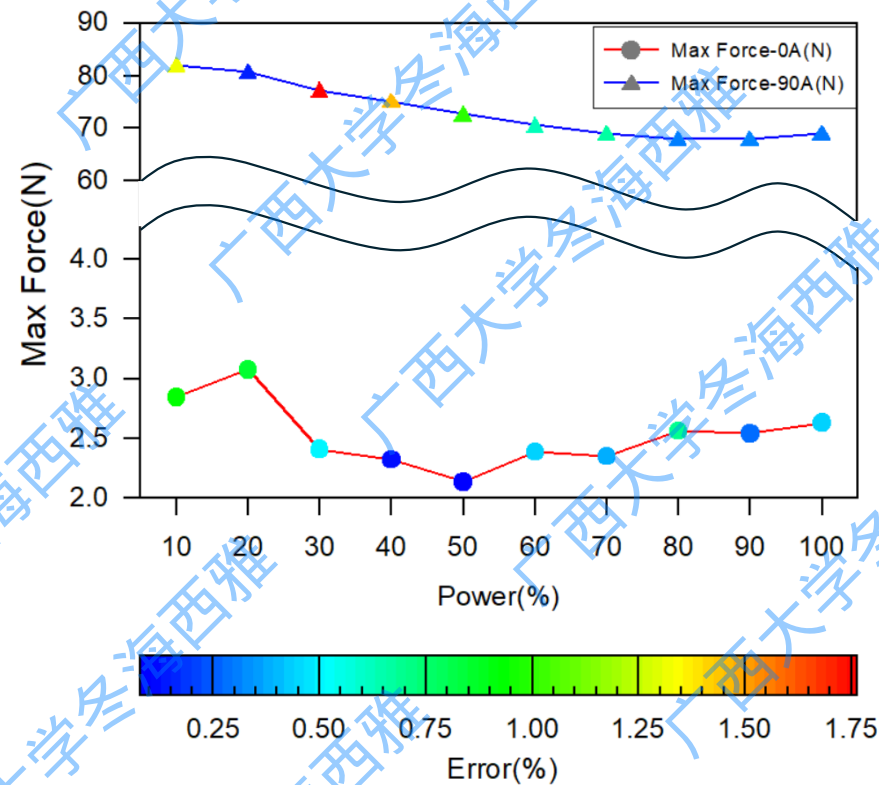
Pic3.5 无支撑最大切削力图

曲线特征

对比分析

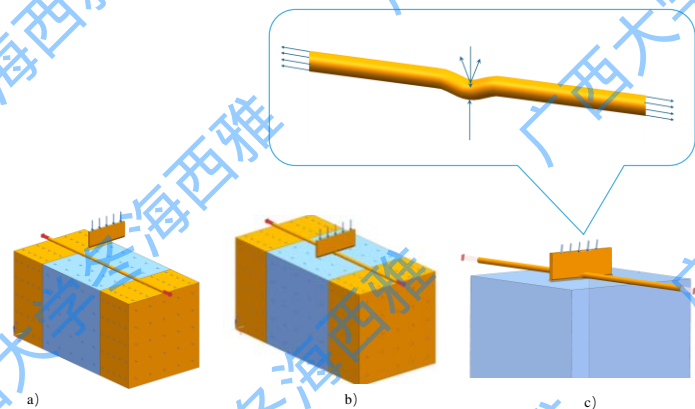
有支撑比无支撑切削力变化更稳定

小结分析

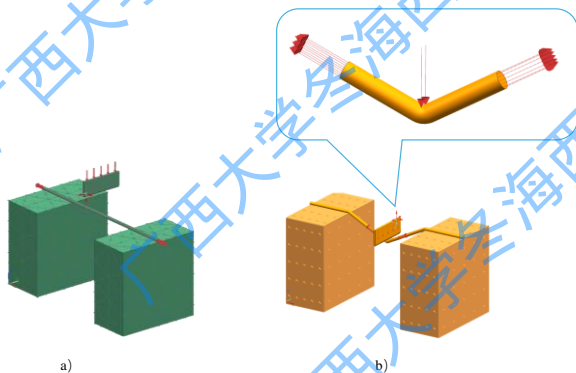


Pic3.6 最大切削力相对误差图

03 研究分析与结论



Pic3.7 有支撑三维图



Pic3.8 无支撑三维图

曲线特征

对比分析

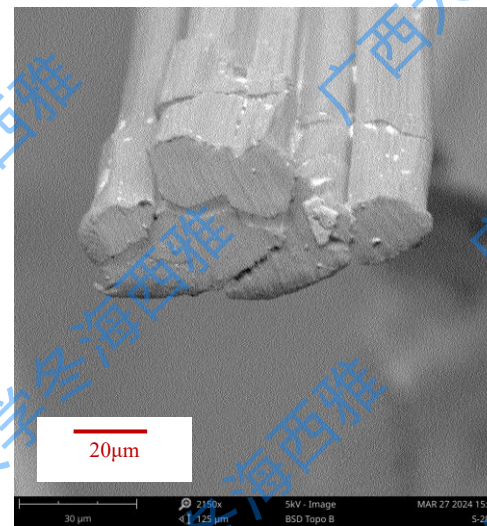
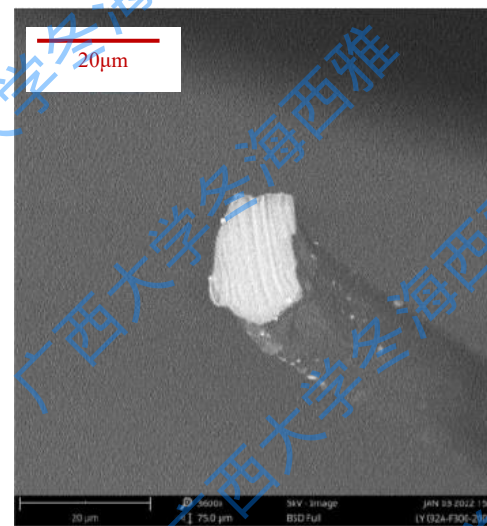
小结分析

断面质量有差异，
有支撑缺陷更少
无支撑圆度更高

不同能量
(下一章)

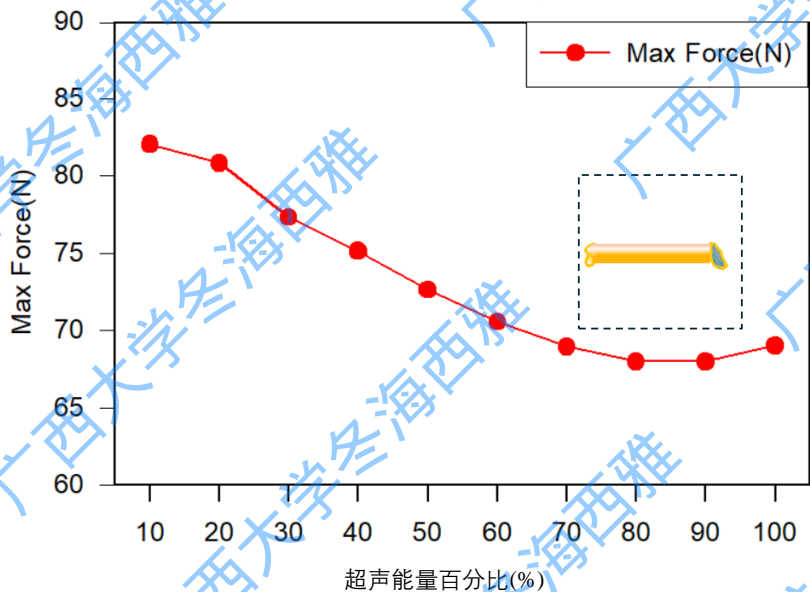
不同
支撑

不同能量 不同丝束 加工效率 摩擦流变



Pic3.9 有无支撑断面对比图

03 研究分析与结论



a) Pic3.10 有支撑最大切削力图

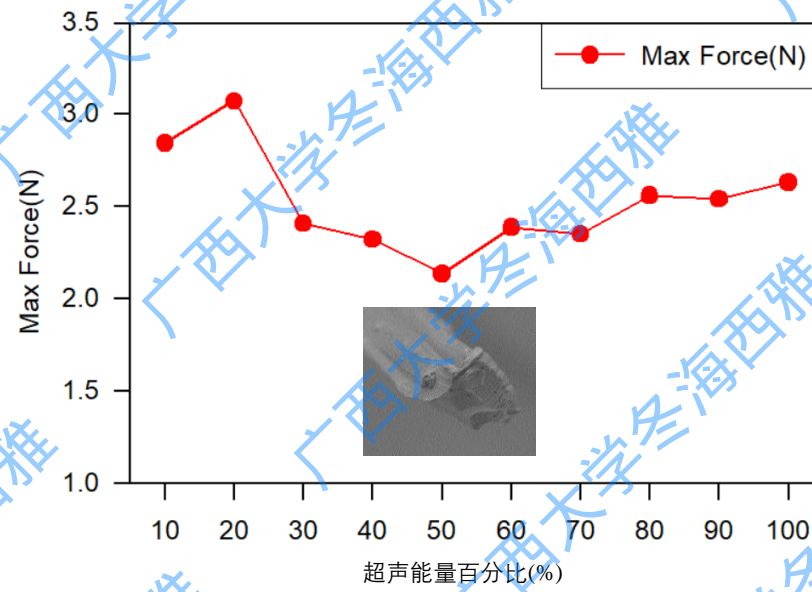
曲线分析
随超声能量增大,
最大切削力变化趋势

断面形貌分析

小结分析

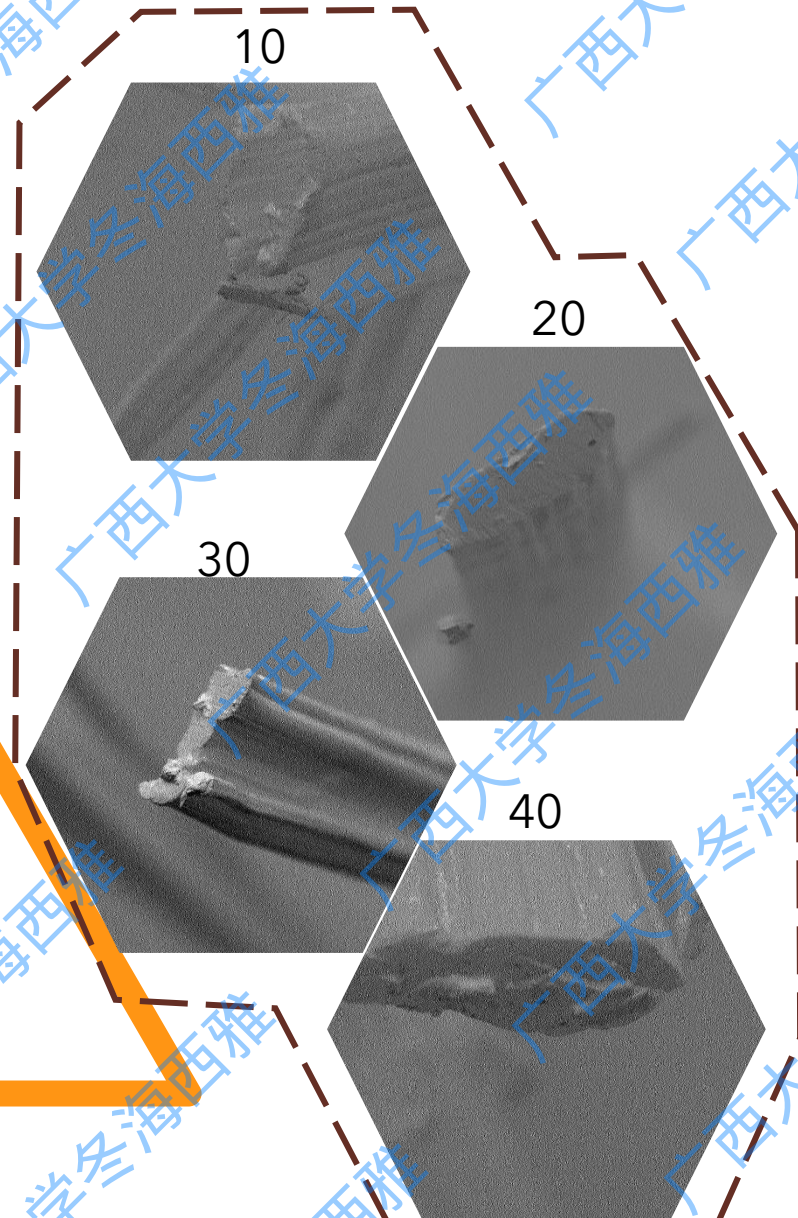
不同支撑
不同能量

不同丝束 加工效率 摩擦流变



b) Pic3.11 无支撑最大切削力图

03 研究分析与结论



较低超声能量

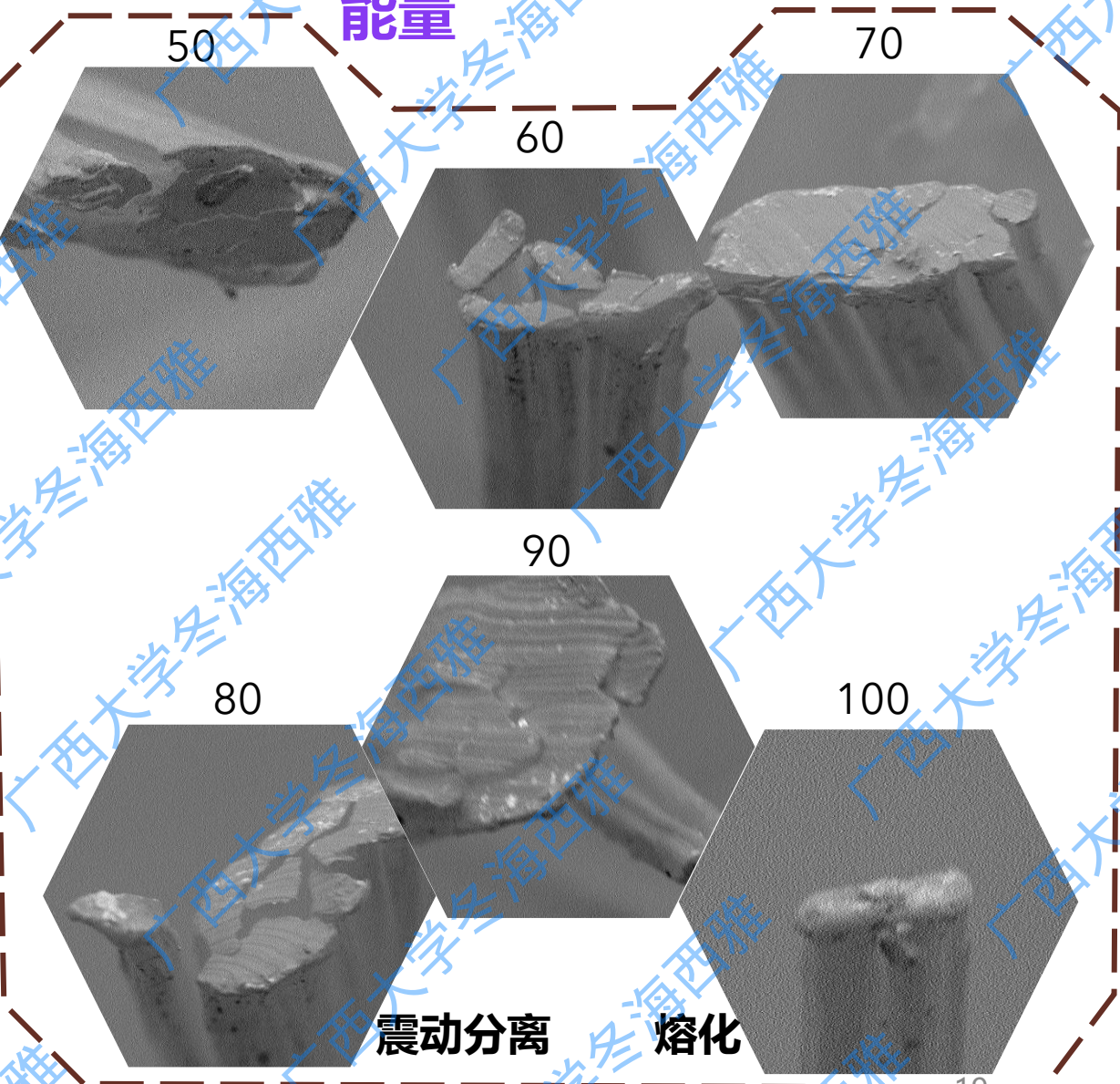
断面形貌分析

中高超声能量

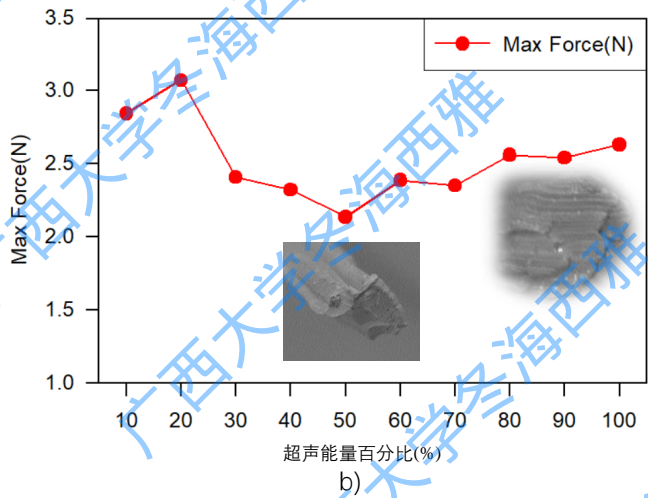
能量并非越大越好

曲线分析

小结分析



03 研究分析与结论



Pic3.12 无支撑最大切削力图

曲线分析

断面形貌分析

小结分析

不同丝束 (下一章)

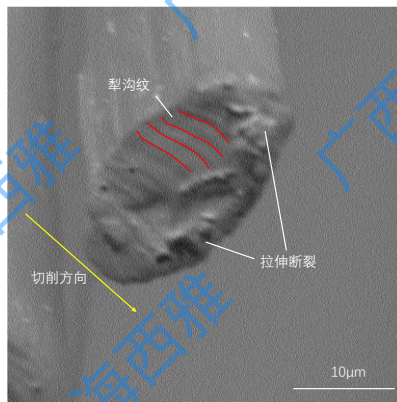
不同支撑

不同能量

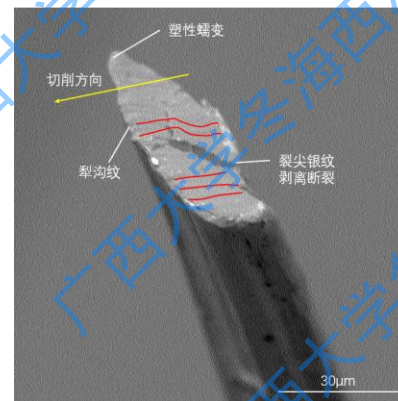
不同丝束

加工效率

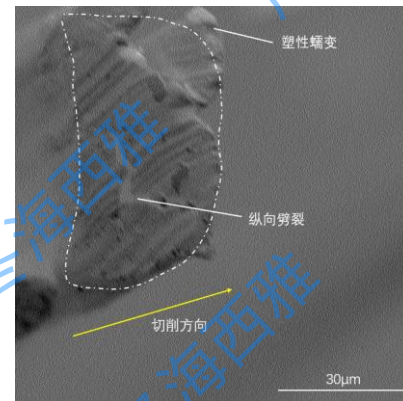
摩擦流变



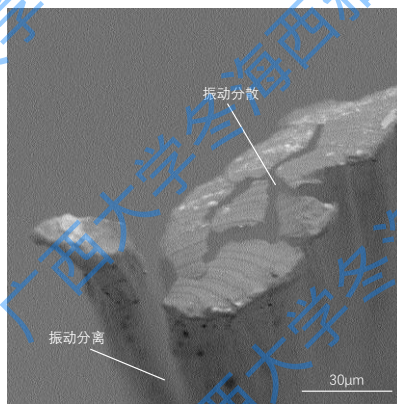
a)



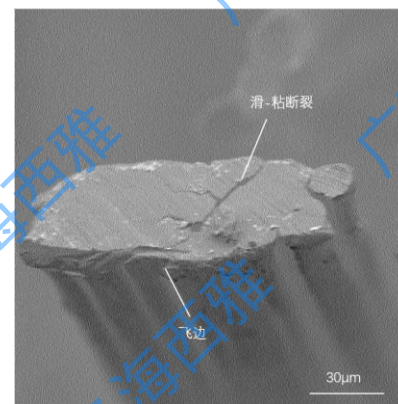
b)



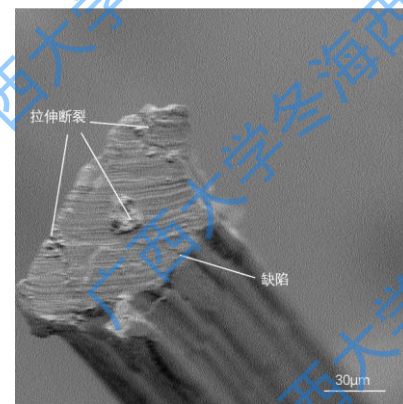
c)



d)



e)



f)

Pic3.13 无支撑最大切削力图

可能会出现以上缺陷

03 研究分析与结论

不同支撑 不同能量

不同丝束

加工效率 摩擦流变

横向分析

纵向分析

断面形貌分析

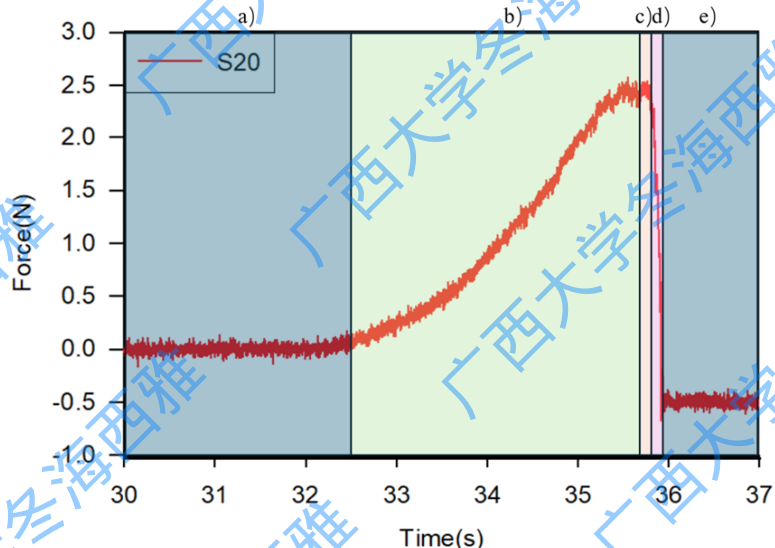


图3.14 S20丝束数时切削力随加工时间变化

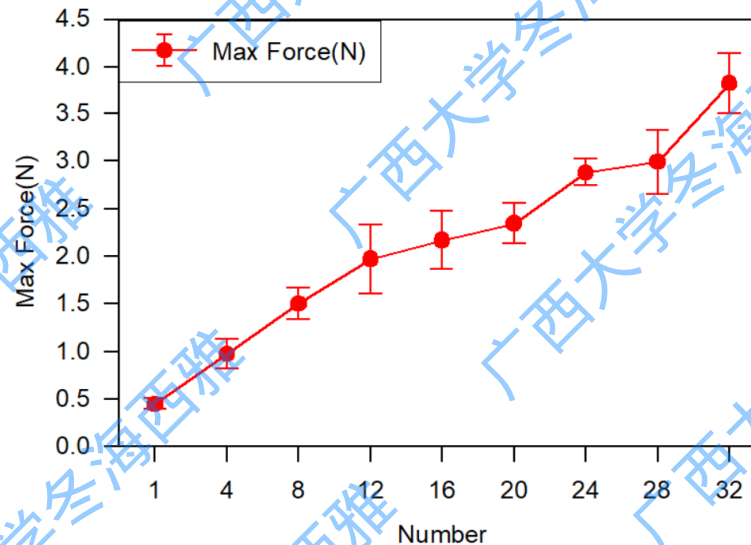
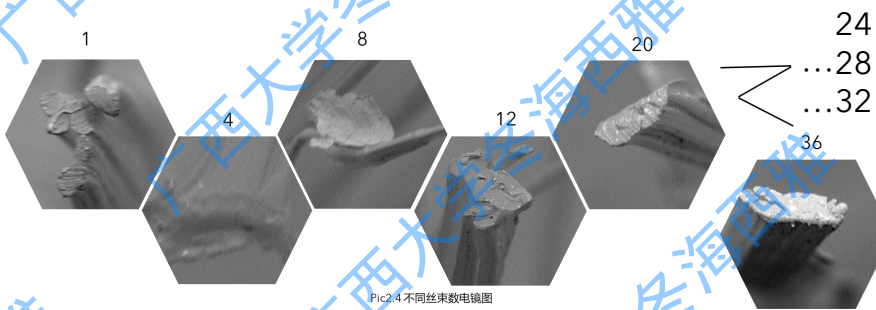


图3.15 S20丝束数时切削力随加工时间变化



Pic2.4 不同丝束数电镜图

随着丝束数增长的断面图 小→大

丝束数

最大切削力

03 研究分析与结论

不同支撑 不同能量

不同丝束

加工效率 摩擦流变

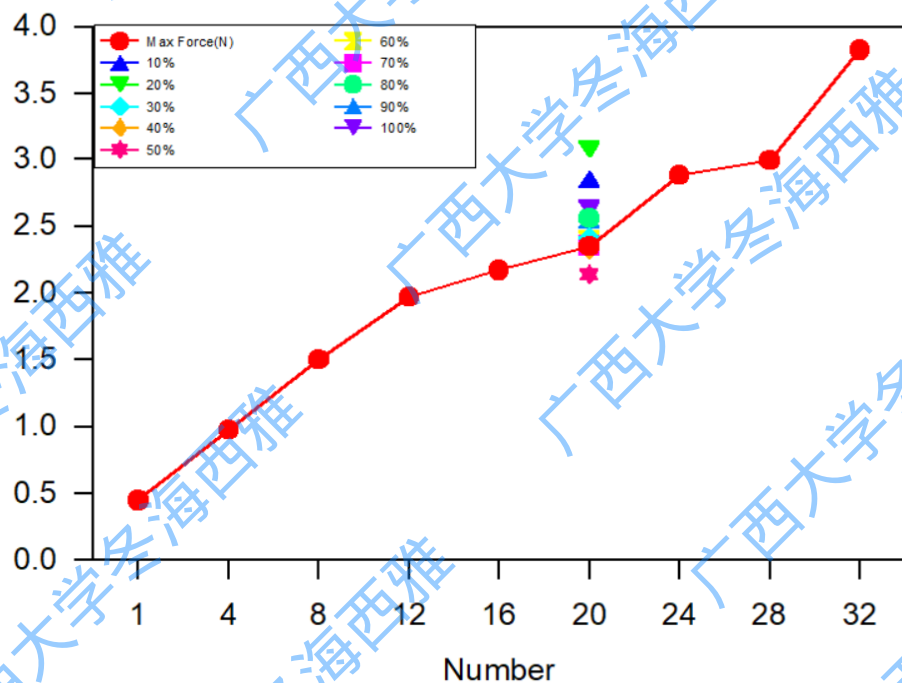
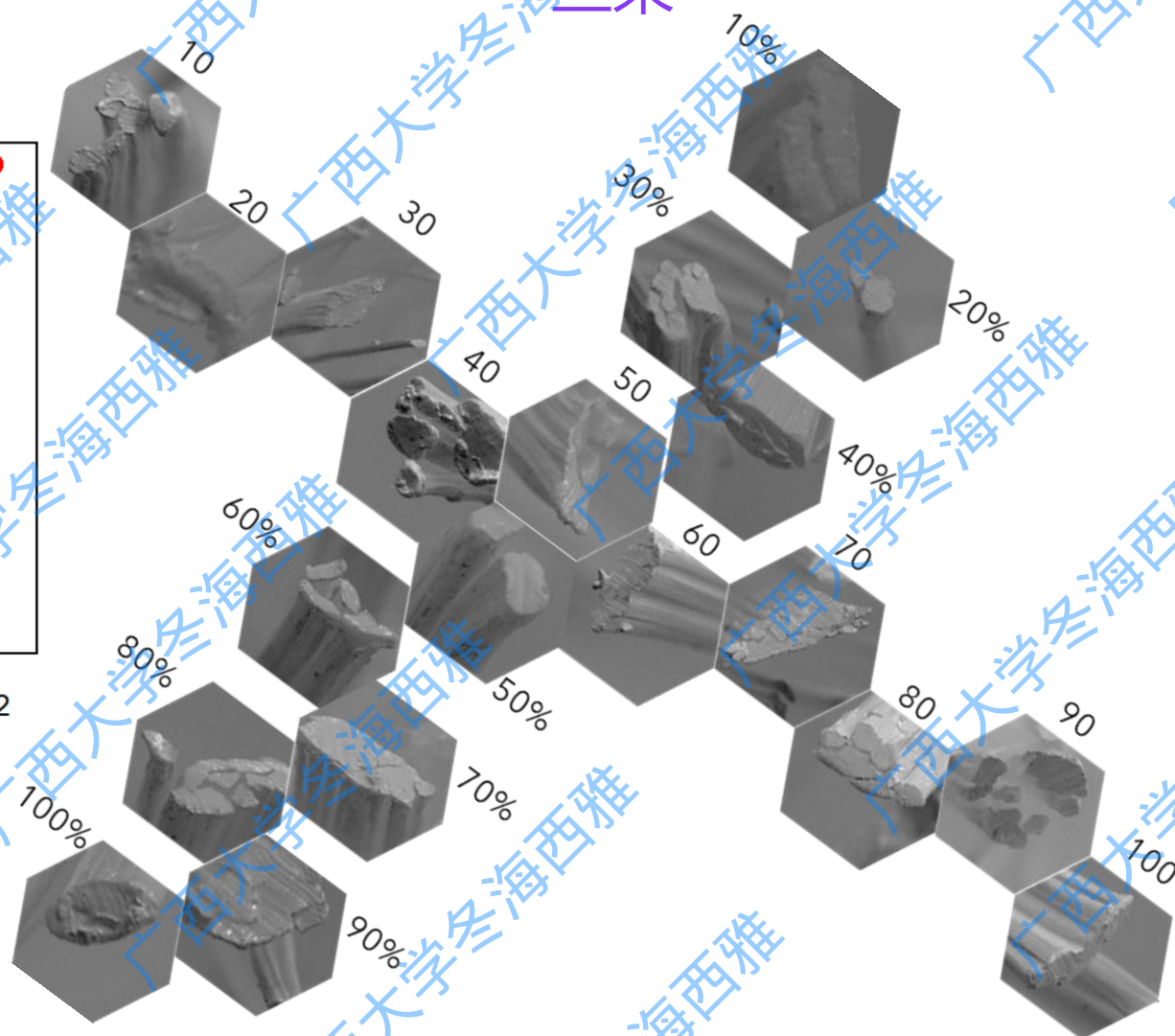


图3.16 丝束纵向对比



横向分析

纵向分析

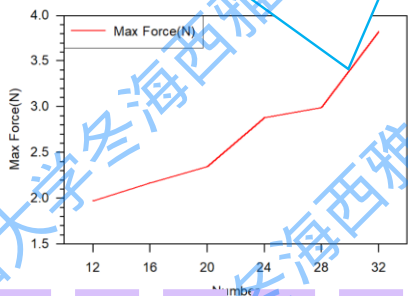
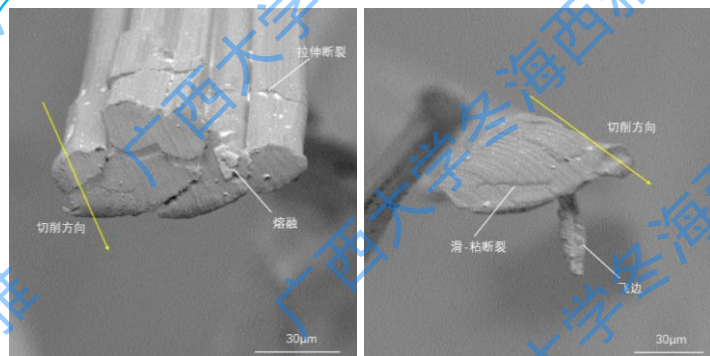
断面形貌分析

03 研究分析与结论

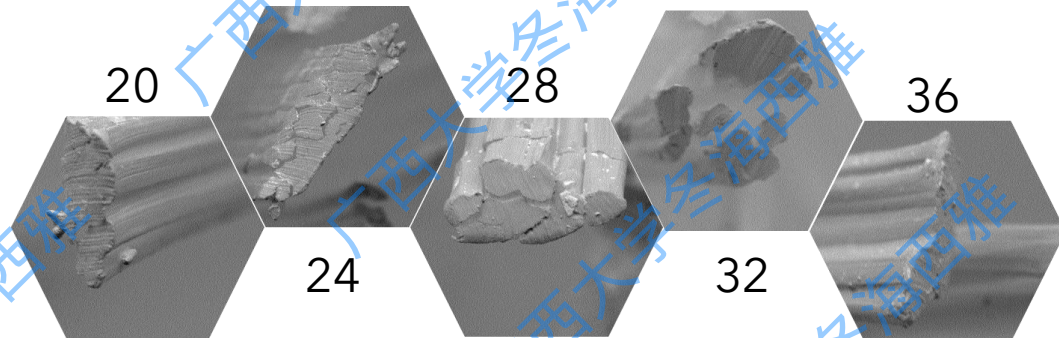
不同支撑 不同能量

不同
丝束

加工效率 摩擦流变



丝束数
28→32
断面质量



丝束数为24、32时出现切削边缘飞边的情况
丝束数为28、32、36时切削断面出现熔融情况

纵向分析

断面形貌分析

加工效率
(下一章)

图3.17 丝束跳变对比图

图3.18 丝束恒向对比微观形貌图

03 研究分析与结论

无支撑条件

有支撑条件

综合分析

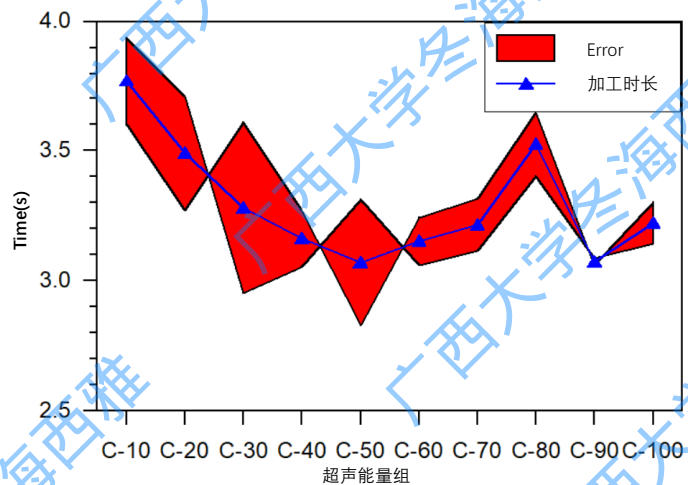


图3.19 无支撑条件下超声切削加工时长图

不同支撑 不同能量 不同丝束

加工效率

摩擦流变

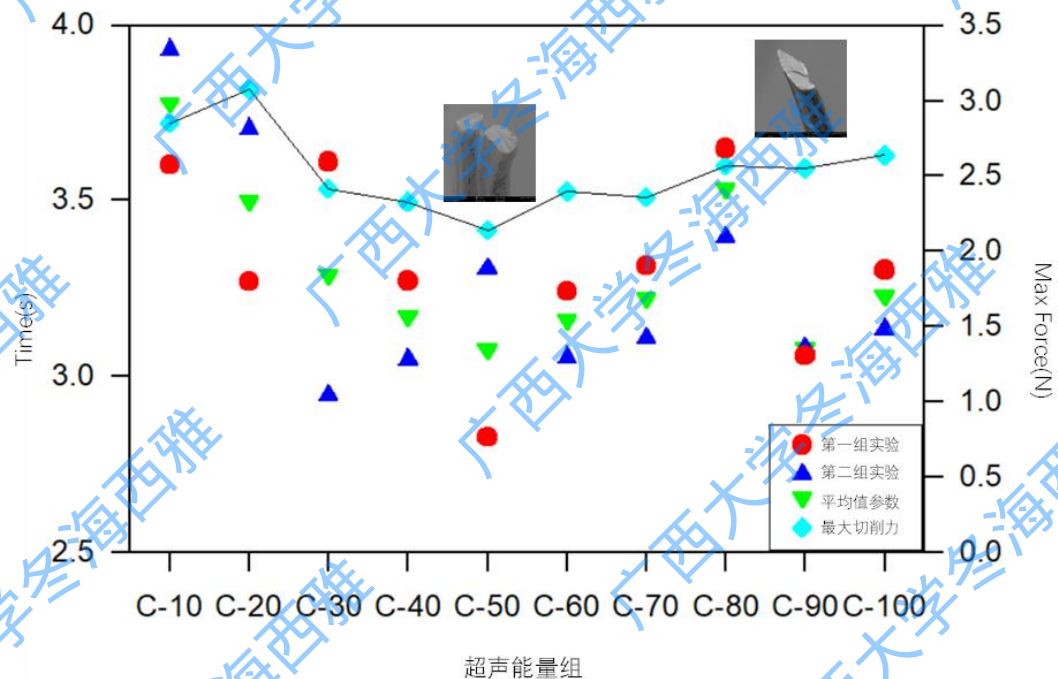


图3.20 切削力及加工时间散点图

03 研究分析与结论

有支撑条件

综合分析

摩擦流变
(下一章)

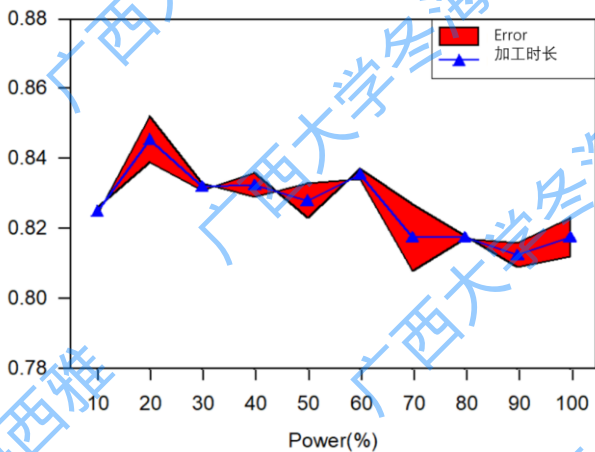
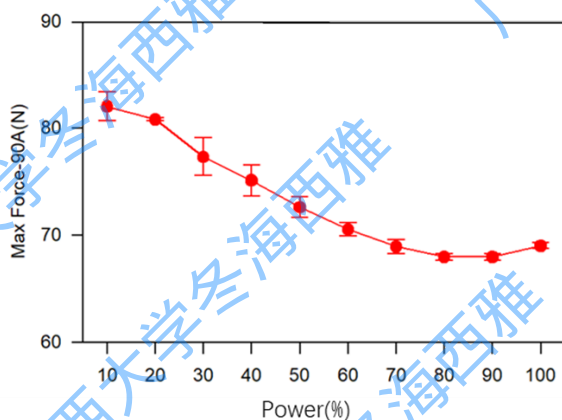


图3.21 有支撑条件下超声切削加工时长图



Pic3.22 有支撑最大切削力图

不同支撑 不同能量 不同丝束

加工效率 摩擦流变

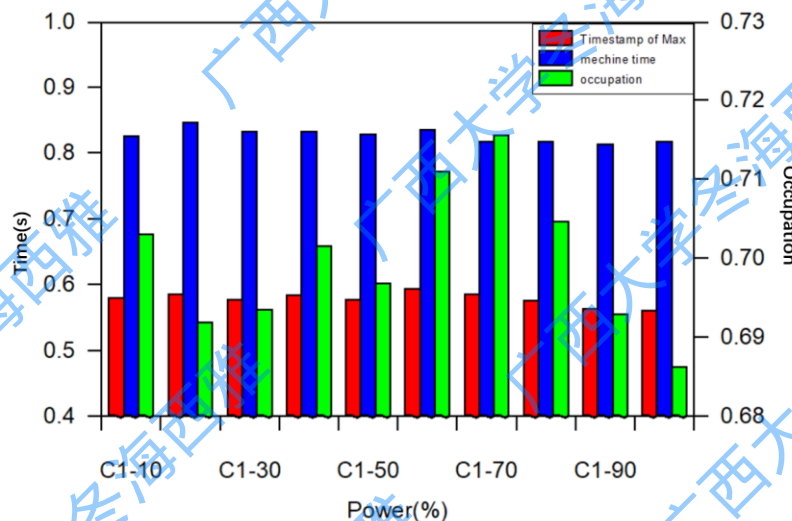


图3.23 入切时间到抵达最大切削力时长占比图

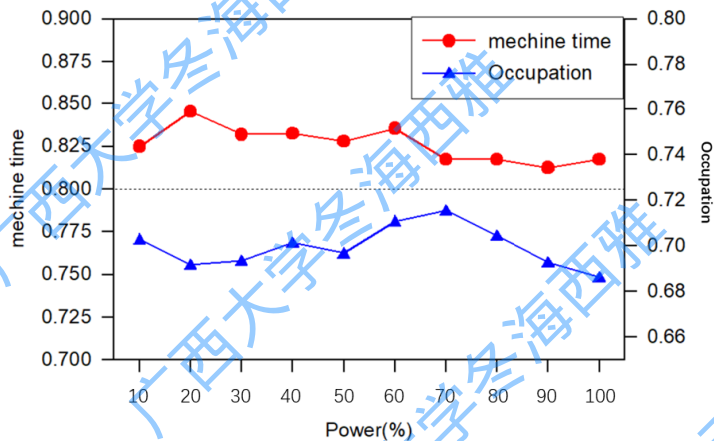


图3.24 达到最大切削力前占用时间与加工时长关系图

发现一：

有无支撑最大切削力折线趋势与加工时间相似

发现二：

达到最大切削力前时长占用全切削过程的时长越长，效率越高

03 研究分析与结论

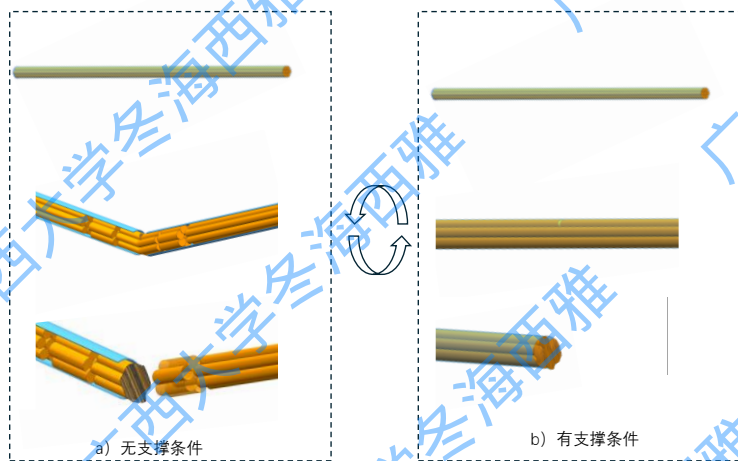
不同支撑 不同能量 不同丝束

加工效率 摩擦流变

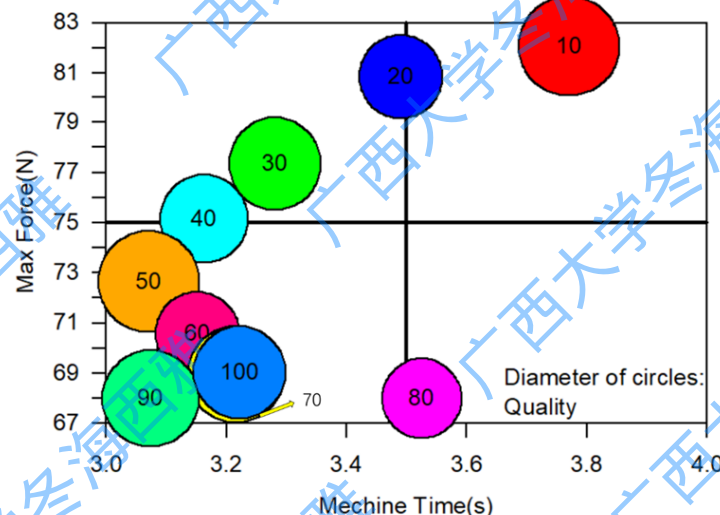
综合分析

超声能量(%)	C1(90A 支撑)加工时长(s)	C(0A 无支撑) 加工时长(s)
10	0.825	3.77
20	0.8455	3.4905
30	0.832	3.281
40	0.8325	3.163
50	0.828	3.0705
60	0.8355	3.152
70	0.8175	3.2155
80	0.8175	3.525
90	0.8125	3.074
100	0.8175	3.222

摩擦流变 (下一章)



Pic3.24 两种断裂形式图



Pic3.25 有支撑加工时长、断面质量、最大切削力图

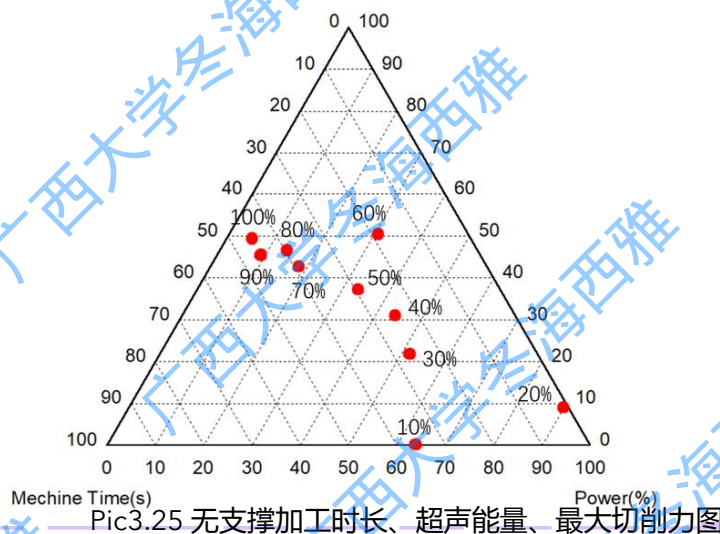
发现三:

切削时间有支撑比无支撑短4倍

发现四:

对于无支撑而言, 实际生产选择90%

对于有支撑而言, 实际生产选择50%是平衡点 90%适合赶工



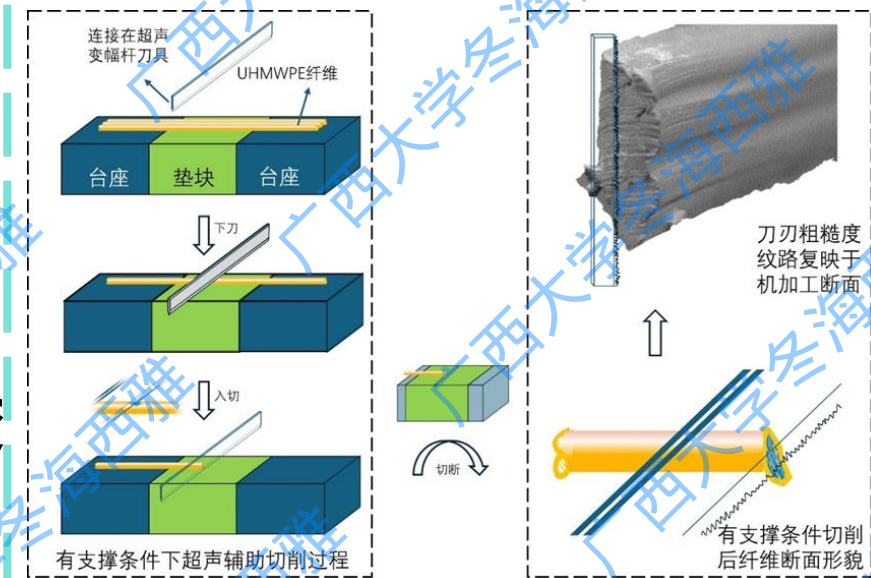
Pic3.25 无支撑加工时长、超声能量、最大切削力图

03 研究分析与结论

不同支撑 不同能量 不同丝束 加工效率

摩擦流变

摩擦流变

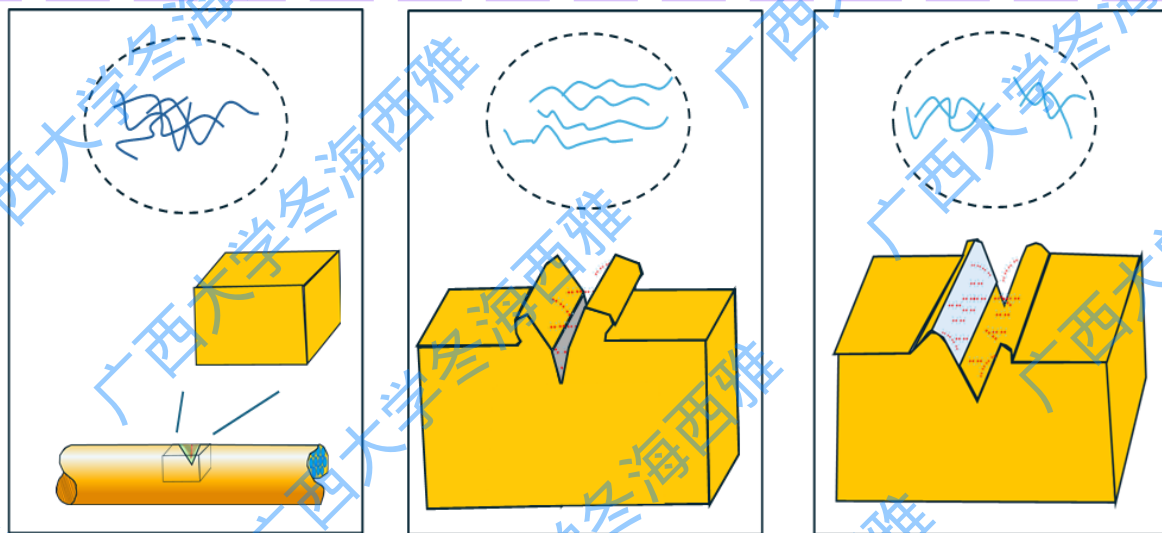


Pic3.26 断面复映刀刃图

发现五:

断面形貌图纹路来源

刀刃粗糙度的复映



发现六:

解缠

拉伸断裂

重新缠绕

Pic3.27 微观图

04 Section 4

- 01 选题背景及意义
- 02 工作内容简介
- 03 研究分析与结论

04 未来工作展望

Future Work Plan

04 未来工作展望

未来展望

Future Work

正交实验减少实验量

切削散热、流变改性剂的施加

恳请老师们 批评指正

Begging the Teacher to
Correct Me

张宗轩 Zongxuan Zhang

E-Mail: 2001300412@st.gxu.edu.cn

WEB: www.SpaceAero.space



Thanks~



导师:

胡珊珊老师



答辩人:

张宗轩



学长:

杨成积



舍友们:

张凯欣、梁俊.....



广西大学:

机械工程学院老师

Proud of Mechanical Engineering