

清华大学优秀博士学位论文丛书



tsinghua
theses

用于拍瓦级脉冲驱动源的整体径向传输线的研究

毛重阳 著 Mao Chongyang

Investigation on the Monolithic Radial Transmission Line
Used in Petawatt-class Pulsed Power Drivers

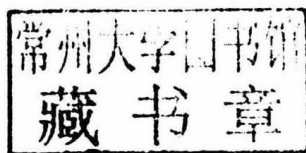
清华大学出版社
TSINGHUA UNIVERSITY PRESS

清华大学优秀博士学位论文丛书

用于拍瓦级脉冲驱动源的整体径向传输线的研究

毛重阳 著 Mao Chongyang

Investigation on the Monolithic Radial Transmission Line
Used in Petawatt-class Pulsed Power Drivers



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

整体径向传输线是未来拍瓦级脉冲驱动源中可能采用的一种传输线,其用途是实现多路脉冲并联汇流和进行阻抗变换。本书通过电路仿真和解析分析研究了整体径向传输线的阻抗变化规律对其传输特性的影响,通过三维电磁场仿真研究了整体径向传输线的三维几何外形对其传输特性的影响,并最终通过实验检验了三维电磁场建模和仿真的可靠性。全书推导过程严密、细致,仿真建模可靠、符合实际,实验重复性好,力求为整体径向传输线在脉冲功率技术领域的应用打下基础。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

用于拍瓦级脉冲驱动源的整体径向传输线的研究/毛重阳著. —北京:清华大学出版社,2019

(清华大学优秀博士学位论文丛书)

ISBN 978-7-302-53068-8

I. ①用… II. ①毛… III. ①径向传输线—研究 IV. ①TN811

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 098430 号

责任编辑:王 倩

封面设计:傅瑞学

责任校对:刘玉霞

责任印制:沈 露

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:三河市铭诚印务有限公司

装 订 者:三河市启晨纸制品加工有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:155mm×235mm 印 张:8 插 页:8 字 数:148千字

版 次:2019年8月第1版 印 次:2019年8月第1次印刷

定 价:59.00元

产品编号:080950-01

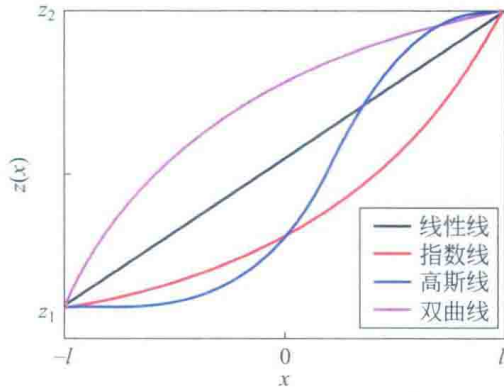


图 1.3 线性线、指数线、高斯线和双曲线的沿线特性阻抗变化规律



图 1.4 基于 LTD 模块的 Z 箍缩驱动器设计原理图

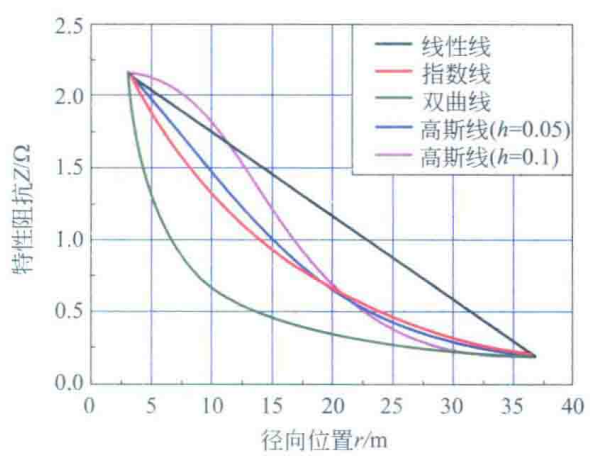
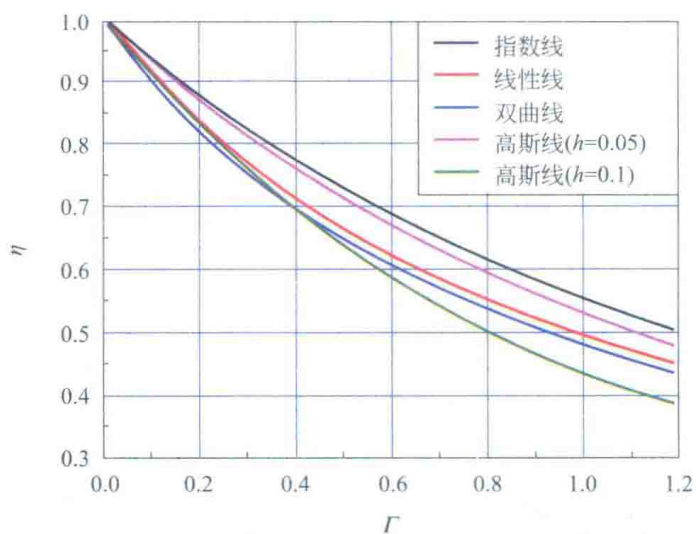
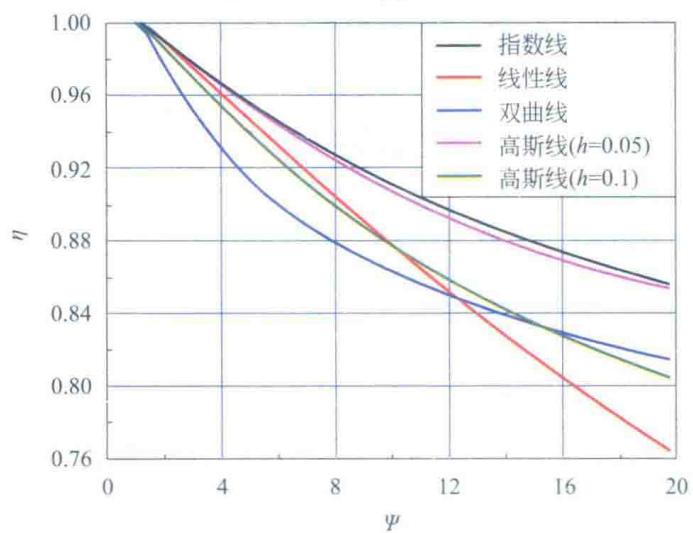


图 2.2 线性线、指数线、高斯线和双曲线的沿线特性阻抗随径向位置的变化曲线



(a)



(b)

图 2.3 线性线、指数线、高斯线和双曲线的 η 与 Γ 和 Ψ 的关系

(a) η 与 Γ 的关系; (b) η 与 Ψ 的关系

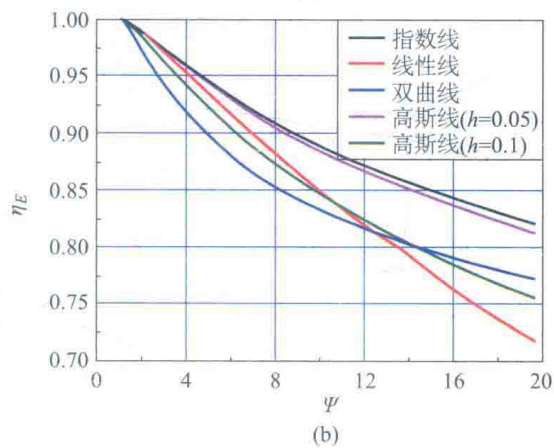
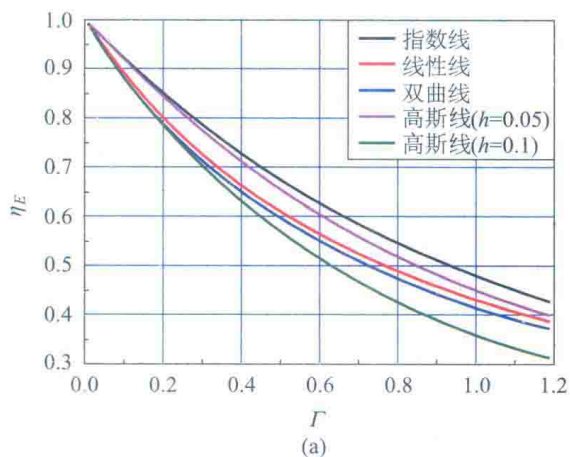


图 2.4 线性线、指数线、高斯线和双曲线的 η_E 与 Γ 和 Ψ 的关系
(a) η_E 与 Γ 的关系; (b) η_E 与 Ψ 的关系

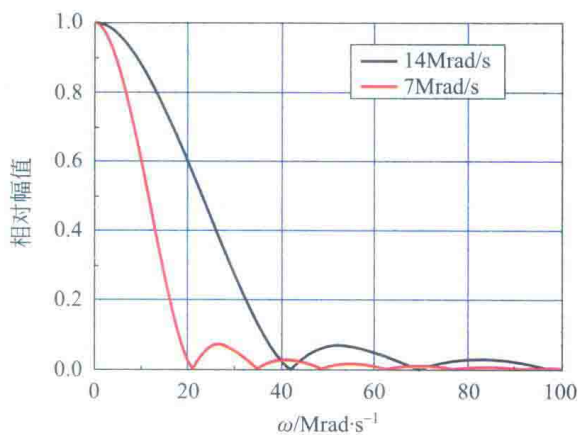


图 2.5 不同角频率的半正弦脉冲的傅里叶频谱幅值图

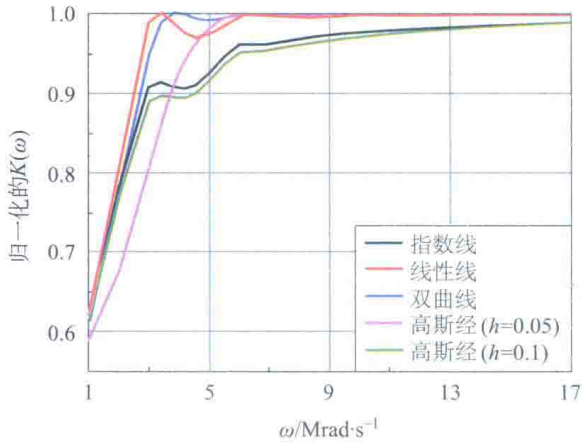


图 2.6 线性线、指数线、高斯线和双曲线线型非均匀传输线的归一化 $K(\omega)$ 与 ω 的关系
 参数设置: $T_{FWHM} = 150\text{ns}$, $T_{line} = 1009\text{ns}$, $Z_{input} = 0.203\Omega$

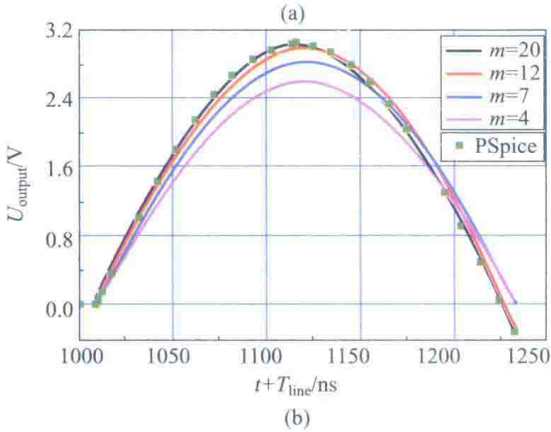
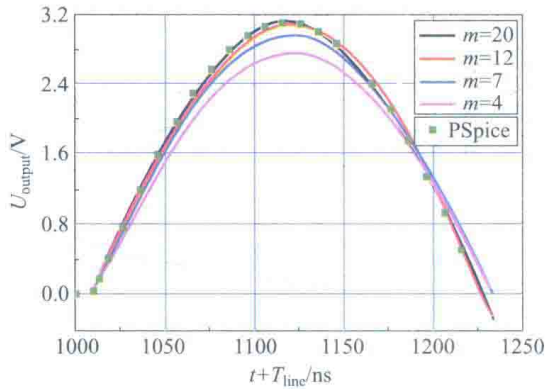


图 3.2 根据式(3.8)得到的指数线和线性线负载电压波形和利用 PSpice 软件得到的
 负载电压波形的比较
 (a) 指数线; (b) 线性线

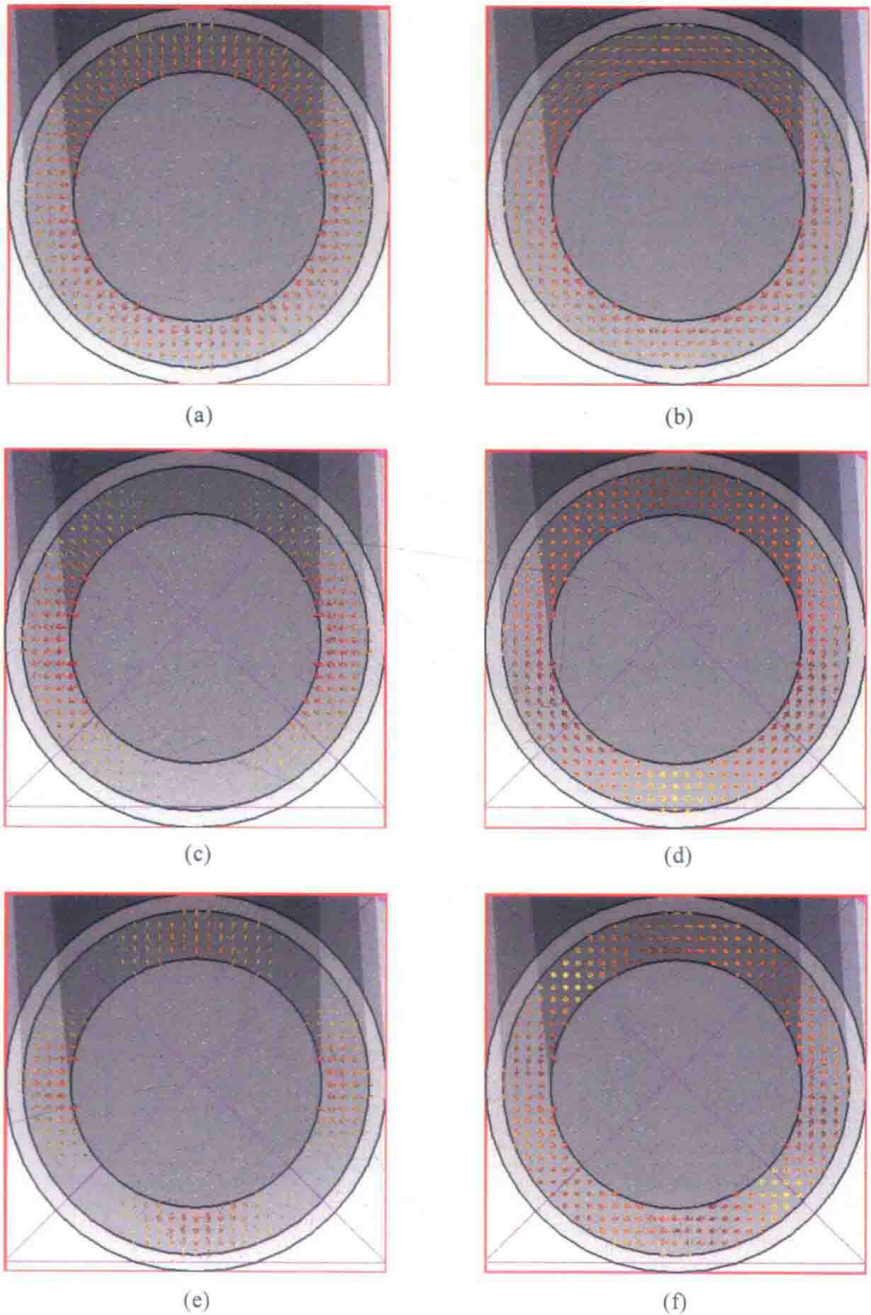


图 4.3 三维电磁场仿真得到的同轴非均匀传输线端口前三个模式的电力线和磁力线

(a) 第一个模式的电力线；(b) 第一个模式的磁力线；(c) 第二个模式的电力线；
 (d) 第二个模式的磁力线；(e) 第三个模式的电力线；(f) 第三个模式的磁力线

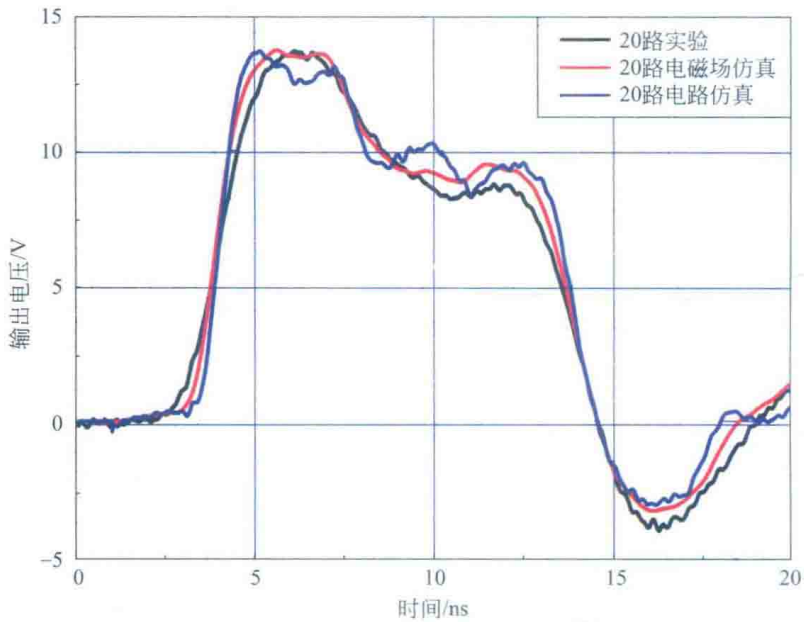


图 5.14 正常情形下整体径向传输线输出电压实验、三维电磁场仿真和电路仿真结果比较

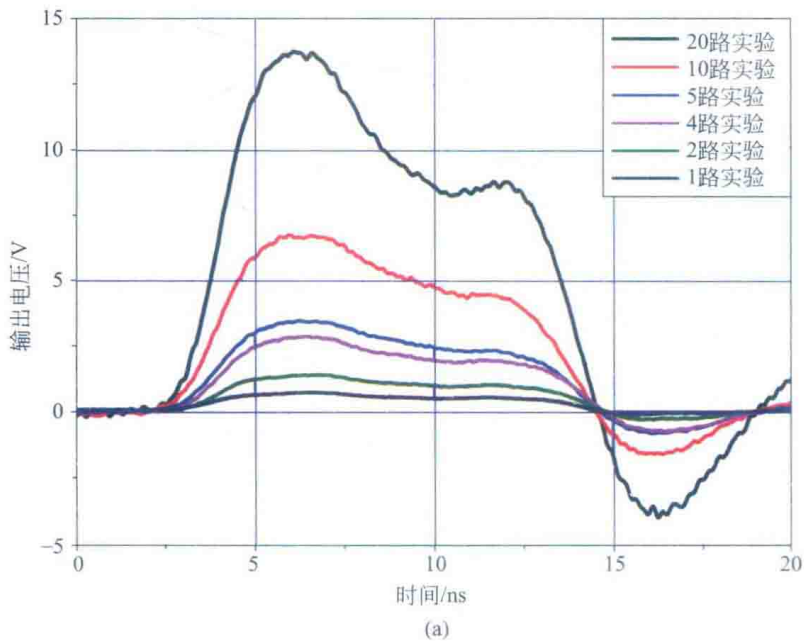


图 5.15 整体径向传输线的输出电压与输入端口个数的关系

(a) 实验测得的输出电压；(b) 归一化的输出电压

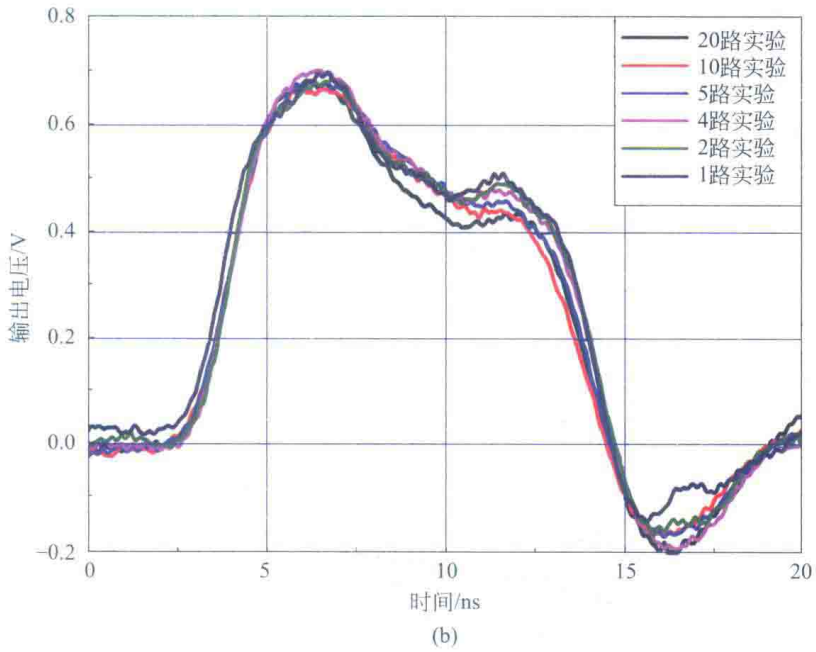


图 5.15 (续)

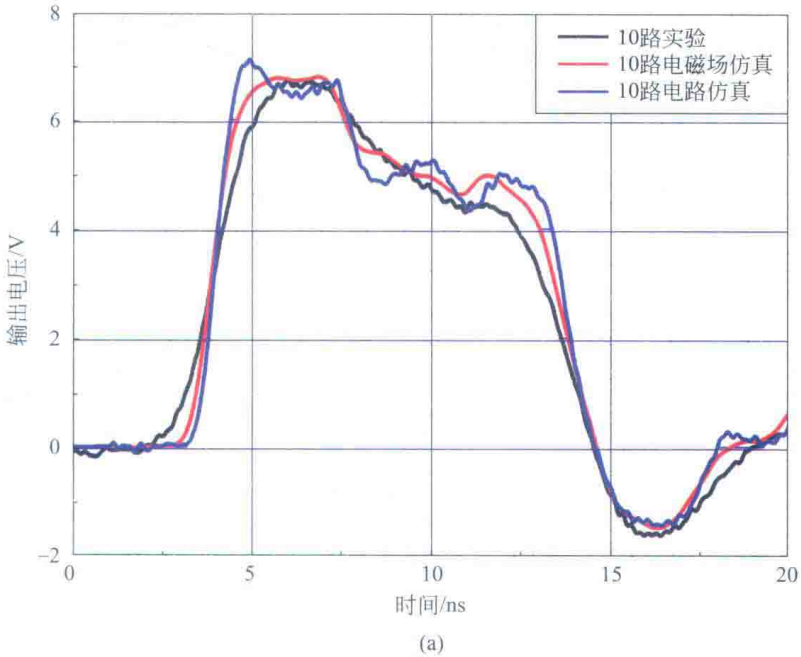
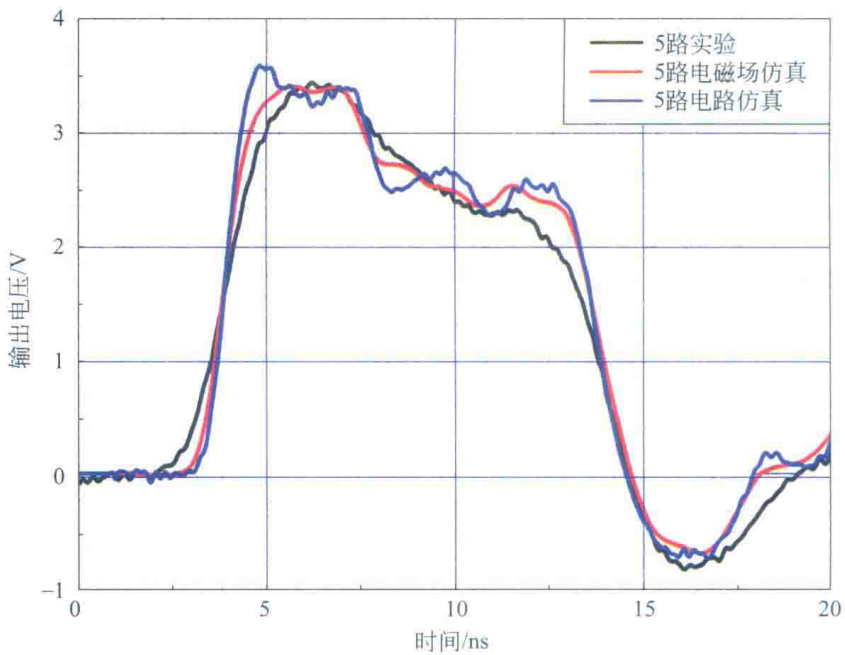
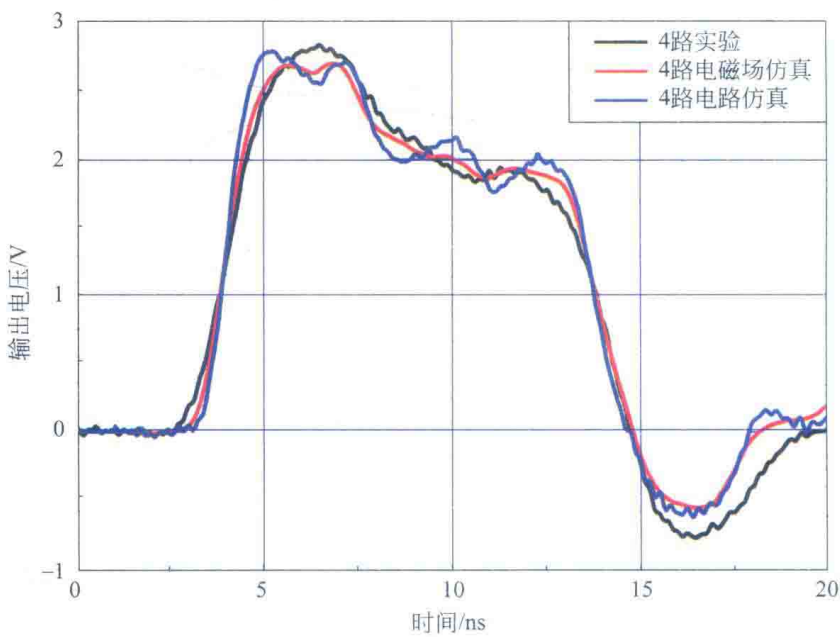


图 5.16 不同输入端口数目情形下整体径向传输线输出电压实验、
三维电磁场仿真和电路仿真结果比较

(a) 10路; (b) 5路; (c) 4路; (d) 2路; (e) 1路



(b)



(c)

图 5.16 (续)

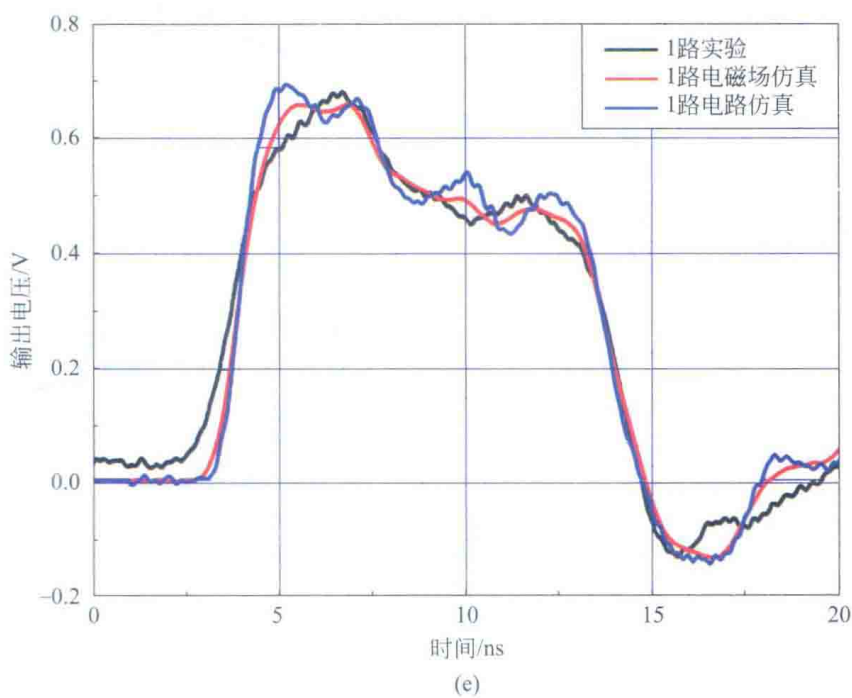
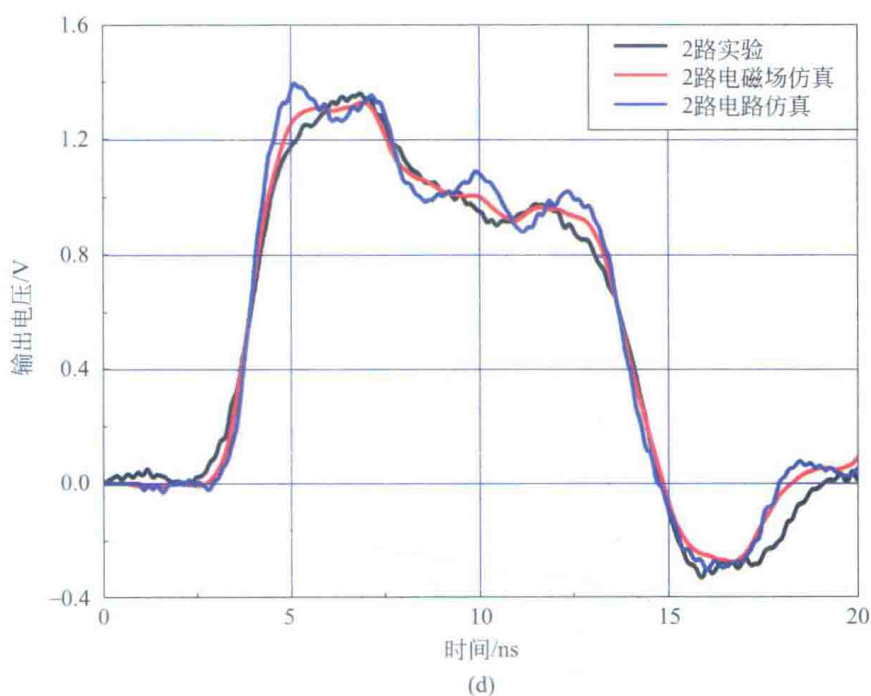


图 5.16 (续)

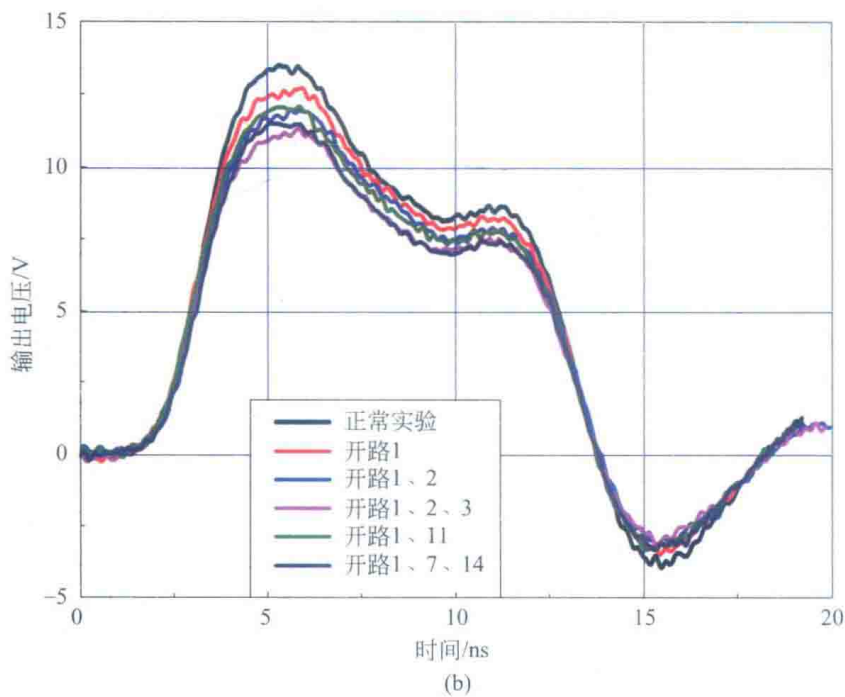
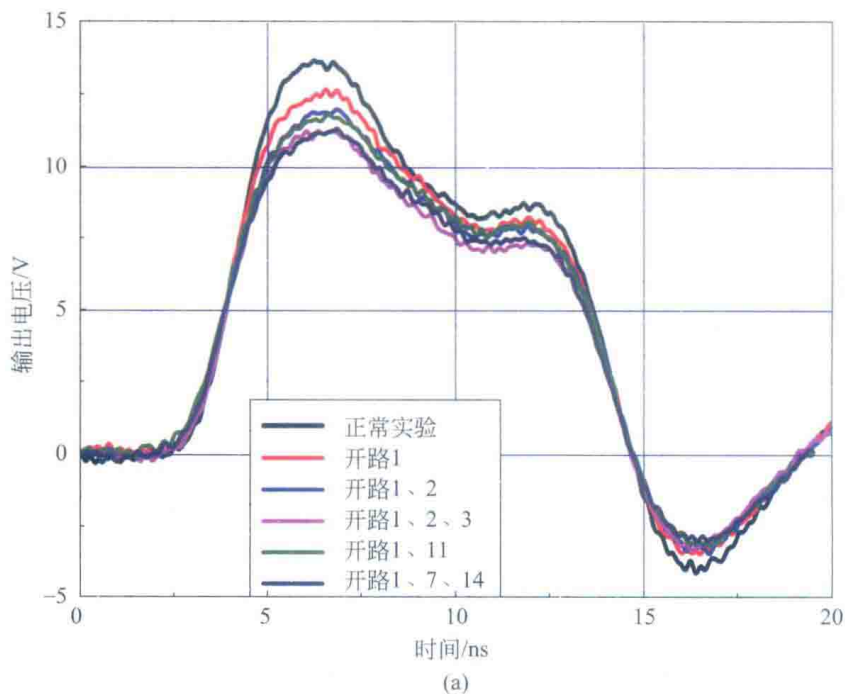


图 5.21 发生开路故障情况下的输出电压

(a) 整体径向传输线输入端口开路; (b) 21 路分路器输出端口开路

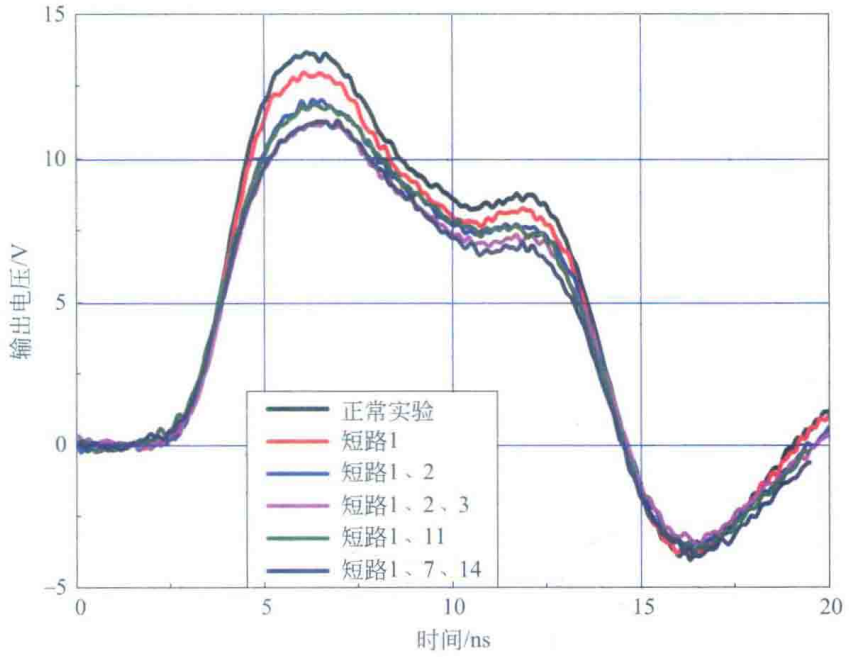


图 5.23 整体径向传输线输入端口发生短路故障情形下的输出电压

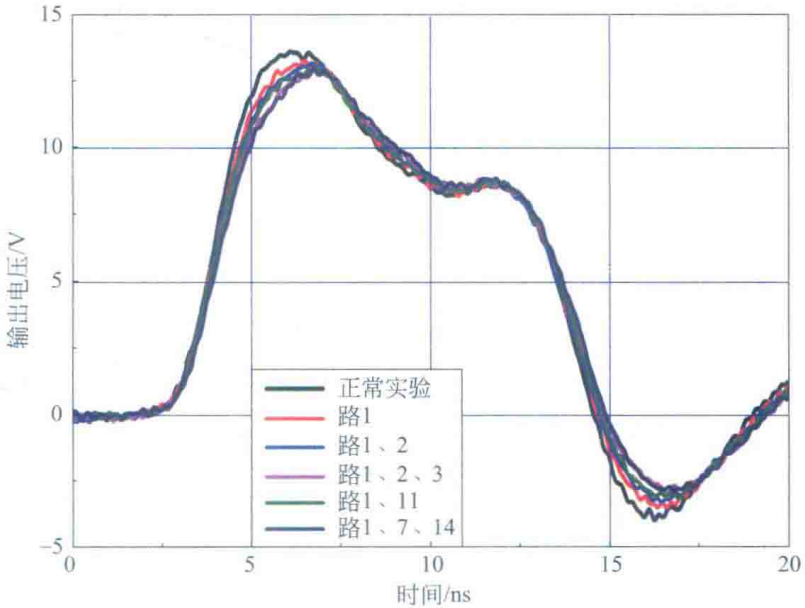


图 5.25 整体径向传输线的部分输入脉冲延迟 2ns 注入情形下得到的输出电压

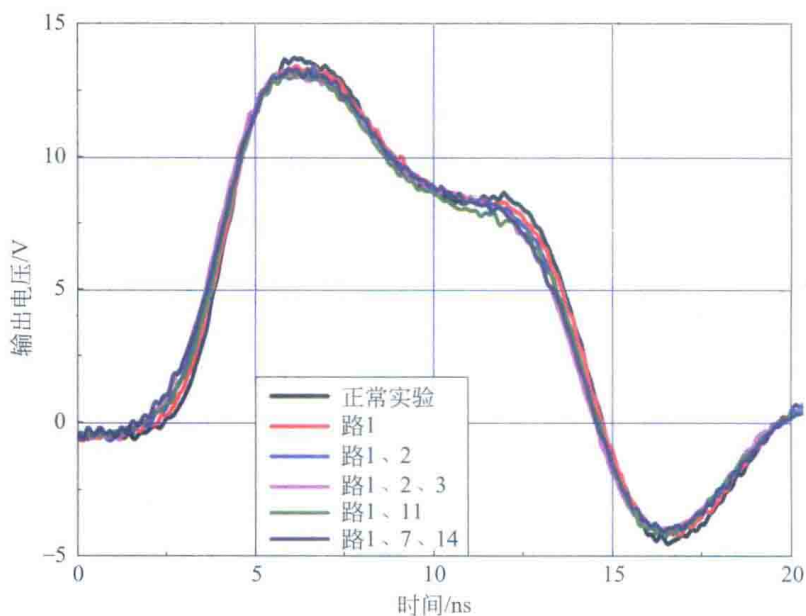


图 5.26 整体径向传输线的部分输入脉冲提前 2ns 注入情形下得到的输出电压

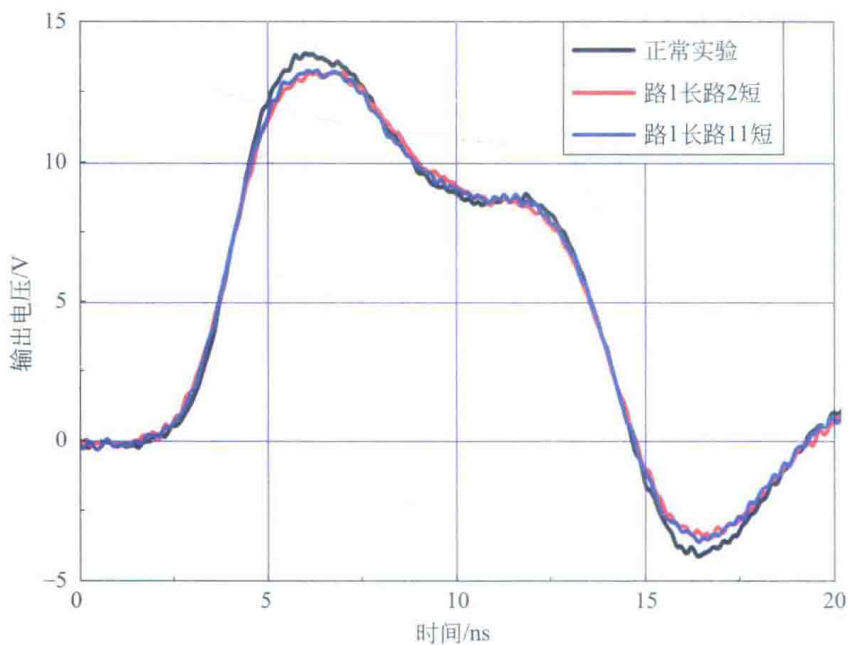
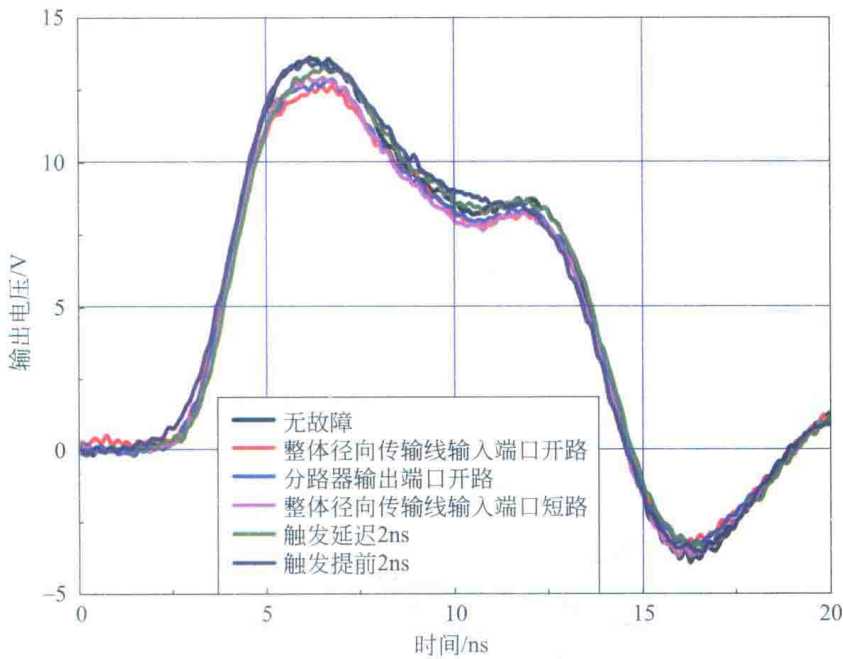
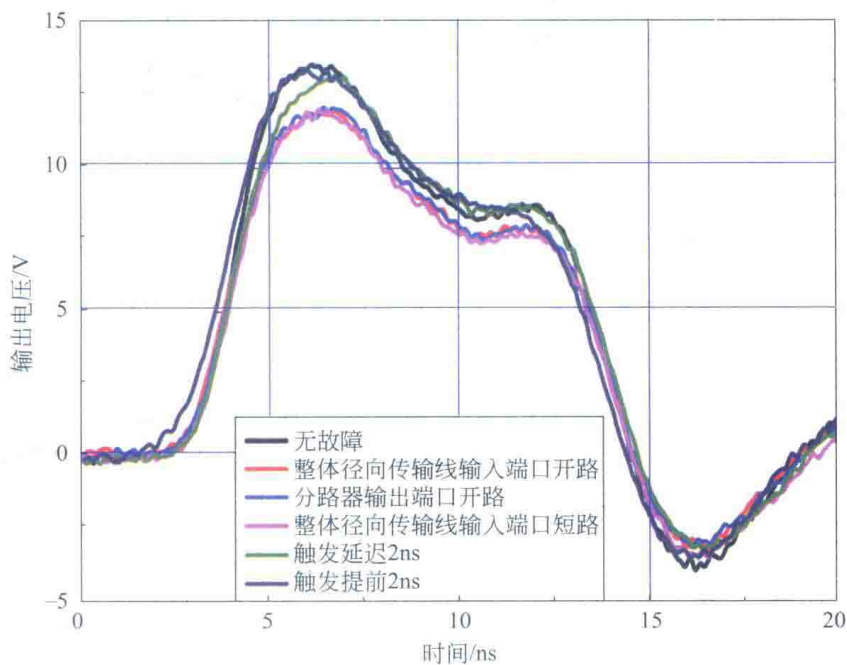


图 5.27 整体径向传输线的一路输入脉冲延迟 2ns 注入，
另一路输入脉冲提前 2ns 注入情形下得到的输出电压



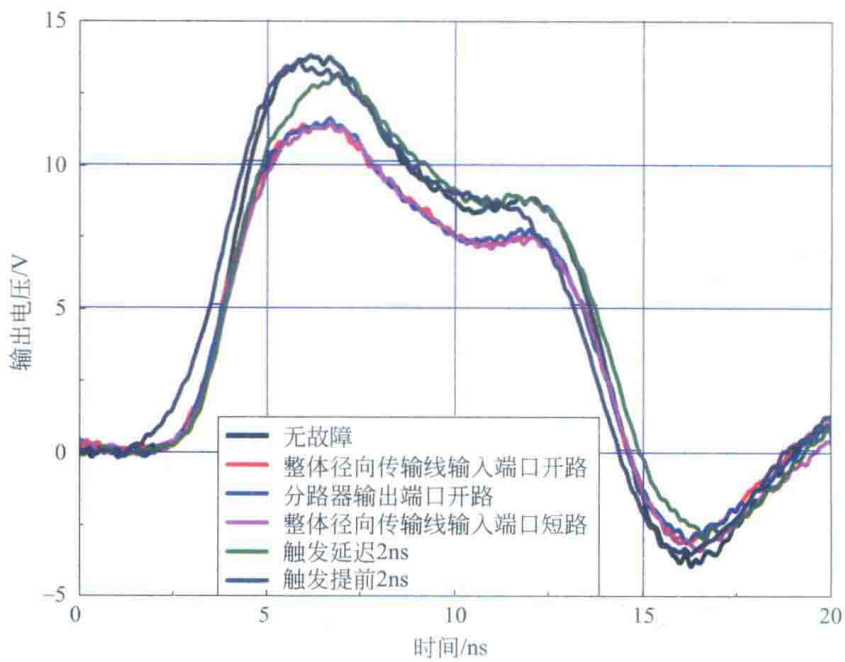
(a)



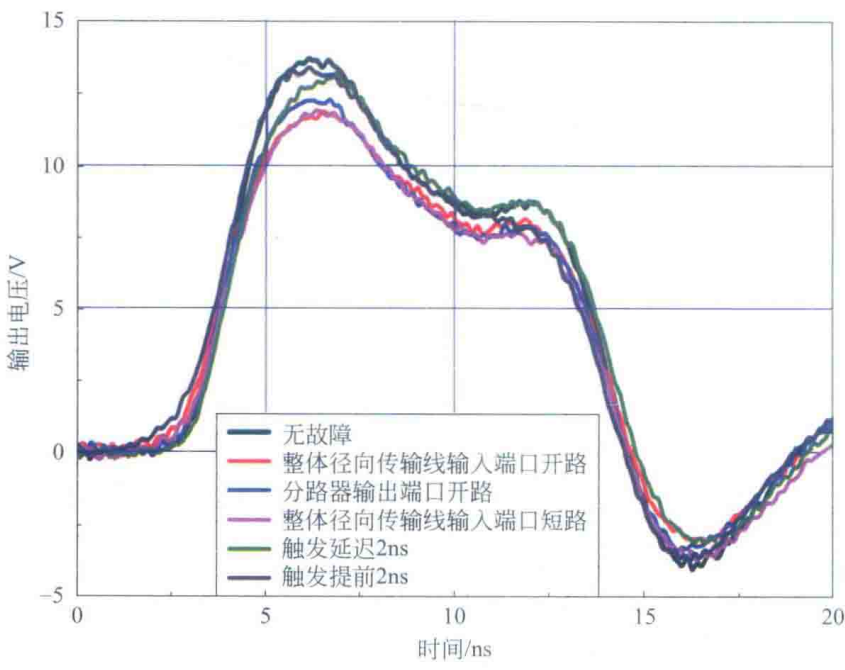
(b)

图 5.28 不同支路发生各种故障情形下的输出电压

(a) 路 1 发生故障；(b) 路 1、2 发生故障；(c) 路 1、2、3 发生故障；
 (d) 路 1、11 发生故障；(e) 路 1、7、14 发生故障



(c)



(d)

图 5.28 (续)