

文章编号:1000-159X(2003)02-0146-03

复合材料检查井盖的结构优化设计

林金保, 梁清香, 张少琴
(太原重型机械学院, 太原 030024)

摘 要:本文利用有限元分析软件 MSC. Marc 对树脂基复合材料检查井盖进行了初步的结构优化设计, 得出了较合理的井盖结构。压力实验与 Marc 计算结果相当吻合, 表明实验测定的材料参数是正确的, Marc 计算结果是可靠的, 利用 Marc 设计的井盖可应用于工程实际。

关键词:复合材料; 井盖; MSC. Marc; 实验; 结构优化
中图分类号:TB 332 **文献标识码:**A

随着我国经济的飞速发展, 我国交通、通讯等基础设施的建设又迎来了一个新周期。检查井盖在城市规划和道路建设中得到大量使用。关于检查井盖被盗造成重大人身交通事故的报道也时有所闻, 在社会上造成恶劣影响。随着新材料的不断涌现, 各类非金属井盖相继面世。树脂基复合材料井盖以其轻质高强、抗疲劳性能好、破损安全性好、成型工艺性优越、车碾噪音小、不腐蚀、耐酸碱、外表美观等优点, 并能很好解决铸铁井盖被盗的问题, 成为铸铁井盖的理想替代产品。

1 实验部分

1.1 参数获得

实验环境: 温度 $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$, 相对湿度 45 % - 55 %。
原材料: 实验中选用无碱玻璃纤维无捻粗纱布为增强材料, 并经过一定的表面处理。基体树脂为不饱和聚脂树脂。
材料配方: 促进剂 1.5%, 固化剂 1%, 增强纤维 33%。通过“单向纤维增强塑料平板试件”的拉伸实验和面内剪切实验, 得到该配方材料参数如表 1 所示。

表 1 材料参数
Tab. 1 Material parameters

弹性模量 (GPa)			泊松比			剪切模量 (GPa)			拉伸强度 (MPa)
E_L	E_T	E_N	ν_{LT}	ν_{TN}	ν_{NL}	G_{LT}	G_{TN}	G_{NL}	F_{LT}
14.4	13.6	5.8	0.149	0.3	0.1	1.78	1.69	1.46	240

脱模后进行后处理, 在 60°C - 800°C 加热 24 小时, 使之充分固化。修边后进行压力实验。加载设备所

1.2 实体模型压力实验
采用手糊成型工艺糊制 1: 1 检查井盖模型如图 1 所示。实验环境, 原材料及其配方与 2.1 节相同。室温固化 24 小时脱模。能施加的载荷在 0kN-600kN, 测力仪器误差低于 $\pm 3\%$, 加载实验装置如图 2 所示。

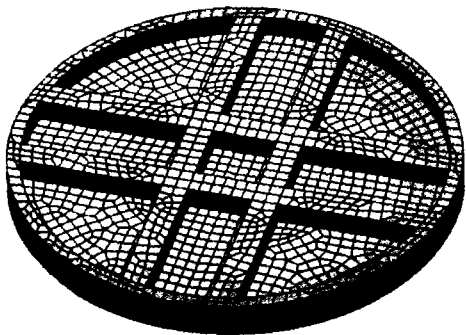


图 1 手糊井盖模型
Fig. 1 Well lid model by handcraft

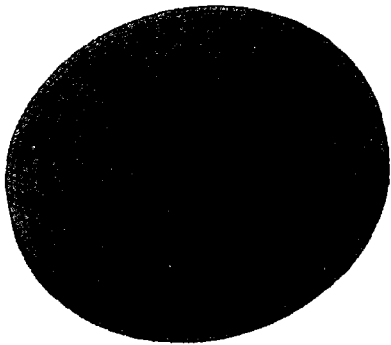


图 4 井盖结构
Fig. 4 Well lid structure

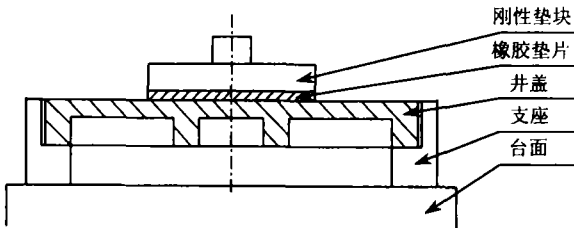


图 2 加载实验装置
Fig. 2 Device of loading experiment

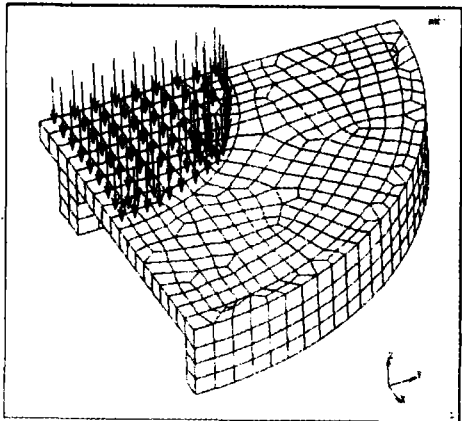


图 3 井盖有限元分析模型
Fig. 3 Well lid model of finite element analysis

2 MSC. Marc 分析与实验结果比较

2.1 Marc 分析

采用 Marc 对实验模型井盖进行有限元分析,因模型为轴对称,可取 1/4 分析。本文采用八节点六面体单元,材料参数采用 2.1 节测得的数据。Marc 分析模型如图 3 所示。

2.2 结果比较

Marc 分析与压力实验结果表明,实验模型的最大挠度发生在井盖下层中心点处。表 2 为 Marc 分析与实验值比较结果。

表 2 Marc 计算值与实验值结果比较

Tab. 2 Compovrison of calculated value by Movrs
with results experiment

项 目 \ 载 荷	5t	10t	15t	20t
实验值(单位 mm)	3.4	6.4	9.6	12.7
Marc 计算值(单位 mm)	3.10	6.12	9.25	12.27
相对误差	11.4%	4.6%	3.6%	3.4%

2.3 结果分析

由表 2 知,Marc 分析与实验结果相当吻合,表明 2.1 节测得的材料参数是正确的,Marc 分析方法是可靠的,这为检查井盖的结构优化设计奠定了基础。

3 检查井盖的结构优化设计

参考“再生树脂复合材料检查井盖”行业标准,利用 MSC. Marc 有限元分析软件进行结构设计。通过初步设计及大量模型的计算分析、比较得到如图 4 所示的结构形式。在外载为 100kN 的作用力下,其挠度分布云图如图 5 所示,等效应力分布云图如图 6 所示。

由图 5、图 6 知,采用图 4 结构,有效降低了最大挠度和等效应力,节省材料,美观大方,目前这种方案已投入生产。

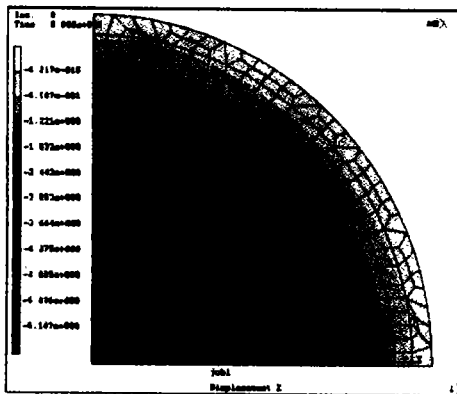


图5 挠度分布云图 单位(mm)
Fig.5 Deflection distribution plot

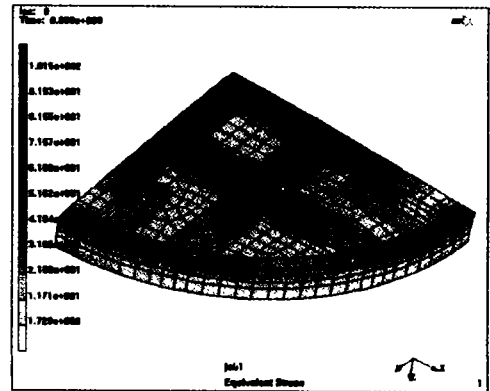


图6 等效应力分布云图 单位(MPa)
Fig.6 Equivalent stress distribution

参考文献:

- [1] 沃丁柱. 复合材料大全[M]. 北京:化工工业出版社,2000;810-813.
- [2] 黄家康,岳红军,董永祺. 复合材料成型工艺[M]. 北京:化工工业出版社,2000;337-375.
- [3] 陈红火. Marc 有限元实例分析教程[M]. 北京:机械工业出版社,2002;144-155.

Optimum Design of Inspection Well Lid with Composite Materials

LIN Jin-bao, LIANG Qing-xiang, ZHANG Shao-qin

(Taiyuan Heavy Machinery Institute, Taiyuan 030024, China)

Abstract: Design is made to resin matrix composite materials inspection well lid by finite element software MSC Marc. A better well lid structure is therefore got. The good accordance of pressure experiments and Marc computational results show that parameters got from experiments are correct and the well lid can be used in practice.

Key words: composite materials ; well lid MSC Marc ; experiment ; configuration optimization