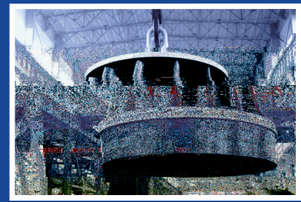
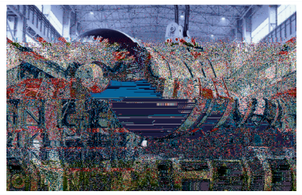
DONGFANG ELECTRIC REVIEW





東方電氣評論

2
2025
39 2 156
1987

東方電氣評論

□ □

□ □ □ □ □

□□□□: □□□

□□□□□: □□ □□

□□: □□□ □□□ □ □ □ □ □□□
□ □ □□□ □ □ □□□ □□□
□□□ □ □ □□□ □ □ □□□
□□□ □ □ □□□ □□□ □□□
□ □ □□□ □□□ □ □ □□□
□□□ □ □ □□□ □□□ □□□
□□□ □□□ □□□ □ □ □□□

□□□: □□

□□: □□□□□□□□□□□□□□

□□: □□□□□□□□□□□□□□·□□□□□□□□□□

□□: □□□□

□□□: □□ □□

□□□□□□□: □□

□□□□: □□

□□□□: 《□□□□□□□》□□□

□□: □□□□□□□□□□□□□□ 18 □

□□: 611731

□□: 028-87898263

□□□□: dfdqpl@dongfang.com

□□□□: http://dfdqpl.xml-journal.net/

□□□□: □□□□□□□□□□□□□□□

□□□□: □□□□□□□□□□

□□□□: □□□□□□□□□□□□□□□□ 782 □□

[□□□□□□]CN51-1333/TM*1987*q*A4*88*zh*p*¥8.00*750*17*2025-02

1 2* 1

1. , 611731; 2. ( ) , 350108

: 、 、 。
, ,
、 。

: ; ; ; ;
:TM911.4 :A :1001-9006(2025)02-0001-07

Review on Modeling Methods for Proton Exchange Membrane Fuel Cell

1 2* 1

(1. DEC Academy of Science and Technology Co., Ltd., 611731, Chengdu, China;
2. Dongfang Electric (Fujian) Innovation Institute Co., Ltd., 350108, Fuzhou, China)

Abstract: The efficient and accurate prediction with fuel cell modeling technology is critical to its commercialization for transportation and power station applications. In this paper, the reaction mechanism and modeling methods of proton exchange membrane fuel cells are reviewed. The multidimensional mechanism modeling methods and various data-driven based methods are summarized. The potential applications of modeling methods on fuel cell performance optimization, lifetime prediction and fault diagnosis are also prospective.

Key words: proton exchange membrane fuel cell; multi-dimensional mechanism modeling; data-driven modeling; performance optimization; lifetime prediction

(Proton Exchange ;
Membrane Fuel Cell, PEMFC) , 、
, 、 、 ; ,
, 、 、 、 、
、 。 。[4-5] , 、 PEMFC ,
, 、 ,
。[1-3] ,
、 、 , 。[6-8]
, , PEMFC ,
、 。 ,
, 、 、 。

:2024-12-12

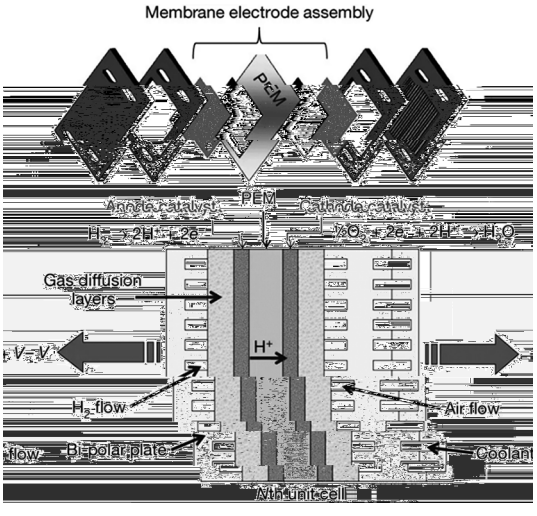
: (1988—), ,2012 , , 。
, 。
(1973—), ,1996 , , 。 ( )
。 :huxy@dongfang.com。

，　　、　。
，
，　　，
、　。

1

1.1

PEMFC　　，
，
300　。　，
，
。　，
（　1）。　，
、
。　（H_2）
，　　，
，　。
，
，　　、
，　　、
。
，
[9]
，　。



1

1.2

：
，　　：
$$_2 \rightarrow 2\ ^{+}+2\ ^{-} \quad (1)$$
：
$$\frac{1}{2}\ _2+2\ ^{+}+2\ ^{-} \rightarrow\ _2 \quad (2)$$
、　：
$$_2+\frac{1}{2}\ _2 \rightarrow\ _2\ +\ \ + \quad (3)$$
，
。
。　，
，　：
$$=\frac{\Delta}{} \quad (4)$$
，Δ
，
，　，
。
（　），
：
$$\Delta\ =\Delta\ +\ \Delta \quad (5)$$
，Δ
。　，
，
100 %。
，
：
$$_{max}=\frac{\Delta}{\Delta} \quad (6)$$
PEMFC　　（　2），
（~1 V）　　（~1.2 V），
。　，
，
，
。　，
，　，　，

。

，

，

，

。[10]

，

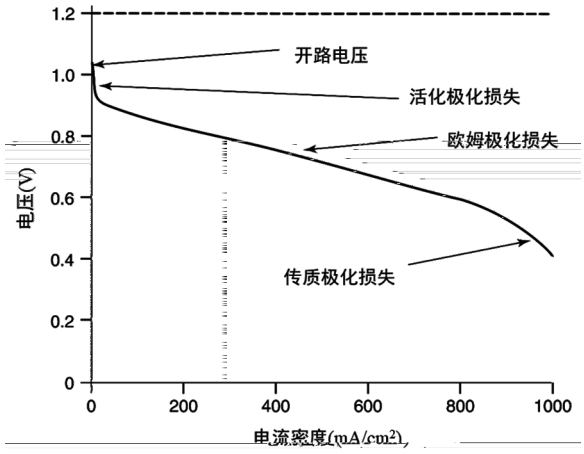
PEMFC

cell：

$$_{cell} = _{OCV} - _{act} - _{ohm} - _{trans} \quad (7)$$

，，

。[11]



2 PEMFC [11]

2

，PEMFC

，、、

，PEMFC

。[12]

，PEMFC

、；

，

、、、、

。[13]

，，

。

，

0D、1D、2D 3D 。0D ，

（、、、、、）

，

。1D

，

，

。2D

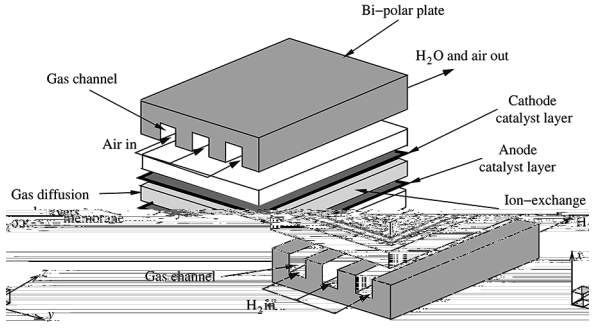
，

，

。3D

，

。



3 PEMFC [13]

ANSYS Fluent、COMSOL、STAR-CCM ，

。[14]，

PEMFC ，

，

。，

，、

、、、

，

。

，Rahman [15]

PEMFC ，、

、、

，、，

（4）。Jiang [16]

，，

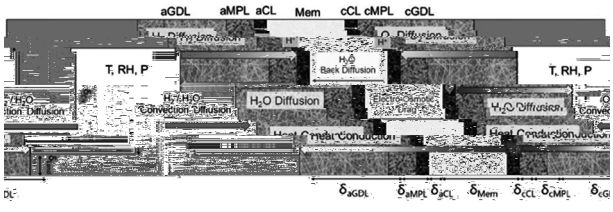
、，

，

。

，

。



4 PEMFC

[15]

PEMFC

[17- 18]

,

、 、

、 。

, ,

。

PEMFC , Yin [19-20]

PEMFC (5),

, 、 、

。Shimpalee [21] ,

300 cm² PEMFC

,

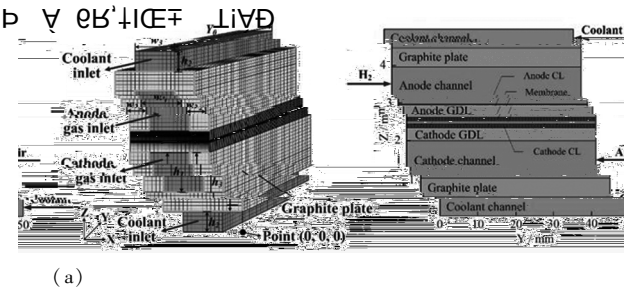
。Zhang

[22]

PEMFC , 109.93 cm²,

,

、 、 。



(a)

，

。 ，ANN

，

。Zou [27]

（ANN）

（GA） ， PEMFC

，

，

。Tian [28]

、

，

。Su [29]

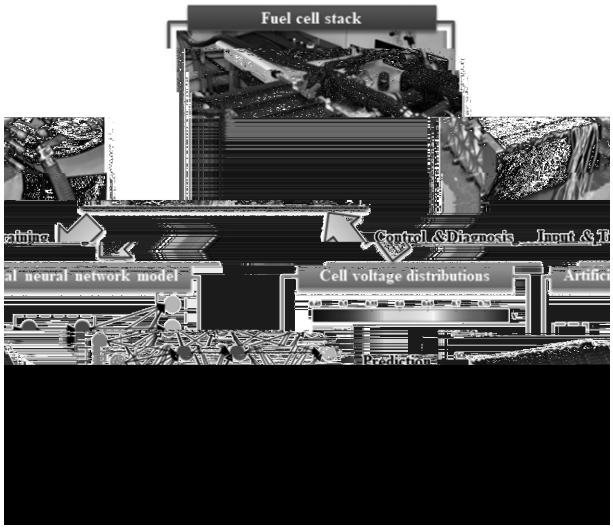
，

，

60 kW 140 ，

2 mV，

（ 7）。



7

[29]

3.2

。

，

、 ，

。Li [30]

，

，

，

，

。Liu [31]

（Long Short Term Memory，LSTM） PEMFC

。 ， LSTM

，

，Ma [32]

（G-LSTM） ， LSTM

LSTM ， ，

，

。Zhai [33]

，

- （Advantage

Ac

、 , , 。

(9)。

Wang [36]

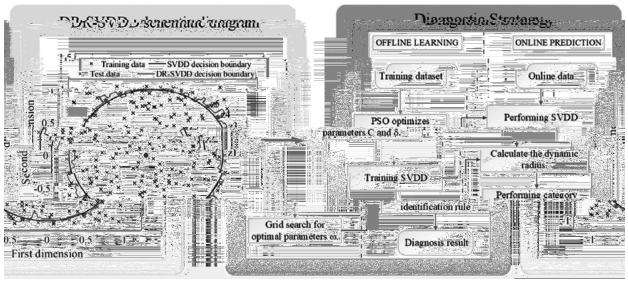
,

,

, ,

、 , 、

98.5 %。



9

[35]

4

, 、

。

、 、

,

。

:

(1)

,

, 、

, ,

,

。

(2)

, ,

,

,

。

(3) 、 、

,

,

。

:

[1] Wang Y, Seo B, Wang B, et al. Fundamentals, materials, and machine learning of polymer electrolyte membrane fuel cell technology [J]. Energy and AI, 2020, 1: 100014

[2] , , . [J]. , 2021, 45(12): 1660-1664

[3] Pourrahmani H, Yavarinasab A, Siavashi M, et al. Progress in the proton exchange membrane fuel cells (PEMFCs) water/thermal management: From theory to the current challenges and real-time fault diagnosis methods [J]. Energy Reviews, 2022, 1(1): 100002

[4] Zhao J, Li X, Shum C, et al. A review of physics-based and data-driven models for real-time control of polymer electrolyte membrane fuel cells [J]. Energy and AI, 2021, 6: 100114

[5] Ding R, Zhang S, Chen Y, et al. Application of machine learning in optimizing proton exchange membrane fuel cells: a review [J]. Energy and AI, 2022, 9: 100170

[6] , , . [J]. ( ), 2022, 52(9): 2107-2118

[7] George S, Sehgal N, Rana K, et al. A comprehensive review on modelling and maximum power point tracking of PEMFC [J]. Cleaner Energy Systems, 2022, 3: 100031

[8] Cai F, Cai S, Tu Z. Proton exchange membrane fuel cell (PEMFC) operation in high current density (HCD): Problem, progress and perspective [J]. Energy Conversion and Management, 2024, 307: 118348

[9] Wu D, Peng C, Yin C, et al. Review of system integration and control of proton exchange membrane fuel cells [J]. Electrochemical Energy Reviews, 2020, 3: 466-505

[10] Jiao K, Li X. Water transport in polymer electrolyte membrane fuel cells [J]. Progress in energy and combustion Science, 2011, 37(3): 221-291

[11] Priya K, Sathishkumar K, Rajasekar N. A comprehensive review on parameter estimation techniques for Proton Exchange Membrane fuel cell modelling [J]. Renewable and Susta

membrane fuel cells [J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews,2019,113:109283

[15] Rahman M A, Mojica F, Sarker M, et al. Development of 1-D multiphysics PEMFC model with dry limiting current experimental validation [J]. Electrochimica Acta,2019,320:134601

[16] Jiang Y, Yang Z, Jiao K, et al. Sensitivity analysis of uncertain parameters based on an improved proton exchange membrane fuel cell analytical model [J]. Energy conversion and management, 2018,164:639-654

[17] Xing L, Liu X, Alaje T, et al. A two-phase flow and non-isothermal agglomerate model for a proton exchange membrane (PEM) fuel cell [J]. Energy,2014,73:618-634

[18] Xing L, Das PK, Song X, et al. Numerical analysis of the optimum membrane/ionomer water content of PEMFCs: The interaction of Nafion® ionomer content and cathode relative humidity [J]. Applied Energy,2015,138:242-257

[19] Yin C, Gao J, Wen X, et al. In situ investigation of proton exchange membrane fuel cell performance with novel segmented cell design and a two-phase flow model "

TOPCon

*

, 611731

:TOPCon 。 TOPCon , ,
。TOPCon 。
, , 。 ,
, ,
, , 。
。 , ,
; , , ,
。

: ; ; ; TOPCon
:TM914 :A :1001-9006(2025)02-0008-04

The Preparation of Monodisperse Silver Powder Used on the Front Side of TOPCon Solar Cell

*

(DEC Academy of Science and Technology Co., Ltd., 611731, Chengdu, China)

Abstract: TOPCon solar cells have become the dominant technology of photovoltaic cells because of their high cell efficiency. As the electrode of TOPCon solar cells, silver powder on the front side directly affects the efficiency, so it is the key basic material of the cell. The front side of TOPCon cells requires submicron-sized and monodisperse silver powder with high consistency. Traditionally, monodisperse silver powder has been prepared in two steps: firstly, the silver crystal seed has been prepared, then submicron-sized silver powder has been reduced, but the stability of seed batch production is difficult to guarantee. In this paper, using the template method as a reference, a commercially stable emulsion product is used as crystal seed to replace silver crystal seed produced by a complicated preparation process. At the same time, using emulsion as a template, submicron-sized silver powder is reduced and grown at the interface of emulsion and solution to improve the batch stability of submicron-sized silver powder products and simplify the step-by-step reduction process. In this paper, the feasibility of preparing monodisperse silver powder by using emulsion product as crystal seed and the effect of emulsion product as crystal seed on submicron-sized silver powder were investigated. The results show that the commercial emulsion can be used as crystal seed to prepare highly dispersed and submicron-sized spherical silver powder. As the emulsion product playing a similar role to silver crystal seed, the particle size of silver powder decreasing with the increase of emulsion content shows that the submicron-sized particle size of silver powder can be adjusted by

:2024-09-19
:N (TOPCon/HJT) ; :2F-SC0022094。
: (1983—), ,2010 , , 。
, 。
(1983—), ,2011 , , 。
, 。 :3007734@dongfang.com。

adjusting the emulsion content.

Key words: silver powder; monodiperse; emulsion; TOPCon

“ ”、“ ” ,

, ,

。 。

, ,P PERC

24.5 %, TOPCon、HJT

28.7 %、27.5 %[1],

PERC , 。

TOPCon LECO( )

, 0.3~0.5 %, 26.7 %,

HJT , 70 %,

。

, ,TOPCon

。 , 、

。

[2-3]、 [4]、 [5]

。 ,

。

, ,

。 ,

, ,

, 、 。

、

, 、 1.5 μm 。[6]

,

1.8 μm 。[7]

,

0.8 μm 。[8]

, ,

。

[9-10], ,

, ,

,

, 、

, 。

1

1.1

: (1#、2#、3#)、

$AgNO_3$、 、 、 、

, (, 1.0 μs/cm)

: 、 、 、 、

、 、300

1.2

,

(“ PVP”) 。

,

(“Vc”)

, 35 ℃,

pH 。 1 L/min

Vc PVP

, 300 r/min

。

3 , 70 ℃ 6 h 。

, 300

,

。

、

, 、

,

。

1.3

Tescan Vega

。 。 2000

。

HY-100 。

2

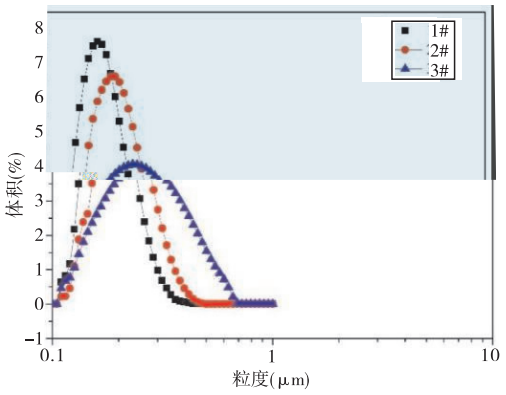
2.1

3 , 60 %, 1#、2#、3#。3

1 1 :

1 3 μm

	D10	D50	D90	D95
1#	0.132	0.178	0.248	0.273
2#	0.147	0.203	0.291	0.321
3#	0.147	0.253	0.446	0.507

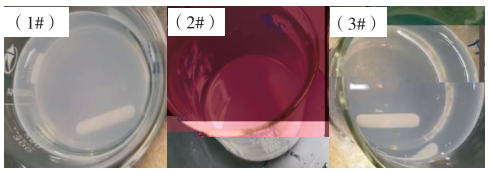


1 3

1、 1 ,1#、2#、3# , 。

3

2 :



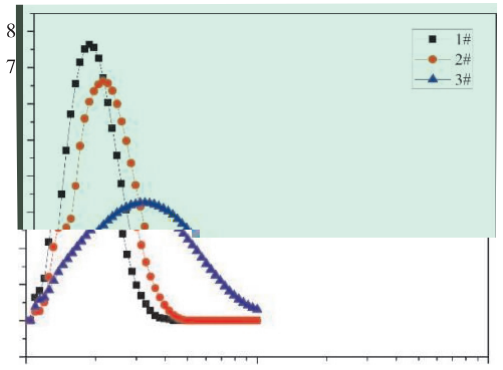
2 1#、2#、3#

2 ,3 , ; , 1、3 ,3 。 ,3 , , , 。

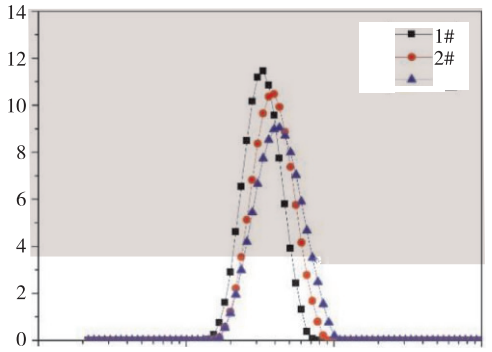
2.2

1#、2#、3# , , PVP 。

Vc , 4 。



3 3



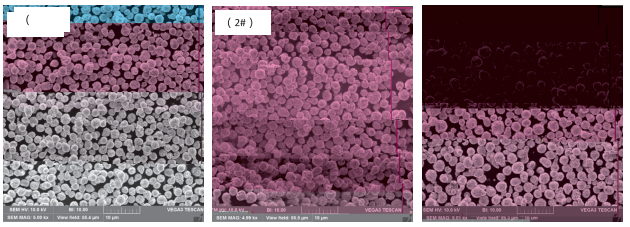
4 3

2 3 μm

	D10	D50	D90	D95
1#	2.168	3.134	4.532	4.986
2#	2.465	3.679	5.505	6.107
3#	2.533	4.007	6.37	7.143

2、 4 ,1#、2#、3# , , , 。

3 5 :

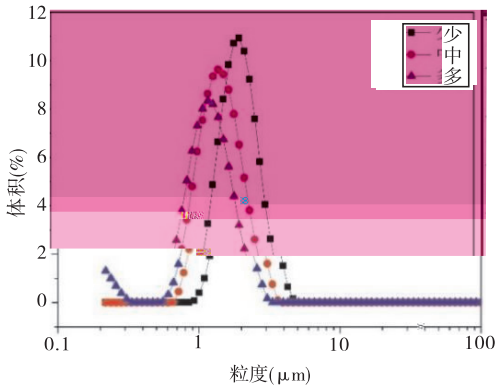


5 (1#)、(2#)、(3#)

5 ,3
, 1#
,
,
,
。 1#
,
。

2.3

1# , PVP ,
, Vc
,
6 3 :

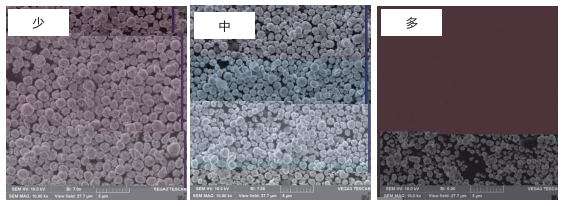


6
3 μm

1#	D10	D50	D90	D95
	1.385	2.039	3.001	3.319
	0.975	1.498	2.316	2.58
	0.18	1.18	1.902	2.14

6、 3, 1#
, D50 2.039 μm
1.18 μm, D10 ,
, ,
,
,
TOPCon 。
1#
7 , , ,
, , TOPCon
。
、
, ,
。

Ag^+
(Ag^+
[10]),
, Vc
, 7(2#)
。 。



7 1# , ẋ ŗ ÿ

, 618000

: , , 。
, , ,
。

: ; ; ; ;
0 :TM623 :A :1001-9006(2025)02

:2024-08-22

: (1989—), ,2012 , , 。 ,
。

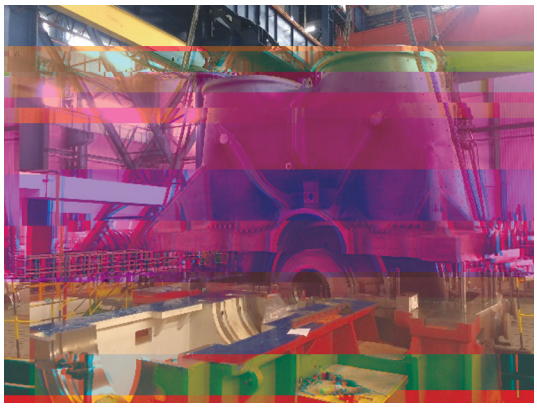
(10 270 mm× 6 440 mm× 7 315 mm),
383 ,
。
, ,
。

2

2. 1

,
、
(2 H), 3
。

2



3

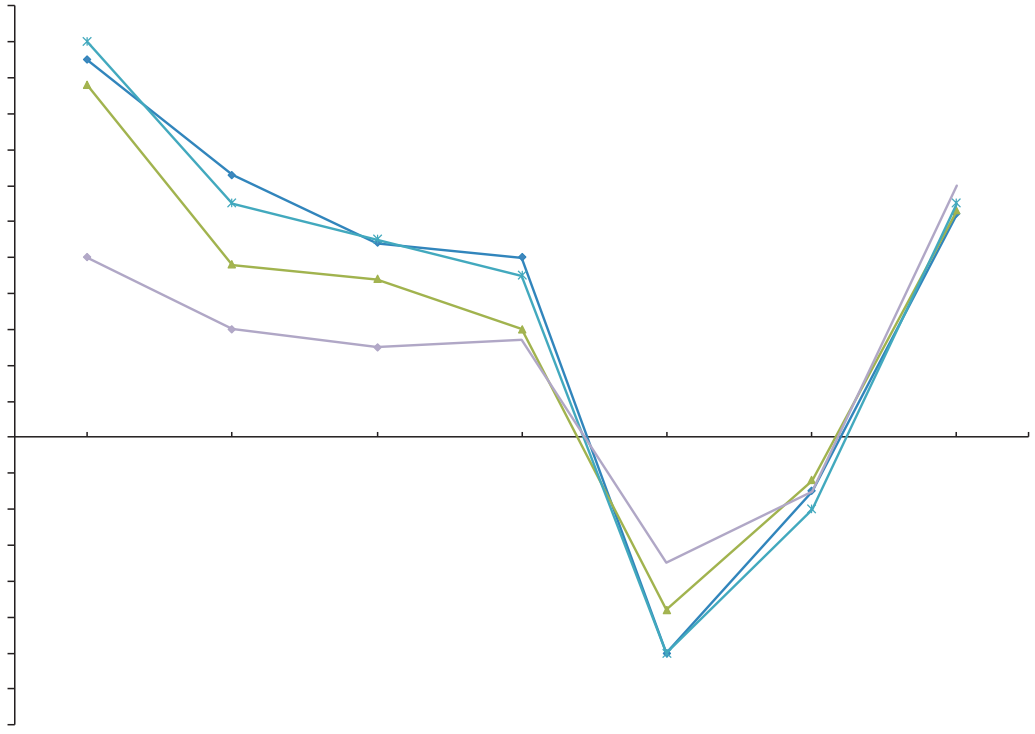
2. 2

,
。
1。 1,
4 。

1

mm

		A1	A2	A3	D1
1	H6	1. 05	0. 98	1. 1	0. 5
2	H5	0. 73	0. 48	0. 65	0. 3
3	H3	0. 54	0. 44	0. 55	0. 25
4	H1	0. 5	0. 3	0. 45	0. 27
5	H0	−0. 6	−0. 48	−0. 6	−0. 35
6	H7	−0. 15	−0. 12	−0. 2	0. 15
7	H9	0. 62	0. 63	0. 65	0. 7



4

1 4 , 2 : 。

(1) ,

, H0 、 、

。 4 ,

(2) D1 H0 , 、 、

。 ,

: D1 5~8 , U1 , U2

。 。 ,

3 ,

5、 6 7 。

,

5

6

7

8

3. 1 ，

， 1 D1 ，

、 。 ， 2 9。

2 mm

		1：	2：	3：	4：	5：
1	H6	0. 776	0. 32	1. 267	−0. 001	0. 475
2	H5	0. 486	0. 29	0. 703	−0. 008	0. 275
3	H3	0. 446	0. 225	0. 633	−0. 023	0. 225
4	H1	0. 405	0. 185	0. 558	−0. 008	0. 25
5	H0	−0. 405	−0. 15	−0. 562	0. 019	−0. 285
6	H7	−0. 179	0	−0. 193	−0. 002	0. 15
7	H9	0. 529	0. 15	0. 989	−0. 004	0. 7

9

2 9 , 2 : , 1、3
(1) 4, 2、5, 、 ,
。 , 。
, 2、5 1、3 , :
: , ,
, 。
, 3.2
, , ,
, 、 , , 、
。
(2) 4 : , 3 10。

3 mm

		1:	2:	3:	4:
1	H6	0.119	0	0.525	—
2	H5	0.18	0.045	0.833	0.8
3	H3	0.262	0	1.19	1.075
4	H1	0.355	0.025	1.526	1.35
5	H0	0.402	0.025	1.674	1.45
6	H7	0.405	0.055	1.55	1.5
7	H9	0.236	0.05	0.849	—

10

3 10 :

，

。

4

，

、 ，

，

。

，

。

:

[1] , , .
[J]. ,2022(4):36-41

[2] . :
[M]. : ,1999

[3] . [J].
,2014(1):1-6+12

[4] , . [J].
,2014(2):5-10

，

！

, 618000

: , , , 。 , 、 、 , , 。

: ; ; ;
:TM623 :A :1001-9006(2025)02-0018-04

Design Optimization of High Pressure Outer Cylinder of the GEN-Ⅳ Nuclear Power Ultra-high Pressure Steam Turbine

(Dongfang Turbine, Co., Ltd., 618000, Deyang, Sichuan, China)

Abstract: With the progress and development of nuclear power technology, the GEN-Ⅳ nuclear power plant has gradually begun to be commercialized, and its main steam parameters can reach the level of conventional thermal power ultra-high pressure steam turbines, but the characteristics of the high-pressure outer cylinder are very different from those of thermal power units and PWR nuclear power u

:2024-08-14
: (1984—), ,2005 , , , ,
。

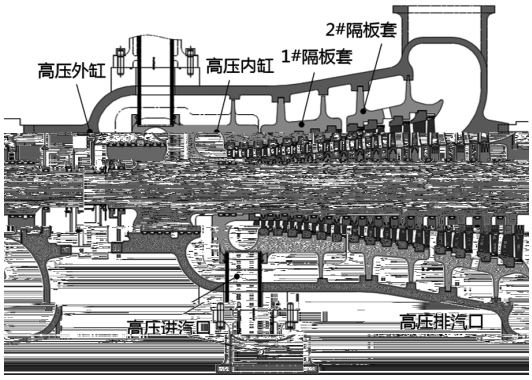
、 。 ;

， ， ， ；

。 。

1。 ： （VWO）

。 ，



1

，

、 。

， ，

， 、 、

。 ，

， ，

，

，

， ，

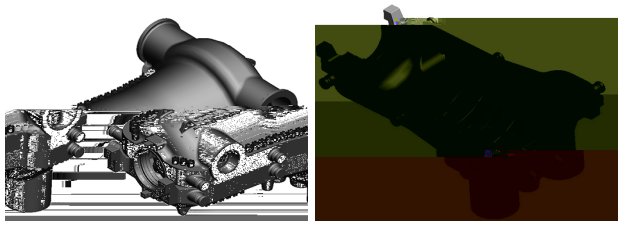
[4]。

，

、 ，

， ， 2 ，

。



2

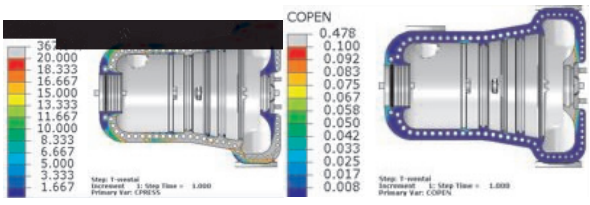
2

2. 1

：

，

(3) : ,
20 MPa(5),
,
, ,
, ,
,
。



: : MPa, : mm
5

3

3.1

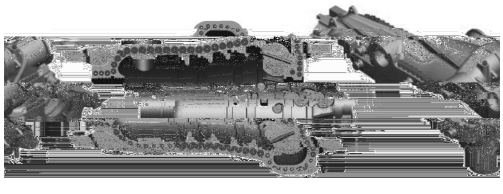
,
[6],
:

3.1.1

(1) ,
, ;
, 。
(2) ,
,
。

3.1.2

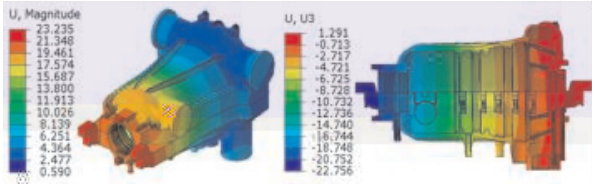
(1) ,
。
(2) ,
,
, 。
6
。



6

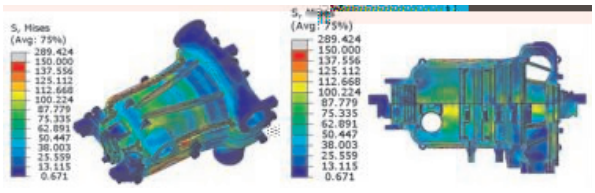
3.2

(1) : ,
(7),
,
, 。



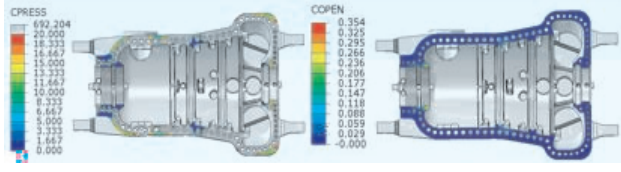
7 (mm)

(2) :
, 100 MPa ,
185 MPa,
245 MPa(8), ,
、 。



8 (MPa)

(3) : ,
, 20 MPa
, ,
,
。
, ,
, 1#
(9),
。

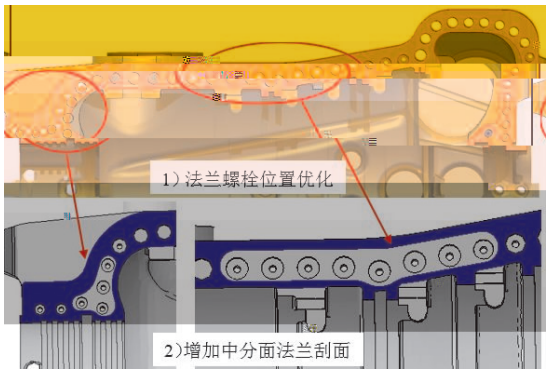


: : MPa, : mm
9

3.3

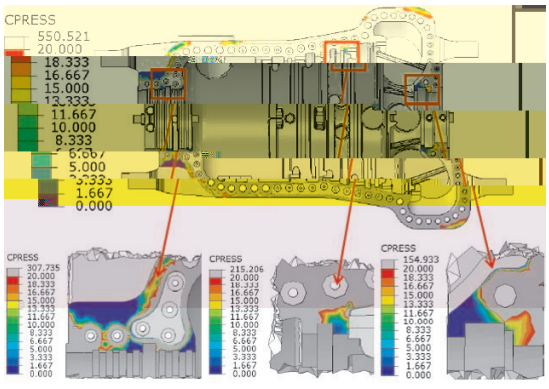
1#
,
, , [7],

10 , ,
。



10

,
, 11 。 ,
,
, 。
,
, ,
0.01 mm ,
。



11 (MPa)

4

、
、 ,
,
,
,
。
,
,
,
。

:
[1] , . [J]. ,2013, 27(3):36-43
[2] . , : [M]. : ,1999
[3] , , .300 MW [J]. ,2007(2):27-32
[4] , , , . [J]. ,2023(3):10-15
[5] , , , .1 000 MW [J]. ,2016,31(10):32-37+124
[6] , , , . [J]. ,2020(2):15-18
[7] , , , . [J]. ,2020(2):75-78

,
!

1 ,2 1

1. , 618000; 2. , 610000

: , , ,
, 。
, , 。
, , 。
: ; ; ;
:TP273;TM614 :A :1001-9006(2025)02-0022-06

Daming Control of Flexible Tower Side-side for Wind Turbine

1 2 1

(1. Dongfang Electric Wind Power Co., Ltd., 618000, Deyang, Sichuan, China;
2. Sichuan University, 610000, Chengdu, China)

Abstract: Taking the flexible tower of a large wind turbine as the research object, first analyze the tower structure dynamics and aerodynamic model, and combine the system dynamics model to study the feasibility of torque control on the right and left vibration damping control of the tower, through linearization the controllability rank criterion of the model is proved. Based on the measured values of the left and right accelerations of the tower top, the left and right vibration speeds of the tower top are obtained through the integration link to design a tower left and right damping controller. Finally, simulation and field tests verify the effectiveness of the algorithm, which can reduce the vibration value of the tower on the left and right, which is of great significance to ensure the safe operation of the wind turbine.
Key words: wind turbine; flexible tower; tower side-side vibration; damp controller

, , ,
。
, 、

,
,
, ,
, , ,
,

:2024-07-16
: ; :2022YFB4201303。
: (1985—), , , 。 ,
。

，

，　　。［9］

、　　，

，　　。

［10］　　，

，　　。

，

，

。

1

1.1

，

，　　：

+　+　=　　（1）

，　　，

，　1　，　　。

×1　，　×　，　×

，　×　，

，　×1　。　，

：

（　，）=　（　）（），　=1…　　（2）

，（）　×1　，（）

，（）　×

，　（1）　：

（）（）+　（）（）+　（）（）=

（3）

。

$_A - _G =$　　（4）

，A　　，G

，　　，　　。

1.2

，

：

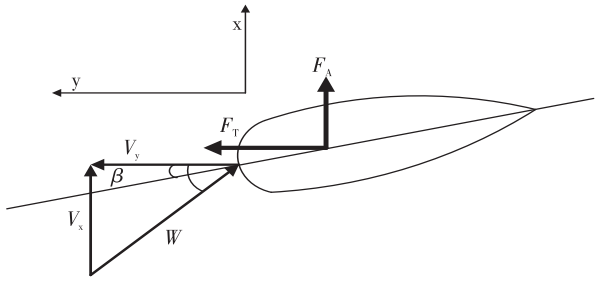
$_A = (_x, _y,)$　　（5）

$_T = (_x, _y,)$　　（6）

，A　　，T　　，

x　　，y　　，

。



1

$_x = _\infty(1-) + _x$　　（7）

$_y = (1+) + _y$　　（8）

，∞　　，

，　　，　　，x

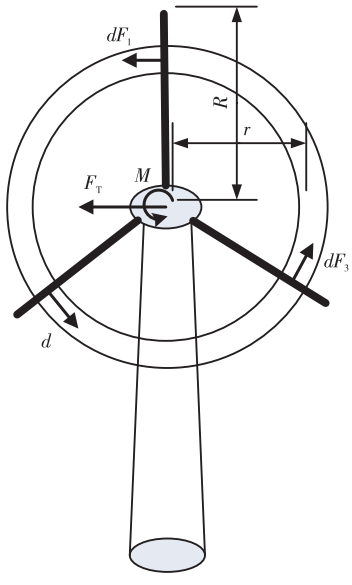
，y

。

（BEM）[11]，

：

$_A = _T \times$　　（9）



2

，

A、T、A。

$_A = \int_1^2 _A$　　（10）

$_T = \int_1^2 \cos _T$　　（11）

$_A = \int_1^2 _A$　　（12）

，　　。

1.3

，　　，

$$=\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ -\frac{p}{p} & \frac{n\frac{\partial}{\partial}-p}{p} & \frac{n\frac{\partial}{\partial}}{p} \\ 0 & \frac{\partial}{\partial} & \frac{\partial}{\partial} \end{bmatrix},$$

$$=\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ \frac{n\frac{\partial}{\partial\ \infty}}{p} & \frac{n\frac{\partial}{\partial}}{p} & 0 \\ \frac{\partial}{\partial\ \infty} & \frac{\partial}{\partial} & -\frac{1}{} \end{bmatrix}。$$

2.2

，

$=$ （32）

，$=\lceil 0 \quad 1 \quad 0 \rceil$。

，$_G$ （ ）

，，

，

$\mathrm{rank}\lceil \quad ^2 \rceil = 3$ （33）

，$=\left[0 \quad 0 \quad -\frac{1}{}\right]$，

$_G$ 。

3 。

3

，

，

，，

，，

，

（34） 。

$$(\ )=—\times\frac{\frac{^2}{2}+\frac{2}{2}\frac{_1}{_1}+1}{\frac{^2}{2}+\frac{2}{2}\frac{_2}{_2}+1}\times\frac{1}{\frac{^2}{3}+\frac{2}{3}\frac{_3}{_3}+1} \quad (34)$$

：，$_3$ $_3$

，$_1$、$_2$、$_1$ $_2$

，1 ：

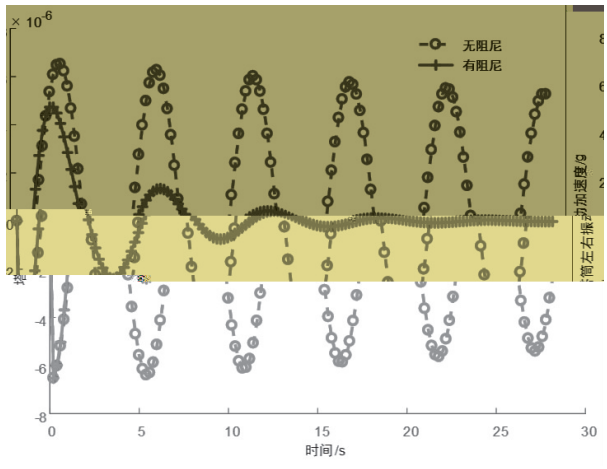
1

		Nm/（m/s）	57 245
1	$_1$	rad/s	7.5
1	$_1$	–	0.1
2	$_2$	rad/s	4.6
2	$_2$	–	0.5
	$_3$	rad/s	6.5
	$_3$	–	1

，Simulink

4 ，，

。



4

2.3

Bladed [12]，

，

。 2 。

2

（m）	127
（m）	120
（Hz）	0.18
（r/min）	13.3
（kW）	2 000

0.177 Hz，

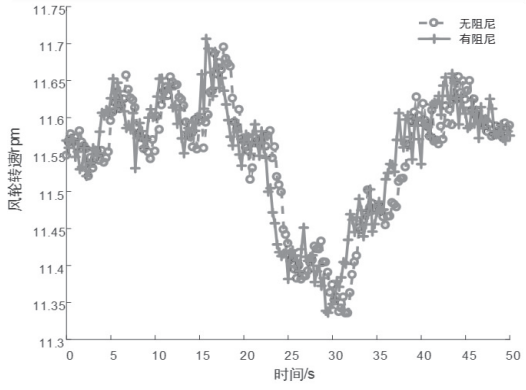
，3

，11.55 r/min

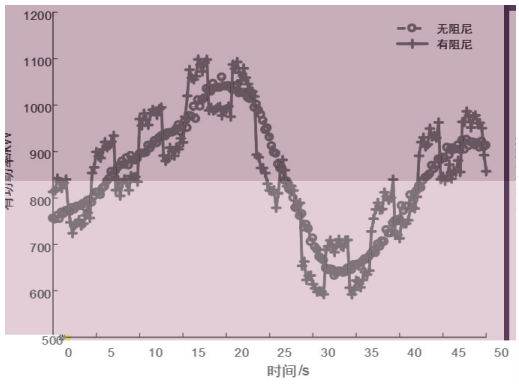
，，

。1P 0.192 Hz，

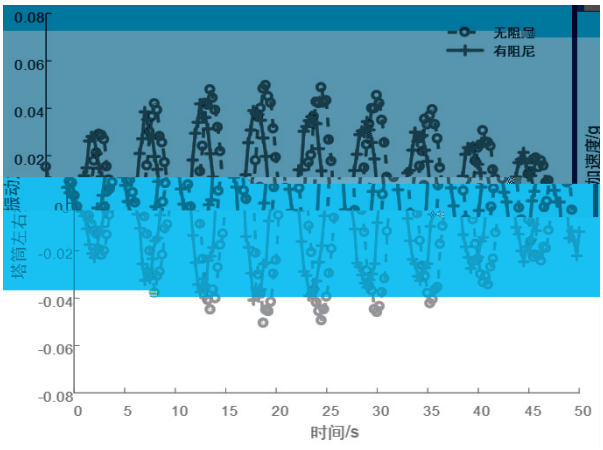
7 %。



5



6



7

5～7

，，

20 s～40 s ，，

11.35 r/min，1P

5 %，，

。

3

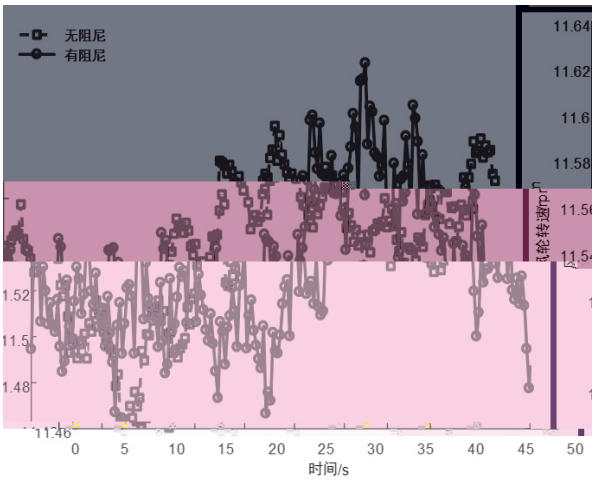
，

，

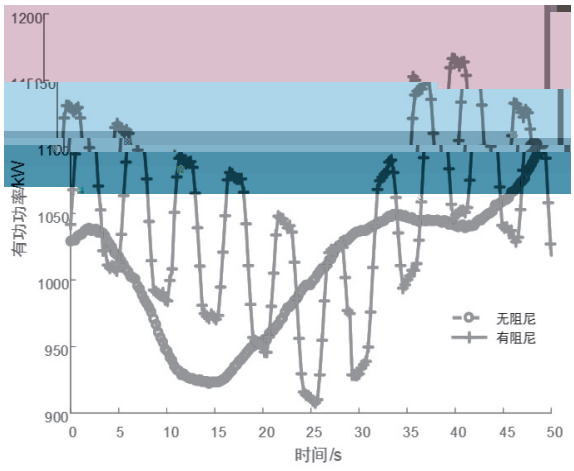
，。

8～10 ，

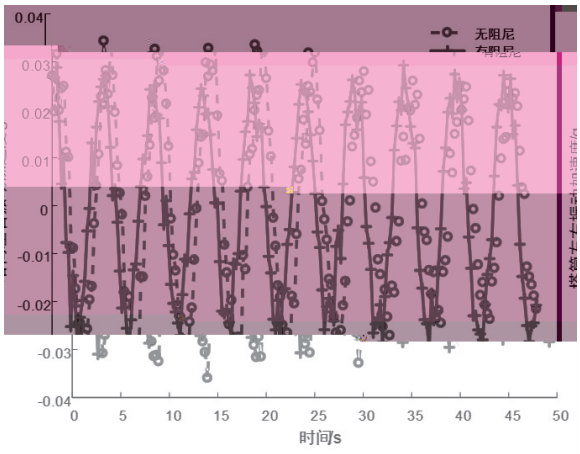
。



8



9



10

, 3、 4:

3

(g)	0.049	0.042	16.67 %
(g)	0.034	0.029	17.24 %

4

(g)	0.036	0.029	24.14 %
(g)	0.023	0.020	15.00 %

3、 4 ,

, ○

,

○

4

○

,

○

,

,

-

○

, ,

,

○

:

[1] , , , . [J]. ,2016,36(1):75-83

[2] , , , . [J]. ,2020,42(S2):248-253

[3] , , , . TMD [J]. ,2020,41(10): 276-284

[4] , , , . [J]. ,2022(19):81-83+88

[5] . [D]. ,2017

[6] , , . [J]. ,2023,44(10): 296-304

[7] , . [J]. , 2014,31(3):325-329

[8] , , , . [J]. ,2015,36(1):54-60

[9] , , , . LESO [J]. ,2018,38(19): 5854-5862+5943

[10] , , , . [J]. ,2020(4):80-83

[11] Tony Burton, Nick Jenkins, David Sharpe, et al. Wind Energy Handbook,2nd Edition[M]. Wiley,2011

[12] Bossanyi E A. GH bladed user manual [R]. Bristol: Garrand Hassan and Partners Limited,2009.

,

!

, 618000

: , 。 2 MW , , , , , , 。 , , , , 。 、 。

: ; ; ;

:TM315 :A :1001-9006(2025)02-0028-05

Analysis of Shaft Deformation in Abnormal Working Conditions of the PMSG

tric Machinery Co., Ltd., 618000, Deyang, Sichuan, China)

Abstract: As the core of a wind turbine, the motor is very important for long-term safety and stability. When a 2 MW permanent magnet synchronous generator (PMSG) in an extreme weather of typhoon was coming, the brake failed, and the brake disc could not be released, resulting in sharp wear of the brake disc. The brake disc was located in the motor shafting.

:2024-08-09

: (1994—), ,2016 , , 。 , 。

，

，4

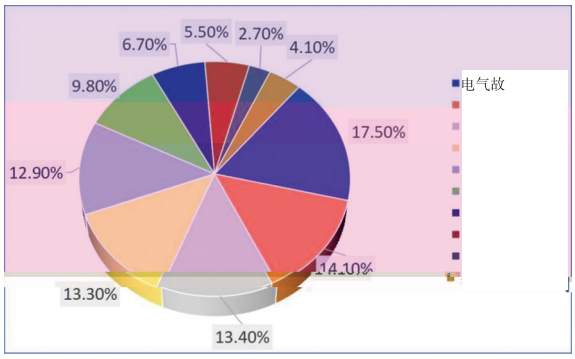
，，

。

，

，

。



1

1

1.1

2 MW 、

、 ，

， 。

，

，

，

， 。

，

，

2 11 ，

， 、 、 、 、

[2]，

，，

，，

。

1.2

2023 10 ，

， 。

，，

，，

，， 。

，、 ，

。

，

，

。

2

（1） ：

，，

，， ；

（2） ，

、 ； ，

；

（3） ，

， ；

（4） 、 、 ，

。 ，

，，

（ ） ，

0.25～0.68 mm，

， 0.16 mm；

。 1 ：

1

mm

	1	2	3	4	5	6	
	−0.28	−0.2	−0.12	−0.14	−0.21	−0.27	−0.203
D+	−0.06	+0.02	+0.09	+0.06	−0.01	−0.05	+0.008
0.48	+0.18	+0.25	+0.27	+0.25	+0.24	+0.21	+0.233
H+	+0.16	+0.17	+0.17	+0.16	+0.16	+0.17	+0.165
0.01							

（5） ，

， 33 mm（ 40 mm），

， 。

（6） ，

， ，

。

3

QT400

，，

0.6~0.8 mm。 ,

,

, 。

,

,

, 。

3.1

,

, 、 、

。

。 2:

2

	MPa		kg/m^3	MPa	MPa
QT400	1.69×10^5	0.275	7.1×10^{-9}	220	360
QT400	1.69×10^5	0.275	7.1×10^{-9}	220	360
Q345D	2.10×10^5	0.3	7.85×10^{-9}	285	450

3.2

,

。

,

,

。

3.3

3.3.1

mm

, 3 :

3

/						
mm	kg	kg/m^3	MPa	–	N	Nmm

3.3.2

2 MW ,

2 ,

, 、 、

;

。 ,

、 、 ,

，　　，　　。

，　GL　　，　　，[4]。

GL　　，

。　　。

，　　，　　，

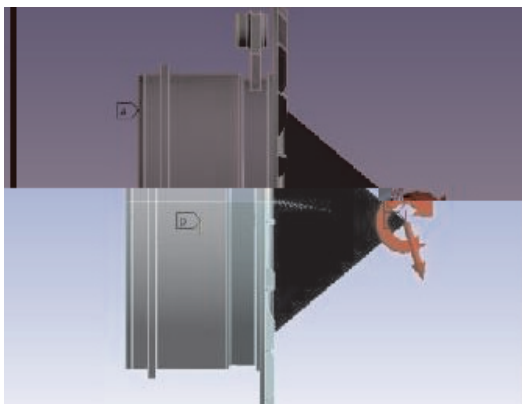
。　　，　　600 ℃，　　，

，

，

340 ℃。　6　。

L。　　5　。



5

6

3.5

，　　，

，

，　　。　　0～

2.6 r/min。　　，

8～30 m/s，　　、　　、

，

，　Mx、My、Mz、Fx、Fy、Fz

。[3]

4　：

4

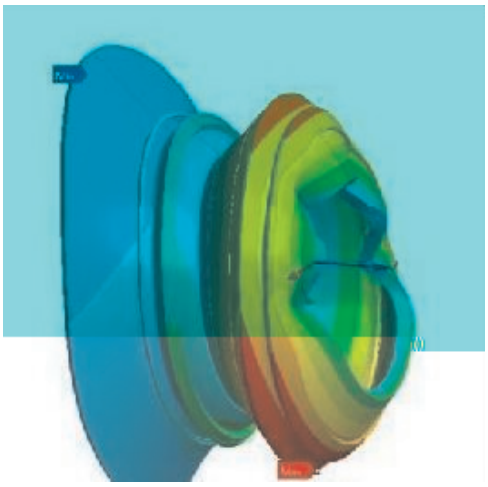
	Mx	My	Mz	Fx	Fy	Fz	
	kNm	kNm	kNm	kN	kN	kN	-
	960	-7 500	-600	-260	45	-850	1.5

3.6

，

，

，



8

3.7

:

(1)

4 , , 、

、 ,

。

(2) ,

, ,

[5]

。

, ,

;

(3)

, ( )

,

,

, 、

,

。

4

,

。

,

。 , ,

, 、

,

。 ,

、 , 、

, ,

,

。

:

[1] . [D]. ,2023

[2] , , , . [J]. ,2018(6):63-66

[3] . [J]. ,2024,48(3):48-51

[4] . [D]. ,2016

[5] , . [J]. ,2023,54(S1):138-140

,

!

PLM

1,2

1. , 611731; 2. , 611731

: , 。
, , 。 VB. NET , 。 , 。
, 。

:PLM; ; ;
:TK222 :A :1001-9006(2025)02-0033-05

Development of Calculation Software for Boiler Pipe Insulation Materials Based on PLM

1 2

(1. Dongfang Boiler Co., Ltd., 611731, Chengdu, China;
2. Clean Combustion and Flue Gas Purification Key Laboratory of Sichuan Province, 611731, Chengdu, China)

Abstract: In the field of boiler pipeline design, insulation design is a critical link to ensure heat transfer control of pipe walls and stability of steam parameters. Faced with diverse temperature and diameter specifications of boiler connecting pipes, as well as the diversity of insulation material layers and quantities, accurate and efficient calculation of insulation material quantity is crucial for enterprises. This study employs the VB. NET programming language to develop dedicated design software. The software significantly improves the efficiency and quality of insulation design work through innovative automated design. The proposed technical solutions and development strategies not only provide practical tools for boiler pipeline insulation design but also offer reference value for similar developments.

Key words: PLM; insulation material; calculation software; software development

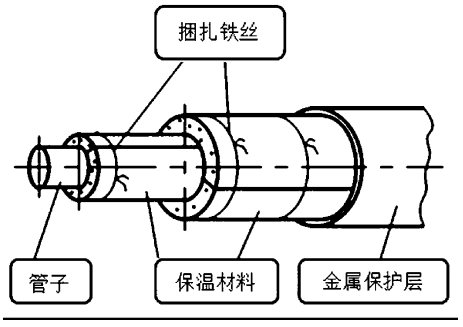
(

“

:2024-09-20

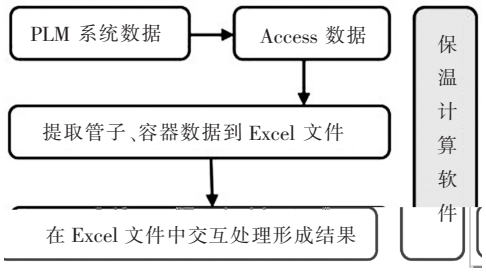
: (1980—), ,2004 , , 。 。
:mailguofeng@163.com。

(3) : 1 m
, , 1 m
, 。
, , 。 , “ ”,
, “φ × ; L = (
。 1 。)”。



1

,
、 、 ,
, 。
,
,
。 , 、
Excel
, 3
。
,
。
PLM( ) ,
, 2 。



2

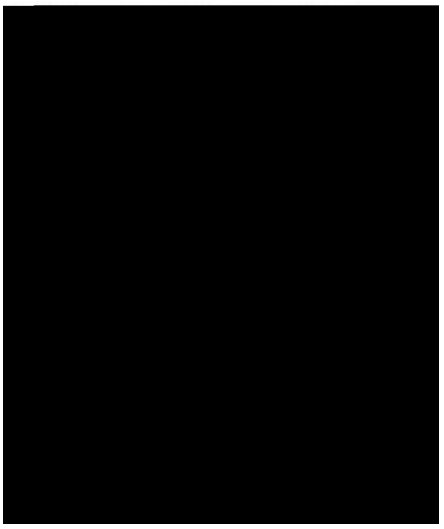
1

1.1 PLM

,
。 ,

Excel , , 。
PLM 。
、 、 ,
“ ”,
“φ × ; L = (
)”。

PLM ,
mdb Access
, 3。



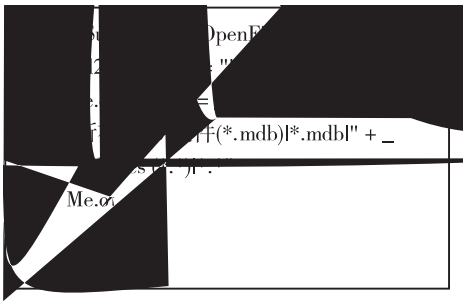
3 Access

1.2 VB. NET

VB. NET(Visual Basic. NET)
, ,
。
, 。

1.2.1

VB. NET (4),[1]
Access , 、
。



4 Access

1.2.2

(Regular Expression)

(Pattern),

。[2-3] ,“φ × ”,

“[Φ|φ](\d+\.*\d*)[×|x|X](\d+\.*\d*)”, :

, “Φ” “φ” ,

( ), “×( )”、“x”( ) “X”( ),

,

、 , 、 ,

(1,)。

1 、

φ mm×δ mm		kg	mm	mm	mm
φ28×4	20G	118	28	4	49 841.5
φ159×16	20G	134	159	16	2 374.8
φ159×16	20G	274	159	16	4 856
φ273×28	20G	926	273	28	5 473.6
φ273×28	20G	1110	273	28	6 561.2

1.2.3 Excel

, VB.NET COM , Excel

。[4-5] Excel

, 、 、

,

。

1.3

,

, ,

。 ,

、 。

1.4

,

, Excel

。 ,

, , 。

2 、

, “ → → → ”

, 、

。2019 3 2023 11 ,

70 , ,

。

, ,

, 、

。 ,

,

。

3

3.1

“ ” “

” (5)。

3.1.1

“ ”

。

(1) 。 Access

(5 , “mdb ”

), Excel (“

sheet”)。 mdb

,

(5 “sheet ”)。

5 ( )

(2) 。 ,

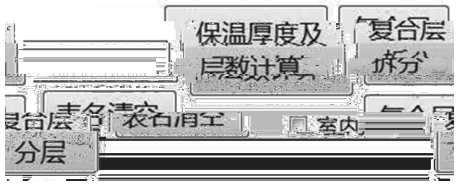
Excel 。 , mdb

“ ”, 、

。 ,

, 、 、

、 、 、 、 、 。
、 、 ,
、 。 , 、 、 、 。 , ,
6 “ ” , ( ) 。
。



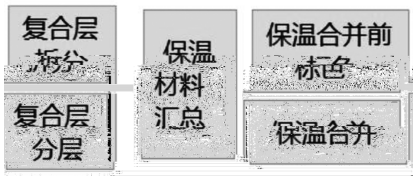
6

,
1 100 mm ,
,
。 , ,
“ ”
,
, 。 Excel
,
(2,
1 940 mm 1 780 mm
80 mm ,
)。
,
。

2 ( )

mm	mm	℃	mm
1 780	7 000	500	80
1 940	7 000	500	120

(3) 。 7 “
” , 。



7

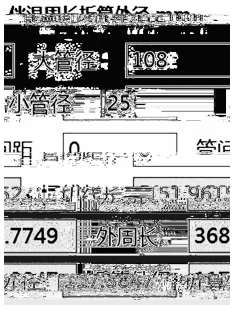
,
, ,
。 、 、 、

、 、 、 、 、 。
、 、 ,
、 、 、 。 , ,
(50 mm、40 mm、
30 mm) , 。
, 、
,
, 。
3.1.2
“ ”
。
,
。
:
(1) 。
1 100 mm ,
, ,
。
(2) 。
φ38 ,
,
(8)。

8

(3) 。
,
(9)。

h



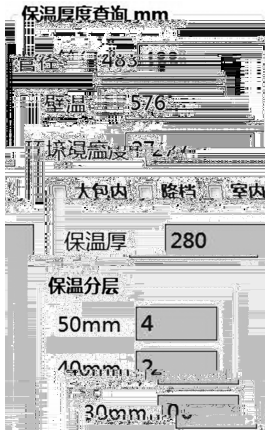
9

(4) ,

, (10)。

、

、 。



10

3.2

, , :

(1) :

Excel ,

、 、

,

。

(2) :

, ,

, 。

(3) : ,

。

(4) :

,

,

。

(5) :

, ,

。

(6) : ,

PLM ,

。

, 。

(7) : ,

,

, 。

3.3

(3),

。

3

	S/N/M	K/H/J/A/B
	15	12.5
	10	7.5
	5	3
	4	3
	200 %	317 %
	150 %	150 %

4

, ,

, 。

、 、

, , ,

、 、 。

:

[1] . Visual Basic. NET [M]. ,2009 4 1 ;218-307

[2] . [J]. ,2010 (12) ;22-23+38

[3] , . Java [J]. ,2019,15(32) ;95-98

[4] , ,

300 Mvar

, 618000

: , 300 Mvar
。 , 。 300 Mvar
412 MVA 。 ÿ - š

:2024-09-14

: (1984—), , , 。 :xiaojian2005e@126.com。

，

。 、 。

，

。

300 Mvar

412 MVA

，

。 412 MVA

， ，

。

300 Mvar

。

1

1.1

300 Mvar 1。

1 300 Mvar

	300	Mvar
	20	kV
	8 660.3	A
	2	/
	3	/
	50	Hz

1.2

412 MVA

，

， 300 Mvar

。 ，

，

、 、 、 、 、

。

。

， ， 。

，

， ，

。

，

。

，

：

(1) ；

(2) ，

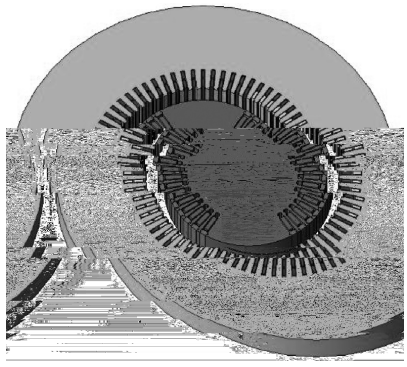
， ；

(3) ，

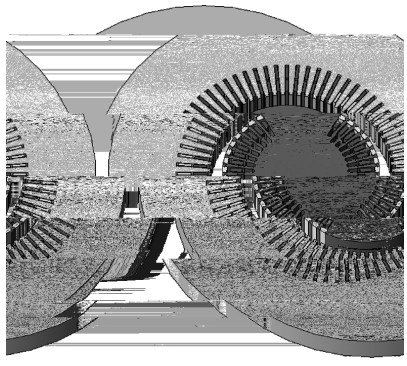
；

(4) ；

(5) 。



1 300 Mvar



2 412 MVA

2

3 。

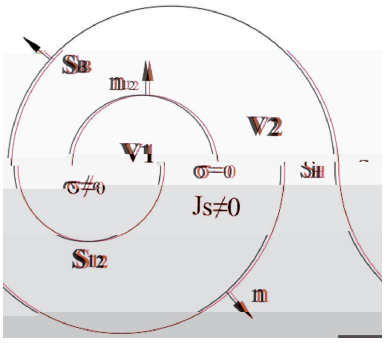
。 12 ； B

H 、

。

。

[4-7] ：



3

$$\left.\begin{aligned}&\nabla\times(\nu\nabla\times A)-\nabla(\nu\nabla\cdot A)+\\&\frac{\partial\sigma}{\partial t}A+\sigma\nabla V=0\\&\nabla\cdot\left(-\frac{\partial\sigma}{\partial t}A-\sigma\nabla V\right)=0\end{aligned}\right\}\quad \Omega_1 \qquad (1)$$

$$\nabla\times(\nu\nabla\times A)-\nabla(\nu\nabla\cdot A)=J_s \qquad \Omega_2 \qquad (2)$$

$$\left.\begin{aligned}&B\times n=0\\&\nabla\cdot B=0\end{aligned}\right\}\quad \Gamma_B \qquad (3)$$

$$\left.\begin{aligned}&H\cdot\tau=0\\&(\nabla\times H)\times n=0\end{aligned}\right\}\quad \Gamma_H \qquad (4)$$

$$\left.\begin{aligned}&\sigma_1=\sigma_2\\&\sigma_1\nabla\cdot\sigma_1=\sigma_2\nabla\cdot\sigma_2\\&(\sigma_1\nabla\times\sigma_1)\times n_{12}=\\&(\sigma_2\nabla\times\sigma_2)\times n_{12}\\&\cdot\left(-\frac{\partial\sigma}{\partial t}A-\sigma\nabla V\right)=0\end{aligned}\right\}\quad \Gamma_{12} \qquad (5)$$

，B H ；12

12 ， 1 2； s

。

3

。

3.1 412 MVA

412 MVA 10 %

4~9 。 4

， 5 ， 6

， 7 ， 8

，9 。

3.2

4

3.80E+07
3.42E+07
3.04

5

Magnetic Flux Density
Contour

6

Joule Loss Density

Maximum 3.3585E+06
Mi

7

8

9

2 412 MVA (kW)

	10 %	15 %
1.45	5.96	11.77
0.85	2.03	3.65
0.92	0.43	0.95
3.22	8.42	16.37

：

。

，

，

。

，，

。 412 MVA 10 %

， 3.79E7 W/m^3； 3.36E6 W/m^3；

1.07E6 W/m^3。

3.2 300 Mvar

300 Mvar 15 %

10~15 。 10

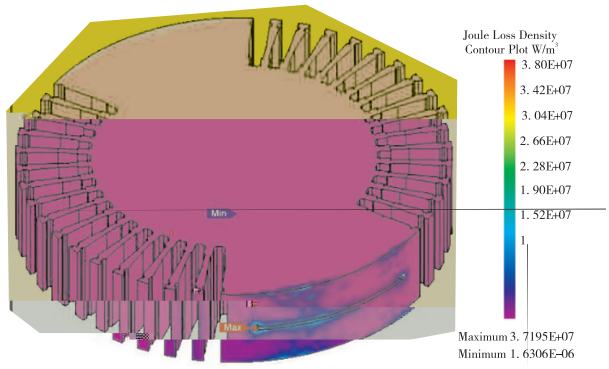
， 11 ， 12

， 13 ， 14

， 15

。

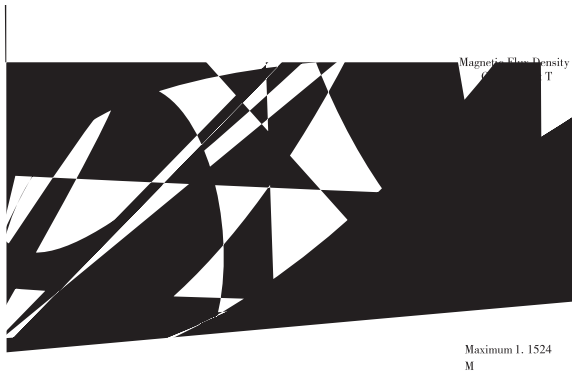
10



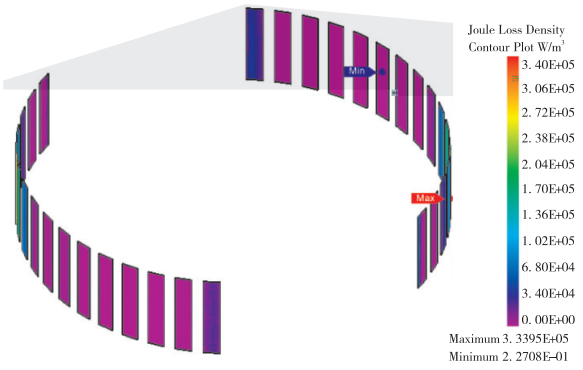
11

12

13


Magnetic Flux Density
T
Maximum 1. 1524
M

14


Joule Loss Density
Contour Plot W/m3
3. 40E+05
3. 06E+05
2. 72E+05
2. 38E+05
2. 04E+05
1. 70E+05
1. 36E+05
1. 02E+05
6. 80E+04
3. 40E+04
0. 00E+00
Min
Max
Maximum 3. 3395E+05
Minimum 2. 2708E-01

15

, 、 412 MVA 300 Mvar 。

, 412 MVA 10 % , 3.79E7 W/m^3; 300 Mvar 15% , 3.72E7 W/m^3。 412 MVA 10.4 %, 412 MVA 。

$$=(\frac{0.104}{0.1})^2\times3.79=4.099\ 3\ (\text{E7 W/m}^3)$$

300 Mvar 。

$$_2=\sqrt{\frac{4.099\ 3}{3.719\ 5}}\times15\ \%=15.75\ \%$$

300 Mvar 15.75 % 。

6

412 MVA 300 Mvar , 412 MVA 300 Mvar 。

:

(1)300 MVar 15.75 %, ;

(2) 、 , 。 、 ;

(3) , , , , , , , 。

:

[1] D. Ban, D. Zarko and Ivan Mandic. Turbogenerator end-winding leakage inductance calculation using a 3-D analytical approach based on the solution of Neumann Integrals. IEEE Trans. on Energy Conversion, 2005, 20: 98 -105

[2] , , , . 1000 MW _ [J]. , 2008, 28(14): 118-121

[3] , , . 330 MW [J]. , 2008(4): 51-54

[4] , , , . . , 2004, 24(11): 112-113

[5] . [D]. , 2011, 17-19

[6] . [D]. , 2006, 8-11

[7] , , , . 300 MVar [J]. , 2016, 30(3): 19-23

[8] , . 600 MW [J]. , 2004, 18(1): 20-23

: 、 ,《 》 2025 3 25 。

, , , : 1: http://dfdqpl.xml-journal.net/ , “ / ”。 2: https://www.manuscripts.com.cn/dfdqpl 。 , dfdqpl@dongfang.com , , 。 :028-87898263; :dfdqpl@dongfang.com

, , , 、 、 。

《 》

2025 3 25

Workbench

, 618000

: Workbench 333 633 。 ,
, 。 ,
。 , ,
。 。

: ; ; ;
:TK263 :A :1001-9006(2025)02-0044-06

Research on Vibration Characteristics of Steam Turbine Low Pressure Blade Based on Workbench

(Dongfang Turbine Co., Ltd., 618000, Deyang, Sichuan, China)

Abstract: The pre-stress modal analysis of low pressure 333 blade and 633 blade is carried out by the workbench. There are two modes of analysis for each blade. One method considered the contact behavior between adjacent shroud. The other is to calculate the resonance frequency by the shroud imprinting surface method. Both modes change the contact mode of shroud and blade root respectively to simulate the real contact stiffness as much as possible. The resonant frequencies of the blades under different calculation modes are obtained, and the resonant frequencies are compared with the experimental results. The calculation method closest to the test results is found. It provides a reference for the vibration design of subsequent blades.

Key words: vibration; finite element; blade; contact

, [1]
、 。 ,
[2]
。 。
, ,
。 , ,
, 。
。 。 。
。 ,
。

:2024-09-23
: (1986—), , , , , 。

，

。 ，

。

， ，

， [3]

。

。

，

。

（

）333 （ ）633

。 ，

，

， 。

，

、

， 。

、

，

。

，

，

。

1 333 633

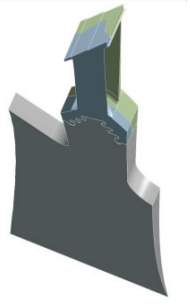
333 1 。333

V ， ，

1 , 2 3 300 r/min 6 1
。 1 2 K=6 3
6 1 ,
, 。

3 333

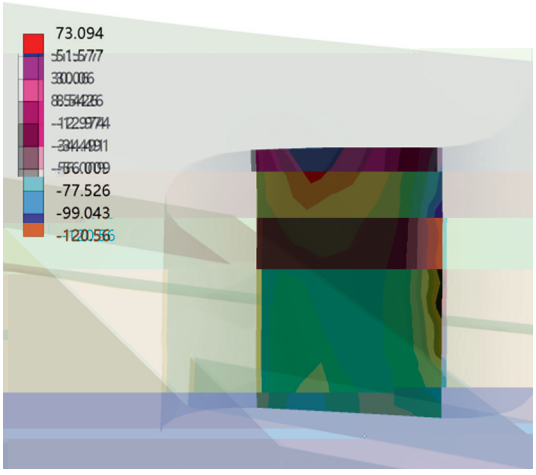
333 3
。 ,
。 :
(1) ;
(2) ;
(3) ;
(4) 3 000 r/min 3 300 r/min
;
(5) ;
(6)
。



5 333

333 6 1 7
1 。333
1 。333 6 1
312.2 Hz,7 1 317.6 Hz。
。
、 、 , 5
。
6 333 , ,
6 1 7 1 。
。

，　　。
，　1　　，
，
，　　，
。　　，
，　　，
　　2 Hz　　−15. 8
MPa。　　，
，
，
。　7　　，
，
，　　。
，
，　　。



7　333

　8　　1　　，　　，
，
。　　，　　，
，　　。　，
　　31. 2 MPa，
　　0。
6. 8 MPa。
　333
　　9　　。　　，
3　　，

2 333

	/Hz		/Hz	
	6	7	6	7
1	310.48	313.6	−1.72	−4
	294.55	297.28	−17.65	−20.32
2	308.72	311.4	−3.48	−6.2
	292.15	294.48	−20.05	−23.12
3	315.6	320.78	3.4	−13.38
	299.42	304.22	−12.78	3.18

2 ,

。 ,6、7

−6.2~3.4 Hz 。

, ,

6、7 12.8~

23.1 Hz。

,

, 。

,

,

。 ,333

。

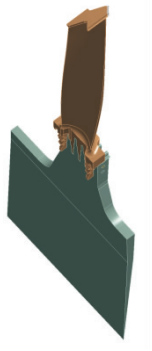
4 633

633 11

。

, 。

:



11 633

(1) ;

(2) ;

(3) ;

(4) 3 000 r/min 3 300 r/min

;

(5) ;

(6)

。

633 6 2 7

2 。633

3 。633 6 2

325.6 Hz,7 2 312.7 Hz。

。

,

4 。

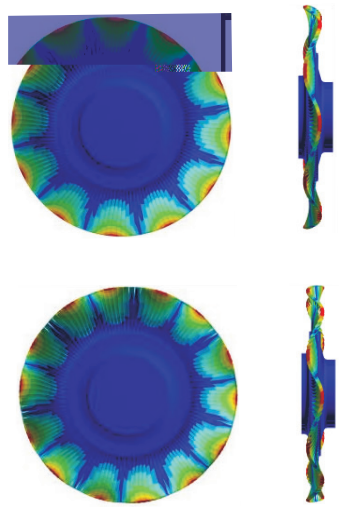
3 633

	/Hz		/Hz		/
	6	7	6	7	MPa
	357.67	342.84	32.07	30.14	−190.5
	131.58	131.4	−194.02	−181.3	5.6
	139.12	138.08	−186.48	−174.62	5.6
	328.55	315.66	2.95	2.96	−166.6

12 633 ,

6 2 7 2

。 。



12 633 6 2 ( ) 7 2 ( )

3 ,

, 633 6 2 7 2

2.95 Hz，

。 ， ，

。

， ，

633 ，

。

， 3 ，

， ，

2.95 Hz

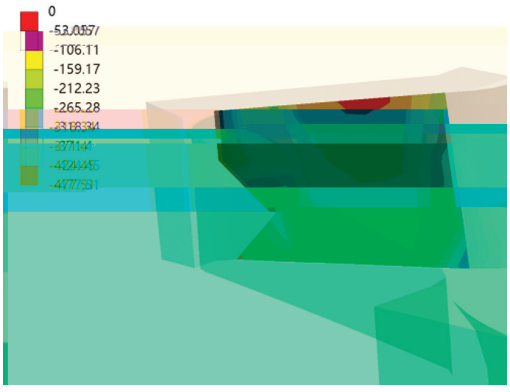
−166.6 MPa。

， 。 13

，

，

0。



13 633

14 633

14 3 ， ，

。

， ， ，

。 ，

51.8 MPa，

0。

5.6 MPa。

633

15 。

， 。 ，

3 ，

16 。

1

， ， 2

， 。

3 ，

。

15 633

16 633 3

633

，

。

4 。

4 633

	/Hz		/Hz	
	6	7	6	7
1	341.78	332.17	16.18	19.47
	317.83	308.75	−7.77	−3.95
2	357.76	342.93	32.16	30.23
	329.61	316.73	4.01	4.03
3	339.06	330.18	13.46	17.48
	315.64	307.08	−9.96	−5.62

（ 53 ）

, 618000

: , , , 、
、 , :
; 、 , ,
。 , ,
。

: ; ; ;
:TK05 :A :1001-9006(2025)02-0050-04

Analysis of Influence Factors of Natural Frequency of the Radial-flow Impeller

(Dongfang Turbine Co., Ltd., 618000, Deyang, Sichuan, China)

Abstract: In this paper, based on a radial-flow impeller structure, the finite element numerical calculation model of the impeller is established, and the accuracy of the calculation results is verified through experiments. The influence of the impeller natural frequency is analyzed by blade thickness, disc thickness, and disc groove angle. The calculation results show that the natural frequency of the impeller blade can be adjusted by changing the blade thickness. There is a linear relationship between the disc thickness, the disc groove angle, and the first-order natural frequency of the impeller. But the linear slope laws of different pitch diameters are different, which provides a method for frequency modulation of the impeller disc vibration in the future. However, the linear slope laws of different nodal diameter numbers are different, which provides a method for frequency modulation of the impeller disc vibration in the future. Comparing the vibration analysis results of the independent impeller model and the impeller-rotor assembly model, it is shown that the analysis with rotor has an effect on the natural frequency of the impeller disk vibration at low nodal diameter.

Key words: radial-flow Impeller; finite element; natural frequency; disk vibration

、 。 ,
, 、
。 ,

。

,

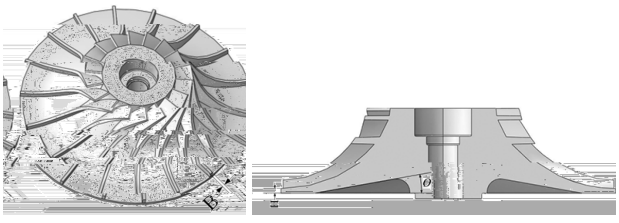
:2024-09-23
: (1993—), ,2019 , , , 。

[2]
;
[3]
;
,
,
,
,
。
,
。
、
,
、
,
,
。
。

1

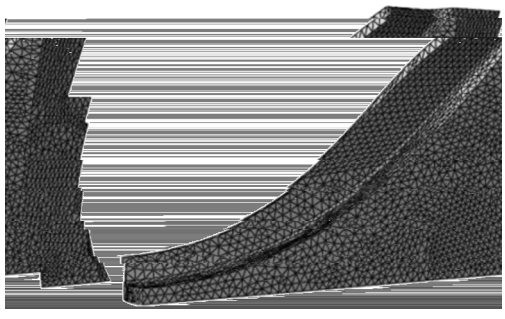
1.1

18 ,
1 , 、 、
,
。



1

ABAQUS。
, 。
, ,
, 2 ,
。 ,
。



2

1.2

,
。
,
,
,
。
,
。

2

2.1

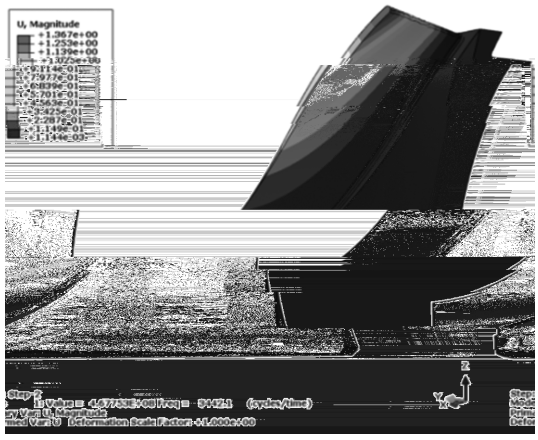
, , ,
, ,
。 4 2 mm
, 3 442 Hz,
, 。
,
,
4 mm , 4 737 Hz,
, 4 ,
,
。

,
。
, 3 。
, 1,
, ,
5 % ,
。

3

1

	(Hz)	(Hz)	(%)
	1 863	1 776	4.7
	3 820	3 723	2.5
	4 624	4 561	1.3
	5 152	5 089	1.2
	5 769	5 750	0.3



4

2. 2

，　　，　　。

，

，

2

			(Hz)	
	2 143	2 057	2 125	2 128
	2 131	2 135	2 134	2 134
	12	78	9	6
	1 421	2 198	3 408	3 947
	3 055	3 528	3 735	4 023
	1 634	1 330	328	76

(3)

3

，

，　　，

，

，　　：

(1)

。

(2)

，

，

，

。

n ▮

:

, 610213

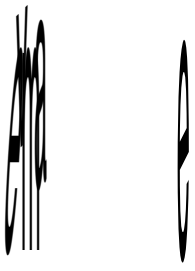
: , 、 ,
。 , , 、
。 , , ,
5G , , 。

: ; ; ;
:F424;TH16 :A :1001-9006(2025)02-0054-09

Intelligent Manufacturing: Leading the Direction of Future Industrial Development

(Tianfu Yongxing laboritory, 610213, Chengdu, China)

Abstract: With the rapid development of global technology, traditional manufacturing is facing challenges such as resource and environmental pressures and changes in market demand, leading to issues such as inefficiency and environmental pollution. Intelligent manufacturing, as a key solution to these problems, integrates information and communication technology with advanced manufacturing technology to digitalize, network, and smarten the manufacturing process. This paper conducts an in-depth discussion on intelligent manufacturing, grasps the trends of future industrial development, explor t n r



:2024-01-09

: (1982—), , , ( ), 。 , 、
、 。

，　　，
，　　。
，
，　　。
，　　，
，
。[3-4]　　，
，
。
。　　，
，
，　　。
，　　，
，　　。
，
。[5-7]　　，
。　　，“　　4.0

。

。

，[8]。

(4) ：

，、，

。 。

。 、 、

，[8]。

(5) ：，

。

；，

。，

[8]。

1.4

(1) ：

(FMS) (RMS)，

。，

。

，，

。，，

，

。，

。

(2) ：

，。

，

。，，

、。

，，

。

(3) ：

，

。，

。

，，

，。

。

2

2.1 (IoT)

(IoT)，

、RFID，、

，

。

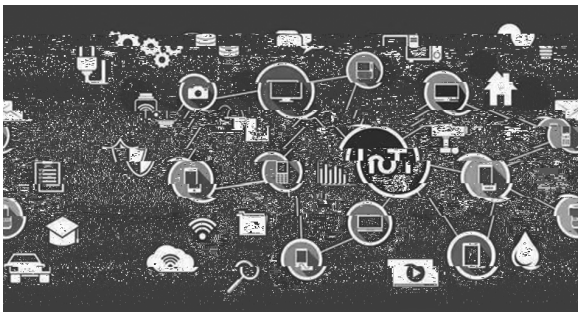
[9]。，

、，

5G，

AI，，

[10]。



1

2.2 (AI)

(AI)，

、。

、

。，2

，AI，，

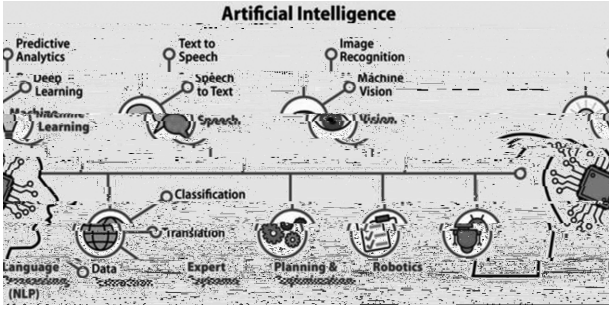
，，

[11-12]，AI

，，

。，

，[13]。



2 AI

2.3

、

，，

3 。、

，

，。

，，，、

[14-15]
。，

。

，，

[16]
。

3

2.4

。

，

。

，，。

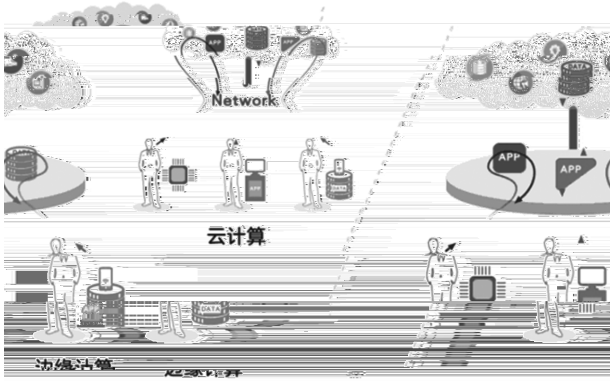
、

，[17] 4 。

，，

，AI

[18]
，。



4

2.5

，

、

，5 。

，，、

。

，，

[19]
。

5

，

。

、，

，，

，

。

，、

，

。

3

3.1

，

。、

，

。

，

，。

、，

。

，

。

，

、 、 ，

6 。

，

。 ，

。

9

3.5

。

，

， ；

，

； ，

； 3D

， 。

，

。

， ，

。

4

，

。

：

、

。[22-23]

4.1

(1)5G :5G(

) 、

，

。5G 、

。

， 、AR/

VR ， 。5G

(1)

。 ， 、

(AGV) ，

。5G

，

、

。

，

。

(2) ：

， 、

，

。[4]

， 。

，

，

， 。 ，

。 ，

，

。

(3) ：

，

。 ，

，

，

， ， 。

，

。

，

。

4.2

(1) ： ，

。

。

，

、 ， ，

。 ，

， 。

，

。

，

、 ， 。

（2） ：

，

。

，

，

。

5.1

，

、

。 ISO/IEC 27001

， ：

（1）

：

、 ，

。 ， ，

。[10]

：

， （ E2000

TCM/TPCM） 、

， 。

（2）

： AI

（ AiDLP），（HTTP/FTP/SMB）

NLP ， 。

， AiDLP ，

。[16]

： “ ”

， ， USB ，

U ， 。

（3）

：

， ， 。

，

。

5.2

，

。

，

。

， ：

（1）

AI ： ，AI

。

， ，

， 。[10]

： ，

。

，

。[13]

（2）

： ，

。 ，

， AI ，

。[16]

：

， 。

， ，

。[18]

5.3

，

、 、

、 、 、 、

，

，

。 、

、 、

、 、

， ，

。

，

， “ ”

。 ， 、

， ，

。[24]

6

，

。

，

、 。

，

。

、 、 、

、 。 ，

、 、 、

。

、 、

。 ，

、

1 2 1 1 1

1. , 611731; 2. , 643001

: , , , , , , , SICK , , , 。

: ; ; ;

:TK226 :A :1001-9006(2025)02-0063-05

Research on Weld Bevel Dimension Detection of Boiler Tubes Based on Line Laser Scanning

1 2 1 1 1

(1. DEC Academy of Science and Technology Co., Ltd., 611731, Chengdu, China;
2. Dongfang Boiler Co., Ltd., 643001, Zigong, Sichuan, China)

Abstract: In the manufacturing process of power plant boilers, the quality of small diameter pipe joint groove processing is the decisive factor that determines the quality of joint welds. After the automation of small diameter pipe material preparation, the consistency of groove processing quality fluctuates greatly due to the influence of tool cha

:2024-08-26

: (1992—), ,2016 , , 。
, 2D、3D 。

[3]， 1(a) 。
25 mm~65 mm，
，
。 SICK
，
1(b) 。

1

，
，
。[4]

，
。 xx mm，
xx m/s， 2

STEP1：

3

、 、

，

， ， 、 、 PLC

， ，

， 。 Ruler

STEP2： ，

。

， ， PLC

， ，

， ；

， 。 、 。

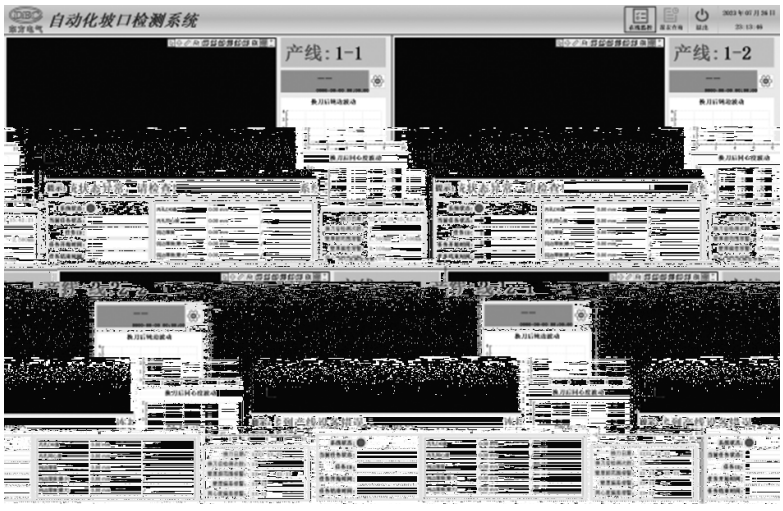
[5] 。 ， 4

STEP3： 4 ，

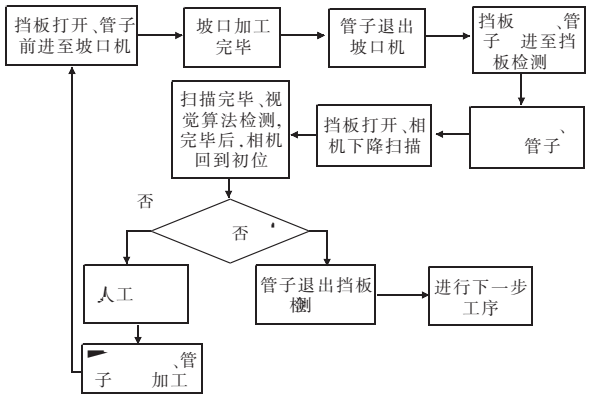
， 4 。

， ， ，

。 5 。



4



5 4 。

，

；

，

，

；

，

，

。

，

，6 ，

，。

6

4

，

。

，

500 ，

。

，

，、

，

8 , , , 0.15 mm,

、 , 。

。 ,

, ,

, , 。

、

,

。

5

, SICK

,

。

,

:

[1] , , .
[J]. ,2023(6):39-40+43

[2] , , , . [J].
,2023(5):38-40

[3] , , , .
[J]. ,2023,60(22):211-220

[4] , , , .
[J]. ,2023,39(9):48-53

[5] , .
[J]. ,2023,49(6):25-30

1 1 2 2 2

1. ( ) , 610000；2. , 332000

: , 。 ,
。 , , 、 , 、
。 , : 。
, 。 ,
。 , 、
、 。

: ; ; ; ;
:TU391 :A :1001-9006(2025)02-0068-05

Practice and Exploration of Coal Mill Foundation Renovation in a Thermal Power Plant

1 1 2 2 2

(1. Dongfang Electric Engineering & Consulting Co., Ltd., 610000, Chengdu, China;
2. Guoneng Jiujiang Power Generation Co., Ltd., 332000, Jiujiang Jiangxi, China

Abstract: This article, based on a specific project, delves into renovation methods for existing coal mill foundations. Currently, in the renovation of domestic coal mill foundations, the traditional approach of completely demolishing and reconstructing the equipment and the foundation as a whole is often adopted. However, this method is very difficult to remove. It not only requires considering a series of complex measures, such as deep foundation pit support, dewatering and drainage, but also has significant drawbacks, such as a long construction period and a huge amount of work. To effectively address the above-mentioned issues, this article innovatively proposes two targeted renovation methods: the anchor boltdrilling method and the local concrete replacement method. Both methods aim to maximize the utilization of the original equipment foundation, focusing on local renovation and reinforcement. Through an in-depth comparative analysis of these two new methods, their applicable scenarios and technical advantages are clarified. The research results of this paper have important guiding significance and reference value for similar engineering renovation projects, contributing to promoting the development of engineering practices in this field towards a direction of high efficiency, economy, and environmental friendliness.

Key words: equipment foundation renovation; detection; anchor bolt drilling; local concrete replacement; coal-fired power plant renovation

, , ,
, 。

:2024-05-28

: (1983—), ( ),2008 , , 。 ( )
, 。

。

, ,

,

, 。

1

2×350 MW , ,

, 。

,2000

, 22 , ~1 100 kW,

, , , 。

,

~480 kW, , ~

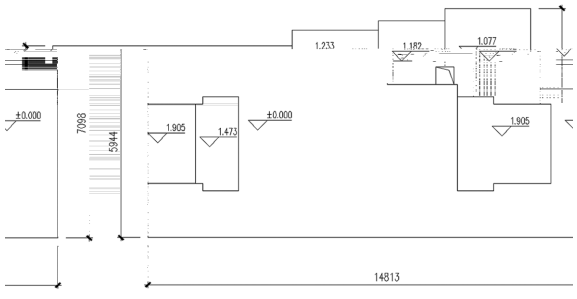
18 t/h。

1.1

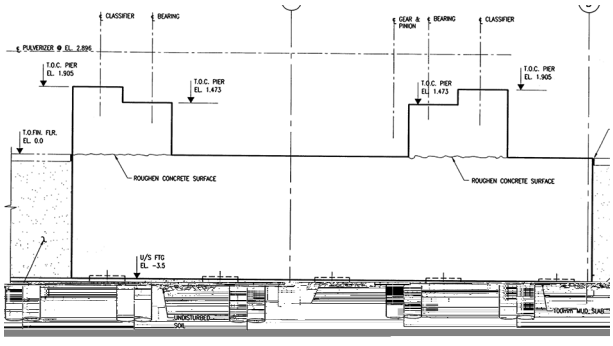
,

, 14 m, 6 m, −3.5 m,

1~2 。 −3.5 m。



1



2

1.2

、 、

。

。

2

,

110 mm

, 3 。

。

3 -

3

, ,

。 ,

, 、

, 、

。

。

,

: 。

。

4

,

。

±0.000 m ,

, 12 2.3 m,

350 mm , 4 , 80 mm

, 5 , C80

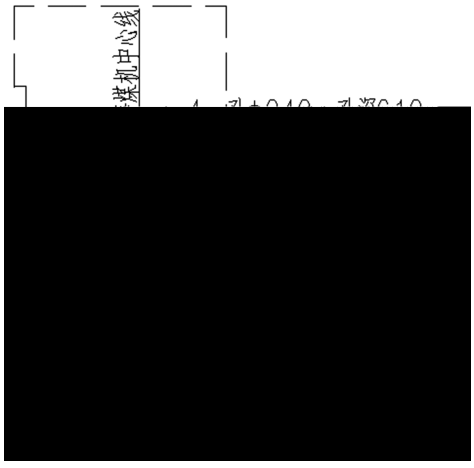
。

, ±0.000 m

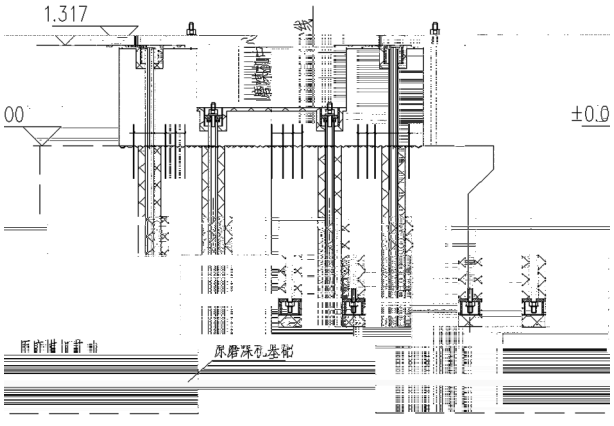
, ,

。 ±0.000 m

，　，　　。



4



5

4.1

：1 340 kN　　：8 568 kN；

：　633 kN·m，　90 kN·m，

158 kN。

《　　》[1]8.2.3，《

》[2]　D.5.1

，　　1。

2.6，　　1000。　±0.00 m

2.1 m，±0.00 m

1.2 m，　3.3 m　《

》[1]8.4.1　　3 m　。

《　　》[3]8.2.4

。

，

，　　，

。

1

kN	kN	
2 334	4 500	2 334<4 500
1 028	1 424	1 028<1 424
761	846	761<846
1 028	1 387	1 028<1 387

4.2

4.2.1

：　。

：　。

：　。

：　。

：　。

：　，　，　，　。

4.2.2

（1）　　0.000 m　　，

9　。

（2）　，

（3）　：　。

（4）　：　，

。

（5）　：　，

，

，　　，　　，

6　。

6

（6） ：、

。

（7） ：

，，。

（8） 80 mm ，

C80 。

（9） 0.000 m

。

（10）

10 -

(3) 300 mm ,

。

(4) ,

。

(5) ,

。

(6) , , 。

(7) ,

。

(8) ,

。

(9)0.000 m 。

(10) 。

(11)0.000 m , , 7

。

5.2 K - K

[redacted]

, 238300

: , 。
, , 。[1]
, , , 。

: ; ; ;
:TU113 :A :1001-9006(2025)02-0073-05

Research on Energy Conservation of Workshop Lighting in Cable Manufacturing Industry

(Anhui Shangwei Cable Co., Ltd., 238300, Wuhu, Anhui, China)

Abstract: With the development of science and technology, energy conservation and environmental protection have become important issues in today′s society. The workshop lighting is the main energy consumption of cable manufacturing. Therefore, it is of great practical significance to carry out energy conservation improvement measures. This paper aims to research the methods and effects of energy-saving renovation of workshop lighting in the cable manufacturing industry to improve energy utilization efficiency, reduce production costs and provide a reference for the sustainable development of the industry.

Key words: cable manufacturing industry; workshop lighting; energy conservation; energy efficiency

, 。
9 tce, 20 %。[2] 。[5] ,
, ,
, 、 。
[3], , ,
。[4] , ; ,
, 。[6]
, 、
。

1

, 1.1
, , , ,
, 19~22 m,

:2024-08-16
: (1968—), ,2015 , , 、 、 。
, 、 。

m

。 、 ,

:

(1) :

; ,

。

,

。

(2) :LED

。 LED

,

。

(3) : LED

, 、 ;

, (5 000~6 500 K),

;

、 。

, ,

, 5 000 K , ≥0.9 ∢90°

70 W~200 W LED ;

LED , 120 lm/W, 200 W

LED 24 000 lm;70 W LED

8 400 lm

	1			
		LED	LED	
（ ）	1	1	1	/
（W）	400	200	200	↓200
			70	↓330
（h）		12		/

。 ，

，

。

(2) ：

， ，

。

，

。

(3) ：

、 ，

。

， 。

，

。 ，

，

。

：

[1] . [D]. ,2020

[2] . [M]. ： ,2016

[3] , . [J]. , 2022(4):19-21

[4] , , , . [J]. ,2021,15(6):57-60

[5] . [J]. ,2018(3):186-188

[6] .F [D]. ,2021

[7] , , . [J]. ( ),2003(1):30-32

[8] .3 [J]. ,2011, 27(1):83-86

200

2025 2 18 ， 200

。 100

。 “ ” ， 3 000 ，

， ， 、 、 ，

、 、 。 ，

、 、 、 、 ，

， ， 、 、

。

： ， 、 。 ：

， 。 ：

、 ， 、 、 ，

、 。 200 “ + + ”

， " " 。 ， 18 ，

55 ， 130 。

2018 ， 50 ，

5 ， “ ”。 ，

， 。

：

, 618000

: 、 , 。
, 、 。 ,
(DCS) ,DCS , DCS
、 , DCS 。 DCS - ,
、 。

:D

:2024-12-16
: “ ” : (DCS) ; :2022JBZG005。
: (1988—) , ,2011 , , ,
, 。

。

，、

，。

，DCS

，

。[1]

，

。[2] DCS

OPC Modbus-

TCP。，DCS

。 ,

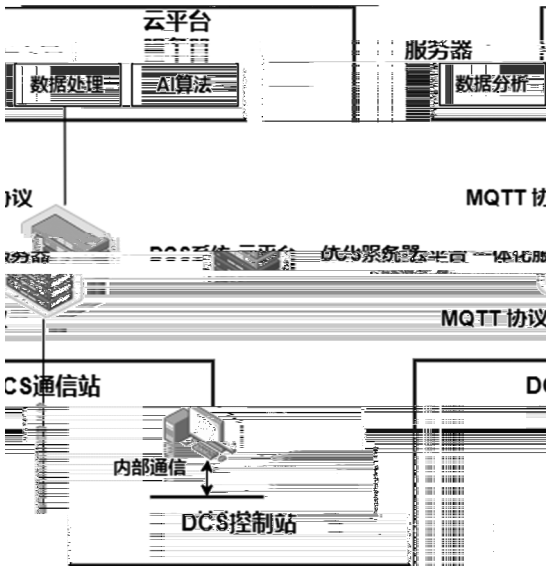
, ,

DCS

。 ,

,

。 1 。



1 DCS

2

, 。

, , DCS

,

; DCS ,

, LED

。

, DCS DCS-

1 。

1 DCS DCS-

DCS

DCS+ / / 、

DCS- DCS

, , DCS DCS-

2 。

2 DCS DCS-

DCS	50 000 / 20 ms	10 000 / 50 ms
DCS+	100 000 / 5 ms	50 000 / 10 ms

DCS , DCS-

DCS

43 %, ,

。 ,

。

3

, DCS

, DCS ,

DCS ,

。 ,

DCS ,

DCS -

, DCS

, DCS-

。

:

[1] , , . SCADA DCS [J]. ,2023(2),7-10

[2] . DCS [D]. ,2021

[3] , , , . DCS SIS SCADA [J]. ,2024(1),48-50

PLC

, 618000

: , ÿ 0 Ł - ń ,

。 。 、 、

, 。

:2024-09-26

: (1984—), , , , , 。

、 。

。 ，

（PLC）

。

、 ，

。 ， PLC

、 、

，

。

1

，

，

，

，

，

，

。

，

。

，

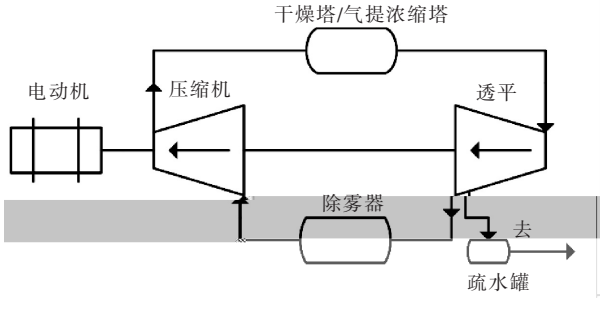
。

，

。

，

1：



1

，

，

。

。

，

，

，

。

2

， PLC ，

（DCS）、 PC

。 ，PLC

、 、 。

：DCS ， ，

， ； PC

， ， ；

，

。 ， PLC

。

PLC ，

PLC

， LK PLC ，

，

。 ， PLC

，

、 。LK PLC ，

， 。

，

LK PLC 。

LK PLC

，

PLC 。

3

，

，

。

LK411

PLC， 。LK511 -

，

。LK430

PLC。LK610

LK710

、 。LK239 LK

。HT

。 。PLC 、 MODBUS
,PLC TCP/IP 。
PROFIBUS-DP 2:

2

(1)

4

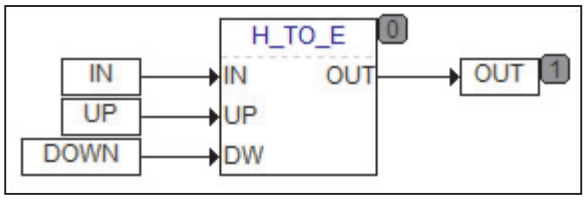
,PLC
PLC 、 、 , 1。
。

1

1		PLC		
2		PLC		
3		PLC		
4	/	PLC		
5		PLC		,4~20 mA
6		TSI	PLC	,4~20 mA
7	X/Y	TSI	PLC	,4~20 mA
8		TSI	PLC	,4~20 mA
9	1X/1Y/2X/2Y	TSI	PLC	,4~20 mA
10			PLC	PT100
11			PLC	PT100
12			PLC	,4~20 mA
13			PLC	PT100
14			PLC	,4~20 mA
15			PLC	,4~20 mA
16			PLC	PT100
17			PLC	,4~20 mA
18			PLC	PT100
19			PLC	,4~20 mA
20			PLC	PT100
21			PLC	,4~20 mA

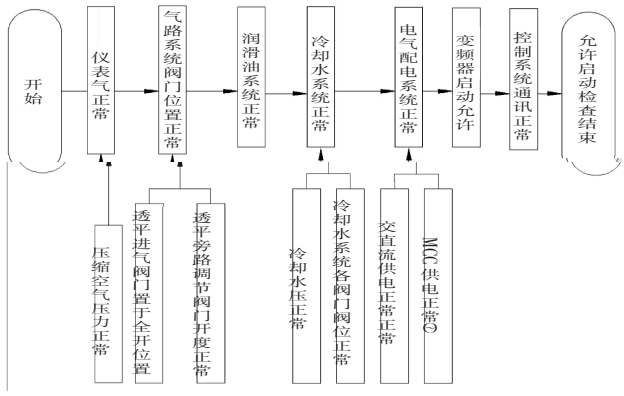
PLC 、 、 / 。
4 6 ,
、 。PLC 。

8 , Excel , Excel ,
、 2 8 。
。 , Excel
。 ,
、 , , ,
、 , , ,
, 。 , ,
,PLC 。
, (3)
, , 、
。 4。
(2)
,
、 ,
、 , :
4~20 mA ,PLC
0~20 mA, ,
0~65535 ,
, ,
。 3 :



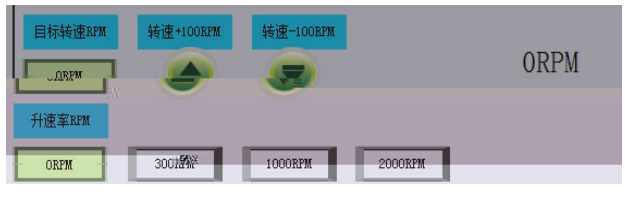
3

IN
,UP ,DW
,OUT 。
,
, 、 ,
, ,
, :
(:= _ 04_1, := 04_1_ ,
:= 04_1_ , => _ 04_1);
。。。。。。 (:= _ 04_8, := 04_8
_ , := 04_8_ , => _ 04_8);
HTE ,IN ,UP DW
,OUT ,
1 ,



4

PLC ,
,
, 。
(4)
,
、 ,
。 ,
, ,
“+100 r/min” “-100 r/min” ,
。 ,
300 r/min、1 000 r/min、2 000 r/min
, 。
5。



5

(5)

,

, :

3 000 r/min , 2 990 r/min;

3 000 r/min ,

80 %, 82 %;

80 % 3 000 r/min ,

0 r/min; 0 r/min

, 。

, 。

: 、 、

、 。 :

(* , 1 *)

= 1 (* =1 , *)

_ 06_4>=3000 (*

3000 *)

_ :=2990; (* 2990

*)

_ :=2000; (* 2000 *)

_

_ 04_6<80 (* 80

*)

_ 06_4<3000) (*

3000 *)

_ 01_2:=82 (* 82

*);

_ :=200 (*

3 *);

_

_

_ 04_6>=80 (*

80 *)

_ 06_4<3000 (*

3000 *)

_ :=0; (* 0 *)

_ :=2000; (* 2000 *)

_

_

_

, ,

。

5

PLC,

, ,

、 。PLC 、

。 。

,

PLC

PLC

。 , PLC

。

,

PLC

PLC

。

,

。

:

[1] . PLC [J]. ,2012(3):59-60

[2] , , . PLC [J]. ,2014,33(9):54-57

[3] . PLC [J]. ,2022,6(108): 18 167-169

[4] , , . DCS [J]. ,2004(3):55

, !

PT

UPS

1 2

1. , 201309；2. , 201108

： UPS , UPS 。

， ， 。

， 。

， 。

：UPS； ； ；

：TM774 ：A ：1001-9006(2025)02-0086-03

Technology for Anti Override Trip Protect

：2024-09-25

： (1986—)， ，2024 ， ， 。

， 。

。，
。
，，
，。
，
，。
，
。
，，
，。

1. 2

，
。
，
。，
，。
，，
，
。，
。，
，，
。[3]，
，
，
，，
。[4]
，。
，，
，
。
，
，
。[5]

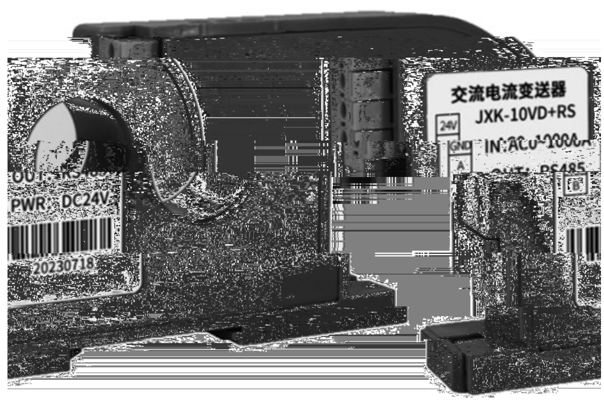
2

UPS
，
。

，，
。

2. 1

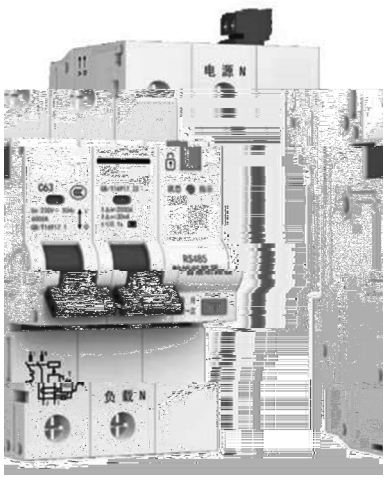
，
、。
，（1）
。
[6]，RS485
，。
。
，，
，
。



1 RS485

2. 2

，
，，
。RS485
，，
。
，，
、。
，
（2），
RS485
。[7]
，，
。



2 RS485

2. 3

，

，