

# 发电机组辅助单元模块化设计

王强 刘明涛 王蓉 梅霖魁

(中车资阳机车有限公司 四川 资阳 641300)

**摘要:** 将发电机组个性化辅助单元模块化, 设计成辅助模块, 能满足不同用户基于空气、淡水、海水等冷却介质而对不同机型和不同辅助单元的要求, 且多数部件及管路可简统通用, 可降低辅助模块成本, 达到管路无火组装工艺, 很大程度上提高管路制造效率与管路互换率。

**关键词:** 发电机组; 模块化; 辅助模块; 管路; 无火组装

## 0 引言

多年以来, 某公司发动机在内燃机车<sup>[1]</sup>、船舶、发电等行业分别占得一席之地, 特别是V型中速发动机<sup>[2]</sup>发电机组, 在国内和国际市场占有一定市场份额。但长久以来, 发电机组油水系统辅助单元的设计处于“一机一态”的状况, 基本是为每个用户进行个性化量身设计、定制, 也就是说每一种机型对应一种辅助单元, 每一种冷却方式所使用的部件及管路不同。这样一来, 管路及主要部件无互换性可言, 管路基本没有无火组装的工艺, 售后检修也很麻烦, 同样市场反应速度相应受到影响, 给公司发动机项目销售、设计、采购、制造、售后等诸多工作带来不便。

## 1 辅助单元组成

V型发动机发电机组辅助单元包括发动机机外冷却水系统、机外燃油系统的部分管路及部件、机外滑油系统全部管路及部件。由于发动机发电机组机外油水系统较繁复, 辅助单元不可能囊括所有机外油水系统部件及管路, 特别是空气冷却方式的机外冷却水及燃油系统, 分别包括了散热器、燃油箱及注油系统, 此类部件只能散供, 其位置及连接管路由用户确定。因此, 必须对辅助单元内部油水系统进行设计确定, 以方便模块化油水系统的实施。

### 1.1 机外冷却水系统

#### 1.1.1 原理

散热器空气冷却、淡水(或海水)冷却的机外冷

却水原理分如图1和图2所示。

#### 1.1.2 辅助单元内部件

辅助单元内部件及其冷却类型见表1。

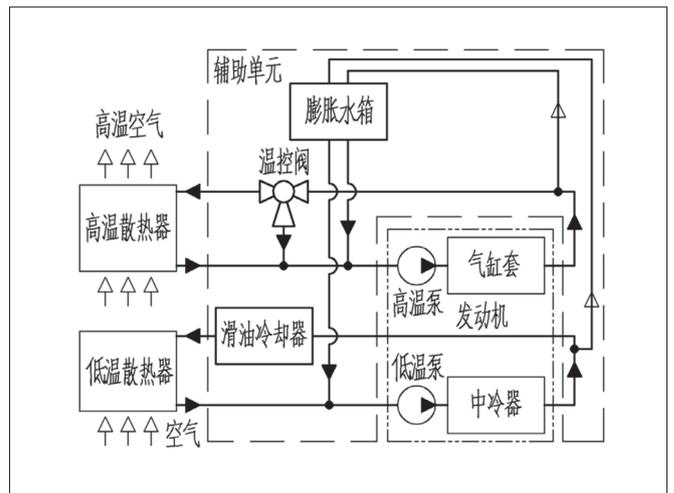


图1 机外冷却水原理图——空气冷却

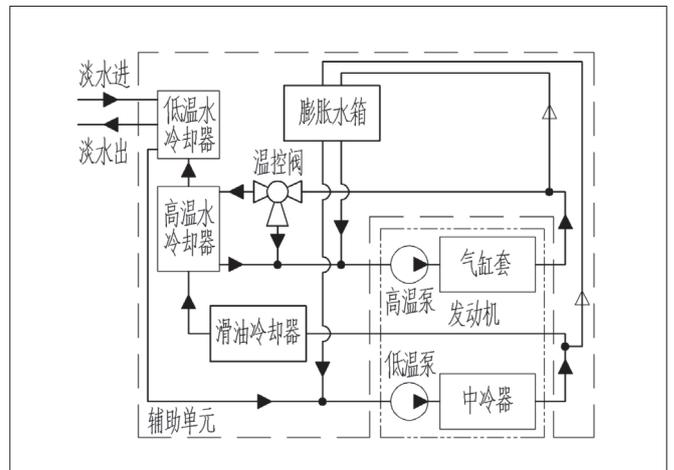


图2 机外冷却水原理图——淡水(或海水)冷却

表 1 辅助单元内所含冷却水系统部件

部件名称	空气冷却	淡水冷却	海水冷却
膨胀水箱	✓	✓	✓
高温水温控阀	✓	✓	✓
高温水冷却器		✓	✓
低温水冷却器		✓	✓
软管	✓	✓	✓
止回阀	✓	✓	✓
滑油水预热器	根据用户地最低环温确定		

## 1.2 机外燃油系统

### 1.2.1 原理

机外燃油系统原理如图 3 所示。

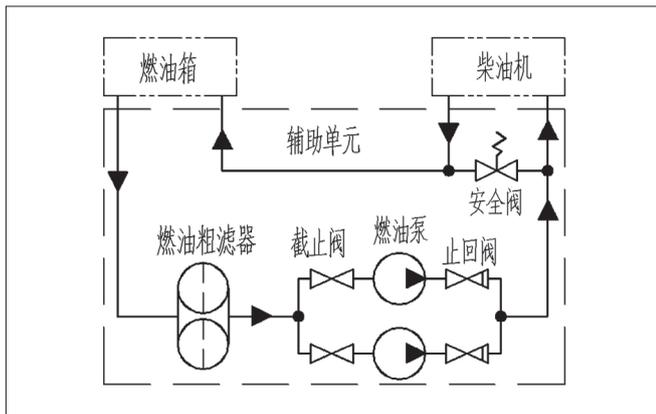


图 3 机外燃油系统原理图

### 1.2.2 辅助单元内部件

机外燃油系统辅助单元内部件包括燃油粗滤器、交流燃油泵、直流燃油泵（需要时设置）、截止阀、止回阀、安全阀、软管等。

## 1.3 机外滑油系统

### 1.3.1 原理

机外滑油系统原理如图 4 所示。

### 1.3.2 辅助单元内部件

机外滑油系统辅助单元内部件包括机外滑油系统所有部件，有交流预供泵、直流预供泵（需要时设置）、

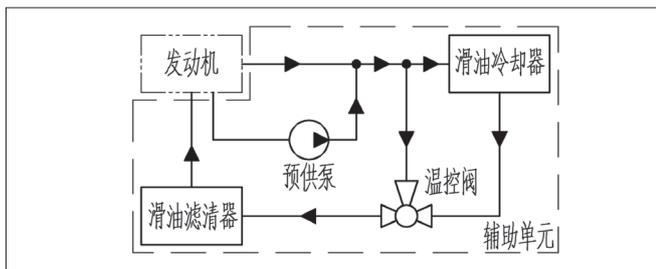


图 4 机外滑油系统原理图

滑油冷却器、滑油温控阀、滑油滤清器、止回阀、软管等。

## 2 现有各辅助单元简介

### 2.1 辅助单元配套状况

到目前为止，公司所售出的柴油及燃气发电机组中，机外油水系统配置基本是为满足用户个性化需求而定制的，机组不同输出功率等情况存在差异化、多样化的辅助单元。图 5、图 6 所示分别为销往印尼和刚果两种发电机组的辅助单元配套状况。

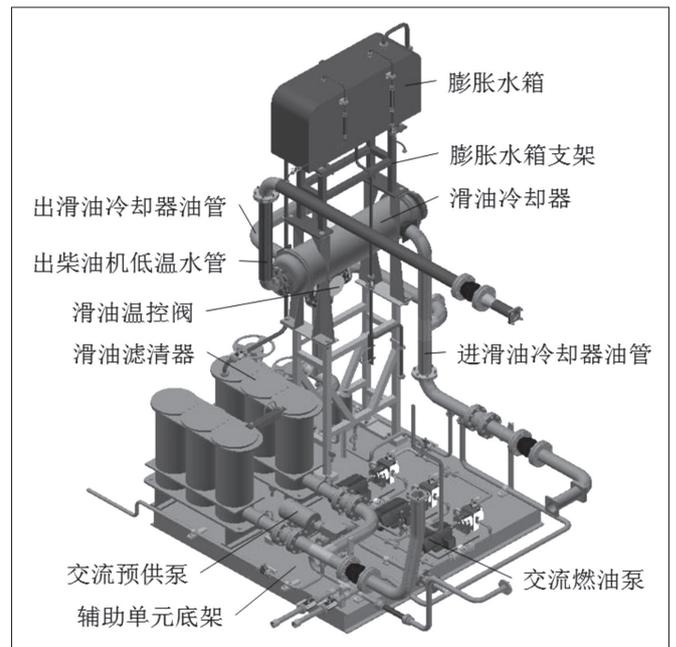


图 5 印尼某发电机组用辅助单元图

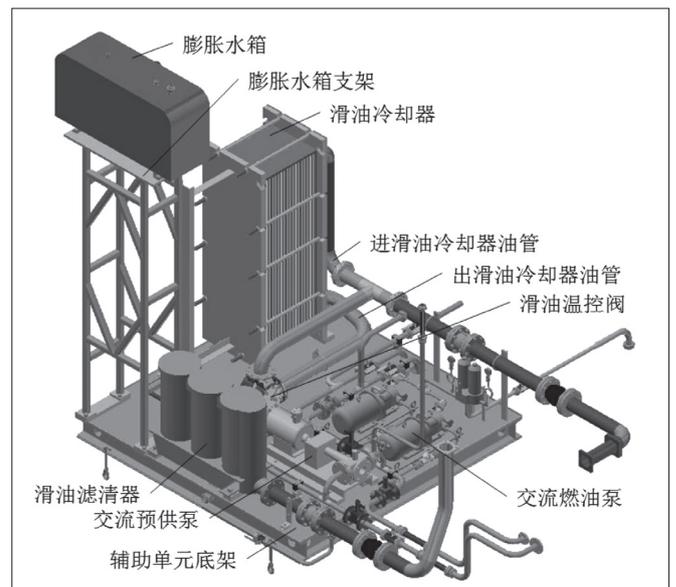


图 6 刚果某发电机组用辅助单元图

## 2.2 各辅助单元对比分析

### 2.2.1 相同点

(1) 各发电机组均配置了辅助单元(含辅助单元公共底架);

(2) 各辅助单元冷却系统中均包含了部分管路与部件,软管、止回阀、截止阀、滑油温控阀、膨胀水箱等部件及管路通径已简统;

(3) 各辅助单元燃油系统中包含了部分管路与部件,软管、止回阀、截止阀、燃油粗滤器等部件及管路通径已简统;

(4) 各辅助单元滑油系统中均包含了滑油预供与循环系统且原理相同,软管、止回阀、截止阀、滑油温控阀等部件及管路通径已简统。

### 2.2.2 差异点

(1) 各辅助单元底架未简统,长、宽、高尺寸不统一,且均未带挡油边、收油口、集污槽、放油口;

(2) 各辅助单元冷却系统中,滑油冷却器等部件未简统,且未考虑冷却塔及海水冷却方式及预留位置,管路走向未统一;

(3) 各辅助单元燃油系统中,且部分辅助单元未考虑直流燃油泵及预留位置,管路走向未统一;

(4) 各辅助单元滑油系统中,滑油预供泵、滑油滤清器等部件未简统,且部分辅助单元未考虑直流滑油预供泵及预留位置,管路走向未统一。

综合评价现有各辅助单元,各单元底架未统一,未将机外油水管路及部件(或接口)完全固化,且存在常用、备用、应急机组配置不一的差异,热交换器也有管壳式(因机型不同而大小不一)、活动板式板型未统一。

## 3 辅助单元模块化设计

辅助单元模块化(即辅助模块)的设计初衷是基于以往辅助单元的升级简统,V240、V280 发动机发电机组均可适用。

### 3.1 部件简统

部分部件作模块、简统及标准设计时,考虑了多用户、多机型等的需求。例如,滑油、燃油滤器用成本较低的双联式,且满足最大流量;用可拆卸板式(不锈钢板或钛板)换热器(亦称冷却器)代替传统管壳式换热器<sup>[3]</sup>(价格较高);锁定固定管板方便管路简统,提高互换率;增减板片数量以满足不同换热量;改变板材以适应不同冷介质;等。经多次计算及

反复布局,辅助模块绝大多数部件可简统,部件简统率达 90% 左右。部件简统明细见表 2。

表 2 辅助模块主要部件简统明细表

部件名称	V240、V280 可否适用	通用 / 备用 / 应急	所属系统
辅助模块底架	✓	通用	公共
高温水温控阀	✓	通用	冷却水
膨胀水箱	✓	通用	冷却水
膨胀水箱支架	✓	通用	冷却水
高温水冷却器 (可换板数板材)	✓	通用	淡水或海水冷却
低温水冷却器 (可换板数板材)	✓	通用	淡水或海水冷却
滑油水预热器	✓	通用	冷却水
燃油粗滤器 (双联可清洗)	✓	通用	燃油
直流燃油泵	✓	备用、应急	燃油
交流燃油泵	✓	通用	燃油
安全阀	✓	通用	燃油
直流滑油泵	✓	备用、应急	滑油
交流滑油泵	✓	通用	滑油
滑油温控阀	✓	通用	滑油
滑油冷却器 (可换板数)	✓	通用	滑油
滑油滤清器 (双联可清洗)	✓	通用	滑油

### 3.2 管路简统

不同机型、不同冷却方式、不同用途发电机组辅助模块内可互换的管路有低温水管、高温水管、燃油管和滑油管。

(1) 低温水管:柴油机→滑油冷却器→高温水冷却器→低温水冷却器→高温水冷却器;

(2) 高温水管:进出柴油机管、高温水冷却器及温控阀前后管;

(3) 燃油管:交流燃油泵前后管、进柴油机管、回辅助模块管;

(4) 滑油管:滑油冷却器与滑油温控阀及滑油滤清器前后管。

管路简统后,管路互换率可达 85%。另外,管子可考虑采用不锈钢管或精密碳钢管替代碳钢管,省酸洗、磷化等工艺,可降低管子制造成本;管子也可考虑采用薄壁管,以提升管路工艺。

### 3.3 部件及管路布局

部件在辅助模块底架上的布局如图 7 所示。

空气冷却、淡水(或海水)冷却的辅助模块分别如图 8、图 9 所示。

以散热器空气冷却方式<sup>[4]</sup>的辅助模块作为基本

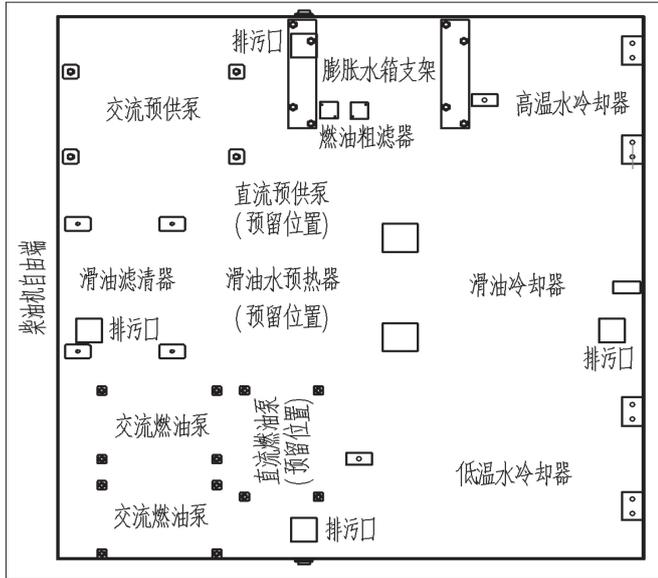


图7 辅助模块部件布局图

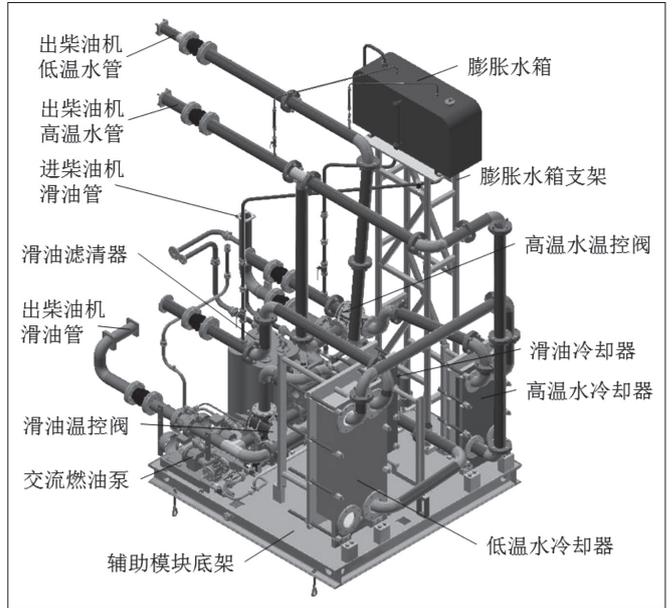


图9 辅助模块——淡水（或海水）冷却

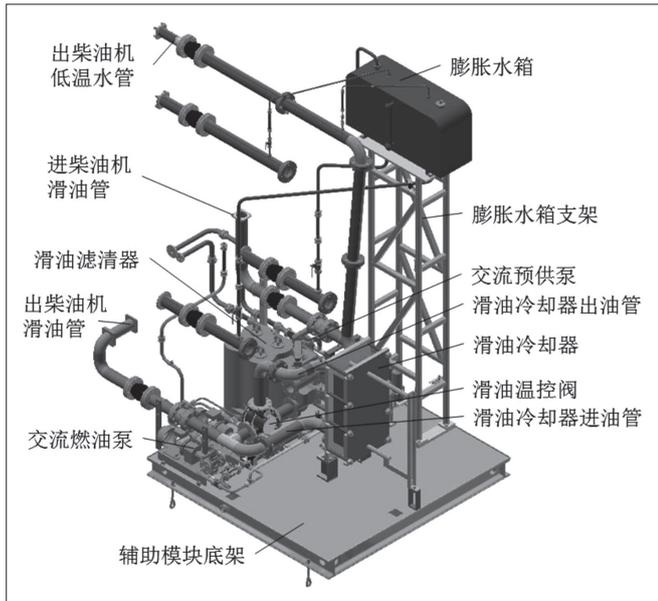


图8 辅助模块——空气冷却

型辅助模块，需考虑到与冷却塔或江河淡水冷却及海水冷却方式辅助模块共性的地方，使淡水及海水冷却方式的辅助模块在此基础上逐步延伸，增加配置、管路及变换冷却器板数或板材即可实现。

#### 4 辅助模块经济效益分析

参照以往发动机发电机组主要供件明细，及对V240、V280型发动机发电机组的通用、备用、应急的散热器空气冷却、淡水冷却、海水冷却方式的机外油水系统元件及价格进行了分类汇总，预测辅助模块成本较以往辅助单元低，利润可达数万元不等。

考虑到人工、机器折旧、工艺等成本因素，根据发动机发电机组的销售竞争情况，可适当对辅助模块的价格进行浮动。

#### 5 结语

国内公司发动机发电机组项目机外油水系统模块化（辅助模块）设计已经实现并投入运用，并实现了各种模式类型的简统化。辅助模块简统后，可引导用户选择公司配置完整的辅助模块，既可节省一定采购、生产等环节成本，提高管路的工艺性及互换性，也可让公司发动机发电机组能快速响应市场，使公司中速发动机能在市场上占得更多份额。

#### 参考文献：

[1] 大连热力机车研究所，西南交通大学内燃机车教研组．内燃机车基础知识 [M]．北京：人民铁道出版社，1977.  
 [2] 戚墅堰机车车辆厂．东风8、东风11型内燃机车16V280柴油机 [M]．北京：中国铁道出版社，1996.  
 [3] 章熙民，任泽霖，梅飞鸣．传热学 [M]．北京：中国建筑工业出版社，1993.  
 [4] 陈朝贵．内燃机车技术的昨天、今天和明天 [M]．北京：中国铁道出版社，2000.

作者简介：王强（1974.05-），男，汉族，四川德阳人，本科，高级工程师，研究方向：内燃机及其辅助系统设计。