

# 团 体 标 准

T/NJ 1425—202X/T/CAAMM XXX—202X

## 农林拖拉机和机械 模块划分与评价规范

Tractors and machinery for agriculture and forestry—  
Specification for modular partition and evaluation

(公示稿)

2023-XX-XX 发布

2023-XX-XX 实施

中国农业机械学会  
中国农业机械工业协会

发布



## 前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国农业机械学会和中国农业机械工业协会联合提出。

本文件由全国农业机械标准化技术委员会(SAC/TC 201)和全国拖拉机标准化技术委员会(SAC/TC 140)共同归口。

本文件起草单位：第一拖拉机股份有限公司、中国农业大学、国家农机装备产业计量测试中心(筹)、洛阳智能农业装备研究院有限公司、河南科技大学。

本文件起草人：薛文璞、李锋军、翟志强、杜岳峰、张雷雷、徐书雷、高鸣、张冰冰、朱忠祥、郭丹丹、杨婉丽、贾辉、赵玉珍、葛越锋、任德良、冀保峰。



# 农林拖拉机和机械 模块划分与评价规范

## 1 范围

本文件规定了农林拖拉机和机械模块化设计的术语与定义、零部件分类、编码体系、模块划分原则、模块化设计评价规范及模块接口要求。

本文件适用于农林拖拉机和机械中机械结构部分的模块化设计过程。

## 2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

## 3 术语与定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**模块 module**

组成系统的、具有确定功能和标准接口的典型通用独立单元。

### 3.2

**整机模块 equipment module**

具有完整功能、可独立使用的农林拖拉机和机械产品或组成成套装置，具有独立功能和标准接口的单元。

### 3.3

**部件模块 assembly module**

组成上层部件或组成整机的、具有独立功能和标准接口的单元。

### 3.4

**模块接口 module interface**

模块间进行组合或配合的标准化特征要素。

### 3.5

**模块化设计 modularity design**

将产品的某些要素组合在一起，构成一些具有特定功能的模块，将这些模块作为通用性的模块与其他产品要素进行多种组合，构成新系统，产生多种不同功能或相同功能、不同性能的系列产品的设计方法。

### 3.6

**产品主结构 product master structure**

一种可配置的、包括所有组成模块和规则的、面向产品族的产品结构。

## 4 零部件分类

### 4.1 概述

农林拖拉机和机械进行模块化设计时，首先应对组成整机的零部件以标准件、外购件、外协件、自制件进行分类。

4.2 标准件

结构、尺寸、画法、标记等各个方面已经完全标准化，并由专业企业生产的常用零部件。标准件不宜单独参与农林拖拉机和机械整机模块划分。

4.3 外购件

农林拖拉机和机械生产企业可直接从外部企业采购的零部件。外购件在进行整机模块划分时应视为一个模块，不应再进一步划分为多个子模块。

4.4 外协件

农林拖拉机和机械生产企业委托外部企业生产的零部件。部分工序外协加工件应视具体划分情况考量是否进一步划分为多个子模块，全工序外协加工件应视为一个模块。

4.5 自制件

农林拖拉机和机械生产企业根据产品功能需要而设计制造加工的零部件。自制件是非标准件，在进行模块划分时应选取总成中的重要零部件。

5 编码体系

5.1 概述

对模块化设计的农林拖拉机和机械产品与零部件，用数字或字母进行编码，并对其进行识别和分类，规范各种技术对象名称，构建便于识别、管理和使用的编码体系。

5.2 编码体系组成

编码一般由产品系列代号和产品机型代号两个部分组成。除农林拖拉机和机械整机产品外，组成农林拖拉机和机械的所有零件都应有唯一特定编码。编码典型案例参见附录A。

6 模块划分原则

6.1 概述

农林拖拉机和机械模块划分的典型过程分为整机划分和部件划分，见图1和图2，可根据具体需要选择其中或部分功能开展产品模块化设计，该过程完成后，需进行评价选优，确定最优模块划分方案。

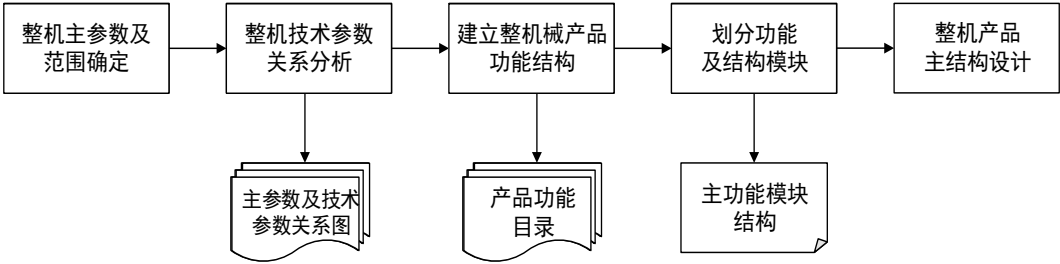


图1 整机模块划分过程

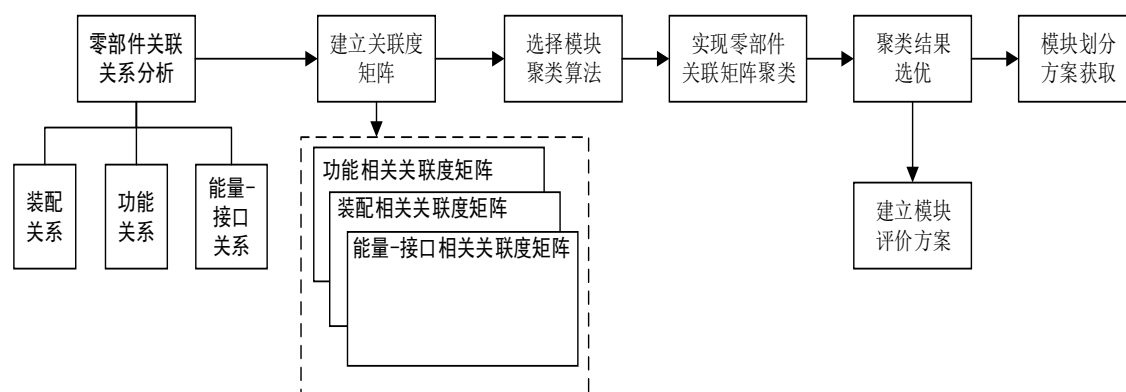


图2 部件模块划分过程

## 6.2 部件模块划分原则

### 6.2.1 概述

在已构建的产品主结构基础上，根据零部件之间的功能相关性、装配相关性、能量-接口相关性分别建立加权关联度矩阵，进行部件模块划分。

### 6.2.2 功能相关性

按照零部件间的功能协作关系强度，将功能相关性进行划分：

- 若共同完成上一级功能则赋值为 1；
- 若功能协作关系较强，则视协作强度在 0.50~0.90 间取值；
- 若功能协作关系较弱，则视协作强度在 0.10~0.40 间取值；
- 若无功能协作关系，则赋值为 0。

### 6.2.3 装配相关性

按照装配连接方式及装配紧密程度，将装配相关性进行划分：

- 若装配关系为永久连接、不可拆分则赋值为 1；
- 若装配后难以拆分，采用大过盈配合，则赋值为 0.70；
- 若装配后难以拆分，采用小过盈配合、过渡配合，则赋值为 0.50；
- 若装配后容易拆分，采用间隙配合，则赋值为 0.30；
- 若装配后可以拆分，采用大间隙配合，则赋值为 0.10；
- 若不存在装配关系，则赋值为 0。

### 6.2.4 能量-接口相关性

按照零部件间的物质、能量、接口联系强度，将能量-接口相关性进行划分：

- 若同时存在物质、能量和信息的联系，则赋值为 1；
- 若同时存在物质和能量的联系，则赋值为 0.80；
- 若同时存在物质和信息的联系，则赋值为 0.60；
- 若同时存在能量和信息的联系，则赋值为 0.50；
- 若存在物质联系，则赋值为 0.40；
- 若存在能量联系，则赋值为 0.30；
- 若存在信息联系，则赋值为 0.10；

h) 若无接口联系, 则赋值为 0。

### 6.2.5 加权关联矩阵

将组成部件的零(部)件按照规则分类后, 分别确立各零(部)件间的加权关联值后, 建立部件模块划分待求解加权关联矩阵, 选取合理的矩阵聚类算法求解加权关联矩阵, 实现部件层的模块划分。零(部)件加权关联矩阵计算方法按公式(1):

$$R = \begin{cases} \omega_1 \alpha_1(i, j) + \omega_2 \alpha_2(i, j) + \omega_3 \alpha_3(i, j) & (i \neq j) \\ 1 & (i = j) \end{cases} \quad (i, j = 1, 2, \dots, n) \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$R$  ——关联矩阵;

$i$  ——矩阵行号, 表示零(部)件序号;

$j$  ——矩阵列号, 表示零(部)件序号;

$n$  ——零(部)件数量;

$\omega_1$  ——功能关联度权重;

$\alpha_1$  ——零(部)件功能关联度;

$\omega_2$  ——装配关联度权重;

$\alpha_2$  ——零(部)件装配关联度;

$\omega_3$  ——能量接口关联度权重;

$\alpha_3$  ——零(部)件能量-接口关联度。

## 7 模块化设计评价规范(此章缺少评价依据, 如何评价耦合度或聚合度)

### 7.1 概述

农林拖拉机和机械模块划分是否合理将影响模块化产品的功能、质量和新产品的研发周期等, 需对应基于模块耦合度和模块聚合度对多种模块划分方案进行评价, 以低耦合度和高聚合度为指标确定最优划分方案。

### 7.2 模块划分评价指标

#### 7.2.1 模块耦合度

耦合度计算按公式(2)计算:

$$D_1 = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=i+1}^N \alpha(M_i, M_j)}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N n_i \times n_j} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$i$  ——模块内子模块的序号;

$j$  ——模块内子模块的序号;

$N$  ——模块内子模块的数量;

$n$  ——子模块内零(部)件的数量;

$M$  ——子模块的加权关联矩阵;



$\alpha$ ——模块内任意两个子模块之间的总关联度。

### 7.2.2 模块聚合度

聚合度计算按公式（3）计算：

$$D_2 = \frac{2 \sum_k^N \sum_{i=1}^{n_k} \sum_{j=i+1}^{n_k} \alpha_{ij}^k}{\sum_k^N [n_k (n_k - 1)]} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$k$ ——模块内子模块的序号；

$i$ ——子模块内零（部）件的序号；

$j$ ——子模块内零（部）件的序号；

$n$ ——子模块内零（部）件的数量；

$N$ ——模块内子模块的数量；

$\alpha$ ——子模块内任意两个零（部）件之间的关联度。

## 8 模块接口

### 8.1 概述

基于后续模块间的连接与新产品的模块配置设计，应对农林拖拉机和机械已划分模块接口进行标准化。

### 8.2 模块接口标准化方法

模块接口标准化方法如下：

- a) 归纳各模块之间的接口类型；
- b) 选择确认具体模块所需的接口类型；
- c) 建立模块接口主模型；
- d) 建立模块接口的各种主文档。

### 8.3 模块接口标准化要求

模块接口标准化应具有：

- a) 通用性：同一模块族应具有规范化和系列化的接口规格；
- b) 可靠性：模块接口的使用寿命应高于各模块的使用寿命；
- c) 适应性：模块接口应适应误差扰动和模块升级。

### 8.4 常见模块标准化接口种类

常见模块标准化接口种类如下：

- a) 机械接口：零部件间的机械连接处；
- b) 液压接口：液压元器件间的连接处；
- c) 电气接口：电气元件的连接处。

附录 A  
(资料性)

农林拖拉机和机械产品与零部件编码典型案例

A.1 概述

对模块化设计的农林拖拉机和机械产品与零部件，用数字或字母进行编码。整机编码可由产品系列代号和产品机型代号组成。产品系列代号包括产品类别代号、系列区别号、主参数代号和系列顺序号。

A.2 产品系列代号

产品系列代号包括产品类别代号、系列区别号、主参数代号及系列顺序号，标记如图 A.1 所示。

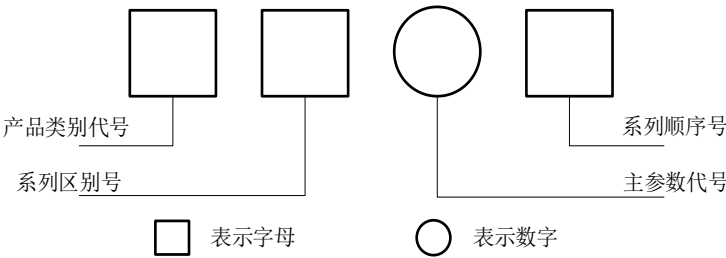


图 A.1 产品系列代号

A.3 产品机型代号

产品机型代号由产品系列代号、机型区别号及顺序号组成，标记图 A.2 所示。

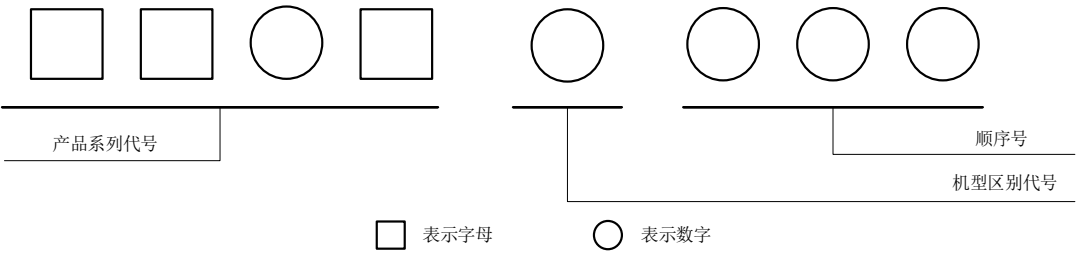


图 A.2 产品机型代号

A.4 零件编码

零件编码由产品系列代号、一级部件代号、一级部件拓展代号、零部件顺序号，标记图 A.3 所示。

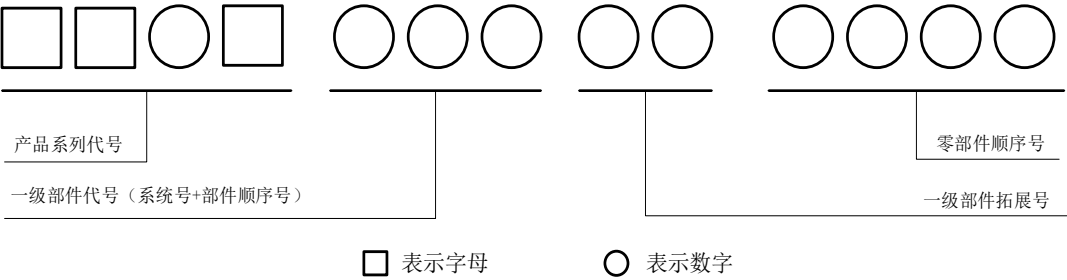


图 A.3 零件代号